

옥천군광역수맥조사보고서

2001.

농 립 부
농 업 기 반 공 사



목 차

| | |
|-----------------------------|----|
| 1. 서 언 | 1 |
| 2. 조사개요 | 3 |
| 2-1 조사목적 | 3 |
| 2-2 조사대상 | 3 |
| 2-3 조사지역 개요 | 5 |
| 2-3-1 위치 | 5 |
| 2-3-2 토지이용, 산업 및 인구현황 | 6 |
| 2-3-3 농업 | 8 |
| 2-3-4 축산업 | 10 |
| 2-3-5 임업 | 10 |
| 2-3-6 광공업 | 12 |
| 2-4 수문기상 | 13 |
| 2-4-1 기온 | 14 |
| 2-4-2 강수량 | 15 |
| 2-4-3 증발산량 | 19 |
| 3. 수문지질조사 | 22 |
| 3-1 지형 및 지질 | 22 |
| 3-1-1 지형 | 22 |
| 3-1-2 지질 | 22 |
| 3-2 물리탐사 | 28 |
| 3-2-1 원격탐사 | 29 |
| 3-2-2 전기비저항 탐사 | 31 |
| 3-3 양수시험 | 57 |
| 4. 시설관정 이용실태 조사 | 61 |

| | |
|-------------------------------|----|
| 4-1 시설관정 현황 | 61 |
| 5. 수질조사 | 66 |
| 5-1 주요 이온 분석 결과 | 66 |
| 5-2 먹는물 기준 수질검사 결과 | 71 |
| 6. 지하수자원의 부존성 평가 | 75 |
| 6-1 물수지 분석 | 75 |
| 6-1-1 강수량 | 76 |
| 6-1-2 유출분석 | 76 |
| 6-1-3 함양량분석 | 77 |
| 6-2 지하수 부존량 및 개발가능량 | 82 |
| 6-2-1 지하수 부존량 | 82 |
| 6-2-2 지하수 개발가능량 | 84 |
| 7. 지하수자원 개발계획 | 86 |
| 7-1 용도별 소요수량 및 공급방안 | 86 |
| 7-1-1 생활용수 소요수량 및 공급방안 | 86 |
| 7-1-2 농업용수 소요수량 및 공급방안 | 89 |
| 7-1-3 기타용수 소요수량 및 공급방안 | 90 |
| 7-2 지하수 개발 계획 | 91 |
| 8. 지하수 보전관리 | 92 |
| 8-1 지하수 환경재해 | 92 |
| 8-1-1 발생원인 | 92 |
| 8-2 지하수 보전구역 | 94 |
| 8-2-1 보전구역 정의 | 94 |
| 8-2-2 보전구역 분류 | 94 |
| 8-2-3 보전구역 설정 및 운영 | 95 |

| | |
|-------------------------|-----|
| 8-2-4 보전구역내 행위 제한 | 95 |
| 9. 결 론 | 97 |
| 참고문헌 | 99 |
| 부록 | 101 |

표 목 차

| | |
|----------------------------------|----|
| 〈표 2-1〉 조사지구 면적 및 행정구역 현황 | 5 |
| 〈표 2-2〉 조사지구 토지 지목별 이용현황 | 7 |
| 〈표 2-3〉 산업별 사업체수 및 종사자수 | 7 |
| 〈표 2-4〉 옥천지구 세대 및 인구밀도 | 8 |
| 〈표 2-5〉 농가 및 농가인구현황 | 9 |
| 〈표 2-6〉 경지면적현황 | 9 |
| 〈표 2-7〉 농업진흥지역 지정현황 | 9 |
| 〈표 2-8〉 조사지구 작물 생산현황 | 10 |
| 〈표 2-9〉 가축사육현황 | 11 |
| 〈표 2-10〉 임상별 임야면적 | 11 |
| 〈표 2-11〉 기상개황 | 14 |
| 〈표 2-12〉 연도별, 월별 기온분포 | 15 |
| 〈표 2-13〉 연도별, 월별 평균 강수량 | 17 |
| 〈표 2-14〉 연도별, 월별 증발량 | 20 |
| 〈표 3-1〉 쌍극자 탐사 축선별 총괄표 | 38 |
| 〈표 3-2〉 기설관정의 양수시험 결과표 | 60 |
| 〈표 4-1〉 지하수 허가·신고현황 | 61 |
| 〈표 4-2〉 행정구역별 지하수 이용현황 | 62 |
| 〈표 4-3〉 생활용 지하수 이용현황 | 62 |
| 〈표 4-4〉 농업용 지하수 이용현황 | 63 |
| 〈표 4-5〉 공당 지하수 이용현황 | 63 |
| 〈표 4-6〉 단위면적당 지하수 이용현황 | 64 |
| 〈표 4-7〉 단위면적당 지하수 개발공수 | 64 |
| 〈표 4-8〉 양수능력별 지하수 이용현황 | 65 |
| 〈표 5-1〉 먹는물기준 수질검사 결과 | 72 |
| 〈표 6-1〉 옥천지역 추정 증발산량(Turc) | 77 |
| 〈표 6-2〉 계통표에 의한 조사지구 유출량 | 78 |
| 〈표 6-3〉 옥천군 지하수 함양량 분석결과 | 81 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 〈표 6-4〉 한국의 지하수 부존량 | 82 |
| 〈표 6-5〉 옥천군 지하수 부존량 추정 | 83 |
| 〈표 6-6〉 한국의 지하수 지하수 부존량 | 85 |
| 〈표 6-7〉 옥천군 지하수 적정 개발가능량 | 85 |
| 〈표 7-1〉 옥천군 지역의 상수도 보급현황 | 86 |
| 〈표 7-2〉 간이상수도 및 소규모 급수시설 현황 | 87 |
| 〈표 7-3〉 읍·면별 생활용수 소요수량 | 88 |
| 〈표 7-4〉 읍·면별 농업용수 소요수량 | 89 |
| 〈표 7-5〉 읍·면별 축산용수 소요수량 | 90 |
| 〈표 7-6〉 년차별 지하수 개발사업량 및 사업비 | 91 |

그 림 목 차

| | |
|----------------------------------------|----|
| 〈그림 2-1〉 옥천지구 행정구역도 | 6 |
| 〈그림 2-2〉 연도별 평균기온 분포도(1989~1998) | 16 |
| 〈그림 2-3〉 월별 평균기온 분포도(1989~1998) | 16 |
| 〈그림 2-4〉 월별 강수량 분포도(1989~1998) | 17 |
| 〈그림 2-5〉 연도별 강수량 분포도(1989~1998) | 18 |
| 〈그림 2-6〉 월별 증발량 분포도(1981~1990) | 21 |
| 〈그림 2-7〉 연도별 증발량 분포도(1989~1998) | 21 |
| 〈그림 3-2〉 옥천군 위성영상자료 | 30 |
| 〈그림 3-3〉 옥천군 선구조 | 30 |
| 〈그림 3-4〉 점진원에 의한 전위 | 32 |
| 〈그림 3-5〉 쌍극자 탐사 축선 배열 방법 | 33 |
| 〈그림 3-6〉 전기비저항탐사(쌍극자탐사)가단면도 모식도 | 35 |
| 〈그림 3-7〉 축선 E-1 쌍극자 탐사 결과도 | 42 |
| 〈그림 3-8〉 축선 E-2 쌍극자 탐사 결과도 | 43 |
| 〈그림 3-9〉 축선 E-3 쌍극자 탐사 결과도 | 44 |
| 〈그림 3-10〉 축선 E-4 쌍극자 탐사 결과도 | 45 |
| 〈그림 3-11〉 축선 E-5 쌍극자 탐사 결과도 | 46 |
| 〈그림 3-12〉 축선 E-6 쌍극자 탐사 결과도 | 47 |
| 〈그림 3-13〉 축선 E-7 쌍극자 탐사 결과도 | 48 |
| 〈그림 3-14〉 축선 E-8 쌍극자 탐사 결과도 | 49 |
| 〈그림 3-15〉 축선 E-9 쌍극자 탐사 결과도 | 50 |
| 〈그림 3-16〉 축선 E-10 쌍극자 탐사 결과도 | 51 |
| 〈그림 3-17〉 축선 E-11 쌍극자 탐사 결과도 | 52 |
| 〈그림 3-18〉 축선 E-12 쌍극자 탐사 결과도 | 53 |
| 〈그림 3-19〉 축선 E-13 쌍극자 탐사 결과도 | 54 |
| 〈그림 3-20〉 축선 E-14 쌍극자 탐사 결과도 | 55 |
| 〈그림 3-21〉 축선 E-15 쌍극자 탐사 결과도 | 56 |
| 〈그림 5-1〉 옥천 Piper diagram | 67 |
| 〈그림 5-2〉 옥천 Stiff diagram | 68 |

1. 서 언

우리나라는 1960년대 이후 산업화가 가속화됨에 따라 물의 수요가 증가되어 지표수개발은 그 적지의 제한성, 수물에 따른 과다한 보상비용, 수질오염 등으로 한계에 이르러 대체 용수 확보에 대한 필요성이 대두되면서 실질적으로 대체수원으로 지하수개발에 대한 수요가 급증하였다.

우리나라 지하수는 1963~1970년까지 초기 개발 단계를 거쳐 농어촌진흥공사 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 1998년까지 86,212ha에 대해 조사를 실시하였으나 1990년대에 들어서면서 지하수자원의 효율적인 이용과 개략적인 지역별 부존량, 조사 및 개발, 이용 실태조사를 시행하고 수리 지질도를 작성하여 지역별 지하수 부존성을 파악하여 지하수자원의 종합적인 이용 및 보존계획을 수립할 필요성이 대두되어 광역수리지질도 작성사업이 시행되었다.

1980년도에 이르러서는 급격한 산업화와 도시화 과정에 필요한 공업용수 및 생활용수의 수요 증가로 농업용수개발보다 다목적용수개발이 많은 비중을 차지하게 되었다. 산업화와 도시화의 과정에서 지표수의 오염이 가속화됨으로써 양질의 지표수원 확보가 어렵게 되자, 1980년대 중반부터는 지하수의 수요가 급증하기 시작하였고, 또한 샘물(생수, 광천수)등 상업적 목적의 지하수 개발이 전국에 걸쳐 무분별하게 이루어지게 되었으며, 이에 따른 부정적인 영향으로 지하수 개발에 있어 폐공 발생 또는 방치된 폐기공 등으로 인하여 오염물질의 직접적인 지하유입으로 지하수 수질오염 등 많은 문제점을 일으키게 되었다. 1994년 이후는 지하수 개발이용 단계에서 개발규제 단계로의 전초적 단계라고 할 수 있으며, 지하수법 및 먹는물관리법 등이 제정되어 지하수 개발이 규제되기 시작하였다.

우리나라의 지하수는 강우기원이며 강우량은 연평균 1,274mm로 세계 평균 강우량 822mm보다는 많으나 년강수량의 65%가 여름철에 집중되고 한반도의 지형 여건상 하천유로가 짧아 지하저류 보다는 일시유출이 과대하여 지하수사용이

1994년 기준 연간 수자원총량 1,267억톤 중 불과 8.6%인 26억톤으로 수요와 공급이 균형을 이루지 못하고 있다.

금번 광역수리지질조사사업은 한해가 우심한 옥천군 일대에 대해 1:25,000 축적의 옥천, 안남, 회북, 보은 대전, 이원, 심천, 마전, 관기, 지전, 모서 지형도폭 및 1:50,000 축적의 보은, 청산, 대전, 옥천, 영동 지질도폭을 이용하여 지표지질조사, 기설관정 이용현황조사, 지하수위조사, 양수시험, 물리탐사, 수질검사를 실시하여 과거 국지적으로 시행된 수맥조사 및 지하수개발 사업자료와 비교 분석하여 수문지질도, 수질오염 분포도 및 지층 구조도를 작성하여 지하 수문조사와 함께 먹는물 기준 수질검사 및 양·음이온 분석을 통한 지하수성분 및 지하수오염지역을 조사하여 조사 지구내의 광역적인 지하수 유동 및 부존성과 오염가능성을 조사하였다.

금회 조사한 옥천군지구 광역수리지질도 작성 보고서가 지하수 이용 관리 및 보전은 물론이고 합리적인 지하수조사개발에 활용되고 향후 지하수정보관리 시스템(GIS) 및 지하수 장기 관측망의 기초자료가 될 것으로 기대되며, 향후 지하수사업의 방향제시에 큰 자료가 될 것으로 사료된다.

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

2. 조사개요

2-1 조사목적

농어촌 지역의 종합개발사업을 효과적으로 추진하고 농어촌용수 이용합리화를 위한 자원기초조사에 부응하여 농어촌지역 지하수자원을 합리적으로 활용 보전하기 위하여 지하수법 제5조 2항에 의한 행정구역(시·군) 단위 조사를 시행하여 한해 우심 지역에 대해 현행 국지적으로 시행하여온 수맥조사를 한 단계 발전시켜 농어촌 용수구역 중 가뭄이 우심한 옥천군 일원에 대하여 광범위하고 종합적인 광역수맥조사를 실시하여 용수구역 내 지하수자원을 파악하여 지하수자원의 효율적인 개발·이용 및 보전관리 방향을 제시하는데 그 목적이 있다.

2-2 조사대상

가. 조사지역 : 옥천군

나. 조사위치 : 충청북도 옥천군 일원(1개군, 1개읍, 8개면, 212개리)

다. 조사면적 : 537.10km²

라. 조사기간 : '00. 4. ~ '01. 9.

마. 조 사 자

| 소 속 | 직 종 | 직 급 | 성 명 | 조사업무내용 |
|------------|-----|------|-------|--------------|
| 지하수 사업처 | 지 질 | 2급 | 홍 경 선 | 조사업무총괄 |
| | " | 3급 | 김 양 빈 | 조사업무지도 |
| | " | 상용 | 송 양 권 | 현장조사 및 보고서작성 |
| | " | 계약3급 | 최 광 준 | |
| | " | 계약4급 | 민 정 호 | |
| | " | 계약4급 | 조 시 범 | |

바. 조사실적

| 조 사 항 목 | 단 위 | 계 획 | 실 적 | 비 고 |
|-----------------|-----|-------|-------|-----|
| · 지구협의 답사 | 지구 | 1 | 1 | |
| · 지표지질조사 | ha | 3,440 | 3,440 | |
| · 지하수이용현황조사 | 회 | 390 | 390 | |
| · 지하수위관측 | 회 | 130 | 130 | |
| · 양수시험 | 회 | 15 | 15 | |
| · 선구조 추출 | 지구 | 1 | 1 | |
| · 쌍극자 탐사 | 측선 | 15 | 15 | |
| · 먹는물 기준 수질검사 | 회 | 15 | 15 | |
| · 양·음이온 분석 수질검사 | 회 | 15 | 15 | |

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 | 휴대용 수위 측정기 2set | |
| 양 수 시 험 | 휴대용 수위 측정기 2set | |
| 선구조 추출 | ERDAS IMAGINE, SPOT IMAGINE | |
| 쌍극자 탐사 | 전기탐사기(SAS300) 및 부스터(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) | |

2-3 조사지역 개요

2-3-1 위치

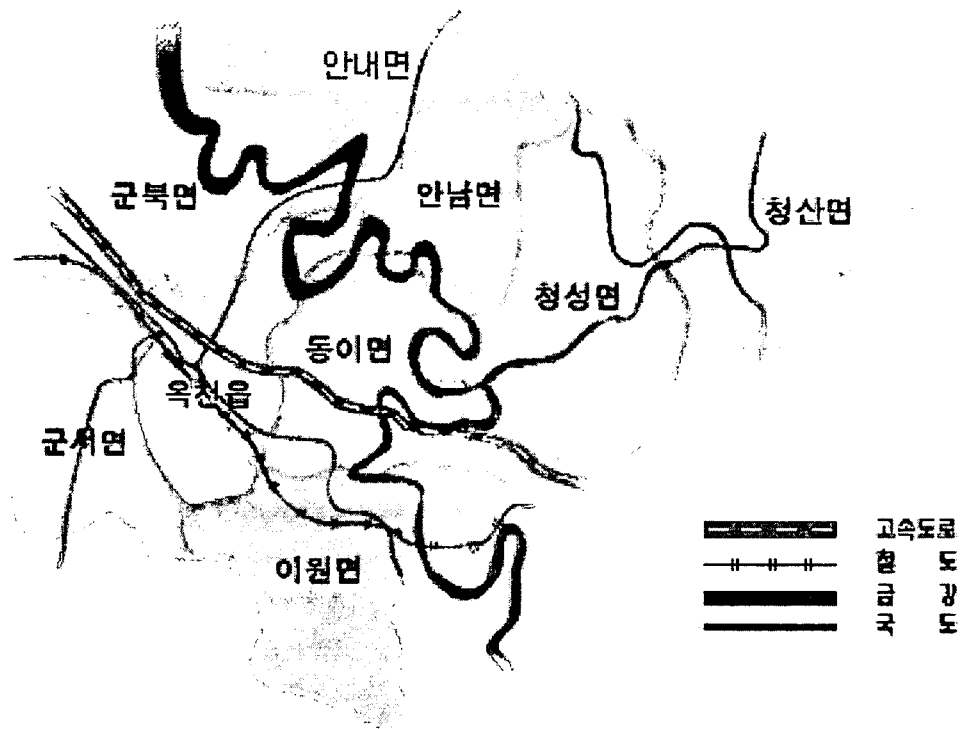
본 지구는 국립지리원 발행도폭 1:25,000 도폭 중 옥천, 안남, 회북, 보은, 대전, 이원, 심천, 마전, 관기, 지전, 모서도폭에 해당하며, 행정구역상 1개군 1개읍, 8개면 212개리로 구성되어 동경 127° 29' ~127° 53' , 북위 36° 10' ~36° 27' 에 위치한다. 남쪽은 영동군, 북쪽은 보은군과 접하고 동쪽은 소백산맥을 경계로 경북 상주시, 서쪽은 대전광역시와 금산군으로 이어져 충남·충북·경북 3도의 도계를 형성한다. 전북 무주 덕유산과 보은 속리산을 기원으로 흐르는 금강 상류가 남북을 관통하고 있다

<표 2-1> 조사지구 면적 및 행정구역 현황

단위 : (km², 개)

| 읍·면 | 면 적 | 동 · 리 | | 반 | 자연부락 | 비 고 |
|-----|--------|-------|-----|-----|------|-----|
| | | 행 정 | 법 정 | | | |
| 계 | 537.10 | 212 | 125 | 877 | 374 | |
| 옥 천 | 47.50 | 51 | 21 | 266 | 51 | |
| 동 이 | 60.20 | 22 | 10 | 73 | 40 | |
| 안 남 | 31.71 | 12 | 7 | 45 | 32 | |
| 안 내 | 64.31 | 18 | 13 | 63 | 32 | |
| 청 성 | 82.98 | 28 | 17 | 108 | 52 | |
| 청 산 | 72.49 | 22 | 18 | 110 | 33 | |
| 이 원 | 66.33 | 28 | 15 | 104 | 62 | |
| 군 서 | 45.99 | 13 | 10 | 53 | 34 | |
| 군 북 | 65.59 | 18 | 14 | 55 | 38 | |

강은 전북 무주 덕유산과 보은 속리산을 기원으로 흐르는 금강상류가 남북으로 관통하고 교통은 경부선 철도와 고속도로 및 국도가 관내 군북면에서 옥천, 동이, 이원면을 통하고, 옥천~보은간, 옥천~금산간, 청성~영동간을 통하고 있다. 본 지구의 면적은 총 537.10km²로써 그 구성비는 표 2-1과 같으며 충청북도 면적 대비 7.23%를 차지하며 전국 면적 대비 0.54%를 차지한다.



<그림 2-1> 옥천지구 행정구역도

2-3-2 토지이용, 산업 및 인구현황

1999년 12월 31일 기준 토지지목별 이용현황을 보면 옥천군 전체 면적 537,097,118 m^2 중 11%인 58,649,782 m^2 가 전, 9.3%인 49,659,886 m^2 가 답, 0.41%인 2,193,117 m^2 가 과수원, 0.1%인 347,625 m^2 가 목장용지로 사용되고 있으며 65.7%인 351,081,059 m^2 가 임야, 1.37%인 7,352,754 m^2 가 대지, 6.53%인 34,900,846 m^2 가 기타로 사용되고 있다(표 2-2).

조사지구내 산업현황은 제조업(398사업체 4,746명), 도소매 및 소비자용품 수리업(1,182사업체 2,249명), 숙박 및 음식점업(725사업체 1,782명), 농림 수산업은 8개 사업체의 34명이 종사하고 있다.

인구는 전체 20,147세대 62,928명(남;31,631명, 여;31,297명)으로 인구 밀도는 117.2이며 세대당 인구수는 3.12인이다.

<표 2-2> 조사지구 토지 지목별 이용현황

(단위 : m²)

| 읍 면 | 계 | 전 | 답 | 과수원 | 목장용지 | 임야 | 대지 | 기타 |
|-----|-------------|------------|------------|-----------|---------|-------------|-----------|------------|
| 계 | 537,097,118 | 58,649,782 | 49,659,886 | 2,193,117 | 347,625 | 351,035,059 | 7,352,754 | 34,900,846 |
| 옥천 | 47,497,315 | 6,220,182 | 7,118,873 | 269,780 | 117,295 | 23,499,470 | 2,141,767 | 2,276,278 |
| 동이 | 60,199,753 | 7,116,234 | 5,634,951 | 474,995 | 67,453 | 36,442,187 | 755,608 | 5,014,605 |
| 안남 | 31,713,830 | 4,894,482 | 2,904,427 | 26,647 | 12,298 | 19,688,781 | 436,744 | 1,510,693 |
| 안내 | 61,311,990 | 6,510,692 | 3,899,533 | 116,591 | 75,566 | 45,971,505 | 616,243 | 2,732,853 |
| 청성 | 82,977,082 | 11,335,816 | 6,512,702 | 94,937 | 3,277 | 56,764,315 | 944,505 | 6,188,377 |
| 청산 | 72,489,861 | 8,434,090 | 8,271,507 | 7,269 | 37,631 | 47,666,618 | 966,366 | 4,898,271 |
| 이원 | 66,323,949 | 6,096,990 | 8,302,579 | 599,669 | 21,029 | 42,317,682 | 1,015,416 | 6,772,586 |
| 군서 | 45,990,885 | 3,250,897 | 4,248,107 | 245,208 | 9,377 | 34,318,093 | 561,418 | 2,955,451 |
| 군북 | 65,592,453 | 4,790,399 | 2,731,207 | 358,021 | 3,699 | 44,412,408 | 530,930 | 2,551,732 |

<표 2-3> 산업별 사업체수 및 종사자수

(단위 : 개소, 명)

| 구 분 | 합 계 | | 농림수산업 | | 광업 | | 제조업 | | 전기, 가스, 수도 | | 건설업 | | 도소매 및 소비자용품수리 | | 숙박 및 음식점업 | | 운수, 정보통신업 | | 금융·보험업 | |
|-----|-------|--------|-------|-----|-----|-----|-----|-------|------------|-----|-----|-----|---------------|-------|-----------|------|-----------|-----|--------|-----|
| | 사업체 | 종사자 | 사업체 | 종사자 | 사업체 | 종사자 | 사업체 | 종사자 | 사업체 | 종사자 | 사업체 | 종사자 | 사업체 | 종사자 | 사업체 | 종사자 | 사업체 | 종사자 | 사업체 | 종사자 |
| 계 | 3,436 | 14,297 | 8 | 34 | 3 | 10 | 398 | 4,746 | 4 | 136 | 100 | 490 | 1,182 | 2,249 | 725 | 1782 | 235 | 716 | 60 | 699 |
| 옥천 | 1,971 | 8,583 | 1 | 12 | - | - | 164 | 2,264 | 1 | 20 | 71 | 403 | 706 | 1,502 | 406 | 965 | 163 | 550 | 39 | 549 |
| 동이 | 209 | 1,077 | 1 | 3 | - | - | 51 | 576 | 1 | 4 | 3 | 13 | 55 | 98 | 64 | 279 | 11 | 18 | 1 | 7 |
| 안남 | 79 | 178 | 1 | 1 | - | - | 8 | 13 | - | - | 3 | 6 | 29 | 42 | 11 | 17 | 7 | 13 | 2 | 19 |
| 안내 | 28 | 415 | 1 | 1 | - | - | 19 | 84 | - | - | 2 | 5 | 39 | 75 | 32 | 67 | 4 | 9 | 2 | 18 |
| 청성 | 112 | 331 | - | - | 1 | 2 | 12 | 68 | - | - | 5 | 31 | 35 | 46 | 15 | 38 | 4 | 10 | 2 | 12 |
| 청산 | 321 | 910 | 2 | 5 | 2 | 8 | 39 | 341 | - | - | 6 | 9 | 126 | 169 | 59 | 113 | 14 | 22 | 7 | 36 |
| 이원 | 352 | 1,536 | 1 | 9 | - | - | 51 | 801 | 1 | 37 | 9 | 21 | 126 | 206 | 62 | 130 | 19 | 68 | 5 | 36 |
| 군서 | 115 | 669 | - | - | - | - | 30 | 407 | 1 | 75 | 1 | 2 | 33 | 38 | 25 | 51 | 7 | 12 | 1 | 16 |
| 군북 | 149 | 598 | 1 | 3 | - | - | 24 | 192 | - | - | - | - | 33 | 73 | 51 | 122 | 6 | 14 | 1 | 6 |

<표2-4> 옥천지구 세대 및 인구 밀도

(단위 : 가구, 명)

| 읍·면 | 세대수 | 인 구 수(명) | | | 밀 도 | 세대당 인구수 | 비 고 |
|-----|--------|----------|--------|--------|-------|------------|-----|
| | | 계 | 남 | 여 | | | |
| 계 | 20,147 | 62,928 | 31,631 | 31,297 | 117.2 | 3.12 | |
| 옥 천 | 9,190 | 31,044 | 15,635 | 15,409 | 653.6 | 3.4 | |
| 동 이 | 1,458 | 4,312 | 2,221 | 2,091 | 71.6 | 3.0 | |
| 안 남 | 772 | 2,144 | 1,064 | 1,080 | 67.6 | 2.8 | |
| 안 내 | 1,071 | 2,917 | 1,471 | 1,446 | 45.4 | 2.7 | |
| 청 성 | 1,390 | 3,788 | 1,851 | 1,937 | 45.6 | 2.7 | |
| 청 산 | 1,834 | 5,231 | 2,603 | 2,628 | 72.2 | 2.9 | |
| 이 원 | 2,200 | 6,686 | 3,337 | 3,349 | 100.8 | 3.0 | |
| 군 서 | 1,021 | 3,225 | 1,654 | 1,571 | 70.1 | 3.2 | |
| 군 북 | 1,211 | 3,581 | 1,795 | 1,786 | 54.6 | 3.0 | |

2-3-3 농업

조사지구는 전체면적의 19.3%가 농업용지로 사용되고 총 20,147세대중 43.3%인 8,727세대가 농가이며 총인구 62,928명 중 43.8%인 27,570명이 농가인구이다. 경지면적은 10,051ha (논 4,222ha 밭 5,829ha 과수원 2,193,117)로 가구당 경지면적은 1.13a(논 0.48a, 밭0.67a)이다. 조사지역내 농업진흥구역 (18,134필지 2,931.3ha)과 농업보호구역(11,194필지 1,507.4ha)의 합인 농업진흥지역 (29,328필지, 4438.7ha)은 <표2-5~8>과 같다.

조사지구내 농업인구는 27,570명으로 전체인구 62,928명의 43.8%를 차지하고, 농가는 전체가구 20,147세대의 43.3%인 8,727가구이다. 전체면적 537,097,118 m²중 110,502,785 m²가 전, 답, 과수원으로 10,051 ha 가 경지면적에 속한다. 가구당 평균 경지면적은 1.15 ha로서 논이 0.48ha 밭이 0.67ha 이다. 농업진흥 구역은 2,931.3ha이며 농업 보호구역은 1,507.4ha이다.

식량작물 생산현황을 보면 '95년부터 매년 작물 면적이 감소하고 있으나 ha당

생산량은 '97년까지 증가하다가 다시 감소하는 추세를 보인다.

<표 2-5> 농가 및 농가인구현황

| 구 분 | 농 가 | | | | 농 가 인 구 | | |
|------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|
| | 합 계 | 전 업 | 1종 겸업 | 2종 겸업 | 합 계 | 남 | 여 |
| 1994 | 9,348 | - | - | - | 30,110 | 14,297 | 15,813 |
| 1995 | 8,971 | 5,309 | 1,215 | 2,447 | 28,335 | 13,836 | 14,499 |
| 1996 | 9,090 | - | - | - | 27,650 | 13,441 | 14,209 |
| 1997 | 9,012 | - | - | - | 27,045 | 13,082 | 13,963 |
| 1998 | 8,727 | - | - | - | 27,570 | 13,673 | 13,897 |

<표 2-6> 경지면적현황

(단위 : ha, a)

| 구 분 | 합 계 (ha) | 논 | 밭 | 가구당 경지면적(a) | | |
|------|-------------|-------|-------|-------------|------|------|
| | | | | 계 | 논 | 밭 |
| 1994 | 10,946 | 5,260 | 5,686 | 1.17 | 0.56 | 0.61 |
| 1995 | 10,645 | 4,742 | 5,903 | 1.19 | 0.53 | 0.66 |
| 1996 | 10,284 | 4,353 | 5,931 | 1.13 | 0.48 | 0.65 |
| 1997 | 10,187 | 4,322 | 5,865 | 1.13 | 0.48 | 0.65 |
| 1998 | 10,051 | 4,222 | 5,829 | 1.15 | 0.48 | 0.67 |

<표 2-7> 농업진흥지역 지정 현황

(단위 : ha)

| 구 분 | 합 계 | | 농업진흥지역 | | 농업보호지역 | |
|------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| | 필 지 수 | 면 적 | 필 지 수 | 면 적 | 필 지 수 | 면 적 |
| 1996 | 29,328 | 4,438.7 | 18,134 | 2,931.3 | 11,194 | 1,507.4 |
| 1997 | 29,328 | 4,438.7 | 18,134 | 2,931.3 | 11,194 | 1,507.4 |
| 1998 | 29,328 | 4,438.7 | 18,134 | 2,931.3 | 11,194 | 1,507.4 |

<표2-8> 조사지구 작물 생산현황

(단위 : ha, kg, M/T)

| 구 분 | 합 계 | | 식 량 | | 채소류 | |
|------|---------|----------|---------|----------|-------|---------|
| | 면적 | 생산량 | 면적 | 생산량 | 면적 | 생산량 |
| 1995 | 5,638.7 | 20,829.8 | 5,509.8 | 18,939.8 | 128.9 | 1,890.0 |
| 1996 | 5,729.8 | 22,829.0 | 5,611.2 | 20,454.0 | 118.6 | 2,375.0 |
| 1997 | 5,094.4 | 24,696.0 | 4,983.2 | 22,451.0 | 111.2 | 2,245.0 |
| 1998 | 5,026.1 | 23,228.0 | 4,926.0 | 21,119.0 | 100.1 | 2,109.0 |

2-3-4 축산업

조사지구내 347,625m² 가 목장용지로 이용되고 있으며 옥천면이 117,295m²로 가장 넓은 목장용지를 가지고 있다. 조사지구내에서 주로 사육되는 가축은 한육우,젓소,돼지,사슴,개,산양,토끼,닭 등이며 한육우는 옥천면에서 316가구에서 2,855마리사육으로 가장 많은 분포를 보이며, 젓소는 옥천면에서 11가구에서 363마리 돼지는 옥천군내 59가구에서 9,000마리, 사슴은 12가구에서 73마리가 옥천면에서, 개는 옥천면내에서 4,076가구가 10,205마리로 가장 많은 분포를 보인다(표2-9).

2-3-5 임업

조사지구내 임야는 351,081,059m²로 '93년부터 점차적으로 임상별 임목 축적면적이 늘고 있으나 임산물 생산량은 줄고 있는 실정이다. 임산물로는 주로 용재, 연료, 종실, 버섯, 약용, 산나물 등이 있다(표2-10).

<표 2-9> 가축 사육현황

| 구 분 | 한우 | | 젖소 | | 말 | | 돼지 | | 사슴 | | 개 | | 산양 | | 토끼 | | 닭 | |
|-----|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | 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 | 마리 수 | 사육 호수 | 마리 수 | 사육 호수 | 마리 수 |
| 계 | 2,972 | 12,717 | 56 | 807 | 1 | 3 | 59 | 9,000 | 71 | 316 | 4,076 | 10,205 | 173 | 1,299 | 160 | 2,045 | 409 | 78,535 |
| 옥천 | 316 | 2,855 | 11 | 363 | 1 | 3 | 4 | 725 | 12 | 73 | 752 | 2,327 | 33 | 301 | 37 | 366 | 76 | 23,302 |
| 동이 | 340 | 1,259 | 3 | 200 | - | - | 6 | 767 | 12 | 30 | 449 | 1,012 | 17 | 109 | 26 | 611 | 52 | 15,969 |
| 안남 | 273 | 992 | - | - | - | - | 4 | 215 | 1 | 3 | 279 | 656 | 10 | 134 | 11 | 82 | 18 | 26,196 |
| 안내 | 306 | 1,646 | 1 | 60 | - | - | 15 | 591 | 12 | 28 | 339 | 778 | 14 | 165 | 9 | 471 | 47 | 642 |
| 청성 | 549 | 1,626 | 1 | 37 | - | - | 3 | 233 | 10 | 38 | 475 | 1,307 | 16 | 109 | 12 | 46 | 29 | 173 |
| 청산 | 384 | 1,194 | - | - | - | - | 13 | 4,964 | 7 | 35 | 500 | 980 | 27 | 168 | 14 | 72 | 84 | 7,015 |
| 이원 | 392 | 1,464 | 2 | 44 | - | - | 9 | 1,174 | 9 | 29 | 602 | 1,415 | 18 | 128 | 12 | 77 | 33 | 340 |
| 군서 | 208 | 1,111 | 1 | 3 | - | - | 4 | 288 | 6 | 60 | 354 | 905 | 31 | 125 | 18 | 146 | 29 | 4,272 |
| 군북 | 204 | 570 | 37 | 100 | - | - | 1 | 43 | 2 | 20 | 326 | 825 | 7 | 60 | 21 | 174 | 41 | 626 |

<표 2-10> 임상별 임야면적

(단위 : ha)

| 연 별 | 합 계 | 임목지 | | | | 무임목지 | | | |
|------|---------|---------|--------|--------|--------|-------|------|-----|-------|
| | | 계 | 침엽수 | 활엽수 | 혼효림 | 계 | 미임목지 | 황폐지 | 제지 |
| 계 | 209,529 | 208,060 | 65,561 | 74,832 | 67,667 | 1,469 | 315 | 5 | 1,149 |
| 1993 | 34,944 | 34,734 | 10,836 | 12,560 | 11,338 | 210 | 36 | - | 174 |
| 1994 | 34,923 | 34,707 | 10,872 | 12,516 | 11,319 | 216 | 22 | 1 | 193 |
| 1995 | 34,912 | 34,694 | 10,909 | 12,515 | 11,270 | 218 | 17 | 1 | 200 |
| 1996 | 34,923 | 34,717 | 10,954 | 12,486 | 11,277 | 206 | 28 | - | 178 |
| 1997 | 34,915 | 34,623 | 10,983 | 12,387 | 11,253 | 292 | 96 | 1 | 195 |
| 1998 | 34,912 | 34,585 | 11,007 | 12,368 | 11,210 | 327 | 116 | 2 | 209 |

2-3-6 광공업

조사지구내 광공업 종사자 수 및 업체수가 광업은 감소 추세를 보이는 반면 제조업은 증가 추세를 보이고 있다. 광산물은 주로 석회석, 석탄, 장석 등으로 동천군, 동이면, 청산면, 이원면에서 생산되고 있으며 공업 및 농공단지는 '98년말 기준으로 4개의 농공단지 (옥천, 동이, 청산, 이원 농공단지) 653,469m² 에 55개 업체가 입주해 있으며 1,314명의 종업원이 종사하고 있다.

2-4 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, 장마기간은 대략 30일 정도가 된다. 그리고 9월 상순 전후에 가을장마가 있을때도 있다. 태풍은 6~10월중에 주로 발생하며 그중 2~3개 정도는 우리나라에 직·간접으로 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.

옥천군은 지리적으로 중남부 내륙에 위치하여 한랭건조한 긴 겨울과 고온다습하고 긴 여름이 계속되는 대륙성기후를 나타낸다. 연평균기온 10.7℃, 1월 평균기온 -3.2℃, 8월 평균기온 23.8℃이다. 기온의 연교차는 26.9℃로 한서의 차가 크다. 연평균 강수량은 1,280.6mm로서 전국 평균보다 약간 많고, 6~8월의 강수량이 54%로 여름철 농사에는 충분하지만 이따금 집중폭우가 쏟아져 수해를 입기도 한

다.

본 조사지역은 보은기상 관측소의 관측결과 1992~1997년 사이의 연중 맑은 날 평균은 178일로 1994년이 226일로 가장 많고, 흐린 날은 평균 187일인데 비해 1994년이 139일로 가장 작아 맑은 날과 대비를 이루며, 강수일은 1994년이 79일로 가장 작다. 서리가 내린 날수는 평균 115일로 1997년 131일로 가장 많고, 안개일수는 평균 254일로 1998년에 365일로 가장 많으며 눈이 내린 날수는 평균 18일로 1998년에 23일로 가장 많고 뇌전일수는 평균 4일로 1993년에 10일로 가장 많다.

<표 2-11> 기상개황

(단위 : 일)

| 구 분 | 맑음 | 흐림 | 강수 | 서리 | 안개 | 눈 | 뇌전 | 비 고 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|
| 1993 | 211 | 154 | 120 | 108 | 98 | 20 | 10 | |
| 1994 | 226 | 139 | 79 | 101 | 184 | 17 | 3 | |
| 1995 | 181 | 184 | 92 | 124 | 208 | 18 | - | |
| 1996 | 188 | 177 | 103 | 111 | 320 | 11 | 3 | |
| 1997 | 144 | 221 | 118 | 131 | 350 | 18 | 2 | |
| 1998 | 119 | 246 | 106 | 116 | 365 | 23 | 8 | |
| 평 균 | 178 | 187 | 103 | 115 | 254 | 18 | 4 | |

2-4-1 기온

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

본 조사지역의 최근 10개년간(1989~1998년)의 연평균기온이 10.7℃로 최저기온은 1993년 9.7℃이고 최고 기온은 1998년 11.8℃ 이다. 1월은 영하의 기온양상이 뚜렷하고 2월과 12월에도 부분적으로 영하의 기온을 보이며 7월과 8월에는 20.5℃에서 26.9℃로 온대성 기후의 특징을 잘 나타내고 있다.

연도별, 월별 평균기온의 분포는 <그림 2-2~3>과 같으며 대체적으로 연평균 기온이 증가하는 추세를 보이고 있다.

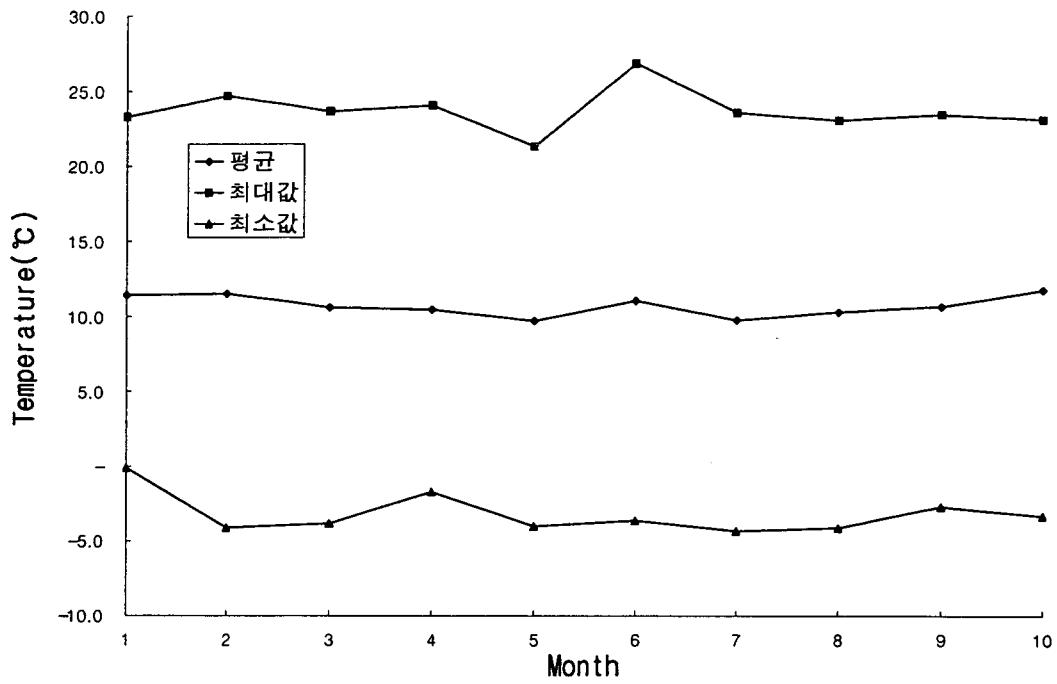
<표2-12> 연도별, 월별 기온 분포

(단위 : °C)

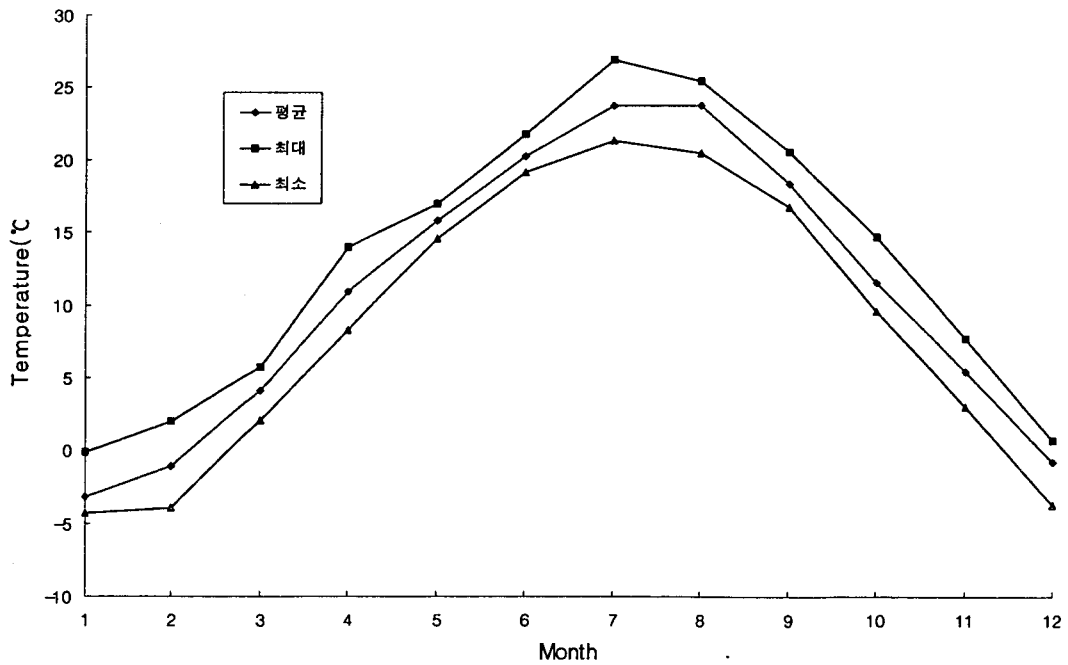
| 년 도 | 1월 | 2월 | 3월 | 4월 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 | 평 균 |
|------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 1989 | -0.1 | 1 | 4.7 | 12.6 | 17 | 19.8 | 23.3 | 24.0 | 18.8 | 10.9 | 5.2 | -0.1 | 11.4 |
| 1990 | -4.1 | 2 | 5.7 | 10.2 | 15.6 | 20.6 | 24.7 | 25.3 | 19.7 | 12.1 | 7.7 | -1.4 | 11.5 |
| 1991 | -3.8 | -2.8 | 3.9 | 11.1 | 16.1 | 21.8 | 23.7 | 23.2 | 18.8 | 10.8 | 3.7 | 0.7 | 10.6 |
| 1992 | -1.7 | -1.9 | 5.6 | 10.7 | 14.6 | 19.2 | 24.1 | 23.1 | 18.1 | 10.9 | 3.5 | -0.3 | 10.5 |
| 1993 | -4 | -0.9 | 3 | 9.4 | 15.7 | 20.3 | 21.4 | 20.5 | 17.6 | 9.6 | 6.3 | -2 | 9.7 |
| 1994 | -3.6 | -1.6 | 2.1 | 12.3 | 16 | 20.6 | 26.9 | 25.5 | 17.5 | 11.9 | 6.3 | -0.9 | 11.1 |
| 1995 | -4.3 | -2 | 3.6 | 9.4 | 14.8 | 19.5 | 23.6 | 24.8 | 16.8 | 11.9 | 3 | -3.7 | 9.8 |
| 1996 | -4.1 | -3.9 | 2.7 | 8.3 | 15.9 | 20.6 | 23.1 | 24.2 | 18.6 | 12.3 | 6.2 | 0.1 | 10.3 |
| 1997 | -2.7 | -1.6 | 4.7 | 10.8 | 15.8 | 20.9 | 23.5 | 23.6 | 17.5 | 10.4 | 6.1 | -0.6 | 10.7 |
| 1998 | -3.3 | 1.2 | 5.1 | 14 | 16.5 | 19.3 | 23.2 | 23.5 | 20.6 | 14.7 | 6.1 | 0.7 | 11.8 |
| 평 균 | -3.17 | -1.05 | 4.11 | 10.88 | 15.8 | 20.26 | 23.75 | 23.77 | 18.4 | 11.55 | 5.41 | -0.75 | 10.7 |

2-4-2 강수량

본 조사지구의 최근 10개년간 평균 강수량은 1,280.6mm이며, 1994년의 765.3mm를 제외한 최근 강수량은 비교적 해가 갈수록 증가하는 추세이다. 우리나라는 6~9월에 60~70%의 강우가 집중되는 현상을 보이는데 조사지역도 역시 이 기간 사이에 62.3%의 강우를 보인다. 월별 강수량이 가장 많은 달은 7월과 8월로 최근 10개년간 평균 279.1mm~301.1mm의 강우를 보이며, 강수량이 적은 달은 1월과 12월로 27.3mm~27.5mm의 분포를 보인다.



