

GOVP1200010892

551.490 25.7
L 293 7

괴산군광역수맥조사보고서

1999

농림부
농어촌진흥공사

목 차

1. 서 언	7
2. 조사개요	8
2-1. 조사목적	8
2-2. 조사내용	8
3. 일반현황	10
3-1. 위치, 교통, 면적	10
3-2. 기상	12
3-2-1. 기온	12
3-2-2. 강수량	13
3-2-3. 증발산량	14
3-3. 인구현황	15
3-4. 토지이용 및 산업현황	17
3-4-1. 농업	17
3-4-2. 축산업	18
3-4-3. 임업	19
3-4-4. 광공업	20
3-5. 수자원 이용현황	20
3-5-1. 수리시설현황	20
4. 수문지질조사	21
4-1. 지형 및 지질	21
4-1-1. 지형	21
4-1-2. 지질	21

4-2. 시설관정 이용실태조사	27
4-2-1. 지하수이용현황	27
4-2-2. 행정구역별·용도별 이용실태조사	27
4-2-3. 시설관정 양수시험	39
4-2-4. 지하수위 관측	40
4-3. 물리탐사	43
4-3-1. 원격탐사	43
4-3-2. 전기비저항탐사	47
5. 수질 및 잠재오염원 조사 분석	73
5-1. 수질	73
5-1-1. 지하수 수질시험결과	74
5-1-2. 수질특성 분석	82
5-2. 잠재오염원 조사	85
5-2-1. 점오염원	85
5-2-2. 비점오염원	86
6. 지하수자원의 부존	87
6-1. 지하수부존량	87
6-2. 지하수개발가능량	89
6-3. 지하수개발계획	92
7. 지하수자원 보존관리계획	95
7-1. 지하수자원 보전·관리	95
8. 결 언	97
<부 록>양수시험자료	99

표 목 차

<표 2 - 1> 조사실적	9
<표 3 - 1> 읍면별 면적비교	12
<표 3 - 2> 연도별 기온분포	13
<표 3 - 3> 연도별 월별 강수량 분포	14
<표 3 - 4> 연간 증발산량	15
<표 3 - 5> 세대 및 인구수(인구밀도 포함)	15
<표 3 - 6> 연도별 인구변동	16
<표 3 - 7> 토지이용현황	17
<표 3 - 8> 연도별 식량작물 생산량	18
<표 3 - 9> 연도별 축산현황	19
<표 3 - 10> 임상별 임야면적	19
<표 3 - 11> 수자원 이용현황	20
<표 4 - 1> 지하수 용도별 이용현황	28
<표 4 - 2> 기수맥조사 내역	29
<표 4 - 3> 괴산군 기설관정현황	31
<표 4 - 4> 암반관정 양수시험 결과	40
<표 4 - 5> 지하수위 관측대장	41
<표 4 - 6> 암반등고선 관측대장	42
<표 4 - 7> 쌍극자탐사 위치별 대장	49
<표 5 - 1> 수질시료 채취지점	75
<표 5 - 2> 먹는물기준 수질시험 성적서	76
<표 5 - 3> 수질검사결과 부적합 시료지점 총괄	81
<표 6 - 1> 한국의 지하수 부존량	87
<표 6 - 2> 기존의 지하수 개발가능량 산정결과 비교	90

<표 6 - 3> 5대강 유역별 평균 강우함양계수	90
<표 6 - 4> 암종별 지질층서별 분포면적	91
<표 6 - 5> 향후 생활용수 지하수개발 관정수	93
<표 6 - 6> 연차별 생활용수 지하수개발 사업량 및 사업비	94
<표 6 - 7> 향후 논용수 지하수개발 관정수	94

그림 목 차

<그림 3- 1> 괴산군 행정구역도	11
<그림 4- 1> 지질계통	22
<그림 4- 2> 조사지구 위성영상 및 선구조	45
<그림 4- 3> 쌍극자탐사 배열법	48
<그림 4- 4> E - 1 측선 쌍극자탐사 결과도	53
<그림 4- 5> E - 2 측선 쌍극자탐사 결과도	53
<그림 4- 6> E - 3 측선 쌍극자탐사 결과도	55
<그림 4- 7> E - 4 측선 쌍극자탐사 결과도	55
<그림 4- 8> E - 5 측선 쌍극자탐사 결과도	57
<그림 4- 9> E - 6 측선 쌍극자탐사 결과도	57
<그림 4-10> E - 7 측선 쌍극자탐사 결과도	59
<그림 4-11> E - 8 측선 쌍극자탐사 결과도	59
<그림 4-12> E - 9 측선 쌍극자탐사 결과도	61
<그림 4-13> E - 10 측선 쌍극자탐사 결과도	61
<그림 4-14> E - 11 측선 쌍극자탐사 결과도	63
<그림 4-15> E - 12 측선 쌍극자탐사 결과도	63
<그림 4-16> E - 13 측선 쌍극자탐사 결과도	65
<그림 4-17> E - 14 측선 쌍극자탐사 결과도	65
<그림 4-18> E - 15 측선 쌍극자탐사 결과도	67
<그림 4-19> E - 16 측선 쌍극자탐사 결과도	67
<그림 4-20> E - 17 측선 쌍극자탐사 결과도	69
<그림 4-21> E - 18 측선 쌍극자탐사 결과도	69
<그림 4-22> E - 19 측선 쌍극자탐사 결과도	71
<그림 4-23> E - 20 측선 쌍극자탐사 결과도	71
<그림 5- 1> Stiff diagram (지질별)	82
<그림 5- 2> Piper diagram (총괄)	83
<그림 5- 3> Piper diagram (지질별)	84

여 백

1. 서 언

우리나라 지하수개발은 1970년대부터 본격적으로 추진되어 왔으나 지하수의 개발과 이용에 따른 법적·제도적 규제장치없이 필요에 따라 무분별하게 개발되어 온 것이 지금까지의 현실이었다. 산업구조의 급변, 경제의 고도성장에 따른 생활 및 공업용수 수요의 급증과 국민의 기존 상수도에 대한 불신등으로 인하여 대체 수자원으로서의 지하수에 대한 의존도가 한층 고조되면서 지하수를 국가적 수자원 개념으로 인식하게 되었고, 1993년에는 지하수법을 제정, 공포하여 지하수의 보전, 관리 측면을 더욱 강조하게 되었다.

1960년대부터 시작된 지하수자원의 조사는 주로 국지적인 개발·이용을 위한 조사로서 광범위한 지역의 지하수부존특성 파악이 어려워 광역적인 수리지질사의 필요성이 대두되었다.

금번에 시행한 광역수맥조사는 이제까지 시행되어온 특정지역을 대상으로 한 국지적인 정밀 지하수조사와는 달리 보다 넓은 지역의 일반적인 수문지질개황을 파악하기 위하여 실시되었으며 지하수자원의 종합적 이용 및 보존관리차원에서 필요한 지하수 조사이다.

금번조사의 위치는 충북 괴산군 전역에 대해 지표지질조사, 기설관정을 이용한 이용현황조사, 지하수위관측, 양수시험, 물리탐사, 수질검사를 통하여 제 자료와 조사지역내에서 국지적으로 기시행된 수맥조사와 지하수개발 자료를 취합하고, 인공위성을 이용한 원격탐사 자료를 이용하여 조사 지역에 대한 광역적인 지하지질상태를 파악하여 괴산군전역 광역수맥도를 작성하였다.

본 보고서가 괴산군내의 지하수 보존관리 및 향후 지하수개발을 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

2. 조사개요

2-1. 조사목적

농어촌지역 종합개발사업을 효과적으로 추진하고 지역내의 수자원을 합리적으로 이용·보존하기 위하여 지금까지의 국지적인 수맥조사를 발전시켜 농어촌용수구역중 괴산군에 대한 광범위하고 종합적인 광역수맥조사를 실시, 용수구역내 지하수자원을 광범위하게 파악하여 향후 농어촌 다목적용수 개발·이용 및 보전 관리 방향을 제시하는 데 그 목적이 있다.

2-2. 조사내용

- 가. 조사지구 : 괴산지구
- 나. 위 치 : 충북 괴산군전역
- 다. 조사면적 : 841.89km²
- 라. 조사기간 : '98. 8. ~ '99. 8.
- 마. 조 사 자

소 속	직 종	직급	성 명	조사업무내용
충북지사	지 질	2급	김 문 하	조사업무 총괄 및 지도 지하수조사계획 수립 현장조사 및 자료수집정리 현장조사 및 자료수집정리
		3급	이 종 수	
		4급	조 재 경	
		5급	오 의 환	

바. 조사실적

지형, 지질여건에 따라 조사량을 분배하였으며 기존 제자료와 원격탐사자료 등을 활용하여 금번조사를 실시하였다. 각 항목별 조사실적은 다음과 같다.

<표 2-1> 조사실적

공 종 별	단 위	조 사 량	비 고
◦ 기본조사			
- 지구답사	지구	1	
- 지표지질조사(평야)	km ²	210.8	
- 지표지질조사(임야)	km ²	631.1	
◦ 시설관정조사			
- 이용현황조사	공	181	
- 지하수위관측	회	25	
- 양수시험	공	15	
◦ 물리탐사			
- 쌍극자탐사	측선	20	
◦ 수질검사			
- 먹는물기준 검사	회	50	
- 양·음이온 분석	회	50	

사. 조사장비 및 기기

공 종 별	조 사 장 비	비 고
지표지질조사	Clinometer, Rock-hammer	
선구조추출	SPOT IMAGE, ERDAS IMAGINE(S/W)	
시설관정조사	휴대용 수위측정기 2대	
물 리 탐 사	전기탐사기(SAS 300B), 부스터(SAS 2000)	
수 질 검 사	및 부대품 현장수질측정기	

3. 일반현황

3-1. 위치, 교통 및 면적

본 지구는 국립지리원 발행 1:50,000 점촌, 속리, 미원, 덕산, 충주, 음성도폭에 해당되며, 경·위도상으로 127° 37' ~128° 05'와 36° 57' ~36° 36'범위에 위치한다.

조사지역은 <표 3-1>에서 나타난 것과 같이 행정구역상 괴산군중 증평읍과 도안면을 제외한 괴산읍외 10개 읍면을 포함하며 총면적은 841.9km²으로 충북도 면적대비 11.49%를 차지한다. 지리적으로 충북도의 중앙부에 위치하며 동북부는 충주시 상모·이류·주덕면에 인접하고 서북부는 음성군의 소이·원남면, 진천군의 초평면에 서남부는 청원군의 북일·북이·미원면과 보은군의 산외면에, 동남부는 경북 상주군의 화북면과 경북 문경군의 용암·가은·마상면에 접해 있다.

본 조사지역의 교통망으로는 지구의 북동측에 중부내륙고속도로가 장연면과 연풍면을 가로지르고 있으며, 괴산읍을 중심으로 남측에는 19번과 37번 국도가 보은과 연결되어 있고, 동서방향으로 34번 국도가 증평에서 괴산~연풍을 거쳐 연장하고 있으며 36번 국도는 충주~괴산~증평까지 횡단하며 지구의 북서측에는 충북선 철도 노선이 도안, 증평을 지나가고 있다.



<그림 3-1> 괴산군 행정구역도

<표 3-1> 읍면별 면적비교

(단위 : km²)

계	괴산읍	감물	장연	연풍	철성	문광	청천	청안	사리	소수	불정
841.89	49.54	42.56	61.42	93.23	101.52	55.96	209.34	70.86	50.61	46.58	60.27

3-2. 기상

조사지역을 지배하는 청주기상대의 최근 7년간 (1991 ~ 1997) 연평균 기온은 12.3℃를 보이고 있으며, 최고 최저 기온의 격차는 46.2℃로 매우 크게 나타나 건조한 내륙북부형 대륙성 기후의 특성을 보이고 있다.

같은 기간 연평균강수량은 1,174.8mm로 비교적 풍부한 편이나, 강우분포는 여름철에 집중되어 그 유실율이 매우 크다.

3-2-1. 기온

충북의 연평균 기온은 11℃정도이며 도내의 기온이 지역간에는 큰 차이가 없는 편이나 지형, 고도 등에 따라 다소 차이를 보이고 있다.

연평균 기온은 청주 11.6℃, 추풍령 11.5℃, 보은 10.6℃, 제천 10.1℃로 남부로 갈수록 낮아진다.

최한월인 1월 평균기온은 -3.0℃이며, 최난월인 8월 평균기온은 26.1℃이다.

<표 3-2> 괴산군 연도별 기온분포 ('91~'97, 7개년)

연별 및 월별	평균최고	극점최고	평균최저	극점최저	평균
1991	34.4	-	-17.2	-	12.0
1992	34.5	-	-11.3	-	12.3
1993	32.8	-	-13.6	-	11.9
1994	37.8	-	-15.9	-	13.3
1995	35.7	-	-13.9	-	12.0
1996	31.1	36.2	-7.1	-13.9	12.1
1997	30.2	35.0	-8.0	-15.0	12.7
- 1월	2.1	7.8	-8.0	-15.0	-3.0
- 2월	6.7	15.4	-6.0	-10.7	0.2
- 3월	13.3	21.7	0.5	-5.1	6.6
- 4월	19.2	23.9	6.3	-1.4	12.7
- 5월	23.5	30.4	12.5	5.9	17.8
- 6월	28.9	34.0	17.7	10.9	23.1
- 7월	30.2	34.8	22.0	16.8	25.8
- 8월	31.1	35.0	22.0	18.2	26.1
- 9월	25.5	33.4	14.6	7.5	19.7
-10월	19.8	26.4	6.4	-1.9	13.0
-11월	14.3	22.2	3.3	-4.7	8.4
-12월	6.5	14.9	-2.6	-10.3	1.7

3-2-2. 강수량

충북의 연간 강수량의 계절적 분포를 보면 여름 3개월간(6~8월)에 연간 강수량의 58.5%이상이 집중되고 있다. 괴산군 6년간('92~'97)의 평균 강수량은 1,174.8mm이고 이중 여름 3개월간(6~8월)의 강수량이 전체의 62.34%를 차지하고 있으며, 8월의 강수량이 전체 강수량의 28.1%를 차지하고 있다.

<표 3-3> 괴산군 연도별 월별 강수량 분포('92~'97, 6개년)

연도	계	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1992	1,389.1	17.3	9.2	14.4	84.3	106.7	16.1	612.5	222.0	161.0	51.0	42.0	52.6
1993	1,145.7	10.0	50.7	33.0	48.0	114.0	110.0	236.0	300.0	121.0	44.0	63.0	16.0
1994	999.9	16.2	17.0	42.6	16.5	76.5	150.8	123.7	329.6	48.8	147.2	20.4	10.6
1995	1,359.5	16.0	4.0	33.0	54.0	65.0	23.0	237.0	831.0	29.0	32.0	24.0	11.5
1996	792.4	15.0	1.1	71.6	18.3	36.0	208.4	152.8	111.0	28.4	80.2	59.6	10.0
1997	1,362.0	9.8	47.4	25.4	52.3	162.6	160.5	378.7	186.1	114.8	29.2	149.5	45.7
계	7,048.6	84.3	129.4	220.0	273.4	560.8	668.8	1,740.7	1,979.7	503.0	383.6	358.5	146.4
평균	1,174.8	14.1	21.6	36.7	45.5	93.4	111.5	290.1	330.0	83.8	63.9	59.8	24.4

3-2-3. 증발산량

증발산량은 토양의 함수량을 연속적으로 측정함으로써 계산할 수 있으나 좁은 범위에 적용할 수 있을 뿐 아직 광역적인 유역전체에 적용할 수 있는 계측 방법이 확립되지 않고 있다. 따라서 물이 무한대로 공급되는 조건에서 수면증발 또는 식물이 발산할 수 있는 능력인 잠재증발산량을 사용하여 계산하며 이때 증발접시 등 계기를 이용하여 측정하거나 Turc공식(1975) 등으로 추산한다.

강수에 의해 저류대로 유입되는 양의 상당한 부분이 수면으로부터의 증발과 식물에 의한 발산작용으로 다시 대기중으로 환원되고 있기에 물의 순환과정에서 증발산은 매우 중요한 부분을 차지한다.

Turc에 의한 증발산량 계산은 토양에 포함되어 있는 수분의 증발과 지표면 식물에 의한 발산량을 포함한 것으로 Turc공식(1975)은 다음과 같다.

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + (P/L)^2}} \quad P: \text{년강수량}, L=300+25T+0.05T^3, T: \text{년평균기온}$$

<표 3-4>는 본 조사지역내 평균기온과 강수량은 괴산군농업기술센터 기상 자료를 이용하여 증발산량을 계산한 결과이다..

<표 3-4> 연간 증발산량

년 도	1992	1993	1994	1995	1996	1997	평 균
TURC 공식의 증발산량	493.5	495.7	536.4	540.1	484.5	511.1	510.2

3-3. 인구현황

본 지구는 11개 읍면으로 인구는 1997년말 현재 총 47,168명으로 이중 50.6%가 남자로 23,858명이고, 여자가 23,310명이며, 세대수는 15,754로 세대당 인구수는 3명이다.

<표 3-5> 세대 및 인구수(인구밀도 포함)

읍면별	세대수 (세대)	인구수(명)				인구밀도 (㎢당)
		계	남자	여자	세대당인구	
계	15,754	47,168	23,858	23,310	3.0	56.0
괴산읍	3,405	10,717	5,416	5,301	3.1	216.0
감 물	859	2,664	1,326	1,338	3.1	62.6
장 연	882	2,551	1,303	1,248	2.8	41.5
연 풍	1,189	3,535	1,797	1,738	2.9	37.9
칠 성	1,244	3,731	1,901	1,830	3.0	36.7
문 광	909	2,574	1,328	1,246	2.8	45.9
청 천	2,277	6,538	3,236	3,302	2.9	31.2
청 안	1,540	4,648	2,369	2,279	3.0	65.6
사 리	1,312	3,837	2,002	1,835	2.9	75.8
소 수	818	2,407	1,209	1,198	2.9	51.6
불 정	1,319	3,966	1,971	1,995	3.0	65.8

본 지역의 인구밀도는 1km²당 56.0명이고, '97년말 현재 자료에 의하면 전체인구의 56.4%가 농가인구이다. 인구변화 추이를 살펴보면 1991년에서 1997년까지 인구수는 9,642명이 감소하였고 세대수는 263가구가 증가한 것으로 나타났다. 1975년에서 1997년까지의 인구변동은 <표 3-6>과 같다.

<표 3-6> 연도별 인구변동

연도별	세대 (가구)	인구수(명)			인구밀도 (km ² 당)	세대당인구 (명)
		계	남	여		
1975	25,201	140,699	72,214	68,485	154.7	5.5
1976	24,498	137,900	70,504	67,396	147.3	5.6
1977	24,220	133,781	68,211	65,570	142.9	5.5
1978	24,106	127,444	64,527	62,917	135.9	5.2
1979	23,427	121,416	61,436	59,980	129.7	5.2
1980	23,862	117,642	59,964	57,678	125.6	4.9
1981	23,629	119,429	60,806	58,623	127.5	5.1
1982	23,684	119,366	60,843	58,523	127.5	5.0
1983	23,948	115,748	58,842	56,906	123.6	4.8
1984	23,789	112,973	57,808	55,165	120.6	4.7
1985	23,991	108,731	55,796	52,935	116.1	4.5
1986	24,056	106,867	54,582	52,285	115.7	4.4
1987	23,789	103,792	52,707	51,085	110.7	4.3
1988	23,766	99,752	50,146	49,606	106.4	4.2
1989	23,810	96,980	48,811	48,169	103.5	4.1
1990	24,119	93,723	47,417	46,306	100.0	3.9
1991	15,491	56,810	28,734	28,076	66.5	3.7
1992	15,417	55,031	27,917	27,114	64.4	3.6
1993	15,476	53,158	26,966	26,192	62.2	3.4
1994	15,342	51,073	25,899	25,174	60.7	3.3
1995	15,531	49,643	25,174	24,469	58.9	3.2
1996	15,612	48,266	24,400	23,866	57.3	3.1
1997	15,754	47,168	23,858	23,310	56.0	3.0

※1990년까지는 중평출장소 인구를 포함한 수치.

3-4. 토지이용 및 산업현황

본 조사지구의 지목별 토지이용현황을 보면 총면적 841.9km² 중 답 66.5km², 전 80.7km², 임야 631.1km²이고 기타는 59.1km²이며, 이중 전, 답면적이 전체면적의 약 18%를 차지하고 있다.

<표 3-7> 토지이용현황

(단위 : m²)

읍면별	계	전	답	과수원	목장용지	임야	기타
계	841,885,790	80,666,137	66,490,672	1,039,030	3,485,550	631,148,577	59,055,827
괴산읍	49,548,371	6,759,834	7,039,577	32,708	273,528	29,036,806	6,405,918
감 물	42,560,700	5,797,124	4,994,214	91,515	60,740	27,207,948	4,409,159
장 연	61,416,380	6,453,404	3,622,618	257,766	630,073	47,114,787	3,337,732
연 풍	93,227,575	6,461,126	4,030,432	111,862	293,590	77,981,928	4,348,637
칠 성	101,521,474	5,356,870	5,714,987	41,828	370,901	83,915,148	6,121,740
문 광	55,959,176	5,928,214	4,192,881	50,449	275,063	41,583,710	3,928,859
청 천	209,336,525	16,611,420	9,893,938	69,028	269,060	170,533,869	11,959,210
청 안	70,860,810	9,980,565	7,316,866	50,681	136,259	48,726,133	4,650,306
사 리	50,611,541	5,305,457	6,478,545	69,707	231,789	34,067,469	4,458,574
소 수	46,575,704	5,314,504	5,107,915	80,114	634,248	31,908,690	3,530,233
불 정	60,267,534	6,697,619	8,098,699	183,372	310,299	39,072,089	5,905,456

3-4-1. 농업

1997년말 농수산통계사무소 자료에 의하면 10,741호의 농가와 26,612명의 농가인구로 구성되며, 경지면적은 1997년말 현재 14,715ha로 가구당 경지면적은 약 0.94ha이며 전 0.42ha, 답 0.52ha이다.

1997년도의 미곡생산량은 27,600M/T, 맥류는 24M/T, 잡곡 1,496M/T, 서류는 3,175M/T이다.

<표 3-8> 연도별 식량작물 생산량

(단위 : ha, M/T)

연도별	계		미곡		맥류		잡곡		두류		서류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
1992	8,935	32,737	6,377	28,223	4	10	302	1,291	2,157	2,839	95	374
1993	8,731	32,282	6,187	25,985	8	20	418.1	1,767	1,913	2,467	186.5	3,043
1994	8,527	32,848	5,833	26,248	6.6	16	615	1,927	1,934	2,283	139	2,465
1995	7,406	30,598	5,630	24,500	5.7	14.1	437.6	2,200	1,195	1,786	138	2,098
1996	7,499	30,336	5,362	25,738	4	9.5	395	1,529	1,602	2,430	146	630
1997	7,394	34,397	5,370	27,600	10	24	414	1,496	1,434	2,102	166	3,175

3-4-2. 축산업

1997년도의 축산업현황으로는 한우 3,267농가 15,977두로 사육농가당 4.9마리, 젖소 43농가 1,643두로 사육농가당 38.2두, 돼지 69농가 34,825두로 사육농가당 504.7두, 닭 445농가 867,898수로 사육농가당 1,950마리를 사육하고 있다.

<표 3-9> 연도별 축산현황

연도별	한우		젖소		돼지		닭	
	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수
1992	4,298	11,847	71	1,379	151	15,987	553	503,598
1993	4,219	13,083	72	1,534	112	16,758	466	510,768
1994	4,073	14,811	59	1,509	91	19,038	482	886,485
1995	4,126	16,438	51	1,328	88	26,350	774	759,402
1996	3,715	16,724	54	1,646	74	30,615	477	1,140,703
1997	3,267	15,977	43	1,643	69	34,825	445	867,898

3-4-3. 임업

본 지구의 임상별 산림면적을 볼 때, 임목지는 36,604ha로 전체 임상지 63,115ha의 58.0%에 해당하는 비율을 차지하고 있다.

<표 3-10> 임상별 임야면적 ('98년말 현재)

합계	임목지(ha)				무임목지(ha)
	계	침엽수	활엽수	혼효림	
63,115	36,604	14,229	8,386	13,989	26,511

3-4-4. 광공업

본 지구의 광산물 생산현황으로는 청천면에서 규석 81,521 M/T(년)와 감물면에서 고령토 690 M/T(년) 그리고 연풍면과 청안면에서 석회석 217,797 M/T(년)을 생산하고 있다. 공업현황으로는 총 2개의 공단이 가동중에 있으며 16개 업체에 종업원은 5백여명이다.

3-5. 수자원 이용현황

3-5-1. 수리시설현황

본 지구내 수리시설현황으로는 저수량 15백만톤으로 농업용으로 이용되는 괴산댐과 저수지(몽리면적 50ha이상) 13개소, 소류지(몽리면적 50ha이하) 59개소, 간이상수원(지하수 포함) 246개소가 있다.

<표 3-11> 수자원 이용현황

총 개소수	댐		저수지		소류지		간이상수원	
	개소수	저수량 (백만톤)	개소	면적 (ha)	개소	면적 (ha)	개소	저장 탱크 용량
319	1	15.3	13	6,125	59	6,018	246	5,640

※ 자료 : 충북의 수자원(1997)

4. 수문지질조사

4-1. 지형 및 지질

4-1-1. 지형

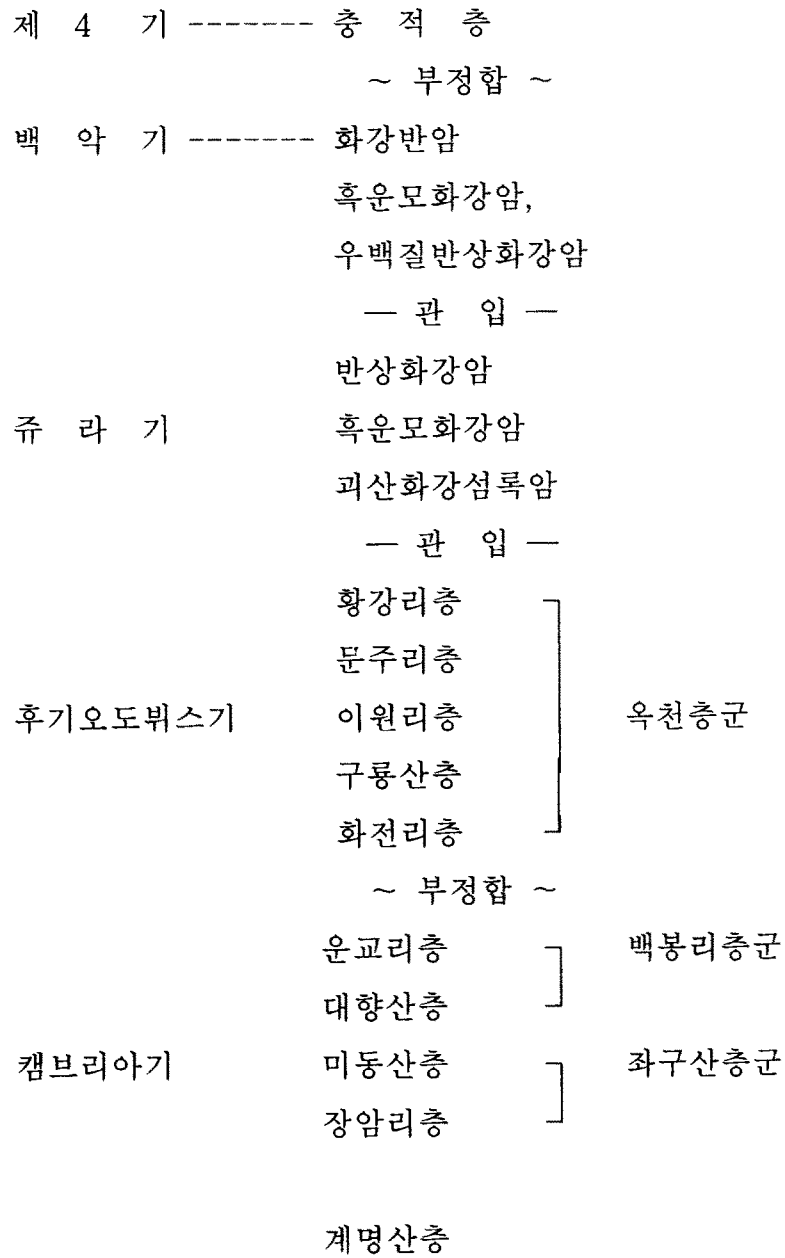
조사지구의 수계는 사리면에 위치한 보광산을 중심으로 한 분수령을 기준으로 서쪽으로 흐르는 물은 보광천을 형성, 청주의 미호천을 거쳐 금강으로 유입되고, 동남쪽을 흐르는 물은 성황천에 합류, 괴강과 충주 달천강으로 이어져 한강의 상류를 형성한다.

조사지구의 지형은 충청도와 경북의 도경계를 따라 조령산($\Delta 1,025\text{m}$), 시루봉($\Delta 914.5\text{m}$), 장성봉($\Delta 915.3\text{m}$)을 이루면서 발달한 소백산맥이 북동-남서로 뻗어 내려와 동북부는 산악지대를 형성하며, 서북부는 저평지대를 이루고 있다. 대부분 산악지대로 백화산, 균자산, 박달산, 백마산등의 산계와 달천, 보광천, 성황천, 동진천 등의 수계가 조화를 이루며 쌍곡계곡을 포함한 화양동 국립공원, 수옥정, 제월대 등 명승고적이 많다.

4-1-2. 지질

지질조사는 충주, 괴산, 증평, 용유리, 문경, 음성 지질도폭(1:50,000)과 기존 수맥조사 보고서등을 참조하여 현지조사를 실시하였다.

본역의 대표적 지질로는 지구의 북부와 중앙 및 서남부에 시대미상의 옥천층군에 속하는 변성퇴적암류가 넓게 분포한다. 서부에서 지구 중앙부에 걸쳐 넓게 쥐라기의 흑운모화강암이 나타나는 반면, 지구 남동부에는 백악기의 불국사 관입암이 분포하고 있다. 또한 조선누층군에 해당하는 대석회암층군도 본 지구의 동부에 작은 규모로 확인된다.



<그림 4-1> 지질계통

가. 계명산층

지구 북부의 불정면 일부에서 쥬라기의 흑운모화강암에 의해 관입, 경계를 이루며 나타나고 있다. 본 층은 주로 흑운모-석영편암, 각섬석-흑운모편마암, 견운모-석영편암, 백운모-석영편암, 석영-흑운모 편마암등으로 구성된 준편마암으로 석영, 운모류, 장석, 각섬석, 자철석, 적철석 등으로 구성되어 있다.

나. 장암리층

본 층은 사리면, 문광면, 청안면 일부에 북북동 방향으로 연장하여 분포하고 있으며, 주위의 미동산층과는 정합으로 경계하고 있다.

주로 석회규산염암으로 구성되어있으며, 엽리방향에 따라 배열된 방해석의 용해 공동을 흔히 볼 수 있다. 주구성 광물은 방해석과 세맥의 주입상내지 층상의 방해석대와 교호되는 석영으로서 이는 모자이크형 결정으로 나타난다.

기타 부구성광물로는 소량의 규회석과 사장석이 검출된다.

다. 미동산층

본 층은 괴산읍 동부리에서 청천면 청천리까지 길게 대상으로 분포하고 있으며 문광면 방성리와 청천면 여사왕리 부근에서 북북서방향의 단층에 의해 절단되어 있다. 주로 담갈색내지 회백색의 함역규질편암, 석영-운모편암 등으로 구성되며 이중 석영-운모편암이 가장 우세하다. 이는 풍화에 강한 관계로 대산-배미산-남산등을 잇는 험준한 산령을 형성하고 있다.

지질구조로는 남산을 제외한 지역에서 N40° E, 65° NW내외 방향의 엽리가 발달한다. 본암은 주로 규질의 역을 포함하며 이는 엽리방향으로 신장되어 있는데 최대 6cm 내외이다. 주구성광물은 주로 석영, 흑운모이며, 녹니석, 백운모 및 자철석 등의 부구성광물도 나타난다.

라. 대향산층

본 층과 운교리층을 합하여 괴산 지질도폭에서는 소위 백봉리층군으로 명명하고 있다. 본층은 청천면 상월문과 윗치재 그리고 장암리 부근에서 북남내지 북북동방향으로 길게 대상 분포한다. 구성암석은 세립의 석회질천매암으로서 간혹 녹니석편암이 교호 협재된다. 층서상 상위의 운교리층과는 점이적인 경계를 하고

있다.

마. 운교리층

본 층은 지구 중앙과 서남부 청안면과 청천면에 넓게 분포하며, 층서상 옥천층군의 기저층인 화전리층에 부정합으로 피복된다. 구성암석은 사질천매암질암으로 대표될 수 있으나 그밖에도 결정질석회암, 녹니석편암 등이 지역에 따라 협재한다. 주구성광물은 석영, 장석, 흑운모이고 녹니석, 자철석 및 중정석은 부구성광물로 검출된다. 사질천매암은 육안으로 변질사암~사암으로 분류될만큼 저변질 암석이지만 현미경하에서 뚜렷한 압쇄구조나 명확한 엽리를 보여준다. 대체적인 층리구조의 주향은 N35° E, 경사는 68° SE내외이다.

바. 화전리층

본 층은 흑석리단층을 기준으로 서남부(청천면 금평-토성리)와 동북부(연풍면 삼풍리)에 분포하며, 금평리지역의 주구성암은 석회질점판암과 흑색점판암의 교호대와 암회색 내지 회백색의 미정질석회암과 흑색석회질점판암 내지 흑색천매암과의 교호대로 구성된다. 이지역의 일반적인 주향, 경사는 N30° E, 70° SE 내외이다. 한편 삼풍리지역에서는 암회색점판암 내지 운모편암, 회색~담회색 결정질석회암 및 석회규산염암등이 분포한다. 이층의 대체적인 주향은 N25° ~45° E가 지배적이다.

사. 구룡산층

본 층은 옥천층군내 변성퇴적암대중 유일하게 탄질물대를 함유하는 층으로 특징지을 수 있다. 본 층 역시 하부 화전리층과 같이 흑석리단층을 기준으로 동북부와 서남부로 분포지역을 대별할 수 있다. 청천면 점촌~대전리와 새터말~덕평리 등의 서남부지역에서는 계단단층과 폭이 좁은 단사습곡 등으로 인해서 본층은 단절되어 나타나거나 반복되어 나타난다

구성암석은 주로 흑색점판암~천매암질암, 암회색녹니석편암 및 사질천매암 등이다. 주구성암석인 흑색점판암은 석영, 장석, 황철석 및 탄질물의 미분이 집적된 대와 주로 녹니석으로 이루어진 대가 편리방향으로 교호되면서 나타난다.

동북부 덕비골~분비골 지역의 주구성암석은 흑색점판암, 녹니석건운모편암 및

암회색석회질 혹은 각섬석편암이며 그밖에 결정질석회암이 해당된다.

본 역의 구성암중 비교적 우세하게 분포되는 녹니석견운모편암은 재결정된 석영과 녹니석, 견운모가 주구성광물로 관찰된다.

아. 이원리층

본 층은 덕비골부근에 소규모로 분포하고 있고, 주구성암석은 주로 합력사질 천매암질암이며 상부에 운모편암이 협재한다.

자. 문주리층

본 층은 지구 중앙부인 문광면 흑석리, 칠성면 사은리와 지구 북북동측 불정면 풍류산일원에 분포하고 있으며, 구성암석은 담녹회색 녹니석편암으로 대표되나 점문상 녹니석운모편암이 교호되는 경우가 많다. 암상은 green schist facies가 대표적이거나 곳에 따라서는 좀 더 고압하에서 이루어진 차별적인 암상을 보여준다.

현미경하에서는 윤곽이 확실한 모자이크상의 석영과 이를 충전한 변형된 녹니석, 그리고 녹니석의 일부가 흑운모화된 형태가 주로 나타나며, 대표적 응력광물인 석류석도 간혹 관찰된다.

차. 황강리층

본 층은 지구 중앙부에서 북동부에 걸쳐 대체로 넓게 분포하고 있다. 주구성암석은 암회색 합력천매암질암이며 대부분의 matrix는 석회질로 구성되어 있다.

암석내에 함유된 역은 매우 다양하며 이중에서 석회암역이 우세하며 역 자체가 매우 신장되어 있다.

현미경하에서는 비교적 큰 결정의 장석이 고령토화 되어 있고, 흑운모는 거의 없고 백운모가 소량 산재되어 있으며 matrix내에는 상당량의 견운모가 미정으로 탄질물과 혼재한다.

카. 유라기 화성암류

본 암석군에는 괴산화강섬록암과 흑운모화강암 그리고 반상화강암이 해당된다. 이중 반상화강암은 주로 괴산읍 대덕리~감물면 광전리에 광범위하게 분포하며, 산출상태는 거의 균질의 괴상으로 조립질 장석거정을 포함한다. 또한 반상화

강암은 인접한 우백질화강암, 반화강암등과 불규칙하고 점이적인 차별암상을 보여 주기도 한다.

문광면 대명리~향산리 일원에 분포하는 괴산화강섬록암은 전술한 반상화강암과 동일기원의 암체이다.

