

# 구례군광역수맥조사보고서

2000.

농 립 기 반 공 사  
농 립 기 반 공 사



# 목 차

1. 서 언 .....	7
1-1. 조사목적 .....	8
1-2. 조사내용 .....	8
2. 조사지역 개요 .....	10
2-1. 위치, 교통 및 면적 .....	10
2-2. 토지이용 및 산업현황 .....	13
2-2-1. 읍·면별 토지이용 특성 .....	13
2-2-2. 읍·면별 산업현황 특성 .....	15
2-3. 수문기상 .....	16
2-3-1. 기 온 .....	17
2-3-2. 강 수 량 .....	18
2-3-3. 증발산량 .....	22
3. 수문지질조사 .....	24
3-1. 지형 및 지질 .....	24
3-1-1. 지형 .....	24
3-1-2. 지질 .....	24
3-2. 물리탐사 .....	30
3-2-1. 원격탐사 .....	30
3-2-2. 전기비저항탐사 .....	32
3-3. 양수시험 .....	45
3-3-1. 시설관정 양수시험 .....	45
3-4. 대수층 특성 .....	47
4. 시설관정 이용실태조사 .....	48
4-1. 시설관정 현황조사 .....	48
4-1-1. 시설별, 용도별 이용현황 .....	48
4-2. 시설관정 지하수위조사 .....	53

<b>5. 수질 및 잠재오염원조사</b> .....	57
5-1. 현장간이수질검사 .....	59
5-2. 주요이온 분석결과 .....	61
5-3. 먹는물 기준 수질검사결과 .....	66
5-4. 잠재오염원 조사 .....	72
<b>6. 지하수자원의 부존성 평가</b> .....	75
6-1. 물수지 분석 .....	75
6-1-1. 강 수 량 .....	76
6-1-2. 유출분석 .....	76
6-1-3. 함양량분석 .....	77
6-2. 지하수부존량 및 개발가능량 .....	78
6-2-1. 지하수부존량 .....	78
6-2-2. 지하수개발가능량 .....	79
6-2-3. 지하수개발예정위치 선정 .....	81
<b>7. 지하수자원 개발계획</b> .....	82
7-1. 용도별 소요수량 .....	82
7-2. 지하수 개발계획 .....	84
<b>8. 지하수 보전 관리</b> .....	85
8-1. 지하수 환경재해 .....	85
8-2. 지하수 보전구역 .....	87
<b>9. 결 론</b> .....	88
<b>10. 참고문헌</b> .....	90

# 표 목 차

〈표 1-1〉 조사실적 .....	9
〈표 2-1〉 구례군 행정구역일람표 .....	11
〈표 2-2〉 구례군 토지지목별 읍면별 면적 .....	13
〈표 2-3〉 구례군 도로현황 .....	14
〈표 2-4〉 구례군 가축현황 .....	14
〈표 2-5〉 구례군 산업대분류별 사업체수 .....	15
〈표 2-6〉 구례군 최근 10년간 기상현황 .....	16
〈표 2-7〉 구례군 연도별, 월별 평균일조시간 .....	17
〈표 2-8〉 구례군 연도별, 월별 평균기온 .....	18
〈표 2-9〉 구례군 연도별, 월별 평균강수량 .....	20
〈표 2-10〉 구례군 연도별 증발산량 분포 .....	23
〈표 2-11〉 구례군 연도별, 월별 증발량 분포 .....	23
〈표 3-1〉 구례군 지질계통 .....	25
〈표 3-2〉 전기비저항 쌍극자탐사 측선 총괄표 .....	32
〈표 3-3〉 기설관정 양수시험 총괄표 .....	46
〈표 4-1〉 지하수 시설별현황 .....	48
〈표 4-2〉 지하수 읍면별, 용도별현황 .....	48
〈표 4-3〉 구례군 기설관정 조사현황 .....	49
〈표 4-4〉 구례군 기설관정 자연수위 관측현황 .....	54
〈표 5-1〉 현장간이수질검사결과 .....	60
〈표 5-2〉 주요이온성분 수질검사결과 .....	63
〈표 5-3〉 먹는물기준 수질검사결과 .....	69
〈표 5-4〉 오염원의 종류 .....	72
〈표 5-5〉 O.T.A 잠재오염원 분류 .....	73
〈표 5-6〉 구례군 잠재오염원현황 .....	74

〈표 6-1〉	한국의 지하수부존량(농기공, 1991) .....	78
〈표 6-2〉	구례군 지하수부존량 추정 .....	79
〈표 6-3〉	한국의 지하수개발가능량 추정 .....	80
〈표 7-1〉	구례지역 생활용수 소요수량 .....	82
〈표 7-2〉	구례지역 농업용수 소요수량 .....	83
〈표 7-3〉	연차별 지하수개발 사업량 및 사업비 .....	84

# 그 립 목 차

〈그림 2-1〉 구례군 연도별 평균기온분포현황그래프 .....	19
〈그림 2-2〉 구례군 월별 평균기온분포현황그래프 .....	19
〈그림 2-3〉 구례군 연도별 평균강수량분포현황그래프 .....	21
〈그림 2-4〉 구례군 월별 평균강수량분포현황그래프 .....	21
〈그림 3-1〉 구례군 수계망도 .....	26
〈그림 3-2〉 구례군 지질도 .....	29
〈그림 3-3〉 구례군 위성영상 및 선구조도 .....	31
〈그림 3-4〉 측선 E01, E02 쌍극자탐사 결과도 .....	37
〈그림 3-5〉 측선 E03, E04 쌍극자탐사 결과도 .....	38
〈그림 3-6〉 측선 E05, E06 쌍극자탐사 결과도 .....	39
〈그림 3-7〉 측선 E07, E08 쌍극자탐사 결과도 .....	40
〈그림 3-8〉 측선 E09, E10 쌍극자탐사 결과도 .....	41
〈그림 3-9〉 측선 E11, E12 쌍극자탐사 결과도 .....	42
〈그림 3-10〉 측선 E13, E14 쌍극자탐사 결과도 .....	43
〈그림 3-11〉 측선 E15 쌍극자탐사 결과도 .....	44
〈그림 5-1〉 구례군 지하수 수질검사공 위치도 .....	58
〈그림 5-2〉 암질별 구분에 의한 piper diagram .....	64
〈그림 5-3〉 지역별 구분에 의한 piper diagram .....	65
〈그림 6-1〉 우리나라 수자원 현황도 .....	76

# 여 백



# 1. 서 언

수문지질조사(Hydrogeologic survey)란 지하수를 포함하고 있는 각 대수층의 분포상태와 수리성, 대수층에 부존된 지하수의 산출상태와 수질 등 지하수의 여러 가지 상태를 조사하는 것이며, 이들 제반 수리자료를 일목요연하게 도면화한 것이 수문지질도(Hydrogeologic map)이다. 광역 수문지질조사는 지금까지 특정지역을 대상으로 통상적으로 시행되어온 국지적인 정밀 수리지질조사와는 달리 넓은 지역의 일반적인 수문지질특성을 파악하기 위해 실시되며, 지하수 자원의 종합적인 이용 및 보존차원에서 필요한 지하수 조사이다.

우리 나라의 연평균 강수량은 1,100~1,200mm로서 전세계 평균 강수량인 730mm에 비하여 많은 편이나 강우의 60~70%가 하절기에 집중되고, 하천의 구배가 급하여 대부분 바다로 유출되므로 하천수의 이용률이 낮은 뿐만 아니라, 유역별 수자원 부존량과 용수 수요면에서도 균형을 이루지 못하고 있는 실정이다. 더욱이 인구증가와 산업발달, 생활수준 향상 등으로 인하여 각종 용수의 수요는 점차 증가되고 있어 지표수뿐만 아니라 잠재된 중요 수자원인 지하수도 거시적인 안목에서 보다 더 합리적으로 활용되어야 할 시점에 도달하였다.

이번 광역수문지질조사는 지하수 자원의 효율적인 개발과 보존을 위해 새로이 개정된 지하수법의 취지를 살려 전라남도 구례군 일대(축적 1:50,000 구례, 하동, 남원, 운봉의 일부) 1개읍(구례), 7개면(산동면, 용방면, 광의면, 구례읍, 마산면, 토지면, 문척면, 간전면) 443.02km<sup>2</sup>를 선정하여 지표지질조사, 물리탐사, 양수시험, 수질검사 등을 실시하고, 이들 자료와 과거 조사구역 내에 국지적으로 시행한 수맥 조사와 지하수 개발자료를 취합, 정리 및 인공위성을 이용한 원격탐사 자료(ERDAS)를 이용하여 구례지역 광역수문지질도를 작성하였다. 본 보고서는 넓은 지역을 대상으로 하여 단기간 내에 제한된 인력과 장비로 실시한 조사이므로 다소 미흡한 부분이 있으나, 지역 내 지형·지질·기설관정실태·지하수 부존성 그리고 수질 등을 종합적으로 고찰한 자료이므로 향후 유용하게 활용될 수 있기를 기대한다. 끝으로 본 조사에 많은 격려와 협조를 아끼지 않으신 농림부, 전라남도, 구례군 관계관들에게 깊은 감사를 드린다.

## 1-1. 조사목적

농촌지역 종합개발사업을 효과적으로 추진하고 지역내의 수자원을 합리적으로 활용, 보존하기 위하여 지금까지 한해 상습지를 대상으로 분산적, 국지적으로 시행하여온 수맥조사사업을 발전시켜 전 국토를 대상으로 지하수자원의 효율적인 개발·이용 및 보전관리 계획수립에 필요한 기초자료를 제공하기 위하여 광역수리지질도를 작성하였다. 또한 지금까지 시·군 단위로 연차적으로 시행되어 관리되고 있는 조사보고서 및 광역수리지질도는 조사지역의 분포지질, 지하수부존량 및 부존상태, 그리고 수질 분석자료 등 지하수자원에 대한 광범위한 내용을 포함하고 있어 용수의 다목적 개발·이용 및 보전관리방향을 제시하는데 있다.

## 1-2. 조사내용

가. 조사지구 : 구 레 지 구

나. 위 치 : 전라남도 구례군 일원(1개읍, 7개면)

다. 조사면적 : 443.02 km<sup>2</sup>

라. 조사기간 : 1999. ~ 2000.

마. 조 사 자 :

소 속	직 종	직 급	성 명	조사 업무 내용
전남지사	지질	2급	이 철	조사업무 총괄 및 지도
		3급	김 병 도	조사계획 수립 및 보고서 작성
		4급	이 진 문	전기비저항 탐사 및 수질분석
		4급	류 준 상	양수시험 및 보고서 작성
		4급	최 신 남	기설관정 현황조사
		4급	김 진 회	기설관정 현황조사

바. 조사내용 : 조사지역의 지형, 지질 등 수리지질특성에 따라 조사물량이 배분되었으며, 주요 조사내용은 지구답사 및 지표지질조사, 기설관정 조사, 물리탐사, 수질검사 등이다.

< 표 1-1 > 조 사 실 적

조 사 항 목	조 사 량	비 고
답사 및 지표지질조사	44,302ha	
기설관정 조사		
-이용현황 조사	136공	
-지하수위 관측	136공	
-양수시험	16공	
물리탐사		
-원격탐사(선구조추출)	1지구	
-전기탐사(쌍극자)	15측선	
수질검사		
-먹는물 수질검사	15공	
-양·음이온 분석	15공	

사. 조사기기 및 장비

- 클리노메타 및 브란톤 컴퍼스 각 1대
- 전기비저항탐사기(ABEM SAS-300B) 1대
- 수위측정기 2대
- 전기전도도 및 pH 측정기, 온도계 각 1대
- 차량 2대
- 양수기(수중모터펌프) 1대
- 발전기 1대

## 2. 조사지역 개요

### 2-1. 위치, 교통 및 면적

본 조사지역인 구례군은 전라남도 북동부에 위치하며, 최동단은 간전면 운천리(동경 127° 37'36", 북위 35° 12'10")이고, 최서단은 구례읍 논곡리(동경 127° 22'09", 북위 35° 13'57")이고, 최남단은 간전면 금산리(동경 127° 33'32", 북위 35° 05'32")이고, 최북단은 산동면 수기리(동경 127° 28'50", 북위 35° 21'50")이다. 동쪽으로는 경상남도 하동군, 서쪽으로는 곡성군, 남쪽으로는 순천시와 광양시의 2개시에 접하고 있으며, 북쪽으로는 전라북도 남원군과 접경을 이루고 있다. 또한 구례군은 사면이 산악으로 둘러싸여 있으므로 평야가 극히 적어 경지 면적은 군 전체 면적의 15.4%에 지나지 않는다. 북쪽에 위치한 명산 지리산과 남쪽의 백운산이 우뚝 솟아 그 위용을 뽐내고 있으며, 그 사이를 섬진강이 서남부를 관류하여 경상남도 하동군 노량진에 이르러 남해바다로 유입되고 하상이 낮은 관계로 이용률은 적다.

행정구역상으로는 1개읍, 7개면으로 구례읍, 산동면, 용방면, 광의면, 마산면, 토지면, 문척면, 간전면으로 구성되어 있다. 면적은 443.02km<sup>2</sup>로서 대체로 지리산 자락에 해당하여 산계가 북쪽으로부터 남서쪽으로 연장되며 산세가 험준하고, 경사가 급하여 평지가 적다. 하천은 곳곳에 다수 발달되어 있으나 강수량이 우기에 치우쳐 미미하다. 수계는 산동면과 광의면에서 발원한 소지류들이 합류하여 섬진강을 이루며 이 지역 농업용수로서 활용되고 있다.

교통은 광주에서 담양과 곡성을 지나 17번 국도에서 18번 국도를 이어 19번 국도로 이어지는 국도가 구례를 남북으로 관통하고 있으며, 구례에서 순천으로 이어지는 3번 고속국도와 연결되어 있다.

교통편은 광주광역시에서 담양군과 곡성군을 연결하는 고속도로를 이용하여 석곡 톨게이트로 나와 압록을 지나가는 방법이 좋으며 거리는 약 35km이다.

<표 2-1> 구례군 행정구역 일람표

읍 면 (소재지)	법 정 리 명	행 정 리 명
구례읍 (봉동리 295-1)	산성리 백련리 봉북리 봉동리 봉서리 원방리 신월리 계산리	사동, 시동, 아양 백련 봉북 봉동 봉서, 산정, 동산, 오동 원천, 병방 신촌, 월암 독자, 유곡
문척면 (월전리 769-1)	논곡리 죽마리 월전리 금정리 중산리	논곡, 본황 동해, 죽연 구성, 안지, 전천, 월평 금평, 토금, 화정 중산
간전면 (간문리 277-1)	간문리 양천리 홍대리 수평리 삼산리 효곡리 금산리 운천리 중대리	대평, 해평 야동, 양동 홍대, 대촌, 복구, 안음 상만, 중평, 하만 산정, 수내 효죽, 논곡 금장 하천, 백운천 거석, 중한치, 묘동
토지면 (구산리 211)	파도리 구산리 오미리 용두리 금내리 송정리 외곡리 내서리 내동리 문수리	파도, 옥산 구만, 단산 내죽, 하죽, 오미 용두 원내, 용정, 신기, 봉소 송정 기촌 신촌, 남산, 원기 평도, 당치 문수

(구례군 통계연보, 1999)

<표 2-1> 계속

읍 면 (소재지)	법 정 리 명	행 정 리 명
마 산 면 (마산리 498)	마 산 리 내 천 리 광 평 리 사 도 리 황 전 리	마산 냉천 광평, 가랑 상사, 하사 황전
광 의 면 (연파리 628)	지 천 리 대 산 리 수 월 리 방 광 리 연 파 리 대 전 리 온 당 리 구 만 리	지하, 지상, 천변 대촌, 유산 월곡, 당촌, 수한 용전, 방광 연파, 공북 상대, 하대 당동, 난동, 온동 구만
용 방 면 (용정리 167)	사 립 리 용 강 리 신 지 리 용 정 리 중 방 리 신 도 리 죽 정 리	사우, 사림 용강, 봉덕, 하신 신지, 선월 하용, 상용 감천, 송정 도암, 가동, 신기 죽정, 분토
산 동 면 (원촌리 186)	원 촌 리 계 천 리 계 월 달 리 수 기 리 내 산 리 대 평 리 위 안 리 좌 사 리 관 산 리 탐 정 리 외 산 리 신 학 리 이 평 리 둔 사 리 시 상 리	원촌 현천, 계척, 원동 상원, 달전 중기 수평, 삼성, 효동 대양, 반곡, 평촌 상위, 하위 원좌, 심원, 상관 사포, 구산, 하관 정산, 탑동 한천, 내온 하신, 토치, 오향 이촌, 우와 이사, 둔기, 하무 시랑

## 2-2. 토지이용 및 산업현황

### 2-2-1. 읍·면별 토지이용 특성

구례군의 총 토지면적은 443.02km<sup>2</sup>으로, 이 중 산동면이 101.35km<sup>2</sup>(22.9%)로 가장 넓은 면적을 차지하며, 토지면 96.46km<sup>2</sup>(21.8%), 간전면 74.41km<sup>2</sup>(16.8%), 구례읍 45.26km<sup>2</sup>(10.2%), 문척면 33.94km<sup>2</sup>(7.7%), 광의면 33.74km<sup>2</sup>(7.6%), 마산면 32.27km<sup>2</sup>(7.3%), 그리고 용방면 24.68km<sup>2</sup>(5.6%) 순으로 나타난다.

<표 2-2> 구례군 토지이용목별·읍면별 면적

(단위 : m<sup>2</sup>)

구분	임야	하천	대지	답	전	도로	기타	총면적
총 계	343,060,941	11,512,435	5,760,530	44,815,118	20,157,406	6,547,520	11,164,538	443,018,488
간전면	63,766,457	2,028,881	460,729	4,132,879	2,047,364	908,660	1,314,296	74,659,266
광의면	20,859,910	492,602	732,010	7,316,310	1,921,768	821,317	1,591,011	33,734,928
구례읍	30,115,087	3,063,266	1,222,514	5,423,288	3,574,651	901,222	1,486,478	45,786,506
마산면	21,253,853	698,065	699,475	6,047,782	1,663,955	615,111	1,296,815	32,275,056
산동면	84,019,277	754,857	1,196,287	8,207,548	3,927,970	1,099,660	2,143,325	101,348,924
용방면	13,939,464	586,171	497,112	6,230,346	1,663,768	561,388	1,211,484	24,689,733
토지면	82,459,205	2,261,677	652,305	5,659,662	3,042,060	1,036,642	1,347,049	96,458,600

(구례군 통계연보, 1999)

용도별로 구분하면 임야, 전, 답이 전체 토지의 92%를 차지하고 있으며, 그 중에서 임야가 343.38km<sup>2</sup>로 전체 토지면적의 77%로 가장 넓으며 전, 답이 각각 4.6%, 10.1%를 차지한다.

그 외에 과수원, 목장용지, 대지, 공장용지, 학교용지, 도로, 하천, 철도용지, 제방, 구거, 유지, 수도용지, 묘지 및 기타가 10.27%를 점유하고 있다.

<표 2-3> 구례군 도로현황

(단위 : km)

구 분	포 장		미포장		미개통		총길이
	길이	비율	길이	비율	길이	비율	
군 도	52.8	(68.6%)	14.7	(19.1%)	9.5	(12.3%)	77.0(39.4%)
국 도	47.6	(100%)	-	-	-	-	47.6(24.3%)
지방도	59.7	(84%)	10.4	(14.7%)	0.9	(1.3%)	71.0(36.3%)

(구례군 통계연보, 1999)

구례군의 총 도로 연장 길이는 1999년을 기준으로 195,594km이며 이 중 지방도가 70,960km(36.3%), 국도가 47,634km(24.3%), 군도가 77,000km(39.4%)를 점유하고 있다. 이 중 지방도는 63.2%가 포장되어 있고 24.4%는 미포장 상태이며 나머지 12.4%는 미개통 도로이다. 국도는 100% 포장되어 있고 군도는 63.2%가 포장되어 있으며, 24.4%는 미포장 상태이고 나머지는 미개통 도로로 남아 있다.

<표 2-4> 구례군 가축현황

연도별	한 우		젖 소		돼 지		닭	
	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수
1993	6,328	2,720	381	21	18,631	904	23,135	1,347
1994	6,569	2,569	470	20	17,154	638	23,576	1,089
1995	6,791	2,545	425	17	18,532	464	147,510	1,802
1996	7,896	2,561	408	17	21,424	300	250,079	1,165
1997	8,180	2,362	455	16	22,375	213	170,644	896
1998	7,029	2,200	507	14	22,831	183	244,356	948
구례읍	1,291	279	45	1	2,641	14	761,155	119
문척면	610	200	-	-	1,240	12	32,336	59
간전면	999	251	93	4	11,133	23	1,699	168
토지면	675	287	86	1	852	17	101,298	91
마산면	646	286	-	-	1,702	4	331	64
광의면	1,384	385	152	4	2,213	40	467	61
용방면	728	258	16	1	2,011	56	26,540	91
산동면	696	254	115	3	1,039	17	5,530	295

(구례군 통계연보, 1999)



## 2-2-2. 읍·면별 산업현황 특성

구례군은 1998년말 현재 5,595호의 농가와 15,391명의 농가인구로 구성되며 경지면적은 6,240ha로 가구당 경지면적은 1.11ha규모를 보인다.

경작규모별로 보면 0.5ha~1.0ha규모의 농가가 전체의 36%를 차지하며, 작물재배 면적은 미곡 3,958ha, 맥류 780ha, 잡곡 103ha로 미곡생산이 주를 이룬다.

구례군의 축산업 현황을 주요 가축별 사육호수와 마리수로 구분하여 보면, 한육우 2,200농가 7,029마리, 젖소 14농가 507마리, 돼지 183농가 22,831마리, 닭 948농가 244,356마리, 산양 816농가 4,006마리이며, 이외에도 사슴, 토끼, 개, 오리, 칠면조, 거위 등 다양한 가축이 사육되고 있다.

이 지역의 임야 면적은 34,185ha로 임목지가 33,648ha, 무임목지가 537ha로 구성되며 침엽수림이 839,058ha로 전체의 44%를 차지한다.

산업별 내역을 보면 농림업 1개, 제조업 156개, 건설업 49개, 도소매 및 소비용품 수리업체 887개, 숙박 및 음식점업 691개, 운수창고 및 통신업체 136개, 기타 534개의 업체가 있다.

<표 2-5> 구례군 산업대분류별 사업체수

구분	농림업	제조업	건설업	도소매 및 소비용품 수리업	숙박 및 음식점업	운수창고 및 통신업	기타	계
구례군	1	156	49	887	691	136	534	2,454
(%)	0.04	6.36	2.00	36.15	28.16	5.54	21.76	100

(구례군 통계연보, 1999)

## 2-3. 수문기상

본 장에서는 구례군의 일반적인 기상 현황에 대하여 언급하였으며, 기상자료는 최근 10년 이상의 자료를 필요로 하기 때문에 조사지역에 인접한 남원기상관측소에서 보유하고 있는 관측자료를 참고하였다.

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

본 조사지역인 구례군은 지리산 국립공원의 서남단에 위치하며 소백산맥 지맥이 이어진 내륙산간 지대에 속하여 기온의 변화가 심한 기후 특성을 나타낸다. 최근 10년간의 연평균 기온은 12.3℃로서 전국평균 11.6℃보다 약간 높고, 평균기온 변화는 7월에 26.9℃, 1월에 -2.8℃로서 연교차는 29.7℃이다.

<표 2-6> 구례군 최근 10년간 기상현황

구 분		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
기온	평균 (℃)	13.1	12.4	12.7	11.7	12.0	11.2	11.4	12.1	13.3	12.7
	최 고 (℃)	26.6	24.8	25.9	23.2	26.9	25.8	25.2	24.9	25.3	25.2
	최 저 (℃)	-1.6	-0.6	0.4	-0.9	-2.5	-2.2	-1.8	-2.8	-0.8	-0.6
강 우 량 (mm)		1,402.0	1,415.4	859.6	1,263.1	565.1	905.3	1,124.5	1,678.9	1,828.7	1,450.3
증 발 량 (mm)		1,013.1	-	-	-	-	-	-	-	1,090.0	1,080.9
평균 습 도 (%)		77.8	75.3	70.3	74.1	79.3	78.4	73.3	61.0	70.8	73.5
평균일조시간 (시간)		5.3	6.3	7.1	5.8	6.7	6.3	5.9	6.2	5.1	5.8
평균풍속 (초속/m)		1.1	-	1.1	1.4	1.5	1.3	1.3	1.3	-	1.1

(농업기반공사 수문기상자료)

<표 2-7> 구례군 연도별, 월별 평균일조시간

(단위 : 시간)

년도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1990	4.2	2.7	6.0	6.6	5.7	5.0	6.0	7.5	5.0	6.5	4.7	4.1
1991	5.9	6.0	6.2	8.4	8.5	7.2	3.6	5.9	5.6	7.4	6.2	5.0
1992	5.2	7.4	6.2	8.6	9.6	8.6	7.6	6.2	7.1	6.0	4.6	7.1
1993	4.8	6.4	6.6	8.1	7.4	6.2	4.2	3.6	6.3	6.9	3.6	5.0
1994	5.4	6.6	6.8	6.5	6.9	6.2	7.7	7.5	8.2	6.3	6.3	5.4
1995	6.0	7.3	6.9	8.0	7.6	6.8	4.4	6.1	4.8	6.2	6.3	4.9
1996	5.4	6.2	5.2	7.5	6.9	3.2	6.7	6.9	6.8	6.1	3.9	5.6
1997	4.9	6.4	7.0	7.8	6.5	7.3	5.2	6.2	7.3	7.1	4.6	4.3
1998	3.7	5.3	6.7	5.8	5.3	3.3	3.9	3.6	5.8	5.8	6.1	6.4
1999	5.7	5.6	5.1	7.9	8.4	6.9	5.2	4.9	4.7	4.8	5.2	5.8
평균	5.1	5.99	6.3	7.5	7.28	6.1	5.5	5.8	6.2	6.3	5.2	5.4
최대	6.0	7.4	7.0	8.6	9.2	8.6	8.5	7.6	8.2	7.4	6.3	6.4
최소	3.7	2.7	5.1	5.8	5.3	3.2	3.6	3.6	4.7	4.8	3.6	4.1

(농업기반공사 수문기상자료)

### 2-3-1. 기 온

대기의 온도는 지표면의 상태, 고도 등에 의하여 영향을 받음과 동시에 지역적, 시간적으로 많은 차이를 보인다. 온도의 시간적, 지역적 변화는 지표면과 태양빛의 입사 각도에 따라 달라지기 때문에 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).

최근 10년간 월별 평균기온은 여름(7월에서 9월)에 26.9℃~20.4℃, 겨울(12월에서 2월까지)에 -2.8℃~-1.8℃를 보인다.