<그림 2-2> 연도별 평균기온 분포도(1989~1998)

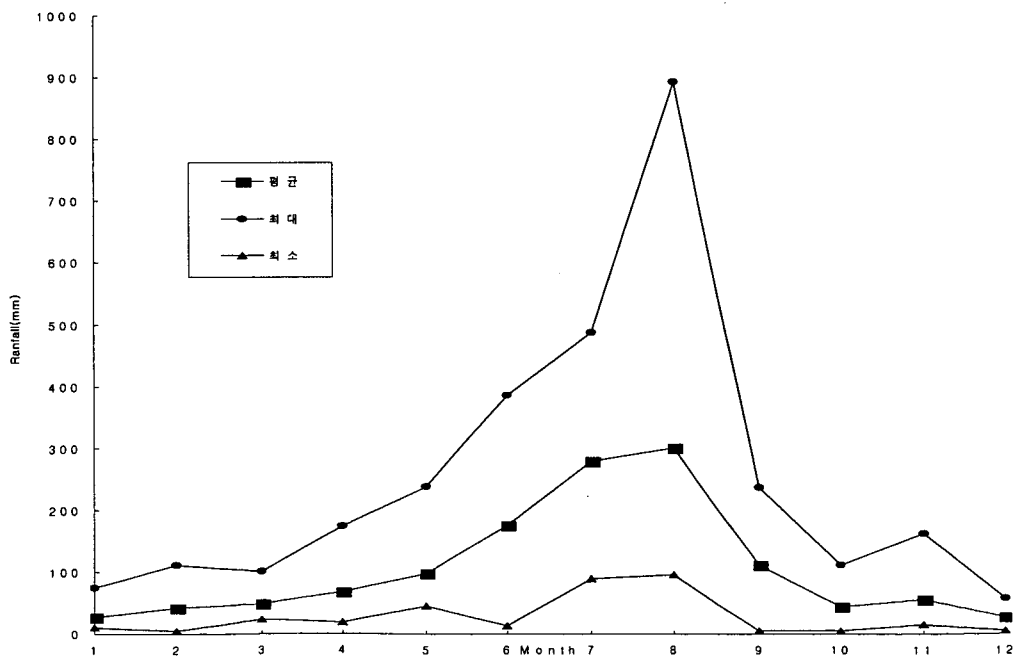


<그림 2-3> 월별 평균기온 분포도(1989~1998)

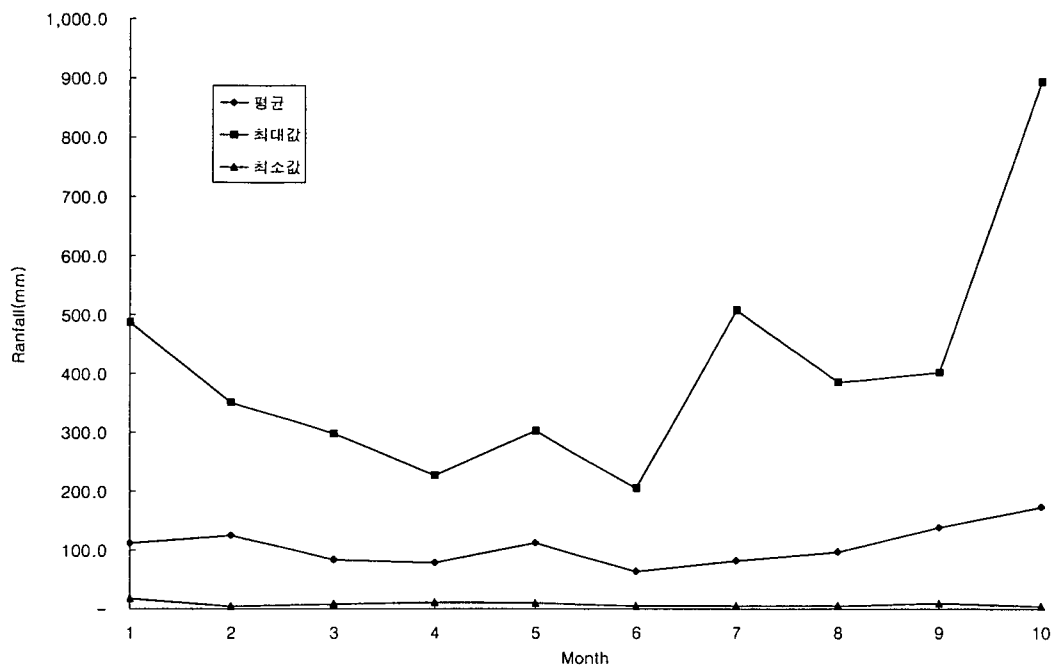
<표2-13> 연도별, 월별 평균 강수량(1989~1998)

(단위 : mm)

| 년 도 | 1월 | 2월 | 3월 | 4월 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 | 계 |
|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------|
| 1989 | 73.9 | 62.8 | 71.2 | 18.5 | 45.6 | 146.7 | 487.4 | 97.0 | 237.2 | 30.3 | 49.6 | 23.6 | 1,343.8 |
| 1990 | 68.7 | 111.1 | 56.4 | 81.9 | 81.6 | 260.4 | 350.4 | 216.9 | 169.7 | 4.5 | 71.0 | 28.6 | 1,501.2 |
| 1991 | 21.3 | 51.4 | 72.0 | 61.4 | 46.1 | 119.9 | 298.2 | 107.5 | 148.3 | 8.6 | 15.3 | 57.0 | 1,007.0 |
| 1992 | 12.6 | 11.4 | 29.8 | 111.2 | 77.9 | 12.7 | 227.0 | 179.5 | 150.5 | 50.0 | 36.0 | 44.6 | 943.2 |
| 1993 | 10.2 | 76.0 | 30.5 | 66.5 | 175.0 | 174.5 | 258.5 | 303.0 | 125.0 | 43.0 | 64.0 | 22.7 | 1,348.9 |
| 1994 | 14.8 | 12.3 | 35.6 | 31.0 | 95.0 | 129.5 | 89.0 | 205.0 | 5.0 | 111.5 | 23.5 | 13.1 | 765.3 |
| 1995 | 17.0 | 13.4 | 46.4 | 60.5 | 56.0 | 45.5 | 126.5 | 508.0 | 31.0 | 42.0 | 32.3 | 5.3 | 983.9 |
| 1996 | 18.4 | 5.3 | 100.7 | 28.5 | 62.5 | 385.5 | 264.0 | 97.5 | 29.0 | 80.0 | 66.8 | 25.8 | 1,164.0 |
| 1997 | 14.1 | 55.0 | 32.0 | 49.0 | 238.0 | 226.0 | 378.8 | 402.5 | 46.0 | 9.5 | 162.7 | 50.1 | 1,663.7 |
| 1998 | 22.4 | 28.0 | 23.7 | 173.5 | 103.5 | 256.0 | 311.5 | 894.0 | 180.5 | 54.5 | 33.0 | 4.5 | 2,085.1 |
| 평 균 | 27.3 | 42.7 | 49.8 | 68.2 | 98.1 | 175.7 | 279.1 | 301.1 | 112.2 | 43.4 | 55.4 | 27.5 | 1,280.6 |



<그림 2-4> 월별 강수량 분포도(1989~1998)



<그림 2-5> 연도별 강수량 분포도(1989~1998)

2-4-3 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 알수 있다. 증발산량의 측정방법에는 직접측정에 의한 방법, 이론적 방법, 기후인자와의 상관관계에 의한 방법 등이 있다.

연평균 증발량은 1,096.08mm/년이며(표 2-14), 가뭄이 극심했고 강수량이 적었던 해일수록 평균치 이상의 높은 증발량을 보여주고 있다. 월별 증발량은 1월이 31.18mm/월 최소치를 보이며, 5월의 계기증발량 154.15mm/월 최대치를 나타내고 있다. 또한, 4월부터 8월까지의 하절기 5개월 사이에 평균 136.78mm/월 이상으로 연증발량의 62.4%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), Thorthwaite(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 사용

될 수 없다. Turc 공식은 이를 감안 하였으며 본 조사지역 내 평균기온과 강수량은 보은측후소에서 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) = 1,280.6mm

T (연평균 기온) = 10.7℃

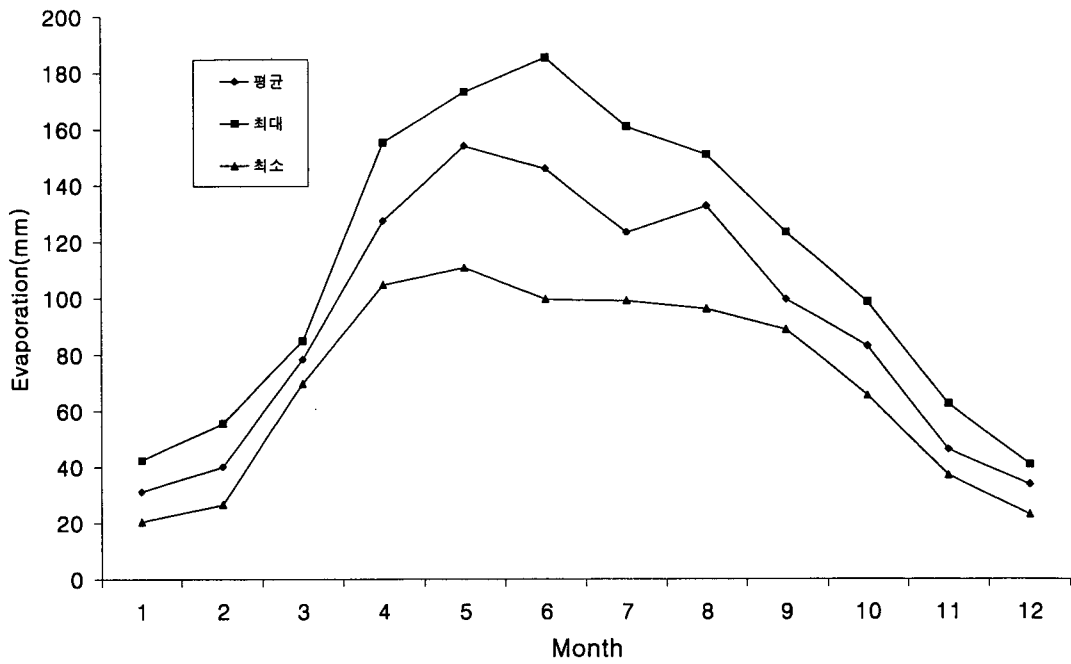
L = 300+25T+0.05T³ = 628.8mm

따라서, 증발산량(ETR) = 570.0mm/년이다.

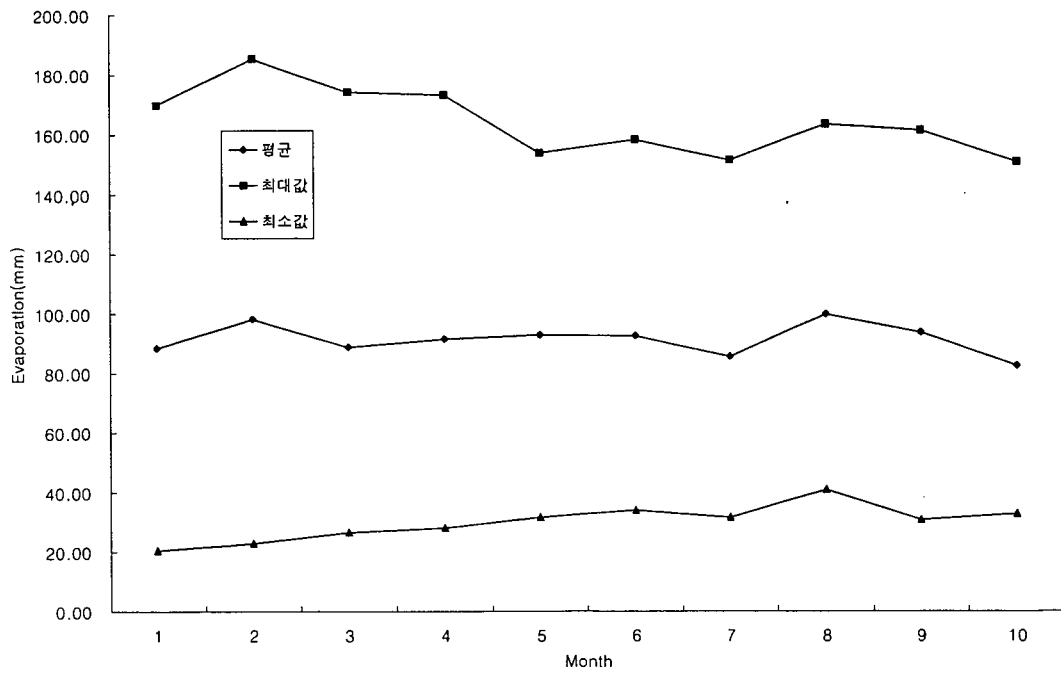
<표 2-14> 연도별, 월별 증발량(1981~1990)

(단위 : mm)

| 년 도 | 1월 | 2월 | 3월 | 4월 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 | 계 |
|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 1981 | 20.5 | 31.5 | 76.5 | 125.9 | 169.9 | 147.5 | 133.5 | 109.5 | 102.4 | 77.9 | 37.1 | 27.4 | 1059.6 |
| 1982 | 26.9 | 32.9 | 81.6 | 136.3 | 151.4 | 185.5 | 160.9 | 120.6 | 123.4 | 96.3 | 39.4 | 23.0 | 1178.2 |
| 1983 | 27.0 | 26.6 | 79.0 | 122.4 | 150.8 | 174.3 | 109.7 | 138.2 | 93.9 | 74.3 | 41.8 | 27.6 | 1065.6 |
| 1984 | 28.1 | 40.0 | 69.6 | 110.4 | 173.3 | 137.5 | 128.5 | 138.9 | 96.3 | 91.5 | 50.7 | 33.0 | 1097.8 |
| 1985 | 31.6 | 40.7 | 80.4 | 118.7 | 153.9 | 143.8 | 141.6 | 149.7 | 93.9 | 75.7 | 45.3 | 38.8 | 1114.1 |
| 1986 | 37.8 | 49.0 | 79.6 | 155.3 | 158.3 | 146.4 | 117.3 | 129.1 | 90.0 | 65.5 | 47.2 | 33.9 | 1109.4 |
| 1987 | 31.5 | 39.9 | 76.9 | 110.1 | 148.1 | 151.5 | 99.2 | 96.2 | 105.2 | 81.4 | 47.2 | 39.4 | 1026.6 |
| 1988 | 42.4 | 55.5 | 77.9 | 139.2 | 163.5 | 145.5 | 113.2 | 149.3 | 108 | 98.7 | 62.5 | 40.9 | 1196.6 |
| 1989 | 30.7 | 50.7 | 84.8 | 152.1 | 161.4 | 129.1 | 116.5 | 144.1 | 88.9 | 80.5 | 43.5 | 40.7 | 1123.0 |
| 1990 | 35.3 | 33.8 | 76.4 | 104.9 | 110.9 | 99.7 | 114.3 | 150.9 | 94.6 | 88.3 | 48.0 | 32.8 | 989.9 |
| 평 균 | 31.18 | 40.06 | 78.27 | 127.53 | 154.15 | 146.08 | 123.47 | 132.65 | 99.66 | 83.01 | 46.27 | 33.75 | 1096.08 |



<그림 2-6> 월별 증발량 분포도(1981~1990)



<그림 2-7> 연도별 증발량 분포도(1989~1998)

3. 수문지질조사

3-1 지형 및 지질

본 조사지역의 지형 및 지질조사는 축적 1:50,000 보은, 청산, 대전, 옥천, 영동 지질도와 1:25,000 옥천, 안남, 회북, 보은 대전, 이원, 심천, 마전, 관기, 지전, 모서 지형도를 이용하였으며 기존의 수맥조사 및 원격탐사 자료를 이용하여 조사지역 전반에 걸쳐 광역적인 조사를 실시하였다.

3-1-1 지형

본 지역은 크게 옥천누층군이 분포되는 지역과 화성암이 분포되는 지역으로 양분된다. 옥천누층군의 분포지역은 험준한 산계를 이루며, 산령은 주로 북북동 북서향하고 있으며 이는 지질구조와 상관성을 가지고 있는 것으로 생각된다. 즉 산령의 방향은 옥천누층군의 F2 습곡축의 방향과 일치된다. 따라서 본 누층군의 생성원인은 지형발달의 원인중 구조의 영향으로 생각된다. F2 습곡축은 isoclinal 하기 때문에 옥천누층군의 암석으로 구성된 산령들은 가파른 산사면과 V자형의 하곡횡단면을 이루며 장년기지형에 해당된다. 금강은 변성퇴적암으로 이루어진 산령을 횡단하면서 남에서 북으로 심히 사행하며 흐른다. 산령을 직각으로 횡단하는 강의 측면은 가파른 절벽을 이룬다. 이러한 지역에서 발견된 단층들의 주방향은 강의 방향과 일치되는 점으로 미루어 단층에 의해 생성된 것이라 생각된다.

화성암지역은 옥천군을 중심으로 분포되는 옥천화강암지역과 그 남부의 반상 흑운모화강암 및 석영반암 분포지역으로 양분하여 설명하고자 한다. 옥천화강암지역은 심한 풍화작용으로 인하여 낮은 구릉을 형성하며 풍화양상은 엽리(exfoliation) 현상을 보이는 곳도 있으나 대부분 입상붕괴현상을 나타낸다. 흑운모화강암은 대체로 저지를 형성하나 석영반암은 고지형을 형성하며 대부분 산정에서 가파른 절벽들을 이루고 있다. 석영반암의 분포방향인 남북방향은 반암의 관입방향과 일치한다.

3-1-2 지질

가. 지질개요

본 조사지역은 옥천누층군의 변성퇴적암류가 분포되며 옥천화강암, 청산화강암, 반상흑운모화강암과 이를 관입한 석영반암 및 반상흑운모화강암의 관입을 받은 경상누층군의 퇴적암이 분포된다.

옥천누층군은 상기 암층중 최고기에 해당되고 옥천누층군과는 상관관계를 알 수 없는 석회암층과 변성사질암층이 각각 분포된다. 본역에 분포되는 옥천누층군을 층별로 세분하면 하부로부터 창리층, 금강석회암, 황강리층, 문주리층으로 세분된다.

각섬석암은 상기 옥천누층군을 관입한다. 관입양상은 변성퇴적암의 층리를 따라 관입하고 있다.

시대미상의 석회암과 변성사질암은 소규모로 분포된다. 이 지층들은 북동향으로 보은도폭을 거쳐 청산도폭으로 연장 분포한다.

쥬라기 화강암류로는 청산화강암, 옥천화강암, 반상흑운모화강암이 있다. 청산화강암은 변성사질암과 창리층을 관입하며 관입부위의 경계가 불명확하고 50~80m 정도의 변질대를 형성한다. 변질대는 반상변정화강편마암상 및 호상편마암상을 나타낸다. 옥천화강암은 옥천읍을 중심으로 분포되며 중립질흑운모화강암으로 타화강암에 비하여 유색광물이 많은 편이며 부분적으로 흑운모가 방향성을 띄우기도 한다.

석영반암을 중심으로 서쪽의 반상흑운모화강암은 서대산유문암에 의하여 부정합으로 피복된다. 본암은 동부의 반상흑운모화강암과 암상이 유사하며 옥천도폭에서는 이들 암석의 시기를 백악기로 확정하였다. 석영반암은 남북으로 횡단하면서 대상분포한다. 절리는 남북방향이 가장 우세하며 항공사진상에 나타나는 선구조의 방향과 일치되는 것으로 보아 남북의 약대를 따라 관입된 것으로 생각된다.

전술한 지층 및 화성암 이외에 소규모로 관입한 암맥류가 도처에 발달되어 있고 제4기에 피복된 충적층이 발달되어 있다.

나. 지질각론

○ 석회암층

본암층은 이질물을 협재하는 조립질의 결정질석회암으로 단층과 습곡작용의 영향으로 넓은 분포를 보인다. 본암은 천매암과 함께 조선계의 대석회암통에 속한

다.

○ 옥천누층군

- 창리층

조사지역의 옥천누층군중 최하위지층으로 금강석회암에 의하여 피복된다. 본층을 편의상 서부, 북부 및 동부 등 3개지역으로 구분하여 설명하면 다음과 같다.

서부지역 : 자모리, 오동리지역은 흑색천매암이 우세하며 상부에 금강석회암이 피복된다. 당화리, 상지리지역에서는 흑색점판암이 우세하며 1매의 석회암과 3매의 함탄대를 협재한다.

북부지역 : 마성산 일대에 분포되며 N40E~EW 주향을 가지며 흑색천매암 및 흑색점판암으로 구성된다. 상부에 금강석회암이 피복되며 1매의 함탄대를 협재한다.

동부지역 : 가장 넓게 분포된다. 지수리, 지양리로부터 금강유원지까지는 남북방향의 분포를 나타내나 유원지부근에서 남동동방향으로 습곡되어 영동도폭으로 연장된다. 암종은 흑색천매암, 흑색점판암, 녹색암 그리고 소규모의 석회암이 협재된다. 녹색암은 각섬편암 및 녹니석각섬편암상을 띤다.

- 금강석회암

본층은 창리층 상부에 황강리층 하부에 놓이며 대부분 2~4m의 층후를 갖는다. 본층은 유백색의 석회암으로 중립결정질석회암이다. 부분적으로는(금점일대) 화강암에 의한 변성작용으로 규화되어 있으며, 본층의 구성광물은 대부분 방해석으로 이루어졌고 가끔 둥근 형태의 석영립이 방해석의 입간에 산재되어 있기도 한다.

- 황강리층

본층은 석회질이질암이 광역변성작용을 받은 변성역질암으로 기질이 석회질인 것과 사질 및 천매암질인 암으로 대별된다. 본층은 옥천화강암을 중심으로 서부와 동부에 분포되는데 전자는 기질이 석회질이 우세하고 후자는 주로 사질 및 천매암질이 우세하다.

- 문주리층

본층은 회색내지 암록색의 천매암과 운모편암이 주 구성암석이며 부분적으로는 흑색을 띄는 천매암도 있다. 본층은 옥천읍을 중심으로 서부에서는 N15~30E, 북부에서는 N50~80E, 북동부에서는 NS, 동남부에서는 N30~70W 등의 상이한 주향을 나타낸다. 특히 옥천읍 동부지역에서는 등사습곡 등의 습곡구조가 잘 확인된다.

○ 각섬석암

본암은 대부분의 경우 창리층의 편리를 따라 관입하였으며 입자가 조립이고, 주 구성광물이 각섬석암과 사장석만으로 이루어지는 점, 그리고 방향성이 확인되지 않고 괴상인 점 등으로 창리층 중 불순한 석회암 내지 중성염기성 화산암 기원의 녹색암과 쉽게 식별될 수 있다. 주구성광물은 각섬석암과 사장석이며 녹니석, 휘석, 자철석, 녹염석 층이 수반된다.

○ 변성사질암층

본층은 조선계층군의 석회암층과 단층으로 접하고 청산화강암에 의하여 관입받았다. 본층의 구성암석은 규암, 석영편암, 변성사암, 흑색 셰일이며 수매의 함탄대와 박층의 석회암을 협재한다.

○ 쥬라기 화강암류

- 청산화강암

본암은 변성사질암과 옥천누층군의 창리층을 관입하고 있다. K 장석을 반정으로 갖는 반상흑운모화강암으로 흑운모가 집적되어 방향성있게 배열된다. 이화강암은 이대성에 의하면 쥬라기초에 일어난 광역변성작용과 때를 같이한 syntectonic에 의한 산물이라 하였다.

- 옥천화강암

본암은 옥천읍을 중심으로 분포된다. 중립질의 흑운모 화강암으로 주변의 옥천누층군을 관입하였고 동부 및 서부에서는 석영반암의 관입을 받았다. 옥천누층군은 본암에 의하여 상당한 접촉변성작용을 받아 황강리층의 경우 관입연변부는

거의 규화되어 석회규산염화 되었고 문주리층의 연변부도 변성작용의 산물로 보이는 andalusite, cordierite 등의 광물이 점상으로 나타난다. 본암의 K-Ar법에 의한 연대측정결과 163Ma로 주라기초의 관입암으로 나타났다.

- 반상흑운모화강암

본암은 금산군 추부면일대와 옥천군 군북면일대에 분포된다. 본암은 옥천층군의 흑색점판암을 관입하고 석영반암의 관입을 받았으며 서대산유문암에 의해 피복된다.

- 백악기 화강암류

- 반상흑운모화강암

본암은 옥천군 이원면에 분포하며 옥천누층군의 문주리층을 관입하였고 백악기말에 석영반암에 의하여 관입받았다. 본암은 주라기 반상흑운모화강암과 비슷한 암상이나 관입시기가 다를 뿐이다. 즉 주라기 화강암은 백악기 분출암에 의해 피복된 반면, 본암은 백악기 퇴적암을 관입하고 있다.

- 석영반암

본암은 옥천누층군의 변성퇴적암류, 주라기 흑운모화강암, 옥천화강암을 관입하면서 NS 방향으로 분포한다. 본암의 절리는 N10W~N10E 방향이 가장 우세하다.

- 암맥류

- 산성암맥

규장암석영맥, 석영반암맥 등이며 규장암 석영반암맥은 주로 도폭 남쪽의 흑운모화강암에 많이 관입을 하고 있다. 석영 맥은 주로 옥천누층군의 하부 층인 창리층 내에 1m 내외의 폭으로 관입 한다.

- 염기성암맥

이 암맥은 흑운모 화강암지역에 수매 발견되며 암종은 lamprophyre이다.

○ 충적층

현생퇴적층인 본층은 대소하천의 연변부를 따라 분포 발달된다. 변성퇴적암의 분포지에서는 소규모의 분포를 나타내나 화강암지대에서는 화강암의 풍화로 말미암아 생성된 모래와 점토 등으로 비교적 넓게 퇴적되어 있다. 특히 심한 풍화작용을 보이는 옥천화강암지대와 심천부근의 흑운모화강암지대는 넓은 충적층이 쌓여 있다.

3-2 물리탐사

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

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

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

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

본 조사지구 일원에서 실시한 2차 탐사는 수문지질도의 작성을 위하여 전기비저항 쌍극자 탐사를 수행하였다. 이는 평야부에 대한 전반적인 심부 구조대의 존재확인을 위하여 전기측선을 연장설정하여 500m에 걸쳐서 전극간격을 25m로 하여 가탐심도를 최대 100m까지 가능하도록 하였다. 조사량은 15측선으로 약 7.5km에 달한다.

3-2-1 원격탐사

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

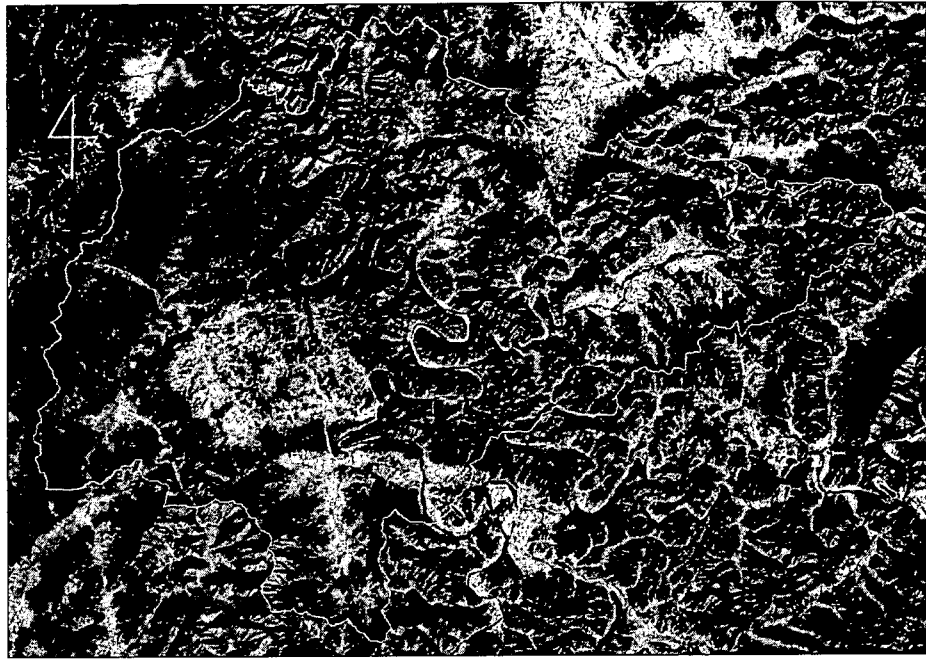
본 연구에서는 지상탐사위성인 LANDSAT MSS, LANDSAT TM, SPOT중 가장 정밀한 해상도를 가진(1pixel=20×20m) SPOT 위성에서 얻어진 위성영상 자료를 이용하였다.

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

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

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

선구조(Lineament)란 지표에 나타난 지형적 광역규모의 선형구조로서 암종의 차이, 암상변화 및 지질구조적인 현상을 반영한다고 할 수 있다. 지질구조선과 관련된 선구조선은 약선대이기 때문에 암반지하수 통로 역할을 할 수 있는 가능성이 많아 지하수부존과 매우 밀접한 관련이 있으며, 실제로 선구조가 발달된 지역에서 착정할 경우 지하수 산출율이 높다. <그림 3-2>는 조사지역의 위성영상자료로서 수평, 수직방향으로 필터링된 영상이며, <그림 3-3>는 그 영상을 해석한 후 추출한 선구조를 나타내었다.



<그림 3-2> 옥천군 위성영상자료



<그림 3-3> 옥천군 선구조

3-2-2 전기비저항 탐사

전기비저항 탐사는 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 의한 발생된 전위분포를 측정함으로써 지하의 전기비저항치의 변화양상을 탐지 및 해석하여 지하의 지질구조(파쇄대, 단층, 지질구조대 등), 광상, 지하수, 지열지대의 부존여부 및 부존양상을 탐사하는 것이다.

전기비저항(電氣比抵抗:Electric resistivity)은 어떤 물체의 전위경도(Potential gradient)와 전류밀도(Current density)의 비(比)로서 그 단위는 $\Omega \cdot m$ 로 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 점에서 매우 과학적이라 할 수 있겠다. 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.

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

이번 탐사에서는 쌍극자배열법을 활용하였다.

가. 쌍극자배열 전기비저항 탐사(Dipole-Dipole Method)

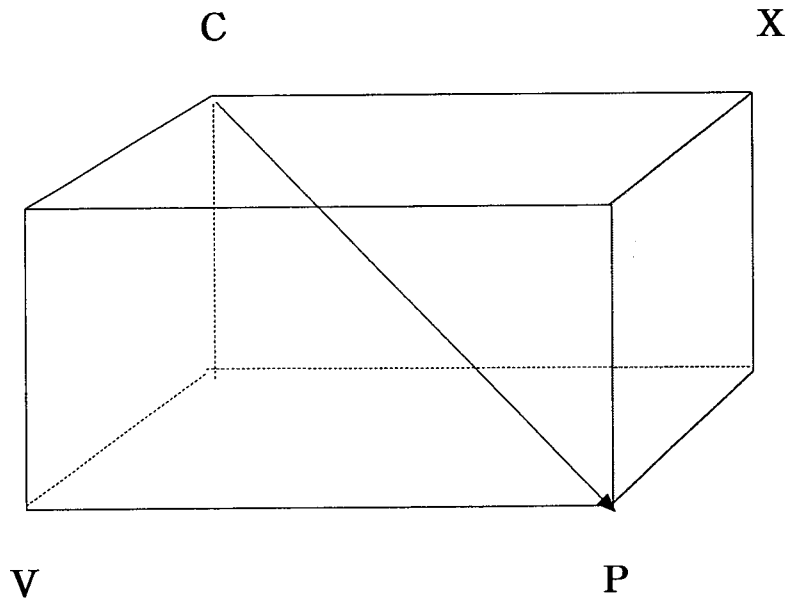
도선의 전기저항 R길이 L에 비례하고 단면적 A에 반비례한다. 즉,

$$R = \rho \frac{L}{A} \text{ 이다.}$$

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

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

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



<그림 3-4> 점진원에 의한 전위

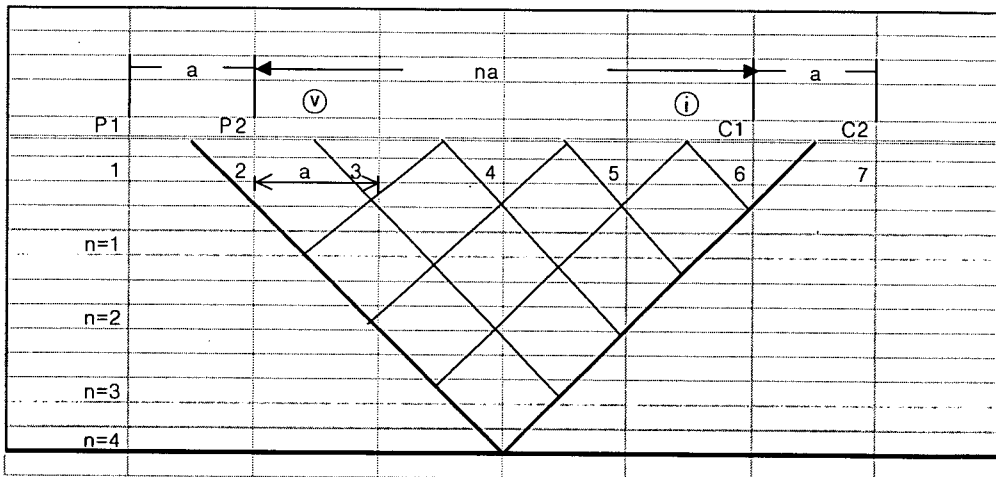
∴ <그림. 3-4>에서와 같이 지중의 일점 C에 아주 낮은 주파수를 갖는 강한 점전류 I(amp.)를 보낼 때, 지중의 임의의 점 P에서의 전위 V(volt)는 다음과 같다.

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

여기서, $r = X^2 + Y^2 + Z^2$ 이다.

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

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



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

<그림 3-5> 쌍극자 탐사 축선 배열 방법

<그림 3-5>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 전위 차로 나타나며, 다음과 같다.

$$V_{P1} = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1} \right)$$

$$V_{P2} = \frac{\rho I}{2\pi} \left(-\frac{1}{C_1 P_2} - \frac{1}{C_2 P_2} \right)$$

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

$$V = V_{P1} - V_{P2} = \frac{\rho I}{2\pi} \left(-\frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1} - \frac{1}{C_1 P_2} + \frac{1}{C_2 P_2} \right)$$

이것을 비저항의 식 ρ 로 풀어쓰면 다음과 같다.

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

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

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

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

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

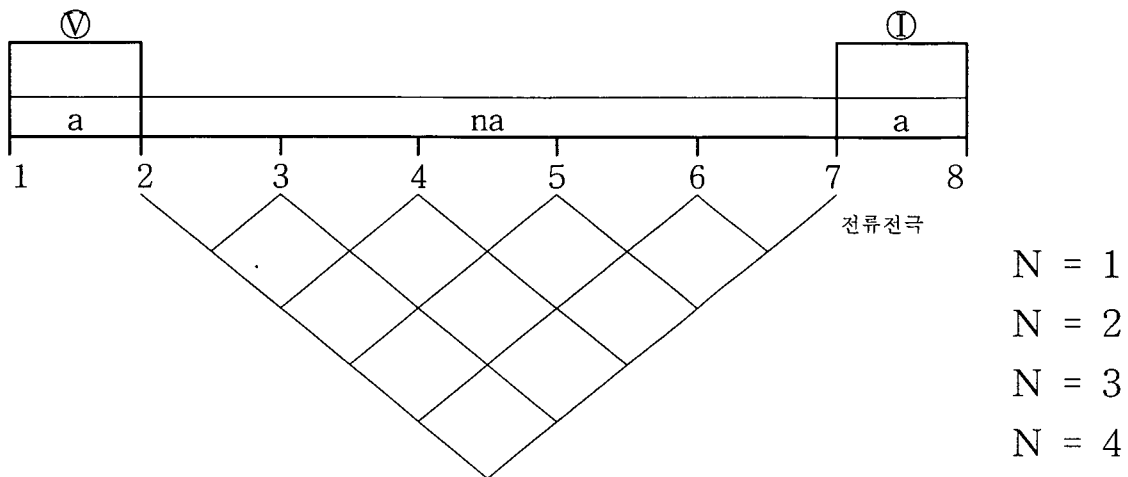
또한, 쌍극자배열에 의한 겉보기비저항(Apparent Resistivity)은 다음과 같다.

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

쌍극자 비저항탐사는 <그림 3-5>와 같이 전류 및 전위전극 간격 a 를 탐사목적 및 정밀도 등을 고려하여 결정하고, a , $2a$, $3a$, ..., na 간격으로 단계적으로 이동하면서 전위차를 측정하여 겉보기 비저항치를 계산한다.

야외탐사 결과치는 <그림 3-6>과 같이 전위전극 중심과 전류전극의 중심을 연결

하는 선을 밑변으로 하는 직각이등변 삼각형의 꼭지점에 겹보기 비저항치를 기입하여 수평 및 수직적 변화를 탐지할 수 있다. 이와 같은 쌍극자배열 탐사결과^{*)} 획득된 겹보기 비저항도면을 가단면도(pseudo-Section) 라고한다.



<그림 3-6> 전기비저항탐사(쌍극자탐사)가단면도 모식도

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

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

점이 아닌 측선상의 하부에 2차원적인 비저항분포를 파악할 수 있다.

또한, 수직탐사는 각 측점사이의 국부적인 이상대가 존재할 경우 이를 놓칠 우려가 많으나, 쌍극자 배열 탐사는 연속적인 2차원 탐사이므로 이러한 가능성이 상대적으로 낮다고 할 수 있을 것이다. 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 계산할 수 있는 컴퓨터에 의한 수치 모델링방법 및 역산법(numerical inversion)을 이용하였다.

이번 탐사에 적용한 쌍극자배열법(雙極子排列法 : Dipole-Dipole Array)은 한 쌍의 전류전극과 다른 한쌍의 전위전극 간격 a 를 25m로 하고 측정 간격을 25m, 50m, 75m, 100, . . .으로 25m씩 단계적으로 이동하면서 각 측점에서의 전위차를 측정하여 겉보기비저항치(外見比抵抗値 : Apparent resistivity)를 구하고, 측정간격이 멀어지면 탐사깊이도 깊어지므로, 한 측선을 전개해 나가면 외견비저항의 2차원단면을 얻게 되고, 단면상에서 등비저항곡선을 작성하여 전기비저항 분포이상대(異狀帶 : Anomaly zone)를 파악하였다.

측선의 길이는 현장여건에 따라 조정하였으며, $n=10$ 을 택하여 가탐심도를 100m이상 되게 하였다. 측선별 내용 및 역산법에 의한 분석내용은 <표 3-1>과 같다. 전체적으로 RMS ERROR가 높은 것은 탐사방법보다는 탐사장소에 문제가 있는 것으로 짐작된다. 예를 들면, 각 측점들은 조사지역내 평야부에서 실측하였지만 비닐하우스 경작으로 논두렁 및 길 가장자리에서 탐사할 수 밖에 없었으며, 일부 도로변에서의 탐사시의 접지 불량으로 인한 것이다.

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

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

2차원 비저항단면 구조도는 각 측선별 현장자료를 입력자료로하여 유한차분법 모델링(FDM modeling)과 평활한 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 입력자료로하여 수행한 자동역산의 결과가 진비저항 분포를 갖는 각 측선의 2차원적 지하모형이 현장자료에 대한 유일해(Unique solution)는 아니라도 수학적으로 안정적인 해(Stable solution)가 될 수 있음을 의미한다.

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

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

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

<표 3-1> 쌍극자 탐사 측선별 총괄표

| NO | 위 치 | 측선방향 | 길이 | 겉보기저항 | | RMS ERROR |
|--------|--------|------|---------|-------|-------|--------------|
| | | | | 최소치 | 최대치 | |
| E - 1 | 이원면윤정리 | 500m | NW - SE | 122 | 1275 | 0.134174 |
| E - 2 | 이원면수목리 | 500m | SW - NE | 31.6 | 2073 | 0.321392 |
| E - 3 | 청성면산계리 | 500m | E - W | 150 | 10028 | 0.251446 |
| E - 4 | 안남면대안리 | 500m | N - S | 123 | 1534 | 0.0648588 |
| E - 5 | 안남면오덕리 | 500m | W - E | 111 | 701 | 0.113839 |
| E - 6 | 안남면도덕리 | 500m | SE - NW | 20.2 | 1074 | 0.236966 |
| E - 7 | 청산면지전리 | 500m | SW - NE | 130 | 4057 | 0.119969 |
| E - 8 | 심천면원동리 | 500m | W - E | 8.2 | 2021 | 0.35939 |
| E - 9 | 군서면사정리 | 500m | NE - SW | 32.9 | 1391 | 0.347657 |
| E - 10 | 군서면상중리 | 500m | NE - SW | 153 | 3776 | 0.154567 |
| E - 11 | 동이면평산리 | 500m | W - E | 57.9 | 3398 | 0.408862 |
| E - 12 | 동이면삼동리 | 500m | NW - SE | 97.5 | 712 | 0.0895998 |
| E - 13 | 동이면삼청리 | 500m | N - S | 158 | 2830 | 0.147942 |
| E - 14 | 동이면세산리 | 500m | W - E | 18.8 | 2620 | 0.427278 |
| E - 15 | 동이면대천리 | 500m | N - S | 113 | 3432 | 0.348827 |

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

○E-1 측선

E-1 측선은 옥천군 이원면 윤정리 지역에서 북서-남동 방향으로 설치하고 측정하였다. E-1측선 결과 측선 남측 방향의 하부에 고비저항대가 형성되어 측점 6 하부 80m~100m 부근에 저비저항대가 분포하여 지하수 부존 가능성이 있다.

○E-2 측선

E-2 측선은 옥천군 이원면 수묵리 지역에서 남서-북동 방향으로 설치하고 측정하였다. E-2 측선결과 측점 8에서 시작하여 측점 15로 이어지는 저비저항의 연장성이 양호하므로 지하수 부존 가능성이 있다.

○E-3 측선

E-3 측선은 옥천군 청성면 산계리 지역에서 동-서 방향으로 설치하고 측정하였다. E-3 측선 결과 측점 8에서 측점 12의 하부로 연장되는 지질구조대 또는 균열대의 징후가 보이나 규모가 작고 전기비저항치가 상대적으로 높아 지하수 부존 가능성은 없다.

○E-4 측선

E-4 측선은 옥천군 안남면 대안리 지역에서 북-남 방향으로 설치하고 측정하였다. E-4 측선 결과 전체적으로 고비저항대가 형성되어 지하수 부존 가능성은 없다.

○E-5 측선

E-5 측선은 옥천군 안남면 오덕리 지역에서 서-동 방향으로 설치하고 측정하였다. E-5 측선 결과 측점 6~7 사이 및 측점 16 하부에 저비저항대가 형성되어 지하수 부존 가능성이 높다. 추후 정밀 탐사가 요구된다.

○E-6측선

E-6 측선은 옥천군 안남면 도덕리 지역에서 남동-북서 방향으로 설치하고 측정하였다. E-6 측선 결과 측선 남측의 상부에 불규칙하게 고비저항대가 분포하며 측선 9에서 시작된 저비저항의 연장성이 측점 4 하부에까지 연결되어 지하수 부

존 가능성이 있다.

○E-7 측선

E-7 측선은 옥천군 청산면 지전리 지역에서 남서-북동 방향으로 보청천변 경작지를 대상으로 설치하고 측정하였다. E-7 측선 결과 전체적으로 고비저항대를 형성하고 있어 다량의 지하수 부존은 기대할 수 없으나 지표의 저비저항대가 분포하고 있어 지표수는 측점 8~9 사이 및 측점 13~15 사이에 부존이 예상된다.

○E-8 측선

E-8 측선은 옥천군 심천면 원동리 지역에서 서-동 방향으로 설치하고 측정하였다. E-8 측선결과 전체적으로 고비저항대가 형성되어 지하수 부존 가능성이 적으나 측점 12~13 사이의 하부에 분포하는 저비저항대에는 소규모의 지표수 부존 가능성이 있다.

○E-9 측선

E-9 측선은 옥천군 군서면 사정리 지역에서 북동-남서 방향으로 설치하여 측정하였다. E-9 측선결과 소규모의 저비저항대가 부분적으로 분포하여 소규모 지표수 부존의 가능성이 보인다.

○E-10 측선

E-10 측선은 옥천군 군서면 상중리 지역에서 북동-남서 방향으로 설치하여 측정하였다. E-10 측선 결과 소규모의 저비저항대가 부분적으로 분포하여 소규모 지표수 부존의 가능성이 보이며 전체적으로 고비저항대가 형성되어 있어 양호한 지하수 부존 가능성은 없다.

○E-11 측선

E-11 측선은 옥천군 동이면 평산리 지역에서 서-동 방향으로 설치하여 측정하였다. E-11 측선 결과 측점 13~14 사이 하부 약 70m~100m 부근에서 저비저항대가 형성되어 있어 양호한 지하수 부존 가능성이 높다.

○E-12 측선

E-12 측선은 옥천군 동이면 삼동리 지역에서 북서-남동 방향으로 설치하여 측정하였다. E-12 측선 결과 전체적으로 고비저항대가 분포하여 지하수 부존 가능성이 미약하다.

○E-13 측선

E-13 측선은 옥천군 동이면 삼청리 지역에서 북-남 방향으로 설치하고 측정하였다. E-13 측선 결과 전체적으로 고비저항대가 분포하여 지하수 부존 가능성이 미약하다.

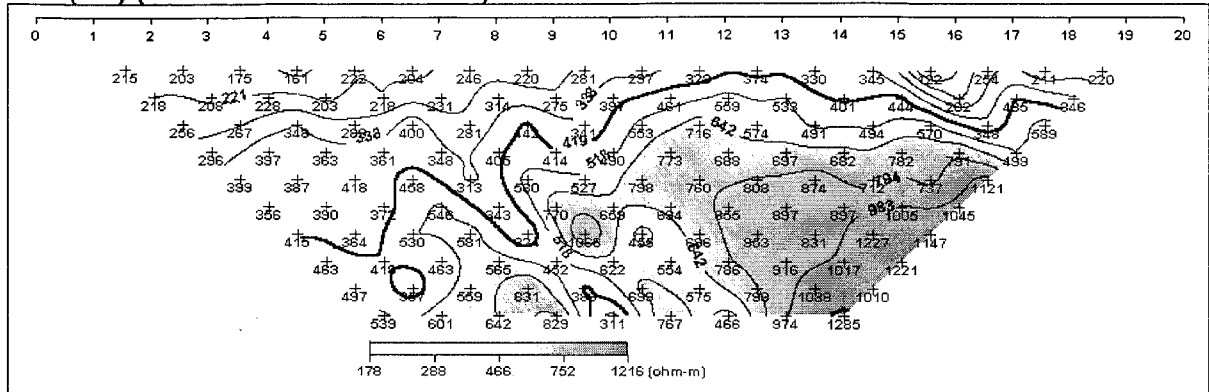
○E-14 측선

E-14 측선은 옥천군 동이면 세산리 지역에서 서-동 지역으로 설치하고 측정하였다. E-14 측선 결과 전체적으로 고비저항대가 분포하나 부분적으로 저비저항대가 형성되어 측점 4 하부 및 측점 11 과 12 사이의 하부에서 소규모의 지하수 부존 가능성이 있다.

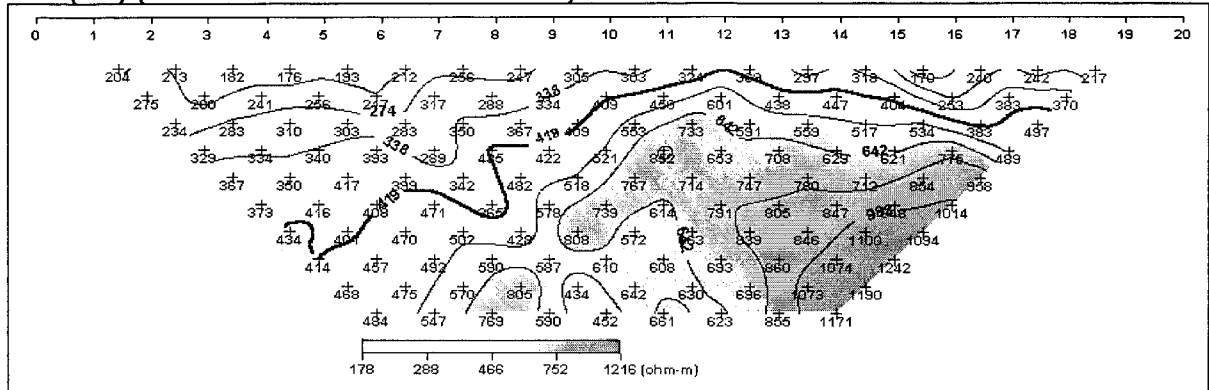
○E-15측선

E-15 측선은 옥천군 동이면 대천리 지역에서 북-남 방향으로 설치하고 측정하였다. E-15 측선 결과 측점 16과 17 사이 하부 약 90m~100m 부근에 저비저항대가 분포하고 있어 지하수 부존 가능성이 있다. 또한 측점 6과 7 사이 하부의 10-20m 지점에도 저비저항대가 형성되어 있어 지표수의 부존 가능성이 높다.