타. 백악기 화성암류

본 암석군에는 흑운모화강암내지 우백질반상화강암과 화강반암이 해당된다. 흑운모화강암은 청천면 선유동~관평리 그리고 우백질화강암은 칠성면, 연풍면, 청천면일원에 층상으로 나타나며, 화강반암은 연풍면~입석리와 괴산읍 북쪽 암심 골부근에 분포한다. 흑운모화강암은 거정질 암상이지만 곳에 따라 pegmatite와 유사한 암상을 보여준다. 우백질화강암 역시 조립질이나 흑운모의 함량이 감소되면 서 다소 우백질 조암광물이 반상조직을 보여주고 있다.

4-2. 시설관정 이용실태조사

4-2-1. 지하수이용현황

본 지역에서의 지하수이용현황은 1997년말 현재 지하수시설(소형, 총적관정 포함)이 7,410개소이고, 이중 생활용수로 4,390공, 농업용으로 2,955공과 공업용으로 65공을 사용하고 있다. 용도별 이용량은 생활용수로 6,579천톤/년, 농업용수로 11,324천톤/년, 그리고 공업용수로 436천톤/년을 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

4-2-2. 행정구역별 · 용도별 이용실태조사

괴산군내 '97년말 현재 신고된 지하수 관정은 총 7,410공이다. 금번 조사에서는 주로 대형 암반관정 181공을 대상으로 관정의 심도, 이용량, 수위등을 조사하였다. 수맥조사에 의해 조사된 관정은 총 37공이며, 암반관정이 29공, 총적관정은 8공 조사되었다.

수맥조사공(암반관정)의 평균심도는 45m로서 비교적 저심도로 조사되었으며, 평균양수량은 94m³/day이다.

양수량이 100m³/day이상인 조사공의 평균심도는 57m, 평균양수량은 164m³/day로 비교적 저심도에서의 지하수부존성이 양호한 것으로 나타났다.

또한 조사공의 평균자연수위는 2.02m이며, 조사지구 양대수계의 분수령을 중심으로 북,동쪽의 수계에 해당되는 지역(불정,감물,장연,연풍,칠성,괴산,소수)의 평균자연수위는 1.82m, 남,서쪽의 수계에 해당되는 지역(사리,청안,청천)의 평균자연수위는 2.49m로서, 조사지구 북,동쪽의 자연수위가 남,서쪽의 자연수위에 비해 비교적 높음을 알 수 있다.

조사된 시설관정 181공의 평균심도는 99.4m로 심도 100m미만인 관정이 90공, 100~149m인 관정이 54공, 150m이상인 관정이 37공 조사되었다.

용도별로는 농업용관정이 99공으로 전체 조사관정의 55%를 차지하였으며, 생활용관정이 72공, 공업용관정이 10공 분포하고 있으며 다수의 학교에서 암반관정을

이용한 생활용수를 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

조사관정의 평균양수량은 약 143m³/day이며, 관정별 양수량은 100m³/day미만이 74공, 100~149m³/day이 35공, 150m³/day이상이 72공으로 조사되었으며, 300m³/day이상인 관정도 27공이 조사되었다.

특히 양수량이 150m³/day이상인 관정의 평균심도는 116m로서 조사지구내에서 150m이상 심도에서의 지하수부존가능성은 양호할것으로 판단된다.

<표 4-1> 지하수 용도별 이용현황

(단위 : m³/년)

구 분	계		생활용수		공업용수		농업용수	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
계	7,410	18,339,254	4,390	6,578,556	65	436,506	2,955	11,324,192
괴산읍	942	2,215,550	721	914,293	16	37,541	205	1,263,716
감 물	605	1,631,835	529	955,012	3	96,131	73	580,692
장 연	448	542,460	372	44,160	-	-	76	498,300
연 풍	52	450,821	30	290,656	-	-	22	160,165
칠 성	144	148,660	122	85,475	-	-	22	63,185
문 광	451	319,979	381	214,512	5	7,510	65	97,957
청 천	996	3,369,073	819	2,753,854	-	-	177	615,219
청 안	2,030	4,195,942	788	851,714	5	26,280	1,237	3,317,948
사 리	969	4,618,091	74	78,685	25	242,841	870	4,296,565
소 수	222	190,262	207	181,337	1	730	14	8,195
불 정	551	656,581	347	208,858	10	25,473	194	422,250

*지하수조사연보 1998. 건교부

<표 4-2> 기수맥조사내역

번호	위치		심도 (m)	구경 (m/m)	양수량 (m ³ /일)	자연수위 (m)	지구명
	면	리					
D-1	감물	구월	38.5	100	20	1.3	구월
D-2	괴산	능촌	50	"	86	1.0	능촌
D-3	불정	삼방	39	"	180	1.4	용뱀이
D-4	불정	응동	45	"	43	1.6	응동
D-5	불정	응동	48	"	95	1.3	응동
D-6	불정	응동	42	"	35	1.2	응동
D-7	불정	응동	38	"	48	1.1	응동
D-8	불정	응동	50	"	315	1.3	응동
D-9	불정	탑촌	10	"	170	1.2	탑촌
D-10	불정	하문	50	"	69	5.6	하문
D-11	사리	방축	132	"	30	1.2	방축
D-12	사리	방축	130	"	175	2.1	방축
D-13	소수	소암	38	"	70	2.1	소암
D-14	소수	소암	31	"	130	1.7	소암
D-15	소수	옥현	50	"	95	2.5	옥현
D-16	소수	옥현	45	"	120	1.1	옥현
D-17	연풍	삼풍	50	"	215	1.8	배상
D-18	연풍	삼풍	50	"	216	1.7	배상
D-19	연풍	유상	45	"	150	2.1	요동
D-20	연풍	적석	50	"	120	2.5	적석
D-21	장연	태성	35	"	85	1.6	성내
D-22	장연	태성	41.3	"	70	0.6	성내
D-23	청안	금신	51	"	170	2.3	금신
D-24	청안	청용	38	"	30	2.9	매배기

번호	위치		심도 (m)	구경 (m/m)	양수량 (m ³ /일)	자연수위 (m)	지구명
	면	리					
D-25	청천	도원	106	100	123	3.5	중리뜰
D-26	청천	부성	50	"	80	3.1	부성
D-27	청천	사기막	130	"	100	3.3	사기막
D-28	칠성	비도	48	"	58	2.5	비도
D-29	칠성	울지	50	"	45	2.0	띠띠
S-1	사리	사담	7	200	115	-	사담
S-2	사리	사담	11	"	57	1.0	사담
S-3	사리	수암	29	"	19	4.5	덕현
S-4	사리	수암	32	"	20	3.5	덕현
S-5	장연	방곡	8	"	43	2.4	양지말
S-6	장연	방곡	5	"	43	1.5	방곡
S-7	장연	방곡	4.8	"	37	1.7	방곡
S-8	장연	방곡	6.5	"	19	2.4	방곡

<표 4-3> 괴산군 기설 관정 현황

번호	위치	심도	이용량	용도	비고
D-30	감물 광전 671	200	156	농업용수	
D-31	감물 구월 405	150	200	농업용수	
D-32	감물 구월 37	51	363	농업용수	
D-33	감물 내전 463	90	50	생활용수	
D-34	감물 오성	100	100	생활용수	
D-35	감물 이담	60	301	농업용수	
D-36	괴산 대덕	65	603	농업용수	
D-37	괴산 서부 725	100	100	생활용수	괴산북중
D-38	괴산 신기	60	301	농업용수	
D-39	괴산 신향	175	150	농업용수	
D-40	문광 광덕 141	140	130	농업용수	
D-41	문광 광덕 산33-14	150	45	생활용수	양조장
D-42	문광 광덕 산33-14	150	45	생활용수	양조장
D-43	문광 양곡	70	100	농업용수	
D-44	문광 대명 314-5	120	50	생활용수	
D-45	문광 대명 610-1	200	150	공업용수	
D-46	문광 대명 607-2	70	50	공업용수	
D-47	문광 대명 607-3	70	50	공업용수	
D-48	문광 문법 433	100	230	농업용수	
D-49	문광 문법 83	70	80	농업용수	
D-50	문광 문법 517-2	90	80	생활용수	
D-51	문광 송평 96	150	60	공업용수	(주)한성
D-52	문광 옥성	70	335	농업용수	

번호	위치	심도	이용량	용도	비고
D-53	문광 흑석	180	212	농업용수	
D-54	불정 목도 331-2	80	100	생활용수	
D-55	불정 목도 290	44	120	생활용수	목도초교
D-56	불정 목도 303-1	80	80	농업용수	
D-57	불정 삼방	110	250	농업용수	
D-58	불정 삼방 183-4	35	100	농업용수	
D-59	불정 삼방 182	40	40	농업용수	
D-60	불정 신흥 401	40	100	농업용수	
D-61	불정 앵천 73	80	70	농업용수	
D-62	불정 외형 675	70	100	농업용수	
D-63	불정 응동 369	80	50	농업용수	
D-64	불정 응동 190	50	40	농업용수	
D-65	불정 응동 193	70	60	농업용수	
D-66	불정 응동 339	100	205	농업용수	
D-67	불정 응동 427-1	68	438	농업용수	
D-68	불정 응동	79	372	농업용수	
D-69	불정 지장 586-3	90	150	농업용수	
D-70	불정 창산 산735	220	150	농업용수	
D-71	불정 창산 735	250	220	농업용수	
D-72	불정 창산 113	120	100	생활용수	진수음료
D-73	불정 창산 113	120	100	생활용수	진수음료
D-74	불정 창산 699	150	300	생활용수	진수음료
D-75	불정 창산 113	190	500	공업용수	진수음료
D-76	불정 창산 113	230	300	공업용수	진수음료
D-77	불정 창산 113	150	250	생활용수	진수음료

번호	위치	심도	이용량	용도	비고
D-78	불정 창산 113	165	250	생활용수	진수음료
D-79	불정 창산 577-2	120	150	생활용수	
D-80	불정 탑촌	71	720	농업용수	보광초교
D-81	불정 탑촌 231	70	60	농업용수	
D-82	불정 탑촌 210	107	60	생활용수	
D-83	불정 탑촌 233	80	100	농업용수	
D-84	불정 탑촌 375	84	60	농업용수	
D-85	불정 탑촌 202	100	60	생활용수	
D-86	불정 탑촌 65	85	100	농업용수	
D-87	불정 현동 195	75	40	농업용수	
D-88	불정 현동 86	70	60	농업용수	
D-89	불정 현동 94-4	35	60	농업용수	
D-90	사리 노송 254	145	190	농업용수	
D-91	사리 노송 310-2	100	210	농업용수	
D-92	사리 방축 563	100	150	농업용수	
D-93	사리 사담 517	65	108	생활용수	
D-94	사리 사담 498	175	156	농업용수	
D-95	사리 소매	60	336	농업용수	
D-96	사리 수암 371	100	50	생활용수	
D-97	사리 수암 412	80	40	생활용수	
D-98	사리 수암	70	542	농업용수	
D-99	사리 이곡	70	578	농업용수	
D-100	사리 이곡 452	80	80	생활용수	화곡초교
D-101	사리 이곡 30	120	100	공업용수	
D-102	소수 고마 343-1	150	120	생활용수	

번호	위치	심도	이용량	용도	비고
D-103	소수 고마 109-3	70	311	농업용수	목장
D-104	소수 길선	70	344	농업용수	
D-105	소수 길선 532	70	300	농업용수	
D-106	소수 길선 336-6	100	60	공업용수	
D-107	소수 길선 336-6	150	210	농업용수	
D-108	소수 소암 245	150	25	농업용수	
D-109	소수 소암 238	150	25	농업용수	
D-110	소수 소암 239	150	25	농업용수	
D-111	소수 소암 산653	120	100	생활용수	
D-112	소수 수리 458	172	354	농업용수	
D-113	소수 수리 554	60	80	생활용수	
D-114	소수 용촌	150	195	농업용수	
D-115	연풍 삼풍 535-46	47	317	생활용수	
D-116	연풍 삼풍 534	102	200	생활용수	
D-117	연풍 삼풍 362-1	108	30	생활용수	
D-118	연풍 주진 3-1	150	120	생활용수	
D-119	연풍 주진 242	166	345	생활용수	
D-120	장연 방곡 176-1	73	344	농업용수	
D-121	장연 송덕	93.3	253	농업용수	
D-122	청안 금신 191	80	90	농업용수	
D-123	청안 금신 119	90	150	생활용수	
D-124	청안 금신	70	301	농업용수	
D-125	청안 금신	100	150	농업용수	
D-126	청안 백봉	200	200	농업용수	
D-127	청안 백봉	184	205	농업용수	

번호	위치	심도	이용량	용도	비고
D-128	청안 부흥 428	63	70	생활용수	백봉초교
D-129	청안 부흥 185	90	80	공업용수	
D-130	청안 읍내 221	84	100	생활용수	청안초교
D-131	청안 읍내	80	80	생활용수	
D-132	청안 조천	100	432	생활용수	군부대
D-133	청안 조천 380	120	150	농업용수	
D-134	청안 조천 890	120	150	생활용수	
D-135	청안 조천 1236	70	458	농업용수	
D-136	청안 효근	100	150	농업용수	
D-137	청안 효근 334	100	150	농업용수	
D-138	청천 고성 291	182	249	농업용수	
D-139	청천 고성 286	70	20	농업용수	
D-140	청천 고성 167	150	100	농업용수	
D-141	청천 금평 80	30	30	농업용수	
D-142	청천 금평 192-10	120	100	농업용수	
D-143	청천 금평 198-4	15	20	농업용수	
D-144	청천 금평 170-4	130	100	생활용수	
D-145	청천 덕평 280	45	150	생활용수	덕평초교
D-146	청천 도원 49	80	20	생활용수	
D-147	청천 도원 90	120	100	농업용수	양계장
D-148	청천 도원 287-1	50	110	생활용수	어룡초교
D-149	청천 사기막 21	100	100	농업용수	
D-150	청천 삼락 361	150	100	농업용수	
D-151	청천 선평 155	63	150	생활용수	청천중교
D-152	청천 선평 65-21	100	20	농업용수	

번호	위치	심도	이용량	용도	비고
D-153	청천 선평 124	120	100	생활용수	
D-154	청천 선평 198-1	50	30	생활용수	
D-155	청천 선평 163-1	100	500	생활용수	상수도
D-156	청천 송면 287-4	40	10	생활용수	
D-157	청천 송면 116-2	20	25	생활용수	송면초교
D-158	청천 송면 116-5	20	30	생활용수	면사무소
D-159	청천 송면 167-3	20	30	생활용수	우체국
D-160	청천 신월 202	150	150	농업용수	
D-161	청천 여사왕 280	100	100	농업용수	
D-162	청천 운교 564	15	30	농업용수	
D-163	청천 중리 90	120	150	농업용수	
D-164	청천 지촌 57	102	54	농업용수	
D-165	청천 청천 163-5	70	30	생활용수	
D-166	청천 청천 59-5	70	30	생활용수	양조장
D-167	청천 청천 66-2	50	20	생활용수	
D-168	청천 청천 62-8	50	20	생활용수	
D-169	청천 평단 381	100	150	농업용수	
D-170	청천 평단 400	100	150	농업용수	
D-171	청천 화양 317	100	10	농업용수	
D-172	청천 화양 207	120	50	농업용수	
D-173	청천 화양 83-4	150	50	농업용수	
D-174	청천 화양 71	150	100	생활용수	
D-175	청천 화양 65-11	100	100	농업용수	
D-176	청천 후영 94-3	121	130	농업용수	
D-177	청천 후영	100	150	농업용수	

번호	위치	심도	이용량	용도	비고
D-178	청천 후평 203-1	100	30	생활용수	
D-179	청천 후평 230	30	50	생활용수	
D-180	청천 후평 산24-1	100	150	농업용수	
D-181	청천 후평 414	100	150	농업용수	
D-182	청천 후평	64	464	농업용수	
D-183	칠성 갈읍 177-10	100	50	생활용수	
D-184	칠성 갈읍 346	80	80	생활용수	
D-185	칠성 갈읍 328-3	90	150	농업용수	
D-186	칠성 도정 214-4	100	20	농업용수	
D-187	칠성 도정 317-2	200	100	생활용수	
D-188	칠성 도정 311	69	390	생활용수	칠성초교
D-189	칠성 두천 318-1	50	4	농업용수	
D-190	칠성 두천 366-1	150	100	생활용수	
D-191	칠성 두천 362-3	150	80	생활용수	
D-192	칠성 두천 99	100	40	생활용수	
D-193	칠성 두천 139-3	80	50	생활용수	
D-194	칠성 두천 310	108	50	생활용수	
D-195	칠성 두천 179	225	185	생활용수	
D-196	칠성 두천 265-2	70	140	농업용수	양어장
D-197	칠성 두천 107-1	100	30	농업용수	
D-198	칠성 두천 331	50	50	농업용수	
D-199	칠성 사은 668	98	250	생활용수	
D-200	칠성 사은 173	80	50	생활용수	
D-201	칠성 쌍곡 172-10	100	100	생활용수	
D-202	칠성 쌍곡 72-4	35	20	생활용수	

번호	위치	심도	이용량	용도	비고
D-203	칠성 송동 199-1	100	230	생활용수	
D-204	칠성 송동 143	60	50	농업용수	
D-205	칠성 의사 49-13	120	100	생활용수	
D-206	칠성 을원 905-2	37	20	농업용수	
D-207	칠성 을원 796-26	60	10	생활용수	
D-208	칠성 을원 474	80	40	농업용수	과수원
D-209	칠성 을지 169	97	50	생활용수	
D-210	칠성 태성 389-2	64	40	농업용수	

4-2-3. 기설관정 양수시험

조사지구내 암반지하수 특성 파악을 위하여 지하수 개발공 15공에 대해 양수시험을 실시하였으며 그 결과는 <표 4-4>와 같다.

기반암이 화강암인 암반관정의 저류계수는 평균 0.018353, 투수량계수는 평균 4.0416m³/day 정도이며, 기반암이 변성암인 경우, 저류계수는 평균 0.028894, 투수량계수는 14.8942m³/day 정도이다. 이상의 결과에서 변성암에서의 저류계수 및 투수량계수가 상대적으로 크게 나타나는데 이것은 화강암보다는 변성암이 기반암에 분포하고 있을 때 대수특성이 현저하게 발달되어 있다고 할 수 있다.

또한 시험공의 투수량계수가 최소 1.0839m³/day에서 최대 58.6512m³/day로 변화가 크게 나타나는데 이는 조사대상공이 심도 100m이상의 암반관정으로 주로 파쇄대 등의 2차공극에 대수층이 발달되어 있어 위치별 수리적 특성의 변화가 크기 때문으로 생각된다. 따라서 지하수개발을 위해서는 보다 과학적이고 세밀한 조사가 수반되어야 할 것이다.

<표 4- 4> 암반관정 양수시험결과

구 분	위 치	심 도	구 경	자연 수위 (m)	안정 수위 (m)	양수량 (m ³ /day)	투수량계수 (m ³ /day)	저류 계수	지질
D-31	감물 구월	150	200	14.96	43.96	200	6.5808	0.01345	조립질 반상화강암
D-35	감물 이담	60	150	10.5	51.7	301	4.0738	0.01975	"
D-38	괴산 신기	60	150	4.5	45.4	354	5.4317	0.01529	"
D-39	괴산 신항	175	200	3.4	80.4	150	1.3386	0.00389	"
D-53	문광 흑석	180	200	2.8	32	212	4.8413	0.02423	문주리층
D-57	불정 삼방	100	200	3.28	7.12	110	32.256	0.00776	계명산층
D-80	불정 탑촌	71	150	11.0	55.2	720	10.2326	0.03602	"
D-94	사리 사담	175	200	4.9	90.6	156	1.5912	0.00109	반상화강암
D-95	사리 소매	60	150	1.5	52.4	336	3.6302	0.02936	"
D-112	소수 수리	172	200	2.2	48.0	354	5.6448	0.04564	조립질 반상화강암
D-115	연풍 삼풍	47	150	4.42	8.84	317	58.6512	0.08434	화전리층
D-127	청안 백봉	184	200	5.9	81.7	205	2.2910	0.00532	운교리층
D-176	청천 후영	121	200	0.0	18.83	130	4.5706	0.02659	문주리층
D-182	청천 후평	64	150	1.0	57.1	464	5.2272	0.03273	운교리층
D-195	철성 두천	225	200	3.2	91	185	1.0839	0.01416	황강리층
평 균	-	123		4.9	51	279.6	9.8296	0.02397	

4-2-4. 지하수위 관측

각지점의 지하수위는 지형도에서 지반고를 결정한후 절대수위로 환산하였으며 이를 토대로 수위등고선도를 작성하였다. 지하수위 관측은 건기·우기, 이용

시기등에 따라 그 결과가 다르게 나타날 수 있어 본 조사에서는 주로 농업용관정을 위주로 비이용시기인 건기에 실시하였다. 또한, 지하수위 실관측이 어려운 지점은 기존의 자료를 이용하였다.

<표 4-5> 지하수위 관측대장

번 호	지형등고	자연수위	절대등고	비 고
D-30	150	24.58	125.42	감물
D-31	150	14.96	135.04	감물
D-32	150	1.9	148.1	감물
D-35	90	10.5	79.5	감물
D-36	110	1.8	108.2	괴산
D-38	130	4.5	125.5	괴산
D-52	200	1.68	198.32	문광
D-53	130	2.43	127.57	문광
D-66	210	1.54	208.46	불정
D-67	103	1.04	101.96	불정
D-68	110	0.8	109.2	불정
D-80	110	11.0	99.0	불정
D-94	70	3.6	66.4	사리
D-95	100	1.5	98.5	사리
D-98	218	0.5	217.5	사리
D-99	170	2.0	168.0	사리
D-103	150	1.5	148.5	소수
D-104	190	1.79	188.21	소수
D-114	230	2.24	227.76	소수
D-115	230	4.42	225.58	연풍
D-119	260	7.61	252.39	연풍
D-120	90	1.1	88.9	장연
D-121	170	1.67	168.33	장연
D-135	90	2.7	87.3	청안
D-138	170	7.52	162.48	청천

<표 4-6> 암반등고선 관측대장

번호	지형등고	층적층심도	암반등고	비고
S-5	120	2.5	117.5	장연면
S-6	110	3.7	106.3	"
S-7	110	4.0	106.0	"
S-8	110	4.7	105.3	"
D-6	190	3.0	187.0	불정면
D-21	240	2.5	237.5	장연면
D-22	190	1.9	188.1	"
D-66	140	4.5	135.5	불정면
D-67	190	3.0	187.0	"
D-68	190	2.0	188.0	"
D-120	120	3.0	117.0	장연면

4-3. 물리탐사

4-3-1. 원격탐사

원격탐사(REMOTE SENSING)란 지상이나 항공기 및 인공위성등에 설치된 탐측기(sensor)를 이용하여 지표, 지상, 지하, 대기권 및 우주공간의 대상물에서 반사 혹은 방사되는 전자파를 탐지하고 이들 자료로부터 지표, 환경 및 자원에 대한 정보를 얻어 이를 해석하는 기법을 말한다.

본 조사에서는 해상도가 $20 \times 20m(1\text{pixel})$ 인 SPOT위성에서 얻어진 위성영상 자료를 이용하였다.

지표면의 대상물이나 현상에 관한 자기파정보를 수신소에서 받아서 수정과 초기작업 과정을 수행한 후 마그네틱 테이프에 저장된다. 수신된 영상은 조직의 변화와 빛의 차이, 수분에 따라 차이가 나는 색과 그림자, 암석의 풍화에 의한 지형의 기복, 필터링등을 기본원리로 하여 해석한다. 이후 전문 소프트웨어를 이용하여 분류, 판독후 선구조를 추출하게 된다.

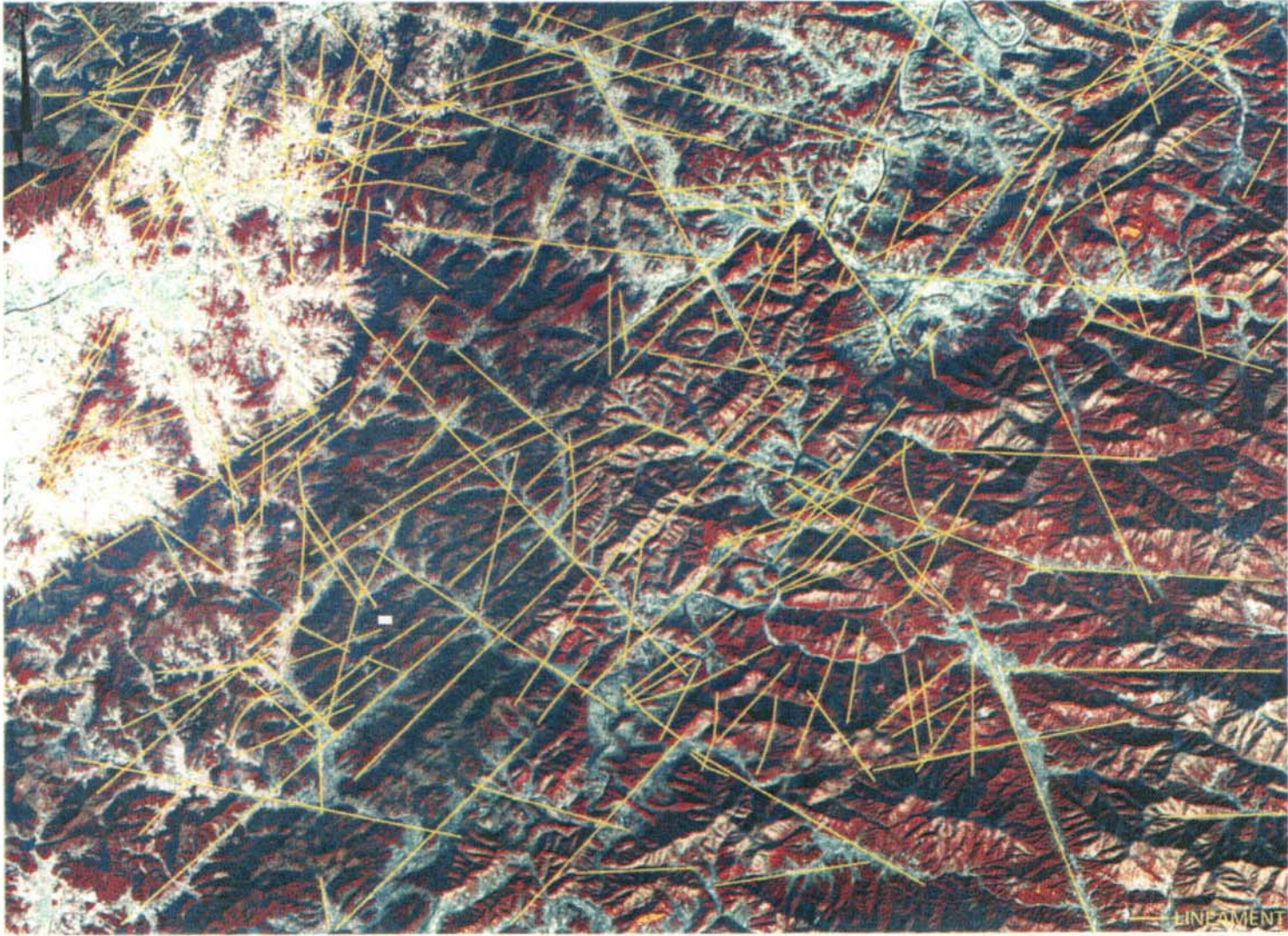
SPOT은 기존의 지상 자원탐사위성중 가장 최근 발사된 위성으로(1986년, 프랑스) $0.49 \sim 0.8\mu\text{m}$ 의 파장을 가진 가시광선과 $0.8 \sim 0.91\mu\text{m}$ 의 적외선을 이용하여 3개의 magnetic band를 가지고 5~26일의 주기로 같은 지역을 조사하게 되는데, 다른 위성들보다 높은 지상 분해능을 가지며, 주사주기가 짧아 자료의 update가 빠르고 동일한 면적에서 더 많은 자료를 얻게 되는 이점이 있다.

수문, 수리지질학에서의 위성영상자료는 암석의 분류 및 단층, 습곡, 균열대등의 지질구조를 분석·조사하는데 사용되고 있다.

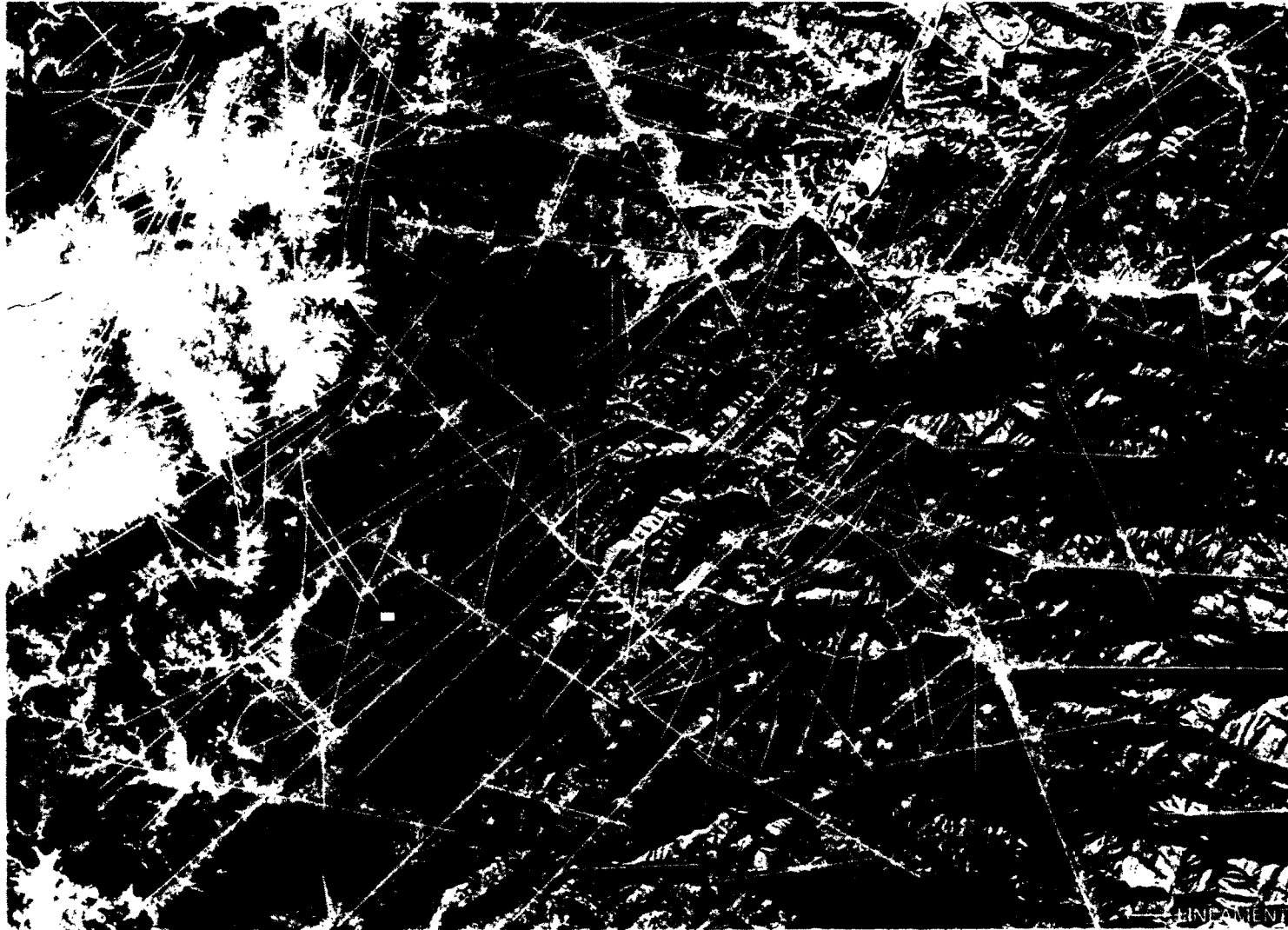
선구조(lineament)란 지표면에 나타난 광역규모의 지형적 선형구조로서 암종의 차이, 암상변화 및 지질구조적인 현상을 반영하고 있다. 지질구조와 관련된 선구조는 약선대이기 때문에 암반지하수 통로 역할을 할 수 있는 가능성이 많아 지하수부존과 매우 밀접한 관련이 있으며, 실제로 선구조가 발달된 지역에서 측정개발 한 경우 지하수산출율이 높다.

본 조사지구에서 분석된 선구조는 여러종류의 지질대가 분포하고 있는 지구 중앙부를 중심으로 각 지질경계선의 발달방향인 북동-남서방향으로 주로 분포하고 있다.

여 백



<그림 4-2> 조사지구 위성영상 및 선구조



<그림 4-2> 조사지구 위성영상 및 선구조

여 백

4-3-2. 전기비저항탐사

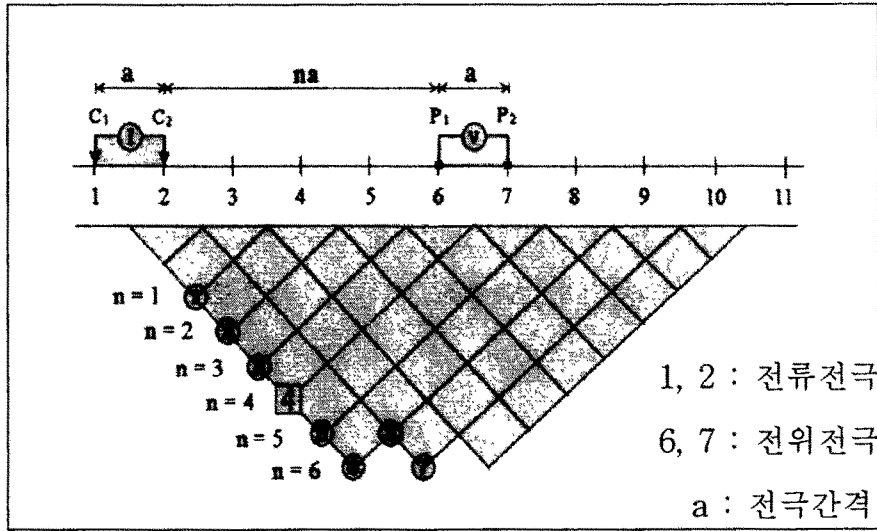
본 조사지역(괴산군)에 대해 전기비저항 쌍극자탐사 20측선을 실시하였다. 조사기기는 ABEM SAS-300 TERRAMETER(전기탐사기)와 SAS-2000(전기부스터) 및 쌍극자 control box가 사용되었으며, 탐사 측선의 전극간격은 20m로 설계하였다. 조사위치는 기 조사자료가 부족한 부분을 위주로 정하였다.

가. 탐사원리 및 방법

전기비저항탐사는 대지에 전류를 주입하여 이에 의한 전위를 측정하여 측선 하부의 전기비저항 분포를 작성함으로써 지하구조를 규명하고자 하는 물리탐사로서 파쇄대, 단층, 암상경계 등을 규명하는 데 효과적인 물리탐사이다. 우리나라의 경우 지하수의 부존양상이 공극 충전형보다 파쇄대나 단층등의 구조대를 따른 유동, 집수에 의한 대수층이 보편적이므로 전기비저항 탐사가 지하수 탐사를 위하여 매우 널리 이용되고 있으며, 그 유용성이 현장에서 널리 입증된 탐사법이다.

전기비저항탐사는 전극의 배열에 따라 쌍극자배열(dipole-dipole array), 웨너 배열(Wenner array), 슬림버저(Schlumberger array), 단극·쌍극자 배열(pole-dipole array)등 여러 가지 전극배열법이 있다.

쌍극자탐사는 측선하부의 수평 및 수직방향의 2차원적인 전기비저항분포를 효과적으로 파악할 수 있으며, 이 전극배열법은 두 개의 전위전극과 전류전극들로 각각 한 쌍의 쌍극자를 구성하고 이들 쌍극자들의 간격을 일정하게 증가시킴으로써 보다 심부의 비저항 특성을 측정하는 방법이다. 쌍극자탐사의 전극배열은 다음 그림과 같다.



<그림 4-3> 쌍극자탐사 배열법

<그림 4-18>에서 a 는 전극간격이고 전류전극과 전위전극의 간격의 na 이며 1에서부터 시작하는 정수이다. 이때 겉보기비저항값은 다음식으로 주어진다.

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

여기서 V/I 는 현장에서 전기비저항 측정치로부터 측정되는 전위전극사이의 전위차와 전류전극에 흐르는 전위의 비율이다. 야외에서의 쌍극자탐사 과정은 전류전극(C_1, C_2)을 고정시키고 전위전극(P_1, P_2)을 na 간격으로 이동시키면서 측정한다. 여기서 계산된 겉보기비저항값은 근사적으로 전류전극의 중간지점에서 각각 45° 를 이루는 연장선이 만나는 점의 비저항값을 나타낸다. 전술한 바와 같이 쌍극자탐사결과 얻어진 겉보기비저항값을 그림과 같은 위치에 표시하고 등고선을 작성하면 개략적인 지하의 비저항 분포를 파악할 수 있다. 그러나 이 같은 결과는 지하의 구조가 균질하다는 가정하에 성립하는 것이어서 일반적으로 매우 불균질한 비저항분포를 갖고 있는 지층의 경우에는 실제와 많은 차이가 날 수 있다. 따라서 쌍극자탐사의 경우에는 다른 물리탐사와 마찬가지로 보다 정확한 해석을 위해서는 물리적 이론을 도입하여 정량적인 전향해석(forward modelling) 또는 역산해석(inverse modelling)을 수행한다.

