

진도군광역수맥조사보고서

2001.

농 립 부
농 업 기 반 공 사



목 차

1. 서 언	1
1-1 조사목적	2
1-2 조사내용	2
2. 조사지역개요	4
2-1 위치, 교통 및 면적	4
2-2 인구 및 토지현황	6
2-2-1 인구현황	6
2-2-2 토지현황	7
2-3 토지이용 및 산업현황	9
2-3-1 농업	9
2-3-2 축산업	12
2-3-3 임업	13
2-3-4 어업	14
2-4 기상	15
2-4-1 기온	16
2-4-2 강수량	18
2-4-3 증발산량	20
2-4-4 일조시간	22
3. 수문지질조사	25
3-1 지형 및 지질	25
3-1-1 지형	25
3-1-2 지질	26
3-2 물리탐사	32
3-2-1 원격탐사에 의한 선구조 분석	33
3-2-2 전기비저항탐사	36

3-3 양수시험	58
3-3-1 양수시험일반	58
3-3-2 양수시험결과	61
4. 시설관정 이용실태조사	63
4-1 시설관정 현황조사	63
4-1-1 지하수 이용 및 시설현황	64
4-1-2 지하수 이용특성	67
4-2 시설관정 지하수위 조사	70
5. 수질 및 잠재오염원 조사	72
5-1 현장간이수질검사	72
5-2 주요이온 분석결과	74
5-2-1 측정 및 분석방법	74
5-2-2 지하수의 수질특성	75
5-3 먹는물 기준 수질검사 결과	80
5-4 잠재오염원조사	88
5-4-1 잠재오염원의 분류	88
5-4-2 잠재오염원의 분포현황	90
6. 지하수자원의 부존성 평가	91
6-1 물수지 분석	91
6-1-1 강수량	92
6-1-2 유출분석	92
6-1-3 함양량분석	95
6-2 지하수 부존량 및 개발가능량	98
6-2-1 지하수 부존량	98
6-2-2 지하수 개발가능량	100

7. 지하수자원 개발계획	102
7-1 용도별 소요수량 및 공급방안	102
7-1-1 생활용수 소요수량 및 공급방안	102
7-1-2 농업용수 소요수량 및 공급방안	105
7-1-3 기타용수 소요수량 및 공급방안	106
7-2 지하수 개발 계획	107
8. 지하수 보전관리	108
8-1 지하수 환경재해	108
8-1-1 발생원인	108
8-2 지하수 보전구역	110
8-2-1 보전구역 정의	110
8-2-2 보전구역 분류	110
8-2-3 보전구역 설정 및 운영	111
8-2-4 보전구역내 행위 제한	112
9. 결 론	113
10. 참고문헌	116
부록	119

표 목 차

〈표 2-1〉 행정구역 현황	5
〈표 2-2〉 읍·면별 세대 및 인구	6
〈표 2-3〉 지목별 토지이용 현황	8
〈표 2-4〉 경지면적 현황	9
〈표 2-5〉 농업진흥구역 지정 현황	10
〈표 2-6〉 식량작물 생산량 현황	10
〈표 2-7〉 가축사육현황	12
〈표 2-8〉 임상별 임야면적	13
〈표 2-9〉 어가 및 어가인구	14
〈표 2-10〉 진도지역의 평균기온 분포(℃)	17
〈표 2-11〉 진도지역의 평균강수량 분포(mm)	19
〈표 2-12〉 월별·년도별 증발산량 분포(mm)	21
〈표 2-13〉 월별·년도별 일조시간 분포(hr)	23
〈표 3-1〉 진도지역의 지질계통표	27
〈표 3-2〉 쌍극자 탐사 축선별 총괄표	39
〈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〉 공업용 지하수 이용현황	67
〈표 4-6〉 공당 지하수 이용현황	67
〈표 4-7〉 단위면적당 지하수 이용현황	68
〈표 4-8〉 단위면적당 지하수 개발공수	68
〈표 4-9〉 양수능력별 지하수 이용현황	69
〈표 5-1〉 양·음이온 수질분석 결과표	76
〈표 5-2〉 먹는물 수질검사 결과	82
〈표 5-3〉 오염원의 종류	88

〈표 5-4〉 O.A.T 잠재오염원 분류	89
〈표 5-5〉 잠재오염원 현황	90
〈표 6-1〉 진도지역 추정 증발산량(Truc)	93
〈표 6-2〉 진도지역 추정 증발산량(Coutagne)	94
〈표 6-3〉 계통표에 의한 유출량	96
〈표 6-4〉 진도군 지하수 함양량 분석결과	97
〈표 6-5〉 한국의 지하수 부존량	98
〈표 6-6〉 진도군 지하수 부존량 추정	99
〈표 6-7〉 한국의 지하수 개발가능량 추정	101
〈표 6-8〉 진도군 지하수 적정 개발가능량	101
〈표 7-1〉 진도군 지역의 상수도 보급현황	102
〈표 7-2〉 간이상수도 및 소규모 급수시설 현황	103
〈표 7-3〉 읍·면별 생활용수 소요수량	104
〈표 7-4〉 읍·면별 농업용수 소요수량	105
〈표 7-5〉 읍·면별 축산용수 소요수량	106
〈표 7-6〉 년차별 지하수 개발사업량 및 사업비	107

그림 목 차

〈그림 2-1〉 조사지역의 위치도	4
〈그림 2-2〉 읍·면별 인구현황	7
〈그림 2-3〉 지목별 토지이용 현황	8
〈그림 2-4〉 식량작물 재배면적 현황	11
〈그림 2-5〉 가축사육 현황	12
〈그림 2-6〉 진도지역의 평균기온 분포	18
〈그림 2-7〉 진도지역의 평균강수량 분포	20
〈그림 2-8〉 월별 증발산량 현황	22
〈그림 2-9〉 월별 일조시간	24
〈그림 3-1〉 위성영상 선구조 추출	34
〈그림 3-2〉 위성영상 필터링 영상	35
〈그림 3-3〉 쌍극자 탐사측선 배열 방법	37
〈그림 3-4〉 측선 E-1 쌍극자 탐사 결과도	43
〈그림 3-5〉 측선 E-2 쌍극자 탐사 결과도	44
〈그림 3-6〉 측선 E-3 쌍극자 탐사 결과도	45
〈그림 3-7〉 측선 E-4 쌍극자 탐사 결과도	46
〈그림 3-8〉 측선 E-5 쌍극자 탐사 결과도	47
〈그림 3-9〉 측선 E-7 쌍극자 탐사 결과도	48
〈그림 3-10〉 측선 E-8 쌍극자 탐사 결과도	49
〈그림 3-11〉 측선 E-9 쌍극자 탐사 결과도	50
〈그림 3-12〉 측선 E-10 쌍극자 탐사 결과도	51
〈그림 3-13〉 측선 E-11 쌍극자 탐사 결과도	52
〈그림 3-14〉 측선 E-12 쌍극자 탐사 결과도	53
〈그림 3-15〉 측선 E-13 쌍극자 탐사 결과도	54
〈그림 3-16〉 측선 E-14 쌍극자 탐사 결과도	55
〈그림 3-17〉 측선 E-15 쌍극자 탐사 결과도	56
〈그림 3-18〉 측선 E-16 쌍극자 탐사 결과도	57
〈그림 4-1〉 시설관정 개소수(공) 및 이용량(m ³ /년)	65

〈그림 4-2〉 단위면적당 지하수 개발공수	69
〈그림 5-1〉 채수지점별 주요 양이온 함량	75
〈그림 5-2〉 Piper Digram	77
〈그림 5-3〉 Stiff Diagram	78

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 진도군(430.09km²) 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.

진도군 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, 전라남도 진도군 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.

2-2. 조사내용

가. 조사지구 : 전라남도 진도군(1개읍, 6개면)

나. 조사면적 : 430.19 km²

다. 조사기간 : 2000. 9 ~ 2000. 10

라. 조사자

소 속	직 종	직 급	성 명	조사 업무 내용
본사	지질	2급	홍경선	조사업무총괄
		3급	김양빈	조사업무지도
		상용	송양권	현장조사 및 보고서 작성
		계4	박수정	현장조사 및 보고서 작성
		계4	김준낙	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	비 고
○ 기본조사			
- 지구협의 및 답사	지구	1	
- 지표지질조사	ha	1	
○ 시설관정 실태조사			
- 이용현황조사	공	390	
- 지하수위 조사	회	180	
○ 수문지질조사			
- 양수시험	공	15	
- 전기비저항탐사(쌍극자)	측선	15	
○ 수질 및 잠재오염원조사			
- 현장간이수질검사	식	1	
- 양·음이온 분석	회	15	
- 잠재오염원 조사	식	1	

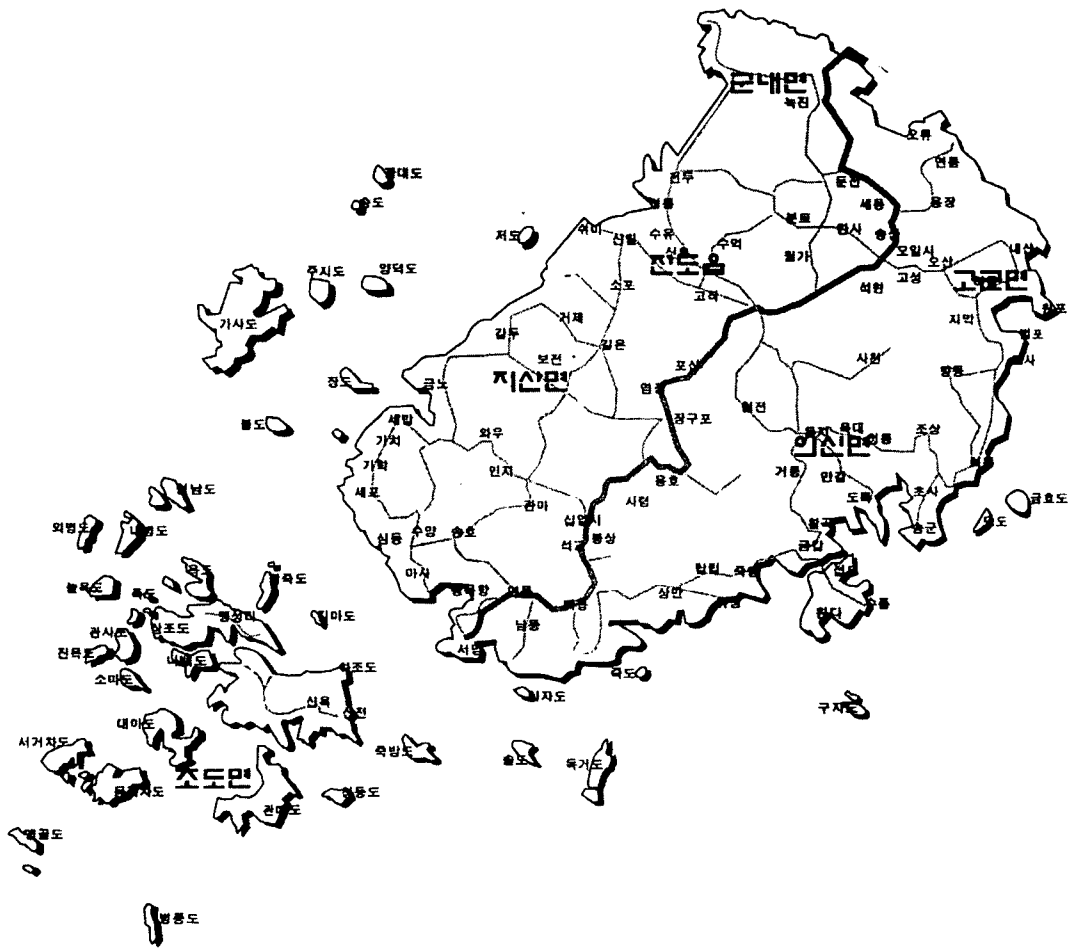
바. 조사장비 및 기기

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 DR-2000, Orion-290A, ICP Emission Spectrometer(38plus) Aromiz Absurptim Spectrometer(Spetra M800)	

2. 조사지역 개요

2-1. 위치, 교통 및 면적

본 조사지역은 한반도 남서단에 위치하며 국내에서 3번째 큰 섬으로 행정구역상 동서남북의 경계(좌표극점)는 각각 고군면 와도(126° 23' 30"), 조도면 죽도(125° 50' 30"), 조도면 병풍도(125° 30' 34"), 군내면 나리(34° 34' 35")로 구분된다.



<그림 2-1> 조사지역의 위치도

진도군은 소백산맥의 지맥이 침강하여 이룬 다도해 지역으로 행정구역상 1개 읍(진도읍), 6개면(군내면, 고군면, 의신면, 임회면, 지산면 및 조도면)으로 행정리 241개, 법정리 98개, 753반 2출장소로 구분되며 총면적 430.19km²로서 전라남도 면적의 3.6%에 해당한다.<표 2-1, 그림 2-1>

특히 조사지역은 해안선 길이가 총 662.27km이며 진도의 주된 섬을 비롯하여 230여 개의 크고 작은 섬들로 구성되어 있다.

<표 2-1> 행정구역 현황

구 분	읍	면	법정리	행정리	반	출장소
진도군	1	6	98	241	753	2

교통편은 서울에서 목포간 호남선 열차로 목포까지 하행하고 목포-진도간 여객선 및 진도대교로 이어지는 육로를 이용하거나, 광주광역시에서 나주-함평-목포-진도읍을 거치는 국도를 이용하는 방법과 인천-목포간 서해안고속도로를 이용하여 현지에 도달할 수 있다.

2-2. 인구 및 토지현황

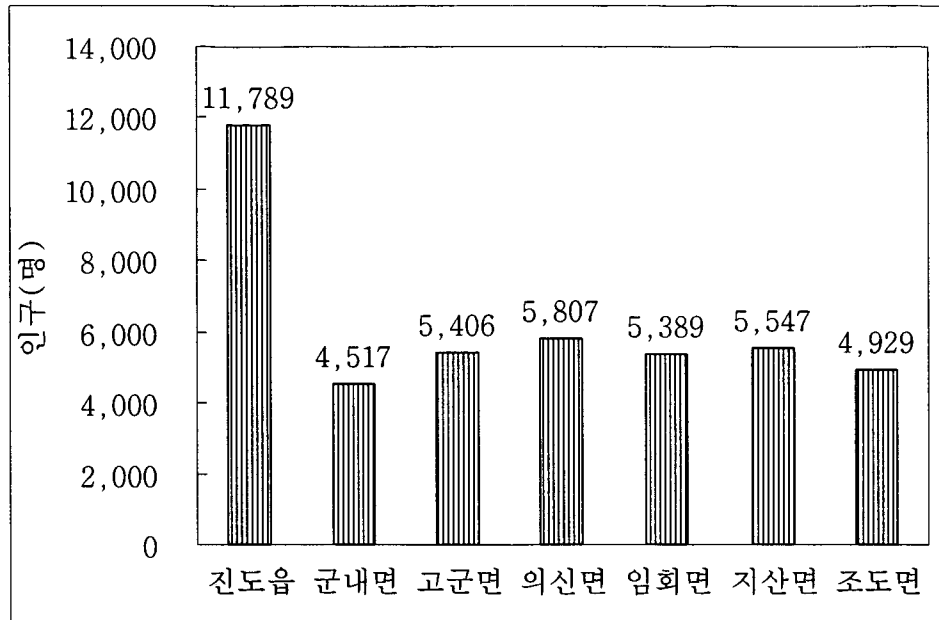
2-2-1. 인구현황

진도군의 총 인구는 15,811세대 43,384명으로 전라남도 인구의 2.01%를 차지한다. 지역별 인구분포에 있어서는 진도읍 거주인구가 11,789(27.2%)명으로 가장 많고 군내면 4,517(10.4%)명, 고군면 5,406(12.5%)명, 의신면 5,807(13.4%)명, 임회면 5,389(12.4%)명, 지산면 5,547(12.8%)명, 조도면 4,929(11.4%)명 순으로 나타났다. 인구분포의 전반적인 특성은 남녀의 성비는 남자 100명을 기준으로 여자가 105명이며, 세대당 인구수는 평균 2.8명이며, 65세 이상 고령자는 전체 인구의 14.3%(6,271명)를 차지한다.<표 2-2, 그림 2-2>

지난 10년간 진도군의 인구변화 추이를 살펴보면 '91년 56,975명에서 지속적으로 감소하여 지난 99년에는 43,384명을 나타내었다. 이는 주민등록에 의한 전입 인구감소와 전출인구의 증가, 그리고 낮은 출생률에 그 원인이 있는 것으로 해석된다.

<표 2-2>읍·면별 세대 및 인구

구 분	면적 (km ²)	구성비(%)	세대	인 구(명)			인구밀도 (명/km ²)	
				계	남	여		
진도군	총 계	430.19	100	15,811	43,384	21,136	22,248	102.04
	진도읍	44.02	10.3	3,930	11,789	5,826	5,963	265.9
	군내면	55.36	12.9	1,669	4,517	2,184	2,333	83.0
	고군면	48.15	11.2	1,917	5,406	2,597	2,809	113.7
	의신면	65.99	15.4	2,134	5,807	2,808	2,999	90.1
	임회면	69.79	16.3	2,018	5,389	2,583	2,806	77.2
	지산면	89.99	20.3	2,137	5,547	2,681	2,866	64.0
	조도면	56.79	13.2	2,006	4,929	2,457	2,472	88.5



<그림 2-2> 읍·면별 인구현황

2-2-2. 토지현황

진도군의 총 토지면적은 430.19km²이며 지역별 토지면적은 지산면이 89.99km² (20.9%)로 가장 넓고 임회면, 의신면, 조도면, 군내면, 고군면, 진도읍 순으로 감소한다.<표 2-3, 그림 2-3>

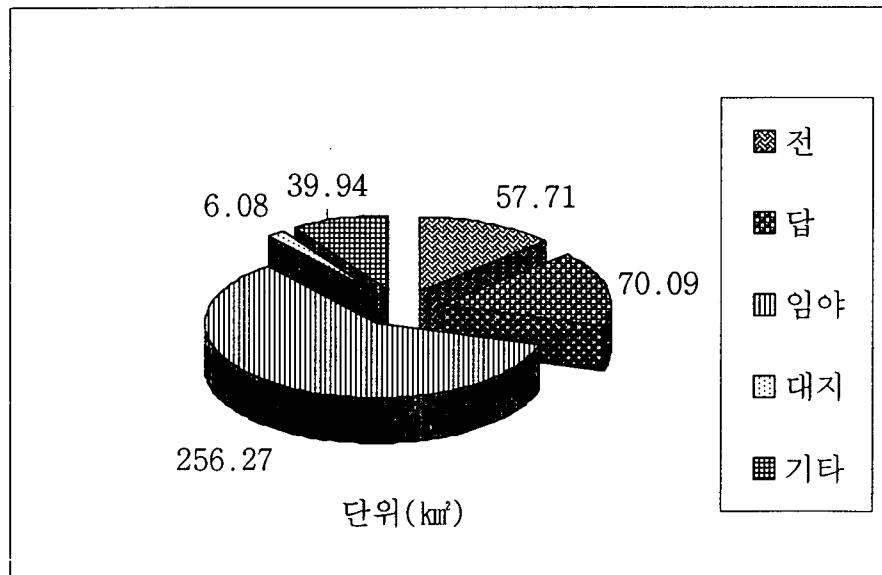
토지이용면에서는 임야, 전, 답이 전체 토지의 89.3%를 점유하고 있으며, 그 중에서 임야가 256.27km² (59.6%)로 차지하는 면적이 가장 넓고 전, 답은 각각 13.4%, 16.3%를 점유한다. 기타 과수원, 목장용지, 염전, 대지, 공장용지, 학교용지, 하천, 제방, 수도용지, 공원, 묘지, 사적지 등이 10.7%를 점유하고 있다.

진도지역의 토지이용의 특징은 전, 답 점유면적이 도내 타지역에 비해 다소 높게 나타났으며 이 지역 기후특성을 고려할 때 토지 이용을 또한 높은 것으로 나타났다.

<표 2-3> 지목별 토지이용 현황

(단위 : km²)

구 분	총면적	전	답	과수원	임야	대지	도로	하천	기타	
진도군	총면적	430.19	57.71	70.09	0.53	256.27	6.08	11.92	4.06	23.54
	진도읍	44.03	6.99	10.85	0.02	18.61	1.07	1.59	0.24	4.66
	군내면	55.40	9.20	11.53	0.191	27.53	0.76	2.01	0.36	3.82
	고군면	48.15	6.70	6.81	0.102	29.24	0.82	1.43	0.57	2.48
	의신면	66.00	6.96	9.75	0.071	42.80	0.95	1.80	0.81	2.86
	임회면	69.83	7.89	10.27	0.081	45.33	0.85	1.71	1.04	2.76
	지산면	89.99	11.62	18.88	0.06	49.03	0.88	2.52	1.04	5.96
	조도면	56.79	8.35	1.99	0.006	43.73	0.75	0.86	-	1.10
	구성비(%)	100	13.4	16.3	0.1	59.6	1.4	2.8	0.9	5.5



<그림 2-3> 지목별 토지이용 현황

2-3. 토지이용 및 산업현황

2-3-1. 농 업

진도군 지역의 농가는 전체세대의 57.3%인 8,960세대 5,910명으로 나타났다. 경지면적은 총 12,891ha로 이중 논·밭의 이용면적은 7,110ha, 밭은 5,781ha를 차지한다. 농업에 종사하는 전체 가구수는 1994년 이후 전반적으로 감소추세에 있으며 농가 인구 또한 1998년에 비해 크게 감소하고 있다.

년도별 경지면적의 변화추이에 있어서는 1995년 이후 논과 밭의 경지면적은 전체적으로 큰 변화는 없는 것으로 나타났다.<표 2-4>

<표 2-4> 경지면적 현황

구분 연도별	농가 (가구)	농가 인구	경 지 면 적			가구당 경지면적		
			계	논	밭	계	논	밭
1994	10,718	-	12,611	7,076	5,535	1.24	0.7	0.54
1995	9,331	-	12,847	6,869	5,978	1.38	0.74	0.64
1996	9,593	6,334	12,803	6,898	5,905	1.36	0.71	0.64
1997	9,038	-	12,837	7,016	5,821	1.32	0.71	0.61
1998	8,980	8,980	12,857	7,059	5,798	1.43	0.79	0.64
1999	8,960	5,910	12,891	7,110	5,781	1.44	0.80	0.64

또한 진도군 지역의 농업진흥구역 변동추이를 보면 농업진흥구역은 62.5%인 34,538ha로 연도별 큰 차이를 보이지 않았다.<표 2-5>

<표 2-5> 농업진흥구역 지정 현황

구분 연도별	계		농업 진흥 구역		농업 보호 구역	
	필지수	면적	필지수	면적	필지수	면적
1994	55,421	9,639.6	34,622	6,896.6	20,799	2,743.0
1995	55,421	9,639.6	34,622	6,896.6	20,799	2,743.0
1996	55,421	9,639.6	34,622	6,896.6	20,799	2,743.0
1997	55,216	9,643.7	34,538	6,906.9	20,678	2,736.8
1998	55,488	9,942.18	34,791	7,113.2	20,697	2,828.98
1999	55,216	9,643.7	34,538	6,906.9	20,678	2,736.8

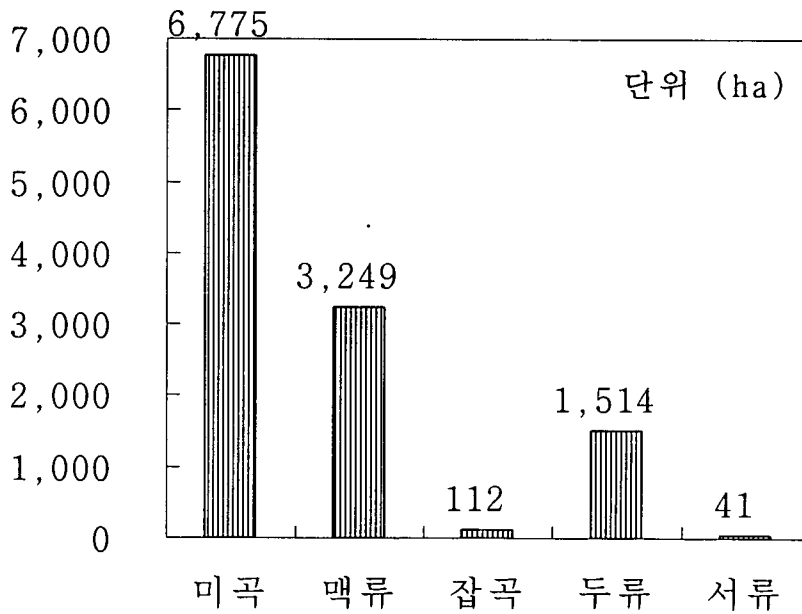
최근 몇 년간 진도군에서 재배하는 식량작물의 재배면적 변화를 보면, 1997년 이후 해마다 소폭으로 감소하는 추세이며, 1999년을 기준으로 미곡이 전체의 58%로 가장 많고 맥류, 두류순으로 나타났다. 따라서 조사지역은 토지이용면에서 벼농사와 맥류 위주의 농업형태임을 알 수 있다.<표 2-6, 그림 2-4>

<표 2-6> 식량작물 생산량 현황

구분 연도별	합 계		미 곡		맥 류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
1994	12,312.1	45,004.0	6,133	27,353	3,562	10,381
1995	8,899	54,794.3	6,187	27,998	381.7	10,707.4
1996	13,472	58,332.2	6,054	27,464	5,510	17,079
1997	13,739	50,716	6,351	29,214	5,134	15,101
1998	12,645	48,392	6,626	31,925	4,309	12,934
1999	11,691	44,247	6,775	31,097	3,249	9,801

<표 2-6> 식량작물 생산량 현황(계속)

구분 연도별	잡 곡		두 류		서 류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
1994	107.4	136.0	1,920.0	3,124.0	589.7	4,010
1995	115.4	141.95	1,618.6	2,546.0	596.7	13,401
1996	96.0	129.0	1,259.0	1,985.8	553.0	11,674.0
1997	80.0	104.0	1,590.0	2,551.0	584.0	3,746.0
1998	80.0	103.4	1,590	2,550.3	40	880
1999	112	127.7	1,514	2,370.2	41	852



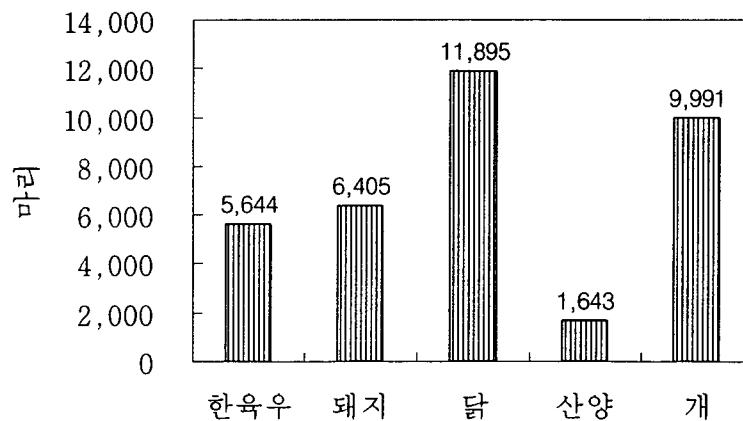
<그림 2-4> 식량작물 재배 면적 현황

2-3-2. 축산업

진도지역의 축산업은 한육우, 돼지, 닭, 산양, 개 사육이 대부분이며 지역특성을 반영하듯 개 사육농가가 두드러지게 많았다. 축산업의 규모에 있어서는 한육우와 돼지의 경우 사육호수의 감소가 뚜렷하며 사육 마리수에 있어서는 돼지의 경우 몇 년 사이에 지속적인 증가세를 보이고 있다. 이는 대량으로 사육하는 축산농가의 증가를 나타낸다.<표 2-7, 그림 2-5>

<표 2-7> 가축사육현황

구분 년도별	한 육 우		돼 지		닭		산 양		개	
	사육 호수	마리수	사육 호수	마리수	사육 호수	마리수	사육 호수	마리수	사육 호수	마리수
1994	2,090	6,694	1,511	3,577	159	14,806	374	1,303	5,673	12,340
1995	2,003	7,151	1,526	4,086	792	23,399	382	1,403	5,514	13,603
1996	2,019	7,834	1,446	4,309	117	23,420	365	1,273	5,764	16,231
1997	1,715	8,519	1,258	4,815	167	13,612	282	1,032	5,765	15,863
1998	1,409	7,535	999	5,939	162	16,698	74	931	4,497	10,356
1999	1,039	5,644	176	6,405	106	11,895	158	1,643	4,700	9,991



<그림 2-5> 가축사육 현황

2-3-3. 임업

진도군의 임야 총 면적은 24,912ha로 소유별 임야면적은 사유림이 전체의 76.4%인 19,036ha를 점유하고 있으며 국유림 4,657ha(18.7%), 공유림 1,219ha(4.9%) 순으로 나타났다. 지역별로는 지산면이 가장 넓은 4,557ha를 점유하며 의신면, 임회면, 고군면, 조도면, 군내면, 진도읍 순으로 임야면적이 감소한다.<표 2-8>

진도군의 임상별 산림면적은 입목지가 22,197ha(89.1%)를 차지하며, 무입목지는 2,715ha(10.9%)이다. 입목지의 경우 전체 60%인 15,318ha가 침엽수림으로 나타난다.

<표 2-8> 임상별 산림면적

(단위: ha)

구분	합계	입목지					무입목지			
		계	침엽수	활엽수	혼효림	죽림	계	미입목지	황폐지	제지
1994	25,123	21,979	16,514	2,563	3,457	-	2,589	1,826	-	763
1995	25,099	21,979	15,841	2,708	3,457	-	3,120	2,340	-	780
1996	25,083	21,761	15,223	3,081	3,457	-	3,322	2,535	-	787
1997	25,128	21,653	14,963	3,229	3,461	-	3,475	2,673	-	802
1998	25,121	21,464	14,959	3,265	3,422	-	3,595	2,788	-	807
1999	24,912	22,197	15,318	3,459	3,420	-	2,715	1,908	-	807
진도읍	1,855	1,570	1,086	232	252	-	285	224	-	61
군내면	3,318	2,962	2,080	430	452	-	356	250	-	106
고군면	3,700	3,233	2,220	510	503	-	467	350	-	117
의신면	4,054	3,592	2,205	680	707	-	462	300	-	162
임회면	3,885	3,602	2,491	595	516	-	283	159	-	124
지산면	4,557	4,188	3,123	615	450	-	369	250	-	119
조도면	3,543	3,050	2,113	397	540	-	493	375	-	118

2-3-4. 어업

진도군 지역의 어가인구는 3,049세대 8,220명으로 전체인구의 18.7%가 어업에 종사하고 있다. 어가인구는 1996년에 급격한 감소를 보이다 이후 매년 거의 일정한 상태를 유지하고 있다. 특히 조도면의 경우 진도 본섬과 11km 이상 떨어진 섬 지역으로 어업에 종사하는 인구가 가장 많은 것으로 나타났다. 어선 보유수는 동력선의 경우 평균에서 $\pm 10\%$ 내외의 변화를 나타낸다.<표 2-9>

<표 2-9> 어가 및 어가인구

구 분	어 가(가구)					어 가 인 구(명)		어선보유(척)		
	합계	전업	겸업			합계	호당 인구	계	동력	무동력
			소계	제1종	제2종					
1994	3,710	487	3,223	1,901	1,322	9,663	2.6	2,215	1,794	421
1995	3,685	484	3,201	1,892	1,309	9,568	2.6	2,290	1,872	418
1996	3,049	542	2,507	1,600	907	8,220	2.7	2,073	1,872	201
1997	3,044	542	2,505	1,595	907	8,203	2.69	1,902	1,795	107
1998	4,582	542	4,040	2,566	1,474	8,753	1.91	2,246	2,141	105
1999	3,049	542	2,507	1,600	907	8,220	2.69	2,246	2,141	105
진도읍	60	17	43	26	17	116	1.93	77	74	3
군내면	42	22	20	12	8	54	1.28	57	52	5
고군면	367	88	279	173	106	1,040	2.83	532	530	2
의신면	515	84	431	260	171	1,525	2.96	509	499	10
임회면	410	43	367	228	139	872	2.12	164	156	8
지산면	599	10	589	365	224	956	1.59	135	128	7
조도면	1,056	278	778	536	242	3,657	3.46	772	702	70

2-4. 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 년 평균기온은 섭씨 6~16℃ 분포로 지역차가 큰 편이며, 산악지대를 제외하면 대체로 섭씨 10~16℃이다. 연중 최난월인 8월의 월 평균기온은 25℃이고, 최한월인 1월의 평균기온은 -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 연간 강수량이 많은 지역을 형성하고, 적은 지역으로는 경북 북부 영양과 의성지방이며, 연간 900mm 이내이다. 바람은 일반적으로 북서 계절풍이 남서 계절풍 보다 강하고, 특히 12월에서 2월까지의 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 연간 수자원량은 1,267억 m^3 /년으로 계산하고 있으며, 이중 45%에 해당하는 570억 m^3 이 증발에 의하여 손실되고 55%인 697 m^3 이 하천 또는 기저유출

을 통하여 유출된다. 평상시 유출량의 71%인 164억 m^3 과 홍수시 댐 등으로 공급 받는 103억 m^3 을 합하여 지표수로 267억 m^3 이 이용된다.

진도군에 대한 수문기상자료는 목포기상대에서 최근 20년간(1981~2000) 관측된 자료와 진도군 통계연보(2000) 자료를 이용하였다.

진도군 지역의 기후특성은 남해안형 기후에 해당하는 지역으로 해안 및 도서 지방에 속하고 있어 내륙산악지대와는 기온의 차이가 크다. 또한 해안선이 길고 바다에 접하고 있기 때문에 대체로 해양성 기후를 나타낸다.

지난 20년간 년평균기온은 13.9 $^{\circ}C$ 이며, 평균 강수량은 1,130mm로 지역에 따라 차이가 있으나 전라남도 타시군(1,200~1,500mm)보다 다소 적게 나타났다.

2-4-1. 기 온

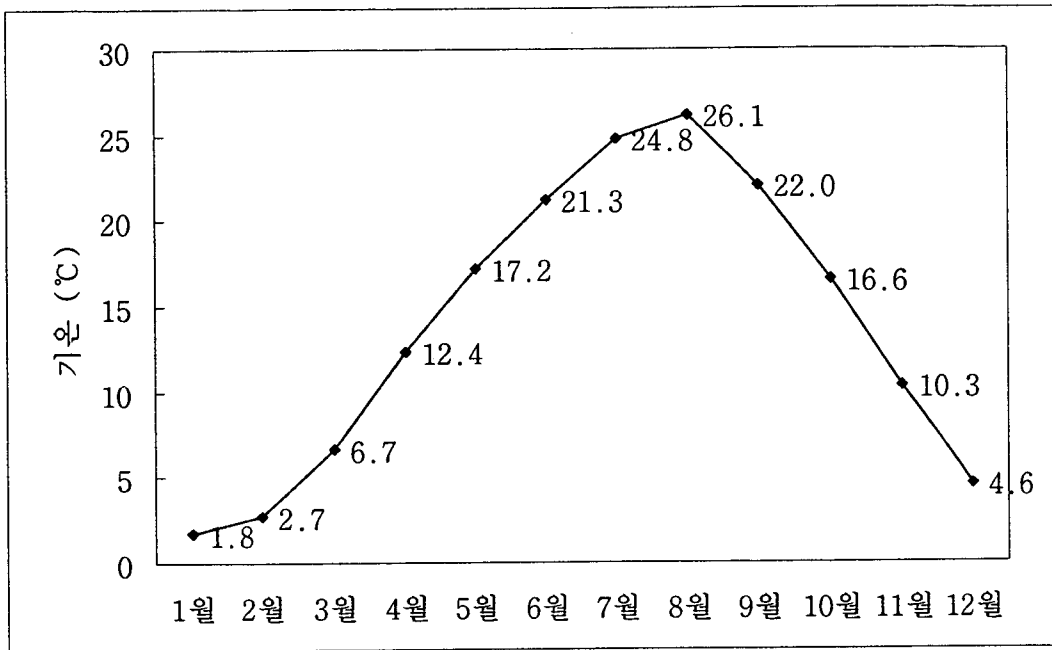
대기의 온도는 지표면의 상태, 고도 등에 의하여 영향을 받음과 동시에 지역적, 시간적으로 많은 변화를 하고 있다. 온도의 시간적, 지역적 변화는 지표면과 태양열의 입사 각도에 따라 달라지기 때문에 이는 지구의 자전 및 위치 등에 따라 크게 변화한다. 또한 이러한 대기의 온도 변화는 직접적으로 물의 순환 과정에 영향을 주며, 물의 수량 및 물의 흐름상태에도 많은 영향을 준다(선우중호, 1994).

조사지역의 최근 20년간 년평균기온은 13.9 $^{\circ}C$, 월별 평균기온은 여름철인 7월과 8월에 각각 24.8 $^{\circ}C$ 와 26.1 $^{\circ}C$ 로 해양성고기압의 영향으로 무더운 반면 최한월인 1월과 2월에는 1.8 $^{\circ}C$ 와 2.7 $^{\circ}C$ 의 영상의 기온 분포를 보여 전라남도의 내륙형 기후 지역과는 상당한 차이를 나타낸다.<표 2-10, 그림 2-6>

<표 2-10> 진도지역의 평균기온 분포

(단위 : °C)

월 년도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
1981	-0.6	1.9	7.1	11.4	16.6	21.4	26.1	25.4	21.1	15.3	6.9	3.5	13.1
1982	0.8	2.4	7.0	11.8	18.4	21.4	24.1	26.0	21.5	17.5	11.3	4.2	13.9
1983	2.0	1.7	7.5	13.3	17.9	21.3	23.8	26.2	23.1	16.7	10.1	3.5	14.0
1984	-0.5	-0.2	4.8	12.3	17.3	21.7	24.9	27.2	21.7	16.1	10.8	3.6	13.4
1985	-0.2	2.6	5.3	12.1	17.9	20.9	25.2	27.0	22.7	16.6	9.7	1.7	13.5
1986	0.1	0.5	6.3	12.3	16.5	21.1	23.1	25.8	20.5	15.0	8.9	5.7	13.1
1987	1.9	3.3	5.4	11.3	16.9	21.5	23.5	24.8	20.8	17.6	11.0	4.9	13.6
1988	2.5	1.6	5.3	11.7	17.3	21.0	25.1	25.9	22.4	17.4	9.6	4.5	13.7
1989	3.4	4.4	7.3	14.0	17.4	20.0	24.3	25.6	21.7	16.1	10.2	5.5	14.2
1990	1.5	5.0	8.4	12.2	16.7	21.4	25.5	27.5	22.8	17.1	12.9	5.4	14.7
1991	2.7	2.6	6.4	13.1	17.2	21.6	24.4	24.7	22.4	16.1	10.0	5.8	14.0
1992	3.7	3.7	8.3	12.9	16.8	20.8	25.2	26.4	22.1	16.3	9.7	5.9	14.3
1993	1.8	3.9	7.0	11.7	17.3	21.1	23.1	23.3	21.9	15.9	11.4	4.5	13.6
1994	2.5	3.2	5.4	14.4	17.7	21.2	28.5	27.8	22.9	17.3	12.5	5.6	15.0
1995	2.1	3.5	7.7	11.4	16.5	21.1	24.7	27.2	21.6	17.5	9.8	3.4	13.9
1996	2.4	1.6	5.8	10.3	16.9	21.1	24.7	26.7	22.3	16.8	10.1	4.8	13.7
1997	1.6	3.4	7.8	12.4	17.4	22.2	25.0	26.3	21.8	16.3	11.3	4.8	14.3
1998	2.3	5.2	7.5	14.6	17.7	20.9	25.4	26.5	23.2	17.8	10.6	5.3	14.8
1999	2.9	3.6	7.3	12.5	17.0	21.8	24.0	25.3	23.5	16.0	10.7	4.4	14.1
2000	1.9	1.1	6.7	11.9	16.8	21.7	25.8	26.6	20.7	16.4	9.0	4.3	13.6
평균	1.8	2.7	6.7	12.4	17.2	21.3	24.8	26.1	22.0	16.6	10.3	4.6	13.9



<그림 2-6> 진도지역의 평균기온 분포

2-4-2. 강 수 량

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

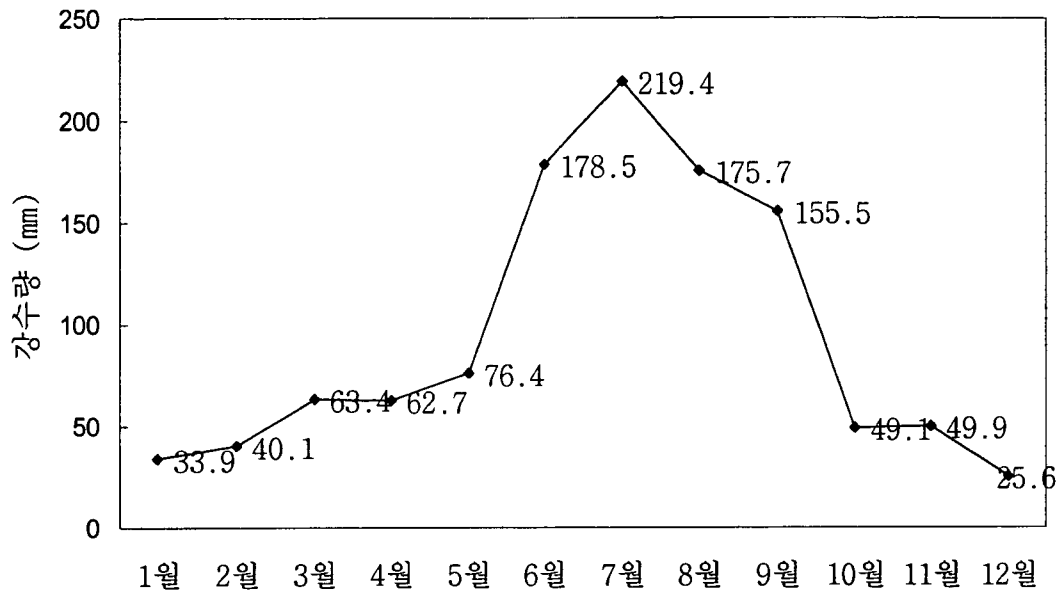
진도지역의 강수량 분포를 분석하면, '81년~'00년까지의 년평균 강수량은 1,130.2mm로 전남지역의 평균강수량보다 낮으며 년도별로 강수량 변화가 매우 심하게 나타났다. <표 2-11, 그림 2-7>

특히 년도별 강우량의 변화는 지난 1995년 613.2mm로 최저치를 나타냈으며 1985년에는 1,736.8mm로 최다 강우량을 기록했다. 한편 월평균 강수량 분포의 특성은 6월~9월에 155.5~219.4mm로 장마기간을 포함한 여름철에 집중되어 나타나

는데 이 기간동안 전체 강수량의 64.5%를 차지하고 있다. 이는 우리나라 강수량의 약 70% 이상이 6월에서 9월사이에 집중되는 현상과 일치하며, 이 중 약 80% 이상이 증발 또는 지표수로 유출되어 바다로 유실되고 있으므로, 상대적으로 지하수의 저류량은 강수량에 비해 매우 작다(그림 3-3). 월별 최대 강수량은 지난 1985년 6월에 529.4mm, 최저 강수량은 1998년 12월 5.3mm를 나타냈다.