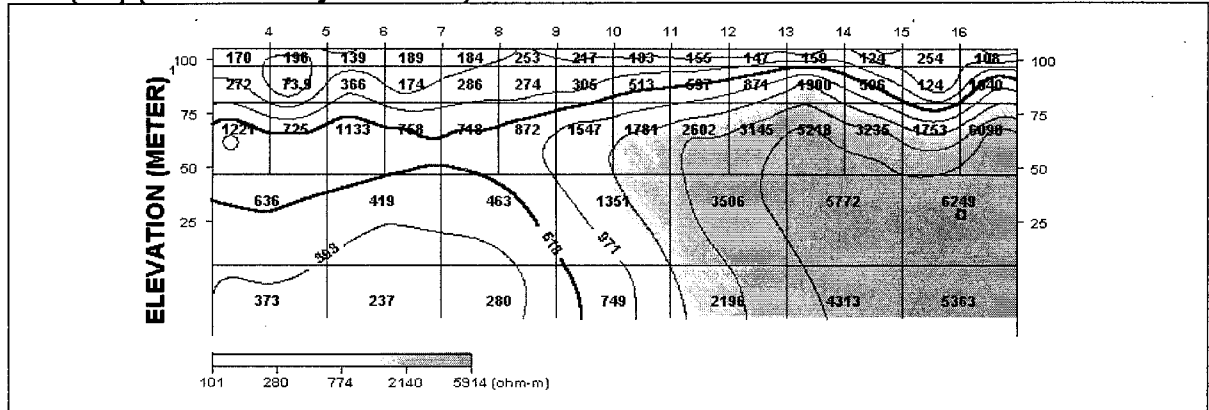
옥천 (E-1) (Field Data Pseudosection)



옥천 (E-1) (Theoretical Data Pseudosection)



옥천 (E-1) (2-D Resistivity Structure)



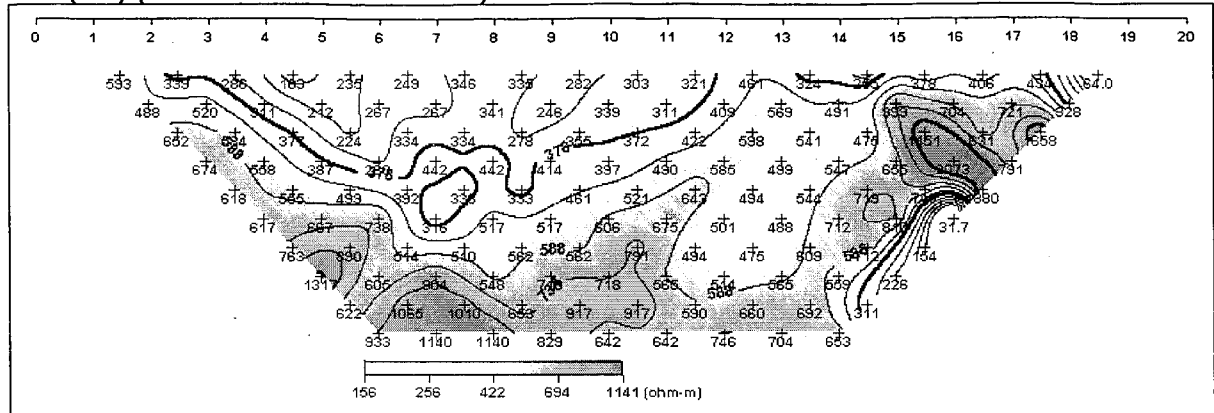
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

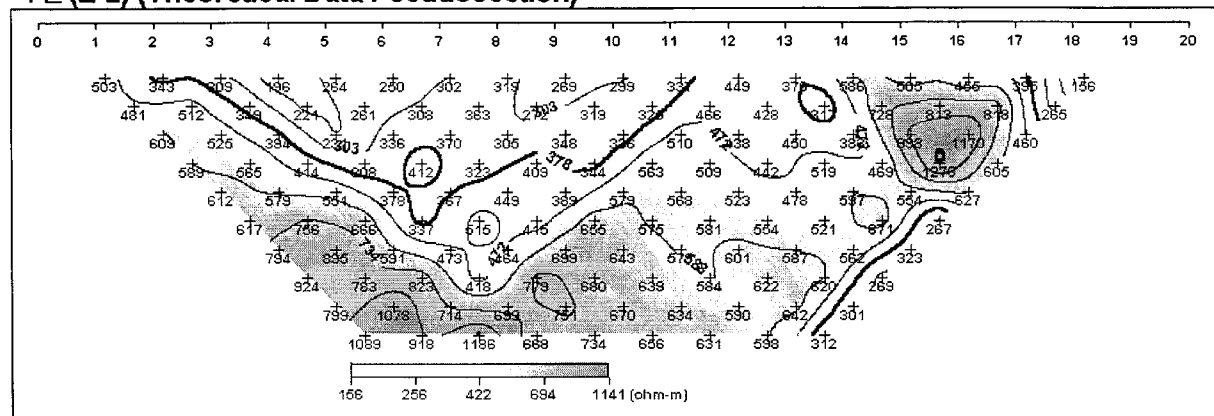
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-7> 측선 E-1 쌍극자 탐사 결과도

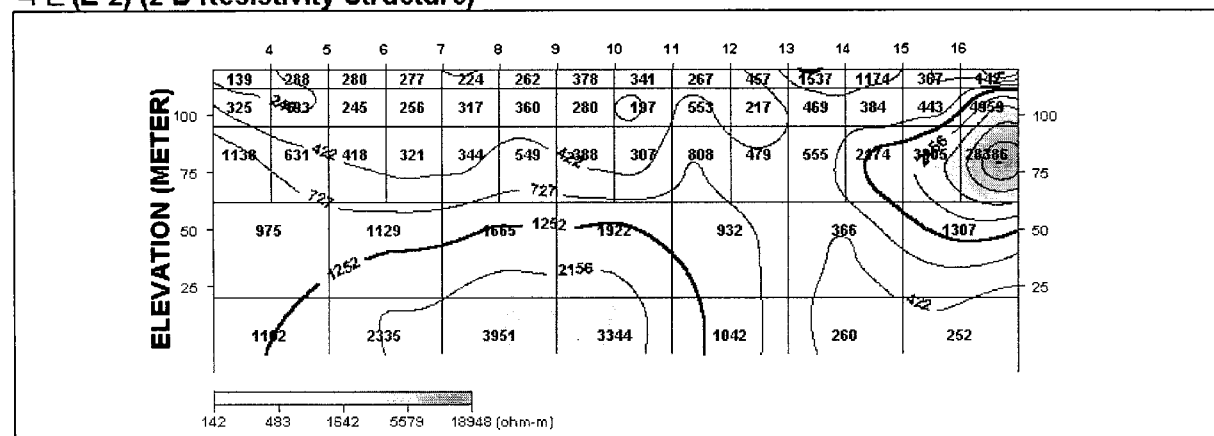
옥천 (E-2) (Field Data Pseudosection)



옥천 (E-2) (Theoretical Data Pseudosection)

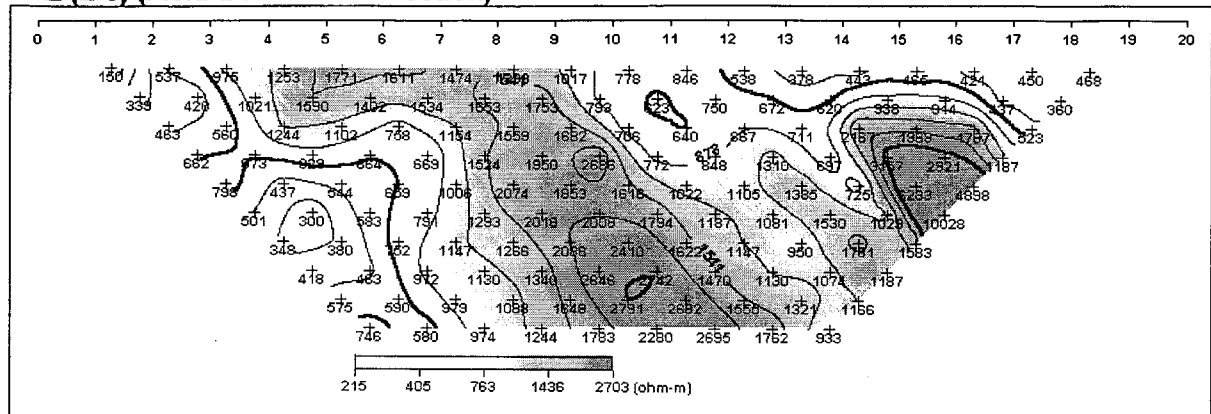


옥천 (E-2) (2-D Resistivity Structure)

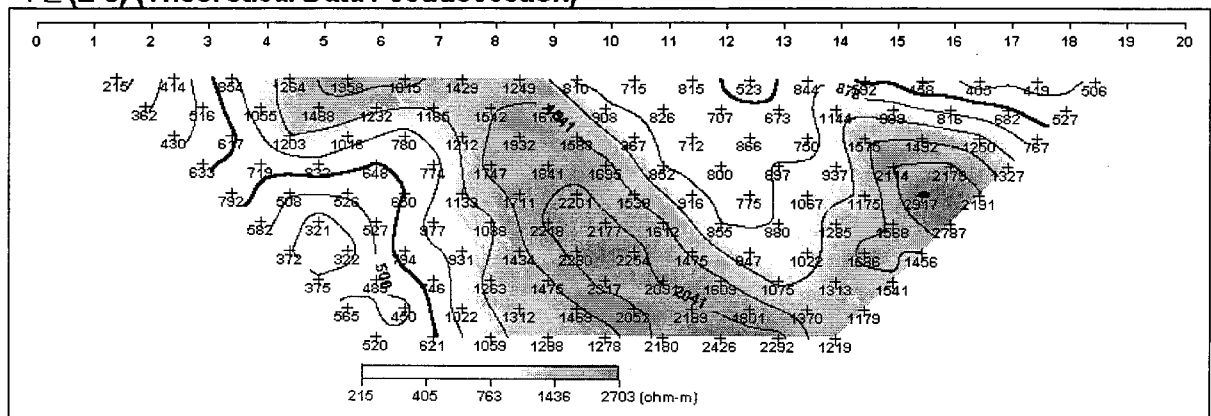


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-8> 측선 E-2 쌍극자 탐사 결과도

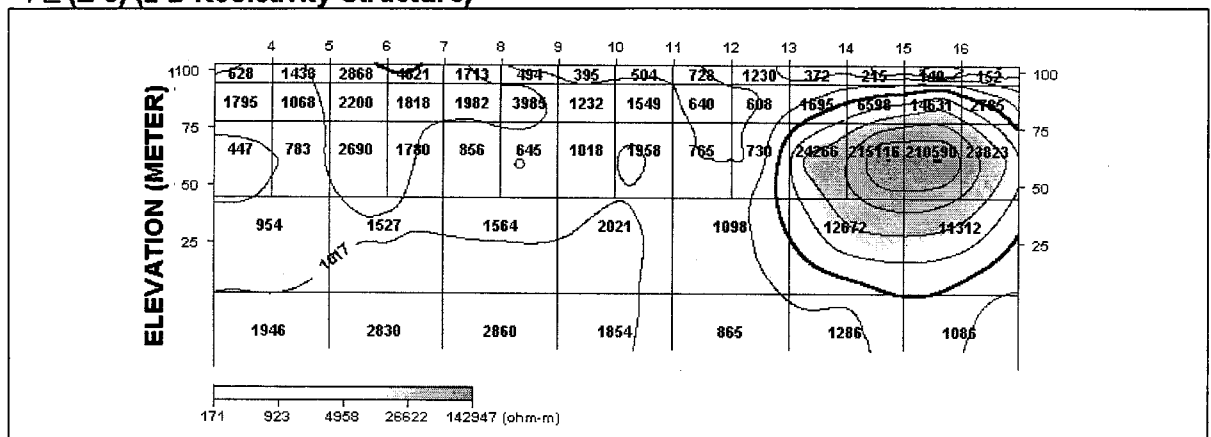
옥천 (E-3) (Field Data Pseudosection)



옥천 (E-3) (Theoretical Data Pseudosection)



옥천 (E-3) (2-D Resistivity Structure)



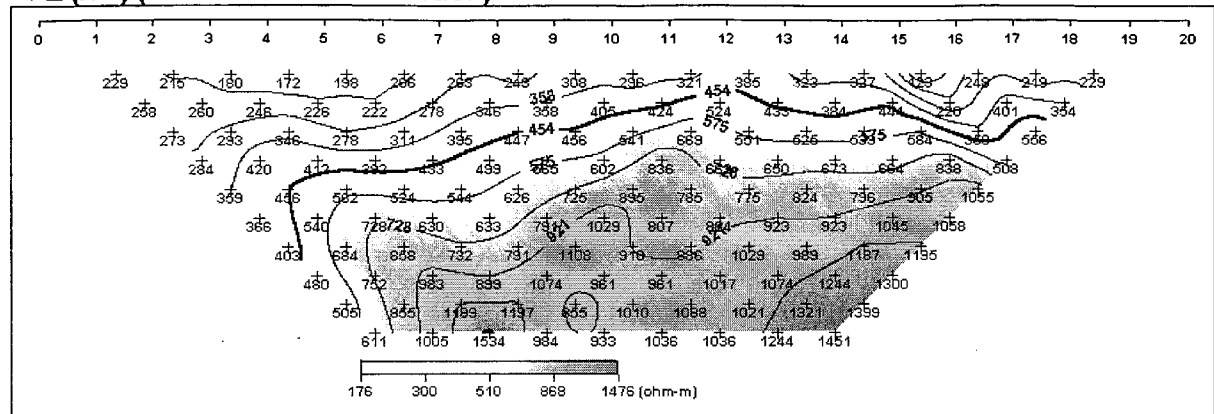
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

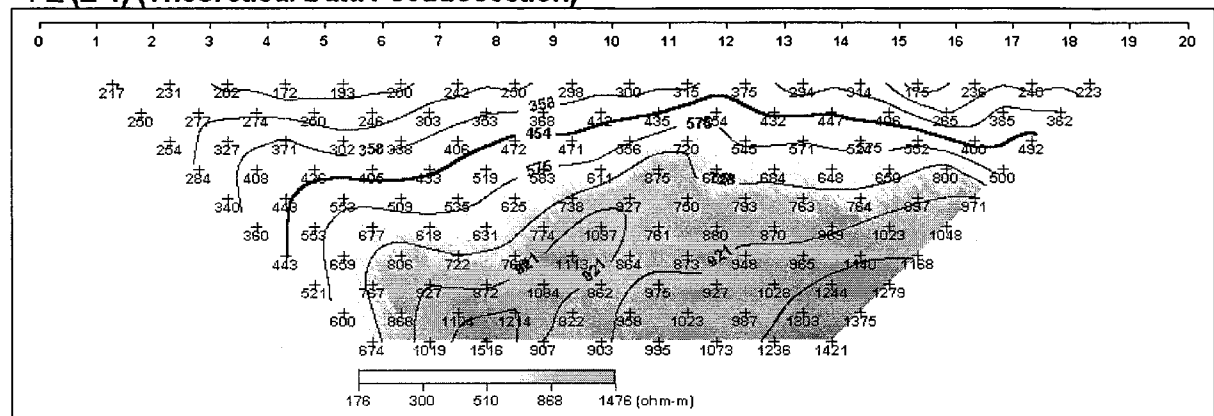
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-9> 축선 E-3 쌍극자 탐사 결과도

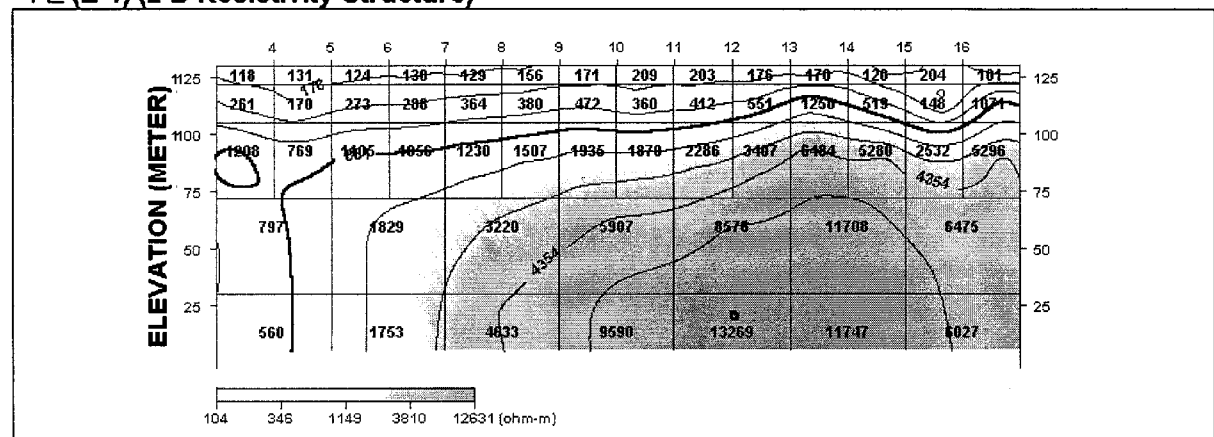
옥천 (E-4) (Field Data Pseudosection)



옥천 (E-4) (Theoretical Data Pseudosection)



옥천 (E-4) (2-D Resistivity Structure)



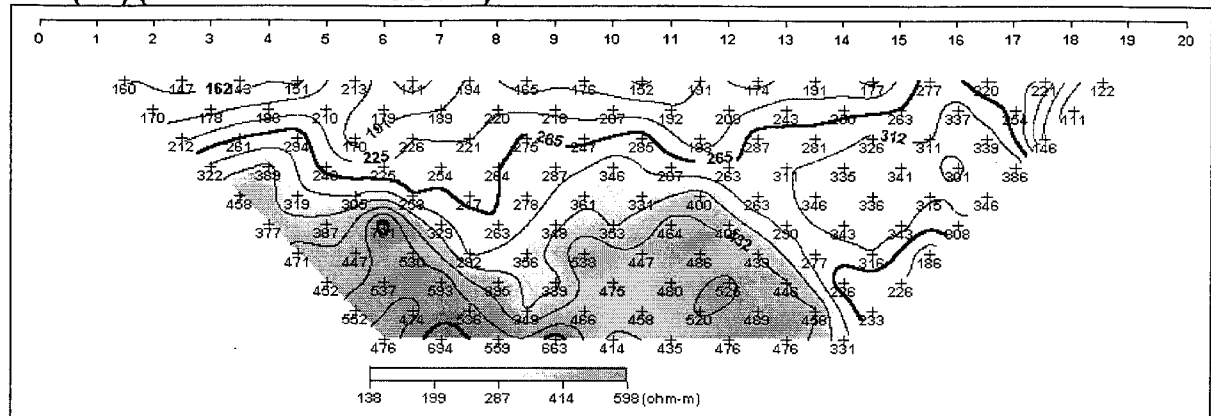
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

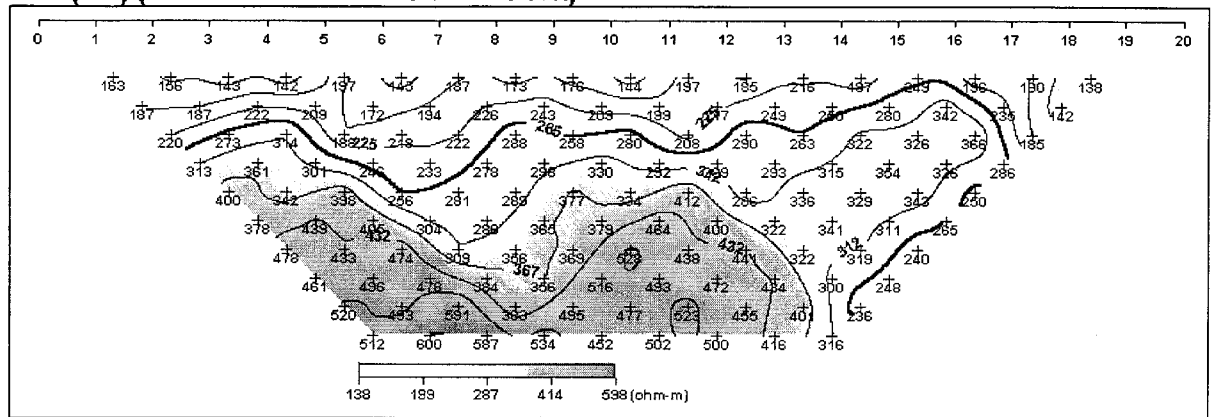
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-10> 축선 E-4 쌍극자 탐사 결과도

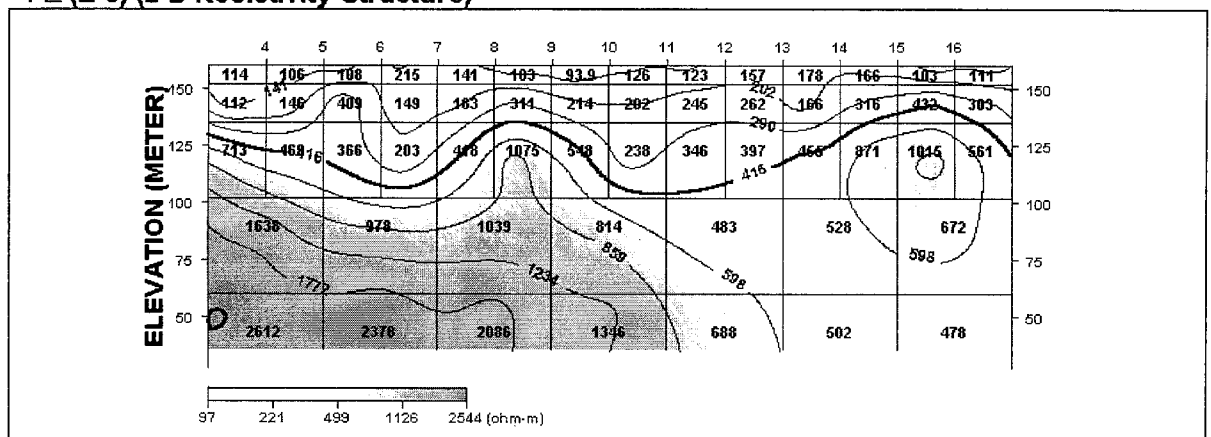
옥천 (E-5) (Field Data Pseudosection)



옥천 (E-5) (Theoretical Data Pseudosection)



옥천 (E-5) (2-D Resistivity Structure)



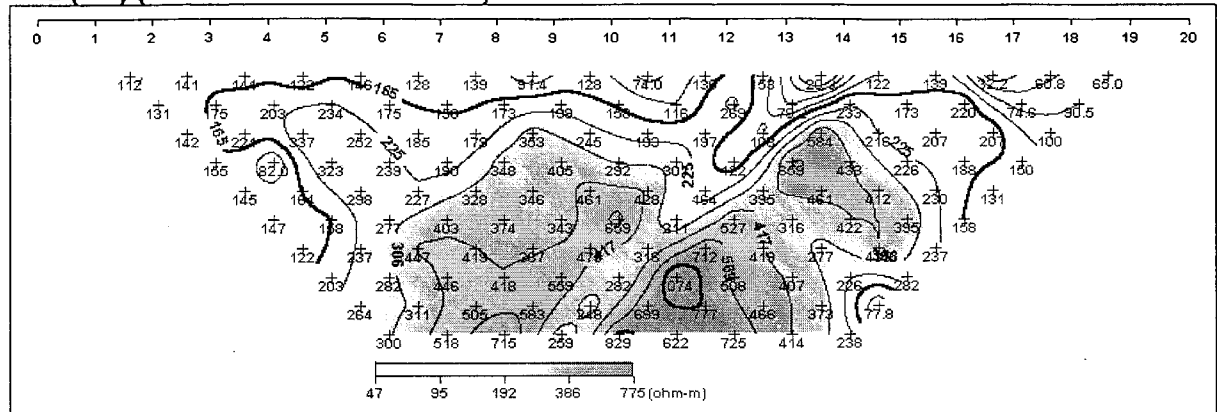
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

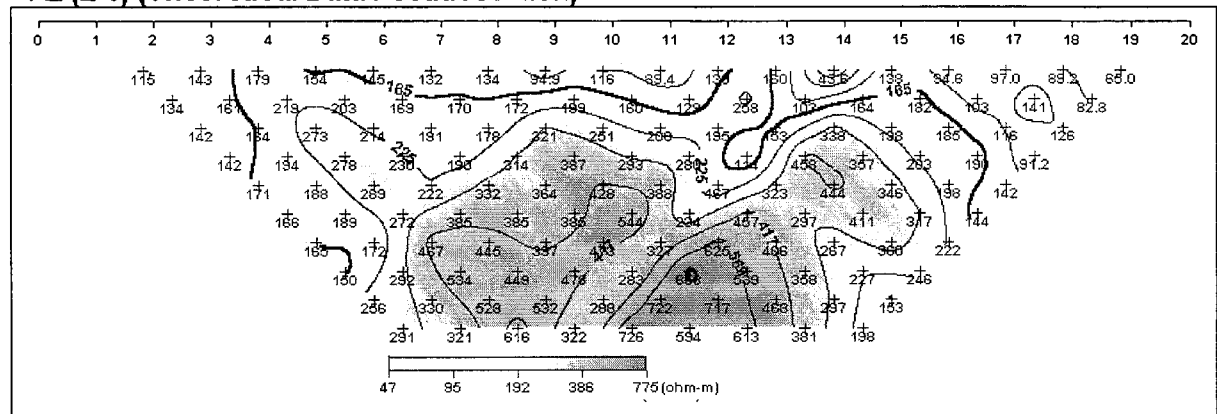
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-11> 축선 E-5 쌍극자 탐사 결과도

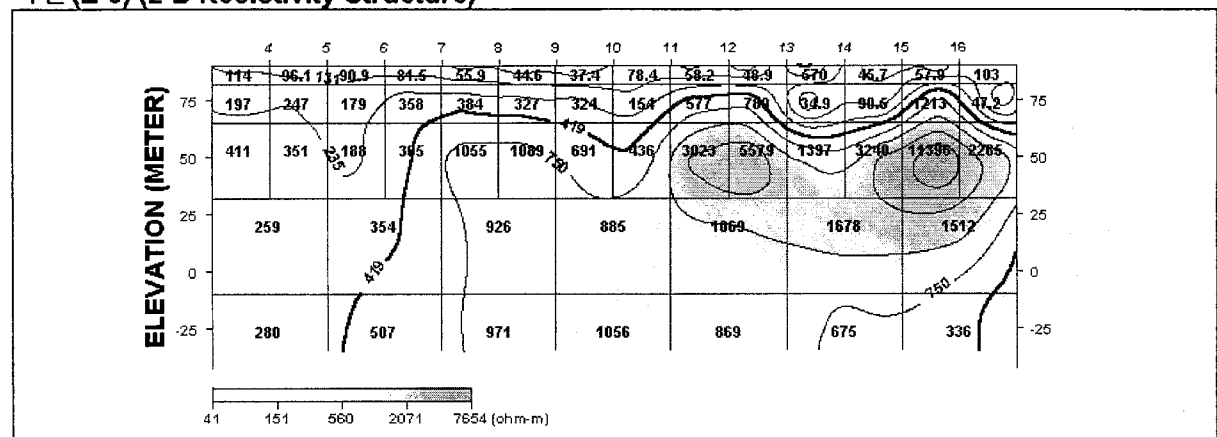
옥천 (E-6) (Field Data Pseudosection)



옥천 (E-6) (Theoretical Data Pseudosection)



옥천 (E-6) (2-D Resistivity Structure)



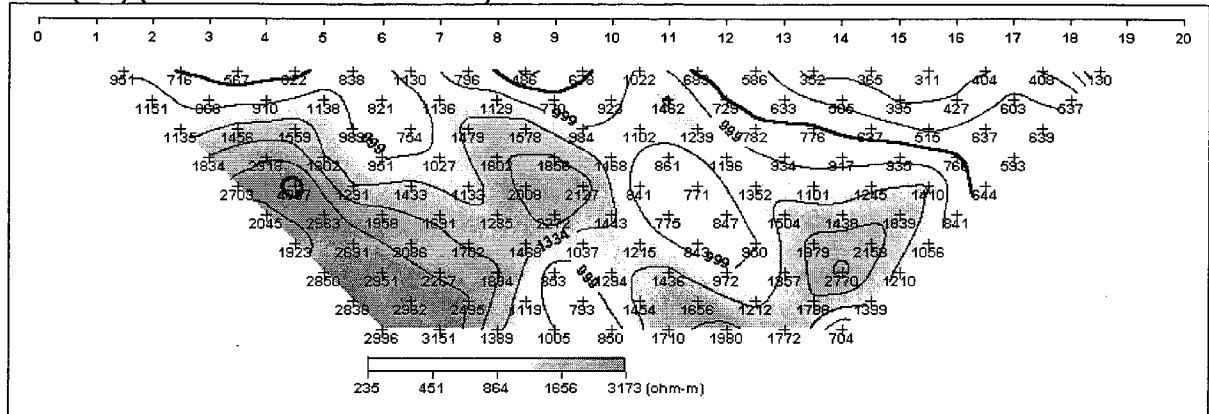
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

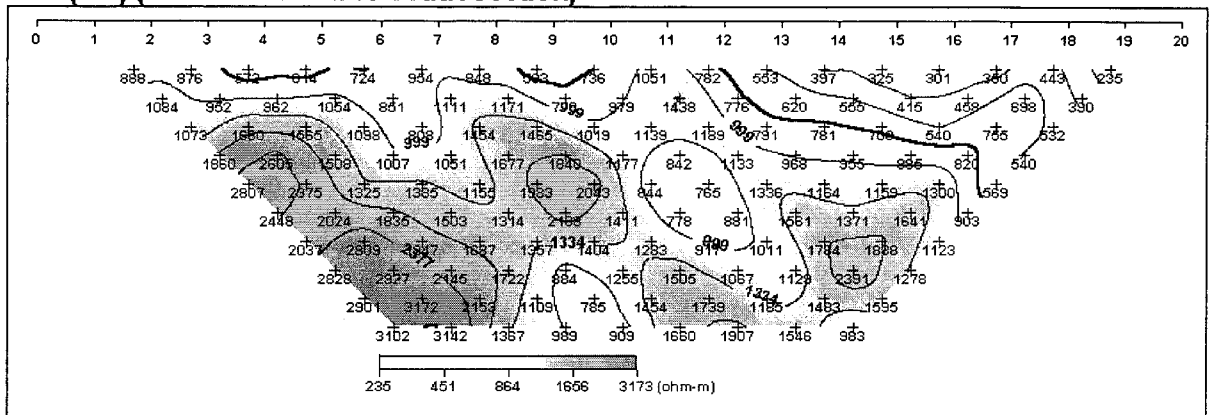
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-12> 축선 E-6 쌍극자 탐사 결과도

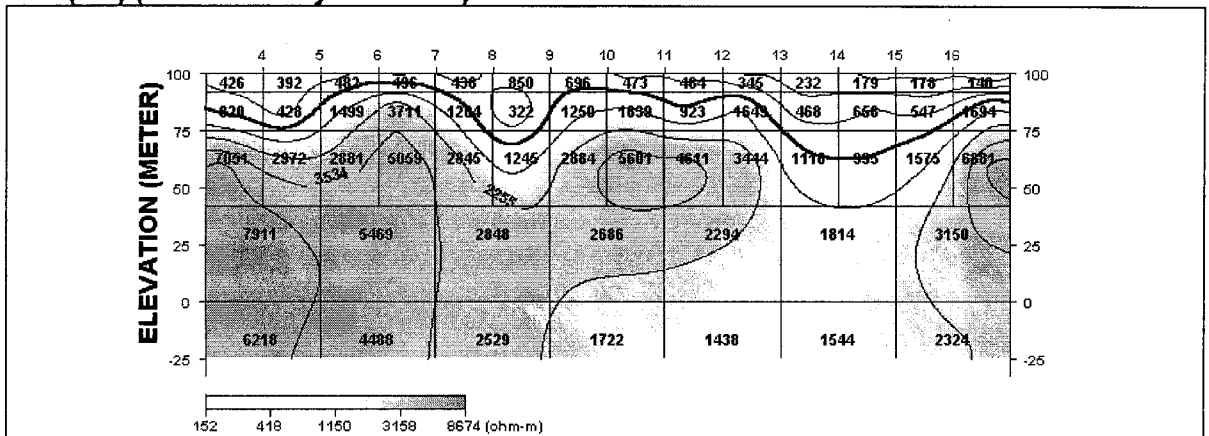
옥천 (E-7) (Field Data Pseudosection)



옥천 (E-7) (Theoretical Data Pseudosection)



옥천 (E-7) (2-D Resistivity Structure)



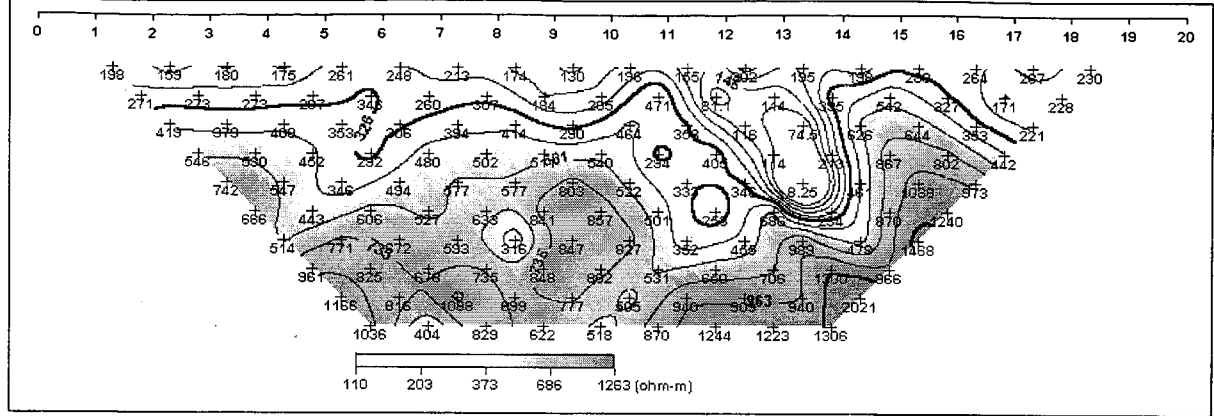
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

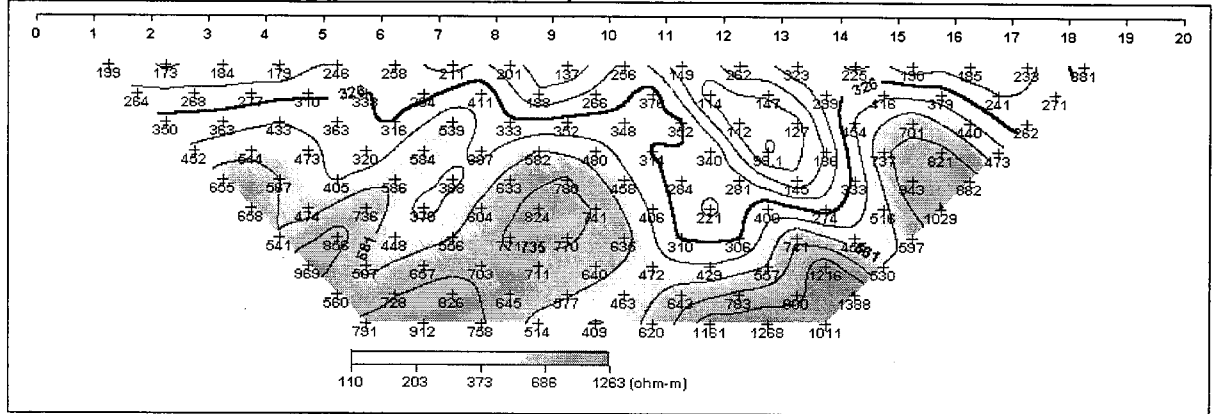
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-13> 측선 E-7 쌍극자 탐사 결과도

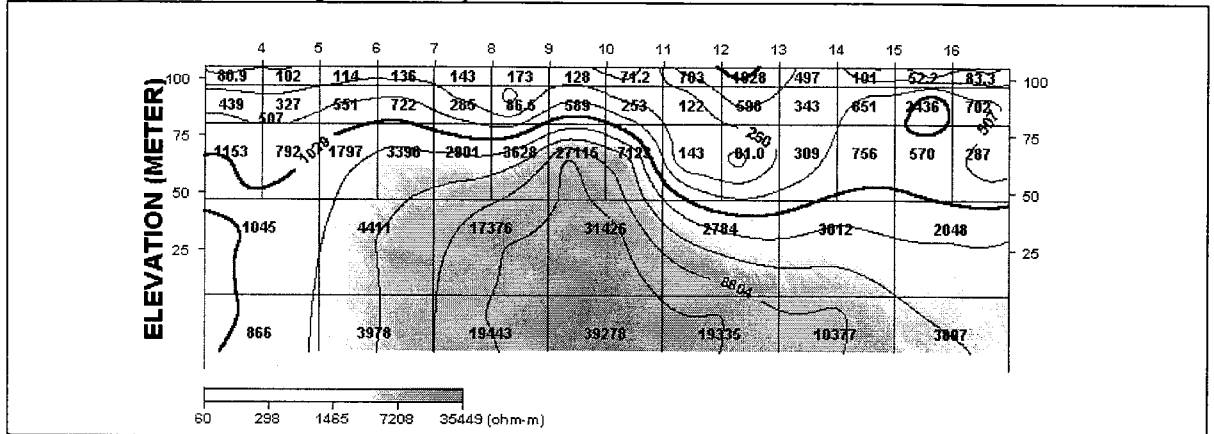
옥천 (E-8) (Field Data Pseudosection)



옥천 (E-8) (Theoretical Data Pseudosection)

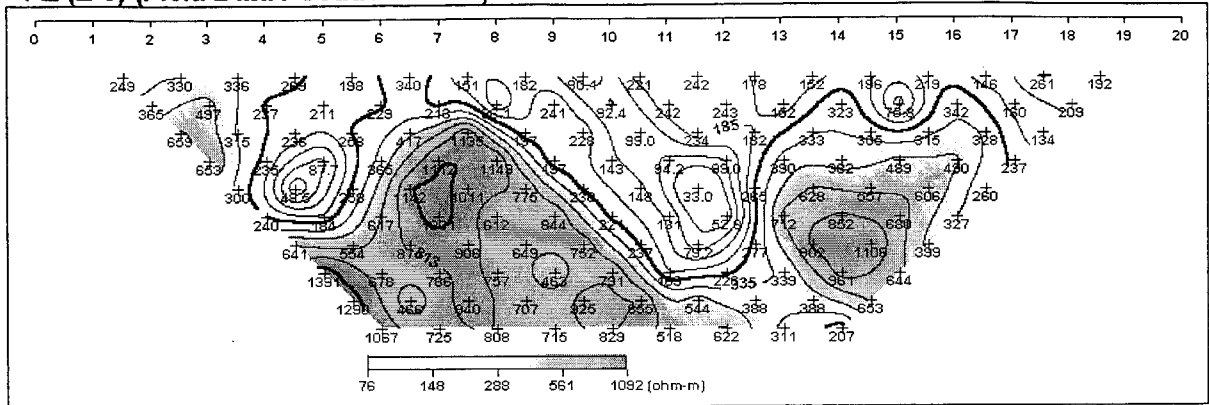


옥천 (E-8) (2-D Resistivity Structure)

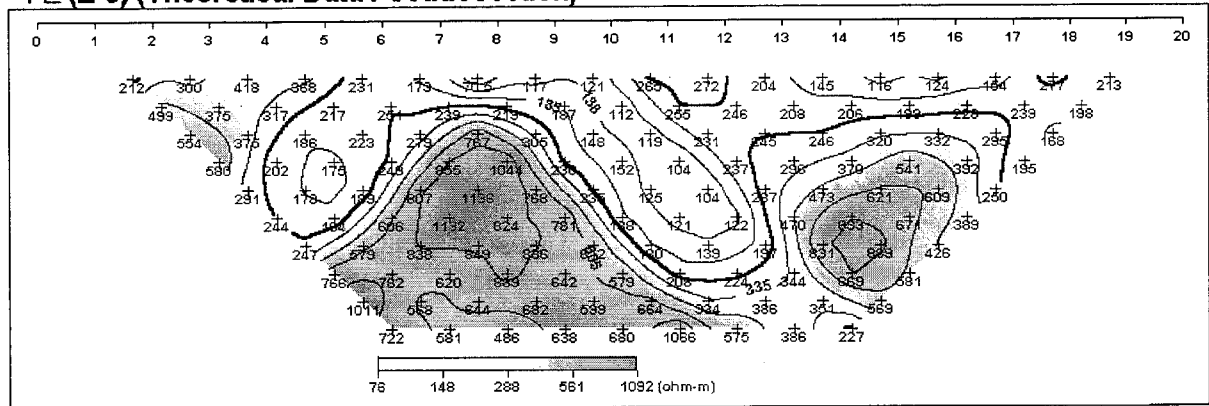


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-14> 측선 E-8 쌍극자 탐사 결과도

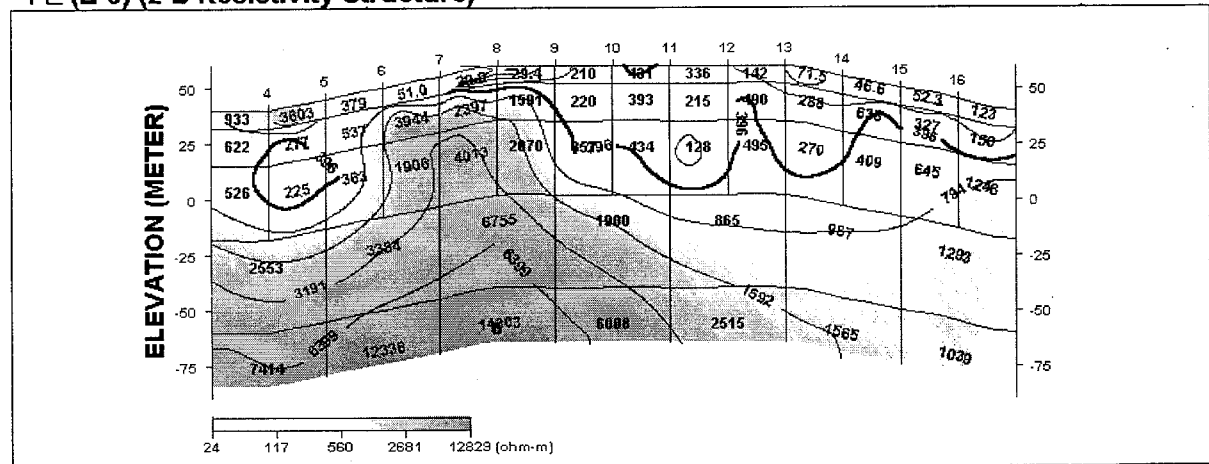
옥천 (E-9) (Field Data Pseudosection)



옥천 (E-9) (Theoretical Data Pseudosection)

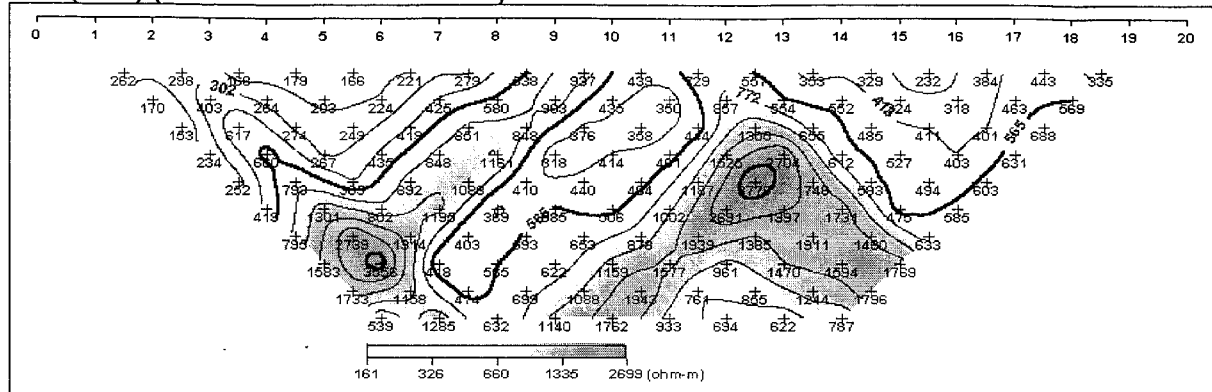


옥천 (E-9) (2-D Resistivity Structure)

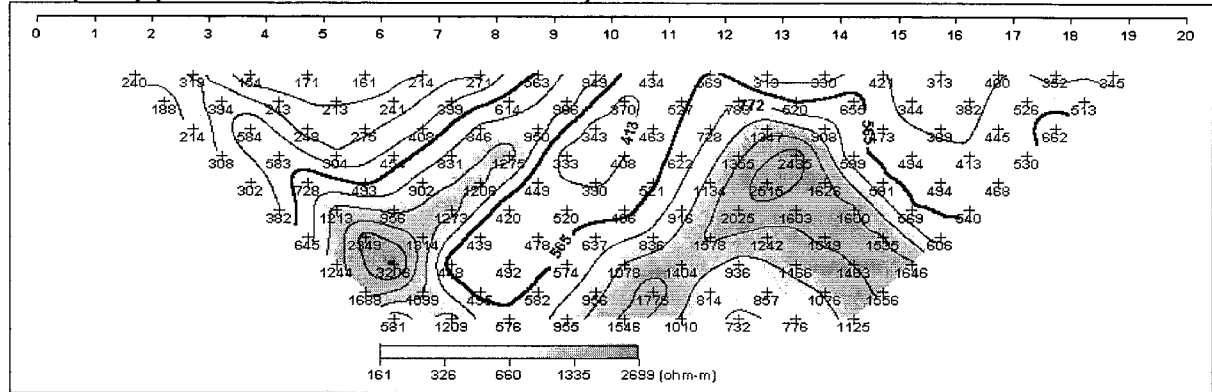


- <상> 현장 측정자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겹보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-15> 축선 E-9 쌍극자 탐사 결과도

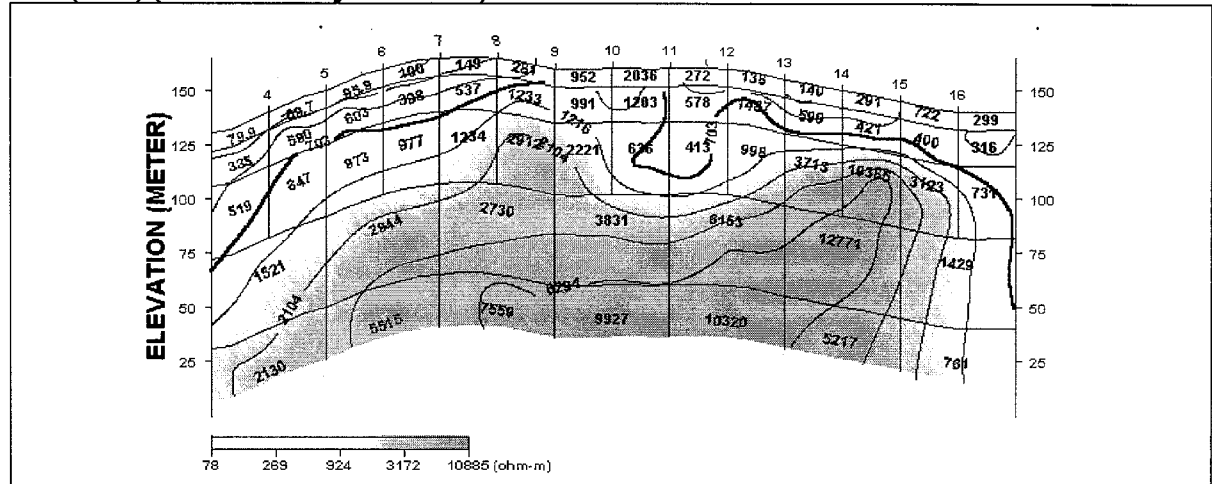
옥천 (E-10) (Field Data Pseudosection)



옥천 (E-10) (Theoretical Data Pseudosection)



옥천 (E-10) (2-D Resistivity Structure)



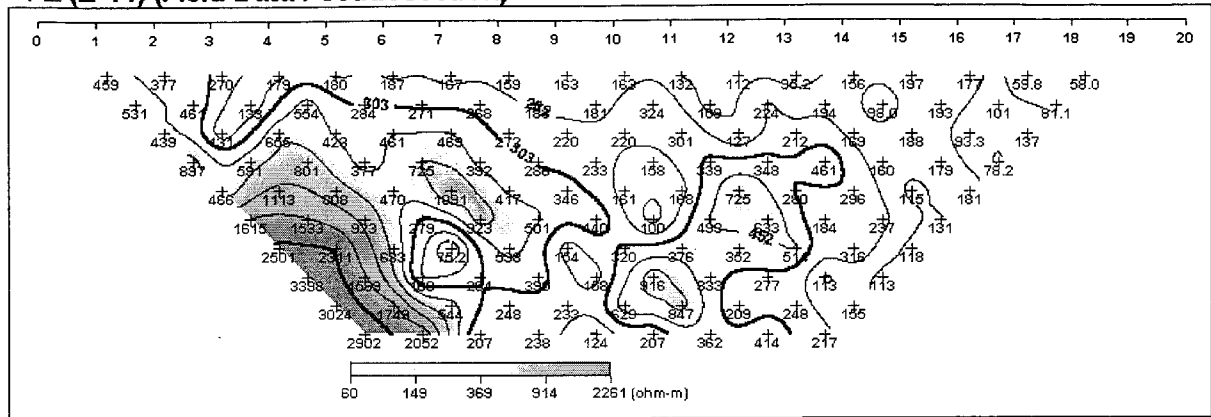
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

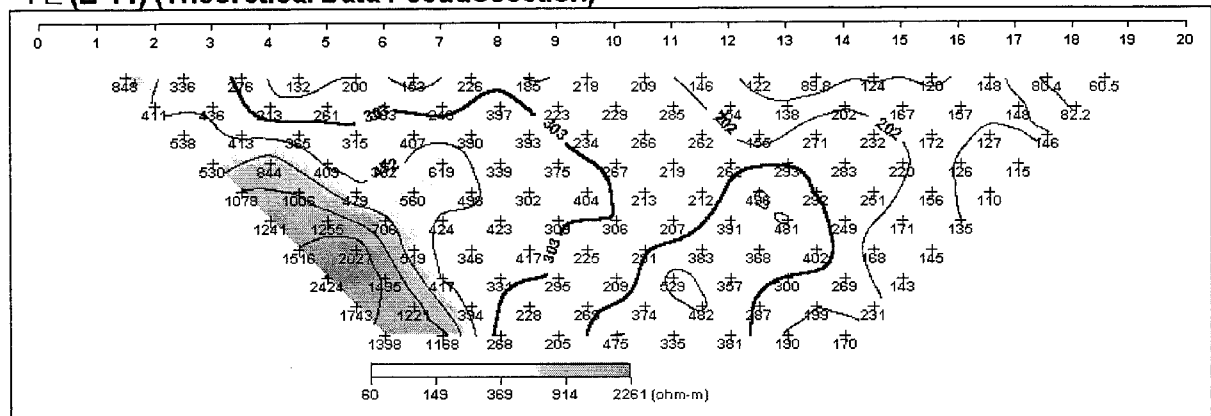
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-16> 측선 E-10 쌍극자 탐사 결과도

