

장흥군광역수맥조사보고서

2000.

농 립 기 반 공 부
농 업 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	12
2-2-1. 읍·면별 토지이용 특성	12
2-2-2. 읍·면별 산업현황 특성	14
2-3. 수문기상	17
2-3-1. 기 온	18
2-3-2. 강 수 량	19
2-3-3. 증발산량	21
3. 수문지질조사	25
3-1. 지형 및 지질	25
3-1-1. 지형	25
3-1-2. 지질	25
3-2. 물리탐사	33
3-2-1. 원격탐사	33
3-2-2. 전기비저항탐사	35
3-3. 양수시험	48
3-3-1. 기설관정 양수시험	48
3-4. 대수층 특성	50
4. 기설관정 이용실태조사	51
4-1. 기설관정 현황조사	51
4-1-1. 시설별, 용도별이용현황	51
4-2. 기설관정 지하수위조사	63

5. 수질 및 잠재오염원조사	68
5-1. 현장간이수질검사	71
5-2. 주요이온 분석결과	73
5-3. 먹는물 기준 수질검사결과	77
5-4. 잠재오염원 조사	83
6. 지하수자원의 부존성 평가	86
6-1. 물수지 분석	86
6-1-1. 강 수 량	87
6-1-2. 유출분석	87
6-1-3. 함양량분석	88
6-2. 지하수부존량 및 개발가능량	89
6-2-1. 지하수부존량	89
6-2-2. 지하수개발가능량	90
6-2-3. 지하수개발예정위치 선정	92
7. 지하수자원 개발계획	93
7-1. 용도별 소요수량	93
7-2. 지하수 개발계획	95
8. 지하수 보전 관리	96
8-1. 지하수 환경재해	96
8-2. 지하수 보전구역	98
9. 결 론	99
10. 참고문헌	101

표 목 차

〈표 1-1〉 조사실적	9
〈표 2-1〉 장흥군 행정구역일람표	11
〈표 2-2〉 장흥군 토지지목별 읍면별 면적	12
〈표 2-3〉 장흥군 도로현황	13
〈표 2-4〉 장흥군 가축현황	13
〈표 2-5〉 장흥군 농수산물 생산현황	14
〈표 2-6〉 장흥군 산업대분류별 사업체수	14
〈표 2-7〉 장흥군 상수도현황	15
〈표 2-8〉 장흥군 하수도현황	15
〈표 2-9〉 장흥군 인구현황	16
〈표 2-10〉 장흥군 하천현황	16
〈표 2-11〉 장흥군 최근 10년간 기상현황	17
〈표 2-12〉 장흥군 연도별, 월별 평균일조시간	18
〈표 2-13〉 장흥군 연도별, 월별 평균기온	19
〈표 2-14〉 장흥군 연도별, 월별 평균강수량	21
〈표 2-15〉 장흥군 연도별 증발산량 분포	23
〈표 2-16〉 장흥군 연도별, 월별 증발량 분포	24
〈표 3-1〉 장흥군 지질계통	27
〈표 3-2〉 전기비저항 쌍극자탐사 측선 총괄표	35
〈표 3-3〉 기설관정 양수시험 총괄표	49
〈표 4-1〉 지하수 시설별현황	51
〈표 4-2〉 지하수 읍면별, 용도별 현황	52
〈표 4-3〉 기설관정 조사현황	53
〈표 4-4〉 기설관정 자연수위 관측현황	64
〈표 5-1〉 현장간이수질검사결과	70

〈표 5-2〉	주요이온성분 수질검사결과	72
〈표 5-3〉	먹는물기준 수질검사결과	80
〈표 5-4〉	오염원의 종류	83
〈표 5-5〉	O.T.A 잠재오염원 분류	84
〈표 5-6〉	장흥군 잠재오염원 현황	85
〈표 6-1〉	한국의 지하수부존량(농기공, 1991)	89
〈표 6-2〉	장흥군 지하수부존량 추정	90
〈표 6-3〉	한국의 지하수개발가능량 추정	91
〈표 7-1〉	장흥지역 생활용수 소요수량	93
〈표 7-2〉	장흥지역 농업용수 소요수량	94
〈표 7-3〉	연차별 지하수개발 사업량 및 사업비	95

그 립 목 차

〈그림 2-1〉 장흥군 연도별 평균기온분포현황그래프	20
〈그림 2-2〉 장흥군 월별 평균기온분포현황그래프	20
〈그림 2-3〉 장흥군 연도별 평균강수량분포현황그래프	22
〈그림 2-4〉 장흥군 월별 평균강수량분포현황그래프	22
〈그림 3-1〉 장흥군 수계망도	26
〈그림 3-2〉 장흥군 지질도	32
〈그림 3-3〉 장흥군 위성영상 및 선구조도	34
〈그림 3-4〉 축선 E01, E02 쌍극자탐사 결과도	40
〈그림 3-5〉 축선 E03, E04 쌍극자탐사 결과도	41
〈그림 3-6〉 축선 E05, E06 쌍극자탐사 결과도	42
〈그림 3-7〉 축선 E07, E08 쌍극자탐사 결과도	43
〈그림 3-8〉 축선 E09, E10 쌍극자탐사 결과도	44
〈그림 3-9〉 축선 E11, E12 쌍극자탐사 결과도	45
〈그림 3-10〉 축선 E13, E14 쌍극자탐사 결과도	46
〈그림 3-11〉 축선 E15 쌍극자탐사 결과도	47
〈그림 5-1〉 장흥군 지하수 수질검사공 위치도	69
〈그림 5-2〉 암질별 구분에 의한 piper diagram	75
〈그림 5-3〉 지역별 구분에 의한 piper diagram	76
〈그림 6-1〉 우리나라 수자원 현황도	87

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 낮을 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 지하수자원의 효율적인 개발과 보존을 위해 새로이 개정된 지하수법의 취지를 살려 전라남도 장흥군 일대 3개읍(장흥읍, 관산읍, 대덕읍)과 7개면(유치면, 장평면, 부산면, 장동면, 안양면, 용산면, 회진면)에 대하여 617.93km²를 선정하여 지표지질조사, 물리탐사, 양수시험, 수질검사 등을 실시하고, 이들 자료와 과거 조사구역 내에 국지적으로 시행한 수맥조사와 지하수 개발자료를 취합, 정리 및 인공위성을 이용한 원격탐사 자료(ERDAS)를 이용하여 장흥지역 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, 장흥군 관계관들에게 깊은 감사 를 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 보전관리 방향을 제시하는데 있다.

1-2. 조사내용

가. 조사지구 : 장 흥 지 구

나. 위 치 : 전라남도 장흥군 일원(3개읍, 7개면)

다. 조사면적 : 617.93 km²

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	전기비저항탐사 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 > 조사 실적

조사 항목	조사 량	비 고
답사 및 지표지질조사	61,793 ha	
기설관정 조사		
-이용현황 조사	358공	
-지하수위 관측	358공	
-양수시험	16공	
물리탐사		
-원격탐사(선구조추출)	1지구	
-전기탐사(쌍극자)	15측선	
수질검사		
-먹는물수질검사	15공	
-양·음이온 분석	15공	

사. 조사기기 및 장비

- 클리노메타 및 브란톤 콤팩스 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 장흥군은 전라남도의 남단에 위치하며 북측으로부터 동남측의 고지대를 경계로 화순군, 보성군과 인접하며 안양, 용산, 관산, 대덕, 회진 등 5개 읍·면은 해안선을 따라 고흥군, 완도군과 경계를 이루고 있다. 북측에서 서남측 경계부는 험난한 산악지대로 영암군, 강진군과 경계를 이루며 평야지대는 용반들, 부산들, 한들평야 등 동북쪽의 보성강 유역과 남측의 득량만으로 연결되는 대소하천 유역이다. 장흥군의 최동단은 장평면 진산리(동경 127° 02' 104", 북위 34° 50' 05")이며, 최서단은 유치면 관동리(동경 126° 47' 17", 북위 34° 47' 30")이고, 최남단은 대덕읍 웅암리(동경 126° 53' 00", 북위 34° 25' 02")이며, 최북단은 유치면 운월리(동경 126° 53' 00", 북위 34° 52' 30")이다. 행정구역상으로는 3개읍(장흥읍, 관산읍, 대덕읍), 7개면(유치면, 장평면, 부산면, 장동면, 안양면, 용산면, 회진면)으로 구성되어 있다. 면적은 617.93km²로 장흥읍 55.96km², 관산읍 71.77km², 대덕읍 57.99km², 용산면 72.33km², 안양면 51.11km², 장동면 44.88km², 장평면 77.87km², 부산면 38.00km², 회진면 25.87km², 유치면 122.15km²로 면적을 기준으로 하면 유치면이 가장 넓은 면적을 차지하고, 상대적으로 회진면이 가장 작은 면적을 차지한다. 교통편은 광주광역시에서 13번 국도를 따라 나주군과 영암군을 거쳐 강진으로 가는 길목과 23번 국도를 따라 나주군에서 장흥으로 가는 두 가지 교통편이 있으나 모두 2차선으로 교통편은 보통이다.

< 표 2-1 > 장흥군 행정구역 일람표

구 분	계	읍			면							
		장흥	관산	대덕	용산	안양	장동	장평	유치	부산	회진	
운영리	법정	135	27	16	9	14	13	8	8	15	9	5
	행정	393	51	41	29	29	29	20	20	28	18	16
자연마을	431	55	61	34	54	30	30	30	51	25	23	
반	700	178	101	64	59	63	41	63	51	37	43	
구 분	주 소											
장 흥 군	전남 장흥군 장흥읍 건산리 715-11											
장 흥 읍	전남 장흥군 장흥읍 기양리 110											
관 산 읍	전남 장흥군 관산읍 옥당리 421-3											
대 덕 읍	전남 장흥군 대덕읍 신월리 118-2											
용 산 면	전남 장흥군 용산면 접정리 385-1											
안 양 면	전남 장흥군 안양면 운흥리 514											
장 동 면	전남 장흥군 장동면 북교리 7-1											
장 평 면	전남 장흥군 장평면 용강리 27-1											
유 치 면	전남 장흥군 유치면 송정리 339											
부 산 면	전남 장흥군 부산면 유량리 75-3											
회 진 면	전남 장흥군 회진면 회진리 2140-7											

(’99 장흥군 통계연보)

2-2. 토지이용 및 산업현황

2-2-1. 읍·면별 토지이용 특성

장흥군의 총 토지는 617.93km²이며 유치면이 122.15km²로 가장 넓고, 장평면(77.87km²), 용산면(72.33km²), 관산읍(71.77km²), 대덕읍(57.99km²), 장흥읍(55.96km²), 안양면(51.11km²), 장동면(44.87km²), 부산면(38.0km²), 회진면(25.87km²) 순서로 면적을 차지하고 있다.

용도별로 구분하면 총면적(617.93km²) 중 전이 37.54km², 답이 105.98km², 임야가 412.43km², 기타 과수원, 목장용지, 대지, 공장용지, 학교부지, 도로, 하천, 철도용지, 제방, 구거, 유지, 수도용지 및 묘지 등이 61.98km²로 임야면적이 대부분을 점유하고 있다.

< 표 2-2 > 장흥군 토지지목별·읍면별 면적

구분	임야 (m ²)	하천 (m ²)	대지 (m ²)	답 (m ²)	전 (m ²)	도로 (m ²)	기타 (m ²)	총면적 (m ²)
장흥군	412,432,731	14,790,828	10,109,982	105,982,483	37,544,300	12,595,978	24,478,623	617,934,925
장흥읍	29,511,731	2,385,152	2,195,141	13,190,952	4,058,354	1,475,262	3,146,333	55,962,925
관산읍	39,369,904	1,235,298	1,439,710	17,314,240	5,280,835	1,857,289	5,272,809	71,770,085
대덕읍	35,816,326	1,043,596	936,795	10,015,134	5,793,542	1,224,590	3,161,544	57,991,527
용산면	50,760,430	1,282,829	970,551	11,557,557	3,690,890	1,482,018	2,588,170	72,332,445
안양면	31,704,239	823,155	938,495	10,393,618	3,032,774	1,236,533	2,976,191	51,105,005
장동면	31,596,525	1,160,827	566,398	8,219,941	2,116,036	995,497	219,384	44,874,608
장평면	53,179,786	1,856,263	1,037,665	13,588,731	4,574,099	1,656,139	1,981,665	77,874,348
유치면	104,166,584	3,082,887	821,069	7,488,376	4,342,309	1,195,078	1,056,020	122,152,323
부산면	25,602,331	1,427,761	697,619	6,530,073	1,921,292	660,439	1,160,670	38,000,185
회진면	10,725,318	493,060	506,539	8,683,860	2,734,168	813,130	1,915,398	25,871,473

(‘99 장흥군 통계연보)

<표 2-2>에서 토지이용현황별로 구분을 하면 임야, 전, 답이 전체 토지의 91%를 차지하고 있으며, 그 중에서 임야가 412,43ha로 전체 토지면적의 66.7%로 가장 넓은 면적을 차지하고 전, 답이 각각 6.1%, 17.1%를 차지한다.

그 외에 과수원, 목장용지, 대지, 공장용지, 학교용지, 도로, 하천, 철도용지, 제방, 구거, 유지, 수도용지, 묘지 및 기타가 39.6%를 점유하고 있다.

< 표 2-3 > 장흥군 도로현황

구분	총연장(km)	포장(km)	미포장(km)	미개통(km)
계	299,561	225,561(75.3%)	73,500(24.5%)	500(0.2%)
국 도	93,531	93,531(31.2%)		
지방도	61,330	50,530(16.9%)	10,800(3.6%)	
군 도	144,700	81,500(27.2%)	62,700(20.9%)	500(0.2%)

('99 장흥군 통계연보)

장흥군의 총 도로 연장 길이는 1999년을 기준으로 총 길이가 299,561km이며, 이 중 지방도가 61,330km(20.5%), 국도가 93,531km(31.2%), 군도가 144,700km(48.3%)를 점유하고 있다. 이 중 지방도는 16.9%가 포장되어 있고 3.6%는 미포장 상태이며, 국도는 100% 포장되어 있고 군도는 27.2%가 포장되어 있으나, 20.9%는 미포장 상태이고 나머지 구간(0.2%)은 미개통 도로로 남아 있다.

< 표 2-4 > 장흥군 가축현황

연도별	한 우		젓 소		돼 지		닭	
	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수
93	25,219	5,361	662	23	9,897	539	41,819	1,276
94	30,806	5,438	691	17	15,062	321	90,390	993
95	35,003	5,683	731	21	15,245	209	96,656	972
96	38,648	5,694	647	18	18,478	116	252,068	623
97	44,014	5,744	745	15	22,248	91	136,903	545
98	33,840	4,864	780	15	18,670	115	145,989	549

('99 장흥군 통계연보)

2-2-2. 읍·면별 산업현황 특성

장흥군은 1999년말 현재 9,731호의 농가와 25,898명의 농가인구로 구성되며, 경지면적은 14,388ha로 가구당 경지면적은 1.48ha규모를 보인다.

< 표 2-5 > 장흥군 농·수산물 생산현황

(단위 : 톤)

(농 산 물)	생 산 량	(수 산 물)	생 산 량
미 곡	345	해조류	19,178
맥 류	136	어 류	1,300
두류, 잡곡	23	패 류	9,600
계	504	기 타	1,500

(‘99 장흥군 통계연보)

경작규모별로 보면 0.5ha~1.0ha규모의 농가가 전체의 40.3%를 차지하며, 작물 재배 면적은 미곡 7,231ha, 맥류 889ha, 잡곡 286ha로 미곡생산이 주를 이룬다. 장흥군의 축산업 현황을 주요 가축별 사육호수와 마리수로 구분하여 보면, 한육우 3,294농가 10,795마리, 젓소 45농가 898마리, 돼지 733농가 29,598마리, 닭 981농가 638,137마리, 산양 856농가 8,814마리이며, 이외에도 사슴, 토끼, 개, 오리, 칠면조, 거위 등 다양한 가축이 사육되고 있다.

이 지역의 임야 면적은 41,086ha로 임목지가 38,814ha, 무임목지가 2,272ha로 구성되며 침엽수림이 25,567ha로 전체의 62.2%를 차지한다.

산업별 내역을 보면 농림업 16개, 제조업 346개, 건설업 110개, 도소매 및 소비용품 수리업체 1,303개, 숙박 및 음식점업 564개, 운수창고 및 통신업체가 203개, 기타 846개의 업체가 있다.

< 표 2-6 > 장흥군 산업대분류 사업체수

구분	농림업	제조업	건설업	도소매 및 소비용품 수리업	숙박 및 음식점업	운수창고 및 통신업	기타	계
장흥군	16	346	110	1,303	564	203	846	3,388
(%)	0.5	10.2	3.2	38.5	16.6	6.0	25.0	100

(‘99 장흥군 통계연보)

< 표 2-7 > 장흥군 상수도 현황

구분	급수도시내 총인구(인)	급수인구 (인)	보급율 (%)	시설용량 (m ³ /일)	급수량 (m ³ /일)	1일1인당 급수량(ℓ)
1992	66,809	17,997	27	7,900	4,653	259
1993	63,978	15,527	24	7,900	4,716	304
1994	61,793	16,712	27	7,900	5,425	325
1995	60,135	16,359	27	7,900	5,422	331
1996	58,921	16,448	28	7,900	5,503	334
1997	57,563	16,179	28	7,900	5,641	374
1998	56,961	16,323	29	7,900	345	4,292
장흥	17,562	12,097	69	6,000	4,343	359
관산	9,323	1,726	19	950	498	288
대덕	5,924	1,310	22	950	368	280
용산	3,812	-	-	-	-	-
안양	4,378	-	-	-	-	-
장동	2,024	-	-	-	-	-
장평	3,672	-	-	-	-	-
유치	3,352	-	-	-	-	-
부산	2,110	-	-	-	-	-
회진	44,804	1,190	25	-	432	363

('99 장흥군 통계연보)

< 표 2-8 > 장흥군 하수도 현황

구분	면적(km ²)						
	계	합류식		분류식		보급율(%)	
		계획	현황	계획	현황	합류식	분류식
1995	-	-	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-	-	-
1997	10.7	6.7	2.5	4.0	0.6	38.1	15.0
1991	10.7	6.7	3.46	4.0	0.6	51.6	15.0
장흥	6.1	3.4	2.42	2.7	0.6	71.2	22.2
관산	1.5	1.0	0.28	0.5	-	28.0	-
대덕	3.1	2.3	0.76	0.8	-	33.0	-
용산	-	-	-	-	-	-	-
안양	-	-	-	-	-	-	-
장동	-	-	-	-	-	-	-
장평	-	-	-	-	-	-	-
유치	-	-	-	-	-	-	-
부산	-	-	-	-	-	-	-
회진	-	-	-	-	-	-	-

('99 장흥군 통계연보)

장흥군의 총 인구는 19,647세대 56,961명(1998년 기준), 세대당 평균 인구수는 2.9명으로 나타난다. 이 중 장흥읍이 17,562명(30.8%)으로 인구 집중이 가장 두드러지게 나타나며, 관산읍(9,323명), 대덕읍(5,924명), 회진면(4,804명), 안양면(4,378명), 용산면(3,812명), 장평면(3,672명), 유치면(3,352명), 부산면(2,110명), 장동면(2,024명) 순으로 나타난다.

< 표 2-9 > 장흥군 인구현황

구 분	인 구 (명)				
	총 인 구	합 류 식	분 류 식	보 급 율(%)	
				합 류 식	분 류 식
1993	63,978	-	-	-	-
1994	61,793	-	-	-	-
1995	60,135	-	-	-	-
1996	58,921	-	-	-	-
1997	57,563	9,947	2,600	17.2	4.5
1998	56,961	10,455	2,600	18.4	4.6
장흥	17,562	6,167	2,600	35.1	14.8
관산	9,323	1,726	-	18.5	-
대덕	5,924	2,526	-	43.2	-
용산	3,812	-	-	-	-
안양	4,378	-	-	-	-
장동	2,024	-	-	-	-
장평	3,672	-	-	-	-
유치	3,352	-	-	-	-
부산	2,110	-	-	-	-
회진	4,804	-	-	-	-

('99 장흥군 통계연보)

< 표 2-10 > 장흥군 하천현황

구 분	개 소 수	하천연장(km)	하 천 장 비 (제방)			정 비 율(%)	
			대상	정비	미정비	군	전남
계	160	429.8	738.9	260.4	478.5	-	-
직할하천	1	16.8	24.1	21.7	2.4	90.0	98.4
준용하천	47	229.0	346.8	165.7	181.0	47.7	57.9
소 하 천	112	184.0	368.0	73.0	295.1	19.8	24.4

('99 장흥군 통계연보)

2-3. 수문기상

본 장에서는 장흥군의 일반적인 기상 현황에 대하여 언급하였으며, 기상자료는 최근 10년 이상의 자료를 필요로 하기 때문에 조사지역에 인접한 장흥기상관측소에서 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 장흥군은 내륙과 해안이 공존하는 지역으로서 지역별 기온의 변화가 심하다. 최근 10년간의 연평균 기온은 10.89℃로서 전국평균 11.6℃보다 약간 낮고, 평균기온 변화는 7월에 23.1℃, 1월에 0.73℃로서 연교차는 22.37℃이다.

< 표 2-11 > 장흥군 최근 10년간 기상현황

구 분	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
기온	평균(℃)	13.8	13.08	13.1	12.38	13.49	12.08	11.94	12.87	13.90	14.01
	최고(℃)	27.0	24.9	25.5	22.7	28.0	26.1	25.3	25.4	25.5	29.8
	최저(℃)	0.0	1.3	2.0	0.3	0.4	0.1	-0.6	-0.7	1.1	1.4
강우량 (mm)	1,611	1,425	1,218	1,506	871	946	1,092	1,056	1,749	1,974	
증발량 (mm)	1,017.2	-	-	-	-	-	-	-	1,050.7	986.6	
평균습도 (%)	2,317.6	2,254.3	2,176.9	2,111.8	2,079.4	2,387.6	2,365.2	2,074.1	2,103.3	2,052.1	
평균일조 시간 (시간)	150.9	176.3	183.4	149.8	190.2	188.9	169.3	175.7	159.2	162.0	
평균풍속 (초속/m)	46.3	38.75	43.9	51.1	51.3	71.2	65.0	77.7	71.2	69.95	

(농업기반공사 수문기상자료)

< 표 2-12 > 장흥군 연도별, 월별 평균 일조시간

(단위 : 시간)

년도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1990	117.2	85.7	183.0	185.8	155.2	123.1	145.7	221.7	127.7	193.1	141.4	132.3
1991	157.7	147.6	174.7	225.7	214.4	143.6	112.0	169.0	172.2	258.4	192.3	148.6
1992	145.1	188.9	142.3	216.6	258.2	223.2	173.3	181.8	166.7	201.9	166.7	139.0
1993	117.7	161.8	172.0	210.7	211.4	149.5	88.4	95.8	138.2	202.8	106.1	143.7
1994	169.4	155.6	189.7	175.1	190.3	152.9	256.5	216.7	240.2	210.6	175.6	150.0
1995	192.0	181.4	202.9	220.4	239.2	196.4	132.5	186.4	148.9	200.5	205.9	161.0
1996	156.3	199.7	165.8	217.7	214.1	89.8	155.1	191.6	166.4	165.6	130.2	179.6
1997	183.9	151.1	185.3	207.2	181.0	188.2	141.6	175.8	204.2	234.0	133.4	123.2
1998	121.7	135.2	201.0	168.4	161.4	103.7	134.5	129.8	168.9	185.8	204.7	196.4
1999	172.3	172.7	126.0	221.7	254.7	175.9	84.8	92.9	119.6	155.8	185.4	182.7
평균	153.3	157.9	174.2	204.9	207.9	154.6	142.4	166.1	165.3	200.8	164.1	155.6
최대	192.0	199.7	202.9	225.7	258.2	196.4	256.5	221.7	240.2	258.4	205.9	196.4
최소	117.2	85.7	126.0	168.4	155.2	89.8	88.4	92.9	119.6	155.8	106.1	123.2

(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 태양 빛의 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 19.1℃~23.1℃, 겨울(12월에서 2월까지)에 0.73℃~2.6℃를 보인다.