<표 2-11> 진도지역의 평균강수량 분포 (단위 : mm)

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
1981	22.3	46.9	11.2	49.1	20.4	238.3	252.3	105.0	584.2	59.4	12.5	7.0	1408.6
1982	25.9	23.4	41.6	74.1	59.1	20.3	293.5	85.7	44.8	53.6	99.6	21.9	843.5
1983	31.3	37.7	59.4	71.8	90.1	31.3	213.1	93.7	208.6	38.9	28.8	22.8	927.5
1984	12.7	31.3	7.5	152.4	37.9	184.7	210.1	139.4	204.2	44.3	46.4	28.0	1098.9
1985	19.6	71.1	91.9	99.9	143.5	529.4	140.8	143.2	243.1	144.9	77.9	31.5	1736.8
1986	26.2	46.9	70.7	39.0	107.9	298.8	145.1	166.7	210.3	78.8	14.3	66.4	1271.1
1987	55.3	39.1	79.0	60.3	82.3	102.3	439.0	327.5	37.4	47.6	74.1	6.2	1350.1
1988	20.9	17.7	53.1	45.2	124.9	141.9	146.7	60.8	19.4	1.9	18.6	14.2	665.3
1989	119.2	97.9	54.0	24.9	63.5	178.5	418.3	190.0	162.3	12.2	54.3	6.2	1381.3
1990	37.8	91.2	46.2	74.5	109.6	178.1	278.9	137.6	81.1	32.0	52.8	14.9	1134.7
1991	32.9	40.7	109.8	114.8	23.9	169.8	352.0	176.4	109.5	5.9	23.1	35.3	1194.1
1992	19.6	28.4	92.6	57.9	71.1	16.4	103.8	141.4	135.5	5.4	27.7	43.8	743.6
1993	23.0	61.0	56.3	16.5	94.7	99.2	171.3	399.1	29.7	58.9	102.6	18.6	1130.9
1994	27.9	20.9	15.6	29.3	73.9	80.3	14.9	193.8	27.3	145.8	48.3	39.0	717.0
1995	37.8	30.8	30.0	72.3	53.5	140.6	107.9	65.1	32.7	10.4	19.0	13.1	613.2
1996	35.2	19.4	130.1	27.8	27.3	286.8	190.4	77.0	94.1	52.0	66.5	34.3	1040.9
1997	6.5	12.0	70.3	63.5	78.0	145.7	253.2	255.0	22.8	7.0	135.4	77.0	1126.4
1998	51.8	46.4	79.8	116.8	110.9	383.2	175.2	153.8	304.1	50.1	30.3	5.3	1507.7
1999	41.7	31.9	148.5	56.7	116.0	121.7	276.5	279.6	323.8	103.4	14.7	20.5	1535.0
2000	31.0	7.8	21.2	6.4	40.2	222.4	204.0	322.2	235.2	29.8	50.1	6.4	1176.7
평균	33.9	40.1	63.4	62.7	76.4	178.5	219.4	175.7	155.5	49.1	49.9	25.6	1130.2



<그림 2-7> 진도지역의 평균강수량 분포

2-4-3. 증발산량

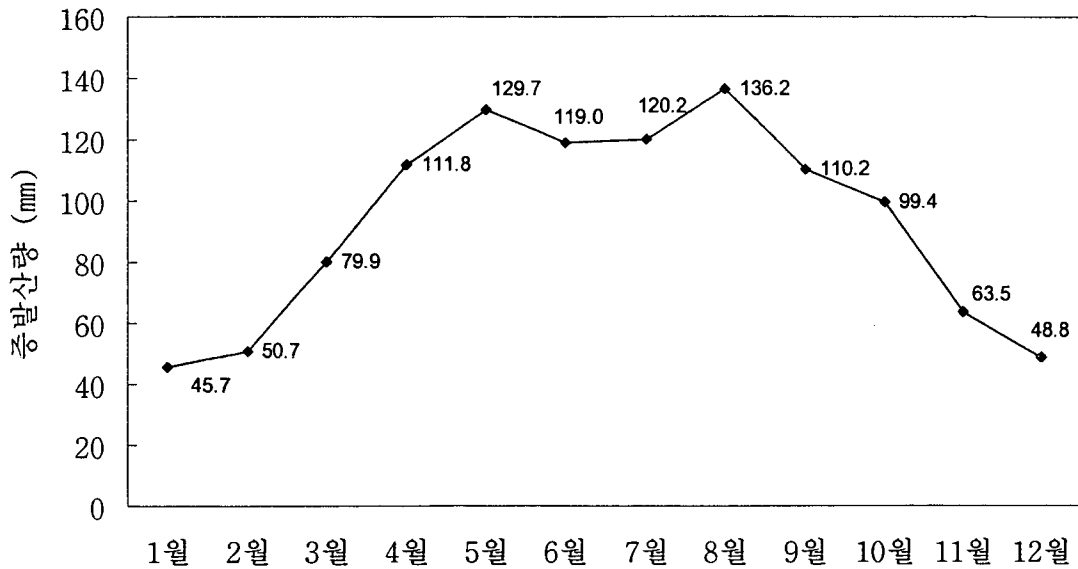
지구 전체로 볼 때 지상에 낙하된 강수의 약 75%는 다시 증발(Evaporation)과 발산(Transpiration) 작용을 거쳐 대기로 환원되는 것으로 알려져 있다. 증발은 어떤 물질이 액체 상태에서 기체 상태로 변화하는 현상이며, 물 수면에서 단위시간당 물분자의 교환능력을 증발율이라 한다. 또한, 수면에서 나타나는 물분자의 이탈을 증발이라 하고, 식물의 표면에서 나타나는 증발현상을 발산이라 한다. 수문과정에서는 수면에서의 증발과 식물에서의 발산을 함께 취급하는 경우가 많으므로, 이를 통칭하여 증발산(Evapotranspiration)이라 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).

조사지역의 년평균 증발산량은 1,115.1mm를 나타냈고, 최저 증발산량은 지난 1993년 987mm, 최대 증발산량은 1994년 1,220.9mm를 기록했다. 연중 최대 증발산량은 8월 136.2mm이며 최저 증발산량은 1월 45.7%이다.<표 2-12, 그림 2-8>

<표 2-12> 월별·연도별 증발산량

(단위 : mm)

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
1981	43.3	46.8	92.6	97.4	140.2	118.8	143.1	141.5	113.4	101.1	58.2	48.6	1145
1982	36.8	56.2	75.6	104.9	136.8	156.2	129.2	148.2	141.5	101.1	56.5	44.4	1187.4
1983	37.7	48.0	84.5	108.3	135.6	138.5	99.2	132.6	97.0	93.7	66.8	49.4	1091.3
1984	52.3	50.8	87.6	106.0	139.4	115.7	115.1	144.9	106.1	105.9	70.2	50.5	1144.5
1985	54.5	46.5	78.4	112.8	114.8	112.6	126.0	144.7	111.7	78.2	51.7	45.0	1076.9
1986	47.1	53.5	87.6	119.0	124.8	103.9	99.6	137.3	95.4	87.5	61.6	59.6	1076.9
1987	49.6	51.3	67.3	97.6	122.4	130.3	81.8	91.2	107.9	94.8	69.3	56.9	1020.4
1988	58.6	51.3	77.5	109.1	125.5	103.8	131.4	146.6	112.1	118.1	67.8	52.8	1154.6
1989	42.0	44.0	95.7	127.2	127.2	106.7	118.2	140.7	87.0	95.7	55.6	49.0	1089
1990	47.2	41.2	81.7	105.7	100.9	93.9	122.5	152.7	102.5	98.7	63.7	49.8	1060.5
1991	47.3	40.0	68.8	119.0	134.9	103.4	92.8	114.1	112.5	100.8	68.8	45.8	1048.2
1992	45.0	56.4	68.3	112.4	138.2	140.5	129.8	132.7	92.3	95.6	52.6	39.4	1103.2
1993	38.8	52.2	77.2	114.9	129.6	110.5	81.8	87.3	99.2	102.4	47.0	46.1	987
1994	42.2	51.7	75.8	110.6	114.7	117.7	181.6	154.3	146.1	103.3	73.5	49.4	1220.9
1995	47.0	57.2	84.7	105.4	130.7	127.1	94.9	132.9	103.5	107.2	70.8	39.3	1100.7
1996	46.3	51.2	63.5	114.5	130.5	78.1	119.8	144.1	123.6	101.7	58.0	42.8	1074.1
1997	46.3	55.8	88.5	115.4	124.0	137.6	115.5	147.5	135.5	113.0	62.0	45.9	1187
1998	44.1	55.9	87.2	107.5	126.3	109.4	148.5	127.9	122.2	103.1	78.0	53.6	1163.7
1999	44.0	54.5	72.6	124.0	162.2	151.3	132.5	147.4	106.9	94.9	70.9	56.5	1217.7
2000	44.4	49.4	83.3	124.5	134.4	123.5	141.2	154.7	88.5	91.6	66.6	51.6	1153.7
계	914.5	1,013.9	1,598.4	2,236.2	2,593.1	2,379.5	2,404.5	2,723.3	2,204.9	1,988.4	1,269.6	976.4	1,115.1



<그림 2-8> 월별 증발산량 현황

2-4-4. 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.

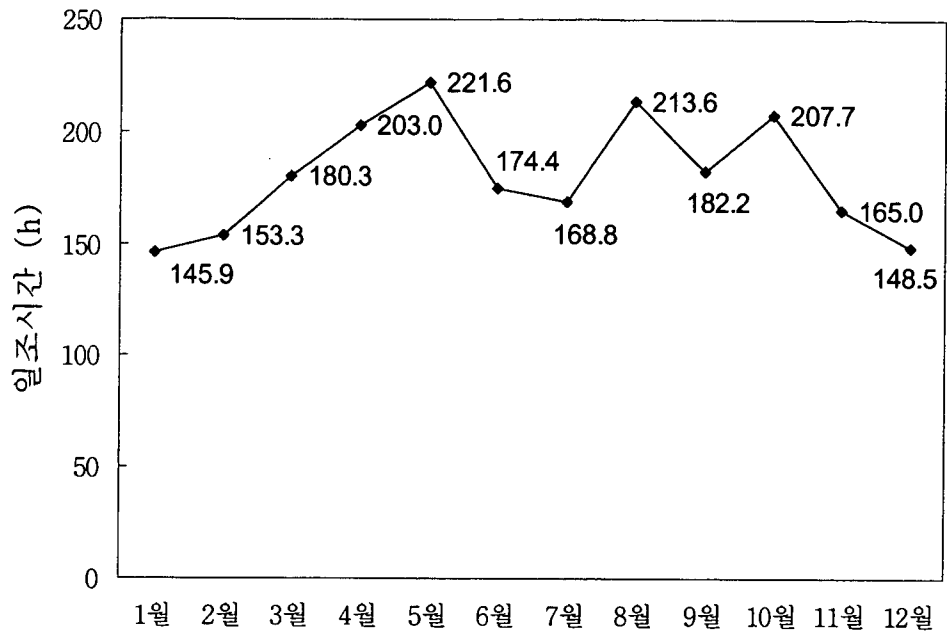
최근 20년간 진도지역의 월별 평균 일조시간은 4, 5, 6월의 경우 174.4~221.6시간으로 여름철과 장마기간을 제외한 기간과 장마가 끝난 8월의 한 여름에 213.6시간, 11월~2월에는 145.9~165.0시간으로 나타낸다.<표 2-13, 그림 2-9>

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

<표 2-13> 월별 · 연도별 일조시간

(단위 : hr)

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
1981	141.8	122.5	184.2	178.7	217.3	147.5	196.8	181.6	184.1	187.0	144.5	162.8	2048.8
1982	153.4	176.7	200.3	200.6	223.3	245.1	163.4	215.2	208.4	207.6	100.4	119.6	2214.0
1983	128.2	148.4	153.5	166.1	221.4	192.7	122.7	194.3	153.8	181.8	168.1	162.9	1993.9
1984	163.1	158.0	207.9	195.4	229.5	176.1	159.5	229.1	180.6	245.6	192.6	113.0	2250.4
1985	182.2	118.6	186.1	212.6	189.9	169.9	207.7	245.5	174.9	159.3	142.8	151.2	2140.7
1986	176.1	173.8	196.4	218.6	246.8	169.9	141.4	247.1	175.0	218.9	154.1	135.2	2253.3
1987	162.1	160.0	151.6	193.0	237.4	222.4	104.4	156.2	203.6	175.6	186.7	184.1	2137.1
1988	153.7	119.7	162.9	210.7	226.2	149.3	185.4	247.3	195.5	227.5	183.0	142.3	2203.5
1989	113.4	111.8	208.9	210.1	218.6	158.9	162.8	209.5	145.5	221.6	139.0	148.5	2048.6
1990	129.8	113.7	187.4	189.0	175.8	141.7	182.9	250.1	161.0	214.7	175.3	130.5	2051.9
1991	146.9	129.4	151.8	215.1	222.1	139.8	116.1	176.2	180.6	253.1	185.8	122.2	2039.1
1992	117.0	175.3	121.3	186.9	254.9	202.2	164.1	211.4	155.0	221.0	166.2	121.4	2096.7
1993	103.6	152.6	192.3	201.2	209.2	161.3	103.6	121.3	181.0	215.3	121.4	127.1	1889.9
1994	154.7	148.8	192.5	186.4	203.4	171.8	282.4	251.8	265.0	200.3	183.0	126.4	2366.5
1995	157.9	188.8	189.0	209.3	240.6	190.5	157.0	237.9	124.5	191.1	207.0	133.9	2227.5
1996	155.4	185.4	154.0	218.1	229.1	99.7	199.5	239.5	222.1	216.0	140.1	175.6	2234.5
1997	172.4	172.1	207.1	229.0	221.2	225.0	178.4	261.5	257.0	241.6	146.9	149.7	2461.9
1998	119.4	145.4	202.3	166.1	168.5	143.4	187.7	178.9	184.4	219.5	212.8	192.2	2120.6
1999	173.1	182.2	139.6	239.1	273.3	225.5	163.5	192.4	154.6	181.7	187.4	186.5	2298.9
2000	113.3	183.6	216.1	234.4	223.5	155.8	197.3	226.1	138.1	174.9	163.3	184.8	2211.2
평균	145.9	153.3	180.3	203.0	221.6	174.4	168.8	213.6	182.2	207.7	165.0	148.5	2164.5



<그림 2-9> 월별 일조시간

3. 수문지질조사

3-1. 지형 및 지질

3-1-1. 지 형

본 조사지구는 한반도의 남서부 해남반도의 서단에 위치한 곳으로 삼면이 바다로 둘러싸여 있으며 침강해안으로 해안선은 심하게 돌출 또는 만입되었다. 진도도폭의 동단에 분포하고 있는 고기 지층은 풍화에 약한 암층으로 낮은 구릉을 이루고 지형 고저차는 약 100m 내외이다. 기타의 지역은 풍화에 강한 암층으로 형성되어 험준한 지세를 이룬다. 조사지역은 중생대 백악기 화산활동에 따른 화산쇄설암류와 산성화성암 및 퇴적암으로 구성되어 지역에 따라 심한 지형 기복양상을 나타낸다.

산세는 철마산($\Delta 300\text{m}$), 첩찰산($\Delta 485\text{m}$), 덕신산($\Delta 385\text{m}$)으로 이루어진 산지가 서남방향으로 뻗어 남산($\Delta 232\text{m}$), 여귀산($\Delta 475\text{m}$)을 거쳐 연대산($\Delta 149\text{m}$)에 이르며, 춘산봉($\Delta 221\text{m}$)과 삼당산($\Delta 272\text{m}$)에서 남으로 부용산($\Delta 180\text{m}$), 해여산($\Delta 250\text{m}$)을 거쳐 한복산($\Delta 240\text{m}$)에 이르는 산지와 지력산($\Delta 330\text{m}$)과 석적막산($\Delta 230\text{m}$)-급치산($\Delta 221\text{m}$)로 형성되는 산지가 있는 바, 이 중 철마산, 첩찰산-덕신산, 여귀산은 넓은 대지를 이루고, 지력산, 석적막산, 급치산, 한복산은 기복이 심한 절벽 혹은 고봉을 이룬다.

수계는 유역수계에서 발원한 지류들이 수지상으로 뻗어 있으며 하천의 유로연장이 짧아 바다로 직접 유입한다.

해안선은 고기지층이 분포하고 있는 곳에서 양질의 규사로 된 사구를 이루고 다른 곳에서는 절벽이 아니면 불량한 패사와 규상의 혼성된 사력으로 형성된다.

3-1-2. 지 질

조사지구의 지질은 시대미상의 운모편암과 백악기의 화산암류 및 퇴적암류 그리고 고기지층을 관입한 산성 내지 염기성 암맥으로 구성된다.

운모편암은 군내면 일부에서 흑운모화강암내에 포획되어 소규모의 분포를 보인다. 조사지구 전역에 걸쳐 광범위한 분포를 보이는 화산암류 및 퇴적암층은 퇴적층서 및 구성암층에 따라 하부로부터 안산암질응회암, 삼도층, 진도유문암, 만길리층, 여귀산응회암, 가사응회암 및 옥도유문암으로 구성된다. 최하부의 안산암질응회암은 본 지역 대부분에 걸쳐서 경상계 기저층으로 발달되어 있으며 상부로 가면서 유문암질로 변화하고 있어 지역에 따라 유문암질응회암 및 래피리응회암과 경계가 불분명하기도 한다.

안산암질응회암 상위에 놓이는 삼도층의 구성암석은 래피리응회암, 응회암질사암, 이암이며 지산면 지력산 우측하부에 분포한다. 삼도층내에는 산성 응회암류가 발달되는 것으로 보아 삼도층으로부터 후술할 만길리층에 이르기까지 연속적인 퇴적작용과 산성 화산활동이 진행되는 도중 진도유문암의 분출이 조사지역에 있었던 것으로 해석된다.

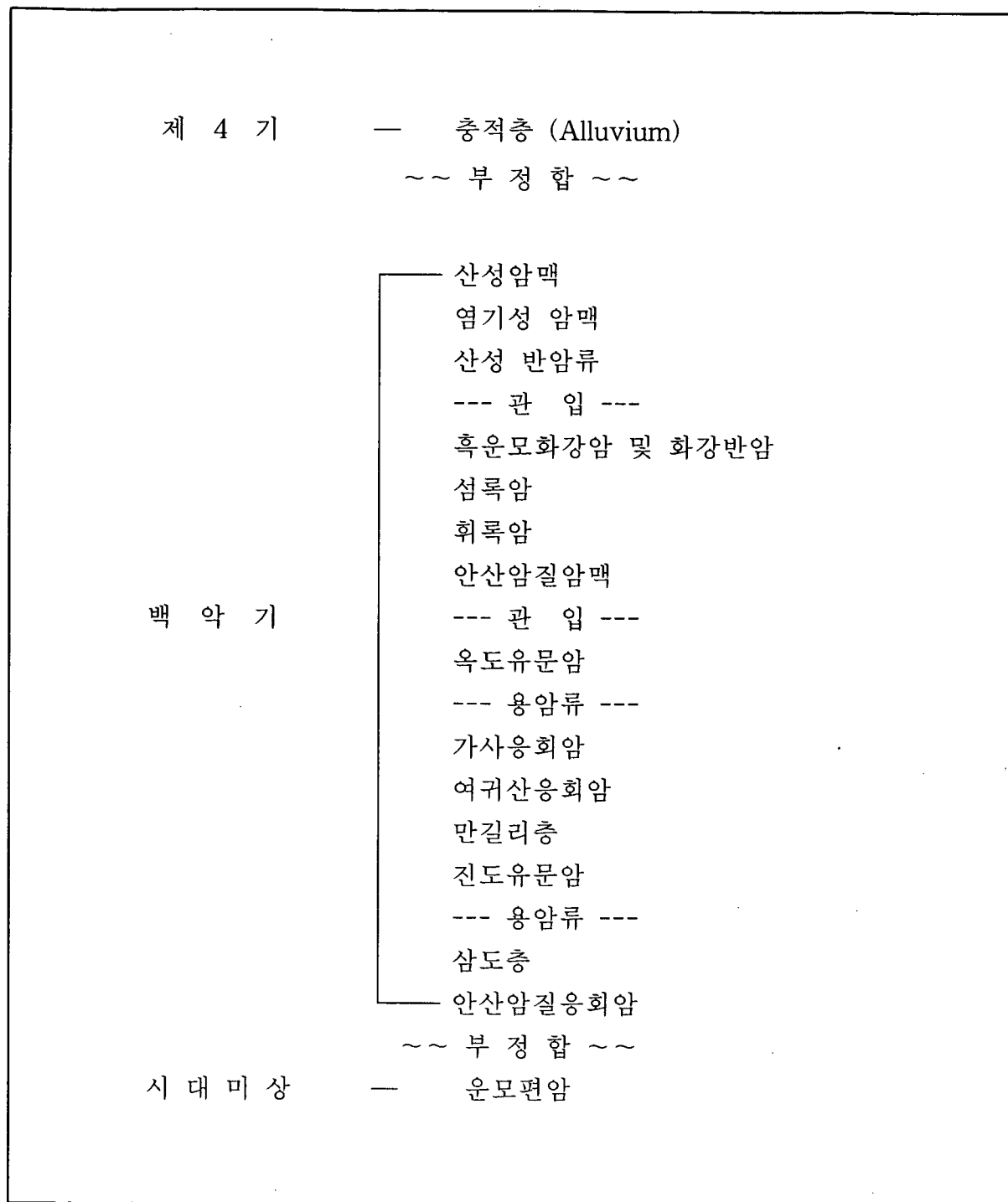
진도유문암은 진도 본섬을 중심으로 해안지역에 인접하여 비교적 광범위한 분포를 보인다.

만길리층은 응회암, 래피리응회암, 응회암질사암, 알코스사암 및 이암으로 구성되며 지산면 상고야, 거제리, 임회면 굴포리에 주로 분포한다. 만길리층 퇴적 이후 대규모의 화산활동이 활발히 작용하여 주로 용결응회암과 국부적인 이그님브라이트 및 유문암류와 함께 국지적인 퇴적암의 박층을 퇴적시키면서 여귀산응회암 및 가사응회암등을 분포시켰으며 옥도부근 지역에서는 수차례의 유문암류의 분출과 얇은 퇴적암층을 쌓아 옥도유문암을 이루었다.

이들 지층을 관입한 화성관입암체는 암주 혹은 암맥상으로 산출되며 안산암질암맥, 휘록암, 섬록암, 화강암 및 화강반암과 그 후에 관입한 반암류 및 염기성 암맥 등으로 구성된다.

조사지역에서 산출되는 암석의 지질계통은 다음과 같다.<표 3-1>

<표 3-1> 진도지역의 지질계통표



가. 운모편암

운모편암은 작은 구릉에 분포하고 있어서 심하게 풍화되어 풍화토나 풍화암편으로 남아있다. 이 암석은 대부분 건운모-석영편암으로 구성되며 안산암질 응회암에 의하여 부정합으로 피복된다.

나. 백악기 화산암류 및 퇴적암류

○ 안산암질응회암

안산암질응회암은 주로 지산면 일대에 분포하며 기타 임회면, 의신면, 진도읍의 비교적 저지대에 분포한다. 이 암석은 주로 안산암질응회암, 조면안산암질응회암 및 조면안산암류로 구성되는데 조면안산암질응회암이 우세하게 분포한다. 조사지구에서의 이 암석의 특징은 조사지구 전반에 걸쳐 산성화산암류에 의해 피복되는 만큼 산성 화산활동에 수반된 산성응회암과의 복잡한 지질경계면을 갖는 관계로 지형적인 조건에 따라 이들의 관계는 불분명하다. 조면안산암질응회암은 주로 사장석, 석영으로 구성되며 금노 및 갈두부근에 분포하는 조면안산암류 및 조면암은 주로 사장석, 각섬석, 정장석 및 약간의 흑운모, 자철석등의 반정으로 이루어진다. 이들 조면암질암류는 야외에서도 방향성 있는 장석반정이 백색으로 풍화되어 암갈색 내지 녹갈색의 석기와는 뚜렷하게 구별된다.

○ 삼도층

본 층은 진도 남동부 의신면 삼도 부근과 서부 지산면 지력산 동측사면부에 소규모로 노출되어 있다. 본 암층은 진도응회암에 의해 피복되며 안산암질응회암층과는 점이적인 관계에 있다. 본 암층의 구성암은 주로 래피리응회암, 조립질 내지 세립질응회암, 응회질사암 및 이암등의 호층으로 구성되며 본암내에는 유상구조가 발달되고 응회질사암 및 이암은 분급이 양호하여 층리가 잘 나타난다. 본 암층의 주향 및 경사는 삼도부근에서는 N30-60E, 10-30NW를 보이는데 전반적으로 낮은 경사각을 가지며, 지력산 부근에서는 N20-30E의 주향 및 15SE정도의 경사를 갖는다.

○진도유문암

본 암은 해안지역에 인접하여 비교적 광범위한 분포를 보인다. 본암은 삼도 및 지력산 부근 지역의 일부에서는 삼도층을 피복하고 있으나 지막리 부근에서는 안산암질응회암, 조면안산암질응회암 및 조면암류등을 부정합으로 덮는다. 또한 안산암질암맥, 휘록암, 섬록암, 화강암 및 후기의 염기성 내지 산성암맥에 의하여 관입된다. 본 암은 주로 유문암류로 구성되고 국부적으로 유문암질응회암을 협재하기도 하는데 주연부로 가면서 각력화되어 있는 경향이 뚜렷하다. 본암을 이루는 유문암은 구과상구조와 유상구조가 발달하며 백색 장석반정이 유상구조와 평행하게 배열되어 발달하는 경우도 있다. 본암의 구성광물은 주로 새니딘 및 사장석 반정을 포함하며 석기는 석영 및 장석, 그리고 스펀, 흑운모등이다. 사장석은 변질이 심하며 흑운모는 대부분 녹니석화되어 있고 기공은 적철석 및 칼세도니로 충전되어 있으며 세맥은 석영으로 충전되어 있기도 한다.

○만길리층

본 층은 주로 의신면 연주리-만길리-죽림리, 고군면 고성리, 임회면 굴포라 및 자산면 길은리부근등에서 소규모로 분포한다. 본층은 진도유문암을 피복하고 여귀산응회암층에 의하여 피복되며 고성리, 거룡리 및 부용산 부근에서는 안산암질응회암층을 부정합으로 피복하기도 한다. 본층은 진도유문암이 유출되면서 퇴적되기 시작하여 진도 거의 전역에 걸쳐 용결응회암의 퇴적이 이루어질 때까지의 기간에 이루어진 암층으로서 주로 래피리응회암, 조립내지 중립질 응회암, 조립-세립의 응회질사암 및 알코즈사암, 이암등의 호층으로 구성된다.

조립질응회질사암은 장석, 석영, 조립질 화산회 및 화산암설로 구성되고 입자 사이에는 세립질화산회로 충전되어 있다. 산성 결정응회암은 사장석, 새니딘, 석영 및 소량의 흑운모 결정과 화산암설을 주로 하고 석기는 세립의 화산회로 구성되는데 인회석 및 저콘을 소량 수반하며 사장석은 방해석 및 견운모화되었으며 흑운모는 녹니석 및 방해석으로 교대되어 있다.

○여귀산응회암

본 암은 남산-덕신산 일대, 여귀산 서부, 칠전의 산정상, 포산리 부근에 각각 분포하는데 덕신산 사면에서는 만길리층을 부정합으로 덮고 있으나 기타 지역에

서는 진도유문암 혹은 안산암질응회암층을 직접 부정합으로 피복한다. 본 층의 구성암층은 대부분 용결응회암으로 구성되어 있으며 지역에 따라 유문암류를 협재하기도 하는데 용결응회암의 대부분은 이그님브라이트로 구성되고 된다. 또한 본 암에는 연홍색 장석과 석영으로 구성된 반화강암의 각력을 포함하고 있는 것이 특징이다. 본층 구성암에 내포되는 주구성각력은 래피리 크기의 유문암이 대부분이고 비정질 쇄설물 및 조립질 화산회동이다. 임회면 일대의 이그님브라이트는 세립 래피리 크기의 유문암질암 및 응회질 래피리와 기질은 세립질 용결응회암으로서 유상구조를 보여준다. 덕신산 정상의 이그님브라이트는 Na사장석, 각질석영, 흑운모, 결정질화산회 및 소량의 자철석등이며 기질은 세립질 용결응회암으로서 유상구조가 발달된다.

○가사응회암

본암은 진도읍의 가사도를 중심으로 도처의 여러 섬에서 노출된다. 본 층의 기저는 확인되지 않으나 전반적으로 두꺼운 용결래피리응회암의 사이사이에 응회질 사암, 알코즈사암 및 이암의 호층을 협재한다. 본 층은 주로 용결응회암류로 구성되는 것이 여귀산 응회암과 같다. 용결응회암은 암편질 래피리응회암으로서 화산암설을 주로 하고 소량의 장석, 석영과 기질은 용결된 세립질 화산회로 구성되는데 포유물로 석영, 장석 및 세립질 반화강암설을 갖는다. 호층대에서는 주로 Na사장석, 석영, 카리장석 및 약간의 화산암설, 운모로 구성되고 세립질 화산회 및 점토질 물질이 간극을 채운다. 또한 응회질사질세일은 주로 세립질화산회 및 점토로 구성되고 세립질 각질 내지 아각상의 원마도가 매우 낮은 석영 및 장석을 함유한다.

○옥도유문암

본암은 조도면 옥도 북부에서 가사응회암층의 중부 호층대 사암류를 피복한다. 진도유문암에 비하여 구과상조직을 갖는 경우가 흔하지 않고 반상조직을 갖는 것이 특징이다. 이 암석은 반정으로 Na-사장석, 새니딘을 포함하고 석기는 규장질의 은미정질 내지 미정질로 이루어진다. 유문암류 사이에 협재되는 응회질사암은 조립 내지 세립질의 장석, 석영 및 화산암설과 흑운모등으로 구성되고 간극의 충전물은 화산회로 이루어져 있다.

다. 화성암류

○ 안산암질암

본암은 진도 동부 금계리로부터 고성리-월가리에 이르는 대규모 암맥으로서 산출되고 산월리-해창리부근 및 가사도 부근 지역에 분포한다. 산월리-해창리 일대에 분포하는 본암은 여귀산응회암층을 관입하고 있으며 인접한 화강반암과는 점이적인 관계를 가지며 가사도에 분포하는 본암은 전반적인 산출상태로 보아 안산암류와 유사하게 나타난다. 본암은 대체로 반상조직을 뚜렷하게 가지는데 장석 반정은 풍화면에서 백색 내지 담색을 띠고 있어서 전체적으로 암녹색, 담녹색을 띠게 한다. 고성리 부근에 분포하는 암석은 반정광물로 안데신, 각섬석, 휘석 및 자철석, 인회석을 포함하고 석기는 미정질의 안산암질 물질로 구성된다.

○ 휘록암

본암은 여귀산 산능성부에 소규모 분포하며 남쪽 방향으로 가면서 화강반암으로 점이된다. 휘록암은 세립질이고 녹흑색내지 암회녹색을 띠며 휘석, 각섬석, 사장석으로 구성된다.

○ 섬록암

본암은 향동리 북측에서 흑운모화강암의 주연부에서 산출되며 여귀산부근에서는 화강반암과 휘록암의 점이대에서 산출된다. 진도 서측 해안부근에서는 조면암 및 진도유문암을 관입한 소규모의 관입암체로서 산출되는데 반상몬조니암이나 화강반암으로 점이된다. 향동리부근에서 산출되는 본 암은 직경 1cm내외의 사장석 거정이 산출된다. 본암의 구성광물은 안데신, 각섬석, 자철석, 흑운모, 석영등이다.

○ 흑운모화강암

본암은 흑운모화강암, 반화강암, 화강반암 및 각섬석-흑운모화강암등을 포함하며 휘록암 및 섬록암질암과 수반되어 산출된다. 지막리 부근에서 산출되는 흑운모화강암의 구성광물은 정장석, 석영, 사장석 및 흑운모이다. 금계리 산능선에서 산출되는 화강반암은 미사장석, 정장석, 석영 및 흑운모, 백운모로 구성된다.

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 측정하므로써 지하지질구조와 지하에 부존하고 있는 유용광물 및 석유, 천연가스, 지열, 지하수 등의 부존여부를 추측하는 방법이다.

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

지표지질조사, 자료수집 및 분석에서는 현장지질조사와 항공 또는 위성사진 자료를 수집하여 전반적인 지질학적 환경을 파악하여 지하수 부존과 관련된 요소들의 정보를 추적한다. 특히 변성암이나 화성암 등의 결정질 암석으로 이루어진 지질환경에서는 단층, 파쇄대 등의 선구조가 지하수부존과 관련된 가장 중요한 지질 요소가 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 가탐 심도를 최대 100m까지 가능하도록 하였다. 조사량은 15측선으로 약 7.5km에 달한다.

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

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

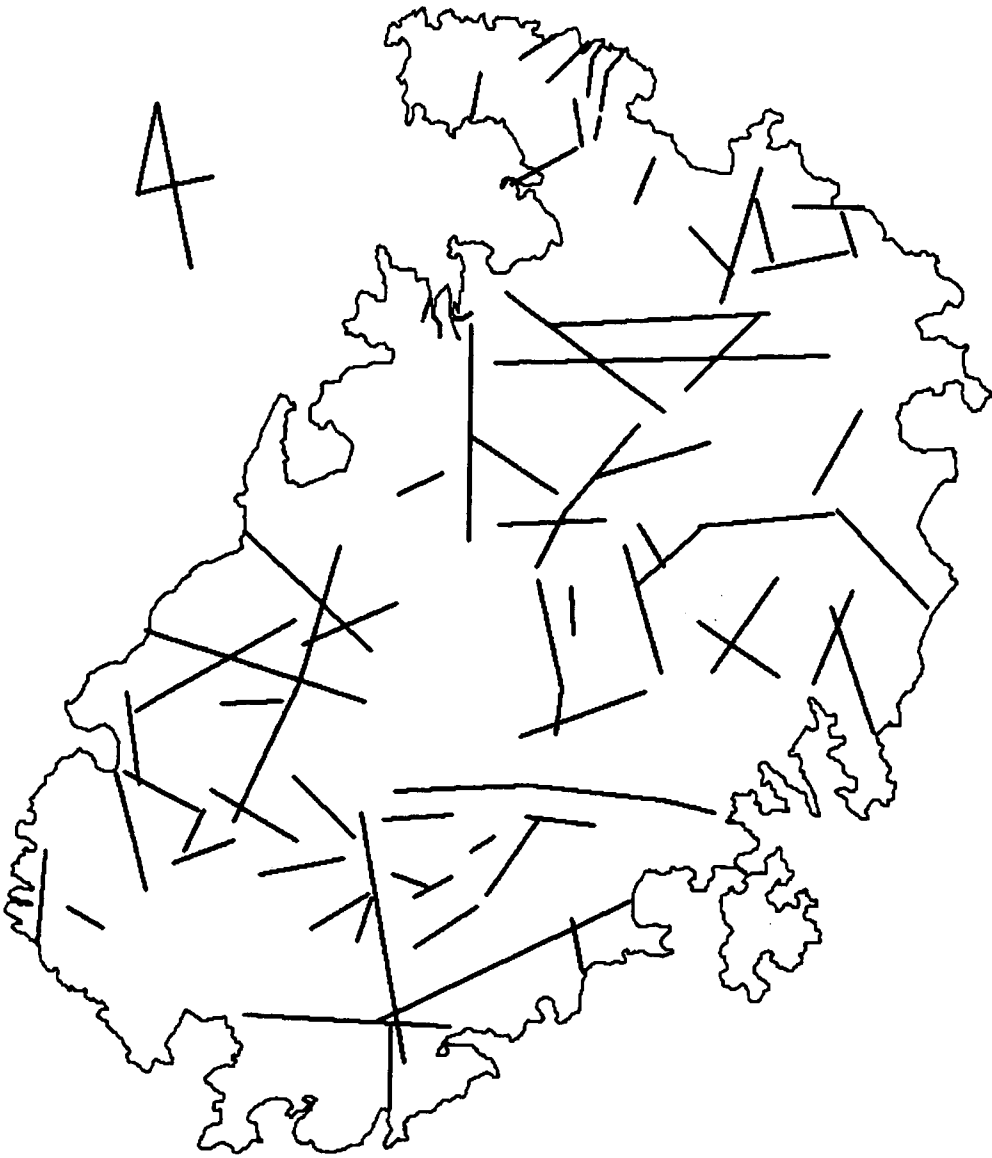
본 연구에서는 지상탐사위성인 LANDSAT MSS, LANDSAT TM, SPOT중 가장 정밀한 해상도를 가진(1pixel=20×20m) SPOT 위성에서 얻어진 위성영상 자료를 이용하였다.

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

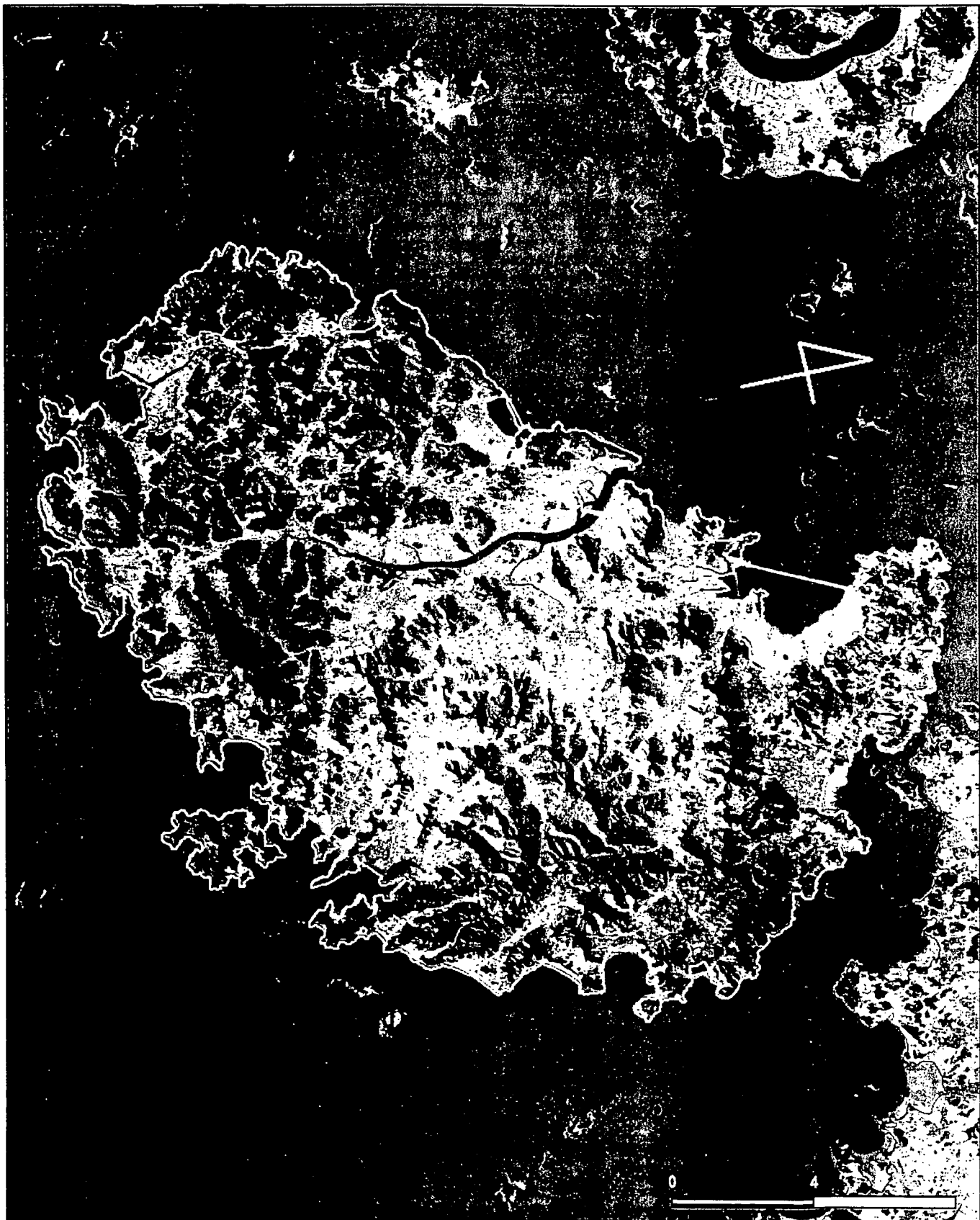
SPOT은 기존의 지상 자원탐사 위성중 최근 발사된 위성으로(1986년, 프랑스) 0.49~0.8 μ m의 파장을 가진 가시광선과 0.8~0.91 μ m의 적외선을 이용하여 3개의 magnetic band를 가지고 5~26일의 주기로 같은 지역을 조사하게 되는데, 다른 위성들보다 높은 지상분해능을 가지며, 주사주기가 짧아 자료의 update가 빠르고 동일한 면적에서 더 많은 자료를 얻게되는 이점이 있다.

