

청송군광역수맥조사보고서

2000.

농 립 부
농 업 기 반 공 사



<제 목 차 례>

1. 서 언	1
1-1 조사목적	2
1-2 조사내용	3
2. 조사지역 개요	5
2-1 위치, 교통 및 면적	5
2-2 토지이용 및 산업현황	6
2-2-1 농업	10
2-2-2 축산업	12
2-2-3 임업	12
2-2-4 광공업	14
2-3 수문기상	15
2-3-1 기온	17
2-3-2 강수량	17
2-3-3 증발산량	22
3. 수문 지질조사	25
3-1 지형 및 지질	25
3-1-1 지형	25
3-1-2 지질	26
3-2 물리탐사	33
3-2-1 원격탐사	33
3-2-2 전기비저항탐사	35
3-3 양수시험	48
4. 기설관정 이용실태 조사	60
4-1 기설관정 현황	60
5. 수질 및 잠재 오염원 조사	65
5-1 현장 간이 수질 검사	65
5-1-1. 지하수의 물리적인 성질	65
5-2 주요 이온 분석 결과	67
5-3 먹는물기준 수질검사 결과	68
5-4 잠재오염원 조사	79
6. 지하수자원의 부존성 평가	82

6-1 물수지 분석	82
6-1-1 강수량	82
6-1-2 유출분석	82
6-1-3 함양량 분석	85
6-2 지하수부존량 및 개발 가능량	95
6-2-1 지하수부존량	95
6-2-2 지하수개발 가능량	96
6-2-3 지하수개발 예정 위치 선정	101
7. 지하수 활용 계획	104
7-1 용도별 소요 수량 및 용도 파악	104
7-2 지하수 개발 계획	107
8. 지하수자원의 보전관리	109
8-1 지하수 환경재해	109
8-2 지하수 보존구역	112
9. 결 론	120
부 록	125

< 표 차 례 >

<표 2-1> 조사지구 면적 및 행정구역 현황	6
<표 2-2> 조사지구 토지 지목별 이용현황	8
<표 2-3 > 산업별 사업체수 및 종사자수	8
<표 2-4> 청송지구 세대 및 인구 밀도	9
<표 2-5> 농가 및 농가인구 수	9
<표 2-6> 경지면적	10
<표 2-7> 농업진흥지역 지정	11
<표 2-8> 조사지구 작물 생산현황	11
<표 2-9> 경지정리 현황	12
<표 2-10> 가축 사육가구 및 마리	13
<표 2-11> 임상별 산림 면적	13
<표 2-12> 조사지구 일기 일수	16
<표 2-13> 경북지역 가뭄 우심 등급표	16
<표 2-14> 연도별, 월별 기온 분포표	18
<표 2-15> 월별, 연도별 강수량 분포표(1980~1999)	20
<표 2-16> 월별 증발량(1980~1996)	24
<표 3-1> 조사지구 지질계통표	28
<표 3-2> 청송지구 탐사측선 총괄표	43
<표 3-3> 시설관정의 양수시험 결과표	51
<표 4-1> 지역별 용도별 지하수 이용 및 시설 현황	62
<표 4-2> 생활용 지하수의 이용 현황	62
<표 4-3> 농업용 지하수 이용 현황	62
<표 4-4> 양수 능력별 지하수 이용 현황	63
<표 4-5> 공당 지하수 채수량	63
<표 4-6> 심도별 이용 현황	63
<표 4-7> 정호구경별 이용 현황	64
<표 4-8> 토출관 직경별 지하수 이용 특성	64
<표 4-9> 지표수 이용 현황	64
<표 5-1> 먹는물 기준 수질 불합격 지역의 불량 성분 및 결과치	79
<표 6-1> 유역상황별 f값	85
<표 6-2> SCS의 토양 분류	89

〈표 5-4〉	오염원의 종류	86
〈표 5-5〉	O.T.A 잠재오염원 분류	87
〈표 5-6〉	신안군 잠재오염원 현황	88
〈표 6-1〉	한국의 지하수부존량(농기공, 1991)	92
〈표 6-2〉	신안군 지하수부존량 추정	93
〈표 6-3〉	한국의 지하수개발가능량 추정	94
〈표 7-1〉	신안지역 생활용수 소요수량	96
〈표 7-2〉	신안지역 농업용수 소요수량	97
〈표 7-3〉	연차별 지하수개발 사업량 및 사업비	98

< 그 립 차 례 >

<그림 2-1> 청송지구 행정구역도	7
<그림 2-2> 연도별 평균기온 분포도(1980~1999)	19
<그림 2-3> 월별 평균기온 분포도(1980~1999)	19
<그림 2-4> 월별 강수량 분포(1980~1999)	21
<그림 2-5> 년도별 평균 강수량 분포(1980~1999)	21
<그림 3-1> 조사지구 수계도	27
<그림 3-2> 조사지구 지질도	32
<그림 3-3> 청송군 일원 인공위성영상도 및 선구조도	36
<그림 3-4> 조사지구내 선구조도	37
<그림 3-5> 점진원에 의한 전위	38
<그림 3-6> 쌍극자탐사 측선배열 방법	39
<그림 3-7> E-1 측선 쌍극자탐사 결과	48
<그림 3-8> E-2 측선 쌍극자탐사 결과	48
<그림 3-9> E-3 측선 쌍극자탐사 결과	49
<그림 3-10> E-4 측선 쌍극자탐사 결과	49
<그림 3-11> E-5 측선 쌍극자탐사 결과	50
<그림 3-12> E-6 측선 쌍극자탐사 결과	50
<그림 3-13> E-7 측선 쌍극자탐사 결과	51
<그림 3-14> E-8 측선 쌍극자탐사	51
<그림 3-15> E-9 측선 쌍극자탐사 결과	52
<그림 3-16> E-10 측선 쌍극자탐사 결과	52
<그림 3-17> E-11 측선 쌍극자탐사 결과	53
<그림 3-18> E-12 측선 쌍극자탐사 결과	53
<그림 3-19> E-13 측선 쌍극자탐사 결과	54
<그림 3-20> E-14 측선 쌍극자탐사 결과	54
<그림 3-21> E-15 측선 쌍극자탐사 결과	55
<그림 3-22> E-16 측선 쌍극자탐사 결과	55
<그림 5-1> 조사지역 EC 등치선도	70
<그림 5-2> 조사지역 pH 등치선도	71
<그림 5-3> 조사지역 TDS 등치선도	72
<그림 5-4> 조사지역 Eh 등치선도	73

<그림 5-5> 조사지역 DO 등치선도	74
<그림 5-6> 조사지역 HCO ₃ 등치선도	75
<그림 5-7> 조사지역 PIPE DIAGRAM	76
<그림 5-8> 조사지역 Eh-pH DIAGRAM	77
<그림 5-9> 먹는물 기준 수질검사 지역	78
<그림 6-1> 한국 수자원 현황도 (1996년 현재, 건교부)	83
<그림 6-2> 계통표에 의한 조사지구 유출량	84

1. 서 언

우리공사가 시행하는 지하수조사설계사업은 크게 수맥조사사업, 해수침투조사사업으로 나눌 수 있다. 수맥조사사업은 농어촌지역 종합개발사업을 효과적으로 추진하고 지역 내의 지하수자원을 합리적으로 활용, 보존하기 위하여 지금까지의 한해 상습지역을 대상으로 각 대수층의 분포상태와 수리성, 대수층에 부존된 지하수의 산출상태와 수질등 지하수의 여러가지 상태를 조사하는 것이다.

광역수맥조사사업은 수맥조사사업의 일환으로 일반수맥조사사업이 분산적이고 국지적인 조사사업인 것에 반해, 광역수맥조사사업은 1/50,000 도폭 단위로 광범위하고 종합적인 지하수조사를 실시하는 것으로 지하수자원의 종합적 이용 및 보전차원에서 필요한 지하수조사과정으로 전국 농어촌 용수 구역 또는 기초 자치단체별로 시범조사, 표본조사, 본조사 등을 연차적으로 시행하여 지하수자원을 광범위하게 파악, 농어촌 다목적 용수개발·이용 및 보전관리 방향을 제시하는데 그 목적이 있다.

우리나라는 1960년대 이후 산업화가 가속화 됨에 따라 물의 수요가 증가되어 지표수개발은 그 적지의 제한성, 수몰에 따른 과도한 보상비용, 수질 오염등으로 한계에 이르러 대체 용수 확보에 대한 필요성이 대두되어 대체수원으로 지하수개발에 대한 수요가 실질적으로 급증하였다.

대부분의 지하수는 강우기원이며 우리나라의 강우는 연평균 1,274mm로 세계 평균 강우량 822mm보다는 많으나 연 강수량의 65%가 여름철에 집중되어 한반도의 지형 여건상 하천유로가 짧아 지하저류 보다는 일시유출이 과대하여 지하수사용이 1994년 기준 연간 수자원총량 1,267억톤중 불과 8.6%인 26억톤으로 수요와 공급이 균형을 이루지 못하고 있다.

우리나라 지하수는 1930년대 균량미 확보를 위한 농업용수 개발 및 공업용수개발을 목적으로 시작하여 1963~1970년까지 초기 개발 단계를 거쳐 농업진흥공사 주체로 1971~1975년까지의 정비단계, 1976~1980년까지의 재개발 단계를 거쳐 1981년~현재 성숙개발 단계를 거쳐오고 있다. 지하수개발 조사사업은 제5단계인

성숙개발 단계로 지하수 자원이 공개념화 되면서 각 지방자치단체 및 정부관련 부처에서 지하수보전구역의 설정, 유역별 지하수 기초조사, 지하수 모델링 및 수리지질도 작성을 실시하는 수맥조사 사업으로 1999년까지 92,252ha에 대해 조사를 실시하였으나 1990년대에 들어서면서 지하수자원의 효율적인 이용과 개략적인 지역별 부존량, 조사 및 개발, 이용 실태조사를 시행하고 수리지질도를 작성하여 지역별 지하수 부존성을 파악하여 지하수자원의 종합적인 이용 및 보존계획을 수립할 필요성이 대두되어 광역수리지질도 작성사업이 시행되었다.

금회 광역수리지질조사사업은 1990년대에 들어 한해우심한 농어촌지역 중 '96년 포항, '97년 경주, '98년 상주에 이어 네번째 지역으로 청송군 일대에 대해 1:25,000 축적의 임동, 진보, 원리, 천지, 청송, 원천, 안덕, 도평, 부동, 용소, 죽장, 울산 도폭 및 1:50,000축적의 영양, 예안, 길안, 청송, 봉화, 기계 도폭을 이용하여 지표지질조사, 기설관정 이용현황조사, 지하수위조사, 양수시험, 물리탐사, 수질검사를 실시하여 과거 국지적으로 시행된 수맥조사 및 지하수개발 사업자료와 비교 분석하여 수문 지질도, 수질오염 분포도 및 지층 구조도를 작성하여 지하수문조사와 함께 먹는 물 기준 수질검사 및 양·음이온 분석을 통한 지하수성분 및 지하수오염지역을 조사하여 조사 지구내의 광역적인 지하수 유동 및 부존성과 오염가능성을 조사하였다.

금회 조사한 청송지구 광역수리지질도 및 보고서가 지하수 이용 관리 및 보존은 물론이고 합리적인 지하수조사개발에 활용되고 향후 지하수정보관리 시스템(GIS) 및 지하수 장기 관측망의 기초자료가 될 것으로 기대되며, 또한 2000년대 향후 지하수사업의 방향제시에 큰 자료가 될 것으로 사료된다.

끝으로, 본 보고서 작성에 많은 도움과 격려를 아끼지 않으신 농림부, 경상북도 및 청송군·읍·면 관계관에게 감사드린다.

1-1 조사목적

농어촌 지역의 종합개발사업을 효과적으로 추진하고 농어촌용수 이용 합리화를 위한 자원기초조사에 부응하여 농어촌지역 지하수자원을 합리적으로 활용 보존하기 위하여 지하수법 제5조 2항에 의한 행정구역(시·군) 단위 조사를 시행하여 한

해 우심 지역에 대해 현행 국지적으로 시행하여온 수맥조사를 한 단계 발전시켜 농어촌 용수구역 중 가뭄이 우심한 상주시 일원에 대하여 광범위하고 종합적인 광역수맥조사를 실시하여 용수구역 내 지하수자원을 파악하여 지하수자원의 효율적인 개발·이용 및 보전관리 방향을 제시하는데 그 목적이 있다.

1-2 조사내용

가. 조사지역 : 청송군

나. 조사위치 : 경상북도 청송군 일원(1개 시, 1개 읍, 7개 면)

다. 조사면적 : 842.46km²

라. 조사기간 : 1999. 6. ~2000. 10.

마.조사자

소 속	직 종	직 급	성 명	조사업무내용
경북지사	지 질	2급	전 춘 길	조사업무총괄
	지 질	3급	이 용 섭	조사업무지도
	지 질	4급	백 진 희	현장조사 자료수집 및 보고서 작성

바. 조사실적

조 사 항 목	단 위	계 획	실 적	비 고
· 지구협의 답사	지구	1	1	
· 지표지질조사	ha	842.46	842.46	
· 지하수이용현황조사	회	390	390	
· 지하수위관측	회	130	130	
· 양수시험	회	15	15	
· 선구조 추출	지구	1	1	
· 쌍극자 탐사	측선	15	16	
· 먹는물 기준 수질검사	회	15	17	
· 양 · 음 이 온 분석 수질검사	회	15	17	

사. 조사장비 및 기기

공 종 별	조 사 장 비	비 고
지표지질조사	Clino-Compass, Rock hammer, 간이수질 측정기(Check mate 90) 1set	
수 위 조 사	고도계 1set, 휴대용 수위 측정기 2set	
양 수 시 험	휴대용 수위 측정기 1set	
선구조 추출	ERDAS IMAGINE, SPOT IMAGINE	
쌍극자 탐사	전기탐사기(SAS300) 및부스터(SAS 2000) 586노트북, Printer, Electrode등 부대품 1set	
수 질 검 사	Checkmate-90, HACH ONE-ph meter, DR-2000, Orion-290A, ICP Emission Spectrometer(38plus), Aromiz Absurptim Spectrometer(Spetra M800)	

2. 조사지역 개요

2-1 위치, 교통 및 면적

본 지구는 국립지리원 발행도폭 1:50,000도폭 중 영양, 예안, 길안, 청송, 봉화, 기계 도폭에 해당하여 행정구역상 1개읍(청송), 7개면(부동,부남,현동,현서,안덕,파천,진보) 136리, 408자연부락, 539반으로 구성되며 최동단은 부동면 향리 2번지(동경 129° 15' 244"), 최서단은 현서면 화목리 86번지(동경 128° 50' 57"), 최남단은 현서면 갈천리(북위 36° 09' 27"), 최북단은 진보면 부곡리 74-1번지 (북위 36° 35' 31")이다.

지리상으로는 한반도 남부지방의 북서부로 북쪽으로 영양군, 남으로 군위군, 영천시, 포항시. 서쪽으로 안동시, 의성군, 동쪽으로는 영덕군과 경계를 이루는 곳에 위치하는 사방이 험준한 산악으로 둘러 쌓인 전형적인 산악 내륙지방이다.

교통은 주로 산악지방인 관계로 고속도로 보다는 국도와 지방도로 연결이 되어있는데 영천-청송-영양 남북방향 31번 국도와 청송북부 지역을 가로지르는 영덕-청송-안동의 34번 국도, 안동에서 청송으로 들어가는 35번 국도가 있으며, 지방도로 의성-청송-포항의 912번 920번 지방도, 안동-청송의 914번 지방도, 영덕-청송의 973지방도 등이 있다.

본 지구의 면적은 총 842.46Km²로써 그 구성비는 표 2-1과 같으며 경상북도 면적(19,023.01Km²) 대비 4.4%를 차지하며 전국 면적(99,800.43Km²) 대비 0.8%를 차지한다.

<표 2-1> 조사지구 면적 및 행정구역 현황

단위 : (km²,개)

읍·면	면적	동·리		반	비고
		행정	법정		
계	842.46	86	136	539	
청송	82.10	9	14	70	
부동	132.49	10	12	54	
부남	122.41	9	17	68	
현동	78.34	7	10	41	
현서	112.35	13	19	64	
안덕	106.96	12	21	59	
파천	98.66	11	18	59	
진보	109.10	15	25	124	

2-2 토지이용 및 산업현황

1998년 기준 토지 지목별 이용현황을 보면 청송군 전체 면적 842.49km²중 7.2%인 60,359,311 m²가 전, 3.9%인 33,019,153 m²가 답, 0.67%인 5,698,192 m²가 과수원, 0.19%인 1,616,387m²가 목장용지로 사용되고 있으며 82.25%인 692,979,596 m²가 임야로 사용되고 있다.(표 2-2참조)

조사지구내 주민이 가장 많이 종사하는 산업은 공공행정 및 국방사회보장 (6사업체,2,040명), 도소매 및 소비자 용품수리업(926사업체 1,632명),숙박 및 음식점업 (625사업체 1,253명), 제조업(169사업체 427명), 순으로 주로 3차 산업 종사자가 주를 이루며 농림 수렵업은 18개 사업체의 44명이 종사하고 있다.

전체 12,658세대 35,782명(남:17,948명,여17,834명)으로 인구 밀도는 42.5이며 세대당 인구수는 2.8인 이다. 진보면(3,565세대, 10,616명) 에 가장 많이 거주하고, 현동면(895세대, 2,363인)에 가장 적게 거주한다.

<표 2-2> 조사지구 토지 지목별 이용현황

(단위 : m²)

읍·면	계	전	답	과수원	목장용지	임야	기타
계	842,491,809	60,359,311	33,019,053	5,698,192	1,616,387	692,979,596	
청 송	82,103,723	6,141,604	3,383,445	5,698,192	49,081	65,860,425	
부 동	132,493,223	6,226,444	3,033,119	360,685	10,357	116,784,784	
부 남	122,407,699	8,541,992	3,524,083	1,116,022	8,658	102,467,916	
현 동	78,366,827	4,992,106	2,974,743	1,008,224	51,902	65,421,398	
현 서	112,366,827	8,097,181	4,178,809	784,130	1,066,397	93,544,306	
안 덕	106,961,450	6,961,415	5,072,228	1,256,712	7,560	87,466,809	
파 천	98,659,694	8,249,994	3,961,332	489,781	43,214	79,666,955	
진 보	109,147,177	10,875,575	6,891,294	360,712	379,218	81,767,003	

< 표 2-3 > 산업별 사업체수 및 종사자수

(단위 : 개소, 명)

구분	합 계		농림·수렵업		광업		제조업		전기, 가스, 수도		건설업		도소매 및 비자용품수리		숙음박식 및 찻집		운수, 창고 및 통신업		금융업	
	사업체	종사자	사업체	종사자	사업체	종사자	사업체	종사자	사업체	종사자	사업체	종사자	사업체	종사자	사업체	종사자	사업체	종사자	사업체	종사자
계	2,405	7,839	6	44	5	48	169	427	7	45	81	329	926	1,632	625	1,253	83	329	37	62
청송	606	2,223	-	-	1	4	35	139	2	31	26	100	238	407	169	376	18	169	12	28
부동	162	437	1	5	-	-	9	16	1	2	4	15	49	84	68	146	4	19	1	1
부남	202	497	-	-	1	12	16	33	1	3	8	34	81	129	41	81	9	26	3	4
현동	180	407	2	16	-	-	8	23	-	-	8	31	79	119	43	82	8	16	2	2
현서	226	518	-	-	-	-	17	31	1	3	8	49	96	174	43	72	10	18	-	-
안덕	191	399	1	6	-	-	14	23	-	-	7	12	63	99	46	74	12	21	3	3
파천	76	225	-	-	3	32	10	20	-	-	-	-	31	52	8	16	2	2	-	-
진보	762	3,133	2	17	-	-	60	142	2	6	20	88	289	568	207	406	20	58	16	24

<표2-4> 청송지구 세대 및 인구 밀도

(단위:가구,명)

읍·면	세대수	인 구 수(명)			밀 도	세대당 인구수	비 고
		계	남	여			
계	12,658	35,782	17,948	17,834	45.5	2.8	
청 송	2,269	7,010	3,516	3,494	85.3	3.1	
부 동	953	2,538	1,253	1,285	19.2	2.7	
부 남	1,269	3,321	1,679	1,642	27.0	2.6	
현 동	895	2,363	1,191	1,172	30.0	2.6	
현 서	1,300	3,414	1,708	1,706	30.4	2.6	
안 덕	1,447	3,748	1,861	1,887	35.0	2.6	
파 천	989	2,772	1,405	1,367	28.1	2.8	
진 보	3,536	10,616	5,335	5,281	97.3	3.0	

<표 2-5> 농가 및 농가인구 수

(단위:가구,명)

구 분	농 가				농 가 인 구			
	합 계	전 업	1종 겸업	2종 겸업	합 계	전 업	1종 겸업	2종 겸업
1993	6,934	...	...	...	...	...	...	...
1994	6,638	...	...	...	...	...	...	...
1995	6,497	...	...	...	18,085	18,085	10,085	10,085
1996	6,446	...	...	...	19,095	...	...	...
1997	6,330	...	...	...	17,653	...	...	...
1998	6,421	...	...	...	17,372	...	...	...

2-2-1 농업

조사지구는 전체면적(842.46km²)의 11%(93.83km²)가 농업용지로 사용되고 총 12,658세대중 51%인 6,421세대가 농가이며 총인구 35,782명 중 13.7%인 18,085명이 농가인구이다. 경지면적은 8,190ha(논 2,024ha 밭 6,166ha)로 가구당 경지면적은 128a(논 325a, 밭96a)이다. 경지정리 현황을 보면 수리답은 3,414ha(최고 진보면 696ha, 최저 현동면 315ha), 수리안전답은 1,188.15ha(최고 진보면 290.60ha 최저 35.7ha) 수리답수율은 35.7%(최고 현동 70%, 최저 파천 8.5%) 경지정리대상면적은 1,781.4ha(최고 진보면 458.2ha 최저 현서면 107.6ha)로 경지정리율은 66.6%(최고 부남 93% 최저 파천 28.6%)이다. 조사지역내 농업진흥구역(20,042필지 3,010.2ha)과 농업보호구역(8,955.0필지 1,374.4ha)의 합인 농업진흥지역(28,997.0필지, 4,384.6ha)은 <표2-8, 2-9>와 같다.

식량작물 생산현황을 보면 '93년부터 매년 작물 면적이 감소하고 있으나 ha당 생산량은 매년 꾸준히 증가하고 있으나 '98년은 면적과 생산량 모두가 감소하는 추세를 보인다.

<표 2-6> 경지면적

(단위 : ha, a)

구 분	합 계 (ha)	논	밭	가구당 경지면적(a)		
				계	논	밭
1993	8,463	2,559	5,904	122	37	85
1994	8,428	2,485	5,943	123	36	87
1995	8,361	2,069	6,292	129	32	97
1996	8,739	2,050	6,689	130	32	98
1997	8,339	2,050	6,289	130	32	98
1998	8,190	2,024	6,166	128	32	96

<표 2-7> 농업진흥지역 지정

(단위 : ha)

구 분	합 계		농업진흥구역		농업보호구역	
	필지수	면적	필지수	면적	필지수	면적
계	28,997	4,384.6	20,042	3,010.2	8,955.0	1,374.4
청송	2,983	410.1	2,479	332.7	504.0	77.4
부동	2,632	454.0	2,322	383.8	310.0	70.2
부남	3,237	529.7	2,336	376.5	901.0	153.2
현동	2,764	420.5	2,356	355.8	408.0	64.7
현서	6,139	862.8	3,754	528.5	2,385.0	334.3
안덕	3,260	504.5	2,940	425.2	320.0	79.3
파천	1,866	354.4	1,177	217.5	689.0	136.9
진보	6,116	848.6	2,678	390.2	3,438.0	458.4

<표2-8> 조사지구 작물 생산현황

(단위 : ha, M/T)

구 분	합 계		식량		채소류		특용작물		과실류	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
1993	5,659.8	33,914.1	3,266.4	8,835.2	25.6	467.4	57.2	37.9	2,310.6	24,573.6
1994	8,430.8	43,622.8	3,020.0	12,118.4	22.4	487.7	58.4	640.0	2310.0	30,376.7
1995	5,602.5	45,055.8	3,040.0	12,124.3	52.4	1,369.4	157.2	102.5	2,352.9	31,459.6
1996	5,287.0	46,144.4	2,803.7	11,714.4	38.7	903.0	111.9	71.0	2,333.6	33,456.0
1997	5,315.4	47,492.3	2,767.0	11,634.0	44.0	1,023.5	103.0	68.9	2,401.4	34,765.9
1998	5,108.1	38,327.7	2,893.1	10,768.7	37.7	804.0	97.1	40.5	2,080.2	26,714.5

<표 2-9> 경지정리 현황

(단위:ha)

구 분	면 적		수리담수율 (%)	경지정리대 상면적	경지정리율 (%)
	수 리 담	수 리 안 전 담			
계	3,414	1,188.15	35.7	1,781.4	66.6
청 송	345	128.35	37.0	156.7	83.0
부 동	323	97.40	30.0	129.8	75.0
부 남	346	202.90	58.0	221.0	93.0
현 동	315	223.60	70.0	259.6	87.0
현 서	453	54.70	12.0	107.6	52.0
안 덕	518	154.90	29.0	317.6	50.0
파 천	418	35.7	8.5	130.9	28.6
진 보	696	290.60	41.0	458.2	64.0

2-2-2 축산업

조사지구내 1,616,387m² 가 목장용지로 이용되고 있는데 현서면이 1,066,397m² 로 가장 넓은 목장용지를 가지고 있으며 안덕면이 7,560m²로 가장 적은 목장용지를 가진다. 조사지구내 주로 사육되는 가축은 한육우,젓소,돼지,사슴,개,산양,토끼, 닭 등이며 가장 많이 사육 되는 곳은 한육우 (청송읍, 207호, 1,339마리) 젓소 (현서면, 10호 541마리) 돼지(안덕면, 6호 1,033마리), 개(현서면, 147호 386마리) 산양 (현서면 64호 498마리) 닭(현동면 73호 60,664마리) 이다.

2-2-3 임업

조사지구내 임야는 692,979,596m²로 전체면적의 82%를 차지하여 약 66,900ha 의 임상별 임목지를 꾸준히 유지하고 있다. 임목지 65.820ha에 비해 무임목지는 1,067ha로 임목지가 대부분(98.4%) 이다. 임산물 생산량은 대부분 줄고 있는 실정이나 버섯의 생산량은 1993년(19,737kg)에 비해 1998년(314,406kg)에 15.9배의 증가율을 보인다. 임산물로는 주로 버섯, 대추 등이 있으며 현동면 부남면에서 많이 수확 된다.

<표 2-10> 가축 사육가구 및 마리

구 분	한 육 우		젖 소		돼 지		사 승		개		산 양		토 끼		닭	
	사육 호수	마리수	사육 호수	마리 수	사육 호수	마리 수	사육 호수	마리 수	사육 호수	마리 수	사육 호수	마리 수	사육 호수	마리 수	사육 호수	마리수
계	1,044	6,447	14	714	24	3,916	9	95	1,035	2,226	288	3,101	50	350	662	95,485
청 송	207	1,339	-	-	1	850	-	-	125	173	7	22	-	-	64	477
부 동	92	526	-	-	2	461	-	-	104	229	38	1,145	-	-	64	25,872
부 남	153	973	-	-	4	410	-	-	89	201	44	200	-	-	65	273
현 동	69	394	-	-	-	-	4	59	138	310	18	106	1	40	73	60,664
현 서	122	769	10	541	3	337	3	26	147	386	64	498	24	157	106	1,241
안 덕	92	564	4	173	6	1,033	2	10	187	364	40	198	7	27	131	1,910
파 천	145	632	-	-	6	215	-	-	157	336	19	174	11	52	95	810
진 보	164	1,250	-	-	2	610	-	-	88	227	58	758	7	74	63	3,788

<표 2-11> 임상별 산림 면적

구 분	합 계	임 목 지					무 임 목 지				
		계	침엽수림	활엽수림	혼효림	죽림	계	미입목지	황폐지	개간지	제 지
계	66,887	65,820	38,305	14,757	12,758	-	1,067	492	4	107	464
청 송	7,171	7,082	4,143	1,522	1,417	-	89	37	-	-	52
부 동	11,444	11,369	8,403	1,366	1,600	-	75	9	-	21	45
부 남	10,071	9,961	6,013	2,232	1,716	-	110	34	-	21	55
현 동	6,167	6,018	2,360	2,090	1,568	-	149	70	-	30	49
현 서	9,156	8,865	5,584	1,689	1,592	-	291	213	2	-	76
안 덕	7,890	7,778	3,969	2,231	1,573	-	112	26	2	18	66
파 천	7,398	7,321	4,015	1,723	1,583	-	77	18	-	17	42
진 보	7,590	7,426	3,818	1,904	1,704	-	164	85	-	-	79

2-2-4 광공업

조사지구내 광공업 종사자수 및 업체수가 광업은 감소 추세를 보이는 반면 제조업은 증가 추세를 보이고 있다. 광산물은 주로 고령토, 석탄, 납석 등으로 부동면, 부남면, 파천면에서 생산되고 있으며 음식료품(4사업체, 49명) 섬유제품(1사업체) 목재제품(1사업체)의 제조 공장이 있다.

2-3 수문기상

우리나라 연 평균기온은 섭씨 6-16℃ 분포로 지역차가 큰 편이며, 산악지대를 제외하면 대체로 섭씨 10-16℃이다. 연중 가장 무더운 달인 8월의 월 평균기온은 섭씨 25℃ 이고, 가장 추운 달인 1월의 평균기온은 섭씨 -0.7℃ 이다.

연 강수량은 남부지방이 1,500mm 중부지방이 1,300mm 정도가 되며 계절적으로 연 강수량의 50-60%가 여름에 집중되고, 겨울에 5-10%에 그친다. 다우지역적으로는 제주도와 남동해안 지방의 1,800mm를 최다로하여 섬진강 하류의 1,500mm, 낙동강 하류의 1,400mm, 금강상류의 1,300mm 순으로 연간 강수량이 많은 지역을 형성하고, 적은 지역으로는 경북 북부 영양과 의성지방이며, 연간 900mm 이내이다. 바람은 일반적으로 북서 계절풍이 남서 계절풍 보다 강하고, 특히 12월에서 2월까지의 북서계절풍이 강하게 나타난다. 9, 10월은 남서계절풍에서 북서계절풍으로 바뀌는 계절이므로 바람은 대체로 약하고, 해안지방에는 해륙풍의 영향이 뚜렷해진다.

습도는 7월이 가장 높아서 전국적으로 80-90%의 분포를 보이고, 가장 낮은 달은 1월과 4월로 30-50%정도이며 9, 10월은 75%내외로 쾌적한 상태이다. 장마는 6월 하순에 남해안 지방으로부터 시작하여 점차 중부지방에 이르게 되며, 장마 기간은 대략 30일 정도가 된다. 그리고 9월 상순 전후에 가을장마가 있을때도 있다. 태풍은 6-10월중에 주로 발생하며 그중 2-3개 정도는 우리나라에 직·간접적으로 영향을 준다.

우리나라의 연간 수자원량은 1,267억 m^3 /년으로 계산하고 있으며, 이중 45%에 해당하는 570억 m^3 이 증발에 의하여 손실되고 55%인 697 m^3 이 하천 또는 기저유출을 통하여 유출된다. 평상시 유출량의 71%인 164억 m^3 과 홍수시 댐 등으로 공급받는 103억 m^3 을 합하여 지표수로 267억 m^3 이 이용된다.

지리적으로 경상북도 북동부에 위치하며, 온대성 기후에 속하는 우리나라의 계절특색을 그대로 잘 나타내어 겨울에는 비교적 춥고 여름에는 무더운 날씨를 보이며 봄, 가을은 이동성 고기압의 영향으로 맑고 건조한 날이 많아 사계절의 계절적 특성이 뚜렷한 대륙성 기후를 띄고 있다

<표 2-12> 조사지구 일기 일수

(단위 : 일)

년도	맑은날	흐린날	강수	서리	안개	눈	뇌전	비고
계	1,101	483	495	757	419	65	34	
1993	217	62	87	142	81	11	1	
1994	261	55	57	164	86	12	-	
1995	126	77	83	92	88	17	16	
1996	122	90	113	90	75	17	10	
1997	252	42	70	140	89	4	7	
1998	123	157	85	129	-	4		
평균	183	80	82	126	69	11	6	

본 조사지역은 안동기상대의 관측결과 1993~1998년 사이의 연중 맑은 날 평균은 183일로 1994년이 261일로 가장 많고, 흐린 날은 평균 80일인데 비해 1997년이 42일로 가장 작아 맑은 날과 대비를 이루며, 강수일은 1994년이 57일로 가장 적는데 비해 1996년에 113일로 가장 많은 강수일을 보인다. 서리가 내린 날수는 평균 126일로 1994년(164일)이 가장 많고, 안개일수는 평균 69일로 전년 모두 고른 안개일수를 보인다. 눈이 내린 날수는 평균 11일로 1995년, 1996년(17일)이 가장 많고 뇌전일수는 평균 6일로 1995년(16일)이 가장 많다.

가뭄이란 보통 강수량의 부족상태가 장기적으로 지속되는 현상으로 한반도의 가뭄특성은 벼농사와 결부된다. 가뭄우심등급의 척도는 강수 가뭄과 관개기간 중 연평균 강우량의 차이로 표시된다. 가뭄특성을 파악하기 위해 은 저수율, 관개기 과우일수, 비관개과우일수 등 3가지 가뭄지표를 조합하여 6가지 가뭄등급을 기준으로 가뭄 우심지도를 작성하였는데 (김현영 1996) 경상북도 지역을 종합 요약해보면 <표 2-16>과 같다. 여기에서 1등급으로 갈수록 가뭄이 심한 지역이다.

<표 2-13> 경북지역 가뭄 우심 등급표

구분	지역	비고
가뭄 1등급	의성, 구미, 군위, 영천	
가뭄 2, 3등급	포항, 경주, 상주, 김천, 성주, 청도	
가뭄 4, 5등급	문경, 영덕	

2-3-1 기온

기온이란 대기의 온도를 말하며 대기의 온도변화는 물의 순환과정에서 중요한 변화요인으로 증발 및 식물의 성장 여부 등인 유출현상(Discharge) 및 물의 흐름 상태에도 많은 영향을 준다.

본 조사지역의 최근 20년간(1980~1999년)의 연평균기온이 11.01℃로 최저기온은 1980년 10.19℃이고 최고 기온은 1990년 12.02℃ 이다. 1월, 2월, 12월은 영하의 기온양상이 뚜렷하고 6월, 7월, 8월은 21.17℃에서 24.58℃로 온대성 기후의 특징을 잘 나타내고 있다.

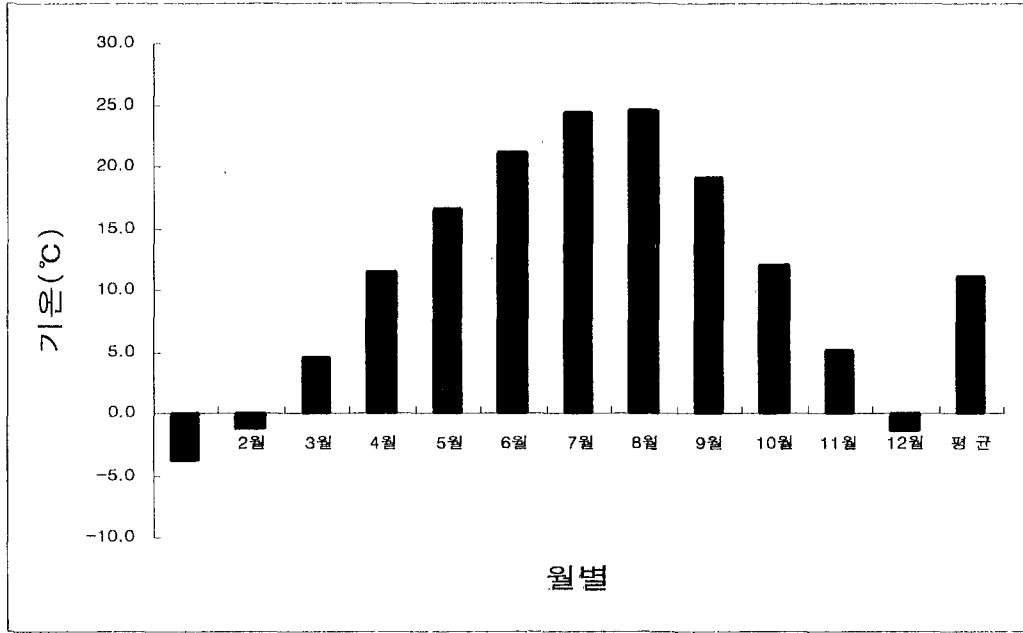
연도별, 월별, 평균기온의 분포는 <표 2-17>와 같으며 대체적으로 연평균 기온이 증가하는 추세를 보이고 있다.

2-3-2 강수량

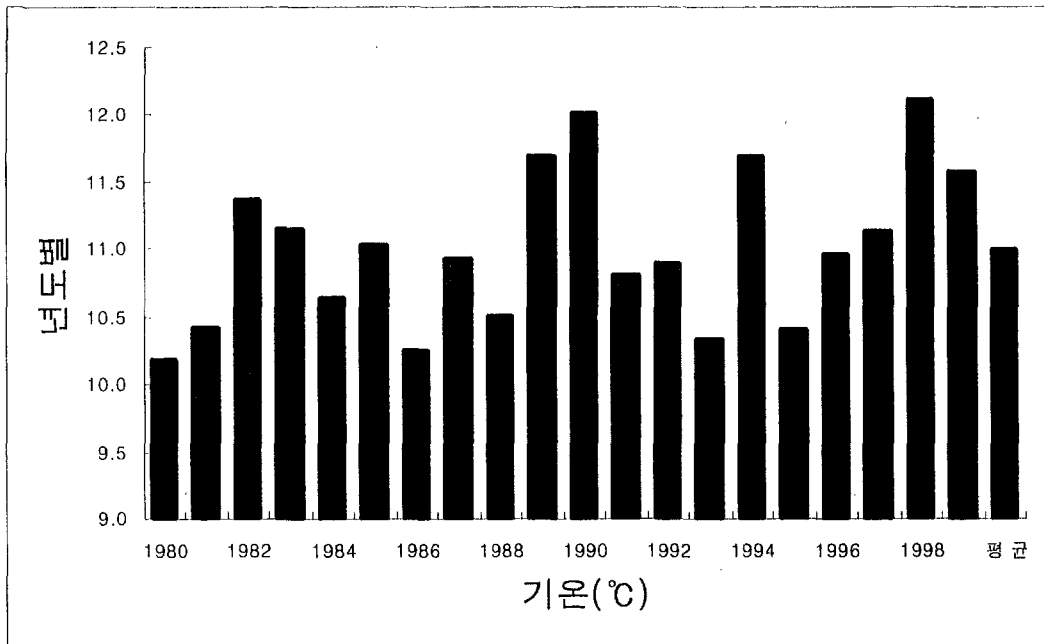
본 조사지역의 최근 20년간 평균 강수량은 981.30mm이고 최근 10개년간 평균 강수량은 875.94mm로 26개년간의 평균 강수량 보다 적은 강수량을 보이는데 이는 1994년 (505.10mm), 1995년 (776.70mm)등 가뭄의 결과이다. 우리나라는 6~9월에 60~70%의 강우가 집중되는 현상을 보이는데 조사지역도 역시 이기간 사이에 50%의 강우를 보인다. 월별 강수량이 가장 많은 달은 7월과 8월로 최근 20년간 평균 200.03mm~218.88mm의 강우를 보이며, 강수량이 적은 달은 12월과 1월로 14.78mm~18.21mm의 분포를 보인다.

<표 2-14> 연도별, 월별 기온 분포표

년 도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평 균
1980	- 3.30	- 3.76	4.74	10.66	16.53	22.14	22.69	21.45	17.79	11.32	5.75	- 3.73	10.19
1981	- 7.80	- 2.01	4.96	11.97	16.95	21.61	26.17	23.66	18.02	11.08	2.48	- 2.04	10.42
1982	- 3.85	- 1.29	5.30	11.48	18.06	21.67	24.06	25.17	18.15	12.39	6.99	- 1.55	11.38
1983	- 3.01	- 2.28	4.79	12.83	17.18	21.67	23.59	25.48	20.52	12.42	3.94	- 3.20	11.16
1984	- 6.78	- 4.17	2.25	11.04	17.29	21.78	24.87	26.85	18.86	11.05	5.62	- 0.92	10.65
1985	- 6.44	- 0.34	4.75	11.48	16.97	20.26	24.97	25.96	19.79	13.36	5.16	- 3.52	11.03
1986	- 5.35	- 3.80	3.52	11.59	16.40	21.07	22.95	24.15	18.10	10.36	3.39	0.76	10.26
1987	- 2.69	- 0.37	4.11	10.53	16.36	21.00	23.93	24.14	17.70	13.15	5.05	- 1.72	10.93
1988	- 2.80	- 2.98	2.95	10.78	16.38	21.18	23.53	24.50	19.03	12.40	3.28	- 2.09	10.51
1989	- 0.20	1.36	5.01	12.85	17.50	20.49	24.00	23.84	19.67	10.61	5.38	- 0.15	11.70
1990	- 4.05	2.80	5.99	10.67	16.09	21.63	25.94	26.31	20.31	12.32	7.72	- 1.44	12.02
1991	- 3.69	- 2.33	4.29	11.14	16.18	22.59	24.00	23.35	19.29	10.84	3.22	0.86	10.81
1992	- 2.43	- 1.84	5.95	11.37	15.16	20.08	24.99	23.77	19.23	11.10	3.65	- 0.24	10.90
1993	- 4.24	- 0.18	3.64	10.67	15.89	21.41	21.93	21.45	18.21	10.28	6.47	- 1.45	10.34
1994	- 3.23	- 1.05	2.85	12.67	16.35	21.05	27.80	27.08	19.27	12.45	6.20	- 0.95	11.71
1995	- 4.50	- 1.61	4.63	10.75	15.47	19.97	24.66	26.36	17.56	12.42	2.91	- 3.71	10.41
1996	- 4.10	- 3.16	3.29	9.33	16.77	21.15	24.20	25.16	20.33	13.24	5.82	- 0.47	10.96
1997	- 4.68	- 1.56	4.96	11.32	16.81	21.57	24.26	24.65	18.73	11.47	6.61	- 0.45	11.14
1998	- 2.36	1.75	6.34	14.51	17.48	19.83	23.74	23.92	20.66	14.67	5.18	- 0.18	12.13
1999	- 2.12	- 0.32	5.21	12.22	16.53	21.24	23.77	24.27	21.53	12.26	5.64	- 1.34	11.57
평 균	- 3.88	- 1.36	4.48	11.49	16.62	21.17	24.30	24.58	19.14	11.96	5.02	- 1.38	11.01



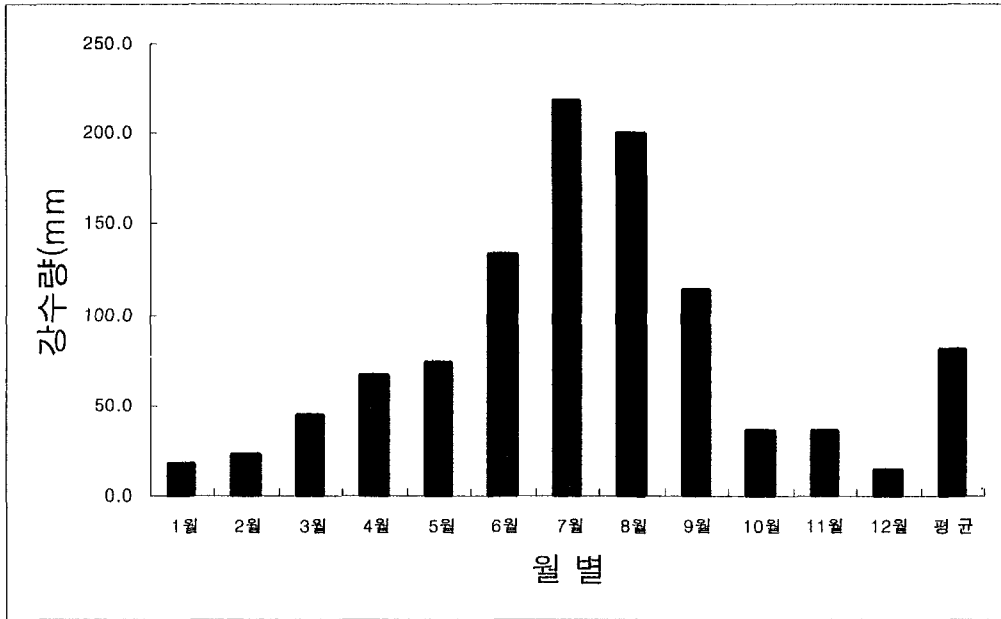
<그림 2-2> 연도별 평균기온 분포도(1980~1999)



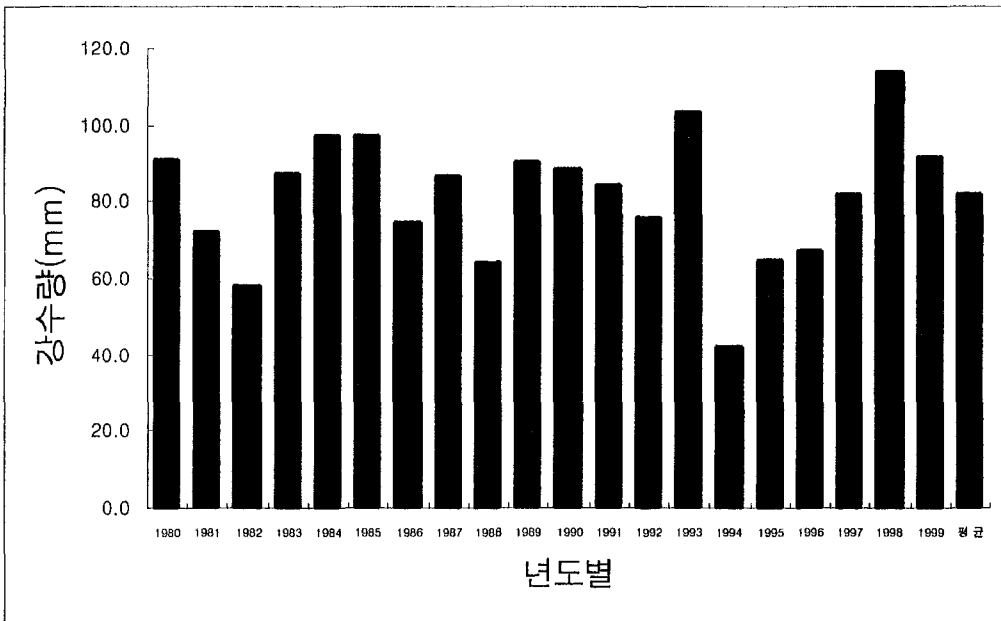
<그림 2-3> 월별 평균기온 분포도(1980~1999)

<표2-15> 월별,연도별 강수량 분포표(1980-1999)

년 도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1980	13.00	2.10	32.10	128.40	110.40	137.40	260.90	176.60	114.20	67.40	35.00	20.30	1,097.80
1981	14.20	18.40	22.80	40.50	20.70	143.60	135.90	245.40	171.40	20.50	18.30	12.20	863.90
1982	7.20	19.40	55.10	40.10	53.90	8.70	173.40	222.80	9.40	25.50	60.40	21.60	697.50
1983	11.70	19.50	60.30	86.60	35.90	209.80	261.10	122.40	169.40	62.40	6.50	5.90	1,051.50
1984	0.30	8.40	11.10	135.50	71.00	120.20	279.30	139.40	299.10	29.50	68.30	8.00	1,170.10
1985	2.30	23.80	65.70	56.60	106.10	93.40	197.90	228.40	273.40	64.50	40.50	16.20	1,168.80
1986	1.00	5.20	34.30	38.10	85.80	202.90	134.20	151.60	90.60	99.20	13.80	42.60	899.30
1987	42.00	49.80	35.30	37.00	65.70	173.20	247.80	274.40	13.30	58.30	45.20	1.20	1,043.20
1988	9.30	5.60	39.40	55.50	38.10	110.30	332.20	108.20	49.90	5.40	8.30	8.30	770.50
1989	98.00	58.40	86.90	21.40	48.80	113.80	240.10	202.10	101.20	17.20	85.50	13.60	1,087.00
1990	18.00	96.80	43.40	70.40	86.30	195.10	215.10	61.30	222.00	4.50	46.50	4.50	1,063.90
1991	21.00	39.00	43.40	77.00	48.30	85.60	315.10	218.50	134.00	0.30	2.00	32.70	1,016.90
1992	11.60	2.60	31.20	100.50	43.00	29.50	361.00	186.00	99.00	12.00	8.50	23.80	908.70
1993	27.00	49.50	39.50	38.00	149.00	121.00	285.00	371.00	52.00	40.50	56.50	10.20	1,239.20
1994	16.70	8.40	27.30	24.50	117.50	86.50	74.00	56.00	4.50	55.50	26.50	7.70	505.10
1995	13.90	8.00	32.30	60.20	54.00	40.00	123.50	373.50	30.00	31.70	9.00	0.60	776.70
1996	20.00	-	102.60	40.50	39.50	295.00	105.00	87.50	22.50	33.00	40.50	19.50	805.60
1997	5.50	16.50	17.50	53.00	120.00	135.50	294.00	153.00	28.50	-	120.50	43.80	987.80
1998	28.20	28.40	31.50	161.50	70.00	186.50	221.50	444.00	146.00	32.00	19.00	-	1,368.60
1999	3.30	6.50	86.00	66.50	115.00	185.10	120.50	178.50	260.00	70.00	9.50	2.90	1,103.80
평 균	18.21	23.32	44.89	66.59	73.95	133.66	218.88	200.03	114.52	36.47	36.02	14.78	981.30



<그림 2-4> 월별 강수량 분포(1980~1999)



<그림 2-5> 년도별 평균 강수량 분포(1980~1999)

2-3-3 증발산량

증발산이란 증발(evaporation)과 증산(transpiration)을 합한 말로 증발산량(ETR)로 표기하는데 지표면에 떨어진 강수가 지표면이나 호수, 강물 및 바다 등의 표면에서 기화되거나 토양하부로 침투된 물이 토양의 모세관력에 의해 지표로 노출되어 대기중으로 증발하는 물과 식물의 생리현상으로 인해 엽수면에서 공중으로 날아가는 발산의 합이다.

