

GOVP1199704247

제 2 차년도
최종보고서

627.56
L 2932
V.2

제주지역 지하수 인공함양에 관한 연구

A Study of Artificial Groundwater Recharge in Cheju Area

연 구 기 관

농 어 촌 진 흥 공 사

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “제주지역 지하수 인공함양에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1996. 12. .

주관연구기관명 : 농어촌진흥공사

총괄연구책임자 : 이 종 선

연구 원 : 김 병 도

” : 이 기 철

” : 김 영 업

” : 김 진 회

협동연구기관명 : 제주대학교 해양연구소

협동연구책임자 : 윤 정 수

요 약 문

I. 제 목

제주지역지하수 인공함양에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

한반도의 최남단에 위치한 제주도는 년평균 강우량 1,545mm를 기록하고 있으며 지형·지질특성상 약 110회의 화산활동에 따라 투수성 지층이 넓게 분포하며 한라산을 중심으로 동서방향 74km, 남북방향 32km인 타원형의 형태로 급경사를 이루고 있다. 이러한 특성상 많은 강우량은 많은 양의 지하유입(44%)과 또한 하천에서의 빠른 유출이라는 2중 성격을 내포하고 있다. 그러나 년강우량의 58% 이상이 6~9월의 4개월 동안 집중적으로 내리는 실정을 감안하고 투수속도가 빠른 지층이라는 점을 감안하면 실제 지하로 유입되는 강우량은 이보다 적다고 판단할 수 있으며 일부 해안지역에서는 대수층으로의 해수침입이 관찰되어 지하수에 염분(Cl^-)의 과다로 인한 생활용수로 활용이 어려운 실정이다. 이러한 실정을 감안하여 제주지역 지하수 함양량을 증대시키고 염수침입에 따른 고염도화 현상을 방지할 수 있는 연구개발의 필요성이 대두되었으며 이러한 공법이 적용될 수 있는 성과가 나타난다면 제주지역의 가뭄해소 및 염수 침입방지와의

수자원 이용·관리측면에 크게 기여할 것이며 가뭄에 어려움을 겪고 있는 육지부에 대하여도 장기적인 수자원 이용·관리 측면에 크게 기여하게 될 것이다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 제주지역의 풍부한 강우를 지하에 인공적으로 함양시켜 지하수 포장량을 증대시키고 담수체의 확대로 인한 해수침입 억제 효과를 확인할 수 있도록 조사지역에 대한 지형·지질조사, 강우시 하천에 유출되는 유출량을 지하에 유입시킬 수 있는 유입공을 설치하고 지하에 유입된 지하수에 의한 지하수 포장체 변화여부를 확인하기 위한 관측공을 설치하고 3차원 지하수 유동모델링을 사용하여 인공함양에 의한 대수층의 지하저류 증대방안의 효과 여부를 규명하는데 있다. 또한 염수침입에 따른 고염도화의 진행여부를 확인하기 위하여 대수층별 수질분석과 지하수 함양에 따른 주변지역의 지질특성 변화를 확인하는데 있다.

Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

조사지역에서 강우량이 지하 유입되어 이중 일부는 토양대로 저장되고 나머지는 대수층내로 침투되는데 침투량은 약 879.82mm로서 총강우량의 40% 이상을 차지한다. 이도 지하지층 및 토양의 투수속도가 상당히 빨라서 강우가 지하수로 쉽게 유입되고 있음을 알 수 있다.

인공함양공에 의한 함양효과분석은 천미천이 간혈천으로 호우시에만 함양이 가능하며 1회 호우로는 10~20cm 정도의 수위상승을 일으키며 짧은 기간내에 호우가 반복될시에는 기하급수적으로 함양효과

가 나타나는 것으로 분석되었다.

또한 본 조사지역은 부분적인 염수오염이 관측되고 있으며 이는 만조시와 간조시에 따라 수질성분이 바뀌고 있어 조석의 영향에 상당히 민감하게 반응하는 것으로 판단된다. 즉 투수계수에 비해 조석 영향이 수십배나 빠르게 영향을 미치고 있음이 확인되었는데 지하수 유로중 일부가 지하 대수층으로부터 바다까지 연결되어 '파이핑'현상처럼 지하수의 흐름이 아닌 수위차 압력이 빠르게 전달되는 것으로 분석되었다. 이러한 지점을 찾아 지하유로를 차단할 경우 조석차에 의한 염수침입방지 및 지하수 인공 함양효과는 극대화 될 것이다.

따라서 '파이핑'현상을 일으키는 지하유로를 차단한후 집중호우시 유출되는 지표수를 인공함양할 경우 제주도 해안지역의 지하수 함양과 염수침입 억제에 관하여 기대할만한 성과를 이룰수 있다고 판단된다.

목 차

제 1 장. 서 론	13
제 2 장. 본 론	21
제 1 절. 중산간지역 하천별 홍수유출량 검토	21
1. 수문과 기상	21
2. 지 형	36
3. 하계망분석	38
4. 지 질	45
5. 하천유역의 절리계분석	54
6. 토양조사	56
7. 하천유출량 및 함양량조사	63
제 2 절. 지하수유입공 및 관측공설치를 통한 지하지질조사	78
1. 지하수 인공함양을 위한 유입공설치	78
2. 함양효과 관측을 위한 관측공설치	79
제 3 절. 수질검사에 의한 수질특성분석	86
제 4 절. 대수층시험	99

제 5 절. 장기관측망 관측조사와 연계한 함양효과 분석	113
1. 조사지역의 정천 및 이용현황조사	113
2. 지하수위조사	115
제 6 절. 지하수 모델링기법에 의한 지하수 포장예측	131
1. 지하수 유동 모델링구축	131
2. 평형상태 분석을 통한 모델구축	140
3. 비평형상태 분석을 통한 모델구축	145
제 3 장. 결 언	158
※ 부 록	161
- '96년도 지역별 강수량	163
- 1차 양수시험 수위관측자료('95. 7. 27~7. 28)	167
- 2차 양수시험 수위관측자료('95. 8. 31~9. 2)	187
- 3차 양수시험 수위관측자료('96. 8. 29~8. 30)	193
- 수질검사 성적서	207

< 그림 목 차 >

<그림 2-1> 조사지역 위치도	22
<그림 2-6> 성판악, 조천, 구좌, 표선지역 일대의 월별강우량	28
<그림 2-7> 천미천유역의 지형도	37
<그림 2-8> 조사지역 일대의 위성영상사진	39
<그림 2-9> 천미천과 가마천 하천차제수 분포도	41
<그림 2-10> 하천 분포지역의 하계밀도 분포도	44
<그림 2-11> 제주도 여러지역에서 시추결과	46
<그림 2-12> 천미천 및 주변지역의 지질도	49
<그림 2-13> 하천유역의 절리계 분포도	55
<그림 2-14> 토양조사 범위, 토양시료 채취지점(S-1, S-2, S-3, S-4)	58
<그림 2-15> 조사지역 관정분포도	65
<그림 2-16> 조사지역내의 관측공 및 유입공 위치도	67
<그림 2-17> Piper diagram의 지하수 형태별 분류기준	91
<그림 2-18> 조사지역 인근의 D-31호공의 시간별 수질변화	92
<그림 2-19> 조사지역 인근의 W-12호공의 시간별 수질변화	92
<그림 2-20> 관측B호공의 시간별 수질변화	94
<그림 2-21> 조사지역 인근의 H-1호공의 시간별 수질변화	94
<그림 2-22> 조사지역 인근관정의 수질비교('96. 6. 11)	95
<그림 2-23> 조사지역 인근관정의 수질비교('96. 6. 24)	95
<그림 2-24> 조사지역 인근관정의 수질비교('96. 7. 4)	96
<그림 2-25> 조사지역 인근관정의 수질비교('96. 8. 6)	96
<그림 2-26> 조사지역 인근관정의 수질비교('96. 8. 28)	97
<그림 2-27> 유입 6호공의 시간별 수질변화	97
<그림 2-28> 유입 5호공의 시간별 수질변화	98
<그림 2-29> 1차 양수시험시 수위변화	103

<그림 2-29a> 1차 양수시험시 유입2호공의 수위변화	103
<그림 2-29b> 1차 양수시험시 관측A호공 수위변화	104
<그림 2-29c> 1차 양수시험시 관측B호공 수위변화	104
<그림 2-30> 2차 양수시험시 관측A호공, 유입 4호공 수위변화	106
<그림 2-30a> 2차 양수시험시 수위변화(유입4호공, 관측A호공)	107
<그림 2-31> 3차 양수시험시 수위변화(유입4,6호공, 관측B,C호공)	111
<그림 2-32> 4차 양수시험시 수위변화(유입1,6호공, 관측A,B호공)	111
<그림 2-33> 관측 A공에서 조석영향이 관찰된 자연수위변화	114
<그림 2-34> 제주도 지하수의 부존형태	119
<그림 2-35> 과잉양수때 역상승현상 모식도	123
<그림 2-36> 해수침입지역의 인공함양 과정모식도	124
<그림 2-37> 과잉양수에 의한 해수가 침입한 때	126
<그림 2-38> 인공함양에 다른 지하수위 상승 모식도	127
<그림 2-39> 관측A호공, D-31호공에서 측정된 자연수위변화	130
<그림 2-40> 제주지하수 인공함양 모델링지구 위치도	134
<그림 2-41> 모델대상 범위내에서 지표수계를 중심으로 선정한 유역범위	135
<그림 2-42> 모델격자구조 나눔과 함양공 위치	136
<그림 2-43> 유입3호공에서의 양수시험 실측치와 Theiss곡선	143
<그림 2-44> 평형분석결과 투수계수 분포도	146
<그림 2-45> 표선리 앞바다 조석분석	146
<그림 2-46> 인공함양 효과분석을 위한 관측점 위치 및 연간 수위변화	150
<그림 2-47> 조사지역내의 연간 수위상승에 따른 변화	152
<그림 2-48> 상류부 교래리 부근 인공함양정위치와 효과분석을 위한 관측점위치	153
<그림 2-49> 관측점에서의 연간 수위변화	155
<그림 2-50> 조사지역내의 연간 수위상승에 따른 변화	156
<그림 2-51> MODPATH 프로그램에 의한 유로분석	157

< 표 목 차 >

<표 1-1> 연구목표	14
<표 2-1> 성산포지역 월별 기온(℃)	23
<표 2-2> 성산포지역 월별 강우량	27
<표 2-3> 동부지역 일대의 지역별 강우량	29
<표 2-4> S.C.S의 흙의 분류	34
<표 2-5> S.C.S에서 초기함수상태 분류	34
<표 2-6> 시간별 지표유출량(Pe)	35
<표 2-7> 하천 차수와 분지율	42
<표 2-8> 하천 길이와 길이 비율	43
<표 2-9> 하천 분포지역의 절리계 분석	56
<표 2-10> 조사지역 토양의 입도분석치	62
<표 2-11> 조사지역 토양의 투수속도	63
<표 2-12> 성산포 지역의 강수량	68
<표 2-13> 천미천의 하천 유출량 및 함양량	69
<표 2-14> 전기비전도도 및 TDS분포	87
<표 2-15> 3차 양수시험시 유입6호공 시료의 EC 및 TDS측정값	88
<표 2-16> 조사지역 관정별, 시간별 주원소 분석표	89
<표 2-17> 1차 양수시험시 관측공 측정수위	102
<표 2-18> 2차 양수시험시 관측공 측정수위	105
<표 2-19> 3차 양수시험시 관측공 측정수위	109
<표 2-20> 4차 양수시험시 관측공 측정수위	110
<표 2-21> 일별 자연수위 측정내역(관측 A공)	128
<표 2-22> 일별 자연수위 측정내역(하천 D-31공)	129
<표 2-23> MODFLOW 프로그램 체계도	132
<표 2-24> 유출량분석에서 이론산출식과 실측치 비교	138
<표 2-25> 집중호우시 지표유출율	139
<표 2-26> Stress 기간에 따른 자연함양량	140
<표 2-27> 양수시험 결과에 의한 투수량계수	141
<표 2-28> '93년 9회의 호우에 따른 함양량	148

여 백

제 1 장. 서 론

세계적인 기상이변에 따른 가뭄과 홍수, 지구온실화 등으로 우리나라는 온 국민이 '93~'95년 극심한 가뭄으로 농·공·생활용수 등의 부족으로 매우 어려운 실정에 있었으며 이러한 자연재해를 극복하기 위하여 처절한 투쟁을 전개하였으나 장기적인 안목에서 이에 대처할만한 방안은 인간의 능력을 초월하고 있을 뿐이었다.

한반도의 최남단에 위치한 제주도는 년평균 1,545m/m 강우량을 기록하고 있으며 지형·지질 특성상 수회(약 110회)의 화산활동에 따라 투수성 지층이 넓게 분포하며 한라산(표고 1,950m)을 중심으로 동서방향 74km, 남북방향 32km인 타원형인 형태로 급경사를 이루고 있다. 이러한 특성상 많은 강우량은 많은 양의 지하유입(44%)과 또한 하천에서의 빠른 유출이라는 2중적인 성격을 내포하고 있다. 그러나 년 강우량의 58% 이상이 6~9월의 4개월 동안 집중적으로 내리는 실정과 투수속도가 빠른 지층이라는 점을 감안하면 실제 지하로 유입되는 강우량은 이보다 적다고 판단할 수 있으며 일부 해안 지역에서는 대수층으로의 해수침입이 관찰되어 지하수에 염분(Cl^-) 함유량의 과다로 인한 생활용수로의 사용이 어려운 지역이 발생하고 있다. 이러한 실정을 감안하면 매년 증가하는 각종 용수와 UR에 대응할 수 있는 고소득 작물재배에 필요한 청정용수 등의 증가와는 반대현상인 이상 가뭄으로 인한 제주지역 지하수 함양량의 감소와 해수침입에 따른 고염도화 피해를 방지하기 위하여는 지하수를 인공으로 함양시켜 지하수 포장량을 증대시킬 수 있는 방안에 대한 연구의 필요성이 대두되었다.

지하수를 인공으로 함양시키는 데에는 여러가지 시설물들이 필요

하겠으나 지역여건과 경제적 측면(공사비와 유지관리비 등)을 고려하여 하천에 유입공을 굴착하여 강우시 일시에 유출되는 강우를 지하에 함양시킬 수 있는 공법을 채택하였으며 이러한 공법채택으로 함양효과가 가시화 되면 제주지역의 가뭄해소 및 염수침입방지와 수자원 이용·보전·관리에 크게 기여할 것이며 가뭄에 어려움을 겪고 있는 육지부에 대하여도 장기적인 용수확보 측면에서도 크게 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

다음 <표 1-1>은 이러한 목표를 달성하기 위하여 필요한 조사 항목별 추진 목표이다.

<표 1-1> 연구목표

연 구 목 표	조 사 내 용
○ 관련자료 수집 및 연구 계획 수립총괄	- 관련자료 수집분석 - 연구방향설정 - 연구업무별 업무분장 - 연구계획진행 총괄
○ 중산간지역 하천, 홍수 유출량 조사	- 제주지역 기상자료분석: 기온,강수량(강우, 강설), 풍속, 습도 - 동부지역 지형·지질조사: 지형분류, 경사 및 표고분석, 조사지역 및 주변지역의 지질학적 특성 - 물수지분석 - 강수량분석 - 유출량분석 - 함양량분석
○ 지구선경 및 지하수유입공 설치	- 인공함양공설치 지구선경 - 지하수 유입공설치 - 지하수 산출상태조사: 지하수 분포상태, 주대수층의 심도 및 지질, 용천수, 용출지점의 지질구조, 대수층의 유형별 지하수 산출량평가. - 대수층시험: 투수량계수산출, 저류계수, 비양수량, 영향권예측

연구목표	조사내용
○ 장기관측망 관측조사와 연계한 함양효과 분석	- 조사지역의 정천현황 및 이용현황조사 - 지하수위조사(조사공 및 기존 관측조사공) - 조사지역 상부의 오염원 현황조사 - 강우함양에 따른 함양효과 분석
○ 지하수모델링 기법에 의한 지하수 포장변화 예측분석	- 기존자료를 활용한 조사구역의 모델링 활용으로 최적지구선정 - 대수층시험 결과에 따른 적정함양공수산출 - 함양에 따른 지하수포장체 변화가능성 예측 및 효과분석
○ 대규모 지하수함양공법제시	- 연구결과 종합분석 - 최적의 함양공법 개발제시 - 염수침입 억제를 위한 개발심도 및 적정양수량 산정 - 타지역 인공함양 가능성 검토

지하에 부존되어 있는 물이라고 해서 모두 지하수라 할 수는 없다. 정호를 통해 사용가능량의 물을 투수시킬 수 있는 능력을 가진 고결 및 비고결암내에 부존된 물을 지하수라 할 수 있다. 또한 지하수는 어떤 곳에서나 부존 될 수 있는 것은 아니다. 고로 지하수탐사란 사용가능량의 지하수가 부존되어 있는 지역을 여러가지 조사 및 탐사법을 이용하여 찾는 수단을 의미한다. 이와 같이 지하수를 찾는 방법은 가장 과학적이고 합리적인 지식을 동원한다고 하더라도 지하수를 포함하고 있는 암석 자체의 성질을 파악하지 못한다면 소기의 목적을 달성할 수 없을 것이다.

따라서 가장 기본적으로 지하수를 찾아내기 위하여 다음과 같이 주안점을 두어 조사를 실시하였다.

(1) 수문 및 수리지질도를 정확히 작성하여 암석의 지하분포상태를 규명하여야 한다. 특히 지질구조면에 중점을 두어 이들 암석이 지질적인 면에서 오래전에 지압력의 영향을 받아 지하수가 잘 투수될 수 있는 구조적인 성질을 내재하고 있는지 여부를 알아두어야 한

다.

(2) 기존 정호에 대한 자료수집 및 조사를 시행한다. 즉 조사지역내에 기 설치된 정호에 대한 제반자료를 수집하여야 한다. 기존 정호의 심도, 위치, 지하수면의 지표하심도, 채수량, 지하수의 온도, 대수층의 종류, 정호의 형태, 정호의 직경, 계절변화에 따른 지하수위의 변동에 관한 사항을 기재하여야 한다. 이와 같은 자료를 수집시에는 암석시료, 각 층에서의 채수가능량, 대수성시험시의 지하수위강하 등을 최대한 확보하여야 한다.

(3) 기존 정호의 지하수위심도와 지하수위 측정지점의 표고를 구하여 지하수위의 해발표고를 구한다. 상기 자료를 활용하여 지하수위중 동일한 표고를 나타내는 지점을 서로 연결하여 지하수위등고선도(Ground Water Table Map)를 작성한다. 이러한 지하수위등고선도는 지하수를 보존하고 있는 대수층의 지표하 심도를 나타낼 뿐만 아니라 지하수의 이동방향을 제시하므로 지하수조사에는 매우 중요한 자료이다.

이와 같은 조사결과에 의한 보고서와 수리지질도 및 수위등고선도를 이용하여 지하수를 개발할 수 있는 지역을 찾아낼 수 있으며 어떤 종류의 물을 어느정도 개발가능한 가를 알아낼 수도 있다.

조사목적이 여하튼간에 상기와 같은 조사결과는 차기에 시행될 사업을 위해서 뿐만이 아니라 후에 시행가능한 대·소규모 용수개발에 확고한 기초자료가 될 것이다. 또한 대수층에서의 지하수유출 및 대수층으로의 지하수유입에 관한 자료를 파악하여야 한다. 즉 대수층에 정호를 설치하여 지하수를 채수하기 이전에는 수문순환과정에 따라 대수층으로 물의 유출 및 유입현상이 평형을 이루고 있으나 일단 지하수를 채수하면 그 평형이 일시에 깨져 유입량보다 유출량이 증

가되어 새로운 평형상태를 이루려면 충전현상이 더 크게 일어나는가 자연유출량이 감소되어야 한다.

그러므로 지하수를 채수해야 하는 지역에서는 지하수탐사를 시행하기 이전에 수문평형에 관한 요소를 확정하여야 한다. 그외 지하수 조사의 가장 직접적이고 정확한 방법으로는 조사대상지점에 시험시추를 실시하여 각 지층으로부터 시료를 채취한 후 이를 감정하여 지질주상도를 작성하여 지하에 분포 발달된 지층의 수리성을 파악할 수 있다. 이렇게 가장 기초적이며 일반적인 지하수 조사방법을 활용하였으며, <표 1-1>의 연구목표에 따라 다음과 같은 방법으로 조사를 하였다.

<중산간지역 하천별 홍수유출량 검토>

지하수를 개발하거나 조사를 위한 지구선정을 하는데 있어서는 조사지역을 포함하는 주변지역의 지형지질, 수문 및 기상자료를 일차로 수집하여야 하며 이에따라 지하수 인공함양공 설치를 계획하고 있는 천미천 일대의(반경 1km) 지표지질조사시 관찰된 대표암석에 대한 시료를 채취하고 광물의 성분, 분포상태, 생성과정 등의 분석을 위한 현미경 관찰을 실시하였다.

수문에서 가장 중요한 요소로 작용할 수 있는 기상현황(강우량, 온도, 바람)에 대하여 조사를 실시하였으며 함양공이 설치된 천미천의 유입량 및 유출량이 검토되었다. 또한 지하수의 이동 통로가 되는 토양의 성질은 지하수의 유입과 축적이 이루어지는 것으로서 토양의 특성이 중요한 인자로 작용할 수 있을 것으로 판단되며 향후 지하수 인공함양에 따른 토양성분의 비교검토를 위하여 토양조사가 실시되

었다.

<지구선정 및 지하수 유입공 설치>

연구목표에서 밝혔듯이 지하수를 인공으로 함양하고 해수침입을 방지하기 위한 유입공은 지하수의 부존성이 희박하고 해수의 침입으로 인한 담수의 염수화로 생활용수 사용이 어려운 지역에 설치되어야 하므로 동부지역에서 유역이 가장 크고 해안에 인접하여 상기 조건들이 충족될 수 있는 천미천에 설치토록 계획하였다. 또한 본 지역은 이미오염(염수화)이 진행중인 지역으로서 강우시 하천유출에 의한 오수의 유입이 있다 하더라도 하부 지역에 기존의 관정들이 전무한 상태로서 오염에 대한 우려도 제거될 수 있었다.

이러한 조건들을 감안하여 강우시 하천을 통하여 유출되는 강우를 인공함양 시킬 수 있는 유입공(8공: 총심도300m)과 유입된 강우에 의한 함양효과를 확인할 수 있도록 유입공의 상·하부에 (4공: 총심도180m) 관측공을 설치하였다.

<장기관측망 관측조사와 연계한 함양효과 분석>

지하수위 자료는 지하수 포장체의 규모, 대수층의 성격과 능력, 지하수 유동방향 판단 및 대수층변동 예측 뿐만아니라 총체적인 지하수 거동 파악을 통한 지역별 지하수 개발가능량을 설정하는데 필수적인 기본자료가 된다. 단 이러한 지하수위 자료는 수문·기상조건, 양수 등에 따라 년중 끊임없이 변화하므로 단기간에 측정된 자료보다는 건기·우기를 통해 장기적이며 연속적인 수위관측이 필요하다.

천미천에 설치된 인공함양공에서의 함양효과를 관측하기 위하여

함양공의 상·하류부에 4공(공당 심도 40~50m)의 관측공을 설치하였으며 제주도 장기관측망 조사가 진행되고 있는 관측지구(D-31 하천지구) 1지구를 선정하여 본 연구사업과 연계하여 조사를 실시하였다.

금번에 설치한 관측공(관측 A호공)은 자동수위관측기를 설치하여 관측공이 완료된 이후부터 1시간에 1회씩 연속적으로 수위를 계속 측정하고 있으며 D-31(하천)지구 역시 본 조사 시행 이전부터 자동수위관측기에 의한 수위관측을 지속하고 있다. 관측 B,C,D공은 1주일에 8시간씩 수위관측을 실시하였으며 상기 3공에서의 관측된 자료에 의해 수위변동을 파악하였다.