<표 2-8> 구례군 연도별, 월별 평균기온

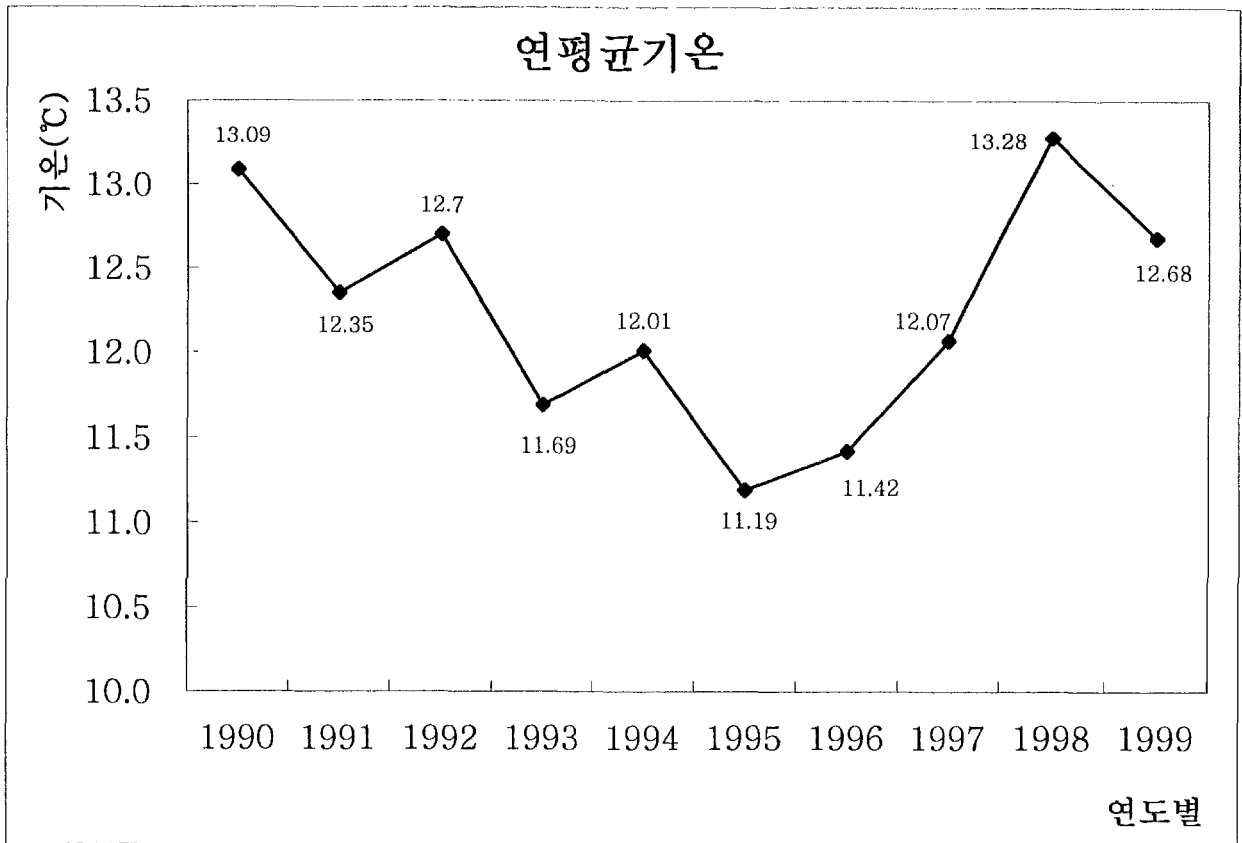
(단위 : °C)

년도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1990	-1.6	3.4	7.1	11.1	16.4	22.0	26.1	26.6	21.3	14.1	9.5	1.1
1991	-0.9	-0.6	6.0	12.2	17.4	22.7	24.8	24.7	20.9	13.1	5.7	2.3
1992	0.4	0.6	7.4	11.9	16.5	21.2	25.9	25.8	20.7	13.4	6.5	2.2
1993	-0.9	1.5	5.6	11.7	17.9	21.8	23.2	22.1	19.2	11.0	7.6	-0.4
1994	-2.5	-0.3	2.4	12.6	16.3	20.8	26.9	26.5	19.2	13.1	7.8	1.4
1995	-2.2	-0.1	5.5	10.3	15.7	21.0	24.4	25.8	18.3	13.1	4.5	-1.5
1996	-1.4	-1.8	4.0	8.8	16.5	21.4	24.6	25.2	20.2	13.1	6.5	0.0
1997	-2.8	0.8	6.2	11.6	16.9	21.7	24.5	24.9	19.6	11.9	8.1	1.5
1998	-0.8	3.5	6.6	15.5	18.2	21.1	25.3	25.1	21.6	15.5	6.5	1.3
1999	-0.6	0.7	6.4	12.9	17.3	22.8	24.5	25.2	22.8	13.1	6.8	0.3
2000	-0.7	-0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
평균	-1.3	0.6	5.7	11.9	16.9	21.7	25.0	25.2	20.4	13.1	7.0	0.8
최대	0.4	3.5	7.4	15.5	18.2	22.8	26.9	26.6	22.8	15.5	9.5	2.3
최소	-2.8	-1.8	21.4	8.8	15.7	20.8	23.2	22.1	18.3	11.0	4.5	-1.5

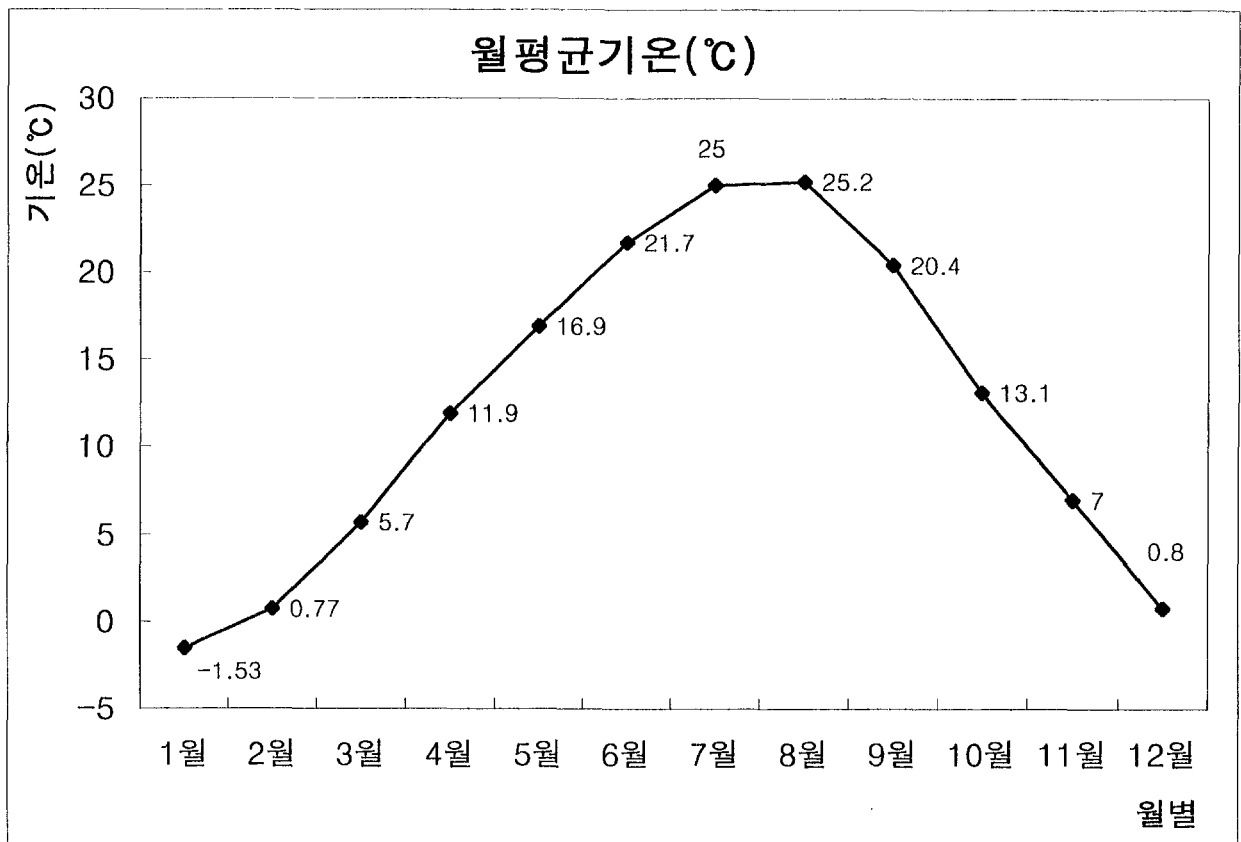
(농업기반공사 수문기상자료)

### 2-3-2. 강 수 량

강수(Precipitation)는 비, 눈, 우박 등 대기 중의 수분을 통틀어 일컫는 말로 그 총량을 강수량이라 한다. 강수는 마시는 식수뿐만 아니라 농업용수, 공업용수, 그리고 수력발전용 등으로 이용되므로 우리의 생활과 밀접한 관계를 가지고 있다. 우리나라 기후에 큰 영향을 미치는 강수의 특성을 보면 우리나라는 강수량이 많은 우기와 건조한 날씨를 보이는 건기가 뚜렷이 구분된다. 강수량은 지형과 계절



<그림 2-1> 구례군 연도별 평균기온 분포현황 그래프



<그림 2-2> 구례군 월별 평균기온 분포현황 그래프

의 영향을 많이 받는데, 특히 우리나라는 국토의 크기에 비해 지형이 복잡하여 지역에 따른 강수량의 편차가 크게 나타난다. 또한 강수량의 계절적인 차이가 심하여 집중호우가 나타나는 장마철에는 하루에 수백 밀리미터의 큰비가 내리기도 한다. 우리나라의 연평균강수량은 960mm로 세계 평균강수량인 743mm에 비하면 많은 편에 속하지만 지역에 따라서 강수량은 차이가 크다. 전국적으로는 500~1,800mm의 분포를 보이며, 대체로 남쪽에서 북쪽으로 갈수록 점차 줄어든다.

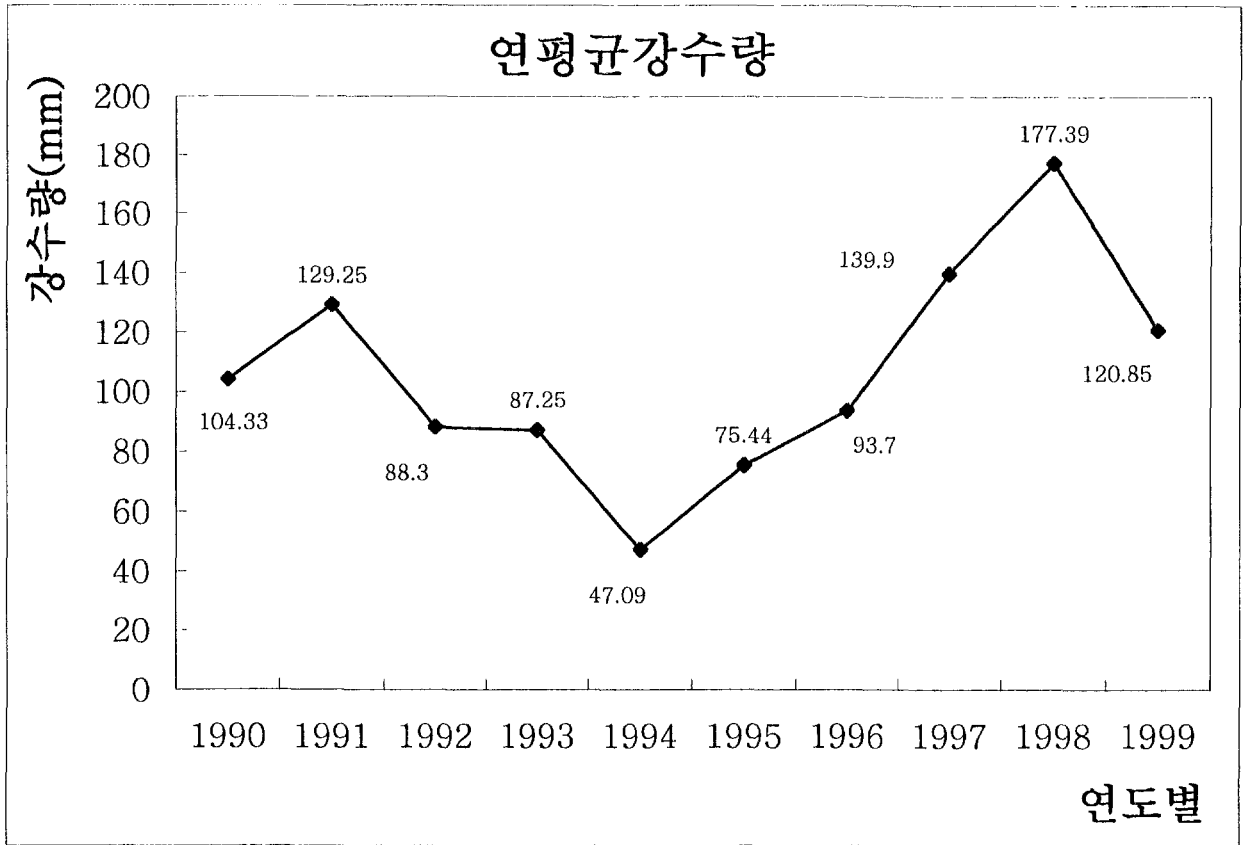
본 조사지역인 구례군도 위와 같은 특성을 나타내는데, 즉 연평균 강수량은 1,277.5mm이며, 이 중 77%인 986.8mm가 6월에서 9월에 집중되는 경향을 보인다. 이는 전국 평균보다 비교적 높은 수치이며, 특히 1998년에는 예외적으로 2,128.7mm의 많은 강수량을 보이기도 했다. 또한 우기와 건기의 구별이 뚜렷하여 12월에서 2월 사이에는 월 20~40mm이나, 7월과 8월에는 240~290mm의 강수량을 기록하였다.

<표 2-9> 구례군 연도별, 월별 평균강수량

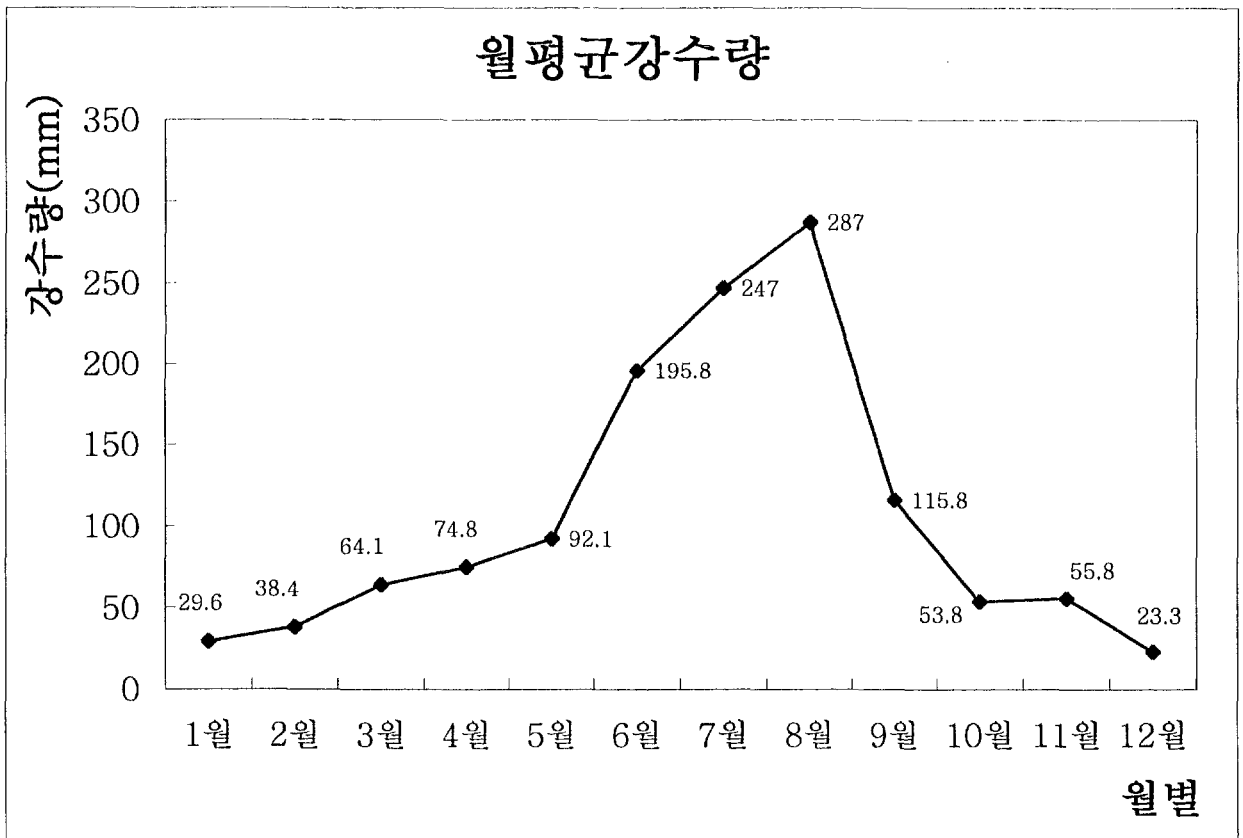
(단위 : mm)

년도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1990	51.0	113.4	53.3	76.8	123.7	325.2	223.9	176.3	11.5	13.5	48.9	34.5
1991	22.4	53.6	96.4	130.9	34.4	293.0	511.0	153.3	149.7	54.2	51.5	0.7
1992	15.6	29.1	49.8	75.1	67.3	11.8	192.4	168.3	127.5	55.3	220.5	46.9
1993	13.9	52.1	59.7	17.5	137.5	166.5	24.0	362.0	59.5	56.0	74.9	23.5
1994	27.4	16.4	27.3	35.5	79.0	81.5	1.0	139.5	24.5	89.5	29.0	14.5
1995	40.1	26.5	28.5	100.0	60.0	50.0	126.0	314.0	93.0	20.5	32.8	13.9
1996	27.2	7.7	111.5	40.5	51.0	330.0	135.0	201.5	35.0	60.0	102.7	22.4
1997	26.2	46.8	67.0	68.0	143.5	236.0	428.5	409.5	48.0	7.0	139.5	58.9
1998	29.2	334.8	61.1	133.0	94.0	309.5	231.5	633.0	203.5	59.8	32.8	6.5
1999	31.7	41.4	86.2	71.0	130.5	154.0	280.5	242.7	257.0	123.0	21.5	10.8
평균	29.6	38.4	64.1	74.8	92.1	195.8	247.0	287.0	115.8	53.8	55.8	23.3
최대	51.0	113.4	111.5	133.0	143.5	330.0	511.0	633.0	257.0	123.0	139.5	58.9
최소	13.9	0.8	27.3	17.5	34.4	11.8	1.0	123.3	24.5	7.0	20.5	0.7

(농업기반공사 수문기상자료)



<그림 2-3> 구례군 연도별 강수량 분포현황 그래프



<그림 2-4> 구례군 월별 강수량 분포현황 그래프

### 2-3-3. 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 증발을이라 한다. 또한, 수면에서 나타나는 물분자의 이탈을 증발이라 하고, 식물의 표면에서 나타나는 증발현상을 증산이라 한다. 수문과정에서는 수면에서의 증발과 식물의 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). 우리나라의 연평균 증발산량 분포는 태양에너지의 입사량이 많은 남쪽지방으로 갈수록 증가되는 경향을 나타내는데 연중 최대 증발산량의 시기는 5~6월이며, 최대 증발산량이 나타나는 지역은 포항지방으로 1,542.3mm이며, 최소 증발산량은 성산포 지방으로 780.3mm이다.

증발산량은 이론적인 추정 기후인자와의 상관관계에 의해 결정되며 그 방법들은 Penman(1984), Thornthwaite(1954), Turc(1975)공식들이 있으며 본 조사에서는 Turc공식을 적용하였다. Turc공식에 의한 증발산량의 계산은 토양내에 포함되어 있는 수분의 증발량과 지표면 식물에 의한 발산량을 포함한 것으로 간략하게 소개하면 다음과 같다.

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + P^2/L^2}} \quad \text{여기서, } P = (\text{연평균 강우량})$$
$$T = (\text{연평균 기온})$$
$$L = (300 + 25T + 0.05T^3)$$

본 조사지구의 최근 10년간 기상자료를 Turc 공식에 적용하여 산출한 이론적인 연평균 증발산량(596.4mm/년)은 계기증발량 측정에 의한 연평균 증발량(1,061.3mm)의 56% 수준에 달한다.



<표 2-10> 구례군 연도별 증발산량 분포

(단위 : mm)

년 도	계기증발량	Turc 공식 증발산량	비 고
1990	1,013.1	638.5	
1991	-	643.0	
1992	-	596.8	
1993	-	566.4	
1994	-	424.5	
1995	-	528.3	
1996	-	571.1	
1997	-	640.2	
1998	1,090.0	708.6	
1999	1,080.9	646.9	
평균	1,061.3	596.43	

(농업기반공사 수문기상자료)

<표 2-11> 구례군 연도별 월별 증발량 분포

(단위 : mm)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1990	35.9	34.6	77.2	98.6	110.3	109.0	138.9	145.6	96.8	84.2	50.2	31.8	1,013.1
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	33.3	53.0	96.7	116.8	129.8	120.8	138.1	100.9	110.7	80.3	60.9	48.7	1,090.0
1999	47.0	53.0	77.6	125.3	154.1	144.4	123.6	118.4	94.3	60.0	46.0	37.2	1,080.9
평균	38.7	46.9	83.8	113.6	131.4	124.7	133.5	121.6	100.6	74.8	52.4	39.2	1,061.3

(농업기반공사 수문기상자료)

## 3. 수문지질조사

### 3-1. 지형 및 지질

#### 3-1-1. 지 형

본 조사지역인 구례군은 전라남도의 북동부에 위치하며, 서쪽으로 곡성군, 남쪽으로 순천시 및 광양시와 접해 있고 지리산을 사이에 두고 북쪽으로 전라북도 남원시, 동쪽으로 경상남도 하동군과 접경을 이루고 있다. 본 군은 북쪽의 지리산과 남쪽의 백운산의 영향으로 비교적 높은 지형을 형성하고 있어 경지면적은 군 전체면적의 15.4%에 지나지 않으며, 높고 험한 산계의 영향으로 계곡의 발달이 현저하고 계곡을 따라 수계 또한 수지상의 발달을 보이고 있다. 전라북도에서 발원한 섬진강이 본 지구의 수지상 지류들과 합류하여 큰 수계를 형성하면서 남원에서 광양에 이르는 국도 19번을 따라서 용방면과 구례읍, 마산면 등이 곡간 평야부를 형성하고 있다<그림 3-1>.

#### 3-1-2. 지 질

구례지역의 지질은 주로 변성암류, 퇴적암류, 화성암류 및 화산암류로 구성되어 있다<그림 3-2>. 변성암류는 화강편마암과 혼성암질화강편마암, 그리고 반상변정질화강편마암으로 구성되어 있다. 퇴적암류는 응회암이 주를 이루며, 화성암류는 안산암이 분포하고 있고 화산암으로는 소규모로 용암류가 발달되어 있다. 본 지구 북서쪽에는 편마암류가 위치하고 북서에서 남동쪽으로 층적층이 길게 분포하고 있으며, 남쪽에는 안산암과 응회암이 산출된다.

본 지역에서 산출되는 암석의 지질계통은 다음과 같다<표 3-1>.

<표 3-1> 구례군 지질계통

제 4 기 (Quaternary)	—	충적층 (Alluvium) ~부정합~
백 악 기 (Cretaceous)	[	산성암맥 (Acidic Dike) -관입-
선캠브리아기 (Pre-Cambrian)	[	안산암 및 응회암 (Andesite and Tuff) ~부정합~
	[	화강편마암 및 반상 변정질 화강편마암 (Granitic Gneiss and Porphyroblastic Granite Gneiss) -점이-
	[	혼성암질 편마암 (Migmatitic Gneiss) -점이 또는 선명-
	[	화강편마암 (Granitic Gneiss)

<국립지질조사소>

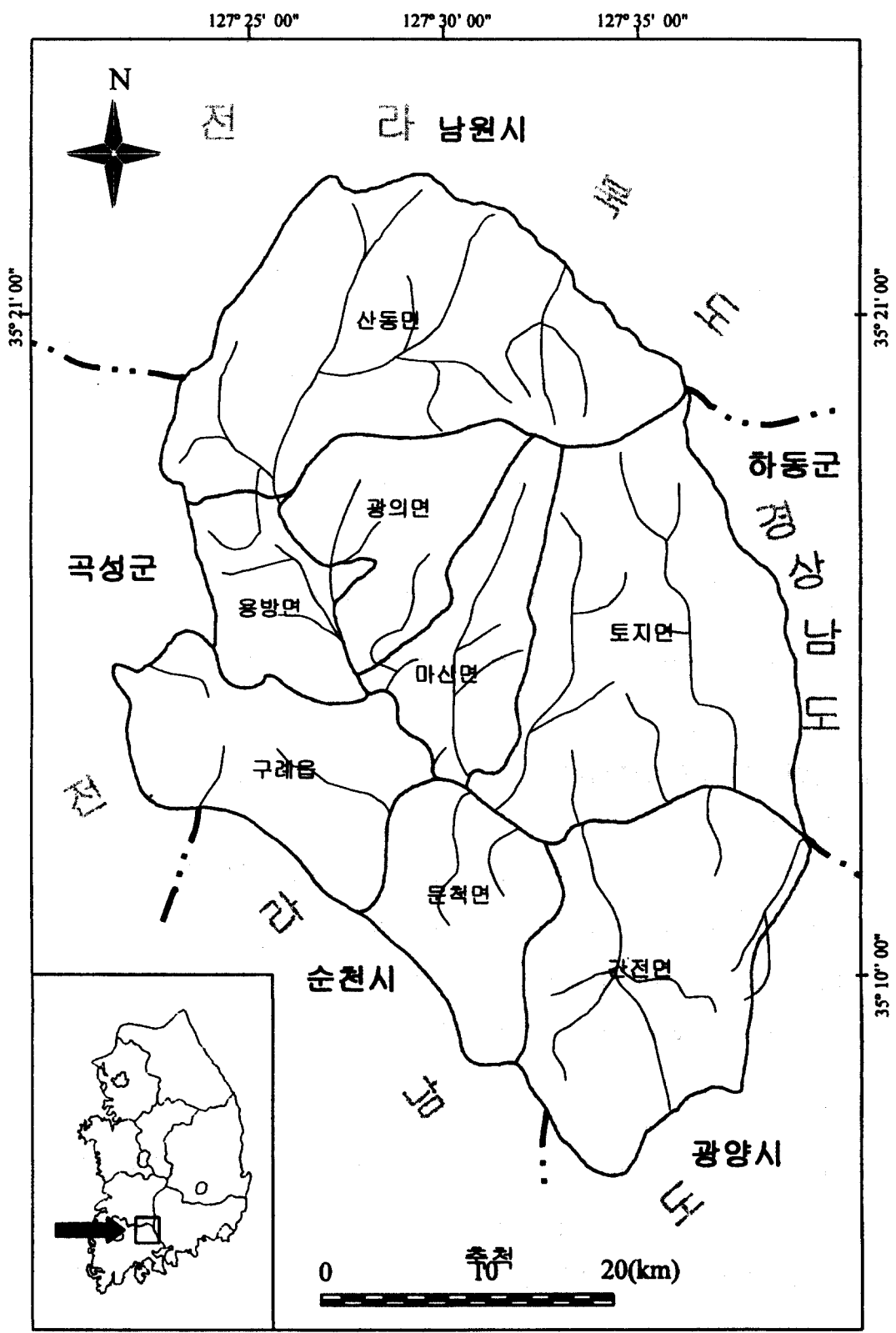
**가. 선캠브리아기 편마암류**

○ 반상변정질 화강편마암

토지면을 중심으로 마산면과 광의면에 걸쳐 구례군 동부에 넓게 분포한다. 비교적 신선한 노두는 온당리 온당제 북서측 채석장에서 잘 관찰된다. 본 암은 전반적으로 기반암체이며, 도처에서 편마암류의 잔류물을 함유하고 있다. 주 구성광물은 석영, 장석, 흑운모 등이며, 석류석, 저어콘도 포함한다.

○ 혼성암질화강편마암

산동면과 광의면에서 소규모로 분포하며, 본 암의 기질은 주로 화강암질 편마암으로서 호상편마암과 큰 혼성대를 이루고 있다. 더욱이 호상 편마암은 도처에서 세립질 흑운모 편마암의 잔류물을 함유하기 때문에 암상은 더욱 복잡하게 나타난다.



<그림 3-1> 구례군 수계망도

### ○ 화강편마암

본 암은 구례군 일대에 넓게 분포하는데 다른 암체에 비하여 가장 넓은 면적을 차지하고 있다. 비교적 신선한 노두가 온당리 온당제 북서부쪽 채석장에서 잘 관찰된다. 화강편마암은 이 지역의 넓은 기반암체로 구성암석은 대체로 화강암질 편마암으로 되어 있고, 부분적으로 반상 변정을 함유한다. 암상은 조립질이지만 변형을 받은 곳에서는 강한 엽리를 보이기도 한다. 반상 변정은 1~5cm 직경의 미사장석으로 구성되어 있으며, 변정은 화강암화 작용의 말기에 침투된 화강암질 물질의 유입에 의한 것으로 보인다.