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

우리나라의 연평균 증발량 분포(1982~1997년)를 보면 태양에너지의 입사량이 많은 위도가 낮은 남쪽으로 갈수록 증가되고 해안지방이 내륙지방보다 많은 경향을 보이는 것으로 보아 수면증발량은 기온과 온도에 의해 크게 좌우됨을 알 수 있다. 증발산량의 측정방법에는 직접측정에 의한 방법, 이론적 방법, 기후인자와의 상관관계에 의한 방법 등이 있다.

조사지구의 직접측정에 의한 증발산량값이 없는 관계로 인위적으로 만든 증발접시에서 자유수면으로부터의 직접적인 증발산량 측정으로 얻어진 안동기상대에서 측정한 최근 17년간의 계기증발량 자료를 참고로 하였다.

년평균 증발량은 1,007.82mm/년이며(표 2-16), 월별 증발량은 12월이 38.37mm/월 최소치를 보이며, 5월의 계기증발량 133.67mm/월 최대치를 나타내고 있다. 또한, 4월부터 8월까지의 하절기 5개월 사이에 평균 120.09mm/월 이상으로 연증발량의 60%를 차지하고 있다.

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

증발산량 추정의 이론적 방법에는 Penman(1984), Thornthwaite(1954), Turc(1975) 등의 공식이 있으나 조사지역에는 Turc공식을 이용하여 증발산량을 산출하였다. 증발산량 산정의 이론적 방법으로서는 공기동력학적 방법과 에너지

보존법칙의 방법이 사용되었으나 증발산(ETR)의 경우에는 식물 표면으로부터의 발산이 고려되어야 하므로 자유수면에서와 같은 공기동력학적 방법만으로는 사용될 수 없다. Turc 공식은 이를 감안 하였으며 본 조사지역 내 평균기온과 강수량은 문경측후소에서 측정된 자료를 이용하였다.

Turc공식에 의한 이론적인 증발산량(ETR) 계산은 다음과 같다.

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + P^2 / L^2}}$$

여기서, P (연평균 강수량) = 981.3mm

T (연평균 기온) = 11.01℃

L = 300 + 25T + 0.05T³ = 641.98166mm

따라서, 증발산량(ETR) = 545.4mm/년이다.

Turc공식을 사용한 이론적인 연평균 증발산량은 계기증발량 측정에 의한 연평균 증발량 1,007.82mm/년에 비해 약 54.11% 수준에 불과하다.

<표 2-16> 연도별 월별 증발량(1980-1996)

년 도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1980	52.00	75.20	87.70	122.20	170.00	160.70	109.80	73.50	116.80	80.40	62.80	44.40	1,155.50
1981	42.70	58.60	107.00	141.50	196.70	162.30	145.00	128.50	113.60	91.50	53.60	54.90	1,295.90
1982	53.20	55.70	88.70	142.50	167.50	204.10	170.40	140.50	143.30	123.90	57.50	48.60	1,395.90
1983	56.90	65.40	97.80	142.50	181.40	211.60	130.70	160.70	91.30	84.30	59.90	51.10	1,333.60
1984	53.10	71.30	102.50	123.50	178.60	145.70	136.30	163.10	95.60	94.40	56.20	41.10	1,261.40
1985	50.10	50.10	84.80	139.20	166.40	153.20	151.50	135.40	76.10	73.60	50.60	48.00	1,179.00
1986	61.30	64.10	100.20	156.60	158.10	132.50	116.80	136.90	92.50	68.50	60.90	45.70	1,194.10
1987	52.00	59.20	93.10	132.60	145.60	161.00	108.40	105.30	112.00	93.20	47.70	53.40	1,163.50
1988	63.90	69.60	89.40	145.60	158.20	145.70	111.00	138.80	100.10	106.10	77.60	58.90	1,264.90
1989	39.90	49.70	90.70	136.80	164.60	139.80	120.70	136.30	75.60	84.90	38.50	38.10	1,115.60
1990	37.80	29.20	74.20	107.70	123.70	108.90	122.40	145.10	79.90	72.00	48.60	32.80	982.30
1991	38.60	40.00	63.50	110.80	152.30	141.80	90.90	115.60	86.30	87.90	45.90	31.90	1,005.50
1992	35.30	46.50	57.90	101.00	124.20	143.10	150.50	100.90	82.60	69.60	40.70	27.20	979.50
1993	31.50	46.20	76.40	125.20	132.80	124.40	119.30	74.40	100.10	77.10	41.50	40.60	989.50
1994	40.00	53.90	84.10	133.30	140.90	149.80	186.60	191.00	154.10	92.10	62.10	49.40	1,337.30
1995	53.80	56.50	79.10	152.10	159.40	145.50	131.50	147.30	99.90	84.90	65.80	46.20	1,222.00
1996	53.30	69.30	87.00	143.80	153.00	108.00	171.20	174.60	121.80	93.20	50.70	55.00	1,280.90
평 균	40.77	48.03	73.21	112.85	133.67	126.91	113.65	113.40	87.08	73.88	46.03	38.37	1,007.82

3. 수문 지질조사

3-1 지형 및 지질

본 조사지역의 지형 및 지질조사는 축적 1:50,000 지질도 천지, 청송, 구산동, 도평 지질 도폭과 1:25,000 축적의 임동, 진보, 원리, 천지, 청송, 원천, 안덕, 도평, 부동, 용소, 죽장, 울산 도폭 및 1:50,000 축적의 영양, 예안, 길안, 청송, 봉화, 기계 도폭 지형도를 이용하였으며 기존의 수맥조사 및 원격탐사 자료를 이용하여 조사 지역 전반에 걸쳐 광역적인 조사를 실시하였다.

3-1-1 지형

지형은 암석분포, 지질구조적 특징 및 식생 등에 영향을 많이 받는다. 본 조사지구는 한국 동부의 태백산맥에 해당하는 지역으로 도처에 험준한 산악이 기복한다.

전체의 산계는 크게 서남동과 동남서의 것으로 대별된다. 서남동 산계는 주로 규장암, 각력암, 안산암으로 이루어져 풍화에 강한 험준한 산을 형성하였는데. 보현산(1124), 민봉산(847m), 대정산(704m), 어조산(634m), 방현산(604m) 등이 이에 해당하며 중장기 지형에 속한다. 동남서 산계는 주로 대부분 높은 산으로 평균 고도가 700m 정도이고 고저 차이는 450m 내외로 기복의 차이가 심하다. 이에 해당하는 산으로는 태행산(931m), 주왕산(721m), 무포산(717m) 과 태백산맥으로 영덕군, 포항시와 경계를 이루고 있다. 반면 남쪽은 보현산맥이 영천시와 경계를 이루고 보현산맥의 지맥인 삼도산맥이 군의 중앙을 횡단하여 동서로 연행산과 연결되어 안동시와 경계를 이루는 지형이 남북으로 양단된다.

수계는 거의 N60° W 방향이 주류를 이루며 여기에 유입되는 지류들은 수지상, 격자상, 방사상 형태를 이룬다. 화강암이 분포지역과 일치하는 방향의 주류가 남동서 방향으로 유입하고, 동남부 지역의 주방천, 왕산천은 동해로 유입되며 남부지역은 보현산맥에서 발원한 보현천은 현서면과 안덕면을 경유하여 현동면을 관류하는 지류를 합하여 임하댐으로 흐른다. 반면 용전천은 부동면과 부남면에서 흐르는 지류를 합하여 청송읍과 파천면을 경유하여 영양에서 진보면을 지나 임하댐으로 유입되는 반변천과 합류한다. 전체적으로는 수지상형태의 하천을 보이나

지형에 따라 심한 사행천을 이루기도하고 중동부 금은광이(812m)를 중심으로 하는 조그만 수류들은 원심상으로 불규칙한 방사상을 보인다.

지세는 대개 동서북방으로부터 남쪽으로 면하여 경사되어 있고 토양은 경질토에 속하며 대체로 농사를 짓기에는 척박한 토양이다.

3-1-2 지질

본 조사지구내 지질은 선캄브리아기의 석회규산염암, 중생대 쥐라기의 청송 화강암, 백악기의 경상계 퇴적암, 불국사 통의 화산암, 관입암, 그리고 신생대 제4기의 충적층으로 구성된다. 중생대 쥐라기의 청송 화강암과 백악기의 경상계 퇴적암은 부정합, 경상계 퇴적암류와 화산암은 관입, 규장암과 제4기의 충적층은 부정합의 관계로 이루어져 있다.

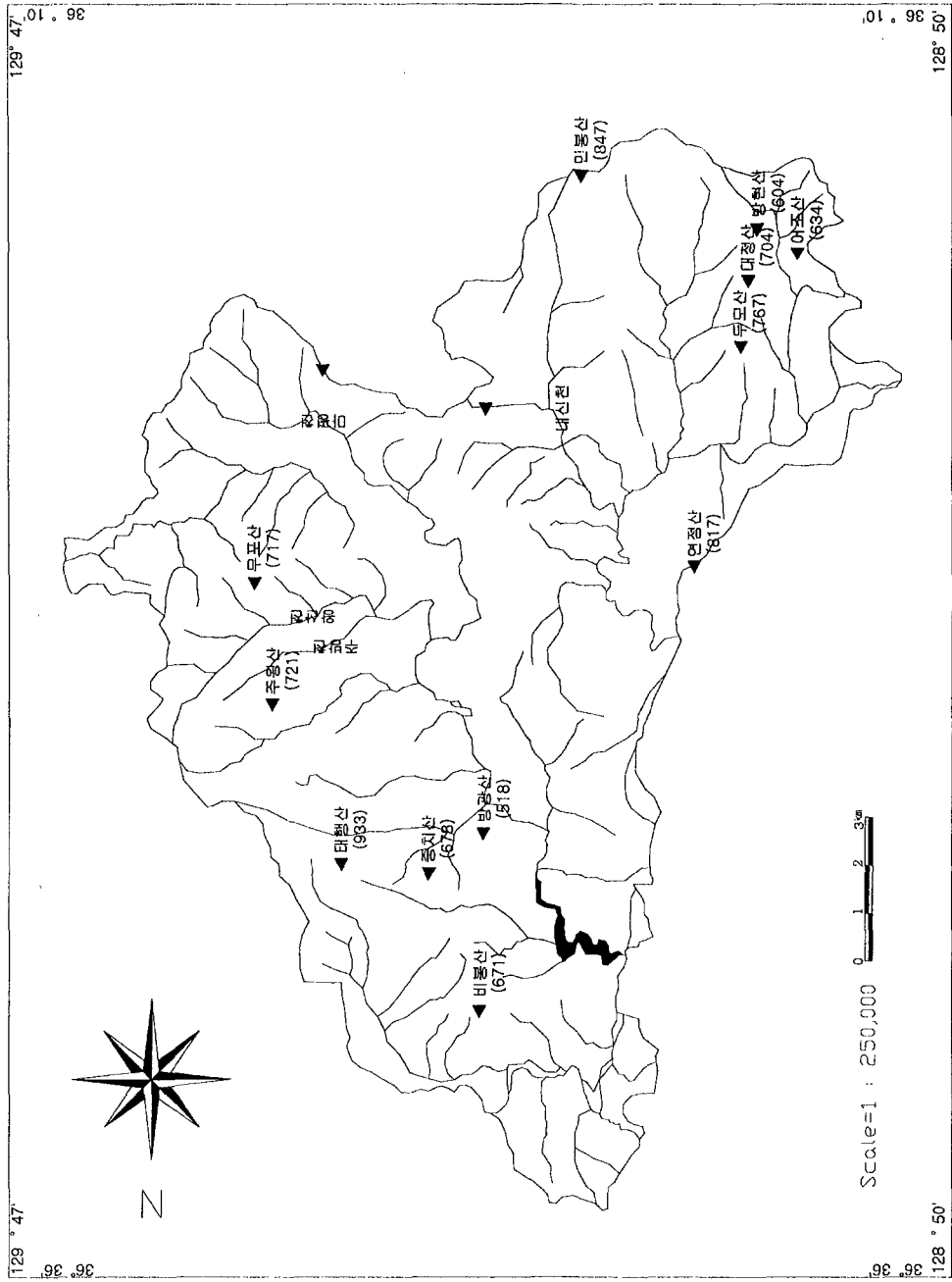
단층구조는 청송화강암, 경상계 퇴적암 및 규장암에서 잘 나타나는데 주단층은 북부지방에서 남북방향으로 2개, 동부와 남서부에서 북동-남서 방향으로 단층이 나타나며 경상계 퇴적암내에는 습곡이 잘 발달되어 있다.

가. 지질각론

○ 석회 규산염암류

석회규산염암류는 원생대 상시대중 연천계에 속하는 층이다. 연천계는 상부의 태백산층군과 하부의 울리층군으로 나누어 지는데 본 조사지역 석회규산염암류는 태백산 편암 복합체의 울리층군에 속하는 지층으로 각섬석, 희철휘석, 규회석, 투회석, 투각섬석등을 포함한다. 이는 본 조사지역에서 가장 오래된 층으로 북서부 일대 파천면 병부리, 덕천리, 성목리에 분포하며 청송 화강암과 경계를 이루고 호상구조를 보인다. 청송의 달기 약수탕은 탄산염으로 냉천인데 이는 심부의 석회암 포획체가 있음을 잘 나타낸다. 주로 석회규산암, 석회암, 각력석회암, 흑운모 편암으로 구성되고 주향은 N 48° E - N 75° W, 경사는 수직 - 70° 대외이다.

〈그림 3-1〉 조사지구 수계도



<표 3-1> 조사지구 지질계통표

신생대	제4기	제4계	총 적 층	총 적 층 ~~~~~부 정 합~~~~~	
중생대	백악기	경상계	불국사관입암층	관입암복합체	
			유천층군	화산암복합체 ~~~~~부 정 합~~~~~	
			하양층군	신양동층 촌산층 사곡층 점곡층 후평동층 일직층 ~~~~~부 정 합~~~~~	
	쥬라기	대보화강 암류	화강암류	청송 화강암	
	원생대	상	연천계	태백산 편암복합체 (율리층군)	석회 규산염암류

○ 청송 화강암

중생대 쥐라기 대보화강암류인 청송 화강암은 주로 청송 중앙부에서 북서-남동 방향으로 대상으로 분포하고 있으며 중생대 백악기의 경상계 퇴적암과 부정합의 관계로 경계를 이룬다. 이는 온정리 화강암과 대비가 되며 조사지역의 진보면 후평리 파천면, 청송읍, 부동면 송생리, 부일리, 신점리에서 잘 관찰된다.

○ 경상계 퇴적암류

의성지괴 의성 소분지에 대비되는 지층으로 영양분지 일대는 낙동통 신라통에 해당하는 지역이고, 의성(도평)지괴지역의 층서 구분으로 최현일 외(1982) 의성지역의 층서 구분에 의하면 하부로부터 일직층, 후평동층, 점곡층, 사곡층, 춘산층 산양동층으로 구분이 되며 유천층군의 화산암 복합체와 부정합의 관계를 이루고 있다.

가. 알코스질 사암층

기저 퇴적암으로 조사지역에서 최하부의 퇴적암으로 나타난다. 주로 역암, 알코스질 사암, 머드스톤, 말로 구성되며 조사지역의 북부지역, 진보면 추현리, 가곡리 일부에 나타나고 주향은 $NW35^{\circ} E$, $NW10^{\circ} E$ 방향이고, 경사는 $6-35^{\circ} E$ 이고 흑운모 화강암에 의해 관입 절단된다.

나. 적색 사암층

주로 알코스질 사암, 적색 사암으로 구성되며 조사지역 최상단의 진보면 부곡리 에서 부동면 이현리 까지 북서-남동 방향으로 좁고 길게 대상으로 두 갈래로 나누어져 분포한다. 한지역은 최상단의 진보면에서 단층으로 알코스질 사암과 구분되고 최하단은 부동면 이전리에서 끝이난다. 좌측으로는 하부의 알코스질 퇴적암과 우측으로는 상부의 각력 안산암층과 관입의 관계를 가지고 경계를 이룬다. 다른 지역에서 대상으로 분포하는 적색 사암층은 좌로 파천면 신흥리에서 시작하여 하단은 부동면 신점리에서 끝나는 북서-남동 방향으로 상부의 녹색사암층과 경계를 이루고 우로는 하부의 알코스질 사암층과 경계를 이룬다. 주향은 북서-남동 방향으로 경사는 $14^{\circ} NE - 30^{\circ}$ 내외 이다.

다. 녹색 사암층

녹색 사암, 회색 또는 암회색의 사암과 셰일로 구성되며 청송지역 중부의 대부분으로 안덕면 및 부동면 현서면 일부에 분포하고 본 조사 지역내에 분포하는 경상계 퇴적암의 최상위 지층이다. 하단은 관입암과 관입의 관계를 이루고 상단은 적색사암층과 흑운모 화강암과 경계를 이룬다. 주향은 NE 방향이고 경사는 10° NE내외이다. 또 $N40^{\circ} \sim 60^{\circ} W$, $20^{\circ} \sim 40^{\circ} NE$ 또는 SW로 경사 방향이 대칭적인 배사구조의 분포를 보인다.

○ 유천층군

중생대 백악기 경상계에 속하는 지역으로 주로 안산암, 유문암, 응회암 및 용결응회암으로 구성되며 층후는 약 900m 이다.

가. 산성 화산암류

유문암 및 산성 화산암으로 구성되고 조사지역 상부와 하부에 부분적으로 나타나며 하부의 퇴적암을 관입하고 있다. 상부는 주로 진보면 월정리, 고현리, 용점리 일대에 분포하고 하부는 현서면과 현동면의 경계, 부남면 하단에 분포하고 부남면 하단에 분포하는 지역은 각력 안산암과 경계를 이룬다.

나. 각력 안산암

유문암, 산성 화산암류와 관입의 관계를 가지고 청송 동부에서 남북방향으로 대상으로 분포한다. 조사지역 북부의 진보면 괴정리에서 남부의 부남면까지 분포하고 일부는 현서면과 현동면 경계인 민봉산 부근에 분포한다.

다. 흑운모 화강암

조사지역내 중앙부에 부남면의 매봉산 일대에 나타나며 하부의 녹색 사암층, 산성 화산암류와 경계를 이룬다. 일부는 청송 외하단의민봉산 정상에 나타난다. 전체적으로 균질한 흑운모 정장석 및 석영으로 구성되나 간혹 반상조직을 보이기도 한다.

○ 관입암복합체

중생대 백악기의 불국사 관입암층에 속하는데 불국사관입암층은 중생대 백악기의 조산운동으로 경상분지내 퇴적작용, 화성활동, 단층운동의 결과이다. 이는 조사지역내에서 신생대 제4기 층과 부정합의 관계를 가진다.

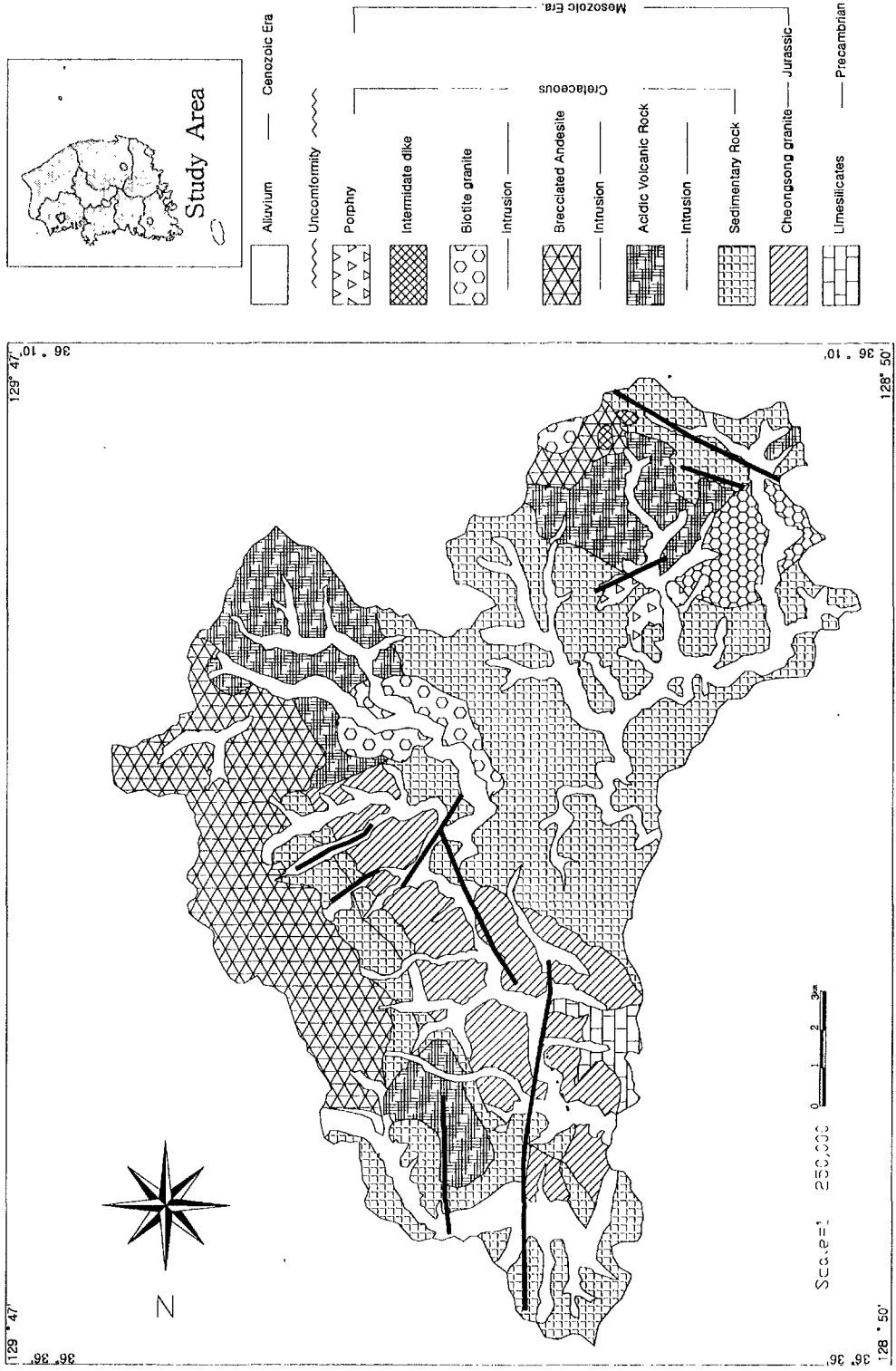
염기성 암맥은 주로 석영 몬조나이트, 화강섬록암, 화강섬록 빈암으로 구성되고 조사지역내 최하단인 현서면 두모산 일대에 분포한다.

산성암맥은 주로 규장암, 규암, 반암, 화강반암으로 구성되고 조사지역내 중생대 백악기 최상부 지층을 이루는데 주로 안덕면 천마산 부근에 분포한다.

○ 층적층

신생대 제4계 지층으로 조사지역내 하천을 따라 남북, 북서 방향으로 잘 분포하고 있으며 모두 하부지층과 부정합의 관계를 가진다. 주로 이토, 사토, 사력이 추가되며 농토로는 부적합한 층이다.

<그림 3-2> 조사지구 지질도



3-2 물리탐사

지구물리탐사는 지구물리학의 응용분야로서 자연적 또는 인위적인 신호(signal)를 통해 지표 및 지하 지질의 특성을 측정하므로써 지하지질구조와 지하에 부존하고 있는 유용광물 및 석유, 천연가스, 지열, 지하수 등의 부존여부를 추측하는 방법이다. 그 종류에는 전기탐사, 자력탐사, 방사능탐사, 탄성파탐사, 중력탐사, 전지기탐사, 물리검층, 원격탐사등 여러 가지가 있다. 수행 방법으로는 효율성을 높이기 위하여 지표지질조사 자료 수집 및 분석, 1차 탐사, 2차 탐사의 3단계로 수행되어 진다.

지하수 탐사의 경우에는 현장지질조사와 항공 또는 위성사진자료를 수집하여 전반적인 지질학적 환경을 파악하고 이를 바탕으로 지하수부존과 관련된 요소들의 정보를 축적한다. 특히 변성암이나 화성암등의 결정질 암석으로 이루어진 지질환경에서는 단층, 파쇄대 등의 선구조가 지하수부존과 관련된 가장 중요한 지질요소가 된다. 1차탐사는 1단계 조사자료를 바탕으로 넓은 지역에서 선구조 위치와 분포상태 등 지하구조대 발달상태를 객관적으로 확인 조사할 수 있는 전자탐사법의 일종인 극저주파탐사와 같은 신속하고 경제적인 탐사방법이 사용된다. 1차 탐사 결과 선구조 또는 이상대가 발견되면 이들을 확인하고 보다 구체적인 구조와 상태, 그리고 지하수부존 가능성을 밝히기 위해서 집중적이고 정밀한 2차 탐사법인 쌍극자 탐사, 수직 탐사 등이 널리 사용되어지고 있다.

본 조사지구에서 실시한 물리탐사는 광역적인 지질구조선을 찾기 위해 SPOT 영상을 ERDAS system에 적용시켜 위성 영상판독 분석 후 선구조를 추출하였다. 지하 하부의 지질구조대와 파쇄대를 찾아 지하수 부존성을 탐사하는데 널리 사용되고 있는 전기탐사의 일종인 전기비저항 탐사 중 쌍극자탐사를 실시하였다. 쌍극자 탐사는 전극간격을 30m, 연장 500m설치 하였으며 총 16측선을 실시하였다. 탐사 실시 총괄표는 표 <3-1>과 같으며 결과 출력물은 그림<3-4>에서 그림 <3-19>까지 이다.

3-2-1 원격탐사

원격탐사란 1960년대 부터 미국에서 처음 사용한 것으로 대상체로부터 방사 혹은 반사되는 전자기파 에너지를 물리적인 접촉없이 측정하여 대상물체의 물리

적 성질이나 상태 및 공간적 형태 등을 식별하고 해석하는 탐사기술로서 항공기나 인공위성에 탑재된 센서를 통해서 지표면의 대상물이나 현장에 관한 전자파 정보를 수집해 이를 분류, 판단 및 분석하는 기술로 지질학적으로 광역지질 구조의 해석 및 열수 변질대의 추출 등에 응용되고 있다. 처음에는 항공사진을 많이 이용하였으나 1970년이후는 인공위성을 이용한 위성영상 자료를 활용하게 되었다.

암석은 침식, 풍화에 의하여 그 자체적인 특징을 갖기 때문에 서로 다른 암석이 접하는 경계부나 지질구조적인 현상이 있는 부분에서는 지형적 변화 형상이 나타난다. 이러한 현상은 인공위성에 의하여 만들어진 위성영상 자료를 가지고 전파영역별 구분으로 나누어 분석하면 선구조로 나타나게 된다.

선구조는 지하지질구조를 반영하는 광역적규모의 선형구조로서 직선적이거나 약간 만곡된 선으로 나타나는 것을 의미하며 선구조는 지표암석권의 단열과 대부분 일치하여 암석분포조사, 지체구조, 지질구조조사, 지하수자원탐사, 광물자원탐사의 기초자료로 활용되고 있다.

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

지질구조선과 관련된 선구조선은 약선대이기 때문에 암반지하수 통로 역할을 할 수 있는 가능성이 많아 지하수부존과 매우 밀접한 관련이 있으며, 실제로 선구조가 발달된 지역에서 측정할 경우 지하수 산출율이 높다.

본 연구에서는 지상탐사위성인 LANDSAT MSS, LANDSAT TM, SPOT중 해상도가(1PIXEL=20×20m) SPOT 위성에서 얻어진 위성영상 자료를 이용하였는데, SPOT은 기존의 지상 자원탐사 위성 중 가장 최근 발사된 위성으로(1986년, 프랑스) 0.49~0.8 μ m의 파장을 가진 가시광선과 0.8~0.91 μ m의 적외선을 이용하여 3개의 전자기 밴드 (magnetic band) 를 가지고 5~26일의 주기로 같은 지역을 조사하게 되는데, 다른 위성들보다 높은 지상분해능을 가지며, 주사주기가 짧아 자료의 최신정보획득이 빠르고 동일한 면적에서 더 많은 자료를 얻게되는 이점이 있다.

<그림3-20>은 위성영상자료로서 그 영상을 해석 한 후 추출한 선구조를 나타내었다.

조사지역 선구조의 광역적인 방향성을 인지하기 위하여 장미도(Rose Diagram)를 사용·분석<그림3-21>하였으며, 조사지역의 선구조는 N20~35W 방향으로 매우 우세하게 발달되어 있으며, 주방향에 부수된 2차방향인 N20~30E 방향도 비교적 우세하게 나타난다.

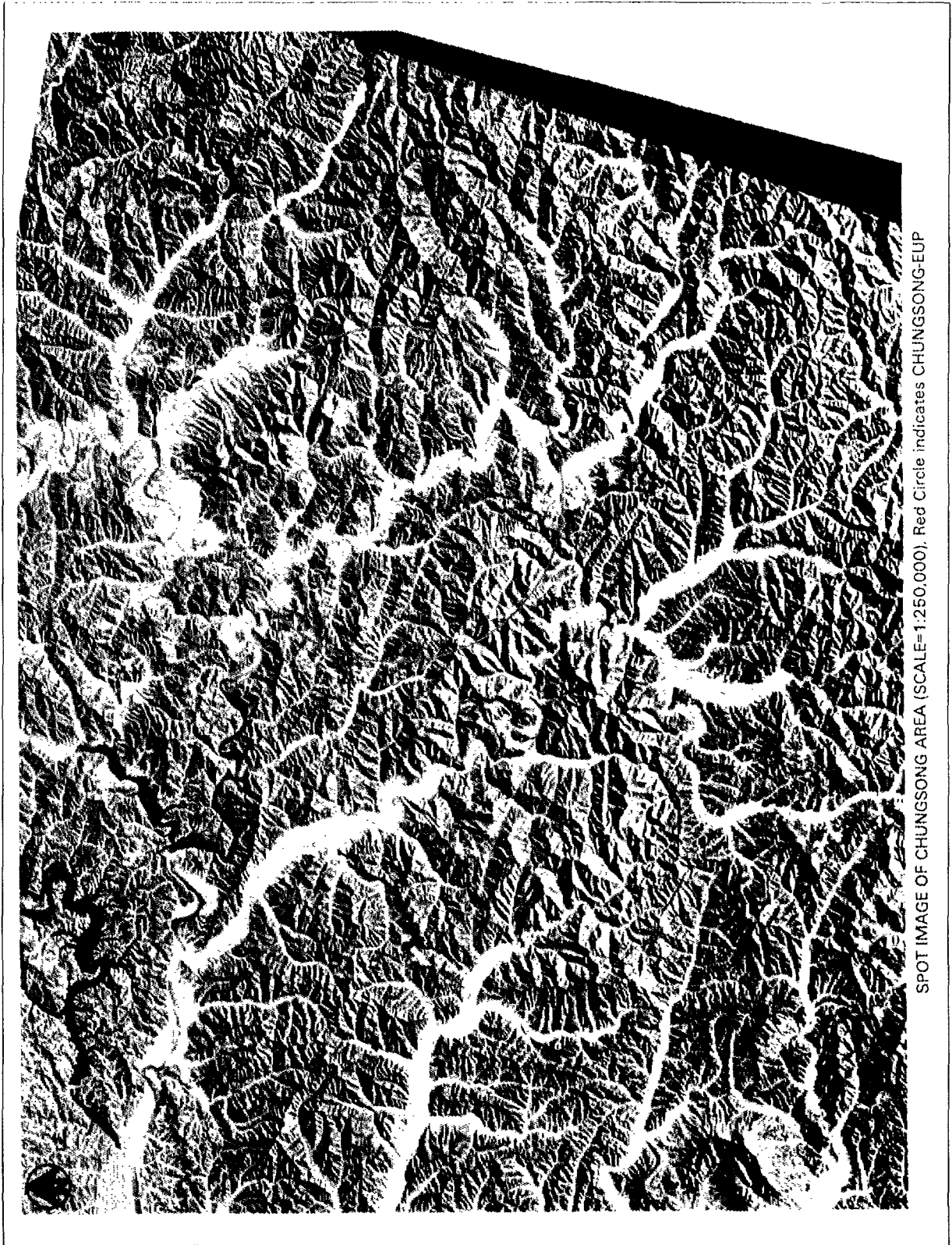
N20~35W 방향의 선구조는 조사지역에서 발생빈도가 가장 높고, 가장 좋은 연장성을 보이는데 이는 조사지구 제암석들의 지질구조의 주 발달방향과 수계의 방향과 산세의 방향을 나타내는 것으로 해석되며, N20~40W 방향은 조사지구의 지질구조 발달의 주방향에 부수된 2차방향의 구조대나 조사지역에 분포하는 제암석들의 층서적인 방향과 일치되어 해석된다.

3-2-2 전기비저항탐사

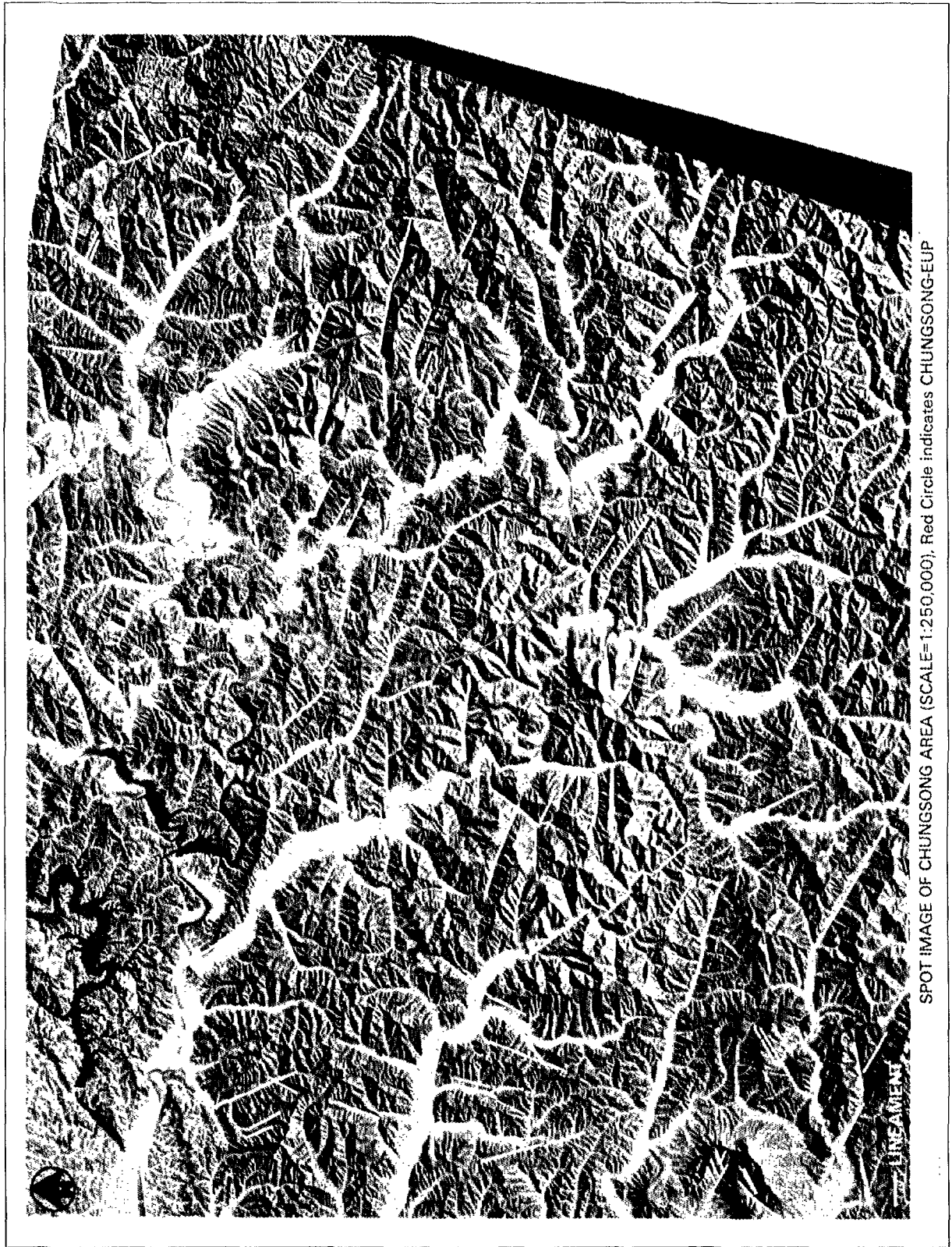
전기비저항탐사는 인공적으로 대지에 아주 낮은 주파수를 갖는 강한 점전류를 보낼 때 전류가 전기를 잘 통하는 부분으로 집중되어 흐르는 원리를 활용하여 일정한 배열을 따라 땅속에 전기를 보내고 전기의 전파에 의해 발생된 전류의 크기와 이에 의해 발생된 전위분포를 측정함으로써 지하의 전기비저항치의 변화양상을 탐지 및 해석하여 지하의 지질구조(파쇄대, 단층, 지질구조대등), 광상, 지하수, 지열지대의 보존여부 및 부존양상을 탐사하는 것이다.

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

전기비저항법은 전류의 크기, 각 전극에서의 전위의 크기 및 각 전극간의 거리 등 정량적으로 측정 가능한 값들을 취급함으로써 정량적인 해석이 가능하고, 또 그 이론도 비교적 잘 발달되어 있어서 이론적 계산치와 현장 측정치를 비교 해석할 수 있다는 점에서는 매우 과학적이라 할 수 있겠다.



<그림 3-3> 청송군 일원 인공위성영상도 및 선구조도



<그림 3-4> 조사지구내 선구조도

그러나 전류전극이 대지와 전기적으로 잘 접촉되어야 하므로 동토, 사막등 표토층이 전기적 절연지역이거나 반대로 표토층이 너무 전기적 양도체인 경우, 지하 심부로 전류의 공급이 이루어지지 않아서 이 전기비저항법을 사용할 수 없으며, 또 실제적인 문제로 넓은 지역의 탐사에는 전극들과 전선들을 이동시키는 작업이 매우 번거롭다는 단점이 있다. 전기비저항 탐사는 전극배열법에 따라 웨너법, 슬립버저법, 리법, 3극점법, 쌍극자법이 있다.

1) 쌍극자배열 전기비저항 탐사(Dipole-Dipole Method)

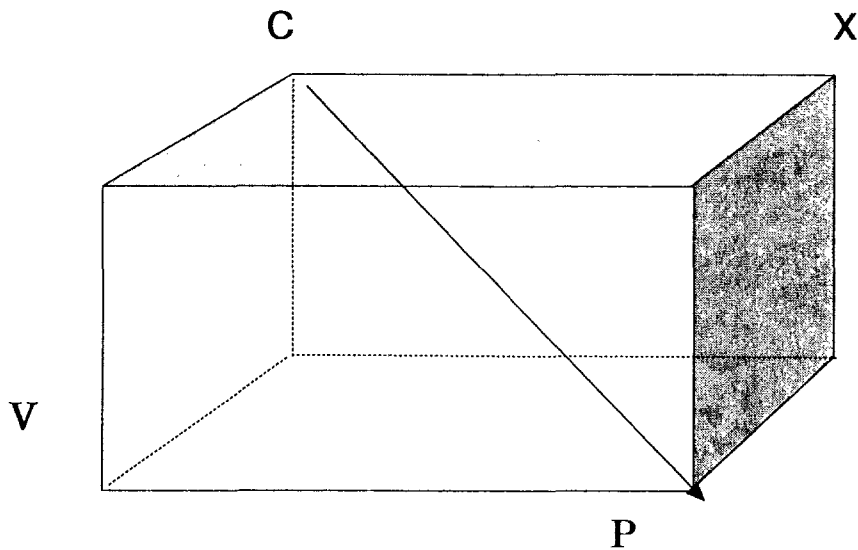
도선의 전기저항 R은 길이 L에 비례하고 단면적 A에 반비례한다. 즉,

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad \text{이다.}$$

여기서, ρ 는 비례상수로서 물체의 크기 및 모양에 관계없이 물체의 전기적 특성을 나타내는 것으로 전기비저항(Electrical Specific Resistance)이라 한다. 또한, 옴의 법칙에 의하면 $R = \Delta V / I$ 이므로

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

여기서, ρ 의 단위는 ohm-m가 된다. 즉, 전기비저항이란 단위체적당 물질의 저항으로 정의 할 수 있다.

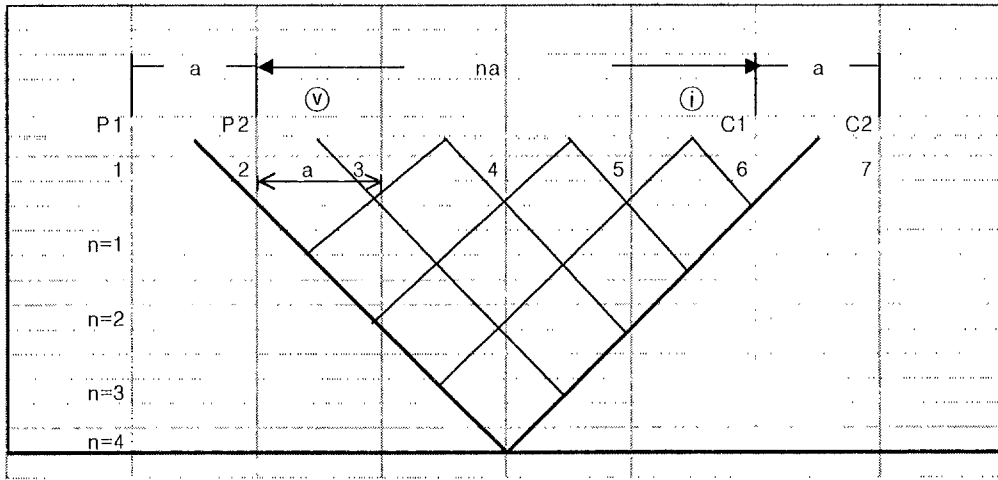


<그림 3-5> 점진원에 의한 전위

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

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

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



<그림 3-6> 쌍극자탐사 측선배열 방법

<그림 3-6>에서 지표면에 매설한 한쌍의 전류전극 C₁(+I)과 C₂(-I)를 가정하고 임의의 점 P₁, P₂에서 각각의 전위를 생각할 때, P점의 전위는 C₁과 C₂에 의한 전위차로 나타나며, 다음과 같다.

$$VP1 = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{C1P1} - \frac{1}{C2P1} \right), VP2 = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{C1P2} - \frac{1}{C2P2} \right)$$

그러므로 C₁과 C₂에 의해서 P₁과 P₂의 전위차 V는 아래의 식으로 구할 수 있다.

$$V = VP1 - VP2 = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{C1P1} - \frac{1}{C2P1} - \frac{1}{C1P2} + \frac{1}{C2P2} \right)$$

이것을 비저항의 식 ρ로 풀어쓰면 다음과 같다.

$$\rho = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{C_1P_1} - \frac{1}{C_2P_1} - \frac{1}{C_1P_2} + \frac{1}{C_2P_2}\right)} \cdot \frac{\Delta V}{I}$$

또한, K를 기하학적 계수(Geometric Factor)라 하며 다음과 같고, 각종 전극 배열방식에 따라 계산하여 그 값을 구할 수 있다.

$$K = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{C_1P_1} - \frac{1}{C_2P_1} - \frac{1}{C_1P_2} + \frac{1}{C_2P_2}\right)}$$

상기 식에서 쌍극자 배열은 전위 및 전류전극 간격이 모두 a로 $C_1P_1 = C_2P_2 = (n+1)a$, $C_2P_1 = na$, $C_1P_2 = (n+2)a$ 이므로 기하학적 계수는 다음과 같다.

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

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

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

쌍극자 비저항탐사는 <그림 3-6>과 같이 전류 및 전위전극 간격 a를 탐사 목적 및 정밀도 등을 고려하여 결정하고, a, 2a, 3a, na 간격으로 단계적으로 이동하면서 전위차를 측정하여 겉보기 비저항치를 계산한다.

▶ 탐사방법 및 해석결과

야외탐사 결과치는 전위전극 중심과 전류전극의 중심을 연결하는 선을 밑면으로 하는 직각이등변 삼각형의 꼭지점에 겉보기 비저항치를 기입하여 수평 및 수직적 변화를 탐지할 수 있다. 이와 같은 쌍극자배열 탐사결과 획득된 겉보기 비저항도면을 가단면도(Pseudo-Section)라고 한다.

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

근본적으로 Wenner 배열이나 Schlumberger 배열을 채용한 수직탐사는 1개 점 하부의 심도에 따른 비저항의 변화 양상을 파악하고자 함에 목적이 있으므로 1차원적 탐사의 범주에 속한다. 지하 1개점 하부의 자세한 정보 획득에는 수직탐사가 효율적이며, 정량적이라 할 수 있다.

그러나, 암반지하수의 경우와 같이 국부적으로 발달하는 파쇄대 탐지의 문제는 그 대상이 2차원 구조이므로 2차원적인 탐사를 필요로 한다. 쌍극자배열탐사는 1점이 아닌 1축선상에서 수평-수직 탐사를 동시에 수행하므로 2차원적 탐사로 간주된다. 물론, 쌍극자배열 탐사의 축선상에 각 측정마다 수직탐사를 수행한다면, 1개점이 아닌 축선상의 하부에 2차원적인 비저항분포를 파악 할 수 있다.

또한, 수직탐사는 각 측정사이에 국부적인 이상대가 존재할 경우 이를 놓칠 우려가 많으나, 쌍극자배열 탐사는 연속적인 2차원 탐사이므로 이러한 가능성이 상대적으로 낮다고 할 수 있다.

그러나 쌍극자 배열에 의한 전기비저항 탐사시 지표천부의 수평전기전도도 변화(Lateral conductivity variation)에 대단히 민감하므로, 그로부터 야기되는 이상대를 정확히 해석할 수 없는 어려움이 있다.

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

이번 탐사에 적용한 쌍극자배열법(雙極子排列法 : Dipole-Dipole Array)은 한 쌍의 전류전극과 다른 한쌍의 전위전극 간격 a 를 30m로 하고 측정 간격을 30m, 60m, 90m, 120m, ... 으로 30m씩 단계적으로 이동하면서 각 측정에서의 전위차를 측정하여 겉보기비저항치(外見比抵抗値 : Apparent resistivity)를 구하고, 측정간격이 멀어지면 탐사깊이도 깊어지므로, 한 축선을 전개해 나가면 외견비저항의 2차단면을 얻게 되고, 단면상에서 등비저항곡선도를 작성하여 전기비저항 분포이상대(異狀帶 : Anomaly zone)를 파악하였다.

축선의 길이는 현장여건에 따라 조정하였으며, 20개의 pole을 택하여 가탐심도를 200m이상 되게 하였다. 탐사위치는 청송군 전역에 걸쳐 16개소를 설정하여 조사에 임하였으며, 전체적으로 RMS ERROR 수렴 수치가 높은 것은 탐사장소 및 탐사시기에 문제가 있는 것으로 짐작된다. 예를들면, 각 측정들은 조사지역 내

평야부에서 실측하였지만 비닐하우스 경작으로 논두렁 및 길 가장자리에서 탐사할 수밖에 없었다.

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

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

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

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

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

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

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

한편, 위와 같이 구분한 암상이 각각의 물리적 특성을 갖는 암체라 할 때 상

호 접하는 접촉대는 암상이 바뀌는 전이대(Transitional zone)로써 비저항변화율(Resistivity gradient)이 특히 큰 부분일수록 암상이 급격히 변화함을 지시한다. 이러한 의미에서 이들이 단층파쇄대나 암반균열대 등의 약대라는 해석기준이 된다.

