GOVP1200206454

(19th)
551.46
L293ㅈ

장수군광역수맥조사보고서

2001.

농 림 부
농업기반공사

대한민국
기증등록
2002. 4. 23
913330
국회도서관

목 차

1. 서 언 1

1-1 조사목적 2

1-2 조사내용 2

2. 조사지역개요 4

2-1 위치, 교통 및 면적 4

2-2 하천현황 5

2-3 인구 및 토지현황 8

2-3-1 인구현황 8

2-3-2 토지현황 9

2-4 토지이용 및 산업현황 11

2-4-1 농업 11

2-4-2 축산업 13

2-4-3 임업 15

2-5 기상 17

2-5-1 기온 18

2-5-2 강수량 20

2-5-3 증발산량 22

2-5-4 일조시간 24

2-5-5 상대습도 25

3. 수문지질조사 26

3-1 지형 및 지질 26

3-1-1 지형 26

3-1-2 지질 28

3-2 물리탐사 33

3-2-1 원격탐사에 의한 선구조 분석 34

3-2-2 전기비저항탐사 37
3-3 양수시험 59
3-3-1 양수시험일반 59
3-3-2 양수시험결과 62

4. 기설관정 이용실태조사 63
4-1 기설관정 현황조사 63
4-1-1 지하수 이용 및 시설현황 63
4-1-2 지하수 이용특성 66
4-2 기설관정 지하수위 조사 69

5. 수질 및 잠재오염원 조사 71
5-1 현장간이수질검사 71
5-2 주요이온 분석결과 73
5-2-1 측정 및 분석방법 73
5-2-2 지하수의 수질특성 74
5-3 먹는물 기준 수질검사 결과 79
5-4 잠재오염원조사 86
5-4-1 잠재오염원의 분류 86
5-4-2 잠재오염원의 분포현황 88

6. 지하수자원의 부존성 평가 89
6-1 물수지 분석 89
6-1-1 강수량 90
6-1-2 유출분석 90
6-1-3 함양량분석 92
6-2 지하수 부존량 및 개발가능량 97
6-2-1 지하수 부존량 97
6-2-2 지하수 개발가능량 99

7. 지하수자원 개발계획 101
7-1 용도별 소요수량 및 공급방안 101
7-1-1 생활용수 소요수량 및 공급방안 101
7-1-2 농업용수 소요수량 및 공급방안 103
7-1-3 기타용수 소요수량 및 공급방안 105
7-2 지하수 개발 계획 106

8. 지하수 보전관리 107
8-1 지하수 환경재해 107
8-1-1 발생원인 107
8-2 지하수 보전구역 109
8-2-1 보전구역 정의 109
8-2-2 보전구역 분류 109
8-2-3 보전구역 설정 및 운영 110
8-2-4 보전구역내 행위 제한 110

9. 결 론 112

10. 참고문헌 115

부록 119

표 목 차

〈표 2-1〉 행정구역 현황 4
〈표 2-2〉 하천현황 5
〈표 2-3〉 유역현황 6
〈표 2-4〉 읍·면별 세대 및 인구 8
〈표 2-5〉 지목별 토지이용 현황 10
〈표 2-6〉 경지면적 현황 11
〈표 2-7〉 농업진흥구역 지정 현황 12
〈표 2-8〉 식량작물 생산량 현황 13
〈표 2-9〉 가축사육현황 14
〈표 2-10〉 임상별 임야면적 16
〈표 2-11〉 기상개황 18
〈표 2-12〉 최근 13년간 평균기온 분포(℃) 19
〈표 2-13〉 최근 13년간 평균강수량 분포(mm) 21
〈표 2-14〉 증발산량 현황(mm) 23
〈표 2-15〉 최근 13년간 일조시간(hr) 24
〈표 2-16〉 최근 13년간 상대습도(%) 25
〈표 3-1〉 장수지역의 지질계통표 28
〈표 3-2〉 쌍극자 탐사 측선별 총괄표 40
〈표 3-3〉 양수시험 총괄표 62
〈표 4-1〉 지하수 허가·신고현황 63
〈표 4-2〉 행정구역별 지하수 이용현황 64
〈표 4-3〉 생활용 지하수 이용현황 65
〈표 4-4〉 농업용 지하수 이용현황 66
〈표 4-5〉 공당 지하수 이용현황 66
〈표 4-6〉 단위면적당 지하수 이용현황 67
〈표 4-7〉 단위면적당 지하수 개발공수 67
〈표 4-8〉 양수능력별 지하수 이용현황 68
〈표 5-1〉 양·음이온 수질분석 결과표 75

〈표 5-2〉 먹는물 수질검사 결과 81
〈표 5-3〉 오염원의 종류 86
〈표 5-4〉 O.A.T 잠재오염원 분류 87
〈표 5-5〉 잠재오염원 현황 88
〈표 6-1〉 장수지역 추정 증발산량(Truc) 91
〈표 6-2〉 장수지역 추정 증발산량(Coutagne) 92
〈표 6-3〉 계통표에 의한 유출량 93
〈표 6-4〉 장수군 지하수 함양량 분석결과 96
〈표 6-5〉 한국의 지하수 부존량 97
〈표 6-6〉 장수군 지하수 부존량 추정 98
〈표 6-7〉 한국의 지하수 개발가능량 추정 100
〈표 6-8〉 장수군 지하수 적정 개발가능량 100
〈표 7-1〉 장수군 지역의 상수도 보급현황 101
〈표 7-2〉 간이상수도 및 소규모 급수시설 현황 102
〈표 7-3〉 읍·면별 생활용수 소요수량 103
〈표 7-4〉 읍·면별 농업용수 소요수량 104
〈표 7-5〉 읍·면별 축산용수 소요수량 105
〈표 7-6〉 년차별 지하수 개발사업량 및 사업비 106

그 림 목 차

〈그림 2-1〉 조사지역의 수계망도 7
〈그림 2-2〉 읍·면별 인구현황 9
〈그림 2-3〉 지목별 토지이용 현황 10
〈그림 2-4〉 경지면적 현황 12
〈그림 2-5〉 가축사육 현황 15
〈그림 2-6〉 최근 13년간 평균기온 분포 20
〈그림 2-7〉 최근 13년간 평균강수량 분포 22
〈그림 2-8〉 증발산량 현황 23
〈그림 3-1〉 장수지역의 지형 27
〈그림 3-2〉 위성영상 선구조 추출 35
〈그림 3-3〉 위성영상 필터링 영상 36
〈그림 3-4〉 쌍극자 탐사측선 배열 방법 38
〈그림 3-5〉 측선 E-1 쌍극자 탐사 결과도 44
〈그림 3-6〉 측선 E-2 쌍극자 탐사 결과도 45
〈그림 3-7〉 측선 E-3 쌍극자 탐사 결과도 46
〈그림 3-8〉 측선 E-4 쌍극자 탐사 결과도 47
〈그림 3-9〉 측선 E-5 쌍극자 탐사 결과도 48
〈그림 3-10〉 측선 E-6 쌍극자 탐사 결과도 49
〈그림 3-11〉 측선 E-7 쌍극자 탐사 결과도 50
〈그림 3-12〉 측선 E-8 쌍극자 탐사 결과도 51
〈그림 3-13〉 측선 E-9 쌍극자 탐사 결과도 52
〈그림 3-14〉 측선 E-10 쌍극자 탐사 결과도 53
〈그림 3-15〉 측선 E-11 쌍극자 탐사 결과도 54
〈그림 3-16〉 측선 E-12 쌍극자 탐사 결과도 55
〈그림 3-17〉 측선 E-13 쌍극자 탐사 결과도 56
〈그림 3-18〉 측선 E-14 쌍극자 탐사 결과도 57
〈그림 3-19〉 측선 E-15 쌍극자 탐사 결과도 58
〈그림 4-1〉 기설관정 개소수(공) 및 이용량(㎥/년) 64

〈그림 4-2〉 단위면적당 지하수 개발공수 68
〈그림 5-1〉 채수지점별 주요 양이온 함량 74
〈그림 5-2〉 Piper Digram 76
〈그림 5-3〉 Stiff Diagram 77

1. 서 언

수문지질조사(Hydrogeologic survey)란 지하수를 포함하고 있는 각 대수층의 분포상태와 수리성, 대수층에 부존된 지하수의 산출상태와 수질 등을 조사하는 것이며, 이들 제반 수리자료를 도면화한 것이 수문지질도(Hydrogeologic map)이다.

광역수맥조사는 특정지역을 대상으로 지표수 개발이 불가능한 가뭄상습 농경지에 대해 지하수의 부존상태 및 개발가능량을 조사하는 수맥조사와는 달리 지구내에서의 지하수 유동 및 부존성과 오염가능성등 광역적인 수문지질 특성을 파악하기 위해 실시되며, 지하수 자원의 종합적인 이용 및 보존차원에서 필요한 지하수 조사이다.

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

금번의 광역수문지질조사는 지하수자원의 효율적인 개발과 보존을 위해 새로이 개정된 지하수법의 취지를 살려 장수군(533,73㎢) 1개읍, 6개면에 대해 실시하였다. 조사공종은 지표지질조사, 기설관정 이용실태조사, 지하수위관측, 물리탐사, 양수시험 및 수질검사등이며, 이들 자료와 과거 조사지구 내에서 국지적으로 시행된 수맥조사 및 지하수개발조사자료를 종합하여 광역수리지질도를 작성하였다.

장수군 지역에 광역수맥조사 보고서가 관내 지하수 이용관리 및 보존은 물론이고 합리적인 지하수조사개발에 활용되고 향후 지하수정보관리시스템 및 지하수 장기관측망의 기초자료가 될 것으로 기대된다.

끝으로 본 조사에 많은 격려와 협조를 아끼지 않으신 농림부, 전라북도 장수군 · 읍 · 면 관계관에게 감사드린다.

1-1. 조사목적

농어촌지역 종합개발사업을 효과적으로 추진하고 지역내의 수자원을 합리적으로 활용, 보존하기 위하여 지금까지 한해상습지를 대상으로 분산적이고 국지적으로 시행하여온 수맥조사사업을 발전시켜 기 개발된 관정자료와 수맥조사 결과를 종합하여 시·군 또는 농어촌 용수구역단위로 재편집하여 광역수리지질도를 작성, 지하수 자원의 효율적인 개발·이용 및 보전·관리에 필요한 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

1-2. 조사내용

가. 조사지구 : 전라북도 장수군(1개읍, 6개면)

나. 조사면적 : 533.73 ㎢

다. 조사기간 : 2000. 4 ~ 2000. 5

라. 조 사 자

소 속	직 종	직 급	성 명	조사 업무 내용
본 사	지 질	2급	홍경선	조사업무총괄
		3급	김양빈	조사업무지도
		상용	송양권	현장조사 및 보고서 작성
		계4	박수정	현장조사 및 보고서 작성
		계4	최병영	현장조사 및 보고서 작성

마. 조사내용

지형, 지질 및 지하수 부존성과 이용현황을 감안하여 조사물량을 배분하였다. 주요 조사내용은 지표지질조사, 기설관정 실태조사, 물리탐사, 양수시험, 수질검사 등이다. 공종별 조사실적은 다음과 같다.

공 종 별	단 위	조 사 량	비고
ㅇ기본조사			
-지구협의 및 답사	지구	1	
-지표지질조사	ha	3,440	
ㅇ기설관정 실태조사			
-이용현황조사	공	390	
-지하수위 조사	회	130	
ㅇ수문지질조사			
-양수시험	공	14	
-전기비저항탐사(쌍극자)	측선	15	
ㅇ수질 및 잠재오염원조사			
-현장간이수질검사	식	1	
-양·음이온 분석	회	15	
-잠재오염원 조사	식	1	

바. 조사장비 및 기기

공 종 별	조 사 장 비	비 고
지표지질조사	Clino-Compass, Rock hammer, 간이수질 측정기(Check mate 90) 1set	
수 위 조 사	휴대용 수위 측정기 2set	
양 수 시 험	휴대용 수위 측정기 2set	
선구조 추출	ERDAS IMAGINE, SPOT IMAGINE	
쌍극자 탐사	전기탐사기(SAS300) 및 부스터(SAS 2000) 586노트북, Printer, Electrode등 부대품 1set	
수 질 검 사	Checkmate-90, HACH ONE-ph meter DR-2000, Orion-290A, ICP Emission Spectrometer(38plus) Aromiz Absurptim Spectrometer(Spetra M800)	

2. 조사지역 개요

2-1. 위치, 교통 및 면적

장수군은 전라북도 동부에 위치하여 지리적으로 동경 127° 00′ ~ 127° 35′ , 북위 34° 20′ ~ 34° 50′ 에 해당하며 동은 경상남도 거창군, 함양군과 서는 임실군, 진안군, 남은 남원시, 북은 무주군과 각각 도계를 이루고 있다. 행정구역상 동서남북의 경계(좌표극점)는 각각 계북면 양악리(127° 42′), 산서면 사상리(127° 22′), 번암면 유정리(35° 28′), 계북면 원촌리(35° 49′)이며 동서간 연장은 20km, 남북간 연장은 44km이다.

장수군은 행정구역상 1개읍(장수읍) 6개면(계남면, 계북면, 번암면, 산서면, 장계면, 천천면)으로 행정리 194개, 법정리 73개, 자연마을 283개로 구분되며 총 면적 533.73㎢로서 전라북도 면적의 6.63%에 해당한다. <표 2-1>

<표 2-1> 행정구역 현황

구 분	읍	면	법정리	행정리	반	출장소
장수군	1	6	73	194	283	2

조사지역은 산서면과 번암면을 제외하고 기타 읍·면 거주지의 해발고도가 350~500m 범위의 중산간 지대이며 산지와의 고도차이도 매우 크게 나타난다.

산계는 소백산맥의 주맥이 남서로 연결되면서 험준한 산지를 형성하여 동은 장안산과 덕유산, 서는 팔공산(△1,151m), 남은 대망산, 북은 장등산의 산악이 중첩되어 있다. 지형은 침식윤회상 장년기 지형에 해당하며 산사면의 경사는 매우 급사면이다. 수계는 수분령재를 경계로 남측은 섬진강, 북측은 금강 유역의 상류를 이루며 지질분포에 따라 달라지나 전반적으로 수지상 수계를 형성하고 있다.

장수읍을 중심으로한 거리상 위치는 서울은 288.3km, 전주는 62.3km, 남원 42.9km, 무주 53.2km이며, 교통은 남북방향으로 19번 지방도가 남원과 무주로 연결되어 있고 88고속도로와 대전-통영간 고속도로 일부구간이 관내를 경유한다.

2-2. 하천현황

장수군 지역의 하천 및 유역현황은 <표 2-2>와 <표 2-3>과 같다. 유역내에는 금강권역에 해당하는 19개소의 하천과, 섬진강권역에 9개소의 하천이 흐른다.

<표 2-2> 하천현황

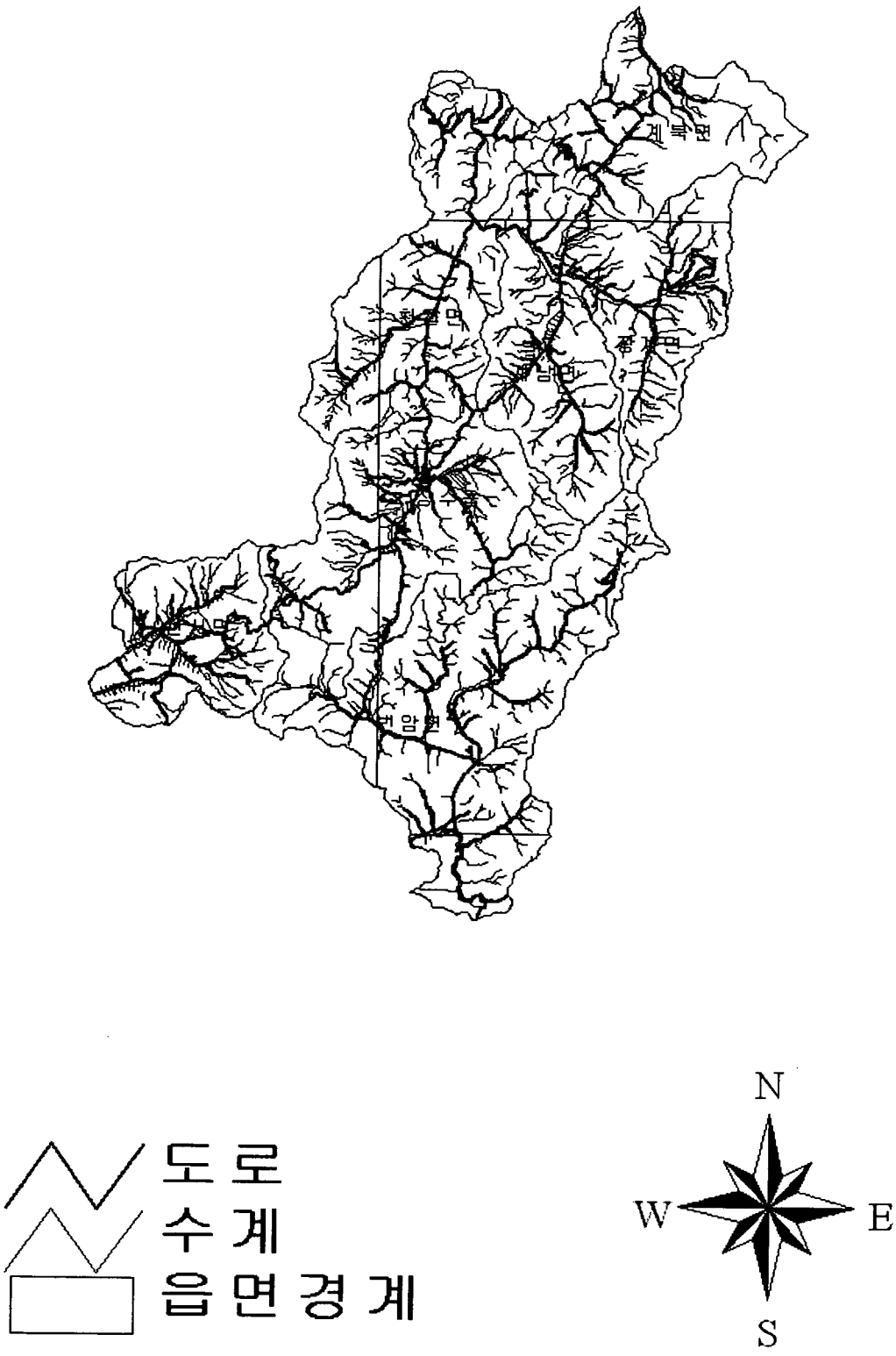
하천명	제 1지류	제 2지류	제 3지류	유로 연장 (km)	유역 면적 (km^2)	시 점	종 점	합 류 점
금강권역				36.3		장수읍 용계리	진안 상전 수동	지방하천
수분천	수분천			7.4	6.5	장수읍 수분리	장수읍 용계리	금강
하평천	하평천			2.2	3.3	장수읍 개정리	장수읍 용계리	금강
용추천	용추천	송천천		3.1	6.6	장수읍 송천리	장수읍 송천리	금강
송천천	용추천			2.2	5.7	장수읍 송천리	장수읍 송천리	용추천
장수천	장수천			3.8	14.3	장수읍 노곡리	장수읍 장수리	금강
와룡천	와룡천			6.2	19.2	천천면 와룡리	천천면 삼고리	금강
후창천	후창천			3.1	3.7	천천면 남양리	천천면 삼고리	금강
율치천	율치천			2.2	4.5	천천면 춘송리	천천면 춘송리	금강
장계천	장계천			15.8	134.8	계내면 대곡리	천천면 용광리	금강
명덕천	장계천	명덕천		6.6	13.2	계내면 명덕리	계내면 삼봉리	장계천
평지천	장계천	명덕천	평지천	1	6.8	계내면 명덕리	계내면 명덕리	명덕천
수천	장계천	수 천		9.2	35	계내면 장안리	계내면 장계리	장계천
용산곡천	장계천	수 천	용산곡천	4.4	9.9	계내면 신전리	계남면 화양리	수천
나치천	장계천	나치천		3.1	5	계내면 금덕리	계내면 무농리	장계천
도좌천	장계천	나치천	도좌천	2	2.2	계내면 월강리	계내면 무농리	나치천
계북천	계북천			9.8	41.2	계북면 어전리	천천면 연평리	금강
연동천	계북천	연동천		3.3	7	계북면 매계리	계북면 매계리	계북천
백암천	계북천	백암천		5.2	10.8	계북면 임평리	천천면 연평리	계북천
양악천	구량천	양악천		14.5	40	계북면 양악리	진안 동향 태금	구량천
섬진강								
오수천	오수천					산서면 오성리	순창 적성 평남	지방하천
동화천	오수천	동화천		5.4	14.5	산서면 백운리	산서면 신창리	오수천
초압천	오수천	조압천		3.2	4.5	산서면 오산리	산서면 신창리	오수천
요천	요천					장수읍 대성리	남원 도통 동충	
교동천	요천	교동천		4.2	9	번암면 교동리	번암면 국암리	요천
용림천	요천	용림천		15.1	36.3	장수읍 덕산리	번암면 국암리	요천
백운천	요천	백운천		17.5	51.8	번암면 지지리	번암면 노단리	요천
두동천	요천	두동천		2	3.4	번암면 노단리	번암면 노단리	요천
유정천	요천	유정천		4.2	18	번암면 유정리	번암면 논곡리	요천

장수읍 용계리 팔공산에서 발원하여 장수읍을 지나 북류하는 하천은 천천면을 지나 진안군 상전면으로 이어지는 금강권역의 용담댐 상류 지류로 유로연장은 36.3km이다. 한편, 섬진강권역에서는 산서면 오성리 오수천에서 발원하여 순창군 적성면 평남리에 이르는 오수천과 장수읍 대성리에서 발원하여 남원시 도통 동충에 이르는 요천으로 합류된다.

장수군 지역의 하천 특성은 유역면적이 협소하여 유로장이 짧아 강수에 의한 유출이 급속히 일어나고 하천의 유량은 계절적으로 큰 변화를 보이고 있다. 또한 하천은 산지가 많고 경사가 급하여 유출이 심하다.

<표 2-3> 유역 현황

유 역				행정구역 면적(㎢)	행 정 구 역		
권 역	유역명	유역면적 (㎢)	평균경사 (°)		시, 군	읍, 면	리
금 강	금강본류 1	116.47	12.44	116.47	장수군	장수읍 천천면	용계리, 개정리, 송천리, 수분리 노하리, 노곡리, 동촌리, 두산리 선창리, 왕대리, 판둔리, 장판리
	장 계 천	114.42	12.66	114.42	장수군	계남면 장계면	신전리, 궁양리, 장안리, 대곡리 화양리, 주곡리, 오동리, 명덕리 삼봉리, 월강리, 송선리, 장계리 금덕리, 호덕리, 점곡리, 화음리
	금강본류 2	82.56	14.33	59.71	장수군	천천면 계북면	춘송리, 봉덕리, 용광리, 금곡리 무농리
	구 양 천	172.38	14.44	26.49	장수군	계북면	
섬진강	오 수 천	154.51	9.01	47.91	장수군	산서면	학산리, 동화리, 백운리, 오산리 마하리, 신창리, 하월리, 이룡리 건지리, 오성리, 쌍계리, 사상리
	요 천 1	47.27	17.64	47.27	장수군	번암면	죽림리, 동화리
	요 천 2	230.82	12.65	118.04	장수군	장수읍 번암면	대성리, 양천리, 교동리, 국포리 죽산리, 대론리, 어단리, 논곡리



<그림 1> 조사지역의 수계망도

2-3. 인구 및 토지현황

2-3-1. 인구현황

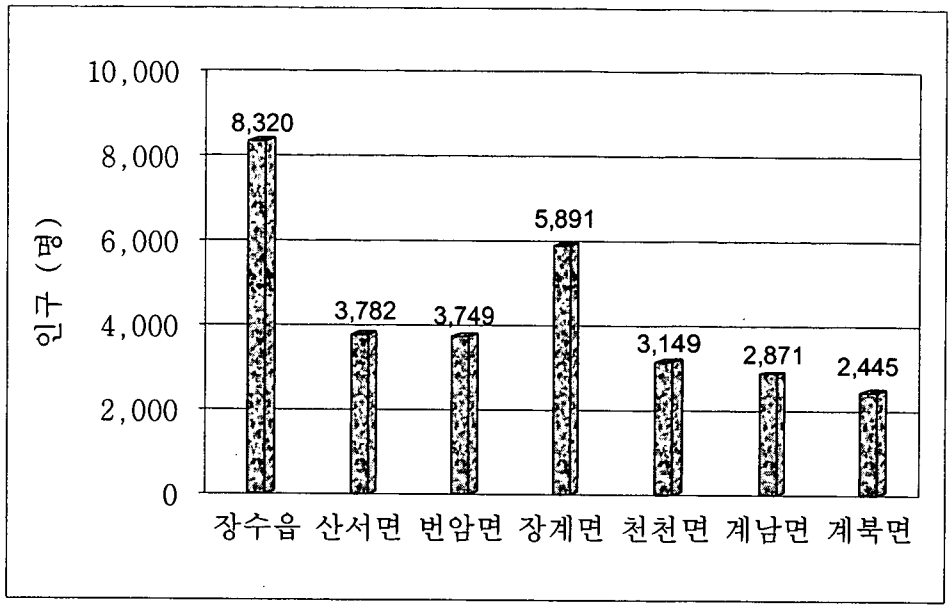
장수군의 총 인구는 9,649세대 30,207명으로 전라북도 전체 인구의 1.5%에 해당한다. 이 중 장수읍 8,320(27.5%)명, 산서면 3,782(12.5%)명, 번암면 3,749(12.4%)명, 장계면 5,891(19.5%)명, 천천면 3,149(10.4%)명, 계남면 2,871(9.5%)명, 계북면에 2,445(8.1%)명이 거주하고 있다. 남녀의 성비는 남자 100명을 기준으로 여자가 101.6명이었으며, 세대당 인구수는 평균 3.1명, 평균 인구밀도는 56.6명으로 나타났다.<표 2-4>

지난 20년간 인구변화 추이는 '79년에 60,864명에서 '85년 47,388명, '95년 31,502명으로 '90년대 중반까지 현저히 감소하다가 '95년 이후 전입·전출인구 이동이 거의 일정하게 유지되면서 인구증감은 큰 변화를 나타내지 않았다.

연령별 인구분포에 있어서는 20대가 전체 16.4%로 가장 많았고, 60대가 13.7%, 30대가 11.3%, 40대가 11.1%, 50대가 11.9%로 나타나 40대 이후가 전체 인구의 36%를 차지한다.

<표 2-4> 읍·면별 세대 및 인구

구 분		면적 (㎢)	구성비(%)	세대	인 구(명)			인구밀도 (명/㎢)
					계	남	여	
장수군	계	533.73	100	9,649	30,207	14,981	15,226	56.6
	장수읍	101.86	19.08	2,849	8,320	4,156	4,164	81.7
	산서면	47.80	8.96	1,243	3,782	1,847	1,935	79.1
	번암면	126.07	23.62	1,295	3,749	1,858	1,891	29.7
	장계면	67.76	12.70	1,883	5,891	2,934	2,957	86.9
	천천면	83.99	15.74	1,019	3,149	1,576	1,573	37.5
	계남면	50.28	9.42	923	2,871	1,411	1,460	57.1
	계북면	55.97	10.48	797	2,445	1,199	1,246	43.7



<그림 2-2> 읍·면별 인구현황

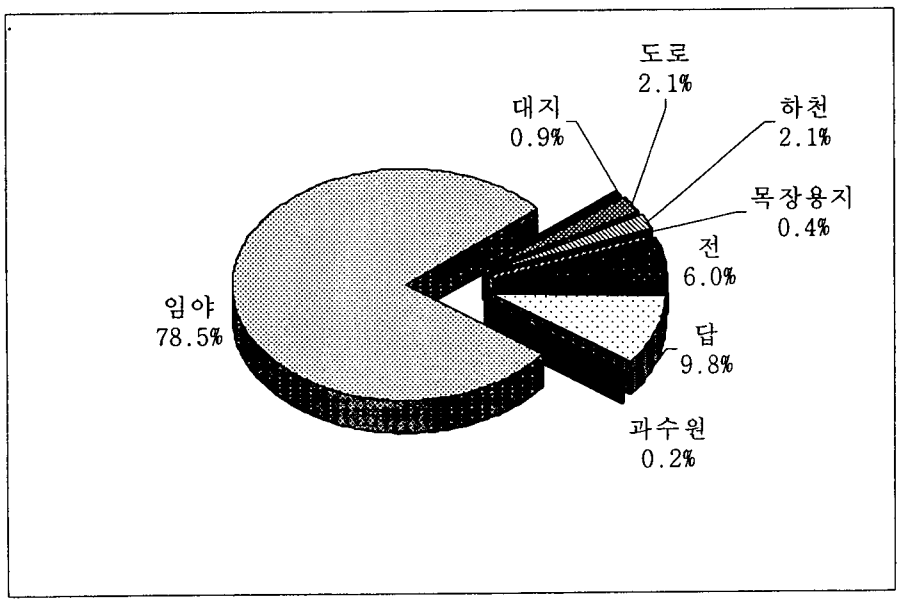
2-3-2 토지현황

장수지역의 총 토지면적은 533.73㎢이며, 지난 95년 이후 토지면적의 변화는 거의 없는 것으로 나타났다. 읍·면별 총 면적은 번암면이 임야가 차지하는 비율이 높아 126.07㎢(23.6%)로 가장 넓은 면적을 차지하고 있으며 장수읍 19.1%, 천천면 15.7%, 장계면 12.7%, 계북면 10.5%이며, 계남면 9.4%, 산서면 9.0% 순으로 나타났다.<표 2-5>

토지지목별 이용면에 있어서는 임야가 차지하는 면적이 전체 76.83%에 해당하며, 전과 답 면적은 각각 5.91%, 9.6%를 점유하고 있어 농업용지 면적이 작은 지역적 특성을 반영해 주고 있다. 기타 도로, 하천, 대지, 목장용지, 과수원 순으로 토지를 이용하고 있는 것으로 나타났다.

<표 2-5> 지목별 토지이용 현황 (단위 : km^2)

읍·면별		총면적	전	답	과수원	임야	대지	도로	하천	목장용지
장수군	총면적	533.73	31.57	51.21	1.02	410.08	4.77	11.16	10.88	2.01
	장수읍	101.86	7.87	9.74	0.57	76.13	1.0	2.23	1.65	0.74
	산서면	47.8	2.68	10.84	0.07	28.65	0.8	1.83	0.92	0.15
	번암면	126.07	3.66	5.51	0.02	108.37	0.7	2.28	3.10	0.25
	장계면	67.76	4.15	6.44	0.07	52.20	0.7	1.42	1.13	0.13
	천천면	83.99	4.69	7.21	0.06	66.21	0.5	1.35	2.45	0.27
	계남면	50.28	4.51	6.41	0.16	34.89	-	-	1.0	0.30
	계북면	55.97	4.00	5.04	0.04	43.61	-	-	0.61	0.17



<그림 2-3> 지목별 토지이용 현황

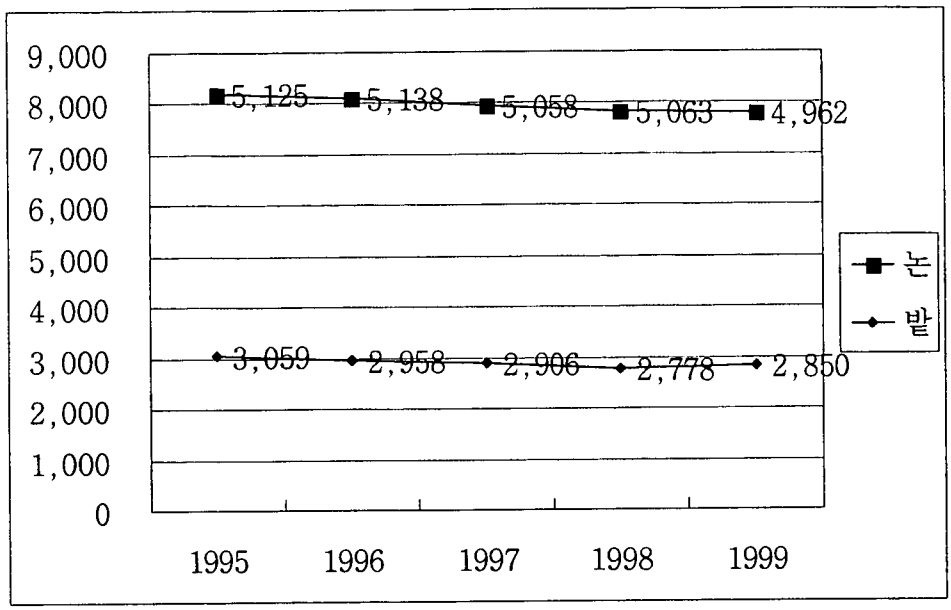
2-4. 토지이용 및 산업현황

2-4-1. 농 업

장수군 지역의 농가인구는 전체세대의 57.1%인 5,500여 세대 16,100여명으로 농가인구는 최근 5년전에 비해 14.9% 감소한 14,812명이다. 경지면적은 총 7,812ha로 이중 논의 이용율은 4,962ha,(63.52%) 밭은 2,850ha(16.48%)를 차지한다. 년도별 경지면적의 변화추이에 있어서는 '95년 이후 논과 밭의 경지면적의 증감차이는 다소 나타나나 전체적으로 감소하는 추세를 보인다. 가구당 경지면적은 논과 밭이 각각 0.93ha, 0.54ha로 1ha 미만이었으며 전라북도 평균 가구당 경지면적 이하의 영세농이 대부분이다.<표2-6>

<표 2-6> 경지면적 현황 (단위 : ha)

구분 / 연도별	농가 (가구)	농가 인구	경지면적			가구당 경지면적		
			계	밭	논	계	밭	논
1995	5,798	17,403	8,814	3,059	5,125	1.14	0.53	0.88
1996	5,576	16,543	8,096	2,958	5,138	1.43	0.53	0.90
1997	5,454	16,364	7,964	2,906	5,058	1.45	0.53	0.92
1998	5,398	15,529	7,841	2,778	5,063	1.45	0.51	0.94
1999	5,308	14,812	7,812	2,850	4,962	1.47	0.54	0.93



<그림 2-4> 경지면적 현황

또한 장수군 지역의 농업진흥구역 변동추이를 보면 농업진흥구역은 '95년 이후 변화가 없다가 '97년 이후 증가하고, 농업보호구역도 98년 이후 현저히 증가하였다. <표 2-7>

<표 2-7> 농업진흥구역 지정 현황

구분 / 연도별	계		농업 진흥 구역		농업 보호 구역	
	필지수	면적	필지수	면적	필지수	면적
1995	25,389	3,568.2	19,696	2,899	5,693	669.2
1996	25,389	3,568.2	19,696	2,899	5,693	669.2
1997	25,389	3,568.2	19,696	2,899	5,693	669.2
1998	26,671	3,574.1	21,052	2,904.7	5,619	669.4
1999	33,399	4,450.2	26,715	3,707.4	6,684	742.8

최근 몇 년간 장수군에서 재배하는 식량작물의 분포 변화를 보면, 미곡이 85.9%, 서류 11.2%, 두류 2.4%, 잡곡 0.3%, 맥류 0.12%로 벼농사 위주의 농업 형

태임을 나타내준다.<표 2-8> 그리고 연도별 식량작물의 생산량 및 면적은 대동소이한 양상을 나타내고 있다.

<표 2-8> 식량작물 생산량 현황

구분 / 연도별	합 계		미 곡		맥 류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
1995	5,137	24,902.8	4,367	21,005	29	75
1996	4,811.5	25,179.9	4,252	21,388	5	14
1997	4,891.9	24,817.9	4,318	21,071	0.2	0.6
1998	4,729.5	23,220.6	4,211	20,762	4.6	13.5
1999	4,913	24,862	4,259	21,423	24	73
평균	4,896.58	24,596.64	4,281.40	21,129.80	12.56	35.22

<표 2-8> 식량작물 생산량 현황(계속)

구분 / 연도별	잡 곡		두 류		서 류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
1995	108.4	124	490.5	795.8	142.1	2,903
1996	40.6	45.4	353.7	487	160.2	3,245.5
1997	60.0	81.3	355	462.5	158.7	3,202.5
1998	42.6	54.2	372.6	497.1	98.7	1,893.8
1999	73	97	436	690	121	2,579
평균	64.92	80.38	401.56	586.48	136.14	2,764.76

2-4-2 축산업

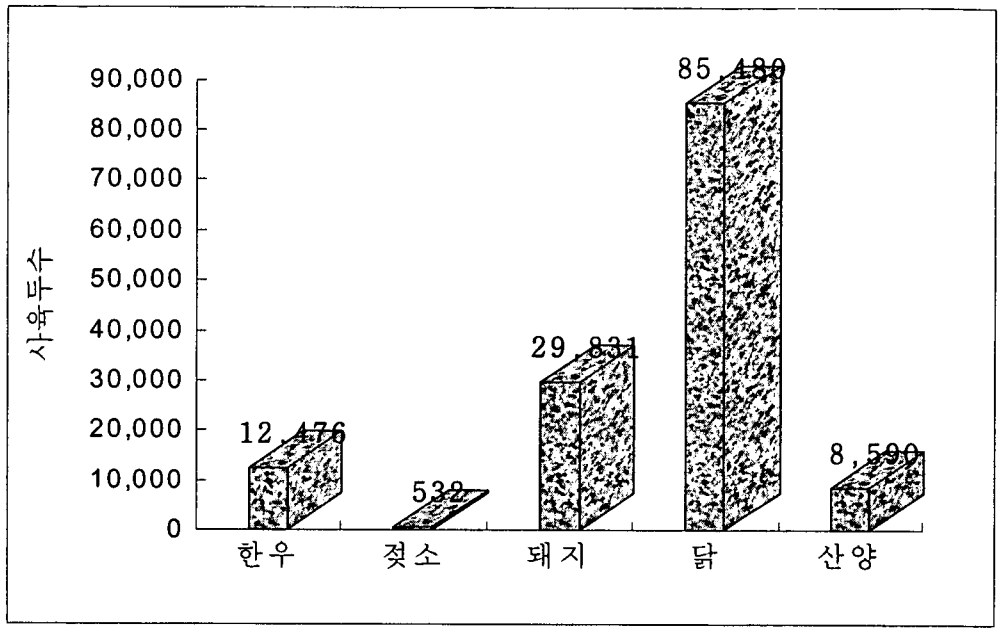
장수군 지역의 축산업의 규모 및 형태는 가축의 종류에 따라 달라지는데 사육호수의 감소와 함께 사육마리수에 있어서도 감소하거나, 사육호수는 감소했으나

사육마리수는 증가하는 두 경향을 나타낸다. 한우와 젖소 사육은 사육규모가 감소하고 있는 반면 돼지나 닭의 경우 사육호수 변화에 따른 사육 규모가 뚜렷히 증가하거나 감소한다. 전반적으로 축산농가의 사육규모가 점차 대규모화 되는 양상을 나타낸다. <표 2-9, 그림 2-5>

지역별로도 가축사육 통계치는 크게 차이를 나타내는데 대규모 축산단지가 조성되어 있는 지역에서 많은 것으로 나타났다. 한우와 돼지사육의 경우 장수읍과 계남면 지역이, 닭의 경우 장수읍과 산서면 지역이 많은 것으로 나타났다.

<표 2-9> 가축사육현황

구분 / 읍면별	한 우		젖 소		돼 지		닭		산 양	
	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수
1995	3,024	12,203	31	640	312	22,521	605	63,697	1437	10,468
1996	2,961	13,241	28	617	186	28,623	414	83,107	1265	9,017
1997	2,741	13,007	25	589	180	25,973	402	105,752	928	8,390
1998	2,503	12,014	19	453	215	33,841	697	69,917	1231	8,894
1999	2,263	11,916	14	360	173	38,197	547	104,929	896	6,184
평 균	2,698	12,476	23.4	531.8	213.2	29,831	533	85,480	1,151	8,590
장수읍	395	3,103	3	100	34	12,552	88	55,772	175	1,290
산서면	372	1,763	-	-	7	1,858	100	40,667	186	1,036
번암면	213	1,089	1	27	57	2,496	136	1,528	176	2,194
장계면	299	1,322	4	80	8	1,365	47	483	68	429
천천면	335	1,006	3	61	14	2,299	41	5,262	83	313
계남면	373	2,806	1	19	44	11,573	81	687	139	519
계북면	276	827	2	73	9	6,054	54	530	69	403



<그림 2-5> 가축사육 현황

2-4-3. 임 업

장수군의 임야 총 면적은 40,982ha로서 소유별 임야면적은 사유림이 전체 77.1%인 31,593ha를 차지하며 기타 공유림 5,007ha, 국유림 4,382ha 순이다. 행정구역별 임야면적은 번암면(10,976ha)이 가장 넓으며, 장수읍(7,473ha), 천천면(6,641ha), 장계면(5.098ha), 계북면(4,359ha), 계남면(3,543ha), 산서면(2,892ha) 순으로 나타났다. 산서면의 경우 임야가 차지하는 면적이 가장 적어 상대적으로 장수읍 다음으로 넓은 농지면적을 점유하고 있음을 의미한다.

장수군의 임상별 산림면적은 임목지가 39,617ha로 96.7%를 차지하며 수종은 침엽수가 50.7%로 가장 우세하며 기타 활엽수, 혼효림, 죽림 순이다. <표 2-10>

<표 2-10> 임상별 임야면적 (단위: ha)

구분 / 년도별	합 계	임 목 지					무 임 목 지			
		계	침엽수	활엽수	혼효림	죽림	계	무임목지	황폐지	기타
1995	41,340	40,561	21,175	12,157	7,225	4	779	428	-	351
1996	41,302	40,317	20,927	12,161	7,225	4	985	629	-	356
1997	41,214	40,101	20,806	12,069	7,222	4	1,113	753	-	360
1998	41,107	39,794	20,378	12,056	7,356	4	1,313	961	-	352
1999	40,982	39,617	20,072	12,123	7,418	4	1,365	945	-	420

2-5. 기　상

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

우리나라 연 평균기온은 섭씨 6~16℃ 분포로 지역차가 큰 편이며, 산악지대를 제외하면 대체로 섭씨 10~16℃이다. 연중 가장 무더운 달인 8월의 월 평균기온은 섭씨 25℃ 이고, 가장 추운 달인 1월의 평균기온은 섭씨 -0.7℃ 이다.

연 강수량은 남부지방이 1,500mm 중부지방이 1,300mm 정도가 되며 계절적으로 연 강수량의 50~60%가 여름에 집중되고, 겨울에 5~10%에 그친다. 다우지역적으로는 제주도와 남동해안 지방의 1,800mm를 최다우를 기록했으며 섬진강 하류의 1,500mm, 낙동강 하류의 1,400mm, 금강상류의 1,300mm 순으로 년간 강수량이 많은 지역을 형성하고, 적은 지역으로는 경북 북부 영양과 의성지방이며, 년간 900mm 이내이다. 바람은 일반적으로 북서 계절풍이 남서 계절풍 보다 강하고, 특히 12월에서 2월까지는 북서계절풍이 강하게 나타난다. 9, 10월은 남서계절풍에서 북서계절풍으로 바뀌는 계절이므로 바람은 대체로 약하고, 해안지방에는 해륙풍의 영향이 뚜렷해진다.

습도는 7월이 가장 높아서 전국적으로 80~90%의 분포를 보이고, 가장 낮은 달은 1월과 4월로 30~50%정도이며 9, 10월은 75%내외로 쾌적한 상태이다. 장마는 6월 하순에 남해안 지방으로부터 시작하여 점차 중부지방에 이르게 되며, 장마기간은 대략 30일 정도가 된다. 그리고 9월 상순 전후에 가을장마가 있을때도 있다. 태풍은 6~10월중에 주로 발생하며 그중 2~3개 정도는 우리나라에 직·간접으로 영향을 준다.

우리나라의 년간 수자원량은 1,267억m^3/년으로 계산하고 있으며, 이중 45%에 해당하는 570억m^3이 증발에 의하여 손실되고 55%인 697m^3이 하천 또는 기저유출을 통하여 유출된다. 평상시 유출량의 71%인 164억m^3과 홍수시 댐 등으로 공급

받는 103억m^3을 합하여 지표수로 267억m^3이 이용된다.

장수지역은 한반도 중부 내륙에 위치한 곳으로 장수군에 대한 수문기상자료는 최근 13년간(1988~2000) 장수측후소의 관측 자료와 장수군에서 발행한 장수군통계연보(2000)를 이용하였다.

13년간(1988년~2000년) 기후자료 분석결과 년평균 기온은 10.5℃이며 월별 평균기온은 최난월인 7월에 23.1℃, 최한월인 1월에는 -2.8℃이다. 한편 평균강수량은 1,422.1mm를 기록했으며 평균 강수일수는 112일로 나타났다.

<표 2-11> 기상개황

구 분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
평균기온 (℃)	-2.8	-1.2	3.8	10.2	15.4	19.7	23.1	23.1	18	11.1	5.1	-0.6	10.5
평균강수량 (mm)	39.5	46.3	67.1	82.9	95	219	300	291	151	47.4	52.8	30	1,422.1
평균강수일수 (일)	9.1	8.1	9.2	7.9	8.8	10.6	14.1	13.1	8.2	5.8	8.4	8.2	112
평균증발량 (mm)	36.1	44.7	72.5	120	144	124	128	129	99.3	86.6	48	34.2	1,066
평균풍속 (m/sec)	1.7	1.8	1.8	2	1.9	1.6	1.8	1.4	1.3	1.3	1.4	1.5	1.6

2-5-1. 기 온

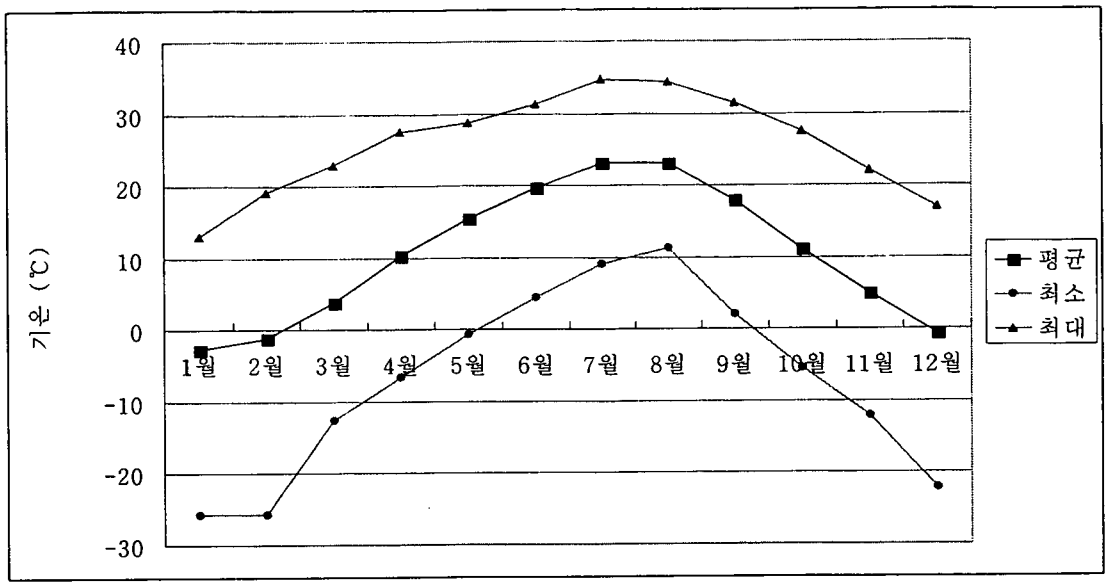
대기의 온도는 지표면의 상태, 고도 등에 의하여 영향을 받음과 동시에 지역적, 시간적으로 많은 변화를 하고 있다. 또한 이러한 대기의 온도 변화는 직접적으로 물의 순환 과정에 영향을 주며, 물의 수량 및 물의 흐름상태에도 많은 영향을 준다(선우중호, 1994).

