

# 함안군광역수맥조사보고서

2000.

농 립 부  
농 업 기 반 공 사



# 목 차

1. 서론	1
1-1. 조사목적	2
1-2. 조사내용	2
2. 조사지역개요	4
2-1. 위치, 교통 및 면적	4
2-2. 토지이용 및 산업현황	6
2-3. 수문기상	7
2-3-1. 기온	8
2-3-2. 강수량	10
2-3-3. 증발산량	12
3. 수문지질조사	15
3-1. 지형 및 지질	15
3-1-1. 지형	15
3-1-2. 지질	17
3-2. 물리탐사	21
3-2-1. 원격탐사(Remote Sensing)에 의한 선구조 분석	22
3-2-2. 전기비저항 탐사	25
3-3. 양수시험	44
4. 시설관정 이용실태조사	54
4-1. 시설관정 현황조사	54
4-2. 시설관정 지하수위 조사	68

<b>5. 수질 및 잠재오염원 조사</b> .....	69
5-1. 현장 간이수질 검사 .....	69
5-2. 주요 이온 분석결과 .....	107
5-3. 먹는물기준 수질검사 결과 .....	112
5-4. 잠재오염원 조사 .....	116
<b>6. 지하수자원의 부존성 평가</b> .....	118
6-1. 물수지 분석 .....	118
6-1-1. 강수량에 의한 함양량 분석 .....	118
6-1-2. 유출분석에 의한 함양량 분석 .....	119
6-2. 지하수 부존량 및 개발가능량 .....	121
6-2-1. 지하수 부존량 .....	121
6-2-2. 지하수개발 가능량 .....	122
6-2-3. 지하수개발 예정위치 선정 .....	123
<b>7. 지하수 활용계획</b> .....	124
7-1. 생활용수 소요수량 및 공급방안 .....	124
7-2. 농업용수 소요수량 및 공급방안 .....	125
7-3. 지하수 개발계획 .....	127
<b>8. 지하수자원의 보전관리계획</b> .....	128
8-1. 지하수 환경재해 .....	128
8-2. 지하수 보전구역 .....	129
<b>9. 결 론</b> .....	133

## 표 목 차

<표. 1-1>	조 사 량 .....	3
<표. 2-1>	조사지구 면적 및 행정구역 현황 .....	5
<표. 2-2>	조사지구 가구 및 인구현황 .....	5
<표. 2-3>	조사지구 토지이용 현황 .....	6
<표. 2-4>	조사지구 산업현황 .....	7
<표. 2-5>	월별 평균기온 분포 .....	8
<표. 2-6>	월별 강수량 분포 .....	10
<표. 2-7>	월별 증발량 분포 .....	13
<표. 2-8>	Turc공식에 의한 증발산량 .....	14
<표. 3-1>	쌍극자 탐사 축선별 총괄표 .....	32
<표. 3-2>	양수시험 총괄표 .....	44
<표. 4-1>	기설관정 현황 .....	56
<표. 4-2>	지하수 용도별 이용현황 .....	67
<표. 4-3>	지하수 시설별 이용현황 .....	67
<표. 5-1>	지하수 현장 수질검사 결과 .....	70
<표. 5-2>	지표수 현장 수질검사 결과 .....	86
<표. 5-3>	지하수 이온분석 결과(ppm) .....	106
<표. 5-4>	지하수 이온분석 결과(epm) .....	106
<표. 5-5>	먹는물 기준 지하수 수질검사 결과 .....	113
<표. 6-1>	지하수 부존량 산출 .....	122
<표. 6-2>	지하수 부존량 평가에 의한 지하수 개발가능량 .....	122
<표. 6-3>	지하수 함양량 평가에 의한 지하수개발 가능량 .....	123
<표. 7-1>	생활용수 소요수량 .....	124
<표. 7-2>	농업용수 소요수량 .....	126
<표. 7-3>	연차별 지하수개발 사업량 및 사업비 .....	127

## 그 립 목 차

<그림. 2- 1> 연도별 평균기온 분포 .....	9
<그림. 2- 2> 월별 평균기온 분포 .....	9
<그림. 2- 3> 연도별 강수량 분포 .....	11
<그림. 2- 4> 월별 평균강수량 분포 .....	11
<그림. 2- 5> 월별 증발량 분포 .....	13
<그림. 3- 1> 수계도 .....	16
<그림. 3- 2> 지질계통도 .....	17
<그림. 3- 3> 지질도 .....	18
<그림. 3- 4> 조사지구 위성영상도 .....	23
<그림. 3- 5> 위성영상 필터 이미지 .....	24
<그림. 3- 6> 점전위에 의한 전위 .....	26
<그림. 3- 7> 쌍극자 탐사 축선 배열 방법 .....	26
<그림. 3- 8> 쌍극자 배열에 의한 겹보기저항 가단면도 작성법 .....	28
<그림. 3- 9> 축선 E-1 쌍극자탐사 결과도 .....	33
<그림. 3-10> 축선 E-2 쌍극자탐사 결과도 .....	33
<그림. 3-11> 축선 E-3 쌍극자탐사 결과도 .....	35
<그림. 3-12> 축선 E-4 쌍극자탐사 결과도 .....	35
<그림. 3-13> 축선 E-5 쌍극자탐사 결과도 .....	36
<그림. 3-14> 축선 E-6 쌍극자탐사 결과도 .....	36
<그림. 3-15> 축선 E-7 쌍극자탐사 결과도 .....	37
<그림. 3-16> 축선 E-8 쌍극자탐사 결과도 .....	37
<그림. 3-17> 축선 E-9 쌍극자탐사 결과도 .....	39
<그림. 3-18> 축선 E-10 쌍극자탐사 결과도 .....	39
<그림. 3-19> 축선 E-11 쌍극자탐사 결과도 .....	40

<그림. 3-20>	측선 E-12 쌍극자탐사 결과도 .....	40
<그림. 3-21>	측선 E-13 쌍극자탐사 결과도 .....	42
<그림. 3-22>	측선 E-14 쌍극자탐사 결과도 .....	42
<그림. 3-23>	측선 E-15 쌍극자탐사 결과도 .....	43
<그림. 3-24>	양수시험 결과도(Curve matching) .....	46
<그림. 5- 1>	지하수 EC 등수치선도 .....	81
<그림. 5- 2>	지하수 TDS 등수치선도 .....	82
<그림. 5- 3>	지하수 pH 등수치선도 .....	83
<그림. 5- 4>	지하수 온도 등수치선도 .....	84
<그림. 5- 5>	지하수 EC 등수치선도 .....	100
<그림. 5- 6>	지하수 TDS 등수치선도 .....	101
<그림. 5- 7>	지하수 pH 등수치선도 .....	102
<그림. 5- 8>	지하수 온도 등수치선도 .....	103
<그림. 5- 9>	지하수 수질 특성 Piper diagram .....	108
<그림. 5-10>	지하수 수질 특성 Stiff diagram .....	109
<그림. 6- 1>	수자원 계통도 .....	119

# 1. 서 론

수맥조사란, 지하수를 포함하고 있는 각 대수층의 분포상태와 수리성, 대수층에 부존된 지하수의 산출상태와 수질 등 지하수의 여러 가지 상태를 조사하는 것이며, 이들 수리자료를 일목요연하게 도면화한 것이 수맥도이다.

광역수맥조사는 이제까지 통상적으로 시행되어 온 특정지역을 대상으로 국지적인 정밀수맥조사와는 달리 넓은 지역의 일반적인 수리지질개황을 파악하기 위하여 실시되며, 지하수자원의 종합적 이용 및 보전차원에서 필요한 지하수 조사과정으로 전국 농어촌용수구역 또는 기초자치단체별로 시범조사, 표본조사, 본조사 등을 연차적으로 시행하여 지하수자원을 광범위하게 파악, 농어촌 다목적용수 개발·이용 및 보전관리 방향을 제시하는데 그 목적이 있다.

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

우리나라의 지하수조사 사업은 '60년대초 지구답사를 위주로 한 용수개발 기본 조사가 실시되었고, '66년부터 한해지역에 대한 층적층을 대상으로 한 조사가 착수되었으며, '81년 농업용수 10개년 계획의 일환인 향구 지하수개발사업으로 '82년부터는 암반에 대한 조사까지 시행되어 근래에 와서는 수질오염이 사회적으로 문제가 되면서 층적층 조사보다는 암반 지하수조사로 전환되었고, '86년부터 답작에 대하여 암반수맥조사가 시행되고 있다.

금번 광역수맥조사 위치는 함안군 전역으로 축척 1:50,000 마산, 의령, 남지, 영산도폭에 대하여 지질조사, 기설관정 이용현황조사, 지하수위조사, 양수시험, 물리탐사, 수질검사를 실시하여 이들 자료와 과거 조사지역 내에 국지적으로 수행된 수맥조사와 지하수개발 자료를 취합, 인공위성을 이용한 원격탐사 자료를 이용하여 조사지역에 대한 광역적인 지하지질 상태를 파악하여 함안군 광역수맥도를 작성하였다.



끝으로 본조사에 많은 협조를 주신 농림부, 경상남도, 함안군, 읍·면 관계관에게 감사를 드린다.

## 1-1. 조사목적

광역수맥조사는 농어촌용수 이용합리화를 위한 자원기초조사에 부응하여 농어촌 지역 지하수자원의 효율적인 개발·이용 및 보전관리를 위하여, 현행 국지적이고 분산적인 개발위주의 수맥조사 방법을 개선하여 가뭄이 극심한 40개 시·군을 대상으로 연차적으로 시행하여 시·군별 지하수자원을 광범위하게 파악함에 그 목적이 있다.

이번 조사는 함안군 전역을 조사 위치로 선정하여 지하수자원을 광범위하게 조사 파악하고 수리지질, 수문조사의 기준을 정립하여 향후 지하수자원의 개발·이용 및 보전관리의 방향을 제시하는데 그 목적이 있다.

## 1-2. 조사내용

가. 조사지구 : 함 안 군

나. 조사위치 : 경상남도 함안군 (가야읍, 함안면, 군북면, 범수면, 대산면, 칠서면, 칠북면, 칠원면, 산인면, 여항면)

다. 조사면적 : 416.75km<sup>2</sup>

라. 조사기간 : 1999. 3~2000. 12

마. 조 사 자

소 속	직종	직급	직 책	성 명	조 사 업 무 내 용
농업기반공사 경남지사	지질	2급	지하수부장	서 정 근	조사업무 총괄
	지질	3급	조 사 과장	김 순 영	조사업무 현장총괄·지도
	지질	4급	조 사 계장	신 현 체	현장조사 업무협의 및 자료수집
	지질	4급	조 사 계장	백 미 경	현장조사 및 자료수집 정리

바. 조사내용 : 조사지역의 지형, 지질 및 지역여건에 따라 조사량을 조정·안배 하였으며, 각 항목별 조사량은 다음과 같다.

< 표. 1-1 > 조 사 량

조 사 항 목	단 위	조 사 량	조사장비
○ 지구협의 답사	지구	1	함안군 전역
○ 지표지질조사	ha	2,194	
○ 지하수 이용현황조사			
-자연수위조사	회	269	
-현장간이수질검사	회	374	
○ 물리탐사			함안군 전역
-선구조 추출 (위성영상 해석)	지구	1	
-쌍극자탐사	측선	15	
-전기비저항탐사(쌍극자탐사)			
○ 수질검사			
-먹는물 기준 (45항목)	회	15	
-이온분석	회	15	

사. 조사장비

- 지표지질조사 : 클리노콤파스 2대 및 지표지질조사 장비 2set
- 선구조추출 : SPOT IMAGE, ERDAS IMAGINE(S/W)
- 물리탐사
  - ABEM SAS-300 전기탐사기 및 부스터 SAS2000, 586 노트북, Printer Electrode외
- 수질검사 : Check mate 90, HACH ONE-pH METER, DR-2000, HANNA PH Meter
- 수위조사 : 고도계 1set, 휴대용 수위측정기 2set

## 2. 조사지역 개요

### 2-1. 위치, 교통 및 면적

본 조사지구 함안군은 국립지리원 발행 축척 1:50,000의 마산, 의령, 남지, 영산도쪽에 걸쳐 위치하며, 행정구역상 동서남북의 경계는 각각 칠원면 무기리, 군북면 박곡리, 여항면 주동리, 대산면 하기리로서 면적은 416,75km<sup>2</sup>이다.

본 군은 경상남도의 중앙에 위치하며 남서로 여항산과 방어산이 솟아 남고북저의 지형으로 하계는 역류하여 낙동강과 남강에 합류함으로 양강 주변에 평야가 넓고 비옥하여 수원이 풍부하고 농경지에 적합하여 곡물이 풍요할 뿐 아니라 교통이 편리하여 동에서 서로 뻗은 남해고속도로와 북에서 남으로 뻗은 구마고속도로 및 영호남지방을 연결하는 경전선 철도가 군의 중앙을 관통함으로 교통망은 농산물 수송을 원활케 하고 인근 대도시와 일일생활권에 속한다.

조사지역은 <표.2-1>에서 나타난 것과 같이 1읍 9개 면으로 행정리 235개, 법정리 88개, 608반으로 총면적은 416.75km<sup>2</sup>으로 경남면적 대비 3.6%를 차지한다

함안군의 1998년 총 가구수 및 인구는 <표.2-2>에서 약 22,327가구에 66,865명이며, 그 중 남자는 49.7%인 33,251명이고, 여자는 50.3%인 33,614명으로 가구당 인구는 3.0명이고 인구밀도는 1km<sup>2</sup>당 160명이다.

<표. 2-1> 조사지구 면적 및 행정구역 현황

(단위 : km<sup>2</sup>, 개)

읍·면	면적	동·리		반	비고
		행정	법정		
계	416.75	235	88	608	
가야	41.22	36	11	121	
함안	28.92	22	6	49	
군북	80.46	37	17	112	
법수	34.58	23	9	56	
대산	47.55	22	8	65	
칠서	35.97	24	9	55	
칠북	32.31	16	7	36	
칠원	50.53	25	10	60	
산인	36.82	20	7	40	
여항	28.39	10	4	14	

<표. 2-2> 조사지구 가구 및 인구현황(1998)

(단위: 세대, 명)

읍·면	총계				인구밀도	가구당 인구	비고
	세대	인구					
		계	남	여			
계	22,403	67,323	33,623	33,700	161.5	3.0	
가야	5,887	19,124	9,477	9,647	463.9	3.2	
함안	1,390	3,893	1,979	1,914	134.6	2.7	
군북	3,416	9,683	4,803	4,880	120.3	2.8	
법수	1,600	4,623	2,320	2,303	133.6	2.8	
대산	2,071	6,138	3,081	3,057	129.0	2.9	
칠서	1,713	4,959	2,444	2,515	137.8	2.8	
칠북	1,111	3,069	1,562	1,507	94.9	2.7	
칠원	3,498	11,140	5,577	5,563	220.4	3.1	
산인	1,246	3,558	1,822	1,736	96.6	2.8	
여항	395	1,049	513	536	36.9	2.6	

## 2-2. 토지이용 및 산업현황

조사지역의 지목별 토지이용 현황은 총면적 416.75km<sup>2</sup>중 전 44.11km<sup>2</sup>(10.6%), 답 86.22km<sup>2</sup>(4.8%), 임야 217.59km<sup>2</sup>(78.4%), 과수원 1.63km<sup>2</sup>(0.4%) 목장용지 1.14km<sup>2</sup>(0.3%), 기타 66.06km<sup>2</sup>(15.9%)로 구성되며, 이중 전, 답 면적이 130.33km<sup>2</sup>로 전체 면적의 31.3%를 차지한다. 조사지구의 읍·면별 토지이용 현황은 <표. 2-3>과 같다.

조사지역의 98년 기준 산업현황을 보면 총 종사자는 17,823명으로 가야읍이 4,337명(24.3%)으로 타 지역에 비해 많은 인원이 집중되어 있다. 그밖에 칠원면, 군북면, 칠서면, 함안읍 순으로 5개 지역이 전체 종사자수의 77%를 차지한다.

산업별 현황을 보면 농림업, 어업 및 광업에 종사하는 인원은 총 산업종사자 17,823명중 60명(0.3%)으로 타 산업에 비해 그 종사자는 적은 편이고, 지역별로는 가야읍, 법수면, 칠서면, 칠북면에 그 산업의 대부분이 집중되어 있다. 또, 건설 및 제조업 종사자수는 9,392명(52.7%)으로 칠원면, 군북면, 함안읍, 칠서면에 발달되어 있다.

그 외의 산업으로는 교육 및 서비스, 금융보험, 국방, 공공행정 등으로 나머지 대부분의 종사자가 차지하고 있다.

<표. 2-3> 조사지구 토지이용 현황

(단위: m<sup>2</sup>)

읍면	계	전	답	과수원	목장	임야	기타
계	416,751,061	44,113,589	86,216,047	1,625,861	1,142,895	217,590,675	66,061,994
가야	41,220,084	4,925,127	12,198,466	73,829	52,992	15,902,894	8,066,776
함안	28,917,496	2,121,572	5,113,102	5,460	77,162	18,305,033	3,295,167
군북	80,461,015	6,742,964	17,060,253	61,998	59,937	44,008,420	12,527,443
법수	34,581,004	7,367,385	10,371,370	2,805	102,681	8,638,353	8,088,410
대산	47,549,551	7,293,151	13,137,975	14,234	78,677	19,262,824	7,762,690
칠서	35,966,047	5,641,781	7,096,975	72,958	18,929	13,917,089	9,218,315
칠북	32,311,158	3,708,742	6,020,450	975,170	89,754	16,893,189	4,623,853
칠원	50,535,417	2,985,209	7,275,001	133,772	211,140	33,480,823	6,449,472
산인	36,823,660	2,170,729	5,629,405	75,699	109,391	24,267,938	4,570,498
여항	28,385,629	1,156,929	2,313,050	199,936	342,232	22,914,112	1,459,370

<표. 2-4> 조사지구 산업현황

(단위: 명)

읍면	계	농림수렵업	어업	광업	제조업	전기.가스	건설업	기타
계	17,823	42	2	16	9,193	41	199	8,330
가야	4,337	22	-	-	458	35	91	3,731
함안	1,555	-	-	-	1,318	-	1	236
군북	603	7	-	-	1,420	-	8	1,168
법수	1,175	7	-	-	829	-	3	336
대산	881	-	-	8	320	-	12	541
칠서	1,732	6	-	8	1,089	-	42	587
칠북	700	-	2	-	511	-	2	185
칠원	3,494	-	-	-	2,388	6	36	1,064
산인	1,210	-	-	-	827	-	-	383
여항	136	-	-	-	33	-	4	99

### 2-3. 수문기상

우리나라는 아시아 계절풍의 영향과 중앙아시아의 고기압이 동남방향으로 이동할 때 발생하는 한랭하고 건조한 기류의 영향을 받는다. 특히, 우리나라 여름철의 기후는 해양에서 중앙아시아의 저기압권을 향하여 다습한 공기가 서북방향으로 이동하는 영향을 크게 받는다. 이때 전선이 형성되어 본격적인 우기에 접어들어 장마가 지속된다.

우리나라의 연평균 강수량은 1,274mm로 세계 평균 973mm의 약 1.3배에 이르고 있어 비교적 풍부한 듯하나, 1인당 수자원 총량은 2,900m<sup>3</sup>로 국토면적과 인구수에 비교하면 세계 평균치의 11분의 1에 불과하다. 더욱이 우리나라의 강수형태는 연중 고르게 내리는 것이 아니라 연평균 강수량의 2/3가 6월~9월 사이에 집중되어 수자원의 대부분이 홍수로 유출되는 반면, 과우기인 10~3월은 연 강수량의 1/5에 지나지 않는 등 강수량의 계절적 편중이 매우 심하여 한해와 수해를 입는 등 수자원 관리가 매우 어려운 실정이다.

지역적으로는 제주도와 남동해안 지방의 1,800mm를 최다로 하여 섬진강 하류의 1,500mm, 낙동강 하류의 1,400mm, 금강상류의 1,300mm 순으로 연간 강수량이 많은 지역을 형성하고, 적은 지역으로는 경북 북부 영양과 의성지방이며, 연간 900mm 이내이

다. 전국적으로 볼 때, 년 1,274mm의 강수량을 보인다.

우리나라의 연간 수자원량은 1,276억m<sup>3</sup>/년에 이르고 있으며, 이중 45%에 해당하는 570억m<sup>3</sup>이 증발하거나 지하에 침투되어 손실되고 55%인 697m<sup>3</sup>이 하천 또는 저유출을 통하여 유출된다. 유출량의 67%인 467억m<sup>3</sup>이 홍수시 하천을 통하여 유출되고, 33%인 230억m<sup>3</sup>이 평상시 유출된다. 또, 평상시 유출량의 75%인 172억m<sup>3</sup>과 홍수시 댐 등으로 공급받는 103억m<sup>3</sup>을 합하여 지표수로 275억m<sup>3</sup>이 이용된다.

조사지역의 기상현황을 파악하기 위하여 함안기상대의 기상자료를 수집·분석하였다.

### 2-3-1. 기온

대기의 기온변화는 직접적으로 물의 순환과정에 영향을 준다. 특히, 기온의 변화에 의한 증발, 증발산 및 식물의 성장 등의 변화는 물의 양적인 면에 영향을 주며, 기온의 차이에 의한 식물의 성장 여부 등은 유출현상 및 물의 흐름상태에도 많은 영향을 준다.

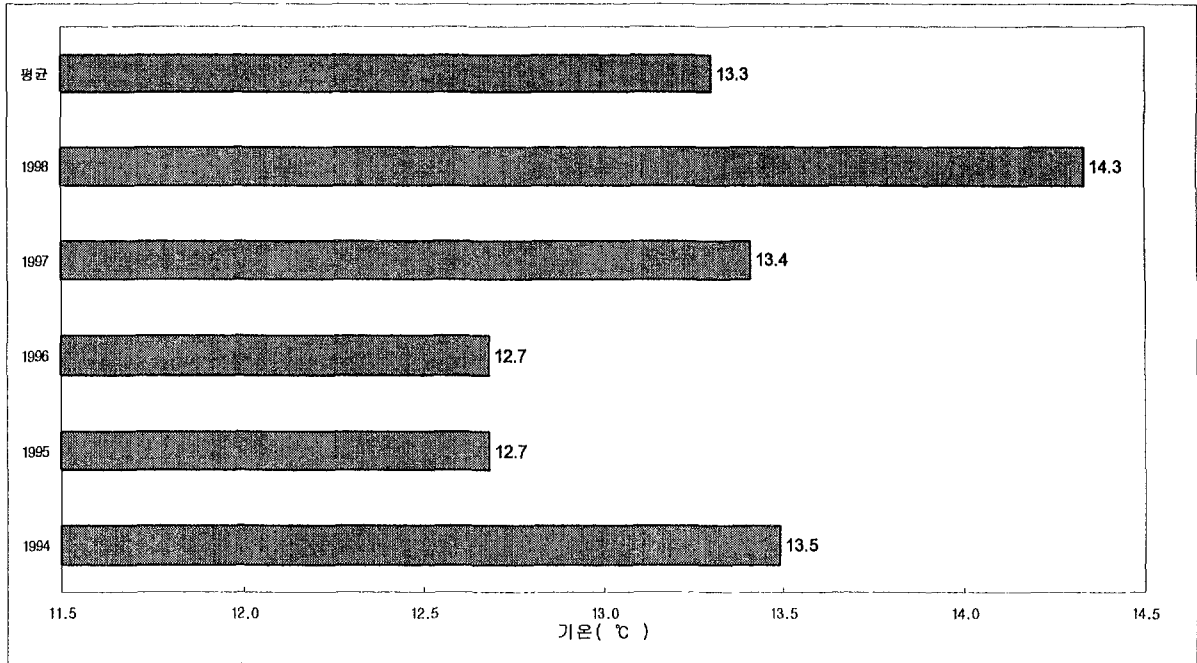
조사지역의 최근 5년 평균기온은 13.3℃를 나타내며, 전체적으로 1월에만 영하의 기온을 기록하고 월평균 기온이 영상의 기온분포를 나타내고 있다.

<표. 2-5> 월별 평균기온 분포(1994~1998)

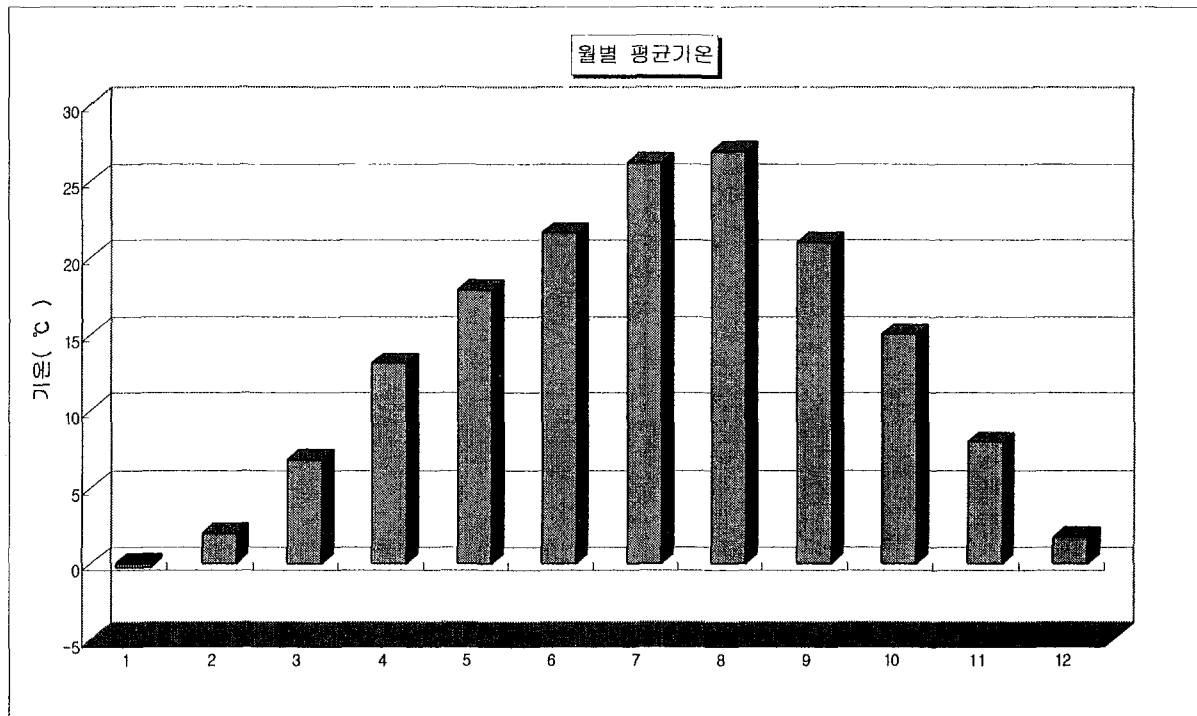
(단위:℃)

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
1994	-0.5	1.6	4.9	13.8	18.1	21.5	28.9	27.2	20.6	14.3	9.1	2.4	13.5
1995	-0.3	2.4	7.5	12.6	16.6	21.0	25.7	27.3	19.9	14.3	5.6	-0.4	12.7
1996	0.4	0.1	5.3	10.3	17.4	21.4	25.4	26.7	21.2	14.9	8.3	0.8	12.7
1997	-1.3	2.1	8.6	13.1	18.1	23.1	25.5	26.1	20.7	14	8.7	2.2	13.4
1998	0.4	3.9	7.7	15.4	19.2	21.0	25.4	27.3	22.5	17.4	8.0	3.8	14.3
평균	-0.3	2.0	6.8	13.0	17.9	21.6	26.2	26.9	21.0	15.0	7.9	1.8	13.3

최근 5년간의 연간 기온분포는 <그림.2-1>에서 보는 바와 같이 12.1~13.9℃의 범위로 비교적 고른 연평균 기온분포를 보이는 반면, 월별 기온분포는 <그림.2-2>와 같이 다양한 변화 즉, 최저치는 1월에 -1.3℃, 최고치는 7월에 28.9℃를 나타내고, 1월에서 2월 사이의 기온 분포는 평균기온 -0.3~2.0℃의 범위이며, 6월에서 7월 사이는 평균기온 21.6~26.2℃까지 상승하였다가 8월에서부터 익년 1월까지 기온이 하강하는 특징을 보인다.



<그림. 2-1> 연도별 평균기온 분포 (1994~1998)



<그림. 2-2> 월별 평균기온 분포 (1994~1998)



### 2-3-2. 강수량

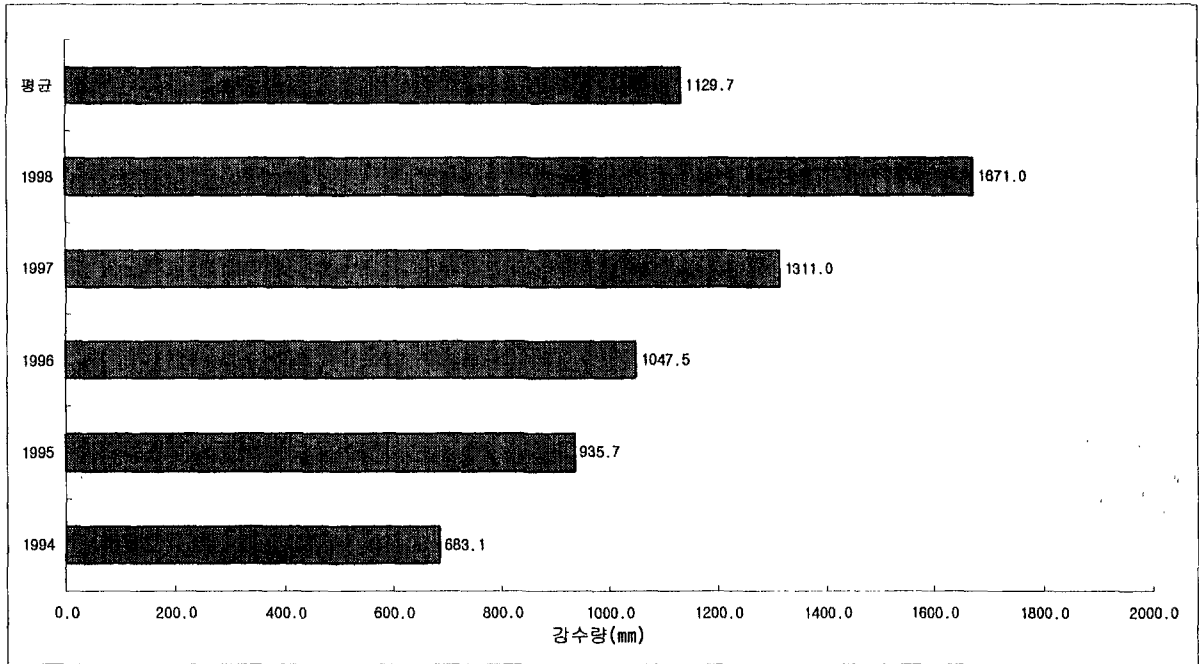
조사지구의 1994~1998년까지의 연간 강수량의 평균은 1,129.7mm/year로 한국 평균 강수량 1,274.0mm/year 보다 다소 낮은 지역이다. 강수량이 가장 적은 시기는 12월로 월간 0.0~55.0mm 범위로 월평균강수량 94.1mm/월이며, 강수량이 가장 많은 시기는 8월로 월간 79.5~361.0mm 범위로 월평균강수량 189.9mm/월이다. 최근 5년간의 연간 강수량 분포는 <그림.2-3>에서 보는 바와 같이 683.1~1671.0mm/년으로 연간 변화가 심하게 나타나며, 강수량이 800mm/년에 못 미치는 경우도 간혹 발생하여 한해발생의 원인이 되고 있다.

<표. 2-6> 월별 강수량 분포

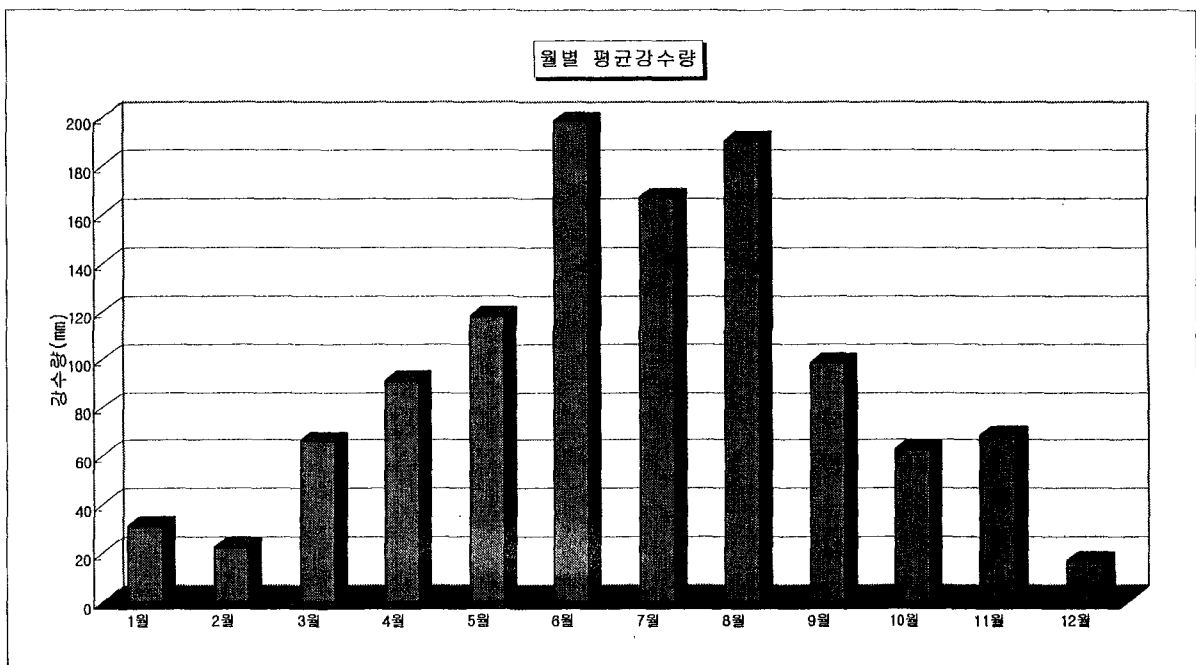
(단위:mm)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
1994	21.2	32.0	32.3	60.0	134.3	56.5	52.5	79.5	14.4	140.1	52.5	7.8	683.1
1995	25.0	22.0	57.9	113.5	115.7	77.5	200.2	192.8	51.1	77.0	3.0	0	935.7
1996	31.0	6.0	162.5	63.5	58.5	324.0	147.5	87.0	49.0	30.0	69.5	19.0	1047.5
1997	14.0	10.0	34.0	74.0	137.0	271.0	271.0	229.0	12.0	1.0	203.0	55.0	1311.0
1998	64.0	42.0	43.0	145.0	145.0	263.0	162.0	361.0	366.0	65.0	14.0	1.0	1671.0
평균	31.0	22.4	65.9	91.2	118.1	198.4	166.6	189.9	98.5	62.6	68.4	16.6	1129.7

월별 강수량 분포를 볼 때, 월평균 강수량은 94.1mm이고, 6월에서9월까지만 월평균 강수량보다 많은 강수를 보여주고 있다. 연중강수량의 월별 점유율은 우기인 7월, 8월에 연간 전체 강수량의 31.6%가 집중되어 나타나고, 6월에서 9월 사이 4개월에 내리는 강수량은 연 강수량의 57.8%에 달하며, 이중 약 90%이상이 증발 혹은 지표유출로 바다로 유실되고 있다.



<그림. 2-3> 연도별 강수량 분포 (1994~1998)



<그림. 2-4> 월별 평균강수량 분포 (1994~1998)

### 2-3-3. 증발산량

일반적으로 증발산량(ETR)은 지표면에 떨어진 강수가 지표면이나 호수, 강물 및 바다 등의 표면에서 기화되거나 토양하부로 침투된 물이 토양의 모세관력에 의하여 지표로 노출되어 대기중으로 증발(Evaporation)하는 물과 식물의 생리현상으로 인해 엽수면에서 공중으로 날아가는 발산(Transpiration)의 합을 의미한다.

따라서 강수로 지표면에 도달하기 전에 다시 대기중에서 증발하는 양은 제외되며 수면으로부터의 증발과 식물로부터의 발산의 합으로 수분이 기체상태로 대기중에 환원되는 양이다. 이는 기상학적 인자 이외에도 식물의 종류, 색깔의 농도, 투수계수, 입자의 크기, 토양의 함수율 등이 직접적인 영향인자가 된다.

우리나라의 년평균 증발량 분포를 보면 태양에너지의 입사량이 많은 위도가 낮은 남쪽으로 갈수록 증가되고 해안지방이 내륙지방보다 많은 경향을 보이는 것으로 보다 수면증발량은 기온과 온도에 의해 크게 좌우됨을 알 수 있다.

증발산량의 측정방법에는 직접측정에 의한 방법, 이론적 방법, 기후인자와의 상관관계에 의한 방법 등이 있다.

본 조사에서는 인위적으로 만든 증발접시에서 자유수면으로 부터의 직접적인 증발산량 측정으로 얻어진 합천에서 근접한 진주기상대에서 측정한 최근 5년간의 계기증발량 자료를 참고로 하였다

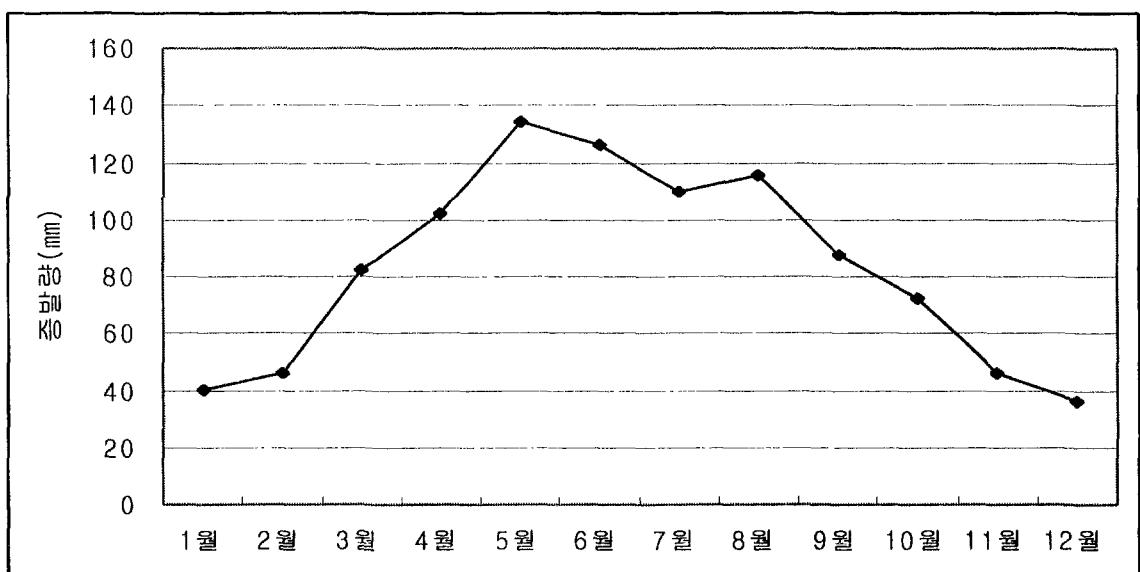
계기증발량 자료에서 연간 증발량은 901.4mm/년에서 1,087mm/년 사이로 평균 998.9mm/년이며, 가뭄이 극심했고 강수량이 적었던 해일수록 평균치 이상의 높은 증발량을 보여주고 있다. 월별 증발량은 1월의 31.7~49.4mm/월 사이로 평균 40.0mm/월로 최소치를 보이며, 8월의 평균 계기증발량이 131.5mm/월로서 최대치를 나타내고 있다. 또한, 4월부터 9월까지의 하절기 6개월 사이에 평균 100mm/월 이상으로 연 증발량의 67.7%를 차지하고 있다.

인위적으로 만든 증발접시에서 자유수면으로부터의 직접적인 증발산량 측정은 실질적인 증발산량과는 많은 차이가 있기 때문에 이의 측정을 위하여 증발산량에 영향을 미치는 각종 요인인 강수량, 기온, 증기압, 풍속 및 지표면 조건 등을 이용한 계산식들이 발표되어 왔으나 서로 상이한 수문조건 때문에 실제와는 상당한 오차를 갖게 된다.

<표. 2-7> 월별 증발량 분포

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
1980	42.6	53.3	72.2	100.8	134.4	121.1	77	73.8	92.8	60.5	41.7	31.2	901.4
1981	38	36.2	86.1	107.5	140.9	115.8	134	127.3	94.4	69.8	43.5	39.8	1033.3
1982	38.4	38.6	83.0	99.6	128.7	141.7	107.4	106.7	94.2	71.5	39.1	31.8	980.7
1983	31.7	42.3	73.0	94.8	120.8	138.6	108.1	139.6	77.6	69.4	51.0	45.1	992.0
1984	49.4	58.8	97.6	109.6	146.8	113.0	122.9	131.9	77.9	91.2	55.3	32.6	1087.0
평균	40.0	45.8	82.4	102.5	134.3	126.0	109.9	115.9	87.4	72.5	46.1	36.1	998.9

조사지역에 적용한 이론적 방법에 의한 증발산량 추정은 Penman(1984), Thornthwaite (1954), Turc(1975) 등의 공식 중 Turc 공식을 이용하여 증발산량을 산출하였다. 증발산량 산정의 이론적 방법으로는 공기동력학적 방법과 에너지 보존법칙의 방법이 사용되었으나 증발산(ETR)의 경우에는 식물 표면으로부터의 발산이 고려되어야 하므로 자유수면에서와 같은 공기동력학적 방법만으로는 사용될 수 없다. 즉, 증발산량 산정은 자유수면 및 식물의 표면으로부터의 증발량이 계산되어야 한다. Turc 공식에 의한 증발산량 계산은 토양 내 포함되어 있는 수분의 증발과 지표면 식물에 의한 증발산량을 포함한 것으로, 본 조사지역 내 평균기온과 강수량은 함안기상대에서 측정된 자료를 이용하였다.



<그림. 2-5> 월별 증발량 분포

Turc 공식에 의한 이론적인 증발산량(ETR) 계산은 다음과 같다.

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + P^2/L^2}} \quad \text{여기서, } P \text{ (연평균 강수량)} = 1,129.7\text{mm}$$

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3 = 695.8\text{mm}$$

$$T \text{ (연평균 기온)} = 12.2^\circ\text{C}$$

따라서, 증발산량 (ETR) = 600.8mm/년이다.

Turc 공식을 사용한 이론적인 연평균 증발산량은 계기증발량 측정에 의한 연평균 증발량 1,129.7mm/년에 비해 약 53.2% 수준에 불과하다.

<표. 2-8> Turc 공식에 의한 증발량

연도	Turc공식에 의한 증발산량			
	증발산량 (ETR)	연강수량 (P/mm)	연평균기온 (T/°C)	L (300+25T+0.05T <sup>3</sup> )
1980	493.3	683.1	11.8	677.2
1981	563.4	935.7	12.1	686.4
1982	600.2	1047.5	12.6	715.0
1983	631.6	1311.0	12.5	710.2
1984	635.8	1671.0	11.9	681.8
평균	584.9	1129.7	12.2	694.1

## 3. 수문지질조사

### 3-1. 지형 및 지질

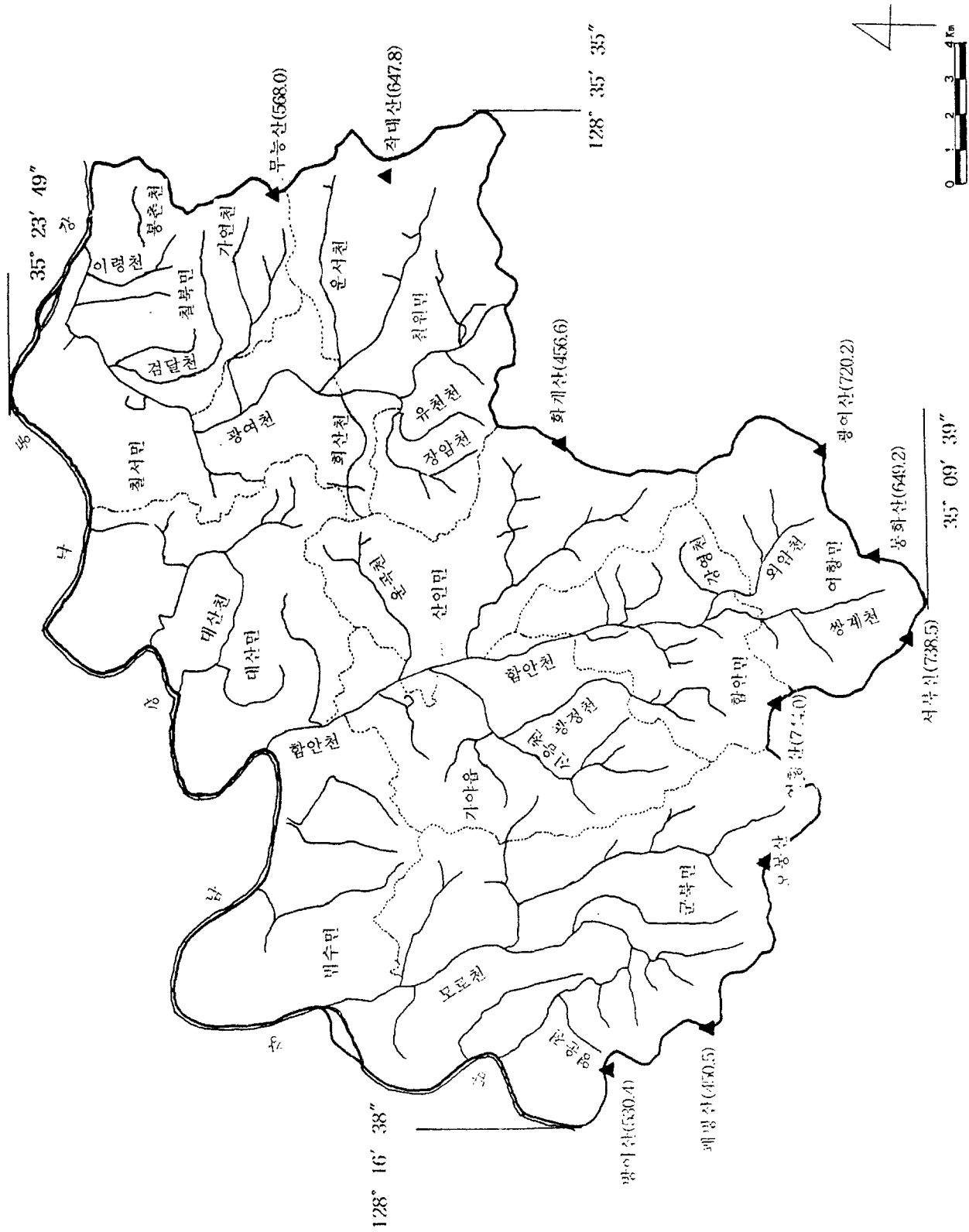
#### 3-1-1. 지 형

조사지역의 지형은 기계적 풍화에 약한 퇴적암류가 넓게 분포한 북-남쪽으로 평야가 넓게 분포하고 풍화에 강한 화강암류가 분포한 동-남지역에 비교적 높은 산들이 위치해 있다.

조사지역은 북서쪽으로는 남강을 경계로 의령군과 북동쪽은 낙동강을 경계로 창령군과 접해 있으며 남서쪽으로는 진주와 남동쪽으로 마산과 접한다.

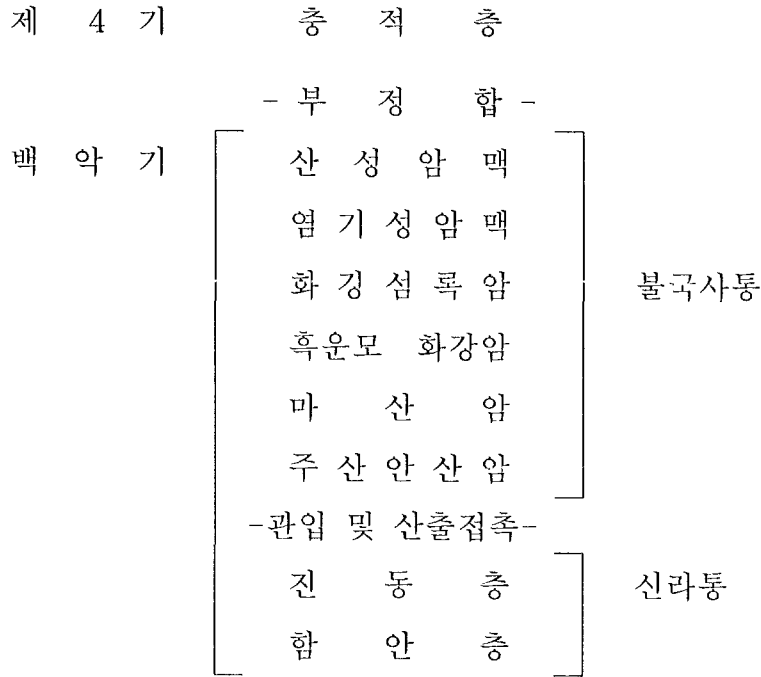
이 지역의 북동지역으로 낙동강 본류가 흐르고 있고 본 지역 내의 북서부에서 북동류하여 법수면에 이르러 다시 동절하여 대산면 장암리에서 낙동강에 합류하는 낙동강의 지류인 남강이 흐르고 있다. 이 남강의 지류들은 본 지역의 남부에서 북류하고 있어 이 유역들은 협장한 평야를 이루었다. 이들 중에서 함안면 만절리와 여항면 주동리에서 시작되어 함안면 봉성동을 경유하여 북류하는 본 지역 중 동부의 하천유역과 군북면 조곡리와 신기에서 시작되어 죽미를 경유하여 북류하는 본 지역 중서부의 하천유역 등이 주요한 평야지역이다. 이 지역들을 포함한 북반부 전역은 노년기에 해당되어 평원 내지 집평원을 형성하여 범람원의 소택 등이 발달되어 있다. 본 지역 남반부에서 오봉산 이동 지역은 장년기적 지형을 형성하여 험준한 산지를 이루었다. 본 지역의 동남부에 광여산(758m)에서 북에 초합산(460m), 안국산(348m)을 연결한 능선과 서북산, 필봉(743m), 미산령, 십이당산을 연결한 능선과 오봉산(524m), 백이산을 연결한 능선과 마기산, 쾌방산(456m), 방어산(531m)을 연결한 네 개의 능선들이 대개 서북방향을 달리고 있어 계곡들도 대개 서북에 개기되어 있다. 이들 산능을 구성한 암석은 대개 화성암이나 또는 화성암의 관입으로 경화된 퇴적암으로 되어 있다. 이 사실은 화성암이나 경화된 퇴적암은 풍화작용의 영향력에 대하여 강하기 때문이다.

남강으로 유입되는 수계로는 크게 군북면 오곡리와 신기에서 시작되어 흐르는 모로천과 여항면에서 발원하여 함안면을 거쳐 산인면과 가야읍의 경계를 형성하고 법수면과 대산면의 경계를 이루며 남강에 유입되는 함안천이 있다. 낙동강으로 유입되는 수계로는 마산시 내서면 감천리와 감목리에서 발원하여 함안군 칠원면과 칠서면을 돌아 남서→북동으로 칠서면과의 경계를 따라 흐르는 광여천이 있다.



<그림. 3-1> 수계도

### 3-1-2. 지 질



<그림. 3-2> 지 질 계 통 도

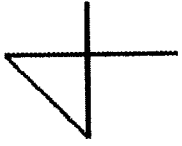
본 조사지역의 지질은 중생대에 속한 퇴적암류와 이것들에 관입 혹은 산출한 화성암류에 의하여 구성된다. 시대를 측정할만한 화석류를 발견치 못하여 명확한 지질시대를 알 수 없으나 종래 조사된 지역 및 인접지의 지층의 층순 및 암질로 보아 경상계 낙동통의 상부 신라통에 해당된다고 생각된다. 이 지역 내에 습곡이나 단층은 인정되지 않고 지층은 평온상태를 계속하여 왔다. 화성암류의 관입 혹은 분출은 퇴적암 후에 이루어진 것으로써 본 지역의 북측보다 동남측에 우세하다. 조사 지역에 분포하는 암류를 도표로 나타내면 <그림. 3-2>와 같다.

