

곡옥지구광역수맥조사보고서

1997

농 립 부
농 어 촌 진 흥 공 사

목 차

1. 서언	7
2. 조사개요	8
2-1. 조사목적	8
2-2. 조사내용	8
3. 일반현황	10
3-1. 위치, 교통 및 면적	10
3-2. 기상	11
3-2-1. 기온	11
3-2-2. 강수량	13
3-2-3. 증발과 증발산량	15
3-2-4. 일조시간	17
3-2-5. 상대습도	18
3-3. 인구현황	19
3-4. 토지이용 및 산업현황	20
3-4-1. 농업	21
3-4-2. 축산업	23
3-4-3. 임업	24
4. 수문지질조사	25
4-1. 지형 및 지질	25
4-1-1. 지형	25
4-1-2. 지질각론	27
4-1-3. 지질구조	31
4-2. 기설관정 이용실태조사	32
4-2-1. 시설별 · 용도별 이용현황(제원 · 우물내역 등)	32
4-2-2. 기설관정 양수시험	34
4-3. 물리탐사	37

4-3-1. 원격탐사	37
4-3-2. 극저주파탐사	37
4-3-3. 전기비저항탐사	38
4-4. 수위관측	51
4-5. 수질조사 및 잠재오염원 조사	52
4-5-1. 수질검사	52
4-5-2. 잠재오염원 조사	78
5. 지하수관측망 설치	82
5-1. 목적	82
5-2. 위치선정	82
5-3. 관측공 수리특성	83
5-4. 자동관측장비 구성 및 설치	83
6. 지하수 이용현황 및 지하수 자원평가	86
6-1. 지하수 이용현황	86
6-1-1. 농업용수	86
6-1-2. 생활용수	87
6-1-3. 공업용수	87
6-2. 물수지 분석	88
6-3. 지하수 개발가능량 및 개발예정위치	97
6-3-1. 지하수 개발가능량	97
6-3-2. 지하수 개발 예정위치 선정	98
7. 지하수자원 개발계획	99
7-1. 용도별 소요수량	99
7-2. 소요수량 공급방안	99
8. 지하수 보전관리	100
8-1. 지하수 환경재해	100
8-1-1. 지과잉 양수에 의한 수원고갈	101
8-1-2. 지하수위 강하에 따른 지반침하	101
8-1-3. 지하수위 변화에 따른 각종 장애	101
8-2. 지하수 재해방지 대책	101

8-2-1. 지하수량, 지하수위 보전대책.....	101
8-2-2. 지하수 시설의 오염방지	102
8-2-3. 폐기관정으로의 오염물질 유입차단	102
8-2-4. 오염원 격리대책	103
8-3. 지하수 시설물의 관리.....	104
8-3-1. 시설관정 관리	104
8-3-2. 신규지하수 개발시 유의점	105
8-3-3. 폐공발생억제 및 발생 폐공처리	105
8-4. 지하수 관측망 설치운영.....	109
8-5. 지하수 보전구역 지정.....	114
8-6. 지하수 정보관리 시스템 구축	116
9. 결론	118
부록	121

표 목 차

<표 2-1> 조사실적	9
<표 3-1> 토지이용 현황	11
<표 3-2> 기온변화추이 및 월평균 기온	12
<표 3-3> 년도별 강수량	13
<표 3-4> 지역별 강수량	14
<표 3-5> 증발산량.....	16
<표 3-6> 일조시간.....	17
<표 3-7> 상대습도.....	18
<표 3-8> 읍·면별 세대 및 인구	19
<표 3-9> 용도별 토지현황 (농지 및 임야)	20
<표 3-10> 용도별 토지이용 (기타)	20
<표 3-11> 농업진흥지역 ²¹	21
<표 3-12> 곡성군 경지면 ²² 적 추이	22
<표 3-13> 연도별 식량작물 ²² 생산량 추이	22
<표 3-14> 가축사육가구 및 ²³ 마리수	23
<표 3-15> 소유별 임야면적 ²⁴	24
<표 4-1> 시설관정 이용현황	32
<표 4-2> 양수시험 총괄표	35
<표 4-3> 전기비저항곡선 분석 총괄표	38
<표 4-4> 오염원의 종류	78
<표 4-5> O.T.A. 잠재오염원 분류	79
<표 4-6> 조사지역 오염원 분류	80
<표 5-1> 자동수위관측공 내역	83
<표 6-1> 용수별 지하수 현황.....	86
<표 6-2> SCS의 토양의 분류	88

<표 6-3> 선행 토양 함수조건의 분류	92
<표 6-4> SCS curve number(CN)	92
<표 6-5> 초기함수조건에 따른 CN값, S값	93
<표 6-6> 토양- 피복형별 유출곡선지수	94
<표 6-7> 선행함수조건(A.M.C)에 따른 유출곡선 지수의 조정	95
<표 6-8> 광주지역 호우(10mm/일 이상)기록에 의한 유출량 산출	96
<표 8-1> 지하수 관측망 기설치 및 향후설치 예상지역	110
<표 8-2> 지하수 관측시스템 기종 검토	111

그림 목 차

<그림 4-1> 조사지역의 수계도	26
<그림 4-2> E3 축선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도	41
<그림 4-3> E4 축선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도	42
<그림 4-4> E5 축선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도	43
<그림 4-5> E6 축선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도	44
<그림 4-6> E7 축선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도	45
<그림 4-7> E8 축선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도	46
<그림 4-8> E9 축선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도	47
<그림 4-9> E10 축선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도	48
<그림 4-10> E11 축선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도	49
<그림 4-11> E12 축선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도	50
<그림 8-1> 지하수 정보관리 시스템	117

1. 서 언

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

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

금번의 광역수문지질조사는 지하 수자원의 효율적인 개발과 보존을 위해 새로이 개정된 지하수법의 취지를 살려 전라남도 곡성군 일대(축척 1:25,000 순창, 석현, 평창, 원등도폭의 일부) 5개면(옥과, 입, 겸, 오산, 삼기) 18,333ha를 선정하여 지표지질조사, 물리탐사, 지하수 관측공설치, 양수시험, 수질검사 등을 실시하고 이들 자료와 과거 조사구역내에 국지적으로 시행한 수맥조사와 지하수개발 자료를 취합, 정리하고 인공위성을 이용한 원격탐사 자료(ERDAS)를 이용하여 곡성지역(곡옥지구) 광역수문지질도를 작성하였다. 조사항목이 많고 넓은 반면 한정된 인력, 장비로 단기간내 실시한 조사이므로 미흡한 부분이 있으나 지역내 지형, 지질, 지하수 부존성, 수질 등을 종합적으로 고찰한 자료이므로 향후 유용하게 활용될 수 있기를 기대한다.

끝으로 본 조사에 많은 격려와 협조를 아끼지 않으신 농림부, 전라남도, 곡성군 관계관들에게 깊은 감사를 드린다.

2. 조사 개요

2-1. 조사 목적

농어촌지역 종합개발사업을 효과적으로 추진하고 지역내의 수자원을 합리적으로 활용, 보존하기 위하여 지금까지 한해상습지를 대상으로 분산적이고 국지적으로 시행하여온 수맥조사사업을 발전시켜 1/25,000도폭 단위별로 전국토를 대상으로 광범위하고 종합적인 지하수조사를 실시하여 광역 수문지질도를 작성하고자 시행하였다.

2-2. 조사 내용

가. 조사지구 : 곡 옥 지 구

나. 위 치 : 전라남도 곡성군 일원(1개군 5개면)

다. 조사면적 : 18,330ha

라. 조사기간 : 1996. 5. ~ 1996. 12. 31

마. 조 사 자 :

전남지사	지질직 2급 지하수부장	서병협	조사업무 지도
	지질직 3급 조사과장	이 철	현장조사업무 총괄 및 지도
	지질직 4급 조사계장	서구원	현장조사 및 자료수집 정리
	지질직 5급 조사반원	이준연	"
	기능직 확정운전	박병구	시추조사, 양수시험, 수위관측

바. 조사내용 : 지형, 지질 및 지하수 부존성과 이용현황을 감안하여 조사물량을 배분하였다. 주요 조사내용은 지표지질조사, 기설관정 실태조사, 물리탐사, 양수시험, 수질검사, 지하수 관측공 설치 등이다.

< 표 2-1 > 조 사 실 적

조 사 항 목	조 사 량	비 고
답사 및 지표지질조사	18,330ha	
기설관정 실태조사	400공	
물리탐사		
-전기탐사 (수직)	200점	
전기탐사 (쌍극자)	10측선	
극저주파탐사	3,000점	
양수시험		
-충적	10회	
-암반	20회	
수질검사	60회	
관측공		
-충적	2공	
-암반	2공	

사. 조사장비

- 클리노메타, 및 브란톤 콤파스 각 1대
- 전기탐사기 (ABEM SAS-300B) 및 극저주파 탐사기 (WADI) 각 1대
- 수위관측기 2 대
- 전기전도도 측정기 및 pH측정기, 온도계 각 1대
- 고성능착정기 1대 및 부대장비 1식
- 차량 2대
- 양수기 (수중모터 펌프) 1대
- 발전기 1대

3. 일반 현황

3-1. 위치, 교통 및 면적

본 조사지역은 전라남도의 동북부에 위치하며 행정구역상 전라남도 곡성군 옥과, 입, 겸, 오산, 삼기면 일원을 포함한다. 면적은 183.335km²로 섬진강 상류를 접하여 전라북도의 남원군과 순창군에 접하고 있으며, 동쪽은 구례군, 남쪽은 순천시와 화순군, 서쪽은 담양군과 접하고 평야는 비록 협소하나 북부의 옥과면과 동부의 섬진강, 보성강 유역은 평야 구릉으로 비옥하고 관개가 양호하다.

지리적 위치로는 동경 127°00' ~127°12', 북위35°10' ~35°20' 의 범위에 해당된다.

교통망은 담양읍을 경유하는 29번 국도와 오산면, 겸면, 삼기면을 통과하며 곡성읍과 연결되는 826번 지방도로서 동서로 연결되어 있고 옥과면의 주산리에서 화순 북면과 전북 순창읍으로 연결되는 27번 국도가 남북으로 통과하고 있으며, 29번 국도와 27번 국도는 옥과면과 삼기면에서 각각 호남고속도로와 연결된다.

교통편은 광주광역시에서 88 고속도로로 순창 I/C를 거쳐 현지에 이르는 방법과 호남고속도로로 옥과 I/C를 거쳐 현지에 도달할 수 있으며 본 조사지구를 관통하는 광주-곡성간 직행버스가 6시15분에서 20시30분까지 25분의 배차간격으로 운행되고 있어 교통은 대체적으로 편리한 편이다.

곡성군의 총면적은 543.07km²로서 행정구역상 곡성군 1읍 10개면중 겸면, 입면, 오산면, 옥과면 삼기면 일원을 포함한다. 해당 조사면적은 183.335km² 로 겸면은 36.132km², 입면 34.225km², 오산면 46.406km², 옥과면 29.908km², 삼기면 36.664km²이다. 인구는 1994년 현재 삼기면 2,872명, 옥과면 5,033명, 입면 3,845명, 겸면 2,800명, 오산면 2,193명으로 총 16,743명으로 추정된다

조사지역의 총면적은 183.335km²로서 지표구성을 토지이용에 따라 분류하면 다음과 같다.

본 지역의 토지이용은 6개 구역으로 구분하였다(표 3.1). 이 분류는 지표수문상수 특히 침투량 산출에 중요한 역할을 한다. 지표구성 분포를 보면 전 7.82%, 답 17.46%, 임야 63.78%, 하천 및 저수지 2.24%, 기타 6.04%, 그리고 주거지 2.67%로 되어있다. 따라서 본 지역의 지표구성은 전, 답, 그리고 임야가 전체 면적중 89.05%를 차지하고 있어 지표수나 지하수 산출에 중요한 매체로서 작용을 하고 있다.

< 표 3-1 > 토지이용현황

(단위 : km²)

면	토 지 (km ²)						
	전	답	임야	하천및저수지	주거지	기타	계
계	14.333	32.005	116.918	4.10	4.9	11.079	183.335
삼기면	2.714	5.344	25.850	0.159	0.876	1.721	36.664
옥과면	2.382	6.926	16.155	1.154	0.857	2.434	29.908
입 면	3.389	8.163	16.905	1.872	0.982	2.914	34.225
결 면	3.000	6.871	22.437	0.653	1.103	5.068	36.132
오산면	2.848	4.701	35.571	0.262	1.082	1.942	46.406

3-2. 기 상

3-2-1. 기 온

조사지역의 평균기온자료는 광주 기상청에서 측정된 자료를 이용하였으며, 평균기온은 매일 3시, 9시, 15시, 21시의 4회 관측치를 산술평균한 것이다. 최근 6년간의 년평균 기온의 평균은 13.9℃를 나타내고 있다. 년평균기온의 변화를 살펴보면 최고치는 89~94년까지 비슷한 분포양상을 보인다. 1994년 월평균 최고치는 7월에 38.5℃를 기록하며, 월평균 최저치는 1월에 -10.2℃를 나타낸다. 월평균 기온편차는 28.3℃로 현저한 차이를 보인다.

< 표 3-2 > 기온변화추이 및 월평균기온

구분 년·월별	기 온		
	평 균	최 고	최 저
1989	13.9		
1990	14.5		
1991	13.7		
1992	13.7		
1993	13.1		
1994	14.6		
'94. 1	1.1	12.2	-10.2
2	2.5	14.9	-6.0
3	5.0	21.6	-5.2
4	15.1	28.2	-2.4
5	18.4	29.5	-5.5
6	22.4	32.7	-12.7
7	29.3	38.5	-23.6
8	28.1	36.8	-19.8
9	21.9	34.4	-10.7
10	16.1	27.7	-5.0
11	11.2	22.7	-1.7
12	4.3	17.6	-6.7

3-2-2. 강 수 량

조사지역의 강수량 자료는 곡성군 건설과에서 측정한 자료를 이용하였으며, 1989년부터 1994년까지 최근 6년간의 자료를 년도별로 열거하였다(표 3-3). 강수량의 계절적 분포를 보면 전기와 우기가 뚜렷하며, 년 강수량의 대부분이 여름철에 집중되고 겨울철에 매우 적은 전형적인 계절풍 기후를 보인다. 강수량은 1년 동안의 강우, 눈, 우박 등을 통털어 집계한 것으로 여름철 집중강수량이 전체 강수량의 약 50~60% 정도를 차지하는 특징을 보인다.

1989년에서 1994년의 년평균 강수량의 평균은 1257.67mm이다. 년평균 강수량의 변화를 관찰해보면 1989, 1990, 1991년은 6년 평균강수량 이상의 강수가 내렸으나, 1992, 1993, 1994년의 경우 6년 평균강수량보다 적은 강수량을 나타내었다.

위의 기간동안의 월별 평균 강수량을 분석한 결과 최소 31.4mm(12월)에서 최고 281mm(7월)로 나타났으며, 이들의 평균은 104.8mm로 나타나 하절기인 6, 7, 8, 9월에는 평균치 이상의 강수가 발생하고 나머지 달은 모두 평균치 이하의 강수량을 기록하여 본 지역 역시 하절기의 집중강우 현상이 나타나고 있다.

이중 약 80%이상이 증발 혹은 지표유출로 바다로 유실되고 있어 지하수로 저류될 수 있는 양은 강수량에 비해 상당히 적음을 보여준다.

< 표 3-3 > 년도별강수량

(단위 : mm)

년 월	강 수 량						
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	평 균
합 계	1,797.3	1,553.9	1,332.8	864.0	1,177.7	820.3	1257.7
1월	131.9	34.2	24.0	17.1	12.8	20.2	40.0
2월	105.0	91.8	58.1	43.2	48.3	53.4	66.6
3월	55.8	40.1	102.7	54.4	55.5	41.2	58.3
4월	53.5	92.5	115.1	85.0	10.9	37.7	65.8
5월	26.5	92.6	27.4	51.0	105.9	75.3	63.1
6월	200.3	330.0	240.7	17.6	191.5	88.7	178.1
7월	610.3	205.2	395.5	197.7	214.9	62.5	281.0
8월	323.3	220.5	163.4	154.1	366.6	248.8	246.1
9월	208.4	341.0	125.3	163.8	38.4	35.0	152.0
10월	10.0	17.8	2.4	20.5	48.8	117.0	36.1
11월	65.0	40.9	24.3	13.8	65.7	24.6	39.1
12월	7.3	47.3	53.9	53.9	45.8	18.4	31.4

< 표 3-4 > 지역별 강수량

(단위 : mm)

면 월	강 수 량				
	검 면	입 면	옥 과 면	오 산 면	삼 기 면
계	751.8	771.5	857.2	776.9	810.8
1월	24.9	22.5	22.9	21.5	17.4
2월	50.3	59.4	56.4	56.4	53.4
3월	47.0	41.8	44.0	37.1	35.0
4월	35.3	30.6	30.5	52.4	35.0
5월	87.3	90.1	61.5	61.5	83.5
6월	45.9	73.8	117.0	68.0	54.4
7월	68.0	42.2	49.7	88.3	107.0
8월	242.3	263.7	288.7	241.8	220.1
9월	18.3	13.5	16.4	16.0	44.8
10월	97.5	102.9	137.7	103.9	115.5
11월	18.5	17.2	16.4	16.0	27.0
12월	16.5	13.8	16.0	14.0	17.7
합계	242.3	263.7	288.7	241.8	220.1
최소	16.5	13.5	16.0	14.0	17.4
평균	62.7	64.3	71.4	64.7	67.6

3-2-3. 증 발 산 량

지상에 낙하된 강우의 약 75%는 다시 증발(Evaporation)과 발산(Transpiration)에 의해 대기로 환원되는 것으로 알려져 있다. 증발이라 함은 어떤 물질이 액체의 상태에서 기체의 상태로 변하는 것을 말한다. 그리고 물 수면에서 단위시간당 물분자의 교환을 증발율이라고 한다. 또한, 수면에서 일어나는 물분자의 이탈을 증발이라 하고 식물의 표면에서의 증발현상을 발산이라고 한다. 수문과정에서는 수면에서의 증발과 식물에서의 발산을 함께 취급하는 경우가 많으므로 이를 통칭하여 증발산(Evapotranspiration)이라 한다.

우리나라의 연평균 증발량 분포는 태양에너지의 입사량이 많은 남쪽으로 갈수록 증가되는 경향을 보인다. 연중 증발량의 최대량은 5~6월이며, 증발량의 최대지역은 포항지방으로 1,542.3mm이며, 최소량은 성산포 지방의 780.3mm로 되어있다.

증발산은 기상학적 인자 이외에도 식물의 종류, 색깔의 농도, 밀도, 성장속도 그리고 잎 표면의 크기 등 식물요소 뿐만 아니라 토양의 공극율, 투수계수, 입자의 크기 및 토양의 함수율 등에 직접적으로 영향을 받는다.

증발산량의 추정방법으로는 측정에 의한 방법, 이론적 방법 및 기후인자와의 상관관계에 의한 방법이 있다.

본 조사에서는 기후인자와의 상관관계에 의한 방법인 Thornthwaite의 방법을 이용하였다. Thornthwaite의 방법을 간략하게 소개하면 다음과 같다. Thornthwaite는 북위 29° ~ 43° 사이의 미국전역에 걸쳐 증발산계 측정에 의해 자료를 수집하여 기온과 잠재증발산량간의 관계를 광범위하게 연구하였다. 그의 연구결과는 다음과 같은 식으로 표시된다.

한 해의 매월 평균기온을 t_n (여기서 $n = 1, 2, 3, \dots, 12$)라 하고 월열지수(Monthly Heat Index)를 j 라 할때, 경험식으로 얻는 t_n 와 j 의 관계는 다음과 같다.

$$J = \left(\frac{t_n}{5} \right)^{1.514} = 0.0875 (t_n)^{1.514}$$

따라서, 년열지수(Yearly Heat Index) J 는 월열지수(Monthly Heat Index)의 합이므로 다음과 같다.

$$J = \sum j_n$$

월 평균기온이 t 인 임의 월의 잠재증발산량(PE_x)은 다음 식으로 표시된다.

$$PE_x = 1.6 \left[\frac{10T}{J} \right]^a \text{ cm/month}$$

$$a = (375 \times 10^9)J^3 - (771 \times 10^7)J^2 + (179 + 10^4)J + 0.49239$$

$$I = \sum_{n=1}^{12} \left[\frac{T_m}{5} \right]^{1.51}$$

월평균 기온이 t℃인 임의 월의 실제증발산량 PE는 다음식으로 주어진다.

$$PE = PEx \times \frac{DT}{30 \times 12} \text{ cm/mon}$$

여기서, D : 해당월의 일수, T : 해당월의 평균일조시간(시간/일)이다. 조사지역의 관련자료 및 증발산량울을 <표 3-5>에 정리하였다.

<표 3-5> 증 발 산 량

(1989~1994)

구 분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	계
평균기온 (℃)	1.1	2.5	5.0	15.0	18.4	22.4	29.3	28.1	21.9	16.1	11.2	4.3	175.3
평균일조시간 (h/d)	6.4	6.0	7.0	6.8	7.1	6.3	8.7	7.8	9.1	7.1	6.5	4.9	88.7
tn/5	0.2	0.5	1.0	3.0	3.7	4.5	5.9	5.6	4.4	3.2	2.2	0.9	35.1
J(월열지수)	0.1	0.4	1	5.3	7.2	9.7	14.5	13.6	9.4	5.9	3.4	0.8	71.3
PEx (잠재증발산량)	0.2	0.5	1.1	5.7	7.8	10.4	17.2	16.2	11.1	6.4	3.8	0.9	81.3
DT/360	0.55	0.47	0.60	0.57	0.61	0.53	0.75	0.67	0.76	0.61	0.54	0.42	7.08
PE (실제증발산량)	0.1	0.3	0.7	3.2	4.8	5.4	12.9	10.9	8.5	3.9	2.0	0.4	53.1

3-2-4. 일조시간

일조시간은 지형과 위도, 계절풍 등 복합적인 요인에 의해 영향을 받는다. 일반적으로 겨울에는 북서계절풍의 영향을 많이 받는 서해안지방이 동해안지방보다 짧고, 여름철에는 남동 계절풍의 영향으로 반대 현상이 발생한다. 여름철로 접어드는 6월부터 남해안 지방의 일조시간은 짧아지기 시작하여 7월에 극소가 되나, 8월에 접어들면서 연중 최대가 된다. 이는 기후의 영향으로 6월부터 장마전선이 북상하여 우리나라 남해안 지역에 영향을 주기 시작하여 7월에 본격적인 장마가 지속 되고 8월에는 장마 전선이 북상하고 이 지역에는 북태평양 세력권에 들어 맑은 날이 지속되기 때 문이다.

금번 조사지역의 자료는 인근에 위치한 광주 기상청에서 발행한 자료를 기초로한 것이며, 1989 년에서 1994년까지 최근 6년간의 관측치를 나타내고 있다. 월별 관측치는 6년간 해당 월의 일조량 을 산술평균한 값이다. '89년과 '90년에 비해 '91년과 '92년 그리고 '93년에 일조량이 약간 증가 세를 보이며, '94년에는 현저한 증가세를 보이고 있다. 월별 평균일조량을 보면 평균 200hr 전후로 일정하며 계절적으로 여름이고, 낮의 길이가 긴 7~9월 경이 가장 긴 일조시간을 보인다. 12월에 (1년중 낮의 길이가 가장 짧다.) 현저하게 낮게 나타난다(표 3-6).

일조량은 그 지역의 수문순환계에 큰 영향을 끼치며, 이는 지하수 부존량에도 영향을 줄 수 있 는 중요한 요인으로 작용한다.

< 표 3-6 > 일 조 시 간

(단위 : hr)

구분 연도 및 월별	일조시간	구분 연도 및 월별	일조시간
1989년	2,085.7	4월	203.7
1990년	2,095.5	5월	219.4
1991년	2,174.9	6월	188.6
1992년	2,191.8	7월	269.1
1993년	2,171.1	8월	242.4
1994년	2,567.3	9월	274.1
1월	199.9	10월	220.9
2월	185.9	11월	193.9
3월	216.9	12월	152.5

3-2-5. 상대습도

습도는 대기의 건조상태를 나타내는 요소로써 주로 상대습도를 사용하여 표시한다. 날씨가 나쁘고 구름의 양이 많을 경우 습도는 높고, 일조량이 많고 맑으며 구름이 적을때는 습도가 낮고 건조해지기 마련이다. 습도는 화재발생은 물론이고 그 지역의 동식물의 식생에도 영향을 끼친다.

금번 조사지역의 자료는 광주기상청의 자료를 이용하였으며, 관측치는 매일 3시, 9시, 15시 그리고 21시에 총 4회 실시하여 산술평균한 값을 이용한 것이다. 최근 6년간의 상대습도를 보면 89년, 90년이 가장 높았으며 91년, 92년, 93년에 근소한 하향이 있었고, '94년에는 현저한 하락세를 보이고 있다. 이는 동 기간중 일조량의 증가와는 정반대의 경향을 보이는 것으로 일조량과 습도를 비교할 때 좋은 대비를 이룬다. 일년중 월별 추이는 7~9월에 높게 나타나는데 이는 일조량이 가장 높은 시기임에도 불구하고 일년중 강수량이 가장 많은 시기에 해당되기 때문이다.

월평균 상대습도가 가장 높은 달은 8월로 73%에 달하며, 2월이 63.0%로 가장 낮은 달에 해당된다(표 3-7).

<표 3-7> 상 대 습 도

(단위 : %)

연도및월별	구분		연도및월별	구분	
	평 균	최 소		평 균	최 소
1989년	72	9	4월	64	18
1990년	73	18	5월	68	18
1991년	71	13	6월	71	21
1992년	71	11	7월	72	33
1993년	71	11	8월	73	34
1994년	67	16	9월	65	25
1월	65	16	10월	69	16
2월	63	16	11월	65	17
3월	64	16	12월	65	16

3-3. 인 구 현 황

곡성군의 총인구는 42,645명이며 이중 조사지역의 총인구는 16,743명으로 39.26%를 차지한다. 겸면 2,800명, 입면 3,845명, 옥과면 5,033명, 오산면 2,193명 그리고 삼기면이 2,872명으로 조사지역 인구중 16.72%, 22.96%, 30.06%, 13.09% 그리고 17.15%를 각각 차지한다. 조사지역의 총세대수는 5,345세대로서 겸면 916세대(17.14%), 입면 1,246세대(23.31%), 옥과면 1,515세대(28.34%), 오산면 720세대(13.47%), 그리고 삼기면이 948세대(17.74%)이다(표3-8). 남녀의 성비는 비슷하게 유지하고 있으며, 세대당 인구수는 평균 3명꼴이며 옥과면이 세대, 인구, 인구밀도 그리고 세대당 인구수 등에서 월등한 우위를 보이고 있다. 조사지역의 인구중 60% 이상이 농업에 종사하고 있다. 곡성통계연보(1995, 곡성군 발행)에 의하면 '89년이후 부터 인구가 계속해서 줄어들고 있으며, 연령별로 보면 노령 인구의 비율이 증가추세에 있다. 이는 농어촌 지역의 전형적인 인구변화 특징으로 저발전상태 및 경제적 후진성으로 인하여 인구 배출요인이 크게 작용하고 있기 때문이다.

< 표 3-8 > 읍·면별 세대 및 인구

(단위: 가구/명)

구분 읍면별	가 구 수	인 구			인구밀도	가구당인구
		계	남	여		
계	5,345	16,743	8,218	8,525		
겸 면	916	2,800	1,346	1,454	77.5	3.1
입 면	1,246	3,845	1,876	1,969	112.4	3.1
옥 과 면	1,515	5,033	2,505	2,528	168.3	3.3
오 산 면	720	2,193	1,094	1,099	47.3	3.0
삼 기 면	948	2,872	1,397	1,475	78.3	3.0

3-4. 토지이용 및 산업현황

곡성군의 총면적은 543,046,966m²로 금번 조사지역은 총 183,335,000m²(33.76%)로서 옥과면 29,908,000m²(16.31%), 입면 34,225,000m²(18.67%), 겸면 36,132,000m²(19.71%), 오산면 46,406,000m²(25.31%), 그리고 삼기면 33,664,000m²(19.99%)를 이루고 있다. 용도별로 보면, 답 32,004,688m²(20%), 전 14,334,283m²(8.76%), 목장용지 432,586m²(0.26%), 과수원 37,160m²(0.11%), 임야 116,918,803m²(71%)의 구성비를 보인다

< 표 3-9 > 용도별 토지현황 (농지 및 임야)

(단위 : m²)

	계	답	전	목장용지	과수원	임야
계	163,726,520	32,004,688	14,334,283	432,586	36,160	116,918,803
삼 기 면	33,918,373	5,343,626	2,714,410	10,000	-	25,850,337
옥 과 면	25,493,949	6,926,051	2,381,729	20,000	11,160	16,155,009
입 면	28,525,548	8,162,686	3,389,012	69,111	-	16,904,739
겸 면	32,482,881	6,871,002	3,000,672	149,125	25,000	22,437,082
오 산 면	43,305,769	4,701,323	2,848,460	184,350	-	35,571,636

< 표 3-10 > 용도별 토지이용 (기타)

(단위 : km²)

구분 읍면별	대 지	공공 및 학 교	도로 및 철 도	하천, 제방 함거유주지	기 타
계	2.700	0.842	3.905	10.691	1.475
겸 면	0.508	0.056	0.731	2.125	0.230
입 면	0.635	0.581	0.786	3.296	0.403
옥 과 면	0.584	0.090	0.864	2.345	0.532
오 산 면	0.402	0.051	0.822	1.675	0.152
삼 기 면	0.571	0.064	0.703	1.250	0.158

3-4-1. 농 업

곡성군은 조사지역을 포함해서 농업이 주요 산업을 구성하고 있는 지역으로 경지 면적이 전체 면적(183,335km²)중 17.13%를 차지한다. 이중 농업진흥지역은 70.3%에 달할만큼 높은 비중을 보이고 있다. 세부적으로 경면과 입면이 옥과, 오산 그리고 삼기면에 비해 농업진흥지역의 비율이 높다(표 3-11).

곡성군의 최근 몇년간 경지면적 중 논과 밭의 변화추이를 보면 논은 '89 ~ '94년 사이에 큰 변화를 보이지 않으나, 밭의 경우 큰 감소를 보임을 알 수 있으며 이는 밭의 용도가 논이나 다른 용도로 변경되는 것을 간접적으로 나타낸다(표 3-12).

곡성군에서 재배하는 식량작물의 분포나 연도별 변화는 표 3-13에서 보이고 있는 바와 같이 미곡이 절대적인 우위를 보이고 있으며, 기타 잡곡과 두류, 맥류는 상대적으로 그 양이 적음을 알 수 있다. 이는 경지면적의 변화 추이중 밭의 비율이 줄어드는 현상과 유사하게 나타난다. 그리고 전체적인 생산량이 '90년에 소량의 증가세를 보였으나 지속적으로 줄어드는 경향을 보여주고 있으며, 이는 농업에 종사하는 인구의 감소와 미곡위주 농업의 침체를 간접적으로 대변해 주는 것으로 보인다.

<표 3-11> 농업 진 흥 지 역

(단위 : ha)

구분 읍면별	합 계		농업진흥구역		농업보호구역	
	필지수	면적	필지수	면적	필지수	면적
계	23,863	3,168	16,421	2,226	7,422	942
경 면	5,445	728	4,023	536	1,422	192
입 면	5,636	809	4,063	614	1,573	195
옥 과 면	4,616	674	3,280	502	1,336	172
오 산 면	4,096	533	2,516	312	1,580	221
삼 기 면	4,070	424	2,539	262	1,531	162

< 표 3-12 > 곡성군 경지면적 추이

(단위 : ha)

연도	구분	합 계	논	밭	가 구 당 경 지 면 적		
					계	논	밭
1989		10,086	7,191	2,895	92.7	66.1	26.6
1990		10,020	7,196	2,824	101	72.5	28.5
1991		10,009	7,210	2,799	103.9	74.8	29.1
1992		9,935	7,188	2,747	104.9	75.9	29
1993		9,878	7,169	2,709	108.3	78.5	29.8
1994		9,816	7,123	2,693	113	82	31

* 자료 : 전남 농수산통계사무소 곡성출장소

< 표 3-13 > 연도별 식량작물 생산량 추이

(단위 : ha, M/T)

연도	구분	합 계		미 곡		맥 류	
		면 적	생산량	면 적	생산량	면 적	생산량
1989		10,138.0	38,109.0	6,700	29,948	1,767.0	4,913
1990		9,766.0	37,736.0	6,617	30,702	1,580.0	3,840
1991		8,983.0	35,641.0	6,578	30,258	897.0	2,292
1992		8,562.7	33,487.5	6,304	28,683	968.9	2,357
1993		8,264.0	30,283.0	5,933	25,257	1,133.0	2,799
1994		8,142.0	31,465.0	5,992	26,724	839.0	2,255

연도	구분	잡 곡		두 류		서 류	
		면 적	생산량	면 적	생산량	면 적	생산량
1989		79	123.0	1,401	2,033.0	689.0	1,092
1990		91	141.0	1,297	2,028.0	191.0	1,030
1991		121	175.0	1,207	1,860.0	181.0	1,056
1992		77	11.9	1,066	1,557.6	180.0	758
1993		139	214.0	918	1,401.0	146.8	612
1994		183	283.0	1,002	1,607.0	126.0	596

3-4-2. 축 산 업

곡성지역의 축산업은 농업에 비해 번성한 것은 아니나, 표 3-14에서 보이듯이 한육우, 젖소, 돼지 등은 사육호수의 감소에도 불구하고 사육 마리수에서 몇 년 사이에 지속적인 증가세를 보이고 있다. 이는 대량으로 사육하는 축산농가의 증가를 보여주는 것이다. 그외 사슴, 개, 산양 등은 사육호수와 마리수에서 증가를 보이고 있다. 닭, 오리, 꿀벌은 '91년, '92년 그리고 '93년에 급격한 증가를 보이나 '94년에 급속한 감소세를 보이고 있다.

< 표 3 - 14 > 가축사육가구 및 마리수

구분 연도별	한 육 우		젖 소		돼 지		사 슴		개	
	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수
1989	3,575	6,245	130	1,336	1,297	7,583	8	94	5,140	9,625
1990	3,293	6,094	93	1,099	874	5,645	9	164	5,624	9,916
1991	3,321	6,142	115	1,289	843	5,444	13	186	5,386	11,624
1992	3,029	9,111	84	1,609	522	8,042	24	278	6,096	14,919
1993	3,035	9,237	80	1,852	303	6,432	22	275	6,114	10,483
1994	2,893	10,24	78	2,059	205	8,687	25	323	5,518	10,349

구분 연도별	산 양		토 끼		닭		오 리		꿀 벌	
	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	마리수	사육호수	봉분수
1989	795	1,376	69	301	925	138,405	74	391	760	5,801
1990	844	2,069	47	192	855	150,275	54	1,089	896	3,768
1991	1,024	3,346	36	325	1,168	121,669	191	4,402	1,201	8,458
1992	1,161	5,195	68	540	1,123	224,800	151	3,140	1,059	11,359
1993	1,239	5,451	58	320	846	261,073	70	5,724	1,095	15,420
1994	1,327	6,180	68	197	910	541,734	44	345	724	3,437

3-4-3. 임업

곡성군의 임야 면적 38,654ha중 금번 조사지역인 5개면은 11,634.9ha로 30.1%를 차지한다. 임야 면적중 사유림이 차지하는 비율이 99% 이상을 차지한다. 지역별로 보면 오산면이 30.6%로 가장 많으며 삼기면 22.0%, 겸면 19.2%, 입면 14.4% 그리고 옥과면 13.8% 순으로 나타난다(표 3-15). 조림현황은 장기수의 비율이 5개 면에서 크게 나타나며, 특히 옥과면의 경우 넓은 면적에 많은 장기수를 조림하고 있다. 전체 조림현황은 총 36.33천본중 겸 2.7천본(7.43%), 입 3.30천본(9.80%), 옥과 16.2천본(44.59%), 오산 10.2천본(28.8%) 그리고 삼기 3.93천본(10.8%)를 이루며, 조림 밀도면에서 옥과면이 높게 나타난다.

< 표 3-15 > 소유별 임야면적

(단위 : ha)

읍면별 / 구분	합계	국유림 (산림청)	공유림 (시.군)	사유림
계	11,643.9	70	31	11,533.9
겸면	2,238.7	2	3	2,233.7
입면	1,676.5	-	14	1,662.5
옥과면	1,604.5	6	5	1,593.5
오산면	3,557.2	37	7	3,513.2
삼기면	2,558.0	25	2	2,531.0

4. 수문지질조사

4-1. 지형 및 지질

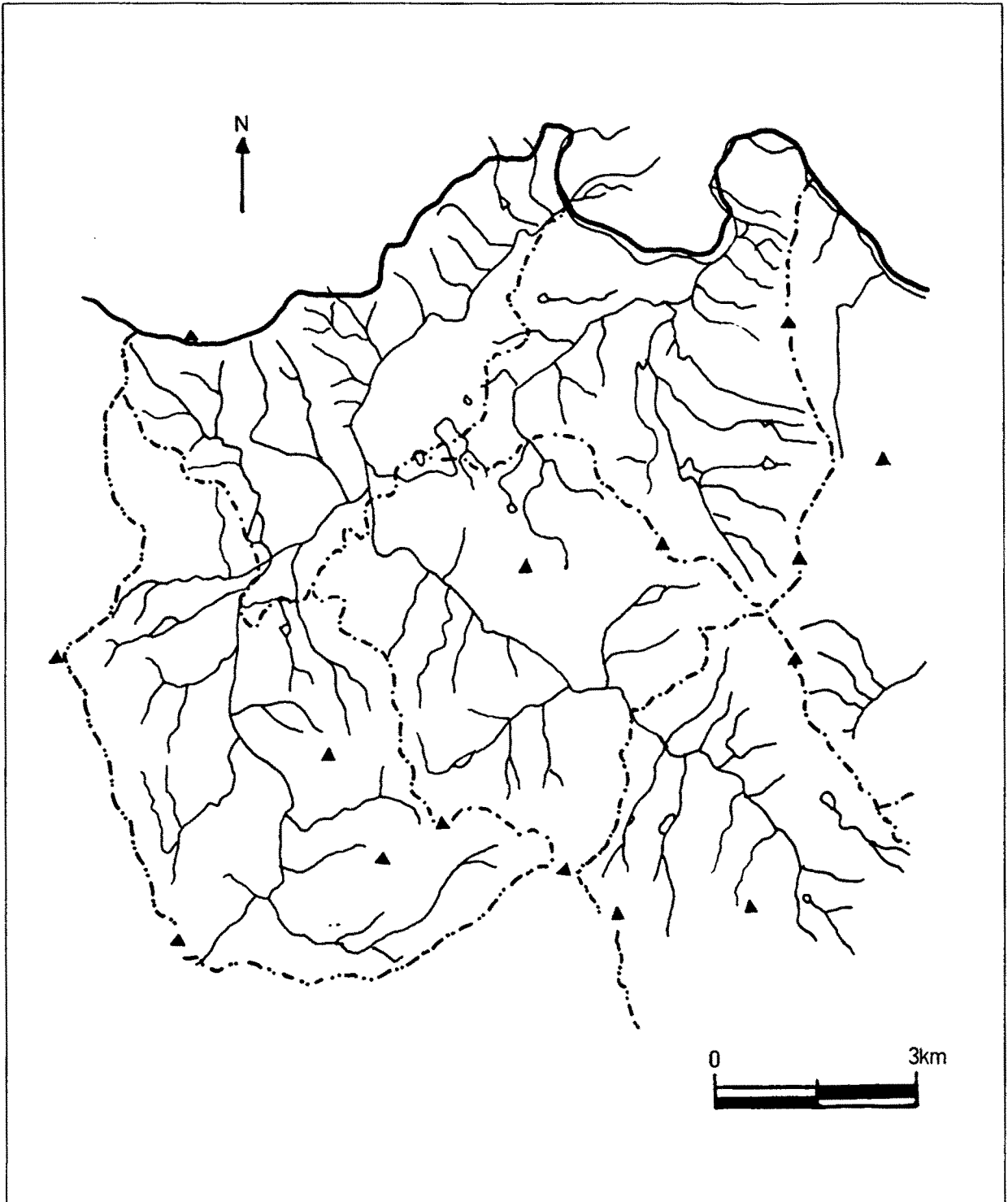
4-1-1. 지형

본 조사지역인 전남 곡성군 옥과, 입, 검, 오산, 삼기면 일원은 소백산맥과 노령산맥의 중간지대에 해당되며 소백산맥에서 분기된 소지맥이 부드러운 산세를 형성하고 있다. 이들 산계의 규모, 경사 및 기복은 지질구조 및 풍화도와 밀접한 관계를 갖고 있으며 규암층을 비롯한 준편마암류에 속하는 암층은 높고 가파른 지형을 이루고 화강암은 낮은 구릉성 지형을 이루는 것이 특징이다. 저지대는 주로 조립질 화강암이 북동-남서 방향으로 대상분포하고 있으며 그 연변에는 풍화에 강한 규암 및 석영 편암층이 분포하고 있다. 산세는 별로 험준한 편은 아니나 동부의 형제봉(655m), 최악산(697m)을 비롯하여 서북부의 설산(520m), 중남부의 검장산(485m), 남서부의 기우산(420m) 등 많은 산들이 분포하는게 특징이다.