< 표 2-13 > 장흥군 연도별, 월별 평균기온

(단위 : °C)

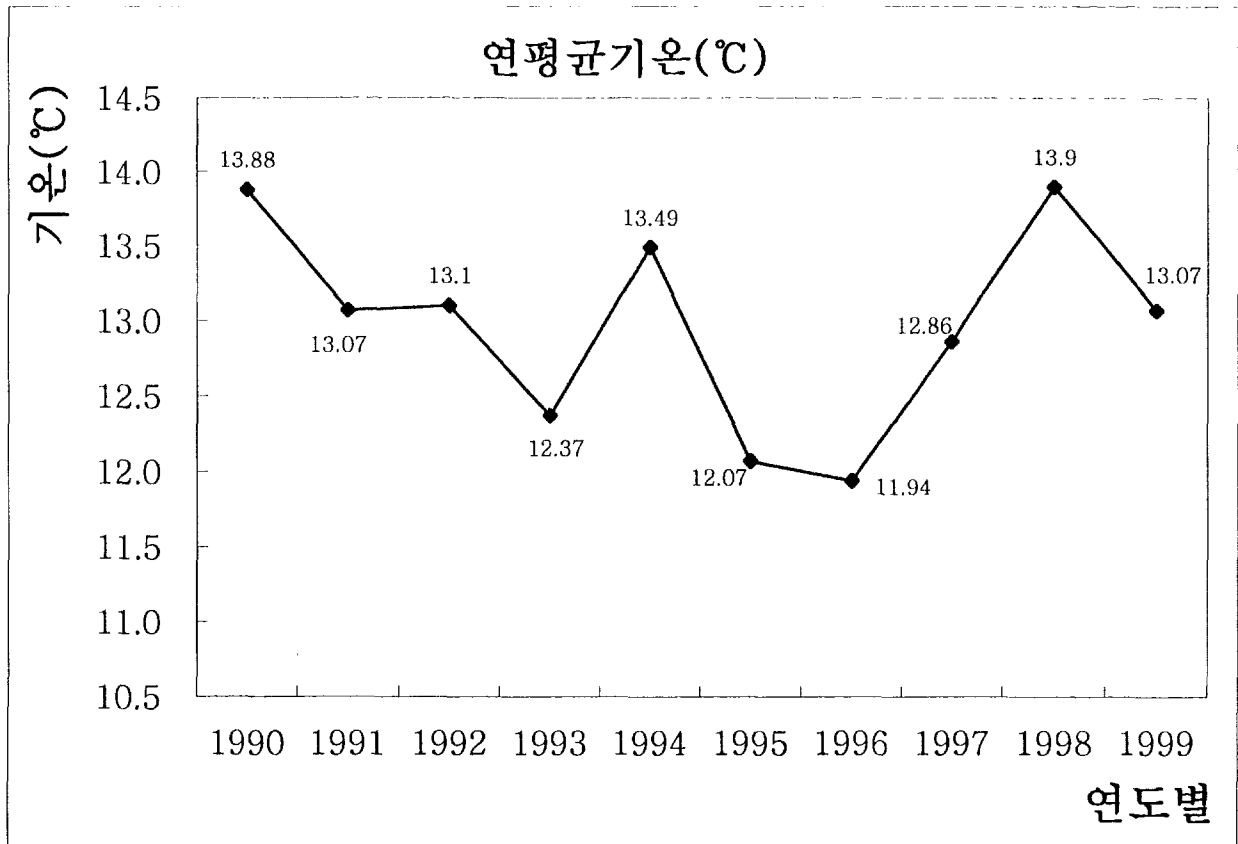
년도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1990	0.0	5.0	7.9	11.6	16.6	21.8	26.0	27.0	22.0	14.9	10.5	3.3
1991	1.3	1.7	6.8	12.5	16.8	22.2	24.9	24.5	21.5	13.7	7.3	3.7
1992	2.4	2.0	7.9	12.4	16.3	20.2	25.1	25.5	21.1	13.5	6.9	3.9
1993	0.3	2.4	5.4	11.5	17.0	21.0	22.7	22.7	19.9	13.4	9.8	2.4
1994	0.4	2.2	4.5	13.4	17.1	20.8	28.0	26.7	20.3	14.8	9.8	3.9
1995	0.1	1.6	6.5	10.9	15.5	20.3	24.0	26.1	19.2	14.3	5.9	0.5
1996	0.3	-0.6	4.6	8.8	16.2	20.7	24.0	25.3	20.4	14.0	8.2	1.4
1997	-0.7	1.9	6.8	11.7	16.8	21.7	24.7	25.4	20.0	13.3	9.5	3.3
1998	1.1	4.5	7.0	14.7	17.6	20.2	24.5	25.5	22.2	16.9	8.9	3.7
1999	1.4	2.9	7.6	12.7	16.8	21.5	29.8	24.3	23.0	17.7	8.3	2.1
평균	0.66	2.36	6.50	12.02	16.67	21.04	25.37	25.30	20.96	14.65	8.51	2.82
최대	2.4	5.0	7.9	14.7	17.6	21.8	29.8	27.0	23.0	17.7	10.5	3.9
최소	-0.7	-0.6	4.5	8.8	15.5	19.1	22.7	22.7	19.1	13.3	5.9	0.5

(농업기반공사 수문기상자료)

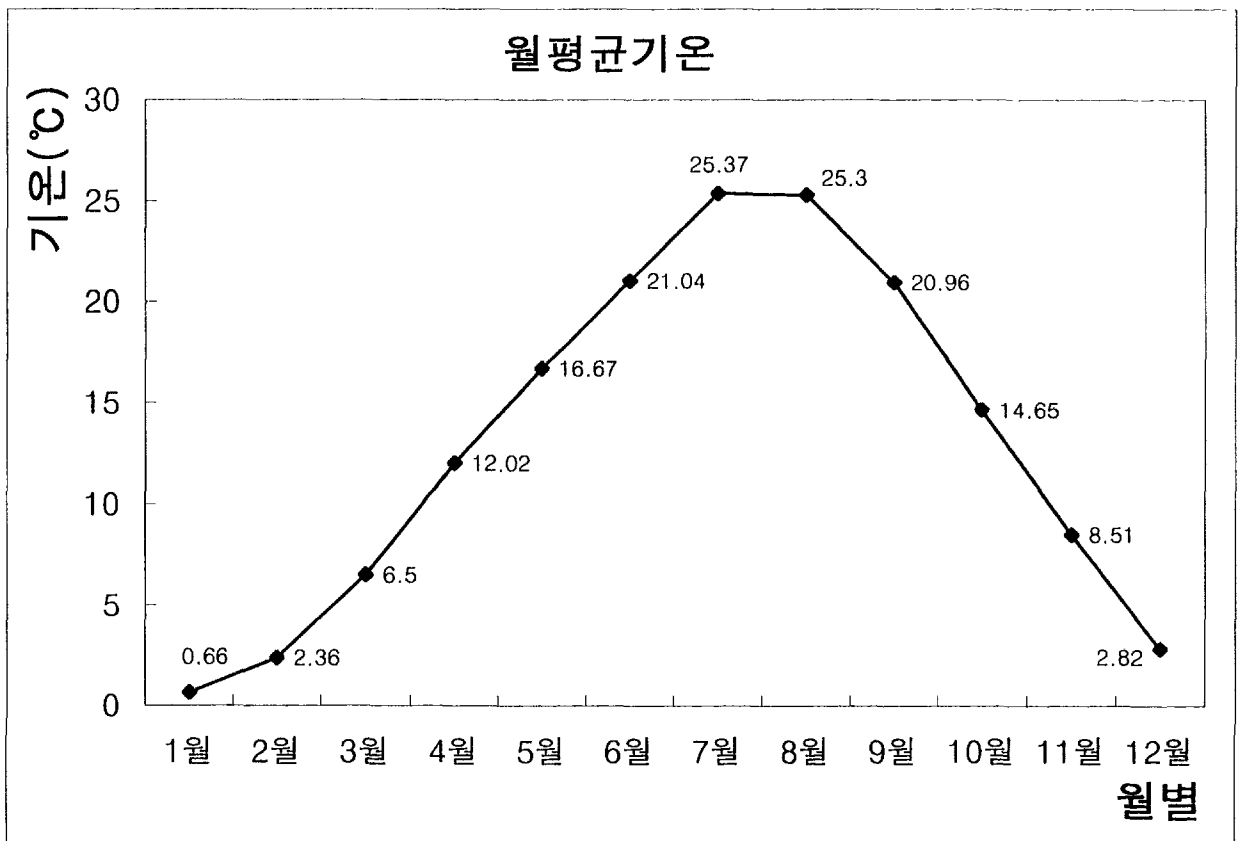
2-3-2. 강 수 량

강수는 비, 눈, 우박 등 대기 중에서 내린 수분을 통틀어 일컫는 말이며 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 계절의 영향을 많이 받는데 우리나라는 지형이 복잡한 편으로 강수량도 지역에 따라 편차가 심하다. 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.



<그림 2-1> 장흥군 연도별 평균기온 분포현황 그래프



<그림 2-2> 장흥군 월별 평균기온 분포현황 그래프

본 조사지역인 장흥군도 이와 같은 특성을 나타내는데, 즉 연평균 강수량은 1,139.5mm이며, 이 중 65.7%인 825.7mm가 6월에서 9월에 집중되는 경향을 보인다. 이는 전국 평균보다 비교적 많은 수치이며, 특히 1998년에는 예외적으로 1,828.7mm의 많은 강수량을 나타내었다. 또한 이 지역은 우기와 건기의 구별이 뚜렷하여 12월에서 2월 사이에는 월 20~40mm이나, 7월과 8월에는 230~280mm 이상의 강수량을 기록하였다.

< 표 2-14 > 장흥군 연도별, 월별 평균 강수량

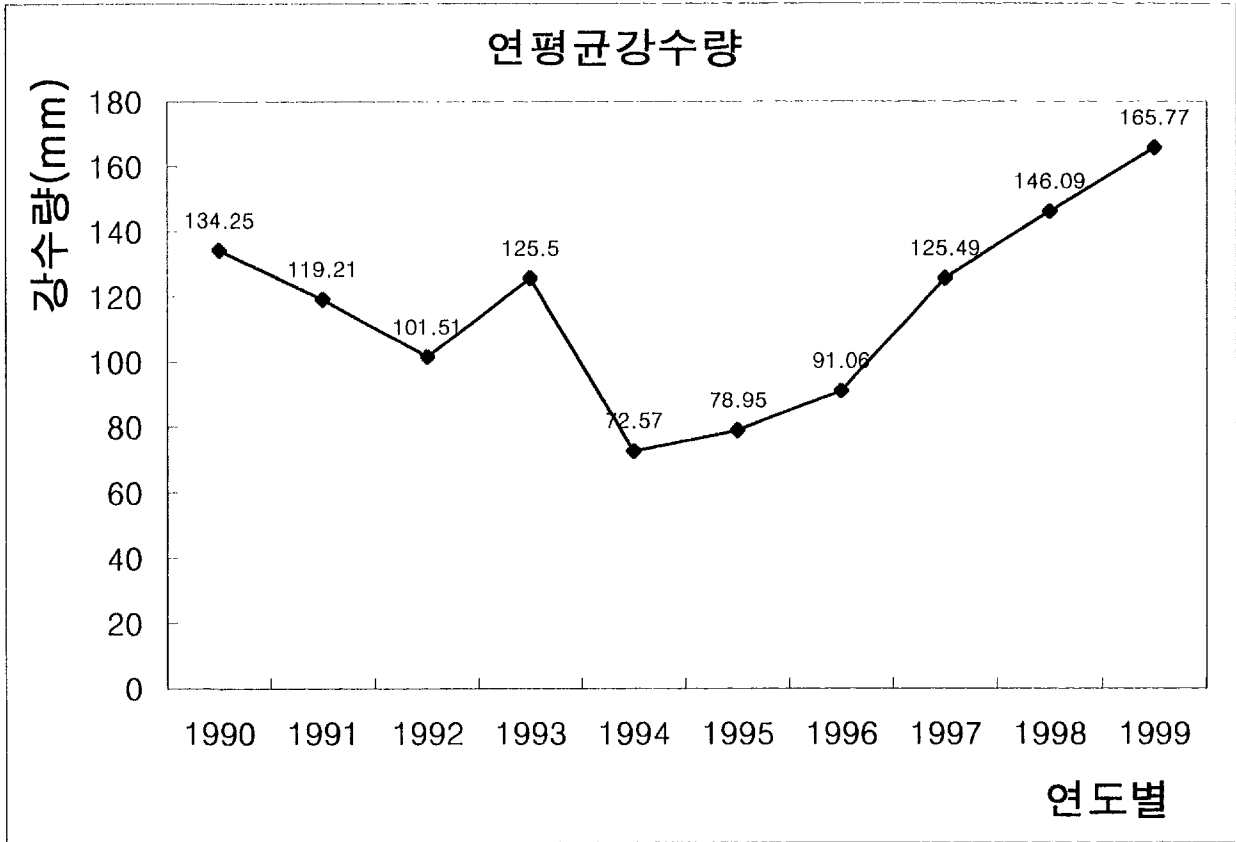
(단위 : mm)

년도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1990	42.2	120.3	61.6	173.2	167.6	388.0	207.2	174.0	178.7	20.2	60.5	17.5
1991	28.3	31.5	126.9	136.9	77.4	225.0	425.0	191.6	114.5	3.0	23.2	47.3
1992	15.7	29.8	105.9	88.4	140.7	30.9	141.0	254.8	320.9	23.0	32.3	34.8
1993	20.0	72.9	66.9	28.3	91.0	294.2	141.1	561.2	29.5	55.5	122.0	23.5
1994	17.3	29.9	35.0	72.5	107.7	50.0	17.5	333.5	28.0	118.0	45.5	16.0
1995	34.3	28.5	68.7	133.2	112.0	158.0	155.0	178.0	36.0	17.5	20.5	5.8
1996	33.2	13.1	178.0	72.0	31.0	274.0	217.5	57.5	57.5	45.0	75.0	39.0
1997	5.5	11.6	80.5	119.5	142.0	251.0	295.0	262.0	22.0	3.5	230.5	82.8
1998	46.1	43.0	80.0	159.5	94.0	395.5	220.0	310.0	334.0	40.0	24.5	6.5
1999	35.2	29.5	124.4	95.4	117.5	160.4	466.5	437.0	394.0	98.0	23.5	7.9
평균	27.78	41.01	92.79	107.89	108.09	222.70	228.58	275.96	151.51	42.37	65.75	28.11
최대	46.1	120.3	178.0	173.2	167.6	388.0	466.5	561.2	394.0	118.0	230.5	82.8
최소	5.5	7.1	35.0	28.3	31.0	30.9	17.5	57.5	22.0	3.0	23.2	5.8

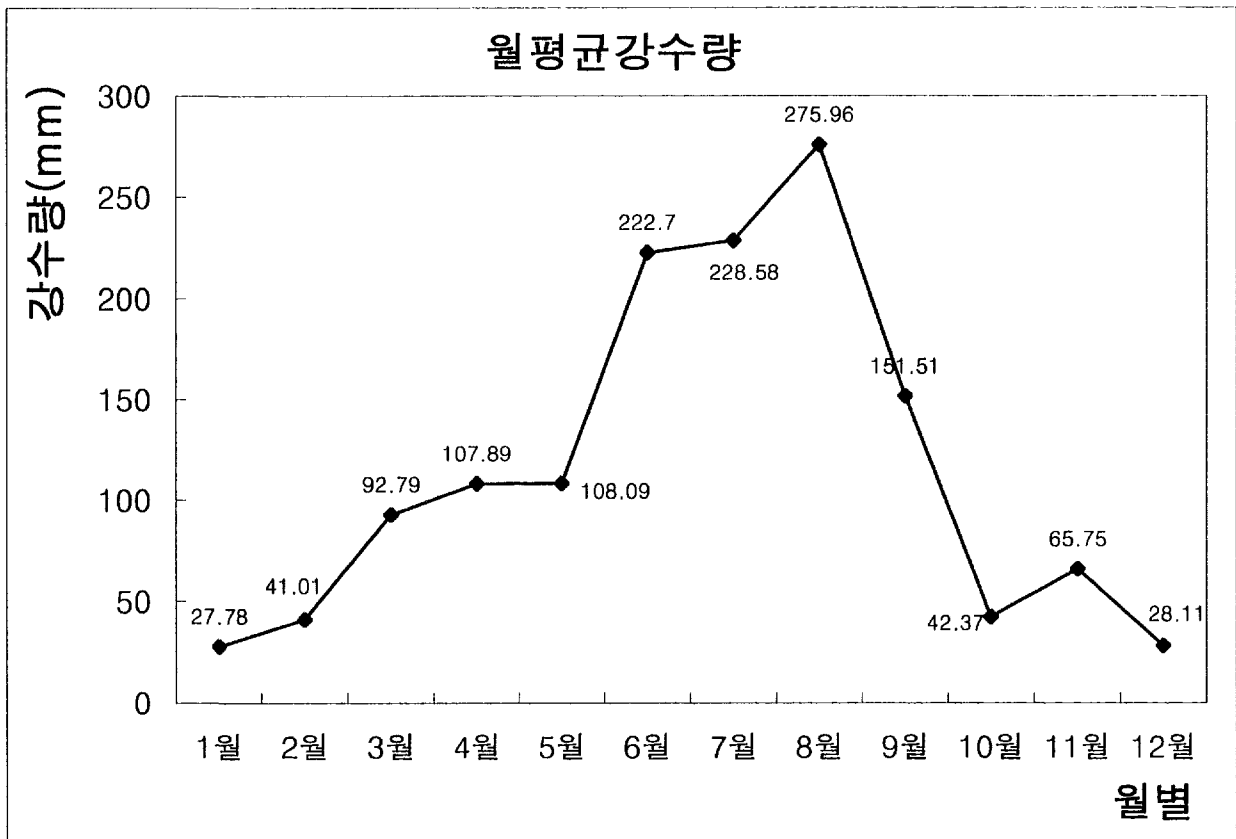
(농업기반공사 수문기상자료)

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 단위시간 당 물분자의 교환능력을 증발율이라 한다. 또한, 수면에서 나타나는 물분자의 이탈을 증발이라 하고, 식물의 표면에서 나타나는 증발현상을 증산이라 한다. 수문 과정에서는 수면에서의 증발과 식물의 발산을 함께 취급하는 경우가 많으므로, 이



<그림 2-3> 장흥군 연도별 강수량 분포현황 그래프



<그림 2-4> 장흥군 월별 강수량 분포현황 그래프

를 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). 우리 나라의 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 증발량은 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.

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + P^2/L^2}} \quad \text{여기서, } P = (\text{연평균 강수량})$$

$$T = (\text{연평균 기온})$$

$$L = (300 + 25T + 0.05T^3)$$

본 조사지구의 최근 10년간 기상자료를 Turc 공식에 적용하여 산출한 이론적인 연평균 증발산량(653.2mm/년)은 계기증발량 측정에 의한 연평균 증발량(1,035.8mm/년)의 63% 수준에 달한다.

< 표 2-15 > 연도별 증발산량 분포

(단위 : mm)

년 도	계기증발량	Turc 공식 증발산량	비 고
1990	1,070.2	710	
1991	-	678	
1992	-	641	
1993	-	644	
1994	-	585	
1995	-	567	
1996	-	588	
1997	-	662	
1998	1,050.7	720	
1999	986.6	737	
평균	1,035.8	653.20	

(농업기반공사 수문기상자료)

<표 2-16> 연도별 월별 증발량 분포(장흥기상측후소)

(단위 : mm)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1990	44.1	45.1	86.8	108.5	109.7	99.1	123.8	152.4	91.8	97.1	62.4	49.4	1,070.2
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	47.3	55.9	97.7	97.0	162.5	80.8	107.3	92.4	101.7	85.1	63.3	59.7	1,050.7
1999	51.8	62.9	52.5	119.7	136.3	120.6	90.3	93.6	83.0	73.7	53.8	48.4	986.6
평균	47.7	54.6	79.0	108.4	136.2	100.1	107.1	112.8	92.17	85.3	59.83	52.5	1,035.8

(농업기반공사 수문기상자료)

3. 수문지질조사

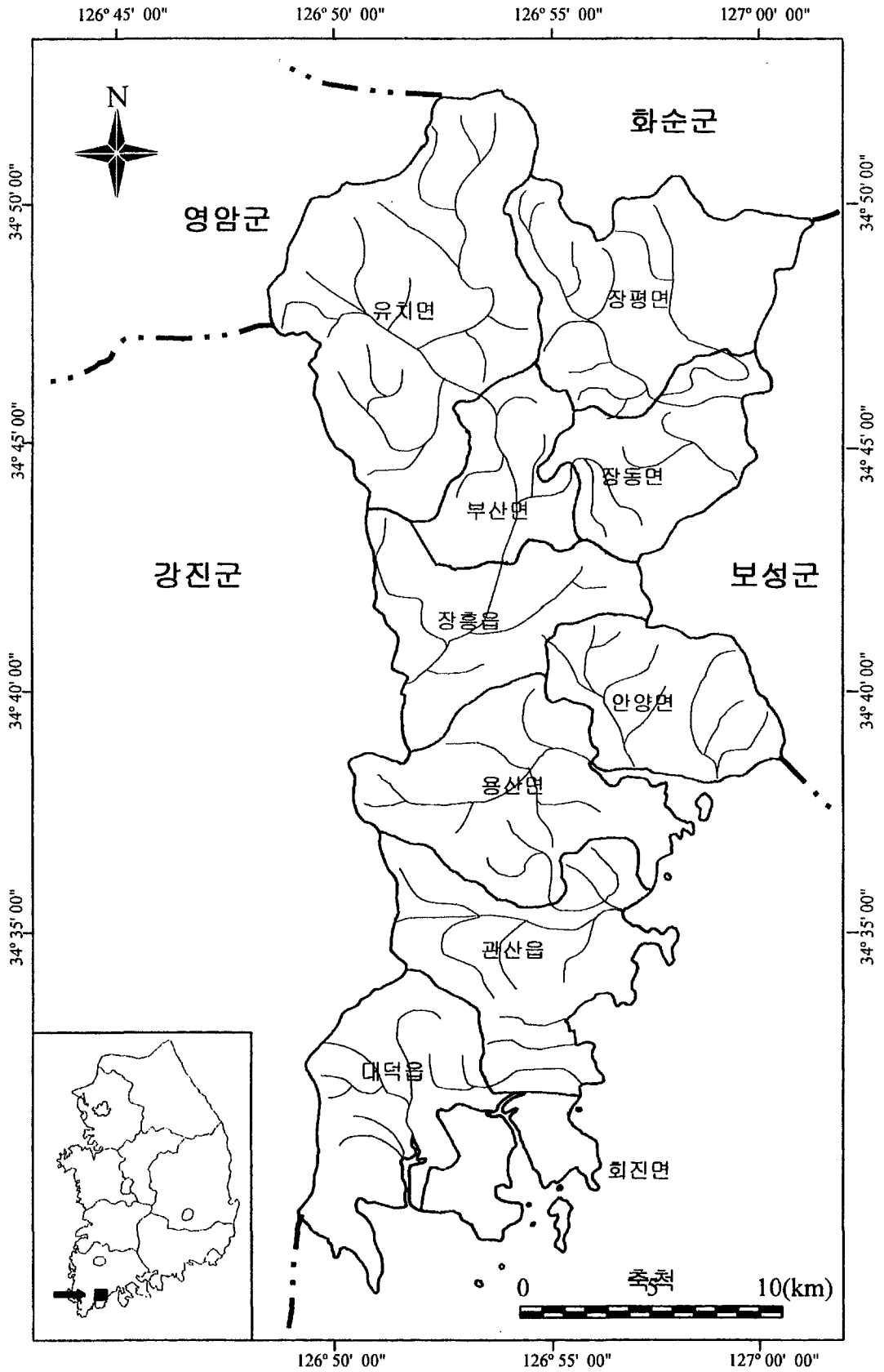
3-1. 지형 및 지질

3-1-1. 지 형

본 조사지역인 장흥군은 전라남도 남단에 위치하며, 우측으로는 화순군, 좌측으로는 영암군, 강진군과 접해있으며 동측으로는 보성군과 인접해 있고 남측으로는 바다 건너 고흥군과 접해있는 교통의 요지이다. 본 조사지역의 북부인 유치면과 장평면은 높고 험준한 산으로 둘러싸여 있고 중앙의 장흥읍과 부산면은 평야지대가 형성되어 있으며 용산면과 관산읍은 각각 억불산과 부용산, 그리고 천관산이 자리하고 있어 타 읍·면에 비하여 산지가 발달하여 농지가 부족하나 바다와 연해 있어서 농업과 수산업을 겸하고 있는 곳이 많다. 산계는 대부분 500~700m 내외의 소산맥들이 남서~북동 방향으로 발달되어 있으며, 유치면의 용두산은 높이 574m의 준령으로 장평면과 장동면까지 넓게 연장되어 있고 남쪽의 관산읍에 소재한 천관산 또한 723m의 위용을 자랑하고 있다. 수계는 유치면과 부산면, 그리고 장흥읍을 지나는 하천은 북쪽에서부터 탐진강으로 유입되어 강진의 남포로 유입되며, 장평면과 장동면의 하천은 보성강으로 흘러 들어간다. 그리고 나머지 용산읍을 포함한 나머지 3개 읍·면의 소하천은 인접한 남해로 유입되고 있다.

3-1-2. 지 질

장흥지역의 지질은 주로 기반암을 구성하고 있는 편마암류와 이후에 분출한 화산암류인 응회암이 주를 이루며, 관입암체인 부용산 분출암류가 관산읍을 중심으로 넓게 분포하고 있다. 또한 유치면의 북서부에는 유치역암이 발달되며, 화강암질편마암은 다도응회암에 의해 피복되며 미문상화강암은 북쪽의 유치면과 남동쪽의 안양면을 중심으로 넓게 관입하고 있다. 지구 남동쪽에는 대부분 화산암류인 응회암이 분포하며, 이를 중생대 백악기의 불국사화강암이 관입하고 있다. 화강암질편마암은 조립질이며 주 구성광물은 석영, 장석, 흑운모 등으로 구성되고 뚜렷한 엽리나 편마구조는 발달되어 있지 않다.



< 그림 3-1 > 장흥군 수계망도

본 역에서 산출되는 암석의 지질계통은 다음과 같다<표 3-1>.

< 표 3-1 > 장흥군 지질계통

제4기	[충적층 ~ 부정합 ~ 산성, 중성 암맥 ~ 관입 ~
백악기	[미문상화강암 ~ 관입 ~ 무등산용암 장평응회암 대초리유문암 부용산분출암류 다도응회암 유치역암 ~ 부정합 ~
고생대말	[천운산층 ~ 부정합 ~
시대미상	[설옥리층 용암산층 ~ 관계불명 ~ 우백질화강암질편마암 화강암질편마암

(국립지질조사소)

가. 선캠브리아기 편마암류

○ 화강암질 편마암(Granitic Gneiss)

장흥지역의 장평면과 장동면, 그리고 부산면의 일부를 덮고 있는 본 암은 서쪽으로 유치면 고가리 부근에서는 용암산층에 의하여 점이적으로 변하며, 또한 유치면 늑농리와 장흥읍을 연결한 경계부에서는 유치역암층 또는 다도응회암류에 의하여 부정합으로 피복되고, 또한 장평면 청용리와 용강리 및 조양리 부근에서는 장평응회암에 의하여 부정합으로 피복된다. 본 암은 후기 화성암과 비동리 용곡리 부근에서 미문상화강암에 의하여 관입을 받으며, 대체로 괴상으로 조립질이며 엽리나 편마구조를 관찰하기가 어렵다. 또한 본 암은 인접한 능주와 보성군까지 연장되며, 주 구성광물은 석영, 장석 그리고 흑운모이고 석영은 세립~조립질로 불규칙하며 타형을 나타낸다. 장석은 대부분 반상 변정을 이루고 있으며, 흑운모는 집합상으로 나타나기도 하나, 긴 엽편(葉片)을 이루는데 대체로 석영과 장석 입자의 주위에 존재한다.

나. 시대미상

○ 용 암 산 층

본 층은 장흥도폭 좌측에 분포하며, 장흥군 유치면 관동리에서 신월리에 이르는 동측 경계부의 유치역암층에 의해 부정합의 관계에 있다. 유치면 보림사 서측에서는 유치역암과 본 지층과의 경계부에서 석탄노두가 관찰되며, 용암산층을 구성하고 있는 암석은 백색, 담황색, 탄색의 규암으로 규암은 치밀 견고하여 일반적으로 풍화에 강하다. 이 부근에서 본 지층의 주향과 경사는 $N40^{\circ} W, 30NE, N45^{\circ} E, 20NW, N50^{\circ} E, 30NE$ 로 대체로 $N30^{\circ} E, 25NW$ 의 주향과 경사를 나타낸다.

다. 고 생 대 말

○ 천운산층

본 층은 변성편마암과 부정합으로 접하며, 또한 복운모화강암에 의해 관입을 당하고 있다. 본 층을 구성하는 암석은 대부분 규암이며, 암질은 용암산 규암과 유사하나 층리의 발달이 매우 양호한 것이 특징이다. 이 층의 지배적인 주향과 경사

방향은 N45° E, 28NW이다.

라. 백악기

○ 유치역암

본 역에서 본 층의 분포는 매우 넓으며, 유치면 옥사봉에서 관동리, 신월리, 단산리, 송정리, 보림사, 숙통을 연결하는 활모양의 분포를 보인다. 본 층은 유치면 고가리에서는 화강암질편마암, 관동리 부근에서는 용암산층, 명봉층, 천운산층을 부정합으로 덮고 있다. 유치면 신평리, 신월리 부근에서는 상위층인 다도응회암에 의해 정합적으로 피복되어 있으며, 신월리와 단산리에서는 대초리유문암에 의하여 피복된다. 옥사봉과 유치면 반월리에서는 무등산용암에 의해 부정합으로 피복되며, 또한 석영반암과 중성암맥에 의해 본 암층이 곳곳에서 관입당하고 있는 것이 관찰된다. 본 층은 적색을 보이며, 최하부는 역암으로 구성되고 상부로 응회암층과 화산각력이 쌓여있는데, 장시간의 퇴적작용으로 인하여 역암, 응회암, 응회암질세일, 각력암 등이 서로 호층을 이룬다. 각력의 크기는 2~3cm에서 26cm 이상까지 다양하게 산출되며 화강암질편마암 및 하위의 응회암 등으로 구성된 각력들도 관찰되나, 본 층은 비교적 풍화에 강하여 높은 산의 중턱을 이루고 있다.

○ 다도응회암

본 암은 본 지역의 넓은 범위에 걸쳐 분포된다. 북측으로는 유치면 봉덕리, 조양리 인근에서 전술한 유치역암을 정합적으로 덮으며, 서측으로는 무등산용암에 의하여 부정합으로 피복된다. 또한 유치면 오복리 이남에서는 직접 화강암질편마암 및 반상변정편마암을 부정합으로 피복한다. 본 암은 주로 비회색의 응회암으로 구성되어 있으나, 암색의 변화가 불규칙하여 회색, 외백색, 적색 등을 나타내기도 하며 0.5~2mm의 세립의 응회질 각력이 포함되어 있다.