#### 가. 함 안 층

주로 자색의 세일, 이암, 사질 세일, 녹회색 사암, 사질 세일, 회색 또는 암회색의 세일, 이암, 실트스톤 등으로 구성되어 있으며 본 역에서는 경상계 퇴적암류 중 최상부를 이루고 있다.

본 층은 하부에서는 주로 자색이 우세한 세일, 이암, 사질 세일의 호층에 간혹 자색 사암이 협재되어 있으며 중부에서 자색 또는 암녹색, 회색, 암회색의 사질 세일과 사암이 우세하게 발달하고 있으며 상부에서는 자색 세일과 사암, 회색 또





< 범 레 >

- |     |        |
|-----|--------|
|     | 충전층    |
|     | 산성암맥   |
|     | 염기성암맥  |
|     | 화강섬록암  |
|     | 흑요모화강암 |
|     | 마산암    |
|     | 주산안산암  |
|     | 진동층    |
| Chc | 함안층    |
| Ch  |        |



< 그림 3-3 > 지질도

는 암회색의 사질 세일 또는 사암이 호층을 이루어 분포되고 있다.

일반적인 주향과 경사는 N20° ~60° E에 10° ~20° SE가 지배적이다. 본 층의 중부에 주로 두껍게 퇴적된 녹회색 사암을 현미경하에서 관찰하면 Subround한 석영립과 부분적으로 angular한 사장석 및 정장석이 관찰된다. 그중 일부는 녹니석화 되어있다. 각섬석, 방해석, 자철석, 갈철석 등이 미량 함유되고 전체적으로 분급이 불량하며 ditrital texture를 보여준다.

#### 나. 진 동 층

함안층을 정합으로 피복하는 진동층 하부는 자색세일을 협재하지 않는 점에서 전자와 구별되며 하부는 대체로 회색세일, 회록색 이암 등으로 구성된다. 북동-남서의 주향축을 경계로 한 북서지역의 본 층은 텍토닉알코스를 개재하는 이질 퇴적암을 주로하는 반면에 남동지역에서는 이질물의 퇴적과 안산암질암류 및 관입이 수차 반복된 호층을 이루어 분포한다.

일반적 주향은 N30° E이며 북서지역에서는 대체로 10° 이하의 동남 경사를 가지나 남동 지역에서는 15° 이상의 북서 경사를 가진다.

층리의 발달이 현저하고 주로 암회색 또는 회색 세일, 회색 알코스질 사암으로 형성되고 약간의 역암을 협재하며 혈암 중에는 많은 연흔이 관찰된다.

#### 다. 주 산 안 산 암 질 암

안산암, 반암, 입상안산암, 조면암질안산암 등의 용암류, 천처관입암체, 암상 등이 각양의 산상을 보인다.

주향축의 북서지역에서는 진동층을 피복하거나 또는 관입하여 구조축의 방향과 일치하는 북동방향으로 연장되어 상부 진동층과 접하고 있으나 남동지역에서는 분출유가 우세한 산상으로 진동층 퇴적과 호층을 이루거나 이를 관입하여 분포한다.

일반적으로 장석, 각섬석 또는 휘석의 반정을 가지고 암회색을 띠는 암상이며 육안적 반정을 갖지 않는 차트와 같은 흑색의 치밀경질암 및 대갈자색 등의 각종 색을 가지나 초생변질에 의한 대적색암이 가장 우세하다.

#### 라. 마산암

화강섬록암, 아다멜라이트(adamellite) 및 약간의 석영섬록암 등을 총괄한 통칭이다. 섬록암을 관입하며 각섬석화강암에 관입 당한다. 본 역에 분포하는 암석은 점차로 각섬석 및 사장석의 양을 감하는 반면에 흑운모 및 담홍색의 가리장석의 양을 증가하여 흑운모화강암에 이화한다. 흑운모화강암은 아마 마산암 관입 이

후에 형성된 듯 하다.

주로 화강섬록암, 아다멜라이트로 구성되고 상호 이화한다. 육안 상으로 아다멜라이트는 전자에 비해 상당량의 담육색 가리장석을 함유하며 일반적으로 담색을 띤다. 조립원정질의 견고한 암석으로 부근에서는 석재, 건축재로 사용되고 있다.

#### 마. 흑운모화강암

본 암체는 진동층에 대해 모든 화성암류보다 가장 큰 변질작용을 가함으로서 접촉부를 쳐어트 또는 규화하였다.

현미경관찰에 의하면 석영, 정장석, 흑운모와 소량의 사장석, 각섬석 등으로 구성되고 반자형입상 조직을 나타낸다.

#### 바. 화강섬록암

본 암은 방어산 의령군, 비성동 화정면, 부곡리 괘방산, 오봉산, 군북면 사당미산령, 화봉, 여항면 서북산, 진북면 광노산 등지에 저반 혹은 암주의 형태로 관입되어 있다. 흑운 암주 또는 암맥을 그 주변에 분지하여 발달시켰다. 본 암은 관입시 접촉부 퇴적암에 접촉변질작용을 입히어 퇴적암 등은 규화 경화되어 수석질 암(flint like rock) 내지 혼펠스로 변성시켰다. 특히 방어산 지역에서 보는 바와 같이 이러한 암석은 능선을 이루었고 접촉부에서 떨어진 지대에서는 원암을 파쇄 분해시키어 조곡작용을 일으켰다. 대청 암회색 내지 반흑회색 조립 내지 세립질로써 주성분광물은 석영, 사장석, 소량의 정장석, 흑운모, 각섬석 등이 포함되었고 철광도 이따금 보인다.

#### 사. 암맥

본 지역에서 화강반암을 말한다. 화강반암은 본 지역의 각처에 분포되어 있으나 이반성면 장안리에서 남북방향으로 평관리를 거쳐 학곡에 이르기까지 약 10Km의 연장을 보인다. 이 암맥은 맥폭이 2m내외이고 노두에서는 풍화되어 있으나 심부에는 견고한 백색화강반암으로 되어있다.

#### 아. 충적층

하성퇴적물로서 점토, 사 및 역으로 구성된다. 남북 방향으로 남강과 낙동강 유역에 넓은 평야를 형성하고 있다.

## 3-2. 물리탐사

조사지구 광역수맥조사를 통하여 수행된 물리탐사는 인공위성 원격탐사를 통해 영상판독 분석후 선구조를 추출하고 전기비저항 쌍극자탐사를 실시하여 지하수 부존상태와 제반 지하지질 구조를 파악하였다.

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

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

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

본 조사지구 일원에서 실시한 2차 탐사는 수문지질도의 작성을 위하여 전기비저항 쌍극자탐사를 수행하였다. 이는 평야부에 대한 전반적인 심부 구조대의 존재 확인을 위하여 전기축선을 연장설정하여 0.5~1km 에 걸쳐서 전극간격을 30m로 하여 가탐심도를 최대 100m까지 가능하도록 하였다. 조사량은 15축선으로 약 0.75km에 달한다.

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

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

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

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

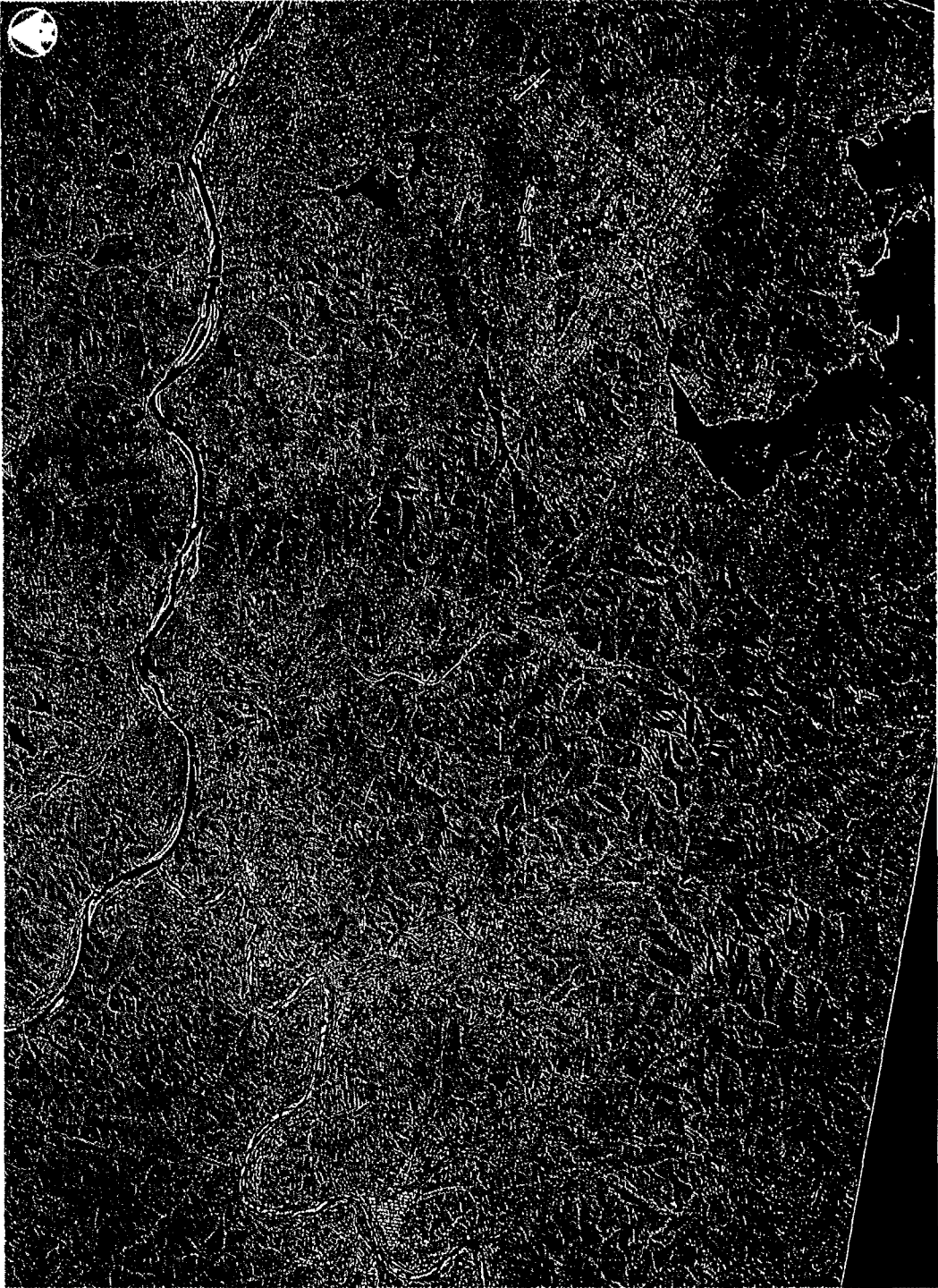
SPOT은 기존의 지상 자원탐사 위성 중 최근 발사된 위성으로(1986년, 프랑스) 0.49~0.8 $\mu$ m의 파장을 가진 가시광선과 0.8~0.91 $\mu$ m의 적외선을 이용하여 3개의 magnetic band를 가지고 5~26일의 주기로 같은 지역을 조사하게 되는데, 다른 위성들보다 높은 지상분해능을 가지며, 주사주기가 짧아 자료의 update가 빠르고 동일한 면적에서 더 많은 자료를 얻게되는 이점이 있다.

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

선구조(Lineament)란 지표면에 나타난 지형적 광역규모의 선형구조로서 암종의 차이, 암상변화 및 지질구조적인 현상을 반영한다고 할 수 있다. 지질구조선과 관련된 선구조선은 약선대이기 때문에 암반지하수 통로 역할을 할 수 있는 가능성이 많아 지하수부존과 매우 밀접한 관련이 있으며, 실제로 선구조가 발달된 지역에서 착정할 경우 지하수 산출율이 높다. <그림. 3-4>는 조사지역의 위성영상자료로서 그 영상을 해석한 후 추출한 선구조를 나타내었으며, <그림. 3-5>은 수평, 수직방향으로 필터링된 영상이다.



<그림. 3-4 조사지구 위성영상도>



5X5 FILTERING IMAGE OF HAMAN AREA(Scale=1:250,000)

<그림. 3-5 위성영상 필터 이미지>

### 3-2-2. 전기비저항탐사

전기비저항탐사는 인공적으로 대지에 아주 낮은 주파수를 갖는 강한 점전류를 보낼 때 전류가 전기를 잘 통하는 부분으로 집중되어 흐르는 원리를 활용하여 일정한 배열을 따라 땅속에 전기를 보내고 전기의 전파에 의해 발생된 전류의 크기와 이에 의해 발생된 전위분포를 측정함으로써 지하의 전기비저항치의 변화양상을 탐지 및 해석하여 지하의 지질구조(파쇄대, 단층, 지질구조대 등), 광상, 지하수, 지열지대의 부존여부 및 부존양상을 탐사하는 것이다.

전기비저항(電氣比抵抗: Electric resistivity)은 어떤 물체의 전위경도(Potential gradient)와 전류밀도(Current density)의 비(比)로서 그 단위는  $\Omega\text{-m}$ 로 표시한다. 지하구성물질이 균질하고 등방성이라면 측정된 전기비저항 값은 일정할 것이나 암석의 공극율, 공극의 유체포화율, 공극내의 유체의 성질, 조암광물의 종류, 암석구성 입자의 크기 및 성질, 고화도, 파쇄대, 균열대, 단층 및 기타 지질구조의 영향에 의하여 전기비저항 값이 달라져 전기비저항 분포 이상대를 알 수 있게 된다.

전기비저항법은 전류의 크기, 각 전극에서의 전위의 크기 및 각 전극간의 거리 등 정량적으로 측정 가능한 값들을 취급함으로써 정량적인 해석이 가능하고, 또 그 이론도 비교적 잘 발달되어 있어서 이론적 계산치와 현장 측정치를 비교 해석할 수 있다는 점에서는 매우 과학적이라 할 수 있겠다. 그러나 전류전극이 대지와 전기적으로 잘 접촉되어야 하므로 동토, 사막 등 표토층이 전기적 절연지역이거나 반대로 표토층이 너무 전기적 양도체인 경우, 지하 심부로 전류의 공급이 이루어지지 않아서 이 전기비저항법을 사용할 수 없으며, 또 실제적인 문제로 넓은 지역의 탐사에는 전극들과 전선들을 이동시키는 작업이 매우 번거롭다는 단점이 있다.

전기비저항탐사는 전극배열법에 따라 웨너(Wenner)배열법, 슬럼버저(Schlumberger)배열법, 리(Lee)배열법, 3극점(Three Point)배열법, 쌍극자(Dipole)배열법 등이 있다.

#### 가. 쌍극자배열 전기비저항탐사(Dipole-Dipole Method)

도선의 전기저항 R은 길이 L에 비례하고 단면적 A에 반비례한다. 즉,

$$R = \rho \frac{L}{A} \text{ 이다.}$$

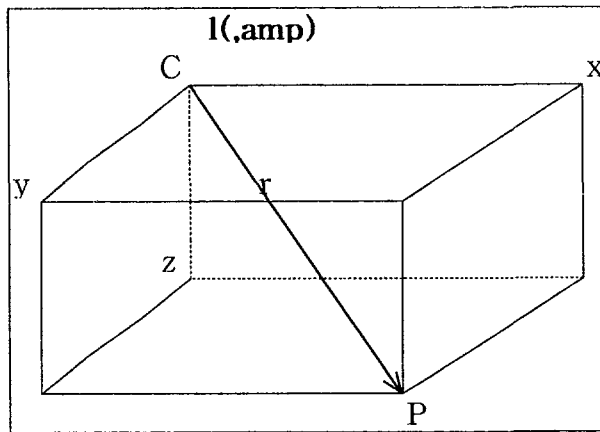
여기서,  $\rho$ 는 비례상수로서 물체의 크기 및 모양에 관계없는 물체의 전기적



특성을 나타내는 것으로 전기비저항(Electrical Specific Resistance)이라 한다. 또한, 옴의 법칙에 의하면  $R = \Delta V/I$  이므로

$$\rho = \frac{A}{L} \cdot R = \frac{A}{L} \cdot \frac{\Delta V}{I} \text{ 이 된다.}$$

여기서,  $\rho$ 의 단위는 ohm-m가 된다. 즉, 전기비저항이란 단위체적당 물질의 저항이라고 정의할 수 있다.



<그림3-6>에서와 같이 지중의 일 점 C에 아주 낮은 주파수를 갖는 강한 점전류 I(amp.)를 보낼 때, 지중의 임의의 점 P에서의 전위 V(volt)는 다음과 같다.

$$V = \frac{\rho I}{4\pi r}$$

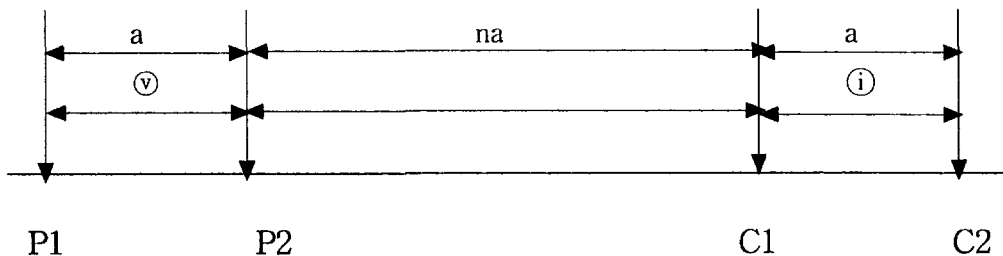
<그림. 3-6> 점전원에 의한 전위

여기서,

$$r = X^2 + Y^2 + Z^2 \text{ 이다.}$$

그러나 실제 지표면에 점전극을 위치시키고 전류 I를 보낼 때, 지표면 상부의 공기는 전기전도도가 0으로 가정할 수 있으므로 전류는 지중에서 반구상 방사상으로 흐른다. 따라서, P점에서의 전위 V는 다음과 같다.

$$V = \frac{\rho \cdot I}{2\pi r} \text{ 이 때, } Z = 0 \text{ 이므로, } r = X^2 + Y^2 \text{ 이 된다.}$$



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

<그림. 3-7> 쌍극자 탐사 축선 배열 방법

<그림.3-7>에서 지표면에 매설한 한쌍의 전류전극  $C_1(+I)$ 과  $C_2(-I)$ 를 가정하고 임의의 점  $P_1, P_2$ 에서 각각의 전위를 생각할 때, P점의 전위는  $C_1$ 과  $C_2$ 에 의한 전위차로 나타나며, 다음과 같다.

$$V_{P_1} = \frac{\rho I}{2\pi} \left( \frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1} \right)$$

$$V_{P_2} = \frac{\rho I}{2\pi} \left( \frac{1}{C_1 P_2} - \frac{1}{C_2 P_2} \right)$$

그러므로  $C_1$ 과  $C_2$ 에 의해서  $P_1$ 과  $P_2$ 의 전위차  $V$ 는 아래의 식으로 구할 수 있다.

$$V = V_{P_1} - V_{P_2} = \frac{\rho I}{2\pi} \left( \frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1} - \frac{1}{C_1 P_2} + \frac{1}{C_2 P_2} \right)$$

이것을 비저항의 식  $\rho$ 로 풀어쓰면 다음과 같다.

$$\rho = \frac{2\pi}{\left( \frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1} - \frac{1}{C_1 P_2} + \frac{1}{C_2 P_2} \right)} \cdot \frac{\Delta V}{I}$$

또한,  $K$ 를 기하학적 계수(Geometric Factor)라 하며 다음과 같고, 각종 전극배열방식에 따라 계산하여 그 값을 구할 수 있다.

$$K = \frac{2\pi}{\left( \frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1} - \frac{1}{C_1 P_2} + \frac{1}{C_2 P_2} \right)}$$

상기 식에서 쌍극자배열은 전위 및 전류전극 간격이 모두  $a$ 로  $C_1 P_1 = C_2 P_2 = (n+1)a$ ,  $C_2 P_1 = na$ ,  $C_1 P_2 = (n+2)a$ 이므로 기하학적 계수는 다음과 같다.

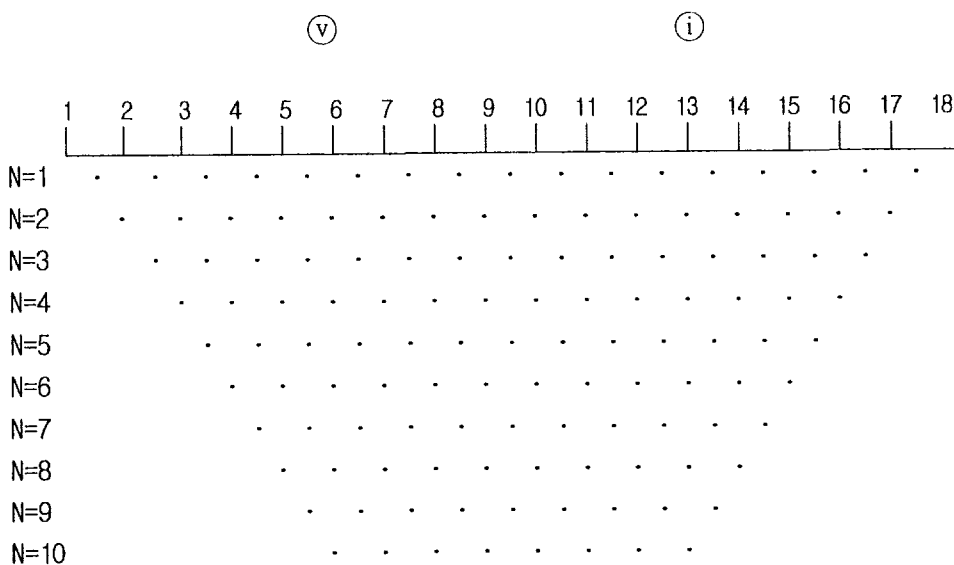
$$K = \frac{2\pi}{\left[ \frac{1}{(n+1)a} - \frac{1}{na} - \frac{1}{(n+2)a} + \frac{1}{(n+1)a} \right]} = n(n+1)(n+2) \cdot \pi \cdot a$$

또한, 쌍극자배열에 의한 겉보기비저항 (Apparent Resistivity)은 다음과 같다.

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

쌍극자 비저항탐사는 <그림. 3-7>과 같이 전류 및 전위전극 간격  $a$ 를 탐사목적 및 정밀도 등을 고려하여 결정하고,  $a, 2a, 3a, \dots, na$  간격으로 단계적으로 이동하면서 전위차를 측정하여 겉보기 비저항치를 계산한다.

야외탐사 결과치는 <그림. 3-8>과 같이 전위전극 중심과 전류전극의 중심을 연결하는 선을 밑변으로 하는 직각이등변 삼각형의 꼭지점에 겉보기 비저항치를 기입하여 수평 및 수직적 변화를 탐지 할 수 있다. 이와 같은 쌍극자배열 탐사결과 획득된 겉보기 비저항 도면을 가단면도(Pseudo-Section)라고 한다.



<그림. 3-8> 쌍극자 배열에 의한 겉보기저항 가단면도 작성법

가단면도에 나타난 겉보기비저항 값은 암석의 전기비저항치를 나타내는 것이 아니고, 표시된 수직점에서 얻어진 비저항치를 야기시키는 진짜 심도를 표시하는 것도 아니다. 그러므로 이를 해석하기 위해서는 컴퓨터에 의한 해석 프로그램이 필요한 것이다. 그러나 쌍극자 배열방법은 다른 배열방법 즉, Wenner 배열 및 Schlumberger 배열 등과 달리 신속하게 2차원적 수직-수평탐사를 행할 수 있어 비교적 광역적으로 지하 2차원 구조, 특히 전기전도도 구조(Geoelectric Structure)를 파악할 수 있는 장점이 있다.

근본적으로 Wenner 배열이나 Schlumberger 배열을 채용한 수직탐사는 1개점 하부의 심도에 따른 비저항의 변화 양상을 파악하고자 함에 목적이 있으므로 1차원적 탐사의 범주에 속한다. 지하 1개점 하부의 자세한 정보 획득에는 수직탐사가 효율적이며, 정량적이라 할 수 있다. 그러나, 암반지하수의 경우와 같이 국부적으로 발달하는 파쇄대 탐지의 문제는 그 대상이 2차원 구조이므로 2차원적인 탐사를 필요로 한다. 쌍극자배열 탐사는 1점이 아닌 1축선상에서 수평-수직 탐사를 동시에 수행하므로 2차원적 탐사로 간주된다. 물론, 쌍극자배열 탐사의 축선상에 각 측정마다 수직탐사를 수행한다면, 1개점이 아닌 축선상의 하부에 2차원적인 비저항분포를 파악할 수 있다.

또한, 수직탐사는 각 측정사이에 국부적인 이상대가 존재할 경우 이를 놓칠 우려가 많으나, 쌍극자배열 탐사는 연속적인 2차원 탐사이므로 이러한 가능성이 상대적으로 낮다고 할 수 있을 것이다. 그러나 쌍극자 배열에 의한 전기비저항 탐사 시 지표천부의 수평전기전도도 변화(Lateral conductivity variation)에 대단히 민감하므로, 그로부터 야기되는 이상대를 정확히 해석할 수 없는 어려움이 있다.

이는 쌍극자 배열 탐사가 수직탐사에 대해 갖는 큰 단점의 하나로 볼 수 있다. 이러한 난점을 해결하기 위해서 임의의 지하구조에 대한 이론치를 계산할 수 있는 컴퓨터에 의한 수치 모델링방법 및 역산법(numerical inversion)을 이용하였다.

이번 탐사에 적용한 쌍극자배열법(雙極子排列法 : Dipole-Dipole Array)은 한쌍의 전류전극과 다른 한쌍의 전위전극 간격  $a$ 를 40m로 하고 측정 간격을 40m, 80m, 120m, 160, ...으로 40m씩 단계적으로 이동하면서 각 측정에서의 전위차를 측정하여 겉보기비저항치(外見比抵抗値 : Apparent resistivity)를 구하고, 측정간격이 멀어지면 탐사깊이도 깊어지므로, 한 축선을 전개해 나가면 외견비저항의 2차원단면을 얻게 되고, 단면상에서 등비저항곡선도를 작성하여 전기비저항 분포이상대(異狀帶:Anomaly zone)를 파악하였다.

축선의 길이는 현장여건에 따라 조정하였으며,  $n=11\sim 12$ 를 택하여 가탐심도

를 100m이상 되게 하였다. 탐사위치는 1,2,3측선 (E-1, E-2이하 E-\*)은 가야읍 묘사리 일원에 E-4, E-5 측선은 범수면 윤내, 윤외리, E-6은 가야읍 검암리, E-7, E-7은 군북면 장지리, E-8은 군북면 사도리, E-9, 10은 군북면 월촌리, E-11은 대산면 평림리, E-12는 칠원면 유원리, E-13은 칠북면 이령리, E-14는 칠북면 화천리, E-15는 군북면 수곡리 등 조사지역의 평야부에 선정하였고, 측선별 내용 및 역산법에 의한 분석내용은 <표.3-1>과 같다. 전체적으로 RMS ERROR가 높은 것은 탐사방법보다는 탐사장소 및 탐사시기에 문제가 있는 것으로 짐작된다. 예를 들면, 각 측정점은 조사지역내 평야부에서 실측하였지만 비닐하우스 경작으로 논두렁 및 길 가장자리에서 탐사할 수밖에 없었으며, 계절도 초겨울이라는 점을 무시할 수는 없을 것이다.

수치모델링 역산비저항 해석자료에서는 각 쌍극자 측선별 겹보기비저항 가단면도, 계산된 이론자료의 겹보기비저항 가단면도 그리고 역산결과 해석된 진비저항분포를 칼라영상화한 2차원 단면 구조도를 도시하였다.

겹보기비저항 가단면도는 겹보기비저항의 분포양상을 천부에서 심부로 갈수록 차례로 저비저항대(청색부), 중간비저항대(녹색부), 고비저항대(적색부)로 나타난다.

2차원 비저항단면 구조도는 각 측선별 현장자료를 입력자료로하여 유한차분법 모델링(FDM modeling)과 평활화 제한을 가한 2차원 자동역산(Automatic 2-D inversion)을 수행한 결과로 지하의 진비저항분포를 도시한 것이다.

이론자료의 겹보기비저항 가단면도는 각 측선에 대한 전기비저항 탐사자료의 역산결과, 계산된 이론 겹보기비저항 가단면도를 도시한 것이다. 이들은 현장 겹보기비저항 가단면도에 비하여 다소 부드러워 졌으며, 겹보기비저항 분포는 매우 유사하게 나타난다.

이러한 점은 현장자료를 입력자료로하여 수행한 자동역산의 결과가 진비저항 분포를 갖는 각 측선의 2차원적 지하모형이 현장자료에 대한 유일해(Unique solution)는 아니라도 수학적으로 안정적인 해(Stable solution)가 될 수 있음을 의미한다.

따라서 역산결과에 대한 객관적인 타당성, 합리성을 부여할 수 있다. 그리고 진비저항 분포도는 고(적색), 저(청색) 및 중간(녹색) 비저항 암체로 구분이 가능하며, 이와 같은 구분은 본 조사지역에 분포하는 암체를 각각의 전기비저항 특성을 갖는 암체로 특징화할 수 있음을 의미한다.

고비저항 암체는 상당히 신선하고 치밀·견고한 암반이며, 저비저항 암체는 상대적으로 절리나 균열대, 단층등 파쇄대의 발달이 양호한 암반을 뜻하거나 천부풍화대 등에 의한 영향임을 의미한다. 또한 중간 비저항 암체는 상기 암체 특성의 중간적인 비저항 특성을 보이는 암상이라 하겠다. 그러므로 관심대상인 저비저항 암상은 전기구조적인 환경(Geoelectric structural environment)으로서 지하수가 유동, 집적되어 부존가능성이 가장 높은 부분인 것으로 간주할 수 있다.

한편, 위와 같이 구분한 암상이 각각의 물리적 특성을 갖는 암체라 할 때 상호 접하는 접촉대는 암상이 바뀌는 전이대(Transitional zone)로써 비저항변화율(Resistivity gradient)이 특히 큰 부분일수록 암상이 급격히 변화함을 지시한다. 이러한 의미에서 이들이 단층파쇄대나 암반균열대 등의 약대라는 해석기준이 된다.

이러한 전기적 비저항대의 구분은 암반에 대한 지하수탐사에서 중요한 의미를 갖는다. 즉, 외국의 경우 지하수 유동 및 집적이 투수성이 높은 사암층 등의 대다수 퇴적암층이 층서적인 대수층의 역할을 하는데 반하여, 우리나라와 같이 지하수 유동이 이루어지는 투수성이 높은 퇴적암의 분포가 적은 기반암체 내에서는 파쇄대가 중요한 대수층의 역할을 하게 된다. 이는 비저항의 분포상태를 결정하는 구조선이 지하수의 유동통로 역할을 하는 확률이 높기 때문이다. 그러나 전기비저항 탐사에 의해 지하수함양에 유리한 지하구조를 보인다 할지라도 그 구조사이를 채우는 물질의 특성에 의해 지하수산출과 유동이 좌우된다. 예를 들어 지하단층 구조사이에 암석쇄설물인 단층 각력이 존재할 경우에는 높은 지하수 산출을 보일수 있고, 파쇄된 정도가 더욱 심하여 파쇄면 사이에 단층점토 등의 세립물질들이 존재할 경우 지하수 함유율은 높으나 오히려 지하수 유동을 방해하는 구조로 작용할 수 있어 그 여부는 탐사 후 시추조사나 공내 TV검층 등을 이용해 더 자세히 조사할 수 있다.

위에서 기술한 바와 같은 관점에서 탐사결과를 축선별로 분석하면 다음과 같다.

<표. 3-1> 쌍극자 탐사 축선별 총괄표

NO	위치	축선방향	길이	겉보기저항		RMS ERROR
				최소치	최대치	
E-1	가야읍 묘사리	N 14 °W	500	6.11	8.02	0.7547
E-2	가야읍 묘사리	N 12 °W	500	0.57	1281	0.7380
E-3	가야읍 묘사리	N 13 °W	500	0.17	2719	0.8483
E-4	법수면 윤내리	N 77 °E	500	1.13	39063	0.9695
E-5	법수면 윤외리	N 75 °W	500	0.06	1132	0.9368
E-6	가야읍 검암리	N 37 °W	500	0.23	3426	0.8276
E-7	군북면 장지리	N 03 °E	500	0.28	5385	0.7695
E-8	군북면 사도리	N 72 °W	500	0.17	1097	1.0072
E-9	군북면 월촌리	N 95 °W	500	0.06	2572	1.0280
E-10	군북면 월촌리	N 20 °W	500	0.06	2187	1.2789
E-11	대산면 평림리	N 64 °W	500	0.06	782	0.8106
E-12	칠원면 유원리	N 40 °W	500	0.11	6011	1.2889
E-13	칠북면 이령리	N 03 °W	500	0.11	494	0.7382
E-14	칠북면 화천리	N 27 °W	500	0.11	658	0.6745
E-15	군북면 수곡리	N 40 °W	500	0.23	938	0.7726

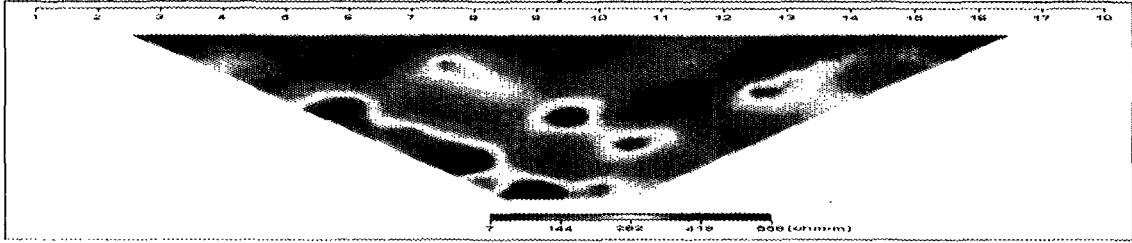
### ○ E-1축선

E-1 축선은 가야읍 묘사리 평야부 일대에 비저항분포를 측정하였다. 쌍극자 탐사 결과도와와의 2차원 비저항 단면구조도는 고심도일수록 비저항값이 증가하는 양상을 보여준다. 본 역산 프로그램은 양 끝점에서의 자료처리는 신뢰성이 떨어지므로 제외하고 고비저항체 사이에 측정점 10~11번 사이가 주위에 비해 상대적으로 낮은 비저항을 보여 지질구조 작용에 의해 파쇄정도가 상대적으로 높은 암석이 존재하는 것으로 보이므로 지하수 함양에 유리한 지질구조가 존재할 것으로 판단된다.

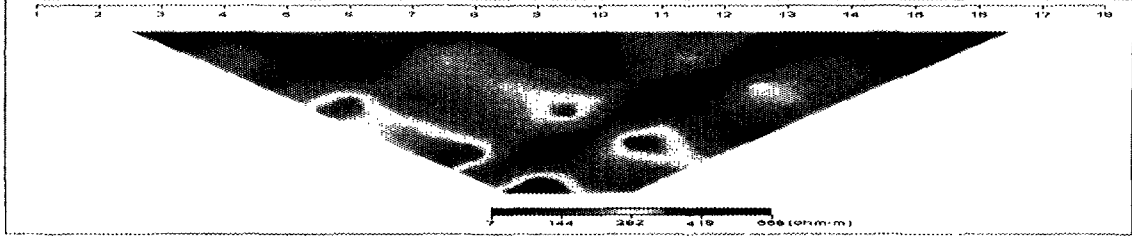
### ○ E-2축선

E-2 축선 역시 가야읍 묘사리 평원에서 N12° W방향으로 축선을 설정하였다. 결과도와 같이 10~15m 정도의 평균층적층심도를 보이며 12번 측정점부터 15번까지는 상대적으로 낮은 비저항을 보이지만 큰 차이를 보이지는 않고 6~8번 측정점에서 작은 이상을 보이나 미미한 풍화정도이거나 계측오류에 포함되는 정도이다.

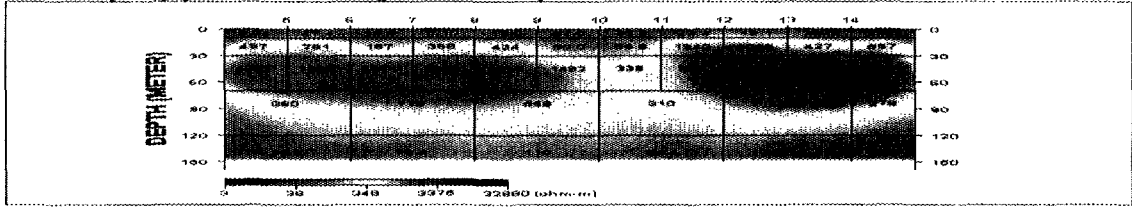
Haman(E-1) (Field Data Pseudosection)



Haman(E-1) (Theoretical Data Pseudosection)

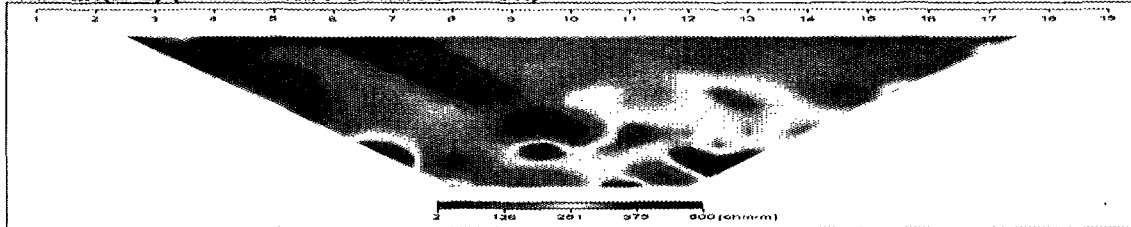


Haman(E-1) (2-D Resistivity Structure)

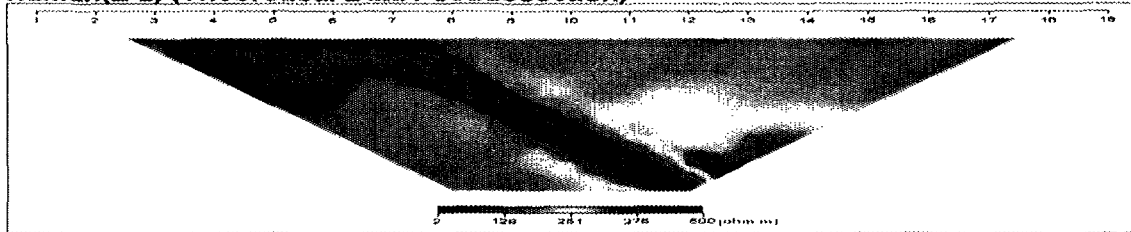


<그림. 3-9> 축선 E-1 쌍극자탐사 결과도

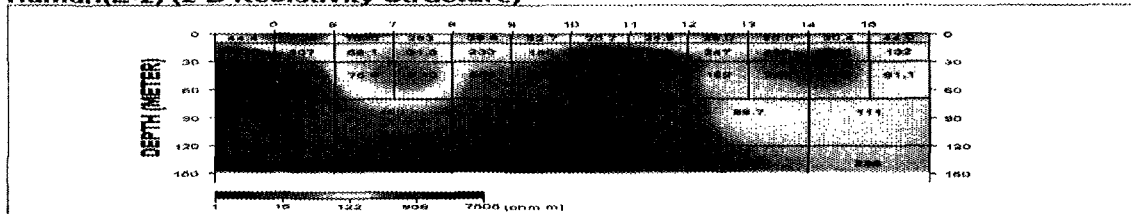
Haman(E-2) (Field Data Pseudosection)



Haman(E-2) (Theoretical Data Pseudosection)



Haman(E-2) (2-D Resistivity Structure)



<그림. 3-10> 축선 E-2 쌍극자탐사 결과도



### ○ E-3측선

E-3측선은 가야읍 묘사리 평원에서 N13° W방향으로 측정하였다. E-3측선 결과도를 보면 기반암선이 평탄하지 않고 수십 m의 기복을 보이며, 7~9번 측정점에서 70m 정도까지 상대적으로 비저항이 낮은 값을 보이거나 확연한 차이를 보이지 않아 지하수의 함양은 그리 높지 않을 것으로 보인다.

### ○ E-4측선

E-4 측선은 범수면 윤내리에서 측정하였으며 방향은 N77° E이다. E 4측선 결과도를 보면 가야읍 묘사리보다 충적층후가 더 깊은 것을 알 수 있고 암반선과의 경계 또한 명확한 편이다. 측정점 9~13까지가 상대적으로 깊은 충적심후를 보이거나 지하수의 함양에는 그리 큰 영향을 미치지 못할 것으로 생각되며 하부의 암반은 파쇄대의 존재가 발견되지 않아 지하수함양은 매우 낮을 것으로 판단된다.

### ○ E-5측선

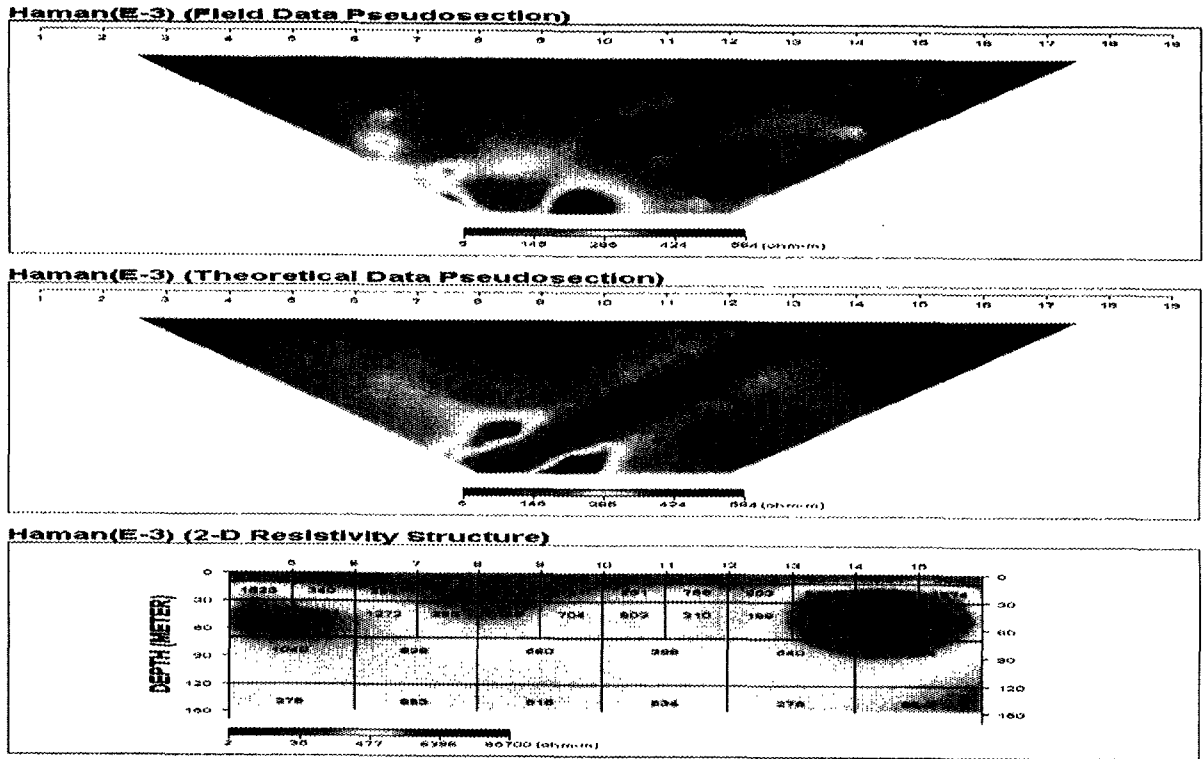
E-5측선은 범수면 윤외리에서 N75° E 방향으로 측정하였다. E-5 측선의 결과도를 보면, 암반선의 기복이 심하고 그 경계도 뚜렷하지 않으며 6~12번 측정에서 90m정도의 낮은 비저항대를 보여주지만 측정점14번 하부의 높은 이상대를 측정 오류로 본다면 주위의 비저항과 상대적인 차이가 크지 않다. 다만 충적심후가 깊으므로 지표수 함양조건이 양호하므로 집수정이나 충적관정의 설치를 권유할 만하다.

### ○ E-6측선

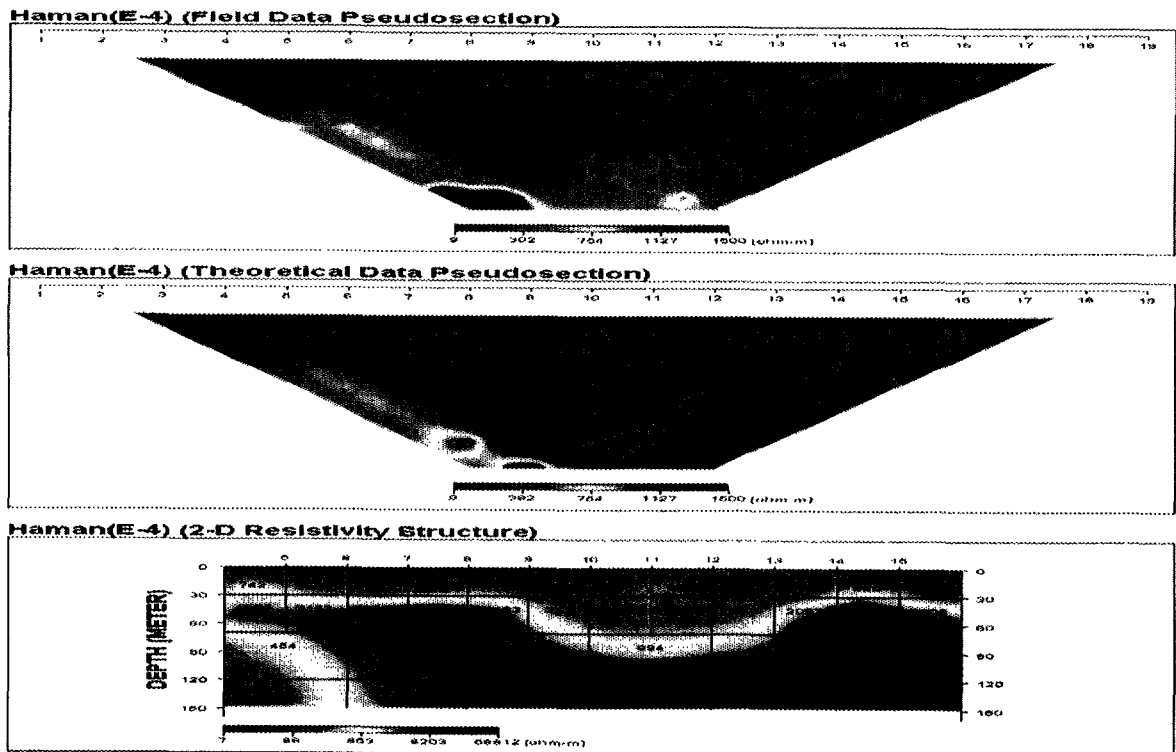
E-6측선은 가야읍 검암리에서 N37° W 방향으로 측선을 설정하였다. E-6 결과도를 보면 대체로 비저항의 현장측정치가 불안정하며 4번측점의 계측오류를 고려할 때 10번측점 오른쪽의 전체 비저항이 60~300Ωm로 균일한 편이며 지하수함양에 영향을 주는 저항치의 기복은 나타나지 않는다.