<표 4-7> 쌍극자탐사 위치별 대장

측선번호	위치		지형특징	배열방향
	읍면	동리		
E- 1	청천	산월	하천옆 답	NS
E- 2	"	선평	"	N80° W
E- 3	문광	광덕	" 전	N25° W
E- 4	사리	노송	답	NS
E- 5	청안	문방	도로옆 답	N10° W
E- 6	칠성	울원	"	N55° E
E- 7	문광	신기	"	N70° E
E- 8	청천	지촌	전	N70° E
E- 9	장연	오가	답, 전	N60° W
E-10	연풍	갈길	도로옆 답	NS
E-11	청천	송면	답, 전	N80° W
E-12	불정	세평	도로옆 답	N70° W
E-13	사리	소매	답	N35° W
E-14	장연	오가	도로옆 답	NS
E-15	감물	백양	답	N60° W
E-16	불정	삼방	"	NS
E-17	감물	매전	전	N30E
E-18	소수	몽촌	답	N50° W
E-19	문광	대명	"	N45° W
E-20	청천	지경	도로옆 답	N40° E

쌍극자탐사의 측정별 결과를 살펴보면 다음과 같다.

E-1측선은 측정점 4에서 18번까지의 구간에서 대체적으로 1300Ω·m이상의 고비저항대가 분포하며, 측정점16번과 17번 구간에서 상대적인 저비저항대가 나타난다.

E-2측선은 측정점 6에서 16번 구간의 60m이하에서 4300Ω·m이상의 고비저항대를 보이고 있으며 나머지 구간에서는 전체적으로 저비저항대가 나타난다. 특히 측정점 5에서 6번사이의 심도 30~40m구간에서 지질구조대로 인지되는 아주 낮은 비저항대가 분포한다.

E-3측선은 전구간에서 상부층구간이 저비저항값을 보여줄 뿐, 그외에 특별한 이상대는 인지되지 않지만 측정 12번지점의 하부구간에서 저비저항값을 나타내며 지하수부존이 예상된다.

E-4측선은 지하 20m이내는 층적층으로 판별되며 그 하부심도는 대체적으로 고비저항대가 넓게 분포하며 특이한 지질구조대나 지하수부존이 예상되는 지점은 인지되지 않는다.

E-5측선은 측정4에서 15번까지의 구간에서 고비저항대가, 측정15에서 17까지는 $500\Omega \cdot m$ 이하의 저비저항대가 분포한다.

E-6측선은 측정4에서 13번까지의 전구간에서 고비저항대가 분포하고 13번과 14번의 하부구간과 15번에서 18번까지의 구간에서 상대적인 비저항대가 나타나지만 지하수부존성은 불량할것으로 판단된다.

E-7측선은 측정6번지점 하부 40m지점에서 지질구조대가 인지되며 이를 제외한 전구간에서 전체적으로 고비저항대 분포를 보여준다.

E-8측선은 지하 60m이상의 심도에서는 대체로 $500\Omega \cdot m$ 이하의 저비저항대가 나타나며, 60m하부에서는 $1300\Omega \cdot m$ 이상의 고비저항대가 나타난다.

E-9측선은 측정4에서 11번 구간에서 저비저항대를 보여주며 측정12에서 16구간에서 $1300\Omega \cdot m$ 이상의 고비저항대가 나타나며, 측정9번 하부층의 저비저항대에서 지하수부존이 예상된다.

E-10측선에서는 전체적으로 고비저항대가 나타나며, 측정15에서 17번의 하부구간은 소규모의 중저비저항대가 분포한다.

E-11측선은 전체적으로 큰 이상대없이 측정 9번구간의 심도80m이하 구간과 측정 17번구간의 60m하부에서 $400\Omega \cdot m$ 이하의 저비저항대가 나타난다.

E-12측선은 천층부에서만 저비저항대가 분포하고 전구간에서 $1500\Omega \cdot m$ 이상의 고비저항대가 나타난다.

E-13측선은 측정 15번에서 17번까지에 걸쳐 심도 40m상부구간에서만 소규모 저비저항대가 분포하며, 측정16번 하부 40m지점에서 지질구조대로 인지되는 저비저항대가 나타나지만 나머지 구간은 고비저항대가 분포한다.

E-14측선은 천층부에서만 소규모 저비저항대가 관찰되고 나머지 구간에서는 고비저항대가 분포한다.

E-15측선은 측정 9에서 16번까지의 지하 60m이하에서 비교적 넓게 저비저항대

가 분포하며 측정11에서 15번사이의 80m하부심도에서 지하수부존이 예상된다.

E-16측선은 전구간에서 특별한 이상대 없이 $1,500\Omega \cdot m$ 이상의 고비저항값을 보여준다.

E-17측선은 측정 9번에서 14번까지의 구간 전체에 저비저항대가 자리잡고 있으며, 측정 4번에서 9번까지는 $1,500\Omega \cdot m$ 이상의 고비저항대가 분포한다.

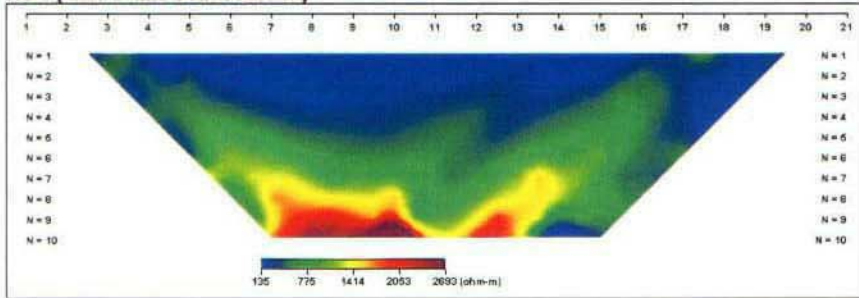
E-18측선은 천층부의 일부분을 제외하고는 특별한 이상대 없이 전구간에 걸쳐 고비저항대가 나타난다.

E-19측선은 특별한 고비저항대 없이 중,저비저항대가 중복되고 있으며, 특히 측정 9번과 11번사이의 하부층이 이상대로 판단된다.

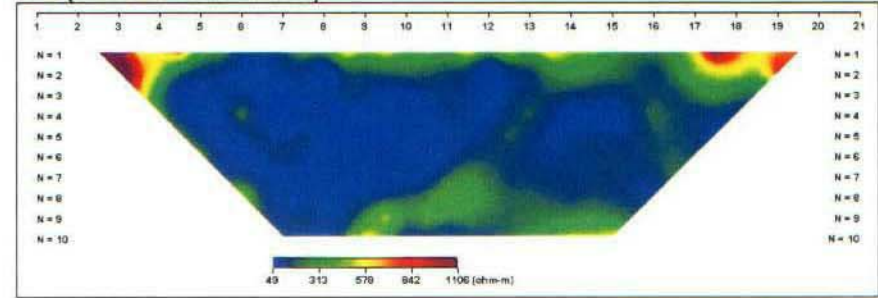
E-20측선은 전구간에서 고비저항대가 분포하고 특이한 지질구조대의 발달이나 지하수부존가능성은 불량할것으로 예상된다.

여 백

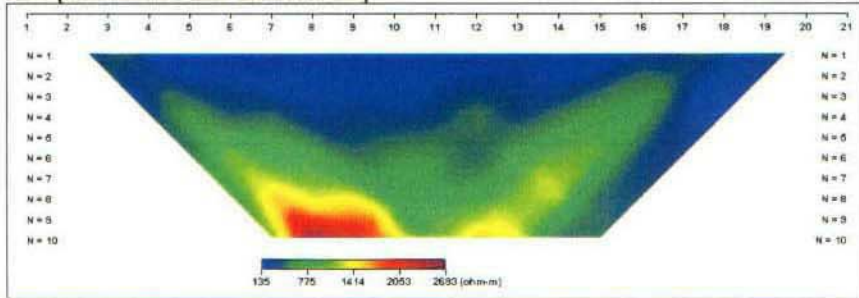
KS-1 (Field Data Pseudosection)



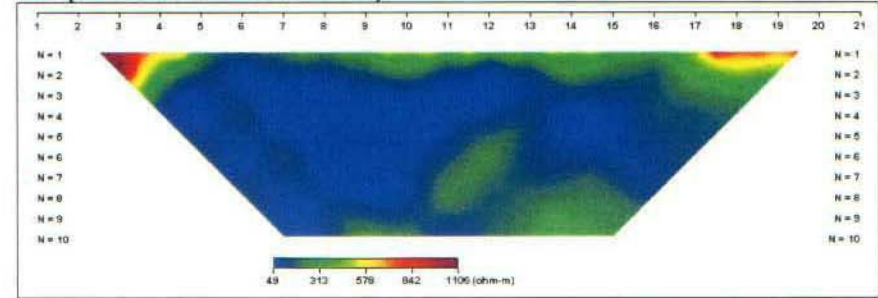
KS-2 (Field Data Pseudosection)



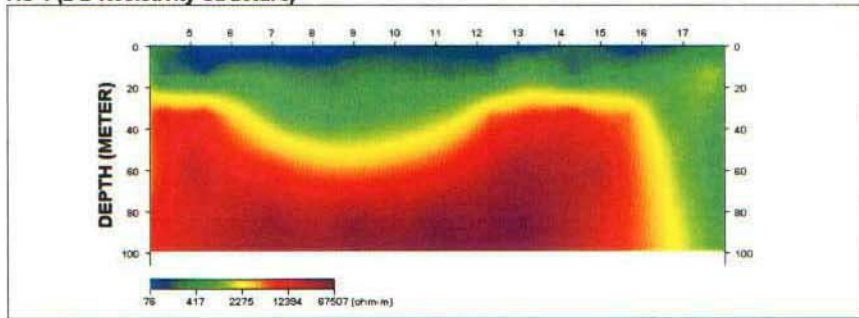
KS-1 (Theoretical Data Pseudosection)



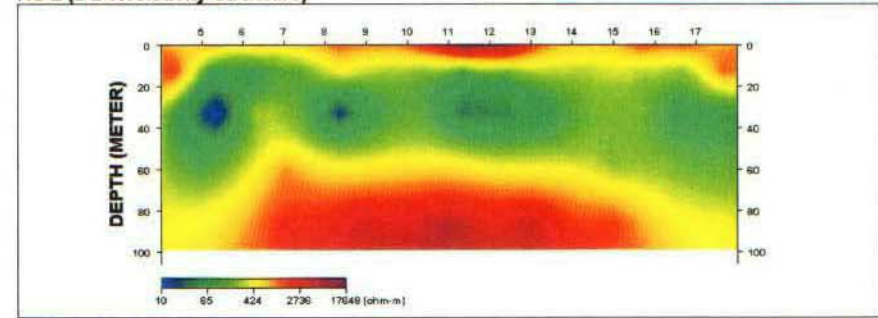
KS-2 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-1 (2-D Resistivity Structure)



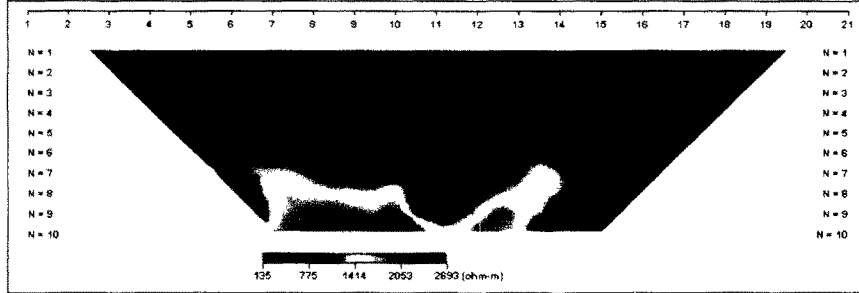
KS-2 (2-D Resistivity Structure)



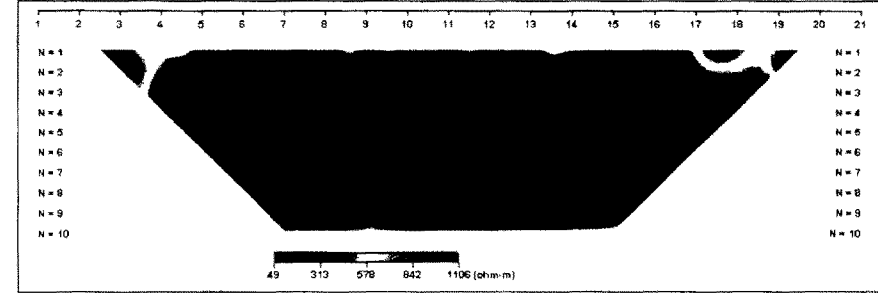
<그림 4-4> E-1측선 쌍극자탐사 결과도

<그림 4-5> E-2측선 쌍극자탐사 결과도

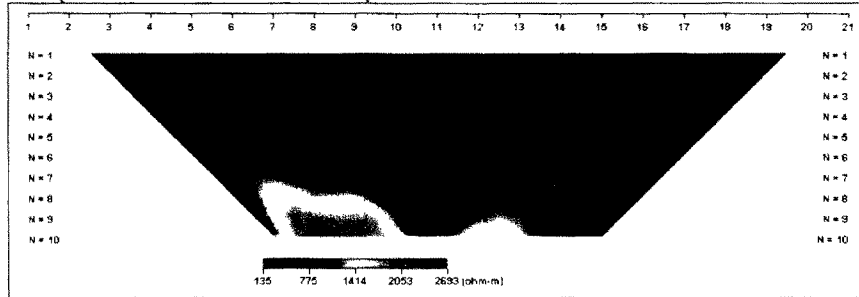
KS-1 (Field Data Pseudosection)



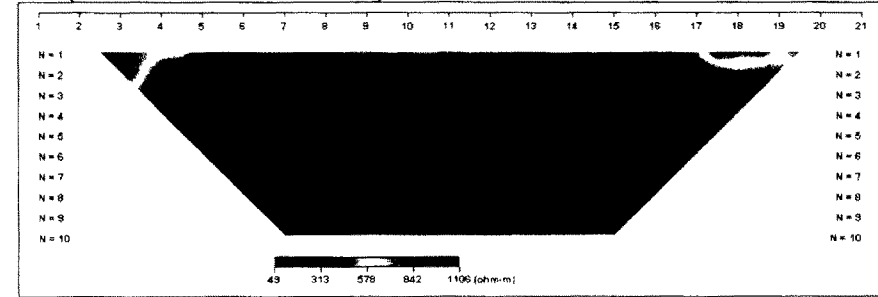
KS-2 (Field Data Pseudosection)



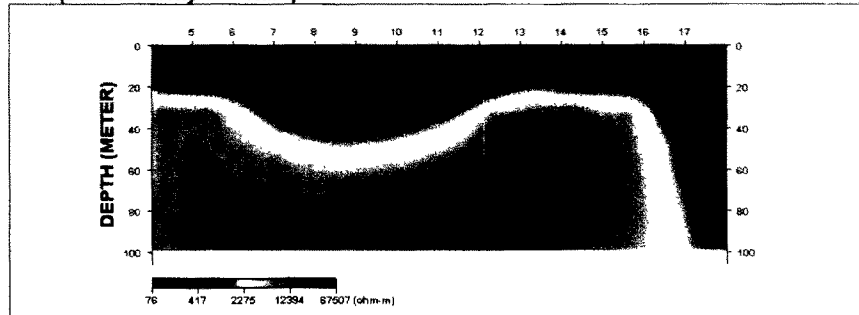
KS-1 (Theoretical Data Pseudosection)



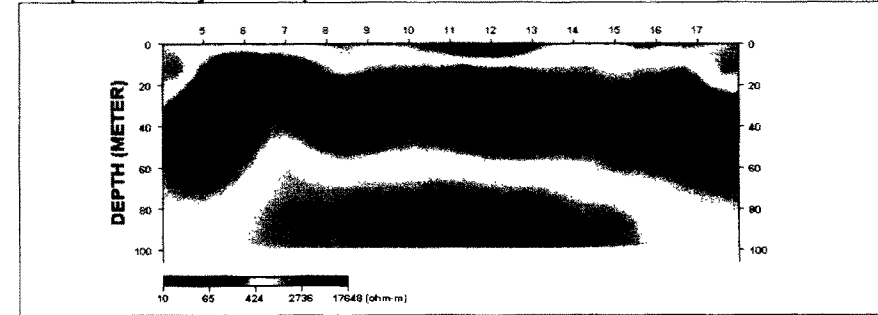
KS-2 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-1 (2-D Resistivity Structure)



KS-2 (2-D Resistivity Structure)

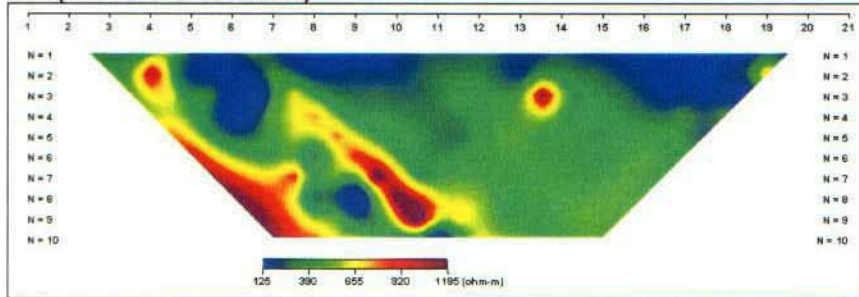


<그림 4-4> E-1측선 쌍극자탐사 결과도

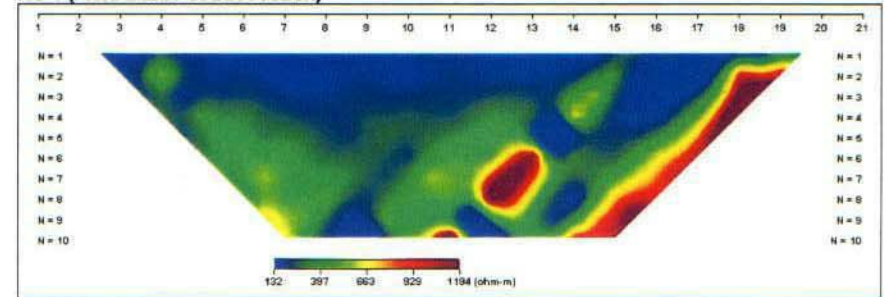
<그림 4-5> E-2측선 쌍극자탐사 결과도

여 백

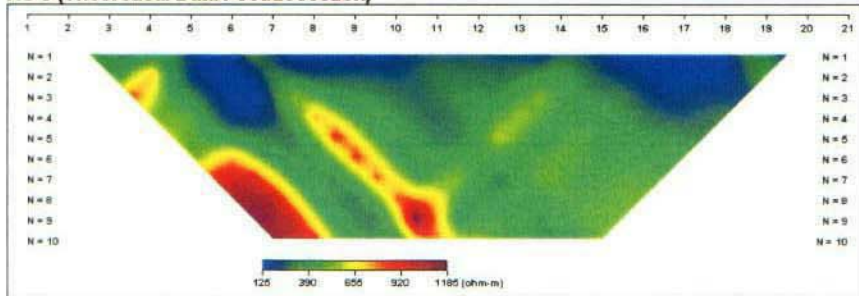
KS-3 (Field Data Pseudosection)



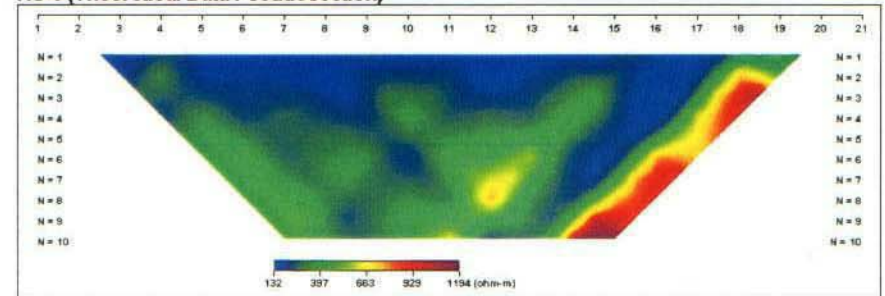
KS-4 (Field Data Pseudosection)



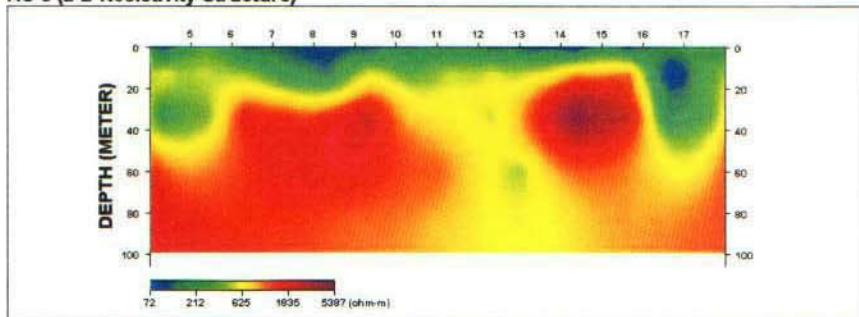
KS-3 (Theoretical Data Pseudosection)



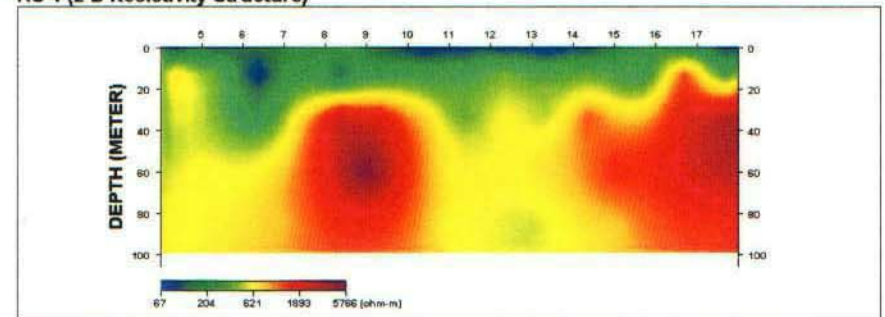
KS-4 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-3 (2-D Resistivity Structure)



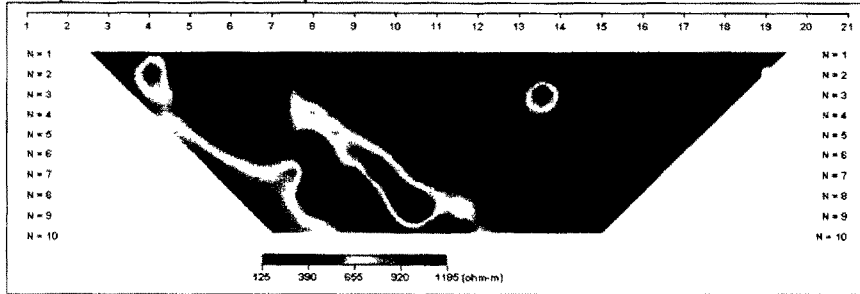
KS-4 (2-D Resistivity Structure)



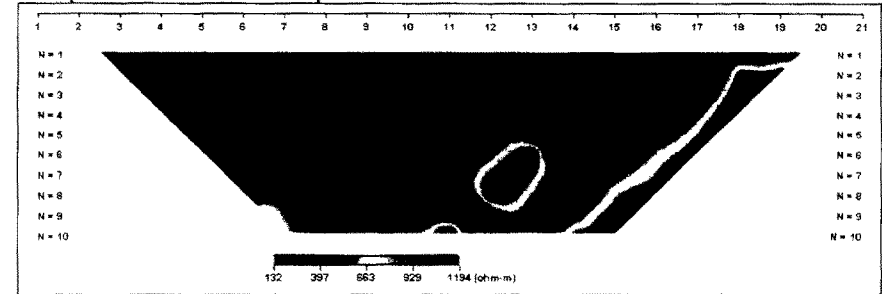
<그림 4-6> E-3측선 쌍극자탐사 결과도

<그림 4-7> E-4측선 쌍극자탐사 결과도

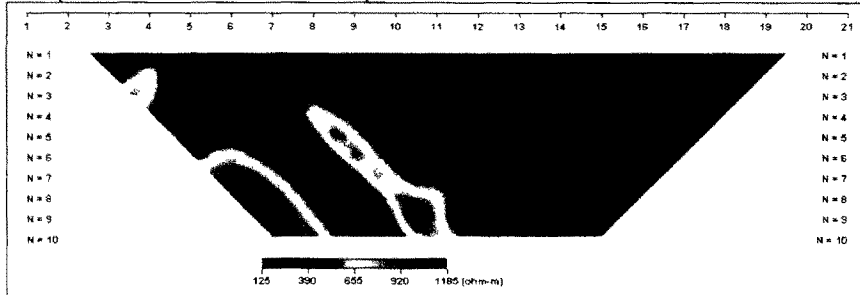
KS-3 (Field Data Pseudosection)



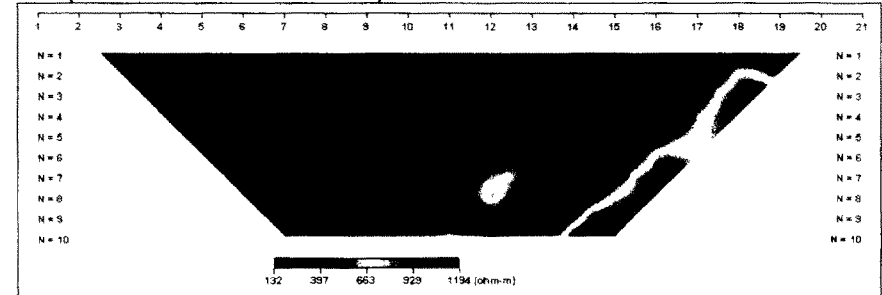
KS-4 (Field Data Pseudosection)



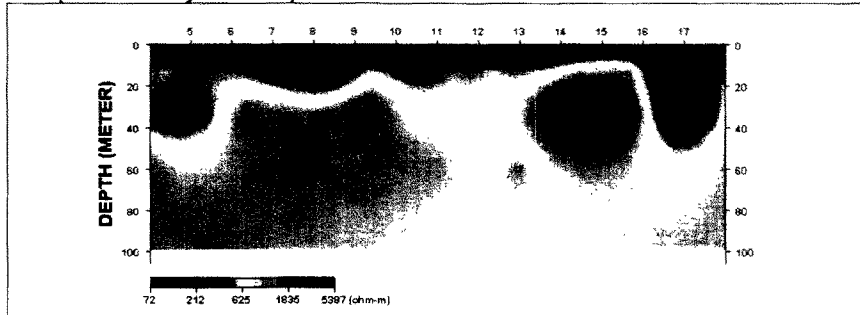
KS-3 (Theoretical Data Pseudosection)



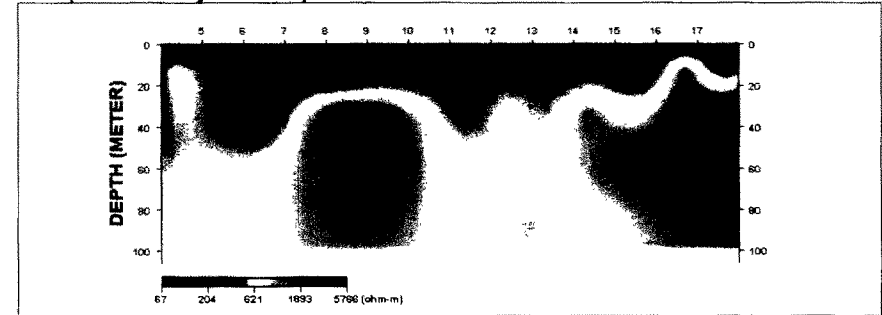
KS-4 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-3 (2-D Resistivity Structure)



KS-4 (2-D Resistivity Structure)

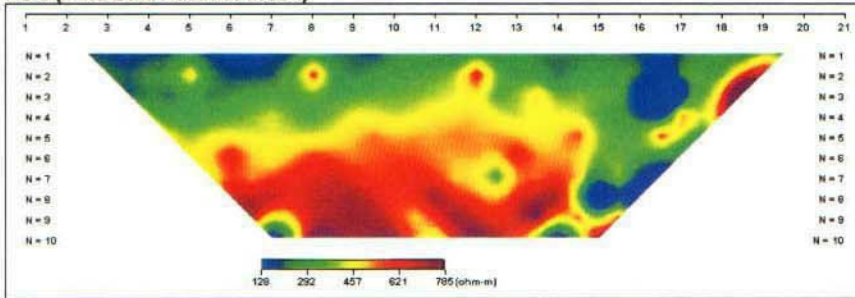


<그림 4-6> E-3측선 쌍극자탐사 결과도

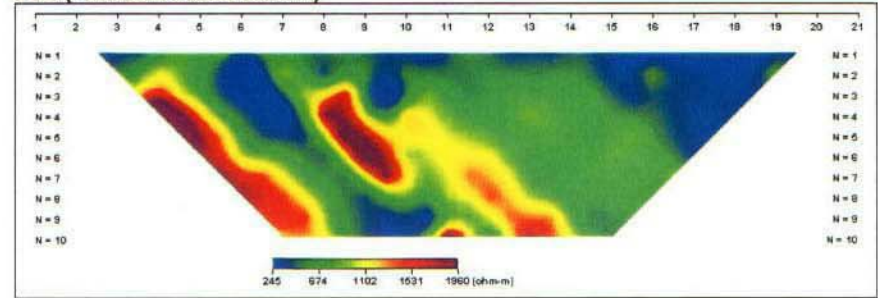
<그림 4-7> E-4측선 쌍극자탐사 결과도

여 백

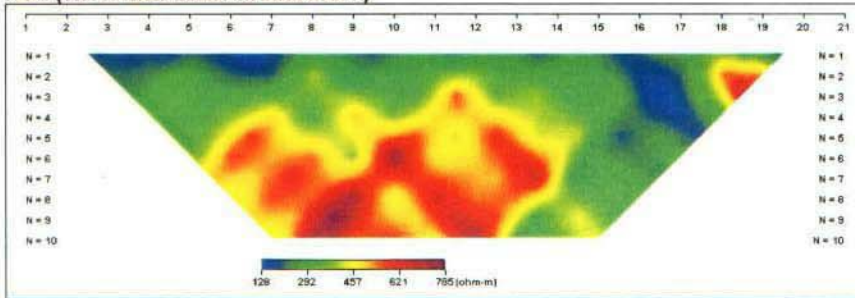
KS-5 (Field Data Pseudosection)



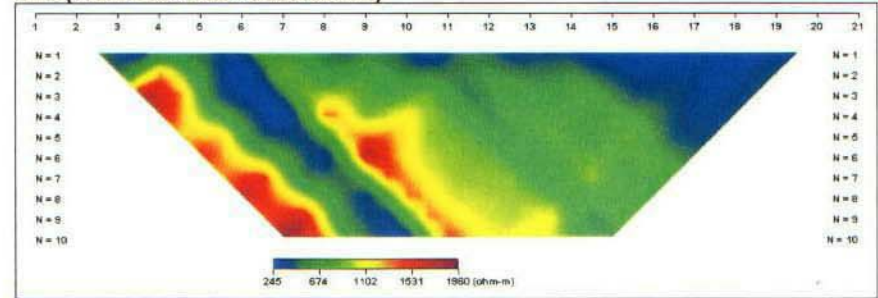
KS-6 (Field Data Pseudosection)



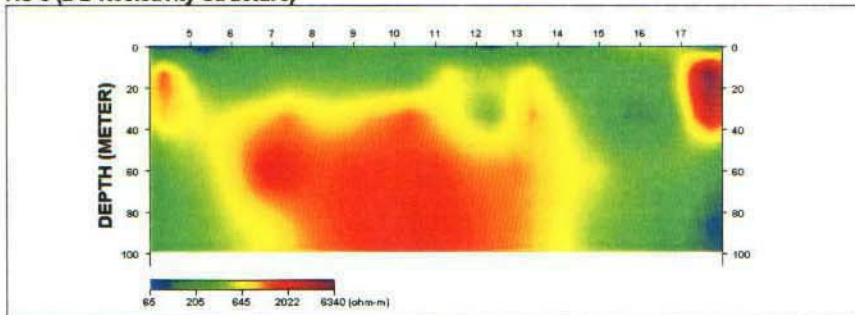
KS-5 (Theoretical Data Pseudosection)



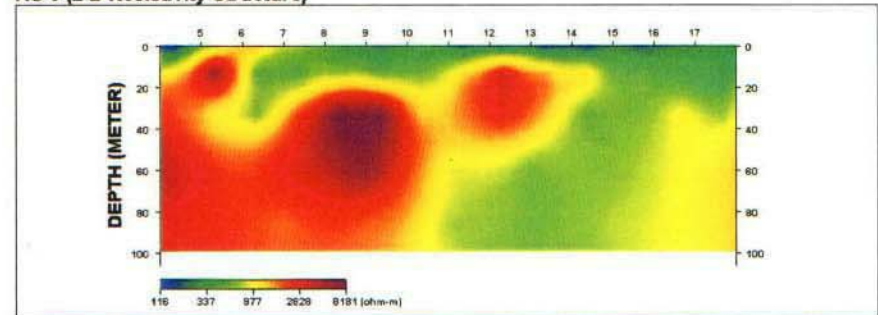
KS-6 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-5 (2-D Resistivity Structure)



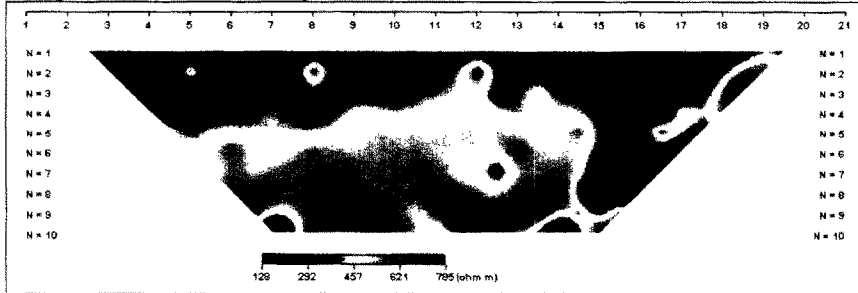
KS-6 (2-D Resistivity Structure)



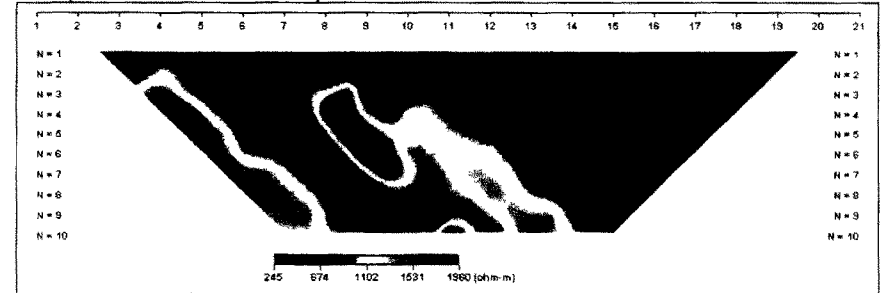
<그림 4-8> E-5측선 쌍극자탐사 결과도

<그림 4-9> E-6측선 쌍극자탐사 결과도

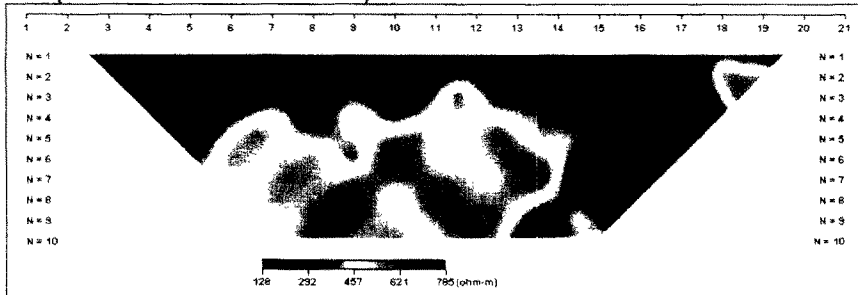
KS-5 (Field Data Pseudosection)



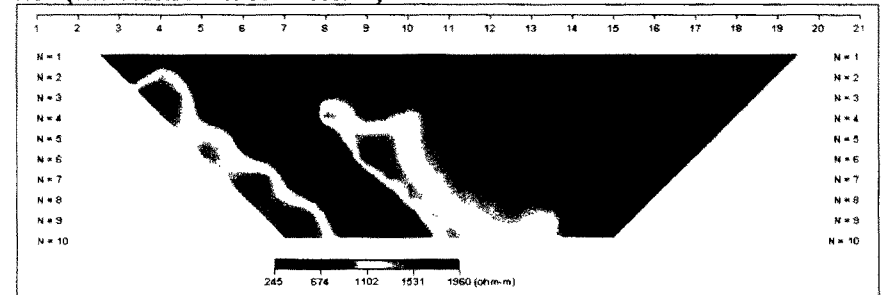
KS-6 (Field Data Pseudosection)



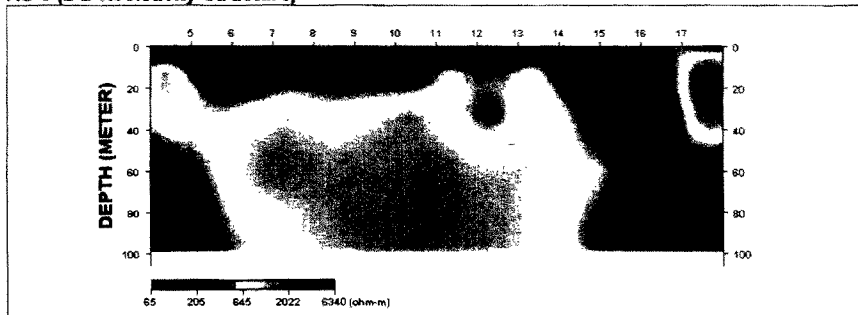
KS-5 (Theoretical Data Pseudosection)