이러한 전기적 비저항대의 구분은 암반에 대한 지하수탐사에서 중요한 의미를 갖는다. 우리나라와 같이 지하수 유동이 이루어지는 투수성이 높은 퇴적암의 분포가 적은 기반암체내에서는 파쇄대가 중요한 대수층의 역할을 하게 된다. 이는 비저항의 분포상태를 결정하는 구조선이 지하수의 유동통로 역할을 하는 확률이 높기 때문이다.

<표3-2>청송지구 탐사측선 총괄표

측선번호	위치	측선방향	길이(M)	비고
E-1	청송군 진보면 신촌리	북서-남동	500	
E-2	청송군 진보면 신촌리	북서-남동	500	
E-3	청송군 진보면 각산리	북동-남서	500	
E-4	청송군 진보면 각산리	북서-남동	500	
E-5	청송군 청송읍 금곡리	남-북	500	
E-6	청송군 청송읍 금곡리	남-북	500	
E-7	청송군 청송읍 신성리	남-북	500	
E-8	청송군 청송읍 신성리	남-북	500	
E-9	청송군 현서면 천천리	북동-남서	500	
E-10	청송군 현서면 천천리	북서-남동	500	
E-11	청송군 현동면 거성리	동-서	500	
E-12	청송군 현동면 거성리	동-서	500	
E-13	청송군 현동면 내인리	동-서	500	
E-14	청송군 현동면 내인리	동-서	500	
E-15	청송군 부남면 화장리	북서-남동	500	
E-16	청송군 부남면 화장리	북서-남동	500	

위에서 기술한 바와 같은 관점에서 탐사결과를 측선별로 분석하면 다음과 같다.

○ E-1 측선

E-1 측선은 청송군 진보면 신촌리에서 북서-남동 방향으로 탐사를 실시하였다. <그림 3-7>는 쌍극자탐사 결과의 Field Data Pseudosection, Theoretion Data Pseudosection, 2-D Resistivity Strcture를 보여준다. E-1 측선의 결과 <그림 3-7>는 전반적으로 비저항 값의 변화가 적어 지층의 변화가 적고 지하수 부존성은 거의 나타나지 않으나 60m까지 13번과 16번 사이에 이상대로 여겨지는 구간이 존재하며 16번 지점에서 60m 이하로 비저항값의 변화를 보인다.

○ E-2 측선

E-2 측선은 청송군 진보면 신촌리 지역에서 1번 측선과 유사한 방향으로 측선을 배열 하였으나 탐사의 결과는 상당히 다른 양상을 보인다. 심도 60m이하에서 심도가 깊어 질 수록 측정 14번 부터 비저항 값이 낮아지는 경향을 나타내어 비이상대를 보여 우측으로 더 정밀한 탐사의 필요성이 있고, 10번 부터 12번 측정 사이에서 30~60m구간에 높은 이상값을 보인다. <그림 3-8>

○ E-3 측선

E-3 측선은 청송군 진보면 각산리 일대를 북동-남서 방향으로 탐사를 실시하였다. 그 결과 30m 이내에 층적층으로 사료되는 풍화대가 존재하고 2번에서 5번 측정 사이에서 하부로 갈수록 낮은 비이상치가 나타난다. 반면 측정 12번과 13번 사이에서 높은 이상치를 나타내어 균질하고 치밀한 암석이 존재함을 나타낸다. <그림 3-9>

○ E-4 측선

E-4 측선은 청송군 진보면 각산리 일대를 북서-남동 방향으로 탐사를 실시한 결과 지하수 부존성은 거의 없는것으로 사료 되는데, 지하 30 m 이내 전구간에 걸쳐 풍화대 양상을 띄며 3번측점 왼쪽으로 심부로 갈수록 낮은 비이상치를 보인다. <그림 3-10>

○ E-5 측선

E-5 측선은 조사지역 청송읍 금곡리에서 남북 방향으로 실시 하였는데 <그림 3-7>에서 보는 것과 같이 30m까지 15번에서 18번 측선 까지 높은 이상치를 나타낸다. 이를 제외한 전 구간은 대체적으로 낮은 이상치를 보여 전반적으로 이상치가 낮게 나타나 지하수 부존성이 양호한 편으로 추정이 된다. <그림 3-11>

○ E-6 측선

E-6 측선은 청송군 금곡리 부근에서 500m 남북방향으로 실시한 탐사 측선으로 6번에서 8번측점 사이 심도 30~120m에서 매우 낮은 비이상값을 보여 지하수 부존의 가능성을 나타내고 있으며 측점 12번 부터19번 까지 심도 60m이하에서는 비교적 높은 비이상치를 나타내어 견고하고 치밀한 암석이 존재함을 시사한다.<그림 3-12>

○ E-7 측선

E-7 측선은 청송읍 신성리 일대를 남북방향으로 탐사한 결과로 전구간에 걸쳐 20m상부는 풍화대로 사료되고 5번 측점 좌로 부터는 심부로 갈수록 넓게 퍼지는 낮은 비이상치를 보인다. 반면 5번 측점 이상부터는 비교적 견고한 암석이 있음을 나타내며 측점 8번과 9번사이 심도 30m부근에서 매우 낮은 비이상치를 보이는 이상대가 존재한다. <그림 3-13>

○ E-8 측선

E-8 측선은 청송읍 신성리 일대를 남북방향으로 측선을 배열하였고, 탐사 결과는 그래프에서 보다시피 측점 11번 까지의 심도 100m 까지는 거의 적색 분포를 보이며 이는 기반암이 전지역에 걸쳐 거의 비슷한 암으로 추정되며 측점 12번 부터 심도 60m이하에서는 매우 낮은 비이상치를 나타내어 조사지역 우측으로 심도 150m부근에 지하수 부존성의 가능성이 보여 지므로 더 정밀한 탐사가 요구된다.<그림 3-14>

○ E-9 측선

E-9 측선은 청송군 현서면 천천리에서 북동-남서 방향으로 측선을 깔아서 탐사를 실시했는데 이지역은 심부 60m 이상 8-14측점에서 전형적인 좋은 이상대가 형성되고 있고 천부 에서는 풍화대의 양상을 보이나 이 지역을 제외하면 지하수의 부존상태가 불량한 지역으로 판단되며 하부는 거의 균질하고 단단한 암석이 분포함을 시사한다. <그림 3-15>

○ E-10 측선

E-10 측선은 청송군 현서면 천천리에서 북동-남서 방향으로 측선을 배열 했는데 전체적으로 측점 7번을 기준으로 좌우로 서로 상반되는 비저항치를 보여준다. 7번을 기준으로 1번 까지는 심부로 갈수록 비이상치가 낮게 나타나 지하수 부존의 가능성을 시사하고 있는 반면 7번 이후 부터는 전체적으로 단단하고 치밀한 암석이 있음을 나타내어 지하수부존 가능성이 거의 희박한 것으로 사료된다. 그러므로 조사지역 1번 측점을 기준으로 연장하여 탐사를 더 해봄이 타당하다. <그림 3-16>

○ E-11

E-11 측선은 청송군 현동면 거성리에서 동-서 방향으로 탐사를 실시하였다. 비이상치가 전반적으로 낮은 값을 보여 이상대는 거의 나타나지 않고 있으며 특이하게 15번 측점 부터 18번 측점사이에 심도 60m까지 단단한 암석의 분포가 있음이 보인다. <그림 3-17>

○ E-12 측선

E-12 측선은 청송군 현동면 거성리에서 동-서 방향 측선을 배열했는데 전 구간에 걸쳐 심부 약 90m이하는 기반암이 있는 것으로 추정되나 측점 1번 부터 5번 사이, 8번 부터 끝까지 심도 30~90m사이에서는 전반적으로 낮은 비이상치를 보인다. <그림 3-18>

○ E-13 측선

E-13 측선은 청송군 현동면 내인리 일대를 동-서 방향으로 탐사를 실시한 결과 측정 5번과 7번 사이 심도 50~100m사이에서 낮은 비이상치를 보여 높은 지하수 부존성을 보이고 측정 11번 부터는 60m이하 심부로 갈 수록 기반암이 나타남을 보인다.<그림 3-19>

○ E-14 측선

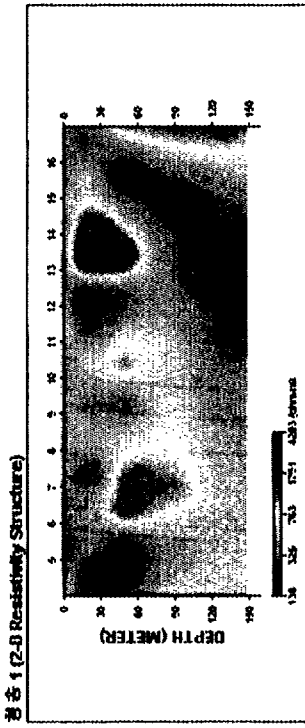
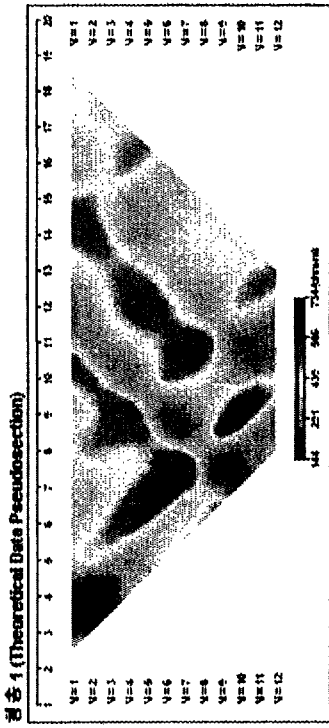
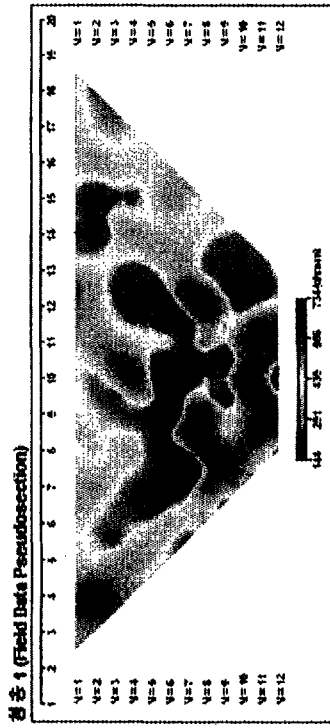
E-14 측선은 청송군 현동면 내인리 일대를 13번 측선과 유사하게 남북방향으로 측선을 깔아서 실시하였다. 전체적으로 측정 7번과 8번, 13번~16번 사이를 제외한 30m구간은 낮은 이상치로 풍화대임을 시사하고 5번 측점이하 심부로 갈수록 낮은 이상치를 보여 미약하나마 지하수 부존성을 보이거나 나머지 구간은 전체적으로 지하수부존성이 희박함을 보인다.<그림 3-20>

○ E-15 측선

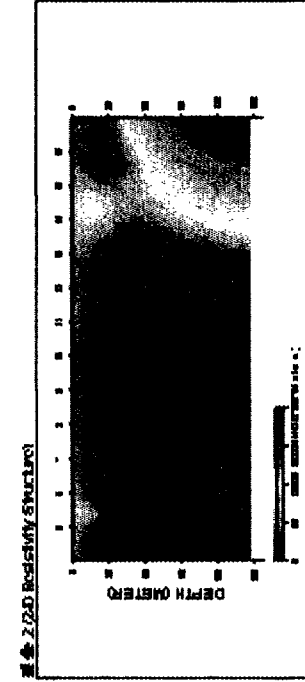
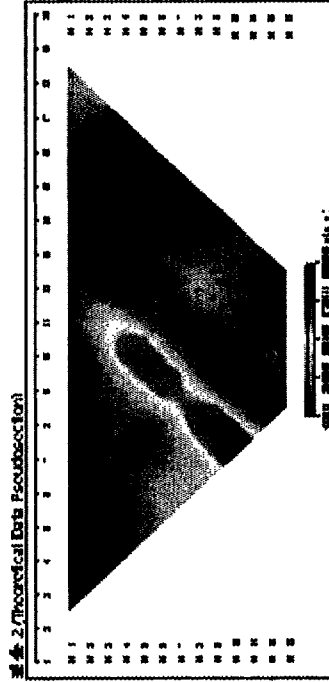
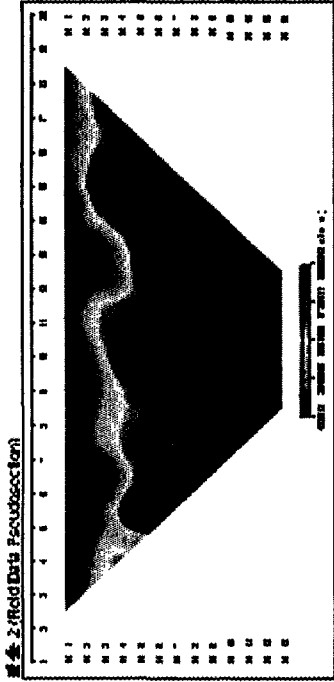
E-15 측선은 청송군 부남면 화장리 부근에서 북서-남동 방향으로 500m를 배열하여 탐사한 결과 측정 8번~13번 구간의 심도 30~100m사이에 비이상대가 존재하여 지하수 부존의 가능성을 보이고 측정 16번 이후 부터도 비교적 낮은 비이상치를 보여 부존가능성을 시사하고 있다. 나머지 구간은 기반암이 하부에 자리하고 있는 듯 하다.<그림 3-21>

○ E-16 측선

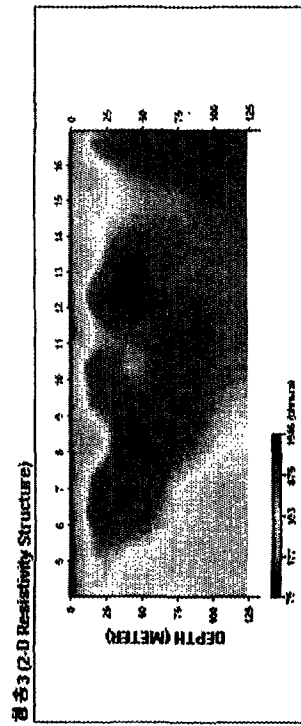
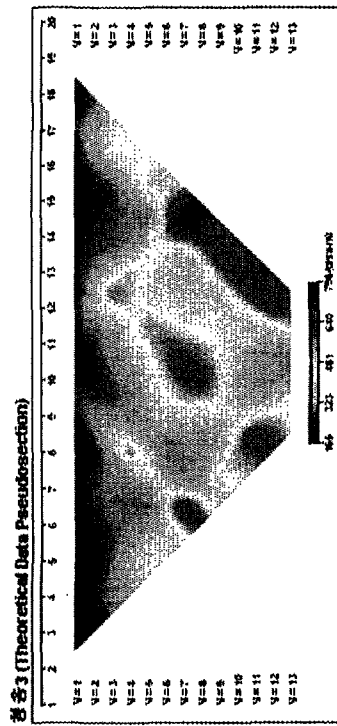
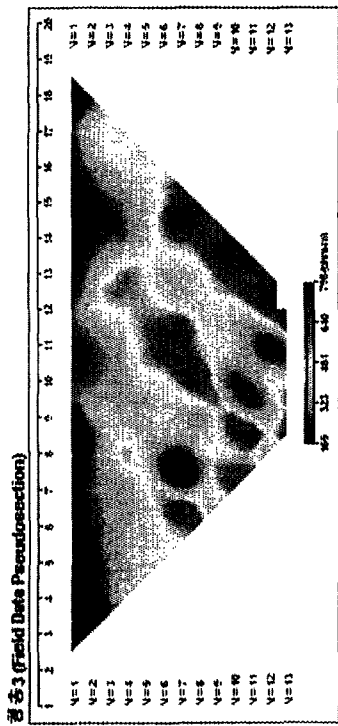
E-16 측선은 청송군 부남면 화장리 부근에서 북서-남동 방향으로 배열한 것으로 측정 7번 ~14번 사이는 비교적 단단하도 치밀한 기반암의 존재를 암시하나 측번 1번~7번 까지, 측정 18번 이후 부터는 비교적 낮은 비이상치를 보여 지하수부존의 가능성을 시사하고 있다. 그러므로 양 방향으로 연장하여 좀더 정밀한 탐사를 실시해봄이 타당하다. <그림 3-22>



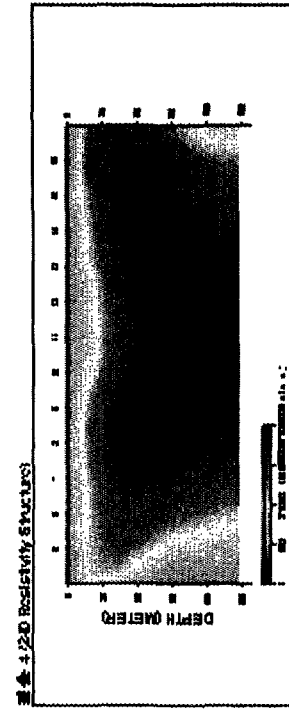
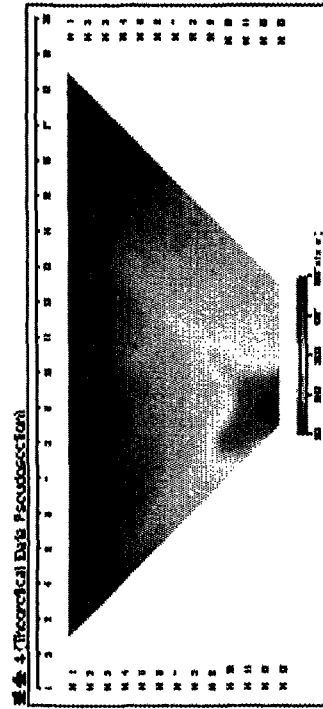
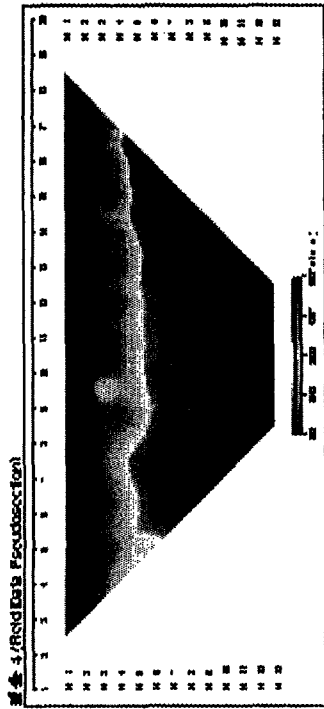
<그림 3-7> E-1 축선 쌍극자탐사 결과



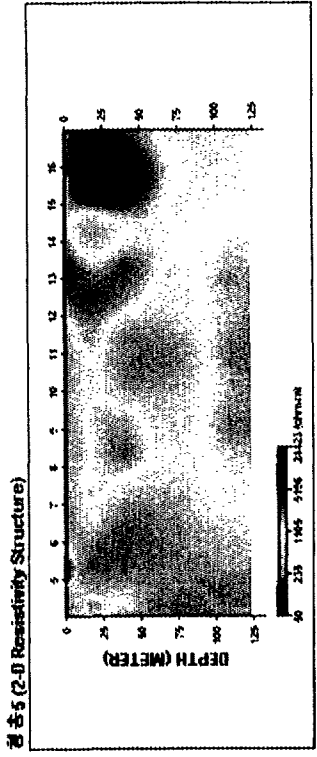
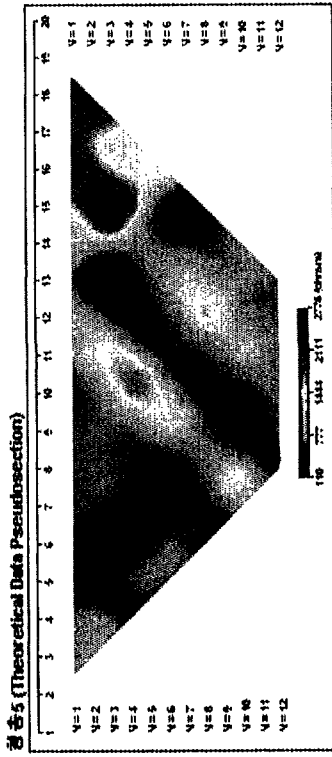
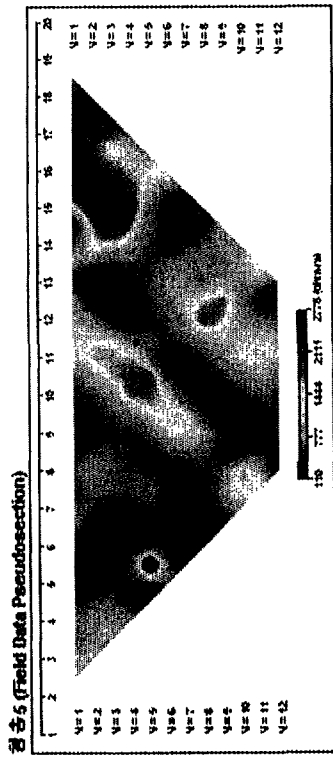
<그림 3-8> E-2 축선 쌍극자탐사 결과



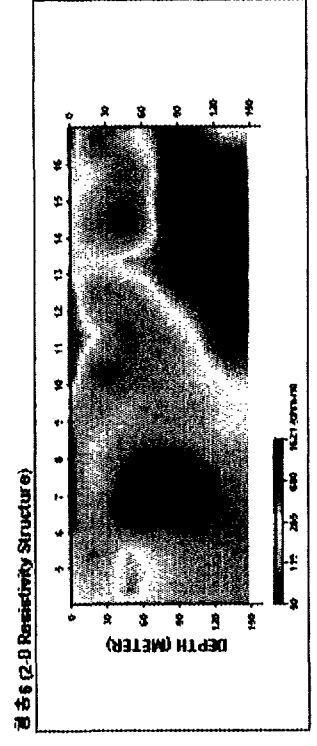
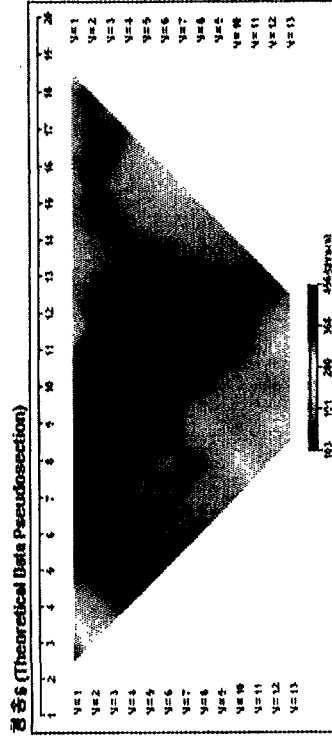
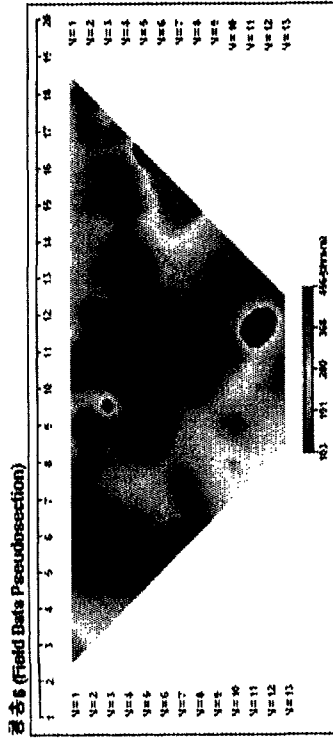
<그림 3-9> E-3 축선 쌍극자탐사 결과



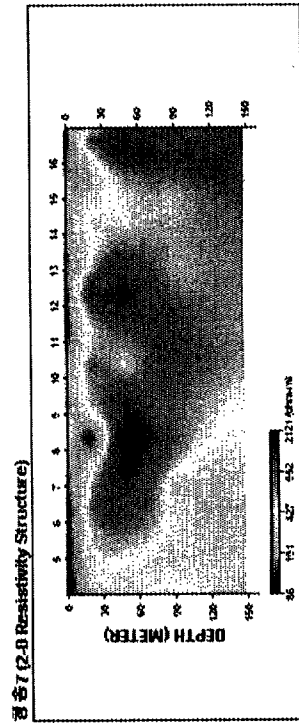
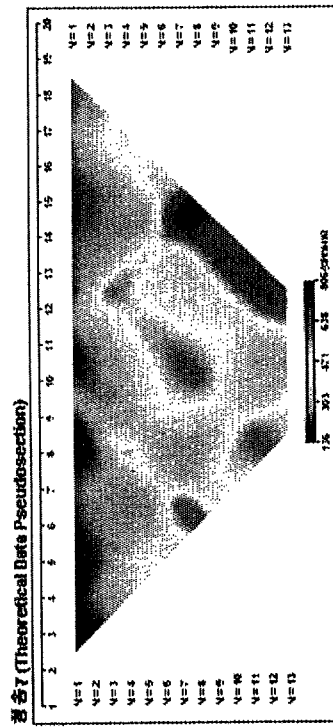
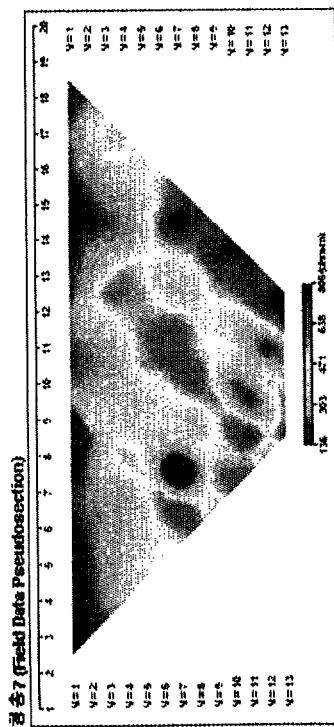
<그림 3-10> E-4 축선 쌍극자탐사 결과



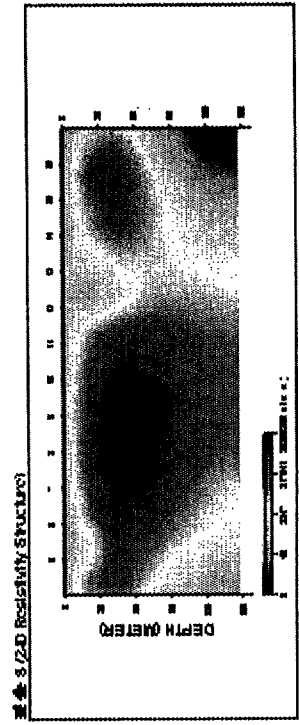
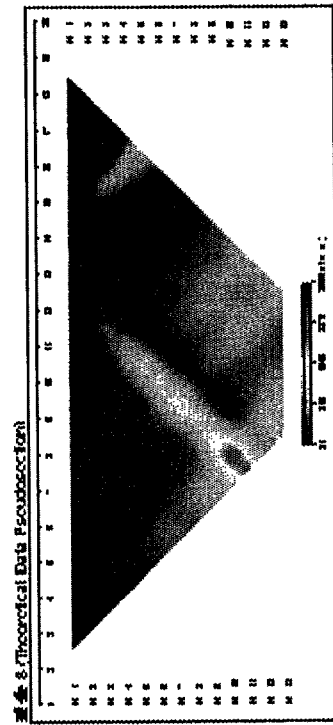
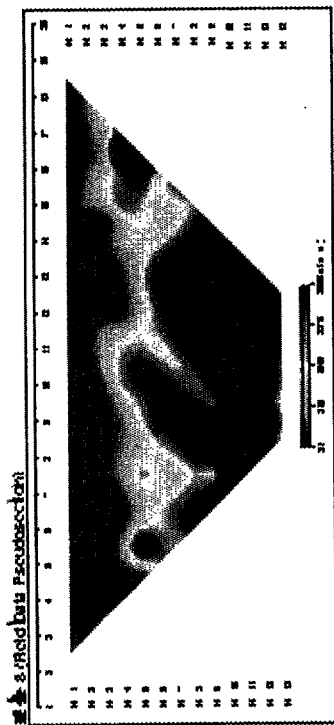
<그림 3-11> E-5 측선 쌍극자탐사 결과



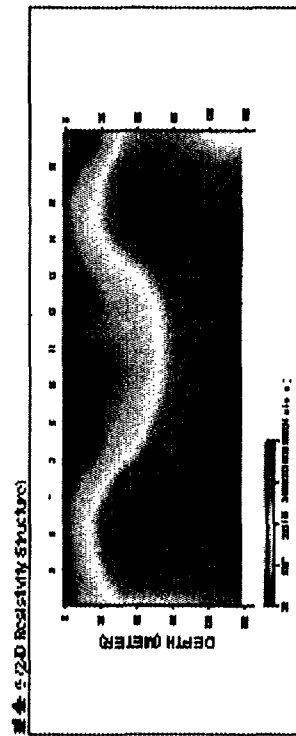
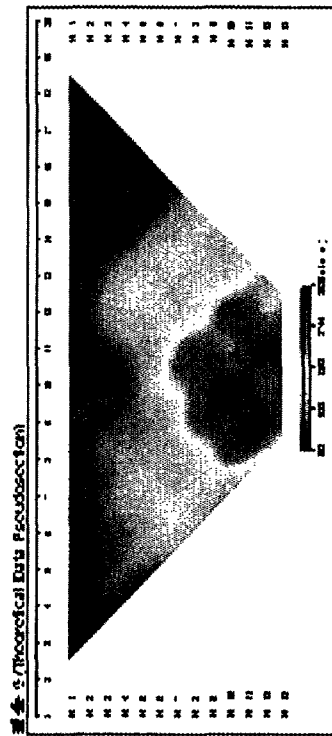
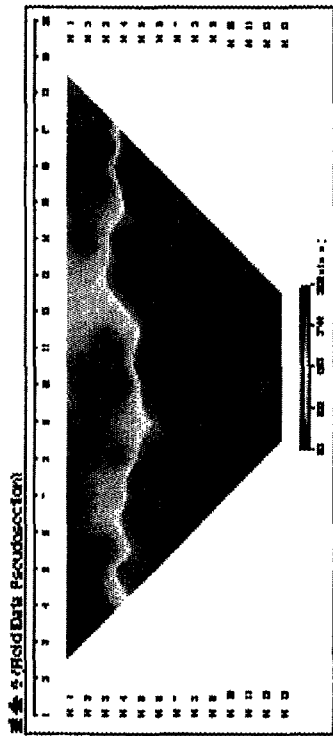
<그림 3-12> E-6 측선 쌍극자탐사 결과



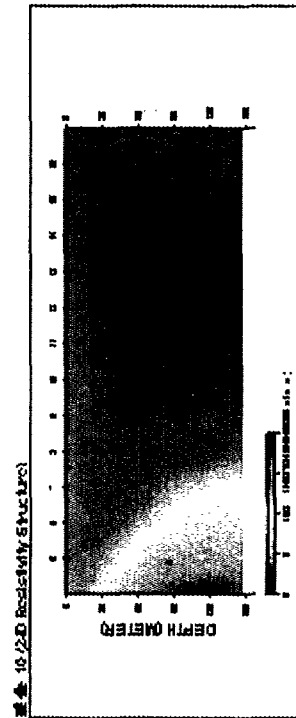
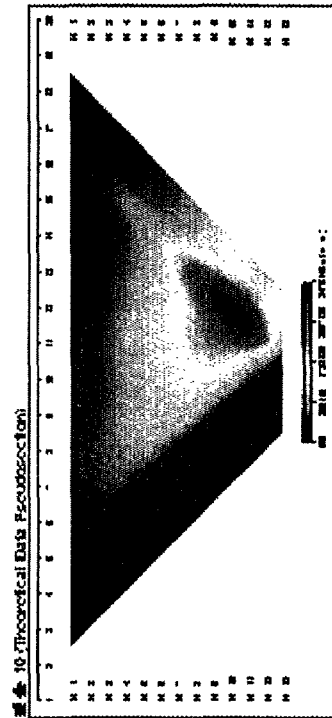
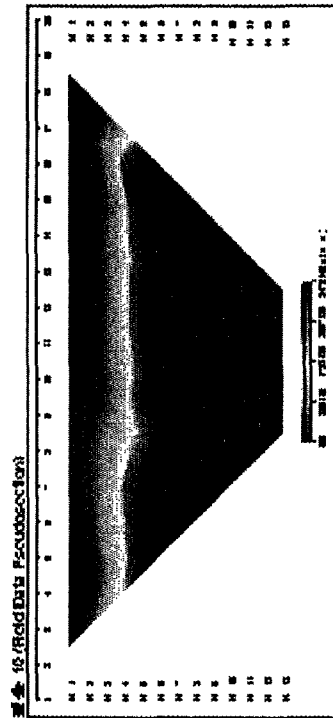
<그림 3-13> E-7 축선 쌍극자탐사 결과



<그림 3-14> E-8 축선 쌍극자탐사

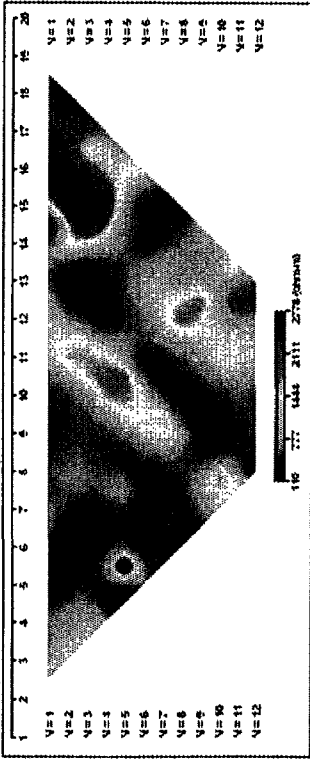


<그림 3-15> E-9 축선 쌍극자탐사 결과

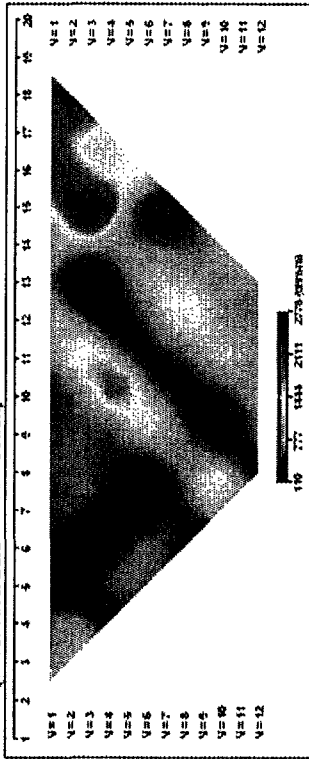


<그림 3-16> E-10 축선 쌍극자탐사 결과

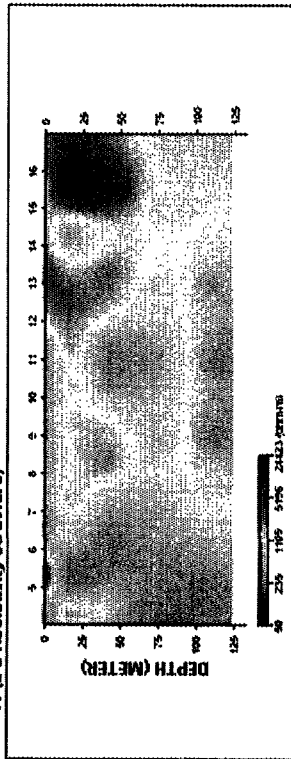
점층 11 (Field Data Pseudosection)



점층 11 (Theoretical Data Pseudosection)

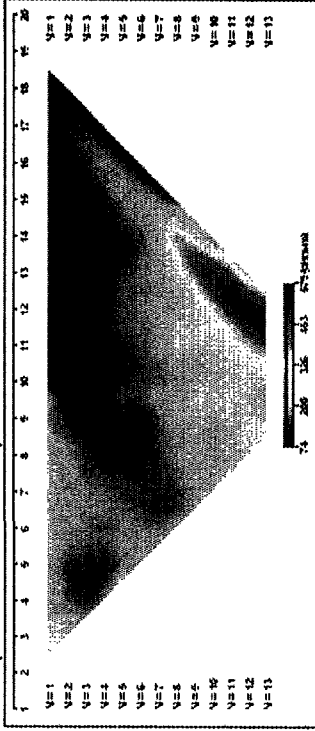


점층 11 (2-D Resistivity Structure)

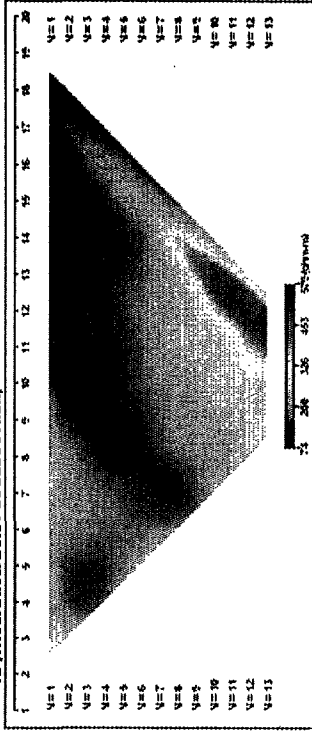


<그림 3-17> E-11 측선 쌍극자탐사 결과

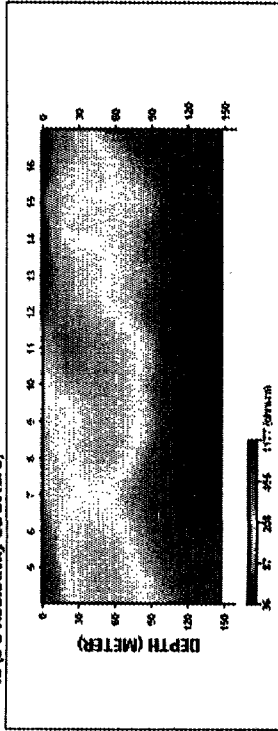
점층 12 (Field Data Pseudosection)



점층 12 (Theoretical Data Pseudosection)

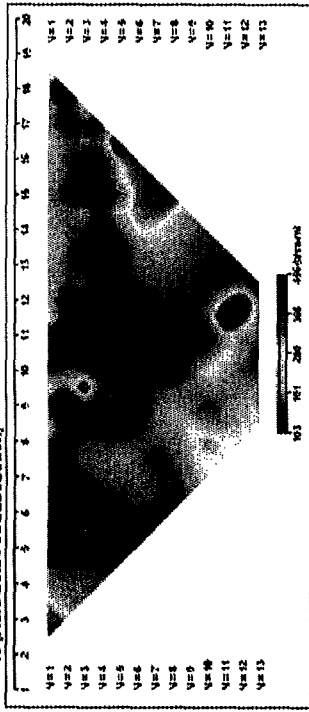


점층 12 (2-D Resistivity Structure)

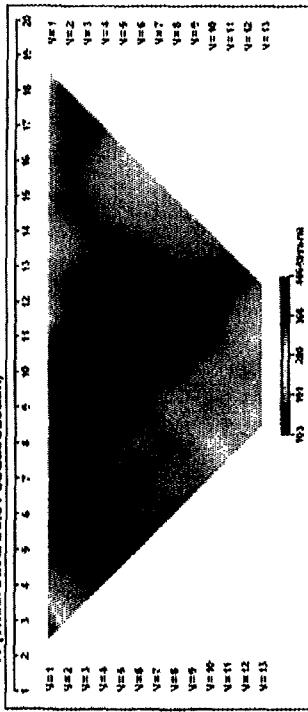


<그림 3-18> E-12 측선 쌍극자탐사 결과

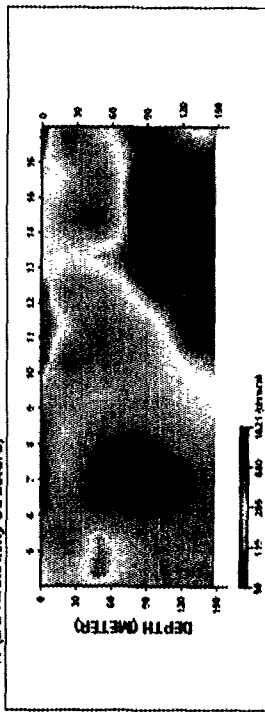
평층-13 (Field Beta Pseudosection)



평층-13 (Theoretical Data Pseudosection)

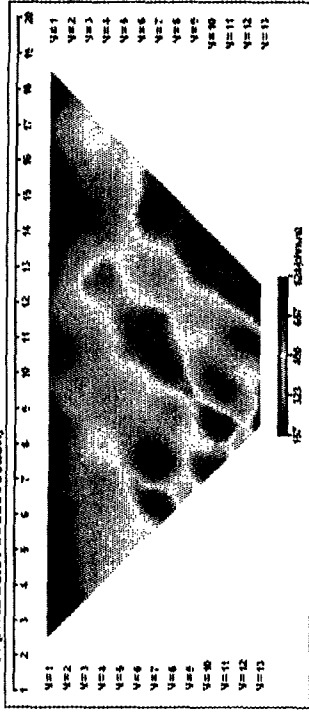


평층-13 (2-D Resistivity Structure)

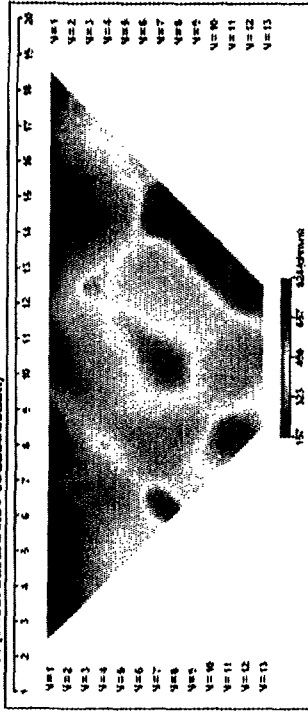


<그림 3-19> E-13 축선 쌍극자탐사 결과

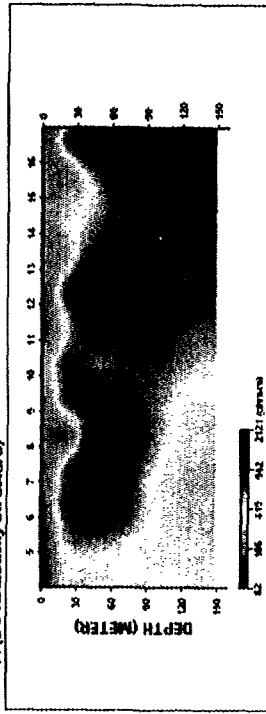
평층-14 (Field Data Pseudosection)



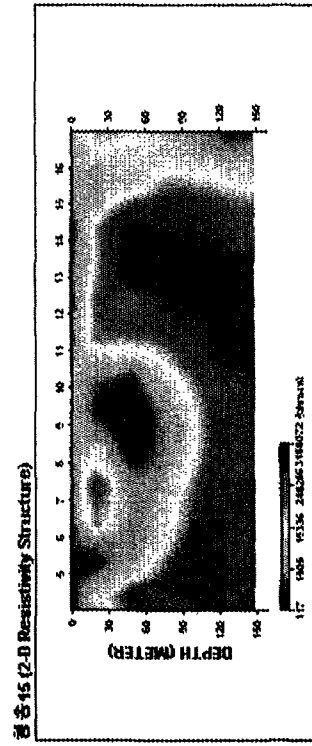
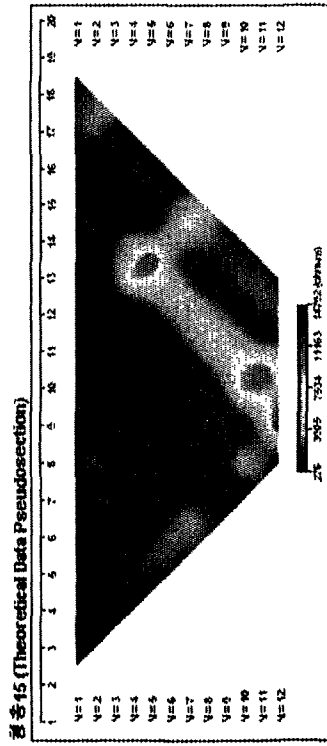
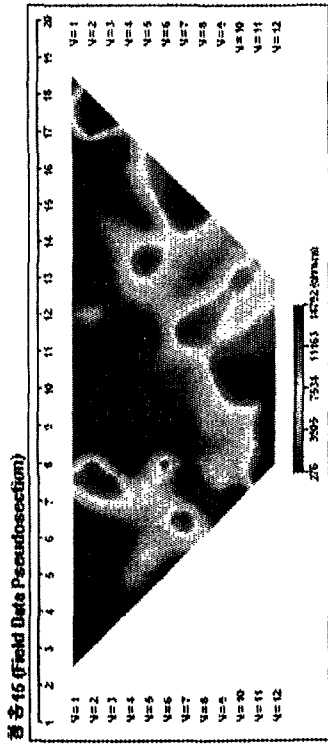
평층-14 (Theoretical Data Pseudosection)



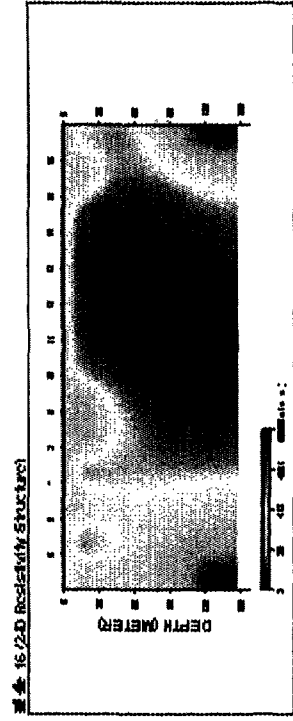
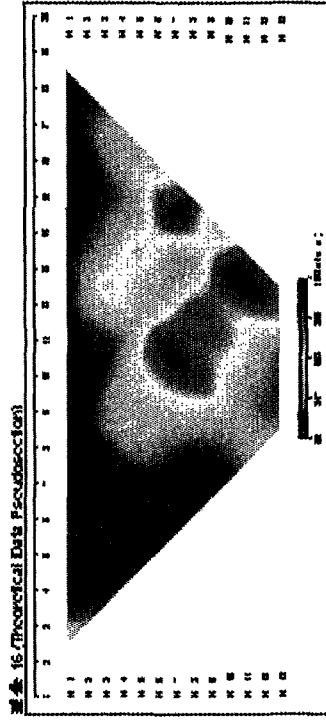
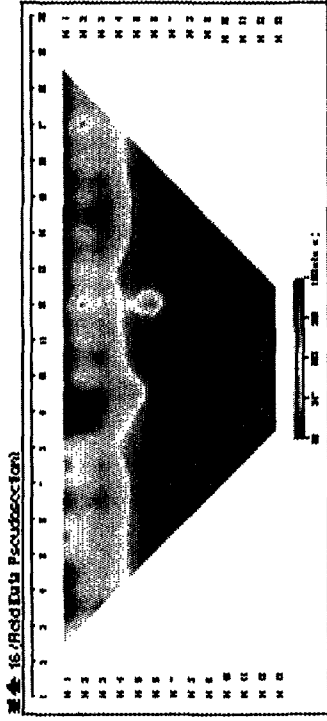
평층-14 (2-D Resistivity Structure)



<그림 3-20> E-14 축선 쌍극자탐사 결과



<그림 3-21> E-15 축선 쌍극자탐사 결과



<그림 3-22> E-16 축선 쌍극자탐사 결과

3-3 양수시험

양수시험의 목적은 대수층의 특성을 파악하여 대수층에 저류되어 있는 지하수를 정량적으로 평가하는데 있다.

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

한 개의 우물에 장시간에 걸친 계속적인 양수에도 불구하고 급격한 수위변화가 일어나지 않는 범위내에서 채수 할 수 있는 최대양수량을 적정양수량이라 하며 이는 가채수량 또는 안전채수량과 동의어를 쓰이는데 적정양수량은 하나의 수계에 속하는 저류체에서의 공급과 배출을 고려한 전체적인 물수지에 의해서 수량을 계산하여야 하는 것이 원칙이다. 적정양수량의 산출은 영향권 내에는 다른 우물에서의 양수가 없다는 전제조건과 대수층이 무한히 뺏어 있다는 가정하에 산출되기 때문에 저류층의 규모가 의외로 적을때는 그 값이 정확하지 않는 경우가 있다. 본 조사시에는 착정개발 자료와 예비양수 시험을 통하여 결정하였다.

양수시험시 양수정과 관측정을 동일한 심도에 설치하고, 양수정에서의 지하수 배출로 인하여 발생하는 관측정에서의 수위변화를 측정하고, 이들로부터 수리상수를 계산한다.

양수시험 실시시간은 피압대수층의 경우 대체로 24시간이면 충분한 자료를 얻을 수 있으며, 자유면 대수층의 경우에는 충분한 양의 배수를 위하여 약 72시간 정도의 시험이 요구되는 경우도 있다.

