

551.46  
L293 7  
1998

# 진안군광역수맥조사보고서

1998

농림부  
농어촌진흥공사

# 목 차

1. 서 언 .....	9
2. 조사개요 .....	10
2-1 조사목적 .....	10
2-2 조사내용 .....	10
3. 일반현황 .....	12
3-1 위치 및 행정구역 .....	12
3-2 토지이용 현황 .....	12
3-3 인구현황 .....	13
3-4 산업현황 .....	16
3-4-1 농업 .....	16
3-4-2 축산업 .....	17
3-4-3 임업 .....	18
3-4-4 광업 .....	19
3-4-5 공업 .....	19
4. 지하수 이용실태조사 .....	20
4-1 지하수법상 신고시설 .....	20
4-2 지하수 개발·이용규모 .....	24
4-2-1 지하수 시설현황 .....	24
4-2-2 행정구역별 지하수 이용현황 .....	24
4-2-3 지하수 시설의 개발연도별 현황 .....	30
4-2-4 용도별 지하수 이용현황 .....	31
4-2-5 토출구경별 시설 분류 .....	31
4-3 지하수 속성별 이용실태 .....	31
4-3-1 지하수시설 개발 심도별 분류 .....	31
4-3-2 기반암 분포암석별 지하수 이용현황 .....	34
4-4 수계별 지하수개발·이용현황 .....	35
4-4-1 수계분류 및 관정개소 이용량 .....	35

4-4-2 수계별 사용용도별 시설현황 .....	35
4-4-3 수계별 관정심도 .....	37
5. 수문지질조사 .....	38
5-1 지형 및 지질 .....	38
5-1-1 지형 .....	38
5-1-2 지질 .....	39
5-2 물리탐사 .....	44
5-2-1 원격탐사 .....	45
5-2-2 전기비저항탐사 .....	52
5-3 대수성시험 .....	77
5-3-1 양수시험일반 .....	77
5-3-2 양수시험방법 및 결과 .....	78
6. 수질 및 잠재오염원조사 .....	88
6-1 수질 .....	88
6-1-1 간이수질조사 .....	88
6-1-2 주요이온분석 .....	95
6-2 지하수 수질실태 .....	111
6-2-1 먹는물기준 지하수 수질분석 .....	111
6-2-2 먹는물기준 부적합 항목 .....	112
6-3 잠재오염원 조사 .....	122
6-3-1 잠재오염원 분류 .....	122
6-3-2 잠재오염원 분포현황 .....	124
7. 지하수자원의 부존 .....	128
7-1 물수지 분석 .....	128
7-2 기상자료 분석 .....	128
7-2-1 기온 .....	129
7-2-2 강수량 .....	130
7-2-3 증발산량 .....	132

7-3 유출분석 .....	133
7-3-1 유출량 .....	135
7-3-2 침투량 분석 .....	135
7-4 지하수 부존량과 개발가능량 .....	136
7-4-1 지하수 부존량 .....	136
7-4-2 지하수 개발가능량 .....	139
8. 지하수 보전대책 .....	143
8-1 지하수 환경재해 .....	143
8-1-1 발생원인 .....	143
8-1-2 지하수 재해 방지대책 .....	144
8-1-3 정화처리 .....	148
8-2 지하수 보전구역 지정 및 관리 .....	149
8-2-1 보전구역 정의 .....	149
8-2-2 보전구역 분류 .....	150
8-2-3 지하수 보전구역 설정 및 운영관리 .....	151
8-2-4 보전구역내 행위제한 .....	151
9. 지하수 활용계획 .....	152
9-1 지하수 수요전망 .....	152
9-2 소요수량 공급방안 .....	153
9-3 지하수 개발계획 .....	154
10. 결론 .....	155
참고문헌 .....	157

# 표 목 차

<표 3-1> 진안군 토지이용현황 .....	13
<표 3-2> 진안군 인구변동 추이 .....	14
<표 3-3> 진안군 농가수 및 농가현황 .....	14
<표 3-4> 진안군 면별 가구수 및 인구수 .....	15
<표 3-5> 진안군 경지면적 변동추이 .....	16
<표 3-6> 축산현황 .....	17
<표 3-7> 임상별 임야면적 .....	18
<표 3-8> 광업현황 .....	19
<표 3-9> 공업현황 .....	19
<표 4-1> 지하수개발·이용시설의 허가·신고대상분류 .....	20
<표 4-2> 기설관정 지하수개발·이용실태 .....	22
<표 4-3> 지하수개발·이용규모 .....	24
<표 4-4> 읍·면별 지하수개발·이용규모 .....	25
<표 4-5> 읍·면별 지하수 이용현황 .....	25
<표 4-6> 용도별 심도별 개소수 및 이용량 .....	26
<표 4-7> 일일 용도·심도별 이용현황 .....	27
<표 4-8> 개발 연도별 시설수 및 이용량 .....	30
<표 4-9> 용도별 시설수 및 이용량 .....	31
<표 4-10> 양수기 토출구경별 시설분포 .....	31
<표 4-11> 지하수 심도별 시설분포 .....	32
<표 4-12> 개발년도별 지하수시설의 심도분포 .....	33
<표 4-13> 기반암 분포암석별 지하수 이용현황 .....	34
<표 4-14> 수계분류 및 관정개소 이용량 .....	35
<표 4-15> 수계별 사용용도별 시설현황 .....	37

<표 4-16> 수계별 관정심도 .....	37
<표 5-1> 양수시험결과 .....	81
<표 6-1> 지표수 간이상수질조사 .....	90
<표 6-2> 지하수 간이상수질조사 .....	91
<표 6-3> 소형관정 주요원소의 이온분석 .....	96
<표 6-4> 암반관정 주요원소의 이온분석 .....	97
<표 6-5> 조사지역 주요원소의 농도환산(ppm→epm) .....	103
<표 6-6> 면별 수질조사현황 .....	111
<표 6-7> 수질검사 부적합 항목수 .....	112
<표 6-8> 수질검사 부적합 항목 .....	112
<표 6-9> 수질검사 기준 .....	116
<표 6-10> 먹는물기준 수질시험성적서 .....	117
<표 6-11> O.T.A 잠재오염원 분류 .....	123
<표 6-12> 오염원별 분포현황 .....	124
<표 7-1> 연도별 월별 온도분포 (1988~1997, 10개년) .....	129
<표 7-2> 연도별 월별 강수량분포 (1988~1997, 10개년) .....	131
<표 7-3> 월평균 증발량 .....	132
<표 7-4> 연간 증발량비교 .....	133
<표 7-5> 유출량분석 .....	135
<표 7-6> 함양량 산정 .....	136
<표 7-7> 한국의 지하수부존량 .....	137
<표 7-8> 진안군 지하수부존량 추정 .....	139
<표 7-9> 한국의 지하수 개발가능량 추정 .....	140
<표 7-10> 부존량분석에 의한 적정개발가능량 .....	141
<표 7-11> 기저유출분석에 의한 적정개발가능량 .....	141
<표 7-12> 지하수 자연함양량 .....	141
<표 7-13> 분석방법별 개발가능량 산정 .....	142

<표 9-1> 진안군 상수도 현황 .....	152
<표 9-2> 생활용수 소요수량 .....	153
<표 9-3> 향후 지하수개발 관정수 .....	154
<표 9-4> 연차별 지하수개발 사업량 및 사업비 .....	154

## 그 립 목 차

<그림 4-1> 조사지역 수계도 .....	36
<그림 5-1> 지질계통도 .....	40
<그림 5-2> 진안군일원 인공위성사진 .....	47
<그림 5-3> 진안군일원 파장대별 분해도 .....	49
<그림 5-4> 선구조도 추출 .....	51
<그림 5-5> 쌍극자배열 .....	53
<그림 5-6> E-1축선 쌍극자 탐사결과도 .....	57
<그림 5-7> E-2축선 쌍극자 탐사결과도 .....	58
<그림 5-8> E-3축선 쌍극자 탐사결과도 .....	59
<그림 5-9> E-4축선 쌍극자 탐사결과도 .....	60
<그림 5-10> E-5축선 쌍극자 탐사결과도 .....	61
<그림 5-11> E-6축선 쌍극자 탐사결과도 .....	62
<그림 5-12> E-7축선 쌍극자 탐사결과도 .....	63
<그림 5-13> E-8축선 쌍극자 탐사결과도 .....	64
<그림 5-14> E-9축선 쌍극자 탐사결과도 .....	65
<그림 5-15> E-01축선 쌍극자 탐사결과도 .....	66
<그림 5-16> E-11축선 쌍극자 탐사결과도 .....	67
<그림 5-17> E-12축선 쌍극자 탐사결과도 .....	68
<그림 5-18> E-13축선 쌍극자 탐사결과도 .....	69
<그림 5-19> E-14축선 쌍극자 탐사결과도 .....	70
<그림 5-20> E-15축선 쌍극자 탐사결과도 .....	71
<그림 5-21> E-16축선 쌍극자 탐사결과도 .....	72
<그림 5-22> E-17축선 쌍극자 탐사결과도 .....	73
<그림 5-23> E-18축선 쌍극자 탐사결과도 .....	74



<그림 5-24> E-19측선 쌍극자 탐사결과도 .....	75
<그림 5-25> E-20측선 쌍극자 탐사결과도 .....	76
<그림 5-26> 양수시험 해석도 ( 예, D-8) .....	80
<그림 5-27> 투수량계수 분포도 .....	87
<그림 6-1> EC 등치선도 .....	94
<그림 6-2> 편마암류 지하수의 Piper Diagram .....	107
<그림 6-3> 화성암류 지하수의 Piper Diagram .....	108
<그림 6-4> 퇴적암류 지하수의 Piper Diagram .....	109
<그림 6-5> 충적층 지하수의 Piper Diagram .....	110
<그림 6-6> 질산성질소 (NO <sub>3</sub> -N) 등치선도 .....	115
<그림 6-7> 잠재오염원 위치도 .....	125
<그림 7-1> 한국 수자원 현황도 .....	134

# 1. 서 언

지하수조사란 지하수를 포함하고 있는 각 대수층의 분포상태와 수리성, 대수층에 부존된 지하수의 산출상태와 수질 등 지하수의 여러가지 상태를 조사하는 것이며 이들 수문자료를 일목요연하게 도면화한 것이 수맥도이다.

광역수맥조사는 이제까지 시행되어온 특정지역을 대상으로한 국지적인 지하수 개발 조사(수맥조사)와 달리 넓은 지역의 일반적인 수문지질개황을 파악하기 위해 실시되며, 지하수자원의 종합적 이용 및 보존차원에서 필요한 지하수조사 과정으로 조사구역내 지하수자원을 광범위하게 파악, 농어촌 다목적 용수 개발·이용 및 보존관리 방향을 제시하는데 그 목적이 있다.

우리나라의 수자원은 년평균 강우량이 1,100~1,200mm로 세계평균 강우량에 비해서는 많은 편이나 강우의 60~70%가 하절기에 집중되고 하천의 구배가 급하여 대부분이 홍수로 유출되어 하천수의 이용율이 낮을 뿐 아니라, 유역별 수자원 부존량과 용수 수요면에서도 균형을 이루지 못하고 있는 실정이다. 또한 인구의 증가와, 산업발달, 생활수준 향상 등으로 각종 용수의 수요는 증가되고 있어 지표수는 물론 잠재된 중요 수자원인 지하수도 합리적 이용이 요구되는 시점에 도달하였다.

우리나라의 지하수조사사업은 60년대 초 지구답사를 위주로 한 용수개발기본조사가 실시되었고 '66년부터 한해지역에 대한 총적층을 대상으로 조사가 착수되었으며 '81년 농업용수개발 10개년계획의 일환인 항구지하수개발사업으로 '82년부터는 암반층에 대한 조사가 시행, 근래에 와서는 수질오염이 사회적으로 문제가 되면서 총적층 조사보다는 암반지하수조사로 전환되었다.

금번의 광역수맥조사는 '90년 전북 고창지구광역수맥조사, '91년 경기 안성지구 광역수맥조사, '96년 남보지구광역수맥조사에 이어 시행되었으며 위치는 축척 1:50,000 금산, 진안, 무주, 임실, 함양등 5개도폭에 대하여 지질조사, 기설관정을 이용한 이용현황조사, 지하수위관측, 양수시험, 물리탐사 및 수질검사를 통하여 이들 자료와 과거 조사구역 내에서 국지적으로 수행한 수맥조사와 지하수 개발자료를 취합하고, 인공위성을 이용한 원격탐사 자료를 이용하여 조사지역에 대한 광역적인 지하지질상태의 파악을 시도하여 진안지구 광역수맥도를 작성하였다.

끝으로 본 조사에 많은 격려와 협조를 주신 농림부, 전북도, 진안군 관계관에 감사사를 드린다.

## 2. 조사개요

### 2-1. 조사목적

농어촌지역 종합개발사업을 효과적으로 추진하고 지역내의 수자원을 합리적으로 활용, 보존하기위하여 지금까지 한해상습지에 대하여 국지적으로 시행하여 온 수맥조사사업을 발전시켜 진안지구에 대하여 광범위하고 종합적인 광역수맥조사를 실시하여 조사구역내 지하수자원을 광범위하게 파악, 농어촌 다목적용수 개발·이용 및 보전관리 방향을 제시하는데 목적이 있다.

### 2-2. 조사내용

- 가. 조사지구 : 진안지구
- 나. 위    치 : 전라북도 진안군 일원
- 다. 조사면적 : 78,934 ha
- 라. 조사기간 : '97. 9 ~ '98. 9
- 마. 조 사 자

소 속	직 종	직 급	성 명	조사업무내용
전북지사	지질	2급	강정구	조사업무 총괄 및 지도
		3급	안충영	조사계획수립
		4급	김형수	현장조사 및 자료수집 정리
		기능	강승대	양수시험

바. 조사실적

지형, 지질 및 수계에 따라 조사량을 배분하였고 기존자료와 원격탐사 자료를 활용하여 조사를 실시하였다. 각 항목별 조사실적은 다음과 같다.

공 종 별	단 위	조 사 량	비 고
· 기본구조			
- 지구협의 및 답사	지구	1	
- 지표지질조사(평야)	ha	10,565	
- 지표지질조사(임야)	ha	68,369	
· 시설관정조사			
- 이용현황조사	공	66	
- 지하수위 관측	회	66	
- 양수시험(암반)	공	25	
· 물리탐사			
- 쌍극자 탐사	측선	20	
· 수질검사	회	50	

사. 조사장비

- 선구조추출 장비
- 클리노미터 및 브란턴콤파스 각 1대
- 전기탐사기 (ABEM SAS-300) 1대
- 수위 측정기 2대
- 간이수질 측정기 (checknate 90)
- 조사용 차량 1대

### 3. 일 반 현 황

#### 3-1. 위치 및 행정구역

진안군은 한반도의 남서부에 위치하며 행정구역상 전라북도 진안군에 속한다. 전라북도의 동북쪽에 위치하고 있으며 북은 충청남도 금산군과 동은 무주군, 장수군, 남은 임실군, 서는 완주군과 인접하고 있으며 노령산맥이 남쪽으로 뻗어 80%가 산악지대로 형성되어있다.

이 지역을 1:50,000 도폭으로 보면 금산, 진안, 무주, 임실, 함양등 5개 도폭에 걸쳐 분포한다. 진안군의 면적은 1996년 진안군 통계연보에 위하면 789.3km<sup>2</sup>로서 동서간의 직선거리는 27.8km, 남북간은 27.8km의 거리를 갖는다. 지리좌표로는 극동 동향면 학선리 126° 16', 극서 성수면 중길리 127° 38', 극남 백운면 신암리 35° 31', 극북 주천면 용덕리 36° 01' 에 위치한다.

교통망은 진안군일대 5개 국도, 7개 지방도와 5개 군도로 이루어져 있다. 전북의 주요도시인 전주에서의 거리는 36.2km이고, 전주-진안간 교통편은 수시로 시외버스와 군내버스가 운행되어 교통이 편리한 편이다.

진안군은 지형적으로 임야가 전체면적의 80%를 차지하는 산악지대이며 농경지는 전체면적의 14%에 해당된다. 하지만 이 지역의 주요산업은 농업이며 그중 답작농업이 성행하고 있다.

#### 3-2. 토지이용 현황

진안군은 전북면적 8,046.6km<sup>2</sup> 중 789.3km<sup>2</sup>을 차지하는데 이는 전북면적의 9.8%에 해당된다.

총 면적 789,339,292m<sup>2</sup>(789.3km<sup>2</sup>)중 가장 많은 면적을 차지하는 것은 임야로 그 면적이 631.7km<sup>2</sup>로 전체면적의 80%를 차지하며, 농경지는 그 비중이 14%로 108.2km<sup>2</sup>이며 전작은 44.7km<sup>2</sup>이고 답작은 60.9km<sup>2</sup>이다.

진안군의 토지이용현황을 보면 다음과 같다.

<표 3-1> 진안군 토지이용 현황

토지이용	토지지목	토지지목별 현황	토지이용별 면적	토지이용별 비율 (%)
계		789,337,292m <sup>2</sup>		
농경지	논 (답) 밭 (전) 과수원 목장용지	60,939,587m <sup>2</sup> 44,712,117m <sup>2</sup> 313,583m <sup>2</sup> 2,227,285m <sup>2</sup>	108.2km <sup>2</sup>	13.7%
임야	임야	631,709,317m <sup>2</sup>	631.7km <sup>2</sup>	80.0%
기타	하천 도로 기타	24,420,081m <sup>2</sup> 10,818,218m <sup>2</sup> 14,197,104m <sup>2</sup>	49.4km <sup>2</sup>	6.3%

### 3-3. 인구현황

1996년 현재 진안군 총 인구수는 38,125명으로 남자 19,207명, 여자 18,918명으로 1968년 인구조사를 실시한 이래 계속 감소하는 추세를 보인다. 총 가구수 12,270으로 가구당 인구수는 3.1명이다. 진안군 인구중 농가수는 7,654가구이고 인구수는 21,783명으로 총인구수의 57.1%를 차지하는데 이로부터 진안군의 중심산업이 농업이라는 것을 알 수 있다

진안군의 면별 인구분포를 보면 진안읍의 가구수는 3,850가구로 진안군 평균가구수 1,206의 3배이며 정천면은 882가구, 그외 9개면은 평균가구수에 미치지 못한다. 하지만 가구당 인구수는 평균 3.1명으로 대체적으로 면별로 거의 비슷하다. 이는 1968년 가구당 인구수 6.1명의 절반으로 1968년이후로 진안군의 인구수가 계속 줄고 있다는 것을 알 수 있다.

<표 3-2> 진안군 인구변동 추이

연도별	가구수	인 구 수				
		계	남	여	가구당 인구	인구밀도
1968	16,789	101,761	52,699	50,062	6.1	128.9
1973	15,601	95,545	48,459	47,086	6.1	121.0
1978	15,595	87,793	44,047	43,946	5.6	111.2
1983	14,338	70,556	35,600	34,956	4.9	89.4
1988	13,710	53,846	26,774	27,072	4.1	68.2
1993	12,810	44,187	22,088	22,099	3.4	56.0
1996	12,270	38,125	19,207	18,918	3.1	48.3

본 지구의 연도별 인구밀도는 1km<sup>2</sup>당 1968년 128.9명, 1983년 89.4명, 1993년 56.0명으로 계속 감소하여 1996년 본 지역의 인구밀도는 1km<sup>2</sup>당 48.3명으로 전라북도 평균 249.5명 보다 훨씬 낮은 편이다.

<표 3-3> 진안군 농가수 및 농가현황

연도별	가구수 ( A )	농가수 ( B )	B/A	인구수 ( C )	농가인구수 ( D )	D/C
1992	12,801	9,259	72.3	46,115	29,394	63.7
1993	12,810	8,990	70.2	44,187	27,223	61.6
1994	12,590	8,663	68.8	42,164	25,408	60.2
1995	12,395	7,713	62.2	40,125	21,387	53.3
1996	12,270	7,654	62.3	38,125	21,783	57.1

전체인구의 57.1%에 해당되는 21,783명이 농가인구로 진안군의 주요산업이 농업임을 알 수 있다.

<표 3-4> 진안군 면별 가구수 및 인구수

면 별	가구수	인구수			가구당 인구
		계	남	여	
계	12,270	38,125	19,207	18,918	3.1
진 안	3,850	12,268	6,200	6,068	3.2
용 담	688	1,975	954	1,021	2.9
안 천	697	1,992	989	1,003	2.9
동 향	664	2,029	986	1,403	3.1
상 전	1,013	3,395	1,685	1,710	3.4
백 운	826	2,602	1,329	1,273	3.2
성 수	885	2,677	1,353	1,324	3.0
마 령	900	2,729	1,389	1,340	3.0
부 귀	1,030	3,208	1,668	1,540	3.1
정 천	882	2,949	1,488	1,461	3.3
주 천	835	2,301	1,166	1,135	2.8



### 3-4. 산업현황

#### 3-4-1. 농 업

진안군의 전체토지면적중 농경지는 14%에 불과하나 총인구수중 농업인구가 차지하는 비중은 57%로 가장 많은 비중을 차지한다. 경지면적은 10,438ha로 논 6,383ha, 밭 4,055ha이며, 경작규모로 볼때는 1ha미만의 농업이 많이 발달한 소규모 농업형태를 보이고 있다.

<표 3-5> 진안군 경지면적 변동추이

(단위 : ha)

연도별	계	논	밭	가구당 경지면적		
				계	논	밭
1991	9,219	6,950	3,229	-	-	-
1992	8,990	6,955	3,192	1.10	0.75	0.35
1993	8,663	6,929	3,160	1.12	0.77	0.35
1994	7,713	6,887	3,098	1.16	0.80	0.36
1995	7,654	6,372	4,148	1.36	0.82	0.53
1996	10,438	6,383	4,055	1.36	0.83	0.53

### 3-4-2 축산업

본 지구의 축산업 현황은 다음과 같다. 한우가 3,052농가 11,273두로 사육농가당 3.69마리, 돼지는 227농가 18,855두로 농가당 83.06마리, 닭 992가구 449,202수로 농가당 452.8수, 산양 1,911농가 18,680두로 농가당 9.77마리를 사육하고 있다.

한우는 상전면에서, 돼지는 마령면에서, 닭은 정천면에서 가장 많이 사육되고 있다.

<표 3-6> 축산 현황

면 별	한 우		돼 지		개		닭		산 양	
	사육가구	마리수	사육가구	마리수	사육가구	마리수	사육가구	마리수	사육가구	마리수
계	3,052	11,273	227	18,855	4,430	37,986	922	449,202	1,911	18,680
진 안	625	2,044	39	2,736	803	4,724	81	71,221	233	2,029
용 담	63	189	7	515	227	968	52	376	34	142
안 천	154	530	11	14	289	1,105	56	1,063	127	452
동 향	326	1,408	50	607	371	2,430	90	940	83	750
상 전	328	2,573	17	1,025	506	14,037	154	12,687	289	6,844
백 운	347	975	23	986	317	2,145	53	14,744	236	1,546
성 수	391	1,157	13	424	368	1,519	70	3,541	203	1,151
마 령	292	803	24	10,117	419	2,063	82	56,833	150	691
부 귀	329	1,179	7	1,202	390	2,212	88	84,561	232	1,075
정 천	109	187	26	228	434	5,189	129	203,502	197	2,124
주 천	88	228	10	1,001	306	1,522	67	734	127	1,876

### 3-4-3 임업

본 지구의 임야면적은 61,471ha로서 이중 국유림 7,282ha, 공유림 6,549ha, 사유림 47,640ha로 사유림이 전체 산림의 77.1%를 차지하고 있다.

입목별 면적은 총 임야면적 중 입목지가 60,134ha로 97.8%이며 입목지 중 침엽수 면적이 25,199ha로 전체 면적의 40.9%를 차지한다.

〈표 3-7〉 임상별 임야 면적

〈단위 : ha〉

구 분	계	입 목 지					무입목지
		계	침엽수	활엽수	혼합림	죽림	
계	61,471	60,134	25,199	23,558	11,375	2	1,337
진안	8,589	8,421	3,540	3,252	1,629	-	168
용담	4,604	3,923	1,592	1,564	776	-	132
안천	2,487	2,397	1,031	990	376	-	90
동향	3,903	3,798	1,521	1,467	808	2	105
상전	4,210	4,111	1,627	1,500	984	-	99
백운	6,794	6,684	2,744	2,783	1,157	-	110
성수	5,333	5,262	2,221	2,021	1,020	-	71
마령	2,749	2,624	1,143	1,034	447	-	125
부귀	8,853	8,758	3,627	3,532	1,599	-	95
정천	6,154	5,959	2,700	2,242	1,017	-	195
주천	8,335	8,188	3,453	3,173	1,562	-	147

### 3-4-4 광업

본 지구에는 32개소의 비금속 광구중 현재 가동중인 곳이 7곳이 있으나 민간주도로 생산이 이루어지기 때문에 뚜렷한 생산량 결과가 없다.

〈표 3-8〉 광업현황

구 분	계	비 금 속 광		
		계	가 행	비 가 행
계	32	32	7	25
진 안	11	11	2	9
용 담	2	2	2	-
동 향	3	3	3	-
상 전	2	2	-	2
백 운	7	7	-	7
성 수	5	5	-	5
정 천	2	2	-	2

### 3-4-5 공업

공업은 대규모의 사업체는 없고 현재 25개소의 공장이 가동중이며 규모가 영세하며 그 현황은 다음과 같다.

〈표 3-9〉 공업 현황

구 분	공 장 수	종업원수	비 고
계	25	521	
진 안	13	404	섬유 1, 기타 12
용 담	2	51	기타 2
동 향	2	4	기타 2
백 운	1	5	기타 1
마 령	2	7	기타 2
부 귀	3	38	기타 3
주 천	2	12	기타 2

## 4. 지하수이용 실태조사

### 4-1. 지하수법상 신고시설

지하수 개발·이용 시설은 개정(1997. 1.13)된 지하수법에 의해 <표 4-1>와 같이 허가, 신고, 면제여부가 구분되고 있다.

<표 4-1> 지하수 개발·이용 시설의 허가·신고 대상 분류

용 도	구 분		허가·신고 여 부
가 정 용	동력장치가 없는 경우		면 제
	동력장치가 있는경우	1일 양수능력 30톤 미만 (토출관직경 32mm 이하)	면 제
		1일 양수능력 100톤 (토출관직경 40mm) 이하	신 고
		1일 양수능력 100톤 (토출관직경 40mm) 초과	허 가
농 업 용	동력장치가 없는 경우		면 제
	동력장치가 있는경우	1일 양수능력 150톤 (토출관직경 50mm) 이하	신 고
		1일 양수능력 150톤 (토출관직경 40mm) 초과	허 가
국방,군사용	1일 양수능력 30톤 미만 (토출관직경 32mm 이하)		면 제
	1일 양수능력 30톤 이상 (토출관직경 32mm 초과)		신 고
일 반 용	1일 양수능력 100톤 (토출관직경 40mm) 이하		신 고
	1일 양수능력 100톤 (토출관직경 40mm) 초과		허 가
전시등대비 비상급수용	양수능력에 관계 없음		신 고
재 해 등 대 비 용	양수능력에 관계 없음		신 고
지 하 수 보전구역내	1일 양수능력 30톤 이상 또는 토출관 직경이 32mm이상인 경우(용도에 관계 없음)		허 가

※지하수보전구역내에서 1일 양수능력 30톤미만( 토출관직경 32mm미만) 개발시는 상기 각 용도별 기준에 따라 신고 또는 면제로 구분됨.

진안군 기존 지하수 이용실태 자료수집은 신고시설을 대상으로 1997년까지 신고된 내용을 지하수법 시행규칙 제 21조 서식에 의거 자료를 수집하였고, 1997년까지 군에서 작성한 건설교통부 「두레박」 프로그램의 지하수 개발·이용실태 자료를 수집하여 분석하였다.

지하수개발·이용 실태자료 Data Base 프로그램인 두레박의 자료를 기본으로 하여 현장조사를 통해 추가입수 및 보완기록의 방법으로 자료를 수집하였다.

지하수법 시행규칙 제 21조와 관련된 제 21호 서식 〈표 4-2〉 및 건교부 D/B 프로그램 「두레박」에 신고된 자료를 기본자료로 조사를 하였으나 많은 부분이 부정확하고 지하수위 등 많은 부분이 누락되었으므로 양수능력 100m<sup>3</sup>/일 이상의 암반관정에 대하여 지하수개발·이용시설을 현지 답사하여 기 수집자료를 보완하였다

<표 4-2> 시설관정 지하수 개발·이용 실태

No	신고 번호	위 치			이용자	용도	개발·이용시설		자연 수위 (m)	양수 능력 (m <sup>3</sup> /D)	용리 면적 (ha)	개발 년도	양수 설비 (HP)
		읍,면	리	번지			깊이(m)	직경(mm)					
D-1	5-2-15	진안	가림	은천1166-1	전문근	농업용수	150	200	4.0	250	3.0	94	10
D-2	95-8-14	진안	가막	488-2	실중남	생활용수	200	250	2.8	150	3.0	95	10
D-3	5-2-6	진안	구룡	예리354-3	임인택	농업용수	100	200	2.5	200	3.5	95	10
D-4	5-2-16	진안	구룡	석곡896-1	김수철	농업용수	140	200	3.0	250	2.8	94	10
D-5	5-2-자	진안	구룡	석곡574	강연의	농업용수	71	200	2.5	200	2.0	89	15
D-6	5-2-타	진안	군상	범모동197-2	이수정	농업용수	80	300	3.0	300	3.0	89	15
D-7	95-8-4	진안	단양	내사양525-1	양경오	농업용수	80	200	5.0	154	2.5	95	7.5
D-8	5-2-11	진안	물곡	궁동1298-2	서귀동	농업용수	84	200	1.5	210	2.5	94	10
D-9	96-8-1	진안	물곡	중평47-1	오영문	농업용수	78	200	2.0	250	3.0	95	
D-10	95-8-12	진안	물곡	원물곡801-1	정창옥	생활용수	200	250	2.7	200	3.0	95	10
D-11	5-2-나	진안	연장	하평1441	백승기	농업용수	70	250	3.0	150	3.1	86	
D-12	5-2-다	진안	연장	하평927	이희복	농업용수	70	250	2.0	1,002	10.0	86	
D-13	5-2-라	진안	연장	260	전신기	농업용수	70	250	2.0	345	3.0	86	
D-14	5-2-카	진안	연장	1428	신영철	농업용수	80	200	2.0	350	3.0	89	15
D-15		진안	연장	부곡574	최동선	농공단지	100	200	-	100	-	93	
D-16		진안	연장	용대133	이우석	농업용수	150	250	3.5	150	3.0	93	10
D-17	5-2-하4	용담	송풍	송풍1546	김부원	농업용수	82	250	4.0	278	3.0	92	10
D-18	95-8-18	용담	송풍	방화1499-2	박홍기	생활용수	200	250	2.2	200	2.0	95	10
D-19	5-2-14	안천	백화	1107-1	이창수	농업용수	150	200	1.5	170	3.5	95	10
D-20	95-8-3	안천	백화	1662	최윤환	농업용수	98	200	1.0	161	2.5	95	7.5
D-21	95-8-16	안천	백화	341-3	박찬관	생활용수	200	250	4.6	230	2.0	95	15
D-22	95-8-5	동향	능금	외금2020	박근우	농업용수	80	200	5.0	183	2.5	95	7.5
D-23	95-8-7	동향	대량	하양지640	성명경	생활용수	200	250	6.0	300	2.0	95	10
D-24	95-8-8	동향	대량	상양지874	성현경	생활용수	200	250	4.0	300	2.0	95	15
D-25		동향	대량	대양613-3	황재일	생활용수	100	200	3.0	150	-	97	5
D-26		동향	하노	뒷들		개인용	100	150	3.0	150	-	97	3
D-27	5-2-가	상전	갈현	중기52-5	성경수	농업용수	70	200	3.0	402	3.0	85	10
D-28	5-2-5	상전	월포	금지1510	한동희	농업용수	89	200	3.0	180	3.0	95	10
D-29	5-2-7	상전	주평	후가막733	조영준	농업용수	95	200	3.2	230	3.0	95	15
D-30	95-8-17	상전	주평	회사1058-3	박중식	생활용수	200	250	1.3	200	1.0	95	10
D-31	5-2-12	백운	노촌	원노515-2	신을범	농업용수	100	200	2.5	180	3.0	95	10
D-32	5-2-4	백운	동창	원촌939-1	전영수	농업용수	160	200	3.0	230	3.0	95	10
D-33		백운	평지	양지	양재립	생활용수	100	150	4.8	100	-	90	10
D-34	96-8-4	백운	운교	원운2		발용수	120	200	3.5	200	9.0	96	10
D-35	96-8-3	백운	운교	원운1		발용수	120	200	2.5	230	9.0	96	10

No	신고 번호	위 치			이용자	용도	개발·이용시설		자연 수위 (m)	양수 능력 (m/D)	용리 면적 (ha)	개발 년도	양수 설비 (HP)
		읍,면	리	번지			깊이(m)	직경(mm)					
D-36	95-8-15	백운	평장	150-2	이청길	생활용수	200	250	2.2	300	1.5	95	10
D-37	5-2-10	성수	구신	117	최봉순	농업용수	100	200	3.5	230	3.5	95	15
D-38	95-8-2	성수	좌포	237	정점복	농업용수	98	200	2.5	282	3.0	95	10
D-39	5-2-하3	성수	좌포	1069-1	이양선	농업용수	74	200	3.0	950	8.0	92	20
D-40	5-2-바	마령	계서	877	유자옥	농업용수	70	250	1.5	345	3.0	87	20
D-41	5-2-아	마령	덕천	984	이종목	농업용수	75	200	3.0	275	3.0	89	15
D-42	5-2-차	마령	덕천	418-1	손종원	농업용수	70	200	3.0	300	3.0	89	15
D-43	5-2-17	마령	덕천	신덕563	송진	발용수	200	200	1.0	1,200	10.0	94	21
D-44	5-2-18	마령	덕천	신덕564	송진	발용수	200	200	5.0	800	8.0	94	21
D-45	5-2-19	마령	덕천	신덕535	송진	발용수	200	200	4.0	300	3.0	94	17
D-46	96-8-1	마령	덕천	안방1호공	전정용	발용수	150	200	3.0	200	2.0	96	10
D-47	96-8-2	마령	덕천	안방2호공	전정용	발용수	104	200	3.4	200	2.0	96	10
D-48		마령	덕천	안방3호공	전정용	생활용수	100	200	4.5	100	1.0	96	7.5
D-49	95-8-13	마령	덕천	1456-1	허대선	생활용수	200	250	8.6	300	3.0	95	15
D-50	5-2-13	부귀	거석	154-1	이익수	생활용수	150	200	4.3	200	2.5	95	10
D-51	95-8-9	부귀	거석	신거석939-1	김중술	생활용수	200	250	6.0	500	2.0	95	15
D-52	5-2-파	부귀	세동	1078	손석자	농업용수	98	250	2.0	320	3.0	90	20
D-53	5-2-3	부귀	세동	산110	손소환	농업용수	96	200	9.0	250	3.0	93	10
D-54	5-2-하5	부귀	소태정	산32	김해룡	농업용수	80	250	6.8	265	3.0	92	10
D-55	5-2-2	부귀	신정	서판288-3	강경환	농업용수	100	200	4.0	450	3.0	93	15
D-56	5-2-마	부귀	오룡	438-1	박명수	농업용수	71	250	2.0	455	4.5	86	15
D-57	5-2-하2	부귀	오룡	오산리962-3	강경환	농업용수	85	200	2.0	310	3.0	91	15
D-58	5-2-하1	부귀	오룡	오북106-1	김인수	발용수	86	200	1.7	390	3.9	91	15
D-59	95-8-1	부귀	황금	296	김옥선	생활용수	81	200	8.3	208	3.0	95	15
D-60	9-7-3	부귀	황금	진상	이중호	생활용수	150	200	2.0	200	2.0	96	10
D-61	5-2-사	정천	모정	여의곡99-1	임경택	농업용수	71	200	2.0	508	5.0	88	15
D-62	5-2-9	정천	봉학	상황671-1	임종국	생활용수	88	200	2.0	280	3.0	95	15
D-63	95-8-10	주천	무릉	609	박종만	생활용수	200	250	5.0	150	2.0	95	7.5
D-64	95-8-11	주천	무릉	614-1	박종만	생활용수	200	250	8.0	200	3.0	95	10
D-65	95-8-6	주천	용덕	산제44	심경식	농업용수	150	200	3.5	167	2.5	95	10
D-66	5-2-8	주천	운봉	구암67-1	김동선	농업용수	88	200	8.0	200	3.5	95	10



## 4-2. 지하수개발·이용규모

### 4-2-1 지하수 시설현황

1997. 12월 현재 진안군 관내의 지하수개발·이용시설은 총 3,174개소에 연간 이용량이 7,280,165.5m<sup>3</sup>/년이다. 이는 지하수법에 의한 지하수 신고시설과 타법률에 의한 시설을 포함한 진안군의 지하수이용 총량이며 이들을 지하수법에 의해 구분하면 <표 4-3> 과 같다. 진안군의 지하수시설은 단위면적 즉 1km<sup>2</sup>당 4.02개소로 서울시(24.6개소/km<sup>2</sup>)와 비교하여 그 밀도가 훨씬 낮으며 진안군 1km<sup>2</sup>당 지하수 이용량은 9,223m<sup>3</sup>/년으로 면적당 이용량이 비교적 낮은 편이다.

<표 4-3> 지하수 개발·이용규모

(단위 : 개소, m<sup>3</sup>/년)

구 분	계	신고시설	타법률시설
시설수(개소)	3,174	3,108	66
이용량 (m <sup>3</sup> /년)	7,280,165.5	6,538,035.5	742,130

지하수법에 의하여 신고된 시설은 3,108개소에 6,538,035.5m<sup>3</sup>/년을 이용하고 있으며, 타법률에 의해 개발·이용되고 있는 시설은 66개소, 742,130m<sup>3</sup>/년의 이용량을 나타낸다. 진안군 읍·면별 지하수 개발·이용규모는 <표 4-4> 와 같다.

### 4-2-2 행정구역별 지하수 이용 현황

진안군 각 읍·면의 지하수개발·이용시설과 지하수 이용량은 <표 4-4> 와 같으며 시설수에 있어서 용담면, 상전면, 진안읍, 주천면의 순이며 이용량은 진안읍, 용담면, 상전면, 마령면의 순서이다. 이는 진안읍과 마령면에 100m<sup>3</sup>/일 이상의 대형관정의 수가 많아 이용량이 많게 나타난다.

진안군의 전체면적 789.34km<sup>2</sup> 중에서 단위면적당 지하수 시설수를 보면 <표 4-5>와 같이 용담면, 10.89개소, 상전면 9.56개소, 안천면 6.55개소로 진안군 평균 4.03개소보다 높게 나타나고 백운면 1.59개소, 부귀면 1.95개소로 평균보다 낮게 나타난다.

단위면적당 이용량은 용담면에서 22,990m<sup>3</sup>/년 으로 가장 높게 나타나고, 부귀면에서 2,992m<sup>3</sup>/년 으로 가장 낮게 나타나며 진안군 평균은 9,223m<sup>3</sup>/년이다.

<표 4-4> 읍·면별 지하수 개발·이용규모

(단위 : 개소, m<sup>3</sup>/년)

읍·면별	계		신고시설		타법률시설	
	시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량
계	3,174	7,280,165.5	3,108	6,538,035.5	66	742,130
진안	461	1,543,184.5	445	1,413,472	16	129,712.5
용담	595	1,256,195	593	1,230,995	2	25,200
안천	242	559,500	239	530,237.5	3	29,262.5
동향	191	441,887.5	186	376,312.5	5	65,575
상전	514	855,147.5	510	816,597.5	4	38,550
백운	137	513,162.5	131	451,100	6	62,062.5
성수	163	252,730	160	216,180	3	36,550
마령	158	610,047.5	148	483,047.5	10	127,000
부귀	198	312,332.5	187	163,477.5	11	148,855
정천	250	509,700	248	471,450	2	38,250
주천	265	424,478.5	261	383,366	4	41,112.5

<표 4-5> 읍·면별 지하수 이용현황

읍,면별	면적(km <sup>2</sup> )	지하수시설		단위면적당(km <sup>2</sup> )		개소당평균이용량 (m <sup>3</sup> /년/개소)
		개소수	이용량(m <sup>3</sup> /년)	개소수	이용량	
계	789.34	3,174	7,280,165.5	4.02	9,223	2,294
진안	116.06	461	1,543,184.5	3.99	13,296	3,347
용담	54.64	595	1,256,195	10.89	22,990	2,111
안천	37.08	242	559,500	6.52	15,089	2,312
동향	52.84	191	441,887.5	3.61	8,363	2,314
상전	53.79	514	855,147.5	9.56	15,898	1,664
백운	86.24	137	513,162.5	1.59	5,950	3,746
성수	70.97	163	252,710	2.30	3,561	1,550
마령	42.05	158	610,047.5	3.76	14,508	3,861
부귀	104.40	198	312,332.5	1.90	2,992	1,577
정천	75.34	250	509,700	3.32	6,765	2,039
주천	95.93	265	424,478.5	2.76	4,425	1,602

용도별 시설수 및 이용량은 <표 4-6>과 같으며, 생활용수 2,006개소(63.2%), 5,174천m<sup>3</sup>/년(71.1%), 공업용수 13개소(0.4%) 168천m<sup>3</sup>/년(2.3%), 농업용수 1,155개소(36.4%) 1,937천m<sup>3</sup>/년(26.6%)을 이용하고 있다.

심도별로 0~30m 3,039개소(95.8%)로 주를 차지하고 100m이상 관정은 43개소(1.3%)를 차지한다. 진안군의 지하수개발·이용현황은 30m 미만의 소형관정을 개발하여 주로 생활용수와 농업용수로 사용되고 있다.

<표 4-6> 용도별 심도별 개소수 및 이용량

구 분	용 도 별				심 도 별 (m)						이 용 량 (m <sup>3</sup> /년)			
	계	생활용수	공업용수	농업용수	계	0~30	31~50	51~100	101~200	201이상	계	생활용수	공업용수	농업용수
	3,174	2,006	13	1,155	3,174	3,039	19	73	40	3	7,280,165.5	5,174,489.5	168,475	1,937,201
진안읍	461	152	9	300	461	433	-	19	7	2	1,543,184.5	914,653.5	142,950	485,581
용담면	595	524	4	67	595	580	1	7	6	-	1,256,195	1,124,670	25,525	106,000
안천면	242	144	-	98	242	237	-	3	2	-	559,500	425,225	-	134,275
동향면	191	126	-	65	191	184	-	3	4	-	441,887.5	346,912.5	-	94,975
상전면	514	400	-	114	514	510	-	3	1	-	855,147.5	754,637.5	-	100,510
백운면	137	46	-	91	137	120	7	5	5	-	513,162.5	359,862.5	-	153,300
성수면	163	106	-	57	163	148	6	9	-	-	252,730	133,600	-	119,130
마령면	158	91	-	67	158	144	1	5	7	1	610,047.5	464,462.5	-	145,585
부귀면	198	62	-	136	198	179	2	12	5	-	312,332.5	131,432.5	-	180,900
정천면	250	188	-	62	250	246	-	4	-	-	509,700	430,700	-	79,000
추천면	265	167	-	98	265	257	2	3	3	-	424,478.5	88,333.5	-	336,145

진안군 읍·면별 일일 지하수 이용현황은 <표 4-7>과 같으며, 진안군 일일 19,940m<sup>3</sup>의 지하수를 이용하고 있으며 용도별로는 생활용수 이용량이 가장 많고, 심도별로는 30m 미만이 가장 많다.

<표 4-7> 일일 용도·심도별 이용현황

(단위:m<sup>3</sup>/일)

구 분	사 용 용 도 별			우 물 심 도 별					
	생활용수	공업용수	농업용수	0~30	31~50	51~100	101~150	151~200	201이상
계	14,177	462	5,301	15,520	856	1,974	290	1,140	159
진 안	2,506	392	1,330	3,142	-	623	105	228	130
용 담	3,081	70	290	3,205	30	114	34	58	-
안 천	1,165	-	368	1,302	-	161	12	58	-
동 향	950	-	260	983	-	60	7	160	-
상 전	2,068	-	275	2,237	-	56	-	50	-
백 운	986	-	420	1,029	162	79	29	107	-
성 수	366	-	326	404	69	219	-	-	-
마 령	1,273	-	399	731	500	138	27	246	30
부 귀	360	-	496	365	20	261	65	145	-
정 천	1,180	-	216	1,190	-	206	-	-	-
주 천	242	-	921	932	75	57	11	88	-

가. 진안읍 지하수 이용현황

진안읍의 지하수 시설은 461개소(14.5%) 1,543천m<sup>3</sup>/년(21.2%)을 이용하여 단위 면적(km<sup>2</sup>)당 3.99개소가 분포하며 개소당 평균이용량은 3,347m<sup>3</sup>/년/개소이다.

지하수시설 461개소는 생활용수 152개소, 공업용수 9개소, 농업용수 300개소로 농업용이 가장 많고, 심도별 분포는 0~30m 433개소, 51~100m 19개소, 101m이상 관정이 9개소 있으며 전체 이용량 1,543천m<sup>3</sup>/년 중 생활용수 914.7천m<sup>3</sup>/년, 공업용 142.9천m<sup>3</sup>/년, 농업용수 485.5천m<sup>3</sup>/년으로 생활용수 사용량이 가장 많으나 개소당 평균이용량은 공업용수 43.52m<sup>3</sup>/일로 생활용수 16.49m<sup>3</sup>/일, 농업용수 4.44m<sup>3</sup>/일 보다 높게 나타난다.

이는 공업용수, 생활용수의 연간 사용일수가 농업용수보다 많기 때문에 기인된 것이다. 진안읍의 지하수 이용현황은 주로 소형관정을 개발하여 생활용수로 사용함을 알 수 있다. 진안읍에서 양수능력이 100m<sup>3</sup>/일 이상되는 암반관정은 16개소이다.

#### 나. 용담면 지하수 이용현황

용담면의 지하수 시설은 595개소(진안군의 18.7%)이고 이용량은 1,256천m<sup>3</sup>/년(진안군의 17.3%)을 이용하여 단위면적당 10.89개소/1km<sup>2</sup>가 있으며 단위면적당 이용량은 22,990m<sup>3</sup>/년이다.

용도별로 생활용수가 524개소로 전체의 88%를 차지하고 있으며 이용량은 1,125천m<sup>3</sup>/년으로 89%를 차지한다.

심도별 분포는 30m미만의 소형관정이 580개소로 전체의 97% 이상을 차지한다. 즉 용담면의 지하수는 주로 소형관정을 개발하여 생활용수로 사용하고 있다.

#### 다. 안천면 지하수 이용현황

안천면의 지하수 시설은 242개소(진안군의 7.6%)이고 이용량은 559천m<sup>3</sup>/년(진안군의 7.7%)으로 단위면적당 6.52개소 15,089m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>을 이용하고 있다. 생활용수가 144개소로 59%, 농업용수 98개소로 41% 이용되고 있다.

심도별로 30m 미만의 소형관정이 237개소(99%)를 차지한다. 즉 안천면의 지하수는 소형관정을 개발하여 생활용수 및 농업용수로 이용되고 있다.

#### 라. 동향면 지하수 이용현황

동향면의 지하수 시설은 191개소(진안군의 6.0%)이고, 이용량은 442천m<sup>3</sup>/년(진안군의 6.1%)으로 단위면적당 3.61개소, 8,363m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>을 이용하고 있다.

심도별로 30m 미만이 184개소(96%), 50m이상이 7개소(4%)이고 생활용으로 126개소(66%), 농업용으로 65개소(44%) 이용되고 있다. 즉 소형관정을 개발하여 생활용수 및 농업용수로 사용되고 있다.

#### 마. 상전면 지하수 이용현황

상전면의 지하수 시설은 514개소(16.1%)이고 이용량은 855천m<sup>3</sup>/년으로 (11.8%)을 이용하여 단위면적당 9.56개소, 1,664m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>을 이용하고 있다.

심도별로 30m 미만이 510개소로 주를 이루고 50m 이상의 관정은 4개소이며 생활용으로는 400개소(77.8%), 농업용으로 114개소(22.2%) 이용되고 있다.

즉 주로 소형관정을 개발하여 생활용수로 사용되고 있다.

#### 바. 백운면 지하수 이용현황

백운면의 지하수 시설은 137개소(진안군의 4.3%)이고 이용량은 513천m<sup>3</sup>/년(3.4%)을 이용하여 단위면적당 1.59개소, 5,950m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>을 이용하고 있다.

심도별로 30m 미만이 120개소(87.5%), 50m이상 관정은 10개소(7.2%)이고 생활용으로 46개소(33.5%), 농업용으로 91개소(66.5%) 이용되고 있다. 즉 소형관정을 개발하여 농업용수 및 생활용수로 사용되고 있다.

#### 사. 성수면 지하수 이용현황

성수면의 지하수 시설은 163개소(진안군의 5.1%)이고, 이용량은 252천m<sup>3</sup>/년(3.4%)을 이용하여 단위면적당 2.3개소, 3,561m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>을 이용하고 있다.

심도별로 30m 미만이 148개소(90.8%)이고 50m 이상 관정은 9개소이다. 생활용으로는 106개소(65%), 133,600m<sup>3</sup>/년(52.8%)이 이용되고 있으며 농업용으로는 57개소(35%), 119,130m<sup>3</sup>/년(47.2%) 이용되고 있다.

농업용 관정수 비율에 비하여 이용량이 많은 것은 대형관정이 개발되어 농업용으로 사용되기 때문이다.

#### 아. 마령면 지하수 이용현황

마령면의 지하수 시설은 158개소(진안군의 4.9%)이고, 이용량은 610천m<sup>3</sup>/년(8.4%)으로 단위면적당 3.76개소, 14,508m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>을 이용하고 있다.

심도별로 30m 미만이 144개소(91.3%)를 차지하고 50m이상 관정은 13개소(8.2%)이다. 시설수에 비하여 이용량 비율이 높은 것은 타 읍,면보다 대형관정 개발에 의한 이용량 비율이 높기 때문이다.

생활용으로 91개소(57.6%) 464,462m<sup>3</sup>/년, 농업용으로 67개소(42.4%) 145,585m<sup>3</sup>/년 이용되고 있다.

#### 자. 부귀면 지하수 이용현황

부귀면의 지하수 시설은 198개소(진안군의 6.2%)이고 이용량은 312천m<sup>3</sup>/년(4.2%)으로 이용하여 단위면적당 1.90개소, 2,992m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>을 이용하고 있다.

심도별로는 30m 미만이 179개소(90.4%), 50m 이상 관정은 17개소이다. 용도별로 생활용으로 62개소(31.3%), 131,432m<sup>3</sup>/년(42.1%) 농업용으로 136개소(68.7%),

180,900m<sup>3</sup>/년(47.9%)이 이용되고 있다.

생활용수 이용량이 시설수에 비하여 많이 나타나는 것은 지하수 시설의 연간 사용일수가 많기 때문이다. 부귀면의 지하수 개발·이용은 주로 30m 미만의 소형 관정을 개발하여 농업용수 및 생활용수로 사용되고 있다.

#### 차. 정천면 지하수 이용현황

정천면의 지하수 시설은 250개소(진안군의 7.8%)이고, 이용량은 509천m<sup>3</sup>/년(6.8%)으로 단위면적당 3.32개소/km<sup>2</sup>, 6,765m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>을 이용하고 있다. 심도별로 30m 미만이 246(98.8%)이고 50m 이상 관정은 4개소이다.

용도별로는 생활용으로 188개소(75.2%), 430,700m<sup>3</sup>/년(84.5%), 농업용으로 62개소(24.8%), 79,000m<sup>3</sup>/년(15.5%) 이용되고 있다.

#### 카. 주천면 지하수 이용현황

주천면의 지하수시설은 265개소(진안군의 8.3%)이고 이용량은 424천m<sup>3</sup>/년(5.7%)으로 단위면적당 2.76개소/km<sup>2</sup>, 4,425m<sup>3</sup>/년/km<sup>2</sup>을 이용하고 있다.

심도별로 30m 미만이 257개소(96.9%)이고 50m 이상 관정은 6개소이다. 용도별로는 생활용으로 167개소(63.0%), 88,333m<sup>3</sup>/년(20.8%), 농업용으로 98개소(37.0%), 336,145m<sup>3</sup>/년(79.2%)가 이용되고 있다.

#### 4-2-3 지하수 시설의 개발 연도별 현황

진안군에서 이용하고 있는 신고시설수는 3,174개소(7,280,165.5m<sup>3</sup>/년)이고 관정이 개발된 시점으로 보아 1980년 이전은 683개소(1,389,165m<sup>3</sup>/년)이고 1980년대에 전체의 32.3%에 해당하는 1027개소(1,830,761m<sup>3</sup>/년)가 개발되었고 '90년에 331개소(614,014.5m<sup>3</sup>/년)와 한해가 극심했던 '94년도에 423개소(1,237,928m<sup>3</sup>/년)가 집중적인 개발이 되었으며 '95년 이후에는 개발이 부진한 편이다.

<표 4-8 > 개발 연도별 시설수 및 이용량

(단위 : 개소, 천m<sup>3</sup>/년)

구 분	개발년도	계	70년이전	71~80	81~89	90	91	92	93	94	95	96이후
시설수	개소	3,174	365	318	1,027	331	156	254	202	423	82	17
	비율(%)	100	11.5	10.2	32.3	10.4	5.0	8.0	6.3	13.3	2.5	0.5
이용량	이용량	7,280	727	662	1,831	614	430	704	446	1,238	483	145
	비율(%)	100	10	9.1	25.1	8.4	5.9	9.6	6.1	17.0	6.6	2.2

#### 4-2-4 용도별 지하수 이용현황

1997년 12월말 현재 진안군 지하수 신고시설을 용도별로 구분하면 생활용수, 공업용수, 농업용수로 나눌수 있고 <표 4-9> 과 같이 생활용수 2,006개소(63.2%), 공업용수 12개소(0.4%), 농업용수 1,156개소(36.4%)가 된다.

지하수 시설의 사용용도별 평균이용량은 생활용수 2,580m<sup>3</sup>/년/개소, 공업용수 12,960m<sup>3</sup>/년/개소, 농업용수 1,677m<sup>3</sup>/년/개소로 공업용수의 시설별 평균이용량이 다른 용수의 평균이용량의 5.6배가 된다

<표 4-9> 용도별 시설수 및 이용량

(단위 : 개소, m<sup>3</sup>/년)

구 분		계	생활용수	공업용수	농업용수
시설수	개 소	3,174	2,006	13	1,155
	비율(%)	100	63.2	0.4	36.4
이용량	이용량	7,280,165.5	5,174,489.5	168,475	1,937,201
	비율(%)	100	71.1	2.3	26.6
개소당이용량		2,294	2,580	12,960	1,677

#### 4-2-5 토출구경별 시설분류

진안군 지하수 신고시설중 토출구경 25m/m 미만이 전체시설의 64.8%인 2,054개소이며 75m/m이상은 4개소에 불과하다. 즉 진안군 지하수 개발·이용시설은 소형관정이 주를 이루므로 25m/m이하가 대다수를 차지한다.

<표 4-10> 양수기 토출구경별 시설분포

(단위: m/m, 개소)

토출구경	계	13이하	14~25	26~40	41~50	51~75	75이상
시설수	3,174	533	1,521	984	120	13	4
비율(%)	(100)	(16.8)	(48.0)	(30.9)	(3.8)	(0.4)	(0.1)

### 4-3. 지하수 속성별 이용실태

#### 4-3-1. 지하수시설 개발 심도별 분류

##### 가. 지하수 심도별 시설분포

진안군 지하수 시설은 심도 30m 이하의 충적층 지하수가 대부분이고,이용량은



5,667천m<sup>3</sup>/년으로 전체의 95.8%이다. 50m 이상의 시설은 116개소로 전체의 3.6% 이나 이용량은 1,300천m<sup>3</sup>/년, 17.9%로서 총적층 지하수 이용을 보다 높다.