○ 부용산분출암류

본 암은 동남부의 사자산과 제암산을 연결하는 능선 주위에 분포하며, 화강암질편마암과 편암류, 그리고 반상변정편마암을 부정합으로 덮고 미문상화강암에 의하

여 관입을 받고 있다. 본 암은 암회색으로 치밀한 부분과 장식 반정이 현저하게 많은 부분으로 구별되나 이들은 점이적으로 변화하며, 반정은 표면이 풍화를 받아 장방형체의 공극이 형성되어 있다.

○ 장평응회암

본 암은 본 역에서 가장 늦게 퇴적된 화산 기원의 퇴적물로 장동면 시목리에서 북으로 정암까지, 그리고 장평면 용강리, 그산, 노루목, 청룡리 등 비교적 낮은 지역에 분포하며, 화강암질 편마암을 부정합으로 덮고 있다. 본 암은 백색 내지 회백색을 나타내며 풍화를 받아 고령토화되어 지표에서는 백색토양으로 덮여 있고, 우백질로서 뚜렷한 유색광물이 관찰되지는 않으나 반정이 존재하지 않는 것이 특징이다.

○ 무등산용암

본 암은 북서부의 국사봉 주위와 유치면의 인암, 상촌 등지에 분포하고, 본 암 하부의 유치역암과 다도응회암을 부정합으로 덮고 있으며, 유치면 상촌 부근에서는 미문상화강암에 의하여 관입을 받았다. 본 암은 암회색 내지 녹회색, 흑색을 나타내며 치밀견고하고, 대체로 안산암질 근원의 용암으로 유동구조가 관찰되며 층상 구조를 보이기도 한다. 본 암은 외견상 본 지역 동남부의 사자산 부근에 분포되는 부용산용암과 유사한 형태를 나타내나 장식 반정이 나타나지 않는 것이 특징이다.

○ 미문상화강암

본 암은 본 조사지역 북서부의 유치면 조양리 부근에 분포하고, 다도응회암과 무등산용암에 의하여 관입을 당하며, 동남부의 장흥읍 월곡, 대치, 삼산리, 비동리 부근에서는 부용산용암, 반상변정편마암, 우백질화강암질편마암 및 화강암질편마암을 관입하고 있다. 본 암은 신선한 노두에서는 담홍색을 나타내며, 세립 내지 중립질로 정장석, 각섬석 입자들이 육안으로 관찰되나 절리는 뚜렷한 방향성을 나타내지 않는다.

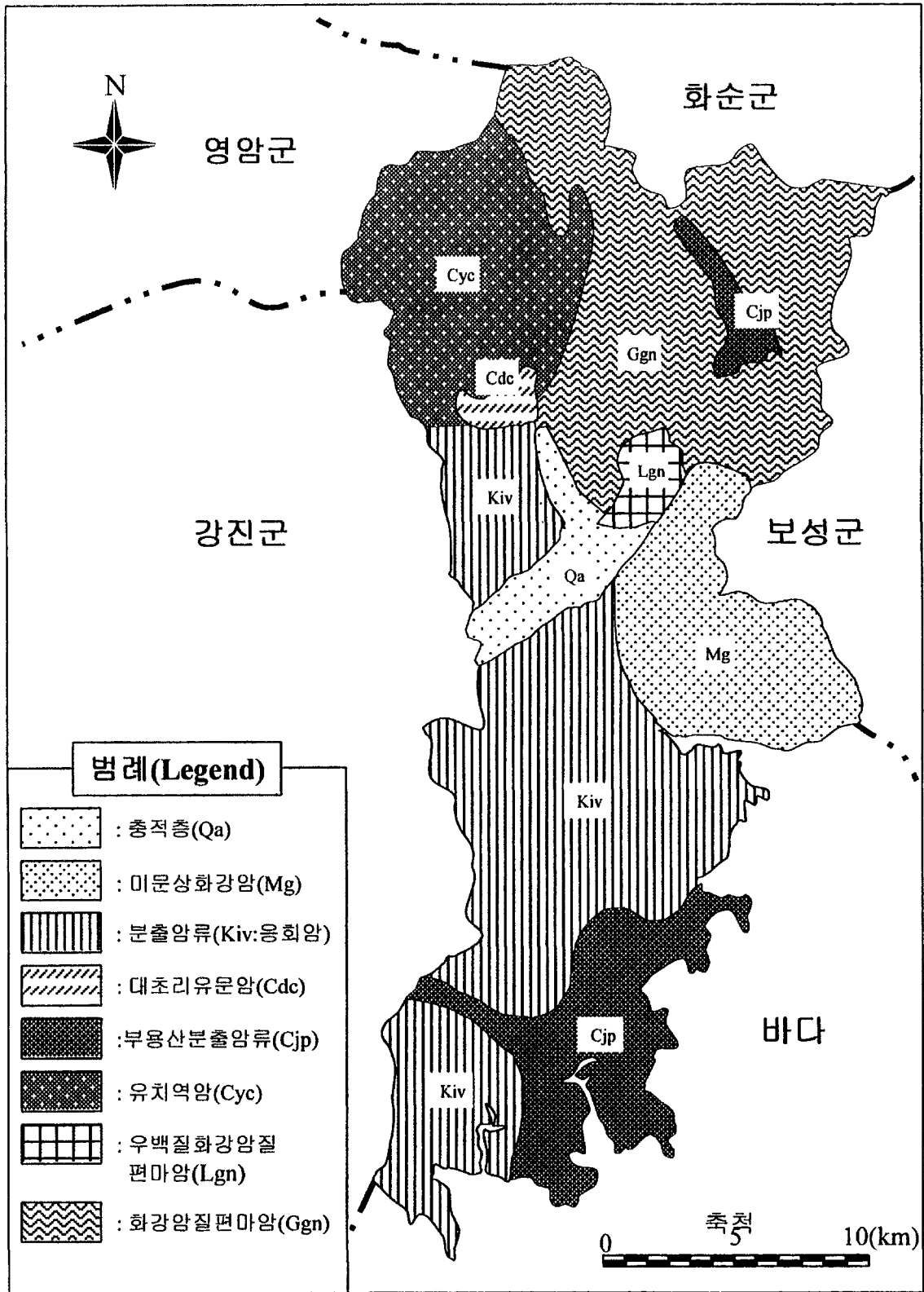
마. 제 4 기

○ 산성, 중성암맥

본 지역에 발달된 산성암맥은 석영암맥으로서 장평면 연동 부근에서 관찰되며 화강암질편마암을 관입하고 회백색의 석영 반정을 포함하고 반정의 크기는 중립 정도이다.

○ 충적층

본 층은 용반평야, 부산평야, 장흥읍 및 장평면의 보성강 유역에 분포되며 역사, 점토 등으로 구성되어 있고, 특히 장흥읍을 중심으로 넓게 분포되어 있다.



< 그림 3-2 > 장흥군 지질도

3-2. 물리탐사

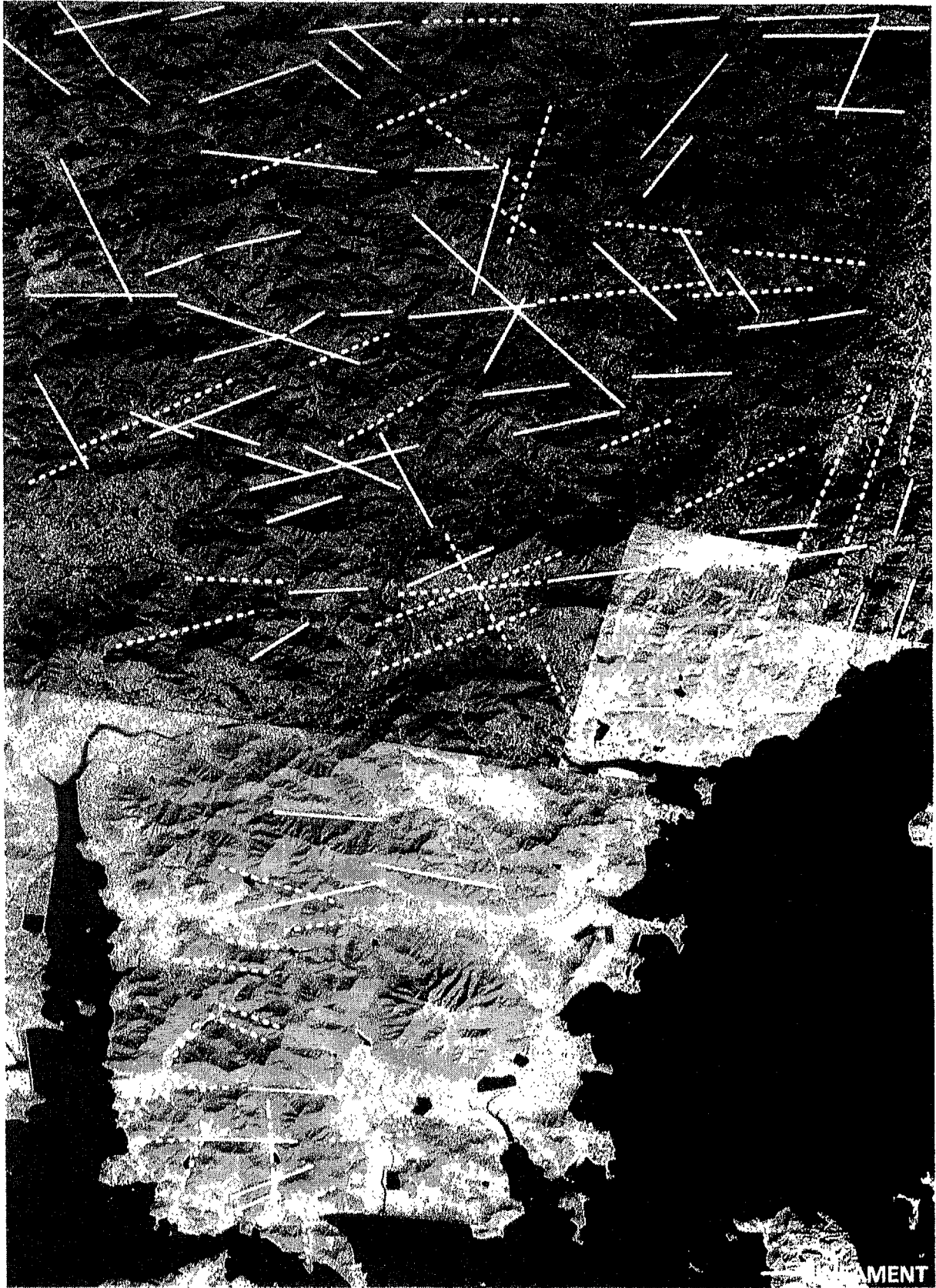
3-2-1 원격탐사

지하수 조사를 위한 물리탐사는 주로 전기탐사, 탄성파탐사, 전자기탐사 등을 이용하고 있으나, 조사지역이 넓을 때에는 많은 시간과 인력 및 비용이 필요할 뿐만 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 JANGHUNG AREA (SCALE=1:200,000)

<그림 3-3 > 장흥군 위성영상 및 선구조도

IMAGINE v.8.3.1을 이용하여 분석·추출하였고<그림 3-3>, 추출된 선구조는 각종 탐사의 예비자료로 활용하였다.

3-2-2. 전기비저항탐사

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

쌍극자배열법의 적용은 한쌍의 전류전극과 다른 한쌍의 전위전극을 25m로 하고 측정간격을 25m, 50m, 75m, . . . , 500m로 간격을 25m씩 단계적으로 이동하면서 각 측정에서의 전위차를 측정하여 겐보기비저항값을 구하였다. 측정간격이

< 표 3-2 > 전기비저항 쌍극자탐사 측선 총괄표

측 선 번 호	위 치	측 선 방 향	길 이(m)	비 고
E-1	관산읍 외동리	N30° W	500	
E-2	관산읍 농안리	N10° E	500	
E-3	관산읍 죽교리	N31° W	500	
E-4	대덕읍 연지리	N70° W	500	
E-5	대덕읍 신월리	N80° W	500	
E-6	부산면 호계리	N45° E	500	
E-7	안양면 사촌리	N30° E	500	
E-8	안양면 운흥리	N38° W	500	
E-9	용산면 상금리	NS	500	
E-10	용산면 월송리	NS	500	
E-11	장동면 반산리	N38° E	500	
E-12	장평면 양촌리	N45° E	500	
E-13	장평면 청룡리	N78° E	500	
E-14	장흥읍 덕제리	N38° E	500	
E-15	회진면 진목리	N80° W	500	

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 이론적

인 해석도 및 모델링에 의한 2차원 단면구조도를 나타냈고, 현장측정값(겉보기비저항)과 이론값 사이의 RMS(Root Mean Squared relative error)를 최소화시키기 위해 해석 반복계산 횟수를 5회로 하였다.

가. E01

장흥군 장평면 양촌리에서 뒤에는 장평면 소재지가 위치하고 우로는 보성강이 조사지역 오른쪽으로 굽이 돌아 형성된 충적토에 측선을 N45° E 방향으로 설치하였다. 역산결과는 측점 -4번 위치에 25~75m 깊이의 비교적 낮은 비저항치가 나타나며 6번 측정점의 50m 내외에 낮은 비저항치가 존재한다. 이는 파쇄대의 존재로 판단되며, 이 지역의 지하수 발달은 대체로 양호한 것으로 예상된다.

나. E02

장흥군 장평면 청룡리에서 앞으로는 봉미산(508.8m)이 자리잡고 있고, 뒤로는 보성강이 굽이굽이 흐르는 넓은 충적토 위에 측선을 N78° E 방향으로 설치하였다. 역산결과를 보면 측점 -4번과 6번 측정점에서 낮은 비저항치를 보이는 것을 제외하면 대부분 높은 비저항치를 나타내고 있으나 천부에 충적층을 흐르는 지하수가 포착되고 있다. 결과적으로 이 지역의 지하수 발달은 미미할 것으로 예상된다.

다. E03

장흥군 장동면 반산리에서 측선을 N38° E 방향으로 설치하였다. 뒤로 제암산(778m)이 높이 자리하고 있고, 본 지역은 그 산비탈에 위치한 내반과 외반마을 옆 농지로 높은 지리적 위치 관계로 이 지역의 지하수는 대부분 파쇄대로 이루어져 있다. 역산결과를 보면 지표부분에만 낮은 비저항치가 나타나고 깊은 곳에는 높은 비저항치를 보이는 것으로 보아 지표에만 지하수가 발달되어 있는 것으로 나타나며 깊은 곳에는 대부분 암반으로 나타난다.

라. E04

장흥군 부산면 호계리에서 앞으로 2번 국도가 북에서 남으로 지나가고 뒤로는 매봉(425m) 산자락이 남북으로 길게 뻗어있는 곳에 측선을 N45° E 방향으로 설치하였다. 역산결과를 보면 -6번 측정점의 경우 깊이 50m 내외에서 낮은 비저항치가 나타나고, 또한 2번 측정점에서는 25m내외에서 비교적 낮은 비저항치를 나타내어 충적토가 발달되어 있는 것으로 판단된다. -6번 지점은 파쇄대의 발달을 예상할 수 있으며, 이 지역의 지하수 발달은 양호한 것으로 판단된다.

마. E05

장흥군 장흥읍 덕제리에서 좌로는 장흥읍이 바라보이고 우로는 항공대학이 인근에 위치하는 억불산 자락의 작은 골짜기를 따라 측선을 N38° E 방향으로 설치하였다. 역산결과를 보면 왼쪽 측점부터 오른쪽 측점까지 매우 높은 비저항치를 나타내고 있는 것으로 보아 이 지역의 지하수 발달은 매우 빈약한 것으로 판단된다.

바. E06

장흥군 안양면 사촌리에서 앞으로 넓은 바다가 있고, 좌우로 간척지가 조성된 평야부 위쪽에 도로를 따라 측선을 N30° E 방향으로 설치하였다. 역산결과를 보면 측점 -2번에서 25~50m 깊이에 낮은 비저항치가 나타나고, 측점 1~2번과 4~5번 사이에도 저비저항치가 나타난다. 이 부분은 파쇄대가 존재하는 것으로 판단되며, 탐사결과 이 지역의 지하수발달은 양호한 것으로 예상된다.

사. E07

장흥군 안양면 운흥리에서 뒤로는 344m의 높은 산이 위치하고, 멀리 바다로 흐르는 홍거천이 목단 저수지로 유입되는 곳이 내려다보이는 비교적 높은 지점에 측선을 N38° W 방향으로 설치하였다. 역산결과를 보면 -6번과 5번 측점의 지표 부근에 층적층으로 보이는 저비저항치가 나타나고, 대부분 고비저항치를 나타내고 있다. 결과적으로 이 지역의 지하수 발달은 매우 희박한 것으로 판단된다.

아. E08

장흥군 용산면 상금리에서 측선 뒤로 노승산(338.7m)이 위치하며, 송제마을 뒤로 넓은 과수원이 위치하는 지점에 측선을 NS 방향으로 설치하였다. 역산결과를 보면 측점 1~2번 사이에 지표로부터 25m 심도까지 낮은 비저항대가 나타나는 것으로 보아 풍화대가 존재하는 것으로 판단되며, 6번 측점에서 25~50m 깊이에 낮은 비저항대가 나타나, 본 조사지역의 지하수량은 풍부할 것으로 판단된다.

자. E09

장흥군 용산면 소재지에서 관산읍으로 가는 23번 국도를 따라가다 월송리 마을로 진입하는 골짜기를 따라 측선을 NS 방향으로 설치하였다. 전, 후방은 휘봉산(310m)과 그 능선에 의해 가로막혀 있으며, 역산결과를 보면 전체적으로 높은 비저항치를 보이며, 소규모로 -3~-2번 측점과 6번 측점에서 지표수의 흔적으로 보이는 비저항대가 존재하나, 본 지역의 지하수 발달은 희박할 것으로 판단된다.

차. E10

장흥군 관산읍 외동리에서 조사지역 뒤로 천관산이 위치하며 우로는 바다가 바라다 보이는 해안 접경지에 23번 국도변을 따라 측선을 N30° W 방향으로 설치하였다. 역산결과를 보면 전체적으로 지표부근에서 낮은 비저항치를 보이고, 또한 측정 -2~-3번 범위에서 25~50m 깊이에 낮은 비저항대가 존재하는 것으로 보아 파쇄대의 존재 가능성을 예상할 수 있다. 이 지역의 지하수 발달상황은 대체로 미약한 것으로 판단된다.

카. E11

장흥군 관산읍 농안리에서 뒤로는 360m 이상의 높은 산들이 병풍처럼 둘러싸고 있고, 앞으로는 신평천을 중심으로 좌우로 넓게 평야가 펼쳐져 있는 신평마을 후미의 산자락 발에 측선을 N10° E 방향으로 설치하였다. 역산결과를 보면 -4~-6번 측정에서 25m까지 낮은 비저항대가 나타나는데, 이는 파쇄대나 단층의 존재 가능성을 지시하며 실제로 마을 뒤의 837번 도로변에서 단층대가 발견된다. 결과적으로 이 지역의 지하수 발달은 양호한 것으로 판단된다.

타. E12

장흥군 관산읍에 소재한 천관산 수련원 하부에 측선을 N31° W 방향으로 설치하였다. 역산 결과를 보면 측정 2번 위치에서 50m 깊이에 소규모의 낮은 비저항대가 보이는 것을 제외하면 전반적으로 높은 비저항대가 존재하는 것으로 보아 이 지역의 지하수 발달은 미약한 것으로 판단된다.

파. E13

장흥군 대덕읍 연지리에서 뒤로 천관산이 위치하고 좌로는 도로건너 바다가 바라다 보이는 비교적 경사가 완만한 곳에 측선을 N70° W 방향으로 설치하였다. 역산결과를 보면 4~6번 사이에서 25m 깊이 내외에 낮은 비저항치가 나타나며, 전반적으로 천부에서는 낮은 비저항치를 보이나 심부는 지하수의 부존 가능성이 희박하다. 결과적으로 이 지역의 지하수 발달은 지표수를 제외하면 미미한 것으로 판단된다.

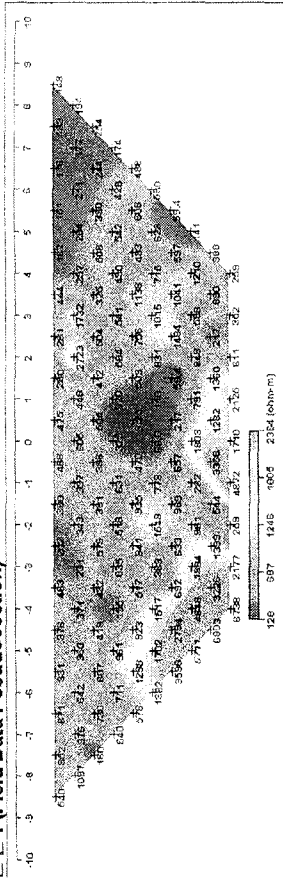
하. E14

장흥군 대덕읍 신월리에서 뒤로 천태산(549m)이 위치하고, 우로는 월정계곡, 서로는 월정마을, 전방으로는 하천이 있는 곳에 측선을 N80° W 방향으로 설치하였다. 역산결과를 보면 측점 -6번과 3번의 경우 지표근처에서 낮은 비저항치가 나타나나 대부분 높은 비저항치를 나타낸다. 이 지역의 지하수 발달은 결과적으로 매우 희박한 것으로 판단된다.

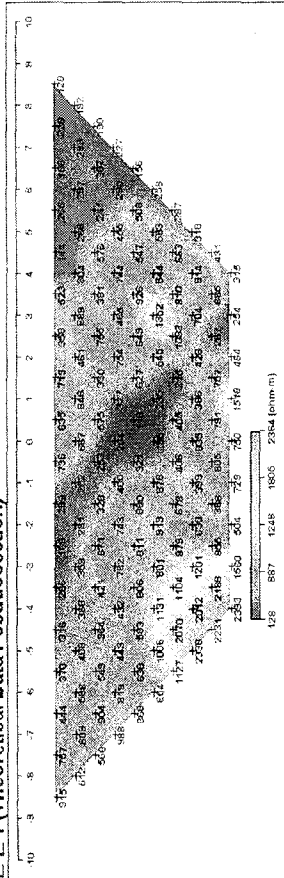
가. E15

장흥군 회진면 진목리에서 좌로는 바다와 연해있고, 전, 후방으로 260m의 높은 산으로 둘러싸인 곳에 측선을 N80° W 방향으로 설치하였다. 역산결과를 보면 측점 -1~-2번 사이와 -5~-6번 범위에서 깊이 25m 내외에 낮은 비저항대가 존재하여 풍화대의 분포가 예상되며, 측점 6번 이후부터 심도 100~125m 내외에 낮은 비저항대가 분포하여 이 지역의 지하수 발달은 양호한 것으로 판단된다.

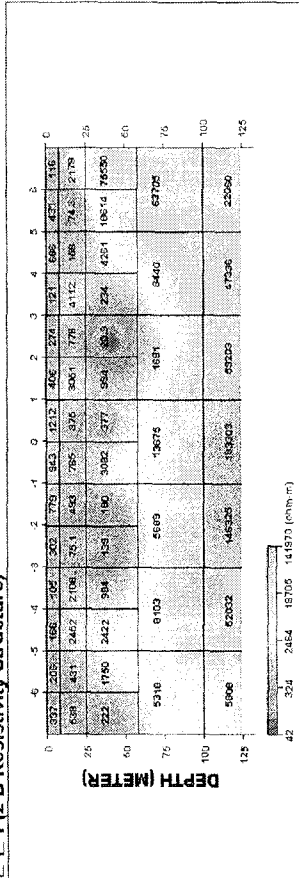
관선1 (Field Data Pseudosection)



관선1 (Theoretical Data Pseudosection)

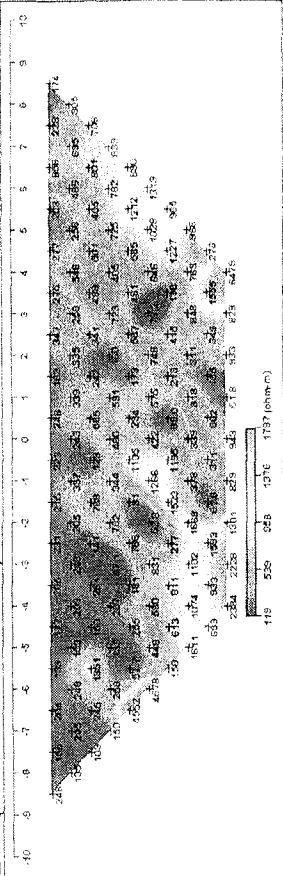


관선1 (2-D Resistivity Structure)

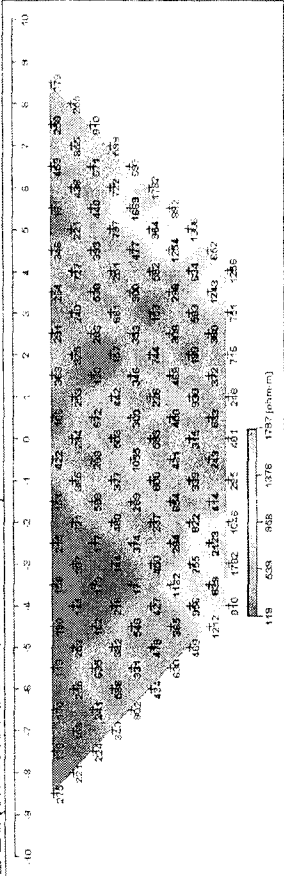


< E01 >

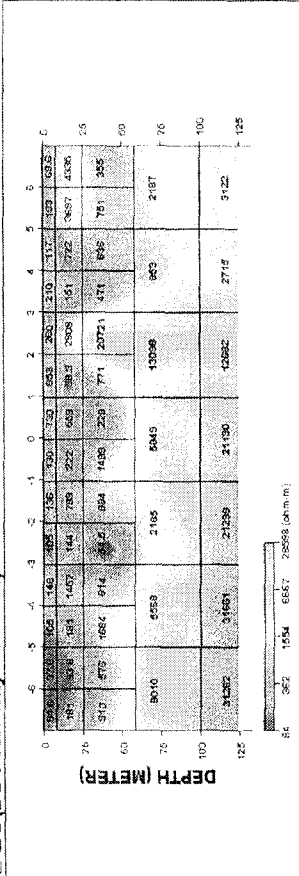
관선2 (Field Data Pseudosection)



관선2 (Theoretical Data Pseudosection)



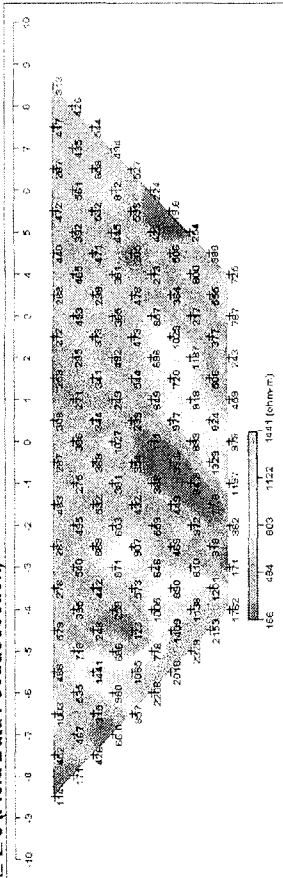
관선2 (2-D Resistivity Structure)