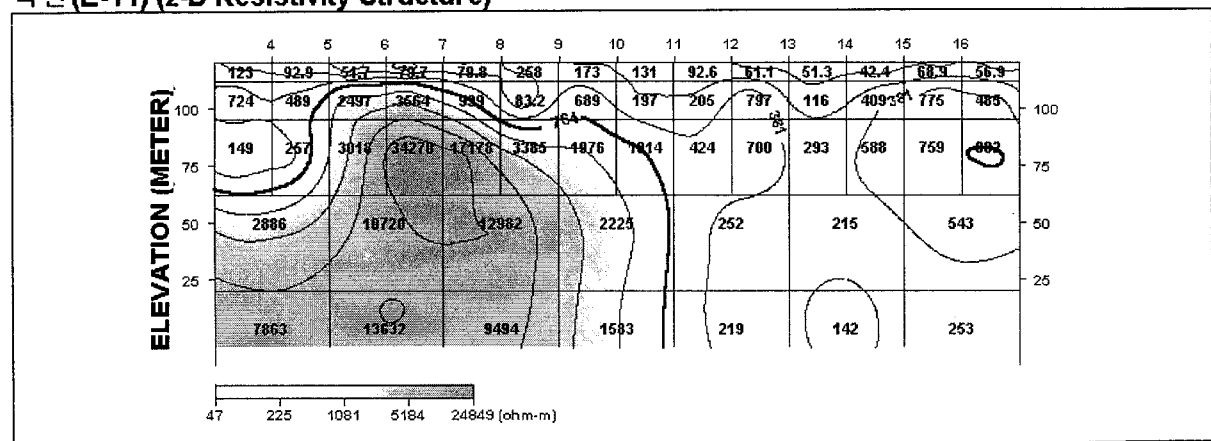
옥천 (E-11) (Field Data Pseudosection)



옥천 (E-11) (Theoretical Data Pseudosection)

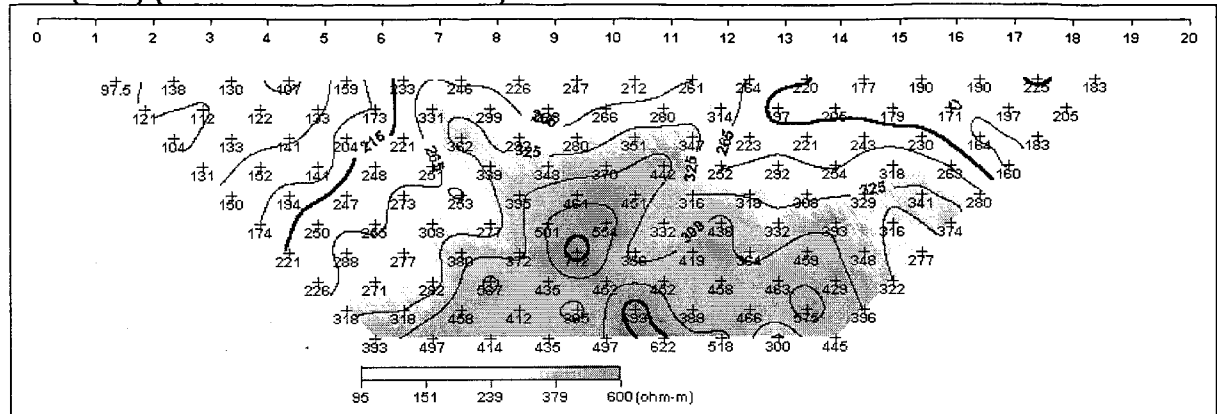


옥천 (E-11) (2-D Resistivity Structure)

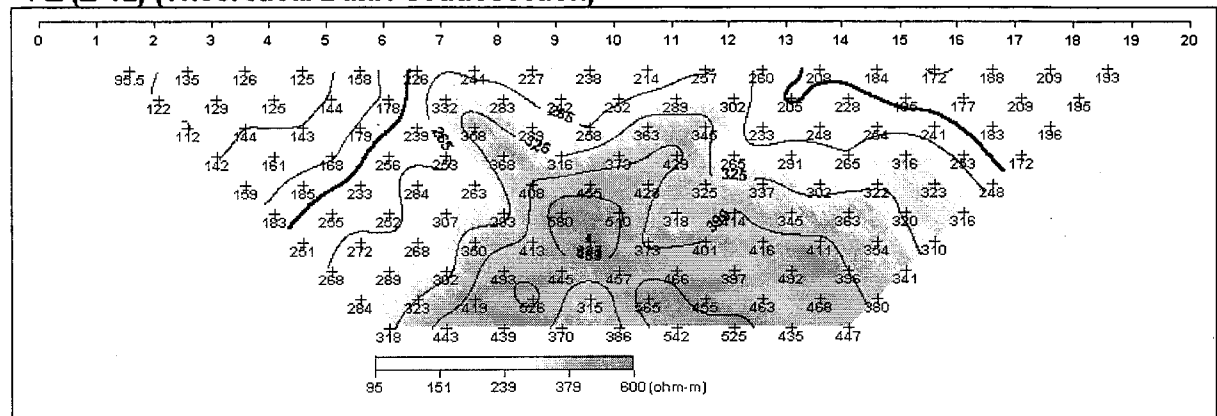


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-17> 측선 E-11 쌍극자 탐사 결과도

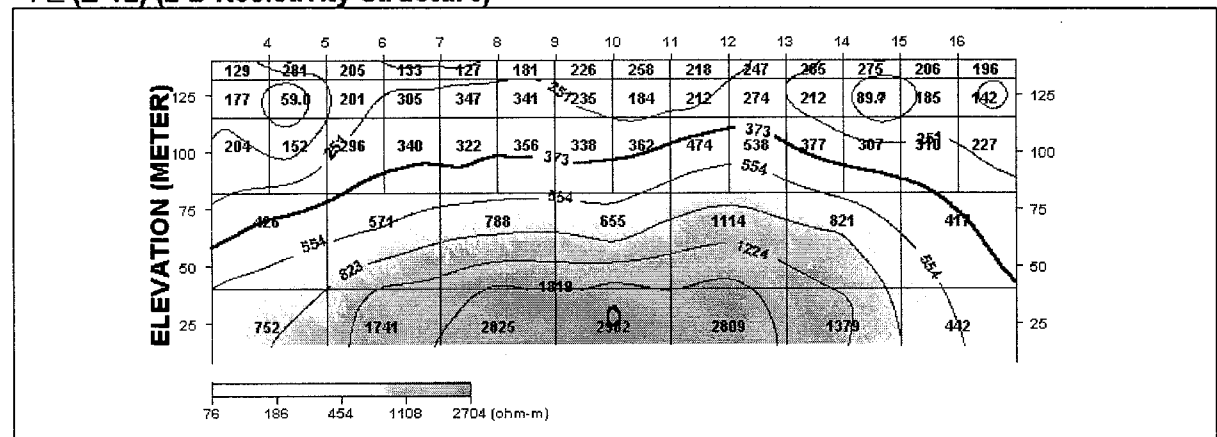
옥천 (E-12) (Field Data Pseudosection)



옥천 (E-12) (Theoretical Data Pseudosection)

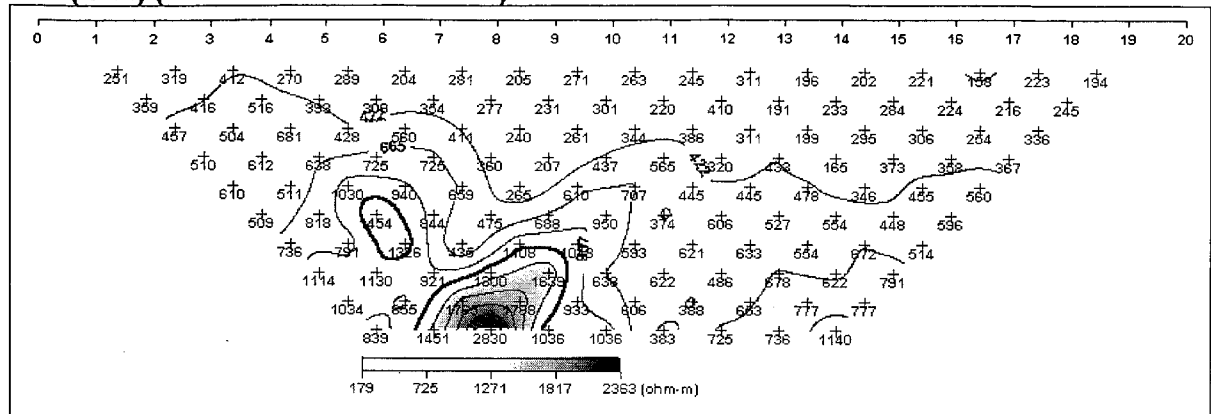


옥천 (E-12) (2-D Resistivity Structure)

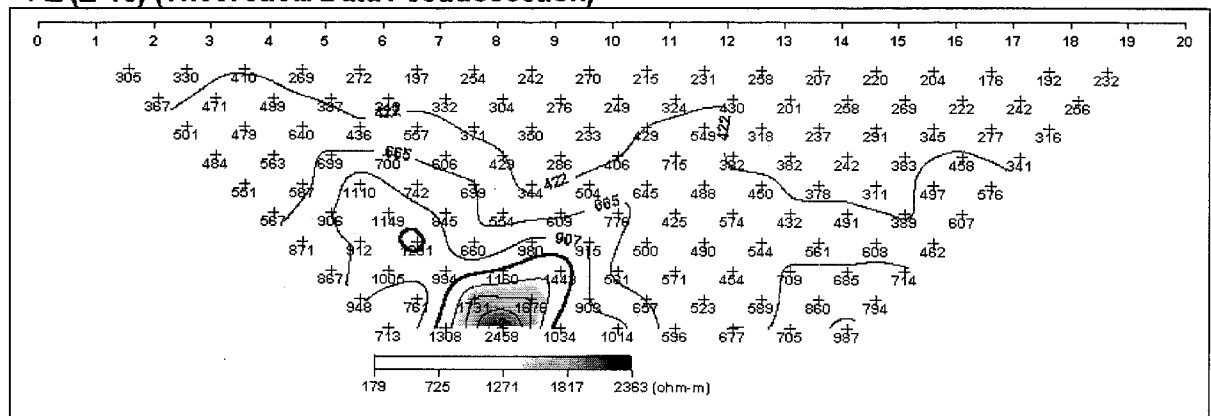


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-18> 축선 E-12 쌍극자 탐사 결과도

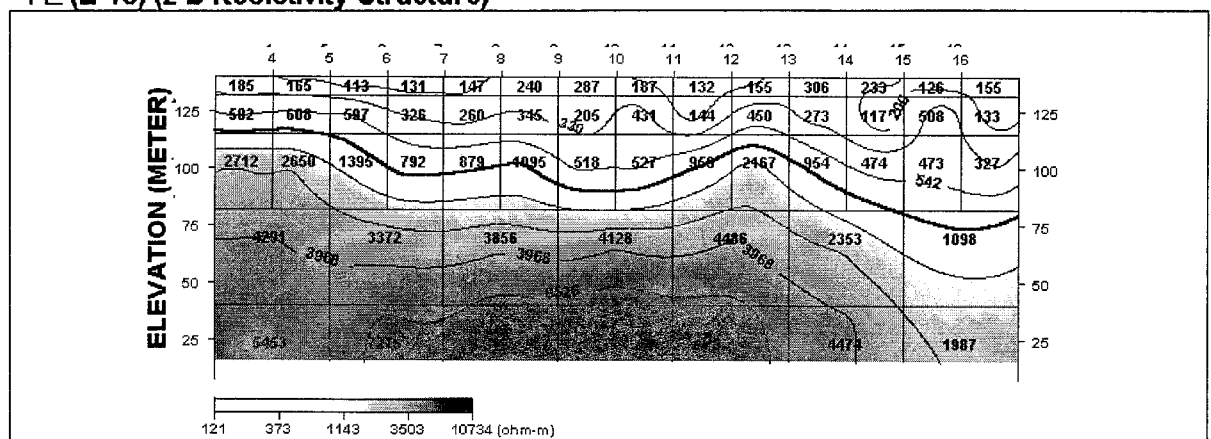
옥천 (E-13) (Field Data Pseudosection)



옥천 (E-13) (Theoretical Data Pseudosection)



옥천 (E-13) (2-D Resistivity Structure)



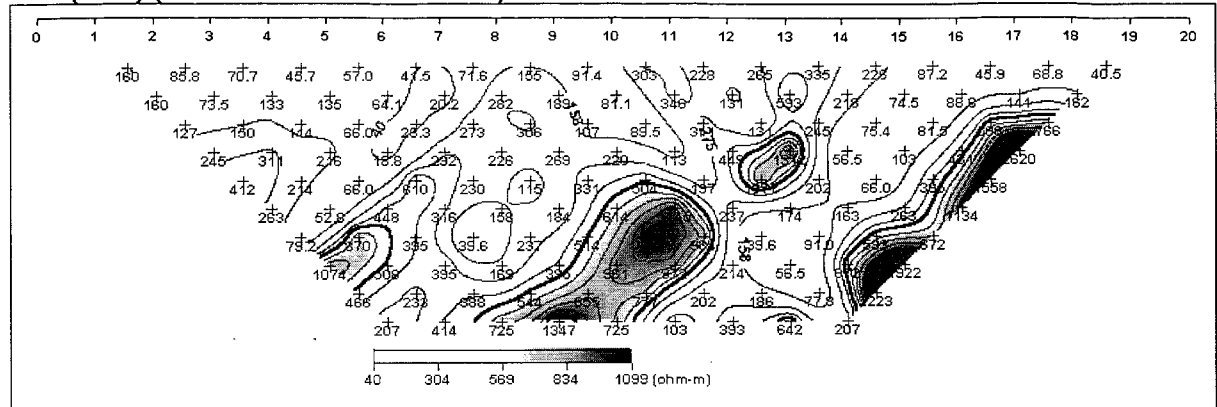
<상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도

<중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도

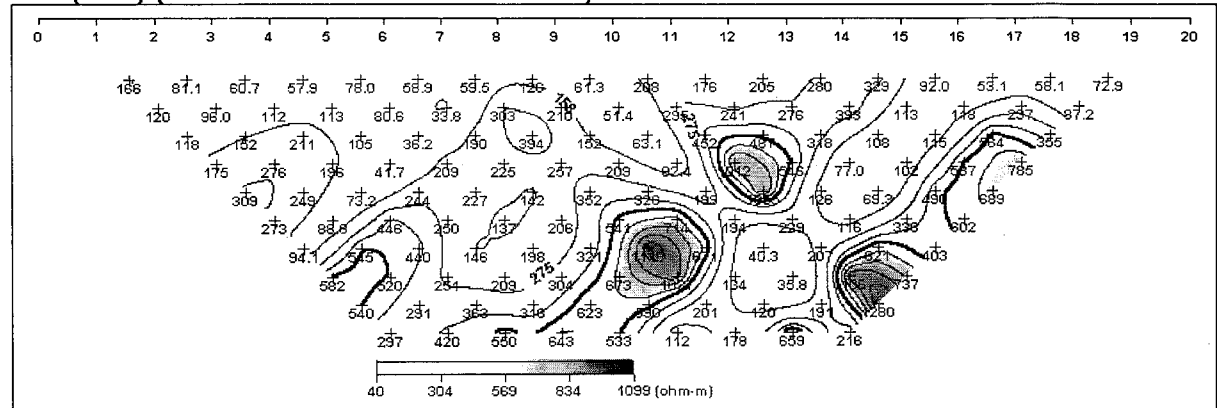
<하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도

<그림 3-19> 축선 E-13 쌍극자 탐사 결과도

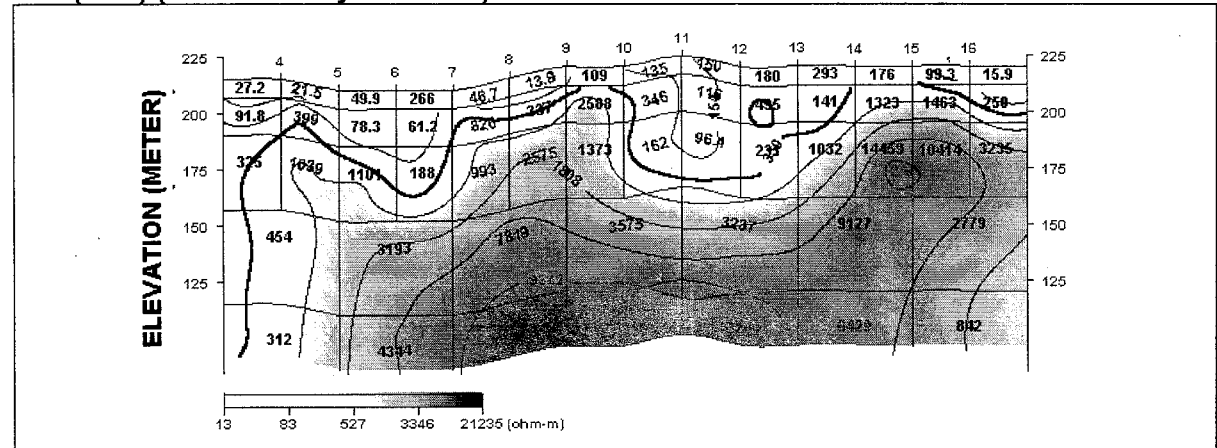
옥천 (E-14) (Field Data Pseudosection)



옥천 (E-14) (Theoretical Data Pseudosection)

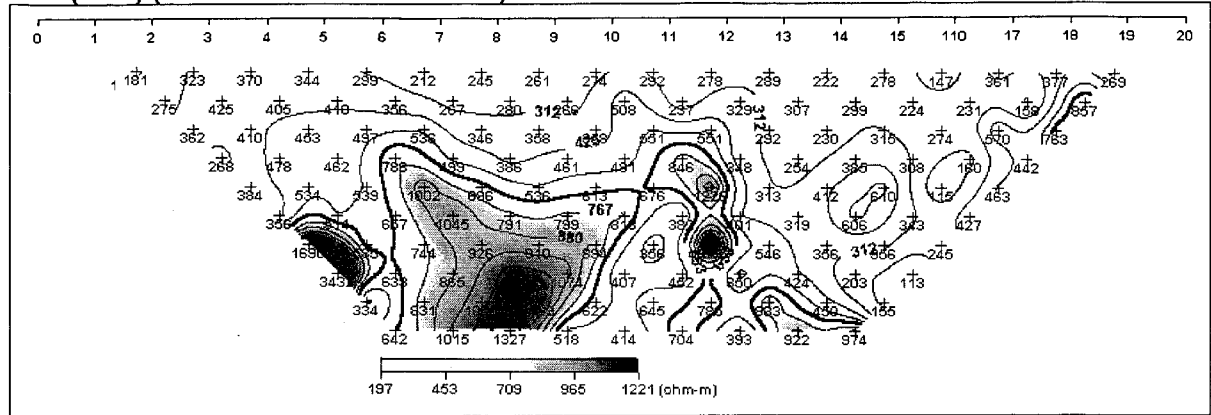


옥천 (E-14) (2-D Resistivity Structure)

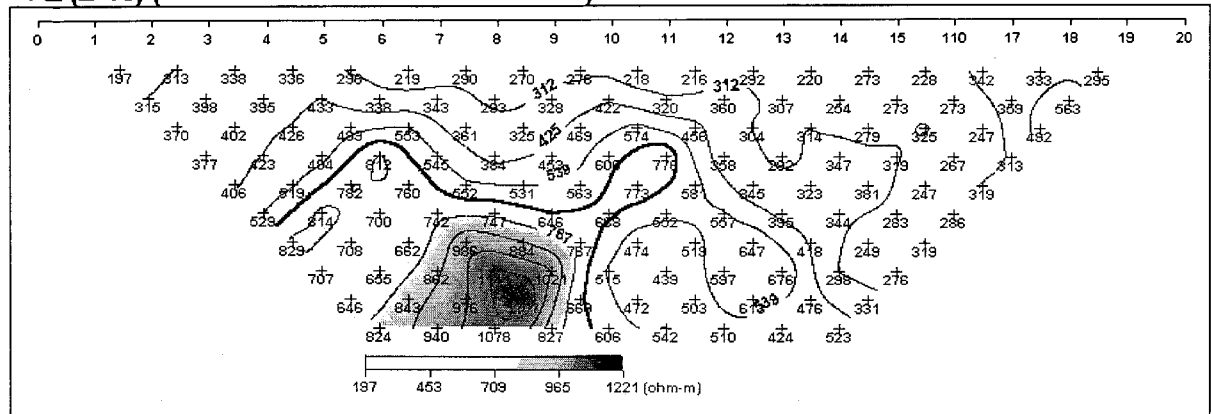


- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-20> 측선 E-14 쌍극자 탐사 결과도

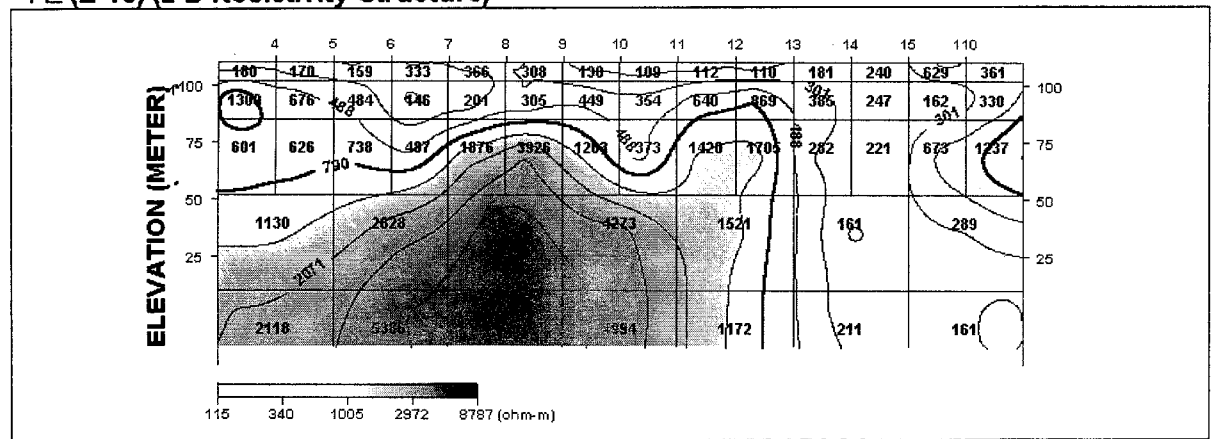
옥천 (E-15) (Field Data Pseudosection)



옥천 (E-15) (Theoretical Data Pseudosection)



옥천 (E-15) (2-D Resistivity Structure)



- <상> 현장 측정자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <중> 계산된 이론자료의 겉보기 비저항 가단면도
- <하> 현장 측정자료와 이론자료에 의한 모델링 단면도
- <그림 3-21> 측선 E-15 쌍극자 탐사 결과도

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 지속적인 양수에도 불구하고 급격한 수위변화가 일어나지 않는 범위내에서 채수할 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 뻗어 있다는 가정하에 산출되기 때문에 저류층의 규모가 의외로 적을 때는 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 15공에 대해 기설관정에 대하여 V-notch를 사용하여 유량을 측정하고 480분동안 양수시험을 하였으며 그래프 및 수리상수는

AQTESOLV 전산 프로그램을 사용하여 산출하였다. <표 3-2>

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 투수계수 K에 대수층 두께 b를 곱한 것이다.

$$T = K \cdot b$$

$$T = \frac{QW(u)}{4\pi\Delta s} : \text{Thies이론식}, T = \frac{2.3Q}{4\pi\Delta s} : \text{Jacob근사식}$$

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 다음의 관계식으로 표시된다.

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

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 정의할 수 있다. 적정양수량은 영향권내에 있는 다른 우물에서 양수가 없고 대수층은 수평으로 무한히 펼쳐 있다는 가정하에서 산출되며 이것은 1일 가채수량의 개념과 같다.

암반대수층의 경우는 양수량을 변화시키면서 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 계산하였으나 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 3-2> 기설관정의 양수시험 결과표

| 관정 번호 | 위 치 | | 양 수 시 험 | | | | 비 고 |
|----------|-----|------|-------------|----------------------------|------------------------------|--------|-----|
| | 읍면 | 동리 | 자연수위 (m) | 양수량 (m ³ /D) | 투수량계수 (m ² /D) | 저류계수 | |
| 92 | 안내면 | 월외리 | 2.92 | 26 | 1.92 | 0.1949 | |
| 74 | 안내면 | 방하목리 | 2.77 | 150 | 10.35 | 0.0005 | |
| 72 | 안내면 | 동대리 | 4.68 | 260 | 2.35 | 0.2605 | |
| 63 | 군북면 | 대정리 | 3.90 | 247 | 39.56 | 0.0492 | |
| 60 | 군북면 | 대정리 | 6.13 | 326 | 7.70 | 0.0982 | |
| 47 | 군서면 | 사양리 | 7.84 | 360 | 3.98 | 0.1027 | |
| 22 | 안남면 | 도농리 | 2.20 | 92 | 13.83 | 0.0323 | |
| 163 | 청산면 | 대사리 | 8.78 | 300 | 3.47 | 0.1495 | |
| 152 | 청산면 | 법화리 | 4.30 | 520 | 19.83 | 0.0411 | |
| 141 | 동이면 | 석탄리 | 7.84 | 360 | 3.74 | 0.1175 | |
| 136 | 동이면 | 적하리 | 3.12 | 300 | 6.15 | 0.4407 | |
| 126 | 동이면 | 우산리 | 24.62 | 100 | 2.86 | 0.1540 | |
| 12 | 안남면 | 지수리 | 3.51 | 432 | 55.05 | 0.0580 | |
| 109 | 이원면 | 평계리 | 2.82 | 124 | 5.62 | 0.1929 | |
| 102 | 이원면 | 평계리 | 10.11 | 250 | 6.05 | 0.2345 | |

4. 기설관정 이용실태 조사

4-1. 기설관정 현황조사

본 조사지구의 지하수 이용실태조사는 건설교통부 두레박 자료와 옥천군 지하수 이용현황 자료를 이용 현장조사를 실시하였다. 옥천군 지역의 기설관정 이용실태 조사는 기 신고된 관정을 중심으로 이루어졌으며, 이외에 신고되지 않은 심도 20m 내외의 소형 층적관정에 대해서도 용도, 심도, 사용량, 자연수위, 현장간이수질 등 조사 가능한 범위 내에서 실태조사를 실시하여 조사자료로 활용하였다.

조사지구의 지하수 개발·이용시설은 총 10,791개소에 연간 이용량이 16,597천 m^3 /년이다. 이 가운데 신고시설은 1,275개소(11.8%)이고 9,509개소(88.1%)가 사용량이 경미하거나 이용이 미비한 기타시설로 이용되고 있다(표4-1).

<표 4-1> 지하수 허가·신고현황

(단위: 공, m^3 /년)

| 지 구 | 총 계 | | 신고시설 | | 경미시설 및 기타 | |
|-----|--------|--------------|-------|-------------|-----------|-------------|
| | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 |
| 옥 천 | 10,791 | 16,597,736.2 | 1,275 | 9,864,893.9 | 9,509 | 6,471,592.3 |

4-1-1 지하수 이용 및 시설현황

가. 지역별 지하수 이용현황

조사지구의 지하수 개발·이용시설은 총 10,791개소이며 이중 생활용수 8,297개소(76.9%), 농업용수 2,368개소(21.9%), 공업용수 97개소(0.9%) 순으로 생활용 개발관정이 가장 많았으며 지하수 이용량에서도 생활용수 8,192천 m^3 /년(49.4%), 농업용수 5,382천 m^3 /년(32.4%), 공업용수 2,693천 m^3 /년(16.2%) 순으로 생활용수 이용량이 가장 많다. 행정구역별 지하수 개발·이용시설은 옥천읍이 가장 많고 안남면이 가장 적다. 옥천읍의 지하수 시설은 2,165개소(20%)이며 안남면의 경우 621개소(5.8%)가 개발·이용되고 있다. 행정구역별 지하수 이용량은 군서면이 가장

높고 안내면이 가장 낮다. 군서면의 연간 지하수 이용량은 3,514천m³/년으로 전체 이용량의 21.2%에 해당한다. 안내면의 연간 지하수 이용량은 375천m³/년으로 전체 이용량의 2.3%에 해당한다(표 4-2).

<표 4-2> 행정구역별 지하수 이용현황

(단위: 공, m³/년)

| 행정구역 | | 총 계 | | 생활용 | | 공업용 | | 농업용 | | 기타용 | |
|------|-----|--------|--------------|-------|-------------|-----|-------------|-------|-------------|-------|-------------|
| | | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 |
| 옥천군 | 계 | 10,791 | 16,597,736.2 | 8,297 | 8,192,217.2 | 97 | 2,693,669.0 | 2,368 | 5,382,790.0 | 2,368 | 5,382,790.0 |
| | 군북면 | 868 | 929,359.0 | 716 | 504,574.0 | 3 | 55,400.0 | 147 | 335,085.0 | 147 | 335,085.0 |
| | 군서면 | 1,022 | 3,513,973.0 | 746 | 2532,245.0 | 18 | 235,712.0 | 258 | 746,016.0 | 258 | 746,016.0 |
| | 동이면 | 1,320 | 1,325,134.0 | 992 | 1140,758.0 | 8 | 113,076.0 | 319 | 69,300.0 | 319 | 69,300.0 |
| | 안남면 | 597 | 2,218,119.0 | 400 | 1542,749.0 | 0 | 0.0 | 197 | 675,370.0 | 197 | 675,370.0 |
| | 안내면 | 621 | 374,790.0 | 495 | 164,774.0 | 0 | 0.0 | 124 | 170,016.0 | 124 | 170,016.0 |
| | 옥천읍 | 2,165 | 2,248,029.0 | 1,722 | 559,002.0 | 54 | 1008,287.0 | 381 | 668,530.0 | 381 | 668,530.0 |
| | 이원면 | 1,669 | 2,031,743.8 | 1,327 | 545,737.8 | 10 | 1146,374.0 | 330 | 336,332.0 | 330 | 336,332.0 |
| | 청산면 | 1,338 | 2,228,744.0 | 1,086 | 790,590.5 | 3 | 131,900.0 | 249 | 1,306,253.5 | 249 | 1,306,253.5 |
| | 청성면 | 1,191 | 1,727,844.4 | 813 | 411,786.9 | 1 | 2,920.0 | 363 | 1,075,887.5 | 363 | 1,075,887.5 |

나. 용도별 지하수 이용현황

□ 생활용 지하수

<표 4-3> 생활용 지하수 이용현황

(단위: 공, m³/년)

| 총 계 | | 가정용 | | 일반용 | | 학교용 | | 민방위용 | |
|-------|-------------|--------|-------------|------|-----------|---------|-----------|------|-----------|
| 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 |
| 8,297 | 8,192,217.2 | 7,609 | 2,704,556.3 | 408 | 649,271.9 | 32 | 195,236.0 | 0 | 0.0 |
| 공동주택용 | | 간이상수도용 | | 상수도용 | | 농업·생활검용 | | 기타 | |
| 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 |
| 16 | 31,670.0 | 118 | 3,887,589.0 | 0 | 0.0 | 25 | 612,148.0 | 89 | 111,746.0 |

생활용수는 이용형태에 따라 상수도, 간이급수, 학교, 국방, 민방위급수와 목욕탕, 음식점, 일반 가정용 지하수 등으로 구분할 수 있다. 조사지구의 생활용 지하수 시설은 총 8,297개소이며 이용량은 8,192천m³/년이다. 가정용 및 간이상수도용 지하수 시설은 총 7,727개소(93.1%)이며 이용량은 6,592천m³/년(80.5%)이다.

□ 농업용 지하수

<표 4-4> 농업용 지하수 이용현황

(단위: 공, m³/년)

| 총 계 | | 전작용 | | 답작용 | | 원예용 및 기타 | |
|-------|-----------|-----|-----------|-------|-----------|----------|-----------|
| 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 | 개소수 | 이용량 |
| 2,368 | 5,382,790 | 570 | 542,686.5 | 1,519 | 4,261,084 | 279 | 579,019.5 |

조사지구의 농업용 지하수 시설은 총 2,368개소가 개발되어 전작용, 답작용, 원예 및 기타용으로 연간 5,382천m³이 농업용수로 이용되고 있다. 세부용도별 이용량은 답작용이 4,261천m³/년(79.2%), 전작용 542천m³/년(10.1%), 원예 및 기타용 579천m³/년(10.8%)으로 대부분 답작용이 개발·이용되고 있다.

4-1-2 지하수 이용특성

가. 공당지하수 이용량

조사지구의 지하수 개발·이용 시설수는 총 10,791개소로 16,597천m³/년이 이용되고 있으며 공당 지하수 이용량은 1,538.1m³/년이다.

<표 4-5> 공당 지하수 이용량

| 지 구 | 개소수 | 년이용량 (m ³ /년) | 일이용량 (m ³ /일) | 공당년이용량 (m ³ /년/공) | 공당일이용량 (m ³ /일/공) |
|-----|--------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 옥 천 | 10,791 | 16,597,736.2 | 45,473.2 | 1,538.1 | 4.2 |

나. 단위면적당 지하수 이용현황

조사지구의 단위면적당 지하수 이용량은 단위면적 즉 1km²당 30,906m³/년이 이용되고 있다.

<표 4-6> 단위면적당 지하수 이용량

| 지 구 | 이용량(m ³ /년) | 면적(km ²) | 단위면적당 이용량 | |
|-----|------------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | | | (m ³ /년/km ²) | (m ³ /일/km ²) |
| 옥 천 | 16,597,736.2 | 537.0 | 30,906.0 | 84.7 |

조사지구의 토지지목상 전, 답, 과수원이 점유하는 단위면적 즉 1km²당 지하수 개발공수로 나누어 추정하면 동이면 지역이 단위면적당 41.6공이 개발되어 정호밀도가 가장 높게 나타나고 옥천읍이 29.9공, 청산면 29.1공 순이며 안내면이 가장 낮은 7.5공이 개발되어 이용되고 있다.

<표 4-7> 조사지구내 단위면적당 개발공수

| 지 구 | | 개소수 | 면적(km ²) | 단위면적당 개발공수(공/km ²) |
|-----|-----|--------|----------------------|--------------------------------|
| 옥 천 | 계 | 10,791 | 537.10 | 20.1 |
| | 군북면 | 868 | 47.50 | 18.3 |
| | 군서면 | 1,022 | 60.20 | 17.0 |
| | 동이면 | 1,320 | 31.71 | 41.6 |
| | 안남면 | 597 | 64.31 | 9.3 |
| | 안내면 | 621 | 82.98 | 7.5 |
| | 옥천읍 | 2,165 | 72.49 | 29.9 |
| | 이월면 | 1,669 | 66.33 | 25.2 |
| | 청산면 | 1,338 | 45.99 | 29.1 |
| | 청성면 | 1,191 | 65.59 | 18.2 |

다. 양수능력별 지하수 이용현황

조사지구의 양수능력별 지하수 개발·이용현황은 30~100m³/일 미만의 정호가 6,401개소(59.5%)가 개발, 2,279천m³/년이 이용되고 있고 중, 대형 암반관정에 해당하는 100m³/이상의 정호는 241개소(2.2%)가 개발, 7,738천m³/년이 이용되고 있다. 또한 양수능력에 따른 용도별 개발·이용특성은 30m³/일 미만의 정호는 생활용 지하수로 개발·이용되고 있다.

<표 4-8> 양수능력별 지하수 이용현황

| 구 분 | 총 계 | | 0-30m³/일 미만 | | 30이상 100이하 | | 100초과 150이하 | | 150m³/일 초과 | | 미기재 | |
|-----|--------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-----|---------------|
| | 개소수 | 이용량 (m³/년) | 개소수 | 이용량 (m³/년) | 개소수 | 이용량 (m³/년) | 개소수 | 이용량 (m³/년) | 개소수 | 이용량 (m³/년) | 개소수 | 이용량 (m³/년) |
| 계 | 10,762 | 16,268,676.2 | 6,401 | 2,278,586.4 | 3,935 | 5,462,034.8 | 83 | 494,670 | 158 | 7,244,157 | 185 | 789,228 |
| 생활용 | 8,297 | 8,192,217.2 | 5,635 | 1,817,978.9 | 2,478 | 2,742,593.3 | 25 | 106,120.0 | 54 | 2,772,557.0 | 105 | 752,968.0 |
| 공업용 | 97 | 2,693,669.0 | 11 | 18,940.0 | 43 | 175,789.0 | 14 | 142,850.0 | 29 | 2,356,090.0 | 0 | 0.0 |
| 농업용 | 2,368 | 5,382,790.0 | 755 | 441,667.5 | 1,414 | 2,543,652.5 | 44 | 245,700.0 | 75 | 2,115,510.0 | 80 | 36,260.0 |

5. 수질조사

5-1 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.

본 조사지구의 대수층을 추정해 보고 용존된 주요 이온의 조성을 알기 위하여 총 15개 지점의 기존의 기설관정에서 채수하여 농업기반공사 농어촌연구원에서 양이온과 음이온에 대하여 분석하였다. 시료 채수시 정확성을 기하기 위하여 압상 파이프에서 직접 물이 토출되는 물탱크 안에서 시료를 채수하였으며, 실내 분석까지 시료의 완전성을 보존하기 위하여 양이온은 500ml 플라스틱 병안에 질산 0.01N 1ml를 첨가하여 운반 했으며, 음이온은 진공시험관에 공기를 주사기로 뺀후에 시료를 운반하였다. 시료분석은 음이온은 ICS 기기로, 양이온은 AAS 기기를 사용하였고 중탄산 (HCO_3^-)이온은 시료 50ml 에 메틸오렌지 0.1ml를 넣은 후 황산 0.02N의 총량으로 물속에 녹아 있는 탄산의 양을 적정법으로 환산하여 계산하였다. 분석결과는 표 5-1과 같다.

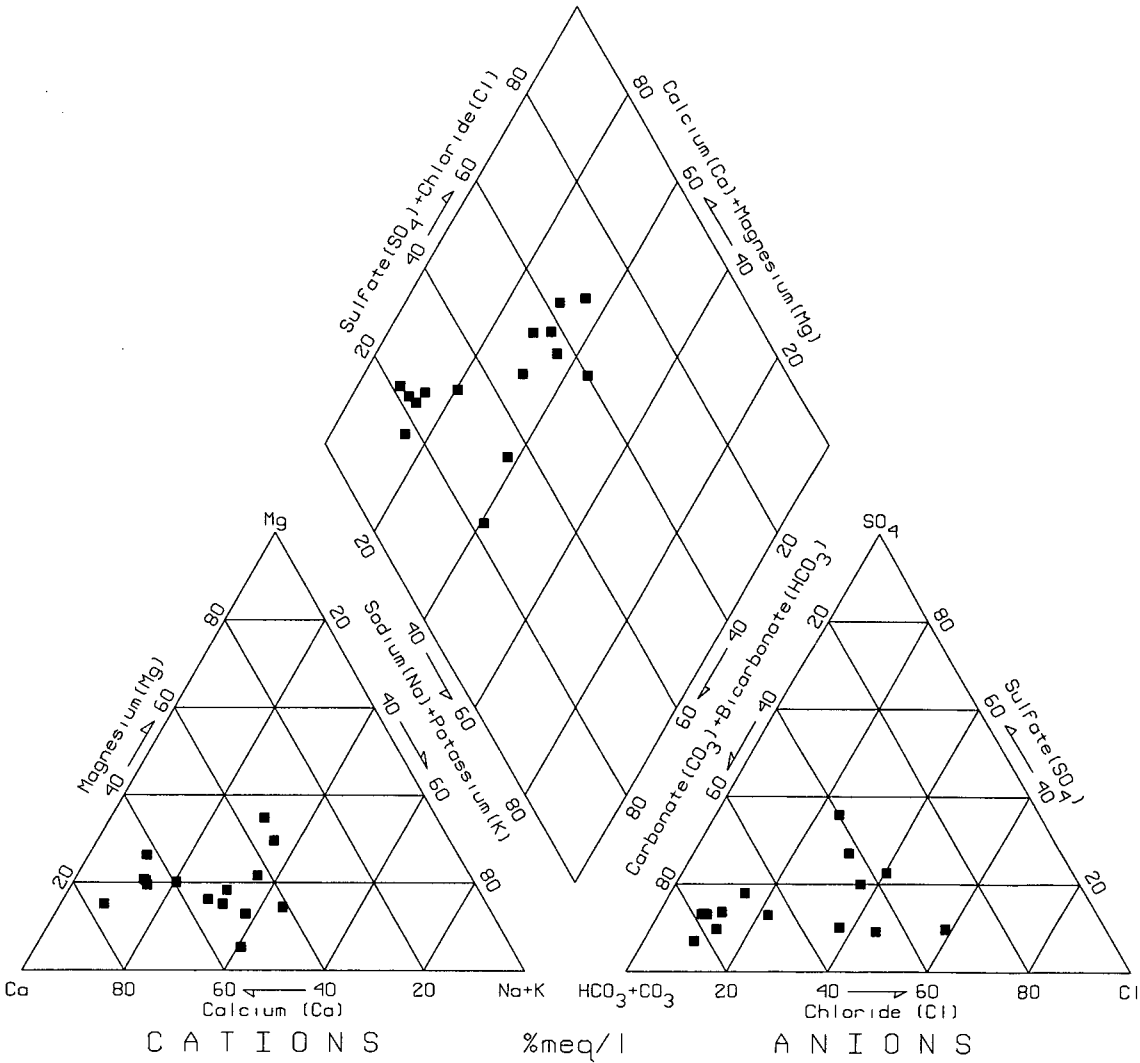
.<표 5-1> 양음이온 분석결과

(단위 : mg/l)

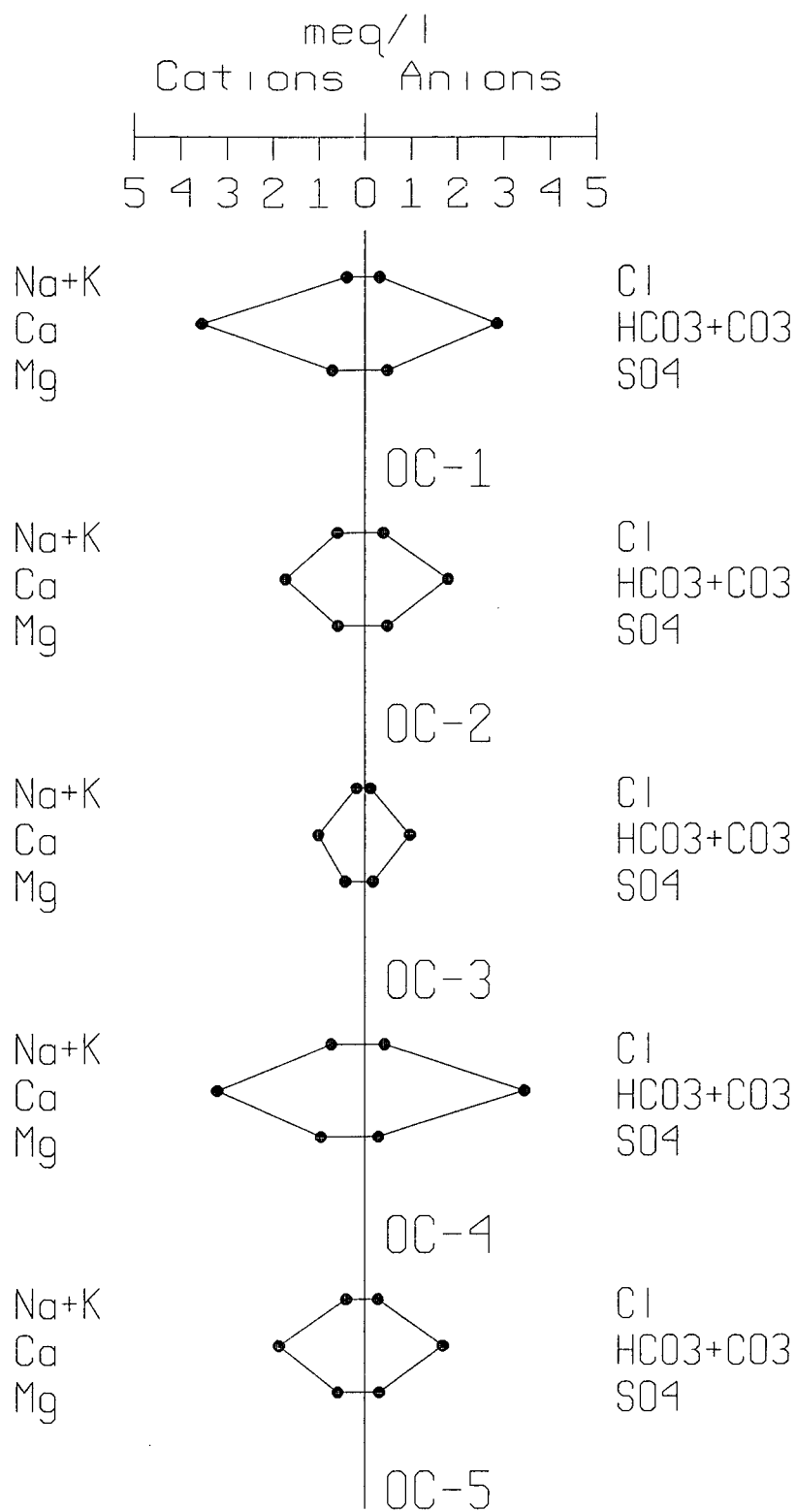
| 원소 | OC-1 | OC-2 | OC-3 | OC-4 | OC-5 | OC-6 | OC-7 | OC-8 | OC-9 | OC-10 | OC-11 | OC-12 | OC-13 | OC-14 | OC-15 |
|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 칼슘 | 71.0 | 34.6 | 20.3 | 64.3 | 37.5 | 4.2 | 68.6 | 21.8 | 22.3 | 22.6 | 43.3 | 16.8 | 28.9 | 18.3 | 31.3 |
| 마그네슘 | 8.6 | 7.1 | 5.2 | 11.6 | 7.1 | 0.9 | 13.2 | 13.3 | 4.0 | 1.3 | 7.5 | 2.7 | 14.7 | 4.05 | 9.6 |
| 나트륨 | 5.9 | 12.6 | 3.1 | 16.0 | 8.8 | 5.0 | 13.1 | 19.0 | 13.0 | 19.2 | 23.3 | 14.2 | 23.5 | 12.6 | 21.3 |
| 칼륨 | 5.3 | 1.6 | 1.9 | 1.3 | 0.8 | 0.2 | 5.3 | 5.1 | 0.5 | 0.5 | 11.7 | 0.9 | 16.0 | 0.78 | 15.0 |
| 황산 | 23 | 23 | 8 | 14 | 15 | 6 | 19 | 25 | 5 | 11 | 43 | 8 | 16 | 7 | 26 |
| 중탄산 | 174.4 | 109.8 | 59.7 | 211.0 | 103.7 | 8.5 | 191.5 | 52.4 | 31.7 | 82.9 | 85.4 | 51.2 | 65.8 | 46.3 | 71.9 |
| 염소 | 11 | 14 | 4 | 15 | 10 | 3 | 19 | 33 | 18 | 6 | 36 | 10 | 71 | 19 | 35 |

분석된 지하수의 구성성분을 파악하기 위해서 Piper diagram 및 Stiff daigram을 작성하여 분석하였다(그림 5-1~2).

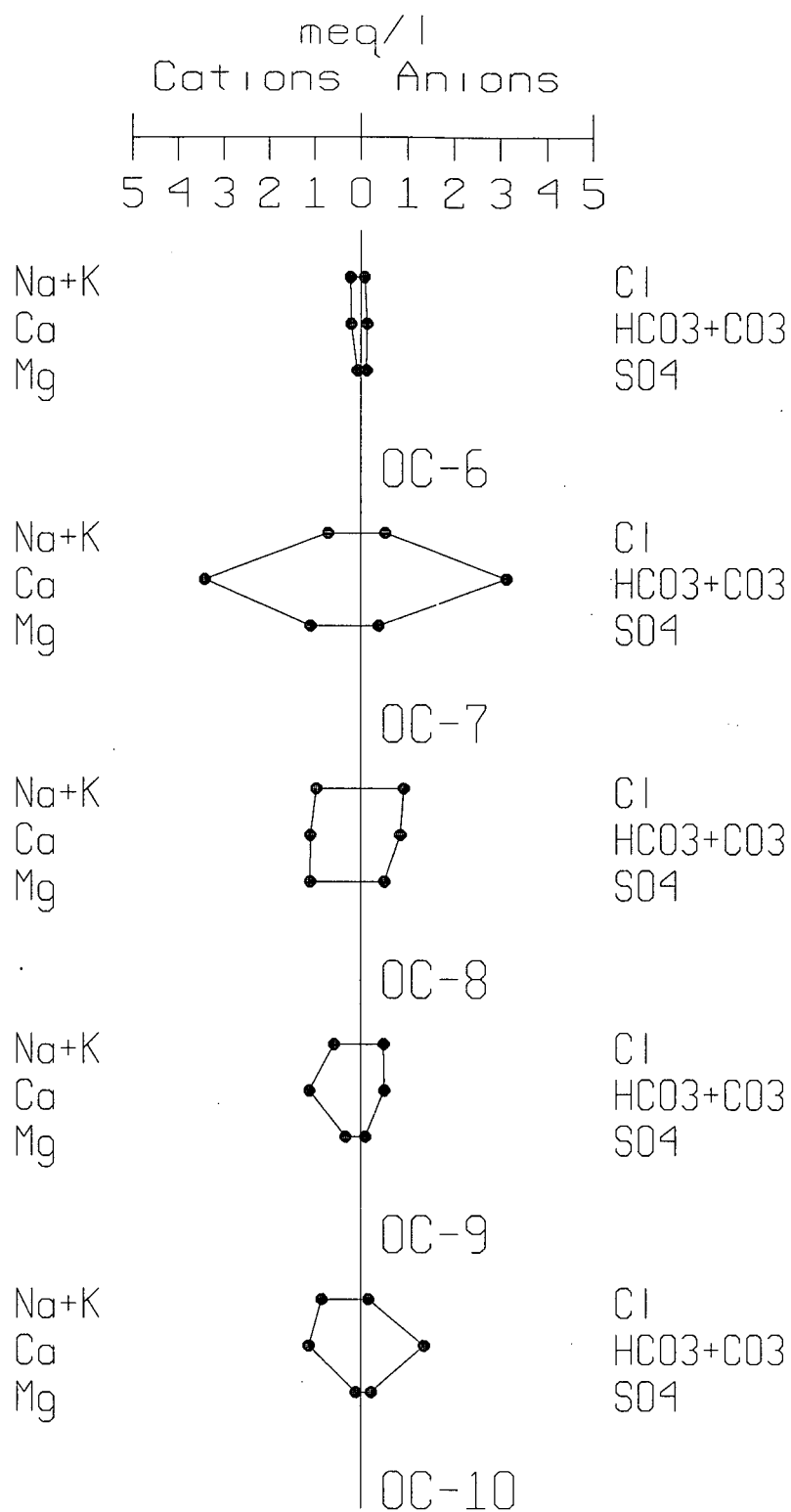
Piper diagram상에 도시된 시료는 Ca-HCO₃ 유형의 지하수와 Ca-Cl 유형의 지하수로 구분된다.