<지하수모델링기법에 의한 지하수포장 예측·분석>

지하수 Modeling 기법을 이용하여 지하수의 효율적 관리양상, 효과의 예측, Cost와 Benefit 등을 예측할 수 있으나 이는 그 예측의 값이 어느정도 실제 환경과 일치되느냐에 따라 Modeling 기법의 가치가 인정될 수 있다. 그러므로 Modeling화가 효과적으로 이루어진다면 지하수자원의 관리를 위한 최적의 예측방법이 될 수 있다.

예측의 목적을 위해 Modeling 기법을 사용할 때 정확한 실제 자료가 필수적이며 또한 System화할 수 있는 변형의 이론적 근거가 Modeling의 결정적 역할을 한다. 마찬가지로 본 조사지역에서 지하수 인공함양효과를 예측·분석 하기 위하여 실제 현장의 수리조건을 수학적 수치모델화하여 실제 현장에서의 지하수현상을 반영토록 구축코자 하였다. 또한 강우나 양수 또는 함양에 따른 지하수 유동변화를 수치모델내에서 분석하여 봄으로써 실제 현장에서의 지하수 유

출입량 변화에 따른 대수층의 변화를 예측하여 인공함양에 의한 대수층의 지하수증대방안의 효과 여부를 확인하였다. 지하수모델링은 대수층조건과 흐름등의 자연상태를 수식으로 표현하고 컴퓨터에 의해 계산하는 것으로서 입력자료가 부정확할 경우 그 분석결과도 부정확하게 되므로 현장조사에서 얻어지는 모든 자료들의 정확한 분석과 입력이 선행되어야 하고 이에 대한 검증이 필요하다, 이 검증은 수식과 입출력자료들의 이론적 배경확인은 물론 현장에서 실측한 자료와 컴퓨터 출력자료가 일치하여야 하고 이를 위해 '95년에 관측한 장기 수위관측자료를 활용하였다.

제 2 장. 본 론

제 1 절. 중산간지역 하천별 홍수유출량 검토

본 조사지역에 위치하고 있는 천미천의 홍수시 유출량 검토를 위하여 다음과 같은 순서로 조사를 진행하였다.

1. 수문 및 기상

가. 위 치

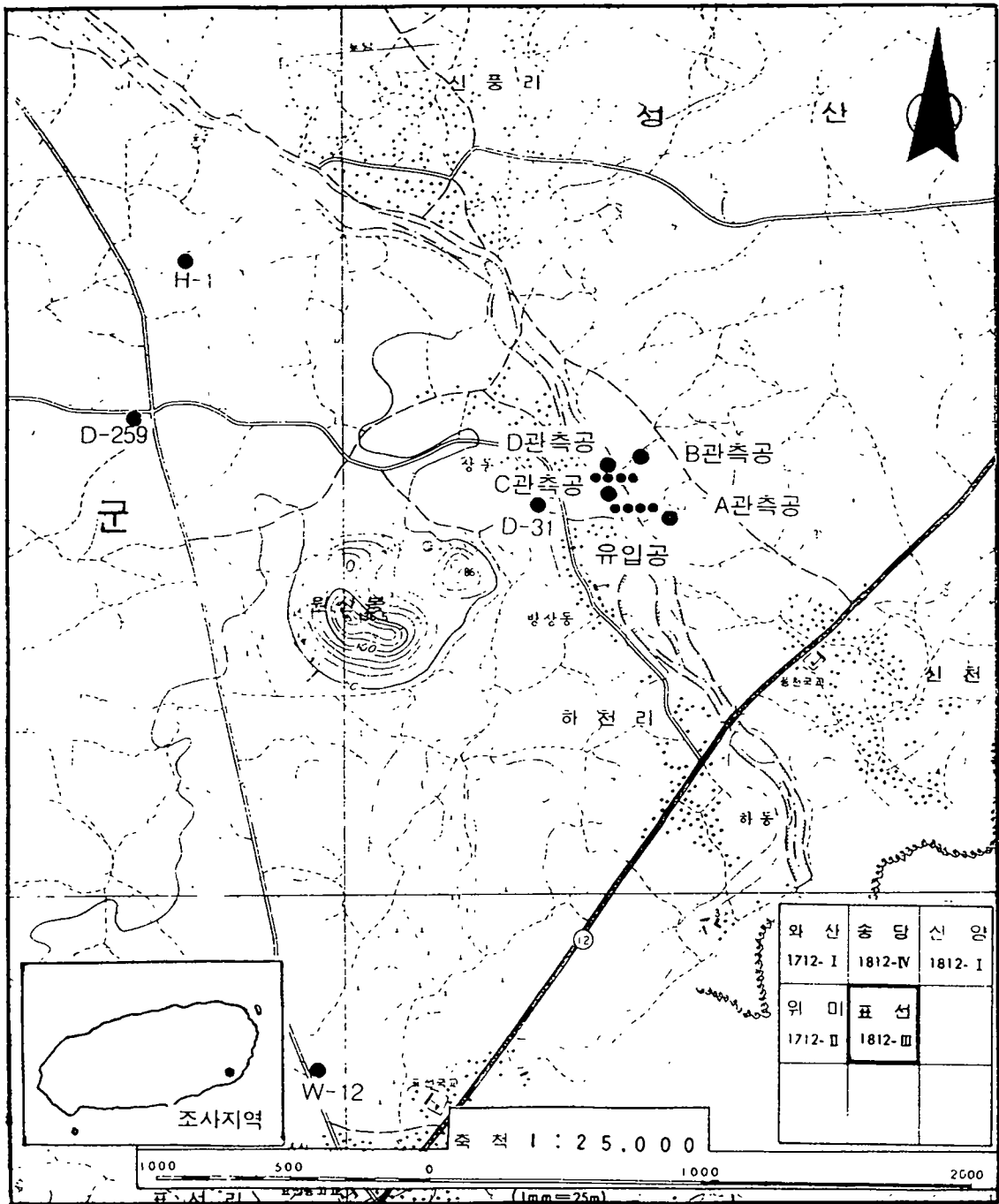
천미천 하류의 인공함양지역은 제주도 남제주군 성산읍 신천리, 표선읍 하천리 상동부락에 위치하고 있다. 지리적으로는 동경 127° 50' 47" , 북위 33° 20' 45" 에 위치하며 조사지역 주변에는 달산봉, 풍남동굴, 표선해수욕장 등이 분포하고 있다<그림 2-1>.

나. 일반적인 기후특성

제주도는 유라시아 대륙의 동단에 위치하고 있어 대륙동안의 기후적 특성이 잘 나타난다. 즉 계절에 따라서 대륙성과 해양성의 기후가 뚜렷하게 구분되어 나타난다. 또한 전면이 바다로 둘러싸여 있으며 중앙부에는 해발 1,950m의 한라산이 위치하여 제주도 근해의 해류, 지형등이 복잡하게 기후인자로 작용한다. 조사지역을 포함하는 성산지역의 기후는 W. Koppen의 구분에 의하면 비교적 연중 습윤하고 여름에 고온인 온대습윤 기후(cfa) 지역에 해당한다.

다. 기 온

성산포지역의 연평균 기온은 15.2℃이다. 조사지역은 위도상으로 북위 33° 20' 45" 정도에 위치하고 있으며, 주변의 해양에는 연중 난류가 흐르고 있으므로 최한월인 1월 평균기온이 5.2℃로서 온화한



<그림 2-1> 조사지역 위치도

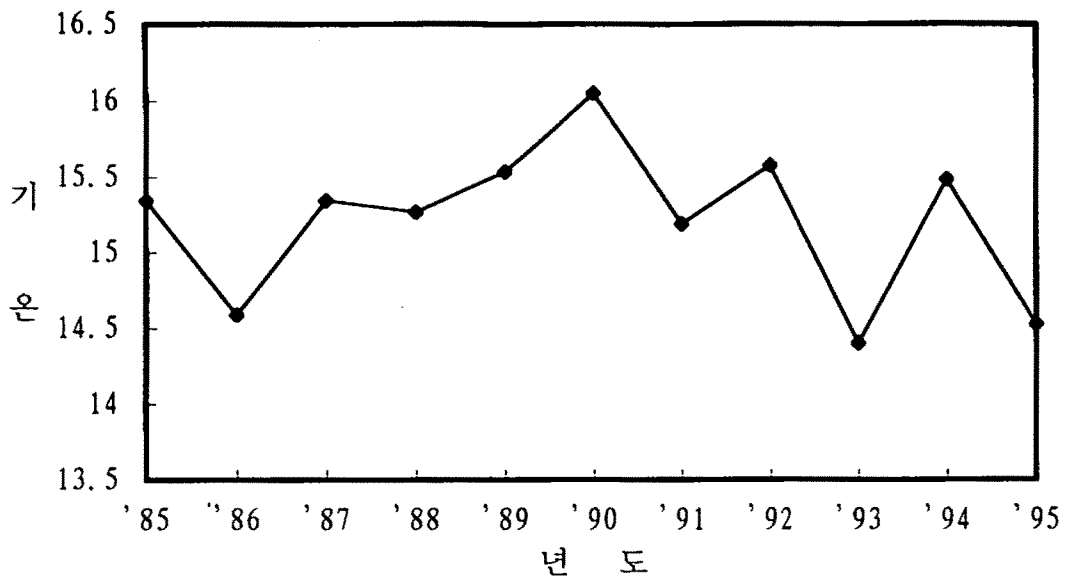
날씨를 보인다. 일 최저 기온의 평균값은 1월에 가장 낮아 1.3℃이지만, 연중 0℃이하인 경우는 거의 없다. 최난월인 8월의 평균기온은 26.1℃로 한반도의 내륙지역과 비슷한 분포이다. 일 최고 기온의 평균값은 8월에 29.6℃로 가장 높으며, 한반도의 내륙지방과 비슷하거나 오히려 낮은 분포이다.

본 조사지역을 포함하는 성산포 지역의 기온변화를 보면 최근 11년간의 연평균 기온은 <표 2-1>에서와 같이 15.2℃로 나타나고 있으며, 12월, 1월, 2월, 3월은 3.5℃~10.4℃의 기온 분포범위를 나타내고 그외에는 11.0℃~28.2℃의 기온 분포범위를 나타내고 있다. 이들의 변화는 <표 2-1>에서 보는 바와 같다.

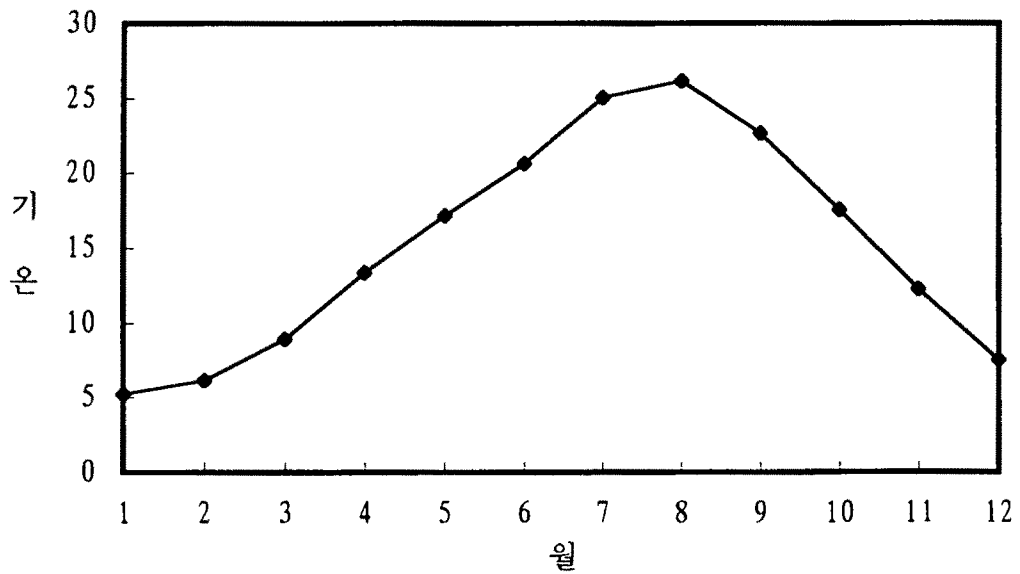
<표 2-1> 성산포지역 월별 기온(℃)

연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
1985	3.5	6.6	8.7	13.4	18.0	21.0	26.1	27.0	24.2	18.3	11.5	5.8	15.3
1986	3.9	3.5	8.5	13.4	17.2	21.0	23.8	26.2	21.2	16.1	11.5	8.8	14.6
1987	5.6	6.5	8.6	12.7	16.9	20.9	24.3	26.3	21.9	19.6	13.1	7.7	15.3
1988	5.9	5.5	8.2	13.2	17.6	21.3	26.1	26.0	23.1	18.1	11.0	7.2	15.3
1989	7.4	7.5	9.2	15.0	17.5	20.0	24.8	26.0	23.1	16.8	11.7	7.4	15.5
1990	4.3	8.3	10.0	12.9	17.7	21.9	26.4	28.2	23.7	18.1	13.8	7.3	16.1
1991	5.9	5.4	9.4	13.5	16.6	21.2	25.0	24.8	23.2	16.7	11.9	8.7	15.2
1992	6.7	6.2	10.4	13.9	17.0	20.0	25.0	26.5	23.5	17.0	11.9	8.8	15.6
1993	4.4	6.1	8.5	12.3	16.7	20.1	22.5	23.7	21.7	16.6	13.5	6.7	14.4
1994	5.2	6.0	7.5	14.4	17.6	19.9	27.2	25.9	21.9	17.7	14.0	8.5	15.5
1995	4.7	5.8	9.0	12.3	15.9	19.3	24.3	27.2	21.5	17.8	11.0	5.5	14.5
평균	5.2	6.1	8.9	13.4	17.2	20.6	25.0	26.1	22.6	17.5	12.2	7.5	15.2

최근 11년간의 기온분포는 <그림 2-2>에서 보는 바와 같이 1993년에 14.4℃로 최소치를 보였고, 1988~1989년 사이는 15.4℃ 그리고 1990년 이후에는 15.2℃로 비교적 고른 연평균 기온 분포를 보인다.



<그림 2-2> 성산지역 최근 11년간 년평균 기온분포('85~'95)



<그림 2-3> 성산지역 월별 평균 기온분포

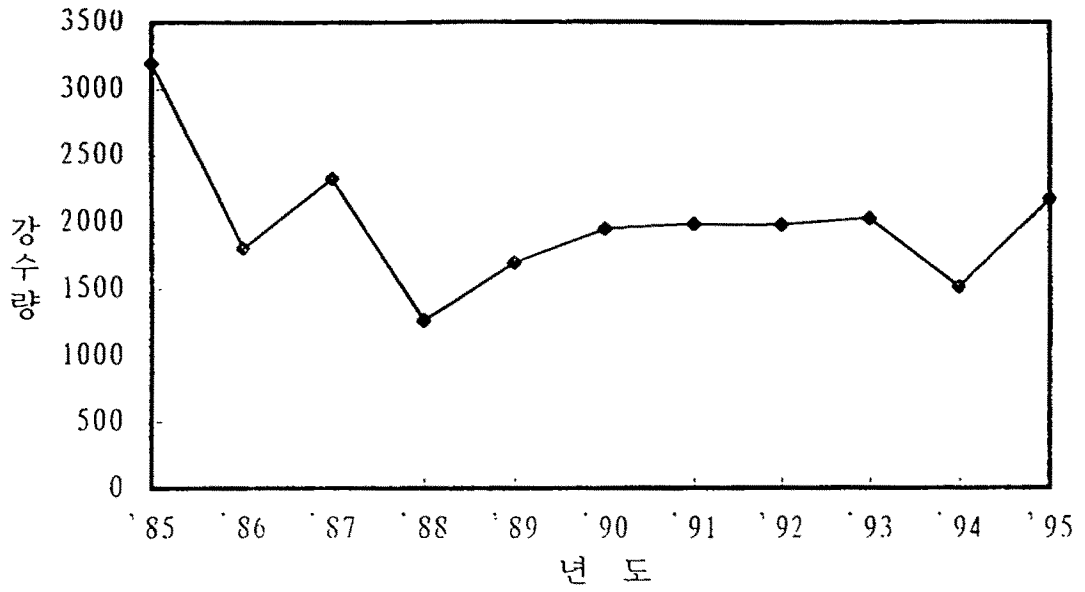
반면에 1년간의 기온분포는 <그림 2-3>에서 보는 바와 같이 다양한 변화, 즉 12월에서 2월 사이는 6℃내외에 분포하고 6월에서 9월 사이는 26.1℃까지 상승하였다가 10월에서부터 월평균 5.1℃씩 하강하기 시작하여 다음 1월까지 하강을 계속하는 특징을 보인다. 이러한 대기의 기온변화는 직접적으로 물의 순환 과정에 영향을 준다. 특히 증발, 증발산, 식물의 성장등은 물의 양적인 면에서도 영향을 주며 기온의 차이에 의한 식성장여부등은 유출현상, 물의 흐름 상태에도 많은 영향을 준다.

라. 강우량

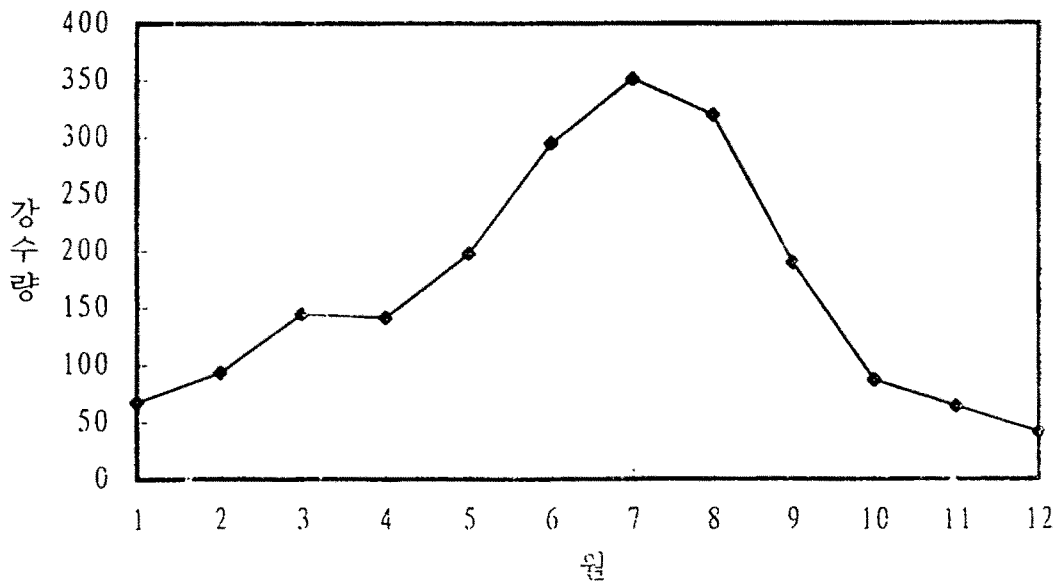
성산포지역의 연평균 강우량은 1,990.9mm로서 한반도에서 비가 많이 내리는 지역에 해당된다. 또한 성산지역의 최근 11년간 연평균 강우량을 비교해 볼때 '85년에 3192.8mm로서 가장 많은 강우량을 보이며 '88년에는 1,264.4mm로서 극심한 가뭄이었음을 알수있다<그림 2-4>. '95년도 성산지역 강우량이 가장 많은 달은 7월로 779mm이며, 가장 작은 달은 12월로 31.6mm이다<그림 2-5>.

강우량의 계절적 분포를 보면 겨울철(12, 1, 2월)에는 10.1%로 다른 지역에 비하여 겨울 강우량이 많은 편인데 이는 겨울철의 북서계절풍과 지형에 의한 것이다. 여름철(6, 7, 8월)에는 48.4%를 차지하며, 봄과 가을에는 각각 24.3%, 17.2%를 차지하고 있다. 이처럼 조사지역이 우리나라의 다른지역에 비하여 봄철에도 많은 비가 내리고 있는데 이는 봄철에 양자강 유역이나 화남지방에서 발생하여 북동진하는 온대성 저기압이 남해상을 통과하면서 강우를 형성하기 때문에 나타나는 현상이다.

한편 본 지역을 포함하는 성산포지역의 1985년부터 1995년도까지의 월별 강우량 분포를 보면<표 2-2>와 같이 월평균 강우량은



<그림 2-4> 성산지역 최근 11년간 년평균 강수량('85~'95)



<그림 2-5> 성산지역 월별 평균 강수량

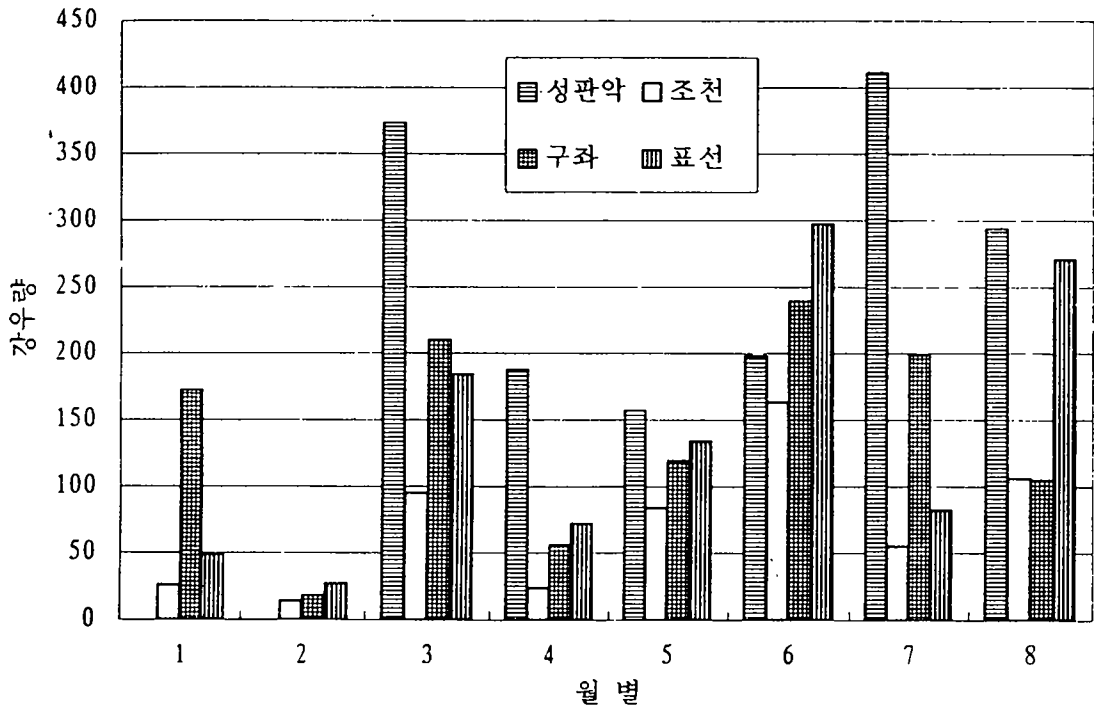
165.9mm이고 월별 변화는 5월에서 9월까지만 월평균 강수량보다 많은 강우를 보여주고 있다. 이는 제주도가 연평균 강수량중 약 68% 이상이 5월에서 9월사이에 집중적으로 내리고 있음을 알수있으며, 이중 약 56%가 증발 혹은 지표유출로 바다로 유실되고 있다.