### ○ E-7측선

E-7측선은 군북면 장지리 일대에서 실시하였으며 N03° E방향으로 측선을 설정하였다. E-6번 측선과 비슷한 양상을 보이고, 기반암의 기복이 심한 편이다. 11번측점을 기준으로 15번까지는 상대적으로 낮은 비저항을 보이거나 그 차이가 심

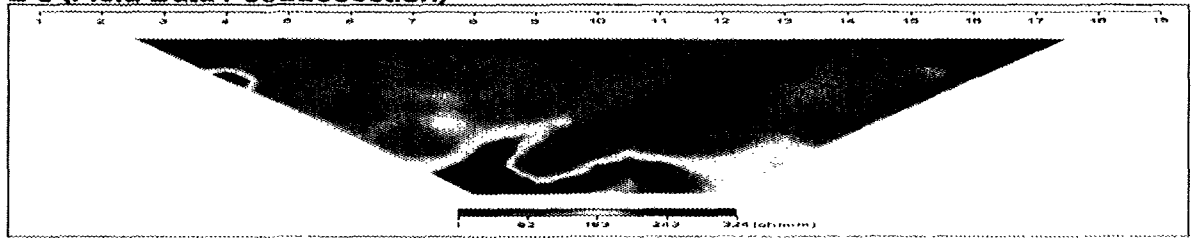


<그림. 3-11> 축선 E-3 쌍극자탐사 결과도

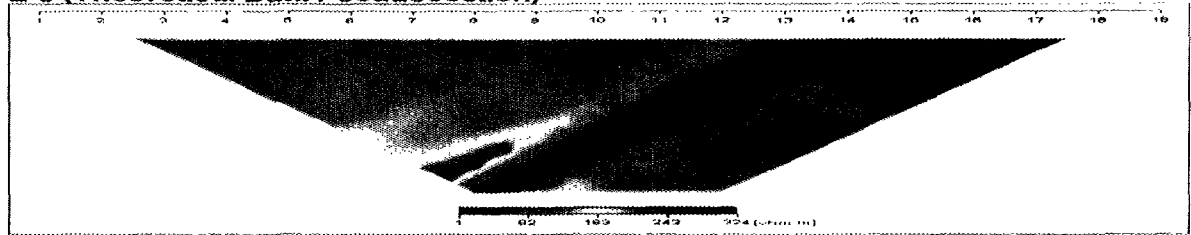


<그림. 3-12> 축선 E-4 쌍극자탐사 결과도

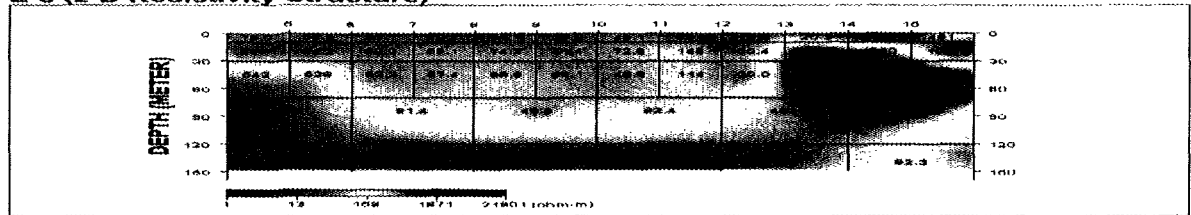
E-5 (Field Data Pseudosection)



E-5 (Theoretical Data Pseudosection)

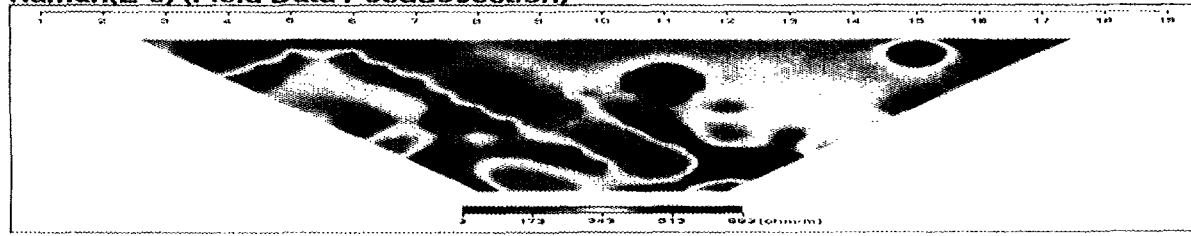


E-5 (2-D Resistivity Structure)

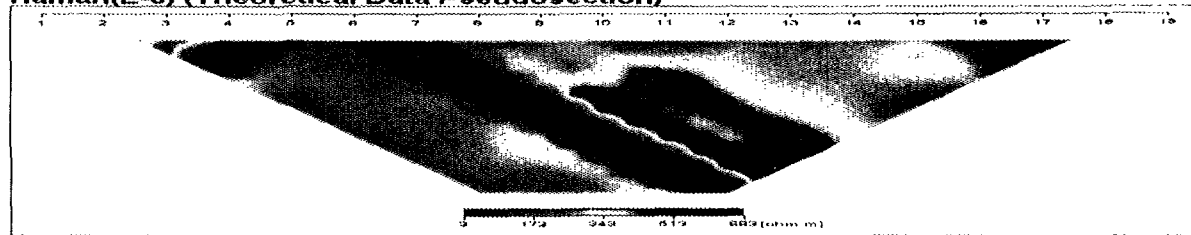


<그림. 3-13> 축선 E-5 쌍극자탐사결과

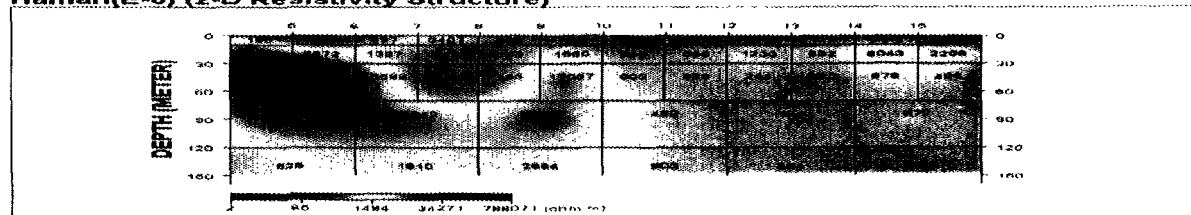
Haman(E-6) (Field Data Pseudosection)



Haman(E-6) (Theoretical Data Pseudosection)

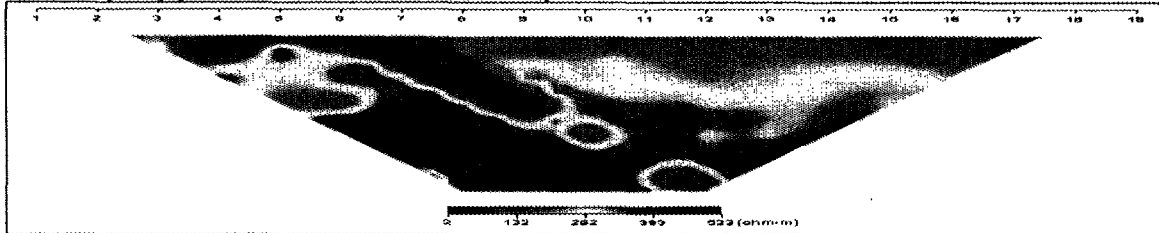


Haman(E-6) (2-D Resistivity Structure)

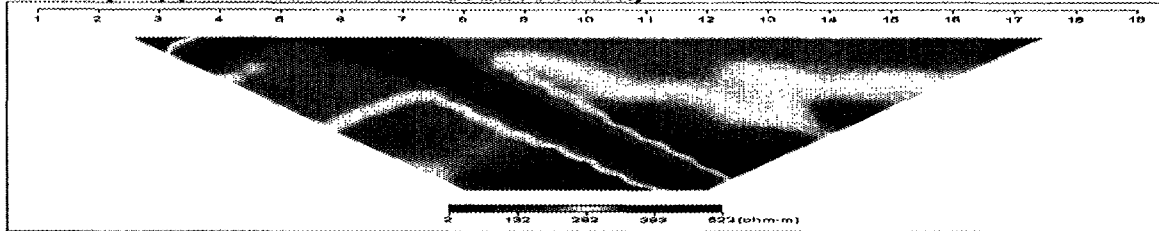


<그림. 3-14> 축선 E-6 쌍극자탐사 결과도

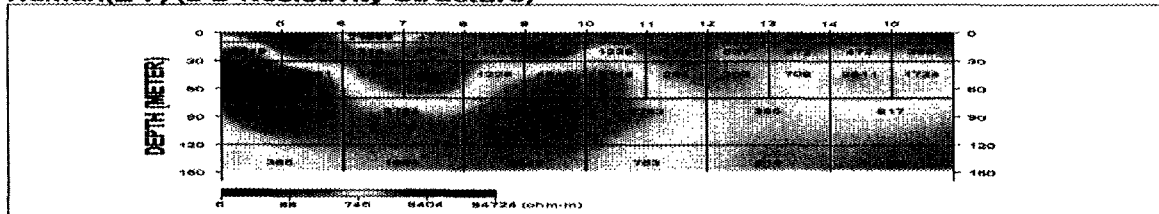
Haman(E-7) (Field Data Pseudosection)



Haman(E-7) (Theoretical Data Pseudosection)

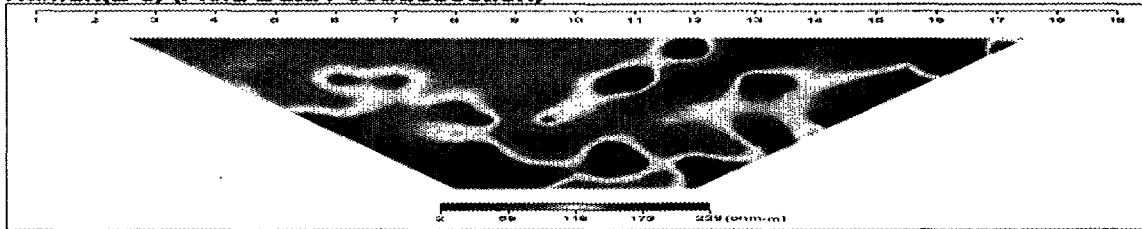


Haman(E-7) (2-D Resistivity Structure)

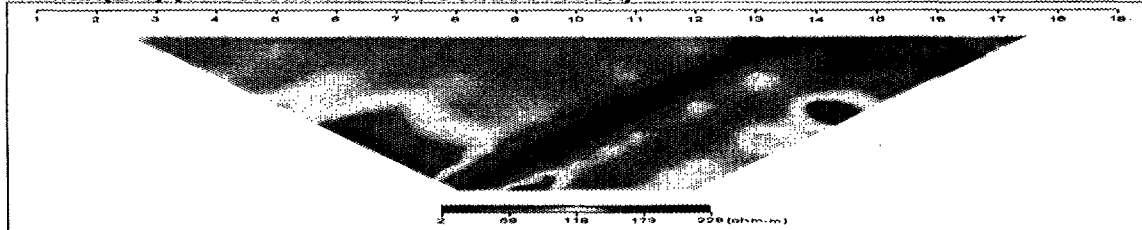


<그림. 3-15> 측선 E-7 쌍극자탐사 결과도

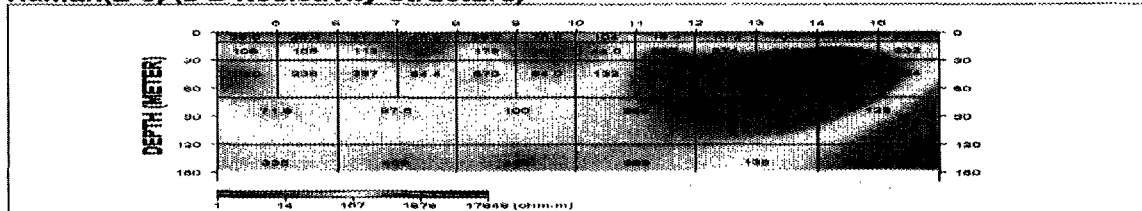
Haman(E-8) (Field Data Pseudosection)



Haman(E-8) (Theoretical Data Pseudosection)



Haman(E-8) (2-D Resistivity Structure)



<그림. 3-16> 측선 E-8 쌍극자탐사 결과도

하지 않아 지하수 함양에는 그리 큰 영향을 주지 못할 것으로 판단된다

#### ○ E-8측선

이 측선은 군북면 사도리에서 N72° W방향으로 측정하였으며, 대체로 0.9에서 458사이의 균일한 비저항치를 보여주며 측정 14번 하부 50m의 값을 계측오류로 볼 때는 지하수함양에 큰 영향을 주는 파쇄대나 단층의 존재가 파악되지 않는다.

#### ○ E-9측선

E-9측선은 군북면 월촌리에서 N95° W방향으로 측선을 설정하였으며 10m의 평균층적층심도 아래의 암반부는 서로 균일한 비저항치를 보여 지하수 유동에 유리한 조건을 가지지 못해 지하수함양조건 역시 좋지 않을 것으로 판단된다.

#### ○ E-10측선

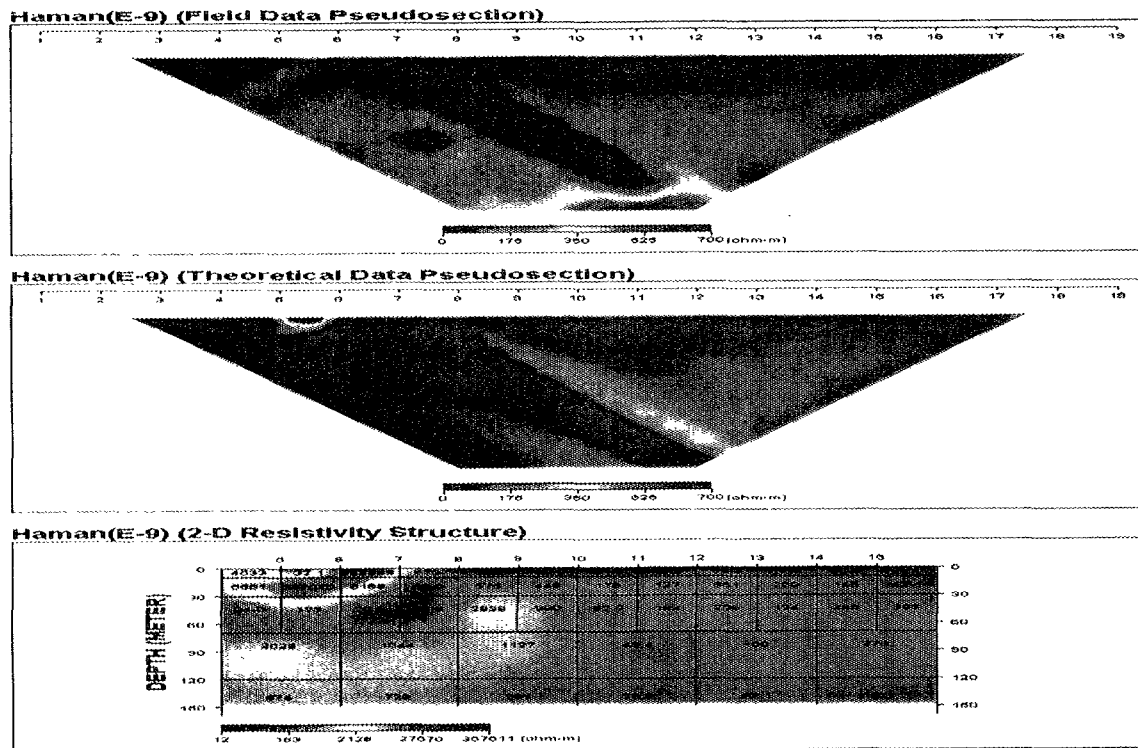
E-10측선은 군북면 월촌리에서 N20° W방향으로 측선을 설정하였으며 평균 10m의 평균층적층심도아래 암반선이 존재하며 10~14번 측정아래 상대적으로 낮은 저비저항값을 보여 지하수함양에 좋은 조건을 가질 것으로 보이며, 지하수 유동에 유리한 구조대가 존재할 것으로 보인다.

#### ○ E-11측선

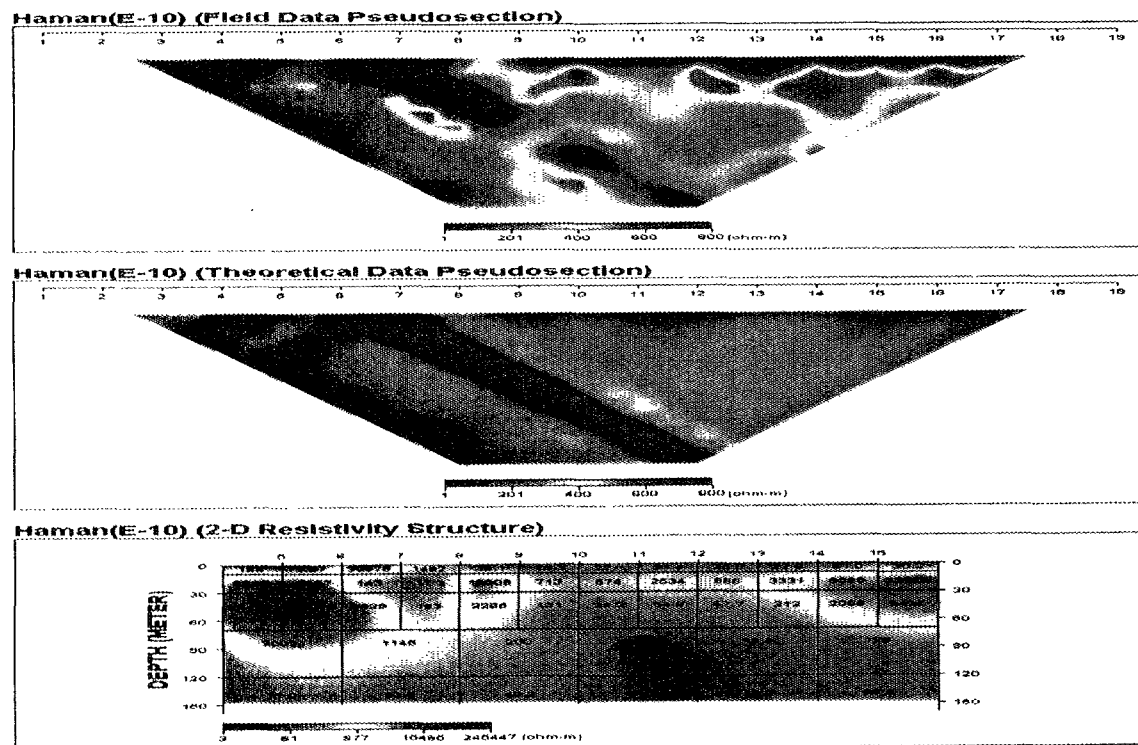
E-11 측선은 대산면 평림리에서 N64° W방향으로 측선을 설정하였으며 평균 10m의 층적심도를 보이며 현장측정치중 측정 5, 6번 아래 n=1의 값을 현장계측 오류로 볼 때 이 조사위치는 심도가 증가할수록 저항값이 증가하는 이상적인 값을 보여 특별한 이상대의 존재 없이 균일한 층이 발달할 것으로 보여 지하수의 유동에 유리한 조건을 가지지 못할 것으로 판단된다.

#### ○ E-12측선

E-12 측선은 칠원면 유원리에서 N40° W방향으로 측선을 설정하였으며 층적 심도가 불분명하고 12번측점과 16번 측정사이에 심도100m~150m 구간에 낮은 비저항체가 존재하여 지하수함양과 유동에 유리한 지질조건을 배태할 것으로 보인다

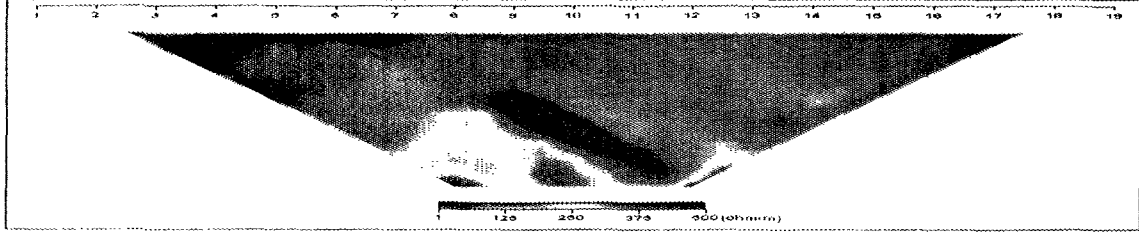


<그림. 3-17> 측선 E-9쌍극자탐사 결과도

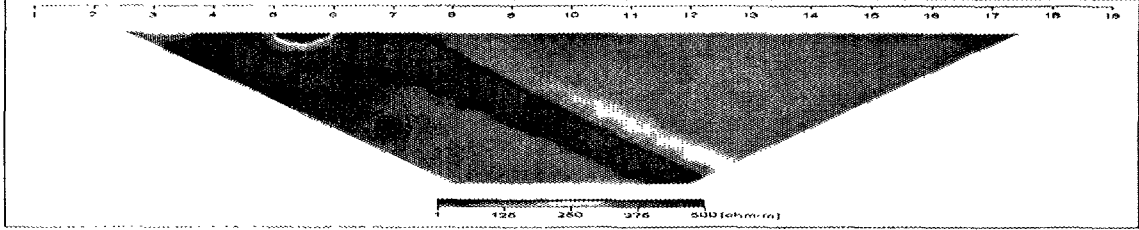


<그림. 3-18> 측선 E-10 쌍극자탐사 결과도

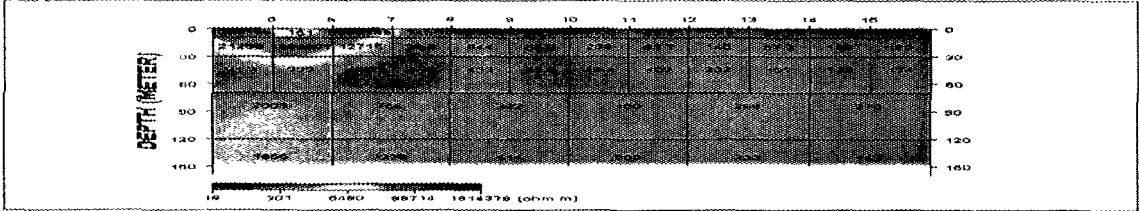
E-11 (Field Data Pseudosection)



E-11 (Theoretical Data Pseudosection)

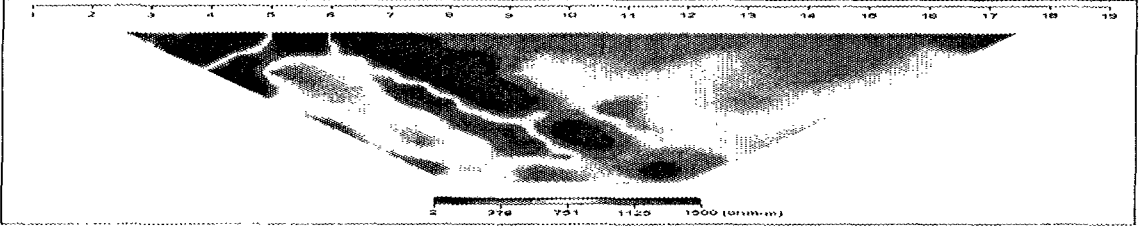


E-11 (2-D Resistivity Structure)

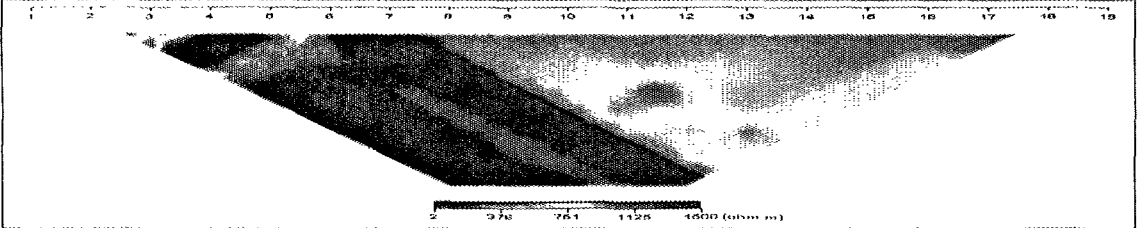


<그림. 3-19> 축선 E-11 쌍극자탐사 결과도

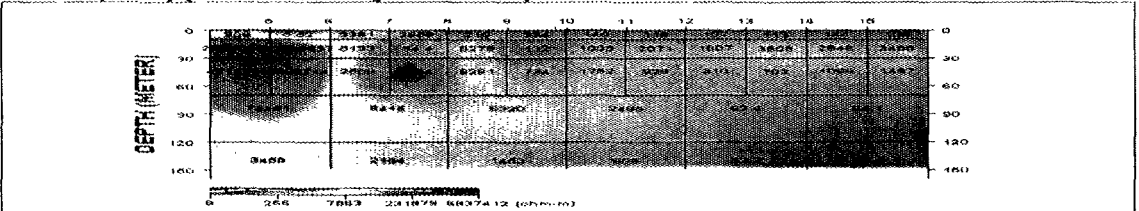
Haman(E-12) (Field Data Pseudosection)



Haman(E-12) (Theoretical Data Pseudosection)



Haman(E-12) (2-D Resistivity Structure)



<그림. 3-20> 축선 E-12 쌍극자탐사 결과도

### ○ E-13측선

E-13 측선은 칠북면 이령리에서 N03° W방향으로 측선을 설정하였으며 그 결과도를 보면 역시 층적심도가 불분명하고 첫 측점에서 10번 측점하부까지 고비저항체가 존재하며 16번측점까지는 낮은 비저항체를 보이거나 심도에 따른 저항의 차이는 그리 크지 않아 많은 지하수의 함양은 기대하기 힘들다.

### ○ E-14측선

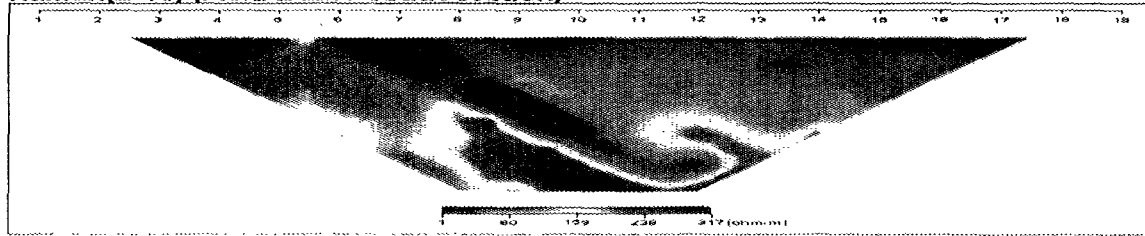
E-14 측선은 칠북면 화천리에서 N27° W방향으로 측선을 설정하였으며 그 결과도를 보면 평균 10~30m의 층적심도를 보이며 측점 9번을 경계로 왼쪽과 오른쪽에 각각 고비저항체가 존재하여 9번 측점하부가 상대적인 약선대일 경우가 많으며 단층이나 절리와 같은 지질구조와 연관될 시 지하수 유동에 유리한 유로가 된다.

### ○ E-15측선

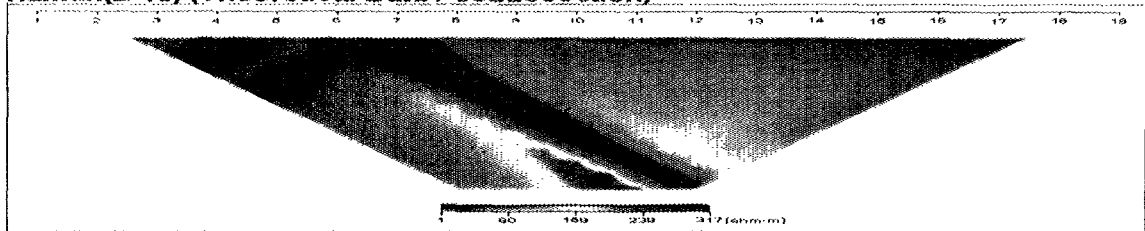
E-15 측선은 군북면 수곡리에서 N40° W방향으로 측선을 설정하였으며 그 결과도를 보면 층적심도의 기복이 심하며 30~70m의 심도에서 높은 비저항치를 보이고 그 심도 아래에서는 다시 낮아지는 현상을 보여 조사지점외부에서 유입된 지질구조가 측점의 가장자리로 지나가거나, 주위 낮은 비저항체의 영향이 미친 것으로 보인다.



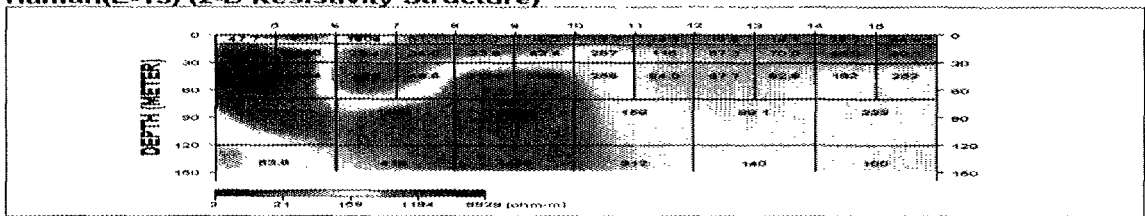
Haman(E-13) (Field Data Pseudosection)



Haman(E-13) (Theoretical Data Pseudosection)

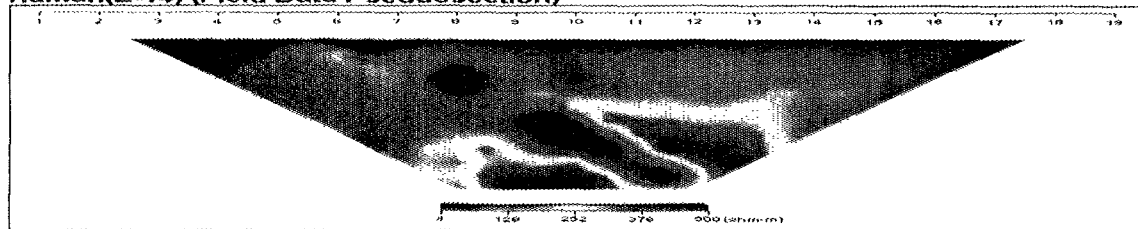


Haman(E-13) (2-D Resistivity Structure)

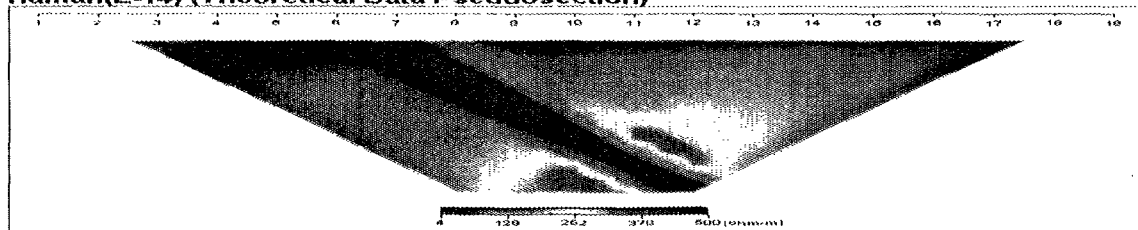


<그림, 3-21> 축선 E-13 쌍극자탐사 결과도

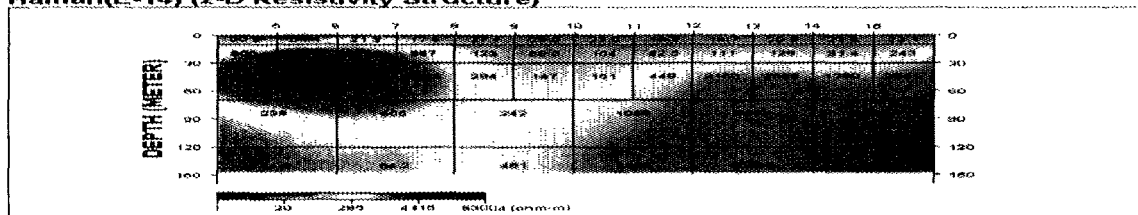
Haman(E-14) (Field Data Pseudosection)



Haman(E-14) (Theoretical Data Pseudosection)

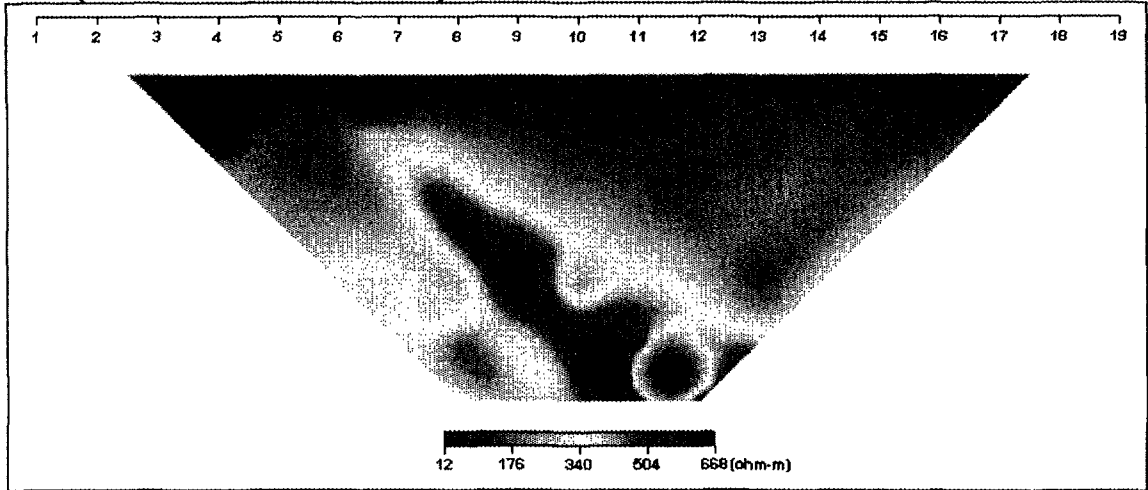


Haman(E-14) (2-D Resistivity Structure)

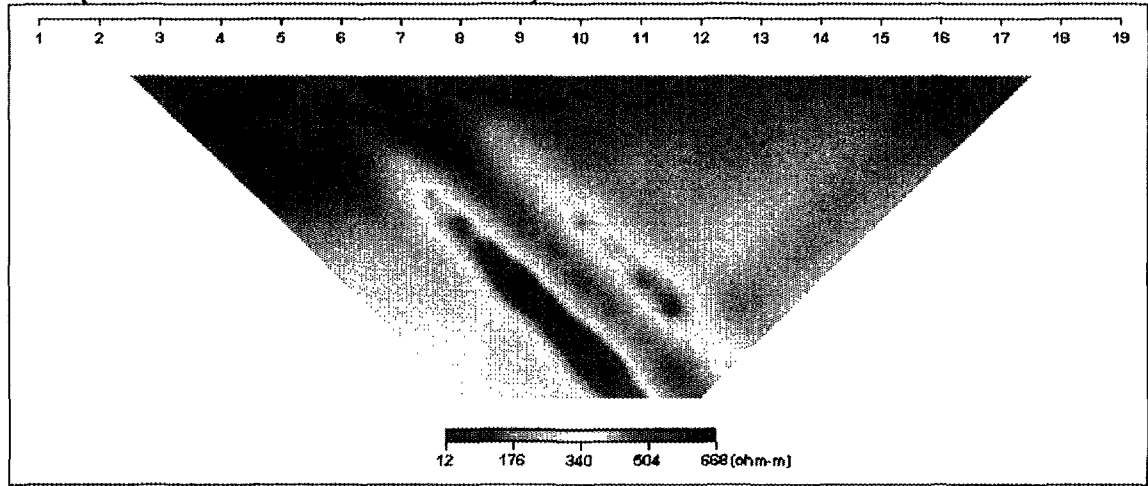


<그림, 3-22> 축선 E-14 쌍극자탐사 결과도

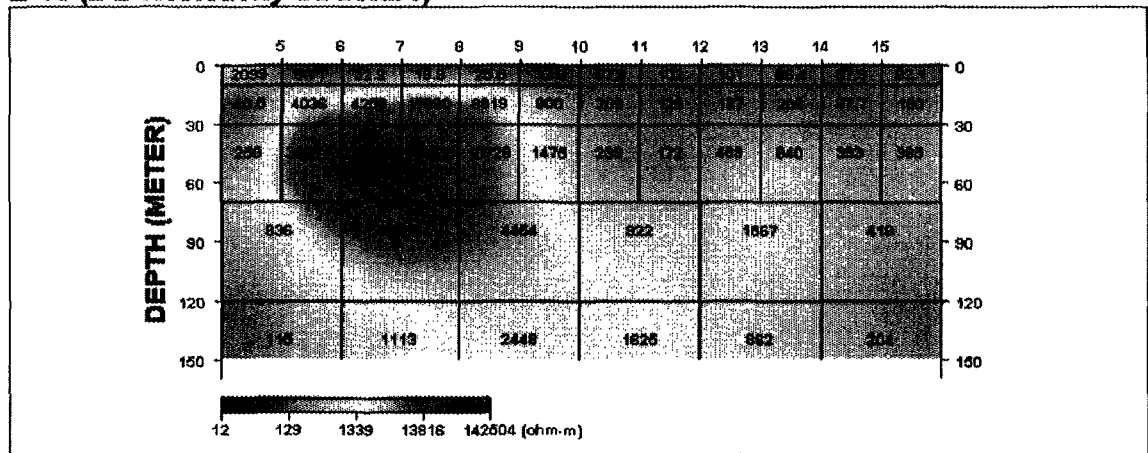
**E-15 (Field Data Pseudosection)**



**E-15 (Theoretical Data Pseudosection)**



**E-15 (2-D Resistivity Structure)**



<그림. 3-23> 축선 E-15 쌍극자탐사 결과도

### 3-3. 양수시험

양수시험은 착정된 지하수관정으로부터 적정량의 지하수를 충전 혹은 채수함으로써 발생하는 대수층 수위상승 및 수위강하 자료를 이용하여 대수층의 수리적 성질을 결정하기 위하여 시행하는 것이다. 조사지역 대수층의 수리적 특성을 파악하기 위하여 지역 내에 분포하는 암반관정 15개소에 대해 양수시험을 시행하였다.

대수층의 수리적 특성은 수리상수로 표현되는데, 이는 양수정, 적절한 여건을 갖춘 관측정 또는 양수정에서 수위변화를 관측함으로써 얻을 수 있다. 특히, 장기 양수시험과 수위회복시험의 의미는 조사공의 대수층상태에 대한 수리상수를 산출하는 데 있으며, 이는 투수량계수(T)와 저류계수(S)로 표현된다.

<표. 3-2> 양수시험 총괄표

관정번호	면	리	표고	심도	양수량	자연 수위	안정 수위	수리 전도도	투수량 계 수	저류계수	비고
D352	여항	내곡	136	130	150	14.1	14.52	0.163339	7.61	0.000471	
D008	법수	대송	15	100	230	8.3	96.72	0.035555	4.07	0.00566	
D014	법수	사정	16	110	250	4.8	78.43	0.020783	3.13	0.0001902	
D034	법수	황사	20	160	161	3.5	30.57	0.060813	11.36	0.005	
D139	군북	동촌	48	102	442	2.1	8.3	0.17894	27.75	-	
D051	대산	장암	8	150	220	5.8	51.25	0.031126	4.538	-	
D232	산인	모곡	48	80	300	1.4	37.82	0.06254	8.754	-	
D093	칠서	회산	49	100	70	1.2	50.3	0.048299	6.7094	-	
D266	칠원	무기	65	130	300	2.46	80.27	0.041652	7.185	7.72E-06	
D128	칠북	이령	25	100	130	4.8	24.38	0.224	21.32	0.04214	
D129	칠북	이령	20	90	150	4.81	26.26	0.118	8.93	0.05597	
D133	칠북	이령	27	120	200	9.5	126.88	0.0038	0.54	0.1	
D274	칠원	예곡	47	85	200	27	49.2	0.007834	2.01	0.007834	
D286	칠원	용산	25	100	200	6.3	73.3	0.008316	1.61	0.000485	
D289	칠원	용정	53	125	120	6.21	85.46	0.003337	0.48	1.41E-05	

투수량계수는 투수계수(K)에 대수층의 두께(B)를 곱한 것으로 표시되는 데 이는 1:1의 지하수 동수구배하에서 대수층의 전 두께와 단위 폭을 통해 단위시간 동안 유출되는 양을 의미하며, 그 단위는 흔히 m<sup>3</sup>/day로 표현된다. 따라서 어떤 공의 투수량계수가 크면 많은 양의 지하수를 산출시킬 수 있고 그 값이 작으면 적은 양밖에 지하수를 산출시키지 못하게 되며 이 투수량계수(T), 양수량(Q) 및 그 때의 수위강하량(s) 관계식은 다음과 같으며

$$T = \frac{QW(u)}{4\pi S} \text{----- Theis이론식}$$

$$T = \frac{2.3Q}{4\pi \Delta S} \text{----- Jacob근사식}$$

W(u) : 정호함수

ΔS : 양수시간 1 log cycle에서 수위차

양수시험에서 구한 일정 양수량(Q)에 대한 관측정 시간별 수위하강(s)로 투수계수량(T)를 구하게 된다. 특히 관측정이 없을 경우에는 양수정의 수위회복 자료를 이용하기도 한다.

저류계수(S)란, 단위수두차를 가지는 대수층에서 단위체적을 통하여 대수층 내 유입 또는 유출되는 지하수량과 단위체적과의 비율로서 자유면 대수층의 경우는 유효공극율과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 피압 대수층의 저류계수는 자유면 대수층의 그것보다 현저히 작지만(약 10<sup>-4</sup> 내외) 커다란 압력을 받고 있기 때문에 많은 양을 채취할 수도 있다.

저류계수의 산출은 양수정으로부터 일정거리 떨어진 관측정의 수위하강 자료로 얻어지는 다음의 관계식으로 표시된다.

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

$$S = \frac{2.25Tt_0}{r^2} \text{----- Jacob근사식}$$

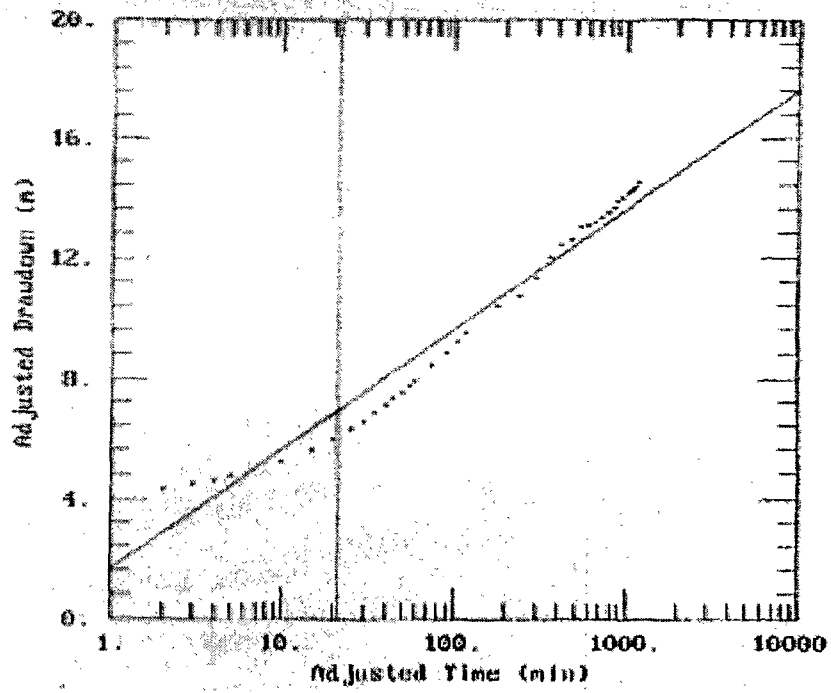
T : 투수량계수

t : 양수시간

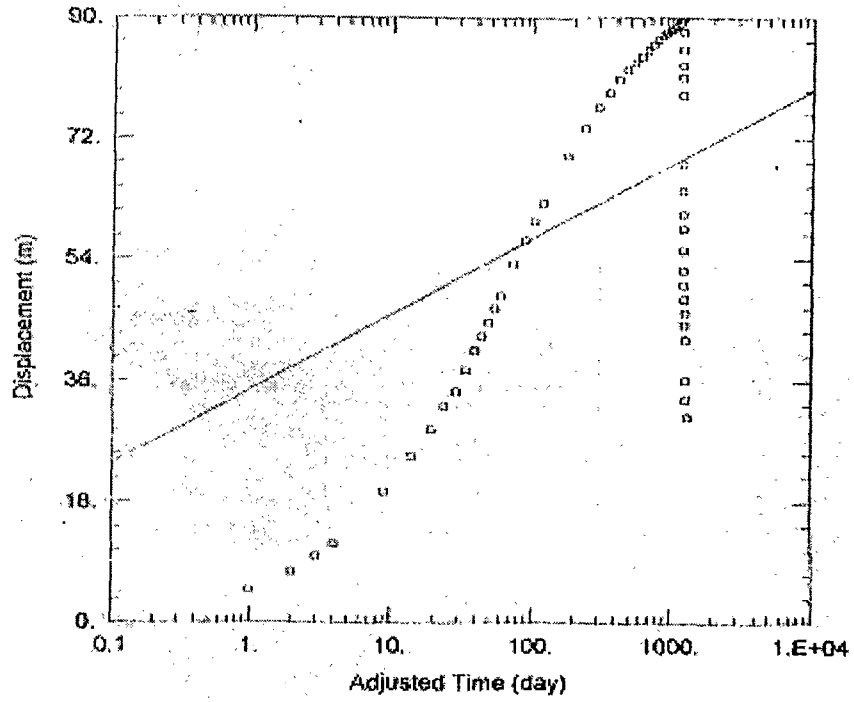
r : 양수정 관측정과의 거리

u : 정호계수

t<sub>0</sub> : 수위하강하가 0인 지점을 만나는 교점 (시간)

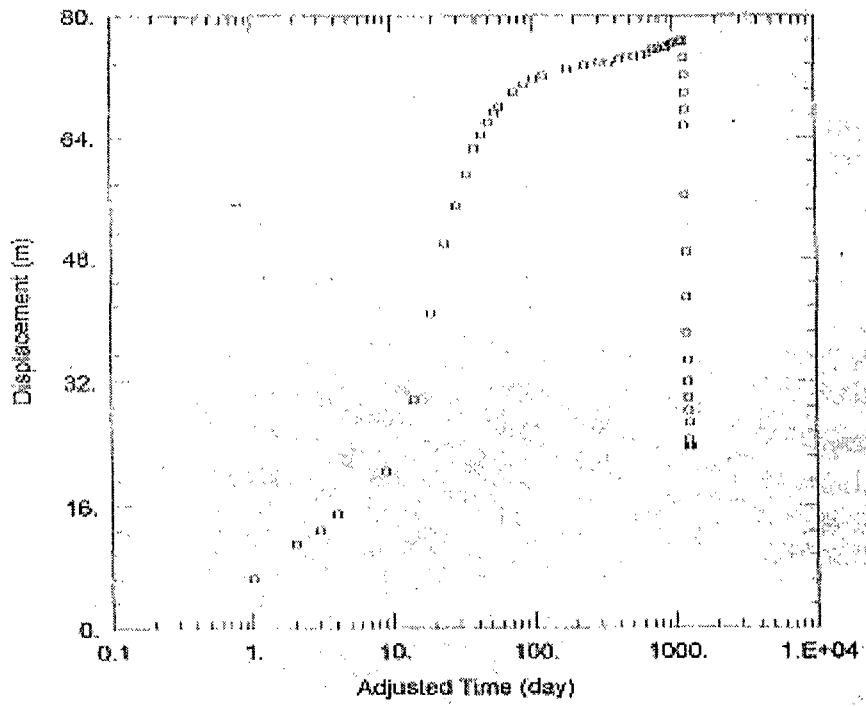


D352

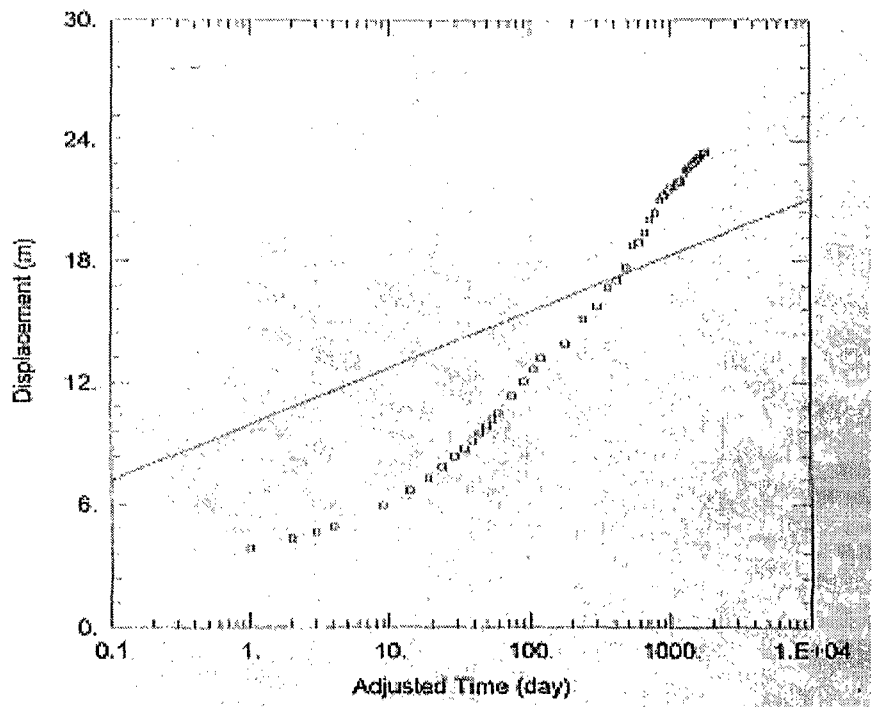


D008

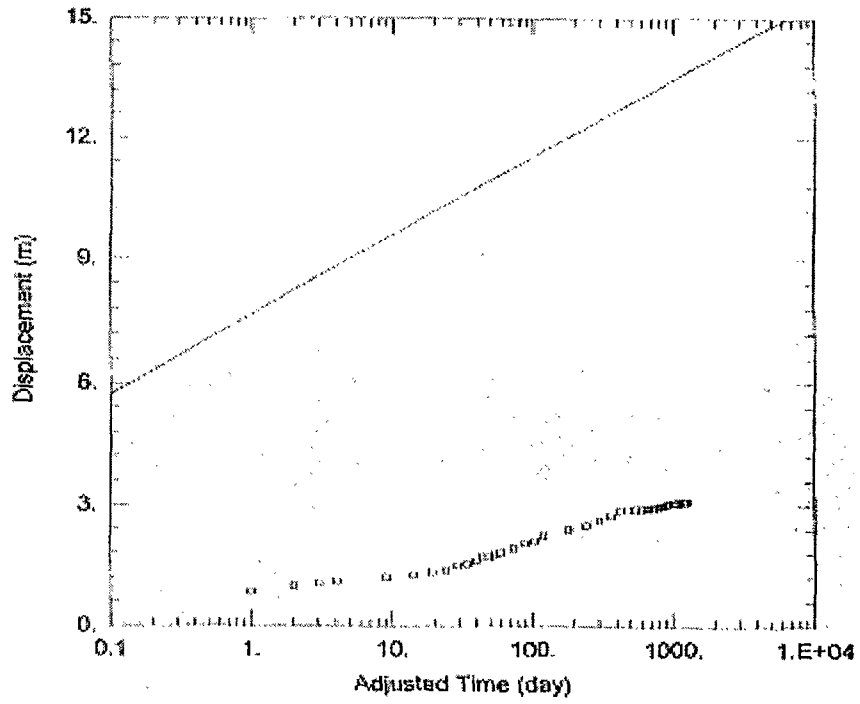
<그림. 3-24> 양수시험 결과도(Curve matching)