최근 13년간 연평균 기온은 10.5℃이며 12월~2월의 평균기온은 영하를 기록했다. 년중 가장 기온이 높은 7월 평균기온은 23.1℃이고, 최한월인 1월 평균기온은

-2.8℃이다.<표 2-12, 그림 2-6>. 조사지역의 기온변화는 1월부터 7월까지 계속적으로 증가하다가 8월을 기점으로 하강하는 형태의 기온분포를 보여준다. 1988년 기상관측소가 생긴 이후 최고기온은 지난 94년 7월에 34.7℃, 최저기온은 91년 2월 -25.8℃를 나타내었다.

<표 2-12> 최근 13년간 평균기온 분포 (단위 : ℃)

월 / 년	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연평균
1988	-2.5	-2.6	2.3	9.3	15.7	20.5	23.6	23.4	18.2	11.7	3.6	-1.2	10.2
1989	-0.7	0.3	3.6	11.7	16.2	18.8	22.6	22.8	18.5	10.6	5.2	0.4	10.8
1990	-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
1991	-3.1	-3.2	3.8	10.2	15.6	20.7	23.1	22.2	18.5	10.2	3.7	0.4	10.2
1992	-1.3	-1.2	5.0	10.1	14.4	18.4	23.0	22.7	17.6	10.2	3.8	0.5	10.3
1993	-4.0	-0.5	3.0	9.0	15.1	19.6	21.1	20.3	17.0	9.6	6.4	-1.1	9.6
1994	-3.2	-1.8	1.7	11.9	15.7	19.6	25.6	24.4	16.7	11.6	6.4	0.0	10.7
1995	-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
1996	-3.0	-3.4	2.6	7.3	15.0	19.8	22.7	23.2	17.5	10.5	4.3	-2.0	9.5
1997	-4.7	-1.1	4.6	10.3	15.7	20.1	23.0	23.1	16.9	10.2	6.4	-0.1	10.4
1998	-3.0	1.3	4.9	13.8	16.5	18.7	23.1	23.3	19.5	13.8	5.9	0.7	11.5
1999	-1.5	-0.4	5.1	11.1	15.2	20.0	22.4	23.0	20.7	11.4	5.3	-0.6	11.0
2000	-1.9	-2.5	3.5	9.7	15.3	20.1	23.5	23.1	17.3	11.3	3.9	-1.2	10.2
평균	-2.8	-1.2	3.8	10.2	15.4	19.7	23.1	23.1	18.0	11.1	5.1	-0.6	10.4



<그림 2-6> 최근 13년간 평균기온 분포

2-5-2. 강수량

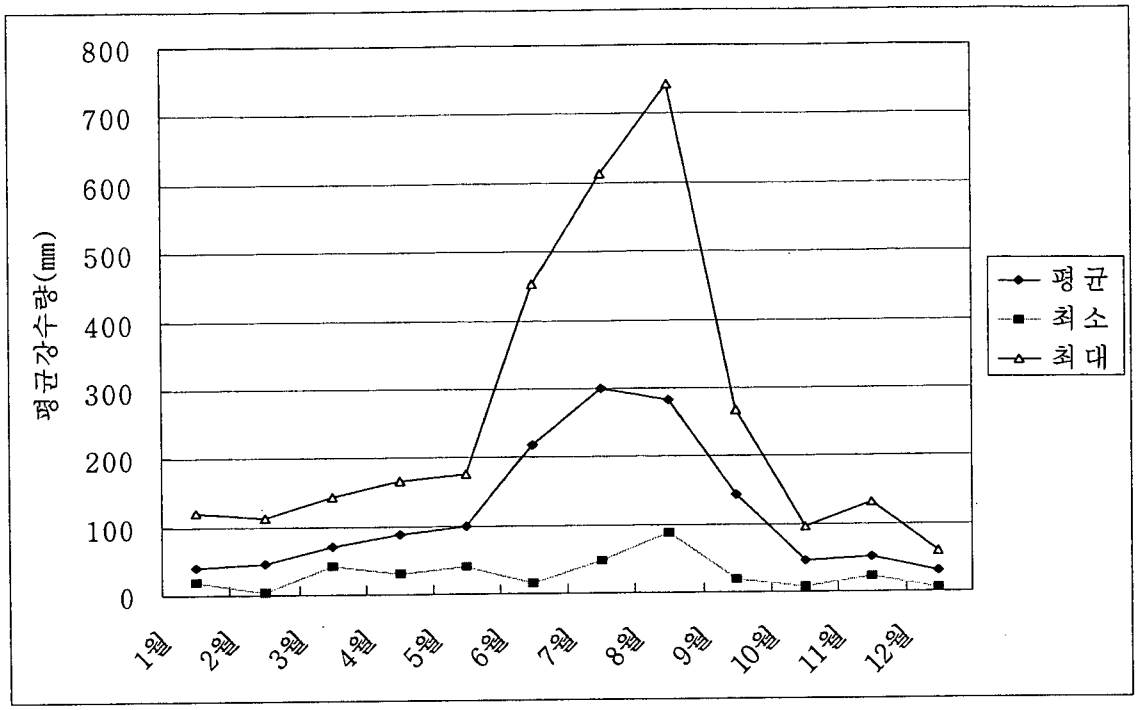
강수(Precipitation)는 구름이 응축되어 지상으로 떨어지는 모든 형태의 수분을 통틀어 말하는 것으로 강우와 눈을 포함한다. 강수의 형태는 이슬비(Drizzle), 비(Rain), 우수(Glaze), 진눈깨비(Sleet), 눈(Snow), 설편(Snow flakes), 우박(Hail), 이슬(Dew), 서리(Frost), 안개(Fog) 등으로 나타난다. 강수가 지상에 도달한 양을 산출하기 위해서는 강수량을 측정하여야 하며, 강수량의 측정은 강우량과 강설량을 측정하는 방법으로 구분할 수 있다(안상진, 1998). 본 장수지역에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

장수지역의 강수량의 분포를 분석하면, '88년~'00년까지의 년평균 강수량은 1422.1mm이다.<표 2-13, 그림 2-7> 년도별 강수량이 가장 적었던 해는 94년 742.5mm이고, 강수량이 가장 풍부했던 해는 98년 1985.1mm로 년간 최소 강수량의 약 2.5배를 기록해 년별 강수량의 변화가 매우 심한 것으로 나타났다. 월평균 최대강수량은 지난 89년 7월 613.7mm이고, 월평균 최소강수량은 88년 2월 3.4mm를 기록하였다. 계절별, 월별 강우 특성은 여름철인 7월과 8월에 전체 평균강수량의 41.1%가 이 기간에 집중되었으며, 장마나 태풍의 영향으로 6월과 9월의 평균

강수량도 각각 15.3%, 10.1%를 나타냈다. 이는 우리나라 강수량의 약 70% 이상이 6월에서 9월사이에 집중되는 현상과 일치하는 것으로 대부분이 증발 또는 지표수로 유출되는 것으로 예상된다.

<표 2-13> 최근 13년간 평균강수량 분포

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	총계	평균
1988	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	70.8
1989	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	153.1
1990	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	132.6
1991	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	117.2
1992	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	96.9
1993	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	130.9
1994	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	61.9
1995	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	103.0
1996	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	107.4
1997	36.7	81.8	65.5	72.0	176.0	285.5	543.0	327.0	38.0	9.9	132.5	54.1	1822.0	151.8
1998	26.6	42.0	44.1	166.0	109.0	335.5	209.5	743.0	201.5	76.0	23.7	8.2	1985.1	165.4
1999	25.8	35.8	74.5	112.5	124.5	221.5	292.5	245.0	266.5	93.0	24.2	6.0	1521.8	126.8
2000	40.9	5.5	30.0	33.0	38.0	242.0	300.0	393.5	243.0	49.0	57.0	12.8	1444.7	120.4
평균	39.5	46.3	70.2	87.1	99.8	217.2	300.2	282.6	143.0	44.9	52.5	31.4	1417.8	118.2
최소	19.9	3.4	41.5	30.0	40.3	15.7	47.5	87.0	18.5	6.8	23.7	6.0	742.5	61.9
최대	120.4	112.4	142.3	166	176	452.5	613.7	743	266.5	95.5	132.5	59.1	1985.1	165.4



<그림 2-7> 최근 13년간 평균강수량 분포

2-5-3. 증발산량

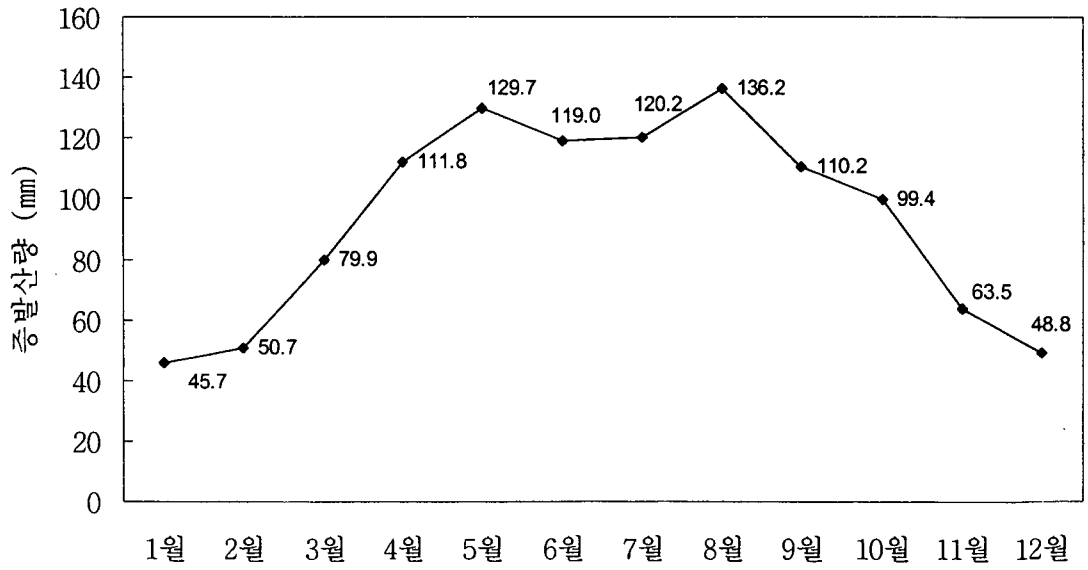
지구 전체로 볼 때 지상에 낙하된 강수의 약 75%는 다시 증발(Evaporation)과 발산(Transpiration) 작용을 거쳐 대기로 환원되는 것으로 알려져 있다. 증발은 어떤 물질이 액체 상태에서 기체 상태로 변화하는 현상이며, 물 수면에서 단위시간당 물분자의 교환능력을 증발율이라 한다. 또한, 수면에서 나타나는 물분자의 이탈을 증발이라 하고, 식물의 표면에서 나타나는 증발현상을 발산이라 한다. 수문과정에서는 수면에서의 증발과 식물에서의 발산을 함께 취급하는 경우가 많으므로, 이를 통칭하여 증발산(Evapotranspiration)이라 한다. 증발산은 기상학적 인자 이외에도 식물의 종류, 색깔의 농도, 밀도, 성장속도 그리고 잎 표면의 크기 등 식물요소 뿐만 아니라 토양의 공극율, 투수계수, 입자의 크기 및 토양의 함수율 등에 의하여 직접적으로 영향을 받는다(선우중호, 1994).

증발산량 자료를 분석한 결과 평균 증발산량은 1,065mm를 나타내었고 년도별 최대, 최소값은 각각 1221.2mm(1994년), 947.1mm(1990년)를 기록하였다. 월별 증

발산량 분포에서는 5월에 124.4mm로 최대값을 갖고, 전체 증발산량의 49.2%가 5월~8월에 집중되는 것으로 나타났다.

<표 2-14> 증발산량 현황

년도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
1988	29.8	37.2	63.9	112.8	139.2	135.3	120.3	146.3	93.6	93.3	49.2	31.9	1052.8
1989	31.3	36.1	70.4	120.9	142.9	113.1	115.3	123.1	81.6	84.0	37.5	29.5	985.7
1990	28.5	28.0	67.3	95.4	120.9	103.2	124.0	142.6	84.6	79.4	44.1	29.1	947.1
1991	41.9	39.5	72.2	122.1	159.0	127.8	94.6	120.9	96.6	92.1	52.8	33.8	1053.2
1992	36.0	51.5	72.5	116.4	139.8	125.4	142.0	103.9	85.8	69.1	44.4	31.3	1018.1
1993	34.1	47.6	74.7	127.8	137.0	120.6	102.3	84.0	99.9	94.6	43.8	36.3	1002.7
1994	39.1	48.7	78.1	126.6	146.0	139.2	170.2	157.2	132.6	87.4	55.8	40.3	1221.2
1995	42.5	53.5	77.8	128.1	146.9	145.5	125.6	132.1	93.3	89.3	59.7	37.8	1132.0
1996	41.2	54.9	76.0	129.6	160.6	109.2	155.0	146.3	126.0	90.8	44.1	38.4	1172.1
평균	36.0	44.1	72.5	120.0	143.6	124.4	127.7	128.5	99.3	86.7	47.9	34.3	1065.0



<그림 2-8> 증발산량 현황

2-5-4. 일조시간

일조시간은 지형과 위도, 계절풍 등 복합적인 요인에 의해 영향을 받는다. 일반적으로 겨울에는 북서 계절풍의 영향을 많이 받는 서해안 지방이 동해안 지방보다 짧고, 상대적으로 여름철에는 남동 계절풍의 영향을 받아 반대 현상이 나타난다. 일조량은 특정 지역의 수문순환계에 큰 영향을 미치며, 이는 지하수 부존량에도 영향을 미치는 중요한 요인으로 작용한다.

최근 13년간 장수지역의 년별 평균 일조시간은 5.1~7.0시간이었으며, 월별 평균 일조시간은 4월과 5월에 각각 7.7시간, 7.5시간으로 높게 나타난 반면 동절기인 11, 12, 1월에 각각 5.4, 4.9, 5.0시간을 기록하였다.

<표 2-15> 최근 13년간 일조시간 분포 (단위 : hr)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연평균
1988	5.9	6.0	6.8	9.1	8.5	7.8	6.1	8.2	6.6	7.8	6.5	4.8	7.0
1989	3.8	5.3	7.3	9.3	9.2	6.8	6.4	7.3	5.4	7.1	4.4	4.4	6.4
1990	4.8	4.3	6.2	6.9	6.8	5.7	7.7	8.3	5.7	7.3	5.8	4.3	6.1
1991	5.1	5.2	5.7	8.0	8.0	6.4	3.4	5.8	5.5	7.7	6.1	4.6	6.0
1992	4.6	6.5	5.4	7.6	8.3	6.7	7.1	5.3	5.0	5.5	5.5	4.1	6.0
1993	4.6	6.1	5.9	7.6	7.2	5.4	3.4	3.4	6.1	6.3	3.5	5.2	5.4
1994	5.8	6.3	7.1	6.7	7.0	6.7	7.5	7.7	8.4	6.4	6.9	5.7	6.9
1995	6.2	7.6	6.9	8.6	8.3	7.2	4.9	5.8	4.9	5.8	6.8	4.8	6.5
1996	5.1	7.1	5.9	8.3	7.1	3.8	6.8	5.6	5.9	6.2	4.2	5.6	6.0
1997	5.5	7.2	7.0	7.6	6.0	6.6	4.7	5.3	6.6	7.1	4.8	4.3	6.0
1998	4.3	5.5	7.0	6.0	5.8	3.5	3.5	3.0	5.4	5.4	6.2	5.5	5.1
1999	5.4	5.9	5.5	7.3	8.1	6.6	3.9	3.9	4.6	4.8	5.0	5.0	5.5
2000	4.5	6.4	7.2	7.6	6.9	5.7	5.6	-	-	4.2	5.2	5.0	5.8
평균	5.0	6.1	6.4	7.7	7.5	6.1	5.5	5.8	5.8	6.3	5.4	4.9	6.0

2-5-5. 상대습도

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

장수지역의 1988~2000년 사이 13년간의 연평균 상대습도는 76%이며 가장 높은 해는 1995년 79.78%이고 가장 낮은 해는 1999년 71.28%로서 연평균 상대습도의 차이는 약 9%이다. 상기 기간동안의 월평균 상대습도는7, 8월에 82.5%로 가장 높고 4월에 66.5%로 최저를 나타내고 있으며 상대습도가 가장 높은 월은 1995년 7월 86.6%, 최저는 2000년 4월 57.2%로 나타났다.

<표 2-16> 최근 13년간 상대습도 (단위 : %)

월/년	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연평균
1988	64.0	68.5	66.0	62.5	67.5	75.7	81.2	79.0	79.0	71.5	71.8	74.3	71.75
1989	75.4	74.0	69.6	64.2	66.9	75.6	82.5	79.7	83.0	75.8	78.5	76.3	75.13
1990	73.0	79.0	71.3	66.0	72.1	79.3	83.0	81.3	84.6	77.5	78.0	79.9	77.07
1991	76.4	76.7	75.1	66.9	67.3	80.5	86.1	83.8	81.5	75.2	75.2	79.1	76.98
1992	76.3	71.2	73.5	67.2	67.8	72.9	78.7	80.8	81.1	81.2	78.5	79.3	75.70
1993	78.6	73.7	74.7	65.8	73.9	85.1	85.4	88.3	83.9	79.6	84.1	80.6	79.48
1994	80.6	77.6	75.0	68.4	72.9	79.6	83.8	83.8	81.5	81.8	80.4	81.4	78.89
1995	78.7	80.2	78.6	68.8	69.8	77.7	86.6	88.4	85.7	81.4	78.7	82.8	79.78
1996	78.6	74.2	77.2	65.6	74.2	86.6	85.3	85.0	77.8	79.7	83.0	79.4	78.89
1997	72.2	75.9	75.0	70.4	72.9	77.0	82.9	80.8	77.5	73.0	82.5	82.2	76.85
1998	82.9	77.4	67.0	75.1	72.9	75.8	78.9	80.7	77.0	74.5	68.0	67.0	74.76
1999	65.2	65.8	63.9	66.6	66.4	74.0	75.5	76.9	78.4	76.7	74.2	71.8	71.28
2000	72.3	62.4	63.4	57.2	66.5	77.3	82.2	83.5	79.2	73.2	73.3	70.1	71.72
평균	74.9	73.6	71.6	66.5	70.1	78.2	82.5	82.5	80.8	77.0	77.4	77.2	76.02

3. 수문지질조사

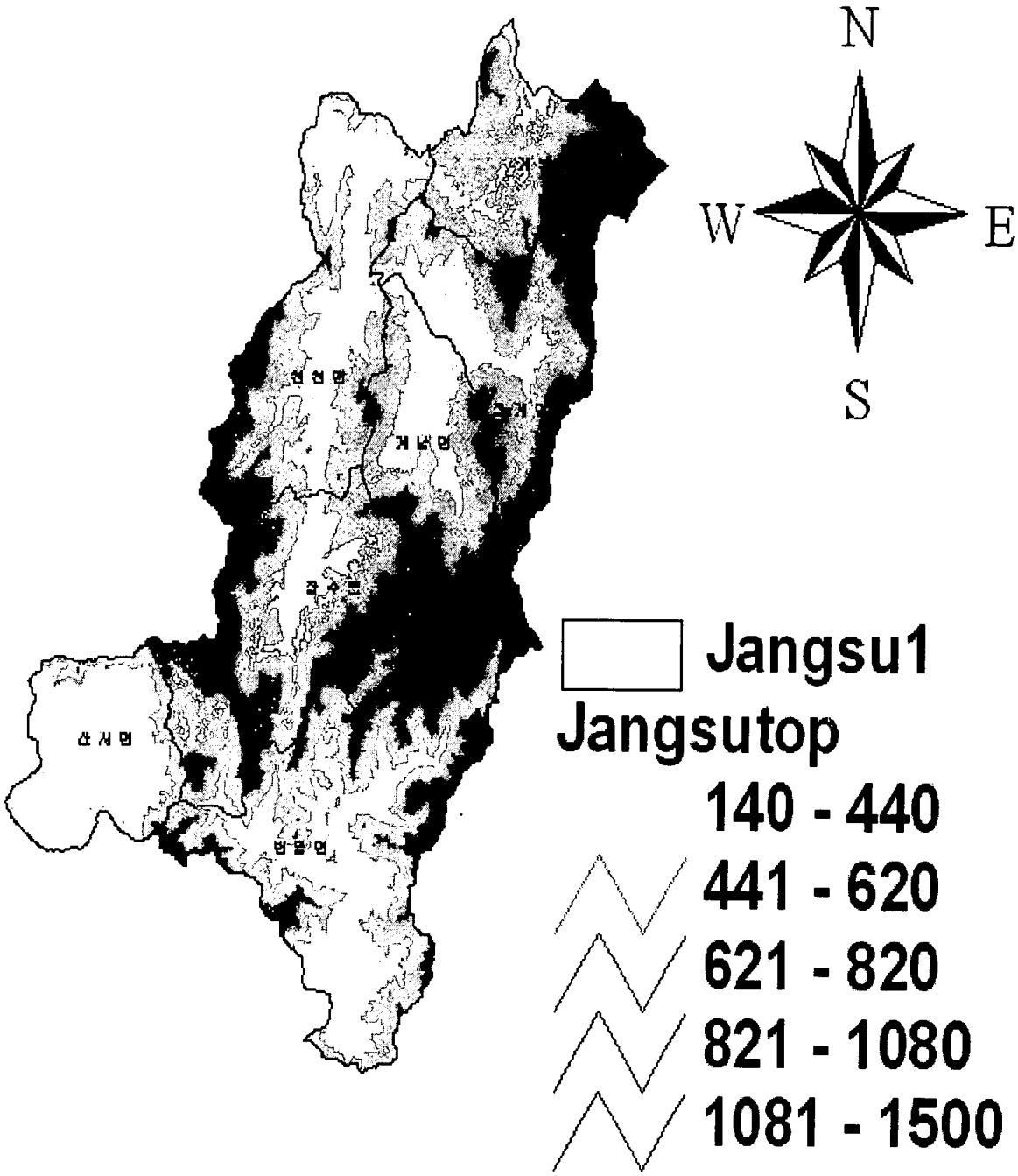
3-1. 지형 및 지질

3-1-1. 지 형

조사지구는 광역적으로 한반도 지체구조상 영남육괴 지리산지역의 북서부와 옥천지향사대의 동남 연변부에 위치하여 복잡한 지질구조와 험준한 산지를 이루고 있다. 지형은 조사지역에 분포하는 암석의 종류나 지질구조와 밀접한 관계를 가지는데 험준한 산악지형을 이루는 곳은 변성암류 및 변성퇴적암류 그리고 고기 화성암류가 분포한다. 장수지역은 지역에 따라 지형 표고차가 매우 심하며 산서면, 번암면 지역을 제외하고 해발고도 330m 이상의 중산간 지대에 해당한다. 특히 산서면은 중립내지 조립질의 화강암이 분포하는 지역으로 대체로 풍화에 약해 해발고도 150m 내외의 저지대를 형성한다.

산계는 소백산맥의 주맥이 남서로 연결되며 조사지역 북서부에서 노령산맥과 연결된다. 동부는 장안산(△1,237m)과 남덕유산(△1,507m)을 비롯하여 서부는 팔공산(△1,151m), 남부는 대망산, 북부는 장등산 등의 매우 험준한 산지에 의해 병풍처럼 둘러 쌓여 있다. 지형은 침식윤회상 장년기 지형에 해당되며, 산계의 방향은 북동-남서방향으로 발달되고 동부는 서부보다 급사면을 나타낸다. 임상은 보통이고 소나무, 낙엽송, 전나무, 떡갈나무, 참나무 등이다.

수계는 화성암류의 관입과 북동-남서방향으로 발달된 지질구조에 따른 지형적 영향으로 유역수계에서 발원하는 지류들이 하천에 유입되며, 수분령재를 경계로 금강과 섬진강 권역으로 유역이 나뉘어진다. 섬진강 유역에 해당하는 하천들은 남서류하여 요천에 유입되어 섬진강에 합류되며 금강권역에 해당하는 하천들은 북류하여 장수읍을 거쳐 천천을 이루며 금강본류에 합류된다.



<그림 3-1> 장수지역의 지형도

3-1-2. 지 질

조사지구의 지질은 선캠브리아기의 변성암류와 변성퇴적암류 중생대의 화강암류와 퇴적암류가 분포한다. 편마암류는 변성작용에 의해 흑운모편마암, 화강암질편마암, 화강암질편마암, 화강편마암, 우백질 화강편마암, 흑운모화강편마암과 복운모화강편마암화 되었으며 화강암체는 중생대의 엽리상각섬석흑운모화강섬록암, 반려암, 섬록암 및 화강반암이며 백악기 화산쇄설성 퇴적물과 유문암류가 분포되어 있다.<표 3-1>

<표 3-1> 장수지역의 지질계통표

제 4 기	충적층
	~~부정합~~
백 악 기	암 맥 류
	---관 입---
	화강반암
	유문암류
	---관 입---
쥬 라 기	반려암-섬록암
	육십령화강암
	반상화강암
	장수화강암
	각섬석흑운모화강섬록암
	---관 입---
선캠브리아기	흑운모화강편마암
	변성퇴적암류
	화강암질편마암
	흑운모편마암

가. 지리산편마암복합체

ㅇ흑운모편마암

흑운모편마암은 장수군 천천면, 계남면, 계북면 일대에 걸쳐 넓게 분포되어 있으며 천천면 연평리 일대에서는 운포편암을, 천천면 오봉리와 금곡리 및 계북면 월현리 일대에서는 소량의 석회암을 협재한다. 편마구조는 대체로 N20~50E의 주향과 60NW의 경사를 나타낸다. 암상은 세립내지 중립질로서 혼성암화 작용에 의해 호상구조를 이루며 흑운모는 엽리의 발달방향을 규제한다. 이 암석의 구성광물은 석영, 사장석, 정장석, 흑운모 등이며 드물게 화강암과의 접촉부에서 석류석을 포함하기도 한다.

ㅇ화강암질편마암

화강암질편마암은 지리산편마암복합체의 일원으로 조사지역의 동부에 널리 분포하며 주로 안구상편마암, 화강편마암과 혼성암질편마암과 점이적인 변화를 보이며, 결정편암류가 협재되어 있다. 이들 편마암류와 결정편암은 수차례에 걸쳐 화성암류의 관입과 광역변성작용을 받았다.

나. 흑운모화강편마암

흑운모화강편마암은 번암면 국포리, 교동리 일대에 분포하며 중립질이고 엽리가 발달해 있다. 엽리의 주향은 N20 °W에서 N60 °E, 경사는 40~80 °NE 혹은 NW로 변화한다. 반상변정이나 우백대의 발달이 상대적으로 우세하다. 묘복산, 말티저수지 부근에서 이암석은 중립질 내지 세립질로 전반적으로 우백대가 뚜렷이 발달한다. 묘복산 일대에는 부분적으로 미약하게 안구상편마암의 형태를 보이나 말티부근에서는 호상편마암상이 우세하다. 주향은 대체로 N30~80 °E로 북동방향이나 경사는 NW내지 SE로 70~80 °의 경사를 갖는다. 대성리와 귀정사 부근에서는 대체로 조립질 흑운모화강편마암으로 엽리의 발달이 양호하다. 엽리의 주향은 북서방향에 가까우며 경사는 50~70 °NS를 나타낸다. 이 암석은 석영, 사장석, 흑운모, 정장석으로 구성되며 드물게 녹니석이 산출된다.

다. 변성퇴적암류

변성퇴적암류는 북동지역의 천천면 연평리, 오봉리, 계북면 월현리, 계남면 금곡리 등에 분산되어 분포한다. 주로 운모편암, 견운모-석영편암, 석회암과 규암 등으로 구성되며 대체로 북북동-남남서 방향으로 대상분포를 보인다. 천천면 연평리에서 운모편암은 흑운모편마암내에 협재되고, 천천면 오봉리와 계북면면 월현리, 계남면 금곡리 일대에서 석회암은 흑운모편마암내에 소량 협재되어 있다. 또한 이들 변성퇴적암류는 와룡리 부근에서 흑운모화강편마암에, 선각산지역에서 복운모화강편마암에, 신암리에서는 엽리상각섬석흑운모화강섬록암에 관입된다. 운모편암은 엽리가 잘 발달되어 있는데 엽리의 방향은 N10~20E, 경사방향은 70~80SE이다. 이 암석의 구성광물은 백운모, 석영, 흑운모, 사장석 등이다.

라. 화강암류

ㅇ엽리상각섬석흑운모화강섬록암

엽리상각섬석흑운모 화강섬록암은 조사지구 중앙부인 장수읍과 산서면 일대에 널리 분포하며 녹회색을 띠는 균질한 중립 내지 조립질의 화강암질암으로 2-8mm 크기의 자형 내지 반자형의 각섬석 결정을 함유한다. 묘복산에서 선캠브리아기의 화강암질편마암과 각섬석편암을, 백운리 뒷산에서는 변성퇴적암을, 단평저수지 부근에서는 흑운모화강편마암을 관입한다. 또 한치재 부근에서는 흑운모엽리상화강섬록암에 의해, 대성리 뒷산에서는 반려암 및 화강반암에 의해 관입되어 있다. 특히 자형내지 반자형을 보이는 각섬석은 그 방향성 있는 배열이 거의 없거나 미약한 것에 비하여, 흑운모는 반자형이나 타형이 우세하고 이들이 비교적 큰 장석결정의 주위를 둘러싸서 뚜렷한 엽리조직을 보이며 주향과 경사는 N25~35 °E와 50~70 °SE이다. 이 암석은 석영, 사장석, 각섬석, 흑운모 그리고 견운모등으로 구성된다.

ㅇ장수화강암

장수화강암은 장수군 계남면 일대에 소규모로 분포하며 장계도폭과 함양도폭

과 연관시켜 함양화강암, 장수화강암, 각섬석흑운모화강암, 중립질화강암, 반상화강암으로 분대되었다. 장수화강암은 반상화강암에 의하여 관입되었으며 계남면 중방리 부근에서 엽리방향은 N40E, 50SE이다. 조립질 입상조직을 가지는 이 암석은 석영, 정장석, 사장석, 흑운모등으로 구성되어 있다.

ㅇ반상화강암

반상화강암은 계남면 신전리 일대에서 장수화강암을 관입한다. 조립질 입상조직을 나타내며 장석반정을 함유한다. 주구성광물은 석영, 정장석, 미사장석, 사장석, 흑운모등으로 구성되어 있다.

ㅇ육십령화강암

육십령화강암은 계북면, 계남면 일대에 비교적 넓게 분포되어 있으며 과거에 편상화강암으로 불리워진 암석이다. 이 암석은 조립질 입상조직을 나타내며 장경 3㎝ 정도의 알칼리장석 반정을 함유한다. 주구성광물은 석영, 알칼리장석, 사장석, 백운모, 흑운모 등이다.

ㅇ반려암-섬록암

반려암-섬록암은 장수읍 용계리, 산서면 학산리와 동화리 지역에 암주상으로 분포하는 중립 내지 조립질 염기성-중성심성암으로서 대체로 암체 중앙부는 우흑질섬록암이, 연변부는 반려암상으로 구성되어 있으며, 신선한 노두에서는 우흑색을 띠나 풍화면에서는 적갈색을 띤다. 반려암-섬록암은 각섬석-흑운모엽리상화강섬록암을 관입하고, 팔공산 정상부에서 화강반암에 의해 관입된다. 반려암이 각섬석-흑운모엽리상화강섬록암을 관입하는 접촉부에서는 암색이 보다 짙은 흑색을 띠고 세립질로 나타남이 특징이다. 주구성광물은 휘석, 사장석, 흑운모, 각섬석이다.

마. 유문암류

백악기 화산활동의 산물인 유문암류는 천천면 오옥리 일대에 매우 소규모로 분포하며 인접한 진안읍 가막리 북부일대에 걸쳐 분포한다. 구성암석은 담적색 내

지 담자색을 띠는 유문암과 유문암질 응회암으로 이루어진다. 이 암석의 구성광물은 세립내지 미립질 석영, 정장석, 사장석등이다.

바. 화강반암

화강반암 팔공산 정상부에서 소규모 암주상관입체로 분포하며, 기타 지역에서는 맥상관입체로서 나타난다. 이들은 석영과 장석의 반정을 가지며 담홍색의 암색을 띤다. 이 암석은 팔공산 능선에서 반려암을 관입하고, 정상 부근에서 각섬석-흑운모 엽리상화강섬록암을 관입한다. 이 암석은 석영, 미사장석, 사장석, 견운모 등으로 구성되며 석영과 장석 결정이 반정을 이룬다.

사. 충적층

신생대 제4기의 충적층은 저지대와 장수천, 요천등의 하천 유역에 따라서 소규모로 분포된다. 하상퇴적물은 역을 포함한 미고결상태의 모래, 점토로 구성되어 있다.

3-2. 물리탐사

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

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

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

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

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

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

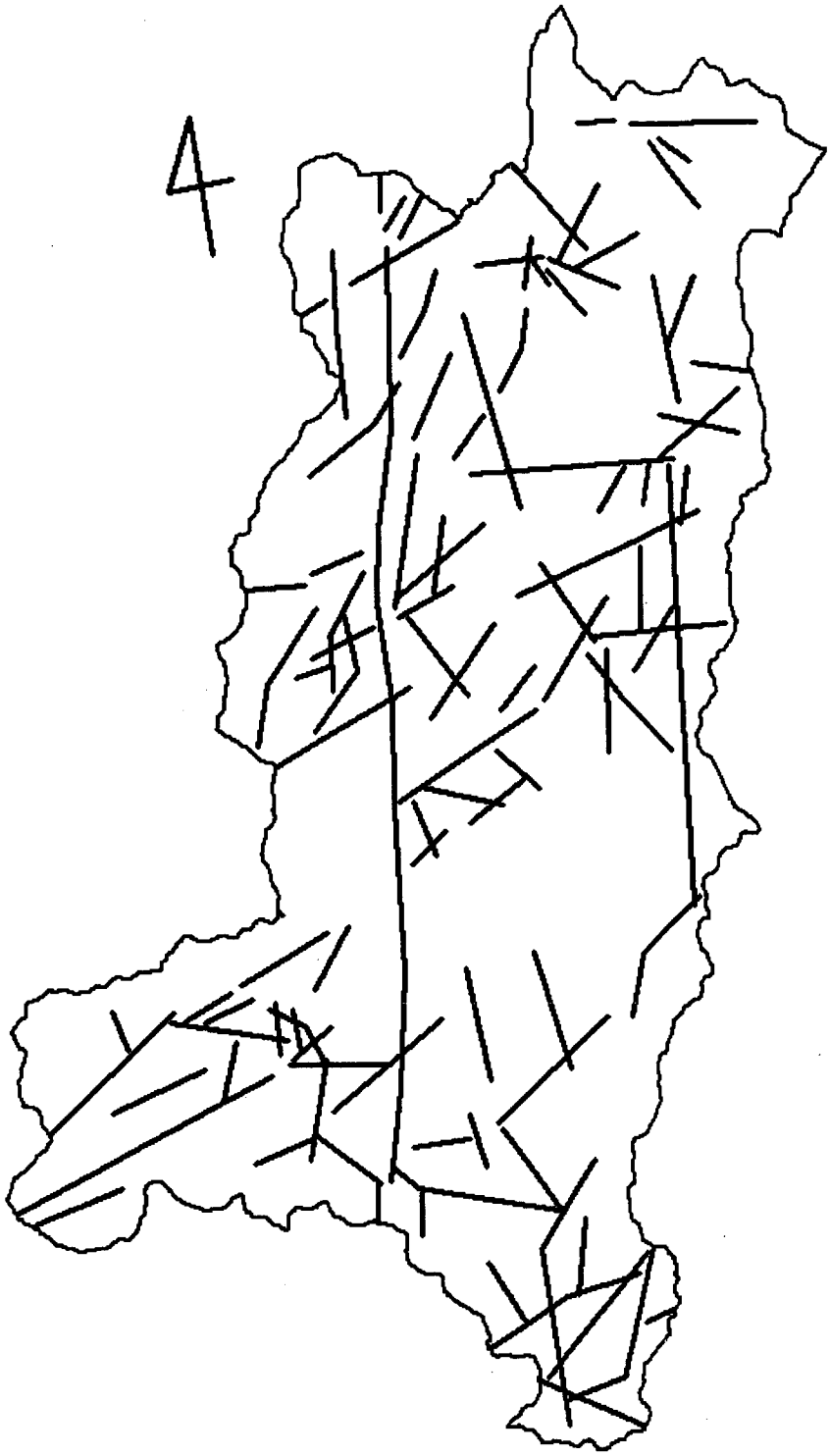
원격탐사란 1960년대부터 미국에서 처음 사용한 것으로 대상체로부터 방사 혹은 반사되는 전자기파 에너지를 물리적인 접촉없이 측정하여 대상물체의 물리적 성질이나 상태 및 공간적 형태 등을 식별하고 해석하는 탐사기술이다.
본 연구에서는 지상탐사위성인 LANDSAT MSS, LANDSAT TM, SPOT중 가장 정밀한 해상도를 가진(1pixel=20×20m) SPOT 위성에서 얻어진 위성영상 자료를 이용하였다.

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

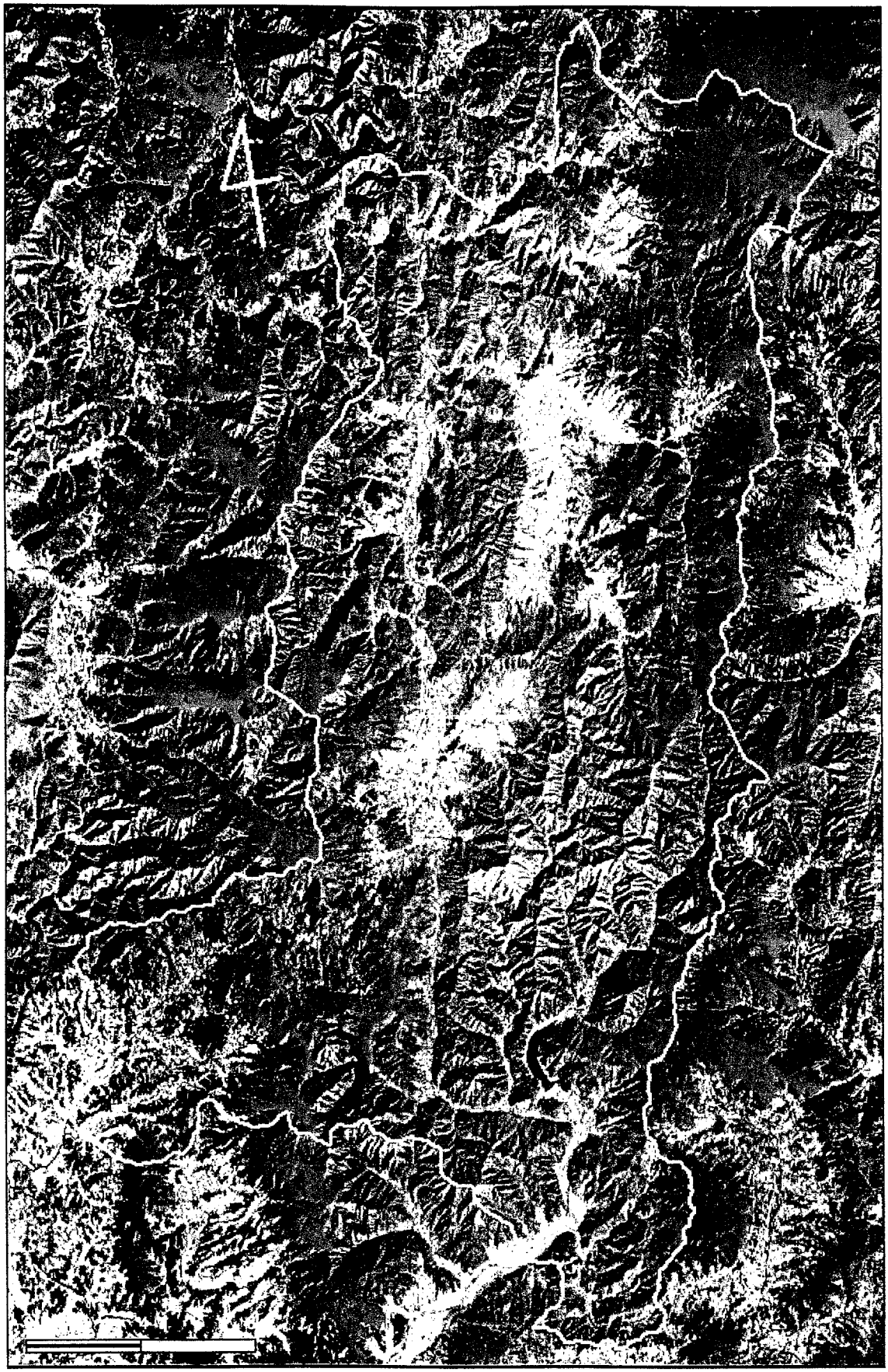
SPOT은 기존의 지상 자원탐사 위성중 최근 발사된 위성으로(1986년, 프랑스) 0.49~0.8㎛의 파장을 가진 가시광선과 0.8~0.91㎛의 적외선을 이용하여 3개의 magnetic band를 가지고 5~26일의 주기로 같은 지역을 조사하게 되는데, 다른 위성들보다 높은 지상분해능을 가지며, 주사주기가 짧아 자료의 update가 빠르고 동일한 면적에서 더 많은 자료를 얻게되는 이점이 있다.

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

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



<그림 3-2> 위성영상 선구조 추출



<그림 3-3> 위성영상 필터링 영상

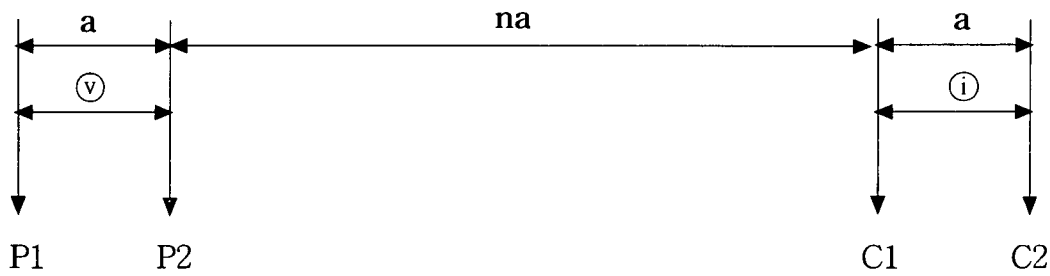
3-2-2. 전기비저항 탐사

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

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

2차원 전기비저항 탐사에 주로 사용되는 전극배열은 단극법(pole-pole), 단극-쌍극자법(pole-dipole), 쌍극자법(dipole-dipole), 웨너법(wenner), 슐럼버져법(Schlumberger)등이 이용된다. 이러한 다양한 전극배열법 중 가장 분해능이 높은 전극배열은 쌍극자 배열이며, 그 다음으로 슐럼버져, 단극-쌍극자, 웨너, 단극배열의 순서이다. 반면에 측정자료의 질을 의미하는 신호대 잡음비(S/N)는 쌍극자배열이 가장 낮으며 슐럼버져, 단극-쌍극자, 웨너, 단극배열의 순서로 증가된다. 이는 측정되는 포텐샬 값의 절대 크기의 증가를 의미하는데 전기비저항이 매우 낮은 지역에서 측정값이 낮아지므로 분해능은 쌍극자배열보다 낮으나 좀더 높은 측정값을 보장할 수 있는 단극-쌍극자 배열이나, 혹은 단극배열을 이용하는 것이 바람직하다. 조사지역의 경우에는 분해능이 높은 쌍극자배열을 이용하여 전기비저항 탐사를 수행하였다.

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



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

<그림 3-4> 쌍극자 탐사 측선 배열 방법

쌍극자배열 탐사는 그림에서와 같이 전류전극과 전위전극의 간격(쌍극자 길이)을 모두 a로 일정하게 고정하고 전류전극과 전위전극 사이를 a, 2a, 3a, · · ·, na 간격으로 단계적으로 이동하면서 전위차를 측정하여 겉보기 비저항 값을 계산한다. 여기서 n은 전극 전개수라 하며 탐사심도를 결정짓는데, 쌍극자 길이 a는 지하구조에 대한 분해능과 밀접한 관계가 있으므로 탐사목적, 정밀도 등을

고려하여 결정한다. 이때 겉보기비저항(Apparent Resistivity)은 두 개의 전류전극에 흘려준 전류의 세기 I, 두개의 전위전극 사이에서 측정된 전위차를 ΔV라 할 때 다음 식으로 표시된다.

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

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

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

수치모델링 역산비저항 해석자료에서는 각 쌍극자 측선별 겉보기비저항 가단면도, 계산된 이론자료의 겉보기비저항 가단면도 그리고 역산결과 해석된 진비저항분포를 칼라화한 2차원 단면 구조도를 도시하였다. 겉보기비저항 가단면도는 겉보기비저항의 분포양상을 천부에서 심부로 갈수록 차례로 저비저항대(청색부), 중간비저항대(녹색부), 고비저항대(적색부)로 나타난다. 고비저항 암체는 상당히 신선하고 치밀·견고한 암반이며, 저비저항 암체는 상대적으로 절리나 균열대, 단층등 파쇄대의 발달이 양호한 암반을 뜻하거나 천부풍화대 등에 의한 영향임을 의미한다. 또한 중간 비저항 암체는 상기 암체 특성의 중간적인 비저항 특성을 보이는

암상이라 하겠다. 그러므로 관심대상인 저비저항 암상은 전기 구조적인 환경(Geoelectric structural environment)으로서 지하수가 유동, 집적되어 부존가능성이 가장 높은 부분인 것으로 간주할 수 있다.

탐사측선 설정 및 측선별 겉보기비저항값은 <표3-2>과 같다. 전체적으로 RMS ERROR가 높은 것은 탐사측선 주변 비닐하우스 경작과 탐사시의 접지 불량으로 인한 것이다.

<표 3-2> 쌍극자 탐사 측선별 총괄표

NO	위 치	측선길이	측선방향	겉보기저항		RMS ERROR
				최소치	최대치	
E - 1	계남면 화양리	500m	NW - SE	28.5	2375	0.253165
E - 2	장계면 월강리	500m	NW - SE	121	1543	0.111941
E - 3	계북면 매계리	500m	SW - NE	552	8801	0.20754
E - 4	계남면 침곡리	500m	S - N	307	2940	1.31722E-43
E - 5	천천면 월곡리	500m	N - S	452	2667	0.136978
E - 6	천천면 봉덕리	500m	N - S	335	1102	0.689144
E - 7	장수읍 동촌리	500m	NW - SE	182	3317	0.878881
E - 8	장수읍 송천리	500m	W - E	141	2591	0.135973
E - 9	장수읍 용계리	500m	SW - NE	20	1658	0.489679
E - 10	장수읍 대성리	500m	SE - NW	286	4146	0.18541
E - 11	산서면 신창리	500m	N - S	75	3652	0.28459
E - 12	산서면 사상리	500m	W - E	66	2488	0.225251
E - 13	번암면 죽산리	500m	NW - SE	448	4882	0.1555
E - 14	번암면 대론리	500m	W - E	452	2379	0.584711
E - 15	번암면 유정리	500m	W - E	65	1762	0.229037

○ E-1 측선

E-1 측선은 계남면 화양리 지역에서 북서-남동방향으로 구릉성 산지와 경작지가 만나는 부근에 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 전체적으로 하부에 고비저항대가 분포되어 50m 하부 심도에서는 지하수 부존가능성은 기대하기 어려우며, 측점 9~10사이의 하부 30~40m 부근의 저비저항대는 소량의 지하수 부존을 예상할수 있다.