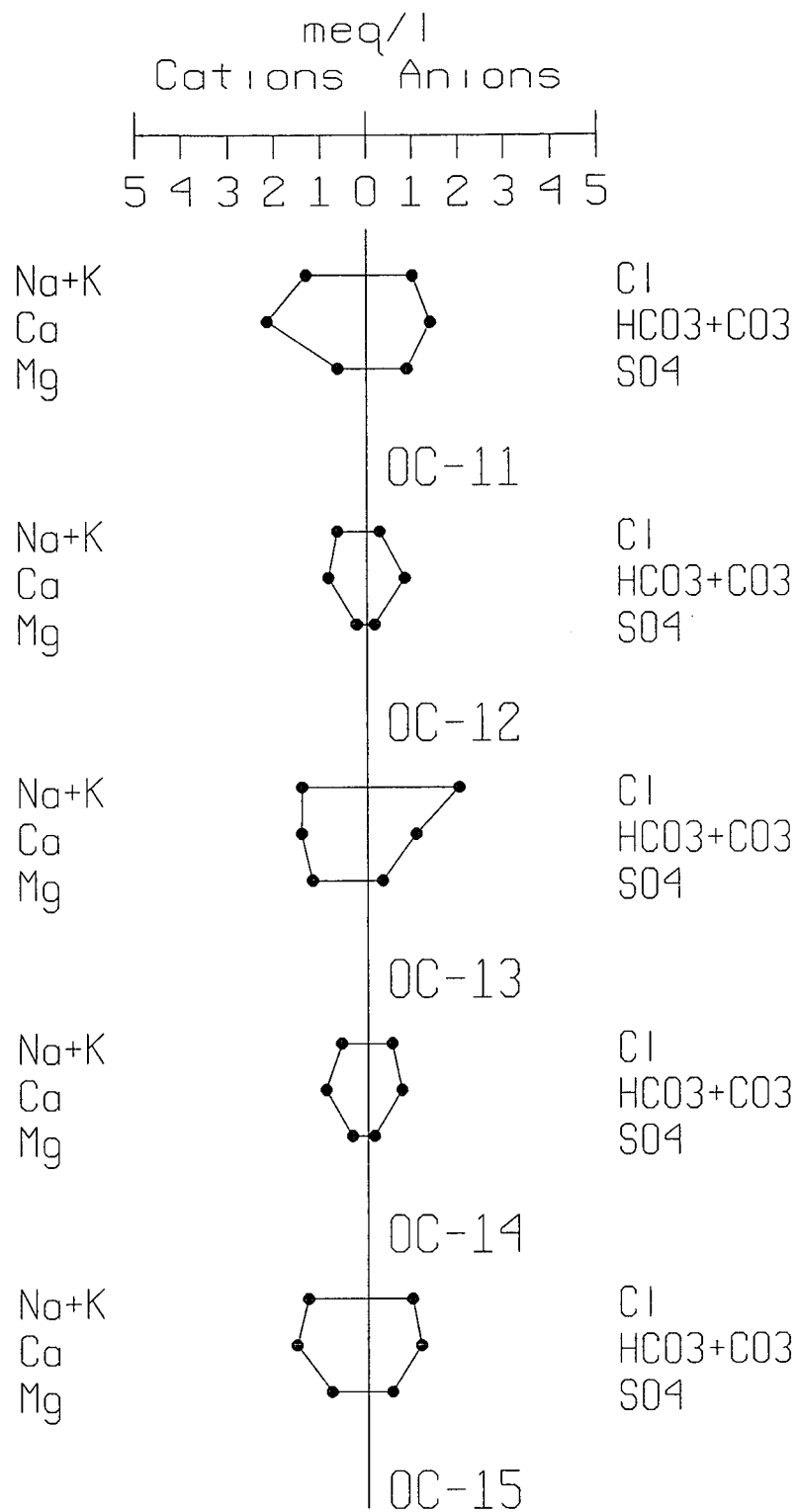
<그림 5-1> 옥천 Piper diagram



<그림 5-2> 옥천 Stiff diagram



<그림 5-2> 옥천 Stiff diagram(계속)



<그림 5-2> 옥천 Stiff diagram(계속)

5-3 먹는물 기준 수질검사 결과

조사지구내 지역별 지질별로 기설관정 15개소를 선택하여 농업기반공사 농어촌연구원에 수질검사를 의뢰한 결과 4개소가 수질 합격이며 11개소가 수질 불합격으로 판정이 났다. 기준초과 11개소 중 1개 종목 기준초과가 7개소이고 2개 이상 종목 기준초과 지역이 4개소이다. 기준초과 종목중 가장 많은 빈도를 차지하는 것은 질산성질소로서 6개소에서 기준을 초과하였다. 그 외에 기준초과 종목은 탁도, 불소, 냄새, 맛, 색도, 철, 망간 등으로 세부적인 내용을 보면 다음과 같다.

가. 질산성질소

옥천 삼청(37), 군서 사양(47), 군북 증약(58), 이원 지탄(115), 청산 백운(145), 청산 만월(146) 등 6개소에서 수질 기준을 초과하였다. 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.

나. 탁도

조사 지역의 15개소중 5개소에서 기준초과되었으며, 그 위치는 안남면 도농리(22), 군서면 사양리(47), 군북면 대정리(60), 안내면 도율리(79), 이원면 지탄리(115)가 기준초과 되었다. ()내의 숫자는 관정조사자료의 일련번호이다.

다. 기타

그 밖에도 군북 대정(60)과 안내 도율(79)에서는 철분(기준 0.3mg/l) 수질기준을 초과하였고 안내 오덕(167)의 경우는 불소(기준 1.5mg/l) 수질기준을 초과하였다.

<표 5-2> 먹는물기준 수질검사 결과

| 시 료 명 | | OC-1 | OC-2 | OC-3 | OC-4 | OC-5 |
|--------------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 시 험 항 목 | 먹는물 기준 | | | | | |
| 납(Pb) | 0.05 mg/L | 0.01 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 불소(F) | 1.5 mg/L | 0.3 | 1.1 | 0.2 | 2.1 | 0.3 |
| 비소(As) | 0.05 mg/L | 불검출 | 0.007 | 0.006 | 0.007 | 0.005 |
| 세레늄(Se) | 0.01 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 수은(Hg) | 0.001 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 시안(CN) | 0.01 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 6가크롬(Cr ⁺⁶) | 0.05 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 암모니아성질소(NH ₄ -N) | 0.5 mg/L | 0.11 | 0.13 | 0.09 | 0.06 | 0.06 |
| 질산성질소(NO ₃ -N) | 10 mg/L | 10.2 | 0.5 | 4.1 | 0.9 | 6.3 |
| 카드뮴(Cd) | 0.01 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 페놀 | 0.005 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 총트리할로메탄(THMs) | 0.1 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 다이아지논 | 0.02 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 파라티온 | 0.06 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 말라티온 | 0.25 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 페니트로티온 | 0.04 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 카바닐 | 0.07 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 1,1,1-트리클로로에탄 | 0.1 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 테트라클로로에틸렌 | 0.01 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 트리클로로에틸렌 | 0.03 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 디클로로메탄 | 0.02 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 벤젠 | 0.01 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 톨루엔 | 0.7 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 에틸벤젠 | 0.3 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 크실렌 | 0.5 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 경도 | 300 mg/L | 201 | 114 | 75 | 202 | 122 |
| 과망간산칼륨(KMnO ₄)소비량 | 10 mg/L | 0.3 | 0.6 | 2.8 | 0.6 | 0.6 |
| 냄새 | 무 취 | 적 합 | 부적합 | 적 합 | 적 합 | 적 합 |
| 맛 | 무 미 | 적 합 | 부적합 | 적 합 | 적 합 | 적 합 |
| 동(Cu) | 1 mg/L | 불검출 | 0.004 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 색도 | 5 도 | 1 | 10 | 5 | 0 | 2 |
| 세제(ABS) | 0.5 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 수소이온농도(pH) | 5.8~8.5 | 7.4 | 7.3 | 7.1 | 7.6 | 7.5 |
| 아연(Zn) | 1 mg/L | 0.009 | 0.079 | 0.220 | 0.126 | 0.136 |
| 염소이온(Cl ⁻) | 250 mg/L | 11 | 14 | 4 | 15 | 10 |
| 증발잔류물(TS) | 500 mg/L | 272 | 177 | 124 | 267 | 61 |
| 철(Fe) | 0.3 mg/L | 0.03 | 0.63 | 0.37 | 불검출 | 0.11 |
| 망간(Mn) | 0.3 mg/L | 0.001 | 0.036 | 0.009 | 0.002 | 0.002 |
| 탁도 | 1 NTU | 0.04 | 4.14 | 2.13 | 0.06 | 0.33 |
| 황산이온(SO ₄ ⁻²) | 200 mg/L | 23 | 23 | 8 | 14 | 15 |
| 알루미늄(Al) | 0.2 mg/L | 0.13 | 불검출 | 0.11 | 불검출 | 0.03 |
| 1,1-디클로로에틸렌 | 0.03 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 사업화탄소 | 0.002 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 전기전도도 | - μs/cm | 407 | 265 | 155 | 413 | 62 |

<표 5-2> 먹는물기준 수질검사 결과(계속)

| 시 료 명 | | OC-6 | OC-7 | OC-8 | OC-9 | OC-10 |
|------------------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 시 험 항 목 | 먹는물 기준 | | | | | |
| 납(Pb) | 0.05 mg/L | 0.01 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 불소(F) | 1.5 mg/L | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 4.0 |
| 비소(As) | 0.05 mg/L | 0.010 | 0.023 | 0.020 | 0.012 | 0.005 |
| 세레늄(Se) | 0.01 mg/L | 불검출 | 0.005 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 수은(Hg) | 0.001 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 시안(CN) | 0.01 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 6가크롬(Cr ⁺⁶) | 0.05 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 암모니아성질소(NH ₄ ⁻ -N) | 0.5 mg/L | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.10 | 0.04 |
| 질산성질소(NO ₃ ⁻ -N) | 10 mg/L | 2.5 | 9.3 | 15.4 | 19.0 | 2.6 |
| 카드뮴(Cd) | 0.01 mg/L | 0.001 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 페놀 | 0.005 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 총트리할로메탄(THMs) | 0.1 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 다이아지논 | 0.02 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 파라티온 | 0.06 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 말라티온 | 0.25 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 페니트로티온 | 0.04 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 카바닐 | 0.07 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 1,1,1트리클로로에탄 | 0.1 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 테트라클로로에틸렌 | 0.01 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 트리클로로에틸렌 | 0.03 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 디클로로메탄 | 0.02 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 벤젠 | 0.01 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 톨루엔 | 0.7 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 에틸벤젠 | 0.3 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 크실렌 | 0.5 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 경도 | 300 mg/L | 28 | 208 | 110 | 73 | 65 |
| 과망간산칼륨(KMnO ₄)소비량 | 10 mg/L | 3.7 | 0.3 | 1.8 | 0.6 | 0.4 |
| 냄새 | 무 취 | 적 합 | 적 합 | 적 합 | 적 합 | 부적합 |
| 맛 | 무 미 | 적 합 | 적 합 | 적 합 | 적 합 | 적 합 |
| 동(Cu) | 1 mg/L | 0.006 | 불검출 | 불검출 | 0.003 | 0.001 |
| 색도 | 5 도 | 4 | 1 | 3 | 1 | 0 |
| 세제(ABS) | 0.5 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 수소이온농도(pH) | 5.8~8.5 | 6.4 | 7.3 | 6.4 | 6.6 | 7.1 |
| 아연(Zn) | 1 mg/L | 0.093 | 0.012 | 0.007 | 0.364 | 0.011 |
| 염소이온(Cl ⁻) | 250 mg/L | 3 | 19 | 33 | 18 | 6 |
| 총발잔류물(TS) | 500 mg/L | 201 | 300 | 246 | 180 | 158 |
| 철(Fe) | 0.3 mg/L | 0.09 | 0.01 | 0.06 | 0.05 | 불검출 |
| 망간(Mn) | 0.3 mg/L | 0.002 | 불검출 | 0.001 | 0.002 | 불검출 |
| 탁도 | 1 NTU | 2.35 | 0.09 | 1.26 | 0.44 | 0.07 |
| 황산이온(SO ₄ ⁻²) | 200 mg/L | 6 | 19 | 25 | 5 | 11 |
| 알루미늄(Al) | 0.2 mg/L | 0.17 | 불검출 | 0.09 | 0.08 | 0.01 |
| 1,1디클로로에틸렌 | 0.03 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 사염화탄소 | 0.002 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 전기전도도 | - μs/cm | 440 | 317 | 204 | 212 | 203 |

<표 5-2> 먹는물기준 수질검사 결과(계속)

| 시 료 명 | | OC-11 | OC-12 | OC-13 | OC-14 | OC-15 |
|------------------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 시 험 항 목 | 먹는물 기준 | | | | | |
| 납(Pb) | 0.05 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 불소(F) | 1.5 mg/L | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.3 |
| 비소(As) | 0.05 mg/L | 0.003 | 0.001 | 불검출 | 0.004 | 0.007 |
| 세레늄(Se) | 0.01 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 수은(Hg) | 0.001 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 시안(CN) | 0.01 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 6가크롬(Cr ⁺⁶) | 0.05 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 암모니아성질소(NH ₄ ⁻ -N) | 0.5 mg/L | 0.20 | 0.17 | 0.27 | 0.12 | 0.14 |
| 질산성질소(NO ₃ ⁻ -N) | 10 mg/L | 22.1 | 6.6 | 12.7 | 7.5 | 15.4 |
| 카드뮴(Cd) | 0.01 mg/L | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 불검출 | 0.003 |
| 페놀 | 0.005 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 총트리할로메탄(THMs) | 0.1 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 다이아지논 | 0.02 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 파라티온 | 0.06 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 말라티온 | 0.25 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 페니트로티온 | 0.04 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 카바닐 | 0.07 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 1,1,1트리클로로에탄 | 0.1 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 테트라클로로에틸렌 | 0.01 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 트리클로로에틸렌 | 0.03 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 디클로로메탄 | 0.02 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 벤젠 | 0.01 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 톨루엔 | 0.7 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 에틸벤젠 | 0.3 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 크실렌 | 0.5 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 경도 | 300 mg/L | 129 | 56 | 124 | 61 | 108 |
| 과망간산칼륨(KMnO ₄)소비량 | 10 mg/L | 0.9 | 0.4 | 1.1 | 1.1 | 0.9 |
| 냄새 | 무 취 | 부적합 | 적합 | 적합 | 적합 | 적합 |
| 맛 | 무 미 | 부적합 | 적합 | 적합 | 적합 | 적합 |
| 동(Cu) | 1 mg/L | 0.015 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 색도 | 5 도 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 |
| 세제(ABS) | 0.5 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 수소이온농도(pH) | 5.8~8.5 | 6.5 | 6.4 | 6.4 | 6.8 | 6.4 |
| 아연(Zn) | 1 mg/L | 0.123 | 0.011 | 0.034 | 0.033 | 0.083 |
| 염소이온(Cl ⁻) | 250 mg/L | 36 | 10 | 71 | 19 | 35 |
| 증발잔류물(TS) | 500 mg/L | 373 | 143 | 390 | 163 | 272 |
| 철(Fe) | 0.3 mg/L | 불검출 | 불검출 | 0.12 | 0.02 | 0.01 |
| 망간(Mn) | 0.3 mg/L | 0.001 | 불검출 | 0.004 | 0.003 | 0.001 |
| 탁도 | 1 NTU | 0.04 | 0.03 | 1.58 | 0.52 | 0.10 |
| 황산이온(SO ₄ ⁻²) | 200 mg/L | 43 | 8 | 16 | 7 | 26 |
| 알루미늄(Al) | 0.2 mg/L | 0.01 | 불검출 | 0.14 | 0.03 | 불검출 |
| 1,1디클로로에틸렌 | 0.03 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 사염화탄소 | 0.002 mg/L | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 전기전도도 | - μS/cm | 420 | 168 | 428 | 178 | 358 |

6. 지하수자원의 부존성 평가

6-1. 물수지 분석

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

$$\text{유입량}(I) = \text{유출량}(O) \pm \text{저류량의 변화}(\Delta S)$$

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

상기 공식에서 각 요소는 다음과 같이 요약할 수 있다.

○ 유입량의 요소

지하수 유입 + 표면하수(지하수)유입 + 유입수

○ 유출량의 요소

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

○ 저류량 요소

지하수 저류량 변화 + 지하수 부존량 변화 + 토양수 변화 등이다.

이중에서 어떤 요소는 매우 쉽게, 그리고 정확하게 측정할 수 있지만, 또 다른 요소들은 측정이 불가능한 경우도 있다. 간단한 물수지 분석에는 아래와 같은 수문 방정식을 사용하여 간단한 조건으로부터 시작하는 것이 일반적이다.

$$P = O + ET$$

여기서 P : 강우량, O : 전유출량(지표수 유출+지하수 유출), ET : 증발산량으로 인한 손실이다.

지하수 유출은 년주기별로 변동이 없다고 가정하면 지하수 함양량과 동일한

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

6-1-1. 강수량

옥천지역의 최근 10년간의 평균 강수량은 1,280.6mm/yr로 1998년에 2,085.1mm/yr로 최대 강수량을 보이고 1994년에 765.3mm/yr로 최소 강수량을 보인다.

월별 강수량에서 최대 강수량은 8월(301.1mm)이고 최소 강수량은 1월(27.3mm)에 최소치를 보인다.

6-1-2. 유출분석

일반적인 수자원 부존량 평가는 물수지에 의한 평가방법을 사용하고 있는데 이것은 총 유역면적에 내린 평균강수량의 통계적 배분방법으로서 강수량의 하천유출량과 손실량의 비는 55:45로 추정하고 있다.

가. 증발산량

강수에 의해 저류대로 유입되는 양의 상당부분은 수면으로부터의 증발(Evaporation)과 식물로부터의 발산(Ttranspiration)에 의해 다시 대기 중으로 환원되기 때문에 물의 순환과정에서 증발과 발산은 매우 중요하다. 증발산량은 토양의 함수량을 연속적으로 측정함으로써 계산할 수 있으나 매우 좁은 범위에 적용할 수 있을뿐 광역적인 유역에 적용할 수 있는 계측방법이 확립되지 않고 있다. 또한 증발산은 기상학적 요인 이외에 식물의 종류, 식물의 밀도, 성장속도, 잎표면 크기 등 식물요소와 토양의 공극률, 수리전도도, 입자의 크기, 함수율 등 토양요인에 직접적으로 영향을 받으므로 증발산량의 추정방법은 매우 복잡하다. 따라서 물이 무한대로 공급되는 조건에서 수면증발 또는 식물이 발산할 수 있는 능력인 잠재 증발산량을 사용하여 실제 증발산량을 계산하는데 본 조사지구에서는 기후인자(기

온, 강수량)와의 관계에 의한 Turc 경험식을 이용하여 산출하였다.

최근 10년간의 평균 강수량은 1,280.6mm/yr로이며 평균 기온은 10.7℃이다.

○ Turc에 의한 추정

Turc(1961)는 세계 각지의 254개 유역의 강수량, 증발량, 기온의 자료를 분석하여 다음과 같은 경험공식을 제안하였다.

$$E = \frac{P}{[0.9 + (P/L)^2]^{0.5}}$$

여기서 E는 증발산량(mm), P는 강수량(mm)이며, L은 기온 T(℃)의 함수로 $L=300+25T+0.05T^3$ 로 주어진다. 조사지역의 증발산량 비는 <표 6-1>과 같다.

<표 6-1> 옥천지역 추정 증발산량 (Turc 방법)

| 구 분 | 연평균 강수량 (mm) | 연평균 기 온 (℃) | 추 정 증발산량 (mm) | 강 우 대 증발산비 (%) | 비 고 |
|-----|--------------------|-------------------|---------------------|----------------------|--------------|
| 옥천군 | 1,280.6 | 10.7 | 570.0 | 44.5 | 보 은 기상관측소 |

6-1-3. 함양량 분석

지하수의 함양은 강수의 지하침투와 하천 및 호수 등 지표수의 침투 등으로 이루어져 있다. 일반적으로 강수의 지하침투를 자연함양이라 하며, 지표면이 투수성 물질로 구성된 자유면 대수층에서 주로 발생한다. 자연함양에 영향을 주는 인자로는 강수형태, 기후조건, 토양수분, 강수특성, 지표의 지형적 특성과 투수성 및 식생현황 등이다. 연간 또는 계절별 강수량에 의한 자연함양량을 추정하기 위해서는 자연함양량이 강수량보다는 대수층 특성에 관계되며, 일정기간의 강수량 중 일정비율이 함양된다는 가정을 택하는 것이 편리하다. 피압지하수의 경우는 인근자유면 대수층에서 2차적으로 함양된다.

가. 강수량에 의한 함양량 분석

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

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

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

본 조사지역의 최근 13년간 강수자료를 이용하여 지하수 이용량 및 지하수 함양량 등을 구해보면

연평균 강우량에 의한 유입량은

- 연평균 강수량 (보은기상관측소, 1989~1998)

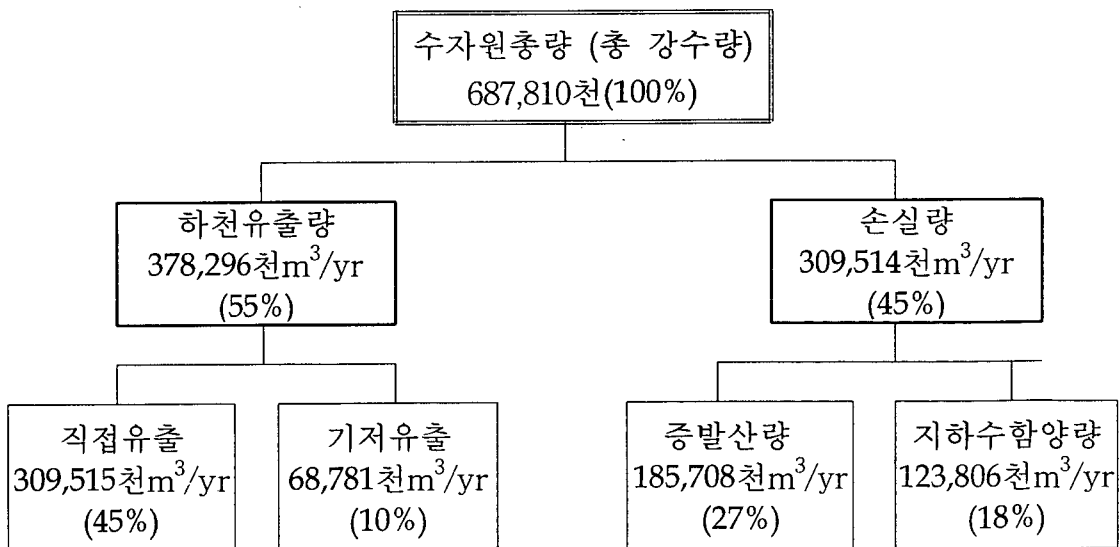
평균 : 1,280.6mm/yr (최대 : 2,085.1mm/yr, 최소 : 765.3mm/yr)

- 집수유역면적 : 537.10km²

- 기저유출량 : 수자원 총량(687,810천m³) × 기저유출률(0.1) = 68,781천m³

으로서 총 강수량을 수자원 총량으로 간주하면 조사지역의 계통표는 다음과 같다.

(단위 : m³/yr)



<표 6-2> 계통표에 의한 조사지구 유출량

그러므로, 조사지역의 연평균강우량에 의한 유입량은 유역면적×연강수량인 687,810천m³/년이며 지하수 함양량은 부존지역의 면적과 연평균강우량, 그리고 지하수함양율(18%)의 곱으로 표현되므로 123,806천m³/년이다.

나. 유출분석에 의한 함양량 분석

하천의 유출률은 강수총량에 대한 유출총량의 비로써 다음과 같이 계산된다.

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

하천 유출량의 감소는 지하수위가 강하되었음을 의미하게 되며, 본 유역에 있어서 하천유출량의 측정은 금강유역의 연평균기저유출율(강우함양계수)인 17.6%를 적용하였다 (건설교통부-한국수자원공사 지하수관리 기본계획서, 1996).

하천유출이 지하수위의 변동과 관련이 있으므로 하천유출량의 수문곡선으로부터 기저유출을 분리하면 지하수 저류로부터 배출되는 양, 즉 지하수 유동량으로 볼 수 있다. 기저유출율(강우함양계수)을 0.176로 하여 유량을 산출하면 다음과 같다. 여기서 연 강수량은 최근 10년간(1989~1998) 보은기상관측소의 연평균 강수량인 1,280.6mm/yr로 계산하였다.

$$\frac{0.176 \times 537,100,000 \times 1.2806}{365 \times 86,400} \doteq 3.8386 m^3/sec = 383,862 m^3/day$$

그러므로 연평균 함양량은 138,958천m³/yr로 나타나고 이 수치는 지하수의 저유상태에 인공적인 변화를 가하지 않고 소모시켜 버릴 수 있는 수량으로 지하수의 저류를 소모시킨다던가 혹은 관계수의 재침투를 고려하면 개발량은 더욱 상회할 수 있을 것이다.

다. 물수지 방법에 의한 함양량 분석

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

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

$$\begin{aligned} I &= \text{지하수 함양량} & P &= \text{총 강수량} \\ DR &= \text{지표수 적정유출량} & ER &= \text{증발산량} \\ IU &= \text{타지역으로부터 지하수 유출입량} \end{aligned}$$

최근 10년간(1989~1998) 조사지역의 년평균 강수량 1,280.6mm/년을 적용하여 총 강수량(P)을 구해보면,

$$1,280.6\text{mm} \times 537,100,000\text{m}^2 = 687,810,260\text{m}^3 \text{ 이다.}$$

증발산량(ER)은 Turc의 증발산량 추정공식을 사용하여 얻어진 연간 증발산량 570.0mm/년을 적용시켜 조사지역의 증발산량(ER)을 구해보면,

$$570.0\text{mm} \times 537,100,000\text{m}^2 = 306,147,000\text{m}^3 \text{ 이다.}$$

따라서 상기 수문 평형식을 적용하면(유출량은 총강수량의 45%)

$$I = 687,810,260\text{m}^3 - 309,515,000\text{m}^3 - 306,147,000\text{m}^3 = 72,148,260\text{m}^3/\text{년 이다.}$$

라. 지하수 함양량

앞에서 언급한 옥천 지역의 지하수 함양량 분석결과를 비교하면 강수량에 의한 지하수 함양량 산출 방법이 123,806천 m^3 /년으로 최대 함양량을 보였으며 유출 분석에 의한 지하수 함양량이 138,958천 m^3 /년, 물수지 방법에 의한 지하수 함양량이 72,148천 m^3 /년로 나타났다. 이들 각각의 방법에 의해 산출된 옥천 지역의 평균 지하수 함양량은 116,951천 m^3 /년으로 나타났다 <표 6-3>.

<표 6-3> 옥천군 지하수 함양량 분석 결과

| 지하수 함양량 분석 방법 | 지하수 함양량 |
|--------------------|---------------------------|
| 강수량에 의한 지하수 함양량 | 123,806천m ³ /년 |
| 유출분석에 의한 지하수 함양량 | 138,958천m ³ /년 |
| 물수지 방법에 의한 지하수 함양량 | 72,148천m ³ /년 |
| 평균 지하수 함양량 | 111,637천m ³ /년 |

6-2. 지하수부존량 및 개발가능량

6-2-1. 지하수 부존량

지하수 부존량이란 대상지역의 지하 지층 공극내에 저류된 물의 총 포장량을 의미하나 부존자원의 이용 측면에서 볼 때 포장량 중 산출가능량만을 부존량으로 평가함이 타당하다.

지하수 포장량은 지층 중에 포화되어 있는 물의 총량으로 지층의 총 체적에 공극율을 곱하여 구할 수 있으며, 산출가능 포장량은 공극안에서 유동할 수 있는 수량을 말하므로 지층의 체적에 유효공극율을 곱하여 추정할 수 있다.

<표 6-4> 한국의 지하수 부존량(농진공, 1991)

| 분 포 지질별 | | 분포면적 (km ²) | 지 하 수 부존심도 (m) | 지하수포장량 | | | | 가용포장량 (재순환가능량) | |
|------------|-----|----------------------------|----------------------|------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| | | | | 총포장량 | | 산출가능량 | | | |
| | | | | 공극율 (%) | 지하수량 (억 m ³) | 유 효 공극률 (%) | 지하수량 (억 m ³) | 재순환율 (%) | 지하수량 (억 m ³) |
| 합 계 | | 98,490 | | | 13,240 | | 5,450 | | 1,170 |
| 육지부 | 계 | 96,670 | | | 13,410 | | 5,380 | | 1,160 |
| | 충적층 | (27,380) | 3 | 35 | 280 | 14.2 | 110 | 14.2×1 | 110 |
| | 화성암 | 31,820 | 200 | 1 | 630 | 0.5 | 310 | 0.5×1/5 | 60 |
| | 퇴적암 | 28,780 | 800 | 5 | 11,510 | 2.0 | 4,600 | 2.0×1/5 | 920 |
| | 변성암 | 36,070 | 200 | 1 | 720 | 0.5 | 360 | 0.5×1/5 | 70 |
| 제주도 | 화산암 | 1,820 | 400 | 3.5 | 100 | 2.5 | 70 | 2.5×1/5 | 10 |

<표 6-4>은 우리나라의 지질별 분포면적과 지하수 부존심도를 고려하여 지하수 포장량과 재순환가능량을 산출한 것이다. 우리나라의 지하수 부존량은 지하수 부존심도와 암질별 유효공극율에 의해서 달라지며 지하수 총포장량의 40%를 산출가능 포장량으로, 산출가능 포장량의 20%를 가용포장량으로 추정하고 있다. 이것은 지하수를 취수하여 이용하는데는 기술적, 경제적 한계가 있을뿐 아니라 지하수가 재생가능한 순환자원이므로 순환가능한 범위내에서 이용량을 결정하는 것이 바람직하기 때문이다. 따라서 실제 개발가능량 분석시는 이러한 문제들을 고려하여야 할 것으로 판단된다.

옥천군 지역의 지하수 부존량 산출은 현재 군내 기설관정중 대형암반관정 및 최근 3년간 개발한 소형 관정 150개에 대한 평균 개발심도 100m를 부존심도로 적용하였으며 유효공극율은 <표 6-4>에서 제시한 값을 이용하였다. 조사지역은 험준한 산계가 발달한 지역으로 임야가 전체 토지면적의 76.8%를 차지하며 기시행된 수맥조사 및 발기반 시추조사 결과 토사층 두께는 15.8m였으며 자연수위는 5.8m다. 따라서 평균 자연수위를 제외한 11.5m를 충적층에서의 지하수 부존심도로 가정하였다. 지질별 분포면적은 화성암류가 214.6km², 변성암류가 251.92km²이고 충적층의 분포면적은 67.21km²이다.

<표 6-5> 옥천군 지하수 부존량 추정

| 지 질 별 | | 분포면적 (km ²) | 지하수 부존심도(m) | 유효공극률 (%) | 산출가능포장량 (백만톤) |
|-------|------|----------------------------|----------------|--------------|------------------|
| 계 | | 537.10 | | | 137.2 |
| 충 적 층 | | 67.21 | 11.5 | 14.2 | 43.9 |
| 암 반 | 화성암류 | 214.60 | 100 | 0.5 | 42.9 |
| | 변성암류 | 251.92 | 100 | 0.5 | 50.4 |

6-2-2. 지하수 개발가능량

지하수 개발가능량은 수문순환계가 파괴되지 않고 지하수 장애를 일으키지 않는 범위 내에서 지속적으로 대수층으로부터 양수할 수 있는 지하수량에 해당하며, 각 지방자치단체의 용수수급계획 수립시 지표로 활용될 수 있다.

여기서 수문순환계의 파괴란 물이 강수, 지표수, 증발산 등의 형태로 끊임없이 자연계에서 순환하는 체계가 파괴되는 것으로, 예를 들면 지하수의 과잉채수로 인한 지하수의 고갈 또는 인근 하천의 건천화 등을 들 수 있다. 또한 지하수의 장애는 지하수의 과잉채수로 인한 지하수위의 과도한 강하, 지하수 고갈 및 지반침하, 지하수오염, 염수침입등과 같이 정상적으로 지하수를 개발 이용하지 못하게 되는 현상을 의미한다. 지하수를 개발하면 자연상태에 어느 정도의 변화가 오게된다. 따라서 주변의 환경에 심각한 영향을 주지 않는 범위 내에서 지하수개발 가능량을 적정개발 가능량 또는 안전채수량 이라고 할 수 있다. 안전채수량은 지하수를 양수할 때 지하수 부존량의 점진적 감소, 수질 저하, 지하수위 악화, 지반침하, 기존 시설에 의한 우물간섭 등의 부정적 영향이 발생하지 않는 범위 내에서 항구적으로 이용할 수 있는 채수량이다. 따라서 지하수의 함양과 배출이 평형이 되도록 연간 함양량을 초과하지 않는 범위내로 연간 취수량을 제한하여야 한다.

90년대 들어서 우리나라 지하수와 체계적인 개발, 이용 및 보전관리의 필요성을 깊이 인식하고 관련 정책수립을 위한 기본 지표로서 우리나라의 지하수개발가능량을 산정하였다.<표 6-6>

광역적인 지하수 함양은 강우에 의한 자연함양이 주 요인이 되며 이의 산정방법으로 물수지 분석방법과 기저유출 분석 방법을 주로 사용하고 있다. 연구기관 및 연구자에 따라 개발가능량 산출에 있어서 산정방법에 따라 년 강우량에 대한 적용 비율은 7~18% 범위로 나타났다. 또한 산출된 지하수 함양량 전량을 개발가능량으로 추정한 경우와 함양량의 70%를 적정개발가능량으로 추정한 경우로 구분되는데 그 타당성 여부는 검증할 수 없으나 지역단위의 적정개발가능량 분석에서는 해당 지역의 유역특성과 지하수 관리계획을 감안하여 함양량의 70~100% 범위에서 결정하는 것이 현실적이라 할 수 있다.

<표 6-6> 한국의 지하수 부존량(농진공, 1991)

| 연구자 | 개발가능량 (억톤/년) | 연강수량에 대한 비율(%) | 추정방법 | 사용용어 |
|------------------------|-----------------|----------------------|----------------------------------------|-------------------|
| 선우중호 (1992) | 100~150 | 7.9~11.8 | Cheremissionoff(1998) 의 기준, 물수지 방법 | 적정개발 가능량 |
| 한정상(1995) 이천복(1994) | 228 | 18 | 물수지 방법 (건설부 통계편람) | 지하수 함양량 |
| 최병수(1992) | 143 | 11.3 | 함양량의 70% 적용 | 경제적 지하수 이용 가능량 |
| 한국수자원공 사 (1993) | 136.3 | 10.6 | 지하수저장량의 변화량은 순환량에 해당된다는 물수지 법 적용 | 적정개발 가능량 |
| 건설교통부 (1994) | 137.8 | 10.7 | 기저유출 분석 방법 (안정률 70% 적용) | 적정개발 가능량 |
| 건설교통부 (1995) | 132.7 | 10.3 | 기저유출 분석 방법 (안정률 70% 적용) | 적정개발 가능량 |
| 이동률(1995) | 64.8 | 7.8 | 지하수 감수곡선 이용 갈수기의 지하수 유출량 고려 | 지하수 함양량 |

본 조사에서는 지하수 적정개발가능량을 현실적으로 경제적인 지하수 이용가능량을 감안하고 전술한 지하수함양량의 안정채수율(70%)을 고려하여 산정하였다. 지하수조사연보(건설교통부, 1999)에 의하면 1998년 현재 옥천지역의 지하수 관정 수는 10,791개소로 이용량은 16,597,736.2m³/년에 이른다. 따라서 조사지역에서의 추정 지하수 개발 가능량은 61,548천m³/년이며, 지하수 이용량은 개발가능량의 21.2%로 나타났다.

<표 6-7> 옥천군 지하수 적정 개발 가능량

| 구분 | 지하수 함양량 (천m ³ /년) | 지하수 적정 개발 가능량 (천m ³ /년) | 지하수 이용량 (천m ³ /년) | 향후개발 가능량 (천m ³ /년) | 이용량/개발가능량 (%) |
|----|------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| 옥천 | 111,637 | 78,146 | 16,598 | 61,548 | 21.2 |

7. 지하수자원 개발계획

7-1. 용도별 소요수량 및 공급방안

7-1-1. 생활용수 소요수량 및 공급방안

급수방식에 따라 상수도시설에 의한 급수대상지역과 미급수지역인 간이급수대상지역으로 대별할 수 있으며, 이중 급수대상지역에서는 상수도에서 공급되는 양을 비교적 정확하게 예측할 수 있으나 미급수지역인 경우에는 이를 정확히 산출할 수가 없다. 국내의 상수도의 이용현황은 1996년에 전국 총인구 $46,426 \times 10^3$ 명 중 급수인구 $38,823 \times 10^3$ 명에게 급수하여 급수보급율 83.6%, 시설용량 $22,908 \times 10^3 \text{m}^3/\text{일}$, 급수량 $15,879 \times 10^3 \text{m}^3/\text{일}$, 1인1일 평균급수량 409 l pcd , 급수도시 649개소로 괄목할 만한 성장을 보이고 있다.

<표 7-1> 상수도 보급 현황

| 구분 | 급수도시내총 인구(명) | 급수인구 (명) | 보 급 율 (%) | 시설용량 ($\text{m}^3/\text{일}$) | 급 수 량 ($\text{m}^3/\text{일}$) | 1일1인당 급수량(ℓ) | 급 수 수 전 수 |
|----|-----------------|-------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------|--------------|
| 계 | 62,928 | 30,800 | 48.9 | 2,1000 | 9,573 | 310 | 5,923 |
| 옥천 | 31,044 | 26,774 | 86.2 | - | 8,209 | 306 | 4,743 |
| 동이 | 4,312 | 1,035 | 24.0 | - | 416 | 402 | 304 |
| 안남 | 2,144 | - | - | - | - | - | - |
| 안내 | 2,917 | - | - | - | - | - | - |
| 청성 | 3,788 | - | - | - | - | - | - |
| 청산 | 5,231 | 1,361 | 26.0 | 1,000 | 391 | 287 | 425 |
| 이원 | 6,685 | 1,630 | 24.3 | 20,000 | 557 | 341 | 451 |
| 군서 | 3,226 | - | - | - | - | - | - |
| 군북 | 3,581 | - | - | - | - | - | - |

본 지구는 농촌지역으로 1999년 현재 62,928명이며 지난 10년 동안 인구변동은 거의 없었다. 상수도 보급율은 48.9%로 이며, 옥천읍 인구의 86.2%, 동이면 24.0%, 청산면 26.0%, 이원면 24.3%가 상수도를 이용하여 용수를 공급받고 있고 기타 간이상수도(44개소)와 소규모 급수시설(124개소)로부터 전체 인구의 59.2%(17,897명)가 용수를 공급받고 있다. 따라서 상수도와 간이상수도 및 소규모 급수시설을 이용하여 공급받는 급수구역내 총 인구는 70.2%인 44,210명이다.

현재 상수원의 보급 형태는 암반관정을 이용한 간이상수도 시설과 마을 공동으로 계곡 하천수를 이용한 지표수 개발과 자가 소형관정을 생활용수로 이용한 방법이 대부분이므로, 향후 안정적인 생활용수 공급이 필요한 실정이다.

<표 7-2> 간이상수도 및 소규모 급수시설 현황

| 구 분 | 시설수(개소) | | | 급수인구 | | | 급수량(톤/일) | | |
|-----|---------|----|-----|--------|-------|-------|----------|-------|-------|
| | 계 | 간이 | 소규모 | 계 | 간이 | 소규모 | 계 | 간이 | 소규모 |
| 계 | 168 | 44 | 124 | 13,410 | 6,743 | 6,667 | 2,992 | 1,451 | 1,541 |
| 옥천 | 6 | 3 | 3 | 864 | 716 | 148 | 172 | 143 | 29 |
| 동이 | 18 | 6 | 12 | 1,374 | 798 | 576 | 269 | 159 | 110 |
| 안남 | 25 | 9 | 16 | 2,232 | 1,262 | 970 | 423 | 231 | 192 |
| 안내 | 23 | 4 | 19 | 1,883 | 937 | 946 | 628 | 265 | 363 |
| 청산 | 11 | 4 | 7 | 903 | 604 | 299 | 209 | 120 | 89 |
| 청성 | 33 | 4 | 29 | 1,755 | 429 | 1,326 | 399 | 133 | 266 |
| 이원 | 7 | - | 7 | 512 | - | 512 | 96 | - | 96 |
| 군서 | 18 | 11 | 7 | 1,715 | 1,300 | 415 | 448 | 261 | 187 |
| 군북 | 27 | 3 | 24 | 2,172 | 697 | 1,475 | 348 | 139 | 209 |

○ 생활용수 공급방안

1999년 현재 상수도가 보급된 읍·면지역에서의 1인당 1일 평균급수량은 310ℓ이며 1996년 전국 평균 상수도 공급에 의한 1인당 1일 평균급수량은 409ℓ로 이를 기준으로 평균값인 1인당 360ℓ를 총 인구수에 곱한 값을 안정적 용수수요량으로 계산하여 현재 상수도 및 간이상수도, 소규모 급수시설을 이용하여 공급받는 급수량을 제외하면 읍면별 생활용수 수요수량을 예측할 수 있다.<표 7-3>

<표 7-3> 읍·면별 생활용수 수요수량

| 구 분 | 총인구 | 총소요 수 량 (m ³ /일) | 현재 급수량 (m ³ /일) | | | 부족수량 (m ³ /일) | 향후 개발 공 수 (100m ³ /일) |
|-----|--------|-----------------------------------|-------------------------------|-------|------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|
| | | | 계 | 상수도 | 간이상수도 및 소규모 급수시설 | | |
| 계 | 62,928 | 22,654 | 12,565 | 9,573 | 2,992 | 10,089 | 101 |
| 옥천 | 31,044 | 11,176 | 8,381 | 8,209 | 172 | 2,795 | 28 |
| 동이 | 4,312 | 1,552 | 685 | 416 | 269 | 867 | 9 |
| 안남 | 2,144 | 772 | 423 | | 423 | 349 | 3 |
| 안내 | 2,917 | 1,050 | 628 | | 628 | 422 | 4 |
| 청산 | 3,788 | 1,364 | 600 | 391 | 209 | 764 | 8 |
| 청성 | 5,231 | 1,883 | 399 | | 399 | 1,484 | 15 |
| 이원 | 6,685 | 2,407 | 653 | 557 | 96 | 1,754 | 18 |
| 군서 | 3,226 | 1,161 | 448 | | 448 | 713 | 7 |
| 군북 | 3,581 | 1,289 | 348 | | 348 | 941 | 9 |

옥천군의 생활용수 급수량은 12,565m³/day이며 이중 상수도 급수 9,573m³/day, 간이상수도 및 소규모 급수시설 2,992m³/day이 이용되고 있다. 안정적 용수공급량은 22,654m³/day로 10,089m³/day의 공급부족이 예상된다. 특히, 옥천읍 지역과 청성면, 이원면의 경우 다른 지역에 비해 공급부족이 심한 것으로 나타났다.

조사지구의 안정적 생활용수 수요량 공급을 위해 암반관정 1공당 채수 이용량을 100m³/일로 하고 향후 인구의 증감이 없다고 가정할 때 향후 개발해야 할 관정수는 101공으로 행정구역별 내역은 <표 7-3>과 같다.

7-2-1. 농업용수 소요수량 및 공급방안

옥천군 지역의 경지면적은 10,271ha로 경지면적중 논은 4,966ha, 밭은 5,305ha이다. 농업용수의 이용량은 전·답별 경지면적에 각 단위용수량을 적용함으로써 산정하게 된다.

<표 7-4> 읍·면별 농업용수 소요수량

| 구 분 | 경지면적(ha) | | 총소요수량 (m ³ /년) | 현재이용량 (m ³ /년) | 부족수량 (m ³ /년) | 향후개발 (100m ³ /일) |
|-----|----------|-------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| | 밭 | 논 | | | | |
| 계 | 5,305 | 4,966 | 11,060,618 | 5,382,788 | 5,677,830 | 156 |
| 옥천 | 62 | 712 | 1,306,284 | 668,530 | 637,754 | 17 |
| 동이 | 712 | 563 | 1,298,941 | 69,300 | 1,229,641 | 34 |
| 안남 | 489 | 290 | 718,576 | 675,370 | 43,206 | 1 |
| 안내 | 651 | 390 | 962,344 | 170,016 | 792,328 | 22 |
| 청성 | 843 | 827 | 1,826,235 | 1,075,887 | 750,348 | 21 |
| 청산 | 1,134 | 651 | 1,625,719 | 1,306,252 | 319,467 | 9 |
| 이원 | 610 | 830 | 1,738,344 | 336,332 | 1,402,012 | 38 |
| 군서 | 325 | 428 | 901,175 | 746,016 | 155,159 | 4 |
| 군북 | 479 | 273 | 683,000 | 335,085 | 347,915 | 10 |

경작에 필요한 농업용수 수량은 경작지의 위치, 토질, 작물의 종류, 경작지 내의 증발산량 등에 따라 차이가 있을 수 있으나, 논인 경우 ha당 100m³/일, 밭인 경우 ha당 50m³/일을 적용하였고, 연간 경작일수는 논인 경우 90일, 밭인 경우 40일을 적용하여 필요수량을 산출하였다. 지하수 총소요수량은 지표수 대 순수 지하수이용량의 비를 80 : 20으로 고려하여 산출한 것이며 현재 이용량을 제외시킨 양을 부족수량으로 계산하였다.

조사지구의 경지면적에 대한 농업용수 총 소요수량은 11,061천m³/년으로 현재 5,383천m³/년이 이용되고 있으며 안정적 용수공급을 위해 연간 5,678천m³/년의 공급부족이 예상된다. 향후 개발공에 대해서는 공당 평균 100m³/일을 기준으로 156공이 소요된다.

7-1-3. 기타용수 소요수량 및 공급방안

축산용수의 경우, 마리당 젖소 150ℓ, 한우 50ℓ, 돼지 40ℓ, 닭 0.5ℓ, 산양 10ℓ를 적용하여 소요수량을 산출하였으며, 사육두수는 옥천군 통계연보 자료를 이용하였다. 조사지구에서의 축산용수 소요수량 426,742m³/년이며 향후 개발공에 대해서는 공당 평균 50m³/일 기준으로 총 23공이 소요된다.

<표 7-5> 읍·면별 축산용수 소요수량

| 구분 | 가 축 수 (마리) | | | | | 소요수량 (m ³ /년) | 개발공 (50m ³ /일) |
|----|------------|--------|-------|--------|-------|-----------------------------|------------------------------|
| | 젖소 | 한우 | 돼지 | 닭 | 산양 | | |
| 계 | 807 | 12,717 | 9,000 | 78,535 | 1,299 | 426,742 | 23 |
| 옥천 | 363 | 2,855 | 725 | 23,302 | 301 | 87,914 | 5 |
| 동이 | 200 | 1,259 | 767 | 15,969 | 109 | 48,437 | 3 |
| 안남 | | 992 | 215 | 26,196 | 134 | 26,513 | 1 |
| 안내 | 60 | 1,646 | 591 | 642 | 165 | 42,673 | 2 |
| 청성 | 37 | 1,626 | 233 | 173 | 109 | 35,531 | 2 |
| 청산 | | 1,194 | 4,964 | 7,015 | 168 | 96,158 | 5 |
| 이원 | 44 | 1,464 | 1,174 | 340 | 128 | 46,797 | 3 |
| 군서 | 3 | 1,111 | 288 | 4,272 | 125 | 25,881 | 1 |
| 군북 | 100 | 570 | 43 | 626 | 60 | 16,839 | 1 |

7-2. 지하수 개발 계획

농어촌지역에서도 지표수 및 지하수의 오염이 진행되면서 생활용수 공급은 암반관정을 이용한 형태로 이루어지고 있는 있다. 옥천군 지역은 4개소의 상수도 시설을 이용하여 급수총인구의 약 48.9%에 해당하는 30,800명이 생활용수를 공급받고 있다. 한편 상수도 미보급지역 주민들은 간이상수도 및 소규모 급수시설을 이용하거나 자가소형관정을 개발하여 용수를 공급받고 있는 실정이다. 농업용수의 경우 수리시설을 이용한 수리답 면적은 전체 91%에 해당하나 년별, 계절별 강우 변동이 크고 유역의 평균 경사도가 매우 커 하천유출량이 많다. 그리고 대규모 축산단지가 조성되어 축산용수의 공급부족이 예상된다.