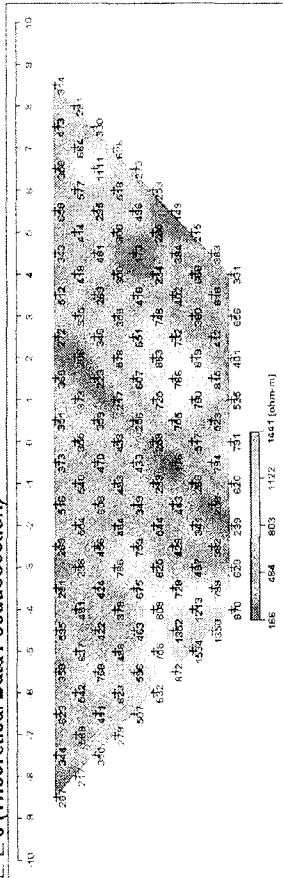
< E02 >

< 그림 3-4 > 축선 E01, E02 쌍극자탐사 결과도

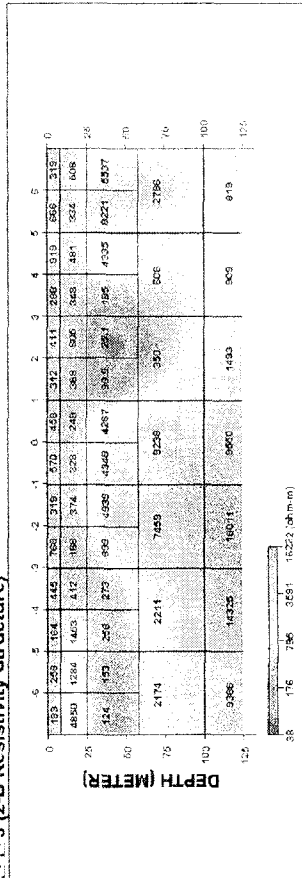
관선3 (Field Data Pseudosection)



관선3 (Theoretical Data Pseudosection)

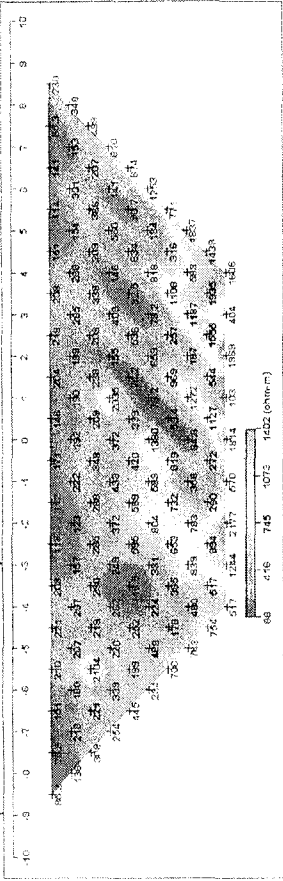


관선3 (2-D Resistivity Structure)

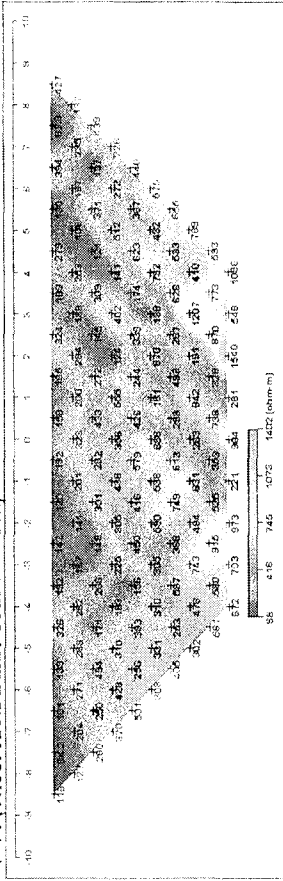


< E03 >

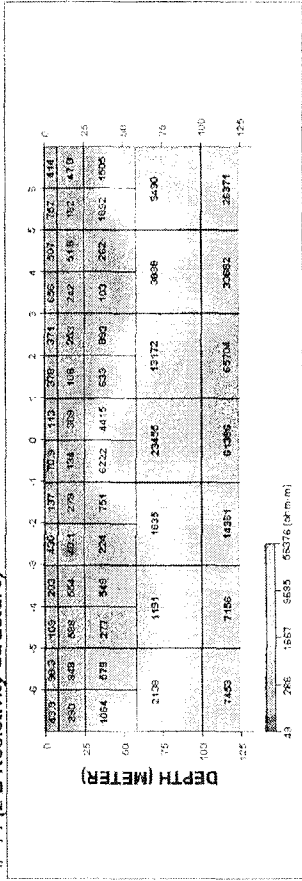
대덕1 (Field Data Pseudosection)



대덕1 (Theoretical Data Pseudosection)



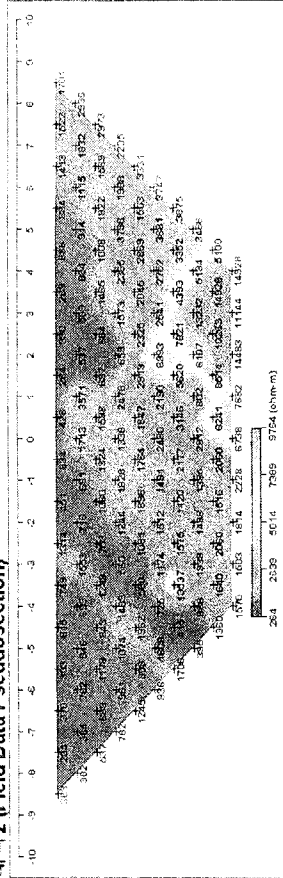
대덕1 (2-D Resistivity Structure)



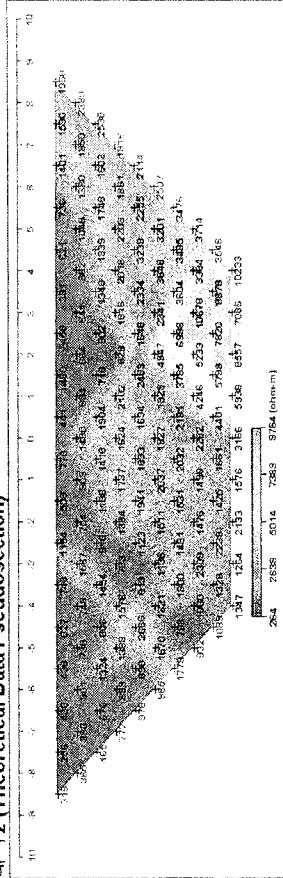
< E04 >

< 그림 3-5 > 축선 E03, E04 쌍극자 탐사 결과도

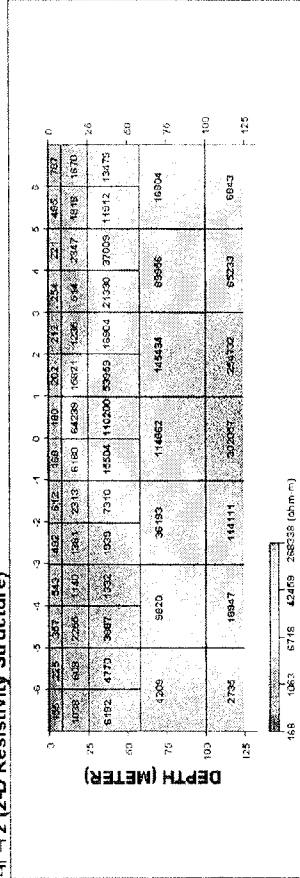
대덕2 (Field Data Pseudosection)



대덕2 (Theoretical Data Pseudosection)

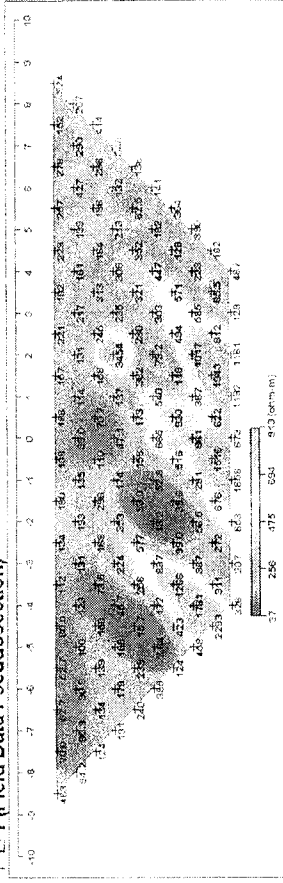


대덕2 (2-D Resistivity Structure)

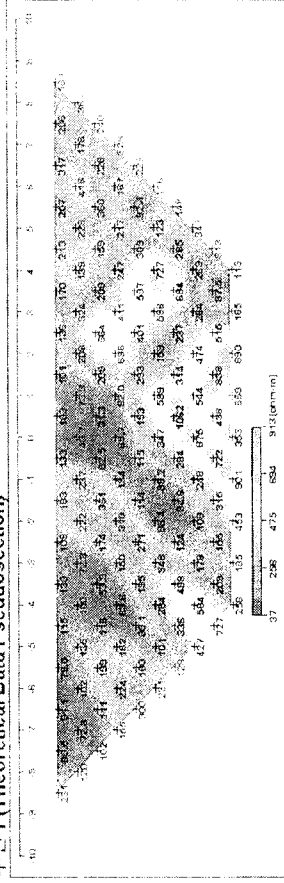


< E05 >

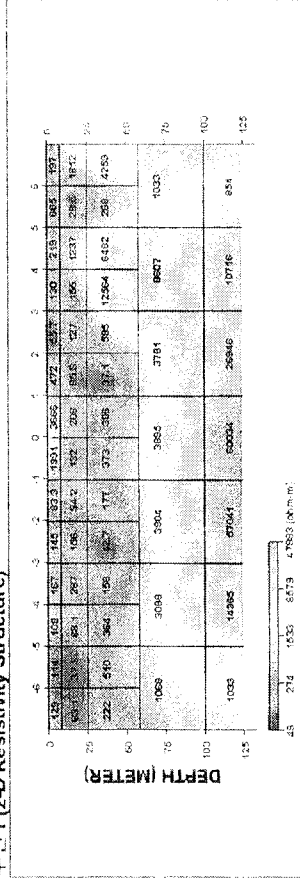
부산1 (Field Data Pseudosection)



부산1 (Theoretical Data Pseudosection)



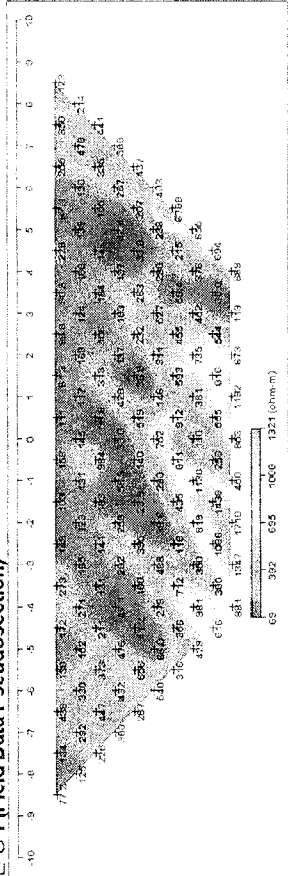
부산1 (2-D Resistivity Structure)



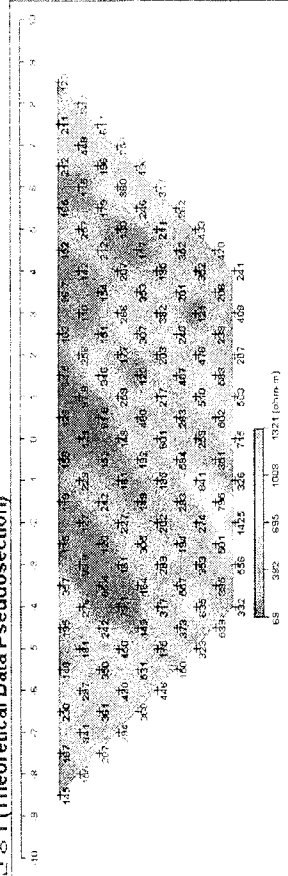
< E06 >

< 그림 3-6 > 축선 E05, E06 쌍극자탐사 결과도

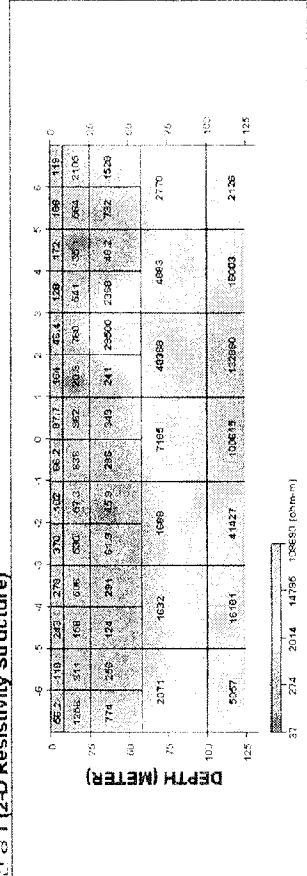
안양 1 (Field Data Pseudosection)



안양 1 (Theoretical Data Pseudosection)

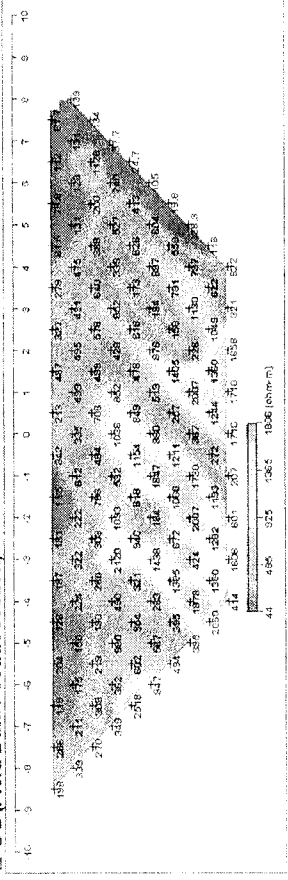


안양 1 (2-D Resistivity Structure)

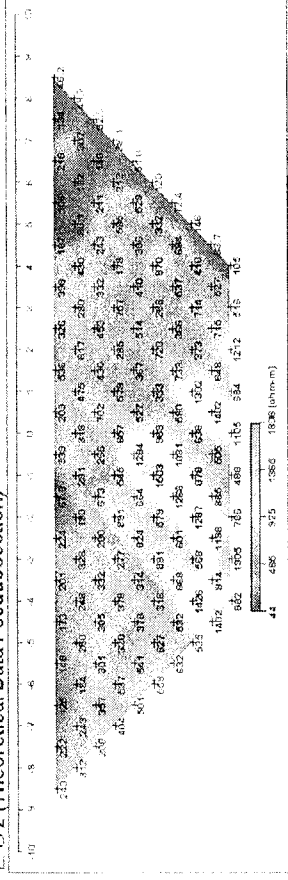


< E07 >

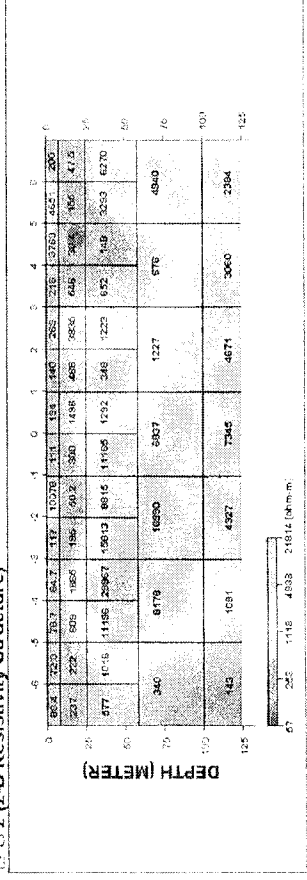
안양 2 (Field Data Pseudosection)



안양 2 (Theoretical Data Pseudosection)



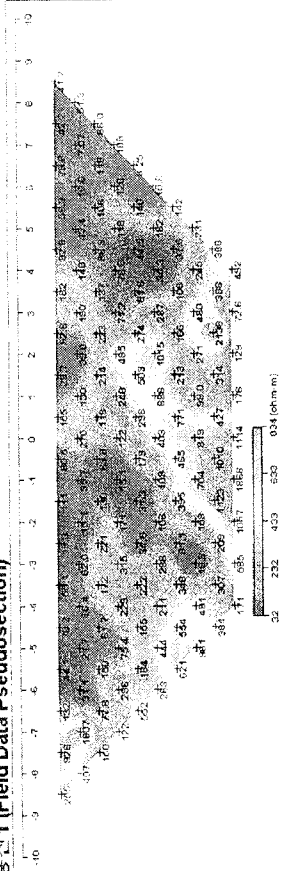
안양 2 (2-D Resistivity Structure)



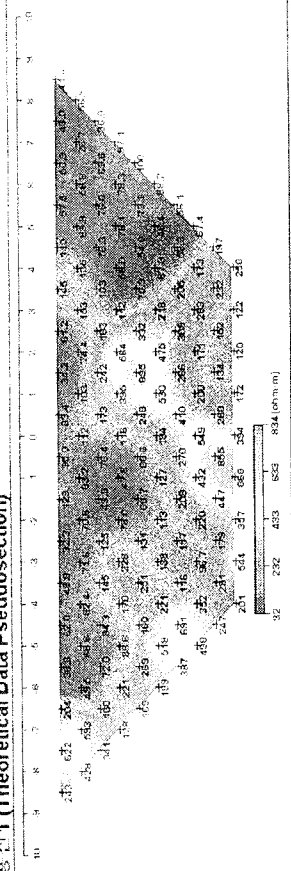
< E08 >

< 그림 3-7 > 축선 E07, E08 쌍극자탐사 결과도

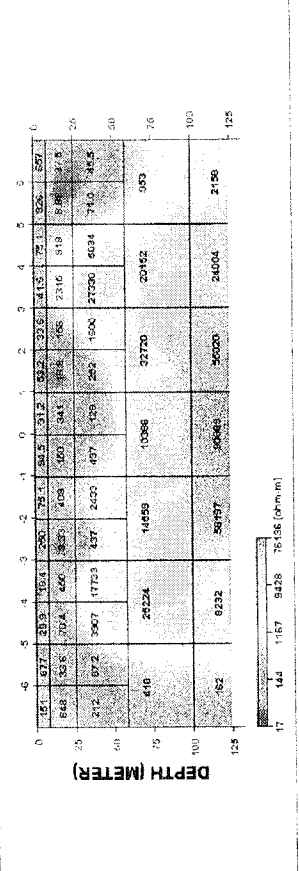
용선1 (Field Data Pseudosection)



용선1 (Theoretical Data Pseudosection)

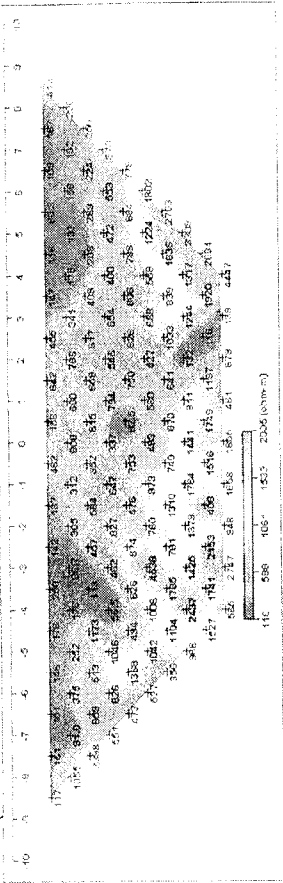


용선1 (2-D Resistivity Structure)

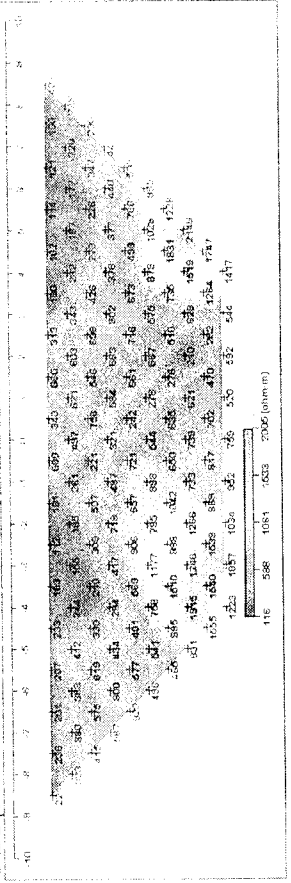


< E09 >

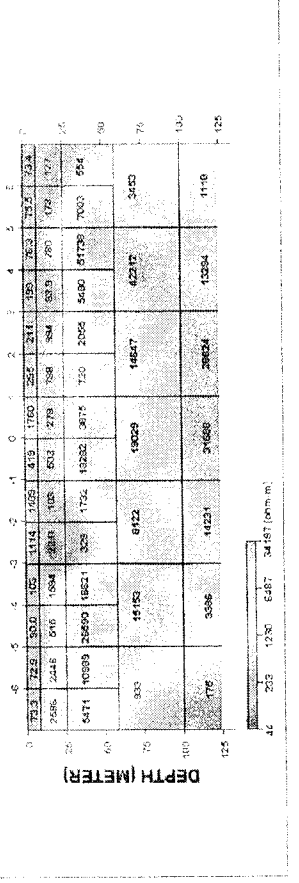
용선2 (Field Data Pseudosection)



용선2 (Theoretical Data Pseudosection)



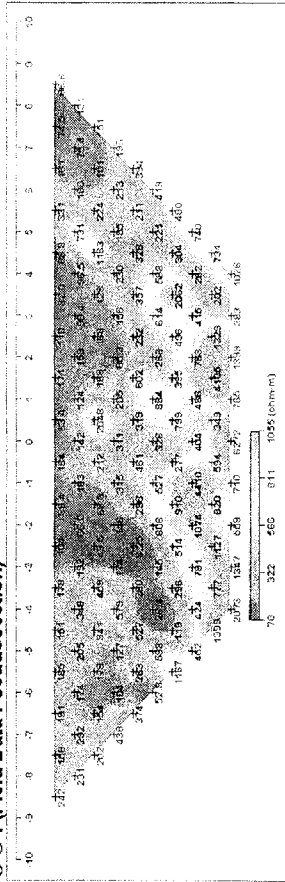
용선2 (2-D Resistivity Structure)



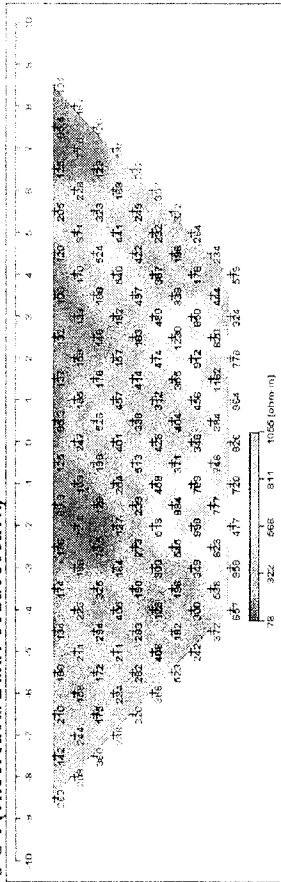
< E10 >

< 그림 3-8 > 축선 E09, E10 쌍극자탐사 결과도

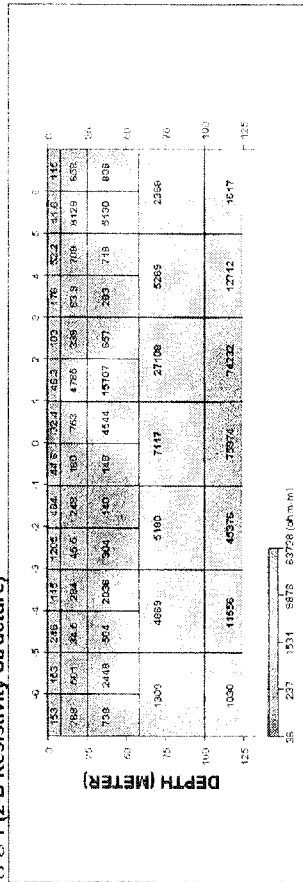
장동 1 (Field Data Pseudosection)



장동 1 (Theoretical Data Pseudosection)

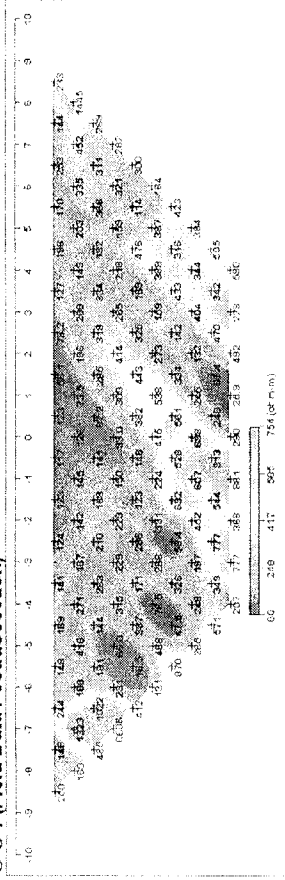


장동 1 (2-D Resistivity Structure)

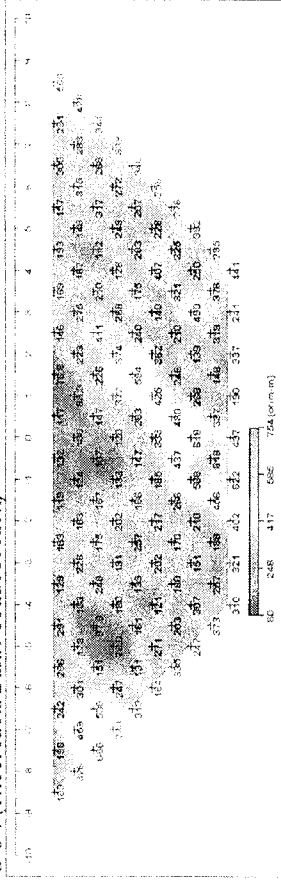


< E11 >

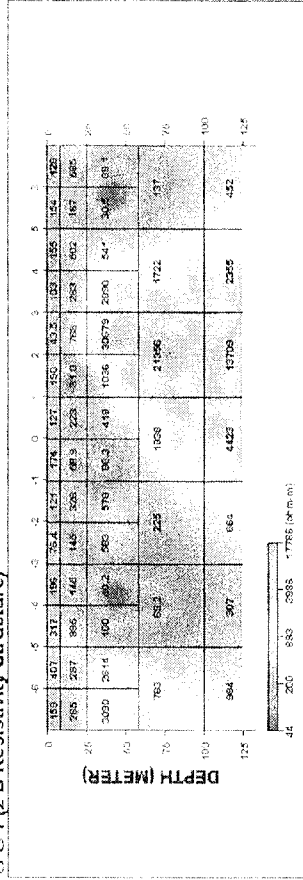
장평 1 (Field Data Pseudosection)



장평 1 (Theoretical Data Pseudosection)



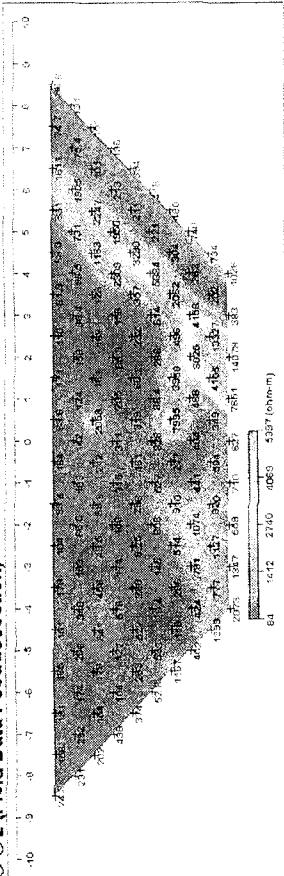
장평 1 (2-D Resistivity Structure)