○ E-2 측선

E-2 측선은 장계면 월강리 지역에서 북서-남동방향으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 전체적으로 고비저항대가 일정하게 형성되어 있어 단층대나 지질구조대를 통한 지하수 부존 가능성은 희박하다.

○ E-3 측선

E-3 측선은 계북면 매계리 지역에서 남서-북동 방향으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 측점 6~7사이의 하부심도 40~70m 부근에 저비저항대가 분포하여 양호한 지하수 부존 가능성이 예상되므로 추후 정밀한 탐사를 실시하여야 할 것이다.

○ E-4 측선

E-4 측선은 계남면 침곡리 지역에서 남-북 방향으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 전반적으로 고비저항대를 형성하나 지질구조대나 균열대로 예상할 수 있는 저비저항대의 연장이 측점 6~7사이의 하부심도 약 80~100m 부근까지 이르고 있어 지하수 부존 가능성이 예상된다.

○ E-5 측선

E-5 측선은 천천면 월곡리 지역에서 북-남 방향으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 부분적으로 고비저항대가 심도 20~30m 부근에 불규칙적으로 분포되어 지하수 부존가능성은 희박하며, 측점 16~17하부에 부분적으로 저비저항치를 보여 추후 측선의 남측 방향으로 정밀탐사가 이루어져야 할 것이다.

○ E-6 측선

E-6 측선은 천천면 봉덕리 지역에서 북-남 방향으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 측점 15~16사이의 하부심도 약 30~60m 부근에 상대적 저비저항대가 형성되어 지하수 부존 가능성이 높다.

○ E-7 측선

E-7 측선은 장수읍 동촌리 지역에서 북서-남동 방향으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 전체적으로 고비저항대가 형성되고 또한 비교적 상부에 분포하여 지하수 부존 가능성은 희박하다.

○ E-8 측선

E-8 측선은 장수읍 송천리 지역에서 서-동 방향으로 설치하여 측정하였다. 탐사결과 측점 3~5사이에 고비저항대가 형성되며, 측점 6에서 시작하는 저비저항대가 측점 10의 하부심도 50~70m 부근에까지 연장되어 지하수 부존 가능성이 높다.

○ E-9 측선

E-9 측선은 장수읍 용계리 지역에서 남서-북동 방향으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 전체적으로는 고비저항대가 우세하나 측점 6에서 시작하여 측점 3으로 이어지는 저비저항대의 연장성으로 미루어 지하수 부존 가능성이 예상된다.

○ E-10 측선

E-10 측선은 장수읍 대성리 지역에서 남동-북서 방향으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 전체적으로 고비저항대를 형성하며 뚜렷한 지질구조대나 단층대의 연장성이 나타나지 않아 지하수의 부존 가능성은 없는 것으로 판단된다.

○ E-11 측선

E-11 측선은 산서면 신창리 지역에서 북-남 방향으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 측점 11~13사이의 상부에 저비저항대가 형성되며, 측점 8에서 측점 6의 하부 약 100m 지점으로 저비저항대의 연장성이 보여 지하수 부존 가능성이 높다.

○ E-12 측선

E-12 측선은 산서면 사상리 부근에서 서-동 방향으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 측점 14에서 시작하여 측점 17의 하부 80~90m 부근으로 연장되는 저비저항대로 미루어 지하수 부존 가능성이 있다.

○ E-13 측선

E-13 측선은 번암면 죽산리의 동화호 남쪽 용림천변에 북서-남동방향으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 전체적으로 고비저항대를 형성하여 지하수 부존 가능성은 희박하다.

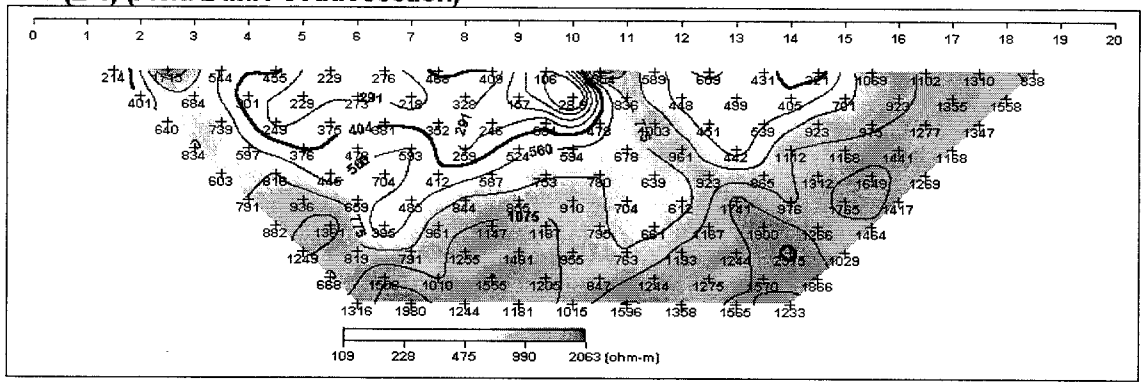
○ E-14 측선

E-14 측선은 번암면 대론리의 88올림픽고속국도변의 경작지를 대상으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 측점 5에서 6사이의 하부심도 30~50m 부근과 측점 14와 16 사이의 하부심도 40~60m 부근에 저비저항대가 형성되어 비교적 상부에 지하수 부존 가능성이 있다.

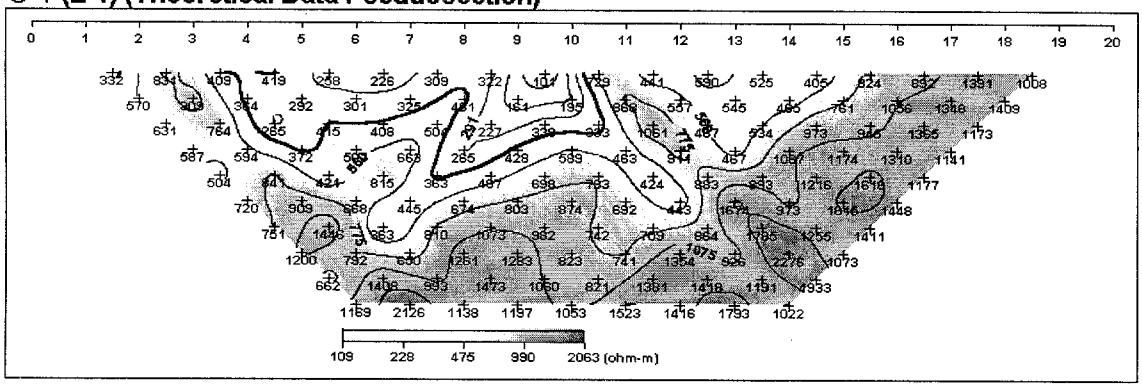
○ E-15 측선

E-15 측선은 번암면 유정리의 88올림픽 고속국도변의 E-14 측선 서측에 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 측점 5에서 6사이의 하부심도 약 40~60m 부근에 저비저항대가 형성되어 있어 비교적 상부에 지하수 부존 가능성이 있다.

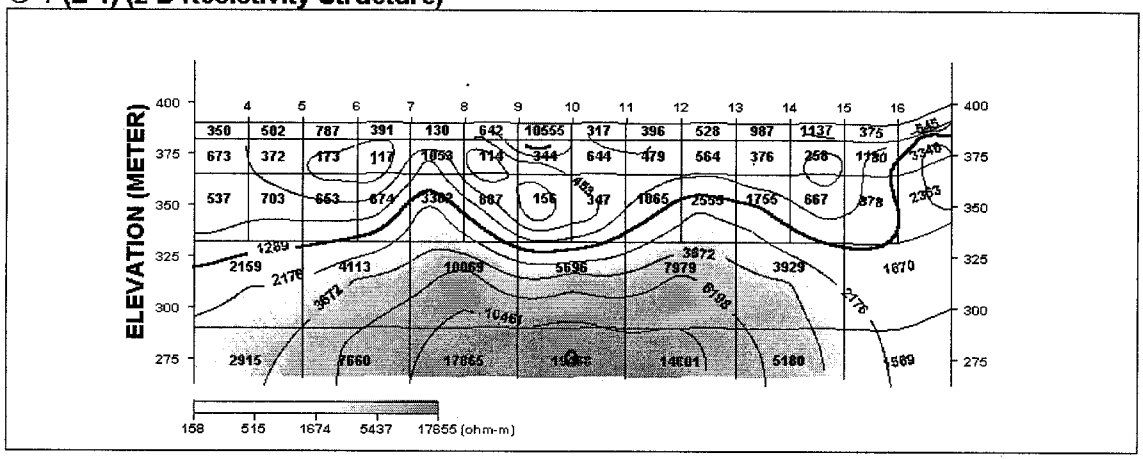
장수(E-1) (Field Data Pseudosection)



장수(E-1) (Theoretical Data Pseudosection)



장수(E-1) (2-D Resistivity Structure)



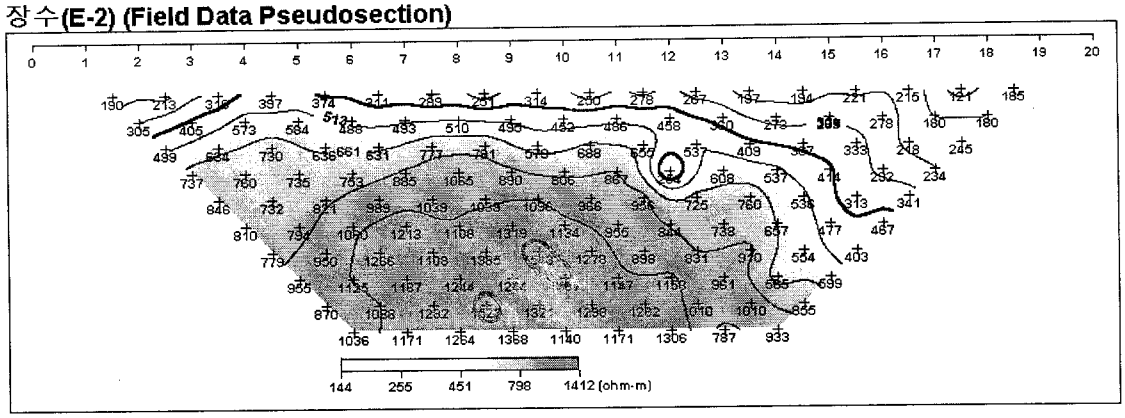
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

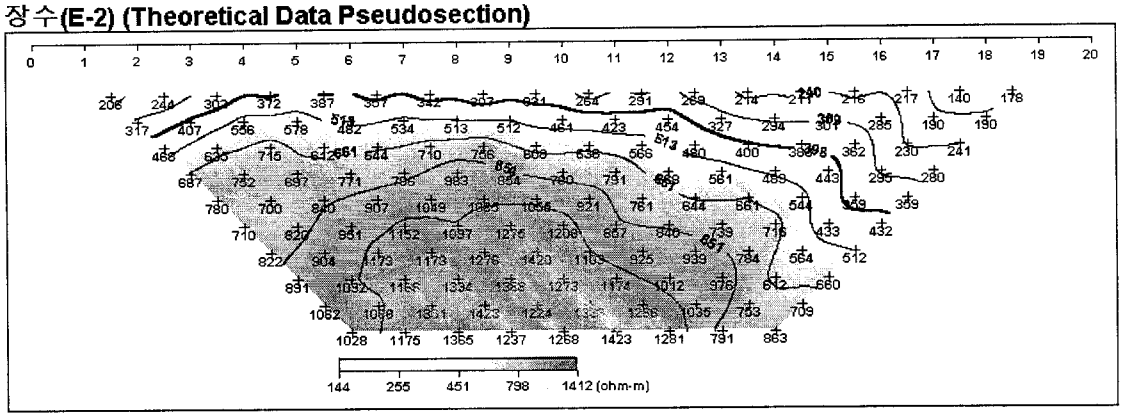
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-5> 측선 E-1 쌍극자 탐사 결과도

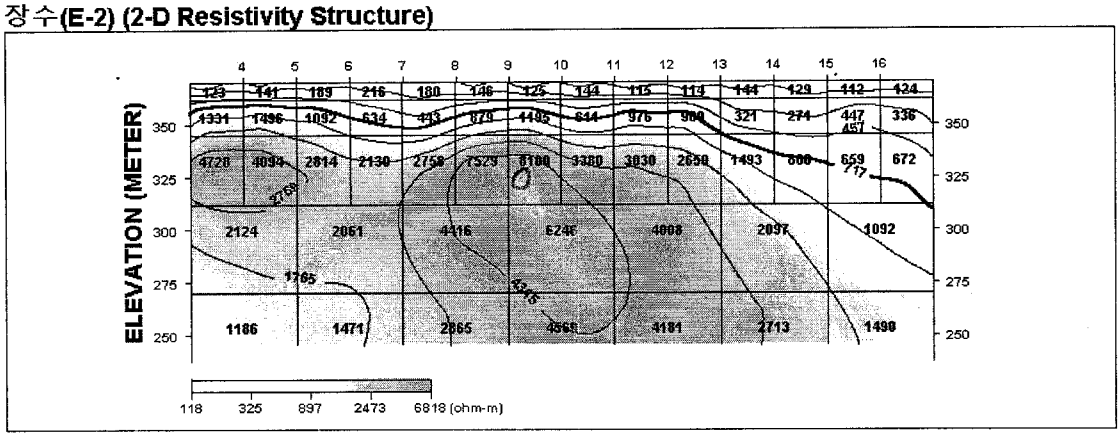
장수(E-2) (Field Data Pseudosection)



장수(E-2) (Theoretical Data Pseudosection)



장수(E-2) (2-D Resistivity Structure)



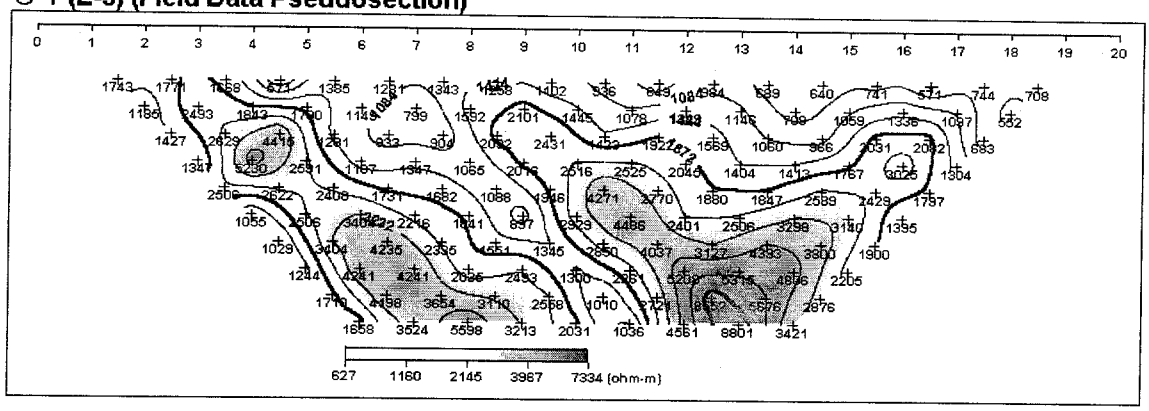
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

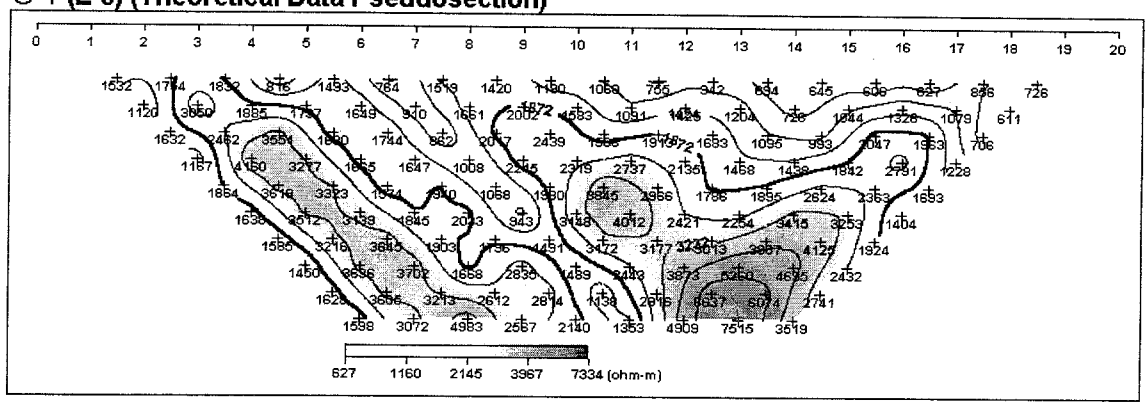
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-6> 측선 E-2 쌍극자 탐사 결과도

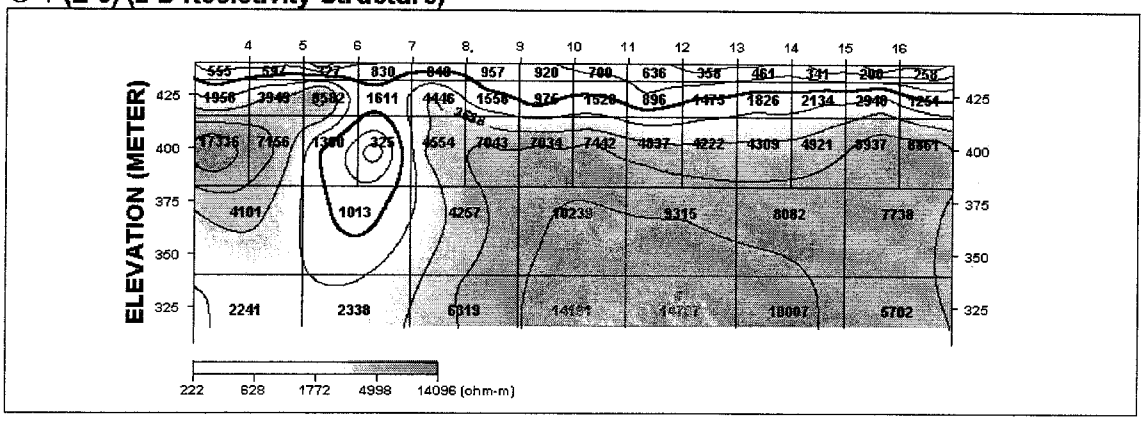
장수(E-3) (Field Data Pseudosection)



장수(E-3) (Theoretical Data Pseudosection)



장수(E-3) (2-D Resistivity Structure)



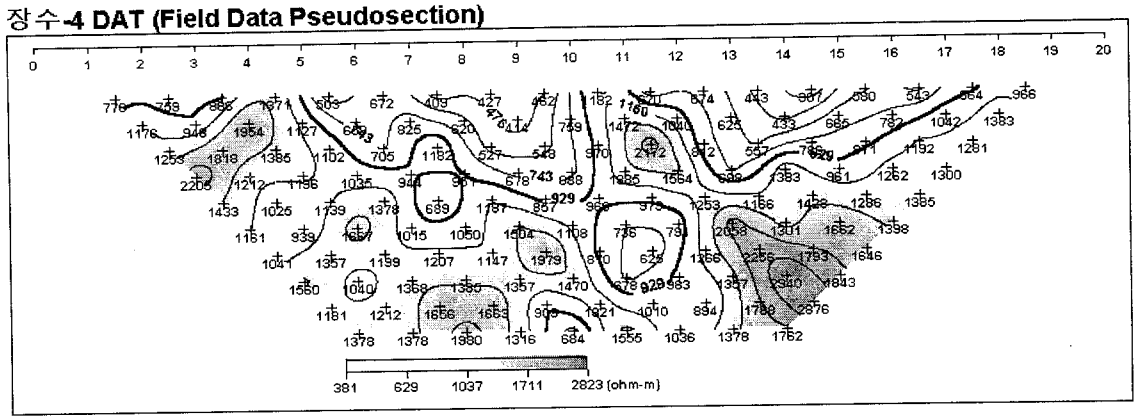
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

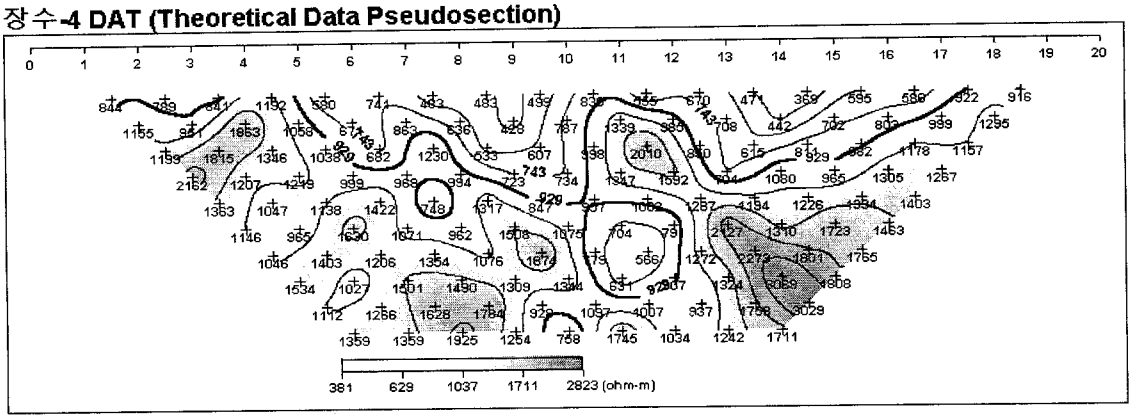
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-7> 측선 E-3 쌍극자 탐사 결과도

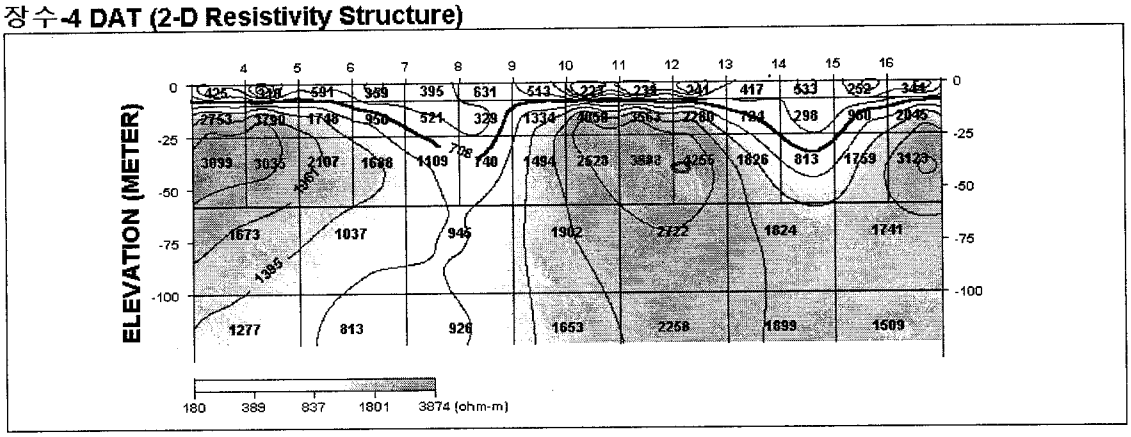
장수-4 DAT (Field Data Pseudosection)



장수-4 DAT (Theoretical Data Pseudosection)



장수-4 DAT (2-D Resistivity Structure)



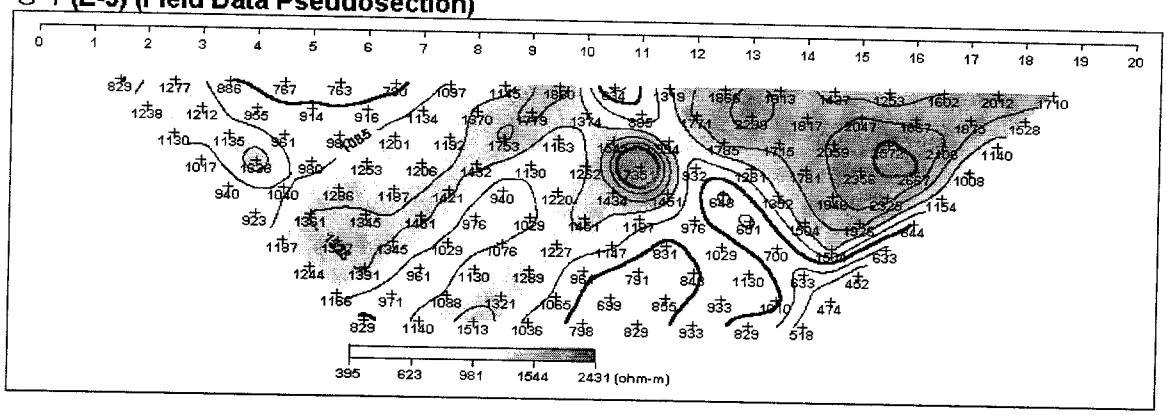
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

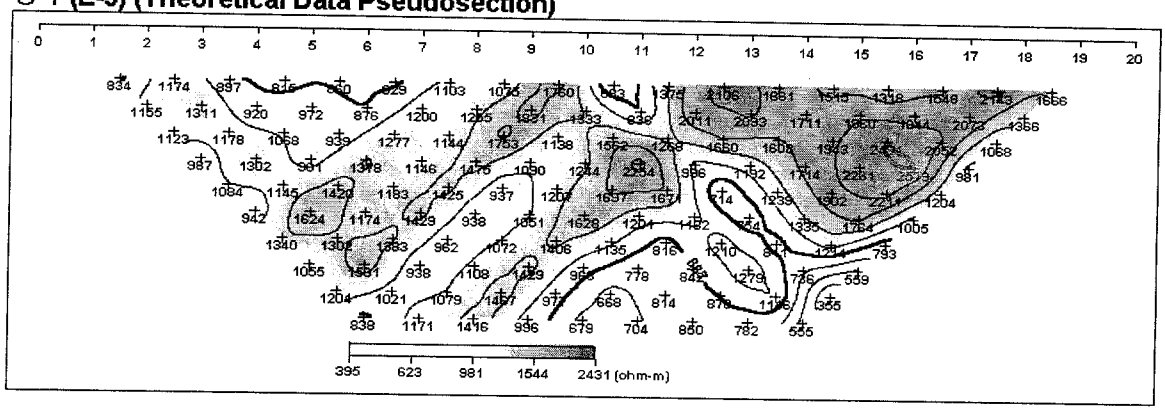
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-8> 측선 E-4 쌍극자 탐사 결과도

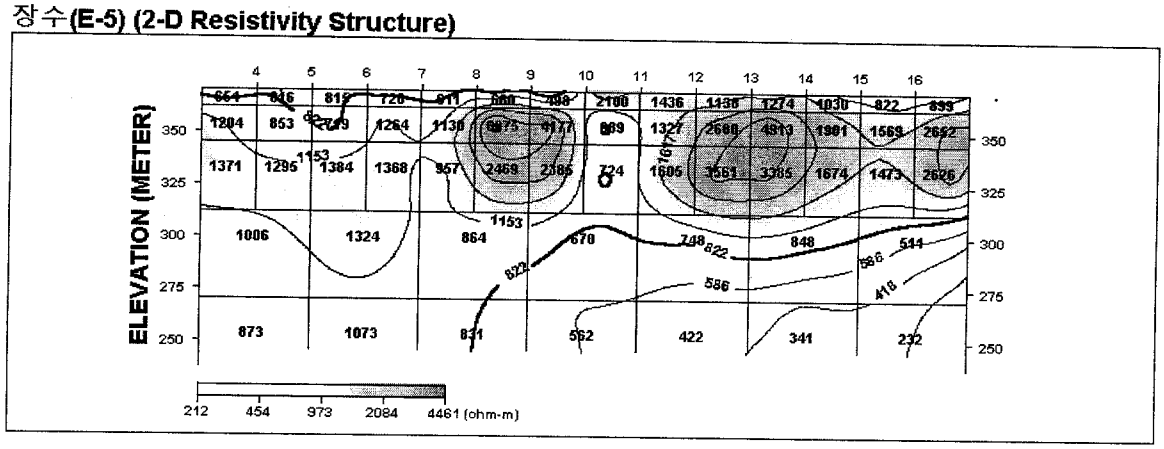
장수(E-5) (Field Data Pseudosection)



장수(E-5) (Theoretical Data Pseudosection)



장수(E-5) (2-D Resistivity Structure)



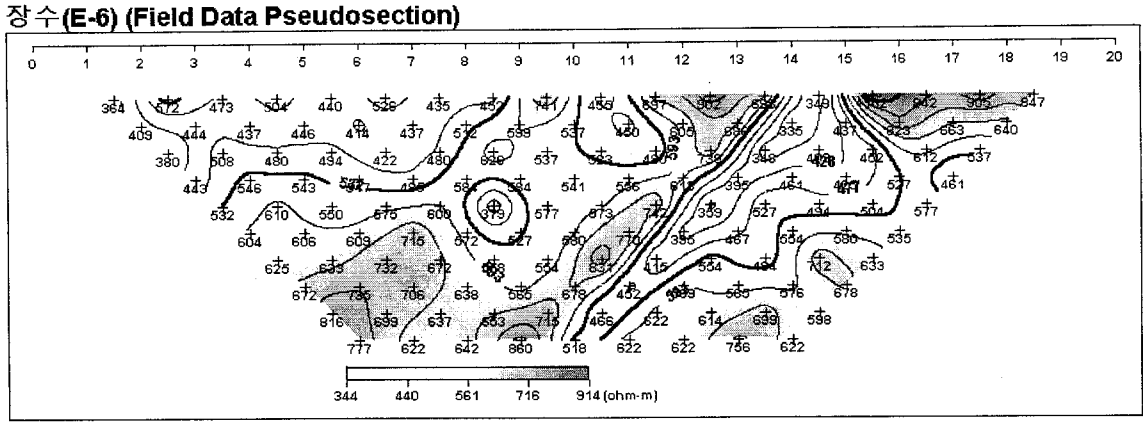
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

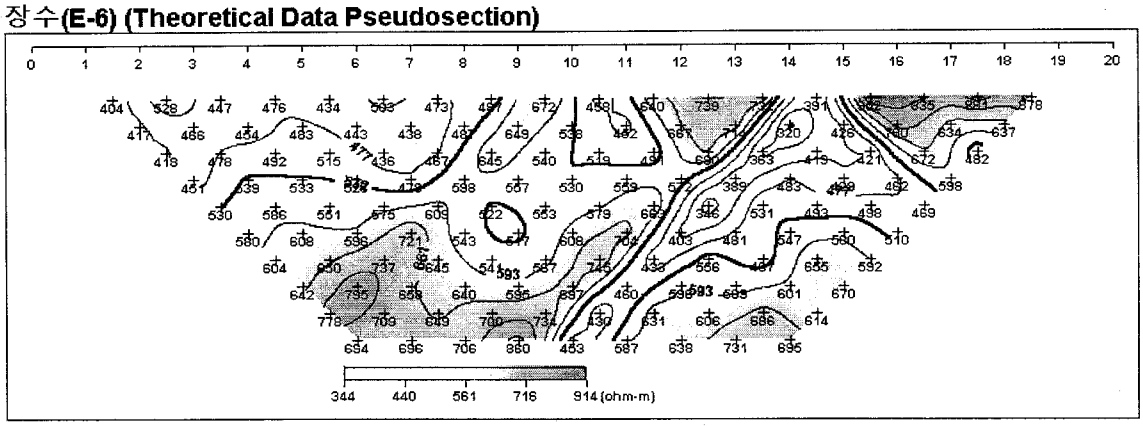
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-9> 측선 E-5 쌍극자 탐사 결과도

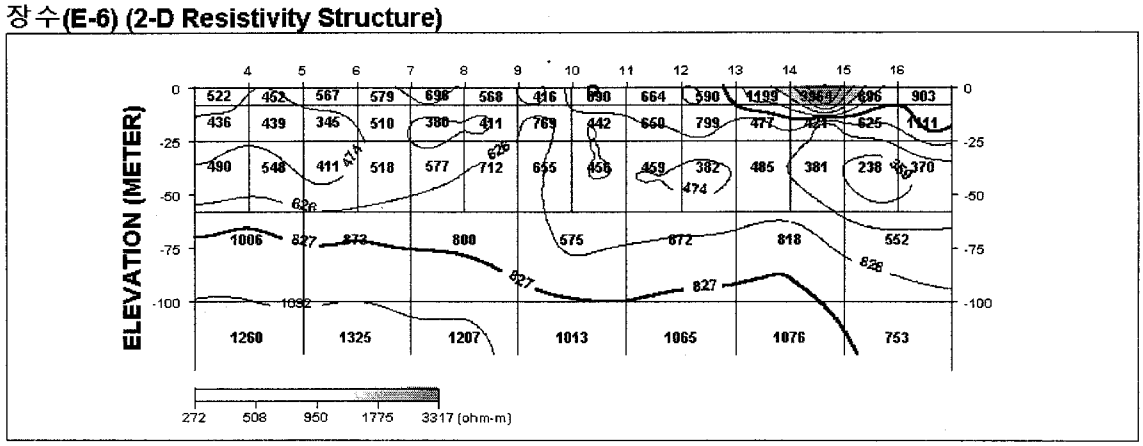
장수(E-6) (Field Data Pseudosection)



장수(E-6) (Theoretical Data Pseudosection)



장수(E-6) (2-D Resistivity Structure)



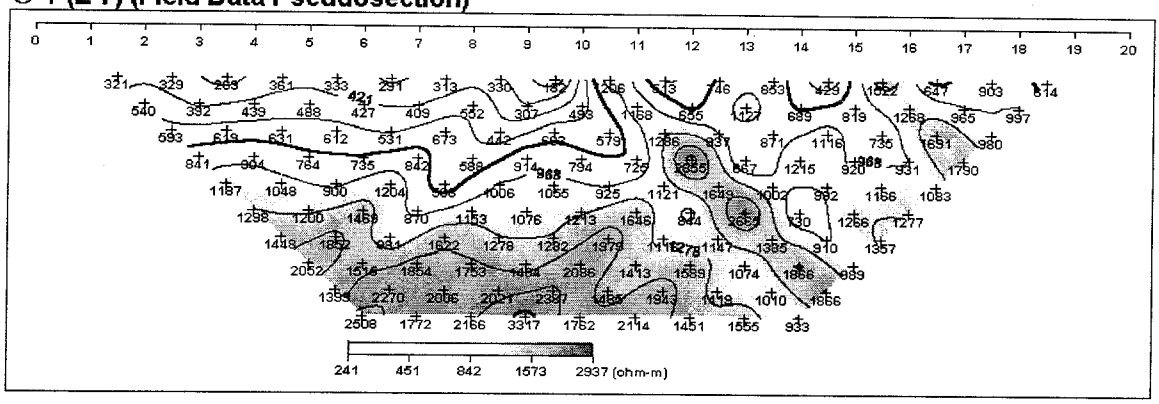
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

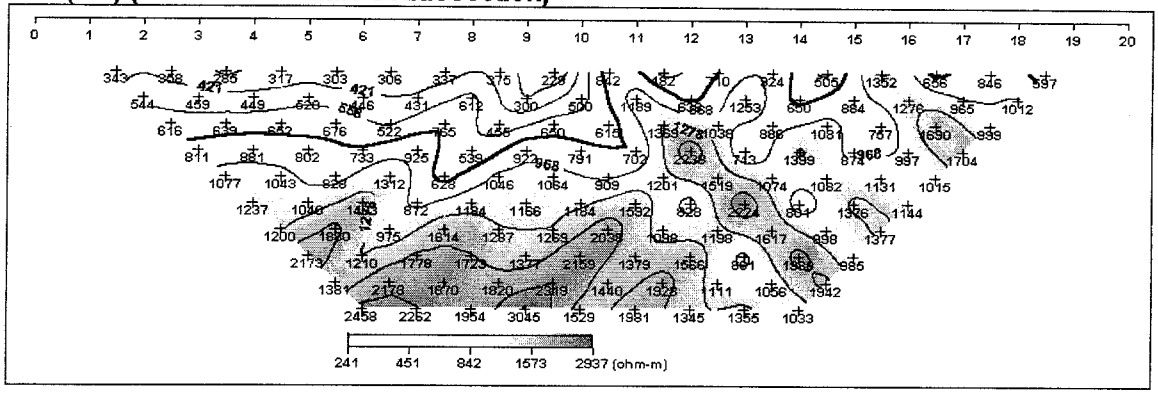
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-10> 측선 E-6 쌍극자 탐사 결과도

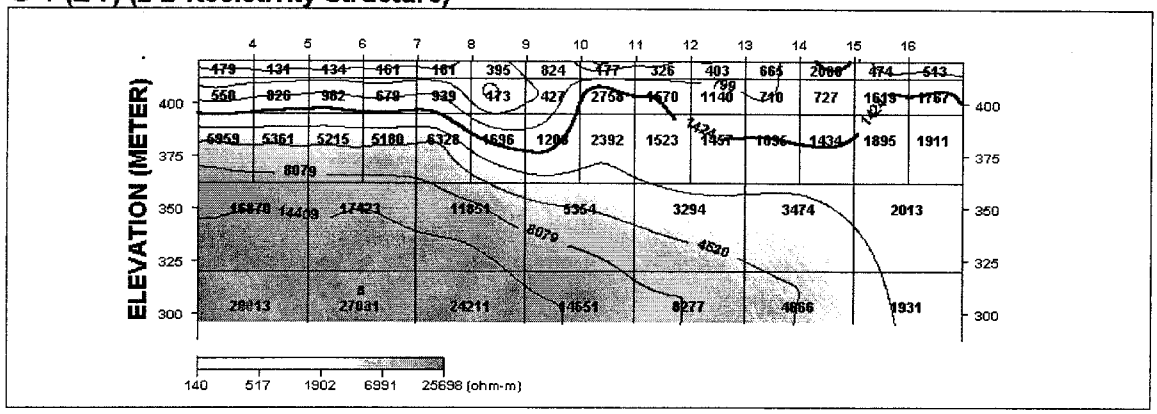
장수(E-7) (Field Data Pseudosection)



장수(E-7) (Theoretical Data Pseudosection)



장수(E-7) (2-D Resistivity Structure)



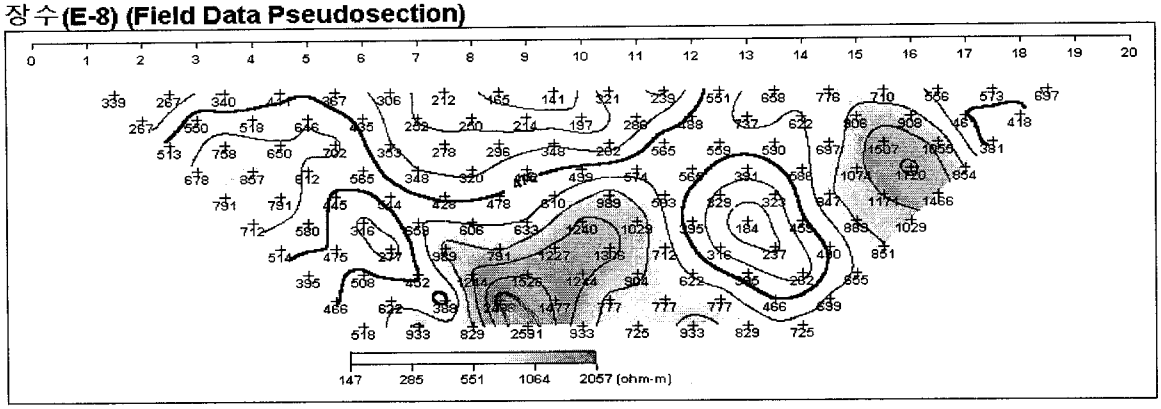
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

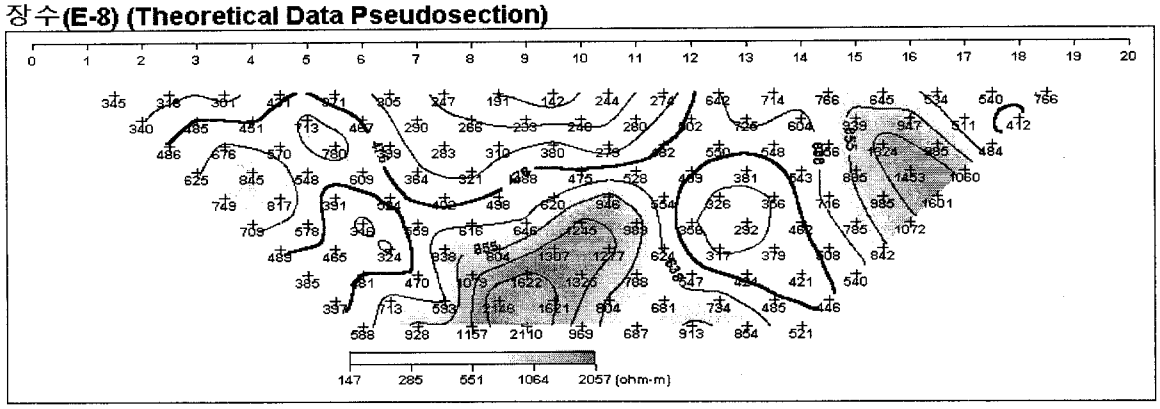
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-11> 측선 E-7 쌍극자 탐사 결과도

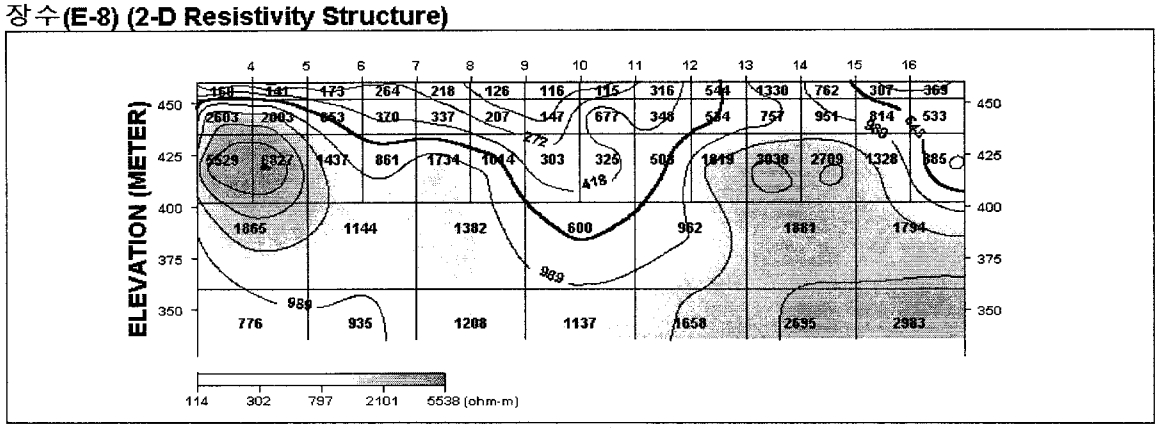
장수(E-8) (Field Data Pseudosection)



장수(E-8) (Theoretical Data Pseudosection)



장수(E-8) (2-D Resistivity Structure)



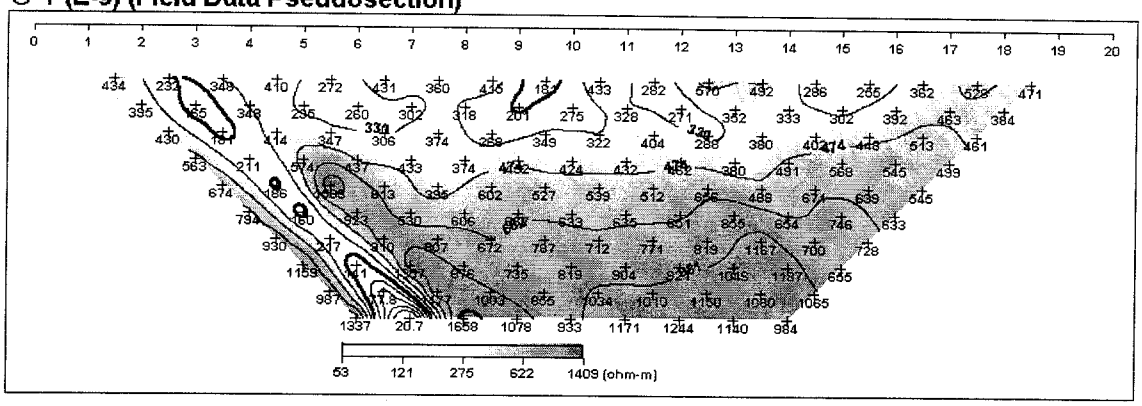
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

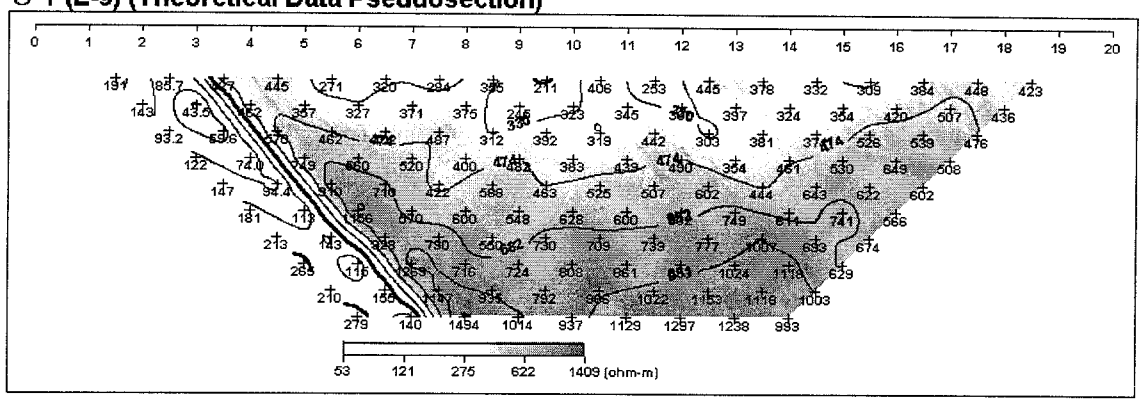
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-12> 측선 E-8 쌍극자 탐사 결과도

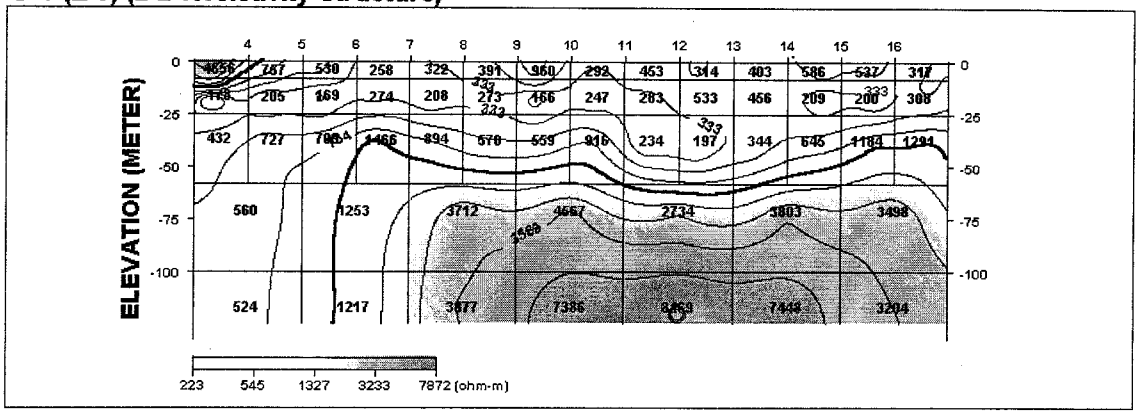
장수(E-9) (Field Data Pseudosection)



장수(E-9) (Theoretical Data Pseudosection)