양수시험시 측정하는 사항은 양수전의 자연수위, 양수 시작과 종료 시간, 양수량, 양수중의 일정시간별 수위, 양수량 변화시간 등이다. 양수시험시에는 양수정과 이로부터 수m 내지 수십m 떨어진 곳에 1개 이상의 관측정을 굴착하여야 하는데, 양수정에서 지하수를 일정 수량으로 양수하게 되면, 양수된 물의 양을 V-Notch, 유량계 등 유량측정장치로 점검하고, 양수와 함께 양수정 및 관측정에서 수위변화 상태를 계속 측정 기록한다.

본 조사지구 내에서 모두 17공에 대해 기설관정에 대하여 V-notch를 사용하

여 유량을 측정하고 480분동안 양수시험을 하였으며 그래프 및 수리상수는 AQTESTSOLV 전산 프로그램을 사용하여 산출하였다. <표 3-19>

가. 수리상수

1) 투수계수(coefficient of permeability)

수리전도도(hydraulic conductivity)라고 하기도 하며 대수층의 단위 면적당 단위 입력구배에 의한 평균 침투속도의 관계를 밝혔다.

$$\frac{Q}{A} = K \cdot i$$

A : 단면적, Q : 유량, i : 동수구배

2) 투수량계수(coefficient of transmissibility)

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

$$T = K \cdot b$$

$$T = \frac{QW(u)}{4\pi \Delta s} : \text{Thies 이론식}, T = \frac{2.3Q}{4\pi \Delta s} : \text{Jacob 근사식}$$

여기서 T는 투수량계수, Q는 양수량, S는 수위강하량, W(u)는 우물함수, Δs 는 양수시간 1 Log cycle 에서의 수위차이다

양수시험에서 구한 일정 양수량(Q)에 대한 관측정 시간별 수위강하(s)로 투수량계수(T)를 구하게 된다. 특히 관측정이 없을 경우는 양수정의 수위강하 자료를 이용하기도 한다.

3) 저류계수(coefficient of storage)

단위단면적의 Prism에서 배수되는 물의 체적과 배수로 인하여 비게 되는 대수층의 체적비를 말하며 비산출률 sy, 유효공극율 γ 와 거의 같다.

단위수두차를 가지는 대수층에서 단위체적을 통하여 대수층 내 유입 또는 유출되는 지하수량과 단위체적과의 비율로서 자유면대수층의 경우는 유효공극율과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 피압대수층의 저류계수는 자유면대수층의 그것보다 현저히 작지만(약 10^{-4} 내외) 커다란 압력을 받고 있기 때문에 많은 양을 채

수할 수 있다.

저류계수의 산출은 양수정으로부터 일정거리 만큼 떨어진 관측정의 수위강하 자료로 얻어지는 것으로 다음과 관계식으로 표시된다.

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

여기서 T : 투수량계수, t : 양수시간, r : 양수정과 관측정사이의 거리
u : 정호계수, t₀ : 수위강하가 0인 지점을 만나는 시간 이다.

4) 적정양수량

우물의 적정양수량은 기술적용어로서 양수시 대수층의 성질 또는 양수기에 무리를 주지 않는 범위의 양수량이라고 정의 할 수 있다. 적정양수량은 영향권내에 있는 다른 우물에서 양수가 없고 대수층은 수평으로 무한히 펼쳐 있다는 가정 하에서 산출되며 이것은 1일 가채수량의 개념과 같다.

암반대수층의 경우는 양수량을 변화 시키면서 단계양수시험을 실시하여 각 단계의 수위강하량을 측정한 후 양수량별 수위강하량을 양대수방안지에 작도하면, 초기에는 직선형으로 되나 양수량이 증가하면서 변곡점이 나타나는데, 이 시점부터는 양수량 증가와 수위강하량 사이의 균형이 깨져 수위강하가 급격히 증가하는 시점이므로 이를 한계양수량(Critical discharge)으로 정의한다(Kunhiro, 응용지하수학). 일반적으로 적정양수량은 한계양수량을 초과하지 않는 범위에서 정한다.

나. 양수시험 결과

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

대수성상수 분석시 투수량계수와 저류계수를 계산 하였으나 저류계수는 대수성 시험자료가 양수정에서 측정한 자료에 국한되어 신뢰성이 적다고 평가하였다. (한정상, 1986)

조사지역의 대수층은 지하수면의 압력이 대기압과 차단된 피압대수층이고 지하수 부존형태는 암석내 발달한 1차 공극과 파쇄대, 절리 등의 2차 공극들의 조합에 의해 지하수 유로가 형성되어 있다.

<표 3-3> 기설관정의 양수시험 결과표

관정 번호	위치	표고	심도	양수량	자연 수위	안정 수위	수리전도도	투수량 계수	저류계수	비고
D 336	청송군 부동면 신점리	295	135	375	1.07	50.45	0.000719191	9.324	0.01251	
D 128	청송군 청송읍 금곡리	250	150	250	3.81	17.24	0.000548418	14.22	0.00447	
D 003	청송군 현동면 인지리	290	190	280	9.71	80.5	0.000462337	3.996	0.00566	
D 027	청송군 부남면 대전 3	340	190	500	3.7	105.37	0.000315475	8.18	0.01222	
D 163	청송군 진보면 시량리	250	200	380	21.24	41.2	0.000141185	9.152	0.00566	
D 055	청송군 안덕면 감은리	295	100	310	11.3	82	4.62337E-05	3.996	0.00227	
D 059	청송군 안덕면 명당리	300	220	255	17.1	113.5	3.97815E-05	4.126	0.00003	
D 013	청송군 현동면 도평리	280	140	319	6.6	94.3	4.62337E-05	3.996	0.00121	
D 174	청송군 현동면 눌인리	313	100	302	5.2	92.4	4.62337E-05	3.996	0.00098	
D 110	청송군 파천면 중평동	190	157	250	1.7	18	0.000175141	12.11	0.00566	
D 176	청송군 파천면 중평동	185	153	250	4.6	13.7	0.000336398	23.26	0.00016	
D 227	청송군 현서면 두현리	395	300	156	175	255	2.95164E-05	1.148	0.00001	
D 060	청송군 안덕면 근곡리	195	180	278	41.62	150	2.38651E-05	3.094	1.00004	
D 062	청송군 안덕면 근곡리	255	188	254	20.2	133	3.08225E-05	3.996	7E-06	
D 080	청송군 현서면 천천리	420	200	150	76	160	9.44112E-06	1.632	2E-07	

4. 기설관정 이용실태 조사

기설관정 이용실태를 조사하기 위해 1999년 하반기 9월~10월에 걸쳐 기설관정 현황조사와 기설관정 지하수위조사 및 현장간이 수질검사를 실시했다. 기설관정 현황조사는 청송군청과 각 읍,면사무소를 방문하여 기존의 자료를 수집하고 관계 공무원의 조언과 주민들의 물 특히 지하수에 대한 견해를 듣고 마을의 수리현황을 주로 조사하였으며 기설관정 지하수위 조사 및 간이 수질검사는 수위측정기 및 수질검사기기로 현장에서 측정 가능한 자료를 모두 취득하였다.

4-1 기설관정 현황

청송군내 지하수 신고현황을 보면 총 1,037개소(이용량 3,170,550.0m³/년) 중 244개소(이용량 1,552,095.0m³/년)가 신고된 시설이며 4개소(이용량 10,950.0m³/년)이 허가시설 789개소(이용량 1,607,505.0m³/년)가 경미 및 기타시설이다.

용도별 지하수 현황 중 생활용 지하수 이용현황은 845개의 관정(이용량 2,816,340.0m³/년)으로 가장 많은데 이중 가정용이 323개소(이용량 111,325.0m³/년) 일반용이 76개소(이용량 274,115.0m³/년) 학교용이 18개소(이용량 183,595.0m³/년)이고, 농업용이 관정 180개소 (이용량 157,110.0m³/년)로 답작용이 92개소 (이용량 151,890.0m³/년)로 가장 많고 전작용이 3개소(이용량 720.0m³/년) 기타가 85개소 (이용량 4,500.0m³/년)이다. 반면에 공업용 이용개소수는 1개소에 불과하며 기타 용도로 사용되는 지하수 개소수는 총 11개소(이용량 197,100.0m³/년) 로 온천수 5개소(이용량 197,100.0m³/년) 먹는샘물 4개소, 기타가 2개소 있다.<표4-3>

조사지구내 양수능력별 지하수 이용현황은 30m³/일 미만인 경우 생활용이 677개소(이용량 927,830.0m³/년)로 이범위에서는 생활용수가 가장 많고 농업용은 26개소 (이용량 7,740.0m³/년) 30m³/일 이상 100m³/일이하의 능력을 가진 관정의 경우 생활용이 54개소(이용량 492,020.0m³/년), 농업용이 32개소(이용량50,340.0m³/년) , 100m³/일초과 150m³/일이하의 경우 생활용이 67개소(이용량 886,220.0m³/년) 공업용이 1개소, 농업용이42개소 (이용량 99,030.0m³/년), 기타용이 9개소(이용량

153,300.0m³/년) 150m³/일 초과인 경우 생활용수가 47개소(이용량 510,270.0m³/년) 농업용수가 80개소, 기타용이 1개소(이용량 43,800.0m³/년)이다<표4-4>.

조사지구내 일 사용량은 8,686.4m³/일로 전 경북의 9%에 불과하며 공당 년 사용량은 경북이 341,915,335.2m³/년/공 인데 비해 조사지구는 3,170,550.0m³/년/공 으로 9.3%이며 , 공당 년이용량은 경북이 평균 4,854.0m³/년/공 인데 비해 조사지구는 3,057.4m³/년/공으로 평균 수준이 미치지 못한다. 또한 공당 이이용량을 비교해보면 경북이 평균 13.3m³/일/공 이나 조사지역은 8.4m³/년/공으로 평균의 63% 이다. <표 4-6>

조사지구내에서 가장 많이 개발된 정호구경은 32mm이하로 855개소(이용량 1,847,690.0m³/년)이고 다음이 50mm~100mm로 79개소(이용량 709,320.0m³/년) 이고 40mm~50mm(이용량287,230.0m³/년), 32mm~40mm(이용량326,310.0m³/년), 100mm 초과가 2개소 있다<표4-7>.

양수능력별 개발현황은 0~30m³/일 미만 일 때 생활용은 677개소(이용량 927,830.0m³/년), 농업용이 26개소(이용량 7,740.0m³/년) 30~100m³/일 일때 생활용은 54개소(이용량 927,830.0m³/년), 농업용이 32개소(이용량 50,340m³/년), 기타가 9개소(이용량 153,300.0m³/년) 100~150m³/일 일때 생활용은 67개소(이용량 886,220.0m³/년), 공업용이 1개소, 농업용이 42개소(이용량 99,030.0m³/년), 기타가 9개소(이용량 153,300.0m³/년) 150m³/일 초과일때 생활용은 47개소(이용량 510,270.0m³/년), 농업용이 80개소, 기타가 1개소 (이용량 43,800.0m³/년)이다.

심도별 지하수 개발량을 보면 20m 이하가 595개소 (이용량 1,481,835.0m³/년)로 가장 많아 대체로 얕은 심도의 지하수개발이 이루어 지고 있으며 160m 초과하는 관정도 113개소 (이용량 274,550.0m³/년)이다. <표4-8> . <표4-10>

<표 4-1> 지역별 용도별 지하수 이용 및 시설 현황

(단위 : m³/년)

읍면동	총계		생활용		공업용		농업용		기타용	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
계	1,037	3,170,550	845	2,816,340	1	-	180	157,110	11	197,100
청송읍	55	701,503	40	494,575	-	-	9	9,810	6	197,100
부남면	24	153,780	16	144,540	-	-	8	9,240	-	-
부동면	36	381,792	27	372,300	-	-	9	9,492	-	-
안덕면	63	379,607	53	368,288	-	-	10	11,319	-	-
진보면	69	488,161	36	435,445	-	-	33	52,716	-	-
파천면	190	417,181	149	389,455	1	-	40	27,726	-	-
현동면	104	237,971	86	210,605	-	-	18	27,366	-	-
현서면	496	410,555	438	401,135	-	-	53	9,420	5	-

<표 4-2> 생활용 지하수의 이용 현황

(단위 : 개, m³/년)

구분	총 계		가 정 용		일 반 용		간이상수도		농생검용		기 타	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
청송	845	2,816,340.0	323	111,325.0	76	274,115.0	138	1,261,440.0	13	500,050.0	295	669,410.0

<표 4-3> 농업용 지하수 이용 현황

(단위 : 개, m³/년)

	총 계		전 작 용		답 작 용		원 예 용		양 어 장		축 산 업		기 타	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
청송	180	157,110.0	3	720.0	92	151,890.0	0	0	0	0	0	0	85	4,500.0

<표 4-4> 양수 능력별 지하수 이용 현황

(단위 : 개, m³/년)

구분	총 계		0~30m ³ /일		30~100m ³ /일		100~150m ³ /일		150m ³ /일 초과		미기계	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
계	1,037	3,170,550.0	703	935,570.0	87	542,360.0	119	1,138,550.0	128	510,313.8	0	0.0
생활용	845	2,816,340.0	677	927,830.0	54	492,020.0	67	886,220.0	47	510,270.0	0	0.0
공업용	1	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.0	0	0.0	0	0.0
농업용	180	157,110.0	26	7,740.0	32	50,340.0	42	99,030.0	80	0.0	0	0.0
기타	11	197,100.0	0	0.0	1	0.0	9	153,300.0	1	43,800.0	0	0.0

<표 4-5> 공당 지하수 채수량

	개 소 수	년 사용량 (m ³ /년)	일 사용량 (m ³ /일)	공당 년사용량 (m ³ /년/공)	공당 일사용량 (m ³ /일/공)
청 송	1,037	3,170,550.0	8,686.4	3,057.4	8.4

<표 4-6> 심도별 이용 현황

(단위 : 공, m³/년)

총 계		20m 이하		20m~40m		40m~60m		60m~80m		80m~100m	
시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량
1,037	3,170,550.0	595	1,481,835.0	72	73,045.0	51	23,495.0	34	92,812.0	85	357,490.0

100m~120m		120m~140m		140m~160m		160m 초과		미기계	
시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량
41	154,718.0	15	91,030.0	31	621,575.0	113	274,550.0	0	0

<표 4-7> 정호구경별 이용 현황

(단위 : 공,m³/년)

총 계		50mm 이하		50mm~100mm		100mm~150mm		150mm~200mm	
시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량
1,037	3,170,550.0	609	628,165.0	173	1,393,839.0	50	172,426.0	92	393,998.0
200mm~250mm		250mm~300mm		300mm초과		미기재			
시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량		
96	571,172.0	0	0	17	10,950.0	0	0		

<표 4-8> 토출관 직경별 지하수 이용 특성

(단위 : 공,m³/년)

총 계		32mm이하		32mm~40mm		40mm~50mm		50mm~100mm		100mm초과		미기재	
시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량	시설수	이용량
1,037	3,170,550.0	855	1,847,690.0	47	326,310.0	54	287,230.0	79	709,320.0	2	0.0	0	0.0

<표 4-9> 지표수 이용 현황

(단위:개소)

구 분	저 수 지	양 수 장	집수암거	취 업 보	기 타
계	149	20	9	350	
청 송 읍	23	7	0	39	
부 동 면	27	2	1	41	
부 남 면	6	3	3	38	
안 덕 면	14	0	0	41	
현 동 면	28	0	3	85	
현 서 면	12	2	0	28	
파 천 면	16	4	1	52	
진 보 면	23	2	1	26	

5. 수질 및 잠재 오염원 조사

5-1 현장 간이 수질 검사

조사지구내 지하수의 물리적인 특성을 파악하기 위하여 현장간이수질 측정기 Check Mate 90, HACH pH, Cond. meter를 사용하여 기존관정 및 지표수를 대상으로 총 120개를 지정하여 온도, pH, EC, TDS 등을 측정 하였다.

5-1-1. 지하수의 물리적인 성질

가. 전기전도도 (Electrical conductivity, EC)

전기전도도 (Electrical conductivity, EC)란 매질이 전류를 통과 시킬 수 있는 능력 (전기저항의 역수)으로서 단위체적 물질의 전기전도도를 전기비전도도라하며 단위는 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 를 사용한다.

화학적으로 순수한 물은 일종의 절연체이나 물에 혼합된 고용물질이 전하를 가지는 이온으로 분리되어 존재하면 용액의 전기전도도는 높아진다. 그러므로 물속에 용해된 광물이나 기타물질의 종류와 양, 온도의 변화에 따라 전기비전도도 값이 변화하므로 물의 오염정도에 대한 지표 값으로 사용된다. 일반적으로 전기비전도도는 물속에 용해된 광물의 종류에 따라 전기비전도도 값이 변화를 보이지만 총용존고형물(TDS)과의 관계는 전기비전도도 \times (비율) = 총용존고형물(TDS)로 표시되며, 지하수의 경우 그비율은 0.5 - 0.75의 범위 내에서 존재하고 EC의 경우 강우는 5 ~ 30 $\mu\text{s}/\text{cm}$, 오염되지 않는 지하수는 30 ~ 2,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 의 분포를 나타낸다.

TDS에 대해 연구한 국내자료들을 보면 본 연구지역과 유사한 분포경향을 보이는데 퇴적암이 백악기 화강암보다 높은 값을 나타내는 것은 퇴적암의 구성광물이 백악기 화강암 광물조성보다 세립이고 쉽게 물과 반응 할 수 있고 표면적이 넓기 때문이다(Fig.5-3). 1947년 미국의 지질조사소가 TDS와 EC의 관계를 밝히기 위해 아리조나주 Gila River에서 시료채취하여 조사한 결과

$TDS(mg/l) = A \times \text{전기전도도}(\mu mhos)$

A 는 비례상수로서 아리조나주 Gila River는 0.59 정도이고 일반적 자연수는 $A=0.55 \sim 0.96$ 이며 일반적으로 0.55~0.75 정도를 적용한다 (한정상, 1998).

강우의 형태로 지표에 바로 도달한 물의 전기전도도는 매우 낮은 값을 나타내지만 지하로 유동함에 따라 물의 용존 성분이 증가하면서 EC 값은 증가하는 경향을 가지므로 최근 지하수유동을 설명하는 방법으로 사용되며 인위적인 오염 상태를 밝히는데 주요한 방법이 되고 있다.

본 조사지구의 EC측정치를 보면 87.0 ~ 690.0 $\mu s/cm$ 의 다양한 분포를 보이나 대부분 100 ~ 600 $\mu s/cm$ 의 오염되지 않는 지하수의 양호한 값을 나타내주고 있으므로 EC측정치 만으로는 조사지역의 수질이 비교적 양호한 것으로 사료된다.

나. 수소이온농도(pH)

pH란 물속에 전해되어 있는 수소이온(H^+)의 상대적인 농도를 나타내는 말로 순수한 물에서는 물의 일부분이 이온화될때 수소이온 $pH=7$ 정도로 이온화 한다. 지하수에서 pH 값은 용해된 탄산염이나 탄산가스의 양, 온도, 압력에 따라 달라지게 되는데 pH값이 1증가하면 수소이온 농도는 10배 증가하게 되고 탄산가스의 양이 증가하면 pH 값은 낮아지는 반비례 값을 나타낸다. 반면 알칼리 염인 칼슘 및 마그네슘의 탄산염이 지하수속에 용해되어 있으면 용존탄산가스 만큼 pH 값이 저하 되지는 않는다. 그러므로, 지하수중에 탄산가스가 상당히 용해 되어 있어도 압력감소에 의해 용존 탄산 가스가 공기중으로 달아나게 되어 채수후 일정 시간이 경과하게 되면 대수층의 pH값과는 차이가 나므로 지하수의 pH측정은 현장에서 직접하는 것이 정확한 자료를 취할수 있다.

pH 값에 의한 수질 분류는 pH 값이 5.5이하이면 산성, 5.5 ~ 6.5는 약산성, 6.5 ~ 7.5 사이는 중성, 7.5 ~ 9.0 까지는 약알칼리성, 9.0 이상이면 알칼리성으로 구분된다. 조사지구에서 지하수 pH는 대부분 6.5 ~ 8.0 사이로 대부분 약산성에서 약알칼리성으로 구분되며 먹는물수질검사 기준에 1곳을 제외하고(D376) 적당하게 나타난다. 그러나, 이 지점의 현장 pH측정치는 7.5로 약산성을 띈다. pH값이 가장 높게 나타나는 곳은 진보면 부곡리, 후평리의 경상계 퇴적암 지역으로 탄산염의 분해와 연관이 깊은 것으로 사료된다.

다. 현장 수질검사 결과

<그림5-1~6>는 조사지구내 현장 수질검사 결과를 등치선도로 나타내 보았다. 탄산값이나 pH 값 등 이론대로 잘 적용이 되는 곳도 있지만 몇몇 요소들은 예상 밖의 결과를 보이는 곳도 존재하여 기반암이나 지질자체의 문제가 아니라 다른 오염원에 의해서 값의 분포가 다양하게 나타내어짐을 예시 하고 있다.

5-2 주요 이온 분석 결과

지하수에 용해된 대부분의 화학성분은 Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , HCO_3^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} 로서 주원소라 칭한다. 이 이온들은 지하수 용존 성분의 85% 이상을 차지하고 있으며 주로 대수층의 광물, 퇴적물질 등에서 용해된 성분들이므로 지하수의 주요 이온을 분석해 보면 지하수생성 당시의 대수층 종류를 추정 할수 있다. 지표수가 함양되어 대수층을 통해 이동하는 동안 압중에 따라서 여러 가지 물-암석 반응을 거치게 된다. Na^+ , K^+ , Ca^{2+} 는 주로 사장석 정장석에, Mg^{2+} 에는 각섬석과 흑운모 등과 관련 되는데 이들 광물의 풍화에 대한 일반적 용해도는 대체로 감람석> 휘석> 각섬석> 흑운모> 정장석> 백운모> 석영> Ca-사장석> Na-사장석> 정장석 으로 서로 다르기 때문에 이들 원소의 지하수 중 용존량은 암석 중 화학성분의 함량과 반드시 일치하지는 않는다. 대표적인 예로 상주지역의 지질과 수질의 관계를 보면 유라기 화강암의 경우 $\text{K}_2\text{O}(4.71 \text{ wt.}\%) > \text{Na}_2\text{O}(3.13 \text{ wt.}\%) > \text{CaO}(2.17 \text{ wt.}\%) > \text{MgO}(0.98 \text{ wt.}\%)$ 로 K_2O 가 가장 높고, MgO 가 가장 낮지만 지하수내에서는 앞서 언급한 바와 같이 양이온의 함량비는 $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$ 의 순으로 반대의 경향을 보이며, 백악기 화강암은 $\text{Na}_2\text{O}(6.16 \text{ wt.}\%) > \text{K}_2\text{O}(1.47 \text{ wt.}\%) > \text{CaO}(0.44 \text{ wt.}\%) > \text{MgO}(0.18 \text{ wt.}\%)$ 로 Na_2O 가 가장 높은 값을 나타내어 지하수내 양이온 함량비 $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$ 와는 다른 경향을 나타낸다.

본 조사지구의 대수층을 추정해 보고 용존된 주요 이온의 조성을 알기 위하여 총 17개 지점의 기존의 기설관정에서 채수하여 경북대학교 내에 있는 기초과학연구소 대구분소에 양이온과 음이온 분석을 의뢰 하였다. 시료 채수시 정확성을 기하기 위하여 압상 파이프에서 직접 물이 토출되는 물탱크 안에서 시료를 채수 하였으며, 실내 분석까지 시료의 완전성을 보존하기 위하여 양이온은 500ml 플라

스크 병안에 질산 0.01N 1ml를 첨가하여 운반 했으며, 음이온은 진공시험관에 공기를 주사기로 뺀후에 시료를 운반 하였다. 시료분석은 음이온은 ICS 기기로, 양이온은 AAS 기기를 사용하였고 중탄산 (HCO_3^-)이온은 시료 50ml 에 메틸오렌지 0.1ml를 넣은후 황산 0.02N의 총량으로 물속에 녹아 있는 탄산의 양을 적정법으로 환산하여 계산하였다. 측정후 분석 결과 높은 지역은 청송읍, 진보면, 안덕면이고 낮은 지역은 부남면 이다.

주요이온과 함께 측정한 NO_3^- 은 채취지점의 오염여부를 알 수 있는 주요한 지표로 오염되지 않은 지하수의 농도는 먹는물기준 10 mg/l 미만이기 때문에 농도가 10 mg/l 를 초과하는 지점의 지하수는 농촌에서 쉽게 오염될 수 있는 지표의 오염물질 즉 농약이나 축사의 폐수등에 의해 오염 되었다고 볼 수 있다. 조사 지역의 NO_3^- 농도가 10 mg/l 를 초과하는 지역은 현서면, 안덕면, 부남면 일대이다. 기준보다 높게 나타나는 지역은 대규모의 축사에서 배출되는 암모니아성 질소의 함량양이 높거나 농약으로 오염된 것으로 사료된다.

각각의 주요 이온의 구성성분을 파악하기 위해서 Piper diagram 작성하여 분석 하였다. <그림 5-7 >

Piper diagram 상의 지점을 암질별로 구분하여 보면 퇴적암지대에서 시료가 9개, 화강암 지대 시료가 3개, 화산암 지대 시료가 5개 로서 전체 조사 면적과 조사시료에 비해 암질별로 구분한 시료가 너무 적어 객관성이 떨어지므로 전체적인 양상만을 분석해 보면 Ca 가 50 ~ 80%, Mg 가 20 ~ 40%, Na+ K 가 10 ~ 50%의 분포 양상을 띄며 음이온이 $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ 가 20 ~ 90%, SO_4^{2-} 가 20 ~ 50%, Cl 이 10 ~ 70% 에 위치하여 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 형에서 $\text{CaCl}_2 + \text{CaSO}_4$ 형으로 진화하는 과정에 있어 Sulfate + Chloride, Calcium + Magnesium형으로 판단 된다.

5-3 먹는물기준 수질검사 결과

조사지구내 지역별 지질별로 시설관정 17개소를 선택하여<그림 5-8> 한국수자원공사에 수질검사를 의뢰한 결과 8개소가 수질 합격이며 9개소가 수질 불합격으로 판정이 났다. 기준초과 9개 중 1개 종목 기준초과가 4개소이고 2개 종목 기준초과 지역이 2개소 3개 종목 기준초과 이상이 3개소 이다. 기준초과 종목은 탁

도가 5개 지역으로 가장 많고, 질산성질소가 3개소, 증발잔유물이 2개소, 아연이 1개소, 경도, 불소, 수소이온농도로 세부적인 내용을 보면 다음과 같다.

가. 탁도

조사 지역의 기준초과 종목의 29%를 차지하며 현서면 구산리(D371), 부남면 대전리(D379), 부남면 양숙리(D380), 부남면 화장리(D381), 부남면 이현리(D382)에서 기준초과 되었다.

나. 질산성질소

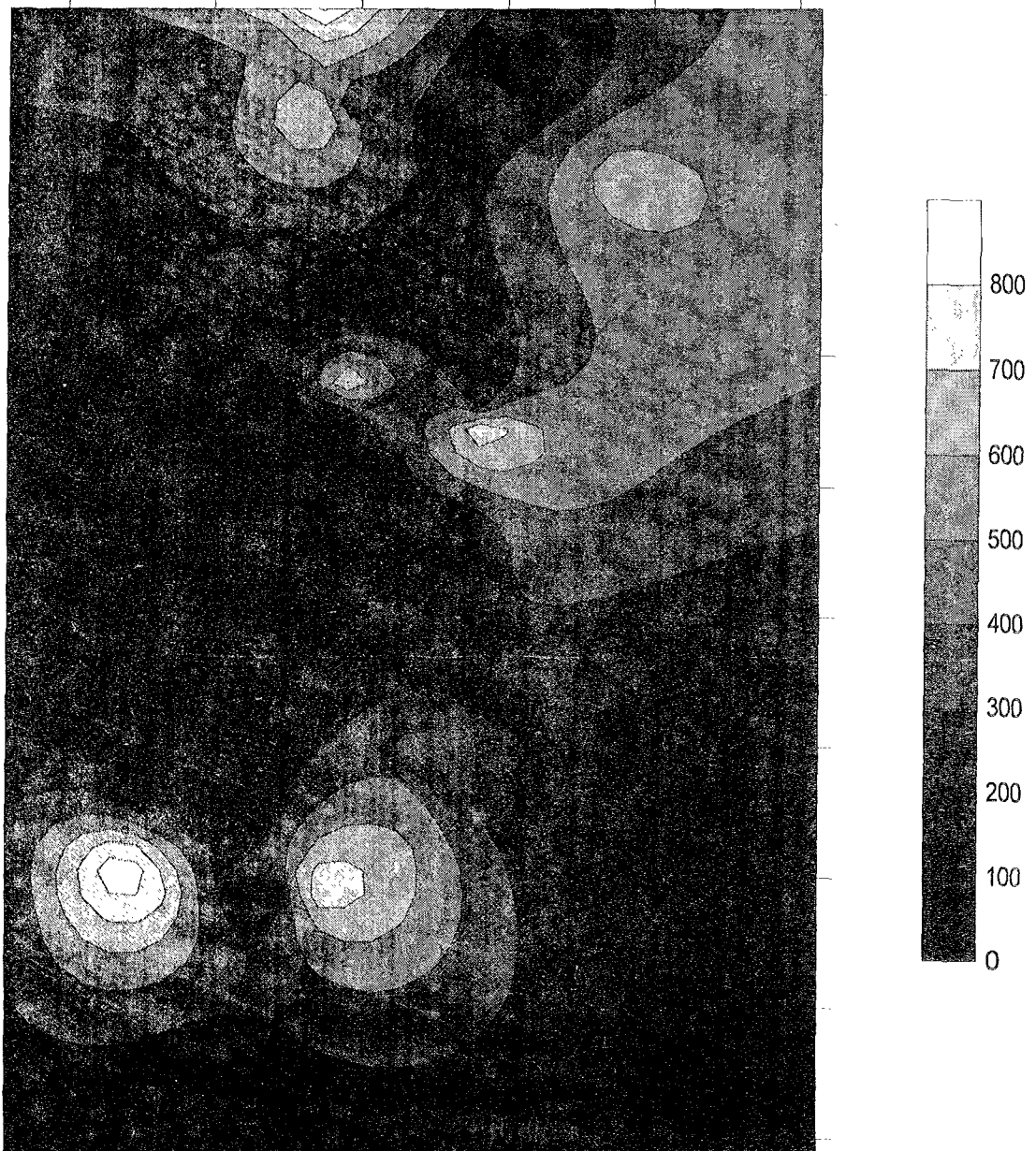
현서면 구산리(D371), 안덕면 감은리(D372), 부남면 대전리(D378) 등 3개소에서 수질 기준초과이다. 질산성질소는 분뇨 또는 하수 등의 질소화합물을 함유하는 오염물에 의하여 생성된 것으로 질산성질소는 오염원에서 지하수로 유입된 암모니아성 질소가 산화분해 작용을 받아 형성된 것이다. 질산성질소가 기준 초과 한 곳은 모두 축사근처로 축산 폐수에 의한 오염으로 사료되며 장차 지속적인 환경 오염 감시와 개선이 필요하다.

다. 아연

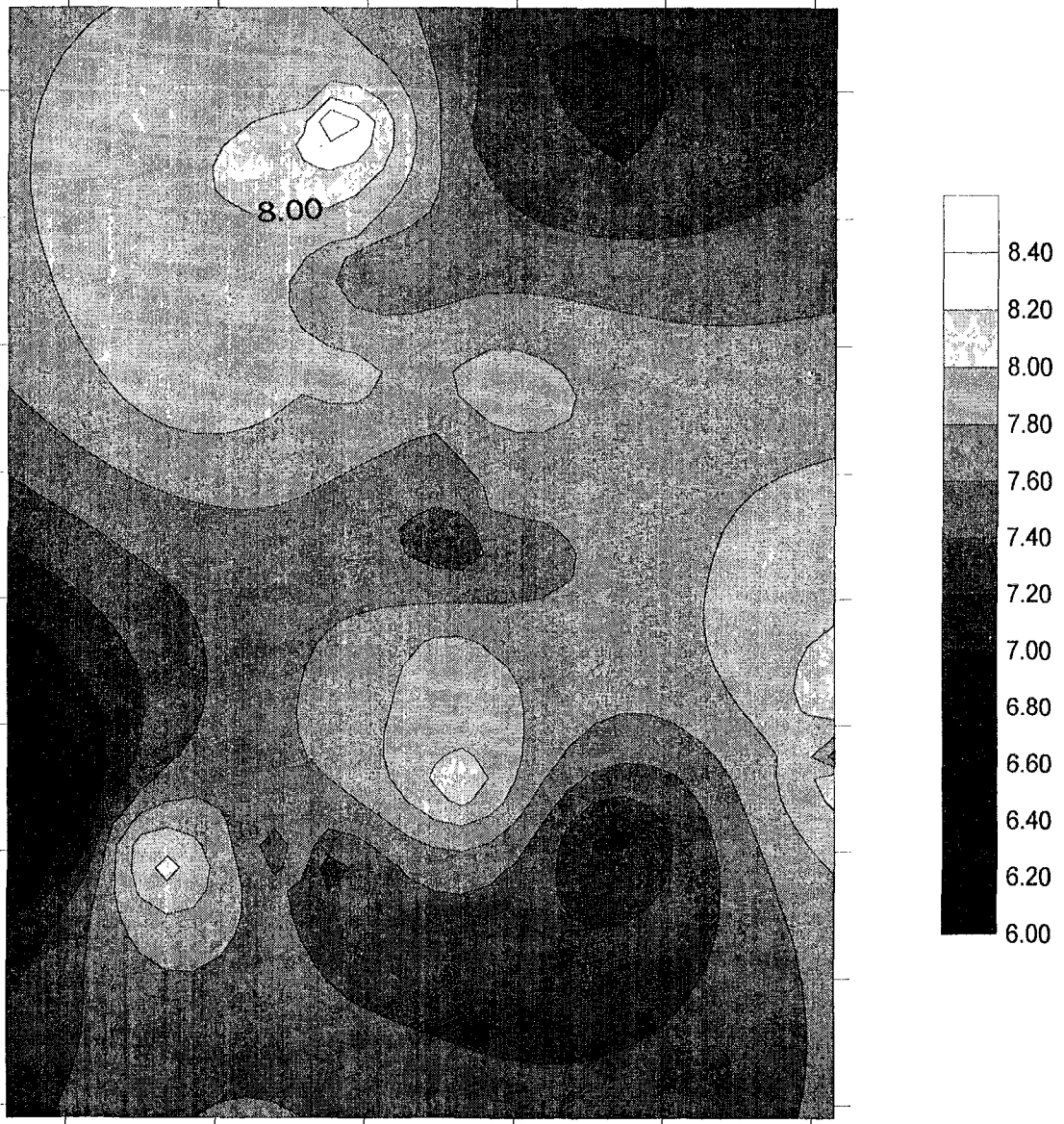
아연의 적정 기준은 1 ppm 이하로 기준 초과 지역은 부남면 대전리 (D379)에서 불합격 판정이 났는데, 아연을 함유한 물은 심미적으로 매우 불쾌한 맛을 나타내며 5ppm 이상의 농도에서 탁수를 보이고 끓였을 때 미끈미끈 하며 섭취했을 때 구토, 설사 등을 일으킨다.

라. 기타

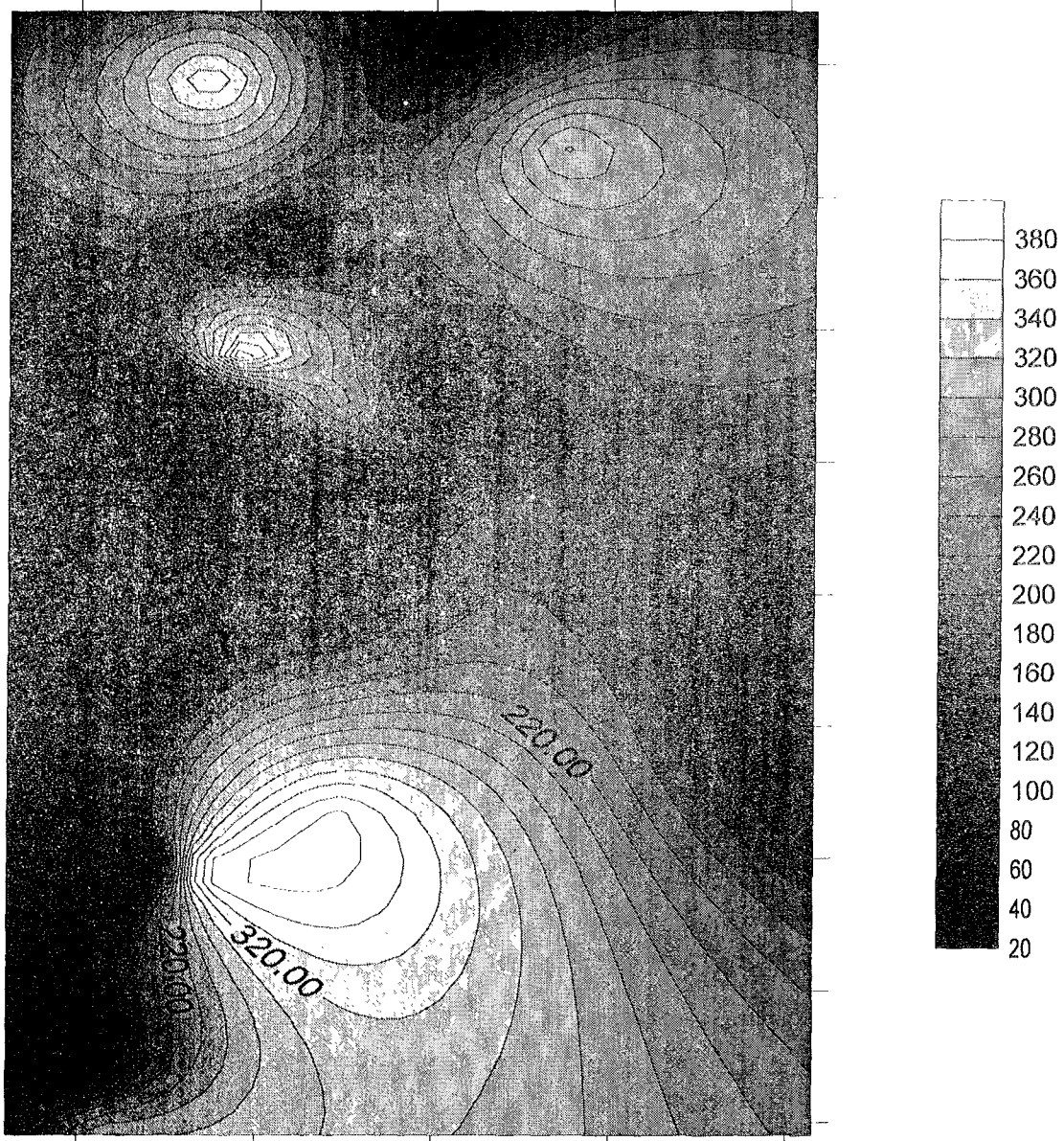
그 밖에도 일반세균, 불소, 철, 증발잔류물 등이 기준 초과를 나타내고 있다.