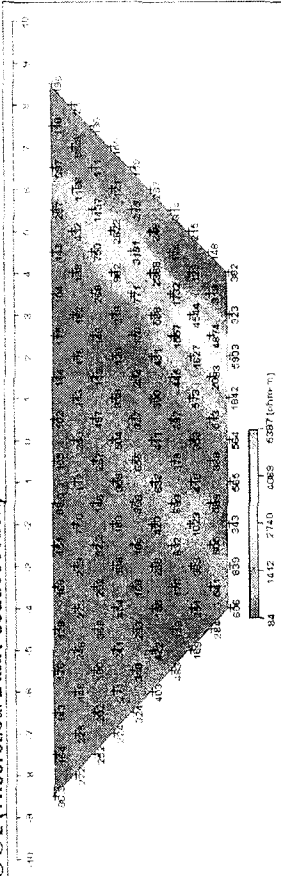
< E12 >

< 그림 3-9 > 축선 E11, E12 쌍극자탐사 결과도

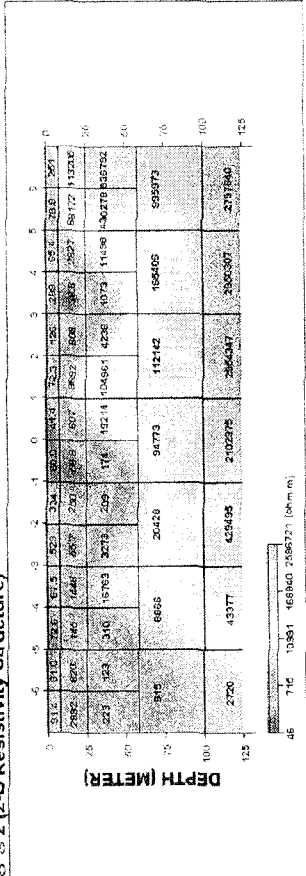
장평2 (Field Data Pseudosection)



장평2 (Theoretical Data Pseudosection)

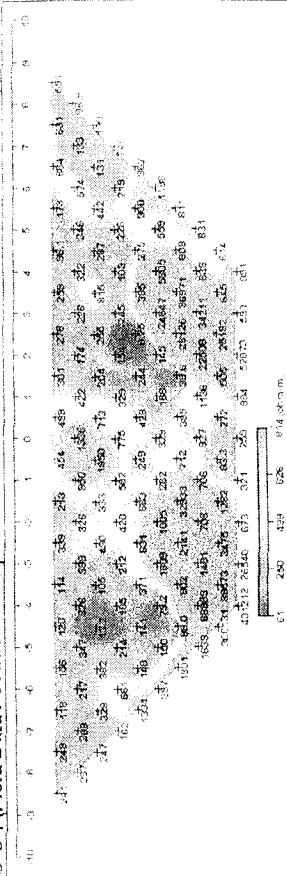


장평2 (2-D Resistivity Structure)

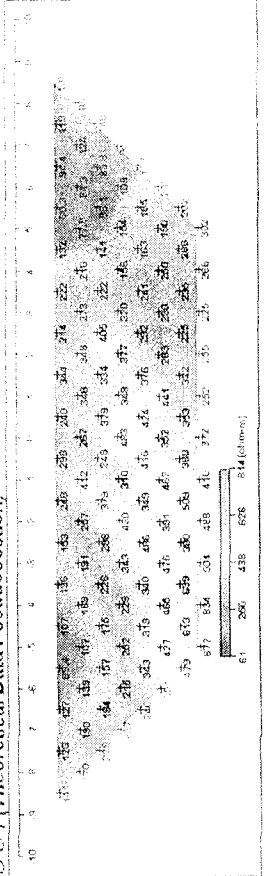


< E13 >

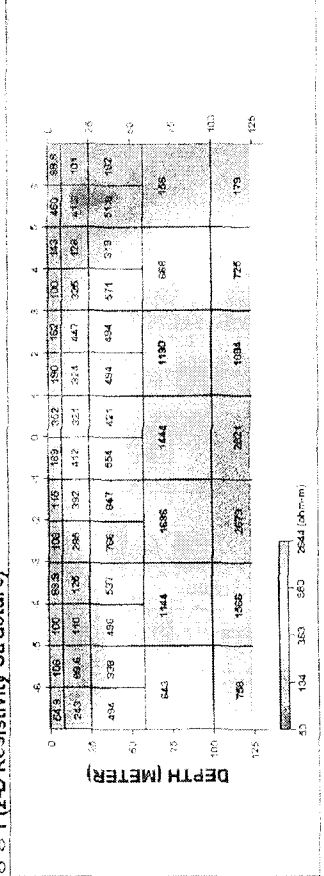
장평1 (Field Data Pseudosection)



장평1 (Theoretical Data Pseudosection)



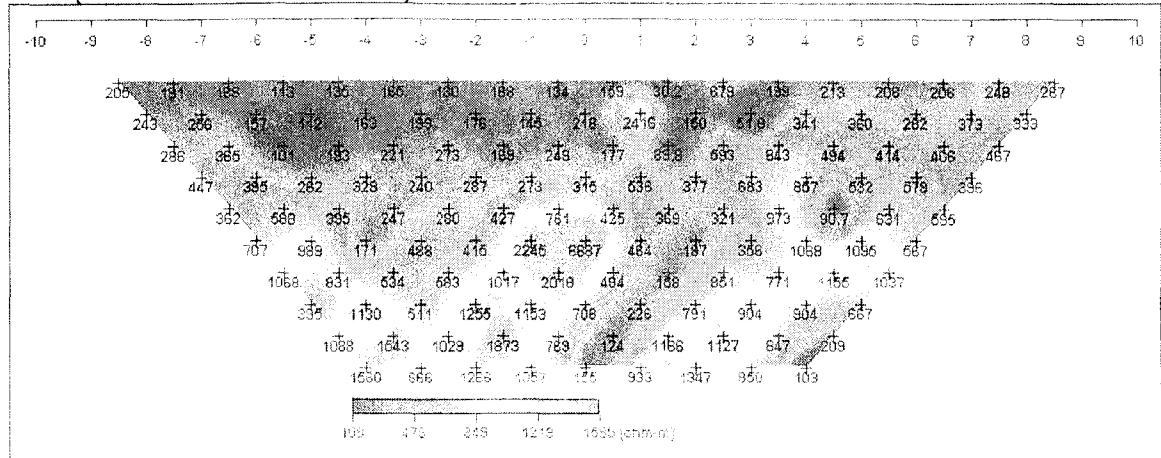
장평1 (2-D Resistivity Structure)



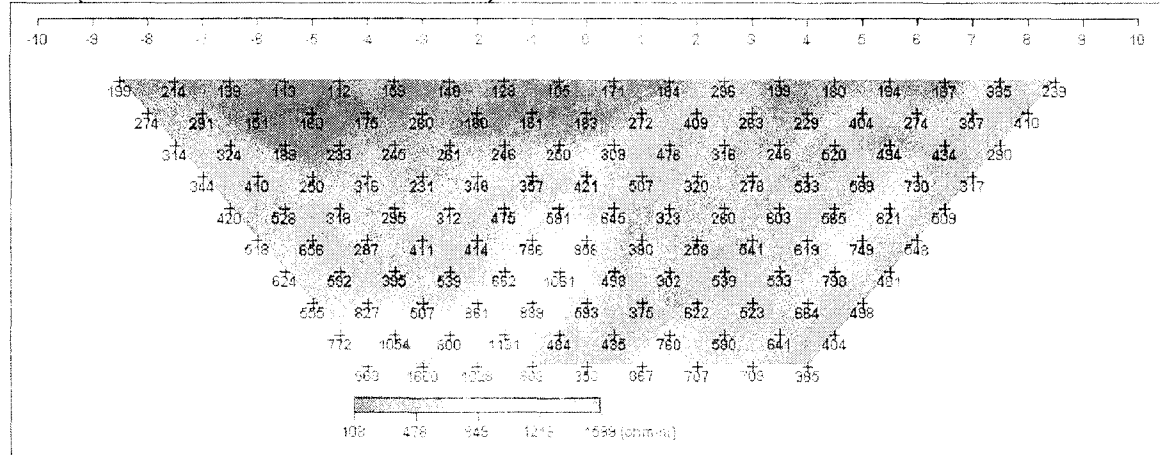
< E14 >

< 그림 3-10 > 축선 E13, E14 쌍극자탐사 결과도

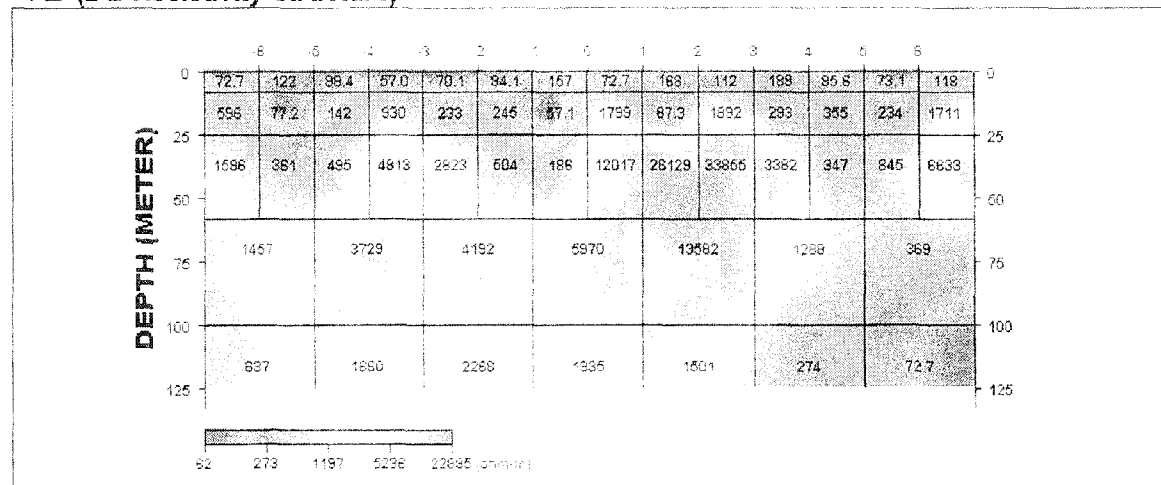
회진 (Field Data Pseudosection)



회진 (Theoretical Data Pseudosection)



회진 (2-D Resistivity Structure)



< E15 >

< 그림 3-11 > 측선 E15 쌍극자탐사 결과도

3-3. 양수시험

3-3-1. 기설관정 양수시험

양수시험을 시행하는 주요 목적은 대수층으로 물을 충전 혹은 대수층으로부터 지하수를 채수함으로써 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 4.64m로 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 10.27m²/d, 평균자연수위는 4.64m, 평균안정수위는 36.1m, 평균양수량 271m³/d이다.

< 표 3-3 > 기설관정 양수시험 총괄표

No.	위 치	자연 수위 (m)	안정 수위 (m)	양 수 량 (m ³ /day)	투수계수 (m ² /day)	저류 계수	개발 년도
	읍·면·리						
D183	장흥읍 덕제리 산97	16.5	28.45	250	14.2	0.01	99
D249	용산면 관지리 245	3.25	41.0	200	3.924	0.05074	99
D082	장동면 반산리	9.8	58.0	260	5.0415	0.4734	94
D105	부산면 호계리 204-4	5.8	47.8	363	13.25	0.8298	94
D034	장평면 우산리 46	0.5	85.8	310	8.305	0.5324	94
D052	장평면 양촌리 530-5	2.4	40.0	270	23.705	0.8519	96
D126	장흥읍 금산리 210-1	4.25	45.18	350	5.5405	0.09972	94
D036	장평면 우산리 11-1	3.2	20.25	250	8.639	0.2421	94
D094	부산면 금장리	8.5	31.4	150	11.89	0.0491	
D072	장동면 북교리 32-15	4.7	25.7	260	9.983	0.2581	96
D331	회진면 덕산리 189	3.3	20.7	250	12.47	0.3208	96
D272	관산읍 옥당리 377-4	1.2	25.5	382	11.58	0.2889	94
D299	대덕읍 연지리 576-4	4.3	19.35	150	14.45	0.3963	96
D256	용산면 녹원리 144	0.3	30.65	342	8.399	0.2964	94
D003	유치면 운월리	3.5	34.5	300	7.135	0.1539	97
평 균		4.76	36.95	272.46	10.56	0.32	

3-4. 대수층 특성

본 조사지역의 지형은 대체적으로 북쪽과 남서쪽 방향으로 산맥발달이 우세하고 평지도 장흥읍내를 중심으로 발달해 있고 하천은 탐진강 줄기를 따라 수지상으로 발달되어 있다.

이 지역의 지질은 전반적으로 고기편마암류, 변성퇴적암류, 그리고 분출암류로 구성되어 있으며, 전체적인 지질구조 방향은 소위 조선방향과 일치하며 설옥리층을 중심으로 남북으로 길게 뻗어있다.

기설관정 15공의 양수시험 분석이 조사지구 전체를 대표하기는 어려우나 1일 150m³/D 내지 382m³/D의 양수량을 보이는 관정을 각 읍·면별로 선별하여 대수층 특성을 분석하였다. 우선 양수시험공은 그 지역 일대에서 비교적 양수량 확보가 용이한 관정이 선택되었기 때문에 그 지역 일대의 대표성을 나타내기는 힘들지만 나름대로 대수층발달 상태나 양수특성 등은 지역특수성을 내포하리라고 판단된다.

관정들의 평균투수량계수는 10.27m³/D이며 장평면에 위치한 D052관정의 경우 투수량계수가 23.71m³/D로 시험관정 가운데 가장 양호한 수리성을 갖는 것으로 나타났으며, 용산면에 위치한 D249호 관정의 경우 가장 낮은 투수량계수(3.92m³/D)를 보인다.

전체적으로 평균투수량계수 이상의 값을 보인 관정이 위치한 지역은 관산읍(D272), 대덕읍(D299), 회진면(D331), 장평면(D052), 장흥읍(D183), 부산면(D094, D105)이며, 평균투수량계수 이하의 값을 보인 관정이 위치한 지역은 용산면(D256, D249), 유치면(D003), 안양면(D188), 장평면(D036, D034), 장동면(D072, D082), 장흥읍(D126) 등으로 특별한 지역적 연계성은 찾기 어렵다.

조사지역 내 시험관정들의 평균안정수위와 평균자연수위와의 차이는 31.5m이며, 시험대상관정이 위치한 기반암의 종류는 화산분출암류(부용산), 퇴적암류(유치역암), 편마암류, 화성암류 등이다. 대수층 발달형태는 대부분 기반암내 균열대, 절리대, 연약대, 파쇄대와 화산암의 발달에 의한 것으로 판단된다.

4. 기설관정 이용실태조사

4-1 기설관정 현황조사

4-1-1. 시설별·용도별 이용현황

이번 장흥지역의 관정조사는 실제로 존재하는 모든 소·대형 암반관정과 층적 관정을 대상으로 하였으며, 폐공되거나 목록에만 존재하는 관정은 이번 조사에서 제외하였다. 그리고 생활용수와 농업용수 및 기타의 용도는 다음과 같이 구분하였다. 생활용은 가정용, 일반용, 학교용, 민방위용, 국군용, 공동주택용, 간이상수도용을 포함하고 농업용은 전작용, 답작용, 원예용, 수산업용, 축산업용, 양어장용 등을 나타내고 온천수, 먹는샘물은 생활용수에 포함시켰다. 조사한 관정수는 총 358개 공에 이른다. 용도별 관정현황은 암반관정 358공 중 338공(94%)이 농업용수로 20공(6%)이 생활용수로 이용되고 있다.

< 표 4-1 > 지하수 시설별 현황

총 계	암 반 관 정				층 적 관 정		
	계	농업	생활	기타	계	농업	생활
358공 (100%)	338공 (93.75%)	234공	100공	4공	20공 (6.25%)	20공	-

이번 조사된 관정수는 장흥지역의 전체 기설관정 현황을 파악하기에는 미흡한 점이 있으나 조사한 소·대형 관정들의 분석한 자료를 보면 농업용수로 사용하는 관정의 평균심도는 77.94m, 생활용수관정의 평균심도는 105.4m로서 공당 평균심도는 115.5m이다. 공당 농업용수관정의 평균양수량은 323m³/일, 공당 생활용수관정의 평균양수량은 183m³/일, 공당 평균양수량은 284.3m³/일 이다

< 표 4-2 > 지하수 읍면별, 용도별 현황

읍면동	총 계		생활용		공업용		농업용		기타용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
유치면	26	5,971	10	1,647	0	0	16	4,324	0	0
장평면	33	9,382	7	1,120	0	0	25	8,012	1	250
장동면	28	8,522	9	2,003	1	200	18	6,319	0	0
부산면	41	10,334	8	1,114	0		33	9,220	0	0
장흥읍	73	19,217	29	5,223	2	300	42	13,694	0	0
안양면	43	12,960	10	1,900	0	0	33	11,060	0	0
용산면	31	12,891	5	1,077	0	0	26	11,814	0	0
관산읍	36	8,828	13	1,970	0	0	23	6,858	0	0
대덕읍	35	10,894	5	1,000	0	0	30	9,894	0	0
회진면	12	2,436	4	620	0	0	8	1,816	0	0
총 계	358	101,435	100	17,674	3	500	254	83,011	1	250

< 표 4-3 > 기설관정 양수시험 총괄표

관정번호	위 치			구경	구경 (mm)	심도 (m)	이용량 (m ³ /d)	개발 년도	비고
	읍면	동리	번지						
D001	유치	봉덕	198	150		29.0	농업	1997	
D002	유치	암천	556-1	200	150.0	340.0	생활	1995	
D003	유치	운월		200	160.0	160.0	농업	1997	
D004	유치	조양	137-1	250	140.0	253.0	농업	1995	
D005	유치	반월	238-1	250	80.0	320.0	농업	1995	
D006	유치	봉덕	177	250	183.0	240.0	농업	1997	
D007	유치	봉덕	218-4	200	80.0	80.0	생활	1994	
D008	유치	조양	433-3	250	60.0	205.0	농업	1997	
D009	유치	봉덕	산10-1	250	200.0	260.0	생활	1996	
D010	유치	신평	95-1	250	78.0	305.0	농업	1994	
D011	유치	관동	204-3	250	75.0	400.0	농업	1994	
D012	유치	반월	315	250	74.0	260.0	농업	1996	
D013	유치	반월		200	60.0	250.0	생활	1994	
D014	유치	덕산		200	100.0	200.0	생활	1995	
D015	유치	송정	354	200	82.0	100.0	생활	1988	
D016	유치	송정	441	200	80.0	100.0	생활	1986	
D017	유치	늑용	132	250	62.0	380.0	농업	1986	
D018	유치	늑용	111-1	250	113.0	300.0	농업	1996	
D019	유치	단산	85	200	150.0	250.0	생활	1996	
D020	유치	신월		200		150.0	농업	1994	
D021	유치	오복	257-6	50	4.0	150.0	농업	1970	
D022	유치	오복	원대회관	50		42.0	새		
D023	유치	대리	874-1	50	7.0	30.0	농업	1992	
D024	유치	대리	덕산입구	50		67.0	생활		
D025	유치	대리	1083-23	250	64.0	700.0	농업	1984	
D026	유치	대리	933	250	73.0	400.0	농업	1985	
D027	장평	복흥		250	100.0	220.0	농업	1998	
D028	장평	복흥	148-2	250	60.0	285.0	농업	1996	
D029	장평	어곡	445-7	250	60.0	212.0	농업	1997	
D030	장평	병동	3-19	250	86.0	300.0	농업	1994	
D031	장평	복흥	75	250	60.0	280.0	농업	1997	
D032	장평	진산	722-7	250	61.0	320.0	농업	1996	
D033	장평	두봉	870-1	250	62.0	400.0	농업	1995	
D034	장평	우산	46	250	97.0	310.0	농업	1994	
D035	장평	우산	98-1	250	90.0	560.0	농업	1993	
D036	장평	우산	11-1	250	100.0	250.0	농업	1994	

< 표 4-3 > 계 속

관정번호	위 치			구경	구경 (mm)	심도 (m)	이용량 (m ³ /d)	개발 년도	비고
	읍면	동리	번지						
D037	장평	우산	736-1	250	96.0	320.0	농업	1996	
D038	장평	청용	968-1	250	92.0	336.0	농업	1996	
D039	장평	봉림	395-1	200	360.0	280.0	농업	1990	
D040	장평	임리	341	200	76.0	80.0	생활	1985	
D041	장평	임리	353	250	80.0	350.0	농업	1994	
D042	장평	청룡	101	250	80.0	430.0	농업	1994	
D043	장평	녹양	416-6	250	68.0	326.0	농업	1994	
D044	장평	기동	147-2	250	100.0	250.0	농업	1995	
D045	장평	청용	274-16	250	80.0	363.0	농업	1995	
D046	장평	녹양	530	200	150.0	363.0	생활	1995	
D047	장평	기동	산168	250	107.0	280.0	농업	1994	
D048	장평	선정		200	103.0	207.0	생활		
D049	장평	선정	212-8	250	85.0	220.0	농업	1997	
D050	장평	용산		250		150.0	생활		
D051	장평	축내	570-35	250	125.0	280.0	농업	1994	
D052	장평	양촌	530-5	250	60.0	270.0	농업	1996	
D053	장평	축내	558-7	200	150.0	150.0	농업	1995	
D054	장평	양촌	374	250	88.0	800.0	농업	1983	
D055	장평	양촌	548-2	150	245.0	250.0	기타	1993	
D056	장평	등촌	80	200	63.0	100.0	생활	1985	
D057	장평	용강	52	200	70.0	100.0	생활	1992	
D058	장평	용강	68-2	80	26.0	120.0	생활	1994	
D059	장평	여의		250	60.0	220.0	농업	1998	
D060	장동	봉동		250		248.0	생활		
D061	장동	봉동	48-6	250	60.0	218.0	농업	1997	
D062	장동	봉동	818-2	250	70.0	250.0	농업	1995	
D063	장동	봉동	113	250	72.0	326.0	농업	1994	
D064	장동	배산	296-2	250	60.0	270.0	농업	1996	
D065	장동	북교	221-1	250	152.0	250.0	생활	1996	
D066	장동	북교	578-1	250	60.0	230.0	농업	1997	
D067	장동	북교	488	250	80.0	300.0	1	1996	
D068	장동	배산		250		260.0	3		
D069	장동	북교	314-1	250	75.0	400.0	1	1992	
D070	장동	북교	542-1	250	60.0	280.0	1	1994	
D071	장동	배산	12-11	250	61.0	370.0	1	1986	
D072	장동	북교	32-15	250	90.0	260.0	1	1996	

< 표 4-3 > 계 속

관정번호	위 치			구경	구경 (mm)	심도 (m)	이용량 (m ³ /d)	개발 년도	비고
	읍면	동리	번지						
D073	장동	배산	112-1	250	66.0	808.0	1	1989	
D074	장동	북교	300-35	150	80.0	50.0	3	1999	
D075	장동	반산	451-1	250	62.0	301.0	1	1985	
D076	장동	북교	201-1	250	56.0	363.0	1	1986	
D077	장동	북교	산301	150	65.0	200.0	6	1994	
D078	장동	만년	485-20	250	110.0	200.0	1	1996	
D079	장동	만년		250		275.0	3		
D080	장동	만년	87-1	200	150.0	320.0	3	1995	
D081	장동	반산	507	250	50.0	250.0	1	1985	
S001	장동	만년	262-2	250	70.0	533.0	1	1983	
D082	장동	반산		250	150.0	260.0	1	1994	
D083	장동	반산		250		200.0	3		
D084	장동	용곡	479-9	250	86.0	700.0	1	1994	
D085	장동	용곡	256	200	60.0	250.0	3	1995	
D086	장동	용곡	159	250	150.0	150.0	3	1998	
D087	부산	지천	135-1	200	100.0	110.0	3	1998	
D088	부산	지천	134	200	150.0	135.0	3	1998	
D089	부산	심천	191	250	80.0	300.0	1	1996	
D090	부산	금장	167-2	250	62.0	280.0	1	1995	
D091	부산	용반	418	200	150.0	200.0	3	1997	
D092	부산	금장		250	70.0	371.0	1	1996	
S002	부산	용반	88-7	200	9.7	508.0	1	1985	
D093	부산	용반	73-10	250	70.0	350.0	1	1995	
D094	부산	금장		250	78.0	150.0	3		
D095	부산	금장	405	250	94.0	400.0	1	1994	
S003	부산	효자	915	200	10.5	400.0	1	1984	
D096	부산	용반	1075-6	250	65.0	200.0	1	1997	
S004	부산	호계	776-28	200	6.9	212.0	1	1980	
D097	부산	유량	253-4	250	60.0	280.0	1	1985	
D098	부산	호계		200	150.0	260.0	3	1996	
D099	부산	호계	468-2	250	60.0	260.0	1	1996	
D100	부산	유량		250		254.0	3	1991	
D101	부산	호계	712-4	250	60.0	200.0	1	1997	
D102	부산	구룡	330.1	250	78.0	318.0	1	1992	
D103	부산	구룡	322-6	250	92.0	500.0	1	1996	
D104	부산	구룡	378	200	74.0	80.0	3	1985	
D105	부산	호계	200-4	250	150.0	363.0	1	1994	

< 표 4-3 > 계 속

관정번호	위 치			구경	구경 (mm)	심도 (m)	이용량 (m ³ /d)	개발 년도	비고
	읍면	동리	번지						
D106	부산	구룡		200		153.0	1		
S005	부산	구룡	252-11	200	3.9	161.0	1	1977	
S006	부산	구룡	253-2	200	8.2	184.0	1	1977	
D107	부산	구룡		200		160.0	1		
D108	부산	내안		200		187.0	1		
D109	부산	호계	492-3	250	60.0	260.0	1	1996	
S007	부산	구룡	249-2	200	8.5	226.0	1	1977	
D110	부산	부춘	산97-2	150	60.0	75.0	3	1999	
D111	부산	구룡	255-4	200	75.0	180.0	1	1977	
D112	부산	구룡		250	150.0	320.0	1	1995	
D113	부산	구룡	648-2	250	65.0	598.0	1	1994	
D114	부산	내안	642-3	250	150.0	350.0	1	1995	
D115	부산	내안	653-2	250	107.0	400.0	1	1994	
D116	부산	내안		250		253.0	1		
S008	부산	내안	338-8	200	9.5	224.0	1	1977	
D117	부산	내안		200		174.0	1		
D118	부산	내안		200		280.0	1		
D119	부산	내안		250		163.0	1		
D120	부산	내안		200		205.0	1		
D121	장흥	예양	120-2	200	81.0	120.0	3	1985	
D122	장흥	성불	332	250	86.0	570.0	1	1994	
D123	장흥	성불	265	250	92.0	300.0	1	1991	
D124	장흥	금산		250		291.0	1		
D125	장흥	건산	701-7	40	20.0	50.0	3	1989	
D126	장흥	금산	210-1	250	67.0	350.0	1	1994	
D127	장흥	삼산	574	250	172.0	310.0	1	1994	
D128	장흥	금산	692	250	60.0	345.0	1	1992	
D129	장흥	삼산	426	250	150.0	267.0	3	1998	
D130	장흥	행당	60	250	73.0	342.0	1	1994	
D131	장흥	행원	136	250	65.0	652.0	1	1994	
S009	장흥	행원	891	200	7.6	160.0	1	1977	
S010	장흥	행원	880	200	8.0	310.0	1	1977	
D132	장흥	해당	268-1	250	60.0	263.0	1	1996	
D133	장흥	관덕	125	250	56.0	318.0	1	1991	
D134	장흥	행원	528-1	250	60.0	290.0	1	1995	
S011	장흥	행원	1007	200	10.8	473.0	1	1977	
D135	장흥	해당		250	60.0	350.0	1	1998	