## 나. 백악기 암층

### ○ 안산암 및 응회암, 유문암

본 암은 문척면 오산과 자래봉 일대에 분포된다. 본 암체는 구례 지역 내에서는 일부만 나타나나 승주군 황전면 일원에 넓게 분포되어 있다. 전반적으로 남남서 방향으로 완만하게 경사가 있으며, 주로 안산암과 응회암으로 구성되어 있다. 안산암은 암흑색이고 세립의 사장석이 반정으로 보이며, 응회암은 녹색, 암적색, 암회색의 화산회로 구성되어 있다. 또한 안산암은 미립의 사장석과 어두운 광물로 구성되며, 응회암은 대부분 세립의 화산회로서 각상의 석영과 기타 암편으로 이루어져 있다. 유문암은 소규모로 문척면 오산에 분포하며, 문척면 일원의 화산암류와는 동일한 화산활동의 산물인 위성암체일 것으로 사료된다. 암석은 미립질이고 담황색 내지 담회색으로서 유동면이 잘 발달되어 있으며, 석영, 장석류, 흑운모 등으로 이루어진 유동 석리(유리질)를 보이는 미정질 석기에 가끔 석영과 장석류의 반정을 포함한다.

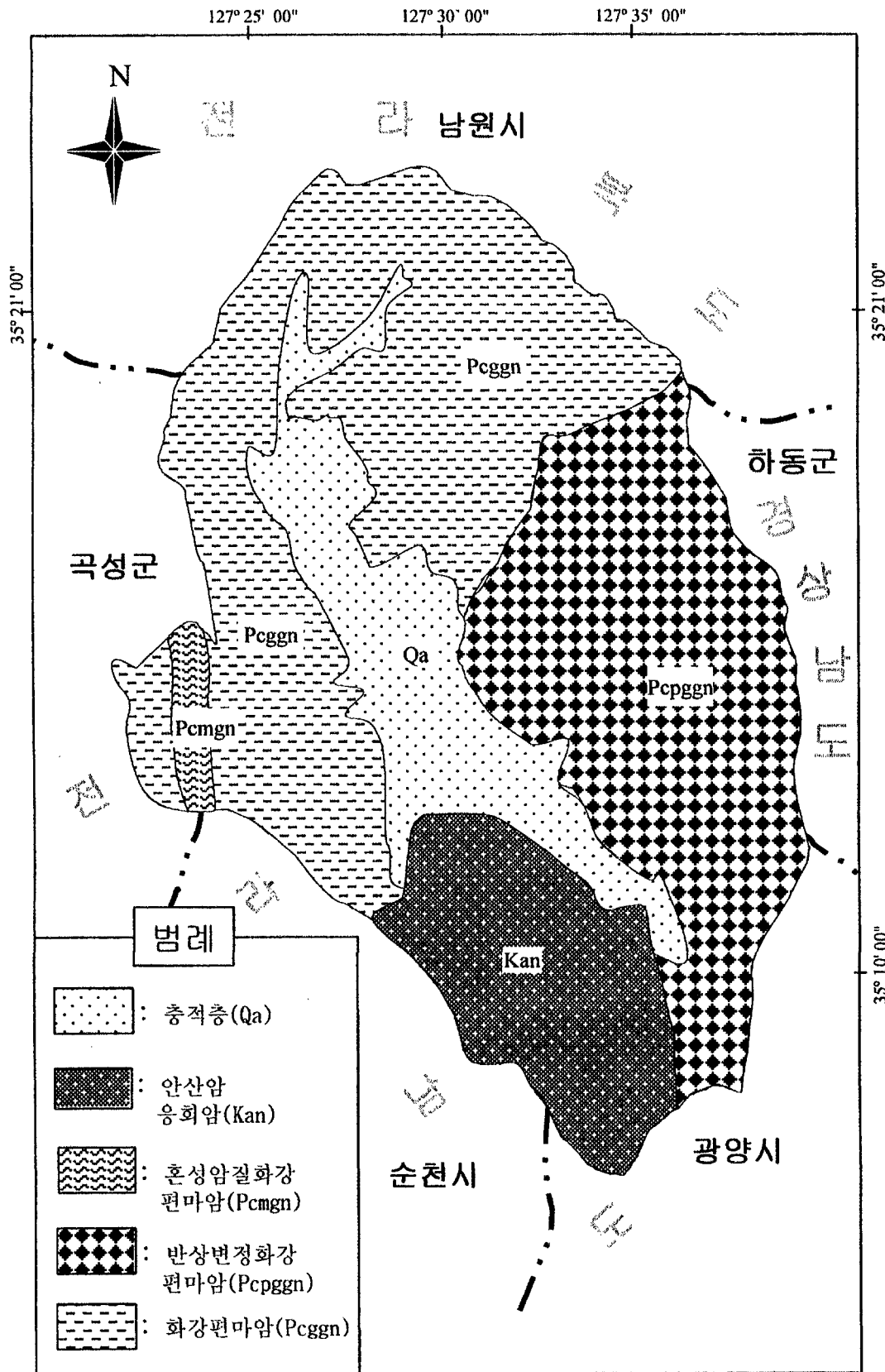
### ○ 산성암맥

본 지역에서 거의 발견되지 않는다.

## 다. 신생대

### ○ 충적층

충적층은 용방면과 마산면 북서부, 그리고 광의면 일원에 걸쳐 가장 넓게 분포되어 있으며, 대부분 하성충적층으로서 주로 평야 지대와 섬진강변을 따라 길게 발달되어 있다.



<그림 3-2> 구례군 지질도

## 3-2. 물리탐사

### 3-2-1 원격탐사

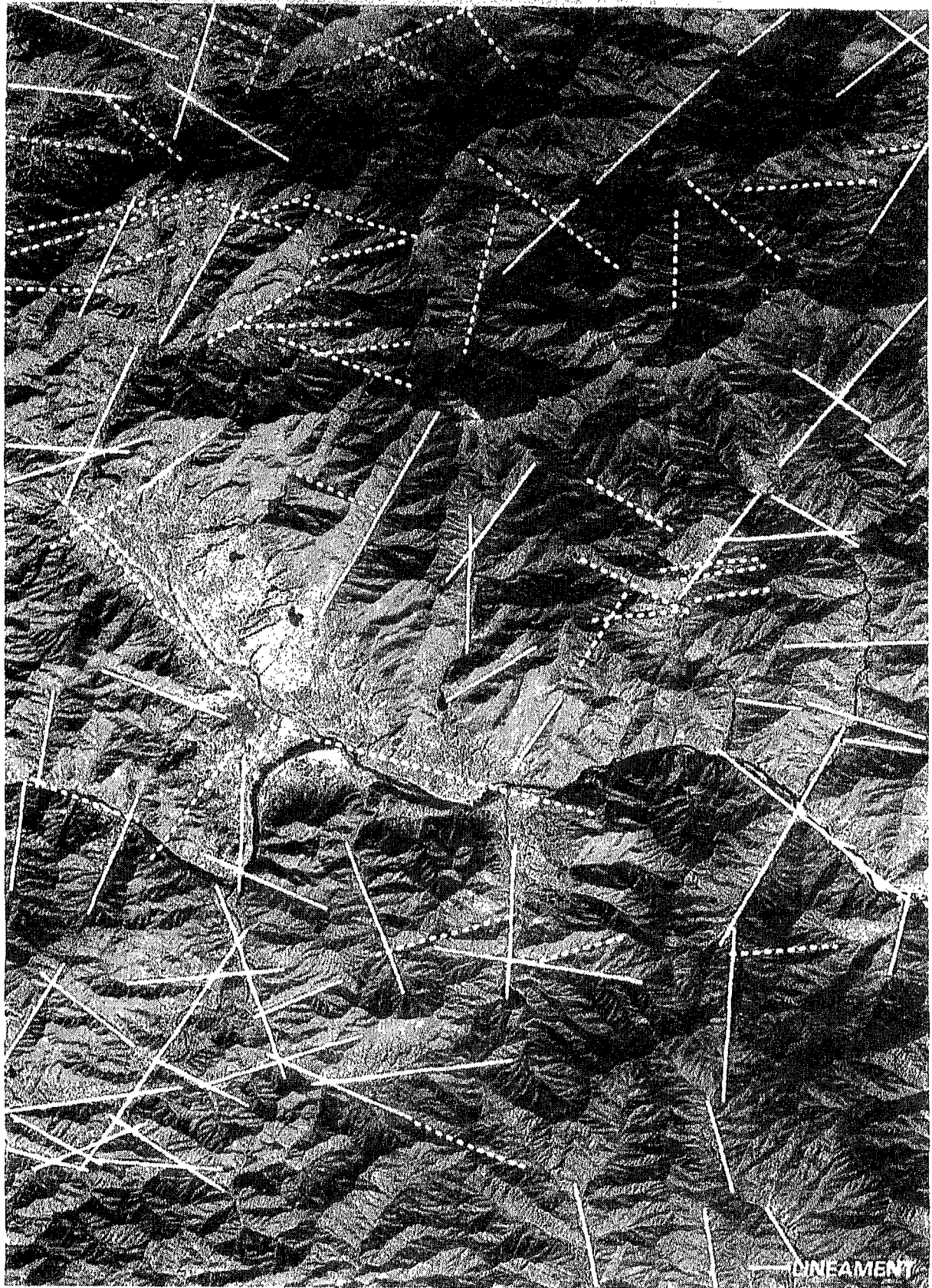
지하수 조사를 위한 물리탐사는 주로 전기탐사, 탄성파탐사, 전자기탐사 등을 이용하고 있으나, 조사지역이 넓을 때에는 많은 시간과 인력 및 비용이 필요할 뿐 아니라 국지적인 자료의 취합에 의한 광역적인 종합·분석에 어려움이 따르게 되어 넓은 지역을 포괄적으로 다룰 수 있는 원격탐사가 도입되었다.

원격탐사(Remote sensing)란 지상이나 항공기 및 인공위성 등의 탑재기에 설치된 센서를 이용하여 지표, 지하, 대기권 및 우주공간의 대상물에서 반사 혹은 방사되는 전자기파를 탐지하고, 이들 자료로부터 토지, 환경 및 자원에 대한 정보를 얻어 해석하는 기법을 말한다.

단층이나 절리 등은 보통 지하수, 광물 등에 관련된 지구조에 대한 정보를 제공한다. 이러한 열극의 위치, 형태와 밀도는 지진, 산사태, 오염민감도(Pollution susceptibility) 등에 중요하다. 암반열극은 보통 원격탐사로 얻은 선구조로 나타난다. 선구조는 직선 혹은 완곡의 지형요소로서, 인접한 표면 및 천부의 지형요소와 구분이 명확한 단층, 파쇄대, 습곡축 등이 지질구조선과 암석경계를 따라 나타나며, 이러한 요소는 원격탐사자료에서 지형의 기복변화 및 화소의 명암차에 의해 구분이 가능하다(Sabins, 1978). 선구조는 지표면의 현상으로서 지도상에 나타낼 수 있는 단일 혹은 복합된 선적인 특성으로서 지하현상을 반영한다고 생각되어지는 것이다.

지표면의 선구조는 지형, 수계, 식생 및 토양 등 다양한 지형 요소들에 의해 형성된다. 일반적으로 선구조는 지하 지질구조를 반영하는 광역적인 규모이고 비교적 협소한 대이며, 지표 암석권의 파쇄대와 주로 일치하고 단층, 열극, 절리, 습곡 등에 의해 형성되는 약선대를 반영하는 것이다. 수계의 형성은 산계의 형성과 선구조의 분포와 밀접하다. 선구조는 대규모 지각변동에 의해 형성되었다고 추정되며, 하계망의 특징을 결정하는데 중요한 역할을 하며 하계망의 형태결정에 절대적인 영향을 미친다. 오랜 침식으로 야외 관측이 불가능한 경우 항공사진이나 위성 자료를 이용하여 추출하면 효과적이다. 이번 조사에 이용된 원격탐사는 프랑스에서 발사한 SPOT 위성의 SPOT IMAGE(해상도 20m×20m)를 이용하였으며, 선구조는 미국 ERDAS사의 ERDAS(earth resources data analysis system)





SPOT IMAGE OF GORAE AREA (SCALE=1:150,000)

<그림 3-3> 구례군 위성영상 및 선구조도

IMAGINE v.8.3.1을 이용하여 분석·추출하였고, 추출된 선구조는 각종 탐사의 예비자료로 활용하였다.

### 3-2-2. 전기비저항탐사

구례군 일대에 대해 쌍극자배열법을 이용하여 15개 측선을 설치하여 전기비저항탐사를 실시하였다<표 3-2>.

쌍극자배열법의 적용은 한 쌍의 전류전극과 다른 한 쌍의 전위전극을 25m로 하고 측정간격을 25m, 50m, 75m, . . . , 500m로 간격을 25m씩 단계적으로 이동하면서 각 측정에서의 전위차를 측정하여 겐보기비저항값을 구하였다. 측정간격이 멀어지면 탐사심도도 깊어지므로 한 측선을 전개해 나가면 외견비저항의 2차원 단면을 구할 수 있고, 등비저항곡선도를 작성하여 전기비저항분포 이상대를 파악할 수 있게 된다. 자료처리는 현장 겐보기비저항 단면도, 자동역산에 의한 이론적인 해석도 및 모델링에 의한 2차원 단면구조도를 나타냈고, 현장측정값(겐보기비저항)과 이론값 사이의 RMS(Root Mean Squared relative error)를 최소화시키기 위해 해석 반복계산 횟수를 5회로 하였다.

<표 3-2> 전기비저항 쌍극자 탐사 측선 총괄

측 선 번 호	위 치	측 선 방 향	길 이(m)	비 고
E01	간전면 수령리	N28° E	500	
E02	간전면 양천리	EW	500	
E03	광의면 대전리	N53° W	500	
E04	광의면 수월리	N50° W	500	
E05	광의면 지천리	N80° W	500	
E06	구례읍 원방리	N45° E	500	
E07	마산면 광평리	N40° W	500	
E08	마산면 마산리	N45° W	500	
E09	마산면 용두리	N30° W	500	
E10	문척면 월전리	N63° E	500	
E11	용방면 구만리	N30° E	500	
E12	용방면 신지리	N62° E	500	
E13	토지면 과도리	N85° E	500	
E14	토지면 금내리	N82° W	500	
E15	산동면 탑정리	N75° E	500	

### 가. E01

구례군 간전면 수평리에서 측선을 N28° E 방향으로 국사봉과 밥봉(900m)이 높게 측선 뒤로 위치하고 있고 앞으로는 넓은 섬진강 충적층이 위치하는 산허리에 위치한 상만과 하만 마을 사이에 측선을 설치하였다. 앞에 계곡이 흐르고 우측에는 마을이 존재하고 뒤에는 논이 존재하는 지역이다. 역산결과를 보면 대체로 측점 1~2 범위에서 저비항대가 존재하고 있으며, 그 깊이는 50~70m이내에 분포한다<그림 3-4>. 규모는 적으나 5번 측점과 6번 측점에서 25m 깊이까지 저비항대가 존재하는 것은 부분적인 파쇄대의 발달 가능성을 보여준다.

### 나. E02

구례군 간전면 양천리에서 측선을 E-W 방향으로 측선 앞으로 섬진강이 돌아가는 넓다란 충적토 위에 동서로 측선을 설치하여 측정하였다. 역산결과 <그림 3-4>를 보면 측점 -4~-6번, 5~6번 범위에서 비저항대가 존재하고, 모두 25~50m 심도로 풍화대의 발달가능성을 나타내고 있다.

### 다. E03

구례군 광의면 대전리에서 측선을 N53° W 방향으로 난동제와 대전제를 앞에 두고 연파리를 사이에 둔 넓은 농지에 수평으로 설치하였다. 역산결과 -1~-4번 측점 사이와 5~6번 측점 사이에서 비교적 소규모로 깊이 10m 이내에 비교적 낮은 비저항대가 존재하여 전체적으로 지하수 부존가능성이 매우 낮을 것으로 판단된다<그림 3-5>.

### 라. E04

구례군 광의면 수월리에서 측선을 N50° W 방향으로 앞쪽에 천은사가 위치하는 넓은 평야지대에 가로로 측선을 설치하였다. 역산결과 전반적으로 비저항값의 변화가 많이 나타난다. 먼저 -1~-4번 측점에서는 25~60m 깊이에 비저항대가 넓게 존재하는 것으로 추정되며 5~6번에 25m 깊이 내외에 풍화토가 존재하는 것으로 보이며 6번 측점 이후에 약 120m 깊이에 낮은 비저항대가 나타나는 것으로 보아 이 지역의 지하수는 대체로 풍부한 것으로 보인다<그림 3-5>.

#### 마. E05

구례군 광의면 지천리에서 측선을 N80° E 방향으로 비교적 지대가 높은 평야 지대에 측선을 설치하였다. 좌측으로는 능선이 자리하고 있는 비교적 넓은 충적지의 중앙부분에 측선을 배열하였으며, 역산결과 측정 1번과 3번 사이에서 깊이 25m 내외의 깊이에 낮은 저비저항대가 존재하나 규모는 적고 대부분 고비저항대가 나타난다. 따라서 이 지역의 지하수 발달은 매우 미약하다고 판단된다<그림 3-6>.

#### 바. E06

구례군 구례읍 원방리에서 측선을 N45° E 방향으로 측선 우측에 깃대봉이 (242m)로 높게 위치하고 있고 좌측으로는 구례읍쪽을 향하여 산비탈에 측선을 설치하였다. 역산결과 -6번 측정과 1~3번 측정의 25~50m 깊이 내외에서 비교적 낮은 비저항치가 나타나는 것으로 보아 풍화대나 파쇄대가 발달한 것으로 보인다. 그리고 원방리에서는 대체로 25m 깊이 내외에서 매우 낮은 비저항대가 형성되어 있다<그림 3-6>.

#### 사. E07

구례군 마산면 광평리에서 측선을 N40° W 방향으로 서유천이 탐진강과 합류하는 곳의 상류측의 충적층에 측선을 설치하였다. 측선 뒤로 구례 화엄사가 위치하고 있다. 역산결과 상대적으로 타구간에 비하여 -4~-5번 측정구간의 25m 내외에서 비교적 낮은 비저항값을 보이고 5~6번 측정의 25~50m 깊이에서 비저항대가 낮게 나타난다. 전체적으로 중심지역에서 비저항값이 매우 높은 특성을 보이고 있어 5~6번 측정쪽을 제외하고는 지하수 대수층의 발달이 미약하다<그림 3-7>.

#### 아. E08

구례군 마산면 마산리에서 측선을 N45° W 방향으로 좌측엔 작은 구릉이 있고 우측엔 마을이 존재하는 지리산 자락 밑의 작은 농토에 측선을 설치하였다. 역산결과 대체로 충적층의 분포심도 변화가 비슷할 것으로 판단된다. -2번 측정에서 매우 낮은 비저항대가 존재하고 깊이는 25~50m에서 나타난다. 역시 같은 깊이의 2~3번에서 낮은 비저항대가 나타난다. 그리고 전반적으로 25m 내외의 깊이에서 모든 측정방향에 낮은 비저항대가 분포하는 것으로 보아 지표수나 풍화대가 분포하는 것으로 보인다<그림 3-7>.

#### 자. E09

구례군 마산면 용두리에서 측선을 앞쪽 형제봉(920m)에서 뺀어 내린 산자락이 이 지역까지 길게 이어져 내린 산맥 좌측 하사마을 앞 농토에 수평으로 N30° W 방향으로 설치하였다. 역산결과 지표근처에 얇게 낮은 비저항대가 분포하여 지표수의 흐름이 조사되고 4번측점에서 시작하여 5~6번 측점에서 가장 낮은 비저항치를 나타낸다. 또한 높은 비저항값이 나타나는 중앙부(25~75m 깊이)에 커다란 암체가 존재하는 것으로 보인다<그림 3-8>.

#### 차. E10

구례군 문척면 월전리에서 측선을 N63° E 방향으로 하여 측선 뒤로 오산(531m)이 높게 자리하고 있는 산자락에 측선을 설치하였다. -1~3번 측점에서 25m 내외의 비교적 낮은 비저항치가 존재하는 것으로 보아 풍화대가 존재하는 것으로 보이고 국지적으로 5~6번 측점에서 낮은 비저항대가 나타난다. 그러나 전체적으로 비저항치가 높게 나와 이 지역의 지하수 발달은 미약할 것으로 사료된다.<그림 3-8>.

#### 카. E11

구례군 용방면 구만리에서 북쪽의 산동면에서 흘러내리는 서유천을 우측으로 하여 N30° E 방향으로 측선을 설치하였다. 역산결과 측점 -3~-2번 측점과 0~3번 측점에서 25m 내외의 비저항치가 낮게 나타나는 것으로 보아 풍화대의 존재로 판단되는 것을 제외하고는 전반적으로 높은 비저항치를 보이며 이 지역의 지하수 발달은 매우 미약할 것으로 사료된다<그림 3-9>.

#### 타. E12

구례군 용방면 신지리에서 N62° E 방향으로 넓은 평야지대를 중심으로 좌측에는 서유천이 흐르는 지점에 측선을 설치하였다. 역산결과 중앙의 측점 -3~3 구간에서 고비저항값을 나타나는 것을 제외하고는 전체적으로 저비저항값을 나타내는 형태를 보인다. 특히 측점 3~5번의 25~50m 깊이에서 매우 낮은 수치를 보여 이곳에 지하수 발달을 기대할 수 있다<그림 3-9>.

### 파. E13

구례군 토지면 파도리에서 앞산의 왕시리봉(1,212m)에서 흘러내린 계곡을 중심으로 해발 100m 내외의 높은 산자락에 측선을 N85° E 방향으로 설치하였다. 역산결과 매우 높은 고비저항치가 나타나 전체적으로 이 지역은 지하수 발달을 기대하기 어려울 것으로 기대되나 지표수의 흐름은 많이 나타난다<그림 3-10>.

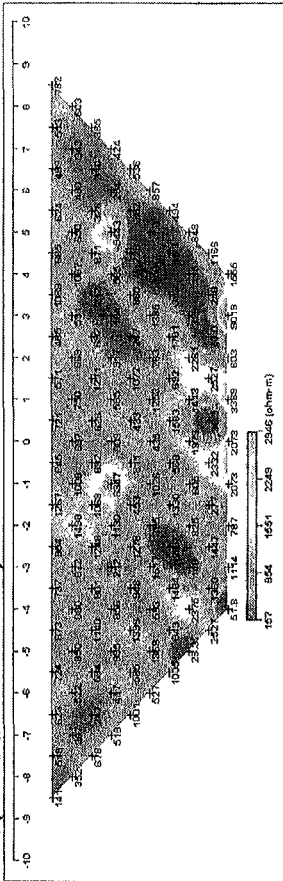
### 하. E14

구례군 토지면 금내리에서 앞쪽에는 문주체가 위치하고 뒤로는 넓은 농토를 배경으로 측선을 N82° W 방향으로 설치하였다. 역산결과 -6번 측점에서 지표부근에 국지적으로 낮은 비저항치가 나타나고 측점 5~6번 사이에 25m 내외에서 비저항치가 낮은 곳이 약간 나타나는 것을 제외하면 전반적으로 높은 비저항치를 보여 지하수 발달이 미약한 것으로 판단된다<그림 3-10>.

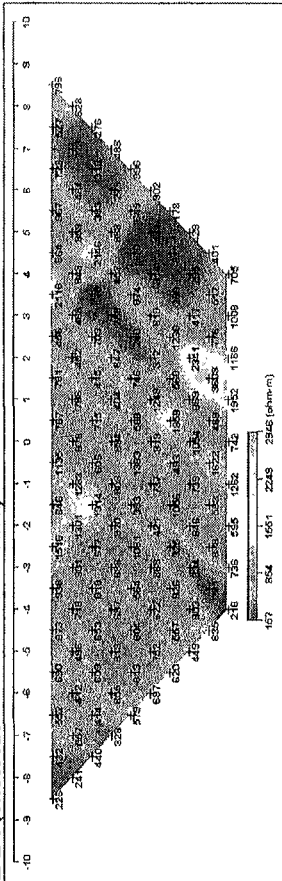
### 가. E15

구례군 산동면 탑정리 지리산온천관광개발단지 앞쪽에 측선을 N75° E 방향으로 설치하였다. 역산결과를 보면 측정지역 전반에 걸쳐 겹보기 및 이론치 비저항가단면도가 중앙하부와 우부 일부를 제외하고 낮은 비저항값을 나타내며 진비저항의 분포 상황에서 보면 4~6번 측점위치의 심도 100m 부근에 상대적으로 낮은 비저항 분포대가 존재하는 것을 알 수 있다. 이 지역은 대체로 지하수 발달이 양호한 것으로 판단된다<그림 3-11>.