<표 2-2> 성산포지역 월별 강수량(1985~1995년)

월별 년도	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계
'85	30.2	155.7	221.4	192.9	188.7	841.0	523.7	288.3	193.9	419.7	85.5	51.8	3,192.8
'86	45.8	35.2	64.9	123.7	92.2	313.0	470.8	267.0	229.1	67.6	12.9	79.1	1,801.3
'87	55.2	64.7	151.7	163.8	168.4	281.5	698.9	579.9	68.0	16.2	70.0	5.2	2,323.5
'88	18.2	36.0	165.1	138.5	205.3	201.2	163.3	194.3	78.5	15.8	25.4	22.8	1,264.4
'89	121.4	133.5	71.1	55.3	170.2	283.6	199.8	126.3	311.2	115.1	90.8	17.8	1,696.1
'90	118.3	175.2	82.9	173.8	162.4	304.3	173.4	127.8	418.7	68.3	115.6	31.6	1,952.3
'91	105.0	122.2	189.0	115.2	271.1	285.0	340.3	186.6	239.7	12.5	29.6	87.6	1,983.8
'92	81.4	59.2	269.2	161.0	330.5	88.0	325.4	352.2	209.5	7.5	47.5	50.0	1,981.4
'93	46.9	117.0	127.2	71.5	191.0	186.5	152.5	783.0	91.5	63.6	138.7	56.0	2,025.4
'94	69.8	68.0	72.5	230.5	138.0	252.0	35.0	362.5	117.5	108.5	31.5	23.5	1,509.3
'95	45.0	56.7	174.0	129.5	256.0	204.5	779.0	243.0	132.0	60.5	58.0	31.6	2,169.8
합계	737.2	1,023.4	1,589.0	1,555.7	2,173.8	3,240.6	3,862.1	3,510.9	2,089.6	955.3	705.5	457.0	21,900.1
평균	67.0	93.0	144.5	141.4	197.6	294.6	351.1	319.2	190.0	86.8	64.1	41.5	1,990.9

또한 제주도 동부지역 4개 관측소의 '96년 1~8월의 강우지표에 의하면 측정지점의 표고가 750m인 성판악인 경우 기타 지역의 강수량보다 월등히 높음을 알수 있다<표 2-3>. 이는 지형에 의한것으로 대체로 표고가 높은 지역이 낮은 지역보다 단위 면적당 강수량이 높게 나타나고 있다. 비교적 표고가 낮은 지역인 조천, 구좌, 표선 관측소의 경우 북동진하는 온대성 저기압에 의한 요인이 지배적으로 판단된다<그림 2-6>. 따라서 본 지구의 하천유출은 성판악일대의 집중호우로 인해 대부분 이루어지고 있으며 특히 3월과 7~8월사이

월별강우량



<그림 2-6> 성판악, 조천, 구좌, 표선지역일대의 월별강우량

의 집중 강우량에 따라 지표유출이 가능하여진다.

<표 2-3> 동부지역 일대의 지역별 강우량('96년) (단위 : m/m)

지역별 월 별	성 판 약	조 천	구 좌	표 선
1	0	26	172	49
2	0	14	18	27
3	373	95	210	184
4	188	24	56	72
5	157	84	119	134
6	198	163	239	297
7	411	55	199	82
8	294	106	105	271
합 계	1,621	567	1,118	1,116
평 균	202.6	70.8	139.7	139.5
해발표고	750m	25m	20m	16m

마. 바 람

조사지역의 풍향별 출현 발생비율을 보면 서북서풍이 9.3%, 북서풍이 17.7%, 북북서풍이 11.2%로 북서풍계 바람이 우세하게 불고 있음을 보여준다. 계절별로 보면 남서풍계의 바람이 37.7%로 가장 우세하며 6,8월에는 뚜렷한 탁월풍이 나타나지 않는다. 정온의 비율은 5.6%이다. 월별 정온비율은 여름철인 6~8월에는 9%내외이며 겨울철인 12~2월에는 2%내외이다. 풍향별 평균 풍속은 동북동풍이 3.8m/sec로 가장 강하고 서풍이 1.7m/sec로 가장 낮다.

조사지역의 연평균 풍속은 3.0m/sec로 도서지방인 점을 감안하면 낮은 값이다. 월별로는 겨울철인 2월에 3.8m/sec으로 가장 높고 그 외에도 동계인 11~4월에 3.0m/sec이상을 보인다. 순간 최대풍속의 극값 5위까지는 모두 여름철인 7~8월에 나타나고 있어 태풍의 영

향으로 판단된다.

겨울철의 순간 최대풍속은 북서풍이 14.5m/sec를 기록할 때도 있으며 폭풍에 해당하는 13.9m/sec 이상의 강풍이 나타날 수 있다. 이러한 현상도 앞에서 논의된 바와 같이 성산포관측소가 이 지역의 값을 잘 반영하여 주지 못하여 나타난 결과이며 편형수의 분포로 보아 강풍현상일은 덜 나타날 것으로 추정된다.

바. 증발산량

증발산은 수면으로 부터의 증발과 식물로 부터의 증발을 합한 것으로서 수분이 기체상태로 대기로 환원되는 모든 것을 포함하는 것이다. 이는 기상학적인 인자이외로 식물의 종류, 식물의 밀도, 잎 표면의 크기등의 식물 요소 뿐만 아니라 토양의 공극율, 투수계수, 입자의 크기, 토양의 함수율등에 직접적으로 영향을 받는다. 증발산량의 추정방법에는 측정에 의한 방법, 이론적방법, 기후인자와의 상관관계에 의한 방법 등이 있다.

본 조사지역에 대한 증발산량 추정은 이론적 방법에 의한 것으로 Penman(1984), Thomthwaite(1954), Turc(1975) 등의 공식에 의해 각각 산출하여 물수지 계산에 의해 검토하였다. 증발산 산정의 이론적 방법으로서는 공기동력학적 방법과 에너지 보존법칙의 방법이 사용되었으나, 증발산의 경우에는 식물표면으로 부터의 증발이 고려되어야 하므로 자유수면에서와 같은 공기동력학적 방법은 사용될 수 없다. 즉 증발산량 산정은 자유수면 및 식물의 표면으로 부터의 증발량이 계산되어야 한다. Turc공식에 의한 증발산량 계산은 토양내에 포함되어 있는 수분의 증발과 지표면 식물에 의한 증발산량을 포함한 것으로 본 조사지역내 평균기온과 강수량은 성산포 관측소에서 측정된 자료를 인용하였다. 이 자료를 이용하여 증발산량을 다음과

같이 산출하였다.

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

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

$$P = 1,990.9\text{mm}$$

$$T = 15.2^\circ\text{C}$$

$$L = 855.59\text{mm}$$

따라서 증발산량은 792.28mm이다.

사. 지표유출 및 총진량

지상에 도달한 강우량의 일부는 흙의 표면을 통하여 침투하고 그 초과분은 흙의 표면으로 흘러 유출을 하게 된다. 따라서 강우로부터 야기되는 유출은 침투량에 크게 영향을 미치며, 침투량의 계산은 강우와 유출의 관계에서 필수적인 요소이다. 강우로부터의 유출은 흙의 건조상태에 따라 크게 달라진다. 매우 건조한 상태에서의 흙은 무한대에 가까운 투수율을 갖고 있으나, 이미 발생한 강우의 영향으로 흙의 함수량이 큰 상태라면 같은 강우량이라 할지라도 건조상태보다 많은 유출을 야기시킨다.

이와 같이 흙의 초기 함수상태에 따라 침투량은 직접적으로 영향을 받기 때문에 강우로부터 발생하는 유출의 양을 결정하는 요인이 된다. 강우량으로 부터 침투에 의한 손실을 뺀 값을 초과 강우량 또는 지표유출이라 하며, 지표유출량 계산방법에는 지수법, W지수법, S.C.S방법(Soil Conservation Service method)등이 있으나, 본 조사지역에서는 S.C.S 방법을 이용하여 다음과 같이 유출량을 계산하

였다.

※ S.C.S방법

미국 농무성의 S.C.S 방법은 초과강우량 또는 직접 유출량을 구하는 방법으로서 다음과 같은 간단한 공식을 제시하였다.

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{P} \quad \text{-----} \textcircled{1}$$

여기서 F는 시간(t)에서 흙의 저류량

S는 흙이 완전 포화되었을 경우 저류량

Q는 직접 유출량(mm)

P는 누적강우량(mm)이다.

즉 강우로 부터 발생되는 직접유출량은 흙이 최대로 저류할 수 있는 양(S)과 실제로 흙으로 흡수되는 물의 양(F)의 함수로 표시되며, 직접유출량과 강우량과의 차이이다. 즉, $F=P-Q$ 이며, 이관계를 식 ①에 대입하면

$$Q = \frac{P^2}{P + S} \quad \text{-----} \textcircled{2}$$

이된다.

식 ②는 강우가 시작되면서 부터 즉시 유출이 발생하는 경우이나 실제로 강우발생 초기에는 강우의 전부가 침투되면 유출이 발생하는 것은 강우강도에 따라 다르나 얼마간의 시간이 경과된 후에 발생하는 것이 보통이다.

따라서 초기의 침투를 고려한다면 식 ②의 P값에서 초기손실(I_a)를 제하여야 한다. S.C.S는 경험에 의하여 $I_a=0.2S$ 로 만들었으며, 이관계

를 식 ②에 대입하면

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

$$Q = 0, P < 0.2S$$

를 얻을 수 있다. 따라서 S의 결정은 침투의 진행상태에 따라 크게 다르며, 또한 침투는 흙의 종류, 지표의 상태등에 따라 다르기 때문에 S.C.S는 이러한 흙의 종류, 지표상태에 따라 S를 구하는 방법을 다음과 같이 제시하고 있다.

$$S = \frac{25,400}{CN} - 254 \quad \text{④}$$

여기서 CN은 Curve Number로서 S.C.S에서 흙의 종류 및 지표의 상태에 따라 정한 지수이다. S.C.S에서는 식③과 식④를 사용하여 직접유출 또는 초과강우량을 계산하는데 있어서 고려되어야 할 사항을 다음 세가지로 구분하였다.

- (1) 흙의 종류
- (2) 토지의 사용용도
- (3) 흙의 초기 함수상태

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

S.C.S에서는 흙의 종류를 유출발생 가능정도에 따라 <표 2-4>과 같이 A·B·C·D의 네가지로 구분하였다.

<표 2-4> S.C.S의 흙의 분류

흙의 분류	특 성
A	최저 유출 발생 가능성이 있는 진흙, silt가 거의 없는 깊은 모래층 또는 자갈층
B	유출 발생 가능성이 다소 높은 사질토이며 침투율은 평균보다 높으나 다소 진흙이나 silt가 포함된 흙
C	유출발생 가능성이 B분류보다는 높은 흙으로서 진흙과 silt가 많이 섞여 얇은 층을 구성하며 침투율은 평균보다 다소 낮은 흙
D	유출 발생 가능성이 가장 높은 흙으로서 대부분이 silt로서 불침수층과 직접 접하여 있는 흙

<표 2-5> S.C.S에서 초기함수상태 분류

분 류	흙의 초기함수 상태		비 고
	유 한 기	성 숙 기	
I	< 12.7mm	< 36mm	매우 건조상태
II	12.7~28.0mm	36~53mm	보 통
III	> 28.0mm	> 53mm	매우 포화상태

흙의 초기함수상태의 결정은 선행강우에 따라 구분된다. 따라서 조사지역내 1993년도 주요 호우때 일어날 수 있는 지표 유출량 계산은 <표 2-6>에 수록하였다.

초기 함수 조건	I	II	III
CN값	53	72	87
S값	225	99	38

<표 2-6> 시간별 지표유출량(Pe) (1993년 1월~12월 사이)

날 짜	강수량 (mm)	초기함수 조 건	CN	저류량	지표유출량 (mm)
2/20~21	77.7	Ⅱ	72	99	21.4
3/14~15	62.0	I	53	225	1.2
4/28~29	60.5	I	53	225	1.0
6/ 1~ 2	54.0	I	53	225	0.3
6/22~23	61.5	I	53	225	1.1
7/16~17	70.0	I	53	225	2.5
8/ 7~ 8	162.2	Ⅱ	72	99	84.3
8/10	72.5	I	53	225	3.0
8/13~14	184.0	Ⅱ	72	99	102.4
8/15~16	122.0	Ⅲ	87	38	85.9
8/17~18	54.0	I	53	225	0.4
8/18~19	65.0	Ⅱ	72	99	14.2
10/28~29	57.1	I	53	225	0.6
11/6~ 7	56.3	I	53	225	0.5
총 계					318.8

여기서 총강우량 1,990.9mm중 318.8mm가 지표유출되는데 이는 총 강우량중 16.0%에 해당된다. 총 강우량 1,990.9mm에서 지표유출량 318.8mm를 제하고 난 값은 증발산량, 투수량, 그리고 토양내 저장된 물이 되는데 증발산량은 앞에서 계산된 바에 의하면 792.28mm가 되므로 실제 조사지역에 분포한 토양층내에 저장된양의 변화를 무시할 때, 대수층내로 유입되는 지표수 충전량(R)은

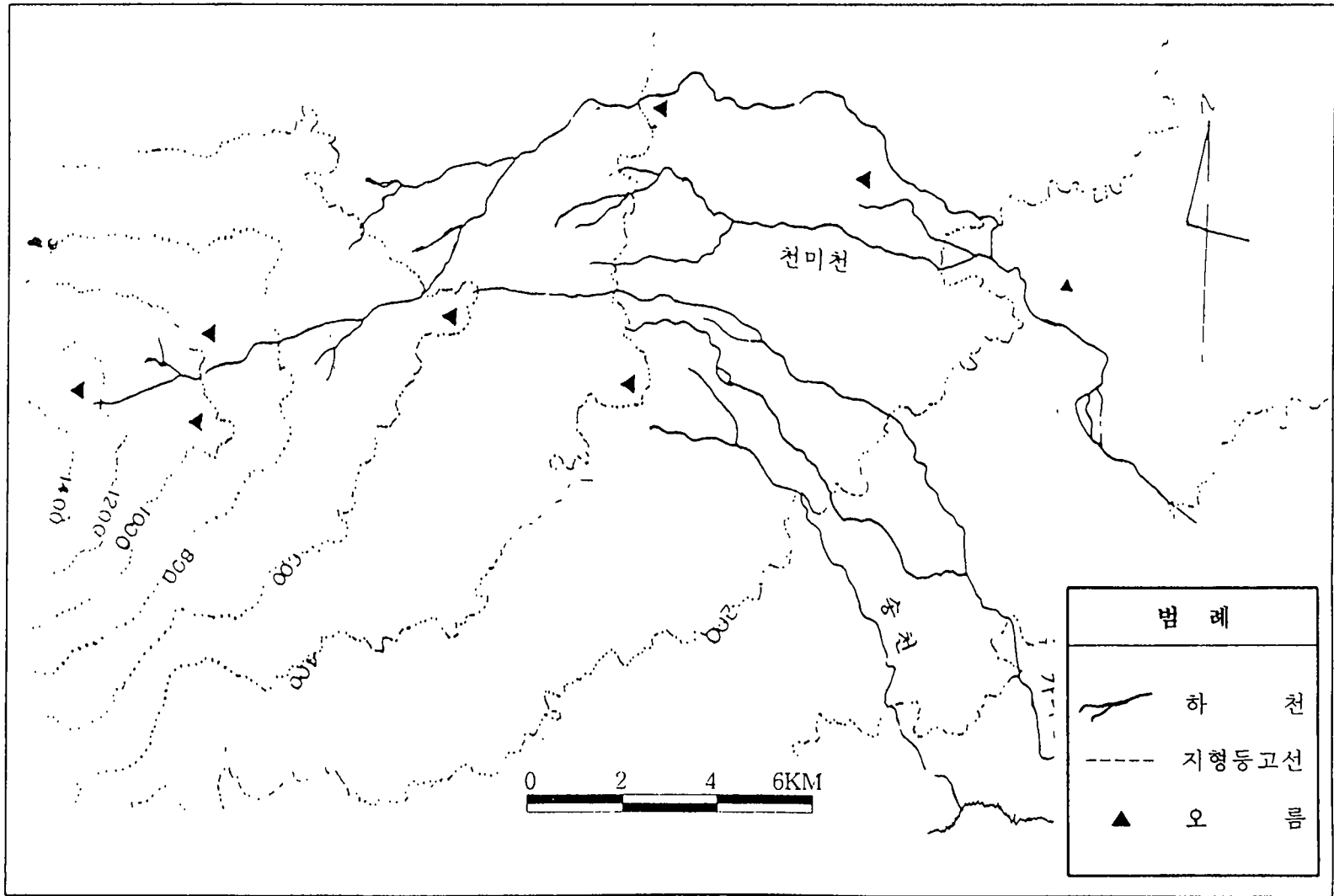
$$\begin{aligned}
 \text{지표수 충전량} &= \text{총강우량} - \text{지표유출량} - \text{증발산량} \\
 &= 1990.9 - 318.8 - 792.28 \\
 &= 879.82\text{mm가 된다.}
 \end{aligned}$$

따라서 본 지역내 물수지 균형은 연평균 강수량 1,990.9mm중 318.8mm가 지표로 유출되고, 792.28mm가 증발산 되고 난 나머지 879.82mm가 지하로 유입되는데 이중 일부는 토양대로 저장되고 나머지는 대수층내로 침투되어 지하수위를 형성하는 실투수량으로 계산된다. 이 실투수량중 일부가 본역내의 생활용수, 공업용수 및 농업용수로 이용되고 있으며, 나머지는 기저유동하는 물수지 균형을 갖는다.

2. 지 형

본 연구지역의 천미천과 가마천 유역은 한라산맥 북동벽의 흠북은 오름(1,391m)에서부터 시작하여 동쪽 및 남동방향으로 뻗어 있으며, 지형은 서고동저(西高東低)가 일반적인 경향이다. 산계는 크게 보아 한라산체를 정상으로 하는 순상화산체를 이루며, 하천분포 지역에는 흠북은 오름(표고 1,391m), 성널 오름(표고 1,215m), 물장 오름(표고 920m), 거문 오름(표고 713m), 구두리 오름(표고 518m), 산굼부리(표고 308m), 성불 오름(표고 320m), 병곳 오름(표고 287m), 남산봉(표고 179m), 달산봉(표고 137m) 등이 웅립하고 있어 하천의 발원(發源)이 되는 분수령이 되고 있다. 지형 형태를 보면 <그림 2-7>에서 보는 바와 같이 표고 400m 이하 지역은 완만한 용암대지가 넓은 범위에 걸쳐 분포하며 표고가 점차 높아짐에 따라 산악지대 및 고산지대로 지형 형태가 점이적인 변화를 보인다.

수계(水系)는 지형 형태가 한라산체를 정상으로 하여 원추상을 이루고 있어 방사상수계를 나타낸다. 그러나 본 도의 동·서 양측 사면은 남·북측 사면에 비하여 경사가 완만하고 용암대지가 넓게 발달하는 관계로 하천 발달이 빈약하다.



<그림 2-7> 천미천유역의 지형도

천미천은 한라산 흘북은 오름(표고 1,391m)에서 발원하여 조천읍과 구좌읍을 거치면서 우회하여 표선면과 성산읍을 경계로 남류(南流)하는 총연장 37.1km, 유역면적이 9,614ha를 갖는 도내 최대의 건천 하천이다.

3. 하계망의 분석

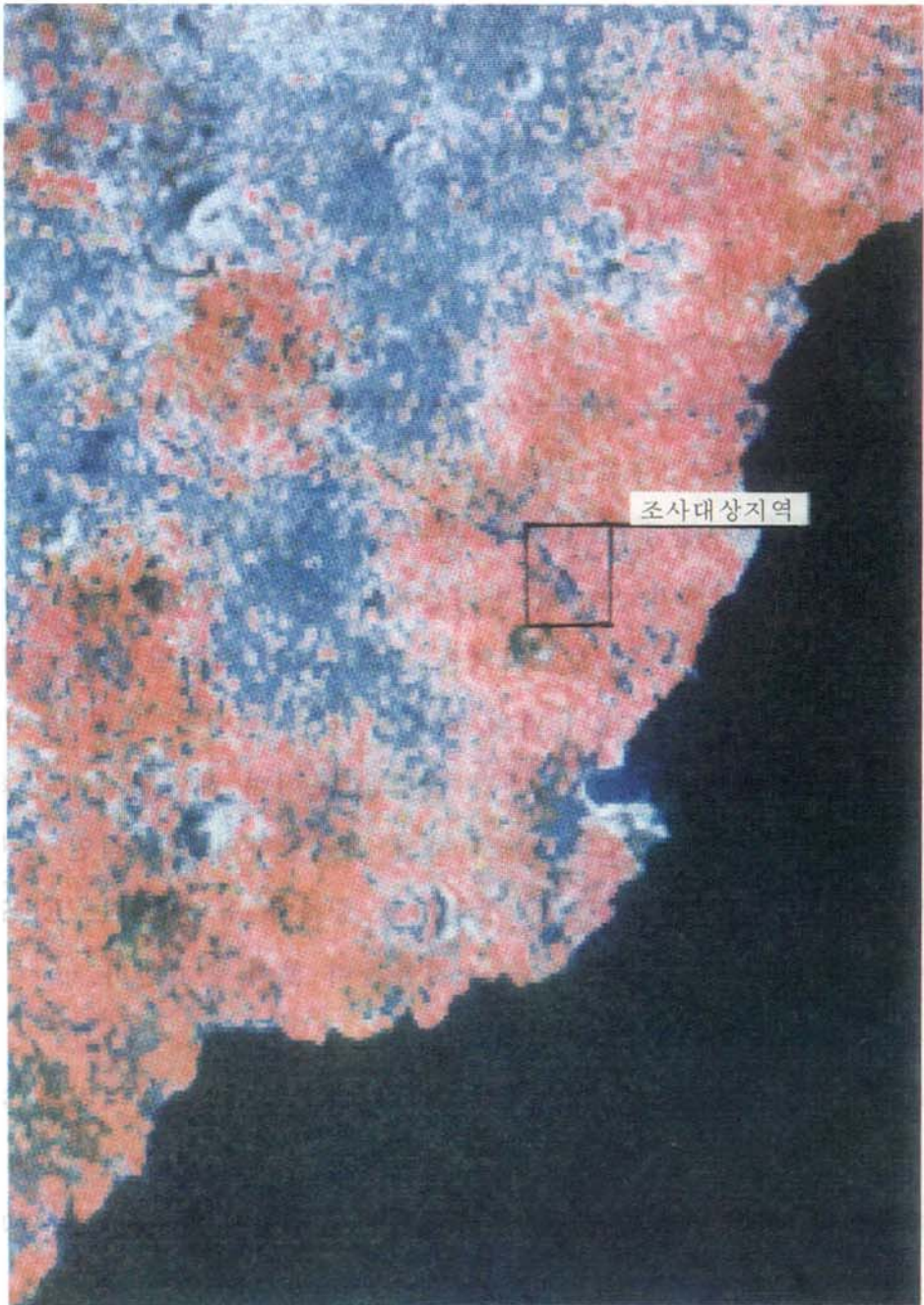
가. 위성영상사진을 통한 천미천과 가마천의 하계망

위성영상은 광역적인 지형의 관찰에 용이하며 7개의 파장대역별로 반사에너지를 세분하여 기록하는 관계로 각 물체의 spectral 특성에 따른 영상처리 효과를 거양함으로서 항공사진이나 일반 지표조사에서 확인될 수 없는 사항들을 포착하여 지하수분야에 이용할 수 있을 것이다. 특히 수계 발달상황의 파악에는 매우 유효하다. 위성영상내에서 가장 식별이 곤란한 지형은 구릉지나 평야부이고 반대로 식별이 가장 손쉬운 곳은 산간지대이다.