〈표 4-11〉 지하수 심도별 시설 분포

구 분 (m)	시 설 수		이 용 량	
	개 소	비 율(%)	이용량(m <sup>3</sup> /년)	비 율(%)
계	3,174	100.0	7,280,165.5	100.0
0~30	3,039	95.8	5,667,168	77.8
31~50	19	0.6	312,677.5	4.3
51~100	73	2.3	720,567.5	10.0
101~200	40	1.2	521,577.5	7.2
201이상	3	0.1	58,175	0.7

나. 개발년도별 지하수 시설 심도추세

대체로 1985년 이전에는 '80년도에 개발된 1개소만 제외하면 모두 30m 미만의 관정이 개발되었고 '85년 이후부터 50m 이상의 관정이 개발되기 시작하였으며 '88년도 극심한 가뭄으로 '89년, '90년도에 이후 부터는 50m 이상의 관정개발이 점차 증가하고 있으며, '94년에 396개소로 가장 많은 관정이 개발되었으며 '95년 이후로 감소하는 경향을 나타낸다. 지하수 시설의 설치년도는 〈표 4-12〉 과 같 으며 1989년 이후부터 본격적으로 50m 이상 시설이 개발되기 시작하였다.

<표 4-12> 개발년도별 지하수시설의 심도분포

심도 년도	계	0~30m	31~50m	51~100m	101~200m	201m이상
계	3,174	3,039	19	73	40	3
1970이전	365	365				
1971	17	17				
1972	31	31				
1973	37	37				
1974	32	32				
1975	45	45				
1976	38	38				
1977	9	9				
1978	36	35				
1979	17	17				
1980	56	55		1		
1981	61	61				
1982	40	40				
1983	97	97				
1984	99	98	1			
1985	118	117		1		
1986	76	69	2	4	1	
1987	130	125	1	2	2	
1988	150	149		1		
1989	256	246		8	1	1
1990	331	326		4	1	
1991	156	142	7	7		
1992	254	247	1	6		
1993	202	196	2	4		
1994	423	396	5	12	10	
1995	82	46		18	18	
1996	13	2		3	6	2
1997	3			2	1	

#### 4-3-2 기반암 분포 암석별 지하수 이용현황

진안군 전역에 분포되어 있는 암석을 변성암류(화강편마암, 운모편암), 화성암류(화산암, 화강암), 퇴적암류로 대별하여 암석분포별 지하수 이용실태를 검토하였다. 변성암류 분포지역에서 개발 이용되고 있는 지하수 시설은 전체의 37.5%에 해당되는 1,192개소이고 시설당 평균이용량은 2,548m<sup>3</sup>/년이다.

화성암류 분포지역은 8.3%인 264개소가 개발·이용되고 있으며 시설평균이용량은 1,769m<sup>3</sup>/년이고 퇴적암류(진안군층) 분포지역에서 개발·이용되고 있는 지하수 시설은 전체의 54.2%에 해당되는 1,718개소이고 시설평균 이용량은 2,198m<sup>3</sup>/년이다.

<표 4-13> 기반암 분포암석별 지하수 이용현황

구	분	계(평균)	변성암류	화성암류	퇴적암류
면적	면적(km <sup>2</sup> )	789.34	399.34	148.00	242.00
	비율 (%)	100	50.6	18.8	30.6
시설수	개소수	3,174	1,192	264	1,718
	비율 (%)	100	37.5	8.3	54.2
	평균이용량(m <sup>3</sup> /년)	9,223	2,548	1,769	2,198
단위면적별	개소수	3.59	2.9	1.8	7.1
	이용량(m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /년)	9,223	7,605	3,155	15,604
암석별	이용량(천 m <sup>3</sup> /년)	7,280	3,037	467	3,776
	비율 (%)	100	41.7	6.4	51.9

암종별 각 분포지역 단위면적당 지하수 시설은 <표 4-13> 과 같이 1km<sup>2</sup>당 시설 개소수와 지하수 이용량을 분석하면 변성암류 지역은 2.9개소/km<sup>2</sup>, 이용량은 7,605 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/년이고, 화성암류 지역은 1.8개소/km<sup>2</sup>, 이용량은 3,155m<sup>3</sup>/년, 퇴적암류 지역은 7.1개소/km<sup>2</sup>, 이용량은 15,604m<sup>3</sup>/년이다.

진안군은 현재까지 충적층 지하수 이용률이 많으며 이는 충적층에 조립질의 사력을 많이 공급할 수 있는 화강편마암등의 입상이 양호한 결정질 암석분포지역과 퇴적암 지역에서 채수가 용이함을 입증한다.

#### 4-4. 수계별 지하수개발·이용현황

##### 4-4-1 수계분류 및 관정개소 이용량

진안군을 수계별로 분류하면 크게 금강수계와 섬진강수계로 대별할 수 있다. 진안군 전지역을 2개의 소수계로 나누어 분석하여 각 수계별 지하수 개발이용 실태를 검토하고자 한다.

〈표 4-14〉 수계분류 및 관정개소 이용량

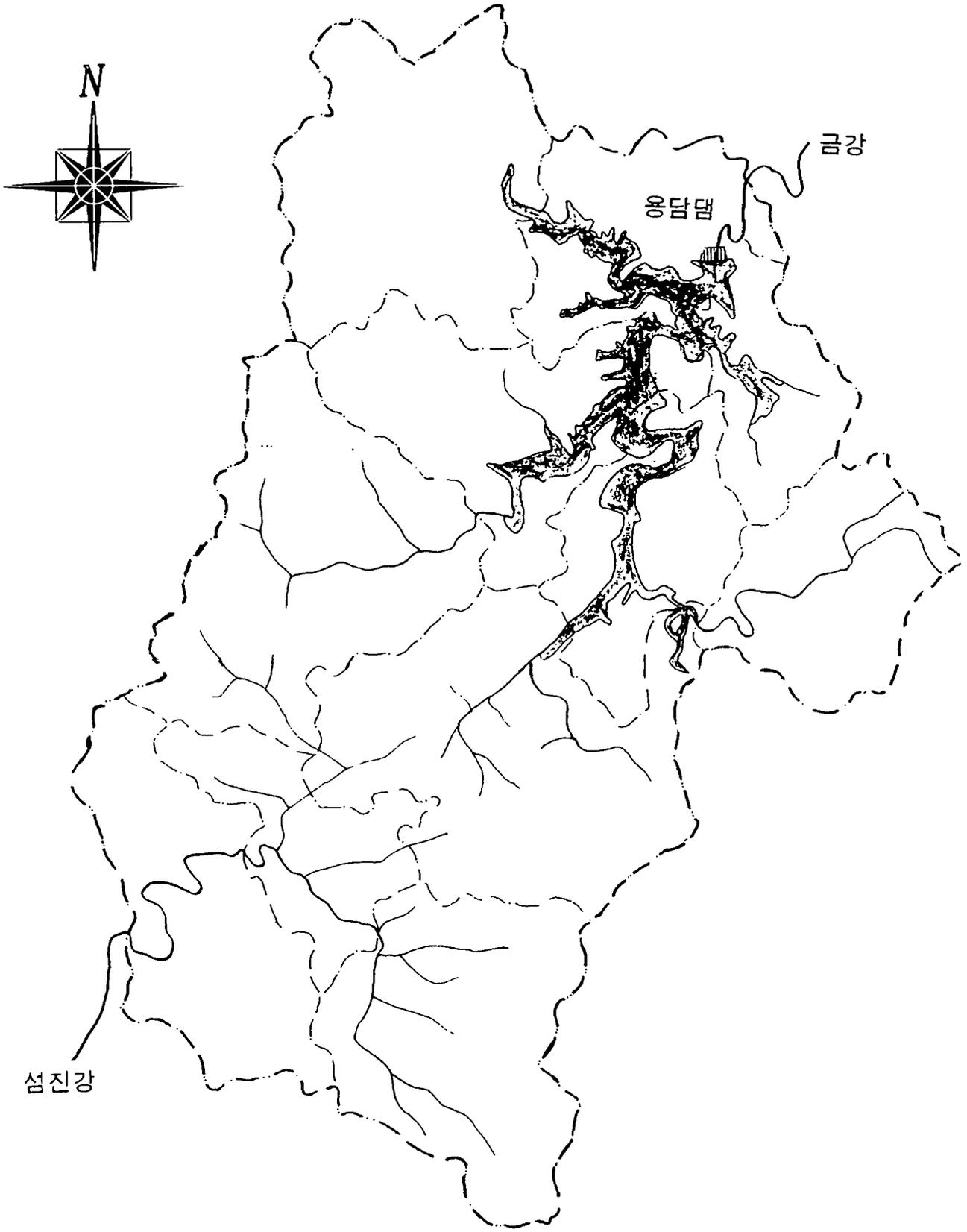
수 계 명	면 적 (km <sup>2</sup> )	관정 개소수	년이용량 (m <sup>3</sup> /년)	단위면적당개소수 (개소/km <sup>2</sup> )	단위면적당 이용량(m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> )
금 강 수 계	531.28	2,567	5,552,023	4.83	10,450.28
섬진강 수계	258.06	607	1,728,142.5	2.35	6696.67

각 수계별 관정 개소수와 년사용량은 금강수계 2,567개소(5,582,023m<sup>3</sup>/년), 섬진강 수계 607개소(1,728,142.5m<sup>3</sup>/년)이다. 수계별 단위면적(km<sup>2</sup>)당 관정 개소수는 진안군 평균 4.02개소/km<sup>2</sup>에 대하여 금강수계 4.83 개소/km<sup>2</sup>, 섬진강수계 2.35개소/km<sup>2</sup>의 시설수를 가진다. 단위면적당 이용량을 살펴보면 금강 5,552,023m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>, 섬진강 1,728,142.5m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> 이며 진안군 전체의 단위면적(km<sup>2</sup>)당 평균 이용량은 9,223m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>이다.

##### 4-4-2 수계별 사용 용도별 시설현황

각 수계별 관정을 사용용도별로 분류하여 보면 지하수 시설개소는 금강수계의 생활용수가 1,714개소로 가장 많고 농업용수 842개소, 섬진강수계 농업용수 313개소, 생활용수 292개소의 순으로 시설수를 갖는다.

또한 이용량으로 살펴보면 금강수계의 생활용수 4,052,207m<sup>3</sup>/년, 농업용수 1,353,841m<sup>3</sup>/년, 섬진강 수계 생활용수 1,122,282.5m<sup>3</sup>/년, 농업용수 583,360m<sup>3</sup>/년의 순으로 이용하고 있다.



<그림 4-1> 조사지역 수계도

<표 4-15> 수계별 사용용도별 시설 현황

(단위: 개소, m<sup>3</sup>/년)

구 분		계	생활용수	공업용수	농업용수
계	개소수	3,174	2,006	13	1,155
	이용량	7,280,165.5	5,174,489.5	168,475	1,937,201
금강수계	개소수	2,567	1,714	11	842
	이용량	5,552,023	4,052,207	145,975	1,353,841
섬진강수계	개소수	607	292	2	313
	이용량	1,728,142.5	1,122,282.5	22,500	583,360

4-4-3 수계별 관정 심도

각 수계의 관정심도를 분류하여 보면 심도 30m이하의 관정이 95.7%로 가장 많고 심도가 깊어질수록 개소수가 감소한다. 50m이상의 관정개소는 116개소로 3.7%를 차지하고 금강, 섬진강 수계의 비율은 비슷하다.

<표 4-16> 수계별 관정심도

(단위 : 개소, m<sup>3</sup>/년)

수계		계	금강수계	섬진강수계
심도(m)	개소수	3,174	2,567	607
	이용량	7,280,165.5	5,552,023	1,728,142.5
30이하	개소수	3,039	2,491	548
	이용량	5,667,168	4,642,618	1,024,550
31~50	개소수	19	5	14
	이용량	312,677.5	46,022.5	266,655
51~100	개소수	73	43	30
	이용량	720,567.5	468,095	252,472.5
101~200	개소수	40	26	14
	이용량	521,577.5	347,912.5	153,665
201이상	개소수	3	2	1
	이용량	58,175	27,375	30,800

## 5 수문지질조사

### 5-1 지형 및 지질

#### 5-1-1 지형

본 지구의 지형과 지질은 진안, 무주 등의 지형도, 지질도, 원격탐사 자료와 기존 수맥조사 보고서를 참조하여 현지조사를 시행하였으며 국지적인 정밀조사에 치중하기보다 광역적 개념으로 지형과 지질을 파악하였다. 본 조사지역의 지형은 많은 부분이 산지로 이루어진 반면 평야의 발달은 미약하다. 본 지역의 지형은 소백산맥의 남단에서 분기한 소백산맥이 남서로 달리면서 노령산맥과 만나 진안고원을 형성하여 상전면 일대와 부귀, 마령면 일원을 제외한 나머지 전역이 장년기 초 내지 말기의 험준한 산세를 이루고 있으며 지구 주변에서는 산세는 더욱 기복이 크고 급경사의 산계로 전이 하나 상전면 및 부귀, 마령면 일대는 노년기 지형을 이루며 충적평야이다. 이에 준하는 평원은 극소 지역을 제외하고는 거의 발달되지 않는다.

본 지역의 산계는 북서쪽에 위치한 운장산(1,125m)를 중심으로 북쪽으로는 왕사봉(633m), 서남쪽으로는 현석산(900m), 입봉(640m), 만덕산(△761.8m)을 잇는 대산령은 금강과 만경강 상류의 분수령이 되면서 전북 진안군과 완주군의 행정구획선에 해당된다. 이들 남쪽으로 국사봉-고덕산이 연속 발달되며 진안군과 임실군의 행정구획선에 해당된다.

이들 산령과는 별도로 북서진하면서 명도봉(863m), 명덕봉(845m), 성산봉(673m) 등은 일연의 산령이라기보다는 전기 분수령의 외곽부에 발달되는 비교적 독립성을 갖는 산계로서 이들의 산사면의 경사나 기복량은 보다 크고 험준한 편이다.

지구의 북동쪽은 지소산(△441.4m)-지장산(△772.7m)-쌍교봉(△629m)-형제봉(△579.0m)-국사봉(△756.6m)-매방제산(△775.7m)을 잇는 산계가 발달하며 진안군과 무주군의 행정구획선에 해당된다. 이들과 별도로 기산(△875.8m)-대덕산(△602.0m)이 독립적으로 발달하며 지구 동부에 험준한 산계를 형성한다. 지구 동남쪽으로 천반산(646.7m)-성수산(1059.9m)-팔공산(1151.0m)의 산계가 동서방향으로 연속 발달되고 특히 팔공산은 본 지역에 가장 높은 지대를 형성하며 덕태산(1113.2m), 선각산 등과 급경사의 험준한 산악지형을 형성한다.

지구중앙부에서 북동쪽으로부터 성수산(447.6m)-부귀산(806.4m)이 남서 방향으로 발달하며, 지구 중앙 하부에서 마이산을 중심으로 하는 소규모 산계가 남서 방향으로 연장 발달된다.

본역은 세 강의 발원지로 금강, 섬진강이며 다른 하나는 만경강이다. 수계의 발달상태 역시 분포암종과 지질구조에 크게 규제받고 있는 바, 전반적으로 수지상의 수계를 보이고 있다. 본지구의 수계는 중앙 하부를 가로지르는 모래재-부귀산(△806.4m)-마이산-성수산(1059.2m)의 산릉은 본 지구의 수계를 지배하며 이 산릉의 북부는 계곡천들이 북서 내지 북류하며 용담댐으로 유입되어 금강수계를 형성하고 산릉의 남부는 남서류하여 섬진강수계를 형성한다. 북서부에 발달한 왕사봉-운장산-입봉의 산릉은 본역의 수계를 또한 지배하고 이 산릉의 서부의 계곡천들은 북서류-서류하며, 금강으로 유입되고 북서부의 계류들은 일단 동상저수지, 대아저수지에 모였다가 만경강에 유입된다. 백운면 신암리에서 발원한 조원천은 북류하다가 마령면에서 남하하기 시작하여, 임실읍 부근에서 발원한 임실천과 창인리에서 합류하여 갈담저수지(운암댐)로 흘러 들어가게 된다. 이들은 퇴적암 지대를 흘러 내리는데 수지상수계를 잘 보여주고 있다.

#### 5-1-2. 지질

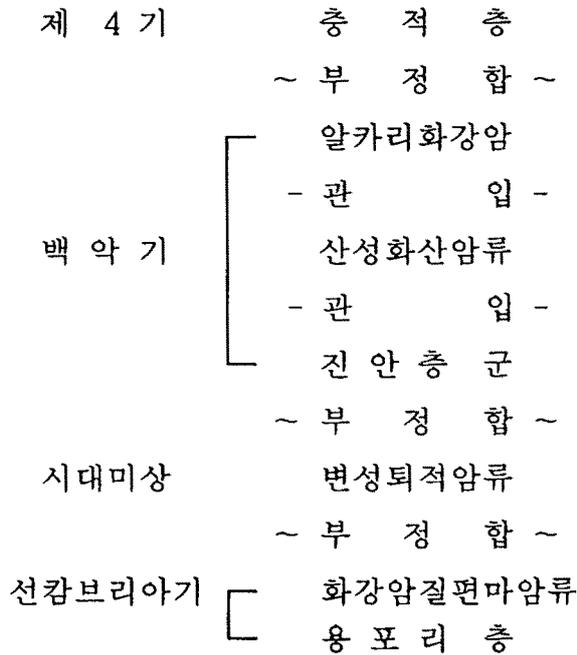
본 지역의 지질을 개관하면 북서부 일원은 백악기의 화산암류가 넓게 분포하고 있으며 중앙부와 남동부일대에는 선캄브리아기의 변성암류가 서남부 일원에는 진안층군에 속하는 퇴적암류와 마이산력암층, 남동부에는 옥천누층군의 변성퇴적암류가 분포하며 전술한 모든 지층들을 관입한 규장암과 맥암류가 곳곳에서 나타난다. 선캄브리아기에 속하는 변성암류는 본 지역에서 최고기지층으로 암질에 따라 크게 2종류, 편암류와 화강암질편마암으로 구분되며, 본 지역에서의 퇴적암류와 화산암류의 기반암이 되고 있다.

편암류(용포리층)는 용담면일대에 분포하며, 서남부에서는 편마암 내에 소규모의 잔류체로서 분포한다. 선캄브리아기의 용포리층과 편마암류가 최하위의 지층을 이루고 있으며 용포리층은 용담면 일대에 분포하며 진안층군과 산성관입암류, 알카리화강암과 접하고 있으며, 편마암류는 본 지역 동남쪽에 넓게 분포하고 있으며 진안층군 퇴적암류에 의하여 부정합으로 접하며 비교적 연장성이 좋은 규암 등과 석회암을 협재한 시대미상의 변성퇴적암류가 지구 남서쪽 편마암류 내에서 북북동-남남서 방향으로 대상 분포한다.



진안층군은 본 지구 남서부에 넓게 분포하며 이들 북부에서 산성 화산암류가 관입·접촉한다. 알카리 화강암은 본 지구 북쪽에서 산성 화산암류와 분포지층을 관입·접촉하며 제4기의 충적층을 상기 지층등을 부정합으로 피복하며 하천주변이나 계곡을 따라 분포한다.

조사지역의 지질계통과 각 분포 암석에 대한 각론은 다음과 같다.



<그림 5-1> 지질계통도

#### 가 용포리층

본 지구 북북 용담면 일대에 분포하며 본역에서 최고기저층으로 북쪽에서는 알카리화강암의 관입을 받고 있으며 서쪽에서는 화산암류에 관입당하고 남쪽에서는 퇴적암류의 기반암이 되고 있다.

본 지층은 여러 편암류로 구성된 하나의 복합체로서 분명한 분대는 곤란하며, 화강암질편마암, 흑운모-녹리석편암, 석영-장석질편암, 석영-흑운모편암 및 백운모편암으로 구성되며, 박층의 규암 및 석영-흑운모편암층을 협재한다. 석영-흑운모편암은 세립질로서, 석영, 흑운모와 장석으로 구성되며, 간혹 대상구조를 보여준다. 흑운모편암은 세립질로서 주로 흑운모로 구성되며, 소량의 석영 및 장석이 함유된다. 흑운모는 밀집되어 있으며, 엽리가 잘 발달되어 있고, 풍화면은 견사광택을 띤다. 흑운모의 엽편은 엽리의 방향에 따라 신장되어 있다. 운모편암은 대부분

이 녹리석편암으로 부분적으로 박층의 규암층을 협재하며, 부분적으로는 반상결정이 발달되기도 한다. 석영편암은 암회색~암록회색을 띠며 석영과 소량의 운모로 구성되며, 부분적으로 순수한 규암이 협재되기도 한다.

#### 나 화강암질편마암류

본 지구 중앙부 및 남동쪽에 넓게 분포하며 화강암질편마암류는 조암광물, 조직 및 구조에 의하여 화강암질편마암, 반상변정화강암질편마암 및 복운모 화강편마암으로 구성되며, 이들 상호간 관계는 점이적이다.

화강암질편마암은 주로 상전면-정천면 일대에 분포하며 본 암층은 중립-세립질로서 등립질이며 석영, 장석, 흑운모로 구성되나 부분적으로는 소량의 백운모를 함유한다. 백운모는 견운모화 되었으며, 운모류들은 밀집되어 잘 발달된 엽리를 보여주며, 곳에 따라 대상구조를 띠기도 하며, 석영립은 신장되어 있다. 본 암층내에는 곳에 따라 반상변정편마암이 협재되기도 한다.

반상변정편마암은 중립질로서 미약한 엽리를 띠며 녹리석이 많아 풍화면은 녹회색을 띤다. 반상변정은 석영, 장석으로 크기는 2~5mm이다. 본 지역내에서의 엽리의 주향과 경사는 N40E, 40NW 가 가장 우세하다. 반상변정화강암질편마암은 상전면, 용담면 일대에 분포하며 본 암층은 동쪽으로는 용포리층과 화강암질편마암과는 점이적인 관계에 놓여 있으나 복운모 화강편마암에 관입을 당하고 있다. 본 암층은 주로 화강암질편마암으로서 장석을 반상변정으로 가진 것이 특징이며, 부분적으로는 대상편마암, 우백질괴상부(Leucocratic massive part), 안구상편마암이 협재되기도 한다. 본 암층은 중립질로서, 부분적으로는 미약한 엽리를 보여주기도 하며, 반상변정은 장경이 0.3~0.5cm의 장석으로 안구상이며, 엽리의 방향에 따라 신장되어 있다. 본 암층의 일반적인 엽리의 방향은 N40~70E이고, 20NW 로 경사한다.

복운모 화강편마암은 본 암상은 중립~세립질로서 괴상구조를 띠며, 석영, 장석, 백운모 및 소량의 흑운모를 함유한다. 일반적으로 우백질로서 유색광물은 포함하지 않거나 함유하더라도 극히 소량을 함유한다. 그러나 국부적으로는 박층의 흑운모편암이 소규모의 렌즈상으로 잔재하여 있다. 본 암층은 유색광물이 적은 곳에서는 극소한 운모가 산재한 정도로서 전체의 편리가 불명하여 괴상구조를 띠우기도 하나, 유색광물을 다소 많이 함유한 곳에서는 편마암상 구조를 띠기도 한다.

본 암층이 세립질인 곳에서는 석영-장석질 편마암상 구조를 띠우기도 하며, 거

정질 화강암상 구조를 띠기도 한다. 본 암층을 지배하는 일반적인 엽리의 방향은 N10W, 20NW이다.

#### 다 변성퇴적암류

본 지구의 남동부에 분포하며 북북동~남남서 방향의 좁은 대상으로 길게 연장된다. 본암은 운모편암, 천매암, 석영-흑운모편암, 점판암, 석회암 등으로 구성되며 엽리면과 편리면은 인접된 편마암의 편마구조와 대체로 평행하게 놓인다. 운모편암의 엽리방향은 주로 N10E, 60SE이며 편리면이 잘 발달하고 구성광물은 백운모, 석영, 흑운모, 사장석, 불투명 광물 등이다.

석영-흑운모편암은 세립질로서 주로 석영 및 흑운모와 소량의 장석으로 구성되며, 흑운모는 적으나 편리를 형성하고 있다. 그러나 부분적으로는 편리의 방향에 따라 반상변정이 형성되어 점판상암석과 같은 암상을 띠기도 한다. 운모편암은 견운모와 소량의 석영으로 구성되며, 풍화면은 견사광택을 띠고 미습곡구조를 보여준다. 석회암은 담백색을 띠며, 결정질이다. 편마암류는 세립~중립질로서 석영, 장석 및 백운모로 구성되며, 점판암을 박층으로 협재하나 거의 탄화되어 있다. 본역에서의 편리의 일반적인 방향은 N40~70E, 30NW이다.

#### 라 진안층군

전주, 진안지역에 분포하는 퇴적암류는 만덕산층, 달길층, 산수동층으로 구분된다. 본 지역내에 분포하는 퇴적암류는 역암, 아코스사암(Arkose sandstone)과 역질사암(Conglomeratic sandstone)이 우세하며, 녹색 세일, 흑색 세일이 소규모로 분포한다.

본 암층은 화강암질편마암과 용포리층을 부정합으로 피복하고 있으며, 산성 화산암류에 의하여 관입 당하고 있다. 본 암층은 부귀면일대에서는 아코스사암과 역질사암이 우세하게 발달하며, 주천면 일원에서는 세일이 화산암류내에 소규모의 포획암체로 잔존한다.

역암층은 자색 사질세일과 호층을 이루고, 세일은 암회색~녹회색을 띠고 아코스사암과 호층을 이루며, 국부적으로는 점판암~편암화되어 있다. 아코스사암과 역질사암은 세립 내지 중립질로서 기질은 아코스(arkosic)하며 둥근 세일의 block을 함유한다. 세일은 아코스사암과 호층을 이루나 세일은 심한 변질을 받아 점판암 내지 편암으로 변하고 있으며, 세일의 풍화면에는 기공이 있는데 이는 baking 당한 것 같다.

부귀면 일대에서는 아코스사암, 역질사암이 호층을 이루며 간혹 흑색 셰일이 협재되기도 한다. 아코스사암은 세립질로서 갈색을 띠며, 부분적으로는 역을 함유하여 역질사암으로 변한다. 역은 1~2cm 정도로서 둥글며, 역의 함유량이 높은 곳에서는 역의 크기도 커져 역암으로 변하며, 역의 함유량이 낮은 곳에서는 역의 크기도 작아져 역질사암으로 된다. 역암은 장경이 27cm의 역을 함유하기도 하며, 역은 화강암, 화강편마암, 사암으로 구성되며, subrounded 하며, 부분적으로는 분급(sorting)이 되어있는 것도 있다. 셰일은 흑색, 자색, 녹회색을 띠며, 혼펠스화되어 있는 것이 보통이다. 주천면 일대에서는 알카리화강암과 산성화산암류내에 포획암체로 잔존하며, 구성암석은 녹회색 셰일이나 혼펠스화되어 있으며, 소량의 역을 함유한 역암과 세립 내지 중립질 역암이 호층을 이루고 있다.

마이산역암층은 진안읍의 마이산이 그 표식지로 상전면, 정천면 및 부귀면 일대에 소규모로 분포하고 또 마이산 남서향으로 연장 분포한다. 이들의 본층은 화강암질편마암을 부정합으로 피복하며 산수동층과는 상호 맞물린 형태의 지질경계를 이루며 안산암에 의해 관입 및 피복되어 있다.

역의 종류는 화강암질 편마암, 화강암, 흑운모편마암, 사암, 흑색점판암, 천매암, 안산암질암 및 사암 등으로 다양하다. 역의 크기도 일정하지 않아 Pebble 크기에 서부터 직경 50cm 이상되는 것도 있다. 이와같은 거력들은 주로 화강암 혹은 화강편마암들로 이루어지며, 흑색점판암, 천매암 등은 주로 작은 역들을 이룬다. 역들의 분급은 대단히 나쁘며 원마도도 아원형 내지 아각형이다. 기질은 주로 세립질의 알코스사암으로 이루어진다.

#### 마. 산성화산암류

본 암층은 지구 남서부에 넓은 분포를 보여주며, 전술한 변성암류와 퇴적암류를 관입하고 있으며, 국적으로는 분출암의 암상도 보여주고 있다. 본 암층은 유문암질석영안산암, 석영안산암, 석영편암, 화강편암, 규장암 및 유문암으로 구성되거나 안산암이나 석영안산암이 호층을 이루며, 협재되기도 한다. 유문암질석영안산암은 암자색의 유리질기질에 석영과 장석의 반정을 30~40% 함유하며, 잘 발달된 유동구조를 보여준다. 석영안산암은 유문암질석영안산암과 암질은 동질이나 혼상구조를 띠며, 유동구조는 발달하지 않는다. 석영편암은 규장암질 기질에 석영반정을 함유하며, 규장암과 교호하여 나타난다. 화강편암은 세립질로서 K-장석을 반정으로 함유하며, 반정은 정방향의 장석으로 반정의 주위에 reaction rim을 형성하고

있는 것도 있다. 유문암은 화산회와 같은 각력을 함유하며, 각력은 angular~subrounded하며, 기질보다는 더 염기성이다. 곳에 따라서는 응회암질각력을 함유하기도 하는데, 이는 대부분이 기질과 동질로서, 수 mm~40cm의 직경을 가지며, 각력들의 모양도 다양하며, 잘 발달된 유동구조를 보인다.

#### 바. 알카리화강암

본 암층은 주천면, 용담면 일대에 분포한다. 용포리층을 관입하고 있으며, 접촉부에서는 편암류가 포획암체로 잔존하고 있으나 silicify 되어 규암화되어 있다.

주천면에서는 화산암류와 퇴적암류를 관입하고 있으며, 접촉부근에서 본암은 편마암상 구조를 띤다. 동상면 사봉리-용연에서는 화산암류를 관입하여 silicify 시키고 있으며, 홍색의 장석이 반정으로 함유되어 반상구조를 띤다.

본 암층은 주로 홍색의 장석과 석영 및 소량의 흑운모로 구성되며, 부분적으로는 흑운모화강암으로도 존재한다. 홍색 장석의 영향으로 암색은 홍색을 띠며, 풍화에 약하여 비교적 저지를 이룬다. 본암은 세립 내지 세립질로서 입자는 다양하며, 곳에 따라서는 거정질 화강암에 가까운 것도 있다. 일반적으로는 등립질이나 mirolitic texture 나 반상조직을 보여주기도 하며, 반정은 홍색의 장석으로 크기는 1cm×2cm이다.

#### 사. 충적층

본역의 충적층은 상술한 모든 지층을 부정합으로 피복하며 수계를 따라 하상에 충적층이 발달한다. 그 구성은 주로 자갈, 모래, 실트등으로 구성되며 주로 농경지로 많이 이용되고 있다.

## 5-2. 물리탐사

지구물리탐사는 지표에서 측정된 물리현상을 이용하여 지구내부의 구조 및 특성을 규명하는 탐사방법으로 지하자원탐사에 널리 사용되어지고 있다. 일반적으로 지구물리탐사는 그 효율성을 높이기 위해서 지표지질조사자료 수집 및 분석, 1차 탐사, 2차탐사의 3단계로 수행되어 진다. 지하수탐사의 경우에는 현장지질조사와 항공 또는 위성사진자료를 수집하여 전반적인 지질학적 환경을 파악하고 이를 바탕으로 지하수부존과 관련된 요소들의 정보를 축적한다. 특히 변성암이나 화성암 등의 결정질 암석으로 이루어진 지질환경에서는 단층, 파쇄대 등의 선구조가 지하

수부존과 관련된 가장 중요한 지질요소가 된다. 1차탐사는 1단계 조사자료를 바탕으로 넓은 지역에서 선구조 위치와 분포상태등 지하구조대 발달상태를 객관적으로 확인 조사할 수 있는 전자탐사법의 일종인 극저주파탐사와 같은 신속하고 경제적인 탐사방법이 사용된다. 1차탐사 결과 선구조 또는 이상대가 발견되면 이들을 확인하고 보다 구체적인 구조와 상태, 그리고 지하수부존 가능성을 밝히기 위해서 집중적이고 정밀한 2차 탐사법인 쌍극자탐사, 수직탐사 등이 널리 사용되어지고 있다.

본 지구에서 물리탐사는 수문지질도의 작성과 지하수의 확보를 위하여

- (1) 지표지질조사, 광역물리탐사자료, 원격탐사자료 등에서 예측된 구조선의 확인
- (2) 지하수 충전량 계산을 위한 퇴적층후 파악
- (3) 조사공, 관측공 등의 시추위치 선정 등에 있다.

본 조사에서 적용한 물리탐사는 원격탐사, 저주파탐사 및 파쇄대, 단층, 암상경계 등을 규명하는데 신속하고 효과적인 전기비저항탐사이다. 쌍극자 배열 전기비저항 탐사는 대부분 축선 연장 500m, 전극간격 25m, 전극전개수 10개로 하였다. 조사지역내의 탐사는 쌍극자배열 전기비저항탐사 20개 축선을 배열 실시하였다.

#### 5-2-1. 원격탐사

선구조는 지형도에 표시할 수 있는 규모의 선형구조로서 주로 단층, 절리, 습곡축 등의 지질구조선과 암석경계를 따라 나타나며 그외의 지형적인 특성, 수계특성, 식생분포등에 의해 나타나기도 한다. 지질구조선과 관련된 선구는 약선대이기 때문에 암반지하수 통로역할을 할 수 있는 가능성이 많아 지하수부존과 매우 밀접한 관련이 있으며 실제로 선구조가 발달된 지역에서 착정할 경우 지하수 산출 가능성이 높다.

조사구역에 선구조 분포는 전반적으로 조사지구 서남부의 마령면, 성수면에서 밀집되어 나타나는 경향이 뚜렷하며 이 지역의 선구조는 북동~남서 선구조는 매우 우세하게 발달되어 있으며 북북서~남남동 내지 북북동~남남서도 발달한다. 북동~남서 선구조는 이 지역에서 발생빈도가 가장 높고, 좋은 연장성을 갖는데 이는 조사지구 북동부에 위치한 연성전단대인 순찬 전단대와 지구서쪽 변성퇴적암류의 지질구조 방향과 일치한다. 그리고 남원화강암 관입이후의 변형작용 또는 계속적인 순창전단대의 전단응력과 진안누층군의 하강 및 동서방향의 구조운동으

여 백



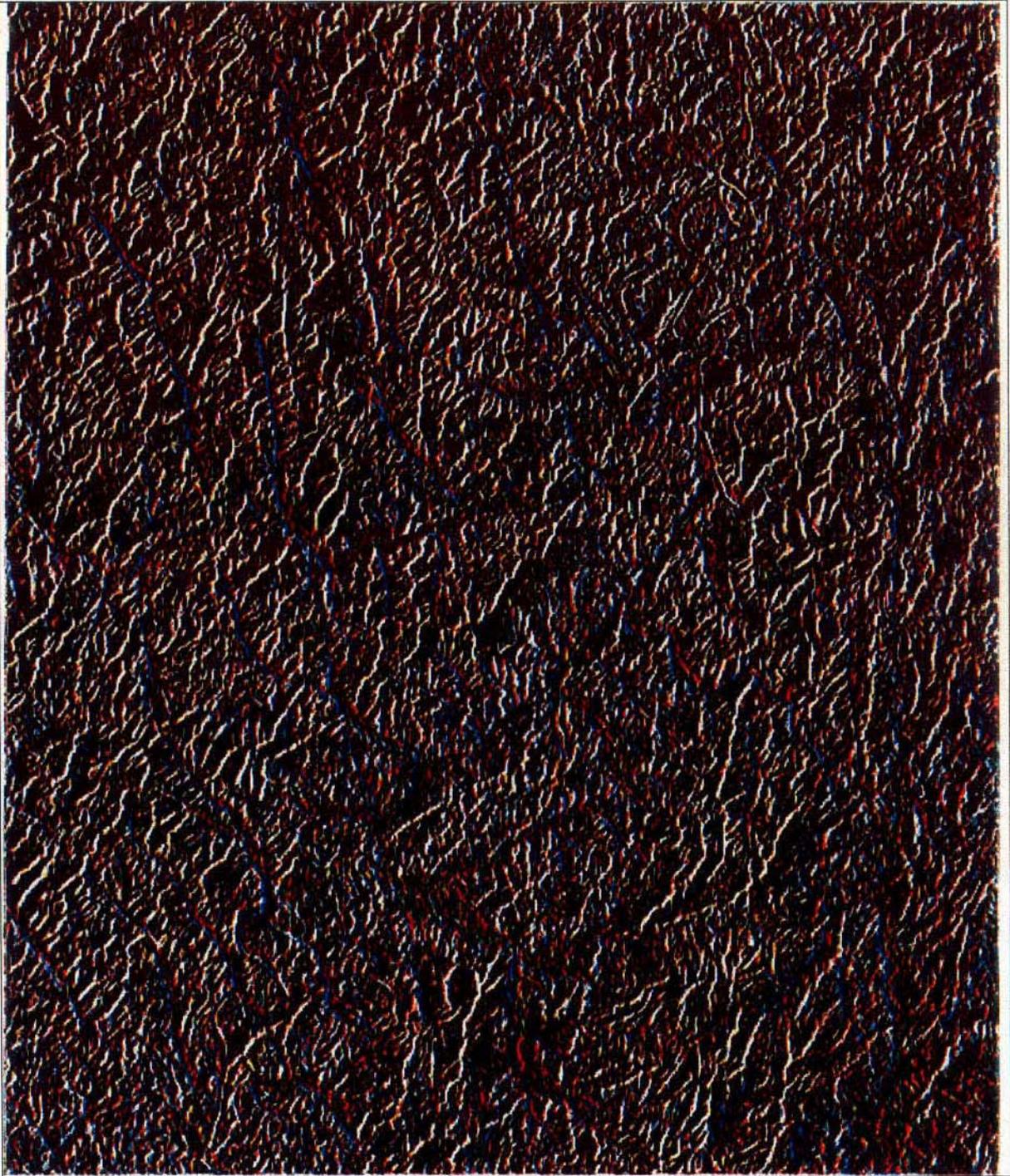
〈그림 5-2〉 진안군일원 인공위성사진



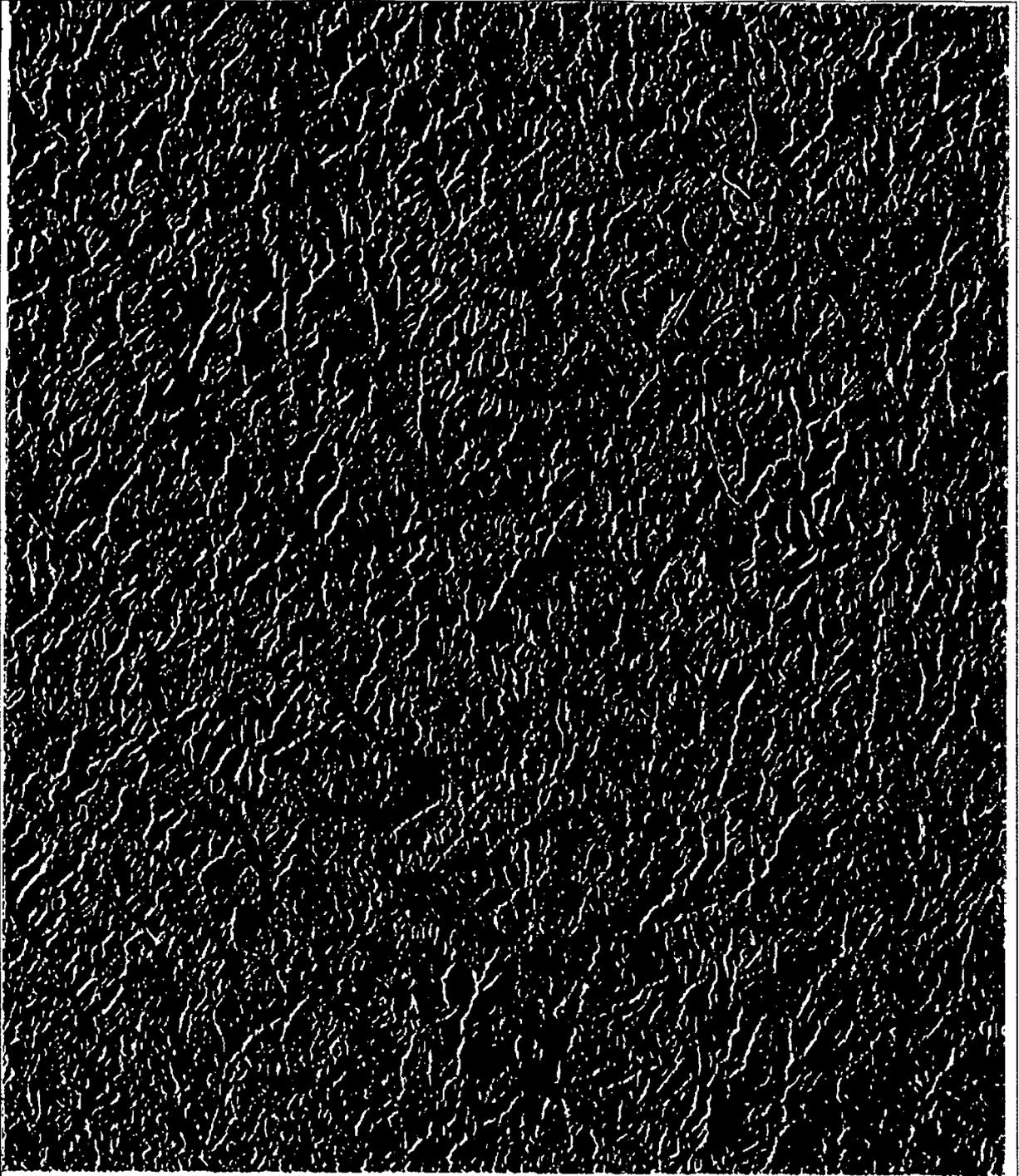


〈그림 5-2〉 진안군일원 인공위성사진

여 백

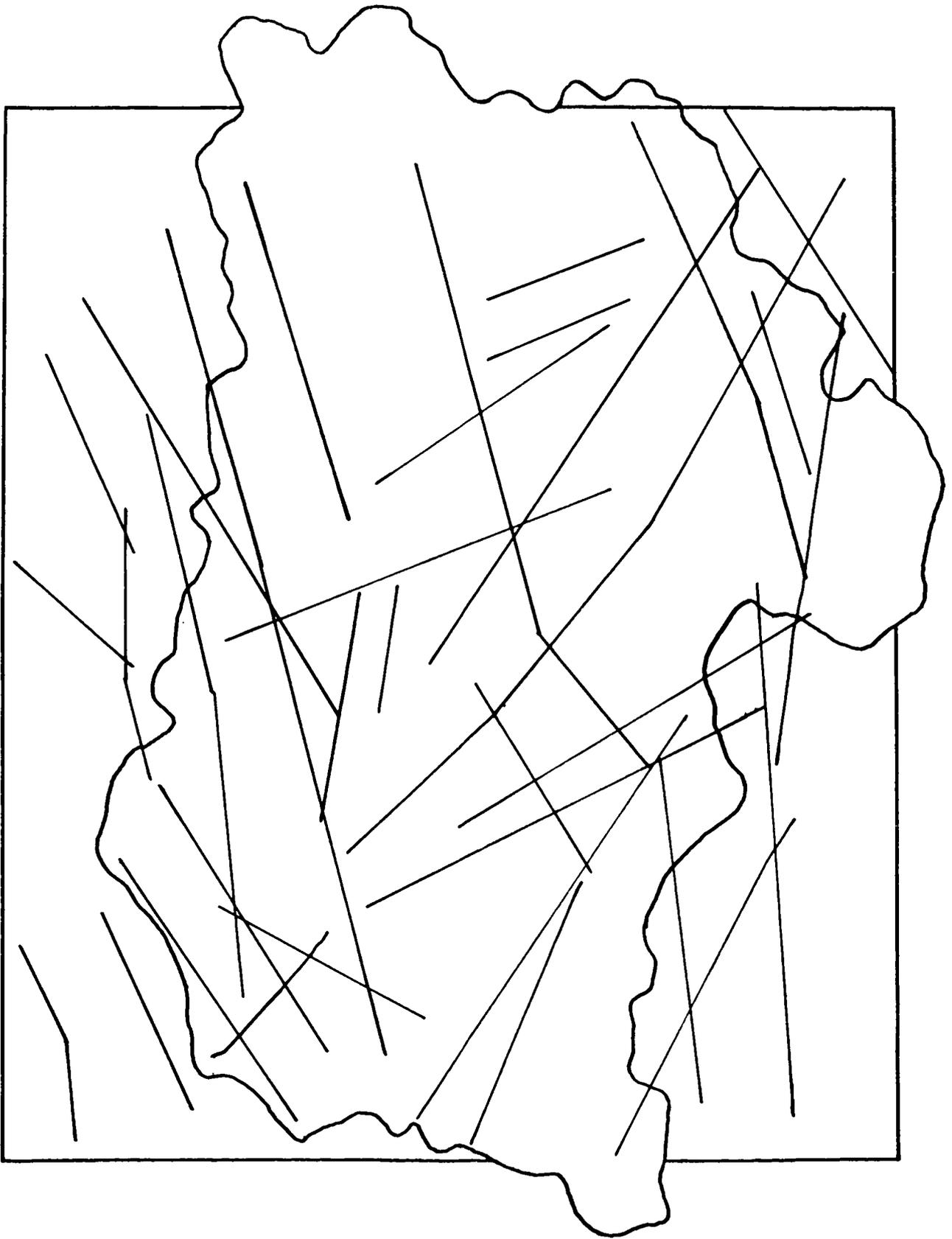


〈그림 5-3〉 진안군일원 파장대별 분해도



〈그림 5-3〉 진안군일원 파장대별 분해도

여 백



<그림 5-4> 선구조도 추출

로 인하여 북북동~남남서 등의 선구조가 발달한다. 진안지역에 발달하는 선구조의 방향은 N30~40E, N20W가 우세하게 나타난다.

### 5-2-2. 전기 비저항 탐사

전기비저항 탐사는 대지에 전류를 주입하여 이에 의한 전위를 측정하여 축선하부의 전기비저항 분포를 작성함으로써 지하구조를 규명하고자하는 물리탐사로서 파쇄대, 단층, 암상경계 등을 규명하는데 효과적인 물리탐사법이다. 우리나라의 경우 지하수의 부존 양상이 퇴적층 내의 공극 충전형 보다 파쇄대나 단층등의 구조대를 따른 유동, 집수에 의한 대수층이 보편적이므로 전기비저항탐사가 지하수 탐사를 위하여 매우 널리 이용되고 있으며, 그 유용성이 현장에서 널리 입증된 탐사법이다.

전기비저항탐사는 전극의 배열에 따라 쌍극자배열(dipole dipole array), 슬럼버져배열(Schlumberger array), 단극-쌍극자 배열(pole dipole array)등 여러 가지 전극배열법이 있다. 전기비저항탐사를 위한 여러 가지 전극배열법 중에서 지하수 탐사에서는 수직, 수평적 전기비저항 분포를 비교적 간단하고 정확하게 측정할 수 있는 쌍극자배열 전기비저항탐사와 한 축점에서의 수직적 전기비저항 변화를 탐사하는 슬럼버져배열이 가장 널리 이용된다.

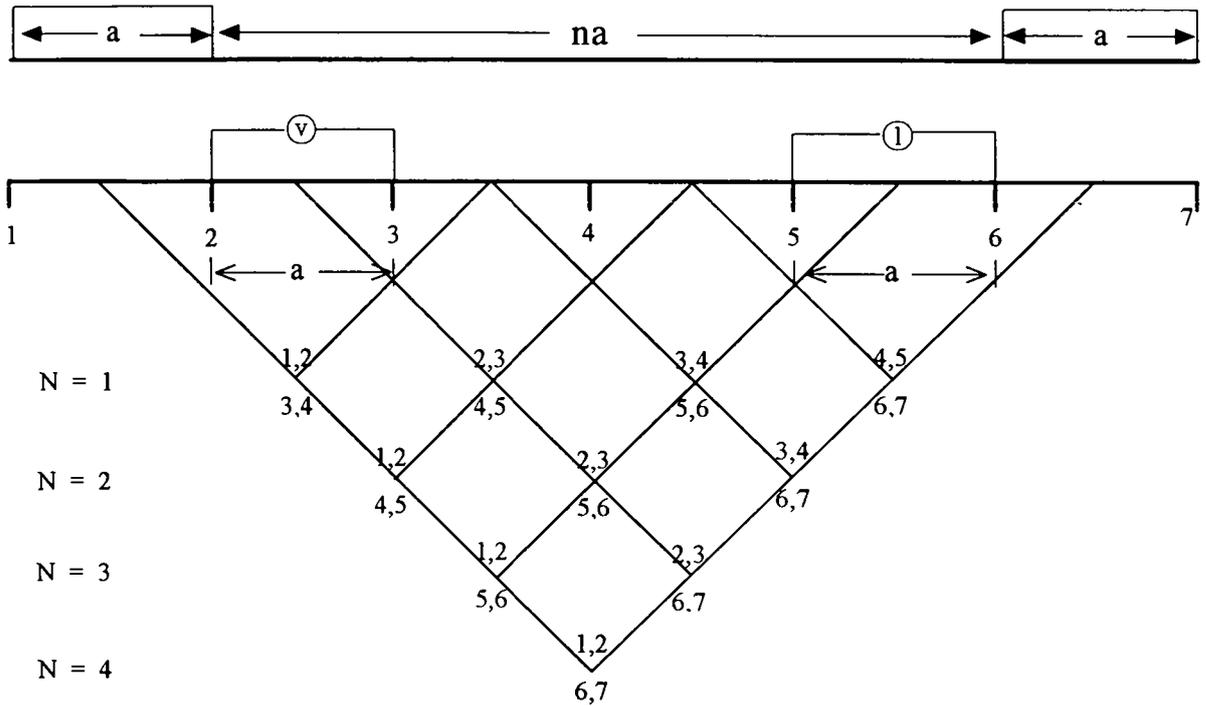
본 조사에서는 축선하부의 수평 및 수직 방향의 2차원적인 전기비저항 분포를 효과적으로 파악할 수 있는 쌍극자 탐사 및 지층의 수직구조와 암반지하수 탐사에 널리 이용되는 수직탐사법에 의한 슬럼버져전극배열 방법으로 조사하였다.

#### 가. 쌍극자탐사

쌍극자배열 전기비저항 탐사는 지하의 수평·수직적 전기전도도의 변화를 비교적 간단하면서도 정확하게 탐사하는 방법으로, 각종 지하수탐사 및 광상탐사에서 성공적으로 적용되고 있는 탐사방법의 하나이다. 쌍극자탐사의 전극 배열은 <그림 5-5>와 같다

쌍극자탐사는 전류, 전위전극 간격  $a$ 를 탐사목적, 정밀도등을 고려하여 설정한 후 전류전극과 전위전극 사이의 거리를  $a$ 의 정수배로 증가시키면서 전위전극간의 전위차를 측정하여 지하의 외견비저항치를 계산하는 탐사법이다. 외견비저항은 전류전극에서 보내준 전류의 세기를  $I$ , 두 개의 전위전극 사이에서 측정된 전위차를  $\Delta V$ 라 할 때, 다음 식으로 표현된다.

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



〈그림 5-5〉 쌍극자 배열

야외탐사 결과는 전위전극 중심과 전류전극 중심을 연결하는 선을 밑변으로 하는 직각 이등변삼각형의 꼭지점에 외견비저항을 기입하여 수평 및 수직적 변화를 해석하게 되는데 이와같이 쌍극자배열 전기비저항 탐사결과 획득된 외견 전기비저항 도면을 외견전기비저항 가단면도(apparent resistivity pseudo-section)라고 한다. 그러나 이 가단면도에 나타난 외견전기비저항값은 지하의 진전기비저항값을 나타내는 것이 아니고 아울러 표시된 수직점이 얻어진 전기비저항값을 야기시키는 원인의 진짜심도를 표시하는 것은 아니기 때문에 지하의 위치별 전기비저항 분포를 정량적으로 규명하기 위해서는 수치역산을 이용한 정량적해석이 필요하다.

쌍극자배열 전기비저항 탐사법은 다른 전극배열방법, 즉 웨너배열이나 솔럼버저배열등과 달리 신속하게 2차원적인 수평, 수직 탐사를 수행할수있어 비교적 광역적으로 지하의 2차원 전기전도도 분포를 파악할 수 있다. 쌍극자 간격  $a$ 는 원하는 탐사심도 또는 지질학적 조건에 따라 변경조사할수 있으며 전극 간격 전개수  $n$ 을 조정함으로써 수직적인 변화양상을 신속하게 탐지할수 있다. 그러나 쌍극자



배열 전기비저항 탐사시 지표 천부의 수평적인 전기전도도의 변화 때문에 이상대의 정확한 해석이 어려운 단점 등이 있기 때문에 이러한 단점을 해결하고 자료의 정확한 정량적인 해석을 위한 방법으로서 forward modelling에 의한 반복적 시행착오법과 역산을 이용한 방법 등이 있다. 본 조사에서는 해석의 정확성 및 지질구조와의 적합성을 유지시키기 위하여 역산법과 forward modelling을 병행 사용하였다.

본 조사에서는 총 20개의 탐사측선을 지표지질조사결과 지하수 부존 가능성이 높은 지역에 대하여 가능한한 예상되는 선구조의 주향방향과 수직이 되도록 설정하였고 전극간격  $a=25m$ , 전극간격 전개수  $n$ 은 최대 10까지 측정함으로써 지하심부 약 125m지점까지의 자료를 취득하였다.

그림에 본 지구에서 수행된 쌍극자배열 전기비저항 탐사의 결과가 나타나있다. 그림의 위는 현장에서 측정된 겉보기비저항 가단면도, 그림의 아래는 2차원 역산의 결과로 얻어진 측선하부의 외견비저항 분포 단면도, 그림의 가운데는 아래그림에 나타난 비저항 분포에 대해 이론적으로 계산해낸 겉보기 비저항 가단면도이다. 따라서 현장자료의 질은 그림의 위와 가운데가 일치할수록 양호한 것으로 생각할 수 있다. 이러한 관점에서 볼 때 탐사자료들은 대체적으로 양호한 것으로 판단할 수 있으며 따라서 역산결과 또한 지하의 자료를 제대로 반영한다고 볼 수 있다.

CNDP-1측선은 백운면 남계리의 기반암 경계부로 예상되는 곳에서 탐사를 수행하였는데 10번 측정부분을 경계로 좌우측의 전기비저항값의 차이가 비교적 뚜렷이 나타나고 있는 것으로 미루어 10번 측정 부분에서 기반암의 암질이 변화하고 있는 것으로 판단되며 층적층의 심도는 1번 측정쪽으로 가면서 깊어지는 것을 볼 수 있다.

CNDP-2측선과 CNDP-3측선은 백운면 동창리에 일원에서 예상 선구조의 주향방향에 수직으로 평행하게 두측선을 설정하여 탐사를 수행하였는데 11번 측정기준으로 1번 측정쪽은 평야부이고 그 반대쪽은 산지부로서 그림의 윗부분에 위치한 현장자료를 보면 층적층을 지시하는 저비저항대의 분포가 1번 측정쪽으로 훨씬 심부까지 위치하는 것을 볼 수 있다. 또한 그림 아래부분의 역산자료에서 2번 측정의 11번 측정 하부에 나타나는 저비저항대와 3번 측정의 8~11번 측정 하부에 나타나는 저비저항대를 비교하여 보면 2번 측정에서 3번측선 방향으로 갈수록 파쇄대의 규모가 증가하는 것으로 추측할 수 있다.