< 표 4-3 > 계 속

관정번호	위 치			구경	구경 (mm)	심도 (m)	이용량 (m ³ /d)	개발 년도	비고
	읍면	동리	번지						
S012	장흥	행원	1021	200	13.5	477.0	1	1977	
S013	장흥	행원	1189	200	10.2	302.0	1	1977	
S014	장흥	행원	986-1	200	13.6	200.0	1	1977	
S015	장흥	행원	1186	200	9.8	259.0	1	1977	
D136	장흥	해당	555	200	82.0	100.0	3	1985	
D137	장흥	행원	1205-2	200	50.0	100.0	3	1987	
D138	장흥	연산	69	250	90.0	400.0	1	1994	
D139	장흥	건산	506	200	81.0	120.0	3	1987	
D140	장흥	성불	467	250	190.0	280.0	1	1995	
D141	장흥	삼산		250		87.0	1		
D142	장흥	금산		250		135.0	1		
D143	장흥	건산	611-2	200	80.0	80.0	3	1994	
D144	장흥	축내	19-1	250	86.0	350.0	1	1994	
S016	장흥	행원	952-3	200	10.0	180.0	1	1977	
D145	장흥	건산	669-21	200	86.0	120.0	3	1994	
D146	장흥	건산	505	200	83.0	120.0	1	1985	
D147	장흥	건산	687-16	200	150.0	300.0	3	1995	
D148	장흥	동동		250	100.0	350.0	3	1994	
D149	장흥	향양	945	200	76.0	130.0	3	1987	
D150	장흥	영전2	563-9	250	150.0	280.0	3	1997	
D151	장흥	영전	576-1	250	68.0	350.0	1	1994	
D152	장흥	건산	448-1	200	65.0	100.0	3	1987	
D153	장흥	건산	421-1	200	60.0	100.0	3	1990	
D154	장흥	향양	115	250	113.0	300.0	1	1996	
D155	장흥	남동	130-1	250	100.0	300.0	3	1994	
D156	장흥	남동	110	150	100.0	70.0	3	1999	
D157	장흥	건산	735-25	200	120.0	180.0	3	1990	
D158	장흥	건산	478-1	200	120.0	100.0	3	1993	
D159	장흥	건산	402-1	200	130.0	100.0	3	1988	
D160	장흥	건산	722-12	200	35.0	300.0	3	1992	
D161	장흥	건산	383-5	200	180.0	100.0	3	1986	
D162	장흥	예양	167-3	200	150.0	300.0	3	1993	
D163	장흥	사안	38-1	200	150.0	354.0	3	1995	
D164	장흥	향양	873	250	76.0	1000.0	1	1984	
D165	장흥	건산	211-8	50	70.0	50.0	3	1992	
D166	장흥	사안	40-1	200	120.0	200.0	6	1994	
D167	장흥	사안	60-1	200	88.0	100.0	6	1994	

< 표 4-3 > 계속

관정번호	위 차			구경	구경 (mm)	심도 (m)	이용량 (m ³ /d)	개발 년도	비고
	읍면	동리	번지						
D168	장흥	우목	14-1	250	23.0	483.0	1	1983	
D169	장흥	우목	16-1	150	80.0	80.0	3	1999	
D170	장흥	우목		250	150.0	276.0	1	1997	
D171	장흥	남외	259-120	250	130.0	600.0	1	1996	
D172	장흥	우목		250	150.0	300.0	1	1997	
D173	장흥	영전	124	200	150.0	285.0	3	1995	
D174	장흥	우목	201-5	250	95.0	280.0	1	1997	
D175	장흥	평화	155-1	250	95.0	250.0	1	1997	
D176	장흥	평화	28	250	100.0	250.0	1	1995	
D177	장흥	남외	222-5	250	100.0	250.0	1	1995	
D178	장흥	평화	161-1	200	6.2	241.0	1	1982	
D179	장흥	송암	259-2	250	180.0	453.0	3	1995	
D180	장흥	평화		250		234.0	3		
D181	장흥	덕제	30	200	80.0	100.0	3	1994	
D182	장흥	덕제	592	250	120.0	300.0	1	1994	
D183	장흥	덕제	산 97	250	80.0	250.0	1	1999	
D184	장흥	평장	673-8	250	45.0	150.0	1	1994	
D185	장흥	덕제	96-1	250	70.0	300.0	1	1992	
D186	안양	기산	487	200	150.0	260.0	1	1995	
D187	안양	기산	725	250	82.0	350.0	1	1994	
D188	안양	비동	562-2	250	150.0	150.0	1	1994	
D189	안양	기산	산89	150	100.0	70.0	3	1998	
D190	안양	비동	66-7	250	150.0	150.0	1	1994	
D191	안양	당암		250	100.0	232.0		1989	
D192	안양	당암	578	250	60.0	302.0	1	1996	
D193	안양	당암	94	250	78.0	1000.0	1	1992	
D194	안양	수양	250			250.0	3	1996	
D195	안양	수양	365	250	63.0	800.0	1	1994	
D196	안양	당암	10-1	200	100.0	300.0	1	1990	
D197	안양	운흥	207	250	100.0	150.0	1	1998	
D198	안양	운흥	201-1	250	130.0	150.0	1	1998	
D199	안양	수양	325	250	93.0	270.0	1	1996	
D200	안양	운흥	270	250	60.0	250.0	1	1997	
D201	안양	학송		250		180.0	1	1995	
D202	안양	운흥	산115-1	200	80.0	100.0	3	1992	
D203	안양	운흥	508	200	80.0	100.0	3	1994	
D204	안양	운흥	467	150	70.0	500.0	1	1992	

< 표 4-3 > 계속

관정번호	위 치			구경	구경 (mm)	심도 (m)	이용량 (m ³ /d)	개발 년도	비고
	읍면	동리	번지						
D205	안양	학송		250		210.0	1		
D206	안양	운흥	555-2	250	60.0	250.0	1	1995	
D207	안양	신촌	510-1	250	59.0	762.0	1	1994	
D208	안양	수락		250		87.0	1	1998	
D209	안양	안양		200		140.0	1	1995	
D210	안양	모령		250		260.0	3		
D211	안양	학송	66-6	250	70.0	260.0	1	1995	
D212	안양	수락	330-1	250	60.0	700.0	1	1992	
D213	안양	모령	467-1	250	70.0	800.0	2	1994	
D214	안양	해창		250		170.0	1	1996	
D215	안양	사촌		250		200.0	1	1998	
D216	안양	신촌		250		225.0	1	1997	
D217	안양	해창	1210-1	250	150.0	190.0	3	1998	
S017	안양	교동	341-1	250	20.0	312.0	1	1983	
D218	안양	수문	359-2	200	82.0	80.0	3	1993	
D219	안양	수락		250		300.0	1	1998	
D220	안양	해창	518-1	200	180.0	200.0	3	1997	
D221	안양	수문	155	250	150.0	250.0	3	1997	
D222	안양	율산	128	250	80.0	310.0	1	1994	
D223	안양	사촌	400-4	250	60.0	280.0	1	1995	
D224	안양	사촌		250	149.0	400.0	1	1996	
D225	안양	사촌	731-2	200	150.0	400.0	3	1996	
D226	안양	사촌	734	250	90.0	300.0	1	1994	
D227	안양	사촌	128	250	80.0	310.0	1	1994	
D228	용산	모산	443-1	250	60.0	700.0	1	1992	
D229	용산	계산	99-1	250	83.0	330.0	1	1996	
D230	용산	덕암	11	250	50.0	300.0	1	1994	
D231	용산	모산	88-1	250	65.0	280.0	1	1996	
D232	용산	계산	346	250	62.0	600.0	1	1994	
D233	용산	덕암	189	250	45.0	400.0	1	1986	
D234	용산	인암	334-2	250	62.0	276.0	1	1995	
D235	용산	인암	35-1	200	150.0	253.0	3	1995	
D236	용산	인암	430-1	250	150.0	270.0	3	1997	
D237	용산	인암	405-1	250	60.0	320.0	1	1993	
D238	용산	어산	831-2	250	80.0	270.0	1	1996	
D239	용산	풍길	28-8	250	74.0	150.0	1	1995	

< 표 4-3 > 계 속

관정번호	위 치			구경	구경 (mm)	심도 (m)	이용량 (m ³ /d)	개발 년도	비고
	읍면	동리	번지						
D240	용산	하금	459-1	250	62.0	1237.0	1	1985	
D241	용산	하금	321-1	250	51.0	540.0	1	1985	
D242	용산	인암	808-1	200	83.0	100.0	3	1992	
S018	용산	상금	764-2	250	40.0	1200.0	1	1984	
D243	용산	접정	376	200	82.0	100.0	3	1986	
D244	용산	관지	664-9	250	61.0	974.0	1	1989	
S019	용산	관지	626	250	45.0	1500.0	1	1984	
D245	용산	상금	343-12	250	27.0	200.0	1	1993	
D246	용산	상금	292-5	250	62.0	320.0	1	1996	
D247	용산	상금	311-1	250	72.0	400.0	1	1994	
D248	용산	관지	20-2	250	50.0	300.0	1	1994	
D249	용산	관지	245	250	58.0	200.0	1	1999	
D250	용산	접정	46-1	150	94.0	150.0	1	1992	
D251	용산	접정	37-1	150	100.0	200.0	1	1992	
D252	용산	녹원	12-8	250	102.0	300.0	1	1994	
D253	용산	상밭	574	250	62.0	260.0	1	1995	
D254	용산	상금	516	40	40.0	65.0	1	1992	
D255	용산	녹원	265-1	200	150.0	354.0	3	1995	
D256	용산	녹원	144	250	69.0	342.0	1	1994	
D257	관산	하밭	280-1	305	65.0	305.0	1	1992	
D258	관산	남송	산47-2	250	150.0	180.0	3	1998	
D259	관산	남송	400	200	60.0	80.0	3	1985	
D260	관산	부평	83-6	250	57.0	330.0	1	1995	
D261	관산	옥당	356-1	200	80.0	100.0	3	1987	
D262	관산	죽교	532-1	200	82.0	120.0	3	1994	
D263	관산	용전	226	250	130.0	270.0	1	1995	
D264	관산	용전	산84-1	200	150.0	250.0	3	1995	
D265	관산	농안	348	250	66.0	280.0	1	1996	
D266	관산	옥당	456-9	150	122.0	220.0	3	1997	
D267	관산	신동	330	200	65.0	80.0	3	1985	
D268	관산	용전	293-5	250	76.0	400.0	1	1994	
D269	관산	죽교	199	200	59.0	100.0	3	1987	
D270	관산	지정	252-2	150	70.0	12.0	1	1999	
D271	관산	용전	69-11	250	100.0	300.0	3	1995	
D272	관산	옥당	377-4	250	60.0	382.0	1	1994	
D273	관산	고마	120-1	200	150.0	350.0	3	1996	

< 표 4-3 > 계 속

관정번호	위 치			구경	구경 (mm)	심도 (m)	이용량 (m ³ /d)	개발 년도	비고
	읍면	동리	번지						
D274	관산	옥당	405	200	84.0	120.0	1	1985	
D275	관산	송촌	15-43	250	60.0	260.0	1	1996	
D276	관산	지정	282-2	250	62.0	614.0	1	1994	
D277	관산	신동	384	250	70.0	400.0	1	1994	
D278	관산	농안	산72-1	150	100.0	90.0	3	1998	
D279	관산	방촌	70-2	150	80.0	90.0	1	1998	
D280	관산	송촌	69-1	250	66.0	400.0	1	1994	
D281	관산	방촌	4-28	250	58.0	354.0	1	1990	
D282	관산	외동	194-2	250	60.0	300.0	1	1996	
D283	관산	삼산	97	200	74.0	100.0	3	1985	
D284	관산	삼산	324-11	200	100.0	300.0	3	1991	
D285	관산	삼산	233-1	200	100.0	300.0	1	1993	
D286	관산	삼산	578	250	78.0	311.0	1	1992	
D287	관산	삼산	산7-2	250	128.0	180.0	1	1996	
D288	관산	삼산	343-0	200	45.0	300.0	1	1993	
D289	관산	삼산	586	250	94.0	400.0	1	1994	
D290	관산	삼산	367	200	100.0	200.0	1	1993	
D291	관산	삼산	650-1	250	90.0	300.0	1	1994	
D292	관산	고마	943	40	30.0	50.0	1	1993	
D293	대덕	산정	1146-2	250	102.0	260.0	1	1994	
D294	대덕	연정	419-1	50	76.0	260.0	1	1991	
D295	대덕	연정	135	250	60.0	350.0	1	1992	
D296	대덕	월정	847	250	75.0	314.0	1	1994	
D297	대덕	연정	587-1	250	75.0	280.0	1	1996	
D298	대덕	연지		250		230.0	1		
D299	대덕	연지		250	150.0	250.0	1	1996	
D300	대덕	연지	5-2	250	150.0	250.0	1	1996	
D301	대덕	연지		250	150.0	250.0	1	1996	
D302	대덕	연지	576-4	250	80.0	380.0	1	1995	
D303	대덕	연정	532	250	74.0	310.0	1	1994	
D304	대덕	연지	590	200	93.0	793.0	1	1984	
D305	대덕	연정	680	250	100.0	330.0	1	1991	
D306	대덕	연정	394-8	250	100.0	200.0	3	1997	
D307	대덕	연지	54-3	200	53.0	690.0	1	1984	
D308	대덕	연정	64-3	200	80.0	793.0	1	1983	
D309	대덕	신월	160	250	88.0	700.0	1	1996	
D310	대덕	가학	733-1	250	100.0	300.0	1	1995	

< 표 4-3 > 계속

관정번호	위 치			구경	구경 (mm)	심도 (m)	이용량 (m ³ /d)	개발 년도	비고
	읍면	동리	번지						
D311	대덕	도청		250	170.0	250.0	1	1996	
D312	대덕	가학	719	250	61.0	510.0	1	1984	
D313	대덕	도청	439-1	250	71.0	336.0	1	1993	
D314	대덕	도청		250	150.0	250.0	1	1996	
D315	대덕	도청	690-1	250	90.0	400.0	1	1994	
S020	대덕	도청	433-4	100	4.1	198.0	1	1987	
D316	대덕	도청		250	130.0	150.0	1	1999	
D317	대덕	도청		250	130.0	150.0	1	1999	
D318	대덕	분토		250		280.0	3		
D319	대덕	분토	312-1	250	85.0	380.0	1	1994	
D320	대덕	가학	163	250	66.0	280.0	1	1996	
D321	대덕	잠두	542-3	200	150.0	320.0	3	1995	
D322	대덕	잠두	355	150	80.0	100.0	1	1998	
D323	대덕	잠두	산136	150	80.0	100.0	1	1998	
D324	대덕	용암		200		150.0	3		
D325	대덕	신	21-4	40	18.0	50.0	3	1988	
D326	대덕	신	197-5	50	50.0	50.0	1	1985	
D327	회진	회진	410-1	250	125.0	220.0	1	1996	
D328	회진	대리	163-1	200	60.0	200.0	3	1995	
D329	회진	대리	148-3	250	114.0	260.0	1	1994	
D330	회진	대리	626	200	74.0	100.0	3	1985	
D331	회진	덕산	189	250	65.0	250.0	1	1996	
D332	회진	진목	366	200	70.0	150.0	1	1994	
D333	회진	진목	951	250	82.0	430.0	1	1994	
D334	회진	진목	360	250	60.0	226.0	1	1997	
D335	회진	진목	320	200	50.0	200.0	1	1994	
D336	회진	진목	319-1	200	150.0	200.0	3	1997	
D337	회진	덕산	산215	200	75.0	120.0	3	1995	
D338	회진	진목	251	200	80.0	80.0		1985	

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 ϕ 크기로 3" 구경으로 4m 내외를 굴착, 수위 관측공을 설치하여 조사·관측하되, 수위 관측공은 지하수 함양조건이 동일한 상태에서 일제히 측정하여 지역 내 지하수 수위조사를 해야한다. 장흥지역은 기존의 농업용수용으로 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.

조사지역의 행정구역별 평균 지하수위는 장흥읍(33개소) 4.11m, 유치면(17개소) 5.52m, 장평면(30개소) 2.92m, 장동면(24개소) 2.97m, 부산면(32개소) 4.3m, 안양면(24개소) 5.42m, 용산면(4개소) 2.44m, 관산읍(35개소) 3.04m, 대덕읍(31개소) 3.83m, 회진면(1개소) 3.3m등이다. 장흥지역 평균 지하수위는 231개소에서 3.87m로 나타났다.

< 표 4-4 > 기설관정 자연수위

관정 번호	위 치			자연 수위	관정 번호	위 치			자연 수 위
	읍면	동리	번지			읍면	동리	번지	
D001	유치	봉덕	198		D045	장평	청용	274-16	2.2
D002	유치	암천	556-1	2.1	D046	장평	녹양	530	5.0
D003	유치	운월		3.5	D047	장평	기동	산168	3.5
D004	유치	조양	137-1	4.1	D048	장평	선정		
D005	유치	반월	238-1	14.8	D049	장평	선정	212-8	3.7
D006	유치	봉덕	177	6.0	D050	장평	용산		
D007	유치	봉덕	218-4	4.1	D051	장평	축내	570-35	1.8
D008	유치	조양	433-3	2.4	D052	장평	양촌	530-5	2.4
D009	유치	봉덕	산10-1	8.1	D053	장평	축내	558-7	1.0
D010	유치	신평	95-1	2.7	D054	장평	양촌	374	3.4
D011	유치	관동	204-3	2.9	D055	장평	양촌	548-2	8.3
D012	유치	반월	315	10.7	D056	장평	등촌	80	1.7
D013	유치	반월			D057	장평	용강	52	2.0
D014	유치	덕산		19.7	D058	장평	용강	68-2	
D015	유치	송정	354	1.0	D059	장평	여의		2.2
D016	유치	송정	441	4.0	D060	장동	봉동		
D017	유치	늑용	132		D061	장동	봉동	48-6	1.7
D018	유치	늑용	111-1	4.6	D062	장동	봉동	818-2	1.0
D019	유치	단산	85		D063	장동	봉동	113	1.5
D020	유치	신월			D064	장동	배산	296-2	3.9
D021	유치	오복	257-6	0.6	D065	장동	북교	221-1	7.0
D022	유치	오복	원대회관		D066	장동	북교	578-1	1.0
D023	유치	대리	874-1		D067	장동	북교	488	0.9
D024	유치	대리	덕산입구	2.6	D068	장동	배산		
D025	유치	대리	1083-23		D069	장동	북교	314-1	1.2
D026	유치	대리	933		D070	장동	북교	542-1	1.4
D027	장평	북흥		2.8	D071	장동	배산	12-11	1.0
D028	장평	북흥	148-2	1.9	D072	장동	북교	32-15	4.7
D029	장평	어곡	445-7	2.3	D073	장동	배산	112-1	1.3
D030	장평	병동	3-19	2.9	D074	장동	북교	300-35	1.5
D031	장평	북흥	75	4.2	D075	장동	반산	451-1	1.7
D032	장평	진산	722-7	3.9	D076	장동	북교	201-1	1.8
D033	장평	두봉	870-1	2.1	D077	장동	북교	산301	2.0
D034	장평	우산	46	0.5	D078	장동	만년	485-20	3.4
D035	장평	우산	98-1	3.2	D079	장동	만년		
D036	장평	우산	11-1	3.2	D080	장동	만년	87-1	1.5
D037	장평	우산	736-1	0.5	D081	장동	반산	507	2.4
D038	장평	청용	968-1	1.0	S001	장동	만년	262-2	4.0
D039	장평	봉림	395-1	8.7	D082	장동	반산		9.8
D040	장평	임리	341	1.5	D083	장동	반산		
D041	장평	임리	353	3.5	D084	장동	용곡	479-9	4.2
D042	장평	청룡	101	4.7	D085	장동	용곡	256	2.7
D043	장평	녹양	416-6	1.1	D086	장동	용곡	159	9.6
D044	장평	기동	147-2	2.5	D087	부산	지천	135-1	7.0

< 표 4-4 > 계 속

관정 번호	위 치			자연 수위	관정 번호	위 치			자연 수 위
	읍면	동리	번지			읍면	동리	번지	
D088	부산	지천	134	6.4	D126	장흥	금산	210-1	4.3
D089	부산	심천	191	4.8	D127	장흥	삼산	574	4.8
D090	부산	금장	167-2	8.5	D128	장흥	금산	692	
D091	부산	용반	418	3.5	D129	장흥	삼산	426	
D092	부산	금장		3.8	D130	장흥	행당	60	2.6
S002	부산	용반	88-7	1.8	D131	장흥	행원	136	0.5
D093	부산	용반	73-10	2.1	S009	장흥	행원	891	1.9
D094	부산	금장		8.5	S010	장흥	행원	880	1.5
D095	부산	금장	405	4.0	D132	장흥	해당	268-1	5.8
S003	부산	효자	915	2.3	D133	장흥	관덕	125	3.6
D096	부산	용반	1075-6	2.9	D134	장흥	행원	528-1	
S004	부산	호계	776-28	1.5	S011	장흥	행원	1007	3.3
D097	부산	유량	253-4	1.7	D135	장흥	해당		7.2
D098	부산	호계		4.0	S012	장흥	행원	1021	2.6
D099	부산	호계	468-2	7.2	S013	장흥	행원	1189	2.3
D100	부산	유량		5.2	S014	장흥	행원	986-1	3.1
D101	부산	호계	712-4	2.0	S015	장흥	행원	1186	2.8
D102	부산	구룡	330.1	20.0	D136	장흥	해당	555	2.9
D103	부산	구룡	322-6	2.5	D137	장흥	행원	1205-2	3.4
D104	부산	구룡	378	3.8	D138	장흥	연산	69	2.3
D105	부산	호계	200-4	5.8	D139	장흥	건산	506	7.3
D106	부산	구룡			D140	장흥	성불	467	
S005	부산	구룡	252-11	2.3	D141	장흥	삼산		
S006	부산	구룡	253-2	1.7	D142	장흥	금산		
D107	부산	구룡			D143	장흥	건산	611-2	
D108	부산	내안			D144	장흥	축내	19-1	3.5
D109	부산	호계	492-3	3.7	S016	장흥	행원	952-3	2.7
S007	부산	구룡	249-2	1.5	D145	장흥	건산	669-21	
D110	부산	부춘	산97-2	10.4	D146	장흥	건산	505	
D111	부산	구룡	255-4	1.2	D147	장흥	건산	687-16	
D112	부산	구룡		1.4	D148	장흥	동동		
D113	부산	구룡	648-2	1.8	D149	장흥	향양	945	
D114	부산	내안	642-3		D150	장흥	영전2	563-9	
D115	부산	내안	653-2	3.3	D151	장흥	영전	576-1	
D116	부산	내안			D152	장흥	건산	448-1	
S008	부산	내안	338-8	1.0	D153	장흥	건산	421-1	
D117	부산	내안			D154	장흥	향양	115	7.2
D118	부산	내안			D155	장흥	남동	130-1	
D119	부산	내안			D156	장흥	남동	110	5.0
D120	부산	내안			D157	장흥	건산	735-25	3.9
D121	장흥	예양	120-2		D158	장흥	건산	478-1	
D122	장흥	성불	332		D159	장흥	건산	402-1	
D123	장흥	성불	265		D160	장흥	건산	722-12	
D124	장흥	금산			D161	장흥	건산	383-5	
D125	장흥	건산	701-7		D162	장흥	예양	167-3	

< 표 4-4 > 계속

관정 번호	위 치			자연 수위	관정 번호	위 치			자연 수 위
	읍면	동리	번지			읍면	동리	번지	
D163	장흥	사안	38-1		D208	안양	수락		
D164	장흥	향양	873		D209	안양	안양		
D165	장흥	건산	211-8		D210	안양	모령		
D166	장흥	사안	40-1		D211	안양	학송	66-6	4.6
D167	장흥	사안	60-1		D212	안양	수락	330-1	4.0
D168	장흥	우목	14-1	1.9	D213	안양	모령	467-1	2.9
D169	장흥	우목	16-1	2.3	D214	안양	해창		
D170	장흥	우목		2.8	D215	안양	사촌		
D171	장흥	남외	259-120	3.9	D216	안양	신촌		
D172	장흥	우목		7.0	D217	안양	해창	1210-1	2.4
D173	장흥	영전	124		S017	안양	교동	341-1	1.8
D174	장흥	우목	201-5	4.0	D218	안양	수문	359-2	5.4
D175	장흥	평화	155-1	3.7	D219	안양	수락		
D176	장흥	평화	28	4.5	D220	안양	해창	518-1	
D177	장흥	남외	222-5	4.4	D221	안양	수문	155	3.0
D178	장흥	평화	161-1		D222	안양	율산	128	0.5
D179	장흥	송암	259-2		D223	안양	사촌	400-4	2.5
D180	장흥	평화			D224	안양	사촌		2.8
D181	장흥	덕제	30		D225	안양	사촌	731-2	3.5
D182	장흥	덕제	592		D226	안양	사촌	734	0.5
D183	장흥	덕제	산 97	16.5	D227	안양	사촌	128	3.5
D184	장흥	평장	673-8		D228	용산	모산	443-1	
D185	장흥	덕제	96-1		D229	용산	계산	99-1	
D186	안양	기산	487	2.1	D230	용산	덕암	11	
D187	안양	기산	725	4.8	D231	용산	모산	88-1	
D188	안양	비동	562-2	2.8	D232	용산	계산	346	
D189	안양	기산	산89	5.3	D233	용산	덕암	189	
D190	안양	비동	66-7	3.1	D234	용산	인암	334-2	2.7
D191	안양	당암		3.5	D235	용산	인암	35-1	
D192	안양	당암	578	4.9	D236	용산	인암	430-1	
D193	안양	당암	94	3.6	D237	용산	인암	405-1	
D194	안양	수양	250	4.3	D238	용산	어산	831-2	
D195	안양	수양	365	1.8	D239	용산	풍길	28-8	
D196	안양	당암	10-1	3.3	D240	용산	하금	459-1	
D197	안양	운흥	207	8.3	D241	용산	하금	321-1	
D198	안양	운흥	201-1	7.7	D242	용산	인암	808-1	
D199	안양	수양	325	3.8	S018	용산	상금	764-2	
D200	안양	운흥	270	6.3	D243	용산	접정	376	
D201	안양	학송			D244	용산	관지	664-9	
D202	안양	운흥	산115-1	7.8	S019	용산	관지	626	
D203	안양	운흥	508	8.1	D245	용산	상금	343-12	
D204	안양	운흥	467	2.7	D246	용산	상금	292-5	
D205	안양	학송		4.2	D247	용산	상금	311-1	
D206	안양	운흥	555-2	2.9	D248	용산	관지	20-2	
D207	안양	신촌	510-1	1.4	D249	용산	관지	245	3.3