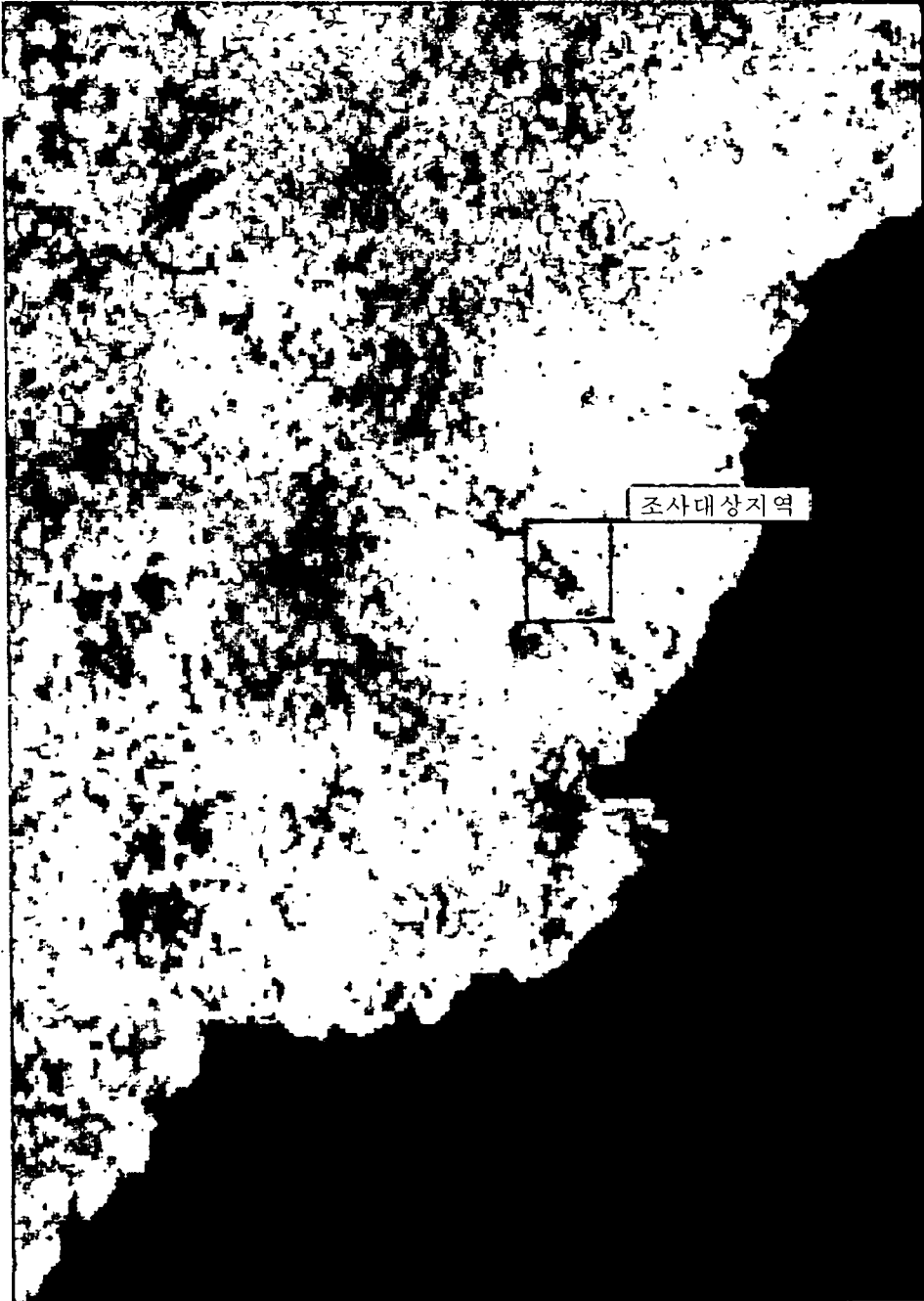
TM과 MSS영상에서 모두 구릉지는 지형의 기복이 낮아 지형 상호간의(계곡과 산사면, 태양이 비추는 사면과 반대 사면) 명암이나 색의 차이가 없어 지형의 정확한 인지가 어려우며, 평야부는 명암의 차이가 거의 없으며 각각의 화소(pixel)가 다른 색을 가지는 관계로 지형의 파악은 수계 및 특정 지형지물에 의해서만 가능하다.

산간지역은 산사면 사이의 명암차이가 뚜렷하며 산사면과 계곡간의 색상이 뚜렷하여 지형의 파악이 용이하다. 따라서 본 조사지역을 위성영상사진을 통해 하계망 분석을 하는데 참고하였다<그림 2-8>.

하계망은 특정한 유역분지내에서 하천의 본류(本流)와 그보다 많은 지류(支流)가 합류하여 이루는 하천의 망(網)을 말한다. 하계망은 유역분지내의 지질, 식생, 기후 등의 영향을 매우 잘 반영하기 때문



<그림 2-8> 조사지역 일대의 위성영상사진



<그림 2-8> 조사지역 일대의 위성영상사진

에 일찍부터 연구대상이 되어 왔으며 근래에는 하계망 자체에 어떤 법칙성이 존재한다는 사실이 밝혀져 다각적인 연구가 시도되고 있다.

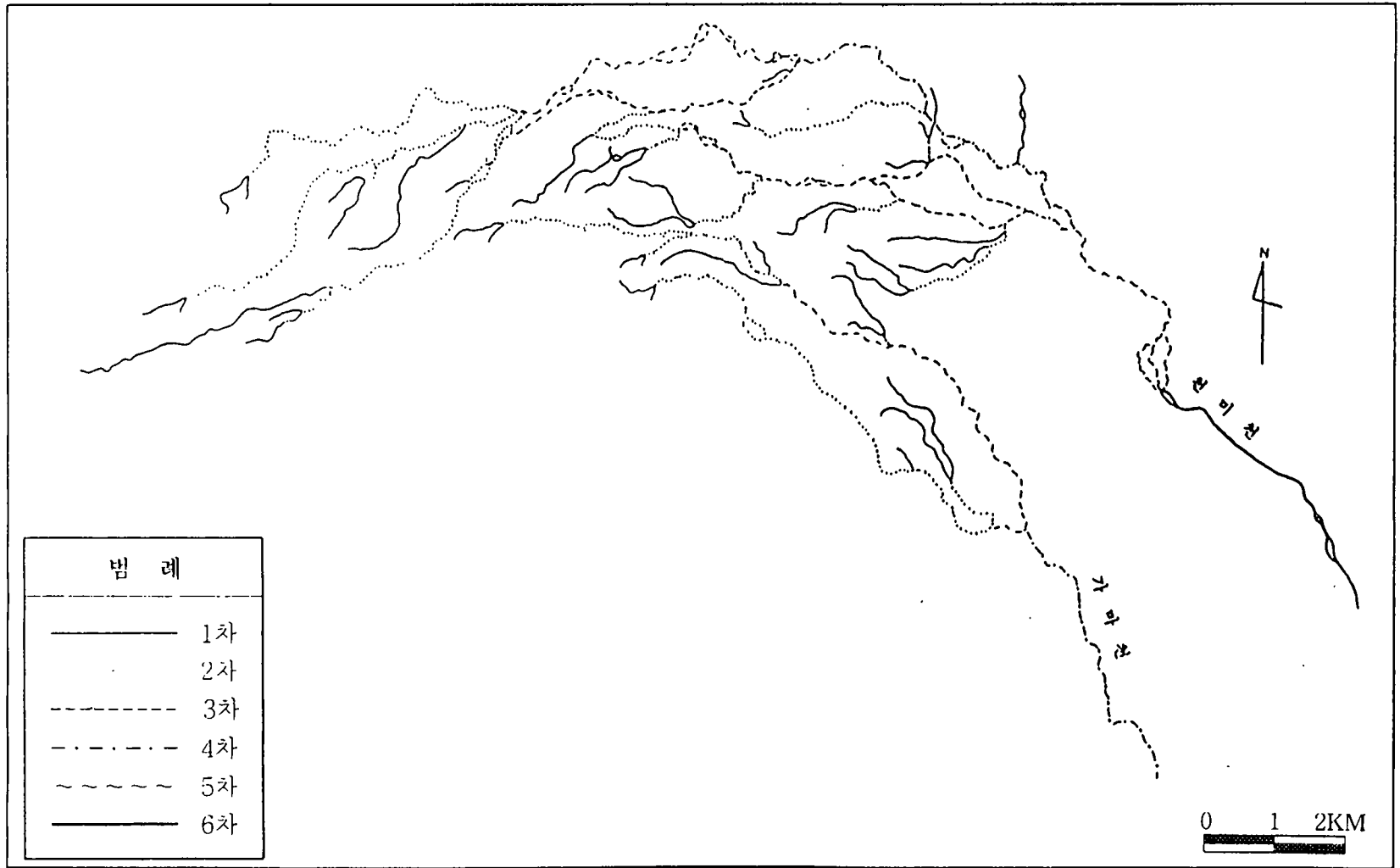
지표경관의 발달은 그 지역을 구성하고 있는 각개의 소유역들에 발달하고 있는 지형변화의 총화에 해당된다. 제주도과 같은 다우(多雨) 기후환경에서는 유수(流水)의 작용이 침식지형에 큰 영향을 미치기 때문에 화산지형이 하천의 유수에 의한 침식관계를 연구하는 것은 의미있는 일이라고 생각한다. 천미천과 가마천의 하계망을 전체적으로 볼 때 수지상수계(樹枝狀水系)를 이루고 있다. 하계망의 집중은 불투수층과 관계가 깊은데 투수율이 높은 표선리 현무암층이 넓게 분포하고 경사가 완만한 한라산체의 동부와 서부지역은 천미천과 가마천 등 일부 하천 분포지역을 제외하고는 하천발달이 극히 빈약하다, 천미천과 가마천 유역의 하계망 집중 현상을 보면 특히 천미천 중류지역에서 복잡한 하계망 발달을 보이며 해안저지대의 하천 본류지역에서는 하계밀도가 낮다, 하천 발달방향의 전체적인 경향은 하천 중상류 유역에서는 EEN 방향이고 중하류 유역에서는 EES 방향이며 이러한 주향을 횡단하는 소지류들이 많이 존재한다.

나. 천미천과 가마천의 하천수 분석

하천의 수는 하천 차수별로 정리하여 측정하였다. 천미천과 가마천 유역의 하천 수를 각 차수별로 정리하면 <그림 2-9>과 같다.

분지율을 천미천과 인근한 가마천 별로 구분하여 계산한 결과는 <표 2-7>과 같다.

천미천의 하천 차수는 6차까지 나타나며 1차 하천은 29개, 2차 하천은 14개, 3차 하천 6개, 4차 하천 4개, 5차 하천 3개, 6차 하천 1개로 각각 나타나고 있다. 가마천의 하천 차수는 1차 하천은 13개, 2차



<그림 2-9> 천미천과 가마천 하천차수 분포도

<표 2-7> 하천 차수와 분지율

차 수	하 천		천 미 천		가 마 천		비 고
	갯수	분지율	갯수	분지율	갯수	분지율	
1	29	2.07	13	2.60			
2	14	2.33	5	1.67			
3	6	1.50	3	3.00			
4	4	1.33	1				
5	3	3.00					
6	1						
평 균		2.50		2.42			

하천 5개, 3차 하천 3개, 4차 하천은 1개로 각각 나타나고 있다. 하천수의 법칙에 따르면 차수가 높아짐에 따라 하천의 수효는 3의 n배수가 가장 이상적이라고 하나 본 유역에서는 이러한 이론이 정확하게 들어맞지 않는다.

분지율의 경우 천미천 수계는 2.50이며, 가마천은 2.42로서 천미천이 다소 큰 분지율을 보이고 있으며 연구지역 전체의 평균은 2.24이다. 이러한 분지율의 의미는 연구된 우리나라 타 하천과 비교하면 북한강 수계는 약 6.72로 나타나고 있어 천미천과 가마천보다 아주 높음을 알 수 있다. 분지율이 작다는 것은 이들 하천보다 급사면을 흐르고 침식의 진행시간이 짧다는 것을 의미한다.

어떤 하천 차수의 하천 평균길리와 그보다 한 단계 낮은 하천 차수의 하천 평균길리와 비율을 하천의 길이 비율이라고 한다. <표 2-8>은 천미천과 가마천의 하천 차수별 하천길리와 비율을 정리한 것이다. 천미천의 경우 하천 길이비율은 상류역에서 1.02, 중류역에서 1.43~3.09, 하류역에서 1.03~1.32로 하천 상류유역과 하계망 발

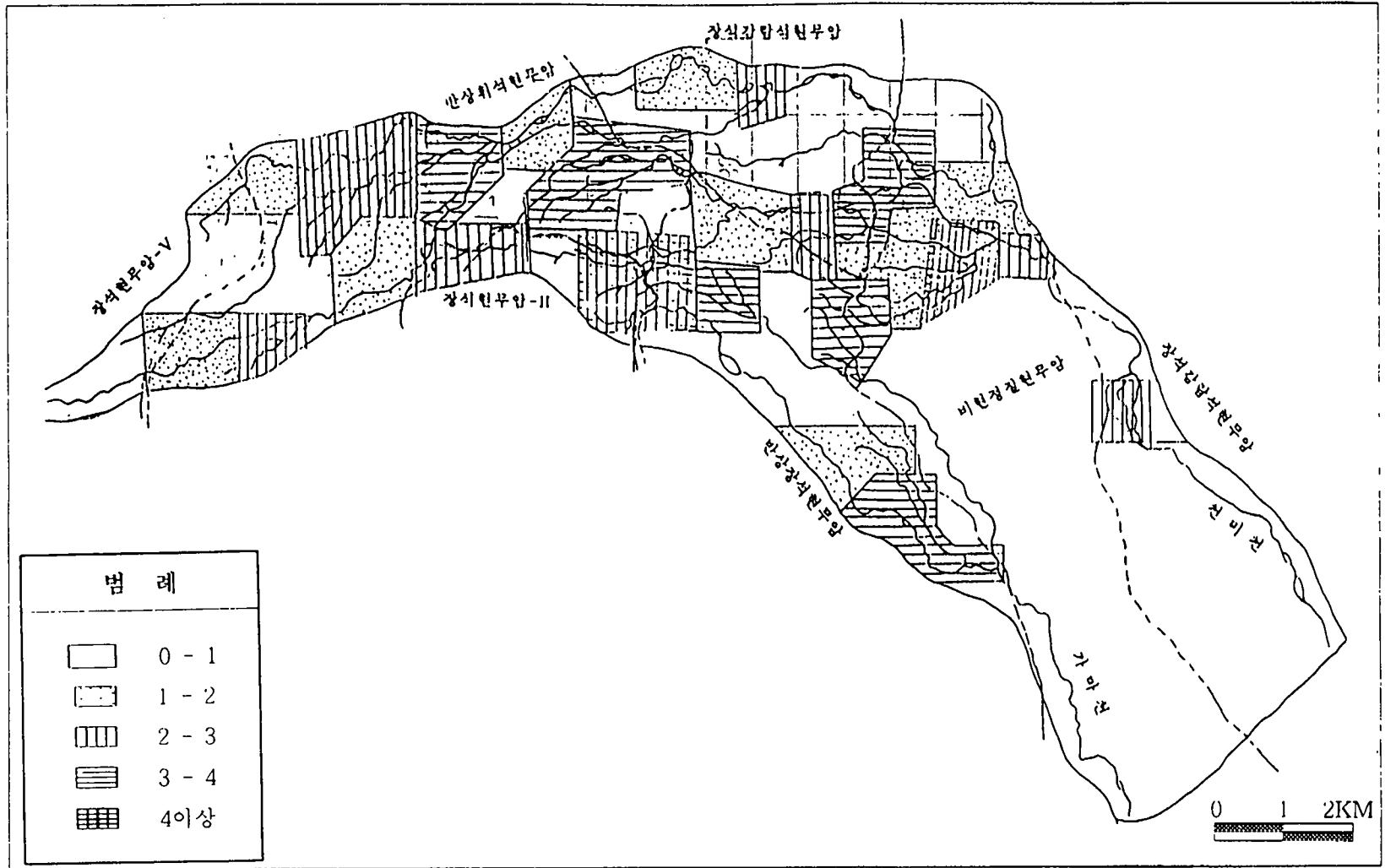
달이 완전치 못한 하류역에서 그 비율이 낮은 값을 나타낸다. 가마천의 경우도 전체 평균 1.35로 낮아 하계망 발달이 완전치 못함을 의미한다.

<표 2-8> 하천 길이와 길이 비율

하천길이 차 수	천 미 천		가 마 천		비 고
	총길이(m)	길이비율	총길이(m)	길이비율	
1	44,000	1.02	17,150	0.50	
2	42,950	1.43	34,250	3.32	
3	29,950	3.09	10,300	1.25	
4	9,700	1.03	8,250		
5	9,450	1.32			
6	7,140				
평 균		1.32		1.35	

다. 하계밀도

하계밀도는 지형의 침식진행과정에 따라 달라지며 그 대·소는 기복량과 경사에 따라 지배된다. 그 값은 물의 침투가 용이한 지역에서는 작고 불투성 지역에서는 크며 고지대에서는 저지대보다 작고, 경사지에서는 특히 작다고 하였다. 본 연구지역내에서 하계밀도의 분포를 알기위해 지형도를 각 1km²의 방안으로 나누어 각 방안의 4변이 절단하는 골짜기의 총화는 그 방안의 하계밀도를 계산하여 그 값의 분포를 작성하였다. <그림 2-10>은 천미천과 가마천유역의 하계밀도 분포도이다. 여기서는 5단계로 구분하여 하계밀도를 정리하였다. 천미천유역에서 가장 큰 하계밀도를 보이는 곳은 제동목장부근 반상회석현무암과 장석감람석현무암 및 분석구가 혼재 분포하는 지역과 성읍2리 마을부근 비현정질현무암과 장석감람석현무암이 분포



<그림 2-10> 하천 분포지역의 하계밀도 분포도

하며 소지류(小支流)가 합류되는 지역이며, 가장 낮은 밀도를 보이는 지역은 하천 상류의 장석현무암 분포지역과 하류역의 투수성이 좋은 장석감람석현무암 분포지역이다.

가마천의 경우 가장 큰 밀도분포지역은 소록산부근 장석현무암Ⅱ와 반상휘석현무암 및 반상장석현무암이 혼재 되어 있는 지역이며, 가장 낮은 밀도를 보이는 지역은 하천 하류역의 비현정질현무암이 분포하는 지역이다.

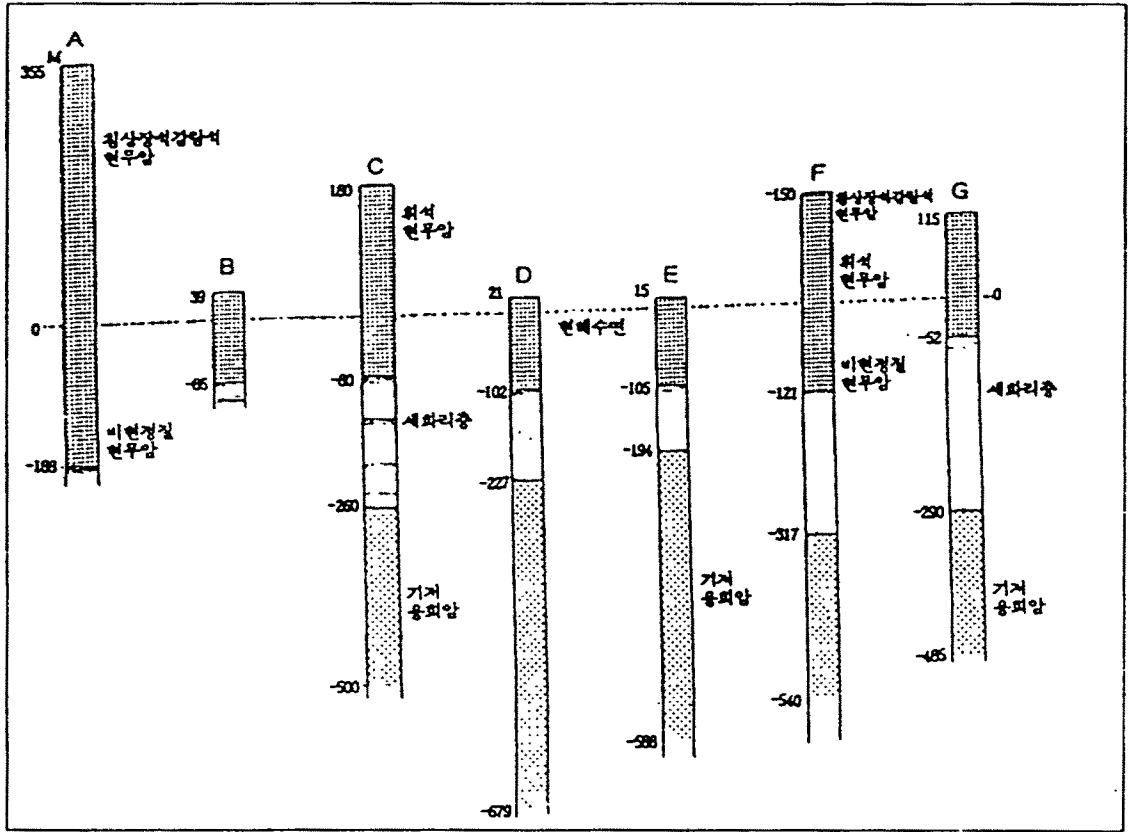
4. 지 질

가. 제주도 화산암류의 수직분포

제주도는 신생대 화산활동에 의해 생성된 화산섬으로 주 구성암인 화산암류는 현무암, 조면질 안산암, 조면암 및 화산쇄설층으로 구성되었다.

제주도 지역에 대한 연구는 1923년 요꼬야마가 서귀포 지역 퇴적암에서 산출되는 27종의 연체동물 화석에 대한 연구가 발표된 이후 몇몇 일본인 학자들과 국내 학자들에 의해 단편적으로 이루어져 왔다. 그후 1960년대에 이르러 용수난 해결을 위한 지하수조사가 본격적으로 이루어지면서 제주도에 대한 지질조사가 시작되었다.

본도에 분포하는 현무암류 중 침상장석감람석현무암은 제주도의 기저현무암으로 해석되며 일명 표선리 현무암으로 명명되었고 서귀포지역을 제외한 동서부에는 광범위하게, 북 및 남해안에는 국지적으로 분포한다. 암색은 회색 내지 암회색을 띄며 침상의 장석과 감람석을 반정으로 한다. 또한 제주시, 애월읍, 남원읍 일대에 분포하는 반상휘석현무암은 담회색 내지 회색을 띄며 대체로 치밀질 및 다공질을 나타낸다. 비현정질현무암은 제주도 전역에 걸쳐 분포하며



<그림 2-11> 제주도 여러지역에서 시추결과 제주도의 심부지질은 최하부에 기저용 암회류를 기저로 하여 심도 약 -200m에서 -100m까지는 퇴적층 및 그 상부에는 현무암류로 크게 구분되고 있다(A: 북제주군 애월읍 광령리, B: 북제주군 조천읍 신촌리, C: 북제주군 구좌읍 세화리, D·E: 북제주군 구좌읍 종달리, F: 북제주군 구좌읍 송당리, G: 남제주군 남원읍 신흥리)

동부와 서부에서는 표선리 현무암을 넓게 덮고 있다. 장석현무암은 표고 500m 이하에서는 애월읍, 제주시 노루생이 부근, 서귀포시 일대에 분포하며 동부와 서부에는 분포되어 있지 않다. 조면암류는 서귀포 서홍리에서 중문리, 군산 안덕 월라봉에 이르기까지의 거의 연속적으로 분포하고 있으며 암색은 회색, 담회색, 암회색 등을 띠며 치밀한 암석으로서 장석, 휘석, 감람석의 입자를 함유하고 있다. 산방산조면암은 Dome의 형태로서 남쪽사면을 절벽을 이루며 주상절리가 발달하여 있고 회백색을 띤다. 한라산 Dome을 형성하는 후기 조면암질 안산암류는 북쪽으로 삼각봉, 사제비동산을 연결하는 지역에 대상으로 분포하고 어승생 99계곡 및 영실 등에 분포한다.