지형을 개괄하면 대체적으로 동부의 입면과 삼기면 일원, 남부의 검면 일원이 해발 500m 이상의 비교적 높고 경사가 급한 산계를 형성하고 있으며 오산면과 옥과면 일원은 상대적으로 낮은 산지와 구릉지, 충적층 등을 형성하고 있다. 옥과면 북서부 합강리, 수리, 단산리, 설옥리는 비교적 낮은 산지와 구릉지를 형성하며 NE(N50E)방향의 산계를 형성하고 옥과면의 중앙부를 관류하는 옥과천과 죽림천의 분수령이 된다. 동부 서봉리, 만수리, 대강리의 마산봉에서 형제봉에 이르는 산계는 급경사를 이루고 NS방향의 산계를 형성하며 남동부 삼오리, 상덕리, 괴정리에서 괴티재에 이르는 산계는 NW(N45W) 방향을 이루는 것이 특징이다. 대명리, 의암리, 농소리 일대의 차일봉 부근은 NW(N10W)의 산계를 형성한다. 하천의 유로는 주류에 대하여 직각으로 지류가 발달되어 있으며 1차 수계를 형성하는 북서류, 남동류하는 수계는 대체로 소규모 단층이나 파쇄대와 관련이 있다. 이 선구조들은 소위 격자상 하계망(Rectangular)을 보여주며 변성암이나 접촉암의 엽리에 평행한 양상을 보인다. 서측이나 동측의 수계는 주로 남북방향을 형성하고 있어 북류하는 지류가 많으며 수지상 하계망(Dendritic)을 이루고 있다.

주요 수계는 본 지구 동남부의 삼기면에 위치한 통명산과 대명산을 분수령으로 하여 검면 중앙부로 유입되는 지류와 남서부의 오산, 작산, 기우산을 분수령으로 옥과천으로 합류하는 지류로 나뉜다. 옥과천은 지질구성 혹은 단층의 영향으로 형성되어 북동류하며 보성강 본류에 합류된다. 본 조사지역을 관류하는 옥과천의 하상구배는 2.6%으로 비교적 급한 편이며 하천의 표고는 EL 70이다.

본 조사지역의 지형은 수계의 발달상태로 보아 장년기말 내지 노년기초로 사료된다 (하계망 참조).



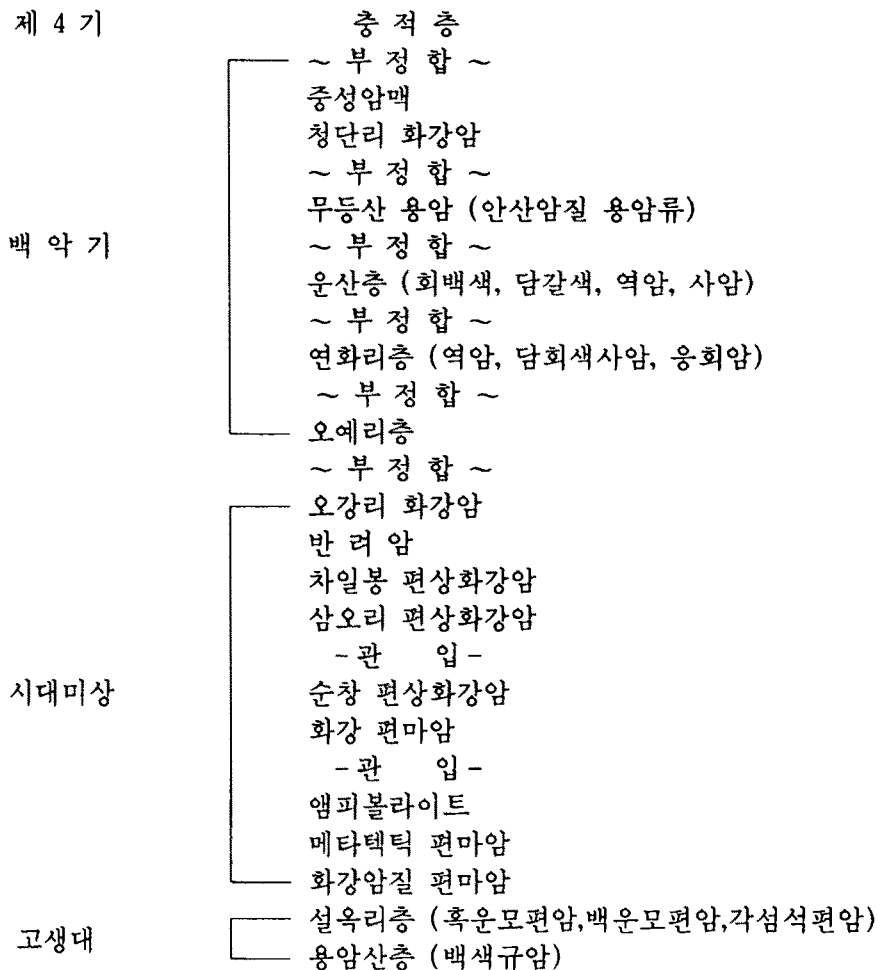
<그림 4-1> 조사지역의 수계도

4-1-2. 지 질

조사지역의 지질은 주로 화성암류와 변성암류 및 퇴적암류로 구성되어 있다. 변성암류에는 앵피블라이트, 메타텍틱 편마암, 화강암질 편마암과 규암, 편암 등으로 구성되어 있으며 심성암은 편상 화강암류와 각섬석암, 섬록암, 섬장암 등으로 구성되어 있다. 이외에도 반심성암은 화강반암, 석영반암 장식반암 등으로 구성되어 있으며 화산암으로는 무등산 용암이 있다.

조사지역의 암석별 분포를 보면 편상화강암이 광범위하게 분포하며 동부에는 화강편마암 서북부에는 설옥리층을 구성하는 운모편암, 각섬석 편암이 남부지방은 편상화강암이 분포한다. 이밖에도 서남부 지역에 안산암질 용암류, 역암, 사암, 응회암 등이 분포하며 동남부 지역에 메타텍틱 편마암 등이 분포한다.

본 역에서 산출되는 암석의 지질계통과 암석각론은 다음과 같다.



< 지 질 계 통 >

가. 고생대 변성암류

○ 용암산층(YONGAMSAN FORMATION) 백색규암층

조사지역 내 가장 고기 지층으로 동정되는 지층으로 전라남도과 전라북도의 경계선을 이루고 있는 산릉 부분을 따라 대상으로 분포하고 있으며, 삼오리 편상화강암 분포지에서도 소규모의 포획암체로 나타나고 있다. 괴상의 세립질-중립질 규암으로 풍화에 대한 저항력이 강하여 높고, 가파른 산릉을 형성하고 있으며 삼오리 편상화강암과는 관입시 동화작용을 포함한 접촉변성작용으로 점이적으로 변하는 경우가 있다. 편리의 방향은 N40E, 65~75SE 로 나타나고 있으며, 석영입자는 편리의 방향에 따라 신장되어 있고 부성분 광물로 나타나는 백운모는 편리의 방향에 평행하게 배열되어 있다. 편상화강암과 접촉부로 갈수록 그 함유량이 많아지는 경향을 보인다.

○ 설옥리층 (SEOLOGRI FORMATION)

용암산층을 정합적으로 피복하고 있는 지층이며 삼오리 편상화강암의 관입시 암장물질의 관입을 차단하는 역할을 수행하는 비교적 변성정도가 낮은 암체를 유지하고 있다.

설옥리층의 분포는 4구역으로 나뉜다. 본 역 서부의 과치재, 이동산에서 북동방의 옥출산을 향하여 분포된것과 과치재에서 백아산에 이르는 것이 있고 옥과 남쪽의 봉산리에서 칠봉리를 거쳐 흥복에 이르는 것과 입면 소월리에서 반월산에 이르는 것이 있다. 본 층은 용암산층의 상위에 부정합으로 놓이는 층으로서 암석은 주로 편암으로 곳에 따라 암상에 다소 변화가 많다. 화강암질 편마암, 메타텍틱편마암, 편상화강암과의 접촉부근에서는 비교적 입자가 큰 완전한 편암이지만 암체의 내부에서는 국부적으로 천매암, 흑색 점판암 혹은 이회암의 암질을 보여주는 경우도 있다. 곳에 따라 연장성이 없는 규암이 개재되기도 하고 5m 내외의 층을 갖는 우백색의 석회암이 협재되기도 한다. 편리는 대체로 NS 방향이며 본 암 내에서의 연장방향이나 접촉선은 남북방향을 보인다. 주로 각섬석, 석영 및 사장석으로 구성되며 부분적으로 흑운모를 함유한다.

나. 시대미상 변성암류

○ 화강암질 편마암 (GRANITIC GNEISS)

본 조사지역 남동부인 삼기면 일대에 널리 분포한다. 구조는 부분적으로 산재해 있는 메타텍틱 편마암과 일치하며 미약하나마 엽상구조가 발달되어 있고 구성광물이 어느 정도 방향성을 보여준다. 본 암의 구성광물은 곳에 따라서 다소 다르지만 일반적으로 석영, 사장석, 흑운모로 구성되어 있고 미사장석은 많이 함유되는 경우와 조금도 함유되어 있지 않은 경우가 있다. 이외에도 백운모, 녹주석이 함유되어 있으며 부성분광물로는 자철석, 저어콘, 모나자이트 등이 소량 함유되어 있다.

○ 메타텍틱 편마암 (METATECTIC GNEISS)

본 역의 곡성군 검면과 삼기면에 걸쳐 발달되어 있으며 구성광물이 엽상구조에 평행하게 잘 배열되어 있고 우백질성분이 우흑질성분이 호상을 이루고 있다. 주구성광물은 석영, 미사장석 및 흑운모로 구성되어 있다. 이 지역에서의 본암은 화강편마암, 편상화강암에 의하여 관입되어 있으며 소규모로 분포된곳과 길게 배열분포된 곳으로 나뉜다.

○ 앰피블라이트 (AMPHIBOLITE)

본 역의 입면에 부분적으로 산재하며 각섬석편암의 편리에 평행하게 분포한다. 우백색을 띠며 주구성광물은 각섬석, 사장석 및 석영이고 흑운모, 자철석, 연회석이 소량 함유되어 있다. 각섬석은 불규칙한 엽상을 이루고 부분적으로 흑운모에 의하여 교대되어 있다.

○ 화강편마암 (GRANITE GNEISS)

본 암은 입면 동부의 마산봉에서 형제봉을 잇는 남북방향의 산맥을 형성하고 있다. 부분적으로 뾰족뾰족 솟은 노두를 많이 볼 수 있는데 이러한 노출과 풍화될때에 황갈색 표토를 이루는 것이 본 암의 특징이다. 본 암은 주로 미사장석, 퍼어사이트, 석영, 사장석 및 흑운모로 구성되어 있으며 암내에는 설옥리층의 구성암인 운모편암이 포획암으로 남아있다. 암색은 대체로 옅은 담홍색을 띠는 백색이다.

다. 시대미상 화성암류

○ 순창편상화강암 (SUNCHANG SCHISTOSE GRANITE)

본 암은 검면 봉산리, 청단리, 연화리 일대에 분포하며 편상구조를 보인다. 엽리의 방향은 N45E 방향이며, 중립질 내지 조립질로 간혹 반상구조를 보이기도 한다. 일반적으로 유색광물로서 흑운모를 함유하고 있는데 이의 함량은 곳에 따라 변한다. 보통 담색을 보이며 가끔 장석과 녹염석 및 녹니석 때문에 황록색을 띠는 담홍색을 보여준다. 본 암의 조성광물은 곳에 따라서 다소 차이가 있으나 일반적으로 사장석, 석영, 미사장석 및 정장석으로 구성되어 있고 부성분광물로 녹니석, 녹염석, 견운모 등을 함유한다.

○ 삼오리 편상화강암 (SAMORI SCHISTOSE GRANITE)

지질도상에 가장 넓게 분포하고 있는 지층으로서 다른 암체와의 경계선은 기존암체의 구조의 방향과 거의 일치하고 있다. 일반적으로 중립질이며 성분광물 특히 운모가 일정한 방향으로 배열되어 있고 운모 특히 백운모의 함량은 주변으로 갈수록 많아지는 경향이 있다.

곡성군 남면 삼오리, 남양리, 소룡리 등에 크게 발달되어 있으며 설옥리층에 의하여 옥과면, 검면, 입면에 걸쳐 분포되어 있는 암체와 순창군 풍산면에 분포되어 있는 암체로 나누어진다. 동쪽

에서는 각섬석 편암에, 북서쪽에서는 설옥리층에 남동쪽 상덕리에서는 화강편마암과 순창 편마화강암에 관입해 있으며 풍화되면 멀리서 볼때 백색으로 보이는 것이 특징이다.

삼오리 편상화강암은 편암과의 접촉 부근에서 편마암에 유사한 암상을 보여주며 설산 동쪽에서는 규암이 넓게 포획되어 있는데 이들의 연장방향은 부근에 있는 규암층의 편리방향과 일치하고 이 편리방향은 주암체의 엽리방향과 일치한다. 본 암과 편암과의 접촉은 점이적인 것이 보통이지만 소룡리 북방에서와 같이 국부적으로 호상구조를 보이기도 한다. 암체의 내부에서는 미세한 흑운모의 방향성 있는 배열에 의하여 엽상구조를 보여준다.

○ 차일봉 편상화강암 (CHAILBONG SCHISTOSE GRANITE)

본 암은 삼기면 차일봉과 점장산 일대에 넓게 분포되어 있으며 남서쪽은 설옥리층에 북서쪽은 순창편상화강암과 접해있다. 칠봉리 부근에서는 설옥리층 및 메타텍틱 편마암에, 본 암체 동쪽에서는 메타텍틱 편마암 및 각섬석편마암과 관입관계를 갖는다. 일반적으로 흑운모를 약간 함유하고 있는 괴상의 중립질 내지 조립질 암이지만 곳에따라 암질이 다른 경향을 보이기도 한다. 주로 미사장석, 사장석, 석영 및 흑운모로 구성되어 있고 견운모, 저어콘 및 녹니석을 많이 함유하기도 한다.

○ 오강리 화강암 (OGANGRI GRANITE)

본 암은 원리재 등지에 분포하며 설옥리층, 화강암질편마암, 순창판상화강암, 메타텍틱편마암, 섬록암 등을 관입하고 오예리층에 의하여 부정합으로 피복되어 있다. 일반적으로 우백색을 보이며 괴상으로 특별한 구조는 가지고 있지않다.

라. 백악기 퇴적암류

○ 오예리층 (ORYERI FORMATION)

본 층은 과치재에서 남서방을 향하여 넓게 분포되어 있다. 하부의 역암, 사암, 셰일 등으로 구성된 부분과 상부의 응회암으로 양분되어 있으며 하부는 화강암질 편마암, 메타텍틱편마암, 오강리 화강암 등을 부정합으로 피복하고 있고 광주화강암에 의하여 관입되어 있다. 주로 자색 역암과 약간의 사암 및 셰일로 구성되어 있으며 역암의 역은 운모편암, 편상화강암, 규암, 석영, 화강암, 응회암 등으로 구성된다. 크기는 보통 10cm 내외로 매트릭스는 사질 내지 사질점토로 되어 있다.

○ 연화리층 (YEONWHARI FORMATION)

본 층은 주로 오예리에서 남북방향으로 걸쳐 분포되어 있고, 피꼬리봉 등부에서도 소규모로 나타난다. 상부는 응회암 급 역질사암과 이암으로 구성되며 하부는 역암과 사암 및 사질셰일로 구성된다. 역암은 자색으로 역의 크기는 10cm내외의 직경을 갖는 것이 보통이며 역은 규암, 편암,

편마암, 편상화강암, 화강암, 석영, 응회암 등으로 구성된다. 사암은 자색 또는 회백색을 보여주며 역암의 상위에 존재하나 연관성이 없다. 사암의 파편은 규암, 사장석, 석영, 정장석, 미사장석 등으로 구성되어 있고 국부적으로 상당히 변질되어 있으며 석기에는 녹염석이 많이 발견된다.

○ 운산층 (YEONSAN FORMATION)

본 층은 연화리층을 부정합으로 피복하는 층으로서 저색 담홍색 역암과 사암, 이암 및 소량의 녹색세일로 구성되어 있다. 기정에 역암이 있고 그 위에 사암이 우세하다가 상부에 가서 다시 역암이 비교적 많아진다. 역의 크기는 직경 10cm이내이고 화강암, 편마암, 편암, 응회암 급 석영으로 구성되어 있다. 사암은 장석질이다.

마. 백악기 화성암류

○ 무등산용암 (MUDEUNGSAN FLOW)

본 용암은 연산층을 부정합으로 피복하고 있으며 크게 세개의 암체로 나눌 수 있는데 그중 피꼬리봉에서 노기리에 이르는 용암은 장동층, 연산층, 설옥리층 및 오강리화강암을 부정합으로 피복하고 있다. 본 용암은 일반적으로 비현정질의 암록색암으로서 곳에 따라서는 다공질구조 또는 행인상구조를 보여준다. 부성분 광물로 자철석, 각섬석을 약간 함유하기도 한다.

○ 청단리 화강암 (CHEONGDANRI GRANITE)

본 암은 곡성군 청단리에 소규모로 분포한다. 설옥리층, 순창편상화강암 및 중생대층에 관입하여 있으며, 회색장석을 함유하고 있고 입상조적을 보여주는 것이 특징이다. 소량의 유색광물이 함유되어 있다. 주로 정장석, 석영, 사장석으로 구성되어 있으며 약간의 흑운모와 녹니석이 함유되어 있고 부성분광물로는 저어콘, 백운모, 견운모 등이 있다. 주성분광물들은 모두 타형으로서 입상조적을 보여준다.

○ 중성맥암 (INTERMEDIATE DIKE)

본 역에서 알려진 중성맥암으로는 분암뿐이다. 곡성군 입면 서리봉 부근에 분포하며 반정은 사장석과 각섬석이고 석기는 미정의 사장석과 각섬석 및 은미정질 물질로 되어있다.

4-1-3. 지 질 구조

본 역의 지질은 변성암류, 화성암류, 퇴적암류로 되어 있으며 큰 규모의 화강암류 사이에는 변성암류가 존재하는데 이 변성암류의 연장방향은 곳에 따라 다르며, 각기 특정한 방향을 보여준다.

화강암류와 변성암류 또는 화강암류와 퇴적암류의 경계선은 지형에서 기술한 바와 같이 N60W, N50E, N30W, N85E 등의 방향을 갖는다.

N60W 방향은 설옥리층 및 메타텍틱편마암과 화강편마암, 삼오리편상화강암이 이루는 경계선의 방향이며, N50E의 방향은 설옥리층과 삼오리편상화강암과의 경계선의 방향이다. N30W의 방향은 설옥리층과 차일봉 편상화강암과의 경계선의 방향이며 N60E, N85E의 방향은 화강암질 편마암 및 오강리화강암과 중생대층과의 경계선으로 이는 부정합면이 습곡되어 나타난 방향이다. 이외에 NS방향은 동북부의 형제봉에 이르는 방향으로 입면에 분포되어 있는 설옥리층과 화강편마암의 경계로서 설옥리층과 같은 편리방향을 보여준다. 이에 관입하여 있는 삼오리편상화강암과의 경계선도 NS방향이다.

4-2. 기설관정 이용실태조사

4-2-1. 시설별 · 용도별 이용현황

'82~'95년까지 우리 공사에서 시행한 수맥조사와 개발 시추공 및 착정공의 자료중 금번 조사 지역에 위치한 것을 취합 정리 하였다. 본 자료는 암반과 층적으로 크게 분류하였으며, 다시 세부 항목으로 분류하였다. 세부적인 내역은 부표에 정리하였다.

암반관정중 농업용수는 수맥조사 실시 후 우물구경 200m/m, 우물심도 평균 100m로 개발되고 있다.

<표 4-1> 기 설 관 정 이 용 현 황

NO.	위 치	심도(m)	구경(φ)	양수량 (m ³ /일)	용 도 별	개발년도
D1	겸 면 상덕리	100	6	576	농용수	'82
S1	입 면 삼오리	11.2	6	327	발용수	'85
S2	입 면 삼오리	13.4	6	345	농용수	'85
S3	겸 면 마전리	14	6	216	농용수	'85
S4	겸 면 마전리	18	6	205	발용수	'85
S5	겸 면 마전리	51	6	542	농용수	'85
D2	옥과면 소룡리	62	6	293	발용수	'88
D3	옥과면 금산리	66	6	432	농용수	'89
S6	옥과면 소룡리	29	6	260	발용수	'90
S7	옥과면 소룡리	22	6	253	발용수	'90
S8	옥과면 소룡리	26	6	233	발용수	'90
S9	옥과면 소룡리	18	6	233	발용수	'90

NO.	위 치	심도(m)	구경(φ)	양수량 (m ³ /일)	용 도 별	개발년도
S10	옥과면 소룡리	18	6	268	발용수	'90
D4	입 면 금산리	62	6	640	논용수	'90
S11	입 면 서봉리	58	6	544	논용수	'90
D5	오 산 연화리	80	6	250	발용수	'90
D6	삼기면 청계리	80	8	250	논용수	'91
D7	결 면 송강리	68	6	309	발용수	'91
D8	입 면 만수리	82	6	544	논용수	'92
D9	결 면 상덕리	96	6	345	논용수	'92
D10	오산면 봉광리	70	6	660	논용수	'92
D11	삼기면 금반리	73	8	250	논용수	'93
D12	입 면 삼오리	120	6	293	발용수	'93
D13	오산면 가곡리	60	6	250	발용수	'93
D14	입 면 대장리	82	6	310	논용수	'94
D15	입 면 매월리	70	6	250	논용수	'94
D16	결 면 마전리	80	6	325	논용수	'94
D17	결 면 송강리	90	6	250	논용수	'94
D18	오산면 조양리	78	6	311	논용수	'94
D19	오산면 청단리	84	6	380	논용수	'94
D20	삼기면 원등리	82	6	250	논용수	'94
D21	옥과면 합강리	150	8	233	생활용수	'95
D22	삼기면 삼기리	150	8	330	생활용수	'95
D23	오산면 오산리	150	8	330	생활용수	'95
D24	오산면 오산리	150	8	250	생활용수	'95
D25	삼기면 금반리	70	8	354	논용수	'95
D26	입 면 만수리	140	8	250	논용수	'95
D27	입 면 서봉리	80	8	250	논용수	'95
D28	입 면 입석리	114	8	164	논용수	'95
D29	입 면 만수리	130	6	150	논용수	'95
D30	입 면 삼오리	110	6	600	논용수	'95
D31	결 면 가정리	74	8	172	논용수	'95
D32	결 면 현정리	95	8	207	논용수	'95
D33	결 면 괴정리	75	8	285	논용수	'95
D34	오산면 가곡리	80	8	230	논용수	'95
D35	오산면 연화리	100	6	260	논용수	'95
D36	오산면 선세리	130	6	270	논용수	'95

NO.	위 치	심도(m)	구경(φ)	양수량 (m ³ /일)	용 도 별	개발년도
D37	오산면 단사리	132	6	2000	논용수	'95
D38	오산면 운곡리	81	8	280	논용수	'95
D39	오산면 가곡리	84	8	300	논용수	'96
D40	옥과면 소룡리	158	8	250	논용수	'96
D41	입 면 매월리	80	8	290	논용수	'96
D42	입 면 만수리	74	8	280	논용수	'96
D43	겸 면 운교리	80	8	290	논용수	'96
D44	오산면 연화리	104	8	250	논용수	'96
D45	겸 면 운교리	95	8	250	밭용수	'96
D46	겸 면 운교리	105	8	241	밭용수	'96
D47	겸 면 송강리	140	8	155	생활용수	'96
D48	오산면 울천리	82	8	198	생활용수	'96

4-2-2. 시설관정 양수시험

양수시험을 시행하는 주요 목적은 대수층으로 물을 충전 혹은 대수층으로부터 지하수를 채수함으로써 인하여 발생하는 수위상승 및 강하 자료를 이용하여 대수층의 수리적인 성질인 대수층 상수, 즉 투수계수, 투수량계수, 저류계수 및 기타 성질을 결정하기 위하여 시행하는 것이다. 양수시험시 지하수위 변동요인은 다음과 같다.

- 지하수를 채수, 충전시키는 정호의 형태
- 채수율과 충전율
- 대수성 시험기간
- 대수층의 수리성
- 대수층이 포함하고 있는 경계조건 및 특성 등이다.

양수시험의 적용방법에는 평형식과 비평형식이 있으며, 금번 조사에서는 일명 Jacob의 직선식이라 불리는 Theis의 변형된 비평형방정식을 이용하였다. 이 방정식은 1개의 양수정에서 측정된 시간-수위 측정치를 편대수 방안에 plot한 시간-수위 강하곡선의 해석으로 대수층 상수의 산출이 가능한 잇점이 있으며 이는 우물의 영향추가 정상상태에 도달하기 이전인 비평형 상태에서 적용이 가능한것이다.

상기 공식을 적용하기 위해서는 다음과 같은 조건이 필요하다.

- 양수우물의 효율은 100%이다.

- 강하 원추의 지하수위는 안정화될 필요가 없다.
- 지층은 어떠한 수원으로부터도 함양을 받지 않는다.
- 우물로부터 양수된 모든 물은 대수층의 저류로부터 오는 것이다.
- 저류층으로부터 양수된 물은 수위강하 즉시 토출된다.
- 대수층은 균질하며 수리전도도는 모든 방향에서 동일하다.
- 지층의 두께는 일정하며 지역범위가 무한하다.
- 우물은 대수층의 전체 두께를 관통하며, 전체 두께로부터 물을 받아들이고 있다.
- 지하수면이나 동일면은 경사가 지지 않는다.
- 우물과 대수층 전체에 걸쳐 층류가 존재한다.

상기와 같은 적용 요건은 매우 까다로울것 같으나 상기 공식의 제한조건이라 일컫는 양수시간이 상당히 길거나, 양수정과 관측정의 거리가 무한히 적을때, 즉 $t \rightarrow \infty$, $r \rightarrow 0$ 일때 비평형식의 변형식인 Jacob 의 직선식을 적용할 수 있다.

따라서 적용공식은

$$T = \frac{0.183Q}{\Delta S} = \frac{2.3Q}{4\pi \Delta S} \text{ 로 표시할 수 있다.}$$

조사지역내에 위치한 충적관정 10개소와 암반관정 20개소를 선택하여 8시간 양수시험을 실시하였다. 충적관정의 심도는 30m 내외로 풍화대 물이며 채수량은 대체로 20~50m³/D이다. 암반관정은 심도가 60~100m 사이가 주를 이루며 최근에 개발된 것일수록 심도가 깊어지는 경향을 보인다. 채수량은 100~300m³/D 사이로 다양하게 나타나며 채수량이 600m³/D 이상인 것도 있다. 자연수위는 지형에 따라 다르지만 평균 2.3m이고, 안정수위는 52.5m로 나타난다. 금번 조사에서는 기 개발된 공을 위주로하여 양수시험을 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

< 표 4-2 > 양수시험 총괄표

NO.	위 치	양 수 시 험				분 포 지 질
		심도 (m)	자연수의 (m)	안정수위 (m)	양 수 량 (m ³ /d)	
소룡-1	곡성군 옥과면 소룡리	150	3.21	47.24	336	화강암
소룡-2	"	150	3.43	50.36	293	"
소룡-3	"	150	6.75	82	82	"

공 변	위 치	양 수 시 험				분 포 지 질
		심도 (m)	자연수의 (m)	안정수위 (m)	양 수 량 (m ³ /d)	
소룡-4	곡성군 옥과면 소룡리	150	5.10	61.0	61	화강암
송강-1	곡성군 겸 면 송강리	68.0	4.6	7.2		편마암
금산-1	곡성군 입 면 금반리	49	1.3	32.0	640	화강암
금반-1	곡성군 삼기면 금반리	60	1	43	354	화강편마암
연화-1	곡성군 오산면 연화리	68	3.5	58.4	354	편마암
소룡1	곡성군 옥과면 소룡리	62	5.2	40.3	542	"
근촌-1	곡성면 삼기면 근촌리	52.2	1.4	40.8	508	"
마전-1	곡성군 겸 면 마전리	51	2.2	37.5	542	화강암
봉동-1	곡성군 오산면 봉동리	46	2.5	-	220	"
봉동-2	"	44	1.8	-	65	"
봉동-3	"	26	1.8	-	830	"
봉동-4	"	42.4	3.1	-	150	"
봉동-5	"	15.8	2.3	-		"
봉동-6	"	43.5	3.12.	-	105	화강암
봉동-7	곡성군 오산면 봉동리	57	1	-	290	"
봉동-8	"	44.3	3	-	280	"
봉동-9	"	54	1.8	-	110	"
봉동-10	"	38	1.9	-	55	"
마천-1	"	18	1.4	4.2	345	"
마천-2	곡성군 겸 면 마천리	14	1.05	7.8	205	"
소룡-1	"	22	1.5	19.8	253	"
소룡-2	곡성군 옥과면 소룡리	26.5	1.8	23.1	233	"
소룡-3	"	29.1	4.9	25.3	260	"
소룡-4	"	24.7	5.4	21.7	268	"
소룡-5	"	18.1	1.7	16.2	233	"
삼호-1	"	11.1	1.7	16.2	233	"
삼호-2	곡성군 입 면 삼호2구리	9.6	2.0	5.2	276	"
삼호-3	"	13.4	1.4	4.2	345	"
마전-1	"	23	1.9	-	25	"
마전-2	곡성군 겸 면 삼호리	23	1.55	-	50	"
마전-3	"	20	2.9	-	65	"
마전-4	"	23	2.3	-	55	"
마전-5	"	23	1.6	-	55	"
하곡-1	곡성군 오산면 하곡리	50	1.8	-	39	"

4-3. 물 리 탐 사

4-3-1. 원 격 탐 사

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

원격탐사는 물체를 직접 접촉하지 않고 그에 관한 정보를 얻어 그것을 감지·분류·분석하는 기술이다. 정보는 물체로 부터 반사되거나 방출되는 전자기파(electro magnetic wave)를 기록·측정, 분석하는 과정을 거쳐서 얻어지게 된다.

전자파를 측정하는 장비를 원격탐사기(간단히 sensor)라 하며, 여기에는 카메라나 Scanner 등의 장비도 포함된다. 탐사기를 이동시키는데 필요한 설비를 platform 이라고 하며 비행기나 인공위성 등이 주로 이용된다. 이를 이용하여 대상물의 정보를 획득하는 것을 원격탐사라 정의할 수 있다.

금번 조사에 이용된 원격탐사 자료는 ERDAS(earth resources data analysis system) program 을 이용하여 분석·추출된 구조선 자료를 이용하여 각종 탐사의 기초자료로 활용되고 있다.

본 지구는 우리 공사에서 인공위성 영상을 보유하고 있지않아 선구조 영상 및 선구조 추출이 불가능하였다.

4-3-2. 극저주파탐사(VLF)

극저주파탐사(Very Low Frequency)는 전자파탐사라고도 하며 천부 파쇄대 탐지를 목적으로 실시한다. 즉 천부의 암반파쇄대 또는 단층과 같은 지질구조선에 지하수나 점토광물 및 금속 등이 함유되어 전기전도도가 높은 전기적 양도체를 포착하기 위하여 실시하는 탐사 방법중의 하나이다.

지표상에는 각국으로부터 오는 군사용 목적의 극저주파가 흐르고 있으며 이 극저주파에 의한 1차 전자장이 전파되는 구역안의 지하에 전도체가 존재하면 자속(Flux)을 절단하게 되고 이에 의해 전도체 내부에는 2차전류(와전류:Eddy Current)가 유기된다.

지하의 전도체에 유기된 와전류에 의한 2차장을 측정하여 양도체의 위치 및 부존상황에 대한 정보를 얻어내는 것이 금번조사에 사용된 VLF 탐사방법이다. 조사방법은 먼저 조사할 지역의 지질을 전반적으로 살펴본 후 대략적인 지하지질 구조의 방향을 육안으로 포착한다. 보통 하천이나 개울 또는 골짜기의 방향이 구조대의 방향이라고 가정할 수 있으며, 구조대의 방향을 가로지르는

(구조대의 방향에 직각)방향으로 바로 보고 선 후 측선을 설정하고, 이때 측선은 대개 그리드(Grid)화하여 설정하지만 필요에 따라서는 측선 방향을 자유롭게 설정한다.

금번 VLF 탐사에 사용된 장비는 Atlas Copco의 WADI 이며, 측선간격은 50m, 측점간격은 5m, 전파는 22.2KHz 로서 호주의 Northwest Cape 로부터 오는 극저주파를 사용하였다.

VLF 탐사현장 데이터 해석을 위해서는 각 측선별 현장 실측자료인 수직성분 자료와 수평성분 자료를 Filtering한 후 다시 그 자료를 복합시킴으로서 전류 밀도 세기에 따른 지하 단면구조를 분석하여 지하수부존의 양상 및 구조대의 형태 해석에 이용하였다. 면별 이상대 심도를 살펴보면 오산면은 23.5M, 삼기면 12.4M, 입면은 15.2M, 겸면 22.8M, 옥과면 24.5M로 나타난다.

금전 조사에서 획득된 자세한 자료는 부표에 첨부하였다.

4-3-3. 전기비저항 탐사

암석이나 토양은 공극율(Porosity), 공극의 유체포화물(Fluid Saturation), 공극 내에 포함된 유체의 성질, 조암광물의 종류, 암석이나 토양의 구성입자의 크기 및 성질, 암석의 고화도, 파쇄대나 균열대, 단층 및 기타 지질구조의 형태에 따라 서로 다른 전기비저항을 나타낸다. 이들 중에서 암석이나 토양의 전기비저항에 비교적 큰 영향을 나타내는 요소는 공극율, 공극내의 유체의 염도, 유체의 분포상황 등이다.

수직탐사의 목적은 지표상의 한 점에서 그 하부의 심도에 따른 전기비저항의 변화를 측정하고, 이 정보로부터 심도변화에 따른 지하구조를(특히 지층의 구분에 유리하다.) 파악하는데 있으며 이는 지하에 공급되는 전류가 전극 간격이 넓어짐에 따라 더 깊은 곳을 통과하여 흐른다는 사실에 기초를 두고 있다. 따라서 전극간격이 증가되면, 지표상의 전위분포는 점차 더 깊은 심도에서의 불균질 매질의 영향을 반영하게 되므로 심부의 전기비저항 분포에 대한 정보를 획득할 수 있다. 본 지역의 충적층인 제 1층의 심도는 평균 3.1m로 나타나고 풍화대층인 제2층은 3.1~26.2m로 비교적 풍화대가 깊은 것으로 나타나며 기반암은 평균 26.2m 하부에서 나타나는 것으로 해석되었다.

< 표 4 - 3 > 전기비저항곡선 분석 총괄표

면 별	제1층		제2층		제3층		비 고
	심 도	비저항	심 도	비저항	심 도	비저항	
삼 기	0~3.0	137	3.0~22.6	142	22.6~	587	
옥 과	0~2.9	70	2.9~28.5	252	28.5~	1,263	
입 면	0~3.2	85	3.2~23.9	230	23.9~	2,632	
겸 면	0~3.3	182	3.3~22.5	25.6	22.5~	1,965	
오 산	0~3.3	224	3.3~33.7	252	33.7~	908	
평 균	0~3.1	139	3.1~26.2	226	26.2~	1,471	

수평탐사의 원리는 수직탐사와 동일하나 측선을 배열하는 방식과 탐사방법에서 차이가 있으며, 수직탐사가 1차원적인 자료를 얻는데 비해 수평탐사는 지하의 2차원(수직 평면)의 전기적인 특성 자료를 얻을 수 있다. 수직탐사를 실시하기 전에 수평탐사를 실시하여 수직탐사의 위치 선정에 이용 하는것이 일반적인 전기비저항법의 순서이며, 실제로 탐사의 신뢰도를 높여준다. 금번에 사용된 수평탐사의 배열방식은 쌍극자배열(di-dipole array)을 사용 하였다. 쌍극자 배열 비저항탐사의 경우 가탐심도를 좌우하는 쌍극자 간격 a 는 25m, 전극간격 전개수 n 은 10이며 쌍극자 탐사의 측정자료 및 역산 결과는 각 측선에 대하여 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도, 계산된 이론 자료의 겉보기 비저항 가단면도, 역산결과 해석된 2차원 저비저항 분포도순으로 나타내었다. 측정자료를 살펴보면 전반적으로 심부에서 고비저항대가 출현하며 천부 및 중천부에서 저비저항대가 나타난다. 역산 결과 천부 풍화대가 전반적으로 잘 발달되어 있는 것으로 보이며, 고비저항대는 중천부에서 심부까지 폭넓게 분포하고 있다. 심도 50m 이하는 상당히 높은 비저항을 보이며, 따라서 풍화대 부근에서 지하수 부존가능성은 높을 것으로 판단되나 심부에서는 지하수 부존가능성은 낮을 것으로 판단된다. 결과를 측선별로 살펴보면 다음과 같다.

- E1 : 대체적으로 높은 비저항치를 보이고 있다. 측정점의 우측 0~5번사이에 상대적으로 낮은 비저항치를 보이고 있으며 이는 주변 기반암의 풍화도 차이에 기인한 것으로 보인다. 신뢰도는 크지않다.
- E2 : 수직적, 수평적인 비저항치의 변화가 거의 없고 다만 측정점 0에서 주변에 비해 조금 낮은 비저항치를 보일뿐 구조대 및 파쇄대의 발달이 거의 없는 것으로 보인다. 지하 10~15m 정도에서 풍화대와 기반암의 예측된다.
- E3 : 심부 풍화대의 발달이 미미하게 보인다. 다만 좌측 측정점 3번에서 우측 5번에 따라 경사지게 비저항치의 큰 차이를 보인다. 이는 서로 다른 비저항치를 갖는 암반의 경계선으로 추정된다. 좌측 3에서 우측5번에 이르는 구간은 관입암체로 판단해 볼 수 있을 것 같다. 그러나 측정점 간격(25m)이 큰 관계로 결과치에 대한 신뢰도는 높지 않을 것으로 판단된다.
- E4 : 측정점 좌우로 높은 비저항치의 부분이 존재하며 0번 측정점 수직 하부에 아주 낮은 비저항치대가 보인다. 좌측4~5번 측정점, 우측 5~3번 측정점에 경사지게 비저항치의 뚜렷한 변화가 보인다. 탐사 결과의 신뢰도가 확보된다면 아주 양호한 지하수 분포의 양상을 보이는 결과로 해석된다. 풍화대의 발달은 미미하게 해석 된다.
- E5 : 측선 전구간에 걸쳐 비저항치의 변화 양상이 거의 나타나지 않는다. 수직적으로는 기반암으로 보이는 높은 비저항치를 나타내는 부분이 10M정도에서 시작된다. 상부 풍화대의 발

달이 미미한 곳으로 암반 지하수의 부존성이 매우 불량한 곳으로 판단된다.

E6 : 측선 전구간에 걸쳐서 높은 비저항치를 나타내고 있다. 이는 풍화되지 않은 기반암으로 생각되며, 좌측 3~2번 측점, 0번 측점 그리고 우 6~7번 측점 하부에 상대적으로 낮은 비저항치대가 존재하는데 암반 지하수 부존을 생각해 볼 수 있으나, 그 신뢰성은 매우 낮다.

E7 : 풍화대의 발달이 25~5m 정도까지 양호하게 보인다. 측선 좌1~우1사이 직하부에 상대적으로 낮은 비저항을 보이고 있다. 이는 파쇄현상을 나타내는 구조선으로 추측된다. 다른 부분에서는 풍화대 부분을 제외하면 이상대의 발달은 예상하기 힘들 것 같다.