장수(E-9) (2-D Resistivity Structure)



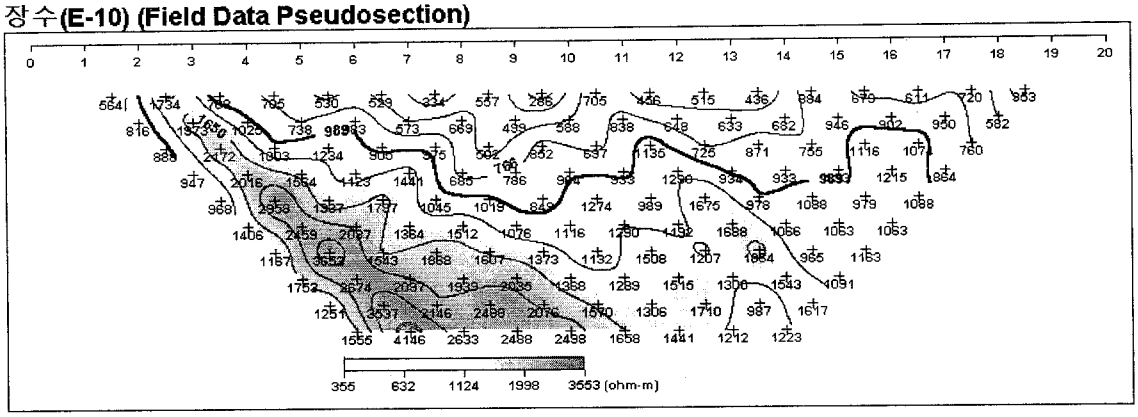
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

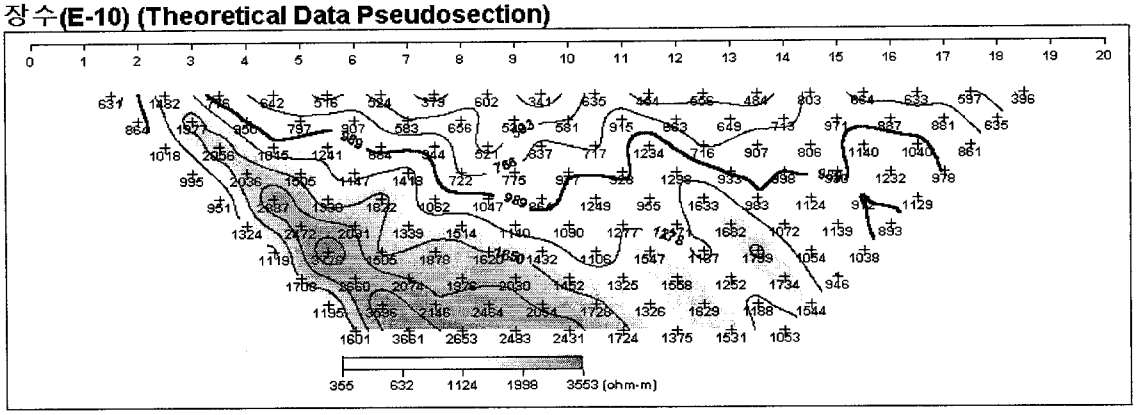
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-13> 측선 E-9 쌍극자 탐사 결과도

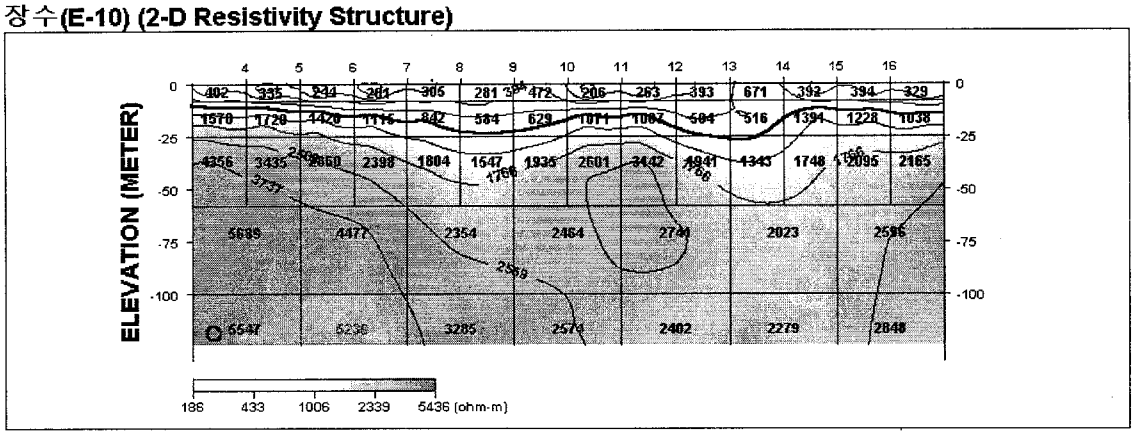
장수(E-10) (Field Data Pseudosection)



장수(E-10) (Theoretical Data Pseudosection)



장수(E-10) (2-D Resistivity Structure)



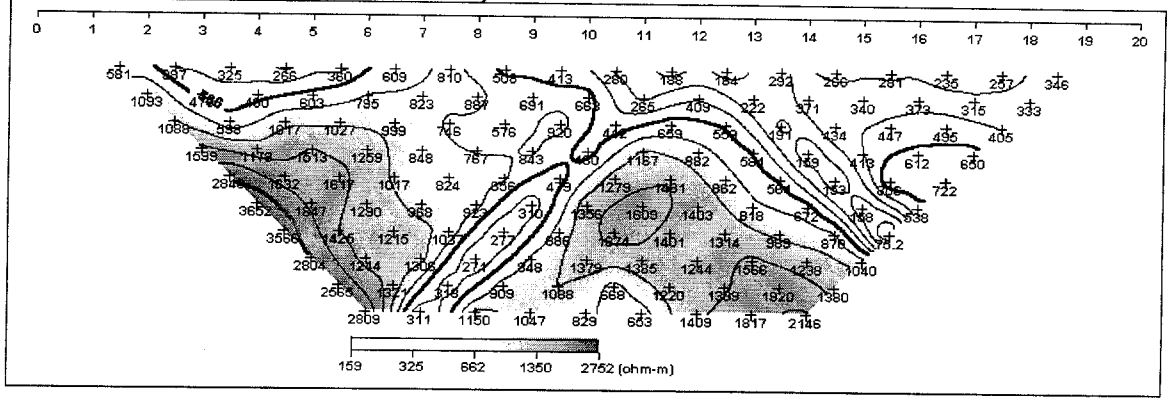
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

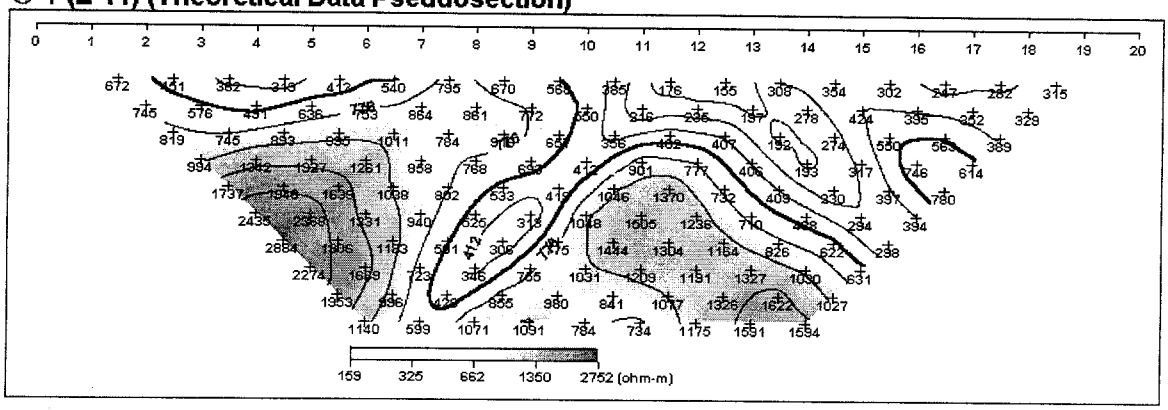
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-14> 측선 E-10 쌍극자 탐사 결과도

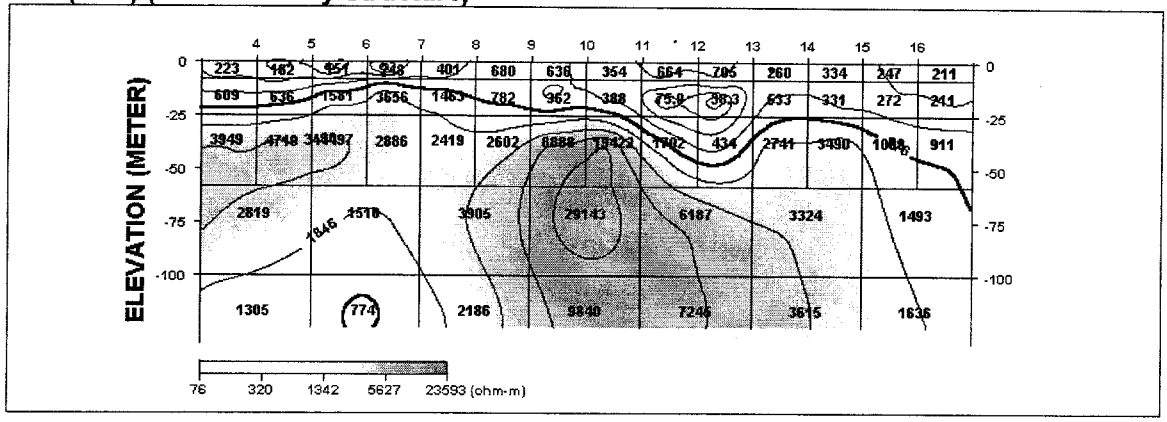
장수(E-11) (Field Data Pseudosection)



장수(E-11) (Theoretical Data Pseudosection)



장수(E-11) (2-D Resistivity Structure)



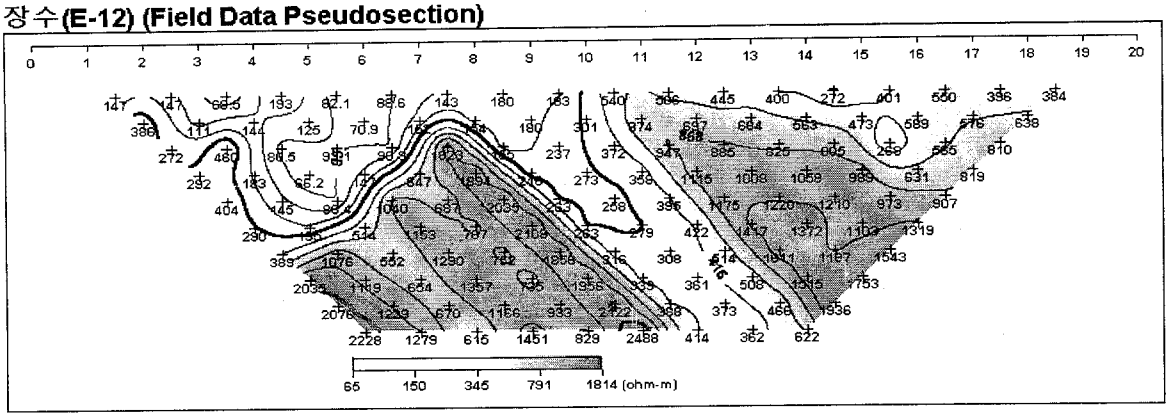
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

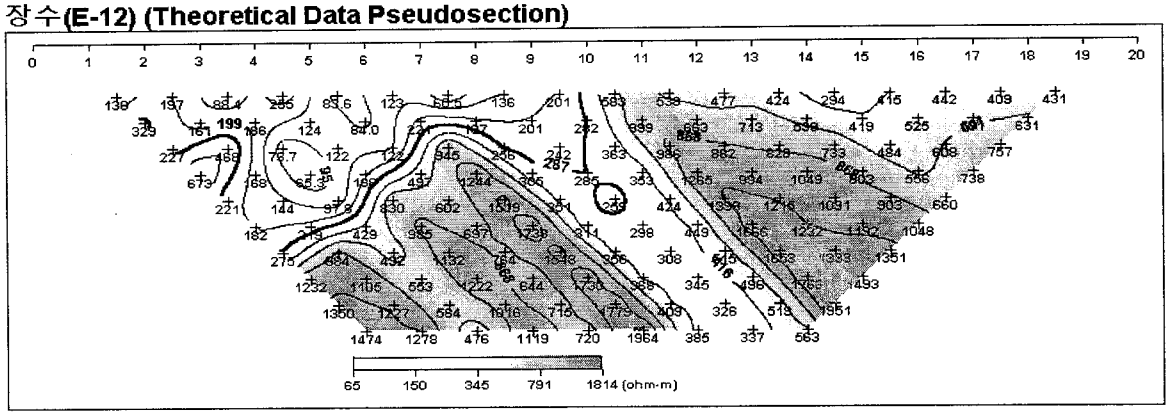
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-15> 측선 E-11 쌍극자 탐사 결과도

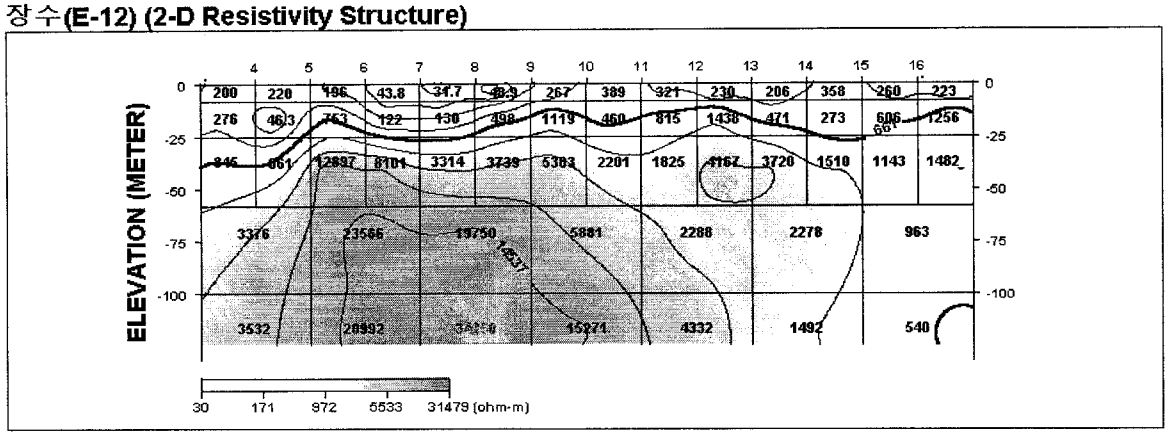
장수(E-12) (Field Data Pseudosection)



장수(E-12) (Theoretical Data Pseudosection)



장수(E-12) (2-D Resistivity Structure)



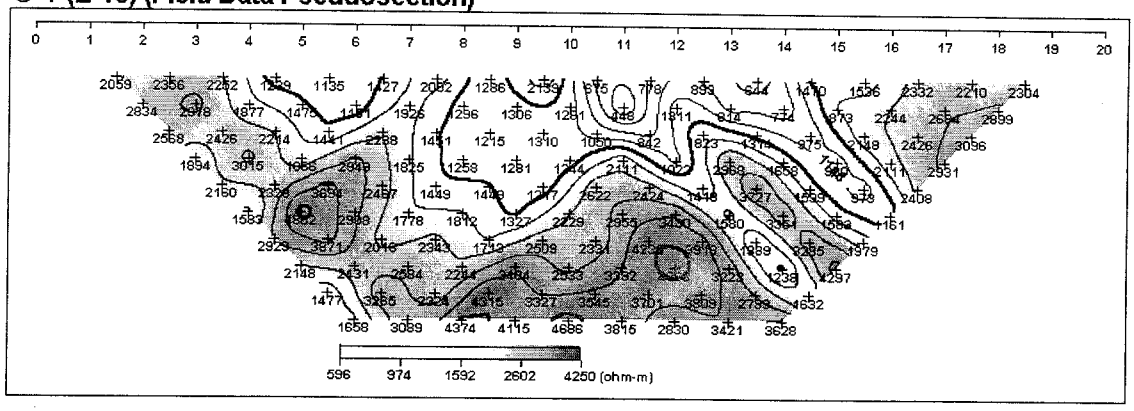
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

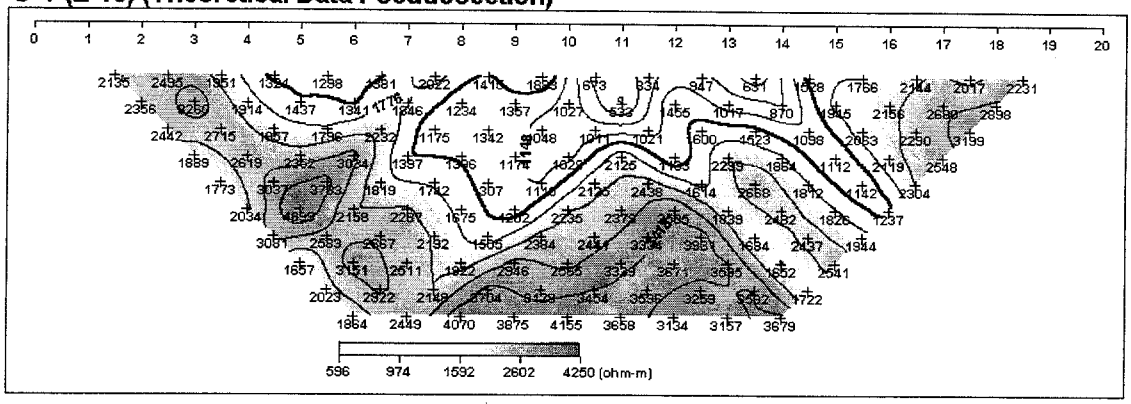
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-16> 측선 E-12 쌍극자 탐사 결과도

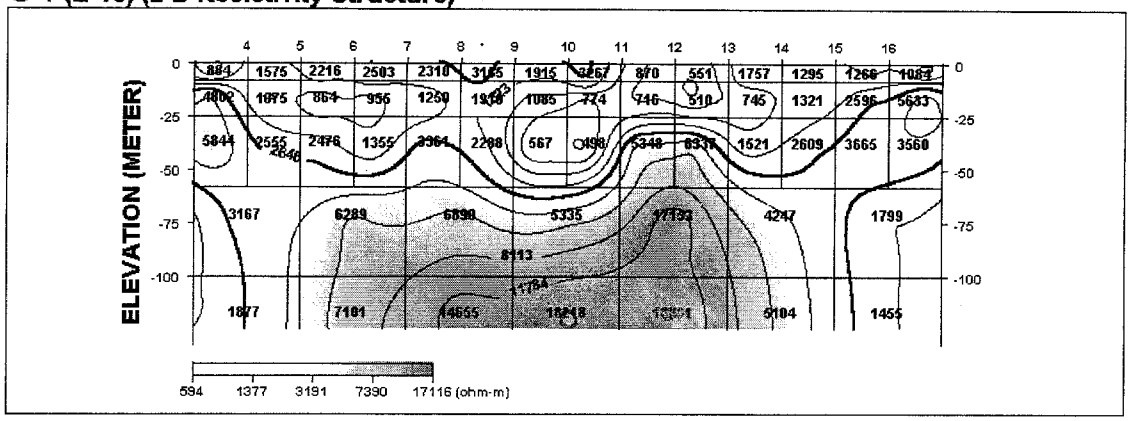
장수(E-13) (Field Data Pseudosection)



장수(E-13) (Theoretical Data Pseudosection)



장수(E-13) (2-D Resistivity Structure)



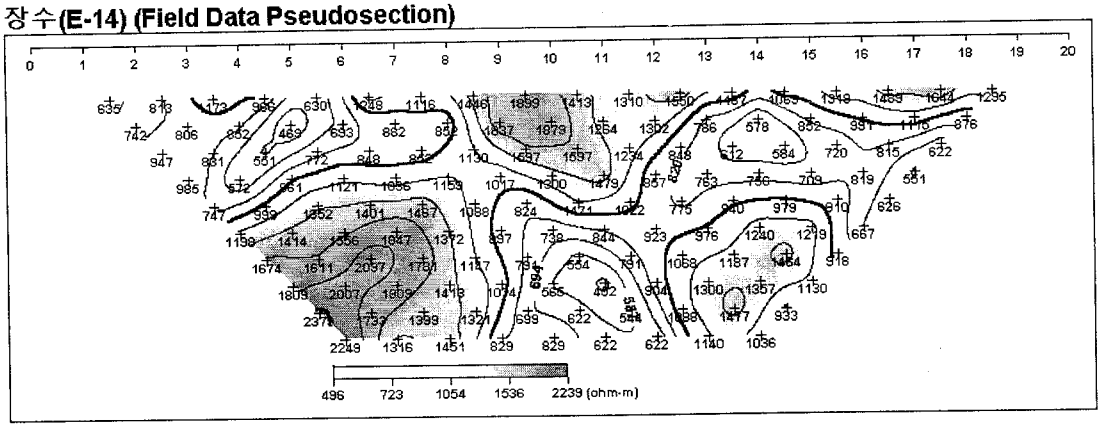
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

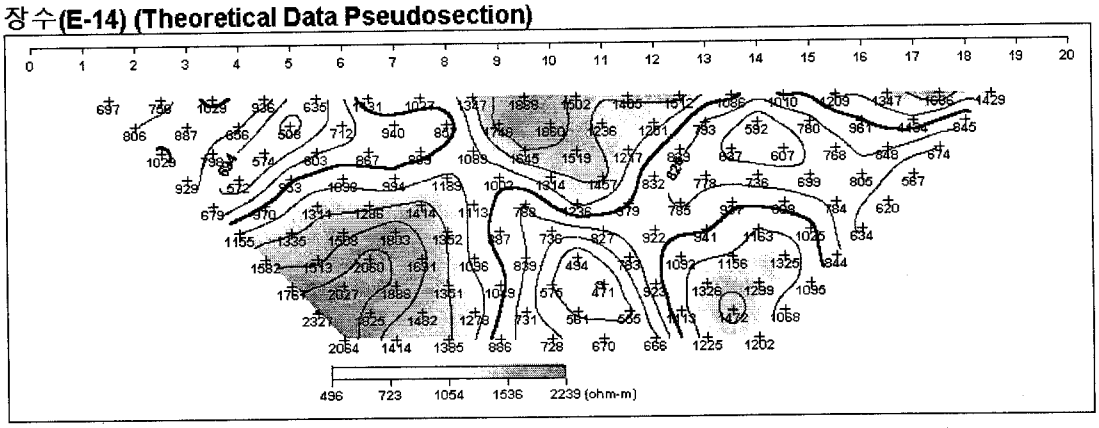
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-17> 측선 E-13 쌍극자 탐사 결과도

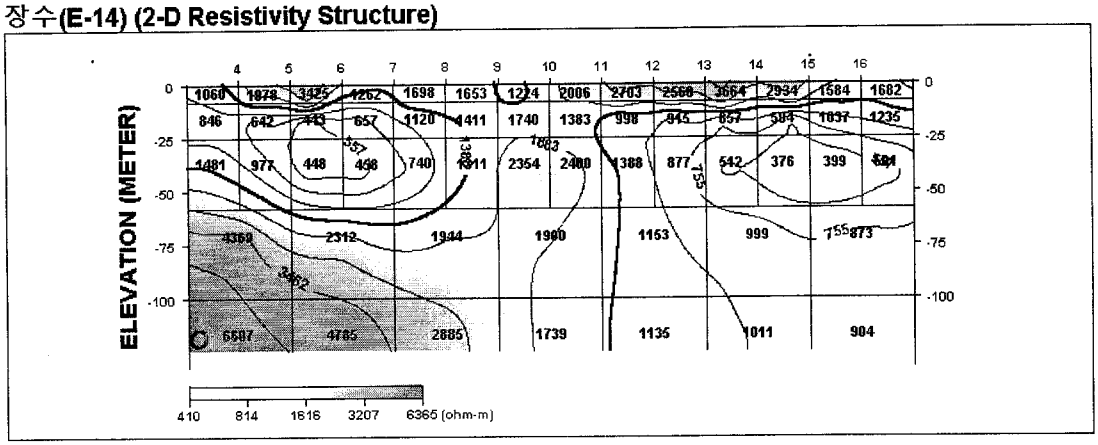
장수(E-14) (Field Data Pseudosection)



장수(E-14) (Theoretical Data Pseudosection)



장수(E-14) (2-D Resistivity Structure)



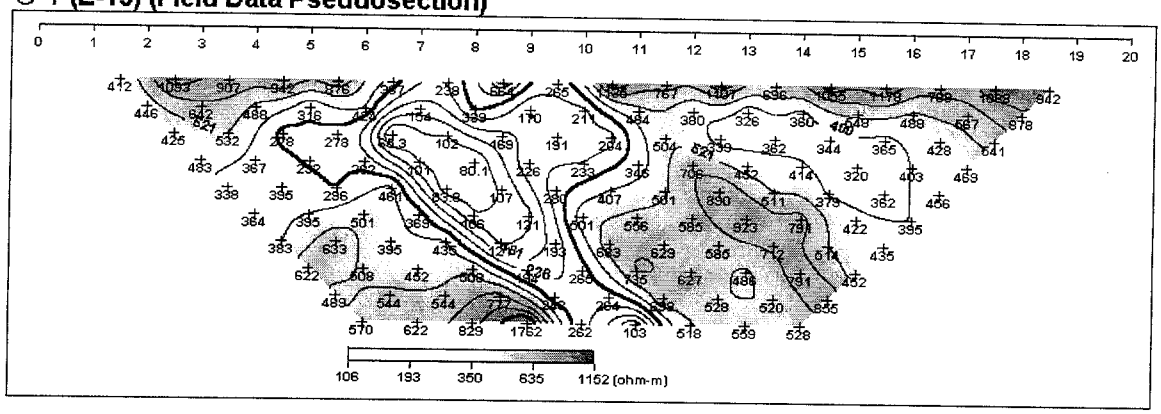
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

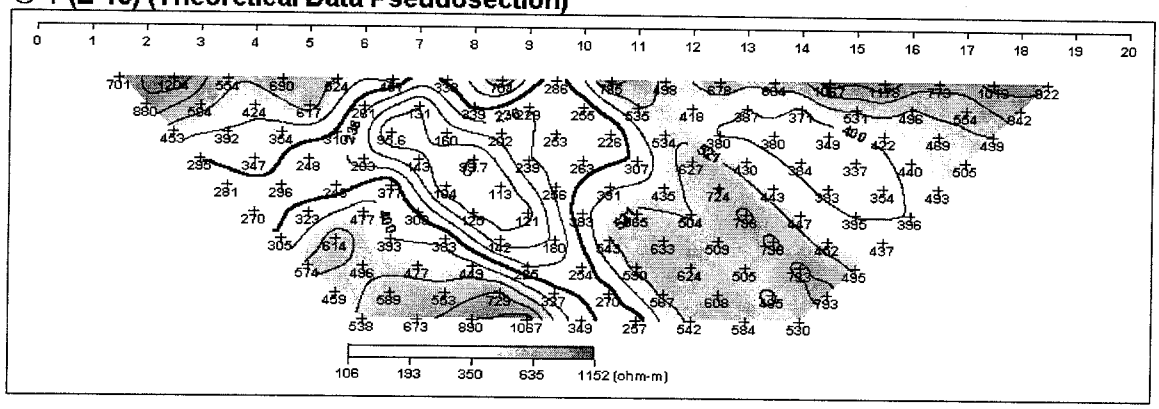
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-18> 측선 E-14 쌍극자 탐사 결과도

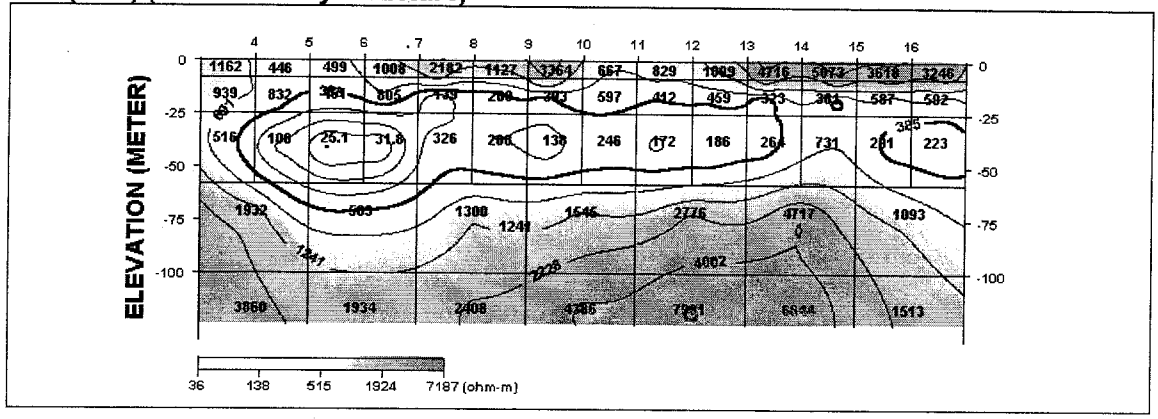
장수(E-15) (Field Data Pseudosection)



장수(E-15) (Theoretical Data Pseudosection)



장수(E-15) (2-D Resistivity Structure)



<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-19> 측선 E-15 쌍극자 탐사 결과도

3-3. 양수시험

3-3-1. 양수시험 일반

양수시험의 목적은 대수층의 특성을 파악하여 대수층에 저류되어 있는 지하수를 정량적으로 평가하는데 있다.

대수층의 특성은 크게 두 가지로 구분되는데 이는 저류능력과 전달능력이며 이를 수치화한 개념이 수리상수인데 수리상수는 수리전도도 (hydraulic conductivity), 투수량계수(transmissivity), 투수계수(permeability) 및 저류계수(storage coefficient)등이다.

한 개의 우물에 장시간에 걸친 계속적인 양수에도 불구하고 급격한 수위변화가 일어나지 않는 범위내에서 채수 할 수 있는 최대양수량을 적정양수량이라 하며 이는 가채수량 또는 안전채수량과 동의어를 쓰이는데 적정양수량은 하나의 수계에 속하는 저류체에서의 공급과 배출을 고려한 전체적인 물수지에 의해서 수량을 계산하여야 하는 것이 원칙이다. 적정양수량의 산출은 영향권 내에는 다른 우물에서의 양수가 없다는 전제조건과 대수층이 무한히 뻗어 있다는 가정하에 산출되기 때문에 저류층의 규모가 의외로 적을 때는 그 값이 정확하지 않는 경우가 있다. 본 조사시에는 착정개발 자료와 예비양수 시험을 통하여 결정하였다.

양수시험시 양수정과 관측정을 동일한 심도에 설치하고, 양수정에서의 지하수 배출로 인하여 발생하는 관측정에서의 수위변화를 측정하고, 이들로부터 수리상수를 계산한다. 양수시험 실시시간은 피압대수층의 경우 대체로 24시간이면 충분한 자료를 얻을 수 있으며, 자유면 대수층의 경우에는 충분한 양의 배수를 위하여 약 72시간정도의 시험이 요구되는 경우도 있다.

양수시험시 측정하는 사항은 양수전의 자연수위, 양수 시작과 종료 시간, 양수량, 양수중의 일정시간별 수위, 양수량 변화시간 등이다. 양수시험시에는 양수정과 이로부터 수m 내지 수십m 떨어진 곳에 1개 이상의 관측정을 굴착하여야 하는데, 양수정에서 지하수를 일정 수량으로 양수하게 되면, 양수된 물의 양을 V-Notch, 유량계 등 유량측정장치로 점검하고, 양수와 함께 양수정 및 관측정에서 수위변화 상태를 계속 측정 기록한다.

본 조사지구 내에서 기설관정 14공에 대해 480분 동안 시간에 따른 수위강하

량을 측정하였으며 그래프 및 수리상수는 AQTESTSOLV(Aquifer Test Solver) 전산 프로그램을 사용하여 산출하였다. <표 3-3>

가. 수리상수

ㅇ투수계수(coefficient of permeability)

수리전도도(hydraulic conductivity)라고 하기도 하며 대수층의 단위 면적당 단위 입력구배에 의한 평균 침투속도의 관계를 밝혔다.

$$\frac{Q}{A} = K \cdot i$$

A : 단면적 ,Q : 유량 , i : 동수구배

ㅇ투수량계수(coefficient of transmissibility)

대수층 전체의 투수성을 나타내는 것으로 투수계수가 K에 대수층 두께 b를 곱한 것이다.

$$T = K \cdot b$$

$$T = \frac{QW(u)}{4\pi \triangle s} : Thies\text{이론식}, \quad T = \frac{2.3Q}{4\pi \triangle s} : Jacob\text{근사식}$$

여기서 T는 투수량계수, Q는 양수량, S는 수위강하량, W(u)는 우물함수, ⊿s는 양수시간 1 Log cycle 에서의 수위차이다

양수시험에서 구한 일정 양수량(Q)에 대한 관측정 시간별 수위강하(s)로 투수량계수(T)를 구하게 된다. 특히 관측정이 없을 경우는 양수정의 수위강하 자료를 이용하기도 한다.

ㅇ저류계수(coefficient of storage)

단위단면적의 Prism에서 배수되는 물의 체적과 배수로 인하여 비게 되는 대수층의 체적비를 말하며 비산출률 sy, 유효공극율 γ와 거의 같다.

단위수두차를 가지는 대수층에서 단위체적을 통하여 대수층 내 유입 또는 유출되는 지하수량과 단위체적과의 비율로서 자유면대수층의 경우는 유효공극율과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 피압대수층의 저류계수는 자유면대수층의 그것보다 현저히 작지만(약 10^{-4} 내외) 커다란 압력을 받고 있기 때문에 많은 양을 채수할 수 있다.

저류계수의 산출은 양수정으로부터 일정거리 만큼 떨어진 관측정의 수위강하자료로 얻어지는 것으로 다음과 관계식으로 표시된다.

$$S=\frac{4Tto}{r^2}:Thies\text{이론식},\ S=\frac{2.25T\,t^2}{r^2}:Jacob\text{근사식}$$

여기서 T : 투수량계수 , t : 양수시간, r : 양수정과 관측정사이의 거리
u : 정호계수 , to : 수위강하가 0인 지점을 만나는 시간 이다.

ㅇ적정양수량

우물의 적정양수량은 기술적 용어로써 양수시 대수층의 성질 또는 양수기에 무리를 주지 않는 범위의 양수량이라고 정의 할 수 있다. 적정양수량은 영향권내에 있는 다른 우물에서 양수가 없고 대수층은 수평으로 무한히 펼쳐 있다는 가정하에서 산출되며 이것은 1일 가채수량의 개념과 같다.

암반대수층의 경우는 양수량을 변화 시키면서 단계양수시험을 실시하여 각 단계의 수위강하량을 측정한 후 양수량별 수위강하량을 양대수방안지에 작도하면, 초기에는 직선형으로 되나 양수량이 증가하면서 변곡점이 나타나는데, 이 시점부터는 양수량 증가와 수위강하량 사이의 균형이 깨져 수위강하가 급격히 증가하는 시점이므로 이를 한계양수량(Critical discharge)으로 정의한다(Kunhiro, 응용지하수학). 일반적으로 적정양수량은 한계양수량을 초과하지 않는 범위에서 정한다.

3-3-2. 양수시험 결과

대수성상수 분석시 투수량계수와 저류계수를 계산하였으나 저류계수는 대수성 시험자료가 양수정에서 측정한 자료에 국한되어 신뢰성이 적다고 평가하였다. (한정상, 1986)

조사지역의 대수층은 지하수면의 압력이 대기압과 차단된 피압대수층이고 지하수 부존형태는 암석내 발달한 1차 공극과 파쇄대, 절리 등의 2차 공극들의 조합에 의해 지하수 유로가 형성되어 있다.

<표 3-3> 양수시험 총괄표

공 번	위 치		심도 (m)	구경 (mm)	양수량 (㎥/d)	투수량계수 (㎡/d)	비 고
	읍·면	리					
103	장수	용계1	135	200	250	12.88	
104	장수	용계2	138	200	250	24.23	
105	장수	노하	75	200	345	8.483	
92	장수	선창	198	200	200	3.585	
94	장수	송천	200	200	200	3.35	
10	계남	중방1	172	200	170	5.813	
11	계남	중방2	150	200	220	28.11	
12	계남	중방3	190	200	220	15.46	
118	천천	장판	185	200	170	45.01	
115	천천	춘동	200	200	200	0.8261	
9	계남	호덕1	130	200	200	39.63	
15	계남	호덕	170	200	180	2.999	
18	계남	호덕1-1	170	200	180	2.125	
64	장계	삼봉	200	200	310	1.281	
23	계북	어전	150	200	250	3.513	

4. 기설관정 이용실태조사

4-1. 기설관정 현황조사

본 조사지구의 지하수 이용실태조사는 건설교통부 두레박 자료와 장수군 지하수 이용현황 자료를 이용 현장조사를 실시하였다. 장수군 지역의 기설관정 이용실태 조사는 기 신고된 관정을 중심으로 이루어졌으며, 이외에 신고되지 않은 심도 20m 내외의 소형 충적관정에 대해서도 용도, 심도, 사용량, 자연수위, 현장간이수질 등 조사 가능한 범위 내에서 실태조사를 실시하여 조사자료로 활용하였다.

조사지구의 지하수 개발·이용시설은 총 3,447개소에 년간 이용량이 3,342천㎥/년이다. 이 가운데 신고시설은 119개소(3.5%)이고 3,328개소(96.5%)가 사용량이 경미하거나 이용이 미비한 기타시설로 이용되고 있다.<표 4-1>

<표 4-1> 지하수 허가·신고현황 (단위: 공, ㎥/년)

지 구	총 계		신고시설		경미시설 및 기타	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
장 수	3,447	3,324,081	119	567,855	3,328	2,830,912

4-1-1. 지하수 이용 및 시설현황

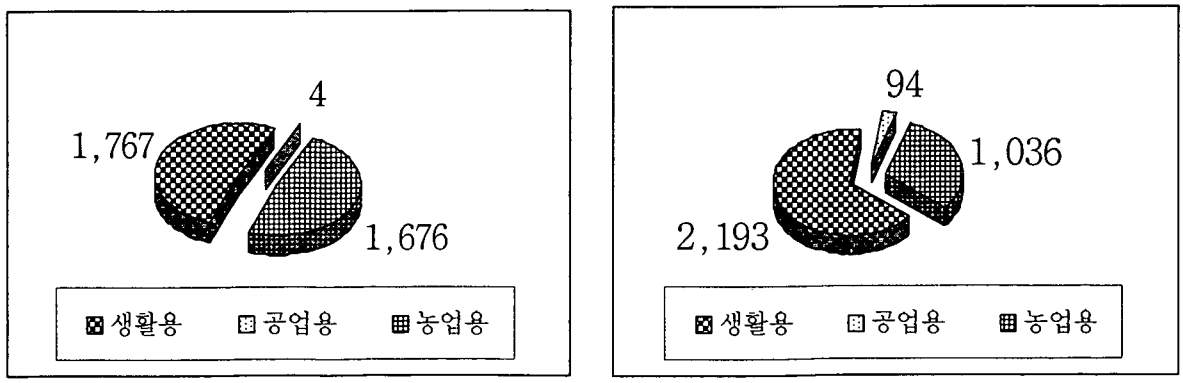
가. 지역별 지하수 이용현황

조사지구의 지하수 개발·이용시설은 총 3,447개소이며 이중 생활용수 1,767개소(51.3%), 농업용수 1,676개소(48.6%), 공업용수 4개소(0.1%) 순으로 생활용 개발관정이 가장 많았으며 지하수 이용량에서도 생활용수 2,193천㎥/년(66%), 농업용수1,036천㎥/년(31.2%), 공업용수 94천㎥/년(2.8%) 순으로 생활용수 이용량이 가장

많다. 행정구역별 지하수 개발·이용시설과 지하수 이용량은 장수읍이 가장 많거나 높고 천천면이 가장 적거나 낮다. 장수읍의 지하수 시설은 1,013개소(29.4%)이며 년간 이용량은 938천㎥/년으로 전체 이용량의 28.2%에 해당한다. 천천면의 경우 196개소(5.7%)가 개발되어 이용량은 160천㎥/년으로 전체 이용량의 4.8%에 해당한다.<표 4-2, 그림 4-1>

<표 4-2> 행정구역별 지하수 이용현황 (단위: 공, ㎥/년)

행정구역		총 계		생활용		공업용		농업용	
		개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
장수군	계	3,447	3,324,081	1,767	2,193,232	4	94,450	1,676	1,036,399
	장수읍	1,013	938,886	379	530,300	0	0	634	408,586
	계남면	622	539,093	265	312,797	0	0	357	226,296
	계북면	283	214,940	221	165,140	0	0	62	49,800
	번암면	235	224,337	196	201,765	0	0	39	22,572
	산서면	683	786,674	447	630,630	0	0	236	156,044
	장계면	415	459,908	188	213,600	4	94,450	223	151,858
	천천면	196	160,243	71	139,000	0	0	125	21,243



<그림 4-1> 기설관정 개소수(공) 및 이용량(㎥/년)

나. 용도별 지하수 이용현황

○ 생활용 지하수

생활용수는 이용형태에 따라 상수도, 간이급수, 학교, 국방, 민방위급수와 목욕탕, 음식점, 일반 가정용 지하수 등으로 구분할 수 있다. 조사지구의 생활용 지하수 시설은 총 1,767개소 이며 이용량은 2,193천㎥/년이다. 조사지구의 상수도 보급율은 25.8%로 매우 낮아 미급수지역에서의 생활용수 공급은 대부분 소규모 천부 지하수를 개발 사용하고 있다. 가정용 및 간이상수도용 지하수 시설은 총 1,649개소(93.3%)이며 이용량은 1,880천㎥/년(85.7%)이다.<표 4-3>

<표 4-3> 생활용 지하수 이용현황 (단위: 공, ㎥/년)

총 계		가정용		일반용		학교용		민방위용	
개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
1,767	2,193,232	1,633	1,763,857	18	38,955	21	95,070	1	12,000
공동주택용		간이상수도용		상수도용		농업·생활겸용		기타	
개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
3	8,400	16	116,500	2	40,000	65	72,000	8	46,450

○ 농업용 지하수

조사지구의 농업용 지하수 시설은 총 1,676개소가 개발되어 전작용, 답작용, 원예용으로 년간 1,036천㎥이 농업용수로 이용되고 있다. 세부용도별 이용량은 답작용이 889천㎥/년(85.9%), 전작용 92천㎥/년(8.9%), 원예용 54천㎥/년(5.2%)으로 대부분 답작용이 개발·이용되고 있다. 장수군 지역의 수리답율은 약 69%에 해당되며 농업용지 면적은 전체 토지 면적의 15.5%로 도내 타군에 비해 낮으나 경작에 필요한 농업용수 수량은 부족한 실정이다. 수리불안전답 및 천수답의 경우 대부분

농업용 관정을 개발해 경작에 필요한 수량을 공급받고 있는 실정이나 그 수량 또한 매우 부족한 상황이다. 한편 수년전부터는 가축사육에 있어서 사육두수가 증가함은 물론 대규모 축산단지가 조성되어 축산용수 이용량이 증가하고 있는 추세이다.<표 4-4>

<표 4-4> 농업용 지하수 이용현황 (단위: 공, ㎥/년)

총 계		전작용		답작용		원예용 및 기타	
개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
1,676	1,036,399	103	92,192	1,527	889,907	3	54,300

4-1-2. 지하수 이용특성

가. 공당지하수 이용량

조사지구의 지하수 개발·이용 시설수는 총 3,447개소로 3,324천㎥/년이 이용되고 있으며 공당 지하수 이용량은 964.3㎥/년이다.<표 4-5>

<표 4-5> 공당 지하수 이용현황

지 구	개소수	년이용량 (㎥/년)	일이용량 (㎥/일)	공당년이용량 (㎥/년/공)	공당일이용량 (㎥/일/공)
장 수	3,447	3,324,081	9,107.1	964.3	2.6

나. 단위면적당 지하수 이용현황

조사지구의 단위면적당 지하수 이용량은 단위면적 즉 1㎢당 6,228㎥/년이 이용되고 있다. <표 4-6>

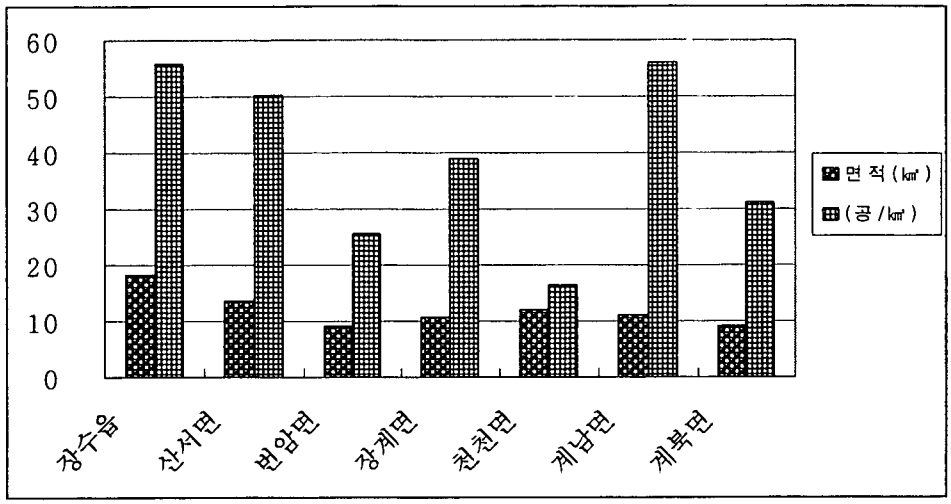
<표 4-6> 단위면적당 지하수 이용현황

지 구	이용량(㎥/년)	면적(㎢)	단위면적당 이용량	
			(㎥/년/㎢)	(㎥/일/㎢)
장 수	3,324,081	533.73	6,228	17.1

조사지구의 토지지목상 전, 답, 과수원이 점유하는 단위면적 즉 1㎢당 지하수 개발공수로 나누어 추정하면 계남면 지역이 단위면적당 56.1공이 개발되어 정호밀도가 가장 높게 나타나고 장수읍이 55.7공, 산서면 50.3공 순이며 천천면이 가장 낮은 16.4공이 개발되어 이용되고 있다. 단위면적당 개발공수는 생활용 관정이 포함된 것으로 해당 읍·면의 인구분포와 토지면적 그리고 지표수 이용시설과 상관관계를 나타낸다. <표 4-7, 그림 4-2>

<표 4-7> 단위면적당 지하수 개발공수

지 구		면적(㎢)	공수	단위면적당 개발공수 (공/㎢)
장 수	계	83.74	3,447	41.16
	장수읍	18.18	1,013	55.7
	산서면	13.59	683	50.3
	번암면	9.19	235	25.6
	장계면	10.66	415	38.9
	천천면	11.96	196	16.4
	계남면	11.08	622	56.1
	계북면	9.08	283	31.2



<그림 4-2> 단위면적당 지하수 개발공수

다. 양수능력별 지하수 이용현황

조사지구에 개발된 정호의 양수능력별 지하수 개발·이용 특성은 30~100㎥/일 미만의 정호가 1,739개소(50.4%)가 개발되어 년간 1,177천㎥이 이용되고 있고 중, 대형 암반관정에 해당하는 100㎥/이상의 정호는 83개소(2.4%)가 개발되어 년간 496천㎥이 이용되고 있다. 또한 양수능력에 따른 용도별 개발·이용 특성은 30㎥/일 미만의 정호는 생활용 지하수로 개발·이용되고 있으며, 30㎥/일 이상 100㎥/일 이하의 양수능력을 가지는 정호는 지방상수도 및 간이상수도용 및 농업용수로 개발·이용되고 있다. <표 4-8>

<표 4-8> 양수능력별 지하수 이용현황

구분	총 계		0-30㎥/일 미만		30이상 100이하		100초과 150이하		150㎥/일 초과	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
계	3,447	3,324,081	1,625	1,650,047	1,739	1,177,894	20	84,900	63	411,240
생활용	1,767	2,193,232	1,620	1,649,787	119	246,445	8	54,300	20	242,700
공업용	4	94,450	0	0	3	50,650	0	0	1	43,800
농업용	1,676	1,036,399	5	260	1,617	880,799	12	30,600	42,	124,740

4-2. 기설관정 지하수위조사

대수층에 설치된 관정으로부터 지하수위를 조사하여 지하수위등고선도를 작성할 수 있다. 동일한 지하수위를 서로 연결한 선을 등수위선(equipotential line)이라고 하며, 등수위선을 서로 연결한 측고면을 지하수위 등고선도(potentiometic map) 또는 등수위선도라 한다.