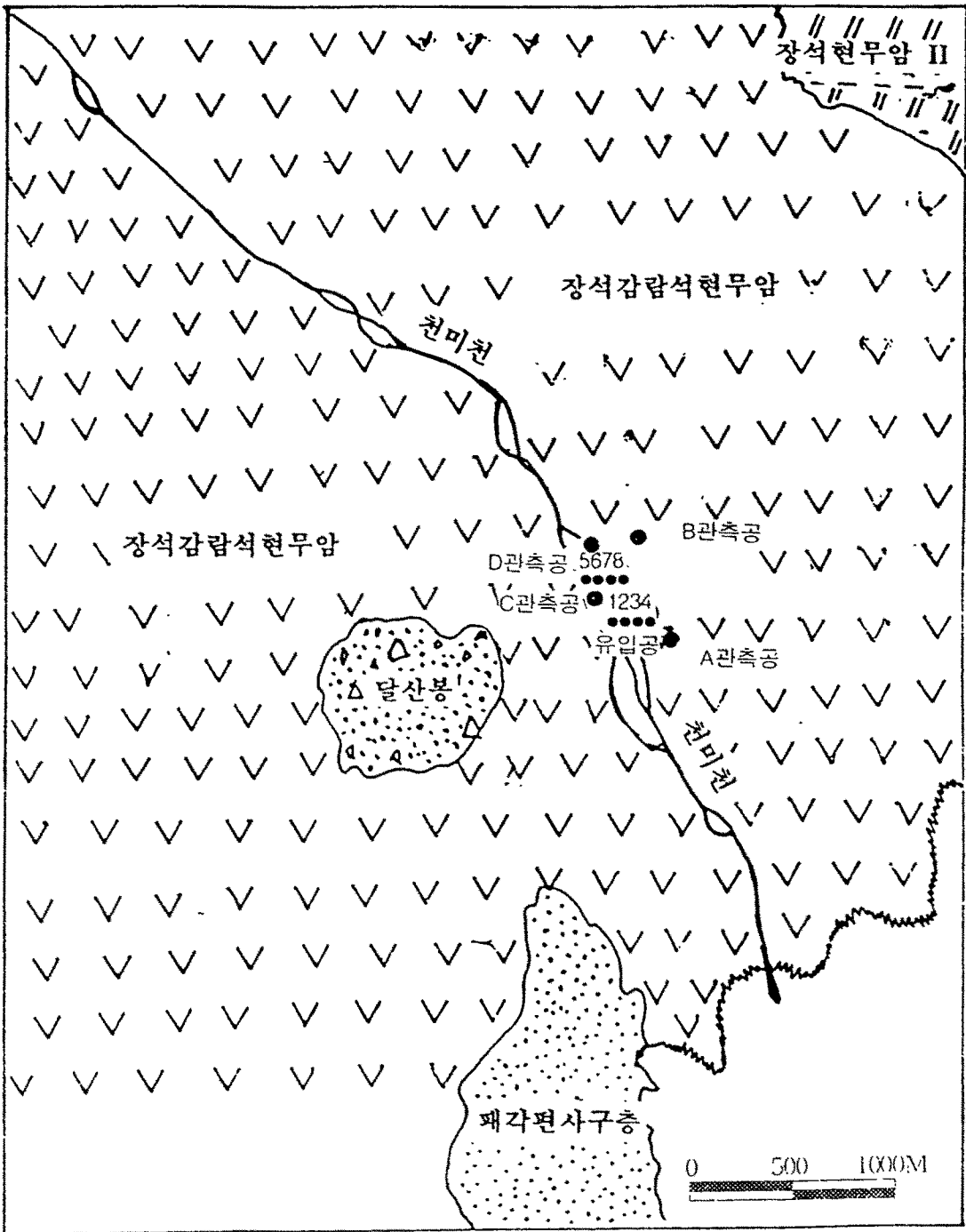
본 제주도의 화산암체는 현무암의 용암체로 형성되었으며 용암류의 생성상태에 따라 지역별로 차이가 있어 용암분출순서와 지질구조를 파악하는데 어려움이 많다.

기생화산은 360여개가 도 전역에 걸쳐 분포하나 장축방향의 배열이 우세하고 고산리에서 사계리를 거쳐 서귀포에 이르는 해안을 따라서는 불연속적으로 분포하고 신양리, 성산일출봉, 두산봉, 우도 등에도 분포하는데 이들 대부분은 Lapilli(화산력), Cinder(분석), 또는 Volcanic ash(화산회)로서 준고결 내지 미고결 상태이다. 동북 해안선과 협재리, 사계리 및 표선리 해안 일대에는 패각류의 모래로 구성된 사구(Sand dune)가 발달되어 있다. 퇴적암체중 기저퇴적층으로는 제3기 플라이오세(Pliocene)에 속하는 서귀포층으로서 천지연폭포 서쪽 해안이 표식지이며 대량의 패류화석과 사력질 퇴적물들이 혼재하고 층리가 발달되었으며 응회질성분이 우세한 역질사암, 사암, 사질이암, 이암으로 구성된다. 성산층은 성산일출봉과 고산해안, 동서해안 저지대에서 Dome 또는 완만한 경사를 이루며 화산쇄설물로서 담

회색 또는 암회색을 띠는 중립 내지 조립질 응회암으로 구성되었다. 이 암체내에는 간혹 현무암질 화산괴 등이 발견되기도 한다. 신양리 층은 본도의 동남단 신양리에서 성산에 이르는 사이에 분포하며 화산쇄설물을 포함하는 응회질 사암이다. 제주도의 퇴적암체는 해성층으로써 지각변동에 의해 융기된 것으로 추정되며 본도의 화산분출암에 대한 분출순서와 화산활동사에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

지표에서 관찰되는 이들 현무암류들은 수차의 분출 활동에 의하여 이루어져 있음을 지형적으로 구분할 수 있으며 서로 다른 암상을 띄기도 한다. 그러나, 지표에서 확인되는 암종별 분출 순서를 제주도 하부에서까지도 규명하여야 제주도의 전체적인 화산활동을 해석할 수 있을 것이다. 이와 같은 심부지질의 해석은 오직 시추자료에 의해서만 가능한데 제주도에서는 다행히 1971년도부터 지하수개발이 본격적으로 시작된 이후 수백여 지점에서 코아를 기록한 보고서들이 발간되어 있어 이들에 의한 심부지질을 해석할 수 있는 좋은 자료들로 인용되고 있다.

<그림 2-11>에서 보는 바와 같이 제주도의 현무암류는 세화리층을 부정합적으로 덮고 있으며 기존의 심부시추 결과 애월읍 광령리에서는 해수면 아래 188m까지 연속되며, 남원읍 신흥리에서는 해수면 아래 52m까지 연속되고 있다. 평균적으로 현무암의 분포는 해수면을 기준으로 하부 약 100m에서부터 분포하기 시작한다. 따라서 제주도에 분포하는 현무암의 전체 두께는 지역적으로 차이를 보이고 있을 뿐만 아니라 지형고도에 따라 커다란 차이를 나타내고 있다. 제주도 현무암류의 수직변화는 같은 종류의 암상으로 구성되어 있으면서도 여러 번의 분출이 반복되면서 구성되어 있기도 하며 혹은 이



<그림 2-12> 천미천 및 주변지역의 지질도

들 속에 포함되어 있는 장석이나 감람석 혹은 휘석 등의 반정여부와 SiO_2 의 함량 등이 서로 다른 현무암류로 구성되어 있기도 하다.

기존의 시추자료들은 지형고도 약 200m 이하에 밀집되어 있기 때문에 한라산체를 이루는 제주도 중심부에 대한 지하지질을 해석할 수 있는 자료들이 부족하나 해안을 따라서 대체로 평탄한 저지대에서는 시추자료를 중심으로 해석이 가능하다. 기존의 시추자료들에 의하면 제주도 서남부지역인 고산이나 모슬포지역은 하부로부터 지표까지 대부분 장석과 감람석의 작은 반정들을 포함하여 침상의 구조를 보이는 현무암류가 약 20회 이상 분출이 반복하면서 형성되어 있으며 남부인 중문과 서귀포지역일대는 하부에 주로 조면암류가 분포하며 지표에 가까워지는 부분에서는 거정의 장석반정을 많이 포함하는 현무암류가 분포한다. 한편 서북부지역인 한림과 제주지역일대는 하부에 장석과 감람석을 포함하는 현무암류가 주로 분포하며 상부는 반상의 휘석현무암류가 분포하는 지역이 많은 편이다. 제주도 동북부지역에서는 심부로부터 휘석반정을 많이 포함하고 있는 현무암류가 우세하며 거정의 장석반정도 간혹 출현하고 있다. 지표부근에서는 침상의 장석과 감람석을 포함한 현무암류가 분포하기도 한다. 그러나 침상의 장석감람석현무암이 간혹 깊은 심도에서도 시대를 달리하여 분포하고 있는 지역들도 있다. 그러나 이들 현무암류의 수직분포는 적어도 20여회 이상이나 반복되는 화산분출에 의하여 이루어졌을 뿐만 아니라 각 분출마다 암상이 변할 수 있기 때문에 일률적으로 어떠한 암종의 변화를 이룬다고 말할 수는 없다.

나. 사업지구 주변지역의 지질

조사지역의 지표지질은 지형과 밀접한 관계를 보이고 있다. 즉, 대체로 평탄한 용암대지에는 휘석과 감람석의 결정들이 포함되어 있는

현무암으로 구성되어 있으며 이들은 원거리에서 유동되어온 까닭으로 유동구조를 보이고 있다. 이와 대조적으로 달산봉의 분화구는 용암이나 스코리아와 같은 쇠설성 암편들로 구성되어 있다. 이 분화구의 낮은 기슭에는 화산쇄설성 암편들이 미약한 층리구조를 보이고 있으며 현무암을 덮고 있는 곳들도 있다. 인공함양 부근지역에 분포하는 화산암류의 암석별 특징은 다음과 같다.

(1) 장석감람석현무암

본 암은 조사지역 전역에 걸쳐 가장 넓게 분포하며 3~5° 이내의 거의 평탄한 지표면을 이루고 있다<그림 2-12>. 본 암의 상부는 후기에 분출한 용암들로 피복 되어 있어 용암분출지의 위치는 현재 확인할 수 없다.

본 암은 지역적으로 약간의 변화를 보이거나 대체로 회색 내지는 암회색을 띄우며 침상의 장석과 감람석을 반정으로 함유하고 있다. 본 암 즉, 장석감람석현무암은 원종관(1976)에 의해 표선리 현무암으로 명명되었으며 적어도 5회이상의 화산분출이 있었으며 구갑상절리 및 용암동굴들이 본암에 발달되어 있다고 기술하였다.

농업진흥공사에서 발간된 1:100,000의 지질도에 의하면 본암은 제주도 전역의 저지대에 광범위한 분포를 보이고 있으며 본역의 지하수 개발공 D-259에 현무암들 사이에 화산쇄설층이 협재되어 있는 점과 접촉부분에서의 적색화된 Baked 대의 형성 및 기공의 변화등에 의하여 11회의 화산분출이 있었음을 알 수 있다. 본암은 하천 중·하류의 하저에서 비현정질현무암과 부정합적으로 접촉대를 이루어 이어지면서 유동구조의 큰 골을 따라 분포하고 이들 구조의 작은 주름을 따라 절리구조가 잘 발달되어 있어 지하수의 수직강하에 좋은 통로역할을 하기도 한다.

한국자원연구소에서 측정한 본암의 연령은 고지자기에 의한 시대 구분 및 K-Ar에 의한 절대년대 측정결과 장석감람석현무암은 K-Ar 측정결과 $0.63\text{m} \pm 0.03$ 을 얻었다.

(2) 장석현무암

본암은 <그림 2-12>에서와 같이 조사지역 북동쪽 삼달국교 주변에서 장석감람석현무암과 부정합적으로 접촉하며 분포하고 있다. 암상은 회색 내지는 암회색을 띄며 현저한 반상구조를 갖고 있음이 특징이며 기공들이 많이 내포되어 있다. 지형적으로 표선리현무암이 분포하는 지역과 거의 동일하게 평탄한 저지대를 이루고 있으나 독자봉 북서지역에서 표선리현무암과 접촉부에서는 장석현무암지역의 약간 높은 고도를 보이고 있어 본 화산암들의 분출시기가 서로 상이함을 알 수 있다. 본 암에도 불규칙하게 잘 발달된 절리 및 파쇄대 구조가 지하수의 유동로 역할을 하는 것으로 보인다.

현미경 사진 1은 인공함양 시추공 주변 장석감람석현무암 노두에서 채취한 시료의 현미경 사진이다. 가늘고 긴 장석(가장 긴것은 1mm)이 알바이트쌍정을 보이며 대체로 한방향으로 나열되어 있다. 이는 용암이 흐를 때에 그 방향으로 길이의 방향을 유동구조로 보이는 것이다.

사진에서 큰 입자들은 감람석이고 작은 입자들은 휘석이다. 검고 작은 입자들은 대부분 자철석이지만 큰 것은 기공이다. 위에 적은 광물은 그 모양이 대체로 장석, 휘석, 감람석, 자철석 순으로 적어지지만 각 광물의 분량을 측정하지는 못하였다. 자철석의 양은 적다. 현미경 사진 2는 삼달국교 부근에서 채취한 장석현무암의 현미경 사진이다. 흰 것은 대부분 사장석인데 표품 1에 비해 장석의 부피가 크고 길며 함량이 많다. 검은 부분은 자철석과 기공이 대부분이며,



사진1 : 장석감람석현무암의 현미경사진



사진2 : 장석현무암의 현미경사진

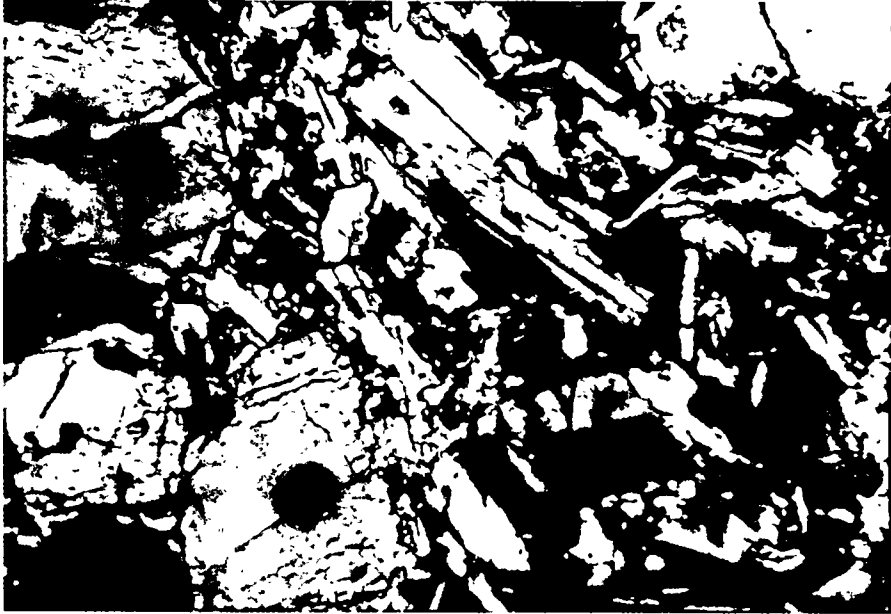


사진1 : 장석감람석현무암의 현미경사진



사진2 : 장석현무암의 현미경사진

비교적 넓은 사장석에는 알바이트쌍정이 잘 발달되어 있다.

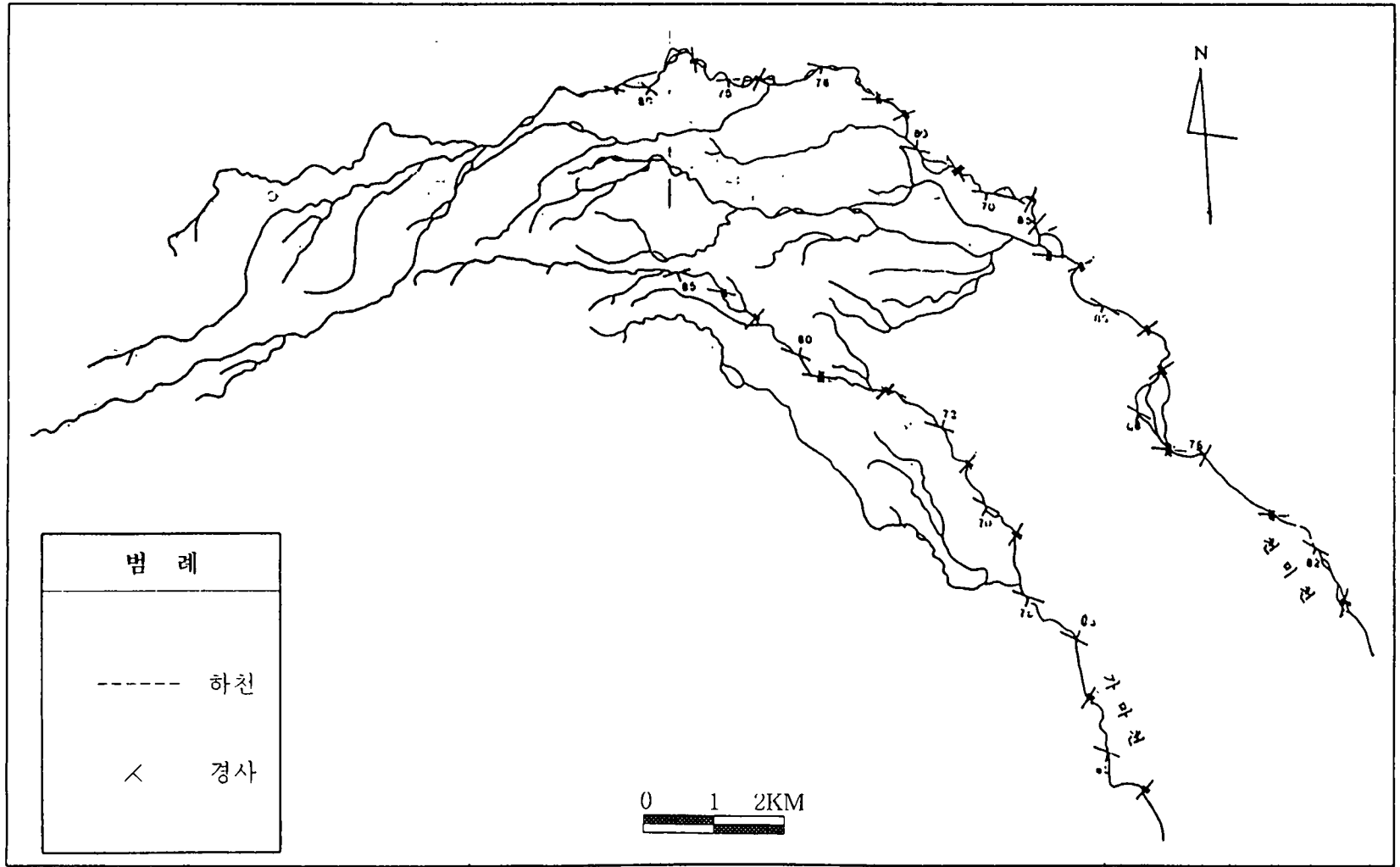
5. 하천 유역의 절리계분석

110회 이상 화산 분출과 그에 수반되거나 그 후에 있었던 용기와 관련하여 형성된 제주도와 같은 화산암 분포지역에 있어서의 지질구조는 용암의 분출장소와 분출형식에 따라 일차적으로 지질구조가 결정되며, 또한 절리계와 용암층 자체내의 용암동굴의 붕괴와 같은 구조도 하계망의 형태결정과 지하수 함양 및 지하수의 유로와 유향역활을 하고 있다.

조사지역의 절리측정은 <그림 2-13>에서와 같이 총 67개 노두에서 135개의 측정치를 구하였다. <그림 2-13>에서 숫자는 경사를 표시하며 절리계의 방향과 하천과 지하수의 유향과 유로가 부분적으로 일치하는 곳이 여러 곳에서 관찰되어 절리계가 본 역 하계망과 관계가 있음을 의미한다.

<표 2-9>에서 천미천 절리계의 주향빈도를 보면 N16~25° W, N26~35° W, N56~65° W에 각각 17.91%, 16.42% 및 16.42%를 차지하고 있어 이들 급간의 차지하는 비중은 50.75%나 된다. 한편 조사지역의 절리계는 서로 다른 방향으로 교차되어 나타나는데, NE 방향으로 발달하는 절리계는 N66~75° E가 23.5%로 최대의 높은 빈도를 보이며, 그 다음으로 N46~55° E, N56~65° E가 26.48%를 차지하고 있어 천미천의 유로방향과 부분적으로 일치하고 있기도 하다.

한편 가마천 유역에 분포하는 화산암류에 대한 절리계의 주향빈도를 보면 <표 2-9>에서 보는 바와 같이 N16~25° W가 26.19%로 최대의 빈도를 보이고 N36~45° W는 16.67%로 보여 전체에서 이들 급간의 차지하는 비중은 42.86%나 된다. NW 방향과 직교하는 절리계



<그림 2-13> 하천유역의 절리계 분포도

는 N56~65° E 및 N76~85° E가 전체의 43.58%로 높은 빈도를 나타내고 있다.

<표 2-9> 하천 분포지역의 절리계 분석

주 향	천 미 천		가 마 천		주 향	천 미 천		가 마 천	
	빈 도	%	빈 도	%		빈 도	%	빈 도	%
N 1~ 5° W	2	3.00			N 1~ 5° E	1	1.47	2	4.35
N 6~ 15° W	7	10.45	4	9.52	N 6~ 15° E	6	8.82	5	10.87
N 16~ 25° W	12	17.91	11	26.19	N 16~ 25° E	7	10.29		
N 26~ 35° W	11	16.42	7	16.67	N 26~ 35° E	2	2.94	5	10.87
N 36~ 45° W	5	7.46			N 36~ 45° E	7	10.29	7	15.22
N 46~ 55° W	9	13.43	4	9.52	N 46~ 55° E	9	13.24	1	2.17
N 56~ 65° W	11	16.42	5	11.91	N 56~ 65° E	9	13.24	10	21.74
N 66~ 75° W	6	8.96	4	9.52	N 66~ 75° E	16	23.52	5	10.87
N 76~ 85° W	2	2.99	6	14.29	N 76~ 85° E	10	14.71	10	21.74
N 86~ 89° W	2	2.99	1	2.38	N 86~ 89° E	1	1.47	1	2.17
Total	67		42		Total	68		46	

6. 토양조사

가. 제주도 토양의 개황

토양은 인간을 비롯한 모든 생물체가 그 위에 근거하여 삶을 영위하는 기본적인 자원이며, 순수 토양학적인 면을 고려하면 지표면에 위치하여 식물생육의 터전을 마련하는 것으로서 토양모체가 기후와 생물들의 작용을 받아 변화하면서 환경조건과 평형이 되기 위하여 항상 변화하고 있는 자연체이다.

이러한 토양은 하나의 배양기와 같이 생물체가 태양에너지를 축적, 변화시키고 물질을 순환시키는 역할을 할 뿐만아니라 대기오염과 수질오염의 물질들이 최종 집적지로 유입되어 축적되는 곳이며,

또한 토양은 토양에 유입된 오염물질이 하향이동에 의하여 지하수로 이동하는 것을 방지해 주는 역할을 한다.