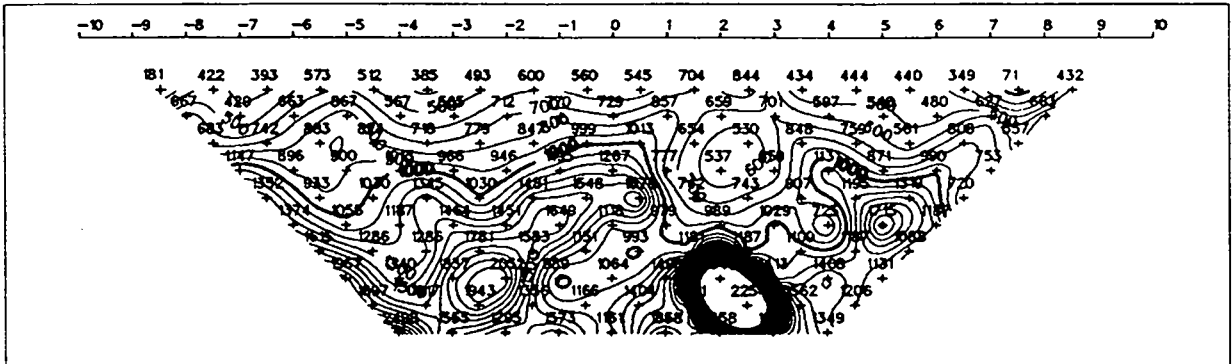
OK-8 : 측선 우측은 25m 정도의 깊이에서 풍화대와 기반암의 구분이 확연하게 보이며 좌측 측점 1번 하부에 거의 수직으로 비저항치의 큰 변화가 보인다. 이는 파쇄대층의 구조선으로 추정되며 이번 측선에서 양호한 이상대 구간으로 볼 수 있다. 측선 우측도 좌측과 비슷한 심도의 풍화대 깊이를 보인다.

E9 : 본 조사 지역을 대표할 수 있을 정도의 비저항치를 보인다. 풍화대의 발달이 매우 양호하며 측선 중앙에서 좌측 2~3번 사이에 특이하게 깊은 풍화대로 판단되는 부분이 보인다. 측선 좌, 우 6~8번에 확연하게 비저항의 변화 양상이 보이는데 이상대로 간주하기에는 신뢰도가 빈약하다.

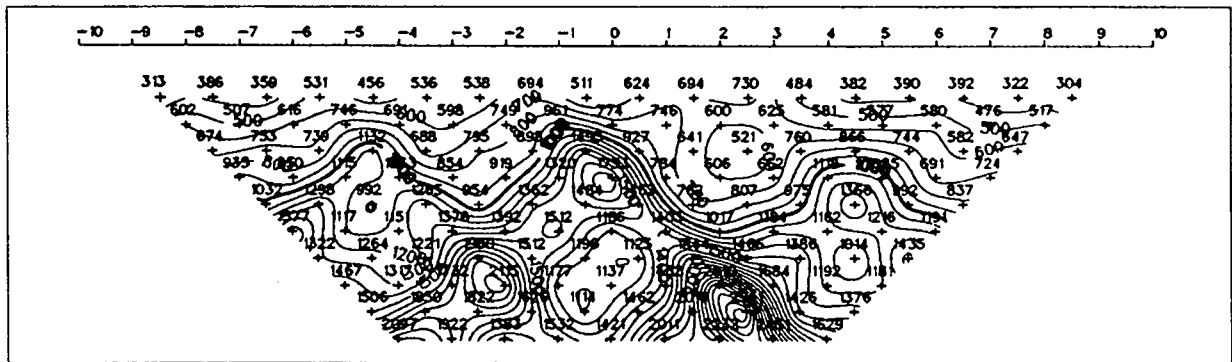
E10 : 전구간에 걸쳐서 풍화대의 발달이 25m 정도로 매우 양호한 편이다. 측선 중앙을 기점으로 우측이 상대적으로 낮은 비저항치를 보이며 측선 좌2~1 사이에 뚜렷한 변화양상이 보인다. 이는 기반암의 경계로 사료된다. 이번 측선에서 가장 낮은 비저항대는 측선 우측 6~7번 사이에 존재한다.

수직탐사법은 Schlumberger 배열이 이용되었다. 사용된 탐사기는 ABEM SAS-300가 사용되었다. 해석은 전류전극 간격을 수평축으로 하고 걸보기 비저항은 수직축으로 하는 Log-Log 도표상에 컴퓨터를 이용한 자동역산 방법을 사용하였다. 자세한 해석 결과는 부표에 정리하였다.

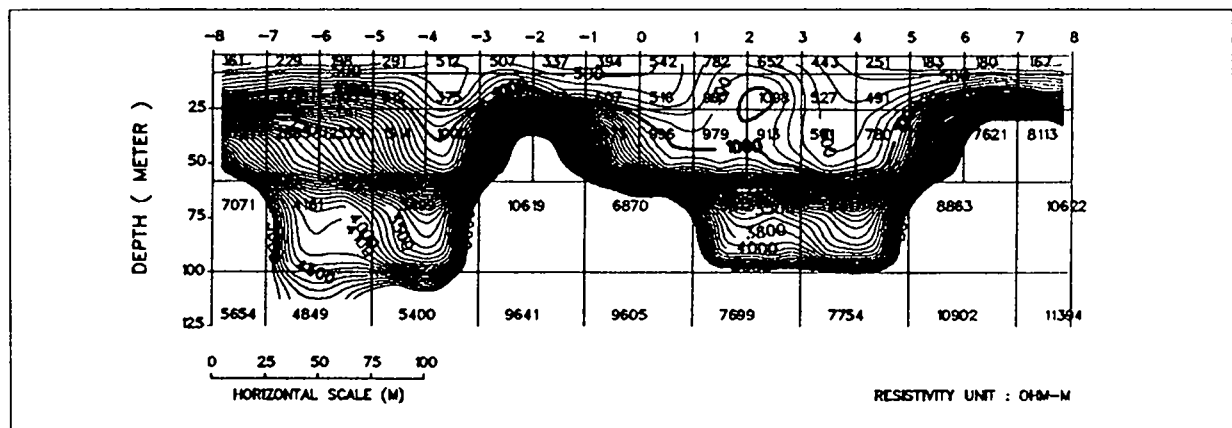
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



2-D Resistivity Structure

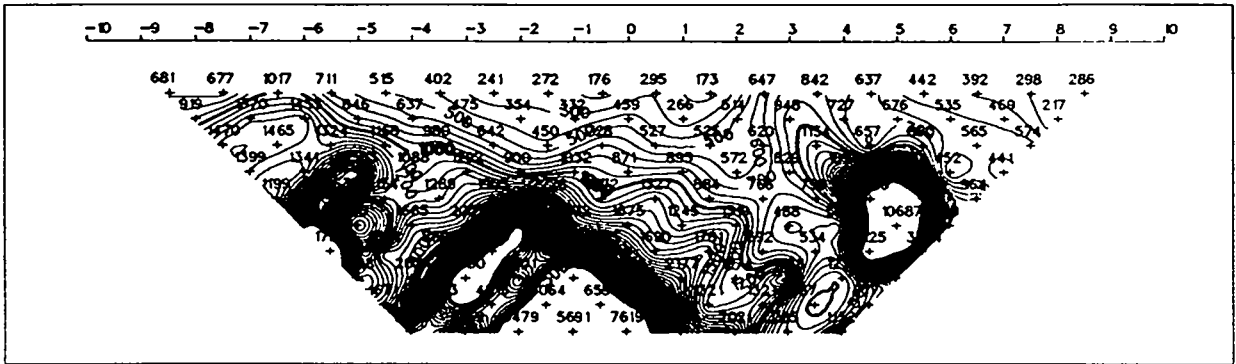


Line No=ok1 Area=okkwa

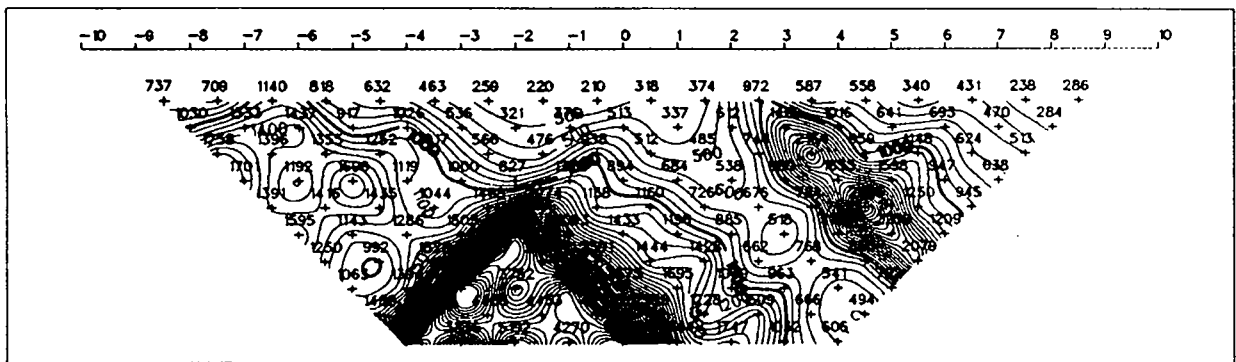
Dipole Spacing=25 meter

<그림 4-2> E1 측선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도

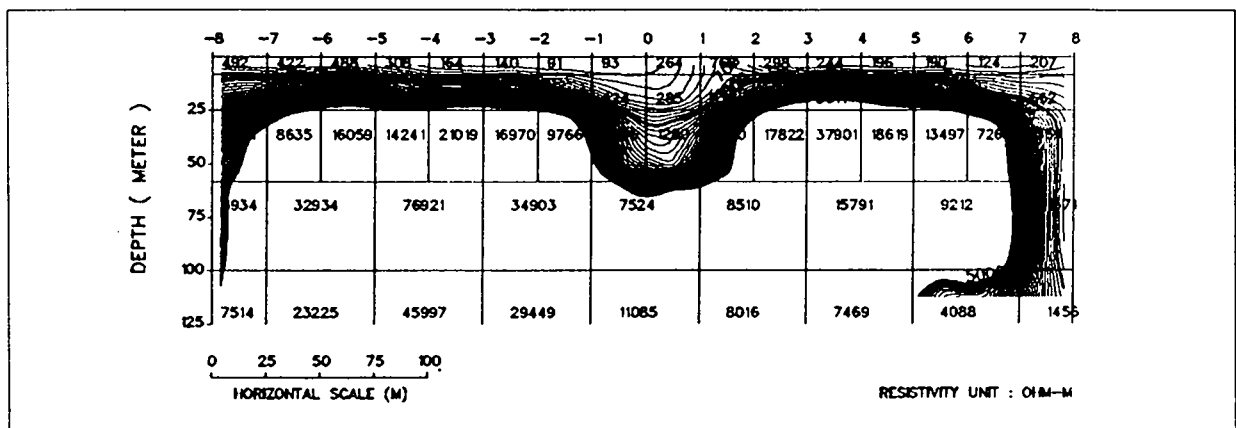
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



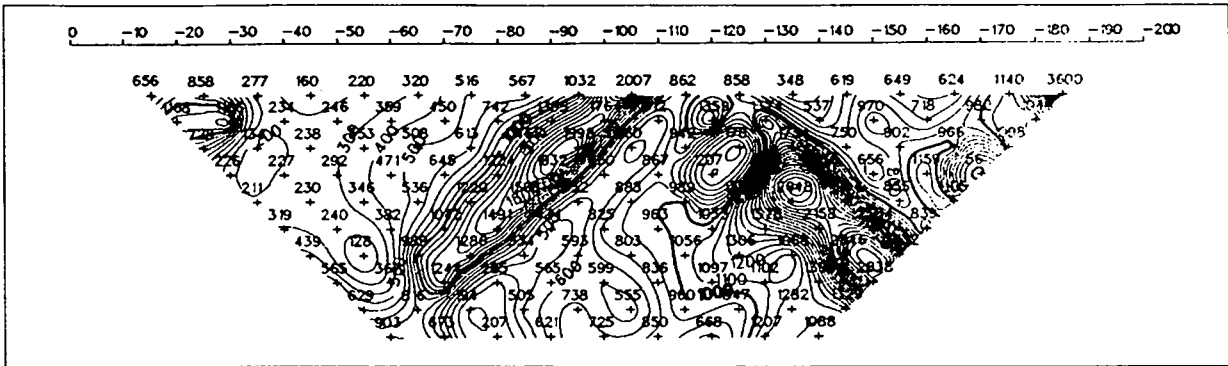
2-D Resistivity Structure



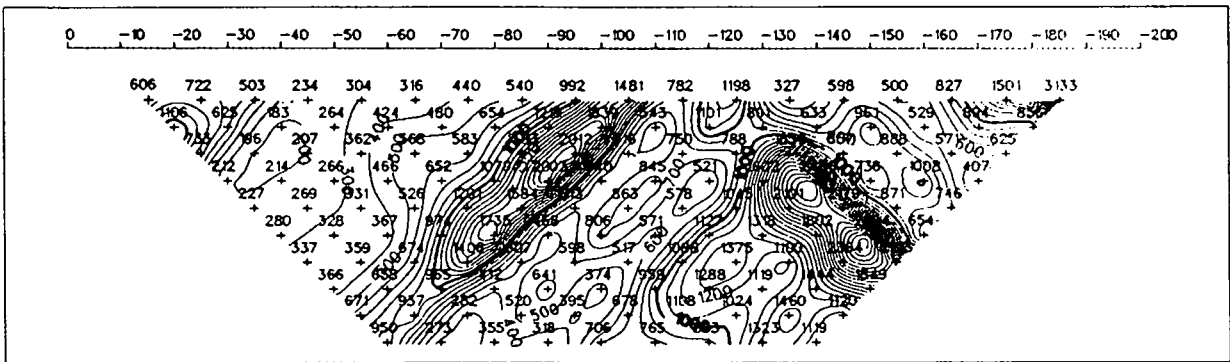
Line No=ok2 Area=okkwa
Dipole Spacing=25 meter

<그림 4 - 3> E2 측선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도

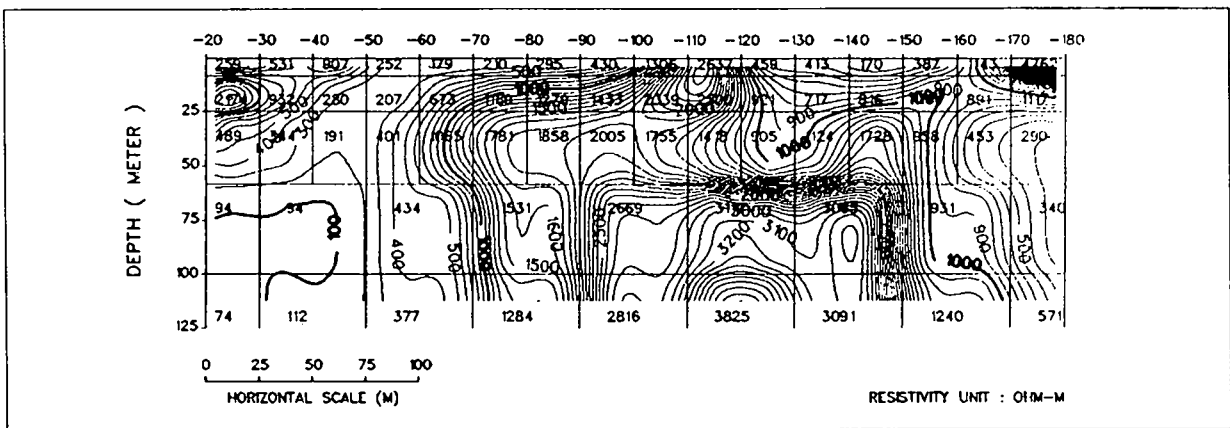
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



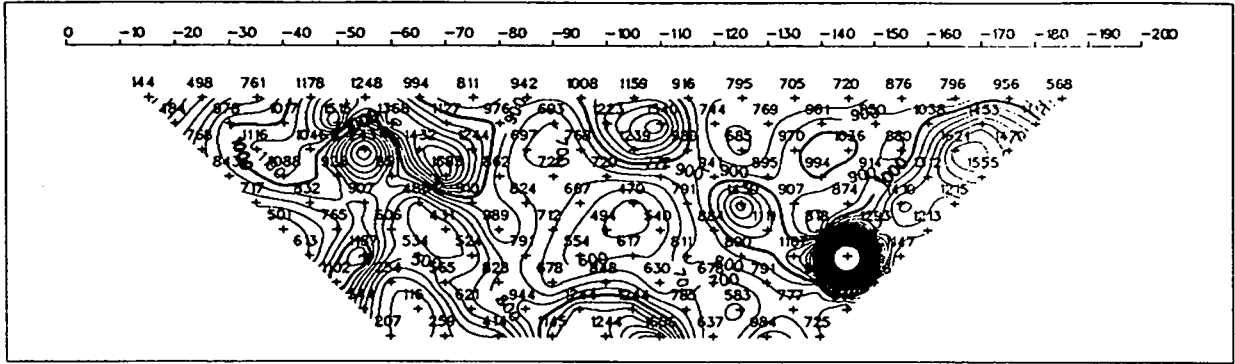
2-D Resistivity Structure



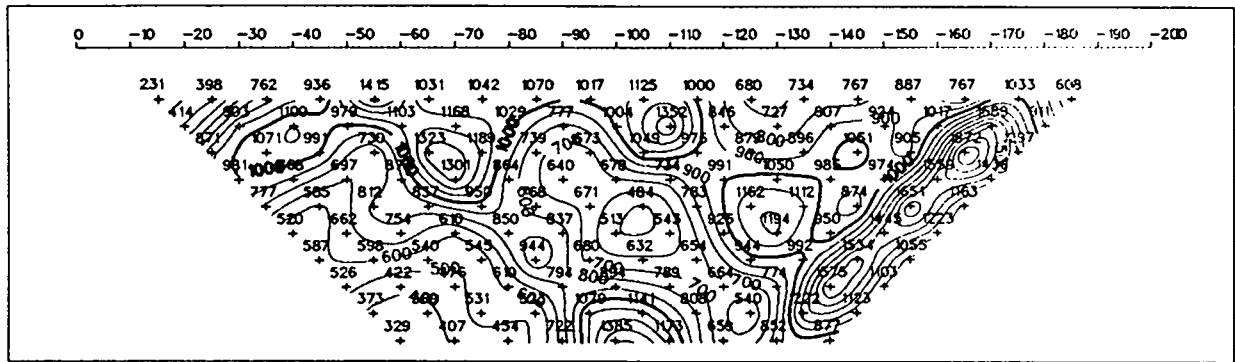
Line No=ok3 Area=okkwa
 Dipole Spacing=25 meter

<그림 4 - 4> E3 측선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도

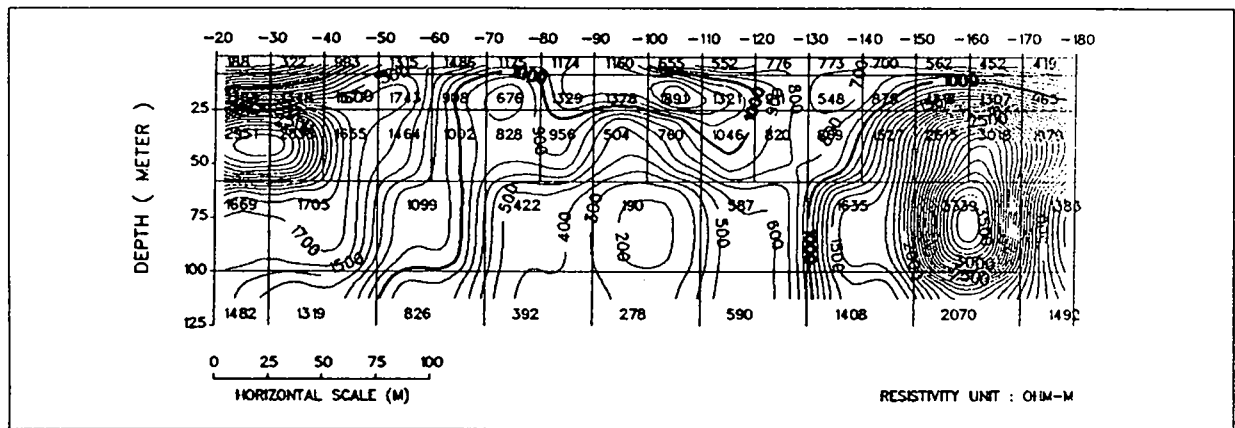
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



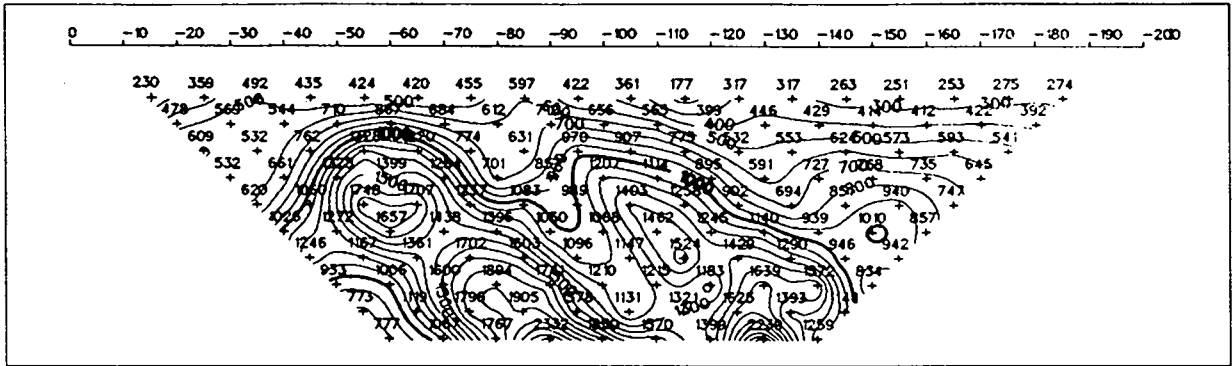
2-D Resistivity Structure



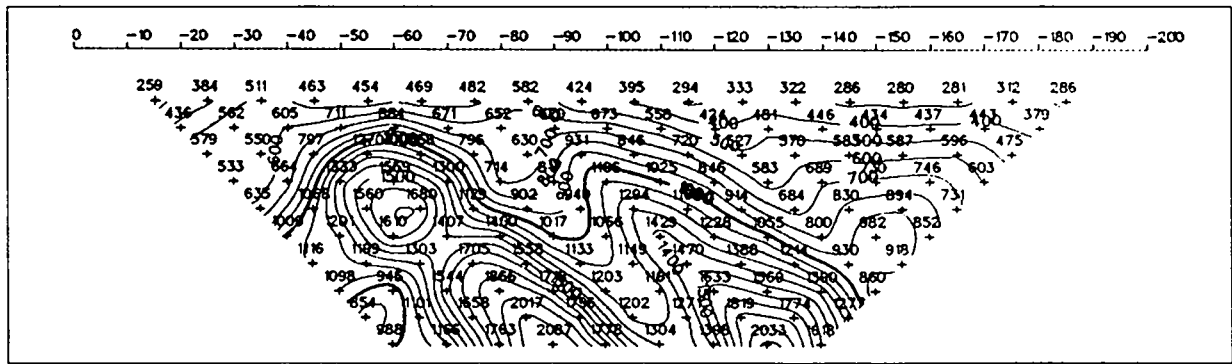
Line No=ok4 Area=okkwa
Dipole Spacing=25 meter

<그림 4-5> E4 측선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도

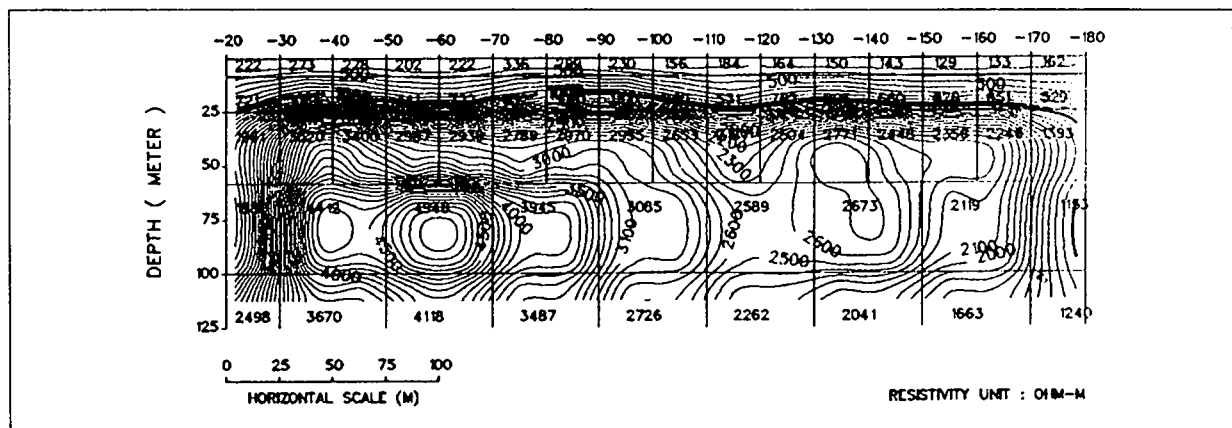
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



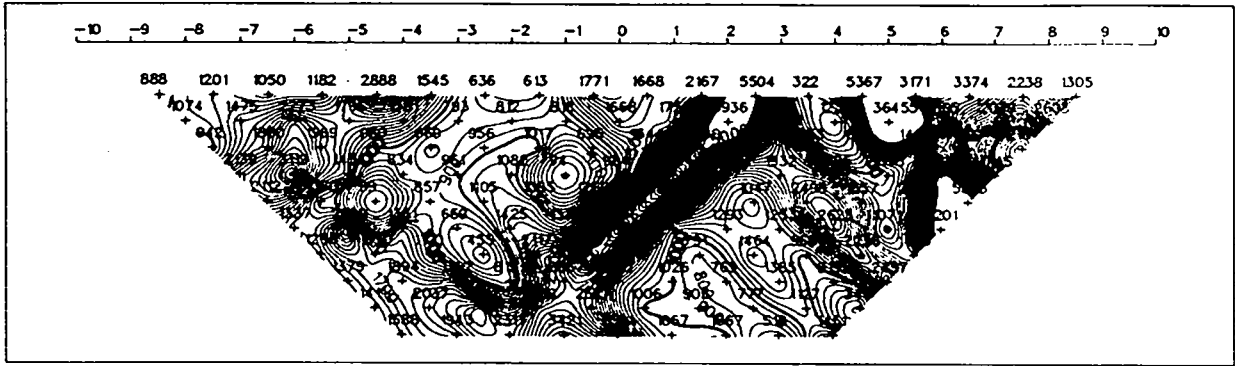
2-D Resistivity Structure



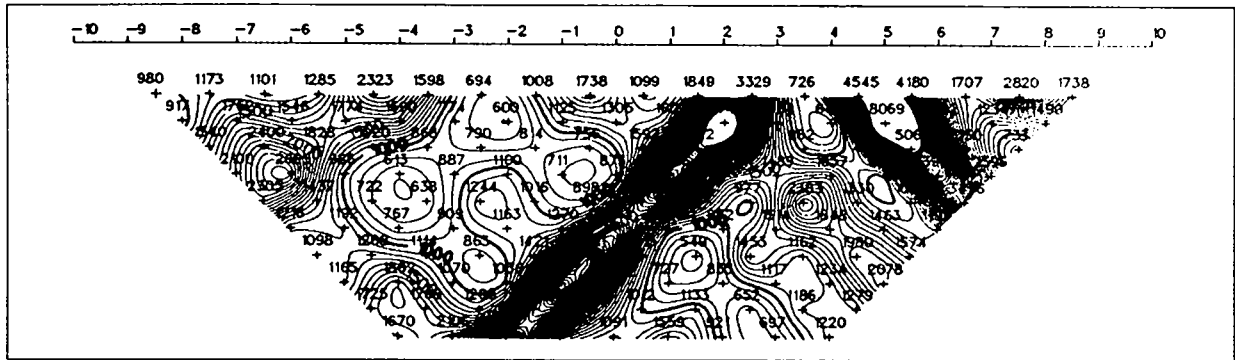
Line No=ok5 Area=okwa
Dipole Spacing=25 meter

<그림 4 - 6> E5 측선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도

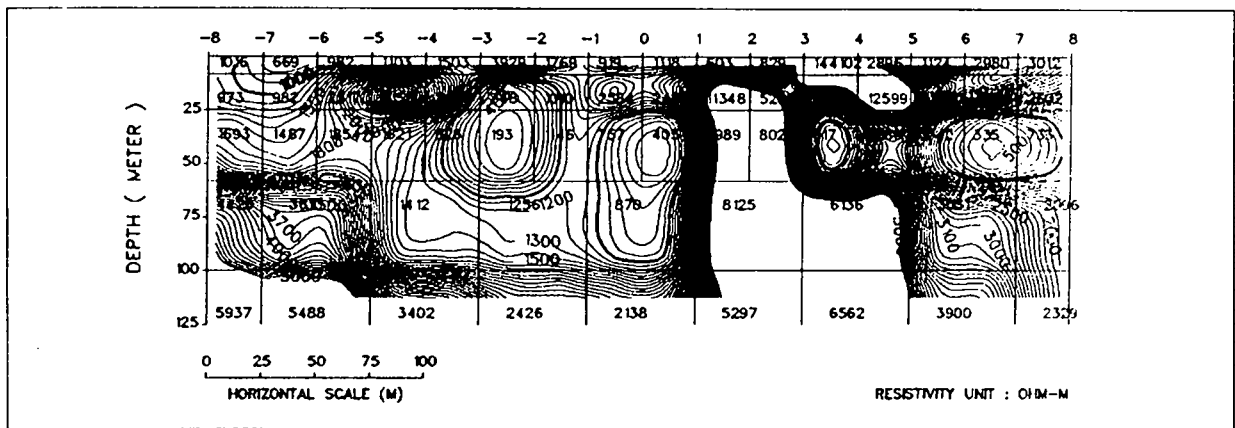
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



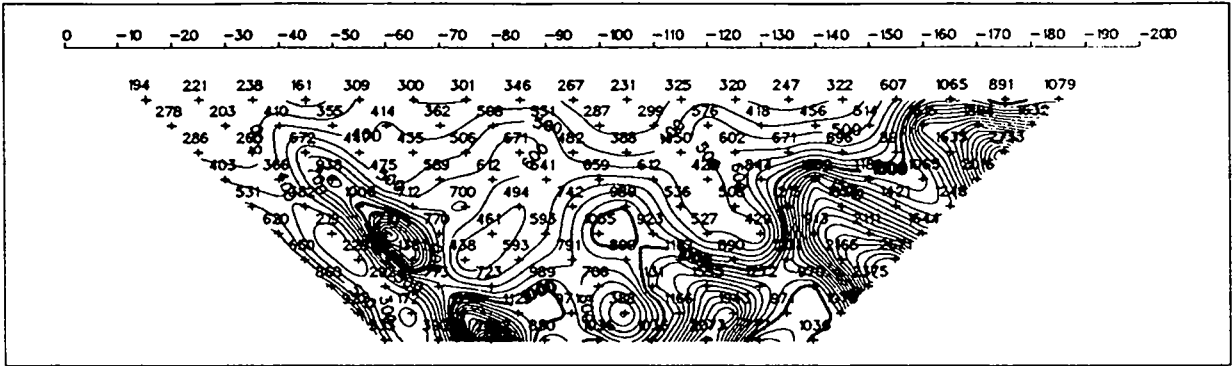
2-D Resistivity Structure



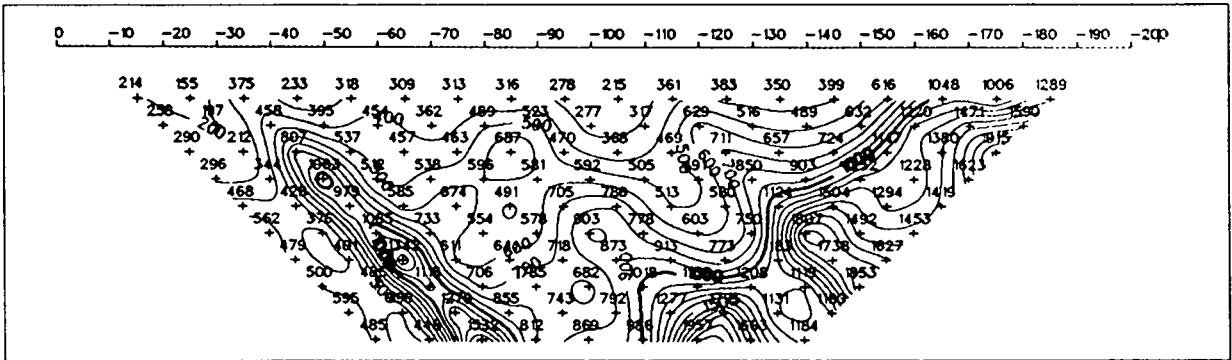
Line No=ok6 Area=okkwa
Dipole Spacing=25 meter

<그림 4-7> E6 측선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도

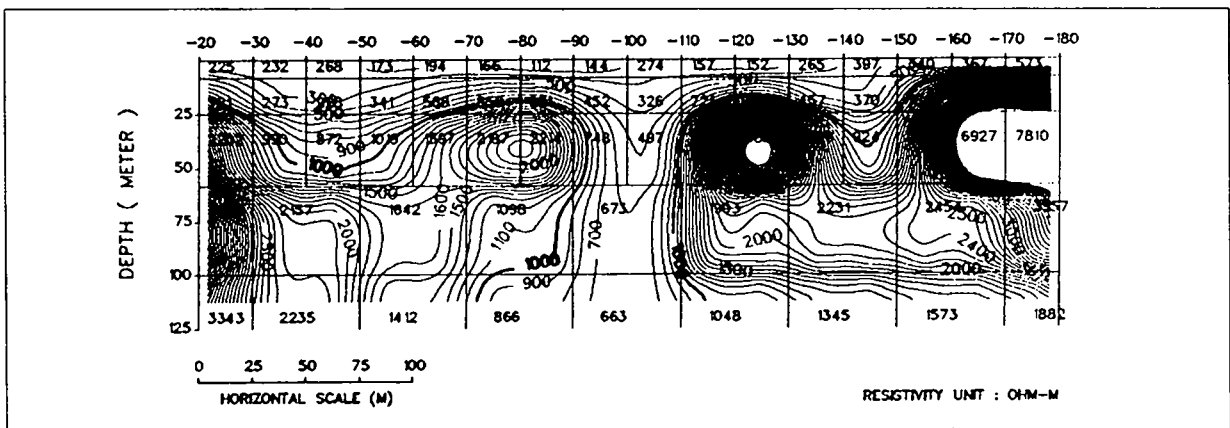
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



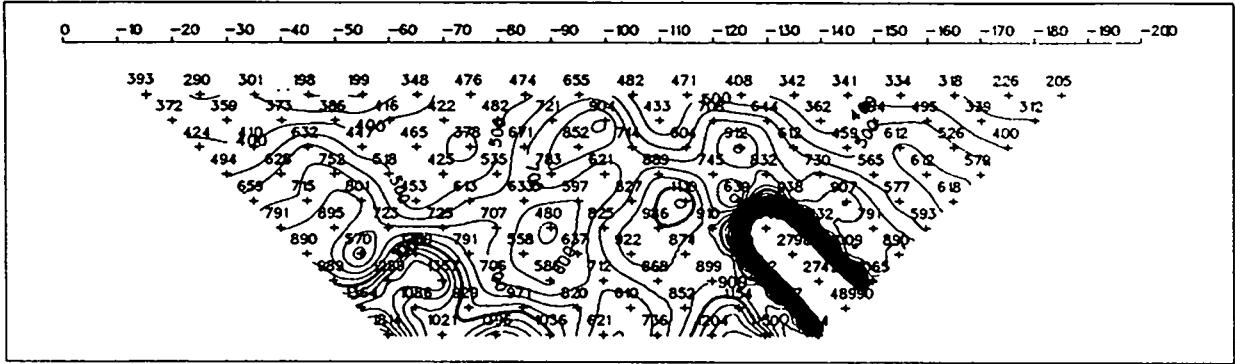
2-D Resistivity Structure



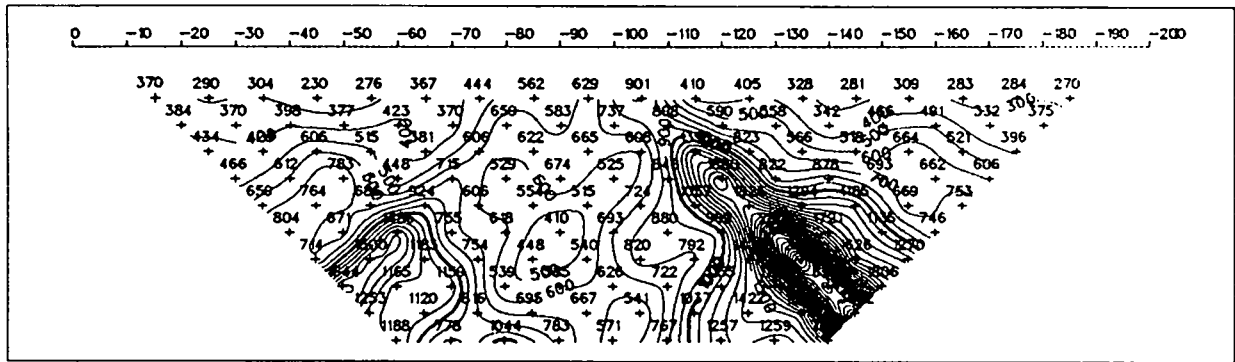
Line No=ok7 Area=okwa
 Dipole Spacing=25 meter

<그림 4 - 8> E7 축선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도

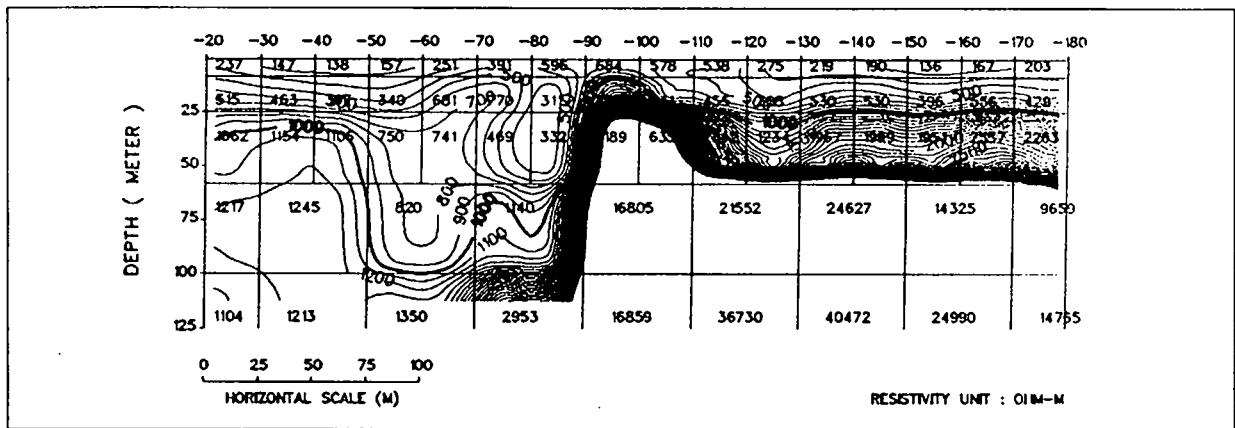
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



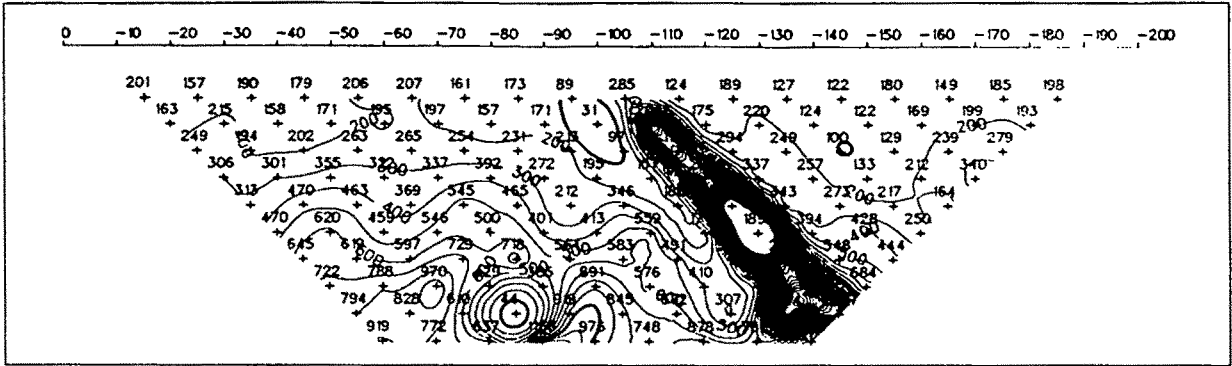
2-D Resistivity Structure



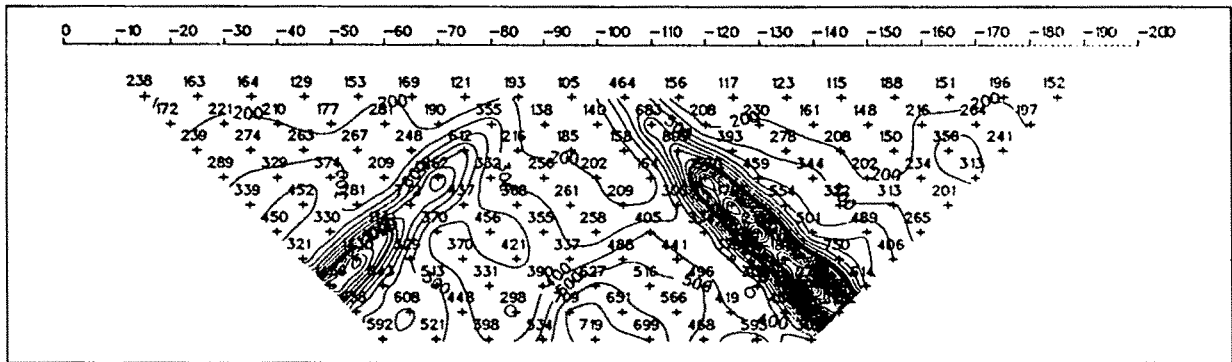
Line No=ok8 Area=okkwa
Dipole Spacing=25 meter