대수층은 포화대의 최상단면에서 작용하는 압력이나 자유수면의 존재 여부에 따라 자유면대수층과 피압대수층으로 구분한다. 자유면대수층(충적대수층)의 지하수면(Water table)은 포화대의 최상단면으로서 비포화대의 공극을 통해 대기와 직접 접하고 있다. 따라서 지하수면에 작용하는 압력은 그 지역의 대기압과 동일하다. 그러므로 자유면대수층의 지하수면은 지하수위의 최상위에 위치한 물리적인 경계면으로써 계절에 따라 상하로 유동 가능하며 강수의 지하 함양이나 자연적인 지하수의 배출로 인해 주기적으로 변동한다. 따라서 지하수위의 변화는 자유면대수층 포화대의 두께 변화를 의미하며 이는 곧 지하수 저장량의 변화를 의미한다.

이와는 달리 포화대의 상하부가 불투수층으로 피복되어 있을 때는 대수층이 심한 압력을 받게 된다. 이러한 구속 대수층을 피압대수층이라 한다. 이러한 대수층에 개발된 관정의 지하수위가 변동하는 것은 피압대수층의 지하수 저장량의 변동이기보다는 피압대수층 최상단면에서의 압력변화를 의미한다.

지하수위의 관측은 대수층에 설치한 우물의 지하수위를 해발표고로 표시한 지하수위 등고선도를 작성함으로써 지하수의 흐름과 대수층내에서 지하수의 유동방향 그리고 개발 가능성, 개발 양수량을 파악하는 데 유용하다.

본 보고서에서는 충적층이 발달한 소유역별로 기 개발된 농업용 소형 충적관정 및 암반관정을 대상으로 지하수위조사를 실시하였으며 지하수위 등고선도를 작성하여 이를 지하수의 흐름과 연계하여 해석하였다. 수위관측은 동일조건에서 일제조사를 통해 자료를 획득해야 하나 조사지역의 여건 및 제한된 인력과 시간에 따라 획득한 자료의 신뢰성이 다소 결여된 점을 언급해 둔다.

장수군 지역에서 실시한 지하수위 조사는 총 130개소로 평균 지하수위는 6.0m

였다. 읍면별 평균 수위는 계남면(18개소) 6.08m, 계북면(15개소) 5.35m, 번암면(18개소) 8.33m, 산서면(12개소) 7.58m, 장계면(15개소) 4.76m, 장수읍(40개소) 5.6m로 조사되었다.<부록 참조>

5. 수질 및 잠재오염원조사

지하수의 수질은 지하수와 지층간의 장시간에 걸친 상호작용에 의해 형성되어진 것이다. 지하수자원을 평가할 때, 지하수의 화학조성의 연구는 지하수의 운동, 저유 및 함양의 연구와 함께 중요하다. 이는 음료수, 각종 생활용수, 농업용수, 공업용수에 적합한가의 가부를 판단하기 위해 필요불가결함과 동시에, 함양과 함양원, 물의 운동의 속도와 방향, 지하수의 유출, 그의 집적과 저유, 대수층의 성질등에 대한 중요한 정보를 제공해준다.

장수지역 지하수에 대한 지화학적 특성을 알아보기 위하여 장수군 일대의 7개 읍·면에 분포하는 지하수를 2001년 8월 15개의 지하수 시료를 채취하였다. 지하수 시료는 관개용 농업용수와 주민들의 생활용수를 대상으로 하였다. 15개의 지하수 시료에 대하여 현장간이수질검사(전기전도도, 수소이온농도, 수온) 및 주요 양·음이온 분석을 하였다.

5-1. 현장간이수질검사

수질의 지표가 되는 것은 수온, 전기전도도와 용존성분량 그리고 수소이온농도(pH)이다. 지하수온은 지하수의 유동이 늦기 때문에 지온의 영향을 받는다. 지온은 깊이와 함께 연교차가 작아지고, 더욱이 지표의 영향이 미치지 않는 항온층이다. 항온층의 심도는 수문지질조건에 따라 다르지만 대개 10~20m이다. 전도도는 물질의 전기전도성을 표시하는 양으로써 비저항의 역수로 표시되며, 단위는 μs/cm이다. 지하수의 전도도에 의해 용존이온량을 대략적으로 파악할 수가 있다. 수소이온농도(pH)는 지하수가 산성인가 중성인가 염기성인가를 결정되는데 이는 수소이온지수(pH)로 표시된다. pH는 온도의 영향을 많이 받으며, 강산성의 온천수나 특수한 환경의 지하수를 제외하면, 일반적으로 지하수의 pH는 물에 용존되어 있는 탄산물질의 지배를 받는다. 여기서 말하는 탄산물질은 H_2CO_3, HCO_3, CO_3을 말한다.

현장 간이수질검사는 채수 후 즉시 수소이온농도(pH), 전기전도도(EC) 및 수온을 측정하였다. 이들 물리적 인자의 현장측정은 30분 이상 양수를 실시하고 pH가 안정된 후 측정하였다.

본 지구에서의 지하수의 수온은 평균 15.4℃, pH는 6.2~7.5(평균 6.95), 전기전도도는 평균 213.8mg/ℓ, 총용존고형물은 평균 105(μS/cm)으로 조사되었다.

5-2. 주요이온 분석결과

5-2-1. 측정 및 분석방법

지하수의 기원이 되는 강수의 용존물질의 양은 아주 미량이다. 특수한 경우에 한해 공업지대로부터의 희가스나 화산가스등에 기인한 물질이 용존되는 경우도 있지만, 지하수의 용존물질의 대부분은 지층을 통해 유동하는 동안의 암석이나 유기물과의 반응에 의해 형성되어진 것이다.

일반적으로 지하수와 같은 자연수는 양이온의 Na, K, Ca 그리고 음이온의 Cl, SO_4, HCO_3, CO_3의 7가지 성분이 그들 용존성분의 거의 대부분을 차지한다. 이들 7가지의 성분을 물의 주요성분이라고 하며, 이들의 조성비의 차이에 의하여 수질의 특성이 규정된다. 물 속에 함유된 주요 성분 이외의 미량성분들은 그 종류가 다양하나 함유량은 극히 빈약하다.

분석은 현장분석과 실내분석으로 이루어진다. 물 속에 용존되어 있는 기체 성분인 탄산가스CO_2 그리고 음이온 성분중 변하기 쉬운 중탄산(HCO_3)과 탄산(CO_3)은 현장에서 습식으로 분석하였다. 나머지 성분은 실내에서 주로 원자흡광분석기(Atomatic Absorption Spectroscopy, AAS)를 이용하여 실시되었다. 각성분의 현장분석 및 실내분석용 물 시료의 채취는 각 시추공에서 30분 이상 양수한 후 안정되었다고 판단되었을 때 실시하였으며, 현장에서 공극크기가 0.45㎛인 여과지로 여과한 후 채수하였으며, 아울러 진한 질산을 가해 시료 채취용기 벽면에 양이온이 흡착되는 것을 방지하였고, 음이온 분석 대상시료는 채수시 발생하는 기포를 제거하고 즉시 테이프로 밀봉하여 공기와의 접촉을 차단하였다. 채수한 시료는 아이스박스(4℃ 이하)를 이용하여 운반하였다.

이번 조사에서는 야외에서 측정되어야 할 pH, Eh, DO, Alkalinity 등이 제외되었다. 또한 양이온의 경우 주요 양이온 외에 미량원소(특히 Fe, Mn, Si)등이 제외되어 있으며 음이온의 경우에는 NO3, F 등이 제외되어 있다. 따라서 조사한 지하수에서의 물리·화학적 특징과 지하수의 수질을 결정하는 여러가지 반응들 및 진화과정을 평가하기에는 한계가 있다.

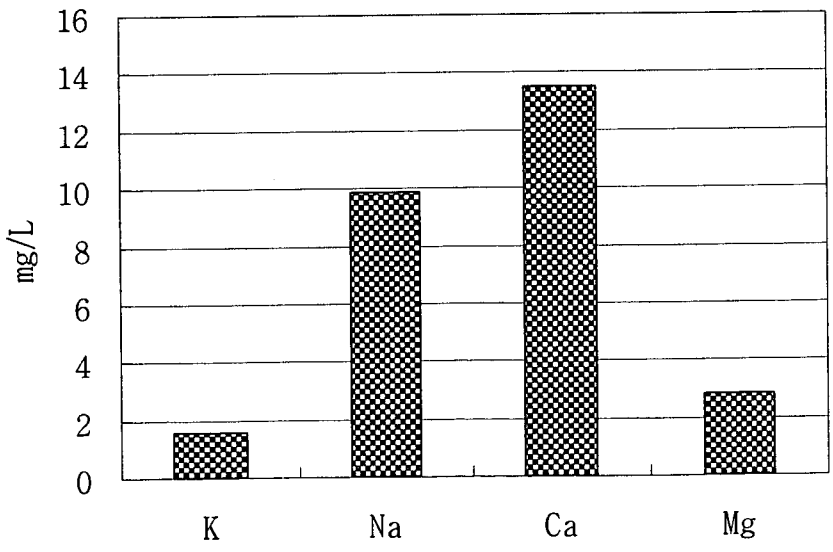
5-2-2. 지하수의 수질특성

가. 물리적 특성(경도)

경도(hardness)는 일시경도와 영구경도로 나눌수 있는데 고형입자로서 침전될 수 있는 이온의 합을 총경도로 나타낸다. 일반적으로 경도는 Ca와 Mg의 합을 meq/ℓ 또는 $CaCO_3$/ℓ로 표시한다. 변성암류와 화강암류가 주로 분포하는 장수지역에서는 경도는 최저 8, 최고 118.8, 평균경도가 45.4이다.<표 5-1>

나. 주요 양이온 함량

지하수에 존재하는 Ca, Mg, Na, K와 같은 주요 양이온 함량비는 <그림 5-1>에 나타난 바와 같다. 지하수에서의 양이온 함량은 Ca>Na>Mg>K 순이며 Ca와 Na의 함량은 매우 높게 나타나는데 이는 이 지역에 주 분포암석인 화강암류와 변성암류내에 풍부하게 포함되어 규산염광물의 용해작용이나 변질작용과 관련이 있는 것으로 보인다. 특히, 칼슘의 경우 2.13~33.1mg/ℓ의 범위에서 평균 13.51mg/ℓ을 보인다.



<그림 5-1> 채수지점별 주요 양이온 함량

다. 주요 음이온 함량

조사지역내에서 채취한 음이온 성분의 함량은 HCO_3>Cl>SO_4의 순을 보인다. 특히, 중탄산의 함량은 다른 음이온에 비해 훨씬 높다. HCO_3의 경우 8.5~93.9mg/ℓ의 범위에서 평균 44.85mg/ℓ을 보인다.

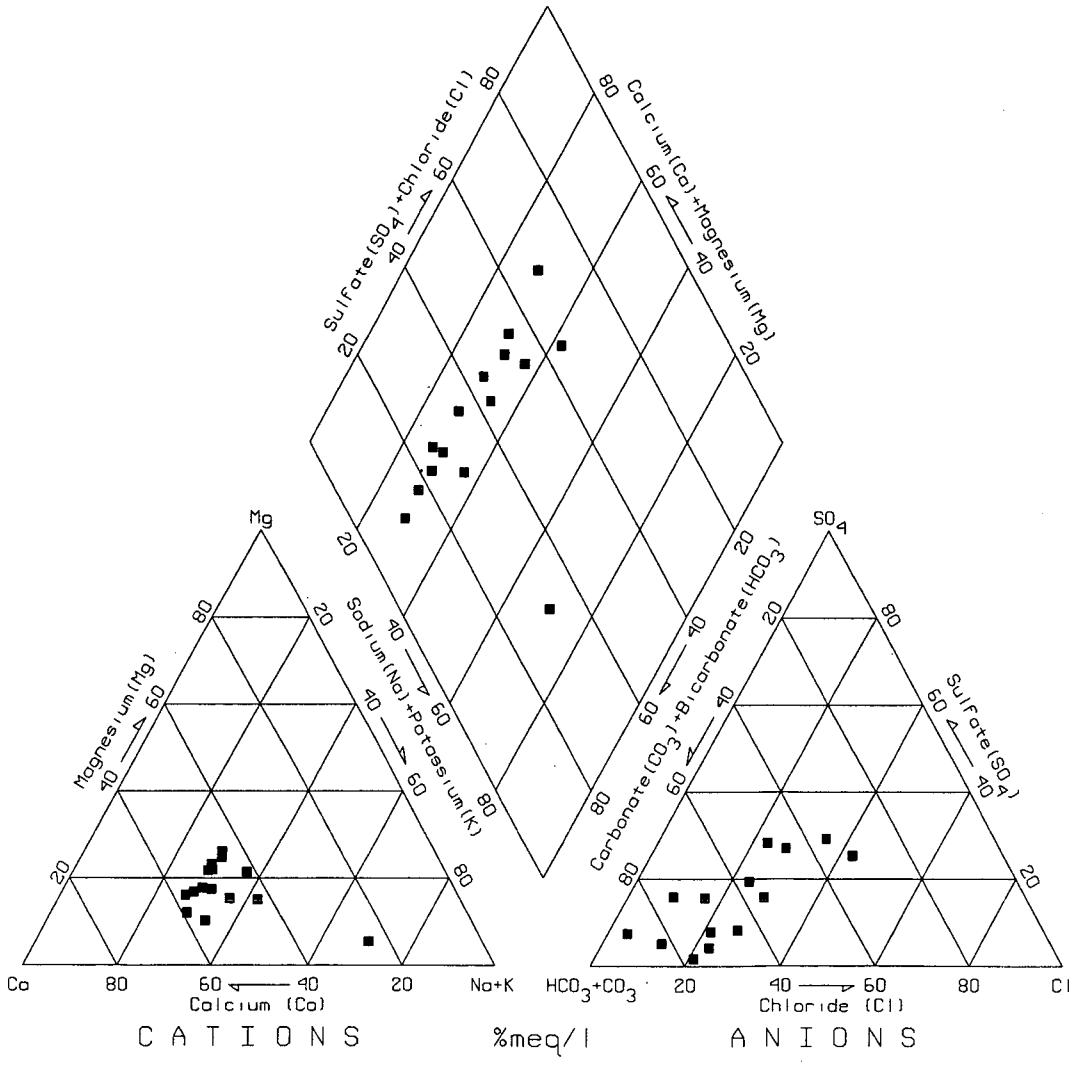
<표 5-1> 양·음이온 수질분석 결과표 (단위 mg/L)

구 분	Ca	Mg	Na	K	SO_4	HCO_3	Cl^-	경도	비 고
D-23	17.1	2.12	9.32	0.52	5.0	75.6	2.0	51.4	JS-1
D-18	33.1	8.8	17.5	7.3	25.0	40.2	31.0	118.8	JS-2
D-60	32.2	3.57	21.0	2.02	20.0	74.4	18.0	95.0	JS-3
D-11	17.2	3.19	9.08	1.59	5.0	50.0	12.0	56.0	JS-4
D-117	12.1	4.31	8.76	0.54	1.0	57.3	9.0	47.9	JS-5
D-112	2.13	0.66	2.14	0	4.0	8.5	3.0	8.0	JS-6
D-58	14.4	3.07	14.8	2.43	18.0	28.0	16.0	48.6	JS-7
D-8	11.3	2.17	8.91	1.33	3.0	34.1	6.0	37.1	JS-8
D-82	4.52	0.94	3.0	0.3	5.0	10.9	3.0	15.1	JS-9
D-94	14.9	4.08	8.91	2.4	2.0	43.9	8.0	54.0	JS-10
D-101	6.09	1.24	3.78	0.16	3.0	13.4	4.0	20.3	JS-11
D-52	12.1	2.06	5.91	0.9	9.0	53.6	4.0	38.7	JS-12
D-42	15.4	4.49	10.1	0.58	4.0	80.5	7.0	56.9	JS-13
D-34	2.77	0.92	2.09	0	4.0	8.5	3.0	10.7	JS-14
D-39	7.35	0.99	22.2	3.28	17.0	93.9	13.0	22.4	JS-15
평 균	13.51	2.84	9.83	1.56	8.33	44.85	9.27	45.4	-
최 대	33.1	8.8	22.2	7.3	25.0	93.9	31.0	118.8	-
최 소	2.13	0.66	2.09	0	1.0	8.5	2.0	8.0	-

라. 수질유형

Piper 다이아그램은 주요 양이온과 음이온 성분의 변화를 통하여 지하수의 유형분석과 진화 및 혼합작용을 분석하는 데 이용된다.

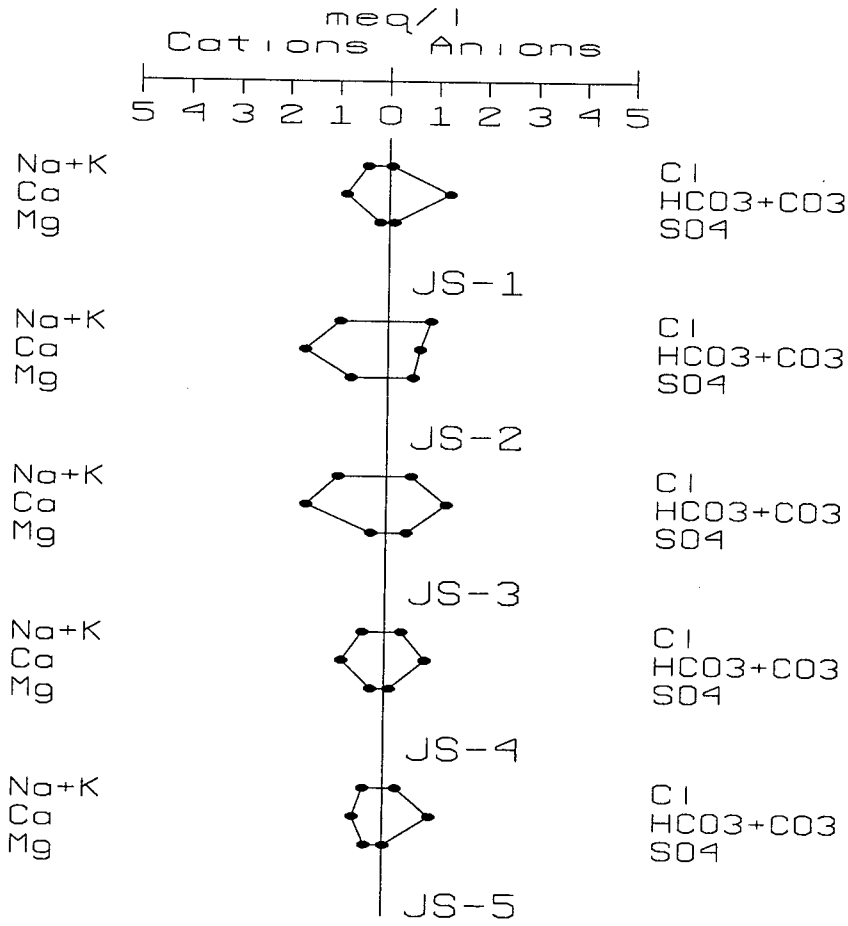
본 조사지역 지하수의 전반적인 수질특성을 구분하기 위하여 분석치를 Piper 다이아그램에 투영시켜 지역별 수질변화를 파악하였다.<그림 5-2> 삼각다이아그램상에서 양, 음이온의 함량은 산재한 형태를 나타내나 전반적인 지하수 형태는 $Ca\text{-}HCO_3$, $Ca\text{-}SO_4$ 유형이 우세하게 나타난다.



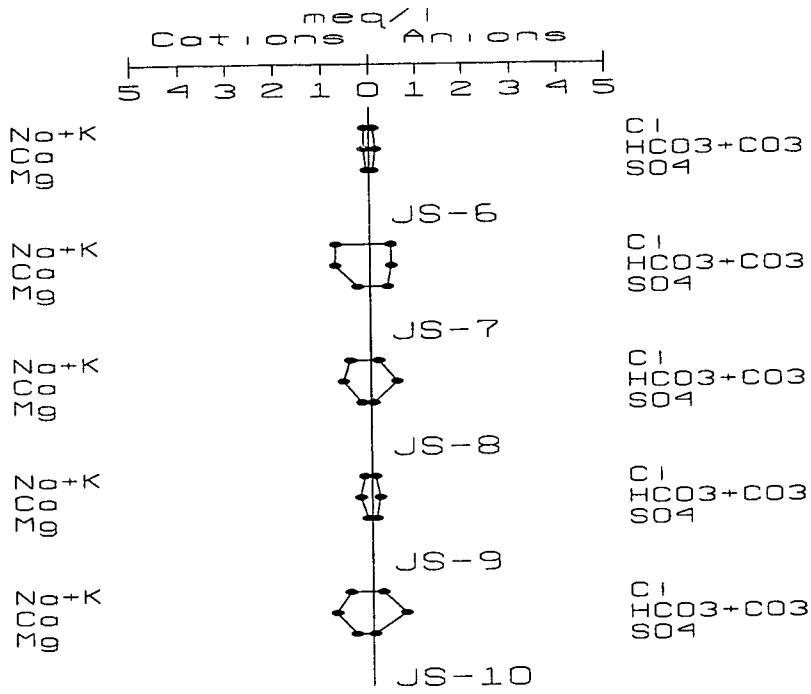
<그림 5-2> Piper diagram

지하수조사에 있어서 각 시료채취지점의 수질분석 결과를 Stiff 다이아그램으로 도식화하면, 동일기원의 지하수는 같은 형태의 모양을 나타내기 때문에 수질의 특성을 파악하는데 유용하다.

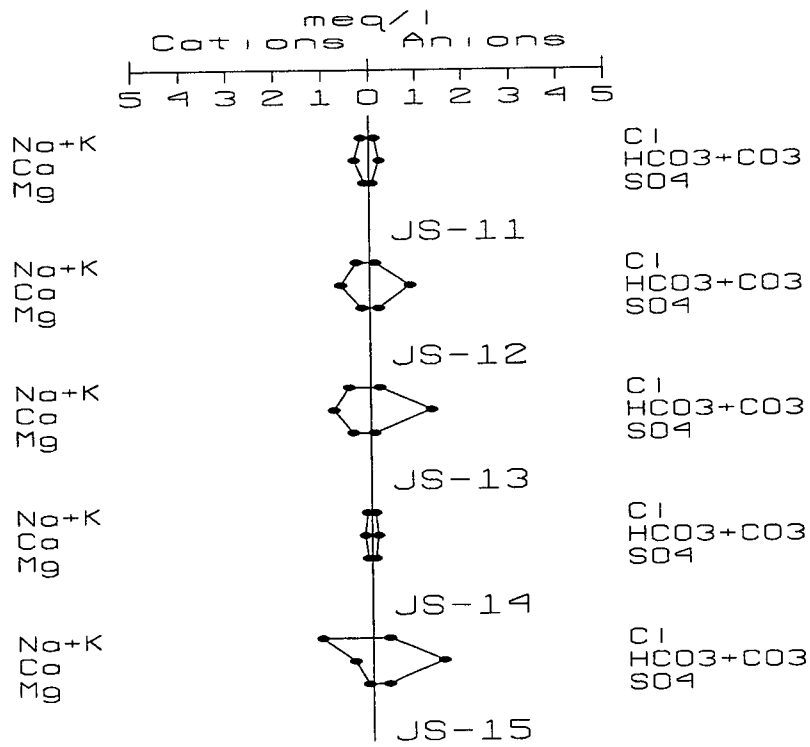
지하수와 물 속에 용해되어 있는 주 양이온과 음이온 등의 주요 용해물질의 농도를 epm이나 eqivalent per liter로 도식화해서 Stiff 다이어그램으로 표현할 수 있다. 이 다이아그램은 다각형 형태로 세개의 평행축을 다른편 수직 세로축에 연장하므로써 만들어진다. 도표의 중앙선을 중심으로 주 양이온(Na^+, K^+, Ca^+, Mg^+)은 세로축의 왼쪽에, 주 음이온(Cl^-, HCO_3^-, SO_4^-)을 오른쪽에 당량농도(meq/ℓ)로 나타내며, 다각형의 면적이 넓을수록 용존이온의 농도가 높은 것이다. 그림 5-3은 수질시료 채수 지점별 수질분석 결과를 도시한 Stiff 다이아그램이다.



<그림 5-3> Stiff diagram



<그림 5-3> Stiff diagram(계속)



<그림 5-3> Stiff diagram(계속)

5-3. 먹는물 기준 수질검사 결과

본 조사지구의 지하수 오염 실태를 파악하기 위하여 먹는물 기준 수질검사를 지역별로 농업용으로 사용되고 있는 암반관정 15개소를 실시하였으며 장수군청과 장수교육청의 협조를 얻어 생활용수중 학교용 15개소와 상수도 원수 2개소, 영업용 1개소에 대한 기존자료 등 총 33개소에 대해 수질검토자료로 활용하였다.<표 5-2>

조사지구내 먹는물기준항목에 의해 분석한 수질분석결과 총 33개소중 10개소를 제외하고 먹는물로 사용하기에 적합한 것으로 나타났다. 검사항목중 먹는물 기준에 부적합 판정을 받은 항목은 농업용 암반관정에서는 건강상 유해영향 무기물질에 관한 기준 항목중 4개소에서 질산성질소 함량과 1개소에서 불소함량이 기준치를 초과했으며, 심미적 영향물질에 관한 기준 항목중 색도(1개소), 아연이온(1개소), 철(2개소), 탁도(2개소) 등이 기준치를 초과한 것으로 나타났다. 생활용 암반관정에서는 1개소에서 미생물에 관한 기준 항목중 일반세균(2,200CFU/㎖)이 기준치를 초과했으며 2개소는 건강상 유해영향 무기물질에 관한 기준 항목중 불소(3.3mg/ℓ)와 질산성 질소(11.2mg/ℓ) 함유량이 기준치를 초과하였고, 1개소는 심미적 영향물질에 관한 기준 항목중 색도(10도)와 탁도(6.12)가 기준치를 초과한 것으로 나타났다. 특히 D-60번 농업용 지하수 시료는 불소와 질산성질소, 색도, 철, 탁도에서 각각 기준치를 초과하여 검출되었다.

질산성질소는 주로 분뇨 또는 하수 등의 질소화합물을 함유하는 오염물에 의해 오염된 것으로 가정 및 농경지의 비료살포, 축산폐수등이 오염원이다. 질산성질소 함량은 최소 0.1mg/ℓ에서 최대 11.2mg/ℓ이며 평균 5.63mg/ℓ를 나타냈다.

증발잔류물은 103℃~105℃ 혹은 180℃에서 물을 증발시킬 때 증발접시에 남아있는 잔류량을 증발잔류물이라 한다. 그러므로 물을 증발시킨 후 증발접시에 남아있는 잔류물은 부유물질과 콜로이드 상태의 물질 그리고 용존물질의 합으로 나타낸다. 장수지역 지하수에서 검출되는 증발잔류물의 범위는 최소 30mg/ℓ에서 최대 298mg/ℓ로 나타나며, 평균 136.27mg/ℓ로 기준치(500mg/ℓ이하) 이하로 나타났다.

수소이온농도(pH) 범위는 최소 6.0에서 최대 8.0이며 평균 6.89로 중성에 해당한다.

먹는물 수질기준의 부적합율이 높고 지하수오염과 관련된 암모니아성질소는 농업용 지하수 8개소에서 검출되었으나 최대 0.19mg/ℓ로 기준치(0.5mg/ℓ) 이하였다. 철은 2개소에서 각각 0.52mg/ℓ, 0.92mg/ℓ가 검출되어 기준치(0.3mg/ℓ)를 초과하였다. 망간은 검출되지 않았거나 17개소에서 검출된 양은 기준치에 적합한 것으로 나타났다.

<표 5-2> 먹는물 수질검사 결과

시료명 / 시험항목	기준	D-23	D-18	D-60	D-11	D-117
납(Pb)	0.05 mg/L	불검출	0.01	0.05	0.01	0.02
불소(F)	1.5 mg/L	0.2	0.2	2.7	0.5	0.2
비소(As)	0.05 mg/L	0.035	0.035	0.051	0.044	0.037
세레늄(Se)	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
수은(Hg)	0.001 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
시안(CN)	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6가크롬(Cr^{+6})	0.05 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
암모니아성질소(NH_4 -N)	0.5 mg/L	불검출	0.01	불검출	불검출	불검출
질산성질소(NO_3 -N)	10 mg/L	0.1	30.0	15.8	5.6	2.2
카드뮴(Cd)	0.01 mg/L	불검출	0.001	0.001	불검출	0.002
페놀	0.005 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
총트리할로메탄(THMs)	0.1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
다이아지논	0.02 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
파라티온	0.06 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
말라티온	0.25 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페니트로티온	0.04 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
카바닐	0.07 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
1.1.1트리클로로에탄	0.1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
테트라클로로에틸렌	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
트리클로로에틸렌	0.03 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
디클로로메탄	0.02 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
벤젠	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
톨루엔	0.7 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
에틸벤젠	0.3 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
크실렌	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
경도	300 mg/L	54	118	90	61	59
과망간산칼륨($KMnO_4$)소비량	10 mg/L	0.0	1.5	0.0	1.5	0.9
냄새	무 취	적합	적합	적합	적합	적합
맛	무 미	적합	적합	적합	적합	적합
동(Cu)	1 mg/L	불검출	불검출	0.001	불검출	0.004
색도	5 도	0	2	10	4	3
세제(ABS)	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
수소이온농도(pH)	5.8~8.5	7.7	6.4	7.2	7.3	6.0
아연(Zn)	1 mg/L	0.222	0.163	0.105	0.600	0.179
염소이온(Cl^-)	250 mg/L	2	31	18	12	9
증발잔류물(TS)	500 mg/L	87	298	249	149	116
철(Fe)	0.3 mg/L	0.01	0.06	0.92	0.52	0.23
망간(Mn)	0.3 mg/L	불검출	0.001	0.008	0.003	0.069
탁도	1 NTU	0.10	1.46	3.10	0.58	0.86
황산이온(SO_4^{-2})	200 mg/L	5	25	20	5	1
알루미늄(Al)	0.2 mg/L	불검출	0.09	0.08	0.03	0.06
1,1디클로로에틸렌	0.03 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
사염화탄소	0.002 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
전기전도도	- μs/cm	143	354	302	163	136

<표 5-2> 먹는물 수질검사 결과(계속)

시료명 / 시험항목	기준	D-112	D-58	D-8	D-82	D-94
납(Pb)	0.05 mg/L	0.01	불검출	불검출	0.01	0.03
불소(F)	1.5 mg/L	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
비소(As)	0.05 mg/L	0.027	0.045	0.035	0.020	0.059
세레늄(Se)	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
수은(Hg)	0.001 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
시안(CN)	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6가크롬(Cr^{+6})	0.05 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
암모니아성질소(NH_4 -N)	0.5 mg/L	불검출	0.02	0.01	0.01	0.19
질산성질소(NO_3 -N)	10 mg/L	1.0	10.5	6.9	2.9	10.6
카드뮴(Cd)	0.01 mg/L	0.001	0.001	불검출	0.001	0.002
페놀	0.005 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
총트리할로메탄(THMs)	0.1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
다이아지논	0.02 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
파라티온	0.06 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
말라티온	0.25 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페니트로티온	0.04 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
카바닐	0.07 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
1.1.1트리클로로에탄	0.1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
테트라클로로에틸렌	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
트리클로로에틸렌	0.03 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
디클로로메탄	0.02 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
벤젠	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
톨루엔	0.7 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
에틸벤젠	0.3 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
크실렌	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
경도	300 mg/L	12	53	38	22	56
과망간산칼륨($KMnO_4$)소비량	10 mg/L	4.4	2.8	0.3	2.8	0.0
냄새	무취	적합	적합	적합	적합	적합
맛	무미	적합	적합	적합	적합	적합
동(Cu)	1 mg/L	불검출	0.022	불검출	불검출	불검출
색도	5 도	5	1	1	4	1
세제(ABS)	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
수소이온농도(pH)	5.8~8.5	6.4	6.2	6.5	6.4	7.4
아연(Zn)	1 mg/L	0.148	0.248	0.111	0.107	0.148
염소이온(Cl^-)	250 mg/L	3	16	6	3	8
증발잔류물(TS)	500 mg/L	30	151	99	58	136
철(Fe)	0.3 mg/L	0.05	0.01	0.02	0.01	불검출
망간(Mn)	0.3 mg/L	0.001	0.003	0.001	0.010	0.001
탁도	1 NTU	0.70	0.15	0.10	0.24	0.03
황산이온(SO_4^{-2})	200 mg/L	4	18	3	5	2
알루미늄(Al)	0.2 mg/L	0.07	0.01	불검출	불검출	0.02
1,1디클로로에틸렌	0.03 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
사염화탄소	0.002 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
전기전도도	- μs/cm	38	188	119	57	158

<표 5-2> 먹는물 수질검사 결과(계속)

시 료 명 / 시 험 항 목	기 준	D-101	D-52	D-42	D-34	D-39
납(Pb)	0.05 mg/L	0.01	0.02	0.01	0.08	0.01
불소(F)	1.5 mg/L	0.2	0.2	0.3	0.2	2.0
비소(As)	0.05 mg/L	0.050	0.037	0.029	0.035	0.041
세레늄(Se)	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
수은(Hg)	0.001 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
시안(CN)	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
6가크롬(Cr^{+6})	0.05 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
암모니아성질소(NH_4 -N)	0.5 mg/L	불검출	불검출	0.01	0.01	0.01
질산성질소(NO_3 -N)	10 mg/L	4.3	5.1	0.8	2.1	1.1
카드뮴(Cd)	0.01 mg/L	0.001	0.001	불검출	0.007	0.001
페놀	0.005 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
총트리할로메탄(THMs)	0.1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
다이아지논	0.02 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
파라티온	0.06 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
말라티온	0.25 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페니트로티온	0.04 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
카바닐	0.07 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
1.1.1트리클로로에탄	0.1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
테트라클로로에틸렌	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
트리클로로에틸렌	0.03 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
디클로로메탄	0.02 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
벤젠	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
톨루엔	0.7 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
에틸벤젠	0.3 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
크실렌	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
경도	300 mg/L	27	62	63	17	32
과망간산칼륨($KMnO_4$)소비량	10 mg/L	1.5	0.0	0.0	2.2	0.6
냄새	무 취	적합	적합	적합	적합	적합
맛	무 미	적합	적합	적합	적합	적합
동(Cu)	1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
색도	5 도	3	1	2	3	0
세제(ABS)	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
수소이온농도(pH)	5.8~8.5	6.4	6.8	7.1	7.4	7.7
아연(Zn)	1 mg/L	0.196	2.096	0.828	0.156	0.316
염소이온(Cl^-)	250 mg/L	4	4	7	3	13
증발잔류물(TS)	500 mg/L	80	108	132	51	161
철(Fe)	0.3 mg/L	0.02	0.08	0.15	0.02	0.05
망간(Mn)	0.3 mg/L	불검출	0.009	0.002	0.001	0.002
탁도	1 NTU	0.07	0.68	0.41	0.27	0.23
황산이온(SO_4^{-2})	200 mg/L	3	9	4	4	17
알루미늄(Al)	0.2 mg/L	0.02	0.01	0.06	0.03	0.03
1,1디클로로에틸렌	0.03 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
사염화탄소	0.002 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
전기전도도	- μs/cm	71	145	160	47	231

<표 5-2> 먹는물 수질검사 결과(계속)

검사항목		먹는물 기준	번암초	동화분교	번암중	수남초	월곡초	천천초	야영장	천천중	계남초
미생물에 관한기준	일반세균	100/㎖이하	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	대장균군	ND/50㎖이하	불검출								
건강상 유해영향 무기물질에 관한 기준	납	0.05㎖이하	불검출								
	불소	1.5㎖이하	불검출	불검출	불검출	불검출	3.3	0.2	0.8	0.2	불검출
	비소	0.05㎖이하	불검출								
	세레늄	0.01㎖이하	불검출								
	수은	ND	불검출								
	시안	ND	불검출								
	6가크롬	0.05㎖이하	불검출								
	암모니아성질소	0.5㎖이하	불검출								
	질산성질소	10㎖이하	5	2.6	10	11.2	1.2	2.8	5.2	3.3	0.8
	카드늄	0.01㎖이하	불검출								
건강상 유해영향 유기물질에 관한 기준	페놀	0.005㎖이하	불검출								
	총트리할로메탄	0.1㎖이하	0.023	-	0.025	0.014	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	다이아지논	0.02㎖이하	불검출								
	파라티온	0.06㎖이하	불검출								
	말라티온	0.25㎖이하	불검출								
	카바릴	0.07㎖이하	불검출								
	1.1.1크리클로에탄	0.1㎖이하	불검출								
	테트라글로에틸렌	0.01㎖이하	불검출								
	트리클로로에틸렌	0.03㎖이하	불검출								
	디클로로메탄	0.02㎖이하	불검출								
	벤젠	0.01㎖이하	불검출								
	톨루엔	0.7㎖이하	불검출								
	에틸벤젠	0.3㎖이하	불검출								
	크실렌	0.5㎖이하	불검출								
심미적 영향물질에 관한 기준	1.1디클로로에틸렌	0.03㎖이하	불검출								
	사염화탄소	0.002㎖이하	불검출								
	경도	300㎖이하	112	40	117	63	97	71	65	96	9
	과망간산칼륨소비량	10㎖이하	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.6	1.9	0.3	0.3
	냄새	무취	적합								
	맛	무미	적합								
	동	1㎖이하	불검출	불검출	0.012	불검출	불검출	0.014	불검출	불검출	불검출
	색도	5도이하	1도	1도	1도	2도	1도	1도	10도	1도	1도
	세제	0.5㎖이하	불검출								
	수소이온농도	5.8-8.5	7.7	7	7	7	8	6.1	6.9	6.6	6.4
	아연	1㎖이하	0.019	0.013	0.131	0.772	0.005	0.05	0.027	0.008	0.009
	염소이온	250㎖이하	19	6	17	12	6	13	9	19	2
	증발잔류물	500㎖이하	135	81	143	141	93	156	235	127	61
	철	0.3㎖이하	불검출								
	망간	0.3㎖이하	불검출	불검출	0.01	0.022	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	탁도	2도이하	0.28	0.22	0.13	0.32	적합	0.3	6.12	0.13	0.17
	황산이온	200㎖이하	8	9	7	3	6	13	9	6	2
	알루니늄	0.2㎖이하	불검출								

<표 5-2> 먹는물 수질검사 결과(계속)

검사항목		먹는물 기준	계북초	계북중	원촌초	산서초	산서중	산서고	덕산장	장수	장계
미생물에 관한기준	일반세균	100/㎖이하	0	0	0	0	20	2,200	0	0	0
	대장균군	ND/50㎖이하	불검출								
건강상 유해영향 무기물질에 관한 기준	납	0.05㎖이하	불검출								
	불소	1.5㎖이하	0.2	0.2	불검출	0.2	0.2	불검출	불검출	불검출	불검출
	비소	0.05㎖이하	불검출								
	세레늄	0.01㎖이하	불검출								
	수은	ND	불검출								
	시안	ND	불검출								
	6가크롬	0.05㎖이하	불검출								
	암모니아성질소	0.5㎖이하	불검출								
	질산성질소	10㎖이하	7.5	6.7	5.5	1.3	6.2	6.7	4.7	3.5	2.6
	카드늄	0.01㎖이하	불검출								
건강상 유해영향 유기물질에 관한 기준	페놀	0.005㎖이하	불검출								
	총트리할로메탄	0.1㎖이하	불검출	-	-	0.015	불검출	불검출	-	0.015	0.015
	다이아지논	0.02㎖이하	불검출								
	파라티온	0.06㎖이하	불검출								
	말라티온	0.25㎖이하	불검출								
	카바릴	0.07㎖이하	불검출								
	1.1.1크리클로에탄	0.1㎖이하	불검출								
	테트라글로에틸렌	0.01㎖이하	불검출								
	트리클로로에틸렌	0.03㎖이하	불검출								
	디클로로메탄	0.02㎖이하	불검출								
	벤젠	0.01㎖이하	불검출								
	톨루엔	0.7㎖이하	불검출								
	에틸벤젠	0.3㎖이하	불검출								
	크실렌	0.5㎖이하	불검출								
심미적 영향물질에 관한 기준	1.1디클로로에틸렌	0.03㎖이하	불검출								
	사염화탄소	0.002㎖이하	불검출								
	경도	300㎖이하	117	78	110	105	125	-	87	57	61
	과망간산칼륨소비량	10㎖이하	0.3	0.3	0.3	0.6	0.3	0.3	1.2	0.3	0.9
	냄새	무취	적합								
	맛	무미	적합								
	동	1㎖이하	불검출	불검출	0.009	불검출	불검출	불검출	0.009	불검출	0.01
	색도	5도이하	1도	1도	1도	1도	1도	1도	1도	1도	1도
	세제	0.5㎖이하	불검출								
	수소이온농도	5.8-8.5	6.1	6.9	6.7	7	6.9	7	7.6	6.8	7.1
	아연	1㎖이하	0.012	0.056	0.023	0.089	0.014	불검출	0.067	0.014	0.008
	염소이온	250㎖이하	14	12	11	11	33	불검출	49	15	14
	증발잔류물	500㎖이하	188	104	141	172	189	184	186	109	148
	철	0.3㎖이하	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.11
	망간	0.3㎖이하	0.008	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.029
	탁도	2도이하	0.34	0.25	0.15	0.36	적합	적합	적합	0.16	0.96
	황산이온	200㎖이하	7	9	7	8	14	-	15	15	17
	알루니늄	0.2㎖이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.02

5-4. 잠재오염원 조사

5-4-1. 잠재오염원의 분류

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

지하수의 수질오염을 유발하는 오염원에는 크게 폐기물의 투기에 의한 오염원과 다른 인위적인 활동에 의한 오염원 등 두 종류가 있다. <표 5-3>

<표 5-3> 오염원의 종류

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

지표의 오염원으로부터 오염물질이 유출되어 지하수면에 도달하면 오염물질은 지하수와 함께 서서히 지하수계를 이동하여 그 농도차와 지하수 유로경로에 따라 주변으로 확산된다. 이때 오염물질은 지하수와 혼합되면서 지하수 오염체를 형성하며, 이 오염체는 지하수 뿐 아니라 지하수의 유동경로에 접하게 되는 모든 지질매체(토양이나 암반 대수층)를 오염시킨다.

잠재오염원의 또다른 분류인 O.T.A 잠재오염원 분류를 소개하면 다음과 같다.<표 5-4>

<표 5-4> O.T.A 잠재오염원 분류

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

5-4-2. 잠재오염원의 분포현황

조사지구내에서 지하수 및 토양을 오염시킬 가능성이 있는 대표적인 잠재오염원에 대해 미의회기술평가국의 방식에 의거하여 분류하였다. <표 5-5>

<표 5-5> 잠재오염원 현황

잠 재 오 염 원		오염원현황	O T A분류군
분 류	업 종		
정 화 조	정화조	21.8kℓ/일	1군(지하삼투형)
지하저장탱크	주유소	9개소	2군 오염물질의 저장, 취급처리시설
폐수배출업소	제조업체(섬유)	2개소	
	병·의원	28개소	
	식품위생업	339개소	
	환경위생업	64개소	
농약 및 비료살포	농경지	8,380ha	4군(기타활동)
가 축 사 육	한우	11,916	
	젖소	360	
	말	47	
	돼지	38,197	
	사슴	446	
	닭	104,929	
	개	7,408	
	오리	790	
	토끼	1,009	
	산양	6,184	

장수군의 분뇨발생량은 21.8kℓ/일로 수거분뇨 발생량이 13.2kℓ/일이며 정화조오니 발생량은 8.6kℓ/일이다. 분뇨처리장은 1개소 있으며 처리량은 11.5kℓ/일이다.

환경오염 물질 배출시설은 대기관련 26개소, 수질(폐수)관련 업소 42개소이다.

일반 폐기물 매립지는 산서면과 장계면 각각 1개소가 있으며 면적은 22,000㎡이고 매립총용량은 185,500㎥, 기매립량 20,660㎥, 잔여매립량은 164,800㎥이다.

6. 지하수자원의 부존성 평가

6-1. 물수지 분석

물수지는 물질의 보존법칙을 물에 적용한다. 일정지역에서 물의 유입·유출량을 파악하여 물 수요를 결정하는 것을 물수지분석이라 한다. 물수지 분석은 조사지역 내로 유입 및 유출되는 물의 양과 그 지역 내에 저류된 모든 수자원의 변화 사이에는 항상 평형조건이 이루어진다는 가정에 기초를 둔 것으로 수문 평형방정식이라는 다음과 같은 공식으로 표시된다.

$$\text{유입량(I)} = \text{유출량(O)} \pm \text{저류량의 변화}(\Delta S)$$

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

상기 공식에서 각 요소는 다음과 같이 요약할 수 있다.

ㅇ유입량의 요소

지하수 유입 + 표면하수(지하수)유입 + 유입수

ㅇ유출량의 요소

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

ㅇ저류량 요소

지하수 저류량 변화 + 지하수 부존량 변화 + 토양수 변화 등이다.

이중에서 어떤 요소는 매우 쉽게, 그리고 정확하게 측정할 수 있지만, 또 다른 요소들은 측정이 불가능한 경우도 있다. 간단한 물수지 분석에는 아래와 같은 수문 방정식을 사용하여 간단한 조건으로부터 시작하는 것이 일반적이다.

$$P = O + ET$$

여기서 P : 강우량, O : 전유출량(지표수 유출+지하수 유출), ET : 증발산량으로 인한 손실이다.

지하수 유출은 년주기별로 변동이 없다고 가정하면 지하수 함양량과 동일한 값으로 인정할 수 있다. 즉 상기 식에서 강우량은 지표를 통한 유출량, 지하로 침

투되는 함양량, 증발산량의 합으로 계산될 수 있으나, 이번 조사지역에서의 강수량 및 유출량, 함양량분석에서는 동일 방식의 계산이 어려우므로 지역 특성 및 일반화된 기준을 적용하여 산출한 수문방정식의 평형에 다소 불합리한 면이 나타난다.

6-1-1. 강수량

본 조사지역의 강수량은 장수 측후소의 지난 13년(1988~2000년)간의 관측자료와 장수군 통계연보를 이용하여 분석하였다. 장수지역의 년평균강수량은 1,422.1 mm로 나타났다.

조사지역의 강수량 분포를 분석하면 년도별 강수량이 가장 적었던 해는 94년 742.5mm/년이고, 강수량이 가장 풍부했던 해는 1998년 1985.1mm/년로서 년간 최소 강수량의 약 2.5배를 보여 년도별 강수량의 변화가 매우 심하다. 월평균 최대 강수량은 지난 89년 7월 613.7mm/년이고, 월평균 최소강수량은 1988년 2월 3.4mm/년를 기록하였다. 계절별, 월별 강우 특성은 여름철인 7월과 8월에 전체 평균강수량의 41.1%가 이 기간에 집중되며 장마나 태풍의 영향으로 6월과 9월의 평균강수량도 각각 15.3%, 10.1%를 차지한다.