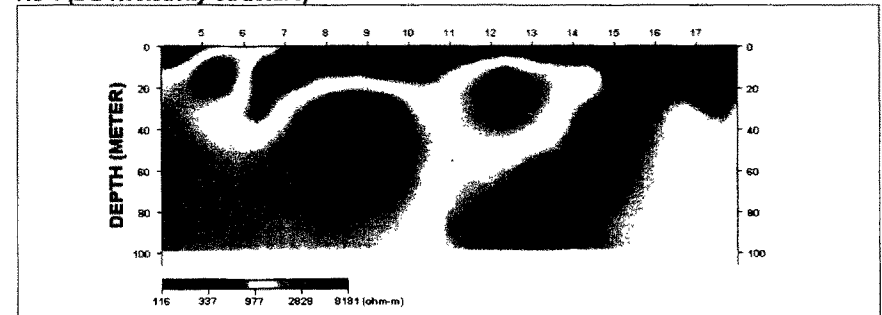
KS-6 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-5 (2-D Resistivity Structure)



KS-6 (2-D Resistivity Structure)

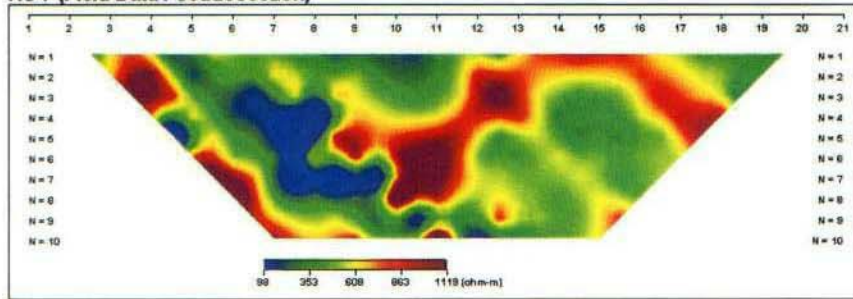


<그림 4-8> E-5측선 쌍극자탐사 결과도

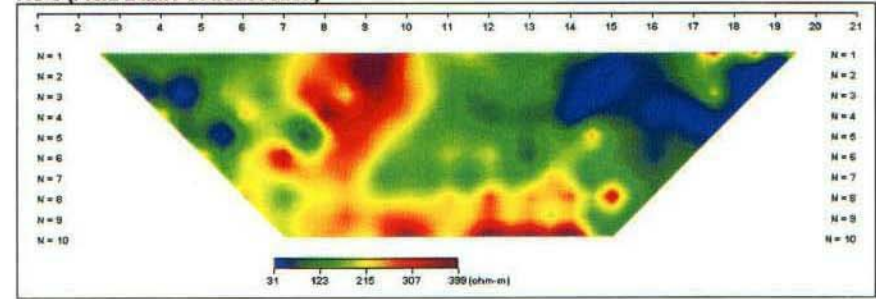
<그림 4-9> E-6측선 쌍극자탐사 결과도

여 백

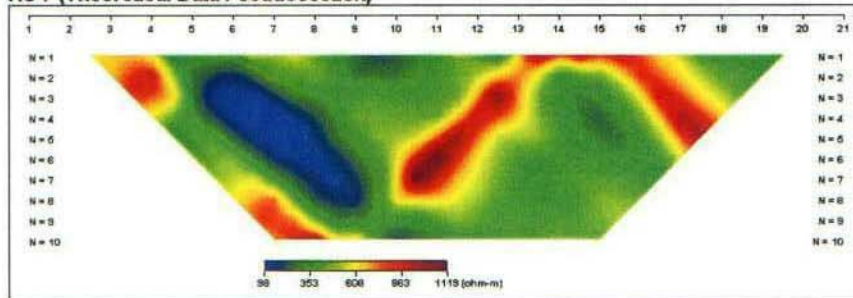
KS-7 (Field Data Pseudosection)



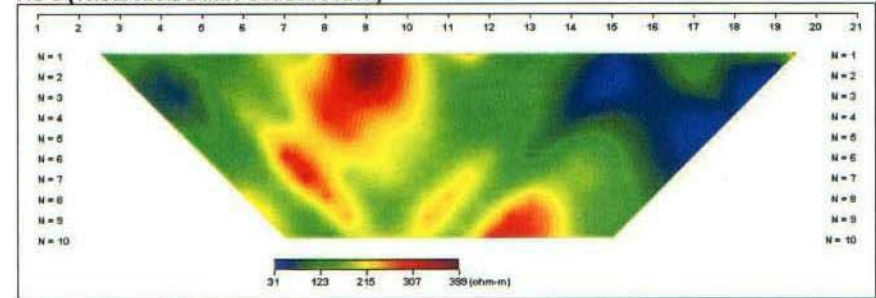
KS-8 (Field Data Pseudosection)



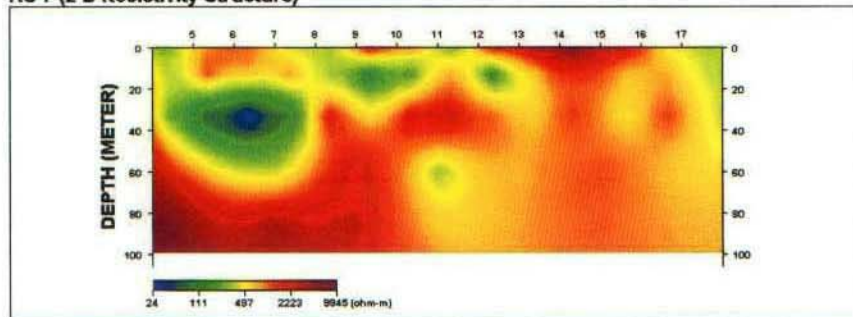
KS-7 (Theoretical Data Pseudosection)



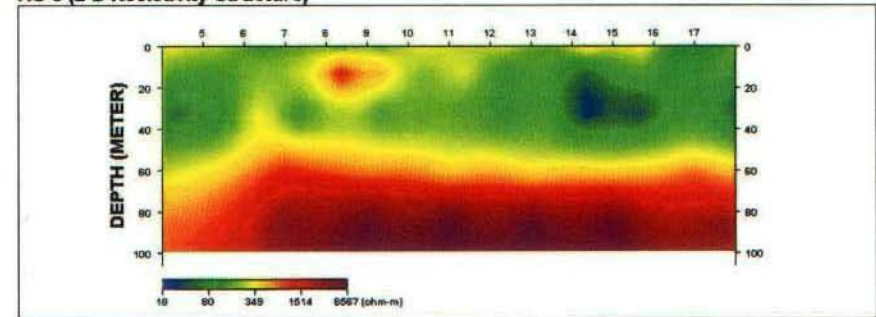
KS-8 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-7 (2-D Resistivity Structure)



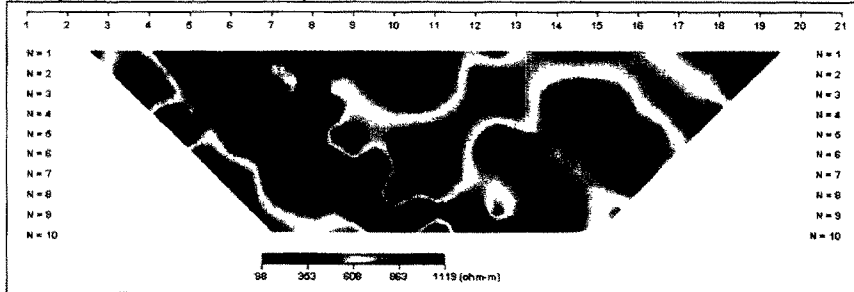
KS-8 (2-D Resistivity Structure)



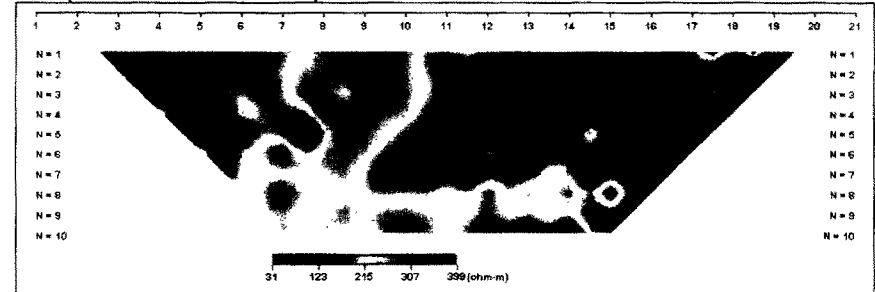
<그림 4-10> E-7측선 쌍극자탐사 결과도

<그림 4-11> E-8측선 쌍극자탐사 결과도

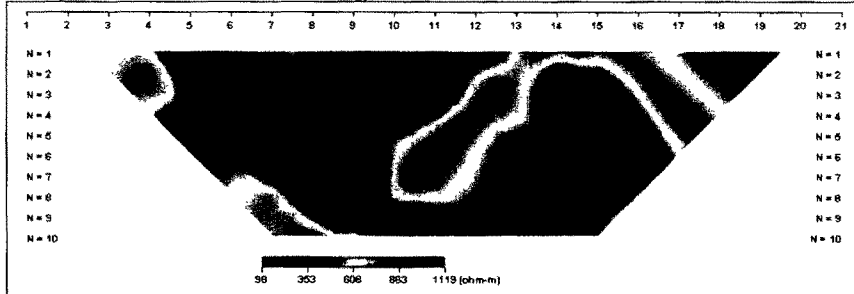
KS-7 (Field Data Pseudosection)



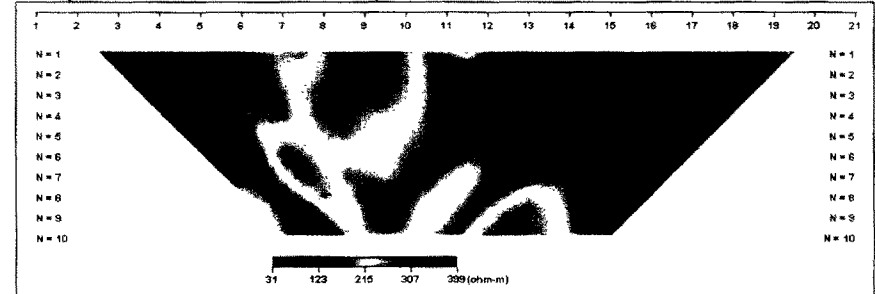
KS-8 (Field Data Pseudosection)



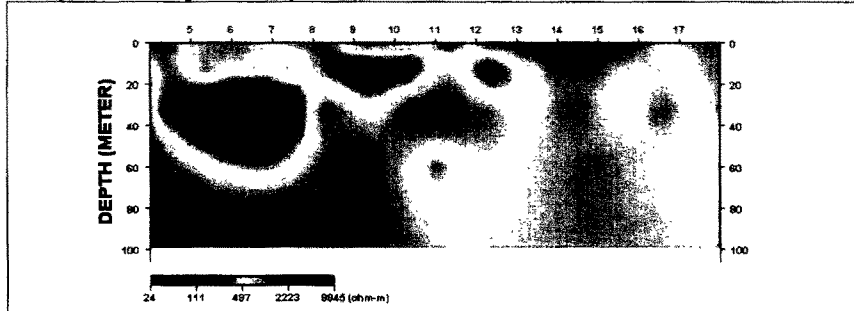
KS-7 (Theoretical Data Pseudosection)



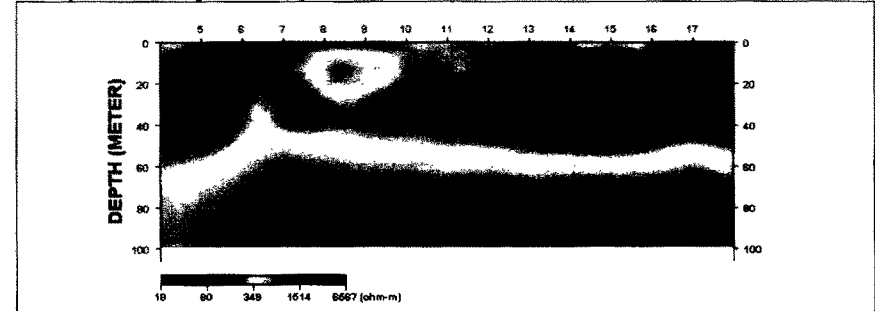
KS-8 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-7 (2-D Resistivity Structure)



KS-8 (2-D Resistivity Structure)

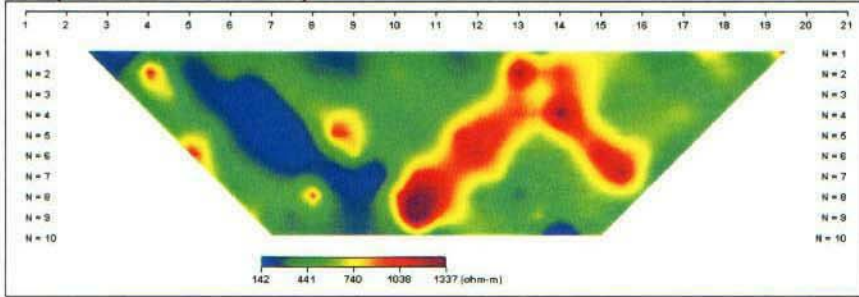


<그림 4-10> E-7측선 쌍극자탐사 결과도

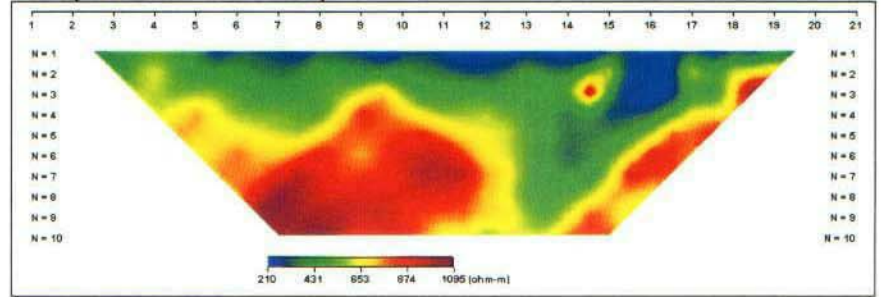
<그림 4-11> E-8측선 쌍극자탐사 결과도

여 백

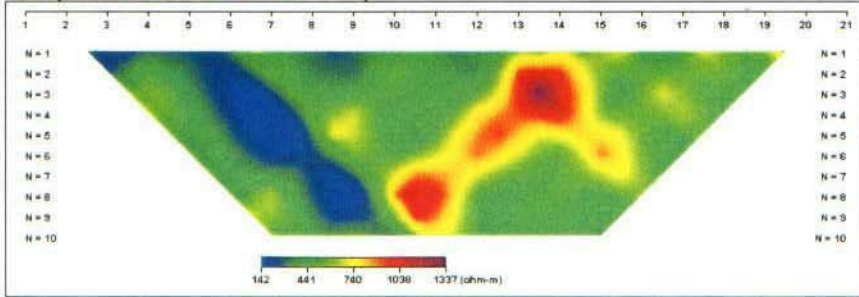
KS-9 (Field Data Pseudosection)



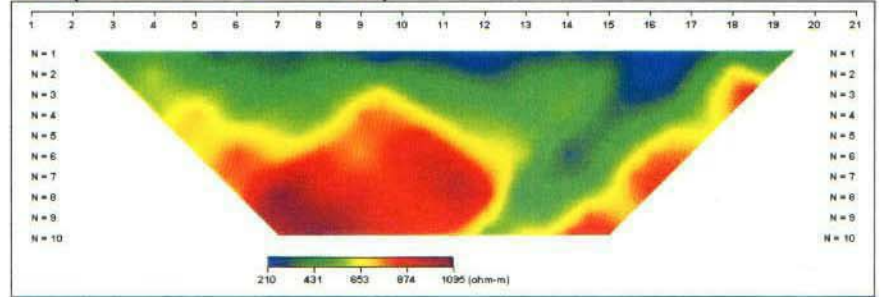
KS-10 (Field Data Pseudosection)



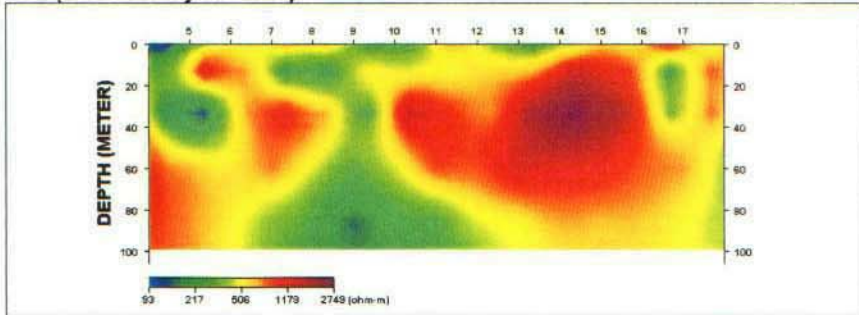
KS-9 (Theoretical Data Pseudosection)



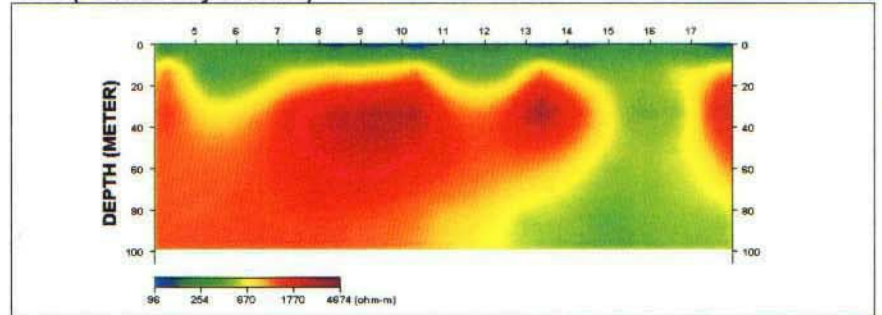
KS-10 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-9 (2-D Resistivity Structure)



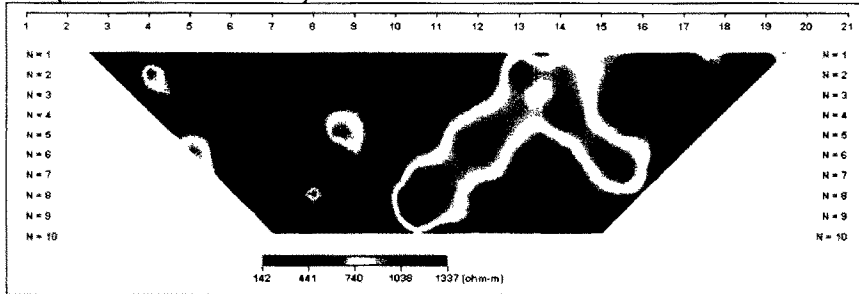
KS-10 (2-D Resistivity Structure)



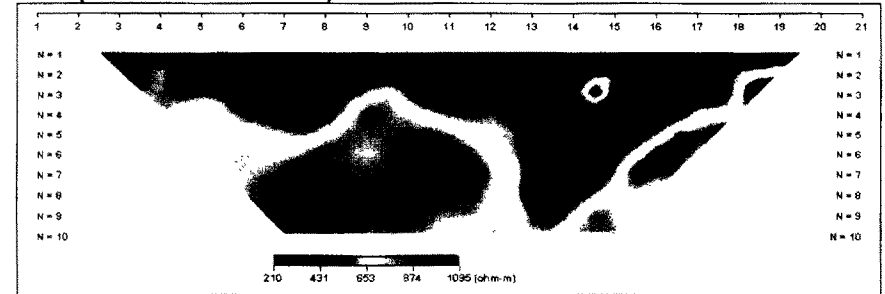
<그림 4-12> E-9측선 쌍극자탐사 결과도

<그림 4-13> E-10측선 쌍극자탐사 결과도

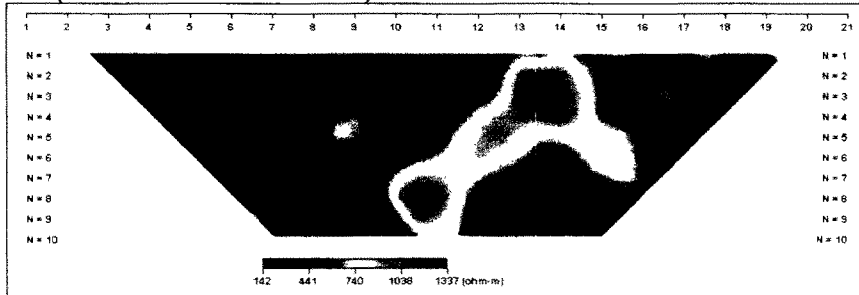
KS-9 (Field Data Pseudosection)



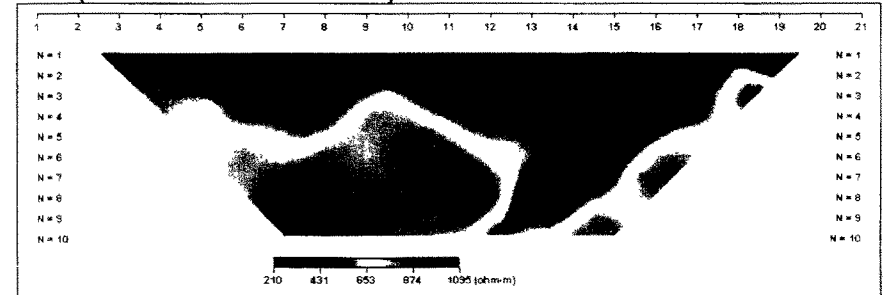
KS-10 (Field Data Pseudosection)



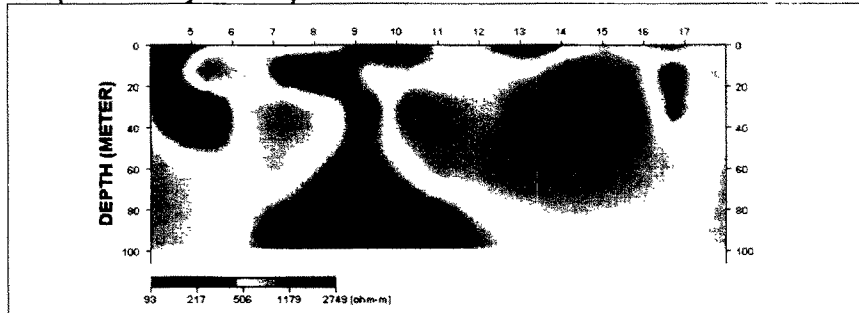
KS-9 (Theoretical Data Pseudosection)



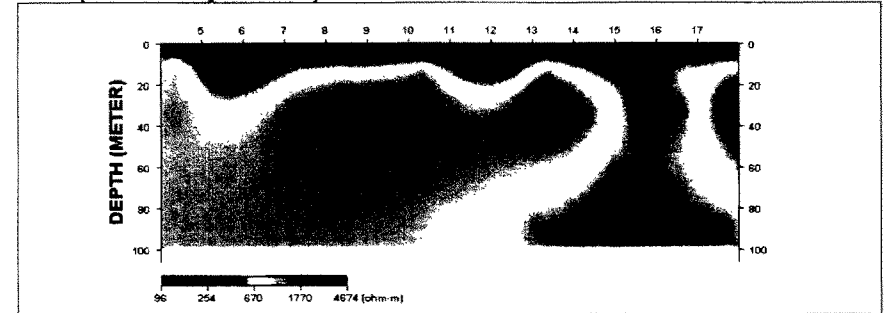
KS-10 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-9 (2-D Resistivity Structure)



KS-10 (2-D Resistivity Structure)

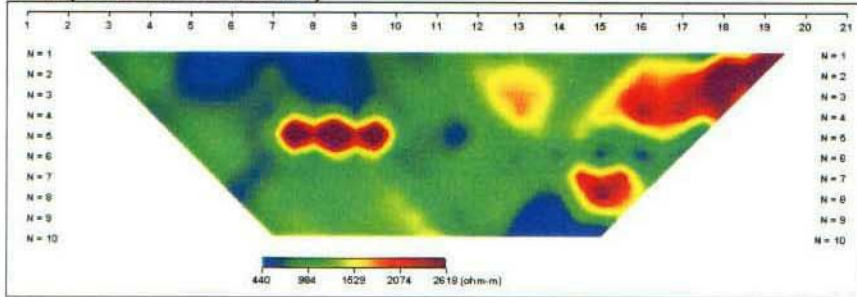


<그림 4-12> E-9측선 쌍극자탐사 결과도

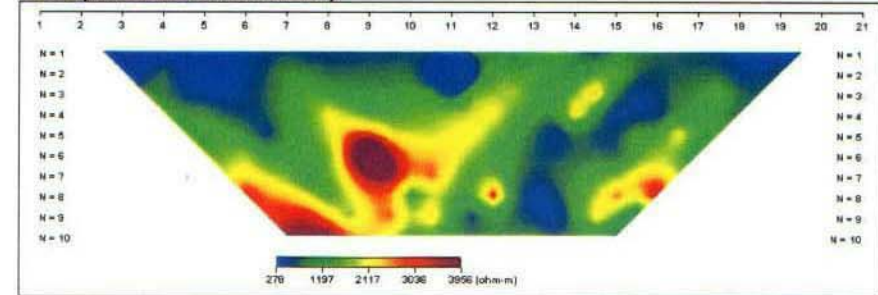
<그림 4-13> E-10측선 쌍극자탐사 결과도

여 백

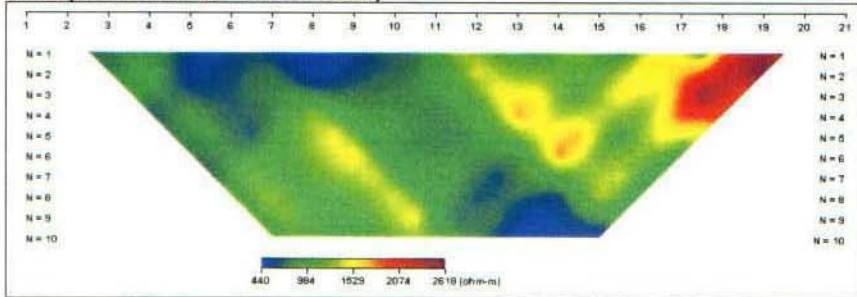
KS-11 (Field Data Pseudosection)



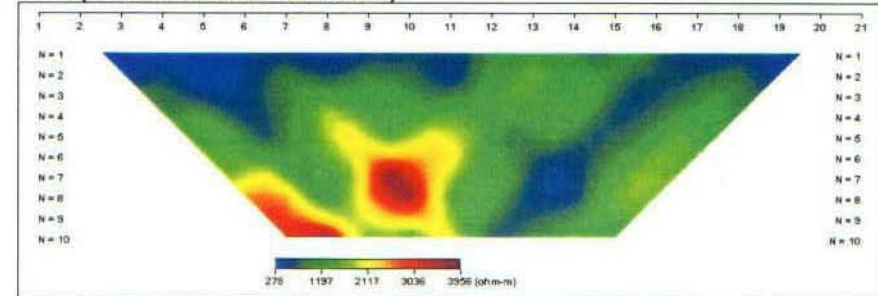
KS-12 (Field Data Pseudosection)



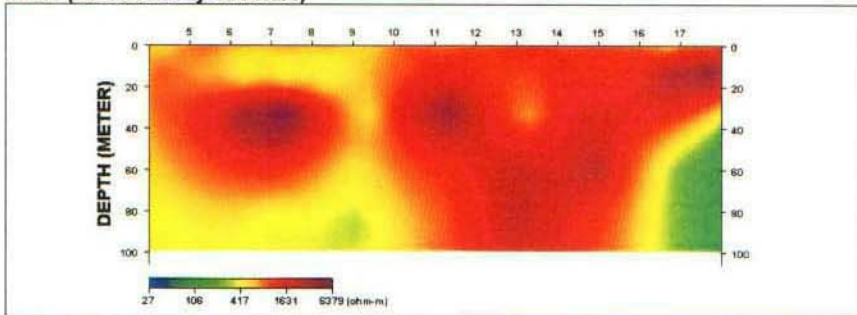
KS-11 (Theoretical Data Pseudosection)



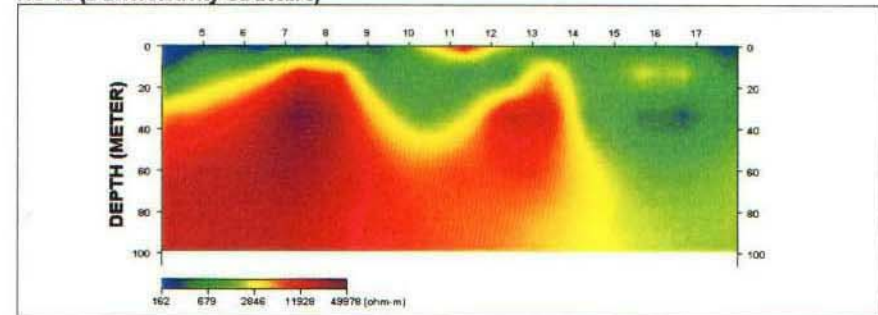
KS-12 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-11 (2-D Resistivity Structure)



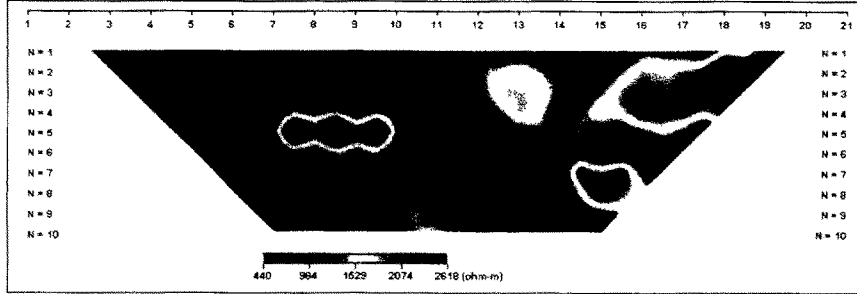
KS-12 (2-D Resistivity Structure)



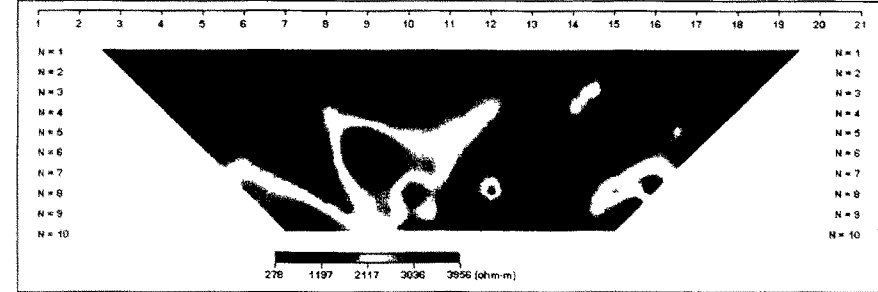
<그림 4-14> E-11측선 쌍극자탐사 결과도

<그림 4-15> E-12측선 쌍극자탐사 결과도

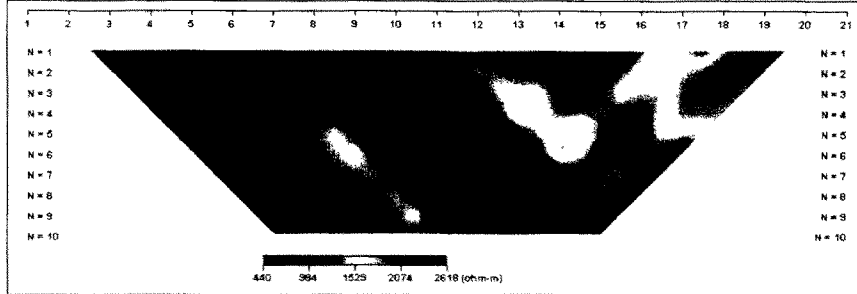
KS-11 (Field Data Pseudosection)



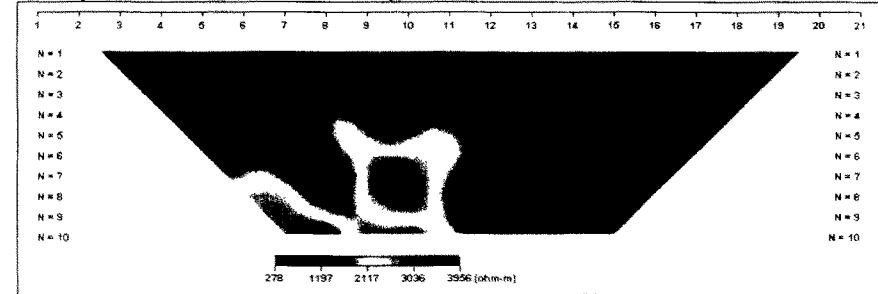
KS-12 (Field Data Pseudosection)



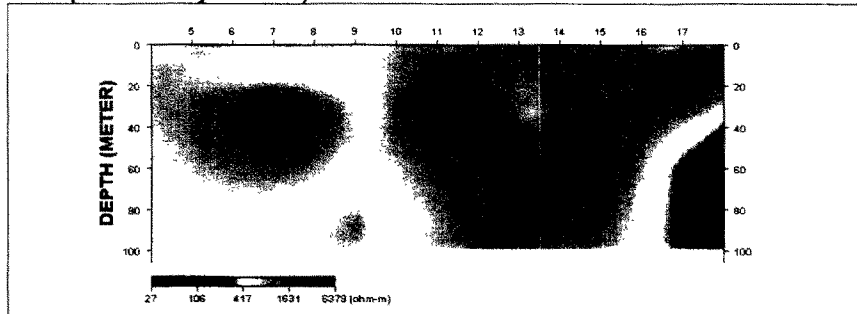
KS-11 (Theoretical Data Pseudosection)



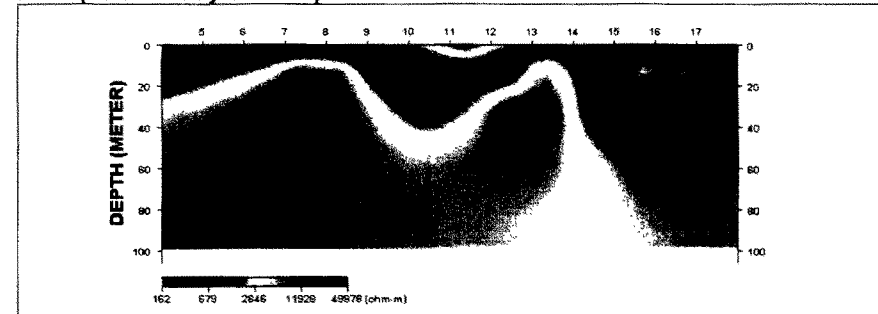
KS-12 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-11 (2-D Resistivity Structure)



KS-12 (2-D Resistivity Structure)

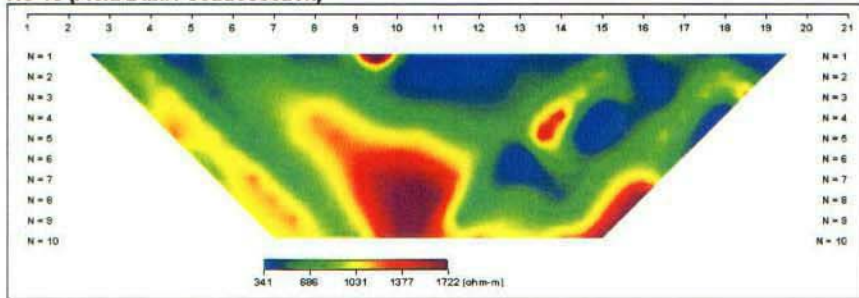


<그림 4-14> E-11측선 쌍극자탐사 결과도

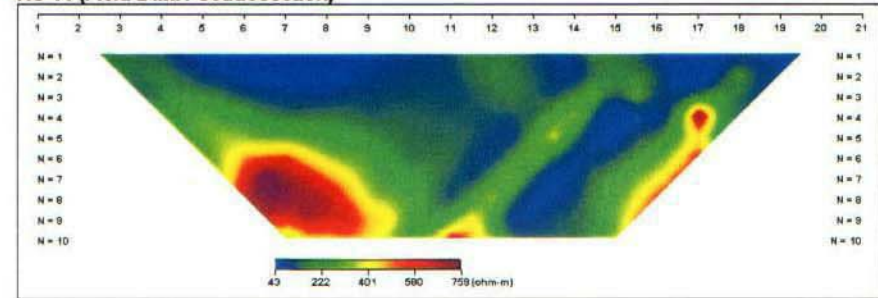
<그림 4-15> E-12측선 쌍극자탐사 결과도

여 백

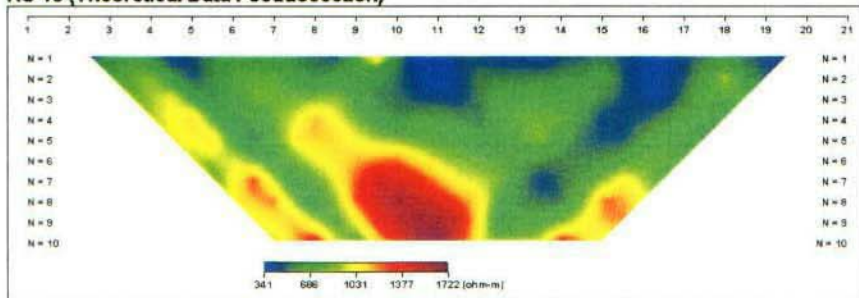
KS-13 (Field Data Pseudosection)