<그림 4 - 9> E8 측선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도

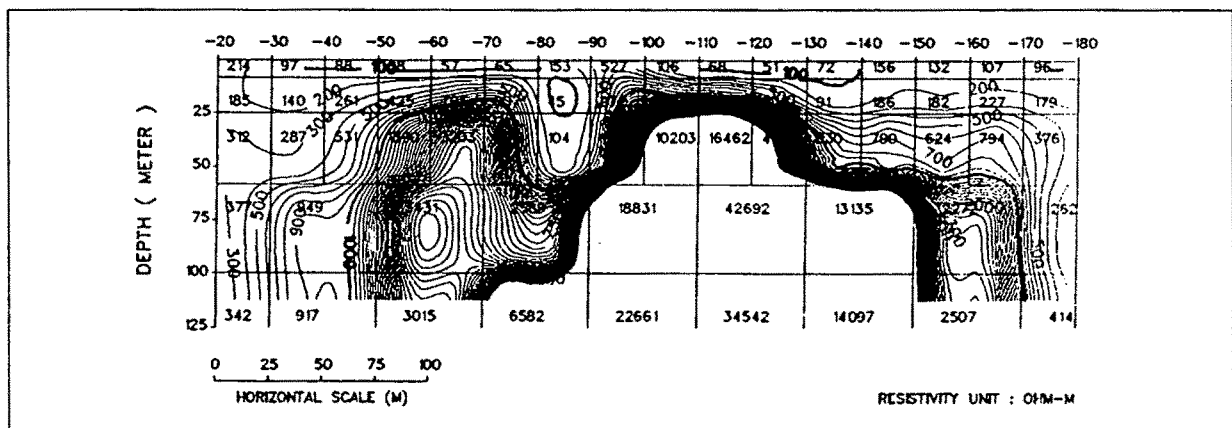
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



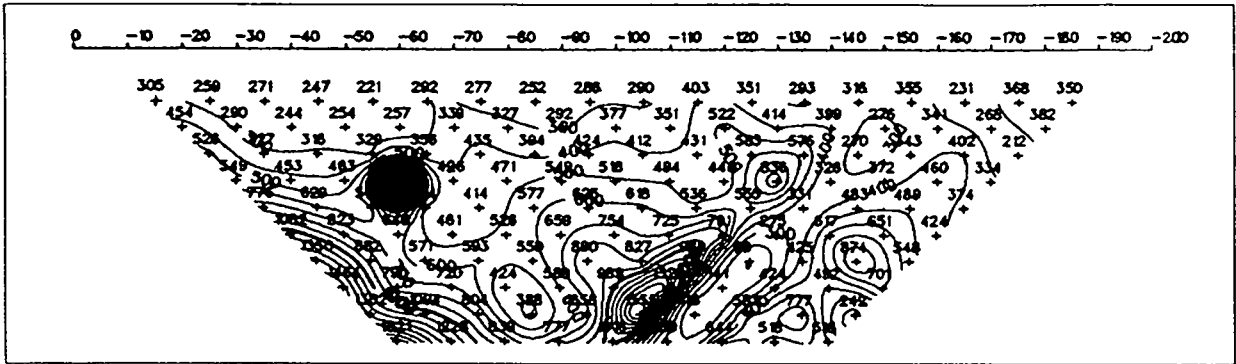
2-D Resistivity Structure



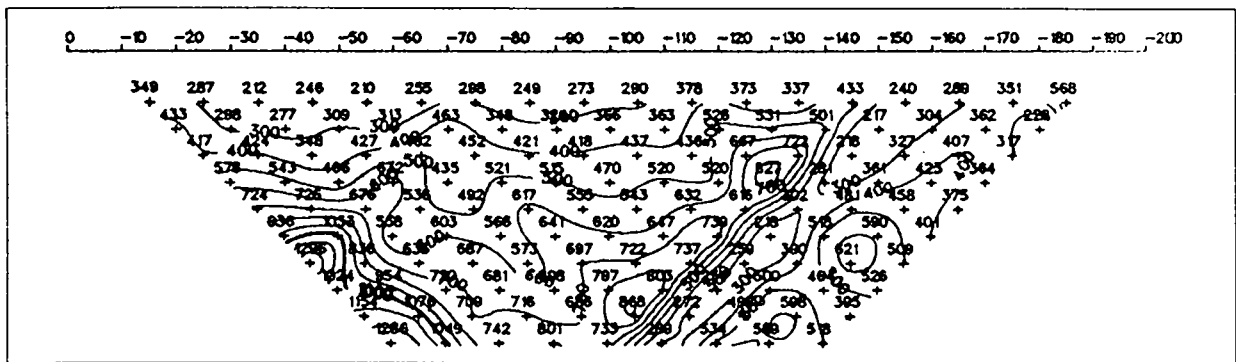
Line No=ok9 Area=okkwa
Dipole Spacing=25 meter

<그림 4-10> E9 축선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도

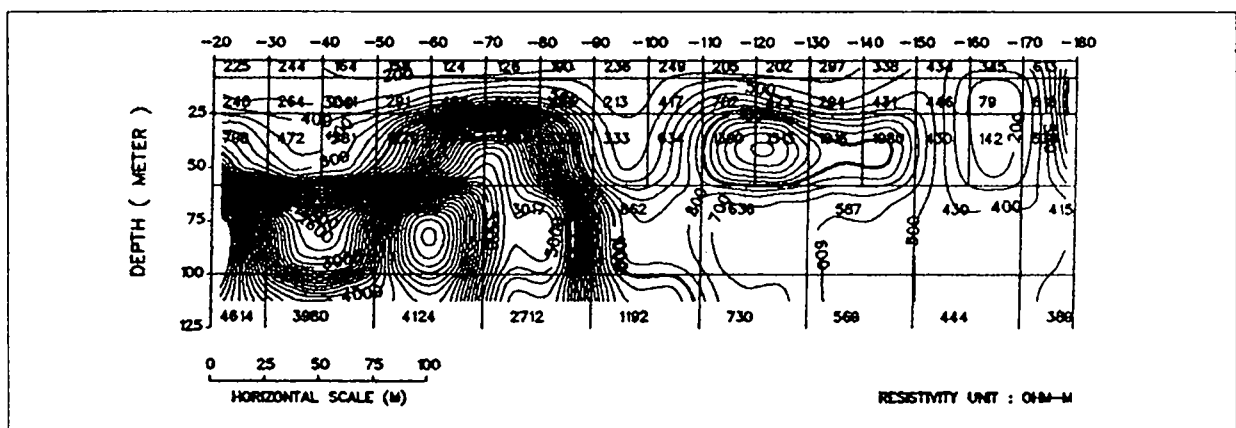
Field Data Pseudosection



Theoretical Data Pseudosection



2-D Resistivity Structure



Line No=ok10 Area=okkwa
Dipole Spacing=25 meter

<그림 4 - 11> E10 측선 쌍극자 배열 전기비저항탐사 결과도

4-4. 수위관측

수위관측공 설치는 조사구역 내 수위등고선도를 작성할 수 있도록 시설관정 위치를 파악하고 조사지구 일대를 Grid화 하여 수위를 측정한다. 시설관정이 없거나, 자료가 부족한 경우 Auger를 사용하여 3"구경에 4m 내외를 굴착하여 수위관측공을 설치 조사 관측하되, 수위관측공은 지하수 함양조건이 동일한 상태에서 일제히 측정하여 지역내 지하수 수위조사를 해야한다.

금번 조사지역은 기존의 농업용수용으로 기개발된 소형 충전관정이 다량 산재하며, 이들의 조사만으로 충분한 자료획득이 가능하다고 판단되어 Auger를 사용한 관측공을 시추하지 않았다. 수위관측은 동일조건에서 일제히 실시하여 획득된 자료의 신뢰성을 확보해야 하나, 이번 조사에서는 한정된 소요인원과 시간내에 다량의 관측공을 측정하다 보니 측정 자료에 대한 신뢰도가 다소 떨어지는 경향이 있으며, 이를 보완하기 위해 일정시간 간격을 두고 복수 관측을 하였다.

조사지역을 행정구역별로 분류하였으며, 옥과면 35공, 입면 123공, 삼기면 60공, 겸면 63공 그리고 오산면에 57공으로 총 538공을 실시하였다. 각 행정구역별로 개략적인 결과는 다음과 같다.

가. 옥과면

대부분의 공이 50mm 내외의 소형관정으로 농업용수로 사용되고 있다. 공의 보존상태와 사용여부 그리고 우물자재의 형태에 따라서 측정이 불가능한 공들이 있었다. 이문리는 평균 1.2m(최대 5m) 수위를 보이며 울사리 1.04m, 죽림리 2.0m 합강리 1.37m(최소 0.5m) 그리고 수리리가 2.84m(최소 0.9m, 최대 5.62m)의 평균수위를 보였다. 전체적으로 옥과면은 1.5~2.5m의 자연수위를 보였다.

나. 입 면

다른 면에 비해 양적으로 많은 123공의 수위를 측정하였다. 면 전체의 평균수위는 2.69m를 보였으며, 세부적으로 제월리 4.43m, 서봉리 1.9m, 대장리 3.54m(최소 0.05m), 약천리 1.69m, 만수리 3.65m, 금산리 2.3m(최소 0.8m, 최대 5m), 매월리 2.87m(최소 0.5m), 흑석리 2.5m, 송전리 2.6m, 송전리 2.5m(최소 0.3m), 청정리 3.88m, 인석리 1.27m, 삼오리 1.8m(최소 0.2m, 최대 5.18m)를 보였다. 공에 따라서 차이가 존재하지만 평균수위는 2~3m정도의 수위를 유지 하는것으로 나타났다.

다. 삼기면

50M/M 내외의 소형 충전관정이며 농업용수로 사용하고 있다. 침담리에 비교적 낮은 수위의 공

들이 위치하며, 수위가 불규칙하게 나타나고 있다. 평균수위는 첨담리가 1.89m(최소 0.12m, 최대 6.6m), 방실리 1.97m(최소 0.95, 최대 6.6m), 동성리 1.55m, 학동리 2.74m(최대 6m)로 동성리가 가장 낮은 평균수위를 나타내고 있다. 학동리가 타 지역에 비해 높게 나타나는 특징을 보인다.

삼기면의 평균수위는 2.03m 이며, 최소 0m, 최대 6.6m의 수위를 보였다.

라. 검 면

숫적으로 많은 공을 관측하지는 못했지만 지역적인 분배가 다른 면에 비해 잘 되었으며 수위의 변화가 크지않은 특징을 보인다. 세부적으로 평장리 3.47m, (0.79~7.0m: 다른 리에 비해 수위차가 큼), 산전리 2.04m, 미전리 1.26m, 기정리 2.05m, 남양리 2.62m, 흥복리 2.23m, 운교리 2.63m의 수위 분포를 보인다. 검면의 평균수위는 2.33m를 보인다.

마. 오산면

다른면에 비해 중형관정의 수가 많으며, 평균 2m의 평균 수위를 보인다. 세부적으로 운곡리 2m, 연화리 2.34m, 조양리 2.77m, 봉동리 2.35m, 포영리 2.98m 그리고 가곡리 1.5m의 수위를 보인다. 특히 가곡의 경우 자연수위가 0m인 관측공이 몇개 관측 되었으며, 다른면에 비해 수위가 높게 나타나고 있다.

이상과 같이 개략적인 결과치를 보였으며, 각 공에 대한 자세한 자료는 부표에 정리하였다.

4-5. 수질 및 잠재오염원조사

4-5-1. 수 질

가. 조사목적

수질은 지역의 자연적, 인위적 여건에 따라 수시로 변화한다. 일반적으로 수질은 지하매질의 지구화학적 특성에 영향을 받으며 화학적 조성, 이동기간 동안의 물의 양과 유속 등에 따라 고유 수질특성을 갖게 된다. 지하수 수질은 지하매체의 화학적 특성과 지하로 스며드는 물(강수 및 지표수 등) 및 오염물질의 조성 등 복합적 요인에 의하여 영향을 받기 때문에 순수한 수질특성을 파악하는것은 현실적으로 어려움이 있으나, 금번 조사구역에 대한 수질조사를 실시함으로써 지역 내의 개략적인 수질 현황을 분석하고 원수의 생활, 농업, 공업용수 기타용도에 대한 적합성 여부와 청정수원의 보존에 유익한 자료를 제시하고자 본 수질조사를 실시하였다.

나. 조사방향

본 역에서는 금번 시추조사공과 기존 지하수 시설물에 대하여 $\text{NO}_3\text{-N}$, pH, 경도, Cl 등의 43개 항목에 대해 수질조사를 실시하였다.

먹는 샘물이나 먹는 물의 수질시험은 1977. 12. 31일 환경부가 제정한 수질공정시험법에서 정한 방법에 의하여 분석하였으며, 미국의 공중보건협회(APHA) 및 수환경연맹(WEF)에서 마련한 물 및 폐수검사 표준방법을 이용하였다. 일반적으로 먹는 샘물 혹은 먹는물의 양이온이나 금속성분의 분석시에는 전처리로 산처리한후 OA여과지로 여과하여 유도플라스마(ICP) 방법으로 분석하며, 음이온의 분석시 수중 양이온이 많을 경우에는 여과지에 여과시켜 이온크로마토그래피(IC)로 분석하는 방법을 이용한다.

통상 지하수원의 수질은 지표수원의 수질에 비해 계절적, 시간적으로 변화가 적고 수질형성이 장시간에 걸쳐 형성된 것이므로 검사결과에 있어 보다 신리성있는 자료일 것으로 사료된다.

다. 조사항목 및 주요성질

천연의 물은 다소 불순물이 섞여있는 상태로 이들의 함유정도를 파악하거나 각종 용수로 활용하기 위해서는 그 물의 물리적, 화학적, 생물학적 성질을 규명하여야 한다. 이들 성질들을 대별하여 보면 온도, 탁도, 색도, 경도, 맛, 냄새, 전기전도도, 수소이온농도, 각종금속 및 비금속이온, 염류, 질소화합물, 기타 유독성물질등의 물리화학적 성질과 BOD, COD, 부유물질(SS), 병원생물 등의 생물학적성질등으로 나뉘어진다.

물리화학적 성질과 생물학적성질을 약술하면 다음과 같다.

○ 탁도

물의 혼탁은 토사나 그 밖의 부유물질의 혼입, 용존물질의 화학변화 혹은 정화방법의 부적 등에 의한 것으로 표준 탁도액과 비교측정하는 방법이 있다.

○ 색도

물의 색의 정도를 나타내는 것으로 수중에 용해물질 유무를 감지하는데 유효하며 표준액의 색상과 비교하여 측정한다.

○ 냄새, 맛

오수의 혼입, 미생물 번식, 지질여건, 인위적 조작 등에 기인한다.

○ 수소이온농도 (pH)

물은 약한 전해질로서(H^+)와 (OH^-)로 전해되어 있다. (H^+)의 농도는 용액의 산성도를, (OH^-)의 농도는 용액의 알칼리성 정도를 나타낸다. 즉 (H^+)의 농도를 측정하여 pH로 나타내고 $\text{pH} =$

7은 중성, pH>7 알칼리성 용액, pH<7 산성용액으로 판정하며 pH 1의 증감은 pH농도가 10배 증감했음을 의미한다.

○ 경도 (Hardness)

경도란 수중에 함유된 칼슘 및 마그네슘 이온량을 이에 대응하는 탄산칼슘(CaCO₃)의 ppm으로 환산하여 나타내는 것으로 일반적으로 비누거품을 일으키는 표준비누액의 소모량으로 산출한다.

경도는 끓여도 석출되지 않는 황산염, 질산염, 염화물 등에 의한 영구경도와 중탄산염과 같이 끓임으로서 석출되는 칼슘 및 마그네슘에 의한 일시경도로 구분할 수 있다. 수중의 칼슘 및 마그네슘의 성인은 주로 지질여전에 의하나 해수, 공장, 폐수, 하수 등의 혼입에 기인할 수도 있다. 조사지역의 경도는 39~238로 수질 기준치에 속하나 다양한 값을 나타내며 평균경도는 101 값을 나타낸다.

○ 염소이온

염소이온이란 수중에 용해되어 있는 염화물중의 염소를 말한다. 자연수는 지질영향에 의해 염소이온을 함유하고 있으며 특히 해안지대에서는 해수의 영향을 받는 일이 많다. 그러나 하수, 공장폐수, 분뇨 등에 의해 증대될 수도 있으므로 염소이온은 수질변화도의 한 지표가 된다. 조사지역 내의 염소이온 함유량은 6~116ppm 범위를 나타내며 평균값은 35ppm으로 비교적 낮다.

○ 전기전도도 (Electric Conductivity)

전기전도도는 물질이 전류를 통과시킬 수 있는 정도를 나타낸다. 화학적으로 순수한 물은 전기전도도가 매우 낮은 일종의 절연체이나 순수한 물에 소량의 고형물이 혼합되면 고형물질이 물속에서 이온으로 분리되어 전류가 흐를 수 있게 되고, 이온의 양이 많을수록 용액의 전기전도도는 커지며 온도와 이온의 종류에 따라 전기전도도가 다르게 된다. 따라서 시료의 전기전도도는 수중의 고형물의 양을 추정할 수 있는 지표가 된다.

지하수를 포함한 통상의 물에서는 전기전도도의 55% - 75%를 총용존고형물의 양으로 간주할 수 있고, 전기전도도가 클수록 물속에 유리된 광물질의 전기화학적 작용이 활발하다는 것을 의미한다.

○ 용존산소 (DO : Dissolved Oxygen)

수중에 용해되어 있는 산소를 말하며 20℃ 의 흐르는 물에는 약 9ppm정도의 산소가 용해되어 있으며, 어류가 살 수 있는 DO의 최소량은 5ppm정도이다. 용존산소는 담수와 염수, 오탁성 유기물질량, 주야간 무기화합물 함량 등에 의해 변화한다.

○ 생물학적 산소요구량 (BOD : Biochemical Oxygen Demand)

물속의 미생물이 주로 유기물질을 분해할 때 필요한 산소량으로 물속에 녹아있는 용존산소

(DO)와는 다르며, 유기물 분해시 소비되는 용존산소의 양을 의미한다.

BOD는 하천 수질오염 판정의 지표가 되며 BOD가 크면 수중에 분해가 가능한 유기물질이 많이 남아있어 수질이 악화된 것을 뜻한다. 상수도 수질기준은 BOD가 6ppm이하이며 BOD가 10ppm을 넘으면 악취가 발생하고 DO는 2ppm이하로 떨어진다.

○ 화학적산소요구량 (COD : Chemical Oxygen Demand)

COD는 BOD와 함께 수질오염을 나타내는 중요지표로서 수중에 존재하는 무기성 오염물질 또는 비분해성 유기물질이 산화제 (주로 KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 등)에 의해 분해될 때 소비되는 산소량을 ppm, mg/l등으로 표시한 것이며 주로 해역, 호수 등의 수질오염 지표로 이용된다.

호수나 바닷물의 오염도를 BOD가 아닌 COD로 나타내는 이유는 호수와 바닷물에는 조류(algae)가 다량으로 존재하기 쉬워 탄소동화작용의 영향이 큰 BOD 보다는 COD가 오염도 판단에 더 적절하기 때문이다. 어느 수역의 COD가 크면 수중에 무기성 오염물질이나 비분해성 유기물질이 많이 포함되어 있어 수질이 악화되어 있음을 의미한다.

○ 부유물질 (SS : Suspended Solids)

부유물질 또는 현탁물질이라고 하며 수중에 떠서 돌아다니는 여러가지 물질로서 여과 또는 원심분리에 의해 분리될 수 있는 0.1 이상 2mm이하의 입자를 말한다. 부유물질은 물의 탁도의 유발원인 물질로서, 그 성분은 무기질과 유기질인데 특수한 경우를 제외하고는 거의 유기물질로서 플랑크톤, 세균 등의 미생물을 다량 함유하고 있다.

○ 질소화합물 (Nitrogen Compounds)

질소화합물의 검출은 위생학적으로 의의가 크다. 수중에는 오염물질에 의해 유기성 질소화합물(암모니아성 질소화합물, 아질산성 질소, 질산성 질소 등)이 존재한다. 즉 수중의 유기성 질소화합물은 유기물 암모니아성질소($\text{NH}_3\text{-N}$) 아질산성질소($\text{NO}_2\text{-N}$) 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)의 과정을 거치며 분해된다. 따라서 시료에서 암모니아성질소($\text{NH}_3\text{-N}$)가 검출되면 그 물은 최근에 오염되었으며, 오염시간이 단기간이므로 병원균이 살아있을 가능성이 있음을 의미한다.

아질산성질소($\text{NO}_2\text{-N}$)는 암모니아성질소의 분해(산화)의 첫단계 생성물질이므로 물의 오염을 추정할 수 있는 유력한 지표가 된다.

질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)는 질소화합물의 최종 분해산물로서 채취 수원은 과거에 오염되었음을 나타낸다. 그러나 심층수중에서는 질산성질소의 환원작용에 의하여 암모니아성질소, 아질산성질소가 생성될 수도 있으며, 이 경우 오염되었다고 단정지을 수 없을때가 많다. 음료수 기준은 암모니아성질소($\text{NH}_3\text{-N}$)와 아질산성질소($\text{NO}_2\text{-N}$)가 동시에 검출되지 않고, 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)가 10ppm이하인 경우로 규정하고 있다.

○ 대장균군 (Coliform Group)

대장균 자체는 병원성균이 아니지만 인간, 가축의 배설물에 의한 오염을 의심할 수 있다. 그리고 소화기계통의 전염병균보다 비교적 저항성이 크기 때문에 살균시 대장균의 검출유무로 다른 병원균의 사멸여부를 판단할 수 있다. 조사 시료중 상당수가 기준치 이상의 대장균으로 감염되어 있음을 알 수 있었다.

○ 일반세균 (Bacteria)

수중에서 세균의 증식이 있으면 수중생태계에 변화가 일어난다. 특히 상수원에 인체에 유해한 세균이 존재하면 수인성 전염병을 전파시킬 수 있다. 세균은 하수나 분뇨중에 많이 존재하므로 정수공정의 점점 등에 지표로 이용된다. 금번 조사시료중 18%가 기준치를 초과하고 있어 오염이 계속되고 있음을 보여준다.

○ 철 (Fe), 망간 (Mn)

지질여건, 공장폐수, 광산폐수 등에 의해 수중에 수산화철로 존재하는 경우가 많다. 철분이 다량일때는 특이한 냄새를 발생시키고 적조현상을 일으키며, 망간이 다량일 경우 생리적 독성을 띠며 착색되거나 토양과 작물에 피해를 준다. 조사지역내의 지하수에서는 철성분은 검출되지 않았으며 망간은 불검출 또는 소량 검출되는 곳도 있다.

○ 기타 유해물질과 중금속류

시안(CN), 불소(F), 비소(As) 등은 생물에 심각하게 유독하다. 특히 시안과 비소는 동물에, 불소는 식물에 피해를 유발한다.

크롬(Cr), 동(Cu), 납(Pb), 아연(Zn), 수은(Hg), 카드뮴(Cd) 등은 광산폐수, 농약, 공장폐수 등에서 유입되며 생물에 농축되어 급만성 중독을 유발한다.

유기인 및 페놀류(C₆H₅OH)는 농약, 염료, 각종 화공약품 관련 공장으로부터 배출되는 물질로서 사람과 가축에 대단히 유해하여 배출규제를 엄격히 적용하고 있다.

라. 수질오염의 기구

천연수의 수질은 자연현상이나 인위적인 물질 혼입에 의해 변화 혹은 오염된다. 예전에 깨끗하고 맑은 수역이 보존될 수 있었던 것은 오염원이 적었고 배출물이 희석, 확산, 침전, 산화, 분해, 화학적, 생물학적 작용 등에 의해 수역 스스로 안정화될 수 있는, 즉 자연정화 능력의 범위 내에서 순환이 이루어졌기 때문이다. 그러나 인구증가, 산업발달에 따라 자정능력(自淨能力) 범위내의 용량 즉 환경용량(Environmental Volume : 수용가능량)을 초과하는 배출이 장기간 계속되고 수질 보존에 대한 노력이 미흡할 때에 오염은 필연적 결과가 될 것이다.

하천, 호수, 지하수 등 수역별로 오염기구를 약술하면 다음과 같다.

○ 하천

대도시나 공업도시 인근 하천의 오염이 현저하게 높아지는 원인은 인구나 공장등의 과도집중, 배출되는 오염물의 부하량에 대해 하천의 자기유량(自己流量) 부족, 자정능력 저하, 가정하수나 공장들의 하수처리시설 미비, 배출원의 분산 및 영세성에 의한 배출규제 곤란, 기술진보에 따른 제품의 다양화, 소비의 다양화로 오염원인물질의 종류증가 및 오염형태의 복잡화 등에 기인하며, 하천의 유량증감, 기온, 수온 등의 변화도 큰 영향을 미친다.

○ 호수

인공 및 자연호수는 저지대일수록 오염되기 쉬울것이나 통상 유역면적 대비 호수용적의 비율이 클수록, 유역인구 대비 호수용적의 비율이 작을수록 오히려 오염되기 쉽다.

오탁물질은 얕은 호수에서는 취송류(바람에 의한 흐름)에 의해, 깊은 호수에서는 취송류와 밀도류(수온차에 의해 물이 순환하는 현상)에 의해 혼합, 확산된다.

호수는 하천과는 달리 물의 체류시간이 길어 보다 쉽게 옱탁되고 도시하수나 농업배수의 유입은 질소(N)와 인(P) 등의 무기염류의 농도를 증가시켜 조류나 플랑크톤이 과다 번식되는 부영양화(富營養化)현상이 일어나기 쉽다.

○ 해안

해안은 담수보다 용존 산소량이 적고 대기로부터 산소용해율이 적다. 옱탁물질은 해류, 조류, 조석류, 파도 등에 의해 혼합 확산되며, 수직방향보다는 주로 수평방향으로 확산되고 층을 이루며 흐른다. 정체수역에서는 질소, 인 등의 영양염류의 증가에 의해 식물성 플랑크톤이 과도로 번식되어 바닷물이 적색을 띠는 적조현상(Red Tide)이 일어나기도 한다.

○ 토양 및 지하수

지하수는 강우나 하천 및 호수의 물이 지하로 침투되어 포화대를 이루며 형성되므로, 공급되는 수원의 수질이 지하수질을 결정하는 주요인이 될 것이다. 지하로 유입, 침투되는 과정은 강우의 형태나 하천의 유량, 토양 및 지질의 특수성, 지표경사 등에 따라 형태가 다양하고, 오염의 과정, 토양이나 암반과 침투수간의 화학적 반응정도, 공급되는 물의 이동시간, 공급내 체재시간, 농동변화 양상 등에 따라 차이가 많으므로 지하수 오염기구의 파악에는 수준 높은 조사기술이 필요하다. 그러나 통상 강수나 하천수의 오염, 토양의 오염은 층적층 지하수부터 서서히 오염되고 암반 지하수로 전이되며, 쓰레기나 산업폐기물 등의 매립, 정화조 등의 하수처리, 비료 및 농약의 살포, 액상연료의 누출, 방사능 폐기물의 불완전한 격리, 염수의 침입 등은 직접적인 지하수 오염 원인이 된다.

마. 수질이상이 용수이용에 미치는 영향

○ 생활용수

생활용수로서의 수질은 매우 중요하다. 생활용수는 맛, 색, 냄새, 탁도가 없고 인체에 유해한 미생물도 없어야 한다.

수도법에서 규제하고 있는 상수원의 오염물질은 일반물질인 수은, 유기인, 동, 철, 망간, 납, 아연, 크롬, 비소, 페놀류, 시안화합물 등이 있으며 이들은 음료수원인 오염물질이 될 가능성이 크고 독성이나 장해유발성이 현저하여 주의를 요하며, 산업폐수중에 많이 검출되는 Acetaldehyde, Aniline, Benzene, Sb, Ba, BHC, DDT, HCL, 합성세제, Mercaptan, Nitrobenzere, PCB, 석유 등 특수물질은 음료수를 오염시킬 가능성이 있는 물질로서 법규에 의해 엄격히 규제되고 있다.

○ 농업용수

관개용수의 수질은 식생의 정상적인 발육, 성장에 직접적인 영향을 주며, 토양보존 차원에서도 매우 중요하다. 기후, 토질, 작목에 따라 농업용수로서의 적정수질은 다소 차이가 있다.

일반적으로 오염된 용수에 의한 피해를 열거하면 다음과 같다.

(1) 가용성 유독물질에 의한 식물의 직접적인 피해

동, 아연 등의 수용성 중금속을 다량으로 함유한 용수가 농지에 침입되었을때는 그 독성으로 인해 농작물이 직접적인 피해를 입는다.

(2) 토지악화에 따른 간접적인 피해

용수중에 함유된 유해물질은 토양표면에 침적되어 장시간 누적되면 토양표면을 피복하므로써 토양에 대한 산소공급에 지장을 받고, 유해성분이 풍화, 기타작용으로 가용성이 되어 식물에 흡수된다.

(3) 환경악화에 따른 간접피해

불용성 무기질이 농지에 침적되어 토양의 이화학적 성질을 악화시킨다. 유기물이 과다 함유되어 있을시는 그 자체로도 유해할 뿐 아니라, 관개수나 논에 박테리아의 이상번식을 초래하며 악환경을 조성하며 피해를 받게된다. 또한 영농환경도 저해시켜 농업 조사자가 피해를 입게된다.

(4) 식물흡수에 의한 인축피해

유해물질은 식물성장의 영양요소로 작용하여 식물체내에 축적되며, 작물을 섭취한 인축은 식물에 비해 다량의 유해물질이 축적되어 큰피해를 준다.

○ 공업용수

공업용수로서의 적정수질은 용도에 따라 매우 다르다.

냉각용이나 세척용, 선광용수 등은 수질에 대한 제약을 적게 받으나 음용수, 제약, 제지용수

등은 수질에 더욱 엄격해야 할 것이며 생활용수와 같이 오염도가 지나치면 용수가치를 상실할 것이다.

(1) 제품에 미치는 영향

자연상태로 존재하는 물은 순수하게 존재하는 경우는 매우 희박하며, 다양한 불순물을 함유하고 있다. 이런 불순물들은 착색, 착미, 착취, 흠 등으로 제품자체를 더럽히거나 부패하기 쉽게 만든다. 또한 기존의 제품에 대해서 화학반응을 일으켜 부패나 변질 등을 유발함으로써 제품의 품질에 큰영향을 끼친다.

(2) 공장시설에 미치는 영향

시설물에 대한 부식, 침식, 폐색을 일으키기 쉽고 각종기기의 기능감퇴, 작업환경 등을 저해한다.

(3) 수처리에 미치는 영향

하수처리의 공정지연, 비용증가, 처리시설 손상을 촉발한다.

○ 수산업(어업)

하천, 호수, 연안에 서식하거나 양식 어패류는 오수의 영향을 직접 받는다. 오수는 자연수역의 생물상에 영향을 미치고, 중금속류와 CN, 농약 등의 화합물질은 독성을 내포하고 DO, pH, 용존 염류 등은 수산물 양식환경의 변화를 일으키게 되며, 폐유 등은 독성은 없으나 상품가치를 상실케 한다.

바. 지하수의 수질현황

환경정책 기본법상의 수질기준 : 보건사회부령 음용수의 수질기준(제2조관련)

1. 미생물에 관한 기준

- 가. 일반세균(보통 한천지배에서 무리를 형성할 수 있는 세균을 말한다)은 1m^l 중 100을 넘지 아니할 것.
- 나. 대장균군(그람음성의 무아포성의 단간균으로 유당을 분해하여 산과 가스를 만드는 호기성 또는 통성혐기성균을 말한다)은 50m^l에서 검출되지 아니할 것.

2. 건강상 유해영향 무기물질에 관한 기준

- 가. 납은 0.05mg/l를 넘지 아니할 것
- 나. 불소는 1.5mg/l를 넘지 아니할 것
- 다. 비소는 0.05mg/l를 넘지 아니할 것
- 라. 세레늄은 0.01mg/l를 넘지 아니할 것
- 마. 수은은 검출되지 아니할 것
- 바. 시안은 검출되지 아니할 것
- 사. 6가크롬은 0.05mg/l를 넘지 아니할 것
- 아. 암모니아성질소는 0.5mg/l를 넘지 아니할 것
- 자. 질산성질소는 10mg/l를 넘지 아니할 것
- 차. 카드뮴은 0.01mg/l를 넘지 아니할 것

3. 건강상 유해영향 유기물질에 관한 기준

- 가. 페놀은 0.005mg/l를 넘지 아니할 것
- 나. 총 트리할로메탄은 0.1mg/l를 넘지 아니할 것
- 다. 다이아지논은 0.02mg/l를 넘지 아니할 것
- 라. 파라티온은 0.06mg/l를 넘지 아니할 것
- 마. 말라티온은 0.25mg/l를 넘지 아니할 것
- 바. 페니트로티온은 0.04mg/l를 넘지 아니할 것

4. 심미적 영향물질에 관한 기준

- 가. 경도는 300mg/l 를 넘지 아니할 것
- 나. 과망간산칼륨소비량은 10mg/l 를 넘지 아니할 것
- 다. 냄새와 맛은 소독으로 인해 변해서는 아니됨.
- 라. 동은 1mg/l 를 넘지 아니할 것
- 마. 색도는 5도를 넘지 아니할 것
- 바. 세제(음이온계면활성제)는 0.5mg/l 를 넘지 아니할 것
- 사. 수소이온농도는 PH5.8 내지 8.5 이어야 할 것
- 아. 아연은 1mg/l 를 넘지 아니할 것
- 자. 염소이온은 150mg/l 를 넘지 아니할 것
- 차. 중발잔류물은 500mg/l 를 넘지 아니할 것
- 카. 철 및 망간은 각각 0.3mg/l 를 넘지 아니할 것
- 타. 탁도는 2도를 넘지 아니할 것
- 파. 황산이온은 200mg/l 를 넘지 아니할 것

지 하 수 수 질 검 사 결 과

A : 대형관정(농업용수), B : 중·소형관정(생활용수), C : 소형관정(농업용수)

시설 구분	위 치	색 도	탁 도	냄 새	맛	NH ₃ -N 0.5 mg/l	NO ₃ -N 0.5~8.5 mg/l	pH 0.5~8.5	경도 300 mg/l
B	곡성군 겸면 가정리 D-31	5이하	2이하	무취	무미	불검출	3.9	6.1	78
B	곡성군 겸면 흥복리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	1.4	6.9	51
C	곡성군 겸면 마전리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	1.9	7.0	98
B	곡성군 겸면 괴정리 420	5이하	2이하	무취	무미	불검출	7.4	6.8	172
B	곡성군 겸면 의암리 320	5이하	2이하	무취	무미	불검출	5.7	6.7	61
B	곡성군 겸면 현정리 139	5이하	2이하	무취	무미	불검출	4.1	6.6	97
B	곡성군 겸면 대명리 213	5이하	2이하	무취	무미	불검출	6.3	6.8	117
A	곡성군 겸면 마전리 505	5이하	2이하	무취	무미	불검출	13.4	6.3	168
B	곡성군 겸면 은교리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	4.0	6.8	86
B	곡성군 겸면 평장리 227-5	5이하	2이하	무취	무미	불검출	4.0	6.7	176
B	곡성군 겸면 남양리 363	5이하	2이하	무취	무미	불검출	3.9	6.9	67
C	곡성군 겸면 흥복리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	2.9	7.0	85
C	곡성군 겸면 칠봉리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	2.2	6.5	72
A	곡성군 겸면 칠곡리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	2.6	7.7	114
A	곡성군 겸면 괴소리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	3.8	7.1	83

Cl 150 mg/l	KMnO ₄ 10 mg/l	잔류물 500 mg/l	F 1.5 mg/l	CN 불검출 mg/l	페놀 0.005 mg/l	세제 0.5 mg/l	So ₄ ²⁻ 200 mg/l	Fe 0.3 mg/l	Mn 0.3 mg/l	Cu 1 mg/l	Zn 1 mg/l	Pb 0.05 mg/l	Al 0.2 mg/l
24	0.9	134	불검출	불검출	불검출	불검출	2	불검출	불검출	0.013	0.104	불검출	불검출
19	0.3	139	"	"	"	"	4	"	"	불검출	0.008	"	0.05
36	0.3	182	"	"	"	"	20	"	0.046	"	0.016	"	불검출
62	1.6	244	0.9	"	"	"	15	"	불검출	"	0.047	"	"
27	0.6	138	1.2	"	"	"	4	"	"	"	0.011	"	"
31	0.6	168	불검출	"	"	"	26	"	"	"	0.012	"	"
63	1.3	215	"	"	"	"	13	"	0.008	0.009	0.005	"	"
31	1.9	277	"	"	"	"	15	"	0.005	불검출	0.038	"	"
26	0.9	130	"	"	"	"	14	"	불검출	"	0.006	"	0.04
69	0.6	239	"	"	"	"	19	"	0.006	"	0.014	"	"
31	0.6	118	"	"	"	"	11	"	"	"	0.476	"	"
23	0.3	88	"	"	"	"	4	"	"	0.009	0.145	"	"
20	0.6	116	0.5	"	"	"	8	"	"	불검출	0.015	"	0.05
27	0.6	185	0.5	"	"	"	4	"	0.053	"	0.613	"	불검출
14	0.9	118	0.3	"	"	"	6	"	0.005	"	0.385	"	0.07

시설 구분	위 치	Cr ⁶⁺ 0.05 mg/l	Cd 0.01 mg/l	As 0.05 mg/l	Hg 불검출 mg/l	Se 0.01 mg/l	카바릴 0.07 mg/l	다이아지논 0.02 mg/l	파라치온 0.06 mg/l
B	곡성군 겸면 가정리 D-31	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
B	곡성군 겸면 흥복리	"	"	"	"	"	"	"	"
C	곡성군 겸면 마전리	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 겸면 괴정리 420	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 겸면 의암리 320	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 겸면 현정리 139	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 겸면 대명리 213	"	"	"	"	"	"	"	"
A	곡성군 겸면 마전리 505	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 겸면 운교리	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 겸면 평장리 227-5	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 겸면 남양리 363	"	"	"	"	"	"	"	"
C	곡성군 겸면 흥복리	"	"	"	"	"	"	"	"
C	곡성군 겸면 칠봉리	"	"	"	"	"	"	"	"
A	곡성군 겸면 칠곡리	"	"	"	"	"	"	"	"
A	곡성군 겸면 괴소리	"	"	"	"	"	"	"	"

니트로벤젠 0.04 mg/l	말라치온 0.25 mg/l	THMS 0.1 mg/l	1,1,1-T.C.E 0.1 mg/l	T.C.E 0.03 mg/l	P.C.E 0.01 mg/l	디클로르벤젠 0.02 mg/l	벤젠 0.01 mg/l	톨루엔 0.7 mg/l	에틸벤젠 0.3 mg/l	크실렌 0.5 mg/l	일반세균 100 /ml	대장균군 음성 /50ml	음용수
불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	11	음성	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	음성	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	7	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	87	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	98	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	75	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	10	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	67	"	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	120	양성	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	음성	음성	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	87	양성	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	음성	음성	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	91	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	850	양성	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	88	음성	양호

시설 구분	위 치	색 도	탁 도	냄 새	맛	NH ₃ -N 0.5 mg/l	NO ₃ -N 0.5 mg/l	pH 0.5~8.5	경도 300 mg/l
B	곡성군 입면 송전리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	12.6	6.2	101
B	곡성군 입면 매월리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	2.6	7.1	93
B	곡성군 입면 서봉리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	5.8	6.8	176
B	곡성군 입면 제월리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	15.0	7.1	225
B	곡성군 입면 만수리 68	5이하	2이하	무취	무미	불검출	2.6	6.8	90
B	곡성군 입면 입석리 222	5이하	2이하	무취	무미	불검출	4.9	6.6	90
B	곡성군 입면 매월리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	2.1	6.6	120
B	곡성군 입면 약천리 403	5이하	2이하	무취	무미	불검출	0.9	7.0	43
A	곡성군 입면 만수리(A-1)	5이하	2이하	무취	무미	불검출	2.9	7.2	85
B	곡성군 입면 만수리(B-1)	5이하	2이하	무취	무미	불검출	5.4	7.1	174
C	곡성군 입면 금산	5이하	2이하	무취	무미	불검출	1.4	7.3	100
B	곡성군 입면 송전3구 927	5이하	2이하	무취	무미	불검출	4.9	7.1	89
B	곡성군 입면 광정3구 173	5이하	2이하	무취	무미	불검출	12.4	6.5	158
B	곡성군 입면 흑석리 157	5이하	2이하	무취	무미	불검출	2.0	6.9	91
C	곡성군 입면 입석리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	1.8	6.9	49