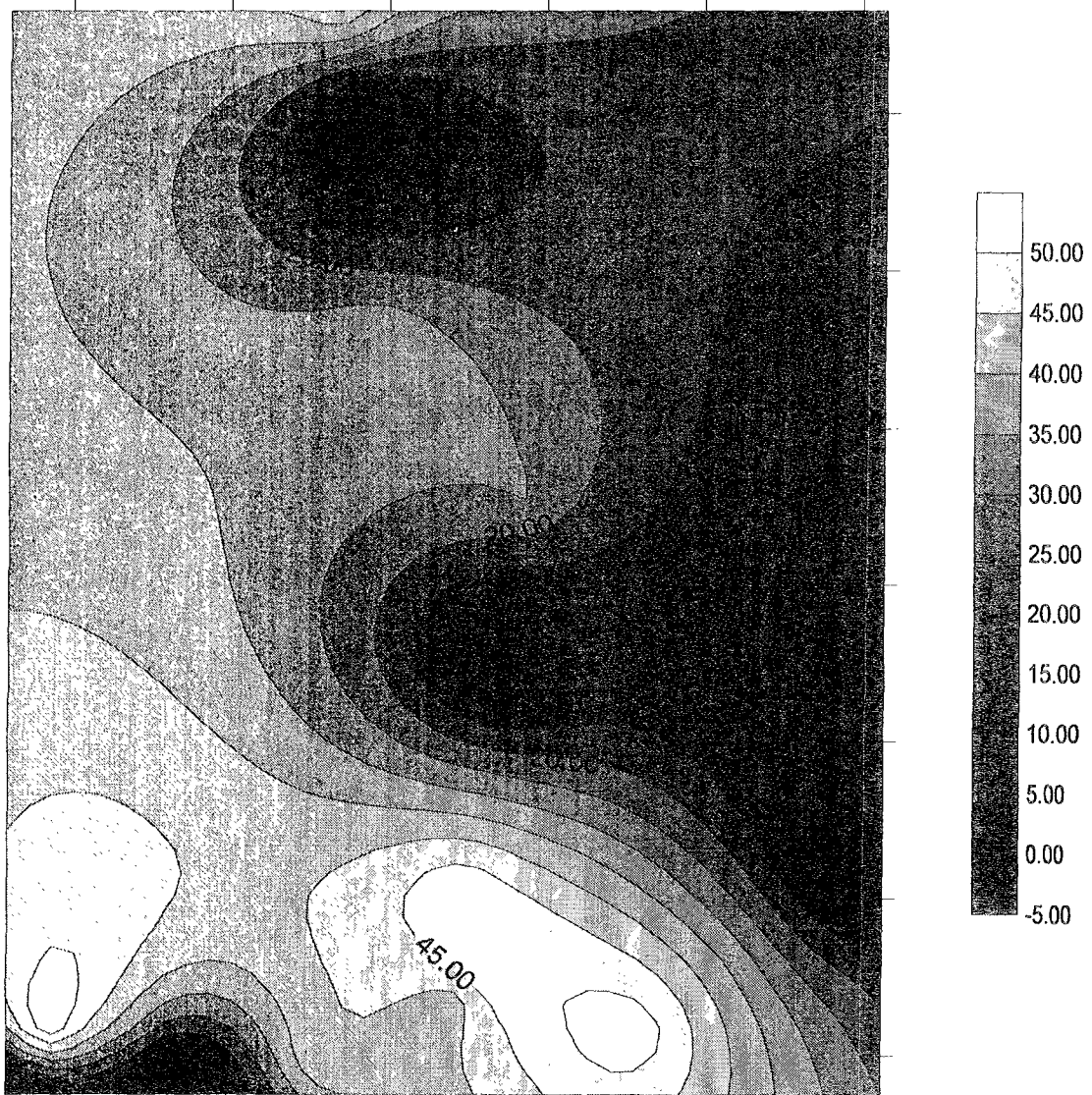
<그림 5-1> 조사지역 EC 등치선도



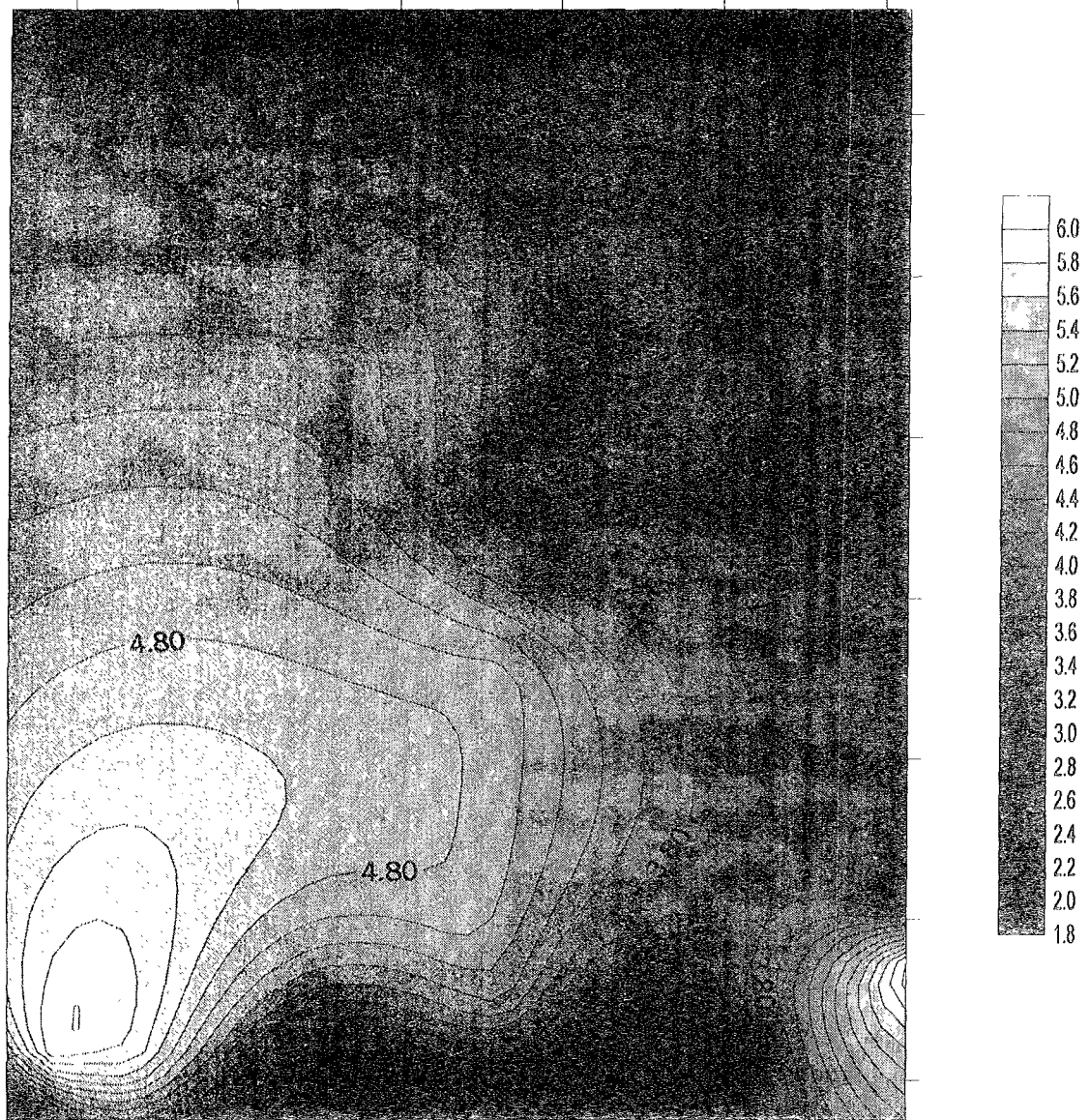
<그림 5-2> 조사지역 pH 등치선도



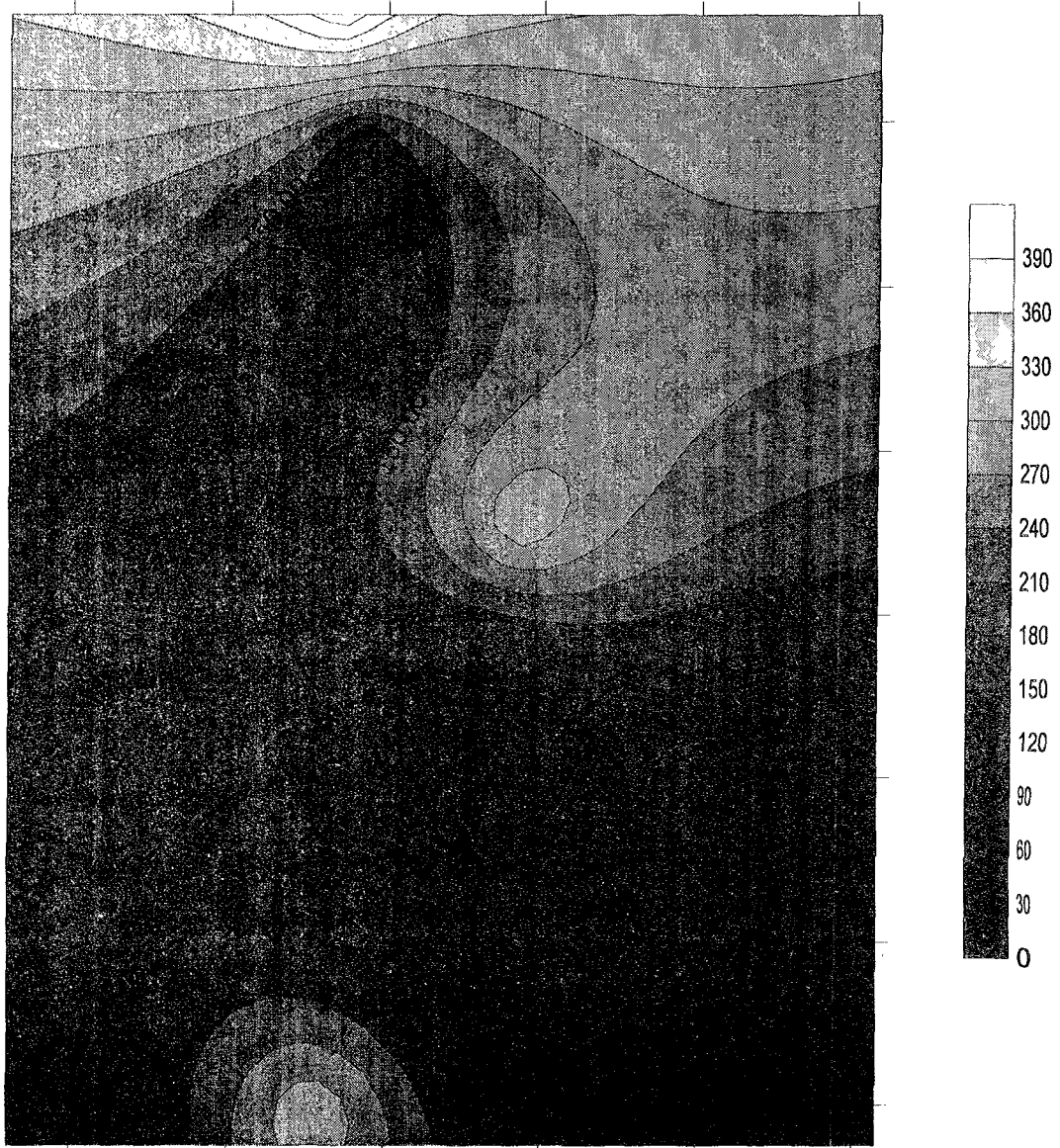
<그림 5-3> 조사지역 TDS 등치선도



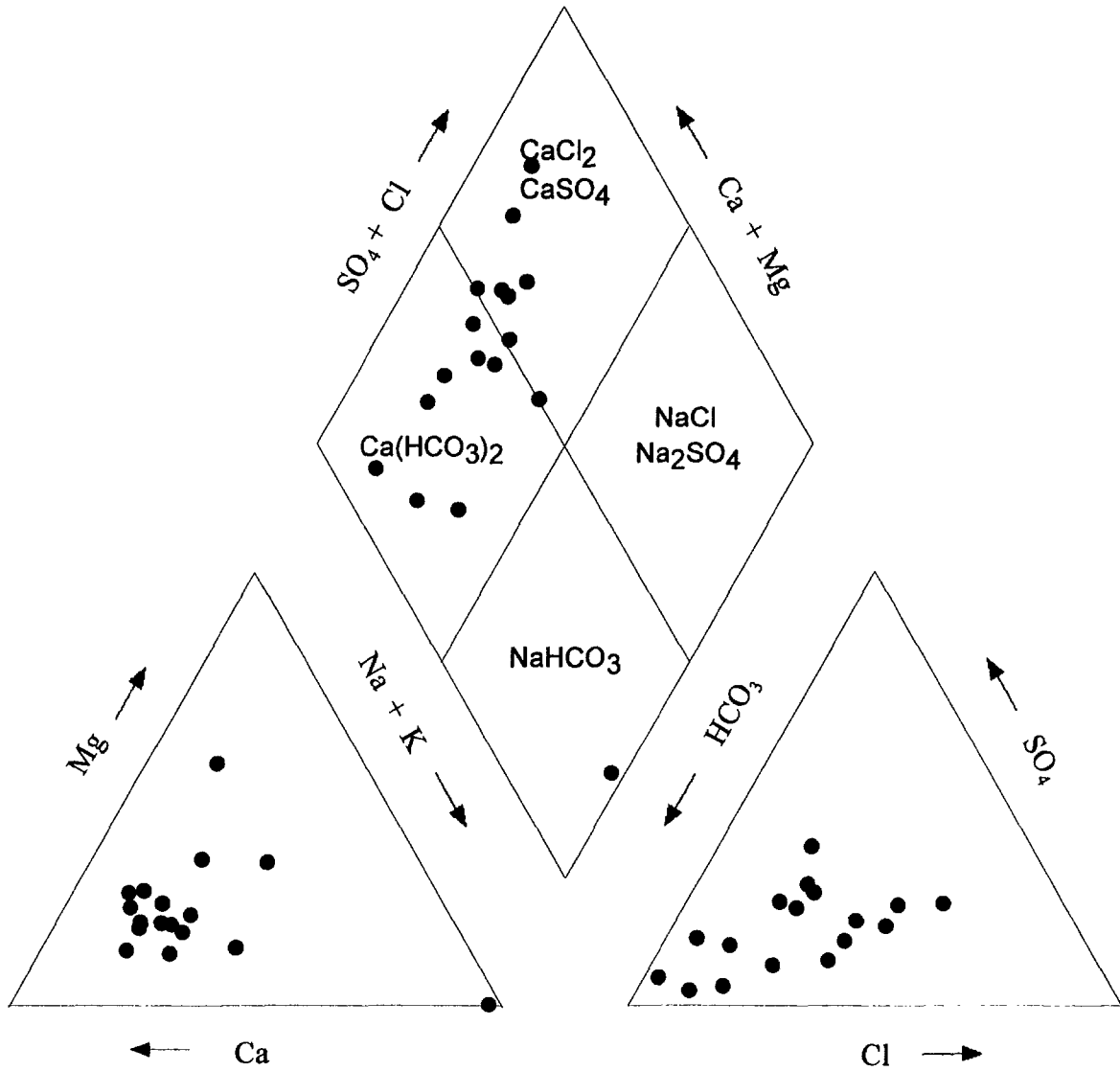
<그림 5-4> 조사지역 Eh 등치선도



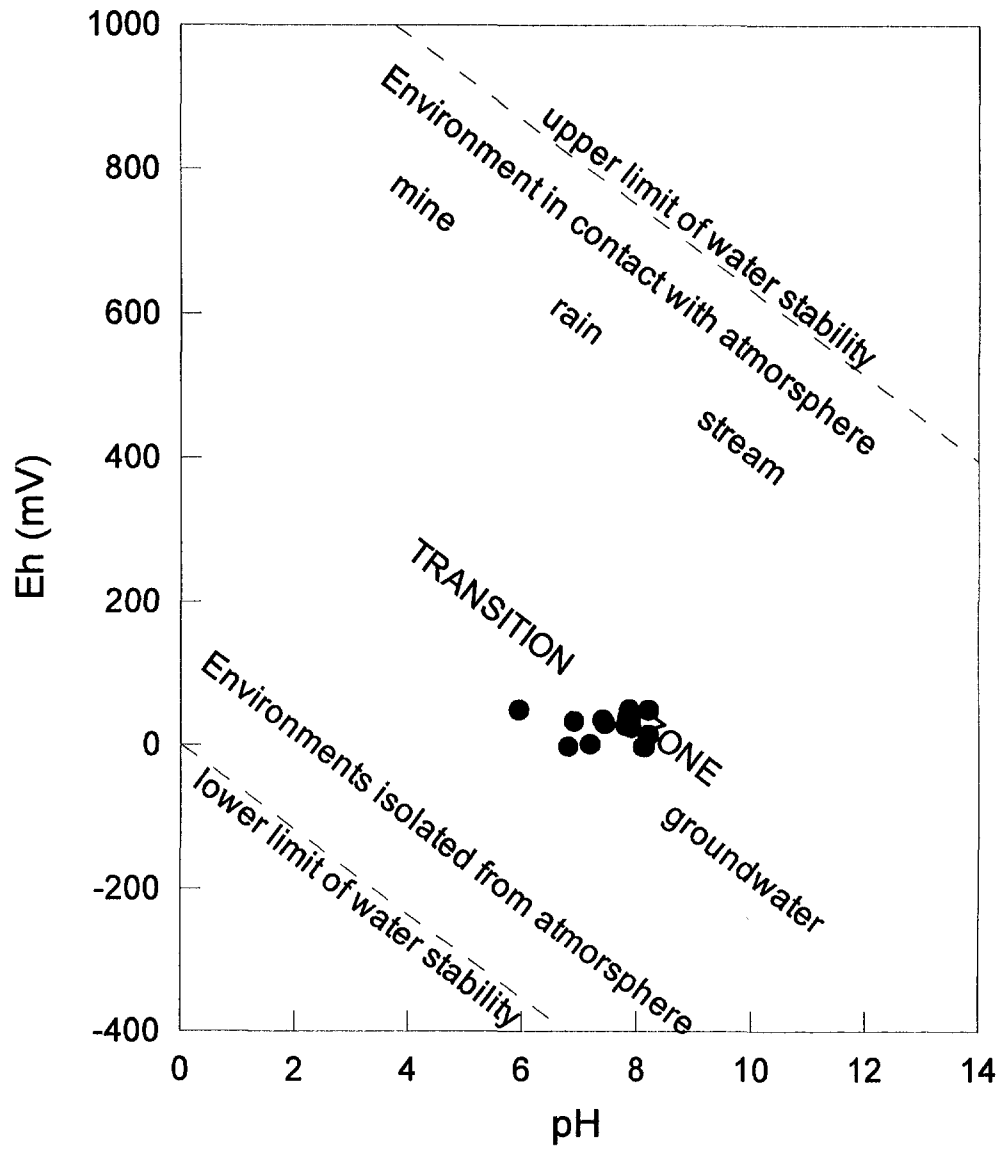
<그림 5-5> 조사지역 DO등치선도



<그림 5-6> 조사지역 HCO₃ 등치선도

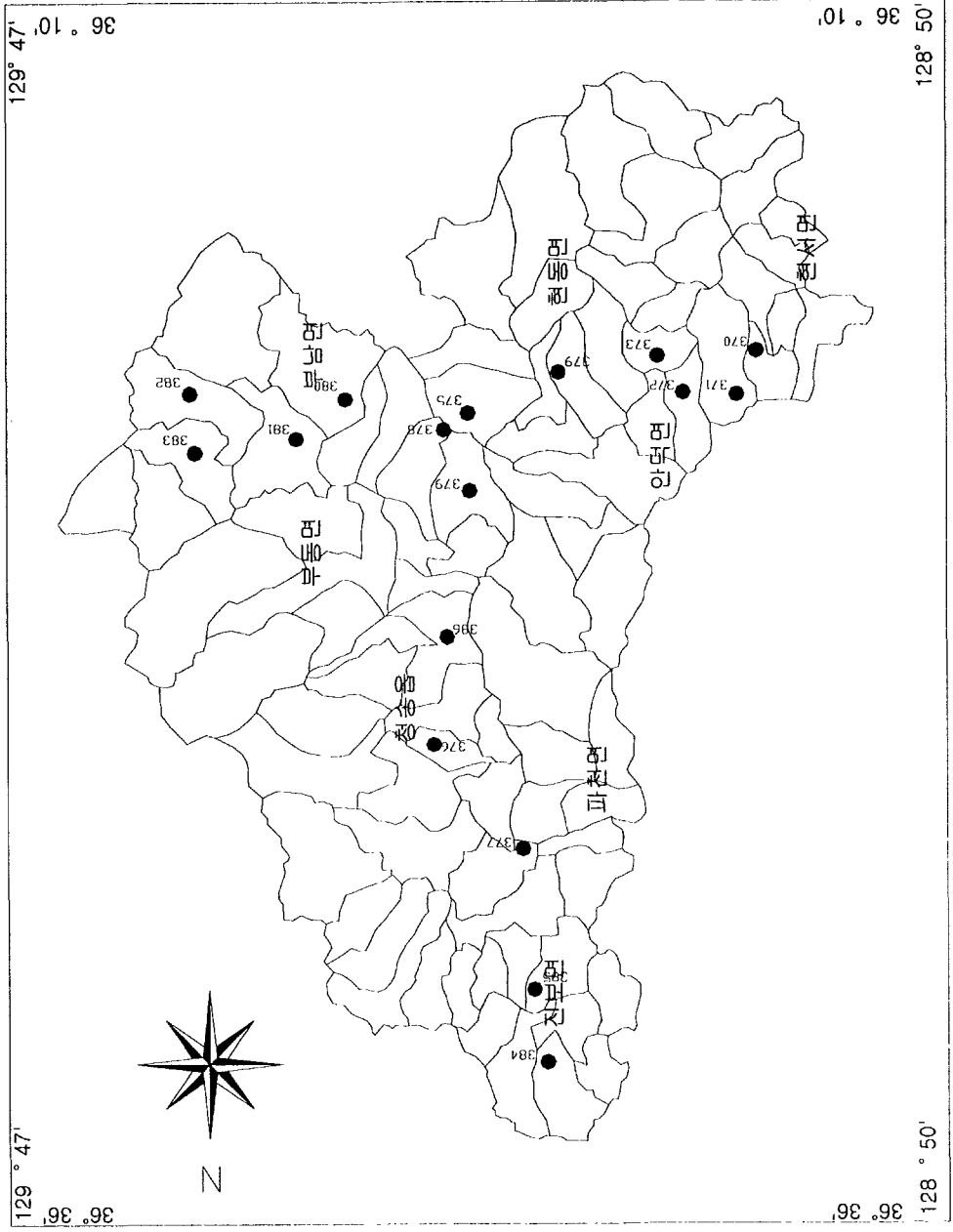


<그림 5-7> 조사지역 PIPE DIAGRAM



<그림 5-8> 조사지역 Eh-pH DIAGRAM

<그림 5-9> 먹는물 기준 수질검사 지역



<표 5-1> 먹는물 기준 수질 불합격 지역의 불량 성분 및 결과치

공 번	위 치		검사항목	결과치	기준치
	읍·면	동리			
371	현서	구산	탁도	1.36	1
371	현서	구산	질산성질소	21.4	10
372	안덕	감은	질산성질소,	46.8	10
372	안덕	감은	증발잔유물	669	500
372	안덕	감은	경도	323	300
376	청송	월막	일반세균	420	100
376	청송	월막	불소	10.3	1.5
376	청송	월막	수소이온농도	9.5	5.8-8.5
378	현동	도평	철	0.34	0.3
379	부남	대전	질산성질소	11	10
379	부남	대전	아연	3.226	1
379	부남	대전	탁도	2.4	1
380	부남	양숙	불소	1.6	1.5
381	부남	화장	불소	1.8	1.5
382	부남	이현	질산성질소	14.4	10
384	진보	부곡	경도	301	300
384	진보	부곡	증발잔류물	701	500

5-4 잠재오염원 조사

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

○정화조

우리나라 농어촌의 대표적인 잠재오염원 형태로 정화조 내의 분뇨에는 다량의 질소화합물이 포함되어 있으며 질소화합물이 토양에 유입되면 토양 박테리아에 의한 질산염으로 산화되어 지하수로 침투된다. 유역별 인구와 경지면적은 수질에 영향을 미치는 인자이나 본 조사지구의 인구 밀도(42.5명/km²)는 매우 낮아 지하수 오염에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 예상된다. 최근 농촌에서도 현대식 주택이 널리 보급 되면서 정화조에 의한 분뇨유출이 이루어져 토양오염이 이루어질 가능성이 있다. 본 지구에서 질소화합물의 지하수 유입정도를 분석하기 위하여 암모니아성 질소 및 질산성질소의 농도분석 결과를 살펴보면 암모니아성 질소는 대부분 검출되지 않거나 농도가 낮게 나타나며 질산성질소는 현서면 구산리(D371), 안덕면 감은리(D372), 부남면 대전리(D378) 등 3개소 에서 수질 불합격을 나타내어 가축의 배설물에 대한 오염이 상당히 진행되고 있으며 이는 점오염원으로 파악된다.

○농약 및 비료 살포

농업 오염원 은 가축의 분뇨, 비료, 각종 농약 등이 대부분을 차지 한다. 이들의 성분은 주로질산 화합물,인산염, 박테리아, 염화물, 중금속 등이다. 총분포면적 842,491,089 m²중 전작지가 60,359,311m², 답작지가 33,019,053m² 과수원이 5,698,192m² 인데 이는 전지역의 12% 이다.

○폐기관정

지하광물 자원 및 지하수 등을 탐사 또는 개발하기 위하여 시추를 많이 하고 있다. 이러한 시추공들은 보통 소기의 목적을 달성한 후에는 방치하게 되는데, 이때 시추공의 처리작업을 소홀히 할 경우, 지표의 여러 오염물들이 시추공내로 침투하여 대수층을 단시일내에 오염시키게 된다.

본 조사지구내 무단으로 방치된 소형 및 대형 폐기 관정의 정확한 숫자 파악은 난이 하나, 1998년 11월부터 농림부 주관 하에서 우리공사가 실시한 폐공조사 및 처리사업을 통하여 대형관정 및 소형관정이 무상으로 처리되었으나, 층적용 관정은 경지정리시 폐공처리 되지 않고 경지와 함께 덮혀져 주인조차 관정의 정확한 위치를 모르고 있는 경우가 대부분이어서 지하수 오염의 우려를 안고 있다. 또한 2000년 농업용 대형관정 시설진단 및 폐공조사사업의 실시로 폐공조사 및 처리가 이루어져 지하수오염 방지가 되고 있다.

농업용 관정의 대부분이 영농기 및 가뭄기에 사용되고 비싼 전기료 때문에 사용하지 않는 관정이 많은데 개발 당시 관정 개발 계획에 경제적인 면도 고려하여 비영농기 및 가뭄시기가 아니더라도 마음놓고 지하수를 사용 할 수 있어야 할 것이다.

○지하저장 탱크

본 조사지구 내에는 각 면소재지 단위 및 국도 주변 등에 주유소가 소재되어 있는데 주유소의 저장탱크에서 유해 유기화합물이 누출되면 점오염원으로서 지하수를 오염 시킬 수 있다.

대부분의 석유류 제품의 저장에 이용되는 지하저장 탱크는 주로 금속 제품으로 만들어지기 때문에 시간이 지남에 따라 용접 부위가 쉽게 부식되어 저장된 물질들이 지하수로 누출 될 수 있다. 지하수가 누출 될 경우 가수성분과 벤젠, 톨루엔 등 유독성 화합물이 분리되어 토양에 부착, 지하수에 녹게 되어 지하수를 오염시킬 수 있다.

6. 지하수자원의 부존성 평가

6-1 물수지 분석

6-1-1 강수량

조사지역의 최근 20년간의 평균 강수량은 981.30mm/년으로 1998년에 1,103.80mm/년 으로 최대 강수량을 보이고 1994년에 505.10mm/년으로 최소 강수량을 보인다. 월별 강수량에서 최대 강수량은 7월(218.88mm)이고 최소 강수량은 12월(14.78mm)에 최소치를 보인다. <표2-3> 참조

6-1-2 유출분석

유출량 분석은 지하수 함양량을 추정하는데 주요한 요인이 되며 우리나라의 수자원 부존량 평가는 연간 물수지에 의한 평가방법을 사용하고 있다. 본 조사 지역의 유출을 분석하기 위해 크게 3가지 방법으로 분석해 보았다.

첫 번째는 우리나라 수자원 현황의 계통표에 의한 것이고 두 번째는 가지야마 공식에 의한 방법이고 세 번째는 기저 유출률에 의한 방법이다. 이중 기저 유출률에 의한 방법은 지역 수자원 총량에서 유출량을 제외한 양을 손실량으로 보고 손실량에서 증발산량을 뺀 나머지를 지하 침투량으로 추정하는 방법이다. 통상 유출량 관측소가 있는 곳은 직접 측정에 의해 분석이 가능하나 관측소가 없는 곳은 강수량 등 기상자료를 분석하여 추정치의 유출량을 산정해 내고 이것을 기준으로 손실량과 침투량을 추정해 낸다. 여기에서 주의해야 할 점은 강우와 유출의 관계에 있어서 단기유출과 장기유출 뒤 과정이 있는데 지하수 함양은 단기간의 강우보다는 장기적인 강우와 장기유출에 대응되므로 침투량 추정에 있어서 장기유출 분석이 더 효과적이다.

1) 한국 수자원 현황도에 의한 유출량 분석

그림 <6-1>는 우리나라 수자원 현황을 총괄적으로 보여주는 도식표이다. 지하수는 수순환계에 의해 항상 평형상태가 유지되는데 저유량은 공급량에서 소비

량을 뺀 양중 증발산량을 뺀 양으로 표기가 된다. 이 평형식이 파괴가 되면 저유량에 변화가 생기고 이는 곧 자연 수위의 변화를 의미한다.

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

공급량에서 공급은 주로 강수이며 공급과정에서 지질구조, 지형특성, 임상조건, 기온 및 일조량등에 의해 그 양이 많이 좌우된다.

그림 <6-1> 의 계통표에 의해 우리나라 전체의 현황도와 조사지역의 현황도를 비교해 보면 표 <6-2>와 같다

.조사지역의 최근 20년간의 강수자료를 이용하여 지하수 이용량 및 지하수 함양량등을 구해보면

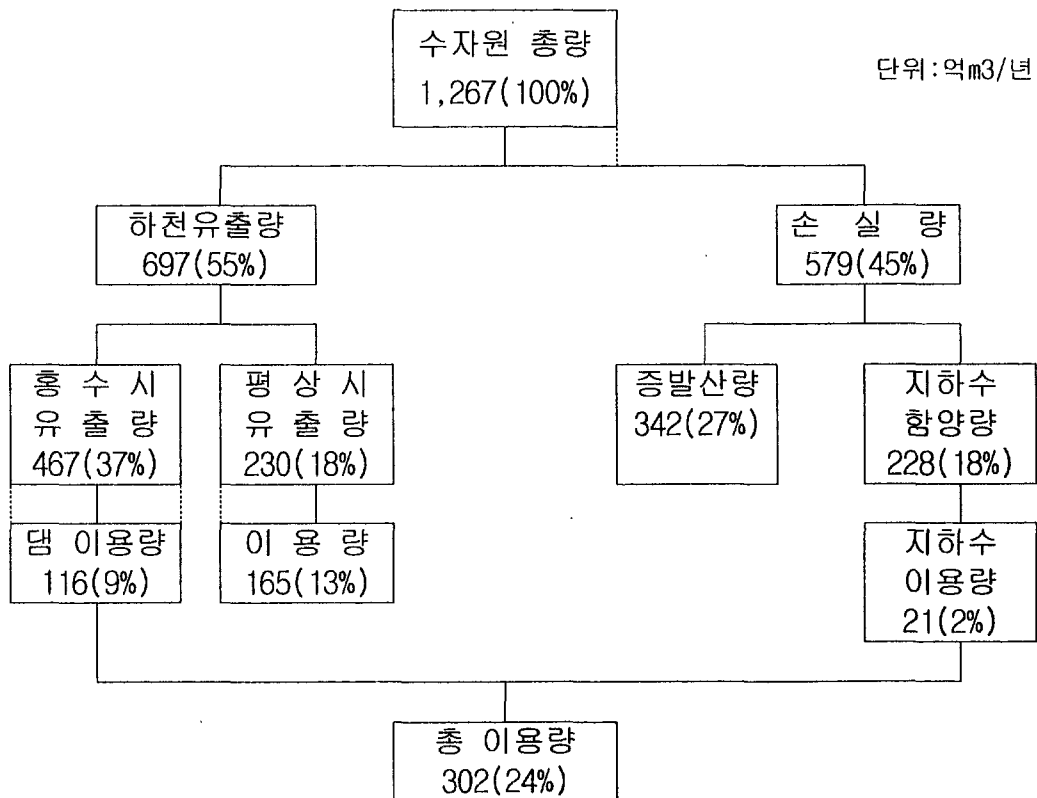
- 연평균 강수량 (안동기상대, 1980~1999)

평균 : 981.30mm/yr (최대 : 1,368.6mm/yr 최소 : 505.10mm/yr)

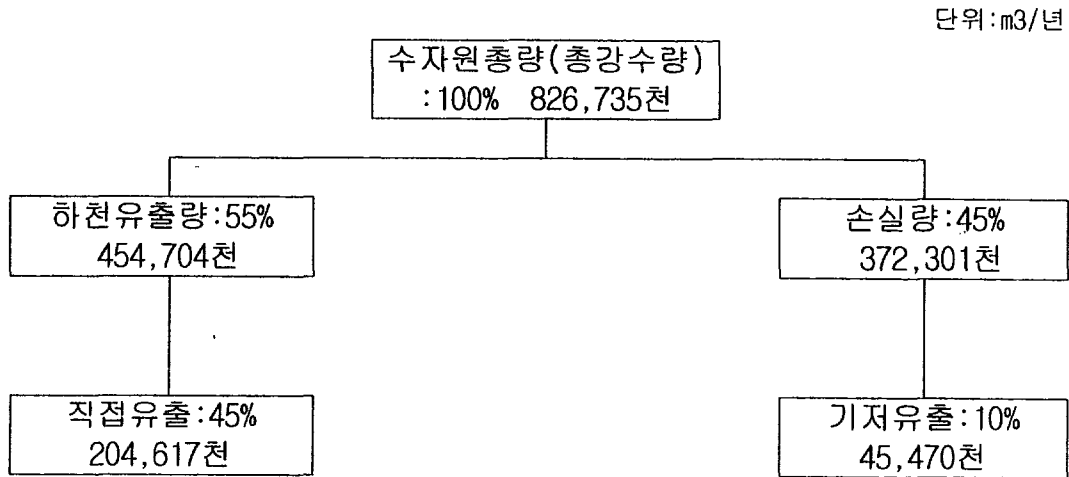
- 집수유역면적 : 842.49km²

- 기저유출량 : 수자원 총량(826.735천m³)×기저유출율(0.1) = 82,673,500m³

으로서 총 강수량을 수자원 총량으로 간주하면 조사지역의 계통표는 다음과 같다.



<그림 6-1> 한국 수자원 현황도 (1996년 현재, 건교부)



<그림 6-2> 계통표에 의한 조사지구 유출량

그러므로, 조사지역의 지하수 이용량은 지하수 총량의 2%인 16,534.7천m³/yr 이고 함양량은 18%인 148,812.3m³/yr이며 기저유출량은 45,470천m³/yr 이며 지하수 및 지표수 총 이용량은 24%인 198,416.4천m³/yr이다.

2) 가지야마 공식에 의한 월 유출별 분석

1916년~1927년(10년)동안 우리나라의 중·대하천의 24개 수문지점에서 관측한 자료 분석에 의한 경험식으로 공식은

$$Q = \sqrt{P^2 + (138.6f + 10.2)^2} - 138.6f + E \quad \text{이다.}$$

여기서 Q = 월유출량(mm), P : 강수량(mm), f : 계수(0.6-1.4), E : 보정값이다. 유역상황에 따른 f값 적용기준은 아래와 같이 분류할 수 있다.

<표 6-1> 유역상황별 f값

유역 상황	f 값
유역내 농경지, 임야가 많고 경사가 느리고, 년 평균 기온이 높고 거리는 길어서 유역내의 소비량이 가장 많아 유출량이 가장 적은 경우	1.4
위와 대략 같으나 유역내에서의 소비수량이 비교적 많아 유출량이 비교적 적은 경우	1.2
유출량이 보통인 경우	1.0
유역으로의 유출량이 비교적 많은 경우	0.8
유역이 황폐되고, 경사가 급하고 유로는 짧아 유출량이 가장 많은 경우	0.6

조사지역의 1980~1999년 간이 평균강수량을 이용하고 유역 상황은 <표 6-1>에 의해 f값을 적용시켰다.

3) 함양량 평가

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

기저유출율은 연평균 기저유출율 11.5%(1996, 건설교통부, 지하수관리 기본계획보고서)를 적용하였다. 유출은 지하수위의 변동과 관련이 있고 하천 유출량의 수문곡선으로 기저유출량을 분리하면 지하수저류로부터 배출되는 양, 즉 지하수유동량으로 볼 수 있다. 기저유출율을 이용한 물수지 분석에 의한 지하수 함양량 평가는 수자원의 부존 한계성을 결정하는 중요한 도구로서 계획단계에서 수자원의 지역적인 부존량을 파악하고 대수층의 초기 및 경계조건을 설정하는데 필수적인 요건이나 동적인 수문수리상태를 고려하지 못한다.

6-1-3 함양량 분석

함양율(Recharge rate)은 장기간의 침투량을 뜻하는 개념으로 mm/년, m³/년의 의미를 갖고 있으며 강우량과의 비교개념 즉, 자연함양율(Natural Recharge ratio)로 사용 될 때는 강우량과 함양량의 백분율로 표시된다.

$$\alpha = \frac{\sum F}{\sum P} \times 100$$

α = 함양율(%)
 F = 침투량(mm)
 P = 강수량(mm)

침투율과 함양율의 관계는 아주 밀접하기 때문에 혼용하여 사용하기도 하는데 백분율로 표시된 침투율은 어느 기간의 침투량 누계를 그 기간의 강수량에 대한 비율로 표시한 것이므로 이는 자연함양율과 같은 것이다.

수문학적인 물수지 방법은 일정 수역내의 강수량과 직접유출, 증발산량, 지하수 함양량간의 수문평형 유지에 의해 다음식으로 구해진다.

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

I = 지하수 함양량 P = 총 강수량
 DR = 지표수 적정유출량 ER = 증발산량
 IU = 타지역으로부터 지하수 유출입량

1) 총 강수량, 증발산량(P, ER)

1980~1999년 사이 최근 20개년간 측정된 자료의 평균값인 981.3mm를 적용하여 총 강수량(P)을 구해보면

$$981.3\text{mm} \times 842.49\text{km}^2 \approx 826,735\text{m}^3 \text{이다.}$$

증발산량(ER)은 Ture(1975)의 증발산량 추정공식을 사용하여 얻어진 연간 증발산량(ETR) 529.37mm/년을 적용시켜 조사지역의 증발산량(ER)을 구해보면 $0.52937\text{mm} \times 842.49\text{km}^2 = 445.98 \times 10^6\text{m}^3$ 이다.

2) 지표유출(run - off) 및 총진량

지상에 도달한 강수의 일부는 흙의 지면을 통하여 침투하고, 그 초과분은 흙의 표면으로 흘러 유출하게 된다. 따라서 강수로부터 야기되는 유출은 침투량에 크게 영향을 미치며, 침투량의 계산은 강수와 유출의 관계에서 필수적인 요소이다.

강수로부터의 유출은 흙의 건조상태에 따라 크게 달라진다. 매우 건조한 상

태에서의 흙은 무한에 가까운 침투율을 갖고 있으나, 이미 발생한 강수의 영향으로 흙의 함수량이 많은 상태라면 같은 강수량이라고 할지라도 건조상태보다 많은 유출을 야기시킨다. 이와 같이 흙의 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 ϕ 지표법(ϕ index method), W지표법(W index method), SCS 방법(Soil conservation service method) 등이 있으나, 본 조사지역에서는 유출분석을 이용하여 유출량을 계산하였다.

만약 임의의 호우로 인한 유출량 자료가 없을 경우에는 직접 유출량의 결정이 불가능하여 ϕ 혹은 W 지표를 구할 수 없으므로 초과강수량을 결정할 수 없다. 이와 같이 유출량 자료가 없는 경우에 유역의 토질특성과 식생피복상태 등에 대한 세세한 자료만으로서도 총 수량으로부터 초과강수량을 산정할 수 있는 방법을 미국 토양보존국(U.S Soil conservation service, SCS)이 개발하였으며, 계획 유역의 초과강수량(혹은 유효수량)의 산정에 널리 사용되고 있다.

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

SCS는 초과강수량(rainfall) 또는 직접유출량(Direct runoff)을 구하는 방법으로서 다음과 같은 간단한 공식을 제시하였다.

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

여기서 F는 시간(t)에서 토양의 저유량(mm)

S는 토양이 완전 포화되었을 경우 저유량(mm)

Q는 직접유출량에 해당하는 유효수량(mm)

P는 누적강수량(mm)이다.

즉, 강수로부터 발생하는 직접유출량은 토양이 최대로 저유할 수 있는 양(S)과 실제로 토양으로 침투되는 물의 양(F)의 함수로 표시되며, 직접유출량과 강수량과의 차이이다. 즉, $F=P-Q$ 이며, 이 관계를 식(1)에 대입하면,

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

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

SCS는 경험에 의하여 Ia=0.2S로 정하였으며, 이 관계를 식(2)에 대입하면,

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

과 같이 되어, 이것이 곧 총 강수-유효수량 관계이다. 여기서 Q는 0보다 크고, P는 0.2S보다 커야 한다.

식(3)의 S는 선행토양함수조건(Antecedent soil moisture condition, A.M.C)에 따라 상이한 값을 가지게 될 것이며, A.M.C-I에 대한 S는 A.M.C-II에 대한 S보다 클것이나 A.M.C-III에 대한 S값보다 작을 것이다.

유역의 잠재보유수량의 크기를 표시하는 S는 유역의 토양이나 토지이용 및 처리상태 등의 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 정의함으로서 유출에 미치는 S의 효과를 간접적으로 고찰하게 된다.

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

여기서 CN은 SCS에서 흙의 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 구분하게 된다.

- (1) 토양의 종류
- (2) 토지의 사용용도
- (3) 유역의 선행 토양 함수조건

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

SCS에서는 토양의 종류를 유출발생 가능 정도에 따라 <표 6-2>와 같이 A, B, C, D의 네가지로 분류하였다.

<표 6-3>는 조사지역내 토지사용 및 SCS의 토양의 분류에 따라 CN값을 제시하고 있으며, 이는 토양의 5일 선행함수 조건이 II(보통)인 경우의 값이다.

총 강수량과 유효강수량 간의 관계분석에 있어 5일 혹은 30일 선행 강수량은 한 유역의 선행토양 함수조건을 대변하는 지표로 흔히 사용된다. 즉, 동일한 강수가 내린 경우 선행 강수량이 많으면 유역토양의 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 같이 3가지 조건으로 구분하고 있다.

<표 6-2> SCS의 토양 분류

토양의 분류	특	성
A	최저 유출발생 가능량(Lowest runoff potential)이 있는 진흙, silt가 거의 없는 깊은 모래층 또는 자갈층	
B	유출발생 가능성이 다소 높은(Moderately low runoff potential) 사질토이며, 침투율은 평균보다 높으나 다소 진흙이나 silt가 함유된 흙	
C	유출발생 가능성이 B급보다는 높은(Moderately high runoff potential) 흙으로서 진흙에 silt가 많이 섞여 얇은 층을 구성하며 침투율은 평균보다는 다소 낮은 흙	
D	유출발생 가능성이 가장 높은(Highest runoff potential) 흙으로 대부분이 진흙과 silt로서 불투수층과 직접 접하여 있는 흙	

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 선행강수량의 크기에 의하여 지역의 습윤정도를 분류하는 기준이 되며, SCS에서 사용하고 있는 5일 선행 강수량의 크기에 따른 A.M.C 분류는 다음의 표와 같다.

토양의 초기 함수상태의 결정은 선행강수(Antecedent precipitation)에 따라 구분되며, CN 값은 <표 6-3> 유출곡선지수에서 구하는 것이다.

임의의 호우로 인한 유출량 자료가 없는 경우에 지역의 토질특성과 식생피복 상태 등에 대한 세밀한 자료만으로도 총 수량으로부터 초과수량을 산정할 수 있는 방법으로 미계획 지역의 초과 강수량(혹은 유효수량)의 산정에 널리 사용되고 있다.

<표 6-3> 조사지역내 토지사용 및 SCS의 토양의 분류에 따른 CN 값

토 지 이 용 상 태	피복처리상태	토양의 수문학적 조건	토 양 형					
			A	B	C	D		
주거지역(Residential) 평균규모(m ²)	불투수면적비(%)							
			< 500	65	77	85	90	94
			1,000	38	61	75	83	87
			1,500	30	57	72	81	86
			2,000	25	54	70	80	85
			4,000	20	51	68	79	84
포장된 주차장, 지붕, 차도 등 도로 및 보도 포장(록석 및 우수거 설치) 자 갈 비포장				98	98	98	98	
				98	98	98	98	
				76	85	89	91	
				72	82	87	89	
상 업 지 역 공 업 지 역	(불투수면적85%)		89	92	94	95		
	(불투수면적72%)		81	88	91	93		
	(불투수면적65%)		77	85	90	92		
개활지, 잔디밭, 공원, 골프장, 공동묘지 등 양호한 상태 : 전 면적의 75%이상 초지 피복 보통의 상태 : 전 면적의 50~75%이상 초지 피복				39	61	74	80	
				49	69	79	84	
휴경지(Fallow)	나지상태 작물잔재물로	불량 양호		77	86	91	94	
				76	85	90	93	
				74	83	88	90	
조식작물(Row crops)	직선줄재배	불량 양호		72	81	88	91	
				67	78	85	89	
	등고선재배	불량 양호		70	79	84	88	
				65	75	82	86	
	등고선 및 대상 재배	불량 양호		66	74	80	82	
				62	71	78	81	
소곡류(Small crops)	직선줄재배	불량 양호		72	81	88	91	
				67	78	85	89	
	등고선재배	불량 양호		70	79	84	88	
				65	75	82	86	
	등고선 및 대상 재배	불량 양호		66	74	80	82	
				62	71	78	81	
밀식 또는 산과 콩과작물 (또는 윤작초지) (Close seeded or broadcast legumes or rotation meadow)	직선줄재배	불량 양호		66	77	85	89	
				58	72	81	85	
	등고선재배	불량 양호		64	75	83	85	
				55	69	78	83	
	등고선 및 대상 재배	불량 양호		63	73	80	83	
				51	67	76	80	

<표 6-4> 토양의 피복형별 유출곡선지수 CN(A.M.C-II, Ia=0.2S)

토지 이용상태	피복 처리상태	토양의 수문학적 조건	토양형			
			A	B	C	D
방목지	등고선 재배	불량	69	79	86	89
		보통	49	69	79	84
		양호	39	61	74	80
		불량	47	67	81	88
		보통	25	59	75	83
		양호	6	35	70	79
목초지(방목불허, 건조용, 영구)			30	58	71	78
관목 - 잡초 혼합형태(관목이 주종)		불량	48	67	77	83
		보통	35	56	70	77
		양호	30	48	65	73
식림지 나무 식림용지		불량	57	73	82	86
		보통	43	65	76	82
		양호	32	58	82	79
		불량	45	66	77	83
		보통	36	60	73	79
		양호	25	55	70	77
임야 농가		매우불량	56	75	86	91
			59	74	82	86

<표 6-5> 선행 토양 함수조건의 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	36.56 < P ₅ < 53.34
III	P ₅ > 28.0	P ₅ > 53.34

<표 6-6> 선행 함수조건(A.M.C)에 따른 유출곡선지수의 조정

A.M.C 별 CN			S(A.M.C-Ⅱ)(mm)	Curve의 시점(mm)	A.M.C 별 CN			S(A.M.C-Ⅱ)(mm)	Curve의 시점(mm)
Ⅱ	Ⅰ	Ⅲ			Ⅱ	Ⅰ	Ⅲ		
100	100	100	0.00	0.0	69	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	6	22	2286	457.0
64	44	81	143.0	28.4	5	2	13	4,826	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					

종합적으로 정리하여 조사지구의 타당한 함양량 평가를 위해 낙동강 수계의 함양율(10.2%)와 유출량 (40%)를 적용 시켰을 경우 함양량의 평가는

-강수량 826,735,000m³/yr, 유출량 330,694,000m³/yr, 증발산량 445.98×10⁶m³/yr :

$$826,735,000\text{m}^3/\text{yr} - 330,694,000\text{m}^3/\text{yr} - 445,980,000 \text{ m}^3/\text{yr} = 50,061,000\text{m}^3/\text{yr}$$

-함양율 10.2%를 적용 시킬 경우

$$826,735,000\text{m}^3/\text{yr} * 10.2 \% = 84,326,970 \text{ m}^3/\text{yr} \quad \text{이다.}$$

두 값을 비교해 보면 함양율을 적용시킨 값(84,326,970 m³/yr)보다 함양율 공식에 대입한 값(50,061,000m³/yr)이 34,265,970m³/yr 이 적게 나타나고 있다. 이 값은 전체 강수량(826,735,000m³/yr) 의 0.41%이다.

6-2 지하수부존량 및 개발 가능량

6-2-1 지하수부존량

지하수부존량이란 지하 지층 공극내에 저류된 물의 총 포장량과 연간 강우가 지하로 침투되어 순환하는 양의 개념인 지하수 함양량 등으로 정의되고 있으나 지하수 부존자원의 이용측면에서 볼때는 비산출률을 고려해야 한다. 토양 또는 암석(대수층)에서 중력에 의해 포화된 물을 배출할 때 분자력이나 표면장력에 의해 틈과 간극에 머무는 물이 모두 배출되지 않는다. 즉, 토양과 암체에 중력작용에 의해 배출되는 물과 간극이나 틈 등에 보유된 물이 있는데 이는 비보유량이고 간극률 n 에서 비보유율 S_r 을 뺀 $n-S_r$ 이 비산출률 S_y 가 되며 이는 입경, 모양, 간극의 분포 및 치밀도등에 따라 좌우된다.

지하수부존량을 평가하는 방법은 크게 5가지로 구분되는데 저류계수를 이용한 방법, 암종별 유효공극율에 의한 방법, 수자원 계통표에 의한 방법, 기저유출률에 의한 방법, 물수지 분석에 의한 방법이 있다. 본 보고서는 지층 체적과 암종별 유효공극율에 의해 산정되는 방법을 취하였다.

위에서 언급한 바와 같이 지하수부존량은 지층이 체적에서 유효공극율(effective porosity)을 곱하여 추정 가능하다.

부존량을 구함에 있어서 조사지역의 지질분포별 면적, 부존심도, 유효공극율을 먼저 결정해주어야 하는데 지질분포별 면적은 본 조사 지역의 지질에 따라 충적층, 변성암류, 퇴적암류, 화성암류, 화산암류로 구분하여 변성암류는 227km², 퇴적암류는 161km², 화강암류는 274km², 화산암류는 106km²의 분포면적을 가진다. 지하수 부존심도는 우리나라 지하수 부존 심도 평균은 화성암이 200m, 퇴적암이 800m, 변성암이 200m, 화산암이 400m이나 조사지역의 기설관정의 평균 심도를 고려하여 충적층은 7.5m, 화강암은 200m, 퇴적암류는 150m, 화산암류도 150m를 부존심도로 결정하였다. <표 6-8>은 1991년 농진공 조사 자료에 의한 한국의 지하수 부존량 조사표인데 이를 기초로 청송지구의 부존량을 추정해보면 <표 6-8>에서 보는 바와 같이 부존량은 충적층에서 518백만톤, 화강암에서 274백만톤 변성암에서 227백만톤, 화산암에서 398백만톤으로 충적층을 제외하고 퇴적암류에 가장 많이 부존되어 있고 변성암류에 12%로 가장 적게 부존되어 있다.

<표 6-7> 한국의 지하수 부존량(농진공, 1991)

분포지질별	분포 면적 (km ²)	지하수 부존심 도(m)	지하수포장량				가용 포장량 (재순환가능량)		
			총포장량		산출가능량		재순환율 (%)	지하수량 (억m ³)	
			공극율(%)	지하수량 (억m ³)	유효공극율 (%)	지하수량 (억m ³)			
합 계	125,870			13,240		5,450		1,170	
육 지 부	계	124,050		13,140		5,380		1,160	
	충적층	27,380	3	35	280	14.2	110	14.2X1	110
	화성암	31,820	200	1	630	0.5	318	0.5X1/5	60
	퇴적암	28,780	800	5	11,510	2.0	4,600	2.0X1/5	920
	변성암	36,070	200	1	720	0.5	360	0.5X1/5	70
제주도(화산암)	1,820	400	3.5	100	2.5	70	2.5X1/5	10	

<표 6-8> 청송지구 지하수 부존량 추정

지질별	분포면적 (km ²)	지하수부존심도 (m)	유효공극율 (%)	지하수부존량 (백만톤)	비고
합계	842			1,273	
충적층	184	7.5	14.2	196	
화강암	212	200	0.5	212	
퇴적암류	193	150	2.0	579	
변성암류	241	200	0.5	241	
화산암	12	150	2.5	45	

6-2-2 지하수개발 가능량

1) 안정채수량(Safe Yield)

지하수 개발시 자연상태에 영향을 주게되어 어느정도 변화가 오게 되는데 환경에 심각한 영향을 주지 않는 범위내에서 지하수 개발 가능량을 적정 개발 가능량이라고 할 수 있다. 지하수문학에서는 적정개발 가능량을 소위 안정채수량(Safe Yield)이라 부르는데 이것은 지하수역(Groundwater basin)의 주어진 관리 조건하

에서 지하수를 양수할 때 부정적 영향이 발생하지 않는 범위내에서 항구적으로 이용할 수 있는 채수량이라고 정의된다. 부정적 영향이라함은,

- ① 지역내 지하수 부존량의 점진적 감소
- ② 지하수의 수질저하
- ③ 지하수위 저하에 따른 비경제적 양수
- ④ 지하수위 저하에 의한 지반침하
- ⑤ 기존시설에 대한 우물간섭

등을 들수 있다. 이러한 나쁜영향이 발생되지 않게 하기 위하여 Todd(1980)는 지하수의 함양과 배출이 평형이 되도록 연간 함양량을 초과하지 않는 범위내로 연간 취수량을 제한하여야 한다고 하였다.

소유역단위의 지하수 함양량 추정에는 물 수지분석을 시행하여야 한다. 물 수지 분석에 대하여는 다음에 세부적으로 설명한다. 함양량 산정에 기저유출 분석 방법을 사용하기도 하는데 이것은 장기간의 물 수지 평형으로 볼 때 유역의 기저유출량(base flow)은 그 유역내의 지하수 함양량과 같다고 보기 때문이다. 그러나 이 방법은 장기간의 유출조사 자료가 있어야 분석이 가능하기 때문에 유출조사가 시행되지 않은 소유역에서는 사용할 수가 없다.

광역적인 지하수 함양은 강우에 의한 자연함양이 주 요인이 되며 이의 산정방법으로 물수지 분석방법과 기저유출 분석방법을 주로 사용하고 있다.

개발가능량을 보면 발표자에 따라 다소 차이가 있으며 연 강우량에 대하여 10~18%의 분포를 보이고 있다. 이것은 지하수 함양량에 기준을 두고 안전율을 어느 정도로 보고 안정채수량 즉, 적정개발 가능량을 추정하느냐의 차이로 볼 수 있다. 산출된 지하수 함양량 전량을 개발가능량으로 추정한 경우와 함양량의 70% 내외를 적정개발가능량으로 추정한 경우로 구분되는데 어느편이 더 타당한지는 검증할 수 없으나 지역단위의 적정개발 가능량 분석에서는 그 지역의 특성과 지하수 관리계획을 감안하여 함양량의 70~100% 범위에서 결정하는 것이 타당하다고 할 수 있다.

<표 6-9> 한국의 지하수개발 가능량 추정

연구자 또는 기관	개발가능량 (억톤/년)	년 강우량에 대한 비율(%)	추 정 방 법	사 용 용 어
선우중호(1992)	100~150	7.9~11.8	Cheremisionoff(1988) 의 기준 물수지 방법	적정개발가능량
한정상(1995) 이천복(1994)	228	18	물수지 방법 (건설부 통계편람)	지하수 함양량
최병수(1992)	143	11.3	함양량의 70%적용	경제적 지하수 이용 가능량
한국수자원공사 (1993)	136.3	10.6	지하수저장량의 변화 량은 순환량에 해당된 다는 물수지법 적용	적정개발가능량
건설교통부(1994)	137.8	10.7	기저유출 분석 방법 (안정율 70% 적용)	적정개발가능량
건설교통부(1995)	132.7	10.3	기저유출 분석방법 (안정율 70% 적용)	적정개발가능량
이동률(1995)	6408	7.8	지하수 감수곡선 이용, 갈수기의 지 하수 유출량 고려	지하수 함양량

2) 물 수지 분석

물 수지(hydrologic budget or water balance)분석은 물질 보존법칙을 물에 적용한 것으로 대상 영역과 시간을 정하여 물의 평형을 다음식으로 유도하는 과정이라고 정의 할 수 있다.

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

이 방법은 평형식 중의 어떤 요소를 다른 요소들의 량에 따라서 결정하는 것이므로 요소들이 많을 때는 매우 복잡하고 적용에 한계가 있다. 또한 적용기간에 따라서도 차이가 있어 기간이 길수록 평형은 간단히 되는데 예를 들면 연간 물 수지는 일간 물 수지보다 훨씬 간단하게 된다.

지하수의 물 수지분석에 있어서는 지하수의 유동특성상 최소한의 대상기간을 1년이상을 하여야 하며, 대상 영역이 지하에 있어 유입량과 유출량 및 저류량 등을 실측할 수 없으므로 간접적인 방법에 의하여 추정하여 적용하여야 한다.