CNDP-4번 측선은 백운면 남계리에서 계곡부에 수직으로 탐사를 수행하였으며 8~12번 측정하부의 천부에서 저비저항대가 나타나고 있는데 하부에 저비저항대가 나타나지 않고 천부에 존재하는 저비저항체에 의한 영향(pants-type등)이 나타나지 않는 것으로 보아 파쇄대에 의한 영향이라기 보다는 지형등에 의한 영향으로 판단된다.

CNDP-5번 측선은 백운면 동창리에서 산지부와 평야부의 경계부에 탐사측선을 설정하였는데 경계부인 11번 측정에서 6번 측정 하부로 이어지는 파쇄대의 존재가 추측되며 그 하부에 산지부의 영향으로 판단되는 고비저항대가 나타나고 있다. 현장자료의 12번 측정에서 14번 측정하부로 연장되는 소규모의 저비저항대는 파쇄대의 반사효과에 의해 나타난 것으로 판단되며 존재가능성은 미약하다.

CNDP-6측선과 CNDP-7측선은 백운면 운교리, 덕치리에서 같은 지역내에 평행하게 탐사측선을 설정하였는데 6번 측선은 9~11번 측정사이에서 충적층의 심도가 깊은 것으로 나타나고 있으나 파쇄대등에 의한 이상대는 인지되지 않는 반면 7번 측선은 11번 측점을 경계로 하부에 비저항치의 차이가 비교적 명확히 나타나고 있으며 역산자료에서도 8~10번 측정 하부에 저비저항대가 발달하고 있는 것으로 미루어 6번 측선의 9~11번 측정에서 7번 측선의 8~10번 측정 하부 방향으로 파쇄대의 발달이 추측된다.

CNDP-8측선과 CNDP-9측선은 진안읍 반월리에서 선구조의 발달이 인지되지 않는 구릉성 지역에서 하부 이상대의 발달방향을 파악하기 위하여 서로 교차하는 방향으로 탐사를 수행하였는데 두 측선 모두 파쇄대와 같은 이상대에 의한 저비저항대는 나타나지 않고 있으며 8번 측선의 1번 측정 방향과 9번 측선의 21번 측정 방향에 위치한 저구릉지에서 상대적인 고비저항대가 나타나고 있으며 저지대로 가면서 나타나는 저비저항대는 상대적으로 깊은 충적층의 영향에 의한 것으로 판단된다.

CNDP-10측선은 마령면 평지리 평야부에서 예상되는 선구조의 주향방향에 수직으로 탐사측선을 설정하였다. 전체적으로 매우 균질한 암상인 것으로 판단되며 20m이내의 심도로 분포하는 것으로 생각되는 충적층이 비교적 일정한 층후로 발달되어 있고 풍화대의 발달은 미약한 것으로 판단된다. 현장자료에서보면 9번 측정 천부에서 11번 측정 하부로 소규모의 파쇄대가 발달되어 있는 것으로 보이는데 이는 역산자료에도 잘 나타나있다.

CNDP-11측선은 마령면 계서리 계곡부를 가로질러 측선을 설정하였는데 전체적으로 균질한 암상인 것으로 판단되며 파쇄대와 같은 이상대는 인지되지 않는다. 산지부에 가까운 21번 측점에서 계곡 중심부로 갈수록 층적층의 두께가 증가하는 양상을 나타내어 9~11번 측점에서 가장 깊게 나타나고 있고 산지부와 경계가 비교적 완만한 21번 측점부근 보다 경계부의 경사가 비교적 급한쪽인 1번측점 부근의 기반암 심도가 더 깊은 것으로 나타나고 있다.

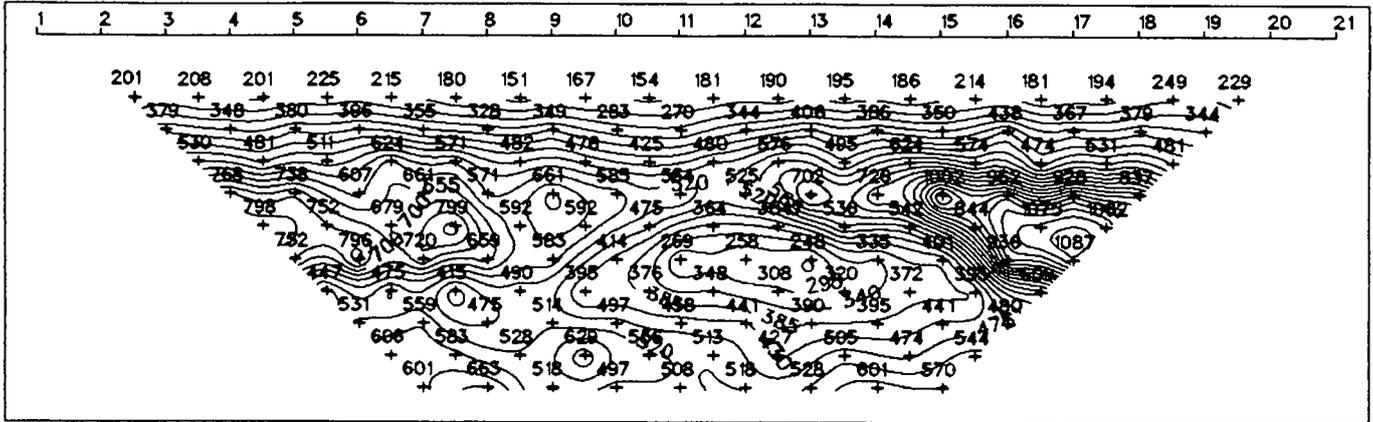
CNDP-12측선과 CNDP-13측선은 마령면 덕천리에서 선구조가 인지되지 않고 기반암이 균질한 평야부지역에서 이상대의 발달방향을 파악하기 위하여 서로 교차되도록 측선을 설정하였다. 12번 측선은 층적층을 지시하는 저비저항대의 분포가 20m내외로 일정하게 분포하면서 9, 10번 측점에서 12번 측점 하부로 발달하는 소규모의 이상대를 나타내고 있다. 이에 반해 13번 측선은 저비저항대의 분포가 11번 측점을 경계로 하여 21번 측점까지 10m이내의 천부에, 1번 측점쪽으로는 50m까지의 심도로 분포하고 있어 11번 측점을 경계로한 암질의 변화가 추측된다.

CNDP-14측선은 진안읍 연장리에 측선을 배열 하였다. 전체적으로 풍화대의 발달이 미약하고 균질한 지층구조를 나타내고 있으며 8번, 9번 측점 천부에서 11~13번 측점하부로 발달하는 이상대가 나타나고 있다.

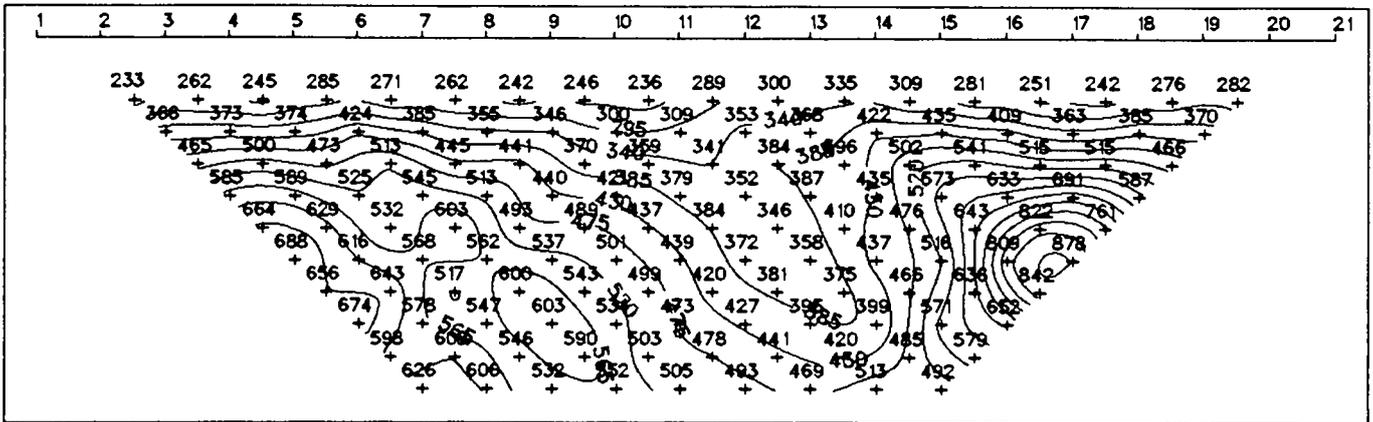
CNDP-15측선과 CNDP-16측선은 부귀면 거석리에서 기반암의 경계부에 평행하게 측선을 설정하였다. 현장자료를 보면 두 측선 모두 11번 측점을 경계로 양쪽의 전기비저항값의 차이가 나타나고 있으나 저비저항대의 하부연장이 발달되지 않고있는 것으로 미루어 암상의 변화에 의한 것으로 판단되며 15번 측선의 경우 역산자료의 9, 10번 측점 하부에 저비저항대가 나타나고 있는데 파쇄대등에 의한 영향이라고 판단하게엔 어려우며 심부에서의 지하수의 부존가능성은 미약한 것으로 판단된다.

CNDP-17측선, CNDP-18측선은 부귀면 오룡리에서 탐사를 실시하였으며 CNDP-17측선은 예상선구조의 방향에 수직으로 측선을 설정하였고 CNDP-18측선은 선구조의 방향에 평행하게 탐사측선을 설정하였다. 17번 측선은 저비저항대의 심도가 10~20m로 나타나고 있으며 10, 11번 측점 하부에서 이상대가 나타나는 반면 18번측선은 저비저항대의 심도가 30~50m의 심도로 나타나고 있는데 이상대의 발달방향을 파악하기는 어려우나 층적층의 지하수 부존가능성은 양호한 것으로 판단된다.

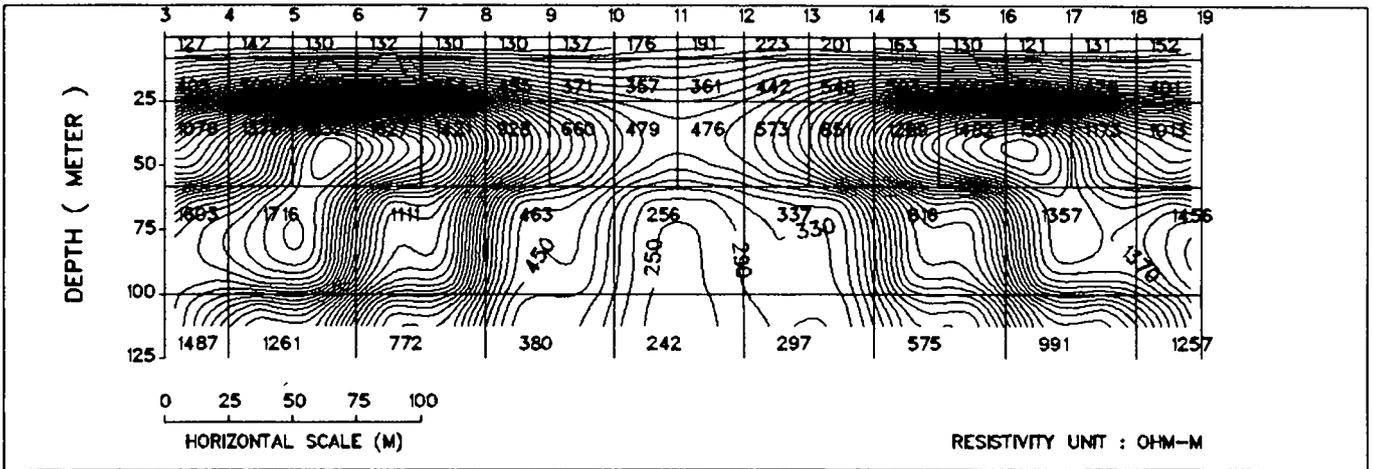
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



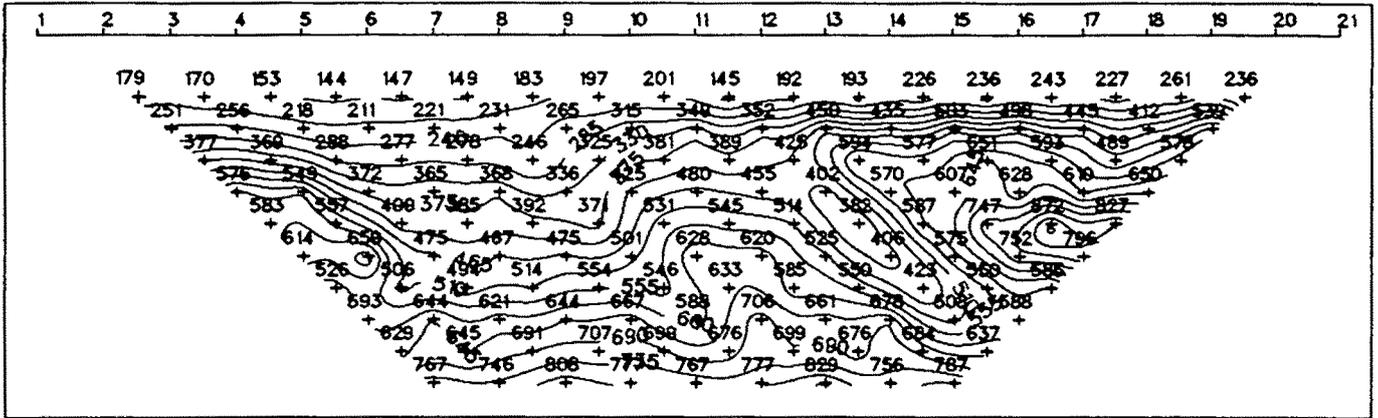
2-D Resistivity Structure



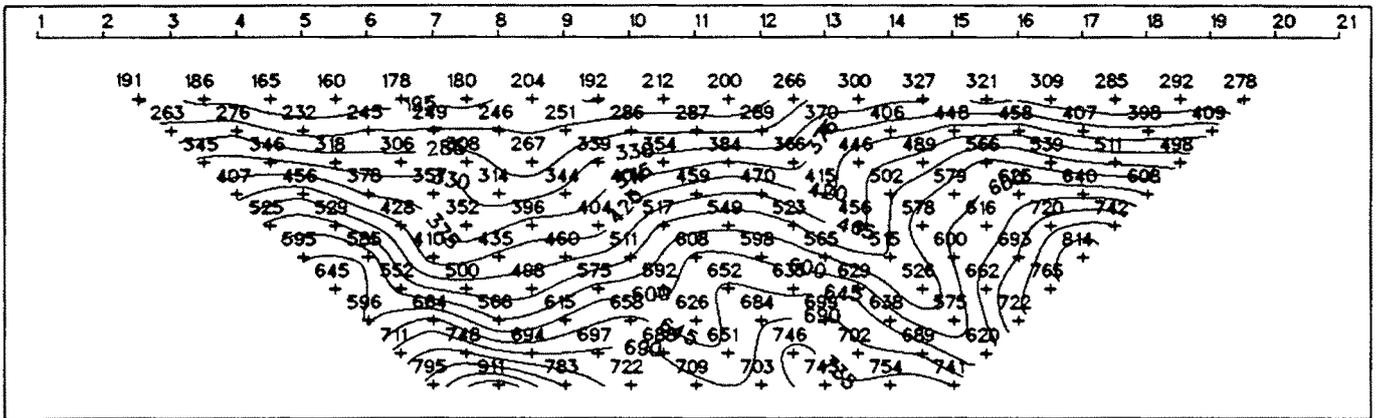
Line No. = CNDP-1      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-6> E-1측선 쌍극자 탐사결과도

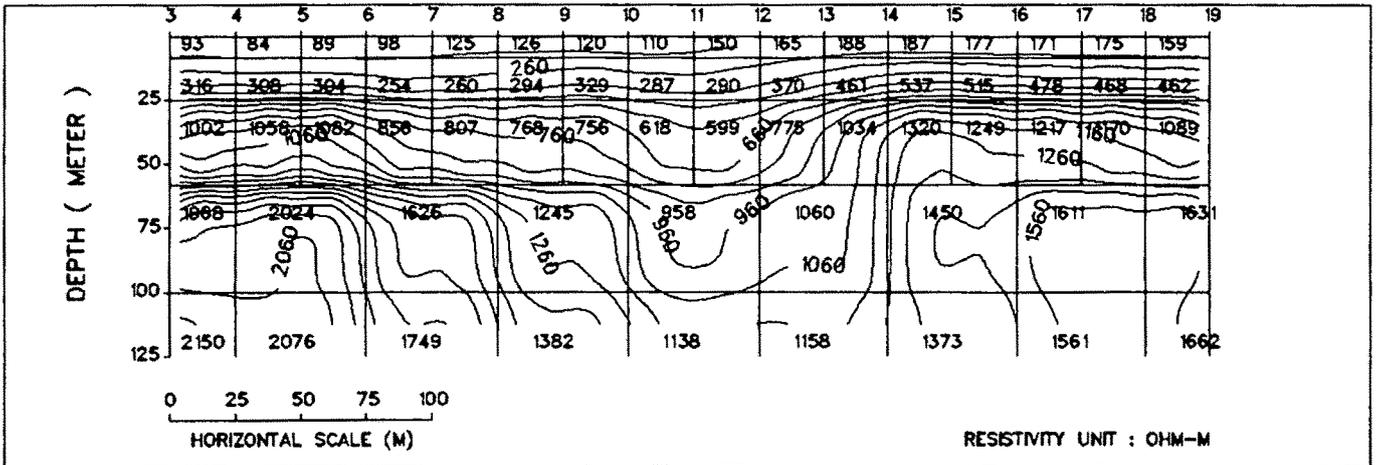
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



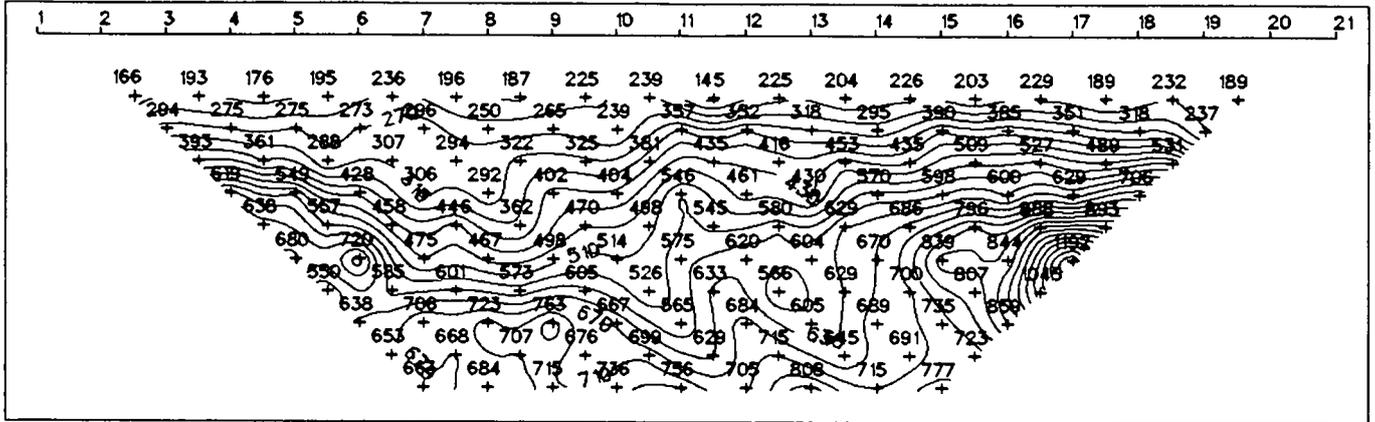
2-D Resistivity Structure



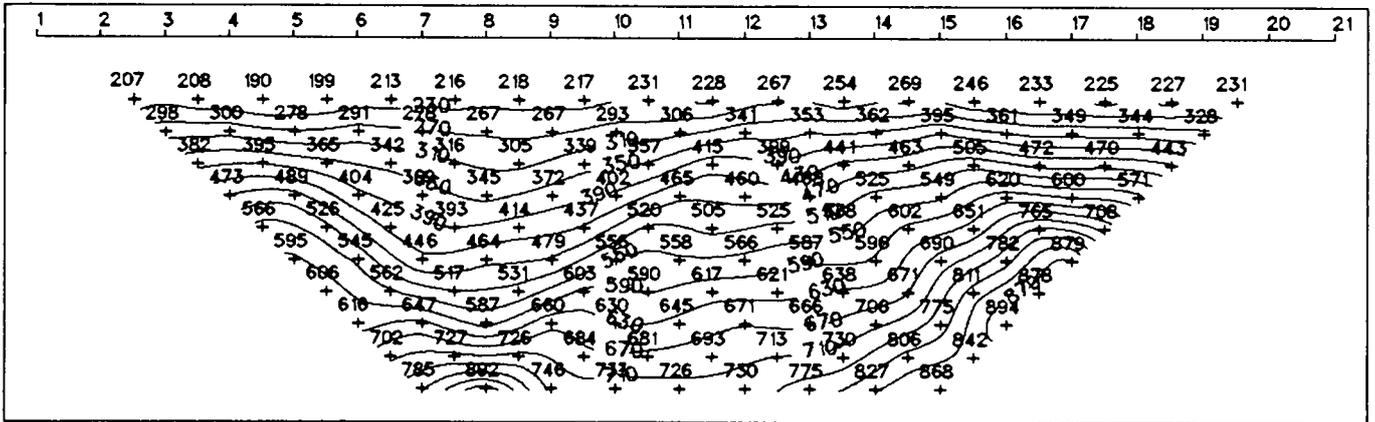
Line No. = CNDP-2      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-7> E-2축선 쌍극자 탐사결과도

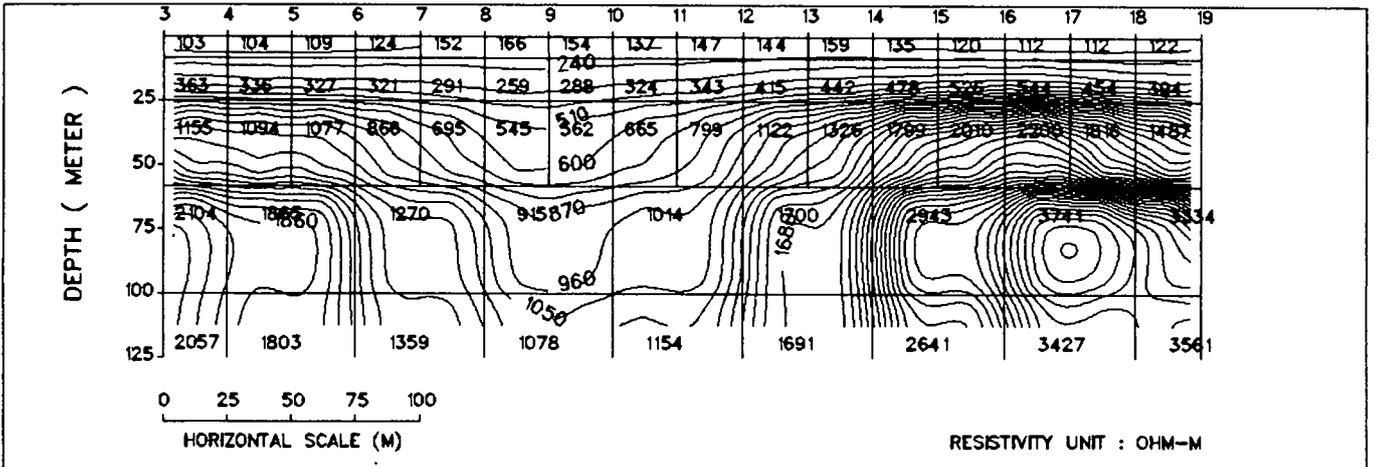
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



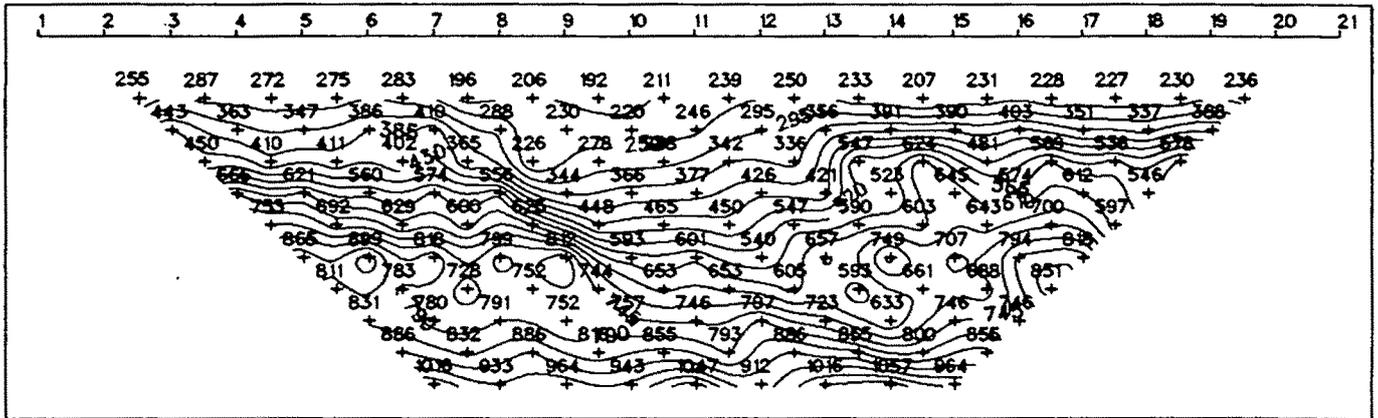
2-D Resistivity Structure



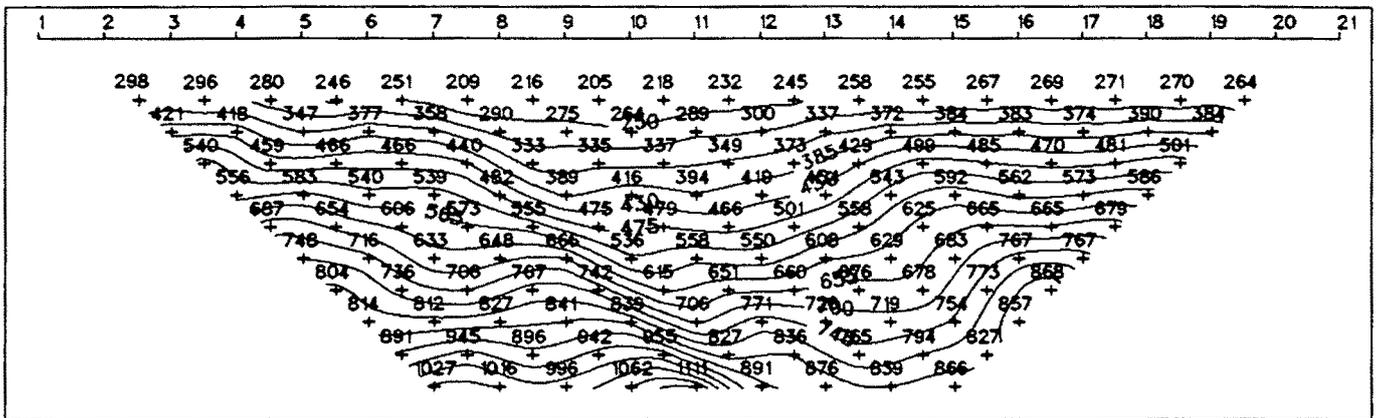
Line No. = CNDP-3      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-8> E-3측선 쌍극자 탐사결과도

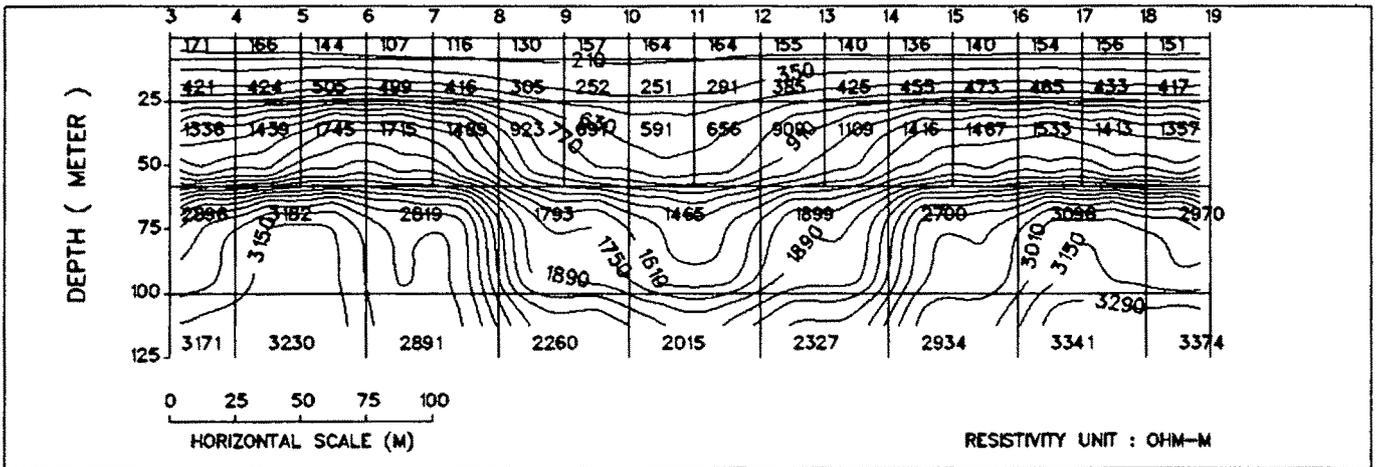
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



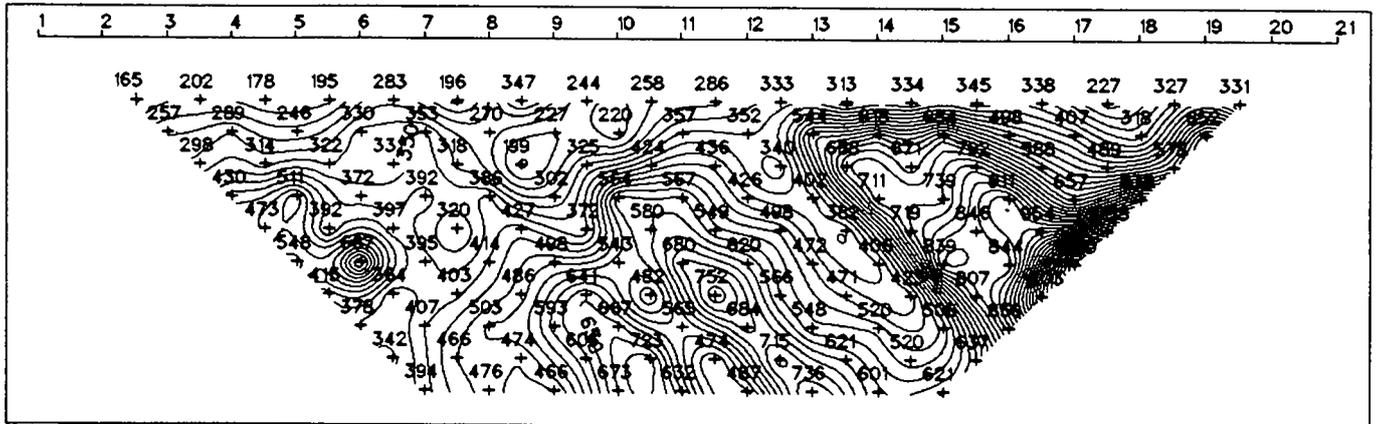
2-D Resistivity Structure



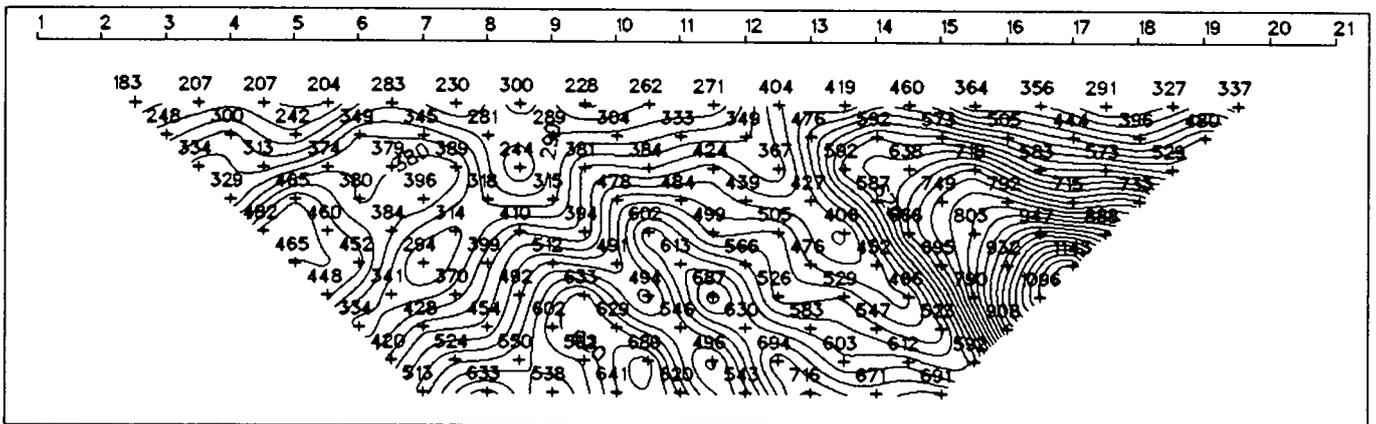
Line No. = CNDP-4      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-9> E-4측선 쌍극자 탐사결과도

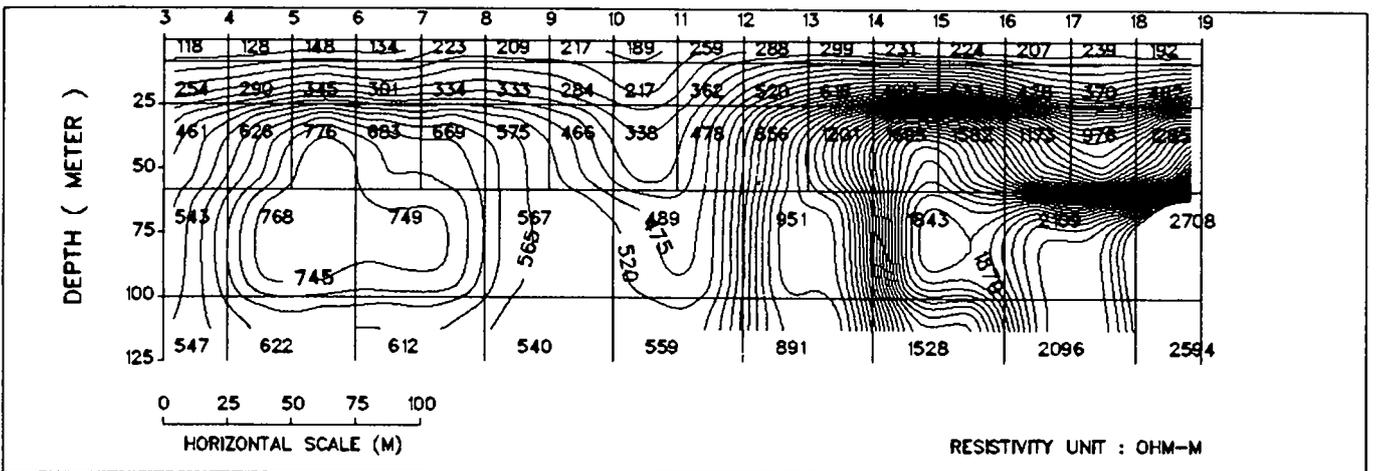
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



2-D Resistivity Structure

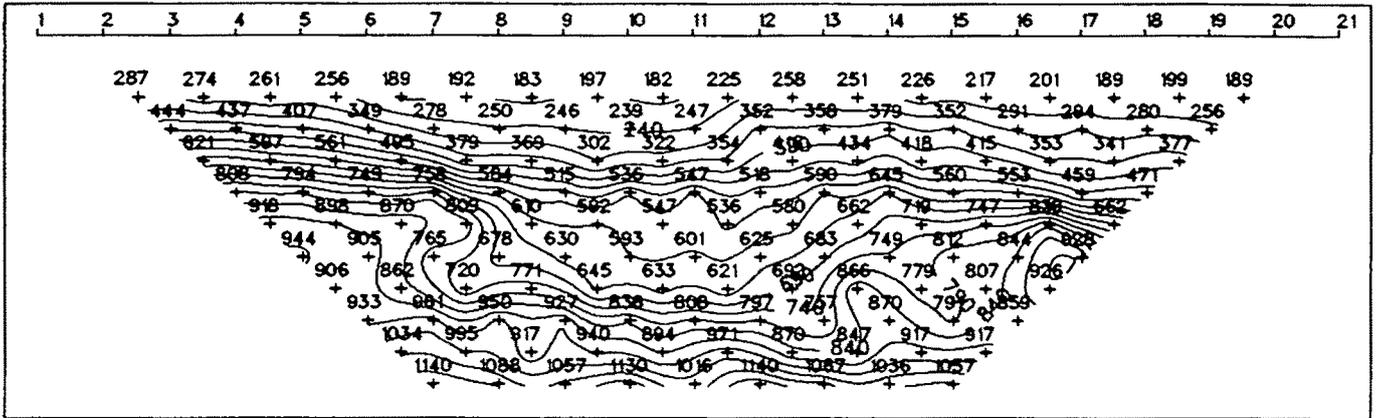


Line No. = CNDP-5      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

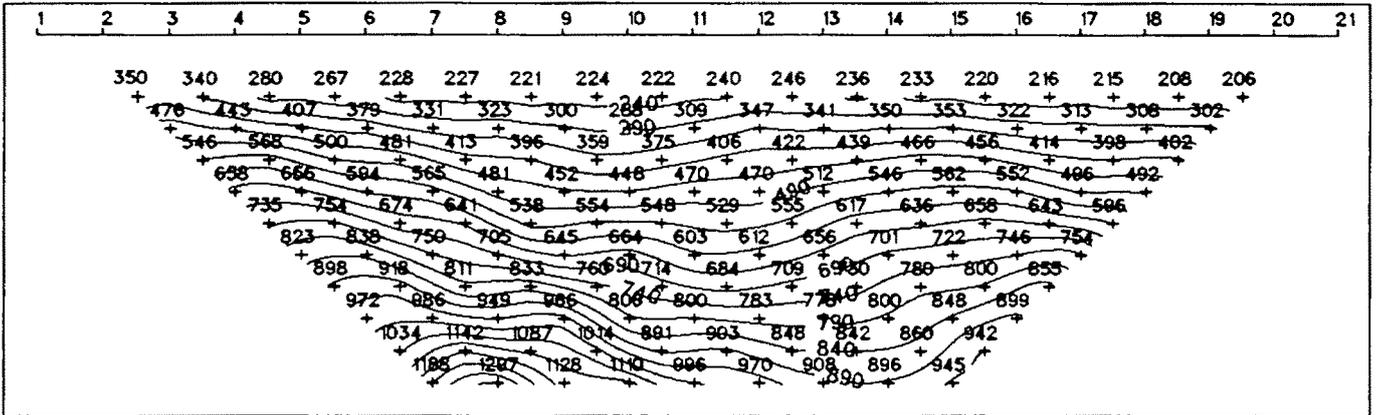
<그림 5-10> E-5측선 쌍극자 탐사결과도



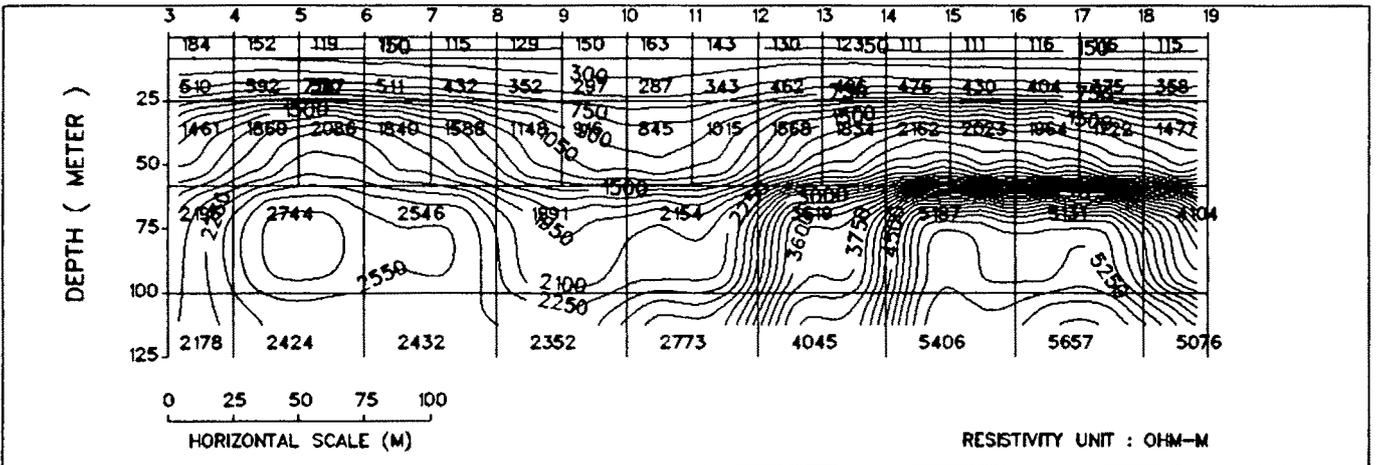
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



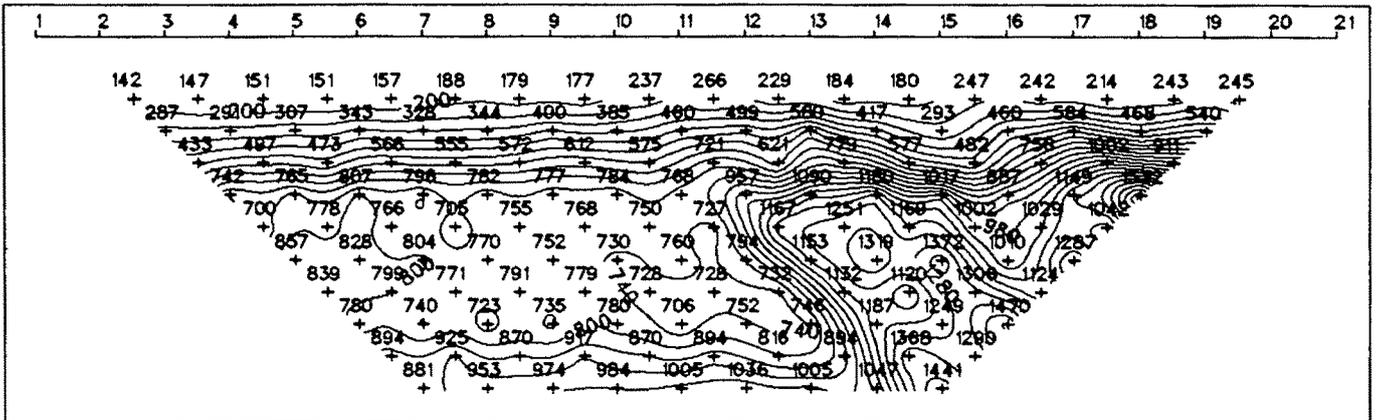
2-D Resistivity Structure



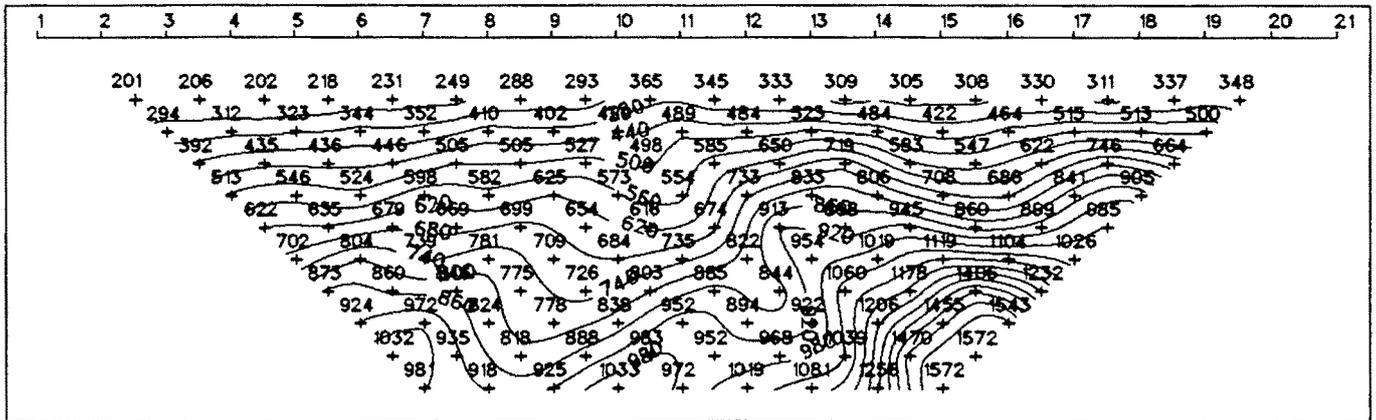
Line No. = CNDP-6      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-11> E-6측선 쌍극자 탐사결과도

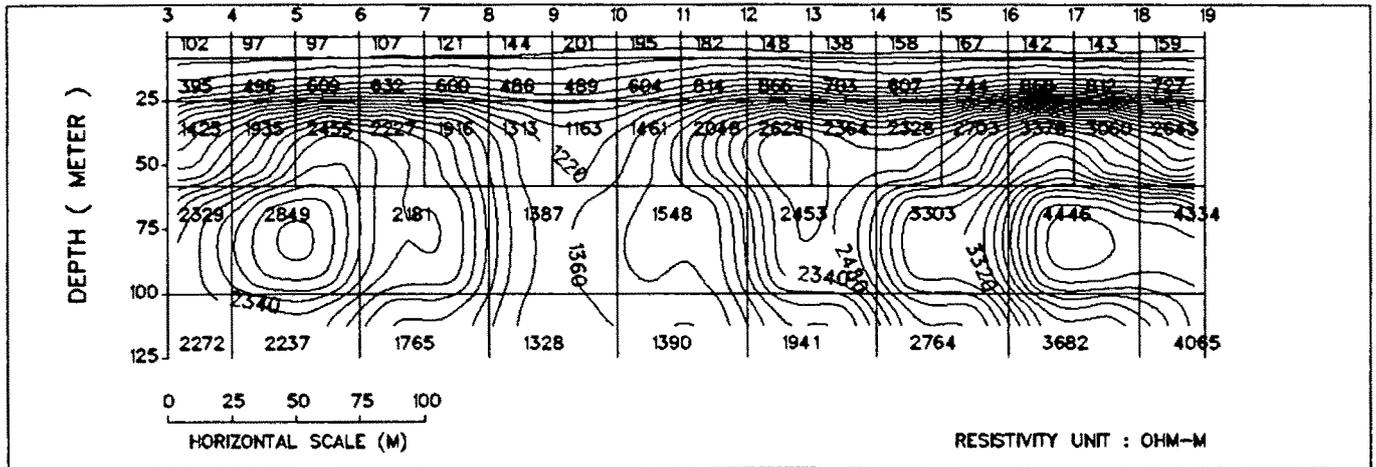
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



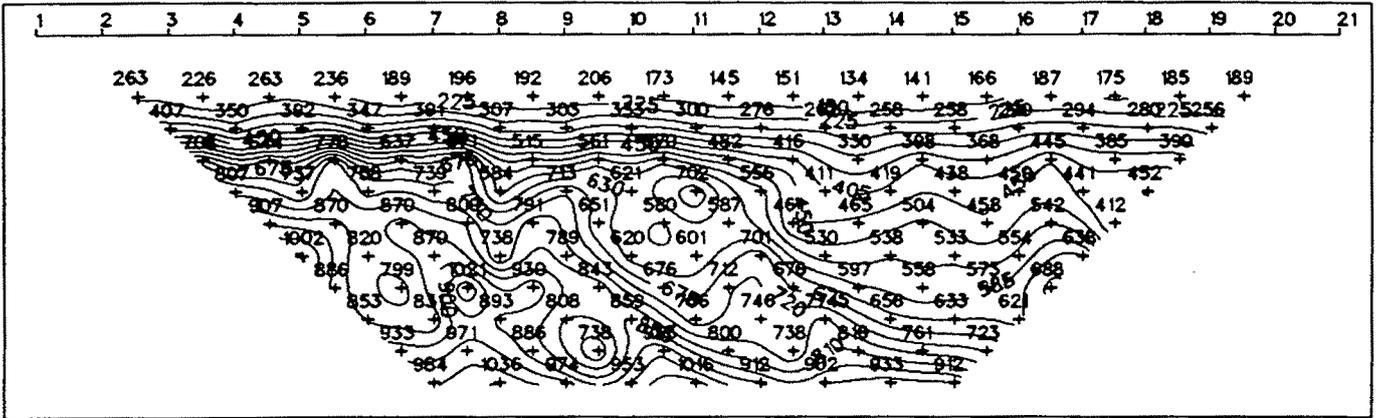
2-D Resistivity Structure



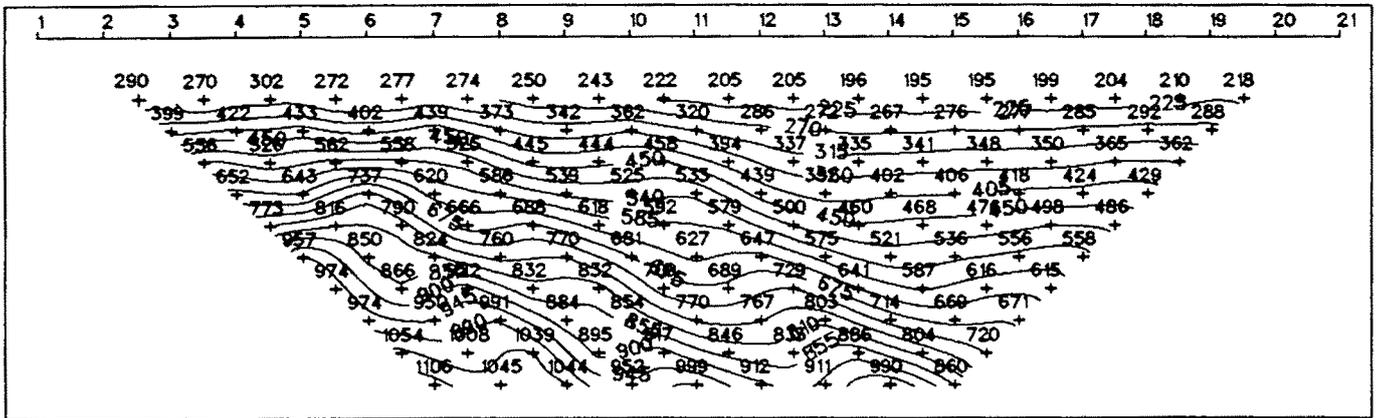
Line No. = CNDP-7      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-12> E-7축선 쌍극자 탐사결과도

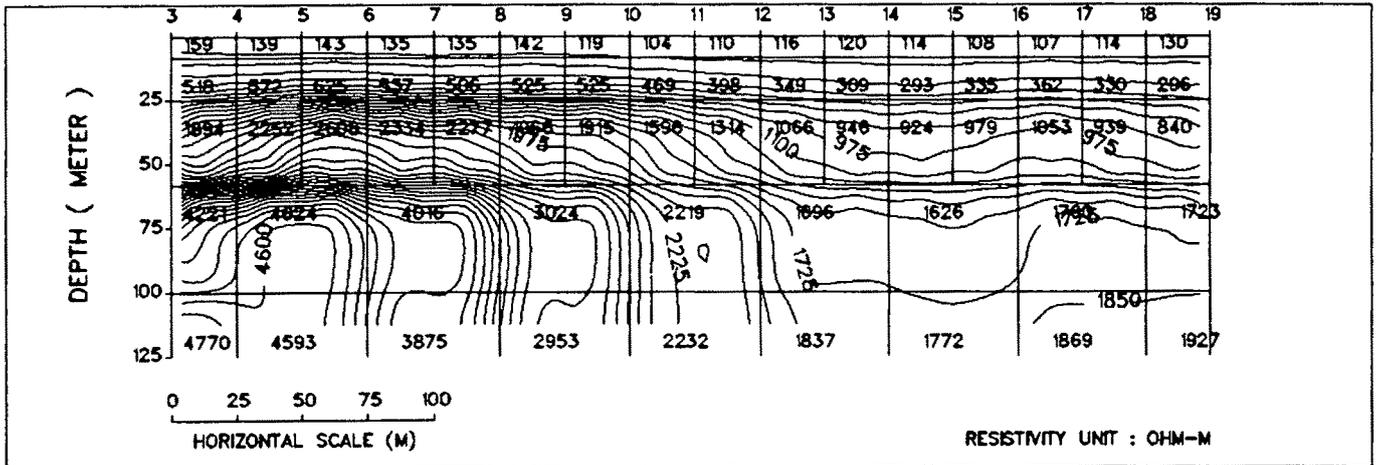
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



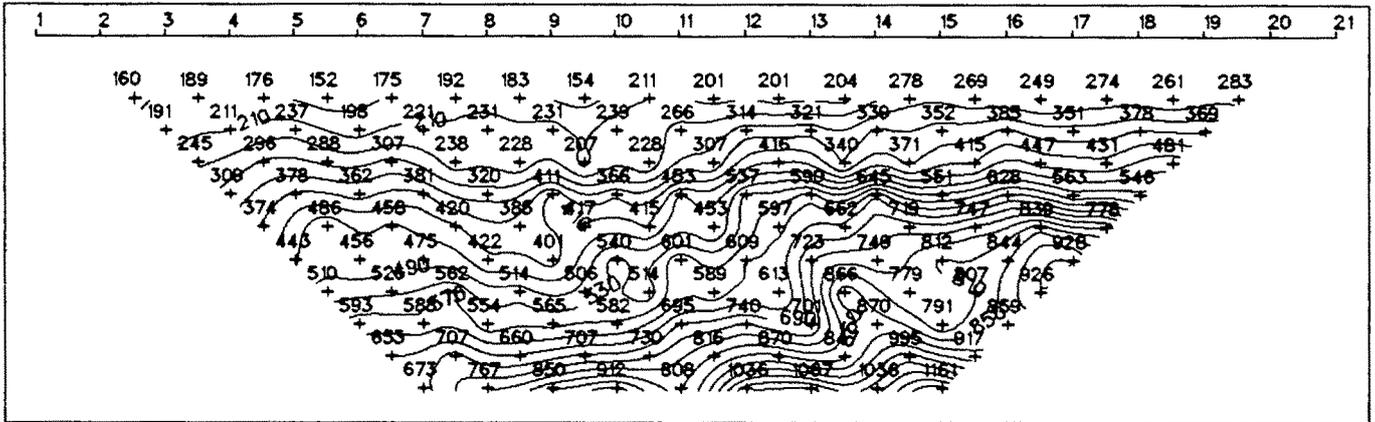
2-D Resistivity Structure



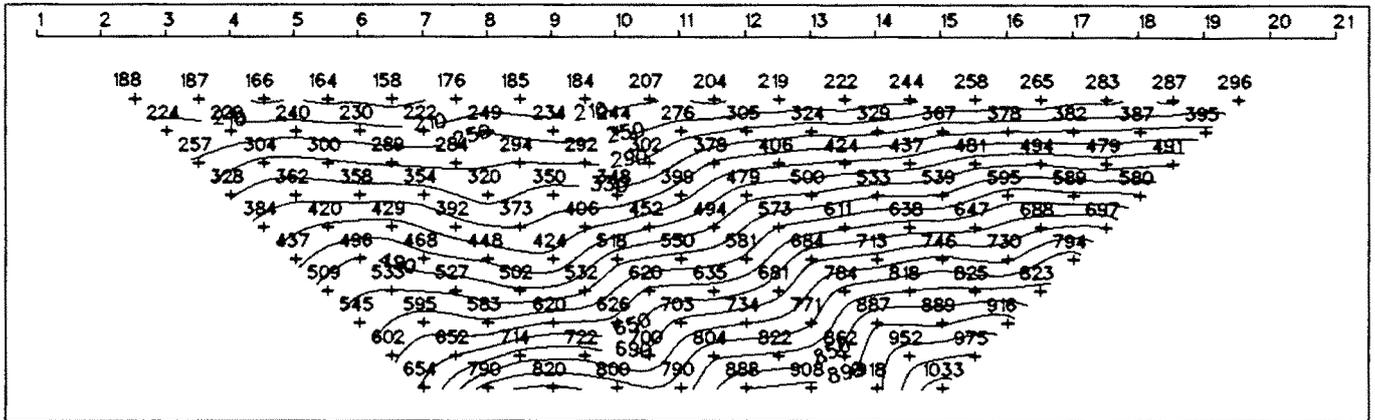
Line No. = CNDP-8      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-13> E-8축선 쌍극자 탐사결과도

