

지하수관리조사 보고서

(제천시:제산지구)

2003.12

농 립 부
농 업 기 반 공 사

목 차

I. 개 요	1
1.1 조사배경 및 목적	1
1.2 체계도	2
1.3 세부내용	3
1.3.1 조사공정 및 사업량	3
II. 자연 및 인문환경	4
2.1 자연환경	4
2.1.1 지형 및 유역현황	4
가. 위치 및 면적	4
나. 지형지세	5
다. 유역현황	5
2.1.2 기상 및 수문	7
가. 기상현황	7
나. 하천현황	8
2.1.3 토양 및 지질	9
가. 토양	9
나. 지표지질	10
2.2 인문환경	11
2.2.1 행정구역	11
2.2.2 인구	13
2.2.3 산업 및 경제	17
2.2.4 토지이용	20
III. 지하수환경	22
3.1 현 황	22
3.1.1 지하수현황	22
가. 시설물현황	22
나. 지하수이용현황	32
다. 폐공현황	37
3.1.2 잠재오염원 현황	38
가. 점오염원	38

나. 비점오염원	41
다. 오염부하량	42
라. 단위면적당 오염부하량	45
3.1.3 기 조사현황	47
3.2 지하수 산출특성	48
3.2.1 지하수 수리특성	48
가. 수위변동 및 유동특성	48
나. 대수층 수리특성	53
다. 지하수 부존 특성	57
3.2.2 지하수 수질특성	64
가. 수질현황	64
나. 농경지 토양조사	90
IV. 지하수 특성분석	93
4.1 수량 및 대수층 분석	93
4.1.1 이용량 분석	93
가. 생활용수 이용현황	93
나. 농업용수 이용현황	100
다. 공업용수 이용현황	102
라. 용수이용 특성 및 수요전망	102
4.1.2 개발가능량 분석	107
가. 지하수 함양률 산정	107
나. 지하수개발가능량 분석	118
4.2 수질분석	120
4.2.1 구역별 수질현황 분석	120
4.2.2 오염취약성 및 예측	124
가. 지하수 오염취약성	124
나. 지하수 오염예측 및 현황 검토	133
V. 지하수 관리대책	138
5.1 관리현황 및 개선대책	138
5.1.1 현황 및 문제점	138
가. JS-01구역	138
나. JS-02구역	138

다. JS-03유역	139
라. JS-04유역	139
마. JS-05유역	140
5.1.2 개선대책	143
가. 지하수 수질오염 방지 대책	143
나. 지하수의 효율적인 개발·이용 대책	146
5.2 계획수립	148
5.2.1 지하수관리방안	148
가. 지하수관리 기본방향의 전환이 요구됨	148
나. 지하수 과다개발·이용지역에 대한 특별관리방안 수립 필요	149
다. 소규모 사설관정개발 급증에 대한 대책 마련 필요	149
라. 이미 개발된 관정의 이용체계 개선 필요	149
마. 지하수오염방지를 위한 관정시공기준과 시공감리제 도입 필요	150
바. 지하수부존 및 산출 특성의 과학적 규명	150
사. 지하수 전담조직 및 인력 확충	150
5.2.2 보전·관리계획	151
가. 지하수 오염방지를 고려한 토지이용 원칙의 정립	151
나. 광역용수 공급체계 구축	151
다. 수자원개발·이용의 다원화	151
라. 지하수보전·관리에 소요되는 재원확보	151
마. 지하수 환경조사의 지속적인 추진	151
바. 지하수정보종합관리시스템 구축운영	151
사. 지하수보전 교육·홍보활동 강화	151
5.2.3 추진계획	152
5.3 종합 결언	156
VI. 농촌지하수관리시스템	162
6.1 재산지구 농촌지하수관리시스템	162
6.2 농촌지하수관리시스템 구성	164
6.2.1 시스템 구성 체	164
6.2.2 시스템 설명	166
6.2.3 시스템 운영	181
부 록	183

표 목 차

<표 2-1-1> 조사지역현황	4
<표 2-1-2> 유역별 행정구역 편입율	6
<표 2-1-3> 기상현황	7
<표 2-1-4> 조사지역내 하천현황	8
<표 2-1-5> 조사지구내 토양군의 분류	9
<표 2-2-1> 제천·충주시 및 제산지구 행정구역현황	12
<표 2-2-2> 제천·충주시 인구현황	13
<표 2-2-2> 제천·충주시 인구현황(계속)	14
<표 2-2-3> 조사지역(제산지구) 인구현황	14
<표 2-2-4> 제천, 충주시 인구추이	15
<표 2-2-5> 제산지구 농업현황	17
<표 2-2-6> 광업 현황	18
<표 2-2-7> 공단 현황	18
<표 2-2-8> 제조업체 현황	19
<표 2-2-9> 국가 및 지방산업단지 지정현황	19
<표 2-2-10> 지목별 토지이용 현황	20
<표 2-2-10> 지목별 토지이용 현황(계속)	21
<표 3-1-1> 읍면별, 용도별 관정현황	24
<표 3-1-2> 유역별, 용도별 관정현황	25
<표 3-1-3> 읍면별 관정구경현황	27
<표 3-1-4> 유역별 관정구경현황	28
<표 3-1-5> 읍면별 관정심도현황	29
<표 3-1-6> 유역별 관정심도현황	30
<표 3-1-7> 표고별 관정개발현황	31
<표 3-1-8> 읍면별 지하수이용현황	32
<표 3-1-9> 유역별 지하수이용현황	33
<표 3-1-10> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황	35
<표 3-1-11> 유역별 단위면적당 지하수이용현황	36
<표 3-1-12> 제산지구 지하수관정의 폐공발생 원인별 현황	37
<표 3-1-13> 제산지구 방치관정 내역	37
<표 3-1-14> 점오염원 분포현황	38
<표 3-1-15> 축사시설의 규모별 분류	39

<표 3-1-16> 충주시 골프장 조성현황	41
<표 3-1-17> 제산지구 잠재오염원별 부하량	43
<표 3-1-18> 제산지구 지하수 조사현황	47
<표 3-2-1> 지하수 수두분포 현황	48
<표 3-2-2> 대수성시험 조사관정 유역별 현황	53
<표 3-2-3> 순간수위변화시험 결과	54
<표 3-2-4> 양수시험 결과	55
<표 3-2-5> 암반대수층 읍·면별 수리상수 분포현황	56
<표 3-2-6> 유역별 총적대수층 수리특성	58
<표 3-2-7> 지질별 암반대수층의 수리특성	60
<표 3-2-8> 유역별 암반대수층의 수리특성	61
<표 3-2-9> 유역별 지하수 온도 현황	64
<표 3-2-10> 유역별 수소이온농도 현황	65
<표 3-2-11> 유역별 전기전도도 현황	66
<표 3-2-12> 유역별 수질분석 현황	67
<표 3-2-13> 총적 및 암반지하수의 이화학분석결과	68
<표 3-2-14> 유역별 질산성질소 현황	74
<표 3-2-15> 유역별 지하수유형	76
<표 3-2-16> 질산염 기원에 따른 $\delta^{15}N$ 의 범위	79
<표 3-2-17> 지역별 질소동위원소 분석결과	82
<표 3-2-18> 주변환경에 따른 질산성질소 오염원 구성비	83
<표 3-2-19> 지역별 질산성질소 오염원의 구성비	85
<표 3-2-20> 제산지구 지하수의 수소 및 산소 동위원소 조성	89
<표 3-2-21> 2000 토양측정망 운영결과(환경부)	91
<표 3-2-22> 조사지역내 토양분석도 결과	91
<표 4-1-1> 상수도 보급현황	93
<표 4-1-1> 상수도 보급현황(계속)	94
<표 4-1-2> 조사지구내 광역상수도 공급현황	94
<표 4-1-3> 생활용 지하수 이용현황	95
<표 4-1-4> 소규모 급수시설 및 간이상수도 현황	95
<표 4-1-4> 소규모 급수시설 및 간이상수 현황(계속)	96
<표 4-1-4> 소규모 급수시설 및 간이상수 현황(계속)	97
<표 4-1-4> 소규모 급수시설 및 간이상수 현황(계속)	98
<표 4-1-4> 소규모 급수시설 및 간이상수 현황(계속)	99

<표 4-1-5> 수리답 및 진흥지역 현황	100
<표 4-1-6> 농업용수 공급현황(주수원공)	101
<표 4-1-7> 농업용 지하수 이용현황	101
<표 4-1-8> 공업용수 지하수 이용량	102
<표 4-1-9> 생활용수 소요수량	102
<표 4-1-10> 경지면적 현황 및 전망	103
<표 4-1-11> 농업용수 수요량	103
<표 4-1-12> 공업용수 수요 추정기준	104
<표 4-1-13> 공업용수 수요수량	104
<표 4-1-14> 가축별 1일급수량	105
<표 4-1-15> 축산용수 수요량	105
<표 4-1-16> 환경용수 수요추정	106
<표 4-1-17> 소요수량 총괄	106
<표 4-1-18> 토양형태에 대한 대표적인 토양수분특성	108
<표 4-1-19> 년도별 토양수분 수지분석	109
<표 4-1-20> 충주기상대 월별 강수량	109
<표 4-1-21> Penman-Monteith 방법에 의한 증발산량(1973~1996:24년간)	110
<표 4-1-22> 충주기상대 24년 물수지 총괄	111
<표 4-1-23> CN지수 변동에 따른 연도별 함양량 산정	112
<표 4-1-24> 제산지구 SCS-CN에 의한 함양율(침투율) 산정	113
<표 4-1-25> 손실량추정에 의한 함양량 산정	115
<표 4-1-26> 소유역별 지하수 평균함양량 산정	117
<표 4-1-27> 유역별 지하수 개발가능량	118
<표 4-2-1> 측정지점별 항목별 초과현황	120
<표 4-2-1> 측정지점별 항목별 초과현황(계속)	121
<표 4-2-2> 지하수수질측정망 측정지점별 질산성질소 초과현황	122
<표 4-2-3> 오염항목별 노출경로 및 위해성	123
<표 4-2-4> 조사지구내 인자별 등급 및 면적비율	125
<표 4-2-5> 유역별 일반적인 지하수오염취약성(GDP) 면적비	128
<표 4-2-6> 유역별 변형된 지하수오염취약성(MDP) 면적비	131
<표 4-2-7> 오염예측도 등급분류표	134
<표 4-2-8> 오염예측도상의 잠재오염부하량 분류에 따른 소유역별 면적산정	135
<표 5-1-1> 지하수수량에 대한 종합평가	141
<표 5-1-2> 지하수수질에 대한 종합평가	141

<표 5-1-3> 유역별 종합평가 및 관리방안	142
<표 5-2-1> 제천, 충주시 지하수 조사·개발 및 보전관리 부문 사업 추진계획	153
<표 5-2-2> 제산지구 농촌용수구역 지하수관측망 현황 및 설치·운영계획	155

그 립 차 례

<그림 2-1-1> 제산지구 지질도	10
<그림 2-2-1> 제천·충주시 인구추이	16
<그림 3-1-1> 제산지구 수계 및 현장조사 위치도	23
<그림 3-1-2> 조사관정의 개소수 비율	24
<그림 3-1-3> 읍면별/용도별 조사관정현황	26
<그림 3-1-4> 유역별/용도별 조사관정현황	26
<그림 3-1-5> 구경별 조사관정현황	28
<그림 3-1-6> 심도별 조사관정현황	30
<그림 3-1-7> 표고별 관정개발현황	31
<그림 3-1-8> 용도별 관정개발비율	33
<그림 3-1-9> 용도별 지하수이용 현황	33
<그림 3-1-10> 읍면별/용도별 지하수이용현황	34
<그림 3-1-11> 유역별/용도별 지하수이용현황	34
<그림 3-1-12> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황	35
<그림 3-1-13> 유역별 단위면적당 지하수이용현황	36
<그림 3-1-14> 점오염원 위치도	40
<그림 3-1-15> 제산지구 읍면별 오염부하량	42
<그림 3-1-16> 잠재오염원별 오염부하량	44
<그림 3-1-17> 읍면별 단위면적당 오염부하량	45
<그림 3-1-18> 잠재오염원별 단위면적당 오염부하량	46
<그림 3-2-1> 갈수기와 풍수기 총적 및 암반지하수 수두변화	49
<그림 3-2-2> 갈수기 지하수두등고선도 및 유동방향도	51
<그림 3-2-3> 풍수기 지하수두등고선도 및 유동방향도	52
<그림 3-2-4> 유역별 총적대수층의 수리특성	59
<그림 3-2-5> 유역별 총적대수층의 수리전도도와 투수량계수	59
<그림 3-2-6> 유역별 총적층 면적 및 저류량	59
<그림 3-2-7> 유역별 암반지하수 개발심도 및 개발량	61
<그림 3-2-8> 지질별 암반지하수 개발심도 및 개발량	62
<그림 3-2-9> 유역별 암반대수층의 투수량계수 및 수리전도도	62
<그림 3-2-10> 지질별 투수량계수 및 수리전도도	63
<그림 3-2-11> 지하수내 용존이온별 함량	69
<그림 3-2-12> 유역별 용존이온별 함량비교	70

<그림 3-2-13> 전기전도도와 총고용물질과의 상관관계	71
<그림 3-2-14> 갈수기 총고용물질(TDS) 농도 분포도	72
<그림 3-2-15> 풍수기 총고용물질(TDS) 농도 분포도	72
<그림 3-2-16> 전기전도도와 염소이온농도와의 관계	73
<그림 3-2-17> 제산지구 지하수의 Piper diagram	75
<그림 3-2-18> 유역별 지하수유형	77
<그림 3-2-19> 조사지구내 지하수의 Stiff diagram	78
<그림 3-2-20> 지역별 질소동위원소 조사공 위치도	81
<그림 3-2-21> 각 유역의 오염원별 NO ₃ -N과 δ ¹⁵ N의 관계	83
<그림 3-2-22> 강우의 진화에 따른 동위원소 조성 변화	86
<그림 3-2-23> 제산지구 산소 및 수소동위원소 조사관정위치도	87
<그림 3-2-24> 대수층별 산소 및 수소 동위원소 빈도 분포도	88
<그림 3-2-25> 제산지구 지하수의 산소-수소 동위원소 관계도	89
<그림 3-2-26> 농경지 토양오염조사 현황	92
<그림 4-1-1> 충주기상대 인근지역의 함양율과 CN값의 관계	113
<그림 4-1-2> 소유역별 지하수 함양량 비교	117
<그림 4-1-3> 유역별 지하수이용량 및 개발가능량	119
<그림 4-1-4> 유역별 지하수이용량/적정개발가능량	119
<그림 4-2-1> 일반적인 지하수오염취약성도	129
<그림 4-2-2> 일반적인 지하수오염취약성(GDP) 면적비 그래프	129
<그림 4-2-3> 구조선밀도 산정 흐름도	130
<그림 4-2-4> 구조선 밀도도	131
<그림 4-2-5> 변형된 지하수오염취약성도	132
<그림 4-2-6> 변형된 지하수오염취약성(MDP) 면적비 그래프	132
<그림 4-2-7> 지하수오염예측도 작성 모식도	134
<그림 4-2-8> 오염예측도(MDP+BOD)	136
<그림 4-2-9> 오염예측도(MDP+TN)	136
<그림 4-2-10>오염예측도(MDP+TP)	136
<그림 4-2-11>오염예측도(MDP+SS)	136
<그림 4-2-12> 유역별 오염예측(MDP+오염부하량(BOD)) 분류 히스토그램	137
<그림 5-2-1> 지역지하수관리계획의 수립절차	152

I. 개 요

1.1 조사배경 및 목적

- 농촌지역은 전국 지하수이용량의 85%를 개발·이용하며

지하수 전체 이용량 32억m³ 중 농촌지역은 27억m³으로 농업용 저수지 18천개소의 유효 저수량 26억m³ 보다 많은량을 이용하는 중요 수자원임

- 지하수 의존도는 높으나 열악한 지하수환경을 갖고 있음

농촌지역은 상수도 보급 등이 미흡하여 지하수 의존도가 높으나 환경오염유발시설의 산재 및 농약, 비료, 축산분뇨, 산업폐수 등의 증가로 지하수환경은 매우 열악함

- 미래의 수자원으로 종합적인 자원관리 체계 필요

지하수 자원이 공공자원임에도 불구하고 대부분이 개인의 목적에 따라 개발이 용되고 있으며 체계적인 자원관리가 어려움

물부족현상 발생 및 지표수 개발 곤란을 고려하고 향후 100억m³의 추가개발이 가능한 지하수는 미래의 수자원으로 보전관리 필요

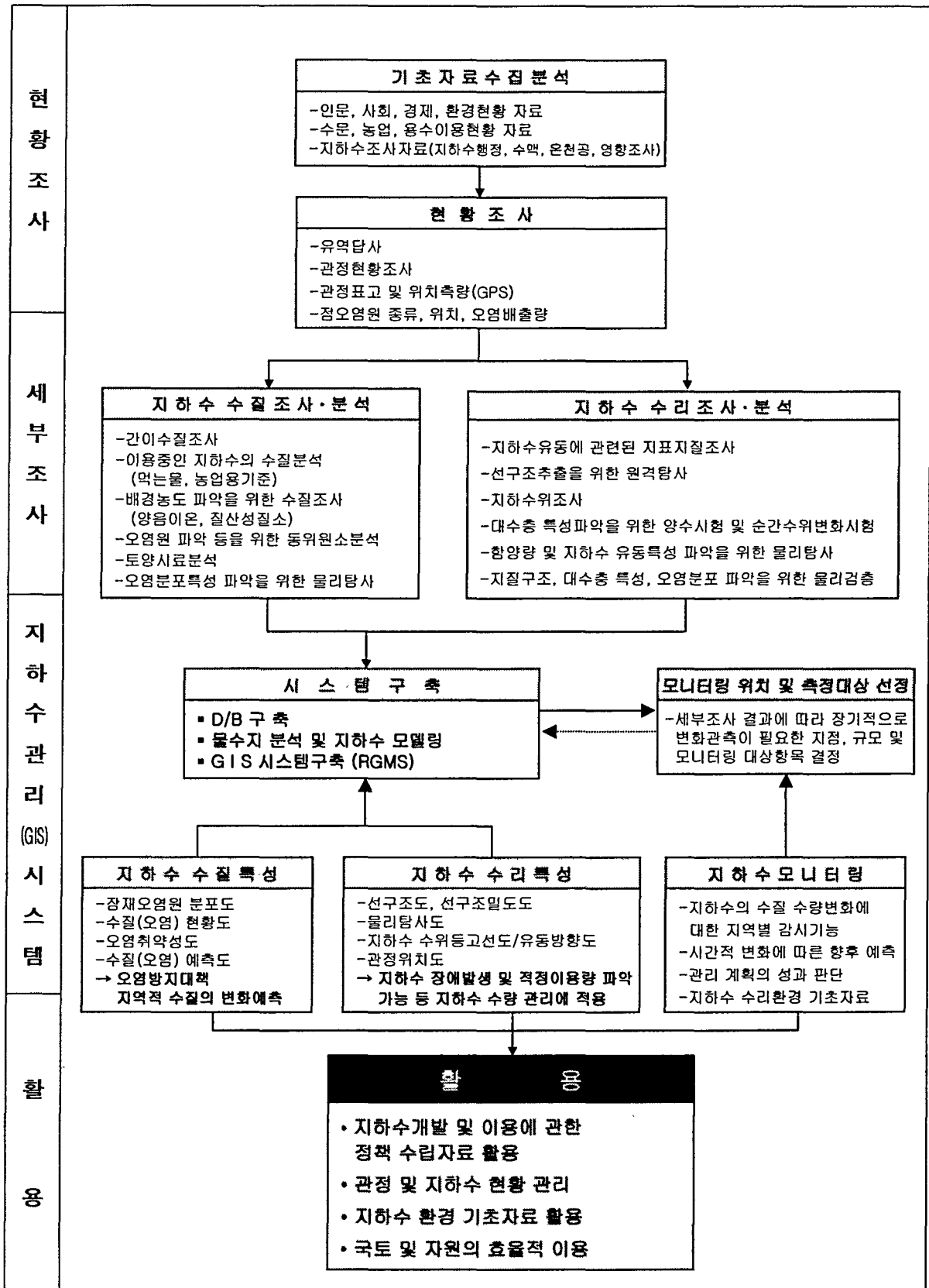
- 지속가능한 개발이용을 위한 체계적인 관리사업 시행

지하수의 순환속도는 지표수와 다르게 장기간의 시간이 소요되므로 수질오염, 수량고갈, 지반침하 등 장애현상 발생시 복원 및 정화비용이 막대하여 원상복구 곤란

지속적인 개발이용을 위하여 지하수환경조사, 시스템구축, 관측정모니터링 등 종합적인 관리사업을 시행하여 지하수 보전관리를 위한 의사결정 시스템을 구축, 지하수를 지속적으로 이용가능케함

- 이에 따라 농촌지역 지하수 자원의 지속적인 개발·이용(ESSD)을 위하여 농촌지하수관리조사를 추진하였으며, 2002~2003년까지 2개년에 걸쳐 충주·제천시 '제산 용수구역'을 대상으로 조사를 실시하였다. 2002년에는 1차조사(지하수현황, 잠재오염원조사)를, 2년차에는 현장조사와 보고서작성 및 농촌지하수관리시스템 개발을 병행하여 추진하였다.

1.2 체계도



1.3 세부내용

1.3.1 조사공정 및 사업량

- 조사대상지구 : 충청북도 충주시 살미외 3개면, 제천시 금성의 4개면
(1개도 2개시 9개면, 생산용수구역)
- 조사기간 : 2002. 4 ~ 2003. 12

구 분	단위	실적		조사방향
		2002	2003	
◆ 현황조사				
○ 기초자료수집분석	지구	1		수문 및 용수이용, 지하수관련자료수집
○ 현황조사				
- 유역답사	ha	61,665	-	소유역구분, 조사계획 수립
- 관정현황조사	공	435	56	시설물제원, 위치, 이용현황 조사
- 지하수위측정	공	164	163	지하수위, 유동방향, 변화상황
- 현장수질측정	공	308	249	동일시기 현장수질분포 및 현황파악
- 잠재오염원 규모부하량 조사	개소	435	-	점오염원 위치·규모·처리시설 조사
◆ 세부조사				
○ 지하수수리조사분석				
- 지표지질조사	ha	-	3,066	지질구조발달, 비고결층 규모 파악
- 선구조추출	식	-	1	부존성 및 오염취약성 판단
- 양수시험	회	-	11	대수층 수리특성 파악
- 순간수위변화시험	회	-	21	"
- 물리탐사				
· 전기비저항 탐사	측선	-	11	지하수 부존성 판단
- 물리검층	공	-	4	대수층의 수직적 변화 및 지질특성파악
○ 지하수수질조사분석				
- 오염범위파악 물리탐사				
· 전기비저항 탐사	측선	-	11	지하수오염범위 및 규모 파악
- 동위원소분석(질소, 수소/산소)	회	-	42	지역적 배경수질 판단
- 수질검사	회	-	28	항목별 수질측정
- 주성분조사	회	-	70	지역별 양음이온의 분포 특성 파악
- 토양오염조사	회	-	5	오염 우려지역의 토양조사
◆ 전산화 및 분석				
○ 조사자료 DB입력	지구	-	1	자료의 표준화 및 GIS 연계
○ 물수지분석 및 모델링	지구	-	1	지하수개발 가능량 제시, 미래 변화 예측
○ GIS 및 주제도 작성	지구	-	1	공간적 DB구축, 지하수수량·수질특성도 작성
○ 시스템개발	식	-	1	자료입력 및 분석을 위한 P/G개발

II. 자연 및 인문환경

2.1 자연환경

2.1.1 지형 및 유역현황

가. 위치 및 면적

제산지구는 행정구역상 충청북도 제천시 5개면(금성, 청풍, 수산, 한수, 덕산면)과 충주시 4개면(살미, 상모, 동량, 산척면)의 일부를 포함하고 지리좌표상 동경 127° 59' ~ 128° 14' , 북위 36° 49' ~ 37° 06' 에 해당한다. 지구 중앙에는 충주호(면적 : 67.5km², 저수량 27억5000t)가 위치하고 동측은 단양군과 남측은 소백산맥을 경계로 경북 문경시와 접하여 있다.

본 조사지구는 제천, 충주시의 총면적 1,866.32km² 중 33%에 해당하고, 제천시 해당면의 전체와 충주시 해당면 일부를 포함한 616.65km²이며 9개면 100개리로 구성되어 있다. 이중 덕산면이 7개리 109.84km²으로 지구 전체의 17.8%로 가장 넓은 면적을 차지한다<표 2-1-1>.

<표 2-1-1> 조사지역현황

시	면	리	면적(km ²)	
2개시	9개면	100개리	616.65	
제천	5개면	80개리	434.71	
	금성	구룡, 진, 적덕, 사곡, 활산, 월굴, 성내, 중전, 포전, 위림, 월림, 양화, 대장, 동막	14개리	68.38
	청풍	물태, 연곡, 광의, 계산, 황석, 후산, 사오, 부산, 방흥, 단돈, 오산, 진목, 장선, 양평, 도곡, 대류, 신, 용곡, 연론, 단, 도신, 실리곡, 도화, 학현, 교, 북	27개리	91.66
	수산	수산, 내, 적곡, 수곡, 수, 대전, 계란, 괴곡, 원대, 다불, 전곡, 구곡, 도전, 울지, 지곡, 서곡, 오터, 성내, 상천, 하천, 능강, 고명	22개리	88.96
	덕산	도전, 성암, 신현, 수산, 월악, 선고, 도기	7개리	109.84
	한수	송계, 황강, 한천, 역, 북노, 상노 탄지, 북평, 서창, 덕곡	10개리	75.87
충주	4개면	20개리	181.94	
	살미	문화, 재오개, 무릉, 신당, 신매, 콩이, 내사	7	52.41
	상모	미륵	1	16.45
	동량	화암, 지동, 하천, 손동, 서운, 포탄, 함암, 명오, 사기, 호운	10	74.98
	산척	명서, 석천	2	38.1

나. 지형지세

본 조사지구의 북쪽은 차령산맥에서 뻗은 산지지역이 발달하고 특히 남쪽은 남서 방향으로 뻗은 소백산맥이 경상북도와 경계를 이루고 이로부터 뻗어나온 산계가 험준한 산악지대(△400~1,100m, 문수봉, 월악산, 하설산)를 형성하고 있어 지구주변은 전형적인 장년기 지형에 해당된다. 조사지역의 임야가 지구면적의 75%을 차지할 정도로 산지가 발달되어 평야지의 발달은 미미하고, 이들 산계사이의 저지에서 농경활동이 이루어지고 있으나 농경지는 전체면적의 9.5%로 미약한 편이다. 본 조사지구 일원은 충주호 주변에 위치하고 있어 지형의 영향으로 청풍8경, 월악백경, 청풍문화단지, 방송사 야외촬영장등이 산재하여 관광자원이 매우 풍부하다.

흑운모화강암 분포지역인 조사지구 남부는 소백산맥 줄기로써 산계의 발달이 뚜렷하고 북부의 반상화강암및 화강암질 편마암등 변성암 분포지역은 남부에 비하여 상대적으로 산계발달이 미약한 편이며, 제천시 청풍, 수산면을 중심으로한 중부지역은 석회암등 퇴적암의 분포가 우세한 지질학적인 영향으로 산계의 발달이 양호하다. 전체적인 산계의 발달로 충적지의 분포는 그리 넓지않은 편이다.

수계는 산계의 방향성 및 충주호의 지정학적 영향으로 비교적 짧은 하천을 형성하며 중앙부의 충주호로 유입된다.

다. 유역현황

전국 464개 용수구역중 충청북도 해당용수구역은 총 33개 구역이며 제천·충주시와 관련되는 용수구역은 6개 구역(제봉, 영송, 제산 : 제천시, 원양, 중신, 중상 : 충주시)이 해당하며, 제산지구는 제천·충주시 전체면적의 33.1%(616.65km²)를 점유하며, 지역별 지하수의 함양 및 수리, 수질특성 파악을 위하여 지표수 및 지하수계의 분수령을 고려하고 건설교통부의 유역구분을 참조하여 제산용수구역을 5개의 소유역으로 세분하였다<표 2-1-2>.

<표 2-1-2> 유역별 행정구역 편입율

유역	면적(km ²)			행정구역 편입율(%)
	전체 면적	조사 면적	비율 (%)	
계	787.51	616.65	78.3	9면100리
JS-01	68.38	68.38	100	금성면 구룡리(100), 진리(100), 적덕리(100), 사곡리(100), 활산리(100), 월굴리(100), 성내리(100), 중전리(100), 포전리(100), 위림리(100), 월림리(100), 양화리(100), 대장리(100), 동막리(100)
	91.66	91.66	100	청풍면 물태리(100), 연곡리(100), 광의리(100), 계산리(100), 황석리(100), 후산리(100), 사오리(100), 부산리(100), 방흥리(100), 단돈리(100), 오산리(100), 진목리(100), 장선리(100), 양평리(100), 도곡리(100), 대류리(100), 신리(100), 용곡리(100), 연론리(100), 단리(100), 도실리(100), 실리곡리(100), 도화리(100), 학현리(100), 교리(100), 복리(100)
JS-02	88.96	88.96	100	수산면 수산리(100), 내리(100), 적곡리(100), 수곡리(100), 수리(100), 대전리(100), 계란리(100), 괴곡리(100), 원대리(100), 다블리(100), 전곡리(100), 구곡리(100), 도전리(100), 울지리(100), 지곡리(100), 서곡리(100), 오티리(100), 성내리(100), 상천리(100), 하천리(100), 능강리(100), 고명리(100)
	75.87	35.76	47.1	한수면 황강리(100), 한천리(100), 역리(100), 북노리(100), 상노리(100), 탄지리(100), 서창리(100), 덕곡리(100)
JS-03	109.84	109.84	100	덕산면 도전리(100), 성암리(100), 신현리(100), 수산리(100), 월악리(100), 선고리(100), 도기리(100)
JS-04	75.87	40.11	52.9	한수면 송계리(100), 북평리(100)
	73.44	16.45	22.4	상모면 미특리(100)
	91.60	52.41	57.2	살미면 문화리(100), 재오개리(100), 무룡리(100), 신당리(100), 신매리(100), 공이리(100), 내사리(100)
JS-05	109.38	74.98	68.6	동량면 화암리(100), 지동리(100), 하천리(100), 손동리(100), 서운리(100), 포탄리(100), 함암리(100), 명오리(100), 사기리(100), 호운리(100)
	78.38	38.1	48.6	산척면 명서리(100), 석천리(100)

2.1.2 기상 및 수문

가. 기상현황

한반도의 중앙부에 위치하며 해발고도가 높고 비교적 바다와도 거리가 멀어 한서의 차가 심한 대륙성 기후의 특색을 잘 보여준다. 해당 조사지구 인근의 장기 관측자료 활용이 가능한 관측소는 충주시 안림동의 충주기상대와 제천시 신월동에 제천관측소가 설치되어있으나 본 조사 지구에서는 충주기상대 자료를 활용하였다. 본 기상대에서 최근 30년간(1973~2002) 관측한 연평균기온은 11.2℃이며 월별 평균기온중 최난월은 7,8월에 24.8℃, 최한월은 1월에 -4.0℃를 나타내고 있다. 계절적 변화가 뚜렷하여 9월과 4월을 중심으로 한서의 차이를 크게 나타내고 있다.

연평균강수량은 1,184.2mm이며 총 강수량의 45.2%가 7, 8월에 집중되어 홍수의 피해를 심하게 받기도 한다. 월별 최고강수는 7월로 268.6mm이며 6월~9월까지 4개월간의 강수량이 810.9mm로 전체강수량의 68.4%를 차지한다. 연평균안개일수는 67.8일이며 충주호준공(1985년) 이전 12년자료(1973~1984, 평균안개일수 45.5일)와 이후 18년자료(1985~2002, 평균안개일수 76.6일) 분석결과 준공이후의 안개일수가 31.1일이 더 많아 나타나 안개일수 증가는 충주호와 관련된 것으로 판단된다.

<표 2-1-3> 기상현황

월별	평균기온 (℃)	강수량 (mm)	강우일수 (일)	안개일수 (일)	상대습도 (%)	풍속 (m/sec)	일조시간 (hr)	증발산량 (mm)
연평균	11.2	1,184.2	118.6	67.8	71.9	1.2	242.4	2.4
1월	-4.0	23.5	8.8	4.1	72.5	1.2	171.8	0.6
2월	-1.4	24.4	7.8	2.6	69.2	1.3	177.3	1.0
3월	4.6	43.1	8.7	2.7	65.8	1.5	212.4	1.8
4월	11.7	76.9	8.7	2.4	61.3	1.6	235.5	3.0
5월	17.1	86.4	9.2	3.8	64.4	1.4	254.1	4.0
6월	21.7	144.6	10.9	4.2	70.7	1.2	225.7	4.3
7월	24.8	268.6	15.2	4.1	77.7	1.0	192.7	4.1
8월	24.8	266.6	14.5	6.0	78.4	1.0	202.0	3.9
9월	19.3	130.7	8.9	10.5	77.6	1.0	195.5	2.9
10월	12.4	55.0	7.5	13.2	75.9	1.0	192.2	1.8
11월	5.0	39.9	9.1	8.5	74.8	1.1	152.9	1.0
12월	-1.4	24.5	9.3	5.7	74.6	1.1	158.0	0.6

자료 : 충주기상대(1973~2002), 단 증발산량은 (1973~1996)

나. 하천현황

계곡부 및 분수령에서 발원한 소지류는 대부분 지구중앙의 충주호로 유입되고 조사지구의 지형적 특성상 유로가 짧고 산지와 접하여 경사가 급한편이다.

지구내 운행하는 주요하천은 11개이며 국가하천이 1개소(제천천), 지방 2급하천이 10개소로 분류, 관리되고 있다. 이중 국가하천인 제천천의 하천연장이 65km로 가장 긴 하천이며 평균 하천연장은 23.3km에 달한다. 또한 유역면적은 541.9km²로 국가하천인 제천천이 가장 넓고 평균 유역면적은 148.8km²로 비교적 넓은 편이다<표 2-1-4>.

<표 2-1-4> 조사지역내 하천현황

하천명	유수계통	하천구간								하천연장(km)	유로연장(km)	유역면적(km ²)	하천지정 근거 및 일자
		기점				종점							
		위치				위치							
		분류	읍면	경계	홍수위(EL.m)	하폭(m)	읍면	경계	홍수위(EL.m)				
고교천	한강									제천 금성	동막리		
광천	한강	제천 덕산	방곡리			제천 한수	남한강합류점	145	102	19	109.06	충북111호(65.12.29)	
성천	한강	제천 덕산	도기리	490.07	10	제천 덕산	광천합류점	155.18	32	18.6	42.7	충북111호(65.12.29)	
원서천	한강	제천 백운	강원,원주,홍업면도계			충주 산척	제천천합류점			23	115.68	충북111호(65.12.29)	
제천천	한강	제천 봉양	제천봉양도계			충주 산척	제천천국가하천기점	145	180	64	475.14	충북107호(82.6.8)	
고명천	한강	제천 수산	고명리			제천 청풍	한강합류점			8	31.5	충북111호(65.12.29)	
수산천	한강	제천 수산	오티리			제천 수산	한강합류점			9	15	충북111호(65.12.29)	
장선천	한강	제천 청풍	장선리			제천 청풍	한강합류점			7.5	17	충북111호(65.12.29)	
제천천	한강	충주 산척	명서리명서교			충주 동량	한강합류점			65	541.86	대통령령제16535호	
내사천	한강	충주 살미	상모면경계			충주 살미	동달천합류점			7	28.5	충북111호(65.12.29)	
동달천	한강	충주 상모	경북문도계			제천 덕산	한강합류점			21	220.8	충북111호(65.12.29)	

자료 : 한국하천일람(건설교통부, 2000)

2.1.3 토양 및 지질

가. 토양

농촌진흥청 농업기술연구소에서 발간한 1:25,000 정밀토양도(1973)에 의하여 본 지역의 토양은 5개의 토양군으로 구분된다<표 2-1-5>.

<표 2-1-5> 조사지구내 토양군의 분류

토양형	특징	토양통	분포면적비율 (%)
옥천~예천토양군	선상지, 배수 매우불량한 양토~사양토	옥천, 예천통	0.14
가천~석천토양군	하성 평탄지 및 선상지, 배수 약간 불량한 하성충적층의 사양질~미사질 양토	가천, 회곡, 입곡, 종곡, 사촌, 신흥	1.06
칠곡~대곡토양군	곡간 및 선상지, 배수 약간양호한 곡간충적층의 양토~미사질양토	칠곡, 덕평, 고천, 화동, 진목, 구곡, 옥계, 방곡, 월곡, 읍곡, 대곡, 우평통	4.16
대산~외산토양군	구릉지 및 산록경사지, 배수 양호한 충적층적층의 미사질양토~석양토	대산, 괴산, 과림, 오산, 외산, 평창, 예산, 안미, 안룡, 대흥, 흑석, 중동, 제천, 지곡, 마지, 평안, 상주, 수암, 석토통	44.09
송산~덕산토양군	산악지, 배수 매우 양호한 잔적층의 사양질양토	덕산, 관악, 장성, 모산, 삼각, 송산, 황룡통	44.57

주) 분포면적비율은 하천범람지, 암석지, 저수지면적을 제외한 비율임(5.98%).

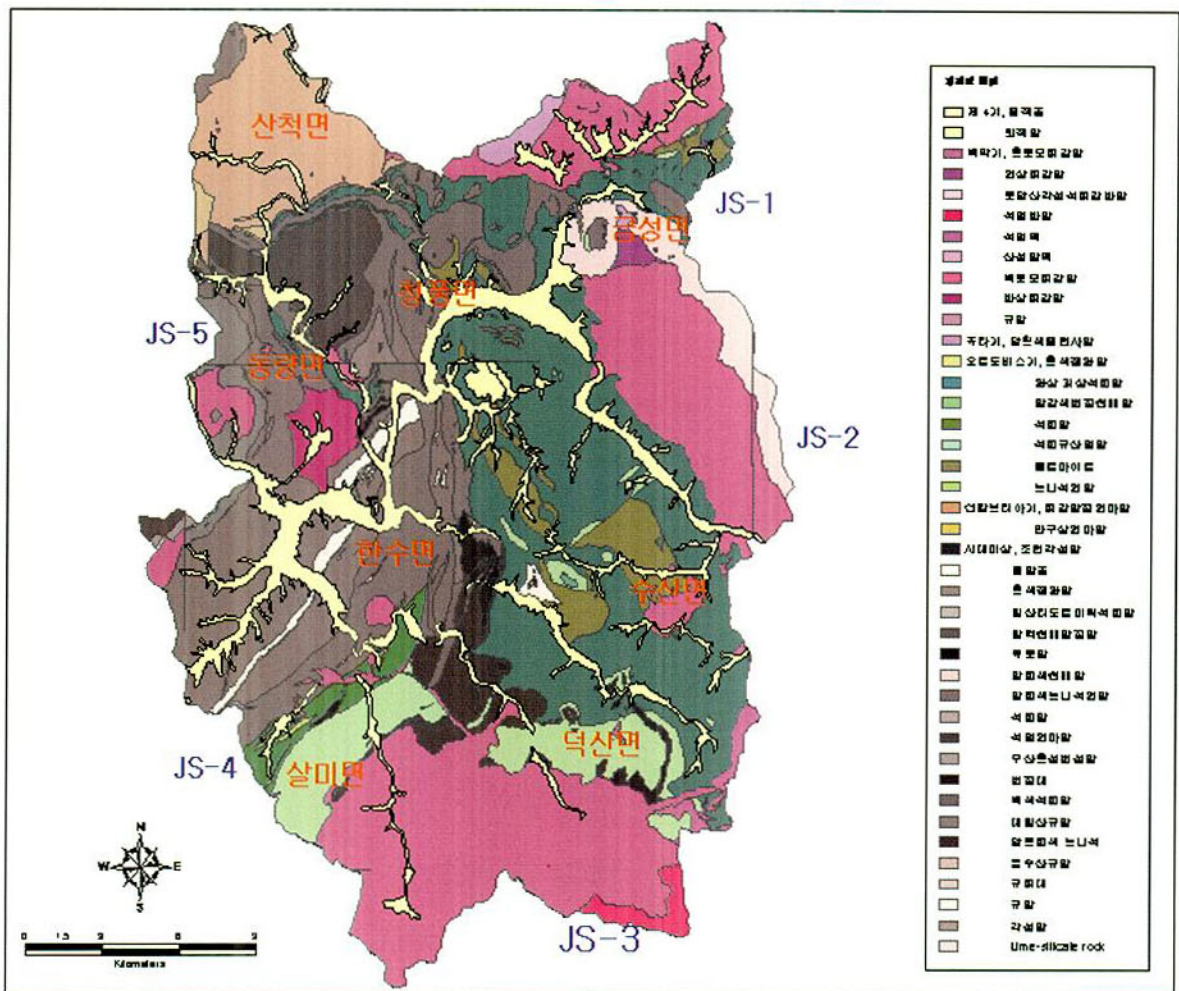
- 옥천-예천 토양군은 JS-01 유역 상단 금성면 월림리에 분포하며 지구내 분포면적은 적은편이다.
- 가천-석천 토양군은 JS-01 유역의 금성면 적덕리, 위림리, 동막리 부분에 분포하며 배수가 불량한 편이므로 논으로 이용하고 있다.
- 칠곡-대곡 토양군은 지구 내 고루 퍼져 있으나 그 분포면적은 매우 적다. 0~7% 경사의 곡간 및 선상지이며 주로 논으로 이용된다.
- 대산-외산 토양군은 경사도 15~100%의 산록경사지의 배수 양호한 지역으로, JS-05 유역 대부분과 그와 접한 JS-01 유역 청풍면 서쪽의 부산리, 장선리 일대, JS-02 유역의 덕곡리 외 지구내 넓게 분포하고 있다. 경사가 낮은지역은 밭으로 이용되고 주로 임야이다.
- 송산-덕산 토양군은 배수가 매우 양호하며 지구내 가장 많이 분포한다. 특히 한수면 송계리와 미륵리, 덕산면 월악리 등 제산지구 남부 대부분을 점하며, 대부분 임야이고 경사도가 높은편이다.

나. 지표지질

조사지역의 지질은 고생대 오르도비스기의 조선계와 시대미상의 옥천계에 해당하는 변성암류, 이를 관입한 중생대 백악기의 화성암 및 암맥류, 신생대 제4기 충적층으로 구성된다<그림 2-1-1>.

조선계와 옥천계에 해당하는 변성암류는 조사지역에 걸쳐 가장넓은 분포를 보여주며 암종 및 암상도 다양하다. 특히 조사지역 동·남부에 위치한 석회암층은 조선계 대석회암통에 해당하는 것으로 돌로마이트, 석회암, 석회규산염질암으로 구분된다.

조사지역 서·남부에 위치하는 백악기의 화성암체는 저반으로 관입되어 분포하며 소규모의 암주형태를 보이기도 한다. 흑운모화강암은 중립내지 조립의 등립질 석리를 보이며 주구성광물은 석영, 사장석, 미사장석, 백운모등이다.



<그림 2-1-1> 제산지구 지질도

2.2 인문환경

2.2.1 행정구역

제천시는 2001년말 현재 1읍 7면 9동으로 구성되어 있다. 1995년 제천군과 통합시를 이루었으며 시청소재지는 천남동이다. 또한 충주시는 1읍 12면 12동으로 구성되어 있으며 1995년 도, 농복합 형태의 충주시가 발족되었고 시청소재지는 충주시 금능동이다.

본 조사지구는 제천·충주시의 총면적 1,866.32km² 중 제천시 금성, 청풍, 수산, 덕산, 한수면 전체와 충주시 살미, 상모, 동량, 산척면의 일부를 포함한 616.65km²이며 9개면 100개리로 구성되어 있다. 이중 제천시 덕산면이 7개리 109.84km²으로 지구 전체의 17.8%로 가장 넓은 면적을 차지하고 충주시 상모면이 1개리 16.45km²로 가장 작은 면적을 차지한다<표 2-2-1>.

제산지구 농촌지하수관리조사

<표 2-2-1> 제천·충주시 및 제산지구 행정구역현황

구분		제천시		충주시		제산지구		비고
시	읍면동	행정구역	면적(km ²)	행정구역	면적(km ²)	행정구역	면적(km ²)	
계		141	882.37	162	983.95	100	616.65	
제천	소계	141	882.37			80	434.71	
	봉양	16개리	144.86			-	-	
	금성	14개리	68.38			14개리	68.38	
	청풍	27개리	91.66			27개리	91.66	
	수산	22개리	88.96			22개리	88.96	
	덕산	7개리	109.84			7개리	109.84	
	한수	10개리	75.87			10개리	75.87	
	백운	9개리	135.35			-	-	
	송학	8개리	73.09			-	-	
	교	3개리	10.41			-	-	
	중앙	3개리	0.62			-	-	
	명서	2개리	0.62			-	-	
	의림	1개리	0.4			-	-	
	용두	3개리	15.46			-	-	
	동현	7개리	35.01			-	-	
	청진	2개리	8.31			-	-	
화산	4개리	13.07			-	-		
영천	3개리	10.46			-	-		
충주	소계			162	983.95	20	181.94	
	주덕			11개리	47.47	-	-	
	살미			13개리	91.6	7개리	52.41	
	상모			8개리	73.44	1개리	16.45	
	이류			12개리	62.73	-	-	
	신니			14개리	59.94	-	-	
	노은			8개리	61.09	-	-	
	양성			15개리	100.29	-	-	
	가금			8개리	48.72	-	-	
	금가			10개리	33.82	-	-	
	동량			13개리	109.38	10개리	74.98	
	산척			4개리	78.38	2개리	38.1	
	엄정			11개리	56.47	-	-	
	소태			9개리	63.04	-	-	
	성내,충인			5개리	0.51	-	-	
	교현,안립			3개리	27.66	-	-	
	교현2			1개리	0.94	-	-	
	용산			1개리	1.54	-	-	
	지현			1개리	0.59	-	-	
	문화			1개리	1.02	-	-	
호암			2개리	14.26	-	-		
달천			6개리	22.96	-	-		
봉방			1개리	3.6	-	-		
칠금			2개리	5.9	-	-		
연수			1개리	5.03	-	-		
목행			2개리	13.57	-	-		

2.2.2 인구

2000년말 기준 제천·충주시 인구는 366,406명으로 충북도 전체인구 1,496,520명(2001년말기준)의 24%에 해당되며 세대수는 118,869세대이고 세대당 인구는 3.1명/세대이다.

제천시의 인구는 전체적으로 동지역(9개동)에 가장 많은 117,214명으로 79%를 차지하며 인구밀도도 1,242.2명/km²으로 면지역의 평균 39.5명/km²보다 월등히 높게 나타났으며 읍면 지역에서는 봉양읍이 9,124명으로 가장 많고 인구밀도는 93.7/km²로 송학면이 가장 높게 나타났다. 충주시의 경우 인구수는 동지역의 연수동이 35,910명으로 가장 많았고 인구밀도는 문화동이 13,438.2명/km²으로 가장 높았으며 읍면 지역에서는 주덕읍이 인구수 7,417명, 인구밀도 156.2명/km²으로 가장 높았다. <표 2-2-2>. 제산지구에 포함되는 면별 인구현황은 총 13,097명으로 제천·충주시의 약 3.6%에 해당한다. 세대수는 4,789세대이며 세대당 인구는 2.7명/세대로 제천·충주시 평균보다 약간 낮은편이다. 인구밀도는 21.2명/km²으로 제천·충주시 평균 196.3명/km²의 약 10.8%정도 수준이다<표 2-2-3>.

<표 2-2-2> 제천·충주시 인구현황

(단위 :명)

구분	세대	인구			인구밀도 (명/km ²)	면적(km ²)	세대당 인구	
		계	남	여				
계	48,519	148,308	74,691	73,617	168.1	882.37	3.1	
제천	봉양	3,272	9,124	4,567	4,557	63.0	144.86	2.8
	금성	936	2,791	1,436	1,355	40.8	68.38	3.0
	청풍	567	1,511	791	720	16.5	91.66	2.7
	수산	1,048	2,742	1,413	1,329	30.8	88.96	2.6
	덕산	1,150	3,120	1,562	1,558	28.4	109.84	2.7
	한수	319	897	460	437	11.8	75.87	2.8
	백운	1,410	4,062	2,060	2,002	30.0	135.35	2.9
	송학	2,289	6,847	3,606	3,241	93.7	73.09	3.0
	교	7,843	24,816	12,439	12,377	2,383.9	10.41	3.2
	중앙	2,078	6,229	3,093	3,136	10,046.8	0.62	3.0
	명서	1,817	5,267	2,656	2,611	8,495.2	0.62	2.9
	의림	1,476	4,701	2,371	2,330	11,752.5	0.40	3.2
	용두	4,562	14,402	7,150	7,252	931.6	15.46	3.2
	동현	6,753	21,686	10,877	10,809	619.4	35.01	3.2
	청전	7,777	24,645	12,379	12,266	2,965.7	8.31	3.2
	화산	3,363	10,108	5,091	5,017	773.4	13.07	3.0
영천	1,859	5,360	2,740	2,620	512.4	10.46	2.9	

<표 2-2-2> 제천·충주시 인구현황(계속)

구분	세대	인구			인구밀도 (명/km ²)	면적(km ²)	세대당 인구	
		계	남	여				
계	70,350	218,098	110,076	108,022	221.7	983.95	3.1	
충주	주덕	2,493	7,417	3,769	3,648	156.2	47.47	3.0
	살미	914	2,721	1,401	1,320	29.7	91.60	3.0
	상모	1,573	4,562	2,346	2,216	62.1	73.44	2.9
	이류	2,020	5,757	2,999	2,758	91.8	62.73	2.9
	신니	1,545	4,696	2,366	2,330	78.3	59.94	3.0
	노은	1,074	3,107	1,585	1,522	50.9	61.09	2.9
	양성	1,914	5,505	2,809	2,696	54.9	100.29	2.9
	가금	1,114	3,382	1,757	1,625	69.4	48.72	3.0
	금가	1,554	4,981	2,533	2,448	147.3	33.82	3.2
	동량	1,662	5,177	2,686	2,491	47.3	109.38	3.1
	산척	1,097	3,396	1,762	1,634	43.3	78.38	3.1
	엄정	1,576	4,674	2,350	2,324	82.8	56.47	3.0
	소태	840	2,367	1,242	1,125	37.5	63.04	2.8
	선내,충인	1,664	4,783	2,368	2,415	9,378.4	0.51	2.9
	교현,안립	7,380	23,965	12,024	11,941	866.4	27.66	3.2
	교현2	3,849	11,849	5,899	5,950	12,605.3	0.94	3.1
	용산	4,337	13,730	6,868	6,862	8,915.6	1.54	3.2
	지현	2,221	7,078	3,604	3,474	11,996.6	0.59	3.2
	문화	4,332	13,707	6,856	6,851	13,438.2	1.02	3.2
	호암	2,855	8,572	4,289	4,283	601.1	14.26	3.0
달천	2,115	5,651	2,972	2,679	246.1	22.96	2.7	
봉방	2,969	9,441	4,805	4,636	2,622.5	3.60	3.2	
칠금	5,557	18,840	9,412	9,428	3,193.2	5.90	3.4	
연수	11,572	35,910	17,894	18,016	7,139.2	5.03	3.1	
목행	2,133	6,830	3,480	3,350	503.3	13.57	3.2	

자료 : 제천, 충주시 통계연보(2001)

주. 1.외국인 세대제외

<표 2-2-3> 조사지역(제산지구) 인구현황

구분	세대수	인구	인구밀도	면적(km ²)	세대당인구	
						시
계	4,789	13,097	21.2	616.65	2.7	
제천	소계	4,020	11,061	25.4	434.71	2.8
	금성	936	2,791	40.8	68.38	3.0
	청풍	567	1,511	16.5	91.66	2.7
	수산	1,048	2,742	30.8	88.96	2.6
	덕산	1,150	3,120	28.4	109.84	2.7
	한수	319	897	11.8	75.87	2.8
충주	소계	769	2,036	11.2	181.94	2.6
	살미*	257	686	13.1	52.41	2.7
	상모*	49	132	8.0	16.45	2.7
	동량*	286	762	10.2	74.98	2.7
	산척*	177	456	12.0	38.10	2.6

자료 : 읍면별 2001년 자료

주 : 지구내 일부 포함지역

제천시의 인구추이는 1980년도 162,013명에서 1990년까지 139,928명으로 감소 추세를 나타내고 이후 1994년 145,466명으로 증가하였다가 정체후 2000년 143,710 명으로 감소추세이다. 충주시는 1980년도 217,194명에서 증감을 반복하다가 1989 년 195,082명을 저점으로 증가추세를 지속하다 2000년에는 218,098명으로 정체추 세를 나타내며 부분적으로 1989년 및 1994년에 일시적으로 감소하였다. 인구밀도 추이는 제천시의 경우 1980년 이래 감소추세이며 충주시는 1974년에 241.3명/km²로 최고값을 나타내며 비교적 균등하게 분포한다. 세대당 인구추이는 1980년 제천 시 5.0명/세대, 충주시 4.9명/세대에서 2000년 3.1명/세대로 지속적인 감소추세를 보여 핵가족화가 계속 심화되고 있음을 알 수 있다<표 2-2-4, 그림 2-2-1>.

<표 2-2-4> 제천, 충주시 인구추이

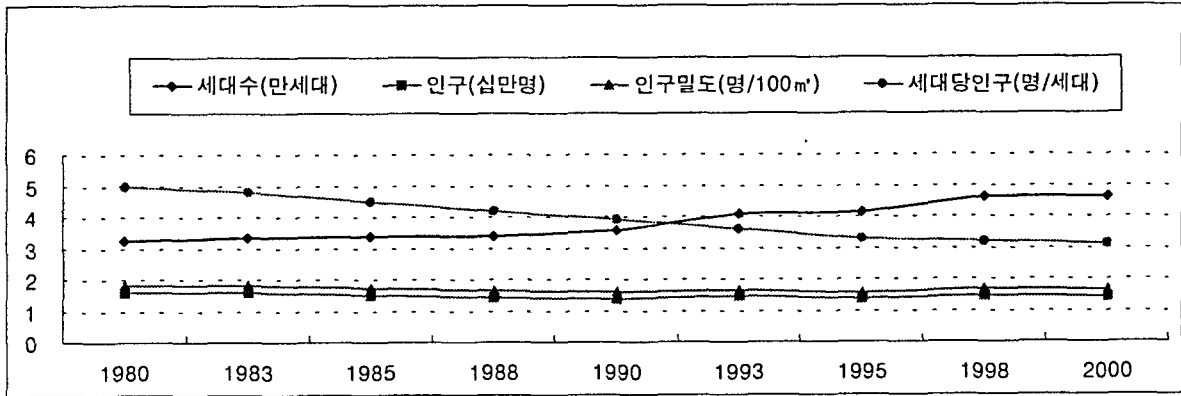
구 분		세 대	인 구(명)	인구밀도(명/km ²)	세대당인구(명/세대)
시	년도				
제천	1980	32,503	162,013	184.0	5.0
	1983	33,402	159,803	181.4	4.8
	1985	33,946	151,760	172.3	4.5
	1988	34,015	142,729	164.6	4.2
	1990	35,724	139,928	158.9	3.9
	1993	40,940	145,465	165.2	3.6
	1995	41,413	137,070	155.4	3.3
	1998	46,397	148,243	168.0	3.2
	2000	46,280	143,710	162.9	3.1
충주	1980	44,380	217,194	222.7	4.9
	1983	45,323	215,586	220.9	4.8
	1985	45,878	198,922	203.8	4.3
	1988	47,160	195,363	196.0	4.1
	1990	49,930	195,147	198.3	3.9
	1993	59,199	208,916	212.4	3.5
	1995	63,166	213,353	216.9	3.4
	1998	68,340	219,429	223.0	3.2
	2000	70,350	218,098	221.7	3.1

자료 : 인구주택총조사, 주민등록인구통계(통계청, 2000)

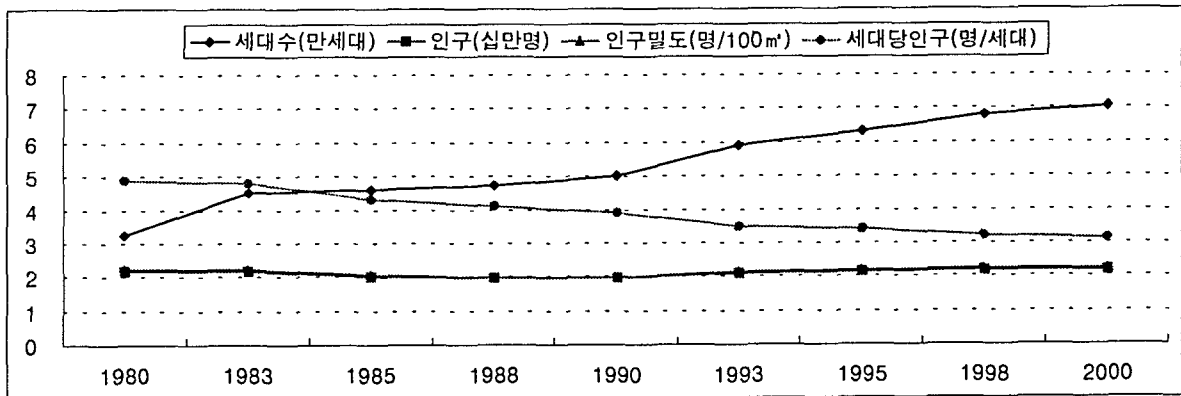
주 : 1) ()년도는 인구주택총조사, '90년이전은 상주인구조사,

'91년 이후는 12.31기준 주민등록인구통계 결과이며 외국인포함

2) '98년부터 외국인세대 제외



제천시



충주시

<그림 2-2-1> 제천·충주시 인구추이

2.2.3 산업 및 경제

산업은 농업이 대표적이며 곡간평야를 이용한 미작이고 고추, 잎담배, 배추등을 구릉성 전작지대에서 재배하고 있으며 충주는 일교차가 크고 일조량이 많아 전국제일의 사과 산지로 유명하다. 또한 석회석, 활석등 풍부한 지하자원을 바탕으로 광업이 발달하였고 충주호와 국립공원 월악산등 관광자원을 활용한 소득도 높은편이다. 편리한 교통을 이용코자 소규모 자유입지 업체들이 분산되어 있으며 충주시 목행동에는 비디오테이프를 생산하는 새한미디어 공장이 지역경제 발전에 기여하고 있다.

□ 농업 현황

주재배 작목은 미작이며 제천·충주시 전체 농가구성비는 17.1% 정도이고 지구내 농업에 종사하는 가구는 23.9%로 전체 평균보다 높은편이다. 제천·충주시 전체의 경지면적중 전답비율은 59 : 41이며 조사지구내 전답비율은 79 : 21로 밭의 비율이 상대적으로 높은 것으로 나타난다. 이는 제천·충주시 전체면적중 생산지구의 임야분포면적이 상대적으로 많이 분포하는 지형적 특성과 그 맥을 같이한다.

<표 2-2-5> 생산지구 농업현황

구 분	총가구수	가구수		가구당경지면적 (ha/세대)			경지면적 (ha)			
		농가수	구성비(%)	계	전	답	계	전	답	
계	4,789	3,144	65.7	11.22	9.00	2.22	5,865	4,632	1,233	
제천	소계	4,020	2,492	62.0	9.48	7.66	1.82	4,726	3,757	969
	금성	936	555	59.3	1.91	1.30	0.61	1,061	724	338
	청풍	567	298	52.6	1.99	1.82	0.17	592	541	51
	수산	1,048	654	62.4	2.29	1.97	0.32	1,497	1,289	208
	덕산	1,150	801	69.7	1.57	1.18	0.39	1,260	948	312
	한수	319	184	57.7	1.72	1.39	0.33	316	256	60
충주	소계	769	652	84.8	1.75	1.34	0.41	1,139	875	264
	살미	257	257	100.0	1.62	1.23	0.39	416	316	101
	상모	49	36	73.5	1.06	0.67	0.39	38	24	14
	동량	286	212	74.1	2.06	1.61	0.45	438	341	96
	산척	177	147	83.1	1.68	1.32	0.36	247	194	53

□ 광업 현황

제천·충주시의 광업현황은 27개의 사업체에 총 392명의 종업원으로 구성된다. 총생산액은 38,545백만원이며 대부분 미가행의 비금속광이 분포한다.

<표 2-2-6> 광업 현황

구분	광구수								사업체수	종업원수 (인)	생산비 (백만원)	출하액 (백만원)	생산액 (백만원)
	가행				미가행								
	계	금속	비금속	석탄	계	금속	비금속	석탄					
계	70	-	70	-	198	36	162	-	27	392	8,924	37,862	38,545
제천	34	-	34	-	117	10	107	-	17	212	3,962	20,853	21,291
충주	36	-	36	-	81	26	55	-	10	180	4,962	17,009	17,254

자료 : 제천, 충주시 통계연보(2001)

□ 공단 현황

제천·충주시의 공단은 봉양읍의 봉양농공단지의 총9개소가 있으며 113개의 입주업체에 총3,737명이 종사하고 있다.

<표 2-2-7> 공단 현황

구분		단지명	총면적(m ²)	입주업체수	종업원수(명)
시	종류				
계		9	1,258,951	113	3,737
제천시	소계	5	619,037	62	1,931
	농공단지	봉양농공단지	133,098	4	408
		금성농공단지	86,023	12	218
		송학농공단지	90,067	12	499
		고암농공단지	168,073	15	544
		강저농공단지	141,776	19	262
충주시	소계	4	639,914	51	1,806
	농공단지	주덕농공단지	155,037	16	468
		가금농공단지	161,870	10	537
		가주농공단지	131,208	13	299
		용탄농공단지	191,799	12	502

자료 : 제천, 충주시 통계연보(2001)

□ 제조업체 현황

제조업체는 총 349개소이며 종업원수 12,150명이다. 출하액 및 생산액은 1,873십억원, 1,838십억원으로 각각 집계되었다.

<표 2-2-8> 제조업체 현황

(단위 : 개소, 명, 백만원)

구 분	업체수	종업원수	생산비	출하액	생산액
계	349	12,150	1,154,707	1,873,779	1,838,032
제천	131	3,296	245,327	467,977	472,791
충주	218	8,854	909,380	1,405,802	1,365,241

자료 : 제천, 충주시 통계연보(2001)

□ 산업단지 현황

국가산업단지는 제천·충주지역은 지정단지가 없으며, 지방산업단지로는 충주시에 2개소가 있으며 충주 제1산업단지는 기개발되어 26개업체가 입주하고 있는 상태이고 증원산업단지는 개발시행중으로 2004년에 완공계획 이다.

<표 2-2-9> 국가 및 지방산업단지 지정현황

산업단지	면적 (km ²)	산업지역 개발현황			입주 업체 수	유치업종	지정일자	사업 계획 기간	사업시행자	
		개발 대상	'01까지 개발	미개발						
계	1,629	1,033	847	186	26					
지방	증원	343	186	-	186	-	전기, 전자, 기계 및 조립금속, 섬유, 의복	'97/06/25	'97~'04	입주업체협의회
	충주제1	1,286	847	847	-	26	전자, 섬유, 화학, 식품 기타제조업	'79/11/26	'83~'93	충주시

자료 : 환경통계연감(환경부, 2002)

2.2.4 토지이용

제천·충주시 전체면적중 농경지(논, 밭, 과수원)의 면적비율은 16.4%이며 전이 농경지 면적중 차지하는 비율은 53.1%이다. 지목중 임야가 차지하는 비율은 70%로 가장 높으며 과수원이 차지하는 비율이 0.94%로 가장 낮은 분포를 나타낸다.

조사지구내의 분포는 농경지 5,907.3ha로 9.6%를 차지하며 임야가 75.1%로 가장 높은비율로 나타난다. 또한 면별로는 제천시 수산면이 농경지 면적 1,497.9ha로 가장 넓은 면적을 차지한다.

<표 2-2-10> 지목별 토지이용 현황

(단위 : ha)

구분	합계	농경지				임야	대지	기타	
		소계	전	답	과수원				
계	면적	204,826.9	33,521.0	17,814.4	13,771.9	1,934.7	143,431.5	3,004.2	24,870.2
		61,665.1	5,907.3	4,631.8	1,232.7	42.7	46,336.2	309.5	9,112.0
계	구성비(%)	100.00%	16.37%	8.70%	6.72%	0.94%	70.03%	1.47%	12.14%
		100.00%	9.58%	7.51%	2.00%	0.07%	75.14%	0.50%	14.78%
계	소계	88,236.7	12,261.2	7,919.0	4,010.9	331.3	65,124.1	1,067.1	9,784.3
		43,470.2	4,750.9	3,757.0	968.6	25.3	32,368.7	242.1	6,108.4
제천	봉양	14,485.9	2,179.2	1,270.0	863.3	45.9	11,014.3	140.2	1,152.1
	금성	6,837.7	1,073.7	723.6	337.7	12.4	4,958.4	56.6	748.9
		6,837.7	1,073.7	723.6	337.7	12.4	4,958.4	56.6	748.9
	청풍	9,166.4	596.6	540.9	51.4	4.3	5,826.5	38.4	2,704.9
		9,166.4	596.6	540.9	51.4	4.3	5,826.5	38.4	2,704.9
	수산	8,896.2	1,497.9	1,288.8	207.7	1.4	6,245.9	58.1	1,094.4
		8,896.2	1,497.9	1,288.8	207.7	1.4	6,245.9	58.1	1,094.4
	덕산	10,983.4	1,261.2	948.1	311.6	1.5	9,238.5	67.2	416.5
		10,983.4	1,261.2	948.1	311.6	1.5	9,238.5	67.2	416.5
	한수	7,586.5	321.5	255.5	60.3	5.7	6,099.3	21.9	1,143.7
		7,586.5	321.5	255.5	60.3	5.7	6,099.3	21.9	1,143.7
	백운	13,534.5	1,528.2	875.7	591.1	61.4	1,1279.4	88.5	638.4
	송학	7,309.4	1,257.6	789.5	422.3	45.8	5,302.4	95.1	654.3
	교	1,041.2	355.1	185.0	142.6	27.5	429.4	79	177.7
	중앙	62.2	1.7	1.4	0.3	-	1.2	35.0	24.2
	명서	62.2	6.1	3.9	2.3	-	0.2	29.7	26.1
	의림	40.0	1.1	0.4	0.6	-	-	25.0	14.0
	용두	1,546.0	512.2	240.2	226.7	45.3	832.6	53.9	147.2
동현	3,501.0	797.6	435.2	338.5	23.9	2,310.1	82.9	310.4	
청전	831.3	237.5	53.3	167.4	16.8	375.5	83.0	135.3	
화산	1,307.4	451.2	222.9	191.0	37.2	606.4	73.9	175.9	
영천	1,045.4	182.6	84.4	96.0	2.2	603.8	38.6	220.4	

<표 2-2-10> 지목별 토지이용 현황(계속)

구 분	합계	농경지				임야	대지	기타	
		소계	전	답	과수원				
총계	소계	116,590.2	21,259.8	9,895.4	9,761.0	1,603.4	78,307.4	1,937.1	15,085.9
		18,194.9	1,156.3	874.8	264.1	17.4	13,967.5	67.4	3,003.6
충주	주덕	4,747.3	1,860.2	672.8	1,085.9	101.5	2,218.5	106.2	562.3
	살미	9,160.0	1,059.4	733.3	287.6	38.5	6,529.9	65.4	1,505.3
		5,241.6	421.9	315.7	100.7	5.6	3,583.5	22.4	1,213.8
	상모	7,344.1	840.6	565.4	240.6	34.7	6,018.0	79.8	405.7
		1,645.1	38.4	24.1	14.1	0.2	1,568.4	3.5	34.8
	이류	6,272.8	1,367.9	644.1	653.7	70.1	4,251.7	99.1	554.1
	신니	5,993.5	1,725.0	651.9	1,012.8	60.2	3,629.2	92.9	546.4
	노은	6,109.0	1,235.2	501.2	703.1	30.8	4,398.1	90.1	385.6
	양성	10,029.0	1,674.7	700.1	942.2	32.4	7,273.9	126.3	954.1
	가금	4,872.3	1,165.8	493.7	609.8	62.3	2,613.0	75.9	1,017.5
	금가	3,381.5	1,611.6	835.5	737.0	39.1	1,028.5	87.5	653.9
		10,938.2	1,306.0	735.3	481.1	89.5	7,599.5	106.1	1,926.6
	동량	7,498.5	447.1	341.3	96.3	9.4	5,554.2	25.5	1,471.6
		7,837.8	1,039.9	536.5	435.9	67.5	6,169.4	69.0	559.6
	산척	3,809.7	249.0	193.8	53.0	2.2	3,261.4	16.0	283.4
		엄정	5,647.3	1,287.7	537.6	691.9	58.2	3,791.6	93.1
	소태	6,303.7	1,110.3	531.0	561.7	17.5	4,526.6	66.5	600.3
	성내,충인	50.7	-	-	-	-	-	33.8	16.9
	교현,안림	2,860.1	620.3	207.3	101.8	311.5	1,645.7	146.0	448.1
	용산	153.5	36.1	9.7	4.8	21.6	46.5	41.9	28.9
지현	59.4	11.4	7.3	0.8	3.3	1.7	29.7	16.6	
문화	102.4	6.8	4.3	0.8	1.8	5.7	61.3	28.6	
호암	1,425.4	359.2	90.4	91.1	177.7	899.1	44.8	122.4	
달천	2,296.4	919.5	214.0	587.1	118.5	841.3	71.5	464.1	
봉방	359.9	131.4	77.0	54.0	0.4	-	65.2	163.3	
칠금	590.4	221.7	97.5	82.9	41.2	95.8	74.7	198.3	
연수	503.4	227.3	30.6	62.3	134.4	152.1	70.4	53.6	
목행	1,357.3	285.6	144.6	68.0	73.0	604.1	72.5	395.1	

자료 : 제천시, 충주시 통계연보(2001)
 제산지구 농어촌 용수구역 조사 보고서(농림부, 1996)
 ※ () : 제산지구 면적 및 비율

Ⅲ. 지하수환경

3.1 현 황

3.1.1 지하수현황

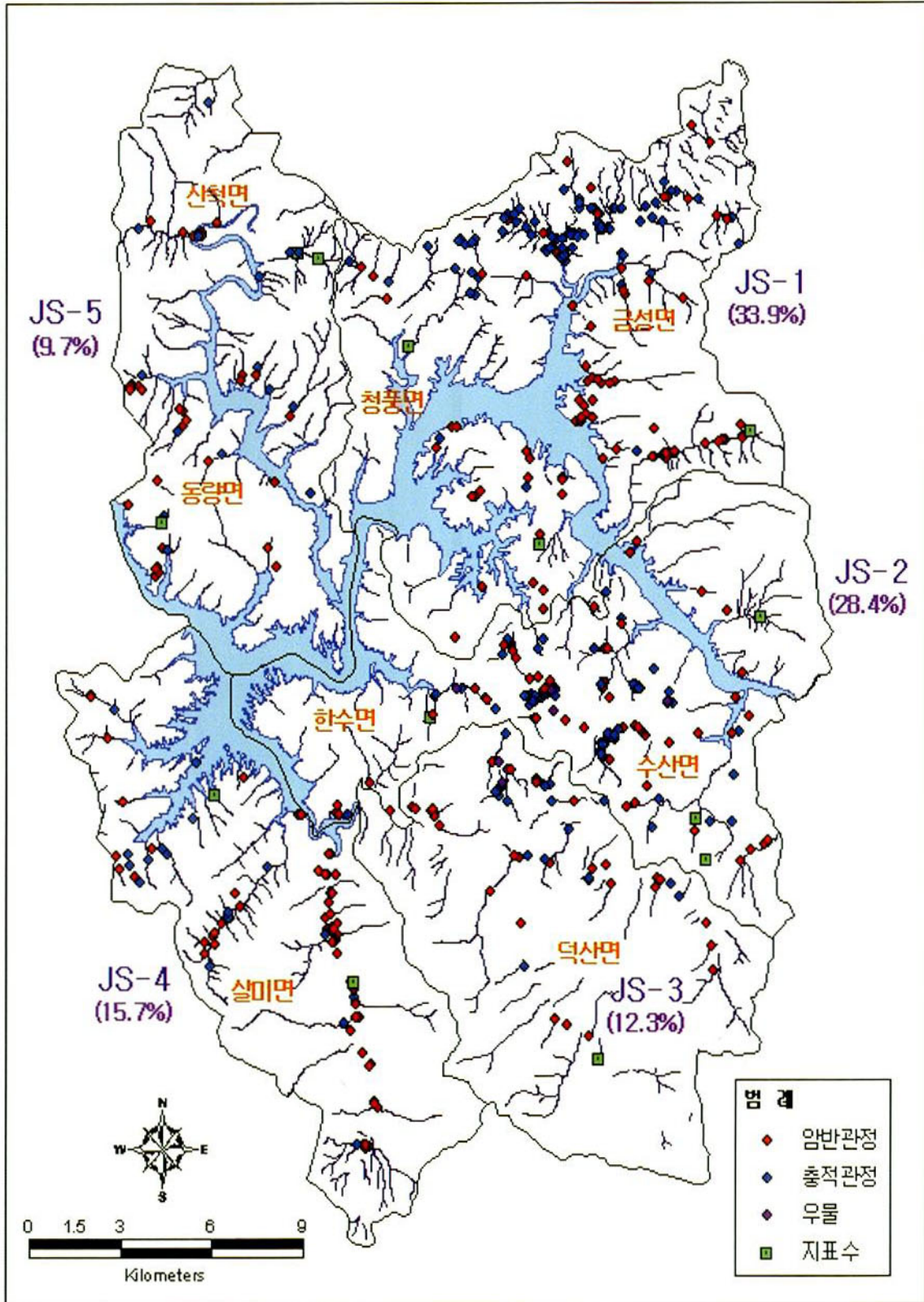
가. 시설물현황

조사지역의 지하수관련 기존자료(두레박 및 관정 관리부서자료, 우리공사보유자료등)를 토대로 소형·대형관정에 대하여 현장조사를 실시하여 조사공의 위치(좌표), 표고, 개발심도, 지질, 지하수위, 대수층유형, 현장수질 및 사용유무 등을 조사하였고, 수리/수질특성조사도 병행 실시하였다.

조사가 이루어진 관정은 총 504개소로 암반관정 258개소, 충적관정 223개소, 우물 23개소이며, 조사관정위치도는 <그림 3-1-1>에 나타내었다.

조사가 이루어진 관정의 용도별 공수는 <표 3-1-1>과 <그림 3-1-2>와 같다. 조사대상관정이 주로 암반대형관정이고, 조사시기가 농번기에 주로 이루어져서 농업용관정에 대한 조사비율(23.9%)이 조사지역 전체 지하수이용현황의 농업용관정 개소수 비율(37.7%)보다 적게 나타났다.

조사지역의 암반대형관정은 신고·허가된 기존자료를 바탕으로 전수조사하였고 현지조사시 발견된 대형관정을 추가 보완하였으며 충적소형관정은 신고관정 및 지하수위, 현장수질을 측정할 수 있는 관정을 대상으로 조사가 이루어졌다. 이들 중 암반관정은 읍면별로 살펴볼 때 수산면(50개소, 19.3%)이 가장 많고 조사지역중 일부가 포함된 산척면이 6공으로 가장 적게 조사되었다. 유역별로는 제천시 금성, 청풍면 전체가 포함된 JS-01유역(87개소, 32.3%)에 암반관정이 가장 많았고 충주시 산척, 동량면의 일부만 포함된 JS-05유역(30개소, 11.2%)이 가장 적은 것으로 조사되었다<표 3-1-1~2, 그림 3-1-3~4>.

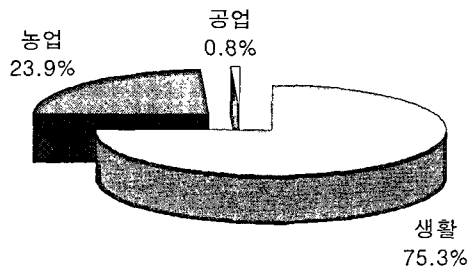


<그림 3-1-1> 제산지구 수계 및 현장조사 위치도

<표 3-1-1> 읍면별, 용도별 관정현황

(단위 : 공)

구 분	계	용도별					우 물	
		소계	생 활	농 업	공 업	기 타		
계	소 계	504	481	362	115	4	-	23
	총 적		223	167	55	1	-	
금성면	소 계	108	108	61	46	1	-	
	총 적		75	41	34	-	-	
청풍면	소 계	63	60	45	15	-	-	3
	총 적		17	4	13	-	-	
수산면	소 계	128	122	100	19	3	-	6
	총 적		72	70	1	1	-	
덕산면	소 계	62	56	41	15	-	-	6
	총 적		24	20	4	-	-	
한수면	소 계	51	47	45	2	-	-	4
	총 적		8	8	-	-	-	
살미면	소 계	33	32	24	8	-	-	1
	총 적		11	9	2	-	-	
상모면	소 계	10	10	9	1	-	-	
	총 적		-	-	-	-	-	
동량면	소 계	36	33	25	8	-	-	3
	총 적		9	8	1	-	-	
산척면	소 계	13	13	12	1	-	-	
	총 적		7	7	-	-	-	

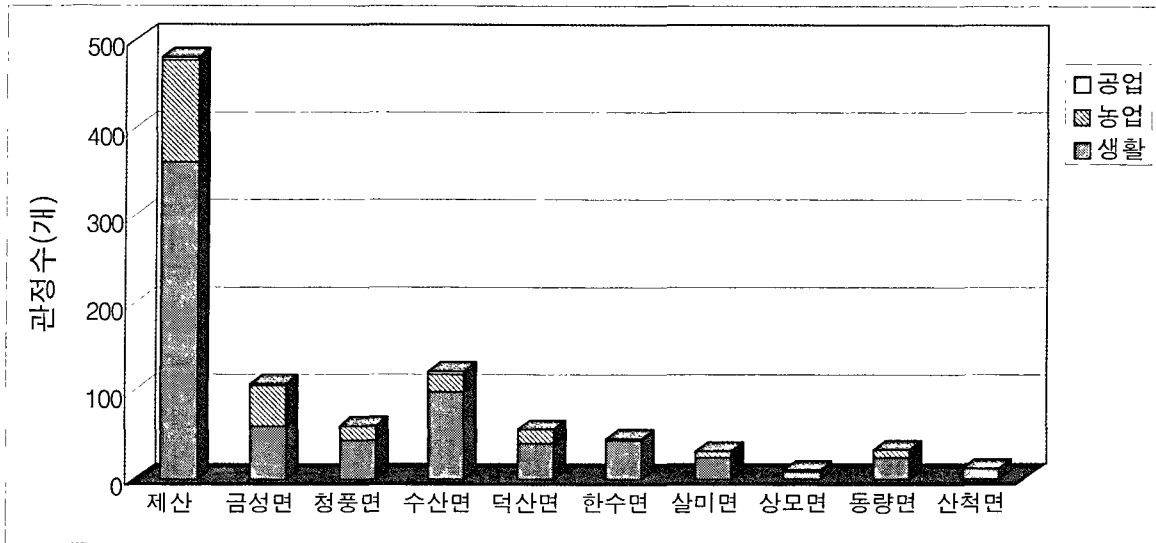


<그림 3-1-2> 조사관정의 개소수 비율

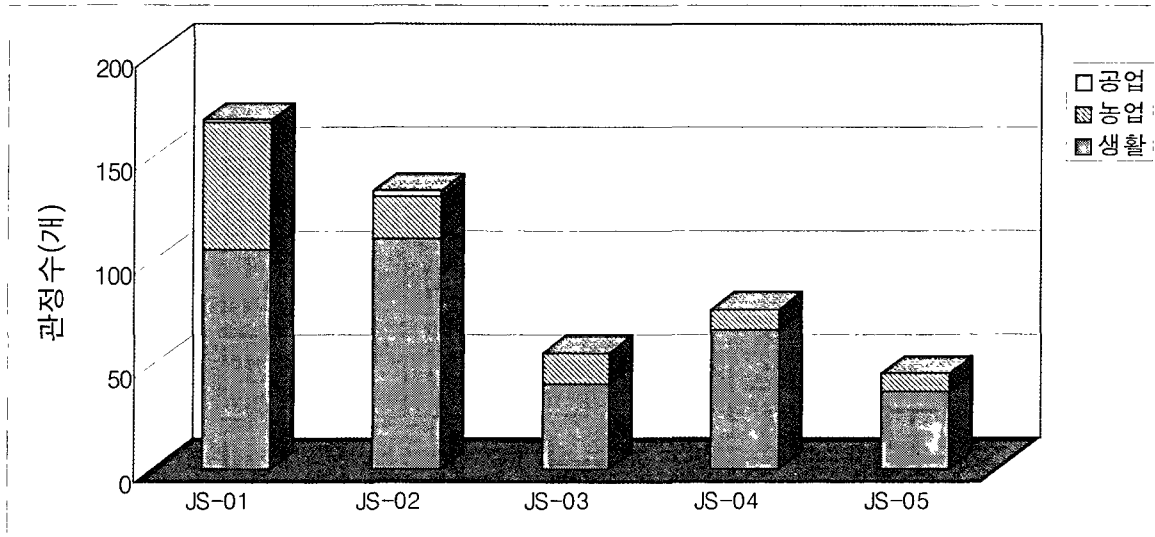
<표 3-1-2> 유역별, 용도별 관정현황

(단위 : 공)

구 분		계	용도별					우물
			소계	생활	농업	공업	기타	
계	소계	504	481	362	115	4	-	23
	총적		212	167	44	1	-	
	암반		269	195	71	3	-	
JS-01	소계	171	168	106	61	1	-	3
	총적		81	45	36	-	-	
	암반		87	61	25	1	-	
JS-02	소계	143	134	111	20	3	-	9
	암반		74	72	1	1	-	
	총적		60	39	19	2	-	
JS-03	소계	62	56	41	15	-	-	6
	총적		24	20	4	-	-	
	암반		32	21	11	-	-	
JS-04	소계	79	77	67	10	-	-	2
	총적		17	15	2	-	-	
	암반		60	52	8	-	-	
JS-05	소계	49	46	37	9	-	-	3
	총적		16	15	1	-	-	
	암반		30	22	8	-	-	



<그림 3-1-3> 읍면별/용도별 조사관정현황



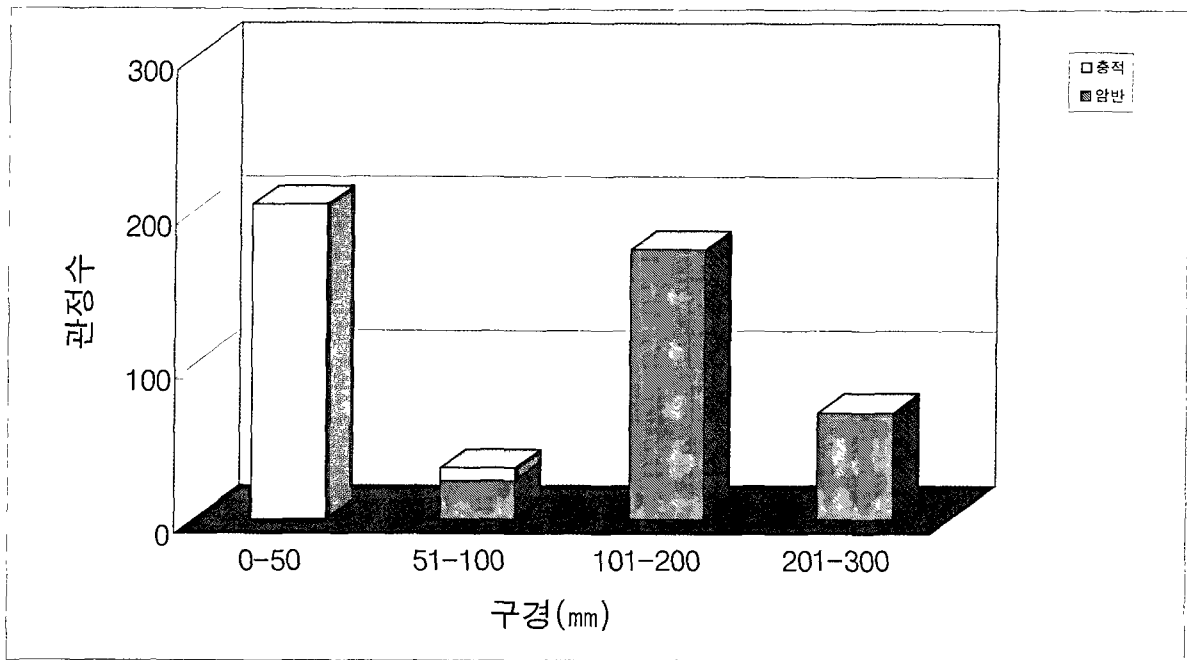
<그림 3-1-4> 구역별/용도별 조사관정현황

조사관정(우물 제외)의 구경별 현황을 살펴보면 암반관정의 경우 대부분의 구경은 101~300mm(90.7%)이고, 충적관정의 경우 96.2%(204공)이 50mm이하의 구경을 갖는 것으로 조사되었다. 읍면별 구역별 관정구경 현황은 <표 3-1-3~4>와 <그림 3-1-5>에 나타내었다.

<표 3-1-3> 읍면별 관정구경현황

(단위 : 공)

구 분		계	구 경 (mm)				
			50이하	51-100	101-200	201-300	301이상
계	소 계	481	204	33	175	69	-
	총 적	212	204	8	-	-	-
	암 반	269	-	25	175	69	-
금성면	소 계	108	74	1	25	8	-
	총 적	75	74	1	-	-	-
	암 반	33	-	-	25	8	-
청풍면	소 계	60	6	10	34	10	-
	총 적	6	6	-	-	-	-
	암 반	54	-	10	34	10	-
수산면	소 계	122	71	2	29	20	-
	총 적	72	71	1	-	-	-
	암 반	50	-	1	29	20	-
덕산면	소 계	56	23	5	12	16	-
	총 적	24	23	1	-	-	-
	암 반	32	-	4	12	16	-
한수면	소 계	47	8	3	30	6	-
	총 적	8	8	-	-	-	-
	암 반	39	-	3	30	6	-
살미면	소 계	32	9	3	14	6	-
	총 적	11	9	2	-	-	-
	암 반	21	-	1	14	6	-
상모면	소 계	10	-	4	6	-	-
	총 적	-	-	-	-	-	-
	암 반	10	-	4	6	-	-
동량면	소 계	33	7	4	19	3	-
	총 적	9	7	2	-	-	-
	암 반	24	-	2	19	3	-
산척면	소 계	13	6	1	6	-	-
	총 적	7	6	1	-	-	-
	암 반	6	-	-	6	-	-



<그림 3-1-5> 구경별 조사관정현황

<표 3-1-4> 유역별 관정구경현황

(단위 : 공)

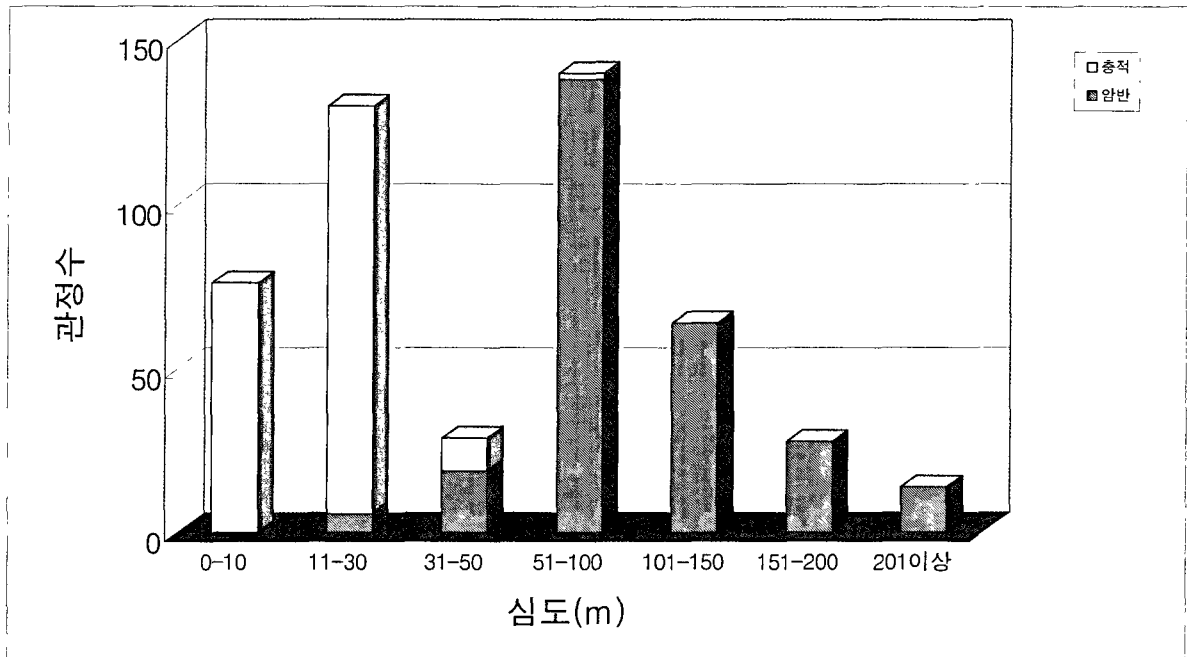
구 분		계	구 경 (mm)				
			50이하	51-100	101-200	201-300	301이상
계	소 계	481	204	33	175	69	-
	총 적	212	204	8	-	-	-
	암 반	269	-	25	175	69	-
JS-01	소 계	168	80	11	59	18	-
	총 적	81	80	1	-	-	-
	암 반	87	-	10	59	18	-
JS-02	소 계	134	73	2	37	22	-
	암 반	74	73	1	-	-	-
	총 적	60	-	1	37	22	-
JS-03	소 계	56	23	5	12	16	-
	총 적	24	23	1	-	-	-
	암 반	32	-	4	12	16	-
JS-04	소 계	77	15	10	42	10	-
	총 적	17	15	2	-	-	-
	암 반	60	-	8	42	10	-
JS-05	소 계	46	13	5	25	3	-
	총 적	16	13	3	-	-	-
	암 반	30	-	2	25	3	-

조사관정의 심도별 현황을 살펴보면 암반관정의 경우 85.5%가 51~200m의 굴착심도를 보였으며 그중 51~100m(51.3%)의 경우가 가장 많았다. 층적관정의 경우는 11~30m는 58.4%, 10m이하 심도가 76공 35.8%를 접하여 94.2%가 30m이하 심도로 조사되었다. 읍면별 구역별 관정심도 현황은 <표 3-1-5~6>과 <그림 3-1-6>에 나타내었다.

<표 3-1-5> 읍면별 관정심도현황

(단위 : 공)

구 분		계	심 도(m)						
			10이하	11-30	31-50	51-100	101-150	151-200	201이상
계	소 계	481	76	130	29	140	64	28	14
	층 적	212	76	124	10	2	-	-	-
	암 반	269	-	6	19	138	64	28	14
금성면	소 계	108	12	59	9	15	10	3	-
	층 적	75	12	57	5	1	-	-	-
	암 반	33	-	2	4	14	10	3	-
청풍면	소 계	60	3	3	4	29	6	10	5
	층 적	6	3	2	1	-	-	-	-
	암 반	54	-	1	3	29	6	10	5
수산면	소 계	122	45	27	4	28	13	2	3
	층 적	72	45	26	-	1	-	-	-
	암 반	50	-	1	4	27	13	2	3
덕산면	소 계	56	8	14	5	13	10	3	3
	층 적	24	8	14	2	-	-	-	-
	암 반	32	-	-	3	13	10	3	3
한수면	소 계	47	3	5	3	23	9	1	3
	층 적	8	3	4	1	-	-	-	-
	암 반	39	-	1	2	23	9	1	3
살미면	소 계	32	2	10	1	11	3	5	-
	층 적	11	2	9	-	-	-	-	-
	암 반	21	-	1	1	11	3	5	-
상모면	소 계	10	-	-	2	8	-	-	-
	층 적	-	-	-	-	-	-	-	-
	암 반	10	-	-	2	8	-	-	-
동량면	소 계	33	-	9	-	11	11	2	-
	층 적	9	-	9	-	-	-	-	-
	암 반	24	-	-	-	11	11	2	-
산척면	소 계	13	3	3	1	2	2	2	-
	층 적	7	3	3	1	-	-	-	-
	암 반	6	-	-	-	2	2	2	-



<그림 3-1-6> 심도별 조사관정현황

<표 3-1-6> 유역별 관정심도현황

(단위 : 공)

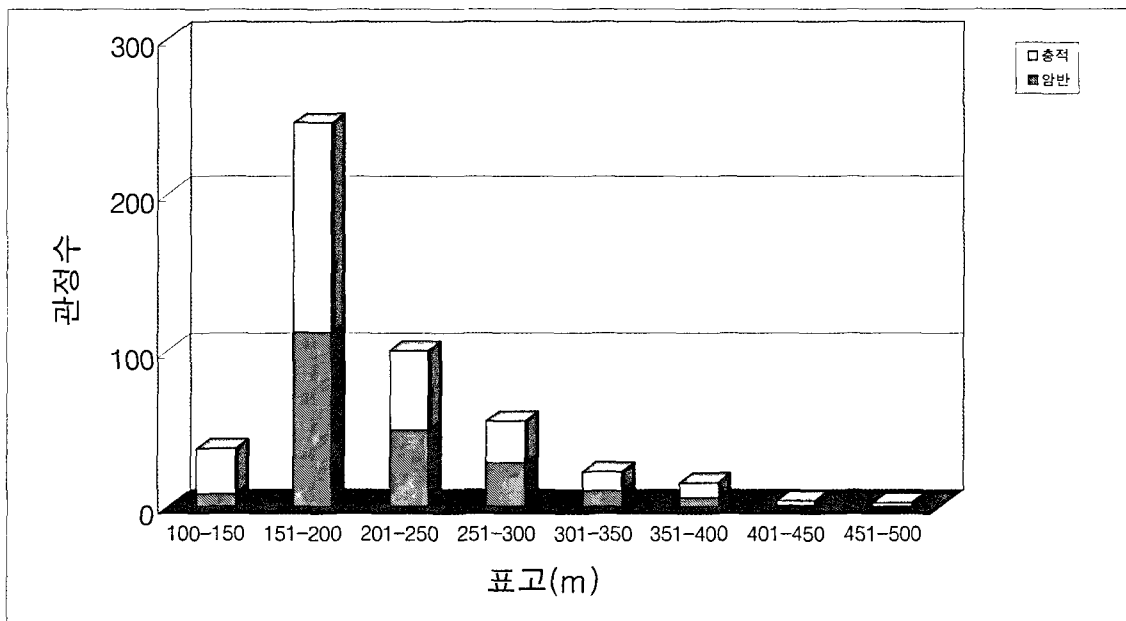
구 분	계	심 도(m)							
		10이하	11-30	31-50	51-100	101-150	151-200	201이상	
계	소 계	481	76	130	29	140	64	28	14
	충 적	212	76	124	10	2	-	-	-
	암 반	269	-	6	19	138	64	28	14
JS-01	소 계	168	15	62	13	44	16	13	5
	충 적	81	15	59	6	1	-	-	-
	암 반	87	-	3	7	43	16	13	5
JS-02	소 계	134	46	28	4	36	15	2	3
	암 반	74	46	27	-	1	-	-	-
	충 적	60	-	1	4	35	15	2	3
JS-03	소 계	56	8	14	5	13	10	3	3
	충 적	24	8	14	2	-	-	-	-
	암 반	32	-	-	3	13	10	3	3
JS-04	소 계	77	4	14	6	34	10	6	3
	충 적	17	4	12	1	-	-	-	-
	암 반	60	-	2	5	34	10	6	3
JS-05	소 계	46	3	12	1	13	13	4	-
	충 적	16	3	12	1	-	-	-	-
	암 반	30	-	-	-	13	13	4	-

표고별 관정개발현황을 살펴보면 해발기준 250m 이하에서의 암반관정개발 비율은 78.9%이고, 층적관정의 개발비율은 80.1%인 것으로 보아 주로 생활거주지인 저지대에서 관정개발이 이루어지는 것으로 조사되었다<표 3-1-7, 그림 3-1-7>.

<표 3-1-7> 표고별 관정개발현황

(단위 : 공)

표고(m)	계	암반	층적
계	481	214	267
100~150	37	8	29
151~200	246	112	134
201~250	100	49	51
251~300	55	28	27
301~350	22	10	12
351~400	15	6	9
401~450	4	1	3
451~500	2	-	2



<그림 3-1-7> 표고별 관정개발현황

나. 지하수이용현황

조사지역에 대한 지하수 개발 및 이용현황을 파악하기 위하여 제천·충주시 자료를 수정 보완하여 지하수이용현황 및 관정특성에 대하여 분석하였다. 조사 지역의 관정수는 1,703개소이며 년이용량은 4,007천m³/년이다. 용도별 지하수이용현황을 보면 생활용 1,053개소 61.8%, 2,866천m³/년으로서 71.5%, 공업용 7개소 0.4%, 19천m³/년으로서 0.5%, 농업용 642개소 37.7%, 1,120천m³/년으로서 28.0%, 기타 1개소 0.06%, 2천m³/년으로서 0.05%를 차지하는 것으로 조사되어 개발공수대 이용량은 큰 차를 보이는 것으로 조사되었다. 시설물현황조사 504개소는 지하수이용현황의 관정수 1,703개소의 26.9%에 해당하며, 유역별 관정현황 비교시 JS-01유역은 지하수이용현황의 관정비율(55.9%)이 시설물현황조사시 관정비율(33.9%)보다 높게 나타났으나, JS-02~05유역은 시설물현황조사시 관정비율이 지하수이용현황의 관정비율보다 각각 6.0, 2.1, 7.8, 6.3%정도 다소 높은 비율로 나타난다. 면별 유역별 지하수이용현황에 대한 자료는 <표 3-1-8~9>와 <그림 3-1-8~11>에 나타내었다.

<표 3-1-8> 읍면별 지하수이용현황

(단위 : 공, 천m³/년)

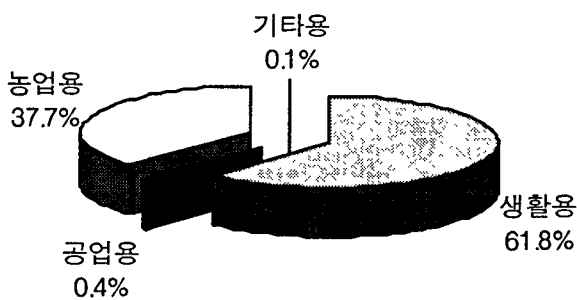
면	계			생활용			공업용			농업용			기 타		
	개소	이용량	구성비 (%)	개소	이용량	구성비 (%)	개소	이용량	구성비 (%)	개소	이용량	구성비 (%)	개소	이용량	구성비 (%)
계	1,703	4,007	100.0	1,053	2,866	71.5	7	19	0.47	642	1,120	28.0	1	2	0.05
금성면	831	567	14.1	400	335	11.7	2	13	67.2	429	219	19.5	-	-	-
청풍면	121	695	17.4	98	508	17.7	-	-	-	23	188	16.7	-	-	-
수산면	354	940	23.5	241	491	17.1	5	6	32.8	108	442	39.5	-	-	-
덕산면	175	572	14.3	128	446	15.6	-	-	-	47	126	11.3	-	-	-
한수면	108	352	8.8	93	325	11.4	-	-	-	14	25	2.2	1	2	100
살미면	45	540	13.5	34	428	14.9	-	-	-	11	112	10.0	-	-	-
상모면	10	23	0.6	9	23	0.8	-	-	-	1	-	-	-	-	-
동량면	43	272	6.8	35	266	9.3	-	-	-	8	7	0.6	-	-	-
산척면	16	46	1.1	15	44	1.5	-	-	-	1	2	0.2	-	-	-

<표 3-1-9> 유역별 지하수이용현황

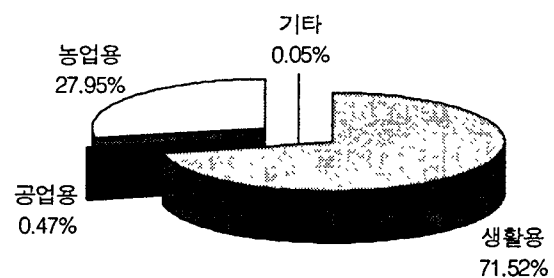
(단위 : 공, 천㎥/년)

유역	계			생활용			공업용			농업용			기 타		
	개소	이용량	이용량 구성비 (%)	개소	이용량	이용량 구성비 (%)	개소	이용량	이용량 구성비 (%)	개소	이용량	이용량 구성비 (%)	개소	이용량	이용량 구성비 (%)
계	1,703	4,007	100.0	1,053	2,866	71.5	7	19	0.5	642	1,120	28.0	1	2	0.05
JS-01	952	1,262	31.5	498	843	29.4	2	13	67.2	452	406	36.3	-	-	-
JS-02	382	1,047	26.1	260	582	20.3	5	6	32.8	117	458	40.9	-	-	-
JS-03	175	572	14.3	128	446	15.6	-	-	-	47	126	11.3	-	-	-
JS-04	135	808	20.2	117	685	23.9	-	-	-	17	121	10.8	1	2	100.0
JS-05	59	318	7.9	50	310	10.8	-	-	-	9	9	0.8	-	-	-

※ ()는 유역별 이용량 구성비의 합계



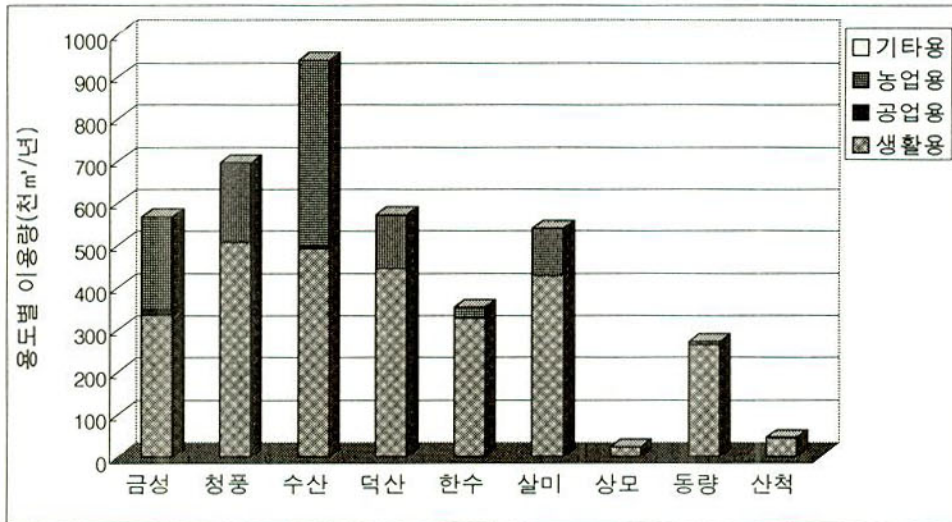
<그림 3-1-8> 용도별 관정개발비율



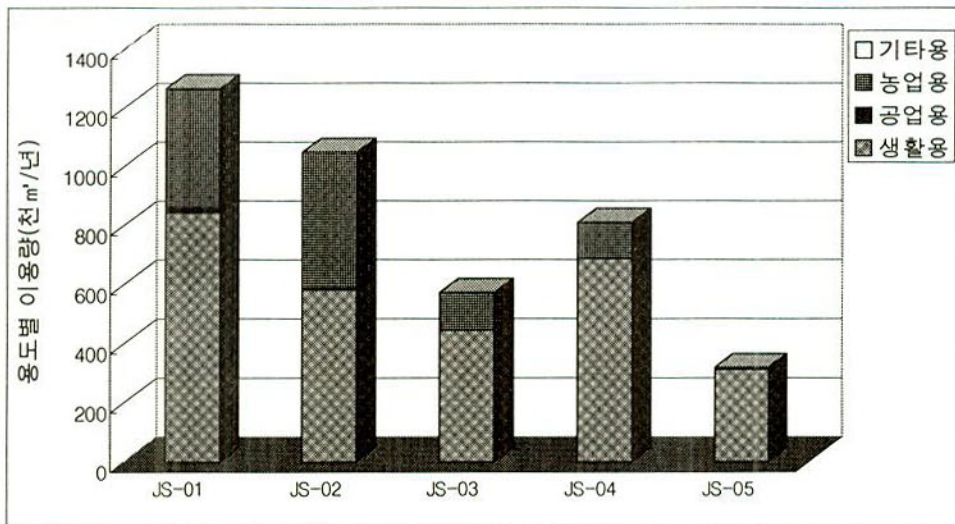
<그림 3-1-9> 용도별 지하수이용 현황

지하수이용비율을 살펴볼 때 면별로는 수산면의 지하수이용량이 940천m³/년으로 23.5%의 가장 큰 지하수 이용비율을 보이고, 청풍, 덕산, 금성, 살미, 한수, 동량면 순으로 이용비율이 높게 나타났으며, 상모면이 23천m³/년으로 0.8%의 가장 낮은 지하수이용비율을 보인다.

유역별로는 가장 큰 면적을 차지하는 JS-01유역이 1,265천m³/년으로 31.6%의 가장 큰 지하수 이용비율을 점하고 있으며, JS-05유역이 318천m³/년으로 7.9%의 가장 낮은 지하수 이용비율을 나타내었다.



<그림 3-1-10> 읍면별/용도별 지하수이용현황



<그림 3-1-11> 유역별/용도별 지하수이용현황

조사지역에 해당하는 읍면/구역의 면적이 상당히 차이가 있으므로 지하수 이용 정도를 총이용량으로 비교하기보다는 해당 읍면/구역의 단위면적당 지하수이용량으로 비교하는 것이 합리적이다.