지하수의 물 수지와 관련된 유입량에는 강우에 의한 자연함양과 지표수 함

양, 그리고 인공함양으로 구분할 수 있다. 자연함양에 대하여는 앞절에서 상세히 설명하였으며, 지표수의 함양은 지역안의 저류지 또는 지역 밖으로부터 지역내로 흘러 온 하천의 바닥에서 침투하여 지하수로 함양되는 것이며, 인공함양은 지표수를 인위적으로 지하에 침투시키는 것으로서 인공함양을 목적으로 하지않은 관개용수순환 또는 상수도 누수에 의한 지하수 함양도 인공함양의 일종으로 구분할 수 있다. 유출량에는 지하수 유출, 지하수 취수이용, 증발산량, 대수층으로부터 지표 또는 구역밖 대수층으로 누출되는 손실량이 포함된다. 이러한 요소들을 포함하는 지하수 물 수지 공식을 다시 쓰면 다음과 같다.

$$Q_i + Q_l + Q_{ur} + R_p + Q_{rs} + Q_{rg} = Q_o + Q_p + L_o \pm \Delta V \quad - \text{①}$$

여기서, Q_i : 지하수 유입량(groundwater inflow)

Q_l : 수로손실에 의한 함양량(conveyance loss)

Q_{ur} : 기타 함양량(unaccounted recharge)

R_p : 강우에 의한 함양량(recharge due to precipitation)

Q_{rs} : 지표수 관개용수의 순환 함양량(return flow from surface water)

Q_{rg} : 지하수 관개용수의 순환 함양량(return flow from groundwater)

Q_o : 지하수 유출량(groundwater outflow)

Q_p : 지하수 양수 이용량(groundwater pumping)

L_o : 증발산손실 또는 기타손실에 의한 유출(loss by evapotranspiration or unknown source)

ΔV : 지하수 저류변화량(groundwater storage change)

지하수 유입량과 유출량의 산출은 유입 또는 유출부의 대수층 두께, 폭, 수리전도도, 동수경사 값의 적산으로 구해지며, 손실 함양량은 관개용수로 또는 송수관로에서 누수되는 양을 추정한다. 관개용수의 경우 개거수로에서 15% 정도의 손실을 추정할 수 있으며 급수량중 일부는 토양에 침투하여 지하수로 순환(return flow)하므로 이를 함양량으로 간주할 수 있으나 논 관개에서는 실제 논외 삼투량을 계산하여야 할 것이다.

양수 이용량은 각 우물별 1일 양수량에 연간 양수일수를 곱하여 연간 양수량을 산정한다. 지하수의 증발산량은 자유면지하수에서 수위가 지면에 가까이 있을

때 고려하여야 할 사항이나 지하수위가 1.5m 이상인 지역에서는 큰 영향을 미치지 않는다. 기타손실에 의한 유출에는 샘과 같은 지하수 노두의 누출, 구역 인근의 대수층 접촉부 누출 등을 들수 있으며 지역 여건에 따라서 물 수지에 감안하여야 할 것이다. 저류량 변화는 구역내 평균 지하수위 변화량과 구역면적 및 대수층 유효공극율을 곱하여 산정할 수 있다. 각 량의 단위는 $[L^3/T]$ 로서 연간기준으로 하면 $m^3/년$ 이 될 것이다.

안정채수량은 다음과 같은 조건하에서 추정할 수 있다.

- ① 기간중 모든 지하수 함양량은 기간중에 재이용 할 수 있다.
- ② 기간중 지하수 저류 변동량의 합은 영이 된다. ($\Delta V = 0$)
- ③ 안전채수량을 기준으로 지하수를 개발 이용하면 구역 밖으로 지하수 유출이 발생하지 않는다. ($Q_o = 0$)
- ④ 지하수 양수 이용이 효율적으로 분포되어 지하수위강하가 고르게 되며 증발산의 영향 및 기타 손실이 없는 지하수면을 유지한다. ($L_o = 0$)

이와 같은 조건에서는 안전채수량 SY는 다음식으로 주어진다.

$$SY = Q_p = Q_i + Q_l + Q_{ur} + Q_{rs} + Q_{rg} + R_p \quad - \text{②}$$

여기서 각 항의 내용은 식①에서와 같다.

본 조사지구의 개발 가능량과 안정 채수량을 구해보면 공극률을 적용하여 지하수 부존량을 산출한 경우 총적층은 포장능력(부존량)의 20%를 적용하였고, 암반층은 부존량의 10%를 적용시켰다.

<표 6-10> 지하수부존량 평가에 의한 지하수개발 가능량

	단 위	암 석 종 류	부 존 량	이용 가능량	
합계			1,273	147	
공극율적용 지하수 부존량 산출 (총적 35%, 암반 1.4%)	$\times 10^6 m^3/년$	총 적 층	196	39	
		암 반 층	화강암	212	21
			퇴적암류	579	58
			변성암류	241	24
			화산암류	45	5
			소계	1,077	108

<표 6-11> 지하수함양량 평가에 의한 지하수개발 가능량

평가 방법	단 위	함 양 량	이용 가능량	비 고
수자원계통표 기저유출10%	×10 ⁶ m ³ /년	82.673	82.673	기저유출량 = 함양량 = 이용가능량
	m ³ /일	226,501	226,501	
기저유출 (하천유출) 11.5%	×10 ⁶ m ³ /년	95.075	95.075	
	m ³ /일	206,479	206,479	
낙동강수계 유출률 10.2%	×10 ⁶ m ³ /년	84.327	84.327	
	m ³ /일	231,033	231,033	

6-2-3 지하수개발 예정 위치 선정

지하수개발은 크게 2가지로 구분할 수 있는데 이는 심도에 따라 소형관정과 대형관정으로 대두된다. 소형관정은 상부천층의 충적층, 풍화대에 저장된 물을 채수하는 것으로 평균심도 10~20M로 단기간 이용에 적합하나 장기간 이용시는 수질 오염으로 활용이 불가하고 그 용수량에도 문제가 있어 한시적이어서 1980년대 이후 거의 개발이 되지 않고 있다.

대형관정은 채수심도 100M 내외의 일반 암반관정과 200M 이상의 심층암반관정으로 구분된다. 일반 암반관정은 1980년대부터 시작하여 지금까지 개발되어 오고 있고 관개용수 및 농어촌용수로 주로 사용되며 평균 수온 12~15℃정도이다. 100M 내외의 지하수개발은 장기간 이용시 오염원(농약, 화학비료, 분뇨 등)의 확산에 영향을 받을 수 있어서 주의를 해야하며 200M 이상의 심층관정은 1990년대 이후 활발히 추진되어 오고 있으며 수질이 양호(청정용수)하고 수온이 일정하여 생활용수 및 시설농업의 냉난방, 환경제어용수 등 다목적 용수로 활용 가능하다. 또, 30℃ 이상의 고열수는 온천수 및 광천수로 활용이 가능하다. (<표 6-12>참고)

<표 6-12> 지하수개발 유형

구 분	단 위	소형관정	일반 암반 관정		심 층 관 정		
			관개용수	농어촌 용 수	200M	200~500M	500~1,000M
심 도	M	10~20	100	200	200내외	200~	500~1,000
평균수온	℃	10이하	12	15	15	21	26
평균채수량	m ³ /D	50	150~200	150	300	600	800
수 질							
-단기이용		△	○	○	○	○	○
-장기이용		×	△	○	○	○	○
이용분야		한해대비 항구시설 시까지 사용	논·밭 용수	다 목 적 농업·생 활 용 수 겸용	다 목 적 청정용수 (생활, 농 업)세척용 수	다 목 적 청 정 용 수, 세 척 용 수, 환 경 제 어 용 수	다목적 청정 용수, 세척용 수, 난방용수, 고온성 양식 온천 및 광천 수

※ × : 오염, △ : 오염가능성, ○ : 양호한 수질

암반관정개발을 하기위한 위치선정은 지하암반층의 1차 공극에 형성된 암반 대수층내에 파쇄대의 부존여부에 있으며 이 파쇄대 발달은 지각운동, 화성암의 관입 등으로 암반의 파괴에 의해 발달하게 되어 암반중 2차 공극을 형성한다.

암반관정 개발 위치 선정을 위해 미리 기본조사, 기초조사, 지하수 영향 조사가 필요하며 기본조사는 지구답사 및 지표지질조사 지질선구조 추출, 지하수조사, 개발계획수립을 포함하며 기초조사는 물리탐사, 시추조사를 실시하고 대수성시험을 통해 지하수 영향조사를 실시하여 지하수영향조사 보고서 심의 후 지하수개발 허가를 받아 개발을 실시하게 된다.(표 6-13 참조)

본 조사 지구의 지하수부존 및 개발여건은 양호한 편이지만 본 조사는 지하수개발을 위한 정밀조사가 아닌 광역적인 조사이므로 위치에 관한 구체적인 언급을 할 수 없으며 개발을 위한 위치 선정을 위해 지하수 영향조사 및 기초조사를 실시해야 할 것으로 사료된다.

<표 6-13> 지하수개발 위치선정을 위한 흐름도

구 분	과 정 별	내 용	비 고
기본조사 ↓	1. 지구답사 및 지표지질구조 2. 지질선구조추출 3. 지하수조사·개발계획수립	· 사업예정지구 내 분포지질, 지질구조 발달상태 및 지하수 부존현황 조사 · 위성 영상자료를 이용하여 지질구조대추출 · 상기 조사를 토대로 지하수 기초조사·개발계획 수립	
기초조사 ↓	1. 물리탐사 2. 시추조사	· 기본조사를 토대로 V.L.F탐사, 수직탐사, 쌍극자탐사 등을 실시하여 시추조사 위치선정 · 지표지질조사, 물리탐사 결과 등에 의거 선정된 위치에 구경 $\phi 14'' \sim \phi 16''$ 으로 계획된 시추심도까지 조사	· 개발공의 2배수 계획
지하수영향조사 ↓	1. 대수성시험 등	· 시추조사 완료후 수질, 적정채수량, 주변공과의 상호간섭, 제 오염상태 파악 등 지하수에 미칠수 있는 인자에 따른 영향조사	· 지하수영향조사기관(지하수법 제7조2항)
지하수개발허가 ↓	2. 지하수영향조사 보고서 심사	· 지하수 영향조사의 항목·조사방법 및 평가기준에 적합한지 여부 심사	· 시·도지사
개발	1. 확공 2. 우물자재설치 3. 양수시험	· 지하수영향조사 심의결과 지하수개발이 허가된 시추공을 확공($\phi 6'' \Rightarrow \phi 10''$) · 확공개발 완료공의 우물자재설치($\phi 8''$ PE 또는 PVC) · 완료된 우물에 대한 채수량 시험	

7. 지하수 활용 계획

7-1 용도별 소요 수량 및 용도 파악

조사 지역내에서 지표수를 이용한 광역상수도 보급지역은 주로 청송군내와 각 읍·면 소재지 중심으로 되어 있으며 외곽지역은 상수도관 매설시 발생하는 비용이나 부지, 기타 여러 가지 문제에 의해 가정에서 지하수를 직접파서 사용하고 있다. 청송군내 상수도 보급이 가장 좋은 곳은 청송읍(60.0%)로 1인당 급수량이 257ℓ로 급수량은 1,000m³/일 이며 그 다음은 진보면(보급율58.9%) 1인당 급수량이 233ℓ로 급수량은 1,454m³/일 이다. 8개 읍·면 중 4개 면(현동면, 현서면, 파천면, 안덕면) 이 상수도 보급이 안되고 있으며 나머지 면들도 부족한 실정(보급율35.1%)이다.

지하수 활용계획은 수원지와의 경제적 거리, 급수인구, 전력 소모율 등을 고려하여 상수도 보급이 전혀 안된 지역 및 보급이 저조한 지역, 사용 인구는 많으나 용수가 부족한 지역을 중심으로 우선 개발해야 할 것이다. 그러나, 지하수의 오염우려 및 장기적인 보존을 감안할때 앞장에서 서술한 여러 가지 과정을 고려하여 지역선정을 해야 할 것이다.

조사지구 상수도 보급현황은 <표 7-1>와 같으며 이 통계를 기준으로 향후 생활용수 소요량을 분석해 보면 <표 7-2>과 같다. 본 조사지구의 생활용수 수요량 계산시 1일 급수량은 농촌용수구역 생활용수 소요수량 350ℓ를 적용하였으며 암반관정 1공당 채수 이용량을 100m³/day로 하였다.

관정개발 후 양수시 비싼 전기요금으로 사용하지 않는 관정, 관리 소홀로 인한 낮은 우물 효율, 과잉 양수로 인한 수질오염 등으로 사용이 제한된 경우가 많으므로 개발 계획시 수요와 필요량을 정확히 파악하여 개발해야 할 것이다.

1) 생활용수개발계획

인구의 증감에 따른 소요수량, 상수도 공급지역을 고려하고 현재 지하수관정 개발 공수등을 감안한 향후 계획수립은 지역별 지질별 특성을 고려하여 정밀한 조사가 완료된 후 지하수개발이 가능한 지역에 대해 이루어 져야 한다.

<표 7-1> 청송지구 상수도 보급 현황

(단위 : 명)

구 분	급수도시내 총인구(명)	급수인구 (명)	보 급 율 (%)	시설용량 (m ³ /일)	급 수 량 (m ³ /일)	1일1인당 급수량(ℓ)	급 수 전 수
계	35,782	12,558	35.1	4,800	2,955	235	3,332
청송읍	7,010	4,272	60.9	3,000	1,100	257	1,029
부동면	2,538	486	19.1	300	118	243	206
부남면	3,321	1,550	46.7	500	283	183	488
현동면	2,363	-	-	-	-	-	-
현서면	3,413	-	-	-	-	-	-
안덕면	3,748	-	-	-	-	-	-
파천면	2,772	-	-	-	-	-	-
진보면	10,616	6,250	58.9	1,000	1,454	233	1,609

우리나라의 전국 평균 1일 급수량은 1991년도에는 376 ℓ, 1996년은 서울시 기준 476 ℓ로 나타났다. 향후 소요수량은 필요수량 12,516m³/일에서 기공급량 2,955m³/일을 뺀 9,561m³/일이다. 각 읍면별로 소요 공수는 진보면이 23공으로 가장 많고 그 다음은 청송읍과 안덕면으로 각각 13공이다. 진보면은 상수도 보급율이 청송군 평균 보급율 35.1% 보다 23.8%나 많은 58.9%를 보이나 급수인구가 많고 1인당 사용량(350 ℓ)도 많은 관계로 23공의 관정이 더 필요하다.

5대강 수계연결 중동부권역 예비타당성 조사보고서(농어촌진흥공사 1997.12)에 의하면 2005년 추정 낙동강 연변 시·군 상수도 수요량을 보면 조사지구내 총인구는 110,500명으로 1일 1인 급수량은 423 ℓ로 보급율이 57.6%이고 수요량은 26,903m³/일이며, 농업용 저수지의 공급 가능한 생활용수량은 조사지구 환산 면적이 282.8ha일 때 대체용수량은 9,749.4(m³/일)이 되며, 농촌 생·공용수 공급 계획은 2005년 상수도 추가 공급량이 4,035m³/일로 9,749.4m³/일이 대체 용수량이다.(5대강 수계연결 중동부권역 예비타당성 조사보고서,농어촌진흥공사,1997)

<표 7-2> 생활용수 소요수량

구 분	급수대상 인구수(명)	급수량 (ℓ/일)	필요수량 (m ³ /일)	보급량 (m ³ /일)	향후소요수 량(m ³ /일)	소요관정수 (m ³ /일)	비 고
계	35,760		12,516	2,955	9,561	96	
청송읍	7,004	350	2,451	1,100	1,351	13	
부동면	2,537	350	888	118	770	8	
부남면	3,321	350	1,162	283	879	9	
현동면	2,360	350	826	-	826	8	
현서면	3,412	350	1,194	-	1,194	12	
안덕면	3,746	350	1,311	-	1,311	13	
파천면	2,770	350	970	-	970	10	
진보면	10,610	350	3,714	1,454	2,260	23	

2) 농업용수개발

조사지구의 경지면적은 총면적 8,190ha 의 각각 25%, 75%를 차지 답이 2,024ha, 전이 6,166ha이다. 이에 대한 농업용수의 필요수량은 답의 단위용수량 80m³/일, 365일중 100일이 영농일로 보고 전의 단위 용수량은 25m³/일, 365일중 40일을 영농일로 계산하였을 때 총 소요수량은 436,052 m³/일 이며 현재 보급 되는 용수량은 291,967m³/일 로 향후소요량이 144,085 m³/일로 추정된다. 이 중 향후 지하수암반 관정으로 추정되는 소요량은 13%(농업용수량중 암반관정이 차지하는 개소수와 면적의 비율을 합하여 나눈 값)인 10,889 m³/일 로 총 74개의 관정이 향후 더 필요하다.

<표 7-3> 농업용 관정 현황 및 필요수량

(단위 : m³/일, 개소, ha)

읍면동	농지면적			소요수량	기공급량	향후필요 수량	향후필요 관정수
	계	전	답				
계	9,338	6,036	3,302	141,102	57,341	83,761	74
청송읍	980	641	338	14,962	3,587	11,375	10
부남면	1,207	854	352	19,658	3,372	16,286	14
부동면	926	623	303	14,455	3,464	10,991	10
안덕면	1,203	696	507	16,615	4,132	12,483	11
진보면	1,777	1,088	689	25,678	19,241	6,437	6
파천면	1,221	825	396	19,137	10,119	9,018	8
현동면	797	499	297	11,736	9,988	1,748	2
현서면	1,228	810	418	18,861	3,438	15,423	13

7-2 지하수 개발 계획

청송군이 속하는 낙동강 유역의 n3소유역 지역 이용량은 14,301,099.0m³/년으로의 개발 가능량은 153,047,340.0m³/년이며 이용량은 14,301,099.0m³/년으로 이용량 대 개발 가능량의 비율은 9.3%이고 조사지역의 개발가능량은 85,842,516.8m³/년으로 이용량 3,170,550.0m³/년 대비 3.7%를 보인다. 경북도내의 지하수 개발밀도는 3.7공/km² 청송은 1.3공/km²로 평균보다 낮다.

생활용수의 경우 인구수를 적용시켜 산출한 지하수 관정 필요공수는 96개공으로 1지구당 개발 사업비를 160백만원/지구, 농업용수의 경우 74개공으로 1공당 개발 사업비를 40백만원/공으로 했을 때 연차별 계획량 및 사업비는 다음 표와 같다.

<표 7-4> 연차별 지하수개발 사업량 및 사업비

구분	년도	계	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 이후
계		18,320	2,680	2,680	2,680	2,680	2,680	2,680	2,240
생활용수	사업량 (지구)	96	14	14	14	14	14	14	12
	사업비 (백만원)	15,360	2,240	2,240	2,240	2,240	2,240	2,240	1,920
농업용	사업량 (공)	74	11	11	11	11	11	11	8
	사업비 (백만원)	2,960	440	440	440	440	440	440	320

8. 지하수자원의 보전관리

8-1 지하수 환경재해

1998년까지 우리나라 우물(관정)수는 총 946,181개이며 지하수 이용량은 33.83억 m^3 이다. 이는 국내 총 용수 이용량의 11%이며 적정 지하수 개발 가능량의 25.2%이다. 추후 국내 지하수 개발 이용 가능량은 약 100억 m^3 이상이다.

<표 8-1> 지하수의 용도별 이용량(97년 말 현재)

(단위 : $10^6 m^3/년$)

용수 내용	생활 용수	공업 용수	농업 용수	기타 (온천먹는물)	계	연도별 비교		
						94	95	96
우물수 (개)	571,663 (60.4)	11,883 (1.3)	358,239 (37.8)	4,396 (0.5)	946.181 (100)	637,285	763,646	786,921
이용량 ($10^6 m^3/년$)	1,597.3 (47.2)	220.4 (6.5)	1,486.3 (43.9)	78.8 (2.4)	3,382.8 (100)	2,571	2,623	2,864

()백분율

국내 지하수 개발 현황과 관정공수 및 이용량은 <표 8-2>와 같고, 이를 증가율로 요약하면 <표 8-3>과 같다.

<표 8-2> 연도별 지하수 개발 이용현황과 우물 굴착수 (건설교통부, 98)

연도	내용	우물수 (개소)	이용량 ($10^6 m^3/년$)	연도	내용	우물수 (개소)	이용량 ($10^6 m^3/년$)	연도	내용	우물수 (개소)	이용량 ($10^6 m^3/년$)
70 이전		96,088	195.8	80		32,845	53.4	90		64,582	160
71		2,857	4.7	81		20,802	59.4	91		36,582	120
72		5,575	12.3	82		42,947	106.4	92		45,612	151
73		4,073	8.8	83		44,166	107.8	93		34,641	148
74		5,063	17.3	84		43,829	106.4	94		63,565	427
75		13,472	18.4	85		53,442	112	95		47,233	328
76		8,650	19.4	86		39,509	100	96		24,483	259
77		6,663	16.8	87		50,790	121	97		28,002	413
78		15,159	29.9	88		46,127	118	총계		946,181	3,382.8
79		14,447	29.3	89		54,965	138				

<표 8-3> 연도별 연평균 이용량과 연평균 시설의 증가율 (건설교통부, 98)

연도 \ 내용	연평균 이용량 (10 ⁶ m ³ /년)	연평균 시설설치수 (개/년)	증가비율 (%)	비 고
1971~1981	24.5	11,782	100/100	
1982~1993	124.1	46,433	506/394	
1994~1997	356.8	40,821	1,456/346	

<표8-3>에 나타난 바와 같이 1971년~1981년 사이의 11년동안 연평균 지하수 개발공수는 11,782공/년인데 반해, 1982~1993년 사이의 12년 기간동안은 46,433공/년이고, 1994년~1997년 사이의 4년간은 40,821공/년으로서 초기단계보다 연평균 굴착공이 약 350~400%정도 증가하였다.

뿐만 아니라 지하수 이용량도 1982년~1993년과 1994년~1997년 사이 기간은 1971년~1981년 기간에 비해 각각 506%와 1,456%로 급증하고 있다.

즉 1971년~1981년 기간동안 연평균 지하수 이용량은 연간 $24.5 \times 10^6 \text{m}^3/\text{년}$ 규모였으나 1982년~1993년 기간 동안의 연평균 지하수 이용량은 이보다 5배가 증가한 1억2천만 $\text{m}^3/\text{년}$ 이었고, 최근 4년(1994~1997)동안의 연평균 지하수 이용량은 이보다 14.6배가 증가한 약 3억 6천만 $\text{m}^3/\text{년}$ 이다.

이러한 추세로 연평균 지하수 이용량이 증가한다면 추후 10년 후인 2010년 경에는 현재 총 지하수 이용량의 2배에 해당하는 약 70억 m^3 에 이를 것으로 예상된다.

이런 식으로 지하수 이용량이 증가함에 따라 간과해서는 안될 중요한 인자는 지하수 환경재해인데 이는 지하수 유희작용에 의한 산사태, 과잉양수에 의한 수원 고갈, 지하수위 강하에 의한 지반침하, 지하구조물 설치에 의한 지하수 유동변화, 지하수 오염으로 인한 재해 등이다.

다음 표는 위의 각 사항들에 대하여 국내의 환경재해 유형별 사례를 도표화한 것이다.

<표 8-4> 국내 지하수 환경재해의 예

재해종류	지역	지하수 환경재해 내용	자료
지하수위 강 하	부 곡 온 천	<ul style="list-style-type: none"> · 지하수 과다채수로 인한 지하수위 강하발생 - 1973년 지하수위 : 지표하 70m - 1994년 지하수위 : 지표하 230m - 6년간에 걸쳐 145m의 수위강하('82~'87) - 21년간 160m의 수위강하('73~'94) 	조선일보 ('95. 12. 14) 창령군 온천관리 사업소
	포천군	· '91.5 포천군 내촌면 지역의 생수업체(크리스탈)에서 6개월동안 지하수를 과잉채수하므로써 인접 과수원의 지하수위 저하로 사과나무 100여 그루 고사	
	청원군	· 지하수의 무분별한 개발로 식수원 고갈	동아일보 ('95.5.10)
지반침하	과천시	· 과천시 부림동지역의 지하철 공사로 지하수 체계가 변화되어 주공아파트 뒷편 지반이 약 10cm정도 침하	
지하수 오염	전 국	<ul style="list-style-type: none"> · 1993년 전국 심도 30m전후의 암반층을 대상으로 수질조사 실시 : 744개소중 152개소에서 음용수 수질기준 초과 · 트리클로로에틸렌 초과지역 : 양산군 양산읍 북정리 · 카드뮴 초과지역 : 부산사하구 신평 - 장림공단 인근 · 질산성질소 초과지역 : 음성군 금왕면 봉곡리, 광주 서구 유덕동 	환경부 (1994)
	제주도	<ul style="list-style-type: none"> · 일반세균과 대장균에 오염된 심층지하수 및 용천수의 비율증가 - 1980년 : 20% →1982년 : 46% →1990년 : 63% · 지하수 관정 농사용 비료로 오염(8개소중 7개소) 	동아일보 ('96.3.21)

8-2 지하수 보존구역

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

본 조사지역은 50% 이상이 농업지역으로 다음은 지역별로 오염방지 대책을 기술한 표이다.

<표 8-5> 지역별 오염방지 대책

1. 도시지역 오염

구 분	하수관 누출	폐기물 야적장
오염원 형태	점 또는 비점오염원	점오염원
지하수 오염특성	- 유기화합물, 질산염, 세균 등의 오염 유발	- BOD, Fe, Mg, 질산염, Cl, 미량원소, TDS 등의 오염유발
사 례	- 서울시 : 생활용수, 기준에 의한 수질분석 결과 8.6%가 부적합, 오염주요원인은 하수관누출, 지표수유입 등 총 9,580km의 하수관이 평균 5m 깊적으로 파손 다량 생활하수가 침수됨 (서울시 : 1996, 서울시 지하수관리계획 기본조사보고서) - 대구시 : 먹는 물 기준에 의해 271개소 조사결과 54%가 부적합, 오염주요 원인은 하수관 파손, 공단 등 (과학기술처, 1995, 지하수오염방지 및 음용화기술연구)	- 남지도 매립지의 침출수에 포함된 수지분석 BOD : 87~2010 Cl : 210~5525 (서울시 청소사업본부, 1992, 남지도 매립지 환경오염방지 및 안정화 대책)
대 책	- 파손된 시설 복구 - 자연분해 및 자연재생 원칙 - 화학적 물리적 처리장구 - 오염이 심각하지 않은 경우 생물학적 처리장구	- 사전평가제 실시 - 위해물질 야적장 상·하류 구배구간에 감시정 설치 - 자연재생법 이용 원칙 - 오염수 차단시스템 설치 - 수리동력학적 조정

2. 농촌지역

구 분	비료 살포	농약 살포	가축 사육
오염원 형태	비점오염원	비점오염원	점오염원
지하수 오염특성	- 질소비료가 지하수를 주로 오염시킴 ⇒ 지하수의 질산성질소 오염 발생	- 토양중에서 오랫동안 정적인 농약이 지하수 오염유발(수은, 비소, 납 등의 성분이 함유된 농약)	- 질산성질소의 오염유발
사 례	- 제주도 지하수 관정 비료로 오염 (동아일보 '96. 3. 21) - 농업용수 4%가 부적격(환경부, '96) - 고창지역 : 26개 조사지점 중 20개소의 질산성질소 농도가 10mg/l 초과 (농어촌진흥공사, 1990)		- 전라북도내 54개 조사지점 중 16개소의 질산성질소가 먹는 물 기준초과 : 가정정화조, 가정오수, 축산폐기물에 의한 오염으로 추정중 (조선일보, '94. 12. 29)
대 책	- 질소비료의 적정량 시비 - 자연분해를 유도함	- 토양 잔류기간이 작고 자연분해가 빠른 물질 이용 - 적정량의 농약살포	- 단지화유도와 축산폐수 처리 및 정화 시설 설치 - 자연분해 유도

3. 공업 및 광업지역

구 분	지하저장탱크 (유류, 유해화학물질)	지상탱크 및 지표저류시설	광산개발 및 광산폐수
오염 원태	점오염원	점오염원	점오염원
지하수 오염특성	- 저장탱크에서 유출된 유류는 불투수층을 쉽게 통과하고, 물에 쉽게 용해되는 탄화수소는 지하수내에서 빠르게 이동 지하수 오염을 크게 촉진 시킴		- 고농도의 Fe, Al 등을 포함한 산성 폐수는 지하수를 크게 오염시킴 - 광산 폐수, 채굴 폐석 등이 지하수 오염 유발
사 례	- 환경부 (1995) 국내 주유소의 40% 정도 의 지하 유류저장탱크, 토양 및 토양 오염시킴 - 미국 EPA 조사, 미국 주유소의 35% 정도 의 기름누출	- 서울시 보건환경연구원 서울 구로구의 조사 결과 유기물, 중금속, 발암물질과 같은 유해물질에 지하수가 오염됨 NO ³ -N: 0.1~47.3mg/l Cl ⁻ : 3~1012mg/l Cl ⁺⁶ : 0~0.227mg/l - 환경부(1994) 카드뮴 초과 부산 사하구 신평, 장림공단 부근	
대 책	- 대규모 저장탱크 설치 시 사전 영향평가 실시(지하수 오염취약성 평가 등) - 지하수 오염관측정 설치, 지하수질 변화감시 - 탱크주변에 누출 탐사관 설치 - 토양 오염조사 자료, 분석을 통한 지하수 오염 예방 - 화학적 처리방법 사용 - 유류:시설이전 및 오염된 토양층 제거 때 립장에 처분	- 유해폐수 배출업체 부근에 지하수 수질오염관측정 설치 - 시설이전, 환경차단벽 구축	- 광산 하류지점에 오염관측정 설치 - 폐수 정화처리시설 설치 - 침전지 등을 이용, 자정작용 및 희석작용 유도 - 확산방지시설 설치 - 집수정 설치하여 고농도 침출수 처리 - 폐광은 갱도폐쇄, 폐석내 강우침투 방지, 중화법에 의한 갱내 폐수 처리 실시

지하수 보전 구역은 지하수법에 잘 명시되어 있다.

지하수법 “제12조”에 시·도지사는 다음 각 1호에 해당하는 지역을 “지하수 보전구역”으로 지정하거나 그 지정을 변경할 수 있다고 되어 있다.

- ① 지하수의 개발·이용으로 인한 지하수 고갈, 지반의 침하 또는 지하수의 오염을 방지하기 위하여 필요한 지역
- ② 지하수를 이용하는 하류지역과 수리적으로 서로 연결된 상류의 지하수 함양 지역
- ③ 기타 지하수의 수량이나 수질이 보전에 필요한 지역으로 대통령이 정하는 지역

동법 시행령 19조에 지하수 보전구역의 지정범위는

- ① 주요 지하수 함양원을 보호하기 위한 지역
지하수가 주로 함양되는 지역으로서 수질이 양호하여 보전의 필요성이 있는 지역
- ② 지하수 고갈 및 지반침하 지역
 - ㉠ 관정의 채수율 저하지역
 - ㉡ 지하수 이용량 과다지역
 - ㉢ 지반침하로 인하여 구조물에 변형이 발생하는 지역
 - ㉣ 관정밀집 지역
 - ㉤ 지하수의 사용량이 많은 위락시설지역
- ③ 오염발생 및 수질악화지역
 - ㉠ 인체 유해오염시설의 존재지역
 - ㉡ 오염유발시설의 밀집지역
 - ㉢ 폐광 및 폐기물 처리지역
 - ㉣ 폐기물처리장 분포지역
 - ㉤ 폐관정의 분포가 많은 지역
 - ㉦ 사고시 오염물질 유출지역
 - ㉧ 지하유류 및 화학약품 저장탱크의 분포지역
- ④ 해안염수침입지역

㉔ 해안 및 도서지방의 면적당 채수량이 과다하거나 이용량의 지하수 시설이 존재하는 지역

㉕ 대수층의 수리특성상 투수성이 높아 해수의 침입이 용이한 지역

으로 되어 있다. 이를 종합하면 지하수 함양원 지역과 수원이 풍부한 주요 대수층 지역, 지하수 다량 사용지역, 관정 밀집지역, 수위강하 및 수질저하 등 지하수 환경재해 발생 가능성이 높은 지역과 발생지역 등 지하수와 관련되는 거의 전지역에 대하여 세밀하게 지정토록 하고 있다.

또한 지하수 보전구역내에서 일정 규모(1일 양수능력 30톤 이상) 이상의 지하수 개발·이용시는 허가를 받아야 하며 특정시설물을 설치할 경우에도 관련 타법률이 정하는 것에 따라 허가를 받도록 되어있다.

지하수는 한 장소에 정채되어 있는 자원이 아니라 대수층을 통하여 유동하고 있는 수자원이다. 따라서 지하수 보전구역 설정에는 다음 3가지 지역이 우선적으로 고려되어야 할 것이다.

가. 지하수 함양지역

지하수는 대부분이 강수가 지표에서 퇴적층을 통하여 지하로 유입되어 함양되게 된다. 만약 이때 지하수 함양이 인위적인 활동에 의하여 방해를 받게 되면 지하수 부존량과 유동량이 감소하게 되고 이에 따라 지하수 개발 가능량이 적어지게 된다.

또한 지하수 함양지역이 오염되어 지면 지하수 함양시 대수층을 통하여 지하수 오염이 이루어지며 유동되는 지하수는 모두 오염된 상태가 될 것이다. 이러한 현상은 대수층 자체를 오염시키는 결과를 가져오며 국지적 내지 광역적인 지하수계 오염이 이루어지게 된다. 따라서 지하수 함양지역에서 지하수 함양 방해 시설물과 오염원을 제거하고 지하수를 보전할 수 있도록 한다.

나. 오염원 주변지역

지하수를 오염시킬수 있는 잠재오염원이 존재하는 지역에 지하수 오염 취약지역을 설정하여 이 지역을 통한 지하수 오염확산 방지에 최선을 다하도록 한다.

지하수 오염이 이미 확인된 지역에서는 오염된 지역의 규모와 농도를 조사하여 관리 목표와 우선순위를 정하여 종합적인 오염정화 관리대책을 수립토록 한다. 이때 중요한 것은 오염지역의 확산이 일어나지 않도록 현상태를 유지시킬수

있도록 철저한 계몽과 계도로서 더 이상의 지하수 오염 확산이 일어나지 않도록 한다.

다. 취수정 주변지역

취수정 주변지역에서는 오염물질이 지하수로 유입되는 것을 방지하고 무분별한 양수로 인한 지하수 환경재해가 발행하지 않도록 하여야 한다.

취수정 보호대책(Wellhead Protection Program)은 일반적으로 공용관정 자체와 관정지역(Well field)을 그 대상으로 하며, 관정 주변지역에 보호구역(Protection area)을 설정하여 지하수원을 보호하는 방법으로서 독일, 스위스, 네덜란드를 포함하는 유럽의 11개국에서는 이미 이러한 보호구역을 설정하여 이 지역 내 잠재오염원에 대하여 특별한 제재를 가하는 프로그램을 실행중에 있다.

미국에서는 1986년에 제정한 안전음용수법(SDWA)에 근거하여 환경보호국(EPA)에서 취수정 보호 프로그램을 실시 중에 있다. 이 프로그램에 의하면 취수정 보호구역을 다음과 같이 정의하고 있다.

- ① 공공용수를 제공하는 관정 또는 정호장의 주변지역으로
- ② 오염물질이 통과할 가능성이 있으며, 궁극적으로 오염물질이 관정에 이를 수 있는 지표나 지하의 지역

취수정 보호구역의 경계는 관정의 양수율, 지하수 유동속도, 대수층 경계와 피압정도 등에 의하여 복합적으로 결정된다. 또한 이러한 수리지질학적 특성들이 모두 지하수의 오염가능성과 그 범위에 영향을 미친다. 그러므로 진술한 바와 같이 취수정에 의한 영향반경을 산정하여 지역적으로 설정하여야 한다. 이 방법은 공용관정의 주변지역을 대상으로 하여야 하며, 소규모 가정용 관정에 적용하는 것은 쉽지 않다.

위와 같은 고려 사항과 대상지역의 규모와 수문학적 특성에 의하여 보전구역을 대별하면 다음과 같이 분류할 수 있다. 즉,

- ① 광역적인 지하수 보전구역
- ② 국지적인 지하수 보전구역
- ③ 해안의 지하수 보전구역

으로 나눌수 있으며 보전구역의 정의, 대상지역, 변경 및 해제, 기능, 규제사항을 비교하면 <표 8-6>과 같다.

<표 8-6>지하수 보전구역 설정

구 분	광역적인 지하수 보전구역	국지적인 지하수 보전구역	해안의 지하수 보전구역
정 의	- 주요 함양원 보호를 위한 광역적인 지하수 보전구역	- 오염 및 피해지역 복구와 공공취수정 보호를 위한 국지적인 지하수 보전구역	- 염수침입을 방지하기 위한 지하수 보전구역
대상지역	- 지하수가 주로 함양되는 지역으로 수질이 양호하여 보전의 필요성이 있는 지역	- 지하수 환경재해 발생 및 발생가능 지역 - 지하수 다량 사용 지역	- 해안 지역으로 염수 침입 우려지역
지정변경 및 해제	- 지하수원 보전의 필요여부에 따라 시·도지사가 지정 및 해제	- 시·도지사가 실태 조사를 실시하여 지정·고시 - 원상복구 진척상황에 따라 변경·해제	- 시·도지사가 실태 조사를 실시하여 지정·고시 및 해제
기 능	- 양질의 수원 및 자정 능력 확보	- 오염발생 차단 및 피해복구	- 염수침입 방지
주 요 규제사항	- 최소 현상태의 유지를 목표 - 오염유발요인의 사전 차단 - 허가 대상의 확대	- 지하수 신규 개발 제한 및 금지 - 장애유발 요인의 제거 및 원상복구	- 기존 관정의 과도한 양수 제한 - 지하수 신규 개발 제한

청송군의 지하수보전을 위해 위에서 서술한 대로 광역적인 보전구역은 그린 벨트(개발제한구역)을 지정하는 것이 타당하나 주민생활에 대한 편의를 도모하여 대민홍보 및 의견수렴을 거쳐 지정함이 바람직하고 국지적인 보전구역설정은 매우 어려운 문제이나 도심지의 공원지역과 수질 오염이 진행되고 있는 지역 및 수위저하 지역을 지정하여야 하나 이럴 경우 도심 전체가 보전구역으로 지정되는 현상을 낳게 된다. 그러므로, 국지적 보전구역 선정은 앞으로 지하수의 변화상태를 장기적으로 계속 관찰, 관리하여 신중하게 결정되어야 한다.

9. 결 론

1. 본 조사지구는 동경 $129^{\circ} 15' 244''$ ~ $128^{\circ} 50' 57''$ 북위 $36^{\circ} 35' 31''$ ~ $36^{\circ} 09' 27''$ 에 위치하며 행정구역상 경상북도 청송군 전역으로 1개 읍, 7개 면으로 구성된 12,658세대 인구 35,782명으로 842.46km²의 면적중 7.2%인 60km²가 전이고, 3.9%인 33km²가 답, 82.25%인 693km²가 임야로 11%이상이 농촌지역이며 80%이상이 임야인 산악지대 이다.

2. 본 조사지역의 지형은 중장기 지형으로 한국 동부의 태백산맥에 해당하고 산계는 서남형과 동남형으로 대별되며 풍화에 강한 험준한 산을 형성하며 수계는 수지상, 격자상, 방사상으로 거의 N60° W방향의 주를 이루고 지세는 대개 동서북방에서 남쪽으로 면하여 경사되어 있고 토양은 경질토에 속한다.

3. 본 지역은 선캠브리아기에서 신생대 제4기에 이르기까지 다양하고 복합적인 지질 및 암질을 보인다. 선캠브리아기의 석회규산암, 중생대 쥐라기의 청송 화강암, 백악기의 경상계 퇴적암, 불국사 통의 화산암, 관입암, 그리고 신생대 제4기의 충적층으로 구성된다. 중생대 쥐라기의 청송 화강암과 백악기의 경상계 퇴적암은 부정합, 경상계 퇴적암류와 화산암은 관입, 규장암과 제4기의 충적층은 부정합의 관계로 이루어져 있다.

4. 본 지구의 연평균 기온은 11.01℃, 연평균 강수량은 981.30mm, 연평균 증발량은 1,007.82mm/년 이고 Ture공식에 의한 증발산량은 545.4mm/년 이다. 기저유출량은 수자원계통표에서 10%를 적용 시켰을 경우 45,470천m³/년이고, 수자원 이용총량은 24%인 198,416천m³/년이며 하천유출량 55%를 적용 시켰을 경우 454,704천m³/년이며 기저유출율은 10%로 45,470천m³/년이다.

5. 본 조사지역의 광역적인 물리탐사를 위해 원격탐사를 실시하여 선구조도를 작성한 후 이를 기초로 쌍극자 탐사를 실시하였다. 원격 탐사 결과 선구조는 N20~35W 방향이 우세하고 N20~30E 방향도 비교적 우세하게 나타나며 발생빈도는 N20~40W 방향이 우세하게 나타난다. 또 개략적인 지하지질 상태를 보기 위해 500m 축선으로 간격30m, 쌍극자 20개로 하여 16지역에 대해 쌍극자탐사를 실시하였다.

6. 기존의 관정 360개에 대하여 pH, 수은, EC 등 간이 수질검사를 실시하였고 그 분포양상을 그래프로 도시했다. 총 1,037개소(이용량 3,170,550.0m³/년) 중 244개소(이용량 1,552,095.0m³/년)가 신고된 시설이며 4개소(이용량 10,950.0m³/년)이 허가시설 789개소(이용량 1,607,505.0m³/년)가 경미 및 기타시설이다.

7. 우물의 수리능력을 평가하기 위해 Theis의 비평형방정식을 이용하여 17개 관정에 대해 AQTESOLV에 의한 프로그램을 적용시켜 수리능력을 평가했다.

8. 지구내 17곳에 대해 먹는 물 기준 수질검사를 실시한 결과 8개소가 수질 합격이며 9개소가 수질 불합격으로 판정이 났다. 기준초과 9개 중 1개 종목 기준초과가 4개소이고 2개 종목 기준초과 지역이 2개소 3개 종목 기준초과 이상이 3개소이다. 기준초과 종목은 탁도가 5개 지역으로 가장 많고, 질산성질소가 3개소, 중발잔유물이 2개소, 아연이 1개소, 경도, 불소, 수소이온농도이다. 이온 농도를 Piper-Diagram으로 도시한 결과 지화학적 유형은 Ca(HCO₃)₂ 형에서 CaCl₂ + CaSO₄ 형으로 진화하는 과정에 있어 Surfade + Chloride, Calciuma + Magnesium형을 보인다.

9. 조사 지역내 유효 공극율을 이용한 지하수 부존량은 총 1,273백만톤으로 추정되며 개발이용 가능량은 147백만톤으로 산출된다.

10. 지하수 함양량 평가에 의한 지하수 이용가능량은 82,673×10⁶m³/년~95,075×10⁶m³/년으로 추정되며 이는 평가방법에 따라 차이를 보이므로 암반관정과 층적관정의 누적된 체계적인 관측자료처럼 장기적인 관측이 필요하다.

11. 지구내 급수대상 인구수는 35,760명으로 1일 필요급수량이 350ℓ일 때 필요수량은 12,516m³/일이고 향후 추정 소요수량은 9,561m³/일이다.

12. 지하수를 오염시킬수 있는 잠재오염원이 존재하는 지역은 대규모의 공업단지가 존재하고 지하수 관정의 과다한 양수, 주유소 등의 기름 누출, 환경오염 배출업소가 많은 청송읍 진보면 등이고 환경오염물 배출시설이 많은 청송읍 진보면 쓰레기 수거 처리량이 많은 청송읍(4.5톤), 진보면(5.8톤)이 잠재오염원 대상지로 이곳은 기존관정의 과다양수를 피하고 적정양수량을 선정하여 채수해야하며 지하수 신규개발도 종합적이고 세밀한 지하수 조사, 영향, 평가에 의해 이루어져야 한다.