< 표 4-4 > 계 속

관정 번호	위 치			자연 수위	관정 번호	위 치			자연 수 위
	읍면	동리	번지			읍면	동리	번지	
D250	용산	접정	46-1		D295	대덕	연정	135	1.6
D251	용산	접정	37-1		D296	대덕	월정	847	0.8
D252	용산	녹원	12-8		D297	대덕	연정	587-1	4.7
D253	용산	상발	574	3.5	D298	대덕	연지		
D254	용산	상금	516		D299	대덕	연지		4.3
D255	용산	녹원	265-1		D300	대덕	연지	5-2	5.0
D256	용산	녹원	144	0.3	D301	대덕	연지		5.4
D257	관산	하발	280-1	2.7	D302	대덕	연지	576-4	0.9
D258	관산	남송	산47-2	3.8	D303	대덕	연정	532	2.6
D259	관산	남송	400	2.3	D304	대덕	연지	590	0.7
D260	관산	부평	83-6	4.8	D305	대덕	연정	680	1.2
D261	관산	옥당	356-1	1.8	D306	대덕	연정	394-8	4.6
D262	관산	죽교	532-1	2.3	D307	대덕	연지	54-3	0.2
D263	관산	용전	226	3.5	D308	대덕	연정	64-3	0.8
D264	관산	용전	산84-1	3.9	D309	대덕	신월	160	2.5
D265	관산	농안	348	2.8	D310	대덕	가학	733-1	2.0
D266	관산	옥당	456-9	2.3	D311	대덕	도청		7.2
D267	관산	신동	330	5.6	D312	대덕	가학	719	
D268	관산	용전	293-5	6.7	D313	대덕	도청	439-1	6.9
D269	관산	죽교	199	1.7	D314	대덕	도청		6.8
D270	관산	지정	252-2	1.9	D315	대덕	도청	690-1	6.8
D271	관산	용전	69-11	3.7	S020	대덕	도청	433-4	6.3
D272	관산	옥당	377-4	1.2	D316	대덕	도청		6.9
D273	관산	고마	120-1	11.6	D317	대덕	도청		7.5
D274	관산	옥당	405		D318	대덕	분토		3.4
D275	관산	송촌	15-43	1.4	D319	대덕	분토	312-1	2.3
D276	관산	지정	282-2	0.4	D320	대덕	가학	163	2.3
D277	관산	신동	384	1.3	D321	대덕	잠두	542-3	4.8
D278	관산	농안	산72-1	12.5	D322	대덕	잠두	355	6.7
D279	관산	방촌	70-2	2.4	D323	대덕	잠두	산136	7.5
D280	관산	송촌	69-1	1.6	D324	대덕	용암		1.2
D281	관산	방촌	4-28	2.8	D325	대덕	신	21-4	
D282	관산	외동	194-2	1.8	D326	대덕	신	197-5	
D283	관산	삼산	97	1.8	D327	회진	회진	410-1	
D284	관산	삼산	324-11	1.2	D328	회진	대리	163-1	
D285	관산	삼산	233-1	1.6	D329	회진	대리	148-3	
D286	관산	삼산	578	0.8	D330	회진	대리	626	
D287	관산	삼산	산7-2	3.5	D331	회진	덕산	189	3.3
D288	관산	삼산	343-0	1.6	D332	회진	진목	366	
D289	관산	삼산	586	2.9	D333	회진	진목	951	
D290	관산	삼산	367	1.4	D334	회진	진목	360	
D291	관산	삼산	650-1	2.3	D335	회진	진목	320	
D292	관산	고마	943	2.5	D336	회진	진목	319-1	
D293	대덕	산정	1146-2	2.5	D337	회진	덕산	산215	
D294	대덕	연정	419-1	2.4	D338	회진	진목	251	

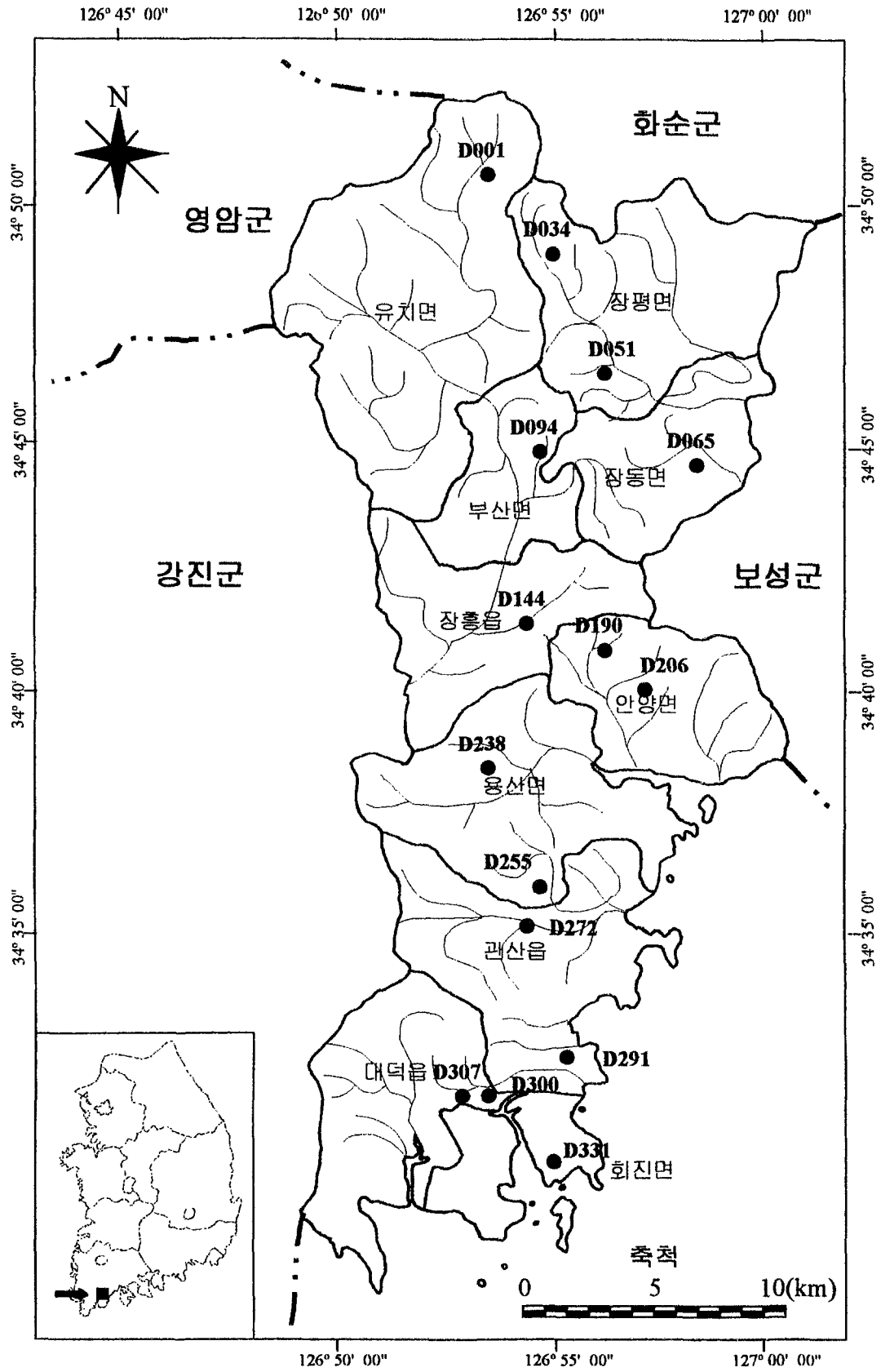
5. 수질 및 잠재오염원조사

장흥지역 지하수에 대한 지화학적 특징을 밝히기 위하여 장흥군 일대의 10개 읍·면에 분포하는 지하수중 15개의 지하수 시료를 채취하였다<그림 5-1, 표 5-1>. 지하수 시료는 관개수로용 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 직후 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°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 공업기술연구소 의뢰하여 양이온 4개, 음이온 4개를 분석하였다.

장흥지역에 분포하는 지하수에 대한 수질 인자중 수소이온농도, 온도, 전기전도도(electric conductivity)를 <표 5-1>에 수록하였다.

양이온 중 Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} 와 음이온 중 HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- 에 대한 이온함량은 <표 5-2>에 정리하였다. 전라남도 보건환경연구원에서 분석한 색도(color), 탁도(turbidity), 암모니아성질소($\text{NH}_3\text{-N}$), 과망간산칼륨소비량(KMnO_4 consumed), 증발잔류물(evaporation residual) 및 일반세균 등 먹는물기준에 의한 수질검사결과 자료는 <표 5-3>에 정리하였다.



< 그림 5-1 > 장흥군 지하수 수질 검사공 위치도

< 표 5-1 > 현장간이수질검사 결과

관정번호	위 치	온도	EC	pH	TDS	비고
D307	장흥군 대덕읍 연지리 54-3	17.0	447	6.8	29.1	
D238	장흥군 용산면 어산리 831-2	16.7	221	7.03	14.4	
D206	장흥군 안양면 운흥리 555-2	17.4	159	6.92	10.3	
D144	장흥군 장흥읍 축내리 19-1	16.4	254	7.12	16.5	
D001	장흥군 유치면 운월리	17.2	210	7.82	13.7	
D094	장흥군 부산면 금장리	15.9	92	6.8	6.0	
D065	장흥군 장동면 북교리 221-1	15.8	165	7.8	10.7	
D331	장흥군 회진면 덕산리 189	16.8	278	7.6	18.1	
D300	장흥군 대덕읍 연지리 5-2	17.0	109	8.1	7.1	
D291	장흥군 관산읍 삼산리 650-1	16.6	674	8.45	43.8	
D272	장흥군 관산읍 옥당리 377-4	16.2	99	7.86	6.4	
D255	장흥군 용산면 녹원리 265-1	16.5	169	9.3	11.0	
D190	장흥군 안양면 비동리 66-7	16.3	273	7.45	17.8	
D034	장흥군 장평면 우산리 46	16.5	164	10.5	10.7	
D051	장흥군 장평면 축내리 570-35	15.5	260	8.11	16.9	

5-1. 현장 간이수질검사

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

○ 수소이온 농도(pH)

장흥지역 지하수의 수소이온농도(pH) 범위는 최소 6.80에서 최대 10.5이다. pH 값이 6.8로 약산성에 해당되는 지하수 시료(시료번호 D307, D094)는 각각 대덕읍 연지리의 농업용수와 부산면 금장리의 생활용수이고 pH 값이 7.45로서 약알칼리에 해당되는 지하수 시료(시료번호 D190)는 안양면 비동리의 농업용수이다.

○ 온 도

장흥지역의 지하수 수온은 최소 15.5℃에서 최대 17℃이다. 수온이 최대값으로 나타나는 지하수는 대덕읍 연지리의 농업용수(시료번호 D307, D300)이며, 최소값을 보여주는 지하수 시료는 장평면 축내리의 농업용수(시료번호 D051)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).

장흥지역 지하수의 전기전도도는 최소 92 μ s/cm에서 최대 674 μ s/cm, 평균 232 μ s/cm로 나타난다. 전기전도도가 최소인(시료번호 D094) 지하수는 부산면 금장리의 생활용수이며, 전기전도도가 최대값을 보이는 지하수(시료번호 D291)는 관산읍 삼산리의 농업용수이다<그림 5-2>.

< 표 5-2 > 주요이온성분 수질분석 결과

(단위 : mg/ℓ)

공번	읍·면	양 이 온				음 이 온			
		Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
D206	안양면	28.5	1.01	4.73	13.8	8.57	11.634	0.545	2.605
D238	용산면	36	3.53	6.83	23.2	15.56	18.578	1.719	2.38
D144	장흥읍	53.4	1.19	6.32	24.9	13.11	16.392	1.492	4.001
D307	대덕읍	104	3.39	3.91	52	21.79	0.0	13.839	3.973
D001	유치면	32.2	0.578	0.581	29.7	7.34	12.01	1.57	6.983
D331	회진면	79.7	2.14	5.51	22.7	26.68	30.237	6.041	8.572
D272	관산읍	21.7	1.28	1.9	6.86	11.3	10.375	3.853	2.464
D065	장동면	25.3	1.52	3.39	20.3	18.3	6.501	0.0	2.464
D255	용산면	35.7	0.655	0.572	22.6	12.93	7.665	0.0	14.285
D291	관산읍	140	30.0	5.0	11.3	25.43	0.0	1.747	38.513
D300	대덕읍	25.6	0.781	1.14	9.32	26.12	13.977	0.278	3.572
D094	부산면	13	1.16	1.65	8.67	10.81	6.983	1.553	3.011
D190	안양면	58.6	2.14	7.39	28.3	34.9	23.038	3.355	10.478
D051	장평면	45.4	6.11	3.74	32.2	24.51	27.499	6.66	1.546
D034	장평면	99.5	1.1	1.05	5.97	6.81	4.069	0.007	9.33

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, SO₄, HCO₃, NO₃)을 분석하였다. 본 보고서에서는 조사지구가 내륙과 해안이 공존함을 감안하여, 지역별로 해수침투 등을 고려하여 분석하였고, 결과치에 대한 Piper trilinear diagram 등을 각각 <표 5-2>와 <그림 5-2, 5-3> 등에 나누어 정리하였다.

○ 지하수 유형의 분류

장흥지역의 지하수는 탐진강을 중심으로 소평야지대가 형성된 중서부지역과 산계가 잘 발달되어있는 북부와 동부지역으로 구분되며, 지하수의 수질특성은 주변 대수층의 환경과 구성물질에 의해서 좌우되므로 서로 상이한 지화학적 특성이 내포되어 있을 것으로 판단된다. 장흥지역 지하수에 대한 지화학적 특성을 알아보기 위하여 양이온 Na, K, Ca, Mg와 음이온 Cl, SO₄, HCO₃, NO₃를 분석하였으며, 함량을 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. 장흥지역의 지하수를 기반암의 분포위치에 따라 퇴적암류(유치역암), 화산암류(부용산분출암), 변성퇴적암류, 고기편마암류로 구분하고, 지역적 위치에 따라 동부지역 지하수와 서부지역 지하수로 구분하여 Piper trilinear diagram에 도시하였다<그림 5-2, 5-3>.

장흥지역 15개 지하수시료에 대한 Piper diagram을 분석하여 보면 전반적으로 Na+K성분이 우세한 Sodium + Magnesium type에 도시되고, Bicarbonate type 영역에 해당된다.

조사지역 내에서 분석된 지하수 이온함량을 바탕으로 간략하게 수질을 판명하여 볼때 Na+K 성분과 Cl 성분의 함량이 비교적 높아 지하수의 수질은 양호한 것으로 사료된다. 또한 Ca+Na+K 성분으로 지하수의 경도를 판단해 볼 때 조사시료는 전체적으로 중경수인 것으로 나타나며, 소수 시료에서 경수 또는 연수특성을 보여준다.

조사지역내에서 구분된 암질들을 기반암으로 하는 지하수를 Piper trilinear diagram에 도시하면 Bicarbonate-Hardness형에 속한다. 이들은 Ca+Mg 유형과 HCO₃ 유형이 우세한 영역에 투영되어 CaCO₃형 지하수 수질을 나타낸다.

편마암 지역에서 채취한 지하수를 Piper trilinear diagram에 도시한 결과 전체적으로 산재되어 있는 형태를 보이고 있기 때문에 쉽게 구분하기는 어려우나 대체적으로 양이온은 Ca+Mg가 우세하고, 음이온은 HCO₃+CO₃가 우세한 중탄산경도(Bicarbonate-Hardness)형에 속하며, 일부 시료에서는 Cl 성분(0~65%)이 우세한 지하수 형태를 보이기도 한다.

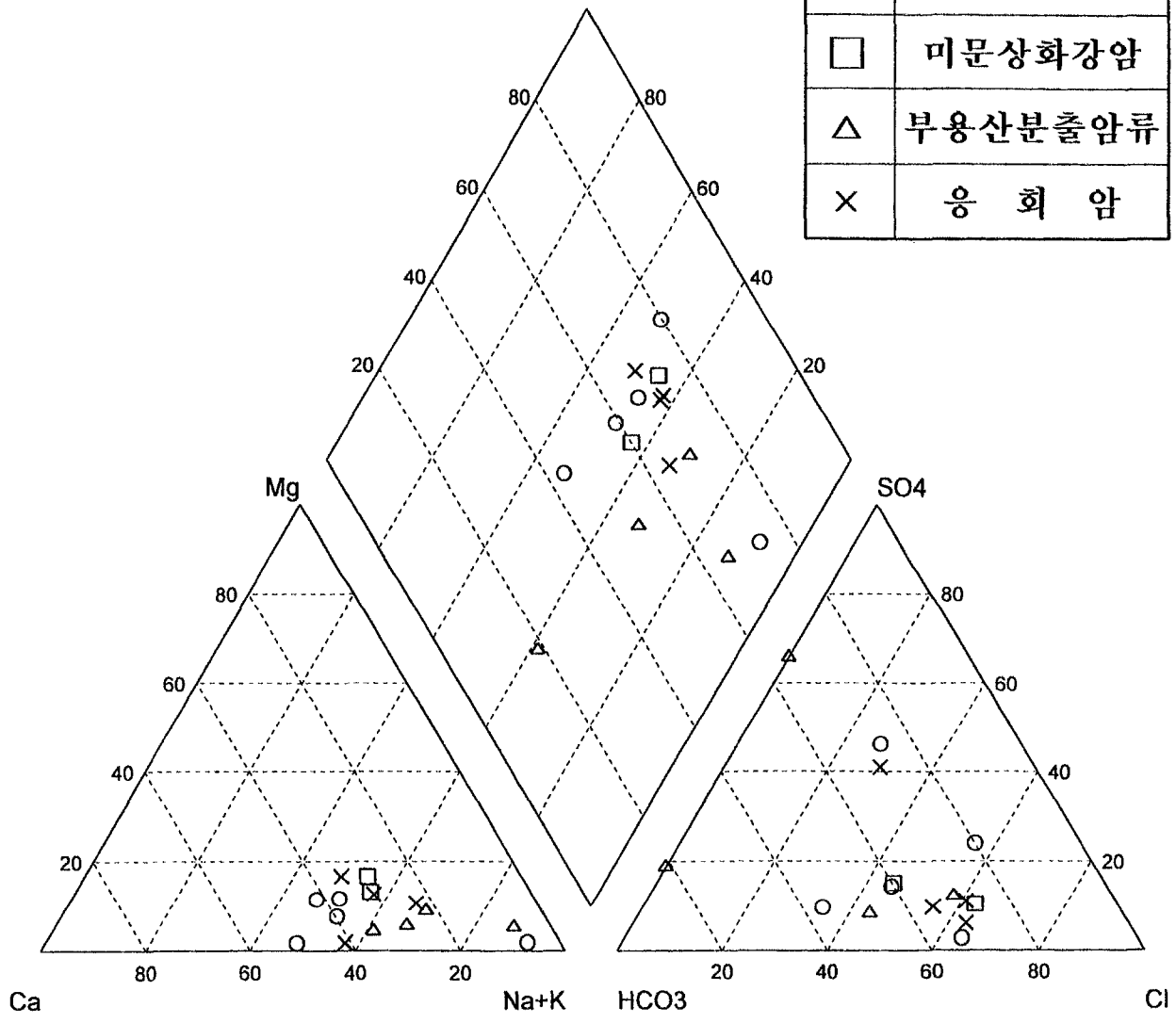
그 외 장흥 지역에서 암질별로 채취한 지하수를 Piper trilinear diagram에 도시한 결과, 전체적으로 양이온 Na+K 이온(50~90%)이 우세하고 음이온은 Cl 이온이 우세한 지하수 형태를 보여준다<그림 5-2>.

또한 해안지역과 내륙지역 지하수를 Piper trilinear diagram에 도시한 결과, 전체적으로 특정 영역내에 산재되어 분포하는 형태를 나타낸다. 따라서 정유형이라 규정하기는 어려우며 HCO₃ 성분이 어느 정도 우세한 중탄산 경도(Bicarbonate-Hardness)형에 가깝다고 볼 수 있다<그림 5-3>.

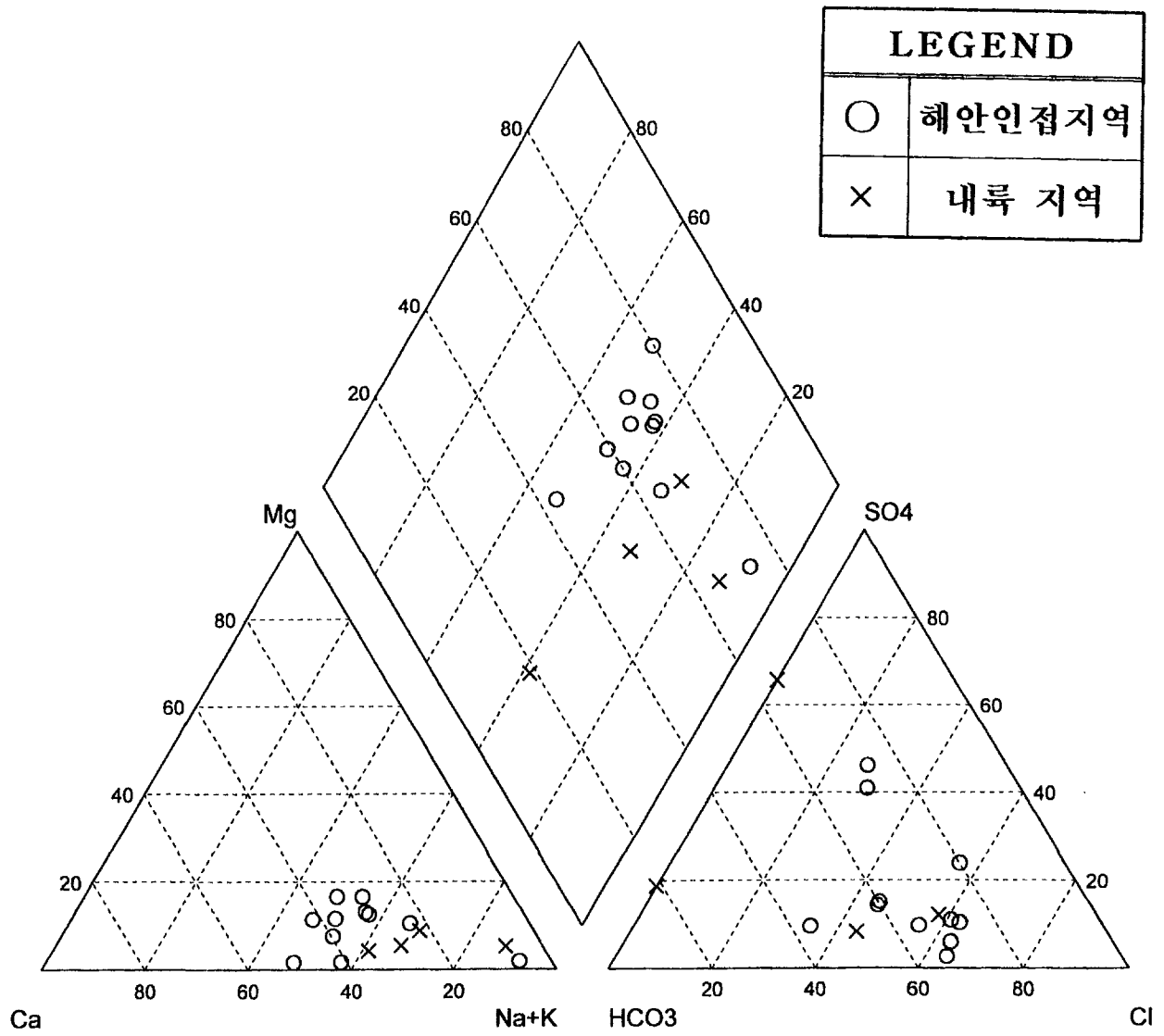
일반적인 지하수는 탄산기 이온의 함량비가 50% 내외인 영역에 도시되지만, 해수오염의 영향을 받은 지하수는 염소이온의 함량이 우세한 영역에 해당된다. Richter와 Kcitrler(1993)에 의하면 해수는 염소이온(Cl⁻)이 지배적인 음이온으로 나타나는 반면, 일반적인 지하수는 탄산이온(HCO₃⁻)과 황산이온(SO₄²⁻)이 지배적이라고 보고하였다.

본 지역의 경우 총 15개의 시료에서 염소이온 농도가 40(mg/l)이하를 나타내어 지하수의 염수화가 진전된 지역은 존재하지 않는 것으로 판단되며, 이는 본 지구가 해안과는 멀리 떨어진 내륙지역으로 해수의 침입이 이루어지지 않은 결과로 사료된다.

LEGEND	
○	화강암질편마암
□	미문상화강암
△	부용산분출암류
×	응회암



< 그림 5-2 > 암질별 구분에 의한 piper diagram



< 그림 5-3 > 지역별 구분에 의한 piper diagram

5-3. 먹는물 기준 수질검사결과

○ 색도(color)

장흥지역 지하수에서 색도가 먹는물 기준인 5도 이하인 공은 15개 조사공 중 14공으로 나타났고 5도 이상을 보인 공은 장흥읍 축내리에 위치한 D144 관정으로 색도가 8을 보였으며 양수시간 수 십분이 경과하여도 주황색의 부유물질이 다량으로 관찰되었다. 색도에 영향을 주는 인자로는 Fe 이온과 Mn 이온이 가장 크게 작용하고 부식토, 프랭크톤 및 산업폐기물의 영향도 크다(Jackson, 1993).

○ 탁도(turbidity)

장흥지역 지하수 중에서 이번 조사공 15공 중 탁도가 먹는물 기준인 2이하로 유지되는 관정은 14공이며 장흥읍 축내리에 위치한 D144 관정이 2.12의 탁도를 보여 기준치를 약간 상회하였으나 농업용수로 쓰이고 있어 관정이용에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

○ 암모니아성질소(NH₃-N), 질산성질소(NO₃-N)

장흥지역에서 암모니아성질소는 조사시료 전체가 불검출로 나타나며, 질산성질소는 15공 중 12개공에서 검출되고 있으나 모두 농업용수 수질기준을 초과하지는 않고 1개공에서 먹는물 수질기준인 10mg/ℓ 을 초과한다. 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 질산성질소<그림 5-6>는 가축의 분뇨 등 인위적인 오염에 의하여 함량이 높게 나타난다(과학기술처, 1997).

○ 과망간산칼륨 소비량(KMnO₄ consumed)

과망간산칼륨 소비량은 지하수 중에 함유되어 있는 유기물의 함량을 평가하는 오염지수이다. 장흥지역 지하수중에서 검출되는 과망간산칼륨 소비량은 0.4~1.0 mg/ℓ 이다. 안양면 비동리의 지하수(D190)는 과망간산칼륨 소비량이 1.0mg/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 남아 있는 잔류량을 말한다. 그러므로 물을 증발시킨 후 증발접시에 남아있는 잔류물은 부유물질과 콜로이드 상태의 물질, 그리고 용존물질의 합으로 나타난다. 용액속에 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^{-6} 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). 장흥지역 지하수에서 검출되는 증발잔류물의 범위는 최소 43mg/l에서 최대 277mg/l로 먹는물 수질기준인 500mg/l를 초과하지는 않는다. 증발잔류물이 최대값인 277mg/l을 보이는 지하수는 대덕읍 연지리의 농업용수(시료번호 D307)이다.

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

장흥지역 지하수 중에는 일반세균이 최대 800CFU/ml가 검출되었고, 15개 조사공중 3개공이 먹는물 수질기준(100CFU/ml이하)을 초과하는 것으로 나타났으며, 대장균군은 모든 공에서 불검출로 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, 공장폐수등의 혼입으로 지하수에서 용출될 수 있으나, 통상양수용 파이프인 아연도강관에 기인하여 흔히 지하수에서 나타나고 있으며, 금번 15개 조사공에서 모두 검출되었으나, 먹는물 수질기준(1mg/l)을 초과하는 판정은 안양면 비동리(D190)과 장동면 북교리(D065)에 위치해 있다. 그러나 대부분 농업용 관정으로 사용하고 있어 우려할 만한 수준은 아니다.

알루미늄은 화합물 형태로 자연에 풍부하게 존재하며 때로는 물에서도 발견되

나, 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 15개 관정중 2개 관정에서 검출되었으며, 먹는물 수질기준치를 초과한 관정은 없는 것으로 나타났다.