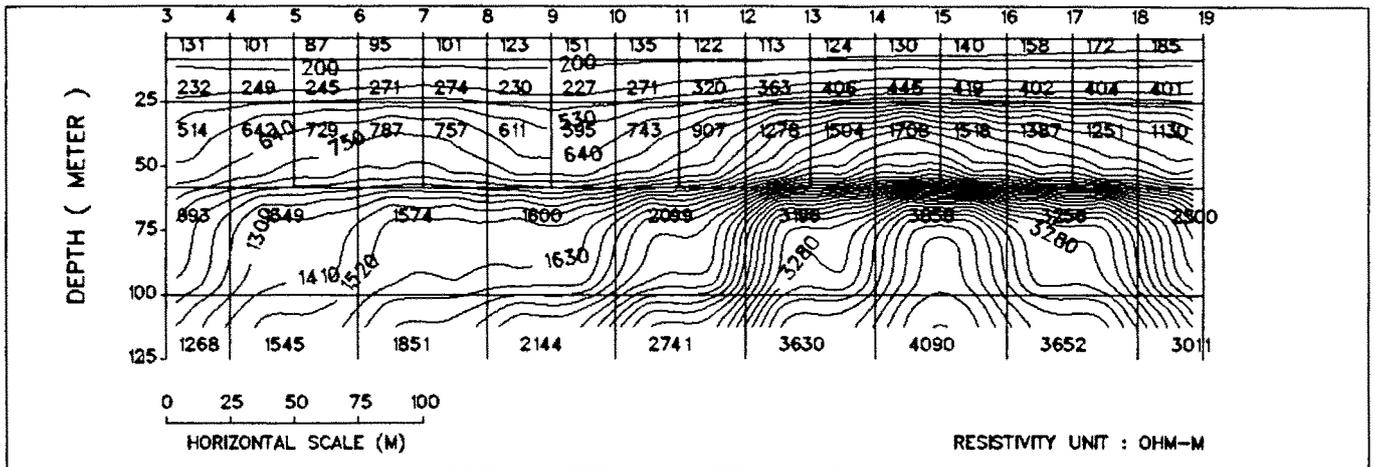
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



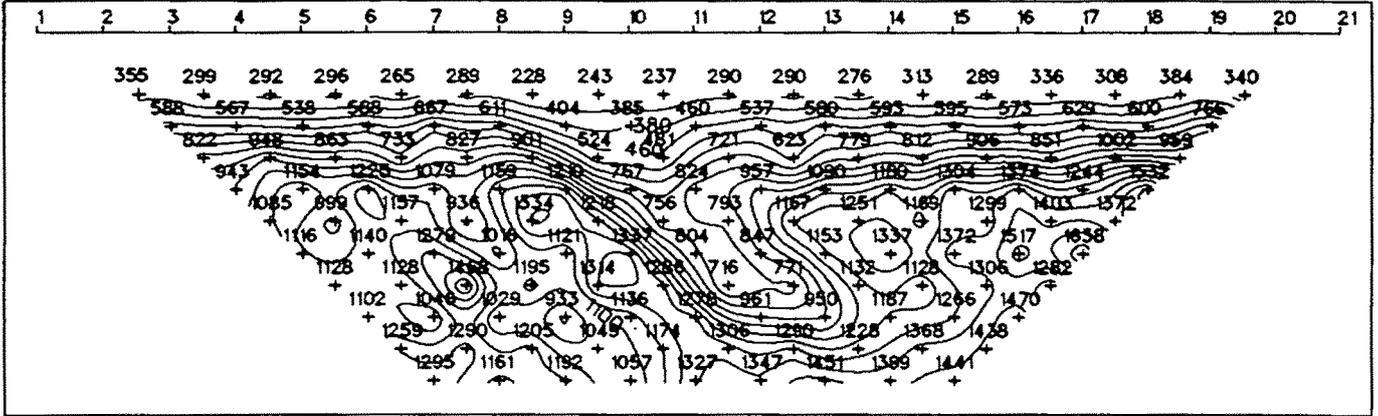
2-D Resistivity Structure



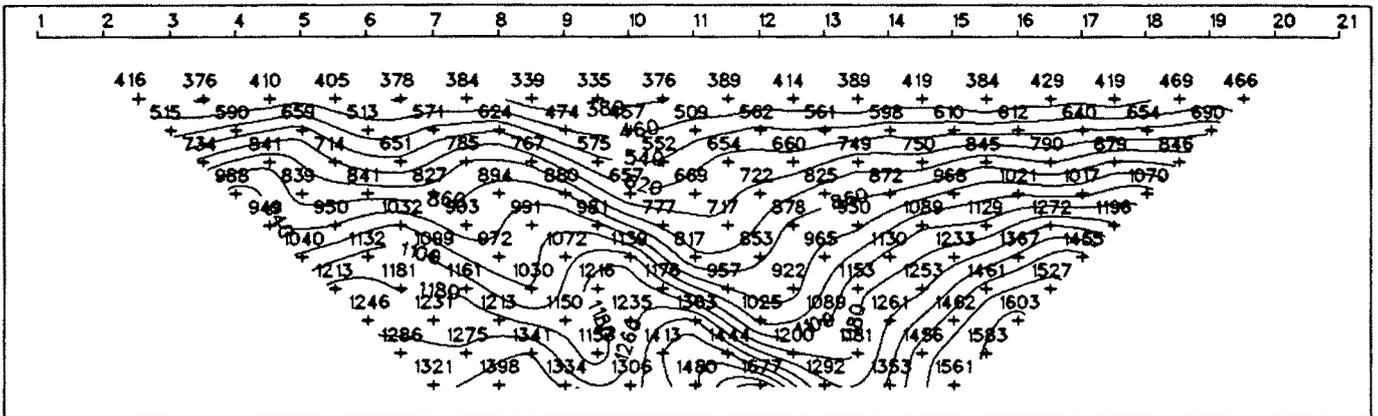
Line No. = CNDP-9      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-14> E-9축선 쌍극자 탐사결과도

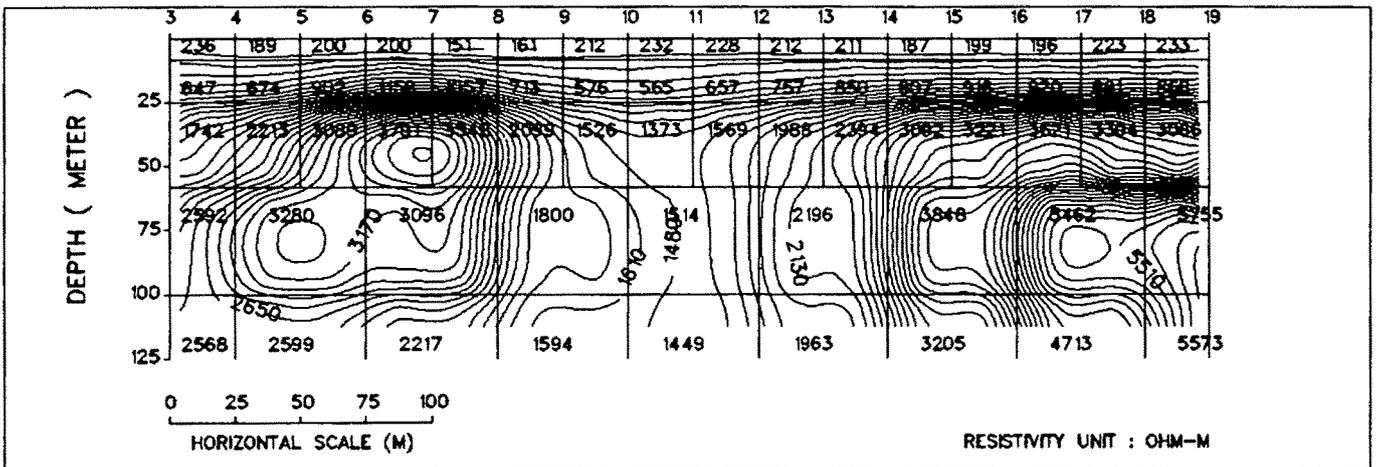
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



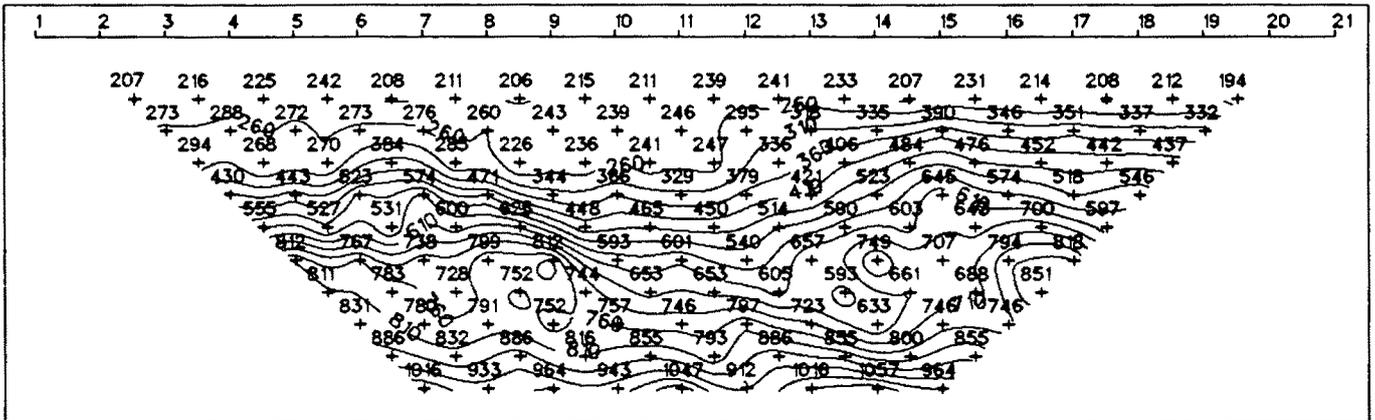
2-D Resistivity Structure



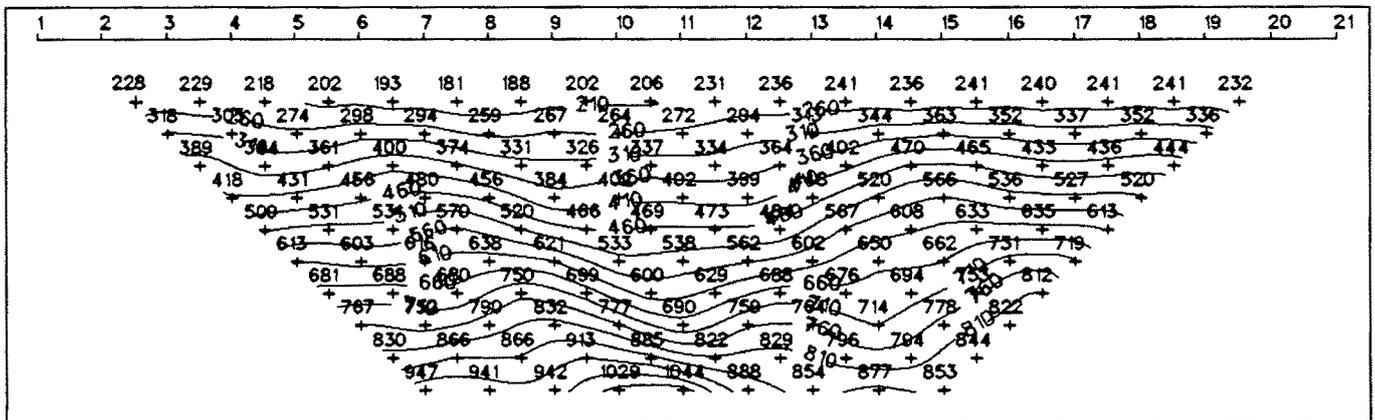
Line No. = CNDP-10      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-15> E-10측선 쌍극자 탐사결과도

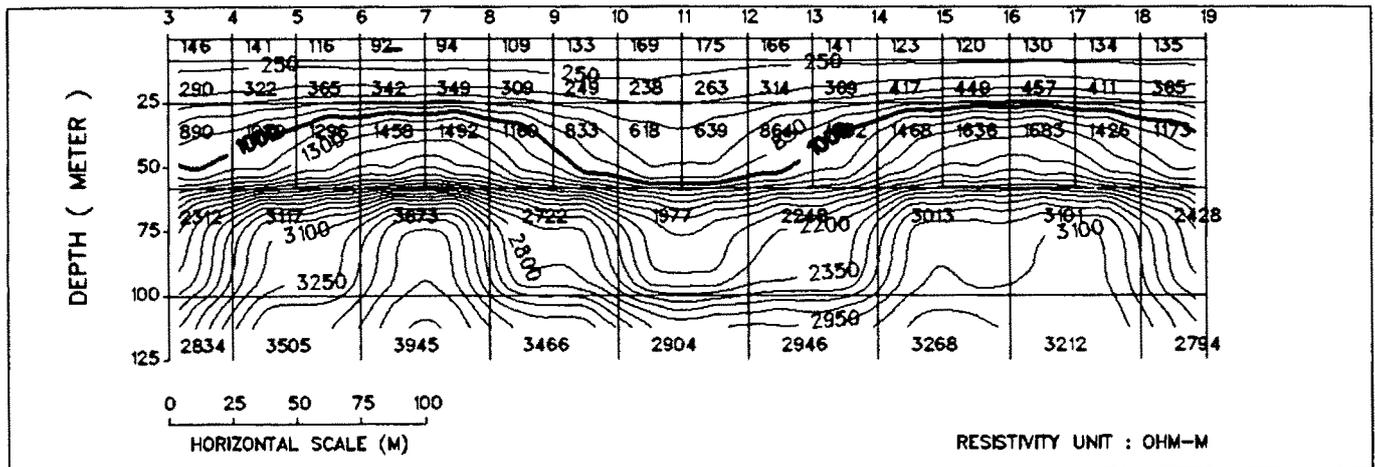
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



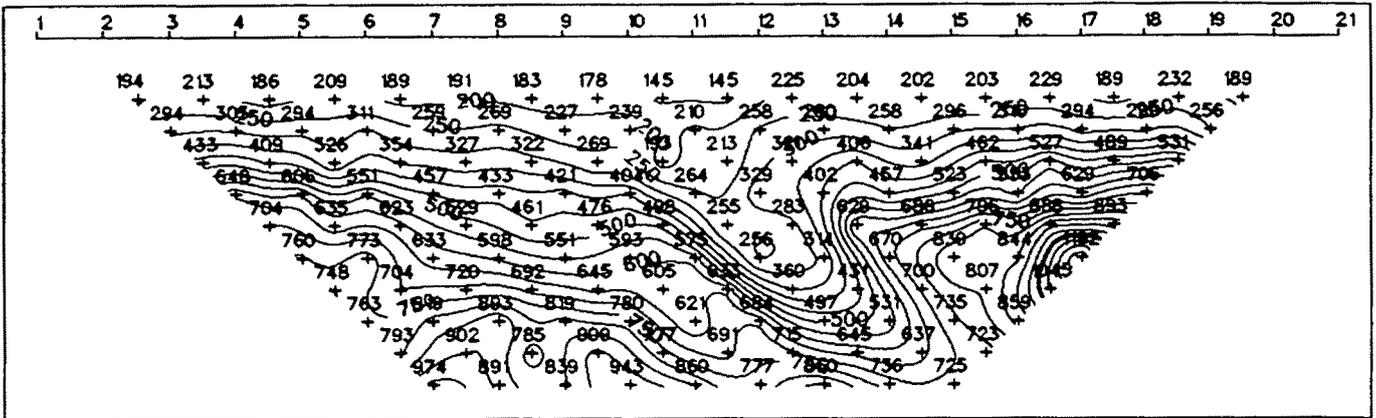
2-D Resistivity Structure



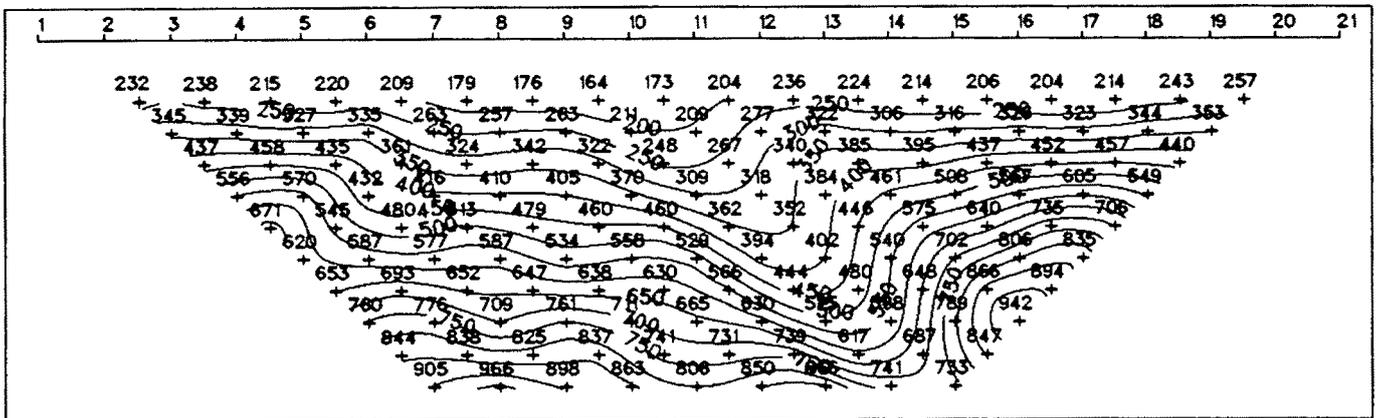
Line No. = CNDP-11      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-16> E-11측선 쌍극자 탐사결과도

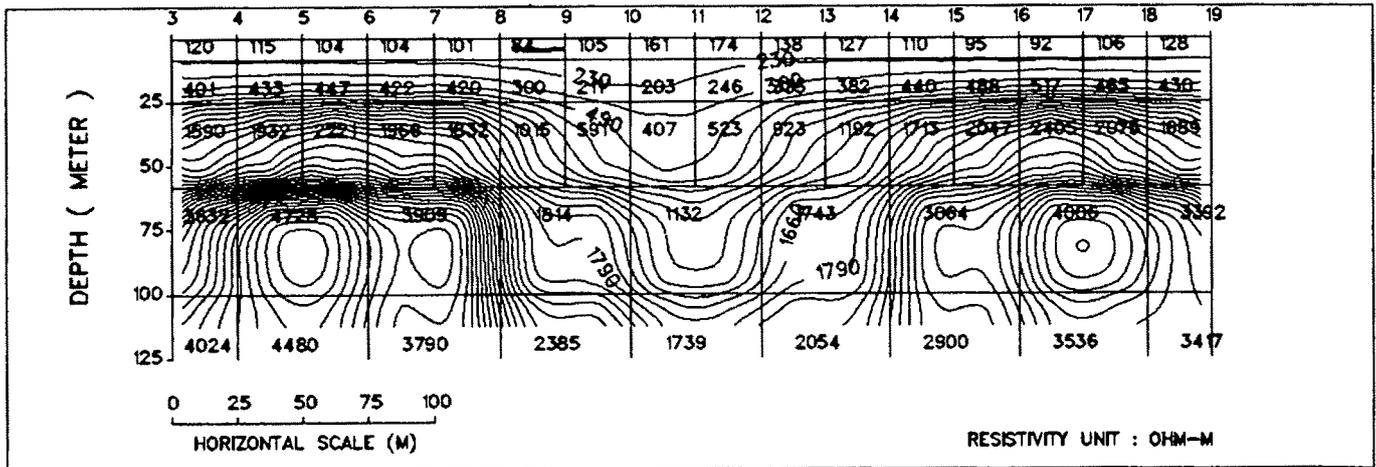
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



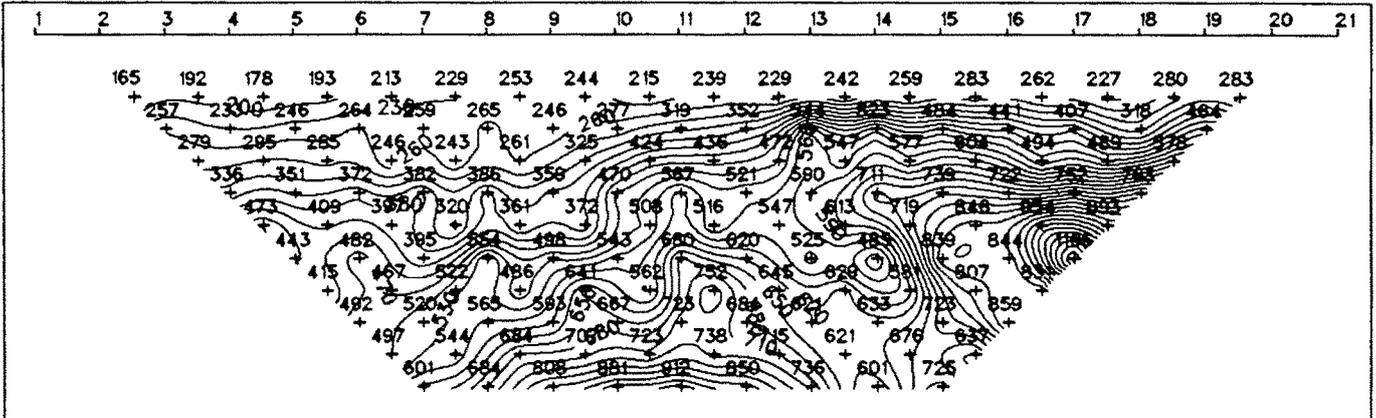
2-D Resistivity Structure



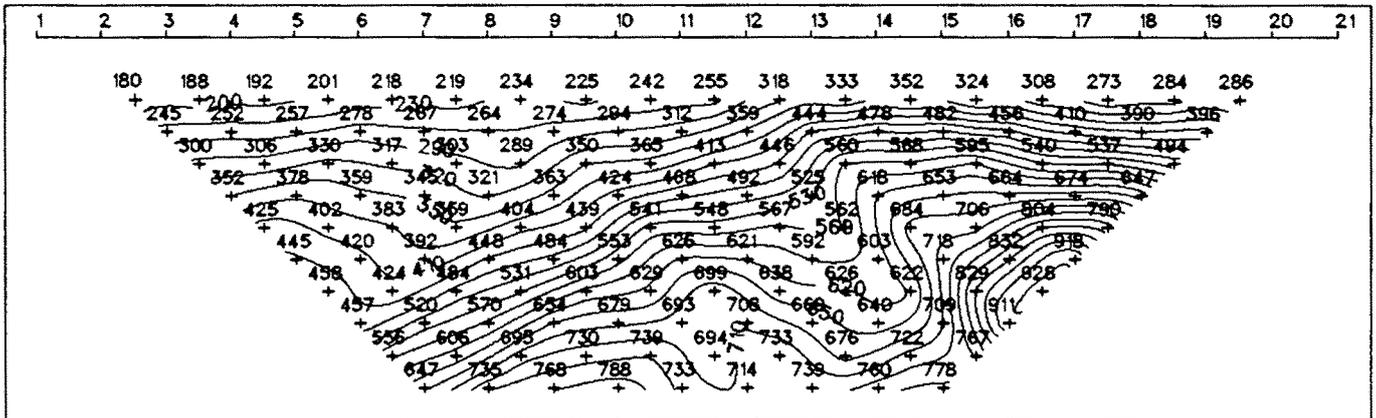
Line No. = CNDP-12      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-17> E-12측선 쌍극자 탐사결과도

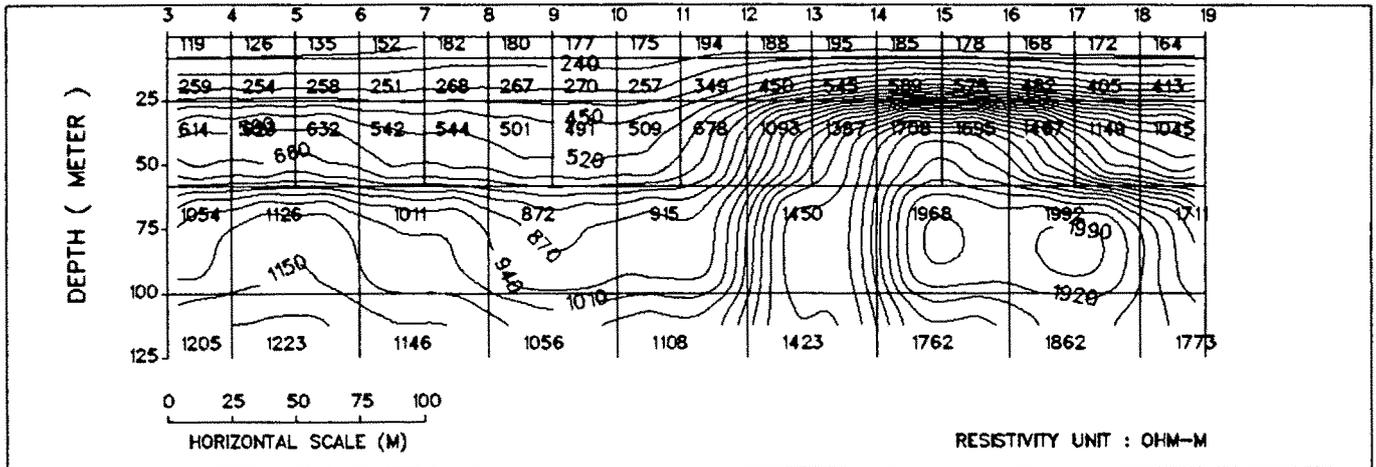
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



2-D Resistivity Structure

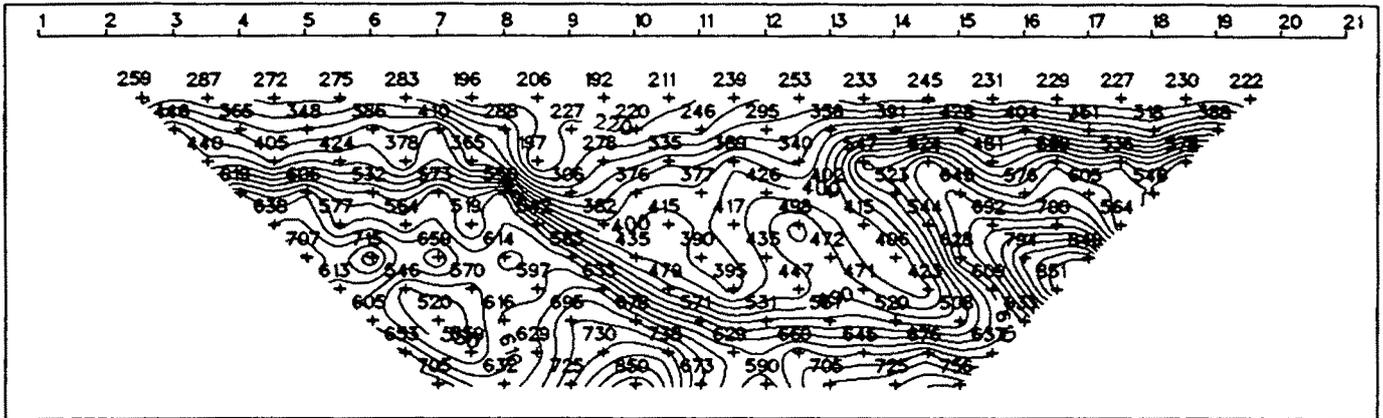


Line No. = CNDP-13      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

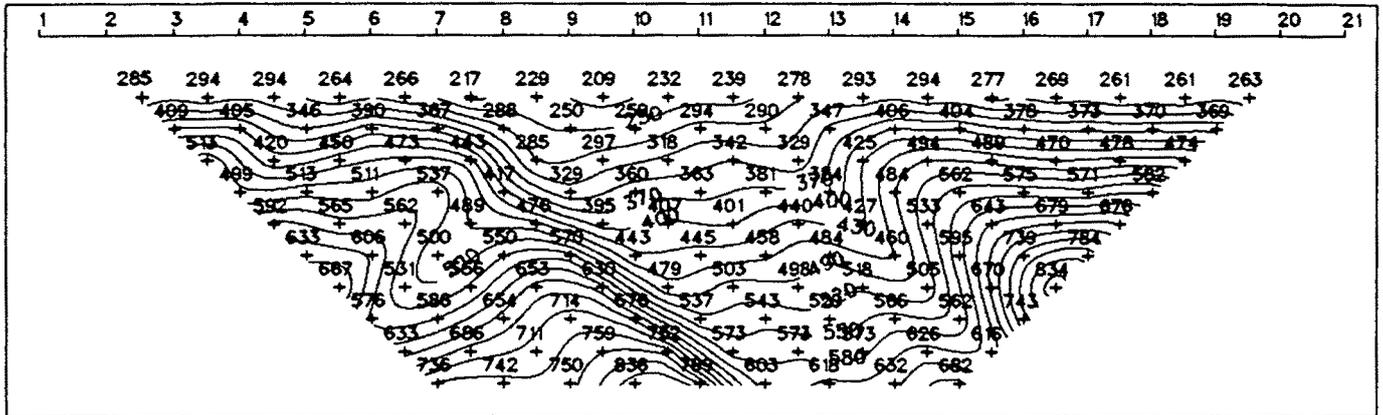
<그림 5-18> E-13측선 쌍극자 탐사결과도



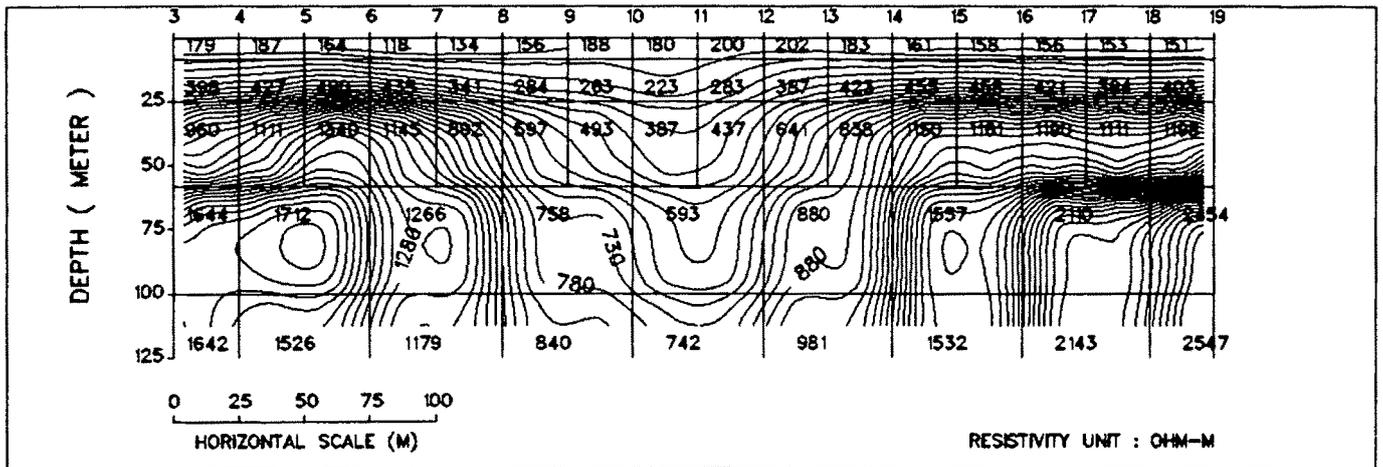
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



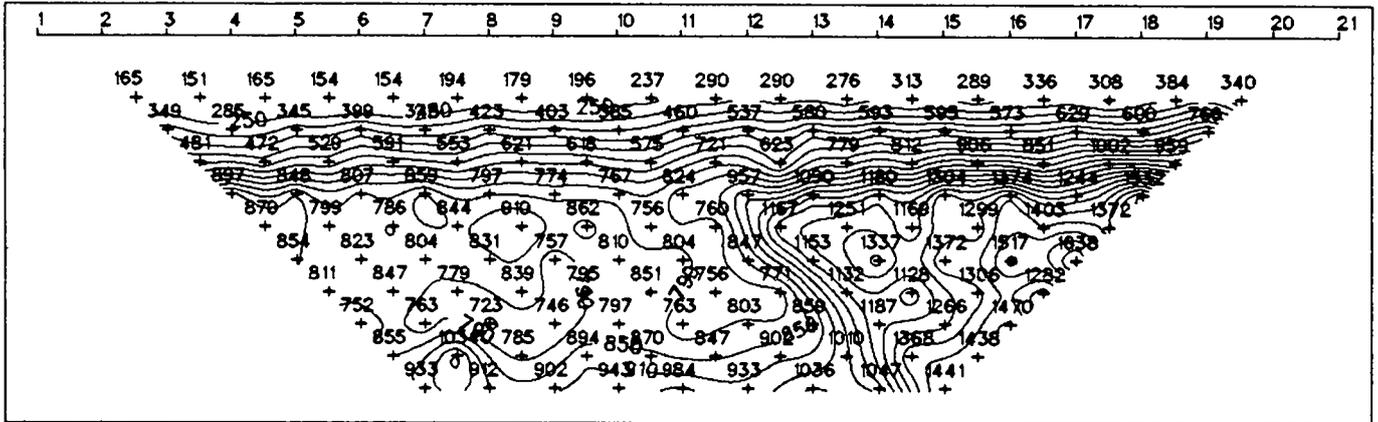
2-D Resistivity Structure



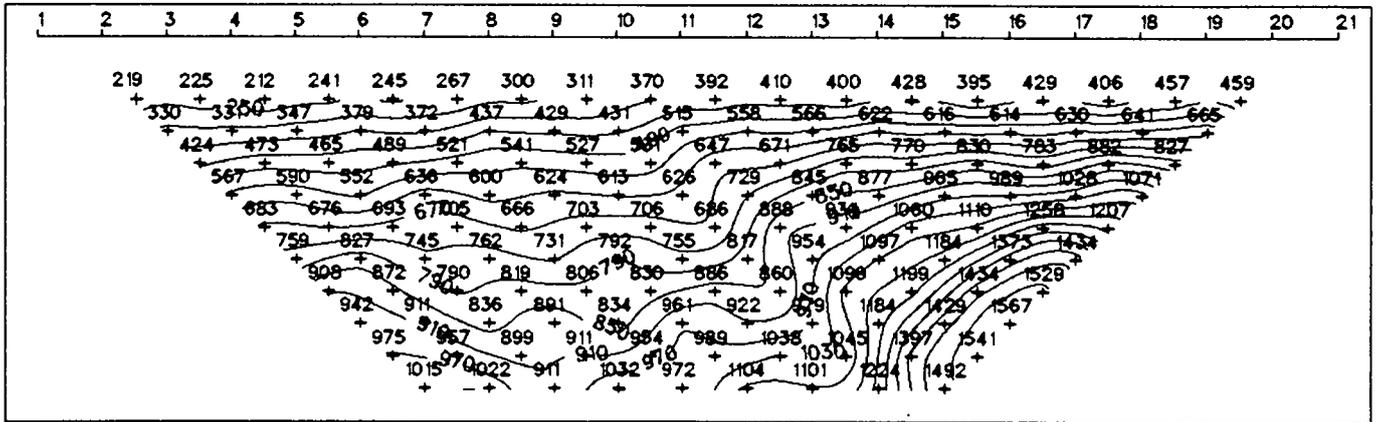
Line No. = CNDP-14      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-19> E-14측선 쌍극자 탐사결과도

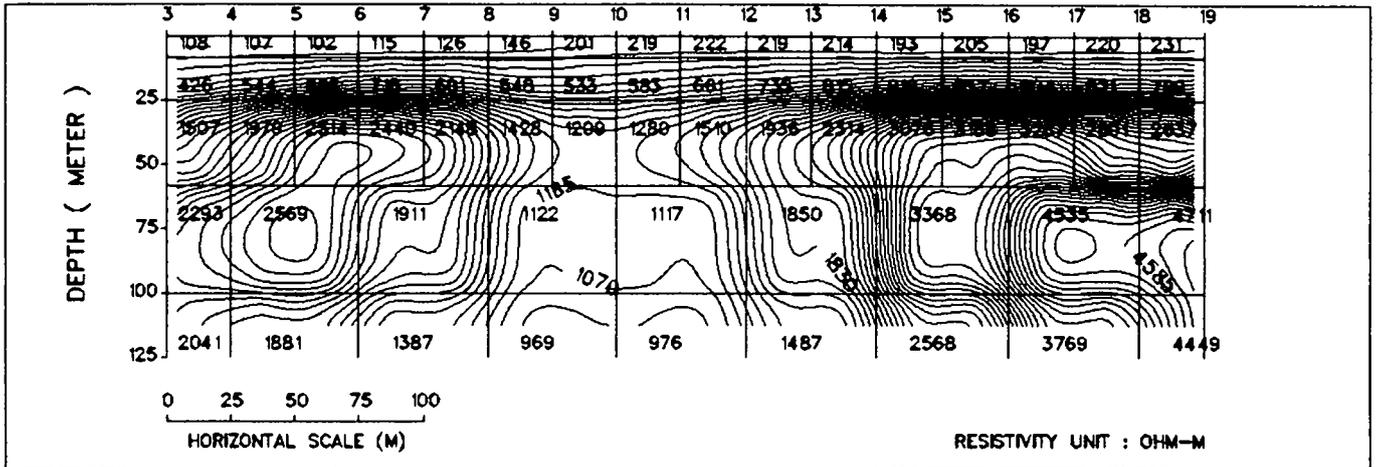
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



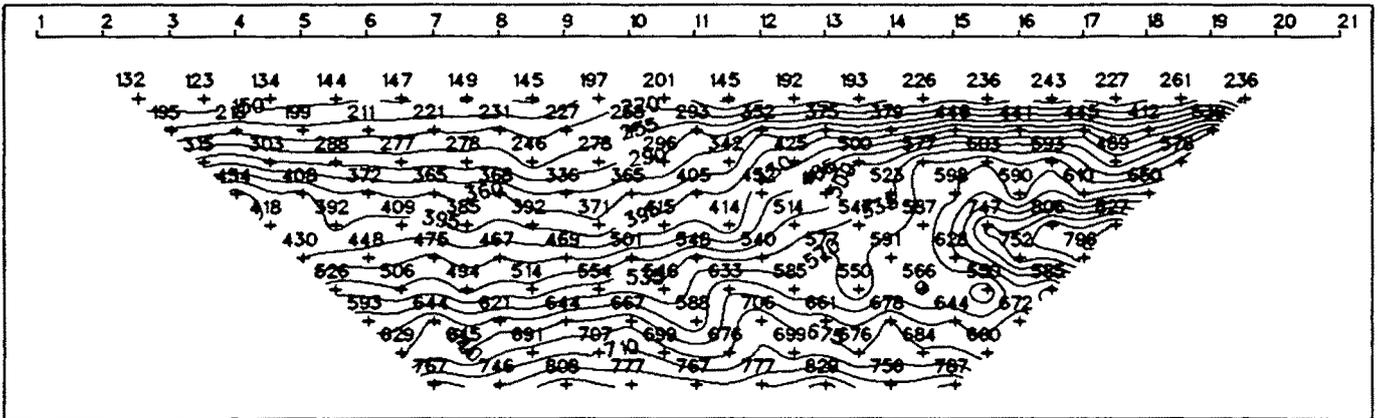
2-D Resistivity Structure



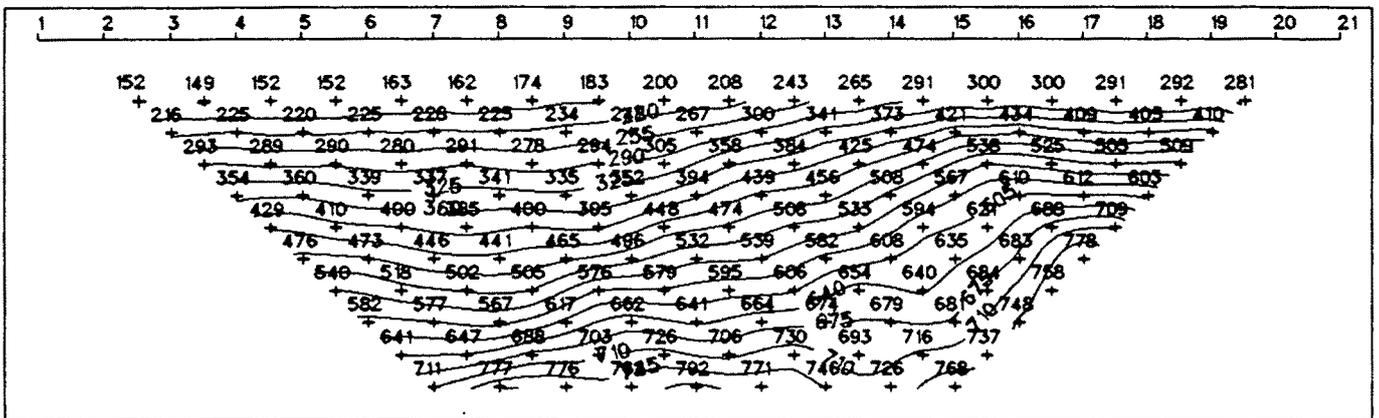
Line No. = CNDP-15      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-20> E-15측선 쌍극자 탐사결과도

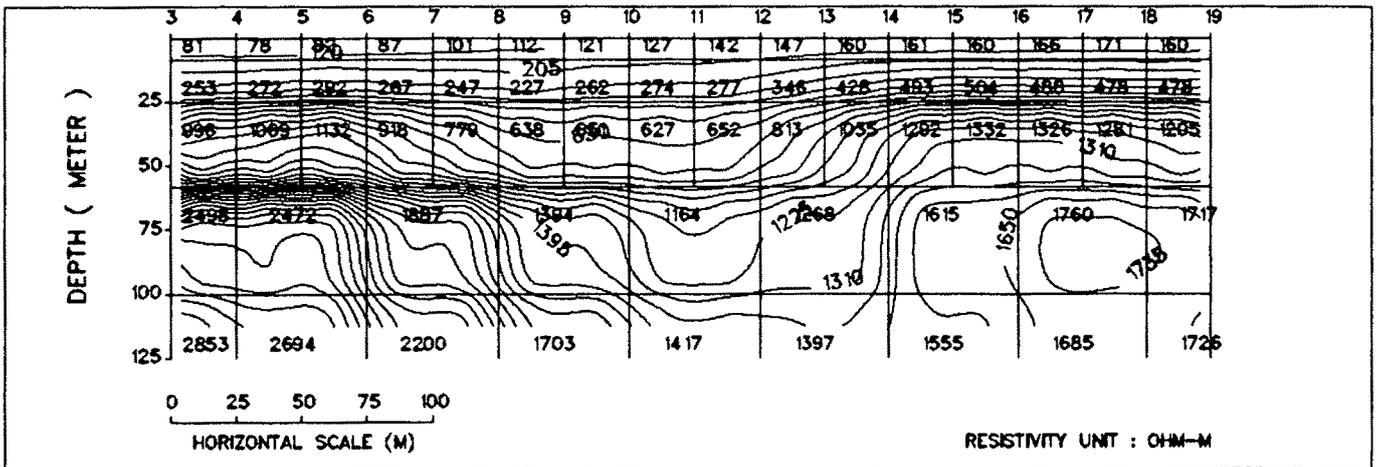
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



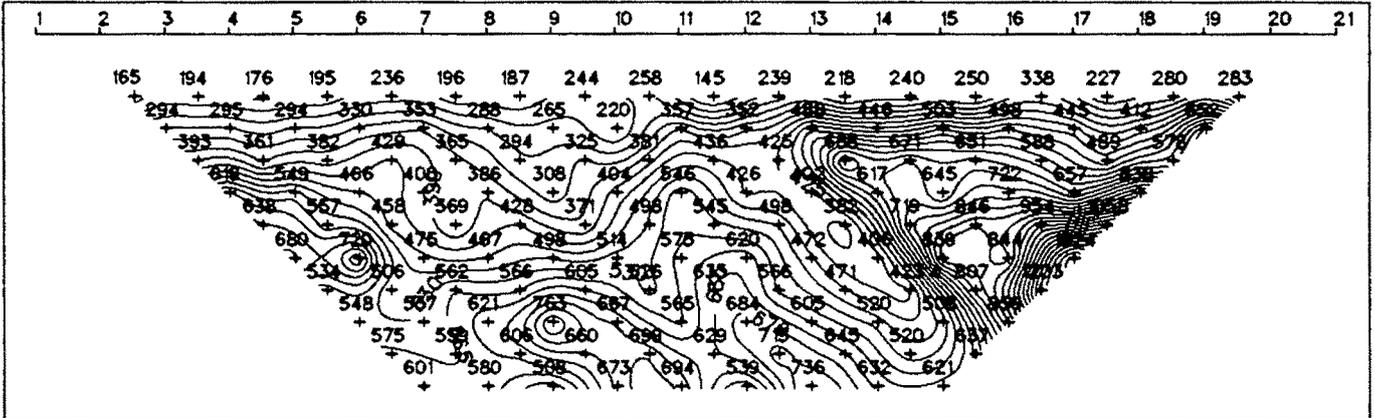
2-D Resistivity Structure



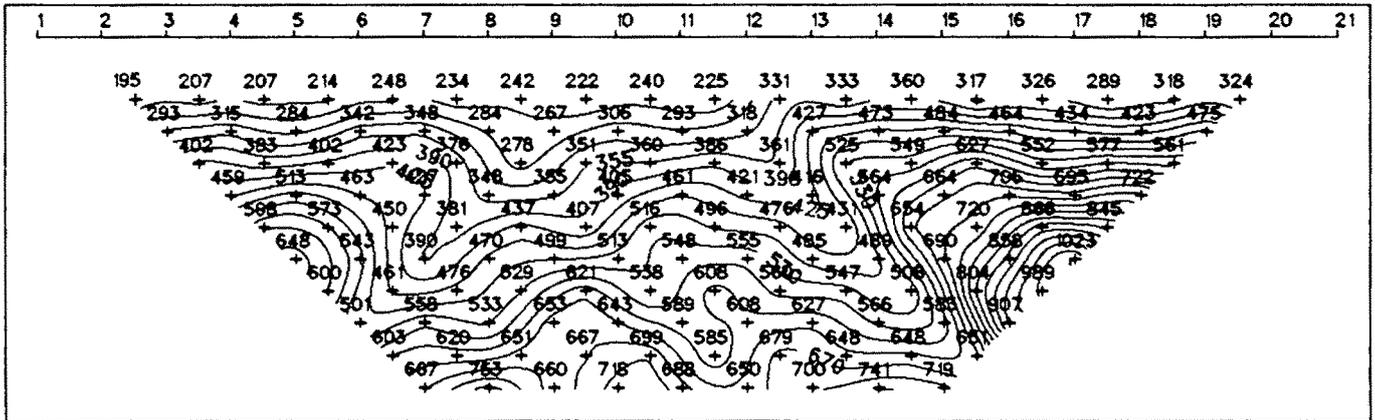
Line No. = CNDP-16      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-21> E-16측선 쌍극자 탐사결과도

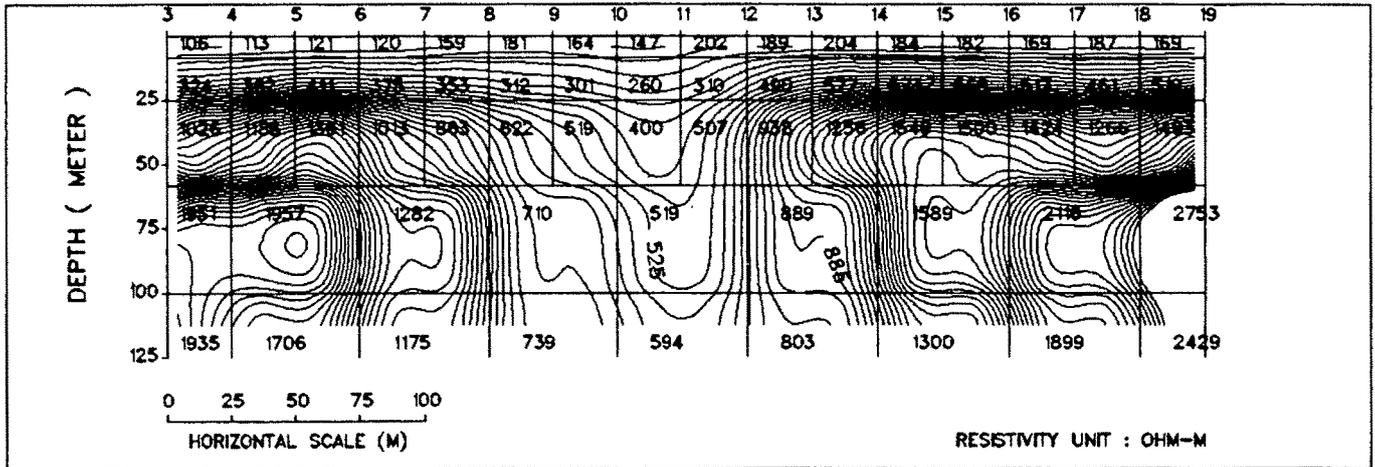
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



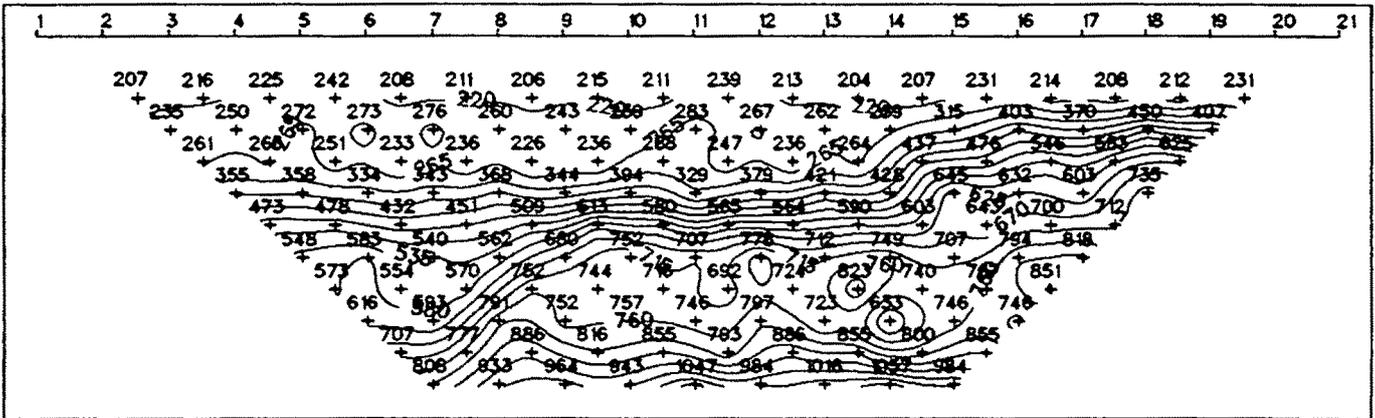
2-D Resistivity Structure



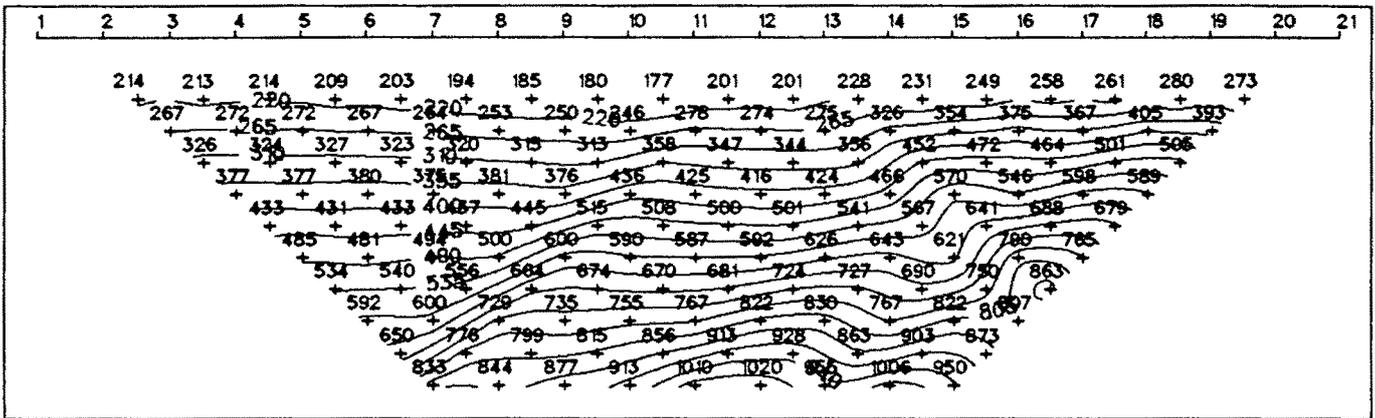
Line No. = CNDP-17      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-22> E-17측선 쌍극자 탐사결과도

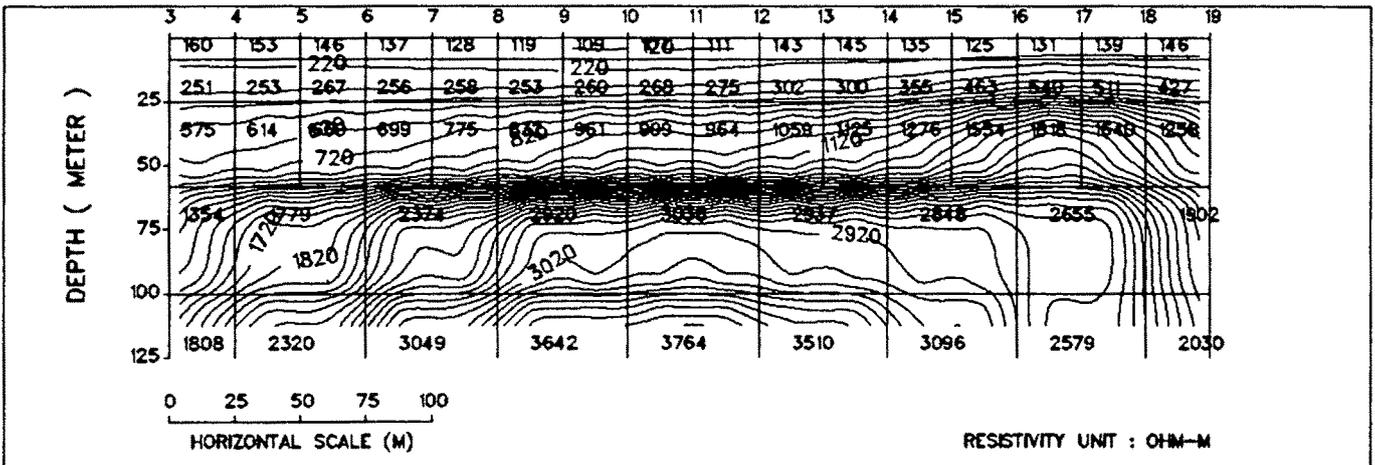
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