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

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



<그림 3-1> 위성영상 선구조 추출



<그림 3-2> 위성영상 필터링 영상

3-2-2. 전기비저항 탐사

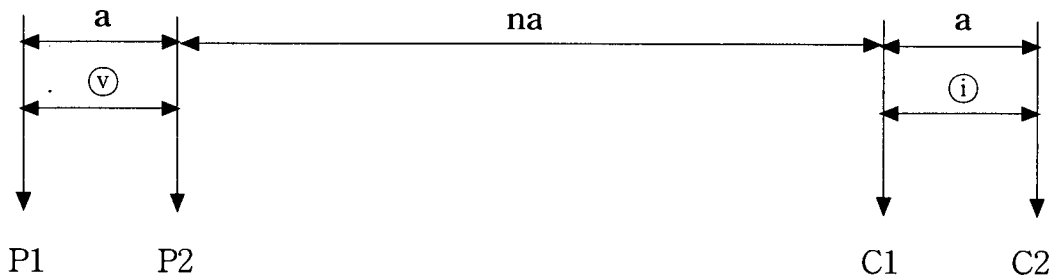
전기비저항 탐사는 매질의 전기비저항 차이에 의해 야기되는 이상 전위차를 측정하고 이를 정밀 해석함으로써 지하의 지질구조(파쇄대, 단층, 지질구조대 등), 광상, 지하수, 지열지대의 부존여부 및 부존양상을 규명해 내는 물리탐사 기술이다. 지하매질의 전기비저항은 지하매질의 성질에 따라 크게 좌우되나, 일반적으로 표토층인 경우에는 낮은 전기비저항 값을 가지며, 하부의 기반암인 경우에는 높은 전기비저항값을 가진다. 동일한 기반암이라 하더라도 암반의 변질정도에 따라 전기비저항의 값은 크게 변하며, 특히 단층작용에 의한 파쇄대의 발달은 파쇄대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

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

2차원 전기비저항 탐사에 주로 사용되는 전극배열은 단극법(pole-pole), 단극-쌍극자법(pole-dipole), 쌍극자법(dipole-dipole), 웨너법(wenner), 슬림버저법

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

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



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

<그림 3-3> 쌍극자 탐사 축선 배열 방법

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

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

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

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

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

수치모델링 역산비저항 해석자료에서는 각 쌍극자 측선별 겉보기비저항 가단면도, 계산된 이론자료의 겉보기비저항 가단면도 그리고 역산결과 해석된 진비저항분포를 칼라화한 2차원 단면 구조도를 도시하였다. 겉보기비저항 가단면도는 겉보기비저항의 분포양상을 천부에서 심부로 갈수록 차례로 저비저항대(청색부), 중간비저항대(녹색부), 고비저항대(적색부)로 나타난다. 고비저항 암체는 상당히 신선하고 치밀·건고한 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 걸보기비저항값은 <표 3-2>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	걸보기저항		RMS ERROR
				최소치	최대치	
E - 1	군내면포산리	500m	W - E	1.0	33.9	0.309307
E - 2	지산면삼당리	500m	W - E	1.4	45.2	0.259823
E - 3	지산면앵무리	500m	W - E	0.1	23.3	0.458108
E - 4	군내면남동리	500m	S - N	19.8	541	0.16823
E - 5	임회면창포리	500m	SE- NW	2.1	1144	0.264517
E - 7	임회면돈지리	500m	SW - NE	0.7	780	0.669941
E - 8	고군면석현리	500m	W - E	35.5	295	0.116043
E - 9	고군면고성리	500m	N - S	46.0	452	0.109196
E - 10	고군면향동리	500m	NW - SE	70.1	882	0.169698
E - 11	임회면명슬리	500m	SW - NE	20.7	352	0.371972
E - 12	임회면거룡리	500m	W - E	1.9	549	0.363299
E - 13	지산면고야리	500m	NW - SE	121	1362	0.21219
E - 14	지산면관마리	500m	NW - SE	151	1765	0.241996
E - 15	고군면동외리	500m	NW - SE	22.6	933	0.219539
E - 16	고군면사천리	500m	SW - NE	62.2	2601	0.481343

○ E-1 측선

E-1 측선은 군내면 포산리 지역에서 서-동 방향으로 천망제 북측의 경작지를 대상으로 탐사측선을 설정하였다. <그림 3-4>는 쌍극자탐사 결과의 Field data Pseudosection, Theoretical data Pseudosection, 2-D Resistivity Structure를 보여 준다. 탐사결과 측선의 중앙부 하부에 상대적 고비저항대가 분포하고 있어 지하수 부존이 없을 것으로 예상되나 측정점 8~11 사이 하부의 천부에는 저비저항대가 형성되어 있어 소규모 지하수 부존이 예상된다.

○ E-2 측선

E-2 측선은 지산면 삼당리 지역에서 서-동 방향으로 삼모봉 서측의 경작지를 대상으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 측정점 8~9 및 측정점 12~13에서 시작하여 측정점 11 하부로 연장되는 상대적 저비저항대의 분포로 지하수 부존이 예상된다.

○ E-3 측선

E-3 측선은 지산면 앵무리 지역에서 서-동 방향으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 측정점 12~13 사이의 하부에 상대적 저비저항대가 분포하여 지하수 부존이 예상되나 비저항치가 상당히 적은 수치를 보여 염지하수의 형태로 산출될 것으로 예상된다.

○ E-4 측선

E-4 측선은 군내면 남동리 지역에서 남-북 방향으로 남산의 북측 및 남산제의 하류 경작지를 대상으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 상대적 고비저항대가 측선에 전체적으로 분포하고 있어 지하수 부존 가능성은 없는 것으로 사료된다.

○ E-5 측선

E-5 측선은 임회면 창포리 지역에서 남동-북서 방향으로 서천 저수지의 남서측 경작지를 대상으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 상부는 고비저항대를 형성하였고 하부는 아주 낮은 저비저항대를 형성하고 있어 담수의 부존 가능성은

없다.

○ E-7 측선

E-7 측선은 임회면 돈지리 지역에서 남서-북동 방향으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 측선의 중앙부에 상대적 고비저항대가 분포하고 있어 양호한 암반의 분포가 예상되며 측점 4와 측점 13 및 측점 16 하부에 분포하는 저비저항대는 염수의 영향이 예상되어 담수의 부존 가능성이 희박하다.

○ E-8 측선

E-8 측선은 고군면 석현리 지역에서 서-동 방향으로 칠산의 북동측 경작지를 대상으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 전체적으로 고비저항대가 형성되어 있으나 측점 6~7 및 측점 13~14 사이 하부에 분포하는 저비저항대에 지하수 부존 가능성이 있다.

○ E-9 측선

E-9 측선은 고군면 고성리 지역에서 북-남 방향으로 도평저수지 하류의 경작지를 대상으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 전체적으로 고비저항대가 분포하나 측점 6의 하부에 분포하는 저비저항대에 지하수 부존이 예상되어 추후 정밀한 탐사가 요구된다.

○ E-10 측선

E-10 측선은 고군면 향동리 지역에서 북서-남동 방향으로 덕신산의 동측 경작지를 대상으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 측점 6~7과 측점 15~16 사이의 하부에 저비저항대가 형성되어 지하수 부존 가능성이 있다.

○ E-11 측선

E-11 측선은 임회면 명슬리 지역에서 남서-북동 방향으로 용산제 하류 경작지를 대상으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 측선 우측의 고비저항대를 제외하고는 전체적으로 상대적 저비저항대를 형성하고 있어 지하수 부존 가능성이 있다. 추후 정밀한 탐사가 요구된다.

○ E-12 측선

E-12 측선은 임회면 거룡리 지역에서 서-동 방향으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 전체적으로 고비저항대가 형성되어 있어 양호한 지하수 부존 가능성은 없으나 측점 4 하부에 형성되는 저비저항대의 연장성은 소규모 지하수 부존의 가능성을 보여준다.

○ E-13 측선

E-13 측선은 지산면 고야리 지역에서 북서-남동 방향으로 상고야 일대 및 고야저수지의 하류 경작지를 대상으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 전체적으로 고비저항대가 형성되어 있어 대규모 지하수 부존 가능성은 없으나 측점 8~11 사이 하부의 천부에 저비저항대가 소규모 분포하여 소규모 지하수 부존 가능성이 있다.

○ E-14 측선

E-14 측선은 지산면 관마리 지역에서 북서-남동 지역으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 측점 6~7 과 측점 10 및 측점 14~16 사이 하부의 천부 및 심부에 저비저항대가 형성되고 있어 지하수 부존이 예상된다.

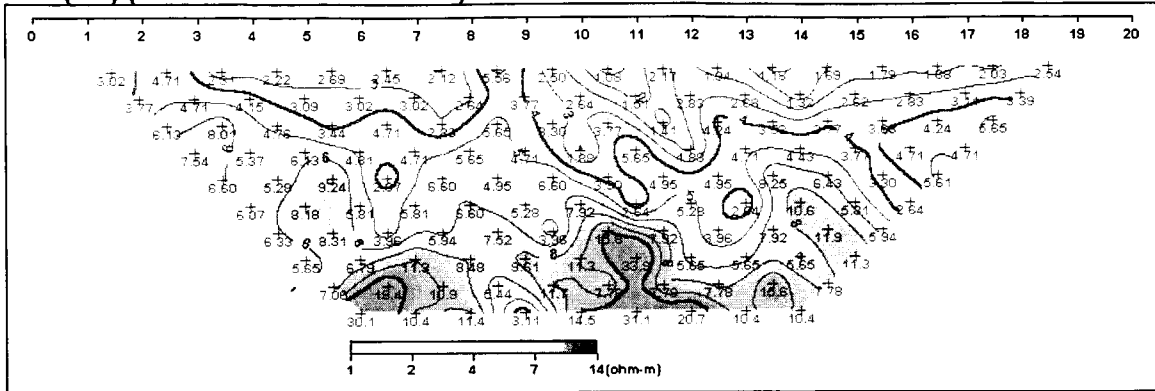
○ E-15 측선

E-15 측선은 고군면 동외리 지역에서 북서-남동 방향으로 서천저수지 상류의 경작지를 대상으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 측점 14~15 사이 하부의 천부 및 심부에 저비저항대가 분포하고 있어 지하수 부존이 예상된다. 추후 정밀한 탐사가 요구된다.

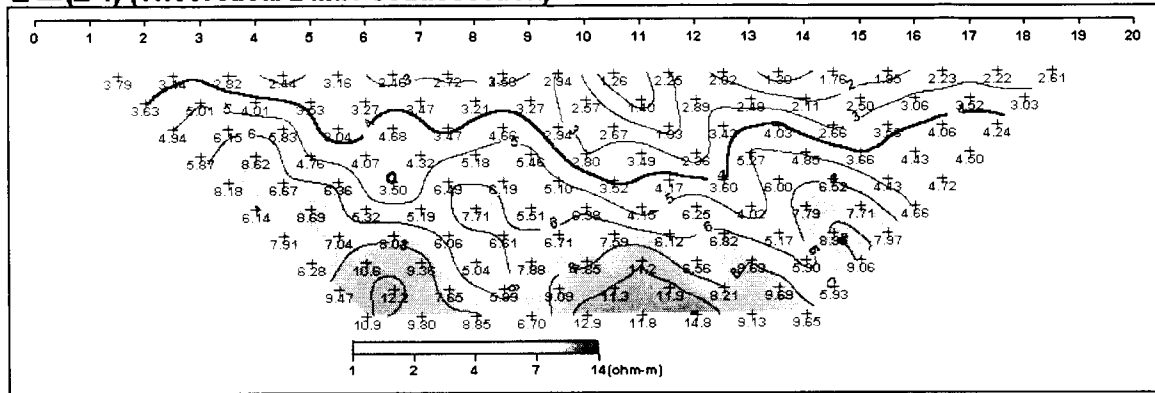
○ E-16 측선

E-16 측선은 고군면 사천리 지역에서 남서-북동 방향으로 서천저수지 상류 경작지를 대상으로 탐사측선을 설정하였다. 탐사결과 측점 3~4 와 측점 14~15 사이 하부의 천부에 저비저항대가 분포하고 있어 소규모 지하수 부존이 예상된다.

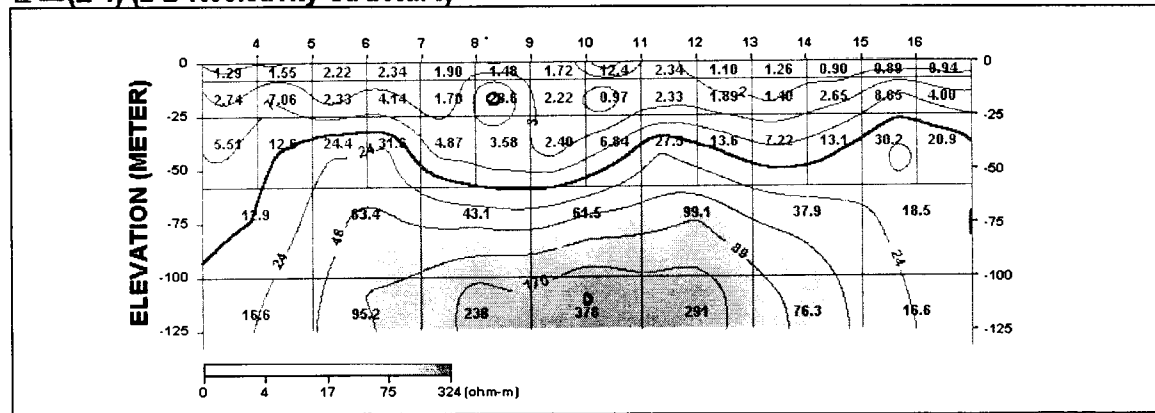
진도(E-1) (Field Data Pseudosection)



진도(E-1) (Theoretical Data Pseudosection)

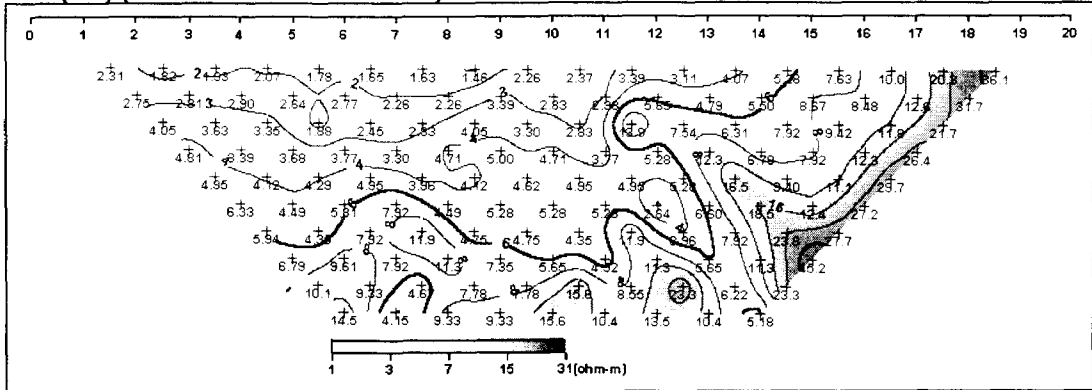


진도(E-1) (2-D Resistivity Structure)

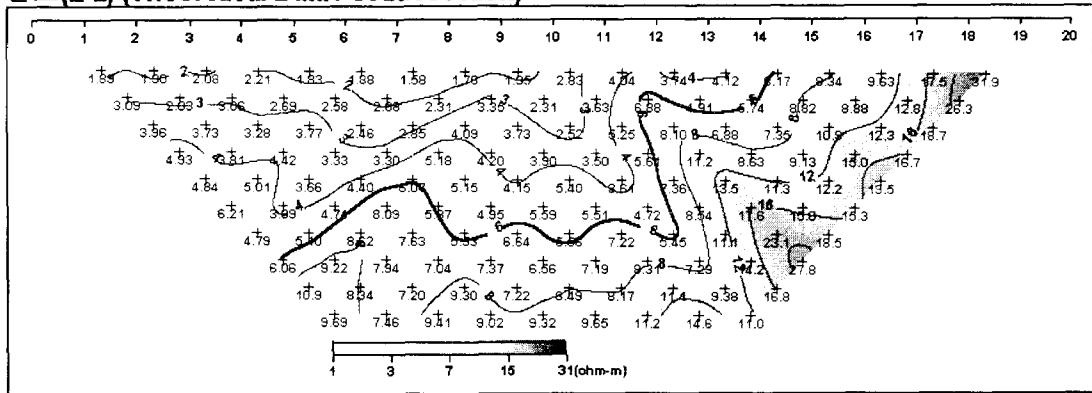


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-4> 측선 E-1 쌍극자 탐사 결과도

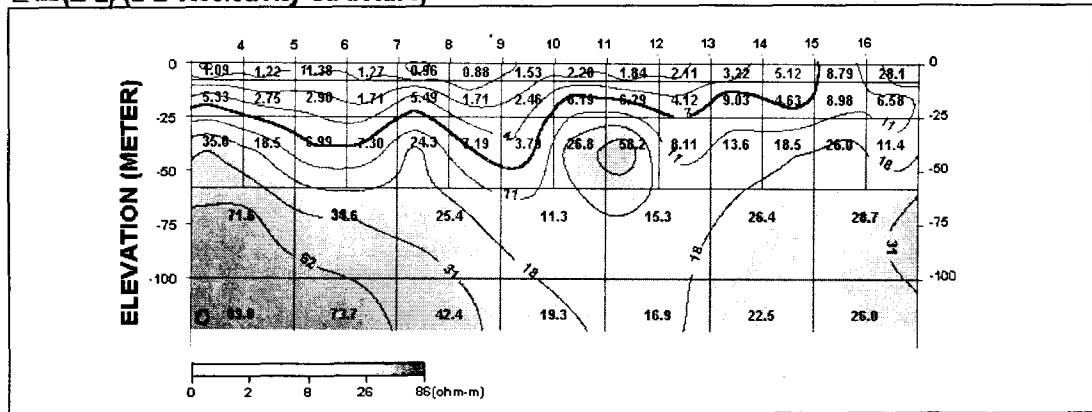
진도(E-2) (Field Data Pseudosection)



진도(E-2) (Theoretical Data Pseudosection)

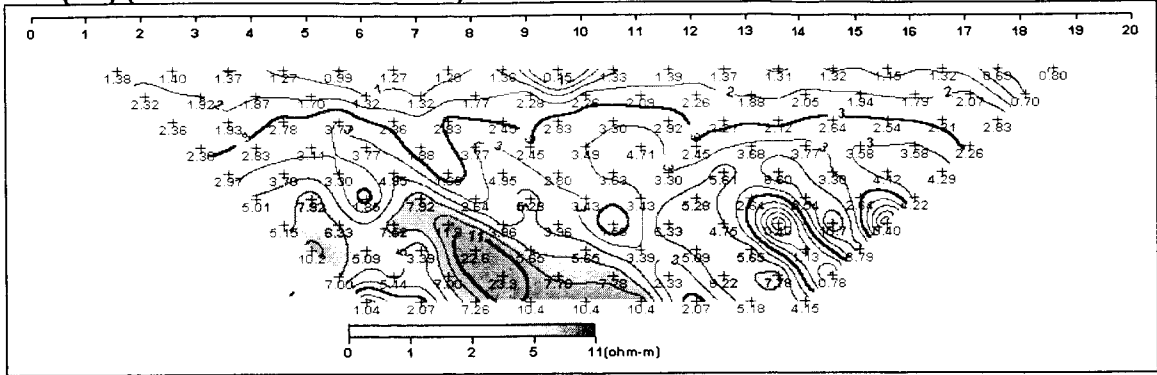


진도(E-2) (2-D Resistivity Structure)

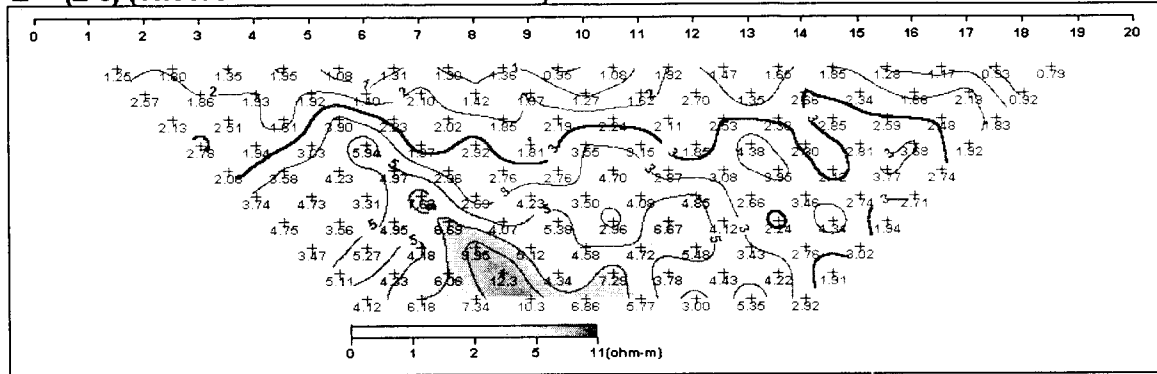


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-5> 측선 E-2 쌍극자 탐사 결과도

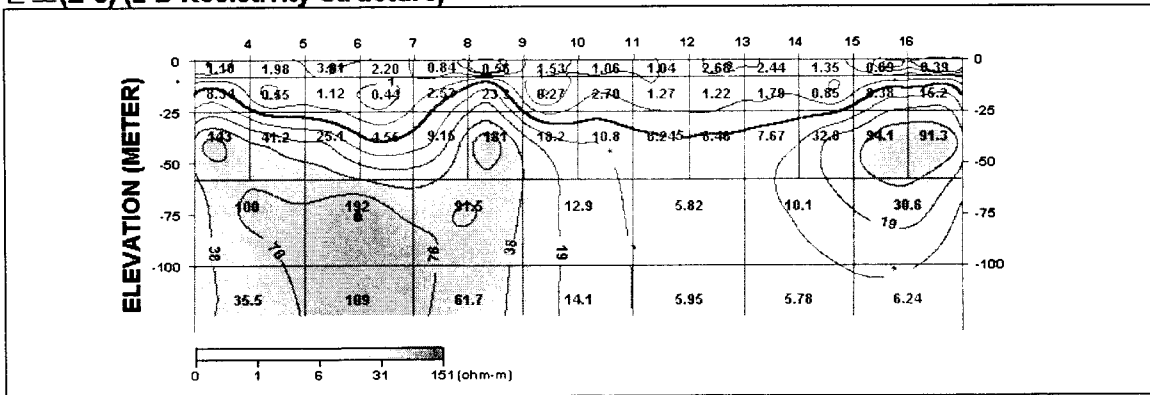
진도(E-3) (Field Data Pseudosection)



진도(E-3) (Theoretical Data Pseudosection)

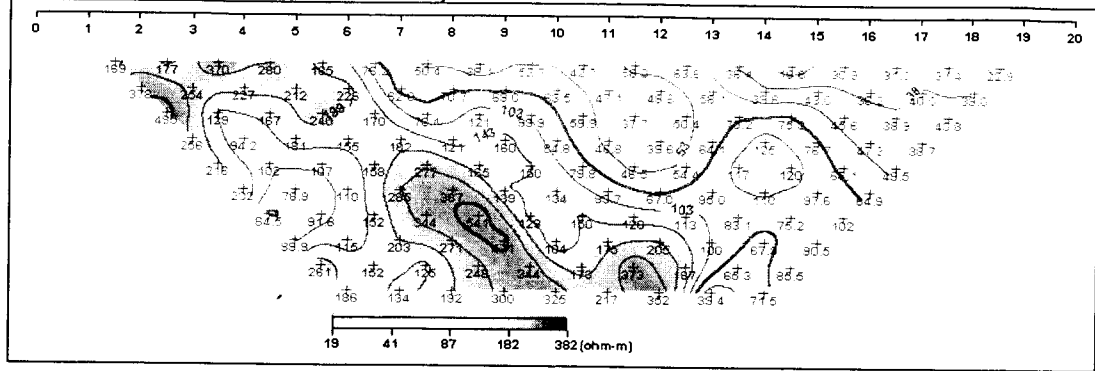


진도(E-3) (2-D Resistivity Structure)

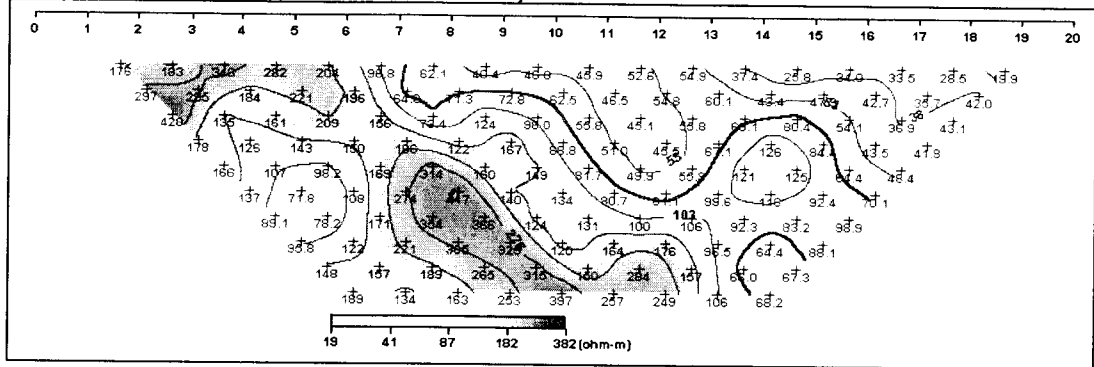


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-6> 축선 E-3 쌍극자 탐사 결과도

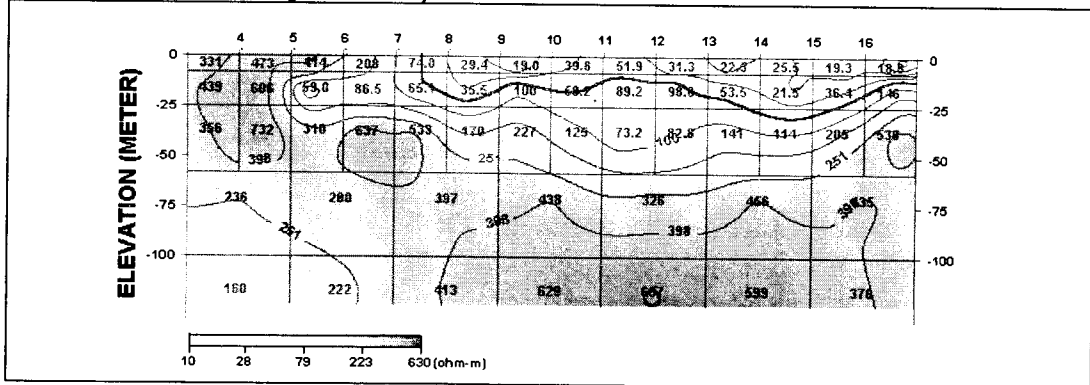
진도(E-4) (Field Data Pseudosection)



진도(E-4) (Theoretical Data Pseudosection)

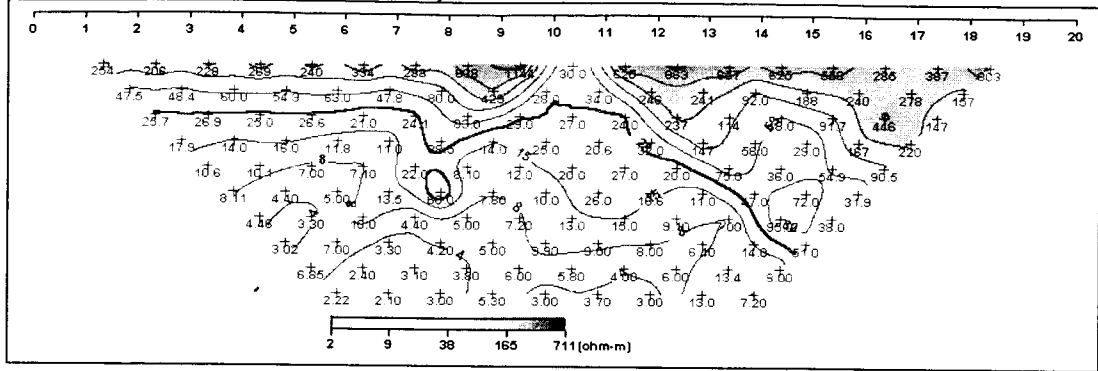


진도(E-4) (2-D Resistivity Structure)

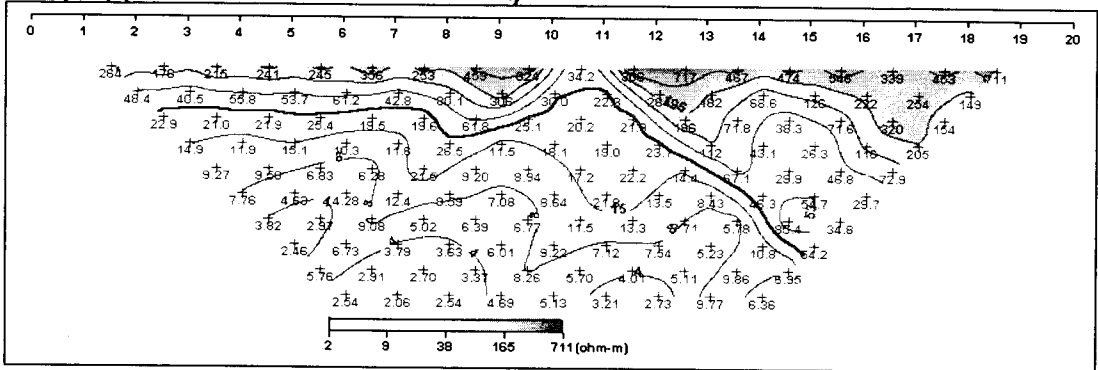


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-7> 축선 E-4 쌍극자 탐사 결과도

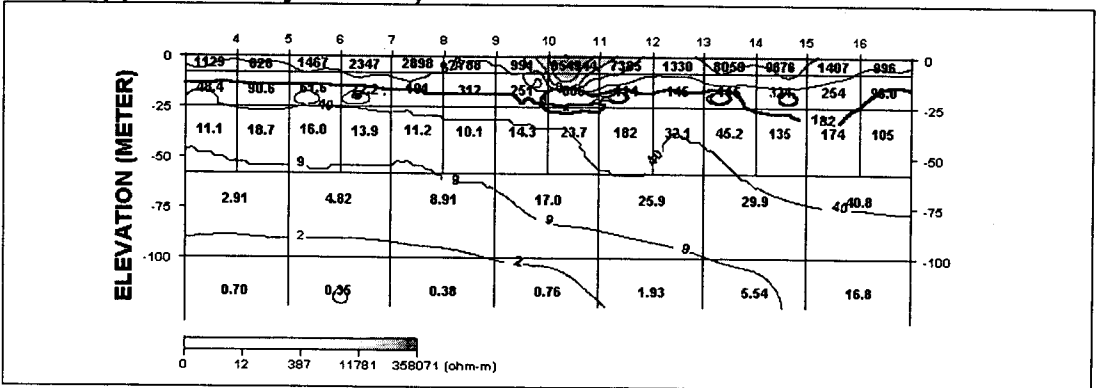
진도 (E-5) (Field Data Pseudosection)



진도 (E-5) (Theoretical Data Pseudosection)

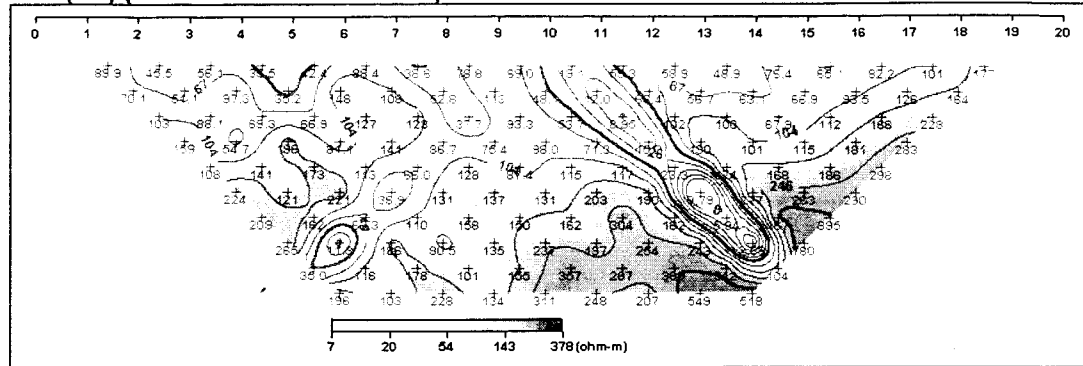


진도 (E-5) (2-D Resistivity Structure)

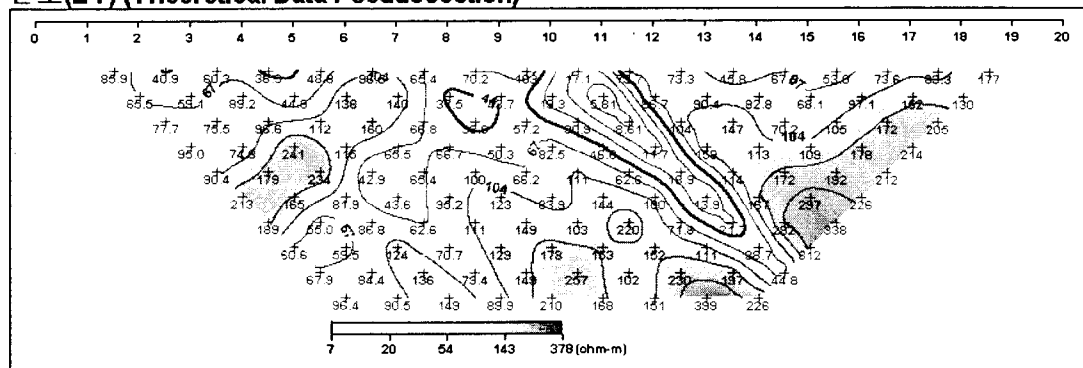


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-8> 측선 E-5 쌍극자 탐사 결과도

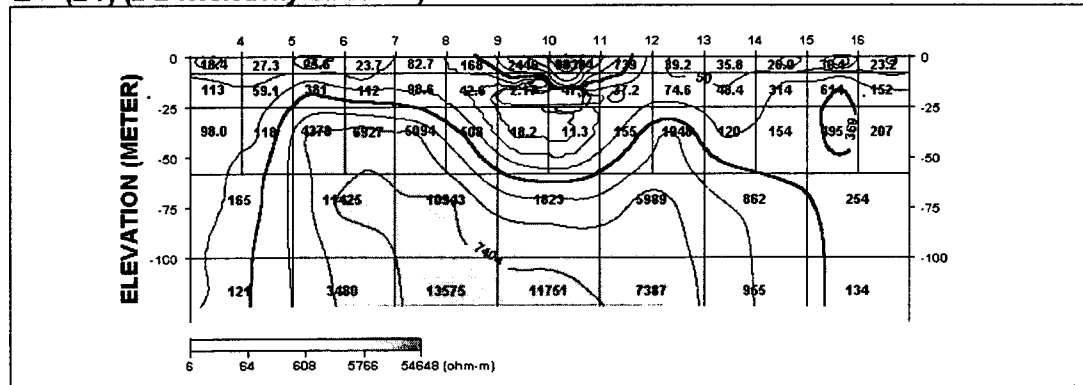
진도(E-7) (Field Data Pseudosection)



진도(E-7) (Theoretical Data Pseudosection)

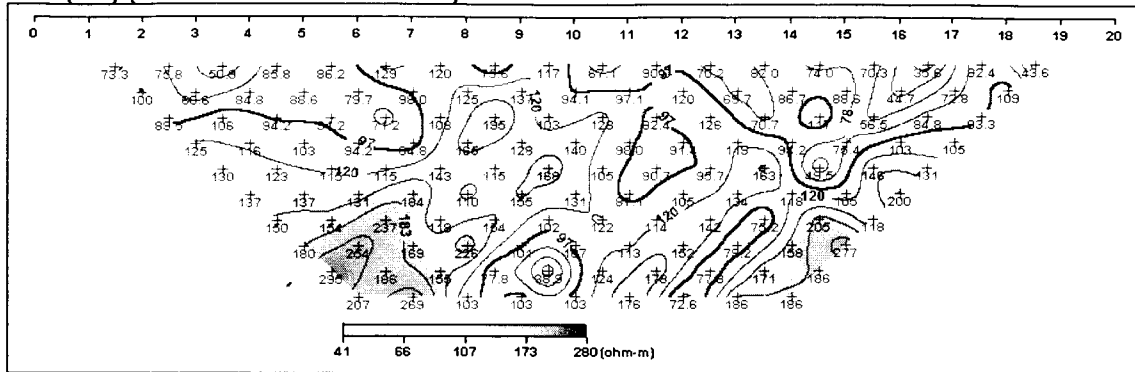


진도(E-7) (2-D Resistivity Structure)

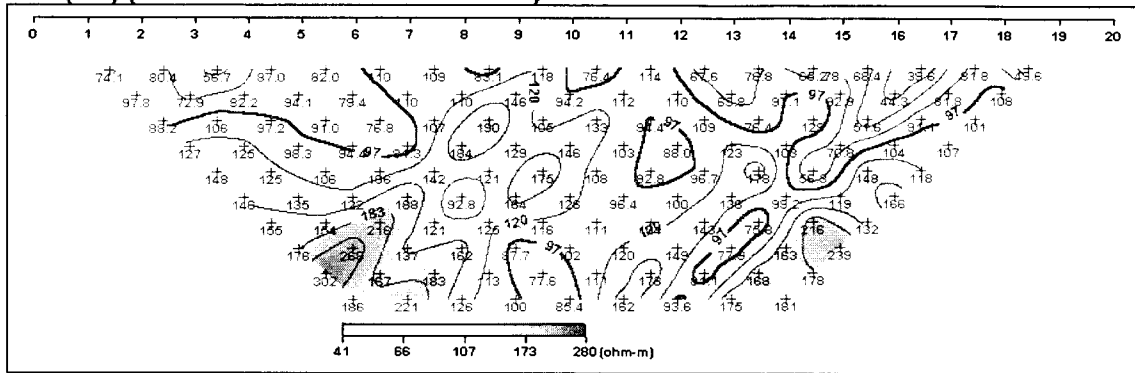


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-9> 축선 E-7 쌍극자 탐사 결과도

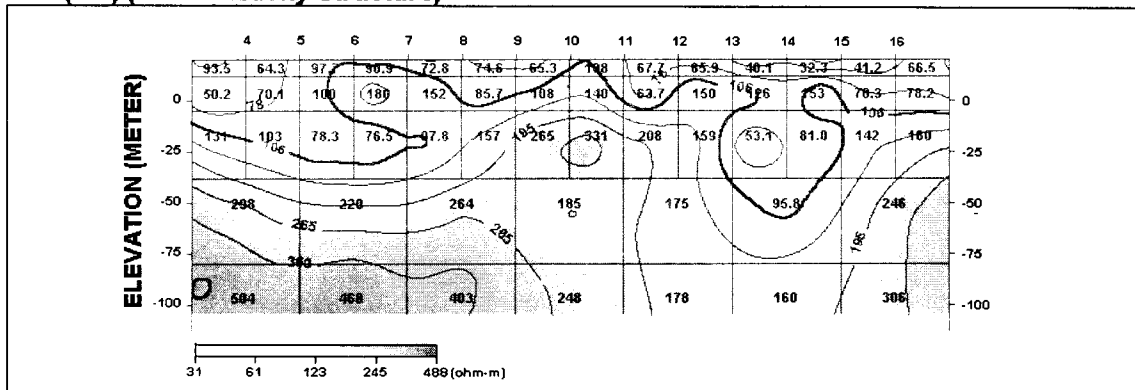
진도(E-8) (Field Data Pseudosection)



진도(E-8) (Theoretical Data Pseudosection)

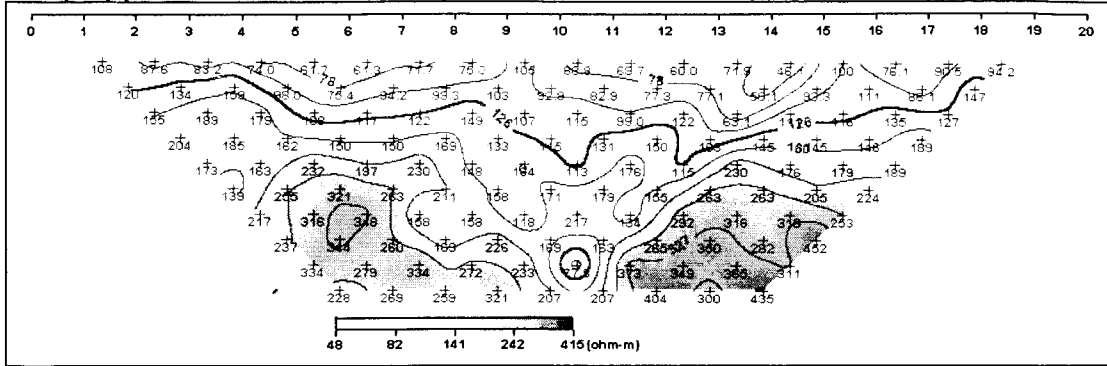


진도(E-8) (2-D Resistivity Structure)