Cl 150 mg/l	KMnO ₄ 10 mg/l	잔류물 500 mg/l	F 1.5 mg/l	CN 불검출 mg/l	페놀 0.005 mg/l	세제 0.5 mg/l	So ₄ ²⁻ 200 mg/l	Fe 0.3 mg/l	Mn 0.3 mg/l	Cu 1 mg/l	Zn 1 mg/l	Pb 0.05 mg/l	Al 0.2 mg/l
41	3.2	197	불검출	불검출	불검출	불검출	10	불검출	불검출	불검출	0.033	불검출	불검출
24	0.6	166	"	"	"	"	불검출	"	"	"	0.031	"	"
72	1.6	311	"	"	"	"	4	"	0.176	"	0.008	"	0.03
89	3.5	341	"	"	"	"	불검출	"	불검출	"	0.009	"	불검출
19	0.6	158	1.0	"	"	"	4	"	0.019	0.018	0.145	"	"
47	0.9	186	불검출	"	"	"	6	"	불검출	불검출	0.008	"	"
28	0.3	140	"	"	"	"	6	"	0.012	"	0.017	"	"
15	0.3	130	0.4	"	"	"	2	"	불검출	"	0.004	"	"
17	0.6	126	불검출	"	"	"	11	"	0.019	"	0.650	"	"
37	1.6	229	"	"	"	"	13	"	0.029	"	0.104	"	"
16	0.3	148	"	"	"	"	4	"	0.012	"	0.021	"	"
35	0.6	205	"	"	"	"	14	"	불검출	"	0.026	"	"
116	2.5	437	"	"	"	"	5	"	"	"	0.025	"	"
14	0.6	164	"	"	"	"	불검출	"	"	"	0.017	"	"
21	0.3	94	0.5	"	"	"	2	"	"	"	0.043	"	"

시설 구분	위 치	Cr ⁶⁺ 0.05 mg/l	Cd 0.01 mg/l	As 0.05 mg/l	Hg 불검출 mg/l	Se 0.01 mg/l	카바릴 0.07 mg/l	다이아지논 0.02 mg/l	파라치온 0.06 mg/l
B	곡성군 입면 송전리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
B	곡성군 입면 매월리	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 입면 서봉리	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 입면 제월리	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 입면 만수리 68	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 입면 입석리 222	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 입면 매월리	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 입면 약천리 403	"	"	"	"	"	"	"	"
A	곡성군 입면 만수리(A-1)	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 입면 만수리(B-1)	"	"	"	"	"	"	"	"
C	곡성군 입면 금산	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 입면 송전3구 927	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 입면 광정3구 173	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 입면 흑석리 157	"	"	"	"	"	"	"	"
C	곡성군 입면 입석리	"	"	"	"	"	"	"	"

페니트로치온 0.04 mg/l	말라치온 0.25 mg/l	THMS 0.1 mg/l	l.l.l-T.C.E 0.1 mg/l	T.C.E 0.03 mg/l	P.C.E 0.01 mg/l	디클로르메탄 0.02 mg/l	벤젠 0.01 mg/l	톨루엔 0.7 mg/l	에틸벤젠 0.3 mg/l	크실렌 0.5 mg/l	일반세균 100 /ml	대장균군 음성 /50ml	음용수
불검출	불검출	해당없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	음성	음성	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	12	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	96	양성	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	53	음성	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	92	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	35	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	79	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	97	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	150	양성	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	120	"	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	55	음성	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	73	양성	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	음성	음성	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	85	양성	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	92	"	불량

시설 구분	위 치	색 도	탁 도	냄 새	맛	NH ₃ -N 0.5 mg/l	NO ₃ -N 0.5 mg/l	pH	경도 300 mg/l
A	곡성군 입면 삼오리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	3.2	7.4	42

시설 구분	위 치	색 도	탁 도	냄 새	맛	NH ₃ -N 0.5 mg/l	NO ₃ -N 0.5 mg/l	pH	경도 300 mg/l
B	곡성군 옥과면 리문리 229	5이하	22이하	무취	무미	불검출	0.5	7.9	233
B	곡성군 옥과면 울사리 382	5이하	2이하	무취	무미	불검출	1.8	7.3	73
C	곡성군 옥과면 리문리 47	5이하	2이하	무취	무미	불검출	7.1	6.8	86
B	곡성군 옥과면 황산리 157(B-40)	5이하	2이하	무취	무미	불검출	4.4	6.8	158
B	곡성군 옥과면 금단리 184(B-39)	5이하	2이하	무취	무미	불검출	4.7	6.5	120
B	곡성군 옥과면 수리2구	5이하	2이하	무취	무미	불검출	0.9	7.2	38
B	곡성군 옥과면 소룡리 91	5이하	2이하	무취	무미	불검출	3.9	7.2	45
B	곡성군 옥과면 주산리 134	5이하	2이하	무취	무미	불검출	4.9	8.1	120
B	곡성군 옥과면 신흥리 518	5이하	2이하	무취	무미	불검출	4.9	6.6	50
A	곡성군 옥과면 리문리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	2.6	7.9	238
A	곡성군 옥과면 신수리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	2.8	6.7	41

Cl 150 mg/l	KMnO ₄ 10 mg/l	잔류물 500 mg/l	F 1.5 mg/l	CN 불검출 mg/l	페놀 0.005 mg/l	세제 0.5 mg/l	So ₄ ²⁻ 200 mg/l	Fe 0.3 mg/l	Mn 0.3 mg/l	Cu 1 mg/l	Zn 1 mg/l	Pb 0.05 mg/l	Al 0.2 mg/l
15	0.6	115	0.5	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.912	불검출	불검출

Cl 150 mg/l	KMnO ₄ 10 mg/l	잔류물 500 mg/l	F 1.5 mg/l	CN 불검출 mg/l	페놀 0.005 mg/l	세제 0.5 mg/l	So ₄ ²⁻ 200 mg/l	Fe 0.3 mg/l	Mn 0.3 mg/l	Cu 1 mg/l	Zn 1 mg/l	Pb 0.05 mg/l	Al 0.2 mg/l
80	0.3	330	불검출	불검출	불검출	불검출	21	불검출	0.245	불검출	0.320	불검출	불검출
18	0.6	132	"	"	"	"	8	"	불검출	"	0.118	"	"
37	2.2	167	0.5	"	"	"	13	"	"	0.032	0.029	"	"
80	1.6	326	0.4	"	"	"	28	"	0.054	0.009	0.039	"	"
42	1.3	249	0.5	"	"	"	20	"	0.008	불검출	0.031	"	"
11	0.3	63	불검출	"	"	"	3	"	불검출	"	0.034	"	0.02
11	0.6	149	"	"	"	"	4	"	"	"	0.030	"	불검출
33	0.9	226	"	"	"	"	5	"	"	"	0.045	"	"
22	0.9	290	1.0	"	"	"	3	"	0.019	"	0.021	"	"
73	0.6	361	0.6	"	"	"	19	"	0.126	"	0.158	"	"
17	0.6	123	0.7	"	"	"	불검출	0.13	불검출	"	0.244	"	0.28

시설 구분	위 치	Cr ⁶⁺ 0.05 mg/l	Cd 0.01 mg/l	As 0.05 mg/l	Hg 불검출 mg/l	Se 0.01 mg/l	카바릴 0.07 mg/l	다이아지논 0.02 mg/l	파라치온 0.06 mg/l
A	곡성군 입면 삼오리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

시설 구분	위 치	Cr ⁶⁺ 0.05 mg/l	Cd 0.01 mg/l	As 0.05 mg/l	Hg 불검출 mg/l	Se 0.01 mg/l	카바릴 0.07 mg/l	다이아지논 0.02 mg/l	파라치온 0.06 mg/l
B	곡성군 옥과면 리문리 229	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
B	곡성군 옥과면 울사리 382	"	"	"	"	"	"	"	"
C	곡성군 옥과면 리문리 47	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 옥과면 황산리 157(B-40)	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 옥과면 금단리 184(B-39)	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 옥과면 수리2구	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 옥과면 소룡리 91	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 옥과면 주산리 134	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 옥과면 신흥리 518	"	"	"	"	"	"	"	"
A	곡성군 옥과면 리문리	"	"	"	"	"	"	"	"
A	곡성군 옥과면 신수리	"	"	"	"	"	"	"	"

페니트로치온 0.04 mg/l	말라치온 0.25 mg/l	THMS 0.1 mg/l	1,1,1-T.C.E 0.1 mg/l	T.C.E 0.03 mg/l	P.C.E 0.01 mg/l	디클로르에탄 0.02 mg/l	벤젠 0.01 mg/l	톨루엔 0.7 mg/l	에틸벤젠 0.3 mg/l	크실렌 0.5 mg/l	일반세균 100 /ml	대장균군 음성 /50ml	음용수
불검출	불검출	해당없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	87	양성	불량

페니트로치온 0.04 mg/l	말라치온 0.25 mg/l	THMS 0.1 mg/l	1,1,1-T.C.E 0.1 mg/l	T.C.E 0.03 mg/l	P.C.E 0.01 mg/l	디클로르에탄 0.02 mg/l	벤젠 0.01 mg/l	톨루엔 0.7 mg/l	에틸벤젠 0.3 mg/l	크실렌 0.5 mg/l	일반세균 100 /ml	대장균군 음성 /50ml	음용수
불검출	불검출	해당없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	해당없음	불검출	불검출	92	음성	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	63	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	87	양성	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	150	"	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	94	음성	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	음성	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	95	양성	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	98	양성	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	96	음성	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	94	"	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	68	"	불량

시설 구분	위 치	색 도	탁 도	냄 새	맛	NH ₃ -N 0.5 mg/l	NO ₃ -N 0.5~8.5 mg/l	pH 0.5~8.5	경도 300 mg/l
B	곡성군 옥과면 리문리 229	5이하	22이하	무취	무미	불검출	6.5	6.7	152
B	곡성군 옥과면 울사리 382	5이하	2이하	무취	무미	불검출	불검출	7.8	39
C	곡성군 옥과면 리문리 47	5이하	2이하	무취	무미	불검출	5.8	6.5	74
B	곡성군 옥과면 황산리 157(B-40)	5이하	2이하	무취	무미	불검출	0.1	8.2	93
B	곡성군 옥과면 금단리 184(B-39)	5이하	2이하	무취	무미	불검출	0.2	7.8	52
B	곡성군 옥과면 수리2구	5이하	2이하	무취	무미	불검출	7.1	6.9	87
B	곡성군 옥과면 소룡리 91	5이하	2이하	무취	무미	불검출	2.2	7.7	128
B	곡성군 옥과면 주산리 134	5이하	2이하	무취	무미	불검출	8.9	6.9	116
B	곡성군 옥과면 신흥리 518	5이하	2이하	무취	무미	불검출	5.9	6.5	95
A	곡성군 옥과면 리문리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	2.7	6.8	42
A	곡성군 옥과면 신수리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	1.2	7.5	51

시설 구분	위 치	색 도	탁 도	냄 새	맛	NH ₃ -N 0.5 mg/l	NO ₃ -N 0.5~8.5 mg/l	pH 0.5~8.5	경도 300 mg/l
B	곡성군 삼기면 괴소리 108	5이하	2이하	무취	무미	불검출	5.5	6.8	37
B	곡성군 삼기면 원등리 246	5이하	2이하	무취	무미	불검출	1.7	7.1	76
B	곡성군 삼기면 월평리 117	5이하	2이하	무취	무미	불검출	7.3	7.3	69
B	곡성군 삼기면 청계리 56	5이하	2이하	무취	무미	불검출	7.1	7.1	133
C	곡성군 삼기면 의암리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	6.6	6.6	43
A	곡성군 삼기면 청계리	5이하	2이하	무취	무미	불검출	7.0	7.0	177

Cl 150 mg/l	KMnO ₄ 10 mg/l	잔류물 500 mg/l	F 1.5 mg/l	CN 불검출 mg/l	페놀 0.005 mg/l	세제 0.5 mg/l	So ₄ ²⁻ 200 mg/l	Fe 0.3 mg/l	Mn 0.3 mg/l	Cu 1 mg/l	Zn 1 mg/l	Pb 0.05 mg/l	Al 0.2 mg/l
71	1.6	299	불검출	불검출	불검출	불검출	23	불검출	불검출	불검출	0.047	불검출	불검출
6	0.3	62	0.5	"	"	"	불검출	"	"	"	0.011	"	0.04
18	1.6	124	0.4	"	"	"	5	"	"	0.012	0.024	"	불검출
9	0.3	180	0.8	"	"	"	불검출	"	"	불검출	0.003	"	"
9	0.3	108	0.9	"	"	"	5	"	"	"	0.460	"	0.04
30	0.9	157	불검출	"	"	"	6	"	"	0.008	0.054	"	불검출
21	0.6	186	0.4	"	"	"	4	"	"	불검출	0.038	"	"
45	0.9	229	불검출	"	"	"	3	"	"	"	0.032	"	"
54	0.6	226	"	"	"	"	19	"	0.014	"	0.031	"	"
6	0.3	84	"	"	"	"	불검출	"	0.019	"	0.068	"	"
7	0.3	116	0.2	"	"	"	6	"	불검출	"	0.486	"	"

Cl 150 mg/l	KMnO ₄ 10 mg/l	잔류물 500 mg/l	F 1.5 mg/l	CN 불검출 mg/l	페놀 0.005 mg/l	세제 0.5 mg/l	So ₄ ²⁻ 200 mg/l	Fe 0.3 mg/l	Mn 0.3 mg/l	Cu 1 mg/l	Zn 1 mg/l	Pb 0.05 mg/l	Al 0.2 mg/l
40	0.6	180	0.4	불검출	불검출	불검출	5	불검출	불검출	불검출	0.035	불검출	불검출
19	0.3	74	0.4	"	"	"	3	"	"	"	0.017	"	0.02
33	0.9	218	0.5	"	"	"	5	"	"	0.015	0.014	"	불검출
80	0.6	243	0.4	"	"	"	불검출	"	"	불검출	0.033	"	"
14	0.3	90	0.4	"	"	"	"	"	0.424	"	0.014	"	"
13	0.6	131	0.6	"	"	"	"	0.06	불검출	"	0.055	"	"

시설 구분	위 치	Cr ⁶⁺ 0.05 mg/l	Cd 0.01 mg/l	As 0.05 mg/l	Hg 불검출 mg/l	Se 0.01 mg/l	카바릴 0.07 mg/l	다이아지논 0.02 mg/l	파라치온 0.06 mg/l
B	곡성군 옥과면 리문리 229	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
B	곡성군 옥과면 울사리 382	"	"	"	"	"	"	"	"
C	곡성군 옥과면 리문리 47	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 옥과면 황산리 157(B-40)	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 옥과면 금단리 184(B-39)	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 옥과면 수리2구	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 옥과면 소룡리 91	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 옥과면 주산리 134	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 옥과면 신흥리 518	"	"	"	"	"	"	"	"
A	곡성군 옥과면 리문리	"	"	"	"	"	"	"	"
A	곡성군 옥과면 신수리	"	"	"	"	"	"	"	"

시설 구분	위 치	Cr ⁶⁺ 0.05 mg/l	Cd 0.01 mg/l	As 0.05 mg/l	Hg 불검출 mg/l	Se 0.01 mg/l	카바릴 0.07 mg/l	다이아지논 0.02 mg/l	파라치온 0.06 mg/l
B	곡성군 삼기면 괴소리 108	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
B	곡성군 삼기면 원동리 246	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 삼기면 월평리 117	"	"	"	"	"	"	"	"
B	곡성군 삼기면 청계리 56	"	"	"	"	"	"	"	"
C	곡성군 삼기면 의암리	"	"	"	"	"	"	"	"
A	곡성군 삼기면 청계리	"	"	"	"	"	"	"	"

클로로포름 0.04 mg/l	말라치온 0.25 mg/l	THMS 0.1 mg/l	1,1,1-T.C.E 0.1 mg/l	T.C.E 0.03 mg/l	P.C.E 0.01 mg/l	디클로로에탄 0.02 mg/l	벤젠 0.01 mg/l	톨루엔 0.7 mg/l	에틸벤젠 0.3 mg/l	크실렌 0.5 mg/l	일반세균 100 /ml	대장균군 음성 /50ml	음용수
불검출	불검출	해당없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	11	음성	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	92	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	98	양성	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	62	"	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	음성	음성	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	94	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	9	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	12	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	음성	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	130	양성	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	320	양성	불량

클로로포름 0.04 mg/l	말라치온 0.25 mg/l	THMS 0.1 mg/l	1,1,1-T.C.E 0.1 mg/l	T.C.E 0.03 mg/l	P.C.E 0.01 mg/l	디클로로에탄 0.02 mg/l	벤젠 0.01 mg/l	톨루엔 0.7 mg/l	에틸벤젠 0.3 mg/l	크실렌 0.5 mg/l	일반세균 100 /ml	대장균군 음성 /50ml	음용수
불검출	불검출	해당없음	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	음성	음성	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	97	"	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	94	양성	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	19	음성	양호
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	86	양성	불량
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	음성	음성	양호

4-5-2 잠재오염원 조사

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

지하수의 수질오염을 유발하는 오염원에는 크게 폐기물의 투기에 의한 오염원과 다른 인위적인 활동에 의한 오염원 등 두 종류가 있다.

< 표 4-4 > 오염원의 종류

폐기물 투기에 의한 오염원	기타 인위적인 오염원
<ul style="list-style-type: none"> • 매립지, 쓰레기더미 또는 지표의 웅덩이 • 광산 폐기물 • 산업폐수의 방류 • 방사성 폐기물의 투기 • 지표에 분산된 슬러지 • 주입관정 	<ul style="list-style-type: none"> • 폐공(지하수개발, 온천수개발등) • 사고로 인한 오염물질의 누출 • 농화학 약품의 살포 • 인위적 지하수 충전 • 도로의 제설용 화학물질 • 유전탐사 • 지하유류 저장탱크의 연결관 • 염수침입 및 염도증가

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

잠재오염원의 또다른 분류인 O.T.A. 잠재오염원 분류를 소개하면 다음과 같다.

< 표 4 - 5 > OTA 잠재오염원 분류

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

위와 같이 지하수의 오염원은 방대하고 우리가 간과하기 쉬운 부분도 많다. 이들중 본 조사 지역에서 유의하여야 할 분야를 선별하여 보면 다음과 같다.

< 표 4-6 > 조사지역 오염원 분류

구 분	종 류	대 상 지 역
제1군	지하 삼투형 정화조, 오수조	옥과읍 등 인구밀집지역
제2군	쓰레기 하치장 쓰레기 처분 유류 등 비축지	설치예정지구 전지역(각면) 삼기면
제3군	송유시설	송유관 통과지역
제4군	농약살포 동물사육	골프장 축산농가 밀집지역
제5군	관정	전지역

본 조사지역의 수질검사 결과를 간략하게 분석 요약하면 다음과 같으며, 상세한 내용은 부표에 수록하였다.

가. 지역별 수질검사 실시현황

(단위 : 개소)

계	검 면	입 면	옥과읍	오산면	삼기면
60	15	16	12	11	6

나. 대수층별 수질검사 현황

(단위 : 개소)

구 분	계	검 면	입 면	옥과읍	오산면	삼기면
계	60	15	16	12	11	6
층적층지하수	48	12	14	9	8	5
암반 지하수	12	3	2	3	3	1

다. 용도별 수질검사 현황

(단위 : 개소)

구 분	계	검 면	입 면	옥과읍	오산면	삼기면
계	60	15	16	12	11	6
농업용수	21	6	5	4	4	2
생활용수	39	9	11	8	7	4

라. 대수층별, 용도별 수질기준 초과개소

(단위 : 개소)

구 분	계	검 면	입 면	옥과읍	오산면	삼기면
개소수	25	4	10	5	4	2
대수층별	충적층	2	8	3	3	2
	암반	2	2	2	1	-
용도별	생활용	2	6	3	2	1
	농업용	2	4	2	2	1

마. 수질기준 초과 항목별 내역

(단위 : 항목)

구 분	계	일반세균	대장균	질산성질소	KMnO ₄	Al
기준초과항목	33	7	20	4	1	1
대수층별	충적층	4	16	3	1	-
	암반	3	4	1	-	1
용도별	생활용	3	12	3	1	-
	농업용	4	8	1	-	1

5. 지하수 관측망 설치

5-1. 목 적

지하수에 대한 인식의 확산으로 많은 부분에서 지하수의 이용이 증가되고 있으며, 지금껏 많은 양의 지하수가 무분별하게 개발되고, 또한 개발된 공에 대한 관리소홀로 오염의 확산정도가 증가되고 있다. 따라서 지하수자원의 효율적인 이용과 보존 그리고 수리적 특성에 대한 체계적인 관리에 대한 필요성이 지역적으로 대두되게 되었으며, 이에 금번 광역수맥조사의 일환으로 자동관측장비를 조사 지역내에 설치하여 장기간에 걸친 관측으로 획득 자료에 대한 신빙성을 확보하고 향후 지하수 개발 및 보존에 효율을 기하고자 한다. 그리고 자동 관측장비로부터 획득되는 자료는 전국토에 대해서 이루어질 지하수에 대한 보전관리에 중요한 자료로 유용하게 활용될 수 있다.

5-2. 위치선정

전국토를 대상으로한 지하수 자원의 합리적 개발과 효율적인 보전을 위해 자동 관측망 설치 위치를 선정하는데 있어서 다음과 같은 조건을 충족해야 할 것으로 판단되었다.

- 전국을 5대강 유역으로 대별하고 다시 여러 개의 소지류로 분류하여 선정할것.
- 유역별로 수문지질조건에 따라 지하수 함양 지역과 배출지역으로 구분하여 기상 및 지표 수문과 지하수문의 상관성 규명이 가능한 지역 선정.
- 단위 면적당 지하수 이용률이 높거나 오염 취약지역에 비중을 두어 설치.
 - 단위 면적당 지하수 이용률이 $100\text{m}^3/\text{일}$ 이상인 지점.
 - 농업용수 이용률이 높은지역.
- 시설 유지 관리측면을 감안 가급적 관공서 및 공공기관의 소재지에 설치.

위의 조건을 최대한 고려하여 광역수맥조사 지구인 곡옥지구(곡성군 5개면)내에서 이 지역의 수리적 특성을 대변할 수 있을 것으로 판단되는 경면과 오산면 복지회관에 충적과 암반관정을 각각 1공씩 착공하고 충적과 암반 지하수 관측기를 설치하였다.

5-3. 관측공 수리특성

관측장비의 설치를 위해 오산면 봉동에 위치한 오산 복지회관과 겸면 남양리에 위치한 겸면 복지회관 내에 암반 1공, 총적 1공씩을 각각 설치하였다. 시추결과 오산면은 겸면에 비해 풍화대가 깊은 편이었으며, 다른 특성은 비슷하게 나타났다. 양수시험은 8시간 동안 실시하였으며, 암반관정에 한하였다. 안정수위에 도달하는 동안 10분간격으로 수위를 측정하였고, 안정수위 도달 후 1시간여 동안 회복수위를 측정하였다. 그 결과 오산면 18m, 겸면 22m 의 안정수위를 유지하였다.

자세한 내역은 표 5-1과 같으며, 암반시추공 주상도는 부록 4와 같다.

< 표 5-1 > 자동 수위관측공 내역

구분	위 치			자연수위 (m)	안정수위 (m)	양수량 (m ³ /d)	관 측 기 기 설치심도(m)
	군	면	리				
총적 OS1	곡성	오산	봉동	4	-	30	8
암반 OD1	"	"	"	5.6	18	100	50
총적 OS2	곡성	겸	남양	5.4	-	30	5.7
암반 OD2	"	"	"	5	22	100	60

5-4. 자동 관측장비 구성 및 설치

금번 곡성지역에 광역 수맥조사 일환으로 설치된 관측장비는 영국 M²사에서 제작한 TUBER series 장비로써 우물, 시추공, 강 그리고 바다 등의 수위변화, 온도, pH, 수리전도도 등의 특성을 주기적으로 장기간에 걸쳐 측정하는 장비이다. 장비는 각종 수리특성을 측정하는 sensor 와 획득된 자료를 처리하고 저장하는 processor로 크게 구성되어 있으며, sensor는 일정 심도의 수중에 위치하여 cable을 통해서 자료를 processor에 전달해 준다. 그리고 측정된 자료는 TIMS라는 operation software를 사용하여 볼 수 있으며, 장비의 각종 선택사항을 조정함으로써 장비를 통제할 수 있다.

관측장비는 대부분이 현장 여러 곳에 분산되어 있고, 장비의 특성상 1km이상 떨어진 곳에는 직접 자료를 전송할 수 없다. 때문에 일정주기로 저장된 자료를 획득하기 위하여 현장을 직접 방문

하여야 하는 불편함을 감수해야 한다. 이런 불편함을 줄이고 시간적 낭비와 자료관리의 효율성을 유지하기 위해 모뎀을 translater와 연결하여 직접 자료를 받아보고, 관측장비를 통제할 수 있게 구성되어 있다. 획득된 자료는 필요에 따라서 분석 관리되어야 하며, 이때 각종 S/W가 사용된다.

다음은 점면에 설치된 관측장비를 이용하여 획득한 자료의 일부를 나타낸 것으로 '97. 2. 11. 11시부터 2. 12. 12시까지의 지하수위, 수온, 수리전도도, pH 등을 자동관측 기록한 것이다. 지하수위는 5.2m 내외, 수온 16℃, 전기전도도(EC) 265 μ s/cm, pH 7.5 내외로 나타났고, 관측시간이 약 25시간으로 단시간이므로 눈에 띄는 변화양상은 보이지 않는다. 그러나 장기간 관측자료를 출력하여 보면 제 수치의 변화양상은 계절적 요인이나 가뭄과 강우 등 기상요인, 지하수 양수영향, 오염물질 침투 등에 따라 변화폭이 크게 나타날 것이다.

Serial Number : 171196
 Device Started : 11/02/97 11:55:55
 Site ID : kyeum
 Person Id : rdccn
 Install Depth : 59.7800
 Reference : Wellhead

Sensors	Rate	Samples	Mode
Level	1H	1035	Roll
Temperature	1H	1035	Roll
Conductivity	1H	1035	Roll
pH	1H	1035	Roll

Date	Time	m	°C	µs/cm/25°C	units
11/02/97	11:55:55	5.200	16.03	276.32	7.57
11/02/97	12:55:55	5.175	16.05	268.73	7.55
11/02/97	13:55:55	5.175	16.09	267.33	7.55
11/02/97	14:55:55	5.200	16.05	268.11	7.54
11/02/97	15:55:55	5.199	16.10	267.47	7.53
11/02/97	16:55:55	5.200	16.06	267.27	7.55
11/02/97	17:55:55	5.175	16.05	266.27	7.55
11/02/97	18:55:55	5.200	16.06	266.63	7.55
11/02/97	19:55:55	5.175	16.03	266.37	7.56
11/02/97	20:55:55	5.175	16.05	266.14	7.56
11/02/97	21:55:55	5.175	16.06	266.45	7.57
11/02/97	22:55:55	5.175	16.08	266.97	7.57
11/02/97	23:55:55	5.175	16.04	266.43	7.57
12/02/97	00:55:55	5.175	16.05	266.92	7.56
12/02/97	01:55:55	5.175	16.10	266.43	7.57
12/02/97	02:55:55	5.175	16.08	264.97	7.57
12/02/97	03:55:55	5.175	16.05	264.19	7.57
12/02/97	04:55:55	5.175	16.05	264.98	7.59
12/02/97	05:55:55	5.175	16.06	263.44	7.60
12/02/97	06:55:55	5.175	16.08	263.07	7.61
12/02/97	07:55:55	5.250	16.05	263.09	7.61
12/02/97	08:55:55	5.200	16.05	264.23	7.60
12/02/97	09:55:55	5.200	16.05	264.87	7.56
12/02/97	10:55:55	5.200	16.08	264.21	8.58
12/02/97	11:55:55	5.200	16.08	263.72	7.58
12/02/97	12:55:55	5.200	16.05	264.26	7.56

6. 지하수 이용현황 및 지하수자원 평가

6-1. 지하수 이용현황

정부의 전천후 농업용수개발 계획의 일환으로 지난 1965년 우리나라에 처음으로 지하수 개발이 시작되어 주로 가뭄대책용 농업용수로 활용되었다. 30여년이 지난 오늘에 와서는 산업구조의 급격한 변화와 경제의 고도성장에 따른 용수 수요의 급증에 힘입어 해마다 30,000여공 이상의 지하수가 개발되어 농업용수는 물론 생활용수 및 공업용수 등 다양한 용도로 이용하고 있다. 그러나 정부주관의 농업용, 공업용 지하수를 제외한 민간용 지하수에 대한 실적과 이용실태에 대하여는 자료가 거의 없는 실정이다.

우리나라 지하수는 여러 용도로 이용되고 있으나 지하수의 개발목적에 따라 일반적으로 생활용수, 공업용수, 농업용수로 분류한다.

각 용도별 지하수 이용현황을 살펴보면 지하수 총 이용량 6.05 백만톤/년 중 생활용수는 12.1%인 0.73 백만톤/년을 사용하고 있으며, 공업용수는 4.3%인 0.26백만톤/년, 농업용수는 83.6%인 5.06 백만톤/년을 사용하는 것으로 나타났으며 각 용도별 이용현황은 다음과 같다.

< 표 6-1 > 용수별 지하수현황

(단위 : 백만톤/년)

용도별	연간이용량	이용률(%)	비고
계	6.05	100.0	
농업용수	5.06	83.6	
생활용수	0.73	12.1	
공업용수	0.26	4.3	

6-1-1. 농업용수

농업용수는 경남북지역의 한밭을 계기로 서부 경남지역에 대한 농업용 지하수 조사를 착수하였으며, 1980년대 초까지 층적층 개발을 위주로 시행해오다 지하수 개발공법과 지하수 장비의 현대화로 심층 지하수 개발이 착수되어 근래에는 거의 암반층 위주로 지하수를 개발하고 있다.

농업용수로 이용되고 있는 지하수는 대부분 농림부 주관하에 한밭 대비용으로 개발되고 있으

며, 시설물은 구경 150mm이상, 채수량 150m³/일 이상인 대형관정과 구경 50mm 이하의 소형관정, 우물 및 집수암거 지하댐으로 구성된다.

전국 용수이용 실태조사 보고서에 의하면 1996년 현재 곡성군의 농업용수는 5.06백만톤/년으로, 토이지용 현황을 보면 논 7,123ha, 밭이 2,693ha 로 대부분의 수리시설이 논농사를 위한 것이다. 몽리면적은 저수지가 265ha를 차지하고 있으며, 조사지역에서 개발된 지하수(층적층, 암반포함)중 논용수가 11ha, 밭용수가 35ha를 점유하고 있다. 위 사항은 등록된 지하수공에 대한 것이며, 등록되지 않은 지하수의 몽리면적을 합하면 더 늘어날 것으로 생각된다.

6-1-2. 생활 용 수

생활용수는 이용형태에 따라 상수도, 간이급수, 학교용수, 국군, 민방위 비상급수 및 하수세로 관리되는 지하수 등 6개 항목으로 구분된다.

상수도용 지하수 시설은 주로 집수정 방식을 이용하여 대용량으로 개발되어 왔으며, 간이급수 시설은 1960년대 이후 상수도 시설이 없는 지역에서 간이급수 시설로 이용하여 왔다. 현재도 시설의 낙후와 수질의 오염으로 인하여 추가 또는 신규로 시설을 개발하고 있어 간이급수 시설에 의한 지하수 이용량은 계속적으로 증가할 것으로 예상된다.

하수세는 지방조례에 의한 지하수를 사용하는 업소에 부과하는 것으로 용도에 따라 가정 및 소규모 개인사업장에서 사용하는 일반용, 목욕탕 및 공공단체 건물등에서 사용되는 공공용, 공원, 공원화장실 및 공공시설에서 사용되는 공중용 그리고 임시용 및 산업용 등이 있다.

95년도 곡성통계연감에 의하면 곡성군의 상수도 1인당 1일 상수도 보급율은 인구비례로 38.2% (5,033명중 1,925명)이고 상수도 공급량 471.63m³/일 중 가정용이 64.1%, 1종 영업용이 약 10%, 2종 영업용이 13.9%, 목욕탕이 0.2%에 달한다.

상수도 보급이 안되고 있는 61.8%의 인구는 산간의 계류를 이용하거나 재래식의 우물을 이용하고 있는 것으로 추정되며, 8개소에서 약820 m³/일은 최근에 지하수를 개발하여 생활용수로 이용하고 있는 것으로 보고되어 있다.

6-1-3. 공 업 용 수

공업용수는 대량의 용수확보를 목적으로 국가공단, 지방공단, 농공단지 및 자유입지업체 등에서 개발하여 사용하고 있다. 인근지역의 지하수위 저하 및 지하로의 오염물질 유입을 쉽게 유발할 수 있을뿐 아니라, 사용한 용수를 폐수처리 과정을 거치지 않고 그대로 방류하여 인근 지하수계의 수질오염에 직접적인 영향을 미칠 수 있으므로 철저한 관리가 요망되기도 한다.

전국용수 이용실태조사 보고서에 의하면 '96년 현재 곡성군의 농업용수는 0.26백만 m^3 /년으로 농공단지의 용수를 공급하고 있으며 농업용수 전량을 지하수로 충당되고 있는 것으로 추정된다.

6-2. 물 수 지 분석

6-2-1. 분석 기준

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

유입 = 유출량 ± 저수량의 변화

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

상기 공식에서 각 요소는 다음과 같이 요약할 수 있다

- 유입량 요소

지하수 유입 + 표면하수(지하수)유입 + 강우 + 유입수

- 유출량 요소

지하수 유출 + 표면하수(지하수)유출 + 증발산량 + 소비된물 + 유출량

- 저류량 요소

지하수 저류량 변화 + 지하수 부존량 변화 + 토양수 변화 등이다.

이중에서 어떤 요소는 매우 쉽게, 그리고 정확하게 측정할 수 있지만 또 다른 요소들은 측정이 불가능한 경우도 있어 상기식을 통상적으로 물수지 분석에 이용하는 단순한 수문 방정식을 표현할 수 있다.

$$P = O + ET$$

여기서 P : 강우량

O : 전유출량

ET : 증발산으로 인한 손실이다.

6-2-2. 강 우 량

본 조사지역의 강우량은 3장에서 분석한 바와 같이 연평균 강우량은 1,257.57mm이다. 조사 지역은 섬진강 상류에 속하며 분수령이 명확하고 독립된 수계를 형성하므로 유입량을 강수량으로 간

주할 수 있다. 강우량에 의한 유입량은 $181,778,610\text{m}^3$ (유역면적) \times $1,257.57\text{mm}$ (연강우량) = $228,609,387\text{m}^3$ 이다. 즉 약 228백만 m^3 의 강수가 본 지역에 유입되고 있다.

6-2-3. 증발산량

수면에서 일어나는 물분자의 이탈을 증발이라 하고 식물의 표면에서의 증발현상을 발산이라 한다. 수문과정에서는 수면에서의 증발과 발산을 함께 취급하는 경우가 많으므로 이를 통칭하여 증발산이라 한다.

증발산은 기상학적 인자 이외에도 식물의 종류, 색깔의 농도, 밀도, 성장속도 그리고 잎 표면의 크기 등 식물요소 뿐만 아니라 토양의 공극율, 투수계수, 입자의 크기 및 토양의 함수율 등에 직접적으로 영향을 받는다. 증발산량을 추정하는 방법에는 여러 가지 방법이 있으나 본 조사에서는 기후인자와의 상관관계에 의한 방법인 Thornthwaite의 방법을 이용하였다. 3장에서 계산된 바와 같이 연 증발산량은 531mm 이다. 본 지구에서 증발산량에 의한 손실은 531mm 로 하였을 때 증발산에 의한 손실은 $181,778,610 \times 531\text{mm} = 96,524,441\text{m}^3$ 이다. 즉 96백만 m^3 /년이다.

6-2-4. 지표유출 및 충전량

지상에 도달한 강수의 일부는 토양내로 침투되고, 그 초과분은 토양의 표면으로 흘러 유출하게 된다. 따라서 강수로부터 야기되는 유출은 침투량에 크게 영향을 미치며, 침투량의 계산은 강수와 유출의 관계에서 필수적인 요소이다. 강수로부터의 유출은 토양의 함수상태에 따라 크게 달라진다. 매우 건조한 상태에의 토양은 무한에 가까운 침투율을 갖고 있으나, 선행강수의 영향으로 토양 수분보유량이 많은 상태라면 같은 강수량이라고 할지라도 건조상태보다 많은 유출을 야기시킨다. 이와 같이 토양의 초기 함수상태에 따라 침투량은 직접적으로 영향을 받기 때문에 강수로부터 발생하는 유출량을 결정하는 요인이 된다.

강수량으로부터 침투에 의한 손실을 뺀 값은 초과강수량 또는 지표유출(run off)이라 하며, 지표유출량 계산방법에는 지표법(index method), W 지표법(W index method), SCS 방법(Soil conservation service method) 등이 있으나, 본 조사지역에서는 SCS 방법을 이용하여 유출량을 계산하였다.

만약 어떤 수역에서 호우로 인한 유출량 자료가 없을 경우에는 직접유출량의 결정이 불가능하며-혹은 W 지표를 구할 수 없으므로 초과강수량을 결정할 수 없다. 이와 같이 유출량 자료가 없는 경우에 유역의 토질특성과 식생피복상태등에 대한 세세한 자료만으로서 총 수량으로부터 초과강수량을 산정할 수 있는 방법을 미국토양보존국(U.S Soil conservation service, SCS)이 개발하였

으며 미계획 유역의 초과강수량(혹은 유효수량)의 산정에 널리 사용되고 있다.

SCS 방법에서는 유효수량의 크기에 직접적으로 영향을 미치는 인자로서 유역을 형성하고 있는 토양의 종류(soil type)와 토지이용(land use) 혹은 식생피복의 종류, 처리상태(cover treatment) 및 토양의 수문학적 조건(hydrologic condition)도 포함하고 있다.

SCS 는 초과강수량(rainfall excess) 또는 직접유출량(Direct condition)을 구하는 방법으로서 다음과 같이 간단한 공식을 제시하였다.

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{P} \dots\dots\dots (1)$$

여기서 F는 시간 (t)에서 토양의 저류량(mm)

S는 토양이 완전포화되었을 경우 저류량(mm)

Q는 직접유출량에 해당하는 유효수량(mm)

P는 누적강수량(mm)이다.

즉 강수로부터 발생하는 직접유출량은 토양이 최대로 저류할 수 있는 양(S)과 실제로 토양으로 흡수되는 물의 양(F)의 함수로 표시되며, 직접유출량과 강수량과의 차이이다.

즉 $F = P - Q$ 이며, 이 관계를 식 (1)에 대입하면

$$Q = \frac{P^2}{P+S} \dots\dots\dots (2) \text{가 된다}$$

식 (2)는 강수가 시작되면서부터 즉시 유출이 발생하는 경우이나 실제로 강수 발생초기에는 강수의 전부가 침투되며 유출이 발생하는 것은 강수 정도에 따라 다르나 얼마간의 시간이 경과된 후에 발생하는 것이 보통이다. 따라서 초기의 침투를 고찰한다면 식 (2)의 P값에서 초기손실(la)을 제하여야 한다.

SCS는 경험에 의하여 $la = 0.2S$ 로 정하였으며, 이 관계를 식 (2)에 대입하면

$$Q = \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S} \dots\dots\dots (3)$$

과 같이 되어, 이것이 곧 총 강수-유효수량 관계이다. 여기서 Q는 0보다 크고 P는 0.2S보다 커야 한다. 식 (3)의 S는 선행 토양 함수조건(Amtecedint soil moisture condition, A.M.C)에 따라 상이한 값을 가지게 될 것이며 선행 강우량의 적은 A.M.C-I 등급에 대한 S는 선행 강우량이 다소 있는 A.M.C-II 등급에 대한 S보다 클것이나 선행강우량이 충분한 A.M.C- III 등급에 대한 S 값보다 작을 것이다. 유역의 잠재보유 수분량을 표시하는 S는 유역의 토양이나 토지이용 및 처리상태등의 이른바 수문학적 토양-피복형(hydrologic soil-cover complexes)의 성질을 대변하는 것으로서 한

유역의 유출능력을 표시하는 유출곡선지수, CN, (runoff curve number)라는 변수를 다음과 같이 S의 함수로 정의함으로써 유출에 미치는 S의 효과를 간접적으로 고찰하게 된다.

$$CN = \frac{25,400}{S+254} \quad \text{혹은} \quad S = \frac{25,400}{CN} - 254 \dots\dots\dots(4)$$

여기서 CN은 SCS에서 토양의 종류 및 지표의 상태에 따라 정한 지표이다.