< 표 5-3 > 먹는물기준 수질검사결과

관정번호	일반세균	대장균	여시니아균	납	불소	비소	세레늄	수은	시안	6가크롬
D001	20	불검출	-	불검출	0.6	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D034	10	불검출	-	불검출	0.3	0.085	불검출	불검출	불검출	불검출
D051	0	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D065	800	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D094	200	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D144	0	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D190	10	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D206	200	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D238	40	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D255	10	불검출	-	불검출	1.7	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D272	15	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D291	70	불검출	-	불검출	0.6	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D300	45	불검출	-	불검출	0.2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D307	0	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D331	10	불검출	-	불검출	0.2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

< 표 5-3 > 계속

관정번호	암모니아성질소	질산성질소	카드뮴	페놀	총트리메탄	다이아지논	파라티온	말라티온	페니트로	카바릴
D001	불검출	1.9	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D034	불검출	-	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D051	불검출	6.8	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D065	불검출	-	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D094	불검출	1.9	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D144	불검출	1.7	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D190	불검출	3.2	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D206	불검출	0.7	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D238	불검출	1.8	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D255	불검출	-	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D272	불검출	4.4	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D291	불검출	2	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D300	불검출	0.4	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D307	불검출	17.9	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D331	불검출	6.8	불검출	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

< 표 5-3 > 계 속

관정 번호	트리 클로 로에	디클로 로에 틸렌	사염 화탄 소	테트라 클로 로에 틸렌	트리클 로로에 틸렌	디클로 로메탄	벤젠	톨루엔	에틸 벤젠	크실렌
D001	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D034	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D051	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D065	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D094	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D144	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D190	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D206	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D238	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D255	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D272	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D291	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D300	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D307	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
D331	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

< 표 5-3 > 계 속

관정 번호	유기 인	냄새	맛	색도	탁도	수소이 온농도	염소이 온농도	황산 이온	중발잔 류물	과망간산 칼륨소비 량
D001	-	적합	적합	1이하	0.3	7.5	10	7	163	0.6
D034	-	적합	적합	1이하	0.1	9	4	9	43	0.4
D051	-	적합	적합	1이하	0.2	7.1	29	-	160	0.6
D065	-	적합	적합	1이하	0.2	6.8	6	3	107	0.6
D094	-	적합	적합	1이하	0.2	3.7	6	4	60	0.8
D144	-	적합	적합	1이하	0.1	7.1	16	4	109	0.6
D190	-	적합	적합	8	2.1	6.6	23	10	207	0.5
D206	-	적합	적합	1이하	0.1	6.8	11	3	102	1
D238	-	적합	적합	1이하	0.1	6.9	18	2	153	0.7
D255	-	적합	적합	1이하	0.1	7.8	7	16	108	0.8
D272	-	적합	적합	1이하	0.1	6.6	9	3	74	0.5
D291	-	적합	적합	1이하	0.3	7.4	167	42	211	0.6
D300	-	적합	적합	1이하	0.1	7.4	12	4	92	0.5
D307	-	적합	적합	1이하	0.1	6.2	71	4	277	0.6
D331	-	적합	적합	1이하	0.5	6.4	33	9	151	0.4

< 표 5-3 > 계 속

관정 번호	절	경도	동	아연	망간	세제	알루 미늄
D001	불검출	78	불검출	0.120	불검출	불검출	0.03
D034	불검출	27	불검출	0.031	불검출	불검출	불검출
D051	불검출	98	불검출	0.176	불검출	불검출	불검출
D065	불검출	70	불검출	1.200	불검출	불검출	불검출
D094	불검출	32	불검출	0.198	불검출	불검출	불검출
D144	불검출	87	불검출	0.050	불검출	불검출	불검출
D190	불검출	110	불검출	1.410	불검출	불검출	불검출
D206	0.05	59	0.009	0.064	0.021	불검출	불검출
D238	불검출	89	불검출	0.143	불검출	불검출	불검출
D255	불검출	66	불검출	0.091	불검출	불검출	불검출
D272	불검출	39	불검출	0.028	불검출	불검출	불검출
D291	불검출	31	불검출	0.078	불검출	불검출	불검출
D300	불검출	33	불검출	0.441	불검출	불검출	불검출
D307	불검출	138	불검출	0.038	불검출	불검출	불검출
D331	불검출	87	불검출	0.183	불검출	불검출	0.04

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, 우수조)	
	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 > 장흥군 잠재오염원 현황

지역	환경오염물질 배출시설		쓰레기 매립지 (개소)	분뇨 종말처리장 (개소)	하수처리장 (개소)
	대기(개소)	수질(폐수)			
계	50	51	5	1	-
장흥읍	21	25	1	1	-
관산읍	7	6	1	-	-
대덕읍	-	3	-	-	-
용산면	3	2	1	-	-
안양면	3	-	-	-	-
장동면	3	5	1	-	-
장평면	6	4	1	-	-
유치면	1	-	-	-	-
부산면	1	-	-	-	-
회진면	5	6	-	-	-

(’99 장흥군 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

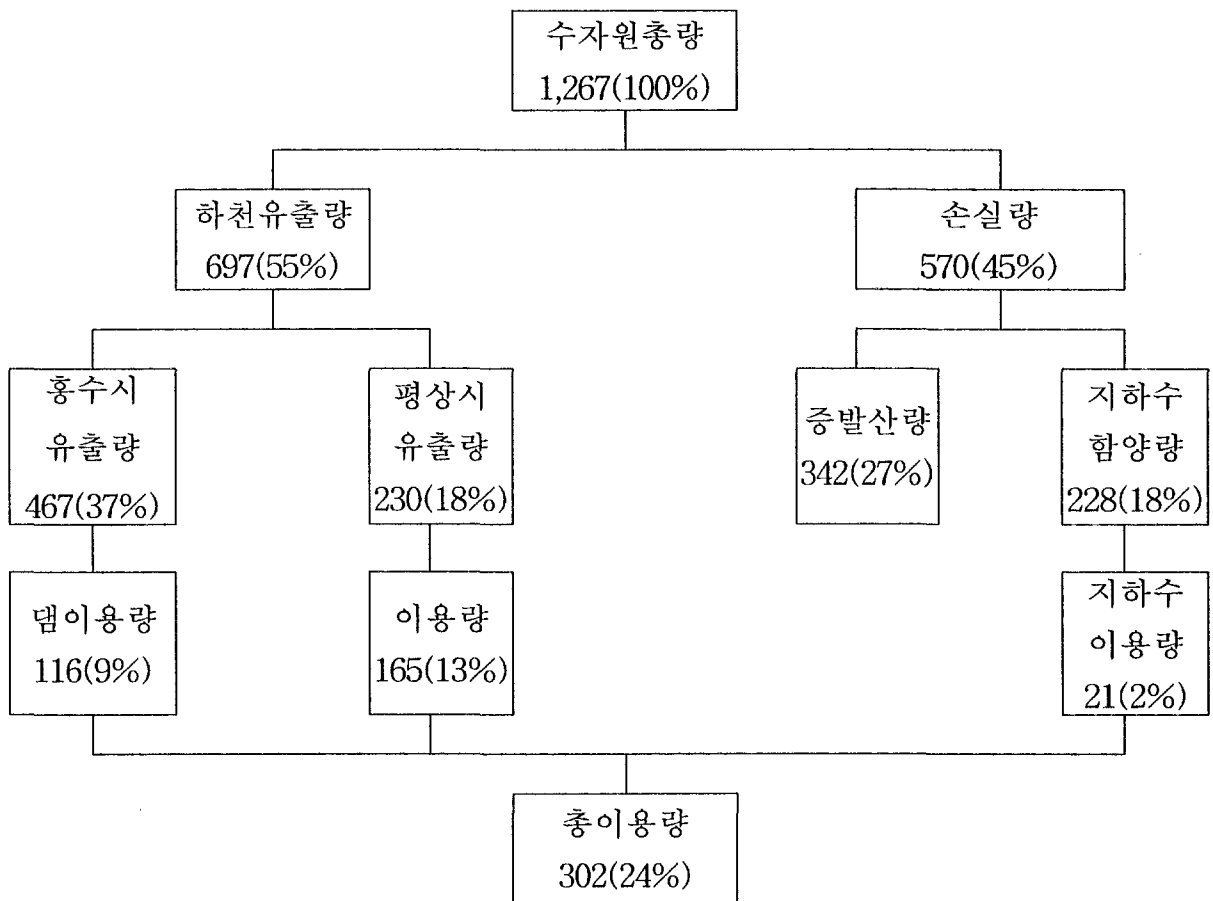
지하수 유출은 년주기별로 변동이 없다고 가정하면 지하수 함양량과 동일한 값으로 인정할 수 있다. 즉 상기 식에서 강수량은 지표수를 통한 유출량, 지하로 침투되는 함양량, 증발산량의 합으로 계산될 수 있으나, 이번 조사지역에서의 강수량 및 유출량, 함양량분석에서는 동일 방식의 계산이 어려우므로 지역 특성 및 일반화된 기준을 적용하여 산출한 수문방정식의 평형에 다소 불합리한 면이 나타난다.

6-1-1. 강수량

본 조사지역의 강수량은 2장에서 분석한 바와 같이 장흥기상대 자료를 적용하였으며 최근 10년간 연평균 강수량은 1,392.5mm이다. 연평균 강우량에 의한 유입량은 $617,934,925\text{m}^3(\text{유역면적}) \times 1,392.5\text{mm}(\text{연강수량}) = 860,473,383\text{m}^3$ 이다.

6-1-2. 유출 분석

일반적인 수자원 부족량 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 ϕ 지표법(ϕ Index method), W 지표법(W Index method), SCS 방법(Soil conservation service method) 등이 있다.



< 그림 6-1 > 우리나라 수자원현황도

본 조사에서는 기 조사된 실측유출율(지하수 이용관리방안 수립 및 대체용수원 개발지역 선정조사, 1994, 한국수자원공사) 51.7%를 적용하여 하천유출량을 추정하였다. 하천유출 총량은 연간총강수량×하천유출률로서 $617,934,925\text{m}^3 \times 0.517 = 319,472,356\text{m}^3$ 에 이른다.

증발산량을 추정하는 방법에는 여러 가지 방법이 있으나 본 조사에서는 기후인자와의 관계에 의한 Turc공식을 이용하였다. 2장에서 계산된 바와 같이 실제 연증발산량(PE)은 653.2mm이다. 따라서 본 지구에서 증발산량에 의한 손실을 653.2mm로 적용하였을 경우 증발산에 의한 손실은 $617,934,925\text{m}^3(\text{유역면적}) \times 653.2\text{mm} = 403,635,093\text{m}^3/\text{년}$ 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 f 혹은 W 지표를 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 연평균강수량, 지하수함양율의 곱으로 표현되므로 지하수함양량=지구면적(m^2)×연평균강수량(m)×지하수함양율(한정상, 1998)
 $=617,934,925\text{m}^2 \times 1,392.5\text{mm} \times 18\% = 154,885,389\text{m}^3$ 이다.

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>에 제시한 우리나라의 지하수 부존량은 지하수 부존 심도와 암질별 유효공극율에 의해서 결정된 것임을 알 수 있고, 지하수 총포장량의 40%를 산출가능포장량으로, 산출가능포장량의 20%를 가용포장량으로 추정하고 있으나, 총체적인 이용가능 범위를 추정하였기 때문에 실제 개발가능량 분석시는 기술적, 경제적 문제를 고려하여야 할 것으로 판단된다.

< 표 6-1 > 우리나라 지하수 부존량(농진공, 1991)

분포 지질별	분포면적 (km ²)	지하수 부존심도 (m)	지하수 포장량				가용포장량 (재순환가능량)		
			총 포장량		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
	충적층	(27,380)	3	35	280	14.2	110	14.2×1	110
	화성암	31,820	200	1	630	0.5	310	0.5×1/5	60
	퇴적암	28,780	800	5	11,510	2.0	4,600	2.0×1/5	920
	변성암	36,070	200	1	720	0.5	360	0.5×1/5	70
제주도	화산암	1,820	400	3.5	100	2.5	70	2.5×1/5	10

< 표 6-2 > 장흥군 지하수 부존량 추정

지질별	분포면적 (km ²)	지하수부존심도 (m)	유효공극율 (%)	지하수부존량 (백만톤)	비 고
계	617.93			134.8	
암종	변성암류	185.4	100	0.5	92.8
	화성암류	290.4	100	0.5	14.5
	퇴적암류	129.7	100	2.0	25.9
총적층	11.5	10	14.2	1.6	

장흥지역의 지하수 부존량은 금회 장흥지역 기설관정조사에서 분석된 공당 평균심도(115.5m)와 현재 전남도내에서 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 범위내에서 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 지하수개발가능량을 추정코자한다. 지하수 함양량 추정을 위하여는 유역 유출량 조사를 바탕으로 물수지 분석이 선행되어야 하나, 본 조사에서 적용한 평균지하수함양율(18%) 외에 조사지역의 총적층 및 암반층의 평균공극률을 이용하여 지하수 함양량을 산출하는 방법도 있으나 본 조사에서는 지하수 적정개발가능량을 현실적으로 경제적인 지하수 이용가능량을 감안하여 전술한 지하수함양량의 안정채수율(70%)을 고려하여 계산하였다.

< 표 6-3 > 우리나라 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

$$\begin{aligned} \text{연간지하수적정개발량} &= \text{지하수함양량(m}^3\text{)} \times \text{안정채수율(최병수, 1992)} \\ &= 154,885,389\text{m}^3 \times 70\% = 108,419,772\text{m}^3 \text{ 이다} \end{aligned}$$

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. 지하수 개발 예정 위치 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 358개공(농업용수 : 254공, 생활용수 : 100공, 기타관정 : 4공)이 조사되었으며, 대체로 수질오염 방지시설 등이 설치되어 있거나, 행정기관에서 계획적인 개발을 통하여 이용되고 있다. 따라서 본 조사 지구내에는 다양한 암석이 분포하여 암석 경계부나 파쇄대 발달 지역에서 암반 지하수의 부존을 기대할 수 있으며, 암석별로는 화강암과 편마암 분포지역에 지하수 부존이 기대된다.

7. 지하수자원 개발계획

7-1. 용도별 소요수량

본 지구는 농어촌지역으로 장흥읍, 관산읍, 대덕읍, 회진면을 제외한 6개면이 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 > 장흥지역 생활용수 소요수량

읍면별	가구수 (세대)	인구수	총수요량 (m ³ /일)	기공급량 (m ³ /일)	소요수량 (m ³ /일)	소요 관정수	비 고
계	19,647	56,961	19,650	5,641	14,009	93	<ul style="list-style-type: none"> ● 1인당 상수원 급수량 = 345 l/일 ● 생활용수관정 양수량 = 150m³/일
유치면	1,215	3,352	1,156	-	1,156	8	
장평면	1,403	3,672	1,267	-	1,267	8	
장동면	757	2,024	698	-	698	5	
부산면	843	2,110	728	-	728	5	
장흥읍	5,961	17,562	6,059	4,343	1,716	11	
안양면	1,606	4,378	1,510	-	1,510	10	
용산면	1,367	3,812	1,315	-	1,315	9	
관산읍	3,012	9,323	3,216	498	2,718	18	
대덕읍	2,011	5,924	2,044	368	1,676	11	
회진면	1,472	4,804	1,657	432	1,225	8	
* 자료 : 급수사용량('99 장흥통계연보)							

'98년 현재 장흥군 생활용수 1인 급수량을 345 l/인을 적용할 경우 추가소요수량은 14,009m³/일 정도며, 총 소요량을 지하수로 충당할시 소요관정수는 약 93개공으로 산출된다.

농업용수는 현재 답과 전을 대상으로 지표수와 지하수가 공급되고 있으며, 전체 농지면적의 74% 이상을 차지하는 밭에 대한 용수공급이 크게 부진한 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(358공*평균양수량(284m³/일))의 합계로 산출하였다. 기타용수에 대한 소요량 판단은 충분한 자료획득과 분석이 미흡하고 그 양이 과소하여 이번 조사에서는 제외하였다.

< 표 7-2 > 장흥지역 농업용수 소요수량

읍면별	농지면적 (m ²)	총 소요수량 (m ³ /일)	기공급량 (m ³ /일)	소요수량 (m ³ /일)	소요공수 (개)	비 고
계	143,526,785	459,286	83,011	376,275	853	<ul style="list-style-type: none"> ● 농지면적 = 전+답 ● 농업용수 단위면적용수량 = 64m³/ha/일 ● 농업용관정 평균양수량 =150m³ ● 총소요공수의 50% 개발목표
유치면	11,830,685	37,858	4,324	33,534	76	
장평면	18,162,831	58,121	8,012	50,109	114	
장동면	9,335,977	29,875	6,319	23,556	53	
부산면	8,451,365	27,044	9,220	17,824	40	
장흥읍	17,249,306	55,198	13,694	41,504	94	
안양면	13,426,393	42,964	11,060	31,904	72	
용산면	15,248,447	48,795	11,814	36,981	84	
관산읍	22,595,075	72,304	6,858	65,446	148	
대덕읍	15,808,677	50,588	6,894	40,694	92	
회진면	11,418,029	36,538	1,816	34,722	79	

7-2. 지하수 개발계획

농어촌지역에서도 지표수 및 지하수의 오염이 이루어지면서 생활용수 공급은 암반관정을 이용한 형태로 이루어지고 있다. 본 조사지역에서 광역상수도 보급율은 약 29%(장흥군통계연보 : 1998)정도이고, 장기적인 광역상수도 공급계획이 없을 경우 그 대안으로 암반관정의 개발이 요구되고 있으며, 농업용수의 공급 또한 향후 막대한 밭작물의 재배면적에 대한 용수공급 방안이 수립되어야 한다. 이를 위하여는 생활용수 공급용 암반관정의 이용량을 공당 150m³/일로 가정할 경우 93공, 농업용수 공급용 암반관정의 이용량을 공당 150m³/일로 계산하면 853공이 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	2006년이후	비 고
계	공수	520	25	25	25	25	25	395	
	사업비 (백만원)	32,890	1,650	1,650	1,650	1,650	1,650	24,640	
생활용수 (공)		93	5	5	5	5	5	68	
사업비 (백만원)		15,810	850	850	850	850	850	11,560	
농업용수 (공)		427	20	20	20	20	20	327	소요 공수의
사업비 (백만원)		17,080	800	800	800	800	800	13,080	50% 목표

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 하수시설이 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 정밀조사를 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 취약 지구를 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 정책결정에 반영할 수 있는 매우 중요한 과제라 할 수 있다. 따라서 지하수 관련 자료의 관리, 도면 작성, 자료 탐색 및 자료의 공간분석등을 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 중남부에 위치하며, 행정구역상 3개읍, 7개면이 포함되고, 총 조사면적 617.93km²에 대하여 광역수맥지질조사를 실시하였다.
2. 본 조사지역인 장흥군은 전라남도의 남단에 위치하며 북쪽으로 고지대인 화순군, 보성군과 경계를 이루고 남으로는 남해, 득량만과 접하며 바다 건너 고흥군, 완도군과 경계를 이룬다. 북부와 서남방지역은 산악지대로서 산계가 발달하고 탐진강과 보성강 유역, 그리고 득량만 일대의 대소하천 유역에 평야가 형성되어 있다. 장흥지역의 지질은 변성암류가 대부분이며 지역에 따라 화성암류와 퇴적암류가 분포한다. 변성암류는 화강암질편마암과 우백질화강암질편마암, 화성암류는 미문상화강암, 화강섬록암, 맥암류, 반암류 등이며, 화산암류는 용암류, 그리고 퇴적암류는 천운산층, 우산리층, 설옥리층, 용암리층 등으로 변성퇴적암류이다.
3. 조사지역 대수층의 수리적 성질을 파악하기 위하여 지역 내에 분포하는 16개의 암반관정에 대하여 양수시험을 시행하였다. Theis의 비평형방정식을 적용하여 산출한 조사지역의 평균투수량계수는 10.27m³/d, 평균자연수위는 4.64m, 평균안정수위는 36.10m, 평균양수량은 271m³/d이다.
4. 금번 조사에 이용된 원격탐사는 ERDAS IMAGINE v.8.3.1 program을 이용하여 분석·추출된 구조선 자료를 이용하였으며, 물리탐사의 예비자료로 활용하였다. 전기탐사는 조사지역에 대해 쌍극자배열법을 이용하여 총 15개 측선을 탐사하였다.
5. 금번에 장흥지역에서 조사된 시설관정은 총 358개로 이 중 암반관정이 338개소이고, 총적관정이 20개소이다. 용도별로 구분하면 농업용수가 254개(71%)로 주를 이루며, 생활용수는 100개(28%)로 나타났다. 또한 시설관정의 평균심도는 115.5m, 평균양수량은 284.3m³/d, 평균자연수위는 3.87m로 조사되었다.

6. 장흥지역의 지하수 수질분석을 위하여 15개소의 지하수관정에 대한 현장 간이 수질검사(pH, 전기전도도, 수온)와 지하수 주요이온성분 분석(8항목), 그리고 먹는물 수질기준에 의한 수질검사(44개항목)를 실시하였다.

간이수질검사 결과, pH범위는 6.8~10.5, 평균전기전도도(EC)는 92~674 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 수온은 10.5 $^{\circ}\text{C}$ ~18.3 $^{\circ}\text{C}$ 로 나타났다. 주요이온 분석치를 Piper trilinear diagram으로 도시하여 보면 전반적으로 기반암질 종류와 지역에 관계없이 HCO_3^- , Ca^{2+} , $\text{Na}+\text{K}$ 이온이 우세한 중탄산경도(Bicarbonate-Hardness)형에 속한다. 먹는물 수질검사 결과, 검사시료 15개소 중 대장균군 항목은 모두 불검출되었고, 질산성질소의 경우 먹는물 수질기준 10mg/l 이상인 곳이 1개소로 나타났다. 또한 아연은 모든 검사시료에서 검출되었으나, 먹는물수질기준치를 초과한 관정은 없었고, 알루미늄도 2개소에서 검출되었으나 먹는물 수질기준 (0.2mg/L)를 초과한 관정은 없었다. 따라서 장흥지역 전체를 평가할 때 지하수 오염도는 그다지 우려할 만한 정도는 아니라고 판단된다.

7. 지하수 자원의 효율적인 개발·이용과 합리적인 보전·관리를 위하여 물수지 분석을 실시하였으며, 분석결과 조사지역의 지하수 부존량(포장량 중 산출가능량)은 860백만톤, 지하수 함양량은 154백만톤, 연간 지하수 적정개발량은 108백만톤으로 산출되었다. 특히 잠재오염원에 의한 수질오염 예상지역은 특별히 관리되어야 할 것으로 판단된다.

8. 조사지역의 생활용수 및 농업용수로 공급하기 위한 지하수개발계획은 생활용수 기공급량은 5,641m³/일, 농업용수 기공급량은 83,011m³/일로서 추가소요수량은 849,569m³/일로 판단되며, 추가소요관정수는 150m³/일 규모의 관정 720공으로 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 groundwater, 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

장흥군광역수맥조사보고서

2000년 12월 일 발행

발 행 : 농림부, 농업기반공사

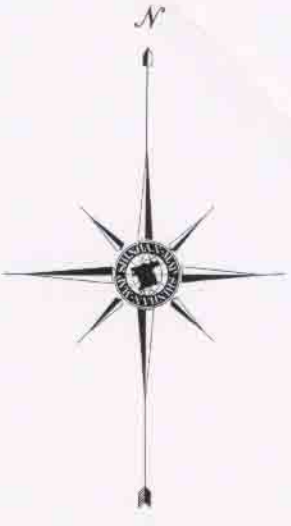
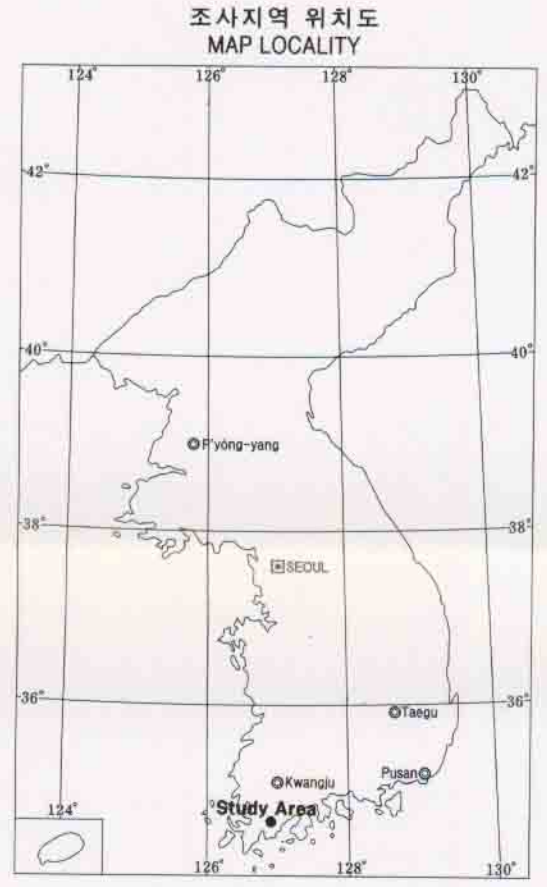
편 집 : 농업기반공사 지하수사업처

인 쇄 : 일 지 사 (02)2279-3753

장흥지구 광역수맥도

HYDROGEOLOGICAL MAP OF JANGHEUNG AREA

1 : 50,000



- 지질 (GEOLOGY)**
- QUATERNARY**
 - ~부정합~ Unconformity
 - 충적층 Alluvium
 - CRETACEOUS**
 - ~부정합~ Unconformity
 - 미문상화강암 Micrographic granite
 - ~관입~ Intrusion
 - 화산암류 Volcanic rocks
 - ~부정합~ Unconformity
 - 유치암류 Yuchi Conglomerate
 - AGE-UNKNOWN**
 - ~부정합~ Unconformity
 - 무핵결정암류 Leucocratic Granite Gneiss
 - 화강암류 Granitic Gneiss
- 지질 설명 (Geological Description):**
- 충적층은 강줄을 부선평야를 비롯한 평야지대를 중심으로 넓게 퍼져있다. 주로 실트, 모래, 자갈 등으로 구성되어 하천수계의 경안에 발달되어 있다.
 - 본 암은 안양면과 장흥읍 장동면 일대에서 발견되고 특히 장흥읍 황곡리, 삼산리, 대치리, 지동리 부근에서 부동산암, 방상결정암, 수핵결정암, 미문상화강암 등 화강암류가 분포하고 있다. 두께는 100~200m 정도이다.
 - 본 분출암은 장흥면 일부의 본 지구 중남부 지역에 분포하고 단조암류, 부동산암류, 방상결정암, 수핵결정암, 미문상화강암 등 화강암류가 분포하고 있다. 두께는 100~200m 정도이다.
 - 유치암류는 장흥면 일부의 본 지구 중남부 지역에 분포하고 단조암류, 부동산암류, 방상결정암, 수핵결정암, 미문상화강암 등 화강암류가 분포하고 있다. 두께는 100~200m 정도이다.
 - 본 화강암류는 장흥면 일부의 본 지구 중남부 지역에 분포하고 단조암류, 부동산암류, 방상결정암, 수핵결정암, 미문상화강암 등 화강암류가 분포하고 있다. 두께는 100~200m 정도이다.
 - 장흥군의 장흥면과 장동면 및 유치면과 부산면 일부를 덮고 있는 본암은 유치면과 장흥읍 일대에서 유치암류와 단조암류에 의해 분포하고 있다. 두께는 100~200m 정도이다.

- LEGEND**
- 지하수 (GROUNDWATER)**
- 지하수위등고선 Contours of groundwater table
 - 지하수 유동방향 Direction of groundwater flow
 - 관정 (φ$14''$) Rock Wells
 - CS1 수직관정 (φ$14''$) Sedimentary Wells
 - B1 시추조사구 Boreholes
 - 하천 River
- 지질구조 (GEOLOGIC STRUCTURE)**
- 지질경계 Geologic Boundary
 - 기원암상경계선 Contours of Inferred Bedrock
 - 조사구 경계선 Boundary of Study Area
- 수질의 주요성분 비교도 (PATTERN DIAGRAM OF WATER ANALYSIS)**
-