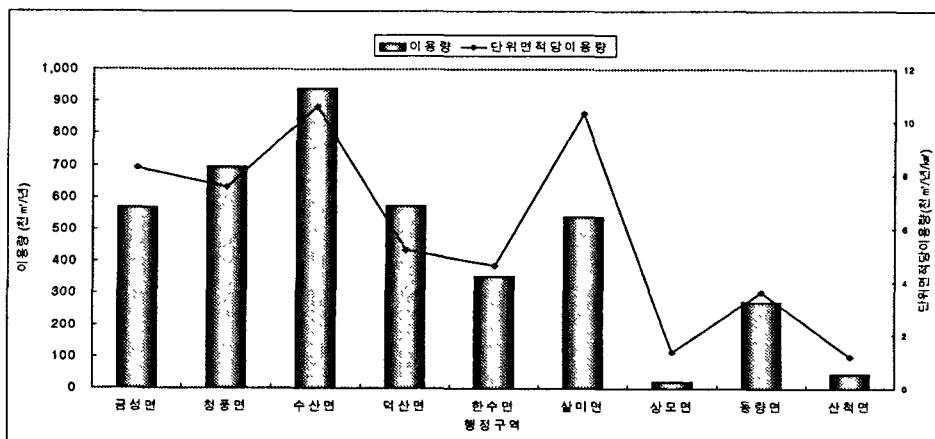
조사지역의 지하수의 년간이용량은 4,007천m³/년으로 단위면적당 이용량은 6.5천m³/년/km²(17.8m³/일/km²)으로 전국 평균인 39.9천m³/년/km²(109.4m³/일/km²)보다는 훨씬 낮아 지하수개발이용이 저조한 것으로 조사되었다(지하수조사연보 2000).

읍면별로는 제천시 수산면의 단위면적당 지하수이용량이 10.6천m³/년/km²으로 가장크게 나타났으며, 1.2천m³/년/km²의 가장 낮은 단위면적당 지하수이용량을 보이는 지역은 충주시 산척면으로 나타났다<표 3-1-10, 그림 3-1-12>.

조사지역의 단위면적당 관정개발 밀도는 평균 2.8공/km²이며, 금성면의 관정개발 밀도가 12.2공/km²로 가장 높게 나타났으며, 산척면의 관정밀도가 0.4공/km²로 가장 낮았다.

<표 3-1-10> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황

읍면	개소수 (공)	이용량 (천m ³ /년)	면적 (km ²)	관정밀도 (공/km ²)	단위면적당이용량	
					(천m ³ /년/km ²)	(천m ³ /일/km ²)
계	1,703	4,007	616.7	2.8	6.5	17.8
금성면	831	567	68.4	12.2	8.3	22.7
청풍면	121	695	91.7	1.3	7.6	20.8
수산면	354	940	89.0	4.0	10.6	28.9
덕산면	175	572	109.8	1.6	5.2	14.3
한수면	108	352	75.9	1.4	4.6	12.7
살미면	45	540	52.4	0.9	10.3	28.2
상모면	10	23	16.5	0.6	1.4	3.8
동량면	43	272	75.0	0.6	3.6	10.0
산척면	16	46	38.1	0.4	1.2	3.3



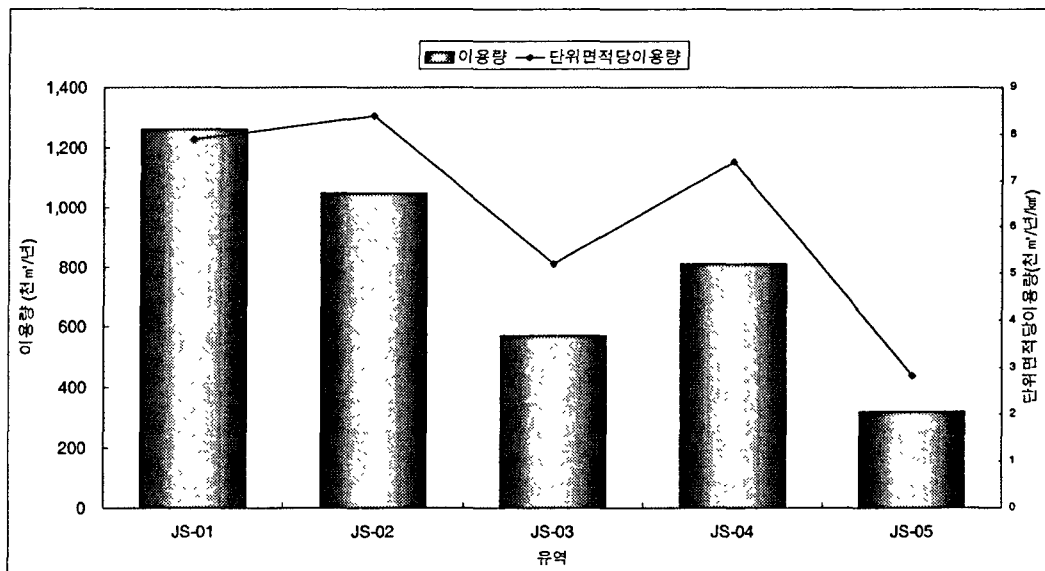
<그림 3-1-12> 읍면별 단위면적당 지하수이용현황

유역별로 볼 때 단위면적당 지하수이용량이 가장 큰 곳은 JS-02 유역으로 8.4천m³/년/km²이며, JS-05 유역이 2.8천m³/년/km²의 가장 낮은 단위면적당 지하수이용량을 갖는 것으로 조사되었다<표 3-1-11, 그림 3-1-13>.

유역별 관정밀도가 가장 높은 지역은 지하수 외의 대체용수원이 부족한 JS-01 유역(5.9공/km²)이며, JS-05유역이 가장 낮은 관정밀도인 0.5공/km²를 보인다.

<표 3-1-11> 유역별 단위면적당 지하수이용현황

유역	개소수 (공)	이용량 (천m ³ /년)	면적 (km ²)	관정밀도 (공/km ²)	단위면적당이용량	
					(천m ³ /년/km ²)	(천m ³ /일/km ²)
계	1,703	4,007	616.7	2.8	6.5	17.8
JS-01	952	1,262	160.0	5.9	7.9	21.6
JS-02	382	1,046	124.7	3.1	8.4	23.0
JS-03	175	572	109.8	1.6	5.2	14.3
JS-04	135	808	109.0	1.2	7.4	20.3
JS-05	59	318	113.1	0.5	2.8	7.7



<그림 3-1-13> 유역별 단위면적당 지하수이용현황

다. 폐공현황

제산지구 이용현황조사 집계대상 관정 중 원상복구(폐공처리완료공)된 관정들의 폐공 발생 원인별 내역은 <표 3-1-12>에 나타나 있다. 표에서 나타나는 바와 같이 원상복구된 관정은 모두 60공으로서 소형관정 2공, 대형관정이 58공이며, 폐공 발생 원인별 현황을 살펴보면, 수량부족이 48공, 수질부적합으로 인한 폐공이 9공, 공내붕괴등 기타사유로 인한 폐공이 3공이다.

<표 3-1-13>은 이용시설이 전혀 없고 사용하지 않는 관정으로 지하수 수질을 오염시킬 우려가 현저하므로 소유주 또는 관리자와 협의를 거쳐 적법한 폐공처리 방법에 의해 원상복구 하거나, 관정세척, 우물능력조사, 오염현황 및 지하수환경 위해성조사 등의 정밀조사 결과에 의거 당초목적 또는 타용도로 재활용하여야 한다.

<표 3-1-12> 제산지구 지하수관정의 폐공발생 원인별 현황

(단위 : 공)

구 분	계	폐 공 발 생 원 인				비고
		수량 부족	수 질 부적합	수질 악화	기타	
계	60(2)	48(2)	9	-	3	()내서는 소형관정
금성면	8(2)	8(2)	-	-	-	
청풍면	12	12	-	-	-	
수산면	13	11	2	-	-	
덕산면	14	6	5	-	3	
한수면	4	3	1	-	-	
살미면	4	3	1	-	-	
상모면	2	2	-	-	-	
동량면	3	3	-	-	-	

<표 3-1-13> 제산지구 방치관정 내역

관정번호	관정구분	위 차				좌표	
		시	면	리	지번	TMX	TMY
100169	대형	제천	청풍	학현	395	306807.87	390314.65
200015	대형	제천	수산	구곡	125-1	305133.44	383569.62
300500	대형	제천	덕산	신현	1658-79	302930.02	380595.30
400072	대형	충주	상모	미륵	168	297551.83	371021.16

※ 2001년 12월까지의 조사자료

3.1.2 잠재오염원 현황

잠재오염원(지하수의 잠재오염원)이란 지하수 오염의 원인이 되는 유해물질(hazardous material)을 생산, 저장, 취급, 운반, 가공 및 처리함으로써 지하수를 오염시킬 우려가 있는 시설, 장치, 구조물, 장소를 의미한다.

잠재오염원은 점오염원과 비점오염원으로 구분된다. 점오염원은 폐수배출시설, 오수 정화시설, 지하저장탱크 등과 같이 오염배출원이 뚜렷한 장소인 점의 형태로 존재하면서 오염을 유발시킬 수 있는 것이며, 비점오염원은 골프장 및 대규모 농경지 등과 같이 넓은 지역에 면의 형태로 퍼져 있는 것이다.

가. 점오염원

조사된 점오염원의 분포현황은 <표 3-1-14> 및 <그림 3-1-14>와 같다.

<표 3-1-14> 점오염원 분포현황

(단위 : 개소)

읍면	계	축사	폐수 배출시설	오수 배출시설	주유소	쓰레기 매립지
계	237	90	12	117	14	4
금성면	91	61	3	25	2	-
청풍면	33	13	4	14	1	1
수산면	22	3	3	13	3	-
덕산면	25	4	2	14	4	1
한수면	18	3	-	13	1	1
살미면	18	2	-	13	2	1
상모면	6	-	-	6	-	-
동량면	13	1	-	12	-	-
산척면	11	3	-	7	1	-

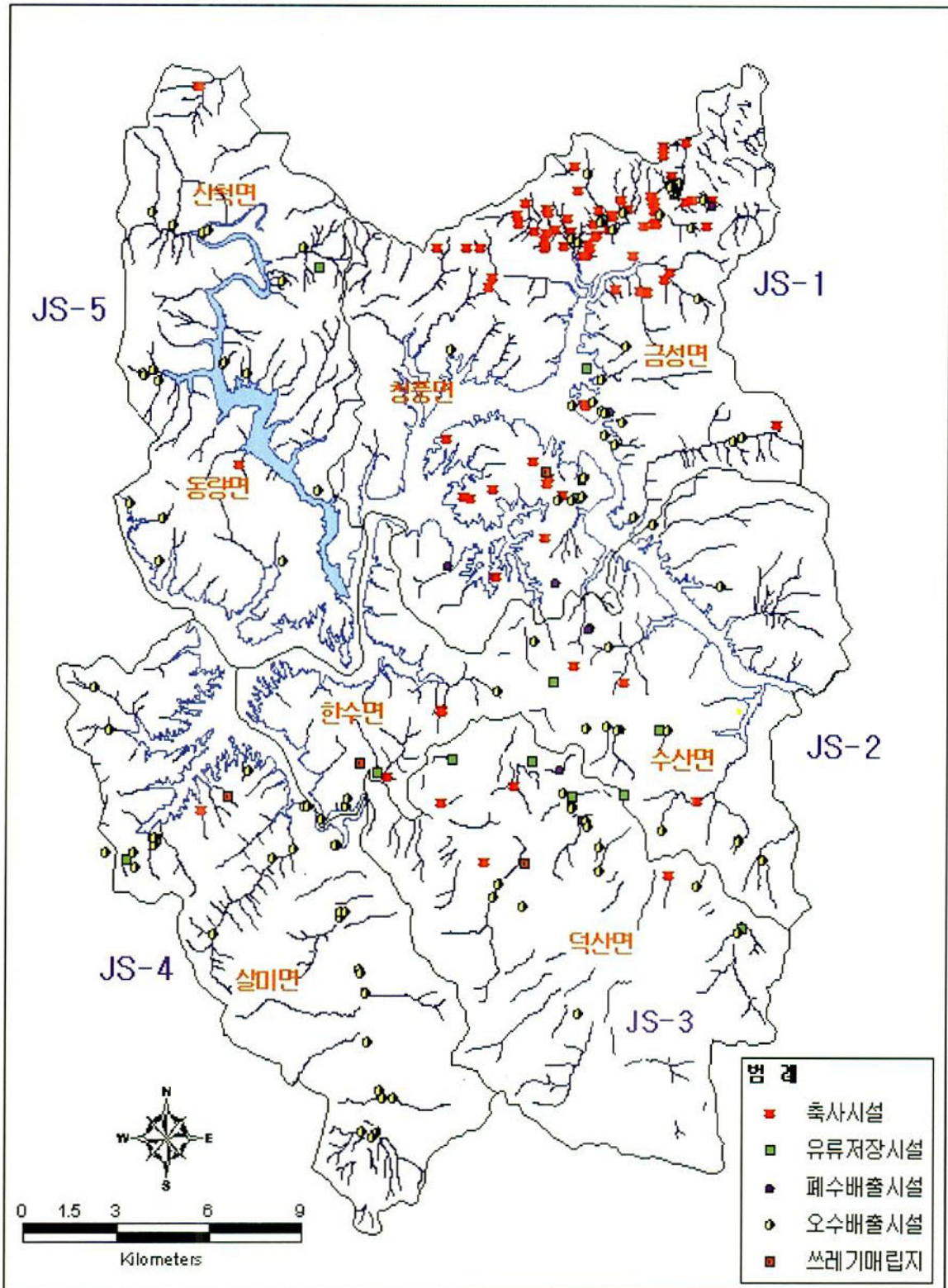
※ 매립지 : 현재 매립종료

위의 표에서 가장 많은 분포현황을 보이는 인자는 축사와 오수배출시설로서 각각 90개소, 117개소 총207개소로 조사전체 점오염원의 87.3%에 해당한다. 축사 시설은 행정관서에 신고·허가 처리된 시설 및 현장조사시 미신고된 시설을 추가하여 조사대상으로 하였다. 폐수는 소비생활과 산업활동중 발생하는 액체성 또는 고체성 폐기물이 혼입되어 그대로 사용할 수 없는 물을 말하며, 오수는 액체성 또는 고체성의 더러운 물질이 섞이어 그 상태로는 사람의 생활이나 사업활동에 사

용할 수 없는 물로서 사람의 일상생활과 관련하여 수세식화장실, 목욕탕, 주방등에서 배출되는 것을 말한다. 이와같은 오수 및 폐수를 배출하는 곳으로 처리시설을 갖추어 행정관서에 신고·허가처리된 자료를 바탕으로 현장조사 하였다. 조사시설중 사육규모별로 분포현황을 정리하면 <표 3-1-15>와 같다. 각 점오염원의 조사자료는 별책부록으로 정리하였으며 그 위치도는 <그림 3-1-14>와 같다.

<표 3-1-15> 축사시설의 규모별 분류

시 설	사육규모	개소수	비 고	
합 계		90	-	
우사	소 계	56	-	
	육우	50두 이하		52
		51~100두		3
		100두 이상		1
	유우	소 계		5
		50두 이하		5
		51~100두		-
		100두 이상		-
돈사	소 계	11	-	
	100두 이하	5		
	101~500두	2		
	501두 이상	4		
양계장	소 계	6	-	
	10,000수 이하	3		
	10,001수 이상	3		
기타	소 계	12	(사슴, 염소, 개)	
	20두 이하	1		
	21 ~30두	6		
	31두 이상	5		



<그림 3-1-14> 점오염원 위치도

나. 비점오염원

□ 농경지

대규모농경지에 해당하는 농업진흥지역은 농지를 효율적으로 이용·보전하기 위하여 농지법 제30조에 의거하여 시·도지사가 지정하며, 이를 다시 용도구역으로 구분하여 농업진흥구역과 농업보호구역으로 지정한다.

농업진흥구역은 농지조성사업 또는 농업기반정비사업이 기시행 또는 시행 중인 지역으로서 농업용으로 이용하고 있거나 이용할 토지가 집단화되어 있는 지역과, 위 외의 지역으로서 농업용으로 이용할 토지가 집단화되어 있는 지역을 대상으로 한다.

농업보호구역은 농업진흥지역의 용수원 확보 등 농업환경 보호를 위하여 필요한 지역에 지정토록 하고 있다.

2001년 12월 기준으로 제천·충주시의 경지면적은 전체면적 186,632ha의 15.7%인 29,269ha(제천시 : 11,918ha, 충주시 : 17,351ha)이며, 이중 농업진흥지역으로 지정된 면적은 31%에 해당하는 9,091ha(제천시 : 2,407.5ha, 충주시 : 6,683.6ha)이다.

다. 오염부하량

잠재오염원은 점오염원과 비점오염원으로 대별되며, 부하량 산정을 위하여 조사된 점오염원으로는 사람에 의하여 발생하는 생활오수와 가축사육으로 인하여 발생하는 축산폐수, 비점오염원으로는 토지이용(전, 답, 대지, 임야, 기타)에 따라 우수로 인한 오염유출수로 가정하여 오염부하량을 산출하였다.

인자별 발생오염부하량은 다음식에 의하여 산출된다.

$$\text{오염부하량} = \sum(\text{가축종별 마리수} \times \text{발생원단위})$$

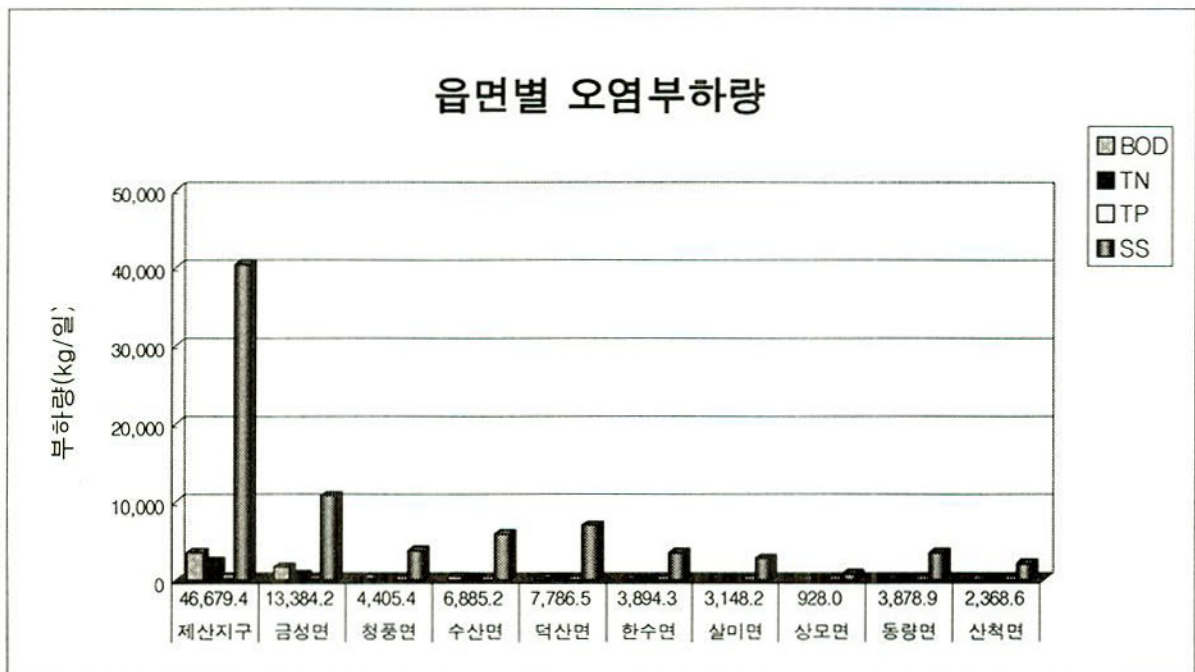
$$\text{오염부하량} = \sum(\text{인구수} \times \text{발생원단위})$$

$$\text{오염부하량} = \sum(\text{토지지목별 면적} \times \text{발생원단위})$$

상기식에 의하여 산출된 조사지역 내 잠재오염원부하량은 <표 3-1-17>과 <그림 3-1-15~16>에 나타내었다.

조사지구 전체에 대한 오염발생부하량을 큰순서로 나열하면 SS(부유물질)>BOD(생화학적산소요구량)>T-N(총질소)>T-P(총인)순으로 나타나며, 잠재오염원별 오염부하량은 토지이용>가축>인구 순으로 조사되었다<그림 3-1-16>.

조사지구내 가축에 의한 오염부하량은 제천시 금성면이 가장 크고, 인구에 의한 오염부하량은 인구수에 비례하여 제천시 덕산면이 가장 크며, 토지이용에 따른 오염부하량도 덕산면이 가장 큰 것으로 조사되었다.



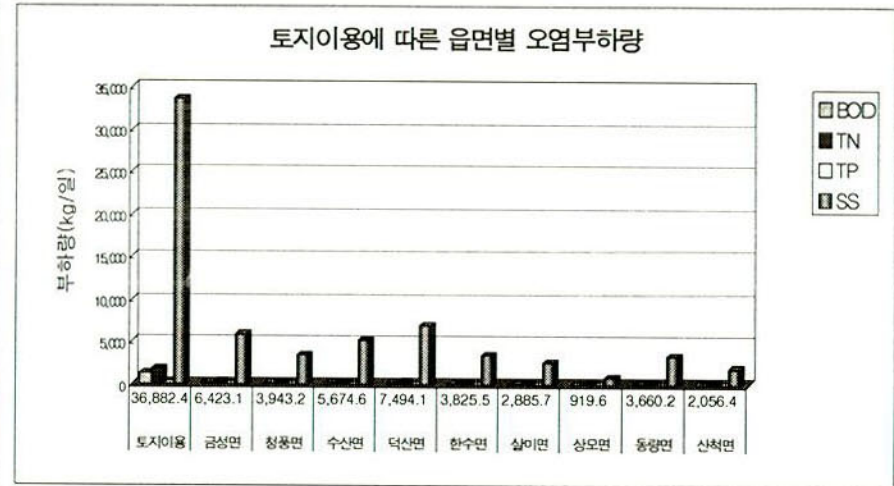
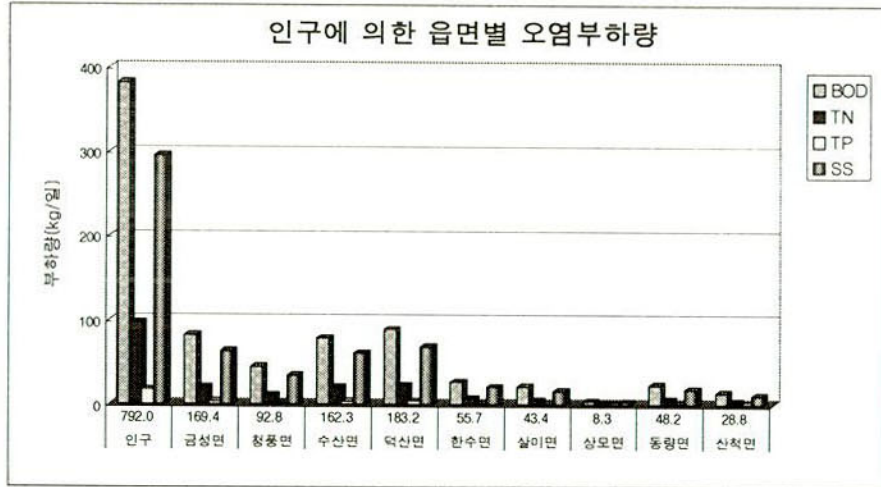
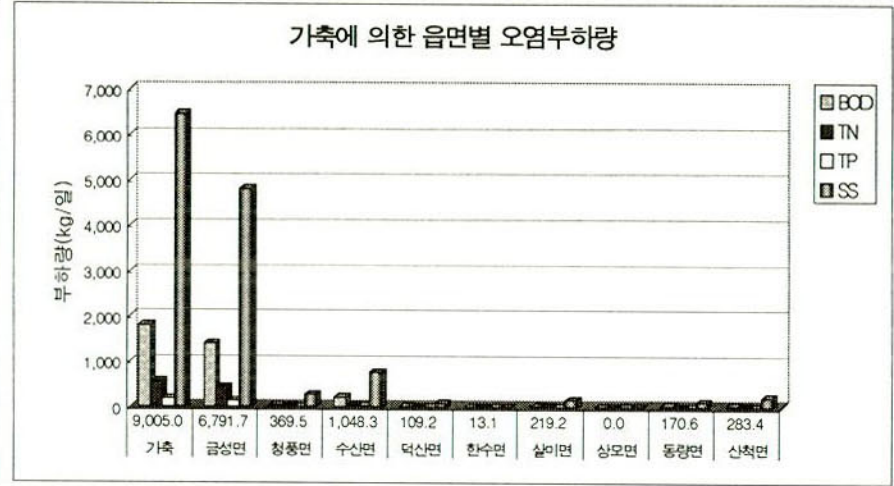
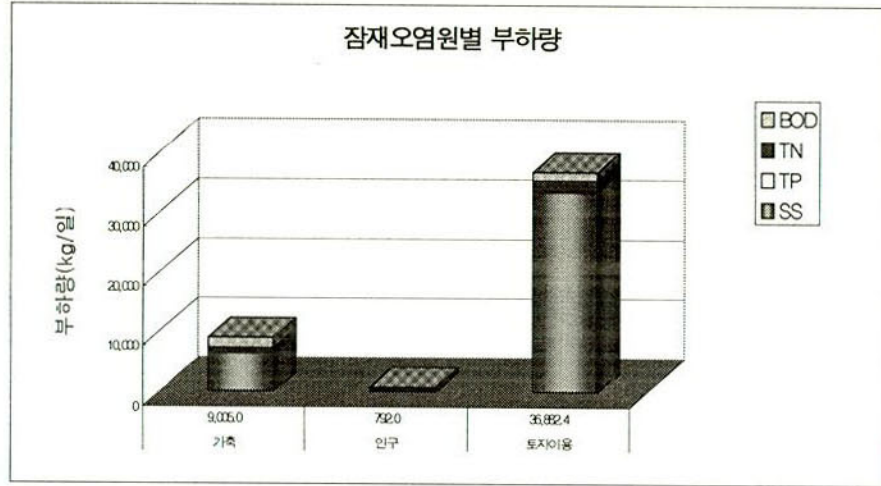
<그림 3-1-15> 제산지구 읍면별 오염부하량

<표 3-1-17> 제산지구 잠재오염원별 부하량

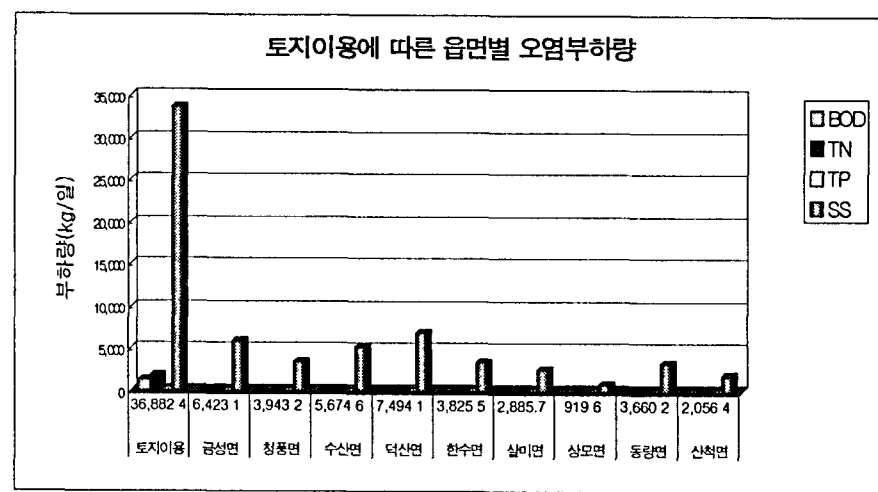
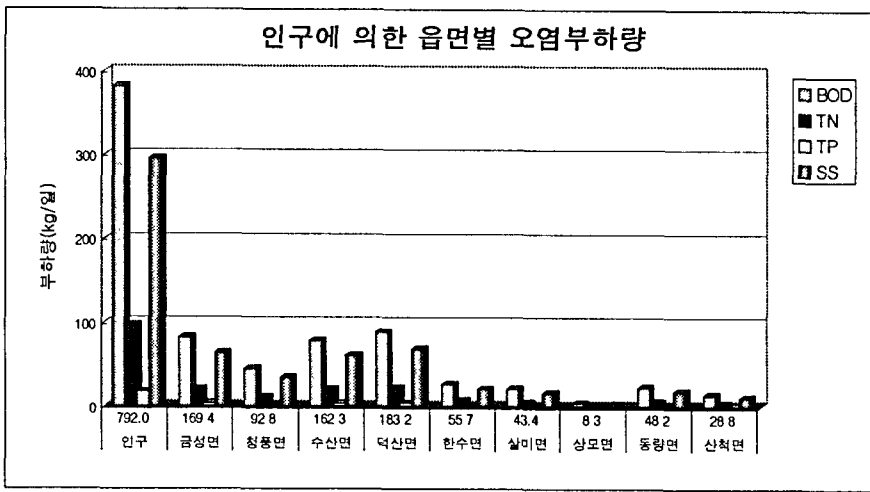
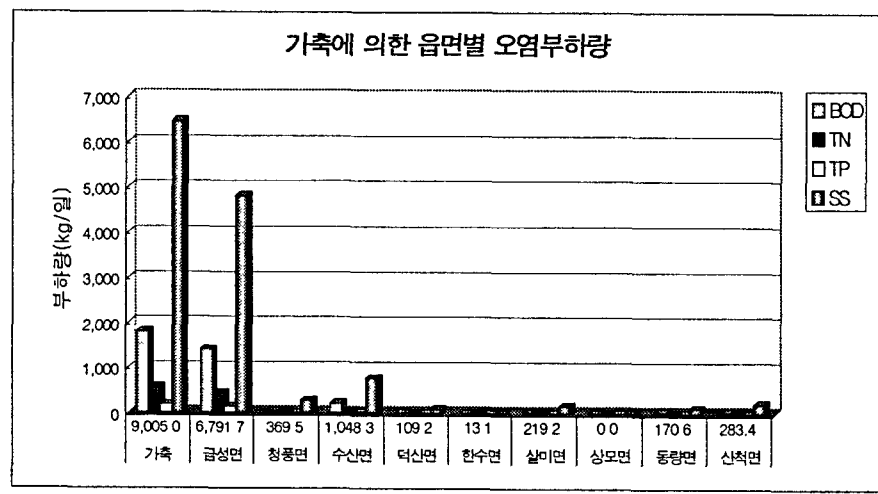
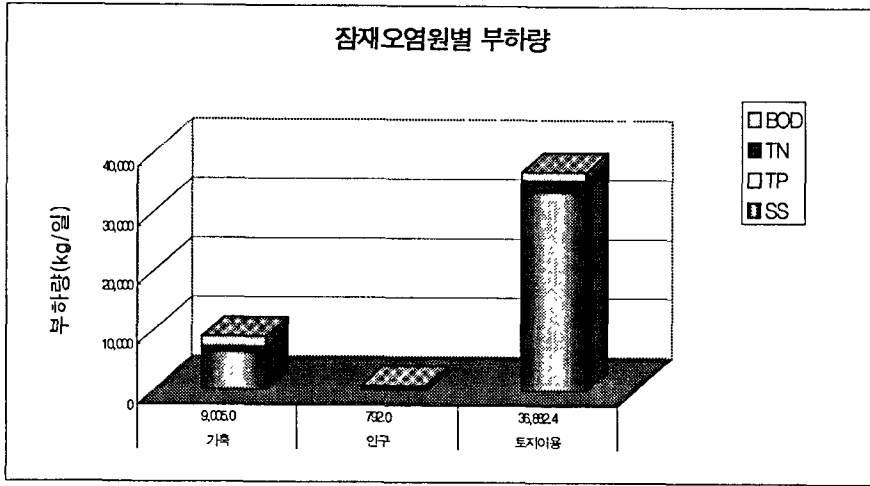
(단위 : 부하량 kg/일, 단위면적당 부하량 kg/km²/일)

읍면	면적 (km²)	총 계					가 축					인 구					토지이용				
		계	BOD	TN	TP	SS	계	BOD	TN	TP	SS	계	BOD	TN	TP	SS	계	BOD	TN	TP	SS
계	616.7	46,679.4 (673.8)	3,559.6 (50.3)	2,502.3 (35.9)	266.2 (3.8)	40,351.3 (583.8)	9,005.0 (130.2)	1,802.7 (25.9)	565.8 (8.2)	182.7 (2.6)	6,453.8 (93.4)	792.0 (10.4)	382.2 (5.0)	96.5 (1.3)	17.5 (0.2)	295.8 (3.9)	36,882.4 (533.1)	1,374.7 (19.3)	1,840.0 (26.4)	65.9 (0.9)	33,601.8 (486.5)
금성면	68.4	13,384.2 (195.7)	1,720.5 (25.2)	755.9 (11.1)	163.5 (2.4)	10,744.4 (157.1)	6,791.7 (99.3)	1,401.1 (20.5)	442.2 (6.5)	143.8 (2.1)	4,804.6 (70.3)	169.4 (2.5)	81.7 (1.2)	20.6 (0.3)	3.8 (0.1)	63.2 (0.9)	6,423.1 (93.9)	237.6 (3.5)	293.0 (4.3)	15.9 (0.2)	5,876.6 (85.9)
청풍면	91.7	4,405.4 (48.1)	285.4 (3.1)	284.9 (3.1)	13.3 (0.1)	3,821.8 (41.7)	369.5 (4.0)	54.6 (0.6)	23.4 (0.3)	4.8 (0.1)	286.7 (3.1)	92.8 (1.0)	44.8 (0.5)	11.3 (0.1)	2.1 (0.0)	34.6 (0.4)	3,943.2 (43.0)	186.0 (2.0)	250.2 (2.7)	6.4 (0.1)	3,500.5 (38.2)
수산면	89.0	6,885.2 (77.4)	522.4 (5.9)	354.9 (4.0)	37.8 (0.4)	5,970.1 (67.1)	1,048.3 (11.8)	218.6 (2.5)	52.1 (0.6)	22.3 (0.3)	755.3 (8.5)	162.3 (1.8)	78.3 (0.9)	19.8 (0.2)	3.6 (0.0)	60.6 (0.7)	5,674.6 (63.8)	225.5 (2.5)	283.0 (3.2)	11.9 (0.1)	5,154.2 (57.9)
덕산면	109.8	7,786.5 (70.9)	346.6 (3.2)	357.3 (3.3)	18.2 (0.2)	7,064.3 (64.3)	109.2 (1.0)	15.8 (0.1)	7.0 (0.1)	1.4 (0.0)	85.0 (0.8)	183.2 (1.7)	88.4 (0.8)	22.3 (0.2)	4.1 (0.0)	68.4 (0.6)	7,494.1 (68.2)	242.4 (2.2)	328.0 (3.0)	12.8 (0.1)	6,910.9 (62.9)
한수면	75.9	3,894.3 (51.3)	163.7 (2.2)	206.3 (2.7)	6.1 (0.1)	3,518.2 (46.4)	13.1 (0.2)	1.9 (0.03)	0.8 (0.01)	0.2 (0.003)	10.2 (0.13)	55.7 (0.7)	26.9 (0.4)	6.8 (0.1)	1.2 (0.02)	20.8 (0.3)	3,825.5 (50.4)	134.9 (1.8)	198.7 (2.6)	4.7 (0.1)	3,487.2 (46.0)
살미면	52.4	3,148.2 (60.1)	177.4 (3.4)	174.0 (3.3)	9.0 (0.2)	2,787.9 (53.2)	219.2 (4.2)	32.2 (0.6)	14.2 (0.3)	2.8 (0.1)	170.0 (3.2)	43.4 (0.8)	20.9 (0.4)	5.3 (0.1)	1.0 (0.02)	16.2 (0.3)	2,885.7 (55.1)	124.3 (2.4)	154.5 (2.9)	5.2 (0.1)	2,601.7 (49.6)
상모면	16.5	928.0 (56.4)	28.9 (1.8)	43.8 (2.7)	1.0 (0.1)	854.2 (51.9)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	8.3 (0.5)	4.0 (0.2)	1.0 (0.1)	0.2 (0.01)	3.1 (0.2)	919.6 (55.9)	24.9 (1.5)	42.8 (2.6)	0.8 (0.1)	851.1 (51.7)
동량면	75.0	3,878.9 (51.7)	200.1 (2.7)	209.4 (2.8)	10.3 (0.1)	3,459.0 (46.1)	170.6 (2.3)	37.7 (0.5)	8.0 (0.1)	3.9 (0.1)	121.0 (1.6)	48.2 (0.6)	23.2 (0.3)	5.9 (0.1)	1.1 (0.01)	18.0 (0.2)	3,660.2 (48.8)	139.2 (1.9)	195.6 (2.6)	5.4 (0.1)	3,320.1 (44.3)
산척면	38.1	2,368.6 (62.2)	114.5 (3.0)	115.8 (3.0)	7.0 (0.2)	2,131.3 (55.9)	283.4 (7.4)	40.8 (1.1)	18.1 (0.5)	3.5 (0.1)	221.0 (5.8)	28.8 (0.8)	13.9 (0.4)	3.5 (0.1)	0.6 (0.02)	10.8 (0.3)	2,056.4 (54.0)	59.8 (1.6)	94.2 (2.5)	2.8 (0.1)	1,899.5 (49.9)

※ () 단위면적당 오염부하량



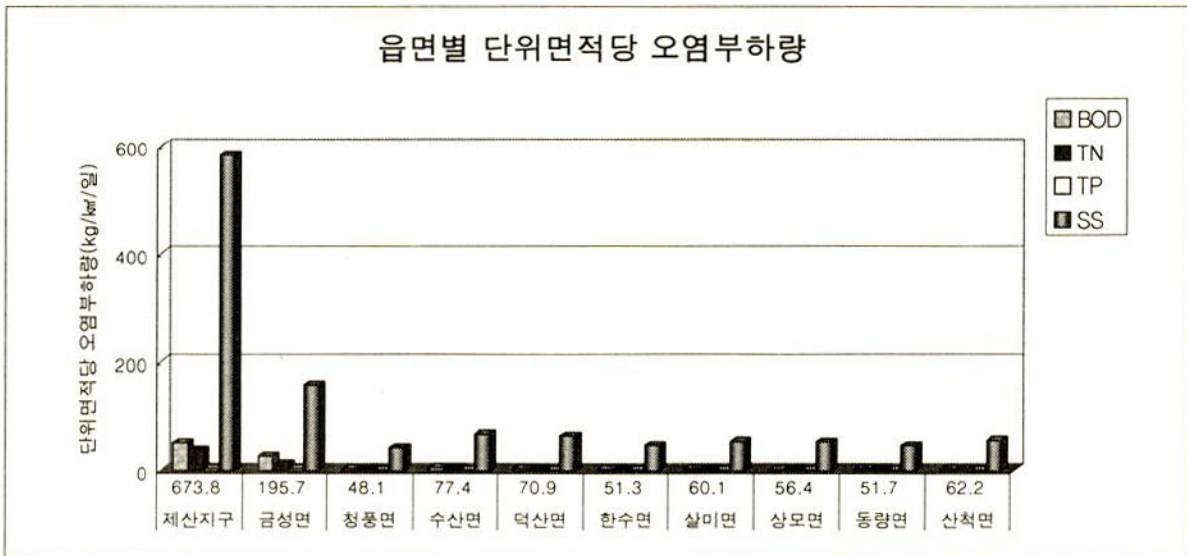
<그림 3-1-16> 잠재오염원별 오염부하량



<그림 3-1-16> 잠재오염원별 오염부하량

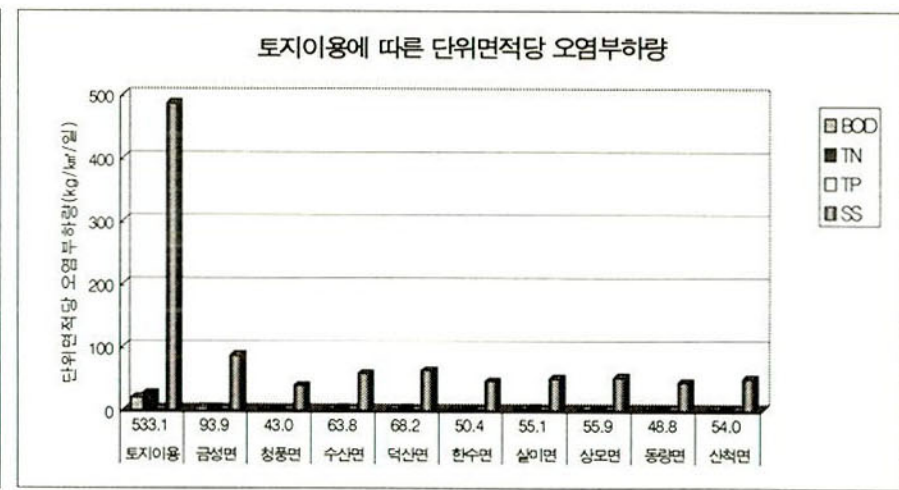
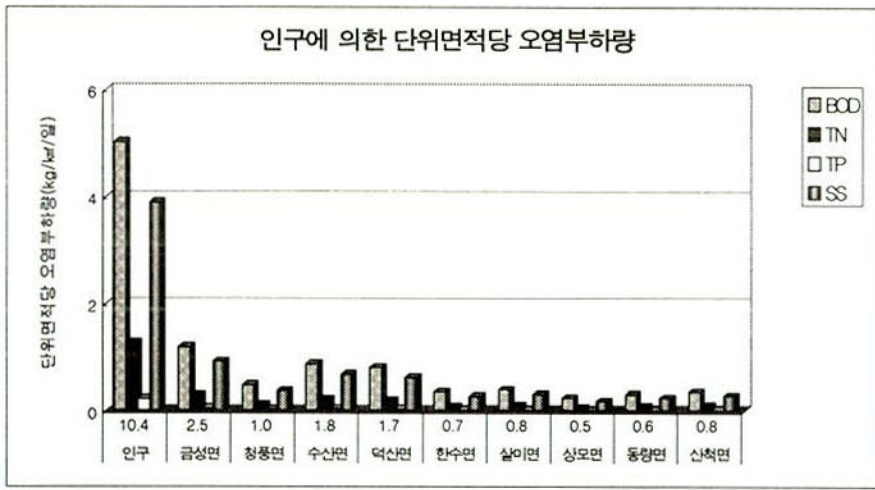
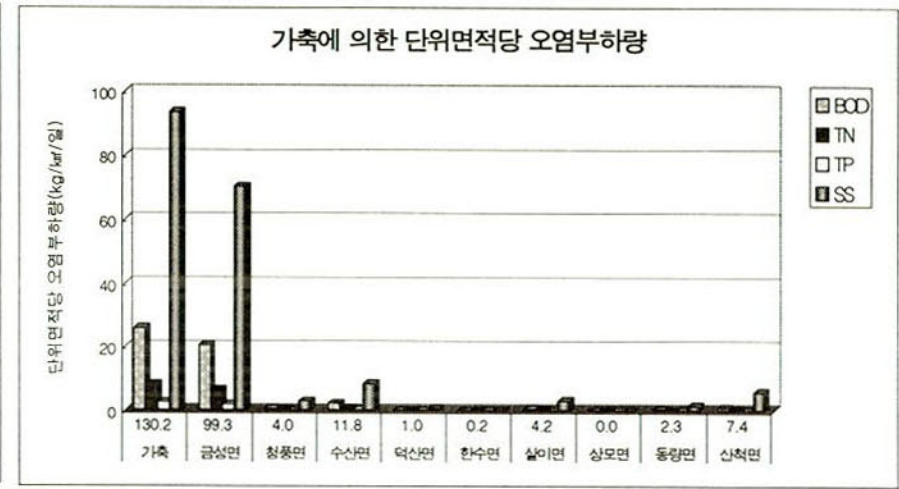
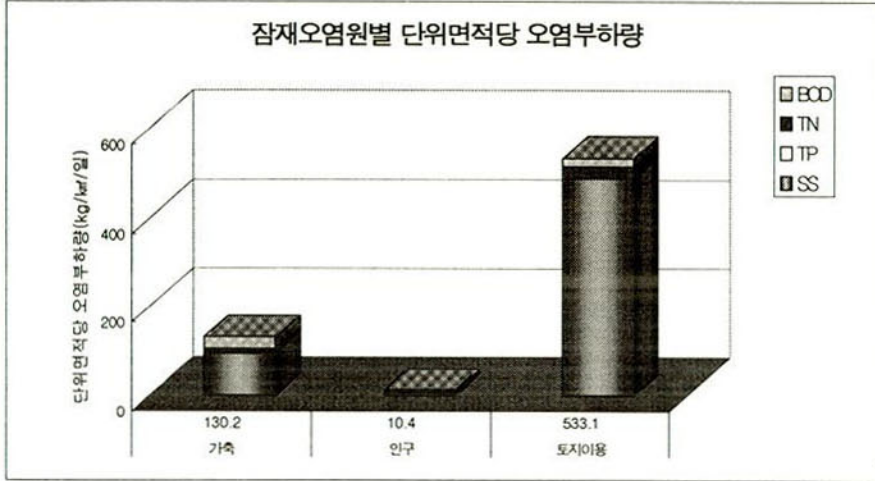
라. 단위면적당 오염부하량

조사지구내 읍면별 오염부하량 총량을 상대적으로 비교하기 위하여 단위면적당 오염부하량을 산출 비교하였다<표 3-1-17>. 단위면적당 오염발생부하량이 가장 큰 지역은 제천시 금성면이고 제천시 수산면>제천시 덕산면>충주시 산척면>충주시 살미면>충주시 동량면>충주시 상모면>제천시 한수면>제천시 청풍면 순으로 그 값이 작게 나타났다<그림 3-1-18>.



<그림 3-1-17> 읍면별 단위면적당 오염부하량

가축에 의한 단위면적당 오염부하량이 가장 크게 나타나는 지역은 제천시 금성면이고, 인구 및 토지이용에 의한 단위면적당 오염부하량 또한 모두 제천시 금성면에서 가장 크게 나타났다.



<그림 3-1-18> 잠재오염원별 단위면적당 오염부하량

3.1.3 기 조사현황

제산지구에 대한 지하수 조사현황은 <표 3-1-18>과 같다.

수맥조사는 1982년부터 농림부주관으로 농업기반공사에서 시행하고 있으며, 가뭄상습지역의 지하수개발 예정지역에 지하수부존상태 및 개발가능량 등을 조사하여 개발성공률을 높이고 효율적인 가뭄대책을 추진하며, 조사성과품인 수맥조사 보고서는 당해 시·도, 시·군과 공공기관 등에 배부하여 지하수 개발시 기초자료로 활용토록 하고 있다. 제산지구내에는 1986년부터 총 20지구에 대하여 수맥조사를 실시하였으며, 시추실적은 25개공에 이른다.

지하수영향조사는 '93년 12월 제정된 지하수법을 '97년 1월 1차 개정시 개발·이용 허가제, 영향조사 및 시공업 등록제를 도입하여, 허가 대상 규모로 지하수를 개발·이용하고자 하는 자는 시장·군수의 허가를 받도록 하고, 허가 신청시 지하수영향조사기관이 조사하여 작성한 지하수영향조사서를 제출하여 허가를 받도록 규정하고 있다. 본 조사지구내에는 농업기반공사에서 실시한 12건의 지하수영향조사 실적이 있다.

농업용 대형관정 시설진단 및 폐공찾기는 2000년까지 농촌지역에 개발된 기존시설 및 지하수개발과정에서 발생한 숨겨진 폐공을 찾아 원상 복구함으로써 수질오염을 방지할 목적으로 전국의 농촌지역을 대상으로 실시하였으며, 제산지구 내에 위치하는 암반관정 44공의 시설진단 실시한 결과는 정상이용 39공, 정비대상 4공, 관측공 활용 1공으로 조사되었다.

충주에는 수안보(단순천), 양성(탄산천), 문강(유황천)의 3개온천이 있으며 수안보 온천지구는 관광특구로 지정되어있고, 충운온천, 능암온천, 돈산온천지구는 일반 관광지인데 3지구를 양성온천지구라 통칭하여 부른다. 본 조사지구내에는 온천이 없으나 인근에 수안보 온천지구(충주시 상모면소재)가 위치한다.

<표 3-1-18> 제산지구 지하수 조사현황

조사명	조사량	조사기간	조사자	성과물 명칭
수맥조사	20지구	'86 ~ '02	농업기반공사	수맥조사보고서
지하수영향조사	12지구	'97 ~ '02	농업기반공사	지하수영향조사서
농업용대형관정 시설진단 및 폐공찾기	1건	'00 ~ '01	농업기반공사	농업용대형관정시설진단 및 폐공찾기보고서

3.2 지하수 산출특성

3.2.1 지하수 수리특성

가. 수위변동 및 유동특성

조사지역 내의 합리적인 지하수위 조사를 위하여 이용실태 조사시 파악된 관정에 대하여 유역별로 충적대수층(우물 및 소형관정)과 암반대수층으로 구분하여 갈수기(2002년 10월 2~21일)와 풍수기(2003년 8월 14~9월 30일) 두 번에 걸쳐 일제히 지하수위를 조사하였다. 조사지역의 수위조사 관정수는 갈수기 164개소(충적 36, 암반 128), 풍수기 163개소(충적 19, 암반 144)이며, 그 조사내용은 <표 3-2-1>, <그림 3-2-1>과 같다.

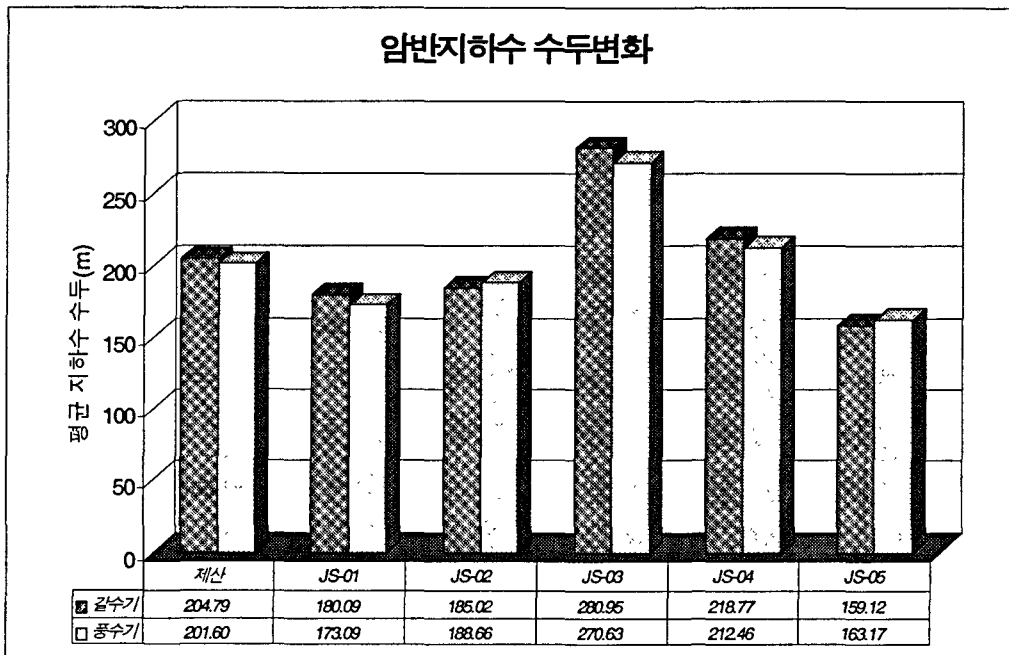
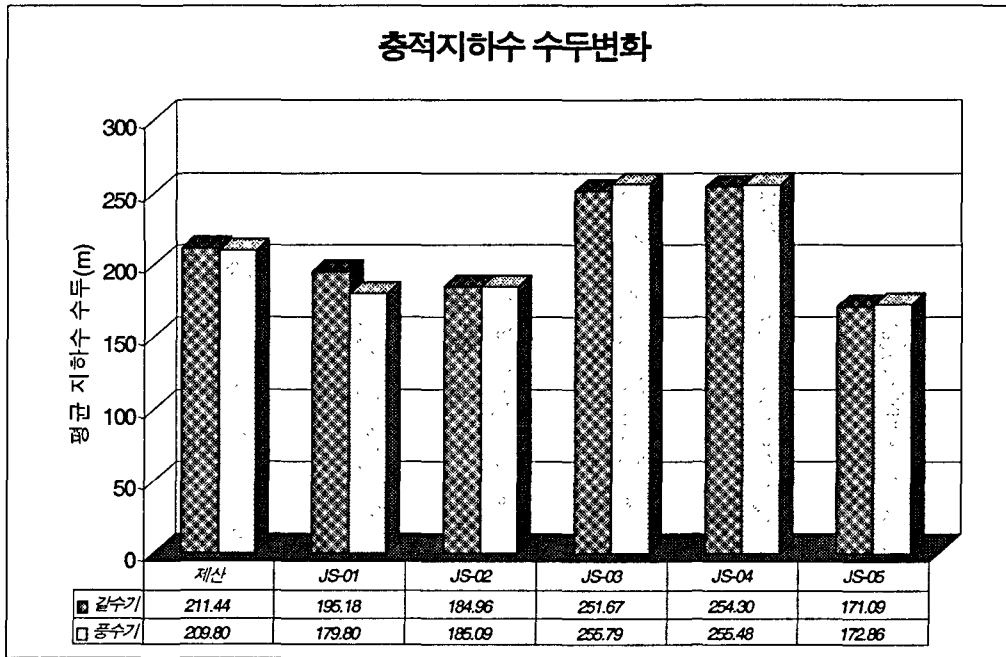
지하수 평균 수두값은 유역별로 대체로 평균 해발고도와 유사한 패턴을 보이고, 갈수기와 풍수기의 수두값은 충적지하수의 경우 지하수의 함양에 의하여 수두는 평균 1.64m 상승하였고, 암반지하수의 경우는 평균 3.2m 상승하였다. 현장조사시 충적지하수의 경우 모터펌프설치가 설치되어 있는 경우와 관정을 사용중인 경우 또한 가정용의 경우 보호시설로인한 수위측정불가 관정이 많은 관계로 조사량이 적어 자료의 적정성에 아쉬움으로 지적된다.

유역별로 볼 때 갈수기와 풍수기의 지하수 수두 차이가 큰 지역은 생활 및 농업수로서의 지하수의존도가 높은 JS-01, JS-03 유역으로 조사되었다.

<표 3-2-1> 지하수 수두분포 현황

(단위 : m)

유역	충적지하수								암반지하수							
	갈수기				풍수기				갈수기				풍수기			
	최대	최소	평균	표준편차	최대	최소	평균	표준편차	최대	최소	평균	표준편차	최대	최소	평균	표준편차
계	299.24	145.38	211.44	15.81	297.80	145.21	209.80	10.15	448.30	81.88	204.79	29.07	448.74	76.42	201.60	21.39
JS-01	299.24	150.19	195.18	54.45	198.48	163.71	179.80	17.53	399.66	81.88	180.09	72.90	373.86	76.42	173.09	66.09
JS-02	225.51	145.38	184.96	37.09	225.67	145.21	185.09	36.95	266.24	138.24	185.02	37.53	267.93	147.99	188.66	36.05
JS-03	274.52	234.72	251.67	14.71	279.50	235.31	255.79	17.02	448.30	154.21	280.95	84.65	448.74	153.15	270.63	81.05
JS-04	295.00	232.10	254.30	35.30	297.80	232.81	255.48	36.68	389.31	137.05	218.77	72.53	376.01	93.08	212.46	69.09
JS-05	184.77	157.40	171.09	19.35	187.62	158.10	172.86	20.87	185.94	137.71	159.12	15.23	295.15	131.49	163.17	32.82

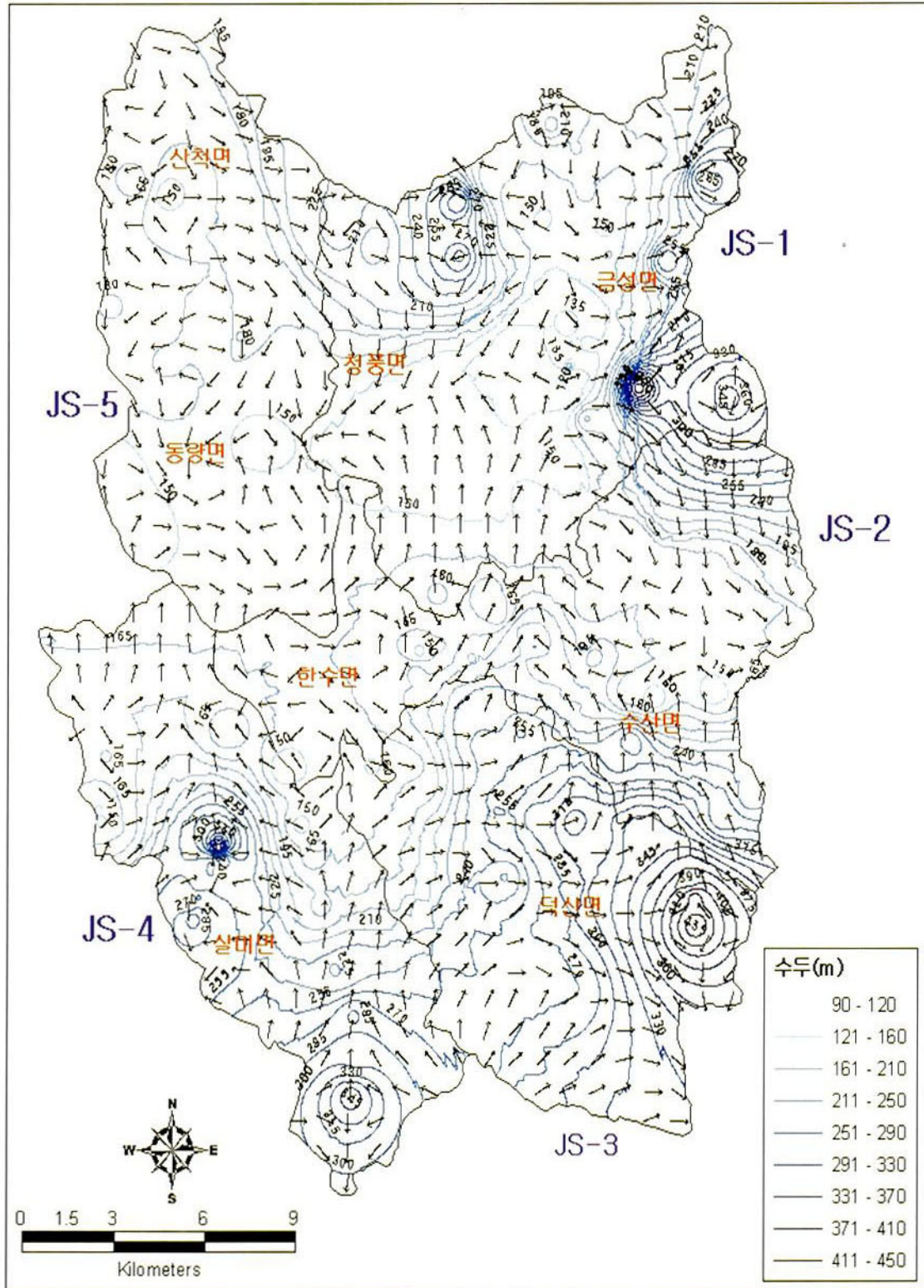


<그림 3-2-1> 갈수기와 풍수기 총적 및 암반지하수 수두변화

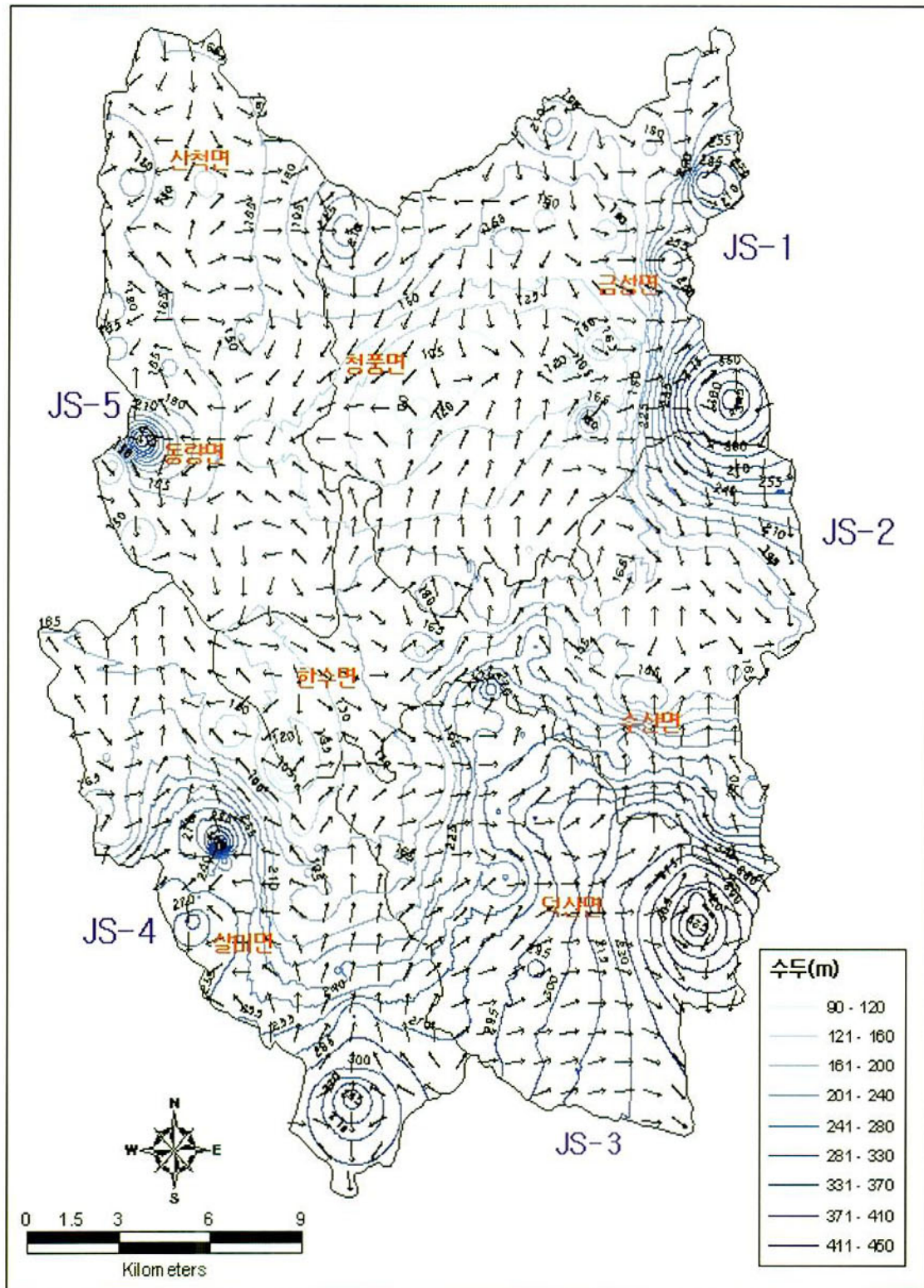
<그림 3-2-2~3>은 갈수기와 풍수기의 지하수두 등고선을 나타내는 그림으로 등고선의 수직방향으로 수두가 높은 곳에서 낮은 곳으로 지하수의 유동이 이루어진다. 유동방향을 나타내는 화살표가 발산하는 지역(짙은푸른색)은 지하수두가 높은 지역으로 지하수의 충전이 이루어지는 지하수함양지역이고, 화살표가 수렴하는 지역(녹색)은 저지대로서 지하수배출지역임을 나타낸다.

지하수의 함양이 이루어지는 곳은 JS-01 유역의 제천시 금성면 활산리, 도전리, 학현리 JS-03 유역은 제천시 덕산면 도기리, 월악리 JS-04 유역은 제천시 한수면 송계리, 충주시 상모면 미륵리가 해당하며 이는 본 지구주변에 발달된 산계를 중심으로 함양지역이 형성되어 있고 또한 지하수배출지역은 지하수유동방향도에서와 마찬가지로 지구중심 즉 저지대인 충주호로 지하수배출이 이루어짐을 알 수 있다.

조사지역을 전체적으로 살펴볼 때 갈수기와 풍수기의 평균 수두값은 지역에 따라 차이는 있으나 풍수기가 약1.6m 높은 것으로 조사되었고 전반적인 지하수두 등고선의 양상은 시기별로 동일하며, 지하수 함양 및 배출지역도 동일한 것으로 조사되었다. <그림 3-2-2~3>은 갈수기와 풍수기의 지하수두 등고선도와 유동방향을 표현한 것이다.



<그림 3-2-2> 갈수기 지하수두등고선도 및 유동방향도



<그림 3-2-3> 풍수기 지하수두등고선도 및 유동방향도

나. 대수층 수리특성

대수층의 수리특성 조사 방법으로는 순간수위변화시험, 양수시험, 수위회복시험, 단계양수시험, 팩커를 이용한 주수시험 등이 있으며 본조사에서는 순간수위변화시험과 양수시험을 적용하였다.

1) 순간수위변화시험

조사지역 관정 주변지역의 투수성을 확인하기 위해 21개소에서 순간수위변화시험을 실시하였다<표 3-2-2>. 시험결과 얻어진 자료는 AQTESOLV 프로그램으로 분석하였으며 Bouwer-Rice 방법과 Hvorslev 방법을 적용하였다. 분석 결과 얻어진 유역별, 지질별, 대수층별 수리전도도값은 <표 3-2-3>과 같다.

<표 3-2-2> 대수성시험 조사관정 유역별 현황

소유역	순간수위변화시험			양수시험		
	계	총적	암반	계	총적	암반
계	21	17	4	11	-	11
JS-01	9	8	1	2	-	2
JS-02	3	2	1	4	-	4
JS-03	4	3	1	4	-	4
JS-04	2	1	1	1	-	1
JS-05	3	3	-	-	-	-

<표 3-2-3> 순간수위변화시험 결과

대수층	소유역	관정 공번	심도 (m)	지질 기호	시	면	리	K (cm/sec)	method	
층적	01	100024	3	-	제천시	금성면	대장리	9.43E-03 1.23E-02	Bouwer-Rice Hvorslev	
		100035	19	-	제천시	금성면	사곡리	1.23E-04 1.48E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		100045	13	-	제천시	금성면	양화리	6.20E-04 7.68E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		100069	26	-	제천시	금성면	월림리	1.13E-04 1.33E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		100086	25	-	제천시	금성면	적덕리	8.11E-04 9.64E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		100089	10	-	제천시	금성면	중전리	1.32E-04 1.68E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		100093	9	-	제천시	금성면	포전리	1.57E-03 1.98E-03	Bouwer-Rice Hvorslev	
		100097	23	-	제천시	금성면	활산리	4.98E-04 5.94E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
	02	200007	19	-	제천시	수산면	고명리	5.91E-04 7.19E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		200046	5	-	제천시	수산면	도전리	1.19E-04 1.55E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
	03	300006	13	-	제천시	덕산면	삼전리	5.18E-04 6.48E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		300007	8	-	제천시	덕산면	삼전리	2.70E-04 3.43E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		300022	8	-	제천시	덕산면	성암리	5.52E-05 7.18E-05	Bouwer-Rice Hvorslev	
	04	400054	11	-	충주시	살미면	내사리	8.96E-05 1.12E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
	05	500016	24	-	충주시	동량면	지동리	7.86E-04 9.37E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		500044	6	-	충주시	산척면	명서리	1.54E-04 2.00E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		500046	11	-	충주시	산척면	명서리	3.87E-05 4.86E-05	Bouwer-Rice Hvorslev	
	암반	01	100169	73	bg	제천시	청풍면	학현리	3.00E-05 3.42E-05	Bouwer-Rice Hvorslev
		02	200015	73	do	제천시	수산면	구곡리	3.91E-06 4.45E-06	Bouwer-Rice Hvorslev
		03	300050	76	ls	제천시	덕산면	신현리	1.26E-04 1.43E-04	Bouwer-Rice Hvorslev
04		400072	73	ko	충주시	상모면	미륵리	1.33E-06 1.33E-06	Bouwer-Rice Hvorslev	

* 지질 : bg - biotite granite, do - dolomite, ls - limestone, ko - kowoonri formation

2) 양수시험

11개소의 관정에 대한 양수시험자료를 AQTESOLV 프로그램을 사용하여 분석하였으며 분석시 Theis법과 Cooper-Jacob 직선법을 적용하였다. 분석결과는 <표 3-2-4>와 같다.

<표 3-2-4> 양수시험 결과

대수층	소유역	관정 공변	지질	시	면	리	캐빙 반경 (m)	관정 심도 (m)	자연 수위 (m)	K (m/sec)	T (m/day)	S	model	method
암반	01	100108	ls	제천시	금성면	활산리	0.125	84	2.15	1.5E-06	10.90	2.E-01	confined	Theis
										1.4E-06	9.91	2.E-01	confined	Cooper-Jacob
										1.4E-06	9.87	3.E-01	confined	Theis(Recovery)
	100145	ls	제천시	청풍면	연론리	0.125	180	5.62	4.2E-07	6.29	3.E-01	confined	Theis	
									5.2E-07	7.84	2.E-01	confined	Cooper-Jacob	
									9.5E-07	14.28	6.E+01	confined	Theis(Recovery)	
	02	200041	kq	제천시	수산면	대전리	0.100	87	1.2	1.9E-07	1.40	4.E-01	confined	Theis
										2.8E-07	2.03	1.E-01	confined	Cooper-Jacob
										1.8E-07	1.29	1.E+01	confined	Theis(Recovery)
		200064	do	제천시	수산면	수산리	0.125	128	0.7	3.3E-05	359.00	6.E-09	confined	Theis
										5.1E-05	559.70	3.E-15	confined	Cooper-Jacob
										8.6E-05	945.70	2.E+01	confined	Theis(Recovery)
	200093	ls	제천시	수산면	오티리	0.125	130	7.04	9.4E-07	9.98	6.E-01	confined	Theis	
									1E-06	10.88	4.E-01	confined	Cooper-Jacob	
									2.1E-06	22.66	1.E-13	confined	Theis(Recovery)	
	200134	ocp	제천시	한수면	덕곡리	0.125	120	6.05	2.7E-06	26.96	9.E-01	confined	Theis	
2.5E-06									25.00	8.E-01	confined	Cooper-Jacob		
2.1E-06									20.95	2.E-02	confined	Theis(Recovery)		
03	300001	ls	제천시	덕산면	도기리	0.125	80	5.89	4.1E-06	26.26	1.E-01	confined	Theis	
									4.2E-06	26.68	6.E-02	confined	Cooper-Jacob	
									3.9E-06	25.17	8.E-01	confined	Theis(Recovery)	
	300003	lsi	제천시	덕산면	도전리	0.125	94	5.1	1.9E-06	14.85	2.E+00	confined	Theis	
									2.6E-06	20.17	9.E-01	confined	Cooper-Jacob	
300008	ls	제천시	덕산면	선곡리	0.125	206	6.18	9.5E-07	16.38	4.E-01	confined	Theis		
								6.9E-07	11.98	4.E-01	confined	Cooper-Jacob		
								6.4E-07	11.04	2.E+00	confined	Theis(Recovery)		
300010	ls	제천시	덕산면	선곡리	0.125	128	15.45	7.3E-07	7.08	1.E-01	confined	Theis		
								9.2E-07	9.02	5.E-02	confined	Cooper-Jacob		
04	400047	ko	충주시	살미면	공이리	0.125	100	5	7.6E-06	62.44	2.E+00	confined	Theis	
									7.9E-06	64.62	8.E-01	confined	Cooper-Jacob	
									7.7E-06	62.99	1.E-05	confined	Theis(Recovery)	

* 지질 : ls - limestone, kq - keumsusan quartzite, do - dolomite, ocp - puknori formation, lsi - limesilicate, ko - kowoonri formation

3) 대수층 수리상수 분포

제산지구 순간수위변화시험(충적층 : 17개소, 암반층 : 4개소), 양수시험(암반층 : 11개소)등 제현장조사 32개소를 포함하여 '97년부터 '03년까지 농업기반공사에서 실시한 지하수 영향조사지구 12개소의 양수시험 자료 등 44개소에 대한 투수량계수와 저류계수의 읍·면별 최대, 최소, 평균값을 분석하였고 암반대수층 27개소(순간변위시험 4개소, 양수시험 11개소, 기지하수영향조사자료 12개소)에 대한 분포현황은 <표 3-2-5>와 같다.

분석대상 관정수가 면별로 많은 차이를 나타내고 있는 이유는 지하수 이외의 타 수원공을 주로 이용하거나, 지하수 부존과 관련된 대수층 발달상태가 불량하여 다량의 지하수 개발이 어려워 지하수 신고대상 규모로 개발·이용하기 때문으로 판단된다.

이 중 덕산면과 수산면의 투수량계수에서 최대값과 최소값의 차이가 2,581m³/day, 945.46m³/day로 가장 크게 나타나며, 이와같이 큰 차이를 보이는 것은 암반대수층이 불균질 이방성의 특징을 보이고 있기 때문인 것으로 해석된다.

<표 3-2-5> 암반대수층 읍·면별 수리상수 분포현황

시	면	관정수 (공)	투수량계수 (m ³ /day)			저류계수			비고
			최소	최대	평균	최소	최대	평균	
제천	금성	1	9.87	10.90	10.23	2.2E-01	2.9E-01	2.5E-01	
	청풍	2	1.84	14.28	6.47	1.8E-01	6.0E+01	2.0E+01	
	수산	8	0.24	945.70	116.88	3.2E-15	2.0E+01	2.5E+00	
	덕산	8	4.00	2585.00	242.32	4.4E-04	1.6E+01	1.6E+00	
	한수	5	5.03	26.96	16.35	5.5E-03	8.7E-01	2.5E-01	
충주	살미	1	62.44	64.62	63.35	1.0E-05	2.2E+00	1.0E+00	
	상모	1	0.08	0.08	0.08	-	-	-	I공1회시험
	동량	1	6.44	8.36	7.40	5.7E-03	5.7E-03	5.7E-03	

다. 지하수 부존 특성

본 조사지역에서 충적층 지하수를 개발 적극 이용하고 있는 지역은 제천시 금성면과 수산면 지역이며, 특히 금성면 지역은 동막리와 대장리에서 발원하여 충주호로 유입되는 고교천, 또한 구룡천 주변의 양화리, 월림리, 적덕리, 구룡리등 곡간 평야부에서 충적지하수를 생활 및 영농에 활용하고 있으며, 흑운모화강암의 풍화대가 잘 발달하고 있어 풍화대 지하수 개발도 유리한 지역이다.

암반층의 경우 제천시 청풍면에 가장 많이 개발되어 활용되고 있으며 수산, 한수, 금성, 덕산, 동량면 순으로 고심도의 암반지하수가 개발 이용되고 있어 전체적으로 심부지하수 개발도 가능한 지역으로 판단된다.

1) 충적지하수

충적층은 신생대 제4기의 미고결퇴적물로 이루어져 있으며 내륙의 하상과 해안의 저지대에 분포하여 자갈, 모래, 점토 등으로 구성되어 있다. 충적층은 입자사이에 공극이 발달되어 있어 부존성이 양호하나 구성물질의 종류에 따라 대수성의 차이가 매우 큰 특성을 지닌다.

수맥조사 등 기초조사 자료를 분석한 결과 조사지역 충적층의 평균두께는 4.2m이며 충적층이 발달한 JS-03 유역이 6.4m로 가장 두꺼웠으며 JS-05 유역이 0.5m로 가장 충적층후가 작은 것으로 조사되었다. 순간수위변화시험시 평균 지하수위를 이용한 포화대수층의 두께는 평균 9.9m이며 JS-05 유역이 12.5m로 최대이고 JS-03 유역이 5.0m로 포화대 두께가 가장 작은 것으로 나타났다. 풍수기와 갈수기의 수위차를 이용한 평균 수위차는 0.79m이며, 수위변화가 가장 심한 곳은 지하수 외의 대체 수원이 많지 않은 JS-04, 05 유역으로 각각 1.18, 1.78m의 수위차를 나타냈다<표 3-2-6, 그림 3-2-4>.

각 유역 충적층의 평균 수리전도도는 평균 $6.14 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 이며 JS-01 유역의 수리전도도가 가장 큰 $1.9 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 의 수리전도도값을 보이고 JS-02 유역이 $3.96 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 의 가장 작은 수리전도도 값을 보인다<그림 3-2-5>. 조사지역의 투수량계수는 $0.87 \sim 8.46 \text{m}^2/\text{일}$ 의 비교적 고른 범위를 보인다.

지하수는 강수 및 표류수가 자연적으로 지하로 함양되어 유동 및 배출을 지속하면서 영구적으로 순환하는 재생 수자원이으로서 대수층은 지하수의 유동 통로와 천연 지하저류지의 기능을 갖는다. 조사지역의 충적대수층에 저류된 지하수량을

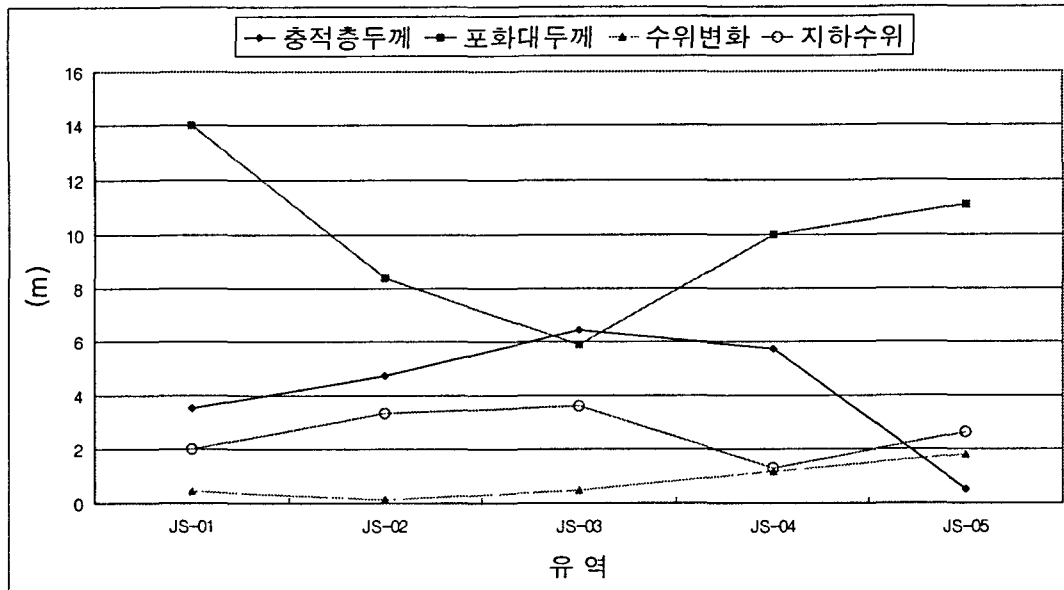
산정하기 위하여 순간수위변화시험시 측정된 지하수위 자료를 토대로 총적대수층의 두께를 파악하였다. 저류량은 총적층 분포면적에 포화대의 두께를 곱하여 계산하였으며, 유효공극율은 총적층 구성물질에 따라 다르나 조사지역 평균값인 20%를 적용하였으며, 총적층 지하수저류량을 구하는 식은 다음과 같다.

$$\text{지하수저류량} = \text{총적층 분포면적} \times \text{포화대 두께} \times \text{유효공극율}$$

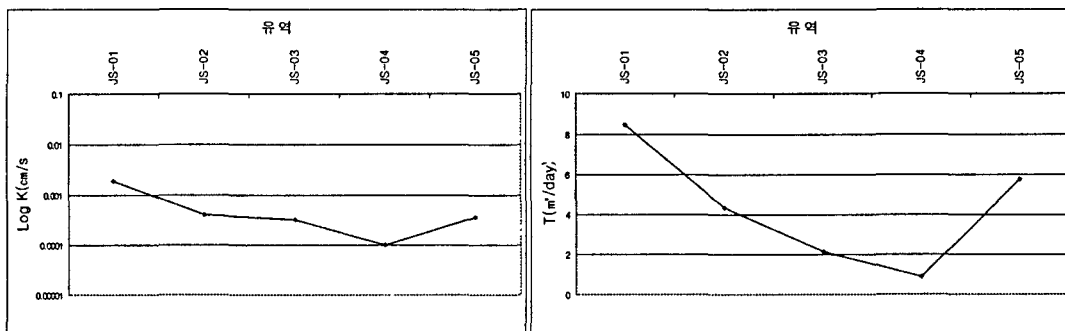
위의 방식에 의하여 구해진 조사지역의 유역별 총적층 지하수 저류량은 125,436천m³이며 유역별로 가장 많은 저류량을 갖는 곳은 총적층 면적이 가장 큰 JS-01유역으로 41,584천m³의 저류량을 갖는다. <그림 3-2-6>은 저류량과 유역면적의 관계를 보여준다.

<표 3-2-6> 유역별 총적대수층 수리특성

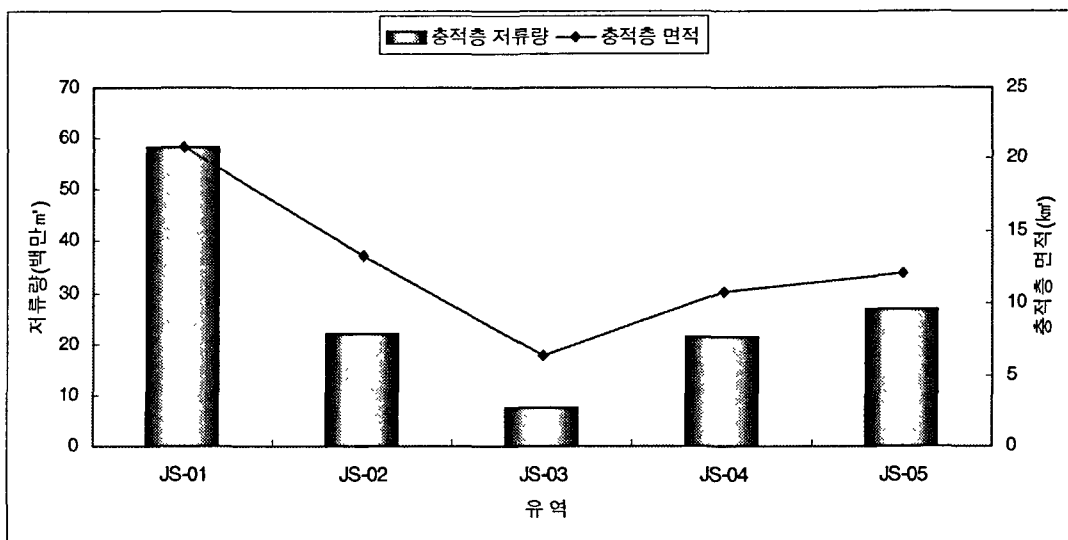
유역	총적층 두께 (m)	포화대 두께 (m)	지하수위 (m)	수위 변화 (m)	총적층 면적 (km ²)	K (cm/초)	T (m ² /일)	저류량 (천m ³)	저류량 변동량 (천m ³)
평균/계	4.2	9.44	2.9	0.79	63.29	6.14E-04	4.31	125,436	45,485
JS-01	3.5	9.98	2.4	0.41	20.83	1.90E-03	8.46	41,584	35,227
JS-02	4.7	9.67	1.2	0.13	13.26	3.96E-04	4.34	25,659	345
JS-03	6.4	5.03	2.1	0.46	6.32	3.18E-04	2.13	6,358	3,084
JS-04	5.8	9.99	6.3	1.18	10.82	1.01E-04	0.87	21,624	2,547
JS-05	0.5	12.52	2.3	1.78	12.06	3.61E-04	5.75	30,210	4,282



<그림 3-2-4> 유역별 충적대수층의 수리특성



<그림 3-2-5> 유역별 충적대수층의 수리전도도와 투수량계수



<그림 3-2-6> 유역별 충적층 면적 및 저류량

2) 암반지하수

일반적으로 암반대수층의 대수성은 기본적으로 암층내에 발달된 절리, 파쇄대 및 단열구조 등의 2차공극과 지하수의 저류 및 유동에 관련되는 지질구조에 좌우된다. 조사지역에는 주로 인구가 밀집한 지역 또는 영농이 활발한 지역만 암반관정이 개발되는 이유로 전체 유역에 대하여 암반지하수의 특성을 파악할 수는 없으나, 조사지역의 암반지하수는 층리, 균열, 절리 및 단층 등 2차 공극을 따라 유동하는 열극형 지하수이며, 기초사 자료를 이용하여 조사지역 암반대수층의 특성을 살펴보면 <표 3-2-7>과 같다.

암반지하수의 개발심도는 평균 111.2m로 JS-03 유역의 평균 개발심도가 119.4m로 가장 깊으며 JS-02 유역이 101.4m로 개발심도가 가장 낮으나 전체적으로 110m 내외로 균등한 편이다. 대수층 구성암석별로 볼 때 천매암에서의 개발심도가 150.0m로 가장 깊으며 변성퇴적암에서의 개발심도가 86.5m로 가장 낮다.

결정질 암석중 화강암질 편마암의 개발심도는 제일 낮고(86.5m) 개발량 또한 제일 낮은 것으로 나타났으며, 천매암질 암석(ocp, sc)이 비교적 심도가 깊고 개발량도 많아 개발심도대 공당 개발량의 상관관계는 낮은 것으로 분석되었다<표 3-2-8, 그림 3-2-7~8>

조사자료의 부족으로 암반대수층의 유역별 투수량계수 비교는 불가능하나 수리전도도는 조사지역중 JS-04 타지역보다 높은 값을 보였으며, 채수량이 비교적 천매암질암, 변성퇴적암이 다른 암석보다 높은 수리전도도 값을 나타냈고, 투수량계수 역시 다른 암석보다 상당히 큰 값(24.3~31.7m²/일)을 나타냈다<그림 3-2-9~10>.

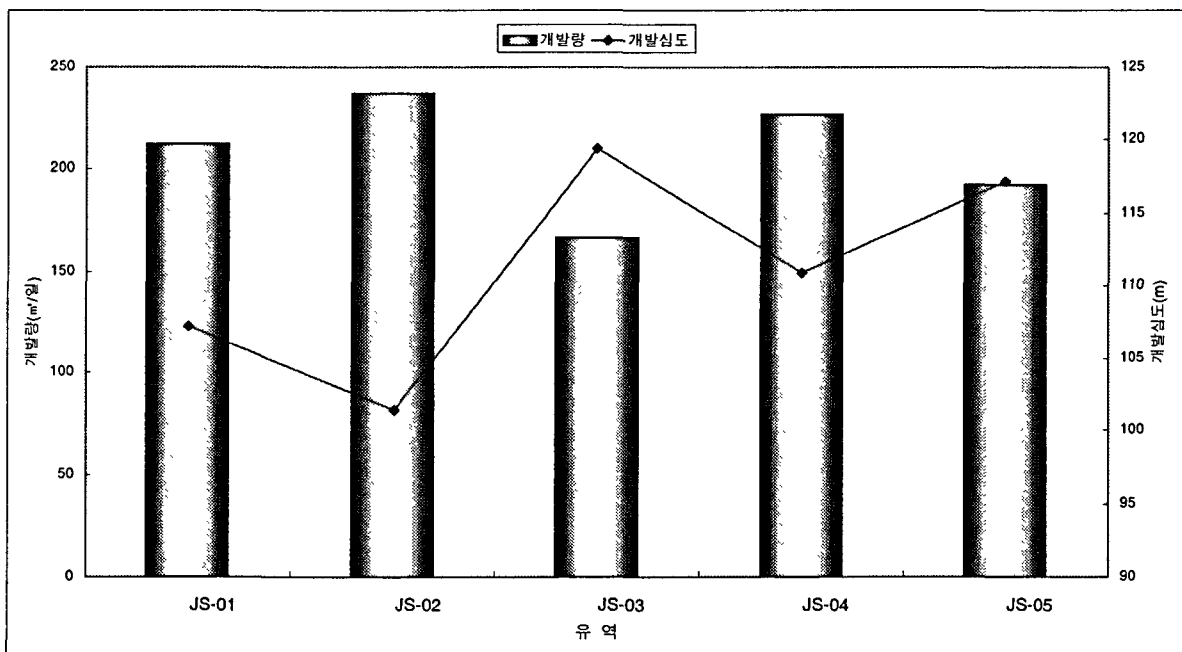
<표 3-2-7> 지질별 암반대수층의 수리특성

지 질	개발심도 (m)	개발량 (m ³ /일)	K (cm/sec)	T (m ² /일)
흑운모화강암	89.0	140	9.75E-05	8.03
돌로마이트	98.3	176	1.23E-04	11.85
흑색점판암	86.5	118	3.87E-04	31.72
금수산규암	87.0	150	2.14E-05	1.57
석회암	135.0	217	1.29E-04	11.69
석회규산염암	122.0	196	1.80E-04	16.61
합력천매암질암	120.0	340	2.47E-04	24.30
규암	105.0	110	1.46E-04	12.62
암회색천매암	150.0	250	6.45E-05	8.36

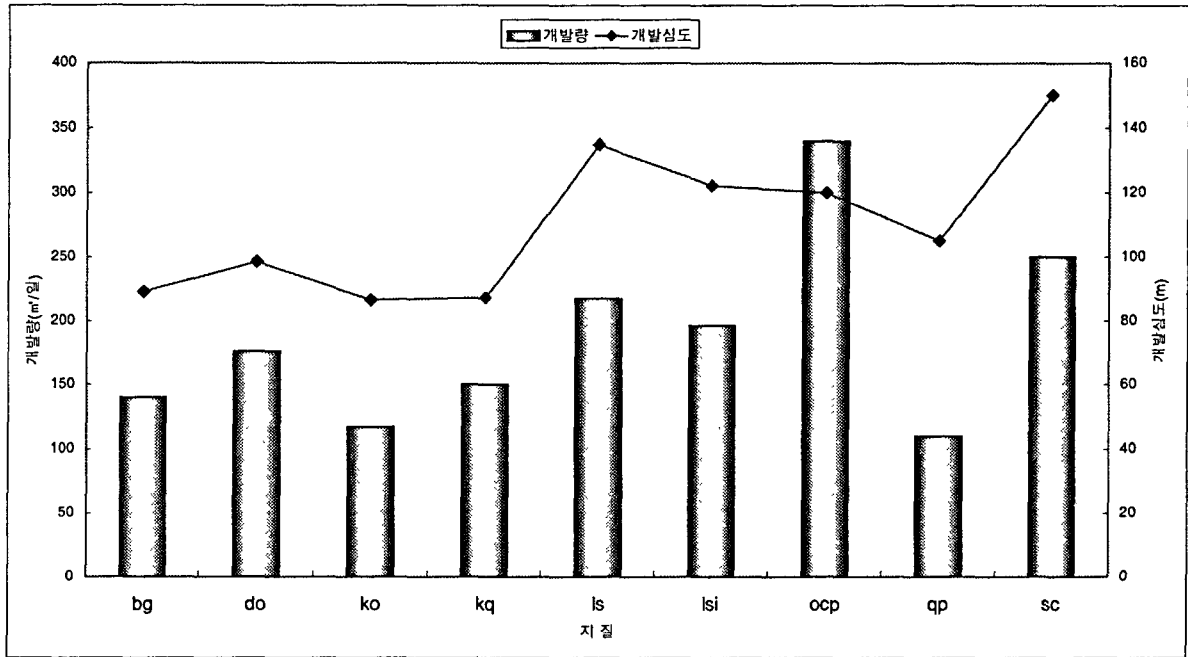
<표 3-2-8> 유역별 암반대수층의 수리특성

유역	지하 수위 (m)	수위 변화 (m)	개발 심도 (m)	개발량 (m ³ /일)	수리 전도도 (cm/sec)	T (m ³ /일)	S	지질
평균/계	8.7	4.40	111.2	206.9	1.4E-04	12.76	1.28E-02	
JS-01	15.2	6.06	107.2	212.0	8.0E-05	7.22	-	ls bg
JS-02	4.6	2.46	101.4	236.9	1.3E-04	12.39	3.09E-02	do ls bg kq ocp
JS-03	7.7	6.25	119.4	166.4	1.5E-04	13.18	6.66E-03	ls lsi
JS-04	8.1	5.71	110.9	226.5	2.6E-04	22.65	8.11E-03	lsi qp ko
JS-05	8.1	1.51	117.1	192.5	6.5E-05	8.36	5.66E-03	sc

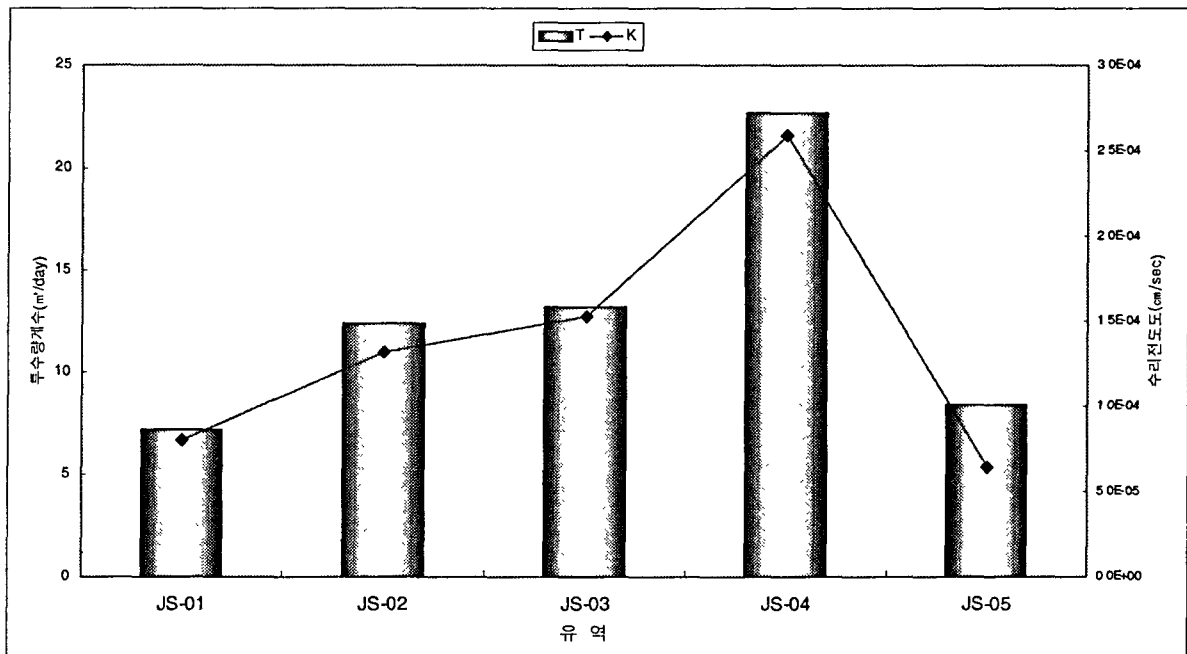
* 지질 : ls - limestone, bg - biotite granite, do - dolomite, kq - keumsusan quartzite, ocp - puknori formation, lsi - limesilicate, qp - quartz porphyry ko - kowoongi formation, sc - surchangni formation



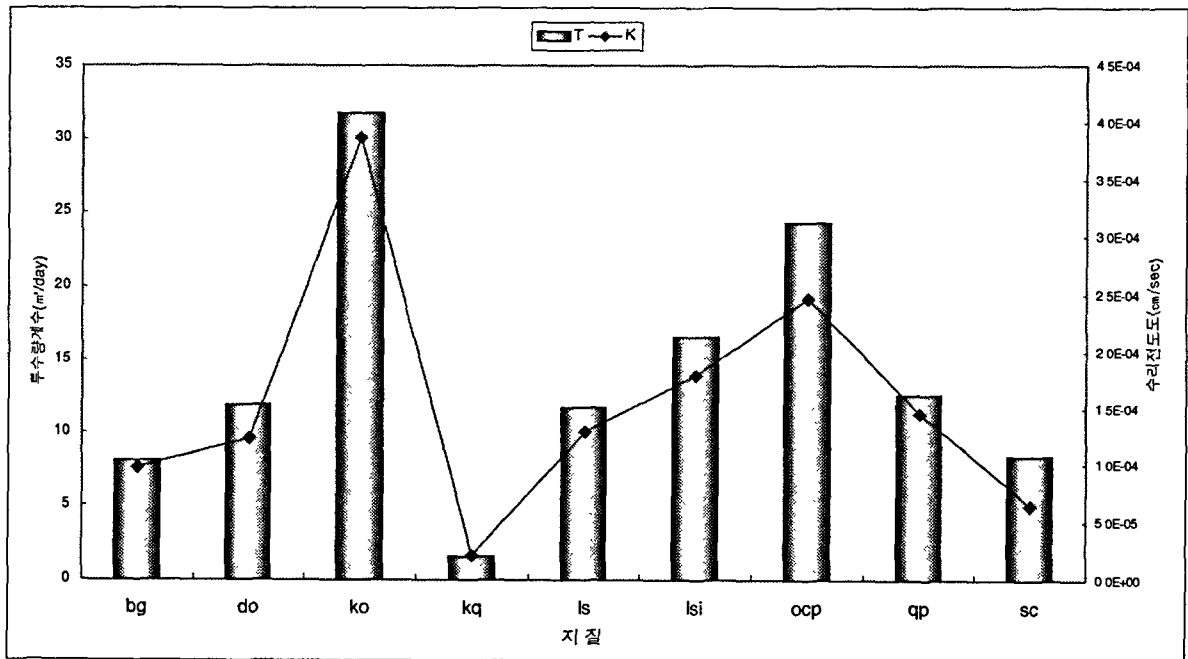
<그림 3-2-7> 유역별 암반지하수 개발심도 및 개발량



<그림 3-2-8> 지질별 암반지하수 개발심도 및 개발량



<그림 3-2-9> 유역별 암반대수층의 투수량계수 및 수리전도도



<그림 3-2-10> 지질별 투수량계수 및 수리전도도

3.2.2 지하수 수질특성

가. 수질현황

1) 현장수질현황

현장수질조사는 지하수위조사와 마찬가지로 2개년(2002~2003년)에 걸쳐 이루어졌으며 1차년도(2002년)의 갈수기(10월)와 2차년도(2003년) 풍수기(8~9월)의 일제조사자료를 바탕으로 분석하였다.

① 온도

조사지역 지하수의 온도는 5.6~23.0℃(층적 5.6~22.9℃, 암반 8.0~23.0℃)의 범위를 보여준다<표 3-2-9>.

지하수 평균온도는 풍수기가 갈수기보다 층적층지하수 4.5℃, 암반층지하수 2.5℃씩 높은 값을 보여주고 있다. 이 값의 차이는 대기온도 상승과 밀접한 관계가 있는 것으로 보인다.

<표 3-2-9> 유역별 지하수 온도 현황

(단위 : ℃)

유역		1차년도(갈수기) (N=307)			2차년도(풍수기) (N=249)		
		최대	최소	평균	최대	최소	평균
계	층적	21.0	5.6	13.9	22.9	13.5	18.4
	암반	22.8	8.0	15.6	23.0	13.1	18.1
JS-01	층적	19.1	8.3	13.9	21.6	13.5	17.7
	암반	20.8	10.3	15.1	23.0	14.1	18.4
JS-02	층적	21.0	5.6	12.1	21.7	16.2	19.1
	암반	19.0	8.8	16.2	22.3	14.7	18.3
JS-03	층적	21.0	6.8	12.7	22.9	16.4	19.0
	암반	17.6	8.0	15.6	21.7	13.4	17.9
JS-04	층적	17.2	14.8	16.0	21.6	16.0	18.0
	암반	22.8	12.8	15.9	22.5	13.1	18.3
JS-05	층적	19.9	11.0	14.9	18.8	17.6	18.1
	암반	19.8	11.9	15.4	21.2	13.1	17.7

② pH

측정된 전체시료의 pH는 5.92~9.3(충적 5.97~8.51, 암반 5.92~9.33)의 범위를 보여준다<표 3-2-10>.

대수층별로 살펴볼 때 갈수기와 풍수기 모두 충적지하수보다 암반지하수의 평균 pH가 0.06~0.25 높게 나타나며, 시기별로는 풍수기의 pH가 갈수기보다 충적지하수 0.02, 암반지하수는 0.21 높게 나타난다. 이 값의 차이는 물-암석 반응이 오래 진행된 지하수의 산출에 의한 것으로 생각된다.

<표 3-2-10> 유역별 수소이온농도 현황

유역		1차년도(갈수기) (N=305)			2차년도(풍수기) (N=249)		
		최대	최소	평균	최대	최소	평균
계	충적	8.51	5.97	7.19	8.43	6.26	7.21
	암반	9.21	5.92	7.25	9.33	6.12	7.46
JS-01	충적	8.51	6.29	7.21	8.43	6.26	7.15
	암반	7.91	6.85	7.34	8.30	6.24	7.43
JS-02	충적	8.25	6.58	7.28	8.01	6.93	7.41
	암반	9.21	6.57	7.34	9.33	6.12	7.52
JS-03	충적	7.65	6.51	7.14	8.10	7.17	7.54
	암반	8.57	6.26	7.24	8.57	6.23	7.48
JS-04	충적	8.08	6.78	7.27	7.83	6.48	7.05
	암반	8.11	6.27	7.15	8.40	6.22	7.43
JS-05	충적	7.56	5.97	7.05	7.54	6.32	6.91
	암반	8.28	5.92	7.16	8.75	6.22	7.44

③ EC

측정된 전체시료의 EC는 27~839 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (충적 43~970, 암반 27~839)의 범위를 보여준다<표 3-2-11>.

갈수기와 풍수기의 EC 평균값은 큰 차이를 보이지는 않으나 갈수기가 약간 높게 나타나고(갈수기 342, 풍수기 305) 충적지하수가 암반지하수보다 높은 EC값을 보인다(충적층 352, 암반층 296 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

유역별로 볼 때 JS-03, 02유역이 타유역의 EC값보다 다소 높은 것으로 조사

되었다.

<표 3-2-11> 유역별 전기전도도 현황

(단위 : $\mu\text{S/cm}$)

유역		1차년도(갈수기) (N=305)			2차년도(홍수기) (N=249)		
		최대	최소	평균	최대	최소	평균
계	총적	970	109	384	838	43	320
	암반	620	27	300	839	33	291
JS-01	총적	737	126	286	613	121	262
	암반	573	123	308	666	119	320
JS-02	총적	970	234	528	765	322	513
	암반	620	149	391	839	34	359
JS-03	총적	885	192	554	838	43	473
	암반	569	27	350	580	41	326
JS-04	총적	507	203	367	312	50	159
	암반	515	35	248	563	33	236
JS-05	총적	313	109	188	356	115	194
	암반	302	58	202	726	46	216

2) 정밀수질현황

① 조사내역

조사지역의 충적층 지하수, 암반층 지하수에 대한 수리지구화학적 특징을 규명하고, 오염현황을 파악하기 위하여 풍수기 일체조사시(2003년 7월 3~9월 30일) 시료를 채취하였으며, 시료채취지점은 조사지역의 유역, 지역을 대표할 수 있는 지점을 선정하였다. 수원별 채취시료는 충적지하수 30개(우물1개포함), 암반지하수 55개, 지표수 13개로 총98개이다<표 3-2-12>.

조사된 충적지하수, 암반지하수, 지표수 등의 주요 화학성분의 분석결과에 대한 통계값은 <표 3-2-13>과 <그림 3-2-11>에 있으며, 유역별 용존이온별 함량 비교가 <그림 3-2-12>에 나타나 있다.