6-1-2. 유출분석

일반적인 수자원 부존량 평가는 물수지에 의한 평가방법을 사용하고 있는데 이것은 총 유역면적에 내린 평균강수량의 통계적 배분방법으로서 강수량의 하천유출량과 손실량의 비는 55:45로 추정하고 있다.

가. 증발산량

강수에 의해 저류대로 유입되는 양의 상당부분은 수면으로부터의 증발(Evaporation)과 식물로부터의 발산(Ttanspiration)에 의해 다시 대기 중으로 환원

되기 때문에 물의 순환과정에서 증발과 발산은 매우 중요하다. 증발산량은 토양의 함수량을 연속적으로 측정함으로써 계산할 수 있으나 매우 좁은 범위에 적용할 수 있을뿐 광역적인 유역에 적용할 수 있는 계측방법이 확립되지 않고 있다. 또한 증발산은 기상학적 요인 이외에 식물의 종류, 식물의 밀도, 성장속도, 잎표면 크기 등 식물요소와 토양의 공극률, 수리전도도, 입자의 크기, 함수율 등 토양요인에 직접적으로 영향을 받으므로 증발산량의 추정방법은 매우 복잡하다. 따라서 물이 무한대로 공급되는 조건에서 수면증발 또는 식물이 발산할 수 있는 능력인 잠재 증발산량을 사용하여 실제 증발산량을 계산하는데 본 조사지구에서는 기후인자(기온, 강우량)와의 관계에 의한 Truc, Coutagne 등의 경험식을 이용하여 산출하였다.

최근 13년간(1988~2000) 장수지역의 평균 강우량은 1,422.1mm이며 평균 기온은 10.5℃이다.

o Turc에 의한 추정

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

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

여기서 E는 증발산량(mm), P는 강수량(mm)이며, L은 기온 T(℃)의 함수로 L=300+25T+0.05T3 로 주어진다. 조사지역의 증발산량 비는 <표 6-1>와 같다.

<표 6-1> 장수지역 추정 증발산량 (Turc 방법)

구 분	연평균 강수량 (mm)	연평균 기 온 (℃)	추 정 증발산량 (mm)	강 우 대 증발산비 (%)	비 고
장수군	1,422.1	10.5	574.5	40.4	장 수 기상관측소

ㅇ **Coutagne에 의한 추정**

Coutagne는 강수량과 기온 자료를 분석하여 다음과 같은 경험공식을 제안하였다.

$$D=P-\lambda P2$$

여기서 D는 증발산량(m), P는 강수량(m), λ는 기온 T(℃)의 함수로

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

로 주어진다.

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

<표 6-2> 장수지역 추정 증발산량 (Coutagne 방법)

구 분	연평균 강수량 (mm)	연평균 기 온 (℃)	추 정 증발산량 (mm)	강 우 대 증발산비 (%)	비 고
장수군	1,422.1	10.5	531.2	37.35	장 수 기상관측소

6-1-3. 함양량 분석

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

가. 강수량에 의한 함양량 분석

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

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

저류량 = 공급량 - 소비량 - 증발산량

본 조사지역의 최근 13년간 강수자료를 이용하여 지하수 이용량 및 지하수 함양량 등을 구해보면 연평균 강우량에 의한 유입량은

-연평균 강수량 (장수기상관측소, 1988~2000)

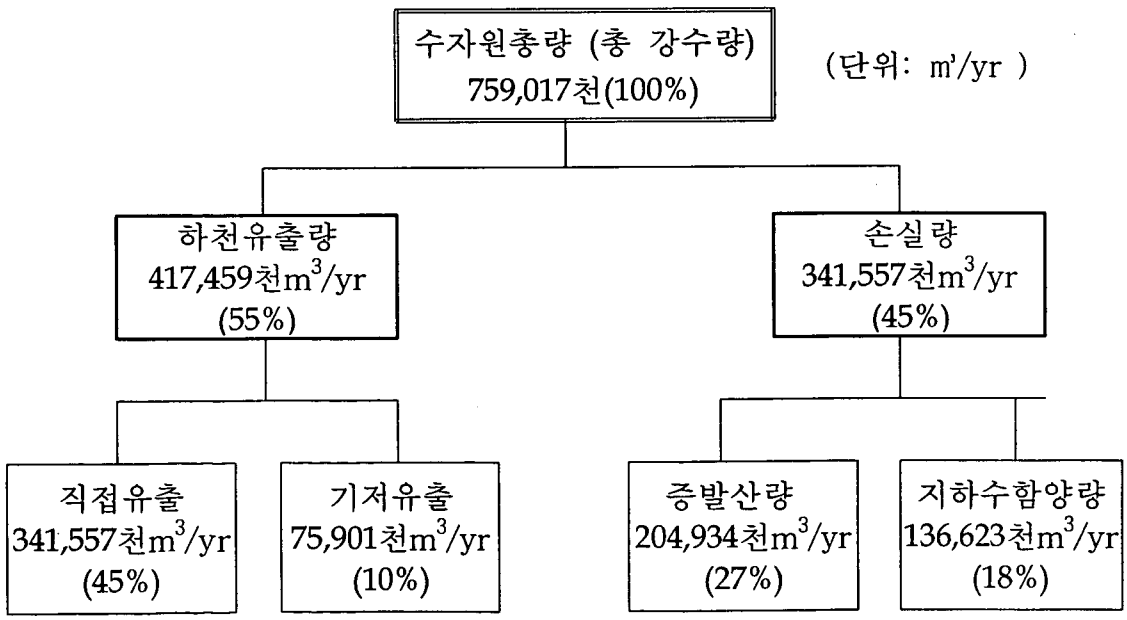
평균 : 1,422.1mm/yr (최대 : 1985.1mm/yr, 최소 : 742.5mm/yr)

-집수유역면적 : 533.73㎢

-기저유출량 : 수자원 총량(759,017,433m^3) × 기저유출률(0.1) = 75,901,743m^3

으로서 총 강수량을 수자원 총량으로 간주하면 조사지역의 계통표는 다음과 같다.

<표 6-3> 계통표에 의한 유출량



그러므로, 조사지역의 연평균강우량에 의한 유입량은 유역면적*연강수량인 759,017m^3/년이며 지하수 함양량은 부존지역의 면적과 연평균강우량, 그리고 지하수함양율(18%)의 곱으로 표현되므로 136,623천m^3/년이다.

나. 유출분석에 의한 함양량 분석

하천의 유출률은 강수총량에 대한 유출총량의 비로써 다음과 같이 계산된다.

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

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

하천유출이 지하수위의 변동과 관련이 있으므로 하천유출량의 수문곡선으로부터 기저유출을 분리하면 지하수 저류로부터 배출되는 양, 즉 지하수 유동량으로 볼 수 있다. 기저유출율(강우함양계수)을 0.121로 하여 유량을 산출하면 다음과 같다. 여기서 연 강수량은 최근 13년간(1988~2000) 장수기상관측소의 년평균 강수량인 1,422.1mm/yr로 계산하였다.

$$\frac{0.121 \times 533,728,915.2 \times 1.4221}{365 \times 86,400} \fallingdotseq 2,9123\ m^3/\text{sec} = 251,619\ m^3/day$$

그러므로 연평균 함양량은 91,840천m^3/yr로 나타나고 이 수치는 지하수의 저유상태에 인공적인 변화를 가하지 않고 소모시켜 버릴 수 있는 수량으로 지하수의 저류를 소모시킨다던가 혹은 관계수의 재침투를 고려하면 개발량은 더욱 상회할 수 있을 것이다.

다. 물수지 방법에 의한 함양량 분석

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

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

I = 지하수 함양량　　P = 총 강수량
DR = 지표수 적정유출량　　ER = 증발산량
IU = 타지역으로부터 지하수 유출입량

최근 13년간(1988~2000) 조사지역의 년평균 강수량 1,422.1mm/년을 적용하여 총 강수량(P)을 구해보면,

$$1{,}422.1mm \times 533{,}728{,}915m^2 = 759{,}015{,}890m^3$$ 이다.

증발산량(ER)은 Turc와 Coutagne의 증발산량 추정공식을 사용하여 얻어진 연간 증발산량 574.5mm/년 과 531.2mm/년의 평균치인 552.85mm/년을 적용시켜조사지역의 증발산량(ER)을 구해보면,

$$552.85mm \times 533{,}728{,}915m2 = 295{,}072{,}031m^3$$

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

$I = 759{,}017{,}433m^3 - 341{,}557{,}845m^3 - 295{,}072{,}031m^3 = 122{,}387{,}557m^3$/년 이다.

라. 지하수 함양량

앞에서 언급한 장수지역의 지하수 함양량 분석결과를 비교하면 강수량에 의한 지하수 함양량 산출 방법이 136,623천m^3/년으로 최대 함양량을 보였으며 유출분석에 의한 지하수 함양량이 91,843천m^3/년, 물수지 방법에 의한 지하수 함양량이 122,387천m^3/년로 나타났다. 이들 각각의 방법에 의해 산출된 장수 지역의 평균 지하수 함양량은 116,951천m^3/년으로 나타났다. <표 6-4>

<표 6-4> 장수군 지하수 함양량 분석결과

지하수 함양량 분석 방법	지하수 함양량
강수량에 의한 지하수 함양량	136,623천m^3/yr
유출분석에 의한 지하수 함양량	91,843천m^3/yr
물수지 방법에 의한 지하수 함양량	122,387천m^3/yr
평균 지하수 함양량	116,951천m^3/yr

6-2. 지하수부존량 및 개발가능량

6-2-1. 지하수 부존량

지하수 부존량이란 대상지역의 지하 지층 공극내에 저류된 물의 총 포장량을 의미하나 부존자원의 이용 측면에서 볼 때 포장량 중 산출가능량만을 부존량으로 평가함이 타당하다.

지하수 포장량은 지층 중에 포화되어 있는 물의 총량으로 지층의 총 체적에 공극율을 곱하여 구할 수 있으며, 산출가능 포장량은 공극안에서 유동할 수 있는 수량을 말하므로 지층의 체적에 유효공극율을 곱하여 추정할 수 있다.

<표 6-5> 한국의 지하수 부존량(농진공, 1991)

분포 지질별		분포면적 (㎢)	지하수 부존심도 (m)	지하수포장량				가용포장량 (재순환가능량)	
				총포장량		산출가능량			
				공극율 (%)	지하수량 (억㎥)	유효 공극률 (%)	지하수량 (억㎥)	재순환율 (%)	지하수량 (억㎥)
합 계		98,490			13,240		5,450		1,170
육지부	계	96,670			13,410		5,380		1,160
	충적층	(27,380)	3	35	280	14.2	110	14.2×1	110
	화성암	31,820	200	1	630	0.5	310	0.5×1/5	60
	퇴적암	28,780	800	5	11,510	2.0	4,600	2.0×1/5	920
	변성암	36,070	200	1	720	0.5	360	0.5×1/5	70
제주도	화산암	1,820	400	3.5	100	2.5	70	2.5×1/5	10

<표 6-5>은 우리나라의 지질별 분포면적과 지하수 부존심도를 고려하여 지하수 포장량과 재순환가능량을 산출한 것이다. 우리나라의 지하수 부존량은 지하수 부존심도와 암질별 유효공극율에 의해서 달라지며 지하수 총포장량의 40%를 산출가능 포장량으로, 산출가능 포장량의 20%를 가용포장량으로 추정하고 있다. 이것은 지하수를 취수하여 이용하는데는 기술적, 경제적 한계가 있을뿐 아니라 지하수가 재생가능한 순환자원이므로 순환가능한 범위내에서 이용량을 결정하는 것이 바람직하기 때문이다. 따라서 실제 개발가능량 분석시는 이러한 문제들을 고려하여야 할 것으로 판단된다.

장수군 지역의 지하수 부존량 산출은 현재 군내 기설관정중 대형암반관정 및 최근 3년간 개발한 소형 관정 150개에 대한 평균 개발심도 100m를 부존심도로 적용하였으며 유효공극율은 <표 6-5>에서 제시한 값을 이용하였다. 조사지역은 험준한 산계가 발달한 지역으로 임야가 전체 토지면적의 76.8%를 차지하며 기시행된 수맥조사 및 밭기반 시추조사 결과 토사층 두께는 15.8m였으며 자연수위는 4.3m였다. 따라서 평균 자연수위를 제외한 11.5m를 충척층에서의 지하수 부존심도로 가정하였다. 지질별 분포면적은 화성암류가 251.92㎢, 변성암류가 214.6㎢이고 충적층의 분포면적은 67.21㎢이다. 이 지역에서의 산출가능포장량은 개략 137.2백만톤인 것으로 나타났다.<표 6-6>

<표 6-6> 장수군 지하수 부존량 추정

지 질 별		분포면적 (㎢)	지하수 부존심도(m)	유효공극률 (%)	산출가능포장량 (백만톤)
계		533.73			137.2
충 적 층		67.21	11.5	14.2	43.9
암반	화성암류	251.92	100	0.5	50.4
	변성암류	214.60	100	0.5	42.9

6-2-2. 지하수 개발가능량

지하수 개발가능량은 수문순환계가 파괴되지 않고 지하수 장애를 일으키지 않는 범위 내에서 지속적으로 대수층으로부터 양수할 수 있는 지하수량에 해당하며, 각 지방자치단체의 용수수급계획 수립시 지표로 활용될 수 있다.

여기서 수문순환계의 파괴란 물이 강수, 지표수, 증발산 등의 형태로 끊임없이 자연계에서 순환하는 체계가 파괴되는 것으로, 예를 들면 지하수의 과잉채수로 인한 지하수의 고갈 또는 인근 하천의 건천화 등을 들 수 있다. 또한 지하수의 장애는 지하수의 과잉채수로 인한 지하수위의 과도한 강하, 지하수 고갈 및 지반침하, 지하수오염, 염수침입등과 같이 정상적으로 지하수를 개발 이용하지 못하게 되는 현상을 의미한다. 지하수를 개발하면 자연상태에 어느 정도의 변화가 오게된다. 따라서 주변의 환경에 심각한 영향을 주지 않는 범위 내에서 지하수개발 가능량을 적정개발 가능량 또는 안전채수량 이라고 할 수 있다. 안정채수량은 지하수를 양수할 때 지하수 부존량의 점진적 감소, 수질 저하, 지하수위 악화, 지반침하, 기존 시설에 의한 우물간섭 등의 부정적 영향이 발생하지 않는 범위 내에서 항구적으로 이용할 수 있는 채수량이다. 따라서 지하수의 함양과 배출이 평형이 되도록 년간 함양량을 초과하지 않는 범위내로 년간 취수량을 제한하여야 한다.

90년대 들어서 우리나라 지하수의 체계적인 개발, 이용 및 보전관리의 필요성을 깊이 인식하고 관련 정책수립을 위한 기본 지표로서 우리나라의 지하수개발 가능량을 산정하였다.<표 6-7>

광역적인 지하수 함양은 강우에 의한 자연함양이 주 요인이 되며 이의 산정방법으로 물수지 분석방법과 기저유출 분석 방법을 주로 사용하고 있다. 연구기관 및 연구자에 따라 개발가능량 산출에 있어서 산정방법에 따라 년 강우량에 대한 적용 비율은 7~18% 범위로 나타났다. 또한 산출된 지하수 함양량 전량을 개발가능량으로 추정한 경우와 함양량의 70%를 적정개발가능량으로 추정한 경우로 구분되는데 그 타당성 여부는 검증할 수 없으나 지역단위의 적정개발가능량 분석에서는 해당 지역의 유역특성과 지하수 관리계획을 감안하여 함양량의 70~100% 범위에서 결정하는 것이 현실적이라 할 수 있다.

<표 6-7> 한국의 지하수 부존량(농진공, 1991)

연 구 자	개 발 가능량 (억톤/년)	연강수량에 대한 비율(%)	추 정 방 법	사 용 용 어
선우중호 (1992)	100~150	7.9~11.8	Cheremisionoff(1998) 의 기준, 물수지 방법	적정개발 가능량
한정상(1995) 이천복(1994)	228	18	물수지 방법 (건설부 통계편람)	지하수 함양량
최병수(1992)	143	11.3	함양량의 70% 적용	경제적 지하수 이용 가능량
한국수자원공사 (1993)	136.3	10.6	지하수저장량의 변화량은 순환량에 해당된다는 물수지법 적용	적정개발 가능량
건설교통부 (1994)	137.8	10.7	기저유출 분석 방법 (안정률 70% 적용)	적정개발 가능량
건설교통부 (1995)	132.7	10.3	기저유출 분석 방법 (안정률 70% 적용)	적정개발 가능량
이동률(1995)	64.8	7.8	지하수 감수곡선 이용 갈수기의 지하수 유출량 고려	지하수 함양량

본 조사에서는 지하수 적정개발가능량을 현실적으로 경제적인 지하수 이용가능량을 감안한고 전술한 지하수함양량의 안정채수율(70%)을 고려하여 산정하였다. 지하수조사연보(건설교통부, 1999)에 의하면 1998년 현재 장수지역의 지하수 관정 수는 3,447개소로 이용량은 3,324,081㎥/년에 이른다. 따라서 조사지역에서의 추정 지하수 개발 가능량은 78,541천㎥/년이며, 지하수 이용량은 개발가능량의 4.2%로 나타났다.<표 6-8>

<표 6-8> 장수군 지하수 적정 개발가능량

구 분	지하수 함양량 (천m^3/년)	지하수 적정 개발 가능량 (천m^3/년)	지하수 이용량 (천m^3/년)	향후개발 가 능 량 (천m^3/년)	이용량/개발가능량 (%)
장수	116,951	81,865	3,324	78,541	4.2

7. 지하수자원 개발계획

7-1. 용도별 소요수량 및 공급방안

7-1-1. 생활용수 소요수량 및 공급방안

급수방식에 따라 상수도시설에 의한 급수대상지역과 미급수지역인 간이급수대상지역으로 대별할 수 있으며, 이중 급수대상지역에서는 상수도에서 공급되는 양을 비교적 정확하게 계측할 수 있으나 미급수지역인 경우에는 이를 정확히 산출할 수가 없다. 국내의 상수도의 이용현황은 1996년에 전국 총인구 $46,426\times10^3$명 중 급수인구 $38,823\times10^3$명에게 급수하여 급수보급율 83.6%, 시설용량 $22,908\times10^3m^3$/일, 급수량 $15,879\times10^3m^3$/일, 1인1일 평균급수량 409 ℓ pcd, 급수도시 649개소로 괄목할 만한 성장을 보이고 있다.

<표 7-1> 장수군 지역의 상수도 보급 현황

구. 분	총인구 (명)	급수인구 (명)	보급율 (%)	시설용량 (㎥/일)	급수량 (㎥/일)	1일 1인 평균급수량 (ℓ)
장수군	30,207	7,800	25.8	1,880	1,643	211

본 지구는 농촌지역으로 1999년 현재 30,207 (9,649세대)명이며 지난 10년 동안 인구변동은 거의 없었다. 상수도 보급율은 25.8%로 전국 평균의 1/2 수준에 불과하며, 장수읍 인구의 49.4%와 장계면 인구의 62.6%가 상수도를 이용하여 용수를 공급받고 있고 기타 간이상수도(75개소)와 소규모 급수시설(90개소)로부터 전체 인구의 59.2%(17,897명)가 용수를 공급받고 있다. 따라서 상수도와 간이상수도 및 소규모 급수시설을 이용하여 공급받는 급수구역내 총 인구는 85.1%인 25,697명이다.<표 7-1, 표 7-2>

현재 상수원의 보급 형태는 암반관정을 이용한 간이상수도 시설과 마을 공동으로 계곡 하천수를 이용한 지표수 개발과 자가 소형관정을 생활용수로 이용한 방법이 대부분이므로, 향후 안정적인 생활용수 공급이 필요한 실정이다.

<표 7-2> 간이상수도 및 소규모 급수시설 현황

구 분	시설수(개소)			급수인구			급수량(톤/일)		
	계	간이	소규모	계	간이	소규모	계	간이	소규모
계	165	75	90	17,897	10,979	6,942	3,504	2,288	1,216
장수읍	27	11	16	2,865	1,671	1,194	666	408	258
산서면	24	0	24	2,233	-	2,233	339	-	339
번암면	27	14	13	3,037	2,258	779	643	492	151
장계면	23	17	6	2,188	1,827	361	526	442	84
천천면	26	15	11	3,149	2,397	752	520	385	135
계남면	21	9	12	2,634	1,450	1,184	460	291	169
계북면	17	9	8	1,791	1,376	415	350	270	80

○ 생활용수 공급방안

1999년 현재 상수도가 보급된 읍·면지역에서의 1인당 1일 평균급수량은 211ℓ이며 1996년 전국 평균 상수도 공급에 의한 1인당 1일 평균급수량은 409ℓ로 이를 기준으로 평균값인 1인당 310ℓ를 총 인구수에 곱한 값을 안정적 용수수요량으로 계산하여 현재 상수도 및 간이상수도, 소규모 급수시설을 이용하여 공급받는 급수량을 제외하면 읍면별 생활용수 수요수량을 예측할 수 있다.<표 7-3>

장수군의 생활용수 급수량은 5,147m^3/day이며 이중 상수도 급수 1,643m^3/day, 간이상수도 및 소규모 급수시설 3,504m^3/day이 이용되고 있다. 안정적 용수공급량

은 9,363m^3/day로 4,216m^3/day의 공급부족이 예상된다. 특히, 장수읍 지역과 산서면의 경우 다른 지역에 비해 공급부족이 심한 것으로 나타났다.

조사지구의 안정적 생활용수 수요량 공급을 위해 암반관정 1공당 채수 이용량을 100㎥/일로 하고 향후 인구의 증감이 없다고 가정할 때 향후 개발해야 할 관정수는 42공으로 행정구역별 내역은 <표 7-3>과 같다.

<표 7-3> 읍·면별 생활용수 수요수량

구 분	총인구	총소요수량 (㎥/일)	현재 급수량 (㎥/일)			부족수량 (㎥/일)	향후 개발 (100㎥/일)
			계	상수도	간이상수도 및 소규모 급수시설		
계	30,207	9,363	5,147	1,643	3,504	4,216	42
장수읍	8,320	2,579	1,516	850	666	1,063	11
산서면	3,782	1,172	339	-	339	833	8
번암면	3,749	1,162	643	-	643	519	5
장계면	5,891	1,826	1,319	793	526	507	5
천천면	3,149	976	520	-	520	456	5
계남면	2,871	890	460	-	460	430	4
계북면	2,445	758	350	-	350	408	4

7-2-1. 농업용수 소요수량 및 공급방안

장수군 지역의 경지면적은 8,278ha로 경지면적중 논은 5,121ha, 밭은 3,157ha이다. 농업용수의 이용량은 전·답별 경지면적에 각 단위용수량을 적용함으로써 산정하게 된다.

<표 7-4> 읍·면별 농업용수 소요수량

구 분	경지면적(ha)		총소요수량 (㎥/년)	현재이용량 (㎥/년)	부족수량 (㎥/년)	향후개발 (100㎥/일)
	밭	논				
계	3,157	5,121	2,225,927	1,036,399	1,189,528	153
장수읍	787	975	599,929	408,586	191,343	25
산서면	268	1,084	399,820	156,044	243,776	31
번암면	366	552	171,227	22,572	148,655	19
장계면	415	644	297,818	151,858	145,960	19
천천면	470	721	216,737	21,243	195,494	25
계남면	451	641	357,560	226,296	131,264	17
계북면	400	504	182,835	49,800	133,035	17

경작에 필요한 농업용수 수량은 경작지의 위치, 토질, 작물의 종류, 경작지 내의 증발산량 등에 따라 차이가 있을 수 있으나, 논의 경우 ha당 100m^3, 밭의 경우 ha당 50m^3을 적용하였고, 년간 경작일수는 논의 경우 90일, 밭의 경우 40일을 적용하여 필요수량을 산출하였다.

조사지구의 경지면적에 대한 농업용수 총 소요수량은 2,225천㎥/년으로 현재 1,036천㎥/년이 이용되고 있으며 안정적 용수공급을 위해 년간 1,189천㎥/년의 공급부족이 예상된다. 향후 개발공에 대해서는 공당 평균 100㎥/일을 기준으로 78일간 사용할 때 153공이 소요된다.<표 7-4>

7-1-3. 기타용수 소요수량 및 공급방안

축산용수의 경우, 마리당 젖소 150ℓ, 한우 50ℓ, 돼지 40ℓ, 닭 0.5ℓ, 산양 10ℓ를 적용하여 소요수량을 산출하였으며, 사육두수는 장수군 통계연보 자료를 이용하였다. 조사지구에서의 축산용수 소요수량 836,556m^3/년이며 향후 개발공에 대해서는 공당 평균 50㎥/일 기준으로 총 46공이 소요된다.<표 7-5>

<표 7-5> 읍·면별 축산용수 소요수량

구 분	가 축 수 (마리)					소요수량 (m^3/년)	개발공 (50㎥/일)
	젖소	한우	돼지	닭	산양		
계	360	11,916	38,197	104,829	6,184	836,556	46
장수읍	100	3,103	12,552	55,772	1,290	260,251	14
산서면	-	1,763	1,858	40,667	1,036	70,505	4
번암면	27	1,089	2,496	1,528	2,194	66,081	4
장계면	80	1,322	1,365	483	429	50,089	3
천천면	61	1,006	2,299	5,262	313	57,367	3
계남면	19	2,806	11,573	687	519	223,235	12
계북면	73	827	6,054	530	403	109,046	6

7-2. 지하수 개발 계획

농어촌지역에서도 지표수 및 지하수의 오염이 진행되면서 생활용수 공급은 암반관정을 이용한 형태로 이루어지고 있는 있다. 장수군 지역은 2개소의 상수도 시설을 이용하여 급수총인구의 약 25.8%에 해당하는 7,800명이 생활용수를 공급받고 있다. 한편 상수도 미보급지역 주민들은 간이상수도 및 소규모 급수시설을 이용하거나 자가소형관정을 개발하여 용수를 공급받고 있는 실정이다. 농업용수의 경우 수리시설을 이용한 수리답 면적은 전체 91%에 해당하나 년별, 계절별 강우변동이 크고 유역의 평균 경사도가 매우 커 하천유출량이 많다. 그리고 대규모 축산단지가 조성되어 축산용수의 공급부족이 예상된다.

장수군 지역의 적절한 용수공급을 위해서 용도별 소요수량에 따른 향후 개발 암반관정은 생활용수 공당 이용량(100㎥/일)을 기준으로 42공, 농업용수 공당 이용량(100㎥/일)을 기준으로 153공, 축산용수 공급용 암반관정의 공당 이용량(50㎥/일)을 기준으로 46공이 필요하다. 공당사업비는 생활용수의 경우 45백만원, 농업용수는 20백만원으로 계산하였으며 연차별 개발사업량 및 사업비는 다음과 같다.<표 7-6>

<표 7-6> 연차별 지하수개발 사업량 및 사업비

구 분		계	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년
계	공	241	30	30	30	27	124
	사업비 (백만원)	6,080	1,100	1,100	900	750	2,230
생활용수	공	42	10	10	10	7	5
	사업비 (백만원)	2,100	500	500	500	350	250
농업용수	공	199	20	20	20	20	99
	사업비 (백만원)	3,980	600	600	400	400	1,980

8. 지하수 보전 관리

8-1. 지하수 환경재해

8-1-1. 발생원인

지하수는 지표수와 같이 수문순환과정에 의해 보충되는 자원이지만 적정 수준 이상으로 지하수를 채취하거나 훼손시키면 여러 형태의 장애가 발생하게 된다. 일단 훼손된 지하수 대수층의 복원에는 오랜 기간과 막대한 비용이 소요되거나 전혀 복원이 불가능한 경우도 있으므로 사전에 철저히 보호하면서 합리적으로 사용하는 것만이 보전관리를 위한 최선의 방안이다. 그러므로 조사지역의 항구적인 지하수 보전관리를 위해서는 지하수 시설물의 관리, 지하수 관측망 운영, 지하수 정보관리시스템 구축, 사후 환경재해와 보전대책 등이 필요하다.

지하수 환경재해는 지하수와 관련된 모든 재해를 말하며, 과잉양수에 의한 수원고갈, 지하수위 강하에 따른 지반침하, 지하수위 변화에 따른 각종재해, 지하수 구조물 설치에 따른 지하수 유동변화, 지하수 오염에 따른 피해 등을 들 수 있다.

가. 과잉양수에 의한 수위강하 및 수원고갈

관정에서 지하수를 양수하게 되면 지하수 수위가 강하하고, 양수를 중지하면 수위는 회복된다. 그러나 지하수 과다 개발 등으로 양수량이 지하수 충진량보다 상당히 커서 수위회복이 불가능한 경우에는 평형상태가 파괴되어 유역 지하수계의 변형을 야기시켜 궁극적으로 수원이 고갈된다.

나. 지하수위 강하에 따른 지반침하

지반침하는 주로 지하수의 과잉양수에 의해 지하수위가 급격히 저하되는데 기인하여 지반이 압축·압밀되므로써 발생한다. 피압지하수를 과잉 채수하면 지하수위가 저하되고, 대수층 상·하의 점토층이 수축되어 지반침하가 발생한다. 지하수 양수에 의한 지반의 수축은 우물의 기저부에 있는 모래·자갈층 바로 밑의 연속

성 좋은 점토층 또는 암반에서부터 지표까지 발생한다. 점토층이 두껍게 퇴적되어 있는 지반에서는 점토의 압밀현상에 의해 장기적으로 지반침가가 진행된다. 따라서 충적층에서 과다양수를 하면 양수량이 감소하면서 지반침하를 일으키게 된다. 제한된 일정지역에 지하수 이용시설이 밀집되었거나 지하수 함양량보다 많은 지하수를 장시간 양수하여 사용하면 지하수 영향범위가 확대되고, 지층이 연약할 경우 지하수가 포화된 지역과 포화되지 않은 지역은 부등침하를 일으킬 수 있으므로 건출물·토목구조물 설치시에 많은 주의가 필요하다.

다. 지하수위 변화에 따른 각종 재해

지하수위가 강하하게 되면 양수량 감소, 지반침하 현상외에도 지표 오염물질의 침투가 촉진되거나 해안지역 기저의 염수 경계면이 상승되어 염분이 증가되기도 한다. 이와는 반대로 지하차수벽, 지하댐 등의 설치로 지하수위가 상승하면 지표부위가 습지화되어 농작물에 피해를 줄 수 있으며 토양에서 서식하는 각종 동식물의 환경에 변화를 초래하여 생태계를 변화시키기도 한다. 또한 경사진 지역의 지하수위 변화는 지층 또는 암반열극내의 수압, 마찰력, 지내력 등의 변화를 유발하여 사면의 안정성이 저하되고 사면활동 또는 붕괴의 요인이 되기도 한다.

라. 지하구조물 설치에 따른 지하수 유동변화

지하철도, 터널, 지하저장고(유류), 지하폐기물처리장, 수로, 대규모 건축물, 지하공간 개발시설 등 구조물 설치로 지하수 유로를 차단하거나 지하수 충진을 억제하게 되어 지하수 유동에 장애가 되고 있으며, 다량의 지하수를 양수하므로써 지하수위 강하, 지하수 고갈, 지반침하, 심부지하수 오염촉진 등 지하수 장애를 유발하고 있다.

마. 지하수 오염으로 인한 각종재해

오염물질이 지하에 침투되면 지하수와 토양을 오염시키고 확산되는 만큼 오염된 지하수를 이용하는 사람, 동물, 농작물 등과 산업시설, 의·식·주생활에까지 폐해를 입히고 있다.

8-2. 지하수 보전구역

8-2-1. 보전구역 정의

지하수 보전구역은 지하수의 개발·이용으로 인한 지하수의 고갈, 지반의 침하 또는 지하수의 오염을 방지하기 위하여 필요한 지역, 지하수를 이용하는 하류지역과 수리적으로 서로 연결된 상류의 지하수 함양지역, 기타 지하수의 수량이나 수질의 보전에 필요한 지역으로 대통령이 정하는 지역으로 지하수법 제12조에 명시되어 있다. 지하수 보전구역의 지정범위는 지하수 함양원 지역과 수원이 풍부한 주요 대수층 지역, 지하수 다량 사용지역, 관정 밀집지역, 수위강하 및 수질저하 등 지하수 환경재해 발생 가능성이 높은 지역과 발생지역 등 지하수와 관련된 거의 전지역에 대하여 세밀하게 지정토록 하고 있다.

8-2-2. 보전구역 분류

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

가. 지하수 함양지역

지하수는 대부분이 강수가 지표에서 퇴적층을 통하여 지하로 유입되어 함양된다. 만약 이때 지하수 함양이 인위적인 활동에 의하여 방해를 받게 되면 지하수 부존량과 유동량이 감소하게 되고 이에 따라 지하수 개발 가능량이 적어지게 된다. 또한 지하수 함양지역이 오염되면 지하수 함양시 대수층을 통하여 지하수 오염이 이루어지게 되어 국지적 내지 광역적인 지하수계 오염을 초래할 수도 있다.

나. 오염원 주변지역

지하수를 오염시킬 수 있는 잠재오염원이 존재하는 지역에 오염 취약지구를 설정하여 이들 지역을 통한 지하수의 오염의 확산을 방지하여야 한다. 지하수 오염이 이미 확인된 지역에서는 지질조사와 지하수의 수질조사에 의하여 오염된 지하수와 대수층의 범위를 확인하고, 관리의 목표와 우선순위 등을 종합적으로 평가하여 적절한 오염관리 대책을 체계적으로 수립, 시행하여야 한다.

다. 취수정 주변지역

취수정 주변 지역에서의 지하수 보전구역이란 음용수 목적으로 취수하는 관정 주변에서 지하수에 오염 물질이 유입되는 것을 방지하기 위하여 설정하는 보호구역을 말한다. 따라서 용수공급을 위하여 사용중인 공용 취수정을 보호한다는 의미로 이들 주변지역을 보호하여 관정으로부터 취수되는 지하수의 오염을 방지하고 궁극적으로 이를 용수로 사용하는 지역 주민들의 건강과 복리를 보호하려는 것이다.

8-2-3. 보전구역 설정 및 운영

지하수 보전구역을 지정하는 경우에는 보전구역 지정 및 설정기준에 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 획득한 지하수 수위 및 수질의 관측자료, 장애발생원인에 대한 정기적인 감시 관측자료 등을 토대로 지하수 보전구역 해제를 위한 기술적인 평가를 실시하고 해제에 관한 주민, 각계의 의견을 수렴한 다음 사회환경적인 변화 등을 충분히 검토하여 시·도지사가 공고한다.

8-2-4. 보전구역내 행위 제한

지하수 보전구역내에서는 지하수법, 수질환경보전법, 폐기물관리법, 오수분뇨

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.

장수군 지역은 주요 지하수 함양원으로서 산지가 많고 비교적 고지대에 위치한다. 또한 1차수 수계가 많아 지표수의 수질이 도내 타지역에 비해 비교적 양호하며 지하수의 수질 또한 양호한 것으로 나타났다.

지하수 오염방지를 위한 광역적 종합대책도 필요하겠지만 우선은 기존의 지하수 시설물과 신규 개발되는 지하수 관정의 관리는 더욱 중요하며, 지하수 오염방지를 위한 보전구역을 설정하기 위해서는 지역적 특성이 우선적으로 고려되어야 할 것이다.

조사지역의 지속적이고 체계적인 지하수 보전관리를 위하여 지하수 관측망 설치운영과 지하수 정보관리시스템 구축 등이 필요하다. 지하수 정보의 전산화는 방대한 양의 자료를 간편하고 빠르게 수행할 수 있는 업무의 효율화 뿐만아니라 현재 부분적으로 전산화되어 관리되고 있는 지하수 개발공의 관리체계를 통합적인 전산시스템으로 개선함으로써 정보의 통합 분석을 통해 지자체의 정책결정에 기여할 것으로 기대된다. 지하수 정보관리시스템은 지하수 개발공 현황, 지하수 수질, 수리지질, 오염원 같은 D/B와 도면의 작성, 자료탐색 및 자료의 공간분석 등의 기능을 수행할 수 있게 된다.

9. 결 론

1. 본 조사지역은 전라북도 동부내륙에 위치하며 지구 총면적은 533.73㎢, 행정구역상 1개읍 6개면에 해당된다.

2. 조사지역의 지형은 침식윤회상 장년기 지형에 해당하며 산계는 소백산맥의 주맥이 남서로 연결되면서 험준한 산지를 이루고, 수계는 수분령재를 경계로 남측은 섬진강, 북측은 금강 유역의 상류를 이룬다. 조사지역의 분포지질은 선캠브리아기의 화강암질편마암, 변성퇴적암류, 흑운모화강편마암과 복운모화강편마암, 그리고 이들 변성암류를 중생대의 엽리상각섬석흑운모화강섬록암, 반려암, 섬록암 및 화강반암이 관입했으며 신생대 제4기 충적층이 부정합으로 피복한다.

3. 조사지역의 지난 13년간(1988~2000) 년평균기온은 10.5℃를 나타냈고 년평균강수량은 1,422.1mm를 나타냈다. 월평균 최대강수량은 지난 89년 7월 613.7mm를 기록했으며 여름철인 7월과 8월에 전체 평균강수량의 41.1%가 이 기간에 집중되어 계절적 편중이 심하다.

4. 장수군의 총 인구는 9,649세대 30,207명으로 전라북도 전체인구의 1.5%에 해당하고 평균인구밀도는 56.6(명/㎢)이다. 총 토지면적은 533.73㎢로 전체면적의 76.8%가 임야에 해당되며, 전과 답 면적은 각각 5.9%, 9.6%로 경작면적 및 이용율이 비교적 낮다.

5. 조사지역에 분포하는 암반대수층에 대한 대수성 시험결과 투수량 계수는 평균 13.153㎡/d를 나타냈다.

6. 조사지구의 지하수 개발·이용시설은 총 3,447개소이며 이중 생활용 관정이 전체 51.3%에 해당하는 1,767개소가 개발되었으며 농업용 1,676개소(48.6%), 공업용 4개소(0.1%) 순으로 나타났다. 지하수 이용량은 생활용수 2,193천㎥/년(66%), 농업용수1,036천㎥/년(31.2%), 공업용수 94천㎥/년(2.8%) 순으로 나타났다. 기설관정에

대한 지하수위관측 결과 평균 지하수위는 6.0m로 조사되었다.

7. 조사지역 지하수에 대한 주요 양이온 및 음이온의 분석결과 주요성분은 지질분포에 의해 영향을 받은 것으로 나타났다. 지하수에서의 양이온 함량은 Ca>Na>Mg>K 순이며, 음이온 성분의 함량은 HCO_3>Cl>SO_4의 순으로 나타났다. Piper diagram에 도시결과 삼각다이아그램상에서 양, 음이온의 함량은 산재한 형태를 나타내나 전반적인 지하수 형태는 Ca-HCO_3, Ca-SO_4 유형이 다소 우세하다.

8. 먹는물기준항목에 의해 분석한 수질자료 검토 결과 총 33개소중 10개소를 제외하고 먹는물로 사용하기에 적합한 것으로 나타났다. 검사항목중 먹는물 기준에 부적합 판정을 받은 항목은 1개소에서 일반세균이 기준치를 초과했으며 건강상 유해영향 무기물질에 관한 기준 항목중 5개소에서 질산성질소 함량과 2개소에서 불소함량이 기준치를 초과했으며, 심미적 영향물질에 관한 기준 항목중 색도(2개소), 아연이온(1개소), 철(2개소), 탁도(3개소) 등이 기준치를 초과한 것으로 나타났다.

9. 조사지역의 평균 지하수 함양량은 122,387천㎥/년으로 추정되며, 적정 개발 가능량은 함양량의 70%인 81,865천㎥/년이며, 현재 이용량을 제외한 향후 개발가능량은 78,541천㎥/년으로 추정된다.

9. 강우량에 의한 유입량은 759,015,890㎥이며 강수량에 의한 지하수함양량은 136,623천㎥/년, 유출분석에 의한 지하수함양량은 91,843천㎥/년, 물수지방법에 의한 지하수 함양량은 122,387천㎥/년으로 조사지역에서의 평균 지하수 함양량은 116,951천㎥/년으로 나타났다.

10. 조사지구는 농촌지역으로 암반관정을 이용한 간이상수도 및 소규모 급수시설은 165개소이며, 상수도 시설은 2개소로 생활용수 총 이용량은 총 5,147㎥/일으로 조사되었다. 단위용수산출량에 의한 생활용수 총 소요량은 9,363㎥/년으로 일일 4,216㎥의 부족이 예상된다.

11. 조사지역에 대한 잠재오염원 조사결과 점오염원에 의한 지하수 오염 가능성은

축사가 많이 밀집되어 있고 폐수처리시설이 미비한 장수읍, 계남면 지역이며 비점우염원의 가능성이 다소 높은 지역은 농경지 면적이 가장 많은 장수읍 지역인 것으로 예상된다.

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

10. 참고문헌

김좌관, 1995, 수질오염개론, 도서출판 동화기술, 353p.

김옥배, 박희열, 1997, 해수침투에 의한 수질오염판별을 위한 환경지구화학적 연구, 한국자원공학회지, 제34권 제5호, p. 548-558.

김창원, 윤태일, 1992, 환경미생물학, 도서출판 동화기술, 322p.

김용준, 김정빈, 1988, 장수-임실간에 분포하는 화성암류에 대한 암석학적 연구, 대한지질학회지, 제24권 특별호, p. 87-110.

김용준, 이창신, 1988, 장수-운봉지역에 분포하는 화성암류와 화성활동에 대한 연구, 대한지질학회지, 제24권 특별호, p. 111-131.

선우중호, 1994, 수문학, 동명사, 396p.

이종운, 전효택, 전용원, 1997, 국내 화강암질내 심부지하수의 지구화학적 특성, -화강암질내 지하수와의 비교연구, 지하수환경, 제4권, 제4호, p. 212-222.

이철효, 한정상, 1996, 난지도 매립지 주변 지하수환경의 오염 특성에 관한 연구, 지하수환경, 제3권 제1호, p. 27-36.

오석영, 전효택, 1996, 폐기물 매립지 주변의 지하수 오염과 오염물질의 지연 특성, 지하수환경, 제3권 1호, p. 37-49.

유재영, 1995, 광산배수의 산성화 및 그에 따른 환경문제, 대한지질학회 대한자원환경지질학회 제11회 공동학술강연회 발표논문집, p. 32-55.

한국자원연구소, 1997, 지하수 오염방지 및 음용화 기술연구(서울지역), 과학기술처, 418p.

추창오 외, 옥천계변성암 지역의 먹는샘물 지하수의 수리지구화학적 특성, 한국토양환경학회지, 제3권 3호, p. 93~107.

한정상, 1998, 지하수환경과 오염, 박영사, 1071p.

환경부, 농어촌진흥공사, 1995, 먹는물관리법, 262p.