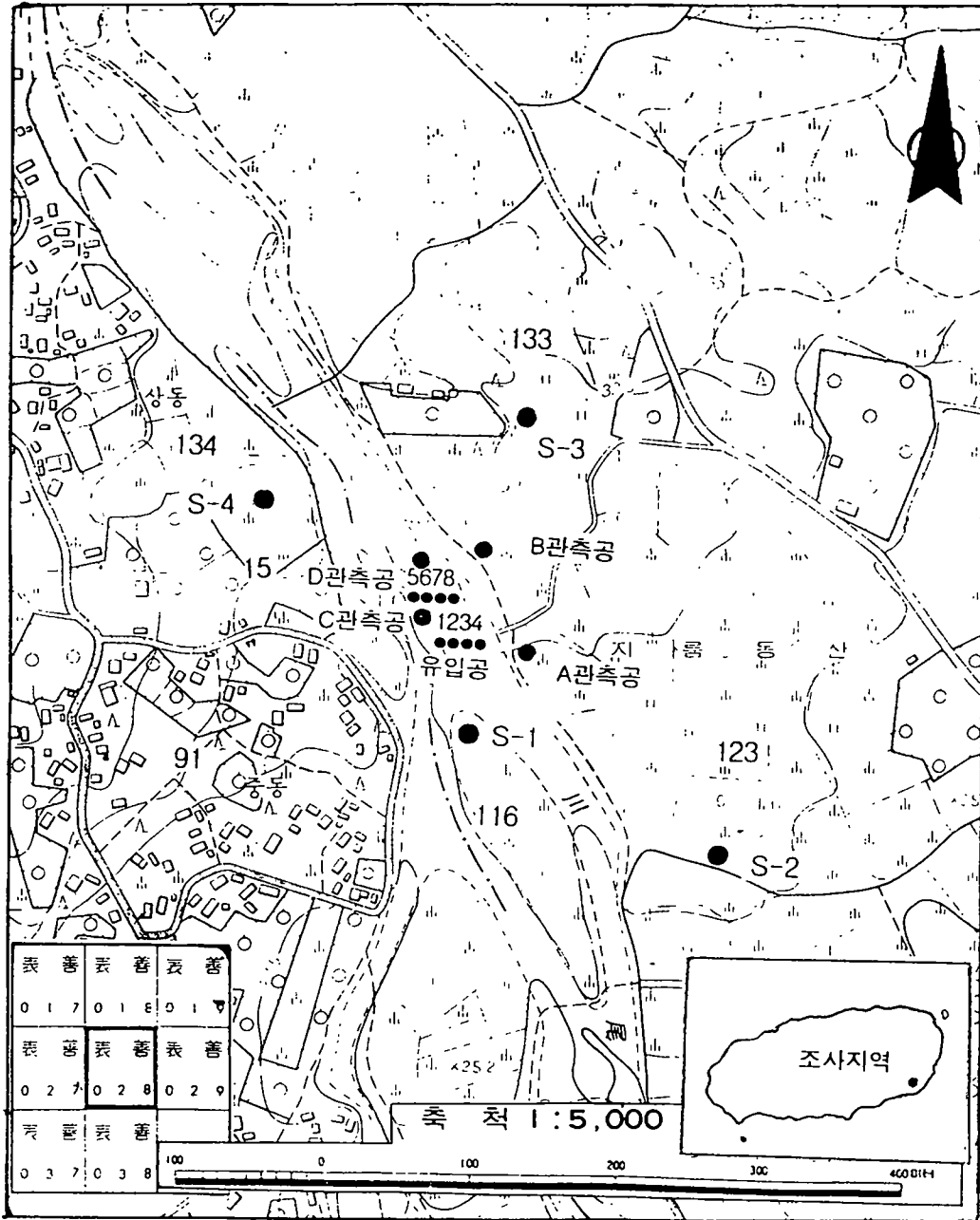
제주도 토양은 대부분 화산회토로서 전면적의 약 76%를 점하고 있으며 일반적인 화산토의 특성에 따라 가비중이 적고 투수성이 크며 토양내에서 인산 고정력이 크므로 유효 인산함량이 매우 적다. 또한 제주도 토양은 지역에 따라 토양의 물리·화학적 성질 및 오염물질의 흡착과 이동등 오염물질 여과능에 관여하는 성질이 다른 4개의 토양이 존재한다.

제주도 전지역에 대한 정밀 토양조사를 실시하여 토양의 토성, 지형조건, 배수조건, 토심과 암역의 유무, 자연식생등에 따라 63개 토양통으로 분류하였으며, 이들 지역에서 밝혀진 중요한 토양통을 중심으로 이와 유사한 토양을 묶어 <그림 2-14>와 같이 4개의 토양군으로 대별하였다(제주도 정밀토양도, 1976).

동귀-구엄-용흥 토양군은 지형이 용암류 평탄지로 배수가 양호하며 암갈색인 비화산회토로서 미사질식양토 내지 식질 토양으로서 본 토양군의 분포면적은 제주도의 18%인 328km²로서 주로 북제주군 해안변에 넓게 분포되어 있으며 경사는 대체로 30% 미만이다.

중엄-오라-구좌 토양군은 지형이 용암류 대지로서 배수가 양호내지 매우 양호하며 농암갈색 화산회토로써 주로 미사질 식양토로 자갈과 바위가 혼재되어 있는 토양으로서 중산간지역에 넓게 분포되어 있으며 분포면적은 제주도의 44%인 79.8km²에 달한다.

평대-행원-민악 토양군은 지형이 용암류 대지로서 배수가 양호한 흙색 화산회토로서 주로 미사질 식양토로 자갈 혹은 둥근바위가 혼재되어 있는 토양으로서 주로 본 도의 중산간지역에 분포하며 분포면적은 제주의 23%인 418km²에 달한다.



<그림 2-14> 토양조사 범위, 토양시료 채취지점(S-1, S-2, S-3, S-4)

구좌통 : 15, 오라통 : 91, 제주통 : 116

제주통 : 123, 중엄통 : 134, 133

흑악-노로-적악 토양군은 지형이 산악지로서 배수가 양호하며 농암갈색인 미사질 식양토로 자갈 혹은 둥근바위를 함유한 토양으로 주로 해발 700m이상인 삼림지대에 분포하고 있으며 분포면적은 약 266km²로써 제주도 면적의 15%에 해당된다.

나. 조사범위 및 방법

사업지역 및 인근지역의 토양의 성질을 조사하기 위하여 조사범위는 사업지역 중심반경 1km이내로 하였으며, 시료채취는 <그림 2-14>에서와 같이 사업지구 북쪽 인근 토양(S-3) 및 북서쪽 토양(S-3)과 남쪽 토양(S-1) 및 남동쪽 인근토양(S-2)을 각각 채취하였다. S-1은 천미천의 하천 범람지였으며, S-2 및 S-3는 농경지로서 밀감을 재배하는 과수원이었다. S-4도 농경지로서 시료채취 지역은 감자를 재배하고 있었다.

토양시료의 채취는 100cm³용 코아 토양시료 채취기(core soil sampler)를 사용하여 시료당 5개를 채취하였다. 토양시료의 화학적 성질은 농촌진흥청 토양화학분석법을 참고로 하여 수행하였고, 토양시료의 물리적 성질은 농촌진흥청 토양물리 분석법을 참고로 하여 입도, 투수계수등을 조사하였다.

다. 결 과

(1) 조사지역의 토양통

사업지역내 토양통은 1:25,000축척의 제주도 정밀토양도(농업진흥청, 1976)를 참고로 하여 분류하였다.

사업지역 및 인근지역의 토양통은 <그림 2-14>에서와 같이 제주통(토양통 번호 116, 123), 중엄통(토양통번호 133, 134), 구좌통(토양통번호 15), 오라통(토양통번호 90, 91), 하천범람지(토양통번호 172)으로 장석-감람석현무암을 기반으로한 농암갈색 화산회토로 분류된

다. 이들 각 토양통에 대한 특징을 살펴보면 다음과 같다.

(가) 구좌통

구좌통은 미사식양계 화산회토에 속하나 새로운 분류방법에 의하면 coarse silty, ashy, nonacid thermic family of Andic Lithic Udorthents에 속한다. 이 토양의 표토는 농암회갈색의 바위가 있는 미사질양토이고 바로 하부에는 단단한 현무암의 암반대가 분포한다. 기반까지의 깊이는 10~50cm범위이다. 전 토층을 통하여 현무암의 자갈이 10~20% 정도이고 염기포화도는 35%이하이다. 토양반응은 강한 산성내지 약한 산성이고 유기물 함량은 5~20% 범위이며 인산 흡수계수는 2,000mg/100g이상이다.

표토는 일반적으로 두께가 보통인 농암회갈색 또는 회갈색의 미사질양토 또는 바위가 있는 미사질 양토이다. 기층은 암황갈색 또는 농암황갈색의 미사질 토양으로서 단단한 현무암의 암반상부에 있다. 이 토양은 보통 단단한 암반상부에 표토가 있다.

(나) 제주통

제주통은 미사식양질계 화산회토에 속하나 새로운 분류방법에 의하면 fine silty, thermic family of Andic Hapiudults에 속한다. 이 토양의 표토는 농암갈색의 미사질양토이며 토심은 진갈색의 미사질 양토이다. 토양의 모재는 현무암이며 용암류 대지에 분포한다. 토심은 100~150cm 범위이며 암반까지의 깊이는 2m이상이다. 토양반응은 전단면을 통하여 일반적으로 강한 산성이고 염기포화도는 35%이하이다. 표토는 농암갈색, 농암회갈색 혹은 암갈색의 양토내지 미사질 식양토이다. 심토는 진갈색, 갈색, 암황갈색의 미사질양토, 식양토 및 미사질식양토이고 발달도가 보통인 약간 풍화된 잔돌과 돌이 많다. 기층에는 진갈색, 황갈색 또는 암황갈색의 미사질양토 또는 양토이

다.

(다) 오라통

오라통은 미사식양질 하부에 식양질계인 화산회토에 속하나 새로운 분류방법에 의하면 fine silty over fine loamy, ashy, thermic family of udif Eutrandepts에 속한다. 이 토양의 표토는 자갈이 있는 암회갈색의 미사질양토이고 심토는 자갈이 있는 암갈색의 미사질 식양토이며 기층은 암황갈색의 자갈이 있는 미사질 토양이다. 토양의 모재는 현무암에 기인된 화산회로서 용암류 대지에 분포한다. 토심은 100~150cm 범위이며 암반까지의 깊이는 2m이상이다. 토양반응은 매우 강한 산성내지 약한 산성이며 염기포화도는 50% 이상이다. 표토는 갈색내지 암갈색 또는 암회갈색의 자갈이 있는 미사질양토이고 심토는 암갈색, 암회갈색 또는 암황갈색의 자갈이 있는 미사질양토 또는 미사질식양토이며 기층은 암갈색 또는 암황갈색의 자갈이 있는 미사질식양토 또는 미사질양토이다. 전층을 통해 자갈의 함량은 약 10~35%이다.

(라) 중엄통

중엄통은 미사식양질계 화산회토에 속하나 새로운 분류방법에 의하면 fine silty over fine loamy, ashy, thermic family of Typic Dystrandeps에 속한다. 이 토양의 표토는 암회갈색의 미사질 양토이며 토심은 암황갈색이고 약 50cm 하부에 현무암의 암반층이 나타난다. 토양의 모재는 화산회이며 용암대지에 분포한다.

암반까지의 깊이는 50~100cm 범위이며 토양반응은 강한 산성내지 약한 산성이다. 유기물 함량은 5~10%이며 인산 흡수계수는 2,000 mg/100g 이상이다. 표토는 암회갈색 또는 농암회갈색의 미사질양토 또는 양질세사토로 표토에 10~20%정도의 자갈이 있다. 토심은 갈색

내지 암갈색 또는 암황갈색의 미사질양토 또는 자갈이 있는 미사질양토이며 하부에는 현무암의 암반이 있다. 토양 배수는 양호하고 투수성은 약간 빠르며 유거는 보통이다.

(2) 조사지역 토양의 물리적성질

조사지역 토양의 물리적 성질 분석은 입도, 투수계수등을 조사하였다. 토양의 입도분석은 채취된 시료 50g을 취하여 230mesh의 체를 사용하여 습식 체질한 후 조립부와 세립부로 나누어, 조립부는 1φ 간격으로 sieve shaker를 사용하여 건식 체질한 후 입도별 중량 백분율을 구하였고, 세립부는 2%의 확산제, 50cc를 첨가하여 시료를 확산시킨 후 피펫방법에 의해 1φ간격으로 분석한 후 입도별 중량 백분율을 구하였다. 따라서 조사지역 토양의 입도는 <표 2-10>와 같다.

조사지역 토양의 입도분포는 <표 2-10>와 같이 미사함량이 57.8~73.6%로 매우 높은 미사질식양토이며, 자갈함량은 S-1시료에서 8.9%로 다소높은 함유량을 보였다.

<표 2-10> 조사지역 토양의 입도분석치

시 료	토 심 (m)	자갈함량 (%)	입 도(%)					토 성 명
			조 사	중 사	세 사	미 사	점 토	
S-1	18.0	8.9	3.6	2.9	1.8	72.6	19.1	미사질양토
S-2	4.8	6.7	2.4	2.7	2.1	73.6	19.3	미사질식양토
S-3	16.0	2.7	0.7	0.6	5.2	68.4	25.1	미사질식양토
S-4	14.0	2.9	0.8	0.6	3.1	57.8	37.7	미사질식양토

조사지역내 토양의 투수속도 측정은 등수두 시험기를 이용하여 투수계수를 구하였다. 따라서 조사지역 토양의 투수계수는 <표 2-11>

과 같다.

<표 2-11> 조사지역 토양의 투수 속도

시 료	투수속도(cm/hr)
S - 1	27.1
S - 2	12.5
S - 3	12.4
S - 4	13.6

투수속도는 토양을 통과하는 오염물질의 하향이동을 예측하는데 중요한 자료로 이용될 수 있다. 투수속도가 빠른 경우 물에 용해되어 있는 오염물질은 토양의 공극을 통하여 하향 이동하기 때문에 토양과의 접촉시간과 면적이 적어 흡착에 의해 여과되는 양이 적기 때문에 쉽게 하향이동하여 지하수로 유입될 수 있다. 그러나 투수속도가 느린 경우 오염물질을 함유한 물이 토양의 미세공극을 통과하면서 토양입자에 의해 흡착되어 여과되거나 토양층 밑까지 도달하지 못하기 때문에 지하수 오염위험성이 적어진다.

조사지역 토양의 투수속도는 <표 2-11>과 같이 12.4~27.1cm/hr로 비교적 빠르며 특히 하천범람지 토양인 S-1시료에서는 투수속도가 27.1cm/hr로 최대값을 보이고 있어 오염물질이 쉽게 물과 함께 하향이동되어 지하수로 유입될 가능성이 매우 큰 조건을 갖고 있다.

7. 하천유출량 및 인공함양량조사

지하수의 산출상태를 파악하는 목적은 대부분이 개발가능량을 결정하기 위함에 있다. 수문계의 물리적인 형태나 물리적인 형태의 수리성을 결정한 후 각 형태의 수리적인 관계를 규명한 후에 도달할

수 있다. 또한 각종 함수층의 수리성과 그 분포 및 수직적인 지질분포를 파악하여 어떠한 조건하에서 물이 유입, 유출되는가를 파악하여야 한다. 이러한 물의 물리적인 형태를 이해함으로써 지표수계나 지하수계의 양계를 통해서 흐르는 물의 양을 결정지을 수 있으며, 이러한 물수요를 결정하는 것을 물수지분석이라 한다.

물수지분석은 일정한 지역내에 유입되는 강우량과 유출되는 증발산량, 직접유출량 그리고 그 지역내에 저류되는 인공함양량이 항상 평형조건을 이룬다는 가정하에 기초를 둔 것이며 이러한 평형을 수문평형방정식이라 부르며 다음과 같이 표현할 수 있다.

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

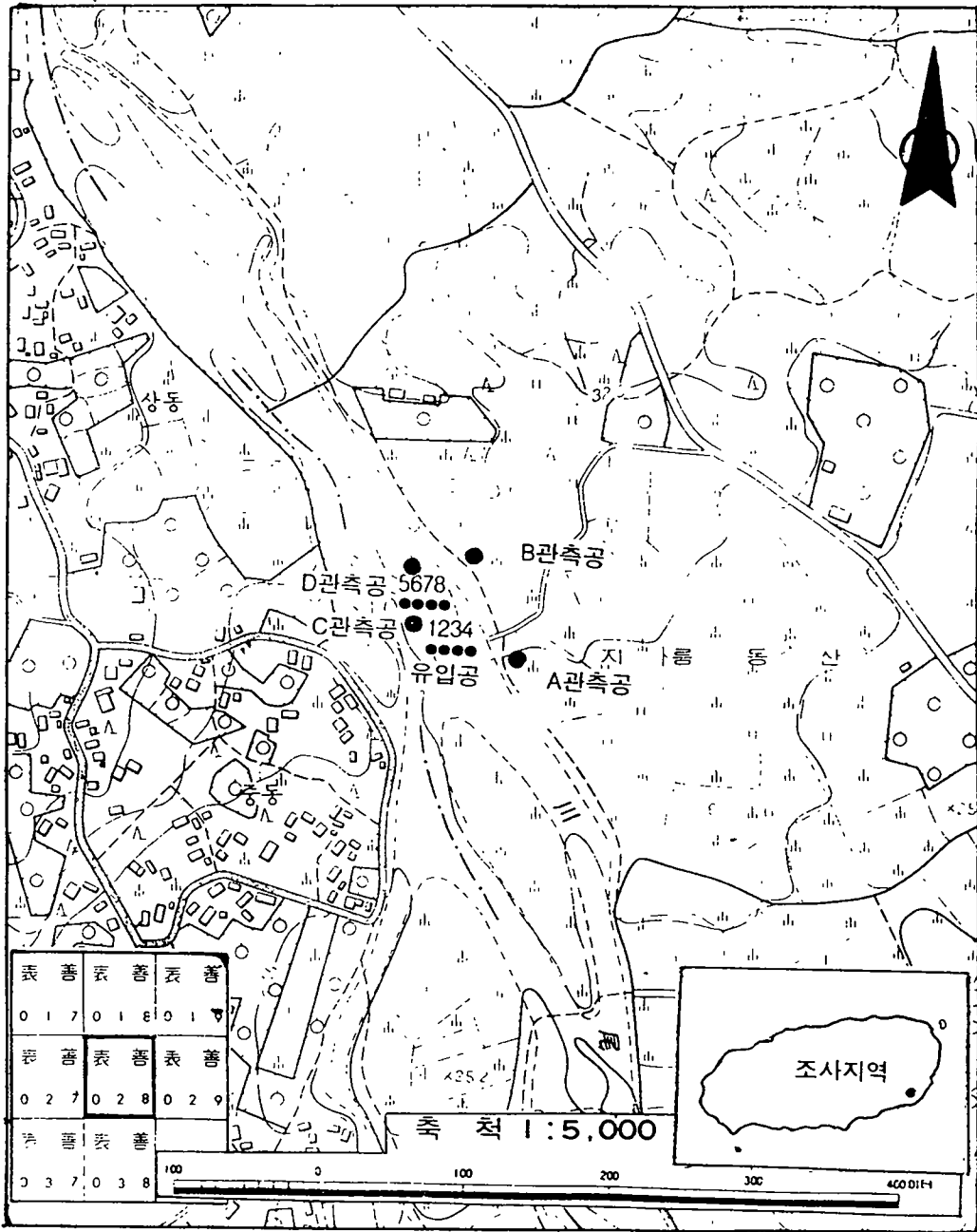
여기서 I : 유입량(Inflow)
O : 유출량(Outflow)
 ΔS : 저류량의 변화

상기식에서 각 인자는 다음과 같은 요소로 구성되어 있다.

- 유입량요소 = 지표수유입 + 표면하수유입 + 강우 + 유입수
- 유출량요소 = 지표수유출 + 표면하수유출 + 증발확산
+ 소비된물 + 유출수
- 저류량요소 = 지표수저류량변화 + 지하수부존량변화
+ 토양변화

이러한 가정하에서 본 조사지역인 천미천에서의 1차적인 하천유출량을 조사하기 위해 강우기인 7~9월중 100mm 이상의 강수를 기록한 5차에 걸쳐 유출량조사를 실시하였다.

조사대상 지역은 <그림 2-15>에서 보는바와 같이 남제주군 성산읍 신천리의 천미천 하류지역에 해당하며 인공함양공은 천미천 바닥



<그림 2-15> 조사지역 관정분포도

에 No-1, 2, 3, 4로 4공을 착정하였으며, 관측공 A관정은 함양공에서 동남측으로 약 42m 지점에 위치하며 B관측공은 함양공에서 북동쪽으로 약 48m거리에 위치한다.

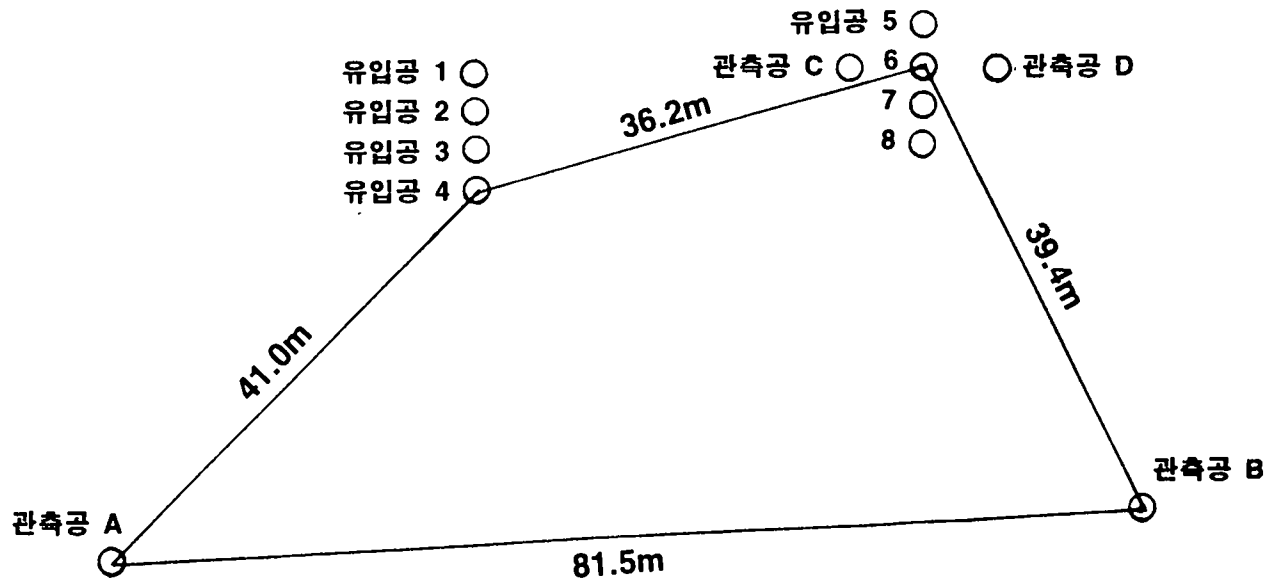
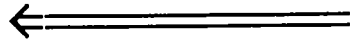
함양량 측정방법은 회전식 유속계인 CM-1A형 High Speed Current Meter를 이용하여 다량의 강우시 천미천을 통하여 유출되는 하천수가 하상에 수직으로 착정된 4개의 함양공을 통해 유입되는 곳에서의 유속(V), 물기둥의 높이(H), 넓이(W)를 구하여 유입량(Q)을 계산하였다.