<표 3-2-12> 유역별 수질분석 현황

구 분		분 석 항 목							비 고
		양음이온	먹는물수질기준			농업용수질기준			
			계	금회	기조사	계	금회	기조사	
계	충적	34	2	2	-	7	7	-	양·음이온분 석중 우물(1개) 및 지표수(13개) 는 충적에포함
	암반	36	12	5	7	19	14	5	
JS-01	충적	9	1	1	-	2	2	-	
	암반	11	1	1	-	4	4	-	
JS-02	충적	10	1	1	-	2	2	-	
	암반	10	3	1	2	8	4	4	
JS-03	충적	5	-	-	-	1	1	-	
	암반	5	4	1	3	2	2	-	
JS-04	충적	5	-	-	-	1	1	-	
	암반	5	3	1	2	2	2	-	
JS-05	충적	5	-	-	-	1	1	-	
	암반	5	1	1	-	3	2	1	

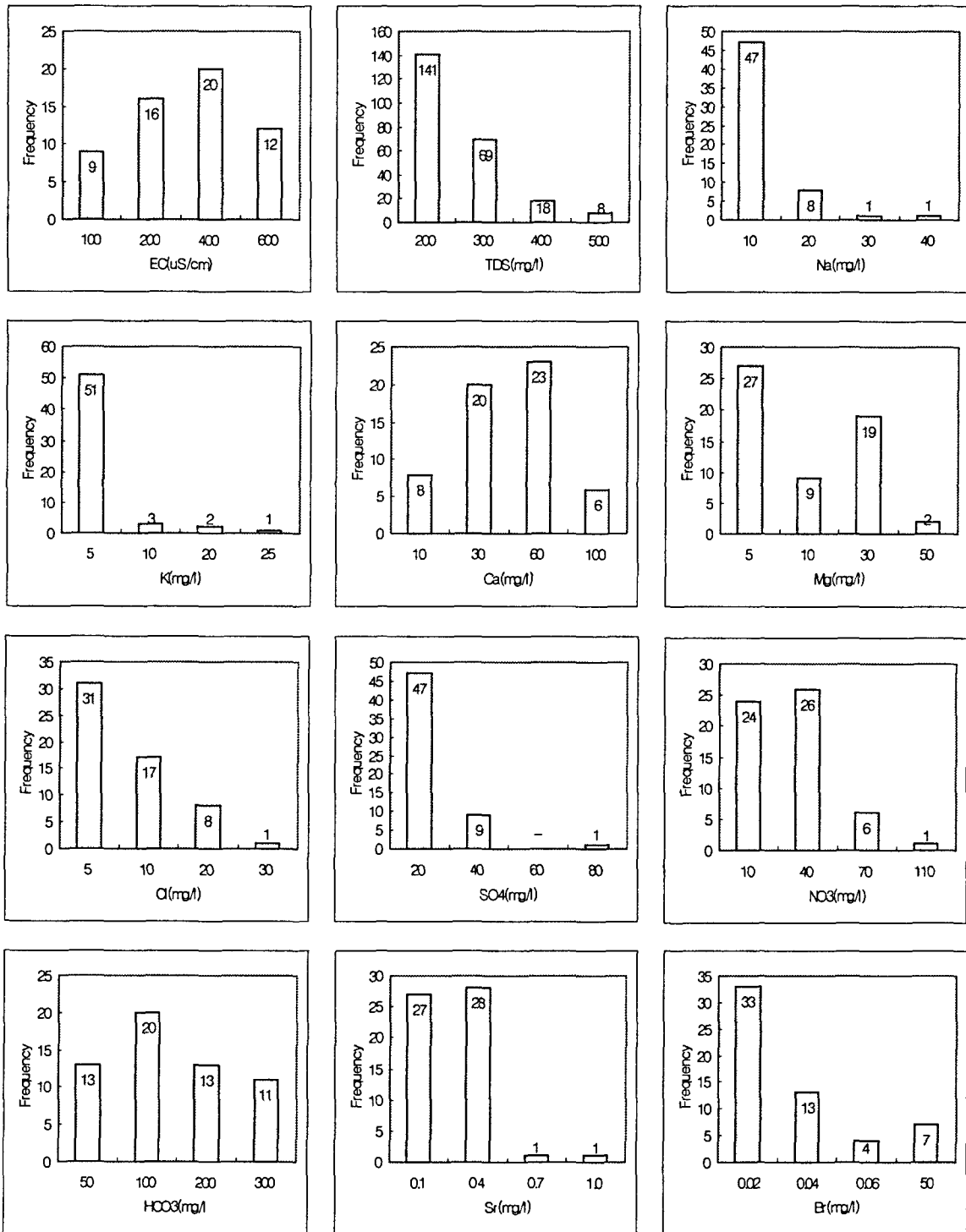
※ 기조사자료는 조사지역내 지하수영향조사보고서(12개소) 참조함

<표 3-2-13> 총적 및 암반지하수의 이화학분석결과

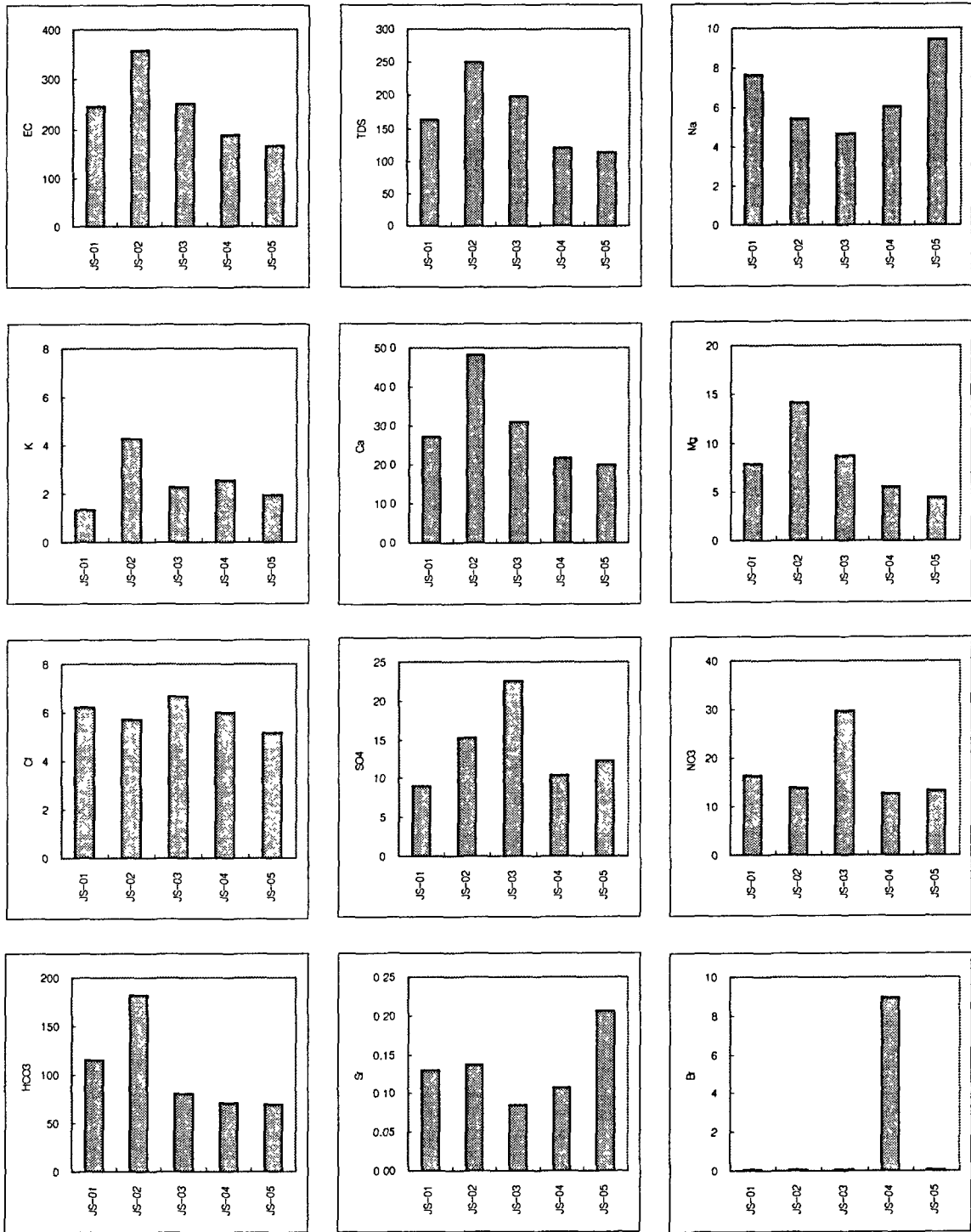
구 분	총적지하수(N=21)				암반지하수(N=56)				지표수(N=13)
	최소	최대	평균	표준편차	최소	최대	평균	표준편차	
심도	2.0	54.0	15.7	10.7	30.0	254.0	108.8	44.8	-
Ph	7.2	8.4	7.7	0.4	6.1	8.5	7.7	0.5	7.4
EH	100.3	347.3	177.2	70.8	116.0	337.7	189.3	73.6	211.2
Ec	35.5	550.0	259.6	173.6	24.0	514.0	257.2	131.3	205.8
TDS	26	446	217	101	17	446	159	89	153
Na	1.4	20.6	7.0	5.9	1.5	31.5	6.5	5.8	4.1
K	0.6	21.4	3.4	5.0	0.2	11.2	2.1	2.0	2.3
Ca	3.4	89.7	34.1	26.6	1.7	68.9	30.4	17.8	25.3
Mg	0.6	22.1	7.1	6.7	0.5	31.9	10.0	9.0	8.0
Cl	1.6	23.8	6.6	6.2	0.9	12.7	5.6	3.4	4.2
HCO3	15.8	293.1	111.9	86.5	9.1	289.6	119.2	78.0	93.8
SO4	2.0	33.3	12.8	8.3	1.7	64.8	13.6	11.5	8.9
NO3	0.2	104.9	21.1	24.7	-	57.8	14.0	15.1	12.9
F	0.11	1.82	0.25	0.36	0.10	2.74	0.37	0.54	0.23
Al	0.05	0.07	0.05	0.01	0.05	0.07	0.05	0.004	0.06
As	0.001	0.01	0.01	0.004	0.001	0.02	0.01	0.01	0.01
Ba	n.d	n.d	n.d	n.d	0.02	0.07	0.04	0.03	n.d
Cd	0.002	0.01	0.004	0.002	0.002	0.01	0.004	0.002	0.004
Cu	0.01	0.01	0.01	0.003	0.02	0.02	0.02	0.004	n.d
Fe	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Li	0.001	0.03	0.01	0.02	0.003	0.10	0.02	0.03	0.001
Mn	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Ni	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Sr	0.01	0.38	0.12	0.10	0.01	0.74	0.14	0.14	0.11
Zn	0.02	0.09	0.06	0.03	0.04	1.34	0.35	0.42	n.d
Br	0.03	0.07	0.04	0.02	0.03	44.63	3.48	12.36	0.04
Co	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Cr	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Si	2.83	15.16	8.35	3.40	1.69	36.40	8.49	5.95	5.43
NO2	0.09	0.13	0.11	0.02	0.06	1.67	0.38	0.52	0.18
PO4	0.25	2.21	0.92	1.13	0.25	0.27	0.26	0.01	0.25

※ 1. n.d. : not detected

2. 심도 및 TDS자료는 현장조사자료임(총적지하수 N=88, 암반지하수 N=148)



<그림 3-2-11> 지하수내 용존이온별 함량

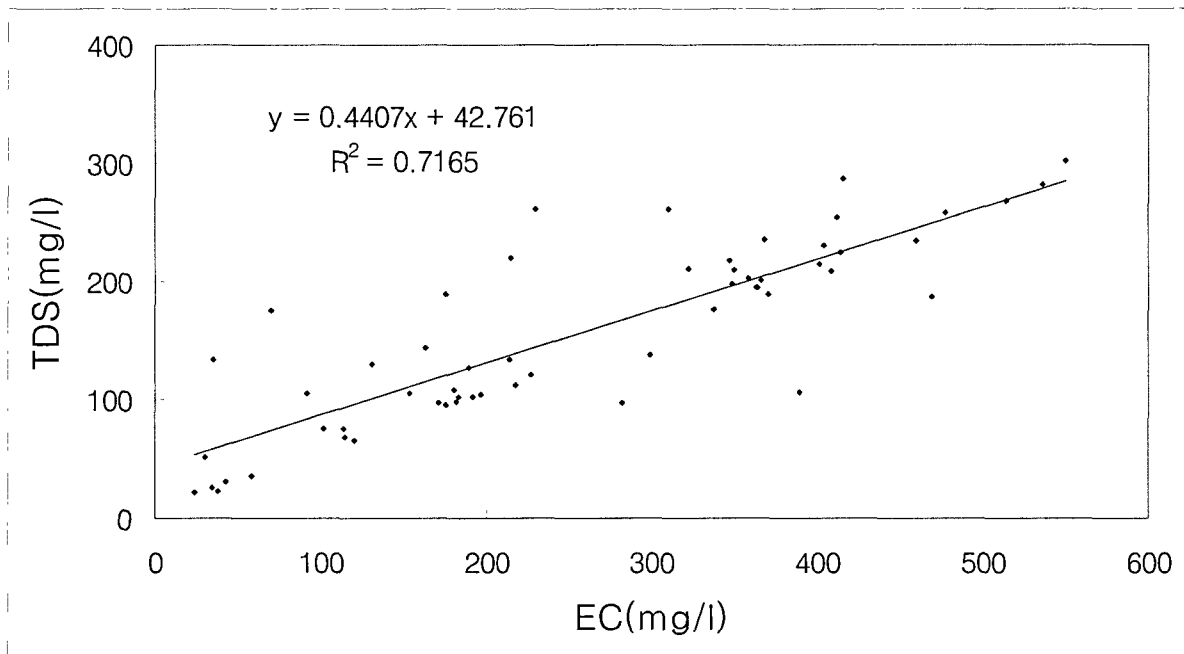


<그림 3-2-12> 유역별 용존이온별 함량비교

② 수질특성

□ 총고용물질(TDS)

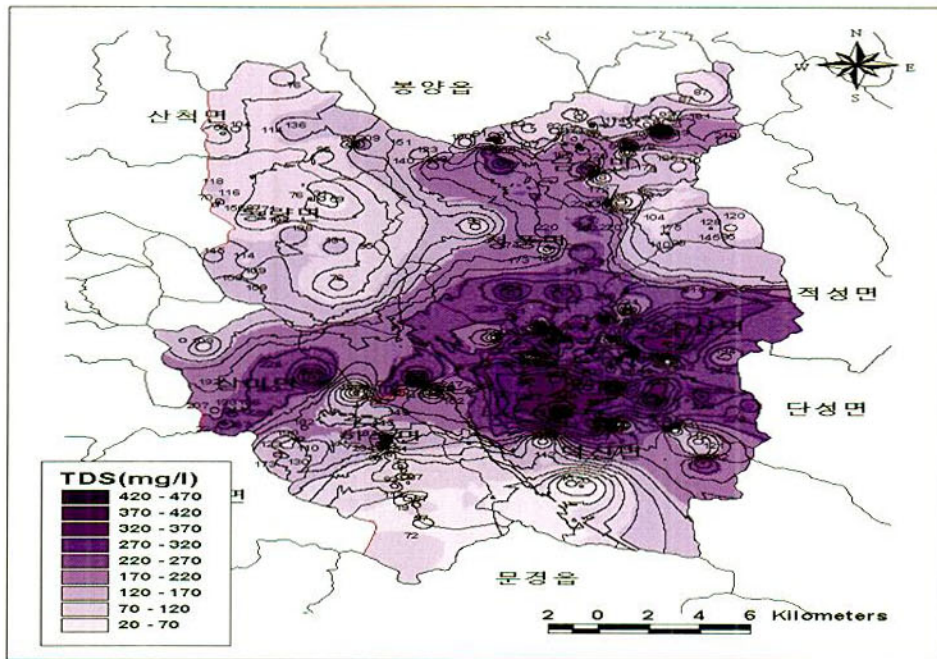
TDS값은 기존의 증발법(105~180℃에서 증발)으로 구하기 보다 분석이온종의 총합을 통하여 구하였다. 조사지역의 TDS값의 범위는 17.0~446mg/l이며 평균값은 188mg/l이고 표준편차는 127mg/l로 높게 나타난다. 지하수의 전기전도도와 TDS와의 상관관계를 도식한 결과 매우 밀접한 상관성을 보인다<그림 3-2-13>. 지표수(N=13)에 대한 TDS값의 범위는 20~321mg/l로 평균값은 153mg/l로 지하수보다 낮게 나타난다.



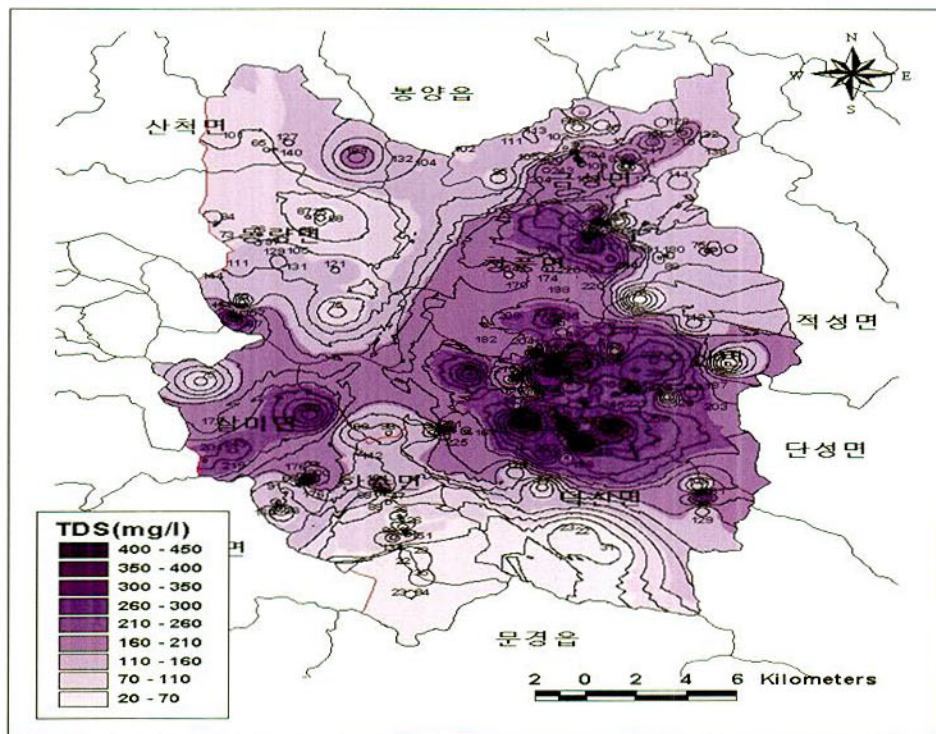
<그림 3-2-13> 전기전도도와 총고용물질과의 상관관계

유역별로 살펴볼 때 EC와 마찬가지로 TDS 값은 JS-02(평균 251mg/l)와 JS-03(평균 199mg/l) 유역이 다른 유역보다 높은 평균값을 나타내며, EC 및 TDS 함량과 마찬가지로 JS-02와 JS-03유역에서 용존 함량이 높게 나타나는 원소는 Mg, HCO₃이다.

<그림 3-2-14~15>은 조사지역의 TDS 분포도이다. TDS 분포는 EC 및 Cl 분포도와 동일한 양상을 보인다.



<그림 3-2-14> 갈수기 총고용물질(TDS) 농도 분포도



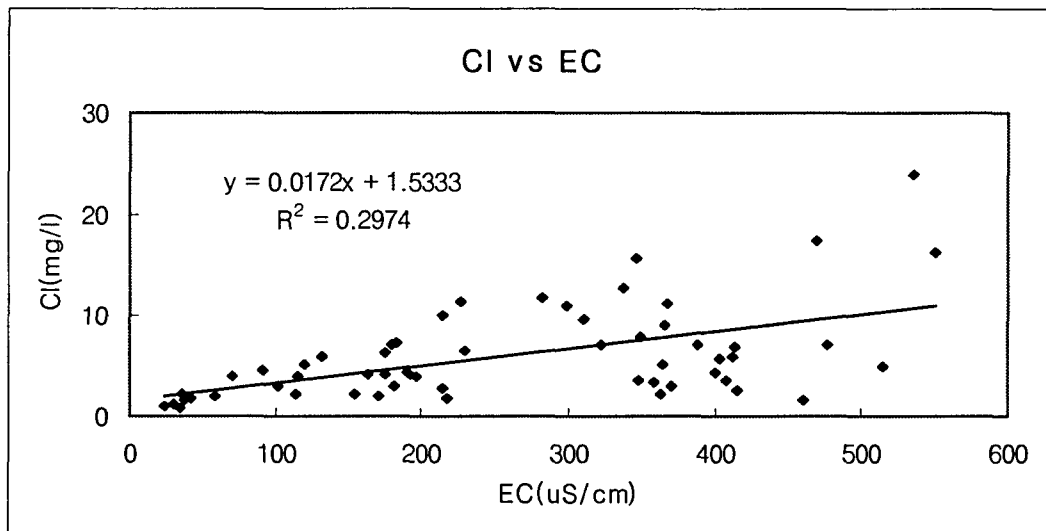
<그림 3-2-15> 풍수기 총고용물질(TDS) 농도 분포도

□ 염소(Cl)

Na와 마찬가지로 Cl도 해양기원 강우에 일정 성분이 포함된다. Cl은 특히 자연상태에서 지구화학적으로 제거되거나 공급되지 않는 보존성(conservative) 이온이며, 따라서 수문순환 과정의 규명에 있어 추적자로 자주 활용된다.

조사 지역 지하수의 Cl 함량 분포는 0.9~23.8mg/l (평균값 6.1mg/l, 표준편차 5.2mg/l)의 범위를 갖는다. Cl의 농도범위별 분포를 보면, 5mg/l 미만이 31개 시료, 5~10mg/l의 범위가 17개, 10~20mg/l이 8개, 20mg/l 이상이 1개로 나타나고 있고 지표수(N=13)의 Cl함량은 평균 4.2mg/l로 지하수보다 낮게 조사되었다.

유역별 평균값을 비교하여 보면, JS-03 유역이 가장 높게(6.7mg/l) 나타났으며, Cl과 EC의 상관관계는 높은 것으로 조사되었다($R^2 = 0.29$, 그림 3-2-16).



<그림 3-2-16> 전기전도도와 염소이온농도와의 관계

□ 질산성질소

전세계적으로 대부분의 국가에서 질산성질소의 먹는물 수질기준은 10mg/l (질산염 NO₃ 기준 45mg/l)이며, 이 기준치를 초과하는 물을 신생아가 섭취할 경우 청색증(blue-baby syndrome)을 유발하는 것으로 알려져 있다(Follett and Walker, 1989). 또한 이러한 독성효과는 유아들에게 무기력 및 졸음증을 일으키게 하며, 상당량이 함유되어 있을 때는 생명까지 잃을 수 있다.

이번 조사에서는 정밀수질현황조사중 먹는물 수질기준에 의한 7개소, 농업용

수질기준에 의한 21개소, 조사지역내 지하수영향조사보고서에 첨부된 수질검사자료12개소를 포함한 총 40개소로 각각 분석하였다.

유역별 질산성질소 조사 및 분석내용은 <표 3-2-14>와 같으며, 충적지하수의 질산성질소 평균값이 11.3mg/l로 암반지하수의 평균값 4.7mg/l보다 높은 것으로 조사되었다.

유역별 함량이 높은 지역은 JS-03, JS-04, JS-01, JS-02, JS-05순으로 나타났으나 JS-03, 04, 05지역의 충적지하수 분석자료가 1개씩으로 자료가 제한되어 향후 조사자료 축적후 재검토가 필요한 것으로 판단된다.

<표 3-2-14> 유역별 질산성질소 현황

(단위 : mg/l)

유역		정밀분석(N=40)				비고
		최소	최대	평균	표준편차	
계	충적	0.9	36.0	11.3	1.7	
	암반	0.5	17.1	4.7	1.9	
JS-01	충적	0.9	6.7	3.6	2.9	
	암반	1.3	12.3	7.1	3.9	
JS-02	충적	2.5	8.5	4.9	3.2	
	암반	0.9	13.6	4.0	3.6	
JS-03	충적	36.0	36.0	36.0	-	1공자료
	암반	1.0	17.1	7.9	5.3	
JS-04	충적	10.5	10.5	10.5	-	1공자료
	암반	1.1	6.2	3.7	2.1	
JS-05	충적	1.3	1.3	1.3	-	1공자료
	암반	0.5	1.2	0.9	0.3	

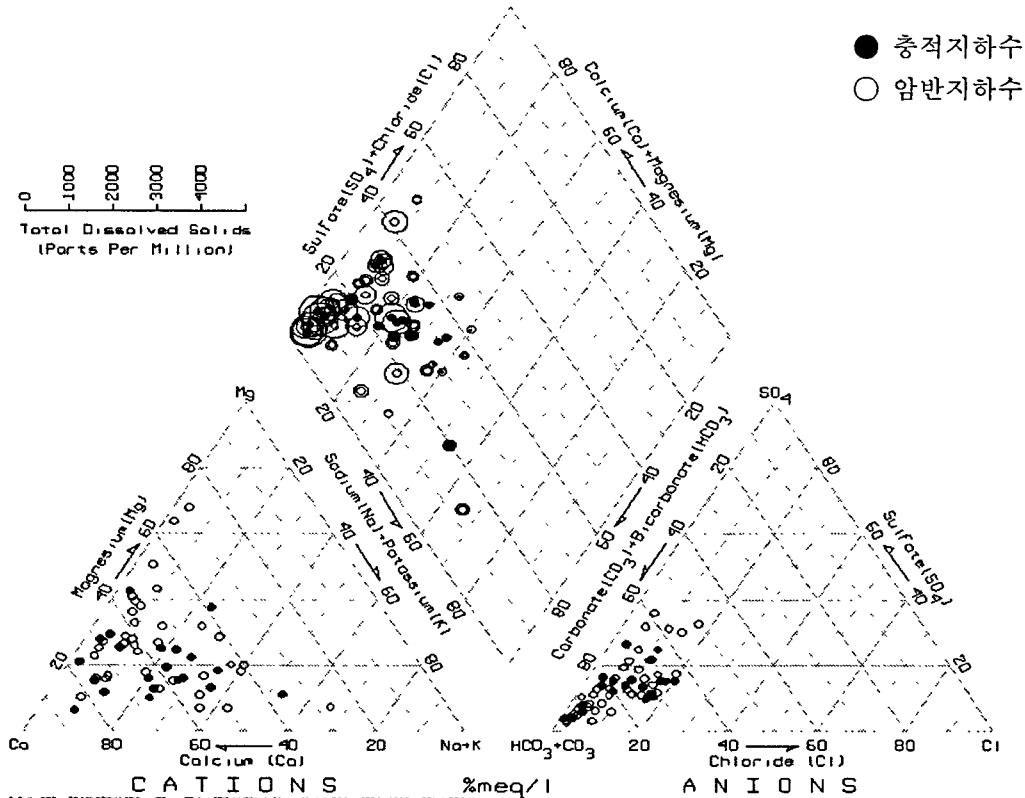
③ 유역별 수질유형

□ Piper diagram

Piper diagram은 지하수 화학특성을 표시하는데 널리 쓰이는 수단인데, 지하수내 주요 양이온과 음이온의 당량농도(meq/l)를 비율로 나타냄으로써 지하수의 유형(type)을 구분하는데 이용될 수 있다.

수질유형은 대표적인 양이온과 음이온으로 나누어 4가지 유형으로 분류하였다. 양이온의 경우 Na와 K의 당량농도의 합과 Ca와 Mg의 당량농도의 합을 비교하여 전자가 큰 경우 Na 유형으로, 후자가 큰 경우 Ca 유형으로, 음이온의 경우 HCO₃와 CO₃의 당량농도의 합과 Cl, SO₄의 당량농도의 합을 비교하여 전자가 큰 경우 HCO₃ 유형, 후자가 큰 경우 Cl 유형으로 구분하였다.

<그림 3-2-17>에는 조사된 전체 지하수를 Piper diagram에 도시하였으며, 유역별 수질유형별 존재비(%)를 <표 3-2-15>에 정리하였다. 총 57개 시료 중에서 Ca-HCO₃ type이 96.5%, Na-HCO₃ type이 3.5%를 차지하였다. 본지구와는 관련 없으나 일반적으로 담수에 해수가 혼합되어 들어가게 되면 Ca-Cl type으로 바뀌다



<그림 3-2-17> 제산지구 지하수의 Piper diagram

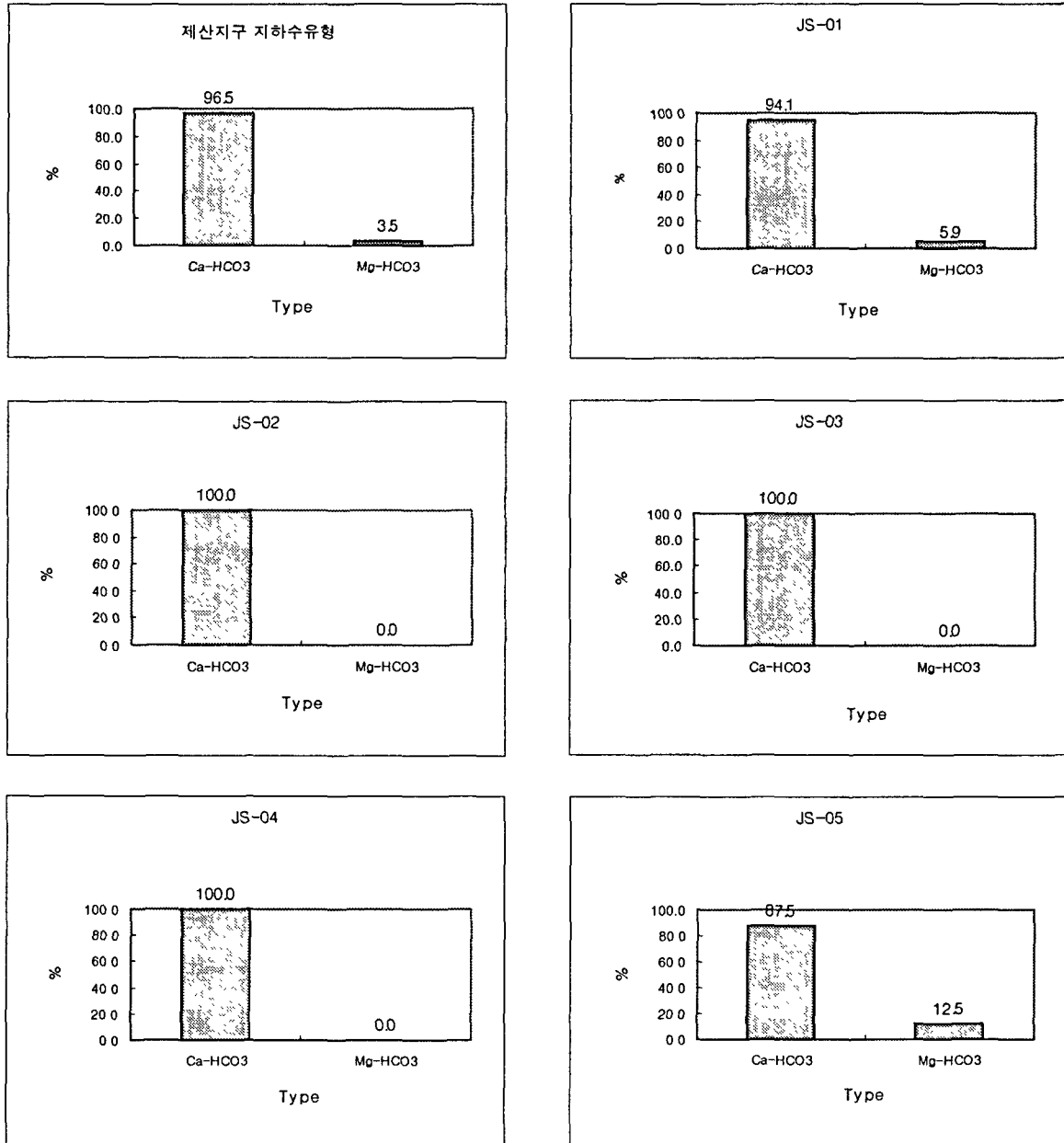
가 해수의 혼입 양이 많아지게 되면 Na-Cl type으로 바뀌게 된다(Piper, 1953).

유역별로는 JS-02, 03, 04유역이 Ca-HCO₃ type으로 전체를 차지하고 JS-01, JS-05유역도 87.5%~94.1%범위로 다수를 이루며 Na-HCO₃ type은 JS-05, JS-01 유역순으로 12.5%, 5.9%로 각각 조사되었다<그림 3-2-18>.

전체적으로 평균 96.5%가 Ca-HCO₃ type인 것으로 파악되었다.

<표 3-2-15> 유역별 지하수유형

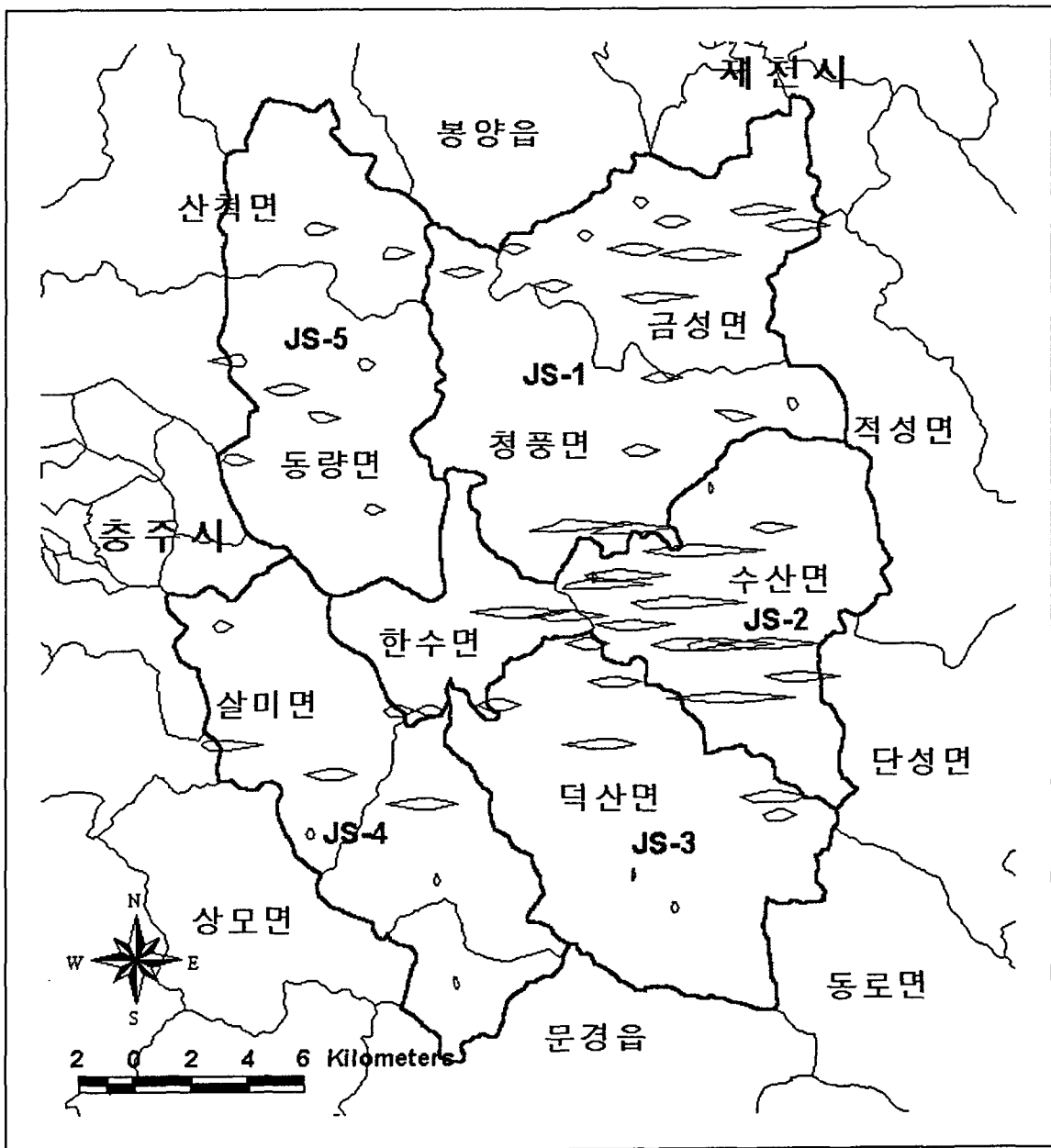
유역	계	Ca-HCO ₃		Na-HCO ₃		
		개수	비율(%)	개수	비율(%)	
총계	계	57	55	96.5	2	3.5
	층적	21	20	95.2	1	4.8
	암반	36	35	97.2	1	2.8
JS-01	계	17	16	94.1	1	5.9
	층적	6	6	100.0	-	-
	암반	11	10	90.9	1	9.1
JS-02	계	16	16	100.0	-	-
	층적	6	6	100.0	-	-
	암반	10	10	100.0	-	-
JS-03	계	8	8	100.0	-	-
	층적	3	3	100.0	-	-
	암반	5	5	100.0	-	-
JS-04	계	8	8	100.0	-	-
	층적	3	3	100.0	-	-
	암반	5	5	100.0	-	-
JS-05	계	8	7	87.5	1	12.5
	층적	3	2	66.7	1	33.3
	암반	5	5	100.0	-	-



<그림 3-2-18> 유역별 지하수유형

□ Stiff diagram

각기 다른 곳에서 채취한 지하수시료를 한눈에 비교할 때 용이한 Stiff diagram은 다각형 형태로 세 개의 평행축을 다른편 수직 세로축에 연장하므로써 만들어진다. 양이온은 세로축의 왼쪽에 음이온을 오른쪽에 당량농도(meq/l)로 나타내며, 다각형의 면적이 넓을수록 용존이온의 농도가 높은 것이다. 조사지역에서 분석된 전체 지하수시료에 대한 Stiff diagram을 <그림 3-2-19>에 나타내었다.



<그림 3-2-19> 조사지구내 지하수의 Stiff diagram

3) 질소 동위원소

① 개요

질산성질소는 농약 등의 유기화합물이나 중금속 등의 다른 오염물질과는 달리 토양입자의 물리적인 여과작용이나 흡착, 침전 등과 같은 화학적 과정을 통해 제거되지 못하고 물의 이동과 함께 쉽게 지하수로 유입될 수 있다. 일단 오염원을 이탈하여 지하수로 유입되어 형성된 질산성질소를 제어하기 위해서는 많은 시간과 비용이 요구된다. 따라서 건전한 음용수원을 확보하기 위해서는 지하수중 질산성질소의 오염원을 규명하여 이 오염원에 대한 적절한 사전 관리가 필요하다. 농촌지역에서의 지하수내 질산성질소의 기원은 도시나 공단지역과는 달리 주로 생활하수, 축산폐수, 화학비료 등이다.

질소는 ^{14}N (99.64%)와 ^{15}N (0.36%)의 안정동위원소로 존재하며 자연계 순환과정에서 일어나는 물리화학적 또는 생화학적 반응에 의해 동위원소의 존재비가 변하게 된다. 다음은 ISO규정에 따른 $\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$ 범위와 한국에서의 범위를 비교하여 나타낸 표이다.

<표 3-2-16> 질산염 기원에 따른 $\delta^{15}\text{N}$ 의 범위

Nitrate sources	$\delta^{15}\text{N}$ of Nitrate(‰)
Atmospheric NO_3	-10~+9
Nitrate fertilizer	-5~+5
ammonium fertilizer	-5~0
Animal wastes	+10~+20
Manure	+7.9~+8.6
Legumes, nitrogen fixer	0~+2
Non-contaminated soil	+2~+5

자료 : Amberger & Schidt(1987), Aravens et al.(1993), Heaton(1986), Kendall et al.(1995), Wassenaar(1995)

<한국의 질산염 기원에 대한 $\delta^{15}\text{N}$ 의 범위>

Sources	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$	Range of $\delta^{15}\text{N}$	Reference
Ammonium sulfate	-5.0	Fertilizer : Below +5.0‰ Wastes : Above +10.0	Han(2000)
Urea	-16.5		
Urea+urease	-1.74		
Animal wastes	+15.0		
Septic tank	+24.1	Fertilizer : Below +5.0‰ Wastes : above +10.0 Natural soil : +5.0~+10.0‰	Yoo et al.(1999)
Urea	+1.4		
Ammonium sulfate	-2.7		
Natural soil	+5.5		
Septic tank of livestock	+27.2		

지하수중 질산성질소의 $\delta^{15}\text{N}$ 을 측정하면 그 오염원을 추정할 수 있는데 일반적으로 지하수의 $\delta^{15}\text{N}$ 값은 오염원이 화학비료인 경우는 +4‰이하, 토양유기물인 경우 +4~+9‰, 축산폐수나 생활하수인 경우는 +9~+18‰인 것으로 알려져 있다.

② 시료채취 및 분석방법

본 조사지구내의 5개 각 구역에 지하수의 질산성 농도가 높게 나타날 것으로 추정되는 지역에 암반·충적지하수로 구분 선정하여 질소안정동위원소의 자연준재비를 측정분석함으로써 지하수 오염원별 특성을 규명하고자 하였다. 각 구역중 JS-01, 02지역은 축사 및 마을, 농경지가 밀집된 지역이고 JS-03, 04, 05지역은 마을이 밀집되어 있고 농경지에 의한 질산성질소 오염이 예상되는 지역이다.

총 26개소(그림 3-2-22)를 선정하여 시료를 채취하였으며, 운반·저장시에는 아이스박스과 냉동고를 이용하여 냉동상태를 유지하였다. 분석실험은 서울대학교 농업과학공동기기센터의 Micromass(UK)사 VG OPTIMA로 측정하였다. 측정시 사용된 작업표준시료는 미국 Ozteck사의 $\text{N}_2(\delta^{15}\text{N}=-0.22\text{‰})$ 이다. 분석방법은 Hauck(1982)에 의해 발표된 실험방법에 따라 질산성질소 및 $\delta^{15}\text{N}$ 값을 산출하였다. $\delta^{15}\text{N}$ 값은 $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ 비에 의하여 다음 식에서 얻었다.

$$\delta^{15}\text{N}(\text{hund}) = \left(\frac{(^{15}\text{N}/^{14}\text{N})_{\text{sample}}}{(^{15}\text{N}/^{14}\text{N})_{\text{air}}} - 1 \right) \times 1000$$

③ 질산성질소의 오염원

조사결과는 지역별, 오염원별로 구분하였으며 주변환경에 위치한 잠재오염원을 표시하여 참조하였으며 오염원 추정시 Nakanishi(1995)의 계산방식을 적용해 추정, 산출하였다.

$$W = X + Y + Z$$

$$aW = bX + cY + dZ$$

W : 지하수의 질산성질소농도(mg/ℓ)

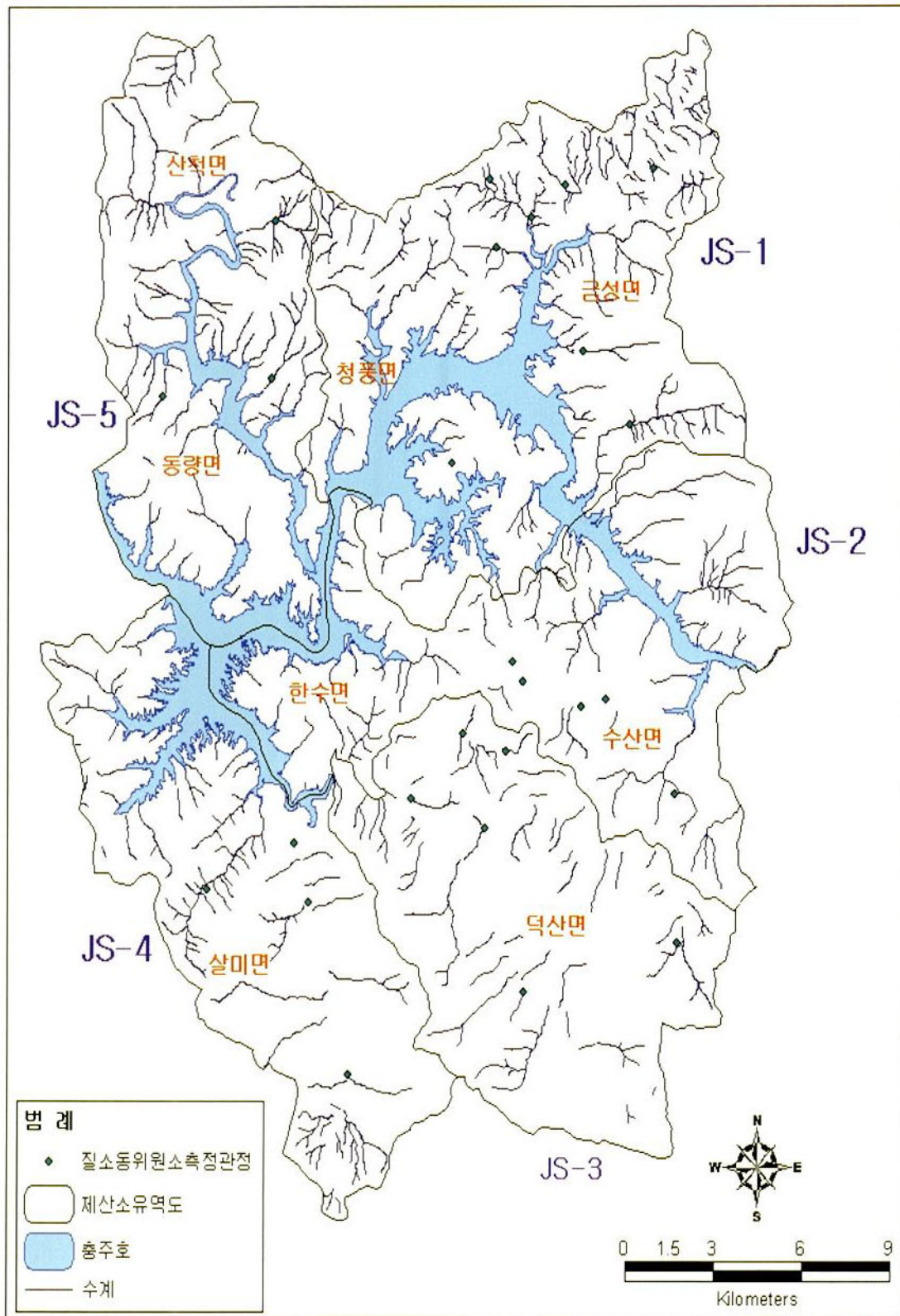
X : 화학비료 유래의 질산성질소농도(mg/ℓ)

Y : 축산분뇨 및 생활하수 유래의 질산성질소농도(mg/ℓ)

Z : 자연토양질소 유래의 질산성질소농도(mg/ℓ)

a : 지하수의 질산성질소의 $\delta^{15}\text{N}$ 값(‰)

b : 화학비료 유래의 질산성질소의 $\delta^{15}\text{N}$ 값(‰)



<그림 3-2-20> 지역별 질소동위원소 조사공 위치도

c : 축산분뇨 및 생활하수 유래의 질산성질소의 $\delta^{15}\text{N}$ 값(‰)

d : 자연토양질소 유래의 질산성질소의 $\delta^{15}\text{N}$ 값(‰)

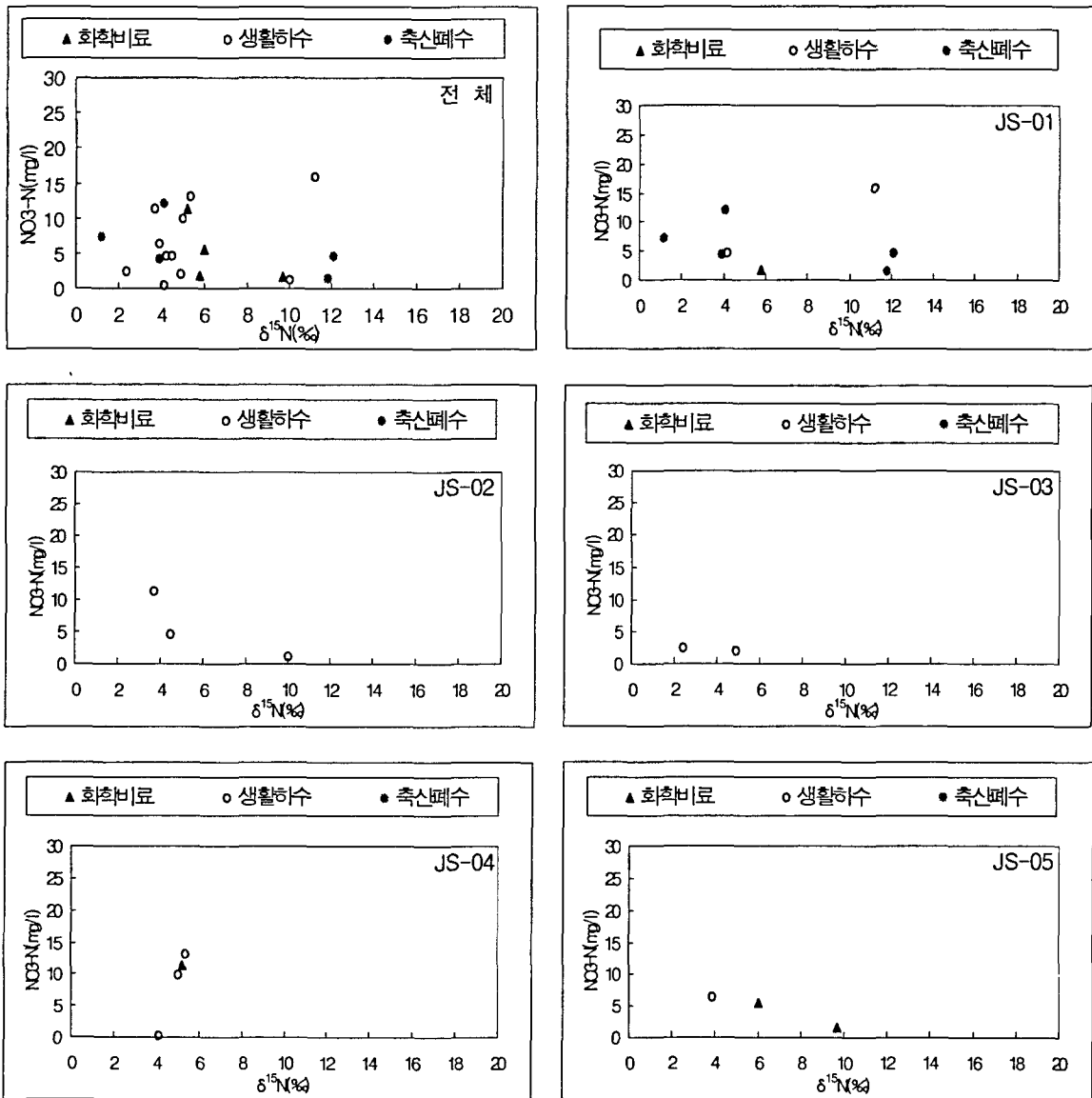
실제적으로 질산성질소의 질소오염원을 파악하기 위해서는 오염원 각각에 대한 배경값을 모두 조사해야 하지만 본 조사에서는 과거에 측정된 평균값을 적용하여 자연토양에서 유래한 질산성질소농도는 $0.1(\text{mg}/\ell)$, $\delta^{15}\text{N}$ 값은 $1.8(\text{‰})$, 화학비료 유래의 질산성질소농도는 $0(\text{‰})$, 동물성유기질비료에 의한 $\delta^{15}\text{N}$ 값은 $+14(\text{‰})$ 의 값을 가지는 것으로 가정하여 적용하였다(오윤근 외(1997)). 이러한 방법에 따라 총 26개소 중 신뢰도가 낮은 6개소를 제외하고 20개소에 대하여 오염원별 구성비를 구한 결과를 지역별로 <표 3-2-17>에 나타내었고, 주변환경에 따른 오염원별 구성비의 평균값을 <표 3-2-18>에 나타내었다.

<표 3-2-17> 지역별 질소동위원소 분석결과

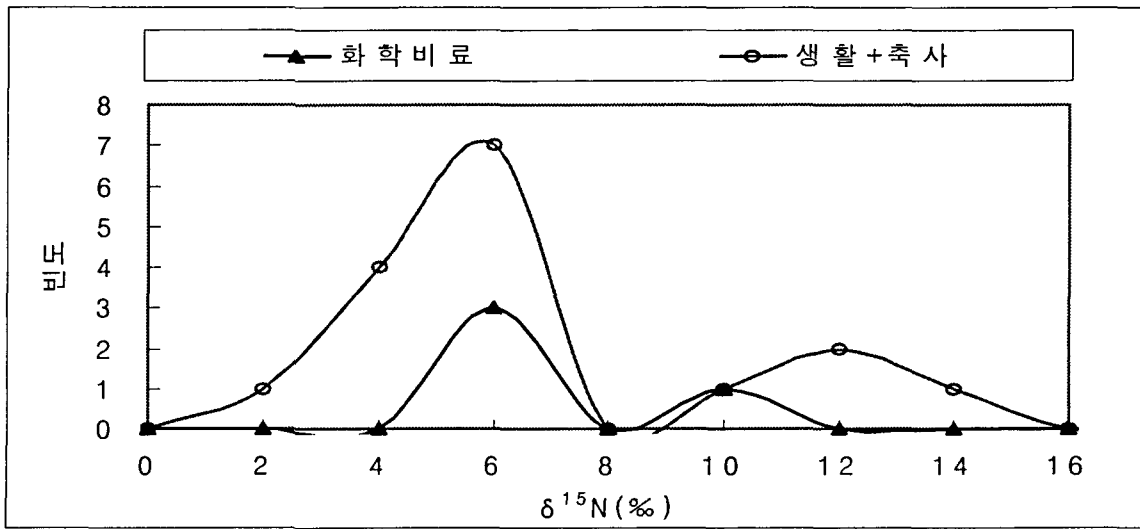
유역별	시료번호	관정번호	질산성질소 농도 (mg/ℓ)	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$	오염원 구성비(%)			주변환경
					화학비료 기원	동물성 유기물 기원	자연토양 기원	
JS-01	JS-01	100043	15.9	11.2	19.5	79.9	0.6	β (마을)
	JS-02	100050	7.3	1.2	90.2	8.4	1.4	β (축사)
	JS-03	100057	4.5	4.2	68.1	29.7	2.2	β (마을)
	JS-04	100068	4.6	12.1	11.7	86.1	2.2	β (축사)
	JS-05	100125	1.4	11.8	9.5	83.4	7.1	β (축사)
	JS-06	100163	1.7	5.8	53.4	40.7	5.9	α
	JS-07	100017	12.1	4.1	70.0	29.2	0.8	β (축사)
	JS-08	100029	4.2	3.9	70.1	27.6	2.4	β (축사)
	평균		6.5	6.8	49.1	48.1	2.8	
JS-02	JS-09	200068	4.6	4.5	66.0	31.9	2.2	β (마을)
	JS-12	200054	1.1	10.0	20.6	70.3	9.1	β (마을)
	JS-13	200079	11.3	3.7	72.8	26.3	0.9	β (마을)
		평균		5.7	6.1	53.1	42.8	4.0
JS-03	JS-16	300030	1.9	4.9	60.4	34.3	5.3	β (마을)
	JS-18	300004	2.3	2.4	79.1	16.6	4.3	β (마을)
		평균		2.1	3.7	69.7	25.5	4.8
JS-04	JS-20	400071	0.3	4.1	41.7	25.0	33.3	β (마을)
	JS-21	400023	9.9	5.0	63.4	35.6	1.0	β (마을)
	JS-22	400003	11.4	5.2	62.1	37.0	0.9	α
	JS-23	400044	13.1	5.4	60.8	38.5	0.8	β (마을)
		평균		8.7	4.9	57.0	34.0	9.0
JS-05	JS-24	500006	5.5	6.0	55.6	42.6	1.8	α
	JS-25	500016	6.3	3.9	70.8	27.7	1.6	β (마을)
	JS-26	500038	1.9	9.7	25.3	68.5	6.3	α
		평균		4.6	6.5	50.5	46.3	3.2
전 체 평 균			5.5	5.6	55.9	39.3	4.8	

<표 3-2-18> 주변환경에 따른 질산성질소 오염원 구성비

주변환경	질산성질소 농도(mg/l)		$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$		오염원 구성비(%)		
	범위	평균	범위	평균	화학비료 기원	동물성 기원	자연토양 기원
α -type(농경지)	1.7~11.4	5.1	5.2~9.7	6.7	49.1	47.2	3.7
β -type(마을)	0.3~15.9	6.5	2.4~11.2	5.4	56.6	37.8	5.6
β -type(축사)	1.4~12.1	5.9	1.2~12.1	6.6	50.3	46.9	2.8
β -type(마을+축사)	0.3~15.9	6.3	1.2~12.1	5.8	54.7	40.6	4.7



<그림 3-2-21> 각 지역의 오염원별 $\text{NO}_3\text{-N}$ 과 $\delta^{15}\text{N}$ 의 관계



위 그래프는 조사개소의 질산성질소 $\delta^{15}\text{N}$ 값(‰)에 따른 빈도를 나타낸 것으로 생활하수 및 축산폐수에 의한 오염빈도가 화학비료에 의한 그것보다 크다는 것을 보여준다.

<표 3-2-18>는 β -type의 생활하수와 축산폐수는 동위원소분석으로 구분이 어려우므로 주변환경을 α -type(농경지)과 β -type(마을/축사)으로 분류하여 나타낸 것이다. 주변환경별 질산성질소 및 $\delta^{15}\text{N}$ 값의 양상을 보면, α -type은 질산성질소가 1.7~11.4(mg/l), $\delta^{15}\text{N}$ 값이 5.2~9.7(‰)범위에 분포한다. β -type(마을)은 질산성질소 0.3~15.9(mg/l), $\delta^{15}\text{N}$ 값은 2.4~11.2(‰)이며, β -type(축사)의 경우 질산성질소는 1.4~12.1(mg/l), $\delta^{15}\text{N}$ 값은 1.2~12.1(‰)로 넓은 분포를 나타낸다. β -type의 경우 동일기원으로 나타내면 질산성질소는 0.3~15.9(mg/l), $\delta^{15}\text{N}$ 값이 1.2~12.1(‰)의 범위를 나타낸다.

각 주변환경에 대한 오염원별 구성비를 보면, 축사와 마을이 주변환경인 β -type의 경우는 축산폐수 및 생활하수의 영향이 84.7%인 것으로 조사되었다. 주변환경이 농경지인 α -type의 경우는 화학비료·동물성유기물·자연토양의 영향이 각각 49.1%, 47.2%, 3.7%로서 화학비료의 영향이 비교적 크기는 나타났지만 동물성유기물도 큰 것으로 나타났다. 이는 지역적인 여건을 고려할 때 상류부에 위치한 축사의 영향을 많이 받고 있는 것으로 생각된다. 특히 α -type에서 $\delta^{15}\text{N}$ 값이 10(‰)이상의 값을 나타낸 지점들은 주변 축사의 영향을 많이 받고 있는 것으로 생각된다.

<표 3-2-19>에는 A·B·C 각 지역의 오염원별 구성비를 나타내었다.

<표 3-2-19> 지역별 질산성질소 오염원의 구성비

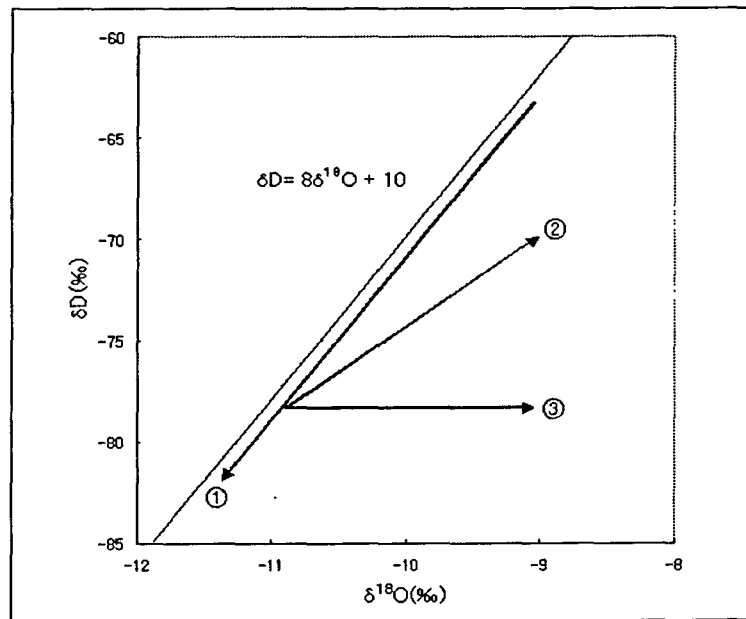
유역별	질산성질소 농도(mg/l)		$\delta^{15}\text{N}(\%)$		오염원 구성비(%)			주변환경
	범위	평균	범위	평균	화학비 료 기원	동물성 유기물 기원	자연토양 기원	
JS-01	1.4~15.9	6.5	1.2~12.1	6.8	49.1	48.1	2.8	β (마을) β (축사) α
JS-02	1.1~11.3	5.7	3.7~10.0	6.1	53.1	42.8	4.0	β (마을) β (축사) α
JS-03	1.9~2.3	2.1	2.4~4.9	3.7	69.7	25.5	4.8	β (마을) α
JS-04	0.3~13.1	8.7	4.1~5.4	4.9	57.0	34.0	9.0	β (마을) α
JS-05	1.9~6.3	4.6	3.9~9.7	6.5	50.5	46.3	3.2	α β (마을)

축사가 밀집된 JS-01지역의 경우 화학비료·동물성유기물·자연토양 기원의 구성비가 각각 49.1%, 48.1%, 2.8%로 조사되었고 JS-02지역은 53.1%, 42.8%, 4.0%로 조사되어 화학비료에 의한 영향이 가장 큰 것으로 나타났으나 생활하수·축산폐수의 영향도 큰 것으로 나타났고, 마을이 밀집된 JS-03, JS-04지역의 경우 화학비료·동물성유기물·자연토양 기원의 구성비로 볼 때 화학비료의 영향이 가장 크고 생활하수에 의한 영향도 다소 있는 것으로 조사되었으며 JS-05지역 역시 화학비료·동물성유기물·자연토양 기원구성비가 50.5%, 46.3%, 3.2%로 조사되어 화학비료의 영향이 가장 크지만, 생활하수에 의한 영향도 많이 받는 것으로 조사되었다.

4) 산소와 수소 동위원소

수리지구화학에서는 지하수의 기원(특히, 기온, 위도, 고도 등 충전환경)과 진화양상을 규명하기 위하여 산소 및 수소 동위원소를 많이 이용한다.

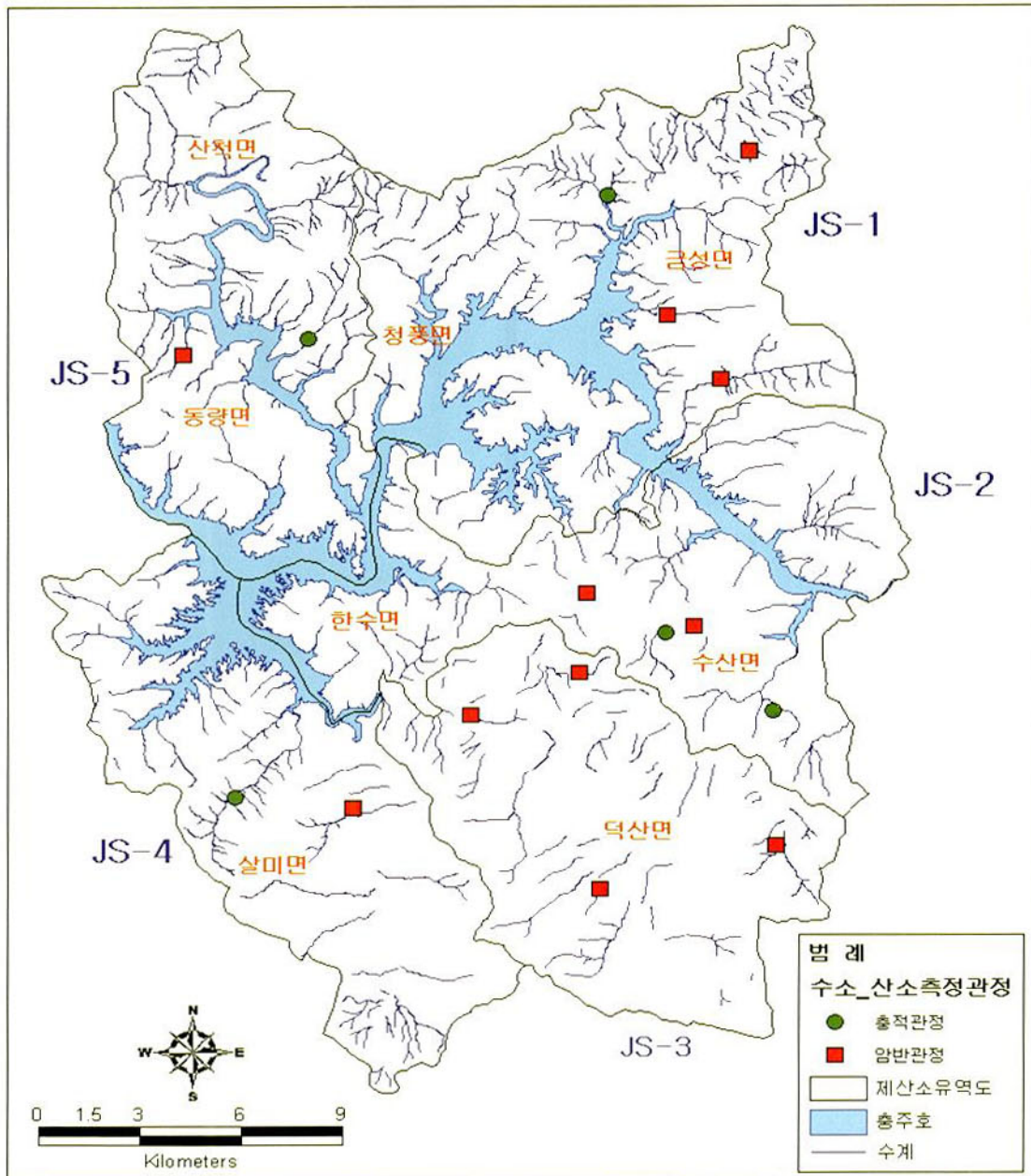
일반적으로 강우의 $\delta^{18}\text{O}$ 와 δD 값은 전세계 강우직선(Worldwide Meteoric Water Line, $\delta\text{D} = 8\delta^{18}\text{O} + 10$) 상에 또는 이에 평행하게 점시된다. 그러나 지역적으로 위도와 온도 차이에 의해 강우 직선에 다소의 차이가 나타난다. <그림 3-2-22>에는 다양한 수문 진화에 따른 강우의 동위원소비 변화를 나타내고 있다. 고도가 높아질수록, 온도가 낮아질수록, 또는 해안에서 멀어질수록 강우의 동위원소값은 ①의 방향으로 이동하며, 지역적인 증발효과가 현저한 경우에는 4~6의 기울기를 갖는 ②와 같은 강우선을 보인다. 한편, 활발한 수/암 반응의 결과로 산소 편이(oxygen shift)가 나타나게 되면 ③과 같은 이동이 일어난다.



<그림 3-2-22> 강우의 진화에 따른 동위원소 조성 변화

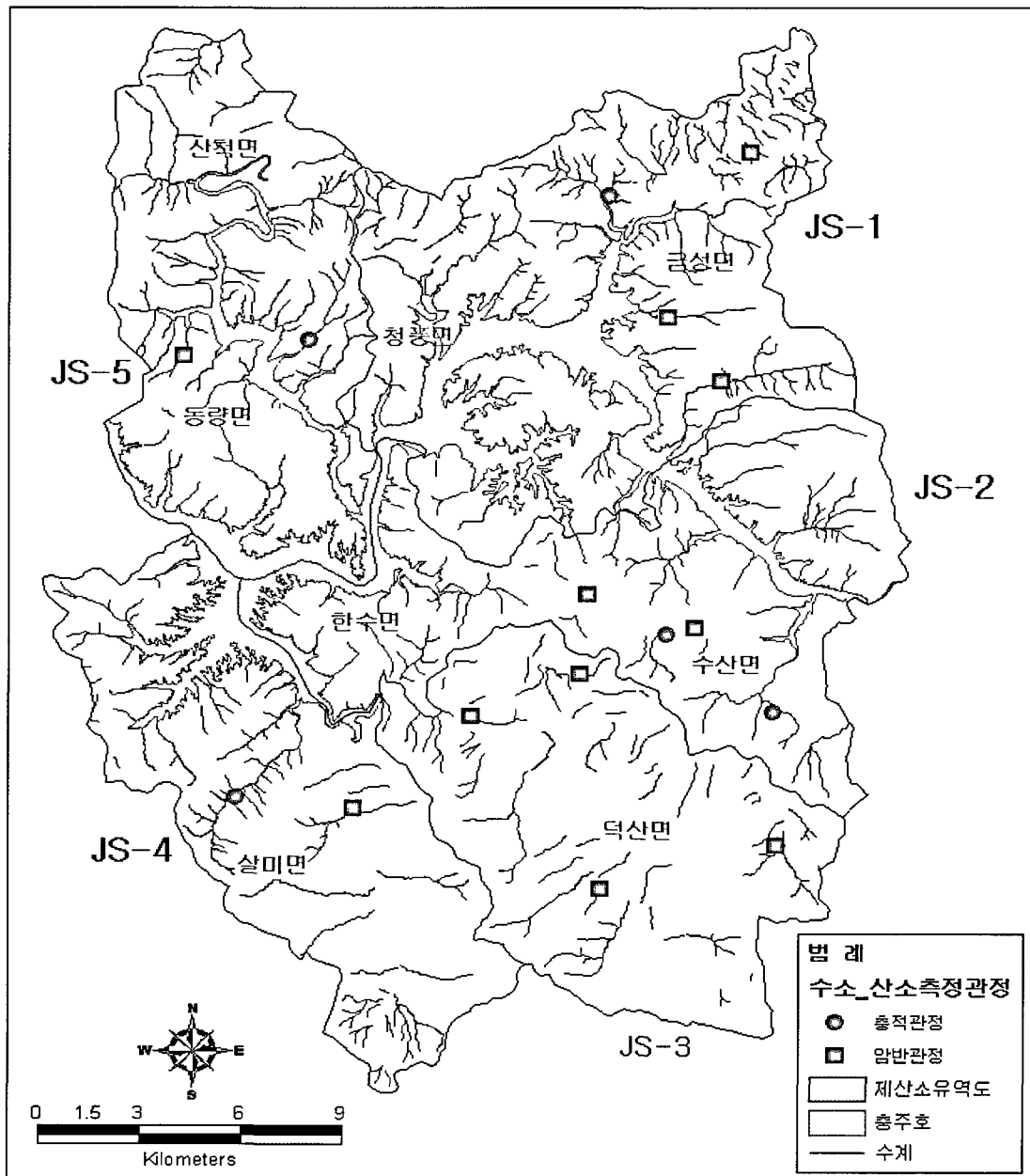
조사지역의 산소-수소 동위원소 조사관정의 위치도는 <그림 3-2-23>에 있으며, 분석 결과는 <표 3-2-20>과 같다. 조사지역에서 채취된 지하수의 동위원소 값은 암반지하수 $\delta^{18}\text{O} = -9.9 \sim -9.3\%$, $\delta\text{D} = -69.6 \sim -65.8\%$, 충적지하수 $\delta^{18}\text{O} = -9.5 \sim -9.3\%$, $\delta\text{D} = -67.3 \sim -66.2\%$ 의 범위를 보이고 있으며, 중첩되어 나타난다 <그림 3-2-24>.

지하수 및 지표수 시료의 산소 동위원소와 수소 동위원소 사이에 어떠한 관계를 보이는지 알아보기 위하여 δD 와 $\delta^{18}O$ 를 함께 도시하여 보면 Craig(1961)의 순환수선에 잘 일치하여 도시된다<그림 3-2-25>. Km과 Nakai(1981), 김규한과 中井信之(1988), Yum(1993) 등 총 197개의 자료를 이용하여 우리나라 온천수와 지하수의 산소와 수소 동위원소 비의 영역(타원 : $\delta D = -75 \sim -35\%$, $\delta^{18}O = -11 \sim -5\%$)을 <그림 3-2-25>에 함께 도시하였다. 조사지역의 산소 및 수소동위원소 비는 우리나라 남한의 지하수 혹은 온천수의 일반적인 조성과 잘 일치한다.

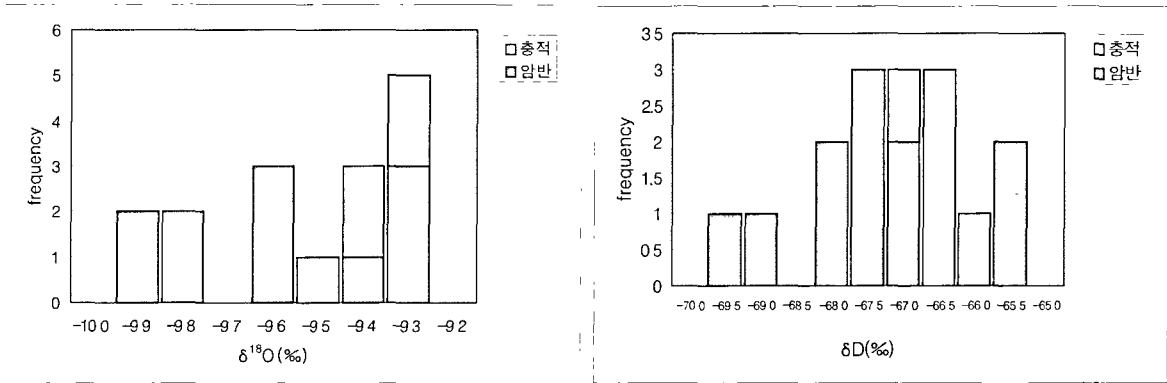


<그림 3-2-23> 제산지구 산소 및 수소동위원소 조사관정위치도

지하수 및 지표수 시료의 산소 동위원소와 수소 동위원소 사이에 어떠한 관계를 보이는지 알아보기 위하여 δD 와 $\delta^{18}O$ 를 함께 도시하여 보면 Craig(1961)의 순환수선에 잘 일치하여 도시된다<그림 3-2-25>. Km과 Nakai(1981), 김규한과 中井信之(1988), Yum(1993) 등 총 197개의 자료를 이용하여 우리나라 온천수와 지하수의 산소와 수소 동위원소 비의 영역(타원 : $\delta D = -75 \sim -35\%$, $\delta^{18}O = -11 \sim -5\%$)을 <그림 3-2-25>에 함께 도시하였다. 조사지역의 산소 및 수소동위원소 비는 우리나라 남한의 지하수 혹은 온천수의 일반적인 조성과 잘 일치한다.



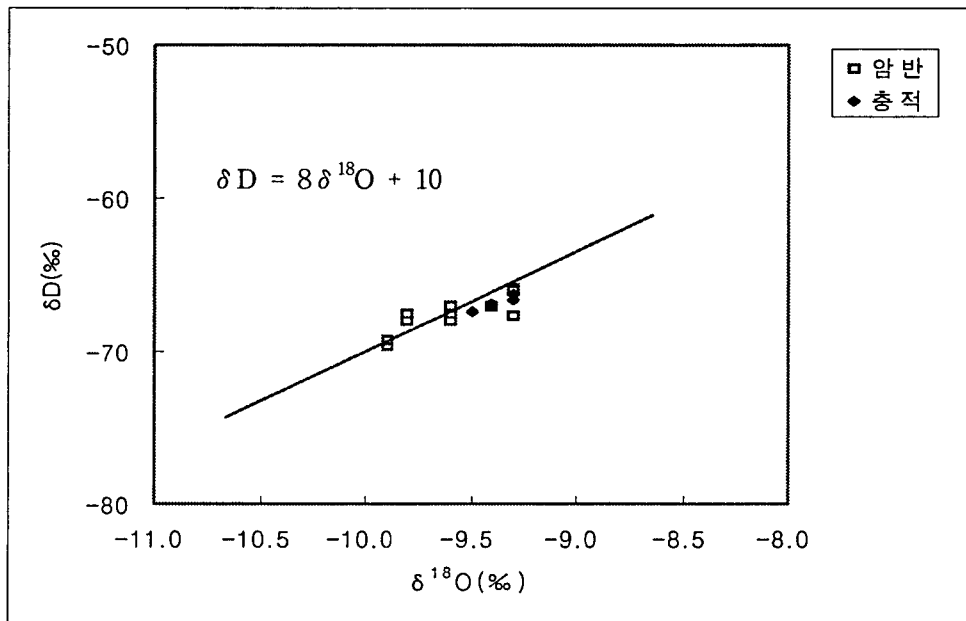
<그림 3-2-23> 제산지구 산소 및 수소동위원소 조사관정위치도



<그림 3-2-24> 대수층별 산소 및 수소 동위원소 빈도 분포도

<표 3-2-20> 제산지구 지하수의 수소 및 산소 동위원소 조성

관정공번	심도(m)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	$\delta\text{D}(\text{‰})$	대수층	
100043	90	-9.8	-67.5	암 반	
100050	82	-9.8	-68.0		
100163	60	-9.6	-67.5		
200068	40	-9.6	-68.0		
200103	100	-9.3	-65.8		
300001	80	-9.6	-67.0		
300030	80	-9.4	-67.0		
300048	230	-9.3	-67.6		
300061	50	-9.9	-69.6		
400023	162	-9.3	-65.9		
500006	100	-9.9	-69.3		
100017	25	-9.4	-66.9		충 적
200054	5	-9.3	-66.6		
200079	10	-9.4	-66.8		
400044	23	-9.3	-66.2		
500016	24	-9.5	-67.3		



<그림 3-2-25> 제산지구 지하수의 산소-수소 동위원소 관계도

나. 농경지 토양조사

우리나라는 토양오염으로 인한 국민건강 및 환경상의 위해를 예방하고 오염된 토양을 정화하는 등 토양을 적정하게 관리·보전함으로써 모든 국민이 건강하고 쾌적한 삶을 누릴 수 있게 함을 목적으로 1996년부터 토양환경보전법이 제정·시행되고 있으며 토양의 오염방지를 위하여 15종의 물질을 토양오염물질로 지정관리하고 있다.

토양환경보전법상 토양오염물질로는 토양오염과 관련성이 큰 수질환경보전법에서 사람의 건강이나 동식물의 생육에 직접 또는 간접적으로 위해를 줄 우려가 있는 오염물질로 선정된 특정유해물질인 카드뮴, 구리, 비소, 수은, 납, 6가크롬, 아연, 니켈, 불소, 유기인, PCB, 시안, 페놀, 유류(BTEX, TPH), 유기용제류(TCE, PCE) 15종과 토양오염의 방지를 위하여 특별히 관리할 필요가 있다고 인정되는 물질을 포함한다(개정 '01. 12. 31).

토양오염도조사를 위하여 조사지구내 5점의 시료를 채취하였다. 시료채취는 논의 표토를 5cm 제거한 후 hand auger를 이용하여 지표하 40cm까지의 흙을 채취하여 서울대학교 농업과학공동기기센터에 의뢰하여 토양오염공정시험방법에 의하여 토양오염물질 10종과 pH에 대하여 검사를 실시하였다.

토양분석은 조사지역내 환경부 지방환경관서에서 운영하는 전국토양측정망(1개소)과 시·도 보건환경연구원에서 운영하는 지역토양측정망(3개소)운영결과 자료및 급회 분석결과(5개소)를 포함 총 9개소의 평균치와 전국의 토양측정망(지역·전국망) 및 전국망 답의 평균치와 비교하였다.

전국망 답 평균값과 비교할 때 제산지구가 토양오염물질 11종중 As, Hg의 함량이 0.432mg/kg, 0.107mg/kg으로 전국망 답 평균값보다 각각 0.294mg/kg, 0.068mg/kg이 더 높게 조사되었다<표 3-2-21~22>. 전국평균과 조사지역 분석결과를 비교하였을 때도 As, Hg이 0.176mg/kg, 0.036mg/kg 각각 높게 나타나, 토양환경보전법의 우려기준(As : 6mg/kg, Hg : 4mg/kg)과 비교하였을 때는 오염기준치를 넘는 지역은 없다<그림 3-2-26>.

기타항목 비교시에도 토양오염 우려기준보다 낮게 나타나며 전국 평균치보다도 낮게 나타나 토양오염에 있어서 양호한 것으로 판단된다.

<표 3-2-21> 2001 토양측정망 운영결과(환경부)

(단위 : mg/kg)

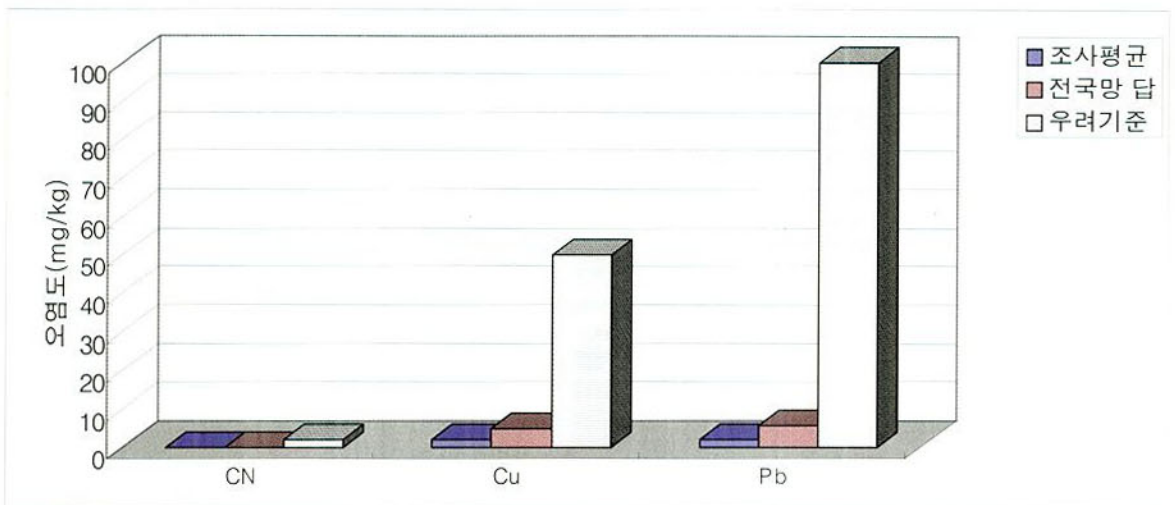
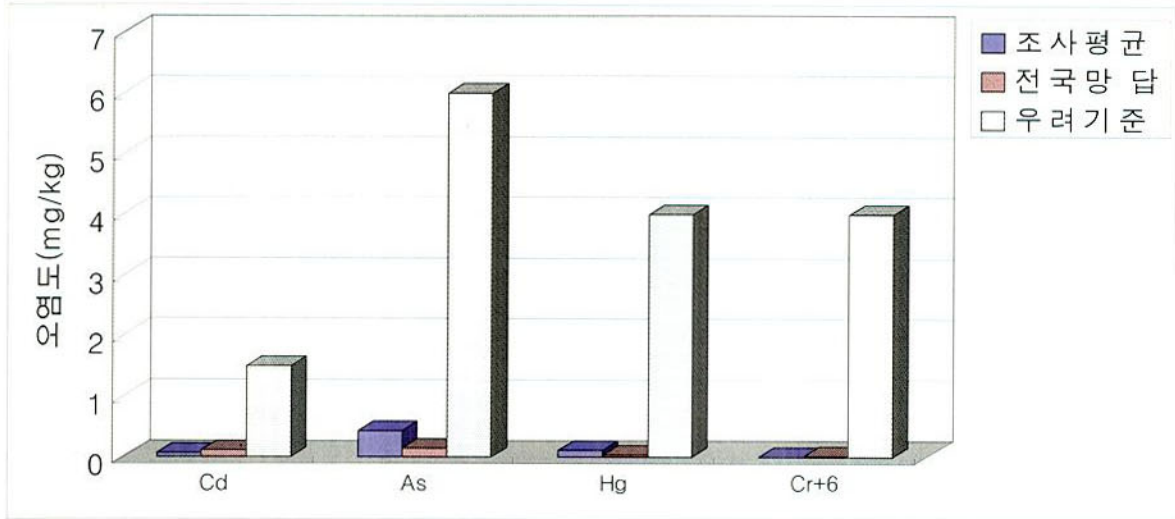
구분	개소수	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr ⁺⁶	유기인	PCB	CN	페놀	유류	pH
평균	4,500	0.147	5.300	0.256	0.071	6.503	0.028	-	-	0.020	-	1.008	6.4
지역망	3,000	0.161	5.952	0.299	0.083	7.088	0.038	-	-	0.025	-	1.298	6.3
전국망	1,500	0.118	3.995	0.161	0.040	5.347	0.007	-	-	0.012	-	0.068	6.5
전국망답	125	0.115	4.785	0.138	0.039	5.689	0.009	ND	ND	0.015	ND	ND	5.7

<표 3-2-22> 조사지역내 토양분석도 결과

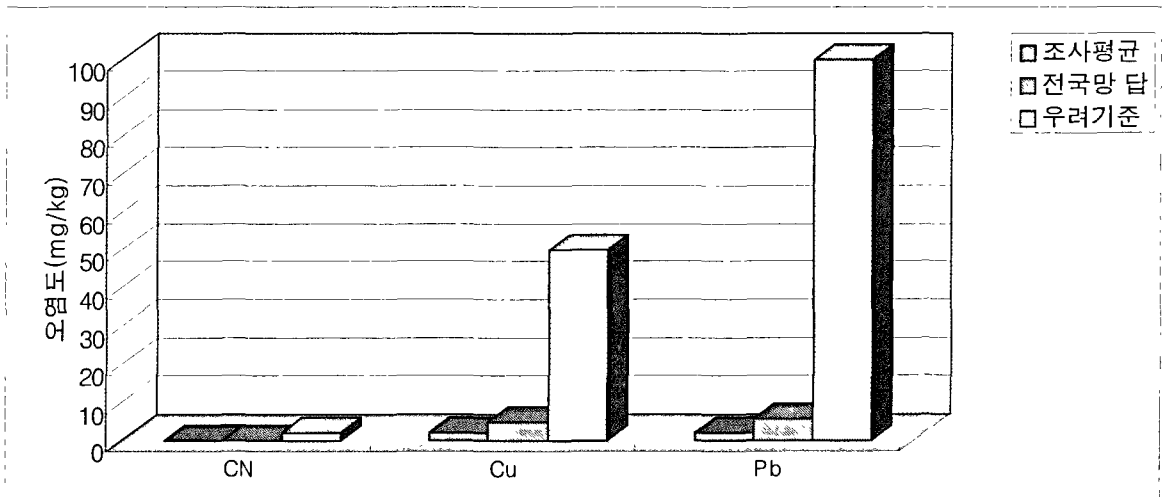
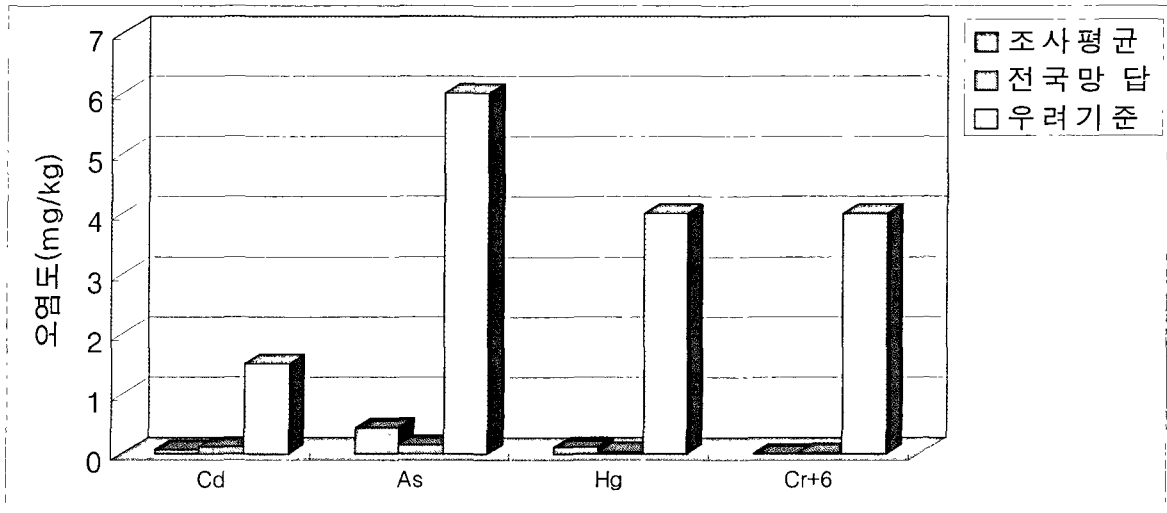
(단위 : mg/kg)

구분	지점 번호	위치	Cd	Cu	As	Hg	Pb	Cr ⁺⁶	유기인	PCB	CN	페놀	유류	pH
평균			0.069	2.148	0.432	0.107	2.190	-	-	-	-	-	-	6.54
현지 조사	JD	충주시 충량면 지동리	ND	2.66	0.11	0.19	1.94	ND	ND	ND	ND	ND	-	4.26
	SG	제천시 덕산면 선고리	ND	1.74	0.09	0.33	1.42	ND	ND	ND	ND	ND	-	6.62
	JOG	충주시 살미면 재오개리	ND	1.25	0.18	0.10	1.14	ND	ND	ND	ND	ND	-	7.19
	SR	제천시 청풍면 신리	ND	3.11	0.14	0.14	4.81	ND	ND	ND	ND	ND	-	6.97
	SS	제천시 수산면 수산리	ND	-	-	0.11	0.21	ND	ND	ND	ND	ND	-	8.62
지역망	IK-13	제천시 금성면 양화리	0.370	3.204	2.232	0.022	5.558	ND	-	-	ND	-	-	7.4
	IO-28	충주시 산척면 명서리	0.095	4.456	0.598	0.037	1.211	ND	-	-	ND	-	-	5.2
	IP-36	충주시 살미면 부룡리	0.054	1.810	0.510	0.025	0.589	ND	-	ND	ND	ND	-	7.0
전국망	WO-18	제천시 한수면 송계리	0.105	1.105	0.025	0.011	2.830	ND	-	-	ND	-	-	5.6

※ 지역망 및 전국망은 환경부의 2001 토양측정망운영결과 자료임



<그림 3-2-26> 농경지 토양오염조사 현황



<그림 3-2-26> 농경지 토양오염조사 현황

IV. 지하수 특성분석

4.1 수량 및 대수층 분석

4.1.1 이용량 분석

가. 생활용수 이용현황

상수도 보급율이란 광역상수도 및 지방상수도 등의 급수시설이 정비된 지역내에 거주하여 수도물을 공급받고 있는 급수인구를 총인구로 나눈 백분율로서 충청북도내의 상수도보급율은 75.9%이며 제천·충주시의 보급율은 75.6%로 충청북도 평균 보급률에 근접한다. 조사지구내 9개면의 상수도보급율은 21.0%이며 제천시 한수면, 충주시 살미및 산척면의 상수도 보급은 없다. 급수인구는 총 5,102명이며 2003년말 기준 인구 24,284명중 21.0%가 상수도의 급수를 받는 것으로 조사되었다<표 4-1-1>.

조사지구 내 광역상수도 급수구역은 충주시 동량면 조동리의 2개리 일원으로 급수인구는 1,389명으로 482m³/일이 공급되고 있으며 인구대비 5.7%에 해당한다<표 4-1-2>.

<표 4-1-1> 상수도 보급현황

구분	총인구 (명)	급수 인구 (명)	시설 용량 (m ³ /일)	급수량 (m ³ /일)	1인당 급수량 (ℓ)	보급율 (%)	상수도현황 (전용·간이·소규모·우물샘등)			
							이용인구 (명)	개 소		
충청북도	1,501,443	1,139,965	700,700	397,858	349.0	75.9	361,478	2,329		
합계	370,471	280,043	162,600	84,656	302.3	75.6	77,673	511		
제산지구내	24,284	5,102	10,300	4,020	787.9	21.0	7,467	134		
제산지구외	346,187	274,941	152,300	80,636	293.3	79.4	70,206	377		
제 천 시	합 계	143,655	113,584	86,650	32,645	287.4	79.1	28,082	208	
	제 산 지 구	금성	2,592	385	-	110	285.7	14.9	1,185	18
		청풍	1,472	392	500	238	607.1	26.6	823	21
		수산	2,511	387	200	117	302.3	15.4	1,651	32
		덕산	2,848	1,036	500	273	263.5	36.4	1,692	25
		한수	920	-	-	-	-	-	803	15
	지 구 외	봉양	9,051	4,586	-	1,311	285.9	50.7	4,465	31
		백운	3,763	889	450	309	347.6	23.6	2,874	35
		송학	6,365	2,338	-	668	285.7	36.7	4,027	18
시가지		114,133	103,571	85,000	29,619	286.0	90.7	10,562	13	

자료 : 제천시 수도사업소, 충주시 상수도과(2003)

<표 4-1-1> 상수도 보급현황(계속)

구분	총인구 (명)	급수 인구 (명)	시설 용량 (m ³ /일)	급수량 (m ³ /일)	1인당 급수량 (ℓ)	보급율 (%)	상수도현황 (전용·간이·소규모·우물샘등)	
							이용인구(명)	개소
합계	277,736	166,459	75,950	52,011	312.5	73.1	49,591	303
제 산 지 구	살미	2,565	-	-	-	-	465	6
	상모	4,214	1,978	8,500	3,173	1,604.1	120	1
	동량	4,903	924	600	109	118.0	378	7
	산척	3,179	-	-	-	-	350	9
충 주 시 구 외	주덕	6,993	3,038	1,200	799	263.0	3,955	8
	살미	2,565	-	-	-	-	2,100	18
	상모	4,214	1,978	8,500	3,173	1,604.1	2,116	18
	이류	5,172	675	-	228	337.8	4,497	21
	신니	4,363	-	-	-	-	4,636	25
	노은	2,900	-	-	-	-	2,900	16
	양성	5,274	1,898	550	384	202.3	3,376	26
	가금	3,218	-	-	-	-	3,218	25
	금가	4,707	-	-	-	-	4,707	13
	동량	4,903	924	600	109	118.0	3,601	16
	산척	3,179	-	-	-	-	2,829	17
	염정	4,357	-	-	-	-	4,357	27
	소태	2,232	-	-	-	-	2,232	27
	시가지	158,798	155,044	56,000	44,036	284.0	97.6	3,754

자료 : 제천시 수도사업소, 충주시 상수도과(2003)

<표 4-1-2> 조사지구내 광역상수도 공급현황

구분	취수원	급수지역			급수인구 (인)	급수량 (m ³ /일)	관리자	비고
		시	면	리				
광역 상수도	소계	-	-	-	1,389	482	-	-
	충주댐	충주	동량	조동, 용교, 대전	1,389	482	-	-

자료 : 충주시 상수도과(2003)

조사지구내 생활용 지하수 시설은 총 952개소로 이용량은 5,208,809m³/년이다. 이중 134개소가 소규모 급수시설 및 간이상수도로서 이용량으로 볼 때 20.1%에 해당한다. 따라서 나머지 80%정도가 가정용 소형지하수를 사용하고 있는 것으로 추정된다.

<표 4-1-3> 생활용 지하수 이용현황

구분		개소수	이용량 (m ³ /년)	비고
계		952	5,208,809	
제천시	금성면	394	1,308,472	
	청풍면	81	1,211,821	
	수산면	217	980,409	
	덕산면	105	471,206	
	한수면	62	476,824	
충주시	살미면	34	427,688	
	상모면	9	22,530	
	동량면	35	265,721	
	산척면	15	44,138	

자료 : 제천시는 지하수조사연보(2003), 충주시는 현장조사자료(2003)

<표 4-1-4> 소규모 급수시설 및 간이상수도 현황

시	위 치		시설명 (개소)	시설용량 (m ³ /일)	급수인구		시설규모 동력(HP/대) 양수기(mm/대)	송수, 배수관로			준공 (설치) 년월일	구분
	읍면	리			가구	인구		소재명	관경 (mm)	연장 (m)		
제천	금성	대장	천역골	4	3	9		PE	50	370	1976	소규모급수
	금성	대장	고마창	18	19	49	2HP, 1대	PE	16~50	740	1994	소규모급수
	금성	사곡	소사창	19	23	70					1978	소규모급수
	금성	사곡	대사창	34	53	160	10HP, 1대	FFP/PE	50/20~80	410/1185	1978	간이상수도
	금성	성내	서원	35	42	110		PE/PE	75/16~50	255/1730	1984	간이상수도
	금성	성내	곰바위	20	9	25					1990	소규모급수
	금성	양화	길마재	25	15	43	3HP, 1대	PVC/PE	50/40	150/450	1980	간이상수도
	금성	월굴	석동골	24	17	50		PE/PE	40/40	150/700	1979	간이상수도
	금성	월림1	아니고개	6	9	27					1979	소규모급수
	금성	월림1	큰말	26	26	78		PE/PE	50/50	500/1000	1979	간이상수도
	금성	월림1	골말	24	16	50					1980	소규모급수
	금성	월림2	반정	38	30	85		PE/PE	50/50	1000/1800	1972	간이상수도
	금성	월림2	골말	36	17	49		PE/PE	50/30~50	200/1100	1975	간이상수도
	금성	위림	위실	23	20	57					1972	소규모급수
	금성	중전	중말	13	13	36					1986	소규모급수
	금성	중전	큰말	22	38	110					1986	소규모급수

자료 : 제천시 수도사업소, 충주시 상수도과(2003)

<표 4-1-4> 소규모 급수시설 및 간이상수 현황(계속)

위치			시설명 (개소)	시설용량 (m ³ /일)	급수인구		시설규모 동력(HP/대) 양수기(mm/대)	송수, 배수관로			준공 (설치) 년월일	구분
시	읍면	리			가구	인구		자재명	관경 (mm)	연장 (m)		
제천	금성	진리	갱골	20	15	46					1974	소규모급수
	금성	포전	포전	38	46	131		PE/PE	50/50~75	660/1160	1976	간이상수도
	청풍	광의	광의	12	12	25					1984	소규모급수
	청풍	교리	교리	12	17	49	5HP, 1대	PE	16~50	336	1984	소규모급수
	청풍	단리	1반	9	11	27		PE	16~50	635	1985	소규모급수
	청풍	단리	2반	12	7	17	3HP, 1대				1985	소규모급수
	청풍	대류	대류	30	27	65	3HP, 1대	PE15이상	80	1,148	1984	소규모급수
	청풍	도곡	도곡	33	28	63		PE	50	1,850	1984	간이상수도
	청풍	도실	실리곡	15	12	25	3HP, 1대	PE	40~50	630	1984	소규모급수
	청풍	도화	도화	14	27	77					1984	소규모급수
	청풍	부산	아랫말	10	5	10	3HP, 1대	PE	16~50	2,864	1975	소규모급수
	청풍	북진	북진	18	32	69	5HP, 1대	PE/PE	50/50	996/5256	1984	간이상수도
	청풍	실리	실매실	8	11	30	5HP, 1대	PE	30~50	816	1996	소규모급수
	청풍	양평	양평	14	13	45	7.5HP, 1대	PE	20~50	984	1984	소규모급수
	청풍	연곡	연곡	30	21	41		PE	25~50	605	1984	소규모급수
	청풍	연론	갱기터	14	11	38	5HP, 1대	PE	30~50	929	1983	소규모급수
	청풍	연론	새마을	8	7	20					1984	소규모급수
	청풍	용곡	용곡	20	11	21		PE	50	1,970	1984	소규모급수
	청풍	장선	가산절	30	14	31	10HP, 1대	PE	20~75	3,764	1975	소규모급수
	청풍	학현	상학현	26	18	58	15HP, 1대	PE	50	2,124	1989	간이상수도
	청풍	학현	하학현	18	17	54		PE	30~75	650	1990	소규모급수
	청풍	황석	황석	7	12	28					1984	소규모급수
	청풍	후산	후산	11	16	30					1984	소규모급수
	수산	계란	계란	25	24	41					1975	소규모급수
	수산	고명	고명	25	36	93					1976	소규모급수
	수산	괴곡	괴곡	18	19	44	3HP, 1대				1971	소규모급수
	수산	괴곡	별말	9	7	17	3HP, 1대		40~50	375	1984	소규모급수
	수산	괴곡	원대	9	10	23	3HP, 1대	PE/HP-D	40/40	740	1991	소규모급수
	수산	구곡	구곡	20	25	61	3/5HP, 2대	PFP/PE	50/80	1230/2173	1976	소규모급수
	수산	내리	내리3	8	15	40					1983	소규모급수
	수산	능강	능강	50	30	86	10HP, 1대	PFP/PE	30~240	2,829	1990	소규모급수
	수산	대전1	한밭들	50	50	100	2HP, 1대				1976	간이상수도
	수산	대전1	새터말	-	-	-	2HP, 1대				1978	소규모급수

자료 : 제천시 수도사업소, 충주시 상수도과(2003)

<표 4-1-4> 소규모 급수시설 및 간이상수 현황(계속)

시	위치		시설명 (개소)	시설용량 (m ³ /일)	급수인구		시설규모 동력(HP/대) 양수기(mm/대)	송수, 배수관로			준공 (설치) 년월일	구분
	읍면	리			가구	인구		소재명	관경 (mm)	연장 (m)		
제천	수산	대전2	갈문	30	33	68	12.5HP, 1대	PE	13~50	2,200	1977	간이상수도
	수산	대전2	단지실	14	18	40					1979	소규모급수
	수산	도전	도전	39	41	93	5HP, 1대	PE	30~75	2,326	1975	간이상수도
	수산	상천	백운동	20	29	77	5HP, 1대	PEM	50	480	1971	소규모급수
	수산	상천	초경동	9	19	55					1972	소규모급수
	수산	서곡	하방곡	3	6	16					1977	소규모급수
	수산	서곡	호미실	7	12	39	5HP, 1대	PE	16~50	1,501	1980	소규모급수
	수산	수곡1	아랫말	25	45	104		PE/PE	16~50 /30~75	213/1910	1976	간이상수도
	수산	수곡1	윗간말	13	11	22	5HP, 1대	PE	50~75	785	1978	소규모급수
	수산	수곡2	수곡2	28	31	85		PE	13~50	1,050	1978	간이상수도
	수산	수곡2	짚실	10	8	20					1982	소규모급수
	수산	수리	수청거리	16	22	45					1971	소규모급수
	수산	수리	수레골	15	21	42		PE	16~50	1,046	1978	소규모급수
	수산	수산2	방골	7	22	63					1978	소규모급수
	수산	오티	청풍나루	27	30	61	3HP, 1대	PE/PE	50/13~50	400/2000	1976	간이상수도
	수산	오티	한길가	20	21	50		PE	50	1,200	1977	소규모급수
	수산	율지	율지	9	4	8					1982	소규모급수
	수산	적곡	서촌	30	53	140	2/7HP, 2대	PE/PE	16~50 /30~50	579/3209	1974	간이상수도
	수산	전곡	쇠실	5	4	7					1976	소규모급수
	수산	전곡	앞실	6	12	29					1978	소규모급수
	수산	지곡	지곡	11	11	16	3HP, 1대	PE	16~40	443	1995	소규모급수
	수산	하천	진경동	10	30	66	3HP, 1대	PE	50	1,050	1988	소규모급수
	덕산	광천	중금	7	14	26					1972	소규모급수
	덕산	광천	광천	20	12	22		PE	50	470	1976	소규모급수
	덕산	금곡	금곡	15	21	43					1976	소규모급수
	덕산	도기	도기	50	65	155	3HP, 1대	PE/PE	50/30~40	200/750	1973	간이상수도
	덕산	도기	양주동	28	22	52		PVC/PVC	50/30~50	430/1330	1975	간이상수도
	덕산	도기	루동	25	33	79	3HP, 1대	PE	16~50	621	1976	소규모급수
	덕산	삼전	삼전	27	32	73	5HP, 1대	PE/PVC	50/30~50	575/2053	1972	간이상수도
	덕산	선고1	퇴골	13	16	34		PE	16~50	1,627	1975	소규모급수
	덕산	선고1	선고1	60	70	149	7.5HP, 1대	PE/PE	50/20~75	210/5327	1984	간이상수도
	덕산	선고2	중미	10	8	18					1976	소규모급수
	덕산	선고2	문안골	20	12	27					1976	소규모급수

자료 : 제천시 수도사업소, 충주시 상수도과(2003)

<표 4-1-4> 소규모 급수시설 및 간이상수 현황(계속)

시	위치		시설명 (개소)	시설용량 (㎥/일)	급수인구		시설규모 동력(HP/대) 양수기(㎞/대)	송수, 배수관로			준공 (설치) 년월일	구분
	읍면	리			가구	인구		소재명	관경 (㎜)	연장 (m)		
제천	덕산	선고2	마뜰	11	15	35					1993	소규모급수
	덕산	선고3	와둔지	30	39	101	7.5HP, 1대	PE/PE	50~75 /16~75	130/2411	1977	간이상수도
	덕산	수산1	수산1	32	47	120		PE/PE	50/30	320/1220	1975	간이상수도
	덕산	수산2	양촌	35	25	63	7.5/7.5HP, 2대	PVC, PE /PVC	50, 50/50	50, 2430 /3130	1972	간이상수도
	덕산	수산2	음촌	14	15	38					1977	소규모급수
	덕산	신현1	신현1	50	53	140	10HP, 1대	PE/PVC	75/30~50	60/3589	1999	간이상수도
	덕산	신현2	산곡	28	30	78	10HP, 1대	KP직관/ PPF	80/15~40	2,472	1975	소규모급수
	덕산	신현2	중신대	40	46	112		KP직관/ PPF	80/15~50	2,115	1976	소규모급수
	덕산	신현2	하신대	15	12	29					1976	소규모급수
	덕산	역수	역수	13	16	23					1972	소규모급수
	덕산	역수	사시리	9	11	30					1993	소규모급수
	덕산	역수	음지말	20	5	13		PE	16~50	491	2002	소규모급수
	덕산	월릉	월릉	25	56	143		PE/PVC	50/30~50	50/686	1972	간이상수도
	덕산	월악	월악	24	41	89					1977	소규모급수
	한수	덕곡	골안	4	6	28	5HP, 1대	PE	16~50	1,226	1972	소규모급수
		덕곡	지소거리	8	8	11					1972	소규모급수
덕곡		떡박골	13	20	57	5HP, 1대	PE	16~50	1,144	1979	소규모급수	
덕곡		머구골	10	11	28		PE/PE	50/16~50	360/781	1979	소규모급수	
송계1		동창	30	42	123	5HP, 1대	PE/PE	30~50/ 20~50	1614/4043	1976	간이상수도	
송계2		삼신당	26	21	45		PE/PE	50/16~50	600/1855	1974	간이상수도	
송계2		송계2	38	69	214	5HP, 1대	PE/PE	50/20~75	2200/4579	1984	간이상수도	
송계3		구례골	31	25	60		PE/PE	50/16	900/1300	1979	간이상수도	
송계3		문화마을	50	21	59	10HP, 1대	PE, PPF20	75	2,509	1999	간이상수도	
송계4		골미	5	5	10	2HP, 1대	PE	16~40	586	1987	소규모급수	
송계4		사쟁이	10	8	20					1992	소규모급수	
송계4		덕주골	25	13	26	5HP, 1대	PE	50	566	1993	소규모급수	
탄지		상탄지	20	16	45	3HP, 1대	PE	50	515	1975	소규모급수	
탄지		하탄지	20	24	59	5HP, 1대	PE	16~50	1,003	1984	간이상수도	
탄지	상노	15	8	18	3HP, 1대	PE	30~50	734	1989	소규모급수		
충주	살미	공이	공이	59	55	130	5HP, 1대	PE	75	1,465	00.2.1	간이상수도

자료 : 제천시 수도사업소, 충주시 상수도과(2003)

<표 4-1-4> 소규모 급수시설 및 간이상수 현황(계속)

위치			시설명 (개소)	시설용량 (m ³ /일)	급수인구		시설규모 동력(HP/대) 양수기(mm/대)	송수, 배수관로			준공 (설치) 년월일	구분
시	읍면	리			가구	인구		소재명	관경 (mm)	연장 (m)		
충주	살미	공이	유촌	45	40	99	11HP, 1대	PE	75	440	03.6.14	소규모급수
	살미	내사	절골	45	35	100		PVC	50	1,400	79.3.30	간이상수도
	살미	내사	동막골	36	27	81		PE	50	600	98.11.4	소규모급수
	살미	재오개	도선골	12	9	27		PVC	40	270	86.5.17	소규모급수
	살미	재오개	상재오개	13	11	28		PVC	40	750	91.6.18	소규모급수
	상모	미록	미폭	54	38	120	PVC	100	400	72.6.30	간이상수도	
	동량	서운	서운	23	12	50	3HP, 1대	PE	30	100	81.6.30	소규모급수
	동량	손동	음양지2	21	21	47		PE	50	407	01.5.21	소규모급수
	동량	손동	탄동3	38	38	85	PVC	50	700	86.6.30	소규모급수	
	동량	손동	음양지	43	43	96	5HP, 1대	PVC	50	950	95.12.30	소규모급수
	동량	지동	미라	26	26	58		PVC	75	555	85.6.30	소규모급수
	동량	지동	양이	5	5	10	PVC	40	420	86.6.30	소규모급수	
	동량	지동	금잠	14	14	32	3HP, 1대	PE	50	211	95.6.30	소규모급수
	산척	명서	도덕	27	17	60		PE	50	500	82.6.30	소규모급수
	산척	명서	방대2	14	7	21	PVC	50	750	84.6.30	소규모급수	
	산척	명서	정암	15	11	33	PVC	50	530	86.6.30	소규모급수	
	산척	명서	서대	45	26	100	PE	50	500	87.6.30	간이상수도	
	산척	석천	명암	7	6	16	PE	50	391	01.12.28	소규모급수	
	산척	석천	석문1	14	8	23	PE	50	1,160	79.6.30	소규모급수	
	산척	석천	합천	12	8	26	PVC	50	300	81.6.30	소규모급수	
산척	석천	석문3	14	8	30	PE	50	300	87.5.30	소규모급수		
산척	석천	석문2	18	13	41	PE	50	750	98.12.9	소규모급수		

자료 : 제천시 수도사업소, 충주시 상수도과(2003)

나. 농업용수 이용현황

수리답면적 비율은 저수지(찾골저수지의외 총 3개소)와 취입보(성암취입보의 총 54개소)에 의한 용수공급을 받고 있는 덕산면이 가장 높은 96.8%에 달하고 있으며 다음으로는 한수면(67.0%), 금성면(54.1%)으로 살미, 상모, 산척면은 수리답이 없으며 지구내 전체 평균은 44.5%로 조사되었다. 또한 지형여건상 지표수의 대규모 공급이 어려운 동량면이 4.5%로 조사지역 중 가장 낮은 수리답 면적비율을 보인다<표 4-1-5>.