Appleyard, A., 1995, The impact of urban development on recharge and

groundwater quality in a coastal aquifer near Perth, Western Austeralia, hydrogeology Journal, v. 3, no.2,

Becking, L. G. M., Kaplan, I. R. and Moore, D., 1960, Limits of the natural environment in terms of pH and oxidation-reduction potentials, The journal of Geology, v. 68, p.243-284.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Jackson, G. B., 1993, Applied water and spentwater chemistry-a laboratory manual-, Van Nostrand Reinhold, 688p.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

여 백

부 록

1. 기설관정 이용 현황

2. 양수시험 자료

여 백

1. 기설관정 이용 현황

여 백

<표 1-1> 기설관정 이용현황

관정 번호	읍면	동리	지번	개발 년도	심도 (m)	토출 구경 (mm)	양수량 (m³/D)	자연 수위 (m)	안정 수위 (m)	용도	좌표 (X)	좌표 (Y)
D-1	계남	가곡		95	125	200	300	0.66		농업(전)	252.8	242.4
D-2	계남	가곡		95	155	200	180	3.73		농업(전)	253.2	242.0
D-3	계남	신전	386-1	93	187	200	205	15	15	과수	250.8	243.5
D-4	계남	신전	801-2	95	200	200	190	3.89		생활	251.3	243.4
D-5	계남	신전	산26	98	130	200	200	7.9	33.2	과수	251.8	243.5
D-6	계남	침곡	1781	99	150	200	156	1.5	11.37	농업(전)	252.3	247.1
D-7	계남	침곡	738-14	99	154	200	219	5.21	16.82	농업(전)	252.1	247.9
D-8	계남	호덕	763-1	96	150	200	200			농업(전)	252.9	246.0
D-9	계남	호덕	256-2	96	130	200	200			농업(전)	253.3	245.8
D-10	계남	화양	산46-1	98	203	200	170	7.3	22.9	농업(답)	250.8	244.0
D-11	계남	화양	657	98	150	200	220	0.5	8.6	농업(답)	251.1	244.2
D-12	계남	화양	1013-49	98	190	200	220	4.6	21.2	농업(전)	251.3	244.4
D-13	계남	화양	1462	99	180	200	173	1.57	14.84	농업(전)	251.9	246.3
D-14	계남	화음	산39-6	97	150	200	200	4.5	60	농업(전)	253.0	245.0
D-15	계남	화음	484-9	97	170	200	180	8	68	농업(전)	253.3	245.2
D-16	계남	화음	244-1	96	200	200	200	12	83	생활	252.7	244.0
D-17	계남	화음	1034	89	35	150	180	10	20	생활		
D-18	계북	농소	508	95	100	200	270			농업(답)	256.0	252.6
D-19	계북	농소	505	97	90	200	210	5.28		농업(답)	255.9	252.5
D-20	계북	농소	877	97	120	200		2.4	40	농업(답)	255.4	252.5
D-21	계북	매계		96	175	200	200	13	90	생활	254.3	252.8
D-22	계북	양악	988	95	100	200	240	2.48		농업(답)	257.6	256.7
D-23	계북	어전	556-3	96	120	200	250			농업(전)	257.2	250.8
D-24	계북	어전	742	89	32	200	99.7	2	8	생활		
D-25	계북	어전	792	90	42	200	147	4	12	생활		
D-26	계북	어전		96	200	200	250	6.5	65	생활	255.0	253.7
D-27	계북	어전	468-2	99	100	200	151	5	50	농업(답)	255.4	253.7
D-28	계북	원촌	1252	87	33	200	90	5	21	생활		
D-29	계북	임평		96	175	200	200	7.8	60	생활	255.2	255.7
D-30	계북	임평	산18-4	93	90	200	150			농업(전)	254.8	256.5

관정 번호	읍면	동리	지번	개발 년도	심도 (m)	토출 구경 (mm)	양수량 (m³/D)	자연 수위 (m)	안정 수위 (m)	용도	좌표 (X)	좌표 (Y)
D-31	번암	국포	285-1	96	197	200	200	7.6	71	생활	244.4	228.2
D-32	번암	노단	365	88	35	200	169.2	15	22	생활		
D-33	번암	노단	353	93	92	200	62	15	45	생활		
D-34	번암	노단	1132-1	96	200	200	250	6.5	45	생활	249.2	225.9
D-35	번암	노단		99	200	200		11.82		농업(답)	250.3	226.8
D-36	번암	노단	426	86	54	200	107	3	29	생활		
D-37	번암	동화	600-2	95	18	40	60			농업(답)	250.4	230.8
D-38	번암	사암	51	94	150	200	150	5	21	생활	248.1	230.7
D-39	번암	유정	산59-1	99	100	200	284	2.7	40	농업(답)	248.7	221.6
D-40	번암	사암		86	33	200	90			생활		
D-41	산서	동화	73	93	80	200	74	13	45	생활		
D-42	산서	동화	704-1	99	100	200	284	6.9	25	농업(답)	235.4	233.0
D-43	산서	동화	508	95	101	200	254	7.08		농업(답)	238.6	232.1
D-44	산서	마하	79	99	150	200	250	6.85		농업(답)	238.7	232.0
D-45	산서	마하		98	80	200	150	3.7	42.5	농업(답)	237.9	235.7
D-46	산서	백운	704	95	82	200	300			농업(답)	234.4	228.4
D-47	산서	봉서		96	196	200	200	7	69	생활	235.1	228.5
D-48	산서	봉서	132	95	100	200	250	10	66	농업(답)	234.2	229.4
D-49	산서	사상				200		1.64		농업(답)	234.5	231.8
D-50	산서	오산	915-5	97	136	200	190	14.43		농업(답)	234.0	233.4
D-51	산서	오성	산67-4	99	132	200	150	7	45.1	농업(답)	239.1	230.5
D-52	산서	오성	629	99	250	200	163	6.34		농업(답)	239.4	231.1
D-53	산서	오성		00	132	200	150	7.02		농업(답)	239.3	230.4
D-54	장계	금곡	산13-1	94	100	200	300			농업(답)	254.3	249.7
D-55	장계	금덕	638	96	150	200	300	1.5	45	농업(답)	252.9	249.2
D-56	장계	금덕	산42	98	80	150	100			농업(답)	253.8	251.1
D-57	장계	금덕	257	99	130	200	200	2.7	12.1	농업(답)	253.4	250.2
D-58	장계	금덕	218-4	95	170	200	200	4.09		농업(답)	257.4	250.1
D-59	장계	명덕	175-1	96	196	200	200	8.6	80	농업(답)	258.0	247.8
D-60	장계	명덕	420	97	150	200	220	4.5	54	농업(전)	252.0	249.0
D-61	장계	무농	436-1	97	150	200	200	5	60	농업(전)	252.1	249.1
D-62	장계	무농	59	98	150	200	200	3.40		농업(답)	252.5	250.3

관정 번호	읍면	동리	지번	개발 년도	심도 (m)	토출 구경 (mm)	양수량 (m³/D)	자연 수위 (m)	안정 수위 (m)	용도	좌표 (X)	좌표 (Y)
D-63	장계	무농	882	98	18	40	50			농업(답)		
D-64	장계	삼봉	378-1	93	80	200	310	2.00		농업(답)	254.8	247.5
D-65	장계	삼봉	764-12	96	193	200	200	10.45		농업(전)	254.1	246.8
D-66	장계	삼봉	734-19	96	150	200	160			농업(전)	254.2	246.5
D-67	장계	월강		94	100	200	230	6.13		농업(답)	253.4	249.2
D-68	장계	장계	240-6	86	57	200	100	6	27	생활		
D-69	장계	장계	24	93	120	200	120			생활		
D-70	장계	장계		99	130	200	200	2.7	12	농업(전)	253.4	250.2
D-71	장계	장계	278-1	92	78	150	60	4	24	생활		
D-72	장계	장계	24	93	120	40	120	5	18	생활		
D-73	장수	개정	634-8	97	200	200	200	12	68	과수	246.1	235.7
D-74	장수	개정	460-1	97	150	200	220	9	52	과수	246.3	235.5
D-75	장수	개정	346	00	75	200	153	15	61	생활		
D-76	장수	노곡	1036	88	49	200	372			농업(답)	248.9	239.0
D-77	장수	노곡	920	90	58	200	250			과수	249.1	238.5
D-78	장수	노곡		93	170	200	300			과수	249.2	238.6
D-79	장수	노곡	446	97	150	200	180	7.5	78	농업(전)	250.0	238.9
D-80	장수	노곡	산102-6	97	150	200	200	3.5	56	생활	249.3	239.2
D-81	장수	노곡	176-7	97	150	200	200	3	52	생활	250.0	239.2
D-82	장수	노곡	872-7	97	150	200	200	6	70	농업(답)	249.5	239.3
D-83	장수	노하		98	80	200	150	3.29		생활	246.4	239.2
D-84	장수	노하	628	98	76	200	600			농업(답)	246.4	239.1
D-85	장수	대성		97	124	200	212	7.5	66	생활	241.0	231.7
D-86	장수	대성	12	98	125	200	180	15	60	생활	241.1	234.8
D-87	장수	대성	산98-1	97	150	200	200	3	40	생활	241.6	233.5
D-88	장수	두산	420	89	74	200	305			농업(답)	247.3	238.0
D-89	장수	두산		94	200	200	200			농업(답)	246.9	238.0
D-90	장수	두산		94	200	200	200			농업(답)	246.9	237.9
D-91	장수	두산	346-2	94	80	200	250	2.89		농업(답)	247.4	237.7
D-92	장수	선창	산42-1	98	198	200	200		40.9	농업(전)	248.6	242.5
D-93	장수	선창	산63-1	99	80	200	80			생활	248.0	240.1
D-94	장수	송천	1036-5	96	120	200	200	3	65	농업(전)	245.6	238.5

관정 번호	읍면	동리	지번	개발 년도	심도 (m)	토출 구경 (mm)	양수량 (m'/D)	자연 수위 (m)	안정 수위 (m)	용도	좌표 (X)	좌표 (Y)
D-95	장수	송천	1044-1	96	120	200	200	5	65	농업(전)	245.5	238.7
D-96	장수	송천	2568	98	80	200	250	4.85		농업(답)	245.7	238.2
D-97	장수	송천	산88	98	200	200		2.7		농업(답)	245.5	238.9
D-98	장수	송천	123-1	95	100	200	230	2.7		농업(답)	245.4	238.4
D-99	장수	용계	674	91	80	200	640			농업(답)	245.0	235.6
D-100	장수	용계	607	93	130	200	260			농업(답)	244.3	236.7
D-101	장수	용계	산34-1	95	130	200	180	2.18		농업(답)	244.2	234.0
S-1	장수	용계	1279	98	150	200	170	4.7	20.7	농업(답)	245.0	235.0
D-103	장수	용계	1622	98	150	200	250	3	12	농업(전)	244.6	235.2
D-104	장수	용계	1299-4	98	138	200	250	3	12	농업(전)	244.6	253.1
D-105	장수	장수	671	98	75	200	345	4	15	농업(답)	246.4	238.7
D-106	장수	장수	390	87	61	200	94.7	6	28	생활		
D-107	장수	장수	201	85	66	150	174.5	4	61	생활		
D-108	장수	판둔		94	135	200	284			농업(전)	247.1	241.5
D-109	천천	남양		94	200	200	200			농업(전)	245.5	246.1
D-110	천천	연평		97	70	200		4.7	38	농업(답)	246.9	255.8
D-111	천천	오봉	966	97	65	200	600			농업(답)	250.1	254.5
D-112	천천	오봉	955	97	70	200		3.4	40	농업(답)	250.1	254.6
D-113	천천	오봉	404	97	120	200		3.2		농업(답)	250.6	255.4
D-114	천천	오봉	853	98	150	200	186	10	46	생활	250.3	255.1
D-115	천천	용광		96	200	200	200	15	80	생활	248.5	249.5
D-116	천천	월곡	524	96	80	200	143	6	50	생활	247.2	244.8
D-117	천천	장판	15-4	97	190	200	250	3.5	48	농업(전)	247.1	242.9
D-118	천천	장판	15-4	97	185	200	170	4	56	농업(전)	247.2	243.0
D-119	천천	장판	996	97	75	200	230	3	30	농업(답)	245.7	243.0
D-120	천천	춘송	846	90	90	200	540			농업(답)	248.3	248.5
D-121	천천	춘송	713	95	150	200	500			농업(답)	248.4	248.5
D-122	천천	춘송	276	99	280	200	150	3.56		농업(답)	248.9	247.6
D-123	천천	춘송	834	86	45	125	68	3.2	17.4	생활		
D-124	천천	춘송	432	88	45	200	136	10	18	생활		
D-125	장수	두산		95	100	175	140	7			246.9	237.0
D-126	장계	금곡		95	100	200	20	3			251.8	249.6

관정 번호	읍면	리	지번	개발 년도	관정직경 (㎜)	심도 (m)	양수량 (㎥/일)	용도	성명
D-127	계남	가곡	550-4	94	40	18	50	답	양청규
D-128	계남	가곡	541-1	94	40	18	50	답	손이표
D-129	계남	궁양	254-4	95	40	19	33	답	장순식
D-130	계남	궁양	147-1	95	40	18	35	답	박순권
D-131	계남	신전	100-5	94	40	18	50	답	최중호
D-132	계남	신전	942	95	40	18	40	답	채병두
D-133	계남	신전	664	95	40	18	32	답	김순곤
D-134	계남	신전	1446	95	40	18	50	답	김복동
D-135	계남	신전	689	95	40	18	43	답	조광수
D-136	계남	장안	740-2	95	40	18	50	답	고암우
D-137	계남	장안	640-2	95	40	18	50	답	임기옥
D-138	계남	장안	790	95	40	20	30	답	김남철
D-139	계남	장안	525	95	40	20	30	답	노백색
D-140	계남	장안	983-2	95	40	18	30	답	김옥곤
D-141	계남	침곡	216-31	94	40	18	50	답	김인환
D-142	계남	침곡	1397	95	40	18	52	답	장병규
D-143	계남	침곡	330-1	95	40	18	50	답	김경엽
D-144	계남	침곡	1029	95	40	18	45	답	박수섭
D-145	계남	침곡	1244	95	40	20	55	답	정을수
D-146	계남	호덕	440	95	40	19	54	답	고경식
D-147	계남	호덕	752	95	40	18	49	답	김은형
D-148	계남	호덕	219	95	40	18	30	답	김창권
D-149	계남	호덕	501-4	95	40	18	52	답	고창남
D-150	계남	호덕	675-12	95	40	20	52	답	정갑생
D-151	계남	화양	1163	95	40	19	40	답	양만철
D-152	계남	화양	548	95	40	19	40	답	성용복
D-153	계남	화양	892-1	95	40	19	50	답	유대원
D-154	계남	화양	855-5	95	40	18	50	답	박기원
D-155	계남	화양	990-1	95	40	18	35	답	이만수
D-156	계남	화음	1219	94	40	18	50	답	최경업
D-157	계남	화음	320	95	40	20	50	답	이정순
D-158	계남	화음	229	95	40	18	31	답	문삼두
D-159	계남	화음	718	95	40	18	42	답	정동순
D-160	계남	화음	722	95	40	18	45	답	이춘상
D-161	계남	화음	341-1	95	40	18	54	답	배동윤
D-162	계남	화음	215-2	95	40	19	30	답	이수희
D-163	계남	화음	1133-9	95	40	18	50	답	박정웅
D-164	계북	농소	153	94	40	21	50	답	서순영
D-165	계북	농소	502	94	40	18	60	답	최성규
D-166	계북	농소	507	94	40	20	70	답	김돈
D-167	계북	매계	445	93	30	19	32	답	정한규
D-168	계북	매계	120	94	30	20	30	답	성경자
D-169	계북	양악	425	95	25	20	50	답	배상길

관정 번호	읍면	리	지번	개발 년도	관정직경 (㎜)	심도 (m)	양수량 (㎥/일)	용도	성명
D-170	계북	어전	195	90	40	13	90	답	정원용
D-171	계북	어전	513	94	30	18	50	답	김점주
D-172	계북	원촌	592	94	20	18	50	답	박진수
D-173	계북	원촌	972	94	30	26	50	답	최병성
D-174	번암	교동	627	94	40	18	50	답	
D-175	번암	국포	28	94	40	18	50	답	
D-176	번암	국포	302	94	40	18	50	답	
D-177	번암	국포	272-1	95	40	18	50	답	
D-178	번암	국포	270-1	95	40	18	50	답	
D-179	번암	국포	44	95	40	18	50	답	
D-180	번암	국포	126	95	40	18	50	답	
D-181	번암	노단	723-2	94	40	18	50	답	
D-182	번암	노단	519	94	40	18	50	답	
D-183	번암	노단	1243-1	94	40	18	50	답	
D-184	번암	노단	687	95	40	18	50	답	
D-185	번암	노단	390	95	40	18	50	답	
D-186	번암	노단	597	95	40	18	50	전	
D-187	번암	노단	330	95	40	18	50	답	
D-188	번암	논곡	24	95	40	18	50	답	
D-189	번암	논곡	907	95	40	18	50	답	
D-190	번암	대론	402	94	40	18	50	답	
D-191	번암	대론	812	94	40	18	50	답	
D-192	번암	대론	717	95	40	18	50	답	
D-193	번암	동화	548-1	94	40	18	50	전	
D-194	번암	동화	1169	94	40	18	50	답	
D-195	번암	동화	285	94	40	18	50	답	
D-196	번암	동화	600-2	95	40	18	50	답	
D-197	번암	동화	320	96	40	18	50	답	
D-198	번암	사암	396	94	40	18	50	전	
D-199	번암	사암	145-2	94	40	18	50	답	
D-200	번암	사암	490-2	94	40	18	50	답	
D-201	번암	사암	537	95	40	18	50	답	
D-202	번암	사암	529	95	40	18	50	답	
D-203	번암	사암	140	95	40	18	50	답	
D-204	번암	사암	805	95	40	18	50	답	
D-205	번암	유정	194	94	40	18	50	답	
D-206	번암	유정	71	94	40	18	50	전	
D-207	번암	유정	245-2	94	40	18	50	전	
D-208	번암	유정	676-2	94	40	18	50	답	
D-209	번암	유정	99-1	94	40	18	50	답	
D-210	번암	유정	832	94	40	18	50	답	
D-211	번암	유정	490	95	40	18	50	답	
D-212	번암	유정	662-1	95	40	18	50	답	
D-213	번암	유정	281	95	40	18	50	답	

관정 번호	읍면	리	지번	개발 년도	관정직경 (㎜)	심도 (m)	양수량 (㎥/일)	용도	성명
D-214	번암	유정	144	95	40	18	50	답	
D-215	번암	유정	23	95	40	18	50	답	
D-216	번암	유정	669-2	96	40	18	50	답	
D-217	번암	죽산	534	94	40	18	50	답	
D-218	번암	지지	935-3	95	40	18	50	답	
D-219	산서면	건지	111	92	40	19.2	58.4	답	서영석
D-220	산서면	건지	24-2	94	40	18.2	50	답	강정구
D-221	산서면	동화	55	94	40	18	52	답	정복마
D-222	산서면	동화	895	96	40	18	46	답	조길자
D-223	산서면	동화	97	96	40	17	45	답	임병호
D-224	산서면	마하	1016	94	40	19	41	답	육원기
D-225	산서면	마하	972	94	40	18	41	답	최신규
D-226	산서면	백운	590	92	40	18.4	53	답	오인섭
D-227	산서면	백운	503	94	40	19	52	답	구인서
D-228	산서면	봉서	20	94	40	18	50	답	김자현
D-229	산서면	봉서	607	94	40	18	42	답	최대범
D-230	산서면	봉서	758	94	40	18	42	답	이장춘
D-231	산서면	사계	15	94	40	18.2	52.3	답	정덕현
D-232	산서면	사계	366	94	40	18	41	답	정완수
D-233	산서면	사상	1024	94	40	18	55	답	김노수
D-234	산서면	사상	971	94	40	20	50	답	양회문
D-235	산서면	신창	118-1	92	40	18.1	54	답	이화선
D-236	산서면	신창	209-1	94	40	19	46.4	답	소복순
D-237	산서면	신창	81-1	94	40	19	52	답	황기주
D-238	산서면	오산	101	92	40	18.6	54	답	권정주
D-239	산서면	오산	54-1	92	40	18	54	답	권연옥
D-240	산서면	오산	396-2	94	40	18	46	답	권이완
D-241	산서면	오성	149-2	94	40	18.6	46.4	답	송동수
D-242	산서면	오성	476	94	40	18	41	답	심광순
D-243	산서면	오성	843	94	40	18.4	45.3	답	송영현
D-244	산서면	이룡	312	94	40	19	50	답	장태선
D-245	산서면	이룡	838	94	40	18	54	답	이희주
D-246	산서면	하월	500	94	40	19.6	45.3	답	안종옥
D-247	산서면	하월	611	94	40	18	50	답	임창석
D-248	산서면	학선	113	92	40	19.5	58.4	답	안성수
D-249	산서면	학선	452-1	92	40	18.7	51	답	김순식
D-250	산서면	학선	90-1	92	40	18.3	51.5	답	서경석
D-251	장계	금곡	487-1	91	40	18	55	답	정정규
D-252	장계	금곡	584	95	40	18	42	답	한종화
D-253	장계	금곡	593-1	98	40	18	50	답	서문준
D-254	장계	금덕	227	91	40	18	54	답	서화자
D-255	장계	금덕	234	92	40	19	60	답	주정근
D-256	장계	금덕	594	92	40	19	60	답	정승모
D-257	장계	금덕	170-2	92	40	20	50	답	이현상

관정 번호	읍면	리	지번	개발 년도	관정직경 (㎜)	심도 (m)	양수량 (㎥/일)	용도	성명
D-258	장계	금덕	158-1	92	40	20	50	답	강윤석
D-259	장계	금덕	898-2	94	40	19	50	답	이석용
D-260	장계	금덕	243-2	94	40	18	50	답	이현두
D-261	장계	금덕	226	95	40	18	40	답	서학권
D-262	장계	금덕	252-2	95	40	18	45	답	이대식
D-263	장계	금덕	292	95	40	18	40	답	정인기
D-264	장계	금덕	295	95	40	22	50	답	김용우
D-265	장계	금덕	279-1	95	40	10	45	답	황규상
D-266	장계	금덕	248	95	40	18	35	답	이순애
D-267	장계	금덕	331	95	40	19	42	답	이현두
D-268	장계	금덕	298	95	40	18	43	답	김용우
D-269	장계	금덕	709-3	98	40	18	50	답	서문달
D-270	장계	금덕	761	98	40	18	50	답	곽기봉
D-271	장계	금덕	702	98	40	18	50	답	곽기문
D-272	장계	금덕	136	98	40	18	50	답	이영희
D-273	장계	대곡	1221	96	40	20	38	답	조광래
D-274	장계	명덕	807-2	91	40	19	70	답	박병옥
D-275	장계	명덕	1482	92	40	20	60	답	정병옥
D-276	장계	명덕	804-1	92	40	20	60	답	한규병
D-277	장계	명덕	632	92	40	20	60	답	박병옥
D-278	장계	명덕	863-6	92	40	18	50	답	한을수
D-279	장계	명덕	1362	92	40	20	60	답	이만주
D-280	장계	명덕	103	92	40	18	50	답	오석순
D-281	장계	명덕	1472-1	93	40	18	50	답	박성만
D-282	장계	명덕	655-1	94	40	18	55	답	김찬섭
D-283	장계	명덕	646-2	94	40	18	55	답	이재선
D-284	장계	명덕	642	94	40	18	50	답	소경수
D-285	장계	명덕	1708-3	94	40	18	50	답	이우식
D-286	장계	명덕	1402	94	40	18	50	답	이인섭
D-287	장계	명덕	1315	94	40	18	50	답	이영숙
D-288	장계	명덕	801	94	40	18	50	답	한규병
D-289	장계	명덕	1293-1	94	40	18	50	답	강병옥
D-290	장계	명덕	1708-3	94	40	18	50	답	박희주
D-291	장계	명덕	819-6	95	40	22	45	답	양종길
D-292	장계	명덕	186	95	40	22	45	답	오진명
D-293	장계	명덕	409	95	40	18	50	답	이중범
D-294	장계	명덕	281-3	96	40	19	35	답	배성택
D-295	장계	명덕	1467-2	98	40	18	50	답	정병옥
D-296	장계	명덕	4	98	40	18	50	답	이재열
D-297	장계	명덕	179-13	98	40	18	50	답	원정수
D-298	장계	명덕	631	98	40	18	50	답	김영대
D-299	장계	명덕	264	98	40	18	50	답	이종율
D-300	장계	명덕	489	98	40	18	50	답	이중범
D-301	장계	명덕	1644	98	40	18	50	답	박임준

관정 번호	읍면	리	지번	개발 년도	관정직경 (㎜)	심도 (m)	양수량 (㎥/일)	용도	성명
D-302	장계	명덕	177-4	98	40	18	50	답	서한선
D-303	장계	명덕	645	98	40	18	50	답	조영원
D-304	장계	무농	680-1	89	40	18	70	답	성우현
D-305	장계	무농	56	92	40	18	55	답	이이상
D-306	장계	무농	169-1	92	40	18	60	답	최복철
D-307	장계	무농	171	92	40	18	55	답	윤창섭
D-308	장계	무농	695-1	92	40	20	60	답	이의창
D-309	장계	무농	427	92	40	21	70	답	육종오
D-310	장계	무농	572	94	40	18	50	답	안경현
D-311	장계	무농	396	94	40	18	50	답	송영중
D-312	장계	무농	382-1	94	40	18	50	답	김옥현
D-313	장계	무농	427	95	40	18	42	답	이건희
D-314	장계	무농	662=1	95	40	20	40	답	이경석
D-315	장계	무농	371-1	98	40	18	50	답	박신환
D-316	장계	무농	448	98	40	18	50	답	김현준
D-317	장계	삼봉	420	89	40	19	90	답	장충렬
D-318	장계	삼봉	514	89	40	18	65	답	양홍섭
D-319	장계	삼봉	147	90	40	18	50	답	박복돌
D-320	장계	삼봉	541	92	40	20	60	답	박상용
D-321	장계	삼봉	97	92	40	20	60	답	송인섭
D-322	장계	삼봉	376	92	40	20	65	답	김상희
D-323	장계	삼봉	485-1	92	40	20	60	답	한천석
D-324	장계	삼봉	907	92	40	20	70	답	곽점용
D-325	장계	삼봉	532	92	40	20	60	답	허옥동
D-326	장계	삼봉	305	93	40	18	50	답	양창조
D-327	장계	삼봉	665-2	94	40	18	50	답	곽우열
D-328	장계	삼봉	903-5	94	40	18	50	답	조용만
D-329	장계	삼봉	257-2	94	40	18	50	답	우봉래
D-330	장계	삼봉	597	98	40	18	50	답	김철수
D-331	장계	삼봉	428-1	98	40	18	50	답	김정선
D-332	장계	삼봉	882	98	40	18	50	답	곽점용
D-333	장계	삼봉	1143	98	40	18	50	답	양창조
D-334	장계	삼봉	산60-1	98	40	18	50	답	구봉래
D-335	장계	삼봉	470-4	98	40	18	50	답	김정순
D-336	장계	송천	165	92	40	18	55	답	이귀정
D-337	장계	송천	264	94	40	18	50	답	서문순애
D-338	장계	송천	710-3	94	40	18	50	답	박호준
D-339	장계	송천	654-1	94	40	18	50	답	손선엽
D-340	장계	송천	757-1	94	40	18	50	답	김순남
D-341	장계	송천	280	94	40	18	50	답	유월순
D-342	장계	송천	527	95	40	22	45	답	손선엽
D-343	장계	송천	574	95	40	19	50	답	이재익
D-344	장계	송천	379-1	95	40	18	50	답	이영철
D-345	장계	송천	271=2	95	40	21	45	답	강충선

관정 번호	읍면	리	지번	개발 년도	관정직경 (㎜)	심도 (m)	양수량 (㎥/일)	용도	성명
D-346	장계	송천	122	95	40	28	45	답	이정수
D-347	장계	송천	536-1	95	40	21	45	답	김덕환
D-348	장계	송천	157	95	40	18	40	답	이금순
D-349	장계	송천	321	96	40	18	60	답	김옥기
D-350	장계	송천	151	96	40	18	45	답	정상모
D-351	장계	송천	231	98	40	18	50	답	김주익
D-352	장계	송천	232	98	40	18	50	답	김석현
D-353	장계	오동	533	95	40	20	42	답	김창래
D-354	장계	오동	685-2	98	40	18	50	답	정영득
D-355	장계	월강	313	91	40	18	60	답	최종식
D-356	장계	월강	372-1	92	40	21	60	답	양충효
D-357	장계	월강	35	92	40	19	50	답	정인봉
D-358	장계	월강	380	92	40	20	60	답	육태균
D-359	장계	월강	273	92	40	20	70	답	김형기
D-360	장계	월강	27-1	92	40	20	70	답	정인출
D-361	장계	월강	320	92	40	18	60	답	김찬식
D-362	장계	월강	38	92	40	20	60	답	김병전
D-363	장계	월강	307-2	92	40	20	70	답	이준희
D-364	장계	월강	312	92	40	20	60	답	김일덕
D-365	장계	월강	314-2	92	40	18	60	답	채학영
D-366	장계	월강	30	93	40	20	50	답	최학영
D-367	장계	월강	224	94	40	18	50	답	이길형
D-368	장계	월강	35	95	40	18	40	답	정인봉
D-369	장계	월강	323-3	95	40	22	45	답	최규원
D-370	장계	월강	232	95	40	20	39	답	추영식
D-371	장계	월강	479	95	40	18	45	답	이환구
D-372	장계	월강	530-1	98	40	18	50	답	박인선
D-373	장계	장계	336	92	40	19	60	답	원공희
D-374	장계	장계	527-12	94	40	18	50	답	성대옥
D-375	장계	장계	416-1	95	40	18	40	답	한일수
D-376	장계	장계	316	95	40	18	50	답	박정운
D-377	장계	장계	254-2	95	40	24	40	답	최정기
D-378	장계	장계	255-6	95	40	19	38	답	정규상
D-379	장계	장계	527-3	96	40	20	63	답	구경창
D-380	장계	장계	417	98	40	18	50	답	송병주
D-381	장계	장계	42-1	98	40	18	50	답	조정호
D-382	장계	장계	001-007	98	40	18	50	답	이택영
D-383	장계	호덕	556	98	40	18	50	답	전기호
D-384	장계면	금곡	319	93	40	18	30	답	심영래
D-385	천천	고금	297	89	40	18	50	답	김재구
D-386	천천	고금	17-2	90	40	18	50	답	조학조
D-387	천천	구신	178	93	40	18	52	답	김준규
D-388	천천	구신	181	93	40	18	50	답	송영조
D-389	천천	구신	152	93	40	18	53	답	송인희

관정 번호	읍면	리	지번	개발 년도	관정직경 (㎜)	심도 (m)	양수량 (㎥/일)	용도	성명
D-390	천천	구신	117	93	40	18	52	답	권자만
D-391	천천	구신	178	93	40	18	52	전	김준규
D-392	천천	구신	152	93	40	18	53	전	송인희
D-393	천천	구신	117	93	40	18	52	전	권자만
D-394	천천	구신	432	94	40	18	50	답	송영배
D-395	천천	구신	178	94	40	18	50	전	권호석
D-396	천천	금덕	206	89	40	18	50	답	한갑석
D-397	천천	금덕	461	94	40	18	50	전	전홍배
D-398	천천	금덕	445	94	40	18	50	전	배기현
D-399	천천	내기	750	94	40	18	50	답	박기장
D-400	천천	내기	814	94	40	18	50	답	김성태
D-401	천천	내기	816	94	40	18	50	답	강태순
D-402	천천	박곡	579	94	40	18	50	답	박형규
D-403	천천	박곡	482	94	40	18	50	답	김명주
D-404	천천	박곡	658	94	40	18	50	전	한상호
D-405	천천	박곡	573	94	40	18	25	전	백병선
D-406	천천	삼장	223	90	40	18	50	전	배재은
D-407	천천	삼장	616-1	91	40	18	50	답	장재선
D-408	천천	삼장	613	91	40	18	50	답	강경열
D-409	천천	삼장	508-4	93	40	18	50	전	태기성
D-410	천천	송탄	432	94	40	18	50	답	문태상
D-411	천천	신흥	491	94	40	18	50	답	정병희
D-412	천천	신흥	491	94	40	18	50	전	송복만
D-413	천천	오옥	487	89	40	18	50	답	송유열
D-414	천천	오옥	957	90	40	18	50	답	송문달
D-415	천천	오옥	1108	90	40	18	50	답	이재우
D-416	천천	오옥	959	90	40	18	50	답	이득춘
D-417	천천	용광	178-4	93	40	18	50	전	이경우
D-418	천천	용신	265	94	40	18	50	답	우상철
D-419	천천	용신	315	94	40	18	50	전	우상철
D-420	천천	운곡	86-1	89	40	18	50	답	오재만
D-421	천천	운곡	182	94	40	18	50	전	한서운
D-422	천천	이방	578	94	40	18	50	답	김정국
D-423	천천	이방	758	94	40	18	50	답	김정훈
D-424	천천	이방	739	94	40	18	50	전	윤명오
D-425	천천	장양	687	94	40	18	50	전	양중근
D-426	천천	장척	9	94	40	18	50	답	박현황
D-427	천천	장척	528	94	40	18	50	답	김봉춘
D-428	천천	중상	409	93	40	18	50	전	이재연
D-429	천천	춘동	397	91	40	18	50	전	윤정기
D-430	천천	평신	257	92	40	18	51	답	송현갑
D-431	천천	평신	1920	93	40	18	50	전	안동근
D-432	천천	평신	1916	93	40	18	50	전	조창두
D-433	천천	하신	107	94	40	18	50	전	이호관

<표 1-2> 지하수 간이수질

관정 번호	읍면	동리	지번	개발 년도	심도 (m)	양수량 (m³/D)	용도	온도	EC	TDS
D-1	계남	가곡		95	125	300	농업(전)	14.9	120	70
D-2	계남	가곡		95	155	180	농업(전)	14.5	160	180
D-3	계남	신전	386-1	93	187	205	과수	14	190	90
D-4	계남	신전	801-2	95	200	190	생활	15.2	260	130
D-5	계남	신전	산26	98	130	200	과수	15	110	50
D-6	계남	침곡	1781	99	150	156	농업(전)			
D-7	계남	침곡	738-14	99	154	219	농업(전)			
D-8	계남	호덕	763-1	96	150	200	농업(전)			
D-9	계남	호덕	256-2	96	130	200	농업(전)	16.1	190	90
D-10	계남	화양	산46-1	98	172	170	농업(답)	16.3	170	80
D-11	계남	화양	657	98	150	220	농업(답)			
D-12	계남	화양	1013-49	98	190	220	농업(전)	15.1	250	120
D-13	계남	화양	1462	99	180	173	농업(전)	15.7	190	90
D-14	계남	화음	산39-6	97	150	200	농업(전)	16.1	190	90
D-15	계남	화음	484-9	97	170	180	농업(전)			
D-16	계남	화음	244-1	96	200	200	생활			
D-17	계남	화음	1034	89	35	180	생활	15.7	190	90
D-18	계북	농소	508	95	100	270	농업(답)			
D-19	계북	농소	505	97	90	210	농업(답)			
D-20	계북	농소	877	97	120		농업(답)			
D-21	계북	매계		96	175	200	생활	14.9	430	210
D-22	계북	양악	988	95	100	240	농업(답)	12.6	150	70
D-23	계북	어전	556-3	96	120	250	농업(전)	13.8	210	100
D-24	계북	어전	742	89	32	99.7	생활	13.6	270	130
D-25	계북	어전	792	90	42	147	생활	13.8	210	100
D-26	계북	어전		96	200	250	생활	13.6	270	130
D-27	계북	어전	468-2	99	100	151	농업(답)	15.3	240	120
D-28	계북	원촌	1252	87	33	90	생활	15.3	240	120
D-29	계북	임평		96	175	200	생활	14.7	340	170
D-30	계북	임평	산18-4	93	90	150	농업(전)			

관정 번호	읍면	동리	지번	개발 년도	심도 (m)	양수량 (m'/D)	용도	온도	EC	TDS
D-31	번암	국포	285-1	96	197	200	생활			
D-32	번암	노단	365	88	35	169.2	생활	16.1	270	130
D-33	번암	노단	353	93	92	62	생활	17.4	240	120
D-34	번암	노단	1132-1	96	200	250	생활	19.6	160	80
D-35	번암	노단		99	200		농업(답)	16.6	200	100
D-36	번암	노단	426	86	54	107	생활	15.3	250	120
D-37	번암	동화	600-2	95	18	60	농업(답)	16	90	40
D-38	번암	사암	51	94	150	150	생활	19.4	1000	500
D-39	번암	유정	산59-1	99	100	284	농업(답)	15.2	160	70
D-40	번암	사암		86	33	90	생활	14	80	40
D-41	산서	동화	73	93	80	74	생활	16.5	330	160
D-42	산서	동화	704-1	99	100	284	농업(답)	15.7	150	70
D-43	산서	동화	508	95	101	254	농업(답)			
D-44	산서	마하	79	99	150	250	농업(답)			
D-45	산서	마하		98	80	150	농업(답)			
D-46	산서	백운	704	95	82	300	농업(답)			
D-47	산서	봉서		96	196	200	생활			
D-48	산서	봉서	132	95	100	250	농업(답)			
D-49	산서	사상					농업(답)	14.5	210	100
D-50	산서	오산	915-5	97	136	190	농업(답)	17.2	110	50
D-51	산서	오성	산67-4	99	132	150	농업(답)			
D-52	산서	오성	629	99	250	163	농업(답)			
D-53	산서	오성		00	132	150	농업(답)	15.5	110	50
D-54	장계	금곡	산13-1	94	100	300	농업(답)			
D-55	장계	금덕	638	96	150	300	농업(답)			
D-56	장계	금덕	산42	98	80	100	농업(답)			
D-57	장계	금덕	257	99	130	200	농업(답)	15.2	230	110
D-58	장계	금덕	218-4	95	170	200	농업(답)	15.5	260	130
D-59	장계	명덕	175-1	96	196	200	농업(답)			
D-60	장계	명덕	420	97	150	220	농업(전)			
D-61	장계	무농	436-1	97	150	200	농업(전)	15.2	160	70
D-62	장계	무농	59	98	150	200	농업(답)	15.2	270	130

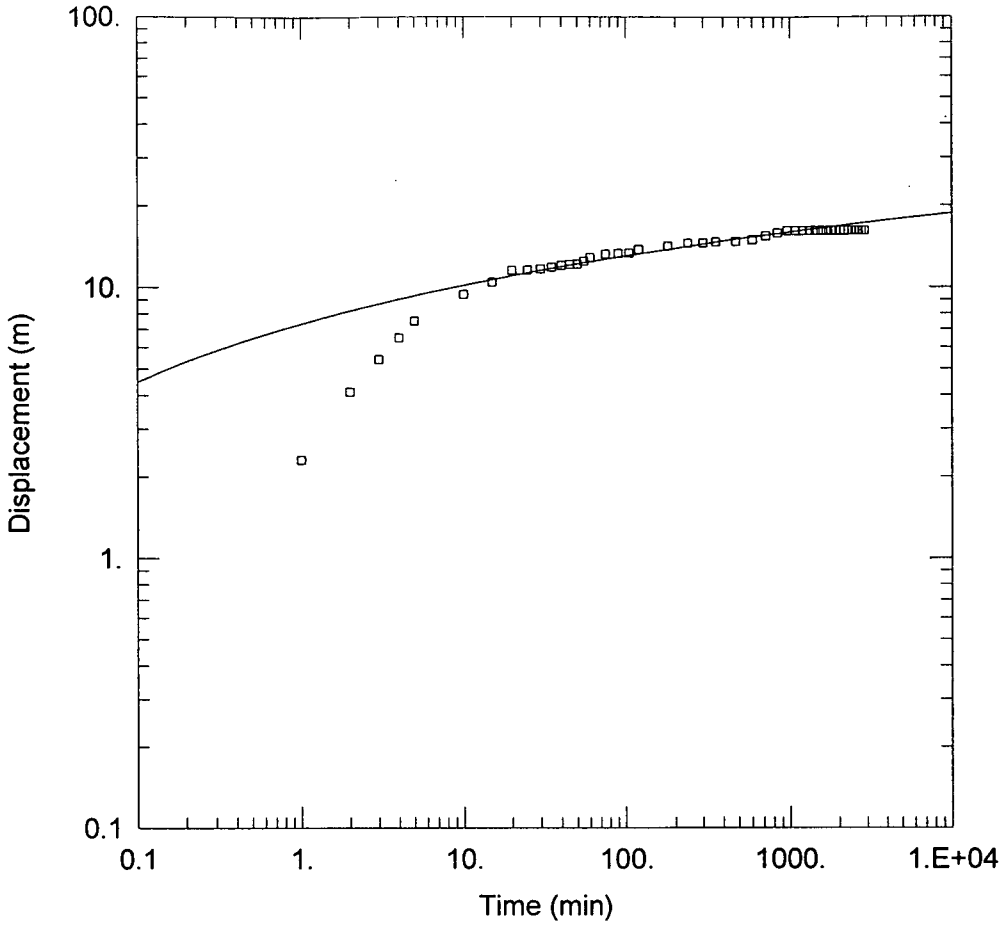
관정 번호	읍면	동리	지번	개발 년도	심도 (m)	양수량 (m³/D)	용도	온도	EC	TDS
D-63	장계	무농	882	98	18	50	농업(답)			
D-64	장계	삼봉	378-1	93	80	310	농업(답)	15.9	180	90
D-65	장계	삼봉	764-12	96	193	200	농업(전)	15.6	180	90
D-66	장계	삼봉	734-19	96	150	160	농업(전)			
D-67	장계	월강		94	100	230	농업(답)			
D-68	장계	장계	240-6	86	57	100	생활	15.8	180	90
D-69	장계	장계	24	93	120	120	생활	15.4	180	90
D-70	장계	장계		99	130	200	농업(전)			
D-71	장계	장계	278-1	92	78	60	생활	15.6	180	90
D-72	장계	장계	24	93	120	120	생활	15.3	250	120
D-73	장수	개정	634-8	97	200	200	과수	16.5	160	80
D-74	장수	개정	460-1	97	150	220	과수	15.6	200	90
D-75	장수	개정	346	00	75	153	생활	18.7	190	90
D-76	장수	노곡	1036	88	49	372	농업(답)			
D-77	장수	노곡	920	90	58	250	과수			
D-78	장수	노곡		93	170	300	과수			
D-79	장수	노곡	446	97	150	180	농업(전)	15.5	70	30
D-80	장수	노곡	산102-6	97	150	200	생활			
D-81	장수	노곡	176-7	97	150	200	생활	15.5	170	80
D-82	장수	노곡	872-7	97	150	200	농업(답)			
D-83	장수	노하		98	80	150	생활	13	220	110
D-84	장수	노하	628	98	76	600	농업(답)	12.4	190	90
D-85	장수	대성		97	124	212	생활			
D-86	장수	대성	12	98	125	180	생활	14.4	70	30
D-87	장수	대성	산98-1	97	150	200	생활	16.1	130	60
D-88	장수	두산	420	89	74	305	농업(답)			
D-89	장수	두산		94	200	200	농업(답)			
D-90	장수	두산		94	200	200	농업(답)			
D-91	장수	두산	346-2	94	80	250	농업(답)	16.2	240	120
D-92	장수	선창	산42-1	98	198	200	농업(전)			
D-93	장수	선창	산63-1	99	80	80	생활	13.7	230	110
D-94	장수	송천	1036-5	96	120	200	농업(전)	16.7	160	80

관정 번호	읍면	동리	지번	개발 년도	심도 (m)	양수량 (m³/D)	용도	온도	EC	TDS
D-95	장수	송천	1044-1	96	120	200	농업(전)	15.1	140	60
D-96	장수	송천	2568	98	80	250	농업(답)	14.9	180	90
D-97	장수	송천	산88	98	110		농업(답)			
D-98	장수	송천	123-1	95	100	230	농업(답)	14.4	190	90
D-99	장수	용계	674	91	80	640	농업(답)			
D-100	장수	용계	607	93	130	260	농업(답)	15.1	120	50
D-101	장수	용계	산34-1	95	130	180	농업(답)	13.4	70	30
S-1	장수	용계	1279	98	150	170	농업(답)	15.6	160	80
D-103	장수	용계	1622	98	135	250	농업(전)	15.5	130	60
D-104	장수	용계	1299-4	98	138	250	농업(전)	14.3	170	80
D-105	장수	장수	671	98	75	345	농업(답)	14.8	190	90
D-106	장수	장수	390	87	61	94.7	생활	19.3	160	80
D-107	장수	장수	201	85	66	174.5	생활	14.3	170	80
D-108	장수	판둔		94	135	284	농업(전)	19.3	160	80
D-109	천천	남양		94	200	200	농업(전)	16.6	360	180
D-110	천천	연평		97	70		농업(답)			
D-111	천천	오봉	966	97	65	600	농업(답)			
D-112	천천	오봉	955	97	70		농업(답)			
D-113	천천	오봉	404	97	120		농업(답)			
D-114	천천	오봉	853	98	150	186	생활			
D-115	천천	용광		96	200	200	생활	14.5	240	120
D-116	천천	월곡	524	96	80	143	생활	17.4	200	90
D-117	천천	장판	15-4	97	190	250	농업(전)	15.7	180	90
D-118	천천	장판	15-4	97	185	170	농업(전)			
D-119	천천	장판	996	97	75	230	농업(답)			
D-120	천천	춘송	846	90	90	540	농업(답)			
D-121	천천	춘송	713	95	150	500	농업(답)			
D-122	천천	춘송	276	99	280	150	농업(답)	12.1	120	50
D-123	천천	춘송	834	86	45	68	생활	14.5	240	120
D-124	천천	춘송	432	88	45	136	생활	15.7	180	90
D-125	장수	두산		95	100	140				
D-126	장계	금곡		95	100	20				

여 백

2. 양수시험 해석도

여 백



장수군광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\장수군\관정\용계1.aqt
Date: 01/05/02 Time: 12:55:41

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Project: 대수성시험
Test Location: 장수읍 용계리
Test Well: 용계1

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 135. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
용계1	0	0

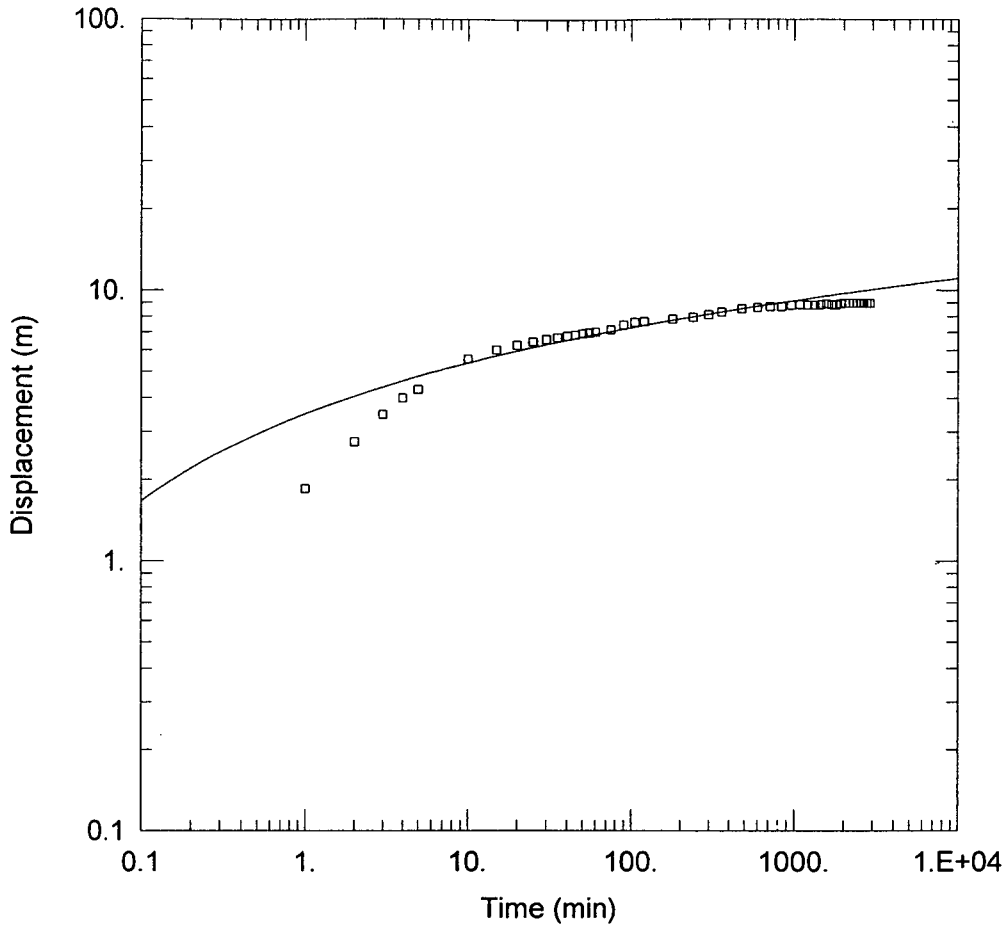
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
▫ 용계1	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis

T = 12.88 m^2/day S = 0.002733



장수군광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\장수군\관정\용계2.aqt
Date: 01/05/02 Time: 12:55:36

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Project: 대수성시험
Test Location: 용계2
Test Well: 용계2

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 106. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.01

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
용계2	0	0

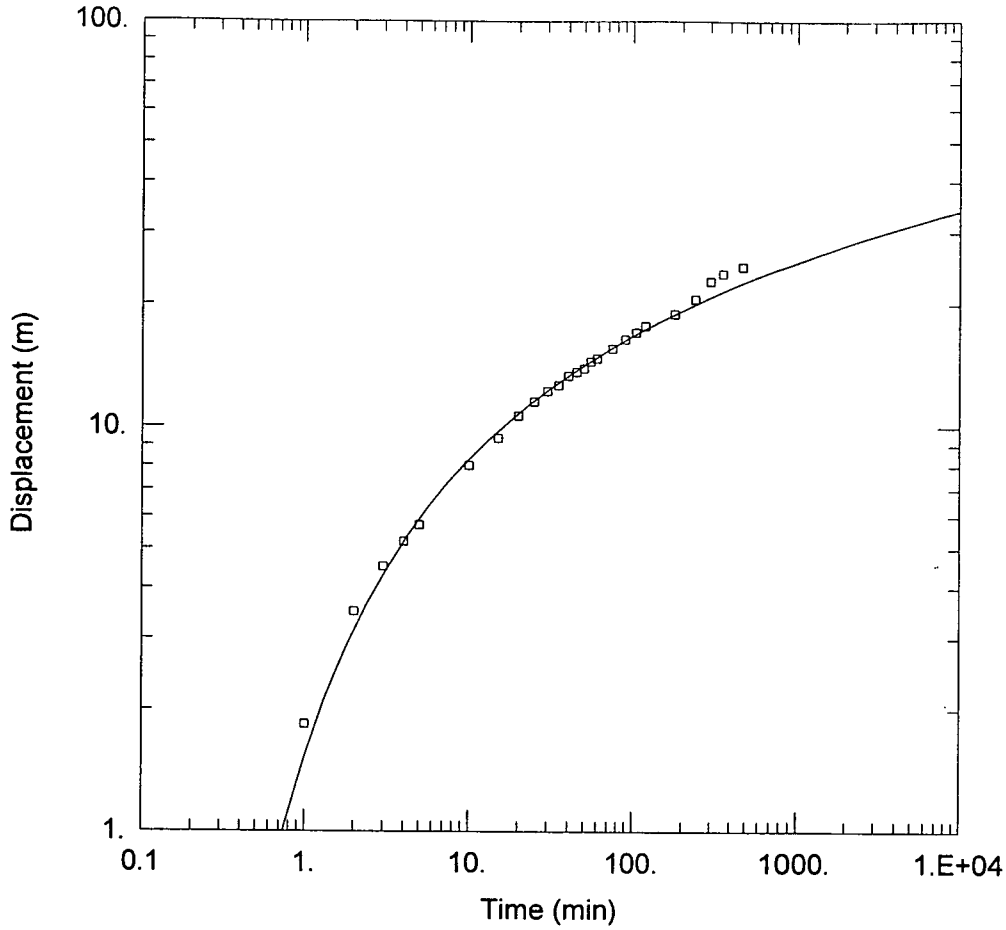
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
▫ 용계2	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis