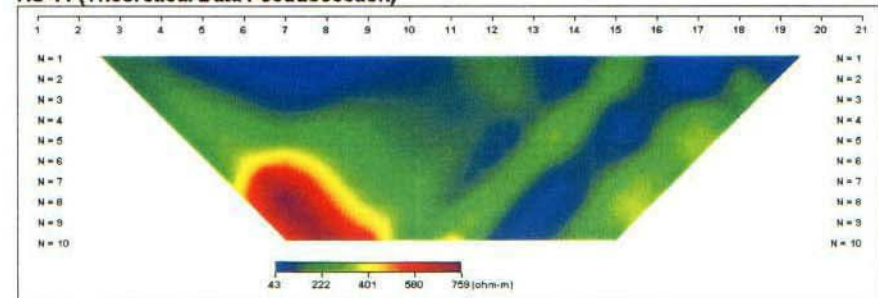
KS-14 (Field Data Pseudosection)



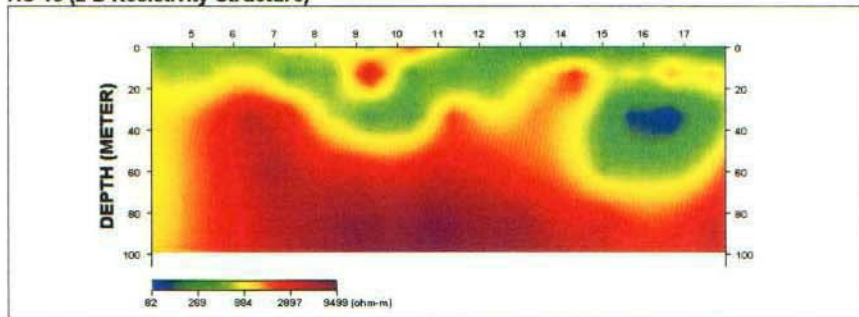
KS-13 (Theoretical Data Pseudosection)



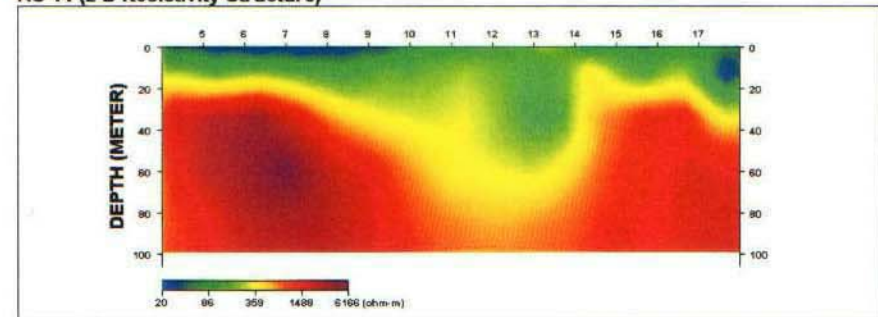
KS-14 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-13 (2-D Resistivity Structure)



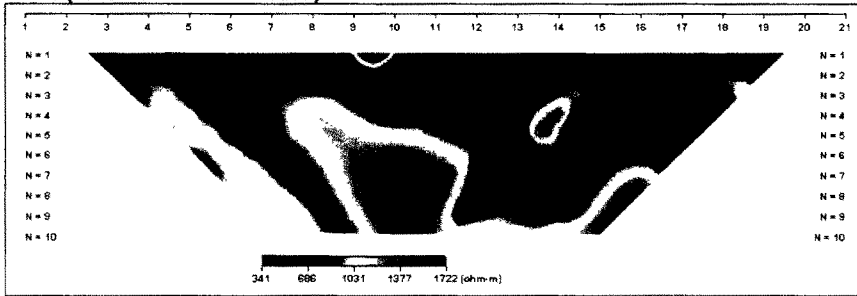
KS-14 (2-D Resistivity Structure)



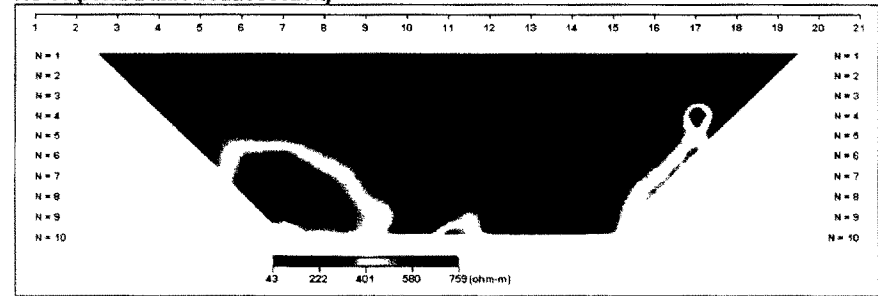
<그림 4-16> E-13측선 쌍극자탐사 결과도

<그림 4-17> E-14측선 쌍극자탐사 결과도

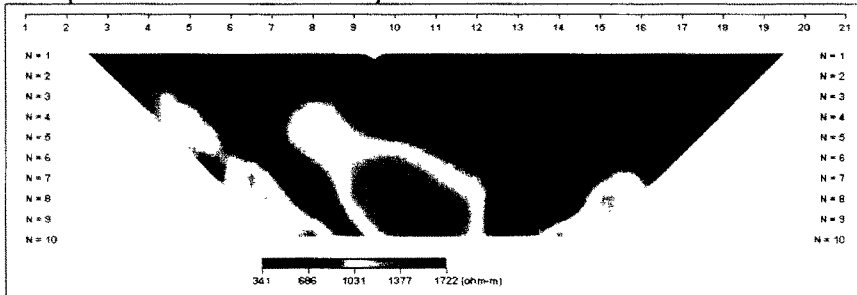
KS-13 (Field Data Pseudosection)



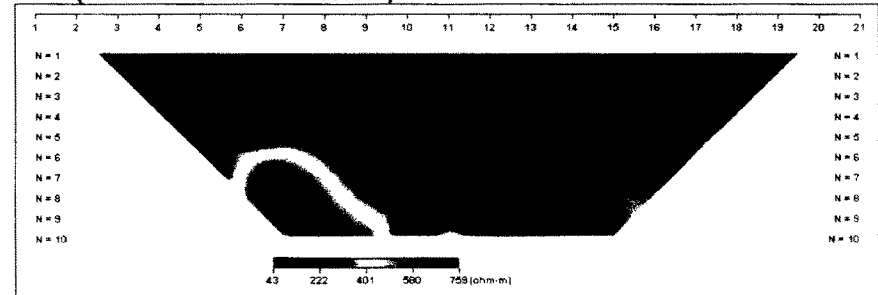
KS-14 (Field Data Pseudosection)



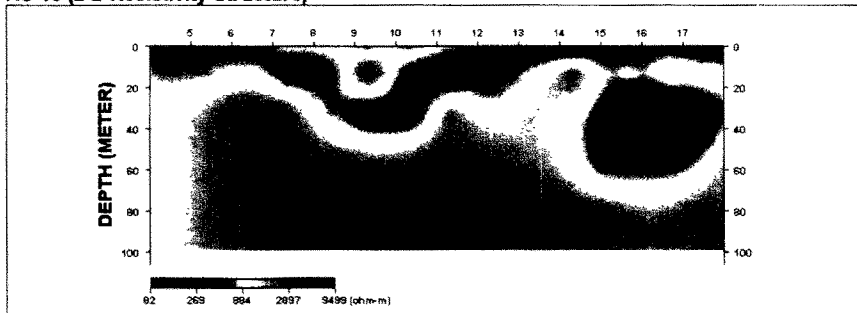
KS-13 (Theoretical Data Pseudosection)



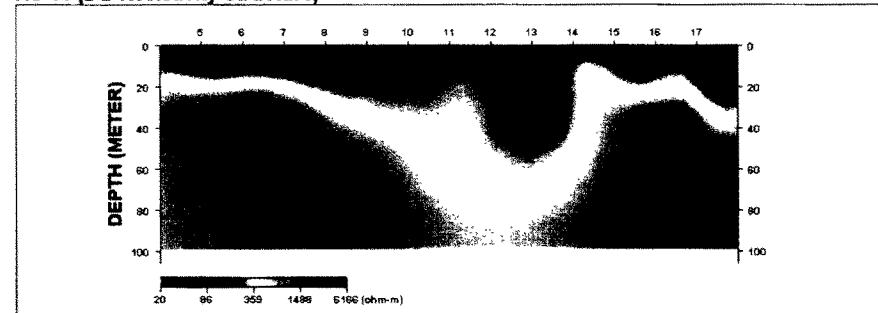
KS-14 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-13 (2-D Resistivity Structure)



KS-14 (2-D Resistivity Structure)

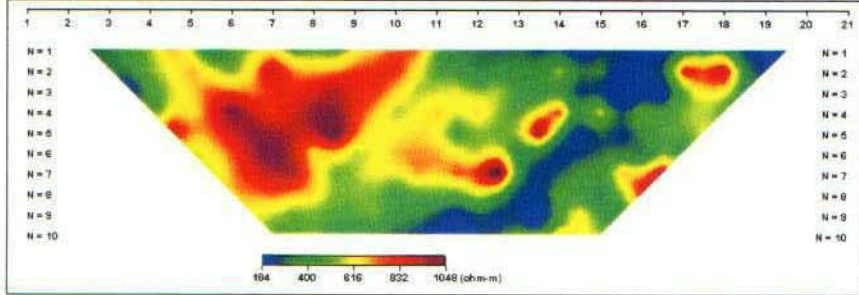


<그림 4-16> E-13측선 쌍극자탐사 결과도

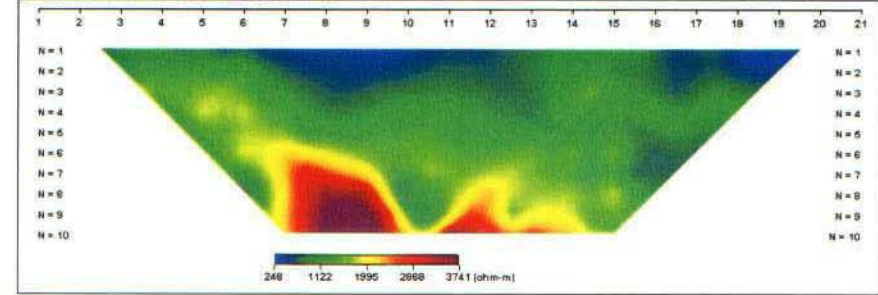
<그림 4-17> E-14측선 쌍극자탐사 결과도

여 백

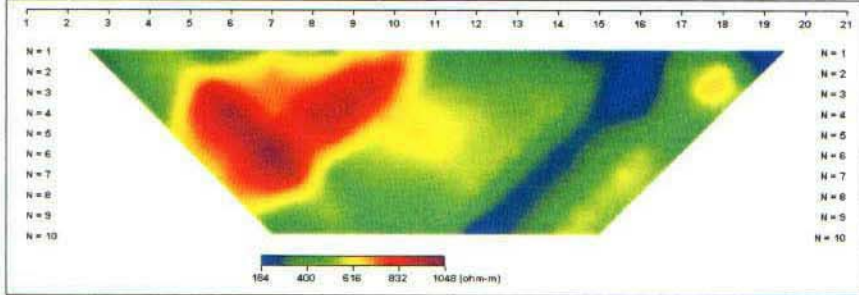
KS-15 (Field Data Pseudosection)



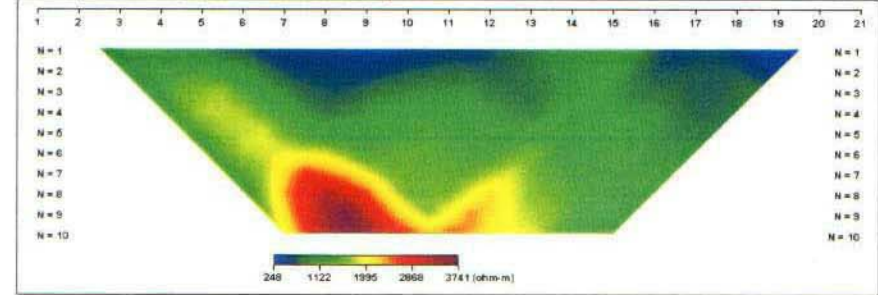
KS-16 (Field Data Pseudosection)



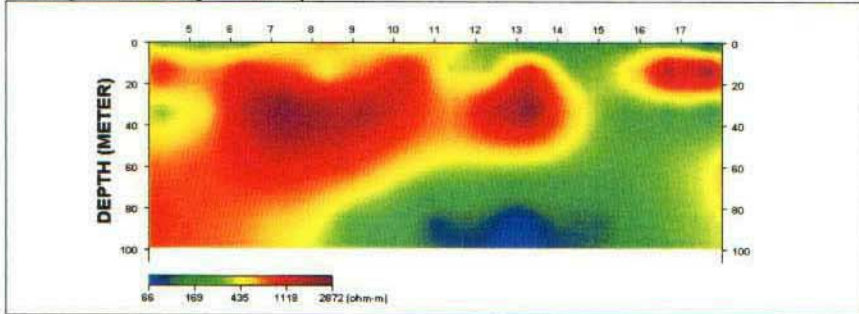
KS-15 (Theoretical Data Pseudosection)



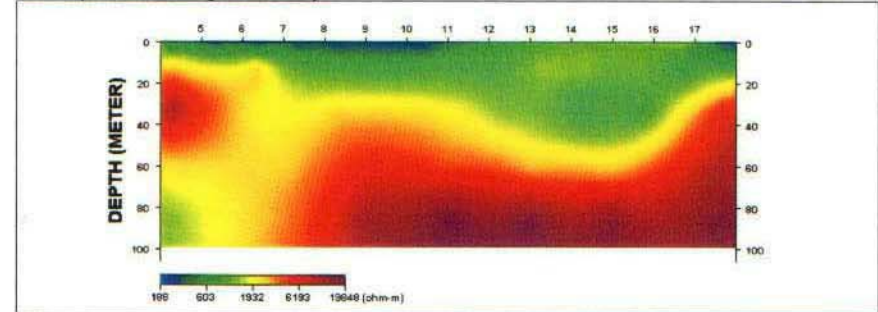
KS-16 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-15 (2-D Resistivity Structure)



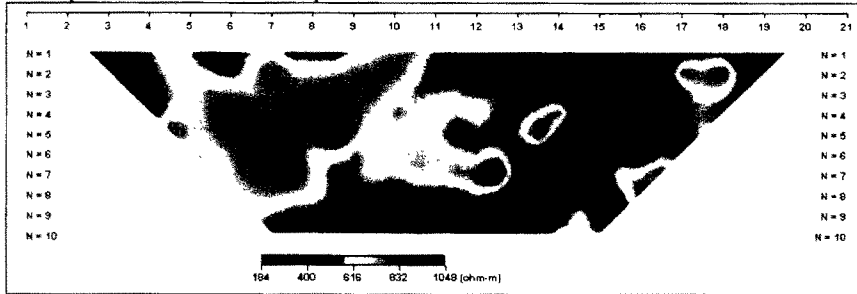
KS-16 (2-D Resistivity Structure)



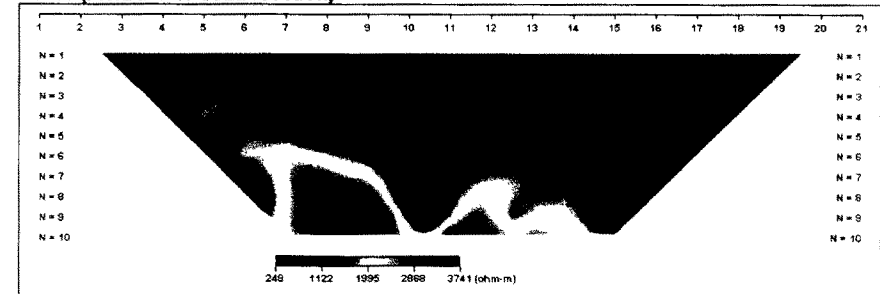
<그림 4-18> E-15측선 쌍극자탐사 결과도

<그림 4-19> E-16측선 쌍극자탐사 결과도

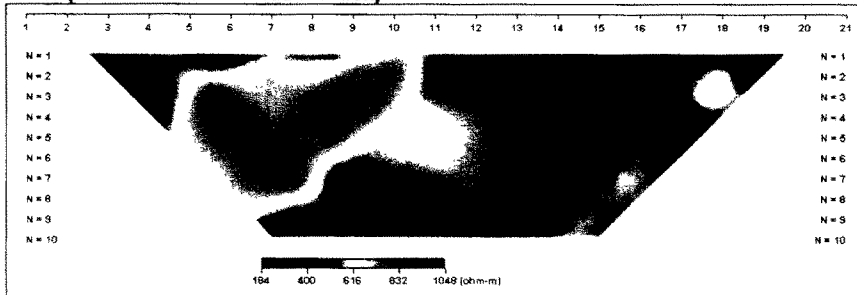
KS-15 (Field Data Pseudosection)



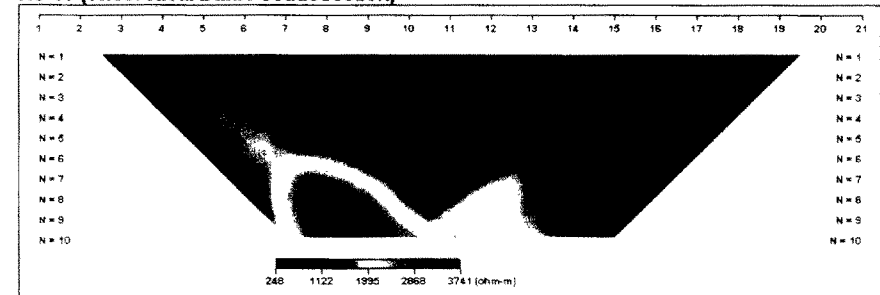
KS-16 (Field Data Pseudosection)



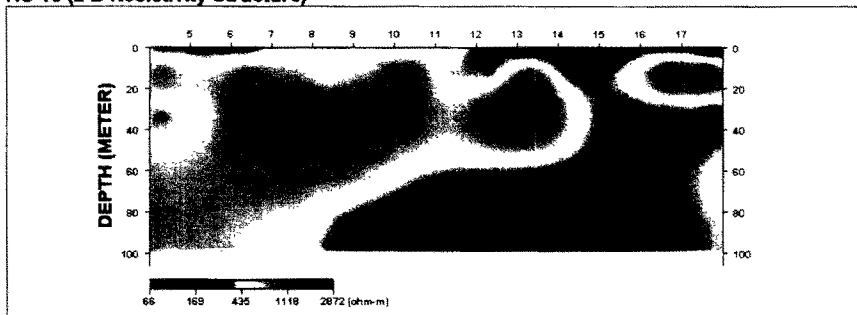
KS-15 (Theoretical Data Pseudosection)



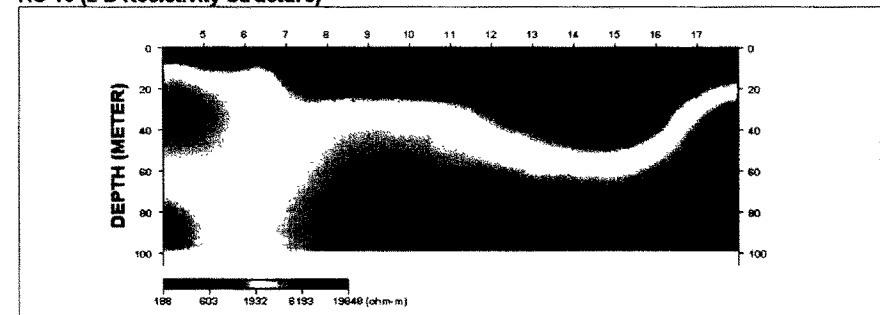
KS-16 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-15 (2-D Resistivity Structure)



KS-16 (2-D Resistivity Structure)

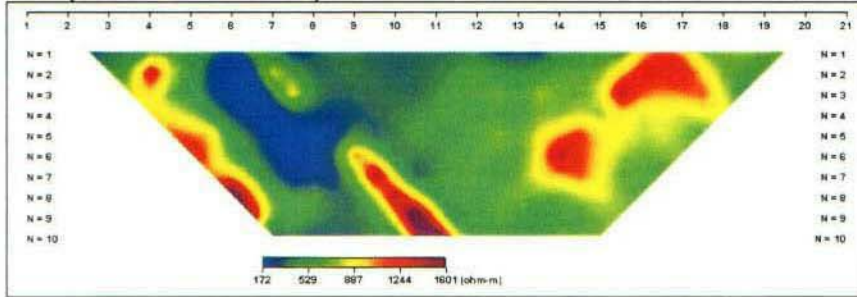


<그림 4-18> E-15측선 쌍극자탐사 결과도

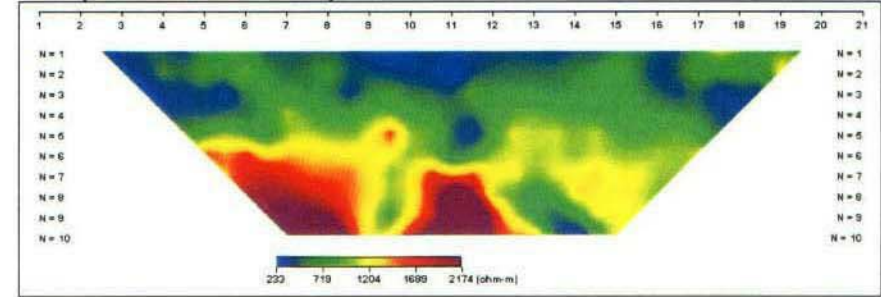
<그림 4-19> E-16측선 쌍극자탐사 결과도

여 백

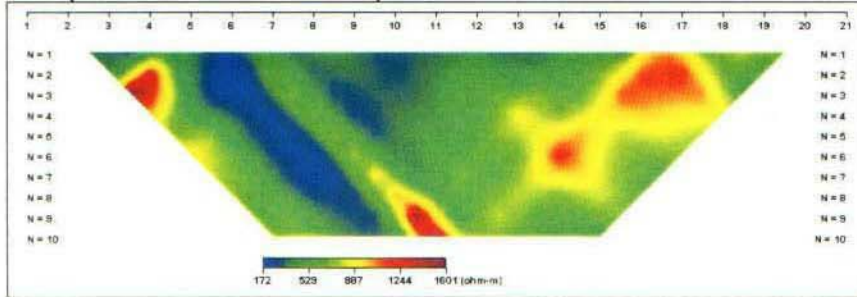
KS-17 (Field Data Pseudosection)



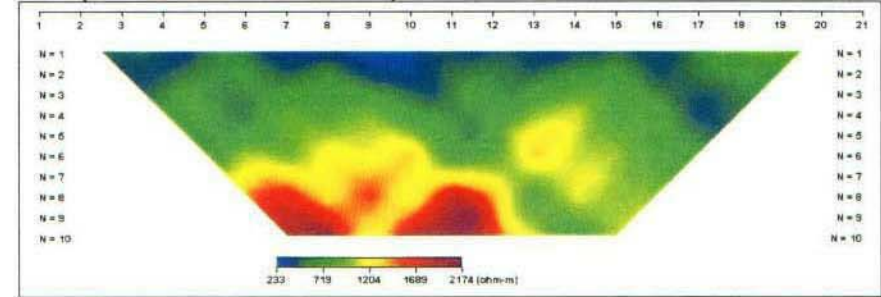
KS-18 (Field Data Pseudosection)



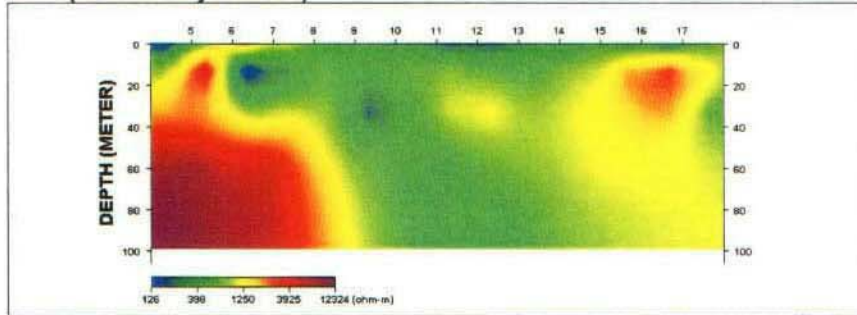
KS-17 (Theoretical Data Pseudosection)



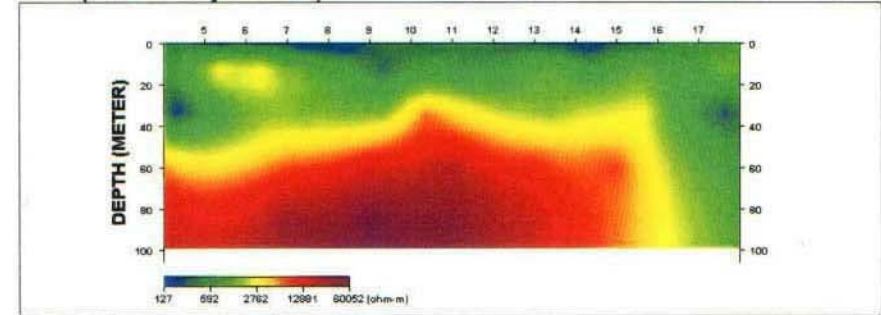
KS-18 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-17 (2-D Resistivity Structure)



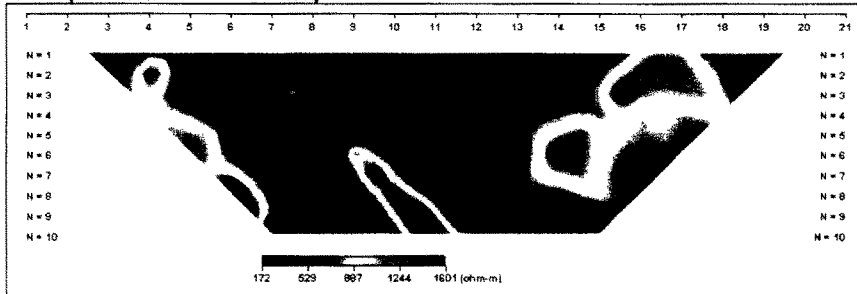
KS-18 (2-D Resistivity Structure)



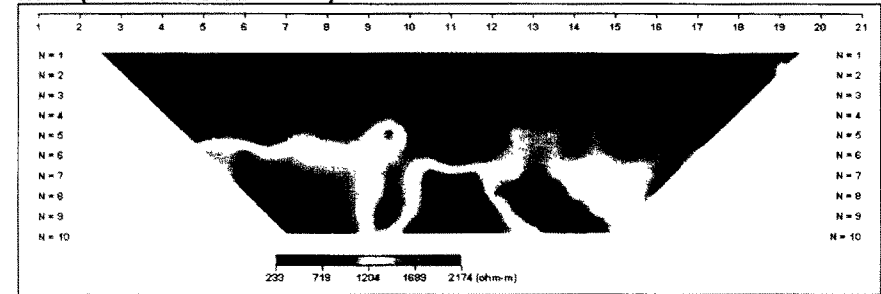
<그림 4-20> E-17측선 쌍극자탐사 결과도

<그림 4-21> E-18측선 쌍극자탐사 결과도

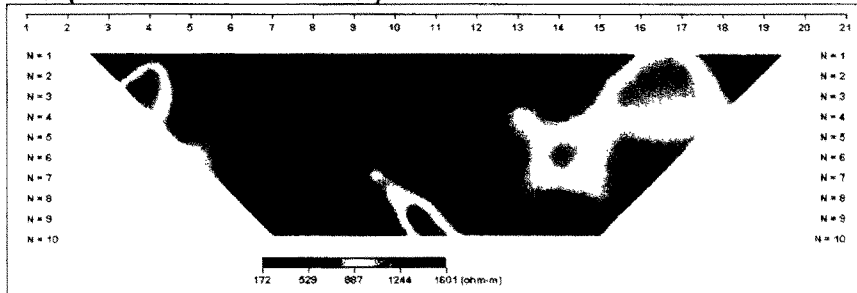
KS-17 (Field Data Pseudosection)



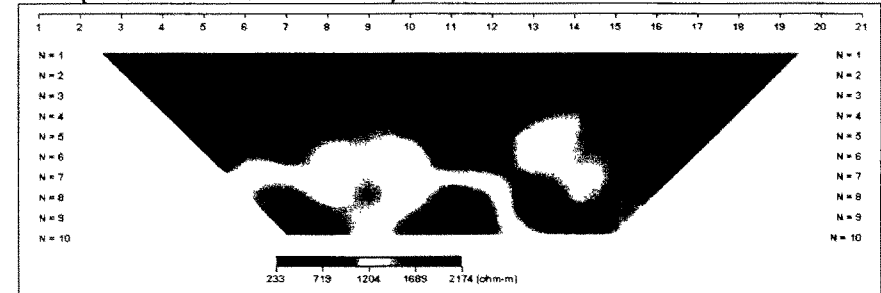
KS-18 (Field Data Pseudosection)



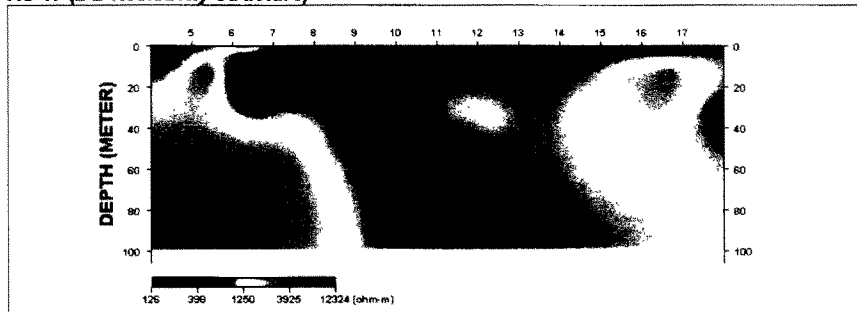
KS-17 (Theoretical Data Pseudosection)



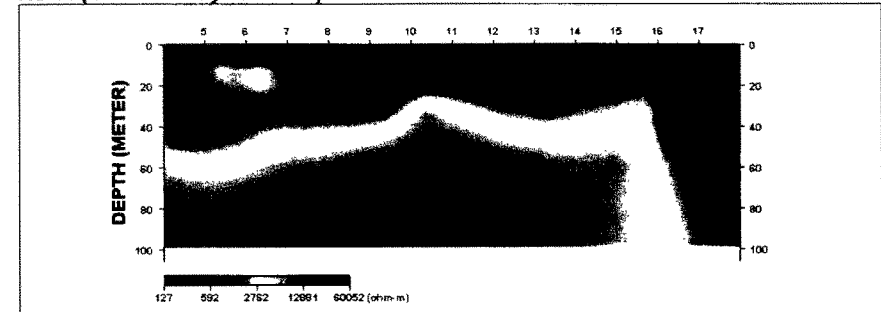
KS-18 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-17 (2-D Resistivity Structure)



KS-18 (2-D Resistivity Structure)

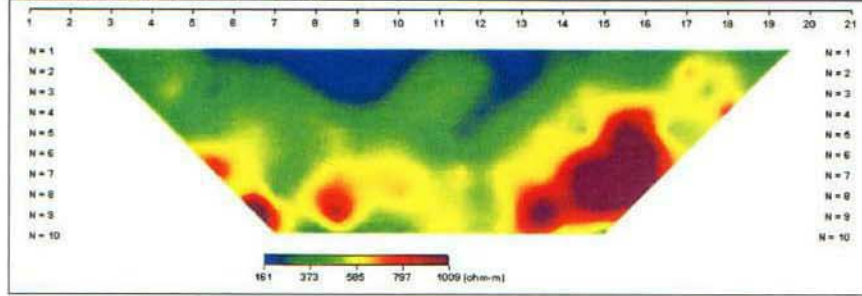


<그림 4-20> E-17측선 쌍극자탐사 결과도

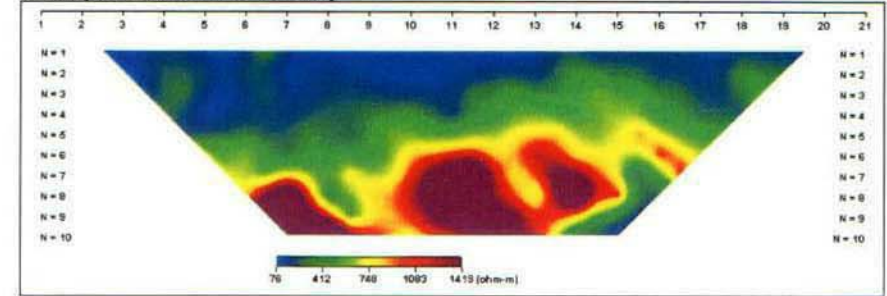
<그림 4-21> E-18측선 쌍극자탐사 결과도

여 백

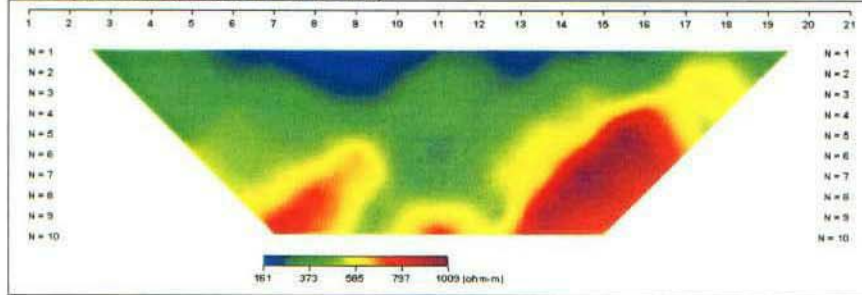
KS-19 (Field Data Pseudosection)



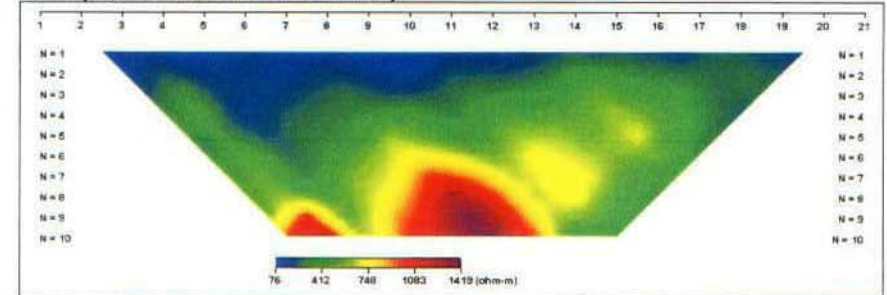
KS-20 (Field Data Pseudosection)



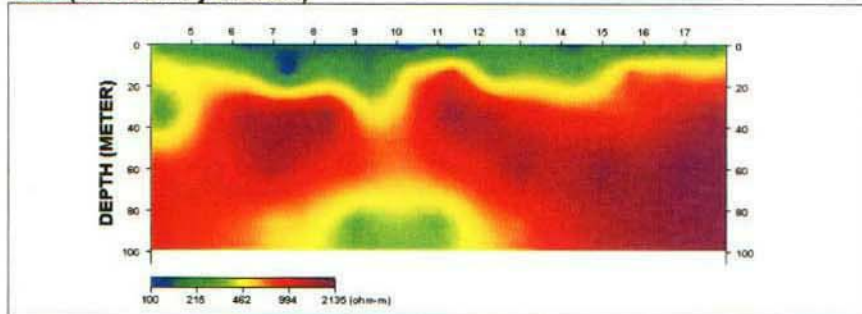
KS-19 (Theoretical Data Pseudosection)



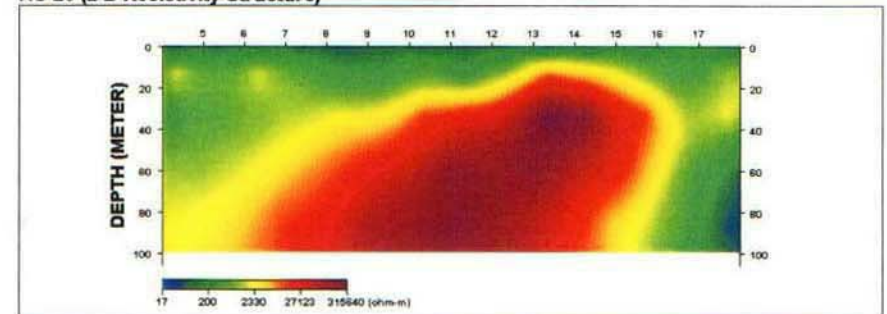
KS-20 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-19 (2-D Resistivity Structure)



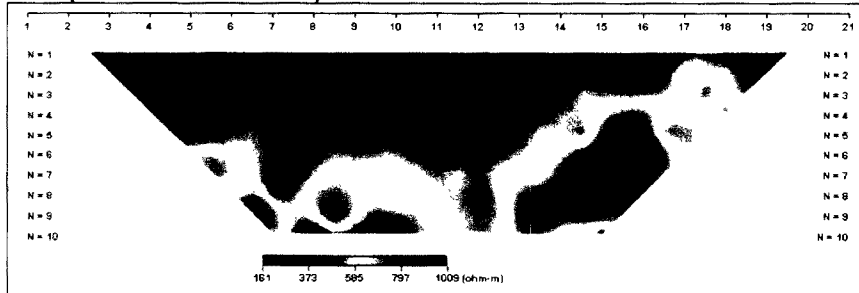
KS-20 (2-D Resistivity Structure)



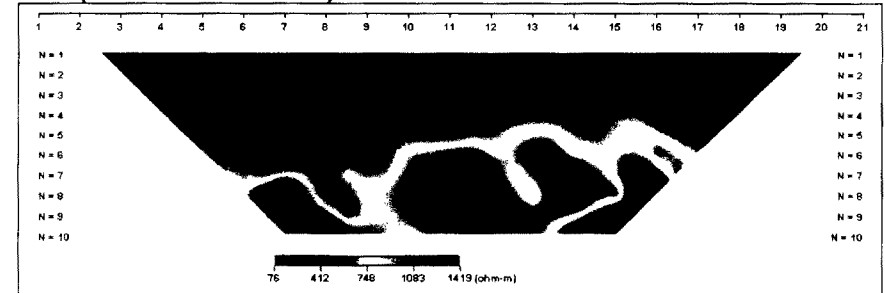
<그림 4-22> E-19측선 쌍극자탐사 결과도

<그림 4-23> E-20측선 쌍극자탐사 결과도

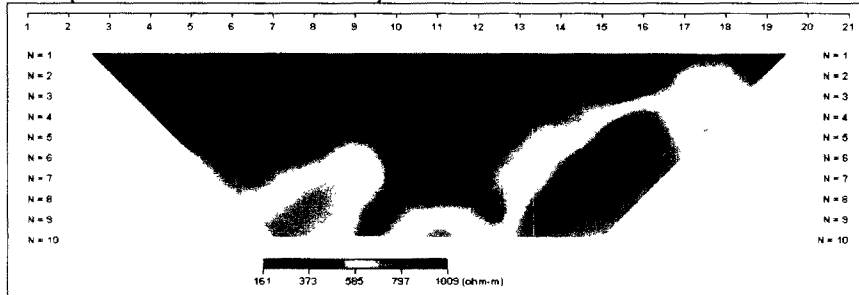
KS-19 (Field Data Pseudosection)



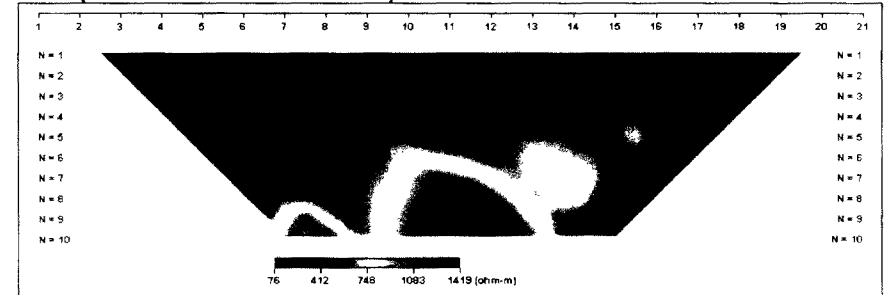
KS-20 (Field Data Pseudosection)



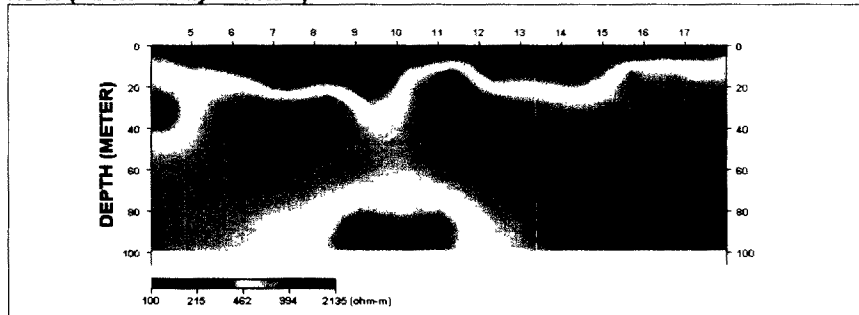
KS-19 (Theoretical Data Pseudosection)



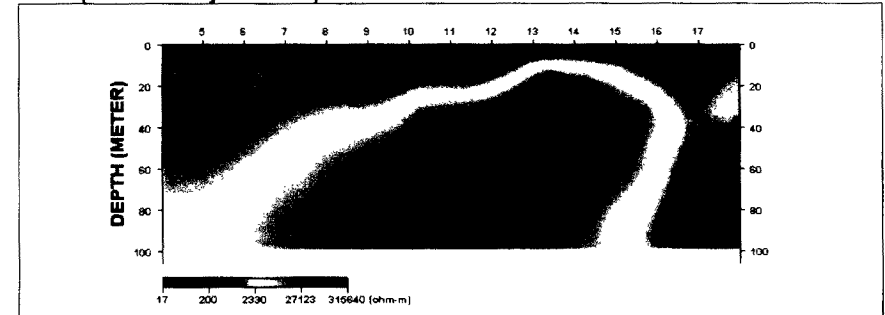
KS-20 (Theoretical Data Pseudosection)



KS-19 (2-D Resistivity Structure)



KS-20 (2-D Resistivity Structure)



<그림 4-22> E-19측선 쌍극자탐사 결과도

<그림 4-23> E-20측선 쌍극자탐사 결과도

여 백

5. 수질 및 잠재오염원 조사 분석

5-1. 수질

급속한 인구증가, 산업화에 따른 도시집중현상등은 교통, 상·하수도, 환경 및 위생분야에 많은 문제점을 야기시켰다. 인간 생활중 가장 기본이 되는 것이 수자원이며, 이는 한번 오염되면 자연 치유되는데 수백년 이상의 장시간이 필요하며, 그 중요도는 다른 어떤 자원보다 더욱 중요하다.