- 참 고 문 헌 -

- | | | |
|---------------|-----------|-------------------------------|
| 1. 건설 교통부 | 1997. 12 | 지하수업무수행지침서 |
| 2. 한정상 | 1998. 12 | 지하수환경과 오염 |
| 3. 서울특별시 | 1996. 12 | 서울특별시 지하수 관리계획 기본조사
보고서 |
| 4. 국립환경연구원 | 1993. | 전국 주요하천 기초조사 |
| 5. 환경처 | 1992. | 수질보전종합계획수립 종합보고서 |
| 6. 청송군 | 1996~1999 | 청송군 통계연보 |
| 7. 농어촌진흥공사 | 1995. 12 | 한국지하수총람 |
| 8. 한국수자원공사 | 1993. 3 | 지하수자원기본조사보고서 |
| 9. 한국수자원공사 | 1993. 12 | 지하수자원실태조사보고서 |
| 10. 건설교통부 | 1997 | 지하수조사연보 |
| 11. 민경덕외 2인 | 1987 | 응용지구물리학 |
| 12. 양승영 | 1998 | 지질학사전 |
| 13. 김영기 | 1995 | 수리지질학사전 |
| 14. 자원개발연구소 | | 한국지질도(구산동도폭) |
| 15. 자원개발연구소 | | 한국지질도(천지도폭) |
| 16. 국립지질광물연구소 | | 한국지질도(도평도폭) |
| 17. 국립지질광물연구소 | | 한국지질도(청송폭) |
| 18. 부천시 | 1997 | 부천시 지하수관리계획 기본조사보고서 |
| 19. 과학기술처 | 1995 | 지하수 오염방지 및 음용화 기술연구 |
| 20. 한정상 | 1998 | 환경수리지질학 |
| 21. Todd.D.K | 1959 | Groundwater Hydrology |
| 22. Bower H | 1978 | Groundwater Hydrology |
| 23. Chow | 1964 | Handbook of Applied Hydrology |
| 24. 한국정밀토양도 | 1977 | 농촌진흥청 농업기술연구소 |
| 25. 농어촌진흥공사 | 1997 | 5대강 수계연결 중동부권역 예비타당 |

		성조사보고서
26. 정창희	1958	지질학개론
27. 농림부	1998	'98 농업용수 수질조사보고서
28. 한국수자원공사	1993	지하수자원 기본조사보고서
29. 건설교통부	1999	지하수영향조사, 심사요령
30. 농어촌진흥공사	1994	지하수개발과 농어촌수
33. 정창희		지질학원론
34. 백진희	2000	상주지역 지하수의 지화학적 연구
35. 농림부	1999	농업용수10개년계획(보완)
36. 안지영	2000	청송 주왕산지역 대전사 현무암에 대한 암석학적 연구

여 백

부 록

- 1.청송지구 기설관정 조사표
- 2.청송지구 간이 수질 검사 결과표
- 3.청송지구 먹는물 기준 수질검사 결과표
- 4.청송지구 양수시험 결과 해석 전산 출력물

여 백

청송지구 기설관정 조사표

여 백

기설관정조사

관정번호	위 치	구경(mm)	표고(m)	심도(m)	자연수위 (m)	이용량 (m ³ /D)	용도	개발 년도	비고
D273	청송군 안덕면 명당리	70	295	75	19.2	250	3	72	
D309	청송군 청송읍 송생리	150	250	120	4.1	35	3	73	
D339	청송군 부동면 상평리	200	240	100	0	100	3	73	
D369	청송군 파천면 지경리	150	320	120	5.4	30	3	73	
D317	청송군 청송읍 청운리	150	300	100	0.8	131	3	74	
D283	청송군 부동면 구산리	20	335	10	4.5	8	3	78	
D368	청송군 파천면 덕천2리	150	200	100	3.2	25	3	78	
D298	청송군 부동면 지리	150	250	120	0	14	3	79	
D367	청송군 파천면 신기2리	75	195	80	7.5	14	3	79	
D247	청송군 안덕면 복리	50	290	80	2.7	250	3	80	
D248	청송군 안덕면 고외리	70	315	90	3	250	3	80	
D252	청송군 안덕면 지소리	40	270	170	2.7	250	3	80	
D254	청송군 안덕면 노래리	50	325	80	2.1	250	3	80	
D284	청송군 현동면 도평리	22	300	10	13	5	3	80	
D287	청송군 파천면 송강리	50	190	27	0.5	20	3	80	
D266	청송군 안덕면 장전리	50	270	40	2.9	250	3	82	
D272	청송군 안덕면 명당리	50	290	90	20	250	3	82	
D261	청송군 안덕면 신성리	50	280	85	3.5	250	3	83	
D262	청송군 안덕면 신성리	50	290	90	3.7	250	3	83	
D271	청송군 안덕면 명당리	40	280	85	19.1	250	3	83	
D301	청송군 안덕면 지소리	50	310	73	2.5	15	3	83	
D303	청송군 현서면 구산리	50	315	76	4	25	3	83	
D305	청송군 파천면 중평리	50	220	72	0	15	3	83	
D307	청송군 안덕면 덕성리	50	290	76	6.5	20	3	83	
D092	청송군 파천면 원리	150	200	90	2.5	200	4	84	
D093	청송군 파천면 어천리	150	200	80	4.1	150	4	84	
D094	청송군 파천면 어천리	150	195	90	2.5	150	4	84	
D095	청송군 파천면 어천리	150	210	110	3.1	150	4	84	
D366	청송군 파천면 신촌리	70	230	120	4.5	91	3	84	
D256	청송군 안덕면 근곡리	40	330	90	3	250	3	86	
D282	청송군 부동면 내룡리	20	290	10	4.1	6	3	86	
D294	청송군 청송읍 월외리	50	260	78	3.2	20	3	86	
D295	청송군 청송읍 송생리	50	240	82	4	30	3	86	
D299	청송군 부남면 중기리	50	380	79	3.3	25	3	87	
D316	청송군 청송읍 청운리	150	240	80	0.5	16	3	87	
D006	청송군 현동면 참양리	120	280	116	1.5	870	6	88	
D116	청송군 파천면 덕천리	150	180	95	3.4	300	6	88	
D145	청송군 진보면 기곡리	150	180	120	4.1	200	4	88	
D146	청송군 진보면 기곡리	150	180	100	4.4	140	4	88	
D286	청송군 진보면 진안리	50	230	90	11	100	3	88	
D293	청송군 청송읍 청운리	50	250	105	0.5	20	3	88	
D300	청송군 안덕면 문거리	200	300	300	5.4	150	3	88	
D004	청송군 현동면 참양리	120	70	106	10	412	6	89	
D031	청송군 부동면 지동리	150	250	100	3.4	150	6	89	
D117	청송군 파천면 덕천리	150	190	117	3.2	350	2	89	
D127	청송군 청송읍 금곡리	150	200	81	2.1	450	1	89	
D242	청송군 안덕면 성재리	40	320	70	4.1	250	3	89	
D249	청송군 안덕면 지소리	40	300	90	2.5	250	3	89	
D292	청송군 청송읍 월막리	50	200	85	3.1	30	3	89	
D005	청송군 현동면 도평리	150	290	104	13	390	2	90	
D034	청송군 부동면 이천리	150	285	120	2.7	570	2	90	

관정번호	위 치	구경(mm)	표고(m)	심도(m)	자연수위 (m)	이용량 (m ³ /D)	용도	개발 년도	비고
D041	청송군 부동면 이전리	150	285	80	2.5	570	6	90	
D118	청송군 파천면 신흥리	150	190	73	4.1	720	6	90	
D260	청송군 안덕면 신성리	50	290	70	3.5	250	3	90	
D267	청송군 안덕면 감은리	40	340	40	11.9	250	3	90	
D270	청송군 안덕면 명당리	50	290	80	19.4	250	3	90	
D285	청송군 진보면 진안리	50	220	160	10.8	100	3	90	
D288	청송군 안덕면 명당리	50	290	60	17.1	25	3	90	
D290	청송군 진보면 진안리	50	180	130	0	100	3	90	
D002	청송군 현동면 인지리	150	280	120	1.2	301	1	91	
D007	청송군 현동면 창양리	120	280	110	1.5	402	1	91	
D015	청송군 현동면 거성리	150	300	100	0.5	402	2	91	
D016	청송군 현동면 거성리	65	295	90	3.5	100	3	91	
D019	청송군 현동면 거성리	120	280	100	1.5	402	6	91	
D090	청송군 파천면 원리	150	210	100	3.5	200	4	91	
D091	청송군 파천면 원리	150	190	80	2.1	150	4	91	
D099	청송군 파천면 송강리	150	170	115	0.5	402	2	91	
D100	청송군 파천면 송강리	150	170	100	1.1	200	4	91	
D126	청송군 청송읍 부곡리	150	230	120	2.1	150	4	91	
D133	청송군 청송읍 송생리	150	220	105	4.6	350	1	91	
D137	청송군 청송읍 송생리	150	225	90	4.1	508	1	91	
D147	청송군 진보면 기곡리	150	220	119	4.5	150	2	91	
D160	청송군 진보면 후평리	150	170	100	8.8	150	4	91	
D161	청송군 진보면 시량리	150	190	100	13	150	4	91	
D173	청송군 현동면 놀인리	100	330	72	90	50	4	91	
D246	청송군 안덕면 복리	50	290	80	2	250	3	91	
D251	청송군 안덕면 지소리	40	380	190	3	250	3	91	
D253	청송군 안덕면 노래리	75	310	110	2	250	3	91	
D255	청송군 안덕면 근곡리	75	155	120	3	250	3	91	
D263	청송군 안덕면 신성리	40	285	90	3.4	250	3	91	
D264	청송군 안덕면 장전리	40	300	75	3.5	250	3	91	
D265	청송군 안덕면 장전리	40	310	80	3.1	250	3	91	
D268	청송군 안덕면 감은리	40	290	60	12.1	250	3	91	
D311	청송군 청송읍 덕리	375	200	100	0	30	3	91	
D077	청송군 현서면 사촌리	150	425	100	2.5	150	4	92	
D086	청송군 현서면 무계리	150	220	130	10	150	4	92	
D089	청송군 파천면 소계리	150	230	90	2	200	4	92	
D102	청송군 파천면 신기리	150	190	100	2.5	150	3	92	
D103	청송군 파천면 신기리	150	190	130	2.1	150	3	92	
D104	청송군 파천면 신기리	150	192	110	2.2	150	3	92	
D105	청송군 파천면 신기리	150	200	100	4.1	150	3	92	
D106	청송군 파천면 신기리	150	190	120	3.5	150	3	92	
D107	청송군 파천면 신기리	150	205	140	4.5	150	3	92	
D122	청송군 파천면 신흥리	150	220	100	4.5	150	4	92	
D158	청송군 진보면 후평리	150	183	100	9.7	402	6	92	
D172	청송군 현동면 놀인리	150	330	100	1.9	340	6	92	
D245	청송군 안덕면 복리	40	300	80	2.5	250	3	92	
D257	청송군 안덕면 문거리	70	240	90	3.2	250	3	92	
D258	청송군 안덕면 문거리	40	385	90	6	250	3	92	
D280	청송군 부동면 이전리	20	340	12	6	10	3	92	
D304	청송군 파천면 송강리	50	200	90	0.5	20	3	92	
D310	청송군 부남면 하속리	50	310	110	7.9	25	3	92	
D008	청송군 현동면 도평리	120	285	100	1.4	300	2	93	
D044	청송군 부남면 중기리	150	350	100	5	360	6	93	

관정번호	위 치	구경(mm)	표고(m)	심도(m)	자연수위 (m)	이용량 (m ³ /D)	용도	개발 년도	비고
D047	청송군 부남면 양수리	150	340	100	14	200	4	93	
D063	청송군 안덕면 지소리	150	255	80	18	480	6	93	
D065	청송군 현서면 구산리	150	320	115	3	150	2	93	
D073	청송군 현서면 사촌리	150	400	119	17	150	2	93	
D101	청송군 파천면 신기리	150	180	100	2.1	247	6	93	
D120	청송군 파천면 신흥리	150	235	50	2.1	380	4	93	
D121	청송군 파천면 신흥리	150	230	90	4.1	150	1	93	
D151	청송군 진보면 주현리	150	220	100	4.1	150	4	93	
D153	청송군 진보면 후평리	150	170	100	3.5	150	1	93	
D155	청송군 진보면 후평리	150	315	104	4.6	200	2	93	
D159	청송군 진보면 후평리	150	170	104	8.4	302	6	93	
D178	청송군 부남면 중기리	150	350	127	0.9	90	2	93	
D244	청송군 안덕면 덕성리	40	310	80	2.3	250	3	93	
D259	청송군 안덕면 신성리	50	260	80	6	250	3	93	
D269	청송군 안덕면 감은리	50	300	90	12	250	3	93	
D274	청송군 청송읍 월막리	65	205	350	2.1	150	3	93	
D275	청송군 청송읍 월막리	65	190	710	2.5	100	3	93	
D291	청송군 진보면 진안리	50	170	65	0.5	15	3	93	
D318	청송군 청송읍 월막리	150	200	130	2.4	100	3	93	
D001	청송군 현동면 인지리	120	260	120	3.5	400	2	94	
D009	청송군 현동면 도평리	120	285	150	8	150	3	94	
D011	청송군 현동면 도평리	120	280	150	8	150	3	94	
D020	청송군 부남면 하속리	150	390	120	1.5	400	2	94	
D021	청송군 부남면 하속리	150	390	110	8	450	2	94	
D032	청송군 부동면 부익리	150	300	103	4	250	2	94	
D033	청송군 부동면 부익리	150	305	114	4.5	350	2	94	
D042	청송군 부동면 이전리	150	315	100	2.7	412	6	94	
D045	청송군 부남면 중기리	150	350	120	6.5	330	6	94	
D057	청송군 안덕면 문거리	150	280	117	6	450	2	94	
D058	청송군 안덕면 문거리	150	275	113	6	550	2	94	
D064	청송군 현서면 구산리	150	320	116	4	300	2	94	
D068	청송군 현서면 덕계리	150	305	97	4.1	400	6	94	
D088	청송군 현서면 화목리	150	360	104	6	310	6	94	
D108	청송군 파천면 응정리	150	200	105	4.2	450	2	94	
D119	청송군 파천면 신흥리	150	200	64	3.9	407	6	94	
D132	청송군 청송읍 송생리	150	220	132	4	350	2	94	
D134	청송군 청송읍 교리	150	300	120	4.4	330	1	94	
D152	청송군 진보면 주현리	150	215	120	3.6	302	6	94	
D171	청송군 현동면 눌인리	120	320	104	1.8	326	6	94	
D243	청송군 안덕면 덕성리	50	340	90	2.2	250	3	94	
D276	청송군 청송읍 월막리	200	210	100	2.2	120	3	94	
D277	청송군 청송읍 월막리	40	230	100	3.2	30	3	94	
D278	청송군 부동면 상의리	45	270	120	16	30	3	94	
D289	청송군 진보면 고헌리	50	200	36	1	20	3	94	
D312	청송군 현서면 갈천리	302	480	400		70	3	94	
D313	청송군 현서면 갈천리	302	470	200		140	3	94	
D314	청송군 현서면 갈천리	302	500	300		35	3	94	
D315	청송군 현서면 갈천리	302	485	300		35	3	94	
D319	청송군 안덕면 노래리	150	325	250	2.1	84	3	94	
D320	청송군 안덕면 노래리	150	300	98	1.9	20	3	94	
D321	청송군 안덕면 노래리	150	325	69	2	20	3	94	
D322	청송군 파천면 관2리	150	190	120	5.7	24	3	94	
D323	청송군 파천면 관1리	150	205	80	6.3	35	3	94	

관정번호	위 치	구경(mm)	표고(m)	심도(m)	자연수위 (m)	이용량 (m ³ /D)	용도	개발 년도	비고
D324	청송군 안덕면 노래리	150	280	94	2.1	20	3	94	
D325	청송군 현서면 무계리	150	400	250	7	160	3	94	
D340	청송군 진보면 후평리	200	215	150	1.2	150	3	94	
D341	청송군 청송읍 월막리	200	210	150	3.6	70	3	94	
D342	청송군 현서면 월정리	150	400	70	4.9	30	3	94	
D343	청송군 현서면 갈천리	150	460	288	5.4	50	3	94	
D344	청송군 청송읍 월막리	150	220	130	4.3	100	3	94	
D345	청송군 진보면 진안리	200	230	110	0	30	3	94	
D346	청송군 청송읍 월막리	200	190	100	3.8	50	3	94	
D347	청송군 파천면 황목리	150	220	100	5.3	50	3	94	
D348	청송군 부동면 상의리	150	280	200	4	30	3	94	
D349	청송군 청송읍 덕리	200	210	100	0	200	3	94	
D350	청송군 진보면 부곡리		190	120	4.7	10	3	94	
D014	청송군 현동면 도평리	150	320	132	5	240	3	95	
D030	청송군 부남면 감면리	150	255	102	3.5	302	6	95	
D048	청송군 부남면 중기리	150	385	100	28	406	3	95	
D049	청송군 안덕면 신성리	150	310	113	1.4	300	2	95	
D059	청송군 안덕면 명당리	150	285	101	12	250	3	95	
D069	청송군 현서면 구산리	150	315	107	15	200	3	95	
D070	청송군 현서면 모계리	150	360	160	10	252	6	95	
D074	청송군 현서면 모계리	150	385	160	11	160	1	95	
D109	청송군 파천면 웅정리	150	250	81	4	278	1	95	
D124	청송군 청송읍 교리	150	250	110	3.6	270	1	95	
D138	청송군 부동면 하의리	150	200	100	4	500	1	95	
D143	청송군 부동면 상의리	150	250	190	5	150	1	95	
D148	청송군 진보면 기곡리	150	340	102	4.9	430	1	95	
D169	청송군 진보면 신촌3리	150	225	120	15	350	3	95	
D241	청송군 안덕면 근곡리	50	350	90	3	250	3	95	
D250	청송군 안덕면 지소리	70	315	150	2.7	250	3	95	
D326	청송군 안덕면 노래리	150	295	55	2.2	20	3	95	
D327	청송군 안덕면 노래리	150	305	26	2.9	20	3	95	
D328	청송군 안덕면 노래리	150	290	98	2.7	20	3	95	
D329	청송군 청송읍 부곡리	200	250	718	0	500	3	95	
D330	청송군 청송읍 부곡리	200	260	703	0	500	3	95	
D331	청송군 청송읍 부곡리	200	270	647	0.7	250	3	95	
D332	청송군 청송읍 부곡리	200	300	620	1.2	700	3	95	
D333	청송군 진보면 신촌리	150	210	70	0	30	3	95	
D334	청송군 진보면 합감리	200	200	120	6.4	50	3	95	
D335	청송군 진보면 각산리	150	200	100	9.1	30	3	95	
D336	청송군 부동면 신접리	200	300	150	1.07	150	3	95	
D337	청송군 부동면 하의리	200	280	150	2.5	30	3	95	
D338	청송군 청송읍 덕리	200	230	100	4.4	200	3	95	
D352	청송군 청송읍 덕리	200	300	100	0	40	6	95	
D354	청송군 파천면 지경리	150	280	150	4.4	100	1	95	
D355	청송군 현서면 수락리	200	400	276		318	1	95	
D356	청송군 현동면 도평리	200	300	100	7.8	100	3	95	
D357	청송군 현서면 수락리	150	390	275		100	3	95	
D358	청송군 청송읍 굽곡리	200	210	130	0.2	100	6	95	
D359	청송군 안덕면 노래리	150	310	150	2	100	3	95	
D360	청송군 안덕면 노래리	150	335	150	2.1	100	3	95	
D361	청송군 진보면 고헌리	250	210	100	4.6	250	1	95	
D362	청송군 안덕면 노래리	250	330	100	2.8	250	1	95	
D363	청송군 안덕면 성재리	200	310	300	6.8	150	3	95	

관정번호	위 치	구경(mm)	표고(m)	심도(m)	자연수위 (m)	이용량 (m ³ /D)	용도	개발 년도	비고
D364	청송군 안덕면 성재리	200	320	300	9.5	150	3	95	
D365	청송군 안덕면 성재리	200	320	300	7.4	150	3	95	
D025	청송군 부남면 흥원리	150	270	115	1.2	500	2	96	
D026	청송군 부남면 흥원리	150	270	113	2.3	800	2	96	
D027	청송군 부남면 흥원리	150	270	108	2.8	500	2	96	
D038	청송군 부동면 라리	150	290	130	0.8	280	2	96	
D039	청송군 부동면 라리	150	295	105	1	250	2	96	
D043	청송군 부동면 이전리	150	310	100	2.5	250	6	96	
D050	청송군 안덕면 신성리	150	315	115	3.2	250	2	96	
D066	청송군 현서면 하옥리	150	330	102	3.5	300	6	96	
D096	청송군 파천면 어천리	150	180	123	3	250	2	96	
D097	청송군 파천면 어천리	150	185	127	2.7	250	2	96	
D098	청송군 파천면 어천리	150	200	118	3.6	500	2	96	
D114	청송군 파천면 병부리	150	300	64	3.1	350	6	96	
D130	청송군 청송읍 청운리	150	200	107	2.5	205	2	96	
D131	청송군 청송읍 청운리	150	200	109	1.2	250	2	96	
D135	청송군 청송읍 교리	150	247	108	4.2	330	1	96	
D140	청송군 청송읍 금곡리	150	200	104	3	383	3	96	
D149	청송군 진보면 기곡리	150	300	80	4.4	300	1	96	
D154	청송군 진보면 후평리	150	160	125	3.4	800	2	96	
D176	청송군 현동면 놀인리	150	340	160	1	85	2	96	
D177	청송군 현동면 놀인리	150	350	140	0.8	90.5	2	96	
D221	청송군 현서면 두현리	254	330	160	15	100	1	96	
D222	청송군 현서면 두현리	254	310	200	15	100	1	96	
D223	청송군 현서면 두현리	254	320	310	15	100	1	96	
D224	청송군 현서면 두현리	254	300	290	15	100	1	96	
D225	청송군 현서면 두현리	254	300	230	15	100	1	96	
D227	청송군 현서면 두현리	254	325	210	17	100	1	96	
D228	청송군 현서면 두현리	254	330	200	15	100	1	96	
D229	청송군 현서면 두현리	355.6	315	220	20	100	3	96	
D232	청송군 현서면 두현리	203.2	320	200	45	100	3	96	
D236	청송군 현서면 두현2리	254	310	200	15	100	1	96	
D237	청송군 현서면 두현리	254	300	200	15	100	1	96	
D240	청송군 안덕면 장전2리	40	290	110	2.5	250	3	96	
D281	청송군 부동면 이전리	60	330	130	6	10	3	96	
D351	청송군 청송읍 청운리	150	230	115	2.5	90	3	96	
D353	청송군 진보면 이촌리	200	190	120	1	100	3	96	
D010	청송군 현동면 도평리	150	290	100	7.8	294	2	97	
D012	청송군 현동면 도평리	150	290	110	5.4	302	2	97	
D013	청송군 현동면 도평리	150	295	140	6.6	319	2	97	
D022	청송군 부남면 양숙리	150	320	105	1.5	320	3	97	
D023	청송군 부남면 하숙리	150	290	108	2.1	210	2	97	
D035	청송군 부동면 신점2리	150	310	118	1.6	350	2	97	
D040	청송군 부동면 라리	150	305	103	1.2	250	2	97	
D046	청송군 부남면 양수리	150	335	110	10	300	6	97	
D051	청송군 안덕면 명당리	150	305	121	17.1	255	2	97	
D052	청송군 안덕면 명당리	150	315	107	7.1	206	2	97	
D053	청송군 안덕면 명당리	150	285	109	0	50	2	97	
D054	청송군 안덕면 감은리	150	290	111	0	20	2	97	
D055	청송군 안덕면 감은리	150	290	120	11.3	302	2	97	
D056	청송군 안덕면 감은리	150	287	115	9.7	250	2	97	
D067	청송군 현서면 하옥리	150	320	102	4.1	406	6	97	
D071	청송군 현서면 월정리	150	375	133	15	250	2	97	

관정번호	위 치	구경(mm)	표고(m)	심도(m)	자연수위 (m)	이용량 (m ³ /D)	용도	개발 년도	비고
D072	청송군 현서면 월정리	150	390	121	14	150	2	97	
D075	청송군 현서면 월정리	150	385	165	3.1	30	1	97	
D078	청송군 현서면 백자리	150	400	100	4	10	1	97	
D079	청송군 현서면 백자리	150	325	100	18.3	350	1	97	
D081	청송군 현서면 수락리	150	370	100	21.7	450	6	97	
D082	청송군 현서면 수락리	150	380	110	4.2	1200	6	97	
D083	청송군 현서면 무계리	150	360	120	42	500	6	97	
D084	청송군 현서면 무계리	150	410	100	53.5	1200	6	97	
D085	청송군 현서면 무계리	150	415	100	46.3	230	6	97	
D087	청송군 현서면 무계리	150	180	110	0.9	450	4	97	
D112	청송군 파천면 중평리	150	187	87	4.7	300	1	97	
D113	청송군 파천면 중평리	150	200	132	3.7	250	2	97	
D123	청송군 청송읍 덕리	150	210	100	2.5	20	2	97	
D125	청송군 청송읍 부곡리	150	260	119	3.7	30	2	97	
D136	청송군 청송읍 교리	150	320	205	4.9	210	1	97	
D139	청송군 부동면 하의리	150	200	108	4.7	80	3	97	
D142	청송군 부동면 대현리	150	230	100	4.6	150	4	97	
D144	청송군 부동면 상의리	150	270	110	5.7	300	6	97	
D150	청송군 진보면 주현리	150	380	150	4.7	150	1	97	
D156	청송군 진보면 진안리	150	200	109	5.5	200	2	97	
D157	청송군 진보면 진안리	150	215	105	10.8	160	3	97	
D167	청송군 진보면 신촌1리	150	215	108	0	50	2	97	
D168	청송군 진보면 신촌2리	150	220	104	14	100	2	97	
D170	청송군 진보면 고향리	150	220	120	10	250	1	97	
D174	청송군 현동면 놀인리	150	350	100	90	302	2	97	
D175	청송군 현동면 놀인리	150	340	100	92.4	255	2	97	
D179	청송군 현서면 수락리	200	350	300	28.7	150	3	97	
D180	청송군 현서면 수락리	200	350	300	58.5	150	1	97	
D181	청송군 현서면 두현리	150	340	180.7	43	150	1	97	
D182	청송군 현서면 두현리	356	320	233	41.6	150	1	97	
D183	청송군 현서면 두현리	356	330	255	56.4	100	1	97	
D184	청송군 현서면 우계리	254	380	400	110	150	1	97	
D185	청송군 현서면 두현리	356	300	290	101	150	1	97	
D186	청송군 현서면 백자리	254	410	300	19.5	150	1	97	
D187	청송군 현서면 백자리	254	390	300	21	150	1	97	
D188	청송군 현서면 두현리	254	320	290	64.3	200	1	97	
D189	청송군 현서면 두현리	254	310	290	38.2	200	1	97	
D190	청송군 현서면 사촌리	254	480	270	75.8	200	3	97	
D191	청송군 현서면 무계리	203	475	280	21	250	3	97	
D192	청송군 현서면 무계리	203.2	370	250	29	250	3	97	
D193	청송군 현서면 무계리	203.2	340	320	17.2	250	1	97	
D194	청송군 현서면 백자리	254	385	300	7	250	1	97	
D195	청송군 현서면 백자리	254	350	276	40	250	1	97	
D196	청송군 현서면 백자리	254	340	300	40	250	1	97	
D197	청송군 현서면 수락리	254	360	216	21	150	1	97	
D198	청송군 현서면 무계리	254	345	250	46.4	150	1	97	
D199	청송군 현서면 무계리	254	360	250	62.16	100	1	97	
D200	청송군 현서면 무계리	254	365	250	31.04	100	1	97	
D201	청송군 현서면 백자리	203	380	220	43.6	250	1	97	
D202	청송군 현서면 백자리	254	380	220	45.47	250	1	97	
D203	청송군 현서면 백자리	254	395	140	5.23	250	1	97	
D204	청송군 현서면 수락리	254	370	270	24	200	1	97	
D205	청송군 현서면 무계리	254	400	360	195	200	1	97	

관정번호	위 치	구경(mm)	표고(m)	심도(m)	자연수위 (m)	이용량 (m ³ /D)	용도	개발 년도	비고
D206	청송군 현서면 백자리	254	350	300	58	200	1	97	
D207	청송군 현서면 백자리	254	330	300	20	200	1	97	
D208	청송군 현서면 무계리	203	400	315	139	150	3	97	
D209	청송군 현서면 두현리	254	350	350	70.5	100	1	97	
D210	청송군 현서면 두현리	254	310	233	18	100	3	97	
D211	청송군 현서면 두현리	254	375	300	74	100	1	97	
D212	청송군 현서면 수락리	254	370	266	21	100	1	97	
D213	청송군 현서면 무계2리	254	560	300	12	100	1	97	
D214	청송군 현서면 수락리	254	385	274	49.5	100	1	97	
D215	청송군 현서면 수락리	203	350	275	13	100	3	97	
D216	청송군 현서면 수락리	254	375	300	44	100	1	97	
D217	청송군 현서면 수락리	254	380	300	32	100	1	97	
D218	청송군 현서면 수락리	254	360	300	63	100	1	97	
D219	청송군 현서면 백자리	254	400	302	25	100	1	97	
D220	청송군 현서면 백자리	254	380	250	7	100	1	97	
D226	청송군 현서면 두현리	203	310	250	24	100	3	97	
D230	청송군 현서면 무계리	254	360	400	45	100	1	97	
D231	청송군 현서면 덕계리	203.2	330	255	8	100	3	97	
D234	청송군 현서면 무계1리	254	370	250	61.73	110	1	97	
D235	청송군 현서면 무계2리	254	380	250	53.85	100	1	97	
D238	청송군 안덕면 노래리	75	315	100	2	250	3	97	
D239	청송군 안덕면 고외리	75	310	80	2.1	100	3	97	
D302	청송군 안덕면 명당리	200	270	300	17.5	150	3	97	
D003	청송군 현동면 인지리	150	300	190	9.71	280	2	98	
D018	청송군 현동면 거성리	150	320	85	3.1	320	3	98	
D024	청송군 부남면 홍원리	150	275	120	2.5	150	3	98	
D028	청송군 부남면 대전리	150	280	130	3	200	2	98	
D029	청송군 부남면 대전리	150	270	125	4	400	2	98	
D036	청송군 부동면 신점리	150	300	117	1.07	375	2	98	
D037	청송군 부동면 신점리	150	270	126	4.9	300	2	98	
D076	청송군 현서면 사촌리	150	460	155	2.1	160	1	98	
D110	청송군 파천면 중평리	150	190	90	4	150	1	98	
D111	청송군 파천면 중평리	150	180	100	4.5	150	1	98	
D115	청송군 파천면 덕천리	150	180	85	3	270	1	98	
D128	청송군 청송읍 금곡리	150	200	133	3.81	250	2	98	
D129	청송군 청송읍 금곡리	150	210	128	3.81	250	2	98	
D162	청송군 진보면 시량리	150	230	131	15.9	400	2	98	
D163	청송군 진보면 시량리	150	200	126	5.2	280	2	98	
D164	청송군 진보면 시량리	150	220	123	6.5	220	2	98	
D165	청송군 진보면 시량리	150	230	119	6.5	108	2	98	
D166	청송군 진보면 시량리	150	240	114	6.5	30	2	98	
D233	청송군 현서면 구산리	203	320	150	13	120	3	98	
D279	청송군 부동면 하의리	40	270	120	17.5	10	3	98	
D308	청송군 부남면 대전리	150	270	120	3.1	4	3	98	
D017	청송군 현동면 거성리	150	325	110	6	254	2	99	
D060	청송군 안덕면 근곡리	150	285	103	41.62	278	2	99	
D061	청송군 안덕면 근곡리	150	250	104	19.8	278	2	99	
D062	청송군 안덕면 근곡리	150	320	112	20.2	254	2	99	
D080	청송군 현서면 천천리	150	450	163	76	150	1	99	
D141	청송군 진보면 괴정리	150	320	107	12	200	3	99	
D296	청송군 안덕면 감은리	250	300	300	9.7	250	1		
D297	청송군 안덕면 북2리	250	310	300	5.1	150	3		
D306	청송군 안덕면 명당2리	200	295	300	7.1	150	3		

여 백

청송지구 간이 수질 검사 결과표

여 백

관정번호	위치	온도	EC	pH	TDS	비고
D059	청송군 안덕면 명당리	18.9	107.0	7.2	58.9	
D288	청송군 안덕면 명당리	19.1	111.0	7.4	61.1	
D302	청송군 안덕면 명당리	20.0	112.0	7.4	61.6	
D273	청송군 안덕면 명당리	19.0	107.0	7.1	58.9	
D056	청송군 안덕면 명당리	19.4	107.0	7.5	58.9	
D306	청송군 안덕면 명당리	19.8	110.0	7.2	60.5	
D272	청송군 안덕면 명당리	19.6	120.0	7.2	66.0	
D240	청송군 안덕면 장전리	20.4	221.0	7.6	121.6	
D264	청송군 안덕면 장전리	21.0	223.0	7.6	122.7	
D265	청송군 안덕면 장전리	22.1	168.0	7.6	92.4	
D167	청송군 진보면 신촌1리	20.4	550.0	7.2	302.5	
D168	청송군 진보면 신촌2리	18.9	551.0	7.2	303.1	
D169	청송군 진보면 신촌3리	18.5	560.0	7.2	308.0	
D333	청송군 진보면 신촌4리	19.5	550.0	7.2	302.5	
D366	청송군 진보면 신촌리	17.9	190.0	6.5	104.5	
D164	청송군 진보면 시량리	18.4	415.0	8.0	228.3	
D165	청송군 진보면 시량리	18.4	415.0	8.0	228.3	
D166	청송군 진보면 시량리	18.2	415.0	8.0	228.3	
D162	청송군 진보면 시량리	18.4	415.0	8.0	228.3	
D289	청송군 진보면 시량리	18.2	415.0	8.0	228.3	
D163	청송군 진보면 시량리	18.4	415.0	8.0	228.3	
D161	청송군 진보면 시량리	17.4	110.0	7.2	60.5	
D335	청송군 진보면 각산리	19.6	220.0	7.5	121.0	
D290	청송군 진보면 진안리	19.5	262.0	7.8	144.1	
D345	청송군 진보면 진안리	20.1	262.0	7.9	144.1	
D340	청송군 진보면 후평리	18.2	605.0	7.3	332.8	
D160	청송군 진보면 후평리	18.2	605.0	7.2	332.8	

관정번호	위치	온도	EC	pH	TDS	비고
D153	청송군 진보면 후평리	18.0	605.0	7.9	332.8	
D159	청송군 진보면 후평리	17.9	605.0	7.6	332.8	
D158	청송군 진보면 후평리	18.1	605.0	8.9	332.8	
D353	청송군 진보면 이촌리	16.5	447.0	7.4	245.9	
D334	청송군 진보면 합강리	19.8	409.0	7.9	225.0	
D367	청송군 파천면 신기2리	18.9	362.0	8.0	199.1	
D304	청송군 파천면 송강리	19.3	292.0	7.8	160.6	
D287	청송군 파천면 송강리	19.3	292.0	7.8	160.6	
D102	청송군 파천면 신기리	20.0	124.0	7.5	68.2	
D101	청송군 파천면 신기리	19.9	124.0	7.5	68.2	
D103	청송군 파천면 신기리	20.1	124.0	7.5	68.2	
D323	청송군 파천면 관1리	18.2	407.0	7.7	223.9	
D322	청송군 파천면 관2리	18.8	259.0	7.8	142.5	
D115	청송군 파천면 덕천리	19.8	651.0	7.9	358.1	
D116	청송군 파천면 덕천리	19.8	651.0	7.9	358.1	
D368	청송군 파천면 덕천리	19.8	651.0	7.8	358.1	
D358	청송군 청송읍 금곡리	19.9	426.0	7.6	234.3	
D140	청송군 청송읍 금곡리	20.1	211.0	6.7	116.1	
D317	청송군 청송읍 청운리	16.0	177.0	7.5	97.4	
D351	청송군 청송읍 청운리	16.0	180.0	7.6	99.0	
D293	청송군 청송읍 청운리	16.0	160.0	7.6	88.0	
D309	청송군 청송읍 송생리	19.9	323.0	7.5	177.7	
D137	청송군 청송읍 송생리	19.4	325.0	7.1	178.8	
D295	청송군 청송읍 송생리	19.6	324.0	7.1	178.2	
D005	청송군 청송읍 도평리	20.0	690.0	7.3	379.5	
D006	청송군 청송읍 도평리	20.3	700.0	7.2	385.0	
D010	청송군 청송읍 도평리	19.8	690.0	7.1	379.5	

관정번호	위치	온도	EC	pH	TDS	비고
D012	청송군 청송읍 도평리	20.1	699.0	7.1	384.5	
D284	청송군 청송읍 도평리	21.1	690.0	7.2	379.5	
D356	청송군 청송읍 도평리	20.3	666.0	7.0	366.3	
D009	청송군 청송읍 도평리	19.9	670.0	7.0	368.5	
D011	청송군 청송읍 도평리	20.2	673.0	7.0	370.2	
D300	청송군 안덕면 문거리	21.0	164.0	7.7	90.2	
D014	청송군 현동면 도평리	22.0	126.0	6.9	69.3	
D308	청송군 부남면 대전리	19.5	274.0	7.0	150.7	
D030	청송군 부남면 감연리	19.7	282.0	7.9	155.1	
D339	청송군 부동면 상평리	18.9	262.0	7.7	144.1	
D298	청송군 부동면 지리	19.6	420.0	7.6	231.0	
D031	청송군 부동면 지동리	20.1	200.0	7.4	110.0	
D140	청송군 청송읍 금곡리	20.2	211.0	6.7	116.1	
D133	청송군 청송읍 청운리	19.9	132.0	6.6	72.6	
D354	청송군 파천면 지경리	11.6	132.0	8.0	72.6	
D369	청송군 파천면 지경리	11.6	135.0	8.0	74.3	
D350	청송군 진보면 부곡리	19.2	807.0	9.8	443.9	
D316	청송군 청송읍 청운리	19.3	132.0	6.6	72.6	
D346	청송군 청송읍 월막리	20.0	155.0	7.4	85.3	
D393	청송군 청송읍 월막리	20.1	128.0	7.7	70.4	
D377	청송군 청송읍 월막리	19.9	180.0	7.9	99.0	
D341	청송군 청송읍 월막리	19.7	211.0	8.0	116.1	
D342	청송군 청송읍 월막리	19.9	290.0	8.1	159.5	
D275	청송군 청송읍 월막리	20.1	270.0	7.9	148.5	
D274	청송군 청송읍 월막리	21.0	220.0	7.7	121.0	

여 백

청송지구 먹는물 기준 수질검사 결과표

여 백

관정번호	위치	일반세균	대장균군	여시니아균	남	불소	비소	세레늄	수은	시안	6기크롬	암모니아질소	질산성질소	카드뮴	폐놀	중트리할로메탄	다이이치론
D370	청송군 현서면 구산1리		음성		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01	3.6	불검출	불검출		불검출
D371	청송군 현서면 구산리		음성		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01	21.4	불검출	불검출		불검출
D372	청송군 안덕면 감은2리		음성		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.03	46.8	불검출	불검출		불검출
D373	청송군 안덕면 북1리		음성		불검출	0.2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출		불검출
D374	청송군 형동면 창양리		음성		불검출	불검출	0.01	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01	0.5	불검출	불검출		불검출
D375	청송군 현동면 도평리		음성		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	6.1	불검출	불검출		불검출
D376	청송군 청송읍	420	음성		불검출	10.3	0.04	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01	불검출	불검출	불검출		불검출
D377	청송군 파천면 신기리	0	음성		불검출	0.2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01	5.2	불검출	불검출		불검출
D378	청송군 현동면 도평리	3	음성		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.03	4.9	불검출	불검출		불검출
D379	청송군 부남면 대전리	0	음성		불검출	0.2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.02	11	불검출	불검출		불검출
D380	청송군 부남면 구천리	0	음성		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01	1.6	불검출	불검출		불검출
D381	청송군 부남면 화강리	0	음성		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.04	0.5	불검출	불검출		불검출
D382	청송군 부남면 이현리	7	음성		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.03	3.9	불검출	불검출		불검출
D383	청송군 부남면 라리	0	음성		불검출	0.2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01	0.8	불검출	불검출		불검출
D384	청송군 진보면 부곡리	0	음성		불검출	0.2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.06	1.0	불검출	불검출		불검출
D385	청송군 진보면 후평리	0	음성		불검출	0.2	0.025	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01	0.7	불검출	불검출		불검출
D386	청송군 청송읍	28	음성		불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01	5.8	불검출	불검출		불검출

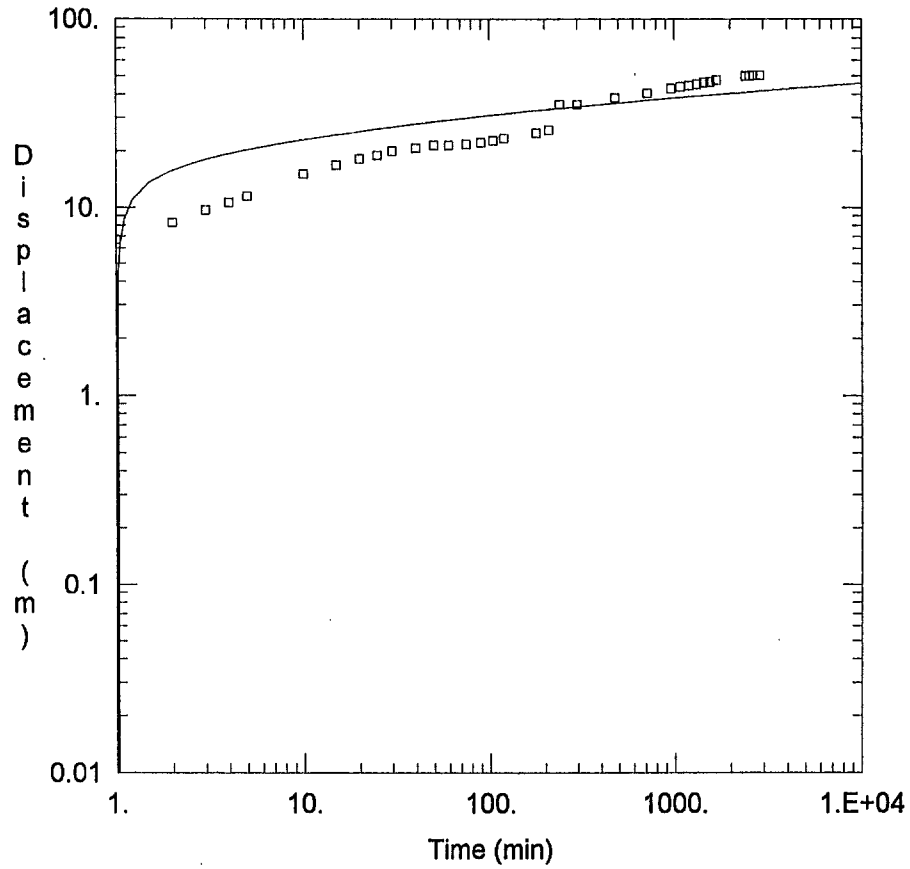
관정번호	위치	파라티온	일라티온	페니트로틴	키바렐	트리클로로 토에탄	디클로로 에틸렌	시염화 탄소	테트라 클로로 에틸렌	트리클로로 토에탄	디클로로 토에탄	벤젠	톨루엔	에틸벤젠	크실렌	유기인	납세
D370	청송군 현서면 구산1리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.003	불검출	불검출	0.01	불검출	0.001		적
D371	청송군 현서면 구산리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.009	불검출	0.001		적
D372	청송군 안덕면 김은2리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.008	불검출	불검출		적
D373	청송군 안덕면 북1리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.008	불검출	0.001		적
D374	청송군 행동면 창양리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.005	불검출	불검출	0.01	불검출	0.001		적
D375	청송군 행동면 도평리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.004	불검출	불검출	0.009	불검출	0.001		적
D376	청송군 청송읍	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.008	불검출	0.001		적
D377	청송군 파천면 신기리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.009	불검출	0.001		적
D378	청송군 행동면 도평리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.003	불검출	불검출	0.009	불검출	0.001		적
D379	청송군 무남면 대진리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.003	불검출	불검출	0.008	불검출	0.001		적
D380	청송군 무남면 구천리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.001	불검출	불검출		적
D381	청송군 무남면 화장리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출		적
D382	청송군 무남면 이현리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출		적
D383	청송군 무남면 라리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출		적
D384	청송군 진보면 부곡리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출		적
D385	청송군 진보면 후평리	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출		적
D386	청송군 청송읍	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.008	불검출	0.001		적

관정번호	위치	맛	색도	탁도	수소이온농도	염소이온농도	황산이온	중발산류물	과잉간질칼슘소비량	철	경도	등	아연	망간	세제	일루미늄	비고
D370	청송군 현서면 구산1리	적	1	0.26	8.2	12	11	220	0.3	불검출	124	불검출	0.003	불검출	불검출	0.02	
D371	청송군 현서면 구산리	적	1	1.36	7.2	18	52	451	0.6	불검출	195	불검출	0.056	불검출	불검출	불검출	
D372	청송군 안덕면 감은2리	적	1	0.31	7.9	52	117	669	0.3	불검출	323	불검출	0.087	불검출	불검출	불검출	
D373	청송군 안덕면 북1리	적	1	0.58	8.2	26	104	442	0.3	불검출	205	불검출	0.085	불검출	불검출	불검출	
D374	청송군 현동면 창양리	적	1	0.37	8.2	3	16	449	0.3	불검출	260	불검출	0.143	불검출	불검출	불검출	
D375	청송군 현동면 도평리	적	1	0.97	8.1	16	60	450	0.4	불검출	209	불검출	0.026	불검출	불검출	불검출	
D376	청송군 청송읍	적	1	0.20	9.5	12	45	419	0.4	불검출	16	불검출	0.007	불검출	불검출	0.02	
D377	청송군 파천면 신기리	적	1	0.30	7.8	23	57	341	0.8	불검출	212	불검출	0.021	불검출	불검출	0.02	
D378	청송군 현동면 도평리	적	1	0.80	8.2	21	13	235	1.4	0.34	128	불검출	0.406	불검출	불검출	0.03	
D379	청송군 부남면 대전리	적	1	2.40	8.1	18	26	259	1.7	0.06	143	불검출	3.226	불검출	불검출	0.02	
D380	청송군 부남면 구천리	적	1	2.90	7.0	6	14	112	1.5	0.16	59	불검출	0.323	불검출	불검출	0.04	
D381	청송군 부남면 화장리	적	1	8.40	7.1	3	5	67	4.2	0.22	22	불검출	0.083	불검출	불검출	0.15	
D382	청송군 부남면 이현리	적	1	1.60	7.4	4	7	105	1.7	0.08	45	불검출	0.075	불검출	불검출	0.11	
D383	청송군 부남면 라리	적	1	0.90	8.2	4	3	132	0.5	0.06	74	불검출	0.074	불검출	불검출	0.08	
D384	청송군 진보면 부곡리	적	1	0.2	7.8	51	19	701	0.7	0.2	301	0.009	0.028	0.068	불검출	불검출	
D385	청송군 진보면 후평리	적	1	0.2	8.2	13	22	218	0.7	0.13	160	불검출	0.017	불검출	불검출	불검출	
D386	청송군 청송읍	적	1	0.5	7.2	8	17	166	2.3	0.007	74	불검출	0.032	불검출	불검출	불검출	

여 백

청송지구 양수시험 결과 해석 전산 출력물

여 백



배나무골

Data Set: C:\백진희\광역\2000광역\1배나무골.aqt

Date: 09/01/00

Time: 15:14:49

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사

Client: 청송군

Project: 광역수리지질도

Test Location: 부동면 신점리

Test Well: B-1

Test Date: '1999. 12

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 15. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

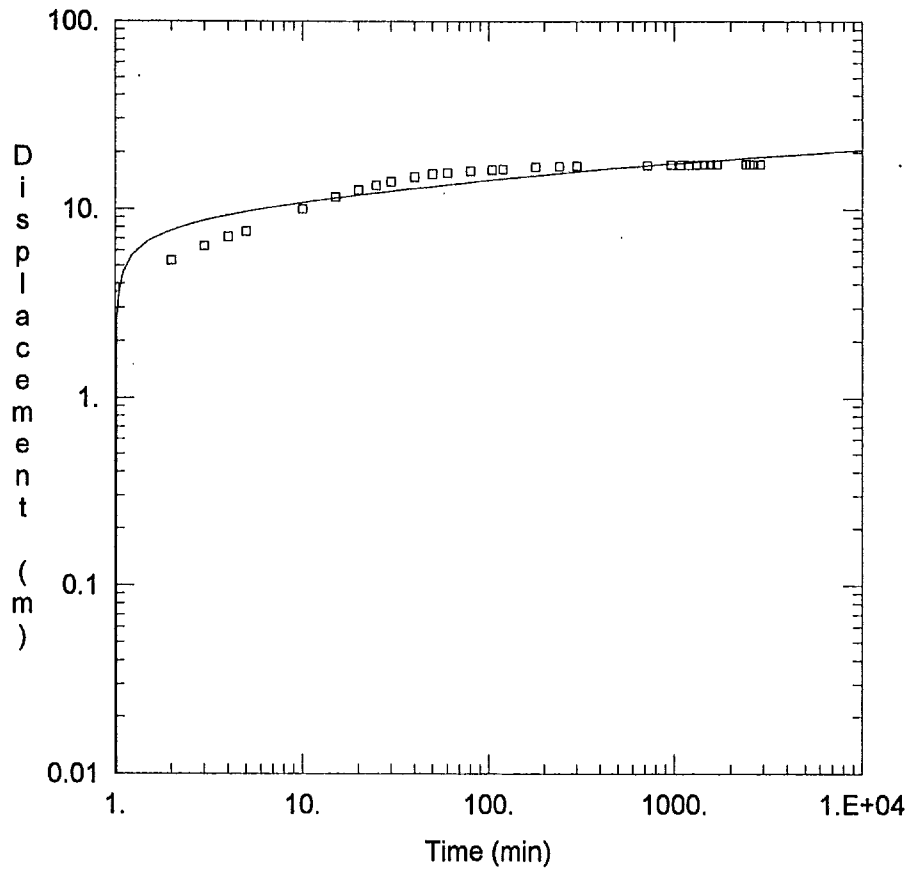
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
배나무골	0	0	배나무골	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis



갈비터

Data Set: C:\백진희\광역\2000광역\2갈비터.aqt

Date: 09/01/00

Time: 16:12:03

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사

Client: 청송군

Project: 광역수리지질도

Test Location: 청송읍 금곡리

Test Well: B-1

Test Date: '1999. 12

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 30. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

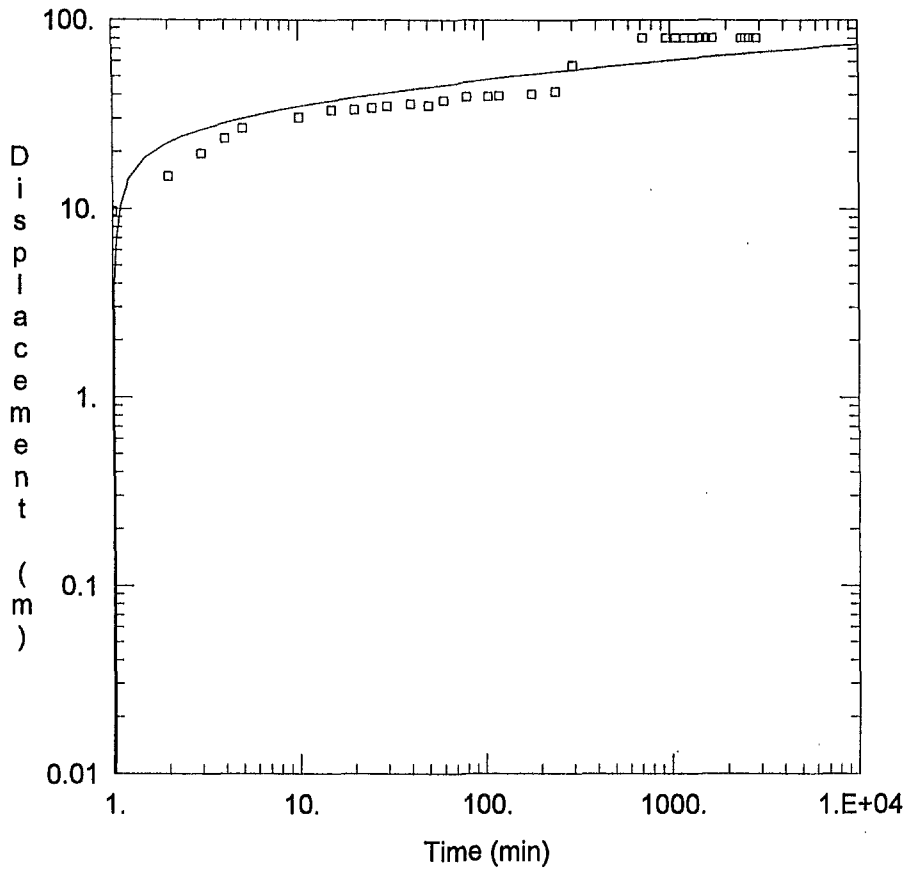
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
갈비터	0	0	갈비터	0.1	0.1