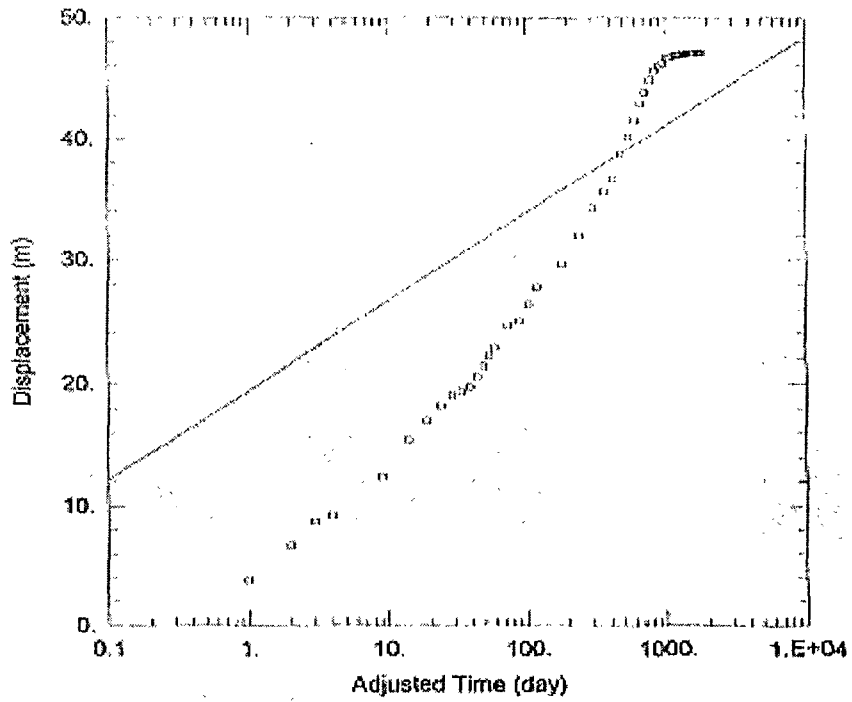
D014



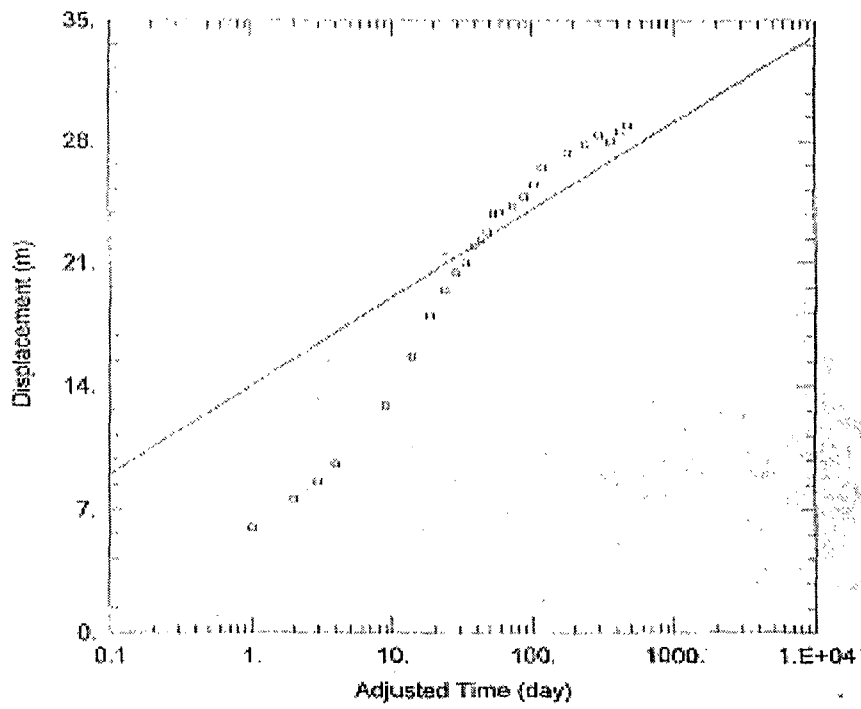
D034



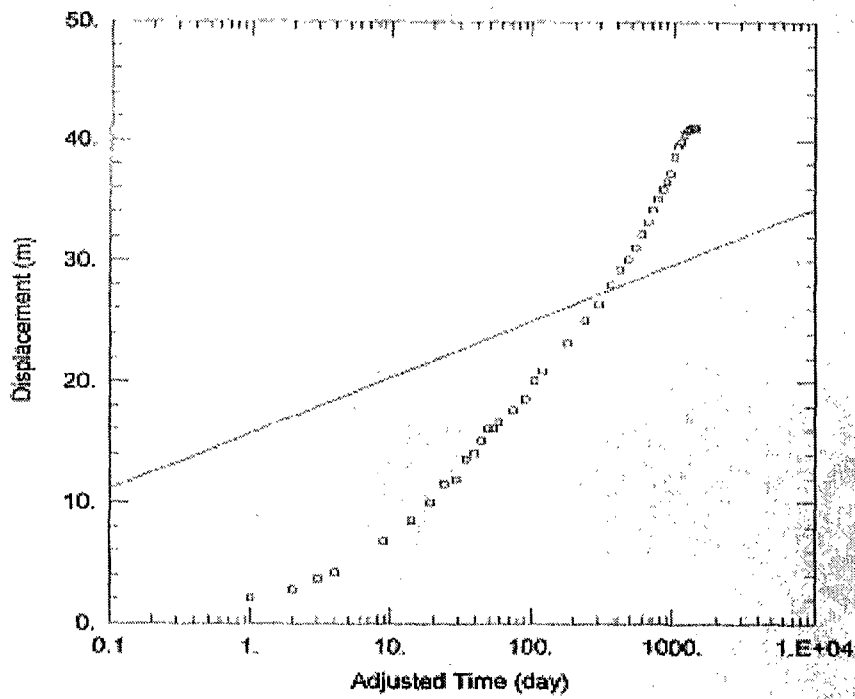
D139



D051

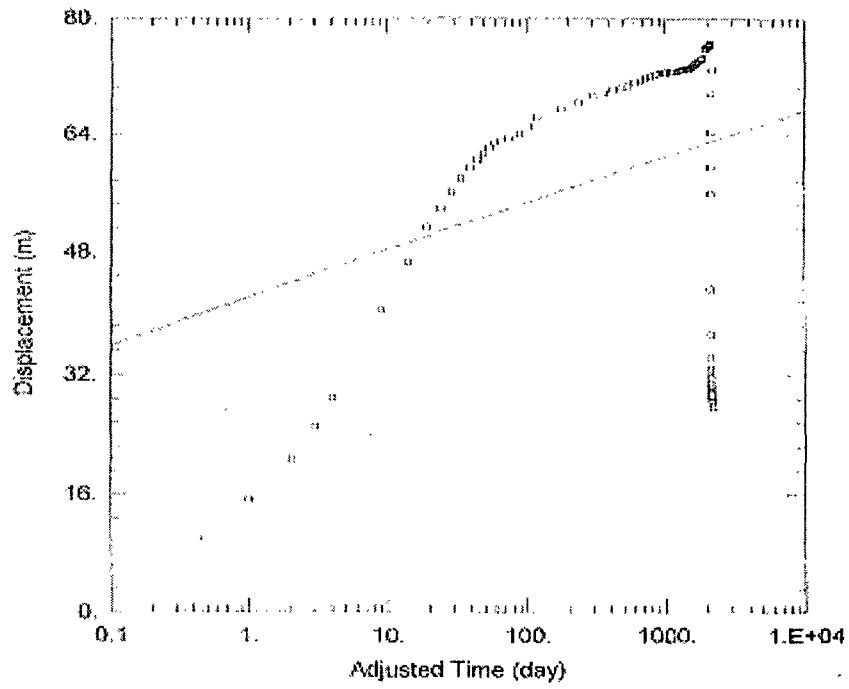


D232

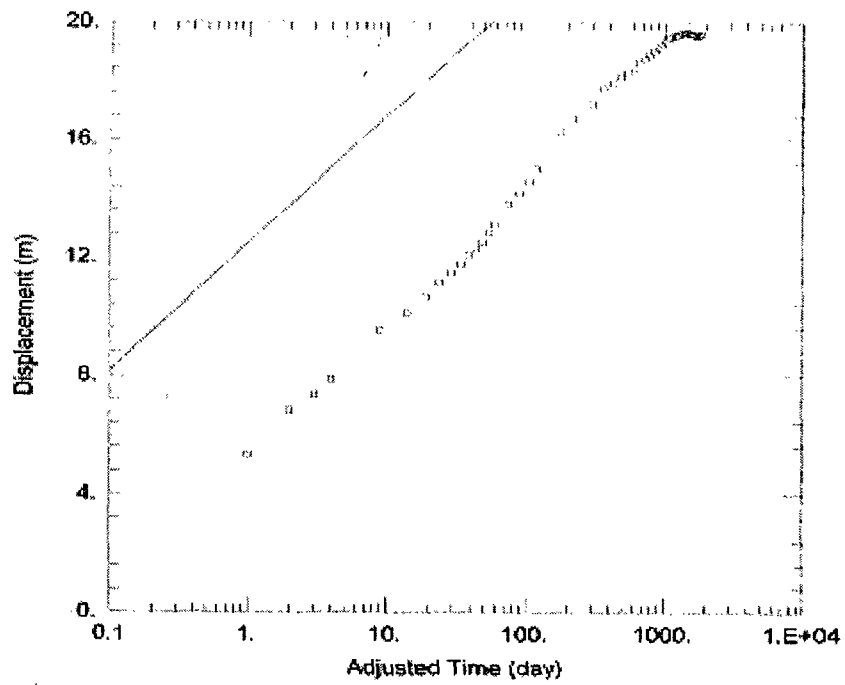


D093

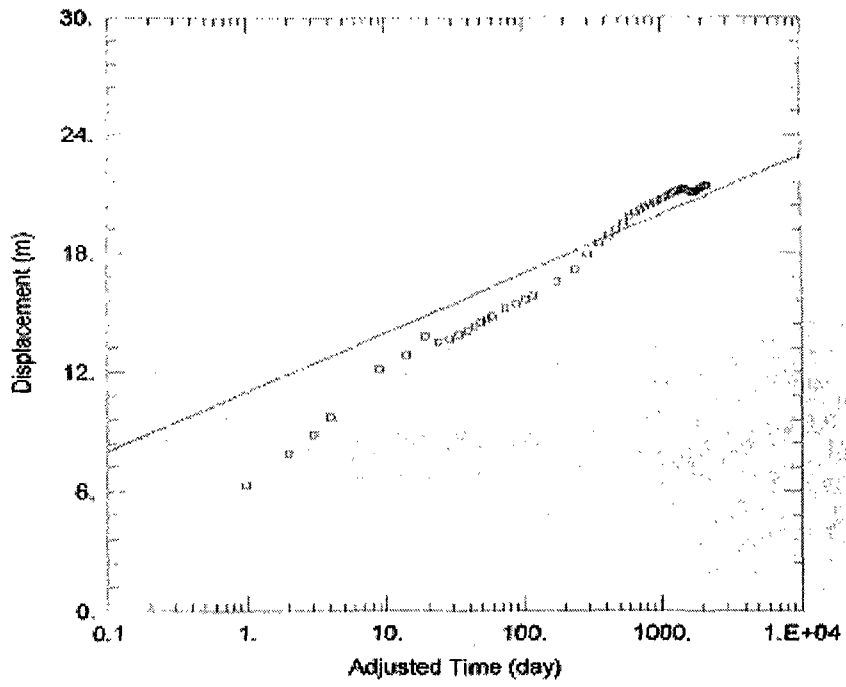




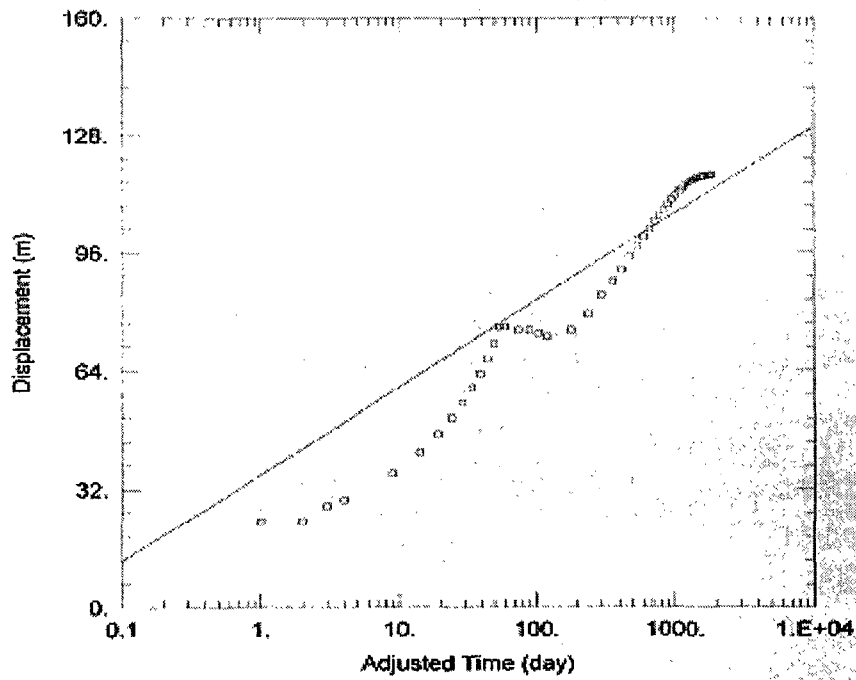
D266



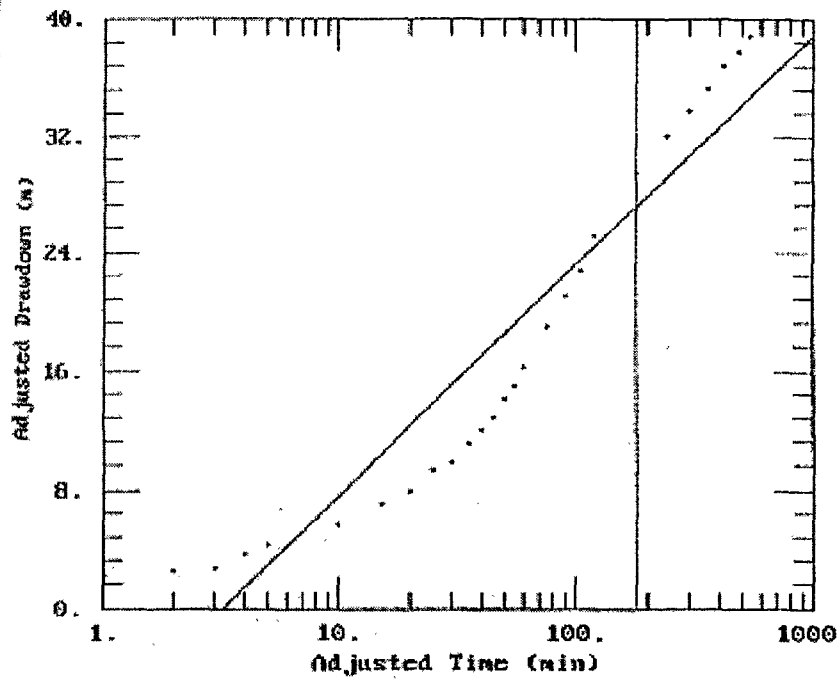
D128



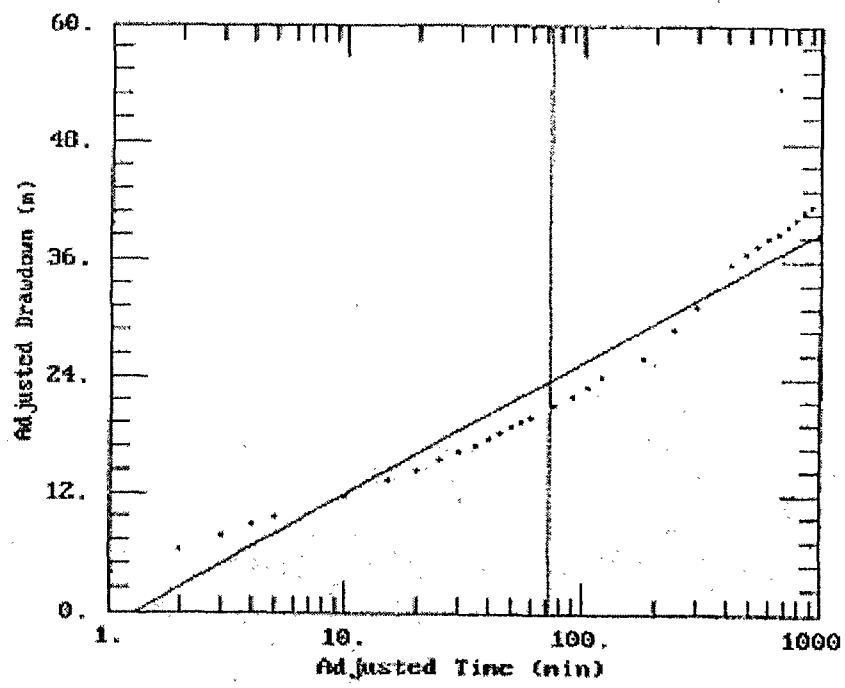
D129



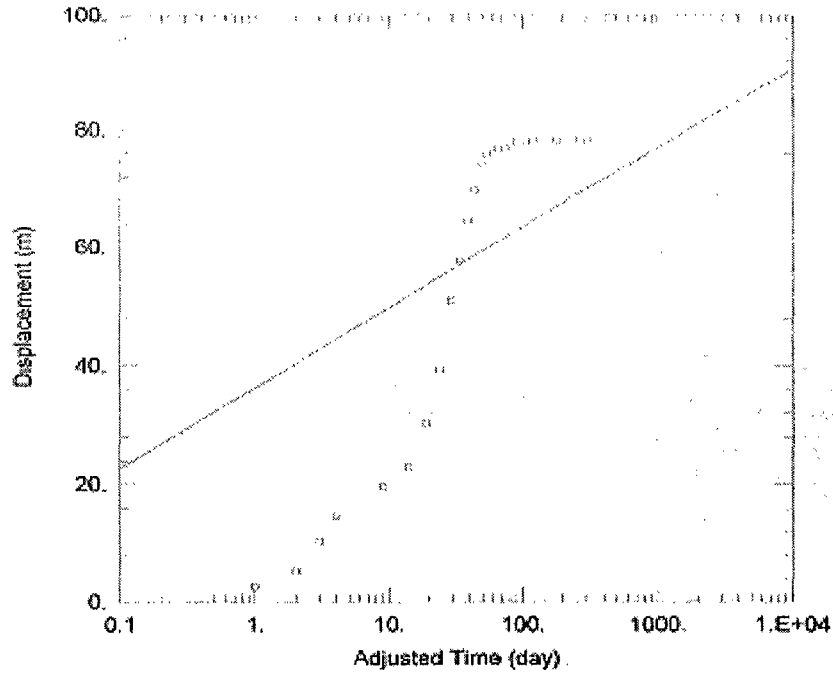
D133



D274



D286



#### D289

양수시험 시 채수하는 양수량은 착정개발 자료와 예비 양수시험을 통해 결정하였으며, 수위의 측정은 양수경과 후 분단위로 cm단위까지 측정하였다. 시험결과 대수층의 해석은 자연수위가 대수층보다 높은 점을 감안하여 피압대수층으로 보았으며, 실제 양수 시 정류상태(steady-state flow)에 도달하려면 상당한 시간을 요하므로 Theis의 비평형방정식을 적용하였다.

수리상수의 산출은 상기 방정식을 토대로 양수시험 해석프로그램인 AQTESOLV를 이용하였다. 시험결과 조사지역 암반대수층 지하수의 평균 투수량 계수는  $7.73\text{m}^2/\text{일}$ 이다. 대부분의 함안군 지역은 함안층이 70%이상을 차지하며 금회 양수시험관정 또한 90%이상이 함안층에 위치하여 지질별로 평균투수량을 내는 것은 의미가 없다.

## 4. 기설관정 이용실태 조사

### 4-1. 기설관정 현황 조사

'80년대 이후 조사·개발된 시추공, 착정공을 대상으로 우선 건설교통부에서 매년 지하수 통계를 내고 있는 두레박 Program을 이용하여 함안 기설관정에 대해 조사하고, 누락된 자료에 대해서는 담당 행정기관의 자료를 수집, 그 관정들에 대해 현장조사를 실시하여 용도, 심도, 사용량, 자연수위, 현장간이수질 등을 조사하였으며, 그 외 최근 개발하게 시작된 관정들에 대해서도 현장답사를 통하여 조사가능한 범위 내에서 실태조사를 실시하여 지하수이용실태 조사자료로 활용하였다.

이번에 조사된 기설관정은 총 512개소이고, 그중 조사항목에서 중요 항목들이 조사되지 못한 관정을 제외하고 374개소의 자료를 추출하여 분석을 실시하였다. 총 조사관정 중 암반관정이 365개소 층적관정이 9개소로 조사되었으나 미조사된 사설관정 또한 상당수 존재할 것으로 판단된다.

조사된 자료를 통하여 이용실태를 분석하면 심도별로는 층적관정의 개발심도는 평균 42.7m이고, 암반관정은 그 심도가 100~200m로 평균심도는 115.9m이다.

조사된 지하수개발 이용시설은 총 374공에 양수능력은 30,521m<sup>3</sup>/일이고, 암반관정은 365공 30,449m<sup>3</sup>/일로서 평균 83m<sup>3</sup>/일의 지하수를 이용할 수 있고, 층적관정 9개소는 평균 심도가 42.7m이고, 총 양수량이 72m<sup>3</sup>/일로서 평균 14m<sup>3</sup>/일을 쓸 수 쓰고 있는 것으로 나타났다.

조사된 암반관정을 면별로 보면 공업단지가 밀집한 칠원면이 70개소로 가장 많고 다음으로 군북면이 48개소로 나타났으나 양수량으로 볼 때는 칠서면이 1540 m<sup>3</sup>/일로서 공당 하루 평균 48m<sup>3</sup>/일로 가장 많은 사용량을 보인다. 반면, 여항면은 조사된 암반관정이 14개소, 하루 이용량이 350m<sup>3</sup>/일로서 가장 적은 분포를 보인다. 조사지구에 존재하는 층적관정은 주로 개인 농업용으로 이용중인 것이 많고, 그 다음으로 개인 생활용수 용도로 많이 사용되는데 대부분의 농업용 관정은 소형관정들로 담당 행정기관에서 관리되지 않은 관정이 많았고 현장에서도 심도, 양수량과 같은 주요 조사항목을 조사할 수 없는 경우가 대부분이었다.

조사된 총 374개공 중에서 생활용수 232공, 농업용수 104공, 공업용 13공, 기타 25공이 각각 이용되고 있으며, 그 중 총적관정은 대부분 생활용수로 사용되고 농업용, 공업용이 각각 1공이 사용중이며, 기타의 용도로 1공이 사용되고 있으며, 개소수의 비율을 볼 때 생활용수가 62.0%로서 농업용수 27.8%보다 34.6%정도 많이 사용되고 있으며 사용량으로 볼 때는 생활용수가 59.6%, 농업용수가 30.0%로 29.6%나 더 많이 사용되어 주로 생활용수로 이용됨을 알 수 있다. 공업용은 개소수로 볼 때 3.4%를 차지하며 주로 공업단지가 많은 칠원면과 칠서면이 대부분을 차지한다.

그밖에 원예용, 목용용 등의 기타용 관정이 25공으로 6.6%가 사용되고 있다.

면별 용도별 이용현황의 경우는 생활용수는 칠서면이 총 34개소의 조사된 관정 중 23개소를 사용하여 생활용수의 비중이 크게 나타났는데 지하수를 생활용수로 많이 이용하는 곳은 대체로 하천의 유역면적이 넓거나 관개가 잘 이루어져 지표수로 농업용수를 충당하기 충분한 지역이다. 삼가면 내를 흐르는 사정천과 양천천이 수지상 수계로 흐르고 있어 농업용수의 수급 평형이 잘 이루어져 생활용수의 비율이 커진 것으로 보인다.

생활용수의 경우는 232공으로 기존 관정 중 62%를 차지하나 개인주택 내에 시설된 소형 사설관정 중 대부분이 금번조사에서 파악하기 곤란하여 조사에서 누락된 경우가 많았을 것으로 판단되므로 지하수를 이용한 생활용수의 사용은 이번 조사 결과보다 훨씬 많을 것으로 판단된다.

농업용수를 보면 범수, 대산, 군북, 가야면이 각 15개소로 가장 많은 수를 보였는데 대부분이 공장지대가 적고 큰 평야부를 가지고 다작을 주로하여 상대적으로 다른 면보다 농업용수의 사용비중이 큰 것으로 보인다. 사용량으로 볼 때는 가야읍이 가장 많은 하루이용량 440m<sup>3</sup>/일을 보이는데 이는 넓은 평야에 시설하우스가 많고, 균청소재지로서 생활용과 함께 사용하는 관정이 많기 때문인 것으로 보인다.

<표. 4-1> 기설관정 현황

관정 번호	위 치			구경	표고	심도	자연 수위	사용량	용도	개발 년도	X <sup>m</sup>	Y <sup>m</sup>	비고
D001	함안군	법수	강주1	150	15	80	9.0	10	생활	1987	138.25	202.18	
D002	함안군	법수	강주2	200	20	110	0.0	30	생활	1994	139.48	202.45	
D003	함안군	법수	강주3	0	22	130	15.0	20	생활	1988	138.20	201.53	
D004	함안군	법수	강주4	0	19	90	15.5	10	생활	1987	138.77	201.81	
D005	함안군	법수	강주5	100	19	95	0.0	50	생활	1989	139.25	201.29	
D006	함안군	법수	강주6	0	16	120	10.5	50	생활	1989	139.42	201.68	
D007	함안군	법수	대송1	150	20	110	9.0	20	생활	1986	140.21	204.02	
D008	함안군	법수	대송2	200	15	100	8.3	30	생활	1997	140.65	203.40	
D009	함안군	법수	대송3	0	17	120	0.0	50	생활	1986	139.20	204.85	
D010	함안군	법수	백산1	200	9	100	0.0	30	농업	1994	139.00	206.48	
D011	함안군	법수	백산2	200	8	130	8.8	30	농업	1994	139.50	206.02	
D012	함안군	법수	백산3	200	15	100	6.9	30	농업	1994	140.48	204.72	
D013	함안군	법수	사정1	200	26	120	8.7	0	생활	1995	138.19	205.70	
D014	함안군	법수	사정2	200	16	110	4.8	30	농업	1995	137.94	204.66	
D015	함안군	법수	사정3	200	15	110	8.7	30	농업	1993	138.47	206.55	
D016	함안군	법수	우거1	50	17	60	0.0	0	생활	1986	140.92	201.16	
D017	함안군	법수	우거2	200	40	76	11.4	20	생활	1988	141.09	200.70	
D018	함안군	법수	윤내1	0	11	100	33.0	0	농업	1996	145.02	201.45	
D019	함안군	법수	윤내2	150	10	100	4.5	0	농업	1998	144.70	201.50	
D020	함안군	법수	윤내3	150	9	140	5.7	0	농업	1994	145.49	202.02	
D021	함안군	법수	윤내4	150	19	150	0.0	0	생활	1994	144.48	201.74	
D022	함안군	법수	윤내5	0	9	120	0.0	0	농업	1994	144.52	202.37	
D023	함안군	법수	윤내6	0	8	120	5.2	0	농업	1993	144.79	202.81	
D024	함안군	법수	윤내7	200	45	150	4.5	20	생활	1998	142.34	200.70	
D025	함안군	법수	윤외2	150	15	130	7.2	60	생활	1987	142.86	201.40	
D026	함안군	법수	윤외3	100	12	150	0.0	0	생활	1989	143.72	202.38	
D027	함안군	법수	윤외4	150	7	75	4.2	0	농업	1997	144.00	203.50	
D028	함안군	법수	윤외5	200	9	190	3.2	0	농업	1995	144.46	203.42	
D029	함안군	법수	주물1	200	19	110	11.7	20	생활	1996	142.20	204.06	
D030	함안군	법수	주물2	200	17	120	0.0	30	농업	1994	142.21	203.42	
D031	함안군	법수	주물3	200	9	180	13.0	30	농업	1994	141.04	203.40	
D032	함안군	법수	황사1	150	18	150	2.0	0	생활	1997	138.18	204.81	
D033	함안군	법수	황사2	0	31	140	10.4	0	생활	1987	139.20	203.50	
D034	함안군	법수	황사3	250	20	160	3.5	20	생활	1998	138.30	203.60	
D035	함안군	법수	황사4	200	15	110	11.9	30	농업	1994	138.24	202.80	
D036	함안군	법수	구혜1	100	5	130	5.5	0	농업	1998	147.15	206.15	

관정 번호	위 치		구경	표고	심도	자연 수위	사용량	용도	개발 년도	X <sup>TM</sup>	Y <sup>TM</sup>	비고	
D037	함안군	대산	구혜2	200	6	115	5.9	30	농업	1991	147.41	206.40	
D038	함안군	대산	대사1	200	10	150	2.5	10	농업	1994	151.29	205.09	
D039	함안군	대산	대사2	200	25	80	7.5	0	농업	1994	151.59	203.32	
D040	함안군	대산	대사3	50	40	160	8.2	0	생활	1992	152.36	203.76	
D041	함안군	대산	대사4	250	16	150	6.1	20	농업	1997	151.50	204.89	
D042	함안군	대산	부목1	150	33	150	12.5	0	농업	1998	151.50	207.85	
D043	함안군	대산	부목2	200	17	160	9.5	10	생활	1992	151.50	206.81	
D044	함안군	대산	부목3	150	20	150	7.5	0	생활	1992	151.01	206.61	
D045	함안군	대산	서촌1	150	18	120	2.4	30	농업	1993	146.54	203.92	
D046	함안군	대산	서촌2	150	12	130	0.0	30	농업	1994	146.13	204.33	
D047	함안군	대산	옥렬1	150	16	150	3.8	0	생활	1993	145.79	203.21	
D048	함안군	대산	옥렬2	150	18	100	2.8	0	농업	1998	147.09	202.70	
D049	함안군	대산	옥렬3	200	28	160	2.0	10	생활	1992	147.91	203.08	
D050	함안군	대산	옥렬4	150	30	150	7.6	10	생활	1975	148.61	203.80	
D051	함안군	대산	장암1	150	8	150	5.8	30	농업	1994	148.18	209.78	
D052	함안군	대산	장암2	50	3	70	3.6	0	농업	1996	147.80	208.65	
D053	함안군	대산	장암3	150	7	120	6.5	30	농업	1993	148.46	207.86	
D054	함안군	대산	장암4	150	15	110	7.2	0	생활	1996	149.47	208.15	
D055	함안군	대산	장암5	150	29	160	8.7	10	생활	1993	150.34	208.81	
D056	함안군	대산	평림1	300	25	98	4.8	0	생활	1998	150.48	204.86	
D057	함안군	대산	평림2	150	17	110	5.6	10	생활	1995	150.21	204.10	
D058	함안군	대산	평림3	50	11	100	0.0	0	생활	1993	149.00	206.08	
D059	함안군	대산	평림4	100	19	170	3.5	10	생활	1979	148.32	204.73	
D060	함안군	대산	평림5	170	7	120	3.7	30	농업	1995	149.24	205.53	
D061	함안군	대산	평림6	50	10	70	6.2	20	생활	1996	149.11	204.72	
D062	함안군	대산	하기1	150	8	120	5.0	30	농업	1993	144.89	206.37	
D063	함안군	대산	하기2	150	9	120	6.2	30	농업	1993	144.50	206.08	
D064	함안군	대산	하기3	0	16	180	0.0	0	생활	1994	145.25	205.30	
D065	함안군	대산	하기4	100	15	120	0.0	20	생활	0	145.89	206.01	
D066	함안군	대산	계내1	200	20	95	5.6	20	생활	1995	153.65	207.66	
D067	함안군	칠서	계내2	150	9	95	1.2	100	생활	97	153.62	207.49	
D068	함안군	칠서	계내3	200	21	78	9.8	30	생활	1992	153.42	208.27	
D069	함안군	칠서	계내4	150	6	105	0.0	40	생활	1995	153.35	209.55	
D070	함안군	칠서	계내5	150	9	150	10.6	0	생활	97	152.33	208.72	
D071	함안군	칠서	계내6	200	16	150	4.5	100	생활	96	152.66	207.77	
D072	함안군	칠서	계내7	200	16	150	5.2	100	생활	96	152.68	207.78	
D073	함안군	칠서	구포1	200	18	110	6.2	50	생활	1994	155.35	204.33	



관정 번호	위 치			구경	표고	심도	자연 수위	사용량	용도	개발 년도	X <sup>m</sup>	Y <sup>m</sup>	비고
D074	함안군	칠서	구포2	0	20	90	0.0	30	생활	1995	155.42	204.12	
D075	함안군	칠서	구포3	200	10	135	0.0	20	기타	98	154.68	205.04	
D076	함안군	칠서	대치1	150	17	84	2.2	100	생활	97	152.30	206.87	
D077	함안군	칠서	무릉1	230	16	258	0.0	60	공업	1994	154.70	201.63	
D078	함안군	칠서	무릉2	200	18	95	4.5	60	생활	1994	155.33	202.39	
S001	함안군	칠서	무릉3	100	17	30	0.0	10	공업	1994	155.71	202.75	
D079	함안군	칠서	무릉4	200	18	95	7.5	50	생활	1994	155.88	202.74	
D080	함안군	칠서	무릉5	150	17	200	0.0	20	공업	97	155.75	203.27	
D081	함안군	칠서	용성1	0	20	80	19.2	50	생활	1993	154.77	209.40	
D082	함안군	칠서	용성2	0	25	125	0.0	20	생활	1995	154.68	209.52	
D083	함안군	칠서	용성3	150	20	110	10.4	40	생활	1996	154.28	208.41	
D084	함안군	칠서	용성5	150	15	150	11.5	20	생활	1995	153.83	208.72	
D085	함안군	칠서	이룡1	150	20	90	17.8	20	생활	98	155.02	209.52	
D086	함안군	칠서	이룡2	250	5	150	11.5	30	생활	1995	155.17	209.81	
D087	함안군	칠서	이룡3	150	7	110	2.3	40	농업	98	155.32	209.62	
S002	함안군	칠서	천계1	0	40	50	0.0	10	기타	80	153.82	203.85	
D088	함안군	칠서	천계2	250	16	120	5.5	70	생활	1983	153.88	204.26	
D089	함안군	칠서	태곡1	200	20	90	1.5	40	생활	1995	151.83	205.54	
D090	함안군	칠서	태곡2	250	52	140	20.0	0	기타	99	152.83	204.67	
D091	함안군	칠서	태곡3	200	18	240	0.0	50	농업	97	152.54	204.65	
D092	함안군	칠서	태곡4	200	25	145	4.7	30	기타	97	152.92	206.16	
D093	함안군	칠서	회산1	200	49	100	1.2	70	생활	1997	154.39	200.83	
D094	함안군	칠서	회산2	200	28	110	0.0	40	생활	1996	154.19	202.31	
D095	함안군	칠서	회산3	150	74	100	19.0	20	농업	98	153.84	202.58	
D096	함안군	칠서	회산4	250	65	115	1.2	170	농업	1994	152.27	201.56	
D097	함안군	칠서	회산5	200	49	85	2.7	50	생활	1995	153.72	201.77	
D098	함안군	칠서	가연1	0	151	150	0.0	0	생활	1991	159.63	204.28	
D099	함안군	칠북	가연2	0	159	270	0.0	0	생활	1997	159.80	204.27	
D100	함안군	칠북	가연8	0	50	140	사용중	0	농업	1997	157.55	204.53	
D101	함안군	칠북	가연9	150	46	190	0.0	0	농업	1997	157.37	204.58	
D102	함안군	칠북	검단4	200	42	70	0.0	0	생활	1996	157.64	205.49	
D103	함안군	칠북	검단6	200	125	200	사용중	0	생활	1997	160.05	205.60	
D104	함안군	칠북	검단9	0	35	150	0.0	0	생활	1994	157.00	204.91	
D105	함안군	칠북	검단10	0	37	100	0.0	0	생활	1993	156.93	204.98	
D106	함안군	칠북	덕남1	150	8	150	0.0	40	농업	1996	157.66	208.94	
D107	함안군	칠북	덕남2	100	7	150	0.0	40	농업	1997	156.87	209.09	
D108	함안군	칠북	덕남3	150	19	130	0.0	40	농업	1998	156.32	206.86	

관정 번호	위 치			구경	표고	심도	자연 수위	사용량	용도	개발 년도	X <sup>m</sup>	Y <sup>m</sup>	비고
D109	함안군	칠북	덕남4	120	18	100	0.0	20	생활	1991	156.41	207.28	
D110	함안군	칠북	덕남5	120	17	145	0.0	30	기타	1997	156.89	206.37	
D111	함안군	칠북	봉촌1	150	60	110	0.0	0	기타	1997	160.32	207.21	
D112	함안군	칠북	봉촌2	150	27	60	0.0	30	기타	1997	160.51	207.78	
D113	함안군	칠북	봉촌3	150	60	70	0.0	30	기타	1997	160.67	207.20	
S003	함안군	칠북	봉촌4	150	30	40	사용중	10	생활	1994	160.72	207.76	
D114	함안군	칠북	봉촌5	200	21	110	사용중	0	생활	1995	161.08	208.55	
D115	함안군	칠북	봉촌6	200	40	90	사용중	20	생활	1995	161.20	208.20	
D116	함안군	칠북	봉촌7	120	48	90	0.0	10	생활	1990	159.19	207.49	
D117	함안군	칠북	봉촌8	250	45	76	2.0	30	농업	1996	159.25	207.43	
D118	함안군	칠북	봉촌9	150	29	80	0.0	40	생활	1984	160.26	207.93	
D119	함안군	칠북	봉촌10	150	19	110	0.7	0	농업	1994	159.81	208.58	
D120	함안군	칠북	봉촌11	150	19	60	사용중	0	생활	1994	158.92	208.67	
D121	함안군	칠북	봉촌12	200	39	70	사용중	0	생활	1993	158.80	207.89	
S004	함안군	칠북	봉촌13	150	32	40	0.0	30	기타	1997	158.41	207.06	
D122	함안군	칠북	봉촌14	200	29	120	사용중	0	농업	1997	158.64	207.36	
D123	함안군	칠북	영동1	150	48	130	사용중	0	생활	1996	157.29	203.77	
D124	함안군	칠북	영동2	150	52	70	0.0	0	생활	1997	157.53	203.58	
D125	함안군	칠북	영동3	150	58	80	사용중	20	생활	1996	157.77	203.58	
D126	함안군	칠북	영동4	150	66	70	0.0	20	기타	1996	158.07	203.53	
D127	함안군	칠북	영동5	150	79	110	0.0	0	생활	1989	158.31	203.45	
D128	함안군	칠북	이령1	150	25	100	4.8	20	농업	1997	158.29	207.26	
D129	함안군	칠북	이령2	200	20	90	4.8	50	농업	1997	158.56	208.77	
D130	함안군	칠북	이령3	150	40	110	0.0	0	생활	1997	158.33	206.88	
D131	함안군	칠북	이령4	150	20	150	0.0	0	생활	1997	157.46	207.75	
D132	함안군	칠북	이령5	200	17	95	0.0	0	생활	1997	157.63	207.07	
D133	함안군	칠북	이령6	250	27	120	9.5	0	농업	1994	157.56	206.73	
D134	함안군	칠북	이령7	150	25	90	사용중	0	생활	1996	157.94	206.94	
D135	함안군	칠북	이령8	250	15	100	사용중	0	생활	1994	157.77	207.50	
D136	함안군	칠북	화천3	0	16	150	0.0	0	농업	1994	155.48	205.49	
D137	함안군	칠북	덕대1	100	27	78	6.1	10	생활	1994	139.48	194.95	
D138	함안군	군북	덕대2	150	15	96	0.0	10	생활	1990	139.39	195.99	
D139	함안군	군북	동촌1	250	48	102	2.1	50	생활	1994	140.85	193.52	
D140	함안군	군북	동촌2	100	37	120	1.1	0	농업	1997	141.10	194.23	
D141	함안군	군북	동촌3	0	36	120	0.0	0	생활	1992	140.50	194.87	
D142	함안군	군북	명관1	150	89	68	0.0	20	생활	1989	139.40	191.30	
S005	함안군	군북	명관2	150	67	50	2.5	10	농업	1994	139.40	191.65	

관정 번호	위 치			구경	표고	심도	자연 수위	사용량	용도	개발 년도	X <sup>m</sup>	Y <sup>m</sup>	비고
	함안군	군북	명관3										
D143	함안군	군북	명관3	150	56	76	10.1	20	생활	1992	140.13	193.58	
D144	함안군	군북	박곡1	200	23	100	0.0	30	생활	1994	134.62	196.76	
D145	함안군	군북	박곡2	170	14	100	0.0	30	농업	1992	134.81	197.29	
D146	함안군	군북	박곡3	0	17	52	0.0	10	생활	1990	135.47	197.18	
D147	함안군	군북	사도1	150	31	65	7.5	10	생활	1989	138.35	197.05	
D148	함안군	군북	사도2	0	17	70	7.8	20	생활	1988	138.93	198.14	
D149	함안군	군북	사도3	200	29	97	6.6	10	생활	1994	137.80	197.65	
D150	함안군	군북	사촌1	250	115	150	6.4	20	생활	1995	141.19	192.32	
D151	함안군	군북	사촌2	150	65	130	7.2	30	기타	1997	142.09	192.98	
D152	함안군	군북	소포1	150	21	65	2.8	10	생활	1994	140.95	195.65	
D153	함안군	군북	소포2	250	25	85	0.0	0	농업	1998	141.13	196.14	
D154	함안군	군북	소포3	150	29	120	0.0	20	생활	1997	141.68	197.70	
D155	함안군	군북	수곡3	150	25	78	5.4	10	생활	1990	140.72	197.40	
D156	함안군	군북	수곡1	250	11	90	2.0	40	생활	1996	137.05	196.75	
D157	함안군	군북	수곡2	150	40	80	0.0	0	생활	1997	136.94	197.82	
D158	함안군	군북	영운1	150	79	65	3.4	30	생활	1991	136.73	196.10	
D159	함안군	군북	영운2	150	75	76	20.0	30	생활	1997	137.61	195.08	
D160	함안군	군북	오곡1	250	135	125	2.6	40	농업	1994	142.54	190.01	
D161	함안군	군북	오곡2	0	150	85	13.4	10	생활	1995	141.84	190.57	
D162	함안군	군북	원북1	150	67	79	1.9	10	생활	1990	138.80	191.49	
D163	함안군	군북	원북2	250	68	105	0.0	110	농업	1994	138.05	192.79	
D164	함안군	군북	월촌1	200	11	130	6.4	30	농업	1994	136.65	201.12	
D165	함안군	군북	월촌2	200	12	143	0.0	30	농업	1994	137.20	201.89	
D166	함안군	군북	월촌3	100	11	105	2.9	0	농업	1998	137.56	201.36	
D167	함안군	군북	월촌4	200	11	100	9.0	0	농업	1994	137.98	201.12	
D168	함안군	군북	월촌5	200	12	200	0.0	30	농업	1997	136.07	201.20	
D169	함안군	군북	월촌6	100	13	120	7.4	0	농업	1995	135.95	200.68	
D170	함안군	군북	월촌7	100	14	130	2.5	0	농업	1994	136.41	200.06	
D171	함안군	군북	월촌8	100	29	120	0.0	0	생활	1997	137.00	199.99	
D172	함안군	군북	월촌9	200	26	120	0.0	0	생활	0	136.29	198.91	
D173	함안군	군북	월촌10	200	14	100	0.0	20	기타	1997	139.00	198.99	
D174	함안군	군북	유현1	150	18	150	13.3	10	생활	1990	139.90	199.75	
D175	함안군	군북	유현2	150	21	78	4.6	10	생활	1994	140.31	200.12	
D176	함안군	군북	유현3	150	28	110	2.9	0	생활	1996	141.00	200.09	
D177	함안군	군북	유현4	150	49	74	2.6	20	생활	1990	141.90	199.51	
D178	함안군	군북	장지1	150	18	70	4.4	0	생활	1994	140.18	198.06	
D179	함안군	군북	장지2	150	11	100	0.0	0	농업	1999	139.51	197.71	

관정 번호	위 치			구경	표고	심도	자연 수위	사용량	용도	개발 년도	X <sup>m</sup>	Y <sup>m</sup>	비고
D180	함안군	군북	장지3	250	19	150	4.9	30	생활	1995	140.28	198.86	
D181	함안군	군북	장지4	150	8	250	2.1	0	농업	1996	139.31	199.69	
D182	함안군	군북	중암1	200	26	100	9.2	50	생활	1994	140.20	196.40	
D183	함안군	군북	하림1	250	28	120	3.5	0	생활	1998	137.99	193.53	
D184	함안군	군북	하림2	150	47	67	5.1	10	생활	1993	138.50	194.21	
D185	함안군	군북	가야1	250	19	110	4.7	0	농업	0	144.08	198.20	
D186	함안군	가야	가야2	250	19	150	2.7	30	생활	1995	144.26	198.00	
D187	함안군	가야	가야3	250	20	100	4.8	30	농업	0	144.00	187.60	
D188	함안군	가야	검암1	200	25	55	4.2	40	생활	1991	147.60	196.50	
D189	함안군	가야	검암2	25	19	130	0.0	100	생활	1994	147.06	197.40	
D190	함안군	가야	검암3	200	15	125	7.5	40	생활	1994	146.73	197.81	
D191	함안군	가야	광정1	200	50	120	4.1	40	생활	1992	145.98	194.39	
D192	함안군	가야	광정2	200	50	120	7.4	30	생활	1991	146.02	195.02	
D193	함안군	가야	광정3	150	32	110	10.7	20	생활	1990	146.27	195.50	
D194	함안군	가야	광정4	200	21	100	4.8	40	농업	1995	146.39	196.13	
D195	함안군	가야	도항1	250	16	135	2.4	30	농업	1996	145.50	196.49	
D196	함안군	가야	도항2	150	6	80	0.0	20	생활	1989	145.73	199.05	
D197	함안군	가야	도항3	200	11	100	5.7	10	생활	1995	145.70	198.41	
D198	함안군	가야	말산1	200	25	70	12.0	50	생활	1994	146.07	197.40	
D199	함안군	가야	묘사1	200	10	70	2.3	0	농업	1992	144.56	199.71	
D200	함안군	가야	묘사2	150	20	75	3.7	10	생활	1984	144.12	199.40	
D201	함안군	가야	묘사3	150	40	75	7.6	20	생활	1989	143.50	199.71	
D202	함안군	가야	묘사4	200	18	110	6.5	0	생활	1997	143.90	200.16	
D203	함안군	가야	묘사5	200	28	120	3.4	20	생활	1989	143.23	200.50	
D204	함안군	가야	사내1	250	18	97	2.2	50	농업	1994	143.68	197.15	
D205	함안군	가야	사내2	200	19	120	7.6	20	생활	1994	143.41	197.37	
D206	함안군	가야	사내3	250	28	120	0.5	40	농업	1994	142.82	196.92	
D207	함안군	가야	사내4	200	49	150	4.1	30	생활	1991	143.01	197.87	
D208	함안군	가야	사내5	250	34	95	3.2	50	농업	1994	143.30	187.68	
D209	함안군	가야	산서1	150	17	100	5.7	0	생활	1994	146.12	202.07	
D210	함안군	가야	산서2	100	20	70	1.1	20	생활	1993	146.88	200.60	
D211	함안군	가야	산서3	100	37	115	0.0	20	생활	1993	147.56	201.25	
D212	함안군	가야	산서4	150	6	79	4.4	0	농업	1997	145.58	201.18	
D213	함안군	가야	산서5	25	10	120	0.0	20	생활	1989	145.74	200.38	
D214	함안군	가야	산서6	200	17	70	5.9	30	농업	1992	145.16	200.56	
D215	함안군	가야	신음1	250	42	170	1.2	50	농업	1994	144.89	194.39	
D216	함안군	가야	신음2	200	26	95	5.3	20	생활	1991	144.20	195.65	

관정 번호	위 치		구경	표고	심도	자연 수위	사용량	용도	개발 년도	X™	Y™	비고	
D217	함안군	가야	신음3	200	20	120	0.0	30	생활	1990	143.87	196.49	
D218	함안군	가야	신음4	200	38	70	3.4	10	생활	1998	145.07	195.95	
D219	함안군	가야	신음5	150	35	144	2.3	30	농업	1994	144.92	195.82	
D220	함안군	가야	신음6	0	32	90	7.9	10	생활	1990	145.14	196.48	
D221	함안군	가야	춘곡1	250	26	140	0.0	30	농업	1991	142.92	195.52	
D222	함안군	가야	춘곡2	250	27	104	2.3	60	농업	1995	143.23	195.37	
D223	함안군	가야	춘곡3	200	19	95	4.3	30	생활	1991	143.30	195.10	
D224	함안군	가야	혈곡1	250	25	100	4.5	0	생활	1994	144.74	194.05	
D225	함안군	가야	혈곡2	150	60	130	2.7	0	생활	1999	144.29	193.20	
D226	함안군	가야	혈곡3	250	50	110	0.0	0	농업	1998	144.76	193.89	
D227	함안군	가야	내인1	150	30	80	0.0	20	생활	1992	148.56	199.61	
D228	함안군	산인	내인2	200	40	100	11.7	30	생활	1993	148.77	199.19	
D229	함안군	산인	내인3	200	42	150	7.4	30	생활	1995	148.46	198.89	
D230	함안군	산인	모곡1	200	57	100	0.9	30	농업	1994	152.22	197.06	
D231	함안군	산인	모곡2	200	59	100	4.2	40	생활	1991	151.38	197.49	
D232	함안군	산인	모곡3	200	48	80	1.4	40	농업	1995	151.00	197.30	
D233	함안군	산인	모곡4	200	52	102	5.6	40	농업	1995	150.20	197.89	
D234	함안군	산인	부봉1	150	29	150	7.8	40	생활	1994	148.85	200.83	
D235	함안군	산인	부봉2	150	69	100	14.2	30	생활	1994	149.36	200.00	
D236	함안군	산인	부봉3	150	25	100	1.1	100	농업	1999	148.57	200.34	
D237	함안군	산인	부봉4	200	32	105	3.7	20	생활	1993	148.08	200.31	
D238	함안군	산인	송정1	150	28	80	14.2	20	생활	1992	148.89	198.32	
D239	함안군	산인	송정2	150	27	70	12.6	40	농업	1994	148.60	197.93	
D240	함안군	산인	송정3	150	26	92	20.4	30	생활	1994	148.32	198.10	
D241	함안군	산인	송정4	250	31	92	34.0	20	생활	1998	147.91	198.82	
D242	함안군	산인	송정5	250	16	110	16.5	20	기타	1997	148.40	197.35	
D243	함안군	산인	신산1	150	98	100	7.8	30	생활	1994	152.92	196.48	
D244	함안군	산인	신산2	150	88	105	2.1	20	생활	1993	152.93	197.40	
D245	함안군	산인	신산3	150	67	100	4.7	20	생활	1994	152.34	196.77	
D246	함안군	산인	신산4	150	70	130	10.4	30	생활	1995	151.50	196.15	
D247	함안군	산인	신산5	150	85	150	23.0	100	농업	1999	151.60	195.50	
D248	함안군	산인	운곡1	200	80	120	20이상	10	생활	1994	150.46	200.32	
D249	함안군	산인	운곡2	150	56	110	7.6	50	생활	1994	150.30	200.71	
D250	함안군	산인	운곡3	200	40	114	7.2	80	생활	1999	149.61	200.93	
S006	함안군	산인	입곡1	100	59	40	6.8	20	생활	1989	150.00	194.81	
D251	함안군	산인	입곡2	200	13	100	9.4	20	생활	1995	150.99	194.12	
D252	함안군	산인	입곡3	200	65	78	4.0	20	생활	1994	151.36	194.62	

관정 번호	위 치			구경	표고	심도	자연 수위	사용량	용도	개발 년도	X <sup>m</sup>	Y <sup>m</sup>	비고
D253	함안군	산인	입곡4	250	50	70	4.7	10	생활	1999	150.23	195.28	
D254	함안군	산인	입곡5	200	48	90	7.4	10	생활	1990	150.40	196.09	
D255	함안군	산인	구성3	150	27	120	0.0	20	생활	1990	156.19	201.29	
D256	함안군	칠원	구성4	200	73	220		20	농업	1995	155.67	200.60	
D257	함안군	칠원	구성5	200	34	130	4.2	30	생활	1994	156.38	200.75	
D258	함안군	칠원	무기1	200	176	200	20.5	20	기타	1997	161.02	198.40	
D259	함안군	칠원	무기2	200	148	100	9.2	0	농업	1994	160.87	198.69	
D260	함안군	칠원	무기3	150	160	130	0.0	50	공업	1994	160.84	198.70	
D261	함안군	칠원	무기4	25	115	150		30	생활	1989	160.10	199.23	
D262	함안군	칠원	무기5	250	77	180		20	농업	1994	158.93	199.51	
D263	함안군	칠원	무기5-	250	100	110		20	생활	1994	159.22	199.59	
D264	함안군	칠원	무기6	150	89	120		10	생활	1994	159.08	199.13	
D265	함안군	칠원	무기7	150	67	115		10	생활	1994	158.53	199.40	
D266	함안군	칠원	무기7-	100	65	130		30	공업	1994	158.40	199.61	
D267	함안군	칠원	무기8	200	68	120		0	생활	1989	157.32	199.72	
D268	함안군	칠원	무기9	250	64	250		0	생활	1997	158.00	199.96	
S007	함안군	칠원	무기10	170	41	35	0.0	10	생활	1994	157.02	200.20	
D269	함안군	칠원	무기11	200	44	60		50	공업	1994	156.92	200.23	
D270	함안군	칠원	무기12	150	34	80	3.1	40	공업	1994	156.80	200.30	
D271	함안군	칠원	무기13	200	60	150	23.4	30	생활	1994	157.26	199.18	
D272	함안군	칠원	무기14	200	57	150	29.5	30	생활	1994	157.79	199.21	
D273	함안군	칠원	무기15	200	59	240	27.5	30	생활	1994	157.78	199.22	
D274	함안군	칠원	예곡1	200	47	85	27.0	80	생활	1994	157.41	197.31	
D275	함안군	칠원	예곡2	200	47	180	0.0	10	공업	1994	157.29	197.70	
D276	함안군	칠원	예곡3	165	48	200		10	공업	1994	157.29	197.78	
D277	함안군	칠원	오곡1	150	35	150		10	생활	1994	156.03	197.77	
D278	함안군	칠원	오곡2	200	40	110	5.2	40	생활	1993	155.82	197.70	
D279	함안군	칠원	오곡3	200	47	120	5.4	10	생활	1995	154.98	197.93	
D280	함안군	칠원	오곡4	300	38	120	6.3	20	기타	1997	155.32	198.11	
D281	함안군	칠원	오곡5	200	40	125	7.8	90	생활	1994	155.13	198.45	
D282	함안군	칠원	오곡6	200	38	120	19.5	20	기타	1997	154.62	198.40	
D283	함안군	칠원	오곡7	200	37	120	21.6	10	생활	1995	154.60	198.77	
D284	함안군	칠원	용산1	50	13	120	0.0	0	생활	1994	155.33	201.80	
D285	함안군	칠원	용산2	150	23	80		10	생활	1994	154.99	201.78	
D286	함안군	칠원	용산3	200	25	100		30	기타	1994	155.90	201.37	
D287	함안군	칠원	용산4	100	26	70	0.0	20	생활	1987	156.04	201.14	
D288	함안군	칠원	용정1	200	48	130		10	생활	1994	157.14	198.79	