지하수위 관측은 A관측공에 자동수위 관측기기를 설치하여 다량의 강우시 천미천을 통해 유출되는 하천수가 자연유하식 함양공을 통해 함양됨에 따른 자연수에 변화양상을 연속측정하도록 하였고, B관측공은 설치된 조사용 P.V.C 공내로 전선줄을 삽입하여 테스트기에 의해 mm눈금까지 측정하였다.

<그림 2-16>은 조사지역의 인공함양공과 수위관측공의 위치도이다. 인공함양공 No-1, 2, 3, 4는 해안선에서 내륙쪽으로 약 1.63km지점에 위치하며 착정심도는 No-1, 4 관정은 40m이고, No-2, 3공은 30m이며, 이들 착정공의 구경은 250mm이다. A관측공은 해안선에서 내륙쪽으로 약 1.5km에 위치하며 B관측공은 해안선에서 부터 내륙쪽으로 약 1.75km에 위치해 있다. 한편 성산포지역의 7월과 8월의 강수량은 <표 2-12>와 같다. 이중 7~8월에 천미천에 하천유출이 있었던 3차에 걸친 하천유출량 및 지하수유입량에 대한 측정결과는 다음과 같다.

1995년 7월 1일부터 7월 3일까지 성산포 지역 총강량이 317.5 mm의 강우의 영향으로 7월 2일 10:00 부터 12:00까지 천미천에서 하천유출량($Q=V \times H \times W$, 유속 2.5m/sec, 물기둥 0.96m, 넓이 37.41m)은

하천유향방향



<그림 2-16> 조사지역내의 관측공 및 유입공 위치도

<표 2-12> 성산포 지역의 강수량(1995년 7월~8월)

일 시	강수량(mm)	일 시	강수량(mm)
7/ 1	10.0	8/ 5	5.5
7/ 2	302.0	8/ 6	0.5
7/ 3	5.5	8/10	0.5
7/ 4	2.0	8/18	0.5
7/ 5	36.0	8/19	12.5
7/ 6	46.5	8/20	52.0
7/ 7	225.0	8/21	14.0
7/ 8	0.5	8/22	23.0
7/22	4.0	8/23	4.0
7/23	140.0	8/25	11.5
7/24	7.5	8/29	42.5

약 646,000m³/2hr 였으며 이때 관정 반지름이 0.12m인 함양공에서 측정된 유속(V)은 3.3m/sec 였다. 따라서 1개 공당 함양된 유입량 $Q = \pi \times R^2 \times V = 3.14 \times 0.0144 \times 3.3 = 537.2 \text{m}^3/\text{hr}$ 로 4개 공에 유입된 함양량은 2,148.8m³/hr으로 2시간 동안 4,297.6m³/2hr/4공 정도가 유입되는 것으로 관측되었다. 7월 2일 12:00부터 7월 2일 20:00까지의 천미천의 하천유출량(유속 3.6m/sec, 물기둥 1.88m, 넓이 37.41m)은 약 7,291,897m³/8hr였으며, 이때 함양공에서 측정된 유속은 평균 4.4m/sec로 1개공당 함양량은 $Q = 3.14 \times 0.0144 \times 4.4 = 716.2 \text{m}^3/\text{hr}$ 이며 4개공 유입된 총함양량은 2,864.8m³/hr정도로 8시간동안 총 22,918m³가 유입되는 것으로 관측되었다.

한편 7월 2일 20:00부터 7월 3일 10:00까지의 천미천의 하천유출량(유속 2.3m/sec, 물기둥 0.8m, 넓이 37.41m)은 3,469,253m³/14hr로 이때 함양공에서 측정된 유속은 평균 3.1m/sec였고 1개공당 함양량은

504.6m³/hr.로 이들 4개공에 동시에 유입된 함양량은 약 2,018.4m³/hr. 정도로 14시간 동안 총 28,257m³가 유입되는 것으로 관측되었다. 그러나 7월 7일 하루동안에 225.0mm의 강우가 내려 7월 7일 01:00부터 03:00까지 천미천에서의 하천 유출량(유속 1.2m/sec, 물기둥 0.5m)은 약 161,611m³/2hr였으며 이때 함양공에서 측정된 유속은 2.0m/sec였으며, 4개의 함양공을 통해 유입된 유량은 2,604m³/2hr로 관측되었으며, 7월 7일 03:00부터 10:00까지 천미천의 하천유출량(유속 2.7m/sec, 물기둥 0.98m)은 약 2,494,468m³/7hr였으며, 이때 함양공에서 측정된 유속은 3.5m/sec였으며 1개공당 함양된 유입량은 약 570m³/hr로 4개공을 통해 동시에 유입된 함양량은 약 15,960m³/7hr/4공으로 관측되었다. 이러한 결과를 알기쉽게 도표화 하였으며 세부 산출내역은 다음과 같다<표 2-13>.

<표 2-13> 천미천의 하천 유출량 및 함양량

구분	일자	시 간	강우량 (m)	유출시간	유 출 량	함 양 량 (1공기준)
1차	7.1	20:00~24:00	10.0			
	7.2		302.0	10:00~12:00(2시간)	646,448m ³ /2hr	1,074m ³ /2hr
				12:00~20:00(8시간)	7,291,897m ³ /hr	5,729m ³ /hr
				20:00~7/3 07:00 (14시간)	3,469,253m ³ /hr	7,064m ³ /hr
2차	7.6	03:00~24:00	46.5			
	7.7	00:00~15:00	225.0	01:00~03:00(2시간)	161,611m ³ /2hr	61m ³ /2hr
				03:00~10:00(7시간)	2,494,468m ³ /7hr	3,988m ³ /7hr
3차	7.22	22:00~24:00	4.0			
	7.23	00:00~24:00	140.0	08:00~13:00(5시간)	1,269,994m ³ /5hr	2,523m ³ /5hr
				13:00~18:00(5시간)	1,904,318m ³ /5hr	2,929m ³ /5hr
			18:00~22:00(4시간)	206,862m ³ /4hr	1,041m ³ /4hr	

* 7월 1일 20:00부터 7월 3일 10:00까지

가. 7월 1일부터 7월 3일까지 성산포지역 총강수량? 317mm

날 짜	시 간	강 수 량	비 고
7월 1일	20:00~24:00	10mm	
7월 2일	00:00~24:00	302mm	
7월 3일	00:00~07:00	5mm	총 317mm

나. 천미천의 하천 유출시간 ?

1995년 7월 2일 10:00부터 7월 3일 10:00까지

다. 천미천의 하천 유출기간의 우수 유출량

(1) 천미교에서 측정

(가) 7월 2일 10:00부터 12:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 2.5\text{m/sec}$

- 물 기 둥(m) : $H = 0.96\text{m}$

- 넓 이(m) : $W = 37.41\text{m}$

- 유 량(Q) : $V \times H \times W$

$$\begin{aligned} \therefore \text{유량}(Q) &= 89.784\text{m}^3/\text{sec} = 5,387.04\text{m}^3/\text{min} \\ &= 323,222.4\text{m}^3/\text{hr} \\ &= 646,444.8\text{m}^3/2\text{hr} \end{aligned}$$

(나) 7월 2일 12:00부터 20:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 3.65\text{m/sec}$

- 물 기 둥(m) : $H = 1.88\text{m}$

- 넓 이(m) : $W = 37.41\text{m}$

- 유 량(Q) : $V \times H \times W$

$$\begin{aligned} \therefore \text{유량}(Q) &= 256.70742\text{m}^3/\text{sec} \\ &= 15,402.4452\text{m}^3/\text{min} \\ &= 924,146.712\text{m}^3/\text{hr} \end{aligned}$$

$$= 7,393,173.696\text{m}^3/8\text{hr}$$

(다) 7월 2일 20:00부터 7월 3일 10:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 2.3\text{m/sec}$

- 물 기 둥(m) : $H = 0.80\text{m}$

- 넓 이(m) : $W = 37.41\text{m}$

- 유 량(Q) : $V \times H \times W$

\therefore 유량(Q) = $68.8344\text{m}^3/\text{sec} = 4,130.064\text{m}^3/\text{min}$

$$= 247,803.84\text{m}^3/\text{hr}$$

$$= 3,469,253.8\text{m}^3/14\text{hr}$$

(2) 관측공에서 인공함유량(1개공 기준)

(가) 7월 2일 10:00부터 12:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 3.3\text{m/sec}$

- 관정반지름(m) : $12\text{cm} = 0.12\text{m}$

$$R = 0.12\text{m}$$

$$R^2 = (0.12\text{m})^2 = 0.0144\text{m}^2$$

\therefore 유 량(Q) = $\pi \times R^2 \times V$

$$= 3.14 \times 0.0144 \times 3.3$$

$$= 0.1492128\text{m}^3/\text{sec}$$

$$= 8.952768\text{m}^3/\text{min}$$

$$= 537.16608\text{m}^3/\text{hr}$$

$$= 1,074.33\text{m}^3/2\text{hr}$$

(나) 7월 2일 12:00부터 20:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 4.4\text{m/sec}$

- 관정반지름(m) : $12\text{cm} = 0.12\text{m}$

$$R = 0.12\text{m}$$

$$R^2 = (0.12\text{m})^2 = 0.0144\text{m}^2$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{유량}(Q) &= \pi \times R^2 \times v \\ &= 3.14 \times 0.0144 \times 4.4 \\ &= 0.1989504\text{m}^3/\text{sec} \\ &= 11.937024\text{m}^3/\text{min} \\ &= 716.22144\text{m}^3/\text{hr} \\ &= 5,729.77\text{m}^3/8\text{hr} \end{aligned}$$

(다) 7월 2일 20:00부터 7월 3일 10:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 3.1\text{m}/\text{sec}$

- 관정반지름(m) : $12\text{cm} = 0.12\text{m}$

$$R = 0.12\text{m}$$

$$R^2 = (0.12\text{m})^2 = 0.0144\text{m}^2$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{유량}(Q) &= \pi \times R^2 \times v \\ &= 3.14 \times 0.0144 \times 3.1 \\ &= 0.1401696\text{m}^3/\text{sec} \\ &= 8.410176\text{m}^3/\text{min} \\ &= 504.61056\text{m}^3/\text{hr} \\ &= 7,064.55\text{m}^3/14\text{hr} \end{aligned}$$

* 7월 6일 03:00부터 7월 7일 18:00까지

가. 7월 6일부터 7월 7일까지 성산포지역 총 강수량? 272mm

날 짜	시 간	강 수 량	비 고
7월 6일	03:00 ~ 24:00	46.5mm	
7월 7일	00:00 ~ 15:00	225.0mm	

나. 천미천의 하천 유출시간 ?

1995년 7월 7일 01:00부터 7월 7일 18:00까지

다. 천미천의 하천 유출기간의 우수 유출량

(1) 천미교에서 측정

(가) 7월 2일 10:00부터 03:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 1.2\text{m/sec}$

- 물 기 등(m) : $H = 0.50\text{m}$

- 넓 이(m) : $W = 37.41\text{m}$

- 유 량(Q) : $V \times H \times W$

$$\begin{aligned}\therefore \text{유량}(Q) &= 22.446\text{m}^3/\text{sec} = 1,346.76\text{m}^3/\text{min} \\ &= 80,805.6\text{m}^3/\text{hr} \\ &= 161,611.2\text{m}^3/2\text{hr}\end{aligned}$$

(나) 7월 7일 03:00부터 10:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 2.7\text{m/sec}$

- 물 기 등(m) : $H = 0.98\text{m}$

- 넓 이(m) : $W = 37.41\text{m}$

- 유 량(Q) : $V \times H \times W$

$$\begin{aligned}\therefore \text{유량}(Q) &= 98.98686\text{m}^3/\text{sec} = 5,939.211\text{m}^3/\text{min} \\ &= 356,352.696\text{m}^3/\text{hr} \\ &= 2,494,468.9\text{m}^3/7\text{hr}\end{aligned}$$

(다) 7월 7일 10:00부터 7월 7일 18:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 2.2\text{m/sec}$

- 물 기 등(m) : $H = 0.61\text{m}$

- 넓 이(m) : $W = 37.41\text{m}$

- 유 량(Q) : $V \times H \times W$

$$\begin{aligned}\therefore \text{유량}(Q) &= 50.20422\text{m}^3/\text{sec} = 3,012.253\text{m}^3/\text{min} \\ &= 180,735.19\text{m}^3/\text{hr}\end{aligned}$$

$$= 1,445,881.54\text{m}^3/8\text{hr}$$

(2) 관측공에서 인공함유량(1개공 기준)

(가) 7월 7일 01:00부터 03:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 2.0\text{m/sec}$

- 관정반지름(m) : $12\text{cm} = 0.12\text{m}$

$$R = 0.12\text{m}$$

$$R^2 = (0.12\text{m})^2 = 0.0144\text{m}^2$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{유량}(Q) &= \pi \times R^2 \times V \\ &= 3.14 \times 0.0144 \times 2.0 \\ &= 0.090432\text{m}^3/\text{sec} \\ &= 5.42592\text{m}^3/\text{min} \\ &= 325.5552\text{m}^3/\text{hr} \\ &= 651.1104\text{m}^3/2\text{hr} \end{aligned}$$

(나) 7월 7일 03:00부터 10:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 3.5\text{m/sec}$

- 관정반지름(m) : $12\text{cm} = 0.12\text{m}$

$$R = 0.12\text{m}$$

$$R^2 = (0.12\text{m})^2 = 0.0144\text{m}^2$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{유량}(Q) &= \pi \times R^2 \times V \\ &= 3.14 \times 0.0144 \times 3.5 \\ &= 0.158256\text{m}^3/\text{sec} \\ &= 9.49536\text{m}^3/\text{min} \\ &= 569.7216\text{m}^3/\text{hr} \\ &= 3,988.05\text{m}^3/7\text{hr} \end{aligned}$$

(다) 7월 7일 10:00부터 7월 7일 18:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 3.0\text{m/sec}$
- 관정반지름(m) : $12\text{cm} = 0.12\text{m}$

$$R = 0.12\text{m}$$

$$R^2 = (0.12\text{m})^2 = 0.0144\text{m}^2$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{유량}(Q) &= \pi \times R^2 \times V \\ &= 3.14 \times 0.0144 \times 3.0 \\ &= 0.135648\text{m}^3/\text{sec} \\ &= 8.13888\text{m}^3/\text{min} \\ &= 488.3328\text{m}^3/\text{hr} \\ &= 3,906.66\text{m}^3/8\text{hr} \end{aligned}$$

* 7월 22일 22:00부터 7월 23일 22:00까지

가. 7월22일부터 7월23일까지 성산포지역 총 강수량? 144mm

날 짜	시 간	강 수 량	비 고
7월 22일	22:00 ~ 24:00	4.0mm	
7월 23일	00:00 ~ 24:00	140.0mm	

나. 천미천의 하천 유출기간의 우수 유출량

(1) 천미교에서 측정

(가) 7월 23일 08:00부터 13:00까지

$$\text{- 유속(m/sec) : } V = 2.3\text{m/sec}$$

$$\text{- 물 기 둥(m) : } H = 0.82\text{m}$$

$$\text{- 넓 이(m) : } W = 37.41\text{m}$$

$$\text{- 유 량}(Q) : V \times H \times W$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{유량}(Q) &= 70.55526\text{m}^3/\text{sec} = 4,233.3156\text{m}^3/\text{min} \\ &= 253,998.9\text{m}^3/\text{hr} \end{aligned}$$

$$= 1,269,994.68\text{m}^3/5\text{hr}$$

(나) 7월 23일 13:00부터 18:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 2.8\text{m/sec}$

- 물 기 등(m) : $H = 1.01\text{m}$

- 넓 이(m) : $W = 37.41\text{m}$

- 유 량(Q) : $V \times H \times W$

$$\therefore \text{유량}(Q) = 105.79548\text{m}^3/\text{sec}$$

$$= 6,37.7288\text{m}^3/\text{min}$$

$$= 380,863.728\text{m}^3/\text{hr}$$

$$= 1,904,318.7\text{m}^3/5\text{hr}$$

(다) 7월 23일 18:00부터 22:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 0.8\text{m/sec}$

- 물 기 등(m) : $H = 0.48\text{m}$

- 넓 이(m) : $W = 37.41\text{m}$

- 유 량(Q) : $V \times H \times W$

$$\therefore \text{유량}(Q) = 14.36544\text{m}^3/\text{sec} = 861.9264\text{m}^3/\text{min}$$

$$= 51,715.584\text{m}^3/\text{hr}$$

$$= 206,862.34\text{m}^3/4\text{hr}$$

(2) 관측공에서 인공함유량(1개공 기준)

(가) 7월 23일 08:00부터 13:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 3.1\text{m/sec}$

- 관정반지름(m) : $12\text{cm} = 0.12\text{m}$

$$R = 0.12\text{m}$$

$$R^2 = (0.12\text{m})^2 = 0.0144\text{m}^2$$

$$\therefore \text{유 량}(Q) = \pi \times R^2 \times V$$

$$\begin{aligned}
&= 3.14 \times 0.0144 \times 3.1 \\
&= 0.1401696 \text{m}^3/\text{sec} \\
&= 8.410176 \text{m}^3/\text{min} \\
&= 504.61056 \text{m}^3/\text{hr} \\
&= 2,523.0528 \text{m}^3/5\text{hr}
\end{aligned}$$

(나) 7월 23일 13:00부터 18:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 3.6 \text{m}/\text{sec}$

- 관정반지름(m) : $12 \text{cm} = 0.12 \text{m}$

$$R = 0.12 \text{m}$$

$$R^2 = (0.12 \text{m})^2 = 0.0144 \text{m}^2$$

$$\begin{aligned}
\therefore \text{유량}(Q) &= \pi \times R^2 \times V \\
&= 3.14 \times 0.0144 \times 3.6 \\
&= 0.1627776 \text{m}^3/\text{sec} \\
&= 9.766656 \text{m}^3/\text{min} \\
&= 585.99936 \text{m}^3/\text{hr} \\
&= 2,929.997 \text{m}^3/5\text{hr}
\end{aligned}$$

(다) 7월 23일 18:00부터 22:00까지

- 유속(m/sec) : $V = 1.60 \text{m}/\text{sec}$

- 관정반지름(m) : $12 \text{cm} = 0.12 \text{m}$

$$R = 0.12 \text{m}$$

$$R^2 = (0.12 \text{m})^2 = 0.0144 \text{m}^2$$

$$\begin{aligned}
\therefore \text{유량}(Q) &= \pi \times R^2 \times V \\
&= 3.14 \times 0.0144 \times 1.6 \\
&= 0.0723456 \text{m}^3/\text{sec} \\
&= 4.340736 \text{m}^3/\text{min}
\end{aligned}$$

$$= 260.44416\text{m}^3/\text{hr}$$

$$= 1,041.78\text{m}^3/4\text{hr}$$

제 2 절. 지하수 유입공 및 관측공 설치를 통한 지하지질조사

1. 지하수 인공함양을 위한 유입공설치

하천에서 일시에 유출되는 강우를 인공적인 방법으로 함양시킬 수 있는 방법으로는 하상에 정호를 형성시켜 지층내의 대수층을 통하여 자연 유입시키는 방법이 최상이라 할 수 있겠다. 즉 제주도 지하수의 부존형태 중 기저지하수체의 lens두께를 확대시킨다는 개념일 것이다.

대규모의 하상굴착을 실시하여 많은 양의 유수량을 주입시킬 수 있는 방법도 있겠지만 하부 지층의 대수층 발달 상태를 인지할 수 없는 상태에서 하상굴착은 많은 시간과 경비가 소요되리라 판단된다. 이러한 판단하에 동부지역에서 유역면적이 가장 광활하며 유로가 긴 천미천의 하부지역에 함양공의 위치를 선정하였으며 본 조사지역은 이미 해수의 침입으로 기저지하수체중의 담수렌즈가 약간 얇아진 상태하에 있어서 만약 상부로부터의 유입될 수 있는 오염물질(생활하수등 오폐수)이 유입될지라도 기 부존되어 있는 지하수 수질오염에 대한 우려가 해소될수 있는 차원에서 천미천하부지역에 위치를 선정하였다.

착정공법은 층벽을 깨끗이 유지할 수 있고, 암석의 코아를 회수하여 지층의 변화양상과 대수층의 수리성 파악이 용이한 회전식공법으로 선택하였다. 이는 회전식 착정기와 머드펌프에 의하여 순환수를 사용함으로써 유압으로 빗트에 하중을 주면서 회전시키고 회전으로 부서진 지층은 순환수에 의해 지표면으로 배출시키는 과정을 계속 반복해 가면서 굴진

하는 방법이다. 또한 이 공법은 굴진작업시 깨끗한 물을 사용하므로 각종 유류 및 미생물균등이 공내에 유입되어도 쉽게 제거가 가능하고 굴진 속도, 착정장비의 진동상태, 채취한 시료, 순환수의 배수색변화, 공내의 일수 및 누수현상을 공내 비트의 연마정도등을 관찰·기록하여 지층상태를 판단할 수 있다.

인공함양을 위한 유입공은 '95년도에 4공(총심도 140m), '96년도에 36.2m 상부에 4공(총심도 160m)를 설치하였다. 또한 250mm 구경 P.V.C 파이프 및 P.V.C 스트레너를 굴진심도에 동일하게 삽입하여 장기간 인공함양시 공내 붕괴를 방지하도록 설치하였다.

굴착된 유입공에서 채취된 core를 관찰한 결과 지표하 4~5m, 17~22m, 26~32m부근에서 매우 양호한 대수층으로 판단할 수 있는 사력 및 다공질연암등 파쇄대 발달이 양호한 지층들이 관찰되었다. 이러한 대수층은 강우시 정호내로 유입된 유수들이 빠른 속도로 함양될 수 있는 충분한 조건을 갖춘 지층이라 할 수 있겠다. 또한 '95년도에 유입1호공의 굴착결과 30m하부에는 대수층의 발달이 미약하여 2-3호공은 30m에서 굴착을 중단하고 유입4호공 및 '96년도에 굴착한 유입 5,6,7,8호공은 유입1호공과의 지층대비를 위하여 40m까지 굴착하였으며 공당 설치간격은 각각 1m씩이다. 유입공의 굴착채취된 코아 logging에 따른 공별 지층내역은 <그림 2-17>, <그림 2-18>과 같다.

2. 함양효과 관측을 위한 관측공 설치

하상에 굴착된 함양공을 통하여 강우시 유수에 의해 함양된 지하수위의 변화(수위상승, 하강)를 파악할 수 있도록 관측공을 설치하여야 한다. 이러한 함양효과를 관측하기 위해 유입공의 상부 및 하부에 4공(총심도 : 180m)의 관측공을 설치하였다. 관측 A호공은 유입1호공의 동남쪽 하

부 약 41m지점에 위치하고 있고 관측 B호공은 북동쪽 48m지점, 관측 C, D호공은 유입6호공 상하부에 각각 5m지점에 위치한다. 관측공의 구경은 $\Phi 6''$ (150mm)이며 관측공 A, B공은 유입시 강우에 의한 수위변화 및 대수성시험시 하부 대수층까지의 관통여부를 파악할 수 있도록 유입공의 심도보다 더 깊게 50m까지 굴착하였다. 그리고 관측 C, D호공은 유입공과 동일한 조건으로 관측하기 위해 같은 심도인 40m까지 굴착하였다.