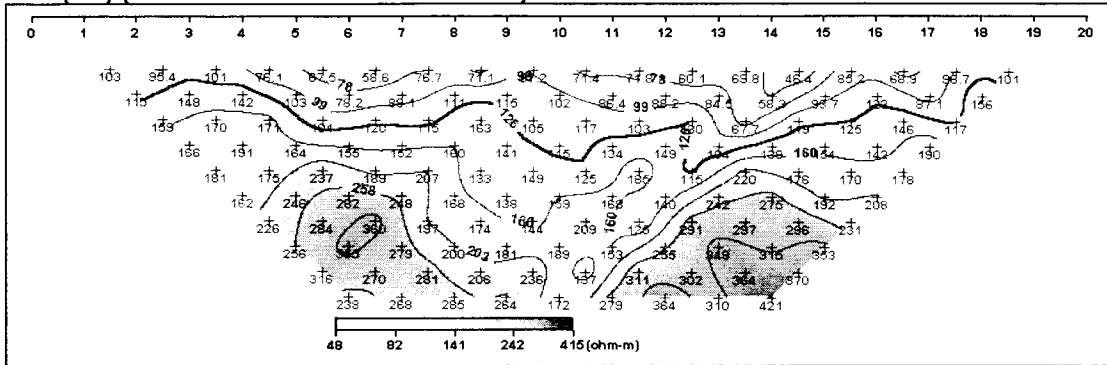


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-10> 측선 E-8 쌍극자 탐사 결과도

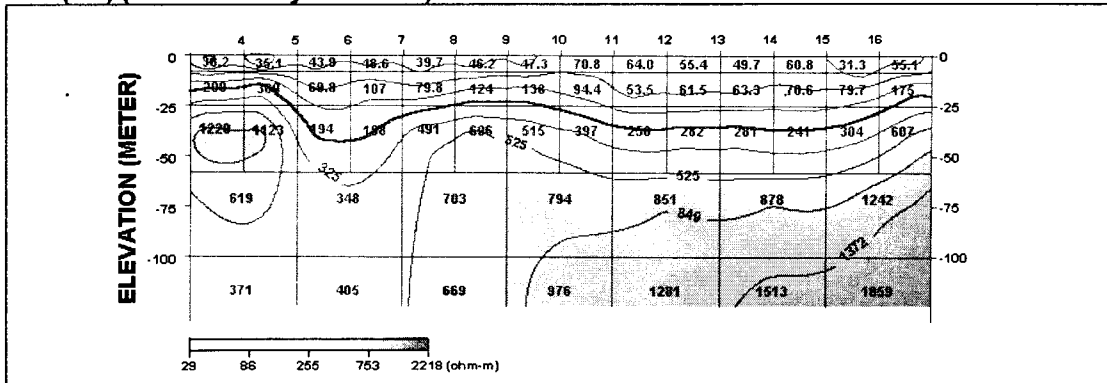
진도(E-9) (Field Data Pseudosection)



진도(E-9) (Theoretical Data Pseudosection)

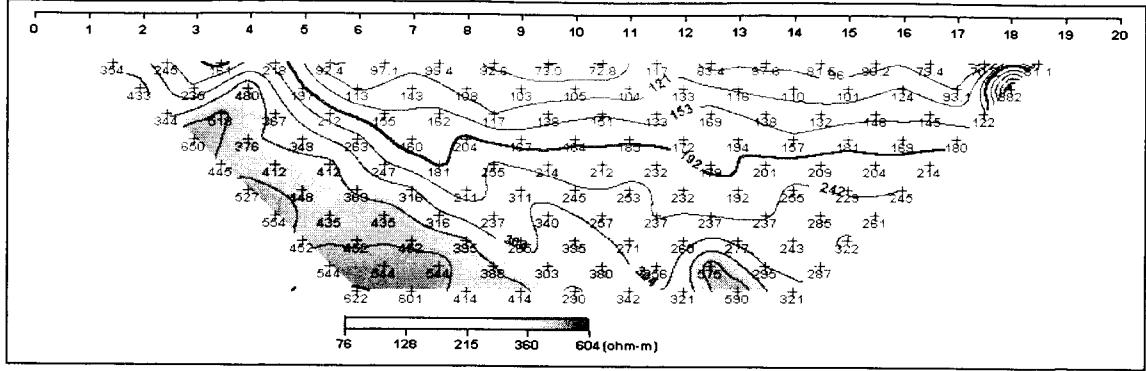


진도(E-9) (2-D Resistivity Structure)

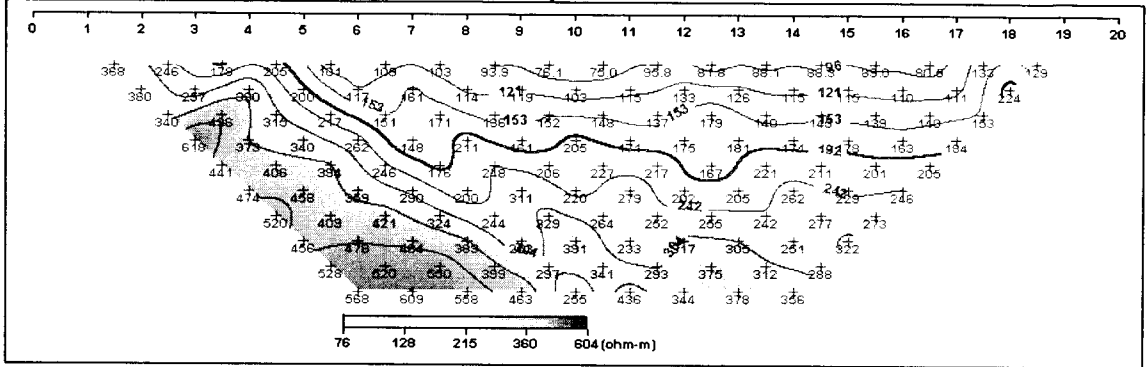


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
 - <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
 - <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-11> 측선 E-9 쌍극자 탐사 결과도

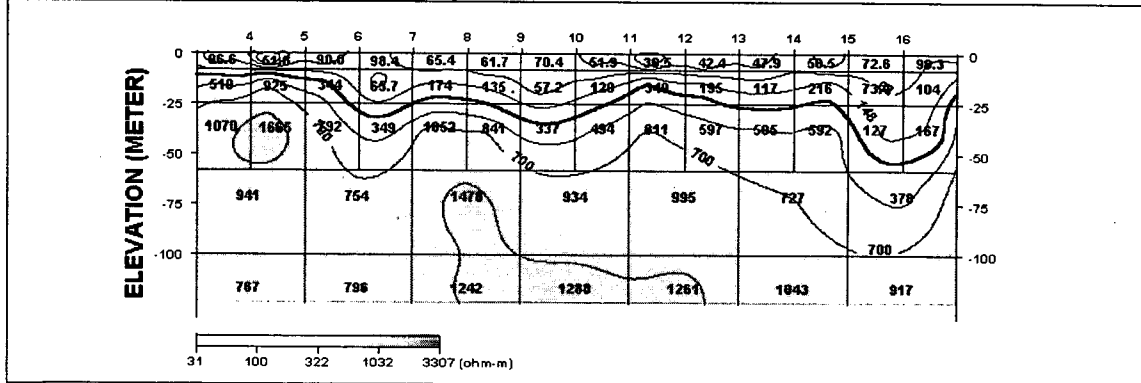
진도(E-10) (Field Data Pseudosection)



진도(E-10) (Theoretical Data Pseudosection)

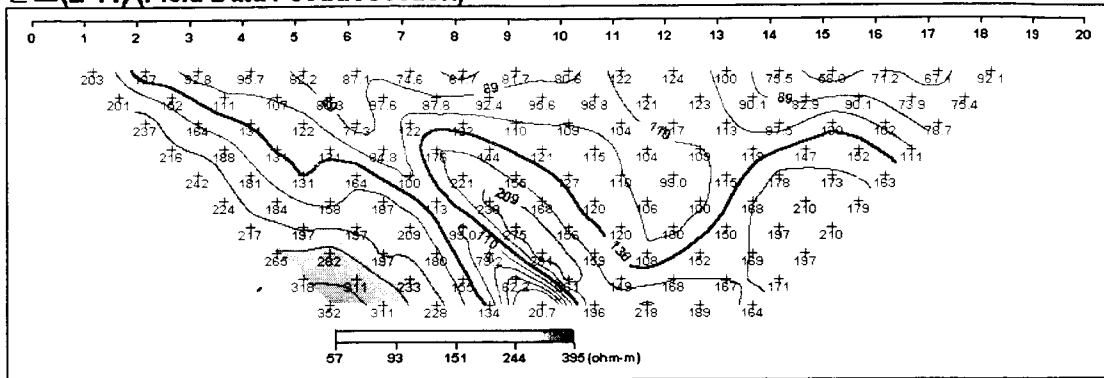


진도(E-10) (2-D Resistivity Structure)

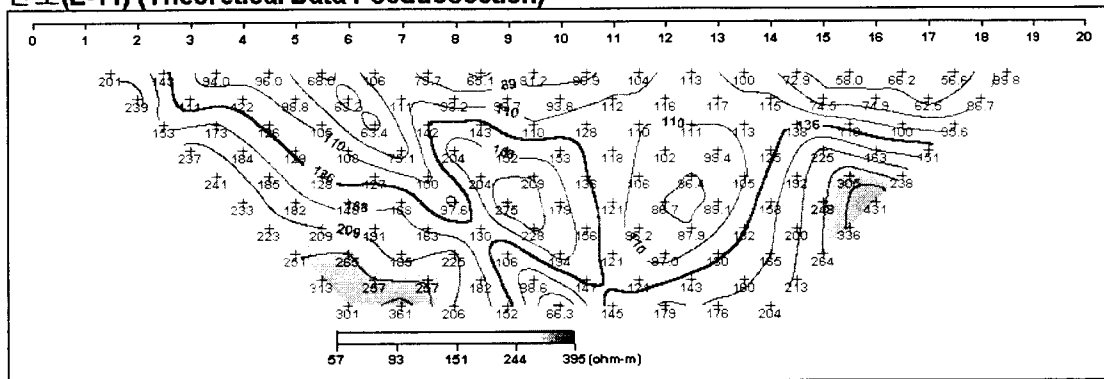


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-12> 측선 E-10 쌍극자 탐사 결과도

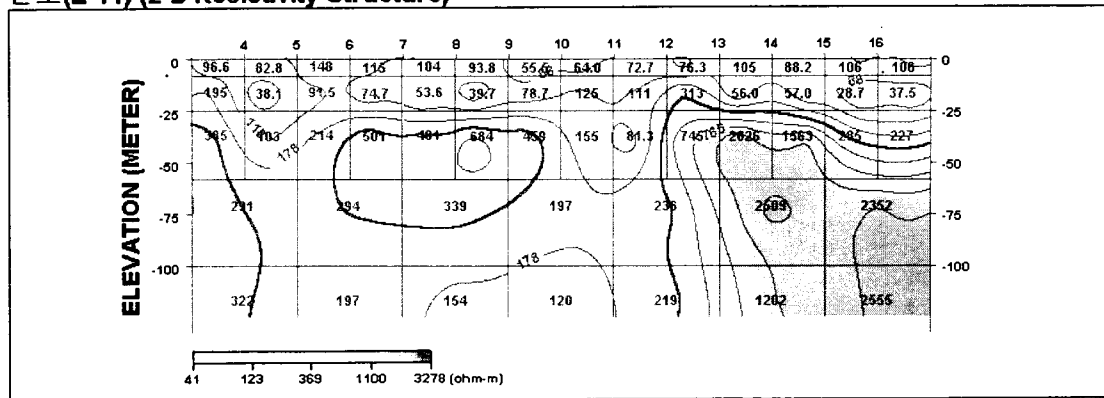
진도(E-11) (Field Data Pseudosection)



진도(E-11) (Theoretical Data Pseudosection)

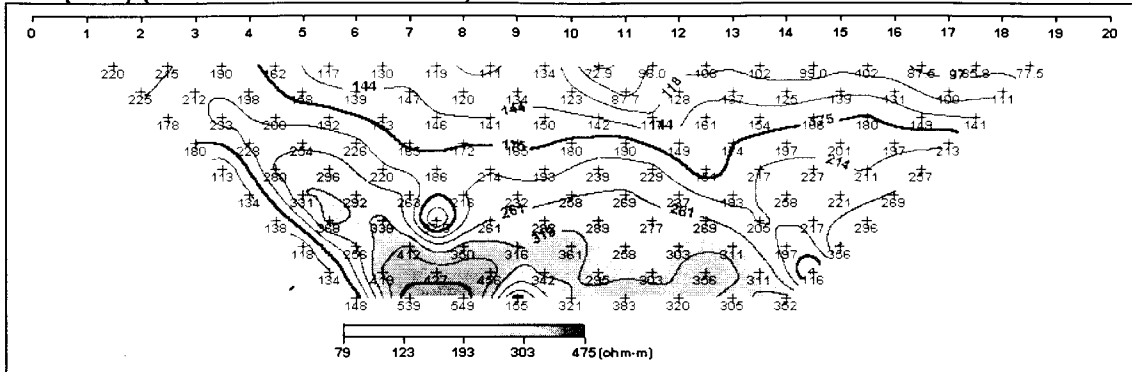


진도(E-11) (2-D Resistivity Structure)

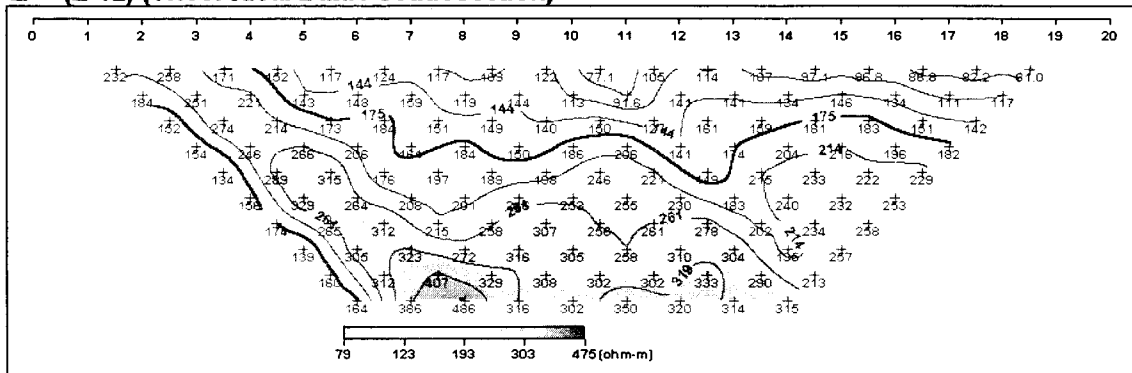


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-13> 측선 E-11 쌍극자 탐사 결과도

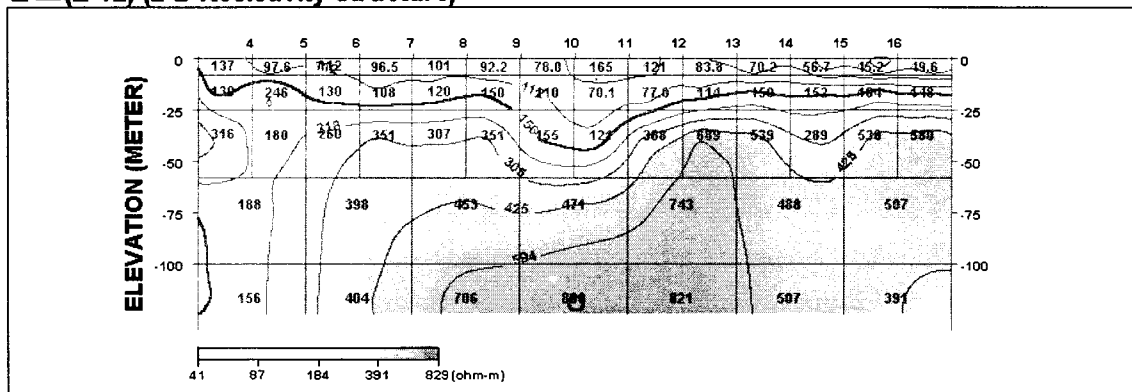
진도(E-12) (Field Data Pseudosection)



진도(E-12) (Theoretical Data Pseudosection)

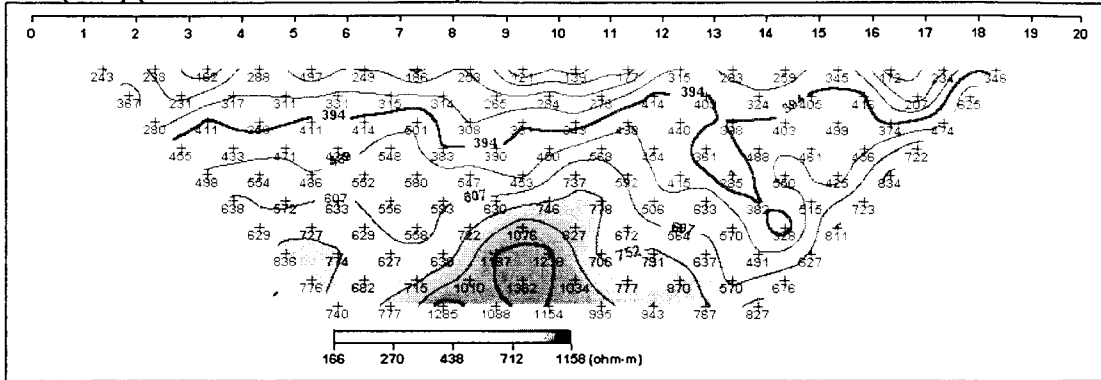


진도(E-12) (2-D Resistivity Structure)

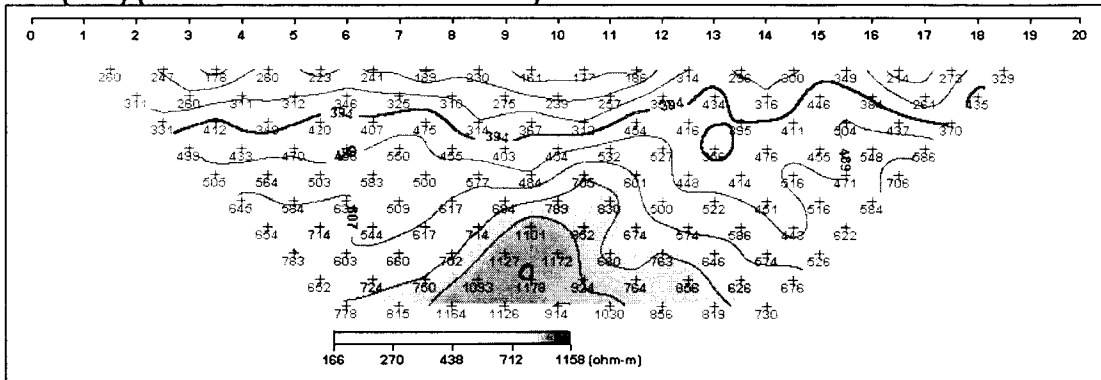


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-14> 축선 E-12 쌍극자 탐사 결과도

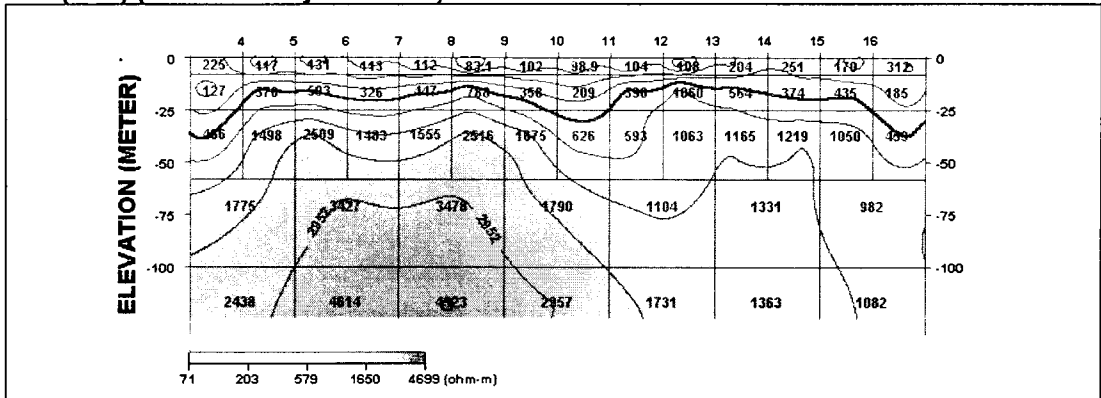
진도(E-13) (Field Data Pseudosection)



진도(E-13) (Theoretical Data Pseudosection)

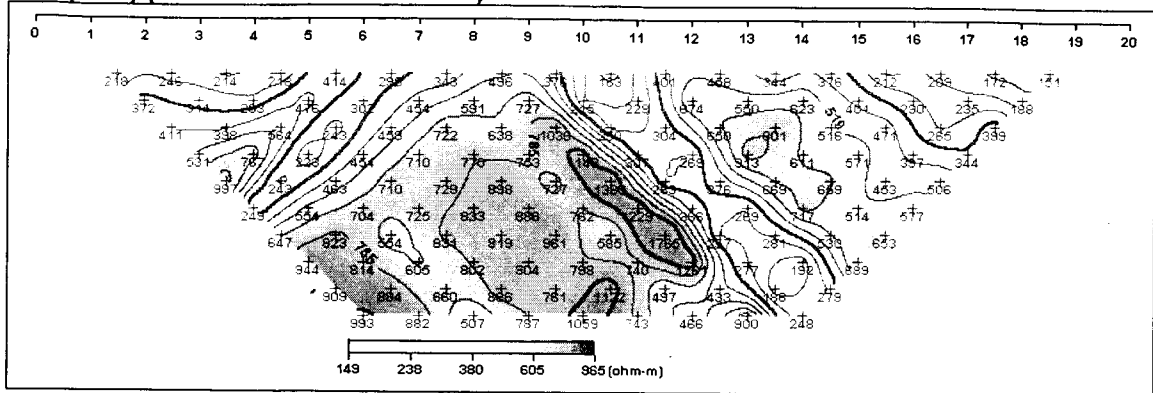


진도(E-13) (2-D Resistivity Structure)

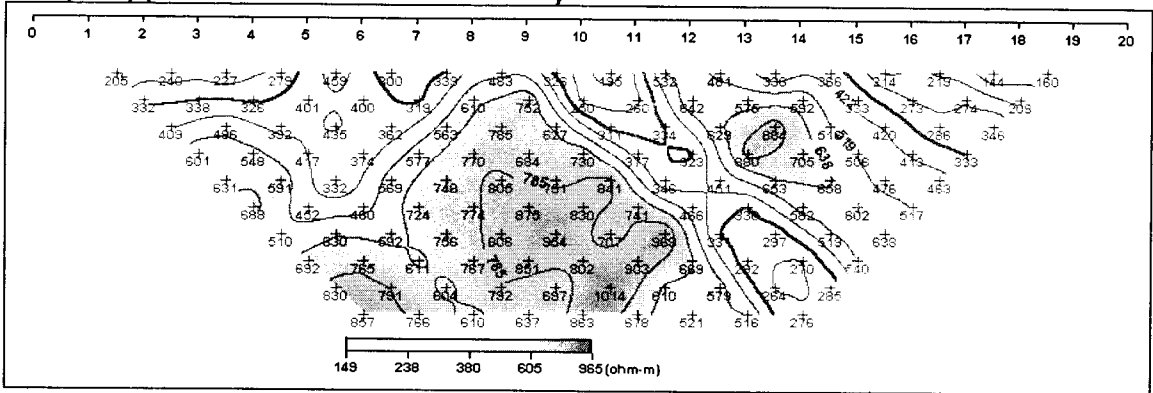


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-15> 측선 E-13 쌍극자 탐사 결과도

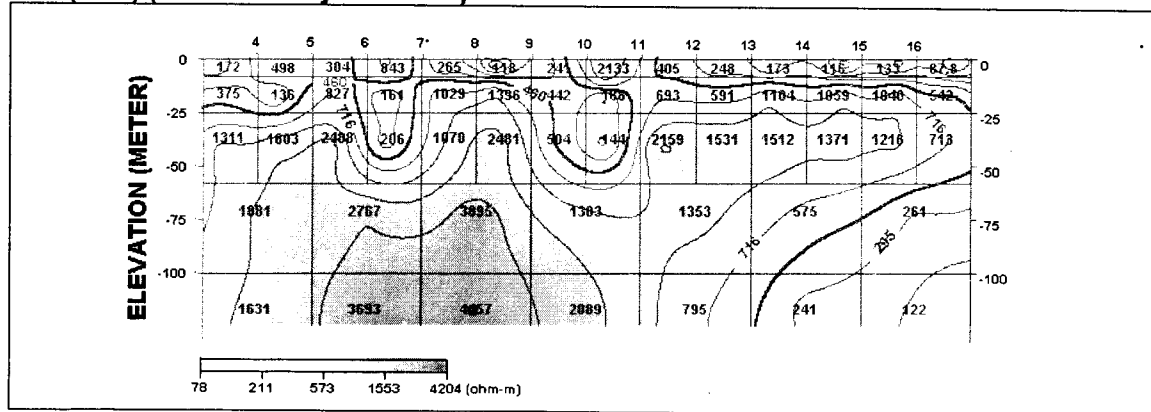
진도 (E-14) (Field Data Pseudosection)



진도 (E-14) (Theoretical Data Pseudosection)

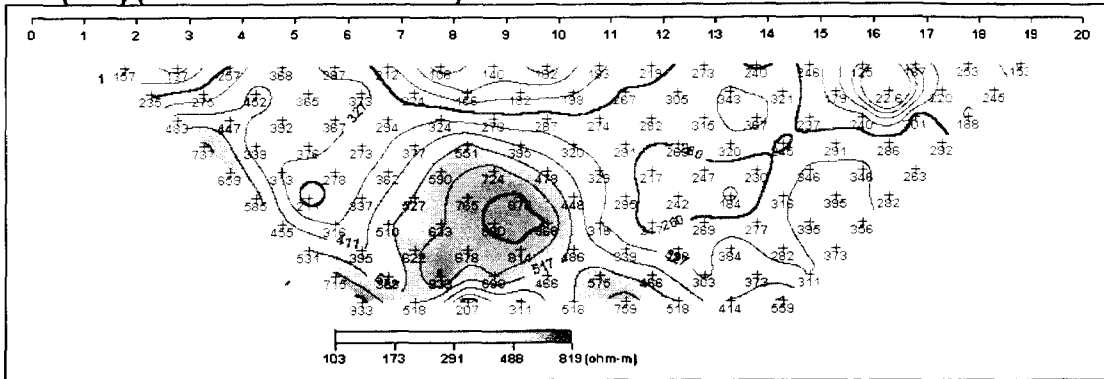


진도 (E-14) (2-D Resistivity Structure)

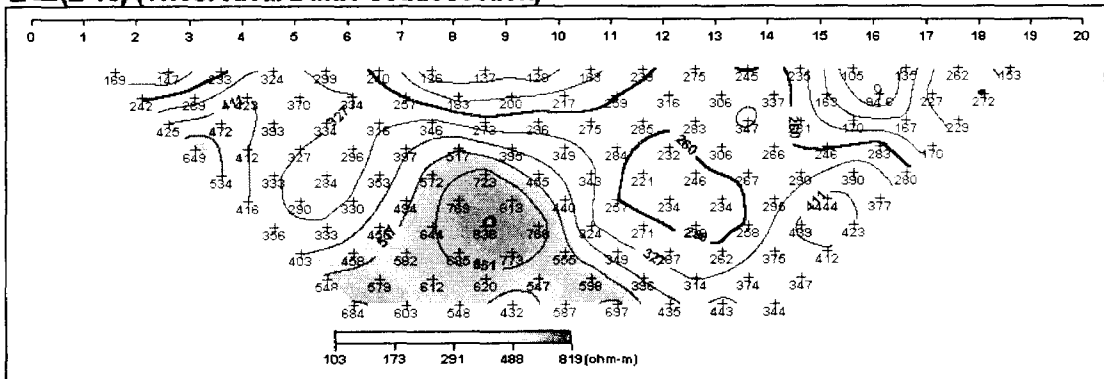


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-16> 축선 E-14 쌍극자 탐사 결과도

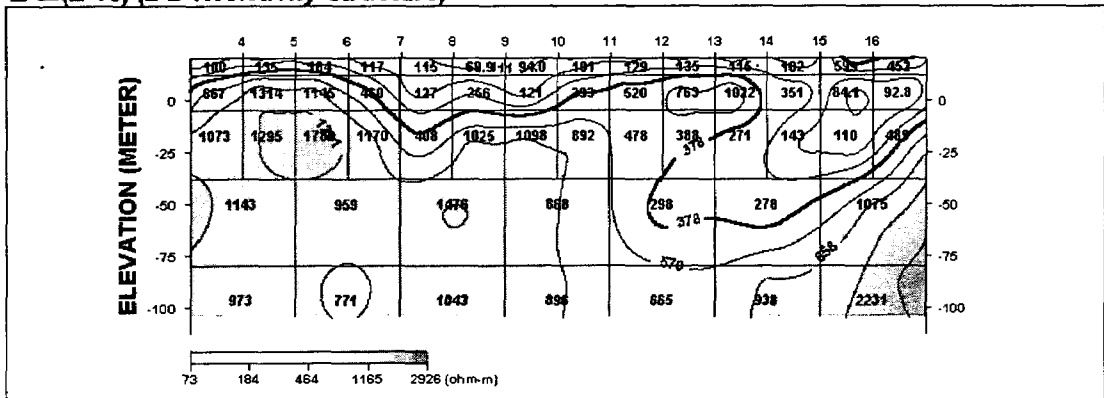
진도(E-15) (Field Data Pseudosection)



진도(E-15) (Theoretical Data Pseudosection)

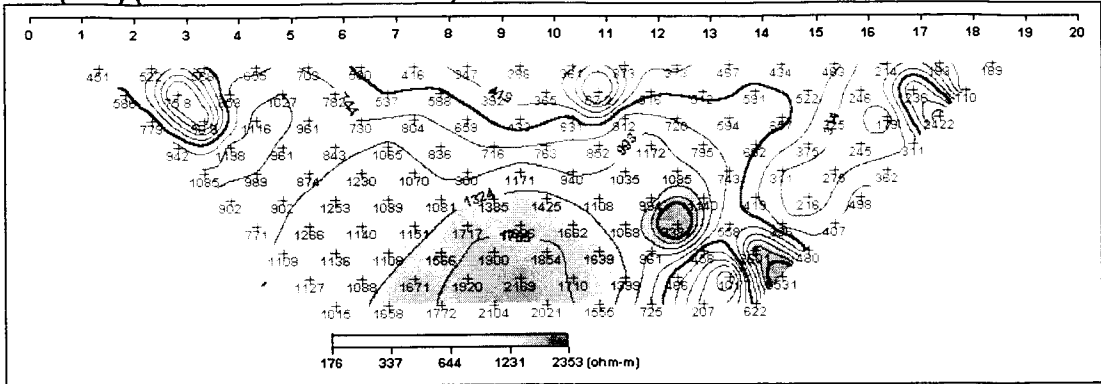


진도(E-15) (2-D Resistivity Structure)

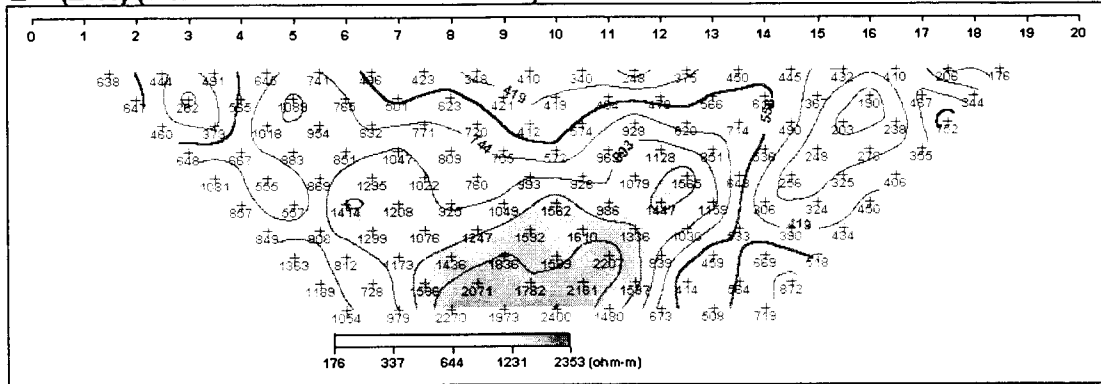


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-17> 측선 E-15 쌍극자 탐사 결과도

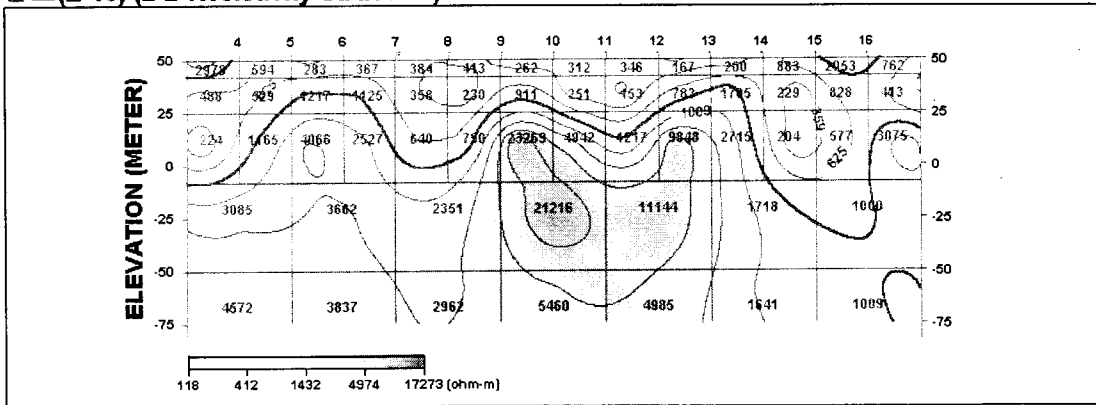
진도(E-16) (Field Data Pseudosection)



진도(E-16) (Theoretical Data Pseudosection)



진도(E-16) (2-D Resistivity Structure)



- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-18> 측선 E-16 쌍극자 탐사 결과도

3-3. 양수시험

3-3-1. 양수시험 일반

지하의 물은 암석이나 토양에 발달되어 있는 공극에 포화되어 있으므로 이 공극의 성질, 특히 수리적 성질에 따라 물의 이동이나 투수능력이 결정된다. 양수시험을 시행하는 주요 목적은 대수층에 물이 충전 혹은 대수층으로부터 지하수를 채수함으로써 인하여 발생하는 수위상승 및 수위강하 자료를 이용하여 대수층의 수리적인 성질 즉, 투수계수, 투수량계수, 저류계수 등을 결정하기 위하여 시행하는 것이다.

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

수리상수는 지역에 따라 그리고 심도에 따라 변화가 심한 경우도 있기 때문에 여러 곳에서 상수를 구하여 지하수에 대한 양적 평가를 해야한다. 수리상수의 산출은 양수시험을 통하여 이루어지는 바 양수정에서 양수를 지속하였을 때 관측정에서의 시간(t)에 대한 수위강하(s)를 측정한다. 특히, 양수시험 동안 일정양수량(Constant Pumping Rate)을 유지시키는 것이 양질의 자료를 얻을 수 있다. 양수량의 높고 낮음은 대수층의 투수성에 의해 결정되므로 비교적 낮은 투수성을 가지는 매질에서는 양수량을 낮추고, 높은 투수성을 가진 매질에서는 양수량을 높여야 하는 것이 일반적이다. 만일 시험에 소요되는 시간을 줄이면서 정류상태의 양수시험 자료를 필요로 한다면 낮은 양수량으로 시험을 진행해야 보다 빠른 시간 안에 정류상태에 도달할 수 있다.

한 개의 우물에 장시간에 걸친 지속적인 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 수량

을 계산하여야 하는 것이 원칙이다. 적정양수량의 산출은 영향권 내에는 다른 우물에서의 양수가 없다는 전제조건과 대수층이 무한히 뻗어 있다는 가정하에 산출되기 때문에 저류층의 규모가 의외로 적을때는 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 72시간 정도의 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 수위변화상태를 계속 측정 기록한다.

본 조사지구 내에서 모두 15공에 대해 기설관정에 대하여 V-notch를 사용하여 유량을 측정하고 480분동안 양수시험을 하였으며 그래프 및 수리상수는 AQTESTSOLV 전산 프로그램을 사용하여 산출하였다. <표 3-3>

가. 수리상수

○ 투수계수(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

○ 투수량계수(coefficient of transmissibility)

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

$$T = K \cdot b$$

$$T = \frac{QW(u)}{4\pi\Delta s} : Thies이론식, T = \frac{2.3Q}{4\pi\Delta s} : Jacob근사식$$

여기서 T는 투수량계수, Q는 양수량, S는 수위강하량, W(u)는 우물함수, Δs 는 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.

○ 저류계수(coefficient of storage)

단위단면적의 Prism에서 배수되는 물의 체적과 배수로 인하여 비게 되는 대수층의 체적비를 말하며 비산출률 sy, 유효공극율 γ 와 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 수위강하 자료로 얻어지는 것으로 다음과 관계식으로 표시된다.

$$S = \frac{4Tt_0}{r^2} : Thies이론식, S = \frac{2.25Tt^2}{r^2} : Jacob근사식$$

여기서 T : 투수량계수 , t : 양수시간, r : 양수정과 관측정사이의 거리
u : 정호계수 , t_0 : 수위강하가 0인 지점을 만나는 시간이다.

○ 적정양수량

우물의 적정양수량은 기술적용어로서 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

본 조사지역에서는 양수시험 결과를 전산 프로그램 (AQTESOLV)을 이용하여 분석한 자료(부록참조)를 이용하여 수리적 특성을 파악하였다.

대수성상수 분석시 투수량계수와 저류계수를 계산 하였으나 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 변	위 치		심도 (m)	구경 (mm)	양수량 (m ³ /d)	투수량계수 (m ³ /d)
	읍·면	리				
8	군내	둔전	150	200	150	1.448
12	군내	만금	200	200	200	1.367
87	군내	외동산	180	200	105	2.838
69	군내	월가	160	200	200	16.31
34	임회	삼막1	200	200	200	0.9338
56	임회	삼막2	175	200	150	1.405
112	의신	응덕	150	200	200	3.408
101	의신	응덕	120	200	173	6.204
107	의신	중굴	130	200	170	17.47
156	지산	상고야	115	200	210	25.07
189	지산	거제	120	200	180	8.807
211	지산	봉성	130	200	220	31.4
245	지산	상보전	135	200	150	3.256
250	진도	고정	120	200	192	11.93
259	진도	산월	140	200	173	9.782

4. 기설관정 이용 실태조사

4-1. 기설관정 현황조사

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

조사지구의 지하수 개발·이용시설은 총 1,232개소로 연간 이용량이 2,338천m³/년이다. 이중 신고시설은 전체 40.7%에 해당하는 501개소이며 사용량이 경미하거나 이용이 미비한 기타시설은 731개소(59.7%)이다. 진도군 지역은 여러 섬들을 포함한 도서지역이며 반농 반어의 생산활동을 하는 지역적 특성으로 기 개발된 관정은 대부분 농업용수나 생활용수로 이용되고 있으며 도내 타시군보다 지하수 개발 및 이용량이 상대적으로 작은 것으로 나타났다.

<표 4-1> 지하수 허가·신고현황

(단위:공, m³/년)

지 구	총 계		신고시설		경미시설 및 기타	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
진 도	1,232	2,338,434	501	1,028,775	731	1,309,659

4-1-1. 지하수 이용 및 시설현황

가. 지역별 지하수 이용현황

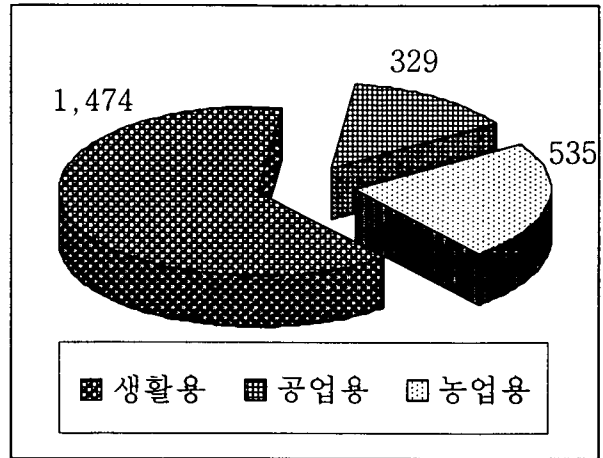
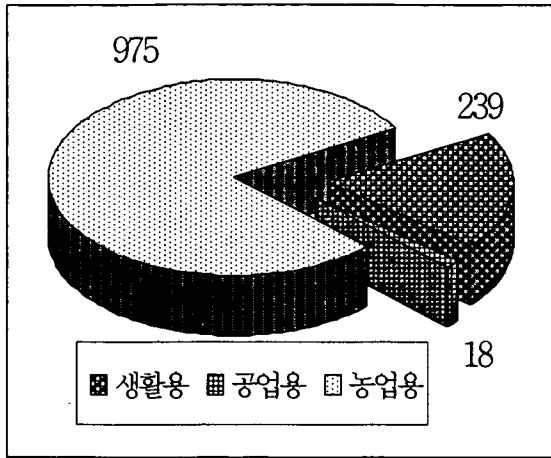
본 조사지구의 지하수 개발·이용시설은 총 1,232개소이며 이중 농업용 관정 975개소(79.1%), 생활용 239개소(19.4%), 공업용 18개소(1.5%) 순으로 개발되었으며 농업용 관정이 가장 많다. 지하수 이용량은 생활용수 1,473천m³/년(63%), 농업용수 535천m³/년(22.9%), 공업용수 329천m³/년(14.1%) 순으로 나타났으며 생활용수 이용량이 가장 많다. 따라서 이 지역에서의 지하수 개발·이용특성은 농업용 관정이 많이 개발되어 있으나 이용량에 있어서는 생활용수 이용량이 매우 큰 것으로 나타나 도서지역의 지역적 특성을 잘 반영한다.