<표 4-1-5> 수리답 및 진흥지역 현황

(단위 : ha)

위치		총면적	농경지면적					수리답면적		진흥지역	
시	면		소계		전	답	과수	면적	비율	답면적	진흥지역 비율
			면적	비율							
계		61665.1	5907.3	96%	4631.8	1232.7	42.7	548.1	44.5%	440.7	35.7%
제천	소계	43470.2	4750.9	10.9%	3757.0	968.6	25.3	542.7	56.0%	379.7	39.2%
	금성	6837.7	1073.7	15.7%	723.6	337.7	12.4	182.6	54.1%	187.0	55.4%
	청풍	9166.4	596.6	6.5%	540.9	51.4	4.3	10.4	20.2%		
	수산	8896.2	1497.9	16.8%	1288.8	207.7	1.4	7.7	3.7%	31.3	15.1%
	덕산	10983.4	1261.2	11.5%	948.1	311.6	1.5	301.6	96.8%	161.4	51.8%
	한수	7586.5	321.5	4.2%	255.5	60.3	5.7	40.4	67.0%		
충주	소계	18194.9	1156.3	6.4%	874.8	264.1	17.4	5.4	2.0%	61.0	23.1%
	살미	5241.6	421.9	8.0%	315.7	100.7	5.6			61.0	60.6%
	상모	1645.1	38.4	2.3%	24.1	14.1	0.2				
	동량	7498.5	447.1	6.0%	341.3	96.3	9.4	5.4	5.6%		
	산척	3809.7	249.0	6.5%	193.8	53.0	2.2				

자료 : 제천·충주시 행정자료(2002), 제산 농어촌용수구역 조사보고서(농림부, 1996)

농업용수 공급은 총 답면적 1,232.7ha 중 548.1ha에 이루어지는데 이중 8개의 저수지에서 203.3ha를 급수하고 양수장은 없으며, 취입보 112개소에서 344.8ha의 면적에 농업용수를 공급하고 있다<표 4-1-6>.

조사지구의 농업용 지하수 시설은 총 620개소로 이용량은 4,550,494m³/년으로 개소수로는 금성면이 423개소(68.2%), 이용량 역시 금성면이 2,740,572m³/년(60.2%)으로 가장 많다<표 4-1-7>.

<표 4-1-6> 농업용수 공급현황(주수원공)

구분	수원공	개소수	담면적 (ha)	이용수량 (천㎥/년)	동리면적 (ha)							수리 답율 (%)
					인가	관개면적						
						소계	평년	3년	5년	7년	10년	
합계		120	1,232.7	5,234	626.8	548.1	166.9	43.3	87.6	52.2	198.1	45.2
살미면	소계		100.7		.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
					.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
상모면	소계		14.1		.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
					.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
동량면	소계	2	96.3	44	7.5	5.4	5.4	.0	.0	.0	.0	5.6
	취입보	2		44	7.5	5.4	5.4	.0	.0	.0	.0	
산척면	소계		53.0		.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
					.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
금성면	소계	42	337.7	1,529	198.8	182.6	128.0	7.7	7.2	2.0	37.7	54.1
	저수지	4		680	96.9	85.7	84.7	1.0	.0	.0	.0	
	취입보	38		850	101.9	96.9	43.3	6.7	7.2	2.0	37.7	
청풍면	소계	5	51.4	98	11.0	10.4	.0	.0	1.5	3.0	5.9	20.2
	취입보	5		98	11.0	10.4	.0	.0	1.5	3.0	5.9	
수산면	소계	4	207.7	64	8.1	7.7	5.3	.0	1.6	.0	.8	3.7
	저수지	1		13	1.6	1.6	1.6	.0	.0	.0	.0	
	취입보	3		51	6.5	6.1	3.7	.0	1.6	.0	.8	
덕산면	소계	57	311.6	3,135	339.3	301.6	20.8	35.6	69.4	31.4	144.4	96.8
	저수지	3		1,110	116.0	116.0	3.0	.0	.0	.0	113.0	
	취입보	54		2,025	223.3	185.6	17.8	35.6	69.4	31.4	31.4	
한수면	소계	10	60.3	364	62.1	40.4	7.4	.0	7.9	15.8	9.3	67.0
	취입보	10		364	62.1	40.4	7.4	.0	7.9	15.8	9.3	

자료 : 제천·충주시 행정자료(2002), 제산 농어촌용수구역 조사보고서(농림부, 1996)

<표 4-1-7> 농업용 지하수 이용현황

구분		개소수	이용량 (㎥/년)	비교
계		620	4,550,494	
제천시	금성면	423	2,740,572	
	청풍면	21	454,875	
	수산면	106	724,825	
	덕산면	38	442,997	
	한수면	11	66,315	
충주시	살미면	11	112,360	
	상모면	1	-	
	동량면	8	6,750	
	산척면	1	1,800	

자료 : 제천시는 지하수조사연보(2003), 충주시는 현장조사자료(2003)

다. 공업용수 이용현황

지구내 공장들은 제지, 펄프제조업체와 같이 특별히 공업용수가 필요한 대규모 시설공장이 없이 대부분 소규모시설을 갖춘 업체들로서 음식료, 화학, 금속공업등이 주류를 이루고 있어 지하수를 이용한 공업용수 사용은 비교적 적은편이다.

<표 4-1-8> 공업용수 지하수 이용량

구 분		개소수	이용량 (m ³ /년)	비 고
계		7	17,155	
제천시	금성면	3	10,950	
	수산면	3	5,475	
	덕산면	1	730	

자료 : 지하수조사연보(2003)

라. 용수이용 특성 및 수요전망

농어촌용수이용합리화계획에 따른 용도별 2000년대 수요추정은 다음과 같다.

1) 생활용수 수요전망

농어촌지역의 생활용수 보급율을 92%로 급수토록하며 인구증가 추세를 분석하여 1인당 급수량을 350 l/일로 산정하였다.

<표 4-1-9> 생활용수 소요수량

(단위 : 천m³/년)

구 분		2000년대 인구(인)	보급율	급수대상 인구(인)	1 일 급수량	급수량	비 고
계		13,097	92%	12,049	350 l/인	1,539	
제천시	금성면	2,791		2,568		328	
	청풍면	1,511		1,390		178	
	수산면	2,742		2,523		322	
	덕산면	3,120		2,870		367	
	한수면	897		825		105	
충주시	살미면	686		631		81	
	상모면	132		121		16	
	동량면	762		701		90	
	산척면	456		420		54	

자료 : 인구수는 해당면자료(2001)

2) 농업용수 수요전망

각종 산업시설, 택지개발, 관광시설개발등 개발사업이 점진적으로 진행되고 있어 경지면적 전망은 '97년 6,316ha에서 2011년에는 약2.2% 감소한 6,172ha로 추정되었으나, 농업용수 수요전망은 수리답의 증가와 수리불안전답 면적의 상대적 감소로 '97년에 비하여 2011년에는 0.3% 증가한 34,200천m³/년으로 추정하고 있다.

<표 4-1-10> 경지면적 현황 및 전망

(단위 : ha)

구 분	1997년	2001년	2006년	2011년	비고
경지면적	6,316	6,239	6,172	6,172	
논면적	1,359	1,317	1,285	1,285	
- 수리답	977	992	1,071	1,160	
- 수리불안전답	382	325	214	125	
밭면적	4,957	4,922	4,887	4,887	
- 관개전	98	222	377	532	
- 비관개전	4,859	4,700	4,510	4,355	

자료 : 농촌용수 수요량조사 종합보고서 (농림부, 1999)

<표 4-1-11> 농업용수 수요량

(단위 : 천m³/년)

구 분	1997년	2001년	2006년	2011년	비고
농업용수	34,100	33,900	33,870	34,200	
논용수	14,460	14,190	14,040	14,110	
밭용수	19,640	19,710	19,830	20,090	
- 밭관개	490	1,180	2,040	2,900	
- 비관개	19,150	18,530	17,790	17,190	

자료 : 농촌용수 수요량조사 종합보고서 (농림부, 1999)

3) 공업용수 수요전망

농촌지역에 거주하는 사람이 공업단지에 취업하는 인구를 추정하여 공업용수 소요면적을 산출하였다.

<표 4-1-12> 공업용수 수요 추정기준

구분	농어촌 공단취업인구 (인)	취업인구에 대한 공업단지 면적(m ²)	비고
농가	2000년대 농촌추정인구×0.1068	17.28인 / 1000	150m ² /일/ha
비농가	2000년대 농촌추정인구×0.3762	17.28인 / 1000	150m ² /일/ha

자료 : 제산지구 농어촌 용수구역 조사보고서 (농림부, 1996)

공업용수 수요량은 농어촌 소득의 증대를 위하여 16.8ha의 공업단지가 필요할 것으로 추정되며 이에 필요한 수량은 926천m³/년으로 추정하였다.

<표 4-1-13> 공업용수 수요수량

구분	2000년대 취업인구(인)			공업단지 예정면적 (ha)	단 위 용수량 (m ³ /일/ha)	2000년대 수요수량 (천m ³ /년)	비고
	계	농가	비농가				
계	2,925	1,379	1,546	16.8	150	926	
제천시	금성면	592	305	287	3.4	187	
	청풍면	450	169	281	2.6	143	
	수산면	406	127	279	2.3	129	
	덕산면	711	414	297	4.1	225	
	한수면	226	96	130	1.3	71	
충주시	살미면	147	67	80	0.9	47	
	상모면	21	13	8	0.1	6	
	동량면	142	87	55	0.8	45	
	산척면	230	101	129	1.3	73	

자료 : 제산지구 농어촌용수구역 조사보고서 (농림부, 1996)

4) 축산용수 수요전망

축산용수는 가축 두수당 물사용량과 가축이 소비하는 초지의 생육에 필요한 초지용수 및 가축 가공용수를 더하였고, 축종은 한우, 젖소, 돼지, 닭 등 4종으로 선정하였다. 축종별 두수전망은 「'95년 농업총조사」에서 조사한 면별 축산두수 비율을 현재 및 목표연도에 적용하였으며, 한우는 수입쇠고기의 영향으로 두수가 줄어들 것으로 예상되었으나 정부의 「한우산업 안정대책」에 따라 현재사육두수를 그대로 지속하는 것으로 산정하였다.

가축두당 물수요량은 일본 초지개발사업계획 설계기준 자료를 이용하였으며 축종별 물수요량은 <표 4-1-14>과 같다. 또한 초지용수 및 가공용수는 「농업·농촌용수 종합이용계획」의 수요량을 적용하였다.

<표 4-1-14> 가축별 1일급수량

(단위 : ℓ/두·일)

구 분	농촌정비기준급수량	일본초지개발계획설계기준	비고
한 우	50	50 ~ 60	
젖 소	150	120 ~ 150	
돼 지	40	20 ~ 30	
닭	0.5	0.3 ~ 1	

<표 4-1-15> 축산용수 수요량

(단위 : 천m³/년)

구 분	1997년	2001년	2006년	2011년	비고	
계	430	440	470	480		
제천시	금성면	130	140	150	150	
	청풍면	20	20	20	20	
	수산면	30	30	30	30	
	덕산면	110	110	120	130	
	한수면	10	10	10	10	
충주시	살미면	40	40	40	40	
	상모면	40	10	10	10	
	동량면	10	40	50	50	
	산척면	40	40	40	40	

자료 : 농촌용수 수요량조사 종합보고서(농림부, 1999)

5) 환경용수 수요전망

하천의 오염방지를 목적으로 유역 전체의 10년 빈도 자연갈수량을 계산하여 갈수기시 180일간 공급하는 양으로 산정하여 연간소요수량을 766천m³/년으로 추정하였다.

<표 4-1-16> 환경용수 수요추정

행정구역	구 분	유역면적 (ha)	단위갈수량 (m ³ /sec/천ha)	1일수요수량 (m ³ /일)	연간수요수량 (천m ³ /년)	비 고
계		2,730		4,255.1	766	
제천	광천	2,730	0.01804	4,255.1	766	

자료 : 제산지구 농어촌용수구역 조사보고서 (농림부, 1996)

6) 용수 수요총괄

제산지구 생활, 농업, 축산, 공업, 환경용수 등의 용수이용추정을 종합하면 지구 내 37,911천m³/년이 필요할 것으로 산정되었다.

<표 4-1-17> 소요수량 총괄

(단위 : 천m³/년)

구 분	년도별				비 고
	1997년	2001년	2006년	2011년	
계	37,761	37,571	37,571	37,911	
농업용수	34,100	33,900	33,870	34,200	
- 논용수	14,460	14,190	14,040	14,110	
- 밭용수	19,640	19,710	19,830	20,090	
축산용수	430	440	470	480	
생활용수	1,539	1,539	1,539	1,539	
공업용수	926	926	926	926	
하천유지용수	766	766	766	766	

4.1.2 개발가능량 분석

지하수 개발가능량은 수문순환계가 파괴되지 않고 지하수 장애를 일으키지 않는 범위내에서 지속적으로 대수층으로부터 양수할 수 있는 지하수량에 해당하며, 지하수의 함양과 유출이 평형을 이루는 상태에서 지속적으로 채수 가능한 최대 수량이다. 이러한 지하수 개발가능량은 광역적인 단위로 지하수를 관리하거나 지하수의 개발·이용계획 수립에 필수적인 기본지표로써 유역 또는 각 지방자치단체에서의 용수공급계획 수립시 지표로 활용될 수 있다. 따라서 합리적인 지하수 이용 및 관리계획을 수립하기 위하여 해당지역 내의 지하수 개발가능량을 산정할 필요가 있다.

본 조사지구에서는 토양수분 수지분석에 의한 방법, SCS-CN방법, 손실량추정 방법(Turc방법)과 5대강 유역 강우함양계수에 의한 방법에서 취득한 함양률의 평균값을 적용하였다.

가. 지하수 함양률 산정

1) 토양수분 수지분석에 의한 함양률

조사지구에 가장 인접한 충주기상대 24년간(1973~1996) 기상자료를 수집하여 물수지 분석을 실시하였다. 본 지구는 토양매질중 Sandy loam(34.1%), Loam(27.3%), Silt loam(26.2%)의 분포비율이 전체면적의 87.6%를 점유하고 있어 <표 4-1-18>의 토양형태에 대한 대표적인 토양수분특성에서 사양토(Sandy loam), 양토(Loam), 미사질양토(Silt loam)의 평균치를 적용하였으며, <표 4-1-19>와 같이 년도별 물수지 분석을 실시하여 산정한 24년 평균 물수지 결과는 <표 4-1-22>과 같다.

- 제산지구 토성(loam)의 적용조건

최대보수량 혹은 포장용수량(field capacity) = $0.26\text{m}^3/\text{m}^3$ (0.23~0.30 m^3/m^3 의 평균)
 위조점 혹은 생장저해 수분점(wilting point) = $0.12\text{m}^3/\text{m}^3$ (0.10~0.15 m^3/m^3 의 평균)
 전용이유효수분량(total available water) = $1000 \times (\text{최대보수량} - \text{위조점}) \times \text{근역대 심도(m)}$
 유효수분량(readily available water) = $p \times \text{TAW}$, p:작물별 토양수분소모인자(무:0.3)
 근역대 심도(root zone depth) = 0.9m (정밀토양도의 평균유효토심 적용)

<표 4-1-18> 토양형태에 대한 대표적인 토양수분특성

토양형태 (미국 토양 조직분류)	토양수분특성					
	Field Capacity(θ_{FC}) m ³ /m ³		Wilting Point(θ_{WP}) m ³ /m ³		$(\theta_{FC} - \theta_{WP})$ m ³ /m ³	
	FAO ¹⁾	E ²⁾	FAO ¹⁾	E ²⁾	FAO ¹⁾	E ²⁾
sand	0.07~0.17	0.12	0.02~0.07	0.04	0.05~0.11	0.08
loamy sand	0.11~0.19	0.14	0.03~0.10	0.06	0.06~0.12	0.08
sandy loam	0.18~0.28	0.23	0.06~0.16	0.10	0.11~0.15	0.13
loam	0.20~0.30	0.26	0.07~0.17	0.12	0.13~0.18	0.14
silt loam	0.22~0.36	0.30	0.09~0.21	0.15	0.13~0.19	0.15
silt	0.28~0.38	0.32	0.12~0.22	0.15	0.16~0.20	0.17
silt clay loam	0.30~0.37	0.34	0.17~0.24	0.19	0.13~0.18	0.15
silty clay	0.30~0.42	0.36	0.17~0.29	0.21	0.13~0.19	0.15
clay	0.32~0.40	0.36	0.20~0.24	0.21	0.12~0.20	0.15

자료 : 1) Crop evapotranspiration, guideline for computing crop water requirements NO 56(FAO, 1998)

2) Values obtained from ASCE(American Society of Civil Engineers), 1990. Table 2.6, p.21

- 토양수분 수지분석 절차

- ① 인근 기상대의 당해연도 월별강수량(표 4-1-19)
- ② Penman-Monteith 방법에 의한 월별 잠재증발산량(표 4-1-20)
- ③ 당월 강수량 - 당월 증발산량
- ④ 당월 강수량 + 전월 St
- ⑤ $\Delta St = P - \text{Surplus} - EA$
- ⑥ 초기 St는 총유효수분량으로 가정하고 전월 St에 당월 ΔSt 를 더하여 당월 St에 기입한다. 단 전월 St + $\Delta St < 0$ 이면 St = 0
- ⑦ 전월 St + P - Ep ≥ 0 이면 EA = Ep.
전월 St + P - Ep < 0 이면 EA = P + 전월 St
- ⑧ Ep - EA = Deficit
- ⑨ 전월 St + P - EA > 최대보수량 이면, Surplus = 전월 St + P - EA - 최대보수량
전월 St + P - EA \leq 최대보수량 이면, Surplus = 0
※최대보수량 = 최대보수율 \times 근역대 심도
- ⑩ P > Ep 이면 Ea=EA, P < Ep 이면 Ea=P

<표 4-1-19> 년도별 토양수분 수지분석
- '73년 월별 토양수분 수지분석 예

	전월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	계	비고
P		91.4	9.6	4.2	80	67.5	173.5	122.5	131.5	101.5	49	32.4	17.0	880.1	①
Ep		13.9	19.4	48.5	75.1	112.3	121.8	108.4	118.2	73.8	53.1	28.9	19.8	793.0	②
P-Ep		77.6	-9.8	-44.3	4.9	-44.8	51.7	14.1	13.3	27.7	-4.1	3.5	-2.8		③
P+St		217.4	213.2	198.0	229.4	221.8	283.1	283.8	306.9	290.2	265.4	244.8	232.9		④
△St	0	77.6	-9.8	-44.3	4.9	-44.8	51.7	14.1	13.3	27.7	-4.1	3.5	-2.8	87.2	⑤
St	126	203.6	193.8	149.4	154.3	109.6	161.3	175.4	188.7	216.4	212.4	215.9	213.2	2193.9	⑥
EA		13.9	19.4	48.5	75.1	112.3	121.8	108.4	118.2	73.8	53.1	28.9	19.8	793.0	⑦
Deficit		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		⑧
Surplus		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	⑨
Ea		13.9	9.6	4.2	75.1	67.5	121.8	108.4	118.2	73.8	49.0	28.9	17.0	687.3	⑩

※ 초기 St는 전용이유효수분량 = $1000(0.26-0.12) \times 0.9 = 126.0\text{mm}$ 로 가정.
최대보수량 = $1000 \times 0.26 \times 0.9 = 234.0\text{mm}$

<표 4-1-20> 충주기상대 월별 강수량

(단위 : mm)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1973	91.4	9.6	4.2	80	67.5	173.5	122.5	131.5	101.5	49	32.4	17
1974	13.9	35.9	45.5	146.2	210.5	49.3	272.5	170	46	36.9	13.1	32.7
1975	8.6	8.2	95.5	106.9	107.8	72	277	89	297.5	57	26.3	25.2
1976	7.8	82.6	15.5	74.5	15	64.5	118	580.5	13.5	33.5	34.3	29.6
1977	2.4	0.6	34.1	174	40	83.5	187.5	91.5	101	14.5	82.7	48.4
1978	13.9	33	62	18.5	25.2	274.2	309.2	481.9	47.5	45.5	6.2	31.1
1979	16.7	31.2	65.8	111.4	96.6	404.9	117.4	164.5	151.8	42	11.4	31.9
1980	29.5	8.2	35.8	169.6	146	208.1	352.2	182	78.8	86	31.5	27.6
1981	25.5	7.8	43.9	37.3	42.1	116.4	360.9	242.8	145.7	28.1	26.8	11.4
1982	17.6	9.9	59.8	14.8	148.9	9.4	116.9	280.7	1.2	34.3	105	45.9
1983	14.7	10.5	69.7	146.3	51.6	98.9	175.7	174.4	116.1	21.4	22.6	4.4
1984	7.2	9.2	16	115.3	80.3	144.8	211.3	205.8	183.9	24.6	68.7	21.1
1985	25.2	20.8	57.1	45.3	147	54.3	297.8	276	177.8	182.4	42.5	30.4
1986	11.7	9.9	28.4	29.1	87	140.5	291.3	145.5	90.3	90.3	26.1	33.2
1987	47.6	62.4	43.6	34.3	91.1	111.3	445.1	521.1	27.2	18.1	64.9	4.5
1988	6.6	2.7	32.5	53.7	44.8	35.1	532.2	69.9	62.2	2.5	12.6	13.5
1989	57.5	43.7	71.7	21.4	63.5	95.9	499.8	157.7	290.2	45.2	65.8	11.8
1990	46.8	82.6	70.4	88.5	75	356.2	329	228.6	533.4	4.6	53.2	18.5
1991	14.7	41.3	50.6	93.3	124.8	81.1	612.6	91.8	235.3	9.5	18.4	46.5
1992	15.8	10.7	20.1	91.6	118.5	21	123.7	201	157.5	72	28.5	58.8
1993	7	62.8	26.7	49.5	94	132.5	300.5	273	99	46	59	14.4
1994	8.6	6.3	51.7	15.2	90	291.5	108.2	294.7	79.5	144.5	15.5	12.7
1995	11.9	6.8	29.3	46.2	45.5	19	290.8	802	16	23	23.9	4.2
1996	27.8	1.6	101.7	36.5	29.1	203.5	207	126	26.5	83	74.1	22.2
평균	22.10	24.93	47.15	74.98	85.08	135.06	277.46	249.25	128.31	49.75	39.40	24.88
최대값	91.40	82.60	101.70	174.00	210.50	404.90	612.60	802.00	533.40	182.40	105.00	58.80
최소값	2.40	0.60	4.20	14.80	15.00	9.40	108.20	69.90	1.20	2.50	6.20	4.20

<표 4-1-21> Penman-Monteith 방법에 의한 증발산량(1973~1996:24년간)

(단위 : mm)

구분	연간 강수량	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연간 증발산량	비율 (%)
1973년	880.1	13.9	19.4	48.5	75.1	112.3	121.8	108.4	118.2	73.8	53.1	28.9	19.8	793.0	90.1
1974년	1,072.5	19.5	30.5	56.3	86.6	113.1	134.8	108.7	103.6	96.5	60.9	31.6	21.9	864.0	80.6
1975년	1,171.0	21.7	28.6	50.7	86.0	125.7	120.3	100.1	119.7	78.6	56.0	34.6	20.3	842.2	71.9
1976년	1,069.3	23.2	28.6	53.4	82.4	124.8	115.0	115.8	100.2	81.2	60.5	32.5	18.4	835.9	78.2
1977년	860.2	23.7	27.5	58.5	98.7	112.1	126.3	116.1	118.7	90.0	51.6	28.4	19.4	871.0	101.3
1978년	1,348.2	21.2	26.7	57.5	83.2	112.2	128.4	127.2	125.9	90.3	64.2	33.0	19.7	889.4	66.0
1979년	1,245.6	19.4	31.5	54.9	99.5	126.5	122.3	113.4	126.2	89.5	58.8	33.3	21.1	896.3	72.0
1980년	1,355.3	20.4	30.5	57.2	94.7	123.4	127.3	119.3	124.6	94.0	62.0	32.9	22.4	908.5	67.0
1981년	1,088.7	21.3	30.5	55.8	86.7	113.8	135.4	146.5	119.1	89.0	61.7	46.5	33.3	939.6	86.3
1982년	844.4	20.5	31.1	62.1	84.0	118.6	111.2	136.7	111.0	82.6	55.9	31.1	19.4	864.0	102.3
1983년	906.3	18.8	26.4	50.8	84.2	106.6	115.8	97.5	112.1	89.4	52.4	32.3	18.7	804.9	88.8
1984년	1,088.2	23.6	33.3	52.2	84.5	107.3	114.6	106.5	122.1	76.8	55.5	35.0	19.3	830.7	76.3
1985년	1,356.6	22.7	27.8	53.2	78.7	111.4	114.0	112.6	86.1	89.7	55.7	29.9	23.2	804.9	59.3
1986년	983.3	20.1	30.7	56.9	84.7	111.4	136.1	126.6	125.0	85.5	60.6	31.8	18.0	887.4	90.2
1987년	1,471.2	20.8	25.3	56.2	92.0	129.6	118.0	115.6	110.9	83.6	58.2	31.0	20.4	86.4	58.5
1988년	868.3	23.0	30.3	57.2	80.5	114.3	103.1	119.8	117.8	79.0	63.4	33.8	20.1	842.1	97.0
1989년	1,424.2	22.5	25.6	58.7	74.1	114.8	113.0	91.9	89.5	84.9	60.2	31.9	19.4	786.6	55.2
1990년	1,886.8	16.0	25.4	58.3	84.2	106.3	111.9	112.2	108.7	87.3	54.8	28.1	17.8	810.9	43.0
1991년	1,419.9	20.3	28.8	58.4	88.3	111.1	128.2	128.9	105.1	96.1	61.5	30.3	19.6	876.7	61.7
1992년	919.2	19.7	28.1	57.3	90.2	118.9	131.2	97.0	120.2	83.8	52.3	31.1	20.6	850.3	92.5
1993년	1,164.4	17.6	29.0	51.9	83.6	120.1	122.4	115.3	118.5	82.2	64.0	34.2	22.4	861.1	74.0
1994년	1,118.4	20.1	27.6	57.0	86.1	112.2	122.0	113.4	118.4	72.2	57.2	32.7	20.4	839.3	75.0
1995년	1,318.6	19.7	27.7	55.8	96.0	116.7	112.1	103.9	98.2	84.4	54.7	30.5	20.3	820.0	62.2
1996년	939.0	21.5	32.0	54.2	83.0	114.5	129.3	101.1	98.4	93.8	60.5	34.4	21.9	844.4	89.9

<표 4-1-22> 충주기상대 24년 물수지 총괄

(단위 : mm)

연도별	강수량	잠재증발산량		실제증발산량			지표유출량		토양수분량		
		ET ₀		E _a		EA	Surplus		(+ΔSt)		(-ΔSt)
'73	880.1	793.0	90.1%	687.3	78.1%	793.0	-	0.0%	192.8	21.9%	-105.7
'74	1,072.5	864.0	80.6%	669.0	62.4%	864.0	269.9	25.2%	133.5	12.4%	-195.0
'75	1,171.0	842.2	71.9%	703.6	60.1%	842.2	249.9	21.3%	217.5	18.6%	-138.6
'76	1,069.3	835.9	78.2%	519.9	48.6%	835.9	311.8	29.2%	237.7	22.2%	-316.1
'77	860.2	871.0	101.3%	619.1	72.0%	871.0	-	0.0%	241.1	28.0%	-251.9
'78	1,348.2	889.4	66.0%	642.2	47.6%	882.7	449.8	33.4%	256.2	19.0%	-240.5
'79	1,245.6	896.3	72.0%	824.8	66.2%	896.3	300.2	24.1%	120.6	9.7%	-71.5
'80	1,355.3	908.5	67.0%	848.2	62.6%	908.5	419.0	30.9%	88.0	6.5%	-60.2
'81	1,088.7	939.6	86.3%	689.7	63.4%	939.6	224.3	20.6%	174.7	16.0%	-249.8
'82	844.4	864.0	102.3%	544.0	64.4%	836.1	-	0.0%	300.4	35.6%	-292.1
'83	906.3	804.9	88.8%	658.1	72.6%	804.9	89.5	9.9%	158.7	17.5%	-146.8
'84	1,088.2	830.7	76.3%	696.1	64.0%	830.7	202.5	18.6%	189.6	17.4%	-134.6
'85	1,356.6	804.9	59.3%	704.7	51.9%	804.9	551.8	40.7%	100.1	7.4%	-100.1
'86	983.3	887.4	90.2%	743.9	75.7%	887.4	95.9	9.8%	143.5	14.6%	-143.5
'87	1,471.2	861.4	58.5%	633.6	43.1%	861.4	688.3	46.8%	149.3	10.1%	-227.8
'88	868.3	842.1	97.0%	455.9	52.5%	764.8	178.5	20.6%	234.0	26.9%	-309.0
'89	1,424.2	786.6	55.2%	642.9	45.1%	786.6	491.9	34.5%	289.5	20.3%	-143.7
'90	1,886.8	810.9	43.0%	729.4	38.7%	810.9	1,092.7	57.9%	64.7	3.4%	-81.5
'91	1,419.9	876.7	61.7%	739.0	52.0%	876.7	555.8	39.1%	125.1	8.8%	-137.7
'92	919.2	850.3	92.5%	678.6	73.8%	850.3	31.9	3.5%	208.7	22.7%	-171.7
'93	1,164.4	861.1	74.0%	739.1	63.5%	861.1	311.3	26.7%	114.0	9.8%	-122.0
'94	1,118.4	839.3	75.0%	678.0	60.6%	839.3	296.1	26.5%	144.4	12.9%	-161.3
'95	1,318.6	820.0	62.2%	427.9	32.4%	759.7	656.8	49.8%	234.0	17.7%	-331.9
'96	939.0	844.4	89.9%	614.9	65.5%	844.4	-	0.0%	324.1	34.5%	-229.5
평균	100.0%				59.0%			23.7%		17.3%	

<표 4-1-22>의 월별 물수지 계산 결과 지표유출량(surplus)은 일별 강수량자료를 사용한 물수지 계산의 지표유출량과 다소 차이를 보여준다. 그러나 사용이 용이하고 입력자료(강수량, 잠재증발산량)를 손쉽게 얻을 수 있기 때문에 습윤기후나 온대기후 조건에서 월별 강수량자료를 이용한 물수지 산정이 자주 사용되고 있다.

위의 물수지 결과에서 강수의 직접유출량(주로 홍수기의 지표면유출량)은 약 23.7%인 것으로 나타났으며, 강수의 지표침투율(함양율)에 해당하는 토양수분증가량(+ΔSt)의 24개년 평균강수량의 17.3%로 나타났다.

2) 침투량 분석에 의한 함양량

SCS 모델의 특징은 수문학적 토양구분과 토지이용상태별 유출곡선지수(Runoff Curve Number, CN)를 정하여 유역의 특성에 따라 무게측으로 분석토록 개발된 것인데, 그중 침투량에 해당되는 부분을 연구 발전시켜 실용화시킨 소유역 지하수함양량 산정방법이다.

본 방법은 일별강수량 자료를 SCS에서 제시한 선행강수량 조건별로 분류하여 연도/CN지수에 따른 함양량을 산정하였다<표 4-1-23>.

<표 4-1-23>에서 강수량은 각 해당연도의 년 총강수량을 나타내며 CN지수는 AMC-II 조건을 기준으로 한 것으로써, 6, 7, 8, 9월을 성수기로 보았고, 나머지 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12월을 비성수기로 간주하였다.

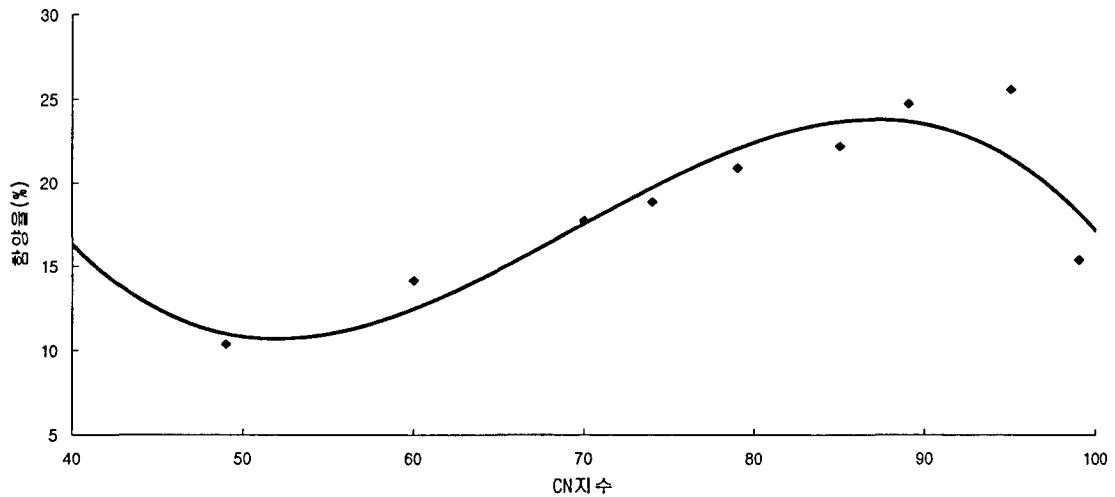
<표 4-1-23> CN지수 변동에 따른 연도별 함양량 산정

연도별	강수량 (mm)	함양량(mm)								
		CN=49	CN=60	CN=70	CN=74	CN=79	CN=85	CN=89	CN=95	CN=99
'73	880.1	35.9	62.9	92.7	105.1	129.5	145.7	188.3	241.5	191.9
'74	1,072.5	118.4	122.2	157.4	165.9	179.0	190.5	231.2	283.4	191.8
'75	1,171.0	107.5	146.0	179.4	189.1	220.4	241.6	296.3	334.2	199.9
'76	1,069.3	113.5	141.3	177.0	184.8	187.7	197.5	242.3	262.2	184.8
'77	860.2	0.0	24.3	82.4	122.6	172.3	193.5	256.2	274.9	171.1
'78	1,348.2	208.7	304.8	351.8	350.1	352.4	355.0	328.2	272.4	133.5
'79	1,245.6	100.4	157.1	229.2	247.5	275.2	290.2	313.6	325.0	184.3
'80	1,355.3	48.5	140.7	246.5	286.2	334.1	358.5	397.9	402.0	212.2
'81	1,088.7	117.7	181.0	225.2	225.6	224.9	228.4	225.9	251.0	182.9
'82	844.4	0.0	7.6	51.2	81.0	136.3	164.0	226.0	285.5	182.1
'83	906.3	19.1	50.5	83.1	101.6	153.0	178.6	254.0	291.1	180.7
'84	1,088.2	57.8	86.6	130.7	172.3	236.4	268.7	316.3	322.3	179.7
'85	1,356.2	122.3	185.7	264.6	291.1	336.8	353.3	359.1	333.4	192.2
'86	983.3	49.3	59.2	90.3	106.7	142.4	174.9	253.0	275.4	185.7
'87	1,471.2	211.6	257.1	316.3	326.2	344.6	362.6	369.3	348.0	182.1
'88	868.3	124.1	185.9	200.6	196.7	194.4	194.4	194.5	199.0	119.9
'89	1,424.2	231.6	283.3	303.7	300.1	294.1	298.9	326.8	346.4	204.4
'90	1,886.8	330.4	423.2	442.4	432.8	432.9	435.8	412.8	400.0	198.4
'91	1,419.9	254.1	284.8	289.4	287.0	307.8	324.3	324.5	292.1	169.5
'92	919.2	18.8	54.2	126.4	148.5	174.0	188.7	225.4	263.6	185.8
'93	1,164.4	102.9	125.7	169.8	195.1	238.5	265.7	314.3	309.5	177.0
'94	1,118.4	190.5	267.3	294.3	291.5	277.2	270.1	263.1	259.7	147.7
'95	1,318.6	307.1	343.9	359.6	350.4	340.9	333.6	289.5	222.4	118.7
'96	939.0	9.4	30.4	56.6	81.1	119.0	158.4	266.9	314.1	196.4
평균	1,158.3	120.0	163.6	205.0	218.3	241.8	257.2	286.5	296.2	178.0
함양율(%)		10.4	14.1	17.7	18.8	20.9	22.2	24.7	25.6	15.4

산정된 CN지수에 따른 함양율 결과를 보면 CN값이 87에서 가장 높게 나타나고 이를 기준으로 각각 감소하는 경향을 나타낸다. <표 4-1-23>에서 CN값을 횡축으로 함양율(F)을 종축으로 취하여 도시하면 <그림 4-1-1>과 같고, 다음과 같은 회귀방정식을 유도할 수 있다.

$$Y = -0.0006X^3 + 0.1262X^2 - 8.2111X + 181.49$$

$$R^2 = 0.8353,$$



<그림 4-1-1> 충주기상대 인근지역의 함양율과 CN값의 관계

<표 4-1-24>은 토지이용그룹별 CN값에 대하여 상기 회귀방정식을 적용하여 유역 면적비로 가중평균하여 토지이용(논, 밭, 임야)별 함양율을 계산한 결과로 평균 함양율은 15.4%로 산정 되었다. .

<표 4-1-24> 제산지구 SCS-CN에 의한 함양율(침투율) 산정

토양구분 이용구분	A		B		C		D		면적계 (km ²)	평균 CN	그룹별 함양율 (%)	면적가중 평균함양율 (%)	
	면적(km ²)	CN	면적(km ²)	CN	면적(km ²)	CN	면적(km ²)	CN					
농경지 (62.548)	진	0.211	63	48.102	74	-	82	-	85	48.314	73	21.2	22.1
	답	-	70	9.828	79	3.133	84	1.273	88	14.234	80	25.1	
산림 지역 (460.876)	불량	16.000	57	11.652	73	-	82	-	86	27.652	63	15.1	12.3
	보통	197.338	43	143.710	65	-	76	-	82	341.049	52	11.4	
	양호	53.335	32	38.840	58	-	72	-	79	92.175	42	14.8	
시설 지역 (93.228)	주거지	-	77	3.431	85	-	90	-	94	3.431	85	26.9	26.1
	도로	-	98	-	98	10.545	98	0.904	98	11.449	98	24.1	
	학교	-	77	0.312	85	-	90	-	94	0.312	85	26.9	
	공업지	-	81	0.183	88	-	91	-	93	0.183	88	27.3	
	유흥지	3.773	49	2.404	69	-	79	71.676	98	77.853	94	26.4	
계	270.658		258.462		13.678		73.853		616.651			15.4	

3) 손실량 추정에 의한 함양량(Turc 방법)

손실량이란 조사지역에 내린 강수량에서 지표수 유출량을 뺀 값으로 정의한다. 물수지 분석에서는 지하로 침투하거나 지하의 유동경로를 통해서 다시 지표로 유출하는 양을 무시하고 있으므로, 이 경우에 손실량은 실제 증발산량과 같다. 그러나 이 양을 무시할 수 없을 경우에는 즉, 실제 증발산량과 손실량의 차이가 존재하는 경우, 그 차이가 지하로 침투하는 지하수 함양량이 될 것이다. 즉, 손실량은 함양량과 증발산량의 합으로써, 함양량을 계산하기 위해서는 손실량에서 증발산량을 빼주어야 한다.

강수량과 손실량과의 관계는 기온을 매개변수로 하는 함수로 나타낼 수 있는데 Turc(1961)는 254개 유역을 조사하여 다음과 같은 경험식을 제안하였다.

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

여기서 D : 손실량(mm), P : 강수량(mm), $L = 300 + 25T + 0.05T^3$,
T : 연평균기온(°C)

상기식을 이용하여 손실량을 구한 결과 <표 4-1-25>와 같이 강수량 대비 약 43.7%를 보이고 있다.

여기서, 실제증발산량은 Thornthwaite 방법에 의해서 산정된 결과를 이용하였는데 실제증발산량은 잠재증발산량에 일조율(S_o)을 곱해줌으로써 산정 할 수 있다.

결과적으로 함양율은 <표 4-1-25>와 같이 나타낼 수 있는데, 조사지구내 최소 6.2%, 최대 30.9%, 연평균 22.7%의 함양율을 보이고 있다.

<표 4-1-25> 손실량추정에 의한 함양량 산정

관측 년도	강수량 (P)	연평균온도 (℃)	L	손실량(D) (mm)	실제증발산량 (Ea)	함양량(I) (mm)	함양율 (%)
1973	880.1	11.5	812.82	611.36	557.03	54.33	6.2%
1974	1,072.5	10.1	707.64	599.82	463.04	136.78	12.8%
1975	1,171.0	11.7	829.14	688.28	388.56	299.72	25.6%
1976	1,069.3	10.6	740.51	618.90	381.90	237.00	22.2%
1977	860.2	11.2	790.06	595.66	440.78	154.89	18.0%
1978	1,348.2	11.7	832.74	718.48	416.40	302.08	22.4%
1979	1,245.6	11.4	807.23	687.66	386.51	301.15	24.2%
1980	1,355.3	9.8	683.34	616.45	338.55	277.90	20.5%
1981	1,088.7	10.0	702.34	599.05	359.03	240.02	22.0%
1982	844.4	11.3	801.69	595.68	415.12	180.57	21.4%
1983	906.3	11.4	807.23	616.59	399.89	216.70	23.9%
1984	1,088.2	10.7	748.08	626.60	404.62	221.98	20.4%
1985	1,356.6	11.1	783.32	687.00	375.42	311.57	23.0%
1986	983.3	10.5	736.14	600.17	372.69	227.48	23.1%
1987	1,471.2	11.4	803.76	713.61	369.18	344.43	23.4%
1988	868.3	11.2	791.42	598.65	392.15	206.50	23.8%
1989	1,424.2	12.0	861.45	747.17	409.92	337.26	23.7%
1990	1,886.8	12.3	881.99	806.27	364.53	441.73	23.4%
1991	1,419.9	11.4	810.02	712.38	390.77	321.62	22.7%
1992	919.2	11.5	819.16	625.56	374.87	250.69	27.3%
1993	1,164.4	11.0	777.97	657.09	297.05	360.04	30.9%
1994	1,118.4	11.9	847.32	688.04	394.86	293.18	26.2%
1995	1,318.6	10.2	714.78	635.65	285.95	349.71	26.5%
1996	939.0	10.6	746.81	596.15	311.45	284.71	30.3%
평균	1,158.3	11.1	784.9	651.8	387.1	264.7	22.7%
최소	844.4	9.8	683.3	595.7	285.9	54.3	6.2%
최대	1,886.8	12.3	882.0	806.3	557.0	441.7	30.9%

4) 조사지구내 소유역별 함양량 산정

본 조사지구내 지하수 함양량은 다음과 같은 방법에 의해서 산정 하였으며, 소유역별 강수량은 Thiessen 강수량을 적용하였다.

첫째, 국가지하수 관측소 지하수위변동곡선 해석 결과에 의한 유역별 지하수 함양계수 적용

둘째, 물수지방정식에 의한 지하수함양량 산정

(1) 지하수위변동곡선 해석 결과에 의한 유역별 지하수 함양계수 적용

지하수관리 기본계획에 의한 소유역 구분에서 본 조사지구는 한강 유역권에 속하며, 소유역으로는 H3유역에 해당한다.

조사지역과 가장 인접한 국가지하수관측소는 H3유역에 위치하는 제천 고암 관측소이다.

지하수관리 기본계획보고서(2002)에 의한 유역별 지하수 함양계수 산정에서 지하수관측소의 자료로부터 산정한 지하수 함양계수는 해당 관측정의 영향범위에 한정된 것이므로 각 유역의 대표치로 직접사용하기가 곤란하다. 따라서, 지하수 함양계수에 큰 영향을 미치는 인자로 판단되는 토양($\alpha=0.1286$), 토지이용($\alpha=0.1179$) 및 기반암에 의한 함양계수($\alpha=0.1268$)를 감안 본 조사지구가 위치하는 H3유역의 지하수함양계수는 0.1267이다.

따라서, 조사지구내 소유역별 지하수 함양량 산정시 H3유역에 위치하는 JS-01~06유역은 0.1267을 강우함양계수로 적용하여 다음 계산식에 의해 표 4-1-25와 같은 결과를 산출하였다.

$$\text{소유역 지하수 함양량} = \text{강우함양계수} \times \text{소유역 강수량} \times \text{소유역 면적}$$

(2) 물수지방정식에 의한 지하수함양량 산정

본 방법에 의한 지하수 함양량은 토양수분 수지분석에 의한 함양율(17.3%), 침투량 분석에 의한 함양율(15.4%)과 손실량 추정에 의한 함양량(22.7%)을 적용하였고 그 결과는 <표 4-1-26>와 같다.

(3) 지하수 함양량 비교분석

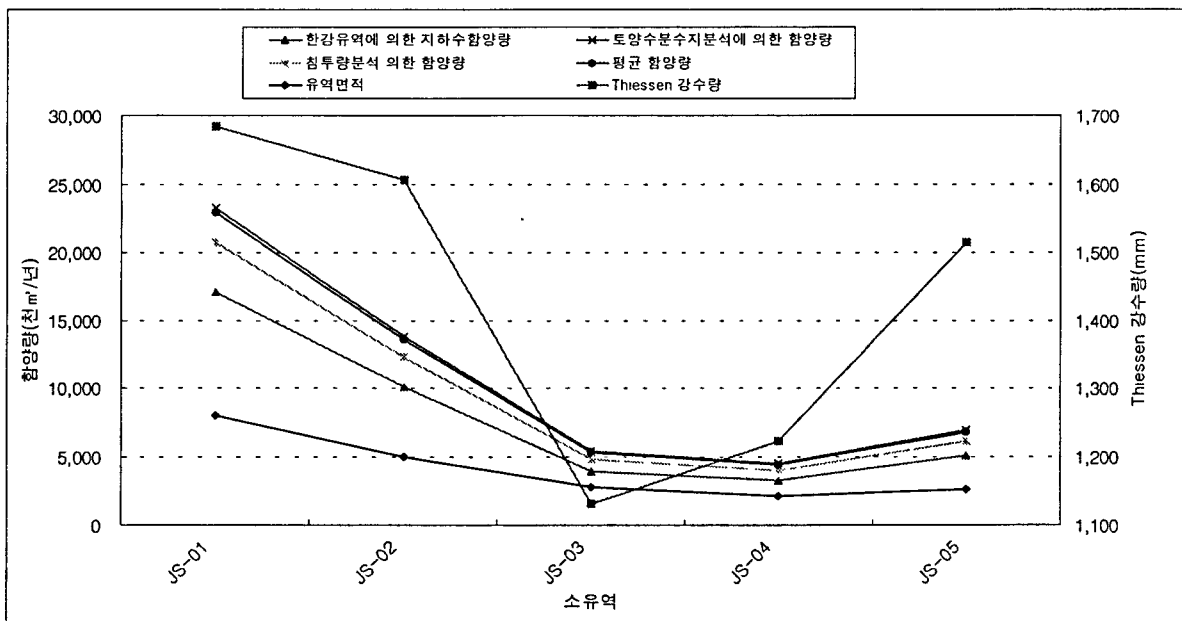
일반적으로 함양량 단위는 강수의 순환주기가 1년이므로 연간 단위를 쓰고 있고, 함양량은 년강수량에 함양율과 대상면적을 곱하여 구한다. 년강수량과 대상면적은 주어진 인자이므로 함양량은 함양율에 의해 좌우된다.

<표 4-1-26>와 <그림 4-1-2>에서 보면 지하수위변동곡선 해석 결과에 의한 유역별 지하수 함양계수를 적용한 함양량에 비하여, 물수지분석에 의한 지하수 함양율을 적용한 것이 1.5배정도 함양량이 높게 나타나고 있다.

본 조사지구내 지하수 함양량은 상기 방법에서 산정된 함양량의 평균값을 적용하였고, 유역면적은 실질적인 지하수개발·이용이 이루어지지 않는 지역(충주호, 산악지대등)을 제외한 유역면적을 적용 검토하였다<표 4-1-26>.

<표 4-1-26> 소유역별 지하수 평균함양량 산정

(단위: 천m ³)							
소유역	유역면적 (ha)	강수량 (mm)	지하수위 변동곡선	토양수분 수지분석	침투량분석	손실량추정	평균 함양량
JS-01	7,989	1,683.54	17,040.82	23,268.06	20,712.60	30,530.92	22,888.10
JS-02	4,970	1,606.11	10,113.68	13,809.52	12,292.87	18,120.01	13,584.02
JS-03	2,742	1,131.57	3,930.66	5,367.05	4,777.60	7,042.31	5,279.41
JS-04	2,102	1,221.92	3,255.02	4,444.50	3,956.38	5,831.80	4,371.92
JS-05	2,628	1,513.87	5,040.56	6,882.54	6,126.65	9,030.84	6,770.15
계	20,431	7,157.01	39,380.74	53,771.66	47,866.10	70,555.88	52,893.60
평균	4,086	1,431.40	7,876.15	10,754.33	9,573.22	14,111.18	10,578.72



<그림 4-1-2> 소유역별 지하수 함양량 비교

나. 지하수개발가능량 분석

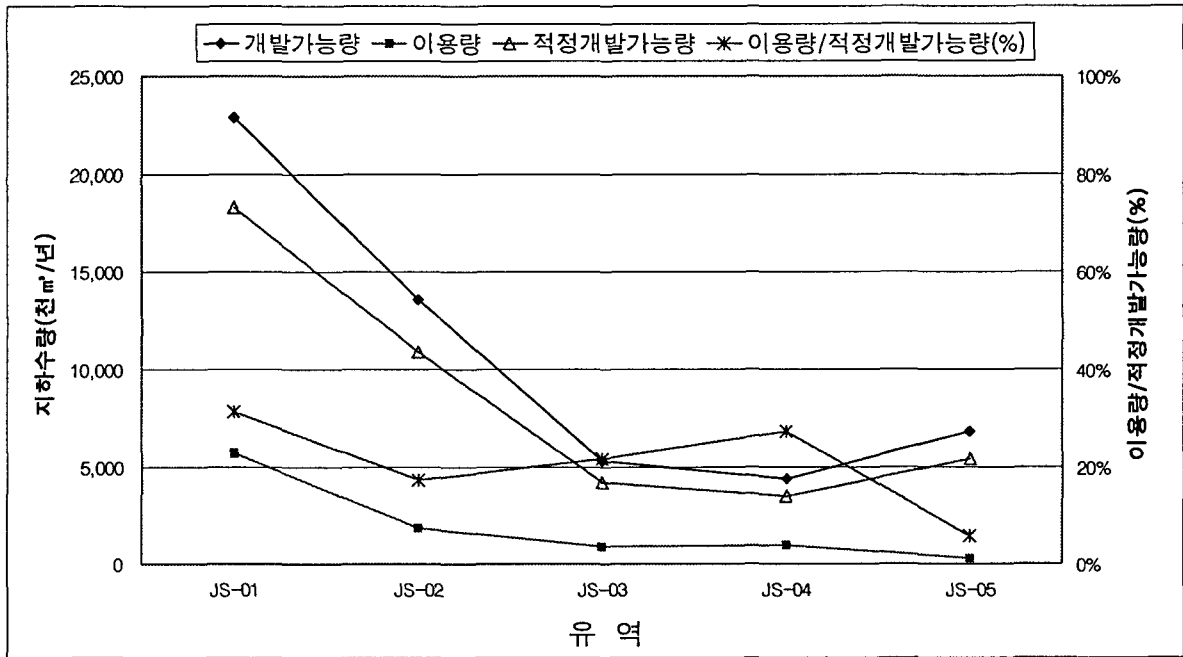
적정개발가능량의 추정은 실측되지 않은 여러 항목을 간접적인 방법에 의해 추정하는 것으로 본 조사에서는 상기 절에서 설명한 평균 함양량의 80% 정도에서 결정하였다<표 4-1-27>.

그림 4-1-3~4는 유역별 지하수 개발가능량, 지하수 이용량, 적정지하수 개발가능량, 개발가능량 대 이용량 관계에 대하여 보여주고 있다. 분석결과 조사지역 중 지하수개발 가능지역의 적정지하수 개발가능량은 42,315천m³/년이며, 면적이 가장 넓은 JS-01유역의 적정지하수 개발가능량이 18,310천m³/년으로 나타났다.

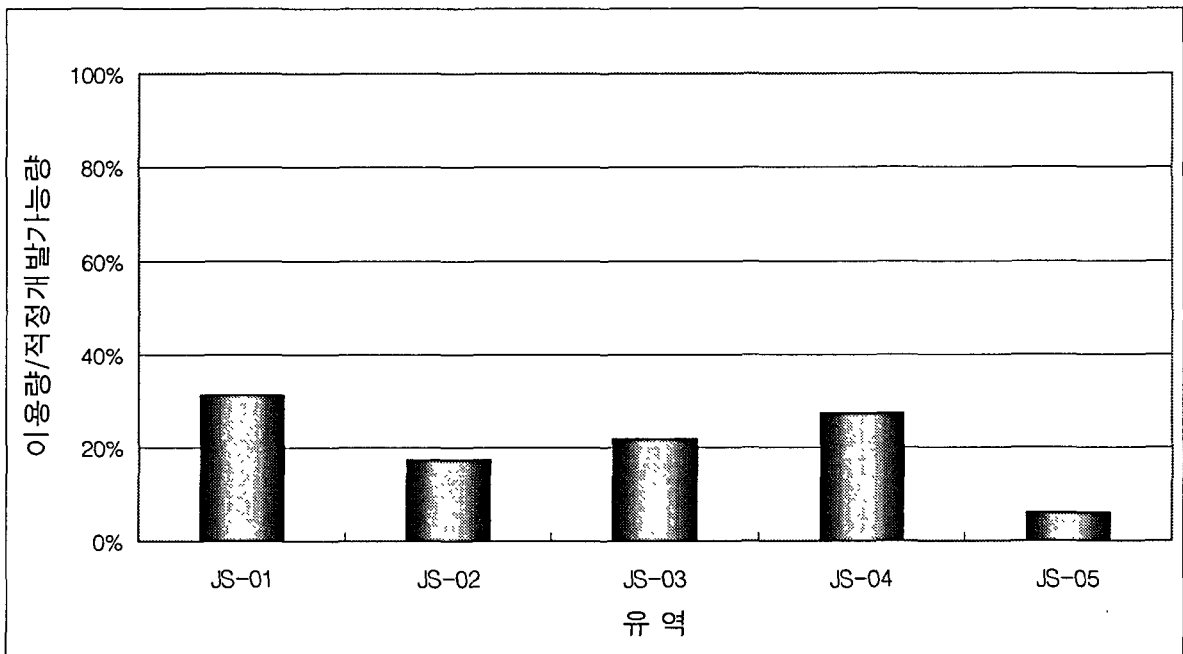
지하수이용량 대 적정개발가능량의 비율은 5.9~31.3%(평균 23.1%)의 범위를 보인다. 유역별로 살펴볼 때 지하수개발·이용이 가장 활발한 금성면이 속하는 JS-01 유역의 이용량 대 적정개발가능량 31.3%로 가장 높으며, JS-05 유역이 5.9%로 가장 낮은 비율을 나타낸다.

<표 4-1-27> 유역별 지하수 개발가능량

유역	유역면적 (km ²)	평균 강수량 (mm/년)	지하수함양량 (천m ³ /년)	지하수 이용량 (천m ³ /년)	적정지하수 개발가능량 (천m ³ /년)	이용량/적정개발가능량(%)
평균/계	204.31	1,431.40	52,893.60	9,788	42,315	23.1%
JS-01	79.89	1,683.54	22,888.10	5,727	18,310	31.3%
JS-02	49.70	1,606.11	13,584.02	1,877	10,867	17.3%
JS-03	27.42	1,131.57	5,279.41	915	4,224	21.7%
JS-04	21.02	1,221.92	4,371.92	951	3,498	27.2%
JS-05	26.28	1,513.87	6,770.15	318	5,416	5.9%



<그림 4-1-3> 구역별 지하수이용량 및 개발가능량



<그림 4-1-4> 구역별 지하수이용량/적정개발가능량

4.2 수질분석

4.2.1 유역별 수질현황 분석

조사지역 지하수의 전반적인 항목별 수질현황 파악을 위하여 축적지하수 및 암반 지하수를 대상으로 먹는물 7개소 및 농업용수 21개소에 대한 지하수시료를 채취하여 충북도보건환경연구원에 분석의뢰 하였으며, 영향조사 보고서중 먹는물 7개소, 농업용수 5개소에 대한 기 조사자료를 포함 총 40개소의 조사결과를 인용하였다. 농업용 및 먹는물 수질검사 결과와 기준치 초과현황은 <표 4-2-1>과 같다.

농업용 수질기준에 대한 분석결과 26개소(축적지하수 7개소, 암반지하수 19개소)중 축적지하수 1개소가 기준초과로 조사되었으며, 부적합 요인으로는 질산성질소 기준초과(36mg/ℓ, 기준치 20mg/ℓ 이하)가 1건으로 나타났으며 이외는 기준치 이내이거나 불검출로 검사되었고, 또한 농업용 지하수기준으로는 적합이나 먹는물 수질기준으로는 기준초과에 해당하는 곳이 JS-02~04 지역의 3개소(평균 13.7mg/ℓ, 기준치 10mg/ℓ 이하)에서 나타났다.

먹는물 수질기준에 대한 분석결과중 기조사자료(7개소)는 허가용으로 수질기준에 적합이며 금회 조사한 7개소(축적지하수 2개, 암반지하수 5개)의 먹는물 수질기준에 대한 분석결과 4개소에서 7건의 부적합 항목이 조사되었는데, 3개소에서 총대장균군, 일반세균이 기준치를 초과하였고, 질산성질소, 분원성대장균군, 경도, 증발잔류물, 황산이온이 각각 1개소에서 기준치를 초과하는 것으로 나타났다.

<표 4-2-1> 축적지점별 항목별 초과현황

유역	농업용수 수질검사									비고
	조사 시료	항목별 초과시료								
		계	NO ₃ -N	염소이온	카드뮴	비소	시안	수은	유기인	
계	26	1(3)	1(3)	-	-	-	-	-	-	
JS-01	6	-	-	-	-	-	-	-	-	
JS-02	10	-(1)	-(1)	-	-	-	-	-	-	
JS-03	3	1(1)	1(1)	-	-	-	-	-	-	
JS-04	3	-(1)	-(1)	-	-	-	-	-	-	
JS-05	4	-	-	-	-	-	-	-	-	

* NO₃-N 항의 ()외서는 농업용기준으로는 적합기준 이내이나 먹는물기준으로는 기준초과 개소수

<표 4-2-1> 측정지점별 항목별 초과현황(계속)

구역	먹는물 수질검사									비고
	조사 시료	항목별 초과시료								
		계	NO ₃ -N	총대장균군	분원성 대장균군	일반 세균	경도	중발 잔류물	황산 이온	
계	14	11	1	3	1	3	1	1	1	
JS-01	2	3	1	1	-	1	-	-	-	1개지점
JS-02	4	6	-	1	1	1	1	1	1	2개지점
JS-03	4	-	-	-	-	-	-	-	-	
JS-04	3	2	-	1	-	1	-	-	-	1개지점
JS-05	1	-	-	-	-	-	-	-	-	

지방환경청과 시·도에서 조사한 2002년 지하수수질측정망 운영결과에서 제천·충주시에 위치하는 측정지점의 질산성질소 초과현황을 요약하면 <표 4-2-2>와 같다.

총 조사시료 67개중 7개소(생활용 2개소, 음용수 5개소)에서 질산성질소항목이 수질기준을 초과하는 것으로 조사되었으며, 초과율은 10.4%로 비교적 낮게 나타났다.

수질기준을 초과하는 관정이 위치하는 곳은 금번 조사지구에 포함되지 않으나, 향후 해당지역 조사시 인근 관정에 대한 질산성질소항목에 대한 검사가 필요할 것으로 판단된다.

금회 조사한 지하수수질검사결과 기준치를 초과하는 항목에 대한 노출경로 및 위해성을 요약정리하면 <표 4-2-3>와 같다.

<표 4-2-2> 지하수수질측정망 측정지점별 질산성질소 초과현황

구 분	조사시료			질산성질소초과시료수			비고	
	계	상반기	하반기	계	상반기	하반기		
계	67	34	33	7	3	4		
지방환경청	소계	49	24	25	2	1	1	
	봉양읍	2	1	1	-	-	-	
	금성면	6	3	3	-	-	-	제산지구
	신 동	4	2	2	-	-	-	
	고압동	6	3	3	-	-	-	
	노은면	6	3	3	-	-	-	
	양성면	5	2	3	1	-	1	
	가금면	4	2	2	-	-	-	
	금가면	4	2	2	-	-	-	
	교현동	2	1	1	-	-	-	
	문화동	2	1	1	-	-	-	
	용탄동	2	1	1	-	-	-	
	목행동	4	2	2	1	1	-	
	봉망동	2	1	1	-	-	-	
시·도	소계	18	10	8	5	2	3	
	봉양읍	4	2	2	-	-	-	
	송학면	2	1	1	-	-	-	
	청전동	2	1	1	-	-	-	
	하소동	2	1	1	2	1	1	
	살미면	2	1	1	-	-	-	
	상모면	2	1	1	-	-	-	제산지구
	엄정면	2	1	1	2	1	1	
	문화동	1	1	-	-	-	-	
칠금동	1	1	-	1	-	1		

<표 4-2-3> 오염항목별 노출경로 및 위해성

항목	기준	노출 경로	위해성
총대장균군	불검출/ 100ml	· 분뇨, 하수, 식품산업배출수, 토양, 하천, 지하수등 광범위하게 존재	· 인축의 배설물등에 의한 오염도를 표시하는 지표 · 대장균군 자체는 지표로서 인체에 해가 없는 것으로 알려져 있지만, 때로 패혈증, 출혈성대장염, 급성위장염의 감염기회 제공
분원성 대장균군	불검출/ 100ml	· 인간, 포유동물, 조류의 분변, 산업폐수 혹은 부패한 식물 찌꺼기와 유기물이 풍부한 토양의 물에서 기원	· 대장균군보다는 분원성오염에 더욱 가까운 지표 미생물로 간주(=열저항성대장균군, 배양온도 44℃) · 먹는물에서 분원성 대장균군이 검출, 동정되거나 추정시험에서 대장균이 검출되었다는 것은 최근에 분변오염이 되었다는 증거이다.
경도	300mg/l 이하	· 주로 지질(칼슘, 마그네슘)에서 유래되지만 해수, 공장배출수, 하수등의 혼입이 그 원인	· 음용시 경도(주로 마그네슘)가 너무 높으면 위장장해를 일으켜 설사를 유발시키고 뇨결석이 생기기도 한다. · 조리에 사용하는 경우 맛을 손상시키며, 단백질식품을 익히는데 나쁘고, 공업용수로서도 보일러에 스케일을 일으켜 열전도를 떨어뜨리는등 나쁜영향을 준다.
증발잔류물	500mg/l 이하	· 자연에 존재하는 것 이외에 하수방류수, 공장폐수등이 추가 된다.	· 위생상의 장애는 확실하지 않지만, 증발잔류물을 형성하는 용해물질에는 위생상 의미가 있는 것도 있으나, 다량 함유하면 맛에 대한 변화를 가져올 수 있기 때문에 이런점을 고려해서 정하게 된 것이다.
황산이온 (SO ₄ ⁻²)	200mg/l 이하	· 자연수중에 널리 존재하여 각종 공장배출수, 화석원료의 연소나 금속의 소성과정에서 대기중에 배출되는 SO ₂ 도 표류수중의 SO ₄ ⁻² 를 증가시킨다.	· 황산염을 1.0~2.0g 섭취하면 설사약으로 작용하며, SO ₄ ⁻² 을 다량 함유한 물은 마시게되면 설사를 일으키고 미각에도 영향을 준다.

4.2.2 오염취약성 및 예측

가. 지하수 오염취약성

DRASTIC 모델은 지하수오염 취약성에 대한 정량적인 평가방법이 아니라 정성적인 평가방법으로써 다음과 같은 4가지 기본 가정 및 식에 의해 나타낼 수 있다.

첫째, 오염원은 지표에 위치한다.

둘째, 오염물질의 지하유입은 강수량에 의존한다.

셋째, 오염물질은 물과 같은 유동성을 갖는다.

넷째, 평가지역은 120,000평(100 에이커) 이상이어야 한다.

$$\text{DRASTIC Potential} = D_R D_w + R_R R_w + A_R A_w + S_R S_w + T_R T_w + I_R I_w + C_R C_w$$

여기서, R : 등급(rating), w : 가중치(weight)

일반적인 지역에서의 DRASTIC Potential(이하 DP)는 최고 226, 최저 23이고 농약을 사용하는 농업지역에 대해서는 최고 256, 최저 23이다. 일반적으로 DP가 높을수록 오염 취약성이 상대적으로 높고, DP가 낮을수록 오염 취약성이 상대적으로 낮은 것으로 평가된다.

본 조사지구에서 DRASTIC 모델의 수리지질학적인 7가지 인자들에 대한 각각의 가중치와 등급은 <표 4-2-4>와 같다.

<표 4-2-4> 조사지구내 인자별 등급 및 면적비율

인자 구분	등급	면적비율(%)	범위
지하수면까지의 깊이	1	4.00	30이상
	2	2.98	23 - 30
	3	9.54	15 - 23
	5	9.18	10 - 15
	7	37.47	5 - 10
	9	32.10	2 - 5
	10	4.73	2미만
총진량	8	100.00	180 - 250mm/년
대수층 매질	3	35.77	Metamorphic/Igneous
	4	26.72	Weathered Metamorphic/Igneous
	6	27.19	Sedimentary
	8	10.30	Sand and Gravel
토양매질	-	4.21	등급외(저수지)
	3	5.31	Clay Loam
	4	26.24	Silty Loam
	5	27.29	Loam
	6	35.18	Sandy Loam
	9	1.13	Sand
	10	0.63	Thin or Absent
지형경사(%)	-	4.22	등급외(저수지)
	1	79.74	> 18
	5	6.30	6 - 12
	9	6.59	2 - 6
	10	3.16	2 <
비포화대 매질	4	62.49	Metamorphic/Igneous
	6	27.19	Sedimentary
	8	10.30	Sand and Gravel
수리전도도(m/d)	1	100	0.04 - 4.1(m/day)
	2	-	4.1 - 12.2

(ㄱ) 지하수면까지의 깊이(Depth to Water)

지표면에서 최상부 대수층까지의 거리로서 지하수면까지의 깊이가 크면 클수록 오염 가능성이 적어진다.

본 조사지구내에서 지하수면까지의 깊이는 5 ~ 15m인 지역(7등급)이 37.47%로 가장 넓은 분포면적을 차지하고 있고, 2 ~ 5m인 지역(9등급)이 32.1%의 면적비율을 차지하고 있다. 따라서 본 조사지구내 지하수면까지의 깊이만의 인자를 고

려했을때는 상대적으로 많은 오염취약성을 갖고 있다고 평가될 수 있다.

(ㄴ) 순수 충전량(Net recharge)

DRASTIC 모델에서 설명되는 순수 충전량은 지표면에서 지하수면에 도달하는 단위면적당 물의 양(단위: mm/년)으로 나타내고, 주 요인은 강수량이다.

본 조사지구내 순수 충전량은 지하수위변동곡선(2003지하수관리기본계획, 건설교통부 참고)과 물수지방정식(토양수분수지분석, 침투량분석, 손실량추정)에 의해서 산출된 강우함양계수의 평균치를 적용하였고, 그 결과 <표 4-2-4>와 같이 충전량이 180~250mm/년인 8등급으로 나타났다.

(ㄷ) 대수층 매질(Aquifer media)

본 조사지구는 변성/화성암이 유역면적의 60% 이상 분포하고 있다. 반면에 충적대수층은 유역면적의 10.3%에 지나지 않아 단일 인자만을 고려했을 때 지하수 오염 취약성이 상대적으로 낮다고 말할 수 있다.

(ㄹ) 토양매질(Soil media)

토양매질은 농촌진흥청 농업기술연구소에서 구축한 1:25,000 수치토양도를 이용하여 등급설정을 하였는데, <표 4-2-4>와 같이 사양토가 35.18%(6등급)로써 가장 넓은 분포를 이루고 있고, 양토, 실트질양토가 각각 27.29%, 26.24%의 분포를 이루고 있다. 토양매질만을 고려했을 때 지하수오염취약성은 보통이라 할 수 있다.

(ㄴ) 지형(Topography)

지형구배는 1등급 지역(> 18%)이 유역면적의 79.74%로 가장 넓은 지역을 차지하고 있는바 이 지역의 매우 험난한 지형지세와 유사하게 나타나고 있다. 그리고 평야지대라고 볼 수 있는 지역(< 2%)은 유역면적의 3.16%밖에 지나지않고 있다. 따라서 지형인자만을 고려했을 때 지하수오염취약성은 매우 낮게 평가될 수 있다.

(ㄷ) 비포화대 매질의 영향(Impact of the vadose zone media)

본 조사지구의 비포화대 매질은 지질도폭을 이용하여 추정하였는데 크게 변성/화성암(4등급), 퇴적층(6등급), 충적층(8등급)으로 구분되었다. 분포면적 비율은 각각 62.49%, 27.19%, 10.3%로 변성/화성암이 주를 이루고 있다<표 4-2-4>.

(사) 대수층의 수리전도도(Hydraulic conductivity of the aquifer)

수리전도도는 32개 관정에서 각종 대수성시험(양수시험, 순간수위변화시험)을 한 결과를 토대로 유역별 평균치를 적용한 결과<표 4-2-4 참조> 1등급(100%, 0.04~4.1m/d)로 나타났다.

□ 일반적인 지하수 오염취약성(General DRASTIC Potential, 이하 GDP)

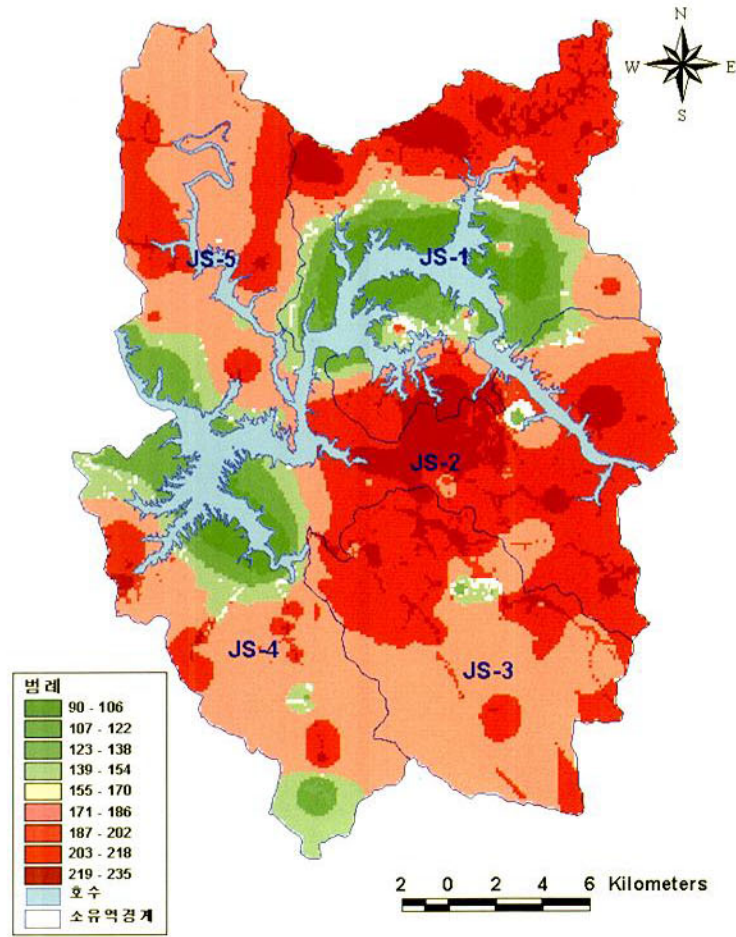
상기 7가지 인자를 중첩하여 통계 분석한 결과 <그림 4-2-1~2>와 같이 나타나는데, JS-01유역의 북부지역, JS-02유역의 중동부지역 그리고 JS-03유역의 북부지역에서 지하수오염취약성이 매우 높게 나타나고 있는 반면에 충주호 주변 JS-01유역의 중부지역과 JS-02유역의 서부지역, JS-04유역의 북서부지역과 남부 일부지역은 지하수오염취약성이 매우 낮게 나타나고 있다.

평균적으로는 JS-02유역에서 가장 높은 195.8을 보이고 있고, JS-03 유역이 193.6 JS-05유역이 180.4로 지하수오염취약성이 비교적 높은 양상을 띄고 있고, JS-01유역과 JS-04유역이 각각 165.9와 165.2로 비교적 낮은 오염취약성을 보이고 있다.

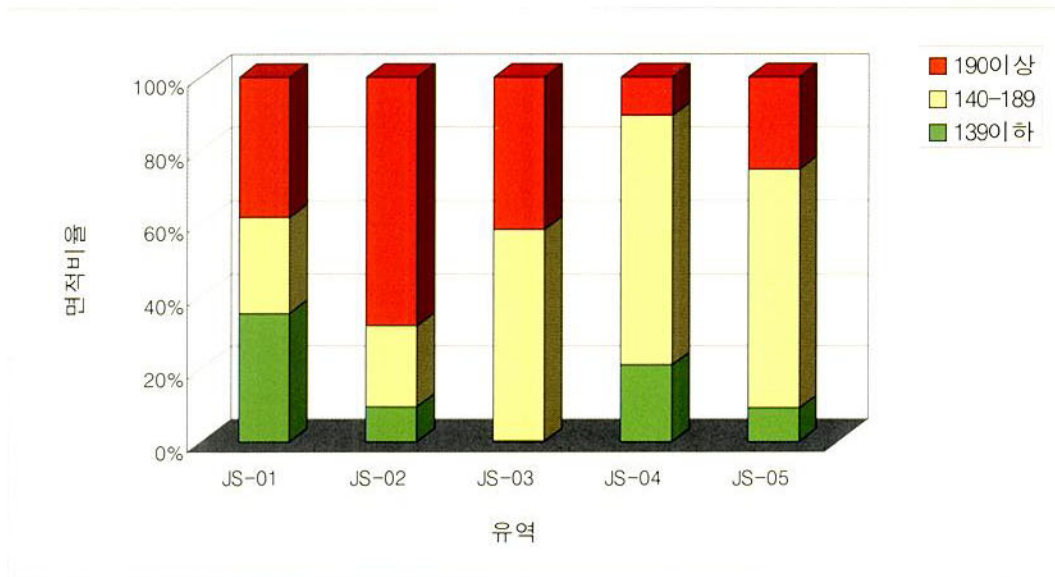
표 4-2-6은 정규분포상에서 등간격으로 3개 그룹으로 분류하여 소유역별 면적비를 산정한 것인데 GDP값이 190이상인 면적비를 고려했을때는 JS-02, JS-03, JS-01, JS-05, JS-04 등의 순으로 지하수오염가능성이 높다고 사료될 수 있다.

<표 4-2-5> 유역별 일반적인 지하수오염취약성(GDP) 면적비

유역명	General DRASTIC Potential(GDP)			
	면적비(%)			평균 GDP
	≤ 139	140-189	≥ 190	
계	75.6	240.7	183.6	180.2
JS-1	35.4	26.3	38.2	165.9
JS-2	9.7	22.4	67.9	195.8
JS-3	0.2	58.1	41.7	193.6
JS-4	21.1	68.4	10.5	165.2
JS-5	9.2	65.5	25.3	180.4



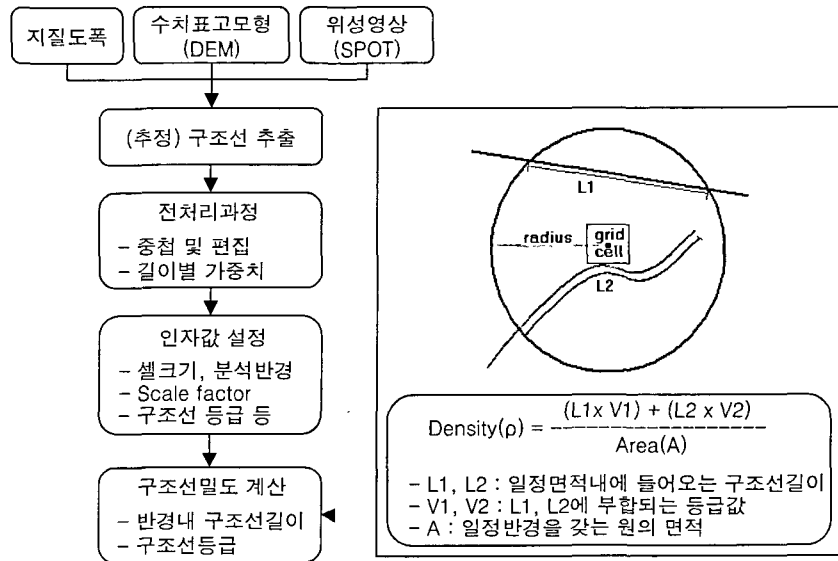
<그림 4-2-1> 일반적인 지하수오염취약성도



<그림 4-2-2> 일반적인 지하수오염취약성(GDP) 면적비 그래프

□ 변형된 지하수 오염취약성(Modified DRASTIC Potential, 이하 MDP)

본 조사지구에서는 우리나라의 대수층이 대부분 암반대수층인 점을 고려하여 지하수의 유동이 잘되는 파쇄대의 영향을 최대한 반영하기 위하여 구조선밀도를 7가지 인자 이외의 부가적인 인자로 사용하였고, 흐름과정은 <그림 4-2-3>과 같다.



<그림 4-2-3> 구조선밀도 산정 흐름도

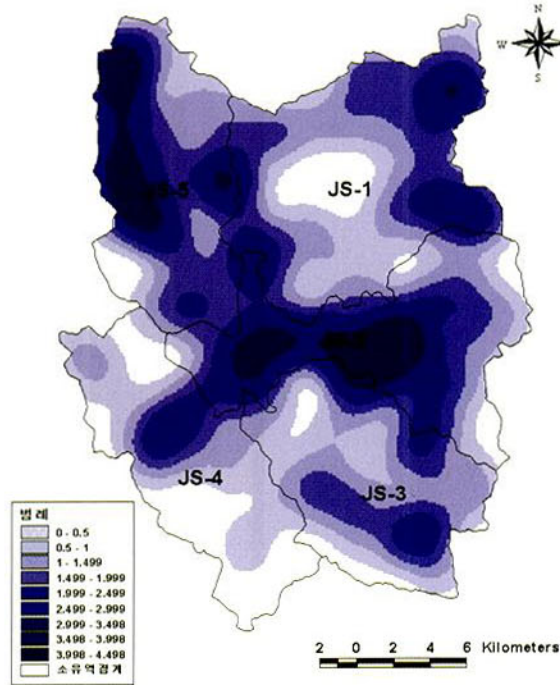
본 조사지구의 구조선밀도는 <그림 4-2-4>와 같이 조사지구내 JS-02유역과 JS-05유역에서 가장 큰 구조선밀도가 나타나고 있는데 이 곳은 실제로 지질도폭상의 큰 단층이 지나가는 곳이다. JS-01유역의 동부지역도 마찬가지로 지질도폭상의 큰 단층의 연장선지역으로써 구조선밀도가 매우 높게 나타나고 있다.

또한, 상기 작성된 일반적인 지하수오염취약성도<그림 4-2-1>과 구조선밀도도<그림 4-2-4>를 중첩하여 나타낸 변형된 지하수오염취약성도<그림 4-2-5~6>를 분석해보면 전반적으로 DRASTIC Potential이 상승함으로써 유역에 따른 각 그룹별 면적비율이 다소 변화를 보이고 있다는 것을 알 수 있다<표 4-2-6>.

특히, 구조선밀도가 높은 JS-01유역의 북부지역과 JS-02유역의 중동부지역에서 그리고 구조선밀도가 낮은 JS-03유역의 일부 북부지역에서 지하수오염취약성에 많은 변화를 보이고 있는 것으로 나타났다.

<그림 4-2-5>에서 보면 JS-02유역 중부지역과 JS-01유역의 북서부 지역이 가장 오염취약성이 높은 지역으로 분류될 수 있고, 낮은 지역은 일반적인 지하수

오염취약성도<그림 4-2-1>과 같은 JS-01유역의 중부지역과 JS-02유역의 서부지역, JS-04유역의 북서부지역과 남부 일부지역으로 구분할 수 있다.

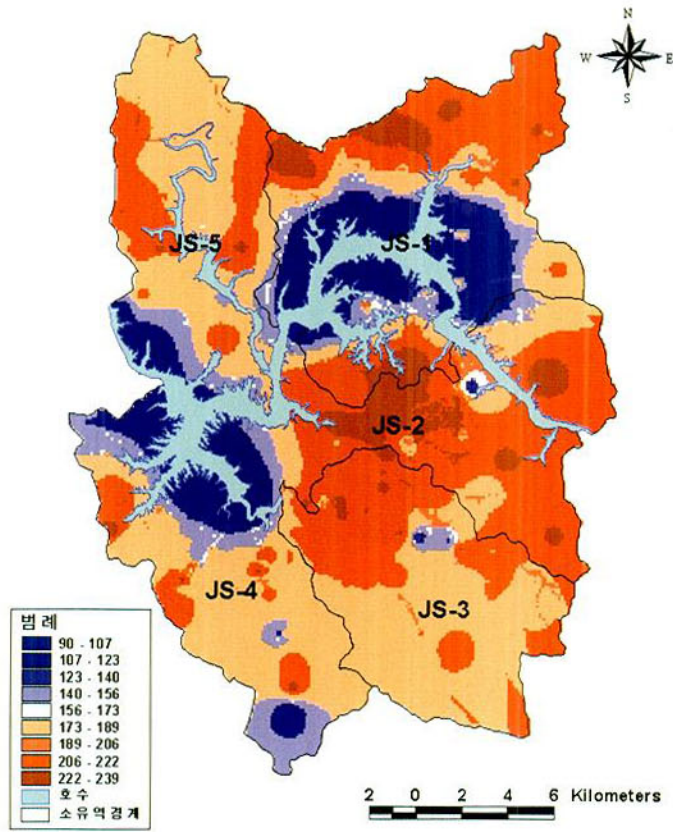


<그림 4-2-4> 구조선 밀도도

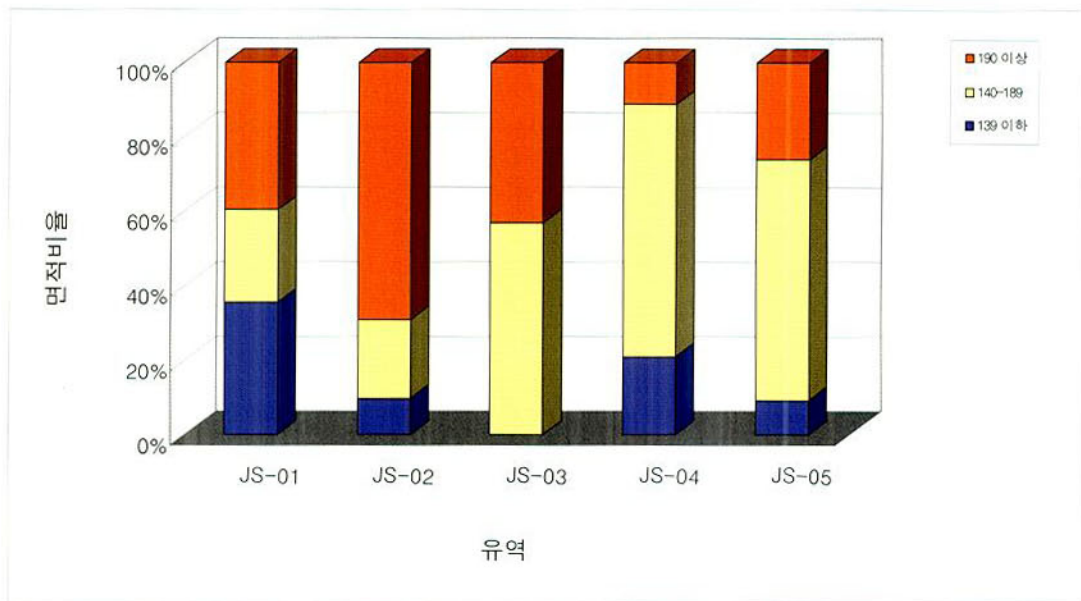
그러나 지하수오염취약성 평가에서 데이터 비교시 절대값이 아닌 상대값으로 평가해야 한다는 점에 주의해야 할 것이다.

<표 4-2-6> 유역별 변형된 지하수오염취약성(MDP) 면적비

유역명	Modified DRATIC Potential(MDP)			
	면적비(%)			평균 MDP
	≤ 139	140-189	≥ 190	
계	75.6	235.2	189.2	181.7
JS-01	35.4	24.9	39.7	167.3
JS-02	9.7	21.2	69.1	197.8
JS-03	0.2	56.8	43.0	194.9
JS-04	21.1	67.6	11.3	165.9
JS-05	9.2	64.7	26.1	182.4



<그림 4-2-5> 변형된 지하수오염취약성도



<그림 4-2-6> 변형된 지하수오염취약성(MDP) 면적비 그래프

나. 지하수 오염예측 및 현황 검토

지하수오염예측도는 지방자치단체 및 용수구역단위 지하수오염예방 및 개발정책 추진을 위한 기초적인 검토자료로서 활용될 수 있으며, 기존의 지하수오염취약성도와 각종 잠재오염원 총발생부하량도(제천, 충주시의 경우 축사, 인구, 토지이용만 적용함)를 중첩시킴으로써 수리지질학적인 평가에서 잠재오염원에 대한 영향까지 종합적인 상대평가가 가능하기 때문에 '지하수오염예측도'라 명명하였다.

본 내용에서 잠재오염원은 축사, 인구, 토지이용에만 국한되었다는 점과 실제 모든 요소를 감안한 지하수오염예측도는 아닌 점에 주의를 바라고, 지역과 상황에 따라서 이름은 달리 명명될 수도 있으므로 본 자료 활용시에는 이점에 특별한 주의를 바라는 바이다.

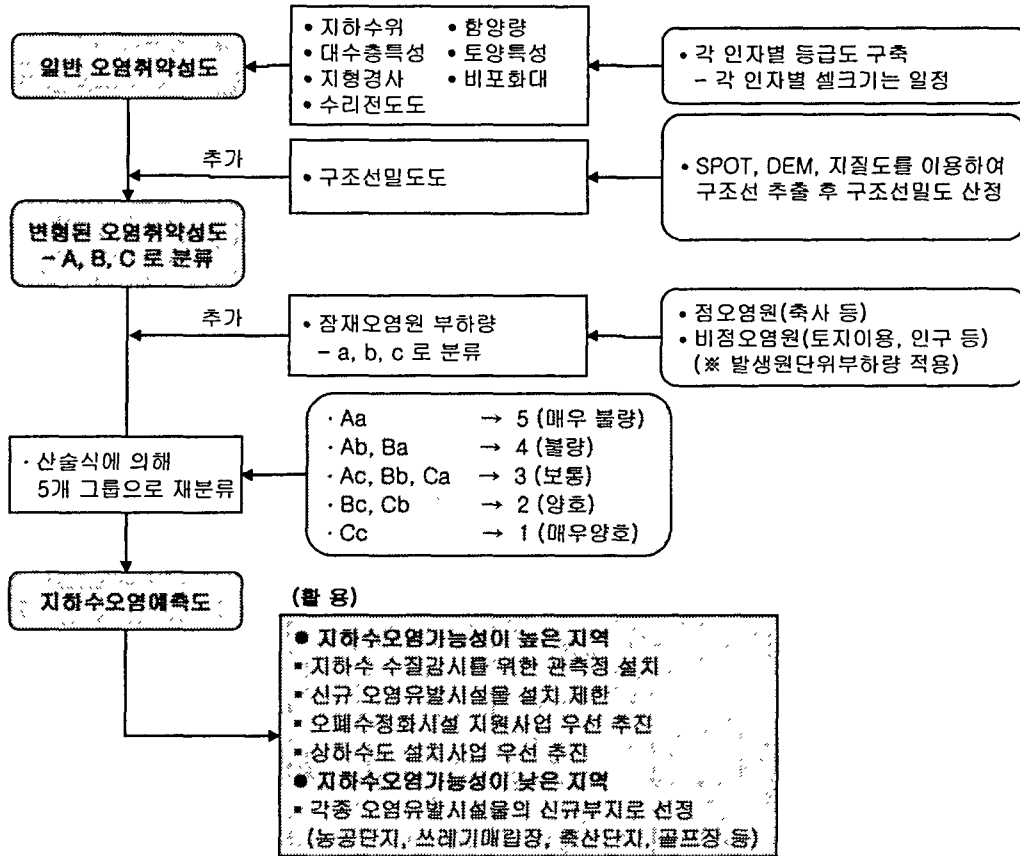
<그림 4-2-7>은 지하수 오염예측도를 작성하기 위한 모식도로써 지하수 유동에 영향을 미치는 요소와 오염물질 거동에 영향을 미치는 여러 인자들 중 대표성 있는 주요 오염인자들에 대해 단위면적당 오염발생부하량(BOD, TN, TP, SS)을 산정하고 이를 모두 합산하여 <표 4-2-7>의 기준에 의해 9가지로 그룹화함으로써 최종적인 지하수오염예측도를 작성하였다<그림 4-2-8~12>.

<표 4-2-7>은 변형된 지하수오염취약성(MDP)과 총오염발생부하량(3.1.2절 참고)을 서로 연계시킨 표이며 A, B, C, a, b, c의 분류는 정규분포에서 등면적 기준에 의하여 구간을 설정하였다. 그리고 Ab-Ba, Ac-Bb-Ca, Bc-Cb는 각각 동일한 그룹이지만 일정지역에서 오염취약성이 큰 비중을 차지하는지 혹은 오염부하량이 큰 비중을 차지하는지에 따라 서로 다른 성질로 분류될 수 있다. 그러나 본 사업에서는 복잡성을 피하고자 동일색상을 설정하여 도면을 작성하였다.

결과적으로 변형된 지하수오염취약성도<그림 4-2-5>에서는 지하수관리대상지역 우선순위(MDP가 182 이상이며 각 유역면적의 60%이상 분포하는 지역을 대상으로 함)가 JS-03, JS-02, JS-05유역 등으로 나타났지만 지하수오염예측도에서는 JS-04, JS-03, JS-01유역(Aa, Ab, Ba 면적의 합이 큰 순위를 대상으로 함)으로 순위변동이 발생하였다.

또한, 지하수오염가능성이 가장 낮게 나타나는 지역은 지하수오염취약성도<그림 4-2-1, 그림 4-2-5>에서 가장 오염가능성이 높게 나타났던 지역인 JS-02유역의 중동부지역으로 나타났는데, 이는 잠재오염원별 발생부하량이 지역별로 큰 차이를 보임에 따라 그 영향이 반영된 것으로 판단된다. 즉, 오염취약성은 매우 높

지만 잠재오염원 발생부하량이 매우 낮게 나타남으로써 종합평가에서는 지하수관리대상 우선순위에 포함되지 않고 있다. 따라서 이 지역은 지하수시설물 개발·이용에 보다 적합한 지역이라 평가될 수 있다.



<그림 4-2-7> 지하수오염예측도 작성 모식도

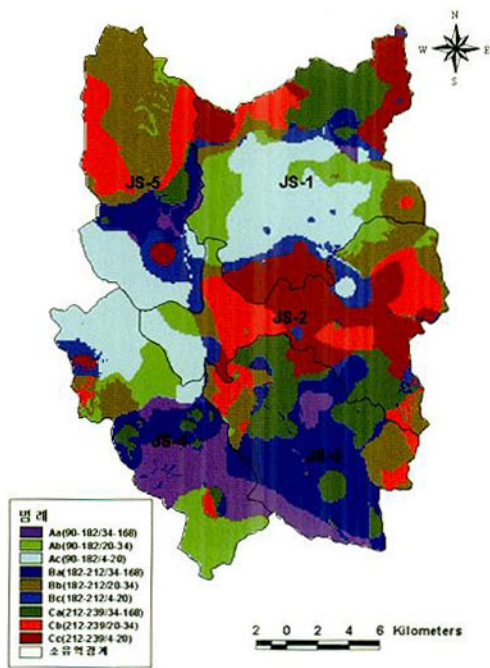
<표 4-2-7> 오염예측도 등급분류표

오염취약성도		오염부하량	오염부하량(Kg/일/Km ²)		
			a(높음)	b(보통)	c(낮음)
			> 34	4-34	< 4
오염취약성도	A (높음)	213-239	Aa	Ab	Ac
	B (보통)	182-212	Ba	Bb	Bc
	C (낮음)	90-181	Ca	Cb	Cc

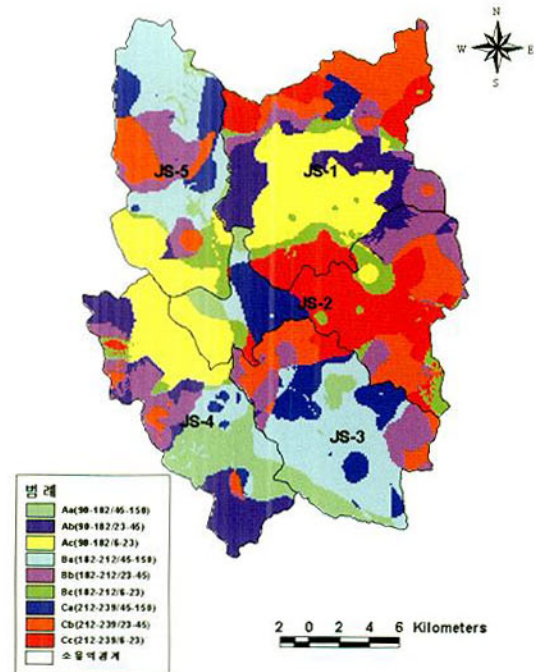
<표 4-2-8> 오염예측도상의 잠재오염부하량 분류에 따른 소유역별 면적산정

(단위 : 10⁴km², %)

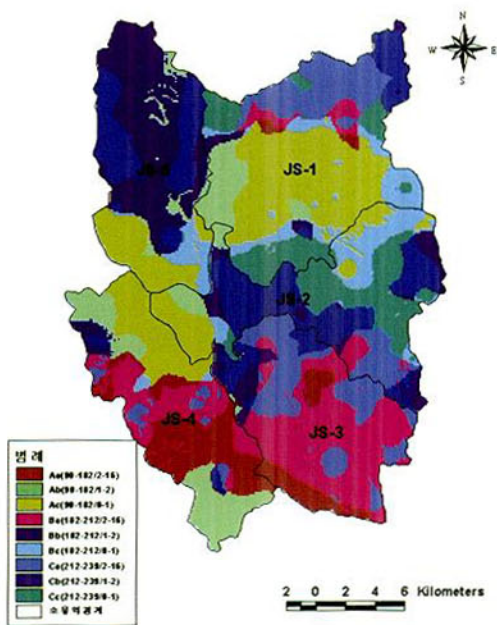
부하량	분류	범 위	JS-01		JS-02		JS-03		JS-04		JS-05	
			면적	비율	면적	비율	면적	비율	면적	비율	면적	비율
BOD	Aa	90-182/34-168	1.0	0.6	-	-	11.4	10.3	26.9	24.8	2.5	2.2
	Ab	90-182/20-34	24.2	15.3	9.8	7.9	0.3	0.2	25.6	23.6	2.2	1.9
	Ac	90-182/4-20	48.5	30.7	11.1	8.9	-	-	21.8	20.1	19.6	17.4
	Ba	182-212/34-168	3.2	2.0	3.2	2.6	46.6	42.1	17.3	15.9	13.2	11.7
	Bb	182-212/20-34	11.3	7.1	17.6	14.1	14.4	13.0	6.6	6.1	38.4	34.0
	Bc	182-212//4-20	10.3	6.5	8.8	7.1	0.0	0.0	3.8	3.5	10.0	8.9
	Ca	212-239/34-168	19.8	12.6	8.6	6.9	27.0	24.4	3.9	3.6	3.6	3.2
	Cb	212-239/20-34	7.0	4.4	30.4	24.4	7.9	7.1	1.7	1.6	21.6	19.1
	Cc	212-239//4-20	32.6	20.7	34.9	28.0	3.0	2.7	1.0	0.9	2.0	1.7
TP	Aa	90-182/2-16	1.9	1.2	-	-	7.9	10.3	29.2	26.8	-	-
	Ab	90-182//1-2	13.7	8.7	5.3	4.2	0.2	0.2	24.1	22.1	5.4	4.7
	Ac	90-182/0-1	58.0	36.8	15.6	12.5	-	-	21.1	19.4	18.9	16.7
	Ba	182-212/2-16	5.9	3.7	3.2	2.6	38.0	49.6	22.9	21.1	-	-
	Bb	182-212/1-2	2.9	1.9	10.4	8.4	4.3	5.6	3.4	3.2	54.2	48.0
	Bc	182-212/0-1	16.0	10.1	16.0	12.9	0.0	0.0	1.4	1.3	7.4	6.6
	Ca	212-239/2-16	26.2	16.6	8.6	6.9	20.7	27.1	4.7	4.4	-	-
	Cb	212-239/1-2	10.4	6.6	37.3	30.0	5.5	7.2	1.8	1.7	26.9	23.8
	Cc	212-239/0-1	22.8	14.5	28.0	22.5	-	-	-	-	0.2	0.2
TN	Aa	90/182/45-150	0.0	0.0	5.3	4.2	7.9	10.3	24.0	22.1	4.5	4.0
	Ab	90/182/23-45	25.1	15.9	4.5	3.6	0.2	0.2	26.4	24.3	0.8	0.7
	Ac	90/182/6-23	48.5	30.7	11.1	8.9	-	-	23.9	22.0	18.9	16.7
	Ba	182-212/45-150	0.1	0.1	3.3	2.6	31.6	41.3	10.6	9.8	38.9	34.4
	Bb	182-212/23-45	14.7	9.3	15.1	12.2	10.7	13.9	14.2	13.1	15.3	13.6
	Bc	182-212/6-23	9.9	6.3	11.2	9.0	0.0	0.0	2.9	2.6	7.4	6.6
	Ca	212-239/45-150	4.7	3.0	14.1	11.3	13.9	18.2	2.3	2.1	13.7	12.1
	Cb	212-239/23-45	25.6	16.2	18.0	14.5	10.2	13.3	3.3	3.0	13.2	11.7
	Cc	212-239/6-23	29.1	18.5	41.8	33.6	2.1	2.7	1.0	0.9	0.2	0.2
SS	Aa	90/182/872-2530	-	-	-	-	7.9	10.3	41.9	38.6	2.1	1.8
	Ab	90/182/451-872	24.2	15.4	9.8	7.9	0.2	0.2	8.5	7.8	3.3	2.9
	Ac	90/182/35-451	49.4	31.3	11.1	8.9	-	-	23.9	22.0	18.9	16.7
	Ba	182-212/872-2530	0.0	0.0	-	-	32.3	42.1	17.6	16.2	28.5	25.2
	Bb	182-212/451-872	12.0	7.6	20.7	16.6	10.0	13.0	7.3	6.7	25.8	22.8
	Bc	182-212/35-451	12.8	8.1	9.0	7.2	0.0	0.0	2.9	2.6	7.4	6.6
	Ca	212-239/872-2530	1.5	1.0	-	-	18.7	24.4	4.8	4.4	18.5	16.3
	Cb	212-239/451-872	29.1	18.5	34.1	27.4	5.4	7.1	0.8	0.8	8.4	7.5
	Cc	212-239/35-451	28.7	18.2	39.7	32.0	2.1	2.7	1.0	0.9	0.2	0.2



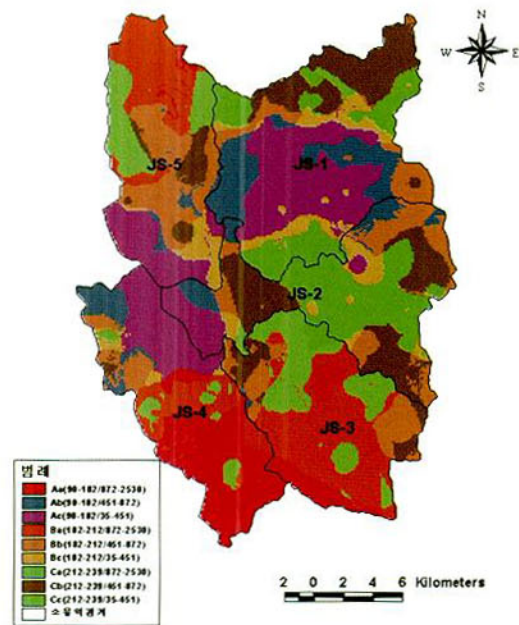
<그림 4-2-8> 오염예측도(MDP+BOD)



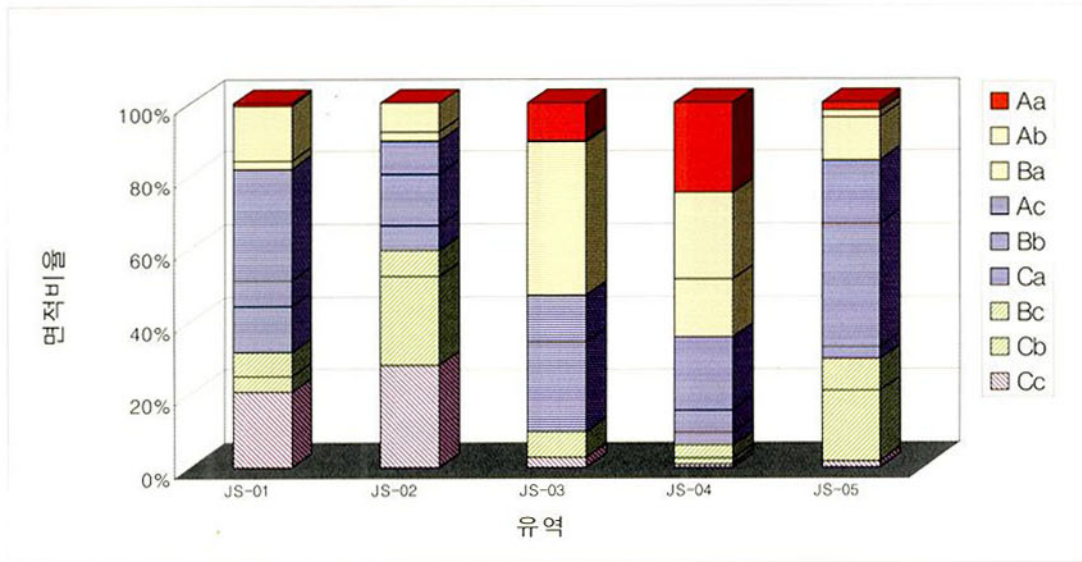
<그림 4-2-9> 오염예측도(MDP+TN)



<그림 4-2-10>오염예측도(MDP+TP)



<그림 4-9-11>오염예측도(MDP+SS)



<그림 4-2-12> 유역별 오염예측(MDP+오염부하량(BOD) 분류 히스토그램

V. 지하수 관리대책

5.1 관리현황 및 개선대책

5.1.1 현황 및 문제점

가. JS-01유역

제천시 금성, 청풍면에 해당하는 유역으로 단위면적당 관정밀도도는 5.9공/km², 이용량 대 적정개발가능량 비율은 31.3%로 5개 소유역중 가장 높은 것으로 나타나며 특히 금성면의 구룡, 사곡, 양화, 위림, 월림, 적덕, 진리등 7개리(18.1~84.0 개소/km²)는 본유역의 전체 지하수개발량의 74%가 밀집되어 향후 지하수 수량에 문제가 발생할 수 있는 지역으로 판단된다. 단위면적당 지하수이용량은 7.9천m³/년/km²으로 본 유역에서 두 번째로 높은지역이고 위에서 언급한 마을의 관정밀도도가 높은 점을 고려할 때 지하수 사용량 역시 비교적 많은 지역으로 판단되므로, 암반지하수 개발 시 선구조 및 지질구조대 발달지점 및 기개발여부등에 대한 정밀한 조사를 실시하여 개발하여야 할 것으로 판단된다.