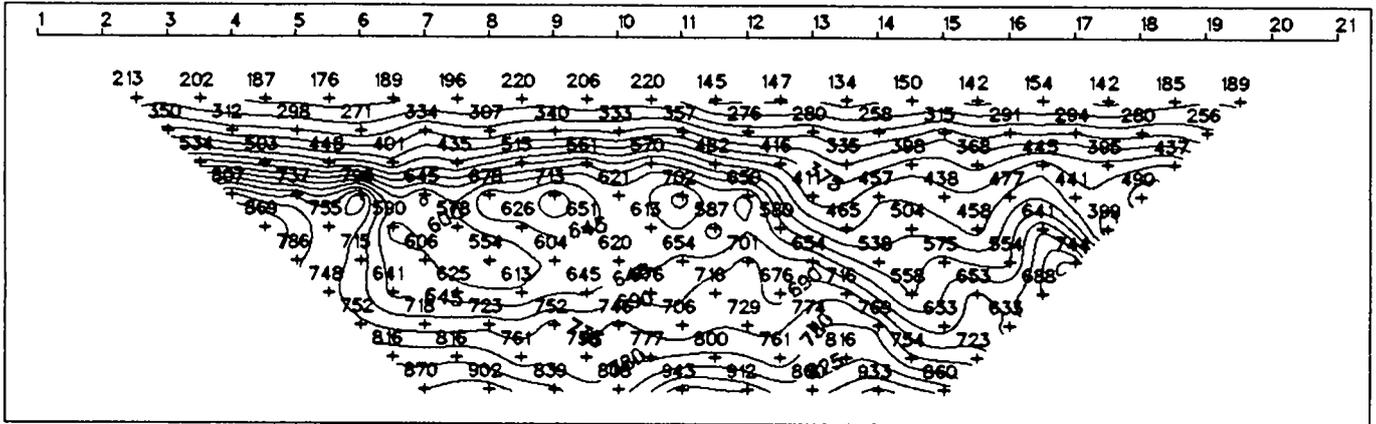
2-D Resistivity Structure



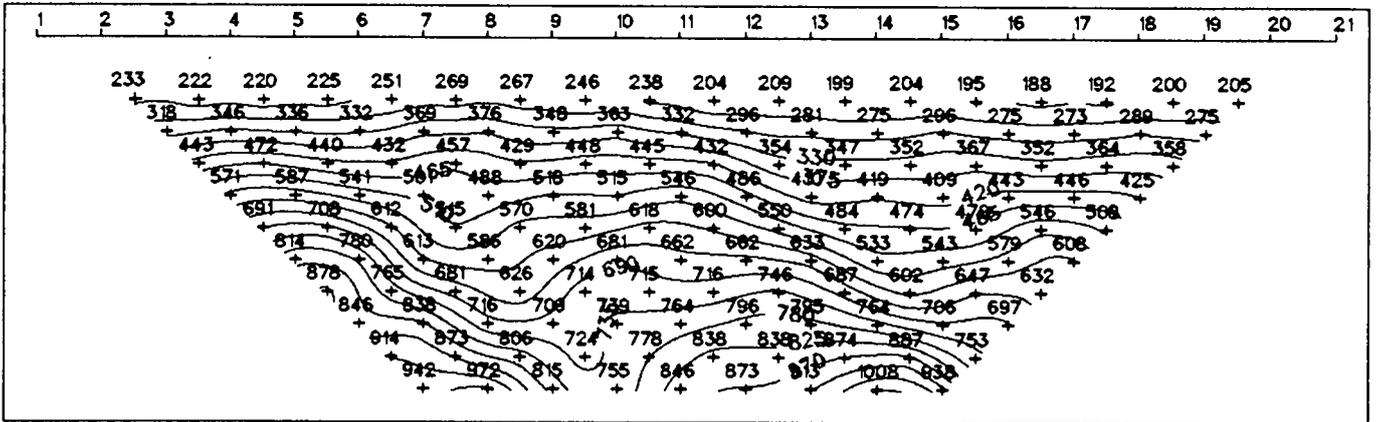
Line No. = CNDP-18      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-23> E-18측선 쌍극자 탐사결과도

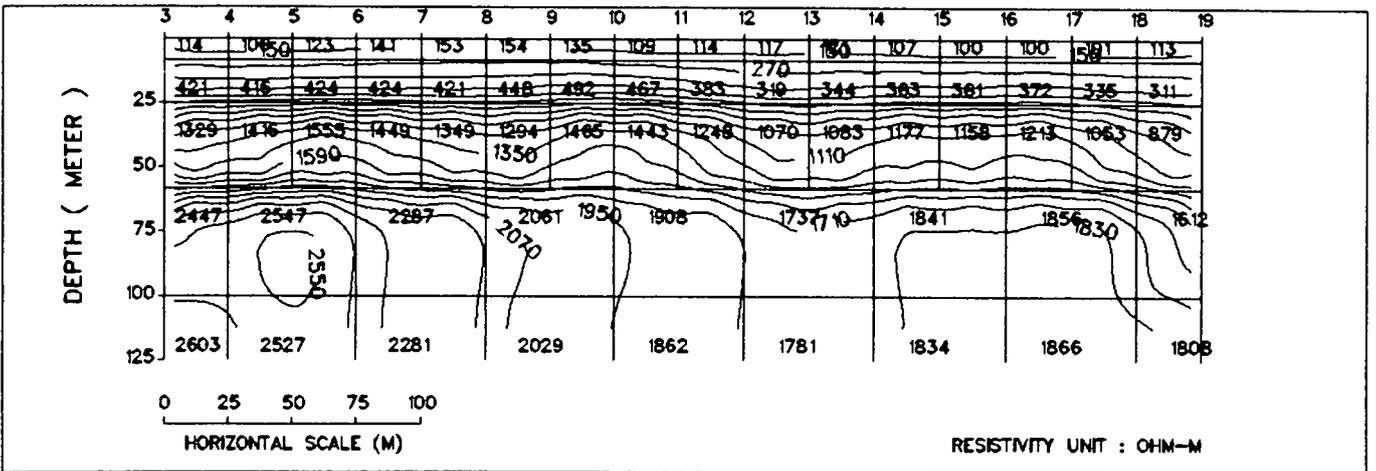
### Field Data Pseudosection



### Theoretical Data Pseudosection



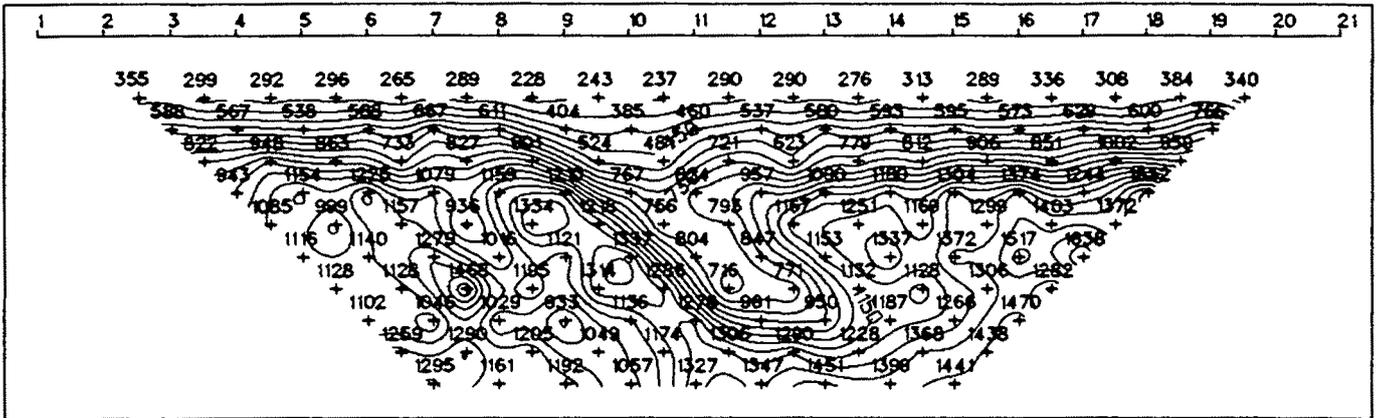
### 2-D Resistivity Structure



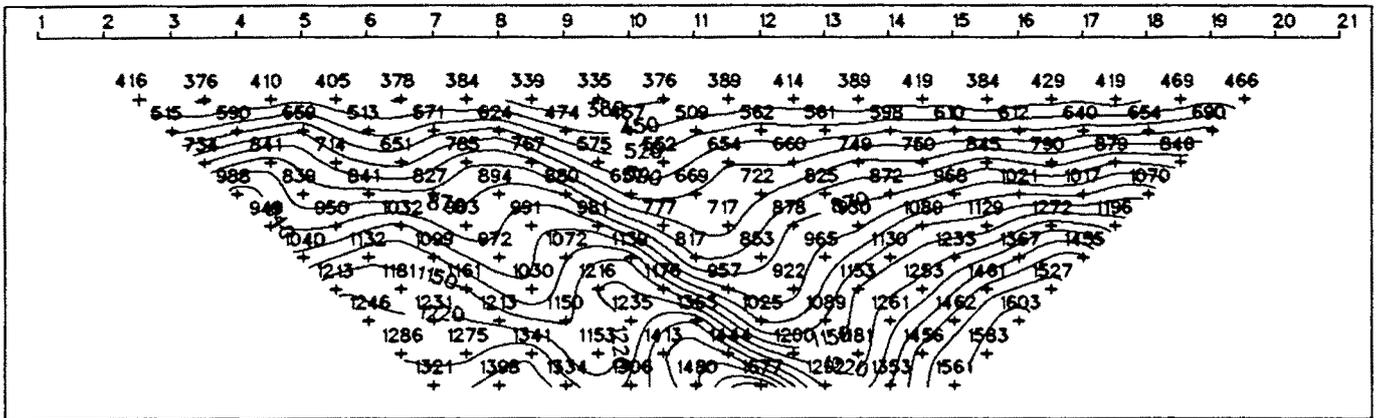
Line No. = CNDP-19      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-24> E-19측선 쌍극자 탐사결과도

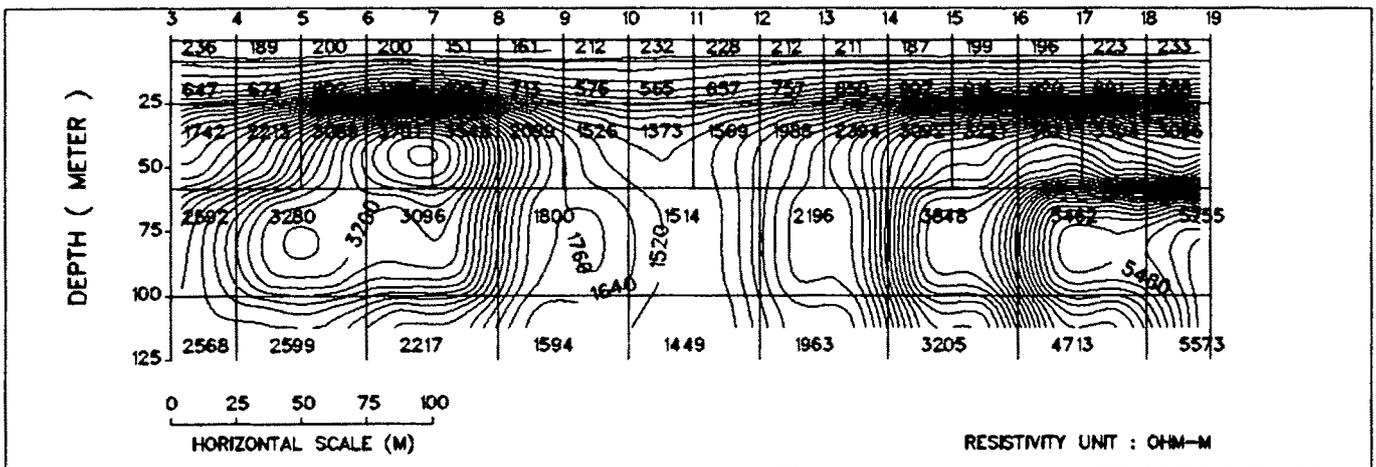
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



2-D Resistivity Structure



Line No. = CNDP-20      Area = CHINAN  
 Dipole Spacing = 25 meter

<그림 5-25> E-20측선 쌍극자 탐사결과도

CNDP-19측선은 동향면 성산리에서 탐사를 실시하였으며 탐사결과 수평적인 전기비저항의 변화양상은 나타나지 않고 있어 전체적으로 균질한 암상을 가지고 있는 것으로 판단되며 층적층으로 판단되는 저비저항대의 심도가 20~40m정도로 비교적 깊게 나타나고 있어 파쇄대등의 이상대는 존재하지 않지만 상부 층적층의 지하수 부존가능성은 양호한 것으로 판단된다.

CNDP-20측선은 진안읍 운산리에서 탐사를 실시하였으며 탐사결과 층적층의 발달은 미약한 것으로 판단되고 전체적으로 균질한 암상을 나타내고 있으나 9, 10번 측정 하부에 분포하는 저비저항대가 12번 측정 하부로 발달되어 있어 10, 11번 측정 하부에 파쇄대의 발달이 예상된다.

### 5-3. 대수성 시험

대수성 시험은 대수층의 수리전도도, 투수량계수, 저류계수 등 대수층 수리상수를 구하고 비양수량과 적정양수량 및 영향 반경을 구하기 위하여 실시하게 되는데 일반적으로 양수시험이라 한다.

양수시험을 시행하는 주요 목적은 대수층에 물의 충전 혹은 대수층으로부터 지하수를 채수함으로써 발생하는 수위상승 및 수위강하 자료를 이용하여 수리적 성질을 결정하기 위하여 시행하는 것이다.

조사지역의 대수층의 수리적 성질을 파악하기 위하여 기설관정 25공에 대하여 단공 양수시험을 실시하였다.

#### 5-3-1. 양수시험 일반

관정의 양수능력은 관정이 위치한 대수층의 수리적 특성을 나타내는 수리상수와 밀접한 관련이 있다. 수리 상수의 측정방법으로는 양수시험, 순간수위변화시험 등 여러 가지가 있지만, 대수층의 물을 직접 채취하면서 양수정 주변의 지하수 수위저하량을 측정하는 양수시험이 가장 적합한 방법이다. 양수시험은 양수정에서의 양수량과 관측정에서 수위저하량을 측정하여 그 측정결과로부터 우물이론을 이용하여 역으로 수리상수를 구하는 방법이다. 이런 양수시험에 의해 산출되는 수리상수는 투수량계수(T), 저류계수(S) 등이다.

투수량계수는 투수계수(K)에 대수층의 두께(B)를 곱한 값과 같으며 ( $T=K \times B$ ) 지하수의 수리경사가 1일 때 단위폭의 대수층에서 단위시간 동안 유출되는 물의 양으로 정의된다. 단위는  $m^3/sec$ ,  $m^3/day$  등을 사용한다. 관정에서



의 양수량(Q)과 투수량계수(T), 수위강하량(s) 사이에는 아래와 같은 관계가 있다.

$$T = \frac{Q}{4\pi s} W(u) \dots \dots \dots Thesis이론식$$

$$W(u) = \int_u^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} du$$

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

$$T = \frac{2.3Q}{4\pi \Delta s} \dots \dots \dots Jacob근사식$$

여기서 W(u) : 우물함수, u : 우물계수

s : 수위강하량

Δs : 양수시간 1 log cycle 동안의 수위강하량

저류계수(S)는 단위 수두의 강하에 의해 단위 면적의 대수층으로부터 유출되는 물의 체적으로 단위는 무차원이다. 저류계수는 일반적으로 대수층의 종류에 따라 비피압대수층인 경우 0.1~0.3이지만 피압대수층은 0.00001~0.001이다.

$$S = \frac{4Tt}{r^2} u \dots \dots \dots Thesis이론식$$

$$s = \frac{2.25Tt_0}{r^2} \dots \dots \dots Jacob근사식$$

T : 투수량계수

t : 양수 개시 이후 경과시간

r : 양수정과 관측정사이의 거리

t<sub>0</sub> : 수위강하가 0인 지점을 만나는 시간 절편

### 5-3-2. 양수시험 방법 및 결과

#### 가. 양수시험 방법

진안군의 수리지질 특성중 투수량계수를 측정하기 위하여 관정관리 상태가 양호한 관정을 선정, 기설관정 양수시설을 이용하여 암반층 25개 지점에 대한 양수시험을 실시하였다. 암반층의 양수시험시 암반관정의외에 그 인근에 관측정이 존재하지 않아 양수시의 수위외에 양수정지 후의 회복수위를 측정하여 그 결과를 해석하였다.

암반층을 대상으로 한 양수시험은 Thesis의 회복해법에 의해 해석하였다. 해석

을 위한 Curve matching에는 Extent Infinite S/W를 사용하였다.

#### 나. 양수시험 결과

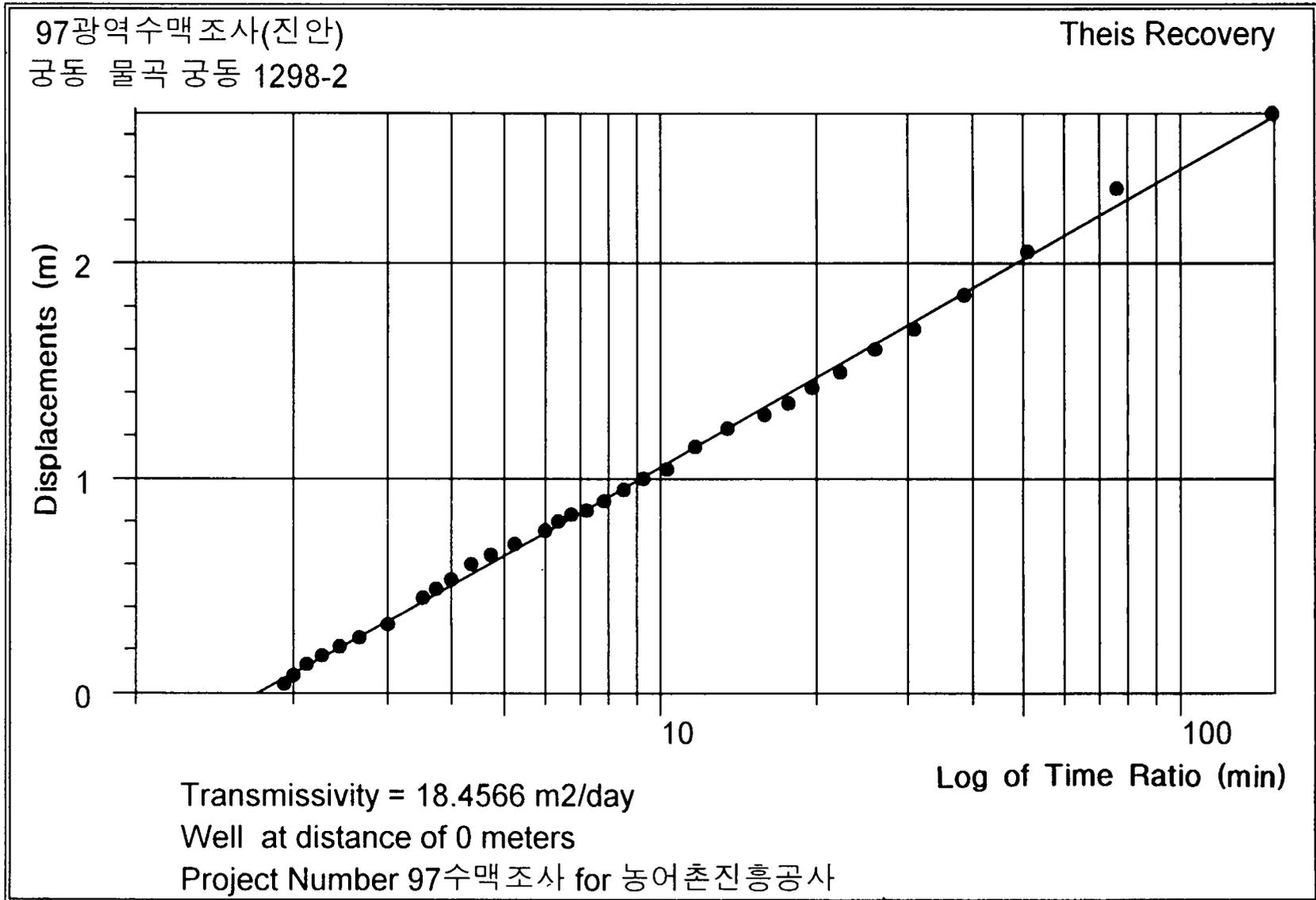
기설관정에 의한 양수량분포 분석은 기설관정 이용실태조사 결과 양수능력 100 m<sup>3</sup>/일 이상의 관정 66공에 대하여 실시하였으므로 이들 관정이 지구전체를 대표한다고 할 수 없으나 지질별 특성을 반영하는 것으로 판단된다. 기설관정중 기설 양수시설이 양호한 관정을 대상으로 양수시험을 실시하였으므로 대상공의 분포상 본 조사지역의 대표적인 대수층상수라고 판단하기 미흡하나 기설관정 이용실태조사 결과 및 양수시험 결과를 종합하여 지질별 지하수 부존특성을 기술하면 다음과 같다.

충적층은 지형의 급한 경사로 인하여 상류의 소지류는 운반 퇴적된 하상퇴적층의 두께가 5m이하로 투수성은 미약하나 하류지역인 금강, 섬진강에서는 10m 내외의 모래 및 사력으로 되어있어 투수성은 보통인 편이다.

퇴적암류는 역암, 역질사암, 사암, 세일 등의 쇄실성 퇴적암으로 구성되어 있으며 응회질의 기질을 갖고 있다. 주향이동단층의 활동이 우세한 환경에서 퇴적된 퇴적체로 구성되어 NE 방향의 선구조 발달등 지질구조의 발달이 양호하다. 퇴적암 지대에서 지하수 부존능력은 다양한 범위를 보이나 선구조등 지질구조가 발달한 퇴적암중 사암과 세일이 교호하며 산성암맥의 관입을 받은곳에서는 지하수 부존능력이 양호한 편이다..

변성암류중 화강편마암은 중립 내지 조립질이며 석영, 사장석, 백운모 등을 주 구성광물로 하고 있으며 풍화에 약하여 지역적으로 20m 두께의 풍화대를 형성하기도 한다. 기설관정의 위치 및 양수량을 선구조와 비교 검토하여 보면 양수량과 선구조와의 관련성은 적어 보이며, 주대수층은 상부에 발달한 풍화대와 신선한 암석 내에 발달한 파쇄대 등으로 판단된다. 편암대에서의 지하수 개발실적은 많지 않으며 지하수 부존능력은 빈약하다.

화성암류중 화산암류는 북서부에 넓게 분포하고 있으며 안산암, 안산암질응회암, 유문암, 유문암질응회암, 래필리응회암 등으로 구성되어 있으며, 퇴적암들을 덮고 있거나 관입한 형태로 분포하고 있다. 선구조가 발달된 지역에서 지하수 개발이 기대되나, 그외의 화산암 분포 지역에서는 지하수 부존능력은 빈약하다. 화강암류는 중립 내지 조립질이며 기설관정 분석결과 지하수 부존은 보통으로 판단된다.



<그림 5-26> 양수시험 해석도 ( 예, D-8)

<표 5-1> 양수시험 결과

No	위 치			양수량 (m <sup>3</sup> /일)	양수시간 (분)	수위 강하량 (△s)	투수량 계수 (m <sup>3</sup> /day)	해석법	수계, 지질
	읍,면	동,리	번지						
D-3	진안	구룡	354-3	163	40	8.4	7.86	회복법	금강, 편마암
D-7	진안	단양	525-1	108	150	4.6	4.36	"	금강, 편마암
D-8	진안	물곡	1298-2	139	150	4.15	18.45	"	금강, 편마암
D-16	진안	연장	133	141	180	15.25	3.42	"	섬진강, 퇴적암
D-17	용담	송풍	1546	145	20	8.2	5.37	"	금강, 화성암
D-18	용담	송풍	1499-2	150	38	5.65	11.30	"	금강, 화성암
D-19	안천	백화	1107-1	144	55	13.6	3.48	"	금강, 편마암
D-22	동향	능금	2020	150	195	10.85	6.20	"	금강, 편마암
D-24	동향	대량	874	255	40	34.5	2.79	"	금강, 화성암
D-28	상전	월포	1510	197	45	4.9	22.86	"	금강, 편마암
D-29	상전	주평	733	187	75	14.7	6.97	"	금강, 편마암
D-33	백운	평지	양지	75	90	14	1.70	"	섬진강, 편마암
D-35	백운	운교	원운1호공	144	270	42.2	0.81	"	섬진강, 편마암
D-36	백운	평장	150-2	160	150	3.5	22.47	"	섬진강, 편마암
D-39	성수	좌포	1069-1	250	45	2.8	39.69	"	섬진강, 퇴적암
D-44	마령	덕천	546	345	30	18.3	13.41	"	섬진강, 퇴적암
D-47	마령	덕천	안방2호공	157	30	3.3	19.54	"	섬진강, 퇴적암
D-49	마령	덕천	1456-1	163	150	11.1	4.85	"	섬진강, 퇴적암
D-50	부귀	거석	154-1	157	60	13.2	12.09	"	금강, 퇴적암
D-54	부귀	소태정	32	180	60	10.92	5.34	"	금강, 퇴적암
D-55	부귀	신정	288-3	384	60	14.5	9.55	"	섬진강, 퇴적암
D-58	부귀	오봉	106-1	237	30	1.8	141.37	"	금강, 퇴적암
D-64	주천	무릉	614-1	345	60	23.4	5.92	"	금강, 화산암
D-65	주천	용덕	44	432	12	48.4	1.08	"	금강, 화성암
D-66	주천	운봉	67-1	157	105	17.1	7.5	"	금강, 편마암

○ 진안읍 구룡리 354-3 (D-3)

관측정의 심도는 100m이며 자연수위는 2.5m이다. 163m<sup>3</sup>/일로 40분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 205분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T=7.86\text{m}^3/\text{day}$ 로 나타났다.

○ 진안 단양 525-1 (D-7)

관측정의 심도는 80m이며 자연수위는 1.8m이다. 108m<sup>3</sup>/일로 150분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 45분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T=4.36\text{m}^3/\text{day}$ 로 나타났다.

○ 진안 물곡 1298-2 (D-8)

관측정의 심도는 84m이며 자연수위는 1.5m이다. 139/일로 150분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 180분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T=18.45\text{m}^3/\text{day}$ 로 나타났다.

○ 진안 연장 133 (D-16)

관측정의 심도는 150m이며 자연수위는 3.5m이다. 150m<sup>3</sup>/일로 180분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 105분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T=3.42\text{m}^3/\text{일로}$ 로 나타났다.

○ 용담 송풍 1546 (D-17)

관측정의 심도는 82m이며 자연수위는 4.0m이다. 145m<sup>3</sup>/일로 20분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 280분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T=5.37\text{m}^3/\text{일로}$ 로 나타났다.

○ 용담 송풍 방화리 1499-2 (D-18)

관측정의 심도는 200m이며 자연수위는 2.2m이다. 150m<sup>3</sup>/일로 38분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 330분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T=11.30\text{m}^3/\text{일로}$ 로 나타났다.

○ 진안 안천 백화 1107-1 (D-19)

관측정의 심도는 150m이며 자연수위는 1.5m이다. 144m<sup>3</sup>/일로 55분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 105분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T=3.48\text{m}^3/\text{일}$ 로 나타났다.

○ 동향 능금 2020 (D-22)

관측정의 심도는 80m이며 자연수위는 5.0m이다. 150m<sup>3</sup>/일로 195분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 240분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T=6.20\text{m}^3/\text{일}$ 로 나타났다.

○ 동향 대량 874 (D-24)

관측정의 심도는 200m이며 자연수위는 4.0m이다. 255m<sup>3</sup>/일로 40분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 195분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T=1.79\text{m}^3/\text{일}$ 로 나타났다.

○ 상전 월포 1510 (D-28)

관측정의 심도는 89m이며 자연수위는 3.0m이다. 197m<sup>3</sup>/일로 45분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 110분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T=22.86\text{m}^3/\text{일}$ 로 나타났다.

○ 상전 주평 733 (D-29)

관측정의 심도는 95m이며 자연수위는 3.2m이다. 187m<sup>3</sup>/일로 75분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 90분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T=6.97\text{m}^3/\text{일}$ 로 나타났다.

○ 백운 평장 양지 (D-33)

관측정의 심도는 100m이며 자연수위는 4.8m이다. 75m<sup>3</sup>/일로 90분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 140분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T=1.70\text{m}^3/\text{일}$ 로 나타났다.

○ 백운 운교 원운 1호공 (D-35)

관측정의 심도는 120m이며 자연수위는 2.5m이다. 144m<sup>3</sup>/일로 270분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 40분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정된 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T = 0.81\text{m}^3/\text{일}$ 로 나타났다.

○ 백운 평장 150-2 (D-36)

관측정의 심도는 200m이며 자연수위는 2.2m이다. 160m<sup>3</sup>/일로 150분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 80분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정된 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T = 22.47\text{m}^3/\text{일}$ 로 나타났다.

○ 성수 좌포 1069-1 (D-39)

관측정의 심도는 74m이며 자연수위는 3.0m이다. 250m<sup>3</sup>/일로 45분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 35분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정된 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T = 39.69\text{m}^3/\text{일}$ 로 나타났다.

○ 마령 덕천 546 (D-44)

관측정의 심도는 200m이며 자연수위는 5.0m이다. 345m<sup>3</sup>/일로 50분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 140분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정된 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T = 13.41\text{m}^3/\text{일}$ 로 나타났다.

○ 마령 덕천 안방 2호공 (D-47)

관측정의 심도는 104m이며 자연수위는 3.4m이다. 157m<sup>3</sup>/일로 30분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 22분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정된 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T = 19.54\text{m}^3/\text{일}$ 로 나타났다.

○ 마령 덕천 1456-1 (D-49)

관측정의 심도는 200m이며 자연수위는 8.6m이다. 163m<sup>3</sup>/일로 150분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 140분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정된 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T = 4.85\text{m}^3/\text{일}$ 로 나타났다.

○ 부귀 거석 154-1 (D-50)

관측정의 심도는 150m이며 자연수위는 4.3m이다. 157m<sup>3</sup>/일로 60분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 70분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T= 12.09\text{m}^3/\text{일로}$  나타났다.

○ 부귀 소태정 32 (D-54)

관측정의 심도는 80m이며 자연수위는 6.8m이다. 180m<sup>3</sup>/일로 60분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 200분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T= 5.34\text{m}^3/\text{일로}$  나타났다.

○ 부귀 신정 288-3 (D-55)

관측정의 심도는 100m이며 자연수위는 4.0m이다. 384m<sup>3</sup>/일로 60분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 280분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T= 9.55\text{m}^3/\text{일로}$  나타났다.

○ 부귀 오룡 106-1 (D-58)

관측정의 심도는 86m이며 자연수위는 1.7m이다. 237m<sup>3</sup>/일로 30분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 18분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T= 141.37\text{m}^3/\text{일로}$  나타났다.

○ 주천 무릉 614-1 (D-64)

관측정의 심도는 200m이며 자연수위는 8.0m이다. 345m<sup>3</sup>/일로 60분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 70분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T= 5.92\text{m}^3/\text{일로}$  나타났다.

○ 주천 용덕 44 (D-65)

관측정의 심도는 150m이며 자연수위는 8.0m이다. 432m<sup>3</sup>/일로 12분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 75분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T= 1.08\text{m}^3/\text{일로}$  나타났다.



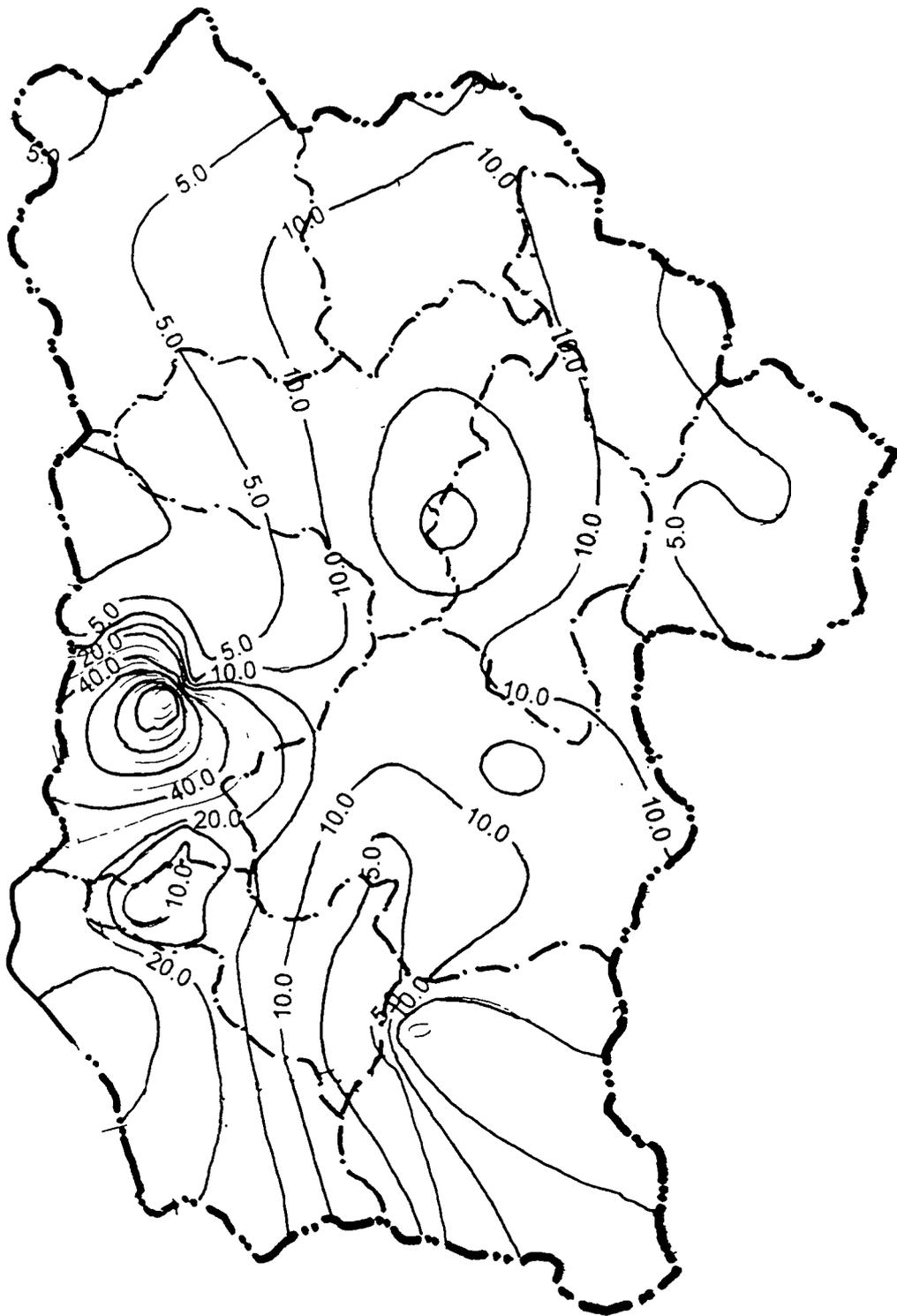
○ 주천 운봉 67-1 (D-66)

관측정의 심도는 88m이며 자연수위는 3.5m이다. 157m<sup>3</sup>/일로 105분 동안 양수를 하였으며 양수를 종료한 후에 240분 동안 회복수위를 측정하였다. 측정한 시간-수위회복량의 자료를 Thesis의 회복법해를 이용하여 수리상수를 구한 결과  $T=7.5\text{m}^3/\text{일}$ 로 나타났다.

투수량계수는 양수정의 산출능력을 나타내는 척도로서 양수량과는 정비례의 관계를 갖으며 수위강하량과는 반비례 관계이다.

25개의 기설관정의 양수시험 결과를 이용하여 투수량계수를 계산하였으며, 진안지역 전체의 평균 투수량계수는 15.13m<sup>3</sup>/일이다. 가장 높은 곳은 부귀면 오봉리(D-58) 141.37m<sup>3</sup>/일이고, 가장 낮은 곳은 백운면 운교리(D-35) 0.81m<sup>3</sup>/일이다.

이 결과를 이용하여 <그림 5-27>과 같이 투수량계수 분포도를 작성하였다. 투수량계수의 분포는 중앙서부, 중앙부 및 남서지역에서 비교적 높은 값의 투수량계수 값을 보이고 있다.



<그림 5-27> 투수량계수 분포도 (m<sup>2</sup>/day)

## 6. 수질 및 잠재오염원 조사

### 6-1. 수질

지각내 모든 원소들의 분포, 이동, 순환을 연구하는 지구화학연구를 토대로 날로 심각해지는 수질환경 오염문제를 해결하고 나아가서는 청정한 수자원을 확보할 필요가 있다. 최근 장기간의 가뭄과 기상이변과 산업 발달에 의해 수질오염이 심각해짐에 따라 양질의 지하수자원에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 지하수 자원은 부존량 조사와 개발뿐만 아니라 관리 및 보전의 역할도 중요하므로 먼저 수자원의 환경지구화학적 특성을 규명하여 용도별 이용 효율을 높여야한다. 진안 지역에 분포하는 수자원의 지구화학적 특징을 규명하여 부존자원 조사와 더불어 용도별 개발에 도움을 주기 위하여 지표수를 포함한 지하수의 물리적 및 화학적 성질에 대하여 기술한다.

진안지구내 수질현황 및 지하수 오염현황을 파악하기 위하여 지역별로 하천수 55지점, 암반관정 50공, 소형관정 35공에 대하여 실시하였으며 온도, 전기전도도(EC) 및 pH는 Check Mate 90 간이수질측정기를 이용하여 현장에서 측정하였다. 또한 지하수의 정밀조사를 위하여 시설관정중 암반관정 포함한 소형관정 총50개소를 선정, 전북보건환경연구원에 먹는물 수질기준의 지하수수질검사를 의뢰하였고 전북대학교 기초과학연구소에 양이온 및 음이온 분석, pH, EC측정을 의뢰하여 분석하였다.

#### 6-1-1. 간이수질조사

현장에서 pH, EC( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), TDS(ppm) 및 수온( $^{\circ}\text{C}$ )의 값을 측정하여 진안지역에 부존하는 수자원(지표수, 천부 층적층 지하수 및 심부지하수)에 대한 물리적 특성을 파악하였다. 지표수 시료는 주로 하천에서 채취하였다. 천부지하수시료는 심도 약5m에서 10m의 풍화대에 부존하는 층적층 지하수로서 생활용수 및 농업용수로 사용하고 있다. 심부 지하수는 심도 약 50m에서 200m의 암반 지하수를 개발하여 농업용수나 생활용수로 사용하고 있다.

물 속에 용해되어 있는 수소이온의 상대적인 농도를 pH(수소이온농도)라 하는데 지하수의 pH값은 용해된 탄산염이나 탄산가스의 양에 의해 값이 달라지며 그리고 압력이나 온도가 변하면 값도 달라진다. 일반적으로 pH값에 따른 수질의 분류는 pH값이 5.5이하이면 산성, 5.5~6.5까지는 약산성, 6.5~7.5사이는 중성, 7.5~

9.0까지는 약알카리성 그리고 9.0이상이면 알카리성으로 분류하고 있다. 만일 수소 이온( $H^+$ )이 수산기( $OH^-$ )이온보다 많을 때는 산성작용을 나타내며 금속물질을 부식시킨다.

물의 전기적 성질인 전기전도도(EC:Electric Conductivity)의 측정은 수질개황의 파악과 이에 따른 지하수의 유동 및 분포를 추정하는 데 있다. 전기전도도는 용액이 전류를 운반할 수 있는 정도를 말하며 단위는  $\mu S/cm$ 를 사용한다. 화학적으로 순수한 물은 전기전도도가 매우 낮은 일종의 절연체이지만 소량의 고형물이 혼합되면 고형물질이 물속에서 서로 각각 다른 전하를 가지는 이온으로 분리되어 전기가 흐르게 되므로 EC는 물에 용존되어 있는 이온의 양을 간접적으로 나타내는 지표로 사용될 수 있다. 일반적으로 강우의 전기전도도는  $5\sim 30\mu S/cm$ , 오염되지 않은 지하수는  $30\sim 2000\mu S/cm$  정도이다.

전기전도도는 물 속에 용해되어 있는 전해질의 차이에 의하여 결정되기 때문에 총고형물과는 일정한 관계를 갖게 된다. 전기전도도는 1개 물질이 전류를 통과시킬 수 있는 능력을 의미하며 전기저항의 역수이다. 각각의 물질은 그자체의 전기저항력이 모두 서로 다르듯이 그 자체의 전기전도도도 다르다. 강우의 형태로 지표에 도달한 물의 전기전도도는 매우 낮은 값을 보이나 지하로 유동함에 따라 용존성분을 증가시켜 전기전도도의 값은 높아지게 된다. 따라서 전기전도도를 측정하여 지하수 유동을 규명하는 한 방법으로 사용되고 있다. 최근에는 인위적인 오염으로 인하여 그 해석에 어려움이 따르고 있으나 오염 상태를 파악하는데 어느 정도 기여하고 있다. 물론  $SiO_2$ 와 같이 전해질이 아닌 물질의 농도는 전도도에 어떤 영향을 주지는 못한다. 이와 같이 용존물질의 양과 관계되는 EC는 야외에서 수질의 개황파악을 쉽게할 수 있어 지하수 조사에 널리 이용되고 있다. 총용존고형물(TDS:Total Dissolved Solids)은 물속에 용해되어 있는 고형체의 총농도를 말한다.

진안지역에 부존하는 지표수, 천부지하수 및 심부지하수에 대한 간이수질측정 조사결과 물리적 특성은 다음과 같다.

#### 가. 수온

지표수는  $9.5\sim 16.7^\circ C$ , 천부지하수는  $10.2\sim 17.4^\circ C$ , 심부지하수는  $9.8\sim 16.9^\circ C$ 의 분포를 보이고 있다. 지표수와 천부지하수는 대기온도의 영향을 받으나 조사기간이 11월이므로 온도변화 범위가 모두 비슷하게 나타난다.

< 표 6-1 > 지표수 간이수질조사

측점	TM좌표(X)	TM좌표(Y)	온도(°C)	전기전도도(μs)	TDS(mg/l)	pH	수계	조사일자
R1	230.77	266.39	9.5	40	20.3	6.02	금강	97-11-21
R2	230.56	262.40	12.0	62	31.5	5.13	금강	97-11-21
R3	230.54	261.05	15.8	73	36.8	5.81	금강	97-11-21
R4	259.90	233.64	13.1	105	53.0	5.40	금강	97-11-21
R5	260.47	236.84	14.1	90	45.4	5.37	금강	97-11-21
R6	239.37	261.82	14.5	102	51.6	5.33	금강	97-11-21
R7	244.34	266.56	14.9	86	43.1	5.32	금강	97-11-21
R8	247.26	270.94	16.7	129	65.0	5.35	금강	97-11-21
R9	253.66	261.49	14.7	174	87.5	6.03	금강	97-11-21
R10	255.40	260.51	15.8	176	88.3	5.88	금강	97-11-21
R11	254.15	263.12	13.2	128	63.9	6.41	금강	97-11-21
R12	252.58	260.59	12.1	147	73.8	5.35	금강	97-11-21
R13	250.24	258.98	11.9	133	67.3	5.61	금강	97-11-21
R14	244.16	262.64	12.6	169	85.3	5.48	금강	97-11-21
R15	242.33	258.04	11.3	232	116.2	6.01	금강	97-11-21
R16	239.60	250.59	11.8	132	66.3	6.32	금강	97-11-21
R17	240.59	250.75	11.3	86	43.5	6.05	금강	97-11-21
R18	239.29	252.08	10.7	354	177.2	6.07	금강	97-11-21
R19	239.29	252.96	10.7	162	80.8	6.09	금강	97-11-21
R20	245.49	252.11	14.7	121	60.8	5.11	금강	97-11-22
R21	244.62	253.05	14.7	164	82.1	6.02	금강	97-11-22
R22	242.04	255.04	15.8	148	74.2	6.21	금강	97-11-22
R23	241.36	255.21	14.9	157	79.0	4.70	금강	97-11-22
R24	240.78	256.30	14.8	154	77.4	5.84	금강	97-11-22
R25	240.69	256.56	14.6	237	119.1	6.03	금강	97-11-22
R26	248.82	265.58	14.2	148	74.2	6.38	금강	97-11-22
R27	248.80	265.53	14.5	142	71.2	6.75	금강	97-11-22
R28	249.05	266.66	14.1	149	75.1	6.51	금강	97-11-22
R29	243.97	270.32	12.9	111	55.5	5.67	금강	97-11-22
R30	241.80	272.98	12.7	113	56.8	6.36	금강	97-11-22
R31	241.17	272.75	11.9	80	40.3	6.50	금강	97-11-22
R32	239.94	273.22	11.9	71	35.7	6.08	금강	97-11-22
R33	238.74	274.55	11.1	69	35.3	6.58	금강	97-11-22
R34	236.80	275.16	10.3	55	27.9	6.89	금강	97-11-22
R35	233.44	252.56	15.3	95	47.7	6.66	섬진강	97-11-26
R36	234.88	235.71	13.7	160	80.1	6.66	섬진강	97-11-26
R37	239.28	251.84	12.2	133	67.0	6.74	섬진강	97-11-26
R38	230.44	251.39	12.7	148	75.9	6.93	섬진강	97-11-26
R39	231.70	249.68	15.7	171	85.5	6.84	섬진강	97-11-26
R40	232.24	248.74	16.7	155	77.7	6.75	섬진강	97-11-26
R41	232.86	247.90	16.0	149	74.8	6.76	섬진강	97-11-26
R42	229.34	247.19	15.8	154	77.0	6.80	섬진강	97-11-26
R43	228.69	248.74	17.1	137	69.0	6.08	섬진강	97-11-26
R44	230.37	249.38	15.0	186	93.4	6.74	섬진강	97-11-26
R45	226.99	247.89	15.1	147	73.9	6.81	섬진강	97-11-26
R46	227.82	245.69	15.6	129	64.7	5.33	섬진강	97-11-26
R47	226.36	246.16	13.7	117	58.7	5.83	섬진강	97-11-26
R48	242.08	234.75	15.7	67	33.9	6.98	섬진강	97-11-26
R49	243.50	234.87	15.7	119	59.4	7.12	섬진강	97-11-26
R50	244.00	235.45	15.1	58	29.2	7.05	섬진강	97-11-26
R51	245.92	245.92	14.4	80	40.4	6.67	섬진강	97-11-26
R52	234.27	246.60	14.4	75	38.1	6.17	섬진강	97-11-26
R53	233.83	246.76	15.2	91	45.8	6.81	섬진강	97-11-26
R54	234.85	248.91	14.3	98	50.3	7.36	섬진강	97-11-26
R55	235.90	250.31	12.8	103	51.7	6.17	섬진강	97-11-26

<표 6-2> 지하수 간이수질조사

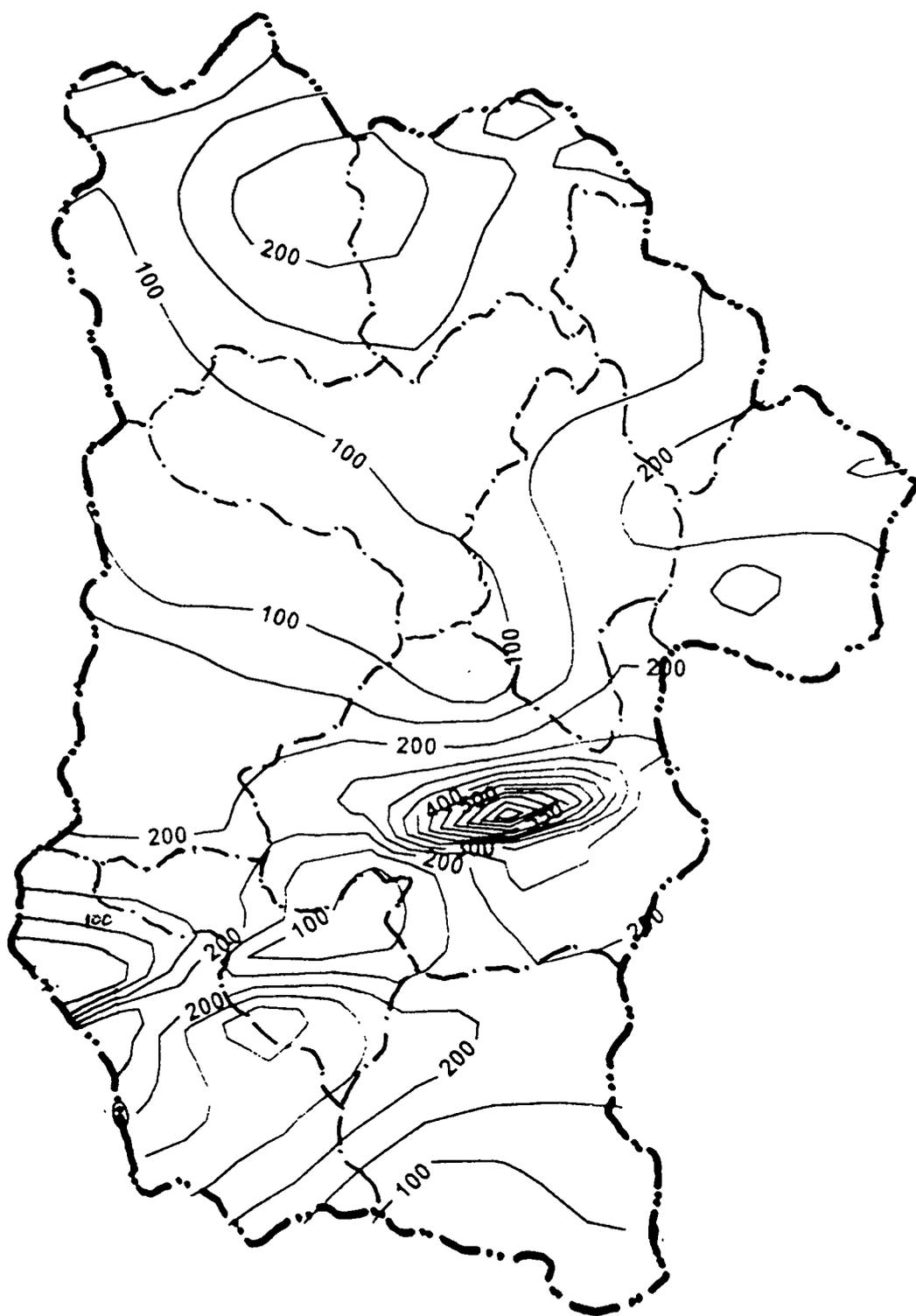
측점	TM좌표(X)	TM좌표(Y)	온도(°C)	전기전도도( $\mu\text{S}$ )	TDS(mg/ℓ)	pH	비 고
D-1	237.52	249.84	12.6	87	42.2	7.39	암반관정
D-2	246.18	255.26	14.1	241	121.2	6.40	암반관정
D-3	241.30	251.41	12.7	193	92.3	6.40	암반관정
D-4	240.74	252.41	13.4	931	465.0	6.27	암반관정
D-7	237.75	252.42	12.6	403	202.0	6.26	암반관정
D-8	242.53	253.47	13.7	310	168.2	6.19	암반관정
D-9	243.79	253.43	13.4	136	68.5	6.45	암반관정
D-10	242.23	254.54	14.0	394	182.3	6.30	암반관정
D-15	234.59	252.53	15.5	206	103.1	6.30	암반관정
D-16	253.21	252.54	15.9	244	122.2	6.67	암반관정
D-17	246.16	274.89	14.2	176	88.2	6.23	암반관정
D-18	246.18	274.75	13.5	344	179.4	6.75	암반관정
D-19	252.06	266.85	12.2	188	94.1	5.89	암반관정
D-20	252.19	266.63	13.7	143	71.8	5.85	암반관정
D-21	251.77	266.93	14.0	190	85.0	5.82	암반관정
D-22	252.21	260.30	12.5	169	85.3	6.17	암반관정
D-23	251.25	260.50	13.6	286	159.6	6.18	암반관정
D-24	251.15	260.06	11.5	288	161.0	6.01	암반관정
D-25	259.21	250.65	13.0	173	90.1	6.13	암반관정
D-27	243.00	258.00	16.1	110	55.0	5.51	암반관정
D-28	242.72	262.04	16.9	184	92.2	6.18	암반관정
D-29	243.81	256.90	16.3	150	75.4	5.62	암반관정
D-30	244.04	258.35	15.5	168	84.2	7.18	암반관정
D-31	237.36	246.41	13.7	256	129.8	6.94	암반관정
D-32	243.22	235.70	19.6	114		6.74	암반관정
D-33	236.71	247.10	25.0	178		7.21	암반관정
D-34	236.37	245.19	15.4	224	112.2	7.49	암반관정
D-35	235.46	245.17	14.9	270	135.7	7.00	암반관정
D-36	237.17	245.96	16.2	214	108.0	6.60	암반관정
D-37	233.43	241.41	14.9	112	56.4	7.15	암반관정
D-38	229.73	249.56	11.0	59	30.5	6.97	암반관정
D-39	227.86	249.50	13.1	455	208.0	5.80	암반관정
D-40	232.17	247.33	16.6	367		7.18	암반관정
D-41	230.18	251.41	20.4	70		6.91	암반관정
D-42	231.07	251.03	12.2	281	105.2	6.65	암반관정
D-43	231.52	251.06	9.8	144	71.6	6.67	암반관정
D-44	231.21	251.14	12.1	265	133.3	6.61	암반관정
D-45	230.81	251.24	16.2	297	148.5	7.00	암반관정
D-46	232.19	250.88	12.4	291	146.5	6.36	암반관정
D-47	231.98	251.55	11.2	202	101.3	6.60	암반관정
D-48	232.03	251.63	11.2	321	156.6	6.45	암반관정
D-49	229.13	252.02	15.2	182	91.1	6.57	암반관정
D-50	232.54	259.13	14.4	255	127.9	6.71	암반관정

( D:암반관정, PS:소형관정)

측점	TM좌표(X)	TM좌표(Y)	온도(℃)	전기전도도( $\mu$ s)	TDS(mg/ℓ)	pH	비 고
D-51	233.52	260.17	13.0	156	76.9	6.65	암반관정
D-52	228.55	256.84	12.5	153	76.9	6.68	암반관정
D-53	229.56	254.97	13.3	148	73.9	6.56	암반관정
D-54	229.84	261.27	13.9	221	110.5	6.80	암반관정
D-55	231.24	254.14	15.8	182	121.1	5.08	암반관정
D-56	231.41	259.70	14.8	152		6.77	암반관정
D-58	232.13	258.92	16.1	165	83.0	5.71	암반관정
D-62	237.99	263.96	13.0	73	36.5	6.58	암반관정
D-63	235.01	279.00	14.1	326	164.7	5.68	암반관정
D-64	234.85	279.10	14.2	299	149.8	6.40	암반관정
D-65	237.05	278.55	14.2	118	59.2	6.03	암반관정
D-66	239.62	272.02	13.5	241	130.2	5.97	암반관정
DHS			20.0	177		6.10	암반관정
PS-1	233.80	251.60	24.0	61		6.28	소형관정
PS-2	244.90	252.70	15.9	146		6.59	소형관정
PS-3	241.70	254.20	21.6	178		6.08	소형관정
PS-4	240.70	255.60	21.6	52		6.10	소형관정
PS-5	237.60	252.10	22.3	131		5.98	소형관정
PS-6	245.70	74.70	23.3	60		6.12	소형관정
PS-7	247.30	272.00	18.1	94		6.10	소형관정
PS-8	249.10	265.80	21.8	123		6.00	소형관정
PS-9	251.10	259.80	18.5	96		6.53	소형관정
PS-10	234.80	241.30	17.2	55		6.01	소형관정
PS-11	229.20	245.00	14.5	187		7.70	소형관정
PS-12	228.40	248.60	20.0	126		6.03	소형관정
PS-13	234.30	247.30	17.5	143		6.85	소형관정
PS-14	232.80	248.70	18.8	128		5.73	소형관정
PS-15	231.50	259.63	16.9	102		6.25	소형관정
PS-16	236.60	260.80	20.4	84		5.84	소형관정
PS-17	233.10	259.90	16.8	234		5.95	소형관정
PS-18	240.20	261.10	18.3	43		6.26	소형관정
PS-19	234.80	276.20	23.1	34		6.31	소형관정
PS-20	238.60	277.80	21.8	84		6.04	소형관정
PS-21	233.30	271.50	15.1	74		6.29	소형관정
PS-22	238.40	275.00	17.0	392		5.89	소형관정
PS-23	230.58	262.69	10.5	72	36.2	5.78	소형관정
PS-24	230.43	261.41	15.9	66	33.5	6.13	소형관정
PS-25	235.74	259.99	17.4	103	52.0	6.31	소형관정
PS-26	255.33	260.66	16.7	244	122.6	6.65	소형관정
PS-27	254.94	261.67	15.8	169	84.6	5.77	소형관정
PS-28	253.39	262.36	15.2	325	163.1	5.94	소형관정
PS-29	239.86	250.59	11.8	80	41.1	6.13	소형관정
PS-30	240.01	250.50	12.0	399	199.3	6.06	소형관정
PS-31	238.97	252.71	12.0	1114	55.8	6.21	소형관정
PS-32	239.28	253.09	10.2	362	180.7	5.78	소형관정

측점	TM좌표(X)	TM좌표(Y)	온도(°C)	전기전도도( $\mu$ S)	TDS(mg/ℓ)	pH	비 고
PS-33	245.47	252.10	12.5	226	99.7	6.18	소형관정
PS-34	244.86	252.97	14.5	332	160.0	6.01	소형관정
PS-35	243.58	253.18	15.4	368	184.2	5.74	소형관정
PS-36	242.79	253.37	15.5	391	195.6	5.85	소형관정
PS-37	241.16	255.44	16.3	215	218.0	5.74	소형관정
PS-38	241.04	256.21	15.6	88	44.4	5.83	소형관정
PS-39	233.21	252.08	14.8	213	106.8	6.54	소형관정
PS-40	233.53	251.84	14.1	138	68.8	6.14	소형관정
PS-41	232.70	251.23	15.1	158	79.3	6.58	소형관정
PS-42	231.56	252.39	13.8	187	135.0	6.07	소형관정
PS-43	231.92	251.29	13.4	196	98.3	6.01	소형관정
PS-44	230.12	251.50	16.8	149	74.6	6.78	소형관정
PS-45	231.06	251.09	16.5	156	78.0	6.72	소형관정
PS-46	231.83	249.47	16.2	89	44.7	6.38	소형관정
PS-47	230.30	242.05	16.9	304	152.1	6.42	소형관정
PS-48	247.20	228.91	16.1	149	74.7	6.76	소형관정
PS-49	229.78	249.44	16.0	156	78.2	6.68	소형관정
PS-50	228.60	249.38	14.6	96	48.0	6.45	소형관정
PS-51	227.43	248.30	16.5	122	61.0	6.70	소형관정
PS-52	228.96	241.94	15.2	329	164.6	6.45	소형관정
PS-53	229.16	241.75	16.6	163	81.7	7.74	소형관정
PS-54	242.75	235.31	14.7	80	40.3	6.84	소형관정
PS-55	245.47	235.60	13.5	44	22.4	6.82	소형관정
PS-56	249.00	234.79	14.6	273	137.9	7.17	소형관정





<그림 6-1> EC 등차선도 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )

#### 나. 수소이온농도 ( pH)

지표수의 pH의 분포는 4.70~7.36, 천부지하수는 5.13~7.74, 심부지하수는 5.08~7.49의 분포를 보이고 전체적으로 약산성이 우세하게 나타나고 약알칼리성까지의 수질 특성을 보이고 있다.