행정구역별 지하수 개발·이용시설과 지하수 이용량은 진도읍이 가장 많거나 높고 조도면을 제외하고 이용시설은 고군면, 이용량은 임회면이 가장 적거나 낮다. 진도읍의 지하수 시설은 266개소(21.6%)이며 연간 이용량은 968천m³/년으로 전체 이용량의 41.4%에 해당한다. 임회면의 경우 212개소(17.2%)가 개발되어 이용량은 140천m³/년으로 전체 이용량의 6%에 해당한다.<표 4-2, 그림 4-1>

<표 4-2> 행정구역별 지하수 이용현황

(단위: 공, m³/년)

행정구역	총 계		생활용		공업용		농업용		
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	
진도군	계	1,232	2,338,434	239	1,473,853	18	329,200	975	535,381
	고군면	91	417,328	48	237,278	2	72,000	41	108,050
	군내면	153	358,225	18	193,665	3	54,000	132	110,560
	의신면	170	236,570	7	145,870	1	9,600	162	81,100
	임회면	212	140,090	41	42,790	1	9,600	170	87,700
	조도면	75	0	71	0	0	0	4	0
	지산면	265	217,340	31	135,890	0	0	234	81,450
	진도읍	266	968,881	23	718,360	11	184,000	232	66,521



<그림 4-1> 시설관정 개소수(공) 및 이용량(천m³/년)

나. 용도별 지하수 이용현황

○ 생활용지하수

생활용수는 이용형태에 따라 상수도, 간이급수, 학교, 국방, 민방위급수와 목욕탕, 음식점, 일반 가정용 지하수 등으로 구분할 수 있다. 조사지구의 생활용 지하수 시설은 총 239개소이며 이용량은 1,473천m³/년이다.<표 4-3>

<표 4-3> 생활용 지하수 이용현황

(단위: 공, m³/년)

지구	총 계		가정용		일반용		학교용		민방위용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
진도	239	1,473,853	102	9,965	5	35,680	14	380,900	0	0
	공동주택용		간이상수도용		상수도용		농업·생활 겸용		기타	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
	1	18,250	59	382,268	31	609,530	22	760	5	36,500

특히 상수도 보급율은 36.6%이며 미급수지역에서의 생활용수 공급은 대부분 소규모 천부 지하수를 개발 사용하고 있다. 가정용 및 간이상수도용 지하수 시설은 161개소(69.4%)이며 이용량은 392천m³/년(26.6%)이다. 한편 상수도용 지하수 시설은 31개소(30%)이며 이용량은 609천m³/년(41.4%)이다.

○ 농업용지하수

조사지구의 농업용 지하수 시설은 총 975개소가 개발되어 전작용, 답작용, 원예용 등으로 연간 535천m³이 농업용수로 이용되고 있다. 용도별 세부 이용량은 답작용 354천m³/년(66.2%), 전작용 117천m³/년(21.9%), 원예용 3천m³/년(0.6%) 순으로 대부분 답작용이 개발·이용되고 있다. 특히 진도군 지역은 경지 면적중 밭이 차지하는 면적이 약 45%를 차지하고 있어 전작용 지하수 의존율이 높게 나타났다. 수리불안전답 및 천수답의 경우 농업용 관정을 개발해 경작에 필요한 수량을 공급받고 있는 실정이나 그 수량 또한 부족한 상황이다.<표 4-4>

<표 4-4> 농업용 지하수 이용현황 (단위: 공, m³/년)

지 구	총 계		전작용		답작용		원예용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
진 도	975	535,381	144	117,200	616	354,420	18	3,200
	수산업용		축산업용		양어장용		기타	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
	0	0	0	0	0	0	197	60,561

○ 공업용지하수

진도군 지역의 공업용 지하수의 개발·이용시설은 총 18개소로 연간 329천m³이 이용되고 있으며 1개소의 농공단지가 조성되어 연간 이용량 184천m³을 이용하고 있다.<표 4-5>

<표 4-5> 공업용 지하수 이용현황

(단위: 공, m³/년)

지 구	총 계		농공단지		자유입지업체		기 타	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
진 도	18	329,200	11	184,000	6	135,600	1	9,600

4-1-2. 지하수 이용특성

가. 공당지하수 이용량

<표 4-6> 공당 지하수 이용현황

(단위: 공, m³/년)

지 구	개소수	년이용량 (m ³ /년)	일이용량 (m ³ /일)	공당년이용량 (m ³ /년/공)	공당일이용량 (m ³ /일/공)
진 도	1,232	2,338,434	6,407	1,898	5.2

조사지구의 지하수 개발·이용 시설수 및 이용량은 총 1,232개소로 2,338천m³/년이 이용되고 있으며 공당 지하수 이용량은 1,898m³/년이다.<표 4-6>

나. 단위면적당 지하수 이용현황

조사지구의 단위면적당 지하수 이용량은 단위면적 즉 1km²당 5,476m³/년이 이용되고 있다.<표 4-7>

<표 4-7> 단위면적당 지하수 이용현황

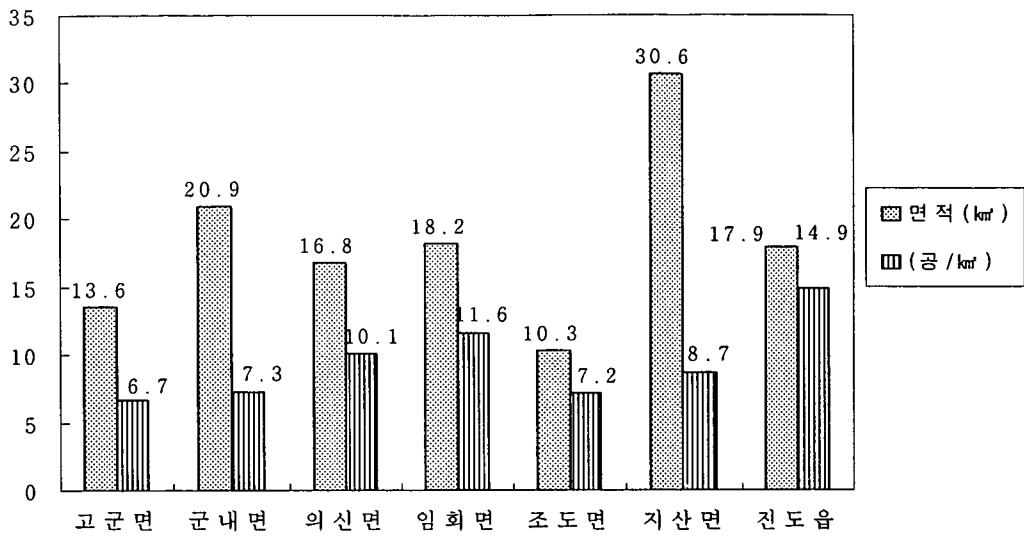
(단위: 공, m³/년)

지 구	이용량(m³/년)	면적(km²)	단위면적당 이용량	
			(m³/년/km²)	(m³/일/km²)
진 도	2,338,434	430	5,438	14.9

조사지구의 토지지목상 전, 답, 과수원이 점유하는 단위면적 1km²당 지하수 개발공수로 나누어 추정하면 평균 9.6공/km²이다. 행정구역별로는 진도읍 지역이 단위면적당 14.9공이 개발되어 정호밀도가 가장 높게 나타나고 고군면이 가장 낮은 6.7공이 개발되어 이용되고 있다. 이는 생활용 관정이 포함된 것으로 해당 읍, 면의 인구분포와 경지면적 및 지표수 이용시설 규모 등에 의해 차이를 나타내는 것으로 예상된다.<표 4-8, 그림 4-2>

<표 4-8> 단위면적당 개발공수

지 구	면적(km²)	공수	단위면적당 개발공수 (공/km²)	
진 도	계	128.3	1,232	9.6
	고군면	13.6	91	6.7
	군내면	20.9	153	7.3
	의신면	16.8	170	10.1
	임회면	18.2	212	11.6
	조도면	10.3	75	7.2
	지산면	30.6	265	8.7
	진도읍	17.9	266	14.9



<그림 4-2> 단위면적당 지하수 개발공수

다. 양수능력별 지하수 이용현황

조사지구의 양수능력별 지하수 개발·이용현황은 30~100m³/일 미만의 정호가 739개소(63.2)가 개발, 650천m³/년(28%)이 이용되고 있고 중, 대형 암반관정에 해당하는 100m³/이상의 정호는 172개소(14.7%)가 개발, 1,733천m³/년(70.5%)이 이용되고 있다. 또한 양수능력에 따른 용도별 개발·이용특성은 30m³/일 미만의 정호는 생활용 지하수로 개발·이용되고 있으며, 30m³/일 이상 100m³/일 이하의 양수능력을 가지는 정호는 대부분 농업용수로 개발·이용되고 있다.

<표 4-9> 양수능력별 지하수 이용현황 (단위: 공, m³/년)

지 구	총 계		0-30m³/일 미만		30이상 100이하		100초과 150이하		150m³/일 초과	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
계	1,167	2,327,769	256	36,059	739	650,950	60	744,140	112	989,020
생활용	226	1,466,188	144	27,778	13	133,950	28	557,340	41	747,120
공업용	18	329,200	0	0	12	141,600	5	147,600	1	40,000
농업용	923	532,281	112	8,281	714	320,600	27	4,600	70	198,900

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 축고면을 지하수위 등고선도(potentiometric 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.

진도군 지역에서 실시한 지하수위 조사는 총 204개소로 평균 지하수위는 5.11m였다. 최대, 최소 측정수위를 제외한 평균 지하수위는 4.87m였으며 중, 대형

암반관정의 개발당시 측정된 지하수위는 평균 9.57m를 나타냈다. 읍면별 평균 수위는 고군면(38개소) 3.6m, 군내면(29개소) 6.67m, 의신면(40개소) 5.45m, 임회면(53개소) 6.04m, 지산면(33개소) 2.7m, 진도읍(7개소) 10.4m로 조사되었다.

5. 수질 및 잠재오염원조사

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

진도지역 지하수에 대한 지화학적 특성을 알아보기 위하여 진도군 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 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이다. 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_3^{2-} 을 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 15.5℃, pH는 6.2~7.5(평균 6.95), 전기전도도는 평균 213.8, 총용존고형물은 평균 105ppm으로 조사되었다.

5-2. 주요이온 분석결과

5-2-1. 측정 및 분석방법

지하수의 기원이 되는 강수의 용존물질의 양은 아주 미량이다. 특수한 경우에 한해 공업지대로부터의 회가스나 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, SO₄, HCO₃, CO₃의 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 탄산가스CO₂ 그리고 음이온 성분중 변하기 쉬운 중탄산(HCO₃)과 탄산(CO₃)은 현장에서 습식으로 분석하였다. 나머지 성분은 실내에서 주로 원자흡광분석기(Atomic 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 μ m인 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 $^{\circ}$ C 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 CaCO₃/ℓ로 표시한다. 화산암류가 분포하는 진도지역에서는 경도는 최저 11.2, 최고 761.9, 평균경도가 208.9이다.<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 Na>Mg>Ca>K 순이며 Na와 Mg의 함량은 매우 높게 나타나는데 이는 이 지역에 주 분포암석인 중성내지 산성의 화산암류내에 풍부하게 포함되어 규산염광물의 용해작용과 관련이 있는 것으로 보인다.<표 5-1>

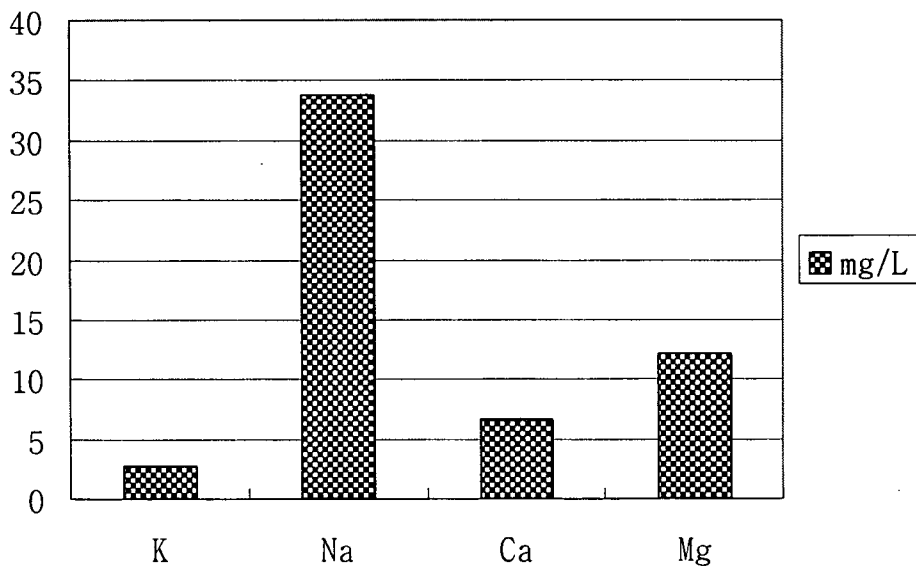


그림 5-1. 채수지점별 주요 양이온 함량

다. 주요 음이온 함량

조사지역내에서 채취한 음이온 성분의 함량은 Cl>HCO₃>SO₄의 순을 보인다.

특히, 염소이온의 함량은 다른 음이온에 비해 훨씬 높다. Cl의 경우 9.0~512mg/ℓ의 범위에서 평균 134.1mg/ℓ을 보인다.<표 5-1>

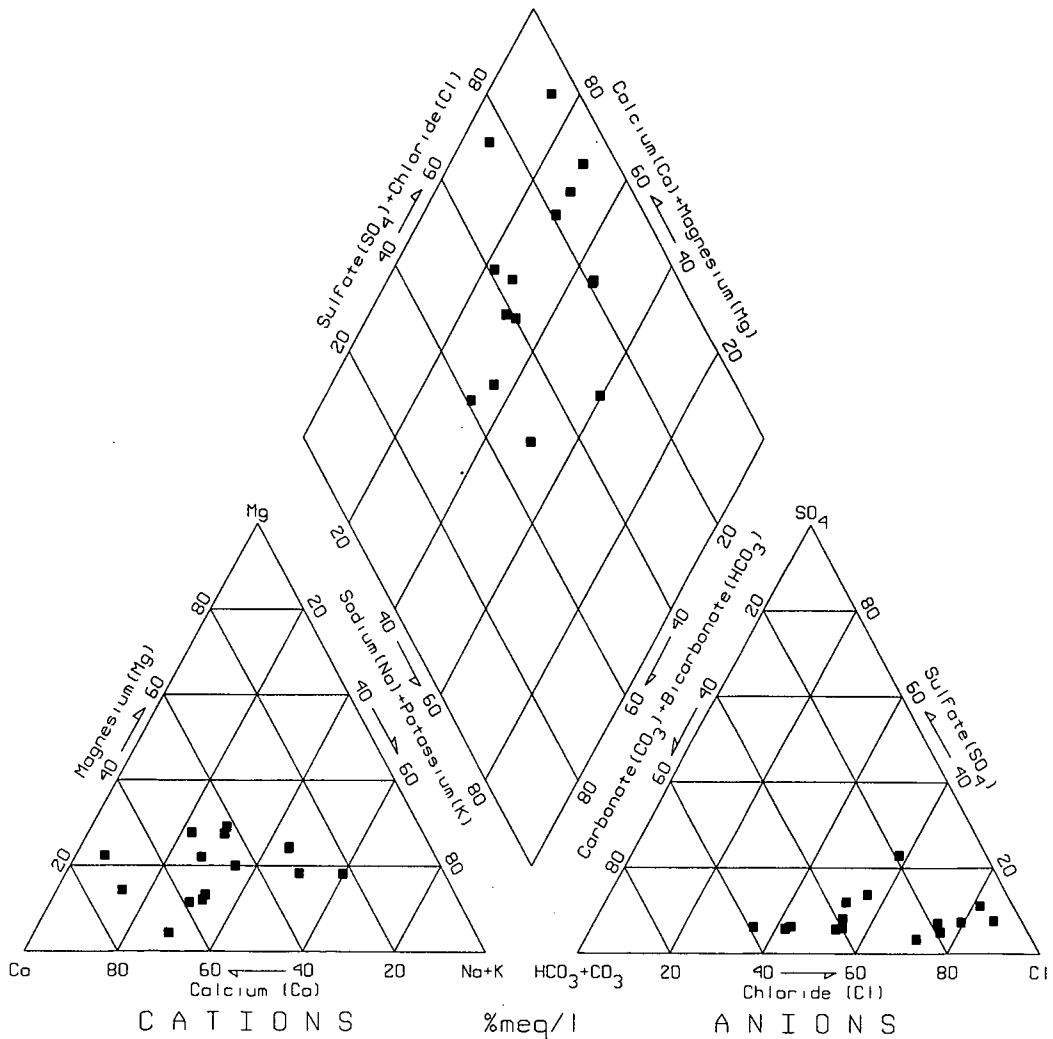
<표 5-1> 양·음이온 수질분석 결과표 (단위 mg/L)

구 분	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	HCO ₃	Cl	경도	비 고
D-6	31.6	14.8	47.6	7.56	15.0	50.0	116.0	139.7	JD-5
D-12	34.9	4.12	20.2	0.15	8.0	74.4	55.0	104.0	JD-6
D-18	247.0	29.7	52.7	2.79	61.0	62.2	512.0	738.4	JD-2
D-29	42.3	8.01	3.46	1.12	7.0	65.8	109.0	138.5	JD-7
D-39	31.1	4.58	20.2	1.66	8.0	96.3	33.0	96.4	JD-3
D-42	82.5	27.7	40.4	2.25	28.0	168.3	134.0	319.8	JD-8
D-47	33.8	8.89	20.2	0.74	16.0	61.0	51.0	120.9	JD-9
D-64	22.6	6.14	19.6	1.65	7.0	79.3	37.0	81.6	JD-10
D-74	91.9	35.4	67.0	7.73	29.0	67.1	231.0	374.9	JD-11
D-81	15.1	7.26	20.2	8.44	23.0	24.4	43.0	67.5	JD-12
D-89	2.47	1.23	7.61	0	3.0	8.5	9.0	11.2	JD-13
D-107	11.1	3.88	19.6	0.88	5.0	51.2	25.0	43.7	JD-14
D-116	30.9	4.04	20.2	0.74	8.0	67.1	53.0	93.7	JD-4
D-114	238.0	9.34	116.0	2.8	91.0	76.8	492.0	632.2	JD-15
D-123	40.4	17.0	30.9	1.93	10.0	48.1	111.0	170.7	JD-1
평 균	6.7	12.1	33.7	2.7	21.3	66.7	134.1	208.9	
최 대	247.0	35.4	116.0	8.4	91.0	168.3	512.0	761.9	
최 소	2.5	1.2	3.5	0	3.0	8.5	9.0	11.2	

라. 수질유형

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

본 조사지역 지하수의 전반적인 수질특성을 구분하기 위하여 분석치를 Piper 다이어그램에 투영시켜 지역별 수질변화를 파악하였다. 삼각다이어그램상에서 양, 음이온의 함량은 산재한 형태를 나타내나 전반적인 지하수 형태는 Ca-Mg-HCO₃, Ca-Mg-Cl 유형이 우세하게 나타난다.

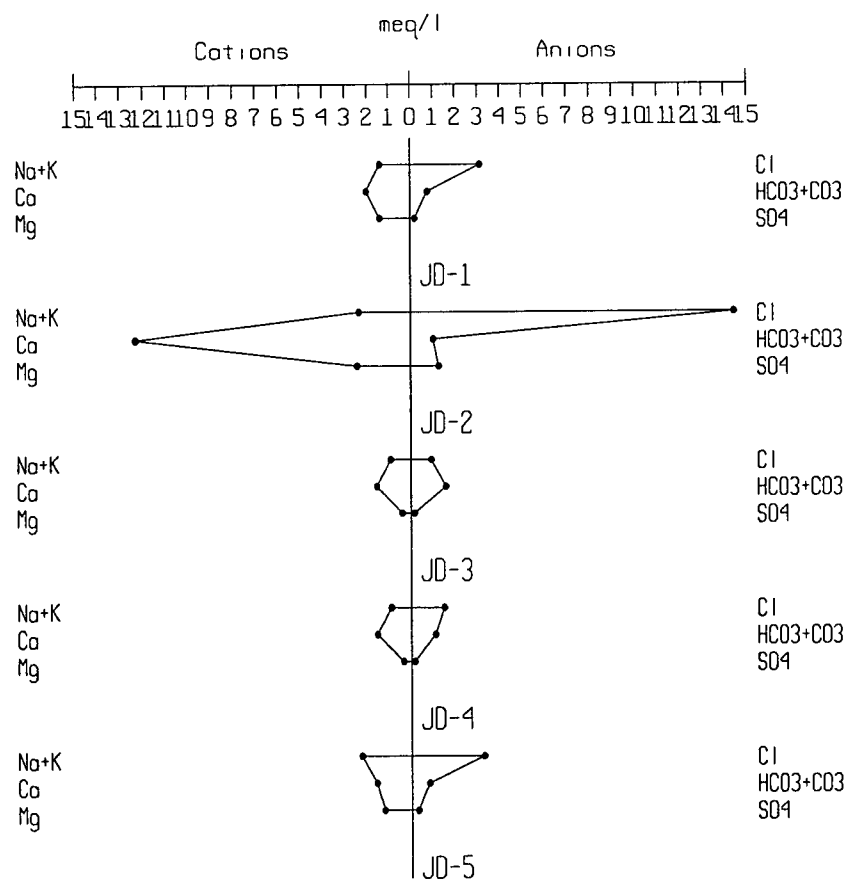


<그림 5-2> Piper diagram

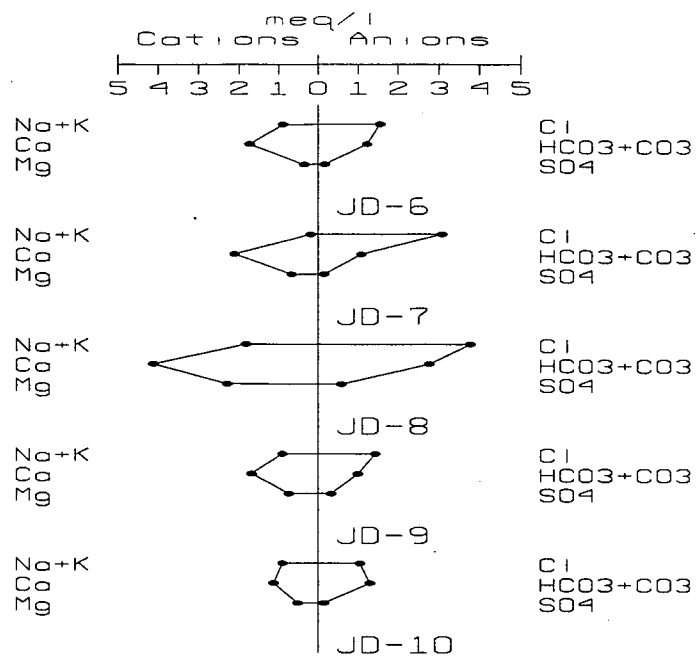
지하수조사에 있어서 각 시료채취지점의 수질분석 결과를 Stiff 다이어그램으로 도식화하면, 동일기원의 지하수는 같은 형태의 모양을 나타내기 때문에 수질의 특성을 파악하는데 유용하다.

지하수와 물 속에 용해되어 있는 주 양이온과 음이온 등의 주요 용해물질의 농도를 epm이나 equivalent per liter로 도식화해서 Stiff 다이어그램으로 표현할 수 있다. 이 다이어그램은 다각형 형태로 세개의 평행축을 다른편 수직 세로축에 연장하므로써 만들어진다. 도표의 중앙선을 중심으로 주 양이온(Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+})은 세로축의 왼쪽에, 주 음이온(Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-})을 오른쪽에 당량농도(meq/l)로 나타내며, 다각형의 면적이 넓을수록 용존이온의 농도가 높은 것이다. 그림 5-3은 수질시료 채수 지점별 수질분석 결과를 도시한 Stiff 다이어그램이다.

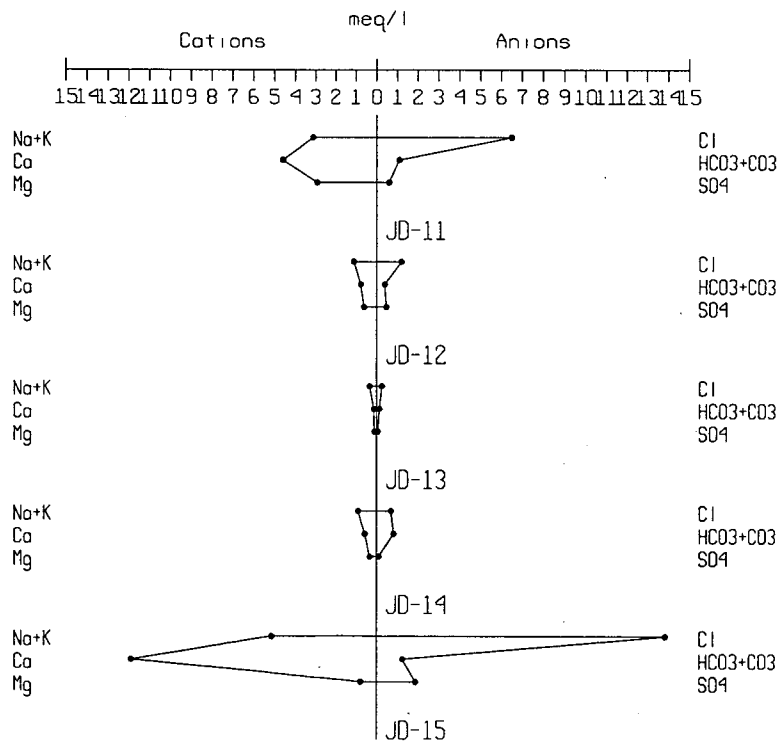
유역별로 볼 때 JD-1, JD-2, JD-5, JD-7, JD-8, JD-11, JD-15 시료는 해수 유입의 영향을 어느 정도 받고 있음을 나타낸다.



<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 진도군청과 진도교육청의 협조를 얻어 생활용수중 학교용 24개소와 간이상수도 원수 3개소에 대한 기존자료 등 총 42개소에 대해 수질검토자료로 활용하였다.<표 5-2>

조사지구내 먹는물기준항목에 의해 분석한 수질분석결과 총 42개소중 11개소를 제외하고 먹는물로 사용하기에 적합한 것으로 나타났다. 검사항목중 먹는물 기준에 부적합 판정을 받은 항목은 농업용 암반관정에서는 건강상 유해영향 무기물질에 관한 기준 항목중 3개소에서 질산성질소 함량이 기준치를 초과했으며, 심미적 영향물질에 관한 기준 항목중 경도(3개소), 색도(1개소), 염소이온(1개소), 증발잔류물(3개소), 철(1개소), 망간(1개소), 탁도(1개소) 등이 기준치를 초과한 것으로 나타났다. 생활용 암반관정에서는 5개소 모두 미생물에 관한 기준 항목중 일반세균이 300~1,000CFU/ml(기준치 : 100CFU/ml이하)를 나타내 기준치의 3배에서 최대 10배를 초과한 것으로 나타났다.

질산성질소는 주로 분뇨 또는 하수 등의 질소화합물을 함유하는 오염물에 의해 오염된 것으로 오염원으로는 가정 및 농경지의 비료살포, 축산폐수 등이다. 질산성질소(기준치 10mg/l 이하) 함량은 최소 0.1mg/l 에서 최대 33.2mg/l 이며 평균 4.72mg/l 를 나타냈으며 기준치를 초과한 3개소 모두 농업용 암반관정이다.

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 나타난다. 진도지역 지하수에서 검출되는 증발잔류물은 최소 28mg/l 에서 최대 1,365mg/l 로 나타났으며, 평균 212.6mg/l 로 기준치(500mg/l 이하)를 초과한 3개소 모두 농업용 암반관정이며 최대 2배 이상 검출되었다.

수소이온농도(pH) 범위는 최소 5.9에서 최대 8.0이며 평균 6.78를 나타냈으며 농업용 지하수에서는 평균 6.84, 생활용 지하수에서 수소이온 농도의 평균은 6.75를 보였다.

과망간산칼륨소비량은 지하수 중에 함유되어 있는 유기물의 함량을 평가하는 오염지수이다. 조사지구내에서 과망산산칼륨소비량은 최소 0.0mg/ℓ에서 최대 4.4mg/ℓ이며 평균 0.86mg/ℓ(기준치 10mg/ℓ 이하)를 나타냈다.

먹는물 수질기준의 부적합율이 높고 지하수오염과 관련된 암모니아성질소는 농업용 지하수 13개소에서 검출되었으며 최소 0.02mg/ℓ에서 최대 0.32mg/ℓ를 나타내었다. 철은 농업용 지하수 1개소에서 0.49mg/ℓ(기준치 0.3mg/ℓ 이하), 망간은 농업용 지하수 1개소에서 0.332mg/ℓ(기준치 0.3mg/ℓ 이하)로 기준치를 초과하여 부적합 것으로 나타났다.

<표 5-2> 먹는물 수질검사 분석결과

시 료 명		D-123	D-18	D-39	D-116	D-6
시 험 항 목	기 준					
납(Pb)	0.05 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
불소(F)	1.5 mg/L	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
비소(As)	0.05 mg/L	불검출	불검출	0.007	불검출	불검출
세레늄(Se)	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	0.001
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	0.02	0.03	불검출	0.07	0.13
질산성질소(NO ₃ ⁻ N)	10 mg/L	23.9	1.2	2.6	0.1	12.1
카드뮴(Cd)	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페놀	0.005 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
총트리할로메탄(THMs)	0.1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
다이아지논	0.02 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
파라티온	0.06 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
말라티온	0.25 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페니트로티온	0.04 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
카바닐	0.07 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
1.1.1트리클로로에탄	0.1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
테트라클로로에틸렌	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
트리클로로에틸렌	0.03 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
디클로로메탄	0.02 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
벤젠	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
톨루엔	0.7 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
에틸벤젠	0.3 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
크실렌	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
경도	300 mg/L	165	728	91	92	140
과망간산칼륨(KMnO ₄)소비량	10 mg/L	0.3	3.7	0.3	0.4	0.9
냄새	무 취	적합	부적합	적합	적합	적합
맛	무 미	적합	적합	적합	적합	적합
동(Cu)	1 mg/L	0.007	0.004	0.002	불검출	0.006
색도	5 도	0	1	0	1	1
세제(ABS)	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
수소이온농도(pH)	5.8~8.5	6.5	6.8	6.9	7.4	6.3
아연(Zn)	1 mg/L	0.141	0.059	0.063	0.034	0.026
염소이온(Cl ⁻)	250 mg/L	111	512	33	53	116
증발잔류물(TS)	500 mg/L	473	168	190	236	430
철(Fe)	0.3 mg/L	불검출	0.01	0.10	0.01	0.01
망간(Mn)	0.3 mg/L	0.001	불검출	0.002	불검출	0.007
탁도	1 NTU	0.08	0.11	0.35	0.13	0.12
황산이온(SO ₄ ⁻²)	200 mg/L	10	61	8	8	15
알루미늄(Al)	0.2 mg/L	불검출	불검출	0.02	0.01	불검출
1,1디클로로에틸렌	0.03 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
사염화탄소	0.002 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
전기전도도	- μs/cm	578	1805	304	304	578

<표 5-2> 먹는물 수질검사 분석결과(계속)

시 료 명		D-12	D-29	D-42	D-47	D-64
시 험 항 목	기 준					
납(Pb)	0.05 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
불소(F)	1.5 mg/L	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
비소(As)	0.05 mg/L	0.003	0.002	0.005	불검출	불검출
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	0.06	0.07	0.05	0.04
질산성질소(NO ₃ ⁻ -N)	10 mg/L	1.3	1.0	16.8	9.0	3.2
카드뮴(Cd)	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페놀	0.005 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
총트리할로메탄(THMs)	0.1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
다이아지논	0.02 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
파라티온	0.06 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
말라티온	0.25 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페니트로티온	0.04 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
카바닐	0.07 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
1,1,1-트리클로로에탄	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	113	141	305	131	77
과망간산칼륨(KMnO ₄)소비량	10 mg/L	0.0	4.4	1.2	0.0	0.0
냄새	무 취	적합	적합	적합	적합	적합
맛	무 미	적합	적합	적합	적합	적합
동(Cu)	1 mg/L	불검출	불검출	0.006	불검출	0.020
색도	5 도	0	5	0	0	1
세제(ABS)	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
수소이온농도(pH)	5.8~8.5	7.7	7.2	7.1	6.8	7.0
아연(Zn)	1 mg/L	0.021	0.014	0.098	0.006	0.270
염소이온(Cl ⁻)	250 mg/L	55	109	134	51	37
증발잔류물(TS)	500 mg/L	271	365	551	281	193
철(Fe)	0.3 mg/L	0.02	0.02	불검출	불검출	0.01
망간(Mn)	0.3 mg/L	0.001	0.002	불검출	불검출	0.001
탁도	1 NTU	0.22	0.60	0.08	0.04	0.07
황산이온(SO ₄ ⁻²)	200 mg/L	8	7	28	16	7
알루미늄(Al)	0.2 mg/L	불검출	0.05	0.03	불검출	0.06
1,1-디클로로에틸렌	0.03 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
사염화탄소	0.002 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
전기전도도	- μs/cm	333	485	850	366	291

<표 5-2> 먹는물 수질검사 분석결과(계속)

시 료 명		D-74	D-81	D-89	D-107	D-114
시 험 항 목	기 준					
납(Pb)	0.05 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
불소(F)	1.5 mg/L	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
비소(As)	0.05 mg/L	불검출	0.001	불검출	불검출	0.006
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	0.09	0.32	0.05	0.08	0.06
질산성질소(NO ₃ ⁻ -N)	10 mg/L	33.2	6.8	2.8	1.6	0.6
카드뮴(Cd)	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페놀	0.005 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
총트리할로메탄(THMs)	0.1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
다이아지논	0.02 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
파라티온	0.06 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
말라티온	0.25 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
페니트로티온	0.04 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
카바닐	0.07 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
1,1,1트리클로로에탄	0.1 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
테트라클로로에틸렌	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
트리클로로에틸렌	0.03 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
디클로로메탄	0.02 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
벤젠	0.01 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
톨루엔	0.7 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
에틸벤젠	0.3 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
크실렌	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
경도	300 mg/L	368	83	29	45	617
과망간산칼륨(KMnO ₄)소비량	10 mg/L	1.7	0.6	2.8	0.9	3.4
냄새	무 취	적합	적합	적합	적합	적합
맛	무 미	적합	적합	적합	적합	적합
동(Cu)	1 mg/L	불검출	0.003	0.002	0.070	불검출
색도	5 도	1	10	4	2	1
세제(ABS)	0.5 mg/L	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
수소이온농도(pH)	5.8~8.5	6.2	6.4	6.6	6.6	7.1
아연(Zn)	1 mg/L	0.128	0.050	0.007	0.152	0.005
염소이온(Cl ⁻)	250 mg/L	231	43	9	25	492
증발잔류물(TS)	500 mg/L	864	205	45	134	1365
철(Fe)	0.3 mg/L	0.01	0.49	0.01	0.01	0.02
망간(Mn)	0.3 mg/L	0.001	0.332	0.001	0.001	0.005
탁도	1 NTU	0.20	15.10	0.38	0.18	0.52
황산이온(SO ₄ ⁻²)	200 mg/L	29	23	3	5	91
알루미늄(Al)	0.2 mg/L	불검출	0.02	0.01	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	1083	278	69	191	1794

<표 5-2> 먹는물 수질검사 분석결과(계속)

검사항목		먹는물 기준	진도고	진도서	고성중	고성	오염 분교	오산	향동 분교	금호도	군내중
미생물에 관한기준	일반세균	100/ml이하	10	20	60	30	30	0	40	300	10
	대장균군	ND/50ml이하	불검출								
건강상 유해영향 무기물질 에 관한 기준	납	0.05ml이하	불검출								
	불소	1.5ml이하	불검출								
	비소	0.05ml이하	불검출								
	세레늄	0.01ml이하	불검출								
	수은	ND	불검출								
	시안	ND	불검출								
	6가크롬	0.05ml이하	불검출								
	암모니아성질소	0.5ml이하	불검출								
	질산성질소	10ml이하	1.6	0.5	2.8	1.7	1.8	2.8	0.7	7.2	0.5
	카드뮴	0.01ml이하	불검출								
건강상 유해영향 유기물질 에 관한 기준	페놀	0.005ml이하	불검출								
	총트리할로메탄	0.1ml이하	불검출								
	다이아지논	0.02ml이하	불검출								
	파라티온	0.06ml이하	불검출								
	말라티온	0.25ml이하	불검출								
	카바릴	0.07ml이하	불검출								
	1.1.1.크리클로에탄	0.1ml이하	불검출								
	테트라글로에틸렌	0.01ml이하	불검출								
	트리클로로에틸렌	0.03ml이하	불검출								
	디클로로메탄	0.02ml이하	불검출								
	벤젠	0.01ml이하	불검출								
	블루엔	0.7ml이하	불검출								
	에틸벤젠	0.3ml이하	불검출								
	크실렌	0.5ml이하	불검출								
심미적 영향물질 에 관한 기준	1.1.1.클로로에틸렌	0.03ml이하	불검출								
	사염화탄소	0.002ml이하	불검출								
	경도	300ml이하	133	115	65	56	55	51	22	65	13
	과망간산칼륨소비량	10ml이하	0.7	0.5	0.4	0.8	1.6	0.7	0.5	0.8	0.6
	냄새	무취	적합								
	맛	무미	적합								
	동	1ml이하	불검출	불검출	0.012	불검출	불검출	0.014	불검출	불검출	불검출
	색도	5도이하	1도	1도	1도	1도	1도	1도	2도	1도	1도
	세제	0.5ml이하	불검출								
	수소이온농도	5.8-8.5	6.9	7.5	6.8	7.3	6.8	6.9	6.8	6.5	6.1
	아연	1ml이하	0.007	0.005	0.014	0.079	0.307	0.074	0.038	0.029	0.01
	염소이온	250ml이하	28	29	21	12	13	25	16	32	18
	중발잔류물	500ml이하	135	162	282	76	87	92	79	74	44
	철	0.3ml이하	불검출								
	망간	0.3ml이하	불검출	0.015	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	탁도	2도이하	0.15	0.12	0.08	0.16	0.4	0.07	0.94	0.72	0.1
	황산이온	200ml이하	9	13	3	3	3	2	3	10	2
	알루미늄	0.2ml이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.02	0.06	불검출

<표 5-2> 먹는물 수질검사 분석결과(계속)

검사항목		먹는물 기준	금성	지산중	질은	지산서	지산	석교중	죽림분교	광석	학생의집
미생물에 관한기준	일반세균	100/ml이하	40	0	400	0	1000	25	25	50	30
	대장균군	ND/50ml이하	불검출								
건강상 유해영향 무기물질에 관한 기준	납	0.05ml이하	불검출								
	불소	1.5ml이하	0.2	0.4	불검출	불검출	불검출	불검출	0.2	불검출	불검출
	비소	0.05ml이하	불검출								
	세레늄	0.01ml이하	불검출								
	수은	ND	불검출								
	시안	ND	불검출								
	6가크롬	0.05ml이하	불검출								
	암모니아성질소	0.5ml이하	불검출								
	질산성질소	10ml이하	2	3.3	1.8	9.7	4.8	1.2	1.8	8.1	2.5
카드뮴	0.01ml이하	불검출									
건강상 유해영향 유기물질에 관한 기준	페놀	0.005ml이하	불검출								
	총트리할로메탄	0.1ml이하	불검출								
	다이아지논	0.02ml이하	불검출								
	파라티온	0.06ml이하	불검출								
	말라티온	0.25ml이하	불검출								
	카바릴	0.07ml이하	불검출								
	1.1.1크리클로에탄	0.1ml이하	불검출								
	테트라글로에틸렌	0.01ml이하	불검출								
	트리클로로에틸렌	0.03ml이하	불검출								
	디클로로메탄	0.02ml이하	불검출								
	벤젠	0.01ml이하	불검출								
	톨루엔	0.7ml이하	불검출								
	에틸벤젠	0.3ml이하	불검출								
	크실렌	0.5ml이하	불검출								
심미적 영향물질에 관한 기준	1.1디클로로에틸렌	0.03ml이하	불검출								
	사염화탄소	0.002ml이하	불검출								
	경도	300ml이하	32	161	15	105	57	9	41	95	54
	과망간산칼륨소비량	10ml이하	0.8	0.6	0.9	0.5	0.7	0.3	0.4	0.5	0.6
	냄새	무취	적합								
	맛	무미	적합								
	동	1ml이하	불검출	불검출	0.01	불검출	불검출	0.014	불검출	불검출	0.586
	색도	5도이하	1도	1도	1도	1도	1도	1도	2도	1도	1도
	세제	0.5ml이하	불검출								
	수소이온농도	5.8-8.5	6.3	6.7	6.3	6.3	6.3	5.9	7.4	6.1	6.5
	아연	1ml이하	0.008	0.023	0.036	0.015	0.004	0.048	0.021	0.045	0.112
	염소이온	250ml이하	19	40	6	46	29	4	98	98	27
	중발잔류물	500ml이하	77	227	45	212	98	28	153	129	109
	철	0.3ml이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.05
	망간	0.3ml이하	불검출	0.015	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	탁도	2도이하	0.18	0.06	0.09	0.89	0.18	0.07	0.14	0.09	0.58
	황산이온	200ml이하	3	19	불검출	24	8	불검출	7	15	12
알루미늄	0.2ml이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.02	0.06	불검출	

<표 5-2> 먹는물 수질검사 분석결과(계속)

검사항목		먹는물 기준	의신중	의신	유정 분교	명금 분교	의동	점도	관매	팽목	거제
미생물에 관한기준	일반세균	100/ml이하	0	50	40	500	150	15	0	96	52
	대장균군	ND/50ml이하	불검출								
건강상 유해영향 무기물질 에 관한 기준	납	0.05ml이하	불검출								
	불소	1.5ml이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	56	118
	비소	0.05ml이하	불검출								
	세레늄	0.01ml이하	불검출								
	수은	ND	불검출								
	시안	ND	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	5	5
	6가크롬	0.05ml이하	불검출								
	암모니아성질소	0.5ml이하	불검출								
	질산성질소	10ml이하	5.4	5.7	2.2	1.8	2	8.1	1.6	0.9	0.3
카드뮴	0.01ml이하	불검출									
건강상 유해영향 유기물질 에 관한 기준	페놀	0.005ml이하	불검출								
	총트리할로메탄	0.1ml이하	불검출								
	다이아지논	0.02ml이하	불검출								
	파라티온	0.06ml이하	불검출								
	말라티온	0.25ml이하	불검출								
	카바릴	0.07ml이하	불검출								
	1,1,1크리클로에탄	0.1ml이하	불검출								
	테트라클로에틸렌	0.01ml이하	불검출								
	트리클로로에틸렌	0.03ml이하	불검출								
	디클로로메탄	0.02ml이하	불검출								
	벤젠	0.01ml이하	불검출								
	톨루엔	0.7ml이하	불검출								
	에틸벤젠	0.3ml이하	불검출								
크실렌	0.5ml이하	불검출									
심미적 영향물질 에 관한 기준	1,1,1,1,2,2,2-헵타클로로에틸렌	0.03ml이하	불검출								
	사염화탄소	0.002ml이하	불검출								
	경도	300ml이하	72	40	60	50	60	95	78	6	19
	과망간산칼륨소비량	10ml이하	0.4	0.4	1	0.4	0.3	0.5	0.3	1	0.5
	냄새	무취	적합								
	맛	무미	적합								
	동	1ml이하	불검출	불검출	0.01	불검출	불검출	0.014	불검출	불검출	불검출
	색도	5도이하	1도	1도	1도	1도	1도	1도	2도	1도	1도
	세제	0.5ml이하	불검출								
	수소이온농도	5.8-8.5	7.6	6.4	7.1	6.7	7.3	6.1	6.6	7.3	8
	아연	1ml이하	0.015	0.02	0.009	0.014	0.019	0.011	0.221	불검출	불검출
	염소이온	250ml이하	22	22	21	25	32	98	27	36	74
	중발칸류물	500ml이하	100	85	87	89	92	235	127	불검출	불검출
	철	0.3ml이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.04
	망간	0.3ml이하	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.02	불검출
탁도	2도이하	0.05	0.13	0.47	0.11	0.58	0.09	0.07	적합	적합	
황산이온	200ml이하	7	7	3	3	4	15	7	불검출	불검출	
알루미늄	0.2ml이하	불검출	불검출	0.04	0.04	0.03	불검출	불검출	불검출	불검출	

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
<ul style="list-style-type: none"> ◦ 매립지, 쓰레기더미 또는 지표의 웅덩이 ◦ 광산 폐기물 ◦ 산업폐수의 방류 ◦ 방사성 폐기물의 투기 ◦ 지표에 분산된 슬러지 ◦ 주입관정 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 폐공(지하수개발, 온천수개발등) ◦ 사고로 인한 오염물질의 누출 ◦ 농화학 약품의 살포 ◦ 인위적 지하수 충전 ◦ 도로의 재설용 화학물질 ◦ 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 지질

매체(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. 컨테이너
	6. 폐기물 하치장	13. 소각장과 발파지
	7. 재료의 비축지	14. 방사능 폐기물 처리장
3군	-운송, 송유시설	
	1. 수송관로	
	2. 운송, 화물	
4군	-기타활동으로 배출 및 살포되는 오염원	
	1. 관개용수	5. 제설, 제빙제 살포
	2. 농약살포	6. 도시의 강수유출
	3. 비료살포	7. 대기오염 물질의 지하삼투
	4. 동물사육	8. 광산과 광상폐수
5군	-지하수 유로의 변경에 따른 오염원	
	1. 관정(지하수, 유류, 지열)	
	2. 기타목적의 관정	
	3. 공사용 굴착	
6군	-인간활동에 의해 자연적으로 발생하는 오염원	
	1. 지표수와 지하수의 상호작용	
	2. 자연적인 삼출현상	
	3. 양수에 의한 염수침입	

5-4-2. 잠재오염원의 분포현황

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

<표 5-5> 잠재오염원 현황

잠재오염원		오염원현황	O T A분류군
분류	업종		
정화조	정화조	43.8kl/일	1군(지하삼투형)
지하저장탱크	주유소	9개소	2군 오염물질의 저장, 취급처리시설
폐수배출업소	제조업체(섬유)	19개소	
	병·의원	20개소	
	식품위생업	564개소	
	환경위생업	201개소	
농약 및 비료살포	농경지	12,832ha	4군(기타활동)
가축사육	한우	5,644	
	돼지	6,405	
	사슴	305	
	닭	11,895	
	개	9,991	
	오리	719	
	토끼	575	
	산양	1,643	

진도군의 분뇨발생량은 43.8kl/일로 수거분뇨 발생량이 32.2kl/일이며 정화조 오니 발생량은 11.6kl/일이다. 분뇨처리장은 1개소 있으며 처리량은 30kl/일이다.