관정 번호	위 치		구경	표고	심도	자연 수위	사용량	용도	개발 년도	X™	Y™	비고	
D289	함안군	칠원	용정2	200	53	125		80	생활	1994	154.35	198.62	
D290	함안군	칠원	용정3	150	63	101	0.0	10	생활	1994	157.59	198.54	
D291	함안군	칠원	용정4	150	55	80		10	생활	1994	157.59	198.70	
D292	함안군	칠원	용정5	0	37	150		0	생활	1997	156.41	198.34	
D293	함안군	칠원	용정6	20	49	70		10	기타	1997	156.32	198.71	
D294	함안군	칠원	용정7	150	65	100		0	생활	1998	156.45	198.81	
D295	함안군	칠원	용정8	200	36	80		10	생활	1994	155.79	199.52	
D296	함안군	칠원	용정9	150	24	192		20	공업	1994	154.62	199.91	
D297	함안군	칠원	용정10	50	27	100		10	생활	1979	154.81	200.09	
D298	함안군	칠원	용정11	200	50	300		30	공업	1994	155.75	200.27	
D299	함안군	칠원	운곡1	150	130	120		50	생활	1994	160.51	202.19	
D300	함안군	칠원	운곡2	200	70	100	6.5	20	생활	1995	158.92	202.27	
D301	함안군	칠원	운곡3	200	67	146	0.0	10	농업	1994	158.41	201.73	
D302	함안군	칠원	운곡4	300	66	100		20	기타	1997	158.77	202.16	
D303	함안군	칠원	운서1	0	75	110	10.2	10	생활	1994	158.40	202.90	
D304	함안군	칠원	운서2	200	53	120	2.6	20	공업	1994	158.09	202.18	
D305	함안군	칠원	운서3	200	60	110	2.0	20	기타	1997	157.89	202.28	
D306	함안군	칠원	운서4	150	43	110	0.0	20	생활	1983	157.52	201.97	
D307	함안군	칠원	운서5	150	5	70		10	기타	1997	157.27	202.08	
D308	함안군	칠원	운서6	200	45	100		10	기타	1997	157.04	201.99	
D309	함안군	칠원	운서7	300	40	110		20	기타	1997	156.35	201.92	
D310	함안군	칠원	유원1	200	55	160	21.2	0	농업	1993	152.99	200.48	
D311	함안군	칠원	유원2	200	90	100	5.6	10	생활	1994	154.10	198.18	
D312	함안군	칠원	유원3	200	56	120	4.1	0	농업	1995	153.50	199.27	
D313	함안군	칠원	유원4	300	35	80	3.7	10	기타	1997	153.86	200.35	
D314	함안군	칠원	유원5	200	26	70	5.4	40	생활	1994	154.05	200.25	
D315	함안군	칠원	유원6	200	24	60	5.6	50	공업	1994	154.51	199.71	
D316	함안군	칠원	장암1	150	148	110	10.9	20	생활	1993	151.31	199.50	
S008	함안군	칠원	장암2	200	125	50	5.6	10	생활	0	151.40	199.45	
D317	함안군	칠원	장암3	150	118	120	9.8	30	생활	1994	151.43	199.42	
D318	함안군	칠원	장암4	150	165	140	0.0	10	생활	1994	151.71	199.08	
D319	함안군	칠원	장암5	300	163	110		20	생활	1997	151.48	198.98	
D320	함안군	칠원	장암6	150	109	60	1.0	0	생활	1994	151.95	198.83	
D321	함안군	칠원	장암7	150	109	110	5.5	20	생활	1989	152.63	198.53	
D322	함안군	칠원	장암8	200	141	70	15.4	10	기타	1997	151.72	199.92	
D323	함안군	칠원	장암9	200	124	80	0.0	10	생활	1997	151.81	199.88	
D324	함안군	칠원	장암10	200	75	138		70	생활	1994	152.46	199.57	

관정 번호	위 치			구경	표고	심도	자연 수위	사용량	용도	개발 년도	X™	Y™	비고
D325	함안군	칠원	강명1	0	79	175		10	생활	1994	149.03	190.68	
D326	함안군	함안	강명2	250	71	94	3.4	30	농업	1995	149.04	191.84	
D327	함안군	함안	강명3	200	78	220	2.7	10	생활	1995	149.12	192.00	
D328	함안군	함안	강명4	25	79	150	4.1	40	생활	1997	149.01	191.76	
D329	함안군	함안	강명5	150	59	90	2.1	20	생활	1991	148.24	190.78	
D330	함안군	함안	강명6	200	57	120	1.5	30	생활	1997	148.20	191.15	
D331	함안군	함안	강명7	250	56	120	1.4	30	농업	1994	147.84	191.38	
D332	함안군	함안	괴산1	250	30	150	3.7	20	농업	1993	146.87	194.30	
D333	함안군	함안	괴산2	250	45	125	2.7	50	생활	1989	147.17	194.62	
D334	함안군	함안	괴산3	250	12	200	1.6	50	생활	1985	147.68	195.07	
D335	함안군	함안	대산1	150	19	91	4.1	0	농업	1997	148.18	194.98	
D336	함안군	함안	대산2	100	18	100	3.2	10	농업	1997	148.21	195.08	
S009	함안군	함안	대산3	0	25	50	5.5	20	생활	1992	148.39	195.16	
D337	함안군	함안	대산4	200	49	103	6.2	20	생활	1980	148.50	194.75	
D338	함안군	함안	봉성1	0	60	130	6.2	10	생활	1992	146.54	193.64	
D339	함안군	함안	봉성2	0	50	158	0.0	20	생활	1994	147.11	193.17	
D340	함안군	함안	봉성3	200	39	85	2.3	40	농업	1994	147.19	192.85	
D341	함안군	함안	북촌1	250	46	100	3.2	50	농업	1994	148.19	193.07	
D342	함안군	함안	북촌2	150	55	63	2.7	10	생활	1991	148.83	192.74	
D343	함안군	함안	북촌3	200	47	150	1.7	40	농업	1995	148.51	193.97	
D344	함안군	함안	북촌4	0	48	90	0.0	30	생활	1990	148.62	193.75	
D345	함안군	함안	파수1	150	138	172	2.1	20	생활	1994	145.62	191.38	
D346	함안군	함안	파수2	150	72	110	3.6	20	농업	1998	146.12	192.34	
D347	함안군	함안	파수3	150	63	110	3.4	20	농업	1998	145.76	192.77	
D348	함안군	함안	파수4	200	115	100	11.0	0	생활	0	145.19	191.96	
D349	함안군	함안	파수5	0	68	150	10.4	50	생활	1998	146.03	193.00	
D350	함안군	함안	파수6	0	72	168	0.0	30	생활	1991	145.57	193.07	
D351	함안군	함안	파수7	150	56	110	5.4	20	농업	1998	145.61	193.34	
D352	함안군	함안	내곡1	150	136	130	14.1	20	농업	1994	150.72	188.15	
D353	함안군	여항	내곡2	150	172	110	3.5	20	생활	1994	150.41	187.79	
D354	함안군	여항	내곡3	100	177	60	0.0	50	생활	1998	150.08	188.57	
D355	함안군	여항	내곡5	250	109	80	0.0	110	농업	1994	150.75	189.39	
D356	함안군	여항	외암2	200	79	110	0.0	30	생활	1993	148.82	189.96	
D357	함안군	여항	외암3	200	100	80	8.1	0	생활	1996	150.19	190.15	
D358	함안군	여항	외암4	100	68	105	3.1	20	생활	1986	148.42	190.23	
D359	함안군	여항	주동1	200	275	130	9.9	20	농업	1995	148.13	186.14	
D360	함안군	여항	주동2	0	250	110	30이상	10	생활	1996	147.37	187.40	



관정 번호	위 치			구경	표고	심도	자연 수위	사용량	용도	개발 년도	X <sup>TM</sup>	Y <sup>TM</sup>	비고
D361	함안군	여항	주동3	250	165	140	4.4	20	생활	1993	148.29	188.26	
D362	함안군	여항	주서1	250	117	150	9.0	0	농업	1995	147.80	188.79	
D363	함안군	여항	주서2	250	135	150	4.2	30	생활	1995	147.10	188.78	
D364	함안군	여항	주서3	200	149	80	12.9	0	농업	1996	147.47	189.22	
D365	함안군	여항	주서4	200	87	70	0.0	20	생활	1994	147.75	189.78	

<표.4-2> 지하수 용도별 이용현황

읍면동	총계		생활용		농업용		공업용		기타용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
계	374	8,510	232	5,080	104	2,560	13	400	25	470
법수	35	650	20	410	15	240	-	-	-	-
대산	30	370	15	100	15	270	-	-	-	-
칠서	34	1,560	23	1,130	4	280	3	90	4	60
칠북	41	480	23	120	12	220			6	40
군북	49	830	32	500	15	280			2	50
가야	42	1,080	27	640	15	440				
산인	29	970	22	600	6	350			1	20
칠원	72	1,520	44	960	6	50	10	310	12	200
함안	28	700	17	420	11	280				
여항	14	350	9	200	5	150				

<표.4-3> 지하수 시설별 이용현황

읍면동	총계		층적관정		암반관정	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
계	374	8,510	9	130	365	8,380
법수	35	650	-	-	35	650
대산	30	370	-	-	30	370
칠서	34	1,560	2	20	32	1,540
칠북	41	480	2	40	39	440
군북	49	830	1	10	48	820
가야	42	1,080	-	-	42	1,080
산인	29	970	1	20	28	950
칠원	72	1,520	2	20	70	1,500
함안	28	700	1	20	27	680
여항	14	350	-	-	14	350

## 4-2. 시설관정 지하수위 조사

수위관측은 조사구역 내 수위를 측정하였다. 이번 조사에서는 총 조사공 374공 중 사용중이거나 매몰된 관정 등을 제외하고 269개 공에 대해 지하수위가 조사되었으며 평균자연수위는 지표면하 4.95m를 보였다. 수위관측공은 지하수 함양조건이 동일한 상태에서 일제히 측정하여 지역 내 지하수위 조사를 해야한다. 이번 조사는 건·우기의 평균강수를 보이는 3~7월 사이에 측정하여 함양조건을 최대한 동일하게 주도록 하였다.

지하수위를 조사했을 때 주위의 자연수위 추이보다 급격히 낮은 관정은 과잉양수로 인해서 자연수위 회복이 아주 느리거나 대수층이 그 기능을 상실하여 더 이상 채수를 못하는 경우이다.

지하수위 조사는 등수위선을 조사하여 지하수 유로를 추정하고 상류오염원의 하류로의 이송을 막으며, 과잉양수로 인해 양수능력이 저하된 관정이나 대수층이 파괴되어 그 효율이 저하된 관정을 파악하여 일정기간 양수를 중지하며 관정의 우물효율을 회복시켜주는 데 의의가 있다.

조사된 269개 공 중 1:50,000 지형도에 지하수 등수위선을 작도할 수 있는 지역은 실제로 평야부나 넓은 하천지역에 국한되어 있다. 따라서 가야읍에서 범수면으로 연결되는 직선로 부근 평야와 군북면 월촌리 원예특작단지 주변과 대산면 특작단지 주변 등 작도가 가능한곳에 등고선도를 작도하였다.

자연수위의 경향은 수계의 수원으로 가까이 갈수록 자연수위가 낮아지는 경향을 보였는데 조사지역 수계의 집수지인 남강과 낙동강으로 갈수록 지하수위가 지표에 가까워지는 일반적인 경향을 보인다.

조사지역은 타지역에 비해 평야가 높은 지형 비중을 차지하고 있고 관정의 대부분이 평야부에 위치하며, 과잉양수로 인한 이상 자연수위를 보이는 곳은 거의 없었으나 지하수 유로를 추정하였을 때 유로의 상부에 지하수오염원(농장폐수, 깊은 계곡의 음식점등)이 존재하는 경우가 있어 오염원의 처리 시 주의가 요망된다.

## 5. 수질 및 잠재오염원 조사

### 5-1. 현장 간이수질 검사

#### 가. 현장조사

조사지구 내 수질현황 및 수질오염현황을 파악하기 위하여 기설관정 조사와 병행하여 지하수 기설관정 374개, 지표수는 수계별로 크게 함안천, 모로천, 대산천, 남강천, 낙동강, 광여천 등 총 6개의 수계로 대별하여 총 398점에 대하여 Check Mate 90, HACH ONE-pH Meter, HACH COND, TDS Meter등을 이용하여 수질을 측정하였다.

(표. 5-1, 표. 5-2)

#### ○ pH(수소이온농도)

pH는 물 속에 전해되어 있는 수소이온( $H^+$ )의 상대적인 농도를 말한다. 순수한 물에서는 물의 일부분이 이온화( $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$ ) 하는데 이때 수소이온의 수가 pH=7 정도로 이온화한다. 즉, pH값이 1증가하면 수소이온 농도는 10배 증가하게 된다. 지하수에서 pH값은 용해된 탄산염이나 탄산가스의 양에 의해서 달라지며, 압력이나 온도가 변해도 값이 달라진다. 즉, 탄산가스가 용해되어 있으면 pH값이 현저히 저하된다. 그러나 알칼리염인 칼슘 및 마그네슘의 탄산염이 지하수속에 용해되어 있는 경우는 용존탄산가스만큼 pH값이 저하되지는 않는다. 그러므로 지하수의 pH 측정은 지하수중에 탄산가스가 상당량 용해되어 있어도 압력감소(양수 등)에 의해 용존탄산가스가 공기중으로 달아나게 되어 채수후 일정시간이 경과하면 대수층의 pH값과는 차이가 나타나므로 지하수의 pH 측정은 현장에서 직접 측정하는 것이 바람직하다.

일반적으로 pH값에 따른 수질의 분류는 pH값이 5.5이하이면 산성, 5.5~6.5 사이는 약산성, 6.5~7.5 사이는 중성, 7.5~9.0 까지는 약알칼리성 그리고 9.0이상이면 알칼리성으로 분류하고 있다. 조사지구에서의 지하수 pH는 6.6~10.6 사이로 대부분이 먹는물 수질기준인 5.8~8.5 사이에 분포하며, 암반지하수는 평균 8.2를 나타낸다.

<표. 5-1> 지하수 현장 수질검사 결과

관정번호	위치			온도	EC	pH	TDS	비고
D001	함안군	법수	강주1	18.70	458.00	8.80	230.00	
D002	함안군	법수	강주2	18.00	352.00	7.90	176.00	
D003	함안군	법수	강주3	20.10	701.00	8.60	350.00	
D004	함안군	법수	강주4	18.30	267.00	8.60	133.00	
D005	함안군	법수	강주5	19.70	325.00	9.00	164.00	
D006	함안군	법수	강주6	20.50	387.00	8.70	192.00	
D007	함안군	법수	대송1	18.60	305.00	8.10	152.00	
D008	함안군	법수	대송2	18.40	2760.00	8.30	1390.00	
D009	함안군	법수	대송3	17.60	1224.00	8.20	610.00	
D010	함안군	법수	백산1	18.00	434.00	7.90	217.00	
D011	함안군	법수	백산2	16.80	1022.00	7.80	512.00	
D012	함안군	법수	백산3	16.60	681.00	8.40	340.00	
D013	함안군	법수	사정1	18.20	462.00	8.60	229.00	
D014	함안군	법수	사정2	18.10	742.00	8.60	372.00	
D015	함안군	법수	사정3	18.10	243.00	7.70	122.00	
D016	함안군	법수	우거1	18.00	769.00	8.60	383.00	
D017	함안군	법수	우거2	18.20	669.00	8.20	337.00	
D018	함안군	법수	윤내1	18.20	431.00	8.50	217.00	
D019	함안군	법수	윤내2	19.10	795.00	8.60	395.00	
D020	함안군	법수	윤내3	18.10	1161.00	8.70	582.00	
D021	함안군	법수	윤내4	16.60	567.00	8.30	285.00	
D022	함안군	법수	윤내5	17.70	589.00	8.50	298.00	
D023	함안군	법수	윤내6	18.00	340.00	8.30	170.00	
D024	함안군	법수	윤내7	18.10	393.00	8.70	197.00	
D025	함안군	법수	윤외2	19.50	695.00	8.50	347.00	
D026	함안군	법수	윤외3	17.30	404.00	8.30	218.00	
D027	함안군	법수	윤외4	17.60	416.00	8.70	207.00	
D028	함안군	법수	윤외5	17.80	351.00	8.10	176.00	
D029	함안군	법수	주물1	18.10	623.00	8.40	314.00	
D030	함안군	법수	주물2	19.00	341.00	8.00	170.00	
D031	함안군	법수	주물3	18.80	630.00	8.10	314.00	
D032	함안군	법수	황사1	18.60	438.00	7.50	219.00	
D033	함안군	법수	황사2	19.10	390.00	8.00	196.00	
D034	함안군	법수	황사3	19.20	480.00	7.90	243.00	
D035	함안군	법수	황사4	21.00	493.00	7.40	249.00	
D036	함안군	대산	구혜1	18.30	265.00	7.60	133.00	

관정번호	위치			온도	EC	pH	TDS	비고
D037	함안군	대산	구해2	16.50	127.50	6.60	63.90	
D038	함안군	대산	대사1	16.90	378.00	8.20	189.00	
D039	함안군	대산	대사2	17.00	532.00	8.00	265.00	
D040	함안군	대산	대사3	17.50	525.00	8.10	261.00	
D041	함안군	대산	대사4	17.80	153.20	7.40	77.00	
D042	함안군	대산	부목1	16.80	272.00	7.80	137.00	
D043	함안군	대산	부목2	19.00	277.00	8.40	139.00	
D044	함안군	대산	부목3	19.80	581.00	7.60	291.00	
D045	함안군	대산	서촌1	19.10	291.00	7.80	147.00	
D046	함안군	대산	서촌2	19.20	469.00	8.30	235.00	
D047	함안군	대산	옥렬1	20.00	332.00	8.10	167.00	
D048	함안군	대산	옥렬2	17.70	124.60	6.70	62.40	
D049	함안군	대산	옥렬3	18.00	933.00	8.00	466.00	
D050	함안군	대산	옥렬4	18.00	348.00	7.90	172.00	
D051	함안군	대산	장암1	17.00	523.00	8.50	261.00	
D052	함안군	대산	장암2	20.00	667.00	8.20	332.00	
D053	함안군	대산	장암3	18.00	414.00	8.10	208.00	
D054	함안군	대산	장암4	16.70	338.00	7.50	171.00	
D055	함안군	대산	장암5	17.20	321.00	8.30	163.00	
D056	함안군	대산	평림1	19.50	554.00	8.20	278.00	
D057	함안군	대산	평림2	18.50	355.00	8.30	180.00	
D058	함안군	대산	평림3	19.50	516.00	8.20	260.00	
D059	함안군	대산	평림4	15.00	564.00	8.20	283.00	
D060	함안군	대산	평림5	13.80	2458.00	8.20	1220.00	
D061	함안군	대산	평림6	16.70	268.00	8.50	134.00	
D062	함안군	대산	하기1	17.50	477.00	8.10	239.00	
D063	함안군	대산	하기2	18.80	1717.00	7.90	858.00	
D064	함안군	대산	하기3	19.00	1872.00	7.90	941.00	
D065	함안군	대산	하기4	16.50	462.00	7.70	228.00	
D066	함안군	칠서	계내1	15.00	390.00	8.20	192.00	
D067	함안군	칠서	계내2	15.00	377.00	8.00	188.00	
D068	함안군	칠서	계내3	15.60	311.00	8.50	154.00	
D069	함안군	칠서	계내4	16.00	645.00	8.20	325.00	
D070	함안군	칠서	계내5	15.90	384.00	7.30	193.00	
D071	함안군	칠서	계내6	15.20	528.00	7.80	262.00	
D072	함안군	칠서	계내7	18.10	498.00	8.40	249.00	
D073	함안군	칠서	구포1	15.30	322.00	8.00	259.00	

관정번호	위치			온도	EC	pH	TDS	비고
D074	함안군	칠서	구포2	16.50	218.00	7.80	109.00	
D075	함안군	칠서	구포3	18.10	404.00	7.70	203.00	
D076	함안군	칠서	대치1	18.10	179.60	6.90	89.80	
D077	함안군	칠서	무릉1	18.70	397.00	8.10	200.00	
D078	함안군	칠서	무릉2	16.80	245.00	7.10	124.00	
S001	함안군	칠서	무릉3	18.50	268.00	8.40	135.00	
D079	함안군	칠서	무릉4	18.10	402.00	7.50	202.00	
D080	함안군	칠서	무릉5	17.20	265.00	7.10	134.00	
D081	함안군	칠서	용성1	16.00	454.00	7.50	229.00	
D082	함안군	칠서	용성2	18.10	361.00	7.60	182.00	
D083	함안군	칠서	용성3	20.00	376.00	7.90	189.00	
D084	함안군	칠서	용성5	18.50	776.00	7.70	393.00	
D085	함안군	칠서	이룡1	18.00	209.00	8.30	106.00	
D086	함안군	칠서	이룡2	17.90	1661.00	8.10	833.00	
D087	함안군	칠서	이룡3	17.50	338.00	8.10	173.00	
S002	함안군	칠서	천계1	18.90	394.00	8.00	198.00	
D088	함안군	칠서	천계2	18.00	249.00	7.70	125.00	
D089	함안군	칠서	태곡1	19.60	333.00	8.40	168.00	
D090	함안군	칠서	태곡2	19.20	954.00	8.50	480.00	
D091	함안군	칠서	태곡3	18.90	326.00	8.10	163.00	
D092	함안군	칠서	태곡4	20.60	1679.00	8.10	839.00	
D093	함안군	칠서	#REF!	19.90	378.00	8.30	192.00	
D094	함안군	칠서	회산2	19.50	1434.00	8.10	719.00	
D095	함안군	칠서	회산3	17.70	324.00	8.10	163.00	
D096	함안군	칠서	회산4	17.30	254.00	8.40	129.00	
D097	함안군	칠서	회산5	18.80	468.00	8.50	235.00	
D098	함안군	칠북	가연1	18.00	274.00	8.40	138.00	
D099	함안군	칠북	가연2	18.20	409.00	8.20	205.00	
D100	함안군	칠북	가연8	19.80	398.00	8.60	201.00	
D101	함안군	칠북	가연9	16.20	228.00	8.80	114.00	
D102	함안군	칠북	검단4	18.00	275.00	8.70	137.00	
D103	함안군	칠북	검단6	18.30	357.00	8.00	178.00	
D104	함안군	칠북	검단9	17.80	347.00	8.20	173.00	
D105	함안군	칠북	검단10	19.40	482.00	7.70	241.00	
D106	함안군	칠북	덕남1	17.00	367.00	8.40	184.00	
D107	함안군	칠북	덕남2	18.60	369.00	7.70	186.00	
D108	함안군	칠북	덕남3	18.50	480.00	7.20	240.00	

관정번호	위치			온도	EC	pH	TDS	비고
D109	함안군	칠북	덕남4	19.20	545.00	7.50	271.00	
D110	함안군	칠북	덕남5	16.60	328.00	6.70	184.00	
D111	함안군	칠북	봉촌1	19.30	658.00	8.00	331.00	
D112	함안군	칠북	봉촌2	17.00	211.00	7.30	105.00	
D113	함안군	칠북	봉촌3	17.30	363.00	7.40	179.00	
S003	함안군	칠북	봉촌4	16.80	370.00	7.40	184.00	
D114	함안군	칠북	봉촌5	17.50	315.00	6.60	157.00	
D115	함안군	칠북	봉촌6	18.50	241.00	6.90	119.00	
D116	함안군	칠북	봉촌7	17.50	323.00	6.80	150.00	
D117	함안군	칠북	봉촌8	15.60	338.00	6.90	167.00	
D118	함안군	칠북	봉촌9	15.70	268.00	7.00	132.00	
D119	함안군	칠북	봉촌10	18.00	275.00	7.90	136.00	
D120	함안군	칠북	봉촌11	17.30	307.00	7.50	154.00	
D121	함안군	칠북	봉촌12	16.30	131.50	6.90	65.80	
S004	함안군	칠북	봉촌13	19.00	287.00	7.40	145.00	
D122	함안군	칠북	봉촌14	15.50	260.00	6.60	129.00	
D123	함안군	칠북	영동1	16.00	134.10	7.00	66.90	
D124	함안군	칠북	영동2	18.70	436.00	8.20	220.00	
D125	함안군	칠북	영동3	19.70	333.00	8.40	168.00	
D126	함안군	칠북	영동4	18.60	383.00	8.30	193.00	
D127	함안군	칠북	영동5	21.50	341.00	8.20	172.00	
D128	함안군	칠북	이령1	21.70	432.00	8.40	218.00	
D129	함안군	칠북	이령2	17.50	309.00	7.80	154.00	
D130	함안군	칠북	이령3	16.70	364.00	7.40	181.00	
D131	함안군	칠북	이령4	18.60	504.00	7.90	251.00	
D132	함안군	칠북	이령5	18.00	608.00	7.20	306.00	
D133	함안군	칠북	이령6	15.70	623.00	7.50	312.00	
D134	함안군	칠북	이령7	16.00	346.00	7.70	173.00	
D135	함안군	칠북	이령8	17.00	461.00	7.80	231.00	
D136	함안군	칠북	화천3	16.00	365.00	7.60	181.00	
D137	함안군	군북	덕대1	20.30	443.00	7.60	225.00	
D138	함안군	군북	덕대2	17.50	173.60	8.60	86.90	
D139	함안군	군북	동촌1	17.00	198.00	8.90	99.00	
D140	함안군	군북	동촌2	15.80	135.80	8.00	69.90	
D141	함안군	군북	동촌3	17.60	301.00	8.80	153.00	
D142	함안군	군북	명관1	18.20	226.00	7.80	117.00	
S005	함안군	군북	명관2	18.90	278.00	8.00	140.00	



관정번호	위치			온도	EC	pH	TDS	비고
D143	함안군	군북	명관3	17.80	182.00	8.30	91.00	
D144	함안군	군북	박곡1	15.00	118.00	8.40	58.90	
D145	함안군	군북	박곡2	17.20	239.00	8.60	119.00	
D146	함안군	군북	박곡3	17.00	189.70	8.10	95.10	
D147	함안군	군북	사도1	17.50	136.40	10.60	68.00	
D148	함안군	군북	사도2	16.00	220.00	7.70	109.00	
D149	함안군	군북	사도3	17.00	302.00	8.60	150.00	
D150	함안군	군북	사촌1	17.50	280.00	8.50	141.00	
D151	함안군	군북	사촌2	17.50	505.00	8.50	252.00	
D152	함안군	군북	소포1	18.40	465.00	8.30	233.00	
D153	함안군	군북	소포2	17.90	607.00	8.50	303.00	
D154	함안군	군북	소포3	19.10	570.00	8.60	285.00	
D155	함안군	군북	수곡3	20.00	426.00	8.50	232.00	
D156	함안군	군북	수곡1	17.70	522.00	8.40	260.00	
D157	함안군	군북	수곡2	18.60	330.00	8.20	188.00	
D158	함안군	군북	영운1	16.20	276.00	7.50	138.00	
D159	함안군	군북	영운2	18.90	406.00	8.50	204.00	
D160	함안군	군북	오곡1	18.50	567.00	8.20	285.00	
D161	함안군	군북	오곡2	18.90	417.00	8.60	211.00	
D162	함안군	군북	원북1	18.60	226.00	8.10	114.00	
D163	함안군	군북	원북2	19.00	591.00	8.20	297.00	
D164	함안군	군북	월촌1	18.40	563.00	8.20	282.00	
D165	함안군	군북	월촌2	19.10	440.00	8.70	222.00	
D166	함안군	군북	월촌3	18.50	831.00	8.30	417.00	
D167	함안군	군북	월촌4	18.10	559.00	8.50	280.00	
D168	함안군	군북	월촌5	19.20	714.00	8.50	359.00	
D169	함안군	군북	월촌6	18.50	243.00	7.90	123.00	
D170	함안군	군북	월촌7	18.60	1661.00	8.30	832.00	
D171	함안군	군북	월촌8	19.20	272.00	7.80	138.00	
D172	함안군	군북	월촌9	20.00	407.00	8.40	205.00	
D173	함안군	군북	월촌10	18.80	359.00	8.20	181.00	
D174	함안군	군북	유현1	18.00	389.00	8.10	196.00	
D175	함안군	군북	유현2	18.40	286.00	8.70	146.00	
D176	함안군	군북	유현3	17.80	730.00	8.40	365.00	
D177	함안군	군북	유현4	19.50	467.00	8.20	234.00	
D178	함안군	군북	장지1	17.00	401.00	8.30	202.00	
D179	함안군	군북	장지2	18.20	305.00	8.40	154.00	

관정번호	위치			온도	EC	pH	TDS	비고
D180	함안군	군북	장지3	17.80	458.00	8.70	231.00	
D181	함안군	군북	장지4	18.00	574.00	8.40	287.00	
D182	함안군	군북	중암1	17.50	688.00	8.70	368.00	
D183	함안군	군북	하림1	16.80	371.00	8.20	187.00	
D184	함안군	군북	하림2	17.80	232.00	7.40	118.00	
D185	함안군	가야	가야1	17.00	466.00	8.60	230.00	
D186	함안군	가야	가야2	15.80	1063.00	8.00	530.00	
D187	함안군	가야	가야3	15.50	1046.00	8.20	520.00	
D188	함안군	가야	검암1	17.00	663.00	8.70	331.00	
D189	함안군	가야	검암2	16.50	607.00	7.90	301.00	
D190	함안군	가야	검암3	16.30	564.00	7.80	281.00	
D191	함안군	가야	광정1	15.20	1520.00	8.20	759.00	
D192	함안군	가야	광정2	16.00	501.00	8.50	252.00	
D193	함안군	가야	광정3	16.20	705.00	7.90	350.00	
D194	함안군	가야	광정4	16.50	498.00	7.80	248.00	
D195	함안군	가야	도항1	17.80	637.00	8.30	316.00	
D196	함안군	가야	도항2	16.50	591.00	8.60	293.00	
D197	함안군	가야	도항3	17.80	1547.00	7.90	775.00	
D198	함안군	가야	말산1	18.50	2840.00	8.30	1430.00	
D199	함안군	가야	묘사1	17.80	1713.00	7.70	854.00	
D200	함안군	가야	묘사2	18.10	537.00	7.60	271.00	
D201	함안군	가야	묘사3	18.40	2820.00	8.50	1410.00	
D202	함안군	가야	묘사4	18.50	1464.00	7.50	732.00	
D203	함안군	가야	묘사5	17.00	516.00	8.70	256.00	
D204	함안군	가야	사내1	18.00	1093.00	8.40	548.00	
D205	함안군	가야	사내2	18.00	749.00	8.60	371.00	
D206	함안군	가야	사내3	17.00	1140.00	7.80	569.00	
D207	함안군	가야	사내4	17.50	1287.00	7.60	642.00	
D208	함안군	가야	사내5	17.50	881.00	8.10	440.00	
D209	함안군	가야	산서1	17.30	2002.00	8.60	1001.00	
D210	함안군	가야	산서2	17.50	3490.00	8.10	1730.00	
D211	함안군	가야	산서3	17.80	322.00	8.60	161.00	
D212	함안군	가야	산서4	16.50	378.00	8.60	189.00	
D213	함안군	가야	산서5	17.50	345.00	8.80	172.00	
D214	함안군	가야	산서6	17.20	1332.00	8.20	663.00	
D215	함안군	가야	신음1	15.70	317.00	8.30	160.00	
D216	함안군	가야	신음2	16.20	469.00	7.80	224.00	

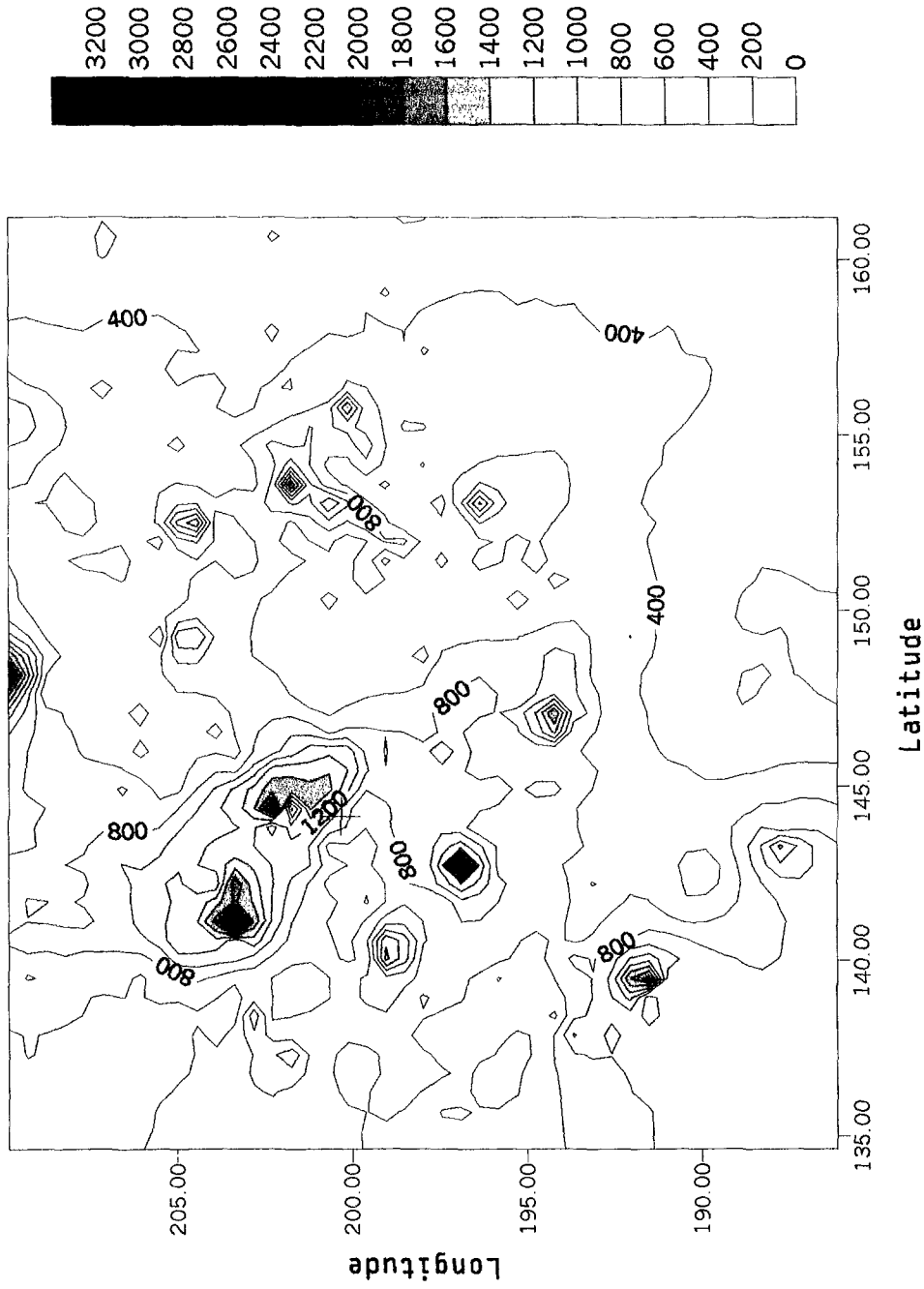
관정번호	위치			온도	EC	pH	TDS	비고
D217	함안군	가야	신음3	14.50	735.00	8.60	369.00	
D218	함안군	가야	신음4	15.70	421.00	8.40	209.00	
D219	함안군	가야	신음5	14.70	370.00	8.70	181.00	
D220	함안군	가야	신음6	15.10	368.00	8.40	182.00	
D221	함안군	가야	춘곡1	16.20	308.00	8.60	154.00	
D222	함안군	가야	춘곡2	16.20	256.00	8.80	128.00	
D223	함안군	가야	춘곡3	16.50	376.00	8.20	188.00	
D224	함안군	가야	혈곡1	15.00	295.00	8.20	144.00	
D225	함안군	가야	혈곡2	14.50	555.00	8.00	277.00	
D226	함안군	가야	혈곡3	15.00	323.00	8.60	160.00	
D227	함안군	산인	내인1	16.70	685.00	8.40	342.00	
D228	함안군	산인	내인2	15.20	653.00	8.50	330.00	
D229	함안군	산인	내인3	16.00	600.00	8.60	301.00	
D230	함안군	산인	모곡1	15.70	2550.00	7.60	1280.00	
D231	함안군	산인	모곡2	12.70	377.00	7.30	188.00	
D232	함안군	산인	모곡3	16.70	571.00	7.70	287.00	
D233	함안군	산인	모곡4	15.00	366.00	8.50	183.00	
D234	함안군	산인	부봉1	16.20	511.00	8.30	256.00	
D235	함안군	산인	부봉2	15.00	463.00	8.40	234.00	
D236	함안군	산인	부봉3	18.00	810.00	8.50	402.00	
D237	함안군	산인	부봉4	15.00	577.00	8.40	290.00	
D238	함안군	산인	송정1	14.20	619.00	8.60	311.00	
D239	함안군	산인	송정2	14.60	219.00	7.80	110.00	
D240	함안군	산인	송정3	14.50	1700.00	8.50	859.00	
D241	함안군	산인	송정4	16.70	891.00	7.80	444.00	
D242	함안군	산인	송정5	16.20	609.00	8.30	302.00	
D243	함안군	산인	신산1	16.20	332.00	8.70	165.00	
D244	함안군	산인	신산2	17.60	335.00	8.20	167.00	
D245	함안군	산인	신산3	17.00	400.00	8.60	200.00	
D246	함안군	산인	신산4	16.80	325.00	8.20	162.00	
D247	함안군	산인	신산5	16.50	388.00	8.90	194.00	
D248	함안군	산인	운곡1	16.50	688.00	8.40	342.00	
D249	함안군	산인	운곡2	16.50	516.00	8.60	358.00	
D250	함안군	산인	운곡3	17.40	530.00	8.70	264.00	
S006	함안군	산인	입곡1	15.80	3040.00	8.20	1520.00	
D251	함안군	산인	입곡2	16.50	885.00	8.10	442.00	
D252	함안군	산인	입곡3	18.70	513.00	8.60	284.00	

관정번호	위치			온도	EC	pH	TDS	비고
D253	함안군	산인	입곡4	17.40	509.00	8.40	260.00	
D254	함안군	산인	입곡5	19.20	309.00	8.20	156.00	
D255	함안군	칠원	구성3	19.20	554.00	8.20	277.00	
D256	함안군	칠원	구성4	19.50	535.00	8.70	265.00	
D257	함안군	칠원	구성5	16.50	408.00	8.90	201.00	
D258	함안군	칠원	무기1	17.20	639.00	8.20	319.00	
D259	함안군	칠원	무기2	17.50	347.00	8.80	174.00	
D260	함안군	칠원	무기3	17.10	757.00	8.50	382.00	
D261	함안군	칠원	무기4	16.80	789.00	8.30	394.00	
D262	함안군	칠원	무기5	16.90	510.00	8.30	255.00	
D263	함안군	칠원	무기5-1	16.50	688.00	8.40	343.00	
D264	함안군	칠원	무기6	17.90	646.00	8.80	323.00	
D265	함안군	칠원	무기7	18.20	746.00	8.30	376.00	
D266	함안군	칠원	무기7-1	17.50	104.50	8.80	52.00	
D267	함안군	칠원	무기8	17.70	308.00	8.70	154.00	
D268	함안군	칠원	무기9	17.50	227.00	7.70	113.00	
S007	함안군	칠원	무기10	16.50	388.00	8.00	193.00	
D269	함안군	칠원	무기11	15.90	440.00	8.60	219.00	
D270	함안군	칠원	무기12	17.00	734.00	8.20	366.00	
D271	함안군	칠원	무기13	18.50	734.00	8.10	372.00	
D272	함안군	칠원	무기14	17.50	932.00	8.60	469.00	
D273	함안군	칠원	무기15	18.50	1383.00	8.00	676.00	
D274	함안군	칠원	예곡1	17.90	728.00	8.40	364.00	
D275	함안군	칠원	예곡2	18.50	826.00	7.80	412.00	
D276	함안군	칠원	예곡3	18.40	613.00	8.00	307.00	
D277	함안군	칠원	오곡1	18.80	703.00	8.20	352.00	
D278	함안군	칠원	오곡2	18.10	511.00	8.30	256.00	
D279	함안군	칠원	오곡3	18.50	302.00	8.90	152.00	
D280	함안군	칠원	오곡4	19.40	732.00	8.60	374.00	
D281	함안군	칠원	오곡5	16.80	482.00	8.30	242.00	
D282	함안군	칠원	오곡6	16.50	522.00	8.20	261.00	
D283	함안군	칠원	오곡7	17.20	382.00	8.20	191.00	
D284	함안군	칠원	용산1	17.20	249.00	8.30	124.00	
D285	함안군	칠원	용산2	16.50	663.00	8.50	330.00	
D286	함안군	칠원	용산3	17.00	723.00	8.30	361.00	
D287	함안군	칠원	용산4	15.80	2580.00	8.60	1300.00	
D288	함안군	칠원	용정1	16.50	927.00	8.10	464.00	

관정번호	위치			온도	EC	pH	TDS	비고
D289	함안군	칠원	용정2	16.50	801.00	8.80	400.00	
D290	함안군	칠원	용정3	16.00	1092.00	8.60	543.00	
D291	함안군	칠원	용정4	16.00	348.00	8.90	173.00	
D292	함안군	칠원	용정5	18.20	1085.00	8.60	541.00	
D293	함안군	칠원	용정6	18.40	926.00	8.80	462.00	
D294	함안군	칠원	용정7	17.40	548.00	8.80	272.00	
D295	함안군	칠원	용정8	18.80	996.00	8.80	499.00	
D296	함안군	칠원	용정9	18.50	886.00	8.90	465.00	
D297	함안군	칠원	용정10	17.50	586.00	9.10	292.00	
D298	함안군	칠원	용정11	18.90	522.00	8.80	262.00	
D299	함안군	칠원	운곡1	17.70	472.00	8.20	236.00	
D300	함안군	칠원	운곡2	19.00	673.00	8.60	337.00	
D301	함안군	칠원	운곡3	18.70	583.00	8.80	320.00	
D302	함안군	칠원	운곡4	17.70	642.00	8.60	320.00	
D303	함안군	칠원	운서1	18.50	703.00	7.80	354.00	
D304	함안군	칠원	운서2	18.30	1075.00	8.60	540.00	
D305	함안군	칠원	운서3	18.10	1202.00	8.70	601.00	
D306	함안군	칠원	운서4	18.10	472.00	8.50	235.00	
D307	함안군	칠원	운서5	18.30	614.00	8.70	305.00	
D308	함안군	칠원	운서6	17.70	265.00	7.80	132.00	
D309	함안군	칠원	운서7	17.70	795.00	8.70	396.00	
D310	함안군	칠원	유원1	18.30	419.00	8.80	207.00	
D311	함안군	칠원	유원2	17.80	839.00	8.40	419.00	
D312	함안군	칠원	유원3	17.50	1131.00	8.40	565.00	
D313	함안군	칠원	유원4	18.00	3080.00	8.40	1530.00	
D314	함안군	칠원	유원5	17.50	656.00	8.60	327.00	
D315	함안군	칠원	유원6	18.00	1460.00	8.50	706.00	
D316	함안군	칠원	장암1	18.20	743.00	8.60	369.00	
S008	함안군	칠원	장암2	18.60	494.00	8.80	246.00	
D317	함안군	칠원	장암3	19.40	416.00	8.90	207.00	
D318	함안군	칠원	장암4	18.10	1474.00	8.00	735.00	
D319	함안군	칠원	장암5	19.10	1604.00	8.90	804.00	
D320	함안군	칠원	장암6	18.20	1957.00	8.80	977.00	
D321	함안군	칠원	장암7	17.50	1036.00	8.00	519.00	
D322	함안군	칠원	장암8	19.20	740.00	8.60	368.00	
D323	함안군	칠원	장암9	18.70	597.00	8.70	299.00	
D324	함안군	칠원	장암10	17.80	653.00	8.70	327.00	

관정번호	위치			온도	EC	pH	TDS	비고
D325	함안군	함안	강명1	18.10	877.00	8.10	437.00	
D326	함안군	함안	강명2	19.20	1015.00	8.60	505.00	
D327	함안군	함안	강명3	17.40	496.00	8.70	248.00	
D328	함안군	함안	강명4	18.60	752.00	8.60	377.00	
D329	함안군	함안	강명5	17.10	718.00	8.50	357.00	
D330	함안군	함안	강명6	17.70	632.00	8.30	317.00	
D331	함안군	함안	강명7	15.60	422.00	8.60	213.00	
D332	함안군	함안	괴산1	16.40	740.00	8.70	390.00	
D333	함안군	함안	괴산2	19.20	566.00	7.20	286.00	
D334	함안군	함안	괴산3	19.00	542.00	7.60	271.00	
D335	함안군	함안	대산1	19.40	809.00	8.50	405.00	
D336	함안군	함안	대산2	18.30	661.00	8.20	329.00	
S009	함안군	함안	대산3	20.00	1105.00	8.20	555.00	
D337	함안군	함안	대산4	18.20	329.00	8.20	215.00	
D338	함안군	함안	봉성1	19.30	336.00	8.30	168.00	
D339	함안군	함안	봉성2	19.20	356.00	8.60	179.00	
D340	함안군	함안	봉성3	19.00	610.00	8.20	306.00	
D341	함안군	함안	북촌1	18.30	350.00	8.20	177.00	
D342	함안군	함안	북촌2	18.50	380.00	8.40	191.00	
D343	함안군	함안	북촌3	17.80	583.00	8.40	299.00	
D344	함안군	함안	북촌4	17.50	357.00	8.30	181.00	
D345	함안군	함안	파수1	18.50	292.00	7.80	148.00	
D346	함안군	함안	파수2	18.70	529.00	8.50	264.00	
D347	함안군	함안	파수3	17.90	439.00	8.30	220.00	
D348	함안군	함안	파수4	18.70	486.00	8.10	244.00	
D349	함안군	함안	파수5	15.10	749.00	7.00	375.00	
D350	함안군	함안	파수6	20.00	425.00	8.30	214.00	
D351	함안군	함안	파수7	18.40	762.00	8.30	387.00	
D352	함안군	여항	내곡1	18.10	1113.00	7.60	557.00	
D353	함안군	여항	내곡2	16.80	913.00	8.00	458.00	
D354	함안군	여항	내곡3	19.20	878.00	8.30	444.00	
D355	함안군	여항	내곡5	18.10	587.00	8.30	295.00	
D356	함안군	여항	외암2	17.90	323.00	8.30	165.00	
D357	함안군	여항	외암3	19.30	2340.00	8.30	1170.00	
D358	함안군	여항	외암4	18.00	241.00	8.30	120.00	
D359	함안군	여항	주동1	18.20	487.00	8.00	249.00	
D360	함안군	여항	주동2	19.00	359.00	8.60	181.00	

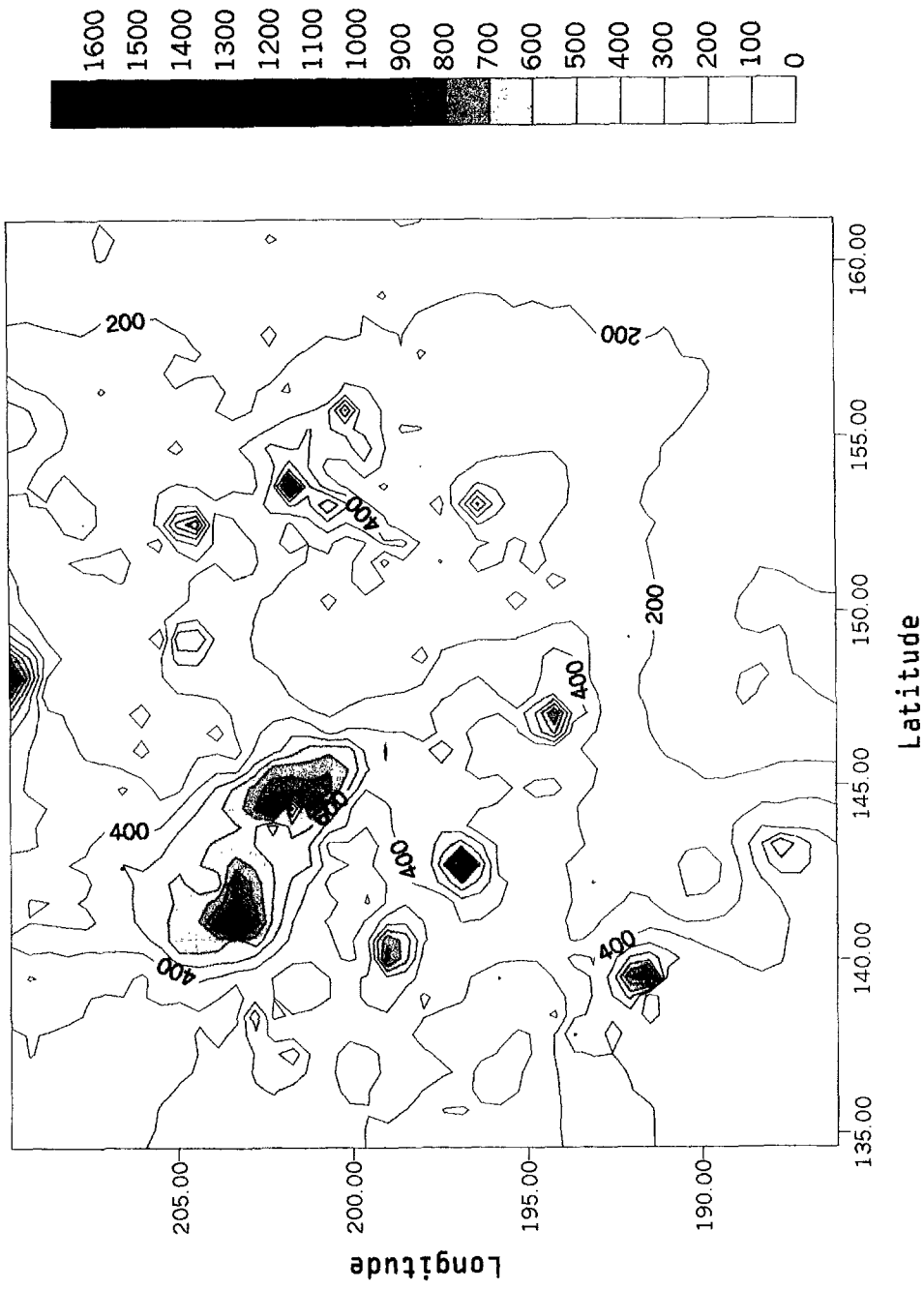
관정번호	위치			온도	EC	pH	TDS	비고
D361	함안군	여항	주동3	18.20	430.00	8.30	220.00	
D362	함안군	여항	주서1	18.90	229.00	9.00	114.00	
D363	함안군	여항	주서2	18.50	721.00	8.40	358.00	
D364	함안군	여항	주서3	18.70	2180.00	8.00	1080.00	
D365	함안군	여항	주서4	17.20	348.00	8.20	170.00	



Equal line of EC

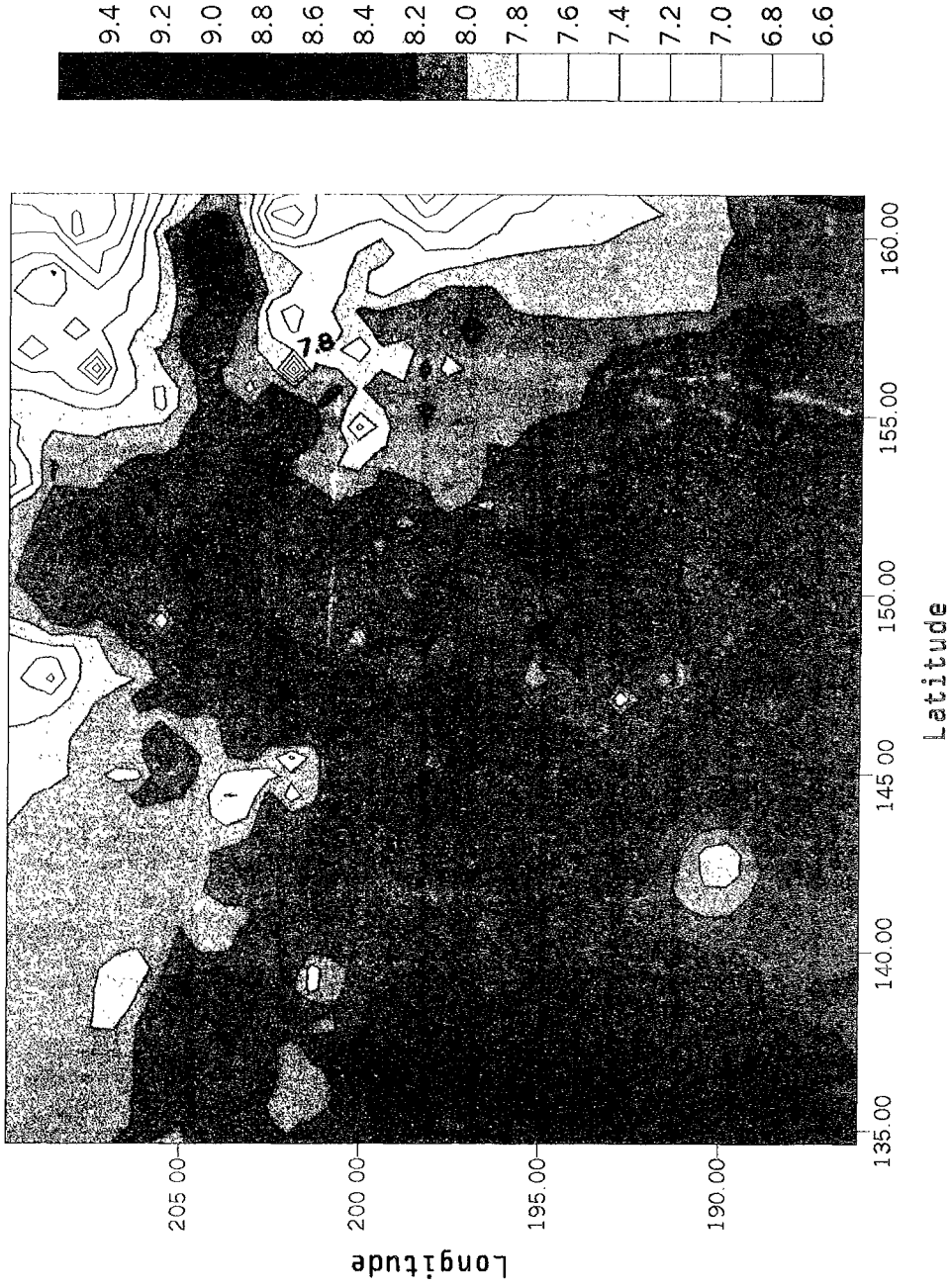
<그림. 5-1> 지하수 EC 등수치선도





Equal line of TDS

<그림. 5-2> 지하수 TDS 등수치선도



Equal line of pH

<그림. 5-3> 지하수 pH 등수치선도



Equal line of TWP

<그림. 5-4> 지하수 온도 등수치선도

## ○ EC(전기전도도)와 TDS(총용존고형물)

매질이 전류를 통과시킬 수 있는 능력(전기저항의 역수)을 전기전도도라 하며, 단위체적을 가진 물체의 전기전도도를 전기비전도도라 한다. 순수한 물은 일종의 절연체이나 물에 혼합된 고형물질이 전하를 가지는 이온으로 분리되어 존재하면 용액의 전기비전도도는 높아진다. 그러므로 물 속에 용해된 광물이나 기타물질의 종류와 양, 온도의 변화에 따라 전기비전도도 값이 변화하므로 물의 오염정도에 대한 지표로 사용된다. 일반적으로 전기비전도도는 물 속에 용해된 광물의 종류에 따라 그 값이 변화를 보이지만 총용존고형물(TDS)과의 관계는 대략 전기비전도도 × (비율) = 총용존고형물(TDS)로 표시되며, 지하수의 경우 그 비율은 0.50~0.75의 범위 내에 존재한다.