지하수자원에 영향을 미칠 수 있는 잠재오염원 조사결과 축사, 오·폐수시설 등의 점오염원은 0.78개소/km²로 5개 소유역중 가장 많은 분포를 나타내고 지역적으로는 금성면 구룡, 중전, 양화리등 일부지역에 편중되어 분포하고 있다, 비점오염원에 해당하는 농경지면적이 소유역 전체면적의 11.0%로 5개 소유역 평균값인 9.9% 보다 약간 많은 유역이다.

제산지구 소유역 중 오염취약성(DRASTIC)지수 는 평균값 보다 작은 167.3으로 나타나나 단위면적당 오염부하량 및 축사밀도가 111.2kg/일/km², 0.46개소/km²로 각각 조사되어 소유역중 가장 높게 나타나 점오염원으로부터 충전층지하수가 오염 당할 우려가 있으므로 축산폐수 및 생활하수 등에 대한 중점적인 관리가 필요한 지역으로 판단된다.

지하수 수질검사결과 암반지하수에서 질산성질소가 먹는물기준을 약간 초과하는 것으로 조사되기도 하였으나 전체적으로 비교적 양호한 것으로 조사되었으므로, 점오염원 인허가시 구조선밀도가 높지 않은 지역으로 선정하여 암반지하수 수질보호에 주의하여야 할 것으로 판단된다.

나. JS-02유역

제천시 수산면 전체와 한수면 일부를 포함하는 지역으로 지하수 이용량 대 적정개발가능량 비율은 17.3%로 제산지역 5개 소유역 평균이용량 20.7% 보다는 약간 낮게 나타났으나 단위면적당 관정밀도도 및 단위면적당 지하수이용량은 전체평균보다 약간 높게 나타났고 특히 수산면 수산, 도전, 내리(11.3~25.0개소/km²)등은 관정밀도가 비교적 높고 본유역 총개발공수 대비 40%를 점하고있어 향후 지하수개발시 주변기개발 관정과의 관련성에 유의해야할 것으로 판단된다.

구조선 밀도가 전체평균보다 높고 DRASTIC지수 평균값이 197.8로 제산지역 소유역중 가장 높으나 질산성질소 수질검사결과 기준을 초과하는 곳은 없는 것으로 조사되어 현재까지 수질은 양호한 것으로 판단된다.

지하수자원에 영향을 미칠 수 있는 축사, 폐수시설 등의 점오염원이 0.24개소/km²로 전체평균 이하로 나타났으나, 비점오염원에 해당하는 농경지면적이 소유역 전체면적의 13.6%로 5개 소유역중 가장 높게 나타나 향후 주의와 관심이 필요하다.

다. JS-03유역

제천시 덕산면 전체에 해당하며 지하수 이용량 대 적정개발가능량 비율이 21.7%로 5개 소유역의 평균이용량 20.7%과 유사한 행태를 보인다. 단위면적당 관정밀도는 1.6공/km²으로 낮은 분포를 보이며 단위면적당 지하수 이용량 또한 5.2천m³/년/km²으로 평균(6.3천m³/년/km²)보다 낮은 편으로 전체적인 지하수 수량에 큰 문제는 없는 것으로 판단되나, 도전, 선고, 신현리의 개발공수가 본유역 개발공중 69.6% 차지하는 점을 감안하여 향후 개발 및 사용시 지속적인 관심 및 주의가 필요하다.

단위면적당 오염부하량 및 축사, 폐수시설 등의 점오염원이 각각 70.9kg/일/km², 0.23개소/km²로 평균보다 낮은 분포를 보이나 구조선밀도를 고려한 변형 DRASTIC 지수 평균값이 5개 소유역중 두 번째로 높은 지역에 해당하며, 비점오염원에 해당하는 농경지면적은 소유역 전체면적의 12.1%로 전체 평균보다 약간 높은 분포를 보이고 있다. 따라서 암반지하수 개발 시 선구조 및 지질구조대 발달지점에 대한 정밀한 조사를 실시한 후 개발하여야 할 것으로 판단되며, 또한 점오염원관리에 주의를 요하는 지역으로 판단된다.

라. JS-04유역

제천시 한수면 일부와 충주시 살미, 상모면 일부지역에 해당하는 유역으로 단

위면적당 지하수이용량 및 관정밀도가 1.2공/km²로 전체 소유역 평균 2.5공/km²보다 낮게 분포하나, 지하수 이용량 대 적정개발가능량 비율은 27.2%로 제산지역 5개 소유역 평균이용량 20.7%보다 높고, 단위면적당 지하수이용량이 7.4천m³/년/km²으로 전체 평균보다 높고, 한수면 송계리 개발관정 개소수가 유역내 개발 개소수의 62%를 차지하여 높은 개발 편중현상이 심하여 전체적으로 향후 지하수개발 및 사용시 지속적인 관심 및 주의가 필요한 지역으로 판단된다.

지하수자원에 영향을 미칠 수 있는 잠재오염원 조사결과 비점오염원에 해당하는 농경지면적이 소유역 전체면적의 6.4%로 5개 소유역중 가장 낮고, 단위면적당 축사, 폐수시설 등의 점오염원 역시 0.31개소/km²로 평균 0.35개소/km²보다 약간 낮은 것으로 나타나 비교적 단위면적당 오염부하량 및 변형오염 취약성지수 역시 전체평균보다 낮게 나타나 본유역의 지하수수질은 타유역보다는 비교적 양호한 것으로 판단되나 향후 잠재오염원에 의한 층적층지하수에서의 오염이 진행될 수 있을 것으로 판단되므로 점오염원 관리에 주의를 요한다.

마. JS-05유역

충주시 산척, 동량면에 해당하는 지역으로 단위면적당 관정밀도가 0.5공/km²로 5개 소유역중 가장 적은 분포를 나타내며, 단위면적당 지하수이용량 역시 5개 소유역중 가장 낮으며, 이용량 대 적정개발가능량 비율이 제산지역 소유역 평균 20.7%보다 상당히 낮은 5.9%를 나타내므로 현재 지하수 수량에는 문제가 없는 지역으로 판단된다.

지하수자원에 영향을 미칠 수 있는 잠재오염원 조사결과 축사, 폐수시설 등의 점오염원은 0.21개소/km²이며, 비점오염원에 해당하는 농경지면적은 소유역 전체면적의 6.5%로 5개 소유역 평균 이하의 분포비율을 나타내며, 오염취약성(DRASTIC)지수 평균값이 낮은 유역에 해당된다.

이상의 결과를 종합하여 소유역별로 각각의 주요항목에 대한 조사 및 측정값을 1~5까지 5개 등급으로 분류하여 나타내었다<표 5-1-1~2>. 1등급에 가까울수록 양호한 상태를 나타내고, 5등급으로 갈수록 상태가 나쁜 것으로 표현하였고 여기서의 등급분류는 절대적인 값으로는 의미를 갖지 못하며, 단지 제산용수구역 내에서 상대적인 비교값으로 표현된 것이며, <표 5-1-3>에 제산지구 각 유역별 종합 평가 및 관리방안에 대하여 기술하였다.

<표 5-1-1> 지하수수량에 대한 종합평가

유역	단위면적당 지하수이용량 (천m ³ /년/km ²)		단위면적당 관정밀도도 (공/km ²)		이용량/ 적정개발가능량 (%)		평균강수량 (mm/년)		구조선밀도 평균값	
	JS-01	7.9	4	5.9	5	31.3	4	1,683.5	1	1.4
JS-02	8.4	4	3.1	4	17.3	3	1,606.1	2	2.0	2
JS-03	5.2	3	1.6	3	21.7	3	1,131.6	4	1.3	3
JS-04	7.4	4	1.2	3	27.2	3	1,221.9	3	0.8	4
JS-05	2.8	2	0.5	2	5.9	2	1,513.9	2	2.0	2
평균	6.3		2.5		20.7		1,431.4		1.5	

※ 1:양호, 2:약간양호, 3:보통, 4:약간불량, 5:불량

<표 5-1-2> 지하수수질에 대한 종합평가

유역	변형오염 취약성지수		단위면적당 오염부하량 (kg/일/km ²)		단위면적당 점오염원밀도 (개소/km ²)		비점오염원 면적비율 (%)		단위면적당 축사밀도 (개소/km ²)	
	JS-01	167.3	3	111.2	5	0.78	5	11.0	3	0.46
JS-02	197.8	5	64.4	3	0.24	3	13.6	5	0.04	2
JS-03	194.9	4	70.9	3	0.23	3	12.1	4	0.04	2
JS-04	165.9	2	62.6	3	0.31	3	6.4	2	0.03	1
JS-05	182.4	3	55.2	2	0.21	3	6.5	2	0.04	2
평균	181.7		72.9		0.35		9.9		0.12	

※ 1:양호, 2:약간양호, 3:보통, 4:약간불량, 5:불량

<표 5-1-3> 유역별 종합평가 및 관리방안

구분 유역	TYPE		종합	모니터링	
	수량	수질		자동	수동
JS-01	17	21	<ul style="list-style-type: none"> · 지하수이용이 가장 많고 지역적 편중심함, ⇒ 향후 개발시 위치선정에 신중필요 · 축사, 오·폐수시설등 점오염원 지역적 밀집 ⇒ 수질관리 및 감시 필요 	○	
JS-02	15	18	<ul style="list-style-type: none"> · 지하수사용량 및 개발위치 지역적 편중심함 ⇒ 개발시 위치선정에 신중필요 · 오염 취약성지수 및 비점오염원 면적비율 가장높음 ⇒ 오염대비 수질감시 필요 	○	
JS-03	16	16	<ul style="list-style-type: none"> · 일부지역에 지하수개발 밀도가 높은편임 ⇒ 밀집지역 개발시 위치선정에 고려 · 오염 취약성지수 및 비점오염원 면적비율 높은 편임 ⇒ 향후 지하수수질 변동에 대한 관심필요 		○
JS-04	17	11	<ul style="list-style-type: none"> · 일부지역에 지하수개발 밀도가 높은편임 ⇒ 밀집지역 개발시 위치선정시 고려 · 전체적으로 수질은 비교적 양호한 것으로 판단 ⇒ 향후 지하수수질 변동에 대한 관심필요 		○
JS-05	10	12	<ul style="list-style-type: none"> · 지하수개발·이용은 양호한편으로 판단됨 · 지하수수질은 비교적 양호하나 오염취약성지수가 평균보다 약간 높다 ⇒ 향후 지하수수질 변동에 대한 관심필요 		

※ TYPE 구분 : 5~11:양호, 12~18:보통, 19~25:불량

5.1.2 개선대책

가. 지하수 수질오염 방지 대책

지하수 수질 오염을 방지하기 위한 대책은 오염원관리에 의한 오염물질의 지하 침투방지 대책, 염수침입에 의한 지하수 오염방지 대책, 폐공이나 불량 시공된 관정 등과 같은 오염물질 이동경로의 차단 대책, 오염된 지하수의 정화 대책 등으로 구분할 수 있다. 제천·충주시의 지하수, 지질 및 토양특성을 고려할 때 다음과 같은 지하수 수질오염 방지 대책이 요구된다.

- 지하수 오염 취약성이 큰 지역을 지하수자원 보전지구로 지정하여 오염유발 시설물의 입지를 제한
- 소규모 오염물질 배출시설의 관리
- 축산폐수 배출시설의 관리
- 농약, 비료 사용량 감소에 의한 비점오염원 관리
- 지하수 오염방지시설이 불량하거나 불량 시공된 관정의 보수를 통한 오염경로 차단

1) 소규모 오염물질 배출시설의 관리

잠재오염원중 오수·분뇨및축산폐수처리에관한법률, 토양환경보전법, 수질환경보전법 등에서 정하는 허가 또는 신고대상 시설은 오염방지시설을 설치하고 있으나 다른 시설들은 오염방지시설이 설치되어 있지 않아 이들 시설에 의한 지하수 오염이 예상된다.

제산지구에 분포하는 소규모 오염배출시설로는 소규모 축사, 비닐하우스 등의 난방을 위한 소규모 유류탱크 등이 있으며, 이들 시설에 대한 최소한의 오염방지시설을 설치토록 하여 지하수 오염을 예방하고, 행정기관이 정기적인 점검을 실시하여 오염물질의 누출 및 배출여부를 감독하여야 한다.

2) 축산폐수배출시설의 관리

축산폐수는 발생량에 비해 오염부하량이 매우 큰 폐수로 미처리시 토양오염 및 지하수 수질악화를 초래하며 악취 및 해충피해 등으로 쾌적한 생활환경을 해치는 주요 오염원의 하나로 인식되고 있다.

제산지구 축산폐수배출시설은 대부분 톱밥발효돈사, 톱밥발효우사 및 교반식 톱밥발효시설을 이용하여 축산폐수를 처리하고 있으며, 축산업의 영세성으로 축산폐수처리시설 설치농가 및 처리시설의 처리율이 낮아 실제적인 오염저감효과는 크지 않은 실정이다.

현행 국내법에서는 축산폐수의 관리 또는 방류수 수질기준 등이 호소·하천 등의 공공수역의 수질관리를 위해 그 기준이 설정되어 있다.

제산지구 축산폐수배출시설의 관리대책은 다음과 같다.

- 축산관련법규의 강화 또는 자치법규 제정
 - 갈수기 및 가뭄발생시 호소/하천의 수량변동에 따른 자정작용을 고려한 배출기준 강화
- 축산폐수 공공처리시설의 확대보급
- 가축분뇨의 퇴비화 장려
 - 축분, 톱밥 등의 퇴비원료 및 생산비료의 유통구조 개선
- 비용이 경제적이고, 유지관리가 용이한 축산폐수처리시설의 개발 및 보급
- 지하수오염 취약성이 높은 지역에 대한 축산폐수 배출시설 설치 제한
 - 지하수자원 보전등급별 제한이나,
 - 오·폐수 관련시설물의 설치 또는 이미 설치된 시설물들에 의한 상대적인 지하수 오염취약성 정도를 평가하고 오염의 가능성을 예측하는데 사용되어지는 DRASTIC과 같은 간접평가법을 도입하여 시설물 설치에 따른 허가·신고사항에 반영
 - 축산폐수 및 처리시설에서의 처리수 방류(또는 배출)의 원칙적 금지
- 가축사육두수가 밀집된 지역에 대해서는 토지면적당 가축사육 두수 허가제를 신중히 검토하여 오염가능성을 분산시킴
 - 단위면적당 총질소(T-N) 원단위 오염부하량도 이용

3) 비료 및 농약에 의한 오염방지대책 강구

지하수중의 질산성질소성분은 축산폐수뿐만 아니라 화학비료에서 유래된 비율도 상당히 높은 것으로 나타나고 있다.

농약은 그 특성상 지하수오염 위해 성분이 매우 크기 때문에 오염의 징후가 발견된 이후에는 그 지역 전체의 지하수 사용이 불가능하게 되는 매우 심각한 오염물질로 특히 관리가 요구되는 물질이다.

비료 및 농약에 의한 오염방지대책은 다음과 같다.

- 지하수환경에서 오염물질이 나타내는 특성분석과 오염물질에 대한 지하수환경의 취약성분석에 따른 농약과 비료의 사용지침을 마련하여야 한다.
 - 현재 미국 EPA 등 외국에서 지하수 수문환경의 오염가능성 우선 순위 평가에 사용되는 DRASTIC(또는 PESTICIDE index)등을 이용하거나, 제천·충주시의 지하수환경에 적합한 오염가능성 평가법을 연구/개발하여 적용
 - 농약/비료 종류별 지하수 오염취약성 특성분석에 대한 연구
 - 토양특성별, 지질매체별 지하수 오염취약성 정도에 대한 연구
 - 농약/비료 종류별 사용가능 종류, 양에 대한 사용지침 마련
- 농약/비료 사용에 대한 자치법규 및 관리지침 마련이 필요하다.
 - 농약 판매 등록시 거쳐야 하는 오염위험성 평가법 기준설정 및 파악결과에 따른 허가
 - 오염위험성이 높은 농약의 판매 및 사용금지 조치
 - 비료의 시비기준 명시
 - 지역별 지하수의 질산성질소 평균함유량에 따른 비료사용량 제한
- 농가에 대한 주민 홍보 및 교육을 지속적으로 실시하여야 한다.
 - 화학비료 및 농약 과다사용에 따른 지하수 오염의 심각성 홍보 및 교육
 - 특히 수질오염지역에 대한 주민교육 및 홍보활동을 강화하여 사용량을 점차 억제시킴

4) 부실관정을 통한 지하수 수질오염 방지대책

수질조사결과 관정 시설에 대한 그라우팅 등 오염방지 의무 규정이 적용된 지하수법 시행 이후 개발된 관정의 수질이 시행 이전 관정에 비하여 양호한 것으로 조사되었다. 그러므로 노후화 또는 부실관정을 통한 지하수수질 오염을 방지하기 위하여는 다음과 같은 사항들이 개선되어야 할 것이다.

○ 기존부실관정에 대한 대책

-수질검사를 강화하여 사용목적별 수질기준에 적합지 않은 관정에 대하여는 지하수시설물 보수명령으로 보수기간에 대한 일정기간 유예기간을 두며 불응시나 보수후 수질검사 결과 기준치 미달 관정에 대하여는 원상복구 처리하여야 함

-지하수이용허가 연장신청시 수질검사 결과 기준에 미달된 관정에 대하여는 이용허가연장불허 조치 하여야 함

○ 신규 개발관정에 대한 대책

-완벽한 지하수오염방지시설 설치와 지표오염물질 유입방지를 위한 그라우팅시설의 설치를 위하여 지하수개발표준시방서 기준설정과 감리제도 도입으로 지하수수질오염을 사전에 예방하여야 함

나. 지하수의 효율적인 개발·이용 대책

1) 지하수 개발·이용 제도의 개선

○ 현행 지하수법에 허가대상 관정은 지하수개발·이용허가의 유효기간을 5년으로 하고 연장허가를 받도록 규정하고 있으나, 신고대상에 대해서는 신고 후 사용기간에 대한 제한규정이 없으므로 관정 사용 용도별로 사용기간을 부여하고 계속 사용하고자 할시 재이용 신고를 받도록 함으로써 지하수 시설물 관리는 물론 지하수 환경 및 보전/관리 측면에서 필요한 사항으로 판단된다.

○ 특히 민간인이 사용하는 사설관정의 경우 현재는 최초의 이용신고로 별도의 행정기간의 규제 없이 무분별하게 장기간 사용하고 있어 지하수 보전/관리를 체계적으로 하기 위한 법적 장치로 용도별/목적별에 따른 이용기간의 제한이 필요하다.

○ 또한 지속적인 지하수정보화(DB/GIS) 추진을 위하여 지하수개발·허가/신고시 관정 위치에 대한 GPS측량성과를 첨부 제출토록 하여 NGIS와 연계관리가 가능하도록 개선할 필요가 있다.

○ 지하수영향조사서 작성대상 개선(안)

현행 지하수법상 지하수개발 이용/허가 관정에 대하여 지하수영향조사서를 작성토록 하고 있어, 작성대상이 아닌 소규모 관정은 굴착심도와 관련 없이

신고에 의해 쉽게 허가됨에 따라, 소규모 사설 관정 급증의 원인이 되며, 또한 공동이용 형태가 이루어지지 않고 있으므로 지하수영향조사서 작성대상 및 관련사항을 조정하여 제도적으로 개선함으로써 요건을 강화하여야 할 것으로 판단된다.

○ 기대효과

- 모든 사설관정에 대한 지하수 시설물 불량관정에 대한 정비 및 규제가 가능하다.
- 사용이 불필요한 방치상태의 관정에 대한 행정조치가 가능하다.
- 관정감소 효과 및 필요시 인근 관정 공동이용을 가능케 할 수 있다.
- 지하수 환경오염예방 및 효율적인 지하수 보전/관리가 가능하다.

2) 오염원에 따른 관정개발 위치 규제

지하수개발위치가 지하수의 오염을 유발시킬 수 있는 하수관이나 특정오염원(정화조, 오/폐수배출시설 등) 등의 점오염원 위치로부터 일정거리 이내지역에 대한 개발을 제한함으로써 지하수 오염을 사전에 예방하여야 한다.

3) 지하수개발/이용시설공사의 감리제 도입

시공부실로 인한 지하수오염을 방지하기 위해 관정개발/시설변경/원상복구시 자격 있는 감리기관으로부터 감리를 받도록 의무화함으로써 행정기관의 지하수의 인력부족해소와 효율적인 지하수관리를 수행할 수 있다.

부실감리를 방지하기 위해 감리기관의 자격요건 및 등록취소 요건 등을 강화하여 시행함으로써 시공부실을 사전에 예방하여야 한다.

5.2 계획수립

5.2.1 지하수관리방안

가. 지하수관리 기본방향의 전환이 요구됨

○ 지하수는 국민의 공동자산으로 보전·관리하기 위하여 현재의 공개념 관리 체제를 확고히 하고 향후 수자원의 완벽한 보전관리를 위한 「공수(公水)적 관리체계」의 기틀을 마련하여야 하며, 국민의 의식전환을 위한 지속적인 홍보활동 등의 추진이 요구됨

○ 지하수의 공수와 공개념의 구분

-공수(公水) : 지하수를 토지소유권과 분리된 별개의 공공의 자원으로 규정하고 소유권을 국유로 하여 사적인 개발·이용 규제(하와이주, 이스라엘, 이란, 독일 등)

-공 개 념 : 지하수를 토지소유권의 일부로 보고 그 개발·이용에 일정한 공적 규제를 가하는 것(오스트리아, 영국, 우루과이, 칠레 등)

○ 공수적 관리의 근거

-지하수는 특정 토지에 고정되지 않고 수문순환을 계속하는 공공의 자원이고, 적절한 보전·관리 없이는 고갈되고 마는 유한한 자원이므로, 국가는 헌법 제120조에 근거하여 행정적 규제를 가할 수 있으며(지하자원의 채취개발, 이용에 관하여 특허제도)

-현행 하천법 제3조는 지하수와 같은 순환계의 수자원인 지표수 하천에 관하여 “하천은 이를 국유로 한다”고 명백히 규정하고 있으므로, 지하수의 소유권을 국유로 선언하는 입법정책을 채택한다 하더라도 지하수의 특성상 토지소유권의 본질적 침해에 해당하지 않는 정당한 입법이 될 수 있을 것으로 판단되며 외국의 입법례에서도 지하수의 소유권을 국유로 선언하고 일반적 금지를 채택한 입법례가 발견되고 있는 것은 이를 간접적으로 증명하고 있음.

-따라서, 지하수 소유권을 국유로 선언하는 입법정책을 채택하여 지하수를 국가 전체 수자원의 일부로 보고 국유로서 관리할 책임을 국가에서 부여함으로써,

-공적자원에 대한 지하수 개발·이용 행위 및 지하수 오염행위 규제 등 양과 질에 대한 체계적 관리가 가능해지고, 지하수이용에 대한 사용료 부과와 법률적 근거가 마련됨으로써 지하수 관리에 대한 투자 효율화의 극대화를 기

대할 수 있음

-그러나 지하수의 소유권을 국유로 확정하는 입법에 있어 토지소유권자의 기득권을 본질적 및 급진적으로 침해하는 입법은 헌법상 과잉금지원칙의 위반으로서 위헌소지가 있으므로 타법률과의 상호관계에 대한 정밀분석과 일정한 한계를 부여하는 것이 필요하므로 현재 지하수의 공개념 관리체제를 강화하고, 주민의식 전환을 위한 지속적인 교육 및 홍보 활동으로 향후 공수적 관리체제에 대한 준비가 필요할 것임

나. 지하수 과다개발·이용지역에 대한 특별관리방안 수립 필요

- 제산지구 5개 소유역의 지하수이용량 대 적정개발가능량 비율은 평균 20.7%로 비교적 낮은 수준이며, 이중 평균을 초과하는 유역은 JS-01, JS-03, JS-04 유역이다.
- 상기유역은 기상이변에 의해 가뭄이 장기화되면 이용량대비 함양량 부족에 따른 수위강하와 지하수이용량 증가에 따른 국지적인 지하수 장애 발생이 우려되며 상황변화에 대한 특별관리방안이 필요함

다. 소규모 사설관정개발 급증에 대한 대책 마련 필요

- 1일 양수능력이 일정규모이하(생활용 100m³/일, 농업용 150m³/일)의 지하수개발에 대해 신고에 의해 개발이 가능하여 지하수영향조사 대상에서 제외되므로 소규모 사설관정 개발이 급증하는 현상이 발생하고 있어 지하수 관정 관리를 어렵게 하는 요인이 되고 있음
 - 소규모 사설관정 이용허가 요청에 대한 검토와 규제방안에 대한 제도적 장치가 필요함
 - 조사지역의 관정 1,703개소 중 허가는 2%인 38개소이며, 나머지 98%는 신고 및 미신고 관정
- 지하수영향조사 대상을 조정하여 대수층의 능력에 맞는 지하수개발·이용이 이루어질 수 있도록 제도적 보완이 요구되고 있음
 - 지하수영향조사 작성대상, 조사항목, 심의방법 등 개선 필요

라. 이미 개발된 관정의 이용체계 개선 필요

- 지하수 신고·이용허가제도 시행에 따른 지하수 관정 소유주의 독점적·배타적 이용으로 지하수 이용의 불공평을 초래하고 있으며, 공동자산개념이 희박하여 이용량이나 공동이용 등을 고려하지 않고 우선 개발함으로써 과다개발을 초래하고 있음
- 기 개발관정의 이용효율을 높이고 관정의 공동이용 활성화 방안을 강구하여 신규 관정개발 요인을 감소하여야 함

마. 지하수오염방지를 위한 관정시공기준과 시공감리제 도입 필요

- 관정시공 전 과정을 공무원이 지도·감독할 수 없으므로 관정시공 감리제도를 도입하여 시공기준 및 설계대로 시공할 수 있는 제도 마련이 필요함
- 법 제정 이전에 개발된 관정에 대해서는 일정기간내 보호시설 등 오염방지시설을 설치토록 주민계몽 및 행정지도하여 부실 관정을 통한 지하수오염을 예방하여야 함

바. 지하수부존 및 산출 특성의 과학적 규명

- 기상·수문지질특성을 고려한 「물수지분석 모형」 개발과 정확한 적정이용가능량 산정 필요
- 오염물질의 거동·확산 등 지하수오염 메카니즘 파악 및 오염지하수 복구방안 마련

사. 지하수 전담조직 및 인력 확충

- 효율적인 지하수의 보전·관리를 위하여 지하수조사·연구분야 전담팀 구성이 요구됨
- 지하수관리를 위한 「지하수담당」 직제 신설이 필요함

5.2.2 보전·관리계획

가. 지하수 오염방지를 고려한 토지이용 원칙의 정립

- 지하수오염 취약성 정도에 따른 등급설정과 등급별 토지이용의 설정 기준 정립으로 효율적인 지하수의 수질보전을 기하여야 함

나. 광역용수 공급체계 구축

- 공공적·총량적 지하수 관리체계의 효율성 확보
- 소규모 관정개발을 지양하고 지하수 공동이용의 원칙 확립
- 용수공급체계의 불균형 해소

다. 수자원개발·이용의 다원화

- 21세기 물부족 사태에 적극 대처하고 한정된 지하수의 수량보전을 위하여 지표수-지하수 연계이용 체제 구축

라. 지하수보전·관리에 소요되는 재원확보

- 지하수보전·관리에 소요되는 재원확보와 이용자의 지하수 보전의식을 고취하기 위하여 지하수원수대금부과·징수에 대한 법적 근거 마련
- 단, 농·축·수산·임업 등의 1차 산업과 공공관련 목적용의 지하수이용은 국가 정책 사업임을 감안하여 부과대상에서 면제 등의 고려가 요구됨

마. 지하수 환경조사의 지속적인 추진

- 수문지질 환경에 대한 지속적인 조사추진으로 지하수부존 실체 규명으로 지하수관리의 과학적 관리기반 구축

바. 지하수정보종합관리시스템 구축운영

- 제산지구 전역에 대한 GIS 구축확대로 생태계, 경관, 보전·관리와 연계한 종합적인 지하수정보의 체계적 관리

사. 지하수보전 교육·홍보활동 강화

- 주민의 공동자산인 지하수의 중요성과 보전의 필요성에 대하여 교육과 대중 홍보매체를 통한 지속적인 홍보활동 강화로 지하수의 공개념 확립과 향후 공수적 관리체제에 대한 주민의식 전환의 기반 구축

5.2.3 추진계획

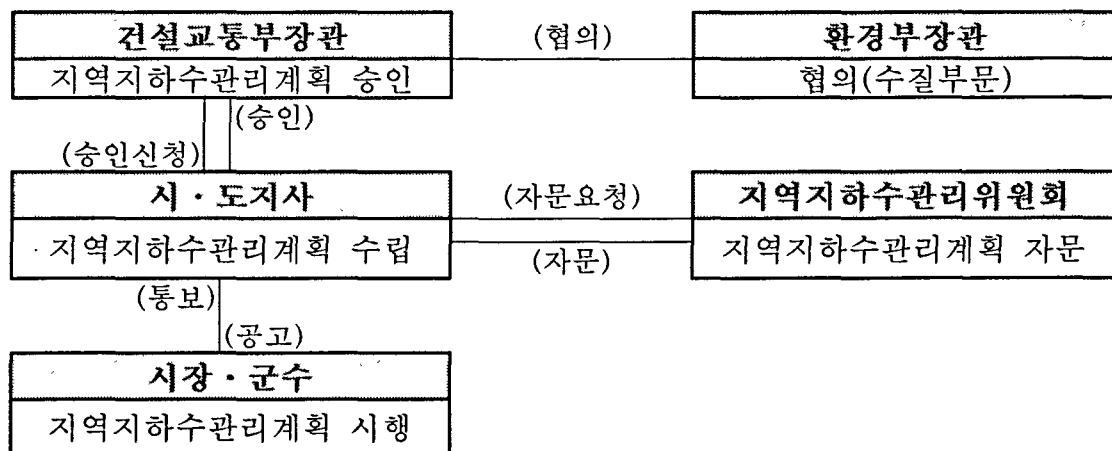
최근 빈번한 기상이변, 지표수개발의 한계, 수질오염 등으로 농촌지역 지하수 개발수요가 지속적으로 증가하여, 농업용으로 이용하는 지하수 비중이 전체이용량의 52%를 차지하고 있으며, 농업·생활겸용의 경우 54%에 달하고 있다(2001, 지하수조사연보, 건교부).

또한, 농촌지역의 용수수요도 논용수 외에 생활용수, 발용수, 축산용수, 공업용수 등 다양해지고 있을 뿐만 아니라, 도시화·산업화로 잠재오염원 증가, 농약·비료 과다사용에 의한 수질 악화 등 농촌지역 지하수의 질적·양적 환경이 위협받고 있으며 주로 암반지하수를 개발·이용하므로 폐공 발생율이 높고 오염이 되었을 경우 정화·복원이 어려운 실정이다.

'94년 지하수법 제정이후 '97, '99, 2001년의 3차례에 개정으로 개발·이용 및 수질기준이 대폭강화 되었고, 국내 지하수자원의 중장기 종합관리대책으로 '96년 12월에 “지하수관리 기본계획”을 수립하였으며, 수자원장기종합계획(2001. 7)과 연계하여 2002년 12월에 보완되었다.

지하수관리기본계획의 연도별 추진계획에는 2002년부터 2011년까지 364백ha(194억원)에 대한 수맥조사와 농촌지하수관리조사 257지구(380억원) 및 해수침투조사관측망105개소(15억원)의 설치·운영을 포함한 지하수 조사·개발 및 보전관리 부문과 지하수 수질관리 및 정화 부문에 대한 추진계획을 포함하고 있다.

지하수법에 의한 법정 계획으로는 국가의 지하수관리 기본계획과 연계하여 시·도 지사가 수립 시행하는 지역지하수관리계획 수립·시행이 있으며 계획의 수립 절차는 <그림 5-2-1>과 같다.



<그림 5-2-1> 지역지하수관리계획의 수립절차

지하수관리기본계획의 연도별 추진계획에 근거하여 제산지구 지하수 개발·이용 및 보전·관리를 위한 지하수사업의 연차별 추진계획을 요약하면 <표 5-2-1>과 같다.

<표 5-2-1> 제천, 충주시 지하수 조사·개발 및 보전관리 부문 사업 추진계획

구 분		연 도									
		'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11
지하수 기초조사	정밀 지하수조사						제천, 충주시의 34개 시·군 20.8천km ²				
	광역 지하수조사	한강권									
지하수개발조사		조사 및 설계									
							개발·운영				
지역지하수 관리계획	충청북도 제천, 충주시	도별 세부추진계획 수립			선정된 시·군지역에 대한 계획 수립						
농촌지하수 관리조사		제산지구 616km ²									
수맥조사		전국일원 364백ha									
지하수 관측망	국가지하수 관측망	전국 118개소 설치			전국 320개소 운영·관리						
	보조지하수 관측망	지침 마련	계획 수립		시·군별 30~50개소 (전국 10,000개소 설치 및 운영)						
	해수 침투 조사관측망				105개소 관측망 운영						
	수질측정망	운영·관리									

지역지하수관리계획 수립·시행 계획은 특별시장·광역시장은 2005년까지 관할지역 전체에 대하여 세부적인 지역지하수관리계획을 수립 완료하고 필요시 수정·보완하며, 도지사는 2004년까지 지역지하수관리계획이 필요한 시·군 선정 등 지역지하수관리계획 수립 추진방안을 마련하고, 2011년까지 연차적으로 선정된 시·군에 대한 지역지하수관리계획을 수립토록 되어 있다.

지하수 관측망은 관측 대상과 관측망 운영 목적에 따라 국가 지하수 관측망, 보조 지하수 관측망, 지하수 수질측정망 및 해수침투 조사관측망으로 구분된다.

건설교통부에서 운영하는 국가 지하수 관측망은 전국을 대상으로 지역 또는 유역 단위로 대표지점을 선정하여 지하수의 수위, 수질 등의 변동상황을 지속적으로 감시관측 하며 지하수위, 전기전도도, 수온 등의 항목은 자동 관측 장비를 이용하여 매일 1회 이상 관측한다.

지역지하수관측시설(보조관측망)은 국가 지하수 관측망과 연계하여 지역별로 주요 관측 대상 지점에 관측정을 설치하여 지하수 수위·수질 특성 자료를 획득하는데 있으며, 관측항목은 지하수위, 전기전도도, 수온 및 수질로 지하수위, 전기전도도, 수온 등의 항목은 매월 1회 이상 정기적으로 관측한다.

국가관측망과 보조관측망은 지하수의수질보전등에관한규칙 제6조에 의한 지하수 수질기준항목에 대하여 년 2회 이상 정기적인 수질 분석을 실시하며, 필요시에는 주 양이온, 음이온, 용존산소, 총 고용체 등 배경 수질 항목에 대한 수질 분석을 추가로 실시한다.

지하수 수질측정망은 환경부 주관으로 지방환경관서와 시·도를 통하여 전국의 지하수오염이 우려되는 지역을 대상으로 지하수오염 현황 및 오염도 변화추세 파악하고 토지이용 용도별 지하수 오염 특성을 조사하여 토지용도지역에 적합한 지하수 오염 예방 및 정화계획 수립을 위한 정책자료로 활용하기 위하여 운영하고 있으며, 2001년 기준 산업단지, 폐광산지역, 매립지, 유류저장시설 설치지역 등 오염우려지역 781개소와 농업지역, 주거지역 등 용도지역 1,184개소 등 1,965개소를 지하수수질 측정망으로 지정하여 관리하고 있다. 조사항목은 특정유해물질 10종과 일반오염물질 5종이며 상반기와 하반기에 각각 1회씩 조사하고 있다.

해수침투조사 관측망은 농림부 주관으로 농업기반공사에서 대행하여 설치·운영하고 있으며 해안 및 도서지역의 지하수위 및 수질에 대한 장기관측을 통하여 지하수 개발·이용으로 인한 해수침투 영향을 사전에 조사하여 피해예방을 수립하고 합리적인 지하수 이용관리계획을 수립하고자 수행하는 사업으로 2002년 현재 94개소(제주도 56개소, 육지 해안지역 38개소)를 설치·운영중이며 매 1시간 단위로 지하수의 수위, 수온, 전기전도도를 측정하고 있고 2011년까지 전국에 192개소 설치할 계획이다.

제산지구에 있는 기존 지하수 관측망은 지방환경청 및 시·도에서 조사한 지하수수질관측망 4개소가 있다<표 5-2-2>.

농촌지하수관리조사에서 지하수 모니터링은 강우에 따른 수위변화, 수질의 시간적 변화상태 등 재해발생에 대한 조기경보 기능과 지하수함양량 산정 등 지하

수의 물리화학적인 특성규명, 지하수관리계획에 대한 성공여부의 평가수단으로 이용된다. 지하수 모니터링은 자동 및 수동관측이 있으며 각 관측지점에 대한 설정은 지하수상태, 장애발생정도, 위해성정도 등에 따라 관측위치 및 관측대상을 지역특성에 적합하게 산정하여야 한다. 모니터링 개소수와 수동측정 및 수질분석 항목은 사업예산운영 및 배정에 따라 효율적으로 설치·운영하고 자동관측 항목은 일반적으로 관측기기 운영 측정이 가능한 수위, 전기전도도, 수온 등을 측정한다.

제산지구 농촌용수구역 관측망 설치계획은 기설관정을 이용하여 자동관측망 3개소 및 수동관측망 2개소를 계획하고 있다. 금성면에 위치할 자동관측망은 관정밀집지역의 지하수위 변동관측 및 축산시설 밀집지역에 대한 수질변동을 관측하고, 수산면, 덕산면, 한수면의 경우 관정밀집지역에 대한 지하수위 및 수질변동을 관측할 계획이다<표 5-1-1, 표 5-2-2>.

<표 5-2-2> 제산지구 농촌용수구역 지하수관측망 현황 및 설치·운영계획

구 분	기존 지하수 관측망 현황				농촌용수구역 관측망 설치계획		비고
	국가지하수 관측망	보조지하수 관측망	지하수수질 측정망	해수침투 조사관측망	자동관측	수동관측	
합계	-	-	4	-	3	2	
제천	금성	-	3	-	2	-	수량,수질
	청풍	-	-	-	-	-	
	수산	-	-	-	-	1	수량
	덕산	-	-	-	-	-	수량
	한수	-	-	-	-	-	수량
충주	살미	-	-	-	-	-	
	상모	-	-	1	-	-	
	동량	-	-	-	-	-	
	산척	-	-	-	-	-	

5.3 종합 결론

1. 『제산지구 지하수관리조사사업』의 목적은 농촌지역에 대한 지하수 관리를 위하여 기존시설에 대한 자료 수집분석 및 현황조사, 지하수 수리 및 수질 조사·분석, 관정 및 폐공자료 등을 체계적으로 종합정리 및 정보화(DB/GIS)하여 일정 수문단위의 농촌지하수자원 관리를 총량 관리할 수 있는 토대를 형성하고, 지하수 수질·수량 모니터링을 실시하여 농촌지역의 지하수 재해를 사전 예방하며, 지역지하수관리계획 수립의 기초자료를 제공하여 합리적이고 계획적인 지하수개발계획 수립과 지속 이용가능한 지하수자원으로 최적관리 할 수 있도록 함에 있다.
2. 제산지구는 행정구역상으로 제천·충주시에 해당하고 한반도 중심부에 위치하며 유일하게 바다와 접하지 않은 내륙지역이다. 지구 중앙에 충주호가 위치하고 주변으로 제천, 충주시 여타지역과 동측에 충북 단양군, 남측은 경북 문경시와 접하고 있다. 행정구역상 2개시 9개면으로 구성되어 있으며 총면적은 616.65 km²이며 이중 농지면적이 59.07km²로서 9.6%를 차지한다.
3. 조사지역은 임야가 지구면적의 75%를 차지할 정도로 산지가 발달되어 있고 농경활동은 이들 산계사이의 저지에서 이루어지고 있으며, 중앙의 충주호로 인하여 관광자원이 풍부한 편이다.
4. 조사지역 인근 충주기상대의 1973~1996년 동안의 연평균 기온은 11.1 °C이며, 강수량은 전국 평균강수량 1,274mm보다 다소 낮은 1,158.3mm이며, 상대습도는 73.2%, 풍속은 1.1m/s, 증발산량은 2.4mm로 조사되었다.
5. 조사지역의 주요 하천은 제천천의 10개이며 1개소(제천천)가 국가하천이고 나머지 모두 지방2급 하천으로 분류·관리되고 있다. 대부분 계곡부 및 분수령에서 발원한 소지류는 대부분 지구중앙의 충주호로 유입되며 평균유역면적은 비교적 넓은 편이다.

6. 본 조사지역의 토지이용은 전체면적 61,665.1ha의 75.1%인 46,336.2ha가 임야로 이용되고, 농경지(전·답·과수원)는 전체면적의 9.58%인 5,907.3ha를 차지한다.
7. 본 조사지역의 유역설정은 지형도의 수계분포, DEM 자료 및 지하수계의 분수령 등을 고려하여 총 5개의 소유역으로 구분하였고, 물수지분석, 용수이용현황, 오염예측현황 및 지하수자원 평가의 기초단위로 설정하였다.
8. 2003년 현재 제산지구 상수도시설용량은 10,300m³/일, 급수인구 5,102명, 급수량 4,020m³/일, 1인당 1일 급수량은 787.9ℓ 로써 충북도 전체 349ℓ 에 비해 높게 나타나고 있지만, 상수도 보급률은 21.0%로 매우 낮은 편이다.
9. 간이상수도·소규모급수시설은 총134개소이며 이용 인구는 간이상수도가 지구내 총인구중 3.5천명(14.6%), 소규모급수시설이 3.9천명(16.1%)으로 낮게 나타나고 있고 본 상수도시설중에는 용천수, 계곡수, 지표수를이용한 시설이 63.4%로 아직도 상수도시설이 미비한 실정이다.
10. 지하수 행정자료를 이용하여 분석한 조사지역의 지하수 총이용량은 1,703개소, 4,007천m³/년으로서, 용도별로 살펴보면 생활용 1,053개소, 2,866천m³/년으로서 71.5%, 공업용 7개소, 19천m³/년으로서 0.5%, 농업용 642개소, 1,120천m³/년으로서 28.0%, 기타 1개소, 2천m³/년으로서 0.1%를 차지하는 것으로 나타났다.
11. 유역별 단위면적당 지하수이용량이 가장 큰 곳은 수산면을 포함하는 JS-02 유역과 금성면을 포함하는 JS-01 유역으로 각각 8.4와 7.9천m³/년/km²이며, 충주시 산척면을 포함하는 JS-05 유역이 2.8천m³/년/km²의 가장 낮은 단위면적당 지하수이용량을 갖는 것으로 조사되었다. 유역별 관정개발밀도가 가장 높은 지역은 JS-01과 JS-02 유역(5.9, 3.1공/km²)이며, JS-5 유역이 가장 낮은 관정밀도인 0.5공/km²를 보인다.

12. 잠재오염원조사결과 점오염원은 축산폐수배출시설물 90개소, 폐수배출시설물 12개소, 오수배출시설물 117개소, 쓰레기매립장 4개소, 유류저장시설물 14개소가 분포하고 있으며, 비점오염원은 제산지구 총면적의 10.1%에 해당하는 농경지와 대지가 있다.
13. 조사지역의 지역별 오염정도를 파악하기 위하여 축사, 인구, 토지이용에 따른 단위면적당 오염발생부하량을 파악한 결과 가장 부하량이 큰 지역은 제천시 금성면이고 가장 작은 지역은 충주시 상모면이다. 가축에 의한 단위면적당 오염발생부하량이 가장 크게 나타나는 지역 역시 금성면이고, 인구및 토지이용에 의한 단위면적당 오염발생부하량은 JS-03유역에 해당하는 덕산면에서 가장 크게 나타나고 있다.
14. 조사지역의 지질은 시대미상의 각섬암, 점판암, 석회암, 석영편마암, 규암, 천매암, 편암, 유문암, 선캠브리아기 편마암류 고생대 오르도비스기의 편암, 돌로마이트, 점판암, 석회암, 천매암 중생대 쥐라기의 사암, 백악기의 화강암류, 규암, 반암류 그리고 제4기 퇴적물로 구성되어 있다.
15. 조사지역의 지하수유동 및 오염취약성과 관련되는 구조선을 추출하기 위하여 프랑스의 SPOT 위성자료와 수치지형도의 DEM자료를 이용하였으며, 구조선 방향빈도에 의한 주 구조선의 발달방향은 EW~N45E와 N45W~EW의 방향으로 분석되었다.
16. 조사지역의 지하수 개발현황 및 지하수 이용현황에 대한 기존자료를 토대로 조사지역에 분포하는 관정 481개소에 대한 조사공의 위치, 표고, 개발심도, 지하수위, 대수층 유형, 사용용도, 현장 및 정밀수질특성 및 수리특성 등을 조사하였다. 지하수위, 현장수질, 질산성질소는 갈수기(2002년 10월)와 풍수기(2003년 8월, 9월)로 구분하여 일제조사를 실시하였다.
 - 갈수기와 풍수기에 조사한 총적대수층 평균 지하수두는 각각 211.4m와 209.8m이며, 암반대수층 평균 지하수위는 각각 204.8m와 201.6m로 조사되었다.

- 지하수위(지표기준) 조사자료를 바탕으로 지하수두(해수면기준) 등고선도를 작성하여 지하수 함양 및 배출지역을 구분할 수 있었다. 지하수의 함양이 이루어지는 곳은 JS-01(금성면 활산, 도전, 학현리), JS-03(덕산면 도기리), JS-04(한수면 송계리, 상모면 미륵리)구역이며 주로 산계를 중심으로 형성되어 있고, 배출지역은 주로 조사지역의 중심인 충주호로 나타났다.
 - 지하수두 등고선도를 바탕으로 조사지역의 지하수 유동방향도를 작성하였다. 지역적인 차이는 나타나나 전반적인 지하수 유동방향은 사방에서 충주호를 중심으로 지하수 유동이 일어나고 있음을 파악하였다.
 - 조사지역 지하수의 수온은 5.6~23.0℃의 분포를 보인다. 충적지하수는 갈수기에 평균 13.9℃, 풍수기에 평균 18.4℃의 온도를 보이고, 암반지하수의 경우 갈수기에는 평균 15.6℃, 풍수기에는 평균 18.1℃의 온도 분포를 보인다.
 - 조사지역 지하수의 수소이온농도(pH)는 5.9~9.3(충적 5.97~8.51, 암반 5.92~9.33)의 범위를 나타내며, 갈수기와 풍수기 모두 암반지하수의 평균 pH가 0.06~0.25 높게 나타나며, 시기별로 풍수기의 pH가 갈수기보다 충적은 0.02, 암반은 0.21 높게 나타난다.
 - 조사지역 지하수의 전기전도도(EC)는 27~839 μ S/cm(충적 43~970, 암반 27~839)의 넓은 범위를 보인다. 갈수기(305개소)와 풍수기(249개소)의 전기전도도 평균값은 큰 차이를 보이지는 않으나 대체로 충적지하수가 암반지하수보다 높은 전기전도도 값을(갈수기 충적 384, 암반 300 ; 풍수기 충적 320, 암반 291)을 보인다.
 - 조사지역 지하수의 질산성질소 함량은 충적지하수의 경우 0.9~36.0mg/l, 암반지하수의 경우 0.5~17.1mg/l의 값을 갖는 것으로 조사되었으며 충적지하수의 평균값 11.3mg/l은 암반지하수 평균값 4.7mg/l 보다 높게 조사되었다.
17. 축사 및 마을, 농경지가 밀집된 지역중 질산성질소 함량이 높게 나타날 것으로 추정되는 지역을 선정하여 질소동위원소조사를 실시하고 주변환경에 따른 질산성질소의 질소오염원 구성비를 분석한 결과 영농지역은 화학비료의 영

향이 49.1%, 관정 인근에 위치한 축사 및 생활하수의 영향이 40.7%로 나타났으며, 주거지역 및 축산지역은 동물성유기물인 축산분뇨와 생활오수의 영향이 각각 37.8%, 46.9%, 화학비료의 영향이 56.6%, 50.3%로 높게 나타나는 것으로 조사되어, 본 조사지역 지하수의 질산성질소의 오염원은 두 가지 이상에서 기원한 것으로 판단할 수 있다.

18. 지하수내 화학특성을 살펴보기 위하여 풍수기 일제조사시 57개소의 지하수에 대하여 양·음이온분석을 실시하였다. 조사지역 지하수의 수질유형은 Ca-HCO₃ type이 96.5%로서 대부분을 차지하며, Na-HCO₃ type은 3.5%로 조사되었다.
19. 조사지역 잠재오염원 분포를 고려하여 주변 농경지 토양에 대한 오염정도를 파악하고자 금회조사시 채취·분석한 5개 시료자료와 환경부 토양측정망 운영결과자료 4건(전국망 1, 지역망3)의 토양오염도 평균값은 토양환경보전법의 농경지 토양오염우려기준을 초과하지 않는 것으로 조사되었다.
20. 조사지역의 대수층 수리특성을 알아보기 위하여 순간수위변화시험과 양수시험을 실시하였고 그 결과와 기 조사자료를 이용한 결과는 다음표와 같다.

유역	충적대수층					암반대수층				
	충적층 두께(m)	포화대 두께(m)	K (cm/초)	T (m ² /일)	저류량 (천m ³)	개발심도 (m)	개발량 (m ³ /일)	수리전도도 (cm/sec)	T (m ² /일)	S
평균/계	4.2	9.44	6.14E-04	4.31	125,436	111.2	206.9	1.4E-04	12.76	1.28E-02
JS-01	3.5	9.98	1.90E-03	8.46	41,584	107.2	212.0	8.0E-05	7.22	-
JS-02	4.7	9.67	3.96E-04	4.34	25,659	101.4	236.9	1.3E-04	12.39	3.09E-02
JS-03	6.4	5.03	3.18E-04	2.13	6,358	119.4	166.4	1.5E-04	13.18	6.66E-03
JS-04	5.8	9.99	1.01E-04	0.87	21,624	110.9	226.5	2.6E-04	22.65	8.11E-03
JS-05	0.5	12.52	3.61E-04	5.75	30,210	117.1	192.5	6.5E-05	8.36	5.66E-03

21. 조사지역의 지하수개발가능량 산정은 물수지분석과 지하수위변동곡선해석에 의한 평균함양량을 지하수개발가능량으로 보고 안전율 80%를 고려하여 구한 적정지하수개발가능량은 42,315천m³/년이다. 조사지역의 적정개발가능량 대 지하수이용량은 평균 23.1%로 조사되었고, JS-01이 31.3%로 가장 높고 JS-05유역이 5.9%로 가장 낮은 것으로 조사되었다.

22. 지하수오염취약성 및 오염예측 결과 전반적으로 수계주변에 발달한 충적층에서는 상대적으로 그 값들이 높게 나타나나 산악지역은 비교적 낮은 값을 보이고 있다. 유역별로는 JS-02 유역이 지하수오염가능성이 가장 높고, JS-04 유역이 가장 낮게 나타나며, 구조선밀도의 의한 영향을 고려한 변형된 지하수오염취약성도에서는 JS-02, JS-03, JS-05 유역 순으로 오염에 취약한 것으로 나타났다. 잠재오염원 부하량을 고려한 오염예측도는 발생부하량의 지역별 차이에 의해 JS-04, JS-03, JS-01 유역 순으로 오염에 취약한 비율이 높게 나타난다.

※ 상기 작성된 오염예측도는 오염가능성을 판단하기 위한 것이나 적용인자가 가축, 인구, 토지이용에 대한 발생부하량을 적용하였기에 실제 오염진행 상태와 상이할 수 있으며, 향후 정밀연구를 통한 타당성 검토가 요망됨.

23. 단위면적당 지하수이용량, 관정밀도도, 이용량/적정개발가능량 및 구조선밀도도 등을 종합하여 지하수 수량측면에서 판단할 때 현재 양호한 유역은 JS-05 유역이며 JS-1~04 유역은 보통지역으로 구분하였다.

24. 오염취약성지수, 단위면적당 오염부하량, 점오염원밀도, 비점오염원 면적비 및 단위면적당 축사밀도를 종합하여 지하수 수질측면에서 판단하면 JS-04유역이 양호하며, JS-01유역은 불량한 지역으로 분류하였다.

25. 본 조사는 기 개발된 관정현황과 현장조사자료를 정보화하였으며 잠재오염원 분포, 수질현황, 오염취약성, 오염예측과 지하수 개발가능량 산정에 대한 조사를 실시하여 종합적인 지하수 지리정보시스템(GIS)을 개발하였다. 금번 조사자료를 기초로 지하수 모니터링을 실시할 예정이며 지하수 장애발생가능성 예측 및 재해 예방, 지역지하수관리계획 유형선정 등의 종합적인 기초자료로 활용할 수 있도록 하였다.

본 조사결과의 성과인 ‘농촌지하수관리시스템’과 향후 추진할 지하수모니터링을 활용하여 기 개발관정의 효율적인 관리와 개발예정지역에 대한 계획적이고 합리적인 지하수개발·이용을 유도함이 바람직할 것으로 판단된다.

VI. 농촌지하수 관리시스템

6.1 제산지구 농촌지하수관리시스템

『농촌지하수 관리시스템』은 지하수기초자료 및 오염원에 대한 자료를 DB/GIS로 구축하여 지하수 관리의 토대가 되는 기초자료를 수집, 저장하는 DB Bank와 지하수 정보를 시간적·공간적으로 분석할 수 있는 의사결정시스템 역할을 담당하게 된다. 이를 위하여 행정자료 및 신규자료의 지속적인 갱신이 필수적이며, 행정담당자 및 정보가 필요한 일반인으로 하여금 지하수자원에 대한 정보를 공유할 수 있게 하여야 한다.

조사지구 내에서 조사된 지하수관정 및 잠재오염원 자료를 모두 입력하여 농촌지하수 관리시스템에 DB 및 GIS로 구축된 현황은 표 6-1-1과 같다. 조사대상은 2002년 4월 현재의 지하수 및 잠재오염원의 행정자료를 기준으로 하였다.

<표 6-1-1> 시스템에 구축된 지하수관정과 잠재오염원 자료

구 분	시설형태	DB구축	GIS구축
지하수관정		504	504
잠재오염원	축사	90	90
	폐수배출시설	12	12
	오수배출시설	117	117
	주유소	14	14
	쓰레기매립지	4	4
	소계	237	237

제산지구 농촌지하수관리시스템은 지하수관리에 필요한 부수적인 여러 프로그램들이 포함되며, 현장조사자료를 DB화하기 위한 입력시스템, 일반인/업체/지자체/도본부 담당자를 위한 조회시스템, 본사/도본부 직원을 위한 분석시스템, 모든 자료관리를 위한 관리자시스템으로 구성되어 있다. 다음의 그림들은 화성시 화남2지구의 예이다.

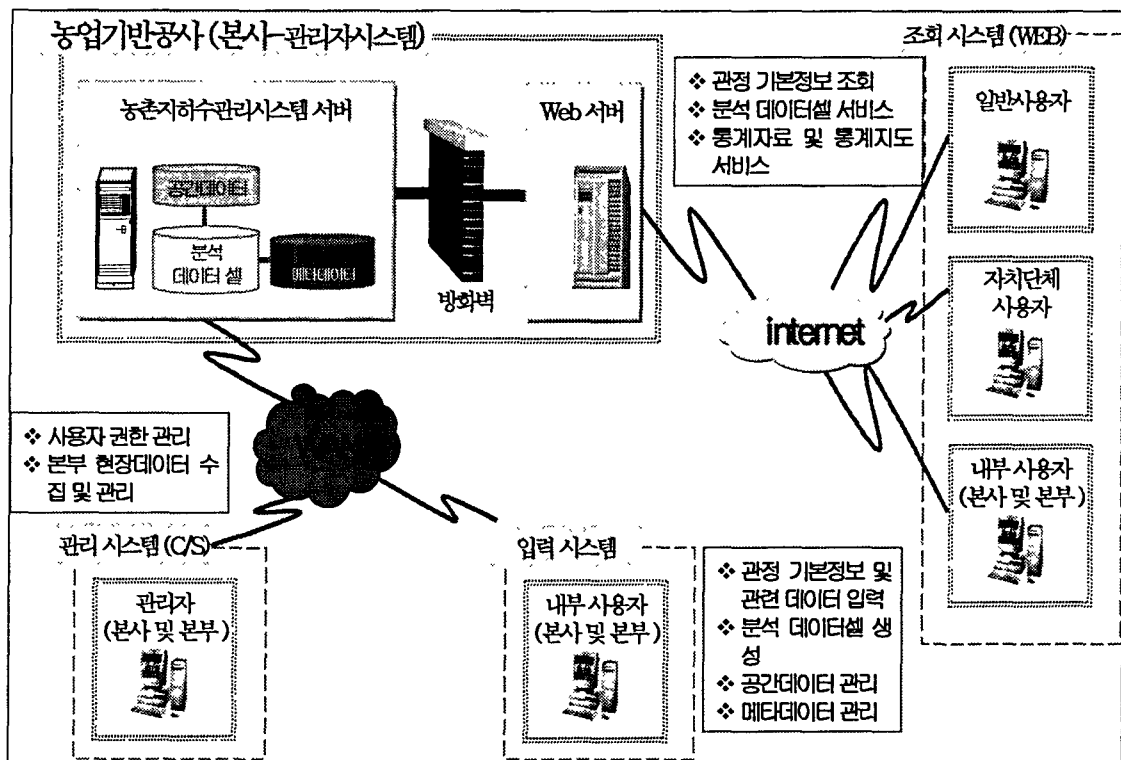
<표 6-1-2> 농촌지하수 관리시스템 구성내역

농 촌 지 하 수 관 리 시 스 템	입력 시스템	현장조사표(양식) 입력	WEB 조회 시스템	일반 사용자
		관정정보 내역		- 관정 조회/검색/출력
		잠재오염원 내역		- 잠재오염원 조회/검색/출력
		물리탐사내역		- 영향조사 기초자료
		조사양식표 출력		지자체 사용자
		기존 자료 Import		- 관정 조회/검색/출력
	분석 시스템	관정 위치도		- 잠재오염원 조회/검색/출력
		지하수위등고선도/유동방향도		- 인/허가 기초자료 출력
		관정포획 구간도(WHPA)		- 수량/수질 기초자료
		잠재오염분포도		- 통계현황
		변형된 DRASTIC 주제도		본사 및 본부 담당자
		오염예측현황도		- 관정 조회/검색/출력
		지하수보전관리등급도		- 잠재오염원 조회/검색/출력
		PIPER DIAGRAM		- 영향조사보고서 기초자료
		STIFF DIAGRAM		- DB 입/출력
		수량/수질 분포도		- 통계현황
		현장수질(EC, pH, NO3-N 등)		- 각종 주제도 분석/출력
		용수이용 현황도		관리자 시스템
		물리탐사 축선도	HomePage 운영	
		선구조/선구조밀도도	DB/Web 서버 운영	
	자료 검증 및 통합			
	기초자료 신규 생성			
	DB 표준화 관리			
	관측망 운영			

6.2 농촌지하수관리시스템 구성

6.2.1 시스템 구성 체계

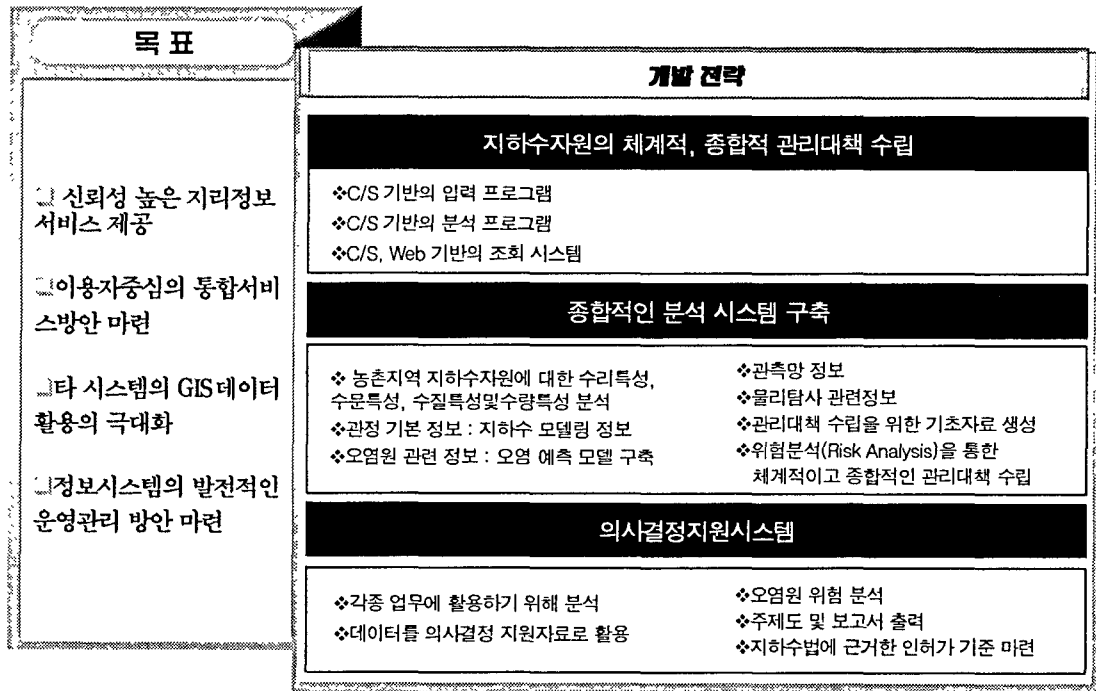
‘03~’05년에 구축되는 농촌지하수관리시스템 구성도로서 입력시스템, 조회시스템, 분석시스템, 관리자시스템으로 구성되어 있다. 입력시스템은 현장에서 바로 조사된 자료를 입력할 수 있도록 되어있고, 분석시스템은 이러한 입력된 자료를 기초로 여러 가지 주제도 분석 기능을 제공한다. 그리고 Web 조회시스템은 인터넷에서 각종 분석된 주제도를 조회, 검색, 출력할 수 있고, 사용자별로 일부 기능은 제한하고 있다. 관리자시스템은 시스템 사용자 관리, 관측망 운영, DB/Web 서버관리 등의 기능을 제공한다.



<그림 6-2-1> 농촌지하수관리시스템 구성 체계도

- 시스템 개발 목표

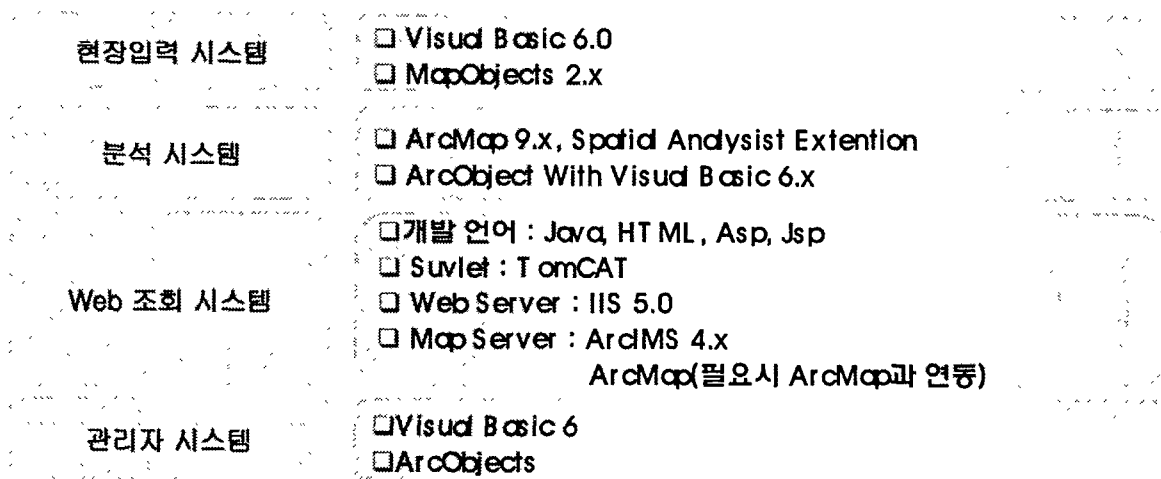
시스템 개발목표는 데이터의 질을 향상시키고, 사용자중심의 시스템을 구축함으로써 활용성을 극대화시키고 또한, 관리운영상의 편의를 제공한다.



<그림 6-2-2 > 시스템개발 목표

- 개발 소프트웨어

우리 부서에서 갖고 있는 소프트웨어를 최대한 활용하여 개발함으로써 도본부 직원들도 쉽게 접근이 가능하다.

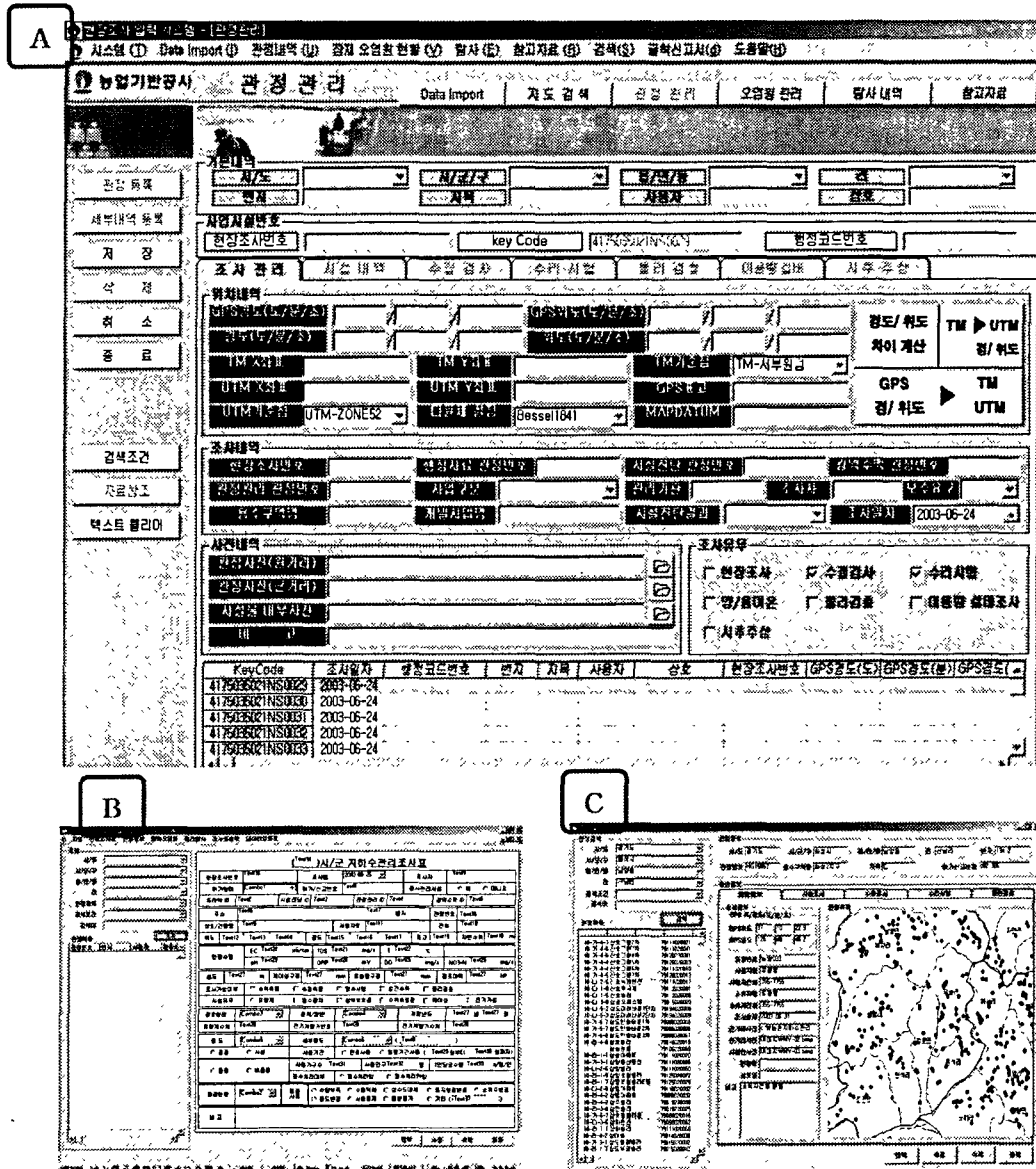


<그림 6-2-3> 개발 소프트웨어

6.2.2 시스템 설명

- 입력시스템

현장에서 조사되는 모든 자료(관정위치, 시설내역, 각종 오염원내역, 물리탐사 등)를 입력함으로써 DB 표준화를 구성하고, 모든 분석자료의 기초자료를 형성한다.



<그림 6-2-4> 현장자료 입력시스템

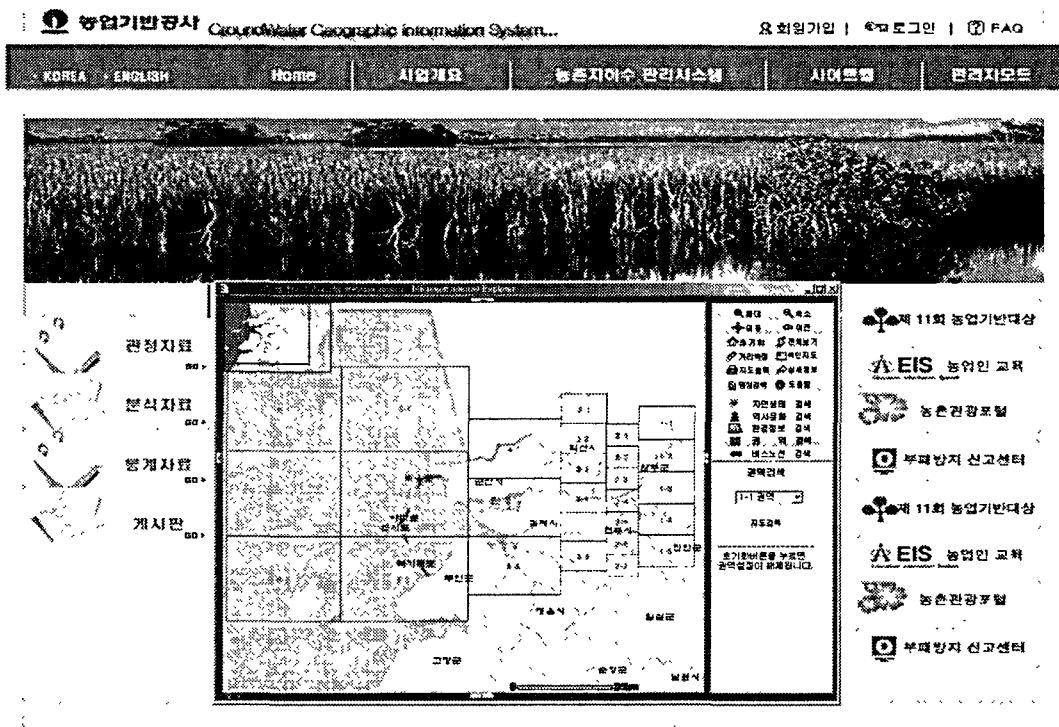
- A: 신규 관정/오염원 및 세부항목 입력시 위치정보 및 좌표를 표기하고, 사진을 링크함으로써 개별관정 내역 출력시 사진이 포함된 현장조사

표를 볼 수 있다.

- B: 현장조사표 양식에 의해 자료를 입력할 수 있도록 함으로써 현장에서 시간, 인력낭비를 줄일 수 있다.
- C: 정확한 위치에 자료가 입력되었는지를 현장에서 바로 확인할 수 있도록 함으로써 보다 신뢰성 있는 자료를 취득할 수 있다.

- 조회시스템

조회시스템은 인터넷을 통하여 일반인과 산학연 관련 종사자, 지자체 담당 공무원, 도본부 및 본사직원들이 이용할 수 있으며 지도서비스도 받아볼 수 있다.



<그림 6-2-5> Web 조회시스템 초기화면

- 일반 사용자인 경우 관정 및 잠재오염원에 대해서 조회/검색/출력을 할 수 있고, 영향조사반경내 수리특성 및 오염원현황을 보여줄 수 있다.
- 지자체 담당자인 경우 관정 및 잠재오염원에 대한 조회/검색/출력 기능과 인허가관련 참고자료, 수질/수량 기초자료, 기본 통계현황을 볼 수 있다.

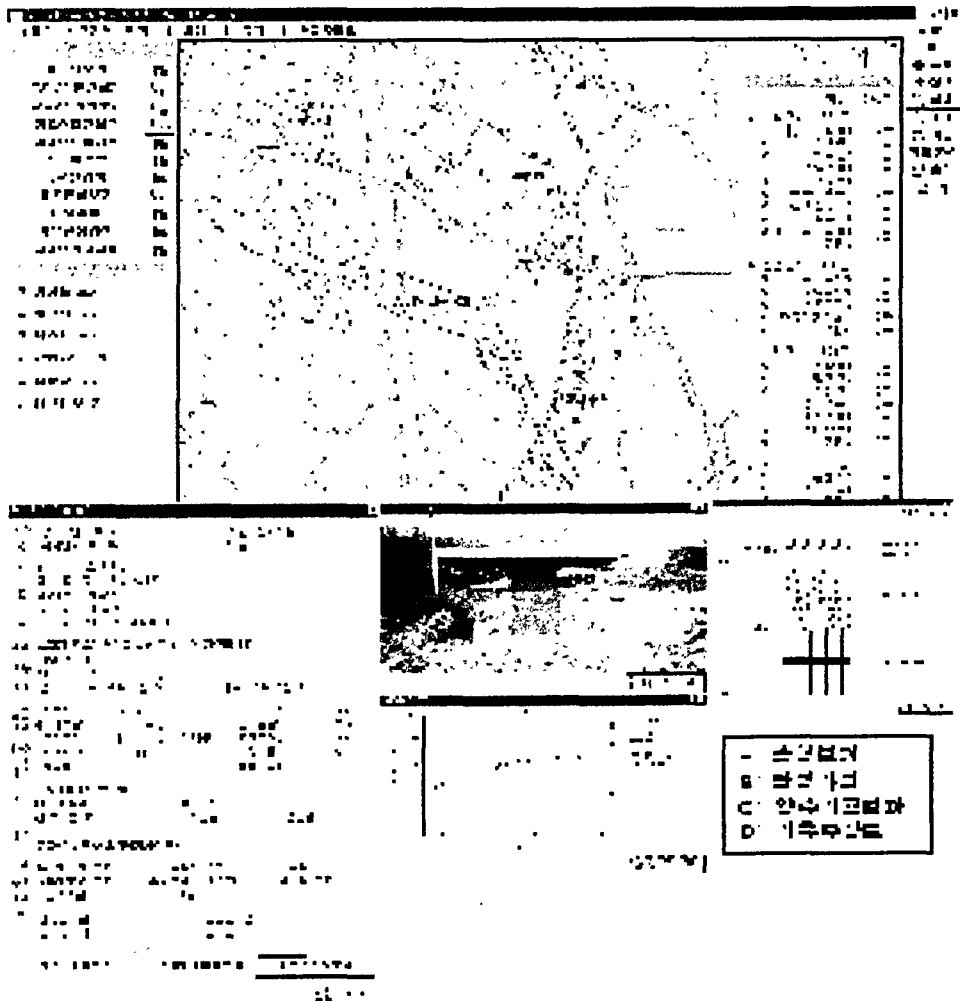
인허가관련 참고자료, 수질/수량 기초자료, 기본 통계현황을 볼 수 있다.

- 본사 및 본부 직원인 경우는 관정 및 잠재오염원에 대한 조회/검색/출력, 영양조사보고서 기초자료 생성, DB 입/출력, 통계분석, 각종 주제도 분석이 가능하다.

- 분석시스템

○ 관정위치도

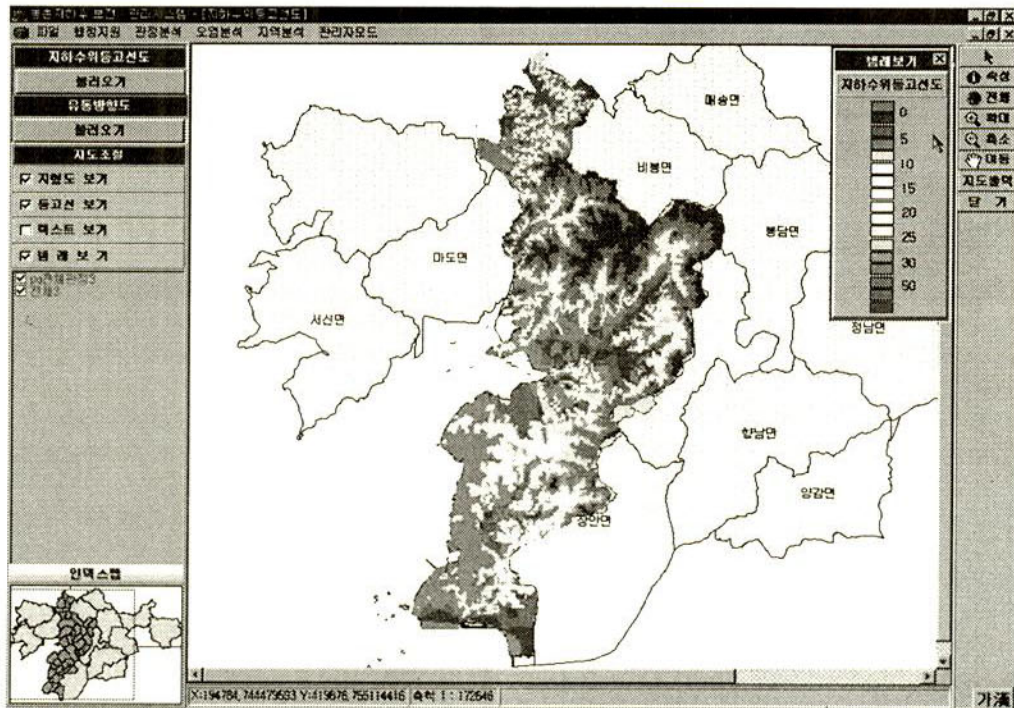
DB의 X, Y 좌표에서 관정의 위치가 자동으로 생성되도록 구축되어 있으며 새로 생성된 관정 및 기존의 관정에 대해 각종 검색 조건을 이용하여 관정의 위치를 색상별로 표시하도록 구축되어 있으며 또한 각 관정에 대한 정보를 확인함으로써 관정 이미지, 관정에 관련된 시추주상도, 양수시험 이미지 등을 검색할 수 있다.



<그림 6-2-6> 관정위치도(속성, 사진, 양수시험결과, 주상도)

○ 지하수위 등고선도

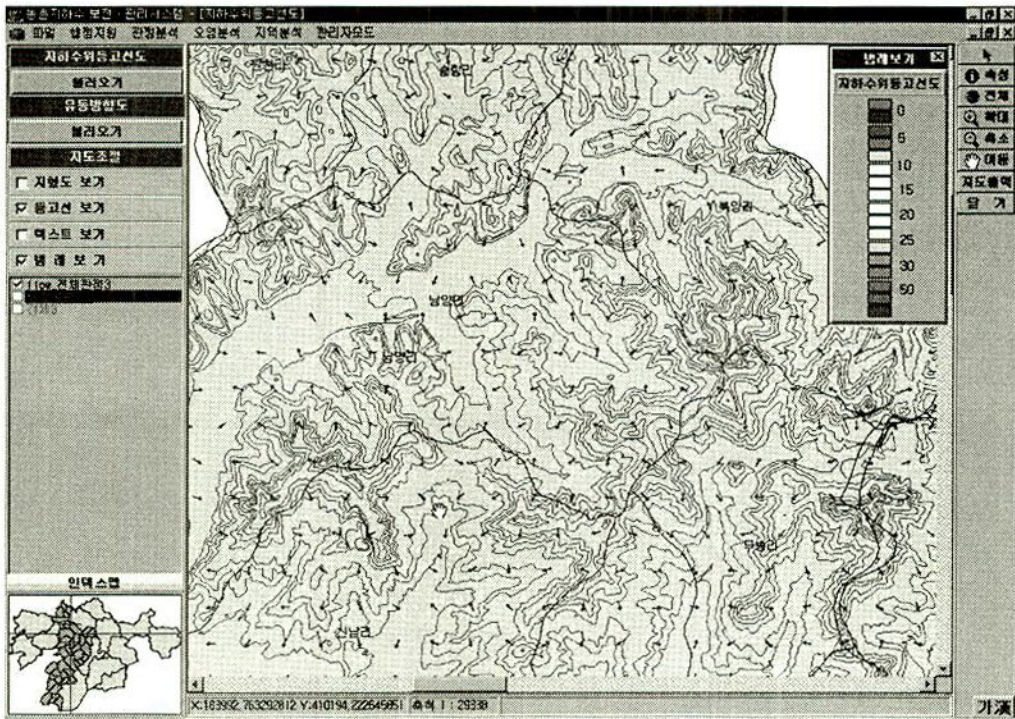
기설관정 및 신규 관정에 대한 지하수위 자료를 입력하면 그 자료를 이용하여 지하수위 등고선도를 생성하게 된다. 지형도에서 추출한 DEM 자료와 지하수위 자료는 그리드(grid) 분석을 통해 셀(cell)로 작성되며 내삽법(interpolation)을 이용하여 셀값을 산출한다. 이러한 셀값을 이용하여 표고값과 수위값을 계산하여 수위등고선을 자동으로 그릴 수 있도록 프로그램이 설계되어 있다.



<그림 6-2-7> 지하수 수위등고선도 (화성시 화남2지구)

○ 지하수 유동방향도

지하수 유동방향도는 지하수위 등고선도의 수두차를 이용하여 지하수 유동 방향을 표시할 수 있으며 모든 셀에 방향을 표시할 경우 복잡성을 고려하여 임의의 간격으로 표시할 수 있도록 하였다. 이와 같은 방법을 통해 시스템을 이용하여 지하수의 흐름을 분석할 수 있다.

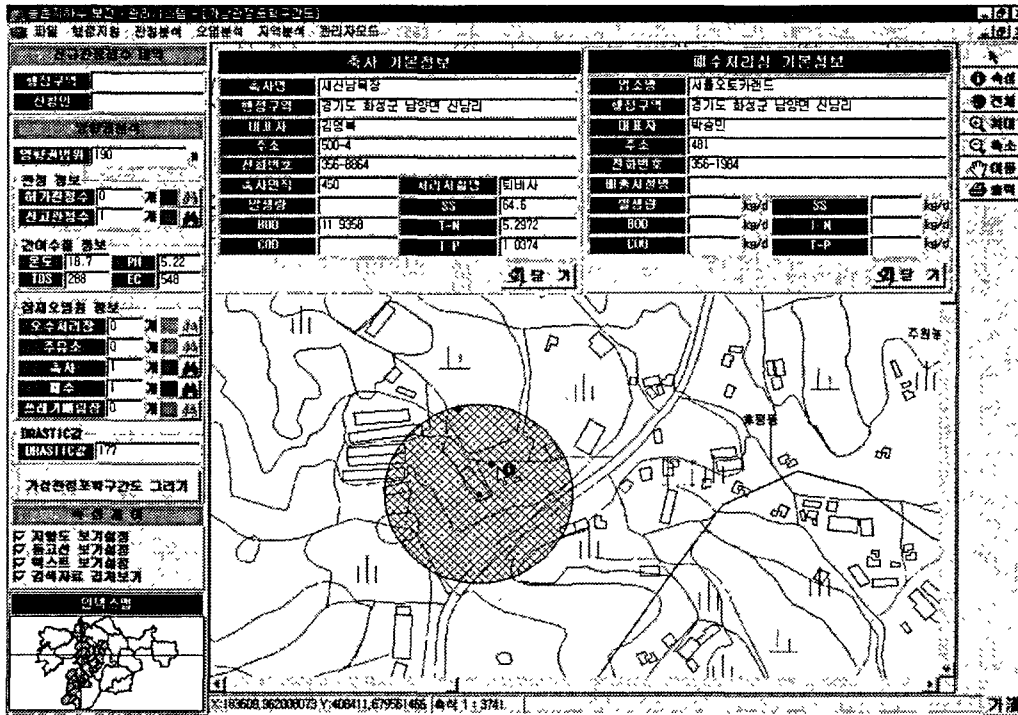


<그림 6-2-8> 지하수 유동방향도

○ 가상관정 포획구간도

가상관정 포획구간도는 신규 지하수 관정개발 인·허가시 해당 지역에 지하수개발 입지조건 분석이 가능하도록 작성된 프로그램이다. 이 프로그램을 이용하면 해당지역의 신규 관정입지 조건에 대하여 판단할 수 있는 근거를 제시할 수 있다. 영향권 반경은 Shultze, Weber, Jacob 공식에 의해 산출되며, 평균값을 이용하여 영향권 반경을 구할 수도 있다.

영향권 반경을 산출하기 위한 수리상수는 현장조사를 통해 얻어진 자료와 기존 조사실적 자료를 이용하여 계산된 값이다. 그리고 공식에 의해 산출된 반경 안에 DRASTIC 지수, 오염원현황, 신고허가 관정현황, 주변 관정의 EC, TDS, 온도, pH 등의 자료를 자동으로 나타나게 함으로써 지하수개발이 적정한 지역인지 판단할 수 있도록 구축되어 있다.



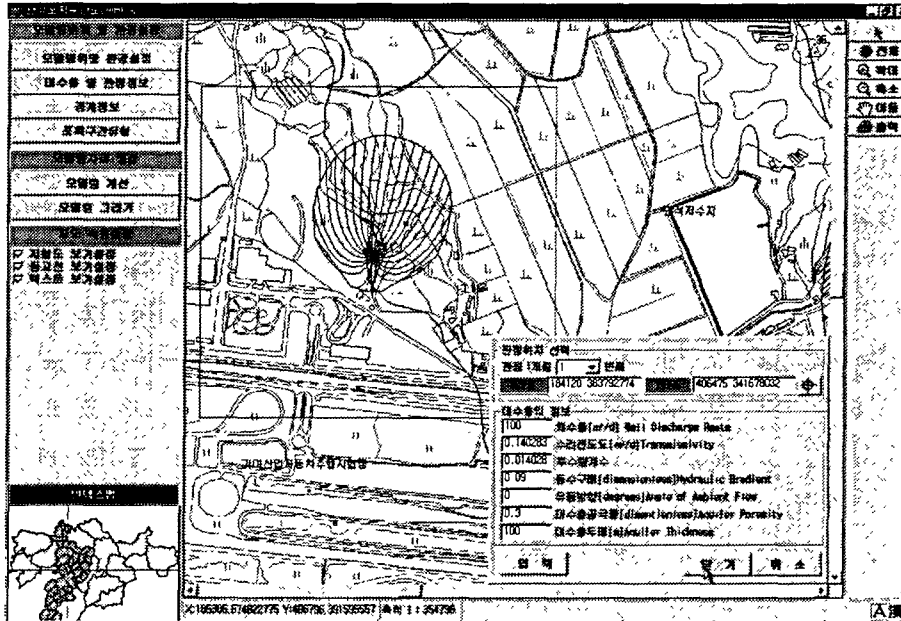
<그림 6-2-9> 가상관정포획구간도

○ 관정포획구간도(WHPA)

가상관정 포획구간도에서는 임의의 지역에 대하여 그 지역의 수리상수 값을 이용하여 영향권 반경을 구하는 반면, 관정포획구간도는 실제의 양수시험 결과 얻어진 자료를 이용하여 영향권 범위를 산정한다. 따라서 보다 현실에 가까운 영향권 검토를 할 수 있는 것이다.

WHPA 입력 인자는 양수량, 투수량계수, 동수구배, 유동방향, 저류계수, 유효공극률, 대수층 두께 등이 있으며 양수량과 대수층 두께는 사용자로부터 입력을 받으며 나머지는 지역 값을 가지고 있다.

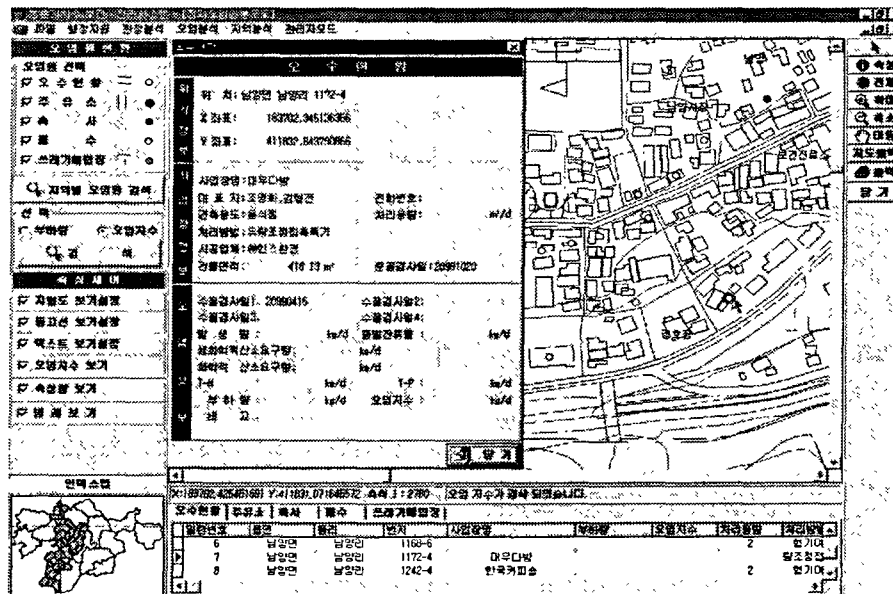
가상관정포획구간도와 마찬가지로 입력자료의 대부분은 지역 값으로 입력되어 있으며 입력된 자료를 이용하여 영향권 검토를 하거나 실제 자료를 입력하여 영향권을 검토할 수 있다.



<그림 6-2-10> 관정포획구간도(WHPA)

○ 잠재오염원 분포도

조사된 오염원의 위치 표현과 동시에 각종 오염원의 정보를 표현해주며 오염원별 BOD, COD, TN, TP, SS 값을 해칭(Hatching)함으로써 주제도 간의 중첩시 투명성을 유지하도록 하였다.



<그림 6-2-11> 잠재오염원현황도

○ 일반 DRASTIC 주제도

Depth to Water : 지하수위 범위에 따른 등급 및 가중치를 적용한다.

Recharge : 순수 함양량의 범위에 따른 등급 및 가중치를 적용한다.

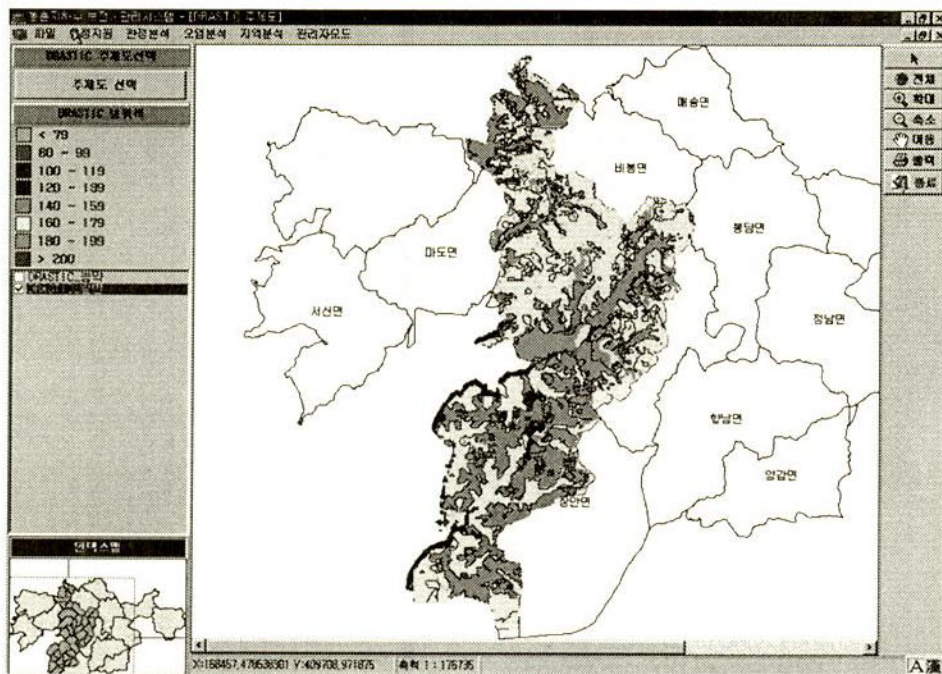
Aquifer Media : 지질분류에 따른 등급 및 가중치를 적용한다.

Soil Media : 토양분류에 따른 등급 및 가중치를 적용한다.

Topography : 지형경사도에 따른 등급 및 가중치를 적용한다.

Impact of Vadose Zone : 비포화대 특성에 따른 등급 및 가중치를 적용한다.

Hydraulic Conductivity: 대수층의 수리전도도에 따른 등급 및 가중치를 적용한다. 각 인자 값들의 요소를 중첩시킴으로 나온 범위에 따른 DRASTIC 주제도를 생성한다.



<그림 6-2-12> 일반 DRASTIC Map

○ 변형 DRASTIC 주제도

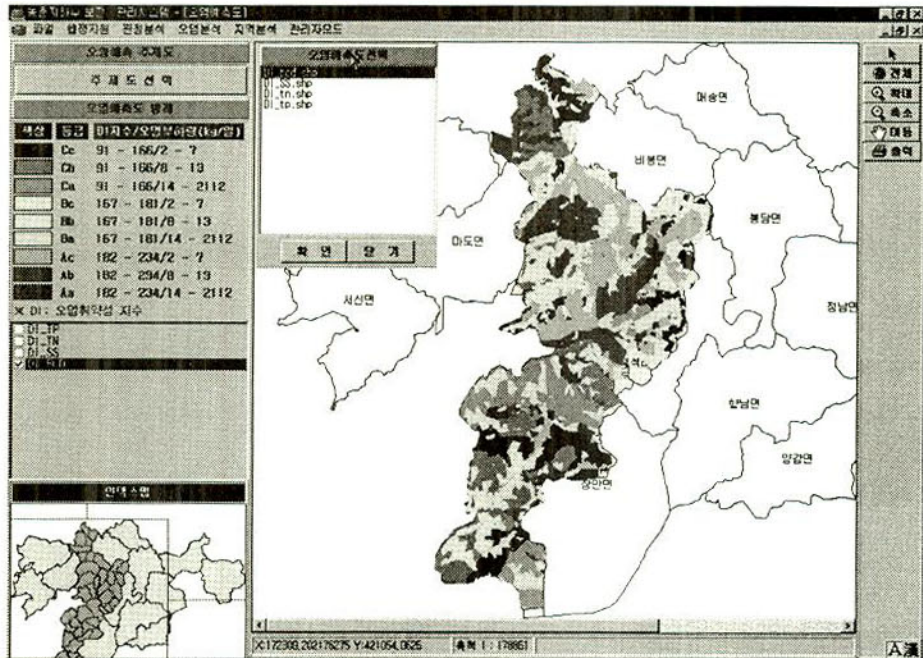
지질도, 위성영상, DEM에서 추출한 구조선을 이용하여 일정 격자별 밀도를 구하고 이를 일정범위로 분류하여 선구조밀도도를 구축하고 또한 감독 분류에 의한 토지이용 분류를 하여 각각에 등급을 설정함으로써 토지이용도를 구축한다. 그리고 이들 자료는 일반 DRASTIC 주제도와 중첩됨으로써 최종적인 변형 DRASTIC 주제도를 생성할 수 있다.



<그림 6-2-13> 변형 DRASTIC Map

○ 오염예측도

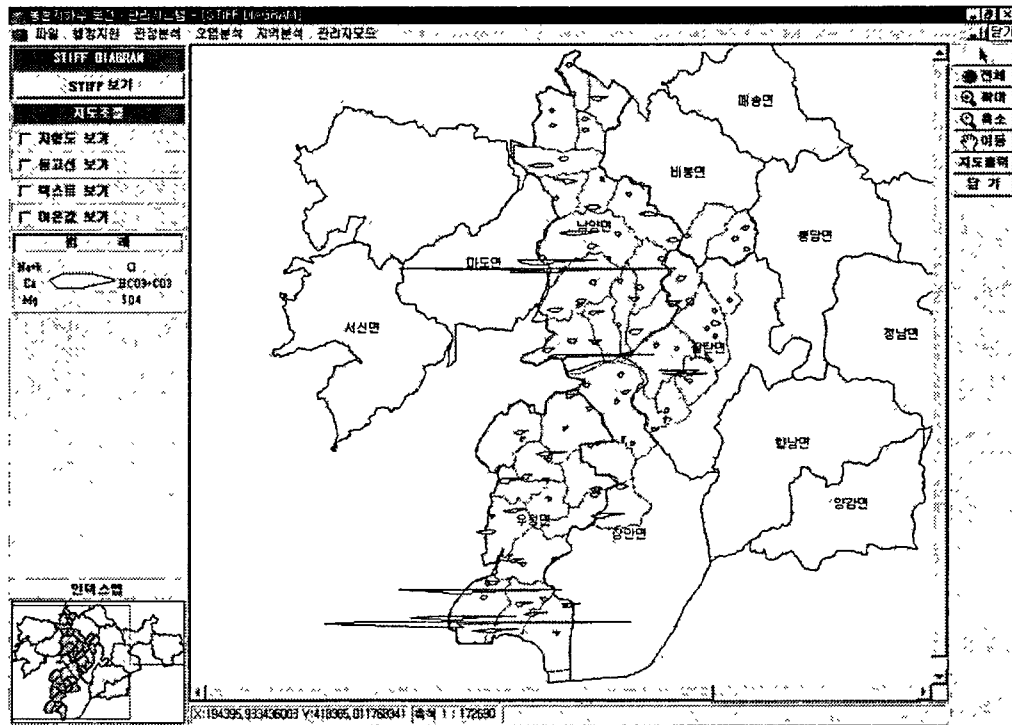
잠재오염원에 대한 원단위 발생부하량 값 3개 그룹으로 분류하고 변형 DRASTIC 주제도와 중첩함으로써 최종적인 오염예측도를 구축한다.



<그림 6-2-14> 지하수오염예측도

○ Stiff Diagram

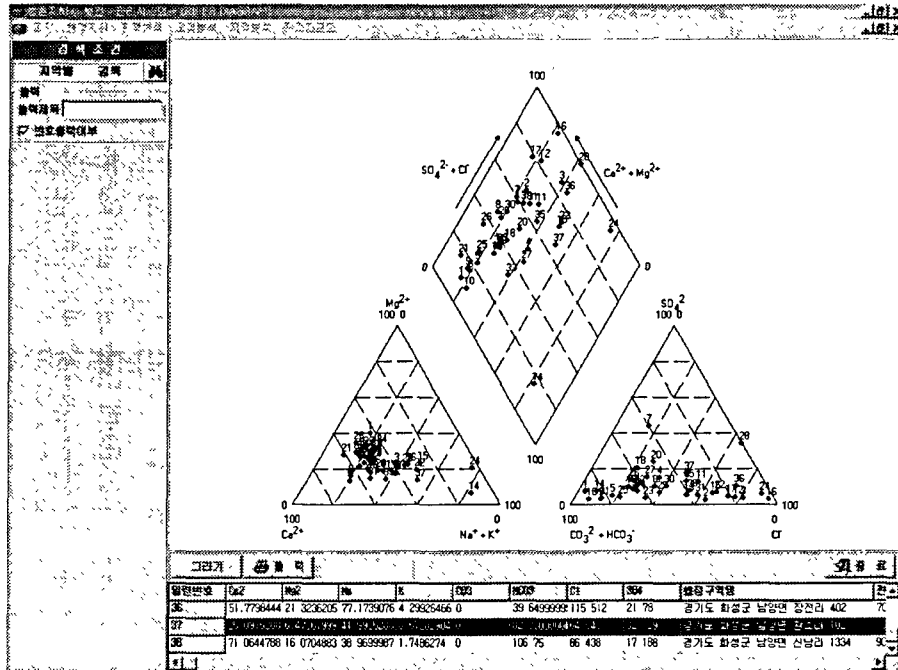
지하수조사에 있어서 각 시료채취지점의 수질분석 결과를 이러한 Stiff Diagram으로 도식화하면, 동일기원의 지하수는 같은 형태의 모양을 나타내고 해수의 영향을 받는 경우는 좌우로 긴 형태를 띄므로 지하수 유형 파악에 유용하게 사용할 수 있다. 이온들 값을 이용하여 관정을 중심으로 표현하고 자료 추가시 자동적으로 그래프가 그려진다.



<그림 6-2-15> 양음이온분석(Stiff Diagram)

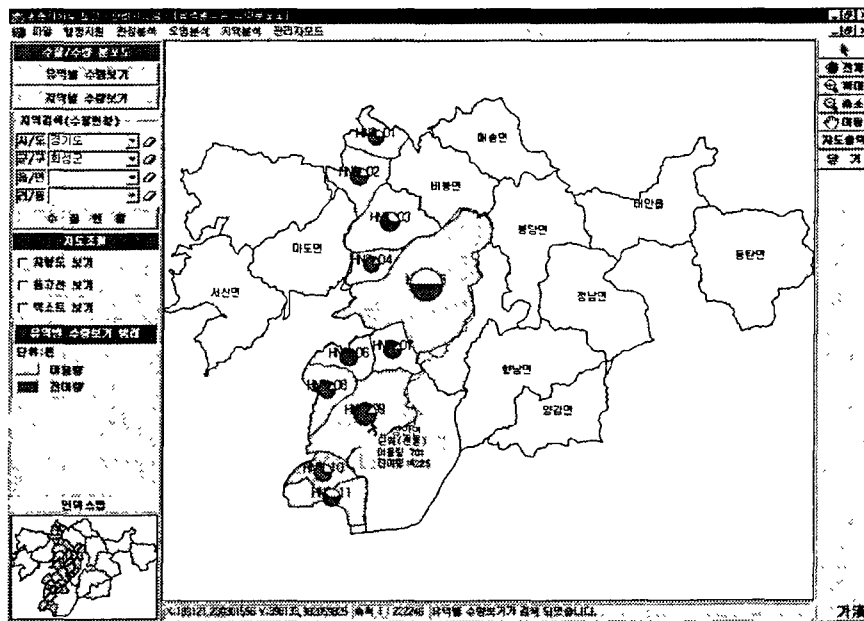
○ Piper Diagram

Piper Diagram은 하단에 두 개 삼각형 중 왼쪽은 주 양이온인 K, Na, Mg, Ca의 당량농도를 백분율(meq/l %)로 환산하여 도시하고 오른쪽 삼각형에는 주 음이온인 Cl, SO₄, CO₃, HCO₃ 이온의 당량농도를 역시 백분율로 환산하여 도시한다. 양이온과 음이온이 도시된 점을 상부에 있는 다이아몬드형 그래프에 도시하여 지하수의 유형분석과 진화 및 혼합작용을 분석하는데 이용한다.



<그림 6-2-16> 양음이온분석(Piper Diagram)

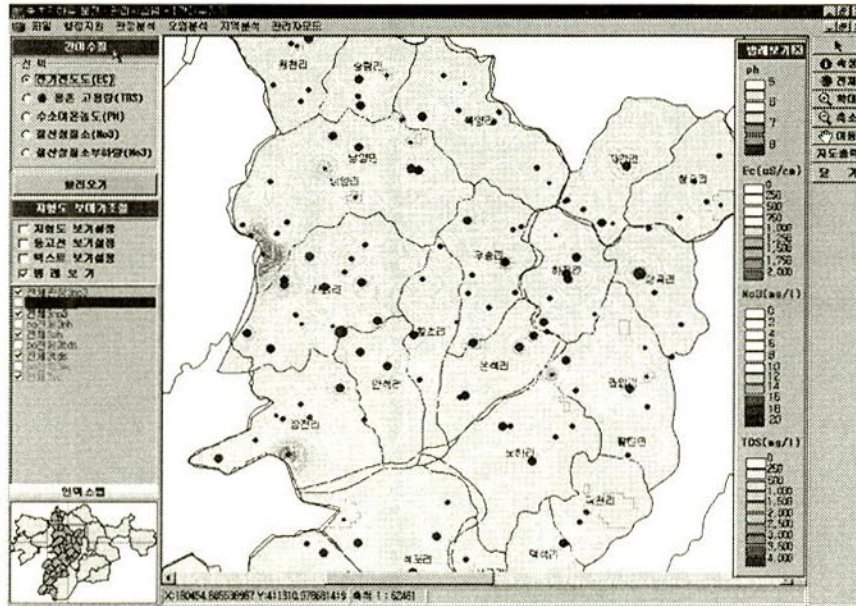
- 지역, 유역별 수량/수질 분포도
행정구역이나 유역내의 수량을 부존량, 개발량, 잔여량 등으로 표시하여 지하수 이용관리에 활용할 수 있도록 가시화 하였다.



<그림 6-2-17> 유역별 지하수수량현황도

○ 현장수질

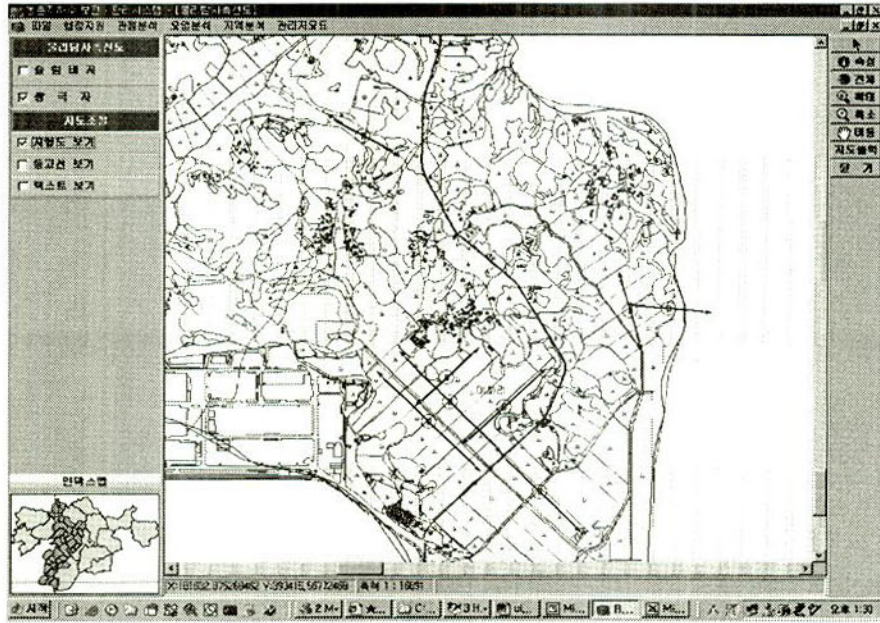
지하수 현장수질 조사에 의해 취득한 자료를 이용하여 행정구역별, 소유역별 지하수 수질오염 정도(EC, TDS, pH, NO₃-N Equipotential map)를 표시할 수 있고, 더불어 전반적인 취약지역을 상대 비교할 수 있다. 이를 이용하면 지역별 수질에 대한 판단 근거를 제시할 수 있으며 지하수 이용관리나 수질오염 관리가 가능하다.