수자원 오염의 원인으로는 산업현장에서의 공장오폐수와 인구가 집중된 지역에서 생활하수, 가축사육에 따른 오폐수와 영농방법 변화로 인한 농약 및 화학비료의 사용에 따른 것이 대부분이다.

본 조사에서 총 50점의 지하수시료를 채취하여 농어촌진흥공사 농어촌연구원에 시험의뢰 하였으며, 주요 시험항목은 다음과 같다.

○ pH(수소이온농도)

pH는 물속에서 해리되어 있는 수소이온의 농도를 나타내는 지표로 외부로부터의 산 또는 알칼리의 유입여부를 판단하는 기준이 된다.

○ EC(전기전도도)

물의 전기전도도는 단위체적을 갖는 25° C 수용액의 두 대응면에서 측정된 전기저항의 역수로 정의하며 용액내에 이온이 많을수록 전기저항은 감소하고 전기전도도는 증가한다. 전기전도도의 단위는 전기저항의 역수로 ohms을 반대로 표기한 mhos로 표현한다. 자연수의 비전도도는 일반적으로 1mhos보다 훨씬 적기 때문에 μ mhos를 사용한다. 이는 해수침투에 의한 염해의 판정여부에 관한 기준이 되기도 한다.

○ 염소이온(Cl^-)

염화물은 주로 하수와 분뇨, 직물 및 펄프등의 공장폐수와 하수 등에서 공급되는데, 직물에 흡수되어 잎에 축적된다. 잎에서 염소농도가 직물의 한계치를 초과하면 잎이 변색되거나 잎 표면이 마르는 것 같은 장애증상이 발생한다.

○ Fe(철), Mn(망간)

공장폐수, 광산폐수등의 유입에 의해 주로 이온상태로 수중에 용존하고 있다.

철분의 경우 다량 함유되어 있을 때는 적조현상을 일으키며, 망간은 다량일 경우 생리적 독작용이 있으며 철분과 함께 착색케 된다.

○ Ca(칼슘), Mg(마그네슘), 경도

칼슘과 마그네슘 이온을 합계한 양을 CaCO_3 양으로 환산한 것을 경도라고 한다. 칼슘, 마그네슘, 탄산, 유화, 염화 및 질산이온은 탄산염, 유화염 및 질산염등에서 유래한다. 이들은 용액상태로 존재하며 특히 칼슘과 마그네슘 이온은 물의 온도나 압력이 변하는 경우에 잘 침전된다.

중탄산염 이온은 용해된 탄산가스에 의해 지하수내에서 용존상태로 존재하며 칼슘 및 마그네슘과 매우 약한 결합을 이루고 있으므로 이 경우 끓이면 탄산가스는 기화하고 일부가 탄산염으로 변하여 앙금상태로 침전한다. 경도가 증가하면 철관류에 scale을 형성하여, 공업용수와 생활용수로 부적당하게 된다.

○ 나트륨(Na), 칼륨(K)

Na와 K은 Ca, Mg와 함께 지하수에 많이 존재하는 주요 이온으로 Na는 해수와 식염을 함유한 하수 등에 의해 증가하며, K는 농경지의 비료성분의 농집으로 증가한다.

5-1-1. 지하수 수질시험 결과

본 지구의 지하수 시료는 50개지점에서 채취하여 시험의뢰하였다. pH(수소이온농도)는 6.3~8.5의 범위로 먹는물 기준의 5.8~8.5 범위내 해당된다. F(불소)는 화강암내지 반암류를 기반암으로 하는 관정에서 흔히 발견되는데 불검출~1.5ppm으로 먹는물기준(1.5ppm)에 대체로 부합되고 7개소 (D-91,101,133,175,177,201, KS-3번)에서만 기준을 초과(1.8~4.4ppm)하는 것으로 나타났다.

질산성질소(NO_3^- -N)는 불검출~18.8ppm에 걸쳐 나타났으며, 전반적으로 낮은 수치를 보이며, 3개 지점 D-121,124,KS-3번에서 먹는물 기준인 10ppm을 초과하는 것으로 판정되었다. 그러나 농업용수 기준(20ppm)내의 범위에 해당되어 농업용으로는 사용가능한 것으로 나타났다.

기타 D-55번 지점에서는 Al이 먹는물 기준(0.2ppm)보다 다소 높은 0.35ppm으로 나타났으며, 7개소 (D-69,82,91,105,161,175,KS-3,7)번에서는 냄새, 맛, 색도, 탁도등이 먹는물 기준치를 초과하는 것으로 나타났다.

<표 5-1> 수질시료 채취지점

번호	위치			번호	위치		
	읍면	동리	지번		읍면	동리	지번
D-12	사리	방축		D-133	청안	조천	380
D-17	연풍	삼풍	162	D-134	청안	조천	890
D-33	감물	매전	463	D-137	청안	효근	347
D-34	감물	이담	640	D-145	청안	덕평	280
D-37	괴산	서부	725	D-151	청천	선평	155
D-42	문광	광덕	산33-14	D-161	청천	여사왕	280
D-43	문광	양곡	172	D-163	청천	신도원	90
D-44	문광	송평	314-5	D-171	청천	송면	287-4
D-45	문광	대명	610-1	D-175	청천	화양리	65-11
D-48	문광	문법	433	D-177	청천	후평	56
D-55	불정	목도	292	D-181	청천	평단	381
D-69	불정	지장	586-3	D-184	칠성	갈읍	346
D-71	불정	창신	735	D-188	칠성	도정	311
D-82	불정	탑촌	210	D-190	칠성	두천	366-1
D-91	사리	노송	310-2	D-194	칠성	두천	310
D-93	사리	사담	517	D-197	칠성	두천	107-1
D-97	사리	수암	412	D-199	칠성	사은	668
D-101	사리	이곡	30	D-201	칠성	쌍곡	172-10
D-102	소수	고마	343-1	KS-1	청천	관평	11-1
D-105	소수	길선	532	KS-2	감물	광진	288
D-106	소수	길선	336-6	KS-3	장연	광진	780
D-121	장연	송덕	661	KS-4	장연	오가	562-2
D-124	청안	금신	569	KS-5	연풍	원풍	산81
D-128	청안	부흥	428	KS-6	연풍	행촌	488
D-130	청안	읍내	221	KS-7	괴산	대사	162

<표5-2> 먹는물수질검사성적서

시 료 명		D-12	D-17	D-33	D-34	D-37	D-42	D-43	D-44	D-45
시 험 항 목	기 준									
납(Pb)	< 0.05 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
불소(F)	< 1.5 mg/l	0.1	0.4	0.1	0.3	불검출	불검출	0.1	불검출	0.1
비소(As)	< 0.05 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
셀레늄(Se)	< 0.01 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
수은(Hg)	< 0.001 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
시안(CN)	< 0.01 mg/l	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
암모니아성질소(NH ₄ -N)	< 0.5 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
질산성질소(NO ₃ -N)	< 10 mg/l	4.3	5.7	8.0	2.3	8.5	0.3	1.3	3.3	4.1
카드뮴(Ca)	< 0.01 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페놀	< 0.005 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
총트리할로메탄(THMs)	< 0.1 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.004	0.007	불검출
다이아지논	< 0.02 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
파라티온	< 0.06 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
말라티온	< 0.25 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페니트로티온	< 0.04 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
카바릴	< 0.07 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
1,1,1-트리클로로에탄	< 0.1 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
테트라클로로에틸렌	< 0.01 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
트리클로로에틸렌	< 0.03 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
디클로로메탄	< 0.02 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
벤젠	< 0.01 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
톨루엔	< 0.7 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
에틸벤젠	< 0.3 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
크실렌	< 0.5 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
1,1-디클로로에틸렌	< 0.03 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
사염화탄소	< 0.002 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
경도	< 300 mg/l	65	225	110	132	88	30	68	155	141
과망간산칼륨소비량 (KMnO ₄ 소비량)	< 10 mg/l	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	1.6	불검출	0.3	0.3
냄새	무취	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합
맛	무미	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합
동(Cu)	< 1 mg/l	0.085	0.081	0.006	0.008	0.047	0.018	0.078	0.038	0.017
색도	< 5 도	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
세제(ABS)	< 0.5 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
수소이온농도(ph)	5.8~8.5	6.6	7.5	7.8	7.6	6.8	7.0	7.6	7.3	7.2
아연(Zn)	< 1 mg/l	0.069	0.103	0.009	0.026	0.803	0.574	0.070	0.125	0.146
염소이온(Cl ⁻)	< 250 mg/l	14	11	6	14	10	2	3	7	10
증발잔류물(TS)	< 500 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
철(Fe)	< 0.3 mg/l	0.01	불검출	불검출	불검출	0.01	0.01	불검출	불검출	0.03
망간(Mn)	< 0.3 mg/l	0.001	0.001	불검출	0.004	0.013	0.001	불검출	0.002	0.017
탁도	< 2 도	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
황산이온(SO ₄ ²⁻)	< 200 mg/l	6	22	4	14	17	7	3	17	11
알루미늄(Al)	< 0.2 mg/l	0.05	0.03	0.01	불검출	0.02	0.07	0.03	0.01	0.01

시 료 명		D-124	D-128	D-130	D-133	D-134	D-137	D-145	D-151	D-161
시 험 항 목	기 준									
납(Pb)	< 0.05 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
불소(F)	< 1.5 mg/l	0.1	불검출	0.3	1.8	0.2	0.1	0.1	0.1	불검출
비소(As)	< 0.05 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
세레늄(Se)	< 0.01 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
수은(Hg)	< 0.001 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
시안(CN)	< 0.01 mg/l	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
암모니아성질소(NH ₄ -N)	< 0.5 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
질산성질소(NO ₃ -N)	< 10 mg/l	14.5	5.2	불검출	0.4	4.5	2.4	1.3	6.0	0.8
카드뮴(Ca)	< 0.01 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페놀	< 0.005 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
총트리할로메탄(THMs)	< 0.1 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.004
다이아지논	< 0.02 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
파라티온	< 0.06 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
말라티온	< 0.25 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페니트로티온	< 0.04 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
카바릴	< 0.07 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
1,1,1-트리클로로에탄	< 0.1 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
테트라클로로에틸렌	< 0.01 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
트리클로로에틸렌	< 0.03 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
디클로로메탄	< 0.02 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
벤젠	< 0.01 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
톨루엔	< 0.7 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
에틸벤젠	< 0.3 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
크실렌	< 0.5 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
1,1-디클로로에틸렌	< 0.03 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
사염화탄소	< 0.002 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
경도	< 300 mg/l	133	54	68	63	42	24	56	107	23
과망간산칼륨소비량(KMnO ₄ 소비량)	< 10 mg/l	0.9	0.3	0.6	0.3	0.6	0.3	0.3	0.6	2.8
냄새	무취	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	부적합
맛	무미	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	부적합
동(Cu)	< 1 mg/l	0.025	0.027	0.028	0.011	0.034	0.025	0.021	0.022	0.028
색도	< 5 도	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	6
세제(ABS)	< 0.5 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
수소이온농도(ph)	5.8~8.5	6.6	7.1	7.1	7.9	7.0	7.3	7.1	7.0	7.7
아연(Zn)	< 1 mg/l	0.209	0.038	0.173	0.089	0.061	0.018	0.333	0.026	0.025
염소이온(Cl ⁻)	< 250 mg/l	68	7	9	2	8	3	4	13	1
중발잔류물(TS)	< 500 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	51
철(Fe)	< 0.3 mg/l	0.01	불검출	0.02	0.06	0.02	0.05	0.01	불검출	0.01
망간(Mn)	< 0.3 mg/l	0.003	0.001	0.003	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002
탁도	< 2 도	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	4
황산이온(SO ₄ ²⁻)	< 200 mg/l	19	4	6	5	5	1	10	12	2
알루미늄(Al)	< 0.2 mg/l	0.06	0.04	0.12	0.02	0.05	0.10	0.17	0.09	0.04

시 료 명		KS-2	KS-3	KS-4	KS-5	KS-6	KS-7			
시 험 항 목	기 준									
납(Pb)	< 0.05 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
불소(F)	< 1.5 mg/l	0.8	1.8	0.1	0.2	0.1	0.1			
비소(As)	< 0.05 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
세레늄(Se)	< 0.01 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
수은(Hg)	< 0.001 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
시안(CN)	< 0.01 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
6가크롬(Cr ⁶⁺)	< 0.05 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
암모니아성질소(NH ₄ -N)	< 0.5 mg/l	0.02	0.01	0.06	불검출	0.02	불검출			
질산성질소(NO ₃ -N)	< 10 mg/l	4.2	10.1	6.6	2.3	9.0	4.8			
카드뮴(Ca)	< 0.01 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
페놀	< 0.005 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
총트리할로메탄(THMs)	< 0.1 mg/l	불검출	불검출	불검출	0.001	불검출	불검출			
다이아지논	< 0.02 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
파라티온	< 0.06 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
말라티온	< 0.25 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
페니트로티온	< 0.04 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
카바릴	< 0.07 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
1,1,1트리클로로에탄	< 0.1 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
테트라클로로에틸렌	< 0.01 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
트리클로로에틸렌	< 0.03 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
디클로로메탄	< 0.02 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
벤젠	< 0.01 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
톨루엔	< 0.7 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
에틸벤젠	< 0.3 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
크실렌	< 0.5 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
1,1디클로로에틸렌	< 0.03 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
사염화탄소	< 0.002 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
경도	< 300 mg/l	75	102	226	66	200	124			
과망간산칼륨소비량(KMnO ₄ 소비량)	< 10 mg/l	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3			
냄새	무취	적합	부적합	적합	적합	적합	부적합			
맛	무미	적합	부적합	적합	적합	적합	부적합			
동(Cu)	< 1 mg/l	0.090	0.020	0.002	0.065	0.080	0.039			
색도	< 5 도	불검출	5	불검출	불검출	불검출	5			
세제(ABS)	< 0.5 mg/l	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출			
수소이온농도(ph)	5.8~8.5	8.5	8.1	7.8	7.6	7.7	6.9			
아연(Zn)	< 1 mg/l	0.051	0.013	0.121	0.050	0.079	0.036			
염소이온(Cl ⁻)	< 250 mg/l	7	13	12	6	17	17			
중발잔류물(TS)	< 500 mg/l	불검출	218	불검출	불검출	불검출	248			
철(Fe)	< 0.3 mg/l	불검출	0.06	불검출	0.01	0.01	불검출			
망간(Mn)	< 0.3 mg/l	불검출	0.001	0.001	불검출	0.001	0.001			
탁도	< 2 도	불검출	4	불검출	불검출	불검출	3			
황산이온(SO ₄ ²⁻)	< 200 mg/l	9	9	10	7	12	18			
알루미늄(Al)	< 0.2 mg/l	0.05	0.01	불검출	0.06	0.03	0.01			

<표 5-3> 수질검사결과 부적합 시료지점 총괄(먹는물기준)

(단위:mg/ℓ)

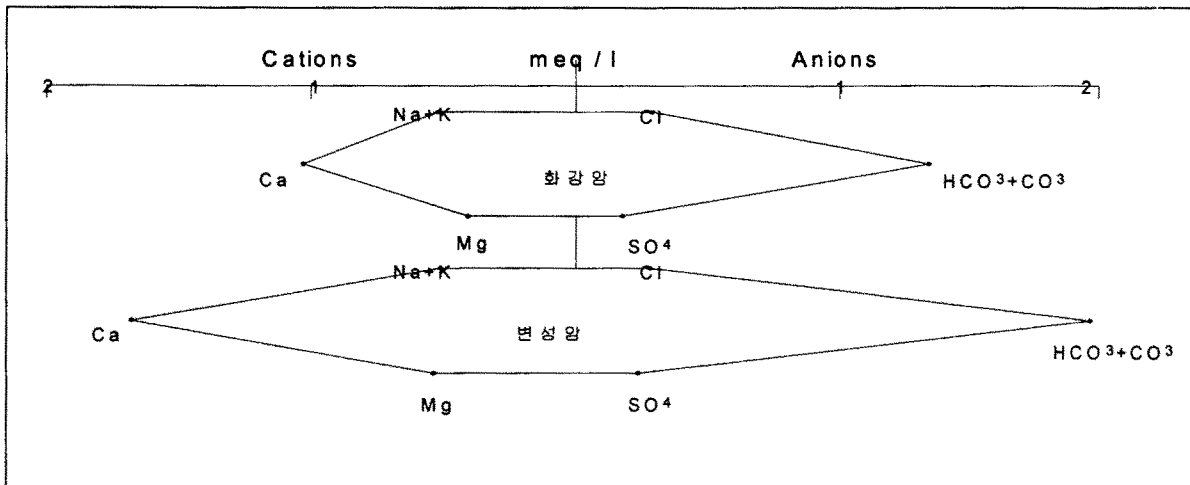
구분	부적합 항목						
	불소 (1.5)	질산성질소 (10.0)	알루미늄 (>0.2)	냄새 (무취)	맛 (무미)	색도 (>5)	탁도 (>2)
D-55			0.35				
D-69							5
D-82				부적합	부적합		6
D-91	1.8			부적합	부적합	5	3
D-101	1.8						
D-105				부적합	부적합	12	8
D-121		18.8					
D-124		14.5					
D-133	1.8						
D-161				부적합	부적합	6	4
D-175	4.0			부적합	부적합	8	3
D-177	4.4						
D-201	2.9						
KS-3	1.8	10.1		부적합	부적합	5	4
KS-7				부적합	부적합	5	3

5-1-2. 수질특성 분석

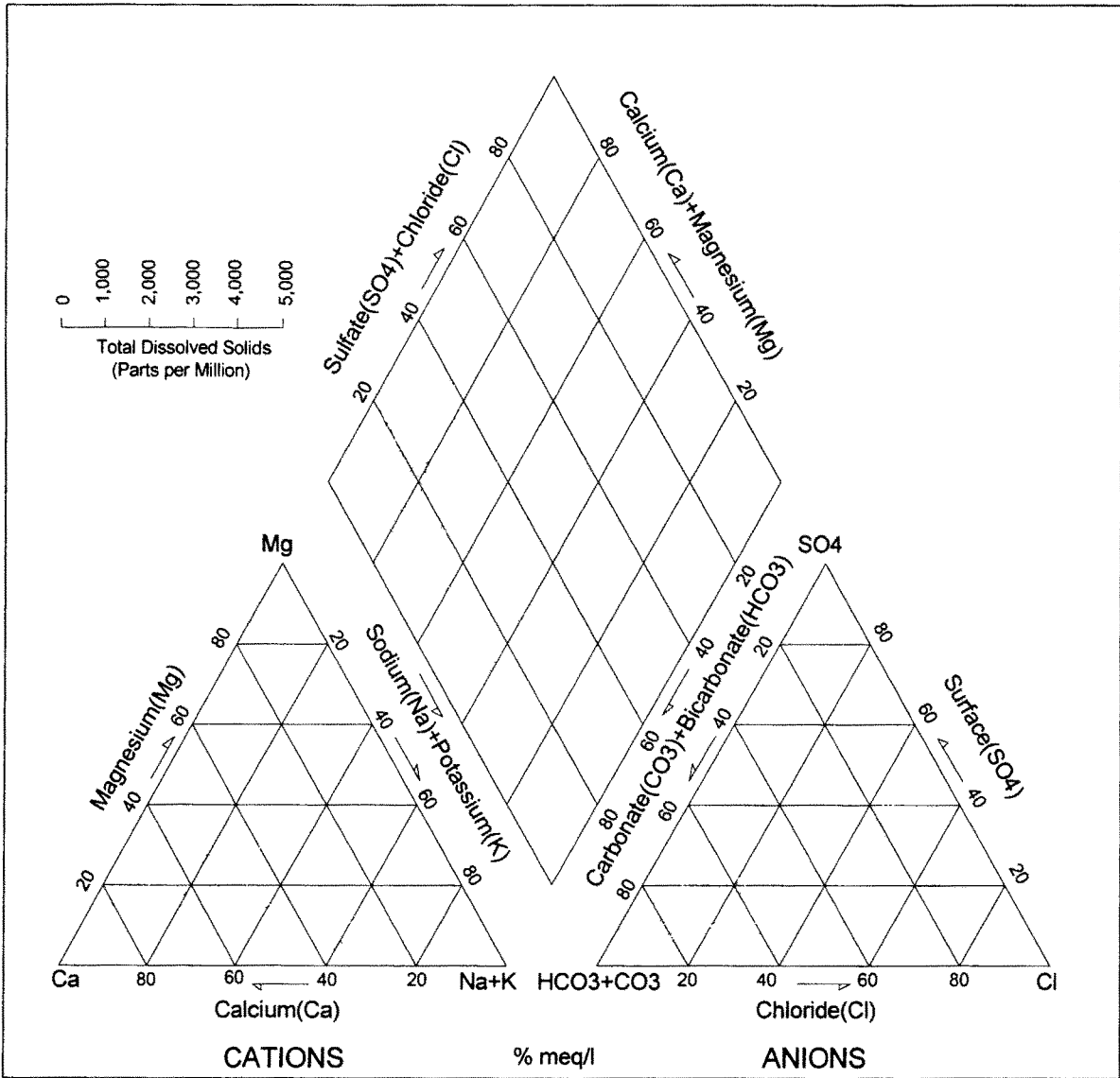
지하수에 용해된 화학성분중 대부분을 차지하는 이온은 Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} 로서 이를 주요원소라 한다. 본 지구 지하수의 수질조성상의 특성과 성분변화에 관하여 알아보기 위하여 총 50점의 지하수 시료에 대해 양, 음이온 분석을 실시하였다. 본 지구의 지하수 양이온 평균은 Ca^{2+} 27.15mg/l, Na^+ 10.54mg/l, Mg^{2+} 5.74mg/l, K^+ 2.18mg/l이며 음이온평균은 HCO_3^- 101.00mg/l, Cl^- 10.01mg/l, SO_4^{2-} 9.75mg/l로 나타났다.

분석 결과를 epm 단위로 환산하여 Stiff diagram에 도시하였으며, 그 결과 Ca^{2+} 이온이 Na^+ 이온농도보다 비교적 높게 나타나고 음이온은 HCO_3^- 이온이 Cl^- 과 SO_4^{2-} 보다 높게 나타난다.

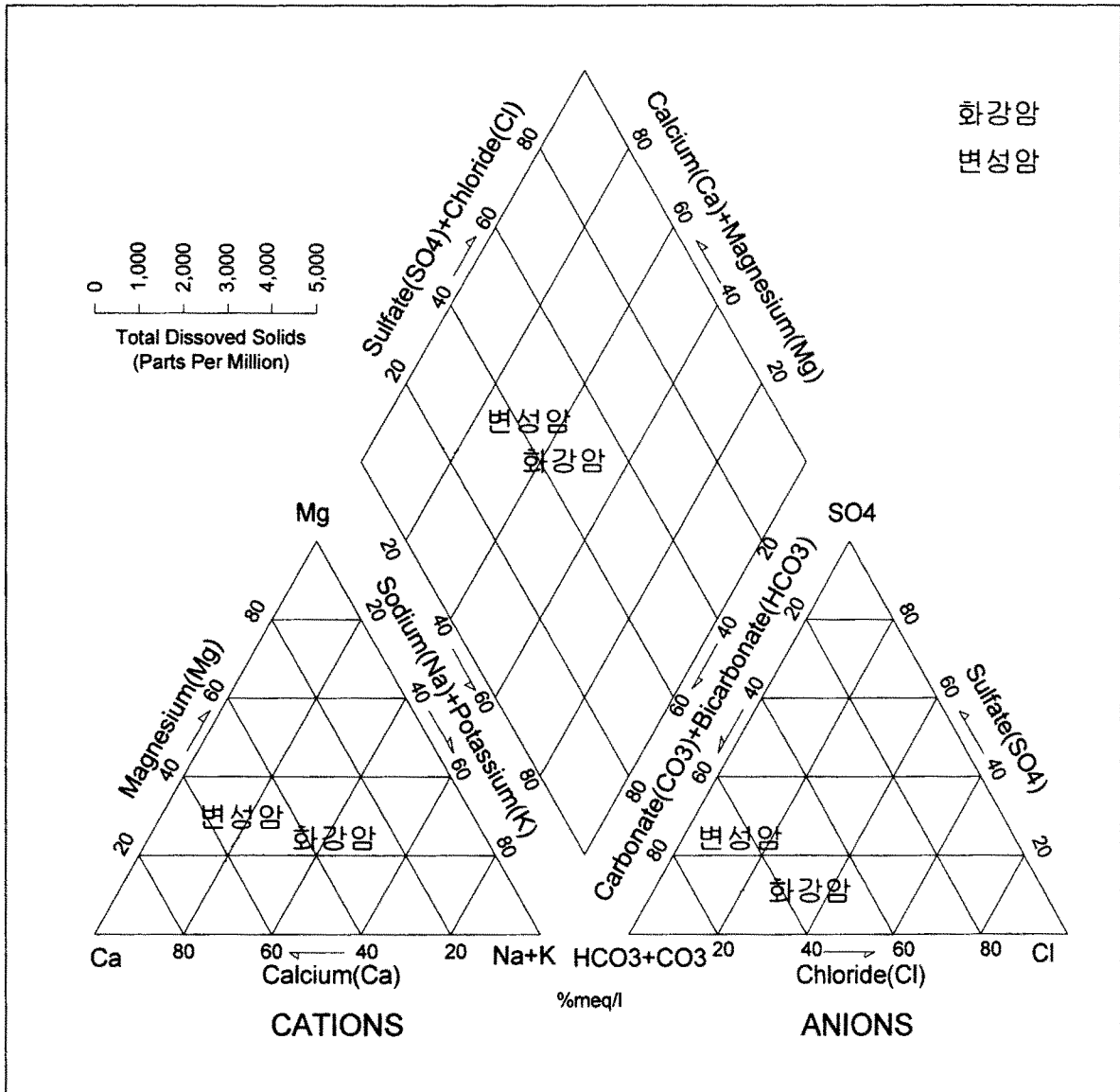
또한 지하수 수질의 주성분인 양이온과 음이온을 epm백분율(%ppm)으로 환산하여 삼각도표인 Piper diagram에 도시한 결과 대체로 양이온은 $Ca^{2+}-Na^+-K^+$ 가 많고, 음이온은 $HCO_3^- - SO_4^{2-}$ 이 많은 $Ca^{2+}-HCO_3^-$ 형으로 나타난다.



<그림 5-1> Stiff diagram (지질별)



<그림 5-2> Piper diagram (총괄)



<그림5-3> Piper diagram (지질별)

5-2. 잠재오염원 조사

일반적으로 지하수 자원을 오염시키는 오염물질이란 인간활동에 의해 지하수환경 내로 유입된 유해한 물질을 의미하며, 지하수오염이란 지하수가 천연적으로 지닌 특성이 자연적, 인위적 요인에 의해 변화되어 환경의 변화를 야기 시키거나 이용상의 지장을 초래하는 경우를 말한다. 좁은 의미에서는 지하수 수질기준에 부적합한 경우를 말하며 넓게는 자연 또는 인위적인 부패성 물질, 유독성 물질, 부유 물질 등 이물질이 지하수 내로 유입, 혼합됨으로써 용수목적에 적합하게 사용될 수 없는 경우를 말한다. 지하수 오염은 지표수와는 달리 오염의 감지가 어려우며, 오염원 및 오염경로가 다양하여 관측에 어려움이 따르며 정화처리에 비용이 많이 들 뿐 아니라 장시간이 소요되어 원상복구가 쉽지 않다.

지하수 환경에 악영향을 주는 잠재오염원의 종류는 수없이 많으며 이는 인간의 의도적인 행위나 예기치 않은 사고 또는 무관심에 의해 지하수환경으로 침투, 유입된다. 1987년 미의회기술평가국(OTA)이 분류한 지하수환경의 잠재오염원을 근간으로 하여 현재까지 확인된 국내 지하수 자원의 잠재오염원을 분류하면 6군 35종으로 분류 가능하다. 이를 오염원의 면적에 따라 점오염원과 비점오염원으로 나눌 수 있다.

5-2-1. 점오염원

점오염원은 지하유류 저장탱크에서의 기름누출, 정화조, 위생쓰레기 매립장, 지표저류시설, 폐공 등 오염원임을 확연하게 파악가능한 소규모의 오염원을 말한다. 이러한 점오염원에서 유발된 오염원의 확산범위는 대체로 파악이 용이하다.

주로 주유소등의 유해물질 저장시설이 밀집되어 있는 피산업 주변이나, 대규모 축산영농으로 축산오폐수에 의한 질산성질소 오염이 우려되는 지역으로는 피산업, 연풍면 등 일부지역이다. 연풍면의 지하수 수질시험결과 질산성질소의 평균치는 아직 먹는물 기준 10mg/l 이내인 5.67mg/l로 나타났으며, 추후 지속적인 수질보존이 필요하다.

5-2-2. 비점오염원

비점오염원은 넓은 범위를 점하고 작은 오염원들이 결합하여 하나의 큰 오염원을 이룬다. 따라서 비점오염원의 위치, 형태, 정확한 크기를 파악하는 것은 매우 어렵고 오염의 확산범위를 추정하는 것도 거의 불가능하다. 그러나 오염의 정도 즉 지

하수 내의 오염물질의 농도가 지역에 따라 다르게 나타나므로 이의 추정이 가능하다. 비점오염원에는 농약 및 비료의 살포, 가정에서의 쓰레기 하치시 유발된 질산성질소, 도로제설제, 산성비 등이 이에 속한다.

청천면, 청안면이 상대적으로 넓은 농경지가 분포하여 추후 가축의 분뇨, 비료, 각종 농약등 농업오염원에 가장 취약할 것으로 판단된다.

6. 지하수자원의 부존

6-1. 지하수부존량

지하수 부존량이란 광의로는 대상지역의 지하 지층 공극내에 저류된 물의 총 포장량을 의미하나 부존자원의 이용측면에서 볼 때 포장량 중 산출가능량만을 부존량으로 평가함이 타당하다. 지하수 포장량은 지층중에 포화되어 있는 물의 총량으로 지층의 총 체적에 공극율(porosity)을 곱하여 구해진다. 산출가능 포장량은 공극 안에서 유동할 수 있는 수량을 말하며 이것은 지층의 체적에 유효공극율(effective porosity)을 곱하여 추정할 수 있다.

<표 6-1>은 우리나라 전체에 대한 지하수 총 포장량을 13,240억톤, 산출가능 포장량을 5,450억톤, 그리고 이용가능 포장량을 1,170억톤으로 추정한 자료이다.

<표 6-1> 한국의 지하수 부존량(농진공, 1991)

분포지질별	분포면적 (km ²)	지하수 부존 심도 (m)	지하수 부존량				가용포장량 (재순환가능량)		
			총포장량		산출가능량		재순환율 (%)	지하수량 (억 m ³)	
			공극율 (%)	지하수량 (억 m ³)	유효 공극율(%)	지하수량 (억 m ³)			
합계	98,490			13,240		5,450		1,170	
육 지 부	계	96,670			13,140		5,380		1,160
	충적층	(27,380)	3	35	280	14.2	110	14.2×1	110
	화성암	31,820	200	1	630	0.5	310	0.5×1/5	60
	퇴적암	28,780	800	5	11,510	2.0	4,600	2.0×1/5	920
	변성암	36,070	200	1	720	0.5	360	0.5×1/5	70
제주도(화산암)	1,820	400	3.5	100	2.5	70	2.5×1/5	10	

<표 6-1>에서 총적층 분포면적은 암반 분포면적과 중복되어 ()로 표시되어 있으며 총적층의 지하수 부존심도는 전국 총적층 평균심도에서 평균 자연수위를 뺀 값이다. 암석층의 특성에 따라 지하수 부존심도를 200~800m로 보았으며 평균 공급율을 1~5%로, 평균 유효공급율을 0.5~2.0%로 적용하였다. 이것은 안전율을 감안하여 최소값을 선택한 것으로서 학자에 따라서는 암석별 공급율을 이 보다 크게 적용하여 지하수 총 포장량을 15,448억톤(한정상, 1993)으로 추정할 예도 있다.