옥천군 지역의 적절한 용수공급을 위해서 용도별 소요수량에 따른 향후 개발 암반관정은 생활용수 공당 이용량(100m³/일)을 기준으로 101공, 농업용수 공당 이용량(100m³/일)을 기준으로 156공, 축산용수 공급용 암반관정의 공당 이용량(50m³/일)을 기준으로 23공이 필요하다. 공당사업비는 생활용수의 경우 45백만원, 농업용수는 20백만원으로 계산하였으며 연차별 개발사업량 및 사업비는 다음과 같다.

<표 7-6> 연차별 지하수개발 사업량 및 사업비

| 구분 | | 계 | 2002년 | 2003년 | 2004년 | 2005년 | 2006년 |
|------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 계 | 공 | 280 | 30 | 30 | 30 | 27 | 124 |
| | 사업비 (백만원) | 9,660 | 1,100 | 1,100 | 900 | 750 | 2,230 |
| 생활용수 | 공 | 101 | 20 | 20 | 20 | 20 | 21 |
| | 사업비 (백만원) | 4,545 | 900 | 900 | 900 | 900 | 945 |
| 농업용수 | 공 | 179 | 30 | 30 | 30 | 30 | 59 |
| | 사업비 (백만원) | 3,580 | 600 | 600 | 600 | 600 | 1,180 |

8. 지하수 보전 관리

8-1. 지하수 환경재해

8-1-1. 발생원인

지하수는 지표수와 같이 수문순환과정에 의해 보충되는 자원이지만 적정 수준 이상으로 지하수를 채취하거나 훼손시키면 여러 형태의 장애가 발생하게 된다. 일단 훼손된 지하수 대수층의 복원에는 오랜 기간과 막대한 비용이 소요되거나 전혀 복원이 불가능한 경우도 있으므로 사전에 철저히 보호하면서 합리적으로 사용하는 것만이 보전관리를 위한 최선의 방안이다. 그러므로 조사지역의 항구적인 지하수 보전관리를 위해서는 지하수 시설물의 관리, 지하수 관측망 운영, 지하수 정보관리시스템 구축, 사후 환경재해와 보전대책 등이 필요하다.

지하수 환경재해는 지하수와 관련된 모든 재해를 말하며, 과잉양수에 의한 수원고갈, 지하수위 강하에 따른 지반침하, 지하수위 변화에 따른 각종재해, 지하수 구조물 설치에 따른 지하수 유동변화, 지하수 오염에 따른 피해 등을 들 수 있다.

가. 과잉양수에 의한 수위강하 및 수원고갈

관정에서 지하수를 양수하게 되면 지하수 수위가 강하하고, 양수를 중지하면 수위는 회복된다. 그러나 지하수 과다 개발 등으로 양수량이 지하수 충전량보다 상당히 커서 수위회복이 불가능한 경우에는 평형상태가 파괴되어 유역 지하수계의 변형을 야기시켜 궁극적으로 수원이 고갈된다.

나. 지하수위 강하에 따른 지반침하

지반침하는 주로 지하수의 과잉양수에 의해 지하수위가 급격히 저하되는데 기인하여 지반이 압축·압밀되므로써 발생한다. 피압지하수를 과잉 채수하면 지하수위가 저하되고, 대수층 상·하의 점토층이 수축되어 지반침하가 발생한다. 지하수 양수에 의한 지반의 수축은 우물의 기저부에 있는 모래·자갈층 바로 밑의 연속

성 좋은 점토층 또는 암반에서부터 지표까지 발생한다. 점토층이 두껍게 퇴적되어 있는 지반에서는 점토의 압밀현상에 의해 장기적으로 지반침가가 진행된다. 따라서 충적층에서 과다양수를 하면 양수량이 감소하면서 지반침하를 일으키게 된다. 제한된 일정지역에 지하수 이용시설이 밀집되었거나 지하수 함양량보다 많은 지하수를 장시간 양수하여 사용하면 지하수 영향범위가 확대되고, 지층이 연약할 경우 지하수가 포화된 지역과 포화되지 않은 지역은 부등침하를 일으킬 수 있으므로 건축물·토목구조물 설치시에 많은 주의가 필요하다.

다. 지하수위 변화에 따른 각종 재해

지하수위가 강하하게 되면 양수량 감소, 지반침하 현상외에도 지표 오염물질의 침투가 촉진되거나 해안지역 기저의 염수 경계면이 상승되어 염분이 증가되기도 한다. 이와는 반대로 지하차수벽, 지하댐 등의 설치로 지하수위가 상승하면 지표 부위가 습지화되어 농작물에 피해를 줄 수 있으며 토양에서 서식하는 각종 동식물의 환경에 변화를 초래하여 생태계를 변화시키기도 한다. 또한 경사진 지역의 지하수위 변화는 지층 또는 암반열극내의 수압, 마찰력, 지내력 등의 변화를 유발하여 사면의 안정성이 저하되고 사면활동 또는 붕괴의 요인이 되기도 한다.

라. 지하구조물 설치에 따른 지하수 유동변화

지하철도, 터널, 지하저장고(유류), 지하폐기물처리장, 수로, 대규모 건축물, 지하공간 개발시설 등 구조물 설치로 지하수 유로를 차단하거나 지하수 충진을 억제하게 되어 지하수 유동에 장애가 되고 있으며, 다량의 지하수를 양수하므로써 지하수위 강하, 지하수 고갈, 지반침하, 심부지하수 오염축진 등 지하수 장애를 유발하고 있다.

마. 지하수 오염으로 인한 각종재해

오염물질이 지하에 침투되면 지하수와 토양을 오염시키고 확산되는 만큼 오염된 지하수를 이용하는 사람, 동물, 농작물 등과 산업시설, 의·식·주생활에까지 피해를 입히고 있다.

8-2. 지하수 보전구역

8-2-1. 보전구역 정의

지하수 보전구역은 지하수의 개발·이용으로 인한 지하수의 고갈, 지반의 침하 또는 지하수의 오염을 방지하기 위하여 필요한 지역, 지하수를 이용하는 하류지역과 수리적으로 서로 연결된 상류의 지하수 함양지역, 기타 지하수의 수량이나 수질의 보전에 필요한 지역으로 대통령이 정하는 지역으로 지하수법 제12조에 명시되어 있다. 지하수 보전구역의 지정범위는 지하수 함양원 지역과 수원이 풍부한 대수층 지역, 지하수 다량 사용지역, 관정 밀집지역, 수위강하 및 수질저하 등 지하수 환경재해 발생 가능성이 높은 지역과 발생지역 등 지하수와 관련된 거의 전지역에 대하여 세밀하게 지정토록 하고 있다.

8-2-2. 보전구역 분류

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

가. 지하수 함양지역

지하수는 대부분이 강수가 지표에서 퇴적층을 통하여 지하로 유입되어 함양된다. 만약 이때 지하수 함양이 인위적인 활동에 의하여 방해받게 되면 지하수 부존량과 유동량이 감소하게 되고 이에 따라 지하수 개발 가능량이 적어지게 된다. 또한 지하수 함양지역이 오염되면 지하수 함양시 대수층을 통하여 지하수 오염이 이루어지게 되어 국지적 내지 광역적인 지하수계 오염을 초래할 수도 있다.

나. 오염원 주변지역

지하수를 오염시킬 수 있는 잠재오염원이 존재하는 지역에 오염 취약지구를 설정하여 이들 지역을 통한 지하수의 오염의 확산을 방지하여야 한다. 지하수 오

염이 이미 확인된 지역에서는 지질조사와 지하수의 수질조사에 의하여 오염된 지하수와 대수층의 범위를 확인하고, 관리의 목표와 우선순위 등을 종합적으로 평가하여 적절한 오염관리 대책을 체계적으로 수립, 시행하여야 한다.

다. 취수정 주변지역

취수정 주변 지역에서의 지하수 보전구역이란 음용수 목적으로 취수하는 관정 주변에서 지하수에 오염 물질이 유입되는 것을 방지하기 위하여 설정하는 보호구역을 말한다. 따라서 용수공급을 위하여 사용중인 공용 취수정을 보호한다는 의미로 이들 주변지역을 보호하여 관정으로부터 취수되는 지하수의 오염을 방지하고 궁극적으로 이를 용수로 사용하는 지역 주민들의 건강과 복리를 보호하려는 것이다.

8-2-3. 보전구역 설정 및 운영

지하수 보전구역을 지정하는 경우에는 보전구역 지정 및 설정기준에 의거하여 충분한 조사와 의견수렴을 거친 후 최종적으로 확정하여 시·도지사가 공고한다. 시·도지사는 더 이상 보전구역으로 지정·관리할 필요가 없다고 판단되는 경우에는 필요한 조사·평가를 실시한 이후 즉시 해제한다. 지하수 보전구역을 해제하는 경우에는 전항에서 언급한 보전구역 관리과정에서 획득한 지하수 수위 및 수질의 관측자료, 장애발생원인에 대한 정기적인 감시 관측자료 등을 토대로 지하수 보전구역 해제를 위한 기술적인 평가를 실시하고 해제에 관한 주민, 각계의 의견을 수렴한 다음 사회환경적인 변화 등을 충분히 검토하여 시·도지사가 공고한다.

8-2-4. 보전구역내 행위 제한

지하수 보전구역내에서는 지하수법, 수질환경보전법, 폐기물관리법, 오수분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률 등에 의하여 각종 규제를 받게 된다. 보전구역내에 일정 규모 이상의 지하수 개발·이용과 시설물 설치 등을 적절히 규제하여 보

전구역이 효율적으로 관리될 수 있도록 하고 환경 복구대책이 시행될 수 있도록 하고 있다.

옥천군 지역은 주요 지하수 함양원으로서 산지가 많고 비교적 고지대에 위치한다. 또한 1차수 수계가 많아 지표수의 수질이 도내 타지역에 비해 비교적 양호하며 지하수의 수질 또한 양호한 것으로 나타났다.

지하수 오염방지를 위한 광역적 종합대책도 필요하겠지만 우선은 기존의 지하수 시설물과 신규 개발되는 지하수 관정의 관리는 더욱 중요하며, 지하수 오염방지를 위한 보전구역을 설정하기 위해서는 지역적 특성이 우선적으로 고려되어야 할 것이다.

조사지역의 지속적이고 체계적인 지하수 보전관리를 위하여 지하수 관측망 설치운영과 지하수 정보관리시스템 구축 등이 필요하다. 지하수 정보의 전산화는 방대한 양의 자료를 간편하고 빠르게 수행할 수 있는 업무의 효율화 뿐만아니라 현재 부분적으로 전산화되어 관리되고 있는 지하수 개발공의 관리체계를 통합적인 전산시스템으로 개선함으로써 정보의 통합 분석을 통해 지자체의 정책결정에 기여할 것으로 기대된다. 지하수 정보관리시스템은 지하수 개발공 현황, 지하수 수질, 수리지질, 오염원 같은 D/B와 도면의 작성, 자료탐색 및 자료의 공간분석 등의 기능을 수행할 수 있게 된다.

9. 결론

1. 본 조사지구는 동경 $127^{\circ} 29' \sim 127^{\circ} 53'$, 북위 $36^{\circ} 10' \sim 36^{\circ} 27'$ 에 위치하며 행정구역상 충청북도 옥천군 전역으로 1개군 1개읍, 8개면 212개리로 구성된 537.10km^2 의 면적과 20,147세대 인구 62,928명의 지구로 10.9%가 전이고, 8.4%가 답, 65.4%가 임야로 50%이상이 농촌지역이며 가뭄등급상 매우 우심 지역으로 구분된다.
2. 본 지역은 크게 옥천누층군이 분포되는 지역과 화성암이 분포되는 지역으로 양분된다. 옥천누층군의 분포지역은 험준한 산계를 이루며, 산령은 주로 북북동 북서향하고 있으며 이는 지질구조와 상관성을 가지고 있다.
3. 본 조사지역은 옥천누층군의 변성퇴적암류가 분포되며 옥천화강암, 청산화강암, 반상흑운모화강암과 이를 관입한 석영반암 및 반상흑운모화강암의 관입을 받은 경상누층군의 퇴적암이 분포된다.
4. 조사지구의 지하수 개발·이용시설은 총 10,791개소이며 이중 생활용수 8,297개소(76.9%), 농업용수 2,368개소(21.9%), 공업용수 97개소(0.9%) 순으로 생활용 개발관정이 가장 많았다. 지하수 이용량은 $16,598\text{천m}^3/\text{년}$ 으로 생활용수 $8,192\text{천m}^3/\text{년}$ (49.3%), 농업용수 $5,382\text{천m}^3/\text{년}$ (32.4%), 공업용수 $2,693\text{천m}^3/\text{년}$ (16.2%) 순으로 생활용수 이용량이 가장 많다. 시설관정 지하수위조사 결과 평균 지하수위는 5.8m였다.
5. 먹는물기준에 의한 수질검사결과 15개소 중 4개소가 수질 합격이며 11개소가 수질 불합격으로 판정이 났다. 기준초과 항목중 가장 많은 빈도를 차지하는 것은 질산성질소로서 6개소에서 기준을 초과하였다. 그 외에 기준초과 항목은 탁도, 불소, 냄새, 맛, 색도, 철, 망간 등이다.
6. 조사지역 지하수에 대한 주요 양이온 및 음이온의 분석결과 주요성분은 지질분포에 의해 지배되며 Piper diagram에 도시결과 대체로 Ca-HCO_3 유형의 지하수

와 Ca-Cl 유형의 지하수 영역에 분산 도시된다.

7. 지하수 함양량 평가에 의한 지하수 이용가능량은 72,148천 m^3 /년~138,958천 m^3 /년으로 추정되며 이는 평가방법에 따라 차이를 나타내므로, 가장 객관적이 지하수 개발이용량의 조사는 관측정의 관측정등에 의한 수위관측자료가 상당히 축적된 후 수위자료분석에 의한 개발가능량 산정이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

8. 본 지구는 농어촌지역으로 지하수를 이용한 간이 상수도 및 소규모 급수시설은 현재 168개소이나 대부분 개인전용 생활용수 관정으로 사용되고 있으며, 1999년 현재 상수도가 보급된 읍·면지역에서의 1인당 1일 평균급수량은 310ℓ이며 1996년 전국 평균 상수도 공급에 의한 1인당 1일 평균급수량은 409ℓ로 이를 기준으로 평균값인 1인당 360ℓ를 총 인구수에 곱한 값을 안정적 용수수요량으로 계산하였을 때 안정적 용수공급량은 22,654 m^3 /day로 10,089 m^3 /day의 공급부족이 예상된다. 안정적 생활용수 수요량 공급을 위해 암반관정 1공당 채수 이용량을 100 m^3 /일로 하고 향후 인구의 증감이 없다고 가정할 때 향후 개발해야 할 관정수는 101공으로 조사되었다.

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

- 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. 옥천군 | 1996~1998 | 옥천군 통계연보 |
| 7. 농어촌진흥공사 | 1995. 12 | 한국지하수총람 |
| 8. 한국수자원공사 | 1993. 3 | 지하수자원기본조사보고서 |
| 9. 한국사자원공사 | 1993. 12 | 지하수자원실태조사보고서 |
| 10. 건설교통부 | 1997 | 지하수조사연보 |
| 11. 민경덕외 2인 | 1987 | 응용지구물리학 |
| 12. 양승영 | 1998 | 지질학사전 |
| 13. 김영기 | 1995 | 수리지질학사전 |
| 14. 한국자원연구소 | | 한국지질도(보은도폭) |
| 15. 국립지질광물연구소 | | 한국지질도(옥천도폭) |
| 16. 국립지질광물연구소 | | 한국지질도(청산도폭) |
| 17. 국립지질광물연구소 | | 한국지질도(영동도폭) |
| 18. 부천시 | 1997 | 부천시 지하수관리계획 기본조사보고서 |
| 19. 과학기술처 | 1995 | 지하수 오염방지 및 응용화 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 농어촌 용수 |
| 31. 정창희 | | 지질학원론 |
| 32. 농업기반공사 | 1999 | 청성지구지하수부존량조사보고서 |

부 록

1. 옥천지구 기설관정 조사표
2. 옥천지구 지하수위 등 현장조사표
3. 옥천지구 양수시험결과해석 전산출력물

여 백

옥천지구 기설관정 조사표

여 백

□ 옥천지구 기설관정 조사표

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 심도 (m) | 케이싱 구경 (mm) | 양수량 (m³/일) | 용도 | 개발년도 | 수질검사 번호 |
|----------|----|-----|--------------|-----------|-------------------|---------------|-------|-------------|------------|
| 1 | 군서 | 하동 | 132-1 | - | - | - | 농업 | 1980 | |
| 2 | 군서 | 하동 | 205 | - | - | - | 농업 | 1990 | |
| 3 | 군서 | 오동2 | 77 | - | - | - | 농업 | 1981 | |
| 4 | 군서 | 오동2 | 106-3 | - | - | - | 농업 | - | |
| 5 | 옥천 | 문정 | 445-2 | 98 | 40 | 180 | 민방위 | 1994 | |
| 6 | 옥천 | | | - | - | - | 생활 | - | |
| 7 | 안남 | 지수2 | | 30 - 40 | - | - | 간이상수도 | - | |
| 8 | 안남 | 지수2 | | 150 | - | - | - | 1998 - 1999 | |
| 9 | 안남 | 연주 | 45-3 | 150 | 250 | 205 | 생+논 | 1995 | |
| 10 | 안남 | 종미 | 176 | 120 | 250 | 325 | 논 | 1997 | |
| 11 | 안남 | 지수 | 446-1 | 110 | 300 | 508 | 생+논 | 1995 - 1996 | |
| 12 | 안남 | 지수 | 491-1 | 150 | 250 | 300 | 생+논 | 1995 - 1996 | OC-05 |
| 13 | 안남 | 종미 | | - | - | - | 간이상수도 | - | |
| 14 | 안남 | 지수1 | | 80 | - | - | 간이상수도 | - | |
| 15 | 안남 | 연주2 | 373-9, 373-2 | - | - | - | 생활 | 2000 | |
| 16 | 안남 | 도덕1 | 350 | - | - | - | - | - | |
| 17 | 안남 | 도덕1 | 700-1 | - | - | - | 생+농 | 1994 | |
| 18 | 안남 | 청경 | 276, 277-1 | - | - | - | 간이상수도 | 1996 - 1997 | |
| 19 | 안남 | 인포 | 67 | - | - | - | 간이상수도 | 1996년이전 | |
| 20 | 안남 | 청정 | 556 | - | - | - | 간이상수도 | 1996 | |
| 21 | 안남 | 도농 | 540, 541 | - | - | - | 간이상수도 | - | |
| 22 | 안남 | 도농 | 613-2 | 150 | 250 | 150 | 생+논 | - | OC-06 |
| 23 | 안남 | 도농 | | - | - | - | 생 | - | |
| 24 | 안남 | 도농 | 111 | 80 | 250 | 156 | 논 | 1995 | |
| 25 | 안남 | 도농 | 290-1 | 80 | 250 | 156 | 논 | 1995 | |
| 26 | 안남 | | | 80 | - | - | 간이상수도 | 1997 | |
| 27 | 안남 | 청정 | | - | - | - | 간이상수도 | - | |
| 28 | 안남 | 화왕1 | | 80 | - | - | 간이상수도 | 1996 | |
| 29 | 안남 | 연주2 | | - | - | - | 간이상수도 | 1994 | |
| 30 | 옥천 | 수북 | 165-1 | 138 | 200 | 161 | 논 | 1994 | |
| 31 | 옥천 | 수북 | 110 | 150 | 250 | 260 | 논 | 1995 | |
| 32 | 옥천 | 수북 | 63 | 150 | 250 | 219 | 생+논 | 1995 - 1996 | |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 심도 (m) | 케이싱 구경 (mm) | 양수량 (m³/일) | 용도 | 개발년도 | 수질검사 번호 |
|----------|----|-----|--------|-----------|-------------------|---------------|-------|-----------|------------|
| 33 | 옥천 | 대천 | 산19 | 150 | 250 | 318 | 논 | 1995 | |
| 34 | 옥천 | 대천 | 281-3 | 80 | 50 | 205 | - | 1995 | |
| 35 | 옥천 | 삼청 | 831-1 | 169 | 250 | 392 | 밭기반 | 1994-1995 | |
| 36 | 옥천 | 삼청 | 1404-2 | 150 | 250 | 336 | 밭기반 | 1994-1995 | |
| 37 | 옥천 | 삼청 | 990-3 | 205 | 250 | 293 | 밭기반 | 1994-1995 | OC-09 |
| 38 | 옥천 | 대천 | 174 | 205 | 250 | 250 | 밭기반 | 1994-1995 | |
| 39 | 옥천 | 구일 | 111-10 | 180 | 250 | 150 | 밭기반 | 1997 | |
| 40 | 옥천 | 구일 | 177 | 200 | 250 | 150 | 밭기반 | 1997 | |
| 41 | 옥천 | 삼양 | 115-4 | 120 | 40 | 50 | 생활 | 1994 | |
| 42 | 옥천 | 죽향 | 83 | - | - | - | 생활 | - | |
| 43 | 옥천 | 서대 | 279 | 96 | - | - | 생활 | 1986 | |
| 44 | 군서 | 금산 | 산15-1 | 150 | 150 | 100 | 생활 | 1995 | |
| 45 | 군서 | 동평 | 243-1 | 63 | 250 | 382 | 밭 | 1991 | |
| 46 | 군서 | 사양 | 438 | 138 | 200 | 160 | 논 | 1994 | |
| 47 | 군서 | 사양 | 576-2 | 150 | 250 | 161 | 논 | 1995-1997 | OC-08 |
| 48 | 안남 | 화학1 | 421-2 | - | - | - | 간이상수도 | - | |
| 49 | 군북 | 국원 | 49 | 00M이상 | 150 | - | 간이상수도 | 2000 | |
| 50 | 군북 | 국원 | 327 | 80자 | - | - | 간이상수도 | 1995 | |
| 51 | 군북 | 이백 | 553 | 100 | 250 | 508 | 생활 | - | |
| 52 | 군북 | 증약 | 640 | - | - | - | 생활 | - | |
| 53 | 군북 | 자모 | 315 | 150 | 250 | 185 | 논 | - | |
| 54 | 군북 | 자모 | 10-3 | - | 150 | - | 논 | - | |
| 55 | 군북 | 자모 | 11-2 | - | - | - | 농업 | - | |
| 56 | 군북 | 자모 | 20-4 | - | - | - | 농업 | - | |
| 57 | 군북 | 증약 | 567-14 | - | - | - | 간이상수도 | 1996 | |
| 58 | 군북 | 증약 | 296 | 70 | - | 150 | 간이상수도 | 1997 | OC-01 |
| 59 | 군북 | 와정 | 621-1 | - | - | - | 생활 | - | |
| 60 | 군북 | 대정 | 771 | 160 | 250 | 300 | 생+논 | - | OC-02 |
| 61 | 군북 | 대정 | 773-1 | - | - | - | 논 | - | |
| 62 | 군북 | 대정 | 산38-2 | - | - | - | 간이상수도 | - | |
| 63 | 군북 | 대정 | 713-1 | 136 | 250 | 253 | 논 | 1995-1996 | |
| 64 | 군북 | 항곡 | 114 | - | - | - | 논 | - | |
| 65 | 군북 | 이평 | 56-2 | 150 | - | - | 논 | 1995-1996 | |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 심도 (m) | 케이싱 구경 (mm) | 양수량 (m³/일) | 용도 | 개발년도 | 수질검사 번호 |
|----------|----|-----|------------|-----------|-------------------|---------------|-------|-----------|------------|
| 66 | 군북 | 이평 | 99 | - | - | - | 간이상수도 | 1995-1996 | |
| 67 | 안내 | 현 | 131, 133 | - | 150 | - | 간이상수도 | - | |
| 68 | 안내 | 정방 | 166 | 190 | 250 | 185 | 생+논 | 1995-1996 | |
| 69 | 안내 | 오덕 | 5 | 120 | 250 | 350 | 논 | 1996 | |
| 70 | 안내 | 오덕 | 579 | 86 | 250 | 250 | 논 | 1997 | |
| 71 | 안내 | 서대 | 285-5 | 150 | 250 | 240 | 논 | 1995-1996 | |
| 72 | 안내 | 동대 | 333-1 | 90 | - | 250 | 논 | 1997 | |
| 73 | 안내 | 동대 | 137 | - | 150 | - | 간이상수도 | - | |
| 74 | 안내 | 방하목 | 171 | 95 | 250 | 250 | 논 | 1997 | |
| 75 | 안내 | 현 | 143 | 94 | 150 | - | 생활 | - | |
| 76 | 안내 | 현 | 141-2 | 120 | - | 150 | 간이상수도 | 1998 | |
| 77 | 안내 | 도을 | 350-1 | - | 150 | - | 간이상수도 | - | |
| 78 | 안내 | 도을 | 374-4 | - | - | - | 생활 | - | |
| 79 | 안내 | 도을 | 424-1 | 102 | 250 | 260 | 논 | 1997 | OC-03 |
| 80 | 안내 | 도을 | 466-1 | 80 | 250 | 150 | 논 | 1998 | |
| 81 | 안내 | 월외 | 466-1 | 102 | 250 | 293 | 논 | 1994 | |
| 82 | 안내 | 월외 | 296-1 | 80 | 250 | 233 | 밭기반 | 1996-1997 | |
| 83 | 안내 | | 519-1 | - | - | - | 농업 | - | |
| 84 | 안내 | 도을 | 508-6 | 25자 | 60 | - | 농업 | 1996 | |
| 85 | 안내 | 도을 | 427 | - | - | - | 간이상수도 | 1995 | |
| 86 | 안내 | 용촌 | 53 | 102 | 250 | 354 | 논 | 1994 | |
| 87 | 안내 | 용촌 | 52 | - | - | - | 간이상수도 | - | |
| 88 | 안내 | 답양 | 476 | 120 | - | - | 간이상수도 | 1997 | |
| 89 | 군북 | 막지 | 68, 산33-4 | 154 | - | 400-500 | 농업 | 1996 | |
| 90 | 군북 | 막지 | 670 | 30 | - | - | 간이상수도 | 1992 | |
| 91 | 안내 | 월외 | 287-2 | - | 1440 | - | - | - | |
| 92 | 안내 | 월외 | 190 | 110 | 250 | 205 | 밭기반 | 1996-1997 | |
| 93 | 군북 | 막지 | 224 | 150 | 150 | - | 간이상수도 | 1995 | |
| 94 | 안내 | 용촌 | 202-1, 194 | - | 200 | - | 논 | - | |
| 95 | 군북 | 석호 | 83-2 | 100 | - | - | 간이상수도 | 1995 | |
| 96 | 이원 | 칠방 | 1015 | 64 | 32 | 16 | 생활 | 1994 | |
| 97 | 이원 | 대동 | 668 | - | 500 | - | 농업 | - | |
| 98 | 이원 | 의평 | 276-2 | 102 | 100 | 32 | 생활 | 1995 | |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 심도 (m) | 케이싱 구경 (mm) | 양수량 (m³/일) | 용도 | 개발년도 | 수질검사 번호 |
|----------|----|----|--------------|-----------|-------------------|---------------|-------|-----------|------------|
| 99 | 안내 | 현 | 420-1 | 130 | 250 | 412 | 생+논 | 1995-1996 | |
| 100 | 이원 | 대동 | 90 | 100 | 200 | 253 | 논 | 1995 | |
| 101 | 이원 | 미동 | 614-4, 570-1 | - | 200 | - | 논 | - | |
| 102 | 이원 | 개심 | 25 | 90 | 250 | 226 | 논 | 1994 | |
| 103 | 이원 | 개심 | 156-3 | 150-200 | - | - | 간이상수도 | 1999 | |
| 104 | 이원 | 개심 | 159 | 18-20 | - | - | 생활 | 2000 | |
| 105 | 이원 | 개심 | 369-4 | 00M이상 | - | - | 간이상수도 | 1999 | |
| 106 | 이원 | 수목 | 387-1 | 167 | 250 | 442 | 생+논 | 1995 | |
| 107 | 이원 | 평계 | 176-1 | 100 | - | - | 간이상수도 | 1994-1995 | |
| 108 | 이원 | 평계 | 171, 172 | 90-100 | - | - | 간이상수도 | 1995-1996 | |
| 109 | 이원 | 평계 | 100-1 | 200 | 200 | 150 | 생+논 | 1994 | |
| 110 | 이원 | 미동 | 309 | - | - | - | 생활 | 왜정시대개발 | |
| 111 | 이원 | 윤정 | 700-2 | - | 800 | - | 생활 | - | |
| 112 | 이원 | 이원 | | - | - | - | 생활 | - | |
| 113 | 이원 | 이원 | | - | 750 | - | 생활 | - | |
| 114 | 이원 | 용방 | 761-6 | 30 | - | - | 논 | 1995 | |
| 115 | 이원 | 지탄 | 322-1 | - | 200 | - | 간이상수도 | 1998-1999 | OC-13 |
| 116 | 이원 | 지탄 | 460-2 | 20-40 | 200 | - | 간이상수도 | 1990 | |
| 117 | 이원 | 백지 | 818 | - | - | - | 간이상수도 | - | |
| 118 | 이원 | 건진 | 383-6 | - | 770 | - | 생활 | - | |
| 119 | 이원 | 건진 | 391 | - | 1250 | - | 생활 | - | |
| 120 | 이원 | 건진 | 415 | - | - | - | 논 | 1999 | |
| 121 | 동이 | 우산 | 527 | - | - | - | 간이상수도 | - | |
| 122 | 동이 | 우산 | 793 | - | - | - | 간이상수도 | 1996 | |
| 123 | 동이 | 우산 | 825 | - | 30 | - | 생활 | - | |
| 124 | 동이 | 우산 | 671-1 | - | 200 | - | 간이상수도 | - | |
| 125 | 청성 | 고당 | 386 | 60 | - | - | 생활 | - | |
| 126 | 동이 | 우산 | 666-1 | 120 | 250 | 253 | 논 | 1997 | |
| 127 | 동이 | 우산 | 33-3 | - | 30 | - | 생활 | 1996 | |
| 128 | 동이 | 조령 | 608 | 120-160 | 200 | - | 간이상수도 | 1993-1994 | |
| 129 | 청성 | 합금 | 346 | - | 200 | - | 간이상수도 | - | |
| 130 | 동이 | 청마 | 870 | 20 | 200 | - | 간이상수도 | 1998 | |
| 131 | 동이 | 청마 | 288-1, 288-3 | 130 | 200 | - | 간이상수도 | 1997-1998 | |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 심도 (m) | 케이싱 구경 (mm) | 양수량 (m³/일) | 용도 | 개발년도 | 수질검사 번호 |
|----------|----|----|------------|-----------|-------------------|---------------|---------|-----------|------------|
| 134 | 동이 | 적하 | 763 | - | 1000 | - | 논 | - | |
| 135 | 동이 | 적하 | 213-2, 448 | 93 | 200 | - | 간이상수도 | 1992 | |
| 136 | 동이 | 적하 | 852 | 80 | 250 | 363 | 논 | - | |
| 137 | 동이 | 적하 | 672 | - | 200 | - | 생활 | - | |
| 138 | 동이 | 금암 | 822 | 60 | 200 | - | 간이상수도 | 1995 | |
| 139 | 동이 | 지양 | 641-1 | - | 200 | - | 간이상수도 | 1998 | |
| 140 | 동이 | 지양 | 46-1 | - | 200 | - | 공업 + 생활 | 1999 | |
| 141 | 동이 | 석탄 | 589-1 | 175 | 250 | 185 | 생+논 | 1995 | OC-10 |
| 142 | 동이 | 남곡 | 152 | 150 | 250 | 150 | 생+논 | 1995 | |
| 143 | 청산 | 지전 | 54 | 84 | 250 | - | 생활 | 70년대 착정 | |
| 144 | 청산 | 백운 | 331-1 | 60 | 250 | - | 생활 | 1992 | |
| 145 | 청산 | 백운 | 333-3 | 60 | 250 | - | 생활 | 1987 | OC-15 |
| 146 | 청산 | 만월 | 289 | 140 | 250 | 318 | 생+논 | 1995-1996 | OC-11 |
| 147 | 청산 | 백운 | 37 | 80 | 250 | 145 | 논 | 1998 | |
| 148 | 청산 | 백운 | 317 | 87 | 250 | 562 | 밭 | 1992 | |
| 149 | 청산 | 인정 | 895 | 60 | 250 | 253 | 논 | 1993 | |
| 150 | 청산 | 인정 | 818 | - | 200 | 205 | 논 | 1993 | |
| 151 | 청산 | 효목 | 560 | 71 | 250 | 453 | 논 | 1987 | |
| 152 | 청산 | 법화 | 53-2, 48-2 | 78 | 250 | 327 | 밭 | 1993 | |
| 153 | 청산 | 삼방 | 171-1 | 207 | 250 | 354 | 논 | 1994-1995 | |
| 154 | 청산 | 덕지 | 662-2 | 71 | 250 | 578 | 논 | 1990 | |
| 155 | 청산 | 효목 | 480-2 | 70 | 250 | 808 | 논 | 1989 | |
| 156 | 청산 | 효목 | 97 | 82 | 250 | 300 | 밭 | 1998 | OC-14 |
| 157 | 청산 | 판수 | 564 | 90 | 250 | 422 | 논 | 1994 | |
| 158 | 청산 | 판수 | 573-1 | 152 | 250 | 223 | 생+논 | 1995 | |
| 159 | 청산 | 법화 | 194-1 | 63 | 250 | 453 | 생+밭 | 1993 | |
| 160 | 청산 | 교평 | 303 | 110 | 250 | 354 | 논 | 1995 | |
| 161 | 청산 | 장위 | 403 | 80 | 250 | 150 | 생활 | 1998 | |
| 162 | 청산 | 신매 | 663 | 160 | 250 | 192 | 생활 | 1995-1996 | |
| 163 | 청산 | 대사 | 251-3 | 150 | 250 | 156 | 논 | 1995 | OC-12 |
| 164 | 안내 | 정방 | 343-2 | 7 | - | - | 생활 | 일제 | |
| 165 | 안내 | 정방 | 341-4 | - | - | - | 생활 | - | |
| 166 | 안내 | 정방 | 341-9 | 100 | 200 | 100 | 공업 | 1998 | |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 심도 (m) | 케이싱 구경 (mm) | 양수량 (m³/일) | 용도 | 개발년도 | 수질검사 번호 |
|----------|-----|-----|------------|-----------|-------------------|---------------|-------|----------|------------|
| 167 | 안내 | 오덕 | 산8-13 | 120 | 200 | 70 | 농업 | 1998 | OC-04 |
| 168 | 안내 | 답양 | 338 | 80 | 200 | 60 | 생활 | 1998 | |
| 169 | 안내 | 용촌 | 160 | - | - | - | 생활 | - | |
| 170 | 안내 | 용촌 | 157 | - | - | - | 생활 | - | |
| 200 | 동이 | 세산 | 1100 | 100 | 200 | 100 | 논 | 1997 | |
| 201 | 동이 | 세산 | 253-1 | 100 | 200 | 100 | 공업+생활 | 1997 | |
| 202 | 동이 | 금암 | 1076-5 | - | 150 | - | 생활 | - | |
| 203 | 동이 | 조령 | 567-3 | 110 | - | 100 | 생활 | 1994 | |
| 204 | 동이 | 조령 | 87 | 128 | 200 | 210 | 간이상수도 | 1992 | |
| 205 | 군서 | 상중 | 77 | - | 200 | - | 간이상수도 | 1997 | |
| 206 | 군서 | 상중 | 325-1 | - | 200 | - | 간이상수도 | 1996 | OC-07 |
| 207 | 군서 | 상중 | 46, 46-1 | - | 200 | - | 농업(?) | 2000(?) | |
| 208 | 군서 | 오동 | 400-1, 산37 | - | 200 | - | 간이상수도 | 1995이후 | |
| 209 | 군서 | 오동 | 35-1 | 80 | 200 | 100 | 생활 | 1997 | |
| 210 | 군서 | 월전 | 산20-4 | - | 200 | - | 생활 | - | |
| 211 | 군북 | 대정 | 769-1 | - | - | - | 생활 | - | |
| 212 | 군북 | 증약 | 455-1 | - | 50 | - | 농업 | - | |
| 213 | 군북 | 국원 | 408 | 25 | - | 202 | 농업 | 1995 | |
| 214 | 군북 | 국원 | 72-2, 152 | 140 | 200 | - | 생활 | 1999 | |
| 215 | 군북 | 국원 | 83-1 | 70 | 200 | 140 | 생활 | 1997 | |
| 220 | 이원 | 강청 | | 80 | 200 | - | 간이상수도 | 1996 | |
| 221 | 이원 | 지탄 | 840 | 130 | 80 | 150 | 농업 | 1995 | |
| 222 | 군북면 | 이평리 | 이평관정 | 120 | 250 | | 농업 | 93-12-13 | |
| 223 | 군북면 | 자모리 | 315 | 150 | 200 | 270 | 농업 | 93-04-03 | |
| 224 | 군북면 | 와정리 | 771 | 160 | 200 | | 농업 | 93-04-03 | |
| 225 | 군북면 | 이백리 | 553 | 150 | 200 | | 농업 | 93-04-03 | |
| 226 | 군북면 | 와정리 | 713-1 | 150 | 200 | | 농업 | 92-04-03 | |
| 227 | 군북면 | 막지리 | 38-1 | 158 | 200 | | 농업 | 92-04-03 | |
| 228 | 군북면 | 소정 | 11 | 90 | 200 | 200 | 농업 | 97-10-11 | |
| 229 | 군서면 | 평곡리 | 평곡관정 | 63 | 250 | 365 | 농업 | 91-12-28 | |
| 230 | 군서면 | 사양 | 576-2 | 150 | 200 | 365 | 농업 | 93-04-01 | |
| 231 | 군서면 | 금산 | 772 | 84 | 200 | 180 | 농업 | 92-04-01 | |
| 232 | 군서면 | 사양 | 마랑골 | 65 | 250 | 180 | 농업 | 82-04-02 | |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 심도 (m) | 케이싱 구경 (mm) | 양수량 (m³/일) | 용도 | 개발년도 | 수질검사 번호 |
|----------|-----|-----|--------|-----------|-------------------|---------------|----|----------|------------|
| 233 | 군서면 | 금산 | 269 | 80 | 200 | 180 | 농업 | 89-04-02 | |
| 234 | 군서면 | 사양 | 377 | 80 | 200 | 180 | 농업 | 90-04-02 | |
| 235 | 군서면 | 사양 | 35-5 | 75 | 200 | 180 | 농업 | 90-04-02 | |
| 236 | 군서면 | 사양 | 376 | 100 | 200 | 180 | 농업 | 94-04-02 | |
| 237 | 동이면 | 남곡 | 152 | 150 | 200 | 120 | 농업 | 92-03-02 | |
| 238 | 동이면 | 적하 | 852 | 80 | 200 | 120 | 농업 | 92-03-02 | |
| 239 | 동이면 | 금암2 | 1059 | 120 | 300 | 150 | 농업 | 81-03-02 | |
| 240 | 동이면 | 금암 | 1214 | 120 | 200 | | 농업 | 95-09-19 | |
| 241 | 동이면 | 우산 | 661-1 | 120 | 200 | | 농업 | 95-03-02 | |
| 242 | 안남면 | 연주리 | 45-3 | 150 | 200 | 365 | 농업 | 95-05-18 | |
| 243 | 안남면 | 지수리 | 491-1 | 150 | 200 | 365 | 농업 | 95-05-18 | |
| 244 | 안남면 | 도농리 | 613-1 | 200 | 200 | 90 | 농업 | 95-05-18 | |
| 245 | 안남면 | 지수리 | 446-1 | 150 | 200 | | 농업 | 95-05-18 | |
| 246 | 안남면 | 도농리 | 290-1 | 150 | 200 | 90 | 농업 | 95-05-18 | |
| 247 | 안남면 | 도농리 | 111 | 80 | 200 | 90 | 농업 | 95-07-03 | |
| 248 | 안남면 | 종미리 | 176 | 120 | 200 | 90 | 농업 | 97-04-22 | |
| 249 | 안내면 | 도을 | | 102 | 250 | | 농업 | 94-03-02 | |
| 250 | 안내면 | 현 2 | 420-1 | 150 | 200 | 365 | 농업 | 94-03-02 | |
| 251 | 안내면 | 오덕 | 578 | 86 | 250 | 365 | 농업 | 96-07-15 | |
| 252 | 안내면 | 월외 | 283-5 | 120 | 250 | 365 | 농업 | 94-03-02 | |
| 253 | 안내면 | 답양 | 338 | 80 | 200 | 365 | 농업 | 92-03-02 | |
| 254 | 안내면 | 방곡 | 166 | 190 | 200 | 365 | 농업 | 93-03-02 | |
| 255 | 안내면 | 인포 | 416 | 75 | 250 | 365 | 농업 | 93-03-02 | |
| 256 | 안내면 | 인포리 | 416 | 90 | 250 | 200 | 농업 | 96-05-17 | |
| 257 | 옥천읍 | 서정리 | 303-1 | 100 | 200 | | 농업 | 84-05-01 | |
| 258 | 옥천읍 | 서정리 | 158 | 200 | 200 | | 농업 | 95-09-21 | |
| 259 | 옥천읍 | 서정리 | 158 | 200 | 200 | | 농업 | 95-09-21 | |
| 260 | 옥천읍 | 대천리 | 281-3 | 80 | 200 | | 농업 | 95-09-21 | |
| 261 | 옥천읍 | 가풍리 | 883-4 | 95 | 200 | | 농업 | 96-05-01 | |
| 262 | 옥천읍 | 서정리 | 155-3 | 200 | 200 | | 농업 | 93-05-01 | |
| 263 | 옥천읍 | 마암리 | 468 | 120 | 200 | | 농업 | 92-05-01 | |
| 264 | 옥천읍 | 구일리 | 111-10 | 180 | 250 | | 농업 | 97-12-09 | |
| 265 | 옥천읍 | 구일리 | 177 | 200 | 250 | | 농업 | 97-12-09 | |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 심도 (m) | 케이싱 구경 (mm) | 양수량 (m³/일) | 용도 | 개발년도 | 수질검사 번호 |
|----------|-----|-----|-------|-----------|-------------------|---------------|----|----------|------------|
| 266 | 옥천읍 | 가풍리 | 116-9 | 90 | 200 | | 농업 | 89-05-01 | |
| 267 | 옥천읍 | 양수리 | 205-1 | 115 | 200 | | 농업 | 91-05-01 | |
| 268 | 옥천읍 | 대천리 | 산49 | 80 | 200 | | 농업 | 86-05-01 | |
| 269 | 옥천읍 | 마항리 | 468 | 120 | 200 | | 농업 | 92-05-01 | |
| 270 | 옥천읍 | 마암리 | 293-4 | 80 | 200 | | 농업 | 92-05-01 | |
| 271 | 옥천읍 | 마항리 | 480 | 80 | 200 | | 농업 | 93-05-01 | |
| 272 | 옥천읍 | 마항리 | 474 | 110 | 200 | | 농업 | 94-05-01 | |
| 273 | 이원면 | 평계 | 100-1 | 200 | 200 | 180 | 농업 | 90-01-03 | |
| 274 | 이원면 | 수목 | 387-1 | 160 | 200 | 240 | 농업 | 91-01-03 | |
| 275 | 이원면 | 대흥 | 768 | 74 | 200 | 180 | 농업 | 89-01-03 | |
| 276 | 이원면 | 용방 | 116 | 60 | 400 | 180 | 농업 | 87-01-03 | |
| 277 | 이원면 | 지탄 | 975-2 | 150 | 200 | 180 | 농업 | 94-01-03 | |
| 278 | 이원면 | 지탄 | 840 | 130 | 200 | 180 | 농업 | 95-01-03 | |
| 279 | 이원면 | 지탄 | 889 | 120 | 200 | 180 | 농업 | 90-01-03 | |
| 280 | 이원면 | 개심 | 115 | 120 | 250 | | 농업 | 77-01-03 | |
| 281 | 이원면 | 미동 | 86 | 100 | 200 | | 농업 | 95-11-29 | |
| 282 | 이원면 | 미동 | 86 | 100 | 200 | | 농업 | 82-01-03 | |
| 283 | 이원면 | 강청 | 118-7 | 80 | 200 | 150 | 농업 | 95-09-21 | |
| 284 | 청산면 | 만월 | 만월관정 | 70 | 250 | 210 | 농업 | 84-05-20 | |
| 285 | 청산면 | 하예 | 예곡관정 | 72 | 250 | 210 | 농업 | 91-11-20 | |
| 286 | 청산면 | 만월 | 만월2관정 | 51 | 250 | 210 | 농업 | 85-09-04 | |
| 287 | 청산면 | 효림 | 효림1관정 | 71 | 250 | 210 | 농업 | 87-05-01 | |
| 288 | 청산면 | 효림 | 효림2관정 | 70 | 250 | 210 | 농업 | 89-07-22 | |
| 289 | 청산면 | 덕지 | 덕지관정 | 60 | 250 | 210 | 농업 | 90-05-20 | |
| 290 | 청산면 | 인정 | 인정1관정 | 72 | 250 | | 농업 | 93-10-28 | |
| 291 | 청산면 | 인정 | 인정2관정 | 60 | 250 | 210 | 농업 | 93-10-28 | |
| 292 | 청산면 | 백운 | 백운관정 | 97 | 250 | 210 | 농업 | 92-02-25 | |
| 293 | 청산면 | 판수 | 573-1 | 150 | 200 | 210 | 농업 | 90-01-03 | |
| 294 | 청산면 | 교평 | 303 | 110 | 200 | 210 | 농업 | 90-01-03 | |
| 295 | 청산면 | 장위리 | 403 | 80 | 250 | | 농업 | 88-01-03 | |
| 296 | 청산면 | 백운리 | 37 | 80 | 250 | | 농업 | 88-01-03 | |
| 297 | 청성면 | 도곡 | 도곡1관정 | 70 | 250 | 150 | 농업 | 85-09-04 | |
| 298 | 청성면 | 삼남 | 304-3 | 150 | 600 | 365 | 농업 | 94-01-10 | |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 심도 (m) | 케이싱 구경 (mm) | 양수량 (m³/일) | 용도 | 개발년도 | 수질검사 번호 |
|----------|-----|-----|--------|-----------|-------------------|---------------|----|----------|------------|
| 299 | 청성면 | 소서 | 494-8 | 70 | 250 | 150 | 농업 | 87-09-11 | |
| 300 | 청성면 | 도곡 | 도곡2관정 | 55 | 250 | 150 | 농업 | 85-09-04 | |
| 301 | 청성면 | 조분 | 132-7 | 120 | 200 | 150 | 농업 | 95-07-03 | |
| 302 | 청성면 | 화성 | 437-3 | 183 | 200 | 150 | 농업 | 95-07-03 | |
| 303 | 청성면 | 대안 | 622 | 100 | 200 | 150 | 농업 | 95-07-03 | |
| 304 | 청성면 | 대안 | 164-2 | 100 | 200 | 150 | 농업 | 95-07-03 | |
| 305 | 군북면 | 이백리 | 45 | 100 | 200 | | 생활 | 93-09-01 | |
| 306 | 군북면 | 증약리 | 641 | 90 | 200 | 365 | 생활 | 93-10-21 | |
| 307 | 군북면 | 자모 | 315 | 150 | 200 | 365 | 생활 | 95-10-09 | |
| 308 | 군북면 | 이백 | 553 | 150 | 200 | 365 | 생활 | 95-06-02 | |
| 309 | 군북면 | 막지 | 39-1 | 158 | 200 | 365 | 생활 | 95-07-05 | |
| 310 | 군북면 | 와정 | 713-1 | 150 | 200 | 365 | 생활 | 95-10-12 | |
| 311 | 군서면 | 동평리 | 551 | 79 | 250 | 270 | 생활 | 85-12-07 | |
| 312 | 군서면 | 사정 | 2361 | 150 | 200 | 365 | 생활 | 95-07-14 | |
| 313 | 군서면 | 하동 | 58 | 216 | 200 | 365 | 생활 | 92-04-02 | |
| 314 | 군서면 | 하동 | 58 | 100 | 200 | 365 | 생활 | 95-04-02 | |
| 315 | 군서면 | 월전 | | 225 | 200 | 365 | 생활 | 89-04-02 | |
| 316 | 군서면 | 월전 | | 175 | 200 | 365 | 생활 | 89-04-02 | |
| 317 | 군서면 | 동평 | 551 | 80 | 250 | | 생활 | 97-04-02 | |
| 318 | 군서면 | 금천 | 129-49 | 90 | 600 | 365 | 생활 | 91-04-02 | |
| 319 | 동이면 | 적하 | 672 | 90 | 200 | 300 | 생활 | 91-11-26 | |
| 320 | 동이면 | 평산 | 72-1 | 80 | 250 | | 생활 | 87-11-06 | |
| 321 | 동이면 | 우산 | 831 | 60 | 300 | 300 | 생활 | 89-11-04 | |
| 322 | 동이면 | 조령 | 614-1 | 90 | 300 | 365 | 생활 | 85-09-01 | |
| 323 | 동이면 | 평산 | 135-9 | 120 | 250 | 365 | 생활 | 90-03-02 | |
| 324 | 동이면 | 조령 | | 128 | 300 | 365 | 생활 | 92-03-02 | |
| 325 | 동이면 | 학령 | | 128 | 300 | 365 | 생활 | 92-03-02 | |
| 326 | 동이면 | 학령 | | 138 | 300 | 365 | 생활 | 92-03-02 | |
| 327 | 동이면 | 용죽 | | 150 | 300 | 365 | 생활 | 92-03-02 | |
| 328 | 동이면 | 학령 | | 100 | 300 | 365 | 생활 | 92-03-02 | |
| 329 | 동이면 | 조령 | 607-1 | 130 | 300 | 365 | 생활 | 92-03-02 | |
| 330 | 동이면 | 청마 | 870 | 60 | 300 | 365 | 생활 | 94-03-02 | |
| 331 | 동이면 | 용곡 | | 99 | 300 | 365 | 생활 | 92-03-02 | |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 심도 (m) | 케이싱 구경 (mm) | 양수량 (m³/일) | 용도 | 개발년도 | 수질검사 번호 |
|----------|-----|-----|-------|-----------|-------------------|---------------|----|----------|------------|
| 332 | 동이면 | 가덕 | | 120 | 300 | 365 | 생활 | 92-03-02 | |
| 333 | 동이면 | 우산 | | 120 | 300 | 365 | 생활 | 92-03-02 | |
| 334 | 동이면 | 외촌 | | 110 | 300 | 365 | 생활 | 92-03-02 | |
| 335 | 동이면 | 지매 | | 120 | 300 | 365 | 생활 | 92-03-02 | |
| 336 | 동이면 | 산서동 | | 100 | 300 | 365 | 생활 | 91-03-02 | |
| 337 | 동이면 | 현동 | | 110 | 300 | 365 | 생활 | 92-03-02 | |
| 338 | 동이면 | 석탄1 | | 110 | 300 | 365 | 생활 | 92-03-02 | |
| 339 | 동이면 | 용죽 | 409-1 | 110 | 200 | 365 | 생활 | 92-03-02 | |
| 340 | 동이면 | 세산 | 253-1 | 100 | 200 | | 생활 | 97-06-26 | |
| 341 | 동이면 | 금암 | 372 | 80 | 200 | | 생활 | 97-07-12 | |
| 342 | 동이면 | 우산 | 산71-5 | 150 | 200 | | 생활 | 97-11-19 | |
| 343 | 동이면 | 석탄 | | 150 | 200 | | 생활 | 92-03-02 | |
| 344 | 안남면 | 연주리 | 606 | 92 | 160 | 365 | 생활 | 92-01-03 | |
| 345 | 안내면 | 현 1 | 117-2 | 80 | 250 | 365 | 생활 | 87-06-29 | |
| 346 | 안내면 | 서대 | 285-5 | 150 | 200 | 365 | 생활 | 94-03-02 | |
| 347 | 안내면 | 오덕 | 산8-13 | 120 | 200 | 365 | 생활 | 79-10-05 | |
| 348 | 안내면 | 인포 | 147-5 | 100 | 240 | 365 | 생활 | 95-03-02 | |
| 349 | 안내면 | 인포 | 289-2 | 170 | 250 | | 생활 | 94-03-02 | |
| 350 | 안내면 | 장계 | 502-1 | 150 | 200 | 365 | 생활 | 92-03-02 | |
| 351 | 옥천읍 | 문정리 | 455-2 | 98 | 200 | | 생활 | 87-07-24 | |
| 352 | 옥천읍 | 문정리 | 247 | 80 | 200 | | 생활 | 89-05-01 | |
| 353 | 옥천읍 | 서대리 | 280 | 80 | 250 | | 생활 | 86-09-06 | |
| 354 | 옥천읍 | 문정리 | 83 | 72 | 250 | | 생활 | 85-07-11 | |
| 355 | 옥천읍 | 삼양리 | 40 | 70 | 200 | | 생활 | 88-09-30 | |
| 356 | 옥천읍 | 수북리 | 63 | 150 | 200 | | 생활 | 92-05-01 | |
| 357 | 옥천읍 | 대천리 | 산 49 | 150 | 200 | | 생활 | 88-05-01 | |
| 358 | 옥천읍 | 금구리 | 1-4 | 150 | 200 | | 생활 | 90-05-01 | |
| 359 | 옥천읍 | 삼양리 | 163 | 71 | 200 | | 생활 | 84-05-01 | |
| 360 | 옥천읍 | 동안리 | 130-2 | 60 | 200 | | 생활 | 81-05-01 | |
| 361 | 옥천읍 | 삼청리 | 산47-2 | 150 | 200 | | 생활 | 83-05-01 | |
| 362 | 옥천읍 | 매화리 | 43-8 | 150 | 200 | | 생활 | 94-05-01 | |
| 363 | 옥천읍 | 매화리 | 43-8 | 150 | 200 | | 생활 | 94-05-01 | |
| 364 | 옥천읍 | 마암리 | 16 | 80 | 300 | | 생활 | 90-05-01 | |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 심도 (m) | 케이싱 구경 (mm) | 양수량 (㎥/일) | 용도 | 개발년도 | 수질검사 번호 |
|----------|-----|-----|--------|-----------|-------------------|--------------|----|----------|------------|
| 365 | 옥천읍 | 삼청리 | 579 | 90 | 200 | | 생활 | 96-05-01 | |
| 366 | 옥천읍 | 금구리 | 164-12 | 80 | 200 | | 생활 | 98-12-31 | |
| 367 | 옥천읍 | 마암리 | 114-17 | 80 | 200 | | 생활 | 90-05-01 | |
| 368 | 옥천읍 | 양수리 | 350-3 | 80 | 200 | | 생활 | 95-05-01 | |
| 369 | 옥천읍 | 가화리 | 235-1 | 100 | 200 | | 생활 | 91-05-01 | |
| 370 | 이원면 | 미동 | 620-5 | 100 | 250 | 365 | 생활 | 97-01-31 | |
| 371 | 이원면 | 강청 | 586 | 80 | 200 | 365 | 생활 | 96-11-20 | |
| 372 | 이원면 | 강청 | 501-1 | 80 | 200 | 365 | 생활 | 85-01-03 | |
| 373 | 이원면 | 건진 | 258 | 60 | 200 | 365 | 생활 | 90-07-06 | |
| 374 | 이원면 | 개심리 | 369-4 | 185 | 250 | 365 | 생활 | 98-12-23 | |
| 375 | 이원면 | 개심리 | 160-1 | 100 | 250 | 365 | 생활 | 98-12-23 | |
| 376 | 청산면 | 백운리 | 333-1 | 82 | 200 | 245 | 생활 | 93-10-08 | |
| 377 | 청산면 | 지전리 | 34 | 80 | 250 | 245 | 생활 | 85-07-12 | |
| 378 | 청산면 | 판수 | 브르실관정 | 90 | 250 | 365 | 생활 | 94-08-22 | |
| 379 | 청산면 | 법화 | 숫골관정 | 63 | 250 | 365 | 생활 | 93-11-13 | |
| 380 | 청산면 | 법화 | 복우실관정 | 78 | 250 | 365 | 생활 | 93-11-13 | |
| 381 | 청산면 | 인정 | 624-1 | 100 | 200 | | 생활 | 90-01-03 | |
| 382 | 청산면 | 하예 | 448 | 150 | 200 | 210 | 생활 | 90-01-03 | |
| 383 | 청산면 | 만월 | 289 | 150 | 200 | 365 | 생활 | 90-01-03 | |
| 384 | 청산면 | 대사 | 251-3 | 150 | 200 | 210 | 생활 | 90-01-03 | |
| 385 | 청산면 | 신매 | 663 | 150 | 200 | 365 | 생활 | 90-01-03 | |
| 386 | 청성면 | 신매 | 667-1 | 60 | 250 | | 생활 | 89-11-01 | |
| 387 | 청성면 | 삼남 | 665-2 | 150 | 200 | 365 | 생활 | 92-05-10 | |
| 388 | 청성면 | 삼남 | 170 | 150 | 200 | 365 | 생활 | 94-02-03 | |
| 389 | 청성면 | 거포 | 382-2 | 150 | 200 | 365 | 생활 | 94-02-03 | |
| 390 | 청성면 | 소서 | | 97 | 200 | 365 | 생활 | 89-02-03 | |
| 391 | 청성면 | 도장 | | 93 | 200 | 365 | 생활 | 92-02-03 | |
| 392 | 청성면 | 도장 | | 90 | 200 | 365 | 생활 | 93-02-03 | |
| 393 | 청성면 | 대안 | | 90 | 200 | 365 | 생활 | 78-02-03 | |
| 394 | 청성면 | 대안 | | 70 | 200 | 365 | 생활 | 89-02-03 | |
| 395 | 청성면 | 능월 | 397 | 74 | 200 | 365 | 생활 | 90-02-03 | |
| 396 | 군북면 | 비야 | 386 | 200 | 200 | 200 | 공업 | 96-05-12 | |
| 397 | 군북면 | 이백 | 346-16 | 100 | 200 | 200 | 공업 | 97-04-11 | |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 심도 (m) | 케이싱 구경 (mm) | 양수량 (㎥/일) | 용도 | 개발년도 | 수질검사 번호 |
|----------|-----|-----|---------|-----------|-------------------|--------------|----|----------|------------|
| 398 | 군서면 | 월전리 | 2-3 | 200 | 200 | 365 | 공업 | 92-04-01 | |
| 399 | 군서면 | 월전리 | 2-8 | 200 | 200 | 365 | 공업 | 93-04-01 | |
| 400 | 군서면 | 월전리 | 2-8 | 200 | 200 | 365 | 공업 | 93-04-01 | |
| 401 | 군서면 | 월전 | 35-5 | 100 | 200 | 365 | 공업 | 95-04-01 | |
| 402 | 군서면 | 월전 | 35-5 | 100 | 200 | 365 | 공업 | 92-04-01 | |
| 403 | 군서면 | 월전 | 39 | 100 | 200 | 365 | 공업 | 95-06-30 | |
| 404 | 군서면 | 월전 | 36-5 | 100 | 200 | 365 | 공업 | 95-06-30 | |
| 405 | 군서면 | 동평 | 606-1 | 70 | 200 | 365 | 공업 | 92-04-02 | |
| 406 | 동이면 | 평산 | 1113 | 120 | 200 | 270 | 공업 | 94-03-29 | |
| 407 | 동이면 | 세산 | 904 | 25 | 300 | 365 | 공업 | 90-03-02 | |
| 408 | 동이면 | 적하 | 960-13 | 30 | 300 | 365 | 공업 | 90-03-02 | |
| 409 | 동이면 | 적하 | 960-11 | 100 | 250 | 365 | 공업 | 94-06-02 | |
| 410 | 동이면 | 적하 | 1136-10 | 100 | 200 | 180 | 공업 | 91-03-02 | |
| 411 | 옥천읍 | 동안리 | 130-3 | 100 | 200 | | 공업 | 92-05-01 | |
| 412 | 옥천읍 | 동안리 | 130-3 | 120 | 200 | | 공업 | 90-05-01 | |
| 413 | 옥천읍 | 동안리 | 130-3 | 170 | 200 | | 공업 | 90-05-01 | |
| 414 | 옥천읍 | 동안리 | 130-6 | 100 | 200 | | 공업 | 92-04-01 | |
| 415 | 옥천읍 | 양수리 | 11-1 | 10 | 200 | | 공업 | 90-05-01 | |
| 416 | 옥천읍 | 동안리 | 130-2 | 60 | 200 | | 공업 | 91-11-01 | |
| 417 | 옥천읍 | 금구리 | 235-6 | 100 | 200 | | 공업 | 90-05-01 | |
| 418 | 이원면 | 건진리 | 466-2 | 60 | 200 | | 공업 | 75-01-03 | |
| 419 | 이원면 | 건진 | 226 | 15 | 3600 | 365 | 공업 | 91-06-05 | |
| 420 | 이원면 | 건진 | 226 | 15 | 3600 | 365 | 공업 | 89-06-01 | |
| 421 | 이원면 | 건진 | 230-6 | 100 | 200 | 365 | 공업 | 93-01-03 | |
| 422 | 청산면 | 효목리 | 산28 | 60 | 200 | 365 | 공업 | 93-02-20 | |
| 423 | 청산면 | 효목리 | 산28 | 60 | 200 | | 공업 | 93-02-20 | |
| 424 | 청성면 | 궁촌 | 428 | 150 | 200 | 365 | 공업 | 94-02-03 | |