본 조사지역의 지하수는 그 비율이 0.46~0.80 사이에 존재하고 평균 0.50을 나타낸다. 조사지역에서의 전기전도도는 104.5~3,490  $\mu$ S/cm로 평균 621.19  $\mu$ S/cm로 조사되었으며, 평균값이 600  $\mu$ S/cm를 초과하여 지역에 따라서는 오염상태가 상당히 진행된 것으로 판단된다. 일반적으로 각 수계의 상류부에서 하류부로 향할수록 점차 높은 전기전도도 값을 나타낸다. EC가 2000이 넘는 곳이 12곳이나 되었는데 가야읍이 4곳, 산인면이 2곳, 칠원면이 2곳, 여항면이 2곳이며, 범수면이 1곳, 대산면이 1곳으로 용도별로 볼 때 생활용이 9곳, 농업용이 2곳, 기타용이 1곳으로 주로 생활용수의 오염정도가 심했으며 조사지역의 지질이 대부분 지하수의 유동이 비교적 빠른 퇴적암임을 감안할 때 오염성분의 침투가 빠른 만큼 오염방지 처리를 철저히 해야 하고, 생활하수의 처리나 농약 살포 등에 더욱 주의를 기울여야 한다.

## ○ 현장 수질검사 결과

금번 조사에서는 지표수와 지하수를 분리 조사하여 등수치도를 제작하였는데 지표수의 높은 수치지역과 지하수의 높은 수치지역이 일치하는 곳도 있지만 전혀 무관한 곳도 몇 군데 존재하므로 EC나 TDS의 수치가 높은 원인이 지질 자체의 특성이 아닌 타 오염원의 이동에 의한 것일 수도 있다는 것을 보여준다.

우선 지하수의 등EC도와 등TDS도를 보면 조사지역 중부 가야읍을 중심으로 가장 높은 수치를 보이는데 묘사리, 산서리, 사내리 말산리 등 비교적 인구가 집중된 곳으로 생활하수에 의한 지하수 오염가능성이 높으며, 칠원면 또한 1000 $\mu$ S/m가 넘는 곳이 10곳 이상 존재하며 장암리, 유원리, 용정리 등으로 공업단지와 석산개발, 생활하수 등에 의한 오염원의 존재가능성이 많은 곳이다.

<표. 5-2> 지표수 현장 수질검사 결과

No.	면	리	위치	EC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	TDS (ppm)	pH	TMP ( $^{\circ}\text{C}$ )	X좌표	Y좌표	비고
1	산인	운곡	운곡저수지	88.5	53	7.41	15.3	150.82	202.29	측사
2	산인	운곡	운곡-대사도로변	135.7	81	7.36	13.1	150.17	201.71	
3	산인	운곡	저수지	60.1	36	7.14	15.7	149.64	201.75	
4	산인	운곡	대장곡소류지	87.6	52	7.41	14.3	150.80	201.36	
5	산인	운곡	곰실마을위	105.2	63	7.56	12.9	150.77	201.08	
6	산인	운곡	곰실마을	139.2	83	7.7	13.5	150.16	201.38	
7	산인	운곡	운곡교	133.2	80	8.11	13.9	149.88	201.37	
8	산인	운곡	꼴안소류지	83.3	50	7.33	14.8	150.34	200.98	측사
9	산인	운곡	곰안마을	100.5	60	9.35	13.9	149.99	201.31	
10	산인	부봉	삼밭마을	137.5	82	8.33	13.5	149.56	201.05	
11	산인	부봉	어연저수지	79.3	47	7.85	15.1	149.32	200.18	
12	산인	부봉	아연마을	174.2	105	7.81	15.5	148.97	200.62	
13	산인	부봉	부봉마을	143	83	8.52	15.7	148.97	200.69	측사
14	산인	부봉	구일마을입구	165.6	100	7.9	15	148.07	200.13	
15	가야	산서	자연저수지	102.6	62	7.66	16.9	147.13	200.36	
16	산인	송정	송정교	158.2	96	7.65	15.3	147.92	198.37	
17	산인	내인	안인마을위	203	125	7.81	14.4	149.08	198.77	측사
18	산인	내인	안인저수지	157	96	9.45	14.4	148.72	198.84	
19	산인	내인	산인초교옆	193.5	119	7.82	14.4	148.29	199.02	공장다수
20	산인	내인	내인들	286	176	7.75	13.3	147.46	199.46	
21	산인	송정	산성밀마을	150	92	8.11	15.3	148.17	198.01	
22	산인	송정	약천사앞	139.2	85	8.49	14.6	149.19	197.80	
23	산인	입곡	중촌마을위	62	38	7.94	14	151.25	193.47	
24	산인	입곡	중촌마을	64.8	40	7.85	13.6	151.02	194.16	
25	산인	입곡	양지마을	60	38	7.69	13	151.34	194.60	
26	산인	입곡	양지입구	74	47	7.2	13.6	150.85	194.89	측사
27	산인	입곡	양지마을위	150.1	90	7.25	9.8	150.42	196.08	
28	산인	입곡	입곡교	95	57	7.41	11.4	150.13	195.82	측사
29	산인	입곡	대밭골저수지	52.2	31	7.19	15	149.96	194.80	측사

No.	면	리	위치	EC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	TDS (ppm)	pH	TMP ( $^{\circ}\text{C}$ )	X좌표	Y좌표	비고
30	산인	입곡	음지다북	111.4	66	7.24	11	150.20	195.52	
31	산인	입곡	입곡저수지	73.9	44	7.46	13.9	149.90	196.20	
32	산인	입곡	입곡저수지	68.2	41	7.32	14.8	149.21	196.86	
33	산인	오곡	대천마을	90.8	54	7.5	11.8	150.11	198.11	
34	산인	오곡	대천마을	135.5	82	8.03	11.3	149.72	197.28	
35	산인	오곡	수동마을	87.6	52	7.52	12.7	150.64	197.74	
36	산인	오곡	분암초교옆	148.6	89	8.33	12	150.76	197.11	
37	산인	신산	산의마을위	91	54	7.8	14.2	151.88	195.46	공장
38	산인	신산	산의저수지	47	28	7.66	12.2	151.72	195.41	
39	산인	신산	산의마을입구	135.9	80	7.78	12.1	151.59	196.44	
40	산인	신산	신산소류지	47.4	28	7.49	14.8	152.89	196.47	
41	산인	신산	평지촌	143.7	86	8.51	14.4	152.86	196.76	
42	산인	신산	평지촌	143.5	86	8.26	14.9	152.92	196.86	
43	산인	신산	신장저수지	98.5	59	8.01	15.7	152.35	197.26	도로공사중
44	산인	신산	지양교	120.2	72	8.44	14.5	152.29	196.99	농공단지
45	산인	모곡	갈전교	214	130	8.75	13.2	151.34	197.05	
46	산인	모곡	지양소류지	174.8	105	9.17	14.4	151.38	197.08	
47	산인	모곡	지양소류지	54.7	33	7.53	15.6	151.96	197.38	
48	산인	입곡	산인역앞	211	128	7.74	14.3	150.31	197.11	
49	칠북	가연	가동소류지	81.9	49	7.28	13.8	159.05	204.50	
50	칠북	가연	가연저수지	67.6	41	7.42	15.3	158.42	204.65	
51	칠북	가연	가동마을	69.5	43	8.72	15.2	157.66	204.50	
52	칠북	가연	어연교	86.2	53	7.7	11.7	156.99	204.30	축사
53	칠북	가연	가연들	128.3	80	7.68	15.1	156.53	204.30	
54	칠북	가연	가연교	156	98	7.49	14.3	155.81	204.99	고우공장
55	칠북	검단	아산마을	129.3	82	7.42	12.8	159.69	205.61	축사
56	칠북	검단	검단지수지	86.1	54	7.55	14.3	158.78	205.83	
57	칠북	검단	상촌마을	110.6	70	8.83	14.2	157.77	205.61	
58	칠북	검단	검단1교	164.6	105	7.58	14.8	156.62	205.37	
59	칠북	화천	화천들	193.3	124	7.52	12.8	155.51	205.39	

No.	면	리	위치	EC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	TDS (ppm)	pH	TMP ( $^{\circ}\text{C}$ )	X좌표	Y좌표	비고
60	칠북	영동	영동마을	139.7	89	8.45	12.7	157.30	203.77	
61	칠북	영동	영동저수지	81.3	53	8	14.1	157.91	203.42	공장다수
62	칠북	영동	동태마을	97.8	63	7.92	11.3	158.10	203.50	
63	칠북	영동	동태들	121.1	79	7.94	12.5	158.15	203.74	
64	칠북	영동	절골소류지	50.1	32	7.7	14.2	158.76	203.28	
65	칠북	검단	유계소류지	79.6	46	7.69	15.3	156.66	206.05	
66	칠북	덕남	덕남들	227	144	7.53	12.5	156.16	206.91	공장다수
67	칠북	덕남	덕남들	242	156	7.32	11.6	156.08	207.66	
68	칠북	이령	령서소류지	202	129	8.51	14.9	157.64	206.55	
69	칠북	이령	중앙들	220	142	8.05	13.8	157.62	207.51	
70	칠북	이령	중앙들	204	132	8.73	16.8	157.56	208.19	
71	칠북	이령	중앙들도로가	144.8	93	8.01	16.6	157.96	208.17	축사
72	칠북	이령	령동입구	145.5	93	8.81	12.9	158.28	207.38	
73	칠북	이령	이령저수지	95.7	62	7.67	16.3	158.69	206.89	
74	칠북	이령	령동마을	105.5	68	8.3	14.6	158.31	207.28	
75	칠북	봉촌	외봉촌	138.3	89	8.23	13.8	158.38	207.29	교량공사중
76	칠북	봉촌	도로변	136.8	88	8.02	13.4	159.09	207.41	
77	칠북	봉촌	칠원마을	139	90	7.69	13.7	160.11	207.69	
78	칠북	봉촌	음달못	82.9	54	7.45	15.6	160.29	207.15	
79	칠북	봉촌	양달못	95.9	62	7.68	15.5	160.81	207.68	
80	칠북	봉촌	저정앞	245	158	7.9	13.5	161.27	207.73	
81	칠북	봉촌	밀포앞	250	161	8.22	14.8	158.93	209.20	
82	칠북	덕남	소량교	248	153	7.68	14.3	156.52	209.14	
83	칠북	덕남	덕남리들 앞	246	153	7.67	13.5	155.32	207.99	
84	칠북	화촌	안동내	199	128	7.76	13.3	154.47	206.16	
85	칠원	운곡	무산소류지	62.5	40	7.47	12.7	160.67	202.31	
86	칠원	운곡	운곡저수지	51.9	33	7.27	14.2	159.54	202.18	
87	칠원	운서	덕암교	53.5	34	7.92	11.7	158.74	202.19	
88	칠원	운서	학동마을	79	50	7.87	11.8	157.74	202.29	축사
89	칠원	운서	죽청입구	109.4	64	7.06	14.5	156.48	201.82	교량작업

No.	면	리	위치	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	TDS (ppm)	pH	TMP ( $^{\circ}\text{C}$ )	X좌표	Y좌표	비고
90	철원	용산	원서교	102.9	60	8.35	13.3	155.51	201.80	공장
91	철원	용산	세성교	253	150	9.76	14.4	155.24	201.90	공장
92	철원	용산	용산교	203	121	8.84	14.8	155.94	200.99	
93	철원	무기	도로변	160.6	96	8.62	14.7	156.70	200.40	콘크리트공장
94	철원	무기	도로변	98.4	59	8.08	13.4	157.68	200.02	공장
95	철원	무기	무기마을	126.1	76	7.89	9.9	158.33	200.24	
96	철원	무기	무기입구	151.8	93	7.7	10.4	158.06	199.98	
97	철원	무기	도로변	95.8	57	7.99	13.7	158.42	199.53	공장공사
98	철원	무기	도로변	85.9	49	8.57	13.8	159.32	199.35	도로공사
99	철원	무기	산정저수지	51.3	29	7.69	15.1	160.16	198.90	
100	철원	무기	음달입구	65.6	36	7.61	13.1	160.87	198.63	공장
101	철원	용정	용정소류지	111.6	64	7.49	15.7	157.68	198.69	
102	철원	용정	용정마을위	154.5	89	7.42	14.7	157.52	198.79	
103	철원	용정	용정마을	223	128	8.27	16.9	157.04	198.72	
104	철원	용정	용정마을	259	149	9.48	16.8	156.54	198.45	
105	철원	예곡	예곡저수지	75.7	44	7.65	13.9	157.93	197.58	
106	철원	예곡	예곡마을	132	77	7.47	13.1	157.28	197.50	
107	철원	예곡	야촌교	206	119	9.78	18	156.99	197.68	
108	철원	오곡	호곡하소류지	112.2	65	9.62	17.1	155.84	197.30	
109	철원	오곡	야촌교옆	153.5	90	8.2	17.8	156.37	197.55	
110	철원	오곡	가마실	192.7	113	6.35	13.6	155.00	197.95	측사
111	철원	오곡	가마실입구	147.3	87	9.35	15.4	155.29	198.41	
112	철원	오곡	오고들옆	187.7	110	9.3	15.9	155.61	198.75	
113	철원	오곡	큰오리등	199	117	8.36	13.9	154.70	198.32	
114	철원	오곡	오리동입구	252	150	8.42	14.9	154.88	198.89	
115	철원	유원	유원저수지	82.4	49	8.28	15.2	154.02	198.31	
116	철원	유원	유원저수지아래	107.9	64	9.16	15.4	153.66	198.97	
117	철원	유원	성관유사입구	144.8	86	8.95	15.7	153.25	199.76	
118	철원	유원	유하마을	132.8	80	9.95	14.7	153.89	200.03	
119	철원	장암	장암소류지(상)	62.9	38	7.92	15.2	151.08	198.56	



No.	면	리	위치	EC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	TDS (ppm)	pH	TMP ( $^{\circ}\text{C}$ )	X좌표	Y좌표	비고
120	칠원	장암	장암소류지(하)	106.4	64	8.15	15.1	151.99	198.83	측사
121	칠원	장암	막골짜소류지	74.7	45	8.19	14.3	152.63	198.53	
122	칠원	장암	동암마을	128.9	79	8.17	13	152.37	199.08	
123	칠원	장암	입석교	181	112	9.04	12.1	152.33	199.53	
124	칠원	장암	윗장동소류지	50.3	30	7.65	14.5	151.20	199.45	
125	칠원	장암	아랫장동	305	190	7.69	13.7	151.95	199.58	
126	칠원	장암	장암교	160.3	101	8.77	12.7	152.59	200.31	
127	칠원	장암	태곡소류지	60.6	37	8.12	14.4	152.52	200.42	
128	칠원	장암	대곡교	142.2	89	9.24	13.6	153.37	200.48	
129	칠원	유원	새마을	148.2	92	9.12	14.2	154.09	200.15	측사
130	칠원	유원	유원초교옆	142.2	89	8.72	13.8	154.24	200.03	
131	칠원	용정	양정저수지	76.9	39	8.33	17	155.97	199.47	
132	칠원	용정	서원교	226	116	7.8	16.7	155.34	199.65	
133	칠원	유원	유원교	226	117	8.63	17.4	154.43	200.11	레미콘공장
134	칠원	용산	세월교(화산)	245	125	8.52	16.7	154.61	201.59	
135	칠원	내서	호계교	186	107	8.6	17.1	156.30	196.19	
136	대산	대사	대사저수지	208	127	8	14.5	151.15	202.90	
137	대산	대사	대사마을	130.5	82	8	13.3	151.54	203.34	
138	대산	대사	대사저수지	101.1	61	9.6	14.9	151.94	203.22	
139	대산	대사	대사마을앞 들	144.7	87	8.2	14.8	151.24	203.73	
140	대산	대사	소사저수지	115.8	70	8.4	14.7	151.88	203.69	
141	대산	대사	송화	143.5	88	8.3	14.2	151.16	204.35	
142	대산	대사	벧질마을입구	150.8	95	8	13	150.72	205.00	
143	대산	평림	구평림	213	131	7.6	13.9	150.27	205.19	
144	대산	평림	비곡처리장앞	251	152	7.8	14.7	149.70	204.78	
145	대산	평림	새터	318	188	8.9	15.8	149.03	204.98	
146	대산	평림	취무교	233	142	7.8	14.6	148.03	205.40	
147	대산	평림	맷바등앞	246	146	9	15.5	147.06	205.41	
148	대산	서촌	서촌교	252	156	8.1	13.8	146.59	205.48	
149	대산	서촌	동촌교	207	124	8.8	15.2	146.28	204.74	

No.	면	리	위치	EC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	TDS (ppm)	pH	TMP ( $^{\circ}\text{C}$ )	X좌표	Y좌표	비고
150	대산	서촌	(주)대림요업앞	125.1	74	8.4	15.3	146.57	203.96	
151	대산	서촌	서촌하소류지	74.8	44	8.8	15.2	147.08	203.85	
152	대산	하기	신대마을	229	141	7.7	14.1	145.78	206.15	
153	대산	하기	내촌늪	302	152	7.1	15	145.19	205.67	
154	대산	하기	하평	349	217	7.6	14.6	145.09	205.87	
155	대산	하기	하기양수장	121.9	72	7.9	15.3	144.72	204.97	
156	대산	하기	단안마을앞	126.3	74	7.9	15.7	143.90	206.48	
157	대산	부목	목지항아골	166.9	94	8.6	17.6	150.42	206.14	
158	대산	부목	마산교	175.2	100	7.6	17.1	149.77	206.55	
159	대산	부목	마산	174.8	104	8.3	15.2	150.16	206.57	
160	대산	부목	부촌마을아래들	167.1	103	7.7	13.9	150.30	207.08	
161	대산	부목	신촌저수지	118.2	69	6.6	16.2	151.82	206.70	
162	대산	부목	부촌마을아래	153.9	93	7.5	13.5	151.11	207.06	
163	대산	부목	부촌소류지	141.3	80	9.6	17.3	151.43	207.65	
164	대산	부목	도흥저수지	111.9	67	7.8	15	151.33	208.42	
165	대산	부목	입사마을아래들	92.5	51	9.4	18.1	150.11	207.31	
166	대산	장암	대암마을	246	140	7.8	17.2	149.42	207.42	
167	대산	장암	연산	281	164	8.4	16.2	148.70	207.82	
168	대산	장암	장포마을들 앞	140.8	80	9.1	17.3	147.33	208.71	
169	대산	장암	장포마을들 앞	117.4	70	8.2	15.2	148.04	210.01	
170	대산	장암	연산교	210	123	9.1	16.1	148.39	207.46	
171	대산	구혜	구혜리 들	209	125	8.9	15.4	148.83	206.84	
172	대산	장암	장고산	120.3	72	8.3	15.1	148.03	207.61	
173	대산	구혜	송도교	119	70	8.2	15.8	146.78	207.14	
174	대산	하기	하기평야	124.1	74	8.1	15.3	145.18	207.01	
175	대산	구혜	구혜교	223	129	8.9	16.4	147.31	206.56	
176	대산	하기	신대마을앞 들	245	148	7.6	14.9	146.50	206.20	
177	대산	옥렬	울렬저수지	112.9	68	8	14.8	149.55	203.36	
178	대산	옥렬	구사마을	145.6	88	7.9	14.6	148.68	203.67	
179	대산	옥렬	효사마을	169.6	103	8.4	14.8	147.97	203.08	

No.	면	리	위치	EC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	TDS (ppm)	pH	TMP ( $^{\circ}\text{C}$ )	X좌표	Y좌표	비고
180	대산	옥렬	소이열	173.3	102	9.5	15.5	147.55	202.63	
181	대산	옥렬	새터마을	170.7	104	9.3	14.6	146.61	202.40	
182	대산	옥렬	옥렬배수장앞	172.7	104	9.5	14.7	145.98	202.58	
183	칠서	회산	어령소류지	78.3	49	8.3	13.7	151.99	201.57	
184	칠서	회산	(주)태화산업앞	131.8	86	8.7	12	152.66	201.50	
185	칠서	회산	(주)태화산업아래	232	156	8.7	10.6	153.46	201.03	
186	칠서	회산	신산동	179.1	120	8.2	10.7	154.26	201.51	
187	칠서	천계	천농교	217	135	8	13.6	154.97	202.76	
188	칠서	무릉	무릉저수지	65.4	40	7.7	13.6	156.41	202.51	
189	칠서	무릉	무릉마을	88	56	7.7	12.8	155.65	202.77	
190	칠서	무릉	못지골저수지	206	123	9.8	15.1	156.38	203.27	도로공사
191	칠서	무릉	못지골저수지아래	227	140	7.7	13.9	155.23	203.74	
192	칠서	구포	구곡소류지	75	43	9.8	16.9	155.62	204.15	
193	칠서	구포	구곡마을	204	120	10.1	15.9	155.11	204.55	
194	칠서	구포	유계교	132	76	7.8	16.6	155.05	204.80	
195	칠서	구포	고실앞	224	137	7.8	14.2	154.00	205.26	
196	칠서	천계	구천교	232	140	8	15	154.55	204.14	
197	칠서	천계	천계마을입구	506	309	8.1	14.7	154.40	203.94	
198	칠서	천계	천계소류지	109.1	65	8.3	15.2	153.79	203.28	
199	칠서	천계	천계마을	159.2	102	7.9	12.5	154.15	203.55	
200	칠서	태곡	이곡입구	165.5	87	7.7	20.5	153.29	205.91	
201	칠서	태곡	강태소류지	79.1	45	9.1	17.1	152.69	204.54	
202	칠서	태곡	강태마을	545	341	7.7	13.7	152.61	204.95	
203	칠서	태곡	점골앞	258	149	7.7	16.6	152.89	204.64	
204	칠서	이룡	안동내앞	241	139	8.5	16.8	153.89	206.09	
205	칠서	계내	남지교	388	222	7.8	17.1	152.15	209.20	
206	대산	장암	목지마을 입구	271	155	7.7	17.1	150.24	209.45	
207	대산	장암	부촌마을아래	289	167	7.8	16.7	148.98	210.46	
208	칠서	용성	신남지교	248	147	7.8	15.4	153.29	210.03	
209	칠서	용성	재골아래	243	147	8.1	14.8	154.45	210.30	

No.	면	리	위치	EC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	TDS (ppm)	pH	TMP ( $^{\circ}\text{C}$ )	X좌표	Y좌표	비고
210	칠서	용성	외동마을	233	136	7.6	16.2	153.70	208.70	
211	칠서	용성	웃담위소류지	207	123	7.4	15.6	153.57	209.16	
212	칠서	용성	용호마을	247	148	8.2	15.2	154.28	208.14	
213	칠서	이룡	이룡들	252	152	8.3	14.9	154.70	208.10	
214	칠서	용성	진동마을	209	128	8	14.2	156.40	210.28	
215	칠서	대사	대차마을	69	41	8.4	15.2	152.32	206.42	
216	칠서	대사	대차마을	252	154	7.6	14.4	152.43	206.88	
217	칠서	이룡	향촌마을소류지	497	291	8.1	16.4	153.67	207.14	
218	여항	내곡	은하수목장옆	94.5	56	8	15.2	151.17	188.13	
219	여항	내곡	봉곡마을	38.7	23	7.8	14.9	150.38	187.57	
220	여항	내곡	봉곡마을	108	65	9.8	14.8	150.62	187.97	
221	여항	내곡	깊은개골	93	56	8.1	14.8	150.48	188.32	
222	여항	내곡	원지골	44.4	27	7.9	14.3	151.10	188.40	
223	여항	내곡	원지골	81.2	48	7.8	15.4	150.45	188.64	
224	여항	내곡	창휴계소앞소류	66.7	39	7.5	16.1	150.19	189.00	
225	여항	내곡	내곡교	68.7	41	7.7	15.2	150.13	189.21	
226	여항	내곡	내곡소류지	36.5	21	7.5	15.9	151.66	189.40	
227	여항	내곡	내곡마을위	48.1	28	7.7	16	151.31	189.42	
228	여항	내곡	내곡마을위	71.6	42	7.4	16.2	151.43	189.55	
229	여항	내곡	내곡마을	51.2	31	7.7	14.8	150.69	189.38	
230	여항	내곡	참샘이	35.6	21	7.6	15	149.85	189.19	
231	여항	외암	아침골	88.1	52	7.7	15.3	151.30	190.75	
232	여항	외암	조곡저수지	63.5	37	7.6	16.2	149.92	190.17	
233	여항	외암	양촌	47.4	28	7.6	15.6	150.20	190.20	
234	여항	외암	양촌소류지	73.9	43	8.8	16.5	149.80	190.00	
235	여항	외암	음촌	72.1	42	8	16.2	150.08	189.98	
236	여항	외암	외암교	63.8	37	8.4	15.7	149.51	189.71	
237	여항	주동	버드네	41.4	24	8	15.3	148.48	185.92	
238	여항	주동	버드네	43.4	26	7.9	14.7	148.39	187.15	
239	여항	주동	버드네하루	38.2	23	7.6	14.5	148.44	186.59	

No.	면	리	위치	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	TDS (ppm)	pH	TMP ( $^{\circ}\text{C}$ )	X좌표	Y좌표	비고
240	여항	주동	하별내	33.8	21	7.7	13.9	147.65	186.77	
241	여항	주동	상별내	35.8	22	7.7	14.1	147.43	187.15	
242	여항	주동	양천젯담	38.2	23	7.6	14.4	148.07	187.14	
243	여항	주동	변천야영장앞	39.4	24	7.7	14.7	148.23	187.30	
244	여항	주동	감현마을다리	42.2	25	7.8	15	147.96	188.16	
245	여항	주서	아랫각단	41.2	25	8.1	15.4	147.22	188.79	
246	여항	주서	대초소류지	64.7	37	9.8	16.6	147.05	188.83	
247	여항	주서	나무골	35.2	21	8.2	14.2	147.02	188.11	
248	여항	주서	좌촌상류	42	26	7.8	13.9	146.90	189.35	
249	여항	주서	가목	45.6	28	7.7	14.5	147.63	189.58	
250	여항	주서	주서교	49.2	29	7.7	15.3	147.95	189.42	
251	여항	주서	아래각단아래	45.8	27	7.8	15	148.10	188.92	
252	여항	주서	봉성저수지	42.4	25	7.9	15.1	147.95	190.09	
253	여항	외암	청암마을	66.5	42	8.1	13.2			
254	함안	강명	강지교(상)	66.5	41	8.2	13.5	148.67	191.02	
255	함안	강명	영담마을	72.2	44	7.8	14.1	149.25	192.00	
256	함안	강명	정골	78.2	49	7.7	13.2	149.23	191.53	
257	함안	강명	아랫각단	91.6	57	7.8	13.6	148.71	191.23	
258	함안	강명	강지교(하)	45.3	28	8	14.2	148.02	191.13	
259	함안	강명	행수비구	66.3	42	8.1	13.4	148.15	191.38	
260	함안	강명	장명교	55.9	35	7.8	13.4	147.74	191.46	
261	함안	강명	중산소류지	34.8	21	7.7	14	147.21	190.91	
262	함안	강명	갓바위교	54.4	34	7.7	14.6	147.72	191.83	
263	함안	봉성	신진물산옆	53.4	33	8.3	13.5	147.90	192.87	
264	함안	봉성	봉성교	56	35	8	13.3	147.51	193.06	
265	함안	봉성	봉성소류지아래	136.4	85	8.7	13.5	147.05	192.69	
266	함안	봉성	봉성소류지	73	45	7.6	14	146.81	192.16	
267	함안	봉성	정동교	65.5	38	8.2	15.7	147.82	193.75	
268	함안	북촌	백암저수지	65.5	39	7.7	15.5	149.13	192.78	
269	함안	북촌	백암들	83.6	50	7.8	15.1	148.64	193.02	

No.	면	리	위치	EC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	TDS (ppm)	pH	TMP ( $^{\circ}\text{C}$ )	X좌표	Y좌표	비고
270	함안	북촌	백암마을앞	110.9	66	7.7	15	148.38	193.52	
271	함안	북촌	정동대소류지	49.8	30	7.6	15.1	148.99	193.91	
272	함안	북촌	정동마을	103.9	62	7.4	15.2	148.50	193.82	
273	함안	북촌	정동마을앞 들	122	75	7.8	14.3	148.10	193.85	
274	함안	북촌	(주)블로 옆	168.7	103	7.4	14.3	148.12	194.29	
275	함안	북촌	죽림소류지	63.8	38	7.9	13.8	148.81	194.41	
276	함안	대산	봉밭개들 앞	67.4	41	8.2	14.4	147.92	194.62	
277	함안	대산	금천소류지	77.5	47	8.7	14.8	148.43	195.15	
278	함안	대산	대사마을	150.9	89	7.6	15.8	147.96	195.13	
279	함안	대산	대사마을	85.7	52	7.8	13.8	147.90	195.37	
280	함안	대산	대사교	86.5	52	7.8	14.5	147.65	195.25	
281	함안	파수	미산저수지	34	21	8	14.5	146.06	191.55	
282	함안	파수	방가지골	40.7	25	7.9	13.5	146.12	192.07	
283	함안	파수	고심소류지	60.4	36	7.9	14.6	144.75	192.25	
284	함안	파수	고심골	94.4	64	7.8	10.4	145.29	192.20	
285	함안	파수	상파고	54.1	35	7.9	12	145.69	192.73	
286	함안	파수	모산소류지	30.4	19	7.7	13.5	146.28	192.96	
287	함안	파수	하파	68.5	44	8.7	12.3	145.74	193.30	
288	가야	광정	파수교	89	59	7.9	10.8	146.11	193.89	
289	가야	광정	광정리들 앞	96.8	55	8.1	16.7	146.49	193.85	
290	함안	파수	빔밭골앞들	46.4	27	8	15.8	146.32	193.63	
291	가야	광전	상광마을	111.7	67	8.8	14.9	146.42	194.50	
292	가야	광전	광전교	121.7	74	8.4	14.5	146.21	195.35	
293	가야	도항	도동교	121.4	73	8.2	15.1	145.73	195.80	
294	가야	도항	도동소류지	46.9	28	7.8	15.5	145.52	195.30	
295	가야	도항	도음마을앞	118.7	71	9	15	145.45	196.46	
296	가야	신읍	내동지	67.4	41	8.2	14.6	144.90	195.59	
297	가야	신읍	외동지	88.2	54	7.6	13.9	144.95	195.99	
298	가야	신읍	사락마을	142	88	7.9	13.7	145.25	196.39	
299	가야	신읍	관동교(신)	120.4	73	7.8	14.6	145.25	196.99	

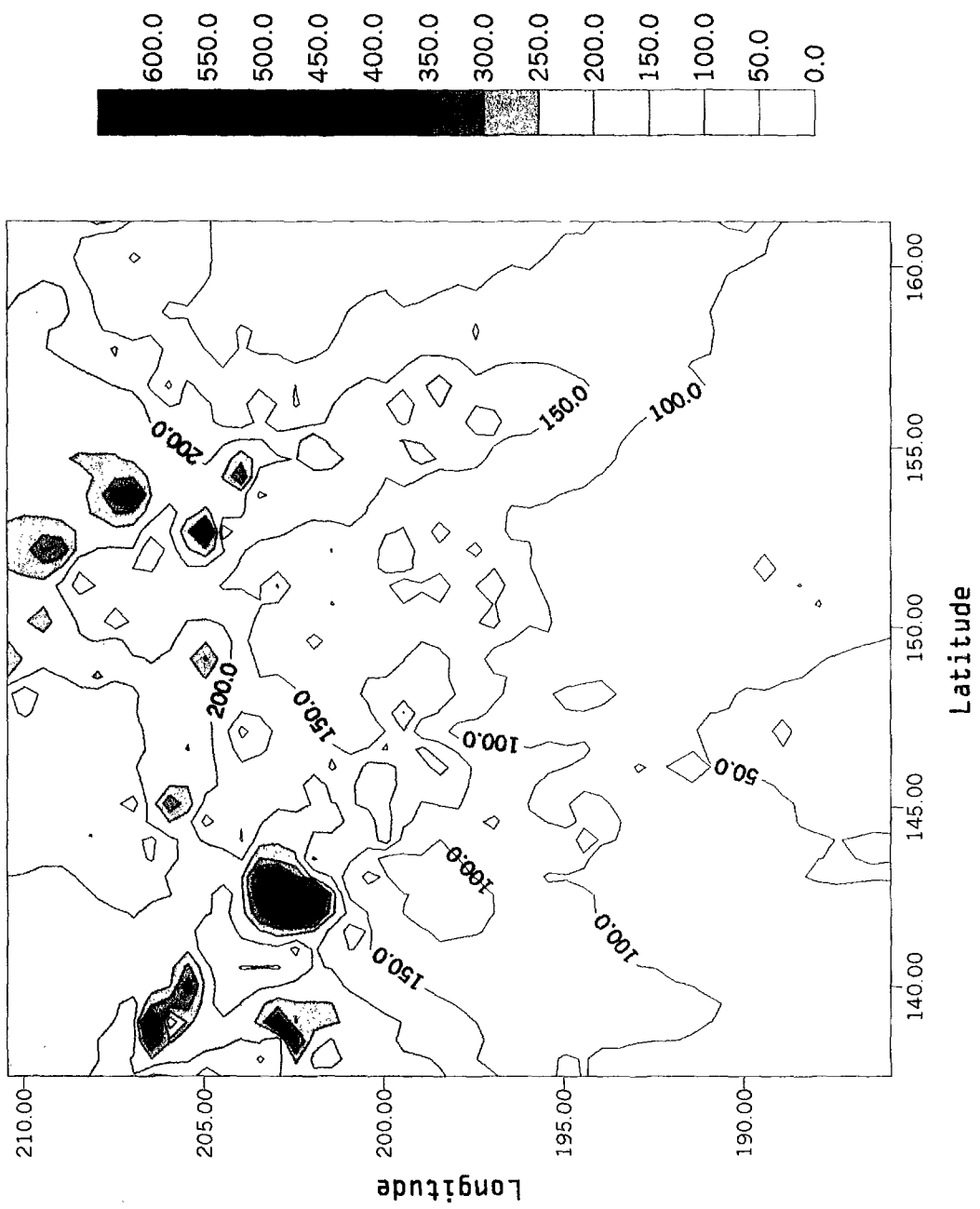
No.	면	리	위치	EC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	TDS (ppm)	pH	TMP ( $^{\circ}\text{C}$ )	X좌표	Y좌표	비고
300	가야	신읍	관동교(입)	124.4	77	9.2	13.7	145.01	197.38	
301	가야	신읍	못돌골	133	88	8.2	11.1	144.86	194.38	
302	가야	신읍	못돌골소류지	86	53	8.2	13.6	144.60	194.86	
303	가야	신읍	인곡마을앞 들	138.4	85	8.3	13.9	143.90	195.32	
304	가야	설곡	인곡마을	149.6	93	8.7	13.7	144.62	194.01	
305	가야	설곡	인곡저수지	64.5	39	8.1	14.7	144.24	194.44	
306	가야	설곡	인곡저수기 아래	122.2	76	9.1	13.3	144.08	194.90	
307	가야	설곡	월성마을위소류지	79.6	47	9	15.7	143.55	193.84	
308	가야	설곡	기일골소류지	96.9	55	8.4	14.8	143.79	193.16	
309	가야	설곡	월성마을	121.9	76	9	13.3	143.78	194.16	
310	가야	춘곡	춘곡교	134.8	88	8	11.7	143.73	195.13	
311	가야	춘곡	춘곡마을	85.9	54	7.9	12.7	143.13	194.70	
312	가야	춘곡	춘곡마을	106.2	68	8.7	12.6	143.31	195.16	
313	가야	춘곡	새터	92.8	57	8.2	13.9	143.15	195.49	
314	가야	신읍	괘안마을	150.1	96	8	12.7	144.01	196.32	
315	가야	신읍	가야교	152.6	98	8	12.4	144.62	197.20	
316	가야	사내	북실마을입구	166.1	121	7	8	144.64	197.02	
317	가야	사내	화성타조농장앞	181.4	123	7.7	10.4	143.54	196.74	
318	가야	사내	계티마을	102.9	73	7.7	8.6	142.79	196.99	
319	가야	사내	필동소류지	74.5	47	8.8	12.5	142.53	197.41	
320	가야	사내	덕전소류지	60	38	8.5	12.3	142.83	197.82	
321	가야	사내	백새마을	104.2	69	7.7	11.4	143.07	197.64	
322	가야	사내	백새마을	126.8	85	8.2	10.6	143.64	197.09	
323	가야	가야	선왕마을앞 들	124	86	7.9	9.3	144.14	197.85	
324	가야	가야	선왕소류지	54.4	35	8.2	12.9	143.90	198.22	
325	가야	가야	선왕마을앞 들	141	100	7.8	8.7	144.60	198.84	
326	가야	가야	가야늪	155	100	7.6	12.3	145.00	198.00	
327	가야	가야	공설운동장건너편	161.4	107	7.6	11.1	145.25	197.90	
328	가야	가야	함주교	165.7	109	7.7	11.4	145.63	198.08	
329	가야	가야	선왕교	140	93	7.8	11.1	144.92	198.77	

No.	면	리	위치	EC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	TDS (ppm)	pH	TMP ( $^{\circ}\text{C}$ )	X좌표	Y좌표	비고
330	가야	가야	덕천	129.6	84	7.9	11.8	144.38	198.97	
331	가야	묘사	서산소류지아래	71.5	48	8	10.5	143.72	199.27	
332	가야	묘사	서산소류지	58.3	35	8	14.3	143.13	199.39	
333	가야	묘사	묘동	80.1	49	7.3	14.4	143.61	200.00	
334	가야	묘사	묘동	237	156	7.5	11.9	144.16	200.00	
335	가야	검암	상검암	82.9	49	7.8	15.6	147.47	196.58	
336	가야	검암	함안제방	66	40	9	14.5	147.55	195.93	
337	가야	검암	중검교	67.6	42	8.2	13.7	147.21	197.26	
338	가야	검암	함안교	71.9	44	9.2	13.8	147.15	197.99	
339	가야	검암	야하수종말처리	73.8	44	9.4	14.7	147.05	198.80	
340	가야	도항	당산마을	240	148	7.7	14.1	146.18	198.31	
341	가야	도항	곧은개	231	149	7.8	12.4	146.70	199.05	
342	가야	도항	송정제방	132.8	79	8	15.4	146.81	199.90	
343	가야	산서	도람마을	282	171	7.9	14.7	145.88	200.22	
344	가야	산서	축암마을	232	137	8	15.5	145.34	200.12	
345	가야	묘사	묘사들	221	131	8.3	15.2	144.62	199.96	
346	가야	묘사	묘동소류지	89.2	51	9.4	16.8	143.17	200.48	
347	가야	산서	양포교	148.4	91	8	13.9	145.74	202.20	
348	가야	산서	산서들 앞	142.6	88	7.8	14	146.05	201.47	
349	가야	산서	논실아래	135.2	81	7.8	15	146.55	200.78	
350	가야	산서	이곡저수지	83.1	50	8.8	13.1	147.43	201.19	
351	법수	윤내	함안제방	157.8	98	8	13.9	145.32	202.59	
352	법수	윤내	양포	251	159	7.7	13.3	145.68	201.96	
353	법수	윤내	부남마을앞	236	147	7.8	13.6	144.77	201.69	
354	법수	윤내	석무교	273	179	7.7	11.9	144.20	202.36	
355	법수	윤외	(주)고려아래	330	186	8.4	17.8	143.58	202.81	
356	법수	윤외	독산	574	335	7.2	16.5	143.11	203.03	
357	법수	윤외	악양교	159.3	95	8.1	15.2	143.66	202.83	
358	법수	윤외	악양제방	110.8	66	7.9	15	144.29	203.97	
359	법수	윤외	독산마을앞	113	66	8.1	16.1	143.30	203.98	



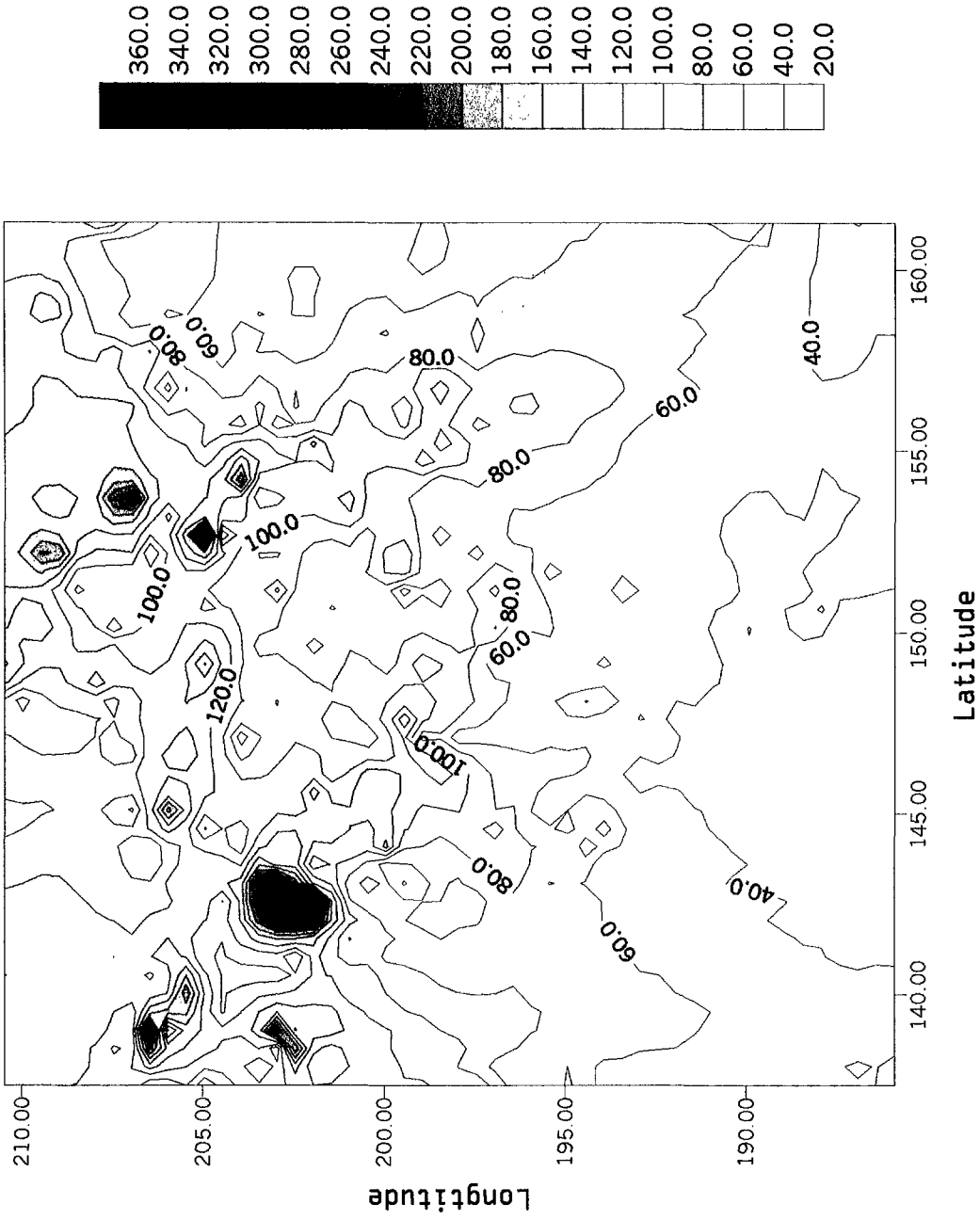
No.	면	리	위치	EC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	TDS (ppm)	pH	TMP ( $^{\circ}\text{C}$ )	X좌표	Y좌표	비고
360	법수	주물	백곡교	109.3	65	8	15	142.45	204.23	
361	법수	주물	가산	474	294	7.4	14.1	142.95	203.65	
362	법수	윤외	어류동아래들	673	413	7.7	14.8	142.46	203.02	
363	법수	윤외	법수농공단지	788	464	7.8	16.4	142.47	202.16	
364	법수	윤내	진농골	62.1	36	7.5	15.8	142.85	200.70	
365	법수	윤내	옥수늪	58.3	32	7.7	17.8	143.38	201.82	
366	법수	윤내	서무마을앞	133.1	79	7.5	15	144.00	202.20	
367	법수	우거	우거소류지	125.3	75	7.5	15	141.45	200.97	
368	법수	우거	우거소류지아래	131.9	85	7.7	12.3	141.19	201.22	
369	법수	우거	심실마을	209	130	7.4	13.8	141.13	201.83	
370	법수	대송	대송늪	119.4	70	7.6	15.8	140.92	202.47	
371	법수	대송	대송늪(아래)	124.9	78	7.6	15.2	140.61	203.12	
372	법수	대송	대송마을	145.8	88	7.7	14.7	140.62	203.47	
373	법수	대송	배다리	145.8	89	7.7	14.4	140.49	203.99	
374	법수	대송	대송교	143.4	90	7.7	13.2	140.54	204.20	
375	법수	대송	대평늪	116.7	71	7.4	14.6	139.76	204.61	
376	법수	강주	명애마을입구	286	167	8.1	16.2	139.22	201.66	
377	법수	강주	강주1교	242	136	8.7	17.6	138.96	202.42	
378	법수	강주	새터앞 들	297	160	8.6	19.5	138.87	202.14	
379	법수	강주	미남미	272	154	8.5	17	138.50	202.11	
380	법수	강주	메바구	79	45	7.5	16.5	138.34	201.81	
381	법수	황사	황새물	142.2	81	7.6	16.8	138.58	202.94	
382	법수	황사	비아마을앞	411	234	7.7	17.4	138.49	202.52	
383	법수	황사	행동	426	249	8	16.4	139.07	202.96	
384	법수	황사	매곡	115.2	67	8	16.3	138.02	203.25	
385	법수	황사	시등늪	186.9	101	7.4	19.2	138.24	204.12	
386	법수	황사	사건양수장아래	114	63	8.7	18	137.51	204.86	
387	법수	사정	새미골너머	112.6	64	8.2	17.3	137.60	206.25	
388	법수	사정	탑바위	114.1	65	8.1	17.2	138.40	207.13	
389	법수	사정	사정들	387	233	9.7	14.9	138.42	206.50	

No.	면	리	위치	EC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	TDS (ppm)	pH	TMP ( $^{\circ}\text{C}$ )	X좌표	Y좌표	비고
390	법수	백산	백산마을	477	287	8.1	15	139.08	206.42	
391	법수	백산	호미나루	117.2	67	8.6	16.7	139.26	206.98	
392	법수	백산	백산마을뒷편	152.1	93	7.9	13.9	138.97	205.94	
393	법수	백산	새동네	360	206	9.3	17.2	139.44	205.77	
394	법수	백산	새동네들 앞	115.6	66	8.6	16.8	140.32	206.12	
395	법수	백산	새동네	416	238	9.4	17.3	139.90	205.41	
396	법수	백산	신백산배수장	372	212	8.8	17.2	140.41	205.66	
397	법수	대송	대송배수장	165.8	99	8.4	15	141.04	204.51	
398	법수	대송	대송배수장아래	113.9	65	8.4	16.7	141.26	204.66	



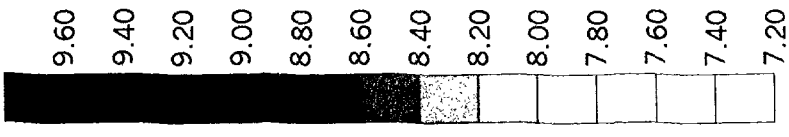
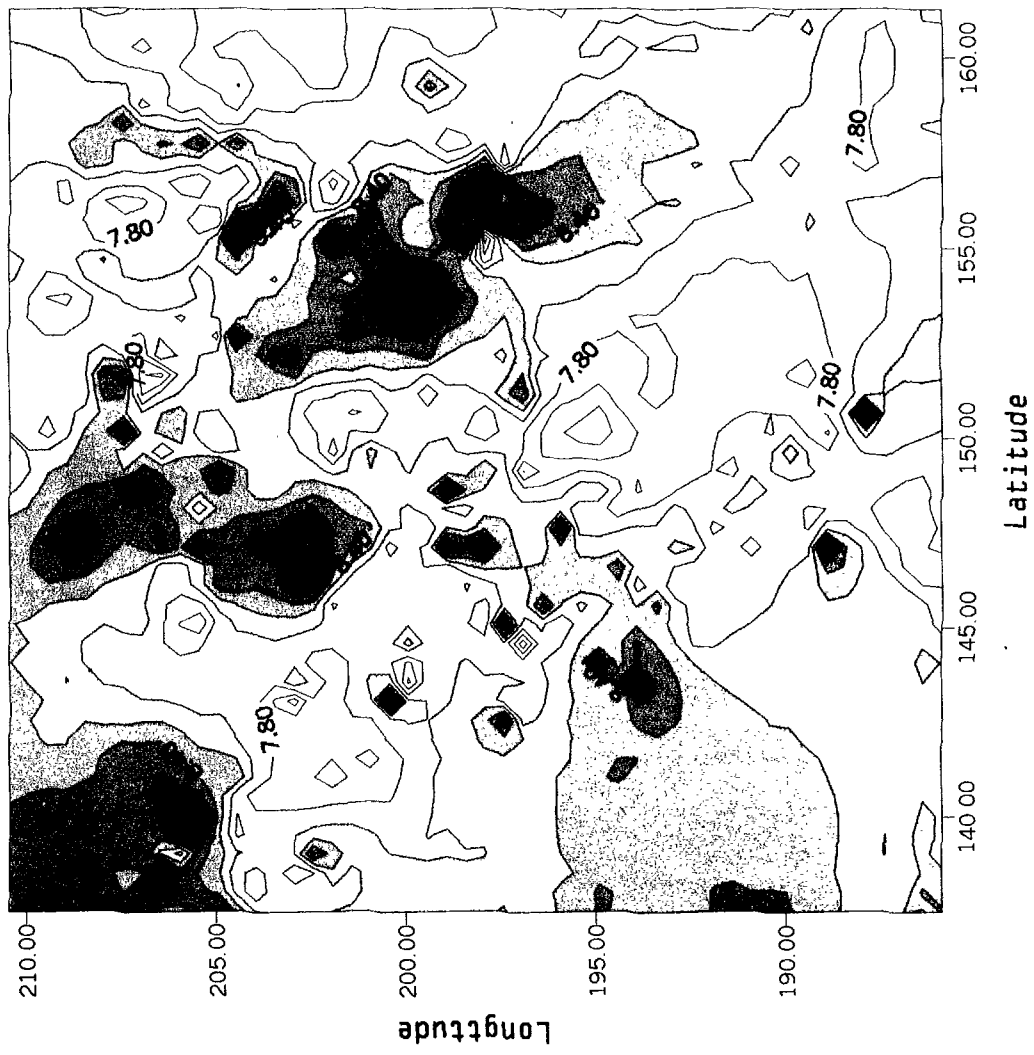
Equal line of EC

<그림. 5-5> 지표수 EC 등수치선도



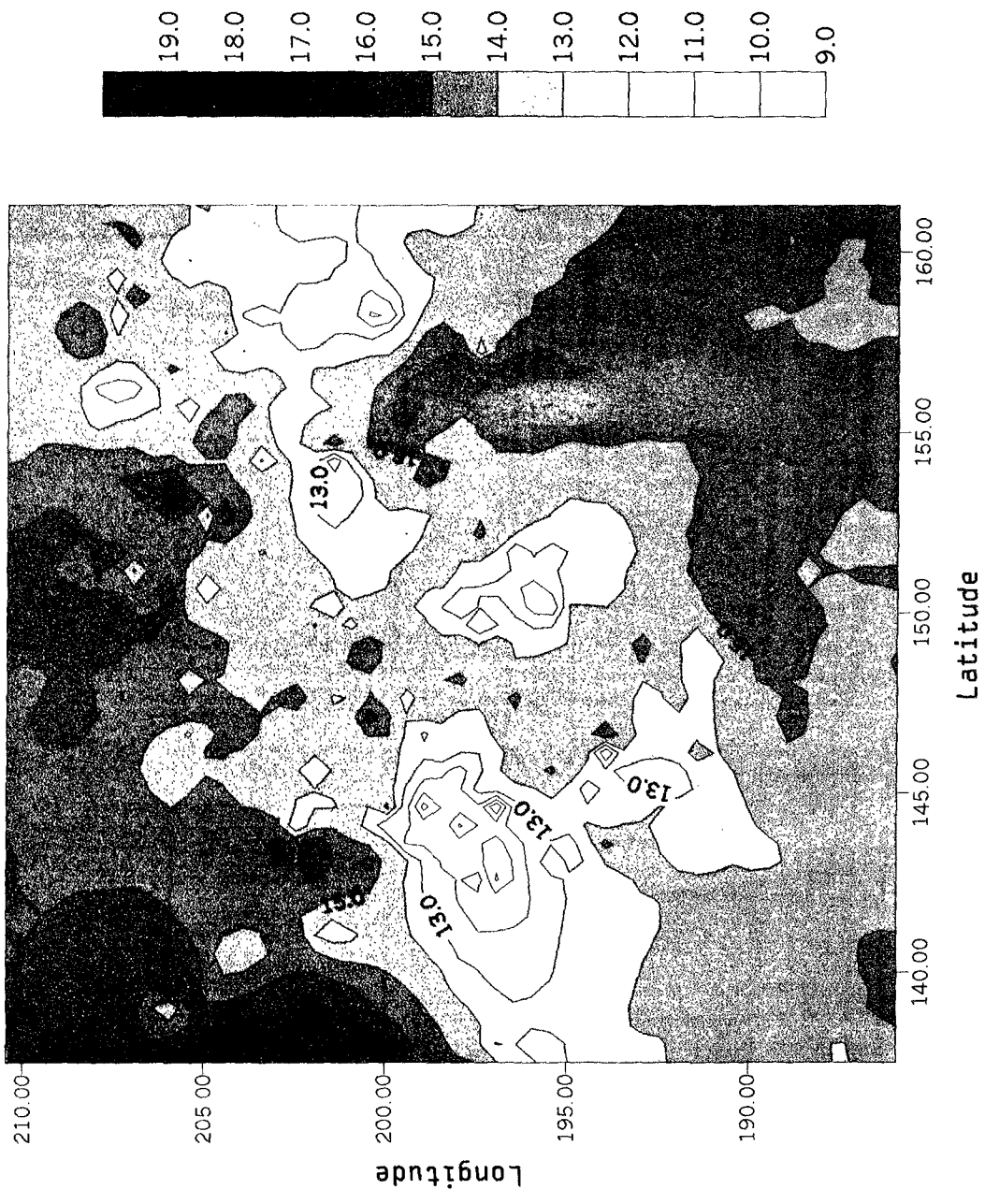
Equal line of TDS

<그림. 5-6> 지표수 TDS 등수치선도



Equal line of pH

<그림. 5-7> 지표수 pH 등수치선도



Equal line of TMP

<그림. 5-8> 지표수 온도 등수치선도

특히, EC수치가  $2000\mu\text{s}/\text{m}$ 가 넘는 곳이  $3000\mu\text{s}/\text{m}$ 가 넘는 곳이 3곳이나 있었는데 D-210, S-6, D-313으로, 가야읍의 산서리, 산인면 입곡리, 칠원면 유원리이다. 산서리와 입곡리는 생활용수로서 타 오염원이 주위에 없는 것으로 보아 생활오폐수 또는 축산폐수의 지하침투에 의한 오염일 가능성이 높고, 유원리는 주위에 공업용수와 생활용수가 밀집한 곳으로 타 오염원에 의한 지하수의 오염일 가능성이 높아 지하수의 유로를 추적하면 그 원인을 자세히 파악할 수 있다.