<그림 6-2-18> 현장수질현황도(EC, pH, TDS, NO₃-N)

○ 물리탐사 축선도

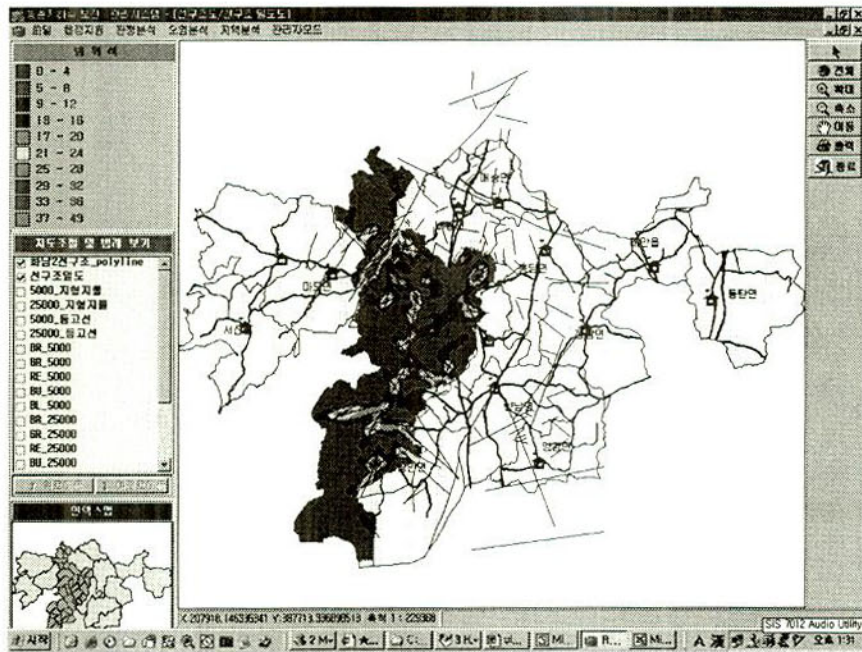
현장조사 입력프로그램에서 각종 탐사현황 자료를 입력하면 아래 <그림 5-2-19>처럼 자동으로 탐사지점을 나타낼 수 있고, 이 지점들을 선택하면 탐사결과 그림이 보여진다. 또한, 축척에 따라서 그림을 출력할 수 있으므로 보고서 등의 첨부자료로서 활용할 수 있다.



<그림 6-2-19> 물리탐사측선도

○ 선구조조/선구조밀도도

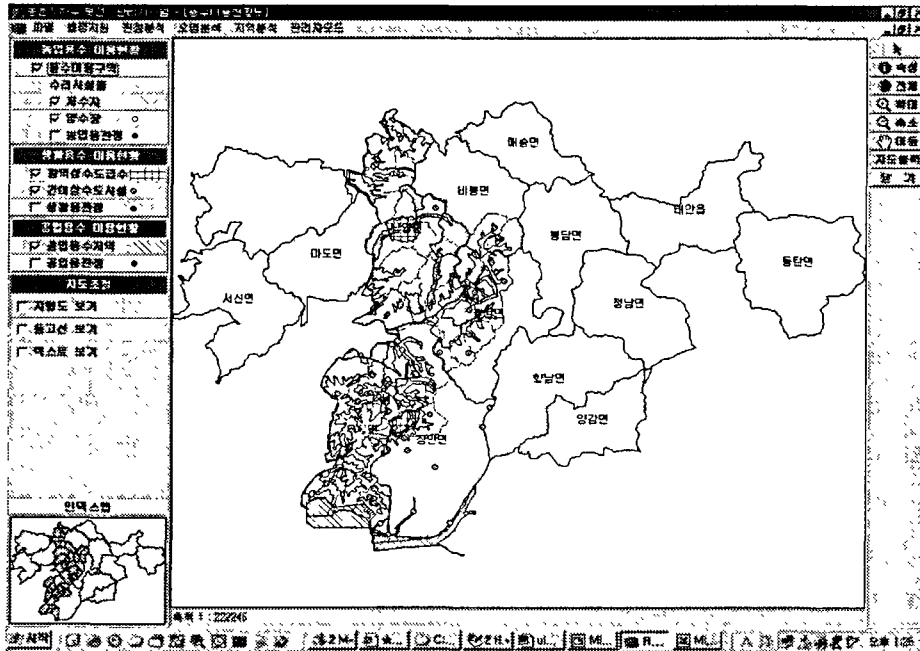
선구조 및 선구조밀도를 분석함으로써 관정개발시 기초자료로써 활용할 수 있고, 또한 관리자 측면에서는 지하수오염 측면에서 주 관심대상지역으로 볼 수 있다.



<그림 6-2-20> 선구조도/선구조밀도도

○ 용수이용현황도

농업용수이용구역과 공업용수, 생활용수 이용지역을 개략적으로 표현함으로써 전체적인 용수이용현황을 알 수 있다. 또한 각 용수이용별로 지하수 관정개발 현황을 알 수 있으므로 인해 향후 재해 발생시 적절히 조치할 수 있는 기초자료로써 활용 가능하다.

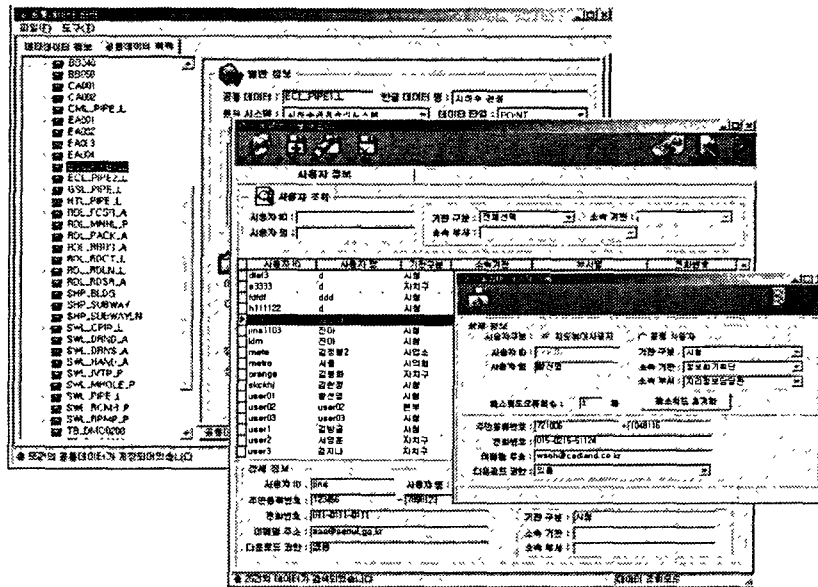


<그림 6-2-21> 용수이용현황도

- 관리자시스템

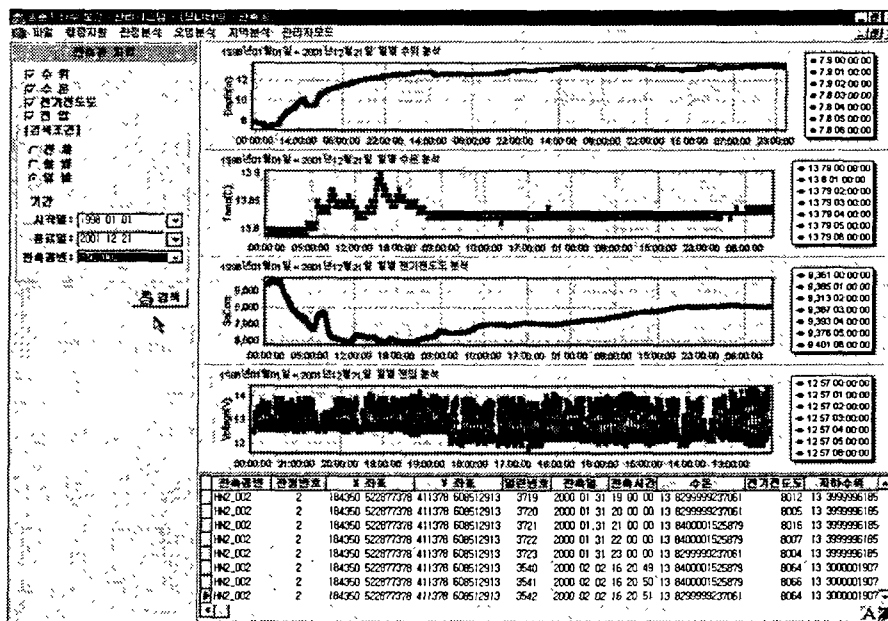
관리자가 사용하는 부분으로써 다음과 같은 기능을 수행한다.

- 사용자 관리: 사용자 추가/삭제, 접근/차단 등의 기능
- HomePage 운영: 지하수자원에 대한 정보를 지속적으로 제공, 업그레이드하는 기능
- DB/Web 서버운영: 신규 지하수자원 정보를 DB화하고 서버를 운영
- 자료검증 및 통합관리: 도본부/본사에서 신뢰성 있는 자료를 DB화할 수 있도록 검증하고, 분산된 DB를 통합/관리하는 기능
- 기초자료 신규생성: 계속적으로 변하는 기초자료를 신규 생성하고, WebGIS에서 볼 수 있는 기능을 수행



<그림 6-2-22> 관리자시스템의 사용자관리 초기화면

- DB 표준화 관리: 관리상의 편의를 위해 각종 분산된 DB를 표준화하는 기능
- 관측망 운영: 관측망에서 서버로 들어오는 자료들에 대한 관리와 관측망 추가 및 삭제 등 전반적인 운영을 담당



<그림 6-2-23> 관측정 모니터링

6.2.3 시스템 운영

가. 시스템운영을 위한 조직 및 인력

- 시스템운영을 위해서는 최소한 시스템운영자 1인이 필요하다. 본 인원은 기본적인 프로그램을 유지하는데 구성되는 요원으로써 기본적인 작업 이외에 새로운 자료의 갱신 등에는 한계가 있으므로, 효율적인 자료갱신을 위하여 지하수 담당 부서 및 점오염원 담당 부서 등이 긴밀히 협조하여 지속적인 자료관리가 가능하도록 전담 조직을 두어 모든 자료를 관리하는 것을 권장한다.
- 시스템을 전담하는 조직에서는 제천시에서 행정적으로 관리되고 있는 자료의 고유번호 등을 부여하고 데이터베이스를 설계함으로써 기존의 행정조직에서 관리되고 있는 자료와 연계하여 시스템을 운영할 수 있도록 지원해 주어야 한다.

나. 소프트웨어 및 하드웨어의 유지/보수

- ARC/INFO는 유지/보수 계약을 체결하여 지속적으로 운영관리 및 기능향상을 하도록 권장하며, 기존의 소프트웨어에 대해서도 지속적인 기능향상(Upgrade)을 실시하여야 한다.
- 하드웨어는 지속적으로 좋은 성능의 장비가 나오고 있으므로 일정 기간을 두어 중앙연산장치를 포함한 장비의 교체 또는 기능향상 및 저장매체의 자료량의 증가속도와 고장 등을 고려하여 필요에 따라 확장을 권장한다.

다. 데이터의 갱신

- 잘못된 데이터의 갱신주기는 연차별 갱신, 재조사에 따른 갱신, 수시 갱신 등으로 구분된다.
- 지하수 관정에 관련된 허가 자료는 효율적인 지하수 관리를 위해 수시 갱신이 필요하다.
- 잠재오염원에 관련된 자료는 연차별 갱신이 필요하다. 본 과업에서 조사된 잠재오염원자료는 각 시/군의 환경관리과 및 환경위생과, 소방서 등 여러 기관에서 수집하였다.

- 잠재오염원자료의 지속적인 관리를 위해서는 각 시군 및 소방서 등 관련기관과 긴밀히 협조하여 고유번호에 의한 지속적인 관리를 권장한다.
- 지하수위 등고선도는 금회 조사된 지하수위로 작성된 등고선도를 구축하였다. 향후에도 학술조사 및 재조사에 따른 지하수위 등고선도가 작성될시 재조사에 따른 갱신을 하여야 한다.
- 측정주상도는 지하지질에 대한 지식이 있는 전문인력의 관리 하에 추가적인 갱신 및 추가자료를 입력하여야 한다.

라. 시스템의 보안

- 시스템에서 데이터 및 운영적 보안에 대해 전문적인 운영요원이 작업을 하여야 한다.
- 시스템 운영관리자는 시스템의 관리를 위해 비밀번호 부여, 시스템에 접근 통제, 사용자에게 수시 교육 등 최대한의 노력을 기울여야 한다.

마. 자료의 공개

- 구축된 자료는 제천시에서 시스템 운영요원 및 관리자가 보안등급에 따라 일반 공개 또는 비공개로 결정하여야 한다.
- 일반공개로 결정된 자료는 제천시의 인터넷 자료실에 등재하여, 지하수에 관련된 정보를 원하는 주민 및 지하수 관련 전문가에게 자료를 제공하고, 다양한 분야의 전문가들이 자료를 이용할 수 있도록 하여야 한다.
- 자료를 이용하여 연구한 결과들은 추후 제천시 지하수를 관리하는데 많은 부분에 기여할 수 있도록 한다.

농촌지하수관리조사보고서

제산지구

부 록

여 백

부 록

- 행정현황
- 축사현황 및 가축에 의한 오염부하량
- 토지이용현황 및 토지이용에 따른 오염부하량
- 인구현황 및 인구에 의한 오염부하량
- 오수발생시설 현황
- 폐수배출시설 현황
- 주유소 현황
- 쓰레기매립지 현황
- 시추공 및 관정 주상도 내역
- 현장조사관정 내역
- 순간수위변화시험 결과
- 양수시험 결과
- 유역별 Stiff Diagram
- 수질검사분석 내역
- 양음이온분석 결과
- 물리탐사 결과
- 쌍극자탐사 내역표
- 물리검층 결과

여 백

목 차

<부록-1> 행정현황	189
<부록-2> 축사현황 및 가축에 의한 오염부하량	193
<부록-3> 토지이용현황 및 토지이용에 따른 오염부하량	199
<부록-4> 인구현황 및 인구에 의한 오염부하량	205
<부록-5> 오수발생시설 현황	211
<부록-6> 폐수배출시설 현황	215
<부록-7> 주유소 현황	219
<부록-8> 쓰레기매립지 현황	223
<부록-9> 시추공 및 관정 주상도 내역	227
<부록-10> 현장조사관정 내역	231
<부록-11> 순간수위변화시험 결과	247
<부록-12> 양수시험 결과	257
<부록-13> 유역별 Stiff diagram	265
<부록-14> 수질검사분석 내역	271
<부록-15> 양음이온분석 결과	281
<부록-16> 물리탐사결과	287
<부록-17> 쌍극자탐사 내역표	307
<부록-18> 물리검층 결과	311

여 백

<부록-1> 행정현황

여 백

<부록-1> 행정현황

시	면	리	세대수	인구		가구		경지면적					
				계	남자	여자	계	농가	비농가	계	담	전	
총계			1,011	2,898	1,500	1,398	1,011	662	349	1,312	401	912	
(2002.1.1 현재, 세대수는 2002.11.30 현재)													
소계			925	2,680	1,384	1,296	925	595	330	1,127	384	743	
제천	금성	구룡	163	511	270	241	163	66	97	80	32	48	
		진	17	61	35	26	17	12	5	22	9	13	
		적덕	47	149	76	73	47	37	10	56	20	36	
		사곡	81	235	120	115	81	51	30	91	23	68	
		활산	45	130	66	64	45	36	9	105	25	80	
		월굴	22	54	30	24	22	16	6	53	6	47	
		상내	47	127	74	53	47	31	16	44	7	37	
		중전	54	151	75	76	54	37	17	47	6	41	
		포전	49	126	61	65	49	34	15	59	11	48	
		위림	42	132	65	67	42	27	15	47	22	25	
		월림	157	448	222	226	157	112	45	135	66	69	
		양화	168	476	245	231	168	110	58	149	61	88	
		대장	30	74	42	32	30	24	6	45	14	31	
동막	3	6	3	3	3	2	1	194	82	112			
(2002.1.1 현재)													
소계			585	1,468	769	699	585	396	189	6,001	534	5,467	
제천	침풍	물태	146	387	216	171	146	24	122	351	14	337	
		연곡	19	46	24	22	19	14	5	185	0	185	
		광의	17	27	12	15	17	12	5	55	0	55	
		황석	15	21	10	11	15	11	4	137	0	137	
		후산	18	40	19	21	18	14	4	274	0	274	
		부산	26	78	45	33	26	25	1	832	17	815	
		장선	42	100	55	45	42	40	2	987	240	747	
		양평	18	34	18	16	18	15	3	154	0	154	
		도곡	32	99	49	50	32	26	6	230	0	230	
		대류	32	67	33	34	32	27	5	129	0	129	
		신	31	72	35	37	31	26	5	333	48	285	
		용곡	12	26	11	15	12	12	0	392	0	392	
		연륜	23	62	33	29	23	20	3	472	24	448	
		도산	20	49	26	23	20	16	4	303	0	303	
		도실	10	35	18	17	10	9	1	173	18	155	
		도화	23	66	36	30	23	20	3	166	0	166	
		학현	39	130	66	64	39	37	2	536	173	363	
교	24	53	30	23	24	17	7	131	0	131			
북진	38	76	33	43	38	31	7	161	0	161			
(2002.1.1 현재)													
소계			1,014	2,568	1,315	1,253	1,014	784	230	1,498	207	1,291	
제천	수산	수산	194	549	283	266	194	113	81	100	23	77	
		내	57	170	85	85	57	40	17	77	12	65	
		작곡	55	146	77	69	55	48	7	83	13	70	
		수곡	95	228	116	112	95	84	11	215	20	195	
		수	49	121	62	59	49	39	10	76	11	65	
		대전	106	233	123	110	106	97	9	130	24	106	
		계란	25	48	24	24	25	19	6	35	4	31	
		과곡	39	91	42	49	39	36	3	119	4	115	
		(원대)											
		다불	6	14	6	8	6	6	0	45	4	41	
		전곡	14	33	18	15	14	13	1	48	6	42	
		구곡	24	63	31	32	24	18	6	65	8	57	
		도전	41	92	48	44	41	29	12	73	10	63	
		율지	11	25	15	10	11	6	5	43	3	40	
		자곡	10	25	13	12	10	9	1	24	3	21	
		서곡	26	80	46	34	26	20	6	62	7	55	
		오티	106	248	111	137	106	91	15	132	19	113	
		(성리)											
		상천	47	124	67	57	47	38	9	52	12	40	
		하천	28	66	38	28	28	20	8	24	4	20	
능강	32	85	44	41	32	17	15	19	3	16			
고명	49	127	66	61	49	41	8	76	17	59			

<부록-1> 행정현황(계속)

시	면	리	세대수	인구		가구		경지면적				
				계	남자	여자	계	농가	비농가	계	답	전
(2002.06.1 현재, 세대수는 2002.11.30 현재)												
소계			1,118	2,899	1,460	1,439	1,118	806	312	1,409	328	1,081
제천	덕산	도전	399	1,058	539	519	399	247	152	411	98	313
		성암	106	301	161	140	106	68	38	100	25	75
		신현	158	416	206	210	158	125	33	212	38	174
		수산	89	236	125	111	89	76	13	112	22	90
		월악	80	200	104	96	80	49	31	107	28	79
		선고	164	389	187	202	164	137	27	302	73	229
		도기	122	299	138	161	122	104	18	165	44	121
(2000.6.30 현재)												
소계			304	881	446	435	304	225	79	336	50	286
제천	한수	송계	199	585	289	296	199	136	63	183	40	143
		탄지	48	142	71	71	48	34	14	30	1	29
		덕곡	57	154	86	68	57	55	2	123	9	114
(2002.9.30 현재, 면적은 2001.12월말 현재)												
소계			235	686	376	310	235	190	45	416	101	316
충주	살미	문화	0	0	0	0	0	0	0	22	5	17
		재오개	27	82	48	34	27	25	2	66	12	54
		무릉	0	0	0	0	0	0		5	2	3
		신당	0	0	0	0	0	0		11	2	9
		신매	121	45	26	19	121	85	36	26	5	22
		공이	87	227	124	103	87	80	7	156	29	128
		내사	0	332	178	154	0	0		130	47	84
(2002.9.30 현재, 면적은 2001.12월말 현재)												
소계			46	132	70	62	46	36	10	38	14	24
충주	상모	미륵	46	132	70	62	46	36	10	38	14	24
(2002.9.30 현재, 면적은 2001.12월말 현재)												
소계			246	762	410	352	246	212	34	438	96	341
충주	동량	화암	23	83	47	36	23	16	7	45	11	34
		지동	54	139	75	64	54	51	3	107	20	87
		하천	34	100	54	46	34	32	2	74	10	65
		손동	99	330	177	153	99	84	15	125	31	93
		서운	36	106	55	51	36	29	7	50	12	38
		포탄	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1	0.5
		함암	0	4	2	2	0	0	0	3	1	2
		명오	0	0	0	0	0	0	0	22	9	12
		사기	0	0	0	0	0	0	0	5	1	5
		호운	0	0	0	0	0	0	0	6	1	5
(2002.9.30 현재, 면적은 2001.12월말 현재)												
소계			194	456	230	226	194	147	47	247	53	194
충주	산척	명서	129	298	152	146	129	109	20	128	25	103
		석천	65	158	78	80	65	38	27	119	28	91

<부록-2> 축사현황 및 가축에 의한
오염부하량

여 백

<부록-2> 측사현황 및 가축에 의한 오염부하량

일련번호	면	리	지번	측사명	축종	사육두수	BOD (kg/일)	T-N (kg/일)	T-P (kg/일)	SS (kg/일)	소유역	도업번호5000	비고
총계	90						1,802.851	565.842	182.744	6,453.805			
금성면 소계	61						1,401.118	442.206	143.823	4,804.600			
신고039	금성면	구룡리	156-2번지	안성농장	돼지	0	-	-	-	-	1	37615040	현재미사육
신고042	금성면	구룡리	33-1번지	-	한육우	1	0.628	0.279	0.055	3.400	1	37615040	
신고044	금성면	구룡리	147번지	비단농장	한육우	2	1.256	0.558	0.109	6.800	1	37615040	
신고047	금성면	구룡리	276번지	-	개	30	0.114	0.036	0.015	-	1	37615040	
신고048	금성면	구룡리	134-2번지	-	개	30	0.114	0.036	0.015	-	1	37615040	
신고060	금성면	구룡리	5번지	-	한육우	2	1.256	0.558	0.109	6.800	1	37615040	
신고079	금성면	구룡리	390번지	무릉농장	닭	25000	95.000	30.000	12.500	-	1	37615040	
신고123	금성면	구룡리	5번지외1	-	한육우	5	3.141	1.394	0.273	17.000	1	37616031	
신고127	금성면	구룡리	43번지외1	-	한육우	70	43.974	19.516	3.822	238.000	1	37615030	
허가035	금성면	구룡리	362번지외1	-	한육우	24	15.077	6.691	1.310	81.600	1	37616021	
	금성면	구룡	217-5번지	구룡산나무	사슴	20	0.076	0.024	0.010	-	1	37616021	
허가025	금성면	구룡1리	14번지	세경농장	돼지	1600	280.800	59.360	29.120	900.800	1	37615030	
허가024	금성면	진리	81-3번지	-	돼지	0	-	-	-	-	1	37615030	현재미사육
신고033	금성면	적덕리	291-10번지	-	돼지	30	5.265	1.113	0.546	16.890	1	37615030	
신고156	금성면	적덕리	263-1번지	-	한육우	4	2.513	1.115	0.218	13.600	1	37615030	
신고184	금성면	적덕리	9번지	-	한육우	13	8.167	3.624	0.710	44.200	1	37616012	
허가029	금성면	적덕리	225번지외3	-	돼지	400	70.200	14.840	7.280	225.200	1	37615029	
신고122	금성면	사곡리	291번지	-	한육우	30	18.846	8.364	1.638	102.000	1	37615029	
신고185	금성면	사곡리	272-1번지	-	한육우	20	12.564	5.576	1.092	68.000	1	37615030	
신고189	금성면	사곡리	370번지	-	한육우	30	18.846	8.364	1.638	102.000	1	37615029	
신고197	금성면	사곡리	120-1번지	-	한육우	0	-	-	-	-	1	37615029	현재미사육
신고001	금성면	활산리	49-1번지외12	-	한육우	70	43.974	19.516	3.822	238.000	1	37615029	
신고057	금성면	활산리	84-2번지	-	젖소	26	16.333	7.249	1.420	88.400	1	37615029	
신고084	금성면	활산리	223-1번지	-	한육우	15	9.423	4.182	0.819	51.000	1	37615030	
신고110	금성면	활산리	552번지	-	한육우	15	9.423	4.182	0.819	51.000	1	37615030	
신고129	금성면	활산리	206번지	-	한육우	35	21.987	9.758	1.911	119.000	1	37615029	
신고031	금성면	중전리	84번지	-	젖소	20	12.564	5.576	1.092	68.000	1	37615030	
신고035	금성면	중전리	268번지	-	개	30	0.114	0.036	0.015	-	1	37616022	
신고146	금성면	중전리	280번지	-	한육우	0	-	-	-	-	1	37616021	현재미사육
신고198	금성면	중전리	250번지	-	한육우	0	-	-	-	-	1	37616021	현재미사육
허가026	금성면	중전리	252-2번지외1	-	젖소	10	6.282	2.788	0.546	34.000	1	37616021	
허가034	금성면	중전리	257번지외2	-	돼지	1000	175.500	37.100	18.200	563.000	1	37616021	
허가038	금성면	중전리	252-2번지	-	돼지	50	8.775	1.855	0.910	28.150	1	37616022	
허가040	금성면	중전리	335번지	-	개	30	0.114	0.036	0.015	-	1	37616022	
신고188	금성면	포전리	253번지	-	개	30	0.114	0.036	0.015	-	1	37616022	
허가019	금성면	포전리	326번지외2	남경목장	젖소	0	-	-	-	-	1	37616022	현재미사육
허가008	금성면	위림리	96번지외1	근수농장	돼지	520	91.260	19.292	9.464	292.760	1	37616022	
	금성면	위림리	137번지	위림사슴목장	사슴	30	0.114	0.036	0.015	-	1	37616021	
	금성면	위림리	170-1번지	-	한육우	11	6.910	3.067	0.601	37.400	1	37616022	
신고067	금성면	월림리	446-2번지외1	대성목장	한육우	110	69.102	30.668	6.006	374.000	1	37616032	염소10마리사육
신고111	금성면	월림리	564번지	우정농장	닭	23000	87.400	27.600	11.500	-	1	37616032	

<부록-2> 축사현황 및 가축에 의한 오염부하량

일련번호	면	리	지번	축사명	축종	사육두수	BOD (kg/일)	T-N (kg/일)	T-P (kg/일)	SS (kg/일)	소유역	도업번호5000	비고
허가030-가	금성면	월림리	115번지외1	그린목장	젖소	40	25.128	11.152	2.184	136.000	1	37616021	
허가037	금성면	월림리	335-3번지	-	한육우	0	-	-	-	-	1	37616021	현재미사육
허가041	금성면	월림리	434-2번지	대성목장	한육우	10	6.282	2.788	0.546	34.000	1	37616032	
신고023	금성면	양화리	500번지	제일조경	닭	0	-	-	-	-	1	37616021	현재미사육
신고029	금성면	양화리	215-1번지외1	-	한육우	65	40.833	18.122	3.549	221.000	1	37616021	
신고032-1	금성면	양화리	505번지	-	한육우	0	-	-	-	-	1	37616021	현재미사육
신고049	금성면	양화리	747번지	태훈농장	닭	19000	72.200	22.800	9.500	-	1	37616021	
신고096	금성면	양화리	885(861-2외1)번지	황토농장	한육우	5	3.141	1.394	0.273	17.000	1	37616021	
신고130	금성면	양화리	212번지	-	한육우	0	-	-	-	-	1	37616021	현재미사육
신고162	금성면	양화리	704번지	-	한육우	45	28.269	12.546	2.457	153.000	1	37616021	
신고165	금성면	양화리	784-1번지외1	재호축산	닭,사슴등	84	0.319	0.101	0.042	-	1	37616021	
허가030	금성면	양화리	861-1,2번지외	황토농장	한육우	50	31.410	13.940	2.730	170.000	1	37616021	
허가036	금성면	양화리	215-1번지외2	-	한육우	0	-	-	-	-	1	37616021	현재미사육
허가039	금성면	양화리	753번지	-	한육우	2	1.256	0.558	0.109	6.800	1	37616032	
	금성면	양화리	41-2번지	-	한육우	31	19.474	8.643	1.693	105.400	1	37616032	
	금성면	양화리	36번지	-	한육우	23	14.449	6.412	1.256	78.200	1	37616032	
	금성면	양화리	511번지	-	개,사슴	105	0.399	0.126	0.053	-	1	37616032	
	금성면	양화리	746번지	-	한육우	6	3.769	1.673	0.328	20.400	1	37616031	
	금성면	양화리	547번지	-	한육우	7	4.397	1.952	0.382	23.800	1	37616031	
	금성면	양화리	287번지	-	한육우	20	12.564	5.576	1.092	68.000	1	37616032	
청풍면 소계	13						54.641	23.403	4.819	286.660			
신고157	청풍면	대류리	213-19번지	-	한육우	13	8.167	3.624	0.710	44.200	1	37615030	
신고051	청풍면	도곡리	135번지	-	돼지	20	3.510	0.742	0.364	11.260	1	37615030	
허가033	청풍면	도곡리	169-1번지외1	-	한육우	10	6.282	2.788	0.546	34.000	1	37615030	
신고168	청풍면	북진리	8-17번지	-	한육우	0	-	-	-	-	1	37615029	현재미사육
신고140	청풍면	북진리	6-6번지	-	개,사슴,염소	65	0.247	0.078	0.033	-	1	37615048	
신고144	청풍면	신리	64-1번지	-	한육우	12	7.538	3.346	0.655	40.800	1	37615058	
신고145	청풍면	신리	28-1번지	-	한육우	15	9.423	4.182	0.819	51.000	1	37615049	
신고153	청풍면	신리	188-2번지외2	-	한육우	7	4.397	1.952	0.382	23.800	1	37615039	
신고169	청풍면	신리	190번지	-	한육우	2	1.256	0.558	0.109	6.800	1	37615038	
허가032	청풍면	신리	208번지외2	-	한육우	0	-	-	-	-	1	37615049	현재미사육
신고192	청풍면	양평리	산15번지	-	닭	0	-	-	-	-	1	37615048	
신고151	청풍면	연론리	149번지	-	한육우	10	6.282	2.788	0.546	34.000	1	37615029	
신고143	청풍면	확현리	160번지	-	한육우	12	7.538	3.346	0.655	40.800	1	37615049	
수산면 소계	3						218.558	52.082	22.254	755.300			
신고089	수산면	구곡리	107번지	-	한육우	40	25.128	11.152	2.184	136.000	2	37615038	
신고061	수산면	오티리	160번지	-	개	100	0.380	0.120	0.050	-	2	37615028	
허가006	수산면	적곡리	76번지외3	-	돼지	1100	193.050	40.810	20.020	619.300	2	37615039	
덕산면 소계	4						15.838	7.012	1.383	85.000			
신고113	덕산면	도전리	1549번지	-	한육우	0	-	-	-	-	3	37615040	현재미사육
신고	덕산면	선고리	628번지	-	한육우	25	15.705	6.970	1.365	85.000	3	37615040	
신고191	덕산면	수산리	3번지	-	한육우	0	-	-	-	-	3	37616001	현재미사육
신고158	덕산면	신현리	253번지	-	개	35	0.133	0.042	0.018	-	3	37615010	

<부록-2> 축사현황 및 가축에 의한 오염부하량

일련번호	면	리	지번	축사명	축종	사육두수	BOD (kg/일)	T-N (kg/일)	T-P (kg/일)	SS (kg/일)	소유역	도업번호5000	비고
한수면 소계	3						1.885	0.836	0.164	10.200			
신고091	한수면	덕곡리	554번지외1	-	한육우	2	1.256	0.558	0.109	6.800	5	37615010	
신고142	한수면	덕곡리	554번지	-	한육우	1	0.628	0.279	0.055	3.400	5	37615008	
신고170	한수면	탄지리	64-1번지외1	-	한육우	0	-	-	-	-	2	37615008	현재미사육
살미면 소계	2						32.246	14.204	2.840	170.000			
4390000-52-1997-00030	살미면	신매리	81번지	평남집농장	한육우	50	31.410	13.940	2.730	170.000	4	37615008	
4390000-52-1999-00019	살미면	신매리	84번지	평남집농장	사슴,염소	220	0.836	0.264	0.110	-	4	37615008	
동량면 소계	1						37.733	7.977	3.913	121.045			
4390000-52-1993-00016	동량면	지동리	835번지	-	돼지	215	37.733	7.977	3.913	121.045	5	37615008	
산척면 소계	3						40.833	18.122	3.549	221.000			
4390000-52-1997-00015	산척면	석천리	265-2번지	-	한육우	32	20.102	8.922	1.747	108.800	5	37615008	
4390000-52-1998-00046	산척면	석천리	429-1,430번지	-	한육우	1	0.628	0.279	0.055	3.400	5	37615008	
4390000-52-2001-20008	산척면	석천리	265-5번지	-	한육우	32	20.102	8.922	1.747	108.800	5	37615008	

여 백

<부록-3> 토지이용현황 및 토지이용에
따른 오염부하량

여 백

<부록-3> 토지이용현황 및 토지이용에 따른 오염부하량

면리	면적(km ²)						전체부하량(kg/일)				전부하량(kg/일)			
	계	전	답	임야	대지	기타	BOD	T-N	T-P	SS	BOD	T-N	T-P	SS
총계	613.354	49.505	13.248	447.468	2.748	100.385	1,374.707	1,839.963	65.947	33,601.779	304.900	390.653	24.671	4,506.466
소계	67.610	7.384	3.831	43.493	0.485	12.417	237.628	293.017	15.931	5,876.570	98.103	125.695	7.938	1,449.982
금성면 구룡리	3.470	0.903	0.242	1.744	0.204	0.377	23.751	16.350	1.379	314.873	4.433	5.680	0.359	65.526
금성면 상내리	11.350	0.117	0.181	7.613	0.001	3.438	18.945	27.947	0.584	473.916	0.574	0.736	0.046	8.490
금성면 월굴리	6.390	0.117	0.208	5.444	0.003	0.618	10.307	16.762	0.498	387.856	0.574	0.736	0.046	8.490
금성면 중진리	4.810	0.100	0.205	2.102	0.041	2.362	12.455	13.004	0.546	237.346	0.491	0.629	0.040	7.256
금성면 포진리	4.070	0.193	0.254	3.156	0.003	0.464	7.636	11.618	0.514	316.794	0.948	1.214	0.077	14.005
금성면 활산리	6.120	0.420	0.434	4.178	0.017	1.071	13.394	18.291	0.921	493.638	2.062	2.642	0.167	30.477
금성면 사곡리	3.960	0.515	0.345	2.505	0.022	0.573	10.497	13.252	0.801	368.585	2.528	3.240	0.205	37.371
금성면 적덕리	1.570	0.319	0.156	0.559	0.025	0.511	6.076	5.977	0.433	148.347	1.566	2.007	0.127	23.148
금성면 진리	1.320	0.135	0.076	0.461	0.008	0.640	3.648	4.008	0.204	79.539	0.663	0.849	0.054	9.796
금성면 월림리	6.050	1.511	0.352	3.828	0.067	0.292	19.818	23.075	1.383	509.689	7.418	9.505	0.600	109.645
금성면 위림리	1.690	0.446	0.127	0.990	0.016	0.111	67.423	85.844	5.426	1,072.180	64.041	82.052	5.182	946.530
금성면 양화리	6.740	1.013	0.442	4.384	0.007	0.894	15.498	21.994	1.137	549.905	4.973	6.372	0.402	73.508
금성면 대장리	4.150	0.397	0.211	2.574	0.049	0.919	12.006	13.099	0.680	283.177	1.949	2.497	0.158	28.808
금성면 동막리	5.920	1.198	0.598	3.955	0.022	0.147	16.174	21.796	1.427	640.724	5.882	7.536	0.476	86.932
소계	91.707	7.141	0.389	58.613	0.247	25.317	186.047	250.190	6.441	3,500.477	35.059	44.920	2.837	518.182
청풍면 연곡리	1.239	0.262	-	0.497	0.017	0.463	4.179	4.200	0.184	43.966	1.286	1.648	0.104	19.012
청풍면 광의리	1.361	0.078	-	0.590	0.016	0.677	3.788	3.713	0.115	35.052	0.383	0.491	0.031	5.660
청풍면 황석리	6.017	0.194	-	3.578	0.015	2.230	11.522	15.078	0.282	182.282	0.952	1.220	0.077	14.077
청풍면 후산리	4.382	0.389	-	3.231	0.014	0.748	8.738	12.230	0.313	178.567	1.910	2.447	0.155	28.228
청풍면 부산리	12.998	1.132	-	8.976	0.012	2.878	24.296	35.499	0.822	498.289	5.558	7.121	0.450	82.143
청풍면 장선리	5.826	0.696	0.171	4.633	0.011	0.315	11.827	17.689	0.675	370.157	3.417	4.378	0.276	50.505
청풍면 양평리	8.050	0.218	-	3.579	0.021	4.232	16.430	19.683	0.354	187.154	1.070	1.371	0.087	15.819
청풍면 도곡리	3.180	0.326	-	2.020	0.011	0.823	6.806	8.981	0.244	118.305	1.601	2.051	0.130	23.656
청풍면 대류리	1.967	0.183	-	0.946	0.008	0.830	4.510	5.415	0.145	58.432	0.898	1.151	0.073	13.279
청풍면 신리	3.195	0.356	0.041	2.370	0.012	0.416	6.817	9.427	0.312	161.491	1.748	2.239	0.141	25.833
청풍면 용곡리	5.239	0.556	-	2.458	0.009	2.216	11.381	14.472	0.372	156.638	2.730	3.497	0.221	40.346
청풍면 언촌리	6.298	0.602	0.029	3.906	0.014	1.747	12.984	17.567	0.477	244.176	2.956	3.787	0.239	43.684
청풍면 단리	3.171	0.430	-	1.827	0.008	0.906	7.028	9.284	0.271	116.830	2.111	2.705	0.171	31.203
청풍면 물태리	5.793	0.478	0.017	2.545	0.038	2.715	14.410	15.957	0.469	168.835	2.347	3.007	0.190	34.686
청풍면 도실리	2.863	0.194	0.022	1.504	0.009	1.134	6.139	7.666	0.204	98.904	0.952	1.220	0.077	14.077
청풍면 북진리	0.890	0.216	-	0.198	0.007	0.469	2.848	2.996	0.124	25.995	1.060	1.359	0.086	15.674
청풍면 도화리	3.099	0.235	-	1.836	0.006	1.022	6.187	8.291	0.190	103.051	1.154	1.478	0.093	17.053
청풍면 교리	4.875	0.185	-	3.672	0.011	1.007	8.649	12.525	0.241	184.021	0.908	1.164	0.073	13.424
청풍면 화현리	11.264	0.411	0.109	10.247	0.008	0.489	17.509	29.518	0.647	568.331	2.018	2.585	0.163	29.824
소계	88.975	12.870	2.071	62.509	0.636	10.889	225.469	283.043	11.895	5,154.228	63.186	80.958	5.113	933.904
수산면 수산리	4.635	0.899	0.125	3.143	0.069	0.399	15.073	16.362	0.840	293.649	4.414	5.655	0.357	65.235
수산면 내리	3.422	1.050	0.146	1.962	0.046	0.218	12.324	13.715	0.813	260.852	5.155	6.605	0.417	76.193
수산면 적곡리	2.187	0.388	0.095	1.527	0.029	0.148	6.839	7.675	0.417	159.866	1.905	2.441	0.154	28.155
수산면 수곡리	7.377	2.075	0.220	4.762	0.086	0.234	24.342	28.303	1.527	513.395	10.187	13.053	0.824	150.571
수산면 수리	2.466	0.577	0.148	1.597	0.025	0.119	7.790	9.234	0.548	209.196	2.833	3.630	0.229	41.870
수산면 대전리	4.660	0.966	0.329	3.068	0.062	0.235	15.545	17.421	1.097	420.527	4.743	6.077	0.384	70.097
수산면 계란리	2.611	0.457	0.028	1.705	0.016	0.405	6.651	8.410	0.328	130.652	2.244	2.875	0.182	33.162
수산면 괴곡리	3.848	0.605	0.039	2.237	0.018	0.949	9.454	11.928	0.436	173.459	2.970	3.806	0.240	43.901
수산면 원대리	1.469	0.202	0.012	0.936	0.002	0.317	3.102	4.359	0.137	65.575	0.992	1.271	0.080	14.658
수산면 다불리	2.044	0.345	0.035	1.188	0.007	0.469	4.951	6.449	0.250	102.402	1.694	2.170	0.137	25.035
수산면 전곡리	1.970	0.457	0.047	1.405	0.012	0.049	5.300	6.951	0.323	127.844	2.244	2.875	0.182	33.162

<부록-3> 토지이용현황 및 토지이용에 따른 오염부하량

면	리	면적(km ²)						전체부하량(kg/일)				전부하량(kg/일)			
		계	전	담	임야	대지	기타	BOD	T-N	T-P	SS	BOD	T-N	T-P	SS
수산면	구곡리	1.917	0.660	0.065	1.075	0.019	0.098	6.587	7.783	0.440	139.312	3.240	4.152	0.262	47.892
수산면	도전리	1.397	0.471	0.081	0.750	0.027	0.068	5.846	5.997	0.400	121.320	2.312	2.963	0.187	34.178
수산면	울지리	2.680	0.388	0.027	1.922	0.007	0.336	5.779	8.172	0.276	134.043	1.905	2.441	0.154	28.155
수산면	지곡리	3.757	0.232	0.019	2.012	0.004	1.490	7.374	9.797	0.222	123.068	1.139	1.459	0.092	16.835
수산면	서곡리	2.460	0.437	0.061	1.277	0.020	0.665	7.037	8.094	0.368	130.720	2.145	2.749	0.174	31.711
수산면	오티리	4.368	1.080	0.201	2.722	0.051	0.314	14.329	16.422	0.936	332.754	5.302	6.794	0.429	78.370
수산면	성리	1.507	0.014	-	1.351	0.001	0.141	2.195	3.711	0.053	63.207	0.069	0.088	0.006	1.016
수산면	상천리	11.285	0.446	0.120	9.287	0.037	1.395	20.589	30.001	0.758	537.538	2.190	2.806	0.177	32.364
수산면	하천리	5.137	0.378	0.053	3.737	0.009	0.960	9.721	14.097	0.380	233.576	1.856	2.378	0.150	27.429
수산면	능강리	12.910	0.235	0.031	11.045	0.054	1.545	22.913	33.053	0.672	549.473	1.154	1.478	0.093	17.053
수산면	고명리	4.868	0.508	0.189	3.801	0.035	0.335	11.725	15.109	0.675	331.799	2.494	3.196	0.202	36.863
	소계	109.866	9.505	3.094	92.415	0.689	4.163	242.446	327.962	12.780	6,910.895	46.666	59.790	3.776	689.724
덕산면	도전리	11.245	2.146	0.732	7.372	0.178	0.817	38.847	41.502	2.590	964.544	10.536	13.499	0.853	155.723
덕산면	성암리	3.270	0.784	0.254	1.875	0.066	0.291	13.116	13.081	0.908	306.647	3.849	4.932	0.311	56.890
덕산면	신현리	9.993	1.907	0.570	6.777	0.104	0.635	30.213	35.644	2.031	812.465	9.363	11.996	0.758	138.380
덕산면	수산리	10.456	0.839	0.232	8.528	0.076	0.781	23.666	30.784	1.145	603.495	4.119	5.278	0.333	60.882
덕산면	필악리	50.476	0.605	0.305	48.736	0.087	0.743	75.631	128.070	2.390	2,475.546	2.970	3.806	0.240	43.901
덕산면	도기리	11.003	1.426	0.379	8.831	0.078	0.289	26.816	35.138	1.569	750.567	7.001	8.970	0.566	103.477
덕산면	선고리	13.423	1.798	0.622	10.296	0.100	0.607	34.158	43.743	2.147	997.630	8.827	11.310	0.714	130.471
	소계	75.989	2.559	0.751	61.171	0.199	11.309	134.879	198.675	4.697	3,487.229	12.564	16.097	1.017	185.692
한수면	덕곡리	17.607	0.939	0.128	13.008	0.033	3.499	32.144	46.711	1.110	751.087	4.610	5.907	0.373	68.138
한수면	탐지리	6.459	0.286	0.011	4.866	0.018	1.278	11.850	16.871	0.360	253.883	1.404	1.799	0.114	20.753
한수면	승계리	51.923	1.334	0.612	43.297	0.148	6.532	90.886	135.093	3.227	2,482.259	6.549	8.391	0.530	96.801
	소계	55.768	3.503	1.219	33.728	0.271	17.047	124.304	154.481	5.194	2,601.692	17.198	22.035	1.392	254.193
살미면	문화리	8.300	0.066	0.015	3.755	0.001	4.463	15.031	19.358	0.259	191.898	0.324	0.415	0.026	4.789
살미면	재오개리	9.103	0.710	0.131	7.515	0.027	0.720	17.456	25.748	0.777	480.504	3.486	4.466	0.282	51.521
살미면	무룡리	2.440	0.010	0.010	0.344	-	2.076	5.059	5.460	0.073	25.300	0.049	0.063	0.004	0.726
살미면	신당리	8.940	0.047	0.007	1.383	0.003	7.500	18.571	20.009	0.243	80.865	0.231	0.296	0.019	3.411
살미면	신매리	4.109	0.200	0.060	3.690	0.009	0.150	7.064	11.155	0.299	221.819	0.982	1.258	0.079	14.513
살미면	공이리	12.889	1.524	0.382	9.678	0.185	1.120	38.044	41.758	1.998	809.419	7.482	9.587	0.605	110.588
살미면	내사리	9.987	0.946	0.614	7.363	0.046	1.018	23.080	30.993	1.546	791.887	4.644	5.951	0.376	68.646
	소계	16.820	0.230	0.150	16.130	0.020	0.290	24.896	42.811	0.838	851.091	1.129	1.447	0.091	16.690
상모면	미룡리	16.820	0.230	0.150	16.130	0.020	0.290	24.896	42.811	0.838	851.091	1.129	1.447	0.091	16.690
	소계	72.967	3.956	1.113	50.358	0.148	17.392	139.206	195.555	5.355	3,320.052	19.422	24.885	1.572	287.065
동량면	화암리	7.617	0.378	0.055	6.650	0.013	0.521	12.837	20.350	0.473	368.147	1.856	2.378	0.150	27.429
동량면	지동리	16.024	1.086	0.175	11.590	0.031	3.142	30.365	43.665	1.171	725.228	5.332	6.831	0.431	78.805
동량면	하천리	10.653	1.090	0.072	6.680	0.025	2.786	22.263	30.152	0.867	435.692	5.351	6.857	0.433	79.095
동량면	순동리	14.682	0.817	0.385	12.140	0.056	1.284	28.689	41.142	1.386	860.946	4.011	5.139	0.325	59.285
동량면	서운리	7.161	0.513	0.400	6.200	0.023	0.025	14.447	21.448	0.972	571.251	2.519	3.227	0.204	37.226
동량면	포탄리	2.790	0.001	-	0.502	-	2.287	5.623	6.182	0.066	25.963	0.005	0.006	0.000	0.073
동량면	함암리	3.440	-	0.002	1.037	-	2.401	6.568	7.741	0.086	51.793	-	-	-	-
동량면	명오리	4.930	0.025	0.021	3.214	-	1.670	8.021	11.753	0.170	164.229	0.123	0.157	0.010	1.814
동량면	사기리	2.750	0.017	0.002	0.909	-	1.822	5.228	6.282	0.077	46.430	0.083	0.107	0.007	1.234
동량면	호운리	2.920	0.029	0.001	1.436	-	1.454	5.164	6.841	0.088	70.372	0.142	0.182	0.012	2.104
	소계	33.652	2.357	0.630	29.051	0.053	1.561	59.832	94.228	2.815	1,899.546	11.572	14.826	0.936	171.034
산척면	명서리	17.887	1.339	0.340	15.341	0.026	0.841	31.989	50.397	1.527	1,014.305	6.574	8.423	0.532	97.164
산척면	석천리	15.765	1.018	0.290	13.710	0.027	0.720	27.843	43.832	1.288	885.240	4.998	6.404	0.404	73.871

<부록> 조사지역내 토지이용현황 및 토지이용에 따른 오염부하량(계속)

면리	답부하량(kg/일)				임야부하량(kg/일)				대지부하량(kg/일)				기타부하량(kg/일)			
	BOD	T-N	T-P	SS	BOD	T-N	T-P	SS	BOD	T-N	T-P	SS	BOD	T-N	T-P	SS
총계	71.973	85.329	16.804	8,202.841	578.644	1,092.312	13.485	20,508.746	201.093	54.395	8.786	257.213	218.098	217.273	2.200	126.513
소계	20.813	24.676	4.860	2,372.134	56.243	106.171	1.311	1,993.409	35.491	9.600	1.551	45.396	26.977	26.875	0.272	15.649
금성면 구룡리	1.315	1.559	0.307	149.845	2.255	4.257	0.053	79.933	14.928	4.038	0.652	19.094	0.819	0.816	0.008	0.475
금성면 상내리	0.983	1.166	0.230	112.074	9.845	18.584	0.229	348.926	0.073	0.020	0.003	0.094	7.469	7.441	0.075	4.333
금성면 월굴리	1.130	1.340	0.264	128.792	7.040	13.289	0.164	249.514	0.220	0.059	0.010	0.281	1.343	1.338	0.014	0.779
금성면 중전리	1.114	1.320	0.260	126.935	2.718	5.131	0.063	96.341	3.000	0.812	0.131	3.838	5.132	5.112	0.052	2.977
금성면 포전리	1.380	1.636	0.322	157.275	4.081	7.704	0.095	144.649	0.220	0.059	0.010	0.281	1.008	1.004	0.010	0.585
금성면 활산리	2.358	2.795	0.551	268.730	5.403	10.199	0.126	191.490	1.244	0.337	0.054	1.591	2.327	2.318	0.023	1.350
금성면 사곡리	1.874	2.222	0.438	213.622	3.239	6.115	0.075	114.811	1.610	0.435	0.070	2.059	1.245	1.240	0.013	0.722
금성면 적덕리	0.848	1.005	0.198	96.594	0.723	1.365	0.017	25.621	1.829	0.495	0.080	2.340	1.110	1.106	0.011	0.644
금성면 진리	0.413	0.490	0.096	47.059	0.596	1.125	0.014	21.129	0.585	0.158	0.026	0.749	1.390	1.385	0.014	0.807
금성면 월림리	1.912	2.267	0.447	217.956	4.950	9.345	0.115	175.448	4.903	1.326	0.214	6.271	0.634	0.632	0.006	0.368
금성면 위림리	0.690	0.818	0.161	78.638	1.280	2.417	0.030	45.375	1.171	0.317	0.051	1.498	0.241	0.240	0.002	0.140
금성면 양화리	2.401	2.847	0.561	273.684	5.669	10.702	0.132	200.931	0.512	0.139	0.022	0.655	1.942	1.935	0.020	1.127
금성면 대장리	1.146	1.359	0.268	130.650	3.329	6.283	0.078	117.974	3.586	0.970	0.157	4.586	1.997	1.989	0.020	1.158
금성면 동막리	3.249	3.852	0.759	370.278	5.114	9.655	0.119	181.269	1.610	0.435	0.070	2.059	0.319	0.318	0.003	0.185
소계	2.113	2.506	0.493	240.867	75.795	143.080	1.766	2,686.402	18.075	4.889	0.790	23.119	55.004	54.796	0.555	31.906
청풍면 연곡리	-	-	-	-	0.643	1.213	0.015	22.779	1.244	0.337	0.054	1.591	1.006	1.002	0.010	0.584
청풍면 광의리	-	-	-	-	0.763	1.440	0.018	27.041	1.171	0.317	0.051	1.498	1.471	1.465	0.015	0.853
청풍면 황석리	-	-	-	-	4.627	8.734	0.108	163.990	1.098	0.297	0.048	1.404	4.845	4.827	0.049	2.810
청풍면 후산리	-	-	-	-	4.178	7.887	0.097	148.086	1.024	0.277	0.045	1.310	1.625	1.619	0.016	0.943
청풍면 부산리	-	-	-	-	11.607	21.911	0.271	411.396	0.878	0.238	0.038	1.123	6.253	6.229	0.063	3.627
청풍면 장선리	0.929	1.101	0.217	105.882	5.991	11.310	0.140	212.344	0.805	0.218	0.035	1.030	0.684	0.682	0.007	0.397
청풍면 양평리	-	-	-	-	4.628	8.737	0.108	164.036	1.537	0.416	0.067	1.966	9.194	9.160	0.093	5.333
청풍면 도곡리	-	-	-	-	2.612	4.931	0.061	92.582	0.805	0.218	0.035	1.030	1.788	1.781	0.018	1.037
청풍면 대류리	-	-	-	-	1.223	2.309	0.029	43.358	0.585	0.158	0.026	0.749	1.803	1.796	0.018	1.046
청풍면 신리	0.223	0.264	0.052	25.387	3.065	5.785	0.071	108.624	0.878	0.238	0.038	1.123	0.904	0.900	0.009	0.524
청풍면 용곡리	-	-	-	-	3.179	6.000	0.074	112.657	0.659	0.178	0.029	0.842	4.814	4.796	0.049	2.793
청풍면 연촌리	0.158	0.187	0.037	17.957	5.051	9.535	0.118	179.023	1.024	0.277	0.045	1.310	3.796	3.781	0.038	2.202
청풍면 단리	-	-	-	-	2.363	4.460	0.055	83.737	0.585	0.158	0.026	0.749	1.968	1.961	0.020	1.142
청풍면 물태리	0.092	0.109	0.022	10.526	3.291	6.213	0.077	116.645	2.781	0.752	0.121	3.557	5.899	5.876	0.060	3.422
청풍면 도실리	0.120	0.142	0.028	13.622	1.945	3.671	0.045	68.933	0.659	0.178	0.029	0.842	2.464	2.454	0.025	1.429
청풍면 북진리	-	-	-	-	0.256	0.483	0.006	9.075	0.512	0.139	0.022	0.655	1.019	1.015	0.010	0.591
청풍면 도화리	-	-	-	-	2.374	4.482	0.055	84.149	0.439	0.119	0.019	0.562	2.220	2.212	0.022	1.288
청풍면 교리	-	-	-	-	4.748	8.964	0.111	168.298	0.805	0.218	0.035	1.030	2.188	2.180	0.022	1.269
청풍면 학현리	0.592	0.702	0.138	67.492	13.251	25.014	0.309	469.649	0.585	0.158	0.026	0.749	1.062	1.058	0.011	0.616
소계	11.249	13.337	2.627	1,282.104	80.834	152.590	1.884	2,864.967	46.541	12.589	2.033	59.530	23.658	23.569	0.239	13.724
수산면 수산리	0.679	0.805	0.159	77.399	4.064	7.672	0.095	144.053	5.049	1.366	0.221	6.458	0.867	0.864	0.009	0.503
수산면 내리	0.791	0.938	0.185	90.155	2.537	4.789	0.059	89.924	3.366	0.911	0.147	4.306	0.474	0.473	0.005	0.275
수산면 적곡리	0.516	0.612	0.121	58.823	1.975	3.728	0.046	69.987	2.122	0.574	0.093	2.714	0.322	0.320	0.003	0.187
수산면 수곡리	1.195	1.417	0.279	136.223	6.158	11.624	0.144	218.256	6.293	1.702	0.275	8.050	0.508	0.506	0.005	0.295
수산면 수리	0.804	0.953	0.188	91.641	2.065	3.898	0.048	73.195	1.829	0.495	0.080	2.340	0.259	0.258	0.003	0.150
수산면 대전리	1.787	2.119	0.417	203.715	3.967	7.489	0.092	140.615	4.537	1.227	0.198	5.803	0.511	0.509	0.005	0.296
수산면 계란리	0.152	0.180	0.036	17.337	2.205	4.162	0.051	78.145	1.171	0.317	0.051	1.498	0.880	0.877	0.009	0.510
수산면 괴곡리	0.212	0.251	0.049	24.149	2.893	5.461	0.067	102.528	1.317	0.356	0.058	1.685	2.062	2.054	0.021	1.196
수산면 원대리	0.065	0.077	0.015	7.430	1.210	2.285	0.028	42.900	0.146	0.040	0.006	0.187	0.689	0.686	0.007	0.400
수산면 다불리	0.190	0.225	0.044	21.672	1.536	2.900	0.036	54.449	0.512	0.139	0.022	0.655	1.019	1.015	0.010	0.591
수산면 전곡리	0.255	0.303	0.060	29.102	1.817	3.430	0.042	64.395	0.878	0.238	0.038	1.123	0.106	0.106	0.001	0.062

<부록> 조사지역내 토지이용현황 및 토지이용에 따른 오염부하량(계속)

면리	답부하량(kg/일)				임야부하량(kg/일)				대지부하량(kg/일)				기타부하량(kg/일)			
	BOD	T-N	T-P	SS	BOD	T-N	T-P	SS	BOD	T-N	T-P	SS	BOD	T-N	T-P	SS
수산면 구곡리	0.353	0.419	0.082	40.248	1.390	2.624	0.032	49.270	1.390	0.376	0.061	1.778	0.213	0.212	0.002	0.124
수산면 도전리	0.440	0.522	0.103	50.155	0.970	1.831	0.023	34.375	1.976	0.534	0.086	2.527	0.148	0.147	0.001	0.086
수산면 울지리	0.147	0.174	0.034	16.718	2.485	4.692	0.058	88.091	0.512	0.139	0.022	0.655	0.730	0.727	0.007	0.423
수산면 지곡리	0.103	0.122	0.024	11.765	2.602	4.911	0.061	92.216	0.293	0.079	0.013	0.374	3.237	3.225	0.033	1.878
수산면 서곡리	0.331	0.393	0.077	37.771	1.651	3.117	0.038	58.529	1.464	0.396	0.064	1.872	1.445	1.439	0.015	0.838
수산면 오타리	1.092	1.295	0.255	124.458	3.520	6.645	0.082	124.757	3.732	1.010	0.163	4.774	0.682	0.680	0.007	0.396
수산면 성리	-	-	-	-	1.747	3.298	0.041	61.920	0.073	0.020	0.003	0.094	0.306	0.305	0.003	0.178
수산면 상천리	0.652	0.773	0.152	74.303	12.009	22.670	0.280	425.650	2.708	0.732	0.118	3.463	3.031	3.019	0.031	1.758
수산면 하천리	0.288	0.341	0.067	32.817	4.833	9.122	0.113	171.277	0.659	0.178	0.029	0.842	2.086	2.078	0.021	1.210
수산면 능강리	0.168	0.200	0.039	19.195	14.283	26.962	0.333	506.224	3.952	1.069	0.173	5.054	3.357	3.344	0.034	1.947
수산면 고명리	1.027	1.217	0.240	117.028	4.915	9.279	0.115	174.211	2.561	0.693	0.112	3.276	0.728	0.725	0.007	0.422
소계	16.809	19.929	3.925	1,915.788	119.507	225.594	2.785	4,235.645	50.420	13.638	2.203	64.490	9.045	9.010	0.091	5.247
덕산면 도전리	3.977	4.715	0.929	453.250	9.533	17.996	0.222	337.880	13.026	3.523	0.569	16.661	1.775	1.768	0.018	1.030
덕산면 성암리	1.380	1.636	0.322	157.275	2.425	4.577	0.057	85.937	4.830	1.306	0.211	6.178	0.632	0.630	0.006	0.367
덕산면 신현리	3.097	3.671	0.723	352.941	8.764	16.543	0.204	310.609	7.611	2.059	0.333	9.734	1.380	1.374	0.014	0.800
덕산면 수산리	1.260	1.494	0.294	143.653	11.028	20.818	0.257	390.863	5.562	1.504	0.243	7.114	1.697	1.690	0.017	0.984
덕산면 월악리	1.657	1.965	0.387	188.854	63.023	118.969	1.469	2,233.711	6.366	1.722	0.278	8.143	1.614	1.608	0.016	0.936
덕산면 도기리	2.059	2.441	0.481	234.675	11.420	21.557	0.266	404.750	5.708	1.544	0.249	7.301	0.628	0.626	0.006	0.364
덕산면 선고리	3.379	4.006	0.789	385.139	13.314	25.134	0.310	471.895	7.318	1.979	0.320	9.360	1.319	1.314	0.013	0.765
소계	4.080	4.837	0.953	465.015	79.103	149.324	1.844	2,803.643	14.562	3.939	0.636	18.626	24.570	24.477	0.248	14.252
한수면 덕곡리	0.695	0.824	0.162	79.257	16.821	31.754	0.392	596.194	2.415	0.653	0.106	3.089	7.602	7.573	0.077	4.410
한수면 탄지리	0.060	0.071	0.014	6.811	6.292	11.878	0.147	223.023	1.317	0.356	0.058	1.685	2.777	2.766	0.028	1.611
한수면 송계리	3.325	3.942	0.776	378.947	55.990	105.692	1.305	1,984.426	10.830	2.930	0.473	13.853	14.191	14.138	0.143	8.232
소계	6.623	7.852	1.546	754.798	43.615	82.333	1.016	1,545.851	19.831	5.364	0.866	25.366	37.036	36.896	0.374	21.484
살미면 문화리	0.081	0.097	0.019	9.288	4.856	9.166	0.113	172.102	0.073	0.020	0.003	0.094	9.696	9.660	0.098	5.625
살미면 재오개리	0.712	0.844	0.166	81.114	9.718	18.345	0.226	344.434	1.976	0.534	0.086	2.527	1.564	1.558	0.016	0.907
살미면 무릉리	0.054	0.064	0.013	6.192	0.445	0.840	0.010	15.767	-	-	-	-	4.510	4.493	0.046	2.616
살미면 신당리	0.038	0.045	0.009	4.334	1.788	3.376	0.042	63.387	0.220	0.059	0.010	0.281	16.295	16.233	0.164	9.452
살미면 신매리	0.326	0.386	0.076	37.152	4.772	9.008	0.111	169.123	0.659	0.178	0.029	0.842	0.326	0.325	0.003	0.189
살미면 공이리	2.075	2.460	0.485	236.532	12.515	23.625	0.292	443.571	13.538	3.662	0.591	17.316	2.433	2.424	0.025	1.412
살미면 내사리	3.336	3.955	0.779	380.185	9.521	17.974	0.222	337.467	3.366	0.911	0.147	4.306	2.212	2.203	0.022	1.283
소계	0.815	0.966	0.190	92.879	20.859	39.375	0.486	739.284	1.464	0.396	0.064	1.872	0.630	0.628	0.006	0.365
상모면 미륙리	0.815	0.966	0.190	92.879	20.859	39.375	0.486	739.284	1.464	0.396	0.064	1.872	0.630	0.628	0.006	0.365
소계	6.047	7.169	1.412	689.164	65.120	122.929	1.518	2,308.052	10.830	2.930	0.473	13.853	37.786	37.643	0.381	21.919
동량면 화암리	0.299	0.354	0.070	34.056	8.599	16.233	0.200	304.789	0.951	0.257	0.042	1.217	1.132	1.128	0.011	0.657
동량면 지동리	0.951	1.127	0.222	108.359	14.988	28.292	0.349	531.203	2.269	0.614	0.099	2.902	6.826	6.800	0.069	3.960
동량면 하천리	0.391	0.464	0.091	44.582	8.638	16.307	0.201	306.164	1.829	0.495	0.080	2.340	6.053	6.030	0.061	3.511
동량면 손동리	2.092	2.480	0.488	238.390	15.699	29.635	0.366	556.411	4.098	1.108	0.179	5.242	2.790	2.779	0.028	1.618
동량면 서운리	2.173	2.576	0.507	247.678	8.018	15.135	0.187	284.164	1.683	0.455	0.074	2.153	0.054	0.054	0.001	0.032
동량면 포탄리	-	-	-	-	0.649	1.225	0.015	23.008	-	-	-	-	4.969	4.950	0.050	2.882
동량면 함암리	0.011	0.013	0.003	1.238	1.341	2.531	0.031	47.529	-	-	-	-	5.216	5.197	0.053	3.026
동량면 명오리	0.114	0.135	0.027	13.003	4.156	7.846	0.097	147.307	-	-	-	-	3.628	3.615	0.037	2.105
동량면 사기리	0.011	0.013	0.003	1.238	1.175	2.219	0.027	41.662	-	-	-	-	3.958	3.944	0.040	2.296
동량면 호운리	0.005	0.006	0.001	0.619	1.857	3.505	0.043	65.816	-	-	-	-	3.159	3.147	0.032	1.832
소계	3.423	4.058	0.799	390.093	37.567	70.916	0.876	1,331.491	3.878	1.049	0.169	4.961	3.391	3.379	0.034	1.967
산척면 명서리	1.847	2.190	0.431	210.526	19.838	37.449	0.462	703.122	1.903	0.515	0.083	2.434	1.827	1.820	0.018	1.060
산척면 석천리	1.576	1.868	0.368	179.566	17.729	33.467	0.413	628.369	1.976	0.534	0.086	2.527	1.564	1.558	0.016	0.907

* 면적 : 제천시구 동어촌용수구역 조사보고서(농림부, 1996), 제천시 수산, 덕산면(제천시청, 2003)

<부록-4> 인구현황 및 인구에 의한
오염부하량

여 백

<부록-4> 인구현황 및 인구에 의한 오염부하량

면	리	인구(인)	오염부하량(kg/일)			
			BOD	T-N	T-P	SS
총계		12,532	382.226	96.496	17.545	295.755
금성면 소계		2,680	81.740	20.636	3.752	63.248
금성면	구룡리	511	15.586	3.935	0.715	12.060
금성면	진리	61	1.861	0.470	0.085	1.440
금성면	적덕리	149	4.545	1.147	0.209	3.516
금성면	사곡리	235	7.168	1.810	0.329	5.546
금성면	활산리	130	3.965	1.001	0.182	3.068
금성면	월굴리	54	1.647	0.416	0.076	1.274
금성면	성내리	127	3.874	0.978	0.178	2.997
금성면	중전리	151	4.606	1.163	0.211	3.564
금성면	포전리	126	3.843	0.970	0.176	2.974
금성면	위림리	132	4.026	1.016	0.185	3.115
금성면	월림리	448	13.664	3.450	0.627	10.573
금성면	양화리	476	14.518	3.665	0.666	11.234
금성면	대장리	74	2.257	0.570	0.104	1.746
금성면	동막리	6	0.183	0.046	0.008	0.142
청풍면 소계		1,468	44.774	11.304	2.055	34.645
청풍면	물태리	387	11.804	2.980	0.542	9.133
청풍면	연곡리	46	1.403	0.354	0.064	1.086
청풍면	광의리	27	0.824	0.208	0.038	0.637
청풍면	황석리	21	0.641	0.162	0.029	0.496
청풍면	후산리	40	1.220	0.308	0.056	0.944
청풍면	부산리	78	2.379	0.601	0.109	1.841
청풍면	장선리	100	3.050	0.770	0.140	2.360
청풍면	양평리	34	1.037	0.262	0.048	0.802
청풍면	도곡리	99	3.020	0.762	0.139	2.336
청풍면	대류리	67	2.044	0.516	0.094	1.581
청풍면	신리	72	2.196	0.554	0.101	1.699
청풍면	용곡리	26	0.793	0.200	0.036	0.614
청풍면	연론리	62	1.891	0.477	0.087	1.463
청풍면	단리	49	1.495	0.377	0.069	1.156
청풍면	도실리	35	1.068	0.270	0.049	0.826
청풍면	도화리	66	2.013	0.508	0.092	1.558
청풍면	학현리	130	3.965	1.001	0.182	3.068
청풍면	교리	53	1.617	0.408	0.074	1.251
청풍면	북진리	76	2.318	0.585	0.106	1.794
수산면 소계		2,568	78.324	19.774	3.595	60.605
수산면	수산리	549	16.745	4.227	0.769	12.956
수산면	내리	170	5.185	1.309	0.238	4.012
수산면	적곡리	146	4.453	1.124	0.204	3.446
수산면	수곡리	228	6.954	1.756	0.319	5.381
수산면	수리	121	3.691	0.932	0.169	2.856
수산면	대전리	233	7.107	1.794	0.326	5.499

<부록-4> 인구현황 및 인구에 의한 오염부하량(계속)

면	리	인구(인)	오염부하량(kg/일)			
			BOD	T-N	T-P	SS
수산면	계란리	48	1.464	0.370	0.067	1.133
수산면	괴곡리	91	2.776	0.701	0.127	2.148
수산면	다불리	14	0.427	0.108	0.020	0.330
수산면	전곡리	33	1.007	0.254	0.046	0.779
수산면	구곡리	63	1.922	0.485	0.088	1.487
수산면	도전리	92	2.806	0.708	0.129	2.171
수산면	울지리	25	0.763	0.193	0.035	0.590
수산면	지곡리	25	0.763	0.193	0.035	0.590
수산면	서곡리	80	2.440	0.616	0.112	1.888
수산면	오티리	248	7.564	1.910	0.347	5.853
수산면	상천리	124	3.782	0.955	0.174	2.926
수산면	하천리	66	2.013	0.508	0.092	1.558
수산면	능강리	85	2.593	0.655	0.119	2.006
수산면	고명리	127	3.874	0.978	0.178	2.997
덕산면 소계		2,899	88.420	22.322	4.059	68.416
덕산면	도전리	1,058	32.269	8.147	1.481	24.969
덕산면	성암리	301	9.181	2.318	0.421	7.104
덕산면	신현리	416	12.688	3.203	0.582	9.818
덕산면	수산리	236	7.198	1.817	0.330	5.570
덕산면	월악리	200	6.100	1.540	0.280	4.720
덕산면	선고리	389	11.865	2.995	0.545	9.180
덕산면	도기리	299	9.120	2.302	0.419	7.056
한수면 소계		881	26.871	6.784	1.233	20.792
한수면	송계리	585	17.843	4.505	0.819	13.806
한수면	탄지리	142	4.331	1.093	0.199	3.351
한수면	덕곡리	154	4.697	1.186	0.216	3.634
살미면 소계		686	20.923	5.282	0.960	16.190
살미면	문화리	-	-	-	-	-
살미면	재오개리	82	2.501	0.631	0.115	1.935
살미면	무릉리	-	-	-	-	-
살미면	신당리	-	-	-	-	-
살미면	신매리	45	1.373	0.347	0.063	1.062
살미면	공이리	227	6.924	1.748	0.318	5.357
살미면	내사리	332	10.126	2.556	0.465	7.835
상모면 소계		132	4.026	1.016	0.185	3.115
상모면	미륙리	132	4.026	1.016	0.185	3.115
동량면 소계		762	23.241	5.867	1.067	17.983
동량면	화암리	83	2.532	0.639	0.116	1.959
동량면	지동리	139	4.240	1.070	0.195	3.280
동량면	하천리	100	3.050	0.770	0.140	2.360
동량면	손동리	330	10.065	2.541	0.462	7.788
동량면	서운리	106	3.233	0.816	0.148	2.502
동량면	포탄리	-	-	-	-	-

<부록-4> 인구현황 및 인구에 의한 오염부하량(계속)

면	리	인구(인)	오염부하량(kg/일)			
			BOD	T-N	T-P	SS
동량면	함암리	4	0.122	0.031	0.006	0.094
동량면	명오리	-	-	-	-	-
동량면	사기리	-	-	-	-	-
동량면	호운리	-	-	-	-	-
산척면 소계		456	13.908	3.511	0.638	10.762
산척면	명서리	298	9.089	2.295	0.417	7.033
산척면	석천리	158	4.819	1.217	0.221	3.729

* 인구 : 2002년 읍면별 자료

여 백

<부록-5> 오수발생시설 현황

여 백

<부록-5> 오수발생시설 현황(계속)

일련번호	면	리	지번	건축용도	처리용량	처리방법	준공검사일	건축연면적	소유액
1	금성면	구룡리	294	근린생활	12	집축산화	'99. 07. 12	1,870.58	01
2	금성면	구룡리	184-1	숙박업소	5	혐기,호기성처리	'99. 07. 20	95.94	01
3	금성면	성내리	153-4	음식점	40	집축산화	'96. 09. 21	1,216	01
4	금성면	성내리	192	주택용	12	현수미생물집축식	'00. 11. 21	198.9	01
5	금성면	성내리	91-1	주택용	1	3단생물막집축법	'02. 05. 28	80.8	01
6	금성면	양화리	234-11	공장용	12	임호프+살수여상	'89. 12. 23	5,791	01
7	금성면	양화리	234-13	공장용	12	임호프+살수여상	'89. 12. 07	7,160	01
8	금성면	양화리	234-4	공장용	12	임호프+살수여상	'90. 01. 08	6,660	01
9	금성면	양화리	234-2	공장용	7	임호프+살수여상	'90. 06. 08	4,662	01
10	금성면	양화리	234	공장용	30	임호프+살수여상	'90. 12. 19	6,799	01
11	금성면	양화리	234-12	공장용	12	임호프+살수여상	'90. 12. 19	8,346	01
12	금성면	양화리	234-10	공장용	12	임호프+흡수상바이어휠터	'91. 04. 24	5,204	01
13	금성면	양화리	234-9	공장용	15	임호프+살수여상	'91. 05. 10	4,582	01
14	금성면	양화리	234-3	공장용	12	임호프+집축폭기	'92. 01. 23	7,282	01
15	금성면	양화리	654-6	주택용	1	혐기여상집축폭기방법	'02. 05. 21	62	01
16	금성면	양화리	34	주택용	1	현수미생물집축폭기방법	'02. 06. 07	181.8	01
17	금성면	양화리	104-1	주택용	1	현수미생물집축폭기방법	'02. 06. 15	95.86	01
18	금성면	양화리	413-5	주택용	1	혐기,호기성생물막법	'02. 06. 24	92.55	01
19	금성면	월림리	303-4		10	집축폭기	'01. 11. 05	813.13	01
20	금성면	월림리	613	주택용	1	혐기여상폭기방법	'02. 06. 04	90.2	01
21	금성면	월림리	123-1	주유소	12	임호프+살수여상	'91. 11. 05		01
22	금성면	월림리	35-1	주택용	2	3단생물막집축법	'02. 07. 31	240.12	01
23	금성면	포전리	산14-1		3	조합법(침축폭기식)	'01. 10. 12	670.03	01
24	금성면	양화리	234-5	공장용	40	임호프+살수여상	'89. 12. 06	1,977	01
25	금성면	양화리	234-1	공장용	15	임호프+살수여상	'91. 01. 11		01
26	덕산면	도거리	467		1	현수미생물집축폭기방법	'02. 07. 19	76	03
27	덕산면	도전리	803-2		36	장기폭기	'94. 11. 17		03
28	덕산면	도전리	425		20	침전분리집축산화	'99. 07. 05	2,200.22	03
29	덕산면	도전리	801		14	혐기,호기성처리	'00. 07. 21	1,239.45	03
30	덕산면	도전리	423	근린생활	2	현수미생물집축폭기방법	'02. 05. 30	36	03
31	덕산면	도전리	526-1		1	혐기여상집축폭기방법	'02. 07. 03	66	03
32	덕산면	선고리	1322	주택용	1	현수미생물집축폭기방법	'02. 06. 05	90	03
33	덕산면	선고리	1418-2	주택용	1	혐기여상집축폭기방법	'02. 07. 19	73.6	03
34	덕산면	선고리	5-3	생활용	1	호기성생물학적방법	'02. 05. 30	77	03
35	덕산면	성암리	501-21	근린생활	12	호기성집축폭기방법	'02. 05. 08	84.315	03
36	덕산면	월악리	729-1		10	현수미생물집축식	'97. 12. 27		03
37	덕산면	월악리	596		12	중공사막법	'00. 10. 31	3,371.64	03
38	덕산면	월악리	515-5	주택용	1	혐기여상집축방법	'02. 06. 19	164.71	03
39	덕산면	월악리	산1-1		18	현수미생물집축폭기방법	'02. 07. 30	56.1	03
40	수산면	고령리	299-1		25	현수미생물집축식	'98. 11. 14	979	02
41	수산면	내리	178-1		12	침전분리집축폭기	'98. 09. 08	203.15	02
42	수산면	능강리	산47		100	막분리식	'97. 06. 10	5,983	02
43	수산면	능강리	561-2	근린생활	4	현수미생물집축폭기	'02. 04. 01	165.07	02
44	수산면	대전리	554-3		1	현수미생물집축폭기방법	'02. 06. 15	84.78	02
45	수산면	도전리	159	주택용	1	현수미생물집축폭기방법	'02. 07. 25	114.92	02
46	수산면	수곡리	328-7	주택용	1.2	변형집축산화법	'02. 06. 26	75.35	02
47	수산면	수곡리	1345	주택용	1.2	변형집축산화법	'02. 06. 26	52.44	02
48	수산면	수곡리	326	주택용	2	현수미생물집축폭기방법	'02. 07. 12	111.24	02
49	수산면	수산리	349		20	침전분리집축폭기	'98. 11. 12	1,744.27	02
50	수산면	수산리	601-7		14	혐기,호기성처리	'99. 10. 14	1,161.53	02
51	수산면	수산리	142-1	근린생활	30	현수미생물집축식	'00. 05. 24	315.49	02
52	수산면	하천리	산24	근린생활	20	현수미생물집축식	'00. 10. 24	450.98	02
53	청풍면	교리	산10-9		1000X27	물리,화화,오존처리	'00. 08. 04	#####	01
54	청풍면	교리	산26		35	집축폭기	'01. 10. 20	334.65	01
55	청풍면	교리	산26	근린생활	14	현수미생물집축식	'01. 11. 03	88.56	01
56	청풍면	교리	29		12	호기성생물학적방법	'02. 07. 25	190.87	01
57	청풍면	도화리	22-27		6	현수미생물집축식	'01. 10. 30	340	01
58	청풍면	울태리	산6	학교용	8	현수미생물집축식	'98. 03. 24	133.7	01
59	청풍면	울태리	144-3		6	집축산화	'99. 07. 12	1,586.5	01
60	청풍면	울태리	109-26	근린생활	7	집축폭기	'00. 11. 01	105.66	01
61	청풍면	북진리	322		35(8)	현수미생물처리식	'98. 11. 12	200	01
62	청풍면	북진리	27		12	혐기성집축폭기식	'01. 12. 10		01
63	청풍면	신리	32	근린생활	5	혐기여상폭기식	'00. 11. 23	124.64	01
64	청풍면	화현리	산18-27		20	집축산화	'99. 07. 12	769.2	01
65	청풍면	화현리	268		10	현수미생물집축식	'99. 10. 29	186.71	01
66	청풍면	후산리	29-7		2	현수미생물집축폭기방법	'02. 06. 19	73.6	01
67	한수면	덕곡리	120		25	현수미생물집축식	'98. 11. 14	908	02
68	한수면	북평리	111		30	집축산화	'95. 05. 02	676	04
69	한수면	북평리	111외		30	현수미생물집축폭기방법	'02. 05. 24	712.272	04
70	한수면	송계리	산46-1		15	임호프	'92. 10. 10		04

<부록-5> 오수발생시설 현황(계속)

일련번호	면	리	지번	건축용도	처리용량	처리방법	준공검사일	건축연면적	소유역
71	한수면	송계리	753	학교용	8	집축산화	'98. 10. 31	3,844	04
72	한수면	송계리	693-1		30	집축폭기	'99. 12. 15	94.36	04
73	한수면	송계리	산152-2		14	집축폭기	'01. 06. 11	56.19	04
74	한수면	송계리	115		46	집축폭기	'01. 06. 11	46	04
75	한수면	송계리	743-9	근린생활	4	혐기여상폭기식	'01. 09. 08	116.03	04
76	한수면	송계리	282	주택용	15	현수미생물집축폭기	'01. 12. 28	1,178.35	04
77	한수면	탄지리	산74		60	임호프	'86. 11. 25		02
78	한수면	탄지리	401		100	집축산화	'99. 06. 22	2,033	02
79	한수면	탄지리	446	근린생활	8	혐기여상폭기식	'00. 08. 29	120	02
80	동량면	서운리	91-2	주택용	8	집축산화	'02. 09. 05	26	05
81	동량면	손동리	513-4	주택용	1	집축폭기	'02. 06. 17	10	05
82	동량면	손동리	551	근린생활	22	집축안정			05
83	동량면	손동리	651	근린생활	20	집축산화	'02. 09. 05	26	05
84	동량면	손동리	666-1	근린생활	20	현수미생물	'02. 09. 05	33	05
85	동량면	지동리	50-1	주택용	1	집축폭기	'02. 07. 11		05
86	동량면	하천리	156-4	근린생활	16	현수미생물	'02. 09.	33	05
87	동량면	하천리	421			회전원판	'92. 04. 16		05
88	동량면	하천리	487-3	근린생활	600	기타	'02. 01. 11	165	05
89	동량면	화암리	산11-12			현수미생물	'99. 06. 29		05
90	동량면	화암리	435	근린생활	350명기준	집축산화	'95. 07. 04	661	05
91	동량면	화암리	496		24	기타	'02. 03. 15		05
92	산척면	명서리	산31-11		8	현수미생물	'01. 05. 21		05
93	산척면	명서리	158-2		10	집축폭기			05
94	산척면	명서리	491		8	현수미생물	'01. 05. 21		05
95	산척면	명서리	493-7			집축산화	'97. 12. 04		05
96	산척면	명서리	611-14		1.2	기타	'02. 06. 21		05
97	산척면	명서리	730		2	기타	'02. 05. 08		05
98	산척면	명서리	111		1	폭기방법	'02. 05. 28		05
99	살미면	공이리	498-2		1	현수미생물	'02. 03. 25		04
100	살미면	공이리	5			장기폭기법	'94. 05. 04		04
101	살미면	내사리	267-3	근린생활	20	집축안정	'95.	33	04
102	살미면	내사리	268-7	근린생활	30	현수미생물	'02. 09. 04	33	04
103	살미면	내사리	568-2	근린생활	6	집축산화	'02. 09. 04	13	04
104	살미면	내사리	857-1	주택용		현수미생물	'02. 08	96	04
105	살미면	내사리	600-8	수련원	30인	현수미생물	'98. 11. 03	33	04
106	상모면	미륙리	279	주택용		현수미생물	'99. 12. 28		04
107	살미면	신당리	64	주택용	5인	집축폭기	'00. 06. 29	60	04
108	살미면	신당리	128			현수미생물	'02. 04. 19		04
109	살미면	신당리	533	근린생활	250	현수미생물	'99. 11. 17	628	04
110	살미면	신당리	15-1			장기폭기법	'99. 06. 02		04
111	살미면	재오개리	152-2	현장사무실	6	기타	'02. 06. 17	397	04
112	살미면	재오개리	418	주택용		현수미생물	'02. 07. 09	96	04
113	상모면	미륙리	157	휴게소		토양침투	'93. 05. 19	66	04
114	상모면	미륙리	172	근린생활	6	집축폭기	'00. 05. 25	33	04
115	상모면	미륙리	195			폭기방법	'99. 05. 04		04
116	상모면	미륙리	230	근린생활	6	현수미생물	'01. 06. 18	17	04
117	상모면	미륙리	168	양식업			'84.	1322	04

<부록-6> 폐수배출시설 현황

여 백

<부록-6> 폐수배출시설 현황

일련번호	면	리	지번	업종	종별	도업번호	소유역
100001	금성면	양화리	46-2	비금속광물분쇄물생산업	수질5종	제천069	01
100002	금성면	양화리	234번지5호	재생용금속가공원료	수질5종	제천069	01
100003	금성면	월림리	446-1	건강보조용 액화식품	수질5종	제천068	01
100004	덕산면	도전리	444번지5호	일반의원	수질5종	덕산037	03
100005	덕산면	성암리	산283-2	석제품제조업	수질5종	덕산037	03
100006	수산면	수산리	604	일반의원	수질5종	덕산027	02
100007	수산면	울지리	52-1	금속광업	수질5종	덕산017	02
100008	수산면	울지리	산49번지	기타비철금속제련,정련및	수질5종	덕산017	02
100009	청풍면	교리	3번지외	보험및 연금관련	수질5종	제천098	01
100010	청풍면	단리	9-4	곡물가공품제조업	수질5종	덕산017	01
100011	청풍면	물태리	133-2	식품첨가물제조업	수질5종	덕산007	01
100012	청풍면	용곡리	335-3	김치및유사채소절임식품	수질5종	덕산005	01

여 백

<부록-7> 주유소 현황

여 백

<부록-7> 주유소 현황

관정공번	업소명	읍면	동리	지번	허가일시	도업번호	소유역	비고
1	낙원주유소	금성면	월굴리	8-10	'91. 5. 10	제천087	01	
2	금성주유소	금성면	위림리	121-6	'90. 11. 14	제천078	01	
3	도기석유	덕산면	도기리	445-1	'97. 7. 12	덕산050	03	
4	성암주유소	덕산면	성암리	492	'96. 8. 10	덕산037	03	
5	신현주유소	덕산면	신현리	1546-2	'92. 10. 10	덕산035	03	
6	덕산주유소	덕산면	신현리	1658-89	'90. 6. 2	덕산037	03	
7	명보주유소	수산면	수곡리	1540	'87. 6. 5	덕산038	02	
8	팔경주유소	수산면	수산리	241-4	'90. 5. 3	덕산028	02	
9	오티주유소	수산면	오티리	618-7	'91. 2. 2	덕산027	02	
10	청풍주유소	청풍면	물태리	144-10	'85. 9. 14	덕산007	01	
11	월악주유소	한수면	탄지리	235	'89. 10. 20	덕산034	02	
12	(주)성신광업	산척면	명서리	73-1		제천073	05	자가주유소
13	국민주유소	살미면	내사리	268-7	'91.10.01	덕산031	04	
14	낙시터주유소	살미면	내사리	691-9	'93.04.	덕산041	04	

여 백

<부록-8> 쓰레기매립지 현황

여 백

<부록-8> 쓰레기매립지 현황

일련 번호	읍면	동리	지번	부지면적 (천㎡)	총매립량 (천㎡)	시작년도	종료년도	차수시설	도업번호	소유역	비고
1	덕산면	도전리	1457-1	2.0	14.9	88년 01월	99년 04월	설 치	덕산046	03	
2	청풍면	신리	산4-1	2.4	12.9	91년 01월	99년 04월	설 치	제천097	01	
3	한수면	탄지리	261	1.8	3.4	91년 01월	99년 04월	설 치	덕산034	02	
4	살미면	무릉리	산29-1	125	1,005	96년 10월	99년 04월	설 치	덕산032	04	

여 백

<부록-9> 시추공 및 관정 주상도 내역

여 백

<부록-9> 시추공 및 관정 주상도 내역

관정공번	시	면	리	지번	지구명	공번	개발년도	토사층 (m)	실트층 (m)	사층 (m)	사력층 (m)	혼전석 (m)	풍화암 (m)	연암 (m)	연암(확공) (m)	보통암 (m)	보통암(확공) (m)	시추심도 (m)	개발심도 (m)	대수층
400039	충주	살미	공이	323-3	공이1	W-1	1991	1.0	-	-	-	6.0	9.0	30.0		8.0		54.0	암반	
200092	제천	수산	오티	331	백들울1	W-1	1991	1.0	-	-	2.0	-	2.0	51.0		4.0		60.0	암반	
200116	제천	수산	적곡	1521	가마치	W-1	1994	4.0	-	-	-	-	2.0	6.0		48.0		60.0	암반	
200093	제천	수산	오티	455	오티	W-1	1994	1.0	-	-	3.0	-	2.0	42.0		82.0		130.0	암반	
100126	제천	청풍	도곡	93	도곡	W-1	1994	3.0	-	-	-	-	15.0	102.0		25.0		145.0	암반	
100013	제천	금성	구룡	75-1	구룡	W-1	1995	1.0	-	-	2.0	2.0	13.0	42.0		90.0		150.0	암반	
100125	제천	청풍	대류	129-2	대류	W-1	1995	1.0	-	-	-	3.0	24.0	53.0		89.0		170.0	암반	
100031	제천	금성	사곡	231-4	사곡	W-1	1995	2.0	-	-	-	2.0	8.0	35.0		100.0		147.0	암반	
200016	제천	수산	구곡	247	구곡	W-1	1995	1.0	-	-	-	3.0	17.0	45.0		109.0		175.0	암반	
200044	제천	수산	도전	50	도전	W-1	1996	2.0	-	-	-	-	2.0	65.0		41.0		110.0	암반	
100022	제천	금성	대장	149	금성	W-1	1996	1.0	-	-	3.0	-	7.0	42.0		47.0		100.0	암반	
100066	제천	금성	월림	411	금성	W-1	1996	1.0	-	-	2.0	-	12.0	25.0		52.0		92.0	암반	
100060	제천	금성	월림	648-1	금성	W-1	1996	1.0	-	-	2.0	-	13.0	35.0		41.0		92.0	암반	
100057	제천	금성	월굴	725	금성	W-1	1996	1.0	-	-	5.0	-	3.0	50.0		41.0		100.0	암반	
300010	제천	덕산	선고3	1343	선고	W-1	1997	11.0	-	-	1.0	-	5.0	82.0	-	29.0		128.0	암반	
200064	제천	수산	수산	239-2	수산	W-1	1997	17.0	-	-	1.0	-	6.0	64.0	-	40.0		128.0	암반	
200003	제천	수산	고명	323-4	고명	W-1	1997	17.0	-	-	1.0	-	6.0	72.0	-	-		96.0	암반	
200037	제천	수산	대전	214	뒤시골	W-1	1998	2.5	-	-	1.5	-	2.0	60.0		39.0		105.0	암반	
200132	제천	한수	덕곡	77-3	덕실	W-1	1998	3.0	-	-	-	-	6.0	75.0				84.0	암반	
200026	제천	수산	내리	376	윗말	W-1	1998	1.0	-	-	-	-	3.0	68.0				72.0	암반	
200115	제천	수산	적곡	156-1	적곡	W-1	1997	1.0	-	-	-	-	8.0	61.0		135.0		205.0	암반	
300050	제천	덕산	신현	1658-7	신현	W-1	1997	1.0	-	-	2.0	-	3.0	40.0		34.0		80.0	암반	
100150	제천	청풍	장선	191	장선	W-1	1997	2.0	-	-	-	-	22.0	72.0		104.0		200.0	암반	
400027	제천	한수	송계	807-2	별들	W-1	1998	2.0	-	-	-	-	6.0	128.0		14.0		150.0	암반	
300002	제천	덕산	도기	988	도기	W-1	1998	4.0	-	-	5.0	-	2.0	115.0		24.0		150.0	암반	
200032	제천	수산	능강	산6	능강	W-1	1998	2.0	-	-	5.0	-	18.0	75.0				100.0	암반	
300042	제천	덕산	신현	437	고분재	W-1	1998	3.0	-	-	4.5	-	0.5	92.0		86.0		186.0	암반	
400048	충주	살미	공이	351-1	공이동	B-1	1999	0.5	-	-	-	-	5.0	16.5		108.0		130.0	암반	
400046	충주	살미	공이	449-17	유촌1	B-1	1997	1.5	-	-	-	-	12.5	55.0		131.0		200.0	암반	
400045	충주	살미	공이	490-1	유촌2	B-1	1997	1.5	-	-	-	-	7.5	40.0		50.0		99.0	암반	
200038	제천	수산	대전	333-1	대전(1)	W-1	1998	2.0	-	-	5.0	-	3.0	58.0		82.0		150.0	암반	
200109	제천	수산	오티	160-2	매차골	W-1	1997	1.0	-	-	1.0	-	8.0	75.0	75.0	55.0	35.0	140.0	110.0	암반
200110	제천	수산	오티	201	매차골	W-2	1997	1.0	-	-	1.0	-	10.0	75.0	75.0	63.0	33.0	150.0	108.0	암반
300001	제천	덕산	도기	879	도기	W-1	2000	1.0	-	-	-	-	19.0	46.0		14.0		80.0	암반	
500048	충주	명서	산척	736-4	서대	B-1	2000	0.5	-	-	-	-	4.5	55.0		45.0		105.0	암반	
400050	충주	살미	내사	738-7	절골	W-1	2001	2.0	-	-	-	-	7.0	60.0	60.0	81.0	11.0	150.0	71.0	암반
300008	제천	덕산	선고1	450	선고1	W-1	2000	2.0	-	-	-	2.0	5.0	92.0	91.0	105.0	-	206.0	91.0	암반
400029	제천	한수	송계	825-1	한수문화	W-1	2000	1.0	-	-	-	-	6.0	57.0	57.0	41.0		105.0	57.0	암반
200040	제천	수산	대전2	689	대전2	W-1	2001	2.0	-	-	-	-	8.0	40.0	-	50.0	-		100.0	암반
100088	제천	금성	중전	260	큰말	W-1	2001	2.0	-	-	-	-	12.0	54.0		6.0			74.0	암반
300003	제천	덕산	도전	1120	웃광천	W-1	2001	1.0	-	-	3.0	-	3.0	57.0		30.0			94.0	암반

<부록-9> 시추공 및 관정 주상도 내역

관정공번	시	면	리	지번	지구명	공번	개발년도	토사층 (m)	실트층 (m)	사층 (m)	사력층 (m)	혼전석 (m)	풍화암 (m)	연암 (m)	연암(확공) (m)	보통암 (m)	보통암(확공) (m)	시추심도 (m)	개발심도 (m)	대수층
400003	제천	한수	송계	484	송계1	W-1	2001	2.0	-	-	-	5.0	5.0	60.0	60.0	58.0	6.0	130.0	66.0	암반
300015	제천	덕산	선고	1768	선고	W-1	2001	1.0	-	-	2.0	3.0	9.0	20.0	20.0	90.0	45.0	125.0	65.0	암반
500013	제천	동량	순동	742	음양	B-1	2001	0.5	-	-	-	-	3.0	58.5		88.0			150.0	암반
300030	제천	덕산	수산	1659-2	큰보뜰	W-1	2001	1.0	-	-	3.0	-	11.0	45.0		20.0			80.0	암반

<부록-10> 현장조사관정 내역

여 백

<부록-10> 현장조사관정 현황

관정공번	시	면	리	번지	표고 (m)	용도	세부용도	심도 (m)	관정구분	구경 (mm)	펌프 (Hp)	양수능력 (m ³ /일)	토출관직경 (mm)	도엽번호	소유역	지질기호
100001	제천시	금성면	구룡리	397	161.2	생활용	가정용	17	총적	40	0.5		40	제천077	01	bg
100002	제천시	금성면	구룡리	87-5	152.8	생활용	일반용	16	총적	40	0.5	17	16	제천077	01	bg
100003	제천시	금성면	구룡리	138	169.9	생활용	가정용	25	총적	40	0.5	20	23	제천077	01	bg
100004	제천시	금성면	구룡리	173-5	164.8	농업용	답작용	18	총적	50	1		17	제천077	01	bg
100005	제천시	금성면	구룡리	173-8	167.3	농업용	답작용	19	총적	50	1		16	제천078	01	bg
100006	제천시	금성면	구룡리	177	160.0	농업용	답작용	16	총적	50	1		15	제천077	01	bg
100007	제천시	금성면	구룡리	191-2	160.0	농업용	답작용	16	총적	50	1		15	제천077	01	bg
100008	제천시	금성면	구룡리	193-1	157.9	농업용	답작용	19	총적	50	1		16	제천077	01	bg
100009	제천시	금성면	구룡리	294	158.6	생활용	학교용	18	총적	25	0.5	30	20	제천077	01	bg
100010	제천시	금성면	구룡리	329-2	154.2	생활용	가정용	18	총적	40	0.5	20	16	제천077	01	bg
100011	제천시	금성면	구룡리	436-23	158.9	생활용	일반용	30	총적	50	0.3	60	20	제천077	01	bg
100012	제천시	금성면	구룡리	66-11	162.8	생활용	민방위용	54	총적	50	1	25	16	제천077	01	bg
100013	제천시	금성면	구룡리	75-1	146.1	생활용	상수도	150	암반	250	20	382	50	제천077	01	bg
100014	제천시	금성면	구룡리	67-3	148.3	생활용	일반용	48	총적	50	1	29	16	제천077	01	bg
100015	제천시	금성면	구룡리	71	145.2	생활용	일반용	47	총적	45	1	29	16	제천077	01	bg
100016	제천시	금성면	구룡리	86	155.1	생활용	일반용	30	총적	50	0.3	60	20	제천077	01	bg
100017	제천시	금성면	구룡리	90-10	151.3	생활용	가정용	25	총적	50	0.3	30	15	제천077	01	bg
100018	제천시	금성면	구룡리	189-1	158.6	농업용	전작용	18	총적	50	0.5			제천077	01	bg
100019	제천시	금성면	구룡리	163	168.4	농업용	전작용	20	총적	50	0.5			제천078	01	bg
100020	제천시	금성면	구룡리	162	159.5	농업용	전작용	22	총적	50	0.5			제천077	01	bg
100021	제천시	금성면	구룡리	10	177.9	농업용	전작용	22	총적	50	0.5			제천078	01	bg
100022	제천시	금성면	대장리	149	297.6	농업용	전작용	100	암반	250	10	240	50	제천080	01	ls
100023	제천시	금성면	대장리	83	282.5	생활용	가정용	14	총적	40	0.3	15	13	제천080	01	ls
100024	제천시	금성면	대장리	33-16	287.6	농업용	답작용	3	총적	40				제천080	01	do
100025	제천시	금성면	대장리	174-1	297.7	생활용	상수도	45	암반	200				제천080	01	do
100026	제천시	금성면	동막리	670	191.4	생활용	국군용	110	암반	200	7.5	150	50	제천069	01	bg
100027	제천시	금성면	동막리	851	219.4	생활용	국군용	110	암반	200	15	54	50	제천069	01	bg
100028	제천시	금성면	사곡리	162	165.9	농업용	전작용	20	총적	50	0.5		18	제천077	01	qa
100029	제천시	금성면	사곡리	27	177.5	농업용	전작용	19	총적	40	0.5		15	제천077	01	pg
100030	제천시	금성면	사곡리	283	170.0	농업용	답작용	19	총적	50	0.5		16	제천076	01	qa
100031	제천시	금성면	사곡리	231-4	167.8	생활용	상수도	147	암반	250	10	185	50	제천076	01	pg
100032	제천시	금성면	사곡리	287	176.7	생활용	가정용	16	총적	50	0.5		15	제천076	01	pg
100033	제천시	금성면	사곡리	434	178.1	생활용	가정용	30	총적	50	0.5	20	14	제천076	01	qa
100034	제천시	금성면	사곡리	464	194.2	생활용	가정용	29	총적	40	0.5	20	27	제천076	01	qa
100035	제천시	금성면	사곡리	332	169.2	농업용	답작용	19	총적	40				제천077	01	qa
100036	제천시	금성면	성내리	126	168.7	생활용	일반용	108	암반	200	5	80	40	제천088	01	kg

<부록-10> 현장조사관정 현황

관정공번	시	면	리	번지	표고 (m)	용도	세부용도	심도 (m)	관정구분	구경 (mm)	펌프 (Hp)	양수능력 (m ³ /일)	토출관직경 (mm)	도엽번호	소유역	지질기호
100037	제천시	금성면	성내리	163-4	166.8	생활용	일반용	160	암반	150	2	80	25	제천088	01	bg
100038	제천시	금성면	성내리	171-12	149.2	생활용	일반용	70	암반	150	1	50	16	제천088	01	bg
100039	제천시	금성면	성내리	185-3	217.1	생활용	학교용	150	암반	200	1	50	25	제천098	01	bg
100040	제천시	금성면	성내리	192	188.5	생활용	일반용	107	암반	200	1	90	25	제천098	01	bg
100041	제천시	금성면	성내리	51	165.4	농업용	양어장용	160	암반	150	1	90	25	제천088	01	bg
100042	제천시	금성면	성내리	52	157.3	생활용	기타	90	암반	150				제천088	01	bg
100043	제천시	금성면	성내리	산46-1	193.3	농업용	양어장용	90	암반	150	2	100	25	제천088	01	bg
100044	제천시	금성면	성내리	산46-1	185.2	농업용	양어장용	140	암반	150	3	90	25	제천088	01	bg
100045	제천시	금성면	양화리	216-6	174.9	농업용	답작용	13	층적	40				제천069	01	qa
100046	제천시	금성면	양화리	596-1	167.1	생활용	가정용	43	층적	50	0.5		18	제천079	01	qa
100047	제천시	금성면	양화리	375	175.5	생활용	가정용	19	층적	40	0.5	30	16	제천069	01	qa
100048	제천시	금성면	양화리	40	228.9	생활용	가정용	25	층적	50	0.5	40	15	제천079	01	lsi
100049	제천시	금성면	양화리	413-5	181.8	생활용	가정용	10	층적	40	0.5	25	16	제천069	01	bg
100050	제천시	금성면	양화리	49	190.7	생활용	상수도	82	암반	200	4.5	200	32	제천079	01	bg
100051	제천시	금성면	양화리	754	160.0	농업용	전작용	17	층적	25	0.5		15	제천078	01	bg
100052	제천시	금성면	양화리	635	162.8	생활용	학교용	50	층적	80	2	60	30	제천079	01	qa
100053	제천시	금성면	양화리	687	168.1	농업용	전작용	19	층적	40	0.5		18	제천079	01	bg
100054	제천시	금성면	양화리	164	211.2	생활용	기타	19	층적	40	0.5		17	제천079	01	do
100055	제천시	금성면	양화리	696-1	169.1	공업용	지방공단	85	암반	200	30	600	3	제천069	01	bg
100056	제천시	금성면	양화리	757-1	168.1	농업용	전작용	50	암반	200				제천069	01	bg
100057	제천시	금성면	월굴리	725	175.4	농업용	전작용	100	암반	250	10	240	50	제천077	01	sc
100058	제천시	금성면	월굴리	76-3	156.9	생활용	가정용	100	암반	150	1	50	16	제천087	01	kq
100059	제천시	금성면	월굴리	157	195.6	생활용	일반용	170	암반	200	1			제천088	01	sc
100060	제천시	금성면	월림1리	648-1	219.3	생활용	상수도	92	암반	250	10	192	50	제천067	01	bg
100061	제천시	금성면	월림2리	114-3	162.2	생활용	가정용	9	층적	50	0.5		16	제천078	01	bg
100062	제천시	금성면	월림2리	132	165.8	생활용	가정용	13	층적	40	0.5	20	16	제천078	01	bg
100063	제천시	금성면	월림2리	149	164.1	생활용	가정용	10	층적	40	0.5	20	9	제천078	01	bg
100064	제천시	금성면	월림2리	266	174.5	생활용	가정용	18	층적	50	0.5	20	17	제천078	01	qa
100065	제천시	금성면	월림2리	266-4	166.3	생활용	가정용	16	층적	50	0.5	20	15	제천078	01	bg
100066	제천시	금성면	월림2리	411	182.7	농업용	답작용	92	암반	250	10	170	50	제천068	01	bg
100067	제천시	금성면	월림2리	436	167.8	농업용	축산업용	120	암반	200	2	50	20	제천078	01	bg
100068	제천시	금성면	월림2리	446-1	165.7	생활용	일반용	60	암반	150	3	80	32	제천078	01	bg
100069	제천시	금성면	월림리	113-1	172.4	농업용	전작용	26	층적	40				제천068	01	qa
100070	제천시	금성면	위림리	161	189.4	생활용	가정용	10	층적	45	0.5	29	16	제천067	01	qa
100071	제천시	금성면	위림리	139-1	177.0	생활용	가정용	10	층적	40	0.5	20	9	제천078	01	qa
100072	제천시	금성면	위림리	140-18	169.1	생활용	가정용	8	층적	50	0.5	20	7	제천078	01	qa