#### 다. 전기전도도 (EC)

전기전도도(EC)의 분포를 보면 지표수에서는 40~354  $\mu$ S/cm이나 R-18측점을 제외하고는 200  $\mu$ S/cm미만의 값을 나타내며 천부지하수에서는 44~399  $\mu$ S/cm, 심부지하수에서는 59~931  $\mu$ S/cm로서 전체적으로 지표수, 천부지하수, 심부지하수 순으로 높아지며 다양한 EC 값의 분포를 보이고 있다.

Kriging법에 의해 작성한 EC 등치선도를 보면 진안군에서 EC가 100  $\mu$ S/cm~200  $\mu$ S/cm인 지역이 진안군의 대부분을 차지하고 있다. 100  $\mu$ S/cm로 낮은 지역은 산악부이다.

EC는 지하수 유동과 밀접한 관련이 있으나 오염의 경우에도 높은 EC를 보이는 경우가 많다. 진안읍 소재지 부근에서는 300  $\mu$ S/cm 이상으로 높은 EC분포를 보이며 이는 오염과도 관련이 있을 것으로 판단된다.

#### 라. 총용존고형물 (TDS)

총용존고형물(TDS)의 분포는 지표수에서는 20.3~177.2ppm, 천부지하수에서는 22.4~199.3ppm, 심부지하수에서는 30.5~465ppm의 값을 보이고 있다. TDS 값의 분포상태를 보면 거의 비슷하게 나타나고 있다. 일반적으로 TDS 값은 EC 값과 정비례의 값을 보이는 것이 상례이다. 따라서 조사지역의 수질은 오염에 기인되어 높은 값을 보이는 것보다 지하수 유동에 의해 총용존고형물이 높아진 것으로 판단된다.

### 6-1-2. 주요이온분석

지하수의 지구화학적 특징은 기상적 및 지질학적 요인들에 의한 영향들을 받게 된다. 특히 지하수가 부존되어 있는 암석의 종류, 암질인 광물학적 및 화학적 조성과 조직, 지질구조등의 지배를 받는다.

#### 가. 시료 채취방법 및 처리

실내 화학성분을 위하여 물시료는 현장에서 여과지 및 여과도구에 의해서 부유 고체가 제거되었으며 여과된 물은 음이온 및 양이온 분석용으로 분리하여 채수하였다. 여과지는 미국 Micro Filtration System(MFS)사의 공극크기가 0.45  $\mu$ m

<표6-3> 소형관정주요이온의 이온분석

(단위:mg/l)

NO	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	비 고
PS-1	2.75	3.37	8.25	1.64	5.04	8.05	13.16	77.59	
PS-2	1.05	11.65	27.09	6.31	19.98	10.06	48.12	45.38	
PS-3	28.40	10.51	19.25	5.49	16.36	17.11		161.04	
PS-4	2.33	3.88	5.63	1.38	6.62	6.74	6.35	14.35	
PS-5	1.73	9.61	27.19	3.16	19.23	12.66	42.57	16.10	
PS-6	1.69	10.33	6.70	2.27	9.41	2.19	59.80	10.25	
PS-7	0.98	6.21	11.42	5.55	11.97	6.09	22.02	20.50	
PS-8	2.22	7.89	23.93	3.44	7.99	12.52	55.32	32.21	
PS-9	2.40	5.63	18.40	3.34	9.42	7.33	14.05	35.14	
PS-10	0.88	3.80	5.62	1.70	7.23	4.85	13.05	13.18	
PS-11	0.94	8.61	29.98	3.35	6.98	16.09	1.20	99.55	
PS-12	3.47	5.66	22.97	3.83	9.89	14.17	40.59	14.64	
PS-13	0.96	8.89	30.00	2.01	9.41	10.21	4.20	70.27	
PS-14	1.14	7.44	27.02	4.21	14.64	21.22	18.76	26.35	
PS-15	2.89	7.36	17.72	2.49	9.82	12.76	21.55	23.42	
PS-16	2.12	5.16	13.00	2.39	8.25	9.51	22.88	16.10	
PS-17	10.38	13.04	29.11	8.70	20.40	14.97	30.10	37.82	
PS-18	1.39	3.95	5.32	1.02	5.61	5.27	7.31	14.64	
PS-19	1.23	2.40	3.41	0.53	4.21	5.17	6.24	8.78	
PS-20	1.65	4.80	12.59	2.03	7.82	7.30	22.24	16.10	
PS-21	1.51	11.19	7.24	1.35	8.42	2.87	15.46	26.35	
PS-22	8.76	43.48	30.01	9.42	90.15	27.20	81.65	35.14	
최대값	28.40	43.48	30.01	9.42	90.15	27.20	81.65	161.04	
최소값	0.88	2.40	3.41	0.53	4.21	2.19	1.20	8.78	
평균	3.68	8.86	17.36	3.44	14.04	10.65	26.03	37.04	
표준편차	6.03	8.29	9.69	2.37	17.65	6.14	21.22	36.34	

<표6-4> 암반관정 주요원소의 이온분석

(단위:mg/ℓ)

NO	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	비 고
D-2	0.57	18.14	24.01	5.51	9.78	11.04	12.35	92.23	화산암
D-3	1.10	11.08	12.75	2.33	11.25	5.97	9.33	42.46	화강편마암
D-8	1.06	63.76	25.01	8.52	12.65	67.16	2.02	288.41	화강편마암
D-16	0.80	5.64	25.18	7.52	13.55	10.03	27.19	153.96	화강암
D-18	0.83	61.22	21.03	1.46	4.41	6.66	1.47	128.83	화강편마암
D-21	0.23	8.97	12.91	0.70	6.71	5.22	7.48	38.06	화강편마암
D-22	0.94	7.52	28.97	4.99	11.67	3.54		45.38	화강편마암
D-24	0.93	16.11	30.01	2.39	25.60	12.43	14.46	62.95	화강편마암
D-25	11.89	17.56	30.00	7.49	41.30	25.15	77.60	40.99	화강편마암
D-28	0.50	8.45	24.14	2.58	11.78	6.64	17.46	42.46	화강편마암
D-29	1.33	9.20	26.76	4.42	9.19	3.70	28.52	48.31	화강편마암
D-32	0.92	11.52	23.97	3.32	9.84	4.02	7.37	58.56	화강편마암
D-33	1.07	46.10	12.52	1.57	6.79	6.80	8.96	122.73	퇴적암
D-35	1.89	12.45	29.98	3.96	24.87	3.57	45.81	51.24	화강편마암
D-36	4.79	5.36	18.18	2.98	8.29	13.03	20.15	27.82	화강편마암
D-37	0.89	13.24	27.42	4.24	15.76	3.86	61.23	24.89	화강편마암
D-39	1.85	2.94	4.73	0.94	6.43	8.04	12.55	11.22	퇴적암
D-40	1.52	27.91	23.15	8.87	5.12	40.97	0.87	368.44	퇴적암
D-41	1.53	10.01	7.87	1.38	5.37	7.26	9.98	20.50	퇴적암
D-49	1.84	6.94	29.13	3.18	9.56	8.70	17.78	8.05	퇴적암
D-54	0.41	7.15	28.29	0.96	4.93	8.35	4.85	66.37	퇴적암
D-55	0.98	7.84	29.12	10.12	6.29	8.96	2.20	181.05	퇴적암
D-56	3.79	10.78	29.14	4.57	11.95	10.41	22.85	95.89	퇴적암
D-58	5.83	6.27	22.61	2.49	7.99	12.47	9.69	52.46	퇴적암
D-62	0.57	3.88	3.58	0.75	5.15	3.51	7.43	7.32	퇴적암
D-64	1.46	4.93	29.99	7.13	10.49	5.43	29.70	99.55	화산암
D-66	0.29	3.94	7.80	0.64	5.71	3.05	7.00	33.67	편암
DHS	14.64	13.61	12.13	3.95	33.96	11.89	56.94	16.10	편암
최대값	14.64	63.76	30.01	10.12	41.30	67.16	77.60	368.44	
최소값	0.23	2.94	3.58	0.64	4.41	3.05	0.87	7.32	
평균	2.30	15.09	21.44	3.89	12.01	11.35	19.38	79.64	
표준편차	3.38	15.92	8.57	2.73	8.96	13.37	19.70	83.63	

(직경 47mm)인 Cellulose Nitrate Membrane Filter를 사용하였다. 물속에 용존되어 있는 기체 성분인 탄산가스(free CO<sub>2</sub>)와 음이온중 대기에 노출된 후 변화되기 쉬운 중탄산이온(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)과 탄산이온(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)등은 현장에서 습식으로 분석하였다.

지하수의 주요이온은 지하수에 용해되어 있는 화학성분의 대부분을 차지하는 Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 등 8가지 성분을 말한다. 이 이온들은 지하수 용존성분의 85% 이상을 차지하고 있으며, 주로 대수층의 암석, 퇴적물질 등에서 용해된 성분이기 때문에 주요이온을 분석하면 지하수가 생성된 대수층의 암석 종류를 알 수 있다. 진안지구 지하수의 수질조성상의 특성과 물성분의 변화에 관하여 알아보기 위하여 정밀조사 50공에 대한 EC, 양이온, 음이온 분석을 실시하였다. 조사지역은 전체가 암반관정과 충적관정으로 구분하며 수계별로 평균농도를 계산 하였다.

음이온(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) 분석을 위한 시료는 250ml 용기의 폴리에틸렌 병에 채워하여 이동식 냉장 Box에 4℃로 보관되어 화학분석실로 운반하여 7일 이내 Ion Chromatography(IC)를 이용하여 분석하였다. 또한 양이온(Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>)을 분석하기 위한 시료는 농질산(Conc. HNO<sub>3</sub>)을 2l 용기의 폴리에틸렌 시료병 벽면의 양이온 흡착을 막기 위하여 1~2 (0.5ml) 방울 첨가 후 상온에서 보관하여 실험실로 운반하였다.

#### 나. 천부지하수의 화학적 특성

천부지하수시료는 심도 약 5m에서 10m의 풍화대에 부존하는 충적층 지하수로서 생활용수 및 농업용수로 사용하고 있는 실정이다. 천부지하수 조사의 목적은 음용수 수질기준을 바탕으로 오염영역을 탐지하는데 있다.

##### ○ K<sup>+</sup>(Potassium)

조사지역의 K의 함량은 0.88~28.40mg/l이며, 평균 함량은 3.68±6.03mg/l이다. K<sup>+</sup>은 지화학적 거동이 미약한 원소로서 지역적으로 농촌지역에서는 카리비료에 의한 오염으로 함량이 높은 곳도 있다.

##### ○ Na<sup>+</sup>(Sodium)

Na<sup>+</sup> 함량은 2.40~43.48mg/l이며 평균 8.86±8.29mg/l이다. 대부분 Na<sup>+</sup> 함량은 Ca<sup>2+</sup>과 Mg 함량과 정비례하며 이는 양이온과 음이온 교환작용때문으로 해석된다. 물속에서의 Na<sup>+</sup> 함량은 보통 1~20mg/l이며, 환경기준치는 200mg/l이다.

##### ○ Ca<sup>2+</sup>(Calcium)

진안지역 지하수의  $\text{Ca}^{2+}$  함량은  $3.41\sim 30.01\text{mg}/\ell$  이며, 평균  $17.36\pm 9.69\text{mg}/\ell$  이다.  $\text{Ca}^{2+}$  함량은 총경도(total hardness)와 밀접한 관련이 있다. 낮은  $\text{Ca}^{2+}$  함량 지역은 높은  $\text{F}^-$  함량을 보이고 있는데, 이는 강한 양이온·음이온 교환작용에 기인된 결과이다. 높은 Ca함량은 calcareous 퇴적물 때문이다.  $\text{Ca}^{2+}$ 는  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ 와 높은 상관관계를 보인다.

○  $\text{Mg}^{2+}$ (Magnesium)

$\text{Mg}^{2+}$  함량은  $0.53\sim 9.42\text{mg}/\ell$  이며, 평균  $3.44\pm 2.37\text{mg}/\ell$  이다.  $\text{Mg}^{2+}$  함량은  $\text{Ca}^{2+}$  함량과 매우 높은 상관 계수를 보인다. 먹는물 수질기준치는 없다.

○  $\text{HCO}_3^-$

야외에서 측정된  $\text{HCO}_3^-$  함량은  $8.78\sim 161.04\text{mg}/\ell$  이며 평균  $37.04\pm 36.34\text{mg}/\ell$  임이 밝혀졌다.

○  $\text{Cl}^-$ (Chloride)

$\text{Cl}^-$ 의 함량은  $3.36\sim 145.00\text{mg}/\ell$  이며 평균  $26.40\pm 27.91\text{mg}/\ell$  이다.  $\text{Cl}^-$  함량은  $\text{Na}^+$  함량과 정비례 관계이다. 음용수의 Cl함량 기준치는  $150\text{mg}/\ell$  이다.  $\text{Cl}^-$ 은  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ 와 높은 상관관계를 보인다.

○  $\text{SO}_4^{2-}$

$\text{SO}_4^{2-}$  함량은  $4.21\sim 90.15\text{mg}/\ell$  의 매우 큰 변화 폭을 보이며, 평균  $14.04\pm 17.65\text{mg}/\ell$  이다.  $\text{SO}_4^{2-}$ 가 높은 지역은 아마도 함Sulfide퇴적물의 산화작용때문일 것이다. 음용수의  $\text{SO}_4^{2-}$  함량 환경 기준치는  $500\text{mg}/\ell$  이며 모두 기준치 이하이다.  $\text{SO}_4^{2-}$ 는  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ 와 높은 상관관계를 보인다.

○  $\text{NO}_3^-$

$\text{NO}_3^-$  함량은  $1.2\sim 81.65\text{mg}/\ell$  이며 평균  $26.03\pm 21.22\text{mg}/\ell$  이다.  $\text{NO}_3^-$  는 생활오수 및 가축의 배설물에 의한 오염 때문이다.  $10\text{mg}/\ell$  를 초과하는 지점은 시료번호 PS-1( $13.16\text{mg}/\ell$ ), PS-2( $48.12\text{mg}/\ell$ ), PS-5( $42.57\text{mg}/\ell$ ), PS-6( $59.8\text{mg}/\ell$ ), PS-7( $22.02\text{mg}/\ell$ ), PS-8( $55.32\text{mg}/\ell$ ), PS-9( $14.05\text{mg}/\ell$ ), PS-10( $13.05\text{mg}/\ell$ ), PS-12( $40.59\text{mg}/\ell$ ), PS-14( $18.76\text{mg}/\ell$ ), PS-15( $21.55\text{mg}/\ell$ ), PS-16( $22.88\text{mg}/\ell$ ), PS-17( $30.1\text{mg}/\ell$ ), PS-20( $22.24\text{mg}/\ell$ ), PS-21( $15.46\text{mg}/\ell$ ), PS-22( $81.65\text{mg}/\ell$ )이다.

다. 심부지하수의 화학적 특성

심부 지하수는 심도 약 50m에서 200m의 암반 지하수를 개발하여 농업용수나 생활용수로 사용하고 있다.

○  $K^+$ (Potassium)

조사지역의 K의 함량은  $0.23\sim 14.64\text{mg}/\ell$ 이며, 평균 함량은  $2.3\pm 3.38\text{mg}/\ell$ 이다.

K는 암석중의 카리-장석과 운모류 광물중에 포함되어 있거나 물과 반응하여 풍화 및 변질되어 용출된다. 보통의 강우에서는  $K^+$ 이  $0.1\sim 5\text{mg}/\ell$ 의 농도를 보인다.  $K^+$ 의 지질별 함량분포는 화강편마암 및 편암류에서 가장 높고( $2.82\pm 4.41\text{mg}/\ell$ ), 퇴적암( $1.96\pm 1.66\text{mg}/\ell$ ), 화강암 및 화산암( $0.94\pm 0.46\text{mg}/\ell$ ) 순으로 낮아진다.

○  $Na^+$ (Sodium)

$Na^+$ 함량은  $2.94\sim 63.76\text{mg}/\ell$ 이며 평균  $15.09\pm 15.92\text{mg}/\ell$ 이다.  $Na^+$ 성분은 화성암의 주성분으로서 Na-Ca사장석류의 화학적풍화에 의하여 물에 주로  $Na^+$ 상태로 존재한다.  $Na^+$ 은 염의 상태로 물에 잘 녹기 때문에 무기물 형태로 풍부하다. 대부분의  $Na^+$  함량은  $F^-$ ,  $Ca^{2+}$ 과  $Mg^{2+}$ 함량과 정비례하며 이는 양이온과 음이온 교환 작용 때문으로 해석된다. 지하수의  $Na^+$ 는 사장석의 불일치용해에 의하여 카오리나이트가 형성될 때 나타난다.

$Na^+$ 의 지질별 함량분포는 화강편마암 및 편암류에서 가장 높고( $17.6\pm 18.6\text{mg}/\ell$ ), 퇴적암( $12.98\pm 13.58\text{mg}/\ell$ ) 그리고 화강암 및 화산암( $9.57\pm 7.43\text{mg}/\ell$ ) 순으로 낮아진다.

○  $Ca^{2+}$ (Calcium)

임실지역 지하수의  $Ca^{2+}$ 함량은  $3.58\sim 30.01\text{mg}/\ell$ 이며, 평균  $21.44\pm 8.57\text{mg}/\ell$ 이다.  $Ca^{2+}$ 함량은 전체 경도(hardness)와 밀접한 관련이 있다.  $Ca^{2+}$ 의 지질별 함량분포는 화강암 및 화산암에서 가장 높고 ( $26.39\pm 3.17\text{mg}/\ell$ ), 화강편마암 및 편암( $22.07\pm 7.52\text{mg}/\ell$ ), 그리고 퇴적암( $19.01\pm 10.71\text{mg}/\ell$ )순으로 낮아진다.

○  $Mg^{2+}$ (Magnesium)

$Mg^{2+}$ 함량은  $0.64\sim 10.12\text{mg}/\ell$ 이며, 평균  $3.89\pm 2.73\text{mg}/\ell$ 이다.  $Mg^{2+}$ 함량은  $Ca^{2+}$ 함량과 매우 높은 상관 계수를 보인다.  $Mg^{2+}$ 은 흑운모의 풍화작용에 의하여 나오고 일부는 철 망간광물과 백운모의 용해로부터 나온다.

$Mg^{2+}$ 의 지질별 함량분포는 화강암 및 화산암에서 가장 높고 ( $6.72\pm 1.07\text{mg}/\ell$ ), 편마암 및 편암( $3.60\pm 2.22\text{mg}/\ell$ ), 퇴적암( $3.48\pm 3.39\text{mg}/\ell$ ) 순으로 낮아진다.  $Mg^{2+}$ 는  $Cl^-$ ,  $Ca^{2+}$ 와 높은 상관관계를 나타낸다.

○  $HCO_3^-$

$HCO_3^-$  함량은  $7.32\sim 368.44\text{mg}/\ell$ 이며 평균  $79.64\pm 83.63\text{mg}/\ell$ 임이 밝혀졌다.

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>의 지질별 함량분포는 화강암 및 화산암(115.25±33.73mg/ℓ), 퇴적암(93.40±111.23mg/ℓ), 화강편마암 및 편암(63.34±67.36mg/ℓ)순이다.

○ Cl<sup>-</sup>(Chloride)

Cl<sup>-</sup>의 함량은 4.41~41.3mg/ℓ이며 평균 12.01±8.96mg/ℓ이다. Cl<sup>-</sup>함량은 Na<sup>+</sup>함량과 정비례관계이다. Cl<sup>-</sup>의 지질별 함량분포는 화강편마암 및 편암에서 가장 높고 (15.53±10.92mg/ℓ), 화강암 및 화산암(11.27±2.00mg/ℓ) 그리고 퇴적암(6.96±2.28mg/ℓ) 순으로 낮아진다.

○ SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 함량은 3.05~67.16mg/ℓ이며 평균 11.35±13.37mg/ℓ이다. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>는 일반적으로 황화광물의 산화작용과 석고/무수석고 또는 다른 황화광물의 해리에 나오는데 화석연료나 공장에서 배출된 대기중의 이산화황도 지표수나 지하수의 SO<sub>4</sub>가 존재하는 원인이 된다. 진안에서 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>가 높은 지역은 아마도 함Sulfide퇴적물의 산화작용 때문일 것이다. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>의 지질별 함량분포는 화강편마암 및 편암에서 가장 높고 (11.73±16.42mg/ℓ), 퇴적암(11.55±10.60mg/ℓ) 그리고 화강암 및 화산암(8.83±2.99mg/ℓ) 순으로 낮아진다.

○ NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 함량은 0.87~77.6mg/ℓ이며 평균 19.38±19.70mg/ℓ이다. NO<sub>3</sub><sup>-</sup>는 백운지역에서 높게 나타나며, 이는 생활오수 및 가축의 배설물에 의한 오염 때문이다. NO<sub>3</sub><sup>-</sup>의 지질별 함량분포는 화강암 및 화산암에서 가장 높고 (23.08±9.38mg/ℓ), 화강편마암 및 편암(25.49±24.81mg/ℓ), 그리고 퇴적암(9.72±6.75mg/ℓ)순으로 낮아진다.

o Piper diagram

수질분석결과를 토대로 수질 특성을 파악하기 위하여 주성분인 양이온 Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>등과 음이온 Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>의 함량비를 epm으로 환산한 후 지하수 특성별로 Piper trilinear diagram에 투영하였다. Piper diagram은 Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>와 Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup> 및 Cl<sup>-</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>와 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>의 epm 백분율을 key diagram으로 표시한 것으로 양이온은 Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>와 Mg<sup>2+</sup> 및 Ca를 그리고 음이온에서 Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>+CO<sub>3</sub><sup>-</sup>의 관계를 백분율로 환산하여 각각 삼각 diagram에 투영한 것이다.

암반관정의 양이온 평균은 Ca<sup>2+</sup>는16.99mg/ℓ, Na<sup>+</sup>는 15.04mg/ℓ, Mg<sup>2+</sup>는 3.38mg/ℓ, K<sup>+</sup>는 1.57 mg/ℓ이며 음이온 평균은 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>는 79.89mg/ℓ, Cl<sup>-</sup>는 15.31mg/ℓ,



SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>는 6.29mg/l, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>는 32.11mg/l이다. 총적관정의 양이온 평균은 Ca<sup>2+</sup>는 17.66mg/l, Na<sup>+</sup>는 20.49mg/l, Mg<sup>2+</sup>는 3.94mg/l, K<sup>+</sup>는 4.36mg/l이며 음이온 평균은 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>는 63.51mg/l, Cl<sup>-</sup>는 25.70mg/l, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>는 9.78mg/l, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>는 56.31mg/l이다. 암반관정에 비하여 총적관정에서 대체로 이온의 농도가 높게 나타나고 특히 음이온 중 Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>의 양이 높게 나타난다.

Piper diagram의 양이온과 음이온의 백분율로서 다음과 같이 4가지로 분류할 수 있다.

- Ca-HCO<sub>3</sub> 형으로 대표되는 Carbonate hardness형
- Na-HCO<sub>3</sub> 형으로 대표되는 Carbonate alkali형
- Ca-SO<sub>4</sub> 혹은 Ca-Cl noncarbonate hardness형
- Na-SO<sub>4</sub> 혹은 Na-Cl noncarbonate alkali형

조사지역의 수질특성을 파악하기 위하여 Piper diagram에 지하수 유형별, 지질별등으로 구분하여 투영을 하였다. 화강편마암 지역의 암반 지하수는 양이온에서 Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup>가 음이온에서는 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>가 우세한 Carbonate hardness형, 화성암지역은 분산되어 나타나고 퇴적암지역에서는 양이온은 Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup>, 음이온은 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>가 우세한 Carbonate hardness형이 나타나고 있다. 즉 양이온에서는 Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup>와 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>가 우세한 Carbonate hardness형이 같이 나타난다. 이러한 현상은 풍화대 지역의 지하수는 주로 거주지 부근이나 농경지 부근에 위치하고 있어 지표 오염원에 의해 상부 풍화대 지하수가 쉽게 오염되고 있음을 보여주고 있다.

오염되지 않은 지하수의 주요이온의 구성 특성을 자세히 알기 위해 Stiff diagram을 작성하였다. Stiff diagram은 6개의 축에 각 이온의 농도를 표시한 그림이기 때문에 수질 채취 지점의 주요이온의 특성을 자세히 파악하기에 용이하다. 진안지구에서 Stiff diagram의 형태(주요 이온의 구성)가 비교적 유사하며 주요이온의 총량이 증가함에 따라 이온들의 구성비가 변화하는 경향을 보인다. 주요이온 총량 증가에 따른 양이온과 음이온의 구성비 변화를 보면 주요이온의 총량이 증가할수록 Ca의 구성비가 증가하지만 Na의 구성비는 감소하는 경향을 보이며, HCO<sub>3</sub> 구성비는 감소하지만 Cl이나 SO<sub>4</sub>의 구성비가 증가하고 있다. 지하수 함양 지역으로 침투한 물(강우)이 지하수 배출지역 쪽으로 유동되어 감에 따라 물은 점점 더 많은 대수층 물질의 물질을 용해시키므로 함양지역으로부터 유동 거리가 증가할수록 지하수에 용존된 주요이온의 총량이 증가하게 된다. 따라서 진안군과

<표 6-5> 조사지역 주요원소의 농도환산(ppm→epm)

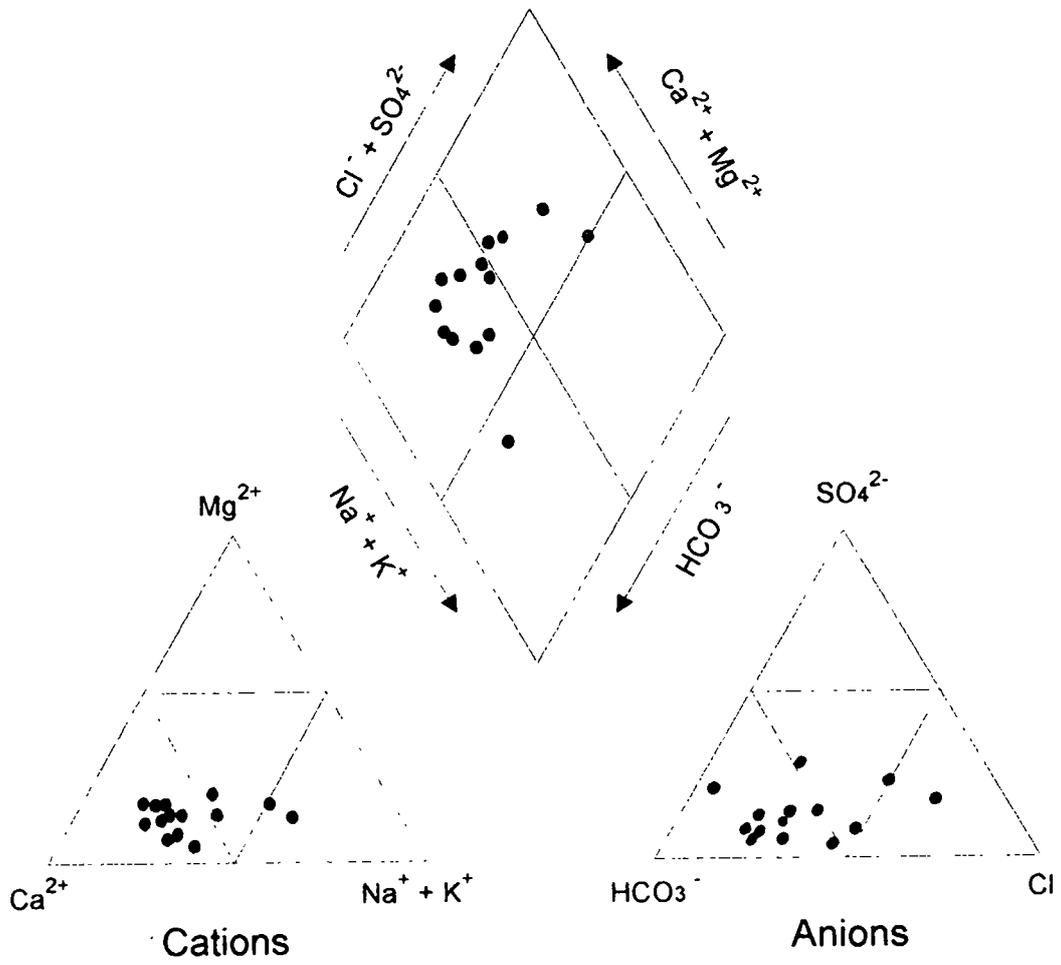
NO	K	Na	Ca	Mg	cation	Cl	SO4	NO3	HCO3	anion
D-2	0.570	18.140	24.010	5.510		9.780	11.040	12.350	92.230	
	0.015	0.789	1.198	0.453	2.455	0.276	0.230	0.998	1.512	3.016
	0.594	32.142	48.802	18.462	100.000	9.149	7.622	33.102	50.127	100.000
D-3	1.100	11.080	12.750	2.330		11.250	5.970	9.330	42.460	
	0.028	0.482	0.636	0.192	1.338	0.317	0.124	0.754	0.696	1.892
	2.102	36.022	47.551	14.325	100.000	16.776	6.570	39.865	36.788	100.000
D-8	1.060	63.760	25.010	8.520		12.650	67.160	2.020	288.410	
	0.027	2.774	1.248	0.701	4.750	0.357	1.398	0.163	4.727	6.645
	0.571	58.397	26.276	14.756	100.000	5.370	21.041	2.457	71.132	100.000
D-16	0.800	5.640	25.180	7.520		13.550	10.030	27.190	153.960	
	0.020	0.245	1.256	0.619	2.141	0.382	0.209	2.198	2.523	5.312
	0.955	11.460	58.690	28.895	100.000	7.196	3.931	41.372	47.502	100.000
D-18	0.830	61.220	21.030	1.460		4.410	6.660	1.470	128.830	
	0.021	2.663	1.049	0.120	3.854	0.124	0.139	0.119	2.112	2.493
	0.551	69.103	27.230	3.116	100.000	4.989	5.561	4.765	84.684	100.000
D-21	0.230	8.970	12.910	0.700		6.710	5.220	7.480	38.060	
	0.006	0.390	0.644	0.058	1.098	0.189	0.109	0.605	0.624	1.526
	0.536	35.541	58.678	5.245	100.000	12.401	7.120	39.611	40.868	100.000
D-22	0.940	7.520	28.970	4.990		11.670	3.540		45.380	
	0.024	0.327	1.446	0.410	2.207	0.329	0.074	0.000	0.744	1.147
	1.089	14.820	65.494	18.597	100.000	28.710	6.427	0.000	64.863	100.000
D-24	0.930	16.110	30.010	2.390		25.600	12.430	14.460	62.950	
	0.024	0.701	1.497	0.197	2.419	0.722	0.259	1.169	1.032	3.182
	0.983	28.974	61.914	8.129	100.000	22.699	8.134	36.737	32.429	100.000
D-25	11.890	17.560	30.000	7.490		41.300	25.150	77.600	40.990	
	0.304	0.764	1.497	0.616	3.181	1.165	0.524	6.272	0.672	8.633
	9.558	24.013	47.060	19.369	100.000	13.496	6.065	72.657	7.782	100.000
D-28	0.500	8.450	24.140	2.580		11.780	6.640	17.460	42.460	
	0.013	0.368	1.205	0.212	1.797	0.332	0.138	1.411	0.696	2.578
	0.711	20.453	67.027	11.809	100.000	12.892	5.363	54.749	26.997	100.000
D-29	1.330	9.200	26.760	4.420		9.190	3.700	28.520	48.310	
	0.034	0.400	1.335	0.364	2.133	0.259	0.077	2.305	0.792	3.433
	1.594	18.761	62.600	17.045	100.000	7.551	2.244	67.143	23.062	100.000
D-32	0.920	11.520	23.970	3.320		9.840	4.020	7.370	58.560	
	0.024	0.501	1.196	0.273	1.994	0.278	0.084	0.596	0.960	1.917
	1.180	25.133	59.990	13.697	100.000	14.482	4.366	31.079	50.073	100.000
D-33	1.070	46.100	12.520	1.570		6.790	6.800	8.960	122.730	
	0.027	2.005	0.625	0.129	2.787	0.192	0.142	0.724	2.012	3.069
	0.982	71.964	22.420	4.635	100.000	6.242	4.613	23.599	65.546	100.000
D-35	1.890	12.450	29.980	3.960		24.870	3.570	45.810	51.240	
	0.048	0.542	1.496	0.326	2.412	0.702	0.074	3.703	0.840	5.319
	2.004	22.457	62.032	13.507	100.000	13.191	1.398	69.621	15.790	100.000
D-36	4.790	5.360	18.180	2.980		8.290	13.030	20.150	27.820	
	0.122	0.233	0.907	0.245	1.508	0.234	0.271	1.629	0.456	2.590
	8.122	15.462	60.160	16.256	100.000	9.030	10.475	62.889	17.606	100.000

(상단:ppm, 중단:epm, 하단:이온%)

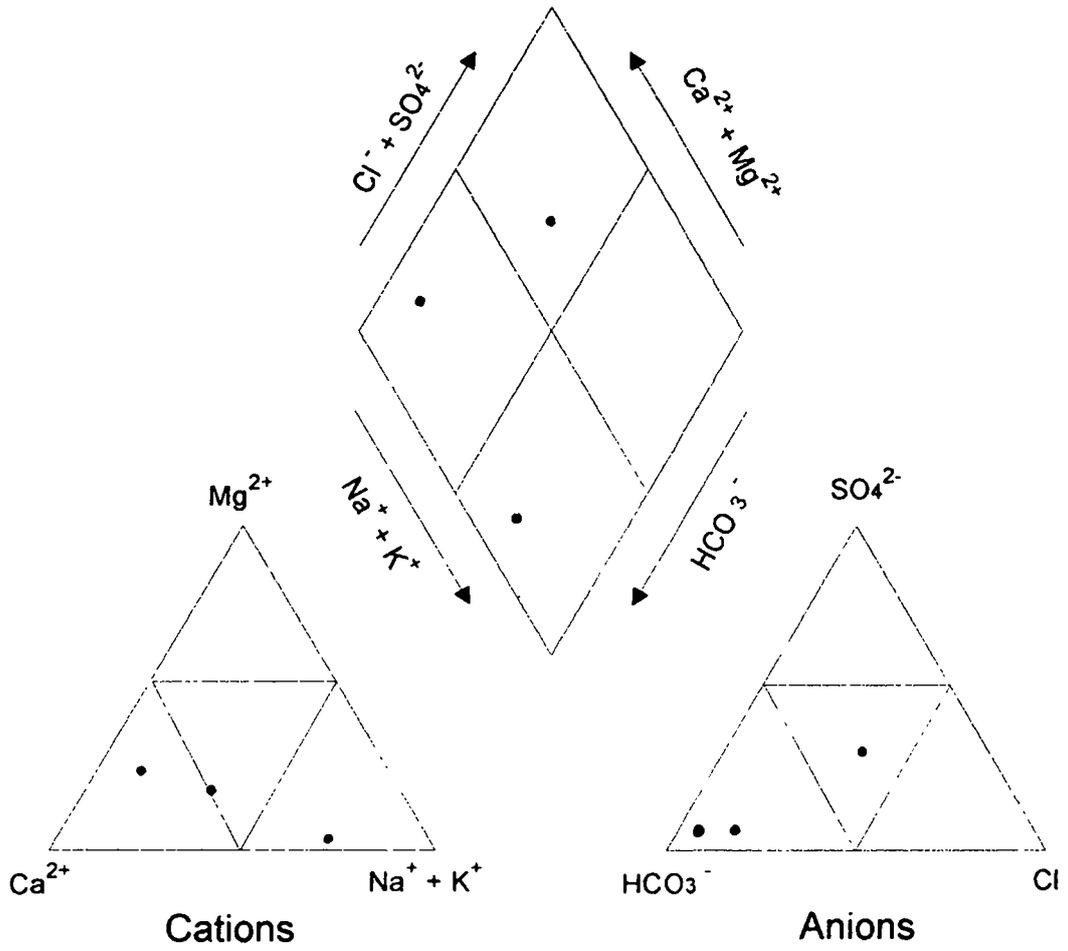
NO	K	Na	Ca	Mg	cation	Cl	SO4	NO3	HCO3	anion
D-37	0.890	13.240	27.420	4.240		15.760	3.860	61.230	24.890	
	0.023	0.576	1.368	0.349	2.316	0.445	0.080	4.949	0.408	5.882
	0.983	24.871	59.085	15.061	100.000	7.558	1.366	84.140	6.935	100.000
D-39	1.850	2.940	4.730	0.940		6.430	8.040	12.550	11.220	
	0.047	0.128	0.236	0.077	0.489	0.181	0.167	1.014	0.184	1.547
	9.683	26.178	48.312	15.827	100.000	11.725	10.820	65.569	11.887	100.000
D-40	1.520	27.910	23.150	8.870		5.120	40.970	0.870	368.440	
	0.039	1.214	1.155	0.730	3.138	0.144	0.853	0.070	6.039	7.106
	1.239	38.692	36.815	23.254	100.000	2.032	12.003	0.990	84.975	100.000
D-41	1.530	10.010	7.870	1.380		5.370	7.260	9.980	20.500	
	0.039	0.435	0.393	0.114	0.981	0.151	0.151	0.807	0.336	1.445
	3.989	44.396	40.041	11.574	100.000	10.481	10.458	55.814	23.247	100.000
D-49	1.840	6.940	29.130	3.180		9.560	8.700	17.780	8.050	
	0.047	0.302	1.454	0.262	2.064	0.270	0.181	1.437	0.132	2.020
	2.279	14.626	70.422	12.673	100.000	13.351	8.967	71.149	6.532	100.000
D-54	0.410	7.150	28.290	0.960		4.930	8.350	4.850	66.370	
	0.010	0.311	1.412	0.079	1.812	0.139	0.174	0.392	1.088	1.793
	0.579	17.163	77.900	4.358	100.000	7.758	9.697	21.867	60.678	100.000
D-55	0.980	7.840	29.120	10.120		6.290	8.960	2.200	181.050	
	0.025	0.341	1.453	0.832	2.652	0.177	0.187	0.178	2.967	3.509
	0.945	12.861	54.799	31.394	100.000	5.056	5.316	5.067	84.560	100.000
D-56	3.790	10.78	29.140	4.570		11.950	10.410	22.850	95.890	
	0.097	0.469	1.454	0.376	2.396	0.337	0.217	1.847	1.572	3.972
	4.045	19.573	60.692	15.691	100.000	8.486	5.456	46.494	39.563	100.000
D-58	5.830	6.270	22.610	2.490		7.990	12.470	9.690	52.460	
	0.149	0.273	1.128	0.205	1.755	0.225	0.260	0.783	0.860	2.128
	8.495	15.542	64.291	11.672	100.000	10.592	12.200	36.805	40.403	100.000
D-62	0.570	3.880	3.580	0.750		5.150	3.510	7.430	7.320	
	0.015	0.169	0.179	0.062	0.424	0.145	0.073	0.601	0.120	0.939
	3.440	39.836	42.163	14.561	100.000	15.474	7.783	63.965	12.778	100.000
D-64	1.460	4.930	29.990	7.130		10.490	5.430	29.700	99.550	
	0.037	0.214	1.497	0.587	2.335	0.296	0.113	2.401	1.632	4.441
	1.599	9.185	64.095	25.120	100.000	6.663	2.546	54.053	36.738	100.000
D-66	0.290	3.940	7.800	0.640		5.710	3.050	7.000	33.670	
	0.007	0.171	0.389	0.053	0.621	0.161	0.064	0.566	0.552	1.342
	1.195	27.614	62.709	8.482	100.000	12.001	4.731	42.154	41.114	100.000
DHS	14.640	13.610	12.130	3.950		33.960	11.890	56.940	16.100	
	0.374	0.592	0.605	0.325	1.897	0.958	0.248	4.602	0.264	6.072
	19.738	31.216	31.914	17.132	100.000	15.778	4.077	75.799	4.346	100.000
PS-1	2.750	3.370	8.250	1.640		5.040	8.050	13.160	77.590	
	0.070	0.147	0.412	0.135	0.763	0.142	0.168	1.064	1.272	2.645
	9.210	19.201	53.920	17.670	100.000	5.375	6.336	40.213	48.076	100.000
PS-2	1.050	11.650	27.090	6.310		19.980	10.060	48.120	45.380	
	0.027	0.507	1.352	0.519	2.404	0.564	0.209	3.890	0.744	5.406
	1.117	21.076	56.220	21.587	100.000	10.425	3.874	71.943	13.757	100.000
PS-3	28.400	10.510	19.250	5.490		16.360	17.110		161.040	
	0.726	0.457	0.961	0.452	2.596	0.462	0.356	0.000	2.639	3.457
	27.978	17.614	37.008	17.399	100.000	13.349	10.304	0.000	76.347	100.000

NO	K	Na	Ca	Mg	cation	Cl	SO4	NO3	HCO3	anion
PS-4	2.330 0.060 9.566	3 880 0.169 27.100	5.630 0.281 45.108	1.380 0.114 18.227		6 620 0.623 17.363	6.740 0.140 13.047	6.350 0.513 47.722	14.350 0.235 21.868	1.076 100.000
PS-5	1.730 0.044 2.128	9.610 0.418 20.108	27.190 1.357 65.261	3.160 0.260 12.503		19.230 2 079 12.026	12.660 0.542 5.843	42.570 3.441 76.281	16.100 0.264 5 850	4.511 100.000
PS-6	1.690 0.043 4.263	10.330 0.449 44.331	6.700 0.334 32.983	2 270 0 187 18.422		9.410 1.014 4.997	2.190 0.046 0.858	59.800 4 834 90.983	10 250 0.168 3.162	5.313 100.000
PS-7	0.980 0.025 1.896	6.210 0.270 20.440	11.420 0.570 43.119	5.550 0.457 34.545		11.970 1.322 13.086	6.090 0.127 4.914	22.020 1.780 68.978	20.500 0.336 13.021	2.580 100.000
PS-8	2.220 0.057 3.024	7 890 0.343 18.285	23.930 1.194 63.616	3.440 0.283 15.075		7.990 1.877 4.109	12 520 0 261 4.752	55.320 4.472 81.515	32.210 0.528 9.624	5.486 100.000
PS-9	2.400 0.061 4.093	5.630 0.245 16.336	18.400 0 918 61 244	3.340 0.275 18.327		9.420 1.499 12 476	7.330 0 266 7 165	14.050 1.136 53.319	35.140 0.576 27.040	2.130 100.000
PS-10	0.880 0.023 3.700	3.800 0.165 27.184	5.620 0.280 46.118	1.700 0.140 22.997		7.230 0.608 12.943	4.850 0.101 6.408	13.050 1.055 66.940	13.180 0.216 13.709	1.576 100.000
PS-11	0.940 0.024 1.108	8 610 0.375 17.259	29.980 1.496 68.936	3.350 0.276 12 698		6.980 2.170 8.711	16.090 0.335 14.819	1 200 0.097 4.291	99.550 1.632 72.179	2.261 100.000
PS-12	3.470 0.089 4.940	5.660 0.246 13.707	22.970 1.146 63.813	3.830 0.315 17 540		9.890 1.796 6.813	14 170 0.295 7.205	40.590 3.281 80.122	14 640 0.240 5.860	4.095 100.000
PS-13	0.960 0.025 1.184	8.890 0.387 18.649	30.000 1.497 72.193	2.010 0.165 7.974		9.410 2.074 13.480	10 210 0.265 10 795	4.200 0.339 17.239	70 270 1.152 58 486	1.969 100.000
PS-14	1.140 0.029 1.424	7.440 0.324 15.807	27.020 1.348 65.854	4.210 0.346 16.915		14.640 2.047 14.734	21.220 0.442 15.761	18.760 1.516 54.097	26.350 0.432 15.407	2.803 100.000
PS-15	2.890 0.074 4.983	7.360 0.320 21.587	17.720 0.884 59.620	2.490 0.205 13.811		9.820 1.483 10.381	12.760 0.266 9.956	21.550 1.742 65.278	23.420 0.384 14.385	2.668 100 000
PS-16	2.120 0.054 4 823	5.160 0.224 19 970	13.000 0.649 57.715	2.390 0.197 17.492		8.250 1.124 9.148	9 510 0.198 7 783	22.880 1.849 72.696	16.100 0.264 10.373	2.544 100.000
PS-17	10.380 0.265 8.845	13 040 0.567 18.902	29.110 1.453 48.405	8.700 0.716 23.848		20.400 3.001 14.606	14.970 0.575 7.911	30.100 2.433 61.751	37.820 0.620 15.733	3.940 100.000
PS-18	1.390 0.036 6.384	3.950 0.172 30.863	5.320 0.265 47.683	1.020 0.084 15.071		5.610 0.557 14.403	5.270 0.110 9.986	7.310 0.591 53.774	14.640 0.240 21.837	1.099 100.000

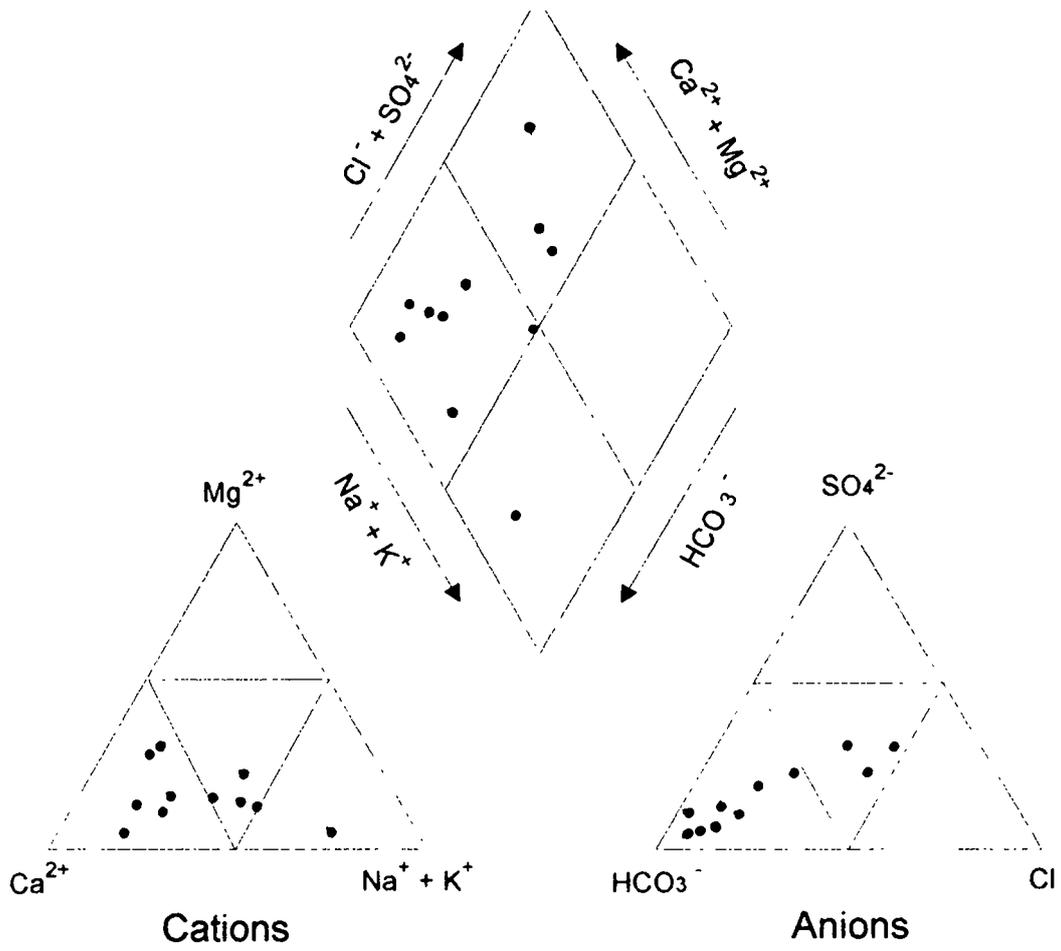
NO	K	Na	Ca	Mg	cation	Cl	SO4	NO3	HCO3	anion
PS-19	1.230	2.400	3.410	0.530		4.210	5.170	6.240	8.780	
	0.031	0.104	0.170	0.044	0.350	0.119	0.108	0.504	0.144	0.875
	8.996	29.862	48.671	12.470	100.000	13.578	12.306	57.664	16.452	100.000
PS-20	1.650	4.800	12.590	2.030		7.820	7.300	22.240	16.100	
	0.042	0.209	0.628	0.167	1.046	0.221	0.152	1.798	0.264	2.434
	4.033	19.958	60.049	15.961	100.000	9.063	6.244	73.852	10.841	100.000
PS-21	1.510	11.190	7.240	1.350		8.420	2.870	15.460	26.350	
	0.039	0.487	0.361	0.111	0.998	0.238	0.060	1.250	0.432	1.979
	3.870	48.789	36.211	11.131	100.000	12.004	3.020	63.151	21.825	100.000
PS-22	8.760	43.480	30.010	9.420		90.150	27.200	81.650	35.140	
	0.224	1.891	1.497	0.775	4.388	2.543	0.566	6.600	0.576	10.285
	5.105	43.106	34.129	17.660	100.000	24.726	5.506	64.168	5.600	100.000



<그림 6-2> 편마암류 지하수의 Piper Diagram

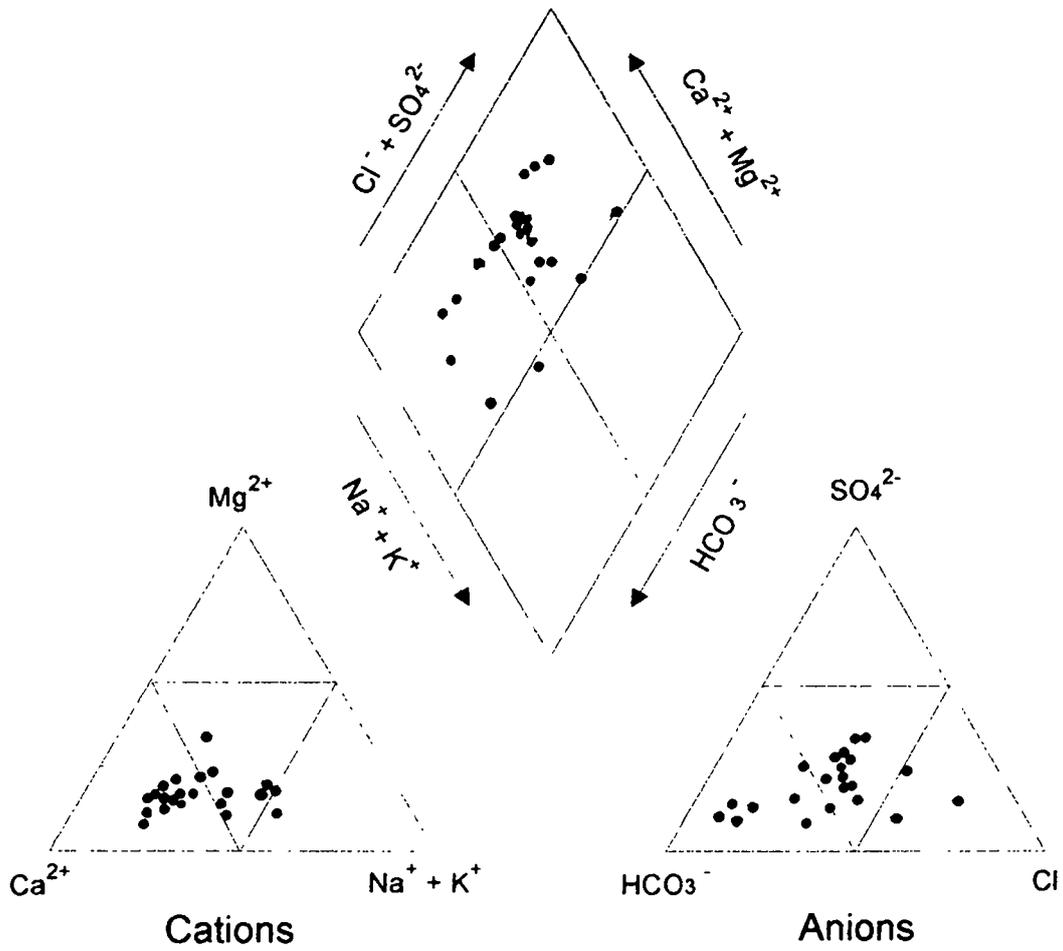


<그림 6-3> 화성암류 지하수의 Piper Diagram



<그림 6-4> 퇴적암류 지하수의 Piper Diagram





<그림 6-5> 충적층 지하수의 Piper Diagram

같은 지질조건에서 지하수가 오염되지 않은 경우 지하수가 유동되어 감에 따라  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ 의 구성비가 상대적으로 증가하는 경향을 보이고 있다.