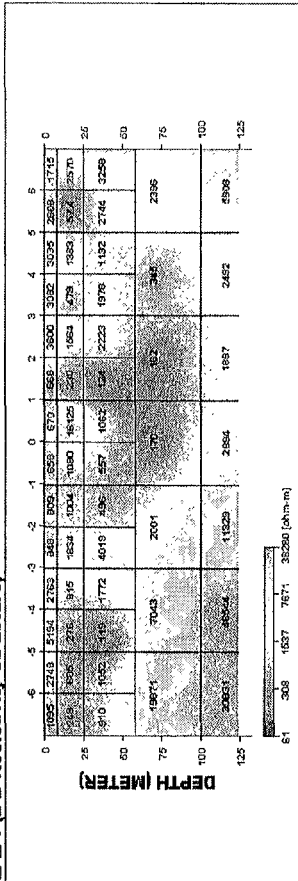
간선 1 (Field Data Pseudosection)



간선 1 (Theoretical Data Pseudosection)

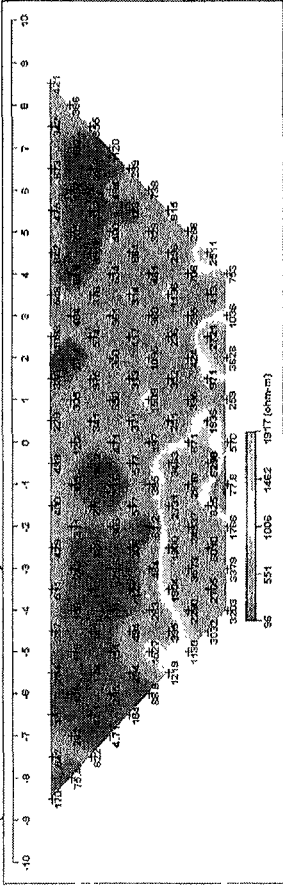


간선 1 (2-D Resistivity Structure)

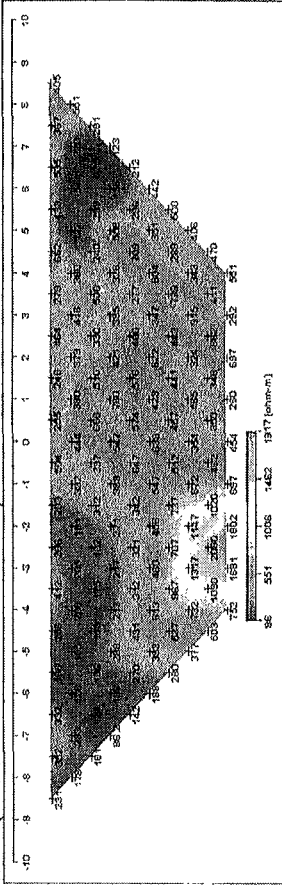


< E01 >

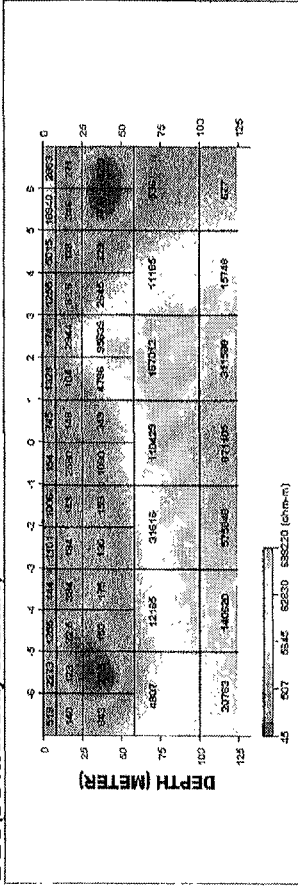
간선 2 (Field Data Pseudosection)



간선 2 (Theoretical Data Pseudosection)



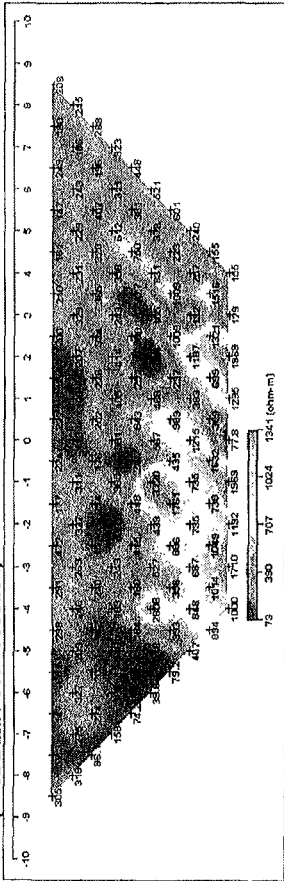
간선 2 (2-D Resistivity Structure)



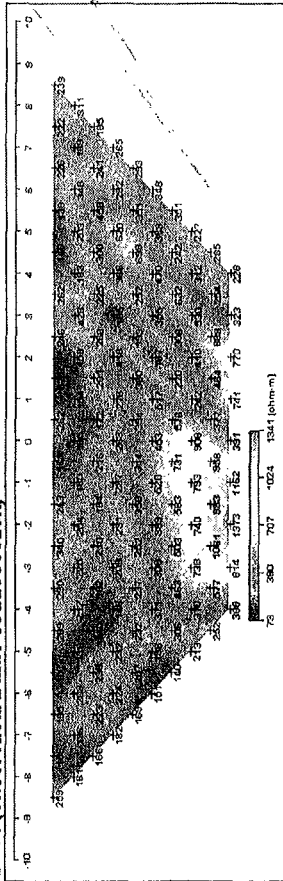
< E02 >

< 그림 3-4 > 축선 E01, E02 쌍극자탐사 결과도

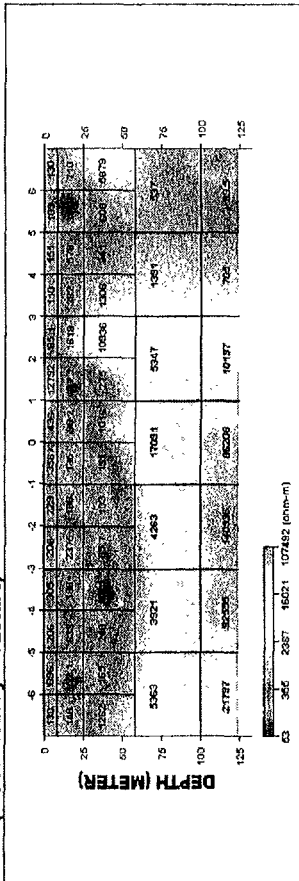
광의 1 (Field Data Pseudosection)



광의 1 (Theoretical Data Pseudosection)

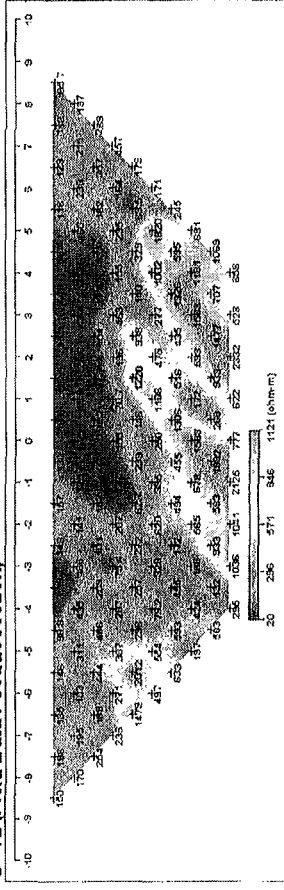


광의 1 (2-D Resistivity Structure)

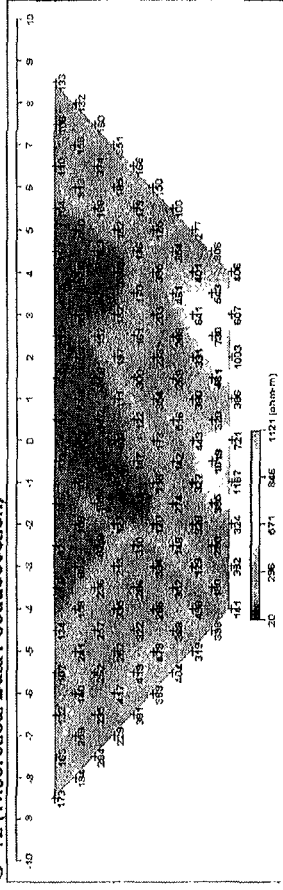


< E03 >

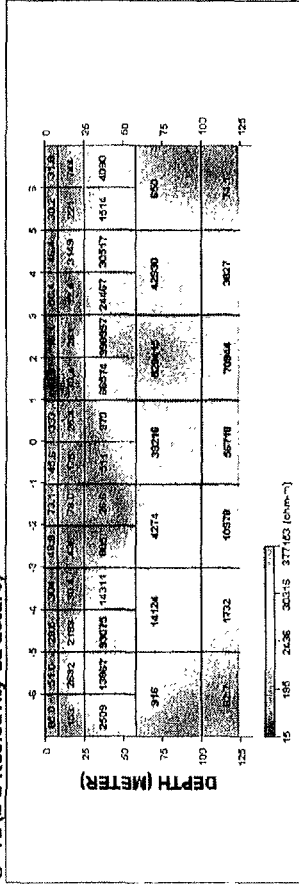
광의 2 (Field Data Pseudosection)



광의 2 (Theoretical Data Pseudosection)



광의 2 (2-D Resistivity Structure)

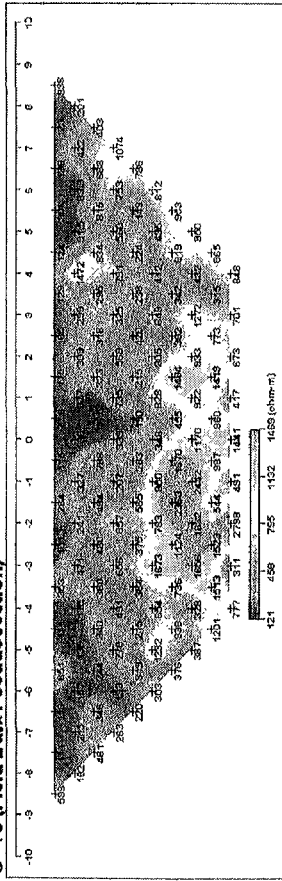


< E04 >

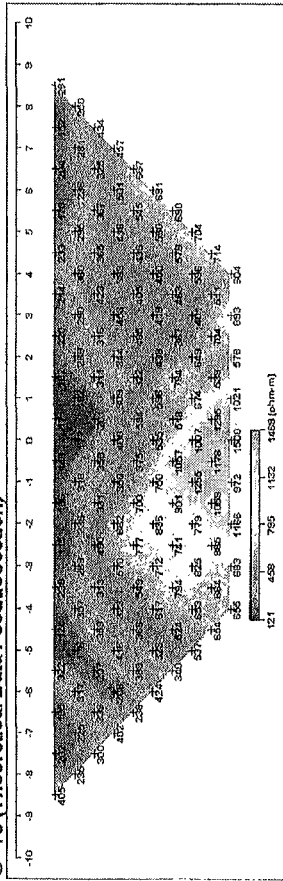
< 그림 3-5 > 축선 E03, E04 쌍극자 탐사 결과도



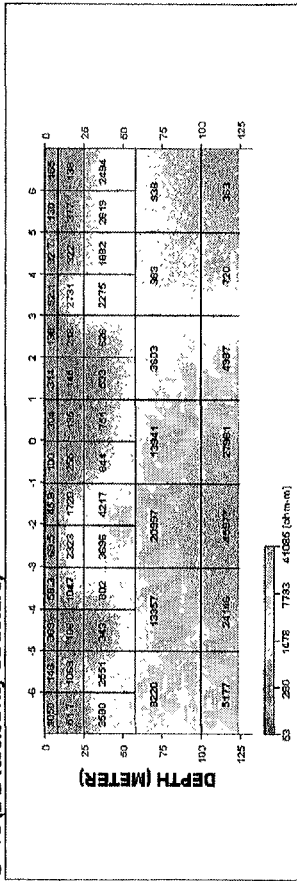
광의 3 (Field Data Pseudosection)



광의 3 (Theoretical Data Pseudosection)

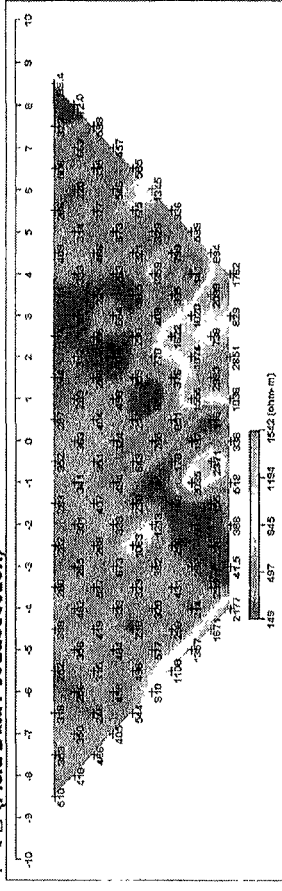


광의 3 (2-D Resistivity Structure)

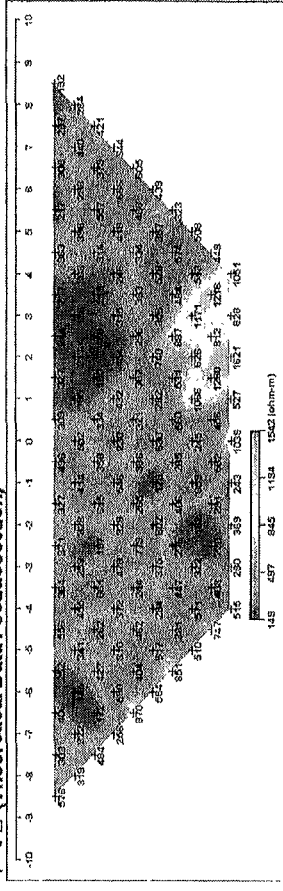


< E05 >

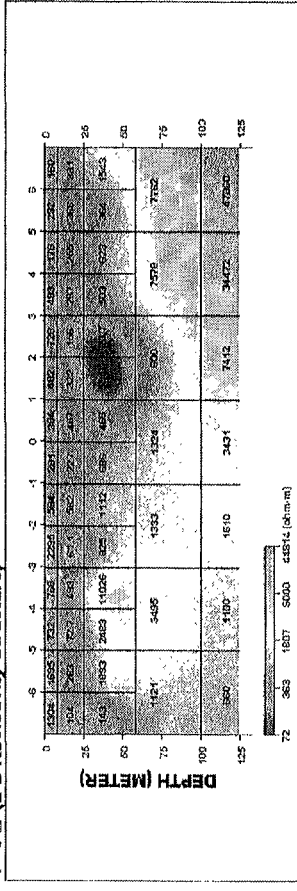
구례읍 (Field Data Pseudosection)



구례읍 (Theoretical Data Pseudosection)



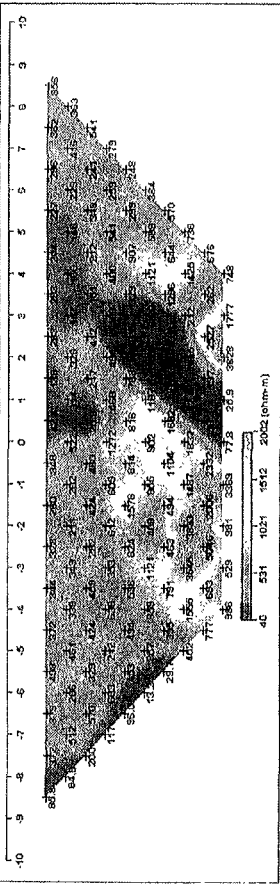
구례읍 (2-D Resistivity Structure)



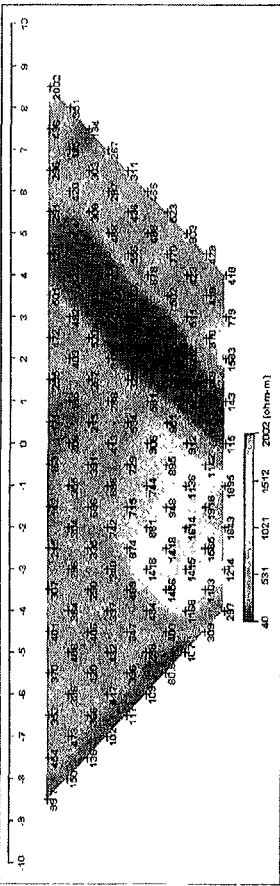
< E06 >

< 그림 3-6 > 축선 E05, E06 쌍극자탐사 결과도

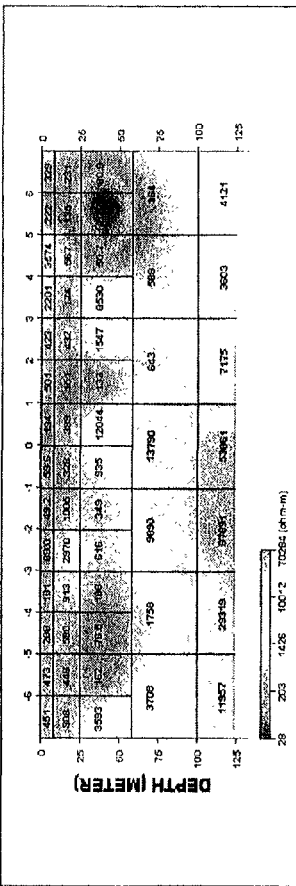
마산1 (Field Data Pseudosection)



마산1 (Theoretical Data Pseudosection)

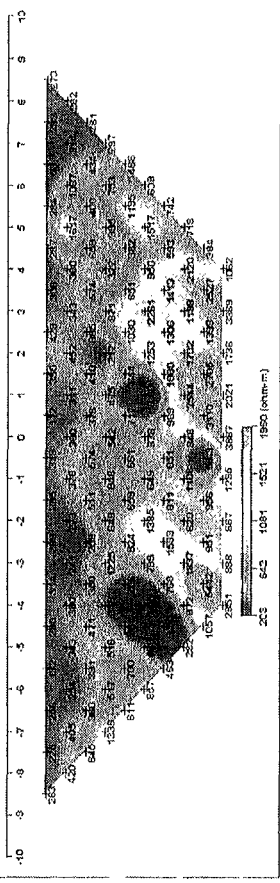


마산1 (2-D Resistivity Structure)

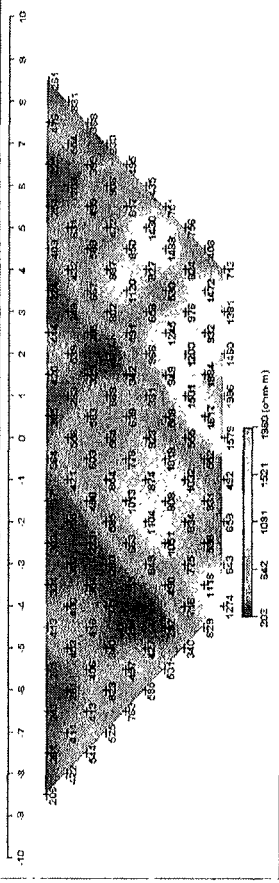


< E07 >

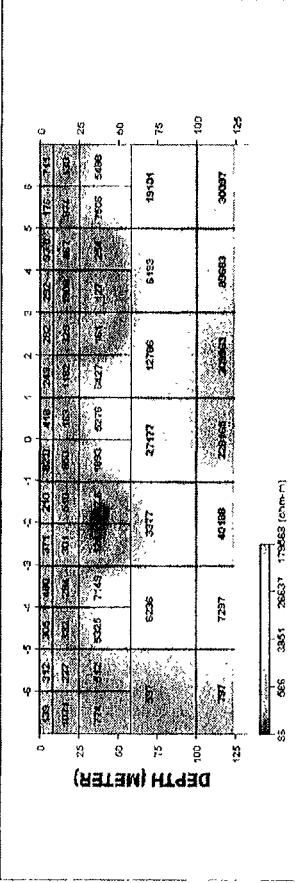
마산2 (Field Data Pseudosection)



마산2 (Theoretical Data Pseudosection)



마산2 (2-D Resistivity Structure)

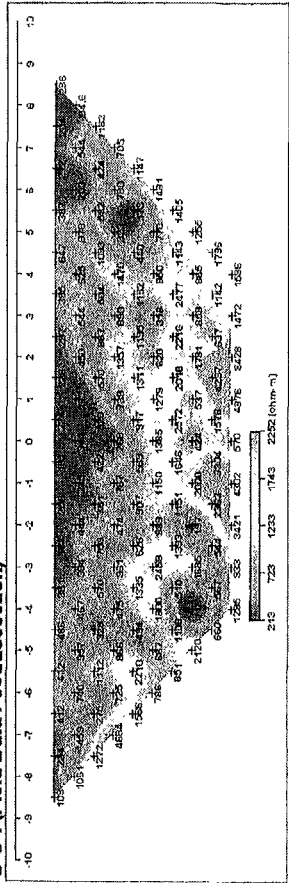


< E08 >

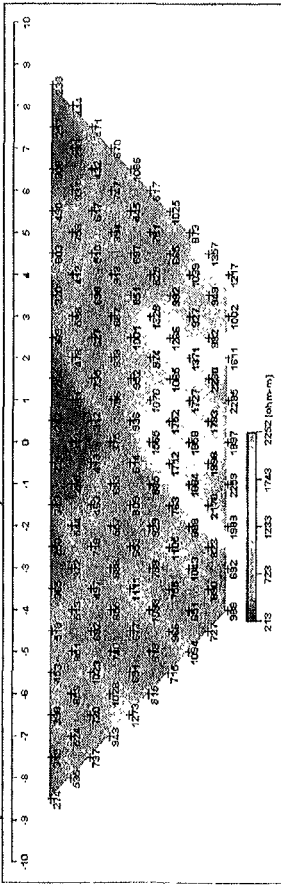
< 그림 3-7 > 축선 E07, E08 쌍극자탐사 결과도



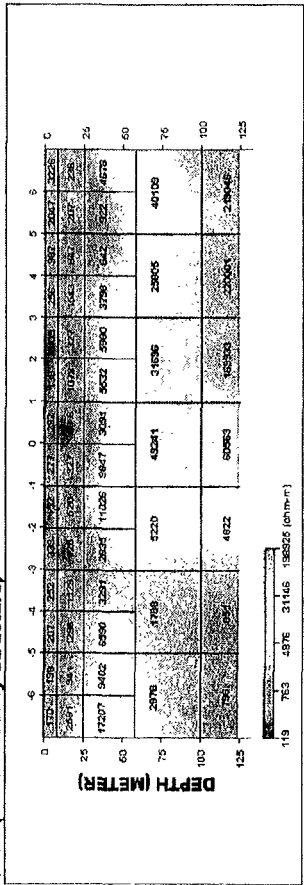
용방1 (Field Data Pseudosection)



용방1 (Theoretical Data Pseudosection)

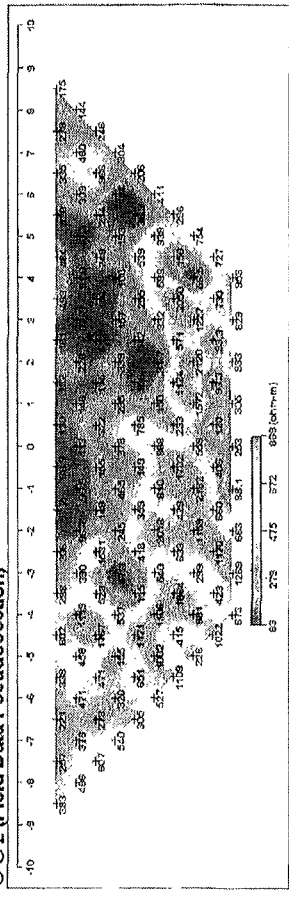


용방1 (2-D Resistivity Structure)

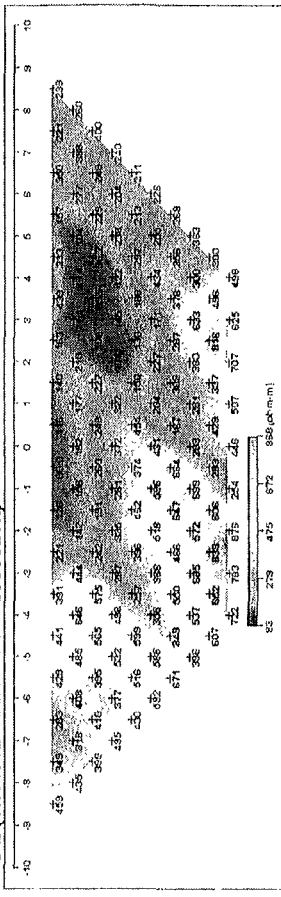


< E11 >

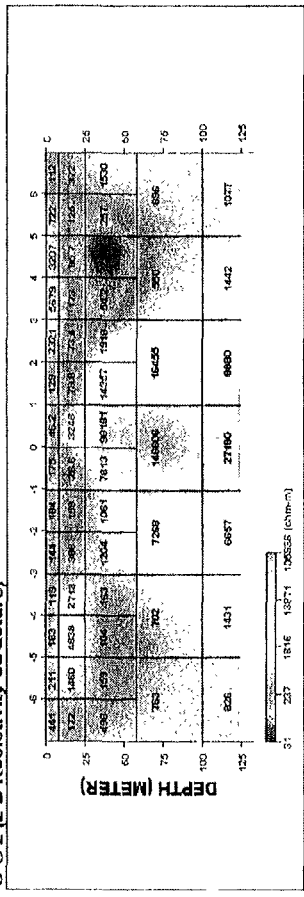
용방2 (Field Data Pseudosection)



용방2 (Theoretical Data Pseudosection)



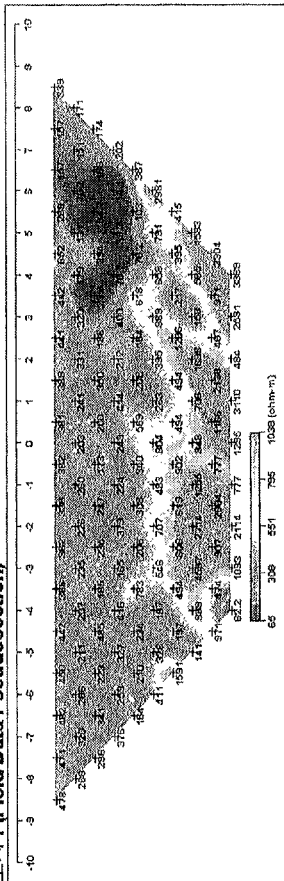
용방2 (2-D Resistivity Structure)



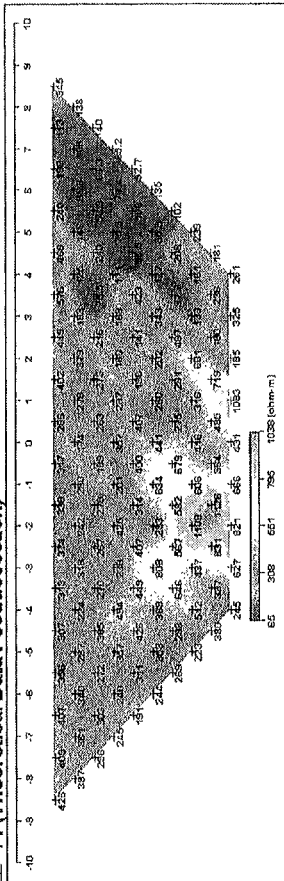
< E12 >

< 그림 3-9 > 축선 E11, E12 쌍극자탐사 결과도

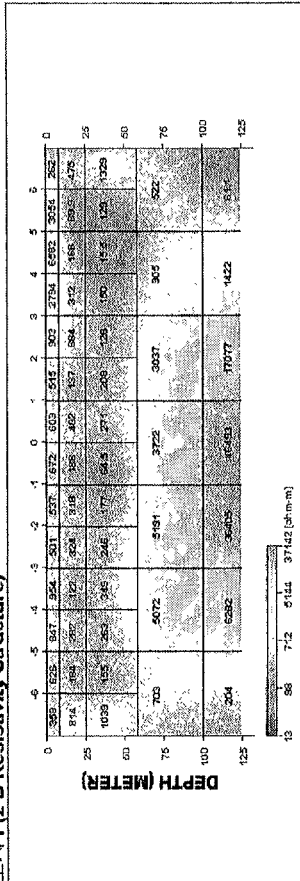
토지 1 (Field Data Pseudosection)



토지 1 (Theoretical Data Pseudosection)

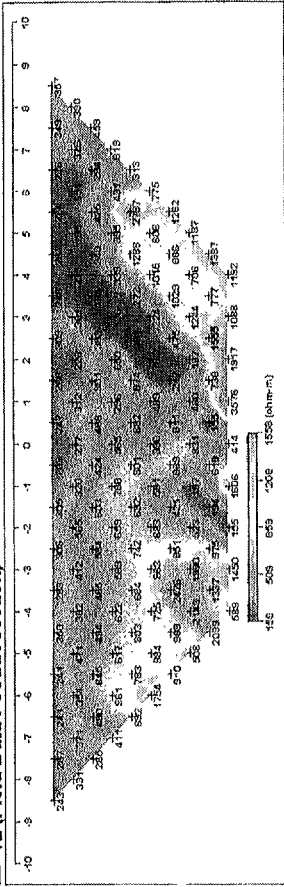


토지 1 (2-D Resistivity Structure)

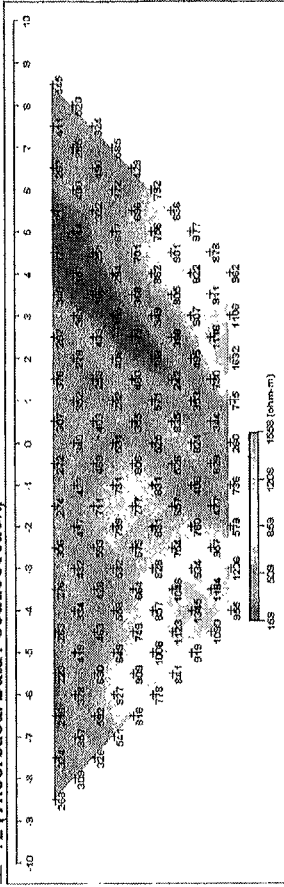


< E13 >

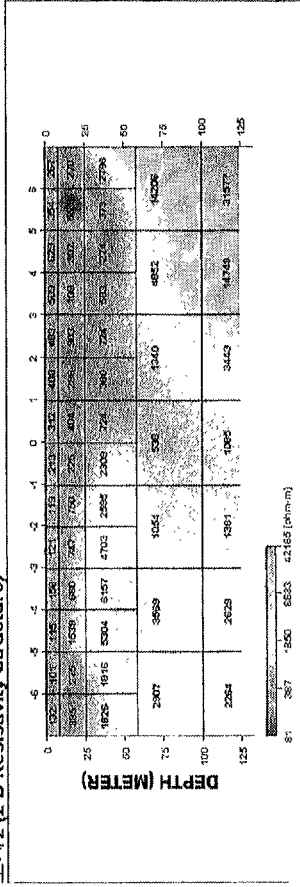
토지 2 (Field Data Pseudosection)



토지 2 (Theoretical Data Pseudosection)