<부록-10> 현장조사관정 현황

관정공번	시	면	리	번지	표고 (m)	용도	세부용도	심도 (m)	관정구분	구경 (mm)	펌프 (Hp)	양수능력 (m ³ /일)	토출관직경 (mm)	도엽번호	소유역	지질기호
100073	제천시	금성면	위림리	65-5	168.3	농업용	전작용	13	총적	50	0.5		12	제천078	01	bg
100074	제천시	금성면	위림리	17	158.6	농업용	답작용	30	총적	50	0.5			제천078	01	qa
100075	제천시	금성면	위림리	134-4	165.3	농업용	전작용	27	총적	50	0.5			제천078	01	qa
100076	제천시	금성면	위림리	41	181.1	농업용	답작용	25	총적	50	0.5			제천078	01	ls
100077	제천시	금성면	위림리	43-2	167.5	농업용	전작용	13	총적	50	0.5			제천078	01	bg
100078	제천시	금성면	위림리	43-1	162.9	농업용	답작용	32	총적	50	0.5			제천078	01	bg
100079	제천시	금성면	적덕리	93	165.3	생활용	가정용	20	총적	50	0.5	20	19	제천077	01	qa
100080	제천시	금성면	적덕리	140-1	160.9	생활용	가정용	21	총적	50	0.5	15	19	제천077	01	qa
100081	제천시	금성면	적덕리	180	172.2	생활용	가정용	20	총적	50	0.5		16	제천077	01	qa
100082	제천시	금성면	적덕리	209	155.3	농업용	양어장용	30	암반	200	1	300	50	제천077	01	bg
100083	제천시	금성면	적덕리	210	155.2	농업용	양어장용	30	암반	200	5	500	75	제천077	01	bg
100084	제천시	금성면	적덕리	220	166.0	생활용	가정용	20	총적	40	0.5	20	19	제천077	01	qa
100085	제천시	금성면	적덕리	217-1	153.3	농업용	답작용	20	총적	40	0.5			제천077	01	qa
100086	제천시	금성면	적덕리	10	156.0	농업용	답작용	25	총적	40				제천077	01	qa
100087	제천시	금성면	중전리	225-3	148.5	생활용	가정용	80	암반	150	0.5	20	13	제천078	01	ls
100088	제천시	금성면	중전리	260	178.9	농업용	기타	74	암반	250	7.5	216	50	제천088	01	pg
100089	제천시	금성면	중전리	475-4	165.5	농업용	전작용	10	총적	50				제천078	01	kq
100090	제천시	금성면	중전리	95-1	161.2	생활용	농업-생활겸용	12	총적	25	0.5			제천078	01	ls
100091	제천시	금성면	중전리	95-1	150.0	생활용	가정용	17	총적	50	0.5			제천078	01	ls
100092	제천시	금성면	중전리	259	171.6	생활용	가정용	50	암반	150	1			제천078	01	pg
100093	제천시	금성면	포전리	297	168.5	농업용	전작용	9	총적	50				제천079	01	ls
100094	제천시	금성면	포전리	328	186.2	생활용	가정용	150	암반	200	1	100	40	제천079	01	ls
100095	제천시	금성면	포전리	14-1	271.7	생활용	일반용	50	암반	200	3	90	32	제천089	01	ls
100096	제천시	금성면	활산리	425	156.3	농업용	답작용	19	총적	50	0.5		18	제천077	01	qa
100097	제천시	금성면	활산리	148	298.1	농업용	답작용	23	총적	40				제천076	01	bg
100098	제천시	금성면	활산리	167	306.1	생활용	가정용	20	총적	50	0.5	20	17	제천076	01	bg
100099	제천시	금성면	활산리	164-2	322.1	생활용	가정용	20	총적	50	0.5	20	9	제천076	01	bg
100100	제천시	금성면	활산리	262	291.1	농업용	전작용	19	총적	50	0.5	20	16	제천086	01	ls
100101	제천시	금성면	활산리	256	270.0	농업용	전작용	19	총적	40	0.5		18	제천076	01	ls
100102	제천시	금성면	활산리	271	236.4	생활용	가정용	10	총적	50	0.5	20	6	제천076	01	ls
100103	제천시	금성면	활산리	367	289.2	생활용	가정용	12	총적	40	0.5	20	11	제천076	01	sc
100104	제천시	금성면	활산리	478	348.4	생활용	가정용	19	총적	40	0.5		16	제천075	01	bg
100105	제천시	금성면	활산리	157	301.6	농업용	전작용	19	총적	40	0.5	20	11	제천076	01	bg
100106	제천시	금성면	활산리	86	250.0	농업용	축산업용	9	총적	45	0.5	21	16	제천076	01	ls
100107	제천시	금성면	활산리	207	328.8	생활용	가정용	4	총적	30	0.5			제천076	01	bg
100108	제천시	금성면	활산리	94	249.3	농업용	전작용	84	암반	250	5		50	제천076	01	ls

<부록-10> 현장조사관정 현황

관정공번	시	면	리	번지	표고 (m)	용도	세부용도	심도 (m)	관정구분	구경 (mm)	펌프 (Hp)	양수능력 (m ³ /일)	토출관직경 (mm)	도엽번호	소유역	지질기호
100109	제천시	청풍면	계산리	185-10	151.7	생활용	가정용	80	암반	150	1			제천096	01	ls
100110	제천시	청풍면	계산리	185-12	149.9	생활용	가정용	92	암반	200				제천096	01	ls
100111	제천시	청풍면	교리리	산10-21	167.4	생활용	일반용	252	암반	200	30	391	65	제천098	01	ls
100112	제천시	청풍면	교리리	산10-8	156.7	생활용	일반용	205	암반	200	50	1142	65	제천098	01	bg
100113	제천시	청풍면	교리리	225	166.3	생활용	일반용	204	암반	200	20	348	65	제천097	01	ls
100114	제천시	청풍면	교리리	66	164.1	생활용	일반용	254	암반	200	15	263	65	제천098	01	ls
100115	제천시	청풍면	교리리	산9	161.5	생활용	일반용	286	암반	200	30	495	65	제천098	01	bg
100116	제천시	청풍면	교리리	산9	174.5	생활용	일반용	200	암반	200	30	469	65	제천098	01	ls
100117	제천시	청풍면	교리리	산14-5	400.8	생활용	농업-생활겸용	70	암반	200				제천099	01	bg
100118	제천시	청풍면	교리리	산14-5	400.9	농업용	축산업용	120	암반	150	2	70	32	제천099	01	bg
100119	제천시	청풍면	교리리	산15-9	219.8	생활용	일반용	50	암반	200	1	60	15	제천098	01	bg
100120	제천시	청풍면	교리리	산26	207.7	생활용	일반용	170	암반	200	3	80	40	제천098	01	bg
100121	제천시	청풍면	단리	79-1	158.3	생활용	기타	100	암반	200	1	70	25	덕산017	01	ls
100122	제천시	청풍면	단리	164	149.2	생활용	상수도	158	암반	200	10	265	50	덕산017	01	ls
100123	제천시	청풍면	단리	14-1,15	155.7	농업용	전작용	158	암반	250	10	175	50	덕산017	01	ls
100124	제천시	청풍면	대류리	137	150.9	농업용	전작용	60	암반	250	10	320	75	덕산006	01	qo
100125	제천시	청풍면	대류리	129-2	157.3	생활용	상수도	170	암반	250	10	205	50	덕산006	01	ls
100126	제천시	청풍면	도곡리	135-7	159.6	농업용	전작용	145	암반	250	10	150	50	덕산006	01	qo
100127	제천시	청풍면	물태리	299	170.5	농업용	양어장용	100	암반	200	1	45	30	덕산007	01	ls
100128	제천시	청풍면	물태리		147.9	생활용	간이상수도	200	암반	200	25	360	50	제천097	01	ls
100129	제천시	청풍면	물태리		147.5	생활용	간이상수도	200	암반	200	25	360	50	제천097	01	ls
100130	제천시	청풍면	물태리	135	170.0	농업용	양어장용	80	암반	100	1			덕산007	01	ls
100131	제천시	청풍면	물태리	136-2	170.1	농업용	양어장용	100	암반	150	1			덕산007	01	ls
100132	제천시	청풍면	북진리	14-2	160.3	생활용	상수도	56	암반	200	15	150	75	제천098	01	ls
100134	제천시	청풍면	신리	155	168.1	생활용	상수도	120	암반	250	10	20	50	제천097	01	ls
100135	제천시	청풍면	신리	182	155.8	생활용	가정용	27	층적	50	0.3	20	23	덕산007	01	ls
100136	제천시	청풍면	신리	53-4	156.1	생활용	가정용	80	암반	200	5	15	5	덕산007	01	ls
100137	제천시	청풍면	신리	73	156.3	생활용	상수도	80	암반	200	5	70	40	덕산007	01	ls
100139	제천시	청풍면	실리곡리	29	165.1	생활용	상수도	70	암반	250	5			덕산018	01	ls
100140	제천시	청풍면	양평리	7	166.2	농업용	35	32	층적	50	0.5	30	15	제천095	01	ls
100141	제천시	청풍면	양평리	9-1	148.6	생활용	상수도	160	암반	200	5	200	32	제천095	01	ls
100142	제천시	청풍면	연곡리	195	148.1	생활용	상수도	60	암반	100	1	80	50	제천097	01	ls
100143	제천시	청풍면	연곡리	230-7	153.4	농업용	전작용	130	암반	250	10	180	50	제천097	01	ls
100144	제천시	청풍면	연론리	314	152.4	생활용	상수도	50	암반	200	3	60	50	덕산016	01	do
100145	제천시	청풍면	연론리	419	196.9	농업용	전작용	180	암반	250	10	180	50	덕산016	01	ls
100146	제천시	청풍면	장선리	104-3	199.2	생활용	기타	80	암반	100	1	80	35	제천074	01	sc

<부록-10> 현장조사관정 현황

관정공번	시	면	리	번지	표고 (m)	용도	세부용도	심도 (m)	관정구분	구경 (mm)	펌프 (Hp)	양수능력 (m³/일)	토출관직경 (mm)	도엽번호	소유역	지질기호
100147	제천시	청풍면	장선리	18	199.8	생활용	가정용	5	총적	50	0.5	20	15	제천075	01	ls
100148	제천시	청풍면	장선리	334	249.5	생활용	가정용	5	총적	40	0.5	20	4	제천074	01	ls
100149	제천시	청풍면	장선리	72-1	171.6	생활용	가정용	30	암반	200	1	20	15	제천085	01	ls
100150	제천시	청풍면	장선리	191	235.7	생활용	상수도	200	암반	250	5	150	50	제천074	01	ls
100151	제천시	청풍면	학현리	259	380.5	농업용	전작용	8	총적	50	3	180	50	제천100	01	bg
100152	제천시	청풍면	학현리	268	344.6	생활용	일반용	80	암반	100	1	80	15	제천100	01	bg
100153	제천시	청풍면	학현리	270-1	339.9	생활용	일반용	40	암반	100	0.5	20	16	제천100	01	bg
100154	제천시	청풍면	학현리	282	294.6	농업용	기타	70	암반	150	1.5	70	40	제천099	01	bg
100155	제천시	청풍면	학현리	315	239.4	농업용	전작용	60	암반	100	3	160	50	제천099	01	bg
100156	제천시	청풍면	학현리	321	234.8	생활용	상수도	80	암반	150	1	30	40	제천099	01	bg
100157	제천시	청풍면	학현리	330	236.0	생활용	가정용	100	암반	140	1	20	18	제천099	01	bg
100158	제천시	청풍면	학현리	333	226.7	생활용	가정용	60	암반	125	1	20	15	제천099	01	bg
100159	제천시	청풍면	학현리	337	232.9	생활용	가정용	60	암반	140	1	20	15	제천099	01	bg
100160	제천시	청풍면	학현리	361	229.3	생활용	가정용	110	암반	140	1	20	20	제천099	01	bg
100161	제천시	청풍면	학현리	374	215.9	생활용	가정용	60	암반	100	1	30	16	제천099	01	bg
100162	제천시	청풍면	학현리	425-1	338.4	생활용	가정용	20	총적	50	1	20	20	제천098	01	bg
100163	제천시	청풍면	학현리	440	228.2	생활용	가정용	60	암반	140	1		40	제천099	01	bg
100164	제천시	청풍면	학현리	산18	335.6	생활용	학교용	80	암반	100	3	60	40	제천100	01	bg
100165	제천시	청풍면	학현리	255	377.5	농업용	전작용	120	암반	250	10	200	50	제천100	01	bg
100166	제천시	청풍면	학현리	223-5	457.5	농업용	원예용	70	암반	100	1			제천100	01	kq
100167	제천시	청풍면	학현리	339	227.6	생활용	가정용	60	암반	150	1			제천099	01	bg
100168	제천시	청풍면	학현리	321	238.1	생활용	일반용	60	암반	150	0.5			제천099	01	bg
100169	제천시	청풍면	학현리	395	204.9	생활용	기타	50	암반	150				제천099	01	bg
100171	제천시	청풍면	학현리	393	203.7	생활용	가정용	100	암반	100	0.5			제천099	01	bg
200001	제천시	수산면	계란리	189	175.6	생활용	가정용	15	총적	50	0.5	20	20	덕산040	02	qa
200002	제천시	수산면	고명리	242	153.6	생활용	가정용	13	총적	30	0.5	20	11	덕산016	02	do
200003	제천시	수산면	고명리	323-4	157.3	농업용	답작용	96	암반	250	5	20	50	덕산017	02	do
200004	제천시	수산면	고명리	237	159.3	생활용	일반용	18	총적	30	1	26	24	덕산016	02	qa
200005	제천시	수산면	고명리	39	198.4	생활용	일반용	60	암반	150	1	60	25	덕산027	02	do
200006	제천시	수산면	고명리	519	167.0	생활용	가정용	6	총적	15	0.5	20	10	덕산016	02	qa
200007	제천시	수산면	고명리	62	161.3	생활용	농업-생활겸용	19	총적	25				덕산017	02	ls
200008	제천시	수산면	고명리	67	168.2	생활용	가정용	6	총적	25	0.5	20	20	덕산017	02	ls
200009	제천시	수산면	고명리	239-1	154.0	생활용	가정용	6	총적	30	0.5			덕산016	02	qa
200010	제천시	수산면	고명리	229-1	153.2	생활용	상수도	100	암반	200				덕산016	02	do
200011	제천시	수산면	괴곡리	35	168.0	생활용	일반용	168	암반	150	1.5	21	24	덕산030	02	ls
200012	제천시	수산면	괴곡리	77-1	147.2	생활용	일반용	100	암반	150	2	100	25	덕산030	02	ls

<부록-10> 현장조사관정 현황

관정공번	시	면	리	번지	표고 (m)	용도	세부용도	심도 (m)	관정구분	구경 (mm)	펌프 (Hp)	양수능력 (m³/일)	토출관직경 (mm)	도엽번호	소유역	지질기호
200013	제천시	수산면	괴곡리	204	161.4	생활용	가정용	19	층적	40	0.5			덕산030	02	ls
200014	제천시	수산면	괴곡리	206	157.2	생활용	가정용	80	암반	150	2			덕산030	02	ls
200015	제천시	수산면	구곡리	125-1	176.2	농업용	답작용	73	암반	150				덕산028	02	do
200016	제천시	수산면	구곡리	247	176.9	생활용	상수도	175	암반	250	10		50	덕산028	02	do
200017	제천시	수산면	구곡리	247	176.1	생활용	상수도	78	암반	250	10		50	덕산028	02	do
200018	제천시	수산면	내리	168	249.2	생활용	가정용	94	암반	200	3	300	50	덕산038	02	ls
200019	제천시	수산면	내리	220-1	179.2	생활용	가정용	24	층적	50	0.3	20	20	덕산028	02	qa
200020	제천시	수산면	내리	220-2	181.1	생활용	가정용	20	층적	50	0.3	20	15	덕산028	02	qa
200021	제천시	수산면	내리	238	187.7	생활용	가정용	9	층적	50	0.3	20	8	덕산028	02	ls
200022	제천시	수산면	내리	245-1	195.5	생활용	가정용	9	층적	50	0.5	20	8	덕산028	02	do
200023	제천시	수산면	내리	278	151.2	생활용	가정용	6	층적	30	0.2	15	5	덕산022	02	och
200024	제천시	수산면	내리	273	192.1	생활용	가정용	5	층적	50	0.5		20	덕산028	02	qa
200025	제천시	수산면	내리	296	195.2	생활용	가정용	8	층적	30	0.5	20	11	덕산028	02	qa
200026	제천시	수산면	내리	376	211.5	농업용	답작용	72	암반	250	10	180	50	덕산028	02	do
200027	제천시	수산면	내리	380	188.9	생활용	가정용	7	층적	50	0.5			덕산028	02	ls
200028	제천시	수산면	내리	275	187.2	생활용	가정용	10	층적	30	0.5			덕산028	02	qa
200029	제천시	수산면	내리	234	180.9	생활용	가정용	10	층적	40	0.5			덕산028	02	qa
200030	제천시	수산면	능강리	산28	149.4	생활용	가정용	55	암반	150	2	397	80	덕산008	02	ls
200031	제천시	수산면	능강리	산35-1	143.0	생활용	일반용	62	암반	150				덕산008	02	ls
200032	제천시	수산면	능강리	산6	156.2	생활용	상수도	100	암반	250	10	100	50	덕산018	02	ls
200033	제천시	수산면	다불리	136	297.4	생활용	가정용	3	층적	16	0.5	20	15	덕산029	02	do
200034	제천시	수산면	다불리	209	364.4	생활용	가정용	2	층적	16	0.5	20	15	덕산029	02	ls
200035	제천시	수산면	다불리	204	342.3	생활용	가정용	3	층적	16	0.5	15	6	덕산029	02	do
200036	제천시	수산면	대전리	178	234.7	생활용	상수도	80	암반	200	1	200	32	덕산040	02	ls
200037	제천시	수산면	대전리	214	230.6	농업용	전작용	105	암반	250	20	160	50	덕산040	02	bg
200038	제천시	수산면	대전리	333-1	155.0	농업용	답작용	150	암반	250	20	197	50	덕산016	02	do
200039	제천시	수산면	대전리	390	247.9	생활용	상수도	70	암반	150	3	50	24	덕산050	02	ls
200040	제천시	수산면	대전리	689	260.2	농업용	답작용	100	암반	250	10			덕산050	02	ls
200041	제천시	수산면	대전리	533	157.2	생활용	상수도	87	암반	200	5			덕산016	02	kq
200042	제천시	수산면	대전리	204	339.1	생활용	가정용	2	우물	1000				덕산029	02	do
200043	제천시	수산면	도전리	192-3	171.8	생활용	가정용	7	층적	50	3	24	24	덕산018	02	ls
200044	제천시	수산면	도전리	50	160.2	농업용	답작용	110	암반	250	5	205	50	덕산018	02	ls
200046	제천시	수산면	도전리	45	189.5	농업용	답작용	5	층적	50				덕산018	02	ls
200047	제천시	수산면	상천리	산30-1	172.9	생활용	상수도	150	암반	250	3	80	40	덕산030	02	bg
200049	제천시	수산면	서곡리	249	196.5	생활용	가정용	10	층적	30	0.5	20	13	덕산018	02	ls
200050	제천시	수산면	서곡리	219-2	178.3	생활용	가정용	260	암반	150	5	20	13	덕산018	02	ls

<부록-10> 현장조사관정 현황

관정공번	시	면	리	번지	표고 (m)	용도	세부용도	심도 (m)	관정구분	구경 (mm)	펌프 (Hp)	양수능력 (m ³ /일)	토출관직경 (mm)	도엽번호	소유역	지질기호
200051	제천시	수산면	수곡1리	1325-1	254.4	생활용	상수도	120	암반	250	5	150	50	덕산038	02	bg
200052	제천시	수산면	수곡리	1239	261.8	생활용	가정용	12	충적	20	0.5	20	16	덕산039	02	ls
200053	제천시	수산면	수곡리	1506	276.0	생활용	농업-생활겸용	220	암반	200	5	50	25	덕산038	02	ls
200054	제천시	수산면	수곡리	429-2	234.8	생활용	상수도	5	충적	40	2	10	50	덕산039	02	ls
200055	제천시	수산면	수리	42	251.6	생활용	농업-생활겸용	65	충적	70	0.5		14	덕산040	02	ls
200057	제천시	수산면	수산1리	622	181.9	생활용	가정용	13	충적	30	0.5	20	20	덕산028	02	qa
200058	제천시	수산면	수산1리	377-3	160.0	공업용	기타	120	암반	250	3	250	50	덕산028	02	do
200059	제천시	수산면	수산1리	602	170.6	생활용	가정용	4	충적	30	0.5	20	20	덕산028	02	qa
200060	제천시	수산면	수산1리	604-3	172.0	생활용	가정용	5	충적	30	0.5	21	24	덕산028	02	qa
200061	제천시	수산면	수산1리	609	166.4	생활용	학교용	95	암반	200	3	200	50	덕산028	02	ls
200062	제천시	수산면	수산1리	614-1	168.2	생활용	가정용	28	충적	30	0.5	20	20	덕산028	02	qa
200063	제천시	수산면	수산1리	385	179.4	생활용	가정용	15	충적	30	0.5			덕산028	02	qa
200064	제천시	수산면	수산1리	239-2	155.1	농업용	답작용	128	암반	250	10		50	덕산028	02	do
200065	제천시	수산면	수산1리	591	178.6	생활용	가정용	19	충적	40	0.5			덕산028	02	qa
200066	제천시	수산면	수산1리	622-5	171.9	생활용	가정용	6	충적	30	0.5			덕산028	02	qa
200067	제천시	수산면	수산리	235-2	155.4	농업용	양어장용	15	암반	200	5	250	80	덕산028	02	do
200068	제천시	수산면	수산리	254-2	156.9	농업용	양어장용	40	암반	200	3	150	50	덕산028	02	do
200069	제천시	수산면	수산리	254-1	155.1	농업용	양어장용	40	암반	200	2	200	50	덕산028	02	do
200070	제천시	수산면	수산리	254-2	152.4	농업용	양어장용	40	암반	200	0.5	150	50	덕산028	02	do
200071	제천시	수산면	수산리	산28	155.1	생활용	가정용	100	암반	150	2	90	25	덕산029	02	do
200072	제천시	수산면	수산리	588	173.7	생활용	일반용	50	암반	150	0.5	28	24	덕산028	02	ls
200073	제천시	수산면	수산리	597-9	174.6	생활용	가정용	6	충적	30	0.5	19	24	덕산028	02	qa
200074	제천시	수산면	수산리	594-5	178.6	생활용	가정용	5	충적	30	0.5	21	24	덕산028	02	ls
200075	제천시	수산면	수산리	602-9	174.6	생활용	가정용	10	충적	30	0.5	21	24	덕산028	02	qa
200076	제천시	수산면	수산리	622-21	173.0	생활용	가정용	20	충적	30	0.5	20	10	덕산028	02	qa
200077	제천시	수산면	수산리	710-7	184.4	생활용	상수도	69	암반	100	12.5	200	50	덕산028	02	ls
200078	제천시	수산면	수산리	49	199.5	생활용	상수도	100	암반	250	10		50	덕산027	02	ls
200079	제천시	수산면	수산리	609-20	171.3	생활용	가정용	10	충적	30	0.5			덕산028	02	qa
200080	제천시	수산면	수산리	668	237.5	생활용	상수도	90	암반	200	10			덕산039	02	ls
200081	제천시	수산면	수산리	598	367.3	생활용	가정용	19	충적	40	0.5			덕산038	02	do
200082	제천시	수산면	오티리	230-1	229.6	생활용	가정용	9	충적	30	0.5	15	17	덕산027	02	ls
200083	제천시	수산면	오티리	528	240.0	생활용	가정용	21	충적	50	0.5	20	19	덕산027	02	ls
200084	제천시	수산면	오티리	219	218.9	생활용	가정용	30	충적	50	0.5	25	24	덕산027	02	ls
200085	제천시	수산면	오티리	231-5	228.1	생활용	가정용	5	충적	30	0.5	20	16	덕산027	02	ls
200086	제천시	수산면	오티리	243-1	228.3	생활용	가정용	4	충적	30	0.5	28	25	덕산027	02	ls
200087	제천시	수산면	오티리	222	223.8	생활용	가정용	9	충적	30	0.3	15	11	덕산027	02	qa

<부록-10> 현장조사관정 현황

관정공번	시	면	리	번지	표고 (m)	용도	세부용도	심도 (m)	관정구분	구경 (mm)	펌프 (Hp)	양수능력 (m ³ /일)	토출관직경 (mm)	도엽번호	소유역	지질기호
200088	제천시	수산면	오티리	223-2	225.2	생활용	가정용	12	총적	30	0.5	20	20	덕산027	02	qa
200089	제천시	수산면	오티리	592-1	217.9	생활용	가정용	10	총적	20	1	20	24	덕산027	02	qa
200090	제천시	수산면	오티리	596-1	218.3	생활용	가정용	12	총적	30	0.5	21	24	덕산027	02	qa
200091	제천시	수산면	오티리	588-1	218.1	생활용	가정용	12	총적	30	0.5	21	24	덕산027	02	qa
200092	제천시	수산면	오티리	331	207.3	농업용	답작용	60	암반	250	10	301	75	덕산027	02	ls
200093	제천시	수산면	오티리	455	230.0	농업용	전작용	130	암반	250	10	412	50	덕산027	02	ls
200094	제천시	수산면	오티리	616-2	217.2	생활용	가정용	16	총적	30	0.5	21	24	덕산027	02	qa
200095	제천시	수산면	오티리	564	236.5	생활용	가정용	8	총적	30	0.5	20	16	덕산027	02	ls
200096	제천시	수산면	오티리	255	239.9	생활용	가정용	16	총적	30	0.5	20	15	덕산027	02	ls
200097	제천시	수산면	오티리	566	238.1	생활용	가정용	24	총적	50	0.3	20	20	덕산027	02	ls
200098	제천시	수산면	오티리	555	228.3	생활용	가정용	10	총적	25	0.5	25	13	덕산027	02	ls
200099	제천시	수산면	오티리	641	229.4	생활용	가정용	7	총적	30	0.5	20	15	덕산027	02	ls
200100	제천시	수산면	오티리	578	229.1	생활용	가정용	9	총적	30	0.5	20	20	덕산027	02	ls
200101	제천시	수산면	오티리	580-1	227.9	생활용	가정용	6	총적	30	0.5	15	15	덕산027	02	ls
200102	제천시	수산면	오티리	561	230.0	생활용	가정용	10	총적	30	0.3	20	15	덕산027	02	ls
200103	제천시	수산면	오티리	618-1	220.0	생활용	가정용	100	암반	200	2	20	20	덕산027	02	do
200104	제천시	수산면	오티리	618-7	219.2	생활용	일반용	80	암반	150	1	70	25	덕산027	02	do
200105	제천시	수산면	오티리	631-1	236.6	공업용	자유입지업체	120	암반	150	1	80	25	덕산027	02	do
200106	제천시	수산면	오티리	652	239.7	생활용	가정용	10	총적	30	0.5	20	20	덕산027	02	ls
200107	제천시	수산면	오티리	650	241.1	생활용	가정용	12	총적	30	0.5	20	10	덕산027	02	ls
200108	제천시	수산면	오티리	223-2	226.3	공업용	일반용	12	총적	30	0.5			덕산027	02	ls
200109	제천시	수산면	오티리	160-2	229.8	농업용	전작용	140	암반	250	10		50	덕산027	02	ls
200110	제천시	수산면	오티리	201	228.7	농업용	전작용	150	암반	250	10		50	덕산027	02	ls
200111	제천시	수산면	오티리	224	227.4	농업용	답작용	3.3	우물	1000				덕산027	02	ls
200112	제천시	수산면	오티리	331	206.9	농업용	답작용	2.85	우물	1000				덕산027	02	qa
200113	제천시	수산면	원대리	122	149.3	생활용	상수도	136	암반	150	5			덕산029	02	ls
200114	제천시	수산면	적곡리	1169-1	230.4	생활용	가정용	7	총적	30	1.5	1	25	덕산039	02	qa
200115	제천시	수산면	적곡리	156-1	275.5	생활용	상수도	205	암반	250	10	150	50	덕산038	02	ls
200116	제천시	수산면	적곡리	1521	254.3	농업용	전작용	60	암반	250	10	345	50	덕산038	02	ls
200117	제천시	수산면	전곡리	114	228.7	생활용	가정용	2	총적	16	0.5	20	9	덕산029	02	do
200118	제천시	수산면	전곡리	166	216.4	생활용	가정용	8	총적	30	0.5	20	8	덕산028	02	do
200119	제천시	수산면	전곡리	167-2	205.9	생활용	가정용	7	총적	30	0.5	20	7	덕산028	02	do
200120	제천시	수산면	전곡리	170	211.4	생활용	가정용	2	총적	16	0.5	20	15	덕산028	02	do
200121	제천시	수산면	전곡리	170	214.3	생활용	가정용	4	총적	16	0.5	15	7	덕산028	02	do
200122	제천시	수산면	전곡리	170-1	219.5	생활용	가정용	4	총적	16	0.5	20	7	덕산028	02	do
200123	제천시	수산면	전곡리	170-3	221.1	생활용	가정용	3	총적	16	0.5	20	9	덕산028	02	do
200124	제천시	수산면	전곡리	250	210.3	생활용	가정용	11	총적	30	0.5	20	9	덕산028	02	do

<부록-10> 현장조사관정 현황

관정공번	시	면	리	번지	표고 (m)	용도	세부용도	심도 (m)	관정구분	구경 (mm)	펌프 (Hp)	양수능력 (m³/일)	토출관직경 (mm)	도엽번호	소유역	지질기호
200125	제천시	수산면	전곡리	212-2	215.6	생활용	가정용	19	충적	40	0.5		8	덕산028	02	do
200126	제천시	수산면	지곡리	252	156.9	생활용	상수도	82	암반	200	10	200	50	덕산018	02	ls
200127	제천시	수산면	하천리	산24-2	162.5	생활용	가정용	150	암반	150	1	80	20	덕산019	02	ls
200128	제천시	수산면	하천리	산40-2	168.9	농업용	답작용	100	암반	200	3	200	50	덕산020	02	bg
200129	제천시	한수면	덕곡리	120	194.2	생활용	가정용	80	암반	175	2	90	32	덕산026	02	ls
200130	제천시	한수면	덕곡리	307	168.5	생활용	가정용	30	충적	50	0.5	20	20	덕산026	02	qa
200131	제천시	한수면	덕곡리	54	217.9	생활용	가정용	2	충적	40	0.5	20	16	덕산026	02	ls
200132	제천시	한수면	덕곡리	77-3	198.6	농업용	답작용	84	암반	250	10	151	50	덕산026	02	ls
200133	제천시	한수면	덕곡리	160	175.0	생활용	상수도	73	암반	200	10			덕산026	02	ls
200134	제천시	한수면	덕곡리	632-3	149.4	생활용	상수도	120	암반	250	10		50	덕산025	02	ocp
200136	제천시	한수면	덕곡리	634-4	145.4	생활용	가정용	2	우물	1000				덕산025	02	qa
200137	제천시	한수면	덕곡리	282	165.0	농업용	전작용	2.7	우물	1300				덕산026	02	qa
200138	제천시	한수면	덕곡리	553	187.5	생활용	상수도	55	암반	150				덕산025	02	ocp
200139	제천시	한수면	탄지리	135	148.9	생활용	가정용	55	암반	150	0.5	25	16	덕산035	02	sc
200140	제천시	한수면	탄지리	219-2	144.5	생활용	상수도	100	암반	150	5	90	50	덕산034	02	sc
200141	제천시	한수면	탄지리	401	152.9	생활용	기타	150	암반	200	2	1200	40	덕산034	02	sc
200142	제천시	한수면	탄지리	403	150.0	생활용	기타	100	암반	200	2	120	40	덕산034	02	sc
200143	제천시	한수면	탄지리	465-16	171.2	생활용	상수도	100	암반	200	3	200	20	덕산034	02	sc
300001	제천시	덕산면	도기리	879	454.3	농업용	답작용	80	암반	250	3	140	40	덕산059	03	ls
300002	제천시	덕산면	도기리	988	432.4	생활용	농업-생활겸용	160	암반	250	3	180	50	덕산059	03	ls
300003	제천시	덕산면	도전리	1120	228.8	생활용	답작용	94	암반	250	5			덕산047	03	lsi
300004	제천시	덕산면	도전리	1467	235.8	생활용	일반용	100	암반	100	1			덕산036	03	ls
300005	제천시	덕산면	삼전리	1217	258.7	생활용	상수도	150	암반	200	5	200	40	덕산047	03	ls
300006	제천시	덕산면	삼전리	1409	258.5	농업용	답작용	13	충적	50				덕산046	03	ls
300007	제천시	덕산면	삼전리	117-1	276.2	농업용	답작용	8	충적	50				덕산047	03	ls
300008	제천시	덕산면	선고1리	450	384.6	생활용	상수도	206	암반	250	5	150	50	덕산049	03	ls
300009	제천시	덕산면	선고2리	1095-20	303.6	농업용	답작용	148	암반	250	0.5	30	40	덕산048	03	bg
300010	제천시	덕산면	선고3리	1343	330.0	생활용	상수도	128	암반	250	10		50	덕산048	03	ls
300012	제천시	덕산면	선고리	1162	303.8	생활용	일반용	140	암반	250	0.5	50	16	덕산048	03	ls
300013	제천시	덕산면	선고리	754	363.4	생활용	가정용	20	충적	30	0.5	20	18	덕산048	03	ls
300014	제천시	덕산면	선고리	1416	363.5	생활용	가정용	9	충적	30	0.5	20	16	덕산048	03	ls
300015	제천시	덕산면	선고리	1768	338.6	농업용	양어장용	66	암반	250	5	360	50	덕산049	03	ls
300016	제천시	덕산면	선고리	282	354.5	생활용	가정용	20	충적	30	0.5	20	18	덕산049	03	qa
300017	제천시	덕산면	선고리	644	349.1	농업용	원예용	100	암반	250	0.5	30	16	덕산049	03	ls
300018	제천시	덕산면	선고리	744	343.3	생활용	상수도	158	암반	250	20	336	50	덕산049	03	ls
300019	제천시	덕산면	선고리	95	349.0	생활용	가정용	4	충적	35	0.5	20	21	덕산049	03	ls
300020	제천시	덕산면	성내리	440-15	275.9	생활용	기타	15	충적	25	0.5	4	20	덕산037	03	ls

<부록-10> 현장조사관정 현황

관정공번	시	면	리	번지	표고 (m)	용도	세부용도	심도 (m)	관정구분	구경 (mm)	펌프 (Hp)	양수능력 (m³/일)	토출관직경 (mm)	도엽번호	소유역	지질기호
300021	제천시	덕산면	성암리	174-4	278.9	생활용	기타	80	암반	100	1	1.5	40	덕산037	03	do
300022	제천시	덕산면	성암리	333-2	259.4	농업용	전작용	8	층적	100				덕산037	03	qa
300023	제천시	덕산면	성암리	479	260.1	생활용	일반용	17	층적	35	1	3	20	덕산037	03	qa
300024	제천시	덕산면	성암리	501-5	279.1	생활용	일반용	40	층적	50	1	2.5	25	덕산036	03	ls
300025	제천시	덕산면	성암리	664-2	257.8	생활용	기타	25	층적	30	1	2.5	25	덕산037	03	qa
300026	제천시	덕산면	성암리	714	232.4	농업용	양어장용	35	암반	100	2	500	50	덕산027	03	ls
300027	제천시	덕산면	성암리	714-31	257.3	농업용	양어장용	100	암반	300	3	500	75	덕산037	03	do
300028	제천시	덕산면	성암리	714-32	257.3	농업용	양어장용	100	암반	200	5	864	75	덕산037	03	do
300029	제천시	덕산면	성암리	714	259.7	농업용	양어장용	7	우물	1000				덕산037	03	do
300030	제천시	덕산면	수산2리	1659-2	169.3	농업용	답작용	80	암반	250	5	126	50	덕산035	03	mz
300031	제천시	덕산면	수산2리	217	166.2	생활용	가정용	120	암반	200	2	20	15	덕산035	03	mz
300032	제천시	덕산면	수산2리	396	167.5	생활용	가정용	99	암반	150	2	20	16	덕산035	03	mz
300033	제천시	덕산면	수산리	195	178.1	생활용	가정용	75	암반	150	2	20	16	덕산035	03	mz
300034	제천시	덕산면	수산리	234-3	161.2	농업용	답작용	120	암반	200	1	30	32	덕산035	03	mz
300035	제천시	덕산면	수산리	293	171.3	생활용	일반용	250	암반	200	2	5	20	덕산035	03	mz
300036	제천시	덕산면	수산리	402-4	163.2	생활용	일반용	150	암반	150	0.5	5	25	덕산035	03	mz
300037	제천시	덕산면	수산리	889	137.7	생활용	가정용	10	층적	50	0.5	20	13	덕산034	03	sc
300038	제천시	덕산면	신현1리	299	259.8	생활용	가정용	11	층적	25	0.5	15	13	덕산036	03	ls
300039	제천시	덕산면	신현1리	300-3	259.3	생활용	농업-생활겸용	23	층적	50	0.5	15	13	덕산036	03	ls
300040	제천시	덕산면	신현1리	319	255.8	생활용	기타	10	층적	20	0.5	20	13	덕산036	03	ls
300041	제천시	덕산면	신현1리	262	269.0	생활용	가정용	10	층적	20	0.5	20	13	덕산036	03	ls
300042	제천시	덕산면	신현1리	437	256.7	생활용	농업-생활겸용	186	암반	250	10	120	50	덕산037	03	do
300043	제천시	덕산면	신현1리	1074	268.7	생활용	가정용	15	층적	20	0.5			덕산036	03	ls
300044	제천시	덕산면	신현1리	1076	287.6	생활용	가정용	12	층적	50	0.5			덕산036	03	ls
300045	제천시	덕산면	신현1리	1079	278.5	생활용	기타	7	층적	30	0.5			덕산036	03	ls
300046	제천시	덕산면	신현1리	386-4	238.7	농업용	전작용	2.7	우물	1000				덕산036	03	qa
300047	제천시	덕산면	신현2리	388-3	239.9	생활용	상수도	150	암반	250	5	150	50	덕산036	03	y
300048	제천시	덕산면	신현리	1658-22	256.9	농업용	양어장용	230	암반	200	5	50	50	덕산037	03	do
300049	제천시	덕산면	신현리	719-1	279.6	생활용	일반용	20	층적	50	0.5	3	20	덕산026	03	ls
300050	제천시	덕산면	신현리	1658-79	255.7	생활용	기타	76	암반	250			50	덕산037	03	ls
300051	제천시	덕산면	신현리	312	252.2	생활용	가정용	15	층적	20	0.5			덕산036	03	ls
300052	제천시	덕산면	신현리	1658-48	236.8	농업용	답작용	3.2	우물	1000				덕산036	03	qa
300053	제천시	덕산면	신현리	305	254.1	농업용	전작용	3	우물	1000				덕산036	03	ls
300054	제천시	덕산면	억수리	327	248.6	농업용	원예용	35	층적	50	2			덕산057	03	qa
300055	제천시	덕산면	월릉리	671	319.2	농업용	답작용	120	암반	250	10	205	50	덕산047	03	ls
300056	제천시	덕산면	월릉리	930-2	319.9	생활용	가정용	19	층적	40	0.5			덕산047	03	ls

<부록-10> 현장조사관정 현황

관정공번	시	면	리	번지	표고 (m)	용도	세부용도	심도 (m)	관정구분	구경 (mm)	펌프 (Hp)	양수능력 (m³/일)	토출관직경 (mm)	도엽번호	소유역	지질기호
300057	제천시	덕산면	월악리	90	318.2	생활용	일반용	100	암반	200	2	30	15	덕산058	03	bg
300058	제천시	덕산면	월악리	53	447.2	생활용	가정용	21	충적	50		20		덕산068	03	bg
300059	제천시	덕산면	월악리	556-2	207.9	생활용	학교용	120	암반	200	1	90	32	덕산046	03	mz
300060	제천시	덕산면	월악리	산1-1	293.9	생활용	일반용	50	암반	100	1	50	32	덕산057	03	bg
300061	제천시	덕산면	월악리	132-1	288.3	생활용	일반용	50	암반	150	1			덕산057	03	bg
400001	제천시	한수면	북평리	113	147.8	생활용	일반용	150	암반	150	1	20	16	덕산044	04	ko
400002	제천시	한수면	북평리	113	143.9	생활용	일반용	100	암반	100	1	20	16	덕산044	04	ko
400003	제천시	한수면	송계1리	484	149.8	농업용	전작용	130	암반	250	7.5	130	50	덕산044	04	ko
400004	제천시	한수면	송계2리	261	179.6	생활용	간이상수도	90	암반	250	3		20	덕산044	04	lsi
400005	제천시	한수면	송계2리	725-3	168.0	생활용	상수도	500	암반	200				덕산044	04	lsi
400006	제천시	한수면	송계4리	105	221.7	생활용	가정용	40	충적	50	1	30	16	덕산054	04	qa
400007	제천시	한수면	송계리	1007-1	232.2	생활용	일반용	25	충적	50	0.5	40	15	덕산054	04	bg
400008	제천시	한수면	송계리	1012	228.7	생활용	일반용	100	암반	150	1	20	16	덕산054	04	bg
400009	제천시	한수면	송계리	104	208.6	생활용	일반용	20	충적	25	3	50	16	덕산054	04	bg
400010	제천시	한수면	송계리	1172-8	203.7	생활용	일반용	60	암반	200	1	80	25	덕산044	04	lsi
400011	제천시	한수면	송계리	1224-3	178.8	생활용	가정용	100	암반	200	1	30	16	덕산054	04	bg
400012	제천시	한수면	송계리	188	190.7	생활용	일반용	50	암반	200	1	30	16	덕산044	04	lsi
400013	제천시	한수면	송계리	309-1	163.4	생활용	학교용	81	암반	200	5	180	50	덕산044	04	lsi
400014	제천시	한수면	송계리	412	177.8	생활용	일반용	80	암반	200	1	750		덕산044	04	ko
400015	제천시	한수면	송계리	418	152.5	생활용	기타	67	암반	200	3	500		덕산044	04	bg
400016	제천시	한수면	송계리	427-2	144.1	생활용	일반용	110	암반	200	3			덕산044	04	ko
400017	제천시	한수면	송계리	603	164.5	생활용	상수도	97	암반	100	3	5	20	덕산044	04	lsi
400018	제천시	한수면	송계리	622-5	162.0	생활용	상수도	210	암반	200	5	200	50	덕산044	04	lsi
400019	제천시	한수면	송계리	70-2	287.8	생활용	일반용	30	암반	150	2	60	25	덕산064	04	bg
400020	제천시	한수면	송계리	715	169.2	생활용	농업-생활겸용	400	암반	100	1	30	25	덕산044	04	lsi
400021	제천시	한수면	송계리	72-1	267.0	생활용	일반용	100	암반	200	1	50	16	덕산064	04	bg
400022	제천시	한수면	송계리	753	167.2	생활용	학교용	80	암반	200	3	100	32	덕산044	04	lsi
400023	제천시	한수면	송계리	753	171.1	생활용	학교용	162	암반	200	2	50	32	덕산044	04	lsi
400024	제천시	한수면	송계리	785	245.5	생활용	농업-생활겸용	120	암반	200	10	800	50	덕산054	04	bg
400025	제천시	한수면	송계리	785	245.5	생활용	가정용	80	암반	150	1	25	16	덕산054	04	bg
400026	제천시	한수면	송계리	805	178.4	생활용	가정용	17	충적	50	0.5	25	15	덕산044	04	qa
400027	제천시	한수면	송계리	807-2	171.9	생활용	상수도	150	암반	250	10	120	50	덕산044	04	lsi
400028	제천시	한수면	송계리	806	175.0	생활용	가정용	10	충적	50	0.5	20	15	덕산044	04	qa
400029	제천시	한수면	송계리	825-1	177.7	생활용	상수도	105	암반	250	5	80	32	덕산044	04	qp
400030	제천시	한수면	송계리	832-2	171.3	생활용	가정용	4	충적	40	0.5	20	15	덕산044	04	qa
400031	제천시	한수면	송계리	92-1	219.5	생활용	기타	92	암반	200	1	55	25	덕산054	04	bg
400032	제천시	한수면	송계리	989-1	207.9	생활용	일반용	90	암반	200	3	50	40	덕산054	04	bg
400033	제천시	한수면	송계리	산46-1	203.5	생활용	일반용	40	암반	150	2	60	32	덕산054	04	bg

<부록-10> 현장조사관정 현황

관정공번	시	면	리	번지	표고 (m)	용도	세부용도	심도 (m)	관정구분	구경 (mm)	펌프 (Hp)	양수능력 (m ³ /일)	토출관직경 (mm)	도업번호	소유역	지질기호
400034	제천시	한수면	송계리	596	170.1	생활용	상수도	81	암반	200	7		50	덕산044	04	isi
400035	제천시	한수면	송계리	105	224.6	생활용	일반용	110	암반	200	2			덕산054	04	bg
400037	충주시	살미면	공이2리	504	250.7	생활용	상수도	94	암반	250	10			덕산042	04	mp
400038	충주시	살미면	공이리	143-2	226.7	농업용	답작용	100	암반	200	3	100	50	덕산042	04	sc
400039	충주시	살미면	공이리	323-3	246.5	농업용	답작용	54	암반	200	1.5	475	75	덕산042	04	ko
400040	충주시	살미면	공이리	742-4	270.0	생활용	가정용	160	암반	200	5	250	50	덕산042	04	ko
400041	충주시	살미면	공이리	9	206.8	생활용	일반용	90	암반	150	3	100	40	덕산043	04	sc
400042	충주시	살미면	공이리	487-1	243.3	농업용	답작용	30	암반	125	1			덕산042	04	ko
400043	충주시	살미면	공이리	574	300.2	생활용	가정용	18	층적	100	0.5			덕산052	04	qa
400044	충주시	살미면	공이리	365	245.6	농업용	전작용	23	층적	50	0.5			덕산042	04	qa
400045	충주시	살미면	공이리	490-1	281.1	농업용	전작용	100	암반	250	5		50	덕산042	04	ko
400046	충주시	살미면	공이리	449-17	249.8	농업용	전작용	200	암반	250	15		65	덕산042	04	ko
400047	충주시	살미면	공이리	679-2	268.1	농업용	답작용	100	암반	250	5		50	덕산052	04	ko
400048	충주시	살미면	공이리	351-1	390.8	생활용	상수도	130	암반	250	5		50	덕산042	04	sc
400049	충주시	살미면	공이리	759	237.8	농업용	답작용	8	층적	100	0.5			덕산042	04	sc
400050	충주시	살미면	내사2리	738-7	149.1	생활용	상수도	150	암반	250	5			덕산031	04	och
400051	충주시	살미면	내사리	268-2	151.5	생활용	일반용	80	암반	100	2	100	40	덕산031	04	och
400052	충주시	살미면	내사리	600-8	177.3	생활용	가정용	100	암반	200	2	70	25	덕산041	04	och
400053	충주시	살미면	내사리	723-1	152.6	생활용	농업-생활겸용	100	암반	200	5	30	16	덕산041	04	och
400054	충주시	살미면	내사리	591-1	187.6	생활용	가정용	11	층적	50		15		덕산041	04	och
400055	충주시	살미면	내사리	124	148.5	생활용	가정용	20	층적	16	0.5			덕산031	04	qa
400056	충주시	살미면	내사리	139	158.3	생활용	가정용	15	층적	25	0.5			덕산031	04	qa
400057	충주시	살미면	내사리	220	152.3	생활용	가정용	30	층적	16	0.5	15		덕산041	04	qa
400058	충주시	살미면	내사리	796-9	147.1	생활용	가정용	25	층적	25	0.5			덕산031	04	qa
400059	충주시	살미면	내사리	697	157.3	생활용	가정용	20	층적	16	0.5	15		덕산041	04	qa
400061	충주시	살미면	신당리	128	145.5	생활용	일반용	50	암반	150	2	70	30	덕산033	04	sc
400062	충주시	살미면	신당리	15	142.0	생활용	일반용	170	암반	200	3	200	30	덕산033	04	sc
400063	충주시	살미면	신당리	산9-4	175.6	생활용	일반용	170	암반	150	3	80	25	덕산032	04	och
400064	충주시	살미면	신매리	78-3	151.1	생활용	가정용	10	층적	25	1			덕산032	04	och
400065	충주시	살미면	신매리	432	167.5	생활용	상수도	120	암반	150	2			덕산031	04	och
400066	충주시	살미면	재오개리	302	152.4	생활용	가정용	18	층적	32	0.5			덕산021	04	qa
400067	충주시	살미면	재오개리	152-2	146.5	생활용	일반용	180	암반	150	2			충주030	04	och
400068	충주시	살미면	재오개리	408	195.8	생활용	가정용	80	암반	200	2			충주030	04	hd
400069	충주시	살미면	재오개리	408	200.1	생활용	가정용	80	암반	200	2			충주030	04	hd
400070	충주시	상모면	미륵리	159	313.9	생활용	일반용	50	암반	200	2	45	25	덕산064	04	bg
400071	충주시	상모면	미륵리	168	294.3	생활용	일반용	80	암반	200	2	100	32	덕산064	04	bg
400072	충주시	상모면	미륵리	168	297.3	농업용	양어장용	73	암반	200				덕산064	04	bg
400073	충주시	상모면	미륵리	195	372.8	생활용	일반용	80	암반	100	2	100	32	덕산074	04	bg

<부록-10> 현장조사관정 현황

관정공번	시	면	리	번지	표고 (m)	용도	세부용도	심도 (m)	관정구분	구경 (mm)	펌프 (Hp)	양수능력 (m³/일)	토출관직경 (mm)	도엽번호	소유역	지질기호
400074	충주시	상모면	미류리	203	365.4	생활용	일반용	80	암반	200	1.5	18	25	덕산074	04	bg
400075	충주시	상모면	미류리	214	368.9	생활용	일반용	80	암반	100	2	65	32	덕산074	04	bg
400076	충주시	상모면	미류리	229	375.0	생활용	일반용	80	암반	100	2	100	32	덕산074	04	bg
400077	충주시	상모면	미류리	230	374.8	생활용	일반용	80	암반	100	2	100	32	덕산074	04	bg
400078	충주시	상모면	미류리	248	367.7	생활용	상수도	100	암반	200	2	100	40	덕산074	04	bg
400079	충주시	상모면	미류리	172	249.8	생활용	일반용	50	암반	150	0.5			덕산064	04	bg
500002	충주시	동량면	서우리	127	161.4	생활용	답작용	70	암반	250	3		50	덕산003	05	mg
500003	충주시	동량면	서우리	91	149.1	생활용	상수도	80	암반	200	3			덕산003	05	mg
500004	충주시	동량면	순동리	24	159.5	농업용	원예용	100	암반	150	1.5			제천092	05	och
500005	충주시	동량면	순동리	348-2	183.1	농업용	답작용	130	암반	200	3			제천081	05	sc
500006	충주시	동량면	순동리	317-2	188.9	농업용	원예용	100	암반	150	1			제천092	05	och
500007	충주시	동량면	순동리	330-11	173.7	농업용	원예용	117	암반	150	1			제천092	05	och
500008	충주시	동량면	순동리	651	211.3	생활용	일반용	30	충적	40	0.5	30	30	제천092	05	ocm
500009	충주시	동량면	순동리	658-4	187.5	생활용	상수도	156	암반	200	0.5	30	30	제천081	05	och
500010	충주시	동량면	순동리	696	165.7	생활용	일반용	100	암반	150	1	70	25	제천081	05	sc
500011	충주시	동량면	순동리	701	169.7	농업용	전작용	80	암반	150	0.5	30	25	제천081	05	sc
500012	충주시	동량면	순동리	72	166.6	농업용	원예용	100	암반	200	2			제천092	05	och
500013	충주시	동량면	순동리	742	180.1	농업용	답작용	150	암반	250	3	90	50	제천081	05	sc
500014	충주시	동량면	순동리	819-3	189.6	생활용	가정용	5.6	우물	700				제천081	05	peg
500015	충주시	동량면	순동리	654-7	148.7	생활용	가정용	15	충적	50	0.5			제천081	05	qa
500016	충주시	동량면	지동리	272-3	158.9	농업용	전작용	24	충적	75				제천093	05	bm
500017	충주시	동량면	지동리	산95-4	239.4	생활용	기타	100	암반	200	3			제천092	05	bg
500018	충주시	동량면	지동리	364-5	149.1	생활용	가정용	118	암반	100	0.5			제천093	05	sc
500019	충주시	동량면	지동리	50	207.2	생활용	가정용	19	충적	40	0.5			덕산004	05	qa
500020	충주시	동량면	지동리	288-2	156.4	생활용	상수도	130	암반	200	3			제천093	05	bm
500021	충주시	동량면	지동리	919	186.6	생활용	가정용	20	충적	50	0.5			제천092	05	sc
500022	충주시	동량면	하천리	390-1	256.4	생활용	기타	30	충적	40	0.5			제천083	05	bm
500023	충주시	동량면	하천리	99-3	188.4	생활용	상수도	180	암반	200	3	90	32	제천083	05	bm
500024	충주시	동량면	하천리	16	151.0	생활용	가정용	15	충적	100	0.5			제천083	05	bm
500025	충주시	동량면	하천리	156-4	163.7	생활용	농업-생활겸용	130	암반	150	2			제천083	05	bm
500026	충주시	동량면	하천리	174	148.2	생활용	상수도	78	암반	200	3			제천082	05	bm
500027	충주시	동량면	화암리	441	177.1	생활용	농업-생활겸용	110	암반	75	0.5			덕산001	05	ocm
500028	충주시	동량면	화암리	444	163.6	생활용	기타	130	암반	200	3			덕산001	05	bg
500029	충주시	동량면	화암리	156	224.9	생활용	가정용	21	충적	40	0.5			덕산001	05	bg
500030	충주시	동량면	화암리	438	166.8	생활용	기타	130	암반	200	3			덕산001	05	ocm
500031	충주시	동량면	화암리	439-1	196.7	생활용	농업-생활겸용	130	암반	200	3			덕산001	05	ocm
500032	충주시	동량면	화암리	440	163.8	생활용	일반용	80	암반	200	3			덕산001	05	ocm
500033	충주시	동량면	화암리	539	298.9	생활용	학교용	120	암반	200	3			제천091	05	ocm

<부록-10> 현장조사관정 현황

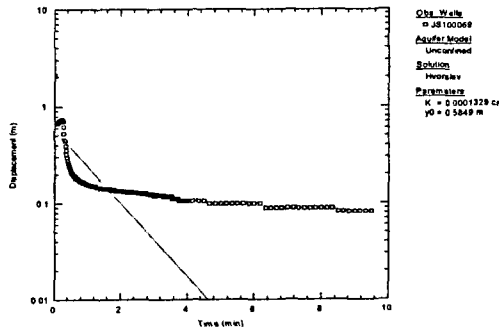
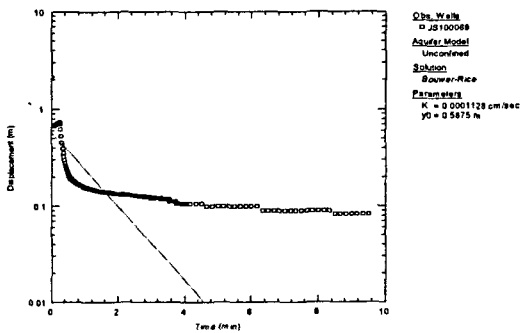
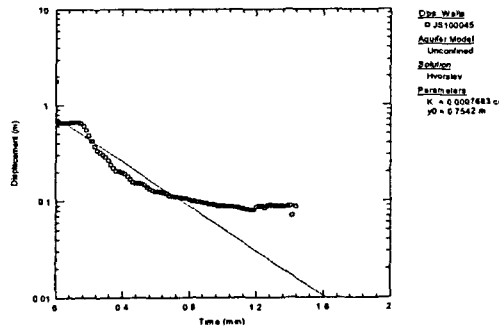
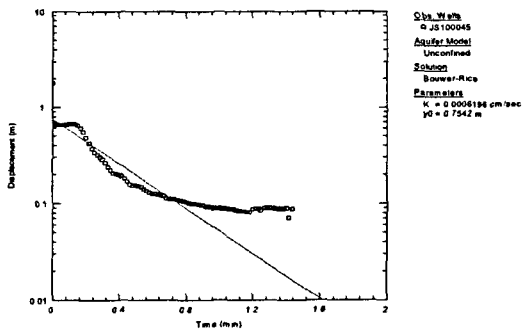
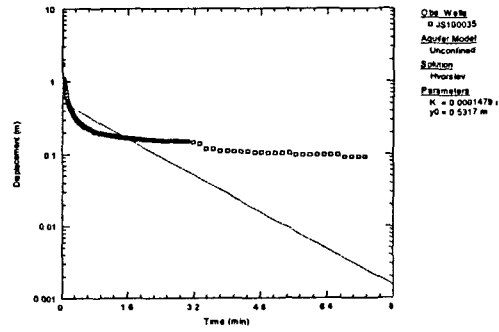
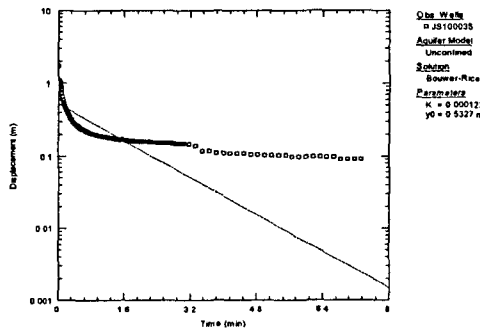
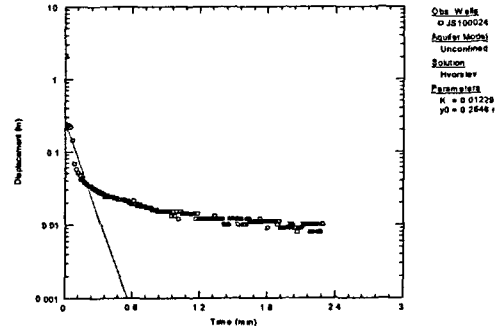
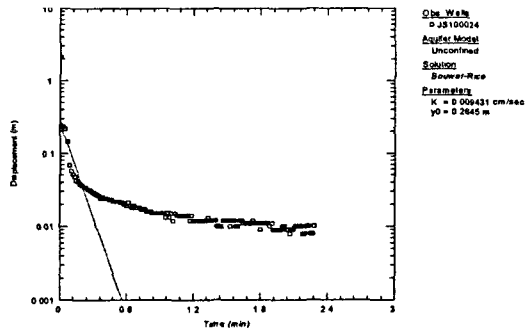
관정공번	시	면	리	번지	표고 (m)	용도	세부용도	심도 (m)	관정구분	구경 (mm)	펌프 (Hp)	양수능력 (m ³ /일)	토출관직경 (mm)	도업번호	소유역	지질기호
500034	충주시	동량면	화암리	산11-3	150.0	생활용	일반용	100	암반	250	3			덕산001	05	bg
500035	충주시	동량면	화암리	302-9	150.8	생활용	가정용	30	층적	40	0.5			덕산001	05	qa
500037	충주시	산척면	명서리	493-7	163.5	생활용	학교용	130	암반	200	3	130	50	제천072	05	peg
500038	충주시	산척면	명서리	158-1	178.6	생활용	가정용	20	층적	100	1	50	32	제천073	05	peg
500039	충주시	산척면	명서리	425	136.4	생활용	일반용	180	암반	200	3	30	25	제천072	05	peg
500040	충주시	산척면	명서리	473-2	149.8	생활용	가정용	50	층적	40	0.5	30	25	제천072	05	peg
500041	충주시	산척면	명서리	473-6	165.9	생활용	간이상수도	200	암반	200	5	200	50	제천072	05	peg
500042	충주시	산척면	명서리	475-1	150.3	생활용	가정용	10	층적	40	0.5	60	25	제천072	05	peg
500043	충주시	산척면	명서리	564-4	148.5	생활용	일반용	100	암반	150	2	60	32	제천072	05	peg
500044	충주시	산척면	명서리	811-2	192.5	생활용	가정용	6	층적	50				제천071	05	qa
500045	충주시	산척면	명서리	510	153.4	생활용	일반용	80	암반	200	3			제천072	05	peg
500046	충주시	산척면	명서리	213	143.3	생활용	농업-생활겸용	11	층적	20				제천073	05	peg
500047	충주시	산척면	명서리	164-2	169.5	생활용	가정용	6	층적	20	0.5			제천073	05	peg
500048	충주시	산척면	명서리	736-4	191.6	농업용	답작용	105	암반	200	2			제천071	05	peg
500049	충주시	산척면	석천리	221	263.3	생활용	가정용	18	층적	25	0.5			제천052	05	peg

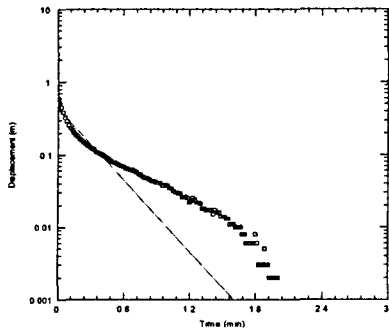
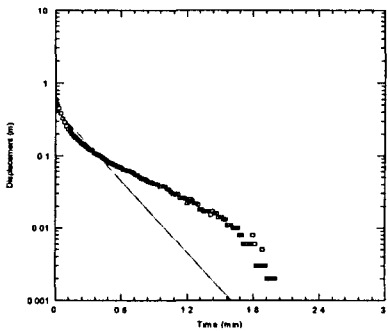
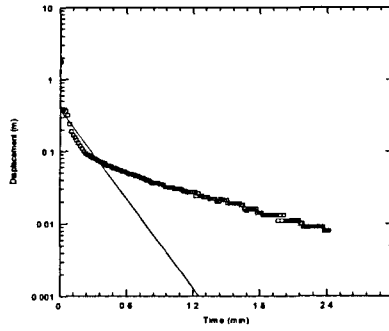
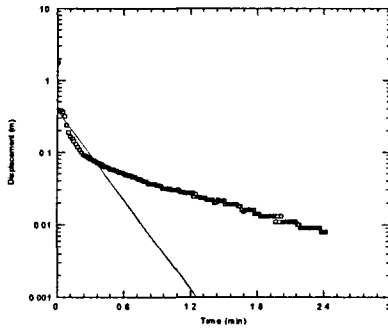
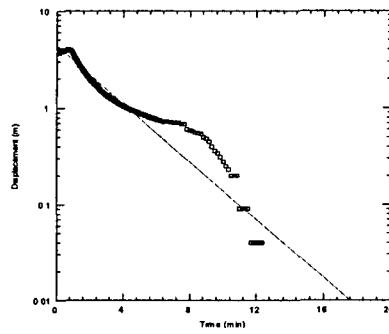
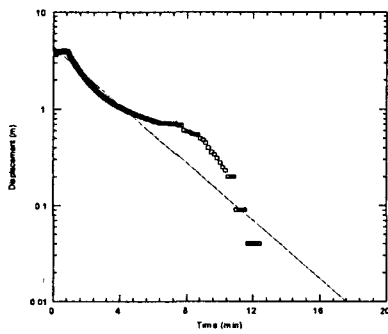
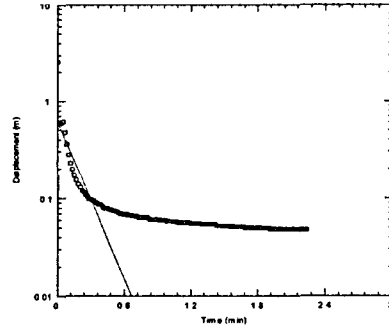
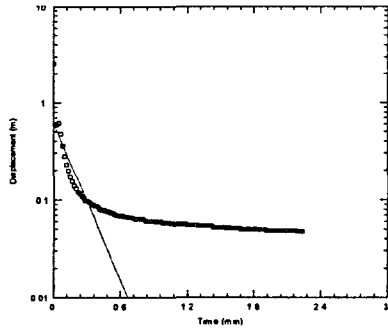
<부록-11> 순간수위변화시험 결과

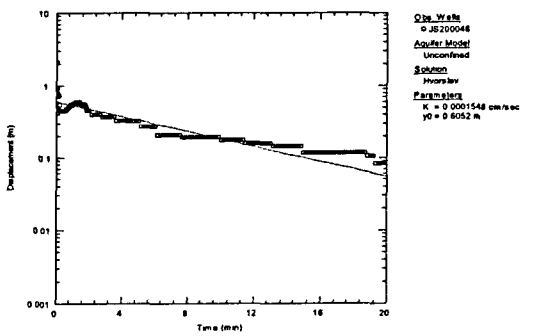
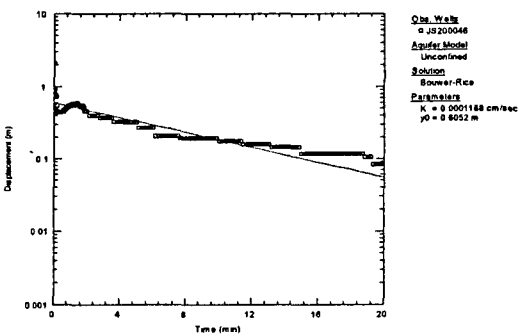
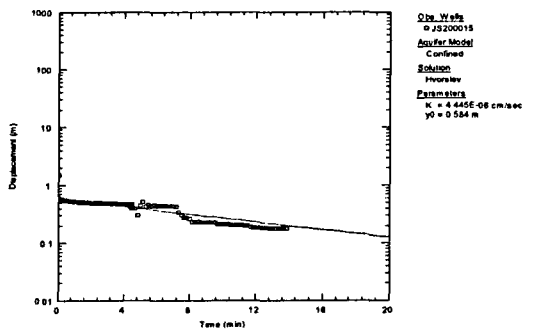
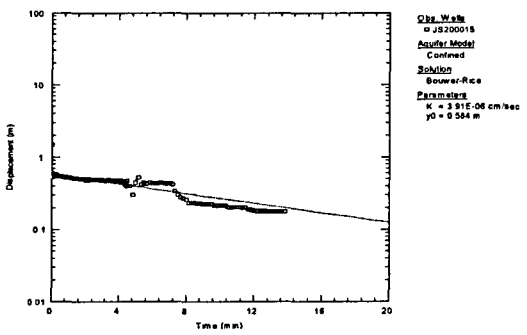
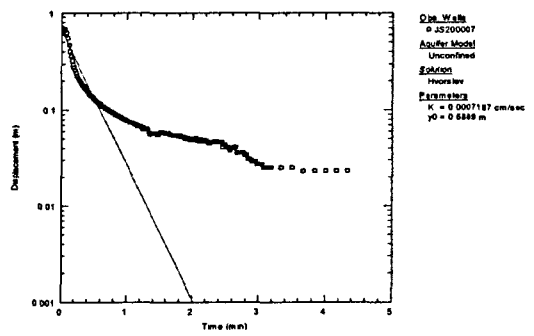
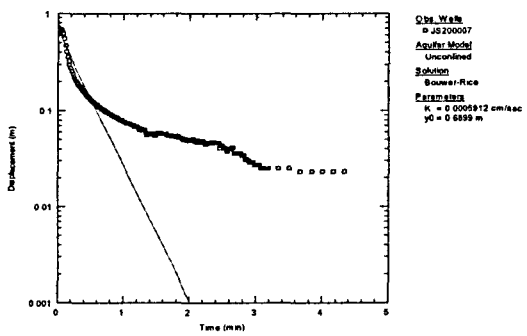
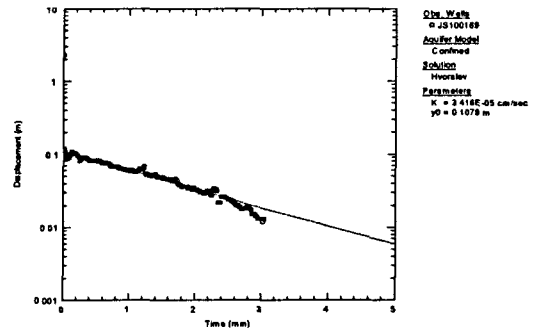
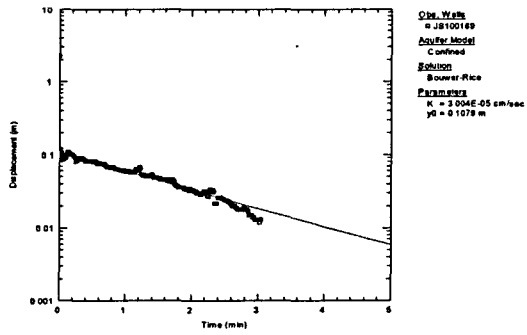
여 백

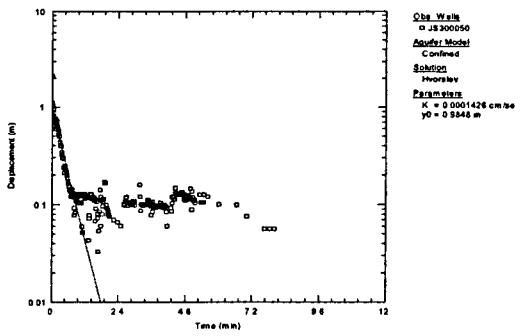
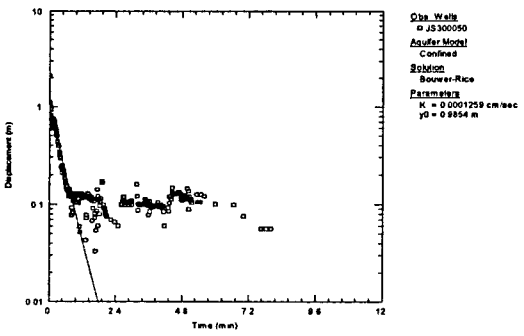
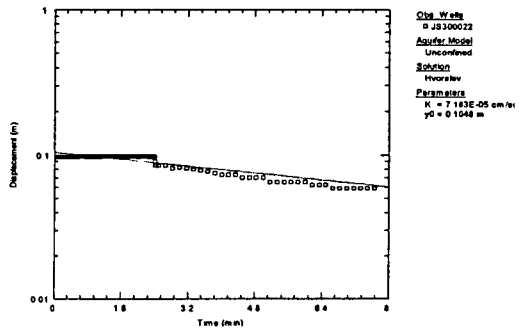
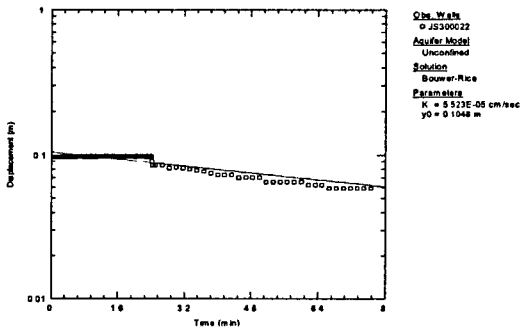
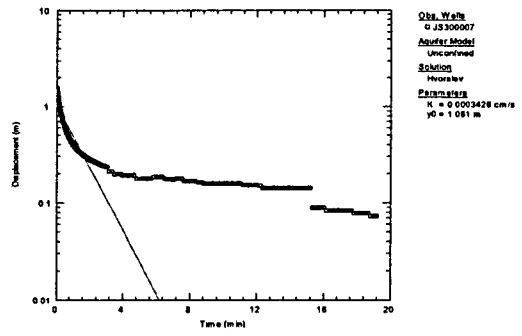
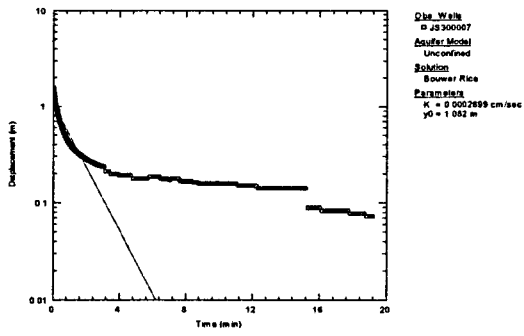
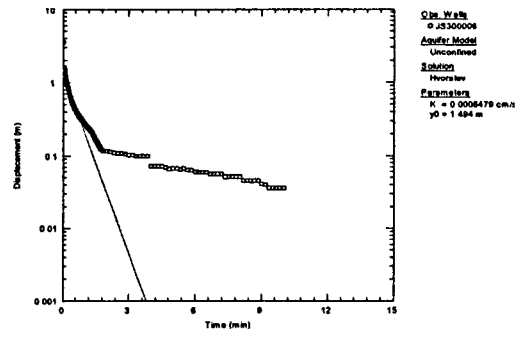
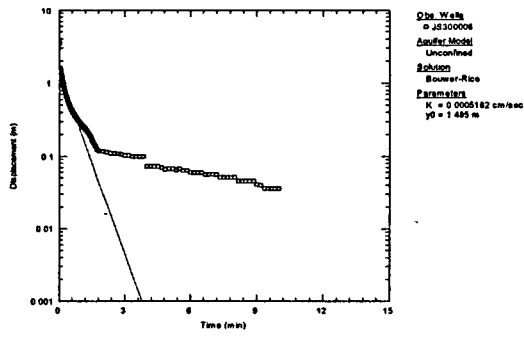
< 순간수위변화시험 결과 >

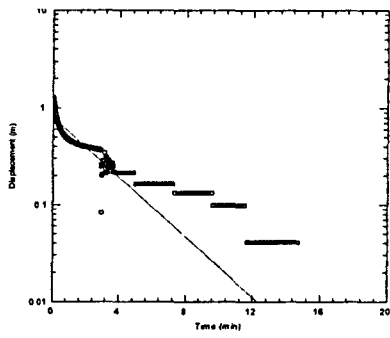
대수층	소유역	관정 공번	심도 (m)	지질 기호	시	면	리	K (cm/sec)	method	
층적	01	100024	3	-	제천시	금성면	대장리	9.43E-03 1.23E-02	Bouwer-Rice Hvorslev	
		100035	19	-	제천시	금성면	사곡리	1.23E-04 1.48E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		100045	13	-	제천시	금성면	양화리	6.20E-04 7.68E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		100069	26	-	제천시	금성면	월림리	1.13E-04 1.33E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		100086	25	-	제천시	금성면	적덕리	8.11E-04 9.64E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		100089	10	-	제천시	금성면	중전리	1.32E-04 1.68E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		100093	9	-	제천시	금성면	포전리	1.57E-03 1.98E-03	Bouwer-Rice Hvorslev	
		100097	23	-	제천시	금성면	활산리	4.98E-04 5.94E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
	02	200007	19	-	제천시	수산면	고명리	5.91E-04 7.19E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		200046	5	-	제천시	수산면	도전리	1.19E-04 1.55E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
	03	300006	13	-	제천시	덕산면	삼전리	5.18E-04 6.48E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		300007	8	-	제천시	덕산면	삼전리	2.70E-04 3.43E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		300022	8	-	제천시	덕산면	성암리	5.52E-05 7.18E-05	Bouwer-Rice Hvorslev	
	04	400054	11	-	충주시	살미면	내사리	8.96E-05 1.12E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
	05	500016	24	-	충주시	동량면	지동리	7.86E-04 9.37E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		500044	6	-	충주시	산척면	명서리	1.54E-04 2.00E-04	Bouwer-Rice Hvorslev	
		500046	11	-	충주시	산척면	명서리	3.87E-05 4.86E-05	Bouwer-Rice Hvorslev	
	암반	01	100169	73	bg	제천시	청풍면	학현리	3.00E-05 3.42E-05	Bouwer-Rice Hvorslev
		02	200015	73	do	제천시	수산면	구곡리	3.91E-06 4.45E-06	Bouwer-Rice Hvorslev
		03	300050	76	ls	제천시	덕산면	신현리	1.26E-04 1.43E-04	Bouwer-Rice Hvorslev
04		400072	73	ko	충주시	상모면	미륵리	1.33E-06 1.33E-06	Bouwer-Rice Hvorslev	



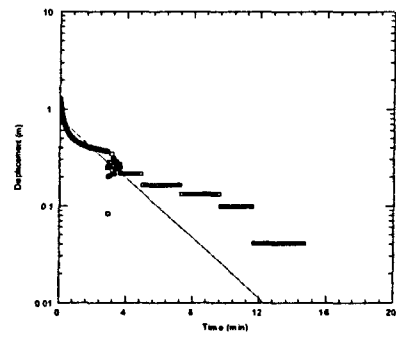




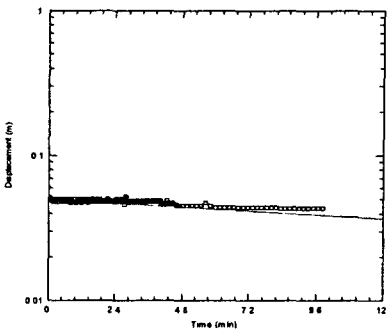




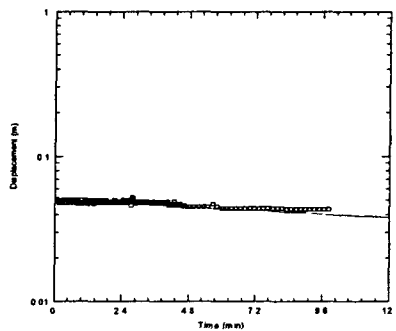
Obs. Well
 ID JS400054
 Aquifer Model
 Unconfined
 Solution
 Bouwer-Rice
 Parameters
 $K = 8.864E-05$ cm/sec
 $y_0 = 0.8035$ m



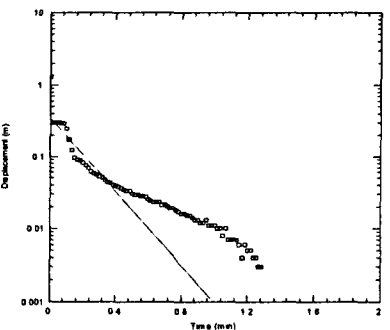
Obs. Well
 ID JS400054
 Aquifer Model
 Unconfined
 Solution
 Hvorslev
 Parameters
 $K = 0.0001118$ cm/sec
 $y_0 = 0.8035$ m



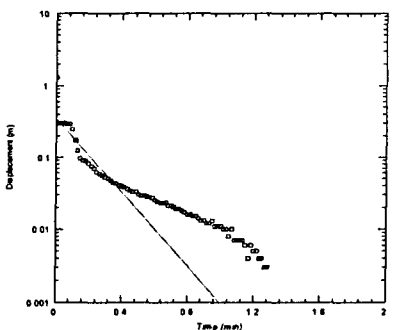
Obs. Well
 ID JS400072
 Aquifer Model
 Confined
 Solution
 Bouwer-Rice
 Parameters
 $K = 1.325E-06$ cm/sec
 $y_0 = 0.0501$ m



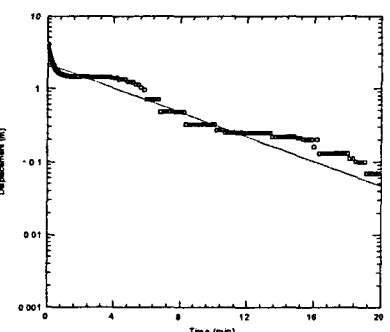
Obs. Well
 ID JS400072
 Aquifer Model
 Confined
 Solution
 Hvorslev
 Parameters
 $K = 1.325E-06$ cm/sec
 $y_0 = 0.05011$ m



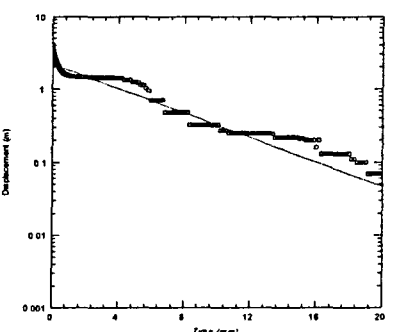
Obs. Well
 ID JS500018
 Aquifer Model
 Unconfined
 Solution
 Bouwer-Rice
 Parameters
 $K = 0.0007859$ cm/sec
 $y_0 = 0.3518$ m



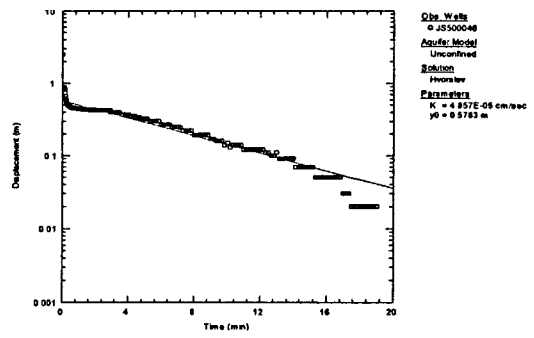
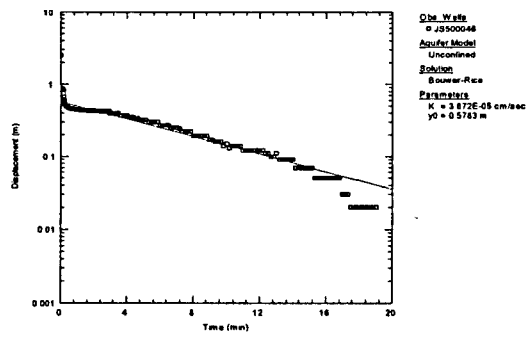
Obs. Well
 ID JS500018
 Aquifer Model
 Unconfined
 Solution
 Hvorslev
 Parameters
 $K = 0.0009368$ cm/sec
 $y_0 = 0.3515$ m



Obs. Well
 ID JS500044
 Aquifer Model
 Unconfined
 Solution
 Bouwer-Rice
 Parameters
 $K = 0.000154$ cm/sec
 $y_0 = 2.187$ m



Obs. Well
 ID JS500044
 Aquifer Model
 Unconfined
 Solution
 Hvorslev
 Parameters
 $K = 0.0002002$ cm/sec
 $y_0 = 2.187$ m



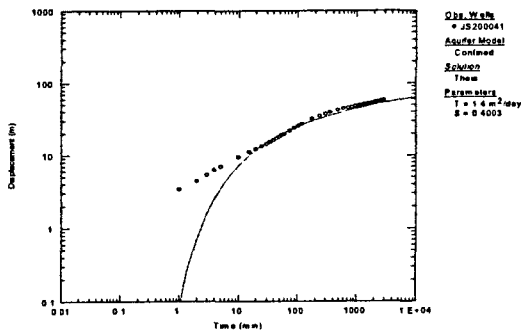
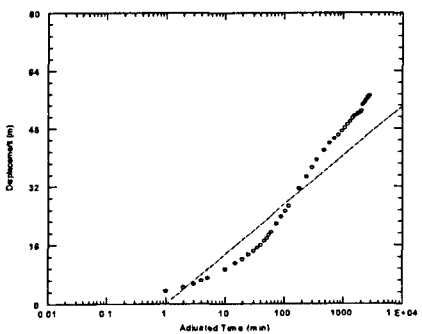
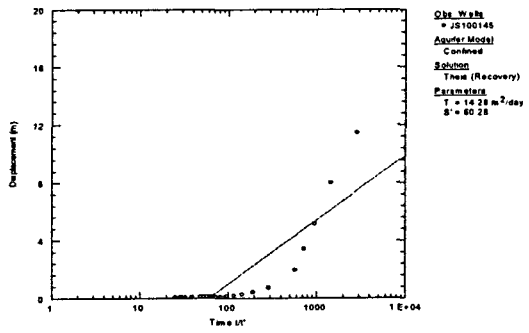
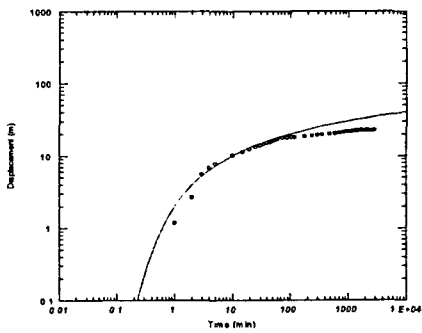
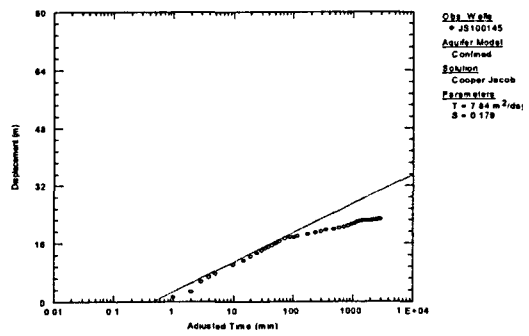
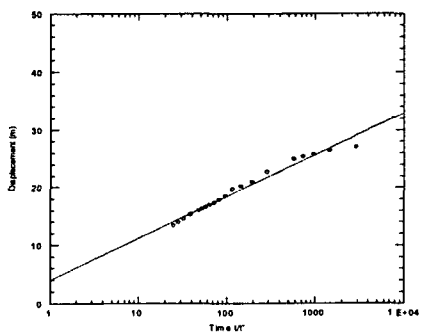
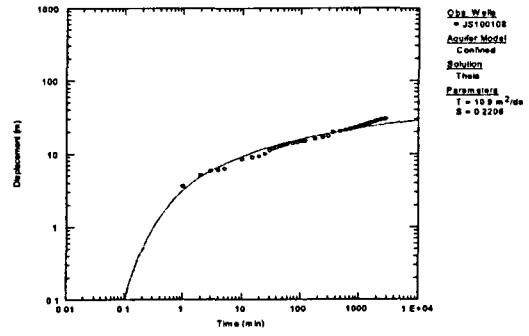
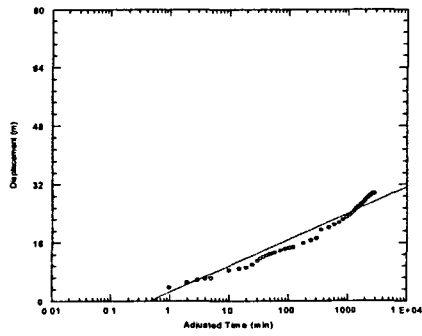
여 백

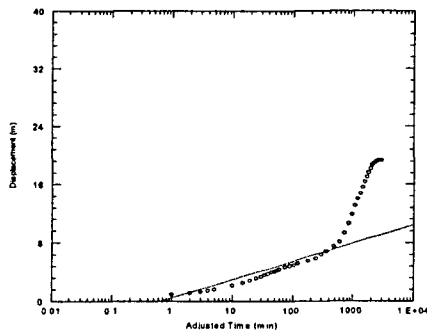
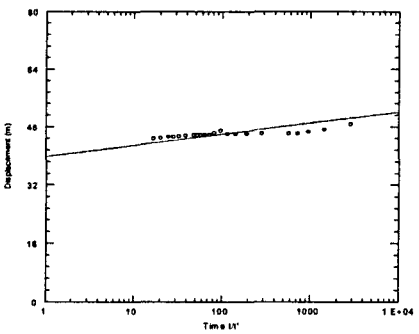
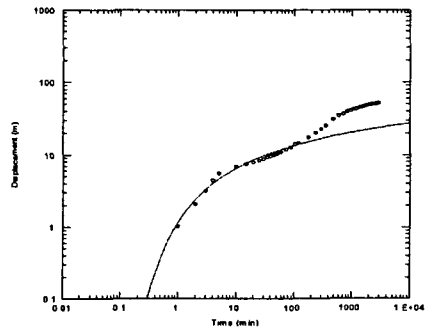
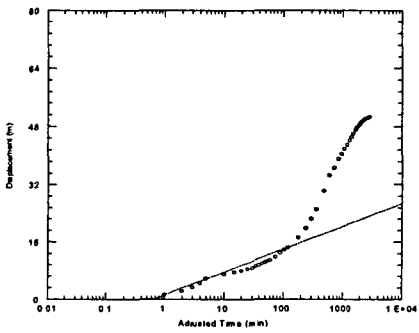
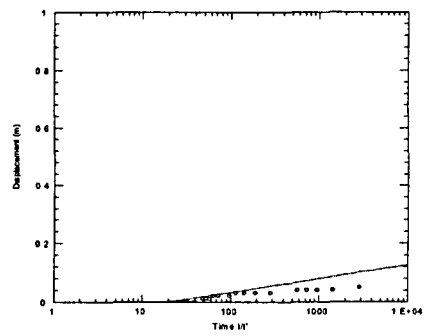
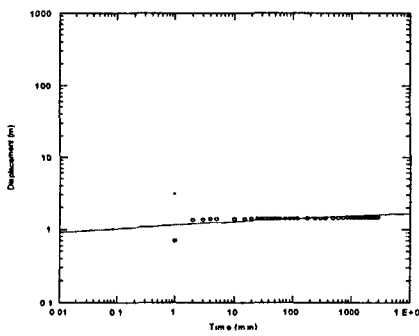
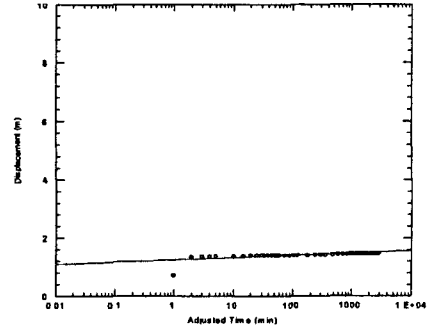
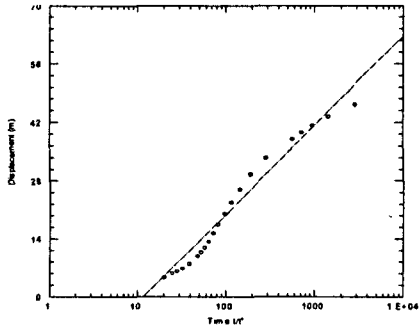
<부록-12> 양수시험 결과

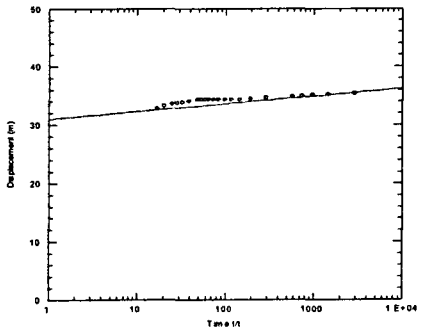
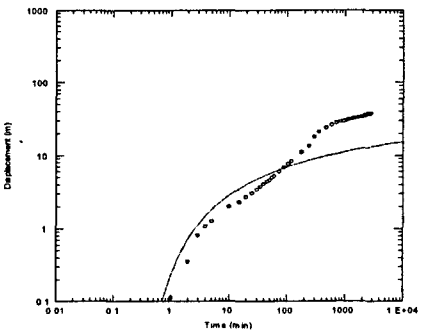
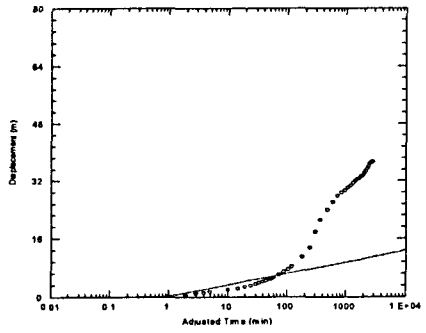
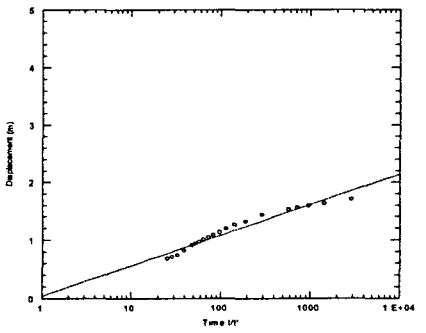
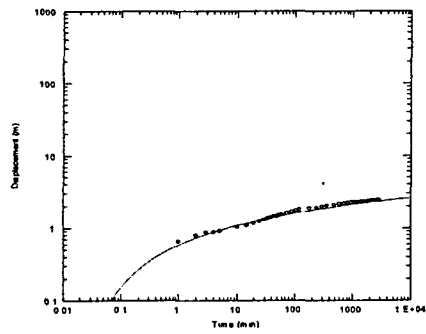
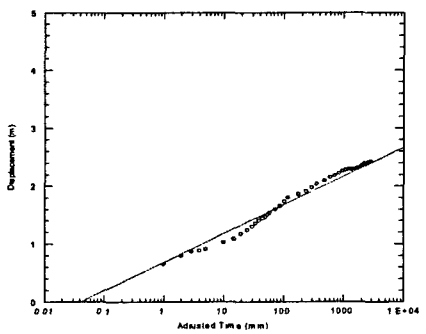
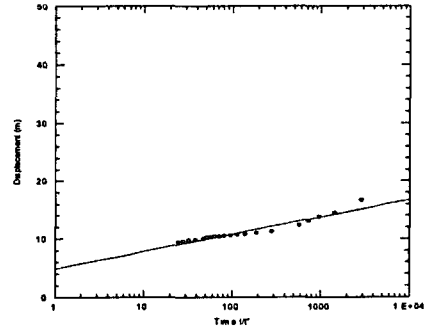
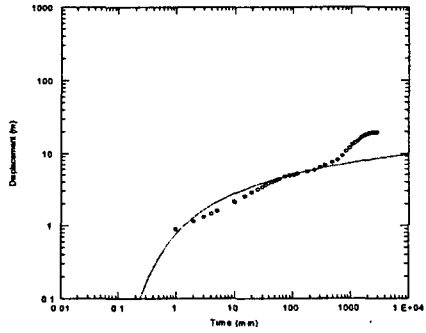
여 백

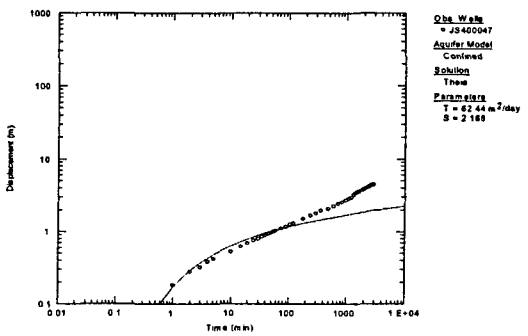
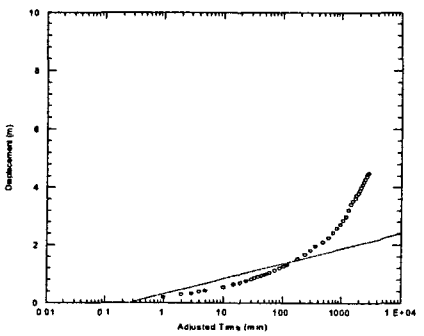
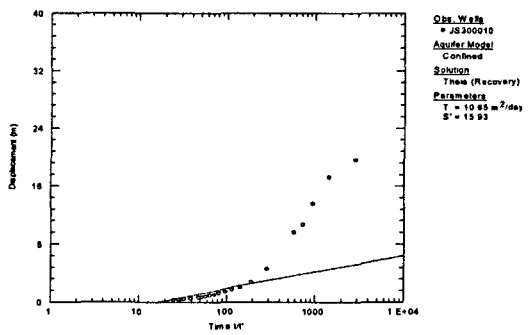
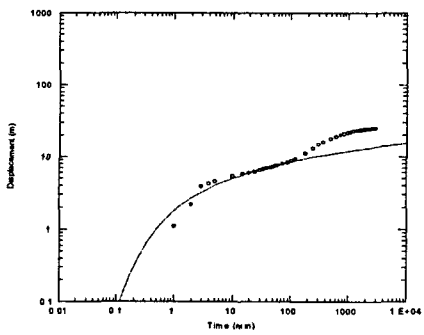
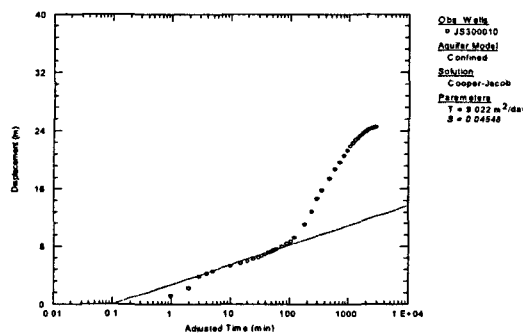
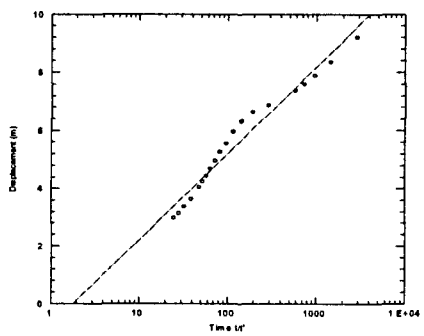
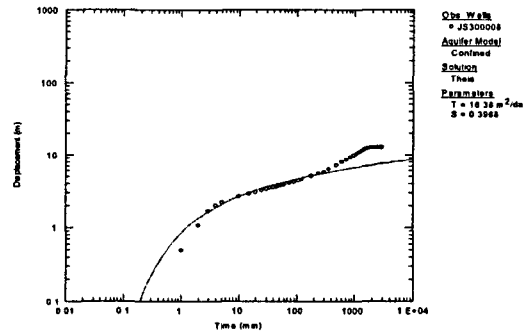
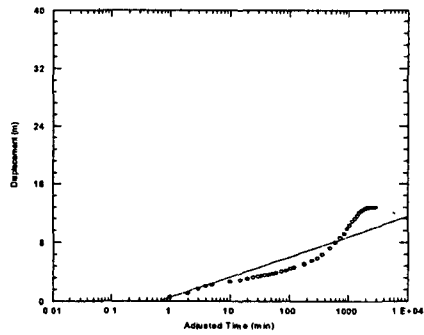
< 양수시험 결과 >

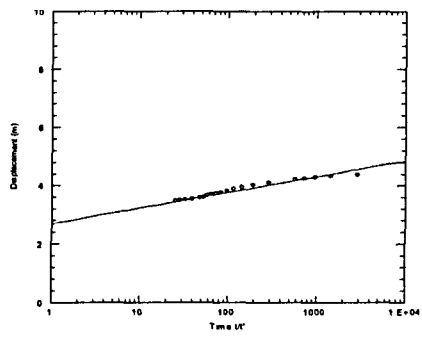
대수층	소유역	관정 공법	지질	시	면	리	개방 반경 (m)	관정 심도 (m)	차연 수위 (m)	K (m/sec)	T (m/day)	S	model	method
암반	01	100108	ls	제천시	금성면	활산리	0.125	84	2.15	1.5E-06 1.4E-06 1.4E-06	10.90 9.91 9.87	2.E-01 2.E-01 3.E-01	confined confined confined	Theis Cooper-Jacob Theis(Recovery)
		100145	ls	제천시	청풍면	연론리	0.125	180	5.62	4.2E-07 5.2E-07 9.5E-07	6.29 7.84 14.28	3.E-01 2.E-01 6.E+01	confined confined confined	Theis Cooper-Jacob Theis(Recovery)
		200041	kq	제천시	수산면	대전리	0.100	87	1.2	1.9E-07 2.8E-07 1.8E-07	1.40 2.03 1.29	4.E-01 1.E-01 1.E+01	confined confined confined	Theis Cooper-Jacob Theis(Recovery)
	02	200064	do	제천시	수산면	수산리	0.125	128	0.7	3.3E-05 5.1E-05 8.6E-05	359.00 559.70 945.70	6.E-09 3.E-15 2.E+01	confined confined confined	Theis Cooper-Jacob Theis(Recovery)
		200093	ls	제천시	수산면	오티리	0.125	130	7.04	9.4E-07 1E-06 2.1E-06	9.98 10.88 22.66	6.E-01 4.E-01 1.E-13	confined confined confined	Theis Cooper-Jacob Theis(Recovery)
		200134	ocp	제천시	한수면	탁곡리	0.125	120	6.05	2.7E-06	26.96	9.E-01	confined	Theis
										2.5E-06	25.00	8.E-01	confined	Cooper-Jacob
	2.1E-06	20.95	2.E-02	confined	Theis(Recovery)									
	03	300001	ls	제천시	덕산면	도기리	0.125	80	5.89	4.1E-06	26.26	1.E-01	confined	Theis
										4.2E-06	26.68	6.E-02	confined	Cooper-Jacob
										3.9E-06	25.17	8.E-01	confined	Theis(Recovery)
		300003	lsi	제천시	덕산면	도전리	0.125	94	5.1	1.9E-06	14.85	2.E+00	confined	Theis
	2.6E-06									20.17	9.E-01	confined	Cooper-Jacob	
	2.7E-06	20.97		confined	Theis(Recovery)									
	300008	ls	제천시	덕산면	선곡리	0.125	206	6.18	9.5E-07 6.9E-07 6.4E-07	16.38 11.98 11.04	4.E-01 4.E-01 2.E+00	confined confined confined	Theis Cooper-Jacob Theis(Recovery)	
	300010	ls	제천시	덕산면	선곡리	0.125	128	15.45	7.3E-07 9.2E-07 1.1E-06	7.08 9.02 10.65	1.E-01 5.E-02 2.E+01	confined confined confined	Theis Cooper-Jacob Theis(Recovery)	
04	400047	ko	충주시	살미면	공이리	0.125	100	5	7.6E-06	62.44	2.E+00	confined	Theis	
									7.9E-06	64.62	8.E-01	confined	Cooper-Jacob	
									7.7E-06	62.99	1.E-05	confined	Theis(Recovery)	







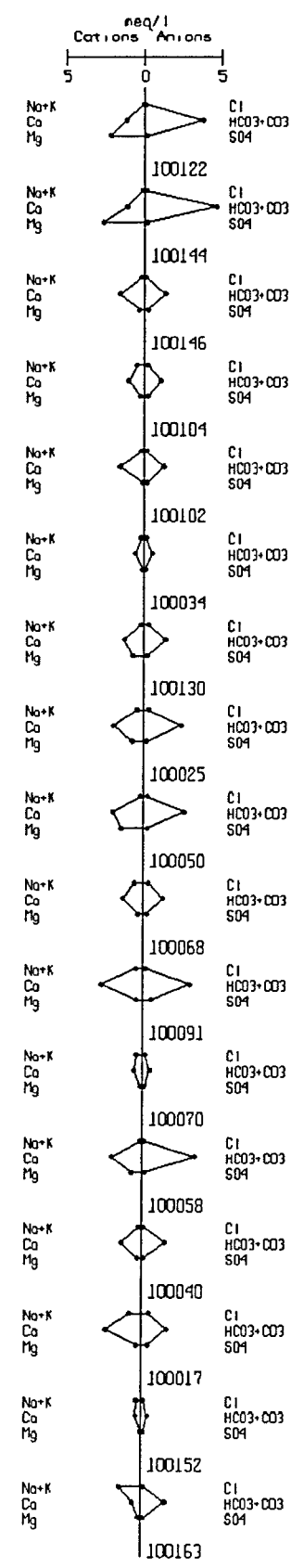




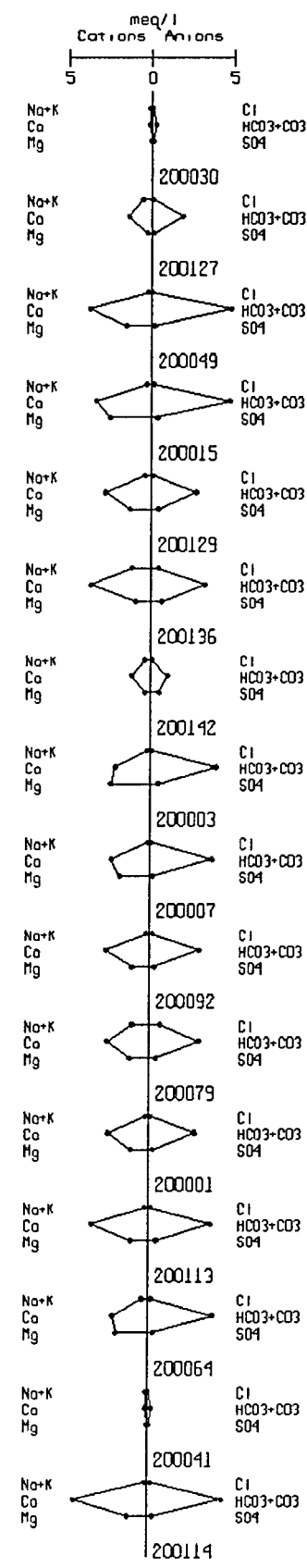
Well
 = JS400047
Aquifer Model
 Confined
Equation
 Time (Recovery)
Parameters
 $T = 42.99 \text{ m}^2/\text{day}$
 $S = 1 \text{ E-}05$

<부록-13> 유역별 Stiff diagram

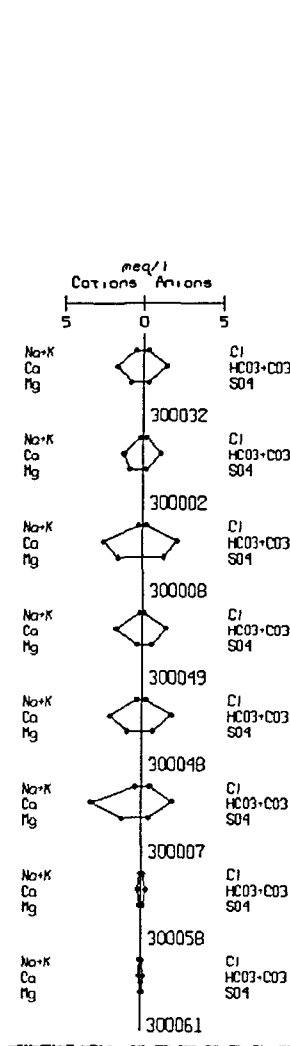
여 백



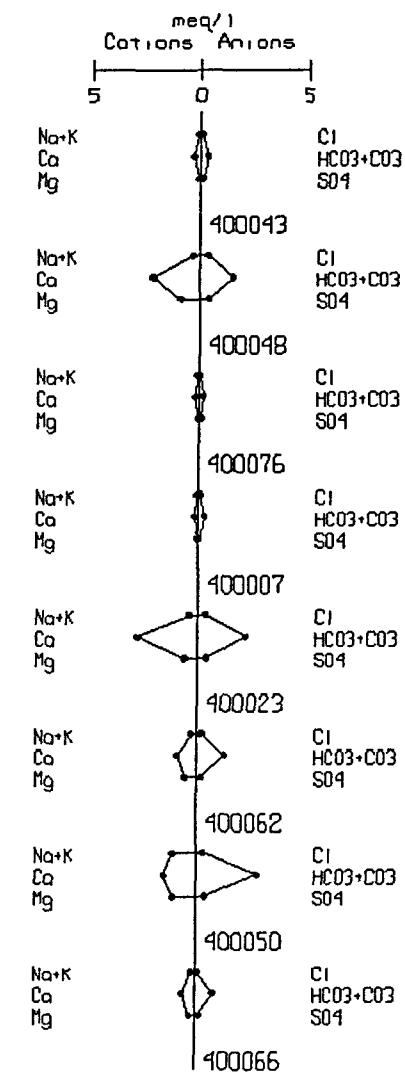
1구역



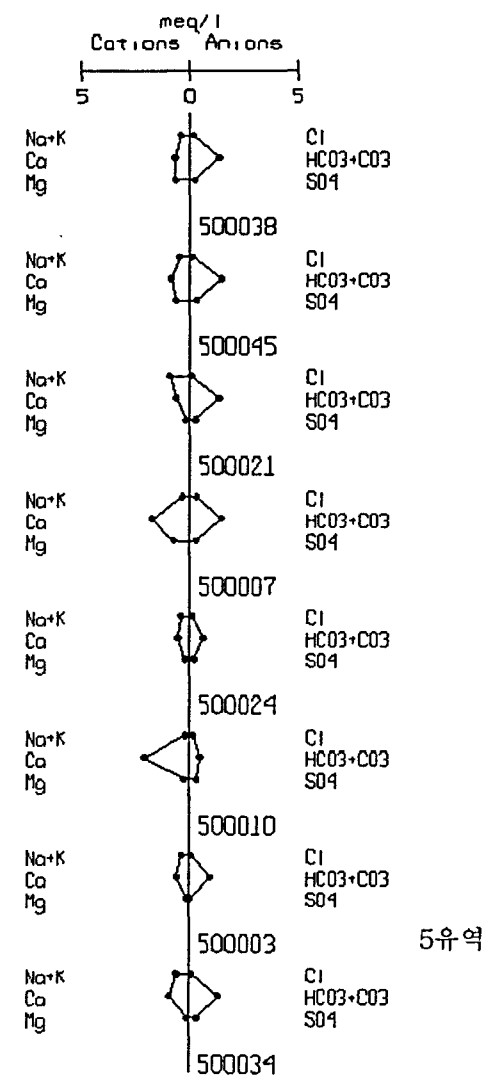
2구역



3구역



4구역



여 백

<부록-14> 수질검사분석 내역

여 백

<부록-14> 수질검사내역(계속)