<표 6-1>에서 보는 바와 같이 산출가능 포장량, 즉 지하수 부존량을 포장량의 40% 정도로 계상하고 이중에서 약 20% 정도만 이용 가능량으로 추정하고 있는데, 이것은 지하수를 취수 이용하는 데는 기술적 경제적 한계가 있을 뿐 아니라 지하수가 재생 가능한 순환자원이므로 순환 가능한 범위내에서 이용량을 결정하는 것이 바람직하기 때문이다. 그러나 이것은 총체적인 이용 가능범위를 추정한 것이며 실제 재생가능량은 지하수 함양량에 의하여 결정된다고 볼 수 있다.

지하수 함양량은 다음과 같다.

$$\text{지하수 함양량} = \text{부존지역 면적} \times \text{연 평균 강우량} \times \text{지하수 함양율}$$

지하수는 강수에 의한 순환수로 지하수 공급지역의 강수가 지하에 침투하고 이동하여 다시 지상으로 용출되는 순환수로, 지하수의 부존량은 일정한 지역에 함유된 지하수의 총량을 의미하며 실질적으로 하부경계 추정이 가능한 총적층 지하수는 결정될 수 있으나 암반층의 부존량은 개발 가능심도에 따라 부존량이 상당한 차이를 보일 수도 있다.

괴산군 지역의 지하수 부존량을 추정함에 있어 이 지역의 소유역별 수문지질단위를 기준으로 유역의 강우 함양계수를 이용하여 지하수부존량을 산출하였다.

6-2. 지하수개발가능량

6-2-1. 안정채수량

지하수를 개발하면 자연상태에 어느 정도의 변화가 초래된다. 따라서 주변의 환경에 크게 영향을 주지 않는 범위내에서 지하수 개발가능량을 적정 개발가능량이라고 할 수 있다. 지하수문학에서는 적정개발 가능량을 소위 안정채수량(Safe Yield)이라 부르는데, 이것은 지하수역(Groundwater basin)의 주어진 관리 조건하에서 지하수를 양수할 때 부정적 영향이 발생치 않는 범위내에서 항구적으로 이용할 수 있는 채수량이라고 정의된다.

부정적 영향이라 함은 다음과 같다.

가. 지역내 지하수 부존량의 점진적 감소

나. 지하수의 수질저하

다. 지하수위 저하에 따른 비경제적 양수

라. 지하수위 저하에 의한 지반침하

마. 기존시설에 대한 우물간섭

이러한 지하수 개발가능량은 광역적인 단위로 지하수의 관리와 개발·이용계획 수립에 필수적인 기본지표이다. 따라서 지자체는 합리적인 지하수이용 및 보존 계획을 수립하기 위하여 해당 지역내의 지하수 개발가능량을 산정할 필요가 있다.

6-2-2. 지하수 개발가능량 산정방법

지하수 개발가능량을 정확히 산정하기 위해서는 기상, 수문, 지질자료 등과 같은 지하수관련자료가 많이 필요하나, 현실적으로 관련자료의 부족으로 정확한 산정은 어려운 실정이다. 지하수 개발가능량의 대표적인 방법으로는 통계적 방법, 지하수위자료 분석법, 해석적 방법, 물수지방법, 기저유출방법등이 있으나 각각의 방법들은 장,단점이 달라 가용자료로 사용할 때 적절한 방법의 검토가 필요하다.

<표 6-2> 기존의 지하수 개발가능량 산정결과 비교

연구자 또는 기관	추정량 (억㎥/년)	연평균 강우량에 대한 비율(%)	추정방법	사용용어
선우중호	100~150(전국)	7.9~11.8	물수지법	적정개발가능량
최 병 수	205(전국)	16.0	물수지법	지하수함양량
	143	11.3	함양량의 70%	경제적 지하수 이용가능량
수공/한자연	134.3(전국)	10.6	물수지법, 유역별 적정개발 가능량 분석	적정개발가능량
한정상,이천복	228(전국)	18.0	물수지법	지하수함양량
수공/한자연	193.9(전국)	15.3	기저유출량 산정	기저유출량
	131.6	10.7	안전율 70%	적정개발가능량
수공/한자연	186.3(전국)	14.7	Ridge regression법	기저유출량
	132.7	10.3	안전율 70%	적정개발가능량
이 동 율	64.8(5대강)	7.8	지하수감수곡선 이용 (5대강유역 갈수기)	지하수함양량

'96년 건설교통부에서는 5대강유역 관측소별 수문자료를 이용, 기저유출분리 방법 방법으로 각 유역별 평균 강우함양계수를 다음과 같이 산정해 놓았다.

<표 6-3> 5대강 유역별 평균 강우함양계수

유역	한강	낙동강	금강	영산강	섬진강
평균강우 함양계수 α (%)	12.1	10.2	12.4	7.2	8.0

※ 지하수관리 기본계획(1996.건설교통부)

소유역에 대한 지하수 개발가능량을 정확히 산정하는 것은 원칙적으로 소유역별 물수지분석 등을 이용하여야 하지만 현실적으로 분할된 소유역에 대한 유출수문곡선등과 같은 각종 수문자료의 부족으로 본 조사에는 지하수 개발가능량을 산정하기 위하여 소유역 면적, 강수량, 5대강의 평균 강우함양계수등을 이용하는 간접적인 방법을 사용하였다. 즉 소유역개념에 의한 본지구의 지하수함양량은 다음과 같이 산정된다.

$$\text{연간 함양량} = \text{금강과 한강의 평균 강우함양계수} \times \text{연평균 강수량} \times \text{지구면적}$$

$$\therefore \text{연간 함양량} = 12.25\% \times 1.1748\text{m} \times 841.89 \times 10^6\text{m}^2 = 121.15 \times 10^6\text{m}^3$$

한편 지질층서별 분포면적에 비례한 방법으로 지하수개발 가능량을 분석해보면 다음과 같다.

<표 6-4> 암종별 지질층서별 분포면적

암종별	면적(km ²)	분포비(%)	공극율(%)
계	841.89	100	
화성암	401.58	47.7	1
변성퇴적암	396.53	47.1	3
퇴적암(석회암등)	43.78	5.2	5

※ 공극율은 한국의 지하수부존량(농진공, 1991) 자료 참조

암반층 지하수부존량 계산은 개발가능 심도의 적용 값에 따라 다양한 값이 산출될 수 있다. 이번조사에서는 평균 암반관정의 심도를 100m로 보고 부존량을 산출하였으며 조사지역의 암종별 공극율을 적용하였다.

- 유역면적 : 841,885,790m²
- 암반대수층 평균 두께 : 100m - 11.1m = 88.9m

- 공극율 : $0.477 \times 0.01 + 0.471 \times 0.03 + 0.052 \times 0.05 = 0.0215$
- 대수층 체적 : $841,885,790 \times 88.9 = 7.48 \times 10^{10} \text{ m}^3$
- 부존량 : $7.48 \times 10^{10} \text{ m}^3 \times 0.0215 = 16.08 \times 10^8 \text{ m}^3 \approx 16 \text{ 억 m}^3$

암반층 지하수개발가능량은 암반층 지하수부존량의 10%를 적용하면 약 1.6억 m^3 이다. (21세기 농어촌지역 용수공급 및 개발보전 세미나, 농어촌진흥공사, 1991)

앞서 산정한 강우함양계수법과 공극율에 의한 지하수함양량 산정결과는 다소 차이가 있으나 본 조사지역 평균함양량은 1.2~1.6억톤 내외로 평가된다.

여기에서 기이용량 18.3백만톤을 감안하면 101.7백만톤이 향후 개발가능량이다.

6-3. 지하수개발계획

6-3-1. 소요수량 공급방안

본 조사지구의 지하수이용시설은 '97년말 현재 농업용수 2,955공, 생활용수 4,390공, 공업용수 65공으로 총1,834만톤을 이용중에 있다. 향후 급속한 생활환경 향상 및 산업화로 인해 음용수를 포함한 생활용수 이용량의 지속적인 증가가 예상된다.

'97년말 현재 총 인구수는 47,168명이며 이에 대한 생활용수 급수기준(450 ℓ /일/인)에 누수손실량을 감안하여 1인당 480 ℓ /일 기준을 적용해 보면, 생활용수로서 22,641 m^3 /일이 필요하며, '97년말 현재 생활용수의 이용현황 자료에 의하면 5개 면에서 2,944 m^3 /일의 양이 추가로 필요하다. 향후 생활용수 추가소요수량을 암반관정으로 공급할 경우 산재된 자연부락을 감안하고 공당평균을 100 m^3 /일로 적용하면 약 32공을 추가로 개발하여야 할 것으로 판단된다.

한편, 기존의 수리시설에 의한 몽리구역을 제외한 논에 대한 소요수량 공급방안을 살펴보면 1ha당 단위용수량 80톤을 1년중 100일간을 급수할 경우 총 63,496 m^3 /일의 용수량이 필요하며 이중 15%에 해당하는 양을 지하수로 공급하고 공당평균량을 150 m^3 /일로 적용하면 약 63공을 추가로 개발하여야 한다.

또한 향후 발기반정비사업 예정지구 및 구역면적은 총 36지구, 680ha로서 지하

수암반관정은 65공을 추가로 개발하여야 한다.

6-3-2. 지하수개발계획

본 지구에서 향후 생활용수로 개발하여야 할 지하수관정수는 32개공으로 이는 연차별로 이루어져야 할 사업으로 생활용수 개발사업비를 170백만원/지구로 하였을 때 연차별 개발사업량 및 사업비는 <표 6-5>와 같다.

또한 농업용수로 개발하여야 할 지하수관정수는 논용수 및 밭용수를 포함하여 총 128공이며, 공당 개발사업비를 40백만원으로 하였을 때 약 5,120백만원의 사업비가 필요하다.

<표 6-5> 향후 생활용수 지하수개발 관정수

구 분	소요수량(m ³ /d)	기사용량(m ³ /d)	필요수량(m ³ /d)	소요관정수(공)
계	22,641	50,244	2,944	32
괴 산 읍	5,144	6,071	-	-
감 물 면	1,279	4,471	-	-
장 연 면	1,224	1,486	-	-
연 풍 면	1,697	1,236	461	5
칠 성 면	1,791	408	1,383	14
문 광 면	1,236	876	360	4
청 천 면	3,138	9,230	-	-
청 안 면	2,231	11,495	-	-
사 리 면	1,842	12,652	-	-
소 수 면	1,155	521	634	7
불 정 면	1,904	1,798	106	2

※ 1997년말 현재(괴산군 통계연보)

<표 6-6> 연차별 생활용수 지하수개발 사업량 및 사업비

년도	계	1999	2000	2001	2002	2003	2004이후
사업량 (지구)	32	5	6	5	6	5	5
사업비 (백만원)	5,440	850	1,020	850	1,020	850	850

<표 6-7> 향후 논용수 지하수개발 관정수

전 체 논면적 (ha)	수 리 안전답 (ha)	수 리 불안전답 (ha)	공급계획(톤/일)			소 요 공 수 (150m ³ /일)	비 고
			계	지표수	지하수		
8,066	5,169	2,897	63,496	53,972	9,524	63	

7. 지하수자원 보존관리계획

7-1. 지하수자원 보전·관리

지하수의 합리적인 개발과 지하수자원의 보전·관리를 위해서는 장기적이고, 종합적인 조사와 분석을 요한다. 정기적으로 지하수위, 수온, 수소이온농도(pH), 전기전도도(EC)등 관측자료를 획득하고, 인근 기상관측소의 지표수위 자료와 기상자료를 분석하여 지하수문과 지표수문의 연관성을 연계분석하여, 주변 환경변화를 파악하여야 한다.

측정된 지하수위 자료와 갈수기와 풍수기에 지하수위 상하변화 차이를 이용하여 지하수위 등고선도를 작성한다. 더불어 아래와 같은 사항을 분석예측하여야 한다.

- 풍수기와 갈수기의 지하수위 변화
- 지역별 지하수 동수구배
- 지역별 지하수배출 및 함양 파악
- 지하수 EC 및 pH의 급격한 변화등에 대한 원인 규명 및 원인 파악을 위한 수질검사 실시

지하수자원의 효율적인 관리를 위해서는 지하수, 지표수등의 수문,수리정보 관리와 이와 관련된 제반 지질, 경제, 인문학적 사항등과의 연계성을 파악하여 향후 지하수자원의 변화 예측과 지하수자원의 합리적인 방안이 종합적으로 검토되어야 한다. 특히 지하수의 수위 및 수질변화에 대한 정확한 자료의 분석 및 해석은 지하수자원의 보전관리에 기초가 되는 중요한 정보를 제공한다.

지하수자원의 보전을 목적으로 지하수 모니터링에 의한 지하수의 사용금지 및 규제등은 지하수를 계속 사용하기 위한 필요한 조치이다. 모니터링을 위해서는 사용되고 있는 관정은 다음사항을 정기적으로 계속 측정, 관리하도록 하여야 한다.

관측정이나 상시 사용하고 있는 관정의 자연수위, 안정수위등을 계속적으로 측정하여야 하며, 수위의 변동은 지하수환경변화를 직접적으로 나타내는 것이므로 지하수 보전관리측면에서 가장 기초가 되는 자료이다.

상시 이용관정에 대한 수위관리를 위해서는 지하수위 측정결과 기록을 철저히 하여야 하고 수위관측관 미설치 관정에 대하여 우선적으로 수위관측관을 설치하여야 한다. 급격한 수위강하나 수위상승은 대수층의 손실을 줄 수 있으므로 이러한 지하수 재해 및 장애를 미연에 방지토록 하여야 한다.

한편, 지하수 이용시 가장 중요한 사항은 수질이다. 지하수수질은 저류체의 특성에 의하거나 지하로 침투하는 물과 같이 혼합하는 성분에 의하여 결정되며, 대수층 성질과 지하수의 함양, 유동, 유출과정을 통하여 공간적·시간적으로 변화가 일어난다. 이때 오염물질이 흡입되면 수질오염이 진행된다.

농어촌지역의 지하수오염은 폐기물의 방치, 매립처분, 오염된 지표수의 유입, 농약, 비료사용등이 주요 원인이다. 오염물질은 지하에서 이동속도가 매우 느리기 때문에 지하수오염은 국지적인 현상을 보이며, 오염의 특징에 따라 장시간에 걸쳐 진행된다. 지하수 수질관리를 위해서는 이용관정, 관측정의 수질을 계속적으로 측정하고 기록함으로써 지속적인 수질관리가 이루어지도록 하여야 한다.

지하수 수량관리를 위해서는 지하수 저장체인 대수층은 한정된 용기로 생각할 수 있으므로 이 저장체에 함유되어 있는 지하수는 이용가능한 즉 배출될 수 있는 지하수양에 한정된다. 이 한계를 넘어서면 지하수위 저하에 따른 수량감소, 지반 침하, 대수층의 파괴등이 일어나 지하수 포장체에 막대한 피해가 일어난다. 상시 이용관정이나 관측정에서 지하수를 양수할 때에는 지하수 사용량을 철저히 기록하여야 하고, 이때 기록되는 것은 단위 시간당 양수량 혹은 일정기간 동안의 사용량 등이 있을 수 있으므로 기록에 대한 통일도 있어야 한다.

8. 결 언

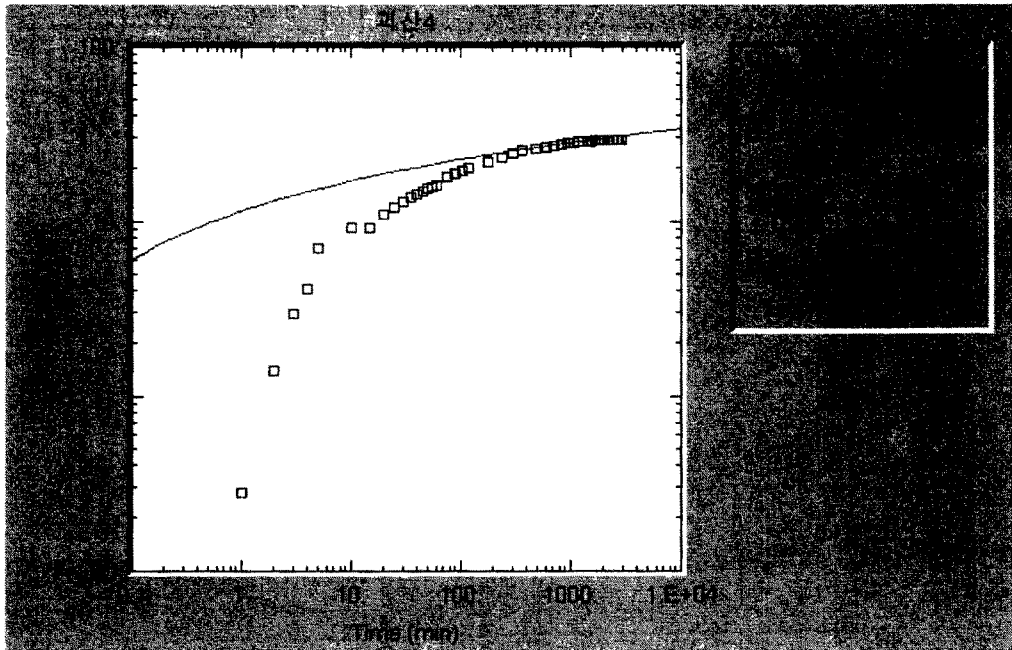
1. 본 조사지역은 충청북도 괴산군 전역인 841.89km²에 대해 광역수맥조사를 2차년도에 걸쳐 수행하였다.
2. 본 지역의 지형은 대체로 지구동측의 속리산을 중심으로 한 산악 및 구릉지형으로 되어 있으며, 지질은 주로 옥천층군의 고기 변성퇴적암류가 본역 전반을 덮고 있으며, 보은을 중심으로 한 중생대 쥬라기에 관입한 보은화강암과 백악기에 관입한 감섬석화강암 및 반암류, 그리고 하천 주변의 충적층이 분포하고 있다.
3. 본 지구에서는 충적층을 대상으로 한 소형관정 및 지하수(충적관정 포함) 시설 포함 총 7,412공이 '97년도말 현재 설치되어 18,339,254m³/년의 지하수를 사용하고 있다.
4. 본 지역에 대한 수질오염상태를 파악코자 지하수시료 50점을 채취 시험한 결과, 먹는물 기준에 비교하여 볼 때 몇 지점을 제외한 전체 조사지역이 비교적 오염도가 낮은 것으로 판정되었다.
암반지하수는 화강암층에서 흔히 관찰되는 불소함량도 7개지점을 제외한 대부분의 지점에서 먹는 물 기준 이내의 결과가 나타났다.
지하수부존가능성이 비교적 높은 지층은 전반적으로 볼 때 풍화대가 깊게 발달하고 있는 지층과 풍화암대와 암반층 접촉부위, 암반내 파쇄대등의 지질구조대 등이다.
5. 본 조사지역의 지하수함양량은 강우함양계수에 의한 방법과 지질층서별 공극을 적용법의 평균을 산정한 결과 1.2~1.6억톤/년으로 추정된다.
6. 본 지구의 원활한 생활용수공급을 위해서는 향후 2,944m³/일의 수량이 필요하고 이는 암반관정 32공을 추가 개발하여야 할 것이며, 농업용수공급을 위해서는

128공의 암반관정이 추가로 개발되어야 할 것으로 판단된다.

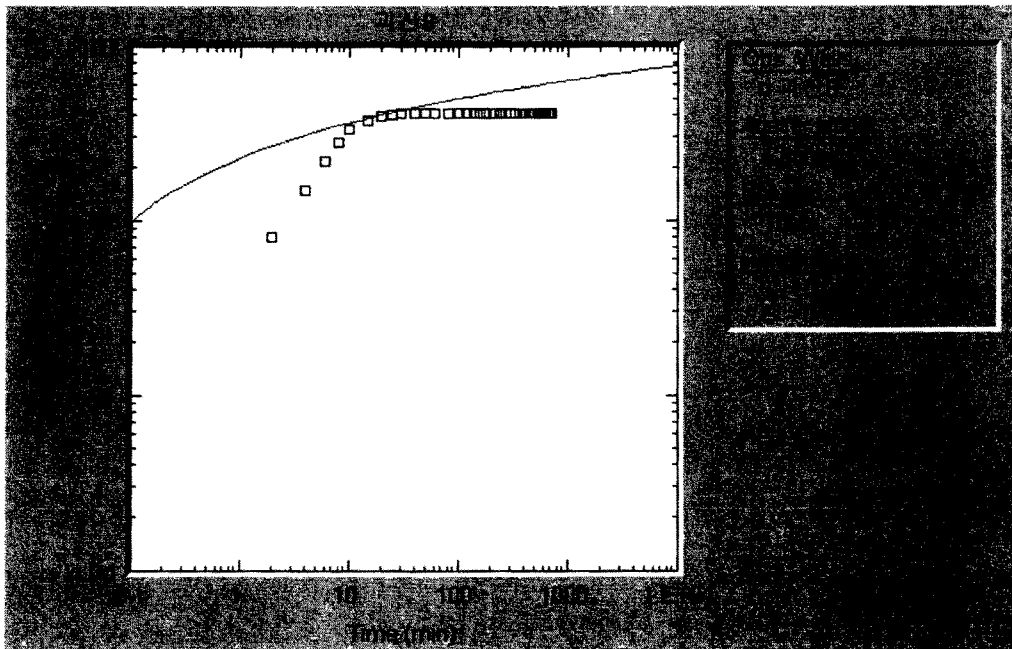
7. 적절한 지하수관리 및 보존대책을 위해서는 기존 사용관정의 정기적이고 장기적인 수위, 수량, 수질의 감시 및 관리가 선행되어야 하며, 기존의 노후관정이나 폐기방치된 관정의 적법한 조치가 필요하다.