SCS에서는 식 (3)과 식 (4)를 사용하여 직접유출 또는 초과강수량을 계산하는데 있어서 고찰되어야 할 사항을 다음 세가지로 구분하였다.

- 토양의 종류
- 토지의 사용용도
- 유역의 선행 토양 함수조건

따라서 위의 세가지 요소는 식 (4)의 CN값에 의하여 직접유출량 계산에 반영되었으며, CN의 값도 이에 따라 구분되어야 한다.

SCS에서는 토양의 종류를 유출발생 가능정도에 따라 A, B, C, D의 네가지로 구분하였다.

< 표 6-2 > SCS의 토양의 분류

토양의 분류	특 성
A	최저 유출 발생가능량(Lowest runoff potential)이 있는 진흙, silt가 거의없는 깊은 모래층 또는 자갈층
B	유출 발생 가능성이 다소 높은(Moderately low runoff potential)사질토이며, 침투율은 평균보다 높으나 다소 진흙이나 silt가 함유된 토양.
C	유출 발생 가능성이 B급보다는 높은(Moderately high runoff potential) 토양으로서 진흙에 silt가 많이 섞여 얇은 층을 구성하며 침투율은 평균 보다 다소 낮은 토양
D	유출 발생 가능성이 가장 높은(Highest runoff potential) 토양으로 대부분이 진흙과 silt로서 불투수층과 직접 접하여 있는 토양

위 표는 조사지역내 토지사용 및 SCS의 토양의 분류에 따라 CN값을 제시하고 있으며, 이는 토양의 5일 선행함수조건이 II (보통)인 경우의 값이다.

총 강수량과 유효강수량 간의 관계분석에 있어 5일 혹은 30일 선행 강수량은 한 유역의 선행 토양 함수조건을 대변하는 지표로 흔히 사용된다. 즉 동일한 강수가 내린 경우 선행 강수량이 많

으면 유역 토양의 습윤도가 높으므로 유출율, 즉 유효수량은 상대적으로 많아질 것이나, 선행 강수량이 적을 경우에는 침투손실이 커지므로 유효수량은 적어져서 유출율은 저하하게 된다.

SCS에서 기준으로 삼고 있는 선행 토양함수조건은 1년을 성수기(Growing season)와 비성수기(Dormant season)로 나누어 각 경우에 대하여 다음과 같은 3가지 조건으로 구분하고 있다.

A.M.C-I : 유역의 토양이 대체로 건조상태에 있어서 유출율이 대단히 낮은 상태
(lowest runoff potential)

A.M.C-II : 유출율이 보통인 상태(average runoff potential)

A.M.C-III : 유역의 토양이 수분으로 거의 포화되어 있어서 유출율이 대단히 높은 상태
(highest runoff potential)

상기한 3개의 선행 토양 함수조건은 5일 선행 강수량의 크기에 의하여 습윤정도를 분류하는 기준이 되며, SCS에서 사용하고 있는 5일 선행 강수량의 크기에 따른 A.M.C분류는 다음과 같다.

< 표 6-3 > 선행 토양 함수조건 분류

A.M.C Group	5일 선행 강수량, P ⁵ (mm)	
	비 성 수 기	성 수 기
I	P ⁵ < 12.7	P ⁵ < 35.56
II	12.7 < P ⁵ < 28.0	35.56 < P ⁵ < 53.34
III	P ⁵ > 28.0	P ⁵ > 53.34

흙의 초기 함수상태의 결정은 선행강수(Antecedent precipitation) 에 따라 구분되며 CN값은 아래표에 나타난 유출곡선지수에서 구하였다.

< 표 6-4 > SCS curve number (CN)

(초기 함수상태가 II인 경우)

지표구성	면적(km ²)	%	CN값	가중 평균 CN값
전	14.333	7.82	74	532.8
답	32.005	17.46	85	1610.75
임 야	116.918	63.77	70	4925.2
하천 및 저수지	4.10	2.24	25	35.75
주거지	4.9	2.67	-	-
기 타	11.079	6.04	-	-
계	183.335	100	254	7104.50 ÷ 100 ≈ 71

가중평균 CN값 = 71(표참조)은 초기함수 II에서의 값이므로 이를 I, II의 값으로 바꾸면 다음과 같다.

< 표 6 - 5 > 초기함수조건에 따른 CN값, S값

구 분	수 역		
초기함수조건	I	II	III
CN값	52	71	86
S값	234.0	104.0	41.3

식 (4)에 의거, 잠재보유량 S를 구한후, 이를 총 수량P와 함께 식 (3)에 대입하여 직접유출량(유효수량)q를 계산한다.

상기 자료를 이용하여 조사지역내에서 1994년도의 주요 호우(10mm/일 이상)때 일어나게 되는 지표유출량을 계산하였다. 여기서 년 평균 강수량 1257.57mm('89~'94년) 중 121.9mm가 지표유출되는데 지표유출량은 총 강수량의 9.7%에 해당된다. 총 강수량 1257.57mm/년 에서 지표유출량 121.9mm를 제하고 난 값은 증발산량, 침투량 그리고 토양층내 저류된 물이 되는데, 증발산량은 앞에서 계산된 바에 의하면 531mm가 되므로 실제 조사지역에 분포한 토양층내에 저류된 양의 변화를 무시할때, 대수층내로 유입되는 충전량(recharge)은 다음과 같다.

$$\text{충진량} = 1257.57(\text{강수량}) - 531(\text{증발산량}) - 121.9(\text{지표유출량}) = 604.67\text{이다.}$$

이 값은 지표유출량이 너무 작게 나타나 충전량이 과장되었다. 그래서 이 값을 적용하는데는 어려움이 있다. 따라서 섬진강의 연평균 유출량, 강우량의 37%(상류지역)를 적용하여 구하면 유출량은 465.3mm가 된다. 이 값을 가지고 지하수 함양량을 구하면,

$$\text{지하수 함양량} = 1257.57(\text{강수량}) - 531(\text{증발산량}) - 465.3 = 261.27\text{이다.}$$

< 표 6 - 6 > 토양 - 피복형별 유출곡선지수, CN(A.M.C- I, I_s=0.2S)

토지이용상태	피복처리상태	토양의 수문학적 조건	토양형			
			A	B	C	D
Fallow Row crops	Straight row	-	72	86	91	94
	Straight row	Poor	72	81	88	91
	Straight row	Good	67	78	85	89
	Contoured	Poor	70	79	84	88
	Contoured	Good	65	75	82	86
	Contoured and terraced	Poor	66	74	80	82
	Contoured and terraced	Good	62	71	78	84
Small grains	Straight row	Poor	65	76	84	88
	Straight row	Good	63	75	83	87
	Contoured	Poor	63	74	82	85
	Contoured	Good	61	73	81	84
	Contoured and terraced	Poor	61	72	79	82
	Contoured and terraced	Good	59	70	78	81
	Straight row	Poor	66	77	85	89
Closed-seeded Legumes or rotation meadow	Straight row	Good	58	72	81	85
	Contoured	Poor	64	75	83	85
	Contoured	Good	55	69	78	83
	Contoured and terraced	Poor	63	73	80	83
	Contoured and terraced	Good	61	67	76	80
		Poor	68	79	86	89
		Fair	49	69	79	84
Pasture or range	Contoured	Good	39	61	74	80
	Contoured	Poor	47	67	81	88
	Contoured	Fair	25	59	75	83
		Good	6	35	70	79
Meadow woods		Poor	30	58	71	78
		Fair	45	66	77	83
		Good	36	60	73	79
		-	25	55	70	77
Forests		-	25	55	70	77
Farmsteads	very sparse	-	56	75	86	91
Roads(dirt)		-	59	74	82	86
(hard surface)		-	72	82	87	89
Commercial and Business area		-	74	84	90	92
Industrial area	85% impervious	-	89	92	94	95
Residential area	72% impervious	-	81	88	91	93
	65% impervious	-	77	85	90	92
	30% impervious	-	57	71	86	86

< 표 6-7 > 선형함수조건(A.M.C)에 따른 유출곡선지수의 조정

A.M.C별 CN			S (A.M.C-II) (mm)	Curve의 시점 (mm)	A.M.C별 CN			S (A.M.C-II) (mm)	Curve 의 시점 (mm)
II	I	III			II	I	III		
100	100	100	0.00	0.0	60	40	78	169	33.8
99	97	100	2.57	0.5	59	39	77	177	35.3
98	94	99	5.18	1.0	58	38	76	184	36.8
97	91	99	7.85	1.5	57	37	75	192	38.4
96	89	99	10.6	2.0	56	36	75	200	39.9
95	87	98	13.4	2.8	55	35	74	208	41.6
94	85	98	16.2	3.3	54	34	73	216	43.2
93	83	98	19.1	3.8	53	33	72	225	45.0
92	81	97	22.1	4.3	52	32	71	234	47.0
91	80	97	25.1	5.1	51	31	70	244	48.8
90	78	96	28.2	5.6	50	31	70	254	50.8
89	76	96	31.5	6.4	49	30	69	264	52.8
88	75	95	34.5	6.9	48	29	68	276	54.9
87	73	95	37.8	7.6	47	28	67	287	57.4
86	72	94	41.4	8.4	46	27	66	297	59.4
85	70	94	44.7	8.9	45	26	65	310	62.0
84	68	93	48.3	9.6	44	25	64	323	64.5
83	67	93	52.1	10.4	43	25	63	335	67.1
82	66	92	55.9	11.2	42	24	62	351	70.1
81	64	92	59.4	11.9	41	23	61	366	73.2
80	63	91	63.5	12.7	40	22	60	381	76.2
79	62	91	67.6	13.5	39	21	59	396	79.2
78	60	90	71.6	14.2	38	21	58	414	82.8
77	59	89	76.0	15.2	37	20	57	432	86.4
76	58	89	80.3	16.0	36	19	56	452	90.4
75	57	88	84.6	17.0	35	18	55	472	94.5
74	55	88	89.2	17.8	34	18	54	493	98.6
73	54	87	94.0	18.8	33	17	53	516	103.0
72	53	86	98.8	19.8	32	16	52	538	108.0
71	52	86	104.0	20.8	31	16	51	564	113.0
70	51	85	109.0	21.8	30	15	50	592	118.0
69	50	84	114.0	22.9					
68	48	84	119.0	23.9	25	12	43	762	152.0
67	47	83	125.0	24.9	20	9	37	1016	203.0
66	46	82	131.0	26.2	15	6	30	1440	288.0
65	45	82	137.0	27.4	10	4	22	2286	457.0
64	44	81	143.0	28.4	5	2	13	4826	965.0
63	43	80	149.0	29.7	0	0	0	∞	∞
62	42	79	156.0	31.2					
61	41	78	162.0	32.5					

< 표 6-8 > 광주지역 호우(10mm/일 이상) 기록에 의한 유출량 산출

날 짜	P(m)	Ps(mm)	직 접 수 계				비 고
			A.M.C	CN	S	Q(mm)	
'95. 1.22	15.7	8.3	II	52	234	4.766	
'95. 2.12	23.1	0.0	I	52	234	2.67	
'95. 3. 9	10.2	0.0	I	52	234	6.786	
'95. 4.21	42.1	1.2	I	52	234	0.096	
'95. 4.22	47.1	43.3	II	86	104	18.82	
'95. 5.10	10.4	0.0	I	52	234	6.70	
'95. 5.13	11.2	10.4	II	52	234	6.388	
'95. 5.15	15.2	21.6	I	71	104	0.319	
'95. 5.20	23.5	15.4	I	71	104	0.068	
'95. 5.28	11.2	1.0	I	52	234	6.388	
'95. 6. 2	38.2	11.2	I	52	234	0.328	
'95. 6. 3	42.4	38.2	II	71	104	3.714	
'95. 7. 2	12.3	0.0	I	52	234	5.966	
'95. 7. 7	11.9	13.0	I	52	234	0.131	
'95. 7.21	30.2	7.3	I	52	234	1.267	
'95. 7.23	11.2	36.1	I	52	234	6.388	
'95. 7.24	24.3	47.3	II	71	104	0.114	
'95. 8. 9	19.7	0.0	I	52	234	3.549	
'95. 8.19	16.8	7.0	I	52	234	4.412	
'95. 8.20	26.1	23.8	I	52	234	2.0	
'95. 8.24	23.8	44.9	I	71	104	0.084	
'95. 8.25	14.1	51.9	II	71	104	0.46	
'95. 8.26	28.1	39.9	II	71	104	0.478	
'95. 9. 2	15.6	8.8	I	52	234	0.568	
'95. 9.23	15.8	0.0	I	52	234	4.734	
계	540.2					87.194	

6-3. 지하수 개발가능량 및 개발예정 위치

6-3-1. 지하수 개발가능량

지하수 개발가능량은 수문순환계가 파괴되지 않고 지하수 장애를 일으키지 않는 범위내에서 지속적으로 대수층으로부터 양수할 수 있는 지하수량에 해당하며, 유역 또는 각 지방자치단체의 용수수급계획 수립시 지표로 활용될 수 있다. 여기서 수문순환계의 파괴란 물이 강수, 지표수, 증발산 등의 형태로 끊임없이 자연계에서 순환하는 체계가 파괴되는 것으로, 예를 들면 지하수의 과잉채수로 인한 지하수의 고갈 또는 인근 지하수위의 과도한 강하, 지하수 고갈 및 지반침하, 지하수오염, 염수침입 등과 같이 정상적으로 지하수를 개발·이용하지 못하게 되는 현상을 의미한다.

이러한 지하수 개발가능량은 광역적인 단위로 지하수를 관리하거나 지하수의 개발·이용계획 수립에 필수적인 기본지표이다. 따라서 지방자치단체는 합리적인 지하수 이용 및 보전 계획을 수립하기 위하여 해당 지구내의 지하수 개발가능량을 산정할 필요가 있다.

본 지구에 대하여 함양량 추정산출에 의한 연간 지하수 적정 개발량을 추정하면

$$\begin{aligned} \text{지하수함양량} &= \text{지구면적}(\text{m}^2) \times \text{연평균강수량}(\text{m}) \times \text{지하수함양율}(20.7\%) \\ &= 181,778,610 \times 1.26 \times 47,411,497.1\text{m}^3 \text{ 이다.} \end{aligned}$$

지하수 함양량을 추정하는 다른 방법으로 암석의 평균공극율을 적용하는 방법이 있다. 이경우는 충적층과 암반층을 구분하여 계산한다.

충적층 지하수 부존량은 충적층 평균심도-자연수위 값을 대수층 두께로 설정하였다. 충적층의 하한은 풍화대 상부로 설정하였으며 본 계산에서는 수직비저항탐사 1층 구간을 반영하였다.

$$\begin{aligned} \text{충적층 지하수 부존량} &= (\text{충적층 평균심도} - \text{자연수위}) \times \text{충적층공극율} \times \text{충적층 면적} \\ &= (3.1\text{m} - 2.1\text{m}) \times 35\% \times 55,333,000\text{m}^2 = 19,365,500\text{m}^3 \end{aligned}$$

충적층 평균공극율은 토사층 40%, 사층 35%, 사력층 30%, 혼선석층 25%로 각각 적용하였으며, 충적층면적은 조사면적중 임야 및 대지를 제외한 면적을 적용하였다.

암반층은 평균심도 100m를 적용하였으며 평균공극율은 본 지구의 지질을 대표하는 화강암 및 편마암의 평균공극율 3%(1993, 한정상) 적용하였다.

$$100\text{m} \times 3\% \times 183,335,000(\text{조사면적})\text{m}^2 = 550,005,000\text{m}^3$$

이중 조사지역에서 지하수 개발 가능량을 충적층의 경우 포장능력(부존량)의 20%를 적용하고 암반층의 경우 10%를 적용(1991, 농진공)할 경우 본 조사지역의 지하수 개발 가능량은,

$$(19,365,500\text{m}^3 \times 20\%) + (550,005,000\text{m}^3 \times 10\%) = 58,873\text{천톤이다.}$$

이는 연간 추정 함양량 47,422천톤/년 보다 11,462천톤이 많게 나타난다.

6-3-2 지하수 개발 예정위치 선정

관정개발을 위하여는 위치선정이 가장 중요한데 이를 구분하면 충적층 대상과 암반층 대상으로 구분할 수 있다. 충적층이란 암석이 풍화·운반·퇴적된 미고결 퇴적물로서 제3기 이후에 형성된 것으로 본 지구에는 약70여개의 충적관정이 있으며 본 지구내에서도 오염이 진행되고 있는 실정으로 향후 충적관정 개발에 의한 지하수 사용은 많은 제한이 있을 것으로 판단된다. 암반층 지하수는 조사지구가 다양한 암석이 분포하여 암석 경계나 파쇄대 발달지역이 암반 지하수의 부존을 기대할 수 있다. 암석별로 화강암과 편마암 분포지역에 지하수부존량이 기대된다. 본 조사지구에서 지하수 부존이 비교적 양호한 지역은 입면의 덕봉리, 금산리, 만수리, 대장리, 매월리, 삼오리이며 옥과면의 수리, 소룡리, 결면의 마전리, 사정리, 상덕리, 운교리, 삼기면의 원등리, 금반리, 청계리, 오산면의 운곡리, 연화리, 봉동리 등이다.

7. 지하수자원 개발계획

7-1. 용도별 소요수량

본 지구 대부분이 농촌지역으로 소규모 축산업이 이루어지고 있다. 상수도 보급은 간이 상수도(일부는 지표수)에 의존하고 있으며 대형 암반관정에 의한 공급은 6공 1,496m³/일에 불과하다, 따라서 본 조사지역 전반에 대한 안정적인 생활용수 공급이 요구된다.

면 별	가구수	인구수	수요량(m ³ /일)	급수사용량		소 요 수 량
				공 수	사용량 (m ³ /일)	
계	5,345	16,743	7,970	6	1,496	6,474
검 면	916	2,800	1,333	1	155	1,178
입 면	1,246	3,845	1,830	-	-	1,830
옥과면	1,515	5,033	2,396	1	233	2,163
오산면	720	2,193	1,044	3	778	266
삼기면	948	2,872	1,367	1	330	1,037

생활용수 1인 급수량은 '94 서울시 평균 476ℓ/인을 적용할 경우 추가소요 수량이 6,744m³/일 정도로 추정된다.

7-2. 소요수량 공급방안

본 조사지역에 장기적 광역 상수도 공급계획이 없을 경우 그 대안으로 암반관정 개발이 요구된다. 이를 위하여는 생활용수 공급용 암반관정의 이용량을 공당 100m³/일 로 볼 경우 68공이 필요하다.

8. 지하수 보전 관리

우리나라 지하수 개발을 1970년대부터 본격적으로 추진되어 왔으나 지하수의 개발과 이용에 따른 법적, 제도적 규제장치없이 필요에 따라 무계획적으로 지하수가 개발·이용되었으며 대도시에서는 유류비축시설, 대형건축물, 쓰레기매립장 등의 건설과 농어촌 지역에서는 공장폐수, 축산폐기물, 농약 및 비료살포등으로 지하수 수질오염, 지하수위 저하, 지하수 고갈, 지하대수층 변형 등 지하수 부존환경에 커다란 변화를 초래하고 있다.

1980년대 중반 이후에는 고심도 암반 착정장비가 국내에 대량 보급되어 충적지층은 보호벽(케이싱)으로 차단하고 암반지하수를 개발·이용하게 되었으나, 그 이전 대부분의 지하수 시설은 얕은 심도로 개발 되었기에 지표 오염원으로부터 각종 오염물질이 관정 내에 침투되어 지하수 오염을 촉진하고 있는 실정이다.

지하수는 지표수와 같이 수문순환과정에 의해 보충되는 자원이지만 적정 수준 이상으로 지하수를 채취하거나 훼손시키면 여러 형태의 장애가 발생하게 된다. 일단 훼손된 지하수 대수층의 복원에는 오랜 기간과 막대한 비용이 소요되거나 전혀 복원이 불가능한 경우도 있으므로 사전에 철저히 보호하면서 합리적으로 사용하는 것만이 보전 관리를 위한 최선의 방안이다.

다행히 정부에서는 국내 지하수 자원의 체계적인 보전 관리와 합리적인 이용을 위하여 1993년 12월 10일 지하수법을 제정 공포하여 지역별로 종합적인 지하수 관리 대책을 수립할 수 있도록 지원하고 있다.

본 장에서는 조사 지역의 항구적인 지하수 보전관리를 위하여 필요한 사항들, 즉 지사후 환경재해와 보전대책, 지하수 시설물의 관리, 지하수 관측망 설치운영의 필요성, 지하수 정보관리시스템 구축 등에 대하여 약술코자 한다.

8-1. 지하수 환경재해

주요 지하수 환경재해는 과잉양수에 의한 수원고갈, 지하수위 강하에 따른 지반침하, 지하수위 변화에 따른 각종재해, 지하수 구조물 설치에 따른 지하수유동 변화, 지하수 오염에 따른 피해 등을 들 수 있으나, 본 조사지역에서 특히 유의하여야 할 사항으로는 다음과 같은 것들이 있다.

8-1-1. 과잉 양수에 의한 수원고갈

관정에서 지하수를 양수하면 관정 주변의 지하수위가 강하하고 양수를 중단하면 수위가 회복된다. 양수에 의한 수위 하강과 회복이 단기간에 반복되면 별반 문제는 발생치 않지만, 지하수의 밀집 개발과 지하수 함양을 초과하는 과잉양수로 인해 수위가 저하되고 수원이 고갈된다. 지하수는 그 유동 속도가 느리기 때문에 대수층이 원상태로 회복되는데는 오랜시간이 걸린다.

본 지역에서는 지하수 시설이 밀집되어 있는 입면 삼오리, 겸면 마전리, 오산면 봉동, 삼기면 일대 지역이 특히 과잉양수가 되지 않도록 관리하여야 할 것이다.

충적층과 풍화대를 주요 대수층으로 개발된 소형관정도 적절한 양수기종을 선택하여 국부적으로 급격한 수위강하가 발생치 않도록 지도하여야 할 것이고 우물 주위에 보호관 등을 설치하여 표류수 유입을 방지 하여야 한다.

8-1-2. 지하수위 강하에 따른 지반침하

지반침하는 주로 지하수위 과잉 양수에 의해 지하수위가 급격히 저하되면서 지반의 압축, 압밀 등으로 발생한다. 제한된 일정 지역에서 지하수를 밀집 개발하여 함양량보다 많은 지하수를 장기간 양수할 때 지반이 침하되거나, 지층이 연약할 경우 지하수가 포화된 지역과 포화되지 않는 구역간에 부등침하가 발생될 수 있어 건축물, 토목구조물 설치에 주의가 필요하다. 본 지역에서는 인구 밀집지역인 옥과 일대가 주요 관리대상 지역이다.

8-1-3. 지하수위 변화에 따른 각종 장애

지하수위 강하에 따른 수량고갈과 지반 침하외에도 지표 오염물질의 침투 촉진, 해안지역 지하수의 염분 상승, 간척지 토양에서의 지표염해 발생, 식물고사 등과 같은 장애가 유발될 수 있다.

반대로 지하수위가 상승되면 습지화, 경사지의 사면안정성 저하로 산사태(Land Sliding)발생 등이 촉진된다.

본 지역에서는 인구 밀집지역, 대량 취수지역, 골프장, 대형공장, 도로, 절개사면 등이 주요 관리대상이 된다.

8-2. 지하수 재해방지 대책

8-2-1. 지하수량, 지하수위 보전 대책

지하수의 밀집개발, 과잉양수, 유동장애, 수위 강하를 방지하기 위해서는 신규개발 시설에 대해

서는 사전 전문기관의 조사 또는 환경영향조사를 시행하여야 하고 기존시설 역시 지하수 이용에 대한 제도적, 법적인 제한조치가 필요하다.

가 기존 지하수 이용시설에 대한 제한

- 기존 지하수 시설은 시설별 양수량을 지정(계측, 기록의 의무화)
- 기존 지하수 시설에 피해를 줄 수 있는 지상 또는 지하시설물의 설치시에는 환경영향조사 의무를 부과하고 허가를 얻도록 제한조치
- 주변환경에 과도한 영향이 우려될 때는 시설폐쇄

나. 지하수 개발 이용 신규시설 제한

- 모든 지하수 이용시설은 전문기관의 사전 정밀조사 결과를 제출하고 허가를 받아 개발 시설토록 함.
- 지하수 개발제한 구역 지정

8-2-2 지하수 시설의 오염방지

지표 또는 지하로부터의 오염물질 유입을 방지하기 위해서 오염방지 시설을 설치해야 한다.

가. 상부보호공은 콘크리트 제품으로 가로, 세로, 높이는 각각 100cm 이상, 두께 15cm 이상 크기로 하며, 상단부의 높이는 지표면보다 30cm 이상 높게 설치한다.

나. 지하수 개발 이용시설의 지표하부에 있는 보호벽(케이싱)외부의 그라우팅은 두께 5cm 이상이 되도록 하며, 차수용 시멘트를 밑으로부터 충전한다.

다. 지하수 개발 이용시설의 주변 반경 1m 이내의 경사도는 10도 이상으로 한다.

라. 지하수 개발 이용시설 설치시 굴착 등으로 인하여 유입된 오염물질, 파쇄물질, 착정용수 등을 완전히 제거하고 소독한다.

8-2-3. 폐기관정에서의 오염물질 유입차단

지하에 설치한 모든 시추조사공, 지하수 개발 실패공 및 미사용된 폐기관정은 오염물질의 유입이나 확산을 방지하기 위한 시설을 다음과 같이 시공하여야 한다.

가. 지표하부의 그라우팅이 되어 있는 경우에는 토지굴착 깊이까지 불투수성재료(시멘트 슬러리 등)를 주입하여 다짐하면서 되메움(공메작업)한다.

나. 지표하부에 그라우팅이 되어 있지 않고 보호벽(케이싱)이나 유공관(파이프)등이 설치되

어 있는 경우에는 가능한 한 이를 제거한 후 토지굴착 깊이까지 불투수성재료(시멘트 슬러리 등)를 주입하여 다짐하면서 되메움(공메작업)한다.

8-2-4. 오염원 격리대책

가. 하수도망 정비

오염원에서 배출되는 폐수는 발생원에서 일부 제거되고 하수도를 통해 이송되어 하수처리장에서 처리된다. 그러나 법적규제 대상에 포함되지 않는 소량의 폐수는 그대로 하수도로 방류되는데 하수시설이 불완전한 경우에는 이동 중에 누수되어 지하수를 오염시킨다.

국내의 하수도는 대부분 합류식이며 분류식으로 설치된 지역도 우수관 및 하수관이 노후 혹은 잘못 연결되었거나 관리가 소홀하여 이음이나 경사가 불량한 곳으로 폐수가 누출되어 지하수를 오염시키는 것을 방지하기 위하여는 하수도망에 대한 정밀조사를 실시한 후 보수공사를 시행하여야 한다.

나. 쓰레기, 산업 폐기물 매립장 차수시설

○ 침출수 오염방지 기술

매립지에서 침출수의 오염방지 기술 적용은 오염물질의 성분, 지역특성 및 지하수의 오염물질 간의 거리 등에 의해 결정된다.

오염수의 이동에 직접적인 영향을 미치는 매립 지반의 우수 계수와 오염물질의 반응 또는 생분해 정도 등이 있는데 이들 요소는 현장처리기술 적용여부를 결정하는 것이 중요하다.

이러한 기술은 침출수와 지하수의 분리기술과 오염수의 확산방지 기술로 나누어진다. 지하수 침출수 분리기술은 매립층을 통과한 침출수가 매립지 하부의 오염되지 않은 지하수층으로 유입되는 것을 방지하는 기술로써 위생매립지에 적용이 가능하다. 반면, 오염수의 확산 방지 기술은 비위생 매립지에서처럼 침출수에 이미 오염된 지하수가 지표수 및 오염되지 않은 지하수계를 오염시키는 것을 방지하는 기술이다.

○ 침출수 오염 교정 기술

비위생 매립지에서 발생한 침출수에 의한 지하수 오염을 교정하는 기술은 크게 오염수의 직접 추루 기술과 수리동력학적 조절 기술로 대별된다.

오염수의 직접 추출 기술에는 오염수 차단 시스템, soil venting 및 추출 및 재주입 시스템 등이 있다. 이러한 오염수의 직접 추출 기술은 정화 효과가 빨리 나타나는 장점이 있으나, 지층의 투수계가 매우 낮거나 조성이 복잡한 경우 또는 불균질한 매립지에는 적용하기 어려운 단점이 있다.

오염수 차단 시스템은 배수로, 지하유공 파이프(Buried Perforated Pipe) 및 도랑(Trenches) 등을 이용하여 지하수면 근처의 오염수를 제거하는 기술로써, 일반적으로 얇은 대수층에서 지표면 근처의 오염수 제거에 이용되고 있다. 오염수 차단 시스템으로는 폐유나 개솔린 같은 NAPLs(Nonaqueous Phase Liquids)에 의해 오염된 지하수를 제거할 때 이용되는 도랑등이 있다.

Soil Venting은 비포화층에서 진공 펌프를 이용하여 휘발성 유기 오염물질(VOCs)을 제거하는 기술로서, 적절히 운용되면 개솔린이나 Solvents등과 같은 휘발성 오염물질로 오염된 매립 토양에 대하여는 가장 경제적인 교정 기술이지만, 시스템의 설계가 매우 복잡한 단점이 있다. 추출 및 재주입 시스템은 추출정으로 포화대내에 설치하여 오염수를 강제 추출하고 추출된 오염수를 처리하여 정화한 후 주입정으로 재주입하는 기술로서, 추출정과 주입정의 갯수 그리고 위치 및 추출물을 결정하는 것이 중요하며, 이때 매립지 운영방침, 장비 및 비용 등의 조건을 함께 고려하여야 한다. 또한 주입정의 설계는 시간이 경과함에 따라 정화조의 주입에 의한 수위분포 변화를 감시할 수 있는 모니터링 시스템이 필수적이다.

수리동력학적 조정기술은 지하의 수리동력학적 조건을 이용하여 침출수에 의해 오염된 대수층을 정화하는 기술로써

- 주변 수계(강, 호수)로의 유출을 방지하기 위해 수위를 낮추는 방법
- 매립층의 수분 함량을 감소시켜 오염수의 이동을 저하시키는 방법
- 오염수를 주입정과 추출정에 의해 형성된 저압 지역에 한정시키는 방법 등이 있다. 이 기술은 추출정과 주입정의 적절한 운전이 필수적이고, 변화하는 지하수위에 대응할 수 있는 전체 시스템의 설계가 중요하다.

8-3. 지하수 시설물의 관리

지하수 오염방지를 위한 광역적 종합대책도 필요하겠지만 우선은 기존의 지하수 시설물과 신규 개발되는 지하수 관정의 관리는 더욱 중요한 사항으로 주요 착안사항은 다음과 같다.

8-3-1. 시설관정 관리

이미 시설된 지하수 시설물(주로 음용수나 대량취수관정)에 대한 주요 관리사항은 다음과 같다.

- 사용량 제한: 기 파악된 1일 사용량의 초과사용 억제
- 정기적인 시설점검 실시: 출수장치의 훼손 변조유무, 양수기록 수질검사, 자료수집, 수위 측정, 주변위해환경 유무 등을 점검

- 수질검사
- 관정 및 이용시설의 정기적인 소독 실시
- 지하수 DATA BASE 운영으로 지하수문 환경변화 분석

8-3-2. 신규지하수 개발시 유의점

- 지하수개발 허가제 운영 철저
- 대량 취수시설(1일 300m³ 이상)은 사전 지하수 전문가로 하여금 지하수 환경영향조사 실시
- 지하수 전문기관 또는 지하수 전문기술 자격보유자 시공
- 준공시설의 철저한 확인
- 관련자료의 확보·관리

8-3-3. 폐공 발생억제 및 발생 폐공처리

일반적으로 지표를 통한 지하수 오염은 오염물질의 침투 과정에서 여과, 흡착, 분산, 그리고 변질 등의 과정을 거치면서 완만한 속도로 진행되나, 지하 대수층과 직결되어 있는 관정은 지하수 오염의 통로나 마찬가지로 실폐공의 완벽한 처리는 지하수 오염방지에 매우 중요한 사안이다. 그러나 보다 근본적인 대책은 폐공 발생을 억제하는 것이다. 본 항에서는 폐공발생 원인과 억제대책, 발생된 폐공의 처리방법에 대하여 논하고자 한다.

가. 폐공발생 원인

- 지질조사 및 지하수 조사용 소구경 시추공
 - 기초지반 지질조사 시추공
 - 지층, 토질시료 채취공
 - 지하수 조사 소구경 시추공
 - 광산 기타 조사목적의 시추공
- 지하수 조사 및 개발시의 착정공
 - 채수량 부족(실폐공)
 - 시공불량
 - 수질불량

- 지하수 사용중에 발생하는 폐기공
 - 채수량의 급격한 감소
 - 우물 스크린, 파이프의 침식
 - 우물 스크린의 피복으로 인한 우물 폐쇄
 - 과잉양수로 인한 대수층 파괴
 - 우물 스크린의 부식으로 인한 우물의 함몰
 - 염수의 침입
 - 지하수의 오염
 - 지하수의 채수로 인한 지반침하
 - 지하수의 채수로 인한 식물고사
 - 타수원 대체로 인한 미사용, 가동중단 또는 방치된 공
 - 가옥, 건물, 공장 등 시설폐기물로 인해 방치된 관정
 - 양수 및 전기시설 등 고장으로 방치된 관정

나. 폐공발생 억제 대책

지하수 개발시 폐공율의 감소는 결국 폐공발생을 억제하는 효과가 있으며 지하수 오염방지 시설의 철저한 이행은 지하수의 수질을 오랫동안 보존하게 될 것이다. 폐공발생의 원인과 폐공율 감소방안으로는 다음과 같은 것을 생각할 수 있다.

- 지하수 수맥탐사의 철저한 이행
- 폐공부담금의 징수
- 내구성 있는 우물자재의 선택
- 규격 스트레너 사용
- 지하수 신고때 지하수 조사보고서 징구 등이 있으나 대표적인 것은채수량 부족에 따른 실패공 발생이다.

본 조사 지역의 분포지질상 부존성의 양호도는 설옥리층, 변성암편마암, 화강암 순으로 볼 수 있고 기설관정조사와 물리탐사 결과를 분석하여 볼때 지역적으로는 입면이 다소 양호 하고 옥과, 삼기, 오산이 보통, 경면은 다소불량하게 분류된다. 물론 지질구조대의 발달상태, 함양 여건에 따라 지역간 편차가 심하겠으나, 물리탐사, 시추 조사등 수맥조사 결과 확인된 적정 양수량을 개발 목표로 수량을 정하는 것이 가장 합리적인 방법이다. 1일 200m³/D 채수 규모의 관정개발이 어려운 지역에서는 목표채수량 확보를 고집하며 폐공을 연발시킬것이 아니고 100~150m³/D 규모로 2

개소를 개발하여야 하겠다. 다음으로 많은 폐공원인은 수질 불량이다. 사용목적에 따라 수질이 부적합한 경우 불량 원인이 지질적인지 인위적인지를 판단하여 용도 변경이나 개발지구 변경 등을 통하여 폐공의 연발을 막아야 하겠다.

다. 폐공처리(되메움)방법

폐공처리 과정은 우물의 형태에 따라 다소 차이가 있으나 전체적인 처리방법은 유사하므로 여기에서는 스크린이 설치된 우물의 경우를 대표적으로 기술하고자 한다.

- 우물의 직경과 깊이 및 지하수위 위치 측정
- 케이싱의 제거: 가능한 케이싱을 제거한다.
- 봉인재료의 최소 사용량 결정

우물 내부 부피를 결정하여 폐공처리에 소요되는 봉인 재료의 최소 부피를 다음 식에 의하여 구한다.

$$V = \frac{3.14 \times \gamma^2}{144} \times D_1 (\text{ft}^3)$$

$$= \frac{3.14 \times \gamma^2}{1550} \times D_2 (\text{m}^3)$$

여기서 V = 부피

γ = 폐공의 내부반경에 1/4inch를 더한 값(inch)

* 케이싱 제거가 힘든 경우 : 폐공의 내부반경

D_1 = 지표면 1ft아래로부터의 전우물 깊이(ft)

D_2 = 지표면 1ft아래로부터의 전우물 깊이(m)

○ 봉인재료의 선택

- 봉인재료의 종류

① 조립의 벤토나이트

Baroid Drilling Fluid, Inc에서 생산된 Holeplug와 같거나 비슷한 제품(입경 : 3/8 ~ 3/4inch)

② 시멘트 그라우트

포틀랜드 시멘트와 물의 구성으로 소규모의 수축 균열은 문제시되지 않는 곳에 사용된다.

③ 시멘트/벤토나이트 그라우트

시멘트 94lb, 벤토나이트 3.8lb, 물 8gallon의 혼합물이다. 이것을 혼합하면 밀도 103lb/ft³인 그라우팅이 생성되어 진다. 시멘트를 혼합하기 전에 벤토나이트와 물을 완전히 섞는 것이 바람직하다. 이 그라우팅은 우물의 하단부에 위치하는 나공구간이나 길이가 10ft 내외인 스크린을 설치한 모든 우물에 사용가능하다.

④ 미세한 시멘트(microfine cement)그라우트

미세시멘트는 Geochemical Co.에 의해 생산된 MC-500마이크로 시멘트와 같거나 비슷한 것으로, 미세한 시멘트 그라우팅은 미세한 시멘트(44 μ m보다 작은 입자가 적어도 50%인 포클랜드/슬래그)와 같은 중량의 가용수로 만들어진다. 미세한 시멘트는 보통 44lb(20Kg)에 사용되며 이 때에 밀도 94lb/ft³인 그라우팅이 생성된다. 이 그라우팅은 스크린의 길이가 10ft 이상인 경우에 사용된다.

라. 봉인방법

위에서 언급된 그라우트를 파이프를 통하여 주입한다. 파이프는 그라우트 진행에 따라 끌어 올려지는데, 파이프의 하단은 항상 그라우트 표면으로부터 적어도 10ft아래에 잠겨져 있어야 한다. 회석되지 않는 그라우트가 지표면에 닿을때까지 계속해서 주입한다. 진흙저울로 그라우트 혼합액 밀도의 95% 이상이어야 한다.

지표면 하부 32ft까지 상기 방법으로 충전한다.

마. 상단부 되메움

그라우트는 최소 24시간 방치한다.

만약 케이싱이 제거되지 않은 경우에는 지표면 하부 3ft 아래까지 터파기를 하여 노출되는 케이싱을 제거한다. 케이싱 제거전 그라우팅 수위가 지표면 아래에서 3ft 미만이면 그 level에 그라우트를 추가 보충한다. 케이싱 제거 전후에 그라우트를 첨가할 수 있으나 최소한 전단계의 그라우트가 24시간 방치된 후에 첨가 작업이 진행되어야 한다.

아직 채워지지 않은 지표면 하부 3ft에서 지표면까지는 깨끗한 흙으로 다짐기계를 이용하여 되메움한다.

바. 폐공처리 보고

계약자(시공자)는 폐공을 시행한 날짜, 시간, 봉인재료 및 봉인방법, 적절한 기록, 측정치를 포함한 폐공처리에 관련된 모든 과정을 기록, 보고해야 한다.

8-4. 지하수관측망 설치 운영

본 조사지역 지하수관측망 설치에 대한 사항은 제5장에서 거론하였다.

본 장에서는 본 지역 지하수 종합관리측면에서 근본적인 관측망 설치를 하여 조사구역 내 지하수리 변화를 체계적이고 과학적으로 관측하고자 설치운영을 제안하는 바이다.

8-4-1. 관측망 설치 기본방향

가. 목적에 따라 지하수 관측망은 측정대상이 여러가지가 있겠으나 수위관측망과 수질오염 관측망을 통합하여 양자를 동시에 관측할 수 있는 자동관측 시스템을 설치하는 것이 바람직하다. 측정항목으로는 수위, 수온, 전기전도도(EC), 수소이온농도(pH)센서에 의해 4가지 측정된 자료를 송수신회선(공중전화선, PC통신용)및 모뎀을 통해서 사무실에서 자료를 획득할 수 있도록 하고, 특히 수리전도도(EC)와 수소이온농도(pH)가 급격한 변화를 보일때는 즉시 현장의 수중모터펌프를 이용하여 수질시험용 지하수 시료를 채취한 후 수질을 검사하여 지하수 수질 오염 진해여부를 파악하도록 하여야 하겠다.