T = 24.23 m^2/day S = 0.0269



장수군광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\장수군\관정\장수노하.aqt
Date: 01/05/02 Time: 14:27:14

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Project: 대수성시험
Test Location: 장수읍 노하리
Test Well: 장수노하

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 59. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
장수노하	0.1	0.1

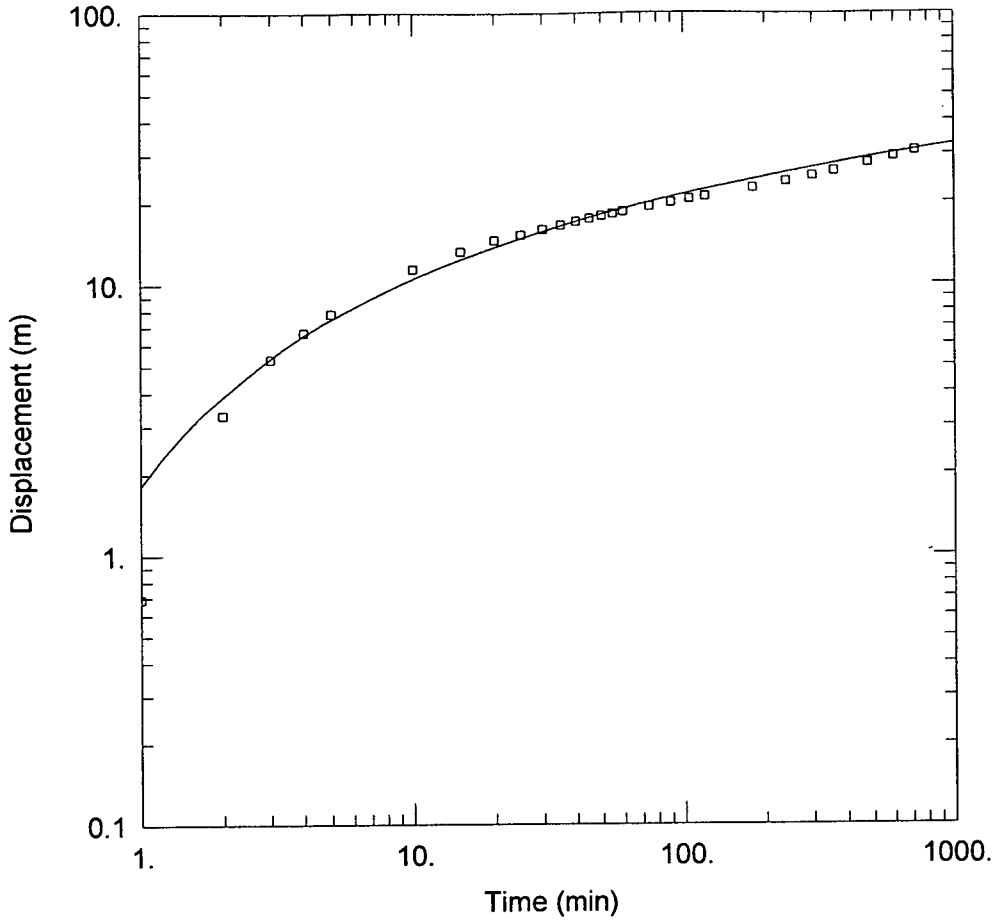
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
▫ 장수노하	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis

T = 8.483 m^2/day S = 3.161



장수군광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\장수군\관정\선창.aqt
Date: 01/05/02 Time: 13:34:59

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Project: 대수성시험
Test Location: 장수 선창
Test Well: 장수 선창

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 192. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.01

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
장수 선창	0	0

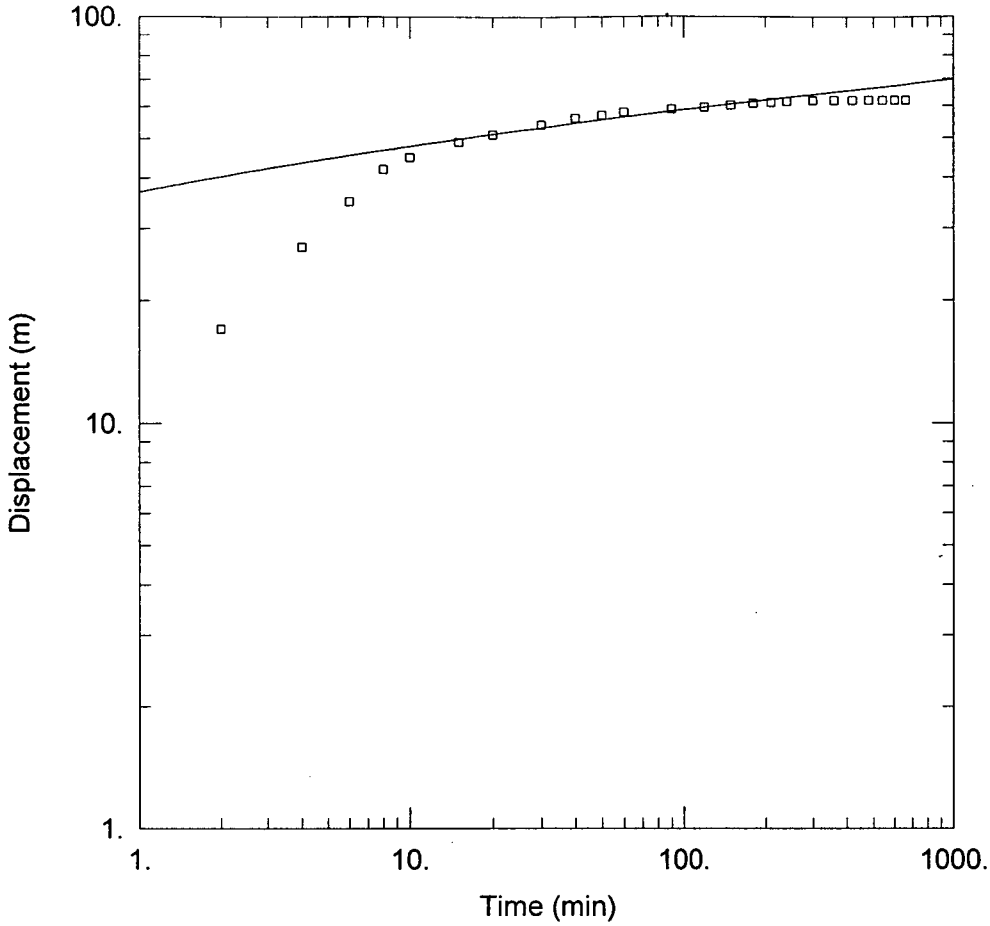
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
▫ 장수 선창	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis

T = 3.585 m^2/day S = 0.3501



장수군광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\장수군\관정\송천1.aqt
Date: 01/05/02 Time: 13:41:50

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Project: 대수성시험
Test Location: 장수 송천
Test Well: 장수 송천

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 179. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
장수 송천	0	0

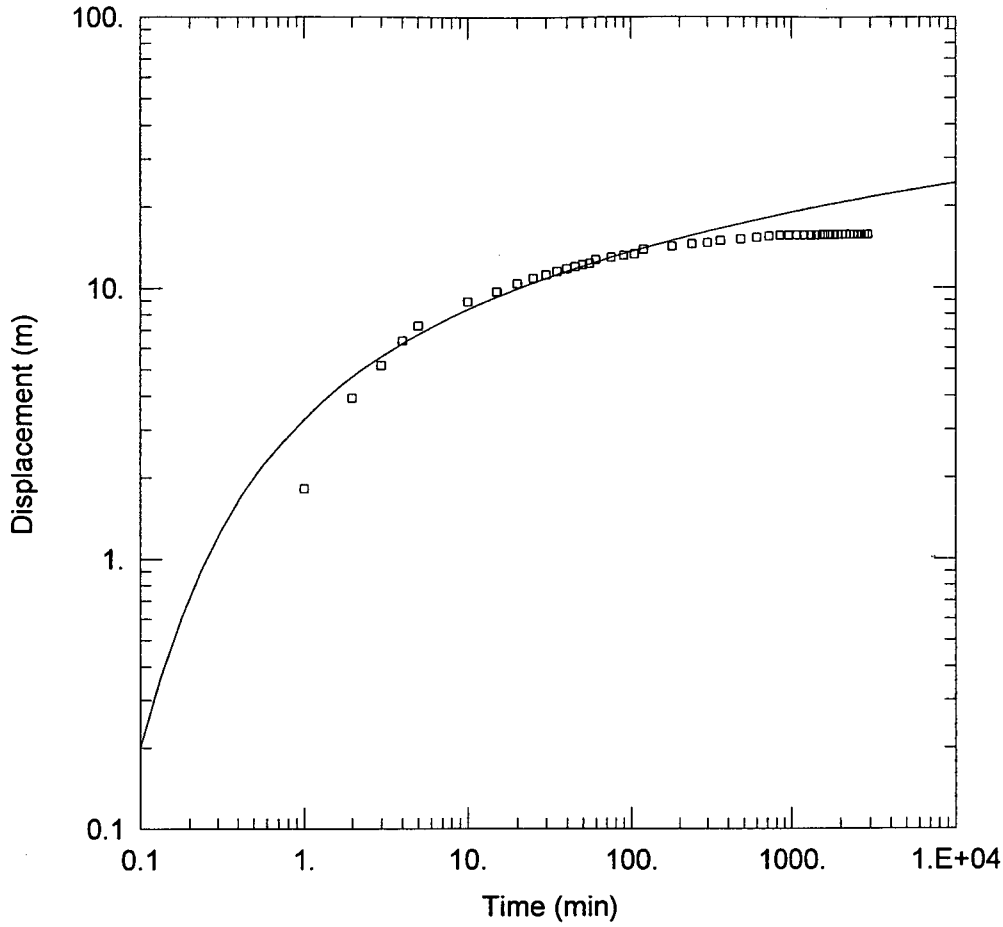
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
▫ 장수 송천	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis

T = 3.35 m^2/day S = 0.0001094



장수군광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\장수군\관정\중방1.aqt
Date: 01/05/02 Time: 14:23:59

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Project: 대수성시험
Test Location: 계남면 중방리
Test Well: 중방1

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 100. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
중방1	0	0

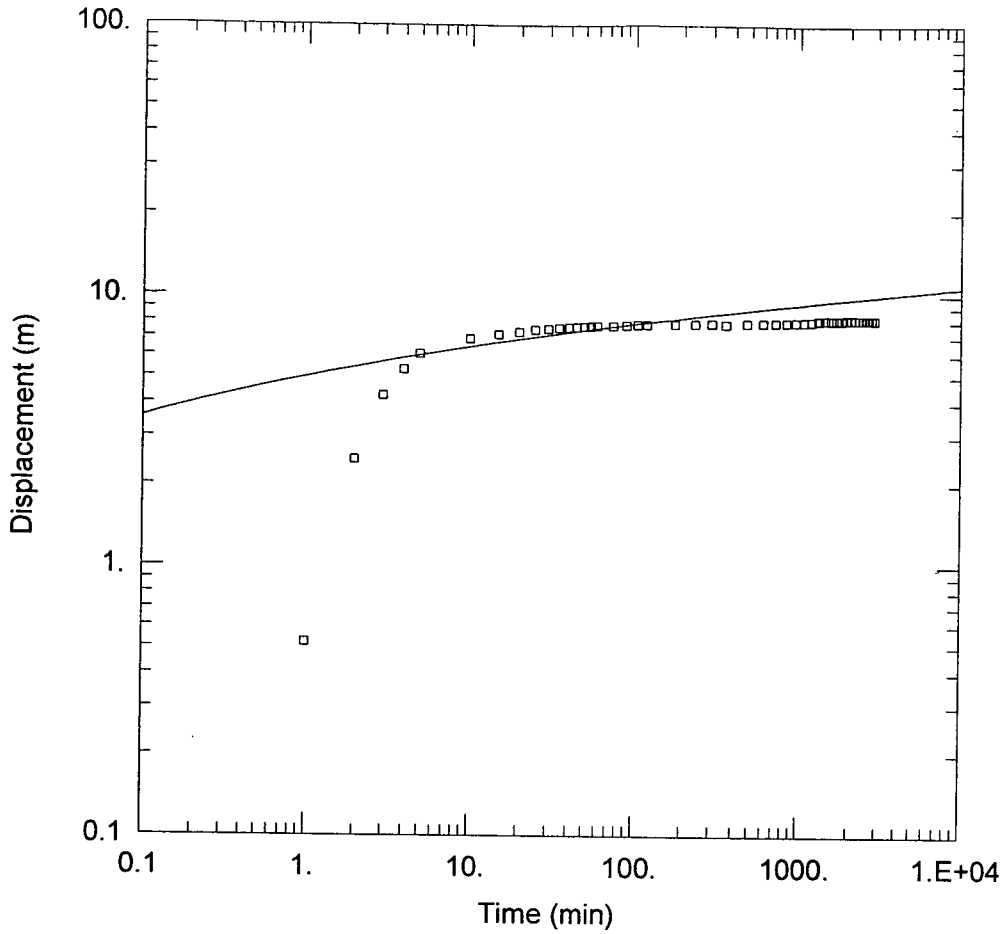
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
▫ 중방1	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis

T = 5.813 m^2/day S = 0.1296



장수군광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\장수군\관정\중방2.aqt
Date: 01/05/02 Time: 12:55:19

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Project: 중방2
Test Location: 중방2
Test Well: 중방2

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 84. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.01

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
중방2	0	0

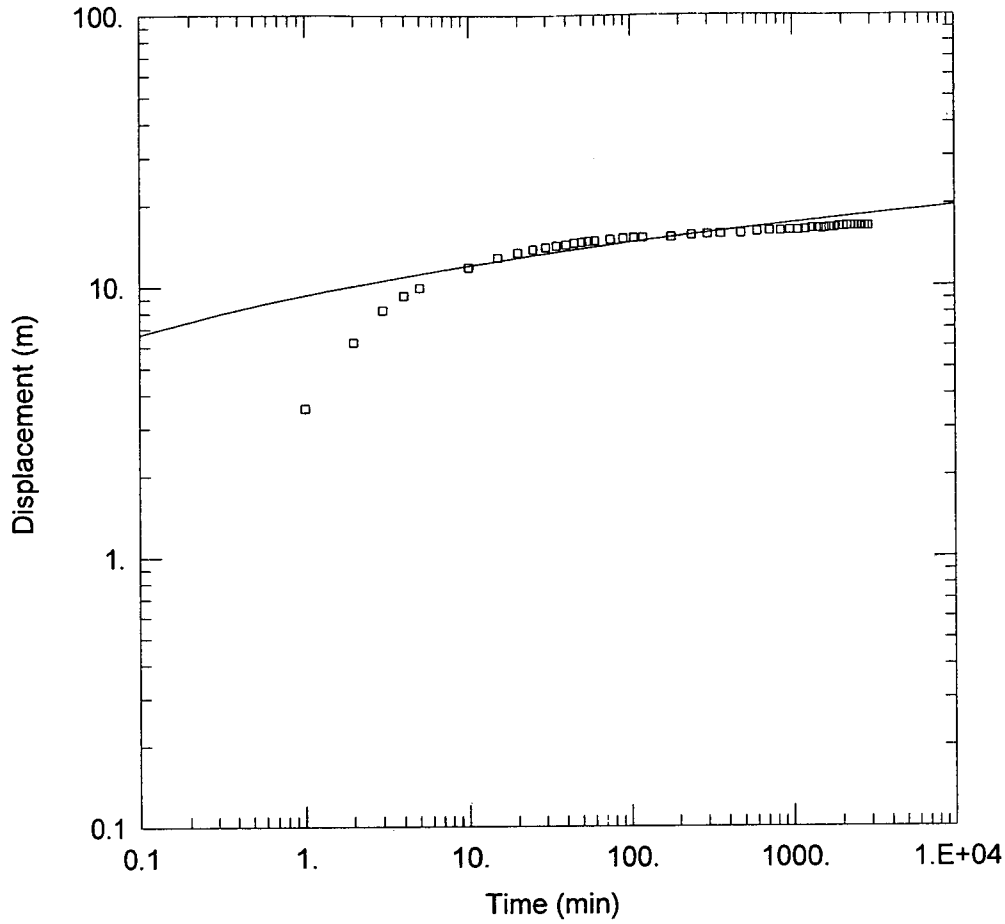
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
▫ 중방2	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis

T = 28.11 m^2/day S = 0.0007382



장수군광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\장수군\관정\중방3.aqt
Date: 01/05/02 Time: 12:55:13

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Project: 대수성시험
Test Location: 계남면 중방리
Test Well: 중방3

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 110. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.01

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
중방3	0	0

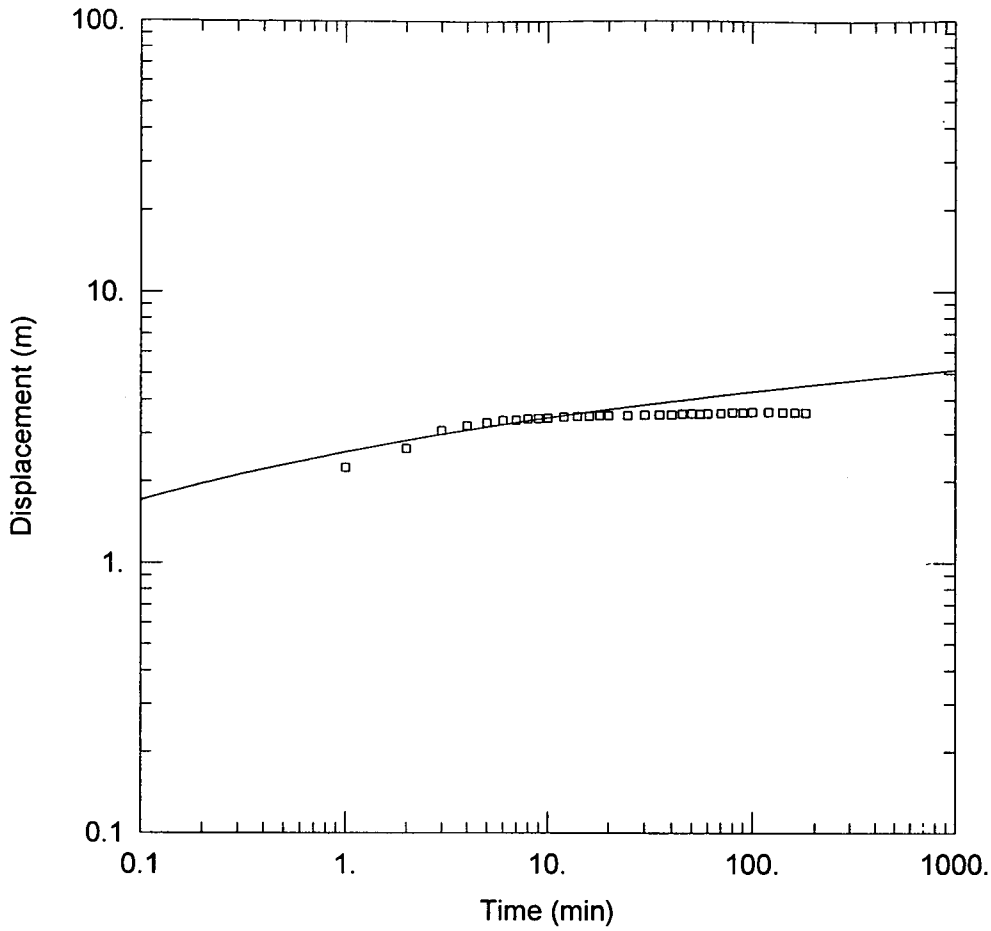
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
▫ 중방3	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis

T = 15.46 m^2/day S = 0.0003368



장수군광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\장수군\관정\천천장판.aqt
Date: 01/05/02 Time: 12:55:08

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Project: 천천장판
Test Location: 천천장판
Test Well: 천천장판

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 160. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.01

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
천천장판	0	0

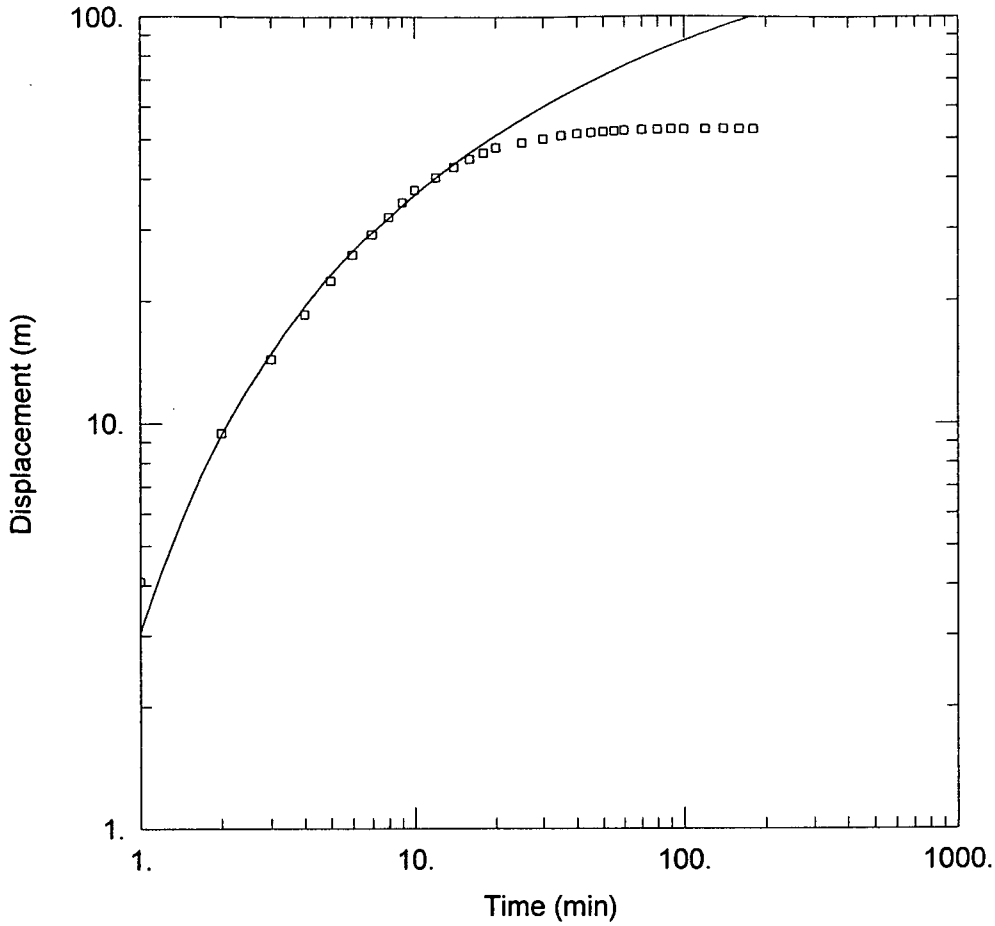
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
▫ 천천장판	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis

T = 45.01 m^2/day S = 0.003756



장수군광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\장수군\관정\천천춘동.aqt
Date: 01/05/02 Time: 12:54:59

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Project: 대수성시험
Test Location: 천천면 춘송리
Test Well: 천천춘동

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 140. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.01

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
천천춘동	0	0

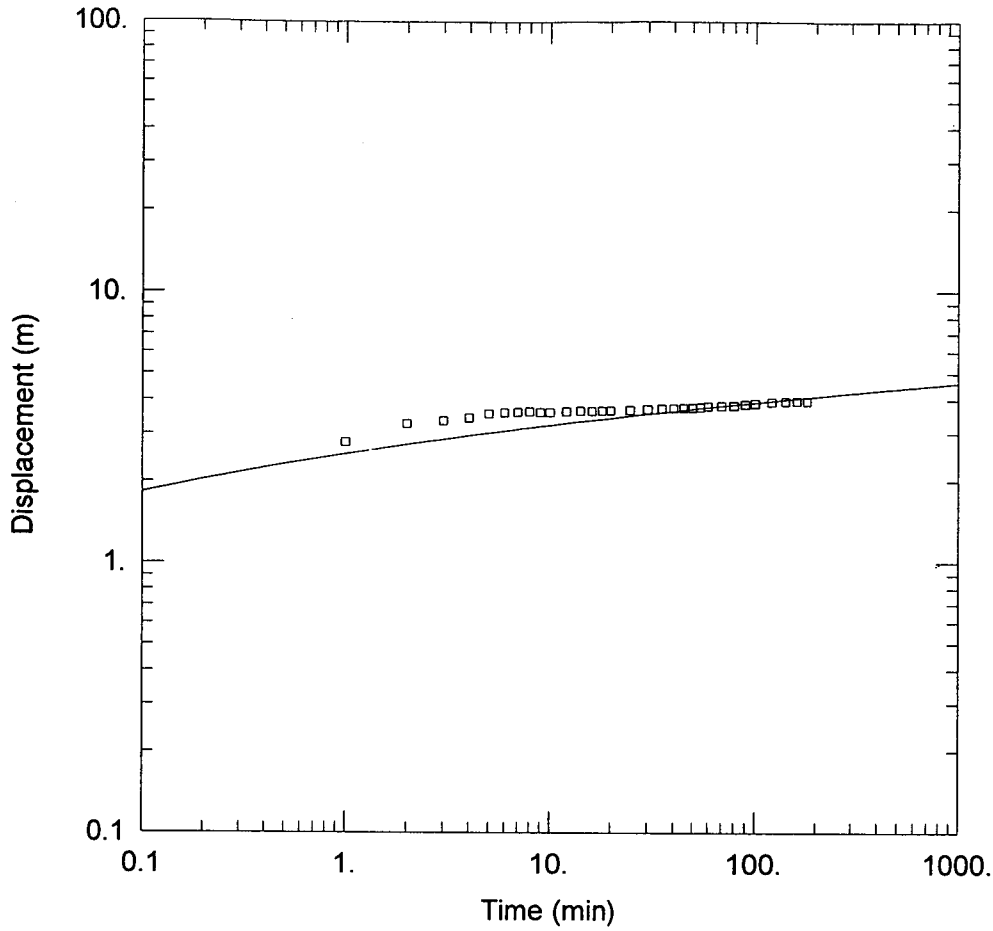
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
▫ 천천춘동	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis

T = 0.8261 m^2/day S = 0.1507



장수군광역

Data Set: D:\광역수맥\보고서\장수군\관정\호덕1.aqt
Date: 01/05/02 Time: 12:56:53

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Project: 호덕1
Test Location: 호덕1
Test Well: 호덕1

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 150. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
호덕1	0.1	0.1

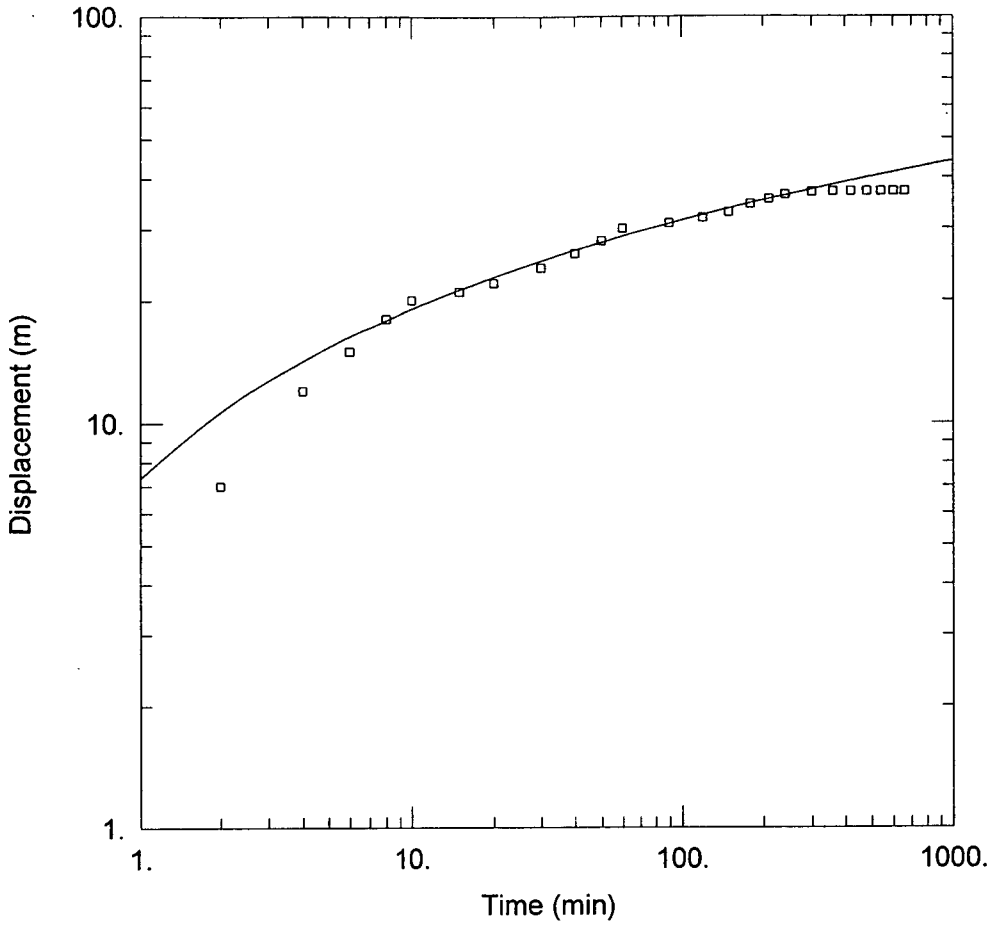
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
▫ 호덕1	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis

T = 39.33 m^2/day S = 0.002634



장수군광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\장수군\관정\호덕2.aqt
Date: 01/05/02 Time: 13:42:55

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Project: 대수성시험
Test Location: 계남 호덕
Test Well: 계남 호덕

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 131. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.01

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
계남 호덕	0	0

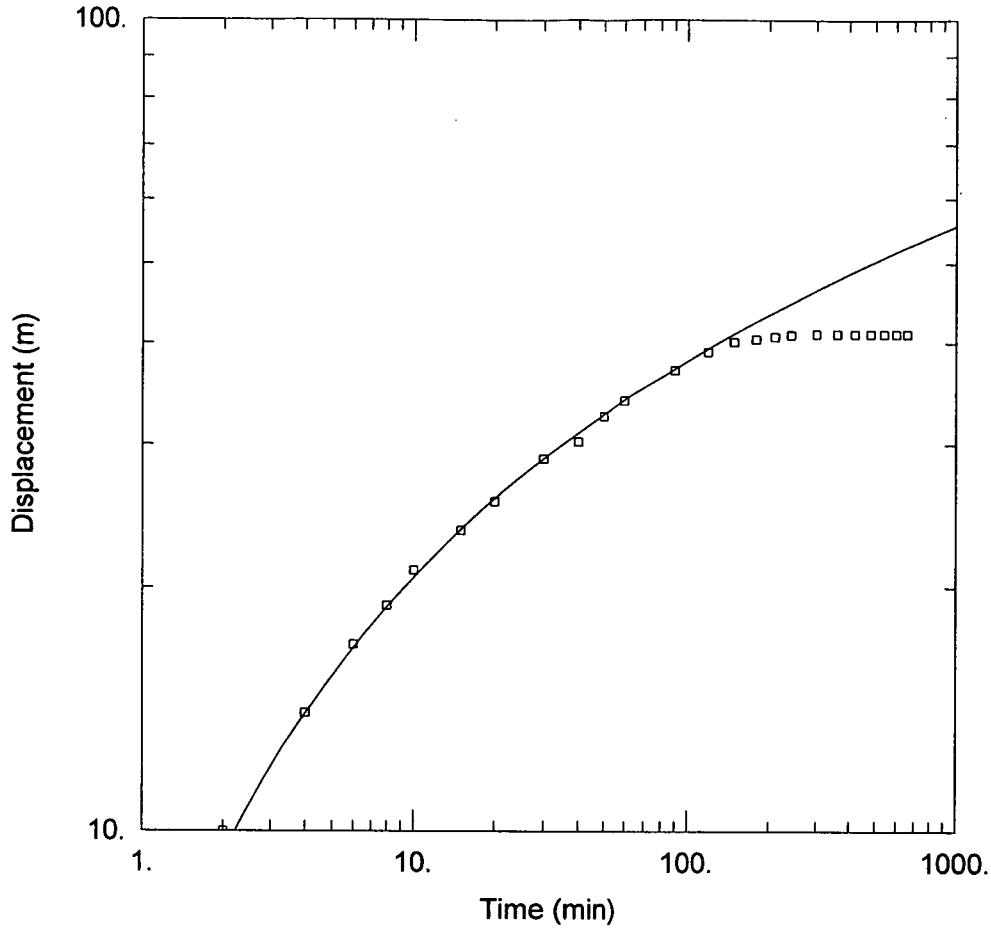
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
▫ 계남 호덕	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis

T = 2.999 m^2/day S = 0.07172



장수군광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\장수군\관정\호덕1-1.aqt
Date: 01/05/02 Time: 13:53:20

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Project: 대수성시험
Test Location: 계남 호덕
Test Well: 계남 호덕

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 132. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
계남 호덕	0	0

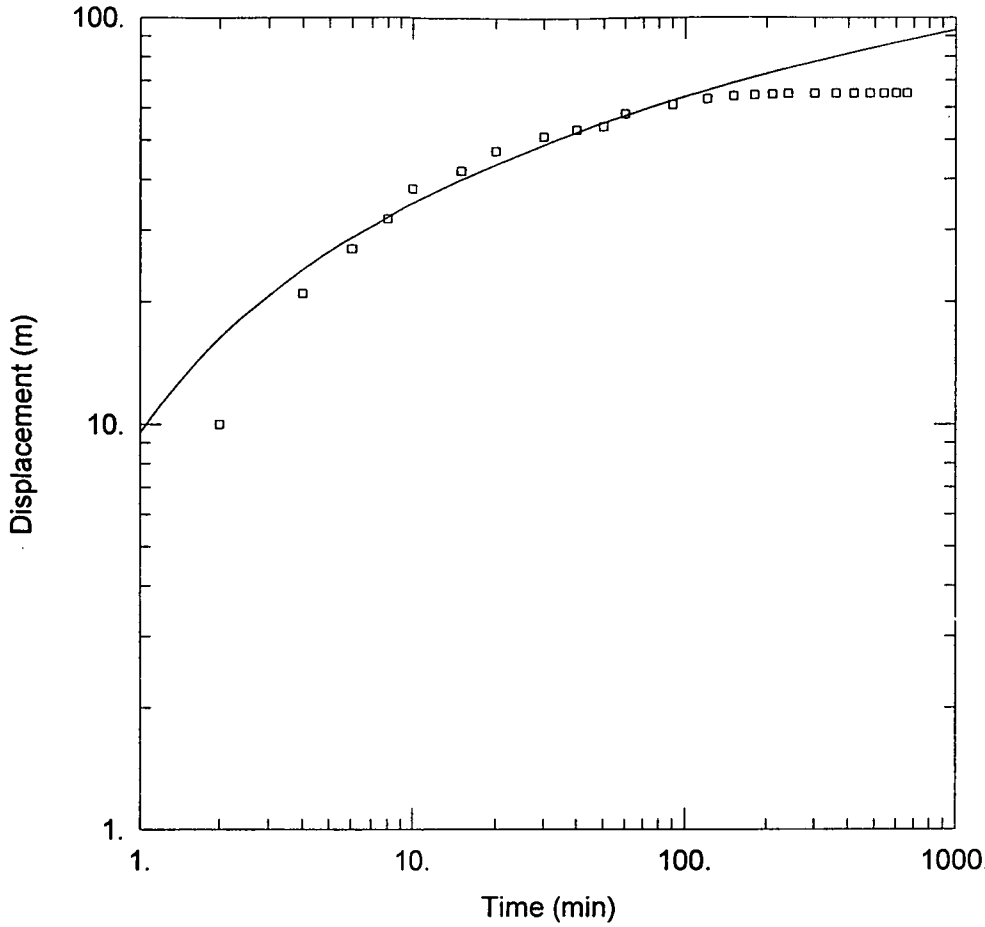
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
▫ 계남 호덕	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis

T = 2.125 m^2/day S = 0.1184



장수군광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\장수군\관정\삼봉1.aqt
Date: 01/05/02 Time: 13:42:05

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Project: 장수군 광역수맥조사
Test Location: 장계면 삼봉리
Test Well: 장계 삼봉

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 175. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.01

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
장계 삼봉	0	0

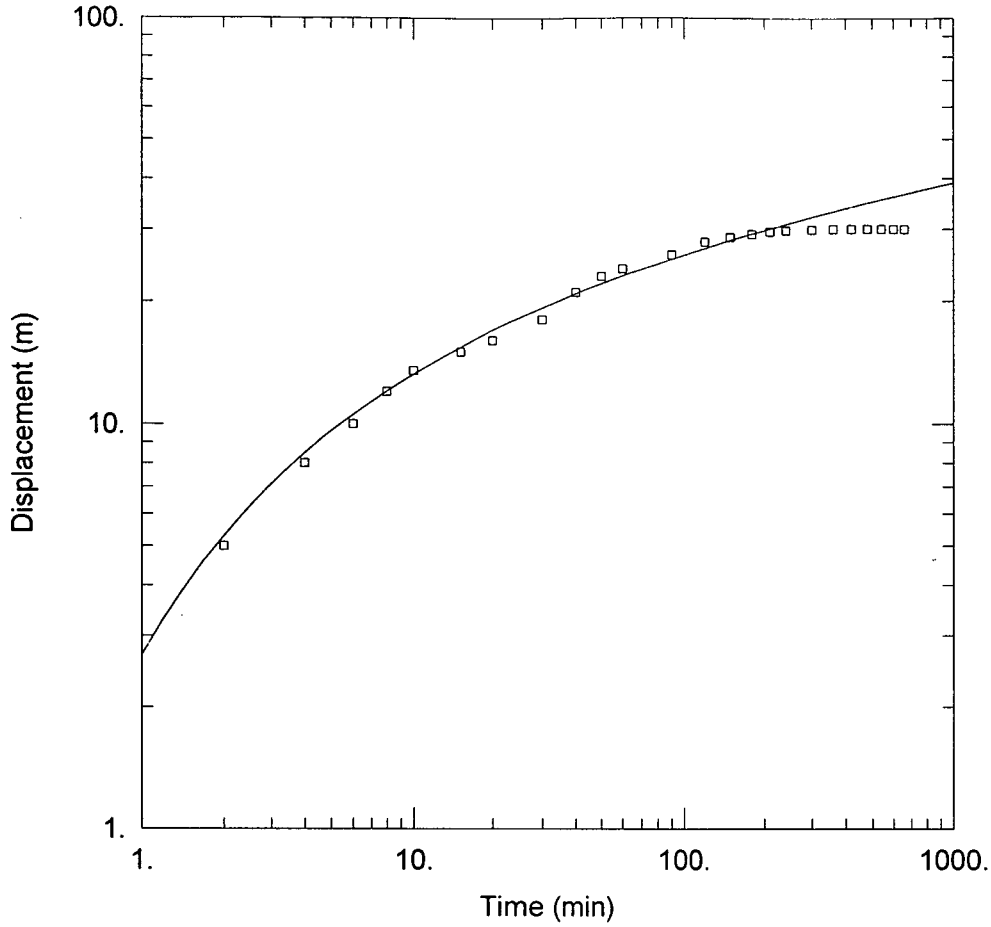
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
▫ 장계 삼봉	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis

T = 1.281 m^2/day S = 0.06645



장수군광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\장수군\관정\어전2.aqt
Date: 01/05/02 Time: 13:34:20

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Project: 대수성시험
Test Location: 계북 어전
Test Well: 계북 어전

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 112. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
계북 어전	0	0

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
▫ 계북 어전	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis

T = 3.513 m^2/day S = 0.2814

장수군광역수맥조사보고서

2001년 12월 일 발행

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

장수지구 광역수맥도
HYDROGEOLOGICAL MAP OF JANGSU AREA

1 : 50,000

1000 0 1000 2000 3000 4000m

N

지 질 (GEOLOGY)

제 4 기 QUATERNARY		충적층 Alluvium	미고결된 자갈, 모래, 점토로 구성되며, 금강 및 섬진강 하천 유역에 분포함.
	~부정합~ Unconformity		
백 악 기 CRETACEOUS		화산암류 Volcanic rocks	래피리응회암 담적색의 유문암과 유문암질 응회암으로 구성되며 유상구조가 발달함. 주로 석영, 정장석, 사장석, 유리질로 구성됨.
쥬 라 기 JURASSIC		심성암류 Plutonic rocks	엽리상반상화강암, 엽리상조립질화강암, 각섬석흑운모 화강암, 조립질화강암,반상화강암, 복운모화강암, 섬록암으로 구성되며 구성광물로는 석영, 사장석, 정장석, 미사장석, 흑운모, 각섬석등.
	-관입- Intrusion		
선캠브리아기 PRE-CAMBRIAN		변성퇴적암류 Metasedimentary rocks	엽리나 층리가 발달되어 있으며 석회암, 운모편암으로 이루어져 있고 백운모, 석영, 흑운모,사장석, 방해석등으로 구성됨.
		변성암류 Metamorphic rocks	엽리가 발달되어 있으며 흑운모편마암, 화강암질편마암, 화강편마암, 우백질화강편마암으로 구성됨. 엽리의 주향은 북동방향이 우세하며 석영, 사장석, 정장석,흑운모, 각섬석등으로 구성.

조사지역 위치도
MAP LOCALITY

범 례
LEGEND

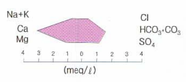
지 하 수 GROUNDWATER

- 지하수위등고선 Contours of groundwater table
- 기반암추정 등고선 Contours of Inferred Bedrock
- 지하수 유동방향 Direction of groundwater flow
- D01 암반관정(6"≤dia.<14")
- S01 충적관정(dia.16")
- 하천 River
- 채수량100톤/일 미만 지역 Potential Yield Capacity Area under 100㎥/day
- 채수량100~200톤/일 지역 Potential Yield Capacity Area Within 100~200㎥/day
- 채수량200톤/일 이상 지역 Potential Yield Capacity Area over 200㎥/day

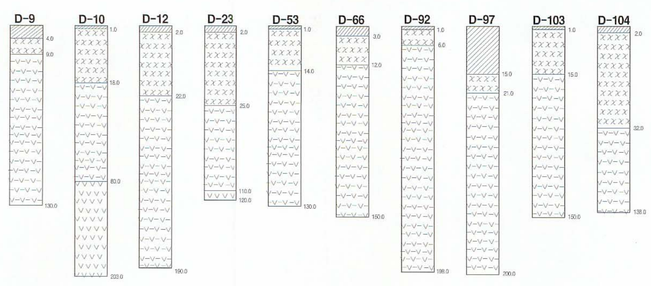
지 질 구 조 GEOLOGIC STRUCTURE

- 단층 Fault
- 가상단층 Inferred Fault
- 지질경계선 Geologic Boundary
- E1 물리탐사 측선 Geophysical Survey Line
- 층리의 주향과 경사 Strike and Dip of Bedding
- 조사구역 Boundary of Study Area

수질의 주요성분 비교도
PATTERN DIAGRAM OF WATER ANALYSIS



주 상 도 PROFILE



1. 대한측량협회 심사필 제2002-39호 (2002년2년21일)
2. 본 지도는 국립지리원 발행 1: 50,000 지형도를 기도로 사용하여 편집, 제작한것임.

발 행 : 농림부 · 농업기반공사

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

장수지구 광역수맥도
HYDROGEOLOGICAL MAP OF JANGSU AREA

1 : 50,000

1000 0 1000 2000 3000 4000m

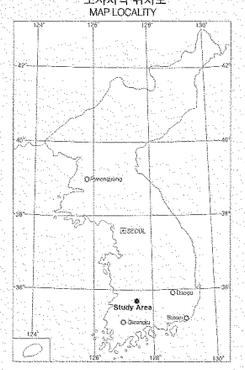
N

35° 50′ 00″ 127° 40′ 00″ 127° 35′ 00″ 127° 30′ 00″ 35° 45′ 00″ 35° 40′ 00″ 127° 25′ 00″ 35° 35′ 00″ 35° 30′ 00″

지 질 (GEOLOGY)

제 4 기 QUATERNARY		충적층 Alluvium	미고결된 자갈, 모래, 점토로 구성되며, 금강 및 섬진강 하천 유역에 분포함.
	~부정합~ Unconformity		
백 악 기 CRETACEOUS		화산암류 Volcanic rocks	레피리층회암 퇴적층의 유문암과 유문암질 응회암으로 구성되며 유상구조가 발달함. 주로 석영, 정장석, 사장석, 유리질로 구성됨.
쥬 라 기 JURASSIC		심성암류 Plutonic rocks	엽리상반상화강암, 엽리상조립질화강암, 각섬석흑운모 화강암, 조립질화강암,반상화강암, 흑운모화강암, 섬록암으로 구성되며 구성광물로는 석영, 사장석, 정장석, 미사장석, 흑운모, 각섬석등.
	-관입- Intrusion		
선캠브리아기 PRE-CAMBRIAN		변성퇴적암류 Metasedimentary rocks	엽리나 층리가 발달되어 있으며 석회암, 운모편암으로 이루어져 있고 백운모, 석영, 흑운모,사장석, 방해석등으로 구성됨.
		변성암류 Metamorphic rocks	엽리가 발달되어 있으며 흑운모편마암, 화강암질편마암, 화강편마암, 우백질화강편마암으로 구성됨. 엽리의 주향은 북동방향이 우세하며 석영, 사장석, 정장석,흑운모, 각섬석등으로 구성.

조사지역 위치도
MAP LOCALITY



범 례 LEGEND

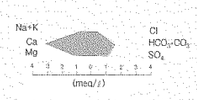
지 하 수 GROUNDWATER

- 지하수위등고선 Contours of groundwater table
- 기반암추정 등고선 Contours of Inferred Bedrock
- 지하수 유동방향 Direction of groundwater flow
- ●D01 암반관정(6"<dia.<14")
- ○S01 충적관정(dia.16")
- 하천 River
- 채수량100톤/일 미만 지역 Potential Yield Capacity Area under 100㎥/day
- 채수량100~200톤/일 지역 Potential Yield Capacity Area Within 100~200㎥/day
- 채수량200톤/일 이상 지역 Potential Yield Capacity Area over 200㎥/day

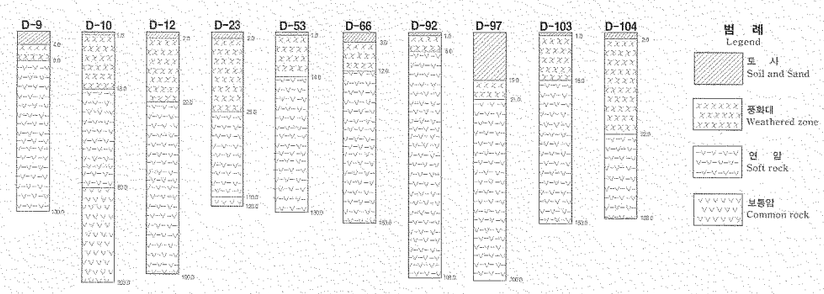
지 질 구 조 GEOLOGIC STRUCTURE

- 단층 Fault
- 가상단층 Inferred Fault
- 지질경계선 Geologic Boundary
- E1 물리탐사 측선 Geophysical Survay Line
- 층리의 주향과 경사 Strike and Dip of Bedding
- 조사구역 Boundary of Study Area

수질의 주요성분 비교도
PATTERN DIAGRAM OF WATER ANALYSIS



주 상 도 PROFILE



1. 대한측량협회 심사필 제2002-39호 (2002년2월21일)
2. 본 지도는 국립지리원 발행 1: 50,000 지형도를 기도로 사용하여 편집, 제작한것임.

발 행 : 농림부 · 농업기반공사

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