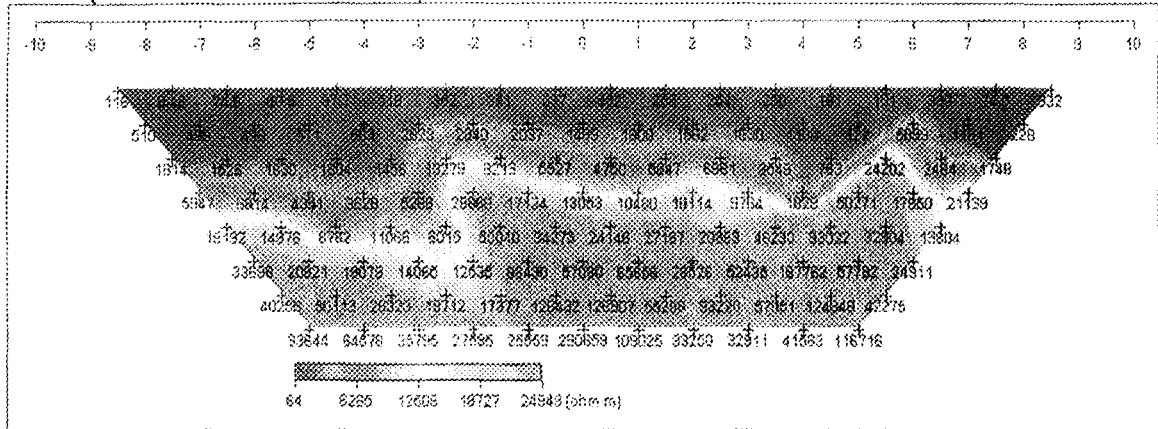
토지 2 (2-D Resistivity Structure)



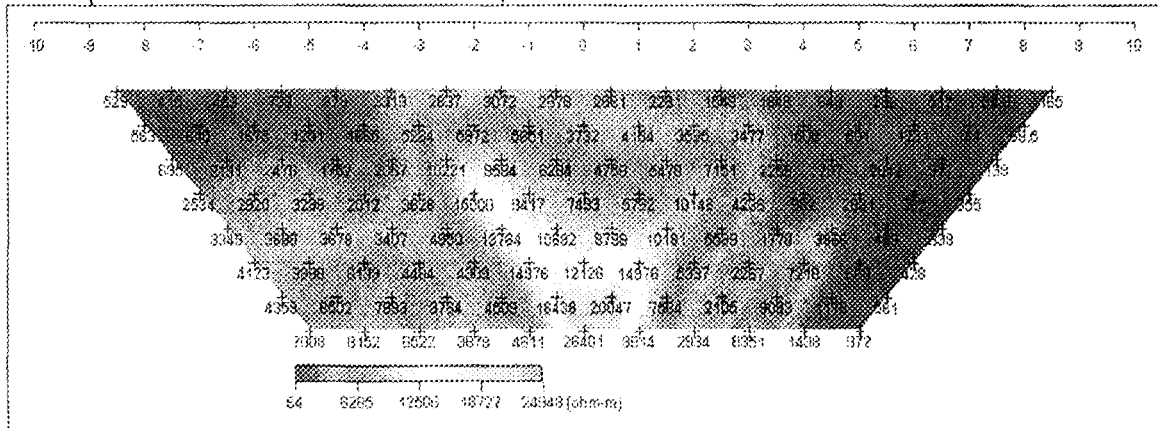
< E14 >

< 그림 3-10 > 축선 E13, E14 쌍극자탐사 결과도

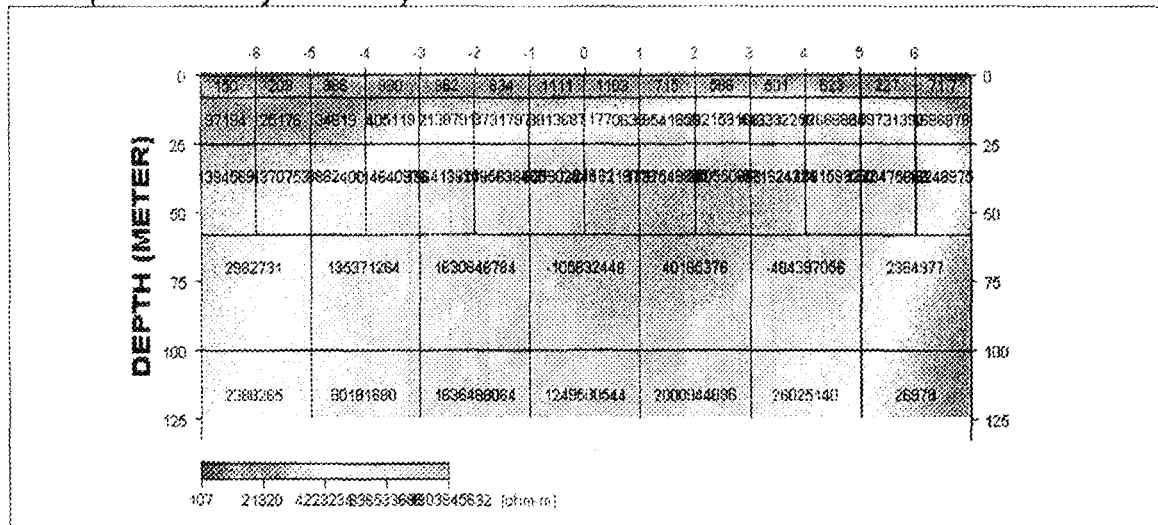
산동 1 (Field Data Pseudosection)



산동 1 (Theoretical Data Pseudosection)



산동 1 (2-D Resistivity Structure)



< E15 >

< 그림 3-11 > 축선 E15 쌍극자탐사 결과도

### 3-3. 양수시험

#### 3-3-1. 기설관정 양수시험

양수시험을 시행하는 주요 목적은 대수층으로 물을 충전 혹은 대수층으로부터 지하수를 채수함으로 인하여 발생하는 수위상승 및 강하 자료를 이용하여 대수층의 수리적인 성질인 대수층 상수, 즉 투수계수, 투수량계수, 저류계수 및 기타 성질을 결정하기 위하여 시행하는 것이다. 조사지역의 충적층 및 암반대수층의 수리적 성질을 파악하기 위하여 조사지역 내에 분포하는 16개 공의 충적 및 암반관정에 대하여 양수시험을 시행하였다. 시험결과 대수층 해석은 대부분 암반관정에 속하며 평균 자연수위가 5.78m로 대수층 위치보다 상부인 점을 감안하여 피압 또는 누수피압 대수층로 보았고, 실제 양수시 정류상태(Steady state)에 도달하려면 상당한 시간을 요하므로 Theis의 비평형방정식을 적용하였다. 즉,

$$T = \frac{Q}{4\pi S} W(u)$$

$$S = \frac{4Ttu}{r^2}$$

여기서,

$T$ ; 투수량계수

$Q$ ; 양수량

$S$ ; 저류계수

$t$ ; 양수 개시 이후 경과시간

$r$ ; 양수정과 관측점 사이의 거리

$$W(u) = \int_u^\infty \frac{e^{-u}}{u} du = \left( -0.577216 - \log e^u + u + \frac{u^2}{2 \cdot 2!} + u + \frac{u^2}{2 \cdot 2!} + \frac{u^2}{3 \cdot 3!} + \dots + \frac{u^2}{n \cdot n!} \right)$$

여기서,  $W(u)$ ; 우물함수

수리상수의 산출은 상기 방정식을 토대로 AQTESOLV 프로그램을 이용하여 대수층의 수리상수를 구하였다<표3-3, 부록>. 조사지역의 평균 투수량계수는 21.95m<sup>2</sup>/d, 평균자연수위는 5.78m, 평균안정수위는 28.02m, 평균양수량 249m<sup>3</sup>/d이다.



<표 3-3> 기설관정 양수시험 총괄표

공번	위 치		자연수위 (m)	안정수위 (m)	양수량 (m <sup>3</sup> /day)	투수량계수 (m <sup>2</sup> /day)	비 고
	읍·면	리					
S002	마산	광평	3.10	28.06	150	4.3872	
D004	산동	위안	4.4	45.7	253	2.577	
D007	산동	좌사	14.15	52.9	253	2.652035	
D010	용방	외산	8.15	13.74	254	11.9	
D029	용방	용강	2.0	5.91	260	35.35	
D030	용방	용강	3.0	5.1	254	114.9	
D037	광의	대전	4.0	47.8	226	3.047	
D039	광의	수월	4.0	22.18	250	14.355	
D053	마산	마산	11.0	28.34	80	5.694	
D069	마산	사도	17.95	61.28	155	2.407565	
D079	토지	파도	1.5	15.31	500	35.775	
D092	구례	봉서	3.8	46.55	327	8.0955	
D100	구례	신월	2.7	15.3	253	35.78	
D108	문척	월전	2.25	20.73	325	7.388	
D119	문척	중산	2.62	4.54	250	63.1811	
D128	간전	중대	7.92	34.924	200	3.805	
평 균			5.78	28.02	249.37	21.95	



### 3-4. 대수층 특성

본 조사지역의 지형은 일반적으로 북동쪽의 지리산 자락을 중심으로 높은 산맥이 발달하여 경사가 급하며, 평지는 좁고 하천은 북서쪽에서 남동쪽으로 흘러 본 조사지역을 가로지른다.

이 지역의 지질은 고기편마암류, 화성암류, 퇴적암류, 화산암류로 구성되어 있으며, 전체적인 지질구조 방향은 지리산 자락과 함께 북서쪽에서 남동쪽 방향이고 고기편마암류의 편리방향은 이와 평행하게 발달되어 있다. 이 지역의 단층선 방향은 습곡층 방향과 거의 일치하나 발달정도는 미미하다.

기설관정 16공의 양수시험 분석이 조사지구 전체를 대표하기는 어려우나 1일 80m<sup>3</sup>/D 내지 500m<sup>3</sup>/D의 양수량을 보이는 관정을 각 읍·면별로 선별하여 대수층 특성을 분석하였다. 우선 양수시험공은 그 지역 일대에서 비교적 양수량 확보가 용이한 관정이 선택되었기 때문에 그 지역일대의 대표성을 갖기는 힘들지만 나름대로 대수층발달 상태나 양수특성 등은 지역특수성을 내포하리라고 판단된다.

관정들의 평균투수량계수는 21.95m<sup>3</sup>/D이며 용강면 용강리에 위치한 D030 관정의 경우 투수량계수가 114.9m<sup>3</sup>/D로 시험관정 가운데 가장 양호한 수리성을 갖는 것으로 나타났고 반대로 마산면 사도리에 위치한 D069 관정의 경우 가장 낮은 투수량계수(2.408m<sup>3</sup>/D)를 보였다.

전체적으로 평균투수량계수 이상의 값을 보인 관정이 위치한 지역은 구례읍(D100), 용방면(D029, D030), 문척면(D119), 토지면(D079)이며, 평균투수량계수 이하의 값을 보인 관정이 위치한 지역은 구례읍(D092), 용방면(D10), 마산면(S002, D053, D069), 산동면(D004, D007), 광의면(D037, D039), 문척면(D108), 간전면(D128) 등으로 특별한 지역적 연계성은 찾기 어렵다.

조사지역 내 시험관정들의 평균안정수위와 평균자연수위와의 차이는 23.72m이며, 시험대상관정이 위치한 기반암은 고기편마암류, 화성암류, 그리고 화성암질 퇴적암류 등이다. 대수층의 발달형태는 대부분 기반암내 절리대, 균열대, 연약대, 파쇄대 발달에 의한 것으로 판단된다.

## 4. 시설관정 이용실태조사

### 4-1 시설관정 현황조사

#### 4-1-1. 시설별·용도별 이용현황

이번 구례지역의 관정조사는 실제 주민들의 사용빈도가 높은 충적 및 암반관정을 주대상으로 삼았으며, 그 수는 총 136개공에 이른다. 용도별 관정현황은 암반관정 131공 중 112공(85%)이 농업용수로, 18공(14%)이 생활용수, 1공(1%)이 공업용수 등 기타용수로 이용되고 있고 충적관정 5공은 전부 농업용수로 이용되고 있다.

<표 4-1> 지하수 시설별 현황

총 계	암 반 관 정				충 적 관 정		
	계	농업용수	생활용수	기타용수	계	농업용수	생활용수
136	131 (100%)	112 (85%)	18 (14%)	1 (1%)	6	6 (100%)	-

이번 조사된 시설관정수는 구례지역 전체 현황을 파악하기에는 미흡한 점이 있으나 사용빈도가 높은 충적·암반관정들의 자료분석 결과, 농업용수관정의 평균심도는 97m, 생활용수관정의 평균심도는 148m로서 공당 평균심도는 99.5m이다. 공당 농업용수관정의 평균양수량은 249m<sup>3</sup>/일, 공당 생활용수관정의 평균양수량은 234m<sup>3</sup>/일, 공당 평균양수량은 245m<sup>3</sup>/일이다<표 4-2>.

<표 4-2> 시설관정 읍면별, 용도별 현황

읍면	총계		생활용		농업용		공업용		기타용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
총계	136	33,071	18	3,980	117	28,841	1	250	-	-
산동면	16	4,570	4	978	11	3,342	1	250	-	-
용방면	16	4,881	1	260	15	4,621	-	-	-	-
광의면	16	4,083	1	250	15	3,833	-	-	-	-
마산면	26	4,700	1	260	25	4,440	-	-	-	-
토지면	8	1,770	1	45	7	1,725	-	-	-	-
구례읍	21	4,720	5	1,311	16	3,409	-	-	-	-
문척면	21	5,400	3	606	18	4,794	-	-	-	-
간전면	12	2,947	2	270	10	2,677	-	-	-	-

<표 4-3> 구례군 기설관정 조사현황

NO	위 치			구경 (mm)	심도 (m)	이용량 (m <sup>3</sup> /d)	용도	개발년도	비고
	읍면	동리	지번						
D001	산동	원달	616-1	200	199.0	216	생활	1995	
D002	산동	계천	184-1	200	110.0	250	농업	1996	
D003	산동	계천	264	200	182.0	233	생활	1995	
D004	산동	위안	290	200	160.0	253	생활	1995	
D005	산동	대평	755-1	200	110.0	253	농업	1995	
D006	산동	내산	961-1	200	125.0	190	농업	1995	
D007	산동	좌사	590	200	90.0	253	농업	1995	
D008	산동	관산	337	200	110.0	250	농업	1996	
D009	산동	좌사	191	200	100.0	224	농업	1994	
D010	산동	외산		200	120.0	254	농업	1998	
D011	산동	신학	857-1	200	130.0	276	농업	1995	
D012	산동	외산	616-1	200	63.5	754	농업	1988	
D013	산동	오향		150			기타	1997	
D014	산동	외산	666	200	65.0	370	농업	1988	
D015	산동	둔사	594	200	170.0	276	생활	1995	
D016	산동	이평	550-1	200	85.0	268	농업	1992	
D017	용방	신도	244-63	200	130.0	288	농업	1994	
D018	용방	신도	244-33	200	110.0	253	농업	1996	
D019	용방	신도	1112-6	200	59.8	412	농업	1988	
D020	용방	신도	747-9	200	84.0	420	농업	1993	
D021	용방	방광	875-1	200	142.0	253	농업	1995	
D022	용방	신지	470	200	170.0	240	농업	1995	
D023	용방	중방	512	200	55.0	402	농업	1987	
D024	용방	중방	759-1	200	70.0	412	농업	1987	
D025	용방	중방	506-1	50	18.0	60	농업	1991	
D026	용방	중방	115-4	200	47.0	412	농업	1991	
D027	용방	용정	167	200	110.0	284	농업	1996	
D028	용방	용정	203-4	200	100.0	276	농업	1994	
D029	용방	용강	419-5	200	110.0	260	생활	1996	
D030	용방	용강	783-5	200	120.0	254	농업	1998	
D031	용방	사림	304-34	200	57.0	402	농업	1987	
D032	용방	사림	636	200	102.0	253	농업	1994	
D033	광의	온당	584	200		250	농업		
D034	광의	온당	1287-1	200	150.0	288	농업	1994	

<표 4-3> 계속

NO	위		차 지번	구경 (mm)	심도 (m)	이용량 (m <sup>3</sup> /d)	용도	개발년도	비고
	읍면	동리							
D035	광의	온당	156	200	80.0	302	농업	1994	
D036	광의	연파	신도115	200	85.0	120	농업		
D037	광의	대전	249-2	200	150.0	226	농업	1995	
D038	광의	수월	717-1	200	150.0	233	농업	1995	
D039	광의	수월	569-4	200	200.0	250	농업	1995	
D040	광의	대산	15-26	150	80.0	100	농업	1995	
D041	광의	수월	산11	200	48.7	260	농업	1993	
D042	광의	수월	438-4	200	200.0	250	농업	1995	
D043	광의	수월	512-1	200	200.0	250	농업	1995	
D044	광의	수월		150		200	농업	1995	
D045	광의	대산	285-17	200	112.0	250	농업	1996	
D046	광의	지천	1052-1	200	110.0	250	생활	1996	
D047	광의	지천	606-25	200	85.0	120	농업		
D048	광의	사림	1039	200	60.0	734	농업	1986	
D049	마산	황전	산7-8	200	186.0	288	농업	1994	
D050	마산	황전	95	200	112.0	250	농업	1996	
D051	마산	마산	217	100	80.0	75	농업		
D052	마산	마산	270-16	100	80.0	69	농업		
D053	마산	마산	96-1	100	80.0	80	농업		
D054	마산	갑산	133-13	200	120.0	432	농업	1995	
D055	마산	갑산	137-5	200	150.0	260	농업	1995	
D056	마산	마산	217-3	100	80.0	80	농업		
D057	마산	마산	217-5	100	80.0	105	농업		
D058	마산	마산	217-9	100	80.0	78	농업		
D059	마산	마산	252	100	80.0	64	농업		
D060	마산	마산	63	100	80.0	50	농업		
D061	마산	마산	456-1	200	112.0	250	농업	1996	
D062	마산	황전	774-16	100	80.0	82	농업		
D063	마산	마산	142-1	200	65.0	354	농업	1990	
D064	마산	마산	338-5	100	80.0	94	농업		
D065	마산	마산	326-1	100	80.0	58	농업		
D066	마산	냉천	785-9	100	80.0	63	농업		
D067	마산	가량		200		250	농업	1994	
D068	마산	냉천	49	200	142.0	450	농업	1995	
D069	마산	사도	855-4	200	123.0	150	농업		

<표 4-3> 계 속

NO	위		치 지번	구경 (mm)	심도 (m)	이용량 (m <sup>3</sup> /d)	용도	개발년도	비고
	읍면	동리							
D070	마산	광평	621-1	200	100.0	180	농업		
S001	마산	광평	822-13	200	94.0	240	농업	1984	
S002	마산	광평	632-2	200	80.0	150	농업	1985	
D071	마산	광평	91-9	200	150.0	288	농업	1994	
D072	마산	용두	720-28	200	110.0	260	생활	1996	
D073	토지	단산		150		45	생활		
S003	토지	구산	401	150	20.0	210	농업	1982	
D074	토지	구산	87	50	22.0	50	농업	1994	
S004	토지	구산	193	200	20.0	200	농업	1982	
D075	토지	파도	93-1	200	80.0	100	농업		
D076	토지	파도	333	200	84.0	283	농업	1994	
D077	토지	금내	157	200	52.0	382	농업	1986	
D078	토지	파도	740-2	200	132.0	500	농업	1995	
D079	구례	논곡	676-7	200	100.0	151	생활	1995	
D080	구례	봉북		200		170	농업	1987	
D081	구례	산성	275-1	200	150.0	250	생활	1995	
D082	구례	봉서	2091-1	120	80.0	120	농업	1997	
D083	구례	계산	648	200		354	농업		
D084	구례	계산	635	200	150.0	400	생활	1995	
D085	구례	봉서	2069-1	200	95.0	346	농업	1994	
D086	구례	계산	897	120	90.0	120	농업	1997	
D087	구례	봉서	165	200	120.0	250	생활	1995	
D088	구례	계산	968-2	120	90.0	120	농업	1997	
D089	구례	계산	165	200	132.0	253	농업	1995	
D090	구례	봉서	1673	200	110.0	293	농업	1996	
D091	구례	봉서	1692	200	65.0	327	농업	1993	
D092	구례	봉서	1808	120	85.0	130	농업	1997	
D093	구례	계산	1317-1	120	80.0	130	농업	1997	
D094	구례	봉남	621-1	120	80.0	130	농업	1993	
D095	구례	계산	110-1	120	85.0	120	농업	1994	
D096	구례	봉서	640-1	200	80.0	250	농업	1994	
D097	구례	계산	31-1	200	120.0	293	농업	1995	
D098	구례	봉서	산162-1	200	110.0	260	생활	1997	
D099	구례	신월	346-1	200	110.0	253	농업	1996	
D100	문척	월전	368-1	200	58.0	354	농업	1989	

<표 4-3> 계속

NO	위		지번	구경 (mm)	심도 (m)	이용량 (m <sup>3</sup> /d)	용도	개발년도	비고
	읍면	동리							
D101	문척	월전	386-1	200	64.0	380	농업	1989	
D102	문척	월전	102-1	200	62.0	276	농업	1991	
D103	문척	월전		200		250	농업		
D104	문척	월전	450-1	200	50.0	362	농업	1989	
D105	문척	월전	1065-1	200	62.0	630	농업	1988	
S005	문척	월전	503-12	200	45.0	362	농업	1989	
D106	문척	월전	산97-5	200	135.0	100	농업		
D107	문척	월전	1529-1	200		250	농업	1998	
D108	문척	월전	1533-2	200	80.0	325	농업		
D109	문척	봉전		200		180	농업		
D110	문척	죽연	423-1	150		20	농업		
D111	문척	죽연	372-1	150	130.0	253	농업	1997	
D112	문척	월전	702-1	200	120.0	272	농업	1999	
D113	문척	월전	139-1	200	110.0	253	생활	1996	
D114	문척	죽연		200		160	농업		
D115	문척	사성암		200		210	생활		
D116	문척	토금	514	200		143	생활	1989	
D117	문척	금정	515	100	90.0	110	농업		
D118	문척	죽마	356-3	200	90.0	260	농업	1994	
D119	문척	중산	254-1	200	90.0	250	농업	1997	
D120	간전	운천	44	200	150.0	300	농업	1995	
D121	간전	안음		200		245	농업		
D122	간전	간문	538-8	200	110.0	260	농업	1996	
D123	간전	수평		200		200	농업		
D124	간전	수평	685	200	110.0	250	농업	1996	
D125	간전	수평	상만	150	45.0	150	농업		
D126	간전	수평	199-1	150	74.0	336	농업	1993	
D127	간전	중대	266	200	150.0	200	농업	1995	
D128	간전	논곡	213	150	27.0	486	농업	1995	
D129	간전	금산	304	100		70	생활		
D130	간전	금산		200		200	생활		
D131	간전	금산	530	200	120.0	250	농업	1996	

## 4-2. 기설관정 지하수위조사

수위관측은 조사구역 내 수위 등고선도를 작성할 수 있도록 기설관정 위치를 파악하고 조사지구 일대를 격자화하여 수위를 측정한다. 기설관정이 없거나 자료가 부족한 경우 오거(Auger)를 사용하여  $\phi 3''$  구경으로 4m 내외를 굴착, 수위관측공을 설치하여 조사·관측하되, 수위관측공은 지하수 함양조건이 동일한 상태에서 일제히 측정하여 지역 내 지하수 수위조사를 해야한다. 구례지역은 기존의 농업수용으로 기 개발된 암반관정이 다수 산재하며, 이들의 조사만으로 충분한 자료획득이 가능하다고 판단되어 오거(Auger)를 사용한 관측공을 시추하지 않았다. 수위관측은 동일조건에서 일제히 실시하여야 하나, 이번 조사에서는 한정된 인원과 기간 내에 다수의 관측공을 측정함에 따라 측정시간이나 조건의 동일성 등 측정자료에 대한 신뢰도가 다소 떨어지는 경향이 있다.

조사 지역의 행정구역별 평균 지하수위는 구례읍(19개소) 4.02m, 산동면(16개소) 4.43m, 용방면(4개소) 2.75m, 광의면(14개소) 5.96m, 마산면(20개소) 9.45m, 토지면(4개소) 3.21m, 문척면(18개소) 6.81m, 간전면(8개소) 5.82m 등이며, 구례 지역의 평균 지하수위는 103개소에서 5.31m로 나타났다<표 4-4>.