환경오염 물질 배출시설은 대기관련 22개소, 수질(폐수)관련 업소 47개소이다. 또한 여관등 숙박업과 음식점, 병·의원 등의 수는 885개소이다. 일반 폐기물 매립지는 진도읍과 의신면에 각각 1개소가 있으며 조성면적은 13,347㎡이고 총매립용량 40,041㎡, 기매립량 33,823㎡(83%)으로 잔여매립량은 7,218㎡이다.

6장 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 조사 지역 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.

○유입량의 요소

지하수 유입 + 표면하수(지하수)유입 + 유입수

○유출량의 요소

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

○저류량 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 강수량은 지표를 통한 유출량, 지하로 침투되는 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 목포기상대의 지난 20년(1981~2000년)간의 관측자료와 진도군 통계연보를 이용하여 분석하였다. 지난 20년간 이 지역의 년평균강수량은 1,130.2mm로 나타났다.

진도지역의 강수량 분포를 분석하면, '81년~'00년까지의 년평균 강수량은 1,130.2mm로 전남지역의 평균 강수량보다 낮으며 년도별로 강수량 변화가 매우 심하게 나타났다. 특히 지난 1995년에 613.2mm로 최저치를 나타냈으며 1985년에 1,736.8mm로 최다 강수량을 기록했다. 월평균 강수량 분포의 특성은 6월~9월에 155.5~219.4mm로 장마기간을 포함한 여름철에 집중되어 나타나는데 이 기간동안 전체 강수량의 64.5%를 차지하고 있다.

6-1-2. 유출분석

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

가. 증발산량

강수에 의해 저류대로 유입되는 양의 상당부분은 수면으로부터의 증발

(Evaporation)과 식물로부터의 발산(Ttranspiration)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, 강수량)와의 관계에 의한 Turc, Coutagne 등의 경험식을 이용하여 산출하였다.

최근 20년간(1981~2000) 진도지역의 평균 강수량은 1,130.2mm이며 년평균 기온은 13.9℃이다.

○Turc에 의한 추정

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

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

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

<표 6-1> 진도지역 추정 증발산량 비 (Turc 방법)

구 분	연평균 강수량 (mm)	연평균 기 온 (℃)	추 정 증발산량 (mm)	강 우 대 증발산비 (%)	비 고
진도군	1,130.2	13.9	653.6	57.8	목 포 기 상 대

○ Coutagne에 의한 추정

Coutagne는 강수량과 기온 자료를 분석하여 다음과 같은 경험공식을 제안하였다.

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

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

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

로 주어진다.

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

<표 6-2> 진도지역 추정 증발산량 비 (Coutagne 방법)

구 분	연평균 강수량 (mm)	연평균 기 온 (°C)	추 정 증발산량 (mm)	강 우 대 증발산비 (%)	비 고
진도군	1,130.2	13.9	665.0	58.84	목 포 기 상 대

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.

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

본 조사지역의 최근 20년간 강수자료를 이용하여 지하수 이용량 및 지하수 함양량 등을 구해보면

- 연평균 강수량 (목포기상대, 1981~2000)

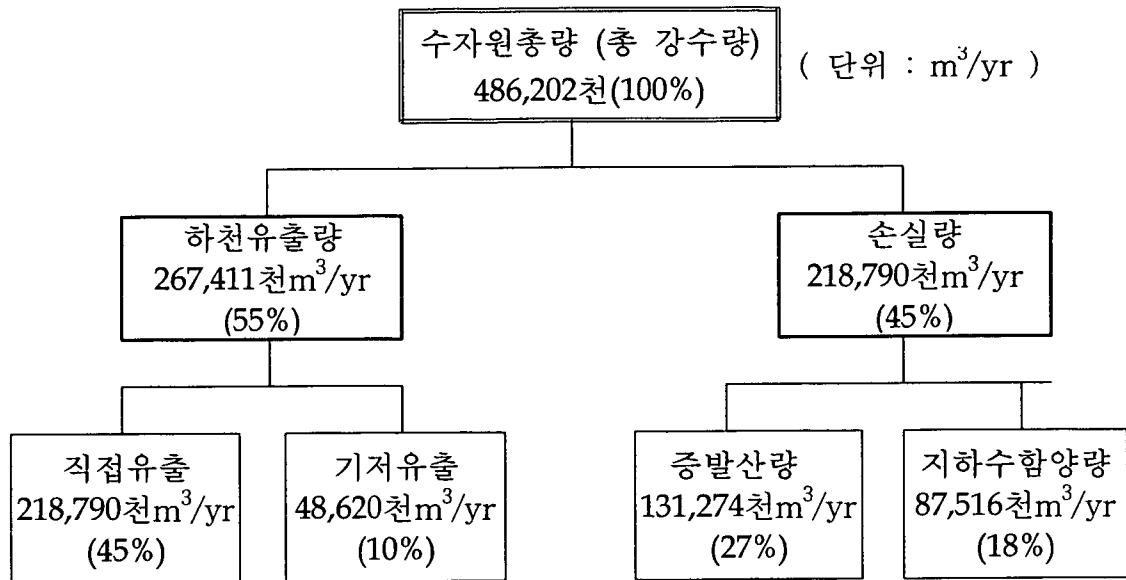
평균 : 1,130.2mm/yr (최대 : 1736.8mm/yr, 최소 : 613.2mm/yr)

- 집수유역면적 : 430.09km²

- 기저유출량 : 수자원 총량(486,201,962m³) × 기저유출률(0.1) = 48,620,196m³

으로서 총 강수량을 수자원 총량으로 간주하면 조사지역의 계통표는 다음과 같다.

<표 6-3> 계통표에 의한 조사지구 유출량



그러므로, 조사지역의 지하수 이용량은 지하수 함양량의 2%인 1,750천m³/년이고 함양량은 18%이며 유출량은 48,620천m³/년이다.

나. 유출분석에 의한 함양량 분석

하천의 유출률은 강수총량에 대한 유출총량의 비로써 다음과 같이 계산된다.

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

하천 유출량의 감소는 지하수위가 강하되었음을 의미하게 되며, 본 유역에 있어서 하천유출량의 측정은 영산강 유역의 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 같

다. 여기서 연 강수량은 최근 20년간(1981~2000) 목포기상대 년평균 강수량인 1,130.2mm/yr로 계산하였다.

$$\frac{0.121 \times 430,191,083.1 \times 1,130.2}{365 \times 86,400} \approx 1,865 \text{ m}^3/\text{sec} = 161,179 \text{ m}^3/\text{day}$$

그러므로 연평균 함양량은 58,830천m³/년으로 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. 지하수 함양량

앞에서 언급한 진도 지역의 지하수 함양량 분석결과를 비교하면 강수량에 의한 지하수 함양량 산출 방법이 87,516천m³/년으로 최대 함양량을 보였으며 유출 분석에 의한 지하수 함양량이 58,830천m³/년으로 나타났다. 이들 각각의 방법에 의해 산출된 진도 지역의 평균 지하수 함양량은 73,173천m³/년으로 나타났다. <표 6-4>

<표 6-4> 진도군 지하수 함양량 분석결과

지하수 함양량 분석 방법	지하수 함양량
강수량에 의한 지하수 함양량	87,516천m ³ /년
유출분석에 의한 지하수 함양량	58,830천m ³ /년
평균 지하수 함양량	73,173천m ³ /년

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 (km ²)	지하수 부존심도 (m)	지하수포장량				가용포장량 (재순환가능량)		
			총포장량		산출가능량		재순환율 (%)	지하수량 (억 m ³)	
			공극율 (%)	지하수량 (억 m ³)	유효 공극률 (%)	지하수량 (억 m ³)			
합 계	98,490			13,240		5,450		1,170	
육지부	계	96,670			13,410		5,380		1,160
	층적층	(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>는 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 이용하는 데는 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.

진도군 지역의 지하수 부존량 산출은 현재 군내 기설관정중 대형암반관정 및 최근 3년간 개발한 중, 소형 관정 250개에 대한 평균 개발심도 90m를 부존심도로 적용하였으며 유효공극율은 <표 6-5>에서 제시한 값을 이용하였다. 조사지역은 험준한 산계가 발달한 지역으로 임야가 전체 토지면적의 59.55%를 차지하며 실시된 수맥조사 및 발기반 시추조사 결과 토사층의 두께는 6.27m였으며 자연수위는 3.76m였다. 따라서 평균 자연수위를 제외한 2.51m를 충적층에서의 지하수 부존심도로 가정하였다. 지질별 분포면적은 화성암류가 18.15km², 변성암류가 3.02 km²이고 충적층의 분포면적은 127.79km²이다. 조사지역에서 지하수 산출가능포장량은 275백만톤으로 나타났다.<표 6-6>

<표 6-6> 진도군 지하수 부존량 추정

지 질 별	분포면적 (km ²)	지하수 부존심도(m)	유효공극률 (%)	산출가능포장량 (백만톤)	
계	430.19			275.1	
충 적 층	127.79	2.51	14.2	18.2	
암반	화성암류	18.15	90	0.5	3.3
	변성암류	3.02	90	0.5	0.5
	화산암류	281.23	90	2.5	253.1

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. 안전채수량은 지하수를 양수할 때 지하수 부존량의 점진적 감소, 수질 저하, 지하수위 악화, 지반침하, 기존 시설에 의한 우물간섭 등의 부정적 영향이 발생하지 않는 범위 내에서 항구적으로 이용할 수 있는 채수량이다. 따라서 지하수의 함양과 배출이 평형이 되도록 연간 함양량을 초과하지 않는 범위내로 연간 취수량을 제한하여야 한다.

90년대 들어서 우리나라 지하수의 체계적인 개발, 이용 및 보전관리의 필요성을 깊이 인식하고 관련 정책수립을 위한 기본 지표로서 우리나라의 지하수개발가능량을 산정하였다.<표 6-2> 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 추정 한 경우와 함양량의 70%를 적정개발가능량으로 추정 한 경우로 구분되는데 그 타당성 여부는 검증할 수 없으나 지역 단위의 적정개발가능량 분석에서는 해당 지역의 특성과 지하수 관리계획을 감안하여 함양량의 70~100% 범위에서 결정하는 것이 현실적이라 할 수 있다.

<표 6-7> 한국의 지하수 부존량(농진공, 1991)

연구자	개발가능량 (억톤/년)	연강수량에 대한 비율(%)	추정방법	사용용어
선우중호 (1992)	100~150	7.9~11.8	Cheremissionoff(1998) 의 기준, 물수지 방법	적정개발 가능량
한정상(1995) 이천복(1994)	228	18	물수지 방법 (건설부 통계편람)	지하수 함양량
최병수(1992)	143	11.3	함양량의 70% 적용	경제적 지하수 이용 가능량
한국수자원공사 (1993)	136.3	10.6	지하수저장량의 변화량은 순환량에 해당된다는 물수지 법 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 감안하고 전술한 지하수함양량의 안정채수율(70%)을 고려하여 산정하였다. 지하수조사연보(건설교통부, 1999)에 의하면 1998년 현재 진도지역의 지하수 관정수는 1,242개소로 이용량은 2,430,834m³/년에 이른다. 따라서 조사지역에서의 추정 지하수 개발 가능량은 48,791천m³/년이며, 지하수 이용량은 개발가능량의 8.0%로 나타났다.

<표 6-8> 진도군 지하수 적정 개발가능량

구분	지하수 함양량 (천m ³ /년)	지하수 적정 개발 가능량 (천m ³ /년)	지하수 이용량 (천m ³ /년)	향 후 개발 가 능 량 (천m ³ /년)	이용량/개발가능량 (%)
진도군	73,173	51,221	2,430	48,791	4.7

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 예측할 수 있으나 미급수지역인 경우에는 이를 정확히 산출할 수가 없다. 상수도의 이용현황은 1996년에 전국 총인구 $46,426 \times 10^3$ 명 중 급수인구 $38,823 \times 10^3$ 명에게 급수하여 급수보급율 83.6%, 시설용량 $22,908 \times 10^3 \text{m}^3/\text{일}$, 급수량 $15,879 \times 10^3 \text{m}^3/\text{일}$, 1인1일 평균급수량 409 l pcd, 급수도시 649개소로 괄목할 만한 성장을 보이고 있다.

<표 7-1> 진도군 지역의 상수도 보급 현황

구 분	총인구 (명)	급수인구 (명)	보급율 (%)	시설용량 ($\text{m}^3/\text{일}$)	급수량 ($\text{m}^3/\text{일}$)	1일 1인 평균급수량 (ℓ)
진도군	43,384	11,907	27.4	4,300	3,257	274

본 지구는 농어촌지역으로 1999년 현재 43,384 (15,811세대)명이며 지난 5년동안 10.9% 감소하였다 상수도 보급율은 27.4%로 전국 평균의 1/2 수준에 불과하며, 진도읍, 군내면, 고군면, 조도면의 일부를 제외한 다른 면의 용수공급은 간이상수도를 이용하고 있다. 현재 상수원의 보급 형태는 암반관정을 이용한 간이상수도 시설(134개소)과 마을 공동으로 계곡 하천수를 이용한 지표수 개발과 자가 소형관정을 생활용수로 이용한 방법이 대부분이므로, 향후 안정적인 생활용수 공급이 필요한 실정이다. 상수도 보급현황은 <표 7-1>와 같다.

진도군의 총인구는 15,811세대 43,834명이며 이중 상수도 인구는 전체 27.4%에 해당하는 11,907명이며 간이상수도 인구는 전체 48.3%인 20,935명으로 지방상수도 와 간이상수도를 이용하여 공급받는 급수인구는 총 인구의 75.7%에 해당하는 32,824명이다.<표 7-2> 기타 상수도 및 간이상수도 미공급지역에서는 개인정호 및 지하수를 생활용수로 이용하고 있어 안정적인 생활용수 공급이 필요한 실정이다.

<표 7-2> 간이상수도 현황

구 분	시설수(개소)	급수인구(명)	급수량(톤/일)
계	134	20,935	5,823
진도읍	12	1,511	
군내면	18	2,764	
고군면	18	3,191	
의신면	20	3,627	
임회면	26	4,073	
지산면	26	3,781	
조도면	14	1,988	

○ 생활용수 공급방안

1999년 현재 상수도가 보급된 읍·면지역에서의 1인당 1일 평균급수량은 274ℓ이며 1996년 전국평균 상수도 공급에 의한 1인당 1일 평균급수량은 409ℓ로 이를 기준으로 평균값인 1인당 341.5ℓ를 진도군 총인구수에 곱한 값을 안정적 용수 수요량으로 계산하여 현재 상수도 및 간이상수도를 이용하여 공급받는 급수량을 제외하면 읍면별 생활용수 수요수량을 예측할 수 있다.<표 7-3>

진도군의 생활용수 급수량은 8,992m³/day이며 이중 상수도 급수 3,257m³/day, 간이상수도 5,735m³/day이 이용되고 있다. 안정적 총용수수요량은 14,815m³/day로

5,823m³/day의 공급부족이 예상된다.

생활용수의 경우 1990년 이전에 개발된 자가수도용 소형층적관정이 상당수 차지하고 있어 시설노후와 수질오염에 취약한 상황이다. 또한 생활수준의 향상으로 물소비량이 지속적으로 증가하고 있어 생활용수 부족에 따른 상수도 보급과 심층 지하수를 이용한 마을단위 간이급수시설의 신규 또는 추가 개발에 의한 다목적용수 공급이 절실하다. 조사지구의 안정적 생활용수 수요량 공급을 위해 암반관정 1공당 채수 이용량을 100m³/일로 하고 향후 인구의 증감이 없다고 가정할 때 향후 개발해야할 관정수는 59공으로 행정구역별 내역은 다음과 같다.

<표 7-3> 읍·면별 생활용수 수요수량

구 분	총인구	총소요 수 량 (m ³ /일)	현재 급수량 (m ³ /일)			부족수량 (m ³ /일)	향후 개발 (100m ³ /일)
			계	상수도	간이상수도		
계	43,384	14,815	8,992	3,257	5,735	5,823	59

7-1-2. 농업용수 소요수량 및 공급방안

진도군 지역의 경지면적은 12,779ha로 경지면적중 논은 7,008ha, 밭은 5,771ha이다. 농업용수의 이용량은 전·답별 경지면적에 각 단위용수량을 적용함으로써 산정하게 된다. 경작에 필요한 농업용수 수량은 경작지의 위치, 토질, 작물의 종류, 경작지 내의 증발산량 등에 따라 차이가 있을 수 있으나, 논인 경우 ha당 100m³, 밭의 경우 ha당 50m³을 적용하였고, 연간 경작일수는 논인 경우 90일, 밭의 경우 40일을 적용하여 필요수량을 산출하였다.

조사지구의 경지면적에 대한 농업용수 총 소요수량은 2,430천m³/년으로 현재 535천m³/년이 이용되고 있으며 안정적 용수공급을 위해 연간 1,894천m³/년의 공급부족이 예상된다. 향후 개발공에 대해서는 시설관정 공당 평균 100m³/일을 기준으로 78일간 사용할 때 약 243공이 소요된다.<표 7-4>

<표 7-4> 읍·면별 농업용수 소요수량

구 분	경지면적(ha)		총소요수량 (m ³ /년)	현재이용량 (m ³ /년)	부족수량 (m ³ /년)	향후개발 (100m ³ /일)
	밭	논				
계	5,771	7,008	2,430,029	535,381	1,894,648	243
진도읍	699	1,085	352,881	66,521	286,360	37
군내면	920	1,153	415,889	110,560	305,329	39
고군면	670	681	286,070	108,050	178,020	23
의신면	696	975	337,526	81,100	256,426	33
임회면	789	1,027	360,325	87,700	272,625	35
지산면	1,162	1,888	584,147	81,450	502,697	64
조도면	835	199	93,191	0	93,191	12

7-1-3. 기타용수 소요수량 및 공급방안

가축 사육 규모에 있어서는 한우, 젓소의 경우 감소하는 추세이며, 돼지의 경우 사육호수는 크게 감소했으나 마리수는 증가하는 추세로 점차 대규모화 되어가는 양상을 나타낸다.

축산용수의 경우, 마리당 젓소 150 l, 한우 50 l, 돼지 40 l, 닭 0.5 l, 산양 10 l 를 적용하여 소요수량을 산출하였으며, 사육두수는 장수군 통계연보 자료를 이용하였다. 조사지구에서의 축산용수 소요수량 836,556m³/년이며 향후 개발공에 대해서는 공당 평균 50m³/일 기준으로 총 46공이 소요된다. 소, 각 읍·면별 소요수량은 <표 7-5>와 같다.

<표 7-5> 읍·면별 축산용수 소요수량

구분	가 축 수 (마리)					소요수량 (m ³ /년)	개발공 (50m ³ /일)
	젓소	한우	돼지	닭	산양		
진도군	3	5,644	6,405	11,895	1,643	206,308	11

7-2. 지하수 개발 계획

농어촌지역에서도 지표수 및 지하수의 오염이 진행되면서 생활용수 공급은 암반관정을 이용하여 용수공급이 이루어지고 있다. 진도군 지역은 4개소의 상수도 시설을 이용하여 급수총인구의 약 27.4%에 해당하는 11,907명이 생활용수를 공급받고 있다. 한편 상수도 미보급지역 주민들은 간이상수도 및 소규모 급수시설을 이용하거나 자가소형관정을 개발하여 용수를 공급받고 있는 실정이다. 농업용수의 경우 수리시설을 이용하여 공급 받고 있으며 수리답 면적은 전체 91%에 해당하나 년별, 계절별 강우 변동이 크고 유역의 평균 경사도가 매우 커 하천유출량이 많다.

진도군 지역의 적절한 용수공급을 위해서 용도별 소요수량에 따른 향후 개발 암반관정은 생활용수의 경우 공당 이용량(100m³/일)을 기준으로 59공이 필요하며, 농업용수의 경우 공당 이용량(100m³/일)을 기준으로 243공이 필요하고, 축산용수의 경우에는 암반관정의 공당 이용량(50m³/일)을 기준으로 11공이 필요할 것으로 예상된다. 공당사업비는 생활용수의 경우 45백만원, 농업용수는 20백만원으로 계산하여 산출하였으며 연차별 개발사업량 및 사업비는 <표 7-6>과 같다.

<표 7-6> 연차별 지하수개발 사업량 및 사업비

구분		계	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년
계	공	313	40	40	40	40	153
	사업비 (백만원)	8,030	1,100	1,100	1,100	1,100	3,630
생활용수	공	59	10	10	10	10	19
	사업비 (백만원)	2,950	500	500	500	500	950
농업용수	공	254	30	30	30	30	134
	사업비 (백만원)	5,080	600	600	600	600	2,680

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 충전량보다 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 지반침하가 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 건축물·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 지표 부위가 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 피해를 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 방해받게 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.

진도군 지역은 주요 지하수 함양원으로서 산지가 많고 비교적 고지대에 위치한다. 또한 1차수 수계가 많아 지표수의 수질이 도내 육지부에 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 전라남도의 남부에 위치한 도서지역이며 지구 총면적은 430.19 km², 행정구역상 1개읍 6개면으로 구성된다.
2. 조사지역의 지형은 침강해안으로서 해안선은 심하게 굴곡 또는 만입되어 있으며 산계는 소찰산(485m), 여귀산(457m) 등이 서남방향으로 뻗고 있으며 대체로 지형기복이 심하다. 수계는 유역수계에서 발원한 지류들이 수지상으로 발달하며 하천은 유로연장이 짧고 바다로 직접 유입된다. 조사지역의 지질은 선캠브리아기의 운모편암, 백악기 화산암류가 가장 넓게 분포하며 암주 또는 암맥상의 심성암류와 암맥류가 이를 관입하고 제4기 충적층이 부정합으로 피복한다.
3. 조사지역은 해양성 기후를 나타내며 지난 20년간(1981~2000) 년평균 기온은 13.9℃를 나타냈고 년평균 강수량은 1,130mm를 나타냈다. 월평균 최대강수량은 지난 85년 6월 529.4mm를 기록했으며 6월~9월 사이에 전체 평균 강수량의 64.5%가 이 기간에 집중된다.
4. 진도군의 총 인구는 15,811세대 43,384명으로 전라남도 전체인구의 2.01%에 해당하고 평균인구밀도는 56.6(명/km²)이다. 총 토지면적은 430.19km²이며 지목별로는 임야가 전체의 59.68%를 차지하며, 전과 답 면적은 각각 13.4%, 16.3%로 경작면적 및 이용율이 비교적 높다.
5. 조사지역에 분포하는 암반대수층에 대한 대수성 시험결과 투수량 계수는 평균 9.5464m³/day를 나타냈다.
6. 조사지구의 지하수 개발·이용시설은 총 1,232개소이며 연간 2,430천m³이 이용되고 있다. 이중 농업용 관정 975개소(79.1%), 생활용 관정은 239개소(19.4%), 공업용 18개소(1.5%) 순으로 농업용 개발관정이 가장 많았다. 반면 지하수 이용량은 생활용수 1,473천m³/년(66%), 농업용수 535천m³/년(22.9%), 공업용 329천m³/년

(14.1%) 순으로 생활용수 이용량이 가장 많다. 기설관정 지하수위관측 결과 평균 지하수위는 6.0m로 나타났다.

7. 조사지역 지하수에 대한 주요 양이온 및 음이온의 분석결과 주요성분은 지질분포에 의해 영향을 받은 것으로 나타났다. 지하수에서의 양이온 함량은 $Na > Mg > Ca > K$ 순이며, 음이온 성분의 함량은 $Cl > HCO_3 > SO_4$ 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 수질분석결과 총 42개소중 11개소를 제외하고 먹는물로 사용하기에 적합한 것으로 나타났다. 검사항목중 먹는물 기준에 부적합 판정을 받은 항목은 농업용 암반관정에서는 건강상 유해영향 무기물질에 관한 기준 항목중 3개소에서 질산성질소 함량이 기준치를 초과했으며, 심미적 영향물질에 관한 기준 항목중 경도(3개소), 색도(1개소), 염소이온(1개소), 증발잔류물(3개소), 철(1개소), 망간(1개소), 탁도(1개소) 등이 기준치를 초과한 것으로 나타났다. 생활용 암반관정에서는 5개소 모두 미생물에 관한 기준 항목중 일반세균이 기준치의 3배에서 최대 10배를 초과한 것으로 나타났다.

9. 조사지역의 평균 지하수 함양량은 73,173천 m^3 /년으로 추정되며, 적정 개발 가능량은 함양량의 70%인 51,221천 m^3 /년이며, 현재 이용량을 제외한 향후 개발가능량은 48,971천 m^3 /년으로 추정된다.

10. 조사지구는 반농반어의 도서지역으로 용수의 공급은 대부분 암반관정을 이용하고 있는 형태이다. 특히 생활용수는 상수도과 간이상수도시설을 이용해 일일 8,992 m^3 이 공급되고 있다. 단위용수산출량에 의한 생활용수 총 소요수량은 9,363 m^3 /일으로 4,216 m^3 /일에 해당하는 용수 부족이 예상된다.

11. 지하수는 지표수와 같이 수문순환과정에 의해 보충되는 자원이지만 적정 수준 이상으로 지하수를 채취하거나 훼손시키면 여러 형태의 장애가 발생하게 된다. 일단 훼손된 지하수 대수층의 복원에는 오랜 기간과 막대한 비용이 소요되거나 전

혀 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.
- 선우중호, 1994, 수문학, 동명사, 396p.
- 이중운, 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 대한자원 환경지질학회 제11회 공동학술강연회 발표논문집, p. 32-55.
- 한국자원연구소, 1997, 지하수 오염방지 및 응용화 기술연구(서울지역), 과학기술 처, 418p.
- 추창오 외, 옥천계변성암 지역의 먹는샘물 지하수의 수리지구화학적 특성, 한국토 양환경학회지, 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., Frappe, S. K.) saline water and gases in crystalline, Geological Association of Canada Special Paper 33, 259p.

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

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

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

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

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

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

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

부 록

1. 시설관정 이용 현황
2. 양수시험자료 및 해석도

여 백

1. 기설관정 이용 현황

여 백

<표 1-1> 시설관정 이용 현황

읍면	리	지번	소유자 (사용자)	용도	개발 년도	심도 (m)	구경 (mm)	양수능력 (m ³ /일)	신고번호
고군	고성	676	하종인	답	94	100	200	173	23-3-3
고군	마산	486	김상복	답	94	80	200	233	23-3-20
고군	모사	475	김영섭	답	96	83	200	190	23-03-03
고군	모사		김영섭	생활(답)	97	150	200	180	23-03-15
고군	별포		박을중	답	96	88	200	190	23-03-11
고군	벽파	583	한태신	답	94	80	200	190	23-3-10
고군	벽파		한태신	답	98	80	200	191	23-03-08
고군	벽파	485	박양준	답	94	90	200	173	
고군	석현	876-5	김원재	답	94	90	200	200	23-3-2
고군	석현		김원재	답	97	80	200	160	23-03-03
고군	오류		허충광	답	92	132	200	219	23-3-3
고군	지막		조돈승	전	93	60	200	179	23-3-3
고군	지막		조돈승	전	95	89	200	198	23-03-20
고군	지막		조돈승	전	95	104	200	162	23-03-21
고군	지막		조돈승	전	95	100	200	192	23-03-22
고군	지막		조돈승	답	87	41	200	382	23-3-1
고군	지막		조돈승	답	90	55	200	354	23-3-1
고군	향동	1515	김영옥	답	94	80	200	246	23-3-6
고군	향동		김영옥	답	96	80	200	156	23-03-04
고군	향동		김영옥	생활(답)	97	152	200	162	23-03-13
고군	회동		박임준	답	92	85	200	346	23-3-4
군내	금골		이재원	생활(답)	97	150	200	250	23-02-17
군내	나리		박명성	답	92	98	200	200	23-2-2
군내	내동산	339	조규복	생활(전)	95	150	200	219	23-03-24
군내	덕병	862	김수복	답	94	120	200	173	23-2-9
군내	둔전		박종병	전	98	80	200	166	23-02-01
군내	둔전		박종병	전	98	80	200	215	23-02-02
군내	둔전		박종병	전	98	80	200	246	23-02-03
군내	둔전		박종병	생활(답)	98	150	200	173	23-02-11
군내	만금		김연구	답	98	80	200	162	23-02-07
군내	만금		정용춘	답	97	110	200	164	23-02-01

읍면	리	지번	소유자 (사용자)	용도	개발 년도	심도 (m)	구경 (mm)	양수능력 (m ³ /일)	신고번호
군내	분토	1-61	곽현돌	생활(전)	95	100	200	212	23-03-23
군내	분토		박지성	답	91	46	200	309	23-2-1
군내	상가		양국현	답	96	90	200	331	23-02-02
군내	상가		양국현	답	96	111	200	193	23-02-22
군내	상가	516	양홍인	답	94	100	200	300	23-2-15
군내	신동		유한승	전	93	80	200	161	23-2-2
군내	연산	1035-1	강용운	답	94	46	200	200	23-2-4
군내	외동산	548-1	박행준	생활(전)	95	120	200	200	23-03-25
군내	외동산		이재순	답	89	60	200	354	23-2-1
군내	용인	419-1	최병중	답	94	80	200	250	23-2-11
군내	용장		박준승	답	97	95	200	156	23-02-19
군내	월가	1081	김희주	답	94	80	200	200	23-3-1
군내	월가		안인민	답	97	86	200	205	23-02-02
군내	한사	219	정도열	생활(답)	95	123	200	168	23-03-26
의신	가단		박천석	답	97	86	200	215	23-04-16
의신	거룡	420-3	서남용	답	94	90	200	190	23-4-17
의신	금갑		강용연	답	98	105	200	163	23-04-06
의신	금갑	602	황선공	답	94	80	200	150	23-4-12
의신	도명		최성원	생활(답)	95	120	200	300	23-4-31
의신	만길		허복	답	97	90	200	200	23-04-08
의신	사정		박길언	답	96	110	200	173	23-04-05
의신	송정		박도식	생활(답)	97	158	200	185	23-04-14
의신	송정	899-1	오대석	답	95	85	200	212	23-04-16
의신	신정		박길언	답	97	80	200	298	23-04-04
의신	옥대	180	이완진	답	96	100	200	180	23-04-14
의신	옥대	604	이완진	답	96	100	200	300	23-04-15
의신	옥대	234	이완진	답	96	100	200	300	23-04-16
의신	응덕		박보경	전	97	80	200	173	23-04-09
의신	응덕		박보경	전	97	80	200	209	23-04-10
의신	응덕	740-2	신수일	답	94	80	200	210	23-4-5
의신	응덕		신수일	생활(답)	98	150	200	154	23-04-09
의신	죽청	831	오대석	답	94	90	200	216	23-4-16
의신	중굴				99	82	200	165	23-

읍면	리	지번	소유자 (사용자)	용도	개발 년도	심도 (m)	구경 (mm)	양수능력 (m ³ /일)	신고번호
의신	창포	361	박창언	답	96	56	200	161	23-04-06
의신	청룡	213	김일권	답	96	80	200	173	23-04-07
의신	칠전	1249-1	박춘수	답	94	80	200	190	23-4-19
의신	칠전	1298	박춘수	답	94	80	200	300	23-4-9
의신	침계		조공환	답	93	60	200	205	23-4-1
임회	강계		임형수	답	86	36	200	363	23-5-1
임회	고방			답	95	80	200	153	23-05-17
임회	광전		이옥산	전	93	60	200	167	23-5-4
임회	구분실	550	주우종	답	94	86	200	173	23-5-1
임회	귀성		허태원	답	98	148	200	215	23-05-05
임회	길우		홍성중	생활(답)	95	90	200	240	23-05-27
임회	남선		김봉태	생활(답)	98	150	200	176	23-05-10
임회	매정		이경석	생활(답)	95	120	200	212	23-05-30
임회	봉상		하태유	답	94	80	200	173	23-5-21
임회	봉상1	1336	하태환	답	94	90	200	200	23-5-2
임회	봉상2	327	하태순	답	94	85	200	200	23-5-3
임회	상만	601	강형체	답	94	90	200	200	23-5-6
임회	송정		추교동	답	98	93	200	162	23-05-04
임회	연동	1125-1	김백연	답	96	105	200	158	23-05-08
임회	연동	485	박춘식	답	94	90	200	173	23-5-10
임회	죽림	784	김순정	답	94	90	200	200	23-5-4
임회	중만	538	강형체	답	94	110	200	200	23-5-5
임회	중만	924	강형체	답	95	85	200	190	23-05-15
임회	중매	504	박철안	생활(답)	95	120	200	212	23-05-29
임회	중미	1018-2	김용운	답	94	80	200	216	23-5-8
임회	팽목		이세춘	생활(답)	96	154	200	189	23-05-23
임회	호구	992-11	조문규	생활(답)	95	125	200	192	23-05-28
조도	맹성	655	강구섭	답	94	100	200	173	23-7-12
조도	명지		박종영	답	98	80	200	115	23-02-12
조도	육동		이중수	답	95	80	200	112	23-07-18
조도	율목		김영호	답	97	80	200	130	23-07-18
조도	창류		이형길	답	96	110	200	157	23-07-10
지산	가치	1324-14	박상문	답	94	52	200	200	23-6-14

읍면	리	지번	소유자 (사용자)	용도	개발 년도	심도 (m)	구경 (mm)	양수능력 (m ³ /일)	신고번호
지산	가학		박종실	답	96	86	200	153	23-06-17
지산	갈두		이기행	답	97	94	200	279	23-06-07
지산	거제		곽봉립	생활(답)	96	125	200	190	23-06-24
지산	고야		구진모	답	96	77	250	248	23-06-12
지산	고야		구진모	답	96	81	250	177	23-06-13
지산	고야		구진모	답	97	86	200	173	23-06-20
지산	길은	398-3	이재익	답	94	90	200	173	23-6-13
지산	상보전	243	김형전	답	96	91	200	246	23-06-09
지산	상봉암		박관배	답	97	80	200	167	23-06-05
지산	세포		배길수	답	95	80	200	200	23-06-19
지산	심동		(농조분)	답	94	100	200	200	23-6-22
지산	와우		정해진	전	97	83	200	191	23-06-11
지산	와우		정해진	전	97	132	200	179	23-06-12
지산	인지	2-42	설근호	답	94	90	200	173	23-6-11
지산	인지	498-2	설근호	답	95	80	200	190	23-06-13
지산	인지	598-3	설근호	답	95	80	200	190	23-06-14
지산	하보전		한일교	답	97	83	200	141	23-06-06
진도	남산	294	박재유	답	94	90	200	210	23-1-18
진도	북치	106	김임번	답	94	100	200	200	23-1-8
진도	산월		김관호	전	98	80	200	154	23-01-13
진도	산월		김관호	전	98	80	200	182	23-01-14
진도	산월		김동은	전	98	80	200	149	23-01-15
진도	수역		조규홍	전	96	105	250	154	23-01-18
진도	수역		조규홍	전	96	80	250	175	23-01-19
진도	수역		조규홍	전	96	92	250	153	23-01-20
진도	수역		조규홍	전	96	84	250	155	23-01-21
진도	수유		김종체	답	92	120	200	205	23-1-1
진도	수유	573	김종체	답	94	95	200	216	23-1-7
진도	포산	668	박병택	답	94	80	200	190	23-1-7
진도	해창		박종옥	답	96	80	200	180	23-01-01