<부 록>

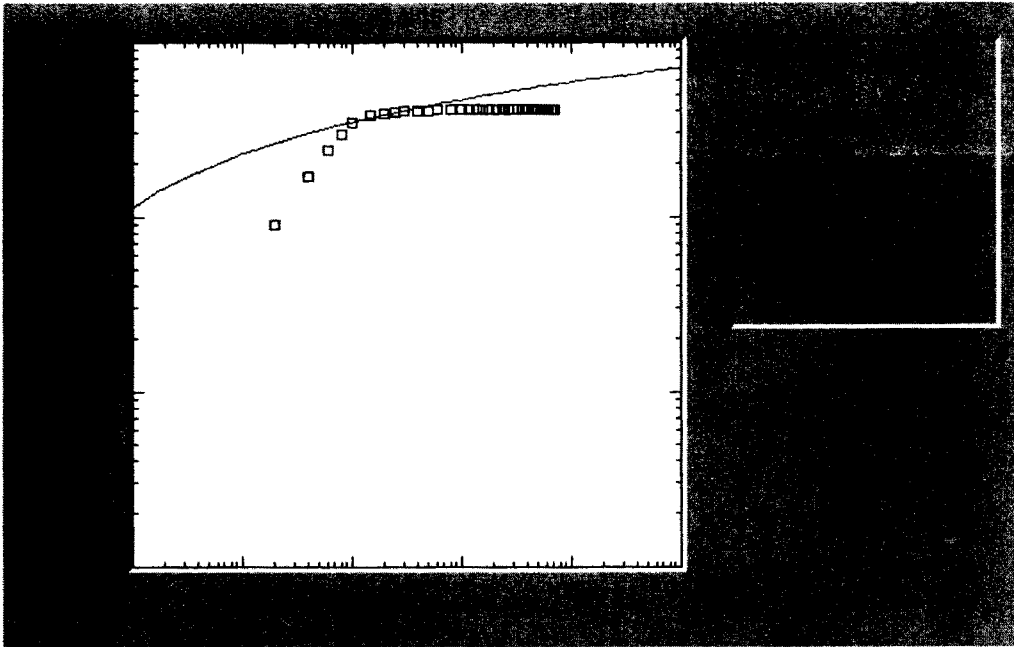
여 백



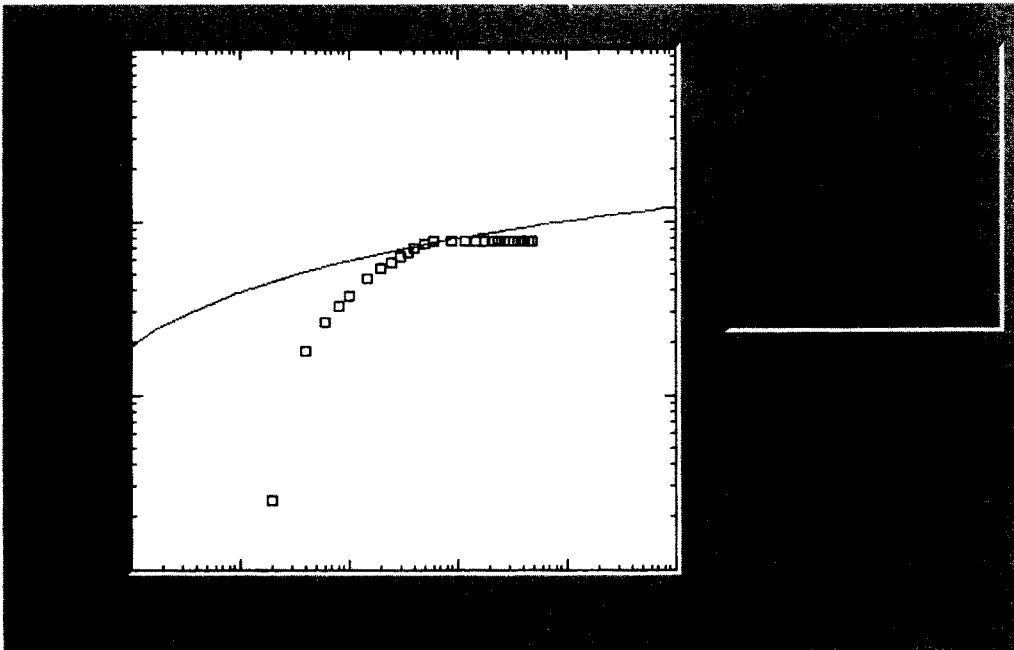
< D - 31호공 AQTESOLV를 이용한 양수시험결과 >



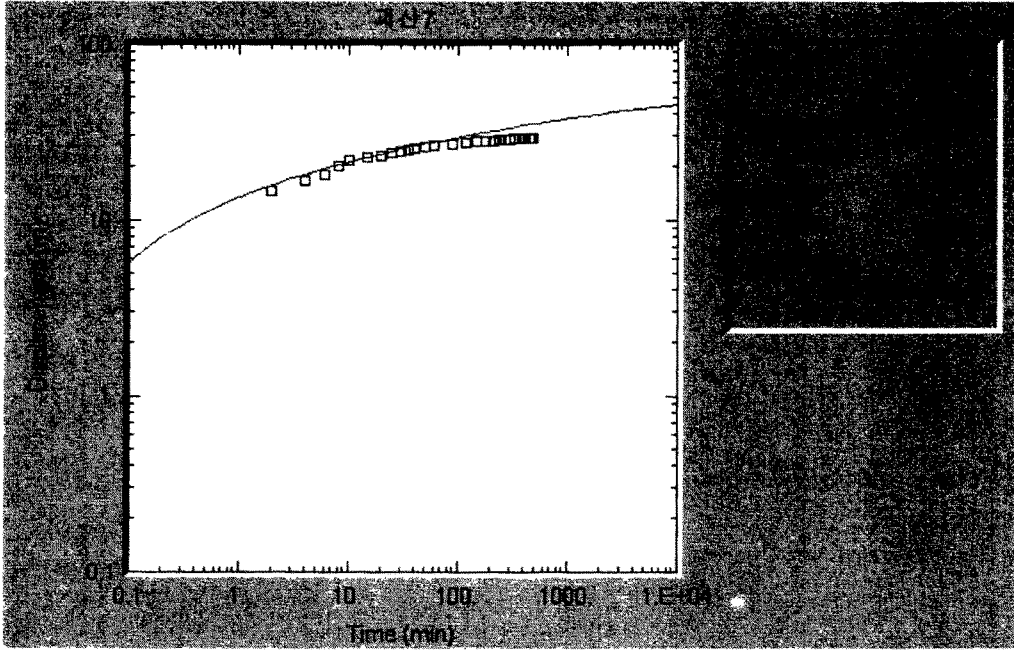
< D - 35호공 AQTESOLV를 이용한 양수시험결과 >



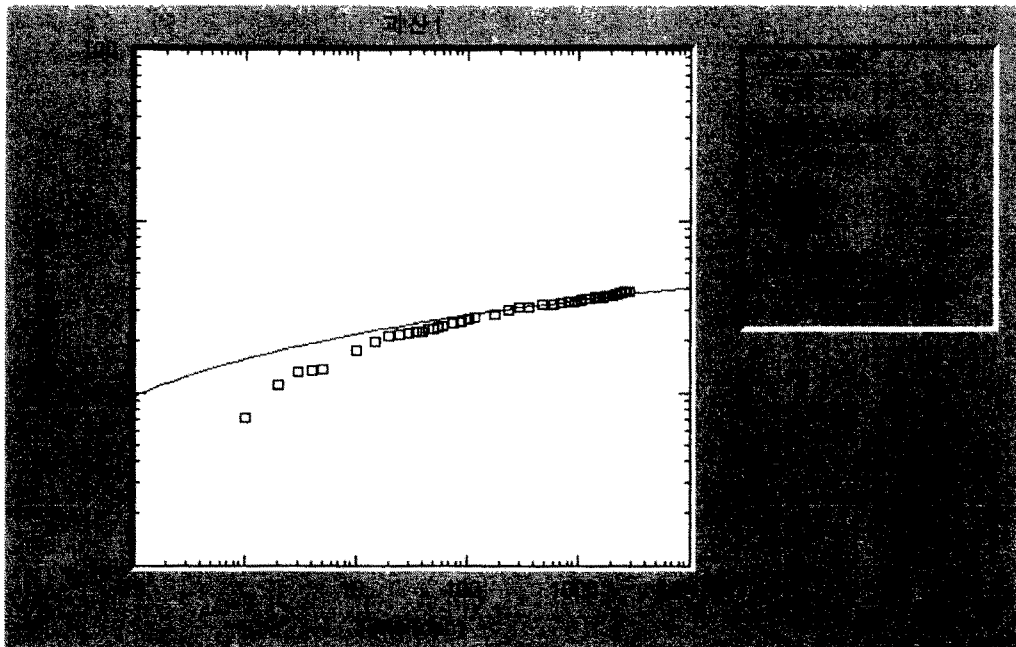
< D - 38호공 AQTESOLV를 이용한 양수시험결과>



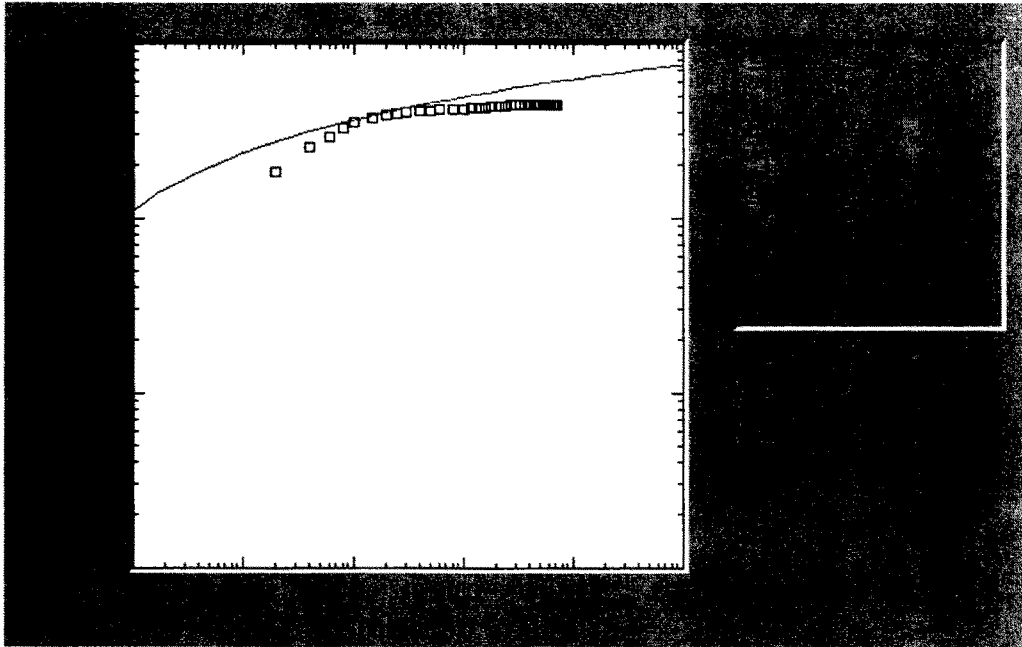
< D - 39호공 AQTESOLV를 이용한 양수시험결과>



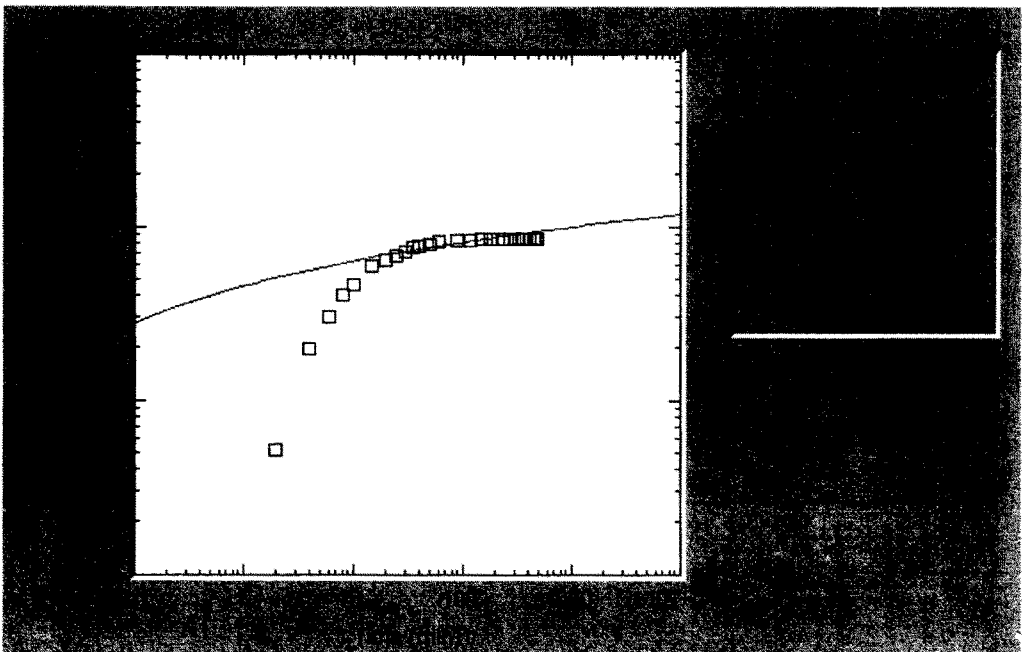
< D - 53호공 AQTESOLV를 이용한 양수시험결과>



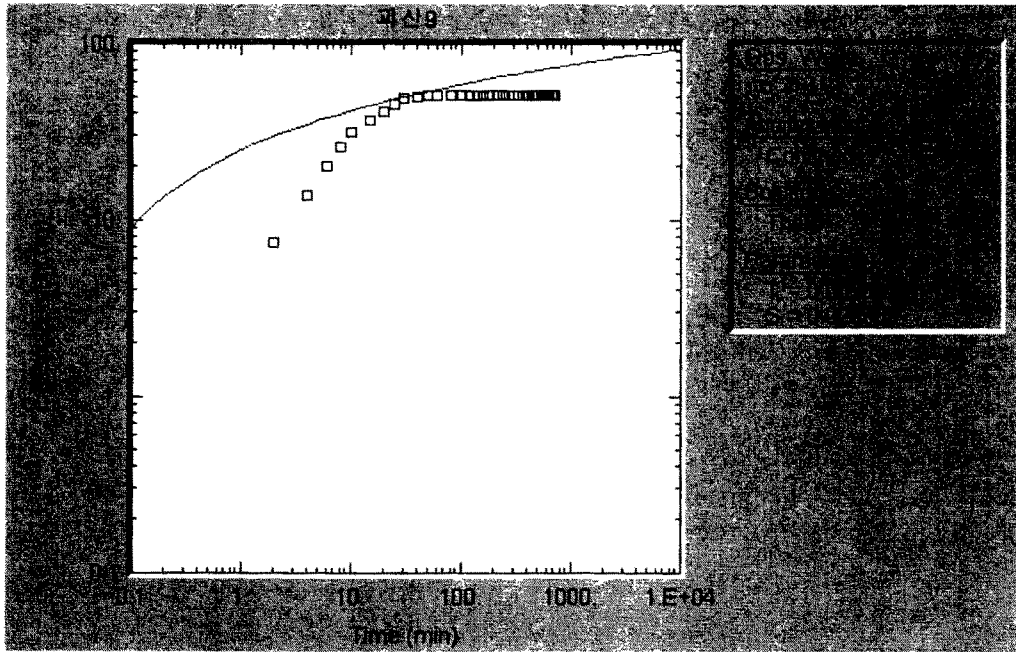
< D - 57호공 AQTESOLV를 이용한 양수시험결과>



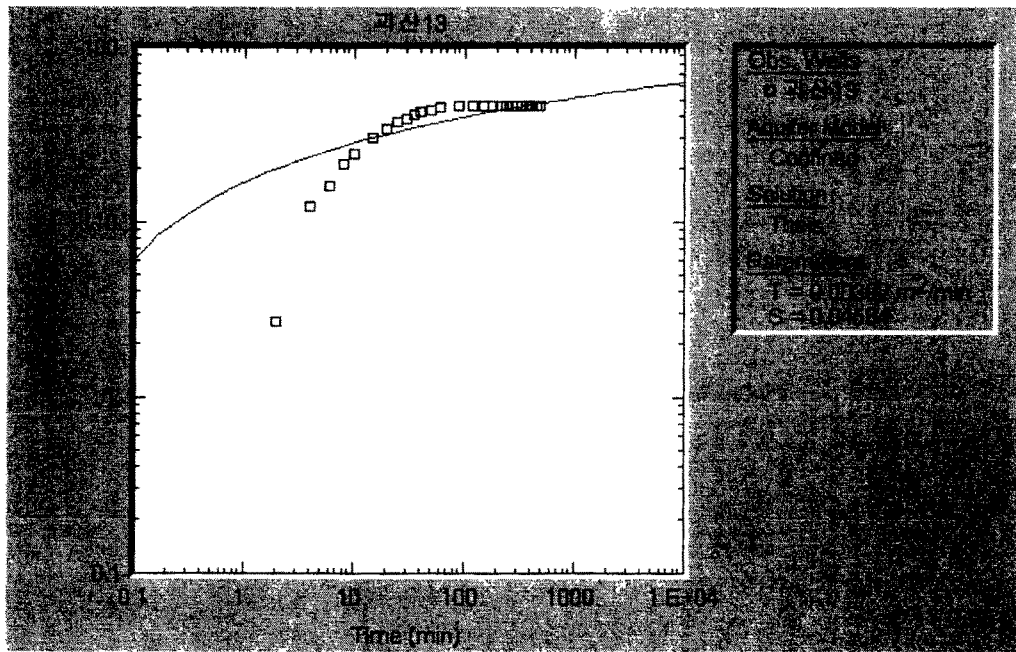
< D - 80호공 AQTESOLV를 이용한 양수시험결과>



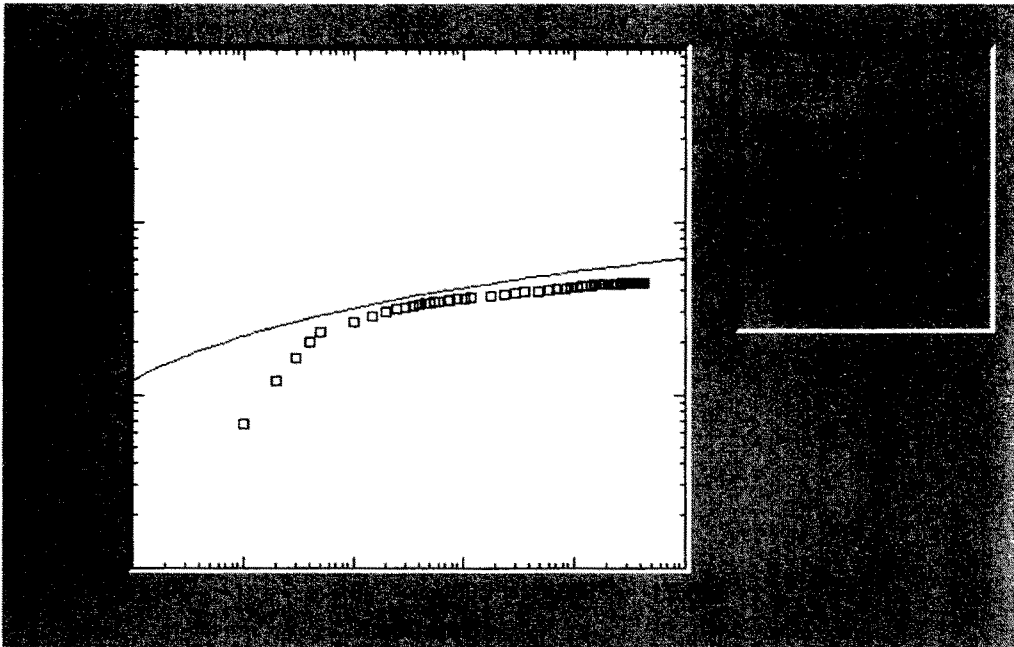
< D - 94호공 AQTESOLV를 이용한 양수시험결과>



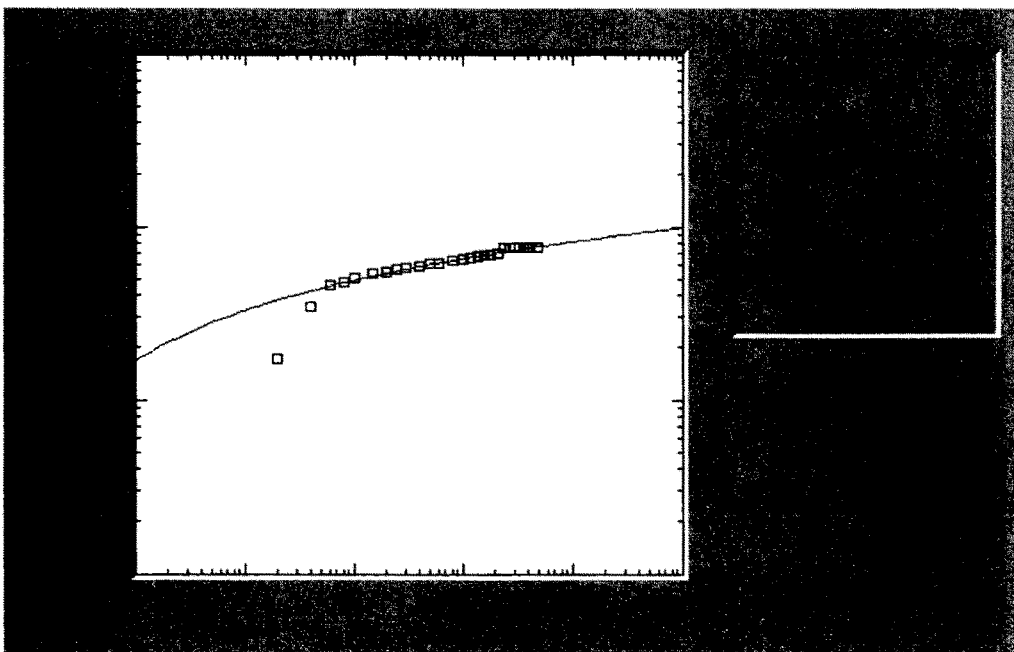
< D - 95호공 AQTESOLV를 이용한 양수시험결과 >



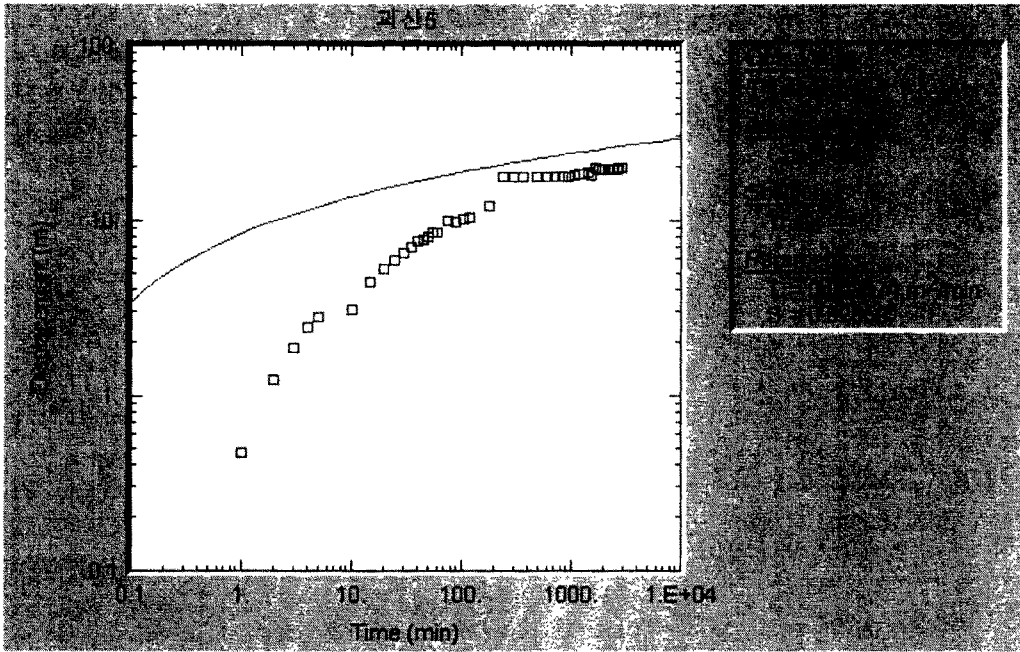
< D - 112호공 AQTESOLV를 이용한 양수시험결과 >



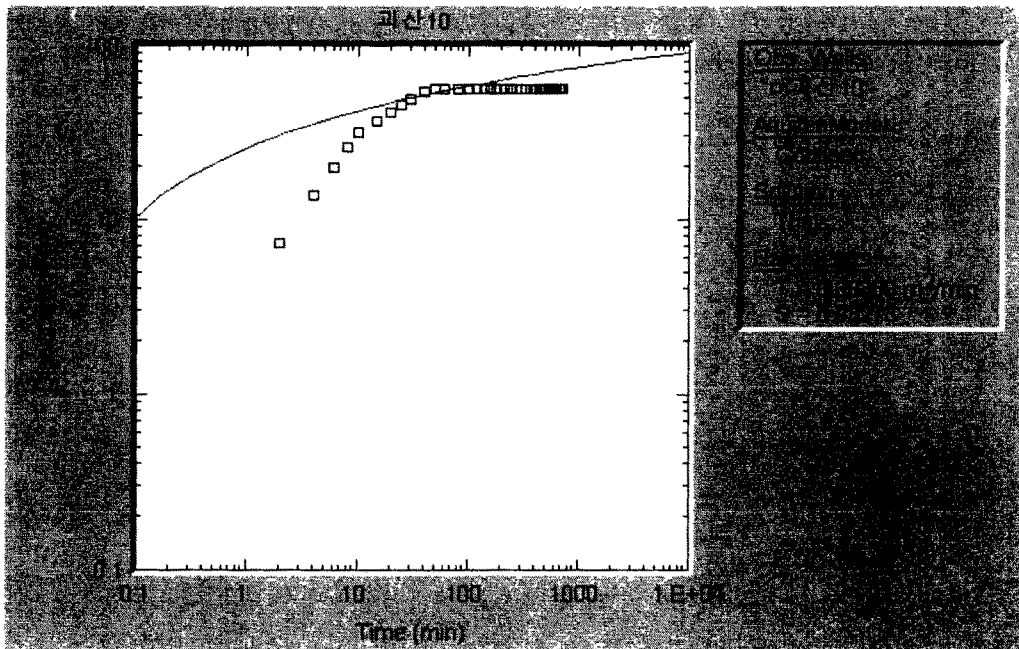
< D - 115호공 AQTESOLV를 이용한 양수시험결과>



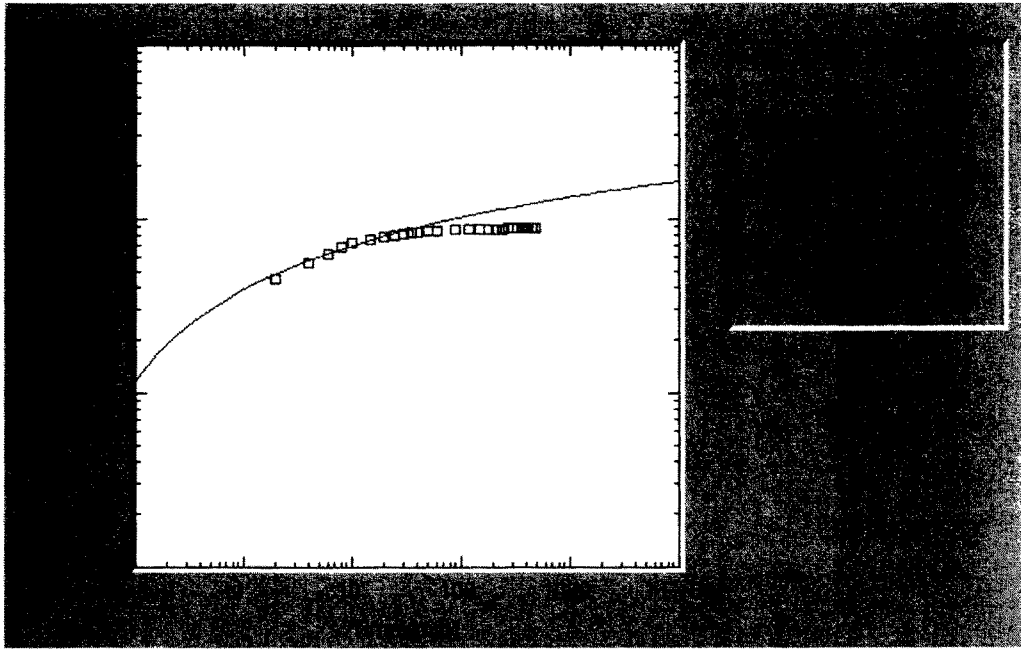
< D - 127호공 AQTESOLV를 이용한 양수시험결과>



< D - 176호공 AQTESOLV를 이용한 양수시험결과 >



< D - 182호공 AQTESOLV를 이용한 양수시험결과 >



<D - 195호공 AQTESOLV를 이용한 양수시험결과>

괴산군광역수맥조사보고서

1999년 12월 일 발행

발 행 : 농림부, 농어촌진흥공사

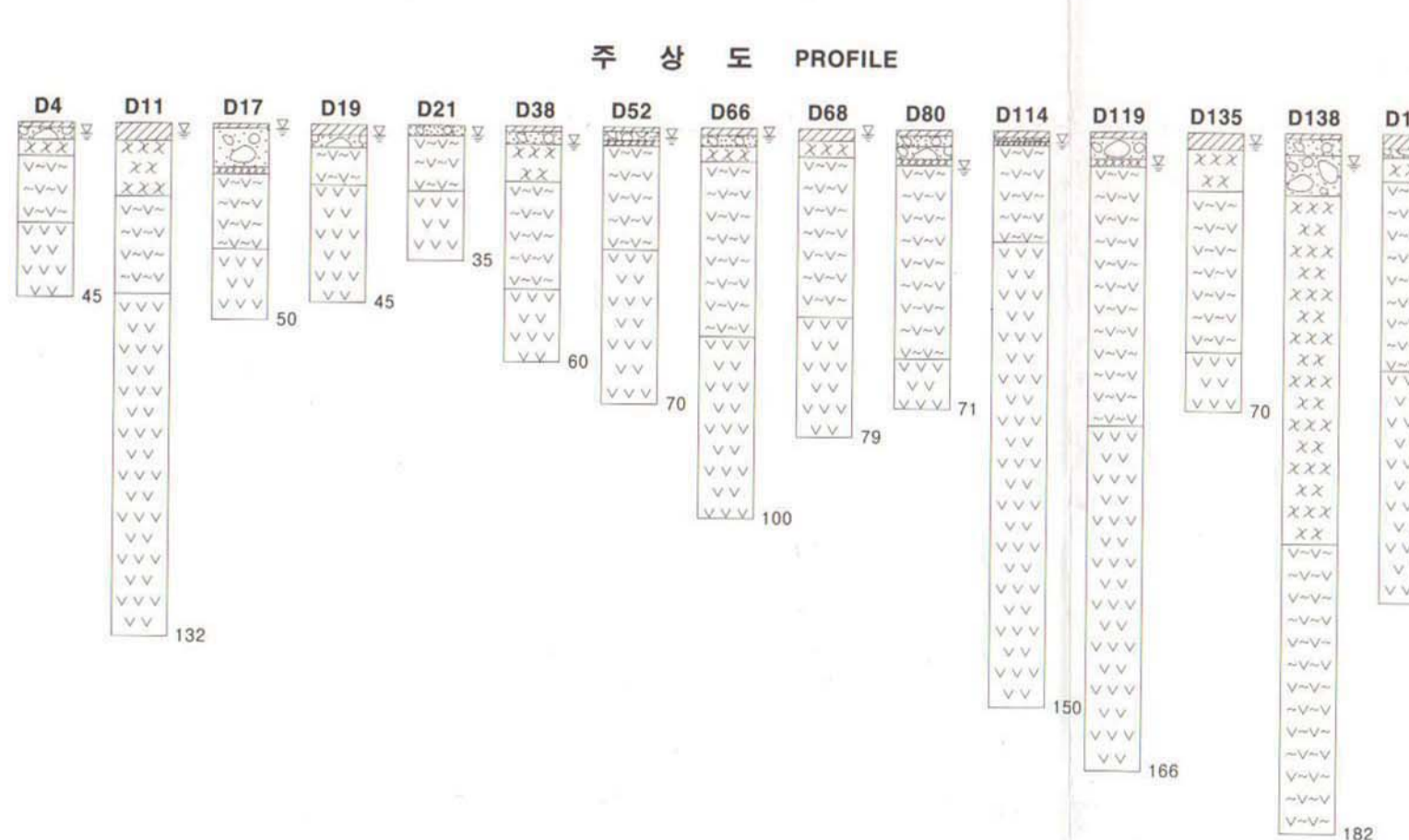
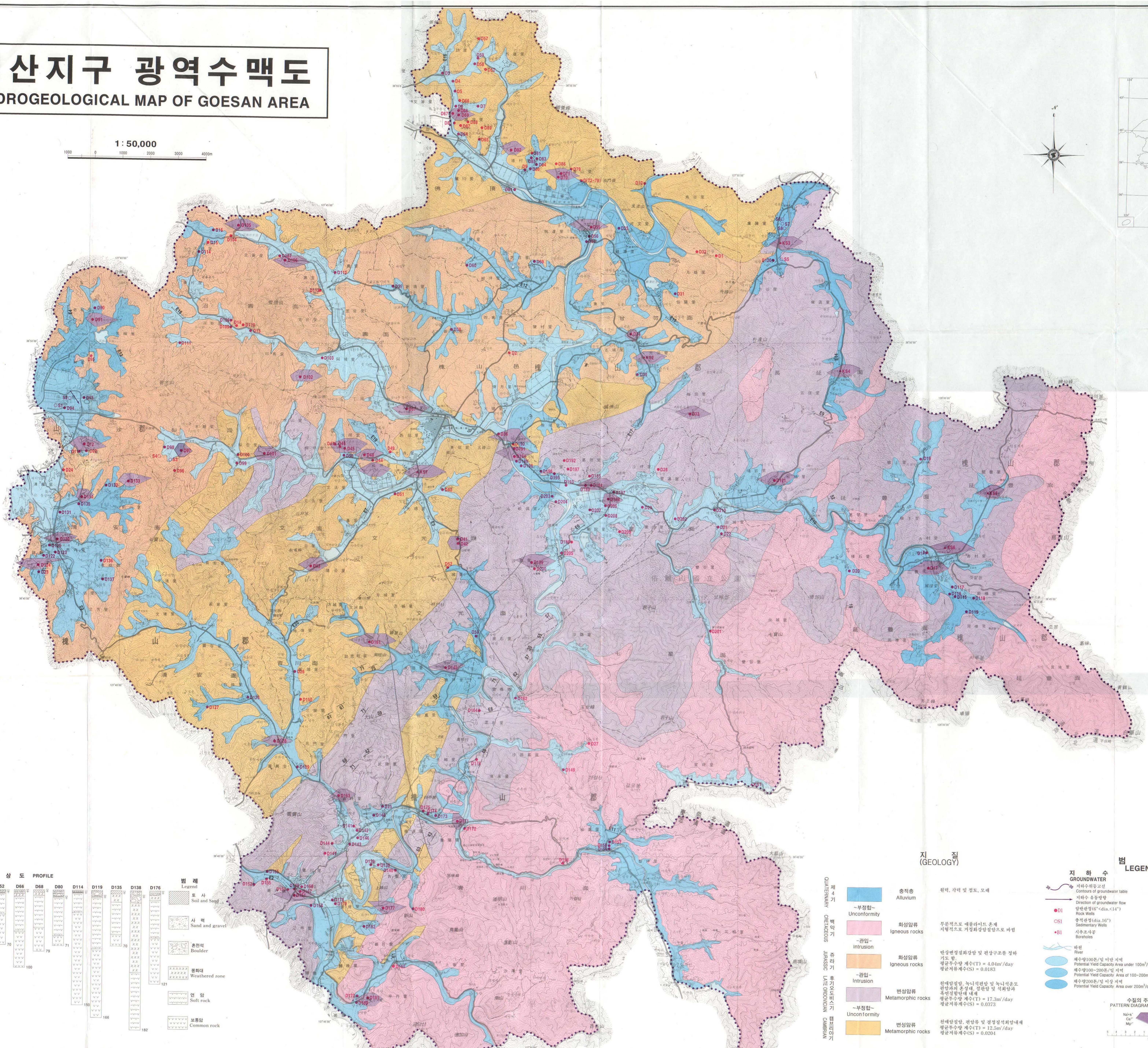
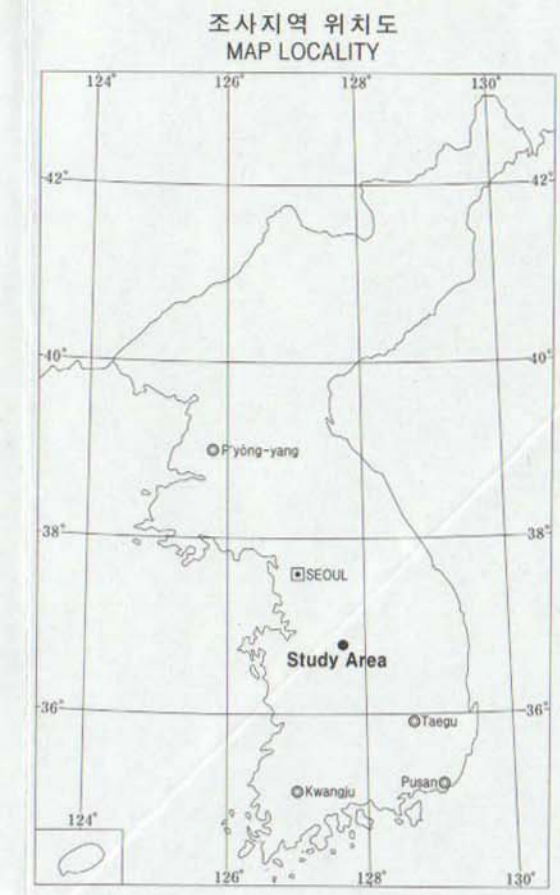
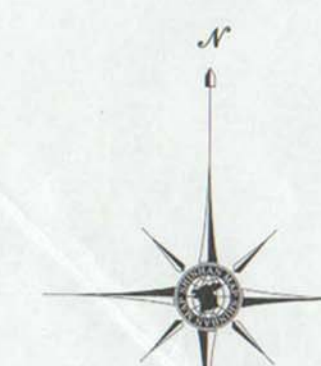
편 집 : 농어촌진흥공사

인 쇄 : (주) 범 신 사 (02) 720-9786~9

괴산지구 광역수맥도

HYDROGEOLOGICAL MAP OF GOESAN AREA

1 : 50,000



범례
Legend

	토사 Soil and Sand
	사석 Sand and Gravel
	혼진석 Boulder
	풍화대 Weathered zone
	연암 Soft rock
	보통암 Common rock

지질 (GEOLOGY)		지하수 (GROUNDWATER)		범례 (LEGEND)	
	충적층 Alluvium		지하수 유동방향 Direction of groundwater flow		기암단층 동공선 Contours of Inferred Bedrock
	~부정합~ Unconformity		시추조사구 Boreholes		층리의 주향과 경사 Strike and Dip of Bedding
	화성암류 Igneous rocks		중력관정 (dia. 10") Sedimentary Wells		층리의 주향과 경사 Strike and Dip of Foliation
	~관입- Intrusion		시추조사구 Boreholes		층리의 주향과 경사 Strike and Dip of Bedding
	화성암류 Igneous rocks		하천 River		층리의 주향과 경사 Strike and Dip of Foliation
	~관입- Intrusion		지하수 유동방향 Direction of groundwater flow		층리의 주향과 경사 Strike and Dip of Bedding
	변성암류 Metamorphic rocks		지하수 유동방향 Direction of groundwater flow		층리의 주향과 경사 Strike and Dip of Bedding
	~부정합~ Unconformity		지하수 유동방향 Direction of groundwater flow		층리의 주향과 경사 Strike and Dip of Bedding
	변성암류 Metamorphic rocks		지하수 유동방향 Direction of groundwater flow		층리의 주향과 경사 Strike and Dip of Bedding

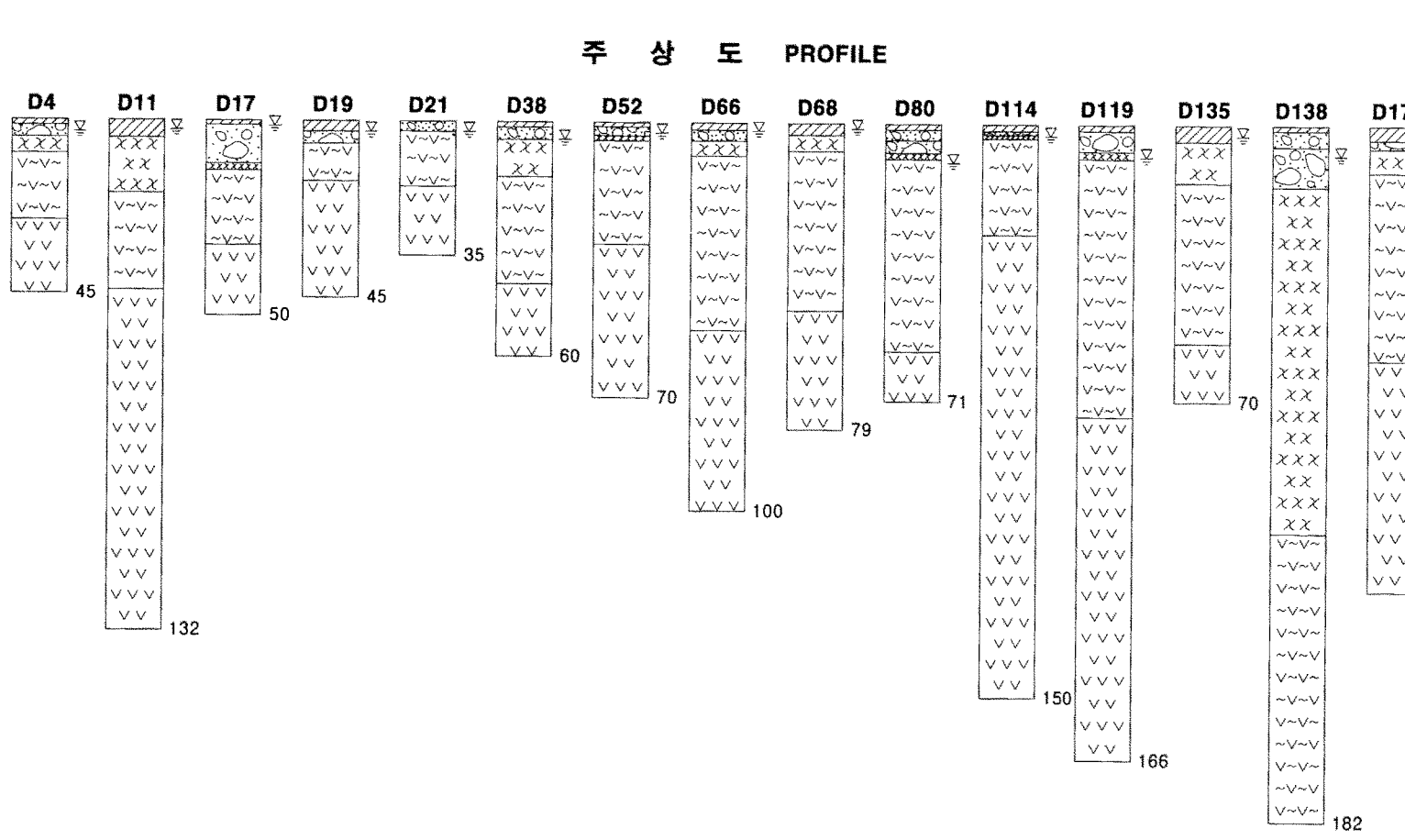
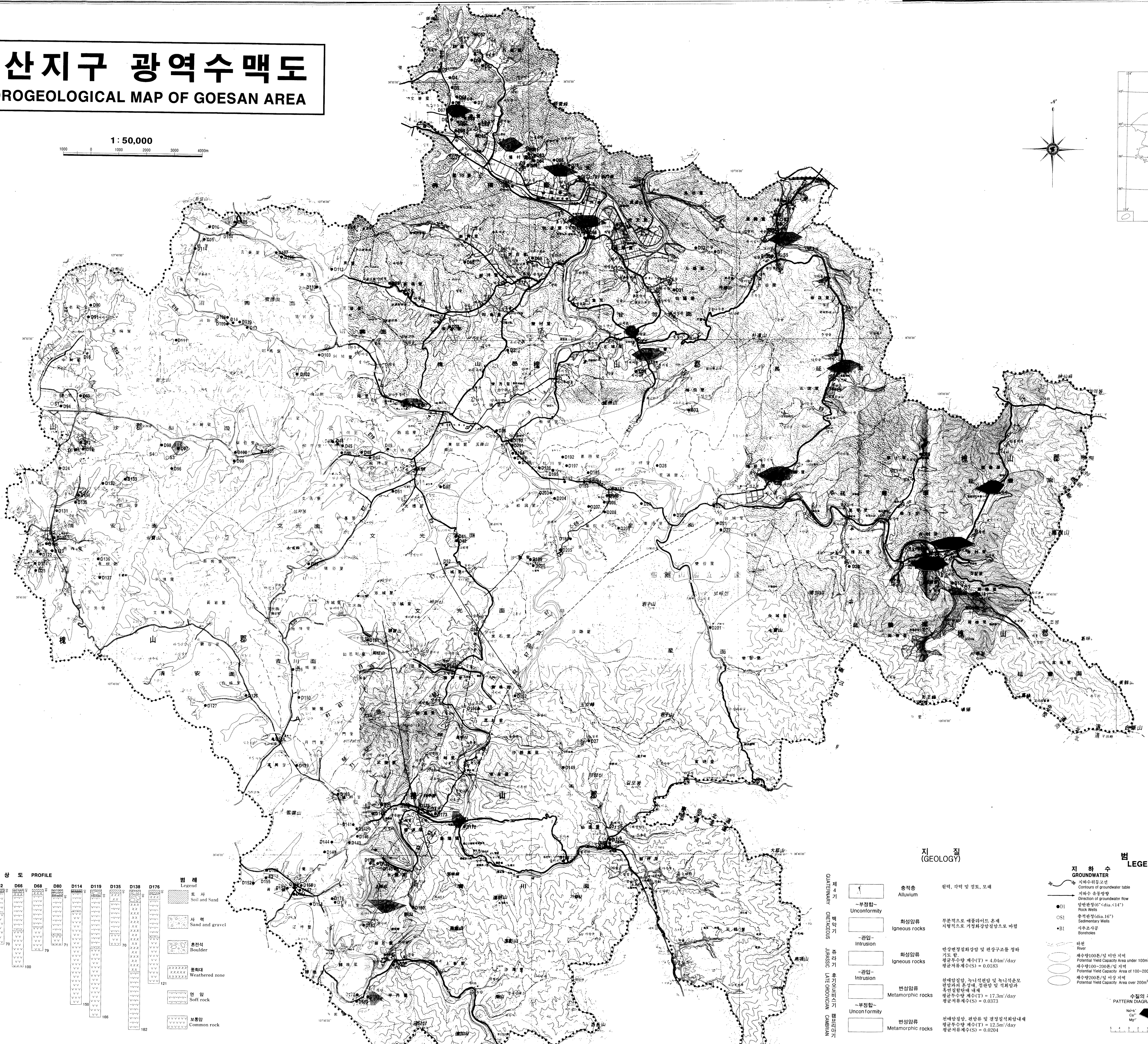
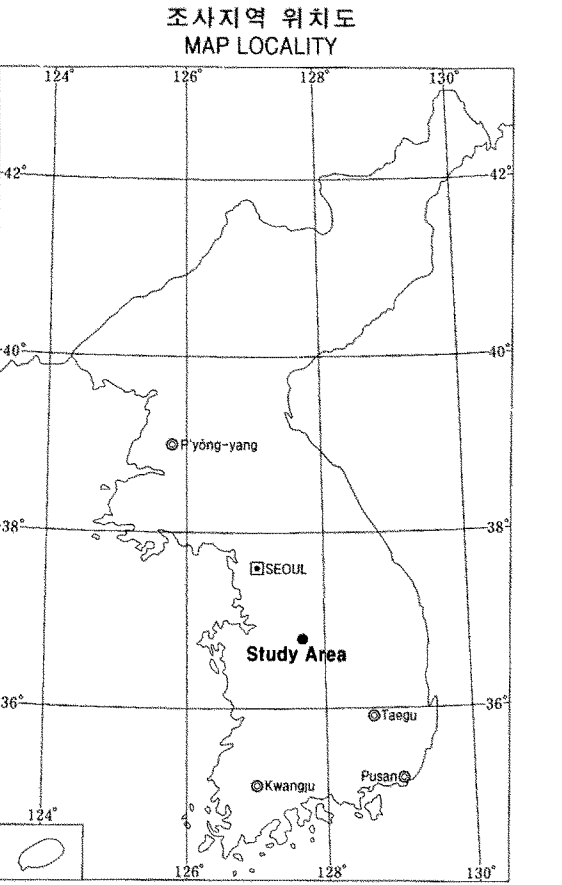
지질구조 (GEOLOGIC STRUCTURE)		수질의 중요성분 비교도 (PATTERN DIAGRAM OF WATER ANALYSIS)	
	단층 Fault		해수량 100%/일 이하 지역 Potential Yield Capacity Area under 100m ³ /day
	관입단층 Inferred Fault		해수량 100~200%/일 지역 Potential Yield Capacity Area of 100~200m ³ /day
	지질경계선 Geologic Boundary		해수량 200%/일 이상 지역 Potential Yield Capacity Area over 200m ³ /day
	기암단층 동공선 Contours of Inferred Bedrock		수질의 중요성분 비교도 PATTERN DIAGRAM OF WATER ANALYSIS
	층리의 주향과 경사 Strike and Dip of Bedding		Ca ⁺⁺
	층리의 주향과 경사 Strike and Dip of Foliation		Mg ⁺⁺
	지질조사선 Geophysical Survey Line		SO ₄ ⁼⁼
	연구지역 경계 Boundary of Study Area		Cl ⁻
			NO ₃ ⁻
			Fe ⁺⁺
			Mn ⁺⁺
			Hardness

1. 대한민국지질연구소 2000-87호 (2000년 4월 11일)
2. 본 지도는 국립지리원 발행 1:50,000지도를 토대로 작성하여 편집 제작한 것임.

괴산지구 광역수맥도

HYDROGEOLOGICAL MAP OF GOESAN AREA

1 : 50,000



범례
Legend

- 토사 Soil and Sand
- 사질 Sand and gravel
- 중모암 Boulder
- 풍화대 Weathered zone
- 연암 Soft rock
- 보통암 Common rock

지질 (GEOLOGY)

충적층 Alluvium	원력, 각력 및 점토, 모래
~부정합~ Unconformity	
화성암류 Igneous rocks	부분적으로 세립암질로 분재 지향적으로 거정화강암질으로 바뀜
-관입- Intrusion	
화성암류 Igneous rocks	반상변질화강암 및 편상구조를 갖는 것도 있음 평균투수율 계수(T) = 4.04m ² /day 평균저류계수(S) = 0.0183
-관입- Intrusion	
변성암류 Metamorphic rocks	천매암질인, 중-저변질 및 녹니석으로 편암화 된 상태. 밀암 및 최외암과 후변질암내 내
~부정합~ Unconformity	
변성암류 Metamorphic rocks	천매암질인, 관암류 및 결정질화강암내에 평균투수율 계수(T) = 12.5m ² /day 평균저류계수(S) = 0.0204

범례
LEGEND

지하수 (GROUNDWATER)

- 지하수위등고선
Contours of groundwater table
- 지하수 유동방향
Direction of groundwater flow
- 관정(φ 6" dia. < 14")
Rock Wells
- 관정(φ 16")
Sedimentary Wells
- 시추조사정
Boreholes
- 하천
River
- 계수율 100% 이하 지역
Potential Yield Capacity Area under 100m²/day
- 계수율 100~200m²/일 지역
Potential Yield Capacity Area of 100~200m²/day
- 계수율 200m²/일 이상 지역
Potential Yield Capacity Area over 200m²/day

지질구조 (GEOLOGIC STRUCTURE)

- 단층
Fault
- 가압단층
Interted Fault
- 지질경계선
Geologic Boundary
- 관정선
Contours of Inferred Bedrock
- 층의 중첩과 경사
Strike and Dip of Bedding
- 층의 중첩과 경사
Strike and Dip of Foliation
- 구조선
Geological Survey Line
- 연구지역 경계
Boundary of Study Area

수질의 주요성분 비교도
PATTERN DIAGRAM OF WATER ANALYSIS

Na+K, Ca²⁺, Mg²⁺, SO₄²⁻, Cl⁻, HCO₃⁻

1. 대한민국지질조사원 2000-07호 (2000년 4월 11일)
2. 본 지도는 국토지리원 발행 1:50,000지형도를 사용하여 편집 제작한 것임.