나. 관측정 설치는 지역 또는 수계별 구역단위로 균등하게 설치하여야 하겠으며 가능한 시설 관정을 최대한 활용하므로써 예산절감과 관정관리에 유리하도록 하고, 그 외 신규관측정 설치가 필요한 곳에는 관측정을 신설하여 우물설치, 보로시설등을 설치하고, 자동관측 시스템과 송수신회선(PC통신용), 모뎀을 설치 운영할 수 있게 한다.

다. 지역 관측망은 향후에 각 시군별 지하수 관측망이 연계운영될 수 있도록 광역적인 Key Station의 개념에서 배치한다.

8-4-2. 관측망 구축

본 조사지구의 관측망구축은 유역별로 해당하는 지역단위를 설정하기 위하여 우선적으로 조사지역을 2개소의 수역으로 구분하고 유역별 주요 하천 및 지하수 집수유역을 기준으로 지형 및 지질조건을 고려하여 4개소의 관측 대상 구역(옥과천, 사미천, 죽림천, 입면천)으로 재구분 하였다.

가. 지하수 관측공 위치선정 기준

지하수 관측망을 구축하기 위한 관측정의 설치지점은 지하수 유동 및 부존특성과 지하수위, 수

질등의 변동상황 파악이 용이한 지점이어야 하므로, 관측정 설치가 필요한 선정기준을 정하여 이 중에서 2가지 이상의 조건을 만족시키는 지역에 대해서 우선적으로 관측정으로 설치한다.

- 제1조건 : 지하수 이용이 높은 지역(50m³/일/km²이상인 지역) 및 지하수 이용 비율이 높은 지역
- 제2조건 : 수계별, 유역별로 수문지질적으로 지하수의 함양지역으로 구분가능 지역
- 제3조건 : 수계별, 유역별로 주문지질적으로 지하수의 배출지역으로 구분가능 지역
- 제4조건 : 지하수위, 수질등의 변화상황을 지속적이고 장기적으로 감시 관측할 수 있으며 관측 자료 수집이 가능한 지역
- 제5조건 : 지하수 자원부존의 광역적인 수위분포 및 배경적 수질자료 획득이 가능한 지역
- 제6조건 : 지하철 및 지하 시설물등으로 인한 특이한 수위강하 예상지역
- 제7조건 : 지질분포별 배경적 수위 및 수질파악이 필요한 지역
- 제8조건 : 자동화 측정을 위한 통신모뎀용 전화 송수신 회선 설치 지역
- 제9조건 : 기존의 비상용수 관정이 위치한 지역중에서 기설관정을 관측정으로 이용가능한 지역
- 제10조건 : 신규 착정 관측정 설치가 가능한 국가기관 및 공공기관(동사무소, 공원 등)이 위치한 지역
- 제11조건 : 신규 관측정 위치로 선정된 지역중 토지이용 문제점이 있을경우 그 인근 지역 국가 및 공공기관 토지에 선정가한 지역

나. 관측정 위치선정

금번 조사시 설치한 기존의 2개소와 추가로 설치를 제안하는 지구 등을 요약정리하면 다음과 같다.

< 표 8 - 1 > 지하수 관측망 기설치 및 향후설치 예상지역

공 변	위 치		수계(유역)	비 고
	읍 면	동 리		
○	오 산	봉 동	옥과천	기 설 치
○	삼 기	남 양	삼기천	"
△	입 면	합 강	옥과천	군 설치 계획지구
□	옥 과	죽 점	옥과천(죽림천)	향후 추가 설치 제안지구
□	입	매 월	입면천	"

다. 자동관측 시스템 설치

관측정 여러 개소에서 일정한 시간에 지하수의 수위와 수온, 수소이온농도(pH), 전기전도도(EC)등을 관측하여 그 변화를 분석해야 하는 경우에는 인력 및 관리측면에서 동시에 전 관측정에서 이와 같은 작업을 시행하기는 거의 불가능하다. 따라서, 지하수의 수위변화등을 자동으로 관측하여 동시에 현장자료를 원격지에서 획득하고 제어가능한 자동 관측장비가 개발되어 사용되고 있다. 앞으로 본 지역의 관측망 구축에 대비하여 몇가지 관측장에 대하여 그 특성을 비교 정리하였다.

< 표 8-2 > 지하수 관측시스템 기종 검토

품명 및 제작사	형 태	규 격	검 토 사 항
기 종 : Troll 4100 제작사 : In-SITU Inc	일체형 (미국)	1. 기억용량 : 208Kb(EEPROM) 2. 데이터 저장능력 : 100,000점 3. 정확도 : 수위 FSR0.05% 수온 0.1C 전기전도도 : 1 ~ 100,000s (자동범위값 조정) PH : [2년이상 보정기간 (오염지역2년)] 4. 직경 : 38mm 5. 전원 : 내장형 배터리, 외장형 배터리 AC전원, 자동차시가객 전원	- pH보정시기: 1~2년 - 전기전도도 자동조정 - 현장에서 조사자료 검색 - 노트북 활용가능 - 모뎀설치 가능 - ON-LINE설치가능 - 신제품으로 실험확인중
기 종 : Well Sentinel3100 제작사 : IN-SITU Inc	분리형 (미국)	1. 기억용량 : 1,024K 2. 데이터 저장능력 : 520,000점 3. 정확도 : FSR0.05% 수위, 수온, 전기전도도, PH *FSR = FULL SCALE RANGE 4. 직경 : 93.75mm(센서 : 25.4mm) 5. 전원 : 배터리, AC전원, 자동차시가객 전원	- 현장에서 조사자료 검색 - 노트북 활용가능 - 모뎀설치 가능 - ON-LINE설치 가능
기 종 : CR 10 제작사 : CAMPBELL	분리형 (미국)	1. 기억용량 : 64K 2. 데이터 저장능력 : 25,000점 3. 정확도 : +0.1% 수위, 수온, 전기전도도, pH 4. 직경 : 35mm 5. 전원 : 12V(배터리) 습도조절(제습기 설치)	- 메모리 카드에서만 사용 가능 - 습도조절(제습기) 첨가, 단점 - 모뎀설치 가능

품명 및 제작사	형 태	규 격	검 토 사 항
<p>기종 : CTDP300</p> <p>제작사 : GREEN</p> <p>SPAN</p>	<p>일체형</p> <p>(호주)</p>	<p>1. 기억용량 : 64K (확장가능)</p> <p>2. 데이터 저장능력 : 32,000점</p> <p>3. 정확도 : 수위 수위 FSR± 0.03%</p> <p>수온 0.1℃</p> <p>전기전도도 FSR+0.2%</p> <p>pH : +0.2PH</p> <p>4. 직경 : 60mm</p> <p>5. 전원 : 내장형 배터리, 외장형 배터리, AC전원</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 현장에서 조사자료 검색 노트북 활용가능 - 모뎀설치 가능 - ON-LINE설치 가능 - 96서울시 자동관측시험 설치 운행(2지구) PH센서:Jel TYPE (1~2년마다 세척) - 일체형중 개별타입 (센서위치 개발 분리)형 으로 신뢰할 수 있는 측 정 자료 획득
<p>기종 :</p> <p>WATER MATE-400</p> <p>제작사 : 바이텍 코리아</p>	<p>일체형</p> <p>(한국)</p>	<p>1. 기억용량 : 256K</p> <p>2. 데이터 저장능력</p> <p>3. 정확도 : 수위 : 0 ~ 200m(0.025%)</p> <p>수온 : -20 ~ 80C(0.1C)</p> <p>전기전도도 : 0~100ms/cm(3%)</p> <p>pH : 0 ~ 14(2 ~5%)</p> <p>4. 직경 :</p> <p>5. 전원 : 내장형 배터리</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 메모리 카드 삽입식 검색 - 모뎀설치 난이 - 직접 현장에서 노트 북으로 자료 받음 - 자료 분석 및 그래프 작 성 자체 P/G미개발
<p>기종 : Troll 4000</p> <p>제작사 : In-Situ</p>	<p>일체형</p> <p>(미국)</p>	<p>1. 기억용량 : 200K EEPROM</p> <p>2. 데이터 저장능력 : 100,000점</p> <p>3. 정확도 : 수위 : FRS0.05%</p> <p>수온 : 0.1C</p> <p>전기전도도 : 1 ~ 100,000s</p> <p>pH : +0.1PH</p> <p>4.직경 : 38mm</p> <p>5.전원 : 내장형 배터리, AC전원, 자동차</p> <p> 시가잭 전원</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 현장에서 조사자료 검색 노트북 활용 가능 - 모뎀설치 가능 - ON-LINE설치 가능

품명 및 제작사	형 태	규 격	검 토 사 항
기종: TUBER-SERIES I 제작사: M2	일체형 (영국)	1. 기억용량 : 64Kb 2. 데이터 저장능력 : 42,000점 3. 정확도 : 수위 0.02% 수온 : 0.1C 4. 직경 : 40mm 5. 전원 : DC	- 현장에서 조사자료 검색시 노트북 활용가능 - 수위 수온만 측정
기종: TUBER-SERIES II 제작사: M2	분리형 (영국)	1. 기억용량 : 64Kb 2. 데이터 저장능력 : 42,000점 3. 정확도 : 수위±0.02% 수온±0.1C 수리전도도 pH측정 4. 직경 : 40mm 5. 전원 : DC	- 현장에서 조사자료 검색시 노트북 활용가능 - 수위, 수온은 기본, 수리전도도, PH측정은 옵션사양
기종: HEMIT 2000 제작사: In-SITU Inc	분리형 (미국)	1. 기억용량 : 64Kb 2. 데이터 저장능력 : 32,000점 3. 정확도 : 수위 0.005% 수온 : -40 ~ 70C 수리전도도 : 1 ~ 100K μ s/cm 지하수흐름 : 4. 직경 : 30mm 5. 전원 : Lithium배터리(DC) (+12VDC ~ +18VDC 50ma) AC겸용	- 현장에서 조사 자료 검색 노트북 활용가능 - 모뎀설치 가능 - ON-LINE설치 가능
기종: RS 341 제작사: ROTEC-SYSTEM	일체형 (오스트리아)	1. 기억용량 : 2. 데이터 저장능력 : 3. 정확도 : 수위 0.1% 수온 : -15~40℃ 4. 직경 : 5. 전원 : Nicd 배터리(충전용) (8.4V/1200MA)	- 습도조절 - 사용가능한 상대 습도조건(10~95%)

나. 형태별 장단점

형태	장 점	단 점
분리형	<ul style="list-style-type: none"> - 유지관리 경제적 - 센서 고장시 개별분리 교체가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 가격 고가 - 센서 종류별 케이블 별도 필요 - 설치작업 불편(다중 케이블)
일체형	<ul style="list-style-type: none"> - 가격 비교적 저렴 - 단일 케이블 사용, 관리편리 - 설치작업 간편 - 유지관리 편리 <p>(일부품목(용액 TYPE)매월 세척요하나, 신제품(JEL TYPE)은 1~2년마다 세척보정)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 일부센서 고장시 전체를 인양해야 함 (교체기간 동안 작동 중단)

다. 결 론

○ 분리형보다는 일체형이 최신형으로 우수함

- (자료관리 측면): 일체형은 센서 1개의 고장시 센서 전체의 교체가 불가피하여 분리형도 마찬가지로 고장시 센서별로 인양이 현실적으로 난이함.
- (경제적인 측면): 일체형은 최신형으로 정기적인 pH센서 세척 등의 유지관리 및 정기적인 보정이 요구되나 가격이 염가이며, 측정자료가 신뢰할 수 있음.
- pH센서 세척
 - └ 용액 TYPE : 매월 1회
 - └ JEL TYPE : 1년 ~ 2년 1회

8-5. 지하수 보전구역 지정

지하수 보전구역을 지정하는 문제는 상당히 광범위하고 전문성을 요구하는 분야로서 아직까지 구체적인 방법과 기준은 정립되어 있지 않다. 그러나 지하수 오염방지를 위한 보전구역을 설정하기 위해서는 지역적 특성이 우선적으로 고려 되어야 할 것이다. 다음은 일반적으로 검토해 볼 수 있는 기초적인 지하수 보전구역 설정 방안중의 하나이다.

가. 지하수 함양지역에서의 보전구역 설정

지하수는 대개의 경우 강수가 지표의 토적물을 통과하여 유입되면서 지하수면으로 함양되므로 만약 지하수 함양량이 인위적인 활동에 의하여 방해되면 지하수의 부존량과 우동량이 감소하게 되고 결과적으로 지하수 개발가능량이 적어지게 된다. 또한, 함양지역으로부터 수질이 오염되기 시작되면, 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. 그러므로, 지하수의 수원지인 함양지역 주변의 지하수 함양 방해시설물들과 잠재적인 환경오염원으로부터 철저히 보호하는 대책수립과 이의 체계적인 수행은 지하수자원의 보전 및 관리에서 상당히 중요하다. 본 조사 지역의 함양지역은 옥과천 지류의 상류부 지역을 대상으로 볼 수 있다.

나. 오염원 주변지역에서의 보전구역 설정

지하수의 잠재오염원이 존재하는 지역에서는 전술한 바와 같이 지하수 오염 취약지구를 설정하여 이들 지역을 통한 지하수의 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. 금회 본 지역에서는 총 60개소의 지하수질조사 결과 전반적으로 수질이 양호한 편이나 일부 관정에서는 주로 대장균, 일반세균, 질산성 질소등이 검출되어 주요 오염원이 인축의 배설물임을 암시하고 있다. 관내 지하수 오염원에 대한 오염방지대책은 물론 오염된 지역에서 오염원의 확산도 방지하여야 한다.

다. 취수정 주변 지역에서의 보전구역 설정

취수정 주변 지역에서의 지하수 보전구역이란 음용수 목적으로 취수하는 관정 주변에서 지하수에 오염물질이 유입되는 것을 방지하기 위하여 설정하는 보호구역을 말한다. 따라서 용수공급을 위하여 사용중인 공용 취수정을 보호한다는 의미로, 이들 주변지역을 보호하여, 관정으로부터 취수되는 지하수의 오염을 방지하고 궁극적으로 이를 용수로 사용하는 지역 주민들의 건강과 복리를 보호하려는 것이다. 지하수원을 보호하는 방법으로서 독일, 스위스, 네덜란드를 포함하는 유럽의 11개국에서는 이미 이러한 보호구역을 설정하여 이 지역 내 잠재오염원에 대하여 특별한 제재를 가하는 프로그램을 실행중에 있다. 본 지역에서는 공공용대형관정 19개소에 대해서는 최소한 우물 주변만이라도 보전구역으로 관리하는 것이 좋겠다.

8-6. 지하수 정보관리 시스템 구축

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 전산시스템으로 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 자료의 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 지하수정보관리 시스템의 구축이 필요하다.

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

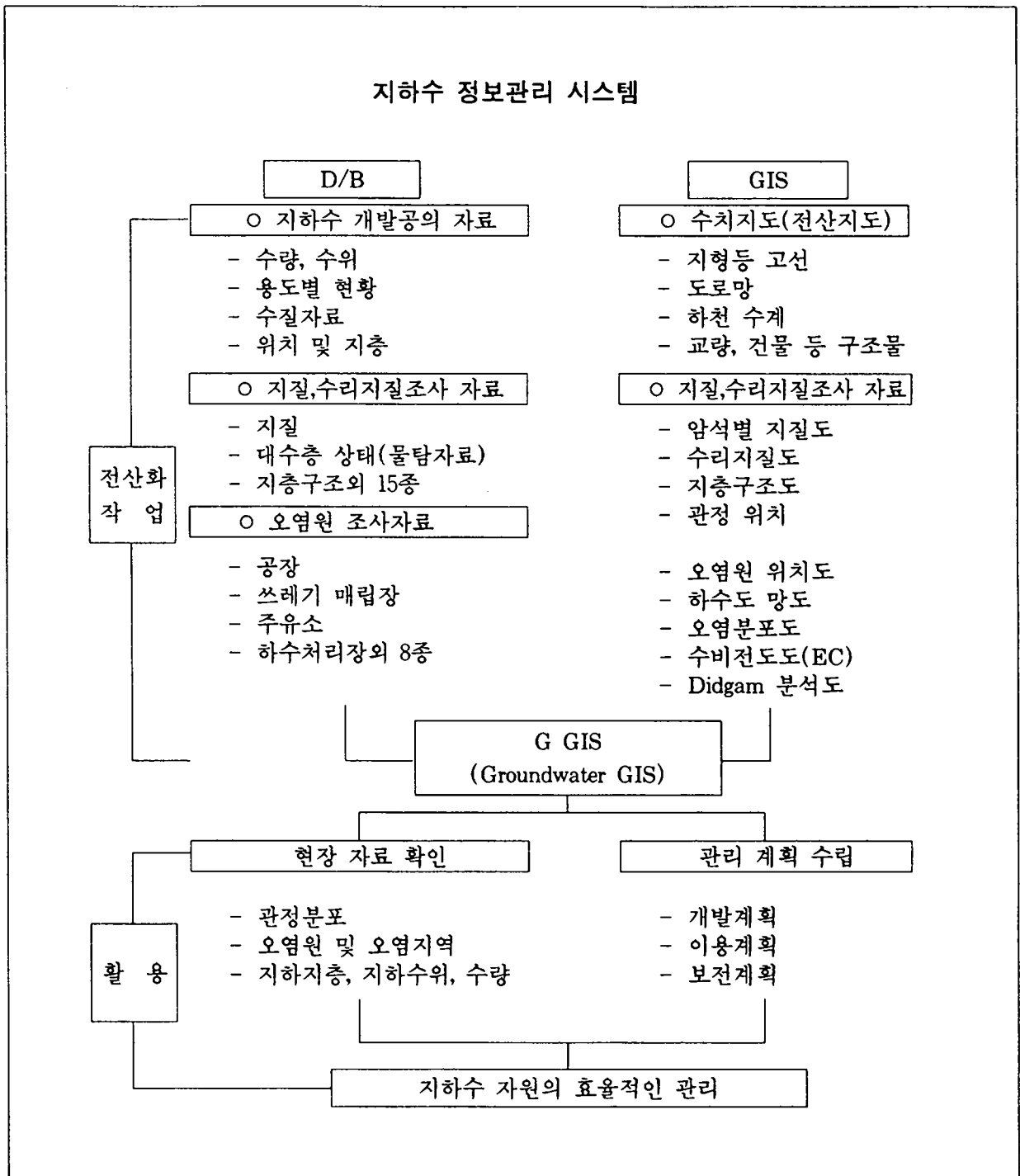
지하수 수질의 일반적인 항목(색, 탁도, 맛)등과 유기물, 무기물의 함량을 수록한 수질 데이터베이스는 두 번째 유형의 예라고 할 수 있다. 시추시 취합되는 토양 및 암상의 종류와 깊이, 시추공 내에서 획득되는 지하수의 심도별 투수계수, 수위, 대수층의 깊이 및 종류 등을 취합할 수 있는 지질자료 테이블 역시 두 번째 유형으로 분류될 수 있겠다.

일반적으로 널리 활용되고 있는 사용 GIS는 첫 번째 유형의 자료를 처리하는 데는 탁월한 기능들을 갖고 있다. 또한 첫 번째 유형의 자료처리를 위해서는 수리지질학적 훈련을 받은 전문가들 보다는 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 변화폭 역시 매우 적어서 지형고도의 조그마한 변화에도 매우 민감하다. 이러한 전문분야의 특성에서 유래되는 정보처리의 문제는 전산 전문가와 수리지질 전문가가 밀접한 공동연구 및 작업을 통하여 해결하여야 하겠다. 우리공사에서는 시범적으로 아래와 같은 원칙하에 구축을 추진중이다.

- 실무자들이 이용할 수 있는 PC급 H/W와 이에 구동할 수 있는 S/W를 활용한다.
- 실무자들이 해당지역의 자료를 직접 입출력 및 수정할 수 있는 시스템을 구축한다.
- 본 시스템의 활용으로 실무자들이 느낄 수 있는 가시적인 업무 효율화를 제공한다.
- 향후 지하수 자료의 중앙 자료은행 구축을 용이하게 하기 위하여 자료의 전환이 용이한

S/W를 활용 혹은 제작한다.

지하수자원의 효율적인 관리를 위한 지하수 정보관리시스템을 요약하면 다음과 같다.



<그림 8-1> 지하수 정보관리 시스템

9. 결 론

1. 조사지역은 전라남도 곡성군 옥과면, 겸면, 삼기면, 오산면, 입면 1개군 5개면이 포함되며, 조사면적 183,335Km²에 대하여 광역수문지질조사를 실시하였다.
2. 본 지역의 지형은 소백산맥과 노령산맥의 중간지대에 해당되며 주변부는 산지가 높게 발달되어 있으며 주로 고지층인 편마암류로 구성되어 있다. 중앙부는 낮은 구릉과 평야부로 이루어졌으며 지질상태는 화강암이 기저를 이루고 있다. 수계는 삼기면 통명산과 대명산을 분수령으로하여 겸면 중앙부로 유입되는 지류와 기우산을 분수령으로 옥과천으로 합류하는 지류로 분류된다.
3. 물리탐사는 극저주파탐사, 전기수직탐사, 전기수평탐사(쌍극자)를 실시 지역별 지하수 부존성에 대한 조사를 실시 하였다. 본 지구의 1층 심도는 0~3.14m(139 Ω -m), 2층심도 3.14~26.2m(226- Ωm), 3층심도 26m~(1471 Ω -m)로 나타났다.
4. 수질검사는 총60개소중 암반관정 12개, 충적관정 48개를 실시하였다. 분석결과 25개소에서 부적합 판정이 나왔으며, 부적합 항목은 일반세균, 대장균, 질산성 질소 등이다. 이는 주요오염원이 인축의 배설물로 판단된다. 건설중인 쓰레기 하치장, 송유시설, 골프장, 축산농가 등의 오염물질에 대한 각별한 주의가 필요하다.
5. 지하수 관측망설치는 본 지역 겸면과 오산면에 충적관정과 암반관정에 각각 1조씩 2조를 설치하였으며, PC통신용 송수신 회선을 설치하여 원격지인 사무실에서 자료를 받아볼 수 있다.
6. 지하수 함양율을 강수량 대비 20.7%로 볼때 연간 지하수 함양량은 47.411천톤이며 이는 공급율을 적용한 지하수 함양량 58.873천톤보다 낮게 나타났다.
7. 생활용수 추가 소요수량은 6.744톤/일이며 이에 대한 공급계획이 요구되고 있다.

8. 지하수 오염에 대한 중요성을 인식하고 그 원인과 대책을 분석하여 지하수가 오염으로부터 보호될 수 있도록 해야 할 것이다. 또한 지하수 관측망의 적지 설치와 효율적인 운용을 통한 섬진강의 지류인 본 지역의 지하수 자원의 평가와 효율적인 관리가 요구된다.

여 백

부 록

1. 전기비저항탐사 총괄표
2. 저주파탐사 총괄표
3. 수위관측공내역
4. 관측정 시추(확공개발) 주상도

여 백

1. 전기비저항탐사 총괄표

여 백

측 점	위 치		제1층		제2층		제3층		비 고
	군	면	심 도	비저항	심 도	비저항	심도	비저항	
E-1	곡성	삼기	0.0~1.7	206	1.7~23.4	48	23.4~	142	
E-2			0.0~1.0	375	1.0~12.7	37	12.7~	313	
E-3			0.0~1.6	116	1.6~15.2	71	15.2~	284	
E-4			0.0~4.2	286	4.2~25.0	90	25.0~	180	
E-5			0.0~3.2	135	3.2~23.5	115	23.5~	1172	
E-6			0.0~2.8	50	2.8~11.2	25	11.2~	198	
E-7			0.0~2.3	96	2.3~25.0	42	25.0~	446	
E-8			0.0~0.9	139	0.9~19.3	63	19.3~	1081	
E-9			0.0~1.9	71	1.9~15.7	54	15.7~	3947	
E-10			0.0~1.7	169	1.7~20.5	102	20.5~	691	
E-11			0.0~8.7	225	8.7~32.6	770	32.6~	1213	
E-12			0.0~1.8	74	1.8~33.8	219	33.8~	20	
E-13			0.0~1.8	66	1.8~17.3	50	17.3~	821	
E-14			0.0~3.0	38	3.0~16.9	327	16.9~	569	
E-15			0.0~3.0	38	3.0~16.9	327	16.9~	569	
E-16			0.0~3.1	38	3.1~45.0	346	45.0~	459	
E-17			0.0~1.4	69	1.4~35.0	70	35.0~	409	
E-18			0.0~5.3	119	5.3~18.3	43	18.3~	207	
E-19			0.0~9.0	81	9.0~30.6	34	30.6~	301	
E-20			0.0~1.6	156	1.6~43.1	138	43.1~	820	
E-21			0.0~1.8	142	1.8~28.3	84	28.3~	815	
E-22			0.0~3.4	138	3.4~13.2	67	13.2~	107	
E-23			0.0~3.7	123	3.7~21.1	147	21.1~	204	
E-24			0.0~1.5	78	1.5~32.5	96	32.5~	143	
E-25			0.0~1.5	21	1.5~28.4	25	28.4~	0	
E-26			0.0~3.8	391	3.8~16.62	78	16.6~	200	
E-27			0.0~2.8	105	.8~41.8	96	41.8~	1358	

측 점	위 치		제1층		제2층		제3층		비 고		
	군	면	심 도	비저항	심 도	비저항	심도	비저항			
E-28	곡성	삼기	0.0~4.4	278	4.4~20.1	63	20.1~	341			
E-29			0.0~3.8	227	3.8~18.0	94	18.0~	845			
E-30			0.0~1.4	145	1.4~11.5	81	11.5~	209			
E-31			0.0~3.5	152	3.5~36.8	143	36.8~	436			
E-32			0.0~1.1	94	1.1~24.1	335	24.1~	251			
E-33			0.0~3.3	136	3.3~9.2	43	9.2~	139			
E-34			0.0~3.7	533	3.7~11.2	86	11.2~	761			
E-35			0.0~5.9	42	5.9~29.1	338	29.1~	65			
E-36			0.0~1.1	51	1.1~9.3	19	9.3~	231			
E-37			0.0~2.7	80	2.7~42.3	224	42.3~	266			
E-38			0.0~1.3	55	1.3~16.4	240	16.4~	472			
E-39			0.0~1.2	60	1.2~15.7	189	15.7~	681			
E-40			0.0~4.4	88	4.4~12.9	301	312.9~	1539			
E-41			0.0~4.3	105	4.3~9.9	157	9.9~	1395			
E-42			0.0~3.3	1556	3.3~19.2	73	19.2~	437			
OW-1			곡성	옥과	0.0~2.5	146	2.5~21.2	108	21.2~	288	
OW-2					0.0~1.2	33	1.2~28.6	80	28.6~	242	
OW-3					0.0~4.6	37	4.6~25.3	99	25.3~	212	
OW-4					0.0~6.8	279	6.8~48.7	176	48.7~	978	
OW-5					0.0~5.9	45	5.9~38.0	60	38.0~	100	
OW-6	0.0~0.9	40			0.9~18.6	65	18.6~	340			
OW-7	0.0~2.3	110			2.3~9.9	171	9.9~	529			
OW-8	0.0~3.4	111			3.4~66.0	669	66.0~	88			
OW-9	0.0~1.0	22			1.0~60.1	248	60.1~	707			
OW-10	0.0~5.1	63			5.1~35.7	236	35.7~	218			
OW-11	0.0~0.6	36			0.6~16.6	121	16.6~	2338			
OW-12	0.0~1.2	100			1.2~14.5	167	14.5~	7236			
OW-13	0.0~4.7	93			4.7~23.6	651	23.6~	673			

측 점	위 치		제1층		제2층		제3층		비 고
	군	면	심 도	비저항	심 도	비저항	심도	비저항	
OW-14	곡성	옥과	0.0~0.7	99	0.7~36.2	259	36.2~	503	
OW-15			0.0~2.7	96	2.7~31.9	151	31.9~	812	
OW-16			0.0~1.7	86	1.7~71.6	771	71.6~	4869	
OW-17			0.0~2.2	127	2.2~59.7	304	59.7~	2083	
OW-18			0.0~1.1	162	1.1~20.1	292	20.1~	1014	
OW-19			0.0~6.3	171	6.3~16.6	353	16.6~	1466	
OW-20			0.0~2.5	31	2.5~18.8	489	18.8~	1956	
OW-21			0.0~4.8	27	4.8~13.6	715	13.6~	839	
OW-22			0.0~3.4	48	3.4~28.4	120	28.4~	846	
OW-23			0.0~3.0	34	3.0~43.8	362	43.8~	587	
OW-24			0.0~3.2	37	3.2~22.1	326	22.1~	901	
OW-25			0.0~3.6	43	3.6~27.7	249	27.7~	701	
OW-26			0.0~4.1	48	4.1~56.1	282	56.1~	244	
OW-27			0.0~5.2	41	5.2~33.0	200	33.0~	673	
OW-28			0.0~0.8	59	0.8~16.0	42	16.0~	4015	
OW-29			0.0~5.3	54	5.3~27.8	361	27.8~	554	
OW-30			0.0~2.3	49	2.3~15.9	32	15.9~	651	
OW-31			0.0~0.9	13	0.9~36.8	207	36.8~	2968	
OW-32			0.0~3.2	59	3.2~39.8	205	39.8~	480	
OW-33			0.0~2.5	51	2.5~21.3	197	21.3~	751	
OW-34			0.0~3.5	26	3.5~16.8	53	16.8~	323	
OW-35	0.0~3.3	93	3.3~53.8	453	53.8~	1967			
OW-36	0.0~1.1	21	1.1~14.8	112	14.8~	1071			
OW-37	0.0~1.7	16	1.7~14.5	88	14.5~	857			
OW-38	0.0~4.5	44	4.5~30.9	298	30.9~	2036			
OW-39	0.0~1.8	86	1.8~17.6	102	17.6~	1987			
OW-40	0.0~1.7	86	1.7~15.2	162	15.2~	1060			
OW-41	0.0~3.0	53	3.0~36.5	307	36.5~	1654			

측 점	위 치		제1층		제2층		제3층		비 고
	군	면	심 도	비저항	심 도	비저항	심도	비저항	
1-1	곡성	입면	0.0~2.1	233	2.1~12.4	65	12.4~	571	
1-2			0.0~3.0	34	3.0~33.1	1029	33.1~	33	
1-3			0.0~1.5	29	1.5~47.1	522	47.1~	386	
1-4			0.0~4.9	812	4.9~14.1	84	14.1~	24464	
1-5			0.0~7.2	107	7.2~10.8	184	1.08~	664	
1-6			0.0~1.8	32	1.8~15.1	22	15.1~	316	
1-7			0.0~4.6	42	4.6~57.0	277	57.0~	85	
1-8			0.0~1.4	185	1.4~53.1	237	53.1~	1445	
1-9			0.0~0.7	48	0.7~51.1	234	51.1~	2389	
1-10			0.0~0.9	144	0.9~25.3	365	25.3~	1218	
1-11			0.0~4.2	50	4.2~10.2	596	10.2~	2078	
1-12			0.0~1.9	63	1.9~27.7	290	27.7~	1794	
1-13			0.0~3.1	31	3.1~39.0	278	3.1~39.0	2075	
1-14			0.0~3.8	204	3.8~17.1	111	17.1~	1685	
1-15			0.0~3.9	636	3.9~17.1	137	17.1~	452	
1-16			0.0~4.9	57	4.9~37.9	393	37.9~	1929	
1-17			0.0~1.8	12	1.8~17.9	99	17.9~	726	
1-18			0.0~0.9	19	0.9~20.4	47	20.4~	1088	
1-19			0.0~1.9	30	1.9~14.4	75	14.4~	3884	
1-20			0.0~4.0	37	4.0~11.7	127	11.7~	2113	
1-21			0.0~6.8	49	6.8~17.3	129	17.3~	590	
1-22			0.0~1.9	109	1.9~21.0	93	21.0~	2556	
1-23			0.0~2.0	63	2.0~16.8	55	16.8~	913	
1-24			0.0~0.7	13	0.7~18.0	53	18.0~	632	
1-25			0.0~3.4	25	3.4~17.0	184	17.0~	910	
1-26			0.0~5.4	26	5.4~25.1	64	25.1~	1200	
1-27			0.0~5.2	21	5.2~37.1	237	37.1~	130	
1-28			0.0~5.9	27	5.9~15.6	384	15.6~	484	

측 점	위 치		제1층		제2층		제3층		비 고
	군	면	심 도	비저항	심 도	비저항	심도	비저항	
1-29	곡성	입면	0.0~0.9	7	0.9~2.9	1343	2.9~	59395	
1-30			0.0~1.6	27	1.6~13.1	21	13.1~	120	
1-31			0.0~2.0	23	2.0~13.8	52	13.8~	128	
1-32			0.0~3.9	17	3.9~16.0	45	16.0~	286	
1-33			0.0~6.0	35	6.0~13.1	193	13.1~	674	
1-34			0.0~1.6	25	1.6~28.7	26	28.7~	79	
1-35			0.0~6.7	36	6.7~54.1	121	54.1~	535	
1-36			0.0~5.3	18	5.3~30.9	280	30.9~	150	
1-37			0.0~1.3	26	1.3~19.5	194	19.5~	715	
1-38			0.0~3.2	42	3.2~27.6	284	27.6~	1157	
1-39			0.0~3.7	15	3.7~33.2	131	33.2~	418	
1-40			0.0~1.8	8	1.8~3.5	167	3.5~	60306	
G-1			곡성	결면	0.0~13.4	84	13.4~17.9	392	17.9~
G-2	0.0~5.6	561			5.6~25.2	404	25.2~	337	
G-3	0.0~0.6	159			0.6~33.5	4733	33.5~	2048	
G-4	0.0~0.7	45			0.7~69.6	480	69.6~	717	
G-5	0.0~2.3	141			2.3~12.9	119	12.9~	831	
G-6	0.0~1.3	56			1.3~19.6	58	19.6~	258	
G-7	0.0~0.8	49			0.8~34.0	90	34.0~	1043	
G-8	0.0~0.8	15			0.8~53.7	202	53.7~	262	
G-9	0.0~4.4	44			4.4~12.2	148	12.2~	18001	
G-10	0.0~2.6	48			2.6~6.4	23	6.4~	7806	
G-11	0.0~0.7	78			0.7~31.6	113	31.6~	830	
G-12	0.0~3.2	230			3.2~10.5	92	10.5~	1246	
G-13	0.0~2.6	310			2.6~38.8	58	38.8~	219	
G-14	0.0~2.9	34	2.9~14.8	49	14.8~	282			
G-15	0.0~1.9	41	1.9~14.8	38	14.8~	2741			
G-16	0.0~0.7	65	0.7~17.2	25	17.2~	5872			

측 점	위 치		제1층		제2층		제3층		비 고		
	군	면	심 도	비저항	심 도	비저항	심도	비저항			
G-17	곡성	겸면	0.0~7.8	304	7.8~31.4	65	31.4~	573			
G-18			0.0~0.1	305	0.1~32	70	32~	562			
G-19			0.0~2.0	309	2.0~13.9	199	13.9~	1100			
G-20			0.0~8.0	180	8.0~30.2	629	30.2~	456			
G-21			0.0~3.5	285	3.5~14.2	88	14.2~	1385			
G-22			0.0~2.2	61	2.2~13.5	56	13.5~	735			
G-23			0.0~2.7	76	2.7~22.3	88	22.3~	2508			
G-24			0.0~1.8	126	1.8~9.7	55	9.7~	902			
G-25			0.0~4.5	46	4.5~16.9	63	16.9~	1107			
G-26			0.0~5.5	362	5.5~17.8	109	17.8~	3982			
G-27			0.0~6.3	580	6.3~17.12	99	17.1~1	1748			
G-28			0.0~2.6	83	.6~16.6	67	6.6~	1517			
G-29			0.0~1.8	49	1.8~18.5	46	18.5~	1346			
G-30			0.0~2.3	930	2.3~12.1	46	12.1~	2609			
G-31			0.0~2.8	78	2.8~25.3	103	25.3~	3998			
G-32			0.0~4.7	267	4.7~16.7	59	16.7~	669			
G-33			0.0~4.4	191	4.4~20.9	37	20.9~	679			
G-34			0.0~3.7	418	3.7~12.9	68	12.9~	976			
G-35			0.0~3.5	73	3.5~43.5	40	43.5~	467			
G-36			0.0~2.1	73	2.1~13.9	53	13.9~	196			
G-37			0.0~3.6	43	3.6~40.2	315	40.2~	57			
G-38			0.0~1.8	129	1.8~10.0	79	10.0~	422			
G-39			0.0~3.4	118	3.4~15.9	234	15.9~	487			
G-40			0.0~5.2	260	5.2~20.0	979	20.0~	1069			
O-1			곡성	오산	0.0~3.3	339	3.3~51.6	198	51.6~	225	
O-3					0.0~3.1	189	3.1~31.9	43	31.9~	1060	
O-4					0.0~6.1	168	6.1~75.4	63	75.4~	2180	
O-5					0.0~2.4	77	2.4~34.7	44	34.7~	54	

측 점	위 치		제1층		제2층		제3층		비 고
	군	면	심 도	비저항	심 도	비저항	심도	비저항	
O-6	곡성	오산	0.0~5.6	25	5.6~54.0	139	54.0~	86	
O-7			0.0~9.4	467	9.4~26.9	97	26.9~	689	
O-8			0.0~3.3	88	3.3~25.3	69	25.3~	208	
O-9			0.0~4.3	185	4.3~17.3	42	17.3~	92	
O-10			0.0~0.7	102	0.7~49.9	274	49.9~	411	
O-11			0.0~2.9	463	2.9~26.0	191	26.0~	373	
O-12			0.0~0.7	61	0.7~39.5	143	39.5~	763	
O-13			0.0~2.7	27	2.7~51.5	477	51.5~	325	
O-14			0.0~5.2	174	5.2~30.8	40	30.8~	343	
O-15			0.0~2.5	173	2.5~55.3	131	55.3~	829	
O-16			0.0~4.5	302	4.5~19.8	110	19.8~	2192	
O-17			0.0~2.4	814	2.4~57.0	87	57.0~	10	
O-18			0.0~3.00	705	3.0~35.0	154	35.0~	5733	
O-19			.0~1.7	43	1.7~48.1	762	48.1~	1360	
O-20			0.0~3.0	250	3.0~11.7	56	11.7~	446	
O-21			0.0~3.0	93	3.0~21.9	86	21.9~	1081	
O-22			0.0~1.6	105	1.6~39.0	93	39.0~	681	
O-23			0.0~5.7	164	5.7~34.5	80	34.5~	740	
O-24			0.0~2.8	163	2.8~13.9	129	13.9~	1975	
O-25			0.0~1.1	168	1.1~10.5	4240	10.5~	1488	
O-26			0.0~2.8	293	2.8~15.7	181	15.7~	1532	
O-27			0.0~2.0	428	2.0~79.6	904	79.6~	1284	
O-28			0.0~5.0	121	5.0~39.0	46	39.0~	474	
O-29			0.0~4.7	161	4.7~35.8	72	35.8~	1591	
O-30			0.0~3.4	90	3.4~34.0	39	34.0~	116	
O-31			0.0~6.0	142	6.0~27.1	28	27.1~	380	
O-32			0.0~0.7	83	0.7~32.5	86	32.5~	1743	
O-33			0.0~2.3	1317	2.3~18.4	81	18.4~	2460	

측 점	위 치		제1층		제2층		제3층		비고
	군	면	심 도	비저항	심 도	비저항	심도	비저항	
O-34	곡성	입면	0.0~4.4	76	4.4~13.4	29	1.34~	164	
O-35			0.0~3.3	92	3.3~14.9	28	14.9~	204	
O-36			0.0~2.5	70	2.5~47.1	55	47.1~	202	
O-37			0.0~2.8	89	2.8~28.9	34	28.9~	109	
지역별 총괄									
		삼기	0.0~2.95	137	2.95~22.6	142	22.6~	589	
		옥과	0.0~2.9	70	2.9~28.5	252	28.5~	1263	
		입면	0.0~3.2	85	3.2~23.8	230	23.9~	2632	
		겸면	0.0~3.3	182	3.3~22.5	256	22.5~	1965	
		오산	0.0~3.3	224	3.3~33.7	252	33.7~	908	
		평균	0.0~3.14	139	3.14~26.2	226	26.2~	1471	