## 6-2. 지하수 수질실태

### 6-2-1. 먹는물기준 지하수수질 분석

진안군의 지하수 오염 실태를 파악하기 위하여 오염원의 위치, 지질 등을 정밀 고려하여 분석이 필요한 위치를 선정하여 50개소에서 채취한 시료를 전북보건환경연구원에 먹는물수질기준으로 지하수 수질검사를 의뢰하였다.

먹는물기준에 의한 조사한 수질 검사 지점 50개 중 8개 지점의 자료가 적합으로 판정되어 검사자료중 16.0%가 먹는물로 사용하기에 적합한 것으로 나타났다. 검사항목중 먹는물기준에 부적합 판정을 받은 항목들로는 일반세균, 대장균, 탁도, 질산성질소( $NO_3-N$ ), 철(Fe), 알루미늄(Al), 납(Pb), 불소, 색도 등 10개 항목으로 나타났다. 항목별 부적합 비율을 보면 일반세균이 74%로 부적합 비율이 가장 높으며 다음으로 질산성질소가 16%, 대장균군 18%, 철, 불소, 아연 각각 6%, 탁도 14%, 색도 4%, 납 2%로 나타났다.

정밀조사를 위하여 기설관정을 이용한 면별 조사공 현황은 다음과 같다.

〈표 6-6〉 면별 조사공 현황

면 별	계	암반관정	소형관정	비 고
계	50	28	22	
진 안	9	4	5	
용 담	3	1	2	
안 천	2	1	1	
동 향	4	3	1	
상 전	2	2		
백 운	7	6	1	
성 수	2		2	
마 령	6	4	2	
부 귀	7	4	3	
정 천	2	1	1	
주 천	6	2	4	

<표 6-7> 수질검사 부적합 항목수

항목수 \ 관정별	계	암반관정	소형관정
계	42 (84.0%)	23 (82.1%)	19 (86.4%)
1개 항목	26 (52.0%)	12 (42.9%)	14 (63.6%)
2개 항목	9 (18.0%)	6 (21.4%)	3 (13.6%)
3개 항목	3 (6.0%)	3 (10.7%)	-
4개 항목	1 (6.0%)	-	1 (4.5%)
5개 항목	1 (6.0%)	-	1 (4.5%)
6개 항목	1 (6.0%)	1 (3.6%)	-
7개 항목	1 (6.0%)	1 (3.6%)	-

먹는물 기준으로 검사한 50개 자료중 84.0%에 해당하는 42개 지점이 부적합한 것으로 판정 받았으나 일반세균과 대장균군의 염소소독이 이루어진다면 31개소 (62.0%)의 지하수는 생활용수로 사용하기에는 대부분 적합한 것으로 보인다. 항목별 부적합 비율을 보면 일반세균이 74%로 부적합 비율이 가장 높으며 질산성 질소(16.0%), 탁도(14.0%)로 나타났다.

<표 6-8> 수질검사 부적합 항목 (먹는물 기준)

항목 \ 관정별	계	암반관정	소형관정
일반세균	37 (74.0%)	23 (82.1%)	14 (63.6%)
대 장 균	9 (18.0%)	7 (25.0%)	2 ( 9.1%)
탁 도	7 (14.0%)	5 (17.9%)	2 ( 9.1%)
질산성질소	8 (16.0%)	3 (10.7%)	5 (22.7%)
철	3 ( 6.0%)	2 ( 7.1%)	1 ( 4.5%)
알루미늄	2 ( 4.0%)	2 ( 7.1%)	-
납	1 ( 2.0%)	1 ( 3.6%)	-
아 연	3 ( 6.0%)	3 (10.7%)	-
불 소	3 ( 6.0%)	3 (10.7%)	-
색 소	2 (6.01%)	2 ( 7.1%)	-

#### 6-2-2. 먹는물기준 부적합항목

먹는물 기준의 부적합율이 높고 지하수 오염과 관련된 주요 성분이 농도, 인간 건강에 미치는 영향, 주요 오염원 등은 아래와 같다.

#### 가. 일반세균과 대장균

일반세균은 대장균을 제외한 모든 세균을 말한다. 일반세균의 먹는물 기준은 100CFU이하/1ml 이다. 먹는물자료 50개중 74.0%가 부적격한 것으로 판정되었다. 일반세균이 먹는물 기준을 초과한 관정은 소형관정 14개소(63.6%), 암반관정 23개소(82.1%)이다. 분포지역에서는 비교적 균등하게 분포되어 있다.

대장균군은 분변오염의 지표로서 소화기계 병원균에 의한 오염가능성이 있다고 볼 수 있다. 대장균의 먹는물 기준은 불검출/ 50ml 이다. 먹는물 자료 50개중 18.0% 가 부적격한 것으로 판정되었다. 대장균이 먹는물 기준을 초과하는 진안군 전역에 비교적 균등하게 분포되어 있다.

#### 나. 아연, 철, 납, 불소

아연의 먹는물 기준치는 1mg/l로 이를 초과할 경우는 심미적으로 영향을 준다. 아연을 함유하는 물은 불쾌한 맛을 내며, 5mg/l 이상의 농도에서는 백탁수를 나타내며, 끓였을 때 불쾌하고 미끈미끈한 느낌을 갖게 한다. 독성은 구토, 탈수, 복부손상, 구역질, 무기력증, 현기증 등을 일으키며, 염화아연에 의해 심장병을 일으킨다. 수질분석자료 50개 관정의 최대값은 3.175mg/l, 평균은 3mg/l 이다. 먹는물 기준치를 초과한 관정은 50개중 약 6%에 해당하는 3개 관정으로 진안군 백운면 2개관정(DHS, D-35)에서는 먹는물 기준의 3.7배 이상까지 검출되었다.

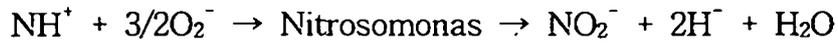
철의 먹는물 기준치는 0.3mg/l로 이를 초과하는 관정은 전체의 6%에 해당하는 3개소의 관정(D-35, PS-11, D-3)이고 D-35 관정에서 1.64mg/l, PS-11에서 0.42mg/l, D-3 관정에서 0.59mg/l로 나타난다.

납의 먹는물 기준치는 0.05mg/l로 이를 초과하는 관정은 D-35로 0.26mg/l로 나타난다.

불소의 먹는물 기준치는 1.5mg/l 이고 이를 초과하는 관정은 D-33(2.4mg/l), D-8(2.2mg/l), D-18(3.2mg/l)이다.

#### 다. 질산성질소

질산성질소는 주로 분뇨 또는 하수 등의 질소화합물을 함유하는 오염물에 의하여 오염된 것으로 오염원으로는 가정 및 산업폐수, 농경지의 비료살포, 동물의 배설물, 폐기물의 침출수, 대기중의 낙진, 자동차의 배기가스, 토양내의 유기물질을 들 수 있다. 질산성질소는 이들 오염원에서 지하수로 유입된 암모니아성질소가 산화 분해 작용을 받아 형성된 것이다.



지하수 수질기준에서 질산성질소의 기준치는 먹는물의 경우 10mg/l 이하, 먹는물의 경우 질산성질소의 농도 범위는 0~22.7mg/l 이며 평균은 5.668mg/l 이다.

50개의 관정중 8개 관정에서 기준치를 초과하고 있다. 총 50개 지점중 약 64%가 평균값 5.272mg/l 이하이며 약 22%가 5.668~10mg/l 사이에 있다. 10mg/l ~ 20mg/l 사이의 관정이 전체의 8% 정도를 차지하며 20mg/l 를 초과하는 관정이 전체의 6% 정도를 차지한다.

질산성질소가 먹는물 기준을 초과하는 관정의 분포를 보면 초과관정은 PS17(20.4), PS(22.7), PS6(10.6), D25(21.6), PS5(11.0), DHS(10.7), PS3(10.5), D37(12.7)로 비교적 부귀면과 주천면에서 높게 나타나고 마을부근 소형관정에서 높게 나타난다.



<그림 6-6> 질산성질소 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) 등치선도( $\text{mg/l}$ )

<표 6-9> 수질검사 기준

검 사 항 목	검 사 항 목		먹는물	생활용수	농업용수	공업용수	
	일반세균	저온세균 고온세균					
미생물에 관한 기준			-	-	-	-	
			100/1ml이하	-	-	-	
	대장균군		ND/50ml이하	5,000MPN/100ml이하	-	-	
건강상 유해영향 무기물질에 관한 기준	납(Pb)		0.05ml이하	0.1ml이하	0.1ml이하	0.2ml이하	
	불소(F)		1.5ml이하	-	-	-	
	비소(As)		0.05ml이하	0.05ml이하	0.05ml이하	0.1ml이하	
	세래늄(Se)		0.01ml이하	-	-	-	
	수은(Hg)		불검출	불검출	불검출	불검출	
	시아나(CN)		불검출	불검출	불검출	0.2ml이하	
	6가 크롬(Cr+b)		0.05ml이하	0.05ml이하	0.05ml이하	0.1ml이하	
	암모니아성 질소(NH4-N)		0.5ml이하	-	-	-	
	질산성 질소(NO3-N)		10ml이하	20ml이하	20ml이하	40ml이하	
	카드뮴(Cd)		0.01ml이하	0.01ml이하	0.01ml이하	0.02ml이하	
	건강상 유해영향 유기물질에 관한 기준	페놀(C6H5OH)		0.005ml이하	0.005ml이하	0.005ml이하	0.01ml이하
총트리할로메탄(THM)			0.1ml이하	-	-	-	
다이아지논			0.02ml이하	-	-	-	
파라티온			0.06ml이하	-	-	-	
말라티온			0.25ml이하	-	-	-	
페니트로티온			0.04ml이하	-	-	-	
카바릴			0.07ml이하	-	-	-	
1.1 크리클로에탄			0.1ml이하	-	-	-	
테트라클로에틸렌			0.01ml이하	0.01ml이하	0.01ml이하	0.02ml이하	
트리클로에틸렌			0.03ml이하	0.03ml이하	0.03ml이하	0.06ml이하	
디클로메탄			0.02ml이하	-	-	-	
벤젠			0.01ml이하	-	-	-	
톨루엔			0.7ml이하	-	-	-	
에틸벤젠			0.3ml이하	-	-	-	
크실렌			0.5ml이하	-	-	-	
유기인			-	불검출	불검출	0.2ml이하	
심미적 영향물질에 관한 기준		냄새		무취	-	-	-
		맛		맛이 없을 것	-	-	-
		색도		5도 이하	-	-	-
	탁도		2도 이하	-	-	-	
	수소이온농도(pH)		5.8~8.5	5.8~8.5	6.0~8.5	5.0~9.0	
	염소이온농도(Cl-)		150ml이하	250ml이하	250ml이하	500ml이하	
	황산이온SO42-		200ml이하	-	-	-	
	중발잔유물		500ml이하	-	-	-	
	과망간산칼륨소비량 화학적 산소요구량(COD)		10ml이하	6ml이하	8ml이하	10ml이하	
	철(Fe)		0.3ml이하	-	-	-	
	경도		300ml이하	-	-	-	
	동(Cu)		1ml이하	-	-	-	
	아연(Zn)		1ml이하	-	-	-	
	망간(Mn)		0.3ml이하	-	-	-	
	세재(ABS)		0.5ml이하	-	-	-	
	알루미늄(Al)		0.2ml이하	-	-	-	
	1.1 디클로에틸렌		0.03ml이하	-	-	-	
	사염화탄소		0.002ml이하	-	-	-	

<표 6-10> 먹는물기준 수질시험성적서

구분	검사항목	D-54	D-58	PS-33	D-40	D-49	D-55	PS-17	D-50	D-39	D-8	PS-20
1	일반세균	6700	4000	1800	430	5800	4100	4900	7000	5600	2300	60
2	대장균군	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	검출	불검출	불검출	불검출
3	납	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
4	물소	1.3	0.2	2.4	0.4	불검출	0.5	불검출	0.4	불검출	2.2	불검출
5	비소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	세레늄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
7	스은	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
8	시안	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
9	6가크롬	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
10	암모니아성질소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	질산성질소	0.3	1.3	1.7	0.6	3.5	0.7	20.4	5.8	2.2	0.5	5.8
12	카드뮴	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	폐놀	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
14	총트리할로메탄	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸
15	다이아지논	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	파라티온	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	말라티온	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	테니트로티온	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	카바릴	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	1,1,1-트리클로로에탄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	테트라클로로에탄렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
22	트라이클로로에탄렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	디크로로메탄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	벤젠	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
25	톨루엔	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
26	테틸벤젠	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	크실렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
28	1,1-디클로로에틸렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
29	사염화탄소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	경도	72	55	45	230	86	256	124	101	35	112	40
31	과망간칼륨소비량	1.6	1.6	1.6	2.5	1.9	2.5	1.9	1.6	1.6	1.9	1.6
32	냄새	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합
33	맛	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합
34	동	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.012	불검출
35	색도	1	1	1	2	1	1	4	4	1	1	1
36	세제	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	수소이온농도	7.8	7.1	7.6	7.5	7.4	7.8	6.5	7.2	6.9	7.9	6.2
38	아연	0.043	0.067	0.168	0.024	0.011	0.283	0.009	1.707	0.062	0.203	0.105
39	염소이온	3	5	4	3	5	3	19	10	3	10	5
40	증발잔류물	139	143	101	339	144	324	215	215	97	244	91
41	철	불검출	불검출	0.05	0.06	불검출	0.6	불검출	0.16	불검출	0.07	불검출
42	망간	불검출	0.008	불검출	0.016	불검출	0.018	불검출	0.047	불검출	0.05	불검출
43	탁도	적합	적합	적합	적합	적합	적합	5	적합	적합	적합	적합
44	황산이온	8	12	6	37	7	7	15	10	7	69	8
45	알루미늄	불검출	불검출	0.07	0.05	불검출	0.02	불검출	0.06	0.05	0.03	불검출



구분	검사항목	D-18	D-64	PS-22	PS-21	PS-19	PS-18	PS-16	D-62	PS-12	D-66	PS-9
1	일반세균	20	60	0	0	70	2100	1500	3000	1800	80	680
2	대장균군	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
3	납	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
4	물소	3.2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.4	불검출
5	비소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	세레늄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
7	스은	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
8	시안	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
9	6가크롬	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
10	암모니아성질소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	질산성질소	불검출	7.8	22.7	3.5	0.9	1.2	4.6	1	8.9	1	3.4
12	카드늄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	폐놀	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
14	총트리할로메탄	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸
15	다이아지논	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	파라티온	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	말라티온	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	테너트로티온	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	카바릴	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	1,1,1-트리클로로에탄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	테트라트리클로로에틸렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
22	트리클로로에틸렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	디클로로메탄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	벤젠	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
25	톨루엔	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
26	데틸벤젠	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	크실렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
28	1,1-디클로로에틸렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
29	사염화탄소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	경도	51	154	149	34	18	27	51	28	71	45	49
31	과망간칼륨소비량	1.6	1.6	1.9	1.6	1.9	1.8	1.5	1.2	1.5	2.2	1.9
32	냄새	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합
33	맛	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합
34	중	불검출	0.008	0.008	불검출	0.019	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
35	색도	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36	세제	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	수소이온농도	6.6	6.6	6.5	6.5	6.3	7.1	7.1	7.1	7.2	7.1	6.4
38	아연	0.011	0.036	0.163	0.056	0.369	0.006	0.006	0.006	0.008	0.007	0.0472
39	염소이온	7	13	82	6	2	3	6	3	6	2	5
40	중발산유물	129	212	324	95	85	42	89	40	108	53	89
41	철	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
42	망간	0.039	불검출	0.047	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.007
43	탁도	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	6
44	황산이온	10	6	31	2	4	5	11	2	13	0	6
45	말루미늄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

구분	검사항목	D-24	D-22	PS-8	PS-7	PS-6	PS-14	D-25	D-41	D-2	D-29	D-21
1	일반세균	400	510	860	40	30	1200	4500	4800	20	90	2500
2	대장균군	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	검출	불검출	불검출	검출
3	납	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
4	물소	1.6	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.2	불검출	0.9
5	비소	0.015	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	세레늄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
7	스은	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
8	시안	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
9	6가크롬	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
10	암모니아성질소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	질산성질소	3.2	6.3	9.6	5.2	10.6	4.8	21.6	1.9	2.5	7.6	0.8
12	카드뮴	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	폐놀	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
14	총트리할로메탄	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸
15	다이아지논	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	파라티온	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	말라티온	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	테너트로티온	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	카바릴	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	1,1,1-트리할로로에탄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	테트라트리,트로에틸렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
22	트리클로로에틸렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	디크로로메탄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	벤젠	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
25	톨루엔	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
26	데틸벤젠	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	크실렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
28	1,1-디,트로에틸렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
29	사염화탄소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	경도	101	75	66	49	28	66	123	27	94	82	44
31	과망간칼륨소비량	1.6	1.9	1.9	2.2	1.6	1.9	1.6	1.9	1.9	2.2	2.5
32	냄새	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합
33	맛	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합
34	동	불검출	0.01	불검출	0.011	불검출	불검출	0.014	불검출	불검출	0.013	불검출
35	색도	1	1	1	4	1	1	2	3	1	1	1
36	세제	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	수소이온농도	6.4	6.4	6.6	6.5	6.5	6.5	6.3	6.3	7.3	7.1	7.4
38	아연	0.174	0.175	0.024	0.136	0.027	0.335	0.201	0.016	0.005	0.515	0.06
39	염소이온	22	8	5	7	157	10	29	3.	7	6	3
40	증발잔류물	184	125	131	151	86	157	211	92	155	146	178
41	철	불검출	불검출	불검출	불검출	0.022	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.26
42	망간	불검출	불검출	불검출	0.006	0.031	0.022	불검출	불검출	불검출	불검출	0.008
43	탁도	12	2	13	4	적합	26	적합	적합	적합	적합	10
44	황산이온	12	2	13	4	0	0.02	24	8	9	3	4
45	일루미늄	불검출	불검출	불검출	0.02	불검출	0.02	불검출	불검출	불검출	불검출	0.06

구분	검사항목	D-3	PS-5	PS-4	PS-10	PS-15	D-32	D-28	D-35	PS-13	D-36	PS-12
1	일반세균	1500	10	50	360	270	830	450	970	390	510	630
2	대장균군	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
3	납	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
4	물소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.2	0.2	불검출	불검출	불검출
5	비소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	세레늄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
7	스은	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
8	시안	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
9	6가크롬	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
10	암모니아성질소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	질산성질소	1.6	11	0.8	5.5	2.4	1.3	4	9.4	0.4	3.9	9.8
12	카드뮴	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	폐놀	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
14	총트리할로메탄	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸
15	다이아지논	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	파라티온	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	말라티온	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	테니트로티온	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	카바릴	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	1,1,1-트리클로로에탄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	테트라트리클로로에틸렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
22	트리클로로에틸렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	디클로로메탄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	벤젠	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
25	톨루엔	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
26	테틸벤젠	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	크실렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
28	1,1-디클로로에틸렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
29	사염화탄소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	경도	45	65	34	28	54	74	72	106	96	79	87
31	과망간칼륨소비량	2.8	1.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.5	4.1	3.2	3.2	2.8
32	냄새	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합
33	맛	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합	적합
34	동	불검출	0.022	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.027	불검출	불검출	불검출
35	색도	15	1	1	1	1	1	1	15	1	1	1
36	세제	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	수소이온농도	7.2	7.3	7.3	7.2	7.1	7.2	7.2	6.8	6.7	6.3	6.5
38	아연	0.058	0.087	0.014	0.031	0.007	0.017	0.053	3.757	0.027	0.026	0.032
39	염소이온	7	18	3	76	84	113	125	306	127	191	131
40	증발잔류물	196	109	63	76	84	113	125	306	127	191	131
41	철	0.58	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	1.64	불검출	0.215	불검출
42	망간	0.031	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.052	0.2	0.034	0.013
43	탁도	20	적합	적합	적합	적합	적합	적합	40	적합	10	적합
44	황산이온	5	12	5	13	5	3	6	2	9	12	9
45	일루미늄	0.032	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.8	불검출	불검출	불검출

구분	검사항목	D-16	PS-1	dhs	PS-11	PS-3	D-37
1	일반세균	680	400	3100	460	1500	970
2	대장균군	불검출	불검출	검출	불검출	불검출	불검출
3	납	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
4	물소		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
5	비소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6	세레늄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
7	스은	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
8	시안	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
9	6가크롬	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
10	암모니아성질소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
11	질산성질소	5.8	1.9	10.7	불검출	10.5	12.7
12	카드뮴	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
13	폐놀	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
14	총트리할로메탄	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸	빈칸
15	다이아지논	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
16	파라티온	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
17	말라티온	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
18	테니트로티온	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
19	카바릴	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
20	1,1,1-트리클로로에탄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
21	테트라트리클로로에탄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
22	트리클로로에틸렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
23	디크로로메탄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
24	벤젠	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
25	톨루엔	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
26	테틸벤젠	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
27	크실렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
28	1,1-디클로로에틸렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
29	사염화탄소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
30	경도	108	36	77	139	31	65
31	과망간칼륨소비량	2.8	3.2	4.1	3.8	3.2	3.2
32	냄새	적합	적합	적합	적합	적합	적합
33	맛	적합	적합	적합	적합	적합	적합
34	동	불검출	불검출	0.011	0.008	0.009	불검출
35	색도	1	1	3	2	2	1
36	세제	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
37	수소이온농도	7.1	6.6	6.6	7.4	6.3	6.7
38	아연	0.086	0.242	3.377	0.008	0.064	0.135
39	염소이온	9	2	22	1	15	9
40	증발잔류물	141	74	280	278	88	103
41	철	불검출	불검출	0.052	0.181	불검출	불검출
42	망간	불검출	불검출	0.052	0.181	불검출	불검출
43	탁도	적합	7	5	적합	적합	적합
44	황산이온	0	0	0.05	0	0.03	0.04
45	알루미늄	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

## 6-3. 잠재오염원 조사

### 6-3-1. 잠재오염원 분류

인간의 활동에 의해서 수문환경으로 유입되는 모든 물질은 지하수를 오염시킬 수 있으며, 지하 수문계로 유입된 오염물질의 농도가 인간생활에 지장을 줄 정도로 위험한 상태에 이른 경우 지하수가 오염되었다고 할 수 있다. 지하수 오염원은 점오염원과 비점오염원으로 구분할 수 있다.

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

미의회 기술평가국(OTA)에서는 1984년 오염원 및 잠재오염원을 방류특성에 따라 <표 6-11>과 같이 6군 33종으로 분류하였다.

<표 6-11> O.T.A 잠재오염원 분류

구 분	종 류
1군	- 오염물질의 삼투 및 배출을 목적으로 계획된 오염원 1) 지하삼투형 (정화조, 오수조) 2) 주입정 (유해폐기물, 염수처리공) 3) 지상살포 (관개용수 살포, 슬러지 살포)
2군	- 오염물질의 저장, 취급, 처리시설 4) 육상매립장 5) 쓰레기 하치장 6) 주거지에서의 쓰레기 처분 7) 지표 저수조 8) 광산폐석 9) 폐기물 하치장 10) 재료의 비축지 11) 묘지 12) 동물사체 매립지 13) 지상탱크 14) 지하탱크 15) 콘테이너 16) 소각장과 발파지 17) 방사능 폐기물처리장
3군	- 운송, 송유시설 18) 수송관로 19) 운송, 화물
4군	- 기타 활동으로 배출 및 살포되는 오염원 20) 관개용수 21) 농약 살포 22) 비료 살포 23) 동물 사육 24) 제설, 제빙제 살포 25) 도시의 강수유출 26) 대기오염물질의 지하삼투 27) 광산과 광산폐수
5군	- 지하수 유로의 변경에 따른 오염원 28) 관정(지하수, 유류, 지열) 29) 기타 목적의 관정(감시정, 탐사시추공) 30) 공사용 굴착
6군	- 인간활동에 의해 자연적으로 발생하는 오염원 31) 지표수와 지하수의 상호작용 32) 자연적인 삼출현상 33) 양수에 의한 염수침입

### 6-3-2. 잠재오염원 분포현황

지하수를 오염시킬 가능성이 있는 대표적인 잠재오염원을 미의회기술평가국의 방식에 의거하여 분류하였다.

<표 6-12> 오염원별 분포현황

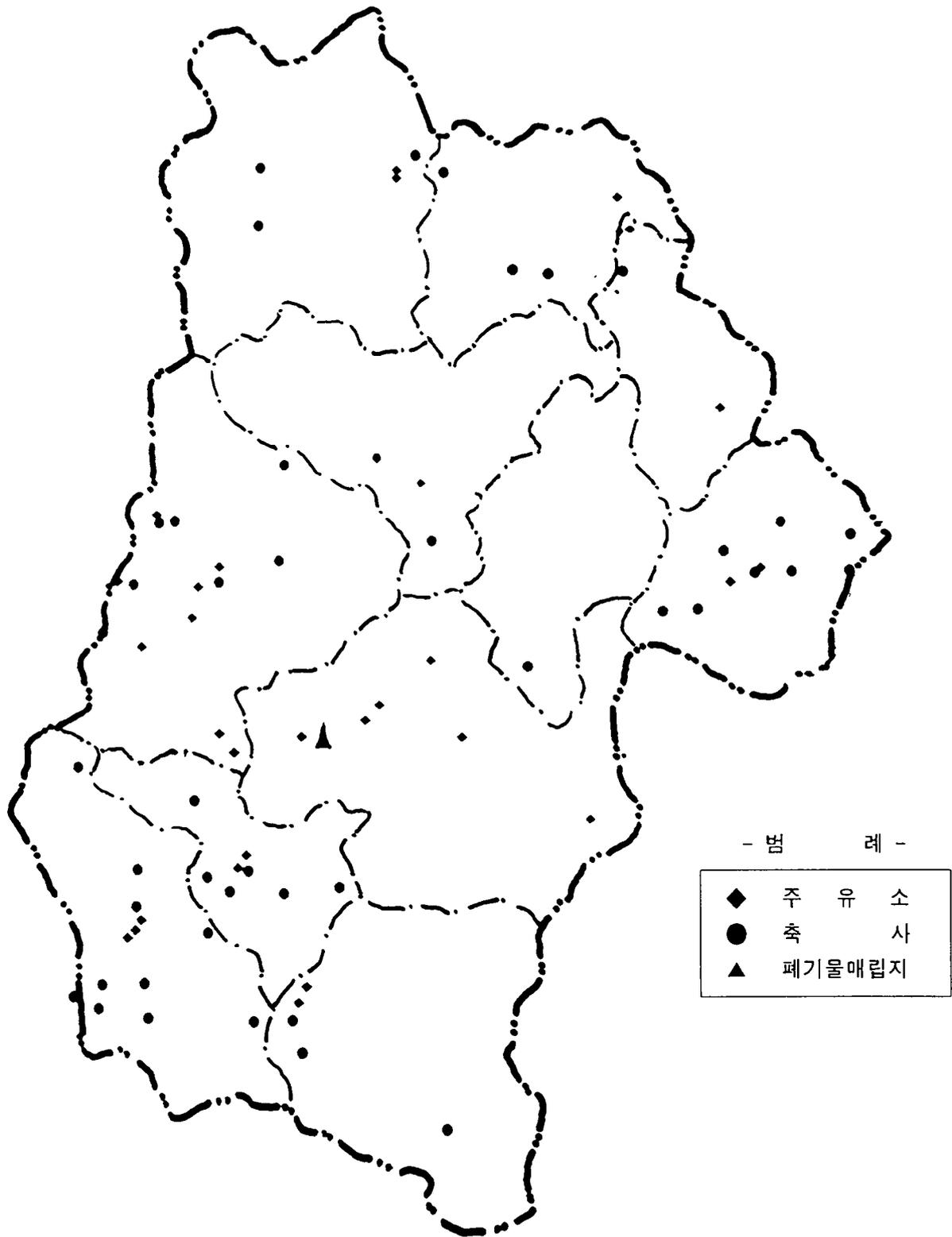
잠재오염원		오염현황	O T A 분류군
분류군	업종		
정화조	정화조	25.0kl/일	1군(지하삼투형)
지하저장탱크	주유소	28개소	2군(오염물질의 저장, 취급처리시설)
폐수배출업소	제조업체(섬유, 기타)	25개소	
	병·의원	6개소	
농약 및 비료살포	농경지	108.2km <sup>2</sup>	4군(기타활동)
가축사육	가축사육	53,238마리	

#### 가. 정화조

정화조란 수세식 변소에서 나오는 오수를 침전, 분해 등의 방법으로 정화하는 시설을 의미하는 것으로 하수도가 보급되지 않은 지역에서 하수도가 만들어 질때 까지 잠정적으로 실시하는 처리시설로 각 가정의 수세식 변소로부터 배출되는 희석된 분뇨를 그대로 하천으로 방류하기 곤란하여 만들어진 위생시설이다. 정화조 탱크 내의 고형물질이 침전되고 남은 액체 성분이 토양속으로 침투하면 잠재적인 지하수의 오염원이 된다. 정화조 액상 폐기물의 성상은 BOD 28~84mg/l 암모니아성 질소 10~78mg/l 이며 박테리아, 중금속 등이 포함되어 있다.

또한 수거식 변소의 분뇨에는 다량의 질소화합물이 포함되어 있는데 질소화합물이 토양에 유입되면 토양박테리아에 의해 질산염으로 산화되어 지하수로 침투된다. 진안군에서 발생하는 분뇨발생량은 1996년 12월말 현재 25.0kl/일로 이 중에서 수거식 변소의 분뇨 발생량이 15.0kl/일이며 정화조 오니 발생량은 10.0kl/일이다. 진안군의 분뇨종말처리장은 1개소 있으며 처리용량은 45kl/일이다(진안군 통계연보, 1997).

최근 농촌에서도 현대식 주택이 널리 보급되면서 정화조에 의한 분뇨의 하천 유출이 이루어져 토양 오염의 가능성이 있으며 본 지구에서의 질소화합물의 지하수 유입 상황을 분석하면 정밀수질 자료중 암모니아성 질소가 나타나는 곳은 없



<그림 6-7> 잠재오염원 위치도



으며 질산성 질소의 평균농도는 5.272mg/l 이다. 진안군 전체에 골고루 분포사고 특히 마을 근처 소형관정에서 높게 나타난다.

#### 나. 지하저장탱크(주유소)

지하저장탱크는 여러 가지 유해물질과 석유류 제품의 저장에 이용되고 있다. 이 탱크들은 주로 금속으로 만들어진 제품들이므로, 시간이 경과함에 따라 용접부가 쉽게 부식되어 저장된 물질들이 지하로 유출되거나 지하매설물 설치 등에 의해 파손되어 유해물질이 누출됨으로써 지하수를 오염시킨다.

주유소에서 유출된 유해 유기화합물은 낮은 농도에서도 장기간 노출되면 암을 유발시킬 수 있으며 농도가 높아지면 발암위험 외에 짧은 기간만 노출되더라도 현기증, 두통, 멀미, 피부나 눈의 자극, 면역성 상실 또는 간이나 신장 그리고 중앙신경계통에 피해를 줄 수 있다.

진안군에 분포되어 있는 주유소는 총 28개 지점으로 진안읍 6개소, 부귀면 7개소로 전체의 46.4%가 전주-진안간 국도에 집중되어 있다.

#### 다. 폐수 배출업소

산업폐수는 강관, 콘크리트 등으로 저장소를 만들어 처리하거나 자연상태로 배출되기도 한다. 저류시설로부터 누출된 오염물은 대수층으로 침투하여 지하수를 오염시킨다. 오염물은 주로 암모니아, 질산염, 인산염, 박테리아, 바이러스, 브롬, 비소화합물, 중금속, 산, 휘발유, 제품, 페놀, 기타 미량의 화합물 등으로 구성되어 있다. 1996년 환경위생과의 자료에 의하면 진안군의 폐수 배출업소는 총 25개소로 세탁소, 세차장, 정비업소, 운수업소, 레미콘 등으로 구성되어 있다.

폐수 배출업소 중 제조업체는 25개이다. 진안읍 13개소로 밀집되어 있고 섬유제품 1개소, 기타 24개소 등이다.

#### 라. 농약 및 비료살포

농업오염원은 가축의 분뇨, 비료, 각종 농약 등이 대부분을 차지한다. 이들의 성분은 주로 질산화합물, 인산염, 박테리아, 염화물, 중금속 등이다.

질산염(Nitrates)이 지하수를 오염시킨 경우, 이를 음료수로 사용하게 되면 유아에 있어서는 청색증(cyanosis)을 유발하며, 어른들에게는 위암의 발생원인이 된다. 진안군 농경지 면적은 108.2km<sup>2</sup>이며 답이 60.9km<sup>2</sup>, 전이 44.7km<sup>2</sup>, 과수원 및 목장용지 2.6km<sup>2</sup> 이다.

진안군의 '96년도 비료공급 실적은 질소질 1,691 M/T, 인산질 620M/T, 가리질

727 M/T로 총 3,038 M/T이다.

진안군의 가축사육현황은 <표 3-6> 축산현황과 같이 진안군 전체 한우 11,273두, 돼지 18,855두, 개 4,430마리, 닭 449,202수, 산양 18,680두가 사육되고 있으며 가축 사육두수가 110두 이상되는 곳은 <그림 6-7>과 같다.

#### 마. 폐기관정

지하광물자원 및 지하수 등을 탐사 또는 개발하기 위하여 시추를 많이 하고 있다. 대체로 시추심도는 20m의 충적층에서부터 수백m에 이르는 심부까지 이르고 있다. 이러한 시추공들은 보통 소기의 목적을 달성한 후에는 방치하게 되는데, 이때 시추공의 처리작업을 소홀히 할 경우, 지표의 여러 오염물들이 시추공내로 침투하여 대수층을 단시일내에 오염시키게 된다.

본 지역의 관정은 대부분은 농업용 관정으로 영농기에만 사용되고 비영농기에는 사용되지 않아 이들 관정에 대해서도 수질보호를 위한 관리가 요망된다.

#### 바. 일반폐기물 매립지

진안군 진안읍에 일반 폐기물 매립지 1개소가 분포하며 면적은 20,500m<sup>2</sup>이고 매립 총용량은 201,100m<sup>3</sup>이다.

## 7. 지하수자원의 부존

### 7-1. 물수지 분석

물수지는 물질의 보존법칙을 물에 적용한다. 일정지역에서 물의 유입·유출량을 파악하여 물수요를 결정하는 것을 물수지분석이라 한다. 물수지분석은 조사지역내로 유입·및 유출되는 물의 양과 그 지역내에 저류된 모든 수자원의 변화 사이에는 항상 평형 조건이 이루어 진다는 가정하에 기초를 둔 것으로 수문 평형방정식이라는 다음과 같은 공식으로 표시된다.

$$\text{유입} = \text{유출량} \pm \text{저수량의 변화}$$

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

상기 공식에서 각 요소는 다음과 같이 요약할 수 있다.

○ 유입량 요소

지하수 유입 + 표면하수(지하수)유입 + 강우 + 유입수

○ 유출량 요소

지하수 유출 + 표면하수(지하수)유출 + 증발산량 + 소비된물 + 유출수

○ 저류량 요소

지하수 저류량 변화 + 지하수 부존량 변화 + 토양수변화등 이다.

이중에서 어떤 요소는 매우 쉽게, 그리고 정확하게 측정할 수 있지만 또 다른 요소들은 측정이 불가능한 경우도 있어 상기식을 통상적으로 물 수리분석에 이용하는 단순한

수문 방정식으로 표현할 수 있다.

$$P = O + ET$$

여기서 P : 강우량

O : 전유출량

ET : 증발확산으로 인한 손실 이다.

### 7-2. 기상자료 분석

본 조사지역의 기후는 겨울철은 시베리아 대륙으로부터 건조한 대륙성 한대 기

단인 북서 계절풍의 영향으로 춥고 건조하며 여름철은 북태평양 고기압의 영향으로 고온다습한 기후를 나타낸다.

#### 7-2-1. 기 온

본 지구의 기온변화를 보면 최근 10년간의 년평균기온('88~'97)은 <표7-1>에 서와 같이 임실 10.9℃, 장수 10.3℃를 나타내고 있으며 일반적으로 12, 1, 2월은 영하의 기온분포를 나타내고 그 외는 영상의 기온을 보이고 있다.

월평균 기온분포는 <표 7-1>에 서와 같이 다양한 변화를 나타내고 있다. 즉 12월부터 3월 사이는 0℃내외에 분포하고 4월에서 7월사이는 23.1℃~24.1℃까지 계속증가하다가 8월부터 월평균 약 6℃ 하강하기 시작하여 익년 1월까지 하강을 계속하는 특징을 나타낸다. 본 지구는 겨울철인 12~2월의 평균기온이 임실 -0.2~-2.3℃, 장수 0.15~-2.95℃의 분포를 보이며 여름철인 7~8월의 예년 평균기온은 임실 24.12~24.08℃, 장수 23.16~23.07℃의 높은 기온분포로 나타난다.

<표 7-1> 연도별 월별 온도분포(1988~1997,10개년)

#### o 임실지역

월 년도	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균
88	-2.1	-2.1	2.8	9.5	16.1	21.1	24.6	24.1	19.1	12.5	3.7	-0.7	10.7
89	0.1	1.3	4.2	12.1	16.6	19.3	23.4	23.7	19.3	11.0	5.9	-0.7	11.4
90	-2.9	2.2	5.6	9.8	15.3	20.9	25.1	25.5	20.0	12.5	8.1	0	11.8
91	-2.1	-2.0	4.4	10.6	16.0	21.4	24.0	23.6	19.5	11.2	4.4	1.1	11.0
92	-0.4	-0.4	5.9	10.4	14.7	19.1	24.1	23.9	18.8	11.4	4.5	0.9	11.1
93	-3.1	-0.1	3.5	9.6	15.7	20.3	22.1	21.3	18.3	10.5	7.0	-0.6	10.4
94	-2.8	-0.6	2.2	12.5	16.0	20.2	27.1	25.4	18.1	12.2	7.2	-0.7	11.5
95	-3.1	-1.2	4.4	9.4	14.7	19.7	23.4	24.7	17.5	12.4	3.9	-2.3	10.3
96	-2.6	-3.0	3.0	7.9	15.5	20.4	23.6	24.4	19.0	11.9	5.4	-1.3	10.4
97	-4.0	-0.6	5.1	10.4	15.8	20.7	23.8	24.2	18.1	10.9	7.2	0.6	11.0
평균	-2.3	-0.6	4.1	9.8	15.6	20.3	24.1	24.1	18.8	11.7	5.7	-0.2	11.0

○ 장수지역

월 년도	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균
88	-2.5	-2.0	2.2	9.3	15.7	20.5	23.6	23.4	18.2	11.7	3.6	-1.2	10.2
89	-0.7	0.3	3.5	11.7	16.2	18.8	22.6	22.8	18.5	10.6	5.2	-0.4	10.8
90	-3.6	1.4	5.2	9.6	15.2	20.5	24.4	24.7	19.0	11.8	7.8	-0.7	11.3
91	-3.1	-3.2	3.7	10.2	15.6	20.7	23.1	22.2	18.9	10.2	3.7	4.0	10.5
92	-1.3	-1.2	4.0	10.1	14.4	18.4	23.0	22.7	17.6	10.2	3.8	5.0	10.6
93	-4.0	-0.5	3.0	9.0	15.0	19.6	21.1	20.3	17.0	9.6	6.4	-1.1	9.6
94	-3.2	-1.7	1.7	11.9	15.7	19.6	25.6	24.4	16.7	11.6	6.4	0.0	10.7
95	-3.4	-1.8	3.9	8.8	14.4	18.8	22.5	23.9	16.5	11.4	3.5	-2.8	9.6
96	-3.0	-3.4	2.6	7.3	14.9	19.8	22.7	23.2	17.5	10.5	4.3	-2.0	9.5
97	-4.7	-1.1	4.5	10.3	15.7	20.1	23.0	23.1	16.9	10.2	6.4	-0.1	10.4
평균	-2.9	-1.4	3.4	9.8	15.3	19.7	23.2	23.1	17.7	10.8	5.1	-0.2	10.4

7-2-2. 강수량

조사구역내의 강수량 관측결과에 위하면 '88~'97년의 10개년간의 평균강수량의 분포는 임실 1209.4mm, 장수 1350.7mm의 분포를 보이며 계절별로는 건기와 우기가 뚜렷하게 구분된다. 연강수량은 여름철에 집중되며 겨울철에 매우 적다.

6~8월(3개월) 강수량은 임실 665.6mm, 장수 755.3mm로서 강수량의 여름(6~8월)집중율은 임실 55%, 장수 56%로 높게 나타난다. 강우량과 강수량과의 차이가 있으나 겨울철 강설량은 용융된 높이로 계속되고 있고 또한 시간 간격이 원만하므로 강수량으로 대체할 수 있을 것으로 생각된다. 평균강수량의 변화를 보여주는 <표7-2>를 보면 강수량의 분포는 특히 '88, '92, '94년에 평균강수량 보다 적은 현상을 보이고 있으며 그외에는 평균강수량 이상을 상회하는 풍수기 현상을 보이고 있다. 또 월평균 강수량 분포를 보면 월평균 강수량은 임실 100.8mm, 장수 108.8mm이고, 월별 편차를 보면 6월에서 9월까지만 평균 강수량보다 많은 강수를 보여주고 있다.

월평균 강수량이 200mm을 초과하는 달은 임실 7, 8월, 장수 6, 7, 8월이고 10월과 12월부터 1월까지의 50mm에 이르지 못한다.

<표 7-2> 연도별 월별 강수량 분포(1988~1997,10개년)

o 임실 강수량

월 년도	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균
88	25.8	7.6	45.5	58.8	104.1	72.4	257.5	74.1	58.6	8.6	30.4	27.5	765.8
89	110.5	94.4	90.3	62.2	23.0	193.7	443.0	253.2	212.1	30.2	81.3	14.5	1608.4
90	61.1	95.3	61.0	96.6	91.7	343.6	319.2	254.2	238.6	7.9	60.2	47.7	1677.1
91	28.0	55.9	84.9	114.0	45.3	247.3	420.7	221.9	117.5	5.0	22.9	44.8	1448.2
92	19.2	26.0	50.6	88.7	53.3	14.8	231.2	227.9	217.2	35.5	37.1	54.6	1056.1
93	18.4	56.5	49.6	20.1	116.5	256.8	261.5	305.0	118.0	62.0	71.1	22.7	1358.2
94	29.7	28.4	33.5	27.5	93.0	81.5	13.0	189.5	41.5	104.5	23.5	18.5	684.1
95	30.6	23.6	29.2	59.5	76.0	37.5	96.0	349.0	84.5	22.0	28.3	13.9	850.1
96	27.5	11.5	120.5	42.0	66.0	323.5	172.0	144.0	29.0	74.0	121.3	38.6	1169.9
97	25.7	59.3	51.5	62.0	150.5	240.0	377.0	235.5	58.5	10.5	146.8	58.9	1476.2
평균	37.7	45.9	61.7	63.1	81.9	181.1	259.1	225.4	121.6	36.0	62.3	34.2	1209.4

o 장수 강수량

월 년도	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균
88	35.9	3.4	65.8	57.8	102.4	104.7	269.9	87.0	66.9	8.7	25.3	21.6	849.4
89	120.4	94.6	78.4	53.2	52.4	208.9	613.7	215.2	246.2	55.6	83.4	15.3	1837.3
90	61.7	112.4	69.6	103.7	114.4	344.8	274.8	174.1	218.1	9.0	52.6	56.4	1591.6
91	27.8	68.6	102.1	117.1	40.3	184.4	389.1	265.3	123.3	6.8	25.1	56.6	1406.5
92	19.9	37.7	54.9	127.7	84.4	15.7	284.4	205.0	205.5	42.5	25.6	59.1	1162.4
93	21.5	62.0	54.5	30.3	155.2	302.3	245.0	324.5	203.0	53.5	89.2	29.6	1570.6
94	32.9	27.6	41.5	30.0	92.5	114.0	47.5	196.0	18.5	95.5	24.5	22.0	742.5
95	35.7	24.6	49.0	119.5	66.0	37.0	215.5	516.5	99.0	30.0	31.1	12.4	1236.3
96	27.1	5.4	142.3	55.5	80.5	452.5	218.0	92.0	29.0	58.0	92.6	35.7	1288.6
97	36.7	81.8	65.5	72.0	176.0	285.5	543.0	327.0	38.0	9.9	132.5	54.1	1822.6
평균	41.9	51.8	72.35	76.7	96.4	204.9	310.19	240.2	124.8	36.9	58.2	36.3	1350.7

### 7-2-3. 증발산량

증발산량은 토양의 함수량을 연속적으로 측정함으로써 계산할 수 있으나 매우 좁은 범위에 적용할 수 있을뿐 광역적인 유역 전체에 적용할 수 있는 계측방법이 확립되지 않고 있다. 따라서 물이 무한대로 공급되는 조건에서 수면증발 또는 식물이 발산할 수 있는 능력인 잠재 증발산량을 사용하여 실제 증발산량을 계산하여, 이는 보통 Turc공식, Thornthwaite공식, Penman공식 등으로 추산하거나 증발접시등 계기를 사용하여 측정한다.

강수에 의한 저류대로 유입되는 양의 상당부분은 수면으로부터의 증발(Evaporation)과 식물로부터의 발산(Transpiration)에 의해 다시 대기 중으로 환원되기 때문에 물의 순환과정에서 이의 분석은 중요하다.

증발산량 계산은 증발접시에서 자유수면으로부터의 직접적인 증발산량 측정 및 Turc공식 등에 의하여 계산되어 진다. Turc공식에 의한 증발산량 계산은 토양에 포함되어 있는 수분의 증발과 지표면 식물에 의한 증발산량을 포함한 것으로 본 조사지역 내 평균기온과 강우량은 임실, 장수관측소에서 측정된 기상자료를 이용하였다.

계기측량에 의한 계측은 임실지역은 1990년, 장수지역은 1996년까지 이루어져 있으며 계측에 의한 증발산량은 임실 1,000.6mm, 장수 1,1075.9mm로 나타난다.

〈표 7-3〉 월평균 증발량

단위: mm

관측소 월별	임 실 ( '81~90)	장 수 ( '88~96)	평 균
계	1000.9	1075.9	1038.4
1	35.2	36.1	35.6
2	40.2	44.7	42.4
3	68.6	72.5	70.6
4	106.6	119.9	113.2
5	132.1	143.6	137.8
6	123.3	124.1	123.7
7	112.9	127.7	120.3
8	123.2	128.6	125.9
9	92.6	99.4	96.0
10	80.9	97.2	89.0
11	47.7	47.9	47.8
12	47.6	34.2	35.9

임실관측소와 장수관측소의 월평균 증발량은 큰 차이가 없이 5~6월 기간중 최대치를 보이며 7월에는 전월에 비하여 증발량이 다소 떨어지는 경향을 보이는데 이것은 우기의 영향인 것으로 판단된다.

임실,장수지역의 월 평균 강우량과 월평균 증발량을 비교하면 우기인 6~9월 사이에는 강우량이 증발량보다 높으나 나머지 기간에서는 증발량이 강우량을 상회한다.

<표 7-4 > 연간 증발량 비교

(단위 : mm)

년 도	계기 측량 증발량		Turc공식에 의한 증발량	
	임 실	장 수	임 실	장 수
81	953.1	-	538.51	-
82	931.4	-	555.42	-
83	953.6	-	546.23	-
84	1068.9	-	584.48	-
85	984.4	-	578.60	-
86	981.0	-	581.71	-
87	1014.3	-	581.71	-
88	1107.3	1054.2	615.55	503.02
89	1075.2	985.6	638.66	601.67
90	986.7	947.4	633.92	609.86
91	-	1052.7	591.44	572.30
92	-	1012.2	558.66	555.20
93	-	1002.8	566.03	550.94
94	-	1221.4	488.28	490.17
95	-	1132.1	505.46	533.12
96	-	1174.0	551.24	533.69
97	-	-	593.12	586.771
평 균	1000.9	1075.9	571.12	553.67

### 7-3. 유출분석

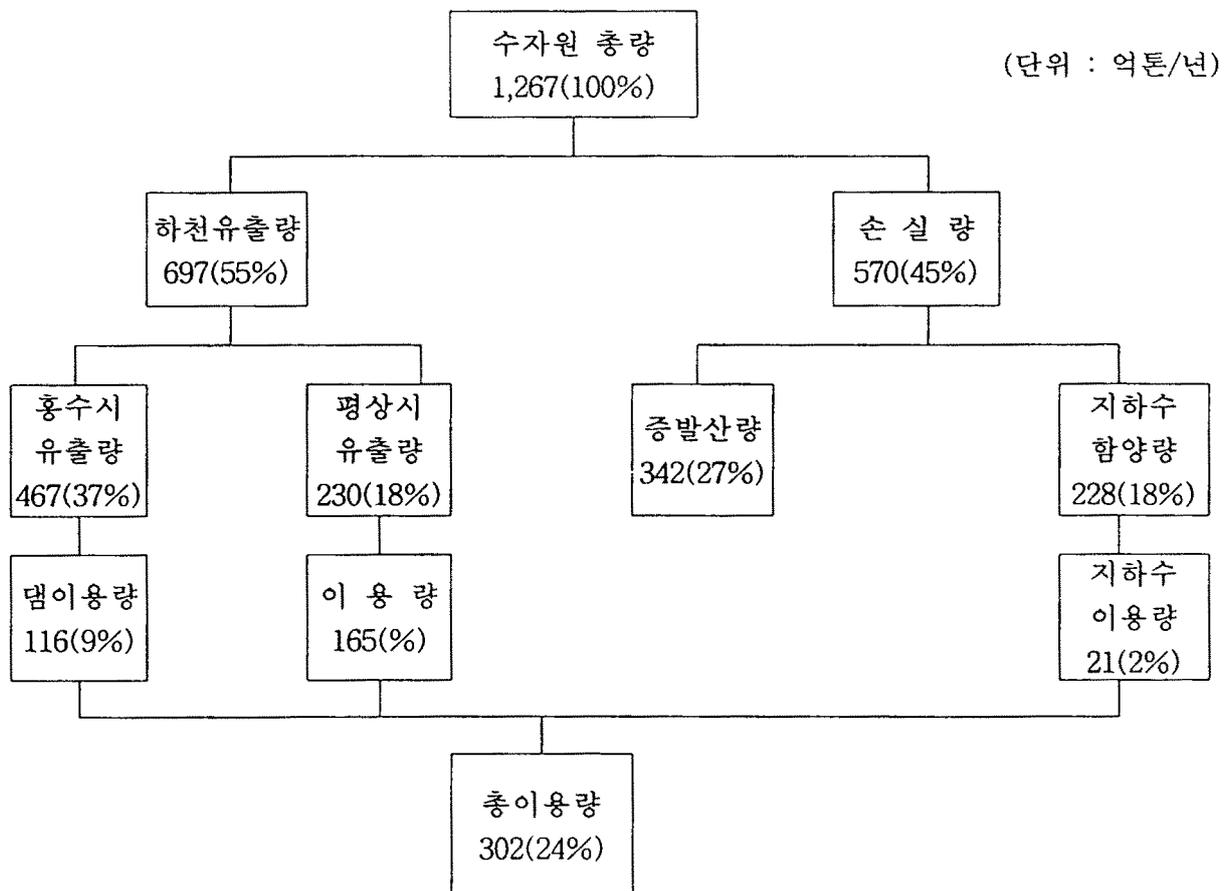
우리나라의 수자원 부존량평가는 통상적으로 연간 물수지에 의한 평가방법을 사용하고 있는데 이것은 총 유역면적에 내린 평균강수량의 통계적 배분방법으로서 하천유출량 55%, 손실량 45%으로 추정하고 유출량중에서 이용가능량과 지하



수침투량 중에서 이용가능량을 평가하여 수자원 이용가능량으로 하고 있다.

<그림 7-1> 은 우리나라 수자원 현황을 총괄적으로 보여주고 있는데 여기서는 지하수함양량(침투량)을 손실량의 40%로 계상하고 있다. 이것은 전국적인 통계에 의한 것이므로 지역별로 유역특성과 함양조건에 따라서 차이가 있을 수 있다.

지하수함양량을 추정하는 여러 가지 방법중 지역 수자원총량에서 유출량을 제외하여 손실량으로 보고 손실량에서 증발산량을 빼내고 나머지를 지하 침투량으로 추정하는 물 수지분석 방법이 일반적으로 사용되고 있다. 유출량 관측소가 있는 지역에서는 다년간의 강우량과 유출량 자료를 직접 비교하여 물 수지분석을 시행할 수 있겠으나 과거의 유출량 기록이 없는 지역에서는 강수량등 기상자료를 분석하여 유출량을 추정하고 이것을 기준으로 하여 손실량과 침투량을 추정할 수 있다.



<그림7-1> 한국 수자원 현황도(1996년 현재, 건교부)

### 7-3-1. 유출량

비교적 짧은 기간 동안의 평균유출량은 지하로부터 유입되거나 지하로 침투하는 수량에 의하여 변화한 것이다. 따라서 수문요소와 함께 유출현상을 검토하면 지하로 들어가고 나오는 물의 양에 대해 개략적으로 추정할 수 있다. 일반적으로 수년간의 평균유출률은 유출특성과 추정방법에 따라 산정되는 유출율이 상이하다.

진안군의 수계는 크게 금강수계와 섬진강 수계로 대분할 수 있다. 진안을 마이산을 중심으로 북쪽에 형성된 금강수계는 용담댐을 거쳐 북류하며 용담댐 상류에서의 실측 유출율은 64%이고(『지하수 이용 관리방안 수립 및 대체용수원 개발지역 선정조사』 1994, 한국수자원공사), 이는 금강수계에서 실측 및 추정된(36.9~64.0%) 소유역수계중 가장 높은 값을 나타내는데 금강수계의 최상류부에 위치하여 지형의 경사도가 1.11%로 높으며 수계 길이밀도가 0.414km/km<sup>2</sup>로 높게 나타나기 때문이다. 마이산을 중심으로 남쪽에 형성된 섬진강 수계는 남서류하여 섬진강댐으로 유입되며 섬진강댐 상류에서의 실측 유출량은 51.7%로 계산되었다. 섬진강댐 상류수계의 연평균 유출율(51.7%)은 오수관측소에서 관측된 평균유출율 47.1% (한국건설기술연구원, 1989)보다 약간 높게 나타나며 섬진강 유역은 유출율이 전체적으로 0.5 이상의 높은 유출율을 나타낸다. 섬진강댐 상류수계의 지형의 경사도는 0.66%이고 수계 길이밀도는 0.483km/km<sup>2</sup>로 나타난다.