<표 4-4> 구례군 기설관정 자연수위 관측현황

NO	위		지번	자연수위 (m)	NO	위		지번	자연수위 (m)
	읍면	동리				읍면	동리		
D001	산동	원달	616-1	7.80	D032	용방	사림	636	
D002	산동	계천	184-1	4.90	D033	광의	온당	584	
D003	산동	계천	264	2.00	D034	광의	온당	1287-1	5.50
D004	산동	위안	290	4.40	D035	광의	온당	156	4.00
D005	산동	대평	755-1	5.50	D036	광의	연파	신도115	8.00
D006	산동	내산	961-1	3.20	D037	광의	대전	249-2	4.00
D007	산동	좌사	590	14.15	D038	광의	수월	717-1	4.00
D008	산동	관산	337	2.60	D039	광의	수월	569-4	4.00
D009	산동	좌사	191	4.00	D040	광의	대산	15-26	10.00
D010	산동	외산		8.15	D041	광의	수월	산11	4.70
D011	산동	신학	857-1	1.80	D042	광의	수월	438-4	6.00
D012	산동	외산	616-1	1.75	D043	광의	수월	512-1	6.00
D013	산동	오향		1.80	D044	광의	수월		5.20
D014	산동	외산	666	1.50	D045	광의	대산	285-17	8.00
D015	산동	둔사	594	2.90	D046	광의	지천	1052-1	6.10
D016	산동	이평	550-1	4.50	D047	광의	지천	606-25	8.00
D017	용방	신도	244-63		D048	광의	사림	1039	
D018	용방	신도	244-33		D049	마산	황전	산7-8	
D019	용방	신도	1112-6		D050	마산	황전	95	
D020	용방	신도	747-9		D051	마산	마산	217	10.00
D021	용방	방광	875-1	4.00	D052	마산	마산	270-16	10.00
D022	용방	신지	470		D053	마산	마산	96-1	11.00
D023	용방	중방	512		D054	마산	갑산	133-13	10.00
D024	용방	중방	759-1		D055	마산	갑산	137-5	6.00
D025	용방	중방	506-1	2.00	D056	마산	마산	217-3	10.00
D026	용방	중방	115-4		D057	마산	마산	217-5	10.00
D027	용방	용정	167		D058	마산	마산	217-9	10.00
D028	용방	용정	203-4		D059	마산	마산	252	10.00
D029	용방	용강	419-5	2.00	D060	마산	마산	63	10.00
D030	용방	용강	783-5	3.00	D061	마산	마산	456-1	
D031	용방	사림	304-34		D062	마산	황전	774-16	10.00



<표 4-4> 계 속

NO	위 치		자연수위 (m)	NO	위 치		자연수위 (m)		
	읍면	동리			읍면	동리			
D063	마산	마산	142-1	4.00	D090	구례	봉서	1673	2.40
D064	마산	마산	338-5	10.00	D091	구례	봉서	1692	3.80
D065	마산	마산	326-1	10.00	D092	구례	봉서	1808	4.30
D066	마산	냉천	785-9	10.00	D093	구례	계산	1317-1	5.70
D067	마산	가량			D094	구례	봉남	621-1	4.20
D068	마산	냉천	49		D095	구례	계산	110-1	3.80
D069	마산	사도	855-4	17.95	D096	구례	봉서	640-1	2.30
D070	마산	광평	621-1		D097	구례	계산	31-1	1.70
S001	마산	광평	822-13	3.00	D098	구례	봉서	산162-1	3.60
S002	마산	광평	632-2	4.00	D099	구례	신월	346-1	2.70
D071	마산	광평	91-9	10.00	D100	문척	월전	368-1	6.30
D072	마산	용두	720-28	13.00	D101	문척	월전	386-1	6.10
D073	토지	단산			D102	문척	월전	102-1	6.50
S003	토지	구산	401		D103	문척	월전		
D074	토지	구산	87	1.50	D104	문척	월전	450-1	6.30
S004	토지	구산	193		D105	문척	월전	1065-1	7.00
D075	토지	파도	93-1		S005	문척	월전	503-12	6.50
D076	토지	파도	333	7.00	D106	문척	월전	산97-5	5.80
D077	토지	금내	157	2.85	D107	문척	월전	1529-1	9.50
D078	토지	파도	740-2	1.50	D108	문척	월전	1533-2	2.25
D079	구례	논곡	676-7	8.50	D109	문척	봉전		8.45
D080	구례	봉북			D110	문척	죽연	423-1	7.70
D081	구례	산성	275-1	1.50	D111	문척	죽연	372-1	
D082	구례	봉서	2091-1	2.50	D112	문척	월전	702-1	4.20
D083	구례	계산	648	7.30	D113	문척	월전	139-1	
D084	구례	계산	635	1.30	D114	문척	죽연		11.35
D085	구례	봉서	2069-1	6.00	D115	문척	사성암		12.50
D086	구례	계산	897	7.50	D116	문척	토금	514	6.00
D087	구례	봉서	165	2.30	D117	문척	금정	515	6.25
D088	구례	계산	968-2	6.80	D118	문척	죽마	356-3	7.30
D089	구례	계산	165	1.80	D119	문척	중산	254-1	2.62

<표 4-4> 계 속

NO	위 치			자연수위 (m)	NO	위 치			자연수위 (m)
	읍면	동리	지번			읍면	동리	지번	
D120	간전	운천	44	6.20	D126	간전	수평	199-1	6.05
D121	간전	안음		0.00	D127	간전	중대	266	7.90
D122	간전	간문	538-8	3.30	D128	간전	논곡	213	2.80
D123	간전	수평		4.50	D129	간전	금산	304	7.10
D124	간전	수평	685	0.00	D130	간전	금산		7.00
D125	간전	수평	상만		D131	간전	금산	530	7.90

## 5. 수질 및 잠재오염원조사

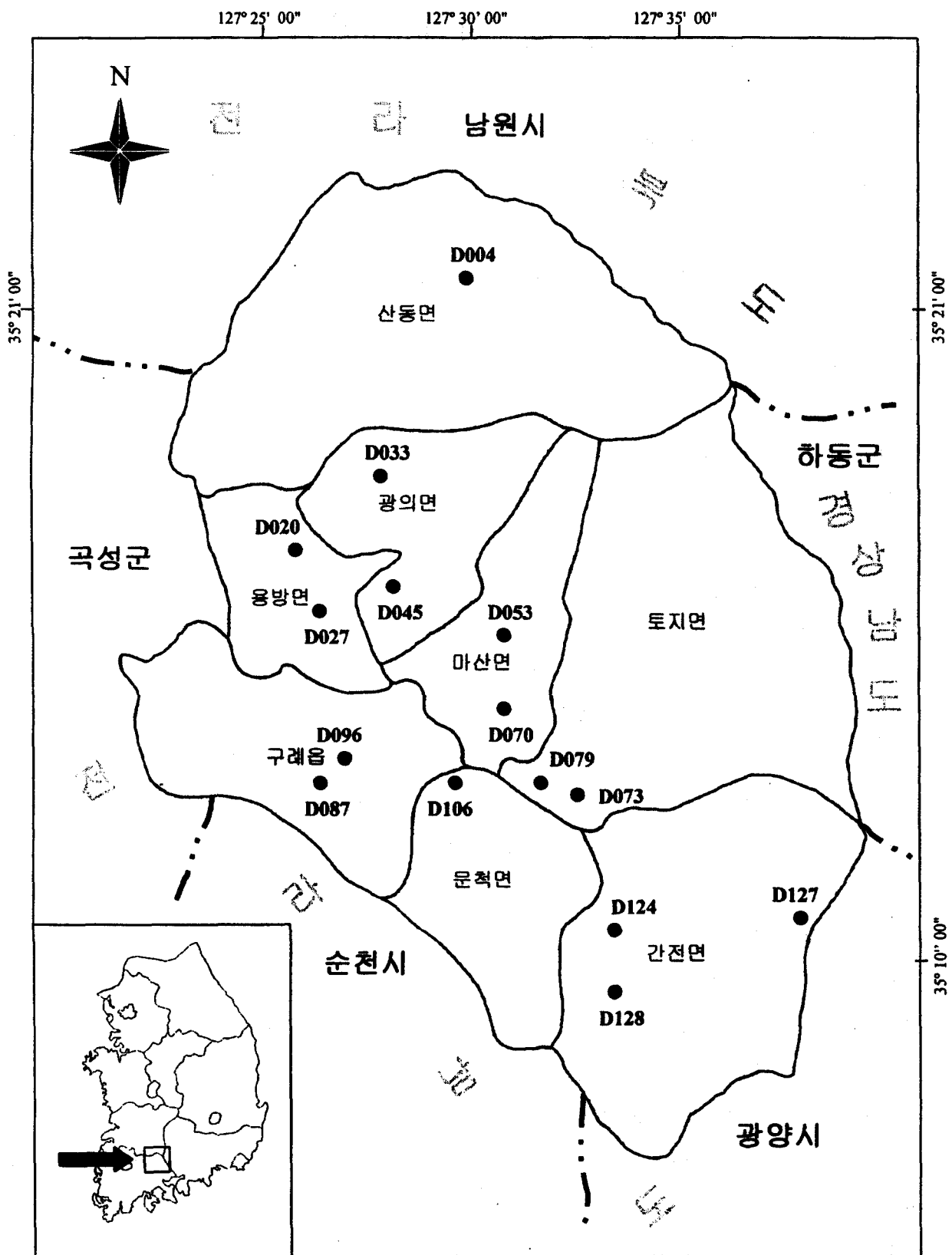
구례지역 지하수에 대한 지화학적 특징을 밝히기 위하여 구례군 일대의 8개 읍·면에 분포하는 지하수를 2000년 5월에서 6월에 걸쳐 15개의 지하수 시료를 채취하였다<그림 5-1, 표 5-1>. 지하수 시료는 관개용 농업용수와 주민들의 생활용수를 대상으로 하였으며, 15개의 지하수에 대하여 현장간이수질검사(전기전도도, 수소이온농도, 수온) 및 주요이온 분석, 그리고 먹는물기준 검사항목으로 전 시료를 분석하였다.

조사지역의 현장 간이수질검사는 채수 후 즉시 Temp & pH meter(HACH), EC meter(Checkmate)를 이용하여 수소이온농도(pH), 전기전도도(EC) 및 수온을 측정하였다. 이들 물리적 인자의 현장측정은 30분 이상 양수를 실시하고 pH가 안정된 후 측정하였다. 주요 이온분석 대상시료는 현장에서 수동진공펌프를 이용하여 공극 크기  $0.45\mu\text{m}$  셀룰로스 박막 필터에 통과시켜 부유물질을 제거하고 진한 질산을 가해 pH 3 이하로 시료 채취용기 벽면에 양이온의 흡착을 방지하였다. 채수한 시료는 아이스박스에서  $4^{\circ}\text{C}$  이하로 냉장 보관하였다. 음이온 분석 대상시료는 채수시 발생하는 기포를 제거하고 즉시 테이프로 밀봉하여 공기와의 접촉을 차단하였다. 먹는물 수질기준 분석 대상 시료는 4ℓ의 멸균 채수병에 지하수 시료를 채취하고 즉시 아이스박스에 냉장 보관하여 전라남도 보건환경연구원에 의뢰하여 44개 수질기준 항목에 대해 분석하였다.

주요이온분석은 전남대학교 공업기술연구소에 의뢰하여 양이온 4개, 음이온 4개를 분석하였다.

구례지역에 분포하는 지하수에 대한 수질 인자중 수소이온농도, 온도, 전기전도도(electric conductivity)의 간이수질검사 결과는 <표 5-1>과 같다.

양이온 중  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ 와 음이온 중  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ 에 대한 이온함량은 <표 5-2>에 정리하였다. 또한 전라남도 보건환경연구원에서 분석한 색도(color), 탁도(turbidity), 암모니아성질소( $\text{NH}_3\text{-N}$ ), 과망간산칼륨소비량( $\text{KMnO}_4$  consumed), 증발잔류물(evaporation residual) 및 일반세균 등 먹는물 기준에 의한 수질검사결과 자료는 <표 5-3>에 정리하였다.



<그림 5-1> 구례군 수질검사공 위치도

## 5-1. 현장 간이수질검사

구례지역 지하수에 대하여 수소이온농도(pH), 전기전도도(EC) 및 수온을 현장에서 채수한 후, 즉시 Temp & pH meter(HACH), EC meter(Checkmate)를 이용하여 측정하였다. 이들 물리적 인자의 현장측정은 30분 이상 양수를 실시하고 pH가 안정된 후 측정하였다<표 5-1>.

### ○ 수소이온 농도(pH)

구례지역 지하수의 수소이온농도(pH) 범위는 최소 6.4에서 최대 8.74이다. pH 값이 6.74로 약산성에 해당되는 지하수 시료(시료번호 D108)는 구례군 문척면 월전리의 농업용수이고, pH 값이 7.85로서 약알칼리에 해당되는 지하수 시료(시료번호 D128)는 간전면 논곡리의 농업용수이다.

### ○ 온 도

구례지역의 지하수 수온은 최소 15.5℃에서 최대 16.9℃이다. 수온이 최소값으로 나타나는 지하수는 광의면 대산리의 농업용수(시료번호 D045)이며, 최대값을 보여주는 지하수 시료는 용방면 신도리의 농업용수(시료번호 D020)이다.

### ○ 전기전도도(EC, electric conductivity)

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

구례지역 지하수의 전기전도도는 최소 232 $\mu$ s/cm에서 최대 823 $\mu$ s/cm, 평균 435 $\mu$ s/cm로 나타난다. 전기전도도가 최소인(시료번호 D033) 지하수는 광의면 온당리의 농업용수이며, 전기전도도가 최대값을 보이는 지하수(시료번호 D073)는 토지면 파도리의 농업용수이다

<표 5-1> 현장 간이수질검사결과

NO	위 치	온도	EC	pH	TDS	비고
D127	구례군 간전면 중대리 266	15.8	483	7.4	31.4	
D079	구례군 토지면 파도리 740-2	16.2	297	7.42	19.2	
D108	구례군 문척면 월전리 1533-2	16.4	277	6.74	18.0	
D055	구례군 마산면 갑산리 137-5	16.8	562	7.27	36.5	
D004	구례군 산동면 위안리 290	16	725	7.51	47.1	
D027	구례군 용방면 용정리 167	15.6	379	7.25	24.6	
D073	구례군 토지면 파도리 333	17.6	823	7.34	53.5	
D070	구례군 마산면 광평리 621-1	15.8	382	6.96	24.8	
D096	구례군 구례읍 봉서리 640-1	16.8	402	6.37	26.1	
D020	구례군 용방면 신도리 244-3	16.9	360	7.35	23.4	
D033	구례군 광의면 온당리 1287-1	16.5	232	8.74	15.1	
D045	구례군 광의면 대산리 285-17	15.5	335	6.4	21.8	
D087	구례군 구례읍 봉서리 165	16.2	385	6.58	25.0	
D128	구례군 간전면 논곡리 213	16.6	467	7.85	30.4	
D124	구례군 간전면 수평리 685	16.7	410	7.3	26.7	

## 5-2. 주요이온 분석결과

본 지구 내에서 선정된 15개 조사공의 지하수 시료를 대상으로 전남대학교 공업기술연구소에 의뢰하여 지하수 수질 분석의 주요 기준이 되는 양이온(Na, K, Ca, Mg)과 음이온(Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>)을 분석하였다. 본 보고서에서는 조사지구가 해안지역과는 멀리 떨어진 내륙지역인 관계로 타 지역에서 흔히 발생하는 해수 침입의 양상은 고려하지 않았으며, 분석 결과치에 대한 Piper trilinear diagram 등을 각각 <표 5-2>와 <그림 5-2, 5-3> 등에 나누어 정리하였다.

### ○ 지하수 유형의 분류

구례지역의 지하수는 지석천을 중심으로 소평야지대가 형성된 서부지역과 산계가 잘 발달되어있는 동부지역으로 구분된다. 지하수의 수질특성은 주변 대수층의 환경과 구성물질에 의해서 좌우되므로 서로 상이한 지화학적 특성이 내포되어 있을 것으로 판단된다. 구례지역 지하수에 대한 지화학적 특성을 알아보기 위하여 양이온 Na, K, Ca, Mg와 음이온 Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>를 분석하였으며, 함량비를 화학성분의 당량에 대한 용액내 용질의 농도로 나타내기 위하여 epm(equivalent per million)%로 환산하여 지하수 조사에 널리 이용되고 있는 수질도식법인 Piper trilinear diagram(piper, 1944)에 투시하였다. 구례지역의 지하수를 기반암의 분포 위치에 따라 고기편마암류, 화산암류, 화성암류, 변성퇴적암류로 구분하고, 지역적 위치에 따라 동부지역 지하수와 서부지역 지하수로 구분하여 Piper trilinear diagram에 도시하였다<그림 5-2, 5-3>.

구례지역 15개 지하수 시료에 대한 Piper diagram을 분석하여 보면 전반적으로 Ca 성분이 30~50%로 분포하는 Sodium + Potassium type에 도시되고, Bicarbonate type 영역에 해당된다.

조사지역 내에서 분석된 지하수 이온함량을 바탕으로 간략하게 수질을 판명하여 볼 때 Na+K성분(25~64%)과 HCO<sub>3</sub>성분의 함량이 대체적으로 높게 나타난다. 또한 Ca+Mg성분으로 지하수의 경도를 판단해 볼 때 조사시료는 전체적으로 중경수인 것으로 나타내며, 소수 시료에서 경수 또는 연수특성을 보여준다.

조사지역 내에서 구분된 암질들을 기반암으로 하는 지하수를 Piper trilinear diagram에 도시하면 Bicarbonate-Hardness형에 속한다.

편마암 지역에서 채취한 지하수를 Piper trilinear diagram에 도시한 결과 전체

적으로 산재되어 있는 형태(30~50%)를 보이고 있기 때문에 쉽게 구분하기는 어려우나 대체적으로 양이온은 Ca+Mg가 우세하고 음이온은 HCO<sub>3</sub>가 우세한 중탄산경도(Bicarbonate-Hardness)형에 속한다. 음이온의 경우 대체적으로 HCO<sub>3</sub>+CO<sub>3</sub>가 우세한 지하수로 나타나며, 일부 시료에서 SO<sub>4</sub> 성분과 Cl 성분이 우세한 지하수 형태를 보이기도 한다.

그 외 구례 지역에서 암질별로 채취한 지하수를 Piper trilinear diagram에 도시한 결과, 전체적으로 양이온은 Ca성분이 우세(30~50%)하고 음이온은 HCO<sub>3</sub>가 우세한 지하수(20~65%)의 형태를 보여준다<그림 5-2>.

또한 동부지역 지하수와 서부지역 지하수를 Piper trilinear diagram에 도시한 결과, 전체적으로 중앙영역에 산재되어 분포하는 형태를 나타낸다. 따라서 정유형이라 규정하기는 어려우며 Ca와 HCO<sub>3</sub>성분이 어느 정도 우세한 중탄산 경도(Bicarbonate-Hardness)형에 가깝다고 볼 수 있다<그림 5-3>.

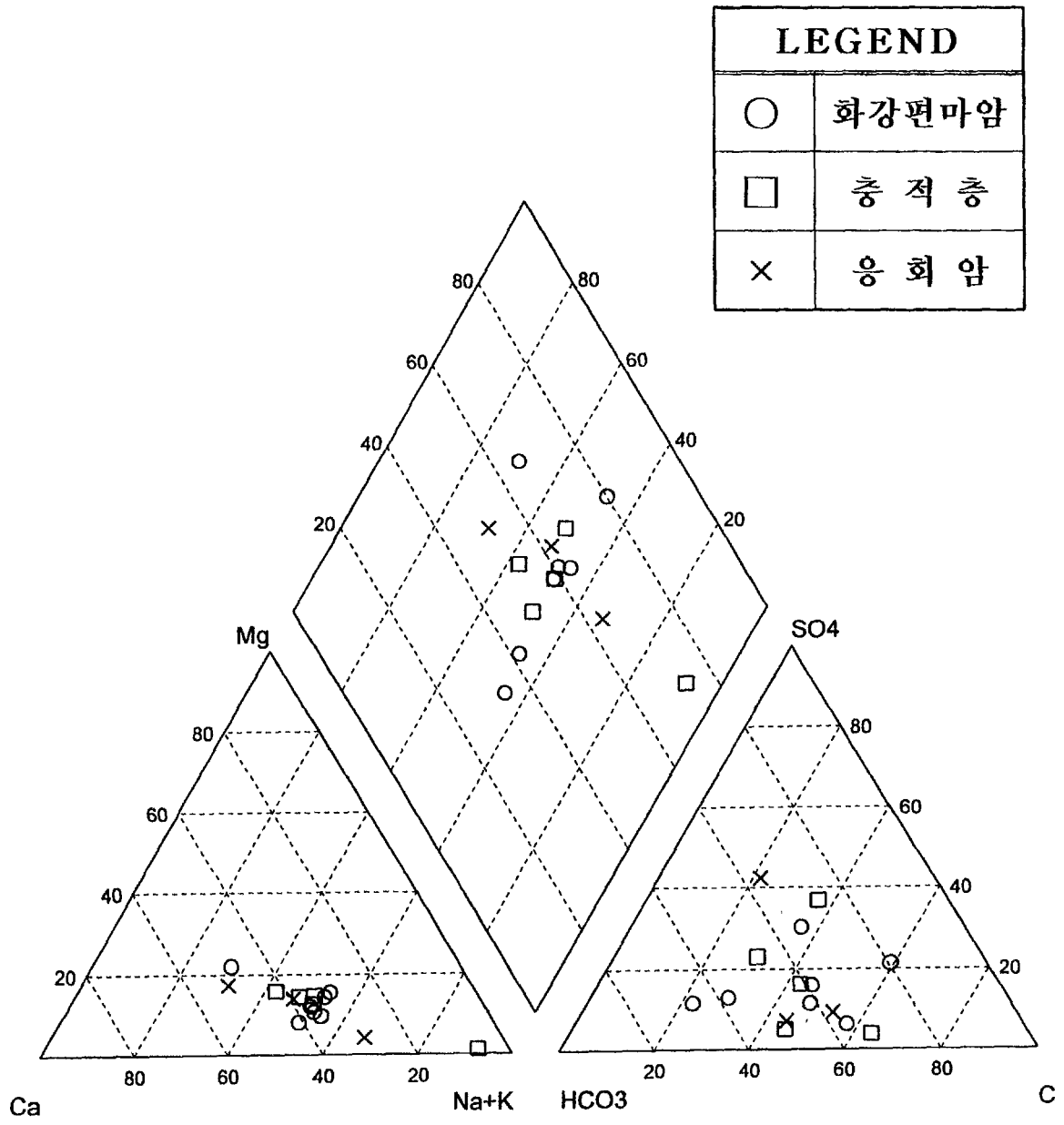
일반적인 지하수는 탄산기 이온의 함량비가 50% 내외인 영역에 도시되지만, 해수 오염의 영향을 받은 지하수는 염소이온의 함량이 우세한 영역에 해당된다. Richter와 Kcitrler(1993)에 의하면 해수는 염소(Cl<sup>-</sup>)이온이 지배적인 음이온으로 나타나는 반면, 일반적인 지하수는 탄산이온(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)과 황산이온(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)이 지배적이라고 보고하였다.

본 지역의 경우 총 15개의 시료에서 염소이온 농도가 30(mg/ℓ)이하를 나타내어 지하수의 염수화가 진전된 지역은 존재하지 않는 것으로 판단되며, 이는 본 지구가 해안과는 멀리 떨어진 내륙 지역으로 해수의 침입이 이루어지지 않은 결과로 사료된다.

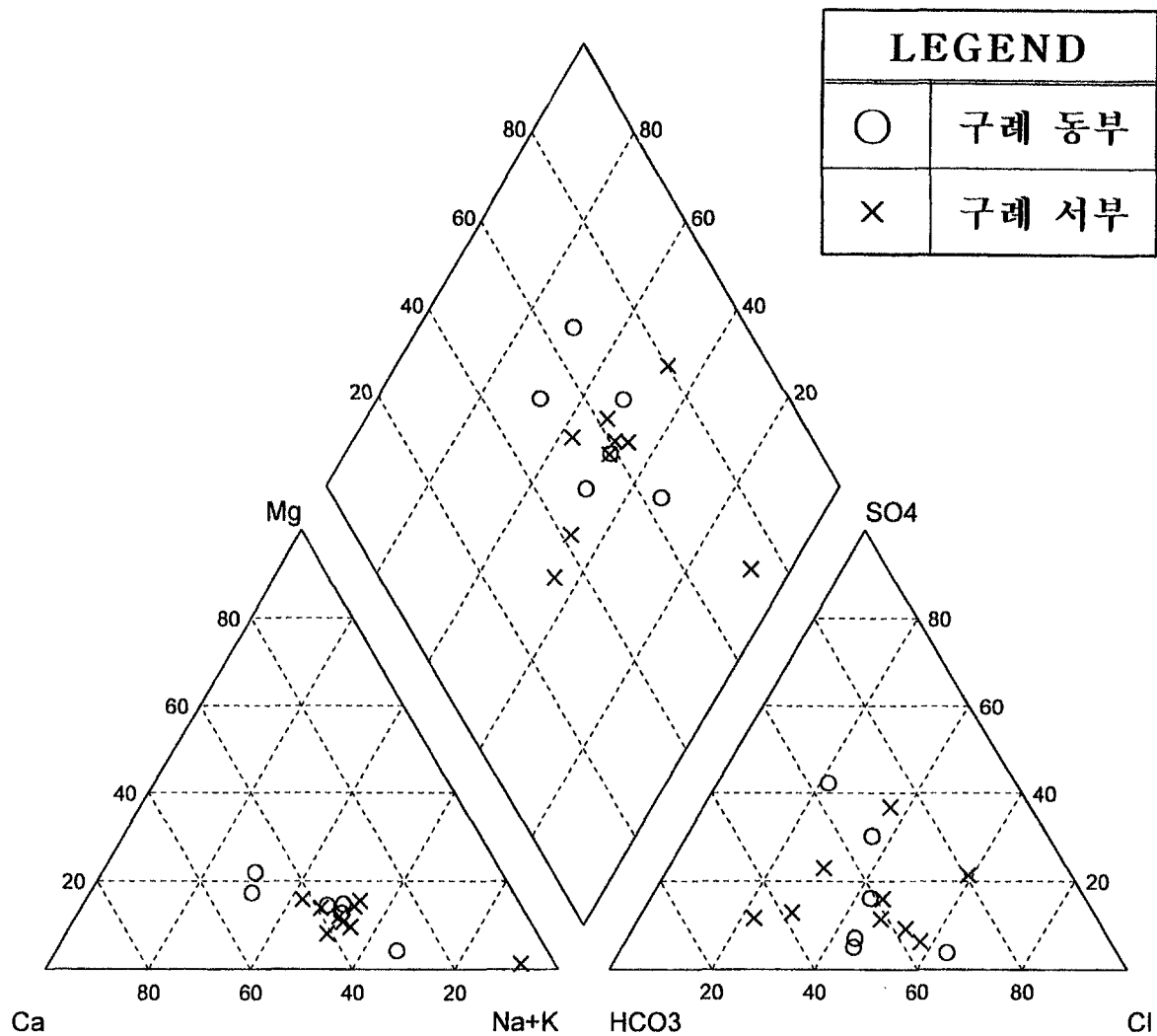


<표 5-2> 주요이온성분 수질분석 결과

공번	읍·면	양 이 온(mg/ℓ)				음 이 온(mg/ℓ)			
		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
D004	산동면	15.7	2.54	1.58	9.73	19.53	3.864	1.867	2.688
D027	용방면	31.3	5.4	2.87	24.1	24.42	16.609	2.211	7.941
D108	문척면	41.2	5.06	6.91	32.2	27.57	22.61	2.136	5.257
D127	간전면	12.3	2.09	5.26	19	13.22	8.257	0.451	9.344
D079	토지면	36.4	3.24	6.11	26.3	22.86	26.261	5.24	2.145
D053	마산면	19.5	3.9	3.09	11.6	11.49	3.371	0.0	2.003
D070	마산면	28.3	4.21	3.98	18.6	29.1	17.66	4.384	9.028
D096	구례읍	31.2	3.62	3.51	20.1	6.49	11.413	0.008	5.565
D020	용방면	34	4.44	4.5	22.7	21.89	14.538	0.68	4.746
D045	광의면	27.1	4.29	5.88	25.6	22.95	8.676	3.047	8.897
D033	광의면	240	7.92	1.75	15.2	23.91	18.974	0.26	25.929
D073	토지면	11.5	1.51	1.9	7.32	9.77	5.132	1.062	0.785
D087	구례읍	29.2	.74	4.69	15.4	22.5	20.739	0.29	3.069
D128	간전면	46.7	1.15	1.58	18.1	19.73	6.874	0	18.216
D124	간전면	14.8	1.23	4.51	22	23.69	12.578	2.528	2.732



<그림 5-2> 암질별 구분에 의한 piper diagram



<그림 5-3> 지역별 구분에 의한 piper diagram

### 5-3. 먹는물 기준 수질검사결과

#### ○ 색도(color)

구례지역 지하수에서 색도가 먹는물 기준인 5도 이하인 공은 15개 조사공 중 13공이며 나머지 2공은 5도를 초과하여 부적합으로 나타났다. 이는 조사공의 대부분이 농업용수로 이용되고 있기 때문에 색도 규정이 없는 농업용수 특성상 색도와 관계없이 지하수가 개발·이용되고 있는 것으로 판단된다. 이 지역에서 색도가 최대인 200도를 보이는 지하수(시료번호 D124)는 간전면 수평리에 위치하며 양수 후 수심분이 경과하여도 주황색의 부유물질이 다량으로 관찰되었다. 색도에 영향을 주는 인자로는 Fe 이온과 Mn 이온이 가장 크게 작용하며 부식토, 프랭크톤 및 산업폐기물의 영향도 크다(Jackson, 1993).

#### ○ 탁도(turbidity)

구례지역 지하수 관정에서 채수한 15공의 시료중 탁도가 먹는물 기준인 1이하로 유지되는 관정은 12공이며, 3공이 1이상의 탁도를 보이는 것으로 나타났다. 이 중 탁도가 10.4로 기준치의 10배가 넘는 관정(D004)은 산동면 위안리의 생활용수 관정이다.

#### ○ 암모니아성질소(NH<sub>3</sub>-N), 질산성질소(NO<sub>3</sub>-N)

조사결과 암모니아성질소는 모두 불검출로 나타났고 질산성질소는 불검출이거나 기준치에 적합한 것으로 나타났다. 다만 D079 관정(토지면 파도리)에서 질산성질소가 기준치(10mg/ℓ)에 거의 육박하는 7mg/ℓ로 나타났다. 암모니아성질소는 용해도가 매우 크며 암모니아 자체는 위생상 무해한 기체이나 생물체 또는 분뇨의 분해산물로 나타나므로 수질에서 오염지표가 된다. 질산염은 암모니아성질소와 질산성질소로 구분되며, 암모니아성질소는 주로 과거 농경지에서 그 함량이 높게 나타나며, 질산성질소는 가축의 분뇨 등 인위적인 오염에 의하여 함량이 높게 나타난다(과학기술처, 1997).

○ 과망간산칼륨 소비량(KMnO<sub>4</sub> consumed)

과망간산칼륨 소비량은 지하수 중에 함유되어 있는 유기물의 함량을 평가하는 오염지수이다. 구례지역 지하수중에서 검출되는 과망간산칼륨 함유량은 0.4~2.3 mg/ℓ 이다. 문척면 월전리의 지하수관정(D108)은 과망간산칼륨 소비량이 2.3mg/ℓ 로 최대값을 나타냈으며, 과망간산칼륨 소비량이 비교적 높은 지하수는 부유물질이 관찰되는 지하수이다.