관정공번	시	면	리	번지	대수층	유역	용도	수질검사 종류	수질검사 결과	부적합항목	수질검사기관	수질검사 일자	일반세균 (CFU/ml)	총대장 균군	분원성대 장균군	납 (mg/l)	불소 (mg/l)	비소 (mg/l)
100009	제천	금성	구룡	294	층적	JS-01	생활	먹는물	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.29	0	불검출	불검출	불검출	0.4	불검출
100029	제천	금성	사곡	27	층적	JS-01	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.15	-	-	-	불검출	-	불검출
100043	제천	금성	성내	산46-1	암반	JS-01	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.15	-	-	-	불검출	-	불검출
100057	제천	금성	월굴	725	암반	JS-01	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.15	-	-	-	불검출	-	0.005
100105	제천	금성	활산	157	층적	JS-01	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.15	-	-	-	불검출	-	0.005
100125	제천	청풍	대류	129-2	암반	JS-01	생활	먹는물	부적합	일반세균, 총대장균군, 질산성질소	충북도보건환경연구원	'03.7.29	1200	검출	불검출	불검출	0.4	불검출
100126	제천	청풍	도곡	135-7	암반	JS-01	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.15	-	-	-	불검출	-	0.010
100165	제천	청풍	학현	255	암반	JS-01	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.16	-	-	-	불검출	-	불검출
200026	제천	수산	내	376	암반	JS-02	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'98.5.19	-	-	-	불검출	-	불검출
200032	제천	수산	능강	산6-3	암반	JS-02	생활	먹는물	적합		충북도보건환경연구원	'98.8.6	4	음성	-	불검출	1.4	불검출
200040	제천	수산	대전	689	암반	JS-02	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.16	-	-	-	불검출	-	0.010
200037	제천	수산	대전	214	암반	JS-02	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'97.12.26	-	-	-	불검출	-	불검출
200038	제천	수산	대전	333-1	암반	JS-02	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'98.9.30	-	-	-	불검출	-	0.006
200054	제천	수산	수곡	429-2	층적	JS-02	생활	먹는물	부적합	일반세균, 총대장균군, 분원성대장균군	충북도보건환경연구원	'03.7.29	2500	검출	검출	불검출	1.3	0.014
200068	제천	수산	수산	254-2	암반	JS-02	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.16	-	-	-	불검출	-	불검출
200103	제천	수산	오티	618-1	암반	JS-02	생활	먹는물	부적합	경도, 중발잔류물, 황산이온	충북도보건환경연구원	'03.7.29	35	불검출	불검출	불검출	0.6	불검출
200112	제천	수산	오티	331	층적	JS-02	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.16	-	-	-	불검출	-	불검출
200116	제천	수산	적곡	1521	암반	JS-02	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.16	-	-	-	불검출	-	불검출
200128	제천	수산	하천	산40-2	암반	JS-02	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.15	-	-	-	불검출	-	0.007
300001	제천	덕산	도기	879	암반	JS-03	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.18	-	-	-	불검출	-	불검출
300002	제천	덕산	도기	988	암반	JS-03	생활	먹는물	적합		충북도보건환경연구원	'98.10.23	0	음성	-	불검출	0.4	0.006
300004	제천	덕산	도진	1467	암반	JS-03	생활	먹는물	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.28	64	불검출	불검출	불검출	0.9	불검출
300006	제천	덕산	삼전	1409	층적	JS-03	농업	농업용	부적합	질산성질소	충북도보건환경연구원	'03.7.18	-	-	-	불검출	-	불검출
300008	제천	덕산	선고1	450	암반	JS-03	생활	먹는물	적합		제천시수도사업소	'00.6.17	3	음성	-	불검출	0.4	불검출
300030	제천	덕산	수산2	1659-2	암반	JS-03	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.18	-	-	-	불검출	-	불검출
300042	제천	덕산	신현1	437	암반	JS-03	생활	먹는물	적합		충북도보건환경연구원	'98.6.29	0	음성	-	불검출	0.3	불검출
200137	제천	한수	덕곡	282	층적	JS-02	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.18	-	-	-	불검출	-	불검출
200133	제천	한수	덕곡	160	암반	JS-02	생활	먹는물	적합		제천시수도사업소	'00.10.27	3	음성	-	불검출	불검출	불검출

<부록-14> 수질검사내역(계속)

관정공번	세레 늄 (mg/l)	수은 (mg/l)	시안 (mg/l)	6가크 롬 (mg/l)	암모니아성질소 (mg/l)	질산성질소 (mg/l)	카드뮴 (mg/l)	보론 (mg/l)	페놀 (mg/l)	다이아지논 (mg/l)	파라티온 (mg/l)	페니트로티 온 (mg/l)	카바릴 (mg/l)	1-1-1-트리클로로에탄 (mg/l)	PCE (mg/l)
100009	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	3.1	불검출	0.01	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
100029	-	불검출	불검출	불검출	-	6.7	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
100043	-	불검출	불검출	불검출	-	1.3	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
100057	-	불검출	불검출	불검출	-	7.3	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
100105	-	불검출	불검출	불검출	-	0.9	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
100125	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	12.3	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
100126	-	불검출	불검출	불검출	-	6.8	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
100165	-	불검출	불검출	불검출	-	7.9	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
200026	-	불검출	불검출	불검출	-	13.6	불검출	-	불검출	-	-	-	-	-	불검출
200032	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	1.8	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
200040	-	불검출	불검출	불검출	-	2.1	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
200037	-	불검출	불검출	불검출	-	4.4	불검출	-	불검출	-	-	-	-	-	불검출
200038	-	불검출	불검출	불검출	-	1.1	불검출	-	불검출	-	-	-	-	-	불검출
200054	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	3.8	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.002	불검출
200068	-	불검출	불검출	불검출	-	6.4	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
200103	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	3.8	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
200112	-	불검출	불검출	불검출	-	8.5	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
200116	-	불검출	불검출	불검출	-	4.5	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
200128	-	불검출	불검출	불검출	-	0.9	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
300001	-	불검출	불검출	불검출	-	17.1	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
300002	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	5.2	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
300004	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	7.5	불검출	0.01	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
300006	-	불검출	불검출	불검출	-	36.0	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
300008	불검출	불검출	불검출	불검출	0.02	7.1	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
300030	-	불검출	불검출	불검출	-	1.0	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
300042	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	9.5	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
200137	-	불검출	불검출	불검출	-	2.5	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
200133	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01	4.4	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

<부록-14> 수질검사내역(계속)

관정공번	TCE (mg/ℓ)	디클로로메 탄 (mg/ℓ)	벤젠 (mg/ℓ)	톨루엔 (mg/ℓ)	에틸벤 젠 (mg/ℓ)	크실렌 (mg/ℓ)	1,1-디클로 로에틸렌 (mg/ℓ)	사염화탄소 (mg/ℓ)	1,2-디브로 모-3-클로 로프로판 (mg/ℓ)	경도 (mg/ℓ)	과망간산칼 륨소비량 (mg/ℓ)	냄새	맛	동 (mg/ℓ)	색도	세제 (mg/ℓ)	pH
100009	불검출	불검출	0.007	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	81	0.6	적합	적합	0.017	1	불검출	8.1
100029	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.8
100043	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.9
100057	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.4
100105	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.3
100125	불검출	불검출	0.004	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	149	0.3	적합	적합	0.02	1	불검출	7.7
100126	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.0
100165	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.9
200026	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.7
200032	불검출	불검출	불검출	0.003	불검출	불검출	불검출	불검출	-	84	1.6	적합	적합	0.017	1	불검출	7.5
200040	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.7
200037	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.4
200038	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.1
200054	0.001	불검출	0.007	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	255	0.3	적합	적합	0.026	1	불검출	7.5
200068	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.2
200103	불검출	불검출	0.004	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	388	0.6	적합	적합	0.03	1	불검출	7.4
200112	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.4
200116	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.2
200128	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.2
300001	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.3
300002	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	-	99	0.6	적합	적합	0.022	1	불검출	7.3
300004	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	137	1.8	적합	적합	0.062	1	불검출	7.6
300006	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.2
300008	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	-	113	0.4	적합	적합	0.016	1도이하	불검출	8.4
300030	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.8
300042	불검출	불검출	불검출	0.024	불검출	불검출	불검출	불검출	-	197	1.6	적합	적합	0.013	1	불검출	7.4
200137	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.6
200133	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	-	265	0.6	적합	적합	0.012	1	불검출	7.0

<부록-14> 수질검사내역(계속)

관정공번	아연 (mg/ℓ)	염소이 온 (mg/ℓ)	중발잔류물 (mg/ℓ)	철 (mg/ℓ)	망간 (mg/ℓ)	탁도 (NTU)	황산이 온 (mg/ℓ)	알루미늄 (mg/ℓ)	유기인	COD	총트리할로메 탄 (TCM)	말라티온
100009	0.009	12	182	불검출	불검출	0.11	11	0.11	-	-	-	-
100029	-	8	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
100043	-	3	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
100057	-	8	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
100105	-	6	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
100125	0.017	14	296	불검출	불검출	0.12	9	불검출	-	-	-	-
100126	-	11	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
100165	-	11	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
200026	-	16	-	-	-	-	-	-	불검출	4.4	-	-
200032	0.042	6	125	불검출	0.019	적합	5	불검출	-	-	-	불검출
200040	-	3	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
200037	-	22	-	-	-	-	-	-	불검출	0.8	-	-
200038	-	7	-	-	-	-	-	-	불검출	0.8	-	-
200054	0.041	27	466	0.06	불검출	0.41	98	0.02	-	-	-	-
200068	-	11	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
200103	0.074	7	704	불검출	불검출	0.22	247	불검출	-	-	-	-
200112	-	7	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
200116	-	9	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
200128	-	4	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
300001	-	15	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
300002	0.053	4	96	0.11	0.007	적합	7	0.04	-	-	해당없음	불검출
300004	0.077	8	292	0.12	불검출	0.93	17	0.16	-	-	-	-
300006	-	18	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
300008	0.084	6	159	불검출	0.005	0.91	12	0.02	-	-	-	불검출
300030	-	12	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
300042	0.092	13	155	불검출	0.028	적합	14	0.1	-	-	해당없음	불검출
200137	-	4	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
200133	0.201	5	286	0.09	0.012	0.37	22	0.20	-	-	-	불검출

<부록-14> 수질검사내역(계속)

관정공번	시	면	리	번지	대수층	유역	용도	수질검사 종류	수질검사 결과	부적합항목	수질검사기관	수질검사 일자	일반세균 (CFU/ml)	총대장 균군	분원성대 장균군	납 (mg/l)	불소 (mg/l)	비소 (mg/l)
200132	제천	한수	덕곡	77-3	암반	JS-02	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'98.3.28	-	-	-	불검출	-	불검출
400027	제천	한수	송계	807-2	암반	JS-04	생활	먹는물	적합		충북도보건환경연구원	'98.10.14	0	음성	-	불검출	0.8	불검출
400029	제천	한수	송계	825-1	암반	JS-04	생활	먹는물	적합		충주시상수도사업소	'00.6.26	0	음성	-	불검출	0.9	불검출
400003	제천	한수	송계1	484	암반	JS-04	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.21	-	-	-	불검출	-	불검출
400041	충주	살미	공이	9	암반	JS-04	생활	먹는물	부적합	일반세균, 총대장균군	충북도보건환경연구원	'03.7.28	250	검출	불검출	불검출	1.3	불검출
400044	충주	살미	공이	365	충적	JS-04	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.21	-	-	-	불검출	-	불검출
400071	충주	상모	미륵	168	암반	JS-04	생활	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.21	-	-	-	불검출	-	불검출
500004	충주	동량	손동	24	암반	JS-05	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.22	-	-	-	불검출	-	불검출
500006	충주	동량	손동	317-2	암반	JS-05	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.22	-	-	-	불검출	-	불검출
500013	충주	동량	손동	742	암반	JS-05	농업	농업용	적합		충주시상수도사업소	'01.8.27	-	-	-	불검출	-	불검출
500016	충주	동량	지동	272-3	충적	JS-05	농업	농업용	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.22	-	-	-	불검출	-	불검출
500026	충주	동량	하천	174	암반	JS-05	생활	먹는물	적합		충북도보건환경연구원	'03.7.25	54	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

<부록-14> 수질검사내역(계속)

관정공번	세레 늄 (mg/l)	수은 (mg/l)	시안 (mg/l)	6가크 롬 (mg/l)	암모니아성질소 (mg/l)	질산성질소 (mg/l)	카드뮴 (mg/l)	보론 (mg/l)	페놀 (mg/l)	다이아지논 (mg/l)	파라티온 (mg/l)	페니트로티 온 (mg/l)	카바릴 (mg/l)	1-1-1-트리클로로에탄 (mg/l)	PCE (mg/l)
200132	-	불검출	불검출	불검출	-	1.5	불검출	-	불검출	-	-	-	-	-	불검출
400027	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	2.4	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
400029	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	6.2	불검출	-	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
400003	-	불검출	불검출	불검출	-	3.2	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
400041	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	1.1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
400044	-	불검출	불검출	불검출	-	10.5	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
400071	-	불검출	불검출	불검출	-	5.5	불검출	-	불검출	-	-	-	-	0.002	불검출
500004	-	불검출	불검출	불검출	-	0.9	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
500006	-	불검출	불검출	불검출	-	1.2	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
500013	-	불검출	불검출	불검출	-	0.5	불검출	-	불검출	-	-	-	-	-	불검출
500016	-	불검출	불검출	불검출	-	1.3	불검출	-	불검출	-	-	-	-	불검출	불검출
500026	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출

<부록-14> 수질검사내역(계속)

관정공번	TCE (mg/l)	디클로로메 탄 (mg/l)	벤젠 (mg/l)	톨루엔 (mg/l)	에틸벤 젠 (mg/l)	크실렌 (mg/l)	1,1-디클로 로에틸렌 (mg/l)	사염화탄소 (mg/l)	1,2-디브로 모-3-클로 로프로판 (mg/l)	경도 (mg/l)	과망간산칼 륨소비량 (mg/l)	냄새	맛	동 (mg/l)	색도	세제 (mg/l)	pH
200132	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.4
400027	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	-	78	0.3	적합	적합	0.012	1	불검출	6.4
400029	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	-	162	1.8	적합	적합	불검출	1	불검출	7.0
400003	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.2
400041	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	70	0.9	적합	적합	0.018	1	불검출	7
400044	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.6
400071	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.6
500004	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.8
500006	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.3
500013	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.4
500016	불검출	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.6
500026	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	35	3.4	적합	적합	0.018	1	불검출	6.6

<부록-14> 수질검사내역(계속)

관정공번	아연 (mg/l)	염소이온 (mg/l)	중발잔류물 (mg/l)	철 (mg/l)	망간 (mg/l)	탁도 (NTU)	황산이온 (mg/l)	알루미늄 (mg/l)	유기인	COD	총트리할로메탄 (TCM)	말라티온
200132	-	6	-	-	-	-	-	-	불검출	0.8	-	-
400027	0.039	5	60	0.07	불검출	적합	13	0.06	-	-	해당없음	불검출
400029	0.060	8	280	0.07	0.010	0.71	33	0.09	-	-	-	불검출
400003	-	8	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
400041	0.019	6	180	불검출	불검출	0.15	32	불검출	-	-	-	-
400044	-	17	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
400071	-	7	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
500004	-	4	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
500006	-	2	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
500013	-	2	-	-	-	-	-	-	불검출	0.1	-	-
500016	-	3	-	-	-	-	-	-	불검출	-	-	-
500026	0.012	5	54	불검출	불검출	0.13	10	0.03	-	-	-	-

<부록-15> 양음이온분석 결과

여 백

관정공번	대수층	소유역	지질	시	면	리	번지	pH	Eh (V)	EC (uS/cm)	HCO ₃ (mg/l)	Al (mg/l)	As (mg/l)	Ba (mg/l)	Ca (mg/l)	Cd (mg/l)	Co (mg/l)	Cr (mg/l)	Cu (mg/l)
100017	충적	01	bg	제천	금성	구룡	90-10	7.50	100.30	347.00	99.36	0.05	0.01	n.d	46.09	0.01	n.d	n.d	0.01
100025	암반	01	do	제천	금성	대장	174-1	7.74	335.80	299.00	147.77	0.05	0.01	n.d	38.74	0.00	n.d	n.d	n.d
100034	충적	01	pg	제천	금성	사곡	464	7.48	135.20	91.60	31.09	0.06	0.01	n.d	11.29	0.00	n.d	n.d	n.d
100040	암반	01	bg	제천	금성	성내	192	8.02	116.00	171.60	92.05	0.05	0.01	n.d	26.14	0.01	n.d	n.d	n.d
100050	암반	01	bg	제천	금성	양화	49	7.90	324.80	350.00	160.32	0.05	0.01	n.d	39.29	0.00	n.d	n.d	n.d
100058	암반	01	kq	제천	금성	월굴	76-3	7.60	132.30	348.00	206.65	0.05	0.01	n.d	39.04	0.00	n.d	n.d	n.d
100068	암반	01	bg	제천	금성	월림	446-1	7.79	337.70	227.00	76.20	0.05	0.01	n.d	25.60	0.00	n.d	n.d	n.d
100070	충적	01	bg	제천	금성	위림	161	7.40	347.30	120.70	28.04	0.05	0.01	n.d	11.24	0.00	n.d	n.d	n.d
100091	충적	01	ls	제천	금성	중전	95-1	7.40	337.90	404.00	184.10	0.05	0.01	n.d	53.30	0.00	n.d	n.d	n.d
100102	충적	01	ls	제천	금성	활산	271	7.96	128.10	175.90	75.59	0.05	0.01	n.d	31.17	0.00	n.d	n.d	n.d
100104	충적	01	bg	제천	금성	활산	478	7.64	337.50	183.00	65.23	0.05	0.01	n.d	19.93	0.00	n.d	n.d	n.d
100122	암반	01	ls	제천	청풍	단	164	8.02	328.10	363.00	228.60	0.05	0.01	n.d	23.47	0.00	n.d	n.d	n.d
100130	암반	01	ls	제천	청풍	물태	135	7.68	333.80	215.00	84.73	0.06	0.01	n.d	24.83	0.00	n.d	n.d	n.d
100133	지표수	01	sc	제천	청풍	사오	산3-3	7.38	348.00	192.40	79.25	0.06	0.01	n.d	28.76	0.00	n.d	n.d	n.d
100138	지표수	01	ls	제천	청풍	신	67	7.36	346.00	190.00	190.00	0.05	0.01	n.d	39.74	0.00	n.d	n.d	n.d
100144	암반	01	do	제천	청풍	연론	산37-5	8.00	329.90	408.00	282.24	0.05	0.01	n.d	22.18	0.00	n.d	n.d	n.d
100146	암반	01	sc	제천	청풍	장신	104-3	8.03	328.30	196.70	81.28	0.05	0.01	n.d	31.55	0.00	n.d	n.d	n.d
100152	암반	01	bg	제천	청풍	학현	268	7.13	161.30	70.70	22.56	0.05	0.01	n.d	7.14	0.01	n.d	n.d	n.d
100163	암반	01	bg	제천	청풍	학현	440	7.80	132.60	191.80	93.27	0.06	0.01	0.02	11.32	0.01	n.d	n.d	n.d
100170	지표수	01	kq	제천	청풍	학현	122	7.00	160.20	77.00	12.80	0.06	0.01	n.d	6.44	0.01	n.d	n.d	n.d
200001	충적	02	ls	제천	수산	계란	189	7.59	145.40	358.00	169.33	n.d	0.00	n.d	48.99	n.d	n.d	n.d	n.d
200003	암반	02	do	제천	수산	고명	323-4	7.97	131.30	415.00	243.84	n.d	n.d	n.d	42.75	n.d	n.d	n.d	n.d
200007	충적	02	ls	제천	수산	고명	62	8.01	131.50	370.00	228.60	n.d	n.d	n.d	46.77	n.d	n.d	n.d	n.d
200015	암반	02	do	제천	수산	구곡	125-1	7.89	122.90	514.00	289.56	0.06	0.00	n.d	67.10	n.d	n.d	n.d	n.d
200030	암반	02	ls	제천	수산	능강	산28	6.12	200.50	34.30	15.24	0.06	0.01	n.d	2.25	0.00	n.d	n.d	n.d
200041	암반	02	kq	제천	수산	대전	533	6.55	170.70	30.10	14.51	n.d	0.01	n.d	1.77	n.d	n.d	n.d	n.d
200045	지표수	02	peg	제천	수산	도진	51	7.53	134.20	456.00	208.28	n.d	n.d	n.d	69.76	n.d	n.d	n.d	n.d
200048	지표수	02	bg	제천	수산	상천	370	6.92	249.30	102.40	38.10	0.05	0.01	n.d	8.64	0.00	n.d	n.d	n.d
200049	충적	02	ls	제천	수산	서곡	110	7.86	140.10	460.00	293.08	0.05	0.01	n.d	75.21	0.00	n.d	n.d	n.d
200056	지표수	02	ls	제천	수산	수	392-3	7.51	173.20	298.00	129.54	n.d	0.00	n.d	32.17	n.d	n.d	n.d	n.d
200064	암반	02	do	제천	수산	수산	239-2	7.60	159.90	414.00	236.22	n.d	n.d	n.d	43.50	n.d	n.d	n.d	n.d
200079	충적	02	ls	제천	수산	수산	609-20	7.43	157.20	536.00	182.88	0.06	0.01	n.d	50.57	n.d	n.d	n.d	n.d
200092	암반	02	ls	제천	수산	오티	329-3	7.39	150.40	364.00	182.88	n.d	0.00	n.d	52.83	n.d	n.d	n.d	n.d
200113	암반	02	ls	제천	수산	원대	122	7.79	145.30	412.00	228.60	n.d	n.d	n.d	68.91	n.d	n.d	n.d	n.d
200114	충적	02	ls	제천	수산	적곡	1169-1	7.84	172.80	477.00	274.32	n.d	n.d	n.d	89.71	n.d	n.d	n.d	n.d
200127	암반	02	ls	제천	수산	하천	산24-2	7.31	165.10	218.00	114.30	0.05	0.01	n.d	27.74	0.00	n.d	n.d	n.d
200129	암반	02	ls	제천	한수	덕곡	120	7.95	123.90	401.00	166.25	0.06	0.00	n.d	55.43	n.d	n.d	n.d	n.d

관정공번	Fe (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Mg (mg/l)	Mn (mg/l)	Na (mg/l)	Ni (mg/l)	Si (mg/l)	Sr (mg/l)	Zn (mg/l)	F (mg/l)	Cl (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	Br (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	PO ₄ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)
100017	n.d	0.83	0.00	4.22	n.d	18.25	n.d	11.95	0.38	0.09	0.11	15.71	n.d	0.07	49.00	n.d	17.77
100025	n.d	2.35	n.d	9.12	n.d	8.45	n.d	2.71	0.08	n.d	0.10	10.91	0.16	n.d	10.83	n.d	8.34
100034	n.d	1.40	0.03	1.35	n.d	3.88	n.d	12.02	0.07	n.d	0.12	4.43	0.10	n.d	11.66	n.d	3.54
100040	n.d	0.75	0.00	3.63	n.d	4.07	n.d	12.13	0.14	n.d	0.50	1.92	0.06	n.d	2.47	0.26	3.79
100050	n.d	1.62	n.d	17.17	n.d	3.51	n.d	6.32	0.09	n.d	0.11	7.79	0.46	n.d	28.37	n.d	12.64
100058	n.d	1.36	n.d	8.51	n.d	2.11	n.d	4.66	0.19	n.d	0.11	3.53	0.11	n.d	6.17	n.d	6.95
100068	n.d	1.20	n.d	4.06	n.d	12.61	n.d	13.18	0.19	0.16	0.12	11.28	n.d	0.05	21.88	n.d	10.09
100070	n.d	0.70	0.03	1.77	n.d	8.64	n.d	12.67	0.11	n.d	0.14	5.09	0.09	0.03	22.76	n.d	5.19
100091	n.d	4.53	n.d	4.99	n.d	7.32	n.d	5.70	0.23	n.d	0.11	5.66	n.d	0.04	32.58	n.d	24.49
100102	n.d	0.67	n.d	1.38	n.d	3.19	n.d	5.15	0.09	n.d	0.11	4.19	n.d	n.d	12.81	n.d	9.07
100104	n.d	1.55	n.d	3.26	n.d	10.04	n.d	10.12	0.12	n.d	0.12	7.27	0.13	0.03	26.01	n.d	9.57
100122	n.d	0.30	n.d	26.67	n.d	1.47	n.d	1.85	0.04	n.d	0.10	2.11	n.d	n.d	1.47	n.d	6.09
100130	n.d	1.41	n.d	8.47	n.d	3.39	n.d	9.31	0.04	1.34	0.15	9.91	n.d	0.03	15.73	n.d	9.82
100133	n.d	2.65	n.d	2.63	n.d	4.89	n.d	4.57	0.07	n.d	0.13	5.14	n.d	0.03	10.88	n.d	11.33
100138	n.d	2.45	n.d	9.00	n.d	8.57	n.d	2.82	0.76	n.d	0.13	5.20	n.d	0.03	9.76	n.d	9.77
100144	n.d	1.35	n.d	31.94	n.d	2.19	n.d	1.69	0.04	n.d	n.d	3.48	0.15	n.d	13.17	n.d	6.09
100146	n.d	1.33	n.d	4.10	n.d	3.27	n.d	3.70	0.09	0.04	0.13	3.94	0.11	n.d	13.77	n.d	10.28
100152	n.d	0.72	0.01	0.61	n.d	6.52	n.d	9.30	0.07	0.10	0.40	4.01	0.10	n.d	8.88	n.d	4.91
100163	n.d	0.67	0.05	1.90	n.d	31.49	n.d	7.68	0.26	n.d	2.74	4.20	n.d	n.d	1.58	n.d	5.27
100170	n.d	1.56	n.d	1.32	n.d	3.32	n.d	3.72	0.04	n.d	0.11	3.61	n.d	n.d	11.09	n.d	7.89
200001	n.d	2.34	n.d	13.28	n.d	2.82	n.d	9.11	0.06	n.d	0.21	3.43	n.d	n.d	36.28	0.25	11.56
200003	n.d	4.82	n.d	29.08	n.d	1.56	n.d	3.48	0.09	n.d	0.13	2.51	n.d	n.d	-	n.d	22.75
200007	n.d	1.51	n.d	22.10	n.d	1.89	n.d	2.83	0.06	n.d	0.12	2.91	n.d	n.d	10.85	n.d	7.96
200015	n.d	3.84	n.d	30.30	n.d	3.65	n.d	5.88	0.13	n.d	0.22	4.94	0.11	n.d	10.61	n.d	16.67
200030	n.d	0.39	n.d	0.64	n.d	1.99	n.d	4.06	0.01	n.d	0.18	0.87	n.d	n.d	1.13	n.d	3.56
200041	n.d	0.23	0.02	0.53	n.d	1.90	n.d	3.76	0.02	n.d	0.11	1.24	0.29	n.d	0.17	n.d	3.03
200045	n.d	4.99	n.d	13.71	n.d	6.32	n.d	5.10	0.16	n.d	0.21	8.48	0.24	n.d	23.71	n.d	16.67
200048	n.d	2.36	0.00	1.79	n.d	4.97	n.d	4.23	0.04	n.d	0.21	2.75	n.d	n.d	2.73	n.d	4.78
200049	n.d	3.44	0.00	18.57	n.d	2.44	n.d	6.00	0.10	n.d	0.15	1.65	n.d	0.03	1.37	n.d	9.43
200056	n.d	5.28	n.d	12.92	n.d	4.42	n.d	8.46	0.05	n.d	0.86	5.65	0.13	0.03	17.78	n.d	14.37
200064	n.d	2.53	n.d	23.74	n.d	7.42	n.d	7.29	0.10	n.d	0.63	6.95	n.d	0.05	15.08	n.d	15.38
200079	n.d	12.99	n.d	14.34	n.d	16.63	n.d	9.47	0.04	n.d	0.33	23.83	n.d	0.05	44.01	n.d	19.37
200092	n.d	2.25	n.d	12.78	n.d	2.76	n.d	6.30	0.10	n.d	0.22	5.17	n.d	0.04	22.61	n.d	13.65
200113	n.d	3.05	n.d	13.16	n.d	3.24	n.d	10.02	0.10	n.d	0.19	5.88	1.21	n.d	15.94	n.d	23.55
200114	n.d	2.29	n.d	14.83	n.d	1.85	n.d	15.16	0.15	n.d	0.33	7.14	n.d	0.03	17.73	n.d	14.26
200127	n.d	0.59	0.10	3.40	n.d	12.19	n.d	13.57	0.14	n.d	2.09	1.79	0.10	n.d	3.05	n.d	5.24
200129	n.d	5.75	n.d	15.51	n.d	5.36	n.d	6.87	0.74	n.d	0.35	4.41	n.d	n.d	4.97	0.27	20.15

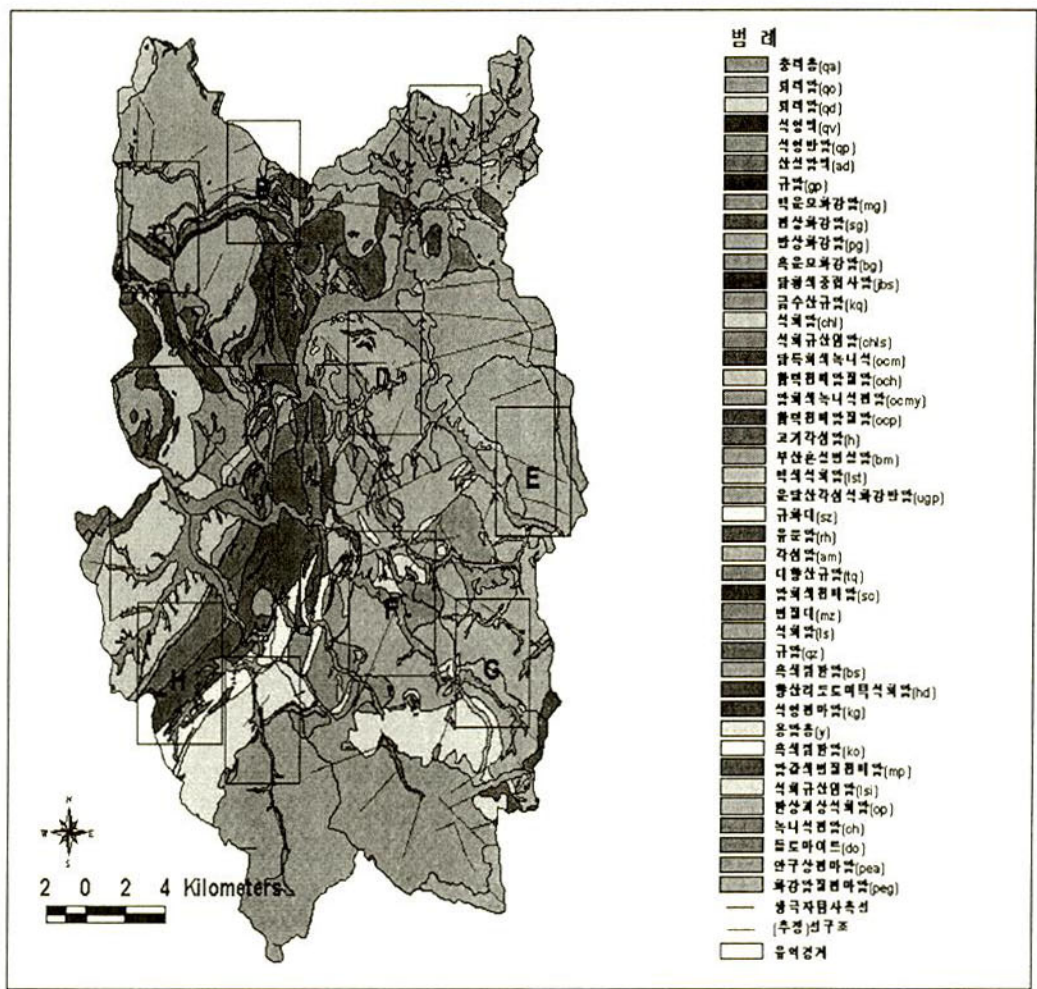
관정공번	대수층	소유역	지질	시	면	리	번지	pH	Eh (V)	EC (uS/cm)	HCO ₃ (mg/l)	Al (mg/l)	As (mg/l)	Ba (mg/l)	Ca (mg/l)	Cd (mg/l)	Co (mg/l)	Cr (mg/l)	Cu (mg/l)
200135	지표수	02	ocp	제천	한수	덕곡	531	6.95	165.60	159.10	55.42	n.d	0.00	n.d	18.10	n.d	n.d	n.d	n.d
200136	층적	02	ocp	제천	한수	덕곡	634-4	7.61	151.40	550.00	200.03	0.06	0.00	n.d	73.12	n.d	n.d	n.d	n.d
200142	암반	02	sc	제천	한수	탄지	403	7.16	154.20	181.90	62.35	n.d	0.01	n.d	23.19	n.d	n.d	n.d	n.d
300002	암반	03	ls	제천	덕산	도기	988	8.37	151.20	230.00	68.58	n.d	0.00	n.d	23.81	n.d	n.d	n.d	n.d
300007	층적	03	ls	제천	덕산	삼전	177-1	8.10	159.00	469.00	118.87	n.d	n.d	n.d	63.66	n.d	n.d	n.d	n.d
300008	암반	03	ls	제천	덕산	선고1	450	8.12	162.60	389.00	134.11	n.d	0.00	n.d	49.03	n.d	n.d	n.d	n.d
300011	지표수	03	ls	제천	덕산	선고3	1347	8.16	163.90	347.00	109.73	n.d	0.01	n.d	43.14	n.d	n.d	n.d	n.d
300032	암반	03	mz	제천	덕산	수산	396	7.91	161.20	310.00	91.44	n.d	0.01	n.d	32.34	n.d	n.d	n.d	n.d
300048	암반	03	do	제천	덕산	성암	1568-82	8.12	162.80	322.00	115.82	n.d	0.00	n.d	40.05	n.d	n.d	n.d	n.d
300049	층적	03	ls	제천	덕산	신현2	719-1	8.27	161.90	214.00	91.44	n.d	0.00	n.d	32.56	n.d	n.d	n.d	n.d
300058	층적	03	bg	제천	덕산	월악	53	7.27	168.40	42.70	16.76	n.d	n.d	n.d	4.01	n.d	n.d	n.d	n.d
300060	암반	03	bg	제천	덕산	월악	산1-1	6.88	210.20	24.00	9.14	n.d	0.01	n.d	1.69	n.d	n.d	n.d	0.02
300062	지표수	03	bg	제천	덕산	월악	51	7.40	189.70	56.90	24.38	n.d	n.d	n.d	5.45	n.d	n.d	n.d	n.d
400007	층적	04	bg	제천	한수	송계	1007-1	7.16	160.20	35.50	15.85	0.06	0.01	n.d	3.43	0.01	n.d	n.d	n.d
400023	암반	04	lsi	제천	한수	송계	753	7.80	138.10	368.00	135.94	0.05	0.01	n.d	56.04	0.01	n.d	n.d	n.d
400036	지표수	04	bg	제천	한수	송계	산63	6.97	164.70	39.70	12.19	0.06	0.01	n.d	3.49	0.01	n.d	n.d	n.d
400043	층적	04	ko	충주	살미	공이	574	7.30	155.60	58.40	19.51	0.07	0.01	n.d	6.20	0.01	n.d	n.d	n.d
400048	암반	04	sc	충주	살미	공이	351-1	7.80	136.50	338.00	95.71	0.06	0.01	n.d	42.67	0.01	n.d	n.d	n.d
400050	암반	04	och	충주	살미	내사	738-7	8.20	123.10	366.00	170.08	0.05	0.02	0.03	30.59	0.01	n.d	n.d	n.d
400060	지표수	04	och	충주	살미	무릉	산29-1	7.80	137.00	279.00	157.28	0.05	0.00	n.d	42.81	0.01	n.d	n.d	n.d
400062	암반	04	sc	충주	살미	신당	15	7.20	166.50	180.60	75.59	0.05	0.01	n.d	18.41	0.01	n.d	n.d	n.d
400066	층적	04	och	충주	살미	재오개	302	7.51	147.00	114.50	48.16	0.05	0.01	n.d	12.59	0.01	n.d	n.d	n.d
400076	암반	04	bg	충주	상모	미륵	229	6.90	170.50	38.20	10.36	0.07	0.01	n.d	3.41	0.01	n.d	n.d	n.d
500001	지표수	05	peg	충주	산척	명서	산76-10	7.99	320.00	400.00	170.00	0.05	0.01	n.d	22.18	0.00	n.d	n.d	n.d
500003	암반	05	mg	충주	동량	서운	91	7.60	169.50	102.00	59.44	n.d	n.d	n.d	11.34	n.d	n.d	n.d	n.d
500007	암반	05	och	충주	동량	손동	330-11	8.00	163.80	282.00	89.92	n.d	0.00	n.d	34.61	n.d	n.d	n.d	n.d
500010	암반	05	sc	충주	동량	손동	69-9	7.62	191.00	131.40	30.48	n.d	n.d	0.07	41.30	n.d	n.d	n.d	0.02
500021	층적	05	sc	충주	동량	지동	919	8.29	142.80	153.80	83.82	n.d	0.01	n.d	12.29	n.d	n.d	n.d	n.d
500024	층적	05	bm	충주	동량	하천	16	7.29	186.90	115.00	39.62	n.d	0.00	n.d	10.71	n.d	n.d	n.d	n.d
500034	암반	05	bg	충주	동량	화암	산11-3	8.00	158.50	163.30	82.30	n.d	0.01	n.d	18.58	n.d	n.d	n.d	n.d
500036	지표수	05	bg	충주	동량	화암	12	7.17	193.70	78.00	32.00	n.d	0.00	n.d	7.73	n.d	n.d	n.d	n.d
500038	층적	05	peg	충주	산척	명서	158-1	8.44	154.60	175.80	83.82	n.d	0.00	n.d	13.58	n.d	n.d	n.d	n.d
500045	암반	05	peg	충주	산척	명서	150	8.50	163.60	190.00	91.44	n.d	0.00	n.d	16.75	n.d	n.d	n.d	n.d

* nd : 검출한계이하

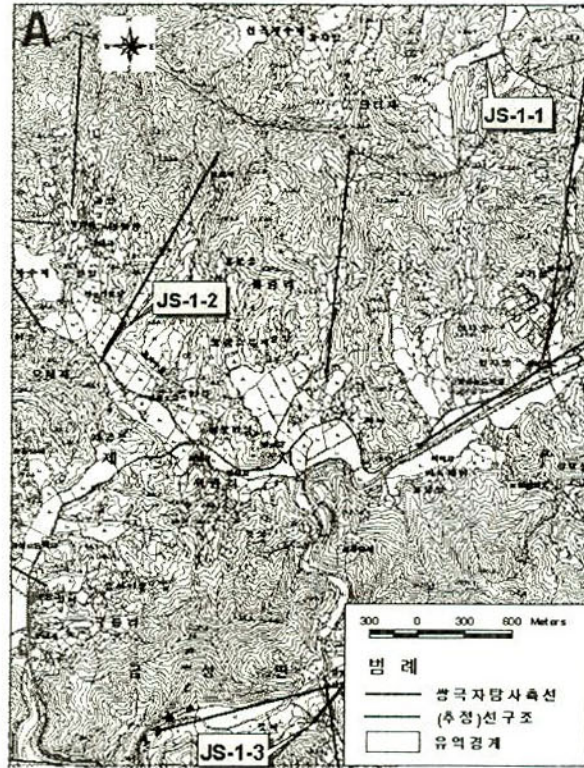
관정공번	Fe (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Mg (mg/l)	Mn (mg/l)	Na (mg/l)	Ni (mg/l)	Si (mg/l)	Sr (mg/l)	Zn (mg/l)	F (mg/l)	Cl (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	Br (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	PO ₄ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)
200135	n.d	1.97	n.d	5.21	n.d	2.53	n.d	8.12	0.03	n.d	0.18	3.42	n.d	0.08	13.88	n.d	7.42
200136	n.d	21.42	n.d	11.10	n.d	14.23	n.d	10.63	0.19	n.d	0.18	16.19	n.d	0.07	39.47	n.d	33.30
200142	n.d	1.32	n.d	3.96	n.d	7.08	n.d	12.06	0.16	n.d	0.32	3.01	n.d	0.06	0.42	n.d	24.88
300002	n.d	2.45	n.d	10.06	n.d	2.35	n.d	11.81	0.05	n.d	0.17	6.54	n.d	n.d	42.08	n.d	8.03
300007	n.d	5.27	n.d	14.91	n.d	7.03	n.d	12.21	0.10	n.d	0.19	17.48	0.12	n.d	104.95	n.d	21.19
300008	n.d	2.76	n.d	18.72	n.d	4.66	n.d	7.60	0.11	n.d	0.28	6.98	n.d	n.d	18.94	n.d	64.84
300011	n.d	2.76	n.d	12.71	n.d	4.75	n.d	16.35	0.10	n.d	0.23	11.52	0.18	n.d	62.78	0.25	15.46
300032	n.d	3.36	n.d	9.42	n.d	9.50	n.d	11.83	0.18	0.09	0.65	9.68	n.d	0.03	43.68	n.d	16.15
300048	n.d	2.27	n.d	11.12	n.d	6.62	n.d	11.09	0.15	n.d	0.40	7.11	n.d	0.08	24.93	n.d	33.38
300049	n.d	1.08	n.d	3.93	n.d	3.55	n.d	10.44	0.06	n.d	0.17	2.78	n.d	n.d	0.28	n.d	27.38
300058	n.d	0.65	n.d	1.07	n.d	2.07	n.d	5.12	0.01	0.02	0.31	1.77	n.d	0.04	1.94	0.28	5.16
300060	n.d	0.42	0.02	0.45	n.d	1.64	n.d	3.11	0.01	n.d	0.23	0.99	n.d	n.d	0.94	n.d	3.89
300062	n.d	1.51	n.d	1.00	n.d	2.32	n.d	3.51	0.02	n.d	0.31	1.86	n.d	n.d	1.71	n.d	4.23
400007	n.d	0.96	n.d	0.60	n.d	1.43	n.d	5.05	0.01	n.d	0.15	2.17	n.d	n.d	4.21	n.d	2.01
400023	n.d	1.74	0.01	7.32	n.d	8.47	n.d	12.48	0.18	0.40	0.28	11.24	n.d	44.63	-	n.d	17.59
400036	n.d	0.71	n.d	0.63	n.d	2.16	n.d	3.22	0.01	n.d	0.17	1.44	n.d	n.d	1.90	n.d	5.20
400043	n.d	0.67	n.d	1.25	n.d	2.39	n.d	4.64	0.02	0.04	0.22	2.01	n.d	n.d	3.92	n.d	5.04
400048	n.d	2.83	n.d	10.66	n.d	5.60	n.d	8.94	0.10	n.d	0.13	12.67	n.d	0.03	55.70	n.d	19.31
400050	n.d	11.18	0.00	12.87	n.d	18.88	n.d	4.52	0.26	n.d	0.27	9.08	1.67	0.07	16.36	n.d	18.26
400060	n.d	0.85	n.d	10.02	n.d	2.02	n.d	2.19	0.06	n.d	0.12	2.14	n.d	n.d	6.25	n.d	7.81
400062	n.d	1.02	0.00	6.79	n.d	5.71	n.d	8.86	0.16	0.28	0.13	7.14	n.d	0.03	10.30	n.d	8.83
400066	n.d	1.39	n.d	3.42	n.d	3.94	n.d	4.99	0.12	n.d	0.14	2.23	n.d	0.03	7.26	n.d	7.42
400076	n.d	0.64	n.d	0.68	n.d	2.12	n.d	3.16	0.02	0.08	0.20	1.55	n.d	n.d	3.92	0.25	4.45
500001	n.d	1.00	n.d	31.94	n.d	2.19	n.d	1.69	0.04	n.d	0.18	0.86	n.d	n.d	1.41	n.d	3.56
500003	n.d	0.91	n.d	1.38	n.d	7.65	n.d	12.24	0.05	0.17	0.30	2.91	n.d	n.d	3.19	n.d	1.65
500007	n.d	3.11	n.d	8.85	n.d	5.93	n.d	9.41	0.14	n.d	0.16	11.72	n.d	0.04	57.79	n.d	14.14
500010	n.d	0.76	n.d	3.14	n.d	4.20	n.d	36.40	0.12	0.86	0.13	5.92	n.d	n.d	13.78	n.d	15.59
500021	n.d	0.61	n.d	2.32	n.d	20.61	n.d	9.24	0.17	n.d	1.82	2.12	n.d	n.d	0.20	n.d	13.41
500024	n.d	5.98	n.d	2.55	n.d	5.59	n.d	7.54	0.05	0.08	0.15	3.89	n.d	n.d	13.60	2.21	10.04
500034	n.d	0.81	n.d	1.38	n.d	13.23	n.d	9.09	0.42	n.d	0.37	4.19	n.d	0.07	11.62	n.d	16.96
500036	n.d	1.16	n.d	1.65	n.d	4.83	n.d	6.59	0.04	n.d	0.16	2.87	n.d	n.d	3.17	n.d	7.84
500038	n.d	1.36	n.d	8.03	n.d	8.81	n.d	5.39	0.37	n.d	0.16	6.27	n.d	0.03	1.71	n.d	11.96
500045	n.d	2.11	n.d	7.43	n.d	9.52	n.d	9.14	0.34	n.d	0.18	4.29	n.d	n.d	3.94	n.d	15.02

<부록-16> 물리탐사 결과

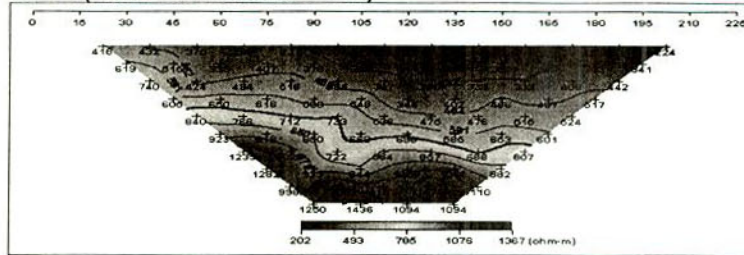
여 백



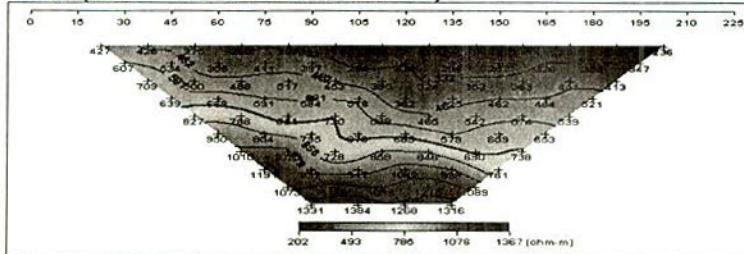
< 제산지구 물리탐사 위치도 >



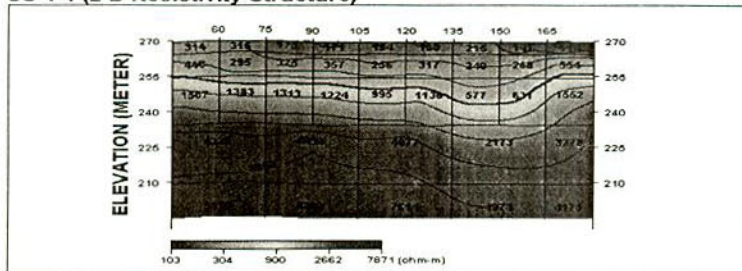
JS-1-1 (Field Data Pseudosection)



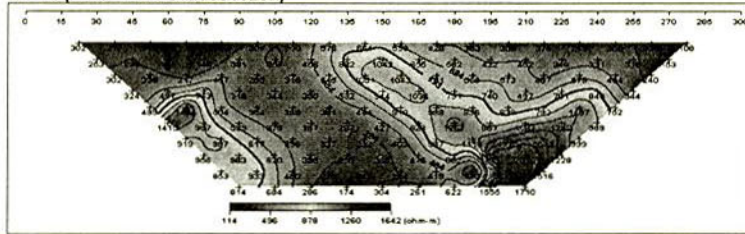
JS-1-1 (Theoretical Data Pseudosection)



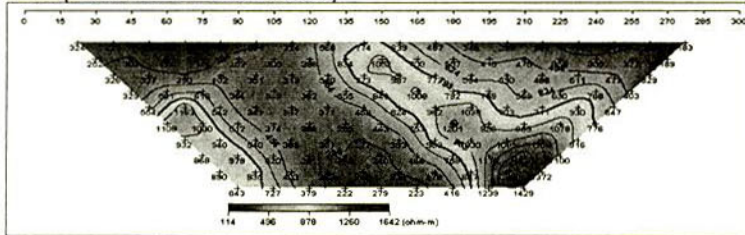
JS-1-1 (2-D Resistivity Structure)



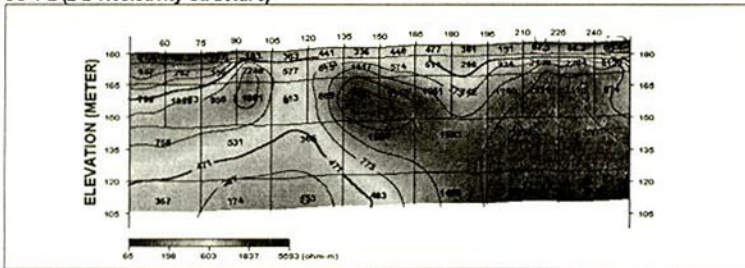
JS-1-2 (Field Data Pseudosection)



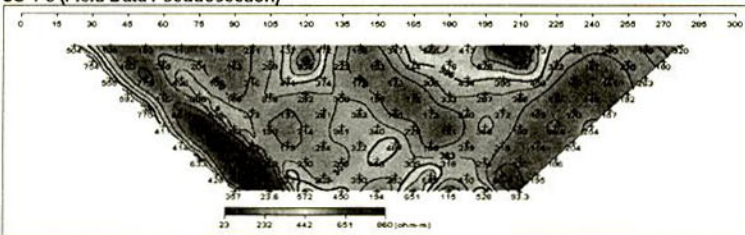
JS-1-2 (Theoretical Data Pseudosection)



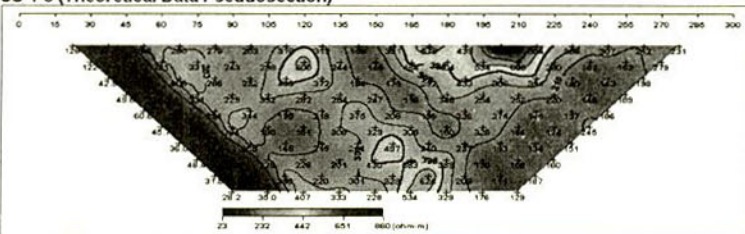
JS-1-2 (2-D Resistivity Structure)



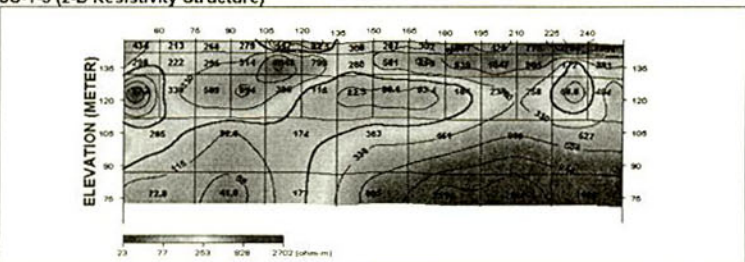
JS-1-3 (Field Data Pseudosection)

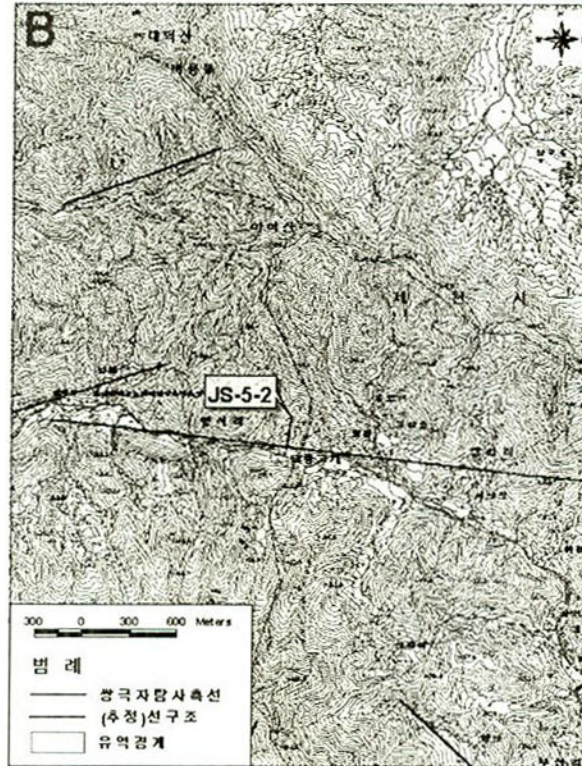


JS-1-3 (Theoretical Data Pseudosection)

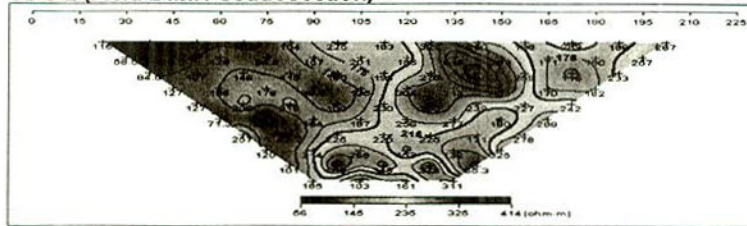


JS-1-3 (2-D Resistivity Structure)

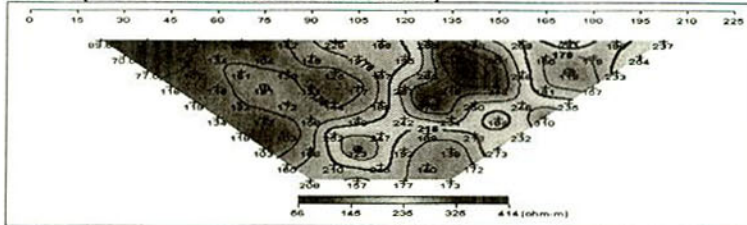




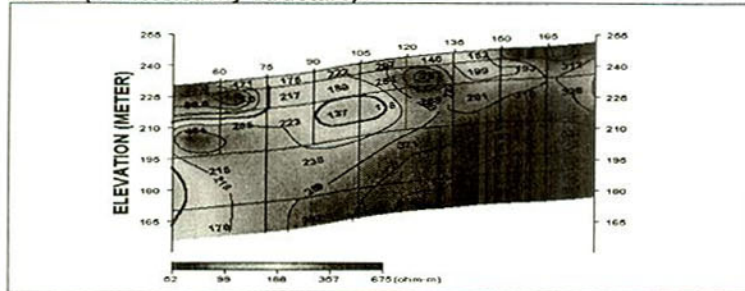
JS-5-2 (Field Data Pseudosection)

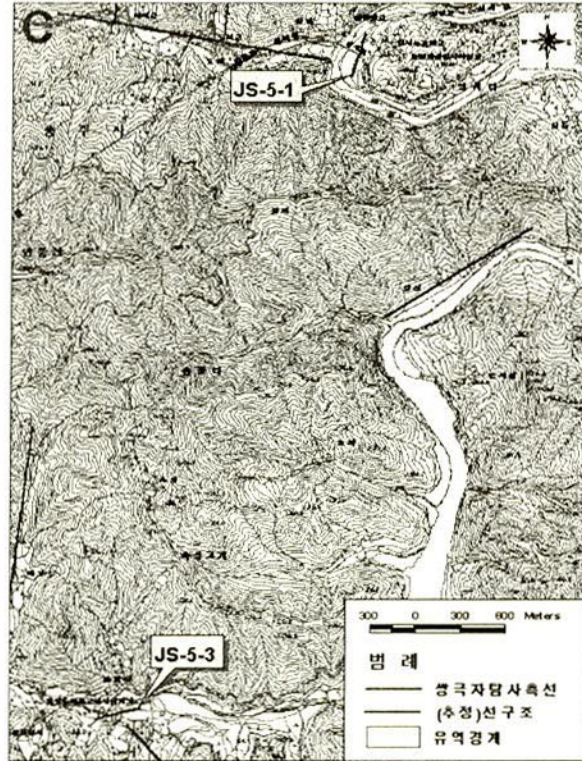


JS-5-2 (Theoretical Data Pseudosection)

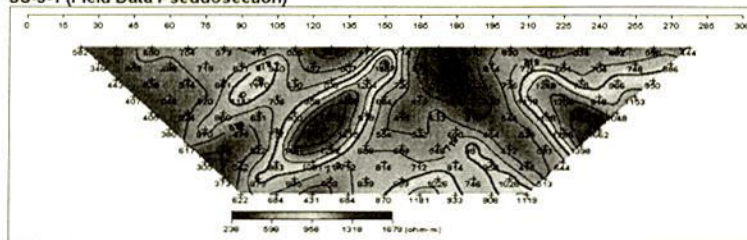


JS-5-2 (2-D Resistivity Structure)

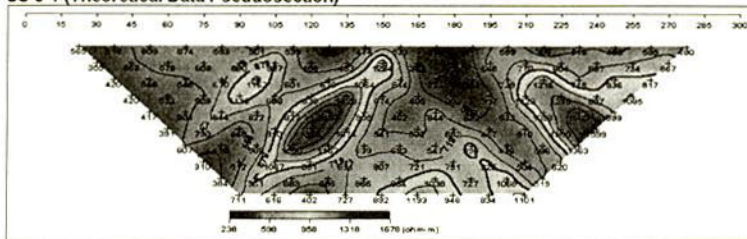




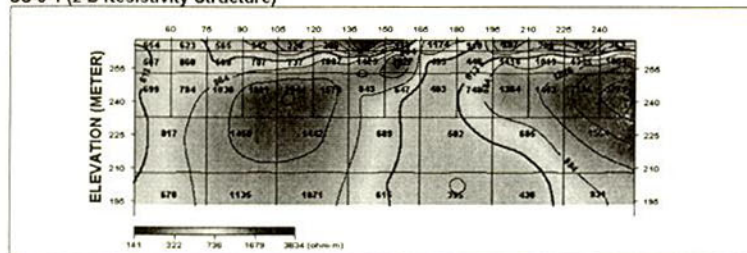
JS-5-1 (Field Data Pseudosection)



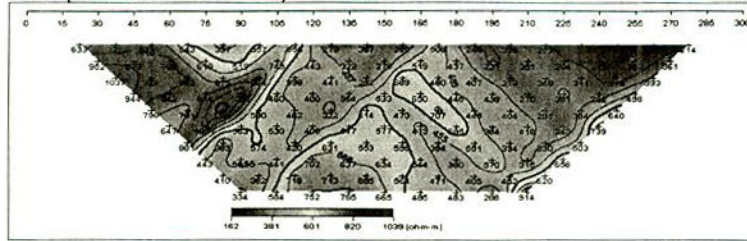
JS-5-1 (Theoretical Data Pseudosection)



JS-5-1 (2-D Resistivity Structure)



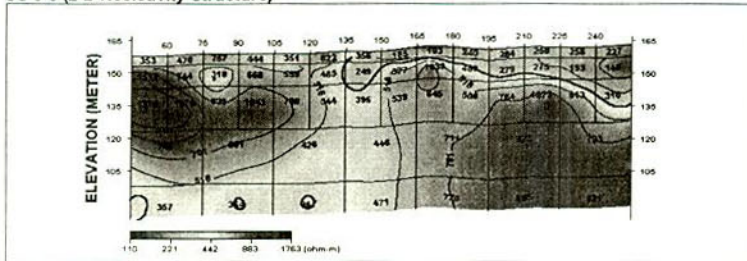
JS-5-3 (Field Data Pseudosection)

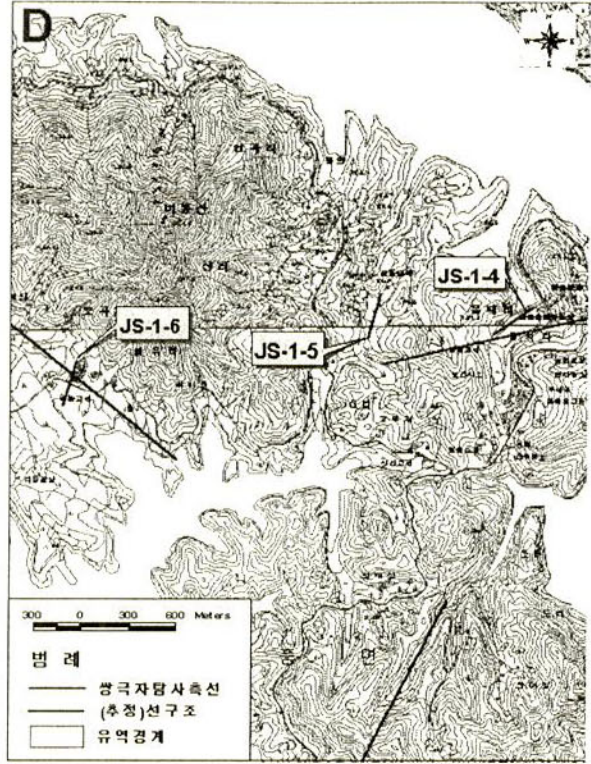


JS-5-3 (Theoretical Data Pseudosection)

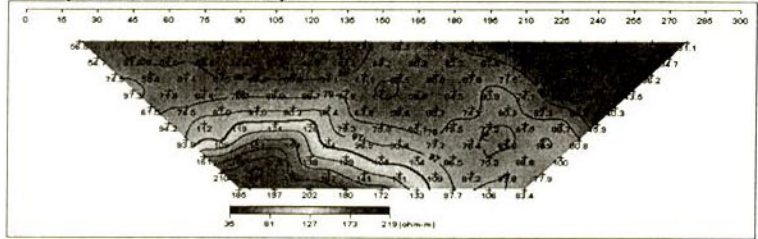


JS-5-3 (2-D Resistivity Structure)

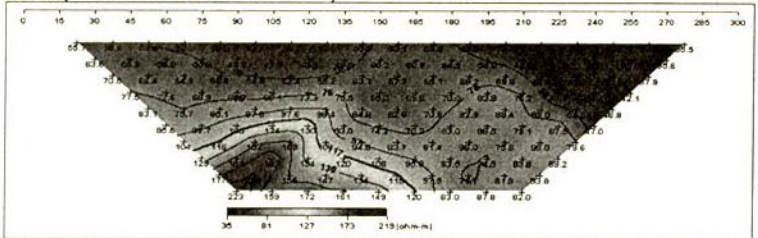




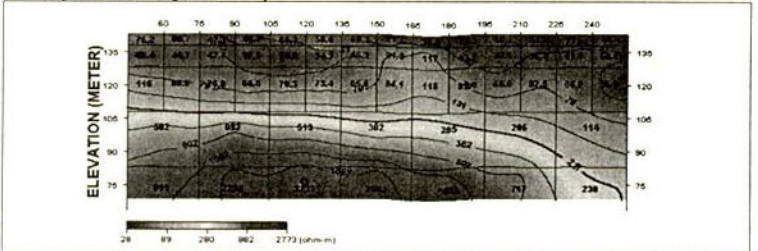
JS-1-4 (Field Data Pseudosection)



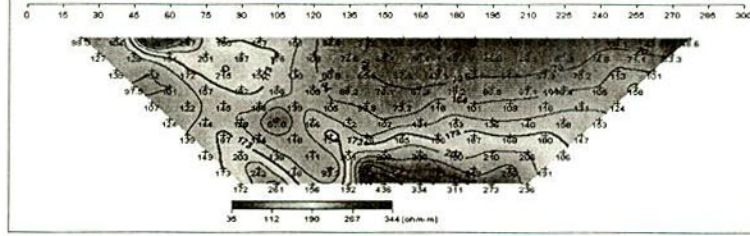
JS-1-4 (Theoretical Data Pseudosection)



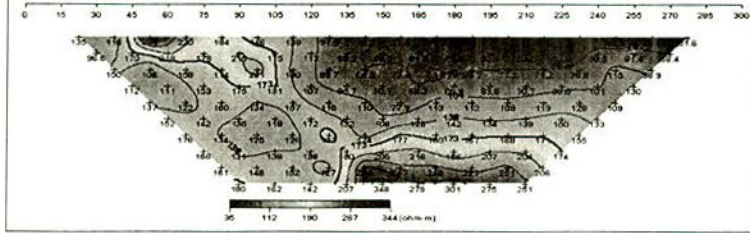
JS-1-4 (2-D Resistivity Structure)



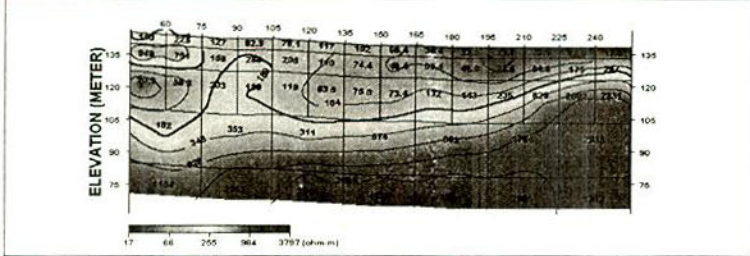
JS-1-5 (Field Data Pseudosection)



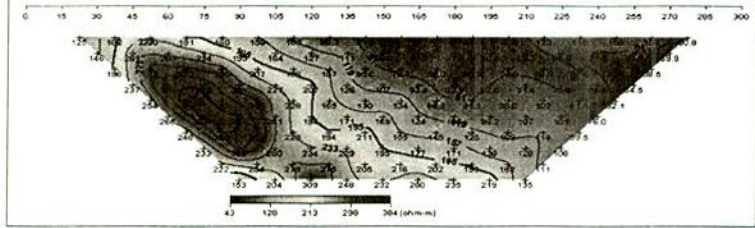
JS-1-5 (Theoretical Data Pseudosection)



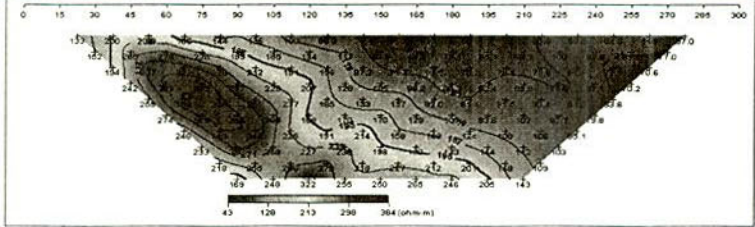
JS-1-5 (2-D Resistivity Structure)



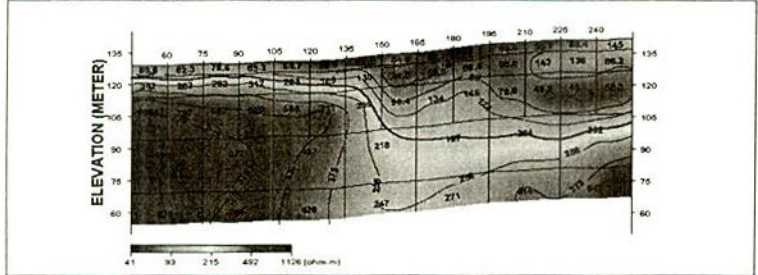
JS-1-6 (Field Data Pseudosection)

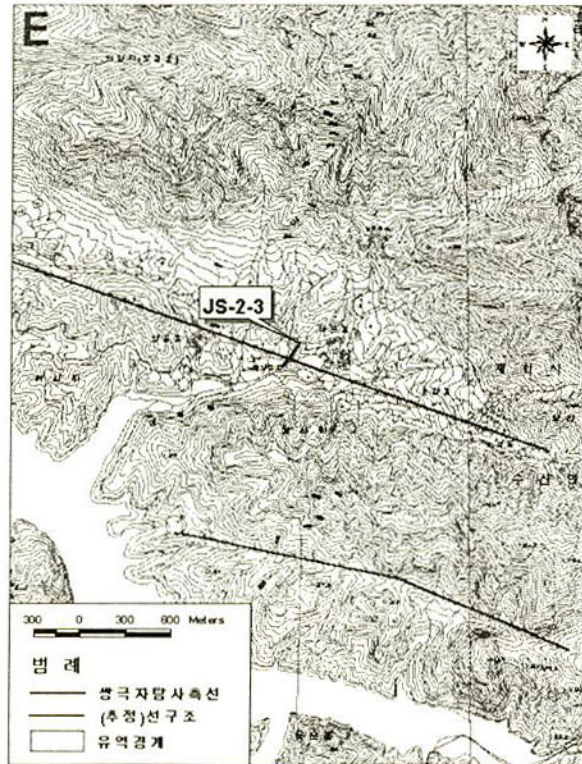


JS-1-6 (Theoretical Data Pseudosection)

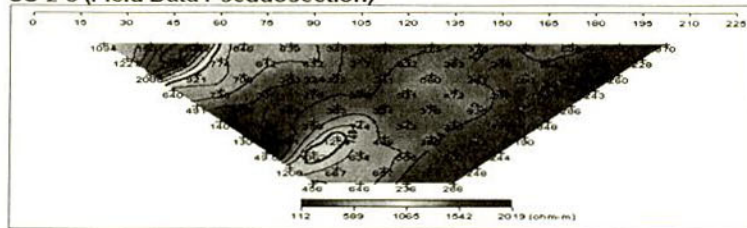


JS-1-6 (2-D Resistivity Structure)

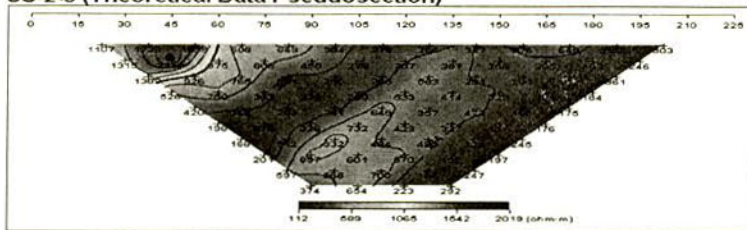




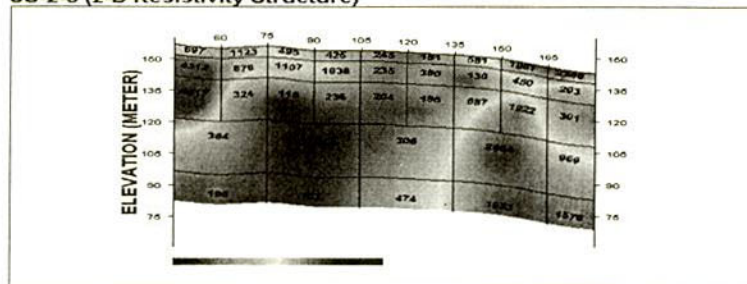
JS-2-3 (Field Data Pseudosection)

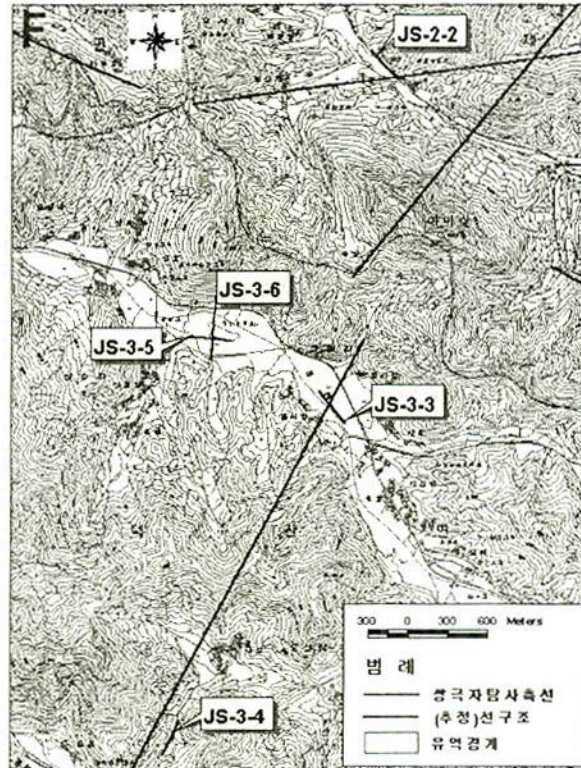


JS-2-3 (Theoretical Data Pseudosection)

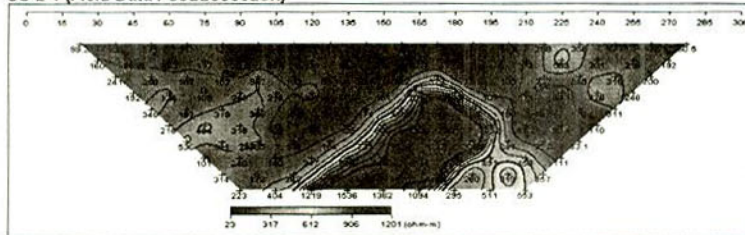


JS-2-3 (2-D Resistivity Structure)

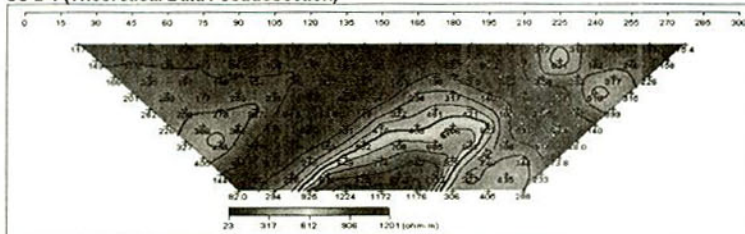




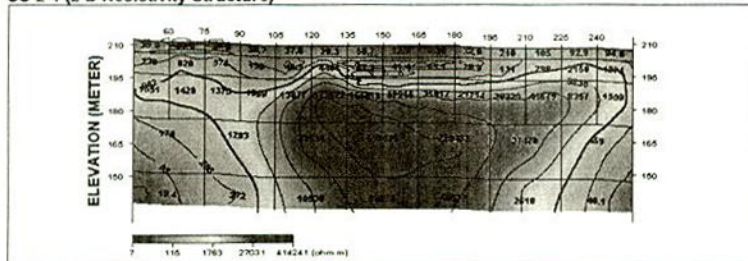
JS-2-1 (Field Data Pseudosection)



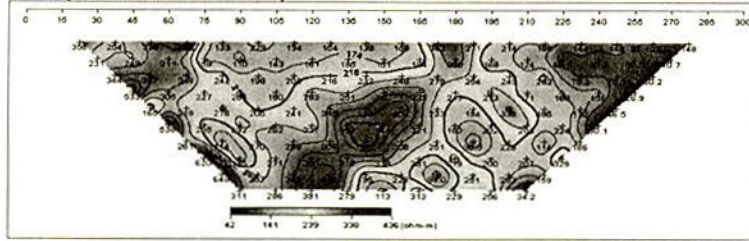
JS-2-1 (Theoretical Data Pseudosection)



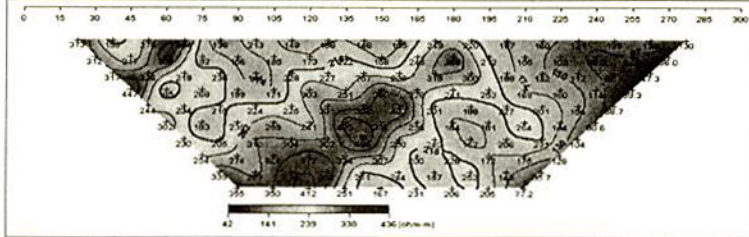
JS-2-1 (2-D Resistivity Structure)



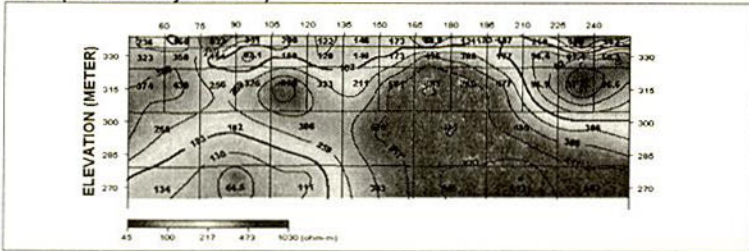
JS-3-3 (Field Data Pseudosection)



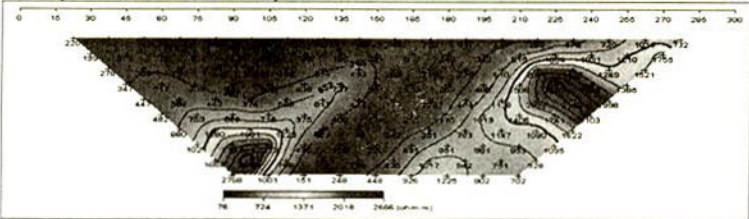
JS-3-3 (Theoretical Data Pseudosection)



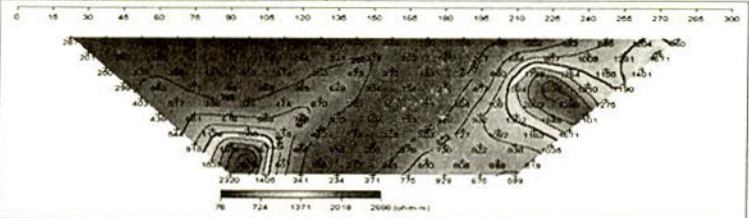
JS-3-3 (2-D Resistivity Structure)



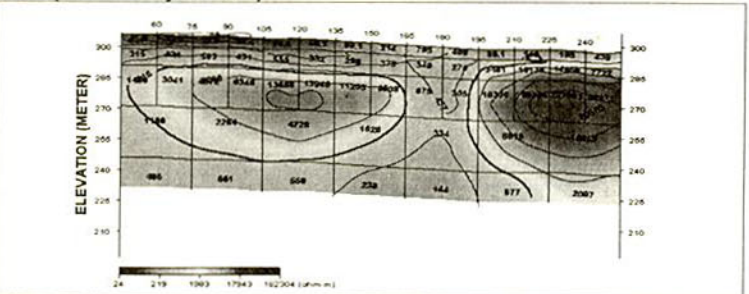
JS-3-4 (Field Data Pseudosection)



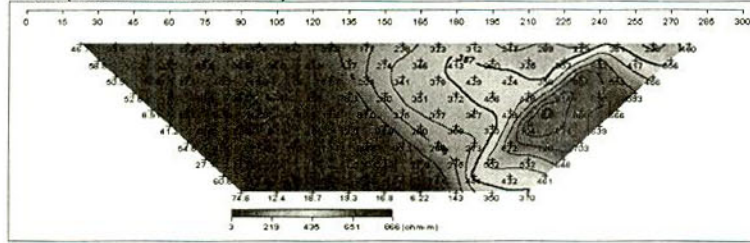
JS-3-4 (Theoretical Data Pseudosection)



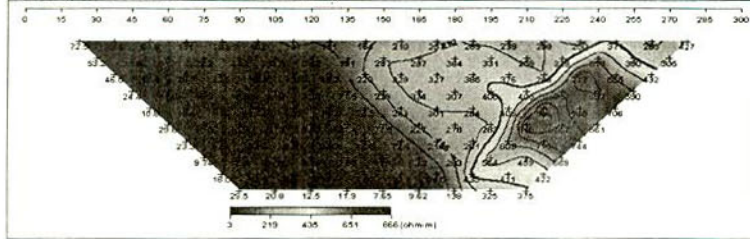
JS-3-4 (2-D Resistivity Structure)



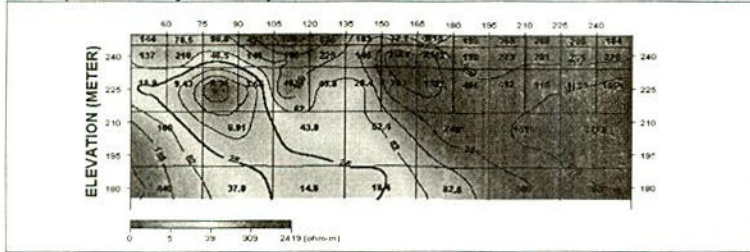
JS-3-5 (Field Data Pseudosection)



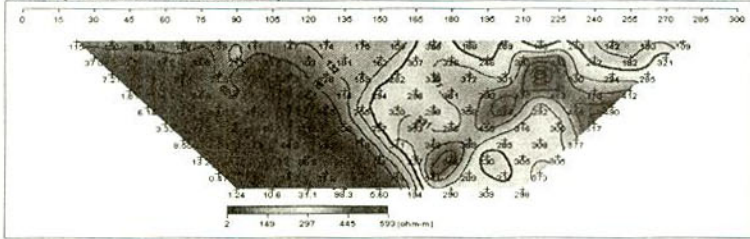
JS-3-5 (Theoretical Data Pseudosection)



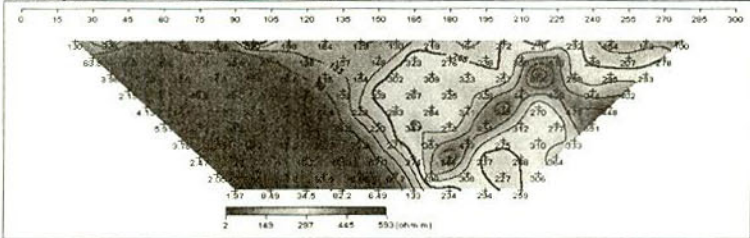
JS-3-5 (2-D Resistivity Structure)



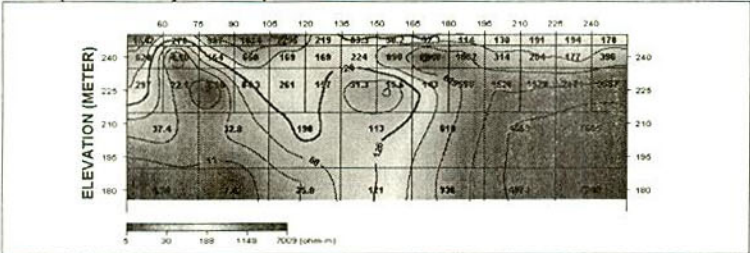
JS-3-6 (Field Data Pseudosection)

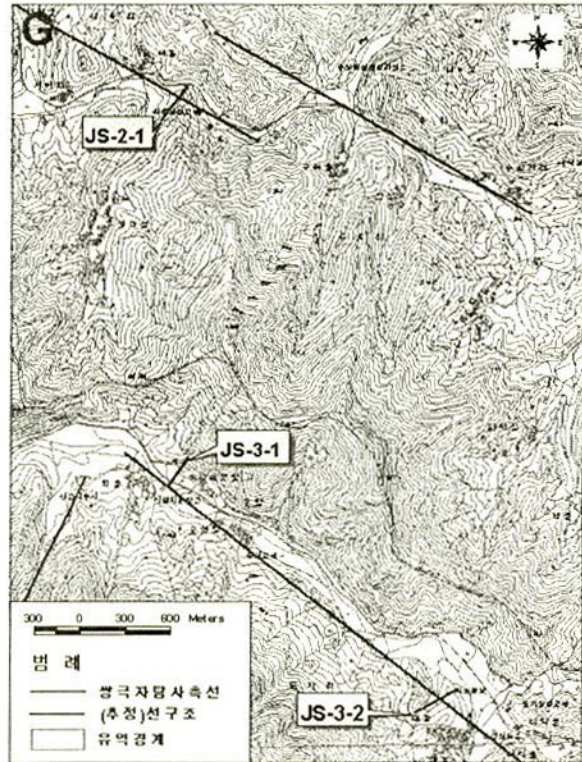


JS-3-6 (Theoretical Data Pseudosection)

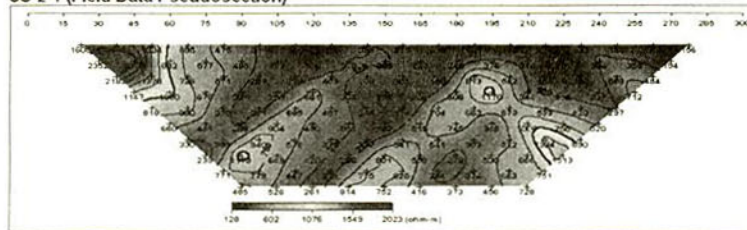


JS-3-6 (2-D Resistivity Structure)

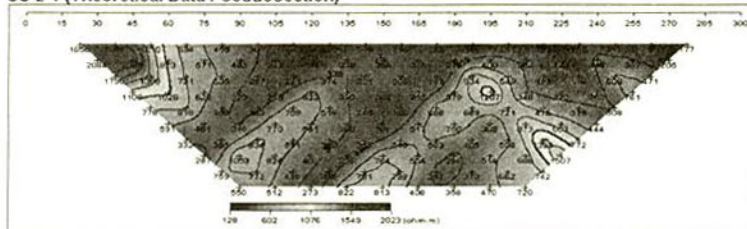




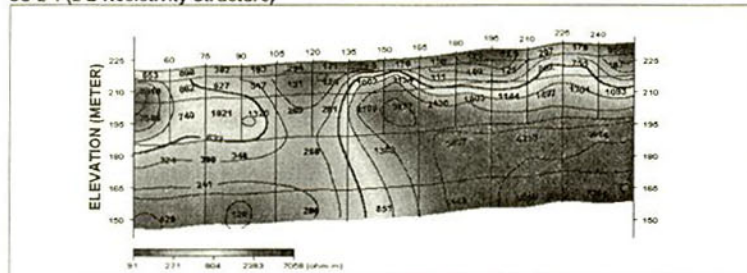
JS-2-1 (Field Data Pseudosection)



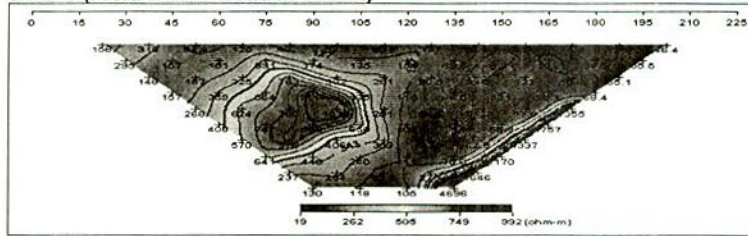
JS-2-1 (Theoretical Data Pseudosection)



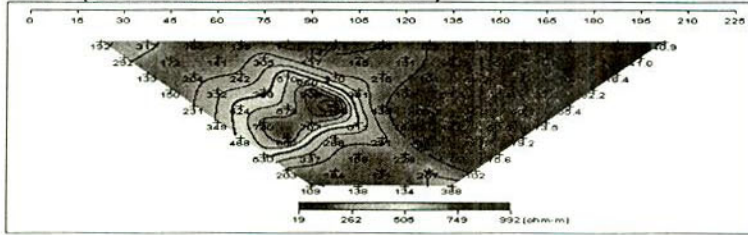
JS-2-1 (2-D Resistivity Structure)



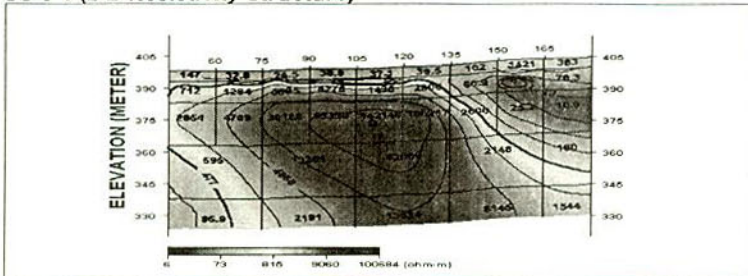
JS-3-1 (Field Data Pseudosection)



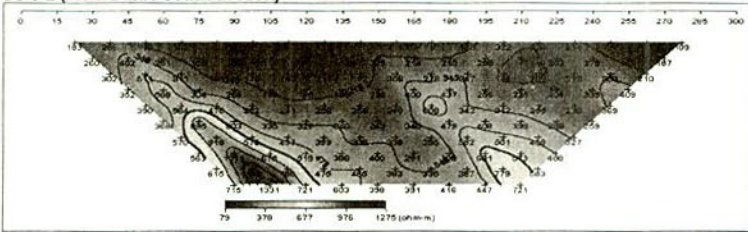
JS-3-1 (Theoretical Data Pseudosection)



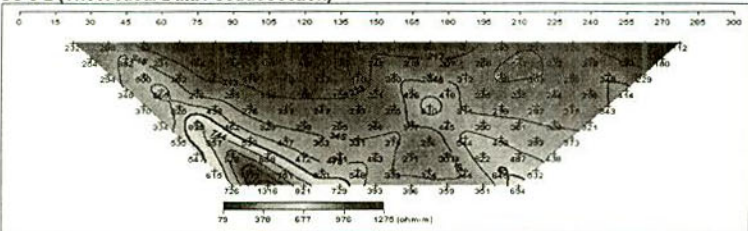
JS-3-1 (2-D Resistivity Structure)



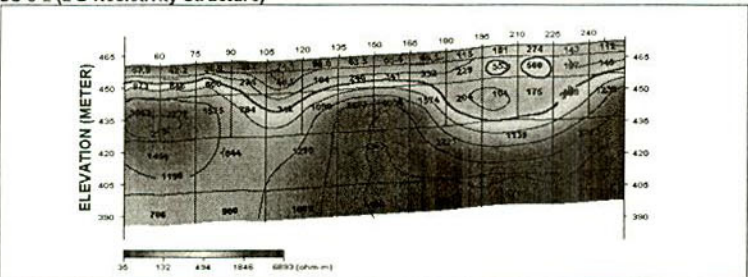
JS-3-2 (Field Data Pseudosection)

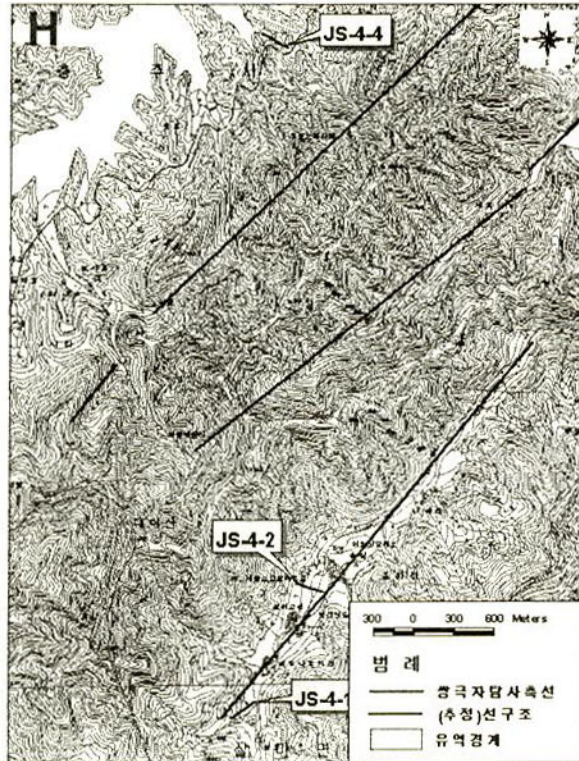


JS-3-2 (Theoretical Data Pseudosection)

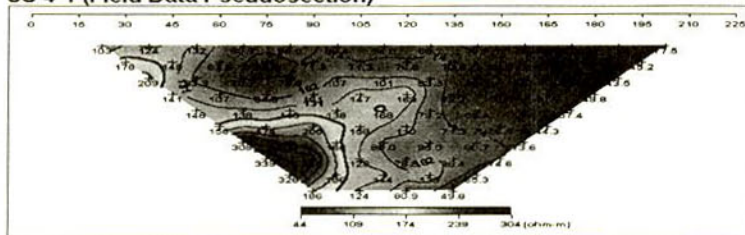


JS-3-2 (2-D Resistivity Structure)

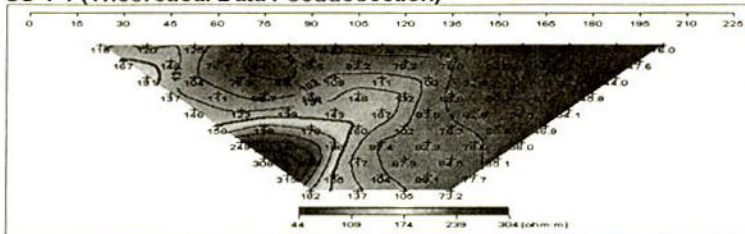




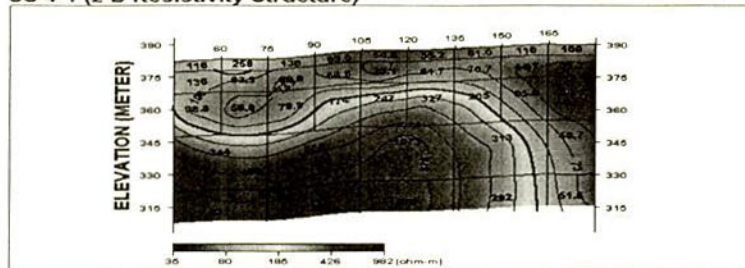
JS-4-1 (Field Data Pseudosection)



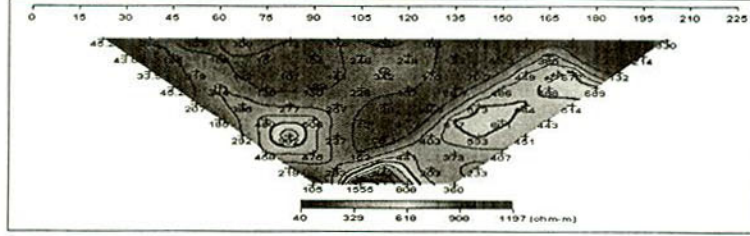
JS-4-1 (Theoretical Data Pseudosection)



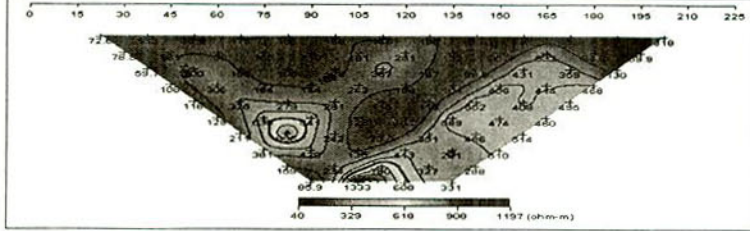
JS-4-1 (2-D Resistivity Structure)



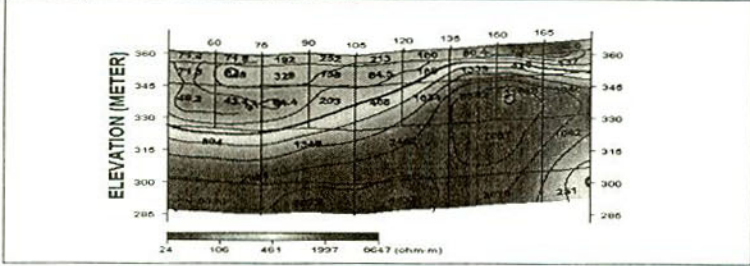
JS-4-2 (Field Data Pseudosection)



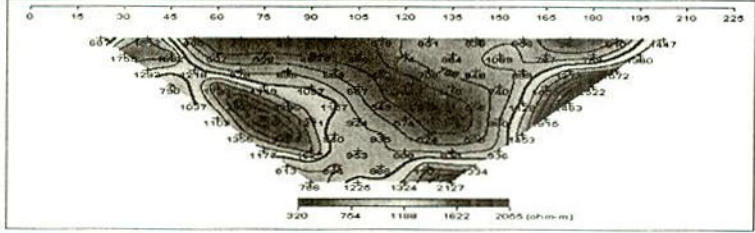
JS-4-2 (Theoretical Data Pseudosection)



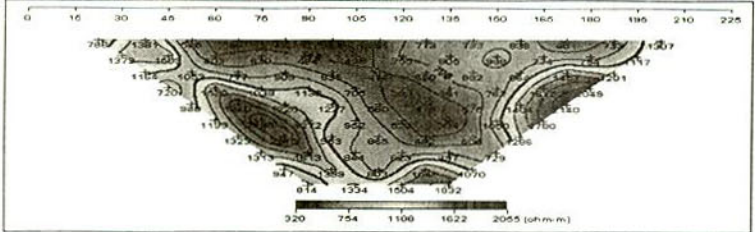
JS-4-2 (2-D Resistivity Structure)



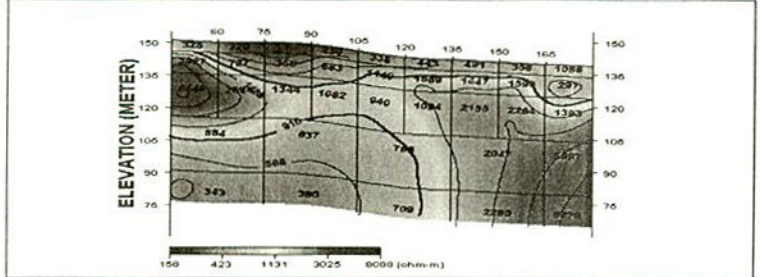
JS-4-4 (Field Data Pseudosection)

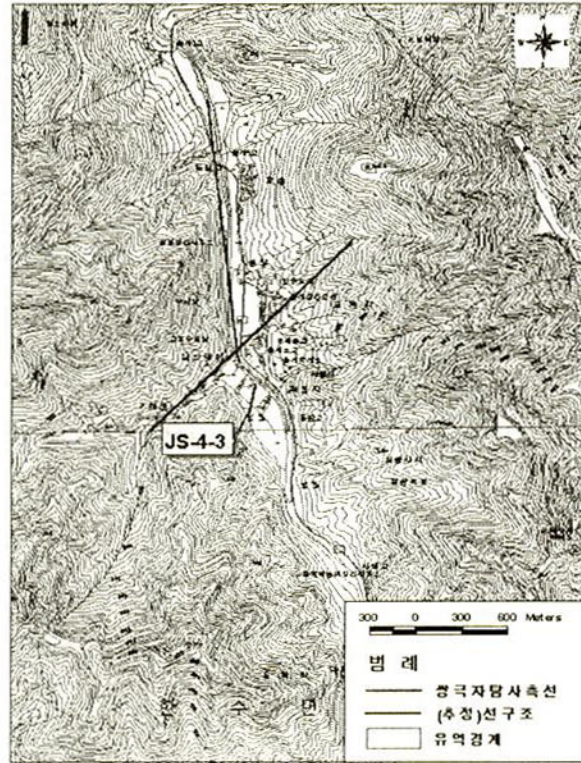


JS-4-4 (Theoretical Data Pseudosection)

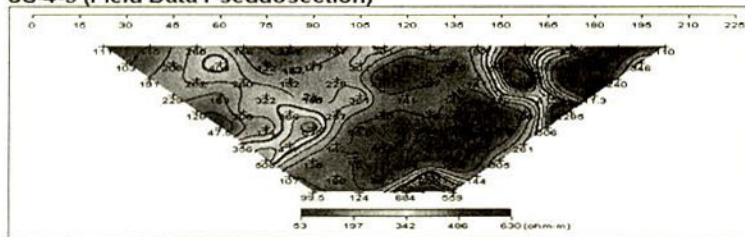


JS-4-4 (2-D Resistivity Structure)

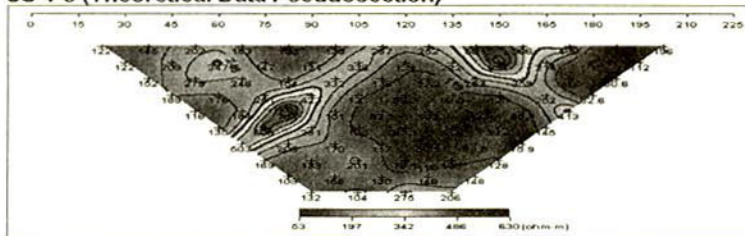




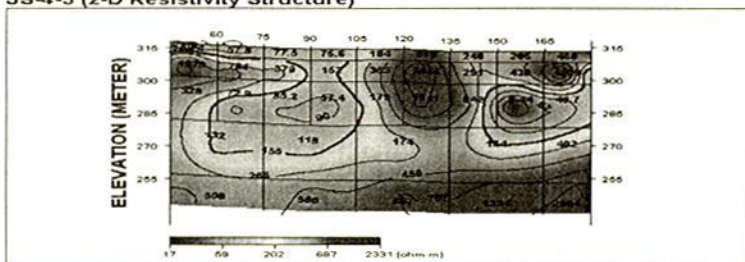
JS-4-3 (Field Data Pseudosection)



JS-4-3 (Theoretical Data Pseudosection)



JS-4-3 (2-D Resistivity Structure)



여 백

<부록-17> 쌍극자탐사 내역표

여 백

<부록-17> 전기비저항 쌍극자탐사 내역

구역	위치			전기비저항 쌍극자탐사			탐사목적	분포지질	전기비저항 이상대		비고
	시	면	리	측선번호	측선길이 (m)	측선방향			수평거리 (m)	심도 (m)	
JS-01	제천	금성	양화	JS-1-1	225	N70E	수리조사를 위한 총적층과 암반경계심도 확인	흑운모화강암	> 150	< 225	수리조사
	제천	금성	월림	JS-1-2	300	N25E	선구조에 따른 대수층, 총적층후 및 암반경계 확인	흑운모화강암	105 ~ 120	< 140	수질조사
	제천	금성	중전	JS-1-3	300	N40E	선구조대비 총적층과 암반경계심도 확인	석회암	이상대추정 곤란		수리조사
	제천	청풍	물태	JS-1-4	300	N55E	암반의 비저항분포특성 확인	석회암	> 230	< 100	수리조사
	제천	청풍	신	JS-1-5	300	N13E	쓰레기매립장 침출수 추정	석회암	< 75	< 95	수질조사
	제천	청풍	대류	JS-1-6	300	N15E	선구조대비 총적층후 확인	석회암	135 ~ 195	< 105	수질조사
JS-02	제천	수산	적곡	JS-2-1	300	N35E	암반특성에 따른 대수층확인	석회암	105 ~ 135	< 185	수질조사
	제천	수산	오티	JS-2-2	300	N46W	오염분포조사(농경지, 축산하수 및 생활하수)	석회암	<75, >240	< 180	수질조사
	제천	수산	상천	JS-2-3	225	N33E	선구조대비 총적층과 암반경계심도 확인	흑운모화강암	60 ~ 135	< 135	수리조사
JS-03	제천	덕산	선고	JS-3-1	225	N34E	선구조대비 오염분포조사(농경지, 생활하수 등)	석회암	> 150	> 375	수질조사
	제천	덕산	도기	JS-3-2	300	N58E	선구조대비 총적층후 확인 및 오염분포조사	석회암	90 ~ 105	< 435	수리조사
	제천	덕산	성암	JS-3-3	300	N38W	선구조대비 대수층 및 총적층후 확인	석회암	75 ~ 135	< 305	수리조사
	제천	덕산	중금	JS-3-4	300	N20E	대수층 및 총적층후 확인	석회암	165 ~ 195	< 290	수질조사
	제천	덕산	신현	JS-3-5	300	N80W	오염분포조사(농경지, 축산하수 및 생활하수)	석회암	75 ~ 150	< 235	수질조사
	제천	덕산	신현	JS-3-6	300	N3E	오염분포조사(농경지, 축산하수 및 생활하수)	석회암	< 165	< 235	수질조사
JS-04	충주	살미	공이	JS-4-1	225	N50E	수리조사를 위한 총적층과 암반경계심도 확인	흑색점판암	> 165	< 380	수리조사
	충주	살미	공이	JS-4-2	225	N72W	선구조에 따른 대수층 및 총적층후 확인	흑색점판암	이상대추정 곤란		수리조사
	제천	한수	송계	JS-4-3	225	N10E	선구조대비 오염분포조사(농경지, 생활하수 등)	흑운모화강암	60 ~ 105	255 ~ 300	수질조사
	충주	살미	내사	JS-4-4	225	N60W	쓰레기매립장 침출수 추정	함력천매암질암	75 ~ 135	< 115	수질조사
JS-05	충주	산척	명서	JS-5-1	300	N16E	수리조사를 위한 총적층과 암반경계심도 확인	화강암질편마암	165 ~ 210	< 240	수리조사
	충주	산척	명서	JS-5-2	225	N5E	선구조에 따른 대수층 및 총적층후 확인	화강암질편마암	< 75	< 195	수리조사
	충주	동량	손동	JS-5-3	300	N72E	선구조연장선상의 총적층후 확인	함력천매암질암	105 ~ 165	< 120	수리조사

여 백

<부록-18> 물리검층 결과

여 백

[물리검층 결과표]

구역	공번	위 치				지질	심도 (m)	구분	검층항목		전기이상대 (m)
		시	면	리	지번				Short	Long	
JS-01	100169	제천	청풍	학현	395	bg	73	최대	73	198	21~26
								최소	2	3	
JS-02	200015	제천	수산	구곡	125-1	do	76	최대	38	72	57~65
								최소	7	3	
JS-03	300050	제천	덕산	신현	1658-79	ls	73	최대	72	192	28~36
								최소	7	1	33~57 57~63
JS-04	400072	충주	상모	미륵	168	bg	50	최대	302	291	23~28
								최소	79	42	43~47

※ - 단위 : Short, Long(Ω/m)

- 지질 : bg : 흑운모화강암, do : 돌로마이트, ls : 석회암

□ 물리검층 결과도