지표수의 경우를 보면 지하수의 경우와 달리 범수면 백산리, 황사리, 윤외리, 칠서면 이룡리, 계내리, 태곡리가 높은 수치를 보였다. 이는 지하수의 가야면, 칠원면과는 상당한 거리가 있는 곳으로 지표수의 오염과 지하수의 오염은 상당한 거리 차가 있는 것으로 보여진다.

위에서 보인 위치들은 공히 지표수의 최종 수계인 남강과 낙동강으로 유입되는 입구로서, 범수 농공단지와 근접한 윤외리는 특히 높은 수치를 보였으며, 석산개발단지와 수많은 공업단지를 경유하는 광여천의 말단부에 위치하는 칠서면은 상류부로 부터의 오염원이 누적되어 큰 수치를 보이는 것으로 판단된다.

지하수의 수질측점과 동일한 위치의 지표수 수질을 보면 정의상관관계를 보이지 않는다. 예를 들어, 가야읍의 경우 산서리, 묘사리, 사내리 등 대부분이 지하수의 EC수치가  $1000\mu\text{s}/\text{m}$ 를 넘는 수치를 보이는 반면, 지표수의 경우 가야읍은 평균  $122.2\mu\text{s}/\text{m}$ 로서 큰 차이를 보인다. 반면, 칠원면의 경우 장암리, 유원리, 용정리, 무기리 등의 지하수 EC수치가  $1000\sim 3000\mu\text{s}/\text{m}$ 를 보이는 반면 지표수는 평균  $140\mu\text{s}/\text{m}$ 를 보여 이 또한 상당한 차이를 보였다. 지하수와 지표수의 동일한 지점이 비슷한 수치를 보이는 곳은 범수면 윤외리, 윤내리의 일부지역밖에 없는 것으로 조사되어 지표수는 낮은 EC치를 보이나 지하수의 수치가 높게 나타나는 것은 타 오염원이 지하로 유입되었거나 과잉양수로 인한 대수층의 불균형으로 지하수에서 연결된 대수층으로 주위의 높은 EC치를 가지는 타암석의 지하수가 대수층을 통해 유입됐다고 가정할 수 있다.

지하수의 pH의 경우는 평균 8.20로 나타났으며, 가장 높은 지역은 군북면 박곡리(10.6), 가장 낮은 지역은 대산면 구혜리, 칠북면 봉촌리(6.6)로 나타났다. 지표수의 경우는 평균 8.08을 나타내고 가장 수치가 높은 곳은 광여천 수계의 칠서면 구포리 구금마을로서 10.1을, 낮은 곳은 역시 광여천 수계 칠원면 오곡리 가마실마을 앞으로 6.35를 보여 다른 지역과 유사한 수치를 보인다.

수온의 경우 6대 수계지역이 주위보다 상대적으로 낮은 특징을 보이고 낙동강 유입점으로 갈수록 높은 온도분포를 보여 유역면적이 넓고, 햇빛 입사량이 많은 남강과 낙동강 수계가 가장 높은 온도분포를 보인다<그림. 5-4>



<표.5-3 > 지하수 이온분석 결과(ppm)

관정번호	위치	K	Na	Ca	Mg	Cl	SO4	NO3	HCO3
D024	함안군 범수면 윤내리	ND	15.92	4.04	36.70	6.00	744.00	0.60	93.94
D030	함안군 범수면 주물리	ND	36.03	6.34	247.84	42.00	56.00	0.40	67.10
D042	함안군 범수면 대송리	1.01	10.21	5.55	111.96	8.00	215.00	2.10	93.33
D100	함안군 범수면 사정리	3.75	7.78	6.70	54.12	4.00	42.00	ND	172.02
D118	함안군 범수면 윤내리	5.37	7.21	8.46	30.05	23.00	15.00	1.50	103.70
D122	함안군 범수면 윤내리	1.23	4.19	12.76	35.49	22.00	36.00	2.00	95.16
D144	함안군 범수면 황사리	ND	11.09	10.29	51.42	26.00	14.00	2.10	143.96
D150	함안군 대산면 옥털리	2.48	12.70	19.20	50.36	13.00	34.00	0.30	176.90
D229	함안군 대산면 장암리	ND	25.89	17.34	4.62	13.00	85.00	1.80	189.71
D252	함안군 칠북면 김단리	2.48	114.57	178.86	51.36	5.00	799.00	0.20	90.28
D259	함안군 군북면 명관리	ND	11.18	28.04	2.28	6.00	10.00	2.20	86.62
D282	함안군 군북면 소포리	3.32	41.33	63.03	16.03	10.00	130.00	0.30	161.04
D359	함안군 군북면 월촌리	ND	5.66	6.97	1.97	2.00	4.00	0.70	32.94
D360	함안군 가야면 산서리	ND	5.07	17.36	5.54	3.00	20.00	0.20	58.56
D364	함안군 산인면 내인리	ND	22.52	9.74	0.31	11.00	29.00	0.20	40.26

<표.5-4 > 지하수 이온분석 결과(epm)

관정번호	위치	K	Na	Ca	Mg	Cl	SO4	NO3	HCO3
D024	함안군 범수면 윤내리	ND	0.68	0.20	3.02	0.17	15.48	0.01	1.54
D030	함안군 범수면 주물리	ND	1.55	0.32	20.40	1.18	1.16	0.01	1.10
D042	함안군 범수면 대송리	0.03	0.44	0.28	9.21	0.23	4.47	0.03	1.53
D100	함안군 범수면 사정리	0.10	0.33	0.33	4.45	0.11	0.87	nd	2.82
D118	함안군 범수면 윤내리	0.14	0.31	0.42	2.47	0.65	0.31	0.02	1.70
D122	함안군 범수면 윤내리	0.03	0.18	0.64	2.92	0.62	0.75	0.03	1.56
D144	함안군 범수면 황사리	ND	0.48	0.51	4.23	0.73	0.29	0.03	2.36
D150	함안군 대산면 옥털리	0.06	0.55	0.96	4.14	0.37	0.71	0.00	2.90
D229	함안군 대산면 장암리	ND	1.11	0.87	0.38	0.37	1.77	0.03	3.11
D252	함안군 칠북면 김단리	0.06	4.93	8.93	4.23	0.14	16.62	0.00	1.48
D259	함안군 군북면 명관리	ND	0.48	1.40	0.19	0.17	0.21	0.04	1.42
D282	함안군 군북면 소포리	0.09	1.78	3.15	1.32	0.28	2.70	0.00	2.64
D359	함안군 군북면 월촌리	ND	0.24	0.35	0.16	0.06	0.08	0.01	0.54
D360	함안군 가야면 산서리	ND	0.22	0.87	0.46	0.08	0.42	0.00	0.96
D364	함안군 산인면 내인리	ND	0.97	0.49	0.03	0.31	0.60	0.00	0.66

## 5-2. 주요 이온 분석결과

지하수에 용해된 화학성분중 대부분은  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ 를 주요원소로 한다. 조사지구 지하수의 수질조성상의 특성과 물 성분의 변화를 파악하기 위하여 총 50개소에 대하여 EC, 양이온, 음이온 분석을 농업기반공사 농어촌연구원에 의뢰하였다.

분석결과를 토대로 하여 수질특성을 파악하기 위하여 주성분인 양이온  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ 등과 음이온  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ 의 함량 비를 epm(equivalents per million)으로 환산하여 성분분석에 이용하였다<표. 5-4>.

epm이란, ppm으로 표시된 용질의 농도를 당량으로 나눈 값이다. epm은 보통 용액 내에서 이온화 할 수 있는 용질에만 사용할 수 있는 단위로서 철과 같이 물에 녹지 않는 불용해성 물질은 epm으로 표시할 수 없다.

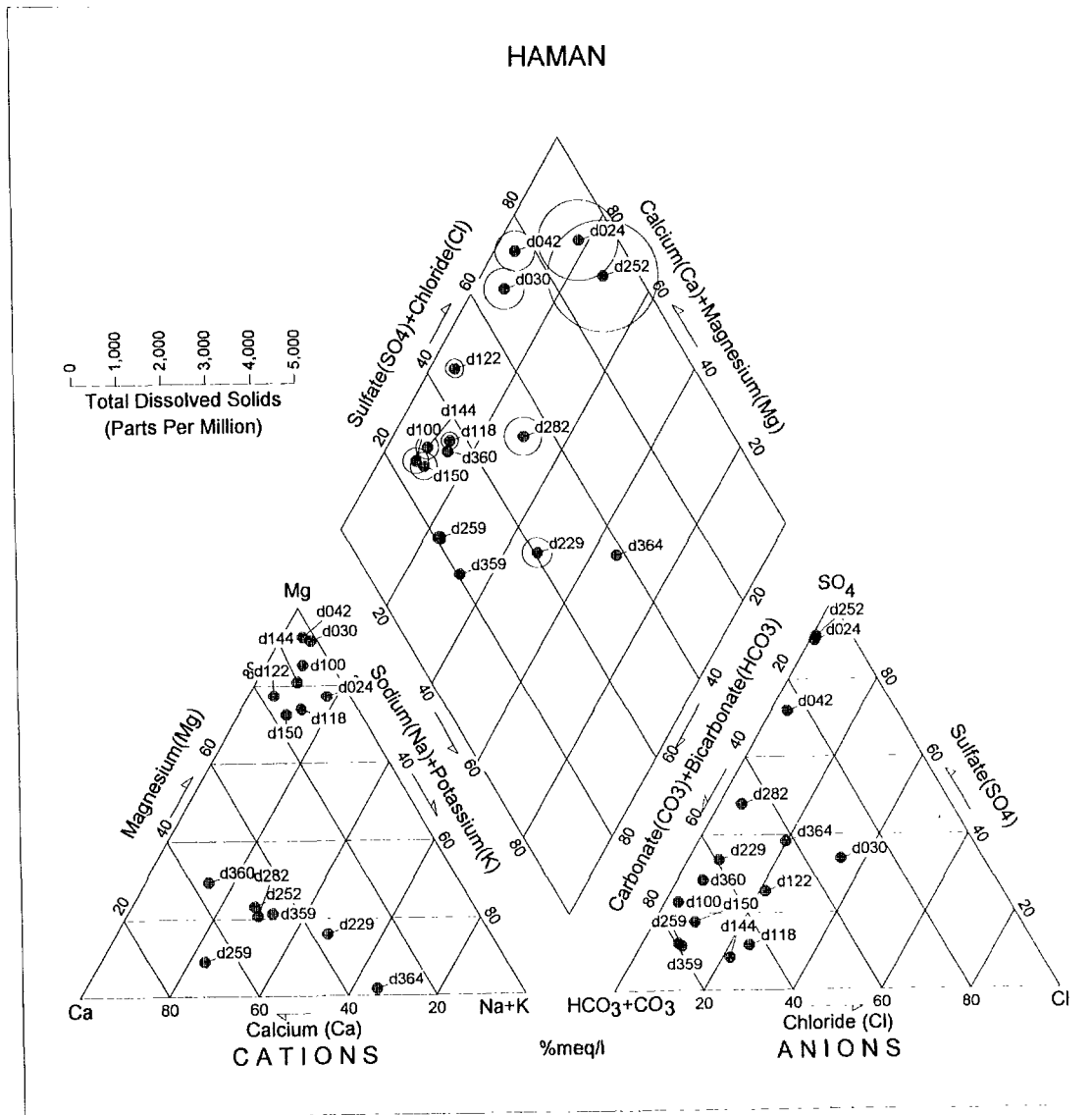
분석치의 평균을 보면, 양이온 평균은  $\text{K}^+$  0.072epm,  $\text{Ca}^{2+}$  1.313epm,  $\text{Na}^+$  0.950epm,  $\text{Mg}^{2+}$  3.841epm 이며, 음이온 평균은  $\text{HCO}_3^-$  1.755epm,  $\text{Cl}^-$  0.365epm,  $\text{SO}_4^{2-}$  3.096epm 이다. 이온분석지점을 지질별로 보면 함안층이 대부분을 차지하며, 진동층이 1곳 주산안삼암이 1곳으로 분석치의 평균은 곧, 함안층의 평균이라 할 수 있으며, 진동층의 경우 함안층보다 높은 수치를 보이며, 주산안산암의 경우 그 중간치의 분석 값을 보여준다.

Piper diagram의 양이온과 음이온의 백분율로서 4가지 유형으로 분류할 수 있다.

- $\text{Ca-HCO}_3$  형으로 대표되는 Carbonate hardness형
- $\text{Na-HCO}_3$  형으로 대표되는 Carbonate alkali형
- $\text{Ca-SO}_4$  혹은  $\text{Ca-Cl}$ 형의 noncarbonate hardness형
- $\text{Na-SO}_4$  혹은  $\text{Na-Cl}$ 형의 noncarbonate alkali형

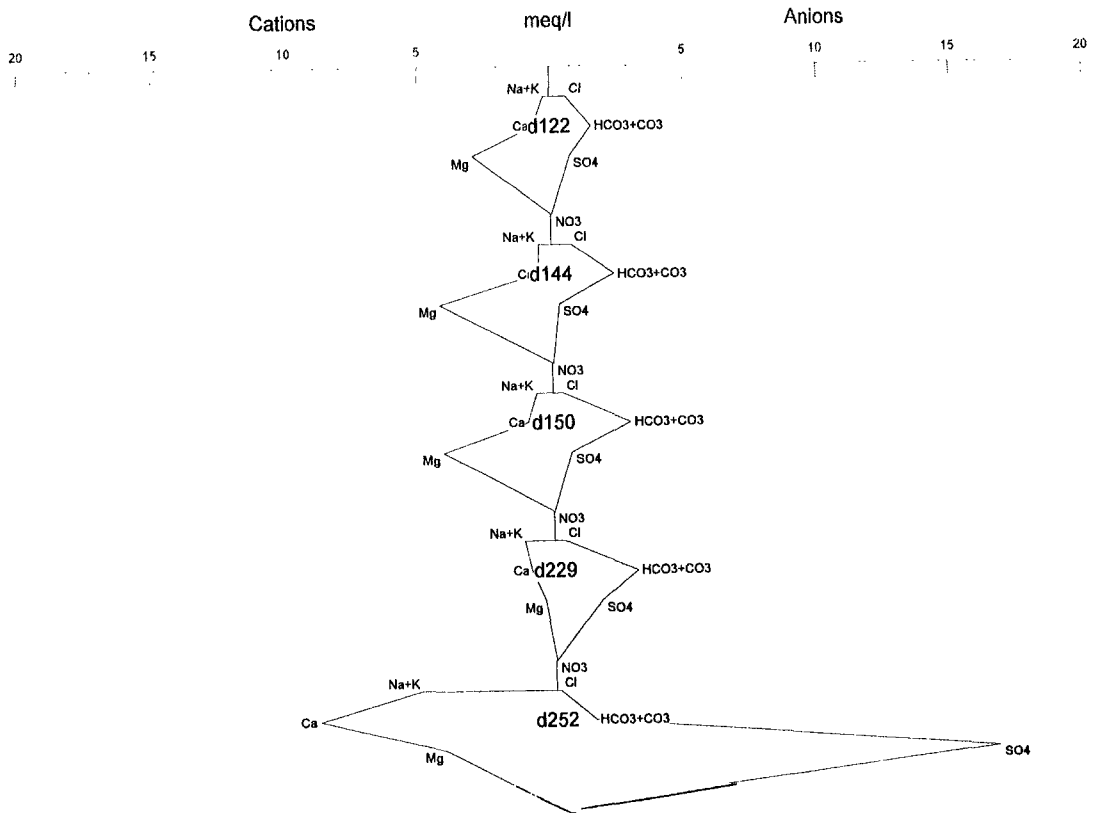
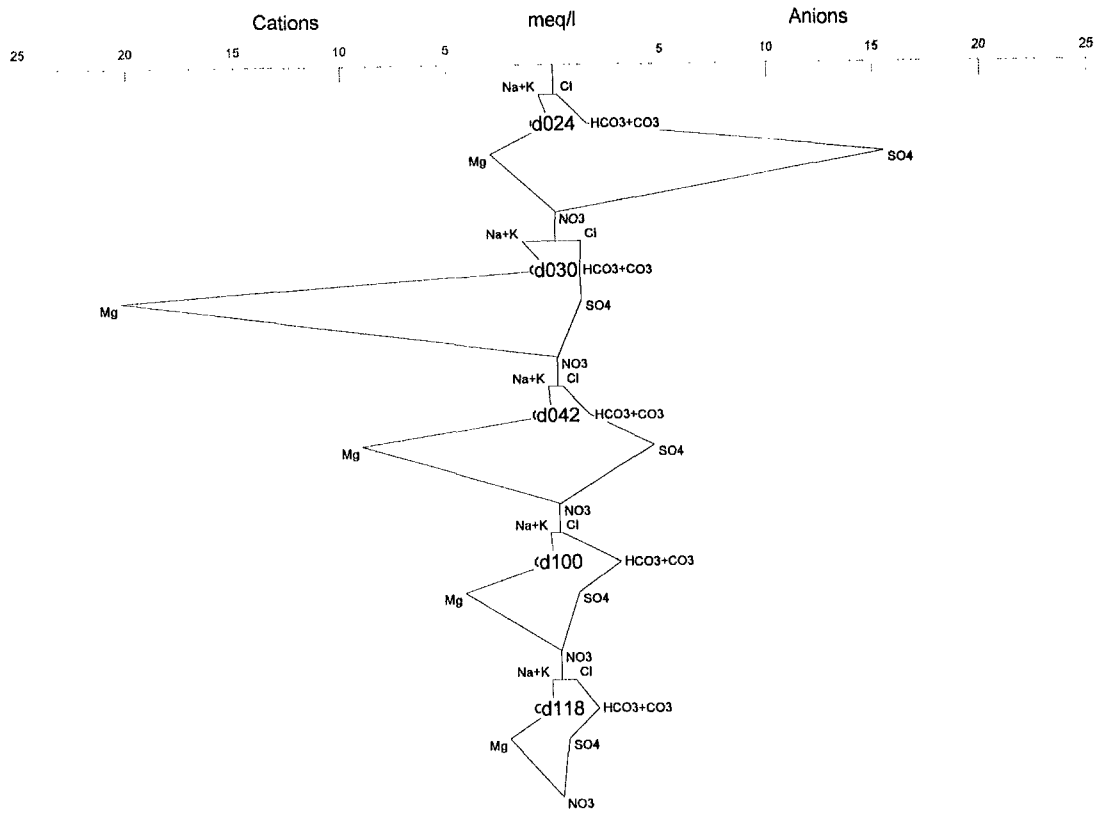
조사지역의 수질특성을 파악하기 위해서 지질별로 투영을 하였다.

Piper diagram<그림. 5-5>에서 조사지구의 지하수는 함안층은 대부분 양이온에서  $\text{Ca+Mg}$ 가, 음이온에서  $\text{HCO}_3^-$ 가 우세한 Carbonate hardness형, 진동층은  $\text{Ca+Mg}$ 가 우세하나 함안층보다 약하며, 음이온에서는  $\text{SO}_4+\text{Cl}$ 이 우세한 noncarbonate hardness형, 주산안산암은 양이온에서  $\text{Na+K}$ 가, 음이온에서  $\text{HCO}_3^-$ 와

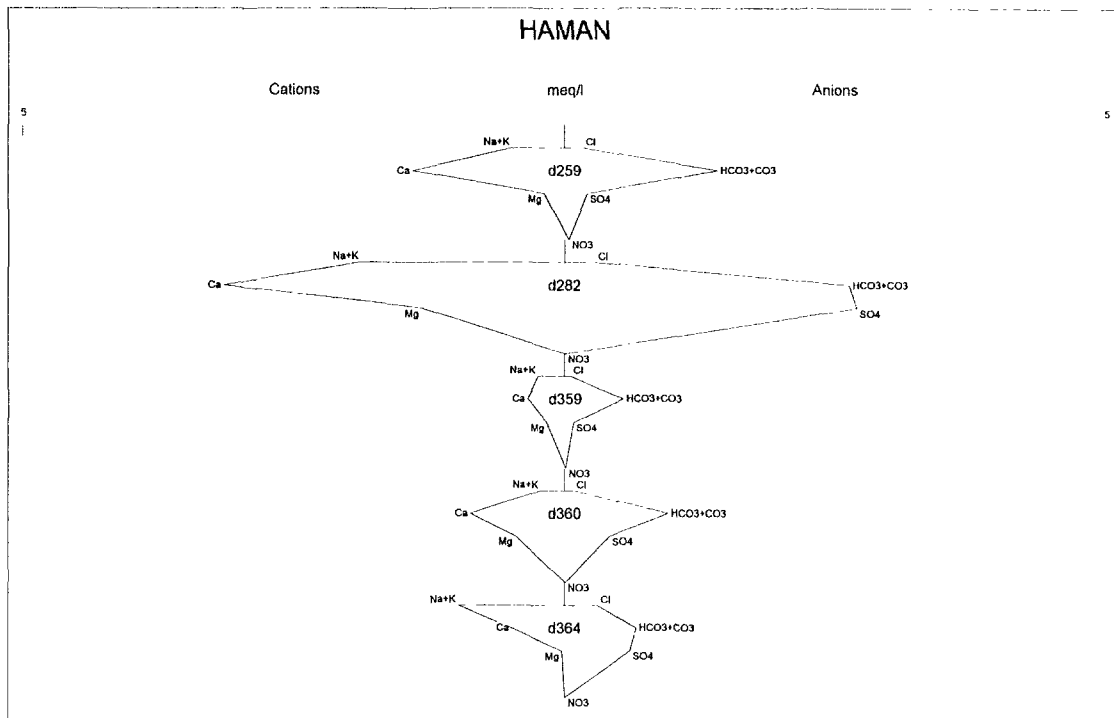


<그림. 5-9> 지하수 수질특성 Piper Diagram

# HAMAN



<그림. 5-10> 지하수 수질특성 Stiff Diagram



<그림. 5-10> 지하수 수질특성 Stiff Diagram(계속)

SO<sub>4</sub>가 우세한 Carbonate alkali형을 나타낸다. <그림.5-6>에서 Plot 지점을 중심으로 형성되는 원은 TDS를 나타내는 선으로서 진동층의 경우 1,000ppm이 넘으며, 함안층 중 D024가 1,000ppm에 가까운 TDS원을 형성하여 타 지구에 비해 원의 크기가 크게 나타났는데, 이는 퇴적암의 특징상 층리를 따른 물질 이동 비율이 다른 암석에 비해 높기 때문으로 보인다.

Stiff diagram<그림.5-6>은 diagram 좌측에 Na+K, Ca, Mg 양이온의 epm 함량을, 우측에 Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub> 음이온의 epm 함량을 각각 표시하여 이온함량비를 diagram 모양을 이용, 형태적으로 분석하고 그 형태의 크기를 산출 비교하여 오염 정도의 척도로 이용하기 위해서 사용한다. Stiff diagram에서 양이온 함량은 D259, D282, D359, D360, D364를 제외하고 Mg>Na+K>Ca의 순으로 나타났으나 음이온 함량에 있어서는 암반관정 HCO<sub>3</sub>≥SO<sub>4</sub>>Cl의 관계를 나타내고 있다. 암반관정에 있어 대체로 음이온 함량이 양이온 함량보다 약간 높게 나타나는 경향을 보인다

### 5-3. 먹는물 기준 수질검사 결과

조사지구내 지하수의 전반적인 수질성분을 파악하기 위하여 현재 사용중인 시설관정중 지하수 관측망 설치를 위해 암반지하수 15개 공에 대하여 농업기반공사 농어촌연구원에 먹는물 수질기준의 지하수 수질검사를 의뢰하였다. 그 결과는 표 5-5와 같으며 표에서 ND는 불검출을 의미한다.

수질검사 항목별 분석을 보면 과망간산칼륨소비량은 평균 0.88mg/ℓ로 나타났으며, 총경도는 암반관정 평균 260.3mg/ℓ 이고 증발잔류물은 평균 370.8mg/ℓ으로 나타났다.

먹는물 수질검사에서 건강상 유해영향 무기물질에 관한 기준(납, 불소, 비소, 세레늄~카드뮴)은 수질적합기준을 초과한 공이 없었고, 건강상 유해영향유기물질에 관한 기준(페놀, 총트리할로메탄, 다이아지논~유기인) 역시 수질기준 초과공이 없었다. 다만 대부분의 수질도과 항목은 심미적 영향물질에 관한 기준에서 나타났는데 황산이온이 3곳으로 D-024, D-042, D-252이며, 증발잔류물이 2곳으로 D-252, D-030은 기준치의 두배 이상 초과를 보였으며, 경도는 기준치인 300을 초과한 곳이 2곳으로 D-030과 D-042였으며 특히, D-030은 1048mg/ℓ로 기준치의 3배이상 초과치를 보였다.

<표.5-5 > 먹는물 기준 지하수 수질분석 결과

시험항목	기준	D024	D030	D042	D100	D118
납(Pb)	< 0.05mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
불소(F)	< 1.5mg/ℓ	0.2	0.5	0.4	0.9	0.2
비소(As)	< 0.05mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
세레늄(Se)	< 0.01mg/ℓ	0.009	ND	ND	ND	ND
수은(Hg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
시안(CN)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6가크롬(Cr+6)	< 0.05mg/ℓ	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
암모니아성질소(NH <sub>4</sub> -N)	< 0.5mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
질산성질소(NO <sub>3</sub> -N)	< 10 mg/ℓ	0.6	0.4	2.1	ND	1.5
카드뮴(Cd)	< 0.01mg/ℓ	0.004	0.003	ND	ND	ND
페놀	< 0.005mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
총트리할로메탄(THMs)	< 0.1mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
다이아지논	< 0.02mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
파라티온	< 0.06mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
말라티온	< 0.25mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
페니트로티온	< 0.04mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
카바릴	< 0.07mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,1트리클로로에탄	< 0.1mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
1,1디클로로에틸렌	< 0.03mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
사염화탄소	< 0.002mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
테트라클로로에틸렌	< 0.01mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
트리클로로에틸렌	< 0.03mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
디클로로메탄	< 0.02mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
벤젠	< 0.01mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
톨루엔	< 0.7mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
에틸벤젠	< 0.3mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
크실렌	< 0.5mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
냄새	무취	적합	적합	적합	적합	적합
맛	무미	적합	적합	적합	적합	적합
색도	< 5도	3	3	1	2	2
탁도	< 2 도	0.02	0.12	0.07	0.95	1.16
수소이온농도(pH)	5.8 ~ 8.5	7.5	7.6	7.8	7.6	6.9
염소이온(Cl <sup>-</sup> )	< 150 mg/ℓ	6	42	8	4	23
황산이온(SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	< 200 mg/ℓ	744.0	56.0	215.0	42.0	15.0
증발잔류물(TS)	< 500 mg/ℓ	220	1187	461	247	229
간산칼륨(KMnO <sub>4</sub> )소비량	< 10 mg/ℓ	0.5	0.5	3.0	0.5	2.4
철(Fe)	< 0.3 mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
경도	< 300mg/ℓ	163	1049	481	242	146
동(Cu)	< 1 mg/ℓ	0.006	0.010	0.013	0.008	0.011
아연(Zn)	< 1 mg/ℓ	0.004	0.009	0.006	0.006	0.009
망간(Mn)	< 0.3 mg/ℓ	0.002	ND	ND	ND	ND
세제(ABS)	< 0.5 mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
알루미늄(Al)	< 0.2 mg/ℓ	0.003	ND	0.016	ND	0.018



시험항목	기준	D122	D144	D150	D229	D252
납(Pb) < 0.05mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
불소(F) < 1.5mg/ℓ		0.2	0.2	0.2	0.2	0.6
비소(As) < 0.05mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
세레늄(Se) < 0.01mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
수은(Hg) ND		ND	ND	ND	ND	ND
시안(CN) ND		ND	ND	ND	ND	ND
6가크롬(Cr+6) < 0.05mg/ℓ		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
암모니아성질소(NH <sub>4</sub> -N) < 0.5mg/ℓ		0.01	ND	0.01	0.01	0.03
질산성질소(NO <sub>3</sub> -N) < 10 mg/ℓ		2.0	2.1	0.3	1.8	0.2
카드뮴(Cd) < 0.01mg/ℓ		0.002	0.002	0.003	0.003	0.002
페놀 < 0.005mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
총트리할로메탄(THMs) < 0.1mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
다이아지논 < 0.02mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
파라티온 < 0.06mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
말라티온 < 0.25mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
페니트로티온 < 0.04mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
카바틸 < 0.07mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
1,1,1트리클로로에탄 < 0.1mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
1,1디클로로에틸렌 < 0.03mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
사염화탄소 < 0.002mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
테트라클로로에틸렌 < 0.01mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
트리클로로에틸렌 < 0.03mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
디클로로메탄 < 0.02mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
벤젠 < 0.01mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
톨루엔 < 0.7mg/ℓ		ND	0.007	ND	ND	ND
에틸벤젠 < 0.3mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
크실렌 < 0.5mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
냄새 무취		적합	적합	적합	적합	적합
맛 무미		적합	적합	적합	적합	적합
색도 < 5도		3	2	10	2	1
탁도 < 2 도		0.07	0.1	0.1	0.22	0.24
수소이온농도(pH) 5.8 ~ 8.5		7.3	7.7	7.1	7.6	7.4
염소이온(Cl <sup>-</sup> ) < 150 mg/ℓ		22	26	13	13	5
황산이온(SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ) < 200 mg/ℓ		36.0	14.0	34.0	85.0	799.0
중발칸류물(TS) < 500 mg/ℓ		229	258	333	375	1237
간산칼륨(KMnO <sub>4</sub> )소비량 < 10 mg/ℓ		0.5	0.6	2.4	0.2	0.4
철(Fe) < 0.3 mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
경도 < 300mg/ℓ		180	240	258	63	661
동(Cu) < 1 mg/ℓ		0.006	0.003	0.032	0.009	0.007
아연(Zn) < 1 mg/ℓ		0.007	0.003	0.005	0.002	0.005
망간(Mn) < 0.3 mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
세제(ABS) < 0.5 mg/ℓ		ND	ND	ND	ND	ND
알루미늄(Al) < 0.2 mg/ℓ		0.02	0.02	0.02	0.01	ND

시험항목	기준	D259	D282	D359	D360	D364
납(Pb)	< 0.05mg/ℓ	ND	0.03	0.03	0.01	ND
불소(F)	< 1.5mg/ℓ	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
비소(As)	< 0.05mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
세레늄(Se)	< 0.01mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
수은(Hg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
시안(CN)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6가크롬(Cr+6)	< 0.05mg/ℓ	0.01	ND	0.01	ND	0.01
암모니아성질소(NH <sub>4</sub> -N)	< 0.5mg/ℓ	ND	0.01	0.03	ND	ND
질산성질소(NO <sub>3</sub> -N)	< 10 mg/ℓ	2.2	0.3	0.7	0.2	0.2
카드뮴(Cd)	< 0.01mg/ℓ	0.003	0.006	ND	ND	ND
페놀	< 0.005mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
총트리할로메탄(THMs)	< 0.1mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
다이아지논	< 0.02mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
파라티온	< 0.06mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
말라티온	< 0.25mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
페니트로티온	< 0.04mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
카바틸	< 0.07mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,1트리클로로에탄	< 0.1mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
1,1디클로로에틸렌	< 0.03mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
사염화탄소	< 0.002mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
테트라클로로에틸렌	< 0.01mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
트리클로로에틸렌	< 0.03mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
디클로로메탄	< 0.02mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
벤젠	< 0.01mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
톨루엔	< 0.7mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
에틸벤젠	< 0.3mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
크실렌	< 0.5mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
냄새	무취	적합	적합	적합	적합	적합
맛	무미	적합	적합	적합	적합	적합
색도	< 5도	3	1	1	1	3
탁도	< 2 도	0.12	0.35	0.09	1.1	0.11
수소이온농도(pH)	5.8 ~ 8.5	7.3	7.7	7.4	7.7	8.9
염소이온(Cl <sup>-</sup> )	< 150 mg/ℓ	6	10	2	3	11
황산이온(SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	< 200 mg/ℓ	10.0	130.0	4.0	20.0	29.0
증발잔류물(TS)	< 500 mg/ℓ	131	341	48	96	171
간산칼륨(KMnO <sub>4</sub> )소비량	< 10 mg/ℓ	0.9	0.2	0.3	0.3	0.6
철(Fe)	< 0.3 mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
경도	< 300mg/ℓ	80	224	26	66	26
동(Cu)	< 1 mg/ℓ	0.006	0.005	0.005	0.004	0.006
아연(Zn)	< 1 mg/ℓ	0.005	0.005	0.006	0.007	0.004
망간(Mn)	< 0.3 mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
세제(ABS)	< 0.5 mg/ℓ	ND	ND	ND	ND	ND
알루미늄(Al)	< 0.2 mg/ℓ	ND	0.01	0.02	ND	0.02

## 5-4. 잠재오염원 조사

### 가. 오염원의 분류

인간의 활동에 의해서 수문환경으로 유입되는 모든 물질은 지하수를 오염시킬 수 있으며, 지하수계로 유입된 오염물질의 농도가 인간생활에 지장을 줄 정도로 위협한 상태에 이른 경우 지하수가 오염되었다고 할 수 있다. 지하수 오염원은 점오염원과 비점오염원으로 대분할 수 있다. 점오염원은 점원위치에서 오염물질이 배출되는 것을 말하며, 정화조, 지하저장탱크, 유해폐기물 부지, 매립지, 지표저류시설, 폐관정 등이다. 비점오염원은 넓은 지역에서 오염물질이 광범위하게 확산되는 것을 말하며, 농약살포, 비료살포 등의 농업오염원과 산성강우 등이 있다.

### ○ 정 화 조

분뇨에는 다량의 질소화합물이 포함되어 있으며, 질소화합물은 토양에 유입되면 토양박테리아에 의해 질산염으로 산화되어 지하수로 침투된다.

유역별 인구와 경지면적은 수질에 영향을 미치는 인자이나 본 지구의 인구 밀도는 비교적 낮아(161.5명/km<sup>2</sup>) 지하수 오염에는 큰 영향은 미치지 않을 것으로 예상된다.

최근 농촌에서도 현대식 주택이 널리 보급되면서 정화조에 의한 분뇨유출이 이루어져 토양오염이 이루어질 가능성이 있다. 본 지구에서 질소화합물의 지하수 유입정도를 분석하기 위하여 암모니아성질소 및 질산성질소의 농도분석 결과를 살펴보면 암모니아성질소는 기준치를 초과하는 곳이 없었으며, 질산성질소의 평균농도는 1.04mg/ℓ로 낮은 값을 나타내며, 기준치를 초과하는 곳은 없었다. 오염방지시설을 한 경우에도 축사 배수시설이 정상적으로 돼있지 않고, 관정 보호공의 설계가 지면보다 낮은 경우 오염정도가 심각한 것으로 나타났다.

### ○ 농약 및 비료살포

농업오염원은 가축의 분뇨, 비료, 각종 농약 등이 대부분을 차지한다. 이들의 성분은 주로 질소화합물, 인산염, 박테리아, 염화물, 중금속 등이다. 총 농경지 분포 면적은 밭이 44.113km<sup>2</sup>, 논이 86.216km<sup>2</sup>으로 총 130.329km<sup>2</sup>으로 조사지구 총면적의 31.3%의 면적을 보이는데 조사지구는 여느 시. 군에 비해 평야 형성의 밀도가 높은 곳으로 지구중앙부의 범수면에서 함안면을 잇는 북북서-남남동 방향의 큰 평야와 군북면 월촌리를 중심으로 하는 월촌평야, 대산면 평림리의 대산평야, 구

마고속도로 주변에 발달한 칠서평야 일대가 주 농경지이다. 가야읍의 농경지에 있는 관정 중 오염방지 시설이 되어 있지 않은 총적관정의 경우 주변관정의 평균 EC가  $1000\mu\text{s}/\text{cm}$ 을 보였는데 경작지에 농약 살포 이후 관정내 EC를 측정 한 결과  $2,000\mu\text{s}/\text{cm}$ 을 넘는 EC 수치를 보일 만큼 오염물질의 유입속도가 빠른 것으로 나타났다. 따라서 농약살포처럼 넓은 면적으로의 잔존율이 높은 성분을 포함 하는 오염원을 살포하는 중금속 등은 경작지의 경우 주위관정의 오염방지 시설에 더욱 큰 주의를 기울여야 하고 인위적인 유입이 되지 않도록 주의해야 한다.

### ○ 폐기관정

지하광물자원 및 지하수 등을 탐사 또는 개발하기 위하여 시추를 많이 하고 있다. 이러한 시추공들은 보통 소기의 목적을 달성한 후에는 방치하게 되는데, 이때 시추공의 처리작업을 소홀히 할 경우, 지표의 여러 오염물들이 시추공 내로 침투하여 대수층을 단시일 내에 오염시키게 된다.

본 지구에서 폐기관정수의 전체적 파악은 어려우나 남강과 낙동강 주위에 80년대초에 대량 개발한 총적관정들이 내구연한과 수량부족으로 방치된 공들이 존재하고 있는 것으로 파악된다.

본 지구의 농업용 관정의 대부분은 영농기에만 사용되고 비영농기에는 사용되지 않아 이들 관정에 대해서도 수질보호를 위하여 관리가 요망된다.

### ○ 지하저장 탱크

주유소의 저장탱크에서 유해 유기화합물이 누출되면 지하수를 오염시킬 수 있다.

대부분 석유류 제품의 저장에 이용되는 지하저장 탱크는 주로 금속제품으로 만들어지기 때문에 시간이 지남에 따라 용접부위가 쉽게 부식되어 저장된 물질들이 지하수로 누출될 수 있다. 지하수가 누출될 경우 가스성분과 벤젠, 톨루엔등 유독성 화합물이 분리되어 토양에 부착, 지하수에 녹게되어 지하수를 오염시키게 된다.

## 6. 지하수자원의 부존성 평가

### 6-1. 물수지 분석

전통적인 수문학적 물수지 분석은 물의 순환과정에서 수문제량을 평가하여 지하수의 함양량을 추정하는 과정으로서 수자원의 부존 한계를 결정하는 중요한 도구가 된다.

일반적으로 이 방법은 장기간에 걸친 평균적 균형상태를 가정하기 때문에 중간과정에서의 동적인 수문수리상태를 고려하지 못하는 결점이 있다. 이러한 약점에도 불구하고 계획단계에서 수자원의 지역적인 부존량의 정도를 파악하고 대수층의 초기 및 경계조건을 설정하는 데 있어 수문학적인 물수지분석은 필수적이다.

#### 6-1-1. 강수량에 의한 함양량 분석

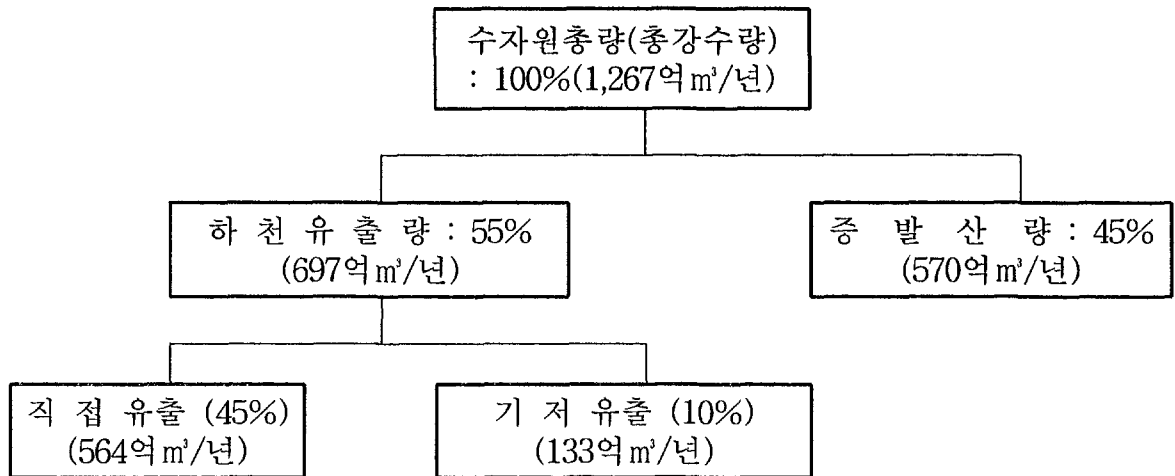
지하수의 기원은 강수에 의한 순환수이며, 지표수가 유동하는 과정에서 지질적인 구조, 지형특성, 임상조건, 기온 및 일조량 등에 의하여 대수층으로 함양되는 것으로 수순환계에 의하여 항상 평형상태가 유지되어야 한다.

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

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

본 조사지역의 수수지 분석을 위한 함안기상대의 최근 5년간 강수량 분석에 의해 다음사항을 산출하였으며, <그림. 6-1> 수자원 계통표를 이용하여 조사지역의 연평균 강수량 1,129.7mm/년을 적용하여 기저유출량을 계산하였다.

- 조사지구 연평균 강수량(함안기상대, 1994~1998)  
평균 : 1,129.7mm/yr, 최대 : 1,671mm/yr, 최소 : 683.1mm/yr
- 집수유역면적 : 416,751,061m<sup>2</sup>
- 기저유출량 : 수자원총량(470,803,674m<sup>3</sup>)×기저유출율(0.1)=47,080,367m<sup>3</sup>



<그림. 6-1> 수자원 계통도(건설교통부, 지하수관리기본계획, 1997)

본 조사지역의 건교부 발행 우리나라 수자원 현황표에 의한 강수량과 물수지 분석에서 조사지구 연간 수자원 총량은 470,803,674m³로 연간 지하수 함양량(18%)은 84,744,661천m³/년이며, 이를 1일 사용 가능량으로 환산하면 232,177천m³/일이다.

### 6-1-2. 유출분석에 의한 함양량 분석

하천의 유출률은 강수량에 대한 유출총량의 비로써 다음과 같이 계산된다.

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

하천 유출량의 감소는 지하수위가 강화되었음을 의미하게 되며, 본 유역에 있어서 하천유출량의 측정은 낙동강유역 함안관측소에서 측정된 연 평균기저유출율(강우함양계수)인 11.5%를 적용하였다(1996, 건설교통부-한국수자원공사 지하수관리 기본계획보고서).

하천유출이 지하수위의 변동과 관련이 있으므로 하천유출량의 수문곡선으로부터 기저유출을 분리하면 지하수 저류로부터 배출되는 량, 즉 지하수 유동량으로 볼 수 있다. 기저유출율(강우함양계수)을 0.115로 하여 유량을 산출하면 다음과 같다. 여기서 연 강수량은 5년간(1994~1998) 함안기상대의 연평균 강수량인 1,129.7mm로 계산하였다.

$$\frac{0.115 \times 416,751,061 \times 1.2291}{365 \times 86,400} \approx 1.86 \text{ m}^3/\text{sec} = 161.387 \text{ m}^3/\text{day}$$

그러므로 연평균 함양량은 58,906,255천 $\text{m}^3$ 로 나타나고 이 수치는 지하수의 저유상태에 인공적인 변화를 가하지 않고 소모시켜 버릴 수 있는 수량이다.

수문학적인 물수지방법은 일정 수역내의 강수량과 직접유출, 증발산량, 지하수 함양량간에 수문평형이 유지되는 것으로 보아 다음 식으로 표현된다.

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

여기서, I : 지하수함양량

DR : 지표수 직접유출량

P : 총 강수량

ET : 증발산량

IU : 타수역으로부터 지하수 유출입량

### ○ 강수량, 증발 및 증발산량

조사지역 강수량은 함안기상대에서 관측한 1994~1998년 5년간 측정된 자료의 평균치 1,129.7mm/년을 적용하였고, 이로부터 연간 총 강수량을 산출하면,

$$1,129.7 \text{ mm} \times 416.7 \text{ km}^2 \approx 470,803,674 \text{ m}^3 \text{가 된다.}$$

증발량은 조사지역에 위치한 함안기상대의 5년간의 관측자료로 산출된 998.9mm/년을 적용하여 조사지역에서의 수면증발량을 계산하면,

$$\text{하천 및 저수지면적}(17,236,643 \text{ m}^2) \times \text{증발량}(998.9 \text{ mm}) \approx 17.2 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{이다.}$$

증발산량은 Turc(1975)의 증발산량 추정공식을 사용하여 얻어진 연간증발산량(ETR) 620.4mm/년을 적용하고 조사유역에 대한 총 증발산량을 산출하면,

$$0.6204 \text{ mm} \times 416.7 \text{ km}^2 = 258.5 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{가 된다.}$$

## 6-2. 지하수 부존량 및 개발가능량

지하수부존량이 얼마나 될 수 있는냐는 문제에 대한 계산은 암석의 공극을 충전하고 있는 물로서 평가되어 질 것이다. 그러나 실제 사용할 수 있는 지하수는 지층 속에 있는 물의 전부가 아니고 중력에 의하여 나올 수 있는 부분뿐이다. 모관현상에 의하여 부착되어 있는 부분은 제외되어야 하며, 이를 유효공극률(Effective Porosity)로 표현한다.

유효공극률은 실내실험으로도 구해질 수 있으나, 이를 그대로 야외에 적용한다는 것은 위험한 일로 거의 적용을 삼가고 있다. 전체적인 저류계수의 산출은 장기적인 수문적 자료에 의한 물수지의 해석으로 가능해질 것이다. 일반적으로 대수층 시험에서 얻어진 수치보다 수배 높은 수치로 나오는 것이 보통이나 대수층시험에서 얻은 수치를 기본으로 하여 부존량의 총량을 구할 수 있다.

### 6-2-1. 지하수 부존량

충적층의 평균층후는 기설관정 자료에서 얻어진 9.91m를 적용하며, 풍화대 이하는 암반층으로 간주하였다.