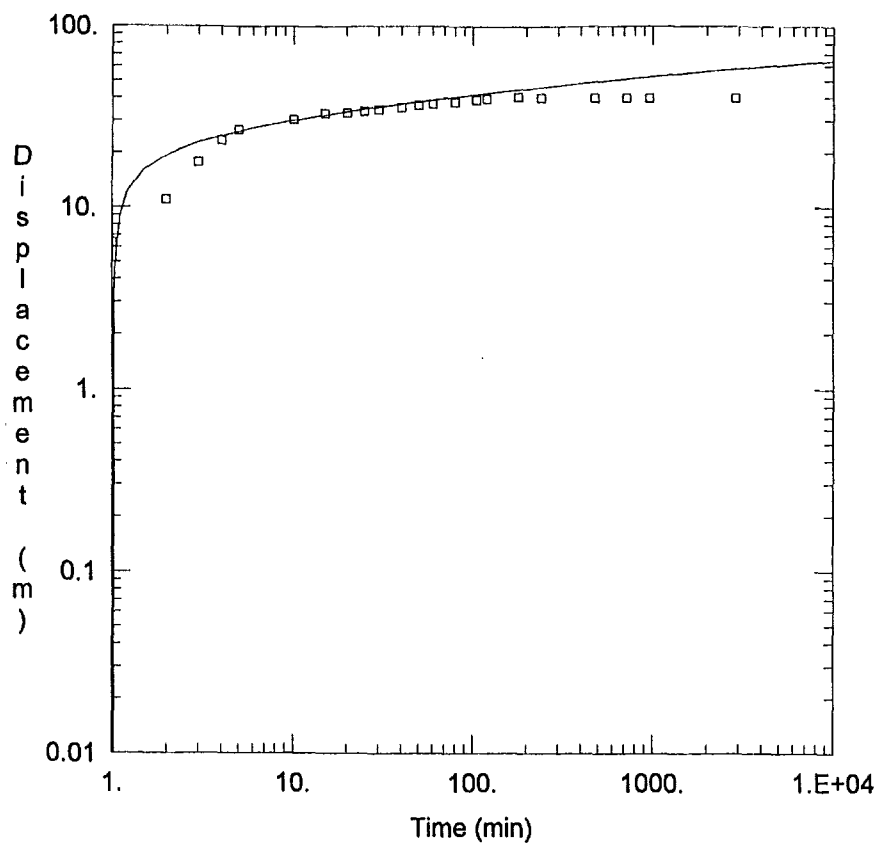
SOLUTION

Aquifer Model: Confined

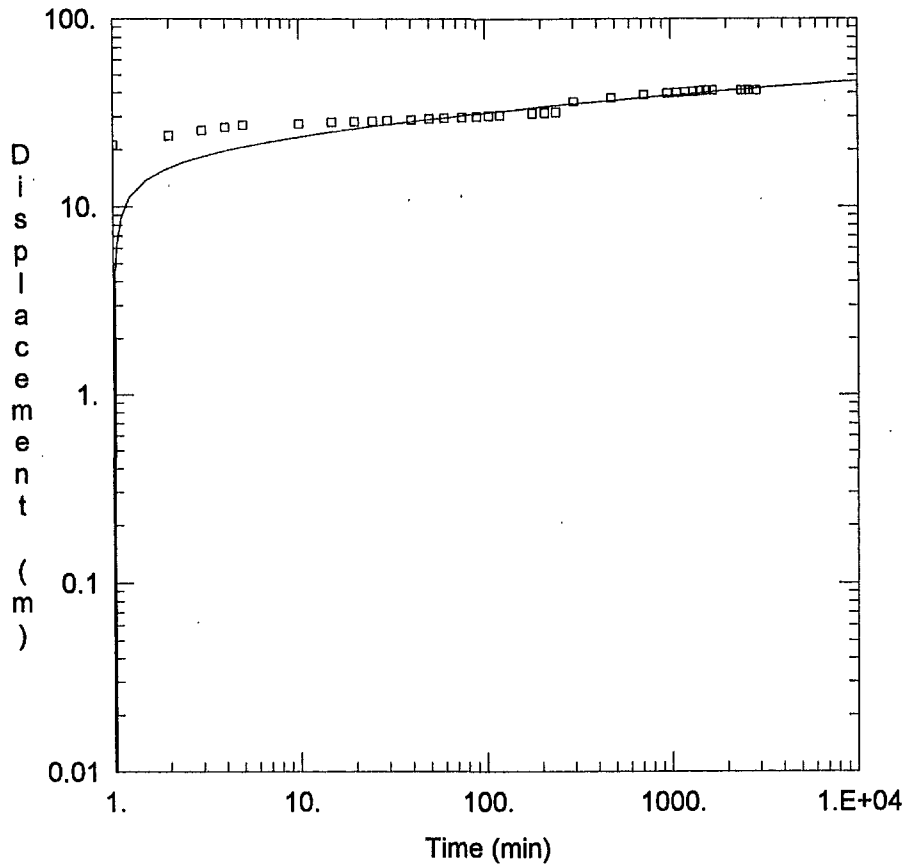
Solution Method: Theis



<u>세곡</u>					
Data Set: C:\백진희\광역\2000광역\3세곡.aqt			Date: 09/01/00		
			Time: 16:44:23		
<u>PROJECT INFORMATION</u>					
Company: 농업기반공사					
Client: 청송군					
Project: 광역수리지질도					
Test Location: <u>현동면 인지리</u>					
Test Well: B-1					
Test Date: '1999. 12					
<u>AQUIFER DATA</u>					
Saturated Thickness: <u>10. m</u>			Anisotropy Ratio (Kz/Kr): <u>1.</u>		
<u>WELL DATA</u>					
<u>Pumping Wells</u>			<u>Observation Wells</u>		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
세곡	0	0	□ 세곡	0.1	0.1
<u>SOLUTION</u>					
Aquifer Model: <u>Confined</u>			Solution Method: <u>Theis</u>		



<u>앞들</u>					
Data Set: C:\백진희\광역\2000광역\4앞들.aqt			Time: 09:48:30		
<u>PROJECT INFORMATION</u>					
Company: 농업기반공사					
Client: 청송군					
Project: 광역수리지질도					
Test Location: 부남면 대전3리					
Test Well: B-1					
Test Date: '1999. 12					
<u>AQUIFER DATA</u>					
Saturated Thickness: 30. m			Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.		
<u>WELL DATA</u>					
Pumping Wells			Observation Wells		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
앞들	0	0	□ 세곡	0.1	0.1
<u>SOLUTION</u>					
Aquifer Model: <u>Confined</u>			Solution Method: <u>Theis</u>		
T = 8.18 m ² /day			S = 0.0122		



원터들

Data Set: C:\백진희\광역\2000광역\5원터들.aqt

Date: 09/02/00

Time: 13:10:35

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사

Client: 청송군

Project: 광역수리지질도

Test Location: 진보면 시량리

Test Well: B-1

Test Date: '1999. 12

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 75. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

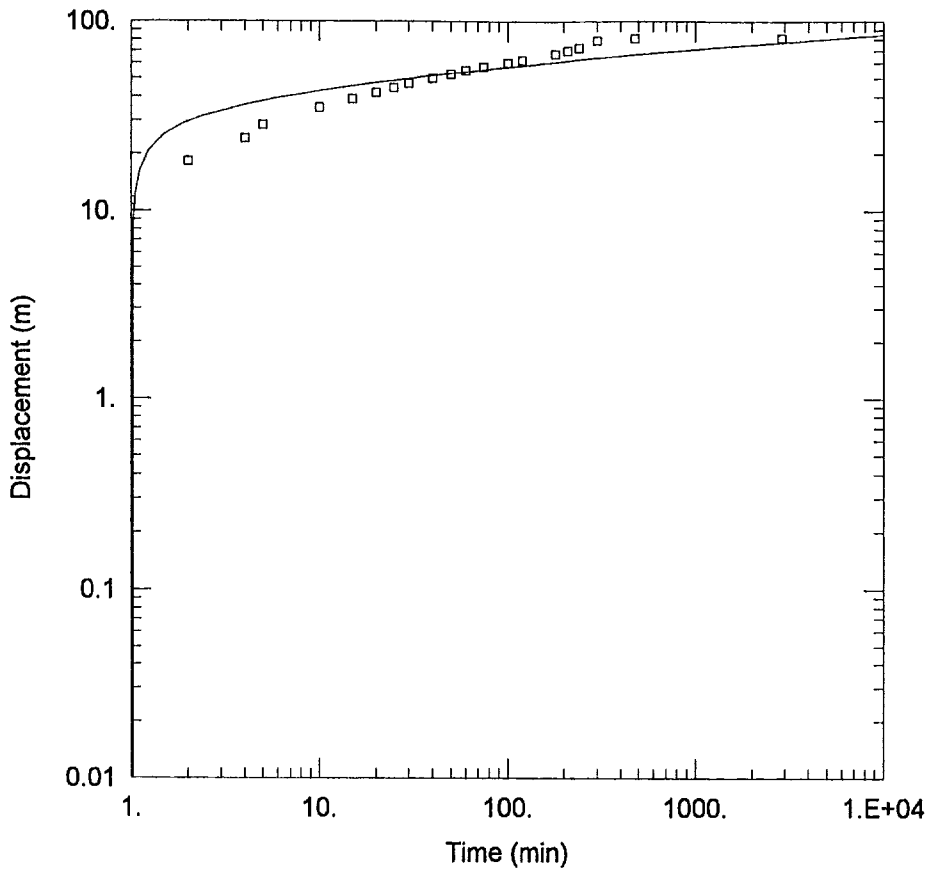
Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
원터들	0	0	□ 원터들	0.1	0.1

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis



원감은

Data Set: C:\백진희\광역\2000광역\양수\6원감은.aqt

Date: 09/04/00

Time: 15:06:42

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사

Client: 청송군

Project: 광역수리지질도

Test Location: 안덕면 감은리

Test Well: B-1

Test Date: '1999. 12

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 100. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
원감은	0	0

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
□ 원감은	0.1	0.1

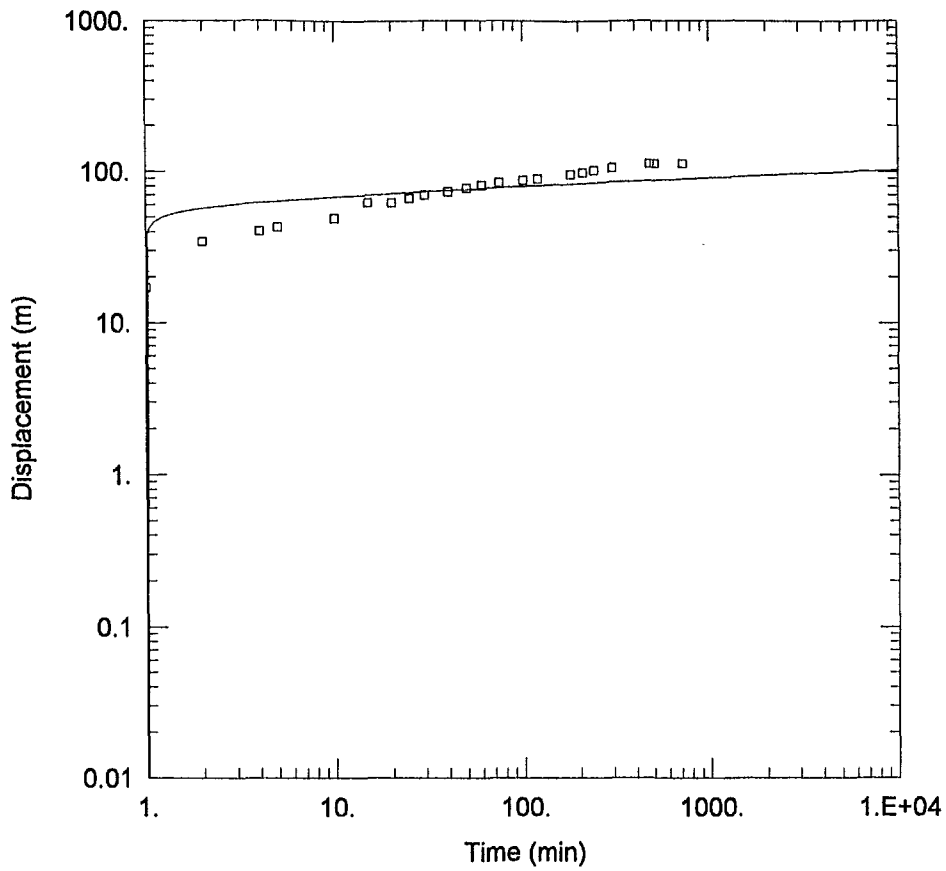
SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

T = 3.996 m²/day

S = 0.00227



범덕골

Data Set: C:\백진희\광역\2000광역\양수\7범덕골.aqt

Date: 09/04/00

Time: 15:22:17

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사

Client: 청송군

Project: 광역수리지질도

Test Location: 안덕면 명당리

Test Well: B-1

Test Date: '1999. 12

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 120. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
범덕골	0	0

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
□ 범덕골	0.1	0.1

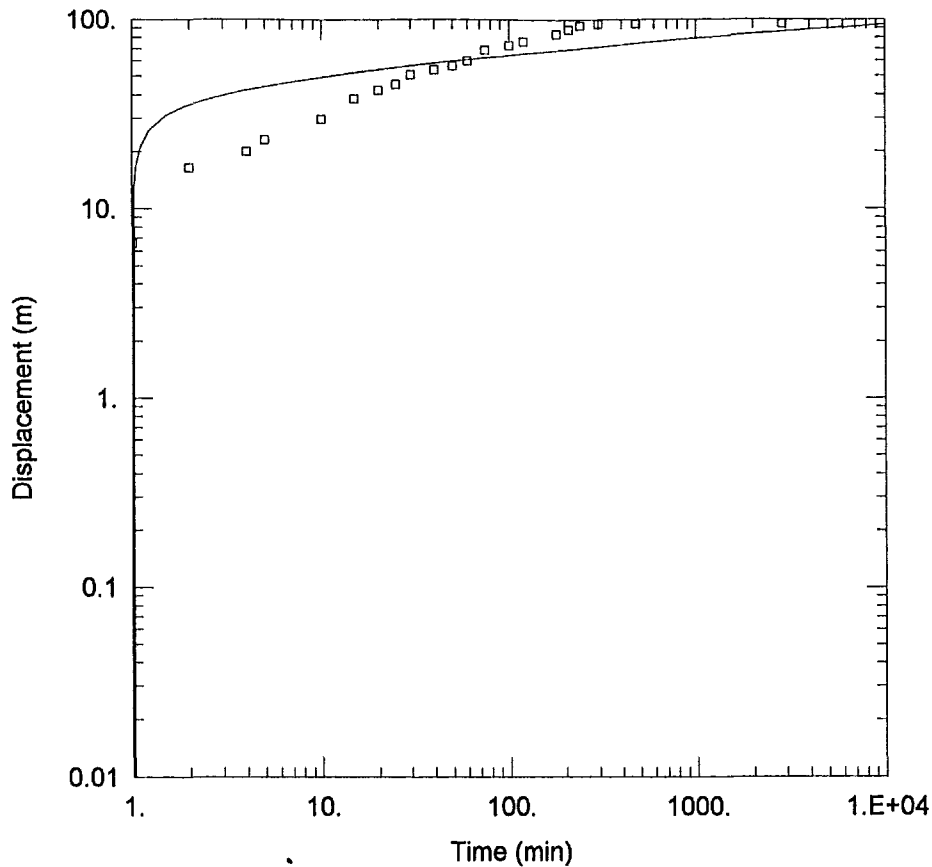
SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

T = 4.126 m²/day

S = 2.92E-06



두둔들

Data Set: C:\백진희\광역\2000광역\양수\8두둔들.aqt

Date: 09/04/00

Time: 15:08:23

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사

Client: 청송군

Project: 광역수리지질도

Test Location: 현동면 도평리

Test Well: B-1

Test Date: '1999. 12

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 100. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
두둔들	0	0	□ 두둔들	0.1	0.1

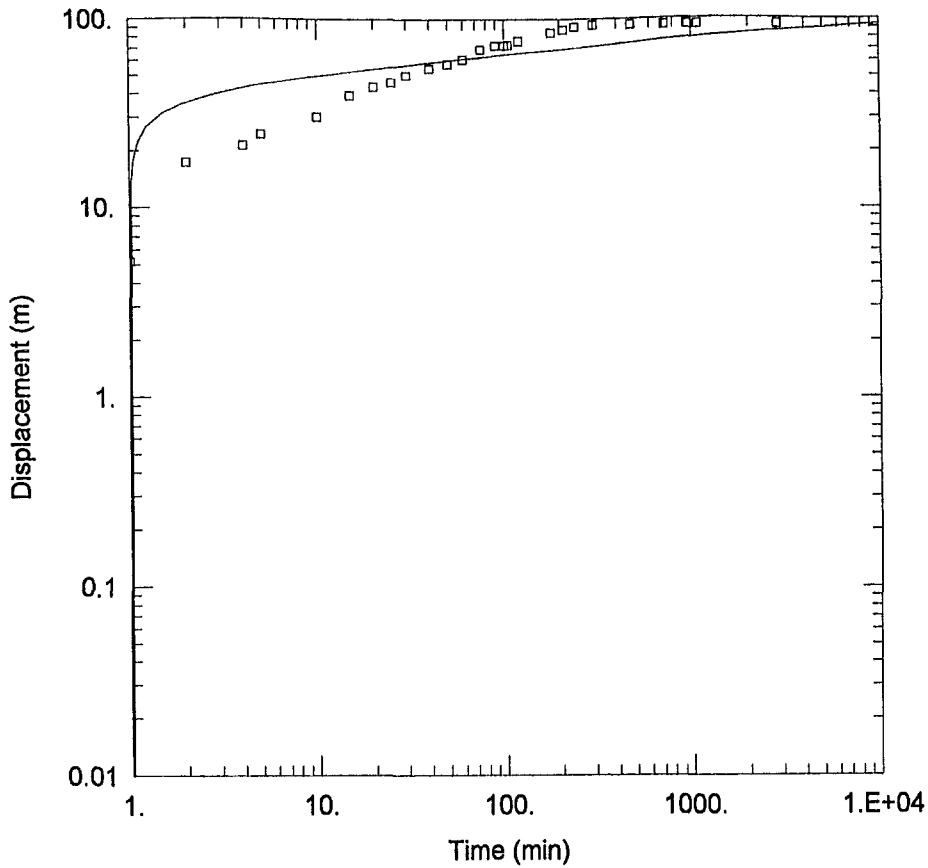
SOLUTION

Aquifer Model: Confined

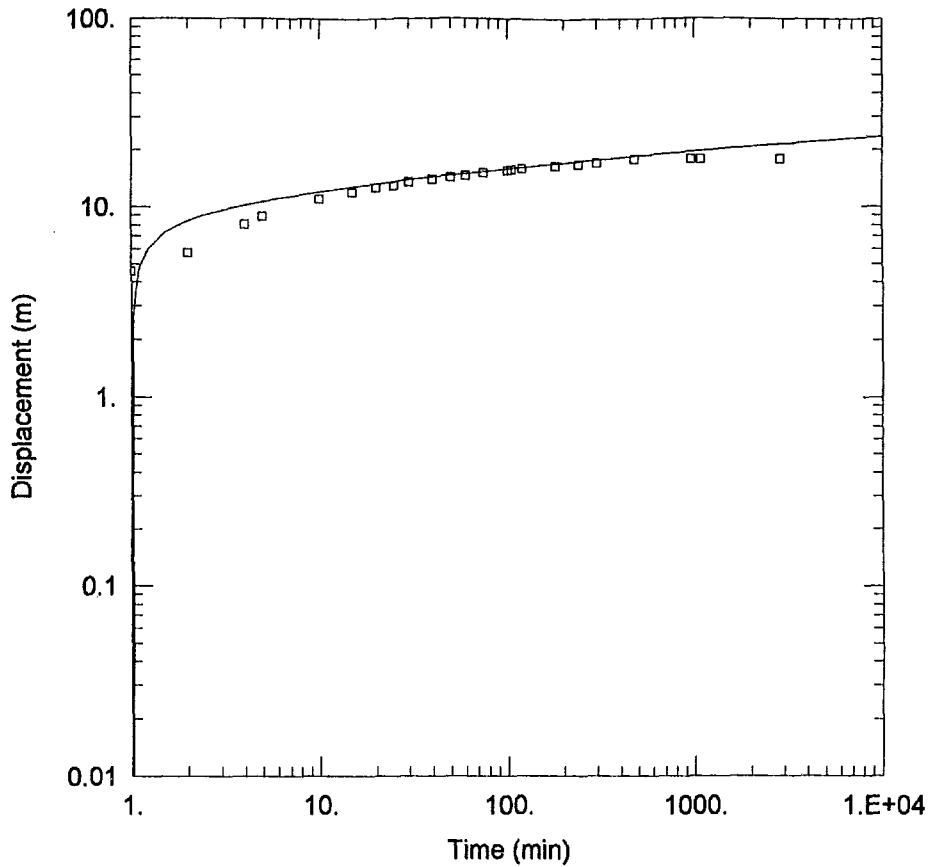
Solution Method: Theis

T = 3.996 m²/day

S = 0.001211



<u>내신천</u>					
Data Set: C:\백진희\광역\2000광역\양수\9내신천.aqt					
Date: 09/04/00			Time: 15:23:57		
<u>PROJECT INFORMATION</u>					
Company: <u>농업기반공사</u>					
Client: <u>청송군</u>					
Project: <u>광역수리지질도</u>					
Test Location: <u>현동면 놀인리</u>					
Test Well: <u>B-1</u>					
Test Date: <u>'1999. 12</u>					
<u>AQUIFER DATA</u>					
Saturated Thickness: <u>100. m</u>			Anisotropy Ratio (Kz/Kr): <u>1.</u>		
<u>WELL DATA</u>					
<u>Pumping Wells</u>			<u>Observation Wells</u>		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
내신천	0	0	□ 내신천	0.1	0.1
<u>SOLUTION</u>					
Aquifer Model: <u>Confined</u>			Solution Method: <u>Theis</u>		
T = <u>3.996 m²/day</u>			S = <u>0.0009847</u>		



자라목-1

Data Set: C:\백진 회\광역\2000광역\양수\10자라목-1.aqt

Date: 09/04/00

Time: 16:56:52

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사

Client: 청송군

Project: 광역수리지질도

Test Location: 파천면 중평리

Test Well: B-1

Test Date: '1999. 12

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 80. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
자라목-1	0	0	□ 자라목-1	0.1	0.1

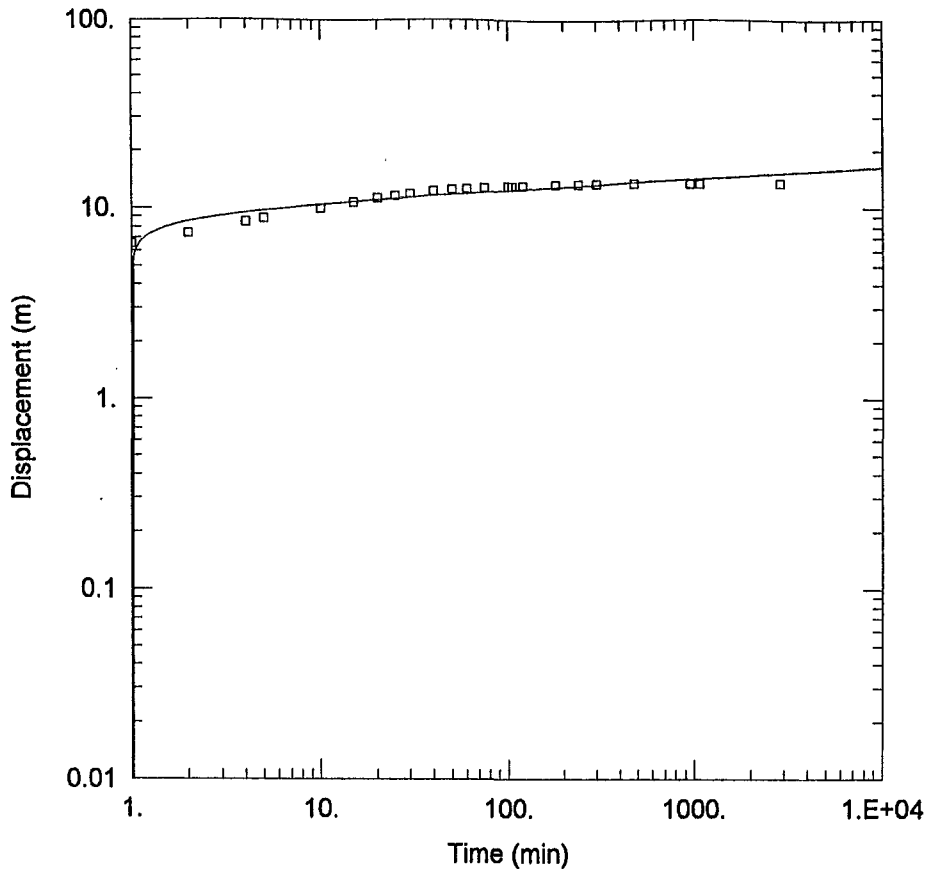
SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

T = 12.11 m²/day

S = 0.005662



자라목-2

Data Set: C:\백진희\광역\2000광역\양수\11자라목-2.aqt

Date: 09/04/00

Time: 17:19:19

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사

Client: 청송군

Project: 광역수리지질도

Test Location: 파천면 중평리

Test Well: B-1

Test Date: '1999. 12

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 80. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
자라목-2	0	0

Well Name	X (m)	Y (m)
□ 자라목-2	0	0

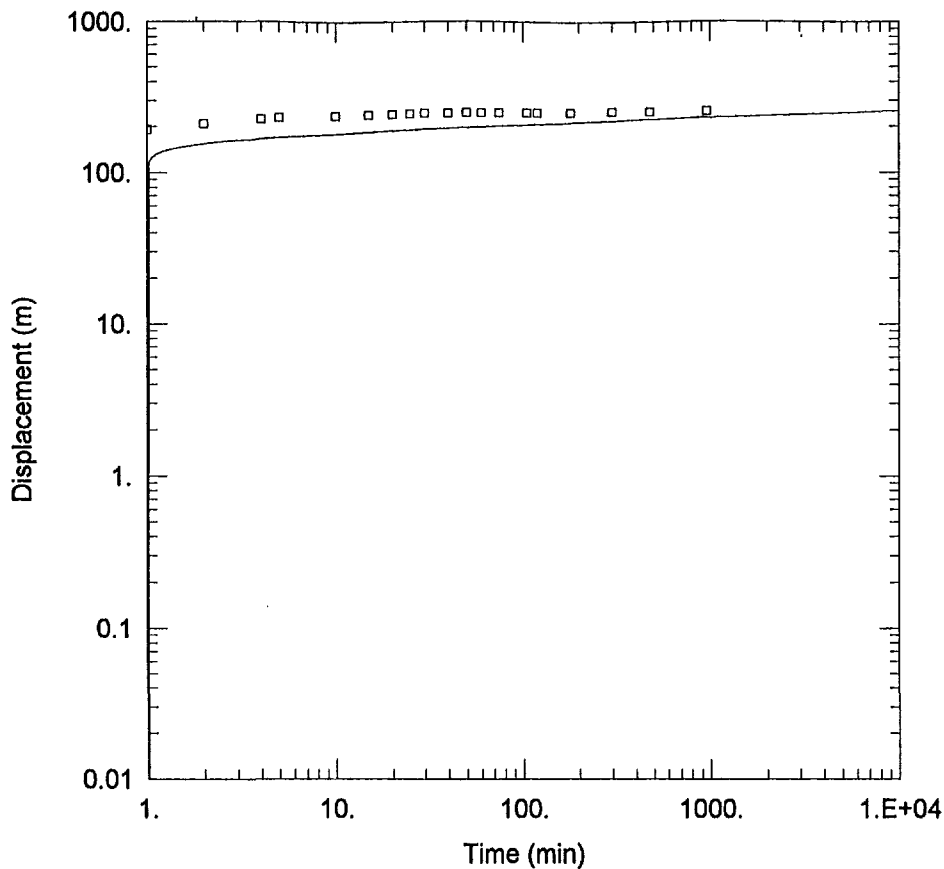
SOLUTION

Aquifer Model: Confined

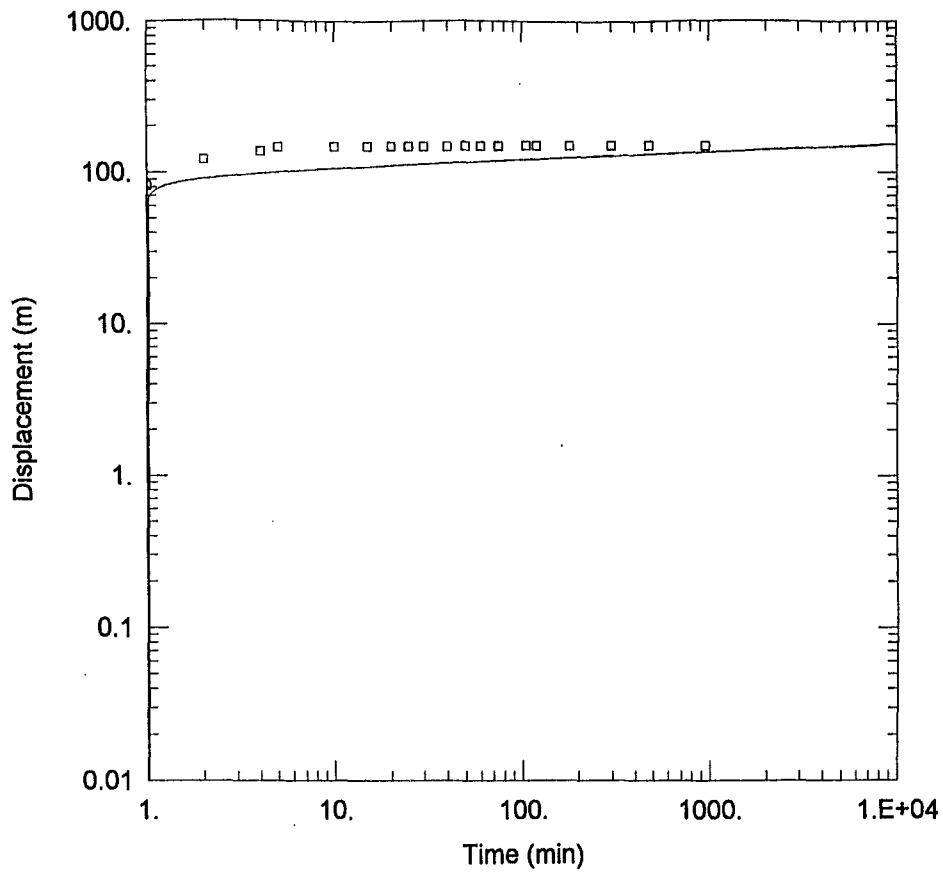
Solution Method: Theis

T = 23.26 m²/day

S = 0.0001601



<u>대거리</u>					
Data Set: C:\백진회\광역\2000광역\양수\12대거리.aqt					
Date: 09/04/00			Time: 17:59:25		
<u>PROJECT INFORMATION</u>					
Company: 농업기반공사					
Client: 청송군					
Project: 광역수리지질도					
Test Location: 현서면 두현리					
Test Well: B-1					
Test Date: '1999. 12					
<u>AQUIFER DATA</u>					
Saturated Thickness: 45. m			Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.		
<u>WELL DATA</u>					
<u>Pumping Wells</u>			<u>Observation Wells</u>		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
대거리	0	0	□ 대거리	0	0
<u>SOLUTION</u>					
Aquifer Model: <u>Confined</u>			Solution Method: <u>Theis</u>		
T = 1.148 m ² /day			S = 1.026E-07		



현실

Data Set: C:\백진회\광역\2000광역\양수\13현실.aqt
 Date: 09/04/00 Time: 18:15:30

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
 Client: 청송군
 Project: 광역수리지질도
 Test Location: 안덕면 근곡리
 Test Well: B-1
 Test Date: '1999. 12

AQUIFER DATA

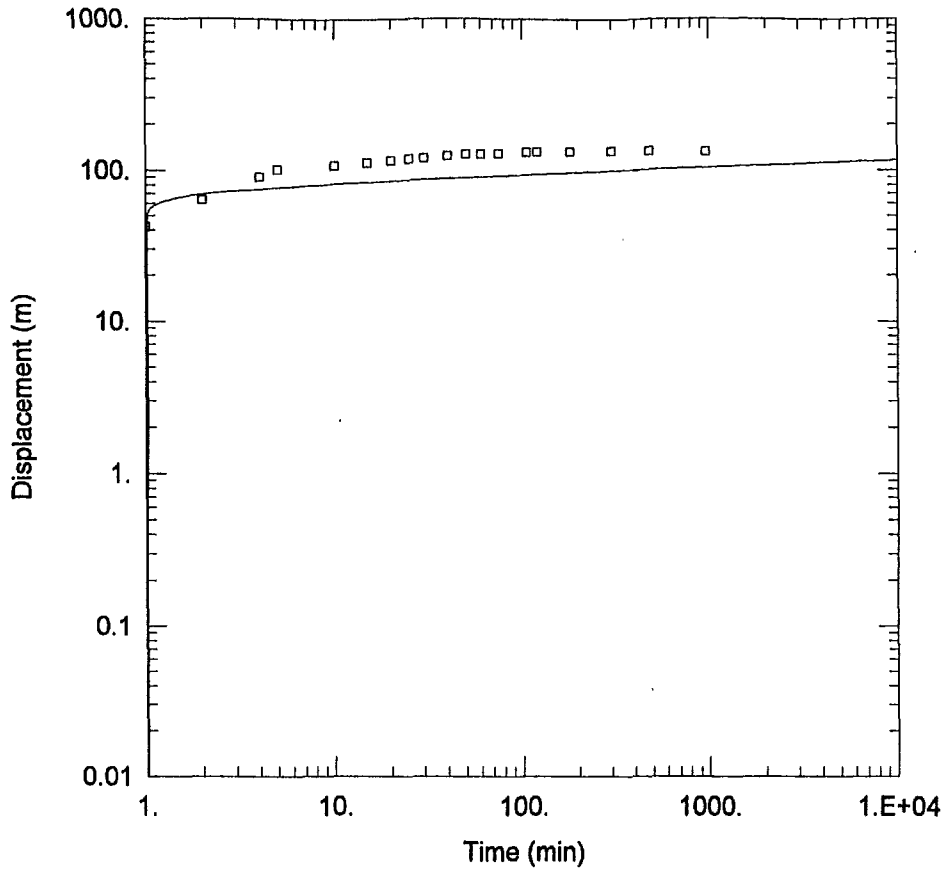
Saturated Thickness: 150 m Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

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

SOLUTION

Aquifer Model: Confined Solution Method: Theis
 T = 3.094 m²/day S = 4.384E-07



현실-2

Data Set: C:\백진희\광역\2000광역\양수\14현실.aqt

Date: 09/04/00

Time: 18:22:08

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사

Client: 청송군

Project: 광역수리지질도

Test Location: 안덕면 근곡리

Test Well: B-1

Test Date: '1999. 12

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 150. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
현실-2	0	0	□ 현실-2	0	0

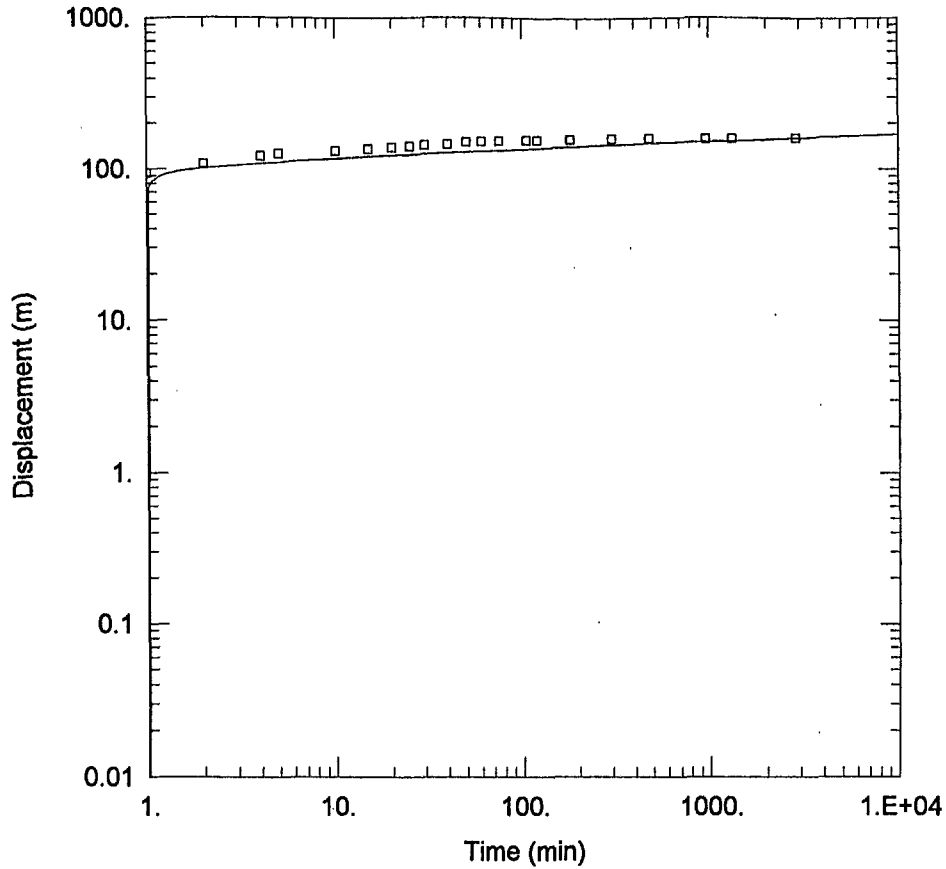
SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Theis

T = 3.996 m²/day

S = 6.729E-07



<u>천천</u>					
Data Set: C:\백진회\광역\2000광역\양수\15천천.aqt					
Date: 09/04/00			Time: 19:00:44		
<u>PROJECT INFORMATION</u>					
Company: 농업기반공사					
Client: 청송군					
Project: 광역수리지질도					
Test Location: 안덕면 근곡리					
Test Well: B-1					
Test Date: '1999. 12					
<u>AQUIFER DATA</u>					
Saturated Thickness: 200. m			Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.		
<u>WELL DATA</u>					
<u>Pumping Wells</u>			<u>Observation Wells</u>		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
천천	0	0	□ 천천	0	0
<u>SOLUTION</u>					
Aquifer Model: <u>Confined</u>			Solution Method: <u>Theis</u>		
T = 1.632 m ² /day			S = 2.254E-07		

청송군광역수맥조사보고서

2000년 12월 일 발행

발 행 : 농림부, 농업기반공사

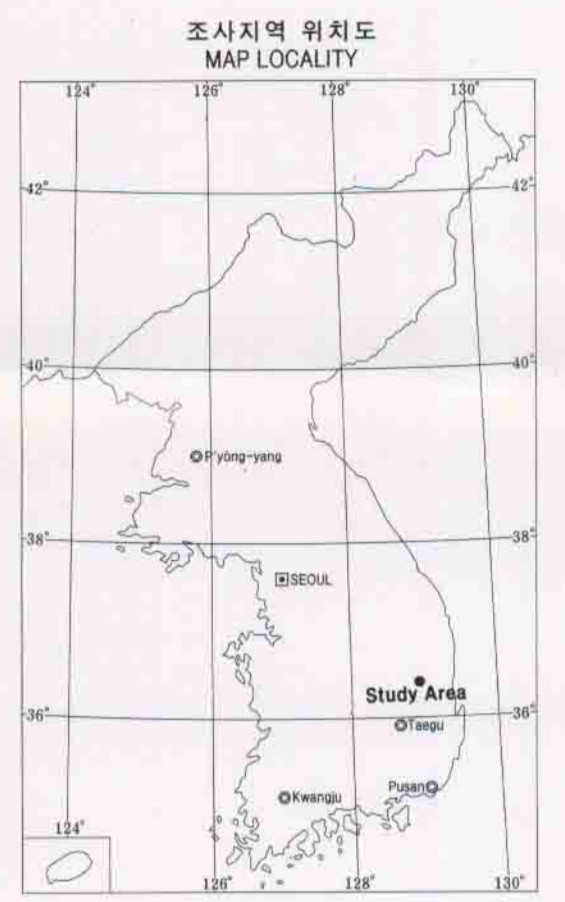
편 집 : 농업기반공사 지하수사업처

인 쇄 : 진 명 사 (02)2275-2487

청송지구 광역수맥도

HYDROGEOLOGICAL MAP OF CHEONGSONG AREA

1 : 50,000

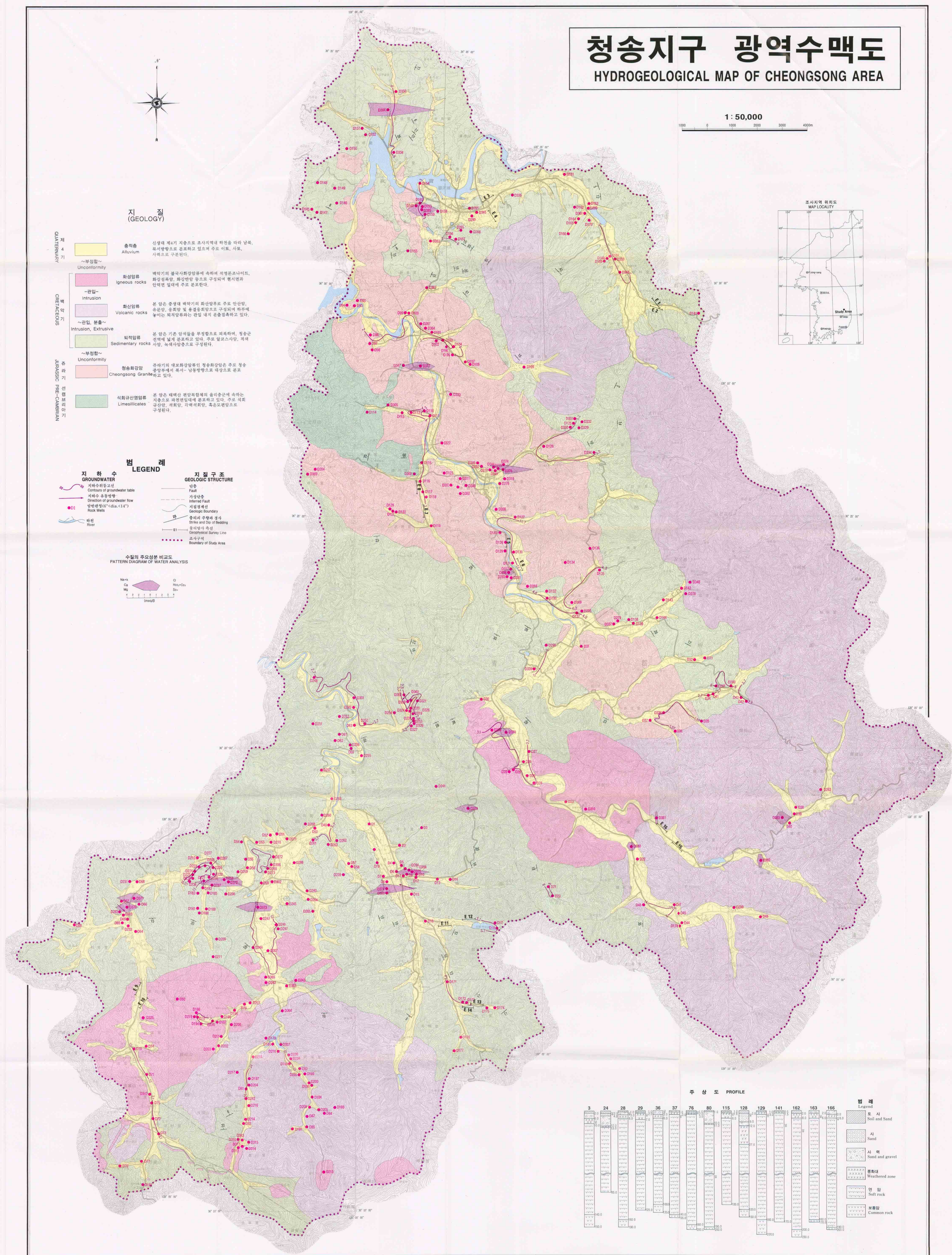


지질 (GEOLOGY)

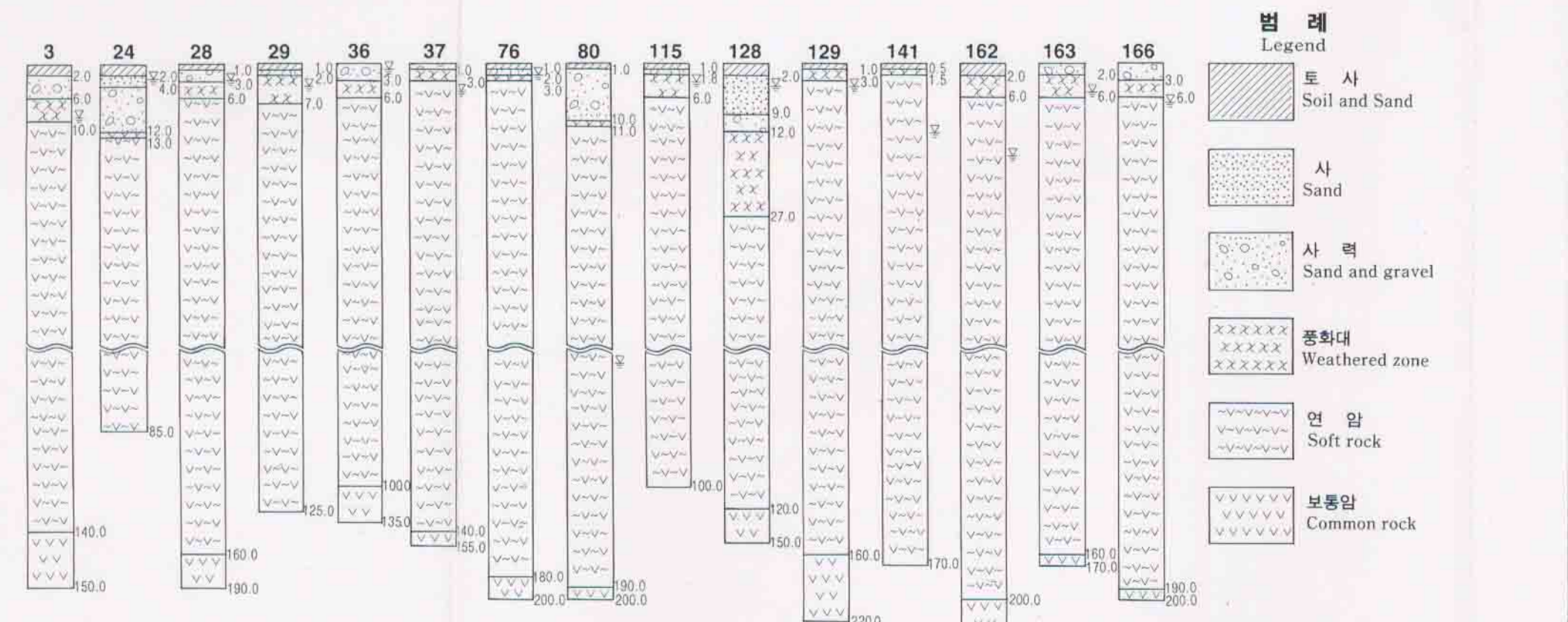
- | | | |
|--|-----------------------------|--|
| QUATERNARY
~부정합~
Unconformity | 퇴적층
Alluvium | 신생대 제4기 지층으로 조사지역내 하천을 따라 남쪽, 북서방향으로 분포하고 있으며 주로 이토, 사모, 사혁으로 구분된다. |
| CRETACEOUS
~관입, 분출~
Intrusion, Extrusive | 화성암류
Igneous rocks | 백악기의 열곡사화강암류에 속하여 석영본조나이고, 화강섬록암, 화강안암 등으로 구분되며 현시면과 인접한 일대에 주로 분포한다. |
| | 화산암류
Volcanic rocks | 본 암은 중생대 백악기의 화산암류로 주로 안산암, 유문암, 응회암 및 용암류 등으로 구분되며 북부에 놓이는 화지암류는 관입 내지 분출암류라고 있다. |
| JURASSIC
~부정합~
Unconformity | 퇴적암류
Sedimentary rocks | 본 암은 기존 암체들을 부정합으로 피복하며, 청송군 일대에 넓게 분포하고 있다. 주로 알곡사암, 백회사암, 녹색사암 등으로 구성된다. |
| | 청송화강암
Cheongsong Granite | 중생대 백악기 청송화강암류인 청송화강암은 주로 청송 일대에서 넓게 분포하고 있다. 주로 알곡사암, 백회사암, 녹색사암 등으로 구성된다. |
| TRIASSIC PRE-CAMBRIAN
~부정합~
Unconformity | 석회규산염암류
Limestillites | 본 암은 태백산 편암복합체의 율리층군에 속하는 지층으로 태백산편암대에 분포하고 있다. 주로 석회규산암, 석회암, 석회질, 각력석회암, 흑운모편암 등으로 구성된다. |

범례 (LEGEND)

- | | | | |
|---|---|--------------------------------|---|
| 지하수
GROUNDWATER | 지하수위등고선
Contours of groundwater table | 지질구조
GEOLOGIC STRUCTURE | 단층
Fault |
| | 지하수 유동방향
Direction of groundwater flow | | 간섭단층
Interfered Fault |
| 수질의 주요성분 비교도
PATTERN DIAGRAM OF WATER ANALYSIS | 수질 비교도
Pattern diagram of water analysis | 지질경계선
Geologic Boundary | 층리의 구별과 경사
Strike and Dip of Bedding |
| | | | 지질조사선
Geological Survey Line |
| | | 조사구역
Boundary of Study Area | |



주상도 PROFILE



- | | |
|-----|-----------------|
| 토사 | Soil and Sand |
| 모래 | Sand |
| 사질 | Sand and gravel |
| 풍화대 | Weathered zone |
| 연암 | Soft rock |
| 보통암 | Common rock |