옥천지구 지하수위 등 현장조사표

여 백

□ 옥천지구 지하수위 등 현장 조사표

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 수위 (m) | 수온 (℃) | EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$) | TDS (mg/l) | 용도 | 대 수 층 | casing 직경 (mm) | 개발년도 | 심도 (m) | 채수량 ($\text{m}^3/\text{일}$) | 동 력 가 설 | 수위 측정관 | 출 수 관 | 수질검사 번호 | 양수시험 시행관정 | 우물명칭 |
|----------|----|-----|--------------|-----------|-----------|-----------------------------------|---------------|-------|-------------|----------------------|-------------|-----------|----------------------------------|------------------|-----------|-------------|------------|--------------|---------|
| 1 | 군서 | 하동 | 132-1 | 4.4 | - | - | - | 농업 | 충적 | - | 1980 | - | - | O | - | - | | | - |
| 2 | 군서 | 하동 | 205 | 2.57 | - | - | - | 농업 | 충적 | - | 1990 | - | - | O | - | - | | | - |
| 3 | 군서 | 오동2 | 77 | 3.1 | - | - | - | 농업 | 충적 | - | 1981 | - | - | O | - | - | | | - |
| 4 | 군서 | 오동2 | 106-3 | 4.4 | - | - | - | 농업 | 충적 | - | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 5 | 옥천 | 문정 | 445-2 | 3.2 | 16.4 | 250 | 128 | 민방위 | 암반 | 40 | 1994 | 98 | 180 | O | O | - | | | - |
| 6 | 옥천 | | | 16.55 | 15.7 | 307 | 146 | 생활 | 암반 | - | - | - | - | O | O | - | | | - |
| 7 | 안남 | 지수2 | | 3.88 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | - | - | 30 - 40 | - | O | - | - | | | - |
| 8 | 안남 | 지수2 | | 5.42 | - | - | - | - | 암반 | - | 1998 - 1999 | 150 | - | O | - | - | | | - |
| 9 | 안남 | 연주 | 45-3 | 3.06 | - | - | - | 생+논 | 암반 | 250 | 1995 | 150 | 205 | O | O | - | | | - |
| 10 | 안남 | 종미 | 176 | 1.9 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1997 | 120 | 325 | O | - | - | | | - |
| 11 | 안남 | 지수 | 446-1 | 2.17 | - | - | - | 생+논 | 암반 | 300 | 1995 - 1996 | 110 | 508 | O | - | - | | | 지수1암반관정 |
| 12 | 안남 | 지수 | 491-1 | 2.92 | - | - | - | 생+논 | 암반 | 250 | 1995 - 1996 | 150 | 300 | O | - | - | OC-5 | O | 지수2암반관정 |
| 13 | 안남 | 종미 | | 4.2 | 15.3 | 385 | 193 | 간이상수도 | 암반 | - | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 14 | 안남 | 지수1 | | 17.15 | 14.1 | 198 | 99 | 간이상수도 | 암반 | - | - | 80 | - | O | - | - | | | - |
| 15 | 안남 | 연주2 | 373-9, 373-2 | 5.06 | 16 | 399 | 199 | 생활 | 암반 | - | 2000 | - | - | O | - | - | | | - |
| 16 | 안남 | 도덕1 | 350 | - | 15.8 | 474 | 237 | - | - | - | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 17 | 안남 | 도덕1 | 700-1 | 4.19 | 13.8 | 260 | 130 | 생+농 | 암반 | - | 1994 | - | - | O | - | - | | | - |
| 18 | 안남 | 청경 | 276, 277-1 | 6.45 | 13.1 | 415 | 208 | 간이상수도 | 암반 | - | 1996 - 1997 | - | - | O | - | - | | | - |
| 19 | 안남 | 인포 | 67 | - | 12.2 | 296 | 148 | 간이상수도 | 암반 | - | 1996년이전 | - | - | O | X | - | | | - |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 수위 (m) | 수온 (℃) | EC (μ S/cm) | TDS (mg/l) | 용도 | 대수층 | casing 직경 (mm) | 개발년도 | 심도 (m) | 채수량 (m ³ /일) | 동력 가설 | 수위 측정관 | 출수관 | 수질검사 번호 | 양수시험 시행관정 | 우물명칭 |
|----------|----|-----|-------------------------|-----------|-----------|---------------------|---------------|-------|-----|----------------------|-------------|-----------|----------------------------|----------|-----------|-----|------------|--------------|---------|
| 20 | 안남 | 청정 | 556 | - | 12.8 | 250 | 125 | 간이상수도 | 암반 | - | 1996 | - | - | O | O | - | | | - |
| 21 | 안남 | 도농 | 540, 541 | - | 13.3 | 283 | 134 | 간이상수도 | 암반 | - | - | - | - | O | X | - | | | - |
| 22 | 안남 | 도농 | 613-2 | 1.65 | 12.4 | - | - | 생+논 | 암반 | 250 | - | 150 | 150 | O | - | - | OC-6 | O | 도농1암반관정 |
| 23 | 안남 | 도농 | | - | 16.2 | 68.4 | 33.2 | 생 | 암반 | - | - | - | - | O | O | - | | | - |
| 24 | 안남 | 도농 | 111(현황판) 303(관측) | 0.82 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1995 | 80 | 156 | O | O | O | | | 도농4암반관정 |
| 25 | 안남 | 도농 | 290-1(현황판) 294(관측) | 1.01 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1995 | 80 | 156 | O | O | O | | | - |
| 26 | 안남 | | | - | 15.3 | 477 | 238 | 간이상수도 | 암반 | - | 1997 | 80 | - | O | O | - | | | - |
| 27 | 안남 | 청정 | | - | 14.9 | 307 | 154 | 간이상수도 | 암반 | - | - | - | - | O | O | - | | | - |
| 28 | 안남 | 화왕1 | | 2.88 | 13.5 | 547 | 273 | 간이상수도 | 암반 | - | 1996 | 80 | - | O | - | - | | | - |
| 29 | 안남 | 연주2 | | 9.22 | 13.3 | 303 | 152 | 간이상수도 | 암반 | - | 1994 | - | - | O | - | - | | | - |
| 30 | 옥천 | 수북 | 165-1(현황판) 169-1(관측) | 0.88 | - | - | - | 논 | 암반 | 200 | 1994 | 138 | 161 | O | - | - | | | 수북1암반관정 |
| 31 | 옥천 | 수북 | 110(현황판) 63(관측) | 1.6 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1995 | 150 | 260 | O | - | - | | | 수북2암반관정 |
| 32 | 옥천 | 수북 | 63(현황판) 252(관측) | 1.47 | - | - | - | 생+논 | 암반 | 250 | 1995 - 1996 | 150 | 219 | O | - | - | | | 수북3암반관정 |
| 33 | 옥천 | 대천 | 산19 | 3.19 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1995 | 150 | 318 | O | - | - | | | - |
| 34 | 옥천 | 대천 | 281-3 | - | - | - | - | - | 암반 | 50 | 1995 | 80 | 205 | - | - | - | | | - |
| 35 | 옥천 | 삼청 | 831-1 | - | - | - | - | 밭기반 | 암반 | 250 | 1994-1995 | 169 | 392 | O | X | - | | | 소청2암반관정 |
| 36 | 옥천 | 삼청 | 1404-2 | - | - | - | - | 밭기반 | 암반 | 250 | 1994-1995 | 150 | 336 | O | X | - | | | 소청1암반관정 |
| 37 | 옥천 | 삼청 | 990-3 | - | - | - | - | 밭기반 | 암반 | 250 | 1994-1995 | 205 | 293 | O | X | - | OC-9 | | 소청3암반관정 |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 수위 (m) | 수온 (℃) | EC (μ S/cm) | TDS (mg/l) | 용도 | 대 수 층 | casing 직경 (mm) | 개발년도 | 심도 (m) | 채수량 (m ³ /일) | 동 력 가 설 | 수위 측정관 | 출 수 관 | 수질검사 번호 | 양수시험 시행관정 | 우물명칭 |
|----------|----|-----|-------------|-----------|-----------|---------------------|---------------|-------|-------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|------------------|-----------|-------------|------------|--------------|-----------|
| 38 | 옥천 | 대천 | 174 | - | - | - | - | 발기반 | 암반 | 250 | 1994-1995 | 205 | 250 | O | X | - | | | 소정4암반관정 |
| 39 | 옥천 | 구일 | 111-10 | 2.2 | - | - | - | 발기반 | 암반 | 250 | 1997 | 180 | 150 | O | O | - | | | 구일(?)암반관정 |
| 40 | 옥천 | 구일 | 177 | 2.29 | - | - | - | 발기반 | 암반 | 250 | 1997 | 200 | 150 | O | O | - | | | 구일(?)암반관정 |
| 41 | 옥천 | 삼양 | 115-4 | - | 15.5 | 307 | 154 | 생활 | 암반 | 40 | 1994 | 120 | 50 | O | O | - | | | - |
| 42 | 옥천 | 죽향 | 83 | 1.5 | - | - | - | 생활 | 암반 | - | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 43 | 옥천 | 서대 | 279 | 2.23 | 11.2 | 239 | 119 | 생활 | 암반 | - | 1986 | 96 | - | O | O | - | | | - |
| 44 | 군서 | 금산 | 산15-1 | 10.19 | 13.6 | 63.1 | 31.6 | 생활 | 암반 | 150 | 1995 | 150 | 100 | O | O | - | | | - |
| 45 | 군서 | 동평 | 243-1 | - | - | - | - | 밭 | 암반 | 250 | 1991 | 63 | 382 | - | X | - | | | - |
| 46 | 군서 | 사양 | 438 | - | - | - | - | 논 | 암반 | 200 | 1994 | 138 | 160 | O | X | - | | | 마랑굴암반관정 |
| 47 | 군서 | 사양 | 576-2 | 9.5 | 14.9 | 239 | 120 | 논 | 암반 | 250 | 1995-1997 | 150 | 161 | O | O | - | OC-8 | O | 백양암반관정 |
| 48 | 안남 | 화학1 | 421-2 | - | 14.7 | 520 | 273 | 간이상수도 | 암반 | - | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 49 | 군북 | 국원 | 49 | 2.08 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | 150 | 2000 | 100M이상 | - | O | - | - | | | - |
| 50 | 군북 | 국원 | 327 | 7.65 | 14.3 | 489 | 244 | 간이상수도 | 암반 | - | 1995 | 80자 | - | O | - | - | | | - |
| 51 | 군북 | 이백 | 553 | - | 15.1 | 301 | 150 | 생활 | 암반 | 250 | - | 100 | 508 | O | O | - | | | - |
| 52 | 군북 | 증약 | 640, 661-11 | 8.18 | 15.1 | 485 | 242 | 생활 | 암반 | - | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 53 | 군북 | 자모 | 315 | - | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | - | 150 | 185 | O | X | - | | | 자모암반관정 |
| 54 | 군북 | 자모 | 10-3 | 2.61 | - | - | - | 논 | 암반 | 150 | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 55 | 군북 | 자모 | 11-2 | - | 15.2 | 490 | 243 | 농업 | 암반 | - | - | - | - | O | X | - | | | - |
| 56 | 군북 | 자모 | 20-4 | - | 20.1 | 387 | 193 | 농업 | 암반 | - | - | - | - | O | X | - | | | - |
| 57 | 군북 | 증약 | 567-14 | 1.9 | 14 | 110 | 55 | 간이상수도 | 암반 | - | 1996 | - | - | O | - | - | | | - |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 수위 (m) | 수온 (℃) | EC (μ S/cm) | TDS (mg/l) | 용도 | 대 수 층 | casing 직경 (mm) | 개발년도 | 심도 (m) | 채수량 (m ³ /일) | 동 력 가 설 | 수위 측정관 | 출 수 관 | 수질검사 번호 | 양수시험 시행관정 | 우물명칭 |
|----------|----|-----|-----------------------|-----------|-----------|---------------------|---------------|-------|-------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|------------------|-----------|-------------|------------|--------------|---------|
| 58 | 군북 | 증악 | 296, 295-1, 297 | - | 13.5 | 320 | 160 | 간이상수도 | 암반 | - | 1997 | 70 | 150 | O | O | - | OC-1 | | - |
| 59 | 군북 | 와정 | 621-1 | - | 15.2 | 293 | 146 | 생활 | 암반 | - | - | - | - | O | X | - | | | - |
| 60 | 군북 | 대정 | 771 | 3.79 | - | - | - | 생+논 | 암반 | 250 | - | 160 | 300 | O | O | O | OC-2 | O | 와정1암반관정 |
| 61 | 군북 | 대정 | 773-1 | - | 16 | 175 | 87 | 논 | 암반 | - | - | - | - | O | X | - | | | - |
| 62 | 군북 | 대정 | 산38-2 | - | 15.9 | 191 | 95.5 | 간이상수도 | 암반 | - | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 63 | 군북 | 대정 | 713-1 | 2.74 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1995-1996 | 136 | 253 | O | - | - | | O | 와정2암반관정 |
| 64 | 군북 | 항곡 | 114 | 3.4 | - | - | - | 논 | 암반 | - | - | - | - | X | - | - | | | - |
| 65 | 군북 | 이평 | 56-2 | 1.69 | - | - | - | 논 | 암반 | - | 1995-1996 | 150 | - | O | X | - | | | - |
| 66 | 군북 | 이평 | 99 | 14.68 | 15.2 | 388 | 194 | 간이상수도 | 암반 | - | 1995-1996 | - | - | O | - | - | | | - |
| 67 | 안내 | 현 | 131, 133 | 6.22 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | 150 | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 68 | 안내 | 정방 | 166 | 1.72 | - | - | - | 생+논 | 암반 | 250 | 1995-1996 | 190 | 185 | O | - | X | | | 정방암반관정 |
| 69 | 안내 | 오덕 | 5 | 1.64 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1996 | 120 | 350 | O | X | O | | | 정곡암반관정 |
| 70 | 안내 | 오덕 | 579 | 12.85 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1997 | 86 | 250 | O | O | X | | | 오덕1암반관정 |
| 71 | 안내 | 서대 | 285-5(현황판) 282(관측) | 3.27 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1995-1996 | 150 | 240 | O | X | - | | | 서대암반관정 |
| 72 | 안내 | 동대 | 333-1 | 3.15 | - | - | - | 논 | 암반 | - | 1997 | 90 | 250 | O | O | O | | O | 북대리암반관정 |
| 73 | 안내 | 동대 | 137 | 3.09 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | 150 | - | - | - | O | O | - | | | - |
| 74 | 안내 | 방하목 | 171 | 1.57 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1997 | 95 | 250 | O | O | O | | O | 방하목암반관정 |
| 75 | 안내 | 현 | 143 | 1.85 | - | - | - | 생활 | 암반 | 150 | - | 94 | - | O | O | - | | | - |
| 76 | 안내 | 현 | 141-2 | 2.93 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | - | 1998 | 120 | 150 | O | O | - | | | - |
| 77 | 안내 | 도율 | 350-1, 351-1 | - | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | 150 | - | - | - | O | X | - | | | - |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 수위 (m) | 수온 (℃) | EC (μ S/cm) | TDS (mg/l) | 용도 | 대 수 층 | casing 직경 (mm) | 개발년도 | 심도 (m) | 채수량 (m ³ /일) | 동 력 가 설 | 수위 측정관 | 출 수 관 | 수질검사 번호 | 양수시험 시행관청 | 우물명칭 |
|----------|----|----|-------------------------|-----------|-----------|---------------------|---------------|-------|-------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|------------------|-----------|-------------|------------|--------------|---------|
| 78 | 안내 | 도율 | 374-4 | - | 11.8 | 304 | 152 | 생활 | 암반 | - | - | - | - | O | X | - | | | - |
| 79 | 안내 | 도율 | 424-1 | - | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1997 | 102 | 260 | O | X | O | OC-3 | | 도율1암반관정 |
| 80 | 안내 | 도율 | 466-1 | 2.85 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1998 | 80 | 150 | O | - | - | | | 도율2암반관정 |
| 81 | 안내 | 월외 | 466-1(현황판) 252-1(관측) | - | 16.3 | 272 | 136 | 논 | 암반 | 250 | 1994 | 102 | 293 | O | X | - | | | 월외3암반관정 |
| 82 | 안내 | 월외 | 296-1(현황판) 192(관측) | 2.47 | - | - | - | 밭기반 | 암반 | 250 | 1996-1997 | 80 | 233 | O | O | O | | | 월외2암반관정 |
| 83 | 안내 | | 519-1 | 1.51 | - | - | - | 농업 | 층적 | - | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 84 | 안내 | 도율 | 508-6 | 3.42 | - | - | - | 농업 | - | 60 | 1996 | 25자 | - | O | X | X | | | - |
| 85 | 안내 | 도율 | 427 | 21.15 | 15 | 435 | 217 | 간이상수도 | 암반 | - | 1995 | - | - | O | X | - | | | - |
| 86 | 안내 | 용촌 | 53(현황판) 54(관측) | - | 14.6 | 244 | 122 | 논 | 암반 | 250 | 1994 | 102 | 354 | O | X | O | | | 용촌암반관정 |
| 87 | 안내 | 용촌 | 52 | 1.89 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | - | - | - | - | O | X | - | | | - |
| 88 | 안내 | 답양 | 476 | 0.47 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | - | 1997 | 120 | - | O | X | - | | | - |
| 89 | 군북 | 막지 | 68, 산33-4 | 27.92 | 15.2 | 180.8 | 90.5 | 농업 | 암반 | - | 1996 | 154 | 400-500 | O | O | - | | | 막지암반관정 |
| 90 | 군북 | 막지 | 670 | - | 17.3 | 406 | 203 | 간이상수도 | 암반 | - | 1992 | 30 | - | O | O | - | | | - |
| 91 | 안내 | 월외 | 287-2 | - | 12.5 | 266 | 133 | - | 층적 | 1440 | - | - | - | O | O | - | | | - |
| 92 | 안내 | 월외 | 190(현황판) 252-1(관측) | 2.14 | - | - | - | 밭기반 | 암반 | 250 | 1996-1997 | 110 | 205 | O | O | O | | O | 월외1암반관정 |
| 93 | 군북 | 막지 | 224 | 2.97 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | 150 | 1995 | 150 | - | O | - | - | | | - |
| 94 | 안내 | 용촌 | 202-1, 194 | 1.45 | - | - | - | 논 | 암반 | 200 | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 95 | 군북 | 석호 | 83-2 | - | 16.7 | 461 | 230 | 간이상수도 | 암반 | - | 1995 | 100 | - | O | X | - | | | - |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 수위 (m) | 수온 (℃) | EC (μ S/cm) | TDS (mg/l) | 용도 | 대 수 층 | casing 직경 (mm) | 개발년도 | 심도 (m) | 채수량 (m ³ /일) | 동 력 가 설 | 수위 측정관 | 출 수 관 | 수질검사 번호 | 양수시험 시행관정 | 우물명칭 |
|----------|----|----|--------------------------|-----------|-----------|---------------------|---------------|-------|-------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|------------------|-----------|-------------|------------|--------------|---------|
| 96 | 이원 | 칠방 | 1015 | - | 16.5 | 431 | 216 | 생활 | 암반 | 32 | 1994 | 64 | 16 | O | X | - | | | - |
| 97 | 이원 | 대동 | 668 | 1.29 | - | - | - | 농업 | 충적 | 500 | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 98 | 이원 | 의평 | 276-2 | - | 16.9 | 147 | 73.8 | 생활 | 암반 | 100 | 1995 | 102 | 32 | O | X | - | | | - |
| 99 | 안내 | 현 | 420-1 | 4.17 | 15.4 | 199 | 99 | 생+논 | 암반 | 250 | 1995-1996 | 130 | 412 | O | O | O | | | 신촌암반관정 |
| 100 | 이원 | 대동 | 90(현황판) 86(관측) | 3.18 | - | - | - | 논 | 암반 | 200 | 1995 | 100 | 253 | O | O | O | | | 대동암반관정 |
| 101 | 이원 | 미동 | 614-4, 570-1 | 1.18 | - | - | - | 논 | 암반 | 200 | - | - | - | O | X | - | | | - |
| 102 | 이원 | 개심 | 25(현황판), 116, 117(관측) | 4.62 | 16.6 | 177.3 | 88.6 | 논 | 암반 | 250 | 1994 | 90 | 226 | O | O | O | | O | 평계1암반관정 |
| 103 | 이원 | 개심 | 156-3, 162-4 | 8.09 | - | 304 | 143 | 간이상수도 | 암반 | - | 1999 | 150-200 | - | O | O | - | | | - |
| 104 | 이원 | 개심 | 159, 156-3 | 3.16 | - | - | - | 생활 | 암반 | - | 2000 | 18-20 | - | X | - | - | | | - |
| 105 | 이원 | 개심 | 369-4 | 3.32 | - | 304 | 143 | 간이상수도 | 암반 | - | 1999 | 100M이상 | - | O | O | - | | | - |
| 106 | 이원 | 수목 | 387-1 | 1.62 | 16.7 | 308 | 155 | 생+논 | 암반 | 250 | 1995 | 167 | 442 | O | X | O | | | 수목암반관정 |
| 107 | 이원 | 평계 | 176-1 | 3.48 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | - | 1994-1995 | 100 | - | O | O | - | | | - |
| 108 | 이원 | 평계 | 171, 172 | - | 15.3 | 390 | 194 | 간이상수도 | 암반 | - | 1995-1996 | 90-100 | - | O | - | - | | | - |
| 109 | 이원 | 평계 | 100-1(현황판) 766-2(관측) | 4.52 | 16.9 | 317 | 158 | 생+논 | 암반 | 200 | 1994 | 200 | 150 | O | O | O | | O | 평계2암반관정 |
| 110 | 이원 | 미동 | 309 | 2.82 | 14.2 | 193.2 | 96.6 | 생활 | 암반? | - | 왜정시대개발 | - | - | O | X | - | | | - |
| 111 | 이원 | 윤정 | 700-2 | 1.04 | 12 | 122.9 | 61.5 | 생활 | - | 800 | - | - | - | X | - | - | | | - |
| 112 | 이원 | 이원 | ? | - | 17.2 | 448 | 224 | 생활 | 암반 | - | - | - | - | O | X | - | | | - |
| 113 | 이원 | 이원 | ? | 4.42 | - | - | - | 생활 | 충적 | 750 | - | - | - | X | - | - | | | - |
| 114 | 이원 | 용방 | 761-6, 761-4 | - | - | 228 | 120 | 논 | 암반 | - | 1995 | 30 | - | O | - | - | | | - |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 수위 (m) | 수온 (℃) | EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | TDS (mg/l) | 용도 | 대 수 층 | casing 직경 (mm) | 개발년도 | 심도 (m) | 채수량 (m ³ /일) | 동 력 가 설 | 수위 측정관 | 출 수 관 | 수질검사 번호 | 양수시험 시행관정 | 우물명칭 |
|----------|----|----|-----------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------|---------------|-------|-------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|------------------|-----------|-------------|------------|--------------|--------|
| 115 | 이원 | 지탄 | 322-1, 355 | 5.78 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | 200 | 1998-1999 | - | - | O | O | - | OC-13 | | - |
| 116 | 이원 | 지탄 | 460-2 | - | 16.7 | 146.6 | 73.4 | 간이상수도 | 암반 | 200 | 1990 | 20-40 | - | O | X | - | | | - |
| 117 | 이원 | 백지 | 818 | - | 14.9 | 446 | 223 | 간이상수도 | 암반 | - | - | - | - | O | X | - | | | - |
| 118 | 이원 | 건진 | 383-6 | 3.36 | - | - | - | 생활 | 충적 | 770 | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 119 | 이원 | 건진 | 391 | 0.65 | - | - | - | 생활 | 충적 | 1250 | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 120 | 이원 | 건진 | 415, 399-1 | - | 16.2 | 133.1 | 66.5 | 논 | 암반 | - | 1999 | - | - | O | X | - | | | - |
| 121 | 동이 | 우산 | 527 | - | 15.8 | 178.9 | 189.4 | 간이상수도 | 암반 | - | - | - | - | O | X | - | | | - |
| 122 | 동이 | 우산 | 793 | 10.1 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | - | 1996 | - | - | O | - | - | | | - |
| 123 | 동이 | 우산 | 825 | - | 16.9 | 431 | 216 | 생활 | 암반 | 30 | - | - | - | O | X | - | | | - |
| 124 | 동이 | 우산 | 671-1, 671-2 | 1.82 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | 200 | - | - | - | O | O | - | | | - |
| 125 | 청성 | 고당 | 386 | - | 13.4 | 228 | 114 | 생활 | 암반 | - | - | 60 | - | O | X | - | | | - |
| 126 | 동이 | 우산 | 666-1(현황판) 56, 산12-3(관측) | 28.13 | 15.3 | 280 | 140 | 논 | 암반 | 250 | 1997 | 120 | 253 | O | O | O | | O | 우산암반관정 |
| 127 | 동이 | 우산 | 33-3 | - | 15.3 | 359 | 178 | 생활 | 암반 | 30 | 1996 | - | - | O | X | - | | | - |
| 128 | 동이 | 조령 | 608 | 2.5 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | 200 | 1993-1994 | 120-160 | - | X | - | - | | | - |
| 129 | 청성 | 합금 | 346, 347, 345-9 | 4.41 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | 200 | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 130 | 동이 | 청마 | 870 | 3.1 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | 200 | 1998 | 20 | - | O | O | - | | | - |
| 131 | 동이 | 청마 | 288-1, 288-3 | 8.8 | 15.8 | 347 | 173 | 간이상수도 | 암반 | 200 | 1997-1998 | 130 | - | O | O | - | | | - |
| 134 | 동이 | 적하 | 763 | 0.79 | - | - | - | 논 | 충적 | 1000 | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 135 | 동이 | 적하 | 213-2, 448 | - | 16.6 | 732 | 369 | 간이상수도 | 암반 | 200 | 1992 | 93 | - | O | X | - | | | - |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 수위 (m) | 수온 (℃) | EC (μ S/cm) | TDS (mg/l) | 용도 | 대 수 층 | casing 직경 (mm) | 개발년도 | 심도 (m) | 채수량 (m ³ /일) | 동 력 가 설 | 수위 측정관 | 출 수 관 | 수질검사 번호 | 양수시험 시행관정 | 우물명칭 |
|----------|----|----|------------------------------|-----------|-----------|---------------------|---------------|---------|-------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|------------------|-----------|-------------|------------|--------------|---------|
| 136 | 동이 | 적하 | 852(현황판) 870(관측) | 2.37 | 16.8 | 174 | 87 | 논 | 암반 | 250 | - | 80 | 363 | O | O | O | | O | 적하암반관정 |
| 137 | 동이 | 적하 | 672 | - | - | - | - | 생활 | 암반 | 200 | - | - | - | O | X | - | | | - |
| 138 | 동이 | 금암 | 822, 822-1 | 2 | 15.8 | 386 | 195 | 간이상수도 | 암반 | 200 | 1995 | 60 | - | O | X | - | | | - |
| 139 | 동이 | 지양 | 641-1 | 0.95 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | 200 | 1998 | - | - | O | X | - | | | - |
| 140 | 동이 | 지양 | 46-1 | - | 18.8 | 173.3 | 86.7 | 공업 + 생활 | 암반 | 200 | 1999 | - | - | O | O | - | | | - |
| 141 | 동이 | 석탄 | 589-1 | 7.82 | - | - | - | 생+논 | 암반 | 250 | 1995 | 175 | 185 | O | O | O | OC-1 | O | 석탄암반관정 |
| 142 | 동이 | 남곡 | 152(현황판) 159-3(관측) | - | - | - | - | 생+논 | 암반 | 250 | 1995 | 150 | 150 | O | O | O | | | 남곡암반관정 |
| 143 | 청산 | 지전 | 54 | 6.12 | 16.7 | 356 | 178 | 생활 | 암반 | 250 | 70년대 착정 | 84 | - | O | O | X | | | - |
| 144 | 청산 | 백운 | 331-1 | 11.19 | 16.6 | 215 | 107 | 생활 | 암반 | 250 | 1992 | 60 | - | O | O | O | | | - |
| 145 | 청산 | 백운 | 333-3 | 14 | 16.2 | 208 | 104 | 생활 | 암반 | 250 | 1987 | 60 | - | O | O | O | OC-15 | | - |
| 146 | 청산 | 만월 | 289(현황판) 292(관측) | 3.72 | 16.1 | 310 | 155 | 생+논 | 암반 | 250 | 1995-1996 | 140 | 318 | O | O | O | OC-11 | | 만월3암반관정 |
| 147 | 청산 | 백운 | 37 | 4.56 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1998 | 80 | 145 | O | O | O | | | 백운2암반관정 |
| 148 | 청산 | 백운 | 317 | 4.18 | - | - | - | 밭 | 암반 | 250 | 1992 | 87 | 562 | O | X | X | | | 백운1암반관정 |
| 149 | 청산 | 인정 | 895 | 9.96 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1993 | 60 | 253 | O | X | O | | | 인정2암반관정 |
| 150 | 청산 | 인정 | 818 | 2.13 | - | - | - | 논 | 암반 | 200 | 1993 | - | 205 | O | O | X | | | 인정1암반관정 |
| 151 | 청산 | 효목 | 560 | 1.51 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1987 | 71 | 453 | O | X | X | | | 효림1암반관정 |
| 152 | 청산 | 법화 | 53-2, 48-2 | 4.02 | - | - | - | 밭 | 암반 | 250 | 1993 | 78 | 327 | O | X | O | | O | 복우실암반관정 |
| 153 | 청산 | 삼방 | 171-1(현황판) 176-1, 245(관측) | 4.29 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1994-1995 | 207 | 354 | O | X | O | | | 삼방암반관정 |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 수위 (m) | 수온 (℃) | EC (μ S/cm) | TDS (mg/l) | 용도 | 대 수 층 | casing 직경 (mm) | 개발년도 | 심도 (m) | 채수량 (m ³ /일) | 동 력 가 설 | 수위 측정관 | 출 수 관 | 수질검사 번호 | 양수시험 시행관정 | 우물명칭 |
|----------|----|----|----------------------------|-----------|-----------|---------------------|---------------|-----|-------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------------|------------------|-----------|-------------|------------|--------------|---------|
| 154 | 청산 | 덕지 | 662-2(현황판) 662(관측) | 2.51 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1990 | 71 | 578 | O | X | X | | | 덕지암반관정 |
| 155 | 청산 | 효목 | 480-2, 479-1 | 1.02 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1989 | 70 | 808 | O | X | X | | | 효림2암반관정 |
| 156 | 청산 | 효목 | 97(현황판) 131(관측) | 7.95 | - | - | - | 밭 | 암반 | 250 | 1998 | 82 | 300 | O | O | O | OC-14 | | 효림3암반관정 |
| 157 | 청산 | 판수 | 564(현황판) 554, 554-1(관측) | 7.05 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1994 | 90 | 422 | O | X | O | | | 브르실암반관정 |
| 158 | 청산 | 판수 | 573-1 | 6.22 | - | - | - | 생+논 | 암반 | 250 | 1995 | 152 | 223 | O | O | O | | | 판수암반관정 |
| 159 | 청산 | 법화 | 194-1, 194-2 | 9.52 | - | - | - | 생+밭 | 암반 | 250 | 1993 | 63 | 453 | O | O | O | | | 숯골암반관정 |
| 160 | 청산 | 교평 | 303 | 4.77 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1995 | 110 | 354 | O | O | O | | | 교평암반관정 |
| 161 | 청산 | 장위 | 403 | 3.05 | - | - | - | 생활 | 암반 | 250 | 1998 | 80 | 150 | O | O | O | | | 장위암반관정 |
| 162 | 청산 | 신매 | 663(현황판) 664(관측) | 3.85 | - | - | - | 생활 | 암반 | 250 | 1995-1996 | 160 | 192 | O | O | O | | | 신매암반관정 |
| 163 | 청산 | 대사 | 251-3 | 3.3 | - | - | - | 논 | 암반 | 250 | 1995 | 150 | 156 | O | O | O | OC-12 | O | 대사암반관정 |
| 164 | 안내 | 정방 | 343-2 | 5.22 | 16.5 | 350 | 186 | 생활 | 충적 | - | 일제 | 7 | - | O | - | - | | | - |
| 165 | 안내 | 정방 | 341-4 | - | 14.4 | 315 | 157 | 생활 | 암반 | - | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 166 | 안내 | 정방 | 341-9 | - | 12.9 | 337 | 168 | 공업 | 암반 | 200 | 1998 | 100 | 100 | O | - | - | | | - |
| 167 | 안내 | 오덕 | 산8-13(암반대장) 산4-1(관측) | - | 18.2 | 451 | 225 | 농업 | 암반 | 200 | 1998 | 120 | 70 | O | X | O | OC-4 | | - |
| 168 | 안내 | 답양 | 338 | 0.71 | - | - | - | 생활 | 암반 | 200 | 1998 | 80 | 60 | O | X | X | | | - |
| 169 | 안내 | 용촌 | 160 | 0 | 13.5 | 210 | 104 | 생활 | 충적(?) | - | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 170 | 안내 | 용촌 | 157 | - | 12.8 | 202 | 101 | 생활 | 충적(?) | - | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 200 | 동이 | 세산 | 1100 | 4.83 | 17.8 | 205 | 102 | 논 | 암반 | 200 | 1997 | 100 | 100 | O | X | X | | | - |

| 일련 번호 | 읍면 | 동리 | 지번 | 수위 (m) | 수온 (℃) | EC (μ S/cm) | TDS (mg/l) | 용도 | 대 수 층 | casing 직경 (mm) | 개발년도 | 심도 (m) | 채수량 (m ³ /일) | 동 력 가 설 | 수위 측정관 | 출 수 관 | 수질검사 번호 | 양수시험 시행관정 | 우물명칭 |
|----------|----|----|------------|-----------|-----------|---------------------|---------------|-------|-------------|----------------------|---------|-----------|----------------------------|------------------|-----------|-------------|------------|--------------|------|
| 201 | 동이 | 세산 | 253-1 | - | 17.2 | 200 | 96 | 공업+생활 | 암반 | 200 | 1997 | 100 | 100 | O | O | X | | | - |
| 202 | 동이 | 금암 | 1076-5 | 6.98 | 19.4 | 255 | 126 | 생활 | 암반 | 150 | - | - | - | O | X | X | | | - |
| 203 | 동이 | 조령 | 567-3 | - | 26.3 | 338 | 169 | 생활 | 암반 | - | 1994 | 110 | 100 | O | - | - | | | - |
| 204 | 동이 | 조령 | 87 | 15.95 | 16.4 | 394 | 198 | 간이상수도 | 암반 | 200 | 1992 | 128 | 210 | O | X | X | | | - |
| 205 | 군서 | 상중 | 77 | 2.75 | - | 463 | 247 | 간이상수도 | 암반 | 200 | 1997 | - | - | O | O | - | | | - |
| 206 | 군서 | 상중 | 325-1 | - | - | 551 | 275 | 간이상수도 | 암반 | 200 | 1996 | - | - | O | O | - | OC-7 | | - |
| 207 | 군서 | 상중 | 46, 46-1 | 2.45 | - | - | - | 농업(?) | 암반 | 200 | 2000(?) | - | - | X | - | - | | | - |
| 208 | 군서 | 오동 | 400-1, 산37 | 12.13 | 17.1 | 438 | 219 | 간이상수도 | 암반 | 200 | 1995이후 | - | - | O | O | O | | | - |
| 209 | 군서 | 오동 | 35-1 | - | - | 329 | 164 | 생활 | 암반 | 200 | 1997 | 80 | 100 | O | X | X | | | - |
| 210 | 군서 | 월전 | 산20-4 | 11.26 | - | 321 | 159 | 생활 | 암반 | 200 | - | - | - | O | O | O | | | - |
| 211 | 군북 | 대정 | 769-1 | - | 21.5 | 256 | 130 | 생활 | - | - | - | - | - | O | - | - | | | - |
| 212 | 군북 | 중악 | 455-1 | - | 13.9 | 576 | 289 | 농업 | - | 50 | - | - | - | O | X | X | | | - |
| 213 | 군북 | 국원 | 408 | - | 14.9 | 416 | 157 | 농업 | 암반 | - | 1995 | 25 | 202 | O | - | - | | | - |
| 214 | 군북 | 국원 | 72-2, 152 | 1 | 14.8 | 414 | 206 | 생활 | 암반 | 200 | 1999 | 140 | - | O | - | - | | | - |
| 215 | 군북 | 국원 | 83-1 | - | 17.3 | 208 | 104 | 생활 | 암반 | 200 | 1997 | 70 | 140 | O | X | O | | | - |
| 220 | 이원 | 강청 | | 3.02 | - | - | - | 간이상수도 | 암반 | 200 | 1996 | 80 | - | X | O | O | | | - |
| 221 | 이원 | 지탄 | 840 | 8 | - | - | - | 농업 | 암반 | 80 | 1995 | 130 | 150 | O | - | - | | | - |