암반대수층의 지하수 부존량은 대수층 심도와 관계된다. 조사지구내 기존 암반관정들의 평균 개발심도가 100~150m에 위치하므로 대수층 심도는 평균심도인 114.2m로 제한하였으며, 충적대수층은 충적층 평균 층후로부터 수위관측 조사에서 나타난 평균 지하수위가 지면 2.91m이므로 충적층의 포화대 층후는 7.0m이다.

유효공극률은 암종별 평균공극률 퇴적암 5%, 충적층 35%, 화성암 1%, 변성암 1%(1991. 농업기반공사)에서 충적층은 35%를 적용하고, 암반층은 조사지역이 경상계퇴적암, 관입암류화성암류, 시대미상변성암이 주로 존재하여 구성 지질별 면적 비를 따져서 퇴적암 50%, 변성암류 50%를 적용시켜 평균 3%를 조사지역의 암반 공극률로 산정하였다.

지하수 부존량 산정에 적용된 유역면적은 조사지역 총면적 416,7km<sup>2</sup>중 전, 답에 충적층이 주로 분포한다고 가정하여 충적층은 130.3km<sup>2</sup>를 산정하고 나머지 토지 286.4km<sup>2</sup>에는 암반대수층만을 고려하였다.



이와 같은 방법으로 산정한 조사지역의 지하수부존량은  $1,719.47 \times 10^6 \text{m}^3$ 이고, 이중 암반지하수가 57.1%인  $981.2 \times 10^6 \text{m}^3$ 로 평가된다.

<표. 6-1> 지하수 부존량 산출

구 분	면 적 ( $\text{km}^2$ )	대수층두께 (m)	공극률	부 존 량 ( $\text{m}^3$ )	비 고
계	416.7	-	-	$1,719.47 \times 10^6$	
층 적 층	130.3	7.0	0.35	$319.23 \times 10^6$	
층적층하부암반	130.3	107.2	0.03	$419.04 \times 10^6$	
암 반	286.4	114.2	0.03	$981.20 \times 10^6$	

### 6-2-2. 지하수개발 가능량

본 조사지구에서 지하수개발 가능량 추정은 공극률을 적용하여 지하수 부존량을 산출한 경우에 층적층은 포장능력(부존량)의 20%를 적용하고, 암반층은 부존량의 10%를 적용하였다(21세기 농어촌지역 용수수급 및 개발보전 세미나, 농어촌진흥공사, 91.12).

조사지구의 대수층의 공극률을 적용한 지하수부존량은  $1,719.47 \times 10^6 \text{m}^3/\text{년}$ 이고, 개발·이용가능량은  $203.87 \times 10^6 \text{m}^3/\text{년}$ , 일일  $558,547 \text{m}^3/\text{일}$ 로 산출되었다.

<표. 6-2> 지하수 부존량 평가에 의한 지하수개발 가능량

평 가 방 법	단 위	부 존 량			이 용 가 능 량		
		계	층적층	암반층	계	층적층	암반층
공극률 적용 지하수 부존량	$\times 10^6 \text{m}^3/\text{년}$	1,719.47	319.23	1,400.24	203.87	63.85	140.02
산출 (층적35%, 암반3.0%)	$\text{m}^3/\text{일}$	4,710,877	874,603	3,836,274	558,547	174,931	383,616

안정 채수율을 고려하여 지하수함양량의 70%정도로 적정개발량을 산출할 때 강수량에 의해 함양을 구했을 경우  $47,080 \times 10^6 \text{m}^3/\text{년}$ 의 함양량으로 적정개발량은  $32,956 \times 10^6 \text{m}^3/\text{년}$ ,  $90,290 \text{천m}^3/\text{일}$ 이고, 유출분석에 의한 함양량은  $58.906 \times 10^6 \text{m}^3/\text{년}$ 으로 산출되어 적정개발량은  $41.234 \times 10^6 \text{m}^3/\text{년}$ 이고 일일로 환산하면  $112,969 \text{m}^3$ 이다.

### 6-2-3 지하수개발 예정위치 선정

관정개발은 크게 충적대수층과 암반대수층을 대상으로 이루어진다. 충적층이란 암석이 풍화운반 퇴적된 미고결퇴적물로서 지질시대 제3기 이후에 형성된 것으로 본 지구에는 약 7개의 충적관정을 조사하였으며, 본 지구 내에서도 오염이 진행되고 있는 실정으로 향후 충적관정 개발에 의한 지하수 사용은 많은 제한이 있을 것으로 판단된다.

본 지구를 구성하는 기반암은 중생대 백악기 경상계 퇴적암류와 시대미상의 변성암류와 일부 불국사화강암류로 구성되어 있으며, 대부분이 결정질암과 층을 가지는 퇴적암으로서 조사지구 기반암내의 1차 공극에 형성된 암반대수층내의 부존은 불량하여 암반지하수의 부존은 파쇄대 발달지역으로 제한되며, 퇴적암의 경우는 층리를 따른 지하수이동과 결정질암과 마찬가지로 파쇄대 발달지역에 의존하게 된다.

파쇄대 발달은 지각운동, 화성암의 관입 등으로 암반의 파괴에 의해 발달하게 되고 암반층에 2차 공극을 형성한다. 본 지구에서 선구조의 발달은 N10~20° W 방향이 우세하게 나타나며, 기설암반 관정도 이들 선구조 발달방향을 따라 많이 개발되었다.

<표. 6-3> 지하수 함양량 평가에 의한 지하수개발 가능량

평가방법	단위	함양량	적정개발량	비고
수자원 계통표 기저유출 10%	×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /년	47,080	32,956	
	m <sup>3</sup> /일	128,986	90,290	
기저유출 (하천유출) 11.5%	×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /년	58,906	41,232	
	m <sup>3</sup> /일	161,367	112,964	

본 조사지구에서의 지하수부존 및 개발여건은 양호한 편이나 본 조사는 지하수개발 위치선정을 위한 정밀조사가 아니므로 향후 지하수개발을 위해서는 수자원 용도 및 채수계획량에 따라 지하수영향조사 및 정밀탐사과정을 거쳐 지하수 개발위치를 선정하여야 할 것으로 판단된다.

## 7. 지하수 활용계획

### 7-1. 생활용수 소요수량 및 공급방안

조사지구인 함안군은 대부분이 농촌지역으로 상수도 보급률이 1999현재 44.7%로서 산인면과 여항면을 제외한 8개 면에 보급되어 보급률은 높은 편이다. 산인면은 인구가 3,000명이 넘는 곳으로 아직 상수도 보급이 되지 않은 곳으로 간이 상수도를 생활용수로 사용중이다.

<표. 7-1> 생활용수 소요수량

읍면동	인구수	급수인구	비급수인구	소요수량	기공급량	향후필요수량	향후필요관정수
계	67,236	32,049	35,187	8,867	5,080	4,296	32
법수	4,623	765	3,858	972	410	562	4.00
대산	6,138	4,650	1,488	375	100	275	2.00
칠서	4,959	2,496	2,463	621	1,130	-	-
칠북	3,069	479	2,590	653	120	533	4.00
균북	9,683	3,963	5,720	1,441	500	941	7.00
가야	19,124	13,037	6,087	1,534	640	894	6.00
산인	3,558	-	3,558	897	600	297	2.00
칠원	11,140	5,409	5,731	1,444	960	484	4.00
함안	3,893	1,250	2,643	666	420	246	2.00
여항	1,049	-	1,049	264	200	64	1.00

지하수를 이용한 생활용수는 현재 232개소이나 아직 그 혜택을 받지 못하는 곳이 많으며, 계곡하천수를 이용한 지표수나 자가 소형관정을 이용한 생활용수 활용이 이루어지고 있어 안정적인 생활용수 공급이 필요한 실정이다.

함안지역의 평균 1일 급수량이 1999년도 324ℓ로 나타났으며, 서울시의 경우 1994년 현재 누수손실량을 포함하여 476ℓ에 이르고 있다.

농촌에서도 지표수 및 지하수의 오염이 이루어지면서 암반관정을 이용한 생활용수 공급이 이루어지고 있다. 본 지구는 광역상수도 보급률이 낮은 지역으로 암반관정 개발에 의한 생활용수 공급이 필요한 지역이다. 암반관정 개발에 의한 생활용수 공급은 암반관정 1공당 채수 이용량을 150m<sup>3</sup>/일로 하고, 향후 인구의 증감이 없다고 가정할 때 소요수량은 8,867m<sup>3</sup>/일 이고, 기 사용량을 제외한 필요수량은 4,296m<sup>3</sup>/일로 산출되어 면별 필요공수를 추정한 결과, 총 32공으로 그 내역은 <표. 7-1>과 같다.

가야읍 지역은 평균 급수량을 급수대상 인구에 적용시켰을 때 인구밀집으로 인해 필요수량이 1,787m<sup>3</sup>/일로 많은 양이 필요하게 된다. 그러나 함안군 지역은 상수도가 80.1%로 가장 높은 보급율을 보이고, 인구밀집으로 인해 상대적으로 생활 오·폐수가 많이 배출되기 때문에 향후 생활용수로 관정개발을 계획할 때 치밀한 판단이 필요하다.

인구대비 생활용수 사용량이 필요량을 초과하는 것은 없었으나 관정수와 양수량은 많은데 비해 관리소홀로 인한 낮은 우물효율, 과잉양수로 인한 수질오염 등으로 사용이 제한된 경우가 많으므로 어느 관정의 경우도 마찬가지로 지하수 개발 계획시 그 수요와 필요량을 정확히 산정하여 안정채수량 만큼만 개발하되 시설의 관리와 지하수자원의 보전에 더욱 철저를 기해야 한다.

## 7-2. 농업용수 소요수량 및 공급방안

조사지역의 농지면적은 밭이 44.11km<sup>2</sup>, 논이 86.22km<sup>2</sup>으로 총 130.33km<sup>2</sup>을 차지하여 전체면적 416.75km<sup>2</sup>의 31.3%에 해당한다.

경지정리 가능지 7,287ha중 정리가 된 곳은 6,317ha로서 86.7%가 경지정리가 되었다. 논 87.61km<sup>2</sup>중 안전답은 76.79km<sup>2</sup>이고, 불안전답 중 개발가능 면적은 9.79km<sup>2</sup>, 불가능 면적은 1.03km<sup>2</sup>으로 총 불안전답은 18.02km<sup>2</sup>이다. 단순 경지면적으로 농업용수 소요수량을 파악한 표는 표.7-2와 같다.

단위용수량을 ha당 70m<sup>3</sup>/일로 했을 때 소요수량은 912,307m<sup>3</sup>/일 이며, 기공급량은 금회 조사된 농업용수 사용량을 적용하였으나 조사기간이 한정되어 전체 농업용 관정의 사용량이라 보기 힘들다. 그리고 답작에 대한 수리안전도가 전체논의

87.65%로 전체 경지면적의 57.9%로 높은 관개율을 보여주는바, 소요수량을 45%로 조정함이 타당하다. 농업용 관정은 농업기술센터에서 98년에 130개소로 조사된 바 있다. 금회 조사량이 수량계 측정, 탐문, 유추 등으로 이루어지므로 그 수량 또한 조정이 필요하다.

조사된 관정수가 전체 농업용 관정의 80%이고, 조사된 사용량의 신뢰도를 60%라고 가정할 때 기공급량 2,560m<sup>3</sup>/일을 전체 관정개수로 환산하면 3,200m<sup>3</sup>/일이고, 사용량의 신뢰도를 고려할 때 5,333m<sup>3</sup>/일이 산출된다.

앞에서 언급했듯이 소요수량을 45%로 환산하면 410,538m<sup>3</sup>/일이 된다. 따라서 향후 소요수량은 405,205m<sup>3</sup>/일이 되며 공당 150m<sup>3</sup>/일을 적용했을 때 향후 필요관정수는 2,701공이 된다. 이 개수 또한 지표수개발과 저수지, 양수장의 개발 등의 계획과 연관시켜 가감해야 할 것이다.

<표. 7-2> 농업용수 소요수량

읍면동	농지면적			소요수량	기공급량	향후필요 수량	향후필요 관정수
	계(km <sup>2</sup> )	전	답				
계	130.3	44.1	86.2	912,307	2,560	909,747	6,065
법수	17.7	7.4	10.4	124,171	240	123,931	826
대산	20.4	7.3	13.1	143,018	270	142,748	952
칠서	12.7	5.6	7.1	89,171	280	88,891	593
칠북	9.7	3.7	6.0	68,104	220	67,884	453
군북	23.8	6.7	17.1	166,623	280	166,343	1,109
가야	17.1	4.9	12.2	119,865	440	119,425	796
산인	7.8	2.2	5.6	54,601	350	54,251	362
칠원	10.3	3.0	7.3	71,821	50	71,771	478
함안	7.2	2.1	5.1	50,643	280	50,363	336
여항	3.5	1.2	2.3	24,290	150	24,140	161

### 7-3. 지하수 개발 계획

본 지구에서 향후 생활용수로 개발해야 할 지하수 관정수는 32개공, 농업용수의 경우 2,701공으로 이는 연차별로 이루어져야 할 사업으로 생활용수 개발사업비를 250백만원/지구로 하였을 때 연차별 지하수 개발사업량 및 사업비는 다음과 같다.

<표. 7-3> 연차별 지하수 개발 사업량 및 사업비

년 도		계	2001	2002	2003	2004	2005 이후
생활용수	사 업 량 (지 구)	32	5	5	5	5	12
	사 업 비 (백만원)	8,000	1,250	1,250	1,250	1,250	3,000
농업용수	사 업 량 (지 구)	2,701	50	50	50	50	2,501
	사 업 비 (백만원)	675,250	12,500	12,500	12,500	12,500	625,250

## 8. 지하수자원 보전 · 관리 계획

### 8-1. 지하수 환경재해

충적층지하수로도 충분히 그 사용목적에 충족시키던 예전과는 달리 현대에는 지표수의 오염에 따른 표층수 유입을 차단하는 지하수 개발 시공법과 깨끗한 천연 암반수를 획득하기 위해 점점더 심층의 지하수를 개발하는 추이로 인해 부수적으로 발생하는 재해 또한 커졌다 하겠다. 지하수는 수문순환과정상 순환 속도가 매우 늦고 적정 수준 이상으로 지하수를 채취하거나 수질이 한번 오염되면 복원이 매우 어렵고 또한 여러 형태의 재해가 발생하게 된다. 일단 훼손된 지하수 대수층의 복원에는 오랜 기간과 막대한 비용이 소요되거나 전혀 복원이 불가능한 경우도 있으므로 사전에 철저히 보호하면서 합리적으로 사용하는 것만이 보전관리를 위한 최선의 방안이다. 그러므로 조사 지역의 항구적인 지하수 보전 관리를 위하여 필요한 사항들, 즉 지하수 사후 환경재해와 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. 본 지역에서는 지하수 시설이 밀집되어 있는 가야읍과 칠원면, 법수면 일대에서 과잉양수에 주의하여야 하며, 지반침하로 우려되는 인구 밀집지역인 가야면 일대가 주요 관리대상 지역이다. 지하수의 밀집개발, 과잉양수, 우동장애, 수위강하를 방지하기 위해서 신규개발 시설에 대해서는 사전에 전문기관의 조사 또는 환경영향조사를 시행하여야 하고 기존시설 역시 지하수 이용에 대한 제도적, 법적인 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 법적 규제 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 노후 혹은 잘못 연결되었거나 관리가 소홀하여 이음이나 경

사가 불량한 곳으로 폐수가 누출되어 지하수를 오염시키는 것을 방지하기 위하여는 하수도망에 대한 정밀조사를 실시한 후 보수공사를 시행하여야 한다.

오염수의 이동에 직접적인 영향을 미치는 매립 지반의 우수 계수와 오염물질의 반응 또는 생분해 정도 등이 있는데 이들 요소는 현장처리기술 적용 여부를 결정하는 것이 중요하다. 이러한 기술은 침출수와 지하수의 분리기술과 오염수의 확산 방지 기술로 나누어진다. 지하수 침출수 분리 기술은 매립층을 통과한 침출수가 매립지 하부의 오염되지 않은 지하수 층으로 유입되는 것을 방지하는 기술으로써 위생 매립지에 적용이 가능하다. 반면, 오염수의 확산 방지 기술은 비위생 매립지에서처럼 침출수에 이미 오염된 지하수가 지표수 및 오염되지 않은 지하수 계를 오염시키는 것을 방지하는 기술이다.

## 8-2. 지하수 보전구역

지하수의 합리적인 개발과 지하수자원의 보전·관리를 위해서는 장기적이고, 종합적인 조사와 분석을 요한다. 정기적으로 지하수수위, 수온, 수소이온농도(pH), 전기전도도(EC)등 관측자료를 획득하고, 인근 기상관측소의 지표수위 자료와 기상자료를 분석하여 지하수문과 지표수문의 연관성을 연계분석하고, 주변환경 변화에 따라서 나타나는 지하수 수질의 미세한 변화는 수온, pH, EC등의 변화를 종합 분석함으로써 파악하여야 한다.

측정된 지하수위 자료와 갈수기와 풍수기에 지하수위 변동자료를 이용하여 지하수위 등고선도를 작성한다. 또 다음과 같은 사항을 분석 예측한다.

- 풍수기와 갈수기의 지하수위 변화
- 지역별 지하수 동수구배
- 지역별 지하수 배출 및 함양 파악
- 지하수 EC 및 pH의 급격한 변화 등에 대한 원인규명 및 원인파악을 위한 수질 검사 실시

지하수자원의 효율적인 관리를 위해서는 지하수, 지표수 등의 수문정보 관리와 이와 관련된 제반지질, 경제, 인문학적 사항 등과의 연계성을 파악하여 이들 정보를 이용하여 지하수자원의 변화 예측 및 지하수자원의 합리적인 방안이 종합적으로 검토될 되어야 한다. 지하수의 수위 및 수질변화에 대한 분석 및 해석은 반드시 지하수 전문가에 의하여 이루어져야만 그 정보와 신뢰도를 제고할 수 있



고, 지하수자원의 보전관리에 기초가 되는 양질의 중요한 정보를 산출할 수 있다.

지하수자원의 보전을 목적으로 지하수 모니터링에 의하여 지하수의 사용금지, 규제 등을 결정하는 것은 지하수를 계속 사용하기 위하여 필요한 조치이다. 모니터링을 위해서는 사용되고 있는 관정에 대하여는 다음 사항을 정기적으로 계속 측정 관리하도록 하여야 한다.

시설물관리를 위해 수리상수 및 지층의 상태, 스크린의 종류, 위치와 관정의 사용, 관리상태 등이 확인되어야 한다. 이를 위하여 기존관정에 대하여 관정 시공시의 자료를 획득하거나 관정에 대한 물리검층을 실시하여 시설물의 시공상황을 정리하여야 한다.

지하수 수위관리를 위하여 관측정이나 상시 이용하고 있는 관정의 자연수위, 안정수위 등을 계속 측정하여야 하며, 수위의 변동은 지하수의 변화를 직접적으로 나타내는 것으로 지하수 보전관리 측면에서 가장 기초가 되는 자료이다.

상시 이용관정에 대한 수위관리를 위해서는 지하수위 측정결과 기록을 철저히 하여야 하고 수위관측관 미설치 관정에 대하여 우선적으로 수위관측관을 설치하여야 한다. 급격한 수위강하나 수위상승은 대수층의 파괴 등에 영향을 줄 수 있고, 이로 말미암아 지하수에 의한 여러 피해가 발생할 수 있다. 이러한 피해를 사전에 예방하기 위하여 지속적인 지하수위 관리가 필요하다.

지하수 이용에는 사용목적별 지하수의 수질이 중요한 사항이다. 지하수의 수질은 저류체의 특성에 의하거나 지하로 침투하는 물과 같이 혼합되는 성분에 의하여 결정되며, 지하수를 포함하는 용기로서의 대수층 성질과 지하수의 함양, 유동, 유출과정을 통하여 공간적·시간적으로 변화가 일어난다. 이때 오염물질이 혼합되면 수질오염이 진행되게 되어 지하수 수질오염이 일어나게 된다.

지하수의 오염은 폐기물의 방치, 매립처분과 지반개량을 위한 약재투입, 오염된 지표수의 유입 등이 지하수 오염의 원인이 된다. 오염물질은 지하대수층에서 이동속도가 느리기 때문에 지하수 오염은 국지적인 현상을 보이며, 오염의 특징에 따라 장시간에 걸쳐 진행이 된다. 지하수 수질관리를 위하여 상시 이용관정, 관측정의 수질을 계속적으로 측정하고 기록함으로써 지속적인 수질관리가 이루어지도록 하여야 한다.

지하수 수량관리를 위하여 지하수 저장체인 대수층은 한정된 용기로 생각할

수 있으므로 이 저장체에 함유되어 있는 지하수는 이용 가능한 즉 배출될 수 있는 지하수의 양이 한정되게 된다. 이 한계를 넘어서면 지하수위 저하에 따른 수량감소, 지반침하, 대수층의 파괴 등이 일어나 지하수 포장체에 막대한 피해가 일어난다. 상시 이용관정이나 관측정에서 지하수를 양수할 때에는 지하수 사용량을 철저히 기록하여야 하고, 이때 기록되는 것은 단위 시간당 양수량 혹은 일정기간 동안의 사용량 등이 있을 수 있으므로 기록에 대한 통일도 있어야 한다.

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 지역에서의 보전구역 설정 함양지역으로부터 수질이 오염되기 시작하면 대수층을 통하여 유동되는 모든 지하수는 그 자체가 오염된 상태일 것이며 이러한 오염체는 대수층 매질까지도 오염시켜 결과적으로 지역적 내지는 광역적인 지하수맥 전체가 오염되어 버리는 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, 관리의 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 이를 용수로 사용하는 지역 주민들의 건강과 복리를 보호하려는 것이다.

따라서 조사 지역의 지속적이고 체계적인 지하수 보전 관리를 위하여 지하수 관측망 설치운영의 필요성과 지하수 정보관리시스템 구축 등이 필요하다. 지하수 정보의 전산화는 방대한 양의 자료를 간편하고 빠르게 수행할 수 있는 업무의 효율화만으로도 큰 의미를 갖는다. 그러나 현재 수작업 혹은 부분적으로 전산화되어 관리되고 있는 지하수 개발공의 관리체계를 통합적인 전산시스템으로서 개선함으로써 항상 최신의 현황을 유지할 수 있도록 하고 향후 이러한 정보를 통합 분석하여 중요한 정책결정에 반영할 수 있는 매우 중요한 과제라 할 수 있다. 이런 자

료의 관리, 도면의 작성, 자료탐색 및 자료의 공간분석 등을 통한 지하수의 효율적인 관리에는 지하수 개발공, 지하수 수질, 수리지질조사, 오염원 같은 D/B와 지리정보시스템(GIS)의 연계를 통한 지하수 정보관리시스템의 구축이 필요하다.

지하수 관리에 필요한 지하수 자료는 크게 두가지 유형으로 구분된다. 첫 번째는 지하수에 대한 전문지식이 필요하지 않은 일반적인 행정정보이며, 두 번째는 지하수의 전문지식을 요구하는 정보들이다. 행정관정에서 활용할 수 있는 관정의 위치, 주소, 물의 사용량, 활용용도, 관정의 심도, 개발회사 및 일자 등과 같은 이용실태 데이터베이스는 첫 번째 유형으로 분류될 수 있다.

지하수 수질의 일반적인 항목(색, 탁도, 맛)등과 유기물, 무기물의 함량을 수록한 수질 데이터 베이스는 두 번째 유형의 예라고 할 수 있다. 시추시 취합되는 토양 및 암상의 종류와 깊이, 시추공 내에서 획득되는 지하수의 심도별 투수계수, 수위, 대수층의 깊이 및 종류 등을 취합할 수 있는 지질자료 테이블 역시 두 번째 유형으로 분류될 수 있겠다. 일반적으로 널리 활용되고 있는 GIS는 첫 번째 유형의 자료를 처리하는데는 탁월한 기능들을 갖고 있다. 또한 첫 번째 유형의 자료처리를 위해서는 수리지질학적 훈련을 받은 전문가들보다는 전산에 밝은 전문가들이 효과적으로 업무를 수행할 수 있을 것이다. 두 번째 유형의 자료는 다소 특별한 처리방법을 요구하고 있다. 먼저 수리지질학적 자료의 구조는 시간대로 자료가 변하는 일시적인 자료구조를 갖고 있을 뿐 아니라, 고도별로 자료의 종류가 다른 3차원적 구조를 갖고 있다. 자료의 변화 폭 역시 매우 적어서 지형고도의 미세한 변화에도 매우 민감하다. 이러한 전문분야의 특성에서 유래되는 정보처리의 문제는 전산 전문가와 수리지질 전문가가 밀접한 공동연구 및 작업을 통하여 해결하여야 하겠다.

## 9. 결 론

1. 조사지역은 행정구역상 경상남도 함안군 전역으로 1개읍 9개 면이 포함되며, 조사면적 416.75km<sup>2</sup>에 대하여 광역수리지질 조사를 실시하였다.

2. 조사지역의 지형은 지구 북쪽 남강과 낙동강이 지형적, 수리적 분수령으로 작용하여 모로천, 함안천, 광여천의 계곡 및 소수계곡들이 지구를 남남서-북북서 방향으로 흘러 주위에 큰 평야지를 형성하고, 지구 남쪽, 서남쪽에 500~700m를 넘는 준봉들이 남쪽경계를 형성한다.

조사지역의 지질은 중생대에 속한 퇴적암류와 이것들에 관입 혹은 산출한 화성암류에 의하여 구성된다. 지구 전체에 백악기 함안층과 진동층이 넓게 분포하며 소규모의 관입이나 산출된 화성암류가 존재한다. 시대를 측정할 만한 화석류를 발견치 못하여 명확한 지질시대를 알 수 없으나 종래 조사된 지역 및 인접지의 지층의 층순 및 암질로 보아 경상계 낙동층의 상부 신라통에 해당된다고 판단된다. 습곡이나 단층은 인지되지 않고, 지층은 대체로 평온상태를 유지해 왔다. 화성암류의 관입 혹은 분출은 퇴적암 후에 이루어진 것으로서 본 지역의 동남측에 우세하다.

조사지역의 대부분은 경상계 퇴적암류 중 최상부를 이루는 지역으로 일반적인 주향과 경사는 N20° ~60° E와 10° ~20° SE가 지배적으로 나타나고 있다. 본 층의 하부에서는 주로 자색의 셰일, 이암, 사질셰일이 호층을 이루고 있다. 간혹 자색 사암이 협재되기도 하며 중부에서는 자색 또는 암녹색, 회색, 암회색의 사질 셰일과 사암이 우세하게 발달하고 있고 상부에서는 자색 셰일과 사암, 회색 또는 암회색의 사질 셰일 또는 사암이 호층을 이루어 분호하고 있다. 주구성 광물은 석영, 사장석, 정장석 등이며 각섬석, 방해석, 자철석, 갈철석 등이 미량 함유되어 있다.

3. 본 지구 내에서 암반관정 365공, 층적관정 9공에 대해용도, 심도, 양수량, 자연수위, 간이수질 등을 조사하였으며, 사용용도별로 보면 생활용수가 232개소, 5,082m<sup>3</sup>/일, 농업용수가 104공 2,560m<sup>3</sup>/일, 공업용수 13공 400m<sup>3</sup>/일, 기타 25공으로

나타나 주로 생활용수로 사용됨을 알 수 있다.

4. 원격탐사에 의해 위성영상(SPOT IMAGE)을 분석하여 선구조도를 작성한 후 이를 기초로 쌍극자탐사 15측선을 실시하여 탐사지역 전반에 걸쳐 평야부의 지하수 부존성을 조사하고 제반 수리지질을 파악하였다.

5. 수질조사는 지하수의 경우 374개 지점에서 EC, TDS, pH, 온도 등 현장 조사를 실시하고 암반 지하수 15개소에 대하여 먹는물 수질 기준으로 수질검사를 하였으며, 이온분석을 실시하여 조사지역의 전반적인 수질성분을 파악하였다. 지표수의 경우 함안천, 모로천, 대산천, 남강, 낙동강, 광여천 등 주요 6수계로 나누어 수계별로 현장 수질검사를 실시하였다. 조사물량은 각각 함안천 수계 197점, 모로천 수계 8점, 대산천 수계 29점, 남강 41점, 낙동강 수계 22점이며, 광여천 수계 101점이 조사되었다. 평균 수질은 EC가 낙동강이 190.7, 함안강 107.4, 모로천 296.4, 대산천이 181.8, 남강 215.7, 광여천이 158.7로 나타나 수원에서 멀어지는 수계일수록 EC수치가 높은 것으로 나타났다.

먹는물 기준 수질검사 결과 수질오염이 심각한 지하수 관정들은 군북면 월촌리와 가야읍 일대의 경작지에 위치한 공들로서 농약살포에 의한 오염이 의심되는 관정으로 심미적 영향 물질에 관한 기준이 초과한 관정들이다.

이온분석의 경우 조사지구 전반이 대체적으로 비슷한 수질조성상의 분포를 보이는데, 대체로 양이온에서 칼슘과 마그네슘이, 음이온에서는 중탄산이온이 우세한 carbonate hardness형을 보인다. 또, 퇴적암의 TDS원이 크게 나타나 여타 암석보다 오염정도가 높음을 알 수 있다.

6. 대수층 유효공극률 적용에 의한 지하수 부존량 평가에 의해 조사지역 지하수의 부존량은  $1,719.47 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{년}$ 이며, 개발이용 가능량은  $203.87 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{년}$ 으로 산출되었다.

7. 지하수 함양량 평가에 의한 지하수개발 가능량은 안정채수율을 고려할 때  $32.96 \sim 41.23 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{년}$ 으로 추정되며, 이는 평가방법에 따라 다소의 차이가 나타나므로 관측정의 수위관측 자료가 상당히 축적된 후 수위자료 분석에 의한 개발 가능량 산정이 이루어져야 보다 정확한 개발가능량 산출이 가능할 것이다.

8. 향후 생활용수 총 소요수량은 4,296천톤/년으로 안정적인 생활용수 공급이 이루어지기 위해서는 향후 32공의 지하수개발이 이루어져야 하며, 이를 위하여 사업

비 8,000백만원의 사업비가 소요된다. 농업용수의 향후 필요수량은 405,205m<sup>3</sup>/일이며 공당 150m<sup>3</sup>/일을 적용했을 때 필요관정수는 2.7공이 된다. 그러나 저수지 개발, 지표수 개발등의 사업과 연계한 조정이 필요하다.

9. 지하수자원의 효율적 관리를 위해서는 낙동강 대수계에 대한 관측망 구축을 완료하고 지하수 전문가에 의하여 장기적인 제반 수문지질 자료를 취합·분석하여 낙동강 수계에 대한 종합적인 물수지분석 및 지하수문 분석이 요구된다. 정확한 대수층의 수리지질 특성과 지하수질특성을 파악하고 개발·이용하므로서 효율적이고 합리적인 지하수자원의 보전·관리가 이루어지도록 해야한다.

---

# 함안군광역수맥조사보고서

2000년 12월 일 발행

발 행 : 농림부, 농업기반공사

편 집 : 농업기반공사 지하수사업처

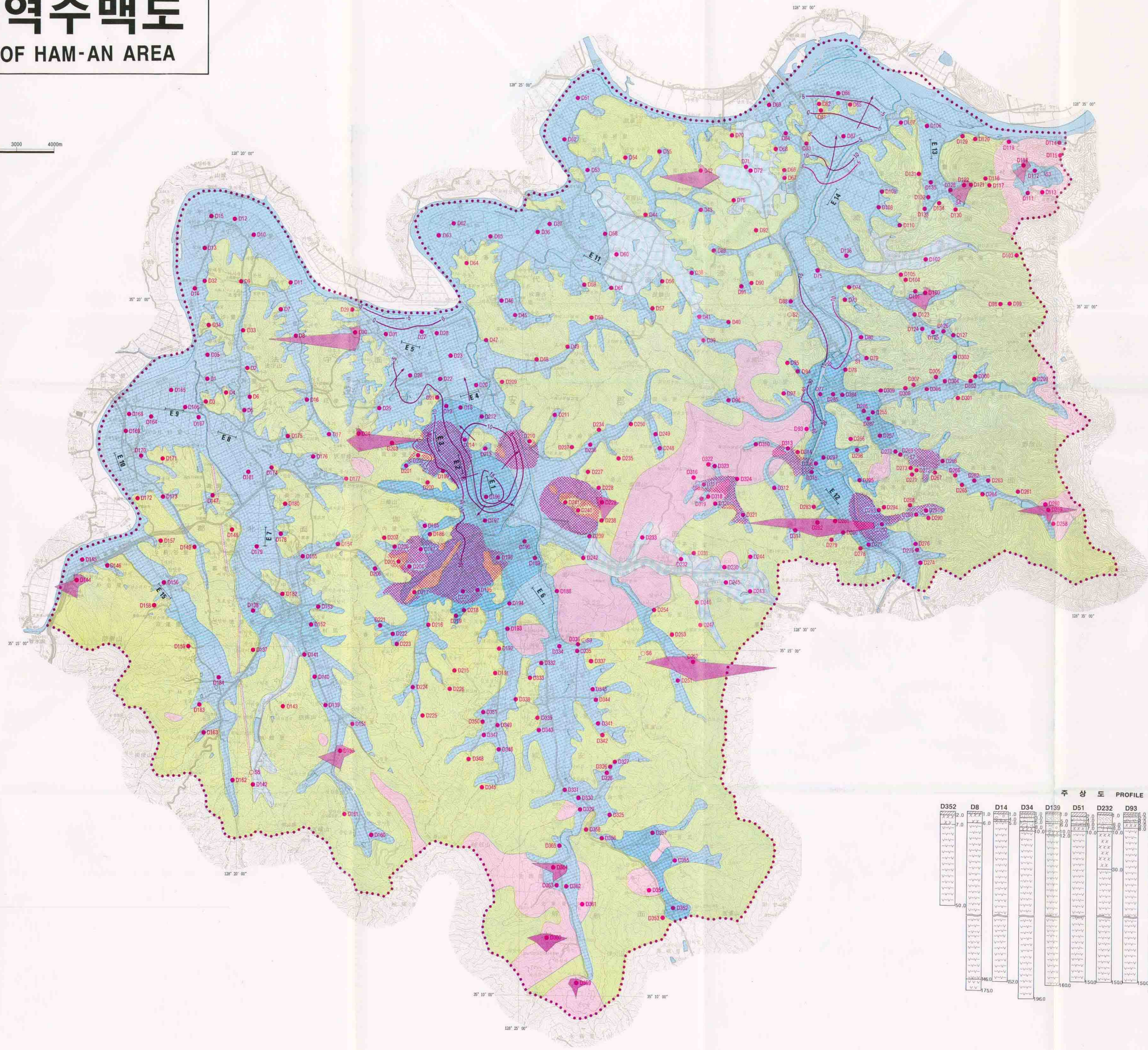
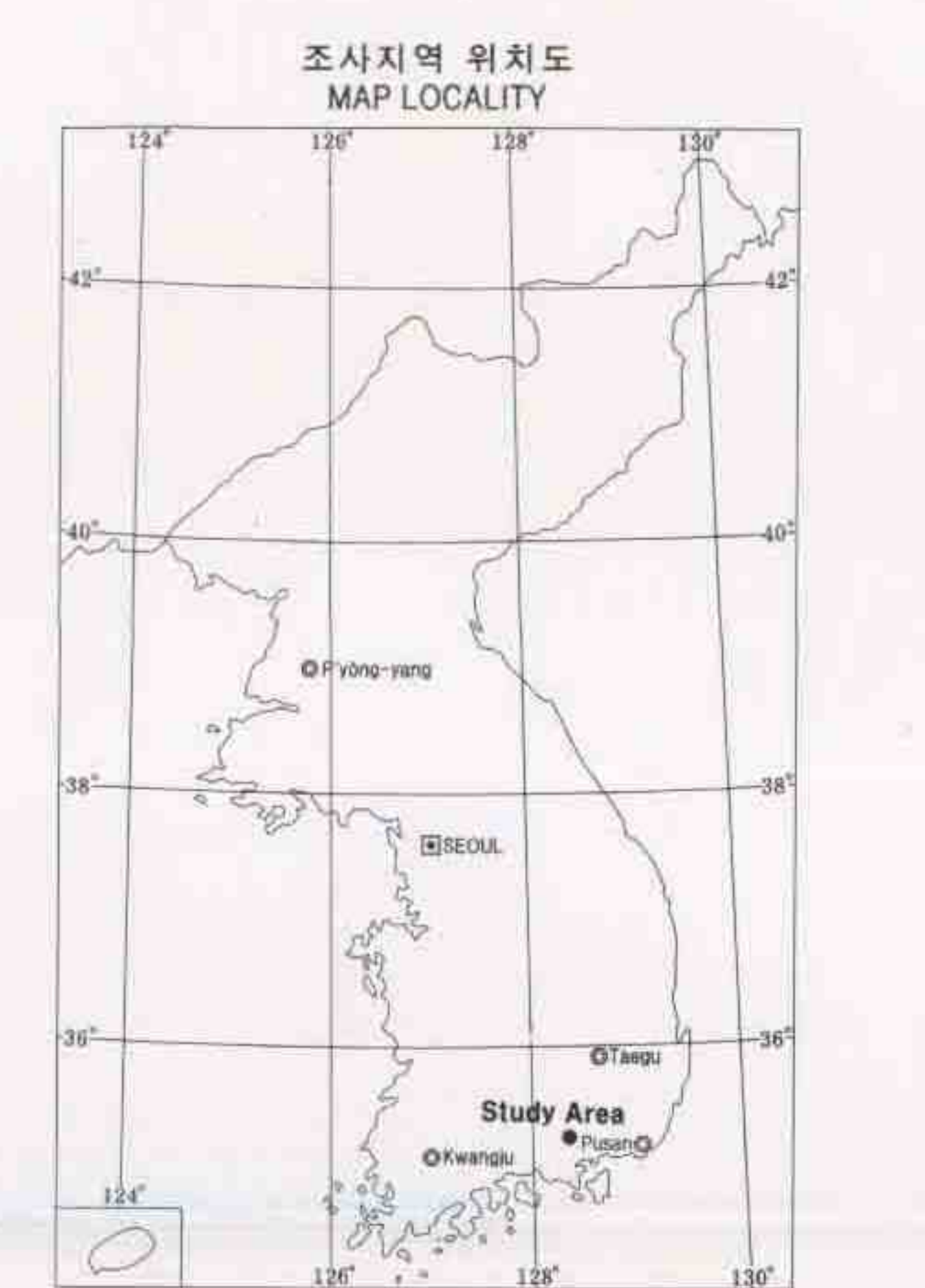
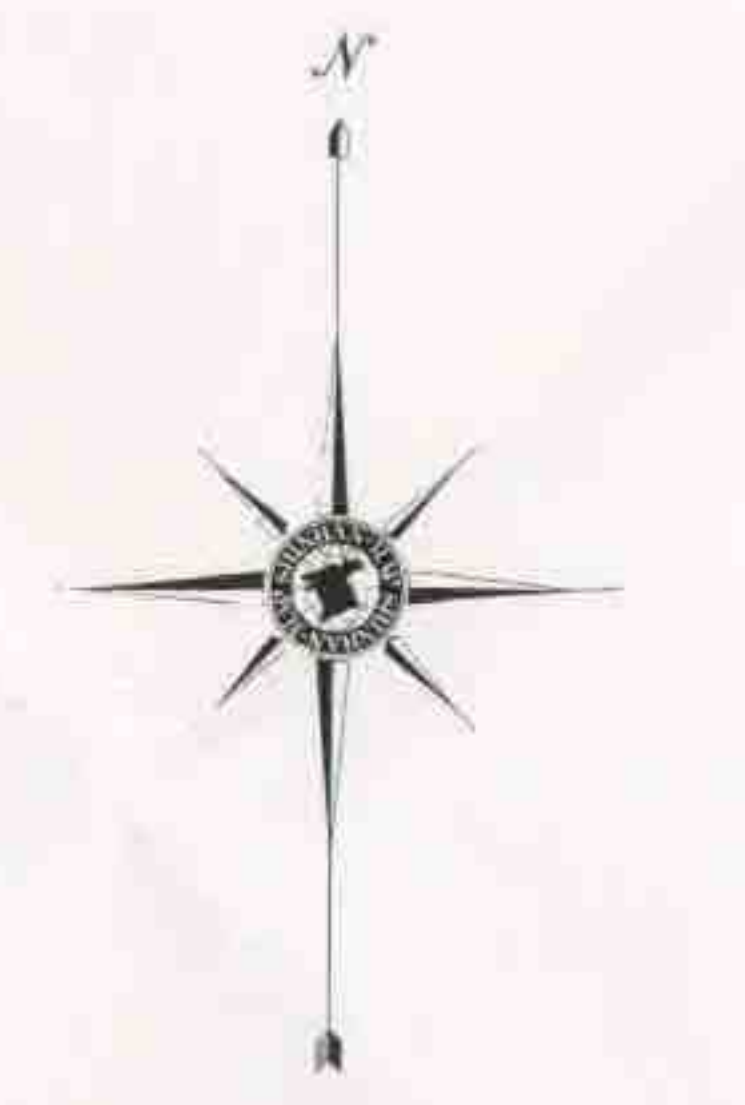
인 쇄 : 진 명 사 (02)2275-2487

---

# 함안지구 광역수맥도

## HYDROGEOLOGICAL MAP OF HAM-AN AREA

1 : 50,000

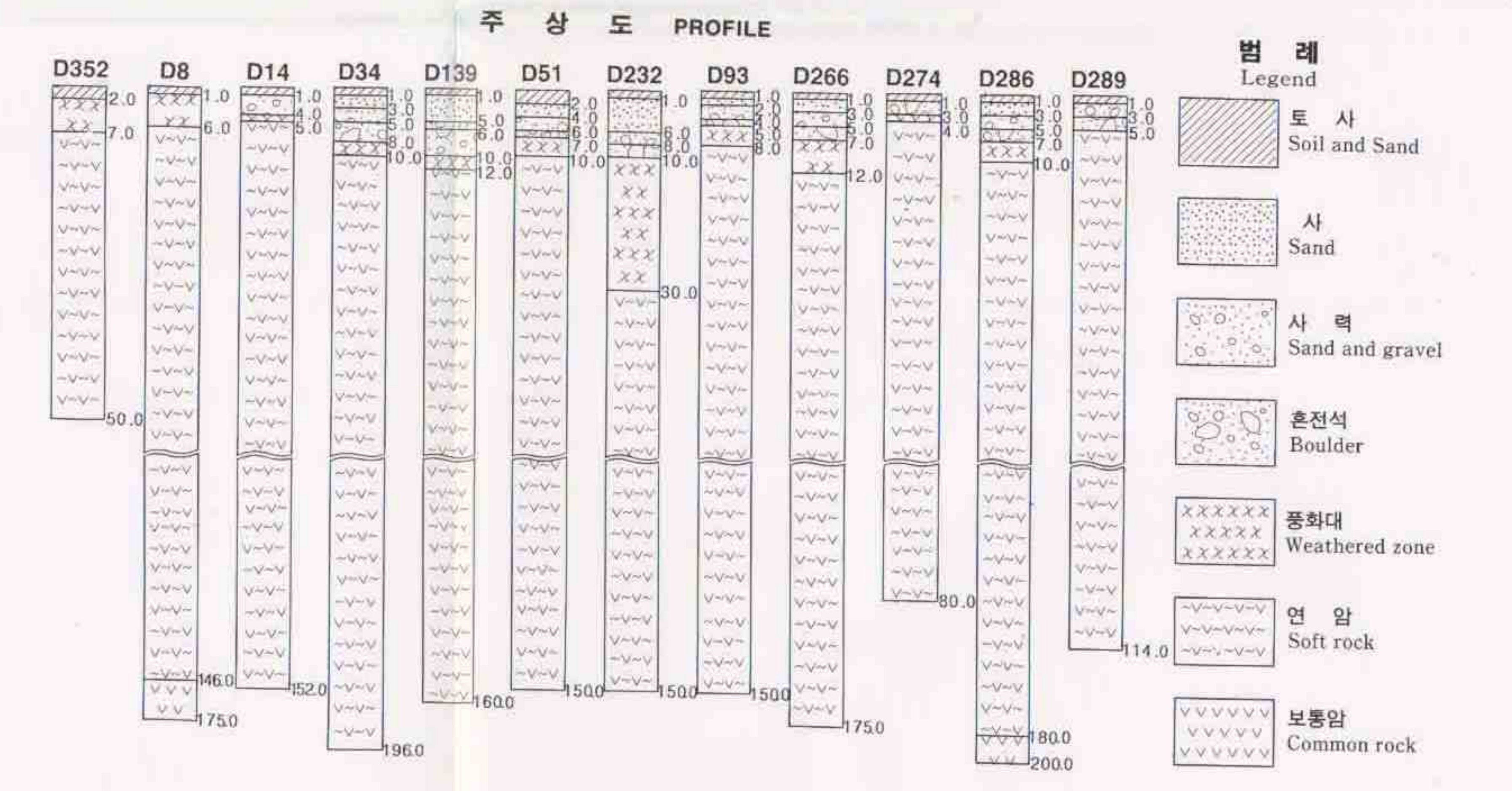
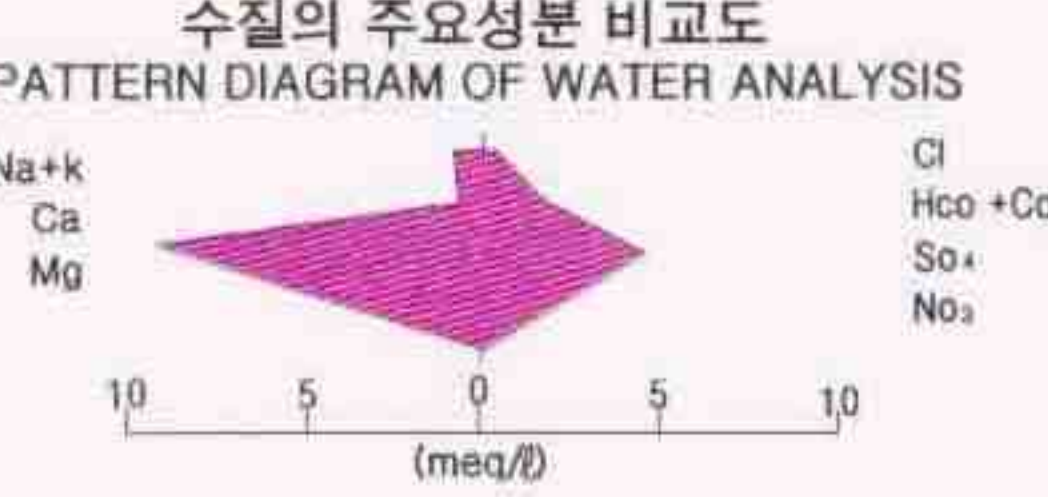


### 지질 (GEOLOGY)

- 충적층** Alluvium: 화성퇴적물로서 점토, 실 및 연으로 구성된다. 남북방향으로 남강과 낙동강 유역에 넓은 평야를 형성하고 있다.
- ~부정합~** Unconformity
- 화성암류** Igneous rocks: 백악기의 용암사화강암류에 속하며 마산암, 흑운모화강암, 화강섬록암, 암맥류로 구성된다.
- 관입-** Intrusion
- 화산암류** Volcanic rocks: 본 암은 중생대 백악기의 화산암류로 주로 안산암, 편암, 입상안산암, 조면암질안산암류로 구성되며 용암류, 천지관입암체, 암상 등 각양의 산출 특성을 보인다.
- ~관입, 분출~** Intrusion, Extrusive
- 퇴적암류** Sedimentary rocks: 함안층과 진동층으로 구성되며 함안층은 개색이 미세한 셰일, 이암, 사질셰일의 호층이며, 진동층은 개색제일층이 현재까지 없는 점에서 함안층과 구분된다.

### 범례 (LEGEND)

- 지하수 (GROUNDWATER)**
  - 지하수위봉고선: Contours of groundwater table
  - 지하수 유동방향: Direction of groundwater flow
  - 암반관정 (φ<math>d\_{14}</math>): Rock Wells
  - 중적관정 (dia.16"): Sedimentary Wells
  - 수질오염지역: Potential Area of Groundwater Contamination
  - 하천: River
  - 잠수량100톤/일 미만 지역: Potential Yield Capacity Area under 100m<sup>3</sup>/day
  - 잠수량100~200톤/일 지역: Potential Yield Capacity Area of 100~200m<sup>3</sup>/day
  - 잠수량200톤/일 이상 지역: Potential Yield Capacity Area over 200m<sup>3</sup>/day
- 지질구조 (GEOLOGIC STRUCTURE)**
  - 단층: Fault
  - 가상단층: Inferred Fault
  - 지질경계선: Geologic Boundary
  - 기반암추정 봉고선: Contours of Inferred Bedrock
  - 지질탐사 축선: Geophysical Survey Line
  - 조사구역: Boundary of Study Area



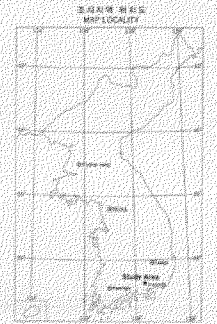
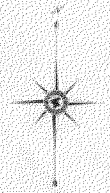
1. 대한민국지질조사원 지질도 2001-85호 (2001년 4월 26일)  
 2. 본 지도는 국립지리정보원 1:50,000 지형도판 45도호 사용에 의해 반출, 제작한 것이다.



# 함안지구 광역수맥도

## HYDROGEOLOGICAL MAP OF HAM-AN AREA

1 : 50,000



APPEARANCE  
 GEOLOGICAL  
 SYMBOLS

### 지질 (GEOLOGY)

	퇴적층 Alluvium	사질퇴적물에서 점토, 실, 모래까지의 구성으로 상부층은 모래와 실을 함유한 퇴적물 또는 점토질 퇴적물이 있다.
	~불연속~ Unconformity	
	동상암층 Synclinal rocks	해안가의 침묵사육암층에 속하여 사암, 실, 회암, 석회암, 화강암, 편마암, 편암 등으로 구성된다.
	~침입~ Intrusion	
	화산암류 Volcanic rocks	산, 양산 등 양산 화산대의 화산암류로, 주로 안산암 현암, 유암이 주를 이루며, 화산암류의 구성요소가 화강암, 화산암, 편암, 실, 사암, 석회암, 편암, 편암 등으로 구성된다.
	~침입, 분출~ Intrusion, Extrusive	
	퇴적암류 Sedimentary rocks	침식층의 침묵층을 구성하여 암석은 사암이 주요한데, 실, 사암, 석회암, 편암, 편암, 편암 등으로 구성되며, 침묵층의 구성요소가 화강암, 화산암, 편암, 실, 사암, 석회암, 편암 등으로 구성된다.

### 범례 (LEGEND)

	지하수 GROUNDWATER	지하수계 경계 Boundary of groundwater table	지질구조 GEOLOGICAL STRUCTURE
	지하수 흐름방향 Direction of groundwater flow	지하수계 경계 Boundary of groundwater table	단층 Fault
	암종 Rock 98B	지질구조 경계 Geological boundary	기암층 Intruded fault
	중간암종 1073 Secondary 98B	지질구조 경계 Geological boundary	지질구조 경계 Geological boundary
	수질오염가능지역 Potential Area of Groundwater Contamination	지질구조 경계 Geological boundary	지질구조 경계 Geological boundary
	잠재수출능력 100% 이하 지역 Potential Yield Capacity Area under 100%/Year	지질구조 경계 Geological boundary	지질구조 경계 Geological boundary
	잠재수출능력 100~200% 지역 Potential Yield Capacity Area of 100~200%/Year	지질구조 경계 Geological boundary	지질구조 경계 Geological boundary
	잠재수출능력 200% 이상 지역 Potential Yield Capacity Area over 200%/Year	지질구조 경계 Geological boundary	지질구조 경계 Geological boundary

### 수질조사성분 비교도 (PATTERN DIAGRAM OF WATER ANALYSIS)