<표 1-2> 시설관정 수위관측

관정 번호	읍면	리	마을	표고 (m)	자연수위 (m)	전력사용량 (kwh)	계량기 번호	좌표(X)	좌표(Y)
D-1	지산면	고야	하고야	5	1.48	1856.3	263223	124.6	105.8
D-10	지산면	가치		19	3.6	8535.4	350295	119.2	104.25
D-100	군내면	송산	상가	25	5.88	12261	6045206	136.05	112.6
D-101	군내면	송산	상가	19	3.06	1072.2	8857713	135.8	112.4
D-102	군내면	석현	월가	18	1.49	505.9	SC141550820	133.8	111.65
D-103	군내면		외동산	15	1.99	358.3	6029878	134.7	111.95
D-104	군내면	내동산	내동산	9	7.94	1397.1	212161	134.6	112.6
D-105	군내면	분토	분토	5.5	3.21	2705.4	2421541	134.4	112.8
D-106	군내면	석현	월가	8.1	3.3	5467.2	62776	133	112.25
D-107	군내면	덕병	덕병	13	3.33	310.2	899613	133.2	114.6
D-108	군내면	덕병	덕병	12	2.59			134.4	114.6
D-109	군내면	둔전	둔전	7	4.72	4949.6	609654	135.8	114.8
D-11	지산면	가치	가치	9.5	1.94	498.6	6033377	119.5	103.5
D-110	군내면	둔전	둔전	5.5	5.52	556.7	6001804	135.65	114.9
D-111	군내면	둔전	둔전	18	5	887.9	6001816	135.8	114.45
D-112	군내면	금골	금골	6	0.07	4430.9	294524	135	115.5
D-113	군내면	금성	금성	3	8.71	2649.3	4771721	135.8	117
D-114	군내면	만금	만금	5	3.4	310.8	6001781	135.2	118.45
D-115	지산면	고야	하고야	7	2.44	1779.9	71619	124.65	106.3
D-116	지산면	고야	하고야	5	1.41	806.3	7162	124.77	106.2
D-117	지산면	보전	상보전	5.1	1.26	125.7	LG140623454	124.35	106.5
D-118	지산면	보전	상보전	17	2.81	118.2	2559534	123.75	106.9
D-119	지산면	거제	거제	9	0.94	181.2	2324947	122.7	107.8
D-12	지산면	가치	심동저수지		3.61	4	6015503	118.85	102.05
D-120	지산면	고길		8	3.86	2877.1	TH141075466	125	109
D-121	진도읍	수역	수역		3.78	42.7	232830		
D-122	진도읍	수역	수역		9.47	0.1	6009197		
D-123	진도읍	산월	산월		6.37	637.2	TH346001071		
D-124	지산면	용장			1.16	9999.84	TH346030695		
D-13	지산면	가학	가학	6.5	3.53	1458.7	0325949	117.7	103.9
D-14	지산면	오류	오류	2.2	4.59	3594	458976	121.55	101.6
D-15	지산면	오류	대천	6	3.61	2743.6	385001	122	101.4
D-16	임회면	장구포	장구포	7	7.21	107.7	1301112	128.65	105.8
D-17	임회면	장구포	장구포	7	11.85	129.8	LG340279753	128.8	105.65
D-18	임회면	선항	선항	6.5	9.03	3387.9	1104818	128.85	105.5
D-19	임회면	산박	광전	6	5.76	1972.8	725938	129	104.85
D-2	지산면	고야	하고야	3.9	1.68	3209	2932797	124.6	105.9
D-20	임회면	광전	광전	16	9.84	244.8	6030451	129.2	104.6
D-21	임회면	광전	광전	5	3.58	1140.9	179445	129.15	104.3
D-22	임회면	광전	광전	8	4.4	3045.7	360512	129.25	104.2
D-23	임회면	석교	구분실	12	2.27	396	LG340279752	125.7	100
D-24	임회면	봉상	봉상	21	5.57	4051.1	503540	126.2	99.4

관정 번호	읍면	리	마을	표고 (m)	자연수위 (m)	전력사용량 (kwh)	계량기 번호	좌표(X)	좌표(Y)
D-25	임회면	봉상	모싯골재	52	8.3	557.5	6029479	127.3	100
D-26	임회면	봉상	봉상	42	6.58	7329.9	5196771	127.1	100
D-27	임회면	송정		24	2.77	1539.1	211833	125.65	99.4
D-28	임회면	연동	서망		2.95	144.2	7277		
D-29	임회면	서망	팽목	14	1.31	182.6	107852	121.6	98.1
D-3	지산면	인지	인지	23	2.11	104.5	211543	122.55	103.75
D-30	임회면	남동	서망	25	10.05	10.1	LG340170747	120.9	96.7
D-31	임회면	백동	남선	20	3.63	1162.6	1130512	125.1	96.7
D-32	임회면	백동	고산	13.5	4.82	2498.5	8148731	125.4	97.3
D-33	임회면	백동	남선	26	10.05	1418.3	SC341452797	125.1	96.85
D-34	임회면			10	4.6			127	102.5
D-35	임회면	용호		23	2	5308.9	6030361	129.7	102.3
D-36	임회면	산막	광석	7	1.08	354.9	1058478	129.05	103.55
D-37	임회면	고정	길우	2	0.15	1951.2	381446	128.4	103.4
D-38	임회면	고정	길우	9.5	1.73	4177.8	2279469	128.05	103.25
D-39	임회면	고정	길우	12	7	495.4	6001812	128.3	103.1
D-4	지산면	인지	인지	24	2.03	2223.5	211681	122.6	104.1
D-40	임회면	고정	매정	10	12		212567		
D-41	임회면	고정	매정	2	1.6	1011.2	2371205	127.25	103.2
D-42	임회면	상만	중만	35.5	1.48	1268	212024	127.3	98.35
D-43	임회면	상만	중만	65	3.84	4860.5	149878	128.15	98.55
D-44	임회면	상만	상만	30	4.65	212.4	212196	128.85	98.4
D-45	임회면	상만	귀성	26.5	1.76	336.9	SC341452618	129.2	98.3
D-46	임회면	상만	귀성	20	0.73	0.1	TH346025630	130.2	98.5
D-47	임회면	중림	중림	33	8.16	2680.1	6015897	131.1	99.4
D-48	임회면	중림	중림	24.5	18.04	300.8	212992	131.5	99.45
D-49	임회면	용호	강계	19.5	3.29	421.9	293148	131.9	100.6
D-5	지산면	인지	인지	33	2.15	263.2	TH141076716	122.1	104.2
D-50	의신면	금갑	금갑	21	13.88	434.5	6011766	134.45	100.1
D-51	의신면	송정	활곡	22	1.54	1154.5	6645431	135.5	101.2
D-52	의신면	송정	활곡	11.5	2.7	88.1	TS340019993	135.3	101.6
D-53	의신면	송정	송정	14	4.4	8650.7	587291	132.7	101.7
D-54	의신면	송정	답곡	4	3.22	0.2	TH346025631	133.1	102.6
D-55	의신면	칠전	칠전	14.2	1.84	1708.7	6004367	130.9	105.57
D-56	의신면	칠전	중굴	18	3.59	2740.8	609180	130.4	105.4
D-57	의신면	칠전	중굴	17	3.56	1123.4	LG140623026	130.45	105.6
D-58	의신면	칠전	중굴	18.5	4.3	3375.4	1004715	130.25	105.7
D-59	의신면	칠전	하굴	15.5	5.72	1942.4	606203	130.2	106.1
D-6	지산면	와우	큰와우동	17	1.18	3332	8151981	120.4	104.5
D-60	의신면	창포	가단	26	1.73	5803.2	531668	132.4	104.3
D-61	의신면	창포	가단	19	2.34	709.3	3105817	132.8	104.4
D-62	의신면	향교	향교	34	4.14	2534.5	1036267	133.9	105.5
D-63	의신면	거룡	거룡	25	9.31	7654.8	572193	133.3	103.5
D-64	의신면	거룡	신정	25	4.38	2173.5	1080920	132.1	103

관정 번호	읍면	리	마을	표고 (m)	자연수위 (m)	전력사용량 (kwh)	계량기 번호	좌표(X)	좌표(Y)
D-65	의신면	거룡	만길	15.5	5.99	11.1	TS340019851	133.9	103.1
D-66	의신면	거룡	만길	5	8.15	3588.6	721175	134.1	103
D-67	의신면	옥대	옥대	20	6.2	2493.1	607553	134.6	104.9
D-68	의신면	청룡	청룡	24	4.93	70	6030447	135.4	104.95
D-69	의신면	청룡	청룡	27	5.81	28.6	6030530	135.5	105
D-7	지산면	와우	와우	10	1.73	1366.3	1212377	120.4	104.7
D-70	의신면	청룡	청룡	23	4.09	202.1	6111162	135.6	104.95
D-71	의신면	청룡	청룡	31	7.76	860	KH14042529	135.6	105.1
D-72	의신면	청룡	청룡	26	5.28	83.1	KH140418806	135.7	104.9
D-73	의신면	연주	응덕	24	6.14	3351.2	5837411	136.3	104.4
D-74	의신면	연주	응덕	12	4.74	4600	1317265	136.7	104.2
D-75	의신면	연주	응덕	33	8.96	537.3	608889	136.9	104.7
D-76	의신면	연주	연주	5	0.98	1.2	PS340036098	137.1	104.9
D-77	의신면	연주	연주	5	1.82	518.4	LG140623552	137.4	104.2
D-78	고군면	용호	가계	10	5.88	3167.5	7928547	140.5	103.9
D-79	고군면	용호	용호	2.5	0.94	792.9	PS340020870	140.9	105.3
D-8	지산면	와우	와우	8	4.46	1266.9	12650607	120.3	105
D-80	고군면	향동	상리	56	4.02			139.2	106.9
D-81	고군면	향동	상리	76	0.52	359.4	PS340036084	139.2	107.6
D-82	고군면	향동	상리	49	1.3	798.5	110796	139.3	106.9
D-83	고군면	지막	지막	5.5	2.52	343.5	LG340279779	140.9	108.5
D-84	고군면	지막	하굴	10	4.1	8340.8	591989	140.9	110.1
D-85	고군면	지막	하굴	6.5	1.15	1612.7	361188	140.8	110.4
D-86	고군면	지막	하굴	8	2.94	401.2	5674691	141.4	110.9
D-87	고군면	내산	내동	2	2.95	500.8	388995	140.75	112
D-88	고군면	오상	오하	12	3.81			139.95	111.25
D-89	고군면	오상	지막	41	4.57	323.7	KH140418387	139.7	110.24
D-9	지산면	가치		12	2.08			119.35	104.3
D-90	고군면	지막	지막	31	2.03	435.5	SC141660332	140.4	109.85
D-91	고군면	고성	고성	66	3.86			137.8	111.35
D-92	고군면	용장	용장	30	1.38	1663.6	115223	138.3	113.6
D-93	고군면	용장	용장	19	1.87	249.4	2935489	138.7	114.1
D-94	고군면	용장	용장	14.5	2.16	521.4	8134246	138.6	114.3
D-95	고군면	오류	오룡	7	1.32			138.45	115
D-96	고군면	오류	유교	8	4.72	8398.6	6000315	138.6	116.1
D-97	고군면	석현	석현	41	4.2	109.4	294932	135.9	116.1
D-98	고군면	석현	석현	28	1.2	168.7	6011272	136.1	111.3
D-99	고군면	고성	오일시	37	3.85	1236.6	6010776	136.7	111.65
S-1	지산면	인지	인지	23	2.07	501.9	6065556	123.5	104.1
S-2	지산면	오류	오류	7	0.8	3212.8	1334416	121.6	102.1
S-3	고군면	향동	모사	13.5	2.66	2097.1	133907	140.7	107.5
S-4	고군면	향동	대포	23	5.95	3.5	LG340281131	141.7	107.8
S-5	고군면	향동	대포	3	0.63	1512.4	374520	141.55	108.3
D-125	고군면	고성	고성	65	11.96	6232.2	6207940	137.7	111

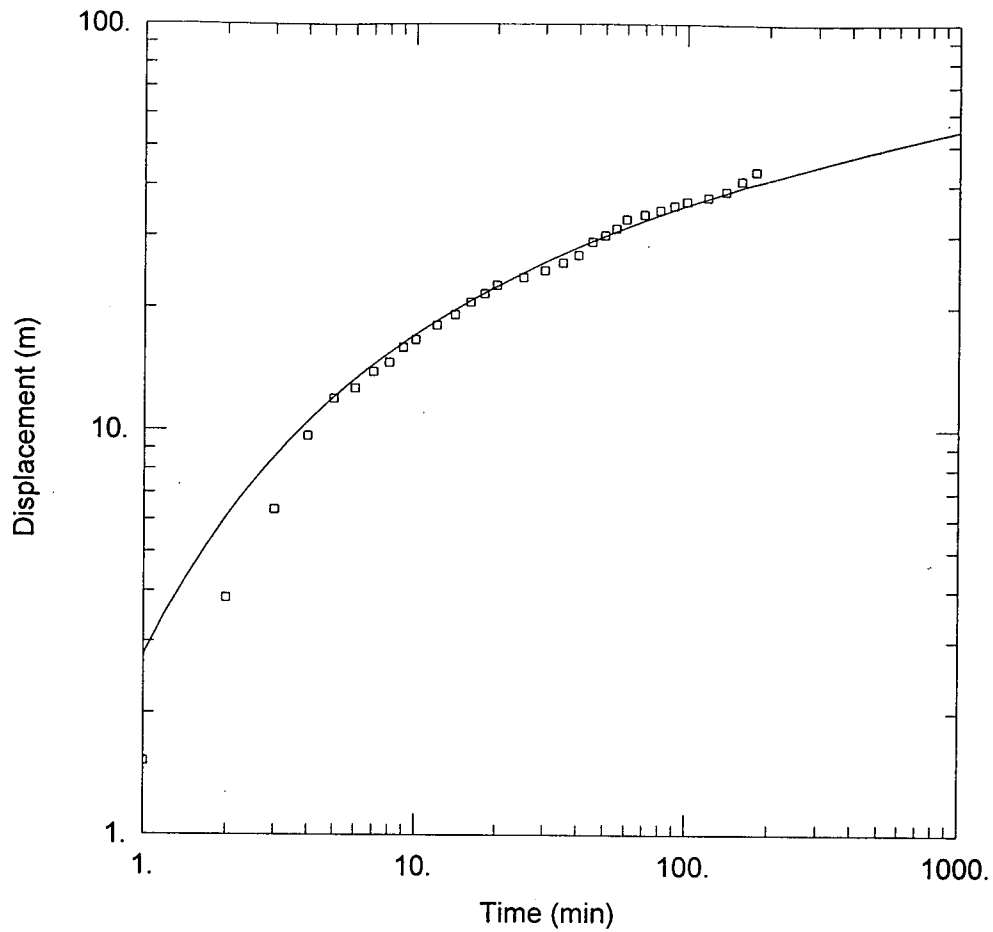
관정 번호	읍면	리	마을	표고 (m)	자연수위 (m)	전력사용량 (kwh)	계량기 번호	좌표(X)	좌표(Y)
D-127	고군면	내산	내동	12	2.16	1013.8	483404	140.65	112
D-128	고군면	내산	내동	14	3.42	94444.2	TH346023501	140.6	111.9
D-129	고군면	석현	석현	30		665.4	4898427	136.3	111.7
D-131	고군면	오상	오하	13.5		2024	220155	139.9	111.2
D-133	고군면	오상	지막	31		521.2	6105020	139.9	110.15
D-134	고군면	용장	용장	22.5	4.29	187.9	2935465	138.7	113.9
D-135	고군면	용호	용호	22	5.55	5037.8	297480	140.8	105.1
D-136	고군면	용호	용호	23		2105.2	232337	140.4	105.6
D-137	고군면	지막	지막	13		3529.3	6047078	140.8	108.4
D-138	고군면	지막	지막	9		1510.9	6002435	140.9	108.6
D-139	고군면	지막	지막	13.5		2493.7	6047079	140.6	109
D-142	고군면	지막	하굴	20.6	0.99	107.7	LG340283416	140.8	110
D-143	고군면	지막	하굴	9.5	5.35	172.4	PS340019917	140.9	110.2
D-145	고군면	지막	지막	31	1.01	1082.7	SC12165950	140.65	109.85
D-146	고군면	향동	모사	35		1229.9	255561	140.2	107.2
D-148	고군면	향동	모사	14.5	3.04	194.2	1209347	140.7	107.6
D-149	고군면	향동	모사	14.5	10.16	467.4	PS140142747	140.8	107.6
D-150	고군면	향동	모사	9	2.08	1962.7	865258	140.9	107.7
D-151	고군면	향동	모사	10.5		2839.6	255359	141.6	107.8
D-152	고군면	향동	대포	9		320.1	PS340036074	141.6	108
D-153	군내면	덕병	용인	4		2380.8	261392	133.95	115.75
D-155	군내면	둔전	둔전	8	11.56	1265.1	608875	135.6	114.7
D-156	군내면	둔전	둔전	7	6.33	928.1	6026360	135.65	114.8
D-157	군내면	둔전	둔전	5		1740.5	6001813	135.95	114.8
D-159	군내면	분토	한사	16	10.6	2168.5	211339	134.95	113
D-160	군내면	분토	분토	16	6.51	4051.2	212583	134.7	113.2
D-161	군내면	석현	월가	17.5	3.29	560.2	478702	134.85	111.8
D-162	군내면	석현	월가	19	3.9	1209.2	KH40418061	135.2	111.8
D-163	군내면	송산	상가	18	7.62	883.5	260477	135.9	112.6
D-165	군내면	송산	상가	15	4.41	1793.3	1141231	135.55	112.75
D-166	군내면			8		8788.3	380064	134.1	115.85
D-167	군내면	외동산	외동산	6		1949.9	960496	134.3	112.2
D-168	군내면			14		848.2	SC341452614	134.7	111.95
D-170	군내면	연산	연산	12.5	10.01	6691.2	1436425	134.7	115.75
D-171	군내면	연산	연산	13.5	9.83	14.8	TH346024066	135.2	115.85
D-172	군내면	연산	연산	13		163	6000637	135.4	114.9
D-173	군내면	금성	금성	3.5		1440.1	SC341452816	135.9	116.9
D-174	군내면	금성	금성	13	21.96	6950.8	184219	135.45	117.2
D-176	군내면	만금	만금	4	17	638.2	6033564	135.05	118.35
D-177	군내면	나리	나리	3		608.1	6000324	131.4	119.35
D-178	의신면	거룡	거룡	28	13.47	406.6	985702	133.7	103.5
D-179	의신면	거룡	거룡	26		964.3	6232144	133.3	103.5
D-180	의신면	거룡	신정	16		451.1	6501784	132.8	103.1
D-181	의신면	거룡	신정	33		2736.9	3105957	132.3	102.8

관정 번호	읍면	리	마을	표고 (m)	자연수위 (m)	전력사용량 (kwh)	계량기 번호	좌표(X)	좌표(Y)
D-182	의신면	거룡	만길	12	5.44	1.9	LG3401709	133.8	103.1
D-183	의신면	거룡	만길	17		667.7	412523	134	103
D-184	의신면	금갑	금갑			420.7	6001794	130.95	100.5
D-185	의신면	금갑	금갑			3241.7	212025	130.95	100.6
D-186	의신면	송정	활곡	18		2892.9	6610781	135.7	101.3
D-187	의신면	송정	활곡	16	3.71	534.4	6113950	135.6	101.4
D-188	의신면	송정	활곡	10		4032.15	128172	134.9	101.5
D-189	의신면	송정	송정	18.5	5.1	0.5	TH346025316	132.8	101.7
D-190	의신면	송정	송정	17		3195.2	1248832	132.6	101.7
D-191	의신면	송정	송정	14		1340.1	212550	132.7	102
D-192	의신면	송정	탑곡	6		4477.3	2936942	132.1	102.4
D-193	의신면	연주	응덕	10.5		2770.7	212585	136.7	104.2
D-194	의신면	연주	응덕	9	6.4	745.8	TH1410336	136.8	104.3
D-195	의신면	연주	응덕	18		1353.3	7594148	136.8	104.4
D-197	의신면	연주	응덕	25		2448.3	6001795	136.8	104.5
D-198	의신면	연주	응덕	24		2496.4	1119863	136.8	104.6
D-199	의신면	연주		32		1338.8	5235119	138.6	104.1
D-200	의신면	연주		43		0.1	KH346012717	138.6	104.1
D-201	의신면	옥대	옥대	21	4.58	124.1	LG340210696	135.2	104.9
D-202	의신면	창포	가단	28		3770.3	6028784	132.1	105.2
D-203	의신면	창포	가단	19		5277.4	174201	133.2	105.1
D-204	의신면	창포	창포	5		322	211271	134.1	104.1
D-205	의신면	청룡	청룡	22	5.5	781.8	KH140423030	135.4	104.9
D-206	의신면	청룡	청룡	34		71	6030448	135.7	105.2
D-207	의신면	청룡	청룡	31	3.76	151.8	3105955	135.8	105
D-208	의신면	청룡	청룡	26		41.5	KH140417252	135.7	104.9
D-209	의신면	칠전	칠전	14		435.1	212651	131.2	105.6
D-210	의신면	칠전	중굴	23.5		9409.7	1124148	130.6	105.3
D-211	의신면	칠전	중굴	27.5		5545.2	607505	130.5	105.25
D-212	의신면	칠전	중굴	19	2.64	2602.1	608796	130.4	105.3
D-214	의신면	칠전	중굴	17.5	1.42	3107.1	5087475	130.4	105.55
D-216	의신면	향교		15		1229.1	5077409	133.9	105
D-217	임회면	고정	길우	10.5		1632.4	415805	128.05	103.2
D-218	임회면	고정	길우	13.5	2.55	2356.1	5082436	128.3	103.05
D-219	임회면	고정	길우	15	6.51	858.9	329588	128.4	103.2
D-220	임회면	봉상	봉상	23	1.59	802.7	6027664	126.35	99.6
D-221	임회면	봉상	봉상	29	4.67	3072.9	484549	126.8	99.75
D-222	임회면	봉상	봉상	40		4491.4	605193	126.75	100
D-223	임회면	산박리	광전	5.1	0.92	4547.5	8150606	129.15	104.4
D-224	임회면	산박리	광전	17.5	11.75	491.2	4267152	129.4	104.2
D-225	임회면	산박리	광전	13	7.62	3528.8	265353	129.3	104.2
D-226	임회면	산박리	광전	7	3.96	1619.7	102222	129.3	104.15
D-227	임회면	산박리	광전	11.5		2053.9	8073280	129.3	104
D-229	임회면	상만	중만	35	3.34	3447.4	6029693	127.3	98.25

관정 번호	읍면	리	마을	표고 (m)	자연수위 (m)	전력사용량 (kwh)	계량기 번호	좌표(X)	좌표(Y)
D-230	임회면	상만	상만	41		182.5	SC341452692	128.7	98.5
D-231	임회면	상만	귀성	28		1768.7	3105808	129	98.4
D-232	임회면	선항리	선항	5	5.78	3945.7	1435374	128.8	105.5
D-233	임회면	선항리	선항	6.5	2.31	414.4	260379	128.85	105.5
D-234	임회면	선항리	선항	8		1366.4	381242	128.9	105.45
D-235	임회면	선항리	선항	12.5	10.82	575.4	6411675	128.95	105.45
D-236	임회면	선항리	선항	16.5	10.24		4007933	129	105.45
D-237	임회면	선항리	선항	19.5		1825.5	294786	129.05	105.5
D-239	임회면	선항리	선항	19.5		1484.5	LG340279794	129.11	105.5
D-240	임회면	선항리	선항	8.5	7.13	297.5	211518	129.1	104.95
D-242	임회면	용호	강계	13	8.32	263.2	LG34027978	131.9	100.4
D-243	임회면	용호	강계	9.5		5268.2	261015	132	100.2
D-244	임회면	중립	중립	42.5	11.96	1477.2	6011760	131	99.35
D-245	임회면	장구포	장구포	15.5	21.16	267.4	293076	128.75	105.85
D-246	임회면	장구포	장구포	8	12.99	504	609219	128.65	105.9
D-247	임회면	장구포	장구포	7.5	9.59	146.7	6046331	128.65	105.85
D-248	임회면	장구포	장구포	6	6.84	3798.7	1173441	128.8	105.6
D-249	지산면	가치		3	1	4298.4	1020851	119.7	104.6
D-250	지산면	가치		12	2.4	153.7	1250333	119.4	104.4
D-251	지산면	가치		19	3.49	833.3	1081932	119.25	104.3
D-252	지산면	가치		13.5		1437.6	100620	129.4	104.2
D-253	지산면	가치		13.5		1774.7	107418	129.45	104.1
D-254	지산면	가치		13.5	3.34	4906.8	1155089	129.4	104.1
D-255	지산면	가치		15		139.4	1035140	119.45	103.5
D-256	지산면	가치		10	3.57	784.2	LG140622977	119.4	103.4
D-257	지산면	상당	외삼당	25		605.9	1310135	123.9	104.35
D-258	지산면	오류	오류	2	5.92	158.5	1003175	121.6	101.55
D-259	지산면	오류	대천	6		3820.9	8882752	121.6	101.5
D-260	지산면	오류	대천	5.5	2.92	413.6	5486315	121.65	101.45
D-261	지산면	오류	대천	6		1876.3	1027928	121.7	101.45
D-262	지산면	와우	큰와우동	15		169	6000034	120.55	104.8
D-263	지산면	와우	와우	8	3.42	2486.2	1222875	120.25	105.2
D-264	지산면	인지	인지	26	1.95	2758.9	1226694	123.55	104
D-266	지산면	인지	관마	12		8.1	6017339	123.5	102
D-267	지산면	보전	윗봉암		1.55	1007.9	505259		
D-268	지산면	보전	상보전	5		544.2	LG340280427	124.45	106.45
D-269	진도읍	소포	소포		1.25	382.9	114154		
D-270	진도읍	수역	수역		12.68	0.1	6015791		
D-271	진도읍	수역	수역		12.09	43.8	6103933		
D-272	진도읍	산월	산월		27.2	488.8	TH346001083		

2. 양수시험자료 및 해석도

여 백



진도군 광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\진도군\양수시험(진도)\군내둔전.aqt
 Date: 01/07/02 Time: 16:29:14

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
 Project: 대수성시험
 Test Location: 군내 둔전
 Test Well: 군내 둔전

AQUIFER DATA

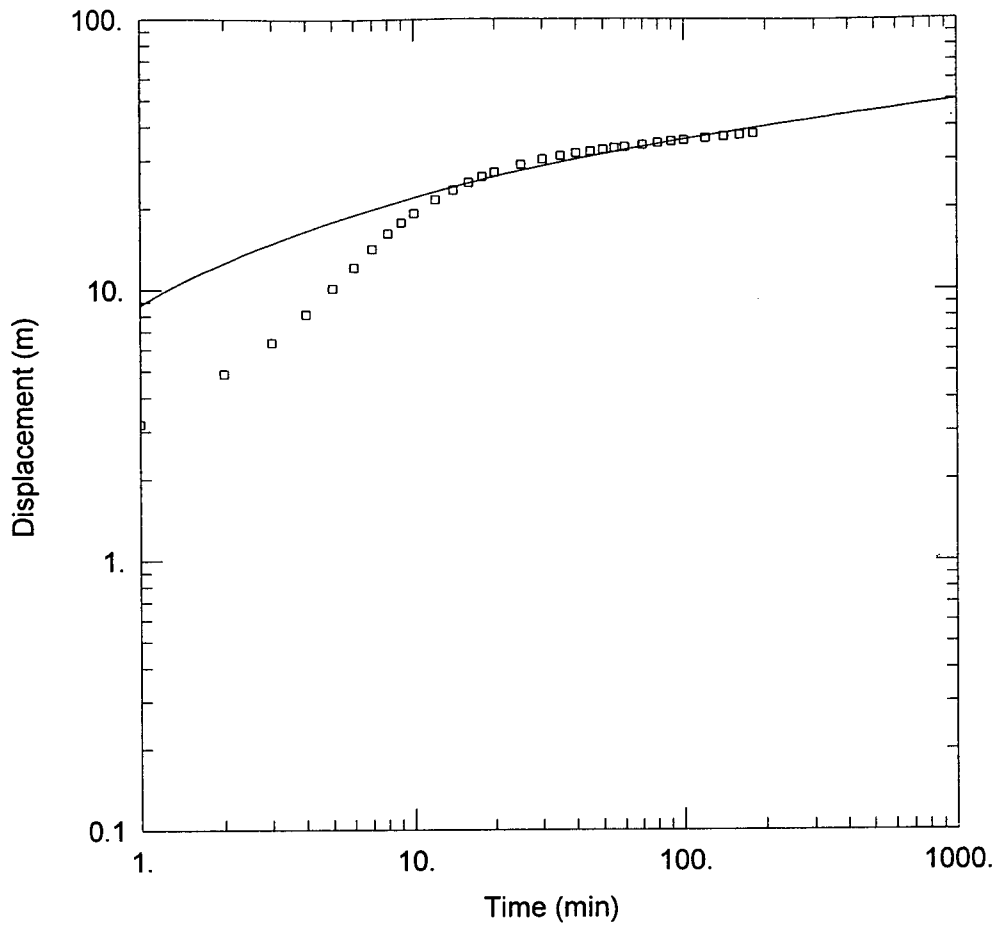
Saturated Thickness: 100. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells			Observation Wells		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
군내 둔전	0	0	□ 군내 둔전	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis
 T = 1.448 m²/day S = 0.1518



진도군 광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\진도군\양수시험(진도)\군내만금.agt
 Date: 01/07/02 Time: 16:29:19

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
 Project: 대수성 시험
 Test Location: 군내만금
 Test Well: 군내만금

AQUIFER DATA

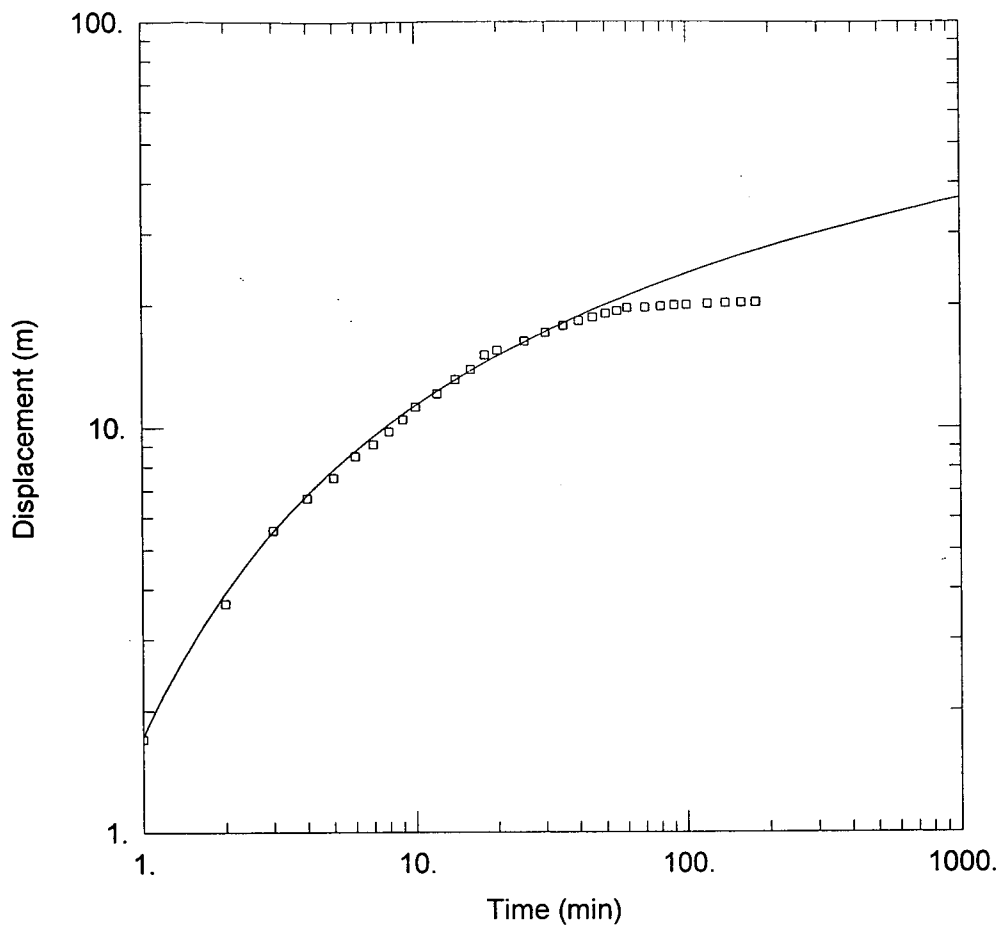
Saturated Thickness: 100. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells			Observation Wells		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
군내만금	0	0	군내만금	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis
 T = 1.367 m²/day S = 0.02965



진도군 광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\진도군\양수시험(진도)\군내외동산.aqt
 Date: 01/07/02 Time: 16:28:41

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
 Project: 대수층 시험
 Test Location: 군내 외동산
 Test Well: 군내 외동산

AQUIFER DATA

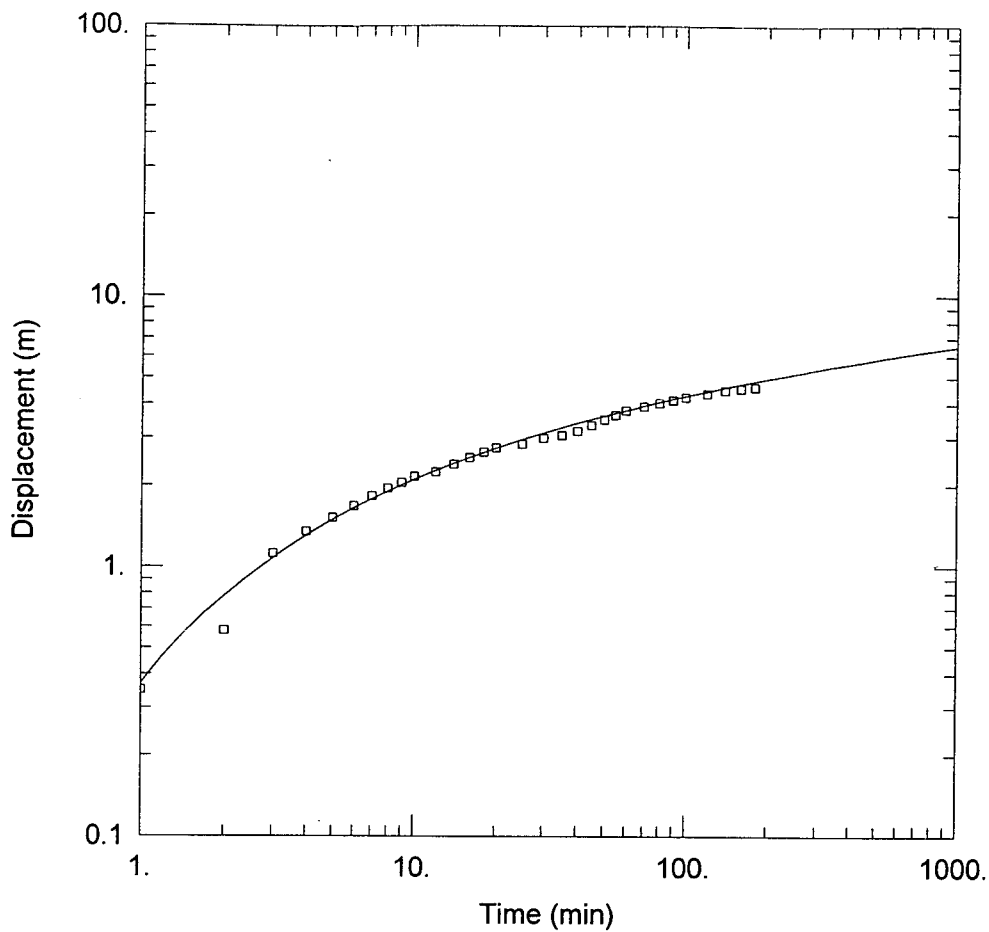
Saturated Thickness: 95. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells			Observation Wells		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
군내 외동산	0	0	□ 군내 외동산	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis
 T = 2.838 m²/day S = 0.3172



진도군 광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\진도군\양수시험(진도)\군내월가.aqt
 Date: 01/07/02 Time: 16:28:46

PROJECT INFORMATION

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

AQUIFER DATA

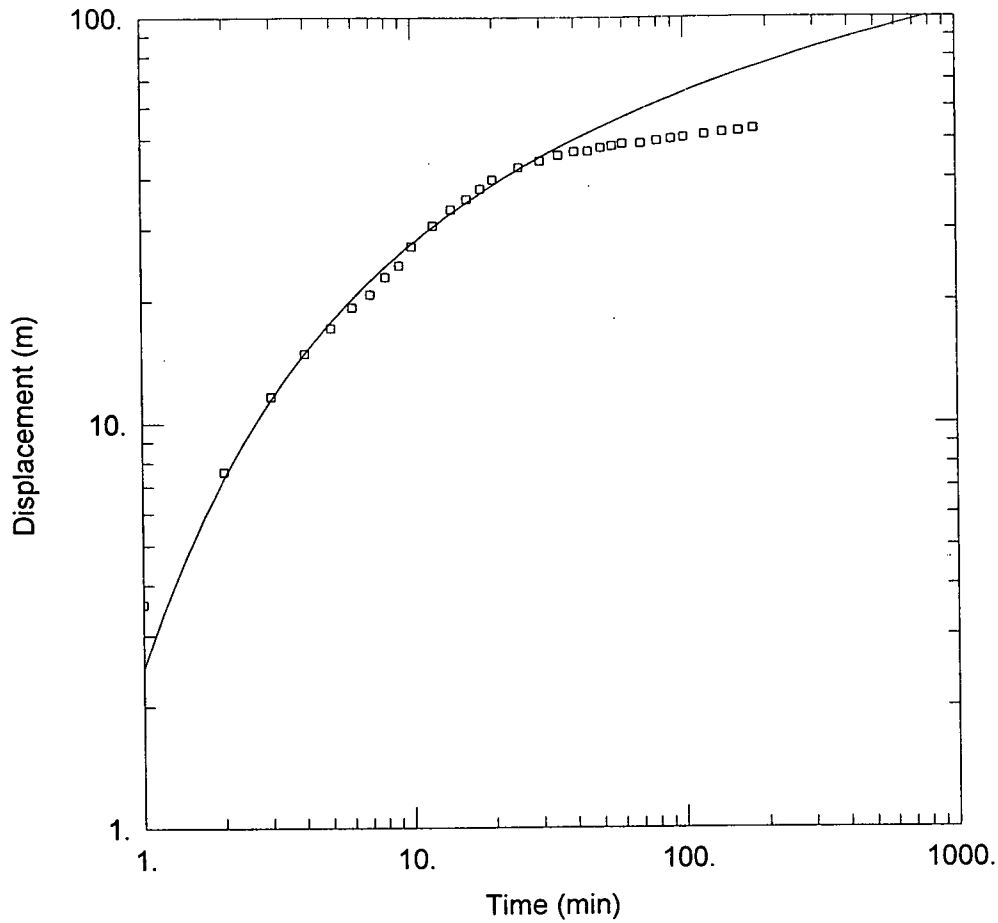
Saturated Thickness: 80. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells			Observation Wells		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
군내월가	0	0	□ 군내월가	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis
 T = 16.31 m²/day S = 1.571



진도군 광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\진도군\양수시험(진도)\삼막1호.aqt
 Date: 01/21/02 Time: 15:50:28

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
 Project: 대수성 시험
 Test Location: 임회 삼막1
 Test Well: 임회 삼막1

AQUIFER DATA

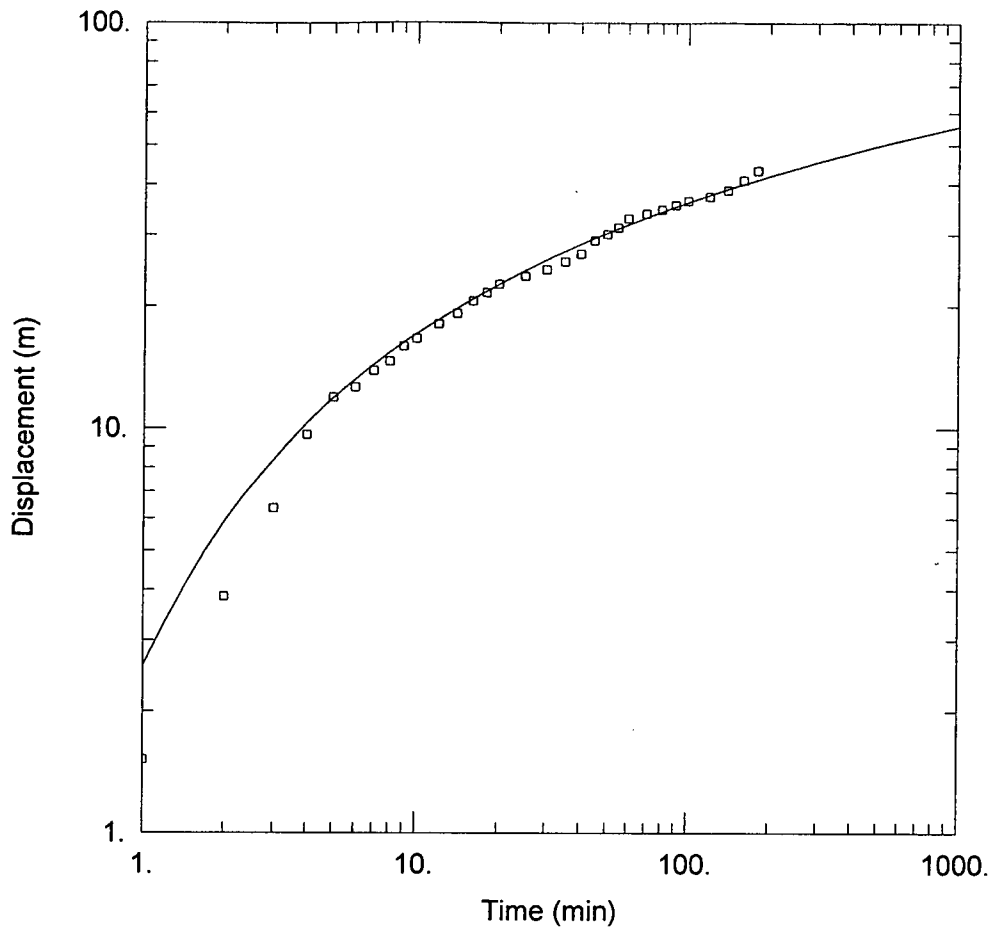
Saturated Thickness: 100. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells			Observation Wells		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
임회 삼막1	0	0	□ 임회 삼막1	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis
 T = 0.9338 m²/day S = 0.1625



진도군 광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\진도군\양수시험(진도)\삼막2호.aqt
 Date: 01/07/02 Time: 16:28:26

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
 Project: 대수성시험
 Test Location: 임회 삼막2
 Test Well: 임회 삼막2