옥천지구 양수시험결과해석 전산출력물

여 백

Data Set: E:\광역수맥\옥천광역1217\양수시험\옥천-aqtw\no92.aqt
Title: no 92(월외1 암반관정)
Date: 01/04/02
Time: 11:29:16

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Client: 옥천군
Project: 광역수맥조사
Location: 안내면 월외리 190
Test Well: no 92

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 98. m
Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: no 92

X Location: 0. m
Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

Pumping Period Data

| Time (min) | Rate (cu. m/day) |
|------------|------------------|
| 0. | 26. |

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: no 92

X Location: 0.125 m
Y Location: 0.125 m

No. of observations: 30

Observation Data

| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| 1. | 0.6 | 12. | 1.84 | 55. | 3.74 |
| 2. | 0.76 | 14. | 1.98 | 60. | 3.88 |
| 3. | 0.88 | 16. | 2.11 | 70. | 4.18 |
| 4. | 1.06 | 18. | 2.25 | 80. | 4.43 |
| 5. | 1.2 | 20. | 2.36 | 90. | 4.65 |
| 6. | 1.28 | 25. | 2.61 | 100. | 4.88 |
| 7. | 1.41 | 30. | 2.88 | 120. | 5.24 |
| 8. | 1.5 | 35. | 3.07 | 140. | 5.58 |

| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| 9. | 1.59 | 40. | 3.27 | 160. | 5.87 |
| 10. | 1.67 | 45. | 3.44 | 180. | 6.12 |

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | |
|-----------|----------|---------------------|
| T | 1.924 | m ² /day |
| S | 0.1949 | |

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | Std. Error | |
|-----------|----------|------------|---------------------|
| T | 1.924 | 0.9008 | m ² /day |
| S | 0.1949 | 0.2513 | |

Parameter Correlations

| | T | S |
|---|-------|-------|
| T | 1.00 | -0.87 |
| S | -0.87 | 1.00 |

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 283.3 m²
Variance 10.12 m²
Std. Deviation 3.181 m
Mean..... 2.67 m
No. of Residuals.... 30.
No. of Estimates.... 2

Data Set: E:\광역수맥\옥천광역1217\양수시험\옥천-aqtw\no74.aqt

Title: no 74(방하목 암반관정)

Date: 01/04/02

Time: 11:28:41

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사

Client: 옥천군

Project: 광역수맥조사

Location: 안내면 방하목리 171

Test Well: no 74

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 92. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: no 74

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

Pumping Period Data

| <u>Time (min)</u> | <u>Rate (cu. m/day)</u> |
|-------------------|-------------------------|
|-------------------|-------------------------|

| | |
|----|------|
| 0. | 150. |
|----|------|

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: no 74

X Location: 0.125 m

Y Location: 0.125 m

No. of observations: 45

Observation Data

| <u>Time (min)</u> | <u>Displacement (m)</u> | <u>Time (min)</u> | <u>Displacement (m)</u> | <u>Time (min)</u> | <u>Displacement (m)</u> |
|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| 1. | 2.3 | 60. | 12.8 | 1200. | 16. |
| 2. | 4.1 | 75. | 13.2 | 1320. | 16.01 |
| 3. | 5.4 | 90. | 13.26 | 1440. | 16.02 |
| 4. | 6.5 | 105. | 13.3 | 1560. | 16.02 |
| 5. | 7.5 | 120. | 13.7 | 1680. | 16.03 |
| 10. | 9.4 | 180. | 14.1 | 1800. | 16.03 |
| 15. | 10.4 | 240. | 14.45 | 1920. | 16.04 |
| 20. | 11.5 | 300. | 14.47 | 2040. | 16.04 |

| <u>Time (min)</u> | <u>Displacement (m)</u> | <u>Time (min)</u> | <u>Displacement (m)</u> | <u>Time (min)</u> | <u>Displacement (m)</u> |
|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| 25. | 11.53 | 360. | 14.6 | 2160. | 16.05 |
| 30. | 11.6 | 480. | 14.63 | 2280. | 16.06 |
| 35. | 11.8 | 600. | 14.8 | 2400. | 16.06 |
| 40. | 11.98 | 720. | 15.3 | 2520. | 16.06 |
| 45. | 12.07 | 840. | 15.7 | 2640. | 16.06 |
| 50. | 12.1 | 960. | 16. | 2760. | 16.06 |
| 55. | 12.4 | 1080. | 16. | 2880. | 16.06 |

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| <u>Parameter</u> | <u>Estimate</u> | |
|------------------|-----------------|---------------------|
| T | 10.35 | m ² /day |
| S | 0.0004538 | |

Data Set: E:\광역수맥\옥천광역1217\양수시험\옥천-aqtw\no72.aqt
Title: no 72(북대리 암반관정)
Date: 01/04/02
Time: 11:27:59

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Client: 옥천군
Project: 광역수맥조사
Location: 안내 동대 333-1
Test Well: no 72

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 85. m
Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: no 72

X Location: 0. m
Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

| Pumping Period Data | |
|---------------------|------------------|
| Time (min) | Rate (cu. m/day) |
| 0. | 260. |

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: no 72

X Location: 0.125 m
Y Location: 0.125 m

No. of observations: 31

| Observation Data | | | | | |
|------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
| 1. | 1.5 | 14. | 17.54 | 60. | 33.38 |
| 2. | 3.5 | 16. | 18.42 | 70. | 36.82 |
| 3. | 6.6 | 18. | 19.18 | 80. | 39.6 |
| 4. | 7.42 | 20. | 19.71 | 90. | 41.77 |
| 5. | 9.3 | 25. | 21.84 | 100. | 43.47 |
| 6. | 10.76 | 30. | 23.72 | 120. | 45.67 |
| 7. | 12.13 | 35. | 25.55 | 140. | 47.07 |
| 8. | 13.18 | 40. | 27.41 | 160. | 47.96 |

| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| 9. | 14.13 | 45. | 28.92 | 180. | 48.59 |
| 10. | 14.99 | 50. | 30.52 | | |
| 12. | 16.4 | 55. | 31.92 | | |

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | |
|-----------|----------|---------------------|
| T | 2.351 | m ² /day |
| S | 0.2605 | |

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | Std. Error | |
|-----------|----------|------------|---------------------|
| T | 2.351 | 169.3 | m ² /day |
| S | 0.2605 | 33.57 | |

Parameter Correlations

| | T | S |
|---|-------|-------|
| T | 1.00 | -0.89 |
| S | -0.89 | 1.00 |

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 2.078E+04 m²
Variance 716.7 m²
Std. Deviation 26.77 m
Mean..... 22.55 m
No. of Residuals.... 31.
No. of Estimates.... 2

Data Set: E:\광역수맥\옥천광역1217\양수시험\옥천-aqtw\no63.aqt
Title: no 63(와정2 암반관정)
Date: 01/04/02
Time: 11:27:29

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Client: 옥천군
Project: 광역수맥조사
Location: 군북면 대정리 713-1
Test Well: no 63

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 133. m
Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: no 63

X Location: 0. m
Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

| Pumping Period Data | |
|---------------------|------------------|
| Time (min) | Rate (cu. m/day) |
| 0. | 247. |

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: no 63

X Location: 0.125 m
Y Location: 0.125 m

No. of observations: 31

| Observation Data | | | | | |
|------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
| 1. | 1.05 | 14. | 3.2 | 60. | 3.94 |
| 2. | 1.65 | 16. | 3.26 | 70. | 4.01 |
| 3. | 2.2 | 18. | 3.32 | 80. | 4.04 |
| 4. | 2.49 | 20. | 3.38 | 90. | 4.09 |
| 5. | 2.61 | 25. | 3.51 | 100. | 4.14 |
| 6. | 2.76 | 30. | 3.61 | 120. | 4.2 |
| 7. | 2.85 | 35. | 3.69 | 140. | 4.26 |
| 8. | 2.91 | 40. | 3.76 | 160. | 4.3 |

| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| 9. | 2.98 | 45. | 3.83 | 180. | 4.32 |
| 10. | 3.04 | 50. | 3.88 | | |
| 12. | 3.12 | 55. | 3.9 | | |

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | |
|-----------|----------|---------------------|
| T | 39.56 | m ² /day |
| S | 0.0492 | |

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | Std. Error | |
|-----------|----------|------------|---------------------|
| T | 39.56 | 9.612 | m ² /day |
| S | 0.0492 | 1.906 | |

Parameter Correlations

| | T | S |
|---|-------|-------|
| T | 1.00 | -0.89 |
| S | -0.89 | 1.00 |

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 60.46 m²
Variance 2.085 m²
Std. Deviation 1.444 m
Mean 1.37 m
No. of Residuals . . . 31.
No. of Estimates . . . 2

Data Set: E:\광역수맥\옥천광역1217\양수시험\옥천-aqtw\no60.aqt
Title: no 60(와정1 암반관정)
Date: 01/04/02
Time: 11:26:56

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Client: 옥천군
Project: 광역수맥조사
Location: 군북면 대정리 771
Test Well: no 60

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 155. m
Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: no 60

X Location: 0. m
Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

| Pumping Period Data | |
|---------------------|------------------|
| Time (min) | Rate (cu. m/day) |
| 0. | 326. |

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: no 60

X Location: 0.125 m
Y Location: 0.125 m

No. of observations: 31

| Observation Data | | | | | |
|------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
| 1. | 4.85 | 14. | 14.39 | 60. | 18.49 |
| 2. | 7.27 | 16. | 14.89 | 70. | 18.91 |
| 3. | 8.32 | 18. | 15.26 | 80. | 19.27 |
| 4. | 9.54 | 20. | 15.57 | 90. | 19.59 |
| 5. | 10.53 | 25. | 16.23 | 100. | 19.81 |
| 6. | 11.28 | 30. | 16.72 | 120. | 20.25 |
| 7. | 11.87 | 35. | 17.14 | 140. | 20.6 |
| 8. | 12.37 | 40. | 17.49 | 160. | 20.91 |

| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| 9. | 12.8 | 45. | 17.79 | 180. | 21.18 |
| 10. | 13.19 | 50. | 18.07 | | |
| 12. | 13.83 | 55. | 18.29 | | |

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | |
|-----------|----------|---------------------|
| T | 7.699 | m ² /day |
| S | 0.09816 | |

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | Std. Error | |
|-----------|----------|------------|---------------------|
| T | 7.699 | 117.6 | m ² /day |
| S | 0.09816 | 0.869 | |

Parameter Correlations

| | T | S |
|---|-------|-------|
| T | 1.00 | -0.97 |
| S | -0.97 | 1.00 |

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 5926.6 m²
Variance 204.4 m²
Std. Deviation 14.3 m
Mean 13.39 m
No. of Residuals . . . 31.
No. of Estimates . . . 2

Data Set: E:\광역수맥\옥천광역1217\양수시험\옥천-aqtw\no47.aqt
Title: no 47(백양 암반관정)
Date: 01/04/02
Time: 11:26:20

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Client: 옥천군
Project: 광역수맥조사
Location: 군서면 사양리 576-2
Test Well: no 47

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 140. m
Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: no 47

X Location: 0. m
Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

| Pumping Period Data | |
|---------------------|------------------|
| Time (min) | Rate (cu. m/day) |
| 0. | 360. |

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: no 47

X Location: 0.125 m
Y Location: 0.125 m

No. of observations: 31

| Observation Data | | | | | |
|------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
| 1. | 6.36 | 14. | 25.41 | 60. | 34.25 |
| 2. | 9.96 | 16. | 26.51 | 70. | 34.84 |
| 3. | 12.68 | 18. | 27.45 | 80. | 35.45 |
| 4. | 14.85 | 20. | 28.15 | 90. | 36.19 |
| 5. | 16.57 | 25. | 29.54 | 100. | 36.93 |
| 6. | 18.12 | 30. | 30.61 | 120. | 38.21 |
| 7. | 19.49 | 35. | 31.44 | 140. | 39.28 |
| 8. | 20.65 | 40. | 32.19 | 160. | 40.28 |

| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| 9. | 21.63 | 45. | 32.88 | 180. | 41.2 |
| 10. | 22.53 | 50. | 33.46 | | |
| 12. | 24.11 | 55. | 33.91 | | |

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | |
|-----------|----------|---------------------|
| T | 3.976 | m ² /day |
| S | 0.1027 | |

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | Std. Error | |
|-----------|----------|------------|---------------------|
| T | 3.976 | 122.3 | m ² /day |
| S | 0.1027 | 24.25 | |

Parameter Correlations

| | T | S |
|---|-------|-------|
| T | 1.00 | -0.89 |
| S | -0.89 | 1.00 |

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 2.079E+04 m²
Variance 717. m²
Std. Deviation 26.78 m
Mean..... 24.68 m
No. of Residuals.... 31.
No. of Estimates.... 2

Data Set: E:\광역수맥\옥천광역1217\양수시험\옥천-aqtw\no22.aqt
Title: no 22(도농1 암반관정)
Date: 01/04/02
Time: 11:25:49

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Client: 옥천군
Project: 광역수맥조사
Location: 안남 도농 613-2
Test Well: no 22

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 148. m
Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: no 22

X Location: 0. m
Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

| Pumping Period Data | |
|---------------------|------------------|
| Time (min) | Rate (cu. m/day) |
| 0. | 92. |

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: no 22

X Location: 0.125 m
Y Location: 0.125 m

No. of observations: 31

| Observation Data | | | | | |
|------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
| 1. | 1.3 | 14. | 3.11 | 60. | 3.67 |
| 2. | 1.85 | 16. | 3.18 | 70. | 3.72 |
| 3. | 2.2 | 18. | 3.21 | 80. | 3.77 |
| 4. | 2.41 | 20. | 3.26 | 90. | 3.81 |
| 5. | 2.59 | 25. | 3.35 | 100. | 3.87 |
| 6. | 2.7 | 30. | 3.4 | 120. | 3.95 |
| 7. | 2.79 | 35. | 3.46 | 140. | 4.01 |
| 8. | 2.86 | 40. | 3.5 | 160. | 4.07 |

| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| 9. | 2.92 | 45. | 3.57 | 180. | 4.1 |
| 10. | 2.98 | 50. | 3.6 | | |
| 12. | 3.06 | 55. | 3.63 | | |

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | |
|-----------|----------|---------------------|
| T | 13.83 | m ² /day |
| S | 0.03231 | |

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | Std. Error | |
|-----------|----------|------------|---------------------|
| T | 13.83 | 46.23 | m ² /day |
| S | 0.03231 | 9.168 | |

Parameter Correlations

| | T | S |
|---|-------|-------|
| T | 1.00 | -0.89 |
| S | -0.89 | 1.00 |

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 194. m²
Variance 6.691 m²
Std. Deviation 2.587 m
Mean..... 2.48 m
No. of Residuals.... 31.
No. of Estimates.... 2

Data Set: E:\광역수맥\옥천광역1217\양수시험\옥천-aqtw\no163.aqt
Title: no 163(대사 암반관정)
Date: 01/04/02
Time: 11:24:52

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Client: 옥천군
Project: 광역수맥조사
Location: 청산 대사 251-3
Test Well: no 163

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 146. m
Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: no 163

X Location: 0. m
Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

| Pumping Period Data | |
|---------------------|------------------|
| Time (min) | Rate (cu. m/day) |
| 0. | 300. |

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: no 163

X Location: 0.125 m
Y Location: 0.125 m

No. of observations: 31

| Observation Data | | | | | |
|------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
| 1. | 4.4 | 14. | 20.12 | 60. | 40.91 |
| 2. | 7.02 | 16. | 21.49 | 70. | 45.57 |
| 3. | 9.01 | 18. | 22.76 | 80. | 50.63 |
| 4. | 10.52 | 20. | 23.86 | 90. | 56.37 |
| 5. | 11.88 | 25. | 26.43 | 100. | 61.88 |
| 6. | 13.06 | 30. | 28.95 | 120. | 71.56 |
| 7. | 14.1 | 35. | 30.8 | 140. | 82. |
| 8. | 15.1 | 40. | 32.43 | 160. | 91. |

| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| 9. | 16.07 | 45. | 34.67 | 180. | 100. |
| 10. | 16.98 | 50. | 36.88 | | |
| 12. | 18.65 | 55. | 38.82 | | |

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | |
|-----------|----------|---------------------|
| T | 3.473 | m ² /day |
| S | 0.1495 | |

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | Std. Error | |
|-----------|----------|------------|---------------------|
| T | 3.473 | 224. | m ² /day |
| S | 0.1495 | 44.42 | |

Parameter Correlations

| | T | S |
|---|-------|-------|
| T | 1.00 | -0.89 |
| S | -0.89 | 1.00 |

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 4.844E+04 m²
Variance 1670.4 m²
Std. Deviation 40.87 m
Mean..... 31.57 m
No. of Residuals.... 31.
No. of Estimates.... 2

Data Set: E:\광역수맥\옥천광역1217\양수시험\옥천-aqtw\no152.aqt
Title: no 152(복우실 암반관정)
Date: 01/04/02
Time: 11:24:13

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Client: 옥천군
Project: 광역수맥조사
Location: 청산 법화 53-2
Test Well: no 152

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 74. m
Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: no 152

X Location: 0. m
Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

| Pumping Period Data | |
|---------------------|------------------|
| Time (min) | Rate (cu. m/day) |
| 0. | 520. |

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: no 152

X Location: 0.125 m
Y Location: 0.125 m

No. of observations: 27

| Observation Data | | | | | |
|------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
| 1. | 5.8 | 10. | 11.19 | 60. | 15.93 |
| 2. | 7.79 | 12. | 11.51 | 70. | 16.4 |
| 3. | 8.9 | 14. | 11.83 | 80. | 16.77 |
| 4. | 9.58 | 16. | 12.12 | 90. | 17.1 |
| 5. | 10.04 | 18. | 12.41 | 100. | 17.34 |
| 6. | 10.39 | 20. | 12.64 | 120. | 17.69 |
| 7. | 10.66 | 25. | 13.1 | 140. | 18.29 |
| 8. | 10.85 | 30. | 13.59 | 160. | 19.84 |

| <u>Time (min)</u> | <u>Displacement (m)</u> | <u>Time (min)</u> | <u>Displacement (m)</u> | <u>Time (min)</u> | <u>Displacement (m)</u> |
|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| 9. | 11.02 | 35. | 14.06 | 180. | 20.19 |

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| <u>Parameter</u> | <u>Estimate</u> | |
|------------------|-----------------|---------------------|
| T | 19.83 | m ² /day |
| S | 0.04108 | |

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| <u>Parameter</u> | <u>Estimate</u> | <u>Std. Error</u> | |
|------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| T | 19.83 | 118. | m ² /day |
| S | 0.04108 | 0.7473 | |

Parameter Correlations

| | <u>T</u> | <u>S</u> |
|---|----------|----------|
| T | 1.00 | -0.97 |
| S | -0.97 | 1.00 |

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 3339.2 m²
Variance 133.6 m²
Std. Deviation 11.56 m
Mean..... 10.79 m
No. of Residuals.... 27.
No. of Estimates.... 2

Data Set: E:\광역수맥\옥천광역1217\양수시험\옥천-aqtw\no141.aqt
Title: no 141(석탄 암반관정)
Date: 01/04/02
Time: 11:23:42

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Client: 옥천군
Project: 광역수맥조사
Location: 동이 석탄 589-1
Test Well: no 141

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 169. m
Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: no 141

X Location: 0. m
Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

| Pumping Period Data | |
|---------------------|------------------|
| Time (min) | Rate (cu. m/day) |
| 0. | 360. |

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: no 141

X Location: 0.125 m
Y Location: 0.125 m

No. of observations: 31

| Observation Data | | | | | |
|------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
| 1. | 6.36 | 14. | 25.41 | 60. | 34.25 |
| 2. | 9.96 | 16. | 26.51 | 70. | 34.84 |
| 3. | 12.68 | 18. | 27.45 | 80. | 35.45 |
| 4. | 14.85 | 20. | 28.15 | 90. | 36.19 |
| 5. | 16.57 | 25. | 29.54 | 100. | 36.93 |
| 6. | 18.12 | 30. | 30.61 | 120. | 38.21 |
| 7. | 19.49 | 35. | 31.44 | 140. | 39.28 |
| 8. | 20.65 | 40. | 32.19 | 160. | 40.28 |

| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| 9. | 21.63 | 45. | 32.88 | 180. | 41.2 |
| 10. | 22.53 | 50. | 33.46 | | |
| 12. | 24.11 | 55. | 33.91 | | |

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | |
|-----------|----------|---------------------|
| T | 3.744 | m ² /day |
| S | 0.1175 | |

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | Std. Error | |
|-----------|----------|------------|---------------------|
| T | 3.744 | 1.897 | m ² /day |
| S | 0.1175 | 0.2266 | |

Parameter Correlations

| | T | S |
|---|-------|-------|
| T | 1.00 | -0.91 |
| S | -0.91 | 1.00 |

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 2.079E+04 m²
Variance 717. m²
Std. Deviation 26.78 m
Mean..... 24.68 m
No. of Residuals... 31.
No. of Estimates... 2

Data Set: E:\광역수맥\옥천광역1217\양수시험\옥천-aqtw\no136.aqt
Title: no 136(적하 암반관정)
Date: 01/04/02
Time: 11:23:10

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Client: 옥천군
Project: 광역수맥조사
Location: 동이 적하 852
Test Well: no 136

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 77. m
Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: no 136

X Location: 0. m
Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

| Pumping Period Data | |
|---------------------|------------------|
| Time (min) | Rate (cu. m/day) |
| 0. | 360. |

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: no 136

X Location: 0.125 m
Y Location: 0.125 m

No. of observations: 31

| Observation Data | | | | | |
|------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
| 1. | 2.98 | 14. | 10.67 | 60. | 17.58 |
| 2. | 4.29 | 16. | 11.26 | 70. | 18.39 |
| 3. | 5.04 | 18. | 11.78 | 80. | 19.09 |
| 4. | 5.9 | 20. | 12.27 | 90. | 19.71 |
| 5. | 6.75 | 25. | 13.27 | 100. | 20.25 |
| 6. | 7.28 | 30. | 14.14 | 120. | 21.3 |
| 7. | 7.83 | 35. | 14.88 | 140. | 22.16 |
| 8. | 8.36 | 40. | 15.54 | 160. | 22.81 |

| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| 9. | 8.83 | 45. | 16.13 | 180. | 23.4 |
| 10. | 9.26 | 50. | 16.67 | | |
| 12. | 10.01 | 55. | 17.14 | | |

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | |
|-----------|----------|---------------------|
| T | 6.146 | m ² /day |
| S | 0.4407 | |

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | Std. Error | |
|-----------|----------|------------|---------------------|
| T | 6.146 | 53.81 | m ² /day |
| S | 0.4407 | 10.67 | |

Parameter Correlations

| | T | S |
|---|-------|-------|
| T | 1.00 | -0.89 |
| S | -0.89 | 1.00 |

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 4025.5 m²
Variance 138.8 m²
Std. Deviation 11.78 m
Mean..... 10.48 m
No. of Residuals.... 31.
No. of Estimates.... 2

Data Set: E:\광역수맥\옥천광역1217\양수시험\옥천-aqtw\no126.aqt

Title: no 126(우산 암반관정)

Date: 01/04/02

Time: 11:22:39

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사

Client: 옥천군

Project: 광역수맥조사

Location: 동이 우산 666-1

Test Well: no 126

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 90. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: no 126

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

Pumping Period Data

| <u>Time (min)</u> | <u>Rate (cu. m/day)</u> |
|-------------------|-------------------------|
| 0. | 100. |

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: no 126

X Location: 0.125 m

Y Location: 0.125 m

No. of observations: 31

Observation Data

| <u>Time (min)</u> | <u>Displacement (m)</u> | <u>Time (min)</u> | <u>Displacement (m)</u> | <u>Time (min)</u> | <u>Displacement (m)</u> |
|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| 1. | 1.47 | 14. | 7.47 | 60. | 11.54 |
| 2. | 2.4 | 16. | 7.91 | 70. | 11.83 |
| 3. | 3.19 | 18. | 8.31 | 80. | 12.1 |
| 4. | 3.83 | 20. | 8.65 | 90. | 12.31 |
| 5. | 4.43 | 25. | 9.29 | 100. | 12.53 |
| 6. | 4.94 | 30. | 9.83 | 120. | 12.86 |
| 7. | 5.38 | 35. | 10.23 | 140. | 13.18 |
| 8. | 5.78 | 40. | 10.58 | 160. | 13.58 |

| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| 9. | 6.13 | 45. | 10.88 | 180. | 13.91 |
| 10. | 6.45 | 50. | 11.14 | | |
| 12. | 6.98 | 55. | 11.36 | | |

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | |
|-----------|----------|---------------------|
| T | 2.857 | m ² /day |
| S | 0.154 | |

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | Std. Error | |
|-----------|----------|------------|---------------------|
| T | 2.857 | 7.735 | m ² /day |
| S | 0.154 | 1.326 | |

Parameter Correlations

| | T | S |
|---|-------|-------|
| T | 1.00 | -0.90 |
| S | -0.90 | 1.00 |

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 2251.7 m²
Variance 77.65 m²
Std. Deviation 8.812 m
Mean..... 7.917 m
No. of Residuals... 31.
No. of Estimates... 2

Data Set: E:\광역수맥\옥천광역1217\양수시험\옥천-aqtw\no12.aqt
Title: no 12(지수2 암반관정)
Date: 01/04/02
Time: 11:22:05

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Client: 옥천군
Project: 광역수맥조사
Location: 안남 지수 491-1
Test Well: no 12

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 146. m
Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: no 12

X Location: 0. m
Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

| Pumping Period Data | |
|---------------------|------------------|
| Time (min) | Rate (cu. m/day) |
| 0. | 432. |

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: no 12

X Location: 0.125 m
Y Location: 0.125 m

No. of observations: 31

| Observation Data | | | | | |
|------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
| 1. | 2.44 | 14. | 4.18 | 60. | 4.97 |
| 2. | 2.99 | 16. | 4.24 | 70. | 5.04 |
| 3. | 3.29 | 18. | 4.31 | 80. | 5.11 |
| 4. | 3.47 | 20. | 4.37 | 90. | 5.18 |
| 5. | 3.6 | 25. | 4.49 | 100. | 5.24 |
| 6. | 3.7 | 30. | 4.58 | 120. | 5.35 |
| 7. | 3.79 | 35. | 4.67 | 140. | 5.43 |
| 8. | 3.85 | 40. | 4.74 | 160. | 5.5 |

| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| 9. | 3.93 | 45. | 4.81 | 180. | 5.57 |
| 10. | 3.99 | 50. | 4.86 | | |
| 12. | 4.09 | 55. | 4.91 | | |

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | |
|-----------|----------|---------------------|
| T | 55.05 | m ² /day |
| S | 0.05803 | |

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | Std. Error | |
|-----------|----------|------------|---------------------|
| T | 55.05 | 40.76 | m ² /day |
| S | 0.05803 | 0.1232 | |

Parameter Correlations

| | T | S |
|---|-------|-------|
| T | 1.00 | -0.98 |
| S | -0.98 | 1.00 |

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 197. m²
Variance 6.793 m²
Std. Deviation 2.606 m
Mean..... 2.519 m
No. of Residuals.... 31.
No. of Estimates.... 2

Data Set: E:\광역수맥\옥천광역1217\양수시험\옥천-aqtw\no109.aqt

Title: no 109(평 계2 암반관정)

Date: 01/04/02

Time: 11:21:33

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사

Client: 옥천군

Project: 광역수맥조사

Location: 이원면 평계리

Test Date: 2000-5-8

Test Well: no 102

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 85. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: no 109

X Location: 0. m

Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

Pumping Period Data

| <u>Time (min)</u> | <u>Rate (cu. m/day)</u> |
|-------------------|-------------------------|
| 0. | 124. |

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: no 109

X Location: 0.125 m

Y Location: 0.125 m

No. of observations: 30

Observation Data

| <u>Time (min)</u> | <u>Displacement (m)</u> | <u>Time (min)</u> | <u>Displacement (m)</u> | <u>Time (min)</u> | <u>Displacement (m)</u> |
|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| 1. | 1.43 | 14. | 5.65 | 55. | 10.16 |
| 2. | 2.11 | 16. | 6.01 | 60. | 10.53 |
| 3. | 2.56 | 18. | 6.31 | 70. | 11.08 |
| 4. | 3.02 | 20. | 6.6 | 80. | 11.64 |
| 5. | 3.48 | 25. | 7.27 | 90. | 12.11 |
| 7. | 4.13 | 30. | 7.86 | 100. | 12.52 |
| 8. | 4.35 | 35. | 8.42 | 120. | 13.22 |

| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| 9. | 4.57 | 40. | 8.97 | 140. | 13.8 |
| 10. | 4.78 | 45. | 9.41 | 160. | 14.3 |
| 12. | 5.23 | 50. | 9.8 | 180. | 14.73 |

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | |
|-----------|----------|---------------------|
| T | 5.616 | m ² /day |
| S | 0.1929 | |

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | Std. Error | |
|-----------|----------|------------|---------------------|
| T | 5.616 | 4.276 | m ² /day |
| S | 0.1929 | 0.474 | |

Parameter Correlations

| | T | S |
|---|-------|-------|
| T | 1.00 | -0.92 |
| S | -0.92 | 1.00 |

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 1756.6 m²
Variance 62.73 m²
Std. Deviation 7.921 m
Mean..... 6.851 m
No. of Residuals.... 30.
No. of Estimates.... 2

Data Set: E:\광역수맥\옥천광역1217\양수시험\옥천-aqtw\no102.aqt
Title: no 102(평계1 암반관정)
Date: 01/04/02
Time: 11:20:44

PROJECT INFORMATION

Company: 농업기반공사
Client: 옥천군
Project: 광역수맥조사
Location: 이원면 평계리 25
Test Well: no 102

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 85. m
Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

PUMPING WELL DATA

Number of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: no 102

X Location: 0. m
Y Location: 0. m

No. of pumping periods: 1

| Pumping Period Data | |
|---------------------|------------------|
| Time (min) | Rate (cu. m/day) |
| 0. | 250. |

OBSERVATION WELL DATA

Number of observation wells: 1

Observation Well No. 1: no 102

X Location: 0.125 m
Y Location: 0.125 m

No. of observations: 31

| Observation Data | | | | | |
|------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
| 1. | 2.6 | 14. | 9.3 | 60. | 14.45 |
| 2. | 3.77 | 16. | 9.77 | 70. | 15.02 |
| 3. | 4.59 | 18. | 10.22 | 80. | 15.03 |
| 4. | 5.28 | 20. | 10.62 | 90. | 15.17 |
| 5. | 5.86 | 25. | 11.51 | 100. | 15.34 |
| 6. | 6.39 | 30. | 12.26 | 120. | 15.89 |
| 7. | 6.88 | 35. | 12.89 | 140. | 16.86 |
| 8. | 7.31 | 40. | 13.39 | 160. | 17. |

| Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) | Time (min) | Displacement (m) |
|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| 9. | 7.7 | 45. | 13.79 | 180. | 17.5 |
| 10. | 8.04 | 50. | 14. | | |
| 12. | 8.71 | 55. | 14.2 | | |

SOLUTION

Aquifer Model: Confined
Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | |
|-----------|----------|---------------------|
| T | 6.054 | m ² /day |
| S | 0.2345 | |

AUTOMATIC ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

| Parameter | Estimate | Std. Error | |
|-----------|----------|------------|---------------------|
| T | 6.054 | 4.999 | m ² /day |
| S | 0.2345 | 0.2411 | |

Parameter Correlations

| | T | S |
|---|-------|-------|
| T | 1.00 | -0.94 |
| S | -0.94 | 1.00 |

Residual Statistics

for weighted residuals

Sum of Squares 3776.8 m²
Variance 130.2 m²
Std. Deviation 11.41 m
Mean..... 9.741 m
No. of Residuals.... 31.
No. of Estimates.... 2

옥천군광역수맥조사보고서

2001년 12월 일 발행

발 행 : 농림부, 농업기반공사

편 집 : 농업기반공사 지하수사업처

인 쇄 : 대영문화사 (02)2269-3881

옥천지구 광역수맥도

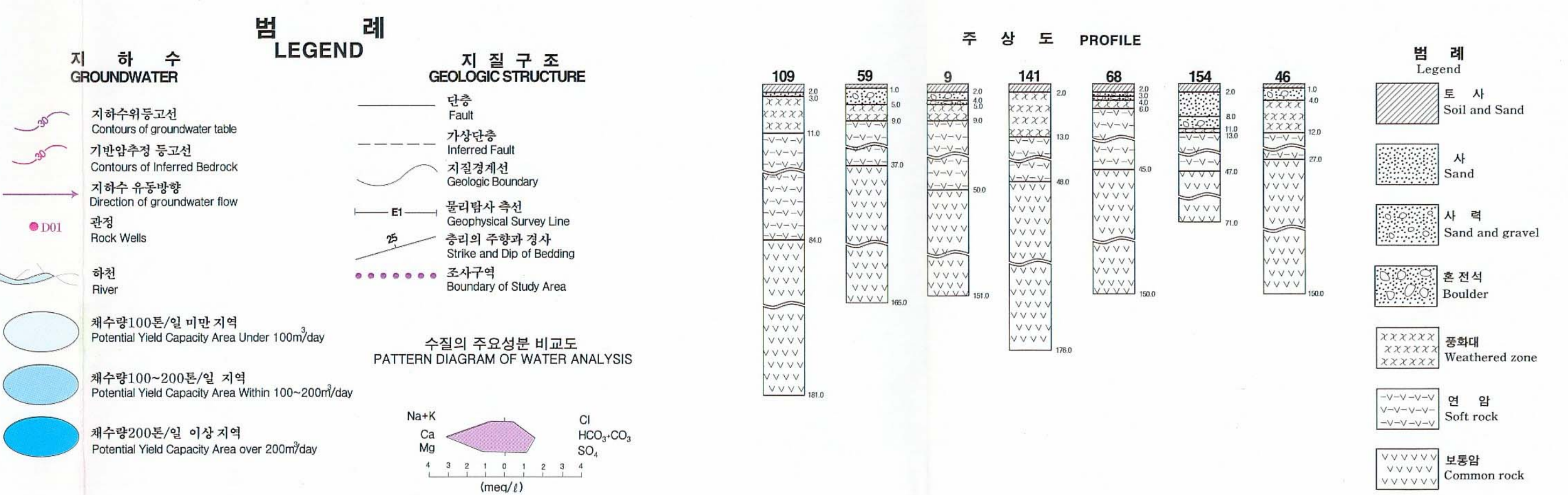
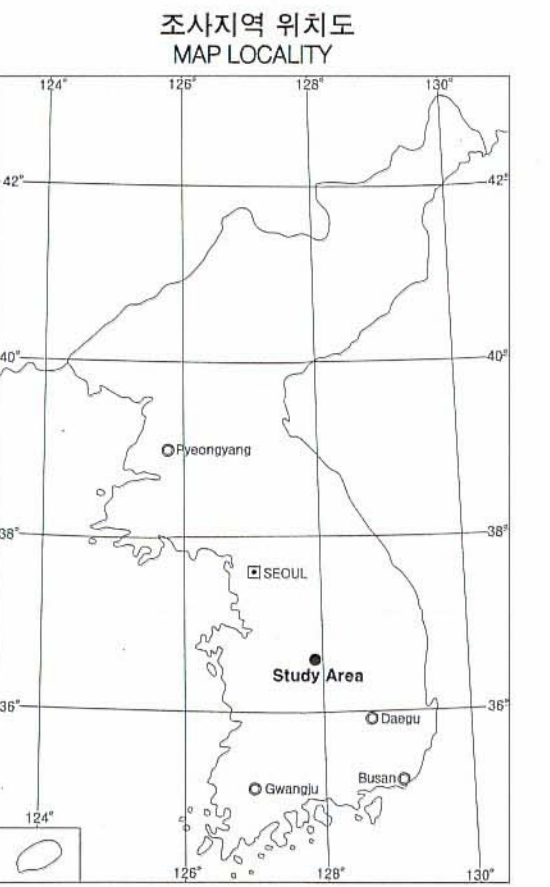
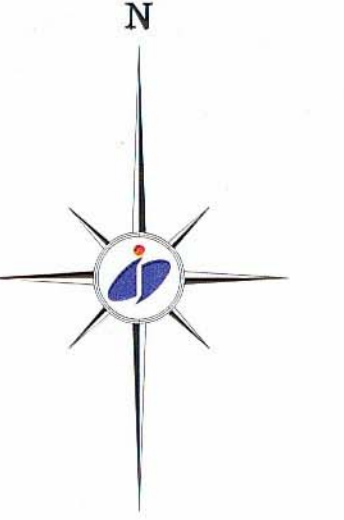
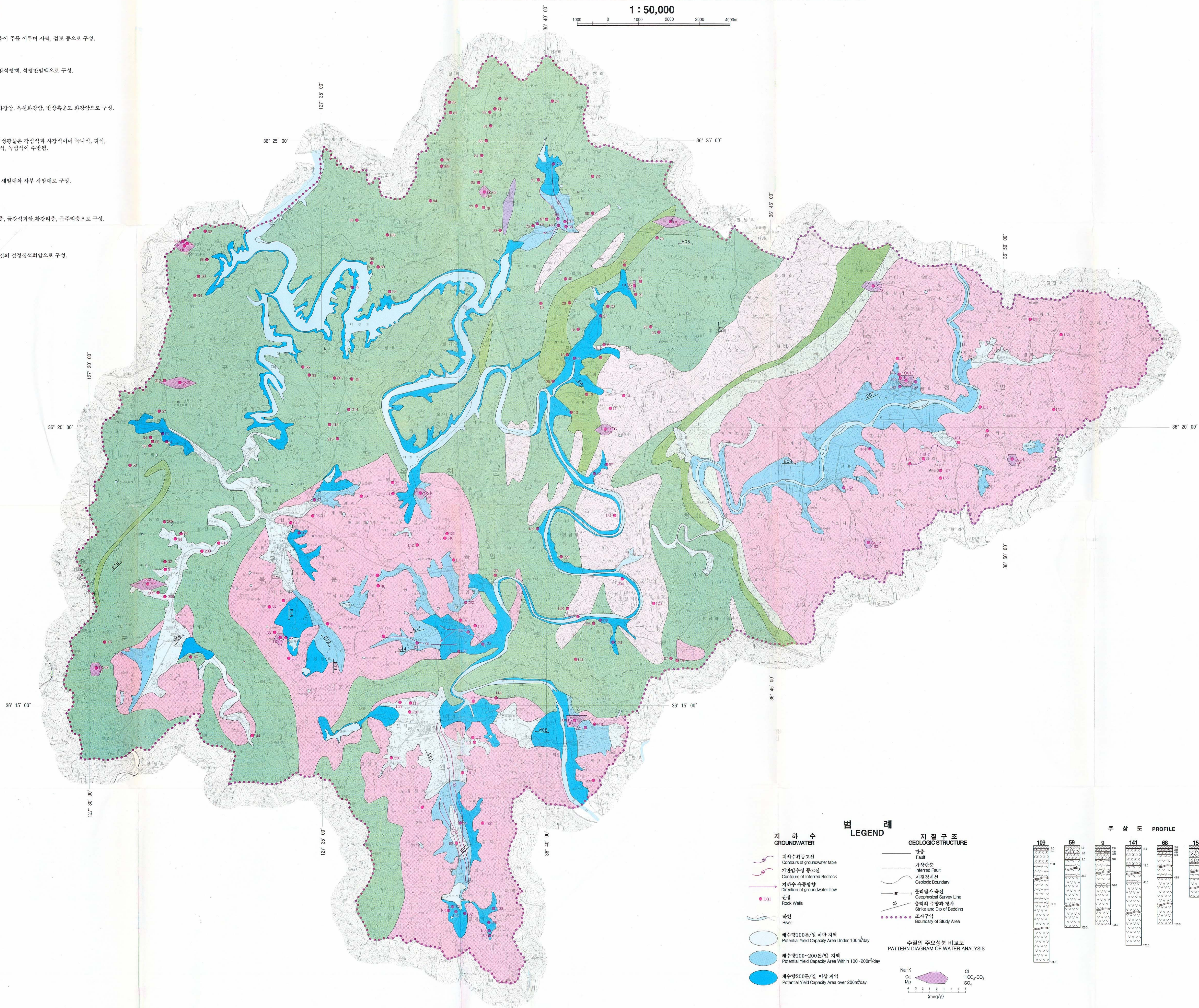
HYDROGEOLOGICAL MAP OF OKCHEON AREA

1 : 50,000

1000 0 1000 2000 3000 4000m

지 질 (GEOLOGY)

| | | |
|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|
| 제 4 기 QUATERNARY | 충적층 Alluvium | 하상층이 주를 이루며 사적, 점토 등으로 구성. |
| 백악기 CRETACEOUS | 산성암맥 Acidic Dike | 규장암석형, 석영반암맥으로 구성. |
| 쥬라기 JURASSIC | 대보화강암 Daebog Granite | 청산화강암, 옥천화강암, 반상흑운모 화강암으로 구성. |
| 시대미상 AGE UNKNOWN | 각섬암 Hornblende | 주 구상광물은 각섬석과 사장석이며 녹니석, 휘석, 자철석, 녹립석이 수반됨. |
| 캄브리아기 PERMO-CARBONIFEROUS | 평안계 Pyongan System | 상부 세일라이트와 하부 사암대로 구성. |
| 시대미상 AGE UNKNOWN | 옥천누층군 Okcheon Super Group | 창리층, 규장석회암, 창강리층, 문구리층으로 구성. |
| 캄브리아기 CAMBRO-ORDOVICIAN | 석회암 Limestone | 조립질과 절정질 석회암으로 구성. |



옥천지구 광역수맥도

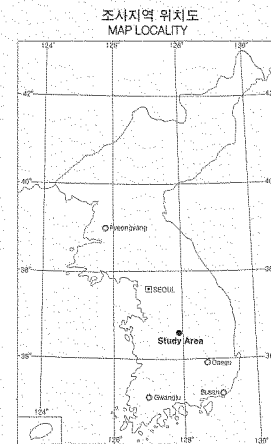
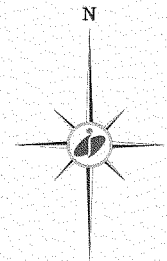
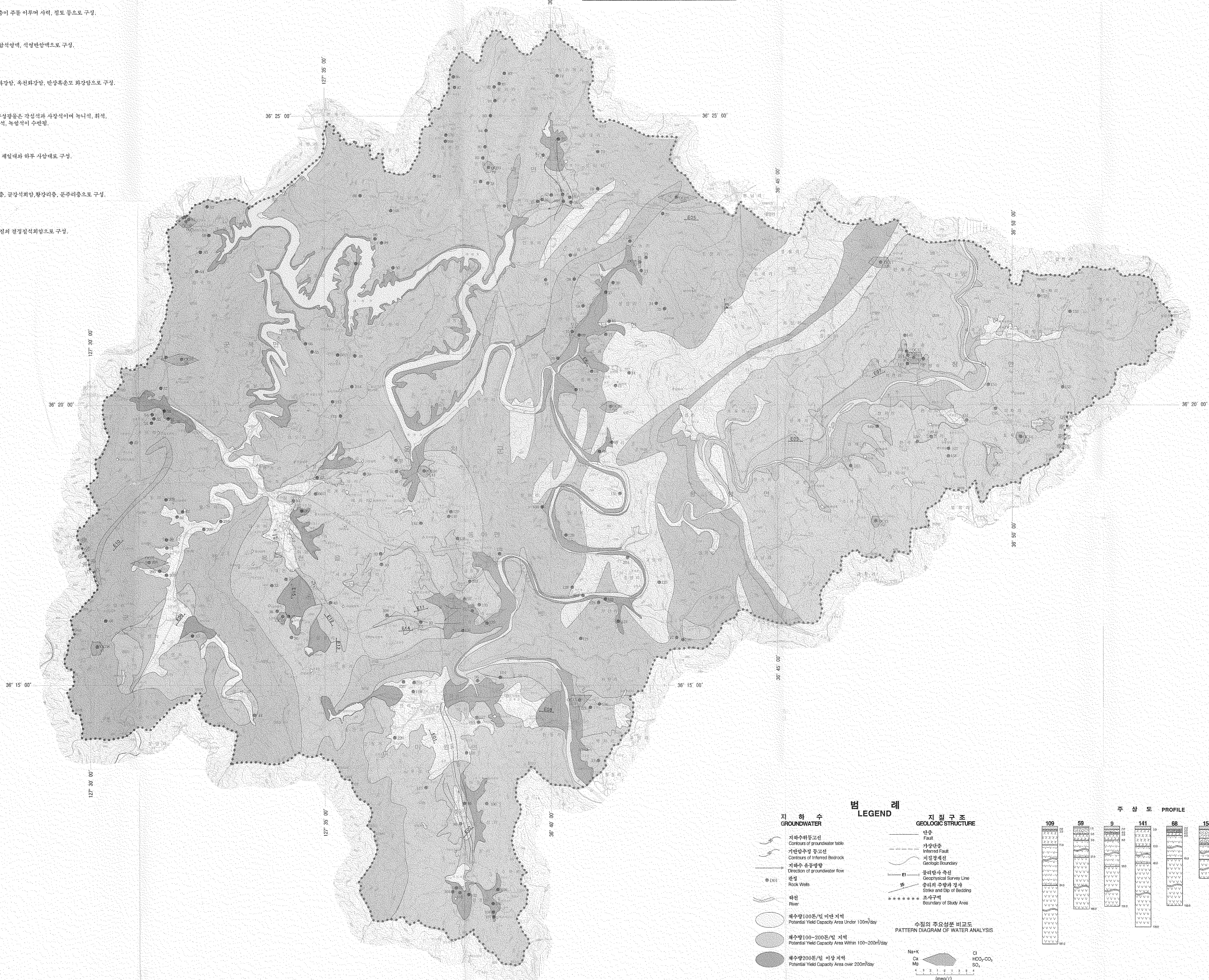
HYDROGEOLOGICAL MAP OF OKCHEON AREA

1 : 50,000

1000 0 1000 2000 3000 4000m

지 질 (GEOLOGY)

- | | | |
|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|
| 제 4 기 QUATERNARY | 충적층 Alluvium | 하상층이 주를 이루며 사석, 점토 등으로 구성. |
| 백악기 CRETACEOUS | 산성암맥 Acidic Dike | 규장암석영역, 석정반암맥으로 구성. |
| จู라기 JURASSIC | 대보화강암 Daebo Granite | 침산화강암, 옥천화강암, 반상흑운모 화강암으로 구성. |
| 시대미상 AGE UNKNOWN | 각섬암 Hornblende | 주 구성광물은 각섬석과 사장석이며 녹니석, 화석, 자철석, 녹판석이 수반됨. |
| 캄브리아기 PERMO-CARBONIFEROUS | 평안계 Pyongan System | 상부 셰일대와 하부 사암대로 구성. |
| 시대미상 AGE UNKNOWN | 옥천누층군 Okcheon Super Group | 황리층, 규장석회암, 황강리층, 문구리층으로 구성. |
| 캄브리아기 CAMBIC-ORDOVICIAN | 석회암 Limestone | 조암질과 절정질석회암으로 구성. |



범례 (LEGEND)

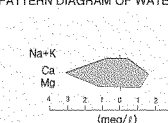
지 하 수 (GROUNDWATER)

- 지하수면등고선
Contours of groundwater table
- 기반암추정 등고선
Contours of Inferred Bedrock
- 지하수 유동방향
Direction of groundwater flow
- 관정
Rock Wells
- 하천
River
- 잠수양 100톤/일 미만 지역
Potential Yield Capacity Area Under 100m³/day
- 잠수양 100~200톤/일 지역
Potential Yield Capacity Area Within 100~200m³/day
- 잠수양 200톤/일 이상 지역
Potential Yield Capacity Area over 200m³/day

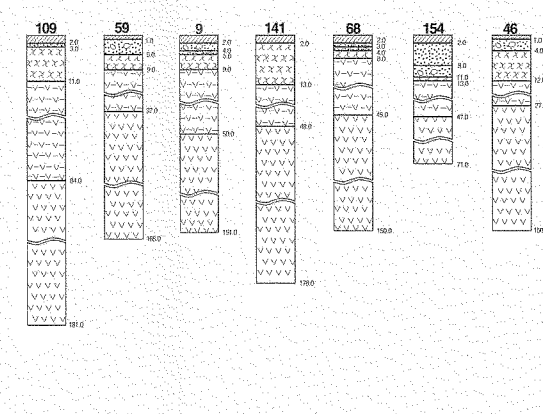
지 질 구조 (GEOLOGIC STRUCTURE)

- 단층
Fault
- 가상단층
Inferred Fault
- 지질경계선
Geologic Boundary
- 물리탐사 축선
Geophysical Survey Line
- 층리의 주향과 경사
Strike and Dip of Bedding
- 조사구역
Boundary of Study Area

수질의 주요성분 비교도 (PATTERN DIAGRAM OF WATER ANALYSIS)



주 상 도 (PROFILE)



범례 (Legend)

- 토 사
Soil and Sand
- 사
Sand
- 사 석
Sand and gravel
- 중 천 석
Boulder
- 변형대
Weathered zone
- 연 암
Soft rock
- 경암암
Common rock