○ 증발잔류물(evaporation residual)

증발잔류물은 103℃~105℃ 혹은 180℃에서 물을 증발시킬 때 증발접시에 남아있는 잔류량을 말한다. 그러므로 물을 증발시킨 후 증발접시에 남아있는 잔류물은 부유물질과 콜로이드 상태의 물질, 그리고 용존물질의 합으로 나타난다. 용액 속에 함유되어 있는 물질은 용존물질(dissolved solid), 콜로이드물질(colloidal solid) 및 부유물질(suspended solid)로 분류한다. 여기서 부유물질은 그 크기가 filter를 통과하지 못하는 1 micron(10<sup>-6</sup>m) 정도이며 유기물질과 무기물질로 다시 분류된다. 부유물질 중에서 유기물질의 함량을 휘발성 부유물질로 나타내며, 600℃에서 휘발되는 물질이다. 또한 600℃에서 휘발되고 남은 잔류량은 Ash나 Residue로 표현되며 이를 고정 부유물질이라하고, 무기물의 함량을 나타내는 척도가 된다. 그러므로 총고용물질의 양은 증발잔류물에서 부유물질을 뺀 값을 그 함량으로 보통 정의한다(한정상, 1998). 구례지역 지하수에서 검출되는 증발잔류물의 범위는 최소 38mg/ℓ 에서 최대 245mg/ℓ 로 먹는물 수질기준인 500mg/ℓ 를 초과하지는 않는다. 증발잔류물이 최대값인 245mg/ℓ 을 보이는 지하수는 문척면 월전리의 농업용수(시료번호 D108)이다.

○ 일반세균(total colonies), 대장균군(coliform group)

구례지역 지하수 관정에서 채수한 시료 15공중에는 일반세균이 최대 750cfu/ml 가 검출되었고, 15개 조사공 중 5개 공이 먹는물 수질기준(100cfu/ml이하)을 최고 7.5배까지 초과하는 것으로 나타났으며, 대장균군은 2개공(D045, D108)을 제외한 모든 공에서 음성으로 나타났다. 특히 일반세균은 시료채취 및 분석의뢰 과정에서 오염되는 경우가 많아서 자료분석에 상당한 주의를 요하며, 대장균군의 분석시 양성판정은 생활오수에 의한 오염의 지시인자로 유추할 수 있다.

○ 아연 및 알루미늄

아연은 광산폐수, 공장폐수 등의 혼입으로 지하수에서 용출될 수 있으나, 통상 양수용 파이프인 아연도강관에 기인하여 흔히 지하수에서 나타나고 있으며, 금번 15개 조사공에서 모두 검출되었으나, 먹는물 수질기준(1mg/l)을 초과하는 관정은 발견되지 않아 전반적으로 우려할 만한 수준은 아니다.

알루미늄은 화합물 형태로 자연에 풍부하게 존재하며 때로는 물에서도 발견되나, 식품으로 섭취되는 알루미늄(88mg/1일/1인)에 비교해서 물에서 섭취되는 것은 극미량이며, 다만 농도에 따라 음용수가 변색될 수 있기 때문에 심미적인 사항을 고려하여 먹는물 수질기준은 0.2mg/l로 규정되어 있다. 금번 조사결과, 조사지역에서 13공은 불검출되었고, 2공은 기준치 미만으로 나타났다.

<표 5-3> 먹는물기준 수질검사 결과

NO	일반세균	대장균군	여시니아균	납	불소	비소	세레늄	수은	시안	6가크롬
D020	15	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D033	80	불검출	-	불검출	1.7	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D045	60	검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D053	200	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D073	10	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D079	30	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D096	0	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D108	750	검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D127	650	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D128	0	불검출	-	불검출	1.3	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D070	30	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D087	380	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D124	0	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D004	320	불검출	-	불검출	0.6	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D027	25	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

<표 5-3> 계 속

NO	암모니아성질소	질산성질소	카드뮴	페놀	총트리할로메탄	다이아지논	파라티온	말라티온	페니트로논	카비틸
D020	불검출	0.8	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D033	불검출	0.2	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D045	불검출	3.2	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D053	불검출	불검출	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D073	불검출	1.3	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D079	불검출	7	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D096	불검출	불검출	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D108	불검출	1	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D127	불검출	0.6	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D128	불검출	불검출	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D070	불검출	4.4	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D087	불검출	0.4	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D124	불검출	2.9	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D004	불검출	2	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D027	불검출	3	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

<표 5-3> 계속

NO	트리클로로에탄	디클로로에틸렌	사염화탄소	테트라클로로에틸렌	트리클로로에틸렌	디클로로메탄	벤젠	톨루엔	에틸벤젠	크실렌
D020	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D033	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D045	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D053	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D073	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D079	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D096	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D108	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D127	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D128	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D070	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D087	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D124	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D004	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D027	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

<표 5-3> 계속

NO	유기인	냄새	맛	색도	탁도	수소이온농도	염소이온농도	황산이온	중발산류물	과망간산칼륨소비량
D020	-	적합	적합	1이하	0.1	7.5	13	5	134	0.5
D033	-	적합	적합	1이하	0.18	0.87	17	24	132	0.8
D045	-	적합	적합	1이하	0.75	6.8	18	9	107	0.4
D053	-	적합	적합	1이하	0.37	6.9	4	3	79	0.8
D073	-	적합	적합	1이하	0.28	7.3	4	불검출	38	1
D079	-	적합	적합	1이하	0.18	7.2	35	3	175	0.5
D096	-	적합	적합	1이하	0.2	6.8	10	6	109	0.4
D108	-	적합	적합	40	3.52	6.6	28	7	245	2.3
D127	-	적합	적합	1이하	0.93	7.2	9	12	156	0.5
D128	-	적합	적합	1이하	0.09	7.8	7	20	80	0.5
D070	-	적합	적합	1이하	0.19	7	16	9	125	0.5
D087	-	적합	적합	1이하	0.09	6.7	23	3	144	0.7
D124	-	적합	적합	200	10.4	7.7	11	3	135	0.9
D004	-	적합	적합	1이하	2.4	7.1	4	4	44	0.8
D027	-	적합	적합	1이하	0.17	7.3	19	10	156	1



<표 5-3> 계 속

NO	철	경도	동	아연	망간	세제	알루미늄
25	불검출	80	불검출	0.133	0.139	불검출	불검출
D033	불검출	44	불검출	0.03		불검출	불검출
D045	불검출	83	불검출	0.09		불검출	0.02
D053	불검출	44	불검출	0.259		불검출	불검출
D073	불검출	30	불검출	0.103		불검출	불검출
D079	불검출	91	불검출	0.129		불검출	불검출
D096	불검출	69	불검출	0.093	0.11	불검출	불검출
D108	0.12	119	불검출	1.14	1.58	불검출	불검출
D127	불검출	74	불검출	0.399	0.74	불검출	불검출
D128	불검출	54	불검출	0.011	0.017	불검출	불검출
D070	불검출	66	불검출	0.152	0.006	불검출	불검출
D087	불검출	66	불검출	0.029	0.133	불검출	불검출
D124	불검출	77	불검출	0.01	불검출	불검출	불검출
D004	불검출	33	불검출	0.13	불검출	불검출	0.08
D027	불검출	73	불검출	0.018	불검출	불검출	불검출

## 5-4. 잠재오염원 조사

지하수 자원의 효율적인 개발·이용과 합리적인 보존·관리를 위해서는 지하수 자원의 부존량을 조사 평가하여 이를 기초로 하는 적정개발이 요구되며, 지하수 자원에 관련된 장애, 즉 수질오염, 수원고갈, 수위저하, 지반침하, 염수침입 등을 조사하여 수질의 오염원인이 될 수 있는 각종 오염원(잠재오염원)을 조사·관리하는 것이 필요하다.

지하수의 수질오염을 유발하는 오염원에는 크게 폐기물의 투기에 의한 오염원과 기타 인위적인 활동에 의한 오염원 등 두 종류가 있다<표 5-4>.

<표 5-4> 오염원의 종류

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

지표의 오염원으로부터 오염물질이 유출되어 지하수면에 도달하면 오염물질은 지하수와 함께 서서히 지하수계를 이동하여 그 농도차와 지하수 유동경로를 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 5-5> O.T.A 잠재오염원 분류

구분	종 류	
1군	-오염물질의 삼투 및 배출을 목적으로 계획된 오염원	
	1. 지하삼투형(정화조, 오수조)	
	2. 주입정(유해폐기물, 염수처리공)	
	3. 지상살포(관개용수살포, 슬러지살포)	
2군	-오염물질의 저장, 취급, 처리시설	
	1. 육상매립지	8. 묘지
	2. 쓰레기 하치장	9. 동물사체 매몰지
	3. 주거지에서 쓰레기 처분	10. 지상탱크
	4. 지표 저수조	11. 지하탱크
	5. 광산 폐석	12. 컨테이너
	6. 폐기물 하치장	13. 소각장과 발파지
	7. 재료의 비축지	14. 방사능 폐기물 처리장
3군	-운송, 송유시설	
	1. 수송관로	
	2. 운송, 화물	
4군	-기타 활동으로 배출 및 살포되는 오염원	
	1. 관개용수	5. 제설, 제빙제 살포
	2. 농약 살포	6. 도시의 강수유출
	3. 비료 살포	7. 대기오염 물질의 지하삼투
	4. 동물 사육	8. 광산과 광산폐수
5군	-지하수 유로의 변경에 따른 오염원	
	1. 관정(지하수, 유류, 지열)	
	2. 기타 목적의 관정	
	3. 공사용 굴착	
6군	-인간활동에 의해 자연적으로 발생하는 오염원	
	1. 지표수와 지하수의 상호작용	
	2. 자연적인 삼출현상	
	3. 양수에 의한 염수침입	

<표 5-6> 구례군 잠재오염원현황

지 역	환경오염물질 배출시설		쓰레기 매립지 (개소)	분뇨 종말처리장 (개소)	하수처리장 (개소)
	대기(개소)	수질(폐수)			
합계	22	34	1	1	4
구례읍	10	26	-	1	-
문척면	-	-	-	-	-
간전면	4	2	-	-	-
토지면	1	-	-	-	-
마산면	2	1	-	-	-
광의면	3	-	-	-	-
용방면	1	-	1	-	4
산동면	1	5	-	-	-

('99 구례군 통계연보)

## 6. 지하수 자원의 부존성 평가

### 6-1. 물수지 분석

일정지역에서 물의 유입·유출량을 파악하여 물 수요를 결정하는 것을 물수지 분석이라 한다. 물수지 분석은 조사지역 내로 유입 및 유출되는 물의 양과 그 지역 내에 저류된 모든 수자원의 변화 사이에는 항상 평형조건이 이루어진다는 가정에 기초를 둔 것으로 다음과 같은 수문 평형방정식으로 표시된다.

$$\text{유입량} = \text{유출량} \pm \text{저류량의변화}$$

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

상기 공식에서 각 요소는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 유입량의 요소

지표수 유입 + 표면하수(지하수) 유입 + 유입수

- 유출량의 요소

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

- 저류량 요소

지하수 저류량 변화 + 지하수 부존량 변화 + 토양수 변화 등이다.

이 중에서 어떤 요소는 매우 쉽고 정확하게 측정할 수 있지만, 다른 요소들은 측정이 불가능한 경우도 있다. 간단한 물수지 분석에는 아래와 같은 수문 방정식을 사용하여 간단한 조건으로부터 시작하는 것이 일반적이다.

$$P = O + ET$$

P : 강수량, O : 전유출량(지표수 유출+지하수 유출), ET : 증발산량

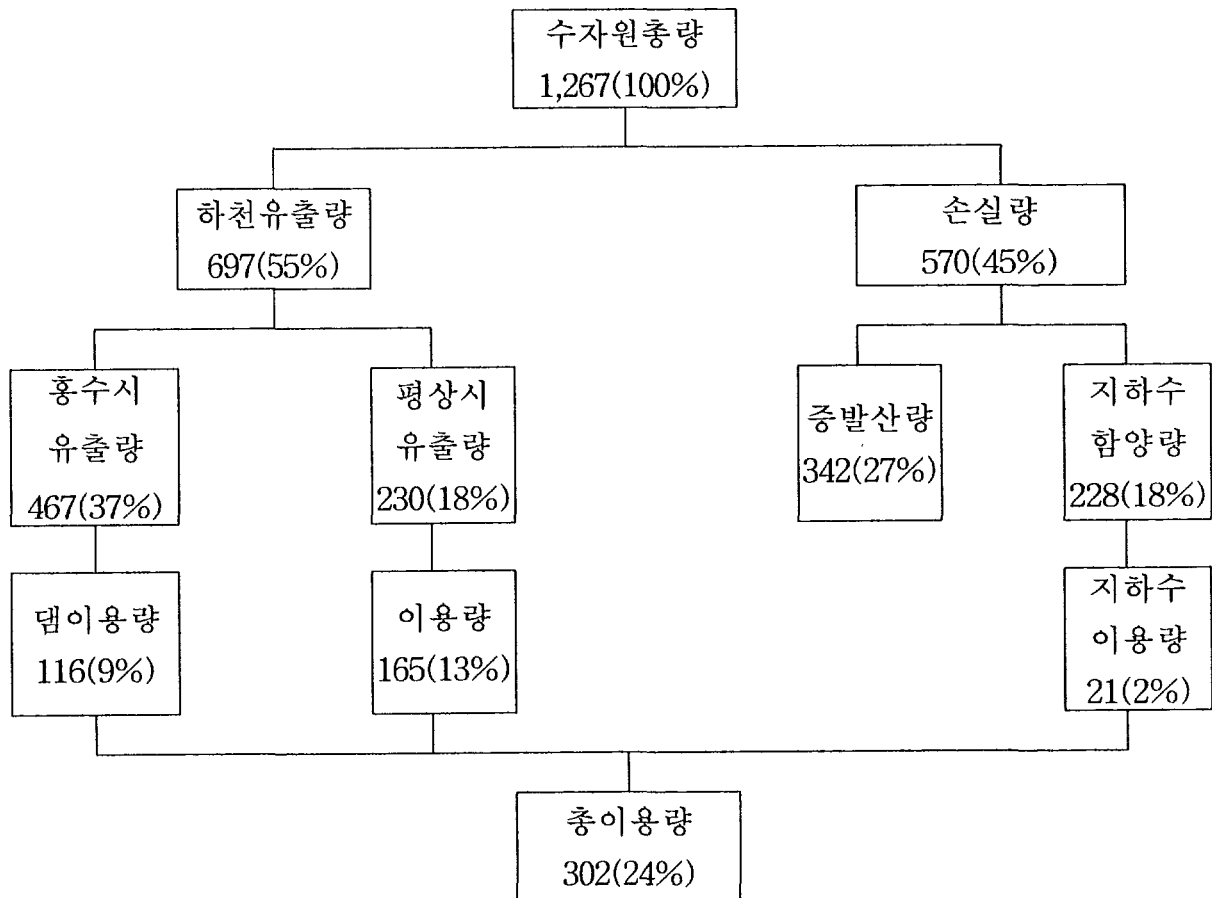
지하수 유출은 년주기별로 변동이 없다고 가정하면 지하수 함양량과 동일한 값으로 인정할 수 있다. 즉 상기 식에서 강수량은 지표수를 통한 유출량, 지하로 침투되는 함양량, 증발산량의 합으로 계산될 수 있으나, 이번 조사지역에서의 강수량 및 유출량, 함양량분석에서는 동일 방식의 계산이 어려우므로 지역 특성 및 일반화된 기준을 적용하여 산출한 수문방정식의 평형에 다소 불합리한 면이 나타난다.

### 6-1-1. 강수량

본 조사지역의 강수량은 2장에서 분석한 바와 같이 최근 10년간 연평균 강수량인 1,227.5mm이다. 연평균 강우량에 의한 유입량은  $443,018,488.7\text{m}^3(\text{유역면적}) \times 1,227.5\text{mm}(\text{연강수량}) = 543,805,194.9\text{m}^3$ 이다.

### 6-1-2. 유출 분석

일반적인 수자원 부존량 평가는 물수지에 의한 평가 방법을 이용할 수 있으며 통계적으로 우리나라의 경우, 강수량의 하천유출량과 손실량의 비는 55:45로 추정하고 있다. 강수량으로부터 증발산량 및 침투에 의한 손실을 뺀 값을 초과강수량 또는 지표유출(Run-off)이라 하며, 지표유출량 계산방법에는  $f$ 지표법( $f$  Index method), W 지표법(W Index method), SCS 방법(Soil conservation service method) 등이 있다.



<그림 6-1> 우리나라 수자원현황도 (1996년 현재, 건교부)

본 조사에서는 조사지역이 속해 있는 점진강수계의 기 조사된 실측유출율(지하수 이용관리방안 수립 및 대체용수원 개발지역 선정조사, 1994, 한국수자원공사) 51.7%를 적용하여 하천유출량을 추정하였다. 하천유출 총량은 연간총강수량×하천유출률로서  $543,805,194.9\text{m}^3 \times 0.517 = 281,147,285.7\text{m}^3$ 에 이른다.

증발산량을 추정하는 방법에는 여러가지 방법이 있으나 본 조사에서는 기후인자와의 관계에 의한 Turc공식을 이용하였다. 2장에서 계산된 바와 같이 실제 연증발산량(PE)은 596.43mm이다. 따라서 본 지구에서 증발산량에 의한 손실을 596.43mm로 적용하였을 경우 증발산에 의한 손실은  $443,018,488\text{m}^3(\text{유역면적}) \times 596.43\text{mm} = 264,229,517\text{m}^3/\text{년}$ 이다.

지상에 도달한 강수의 일부는 토양의 지면을 통하여 침투하고, 그 초과분은 토양의 표면으로 흘러 유출하게 된다. 따라서 강수로부터 발생하는 유출은 침투량에 크게 영향을 미치며, 침투량의 계산은 강수와 유출의 관계에서 필수적인 요소이다. 강수로부터의 유출은 토양의 건조상태에 따라 크게 달라진다. 매우 건조한 상태에서의 토양은 무한에 가까운 침투율을 갖고 있으나, 이미 발생한 강수의 영향으로 토양의 함수량이 많은 상태라면 동일한 강수량이라고 할지라도 건조상태보다 많은 유출을 야기시킨다. 이와 같이 토양의 초기 함수상태에 따라 침투량은 직접적으로 영향을 받기 때문에 강수로부터 발생하는 유출량을 결정하는 요인이 된다.

만약 어떤 수역에서 호우로 인한 유출량 자료가 없을 경우에는 직접유출량의 결정이 불가능하며,  $\phi$  혹은 W지표를 구할 수 없으므로 초과강수량을 결정할 수 없다. 이와 같이 유출량 자료가 없는 경우에 유역의 토질 특성과 식생피복상태 등에 대한 세세한 자료만으로서 총 수량으로부터 초과강수량을 산정할 수 있는 방법을 미국토양보존국(U.S Soil conservation service, SCS)이 개발하였으며 미계획 유역의 초과강수량(혹은 유효수량)의 산정에 널리 사용되고 있다.

### 6-1-3. 함양량 분석

지하수함양량은 부존지역의 면적과 연평균강우량, 그리고 지하수함양율의 곱으로 표현되므로

$$\begin{aligned} \text{지하수함양량} &= \text{지구면적}(\text{m}^2) \times \text{연평균강우량}(\text{mm}) \times \text{지하수함양율}(\text{한정상, 1998}) \\ &= 443,018,488.7\text{m}^2 \times 1,227.5\text{mm} \times 18\% = 97,884,935\text{m}^3 \text{이다.} \end{aligned}$$

## 6-2. 지하수 부존량 및 개발 가능량

### 6-2-1. 지하수 부존량

지하수 부존량이란 대상 지역의 지하 지층 공극 내에 저류된 물의 총 포장량을 의미하나 부존자원의 이용 측면에서 볼 때 포장량 중 산출 가능량만을 부존량으로 평가함이 타당하다. 지하수 포장량은 지층 중에 포화되어 있는 물의 총량으로 지층의 총 체적에 공극율을 곱하여 구할 수 있으며, 산출가능포장량은 공극안에서 유동할 수 있는 수량을 말하므로 지층의 체적에 유효공극율을 곱하여 추정할 수 있다. <표 6-1>에서 제시한 우리나라의 지하수 부존량은 지하수 부존 심도와 암질별 유효공극율에 의해서 결정된 것임을 알 수 있고, 지하수 총포장량의 40%를 산출가능 포장량으로, 산출가능 포장량의 20%를 가용포장량으로 추정하고 있으나, 총체적인 이용가능 범위를 추정하였기 때문에 실제 개발가능량 분석시는 기술적, 경제적인 문제를 고려하여야 할 것으로 판단된다.

< 표 6-1 > 한국의 지하수 부존량(농진공, 1991)

분포 지질별	분포면적 (km <sup>2</sup> )	지하수 부존심도 (m)	지하수 포장량				가용포장량 (재순환가능량)		
			총 포장량		산출가능량		재순환율 (%)	지하수량 (억 m <sup>3</sup> )	
			공극율 (%)	지하수량 (억 m <sup>3</sup> )	유효 공극율 (%)	지하수량 (억 m <sup>3</sup> )			
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 6-2 > 구례군 지하수 부존량 추정

지질별	분포면적 (km <sup>2</sup> )	지하수부존심도 (m)	유효공극율 (%)	지하수부존량 (백만톤)	비 고
계	443.02			346.19	
암반	변성암류	163.9	100	0.5	81.95
	화성암류	177.2	100	0.5	88.6
	퇴적암류	53.22	100	2.0	106.44
충적층	48.7	10	14.2	69.2	

구례지역의 지하수 부존량은 금회 구례지역 기설관정 조사에서 분석된 공당 평균심도(99.4m)와 현재 전남 도내에서 이루어지고 있는 통상 개발심도(100~150m)를 고려하여 부존심도를 100m로 추정하고 유효공극율은 <표 6-1>에서 제시한 값을 적용하여 계산하였다.

### 6-2-2. 지하수 개발 가능량

지하수 개발가능량은 수문순환계가 파괴되지 않고 지하수 장애를 일으키지 않는 범위 내에서 지속적으로 대수층으로부터 양수할 수 있는 지하수량에 해당하며, 유역 또는 각 지방자치단체의 용수수급계획 수립시 지표로 활용될 수 있다. 여기서 수문순환계의 파괴란 물이 강수, 지표수, 증발산 등의 형태로 끊임없이 자연계에서 순환하는 체계가 파괴되는 것으로, 예를 들면 지하수 부존량의 점진적 감소, 지반침하, 대수층 파괴, 지하수오염, 염수침입 등과 같이 정상적으로 지하수를 개발하여 이용하지 못하게 되는 현상을 의미한다. 본 지구에 대하여는 지하수함양량 추정산출에 의해 연간 지하수개발 가능량을 추정코자한다. 지하수함양량 추정을 위해서는 유역 유출량 조사를 바탕으로 물수지 분석이 선행되어야 하나, 본 조사에서 적용한 평균지하수함양율(18%) 외에 조사지역의 충적층 및 암반층의 평균공극률을 이용하여 지하수함양량을 산출하는 방법도 있으나 본 조사에서는 지하수 적정개발가능량을 현실적으로 경제적인 지하수 이용가능량을 감안하여 전술한 지하수함양량의 안정채수율(70%)을 고려하여 계산하였다.

< 표 6-3 > 한국의 지하수개발 가능량 추정

연구자 또는 기관	개발가능량 (억톤)	연강우량에 대한 비율(%)	추 정 방 법	사 용 용 어
선우중호(1992)	100~150	7.9~11.8	Cheremissionoff(1988)의 기준 물수지분석	적정개발가능량
한정상(1995) 이천복(1994)	228	18	물수지방법(건설부통계편람)	지하수 함양량
최병수(1992)	143	11.3	함양량의 70%적용	경제적 지하수 이용가능량
한국수자원공사 (1993)	136.3	10.6	지하수 저장량의 변화량은 순환량에 해당된다는 물수지법 적용	적정개발가능량
건설교통부(1994)	137.8	10.7	기저유출 분석방법 (안정율 70% 적용)	적정개발가능량
건설교통부(1995)	132.7	10.3	기저유출 분석방법 (안정율 70% 적용)	적정개발가능량
이동률(1995)	64.8	7.8	지하수 감수곡선 이용, 갈수기의 지하수 유출량 고려	지하수함양량

$$\begin{aligned} \text{연간지하수적정개발량} &= \text{지하수함양량(m}^3\text{)} \times \text{안정채수율(최병수, 1992)} \\ &= 97,884,935\text{m}^3 \times 70\% = 68,519,455.6\text{m}^3 \text{ 이다} \end{aligned}$$

특히, 잠재오염원에 의한 수질오염 예상지역은 특별히 관리되어야 하는데, 금회 조사에서 수질기초자료 분석과 현지 현황특성 등을 감안하여 적정수질 기준을 초과하는 일부 지역에 대해서는 지하수개발량 결정에 신중을 기해야 한다.

### 6-2-3. 지하수개발 예정위치 선정

관정 개발을 수행할 경우에 위치 선정이 매우 중요하며, 이를 대상 매질로 구분하면 충적층 관정과 암반층 관정으로 구분할 수 있다. 충적층이란 암석이 풍화, 운반 및 퇴적된 미고결 퇴적물로서 제 3기 이후에 형성된 것으로 본 지구에서는 소수의 충적층 대형관정이 조사되었으나, 실제로는 생활용수 및 농업용수용 소형 관정으로 다수의 관정이 개발·이용되고 있으며, 대체로 개발심도가 낮고 오염 방지 시설이 미비하여 대다수의 관정에서 오염진행 가능성이 높은 실정으므로 향후 충적관정에 의한 지하수 개발 사용은 양적·질적인 차원에서 많은 제한이 있을 것으로 판단된다.

본 조사 지역내에서 암반층 지하수는 금회 131개공(농업용수 : 112공, 생활용수 : 18공, 기타용수 : 1공)이 조사되었으며, 대체로 수질오염 방지시설 등이 설치되어 있거나 행정기관에서 계획적인 조사·개발 등을 통하여 이용되고 있다. 따라서 본 조사 지구내에는 다양한 암석이 분포하여 암석 경계부나 파쇄대 발달 지역에서 암반 지하수의 부존을 기대할 수 있으며, 암석별로는 퇴적암과 화강편마암 분포 지역에서 지하수 부존이 기대된다.

## 7. 지하수자원 개발계획

### 7-1. 용도별 소요수량

본 지구는 농어촌지역으로 구례읍, 마산면, 산동면을 제외한 5개 면이 상수도 보급이 아직 이루어지지 않고 있으며, 현재 상수원의 보급 형태는 암반관정을 이용한 간이 상수도 시설과 마을 공동으로 계곡 하천수를 이용한 지표수 개발과 자가소형관정을 이용한 방법이 대부분이므로, 향후 안정적인 생활용수 공급방안이 필요한 실정이다.

<표 7-1> 구례지역 생활용수 소요수량

읍면별	가구수 (세대)	인구수	총수요량 (m <sup>3</sup> /일)	기공급량 (m <sup>3</sup> /일)	소요수량 (m <sup>3</sup> /일)	소요 관정수	비 고
계	11,553	34,989	10,252	4,505	5,747	38	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1인당 상수원 급수량 = 293 ℓ/인</li> <li>● 생활용수관정 양수량 = 150m<sup>3</sup>/일</li> </ul>
구례읍	4,399	14,256	4,177	3,405	772	5	
문척면	472	1,657	486	-	486	3	
간전면	772	2,236	655	-	655	4	
토지면	1,166	3,330	976	-	976	7	
마산면	1,164	3,659	1,072	600	472	3	
광의면	1,281	3,563	1,044	-	1,044	7	
용방면	742	2,113	619	-	619	4	
산동면	1,457	4,175	1,223	500	723	5	

\* 자료 : 급수사용량('99 구례통계연보)

'98년 현재 구례군 생활용수 1인 급수량을 293 ℓ/인을 적용할 경우 추가소요수량은 5,747m<sup>3</sup>/일 정도며, 총 소요량을 지하수로 충당할 시 소요관정수는 약 38개 공으로 산출된다. 농업용수는 현재 답과 전을 대상으로 지표수와 지하수가 공급되고 있으며, 전체 농지면적의 69% 이상을 차지하는 밭에 대한 용수공급이 크게 부족한 양상을 보인다. 향후 밭작물의 충분한 용수공급 방안이 강구되어야 할 것으로 판단되며, 농업용수 소요수량의 50%를 추가용수 개발목표로 설정하였다.