AQUIFER DATA

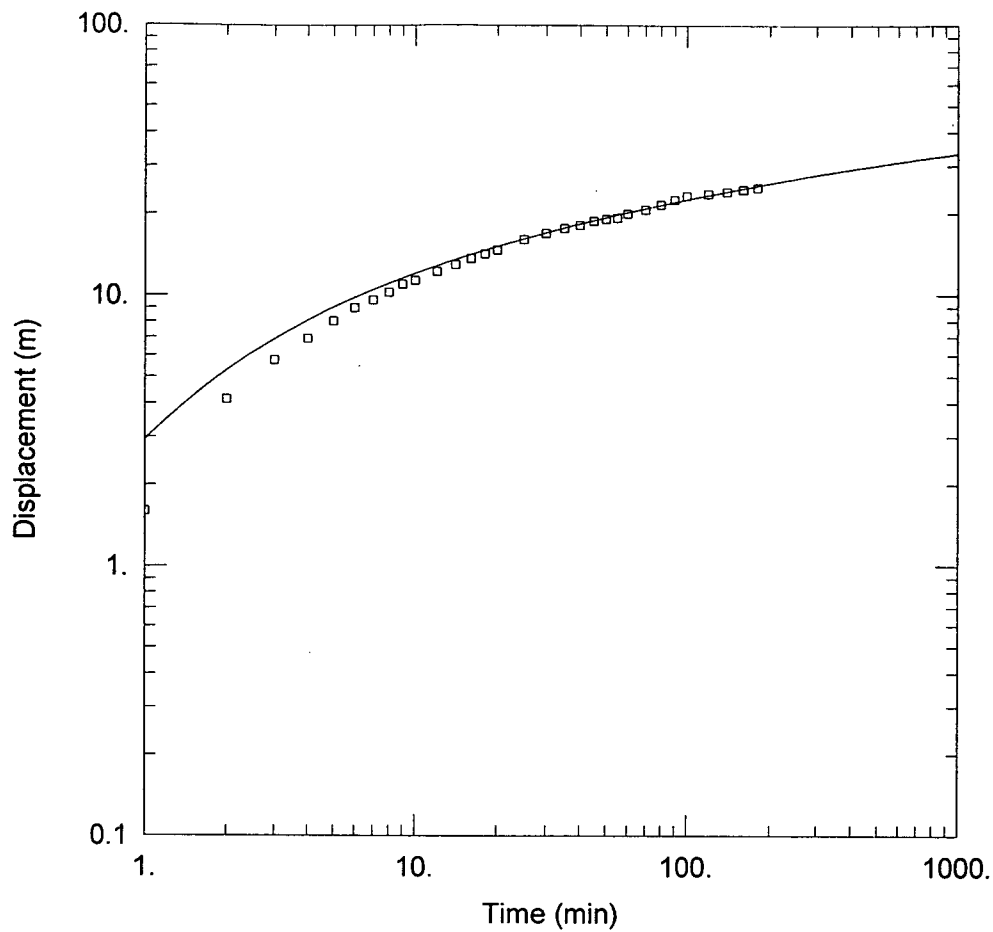
Saturated Thickness: 100 m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells			Observation Wells		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
임회 삼막2	0	0	□ 임회 삼막2	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis
 T = 1.405 m²/day S = 0.1578



진도군 광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\진도군\양수시험(진도)\의신응덕1.aqt
 Date: 01/07/02 Time: 16:28:22

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
 Project: 대수성 시험
 Test Location: 의신 응덕1
 Test Well: 의신 응덕1

AQUIFER DATA

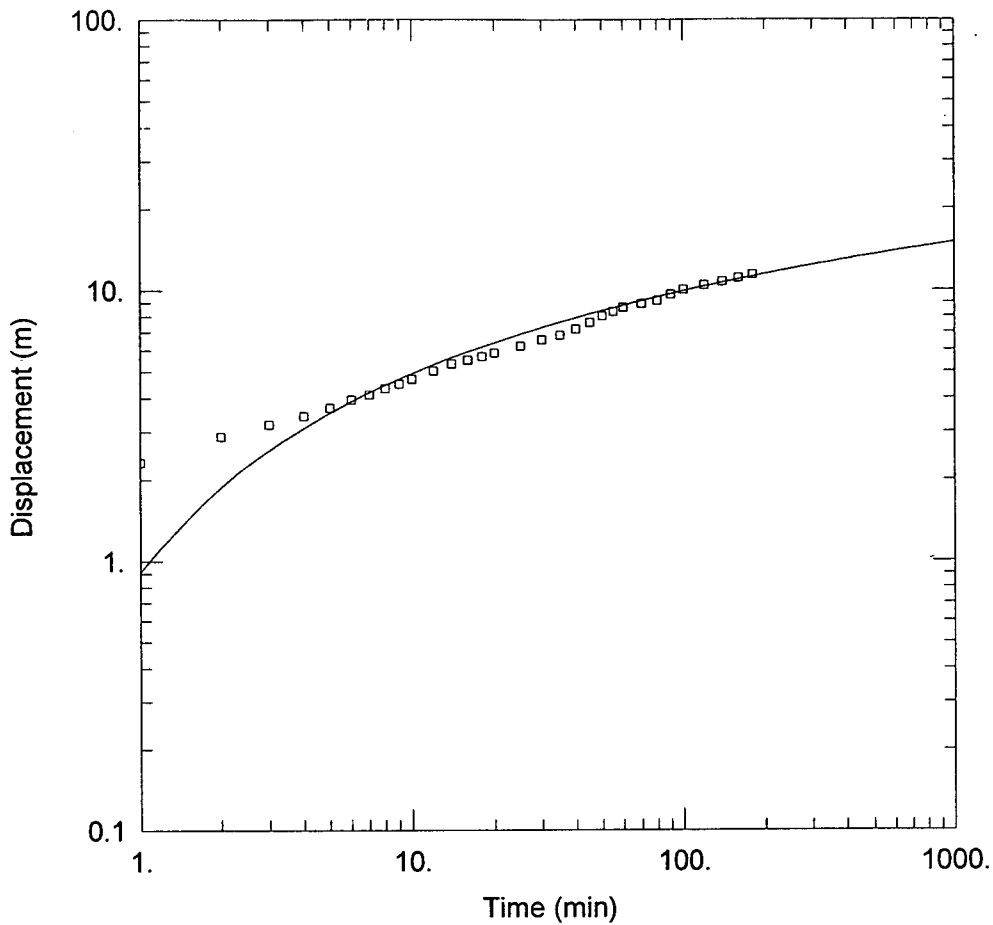
Saturated Thickness: 95 m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells			Observation Wells		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
의신응덕1	0	0	□ 의신응덕1	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis
 T = 3.408 m²/day S = 0.2116



진도군 광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\진도군\양수시험(진도)\의신응덕2.aqt
 Date: 01/07/02 Time: 16:28:17

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
 Project: 대수성 시험
 Test Location: 의신응덕2
 Test Well: 의신응덕2

AQUIFER DATA

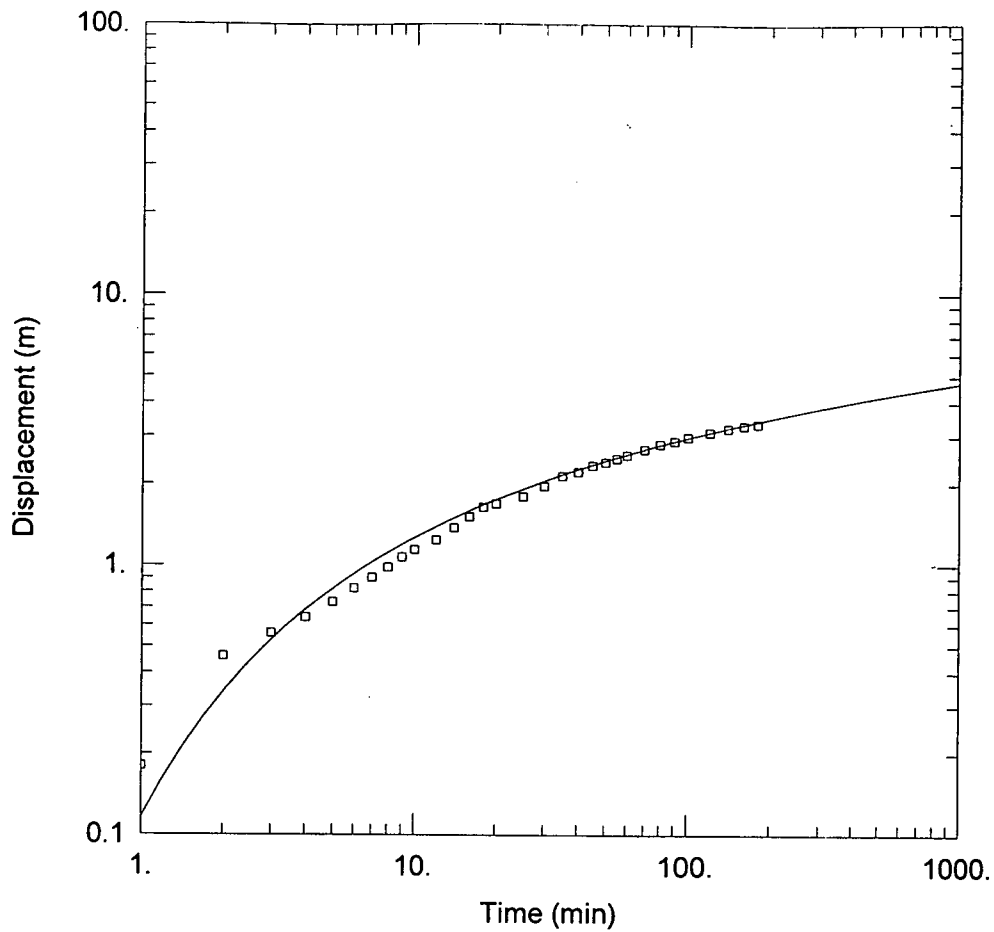
Saturated Thickness: 80. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells			Observation Wells		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
의신응덕2	0	0	□ 의신응덕2	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis
 T = 6.204 m²/day S = 0.5618



진도군 광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\진도군\양수시험(진도)\의신중굴.agt
 Date: 01/07/02 Time: 16:28:07

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
 Project: 대수성 시험
 Test Location: 의신중굴
 Test Well: 의신중굴

AQUIFER DATA

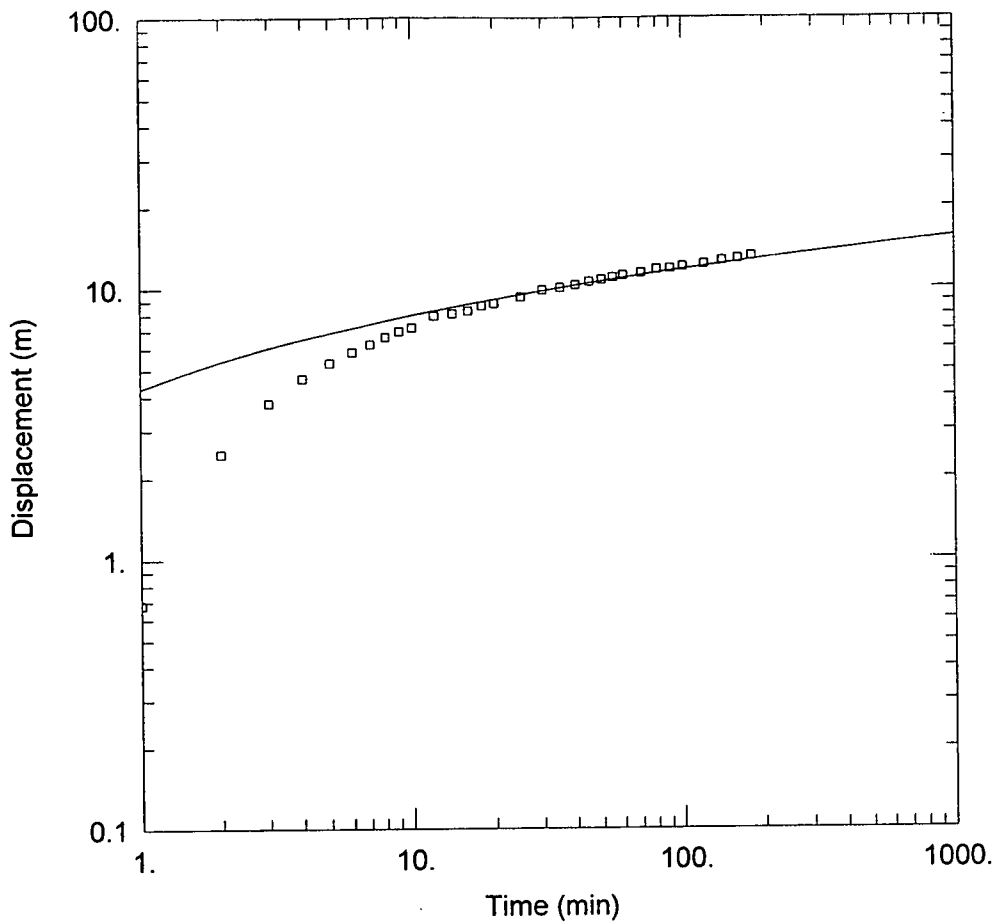
Saturated Thickness: 76. m Anisotropy Ratio (K_z/K_r): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells			Observation Wells		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
의신중굴	0	0	□ 의신중굴	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis
 $T = 17.47 \text{ m}^2/\text{day}$ $S = 3.001$



진도군 광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\진도군\양수시험(진도)\지산거제.aqt
 Date: 01/07/02 Time: 16:32:04

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
 Project: 대수성 시험
 Test Location: 지산 거제
 Test Well: 지산 거제

AQUIFER DATA

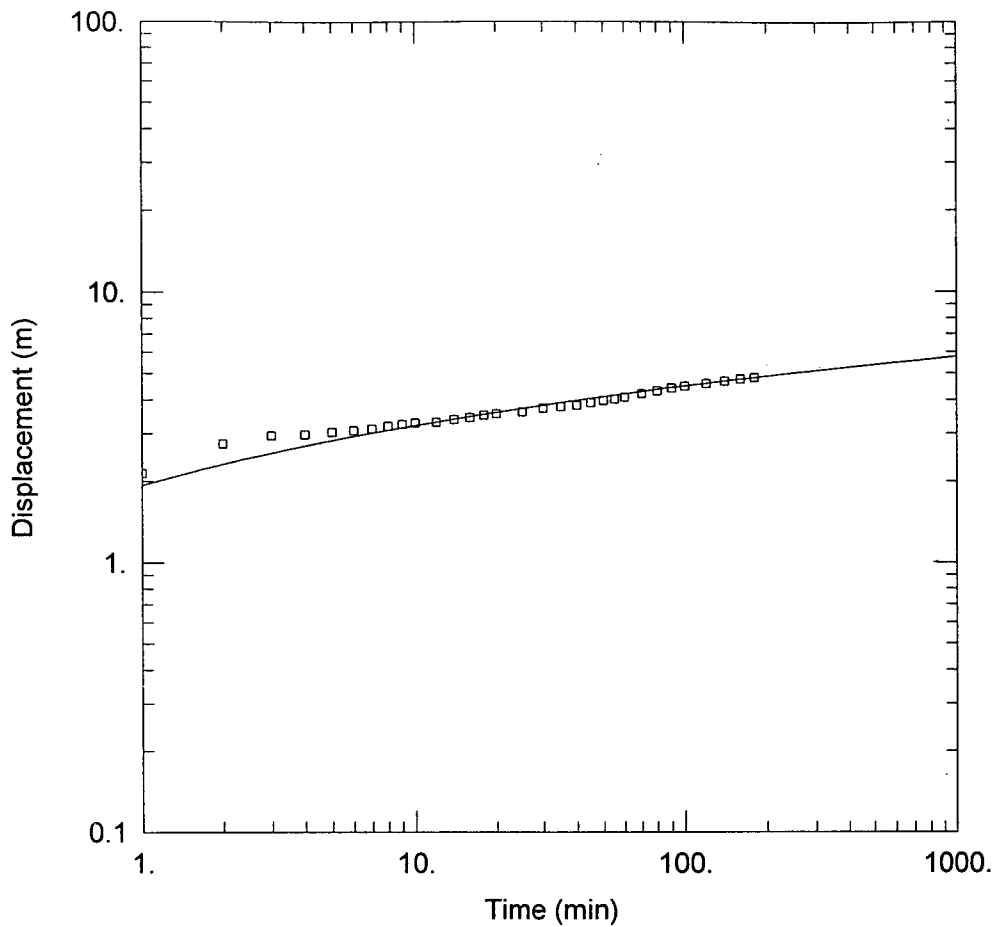
Saturated Thickness: 83. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells			Observation Wells		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
지산 거제	0	0	□ 지산 거제	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis
 T = 8.807 m²/day S = 0.05146



진도군 광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\진도군\양수시험(진도)\지산봉성.agt
 Date: 01/07/02 Time: 16:32:12

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
 Project: 대수성 시험
 Test Location: 지산봉성
 Test Well: 지산봉성

AQUIFER DATA

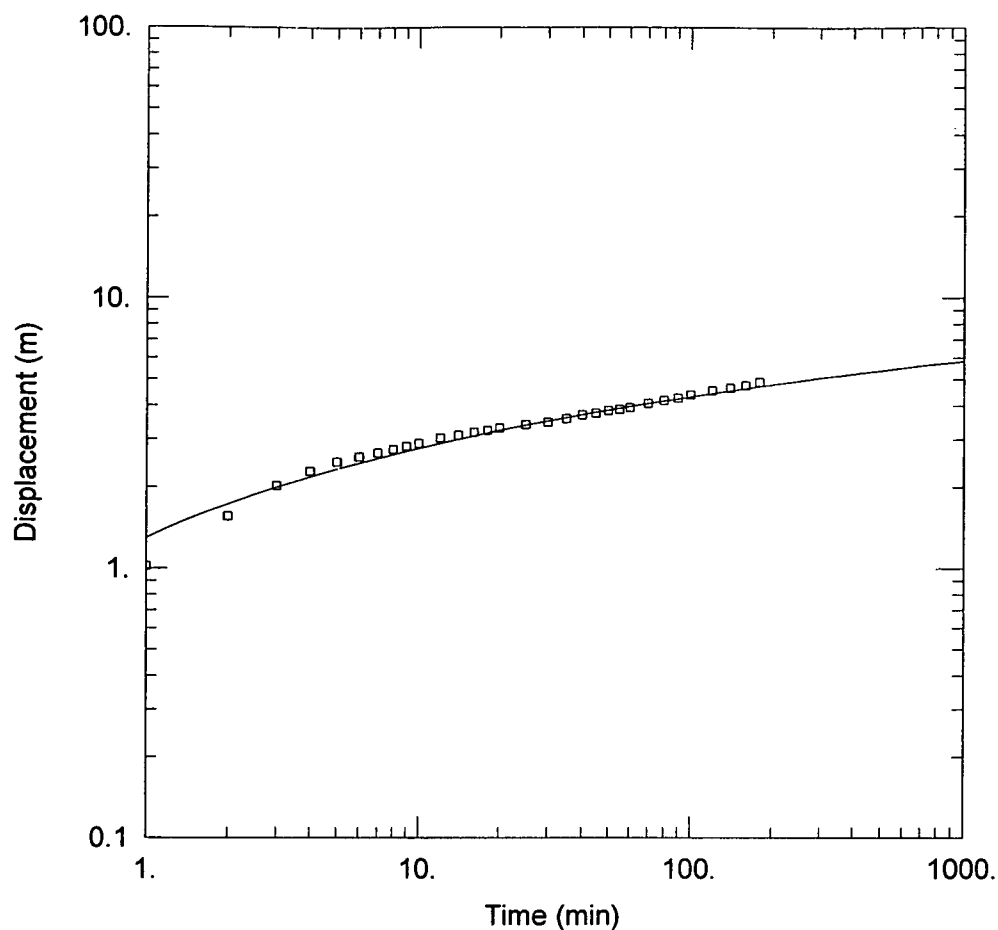
Saturated Thickness: 80. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells			Observation Wells		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
지산봉성	0	0	□ 지산봉성	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis
 T = 31.4 m²/day S = 0.07803



진도군 광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\진도군\양수시험(진도)\지산상고야.agt

Date: 01/07/02

Time: 16:32:42

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사

Project: 대수성 시험

Test Location: 지산 상고야

Test Well: 지산 상고야

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 100 m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
지산 상고야	0	0

Well Name	X (m)	Y (m)
□ 지산 상고야	0.1	0.1

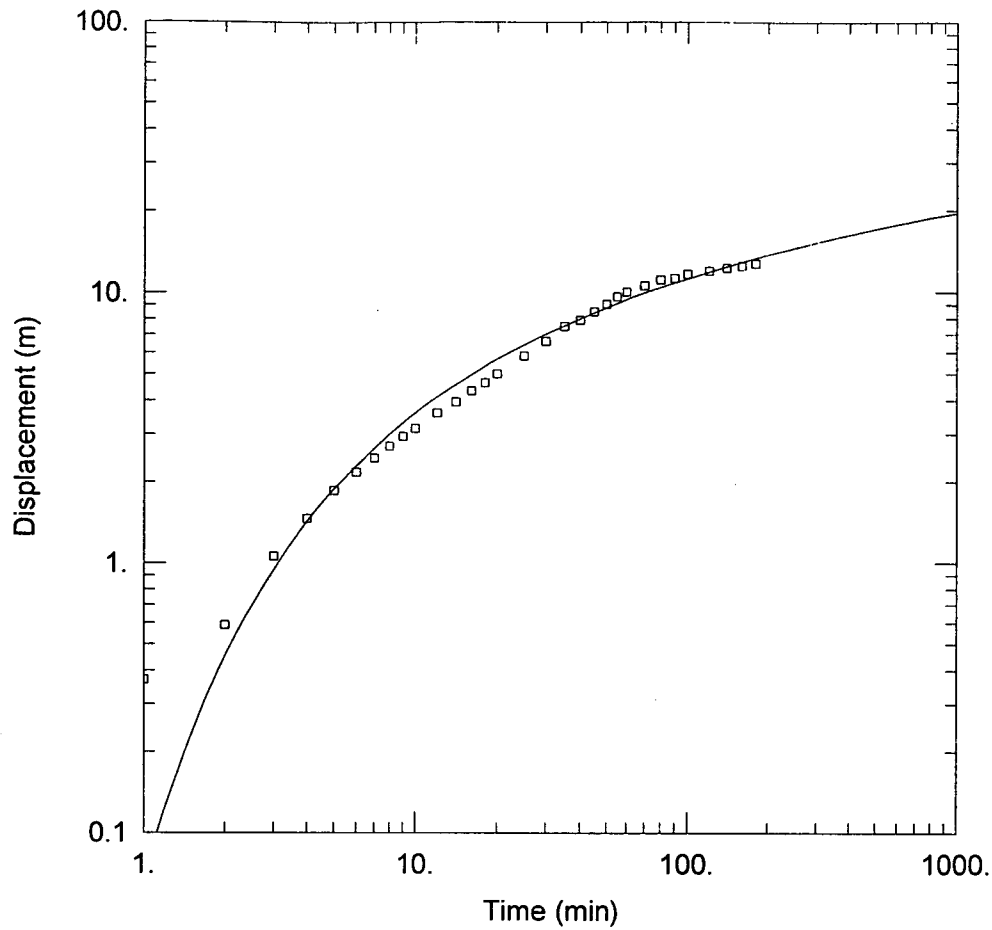
SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

T = 25.07 m²/day

S = 0.3044



진도군 광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\진도군\양수시험(진도)\지산상보전.aqt
 Date: 01/07/02 Time: 16:32:52

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
 Project: 지산상보전
 Test Location: 지산상보전
 Test Well: 지산상보전

AQUIFER DATA

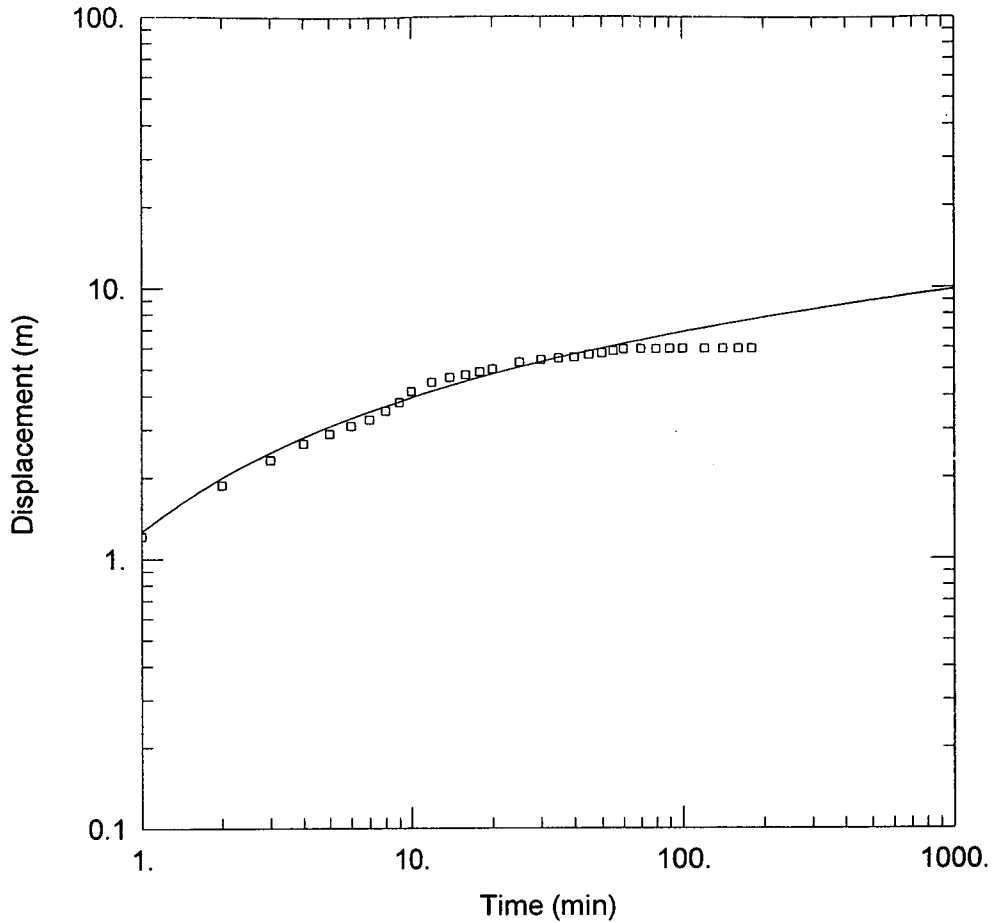
Saturated Thickness: 76. m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells			Observation Wells		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
지산상보전	0	0	□ 지산상보전	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis
 T = 3.256 m²/day S = 1.227



진도군 광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\진도군\양수시험(진도)\진도고정.aqt

Date: 01/07/02

Time: 16:32:59

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사

Project: 대수성 시험

Test Location: 진도고정

Test Well: 진도고정

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 90. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
진도고정	0	0
PW 2	0	0

Well Name	X (m)	Y (m)
□ 진도고정	0.1	0.1

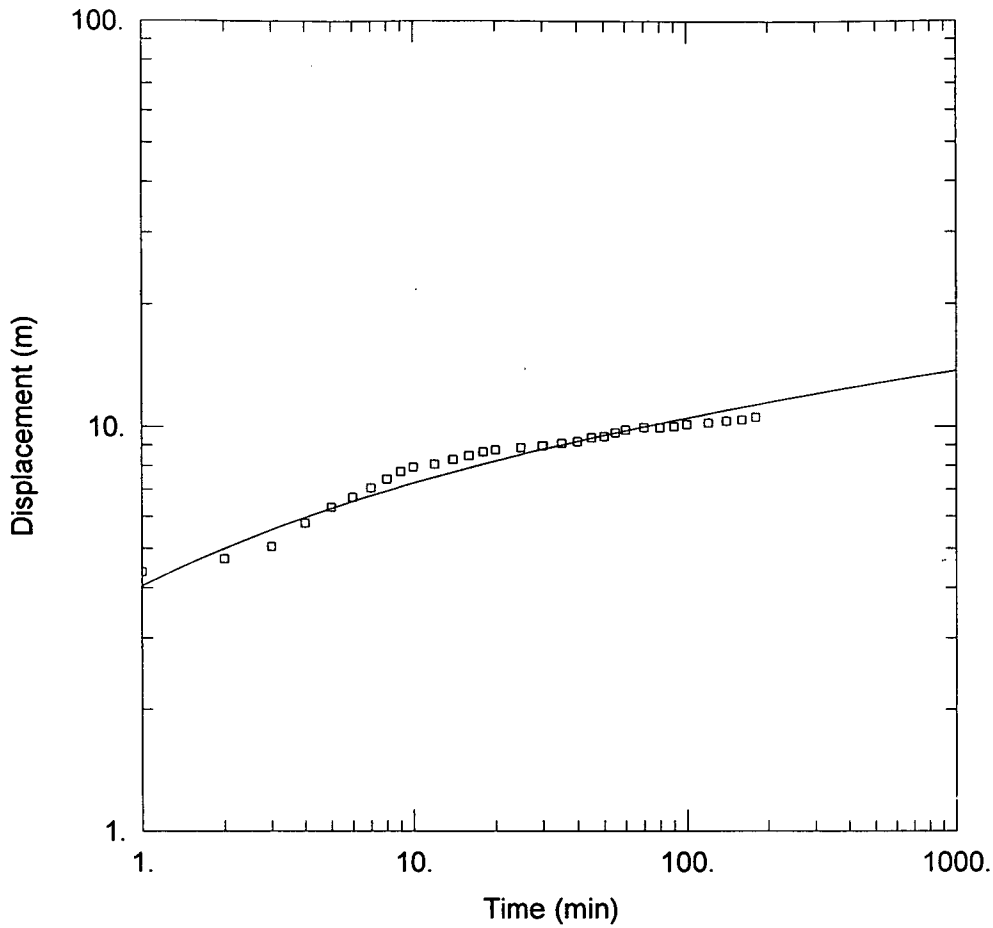
SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

T = 11.93 m²/day

S = 0.4508



진도군 광역수맥조사

Data Set: D:\광역수맥\보고서\진도군\양수시험(진도)\진도읍산월.aqt

Date: 01/07/02

Time: 15:39:26

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사

Project: 진도읍산월

Test Location: 진도읍산월

Test Well: 진도읍산월

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 90. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 0.1

WELL DATA

Pumping Wells

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
진도읍산월	0	0

Well Name	X (m)	Y (m)
진도읍산월	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

T = 9.782 m²/day

S = 0.04463

진도군광역수맥조사보고서

2001년 12월 일 발행

발 행 : 농림부, 농업기반공사

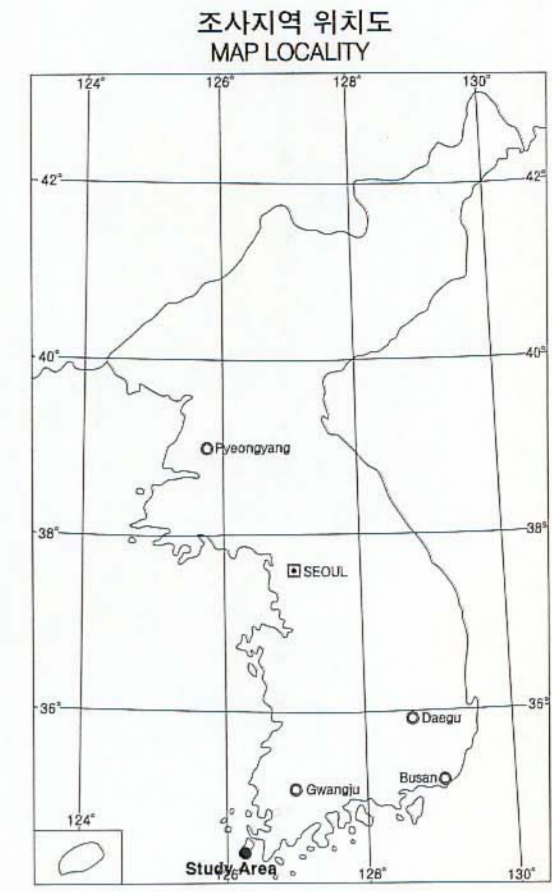
편 집 : 농업기반공사 지하수사업처

인 쇄 : 대영문화사 (02)2269-3881

진도지구 광역수맥도

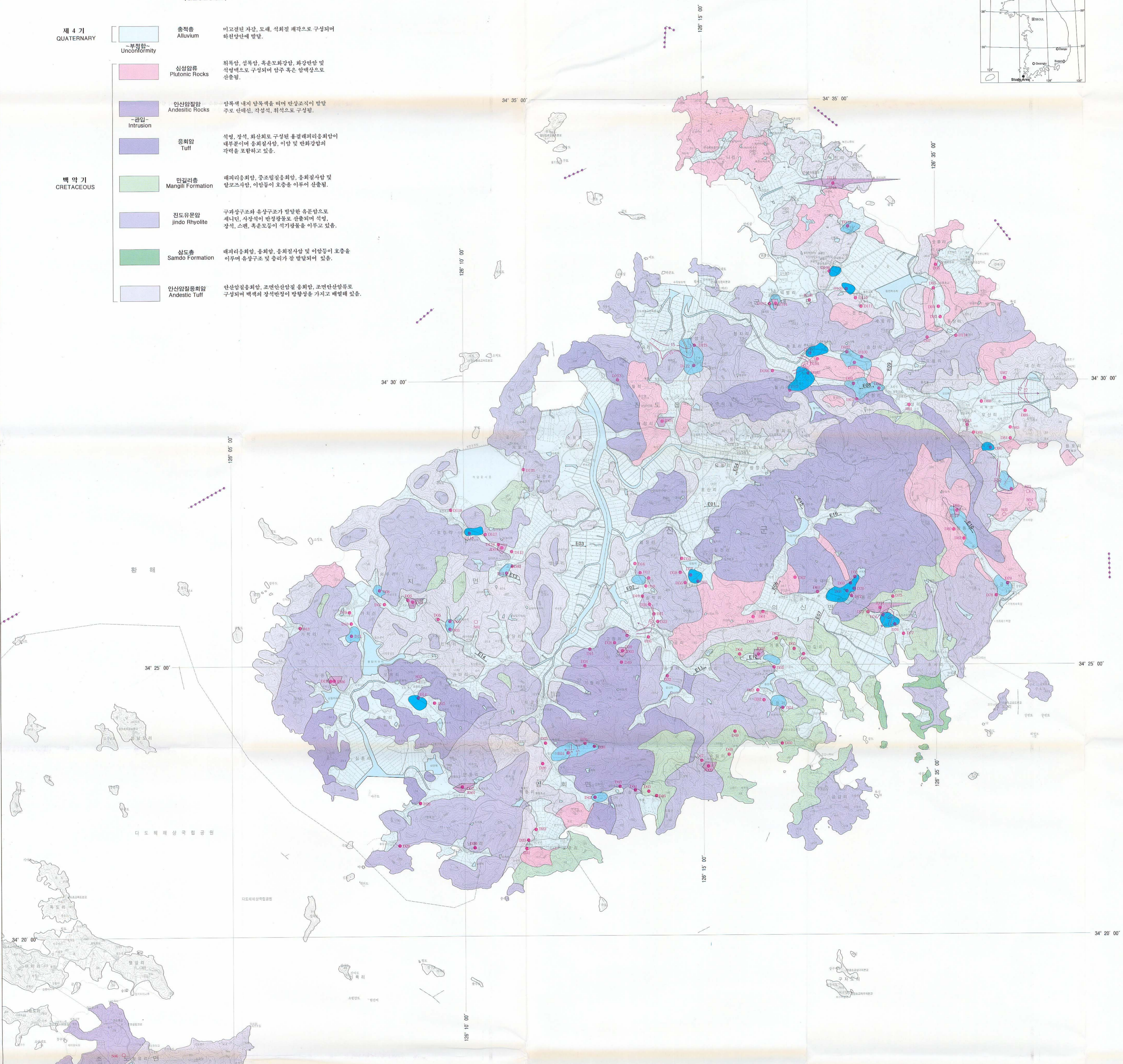
HYDROGEOLOGICAL MAP OF JINDO AREA

1 : 50,000



지질 (GEOLOGY)

제 4 기 QUATERNARY	출적층 Alluvium	이교결된 자갈, 모래, 석회질 제각으로 구성되어 하천강안애 발달.
	심성암류 Plutonic Rocks	휘석암, 석회암, 흑운모화강암, 화강편암 및 석영맥으로 구성되어 압주 혹은 암맥상으로 산출됨.
	안산암질암 Andesitic Rocks	암복벽 내지 담록색을 띠며 반상조각이 빈번 주로 안데신, 각섬석, 휘석으로 구성됨.
	응회암 Tuff	석영, 장석, 화산회로 구성된 용결테라이트응회암이 대부분이며 응회질사암, 이암 및 변화강암의 각력을 포함하고 있음.
백악기 CRETACEOUS	만길리층 Mangil Formation	에리이응회암, 중조립질응회암, 응회질사암 및 알코르사암, 이암들이 호층을 이루어 산출됨.
	진도유물암 Jindo Rhyolite	구와상구조와 유상구조기 발달된 유물암으로 세나린, 사장석이 반영상물로 산출되며 석영, 장석, 스펀, 흑운모등이 석기상물을 이루고 있음.
	삼도층 Samdo Formation	에리이응회암, 응회암, 응회질사암 및 이암들이 호층을 이루어 유상구조 및 중리가 잘 발달되어 있음.
	안산암질응회암 Andesitic Tuff	안산암질응회암, 조면안산암질 응회암, 조면안산암류로 구성되어 벽석의 장석편암이 방향성을 가지고 배열해 있음.



범례 (LEGEND)

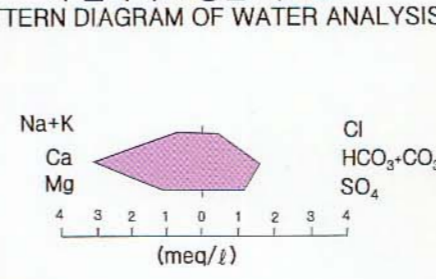
지하수 (GROUNDWATER)

- 지하수위등고선 Contours of groundwater table
- 기반암수질 등고선 Contours of Inferred Bedrock
- 지하수 유동방향 Direction of groundwater flow
- 함양관정 (6" dia. x 1.4')
- 충적관정 (dia. 1.6')
- 하천 River
- 계수용 100도/일 미만 지역 Potential Yield Capacity Area Under 100m³/day
- 계수용 100~200도/일 지역 Potential Yield Capacity Area Within 100~200m³/day
- 계수용 200도/일 이상 지역 Potential Yield Capacity Area over 200m³/day

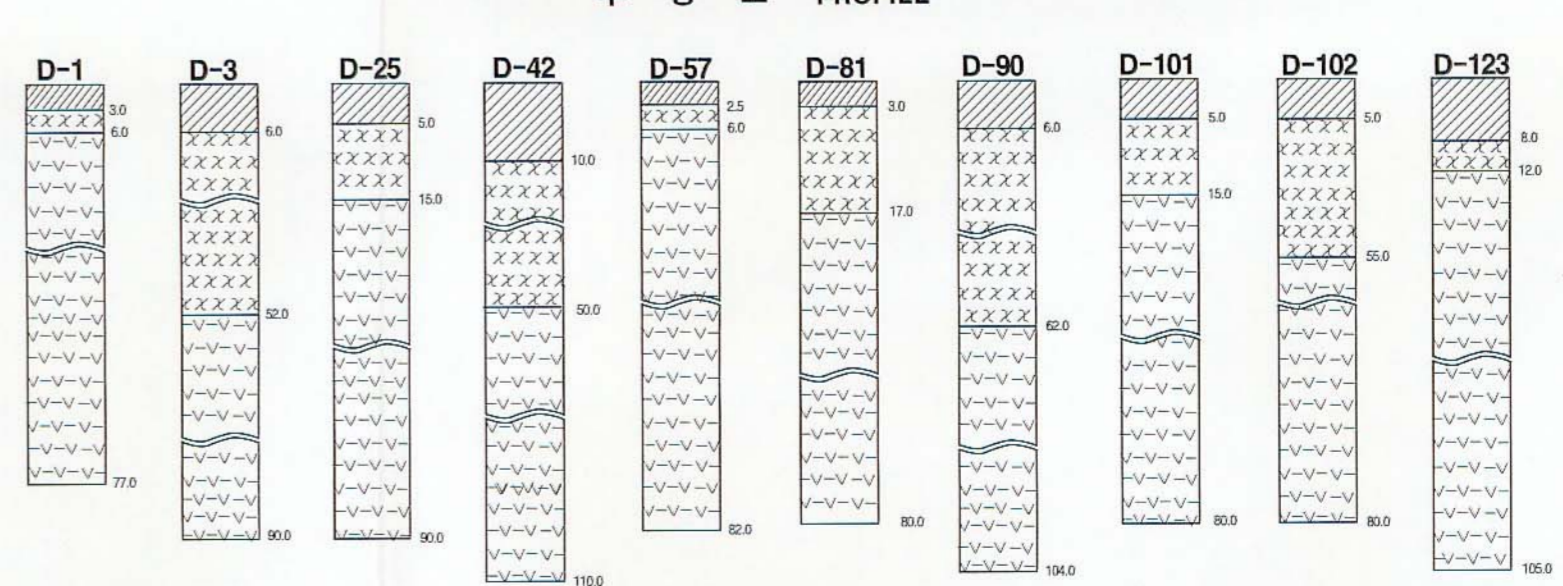
지질구조 (GEOLOGIC STRUCTURE)

- 단층 Fault
- 가설단층 Inferred Fault
- 지질경계선 Geologic Boundary
- 물리탐사 축선 Geophysical Survey Line
- 층리의 주향차 경사 Strike and Dip of Bedding
- 조사구역 Boundary of Study Area

수질의 주요성분 비교도 (PATTERN DIAGRAM OF WATER ANALYSIS)



주상도 (PROFILE)



범례 (Legend)

- 토사 Soil and Sand
- 풍화대 Weathered zone
- 연암 Soft rock

1. 대한수자원학회지 2002-39호 (2002년 2월 21일)
2. 본 지도는 국립지리원 발행 1 : 50,000 지형도를 기본으로 사용하며, 재작성함.