2. 저주파탐사 총괄표

여 백

측점번호	측 점 수	이 상 대 구 간	심 도	비 고
O-1	40	90 ~ 110	20	
O-2	60	80 ~ 95	23	
O-3	55	65 ~ 80, 110 ~ 140	23	
O-4	30	10 ~ 55	30	
O-5	80	180 ~ 20	40	
O-6	60	0 ~ 10, 60 ~ 70	24	
O-7	55	10 ~ 20, 60 ~ 85	15	
O-8	60	80 ~ 90	20	
O-9	50	200 ~ 210	25	
O-10	40	100 ~ 110	15	
소계	530		23.5	
S-1	40	85 ~ 95	17	
S-2	45	70 ~ 90	20	
S-3	38	170 ~ 180	10	
S-4	40	110 ~ 130	8	
S-5	50	-	-	
S-6	40	-	-	
S-7	45	170 ~ 195	15	
S-8	30	50 ~ 90	10	
S-9	40	100 ~ 130	7	
S-10	42	-	-	
소계	550		12.42	
I-1	35	70 ~ 95	5	
I-2	35	0 ~ 30	5	
I-3	20	5 ~ 20	10	
I-4	38	85 ~ 120	15	
I-5	40	170 ~ 190	20	
I-6	39	80 ~ 125	18	
I-7	42	70 ~ 110	15	
I-8	40	0 ~ 15	27	
I-9	30	115 ~ 125	7	

측점번호	측 점 수	이 상 대 구 간	심 도	비 고
I-10	60	40 ~ 110	15	
I-11	36	70 ~ 110	25	
I-12	45	10 ~ 30	13	
I-13	40	130 ~ 190	23	
소계	500		15.2	
G-1	35	40 ~ 80	13	
G-2	37	80 ~ 110	14	
G-3	42	0 ~ 20	25	
G-4	25	80 ~ 90	7	
G-5	22	-	-	
G-6	10	30 ~ 50	13	
G-7	10	18 ~ 35	8	
G-8	45	50 ~ 80	23	
G-9	42	80 ~ 110	25	
G-10	35	70 ~ 100	18	
G-11	40	155 ~ 185	60	
G-12	37	67 ~ 110	24	
G-13	16	10 ~ 20	8	
G-14	40	-	-	
G-15	33	140 ~ 150	15	
G-16	40	-	-	
G-17	22	50 ~ 90	70	
G-18	60	80 ~ 110	20	
G-19	80	60 ~ 90	15	
G-20	50	170 ~ 220	30	
G-21	45	-	-	
소계	791		22.8	
OW-1	47	70 ~ 95	23	
OW-2	20	-	-	
OW-3	20	45 ~ 10	80	

측점번호	측 점 수	이 상 대 구 간	심 도	비 고
OW-4	35	80 ~ 120	10	
OW-5	40	-	-	
OW-6	40	50 ~ 70	15	
OW-7	43	-	-	
OW-8	40	0 ~ 40	25	
OW-9	43	0 ~ 50	5	
OW-10	37	80 ~ 110	10	
OW-11	45	100 ~ 140	16	
OW-12	20	30 ~ 60	10	
OW-13	20	10 ~ 25	20	
OW-14	30	110 ~ 135	20	
OW-15	40	-	-	
OW-16	40	145 ~ 170	40	
OW-17	50	110 ~ 130	30	
OW-18	16	60 ~ 80	55	
OW-19	10	0 ~ 35	20	
OW-20	40	85 ~ 120	25	
OW-21	23	60 ~ 80	13	
소계	699		24.5	
계	3070			

여 백

3. 수위관측공 내역

여 백

공 번	용 도	위 치			우 물 자 재		수 위 관 측		비 고
		면	리	지 목	구경 (m/m)	재질	1차	2차	
옥과-1	농업	옥과	이문	B10A06	80	P.V.C	0.94	0.22	
옥과-2	"	"	율사	"	20	"	측·불		
옥과-3	"	"	"	B10A06	50	"	0.85	0.70	
옥과-4	"	"	"	"	80	"	측·불		
옥과-5	"	"	"	"	30	"	측·불		
옥과-6	"	"	"	B10A06	80	"	1.32	1.28	
옥과-7	"	"	죽림	B09A05	50	"	2.0		
옥과-8	"	"	이문	"	50	"	1.66	1.53	
옥과-9	"	"	"	"	50	"	1.24	0.9	
옥과-10	"	"	"	B09A06	50	"	5.06	4.98	
옥과-11	"	"	합강	"	30	"	1.74		
옥과-12	"	"	"	B10A06	30	"	1.22		
옥과-13	"	"	"	"	30	"	0.20		
옥과-14	"	"	"	B07A08	30	"	0.05		
옥과-15	"	"	"	B08A08	50	"	1.14		
옥과-16	"	"	수리	"	150	"	2.90		
옥과-17	"	"	"	"	50	"	3.65		
옥과-18	"	"	"	"	50	"	2.56	2.31	
옥과-19	"	"	"	"	40	"	1.77	1.65	
옥과-20	"	"	"	"	50	"	2.03	1.86	
옥과-21	"	"	"	"	50	"	2.60	2.52	
옥과-22	"	"	"	"	50	"	0.90	0.83	
옥과-23	"	"	"	"	40	"	0.90	0.74	
옥과-24	"	"	"	"	60	"	3.87	3.75	
옥과-25	"	"	"	"	50	"	4.20	3.97	
옥과-26	"	"	"	"	150	"	5.62	5.42	
옥과-27	"	"	"	"	40	"	3.42	3.26	
옥과-28	"	"	"	"	50	"	3.51		

공 변	용 도	위 치			우 물 자 재		수 위 관 측		비 고
		면	리	지 목	구경 (m/m)	재질	1차	2차	
옥과-29	농업	옥과		"	60	P.V.C	1.60	1.58	
옥과-30	"	"		B08A08	50	"	2.40	2.32	
옥과-31	"	"		B08A08	50	"	3.68	3.52	
옥과-32	"	"		"	40	"	1.03	0.05	
옥과-33	"	"		"	40	"	2.50	2.31	
옥과-34	"	"		"	40	"	3.26		
옥과-35	"	"		"	50	"	3.62		
입-1	"	입		B08A08	50	P.V.C	4.80	4.72	
입-2	"	"	제월	B08A09	50	고무	1.97	1.93	
입-3	"	"	서봉	"	50	P.V.C	0.68	0.61	
입-4	"	"		"	50	"	3.5	3.12	
입-5	"	"	제월	"	40	철재	5.00	4.95	
입-6	"	"		"	50	P.V.C	3.15	3.13	
입-7	"	"	서봉	B08A09	30	"	0.05		
입-8	"	"	대장	"	30	"	2.57	3.66	
입-9	"	"		B08A09	50	"	4.50	4.27	
입-10	"	"		"	35	"	1.69	1.53	
입-11	"	"	약천	"	40	철재	4.95	4.83	
입-12	"	"	만수	"	50	P.V.C	1.30	3.30	
입-13	"	"		"	40	"	3.65	3.64	
입-14	"	"		"	40	철재	4.88	3.88	
입-15	"	"	금산	"	40	P.V.C	1.05		
입-16	"	"		"	200	"	0.80	0.82	
입-17	"	"		"	50	"	1.40		
입-18	"	"		"	80	"	1.00		
입-19	"	"		"	50	"	2.65		
입-20	"	"	매월	"	50	"	4.42		
입-21	"	"		"	50	"	3.25	3.20	

공 변	용 도	위 치			우 물 자 재		수 위 관 측		비 고
		면	리	지 목	구경 (m/m)	재질	1차	2차	
입-22	양 업	입	매월	B09A09	50	P.V.C	1.40	1.22	
입-23	"	"	"	"	50	"	0.90	0.63	
입-24	"	"	흑석	"	50	철재	3.00	2.83	
입-25	"	"	"	"	40	"	2.10	2.10	
입-26	"	"	"	"	50	P.V.C	2.40	2.33	
입-27	"	"	"	"	40	"	1.28	1.18	
입-28	"	"	매월	"	50	"	0.58	0.48	
입-29	"	"	"	"	50	"	1.75	1.54	
입-30	"	"	"	"	50	"	2.10	2.10	
입-31	"	"	"	"	50	"	2.05	2.02	
입-32	"	"	"	"	50	"	5.40	4.47	
입-33	"	"	"	"	40	"	4.30	2.95	
입-34	"	"	매월	"	50	"	2.50	1.85	
입-35	"	"	"	"	50	"	1.86	1.82	
입-36	"	"	"	"	40	"	0.54		
입-37	"	"	금산	"	80	"	1.65	1.65	
입-38	"	"	"	"	80	"	2.20	1.86	
입-39	"	"	"	"	50	"	3.18	2.68	
입-40	"	"	"	"	50	"	1.96	1.61	
입-41	"	"	"	"	80	"	1.77	1.30	
입-42	"	"	"	"	80	"	2.62	2.30	
입-43	"	"	"	"	50	"	1.90	1.48	
입-44	"	"	송전	"	50	"	1.98	1.83	
입-45	"	"	"	"	65	"	3.00	2.84	
입-46	"	"	"	"	70	"	3.05	3.16	
입-47	"	"	"	"	50	"	4.55	4.53	
입-48	"	"	"	B09A08	55	"	1.92	1.64	
입-49	"	"	"	"	50	"	1.90	1.59	

공 변	용 도	위 치			우 물 자 재		수 위 관 측		비 고
		면	리	지 목	구경 (m/m)	재질	1차	2차	
입-50	농 업	입	송전	B09A08	50	P.V.C	2.00	1.79	
입-51	"	"	"	B08A08	50	철재	4.12	4.48	
입-52	"	"	"	"	40	P.V.C	4.75	-	
입-53	"	"	"	"	50	철재	2.10	-	
입-54	"	"	"	"	40	P.V.C	-	-	
입-55	"	"	"	"	50	철재	1.14	1.21	
입-56	"	"	"	"	30	P.V.C	0.43	-	
입-57	"	"	"	"	50	"	1.57	1.24	
입-58	"	"	"	"	30	"	0.15	-	
입-59	"	"	"	"	40	"	1.70	1.51	
입-60	"	"	"	"	50	"	3.00	2.66	
입-61	"	"	"	"	50	"	2.13	1.89	
입-62	"	"	"	"	50	철재	0.88	0.69	
입-63	"	"	"	"	50	P.V.C	2.63	2.35	
입-64	"	"	"	"	50	"	1.44	1.03	
입-65	"	"	청정	"	40	철재	3.88	3.71	
입-66	"	"	입석	"	40	P.V.C	1.33	1.55	
입-67	"	"	"	B09A08	80	"	1.47	2.46	
입-68	"	"	"	"	50	철재	1.55	1.81	
입-69	"	"	"	"	50	"	0.05	-	
입-70	"	"	"	"	50	P.V.C	-	-	
입-71	"	"	"	"	40	"	0.55	0.43	
입-72	"	"	"	"	50	"	4.55	4.30	
입-73	"	"	삼오	"	50	철재	0.87	0.57	
입-74	"	"	"	"	50	P.V.C	1.35	1.13	
입-75	"	"	"	"	40	"	1.49	1.22	
입-76	"	"	"	"	50	"	1.85	1.58	
입-77	"	"	"	"	50	철재	1.38	1.41	

공 번	용 도	위 치			우 물 자 재		수 위 관 측		비 고
		면	리	지 목	구경 (m/m)	재질	1차	2차	
입-78	농 업	입	삼오	B09A08	50	철재	1.67	1.50	
입-79	"	"	"	"	70	P.V.C	2.55	2.38	
입-80	"	"	"	"	50	"	0.95	-	
입-81	"	"	"	"	70	"	1.92	2.02	
입-82	"	"	"	"	60	철재	1.25	1.13	
입-83	"	"	"	"	50	P.V.C	0.22	0.10	
입-84	"	"	"	"	30	"	0.88	2.23	
입-85	"	"	"	"	50	철재	0.30	0.22	
입-86	"	"	"	"	40	P.V.C	2.73	2.56	
입-87	"	"	"	"	50	"	1.09	1.01	
입-88	"	"	입석	B09A08	50	"	0.88	0.74	
입-89	"	"	"	"	50	철재	0.76	0.49	
입-90	"	"	"	"	50	P.V.C	1.16	1.44	
입-91	"	"	"	"	50	"	0.31	0.25	
입-92	"	"	"	"	80	"	1.16	0.86	
입-93	"	"	"	B09A09	70	"	0.52	0.41	
입-94	"	"	"	"	50	"	0.98	0.409	
입-95	"	"	"	"	70	"	0.88	1.68	
입-96	"	"	"	"	50	철재	1.22	1.33	
입-97	"	"	"	"	50	"	1.47	1.31	
입-98	"	"	"	B09A08	70	"	0.14	-	
입-99	"	"	"	"	50	P.V.C	1.57	1.47	
입-100	"	"	입석	"	40	"	1.96	1.99	
입-101	"	"	"	"	50	"	1.84	1.60	
입-102	"	"	"	"	50	"	0.38	0.35	
입-103	"	"	"	"	50	"	2.88	2.72	
입-104	"	"	"	"	50	철재	1.62	1.69	
입-105	"	"	"	"	40	P.V.C	1.80	1.59	

공 변	용 도	위 치			우 물 자 재		수 위 관 측		비 고
		면	리	지 목	구경 (m/m)	재질	1차	2차	
입-106	농 업	입	입석	B09A08	70	P.V.C	2.65	2.61	
입-107	"	"	삼오	"	50	"	0.83	0.50	
입-108	"	"	"	"	50	"	2.23	2.05	
입-109	"	"	"	"	50	"	2.25	2.22	
입-110	"	"	"	"	50	"	1.20	1.19	
입-111	"	"	"	"	35	"	5.18	4.97	
입-112	"	"	"	"	50	"	2.36	-	
입-113	"	"	"	"	55	철재	3.30	1.50	
입-114	"	"	"	"	40	P.V.C	1.92	1.83	
입-115	"	"	"	B09A07	50	철재	1.08	0.83	
입-116	"	"	"	"	50	"	1.06	0.85	
입-117	"	"	송전	B08A08	50	"	4.97	3.60	
입-118	"	"	"	"	50	P.V.C	1.73	1.66	
입-119	"	"	"	"	50	"	2.27	2.07	
입-120	"	"	"	"	40	"	-	-	
입-121	"	"	"	"	50	철재	0.32	4.94	
입-122	"	"	"	B09A08	50	"	-	-	
입-123	"	"	"	"	30	P.V.C	1.33	1.08	
삼기-1	"	삼기	침담	B12A10	55	P.V.C	0.50	-	
삼기-2	"	"	"	"	45	"	0.30	-	
삼기-3	"	"	"	"	55	"	1.70	1.60	
삼기-4	"	"	"	"	35	"	0.65	0.49	
삼기-5	"	"	"	"	45	"	0.14	-	
삼기-6	"	"	"	"	40	"	3.15	2.92	
삼기-7	"	"	"	"	55	철재	0.5	-	
삼기-8	"	"	"	"	40	"	3.60	3.52	
삼기-9	"	"	"	"	40	P.V.C	-	-	
삼기-10	"	"	"	"	45	"	6.50	6.40	

공 변	용 도	위 치			우 물 자 재		수 위 관 측		비 고
		면	리	지 목	구경 (m/m)	재질	1차	2차	
삼기-11	농 업	삼기	첨담	"	55	P.V.C	3.20	2.82	
삼기-12	"	"	"	"	55	P.V.C	1.14	1.07	
삼기-13	"	"	"	"	55	"	2.03	2.00	
삼기-14	"	"	"	"	25	"	0.20	-	
삼기-15	"	"	"	"	40	"	0.40	-	
삼기-16	"	"	"	"	45	"	1.65	1.52	
삼기-17	"	"	"	"	30	"	1.35	1.35	
삼기-18	"	"	"	"	40	"	0.85	0.81	
삼기-19	"	"	"	"	35	"	0.60	0.70	
삼기-20	"	"	"	"	85	"	4.70	4.42	
삼기-21	"	"	"	"	40	"	1.30	1.10	
삼기-22	"	"	"	"	35	"	0.35	0.30	
삼기-23	"	"	"	"	50	"	0.12	-	
삼기-24	"	"	"	"	55	"	-	-	
삼기-25	"	"	"	"	50	"	0.35	1.25	
삼기-26	"	"	"	"	55	"	1.45	1.09	
삼기-27	"	"	"	"	45	"	0.68	0.30	
삼기-28	"	"	"	"	45	"	0.25	0.36	
삼기-29	"	"	"	"	65	"	3.70	2.23	
삼기-30	"	"	밤실	" "	45	"	1.20	2.10	
삼기-31	"	"	"	"	40	"	6.60	3.80	
삼기-32	"	"	"	"	45	"	2.57	1.82	
삼기-33	"	"	"	"	50	"	0.95	0.55	
삼기-34	"	"	밤실	B12A10	55	"	2.15	1.44	
삼기-35	"	"	대명	"	40	"	9.37	2.51	
삼기-36	"	"	농소	"	50	"	0.60	0.50	
삼기-37	"	"	동성	B11A10	45	철재	0.35	-	
삼기-38	"	"	"	"	55	P.V.C	0.75	1.56	

공 번	용 도	위 치			우 물 자 재		수 위 관 측		비 고
		면	리	지 목	구경 (m/m)	재질	1차	2차	
삼기-39	농업	삼기	동성	B11A10	45	P.V.C	0.00	0.30	
삼기-40	"	"	"	"	40	"	2.00	2.03	
삼기-41	"	"	"	"	35	"	2.40	2.10	
삼기-42	"	"	"	"	55	"	2.25	2.05	
삼기-43	"	"	피소	B11A09	45	철재	0.13	0.40	
삼기-44	"	"	"	"	45	P.V.C	3.05	3.40	
삼기-45	"	"	학동	"	40	"	1.10	1.50	
삼기-46	"	"	"	"	60	"	4.85	4.60	
삼기-47	"	"	"	"	55	"	6.00	6.60	
삼기-48	"	"	"	"	60	"	3.40	3.40	
삼기-49	"	"	"	"	60	"	2.40	2.40	
삼기-50	"	"	"	"	55	"	3.25	3.40	
삼기-51	"	"	"	"	55	"	2.00	1.64	
삼기-52	"	"	"	B12A10	55	"	2.95	2.60	
삼기-53	"	"	"	B11A09	85	"	2.20	1.90	
삼기-54	"	"	"	"	55	"	2.30	2.15	
삼기-55	"	"	"	"	60	"	2.40	2.40	
삼기-56	"	"	"	"	60	"	3.20	3.10	
삼기-57	"	"	"	"	85	"	2.74	2.30	
삼기-58	"	"	"	"	55	"	5.15	5.15	
삼기-59	"	"	"	"	85	"	4.40	1.50	
삼기-60	"	"	"	"	70	"	1.45	2.40	
겸-1	"	겸	평장	B10A06	40	P.V.C	7.01	6.93	
겸-2	"	"	"	"	80	"	6.30	6.25	
겸-3	"	"	"	"	50	"	1.30	1.30	
겸-4	"	"	"	"	50	"	-	-	
겸-5	"	"	"	"	50	"	0.79	1.60	
겸-6	"	"	"	"	35	"	1.94	4.96	

공 번	용 도	위 치			우 물 자 재		수 위 관 측		비 고
		면	리	지 목	구경 (m/m)	재질	1차	2차	
검-7	농 업	검	가전	B10A06	30	P.V.C	0.05	-	
검-8	"	"	"	"	50	"	-	-	
검-9	"	"	"	"	30	"	0.10	0.46	
검-10	"	"	지곡	"	40	철재	2.44	2.37	
검-11	"	"	산정	B09A08	55	P.V.C	1.26	1.19	
검-12	"	"	"	"	55	"	1.95	1.90	
검-13	"	"	"	"	55	"	3.73	2.90	
검-14	"	"	"	B10A08	55	"	7.75	1.70	
검-15	"	"	"	B09A08	160	철재	2.10	1.91	
검-16	"	"	"	"	70	P.V.C	2.03	1.90	
검-17	"	"	"	"	70	"	1.17	0.80	
검-18	"	"	마전	"	160	"	0.96	0.75	
검-19	"	"	"	"	40	"	0.44	-	
검-20	"	"	"	B09A07	50	"	2.95	2.79	
검-21	"	"	"	"	70	"	0.32	0.44	
검-22	"	"	"	"	70	"	0.37	0.20	
검-23	"	"	"	"	50	"	1.00	0.77	
검-24	"	"	"	"	45	"	1.15	0.92	
검-25	"	"	"	"	50	"	1.94	1.79	
검-26	"	"	"	"	50	"	2.25	2.07	
검-27	"	"	평장	B10A06	50	철재	2.28	2.05	
검-28	"	"	"	B10A07	50	"	2.03	1.78	
검-29	"	"	기정	"	40	P.V.C	1.60	1.30	
검-30	"	"	"	"	200	"	4.10	3.70	
검-31	"	"	"	"	50	"	2.32	2.13	
검-32	"	"	"	"	50	"	0.18	-	
검-33	"	"	현정	"	40	"	1.69	1.55	
검-34	"	"	남양	"	50	철재	1.60	1.62	

공 번	용 도	위 치			우 물 자 재		수 위 관 측		비 고
		면	리	지 목	구경 (m/m)	재질	1차	2차	
검-35	농 업	검	남양	B10A07		P.V.C	4.51	4.24	
검-36	"	"	대명	B11A08		"	3.81	3.65	
검-37	"	"	"	"		"	0.70	0.75	
검-38	"	"	"	"		"	4.02	3.90	
검-39	"	"	홍북	"		"	1.97	1.70	
검-40	"	"	신흥	B11A09		"	1.05	1.00	
검-41	"	"	홍북	B1A08		"	1.41	1.60	
검-42	"	"	"	"		"	1.95	2.30	
검-43	"	"	"	"		"	2.83	2.85	
검-44	"	"	"	"		"	2.00	2.10	
검-45	"	"	"	"		"	2.45	-	
검-46	"	"	남양	B10A07		"	1.52	1.47	
검-47	"	"	"	"		"	2.32	2.44	
검-48	"	"	"	"		"	1.65	1.67	
검-49	"	"	"	"		"	1.23	1.28	
검-50	"	"	"	B10A08		"	3.27	2.35	
검-51	"	"	홍북	B11A08		"	1.65	1.70	
검-52	"	"	"	"		"	3.30	3.25	
검-53	"	"	"	"		"	1.95	1.88	
검-54	"	"	"	"		"	2.04	2.20	
검-55	"	"	"	"		"	1.65	1.80	
검-56	"	"	남양	B10A08		"	3.83	3.87	
검-57	"	"	홍북	B11A08		"	1.55	1.50	
검-58	"	"	"	"		"	2.05	3.00	
검-59	"	"	"	"		"	4.12	1.15	
검-60	"	"	운교	"		"	3.70	-	
검-61	"	"	"	"		"	1.83	1.810	
검-62	"	"	"	"		"	1.55	1.50	

공 번	용 도	위 치			우 물 자 재		수 위 관 측		비 고
		면	리	지 목	구경 (m/m)	재질	1차	2차	
검-63	농 업	검	운교	B11A08	35	철재	3.45	3.30	
오산-1	"	오산	운곡	B10A05	60	P.V.C	3.50	3.57	
오산-2	"	"	"	"	60	"	-	-	
오산-3	"	"	"	"	60	"	0.30	-	
오산-4	"	"	"	"	20	"	-	-	
오산-5	"	"	"	"	40	철재	0.93	0.92	
오산-6	"	"	연화	"	30	P.V.C	3.60	3.70	
오산-7	"	"	"	B10A06	50	"	2.25	1.87	
오산-8	"	"	"	"	50	"	1.16	0.97	
오산-9	"	"	조양	B12A06	45	"	4.01	4.70	
오산-10	"	"	"	"	210	"	3.65	3.10	
오산-11	"	"	"	"	35	"	1.95	1.95	
오산-12	"	"	"	"	40	"	3.55	3.50	
오산-13	"	"	"	"	240	"	1.25	1.24	
오산-14	"	"	"	"	50	"	2.17	2.13	
오산-15	"	"	단사	B12A07	45	"	2.20	2.10	
오산-16	"	"	봉동	B11A05	250	"	1.78	2.55	
오산-17	"	"	"	"	162	"	1.67	2.50	
오산-18	"	"	"	B11A06	210	"	3.05	2.75	
오산-19	"	"	"	B11A06	160	"	3.07	2.78	
오산-20	"	"	"	B12A06	210	철재	1.32	1.71	
오산-21	"	"	"	B11A05	250	"	3.35	3.07	
오산-22	"	"	"	"	250	"	3.24	-	
오산-23	"	"	"	"	245	"	2.14	1.50	
오산-24	"	"	"	"	210	P.V.C	1.40	1.25	
오산-25	"	"	"	"	240	"	2.40	2.18	
오산-26	"	"	"	"	143	철재	3.12	3.00	
오산-27	"	"	"	"	218	P.V.C	3.05	-	

공 번	용 도	위 치			우 물 자 재		수 위 관 측		비 고
		면	리	지 목	구경 (m/m)	재질	1차	2차	
오산-28	농 업	오산	"	"	245	콘그리트	2.62	2.37	
오산-29	"	"	"	"	315	P.V.C	1.65	1.44	
오산-30	"	"	"	"	225	"	2.35	1.93	
오산-31	"	"	"	"	210	"	0.85	0.75	
오산-32	"	"	"	"	250	"	1.15	0.95	
오산-33	"	"	"	"	160	"	4.10	0.95	
오산-34	"	"	"	B11A05	50	"	1.25	1.18	
오산-35	"	"	포평	"	195	"	1.0	0.71	
오산-36	"	"	"	"	310	"	2.65	2.20	
오산-37	"	"	"	"	210	"	5.65	3.05	
오산-38	"	"	"	"	146	"	4.35	3.80	
오산-39	"	"	가곡	"	55	"	0.00	0.00	
오산-40	"	"	"	"	50	"	0.80	0.60	
오산-41	"	"	"	B11A06	50	"	0.47	0.25	
오산-42	"	"	"	"	40	"	3.65	-	
오산-43	"	"	"	"	85	"	1.85	1.78	
오산-44	"	"	"	"	43	"	0.85	0.70	
오산-45	"	"	"	"	53	"	0.50	0.30	
오산-46	"	"	"	"	50	"	1.0	0.40	
오산-47	"	"	"	"	157	"	2.90	-	
오산-48	"	"	"	"	42	"	3.62	3.12	
오산-49	"	"	"	"	50	"	0.40	0.27	
오산-50	"	"	"	"	160	"	0.50	0.27	
오산-51	"	"	"	"	35	"	0.00	0.00	
오산-52	"	"	"	"	40	"	0.00	0.00	
오산-53	"	"	"	B11A05	200	"	1.90	1.80	
오산-54	"	"	"	"	200	"	2.80	2.48	
오산-55	"	"	"	"	200	"	1.90	1.50	
오산-56	"	"	"	"	200	P.A.C	1.00	0.67	
오산-57	"	"	"	"	210	"	1.75	1.35	

4. 관측정 시추(확공개발)주상도

여 백

관측정시추(화공개발)주상도

1996년도

위 치	전라남도 곡성군 오산면 봉동리			소 유 자	표 고	
조사개발자	지질서구원	운전자	박병구	작업기간	~	
착정기명	TH-10	공압기		공 법		
구경및 심도	φ 14"	10m	우물자재 PIPE φ 8"	40m	X : Y :	
	φ 10"	48m	" S.T. φ 8"	8m		
	φ 6"	10m	" S.K. φ "	EA		
심도 (m)	층후 (m)	주 상 도		지 질	특기사항	비 고
3	3			토사	포토, 암갈색	
10	7			풍화대	화강암의 잔류토 풍화잔류토 상태 황갈색	
58	48			연암	화강암의 연암 회색 신선~경풍화 상태 배수색 : 회색 Slime상태 : 세립질 지하수부존상태 가채수량 : 100T/D	
68	10			보통암	화강암의 보통암 회색 대부분 신선하고 강한 상태 배수색 : 회색~회갈 Slime 상태 : 세립질~중립	

관측정시추(확공개발)주상도

1996년도

위 치	전라남도 곡성군 결면 남양리			소 유 자	표 고	
조사개발자	지질서구원	운전자	박병구	작업기간	~	
착 정 기 명	TH-10	공압기		공 법		
구경및 심도	φ 14"	12m	우물자재 PIPE φ 8"	12m	X : Y :	
	φ 10"	58m	" S.T. φ "	58m		
	φ 6"	30m	" S.K. φ "	30EA		
심도 (m)	층후 (m)	주 상 도		지 질	특기사항	비 고
3	3			토사	포토, 암갈색	
12	9			풍화대	화강암의 잔류토 풍화잔류토 상태 황갈색	
70	58			연암	화강암의 연암 회색 신선~경풍화 상태 배수색 : 회색 Slime상태 : 세립질 지하수부존상태 가채수량 : 100T/D	
100	30			보통암	화강암의 보통암 회색 대부분 신선하고 강한 상태 배수색 : 회색~회갈 Slime 상태 : 세립질~중립	

'96 곡옥지구광역수맥조사보고서

1997년 11월 일 발행

발 행 : 농림부, 농어촌진흥공사

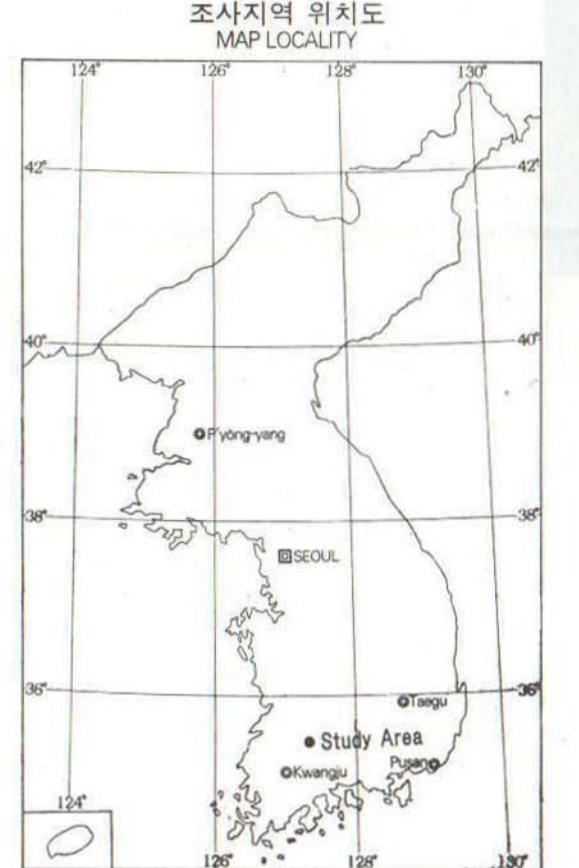
편 집 : 농어촌진흥공사 지하수사업처

인 쇄 : (주)대성인쇄공사 (02)711-3611~7

곡옥지구 광역수맥도

HYDROGEOLOGICAL MAP OF KOK-OK AREA

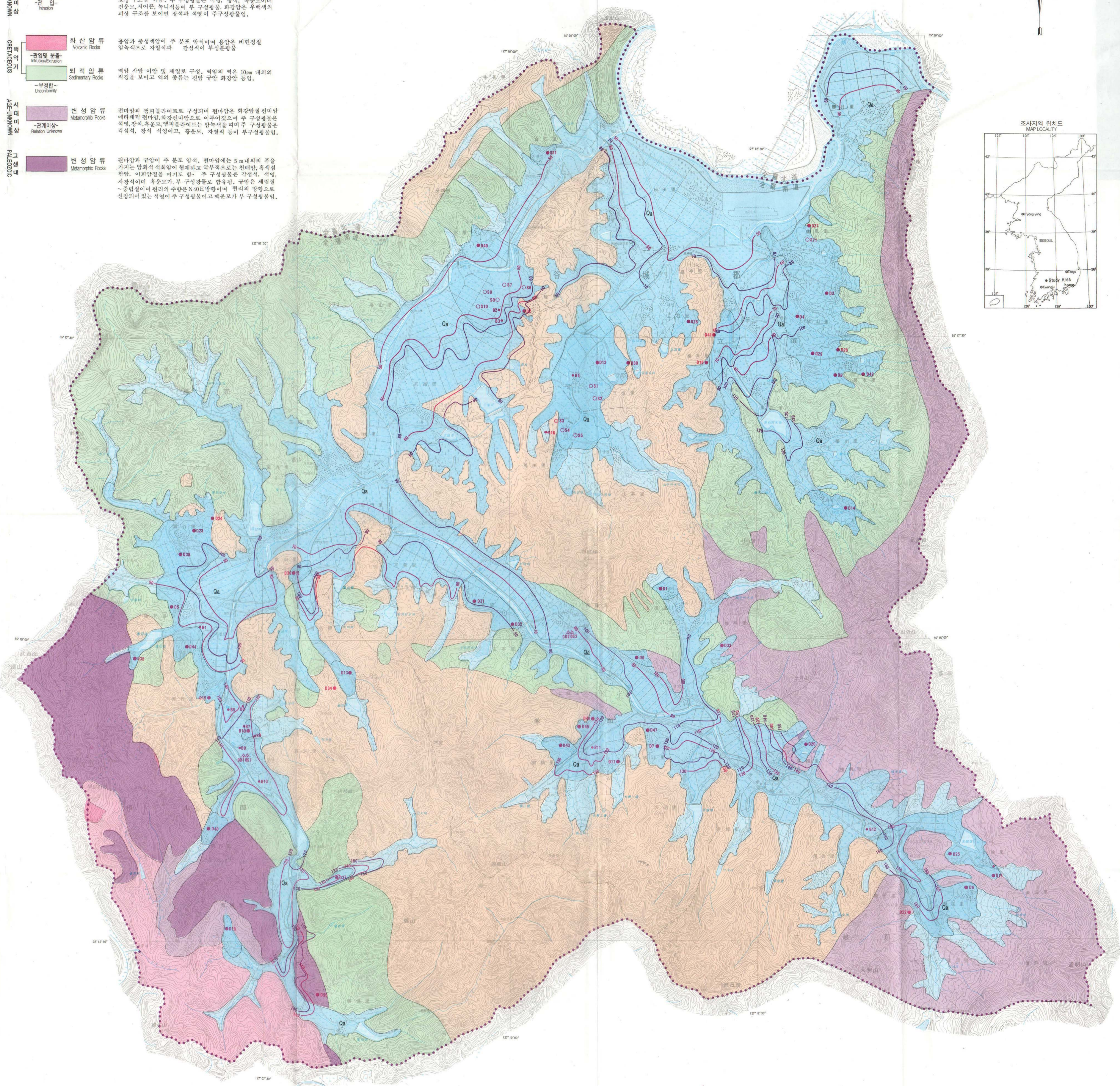
1 : 25,000



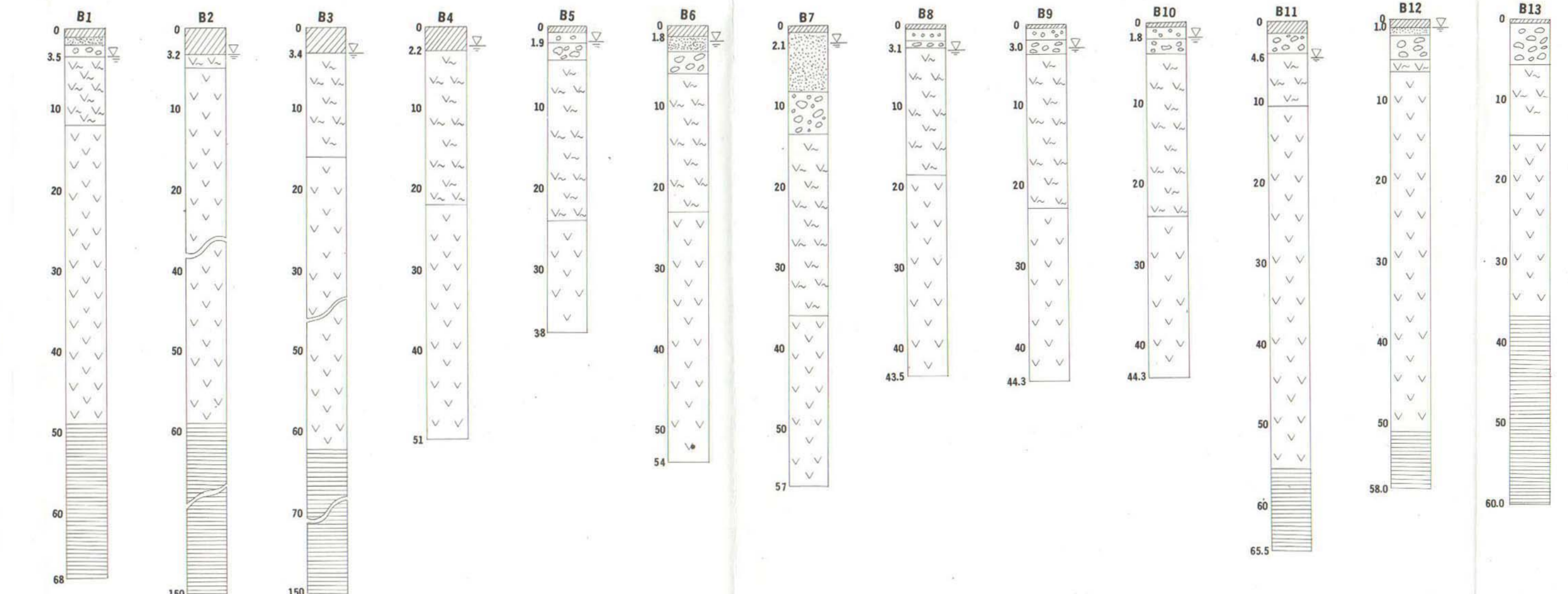
지질

GEOLOGY

- 중생대**
 - Qa** 중적층 (Alakum) 중립-포립질 사석 및 정토. ~부침갈 ~ Uncertainty
- 신생대**
 - 화강암류** (Granite) 편암화강암과 화강암이 주 분포양상임. 편암화강암은 중립질-포립질이고 흑운모의 배합비율이 높고, 주 구성광물은 석영, 장석, 흑운모이며 규암 구조를 이룸. 주 구성광물은 석영, 장석, 흑운모이며 규암 구조를 이룸. 주 구성광물은 석영, 장석, 흑운모이며 규암 구조를 이룸.
 - 화산암류** (Volcanic Rocks) 용암과 중성암이 주 분포 양상이며 용암은 비현정질 암석으로 자철석과 칼슘석이 부구성광물
 - 퇴적암류** (Sedimentary Rocks) 적암 상암 이암 및 세립토 구성. 규암의 약은 10cm 이하의 적암 상암 이암 및 세립토 구성. 규암의 약은 10cm 이하의 적암 상암 이암 및 세립토 구성.
 - 변성암류** (Metamorphic Rocks) 편마암과 엠페르라이트로 구성되어 편마암은 화강암질 편마암, 엠페르라이트 편마암, 화강암질 편마암으로 이루어짐으로 주 구성광물은 석영, 장석, 흑운모, 엠페르라이트는 암석에서 주 구성광물은 석영, 장석, 흑운모, 엠페르라이트는 암석에서 주 구성광물은 석영, 장석, 흑운모, 엠페르라이트는 암석에서
 - 변성암류** (Metamorphic Rocks) 편마암과 규암이 주 분포 양상. 편마암에는 5m 이하의 규암을 가지는 암석 석회암이 협재되고 규암으로서는 편마암, 흑색질 편암, 이회암질을 띠기도 함. 주 구성광물은 석영, 석철, 사슬석이며 흑운모가 부 구성광물로 함유됨. 규암은 세립질-중립질이며 편마의 주향은 N40E 방향이며 편마의 방향은 선형되어 있는 양상이 주 구성광물이고 백운모가 부 구성광물임.



주상도 PROFILE



- ### 범례
- #### LEGEND
- 지하수** (GROUNDWATER)
 - 지하수 등고선 (Contours of groundwater table)
 - 지하수 유동방향 (Direction of groundwater flow)
 - 암반관정 (R) $d \le 4''$ (Rock Wells)
 - 중립관정 (S) $d > 16''$ (Sedimentary Wells)
 - 시추조사공 (B) (Boreholes)
 - 관측정(일반) (O) (Observation Wells/Rock Well)
 - 관측정(중립) (OS) (Observation Wells/Sedimentary Well)
 - 천 (River)
 - 잠수량 100리터/일 미만 지역 (Potential Yield Capacity Area under 100m³/day)
 - 잠수량 100-200리터/일 지역 (Potential Yield Capacity Area of 100-200m³/day)
 - 잠수량 200리터/일 이상 지역 (Potential Yield Capacity Area over 200m³/day)
 - 지질구조** (GEOLOGIC STRUCTURE)
 - 단층 (Fault)
 - 가상단층 (Inferred Fault)
 - 지질경계선 (Geologic Boundary)
 - 기반암층 불균열선 (Contours of Inferred Bedrock)
 - 층리의 주향과 경사 (Strike and Dip of Bedding)
 - 정리의 주향과 경사 (Strike and Dip of Foliation)
 - 조사구선 (Geological Survey Line)
 - 연구지역 경계 (Boundary of Study Area)
 - 수질** (WATER QUALITY)
 - 수질오염잠재지역 (Potential Area of Groundwater Contamination)

1. 국립지리원 축척상표의 사용승인 제97-340(97. 10. 31)
 2. 국립지리원 축척상표의 사용승인(97. 11.)
 3. 본 지도는 국립지리원 발행 1:25,000 지형도를 기본으로 사용하며 편집 제작된 것임.