추가소요관정수는 소요수량 중 지하수의 농업용수 공급율(지표수 : 지하수=66 : 34)을 감안하여 추정하였으며, 지하수를 이용한 농업용수의 기공급량은 소, 대형 관정(136공)의 합계를 산출하여 이용하였다. 기타 용수에 대한 소요량 판단은 충분한 자료획득과 분석이 미흡하고, 그 양이 과소하여 이번 조사에서는 제외하였다.

<표 7-2> 구례지역 농업용수 소요수량

읍면별	농지면적 (m <sup>2</sup> )	총 소요수량 (m <sup>3</sup> /일)	기공급량 (m <sup>3</sup> /일)	소요수량 (m <sup>3</sup> /일)	소요 관정수 (공)	비 고	
계	64,972,524	207,911	28,841	179,071	406		
구례읍	8,997,939	28,793	3,409	25,384	58		
문척면	4,113,173	13,162	4,794	8,368	19	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 농지면적 = 전+답</li> <li>● 농업용수 단위면적용수량 = 64m<sup>3</sup>/ha/일</li> <li>● 농업용관정 평균양수량 =150m<sup>3</sup></li> </ul>	
간전면	6,180,243	19,777	2,677	17,100	39		
토지면	8,701,722	27,846	1,725	26,121	59		
마산면	7,711,737	24,678	4,440	20,238	46		
광의면	9,238,078	29,561	3,833	25,729	58		
용방면	7,894,114	25,261	4,621	20,640	47		
산동면	12,135,518	38,833	3,342	35,491	80		

\* 자료 : 급수사용량('99 구례통계연보)

## 7-2. 지하수 개발계획

농어촌지역에서도 지표수 및 지하수의 오염이 진행되면서 생활용수 공급은 암반관정을 이용한 형태로 이루어지고 있다. 본 조사지역에서 광역상수도 보급율은 약 44%(구례군통계연보 : 1999)정도이고, 장기적인 광역상수도 공급계획이 없을 경우 그 대안으로 암반 관정의 개발이 요구되고 있으며, 농업용수의 공급 또한 향후 막대한 발작물 재배면적에 대한 용수공급 방안이 수립되어야 한다. 이를 위하여는 생활용수 공급용 암반관정의 이용량을 공당 150m<sup>3</sup>/일로 가정할 경우 38공, 농업용수 공급용 암반관정의 이용량을 공당 150m<sup>3</sup>/일로 계산하면 406공이 필요하다. 또한 공당사업비를 생활용수는 170백만원, 농업용수는 40백만원으로 계산할 경우 연차별 개발사업량 및 사업비는 다음과 같다.

<표 7-3> 연차별 지하수개발 사업량 및 사업비

구 분		계	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년 이후	비 고
계	공수	444	25	25	25	25	25	319	
	사업비 (백만원)	22,700	1,650	1,650	1,650	1,650	1,650	14,450	
생활용수 (공)		38	5	5	5	5	5	13	
사업비 (백만원)		6,460	850	850	850	850	850	2,210	
농업용수 (공)		406	20	20	20	20	20	306	
사업비 (백만원)		16,240	800	800	800	800	800	12,240	

## 8. 지하수 보전 관리

### 8-1. 지하수 환경재해

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

지하수 환경재해는 과잉양수에 의한 수원고갈, 지하수위 강하에 따른 지반침하, 지하수위 변화에 따른 각종재해, 지하수 구조물 설치에 따른 지하수 유동변화, 지하수 오염에 따른 피해 등을 들 수 있다. 지하수의 밀집개발, 과잉양수, 유동장애, 수위강하를 방지하기 위해서는 신규개발 시설에 대해서는 사전에 전문기관의 조사 또는 환경영향조사를 시행하여야 하고 기존시설 역시 지하수 이용에 대한 법적, 제도적 제한조치가 필요하며, 지표 또는 지하로부터의 오염물질 유입을 방지하기 위해서 오염방지 시설을 설치해야 한다. 오염원에서 배출되는 폐수는 발생원에서 일부 제거되고 하수도를 통해 이송되어 하수처리장에서 처리된다. 그러나 법적규제 대상에 포함되지 않는 소량의 폐수는 그대로 하수도로 방류되는데 하수 시설이 불완전한 경우에는 이동 중에 누수되어 지하수를 오염시킨다. 국내의 하수도는 대부분 합류식이며, 분류식으로 설치된 지역도 우수관 및 하수관이 노후화 또는 잘못 연결되어 있고 관리가 소홀하여 이음이나 경사가 불량한 곳으로 폐수가 누출되어 지하수를 오염시키는 것을 방지하기 위하여는 하수도망에 대한 정밀 조사를 실시한 후 보수공사를 시행하여야 한다.

오염수의 이동에 직접적인 영향을 미치는 요소로는 매립 지반의 투수 계수와 오염물질의 반응 또는 생분해 정도 등이 있는데 이들 요소는 현장처리기술의 적용 여부를 결정하는 것이 중요하다. 이러한 기술은 침출수와 지하수의 분리기술과 오염수의 확산방지 기술로 나누어진다. 지하수와 침출수의 분리 기술은 매립층을

통과한 침출수가 매립지 하부의 오염되지 않은 지하수 층으로 유입되는 것을 방지하는 기술로서 위생 매립지에 적용이 가능하다. 반면, 오염수의 확산방지 기술은 비위생 매립지에서 침출수에 이미 오염된 지하수가 지표수 및 오염되지 않은 지하수계를 오염시키는 것을 방지하는 기술이다.



## 8-2. 지하수 보전구역

지하수 오염방지를 위한 광역적 종합대책도 필요하겠지만 우선은 기존의 지하수 시설물과 신규 개발되는 지하수 관정의 관리는 더욱 중요하며, 지하수 오염방지를 위한 보전구역을 설정하기 위해서는 지역적 특성이 우선적으로 고려되어야 할 것이다. 지하수 함양 지역에서 수질이 오염되기 시작하면 대수층을 통하여 이동되는 모든 지하수는 그 자체가 오염된 상태일 것이며, 이러한 오염체는 대수층 매질까지도 오염시켜 결과적으로 지역적 또는 광역적인 대수층 전체가 오염되는 결과를 초래할 수 있다. 또한 오염 취약지구를 설정하여 이들 지역을 통한 지하수 오염의 확산을 방지하는데 최선을 다하여야 한다. 지하수 오염이 이미 확인된 지역에서는 지질조사와 지하수의 수질조사에 의하여 오염된 지하수와 대수층의 범위를 확인하고, 관리 목표와 우선순위 등을 종합적으로 고찰하여 적절한 오염관리 대책을 체계적으로 수립, 시행하여야 한다. 취수정 주변 지역에서의 지하수 보전 구역이란 음용수 목적으로 취수하는 관정 주변에서 지하수에 오염 물질이 유입되는 것을 방지하기 위하여 설정하는 보호구역을 말한다. 따라서 용수 공급을 위하여 사용중인 공용 취수정을 보호한다는 의미로 이들 주변지역을 보호하여 관정으로부터 취수되는 지하수의 오염을 방지하고, 궁극적으로 이를 용수로 사용하는 지역 주민들의 건강과 복리를 보호하려는 것이다.

따라서 조사 지역의 지속적이고 체계적인 지하수 보전 관리를 위하여 지하수 관측망의 설치 및 운영의 필요성과 지하수 정보관리시스템 구축 등이 필요하다. 지하수 정보의 전산화는 방대한 양의 자료를 간편하고 신속하게 처리할 수 있는 업무의 효율화만으로도 큰 의미를 갖는다. 그러나 현재 수작업 혹은 부분적으로 전산화되어 관리되고 있는 지하수 개발공의 관리체계를 통합적인 전산시스템으로 개선하므로서 항상 최신 현황을 유지할 수 있도록 하고, 향후 이러한 정보를 통합 분석하여 정책 결정에 반영할 수 있는 매우 중요한 과제라 할 수 있다. 따라서 지하수 관련 자료의 관리, 도면작성, 자료 탐색 및 자료의 공간분석 등을 통한 지하수의 효율적인 관리에는 지하수 개발공, 지하수 수질, 수리지질조사, 오염원 등과 같은 D/B와 지리정보시스템(GIS)의 연계를 통한 지하수정보관리시스템의 구축이 필요하다.

## 9. 결 론

1. 본 조사지역은 전라남도의 북동부에 위치하며, 행정구역상 1개읍, 7개면이 포함되며, 총 조사면적 443.02km<sup>2</sup>에 대하여 광역수맥지질조사를 실시하였다.
2. 본 조사지역인 구례군은 동쪽으로 간전면과 경상남도 하동군이, 서쪽으로 구례읍과 곡성군이, 남쪽으로 간전면과 순천시와 광양시가, 그리고 북쪽으로 산동면이 남원시와 지구 경계를 이루고 있다. 또한 구례읍의 북동쪽에 위치한 노고단, 반야봉, 천왕봉을 주봉으로 하는 지리산계가 북-남서방향으로 발달되어 있으며, 산계가 험하고 경사가 급하다. 평야부는 지역 전반에 걸친 산계의 발달로 인하여 면적이 협소하여 경지면적은 군 전체면적의 14.6%에 불과하다. 수계는 지리산계에서 발달한 지류들이 합류하여 형성된 섬진강이 본 조사지역을 관류하며, 섬진강계는 주된 지류가 지구 북쪽의 장수군에서 발원하여 남류하고 지구 서쪽의 보성강이 구례읍에서 합류되어 하동 방향으로 흘러 남해로 유입된다. 주 분포지질은 크게 변성암류, 화성암류 및 화산암류, 퇴적암류로 구성되어 있으며, 변성암류인 편마암류가 주를 이루고 있고, 이를 섬진강변을 따라 발달된 충적층이 피복한다.
3. 조사지역 대수층의 수리적 성질을 파악하기 위하여 지역 내에 분포하는 16개의 대형관정에 대하여 양수시험을 시행하였다. Theis의 비평형방정식을 적용하여 산출한 조사지역의 평균투수량계수는 21.96m<sup>3</sup>/d, 평균자연수위는 5.78m, 평균안정수위는 28.02m, 평균양수량은 249m<sup>3</sup>/d이다.
4. 금번 조사에 이용된 원격탐사시스템은 ERDAS IMAGINE v.8.3.1 program으로 구조선 자료를 분석, 추출하여 물리탐사의 예비자료로 활용하였다. 전기탐사는 조사지역에 대해 쌍극자배열법을 이용하여 총 15개 측선을 탐사하였다.
5. 금번에 구례지역에서 조사된 시설관정은 총 136개로 이 중 암반관정이 131개소이고 충적관정이 5개소이다. 용도별로 구분하면 농업용수가 117개(86%)로 주를 이루며, 생활용수 18개(13%), 공업용수 1개(1%)로 나타났다. 또한 시설관정의 평균 심도는 99.5m, 평균양수량은 245m<sup>3</sup>/일, 평균자연수위는 5.82m로 조사되었다.

6. 15개소의 지하수관정에 대하여 현장 간이수질검사와 지하수 주요이온성분 분석(9개 항목), 그리고 먹는물 수질기준에 의한 수질검사(44개 항목)를 실시하였다.
- 간이수질검사 결과 pH범위는 6.40~8.74, 전기전도도(EC)는 232~823  $\mu$ S/cm, 수온은 15.5°C~17.6°C로 나타났다. 주요이온 분석치를 Piper trilinear diagram으로 도시하여 보면 전반적으로 기반암질 종류와 지역에 관계없이 Na+K, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>이온이 우세한 중탄산경도(Bicarbonate-Hardness)형에 속한다. 먹는물 수질검사 결과, 검사시료 15개 중 대장균군이 2개소에서 양성판정을 받았고 일반세균은 5개소에서 기준치(100mg/ℓ)를 상회하는 것으로 나타나 생활하수나 다른 오염원에 의한 오염 진행이 어느 정도 확산된 것으로 판단된다. 또한 심미적인 영향물질의 기준에 속하는 아연은 모든 검사시료에서 검출되었으나, 먹는물 수질기준치(1mg/ℓ)를 초과한 관정은 1개소이고, 알루미늄은 2개소에서 검출되었으나 모두 기준치(0.2mg/ℓ) 이하로 판명되었다. 따라서 15개소 중 먹는물 기준에 적합한 관정은 7개소이고, 나머지 8개소는 주로 불소, 아연 등의 중금속 항목과 대장균군, 일반세균 항목이 기준을 초과하여 부적합으로 판명되었다. 그러나 대부분의 조사관정이 농업용수로 사용되고 있어 용수 이용시 큰 문제점은 없는 것으로 판단된다.
7. 지하수 자원의 효율적인 개발·이용과 합리적인 보존·관리를 위하여 물수지 분석을 실시하였으며, 분석결과 조사지역의 지하수 부존량(포장량 중 산출가능량)은 566백만톤, 지하수함양량은 98백만톤, 연간 지하수 적정개발량은 69백만톤으로 산출되었다. 특히 잠재오염원에 의한 수질오염 예상지역은 특별히 관리되어야 할 것으로 판단된다.
8. 조사지역의 생활용수 및 농업용수로 공급하기 위한 지하수개발계획은 생활용수 기공급량은 4,505m<sup>3</sup>/일, 농업용수 기공급량은 28,841m<sup>3</sup>/일로서 추가소요수량은 184,818m<sup>3</sup>/일으로 판단되며, 추가소요 관정수는 150m<sup>3</sup>/일 규모의 관정 444공으로 분석된다.
9. 지하수는 수문순환과정에 의해 보충되는 자원이지만 결코 무궁한 자원은 아니며 일단 오염이 진행되면 원상태로 복원하는데 막대한 기간과 비용이 소요되거나 복원이 불가능한 경우도 있으므로, 지하수시설물 관리, 지하수관측망 설치운영, 지하수정보관리시스템 구축 등을 통하여 지하수의 수질 및 수량 측면에서 총체적인 보전·관리에 최선을 다해야 할 것이다.

## 10. 참고문헌

- 김좌관, 1995, 수질오염개론, 도서출판 동화기술, p. 353
- 김옥배, 박희열, 1997, 해수침투에 의한 수질오염판별을 위한 환경지구화학적 연구, 한국자원공학회지, 제34권 제5호, p. 548-558.
- 김창원, 윤태일, 1992, 환경미생물학, 도서출판 동화기술, p. 322
- 선우중호, 1994, 수문학, 동명사, p. 396
- 이종운, 전효택, 전용원, 1997, 국내 화강암질내 심부지하수의 지구화학적 특성, 화강암질내 지하수와 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, 폐기물매립지 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, 지하수오염방지 및 응용화 기술연구(서울지역), 과학기술처, p. 418
- 한정상, 1998, 지하수환경과 오염, 박영사, p. 1071
- 환경부, 농어촌진흥공사, 1995, 먹는물관리법, p. 262
- Appleyard, A., 1995, The impact of urban development on recharge and groundwater quality in a coastal aquifer near Perth, Western Australia, hydrogeology Journal, v. 3, no.2,
- Becking, L. G. M., Kaplan, I. R. and Moore, D., 1960, Limits of the natural environment in terms of pH and oxidation-reduction potentials, The

- journal of Geology, v. 68, p. 243-284.
- Berner, E. K., Berner, R. A., 1987, The global water cycle : geochemistry and environment, Prentice-Hall, Inc, p. 397
- Brookins, D. G., 1988, Eh-pH diagrams for geochemistry, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, p. 176
- 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, p. 626
- 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, p. 259
- Freeze, R. A. and Cherry, J. A., 1979, Groundwater, Prentice-Hall Inc., p. 604
- Garrels, R. M. and Christ, C., 1965, Solutions, Minerals and Equilibria, Jones and Bartlett Publisher, p. 449
- Gorrel, H. A., 1953, Classification of formation waters based 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, p. 263
- 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, p. 397
- Jackson, G. B., 1993, Applied water and spentwater chemistry-a laboratory

- manual-, Van Nostrand Reinhold, p. 688
- Nebitt, H. W. and Young, G. M., 1984, Prediction of some weathering trends of plutonic and volcanic rocks based on thermodynamic and kinetic considerations, *Geochim Cosmochim. Acta*, 48, p. 1523-1534
- Nordstrom, D. K., Olsson, T., 1987, Fluid inclusions as a source of dissolved salts in deep granitic groundwaters, In; Edited(Fritz, P., Frape, S. K.) saline water and gases in crystalline, Geological Association of Canada Special Paper 33, p. 259
- 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, p. 258
- 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) Biomineralization 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, p. 463

---

---

## 구례군광역수맥조사보고서

2000년 12월 일 발행

발 행 : 농림부, 농업기반공사

편 집 : 농업기반공사 지하수사업처

인 쇄 : 일 지 사 (02)2279-3753

---

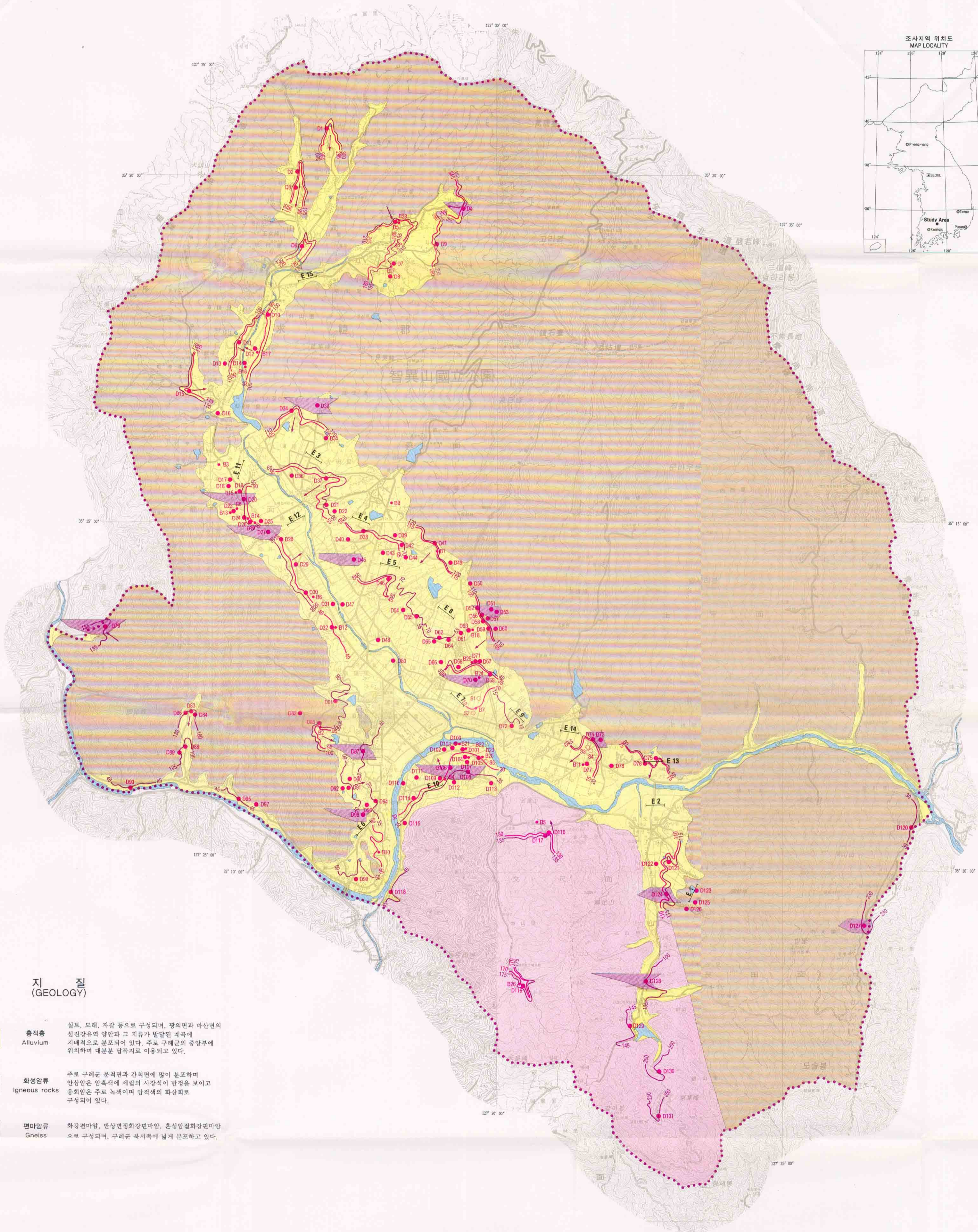
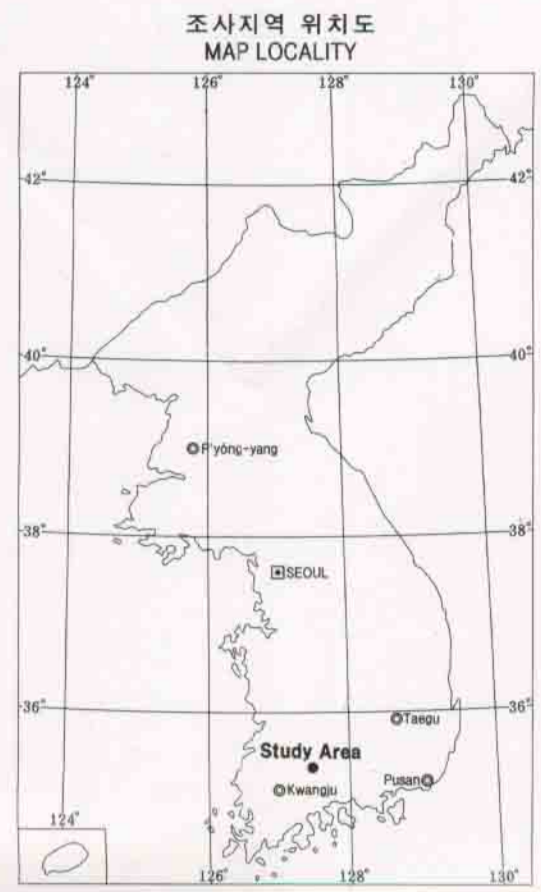
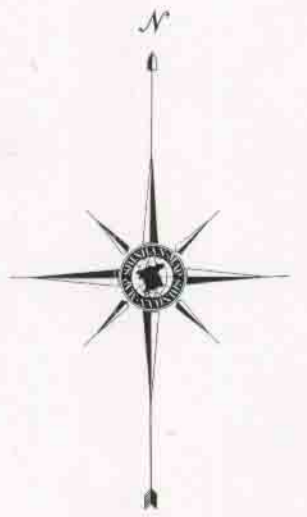
---



# 구례지구 광역수맥도

## HYDROGEOLOGICAL MAP OF KURYE AREA

1 : 50,000



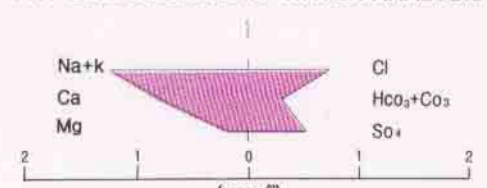
### 지질 (GEOLOGY)

- |                       |                       |  |
|-----------------------|-----------------------|--|
|                       | 충적층<br>Alluvium       | 실트, 모래, 자갈 등으로 구성되며, 평지와 마산면의 원진강유역 양안과 그 지류가 발달된 계곡에 지역적으로 분포되어 있다. 주로 구례군의 중앙부에 위치하며 대부분 담수지로 이용되고 있다. |
| ~부정합~<br>Unconformity |                       |  |
|                       | 화성암류<br>Igneous rocks | 주로 구례군 문척면과 간척면에 많이 분포하며 안산암은 암흑색에 세립의 사장석이 범용을 보이고 용화암은 주로 녹색이며 암석의 화산화로 구성되어 있다.                       |
| ~부정합~<br>Unconformity |                       |  |
|                       | 편마암류<br>Gneiss        | 화강편마암, 반상변정화강편마암, 혼성암질화강편마암으로 구성되어, 구례군 북서부에 넓게 분포하고 있다.   |

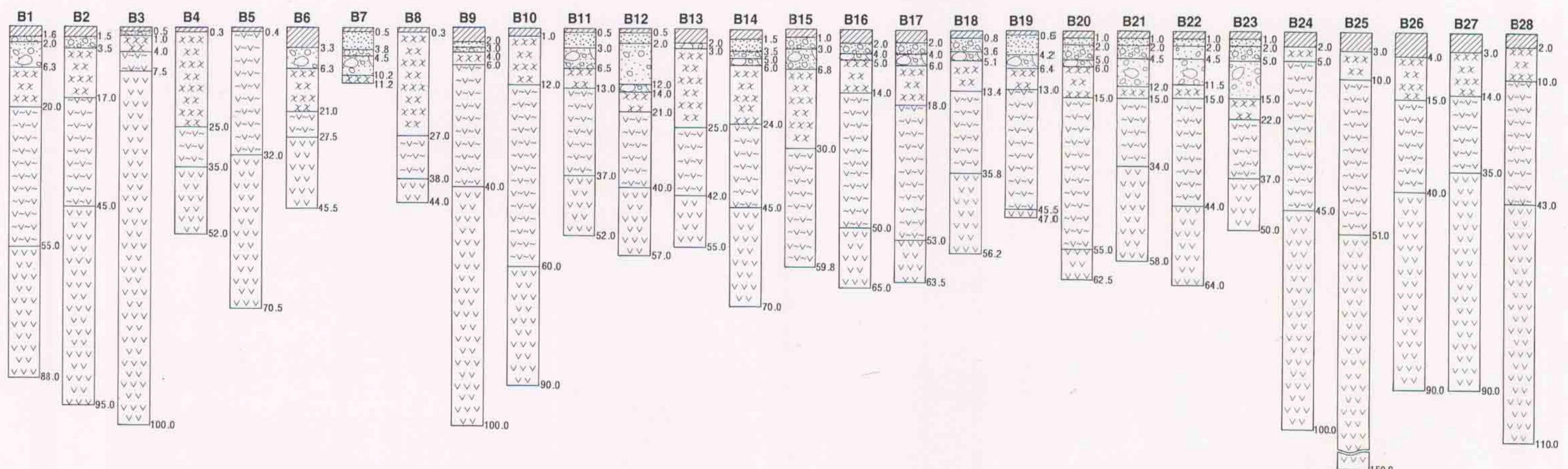
### 범례 (LEGEND)

- |  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  | 지하수위등고선<br>Contours of groundwater table  |  | 지질경계선<br>Geologic Boundary                |
|  | 지하수 유동방향<br>Direction of groundwater flow |  | 기반암추정 등고선<br>Contours of Interbed Bedrock |
|  | 암반관정 (6" < dia. < 14")<br>Rock Wells      |  | 물리탐사 축선<br>Geophysical Survey Line        |
|  | 충적관정 (dia. 16")<br>Supplementary Wells    |  | 조사구역<br>Boundary of Study Area            |
|  | 시추조사공<br>Boreholes                        |  |   |
|  | 하천<br>River                               |  |   |

### 수질의 주요성분 비교도 PATTERN DIAGRAM OF WATER ANALYSIS



### 주상도 PROFILE



### 범례 (Legend)

- |  |                        |
|--|------------------------|
|  | 토사<br>Soil and Sand    |
|  | 사<br>Sand              |
|  | 사 석<br>Sand and gravel |
|  | 추천석<br>Boulder         |
|  | 풍화대<br>Weathered zone  |
|  | 연암<br>Soft rock        |
|  | 보통암<br>Common rock     |

1. 대한민국지질학회 신시행 제2001-83호 (2001.11.14.출판)  
2. 본 지도는 국립지리원 발행 1 : 50,000 지형도를 기준으로 사용되어 편차, 왜곡은 있음.