<표 7-5> 유출량 분석

유역별	강수량(mm)	유 출		손 실		비 고
		유출량(mm)	유출율(%)	손실량(mm)	손실율(%)	
금 강	1350.7	864.5	64.0	486.2	36.0	
섬진강	1209.4	625.3	51.7	584.1	48.3	
평 균	1280.1	744.9	57.8	535.2	42.2	

### 7-3-2. 침투량 분석

침투(Infiltration)란 물이 지표면을 통해 토양속으로 스며드는 현상으로 침투가 발생하는 비율은 식생의 피복상태, 면적, 지표면의 상태, 온도, 강우강도, 토양의 물리적 성질과 같은 요소에 의해 영향을 받는다. 또한 지표면을 통과한 물이 지하수로 저류되는 양은 하부토양층의 전달특성에 의해 조절된다.

침투율은 단위 시간당 토양 표면을 투과하는 물의 침투량이며 함양율은 장기간의 침투량을 뜻하는 개념으로 연간 침투량의 의미를 가지고 있으나 강우량과의 비교개념 즉 자연함양율로 사용될 때는 강우량과 함양량의 백분율로 표시한다.

$$\alpha = \frac{\sum F}{\sum P} \times 100$$

여기서  $\alpha$ 는 함양율(%), P는 강우량(mm), F는 침투량(mm)이다. 침투량은 어느기간의 침투량 누계를 그 기간의 강우량 누계에 대한 비율로 표기하는 것이므로 자연함양율과 같은 것이다.

지하수 함양량 계산에서는 통계적으로 손실량의 40%를 계상하고 있어 이 방법으로 이지역에서의 함양율을 계산한다면 금강유역에서 14.4%, 섬진강유역에서 19.32%이다.

〈표 7-6〉 함양량 산정

소유역	면적 (km <sup>2</sup> )	강수량 (mm)	손실량(mm) 손실율 (%)	함양량(mm) 함양율(%)
금 강	531.28	1350.7	482.6 (36.0)	194.5 (14.4)
섬진강	258.06	1209.4	584.1 (48.3)	233.6 (19.3)

## 7-4. 지하수 부존량과 개발가능량

### 7-4-1. 지하수 부존량

지하수 부존량이란 광의로는 대상지역의 지하 지층 공극 내에 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 7-7〉은 우리나라 전체에 대한 지하수 총 포장량을 13,240억톤, 산출가능 포장량을 5,450억톤, 그리고 이용가능 포장량을 1,170억톤으로 추정한 자료이다.

이 표에서 충적층 분포면적은 암반 분포면적과 중복되어 ( )로 표시되어 있으며 충적층의 지하수 부존심도는 전국 충적층 평균심도에서 평균 자연수위를 뺀 값이다. 암석층의 특성에 따라 지하수 부존심도를 200~800m로 보았으며 평균 공극율을 1~5%로, 평균 유효공극율을 0.5~2.0%로 적용하였다. 이것은 안전율을 감안하여 최소값을 선택한 것으로서 학자에 따라서는 암석별 공극율을 이 보다 크게 적용하여 지하수 총 포장량을 15,448억톤(한정상, 1993)으로 추정할 예도 있다.

〈표 7-7〉 한국의 지하수 부존량(농진공, 1991)

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

표에서 보는 바와 같이 산출가능 포장량, 즉 지하수 부존량을 포장량의 40% 정도로 계상하고 이중에서 약 20% 정도만 이용 가능한 량으로 추정하고 있는데, 이것은 지하수를 취수 이용하는 데는 기술적 경제적 한계가 있을뿐 아니라 지하수가 재생가능한 순환자원이므로 순환가능한 범위 내에서 이용량을 결정하는 것이 바람직 하기 때문이다. 그러나 이것은 총체적인 이용 가능범위를 추정한 것이며 실제 재생가능량은 지하수 함양량에 의하여 결정된다고 볼 수 있다.

지하수 함양량은 다음과 같다.

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

지하수는 강수에 의한 순환수로 지하수 공급지역의 강수가 지하에 침투하고 이동하여 다시 지상으로 용출되는 순환수로 지하수의 부존량은 일정한 지역에 함유

된 지하수의 총량을 의미하며 실질적으로 하부경계 추정이 가능한 충적층 지하수는 결정될 수 있으나 암반층의 부존량은 개발 가능성도에 따라 부존량이 상당한 차이를 보일 수도 있다.

진안군 지역의 지하수 부존량을 추정함에 있어 이 지역의 분포지질별 면적과 지하수 부존심도 및 지질별 유효 공극율을 먼저 결정하여야 한다. 이 지역의 분포지질은 선캄브리아기의 변성암류인 화강편마암과 편암의 분포면적은 진안군의 전체면적의 50.6%에 해당하는 399.34km<sup>2</sup>이고 퇴적암류는 진안군 전체면적의 30.6%인 242.0km<sup>2</sup> 이고 화성암류는 진안군 전체면적의 18.8%인 148.0km<sup>2</sup>이고 충적층면적은 789.34km<sup>2</sup>이다.

지하수 부존심도를 결정하기 위하여 진안군의 지하수 이용실태 조사자료를 검토한 바, 총 관정 3,174개소 중 심도가 충적층 및 풍화대에 해당하는 30m 이내의 관정이 95.8%, 심도 50~100m의 관정이 2.3%, 심도 100~200m 이상의 관정이 1.2%이었으며 200m를 넘는 것은 3개소이다. 그러므로 암반층의 지하수 부존심도를 20m 이상으로 설정할 수 있겠으나 경제적 이용측면을 고려하여 100m를 적용기로 하였다. 충적층의 두께는 풍화 잔적토를 포함하여 5m로 추정하여 진안군은 험준한 산계가 발달하고 임야가 전체의 80%를 차지하므로 소형관정 평균 자연수위 2.3m를 제외하고 지하수 부존 평균심도를 2.7m로 가정하였다.

지하수 부존량 추정에서 가장 중요한 요인은 지층별 유효공극율이다. 이것은 여러 가지 조사자료를 종합적으로 분석하여 얻어지는데, 진안군의 기존우물 자료에는 지층의 유효공극율을 추정할만한 근거가 부족하여 <표 7-8>에서 적용한 유효공극율을 적용하였다. 다만 기반암 분포 암석별 지하수 이용현황조사 결과 변성암(2.508m<sup>3</sup>/년/개소), 퇴적암(2.198m<sup>3</sup>/년/개소) 지역이 화성암류 지역(1.769m<sup>3</sup>/년/개소)보다 월등히 많으므로 변성암류, 퇴적암류의 유효공극율은 화성암의 것보다 2배를 적용하였다. 이렇게 하여 추정된 진안군 지역의 지하수 부존량을 1017.9백만톤으로 산정하였으며 내용은 다음과 같다.

〈표 7-8〉 진안군 지하수 부존량 추정

지질별		분포면적 (km <sup>2</sup> )	지하수 부존심도 (m)	유효 공극율 (%)	지하수 부존량 (백만톤)	비 고
총 적 총		789.34	2.7	14.2	302.6	
암 반	변성암류	399.34	100	1	399.3	
	화성암류	148.0	100	0.5	74.0	
	퇴적암류	242.0	100	1	242.0	
계		789.34			1017.9	

#### 7-4-2. 지하수 개발가능량

지하수를 개발하면 자연상태에 어느정도의 변화가 오게된다. 따라서 주변의 환경에 심각한 영향을 주지 않는 범위 내에서 지하수 개발 가능량을 적정 개발 가능량이라고 할 수 있다. 지하수수문학에서는 적정개발 가능량을 소위 안정채수량(Safe Yield)이라 부르는데 이것은 지하수유역(Groundwater basin)의 관리 조건하에서 지하수를 양수할 때 부정적 영향이 발생하지 않는 범위내에서 항구적으로 이용할 수 있는 채수량이라고 정의된다. 부정적 영향이라 함은

- ① 지역내 지하수 부존량의 점진적 감소
- ② 지하수의 수질저하
- ③ 지하수위 저하에 따른 비경제적 양수
- ④ 지하수위 저하에 의한 지반침하
- ⑤ 기존시설에 대한 우물간섭

등을 들 수 있다. 이러한 나쁜 영향이 발생되지 않게 하기 위하여 Todd(1980)는 지하수의 함양과 배출이 평형이 되도록 연간 함양량을 초과하지 않는 범위내로 연간 취수량을 제한하여야 한다고 하였다.

소유역단위의 지하수 함양량 추정에는 물 수지분석을 시행하여야 한다. 물 수지 분석에 대하여는 다음에 세부적으로 설명한다. 함양량 산정에 기저유출 분리를 사용하기도 하는데 이것은 장기간의 물 수지 평형으로 볼 때 유역의 기저유출량(base flow)은 그 유역내의 지하수 함양량과 같다고 보기 때문이다. 그러나 이 방법은 장기간의 유출조사 자료가 있어야 분석이 가능하기 때문에 유출조사가 시행

되지 않은 소유역에서는 사용할 수가 없다.

광역적인 지하수 함양은 강우에 의한 자연함양이 주 요인이 되며 이의 산정방법으로 물수지 분석방법과 기저유출 분석방법을 주로 사용하고 있다. 90년대에 들어오면서 정부, 유관기관 및 학계에서는 우리나라 지하수의 체계적인 개발, 이용 및 보전 관리의 필요성을 깊이 인식하고 관련 정책 수립을 위한 기본 지표로서 우리나라 지하수개발 가능량을 추정하여 발표 하였던 바 그 내용을 요약하면 다음 <표 7-9> 와 같다.

<표 7-9> 한국의 지하수개발 가능량 추정

연구자 또는 기관	개발가능량 (억톤/년)	년 강우량에 대한 비율(%)	추 정 방 법	사 용 용 어
선 우 증 호 (1992)	100~150	7.9~11.8	Cheremisionoff(1988)의 기준 물수지 방법	적정개발가능량
한 정 상(1995) 이 천 복(1994)	228	18	물수지 방법 (건설부 통계편람)	지하수 함양량
최 병 수 (1992)	143	11.3	함양량의 70%적용	경제적 지하수 이용가능량
한국수자원공사 (1993)	136.3	10.6	지하수 저장량의 변화량은 순환량에 해당된다는 물수지 법 적용	적정개발가능량
건 설 교 통 부 (1994)	137.8	10.7	기저유출 분석 방법 (안정율 70% 적용)	적정개발가능량
건 설 교 통 부 (1995)	132.7	10.3	기저유출 분석 방법 (안정율 70% 적용)	적정개발가능량
이 동 료 (1995)	64.8	7.8	지하수 감수곡선 이용, 갈수 기의 지하수 유출량 고려	지하수 함양량

위 표의 개발가능량을 보면 발표자에 따라 다소 차이가 있으며 연 강수량에 대하여 10~18%의 분포를 보이고 있다. 이것은 지하수 함양량에 기준을 두고 안정율을 어느 정도로 보고 안정채수량 즉, 적정개발 가능량을 추정하느냐의 차이로 볼 수 있다. 산출된 지하수 함양량 전량을 개발가능량으로 추정한 경우와 함양량의 70% 내외를 적정개발가능량으로 추정한 경우로 구분되는데 어느 편이 더 타당한지는 검증할 수 없으나 지역단위의 적정개발 가능량 분석에서는 그지역의 특성과 지하수 관리계획을 감안하여 함양량의 70~100% 범위에서 결정하는 것이 타당하다고 할 수 있다.

#### 가. 부존량분석에 의한 개발가능량 산정

부존량을 이용한 지하수개발 가능량 분석은 총적층의 경우 포장능력의 20%를 적용하고, 암반층은 포장능력의 10%를 적용하였다. (21세기 농어촌지역 용수수급 및 개발보전세미나, 농진공, '91. 12). 그 결과 진안군 부존량의 분석에 의한 가능량은 1321백만톤/년이다.

<표 7-10 > 부존량분석에 의한 적정개발 가능량 추정 (단위 : 백만톤)

부 존 량			적 정 개 발 가 능 량		
계	총적	암반	계	총적	암반
1017.9	302.6	715.3	132.1	60.5	71.5

나. 기저 유출량 분석에 의한 적정개발가능량

본 지역의 수계에 의한 기저유출율은 금강 26.2%, 섬진강 14.1%로 알려져 있고 안전율 70%를 적용하였을 때 개발가능량은 금강 18.34%, 섬진강 9.87%이다.(1994, 건설교통부). 기저유출 분석에 의한 진안군 개발가능량은 162.4백만톤이다.

<표 7-11> 기저유출 분석에 의한 적정개발가능량

구 분	유역면적(km <sup>2</sup> )	강수량(mm)	개발가능율(%)	개발 가능량 (백만톤)
금 강	531.28	1350.7	18.34	131.61
섬 진 강	258.06	1209.4	9.87	30.80
계	789.34			162.41

다. 물수지분석에 의한 개발가능량.

강우의 유출량 분석에 의한 지하수 함양율은 금강유역 14.4%, 섬진강유역 19.32%로 나타났다. 그러므로 이 지역의 연평균 자연함양율은 다음표와 같이 산정할 수 있다.

<표 7-12> 지하수 자연함양량 추정

구 분	유역면적(km <sup>2</sup> )	강수량(mm)	함양율(%)	함양량(백만톤)
금 강	531.28	1350.7	14.4	103.33
섬 진 강	258.06	1209.4	19.3	60.30
계 (평균)	789.34	1280.1	16.9	163.63

1997년 진안군 통계연보에 의하면 상수도 급수량은 일평균 3,274m<sup>3</sup>/d로 연간



1195.0천톤/년 이된다. 상수도 누수율이 10~20%에 해당하므로 급수량에 대하여 10% 누수율을 추정하면 연간 119.5천톤이 상수도 수로손실에 의한 지하수 함양량이라 할 수 있다.

진안군의 이용현황 자료에 의하면 지하수이용 총량은 7,280천톤/년 이고 이중 농업용 1937.2천톤/년, 공업용 168.4천톤/년, 생활용 5,174천톤/년이다. 농업용은 지하수 이용량의 25%를, 기타용수는 5%를 재순환하는 것으로 계상하면 지하수 이용에 따른 재순환 함양량은 751.4천톤이다.

위에서 서술한 강수 자연함양량, 지하수 이용량 순환 등을 고려하였을 때 진안군 지역의 지하수 함양량은 164,502.6천톤/년 으로 구해졌다.

적정개발가능량 산정은 지하수 관리계획 수립의 문제인데 적정개발 가능량의 판단에는 안전채수량 산정의 신뢰도가 문제가 되며 함양량과 유출량의 추정 등에 정밀도가 있으면 안전채수량을 100% 개발가능량으로 계획할 수도 있다. 지하수 수량 추정의 문제는 실측되지 않은 여러 항목을 간접적인 방법에 의해 추정하는 것이므로 이를 감안하여 여유율을 두고 계획을 수립하는 것이 합리적이라고 판단되는 바, 진안군의 경우 지하수 적정개발 가능량을 물수지에 의한 지하수함양량의 80% 정도에서 결정하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다. 그렇게 할 경우 진안군의 지하수 적정 개발가능량은 131.6백만톤이 된다.

진안군의 지하수 적정개발가능량은 부존량을 이용한 분석에 의하면 132.05백만톤/년, 기저유출량 분석에 의하면 162.4백만톤/년, 물수지분석에 의하면 131.6백만톤/년으로 평균 142.0백만톤/년이다.

현재 진안군의 지하수 이용량은 7.28백만톤/년으로 개발가능량의 5.1% 정도이다.

<표 7-13> 분석방법별 개발가능량산정

분 석 방 법	개발가능량(백만톤)
부 존 량 분 석	132.1
기 저 유 출 분 석	162.4
물 수 지 분 석	131.6
평 균	142.0

## 8. 지하수 보전 대책

### 8-1. 지하수 환경재해

#### 8-1-1. 발생원인

지하수의 환경재해(지하수 장애)는 지하수와 관련된 모든 재해를 말하며, 지하수의 윤희작용에 의한 산사태, 과잉양수에 의한 수원고갈, 지하수위 강하에 따른 지반침하, 지하구조물 설치에 따른 지하수의 유동 변화, 지하수 오염으로 인한 재해 등을 들 수 있다.

##### 가. 과잉양수에 의한 수위강하 및 수원고갈

관정에서 지하수를 양수하게 되면 지하수 수위가 강하하고, 양수를 중지하면 수위는 회복된다. 이러한 수위 강하와 회복이 단시간에 반복될 경우에는 재해를 일으킬 가능성이 희박하다. 그러나 지하수 밀집 개발 등으로 양수량이 지하수 충전량보다 상당히 커서 수위회복이 불가능한 경우에는 평형상태가 파괴되어 전체적인 지하수계의 변형을 일으키며, 궁극적으로는 수원이 고갈된다.

##### 나. 지하수위 강하에 따른 지반침하

지반침하는 주로 지하수의 과잉 양수에 의해 지하수위가 급격히 저하되는데 기인하여 지반이 압축·압밀되므로 발생한다. 피압지하수를 과잉채수하면 모래·자갈층(대수층)의 수압이 저하(지하수위 저하)되고, 대수층상하의 점토층(난투수층) 내 간극수가 모래·자갈층으로 배출되므로 점토층이 수축되어 지반침하가 발생한다. 지하수 양수에 의한 지반의 수축은 우물의 기저부에 있는 모래·자갈층 바로 밑의 연속성 좋은 점토층 또는 암반에서부터 지표까지 발생한다. 따라서 지표면의 침하량에 비례하여 우물의 양수량도 감소한다.

점토층이 두껍게 퇴적되어 있는 지반에서는 점토의 압밀현상에 의해 장기적으로 지반침하가 진행된다. 따라서 충전층에서 과다양수를 하면 양수량이 감소하면서 지반침하를 일으키게 된다.

제한된 일정지역에 지하수 양수시설을 밀집 시설하거나, 지하수 함양량보다 많은 지하수를 장시간 양수·사용하면 지하수 영향범위가 확대되고, 지층이 연약할 경우 지하수가 포화된 지역과 포화되지 않은 지역은 부등침하를 일으킬 수 있으

므로 건축물·토목구조물 설치시에 많은 주의가 필요하다.

다. 지하수위 변화에 따른 각종 재해

지하수위가 변화(주로 수위강하)되면 양수량 감소, 지반침하 현상외에도 지표 오염물질의 침투가 촉진되거나 해안지역 기저의 염수 경계면이 상승되어 염분이 증가되기도 한다. 또한 수목, 식물이 고사되는 특이한 경우도 발생하며, 반대로 지하차수벽, 지하댐 등의 설치로 지하수위가 상승하면 지표부위가 습지화되어 농작물에 피해를 줄 수 있으며 토양에서 서식하는 각종 동식물의 환경에 변화를 초래하여 생태계를 변화시키기도 한다. 경사진 지역의 지하수위 변화는 지층 또는 암반 열극내의 수압, 마찰력, 지내력 등의 변화를 유발하여 사면의 안정성이 저하되고 사면활동(Land sliding) 또는 붕괴의 요인이 되기도 한다.

라. 지하구조물 설치에 따른 지하수 유동변화

최근에는 지하철도, 터널, 지하저장고(유류 기타), 지하폐기물처리장, 운하, 수로, 대규모 건축물, 지하공간 개발시설 등 구조물 설치로 지하수 유로를 차단하거나 지하수 충전을 억제하게 되어 지하수 유동에 장애가 되고 있으며, 다량의 지하수를 양수하므로써 지하수위 강하, 지하수 고갈, 지반함몰 침하, 심부지하수 오염 촉진 등 지하수 장애를 유발하고 있다. 이들 구조물 설치에는 반드시 정밀한 환경영향조사와 이에 따른 재해 대책이 사전에 수립되어야 한다.

마. 지하수 오염으로 인한 각종재해

오염물질이 지하에 침투되면 지하수와 토양을 오염시키고, 확산되는 만큼 오염된 지하수를 이용하는 사람, 동물, 농작물, 식물 뿐 아니라 여러 산업시설, 의·식·주생활에까지 피해를 입히고 있다.

8-1-2. 지하수 재해 방지대책

가. 오염방지

지하수 수질을 보호하기 위해서는 오염물질이 지하수로 유입되는 것을 방지하고, 기존의 지하수 오염 지역에서 오염체가 확산되어 인근 지하수를 오염시키는 것을 방지해야한다. 오염물질이 지하수로 유입되는 것은 잠재 오염원 관리를 통해 오염물질의 배출을 억제하고 오염물질이 이동하는 경로를 차단함으로써 방지할 수 있다. 오염물질이 지하수로 이동하는 경로는 다음과 같이 네가지로 구분된다.

○ 침투에 의한 오염물질 이동

지표면에 도달한 강우의 일부는 토양으로 침투하여 중력에 의해 하부로 이동되

어 간다. 이 물이 지표면이나 토양속의 오염지대를 통과할 때 오염물질을 용해시켜 지하수면까지 운반하게 된다.

○ 오염물의 직접적인 이동

지하수면 아래에 있는 잠재오염원(저장탱크, 파이프라인등)에서 누출된 오염물질은 지하수로 직접 이동된다. 오염물질은 부적절하게 시공한 관정의 보호벽과 그라우팅의 틈이나 폐기된 관정을 통하여 지표에서 지하수로 직접 이동하기도 한다.

○ 대수층간의 오염물 이동

여러 대수층을 관통하는 관정에 의해 대수층들이 수리적으로 연결되어 있고 이들중 일부 대수층이 오염된 경우 오염물질은 다른 깨끗한 대수층으로 이동 할 수 있다. 관정에서 양수를 하지 않은 때 물은 수두가 큰 대수층에서 작은 대수층으로 이동하기 때문에 수두가 큰 대수층이 오염되면 오염물질은 수두가 작은 대수층으로 이동된다.

○ 지표수의 함양에 의한 오염물 이동

양수시 또는 자연조건하에서 지하수의 수위가 지표수의 수위보다 낮게 되면 지표수에서 지하수로 함양이 발생한다. 이때 지표수의 오염물질이 지하수로 이동하게 된다.

이와 같은 경로에 의해 지하수로 유입된 오염물질은 지하수와 함께 이동하면서 분산메카니즘에 의해 거동하므로 지속적인 수질관측을 통해 조기에 지하수 오염을 발견하고 오염원을 처리하며 지하수 오염체를 정화시켜야 한다.

나. 잠재 오염원 관리

지하수의 수질오염방지를 위해서는 지하수 오염물질을 배출할 수 있는 잠재오염원의 관리를 통해 오염물이 배출되는 것을 방지해야 한다. 지하수 충전지역이나 지하수 오염 가능성이 높은 수리지질상태를 가진 지역의 잠재오염원을 관리해야 한다 <잠재오염원은 6장의 O.T.A 잠재오염원 분류 참조>

○ 하수도망

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. 하수 및 폐수는 하수관이 노후되고 이음이나 경사가 불량한 곳에서 이동중에 누수되어 지하수를 오염시킨다. 이렇게 폐수가 누출되어

지하수를 오염시키는 것을 방지하기 위하여는 하수도망에 대한 정밀조사를 실시한 후 보수공사를 시행해야 한다.

○ 지하유류 저장탱크

유류 누출은 저장탱크의 부식이나 균열에 의해 발생한다. 주유탱크 시설기준 개정안(1995.5.27)이 제정되기 이전에 설치된 지하저장탱크에 대한 보수 점검을 유도하며, 저장조 주변에 1~4개의 누유탐사관을 설치하여 정기적으로 검사하도록 한다.

○ 폐수배출업소

공장등 산업폐수 배출업소의 폐수 배출관리를 강화하여 오염물질이 그대로 하수관이나 하천으로 배출되지 않도록 한다. 농촌지역의 주 오염원중 하나인 축사 시설에 대해서는 관련법령에 의한 정화시설을 설치하도록 하여 오염을 사전에 차단한다.

○ 지하수 시설의 오염방지

지표 또는 지하로부터의 오염물질 유입을 방지하기 위해서 오염방지 시설을 다음과 같이 설치해야 한다.

① 상부보호공은 콘크리트 제품으로 가로, 세로, 높이는 각각 100cm 이상, 두께 150cm 이상 크기로 하며, 상단부의 높이는 지표면보다 30cm 이상 높게 설치한다.

② 지하수 개발·이용시설의 지표하부 보호벽(케이싱) 깊이는 3m 이상으로 설치하며 암반층 이하 깊이로 굴착하는 경우에는 암반선까지 설치한다.

③ 지하수 개발·이용시설의 지표하부에 있는 보호벽(케이싱) 외부의 그라우팅은 두께 5cm 이상이 되도록하며, 차수용 시멘트로 밑에서부터 충전한다.

④ 지하수 개발·이용시설의 주변 반경 1m 이내의 경사도는 10도 이상으로 한다.

⑤ 지하수 개발·이용시설 설치시 굴착 등으로 인하여 유입된 오염물질, 파쇄물질, 착정용수 등을 완전히 제거하고 소독한다.

○ 폐기 관정으로의 오염물질 유입차단

지하에 설치한 시추조사공, 지하수 개발 실패공 및 미 사용 폐기관정은 적절하게 처리되지 않고 방치되면 지표나 지하의 각종 오염물질을 이동시키는 통로 역할을 하여 대수층과 지하수를 급속히 오염시킬 수 있기 때문에 다음과 같이 시공하여야 한다.

① 지표하부에 그라우팅이 되어 있는 경우에는 토지굴착 깊이까지 불투수성 재료(시멘트 슬러리 등)를 주입하여 다짐하면서 되메움(공매작업)한다.

② 지표하부에 그라우팅이 되어 있지 않고 보호벽(케이싱)이나 유공관(파이프) 등이 설치되어 있는 경우에는 가능한 한 이를 제거한 후 토지굴착 깊이까지 불투수성재료(시멘트 슬러리등)를 주입하여 다짐하면서 되메움(공매작업) 한다.

#### 다. 정기적인 수질관측 및 자료 분석

오염원으로 부터 유출된 오염물질이 지하수면에 도달하게 되면 오염물질은 서서히 지하수계로 이동하면서 그 농도의 차이와 지하수 유동경로에 따라서 주변으로 퍼져나가게 된다. 이때 오염물질은 지하수와 혼합되면서 지하수 오염체를 형성하며 이 오염체는 지하수와 함께 지하수 유동 경로에서 접하는 대수층의 지질매체를 오염시키게 된다. 암반대수층의 경우 지하수가 암반내 균열대를 통해 비교적 빠르게 이동하며 오염체 주변의 관정에서 양수 등에 의해 자연상태 보다 오염물질이 주변으로 빠르게 퍼져나갈 수 있다. 따라서 잠재오염원과 그 주변의 수질을 정기적으로 조사하고 오염물이 일정농도 이상 검출된 경우 그 오염물질을 배출한 오염원을 조사하여 오염물의 지속적인 유입을 차단함으로써 오염체의 확산을 방지하여야 한다. 정기적인 수질관측 및 자료분석은 다음과 같은 절차로 이루어져야 한다.

○ 주요 잠재오염원이나 지하수 오염 취약지구에 관측망을 설치하여 수위와 수질을 정기적으로 측정한다.

○ 잠재오염원과 그 주변의 사용중인 관정에서 지하수법에 의해 정기적으로 수질변화 상태를 감시하고 잠재오염원으로 부터 오염물질이 누출되었을 때 조기 발견할 수 있도록 한다.

○ 잠재오염원이나 그 주변의 토양 검사, 지표수나 지하수의 수질자료등을 종합 관리하여 지하수 오염을 조기 발견한다.

지하 유류저장탱크에서 오염물질이 누출되는 경우 지하수로 유입되기전에 지하수면 위의 토양을 오염시키게 되며 오염된 지표수가 지하수로 함양될 경우 지하수를 오염시킬 수 있다. 따라서 토양환경보전법에 의해 매년 시행하는 토양조사 결과를 지표수 수질자료와 함께 지속적으로 관리하여 분석함으로써 오염원으로부터의 오염물질 누출 및 지하수 오염 여부를 판단할 수 있다.

#### 라. 오염된 지하수의 확산방지

지하수가 오염된 지역은 지역내의 조밀한 수질조사와 잠재오염원조사를 통하여 지하수를 오염시킨 오염원을 추적하여 오염물질이 더 이상 누출되지 않도록 차단한다. 오염체는 적절한 정화 기술에 의해 정화처리하여 더 이상 확산되지 않도록 한다.

### 8-1-3. 정화 처리

지하수가 오염된 지역을 정화하기 위해서는 1) 지하수 오염을 유발하는 오염원을 처리해야하며 2) 오염원에 의해 이미 오염된 지하수와 대수층의 매질을 정화처리해야 한다. 오염원의 처리는 오염원으로부터 지하수로의 오염물질의 계속적인 유출을 막기 위한 조치이며 오염 지하수와 대수층 매질의 정화처리는 지하수와 대수층 매질에 잔존하는 오염물질의 농도를 점차적으로 줄여나가는 조치이다.

#### 가. 오염원의 처리

지표 또는 지하의 오염원을 처리하는 방법에는 오염원을 굴착하여 처리하는 직접적인 방법과 오염원을 그 자리에서 주변의 지하수와 격리시키는 간접적인 방법이 있다.

##### ○ 굴착제거

높은 농도로 적은 양의 오염물질이 점오염원 형태로 지하수를 오염시키는 경우에 적용한다. 오염원을 가시적으로 제거하지만 굴착한 오염물질을 안전하게 처리할 수 있는 매립지나 투기장이 필요하다.

##### ○ 오염원의 격리

인위적으로 오염지역의 지하수계를 변화시킴으로써 오염원과 지하수를 격리함으로써 오염물질이 지하수로 유입되는 것을 방지하거나 유입속도를 감소시키는 방법이다. 이를 위하여 오염원 상부에 방수용 덮개장치를 설치하여 강수의 침투를 방지하고 오염원과 지하수를 격리시켜야 한다.

#### 나. 지하수 오염체의 정화 처리

지하수 오염체를 처리하는 방법은 양수처리방법과 현장처리방법등이 있다.

양수처리법은 오염된 물을 양수기로 지상으로 펴낸 후 이 물을 다양한 수처리 기법으로 오염물질을 제거하는 방법이다.

## 8-2. 지하수 보전구역 지정 및 관리

### 8-2-1. 보전구역 정의

지하수법 “제12조”에 시·도지사는 다음 각 1호에 해당하는 지역을 “지하수 보전구역”으로 지정하거나 그 지정을 변경할 수 있다고 되어 있다.

- ① 지하수의 개발·이용으로 인한 지하수의 고갈, 지반의 침하 또는 지하수의 오염을 방지하기 위하여 필요한 지역
- ② 지하수를 이용하는 하류지역과 수리적으로 서로 연결된 상류의 지하수 함양 지역
- ③ 기타 지하수의 수량이나 수질의 보전에 필요한 지역으로 대통령이 정하는 지역

동법 시행령 19조에 지하수 보전구역의 지정범위는

- ① 주요 지하수 함양원을 보호하기 위한 지역  
지하수가 주로 함양되는 지역으로서 수질이 양호하여 보전의 필요성이 있는 지역
- ② 지하수 고갈 및 지반침하 지역
  - ㉠ 관정의 채수율 저하지역
  - ㉡ 지하수 이용량 과다지역
  - ㉢ 지반침하로 인하여 구조물에 변형이 발생하는 지역
  - ㉣ 관정밀집 지역
  - ㉤ 지하수의 사용량이 많은 위락시설지역
- ③ 오염발생 및 수질 악화지역
  - ㉠ 인체 유해오염시설의 존재지역
  - ㉡ 오염유발시설의 밀집지역
  - ㉢ 폐광 및 폐기물 처리지역
  - ㉣ 폐기물처리장 분포지역
  - ㉤ 폐관정의 분포가 많은 지역
  - ㉦ 사고시 오염물질 유출지역
  - ㉧ 지하유류 및 화학약품 저장탱크의 분포지역
- ④ 해안염수침입지역



㉔ 해안 및 도서지방의 면적당 채수량이 과다하거나 이용량의 지하수 시설이 존재하는 지역

㉕ 대수층의 수리특성상 투수성이 높아 해수의 침입이 용이한 지역

으로 되어 있다. 이를 종합하면 지하수 함양원 지역과 수원이 풍부한 주요 대수층 지역, 지하수 다량 사용지역, 관정 밀집지역, 수위강하 및 수질저하 등 지하수 환경재해 발생 가능성이 높은지역과 발생지역 등 지하수와 관련되는 거의 전지역에 대하여 세밀하게 지정토록 하고 있다. 또한 지하수 보전구역내에서 일정규모(1일 양수능력 30톤 이상) 이상의 지하수 개발·이용시는 허가를 받아야 하며 특정시설물을 설치할 경우에도 관련 타법률이 정하는 것에 따라 허가를 받도록 되어있다.

#### 8-2-2. 보전구역 분류

지하수는 한 장소에 정채되어 있는 자원이 아니라 대수층을 통하여 유동하고 있는 수자원이다. 따라서 지하수 보전구역 설정에는 다음 3가지 지역이 우선적으로 고려되어야 할 것이다.

##### 가. 지하수 함양지역

지하수는 대부분이 강수가 지표에서 퇴적층을 통하여 지하로 유입되어 함양되게 된다. 만약 이때 지하수 함양이 인위적인 활동에 의하여 방해받게 되면 지하수 부존량과 유동량이 감소하게 되고 이에 따라 지하수 개발 가능량이 적어지게 된다.

또한 지하수 함양지역이 오염되어지면 지하수 함양시 대수층을 통하여 지하수 오염이 이루어지며 유동되는 지하수는 모두 오염된 상태가 될 것이다. 이러한 현상은 대수층 자체를 오염시키는 결과를 가져오며 국지적 내지 광역적인 지하수계 오염이 이루어지게 된다. 따라서 지하수 함양지역에서 지하수 함양 방해시설물과 오염원을 제거하고 지하수를 보전할 수 있도록 한다.

##### 나. 오염원 주변지역

지하수를 오염시킬수 있는 잠재오염원이 존재하는 지역에 지하수 오염 취약지역을 설정하여 이 지역을 통한 지하수 오염확산 방지에 최선을 다하도록 한다.

지하수 오염이 이미 확인된 지역에서는 오염된 지역 규모와 농도를 조사하여 관리 목표와 우선순위를 정하여 종합적인 오염정화 관리대책을 수립토록 한다. 이때 중요한 것은 오염지역의 확산이 일어나지 않도록 현상태를 유지시킬수 있도록

철저한 계몽과 계도로서 더 이상의 지하수 오염 확산이 일어나지 않도록 한다.

#### 다. 취수정 주변지역

취수정 주변지역에서는 오염물질이 지하수로 유입되는 것을 방지하고 무분별한 양수로 인한 지하수 환경재해가 발행하지 않도록 하여야 한다.

취수정 보호대책(Wellhead Protection Program)은 일반적으로 공용관정 자체와 관정지역(Well Field)을 그 대상으로 하며, 관정 주변지역에 보호구역(Protection area)을 설정하여 지하수원을 보호하는 방법으로서 보호구역을 설정하여 이 지역 내 잠재오염원에 대하여 특별한 제재를 가하는 것이다.

#### 8-2-3. 지하수 보전구역 설정 및 운영 관리

지하수 보전구역은 지하수 환경재해가 발생할 가능성이 있는 지역에서의 제반 행위들을 규제·관리함으로써 원천적으로 지하수를 보호하고 필요한 복구 대책을 강구하기 위하여 설정 되어야 한다.

지하수 보전구역을 지정하는 경우에는 지하수 보전구역 지정 및 설정 기준에 의거하여 충분한 조사와 의견수렴을 거친 후 최종적으로 확정하여 시·도지사가 공고한다.

시·도지사는 더 이상 보전구역으로 지정·관리할 필요가 없다고 판단되는 경우에는 필요한 조사·평가를 실시한 이후 즉시 해제한다. 지하수 보전구역을 해제하는 경우에는 전항에서 언급한 보전구역 관리과정에서 획득·조사된 지하수 수위 및 수질의 관측자료, 장애발생원인에 대한 정기적인 감시관측 자료 등을 토대로 지하수 보전구역 해제를 위한 기술적인 평가를 실시하고 해제에 관한 주민·각계의 의견 및 사회환경적인 변화 등을 충분히 검토하여 시·도지사가 공고한다.

#### 8-2-4. 보전구역내 행위 제한

지하수 보전구역내에서는 지하수법, 수질환경 보전법, 폐기물 관리법, 오수, 분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률 등에 의하여 각종 규제를 받게 된다. 보전구역내에 일정 규모 이상의 지하수 개발·이용과 시설물 설치 등을 적절히 규제하여 보전구역이 효율적으로 관리될 수 있도록 하고 환경 복구대책이 시행될 수 있도록 하고 있다.

## 9. 지하수 활용계획

### 9-1. 지하수 수요전망

전라북도 대부분의 농촌지역은 상수도의 보급이 거의 이루어져 있지 않다.

진안군 상수도 현황은 11개 읍면중 진안, 안천, 마령 3개읍면에 보급되었으며 총인구 38,125명에 급수인구 10,246명으로 26.9% 보급되어 사용되고 있으며 '96 상수도 징수요금에 따르는 총사용량 857m<sup>3</sup>/일 중 가정용 437m<sup>3</sup>/일 (50.9%), 영업용 262m<sup>3</sup>/일 (30.5%), 목욕탕 15m<sup>3</sup>/일 (1.7%), 업무용 113m<sup>3</sup>/일 (13.2%), 기타 30m<sup>3</sup>/일 (3.5%)의 비율로 사용한다.

〈표 9-1〉 진안군 상수도 현황

면 별	총인구 (명)	급수인구 (명)	보급율 (%)	시설용량 (m <sup>3</sup> /일)	급수량 (m <sup>3</sup> /일)	1인당 급수량/일 (ℓ)
계	38,125	10,246	26.9	6,400	3,274	320
진 안	12,268	8,539	69.6	5,000	2,841	333
용 답	1,975	-	-	-	-	-
안 천	1,992	588	29.5	600	143	243
동 향	2,029	-	-	-	-	-
상 전	3,395	-	-	-	-	-
백 운	2,602	-	-	-	-	-
성 수	2,677	-	-	-	-	-
마 령	2,729	1,119	41.0	800	290	259
부 귀	3,208	-	-	-	-	-
정 천	2,949	-	-	-	-	-
주 천	2,301	-	-	-	-	-

암반관정을 이용한 간이 상수도 시설중 대형관정을 생활용수 전용으로 사용하는 관정은 19공으로 대부분의 마을에서 계곡하천수를 이용한 지표수나, 자가 소형관정을 이용한 생활용수 활용이 이루어지고 있어 안정적인 생활용수 공급이 필요한 실정이다.

우리나라 전국 평균 1인 1일 급수량은 1991년도 376ℓ 이고 진안군의 경우 상수도 공급에 의한 1인당 급수량은 320ℓ 이다. 이를 기준으로 상수도 미급수인구에 대한 생활용수 수요량은 8,921.3톤/일이다.

〈표 9-2〉 생활용수 소요수량

면 별	상수도 미급수인구(명)	급수량 (ℓ)	수요량 (m <sup>3</sup> /일)	비 고
계	27,879	320	8,921.3	
진 안	3,729	"	1,193.3	
용 담	1,975	"	632.0	
안 천	1,404	"	449.3	
동 향	2,029	"	649.3	
상 전	3,395	"	1,086.4	
백 운	2,602	"	832.6	
성 수	2,677	"	856.6	
마 령	1,610	"	515.2	
부 귀	3,280	"	1,026.6	
정 천	2,949	"	934.7	
주 천	2,301	"	736.3	

## 9-2. 수요수량 공급방안

농촌에서도 지표수 및 지하수의 오염이 이루어지면서 생활용수는 암반관정을 이용한 공급이 이루어지고 있다. 본 지구는 광역상수도가 공급되지 않는 지역이므로 생활용수는 암반관정 개발에 의한 용수 공급으로 이루어져야 할 지역이다. 암반관정 개발에 의한 생활용수 공급은 암반관정 1공당 채수 이용량을 100m<sup>3</sup>/일로 하고, 향후 인구의 증감이 없다고 가정할 때 소요 관정수는 1997년 기준 95공이고 향후 개발해야할 관정수는 76공으로 면별 내역은 다음과 같다.

<표 9-3 > 향후 지하수개발 관정수

면 별	소요수량 (m <sup>3</sup> /일)	소요관정 (공)	기사용관정 (공)	향후개발 (공)	비 고
계	8,921.3	95	19	76	
진 안	1,193.3	12	2	10	
용 담	632.0	7	1	6	
안 천	449.3	5	1	4	
동 향	649.3	7	3	4	
상 전	1,086.4	11	1	10	
백 운	832.6	9	2	7	
성 수	856.6	9	-	9	
마 령	515.2	6	2	4	
부 귀	1,026.6	11	3	8	
정 천	934.7	10	1	9	
주 천	736.3	8	2	6	

### 9-3. 지하수 개발계획

본 지구에서 향후 생활용수로 개발해야 할 지하수 관정수는 76공으로 이는 연차별로 이루어져야 할 사업으로 개발사업비를 250백만원/지구로 하였을 때 연차별 개발사업량 및 사업비는 다음과 같다.

<표 9-4> 연차별 지하수개발·사업량 및 사업비

년 도	계	1999	2000	2001	2002	2003이후
사업량 (지구)	76	15	15	15	15	16
사업비(백만원)	19,000	3,750	3,750	3,750	3,750	4,000

## 10. 결 론

1. 조사지역은 전라북도 진안군 전체로 1개읍 10개면이 포함되며 조사면적은 약 789.34 km<sup>2</sup>가 된다. 지리적 좌표상은 동경 127° 16' ~127° 38', 북위 35° 31' ~36° 01' 이다.

2. 진안군에서 사용하고 있는 지하수 개발·이용시설은 1997년 현재 3,174개소이고 이용량은 7,280천톤/년이다. 지하수 사용용도별로는 생활용수 2006개소(63.2%) 5,174.5천톤/년(71.1%), 공업용수 13개소(0.4%) 168.5천톤/년(2.3%), 농업용수 1,155개소(36.4%) 1,937.2천톤/년(26.6%) 사용중이며, 심도별로는 30m미만 3,039개소(95.8%), 5,667.2천톤/년(77.8%)로 대다수를 차지한다.

3. 지형은 산지가 넓게 분포된 반면 평야의 발달은 미약하다. 지질은 최고기의 화강편마암이 기저를 이루며 시대미상의 변성퇴적암류가 북동방향으로 대상분포한다. 진안층군의 퇴적암류는 이들과 부정합으로 지구 남서쪽에 넓게 분포하고 북서쪽에서 산성화산암류와 알카리 화강암이 이들을 관입 접촉한다. 수계는 마이산을 중심으로 남쪽으로 섬진강 수계, 북쪽으로 금강 수계로 구분된다.

4. 물리탐사는 원격탐사자료 분석결과 진안군 서남부 마령면, 성수면에서 선구조가 밀집되어 나타나고 북동-남서방향의 선구조가 우세하게 발달한다. 쌍극자탐사는 지하수부존 가능성이 높은 지역에 대하여 전극간격 25m, 전극간격전개수는 10으로하여 20측선을 실시하였다. 기설관정 양수시험 결과 투수량계수는 6.81~141.37m<sup>3</sup>/일의 범위, 평균 15.13m<sup>3</sup>/일이고, 퇴적암 지역에서 높게 나타난다.

5. 수질조사는 하천수 55지점, 소형관정 35공, 암반관정 50공에 대하여 간이 수질측정을 하였고 조사지역내 지하수의 유형별 특징은 다음과 같다.

구 분	T(°C)	pH	EC(μS/cm)	TDS(ppm)	비 고
지 표 수	9.5~17.1	4.7~7.36	40~354	20.3~177.2	하천수
천부지하수	10.2~24.0	5.13~7.74	44~399	22.4~199.3	소형관정
심부지하수	9.8~16.9	5.08~7.44	59~931	30.5~465	암반관정

조사지역의 수질조성상 특징은 Piper의 Trilinear diagram에 의하면 Ca와 HCO<sub>3</sub>가 우세한 Carbonate hardness type에 속한다. 먹는 기준으로 검사한 50개 지점중 16%가 먹는 물로 사용하기에 적합한 것으로 나타났으며 부적합으로 판정된 수질중 부적합율이 높은 항목은 일반세균, 대장균군, 질산성질소, 탁도등이다. 진안군에서 지하수를 오염시킨 가능성이 있는 잠재오염원으로는 주유소 28개소, 축산폐수 발생시설 40개소, 일반폐기물매립장

1개소 등이 있다.

6. 진안군 지역의 년평균 강우량은 금강유역 1350.7mm이며 섬진강유역은 1209.4mm로 평균 1280.1mm이다. 금강유역의 평균 함양율은 14.4%이고, 섬진강유역에서는 19.3%로 나타난다.

진안군 지역의 지하수 부존량은 1,017.9백만톤이고 지하수 개발가능량은 142.06백만톤/년이다. 진안군의 지하수 이용량은 7.28백만톤/년으로 개발가능량의 5.1%이다.

7. 향후 생활용수 소요량은 8,921.3m<sup>3</sup>/일으로 안정적인 생활용수 공급이 이루어지기 위해서는 향후 76공의 지하수 개발과 19,000백만원의 사업비가 소요되며, 향후 생활용수 소요수량은 3.26백만톤/년으로 지하수 이용 개발가능량의 2.3%에 해당되어 전체 이용량은 개발가능량의 7.4%가 된다.

## 참 고 문 헌

1. 농어촌진흥공사, 1997, 지하수 보존관리
2. 농어촌진흥공사, 1995. 12, 농어촌진흥공사 25년사
3. 농어촌진흥공사, 1996. 12, 한국지하수 총람
4. 농어촌진흥공사, 1994. 6. 30, 지하수 개발과 농어촌 용수
5. 농어촌진흥공사, 1997. 12, 지하수 관련 법규 및 실무해설집
6. 한국수자원공사, 1993. 3, 지하수 자원 기본조사 보고서
7. 한국수자원공사, 1994. 5, 지하수이용관리 방안수립 및  
대체용수원개발지역 선정조사 보고서
8. 진안군, 1997, 진안통계연보
9. 농어촌진흥공사, 1991, 고창지구 광역수리지질 시범조사 보고서
10. 부천시, 농어촌진흥공사, 1997, 부천시 지하수 관리계획 기본조사 보고서
11. 한정상(신우문학사), 1998, 환경수리지질학
12. 농어촌진흥공사, 1996. 12, 지하수 모델링 교육 교재
13. 민경덕외 2인, 1987, 응용지구 물리학
14. 전라북도, 1997, 전북통계연보
15. 농어촌진흥공사, 1995. 12, 지하수 환경영향 조사방안에 관한 연구
16. 농어촌진흥공사, 1996. 12, 지하수내 오염물질의 거동에 관한 연구
17. Bower H., "Groundwater hydrology", Mcgraw-Hill, 1978, pp. 235-239
18. 조선총독부지질조사소, 1924: 조선지질도 제5집(전주) 1:50,000
19. 조선총독부지질조사소, 1924: 조선지질도 제5집(진안) 1:50,000
20. 홍승희외, 1978, 금산도폭 지질조사 1:50,000 자원개발연구소
21. 홍승희외, 1993, 장계도폭 지질조사 1:50,000 한국자원연구소
22. 이대성외, 1969, 장기리도폭 지질조사 1:50,000 국립지질조사소
23. 김정환외, 1973, 용담도폭 지질조사 1:50,000 국립지질광물연구소
24. 홍만섭외, 1966, 한국지질도(갈담도폭) 1:50,000
25. 김규봉외, 1984, 오수도폭 지질보고서 1:50,000
26. 김연기외, 1992, 한국수문지질 및 보고서(가남지역 양화천 유역) 1:25,000
26. 최순학외, 1994, 한국수문지질 및 보고서(이천지역 복하천 유역) 1:25,000
27. 한국건설기술연구원, 1989, 장기수자원계획을 위한 유역 물수지 추정방법 개발
28. 한국자원연구소, 1996, 임실지역 지하수부존 조사연구보고서



---

---

## 진안군광역수맥조사보고서

1998년 12월 일 발행

발 행 : 농림부, 농어촌진흥공사

편 집 : 농어촌진흥공사

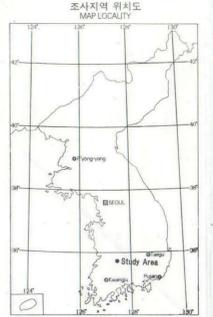
인 쇄 : 서라벌인쇄주식회사 (02)732-1851~2

---

---

# 진안지구 광역수맥도

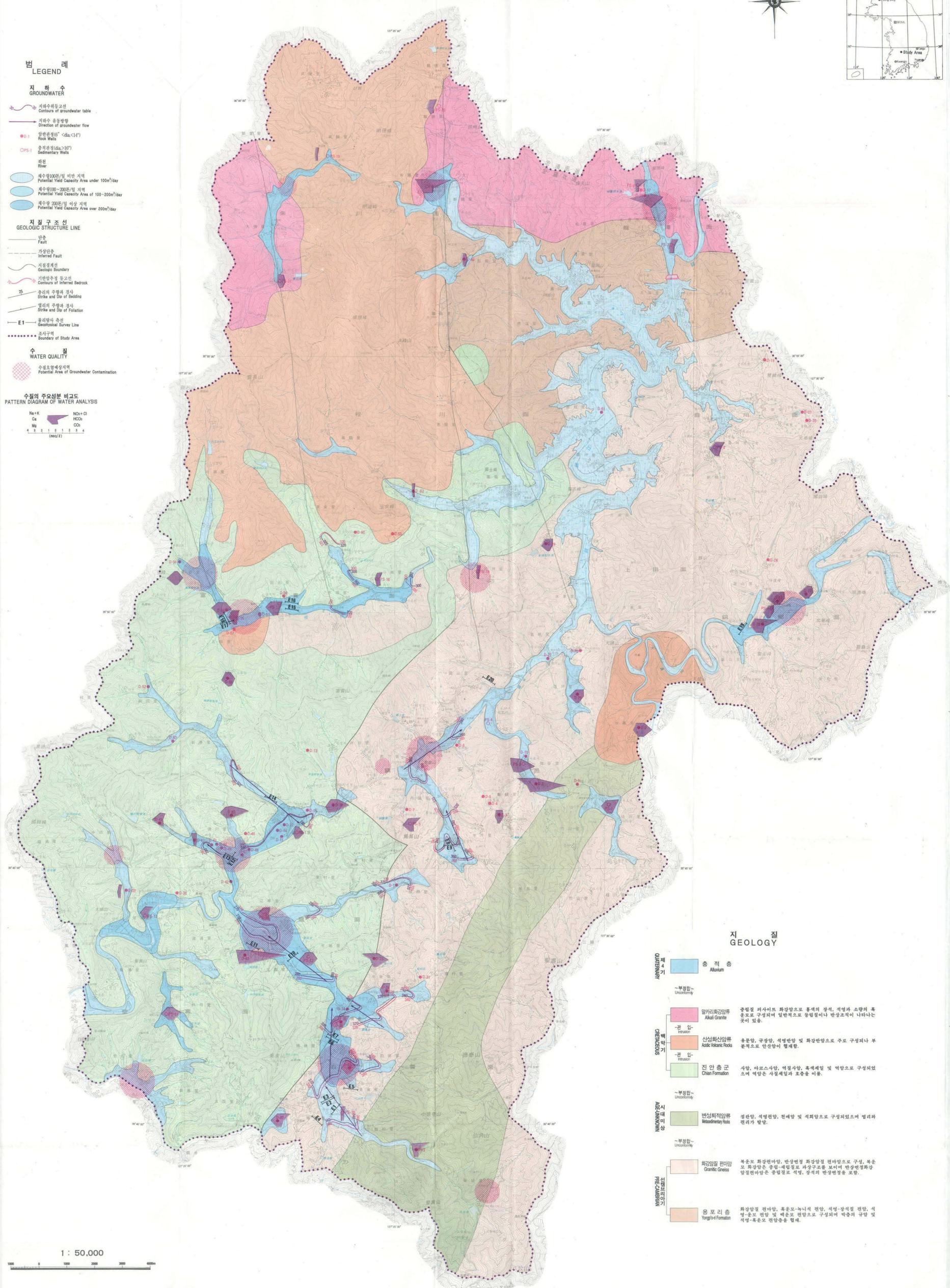
## HYDROGEOLOGICAL MAP OF CHINAN AREA



### 범례

#### LEGEND

- 지하수**  
GROUNDWATER
- 지하수위동고선  
Contours of groundwater table
  - 지하수 유동방향  
Direction of groundwater flow
  - 암반벽(δ<14°)  
Rock Walls
  - 퇴적암벽(δ>10°)  
Sedimentary Walls
  - 하천  
River
  - 채수량 100톤/일 미만 지역  
Potential Yield Capacity Area under 100m<sup>3</sup>/day
  - 채수량 100~200톤/일 지역  
Potential Yield Capacity Area of 100~200m<sup>3</sup>/day
  - 채수량 200톤/일 이상 지역  
Potential Yield Capacity Area over 200m<sup>3</sup>/day
- 지질구조선**  
GEOLOGIC STRUCTURE LINE
- 단층  
Fault
  - 가상단층  
Inferred Fault
  - 지질경계선  
Geologic Boundary
  - 기반암추정 동고선  
Contours of Inferred Bedrock
  - 층리의 주향과 경사  
Strike and Dip of Bedding
  - 엽리의 주향과 경사  
Strike and Dip of Foliation
  - 물리탐사 축선  
Geophysical Survey Line
  - 조사구역  
Boundary of Study Area
- 수질**  
WATER QUALITY
- 수질오염예상지역  
Potential Area of Groundwater Contamination
- 수질의 주요성분 비교도**  
PATTERN DIAGRAM OF WATER ANALYSIS
- Na+K, Ca, Mg, NO<sub>3</sub>+Cl, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>



### 지질

#### GEOLOGY

- 상대기생암석**  
PLIOGENIC ROCKS
- 알루미  
Alumium
  - ~부정함~  
Uncertainty
  - 알카리화강암류  
Alkali Granite
- 중생대기생암석**  
MESOZOIC ROCKS
- ~부정함~  
Uncertainty
  - 산성화산암류  
Acid Volcanic Rocks
  - 진안층군  
Chin Formation
- 신생대기생암석**  
CENOZOIC ROCKS
- ~부정함~  
Uncertainty
  - 변성퇴적암류  
Metasedimentary Rocks
  - 화강암질 편마암  
Granitic Gneiss
  - 영포리층  
Yongpo Formation
- 지질 설명**
- 중립질 커시이드 화강암으로 풍세의 장석, 석영과 소량의 흑운모로 구성되어 일반적으로 용암질이나 반상조석이 나타나는 곳이 있음.
  - 유문암, 규장암, 석영반암 및 화강반암으로 주로 구성되나 부분적으로 안산암이 협재함.
  - 사암, 아로스사암, 역질사암, 흑색세일 및 역암으로 구성되어 있어 역암은 사질세일과 조충을 이룸.
  - 점판암, 석영편암, 현세암 및 석회암으로 구성되어 있으며 역암과 편암이 발달.
  - 복운모 화강편마암, 반상편암 화강암질 편마암으로 구성. 복운모 화강암은 중립-세립질로, 과상구조를 보이며 반상편암화강암질편마암은 중립질로 석영, 장석의 반상편암을 포함.
  - 화강암질 편마암, 흑운모-녹니석 편암, 석영-장석질 편암, 석영-운모 편암 및 복운모 편암으로 구성되어 벽층의 규암 및 석영-흑운모 편암층을 협재.

1 : 50,000

1. 대한측량학회 심사용 제98-284호(12.29)  
2. 본 지도는 국립지리원 발행 1 : 50,000지형도를 기대로 사용하여 편입·제작한 것임.