심도 (m)	층후 (m)	주 상 도	지 질	비 고
2.5	2.5	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	다공질 FOB, gray
	0.5	~~~~~	풍화암	다공질 dark brown
3.0	5.0	oooooooooooo oooooooooooo	사력층	다공질 FOB RQD=10, dark gray
		oooooooooooo		
8.0	5.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	기공다소 적은 연질 FOB, gray
		vvvvvvvvvvvv		
13.0	2.0	~~~~~ ~~~~~	풍화암	기공적은 연질 FOB, 풍화, 파쇄심함
15.0	1.0	+++++	보통암	치밀질 FOB, gray
16.0	4.0	~~~~~ ~~~~~	풍화암	다공질 FOB, 파쇄 풍화발달 RQD=20
		~~~~~		
20.0	4.0	+++++ +++++	보통암	치밀질 FOB, gray
		+++++		
24.0	5.0	~~~~~ ~~~~~ ~~~~~	풍화암	다공질연암이나 풍화흔적 (홍점토 점착)
29.0	6.0	oooooooooooo oooooooooooo	사력층	화성쇄설층과 연암파쇄대 혼재
		oooooooooooo		
35.0	5.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	기공다소 있으나 암질은 견고한 FOB, gray
40.0		vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv		

<그림 2-17> 유입공 1호공 지질주상도

심도 (m)	층후 (m)	주 상 도	지 질	비 고
5.2	5.2	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 암	다공질 FOB, gray
	5.3	~~~~~ ~~~~~	풍 화 암	다공질 FOB, dark gray, 소폭으로 파쇄대발달
10.5	4.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 암	다공질 FOB, light gray
14.5	4.2	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 암	FOB, 기공이 비교적 적음 red volcanic ash 소폭협재
18.7	0.7	vvvvvvvvvvvv	연 암	FOB, 기공이 적음, dark gray
19.4	3.7	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	풍 화 암	FOB, 파쇄대발달, dark gray red volcanic ash 소폭협재
22.7	5.3	+++++ +++++ +++++	보 통 암	FOB, 기공이 적음, light gray
28.0	6.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 암	다공질 FOB, dark gray
34.0	3.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 암	FOB, 기공이 적음, light gray
37.0	3.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 암	다공질 FOB, dark gray
40.0	3.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 암	다공질 FOB, dark gray

<그림 2-18> 유입공 5호공 지질주상도

심도 (m)	층후 (m)	주 상 도	지 질	비 고
6.2	6.2	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	다공질 FOB, gray(상부점토 점착)
	3.8	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	기공적은 FOB, dark gray
10.0	2.0	~~~~~	풍화암	다공질 FOB
12.0	8.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	기공 적은 FOB, gray
20.0	2.0	~~~~~	풍화암	다공질 FOB, 파쇄발달
22.0	5.0	+++++++ +++++++	보통암	다공질 FOB, 암질견고, gray
27.0	12.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	다공질 FOB, 상부점토점착 dark gray
39.0	5.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	기공 다소 있으며 gray
44.0	2.0	oooooooooooo	사 력	파쇄로 사력화, gray
46.0	4.0	vvvvvvvvvvvv	연 압	기공있으나 암질 견고 FOB, gray
50.0				

<그림 2-19> 관측 A호공 지질주상도



심도 (m)	층후 (m)	주 상 도	지 질	비 고
10.0	10.0	vvvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvvv	연 암	다공질 FOB, gray 5m부근 파쇄발달
13.0	3.0	vvvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvvv	연 암	기공적이고 11m부근 소규모파쇄존재
17.0	4.0	vvvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvvv	연 암	다공질 FOB, gray
21.0	4.0	vvvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvvv	연 암	기공다소 적은 FOB
22.5	1.5	vvvvvvvvvvvvv	연 암	다공질 FOB, dark gray
25.0	2.5	vvvvvvvvvvvvv	연 암	기공적은 FOB, gray
27.0	2.0	vvvvvvvvvvvvv	연 암	다공질 FOB, dark gray
30.0	3.0	+++++	보통암	기공적은 FOB, light gray
32.0	2.0	vvvvvvvvvvvvv	연 암	다공질 FOB, 파쇄발달
33.0	1.0	vvvvvvvvvvvvv	연 암	다공질 FOB, RQD=80이상
37.0	4.0	vvvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvvv	연 암	기공적은 FOB, light gray
40.0	3.0	ooooooooooooo	사 력	화산쇄설층

<그림 2-20> 관측 B호공 지질주상도

심도 (m)	층후 (m)	주 상 도	지 질	비 고
3.0	3.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	FOB, 기공이 비교적 적음 light gray
	2.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	다공질 FOB, 파쇄대심함
5.0	5.0	+++++ +++++ +++++	보통압	FOB, 암질이 비교적 치밀 light gray
	3.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	다공질 FOB, redish gray
13.0	13.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	FOB, 기공이 적음, 비교적 치밀 light gray
	4.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	다공질 FOB, dark light
26.0	3.0	+++++ +++++	보통압	기공이 적음 FOB, light gray
	3.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	FOB, redish gray volcanic ash 협재
31.0	3.0	+++++ +++++	보통압	기공이 적음 FOB, light gray
	3.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	FOB, redish gray volcanic ash 협재
37.0	3.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	다공질 FOB, dark gray
	40.0	vvvvvvvvvvvv vvvvvvvvvvvv	연 압	다공질 FOB, dark gray

<그림 2-21> 관측 C호공 지질주상도

### 제 3 절. 수질검사에 의한 수질특성분석

본 조사는 제주지역의 풍부한 강우를 지하에 인공적으로 함양시켜 동부지역에 발생하고 있는 해수침입을 억제하는 효과여부를 확인하는데 있다. 따라서 지하수 수질분석을 통한 염수침입에 따른 고염도화의 진행여부를 확인하기 위하여 조사지역 인근에 위치한 기존공들과 유입공에 대해 시료를 채수기 및 양수시험시 채수하여 주원소에 대한 수질검사를 제주도 보건환경연구원에 의뢰하고 또한 기존의 수질분석자료를 인용하여 참조하였다.

지하수는 물순환의 한부분으로 본도 지하수의 주근원인 강우는 토양대를 거쳐 지하수면에 도달한후 수리지질학적인 통로(절리, 화산쇄설층, 크린커)를 통하여 지하수 부존체를 형성하고 종내에는 바다로 유입되어 이동과 배출의 수문학적 순환과정을 반복하면서 물균형(Water balance)를 이루고 있다. 지하로 유입된 강우들은 토양과 모암을 거쳐 포텐셜에 따라 유동하는 동안 구성광물과 유기물질들과의 반응에 의해 시간이 지남에 따라 처음과는 다른 양상의 수질 즉 중탄산과 TDS(Total dissolved solid)의 함량이 일반적으로 증가하는 양상을 보인다.

이러한 지하수의 수질은 크게 물리적특성과 화학적특성으로 구분되어질 수 있다. 물리적특성에는 pH, EC등이 있으며 pH는 물속의 수소이온농도를 표시하는 것으로 이는 수소이온농도의 역수의 log와 같다. pH값은 0에서 14까지인데 25℃에서의 7은 중성으로서 H와 OH가 같은 농도임을 표시하며 pH가 7보다 적으면 산성이고 7보다 높으면 알칼리성이다. 일반적으로 자연수에서 pH는 4에서 9사이이다. 본 조사지역 인근의 하천(D-31)호공인경우 7.2~7.83으로약알칼리성에 속한다.

전기전도도(Specific electrical Conductivity)란 하나의 비전류를 통과시킬수 있는 능력을 말하며 전기저항의 역수이다. 따라서 지하수내에서 EC값은 용해되어 있는 고용물의 성분 및 량에 따라 그 값이 달라진다. 즉  $EC \times A = TDS$  ( $A: 0.55 \sim 0.75$ )로 자연수중에서 황산염의 농도가 높을수록 A값은 높아진다. 그러므로 화학적으로 순수한 물은 그 전기비전도도가 매우 낮은 물이며 많은 고용물의 혼합으로 이온이 많이 존재하면 전기비전도도는 높아진다. 따라서 빗물의 EC값은 대단히 낮으며 오염된 지하수나 해수가 침입된 지하수의 EC값은 대단히 높다. 따라서 빗물의 EC값은 대단히 낮으며 오염된 지하수를 파악하는데 간단히 사용될수 있다. 1990년도 한국동력자원연구소 연구에 의하면 본도의 지하수의 지하수관정의 EC값은 섬의 중앙으로 갈수록 그양이 감소하고 있는데, 북·남 및 서부지역보다 동부지역, 해안쪽보다 내륙쪽에서 높은값을 보여준다.

일반적으로 지하수가 오염되어가는 과정은 Natural → Contaminate(제 1단계) → Pollute(제 2단계)등의 2단계로 설명되고 있는데, 이단계별로 6군의 분류를 통한 전기비전도도 및 TDS 측정값의 대표값은 <표 2-14>와 같다.

<표 2-14> 전기비전도도 및 TDS분포

Water soure	TDS limit (mg/ l )	EC ( $\mu$ s/cm)	TDS 평균	EC 평균
Mountain springs	< 60	< 100	45	75
Perched Waters	< 100	< 160	75	120
Natural springs	< 100	< 160	90	150
Natural Wells	< 140	< 225	110	175
Contaminated Wells	< 180	< 300	170	275
Seawater intrusion	< 300	< 450	600	1,000

조사지역내의 유입7호공에서의 3차 양수시험을 실시하여 채수한 전기전도도는 298~317 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 이며 TDS값은 149.2~159 $\text{mg}/\ell$ 로서 비교적 타지역보다 높은 값을 나타낸다<표 2-15>.

<표 2-15> 3차 양수시험시 유입6호공 시료의 EC 및 TDS측정값  
(‘96년 8월)

측정시간	29일 23:16분		30일 01:05분		30일 13:00분		31일 11:04분		9월1일 12:15분	
구 분	EC	TDS	EC	TDS	EC	TDS	EC	TDS	EC	TDS
측 정 값	298	149.2	282	141.6	310	158.3	317	159	318	161.2

※ EC단위 :  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , TDS단위 :  $\text{mg}/\ell$

<표 2-15>과 같이 일일 2,500 $\text{m}^3$ 의 지하수를 양수할때 경과 시간이 지날수록 전기비전도도 및 TDS값은 대체로 증가하고 있는데 이는 과잉양수시 지하수오염이 증가됨을 알수있다. 즉 <표 2-14>과 비교해 볼때 Contaminated Wells 범주에 해당된다.

조사지구의 전반적인 지하수성분을 파악하기 위해 조사지구의 인근에 위치한 D-31, H-1, W-12, 그리고 관측정 B공의 지하수 원수를 채수기를 이용하여 채수하거나 양수시험시 시간경과에 따라 채수하여 제주도 보건환경연구원에 주원소 8개 항목에 대해 분석의뢰하였다.

채수시 조사지역 전반에 걸친 해수침입여부를 파악하기 위해 해안과의 거리를 고려하여 관정을 선택하였다<그림 2-1>. 분석결과는 <표 2-16>에 정리되어 있다.

이러한 분석결과를 이용하여 자연수가 대수층을 통과할 때 암석과 반응하여 발생하는 화학적 과정과 다른 성분과의 mixing여부를 규

<표 2-16> 조사지역 관정별, 시간별 주원소 분석표(단위 : ppm)

관정	년월일	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻ +NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
W-12	96. 6.11	12.28	3.160	15.350	7.710	30.30	36.28	0	3.00
D-31	"	106.65	5.900	22.730	25.830	386.60	39.39	0	65.00
OB-b	"	5.68	2.200	7.330	3.220	11.30	18.66	0	4.00
H-1	"	8.51	2.760	9.400	4.180	8.90	40.43	0	0
W-12	96. 6.24	4.96	3.150	6.720	3.450	36.00	37.32	0	4.00
D-31	"	5.74	2.730	4.910	2.270	11.80	40.43	0	2.00
OB-b	"	4.29	2.950	4.830	3.540	42.20	22.80	0	8.00
H-1	"	21.55	3.500	8.450	35.700	47.30	41.46	0	6.00
W-12	96. 7. 4	11.65	3.180	7.120	6.710	40.80	41.05	0	2.00
D-31	"	13.95	3.020	7.090	6.200	30.20	40.43	0	3.00
OB-b	"	6.72	3.160	5.420	3.840	12.70	18.66	0	4.00
H-1	"	8.92	2.770	4.860	3.930	39.20	41.46	0	2.00
W-12	96. 8. 6	13.93	3.870	6.830	7.190	65.60	28.78	0	3.00
D-31	"	30.63	4.470	7.140	8.830	40.10	30.84	0	8.00
OB-b	"	14.33	3.920	6.290	5.970	12.00	20.56	0	5.00
H-1	"	8.99	3.170	4.970	3.990	73.10	27.78	0	2.00
W-12	96. 8.28	33.40	3.854	8.183	9.451	29.90	40.43	0	9.00
OB-b	"	12.47	2.558	4.229	5.214	11.50	20.73	0	5.00
H-1	"	7.20	2.596	4.805	4.909	75.87	29.39	0	2.00
유입 광6	96. 8.29	24.34	3.912	8.009	9.560	75.94	37.32	0	10.00
	96. 8.30	31.35	3.884	8.081	9.642	76.71	37.32	0	9.00
	96. 8.31	29.68	4.187	8.751	9.957	73.81	36.29	0	20.00
유입 광5	96.11.13 18:40	35.62	4.690	1.030	5.790	73.81	32.35	0	10.22
	96.11.13 22:50	32.61	4.700	1.130	6.040	73.75	32.76	0	10.25
	96.11.13 23:55	35.71	4.740	1.050	5.930	67.53	32.14	0	10.28
	96.11.14 00:10	37.72	4.660	1.210	6.340	67.32	33.17	0	10.36
	96.11.14 05:59	37.97	4.800	1.120	6.170	68.32	31.10	0	10.57
	96.11.14 09:03	33.67	4.760	1.200	6.480	68.11	31.72	0	10.53
	96.11.14 12:01	61.39	4.690	1.130	6.090	67.26	31.93	0	10.21

명하고 주요 이온종을 시각적으로 표현하기 위해서 그래프를 많이 이용하고 있는데, 이러한 그래프에는 bar diagram, stiff pattern diagram, piper diagram, pie diagram 등이 있다.

위의 그래프를 도시하기 위해서는 meq/l(miliequivalents per liter)의 단위를 가지는 농도를 필요로 하며 bar diagram과 stiff diagram

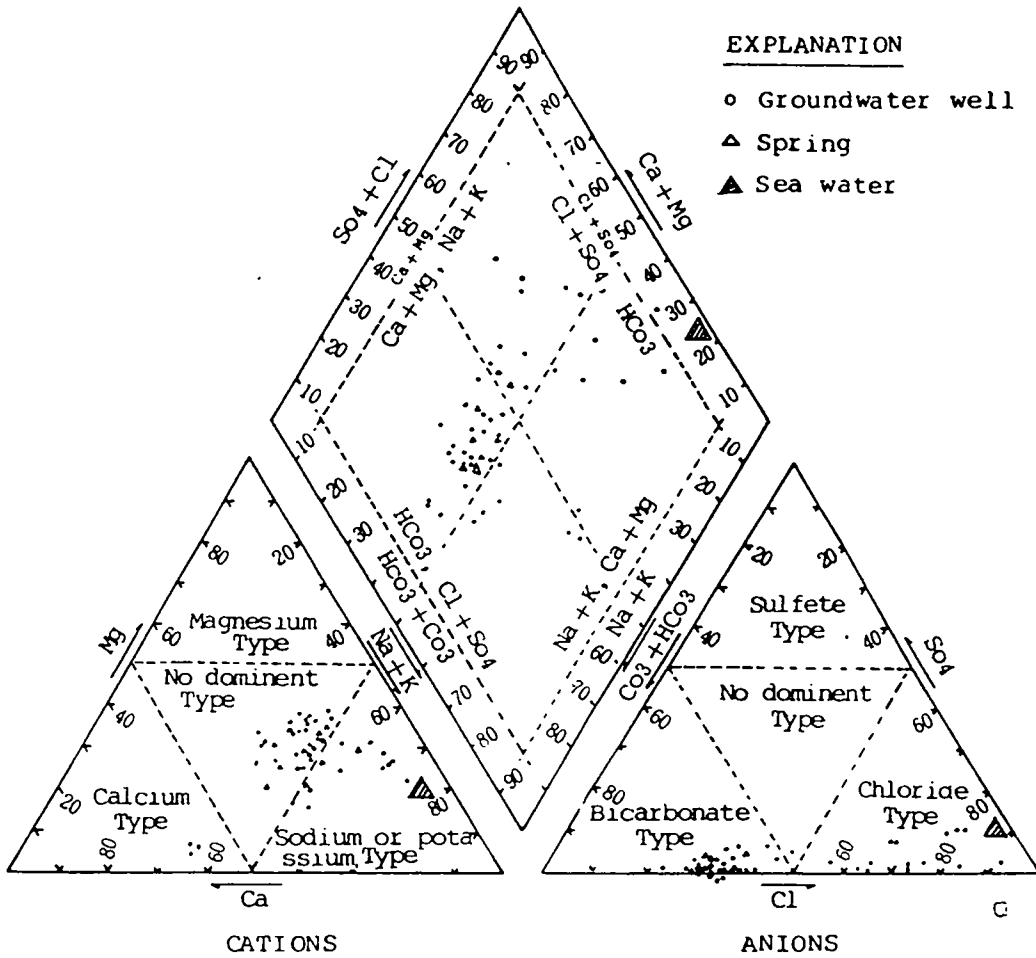
은 절대농도를 그리고 pie와 piper diagram은 상대적인 농도를 필요로 한다.

위의 네가지 graph들은 각기 그 특성들이 있는데 시료수가 많고 조사지역에서 지하수 형태를 도시하는 데는 piper diagram이 많이 이용되고 있다. piper diagram은 세개의 diagram으로 구성되는데 <그림 2-17>, 먼저  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ 의 %meq/l의 합이 100%라고 가정하고 cation(양이온) triangle에 도시하고 같은 방법으로  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ 의 상대적 %meq/l도 anion(음이온) triangle에 도시하여 위의 두 triangle로 부터 직선을 투영하여 다이아몬드상에서 교점을 구하는 것이다. 이때 시료의 절대용존질량을 표시하기 위해 교점주위에 원을 그려서 나타낼 수 있다.

지하수 수질은 주요성분을 구성하는 양이온과 음이온의 성분에 따라 크게 <그림 2-17>과 같이 네가지의 형태로 구분 할 수 있다.

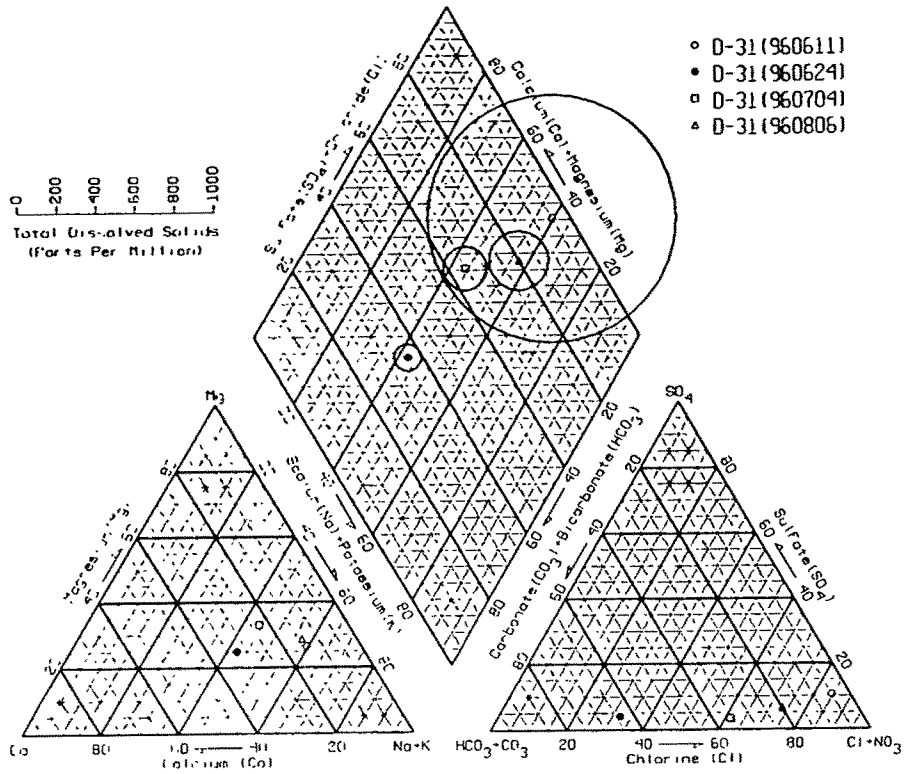
<그림-18>은 조사지구 인근에 위치한 D-31호공에서 채수기를 이용하여 채수한 시료를 piper diagram에 도시한 것으로 전반적으로 채수한 시기에 따라 분산되는 경향을 보여주고 있다. 6월 11일날 채수시에는 만조때로 TDS(Total Dissolved Solid)가 600ppm정도로 증가하며  $\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$  type에 도시되며 그 이후에는 TDS가 감소하는 경향을 보여주는데 이는 조석의 영향에 의한 것으로 사료된다.

<그림 2-19>은 해안변에 가장 근접해 있는 W-12호공에 대한 수질분석치를 piper diagram에 도시한 것으로 양이온은 뚜렷이 구분되지 않으나 음이온은  $\text{Cl}^-$ 이 우세한 type에 도시되고 있다. 이는 해안변에 위치한 관정에서 해수의 침입시 cation exchange(양이온교환)에 의한 것으로 사료되나 TDS의 함량이 200ppm이하이고 점토광물을 포함하고 있는 지층을 인지하지 못했으므로 사후의 세밀한 연구

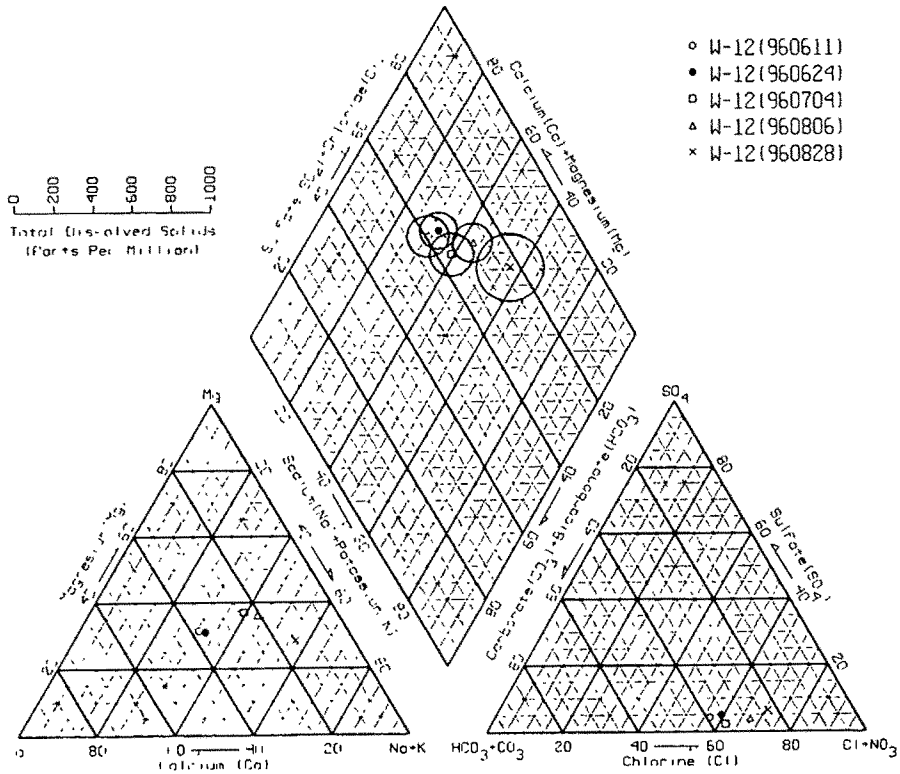


<그림 2-17> Piper diagram의 지하수 형태별 분류기준





<그림 2-18> 조사지역 인근의 D-31호공의 시간별 수질변화



<그림 2-19> 조사지역 인근의 W-12호공의 시간별 수질변화

가 요구된다.

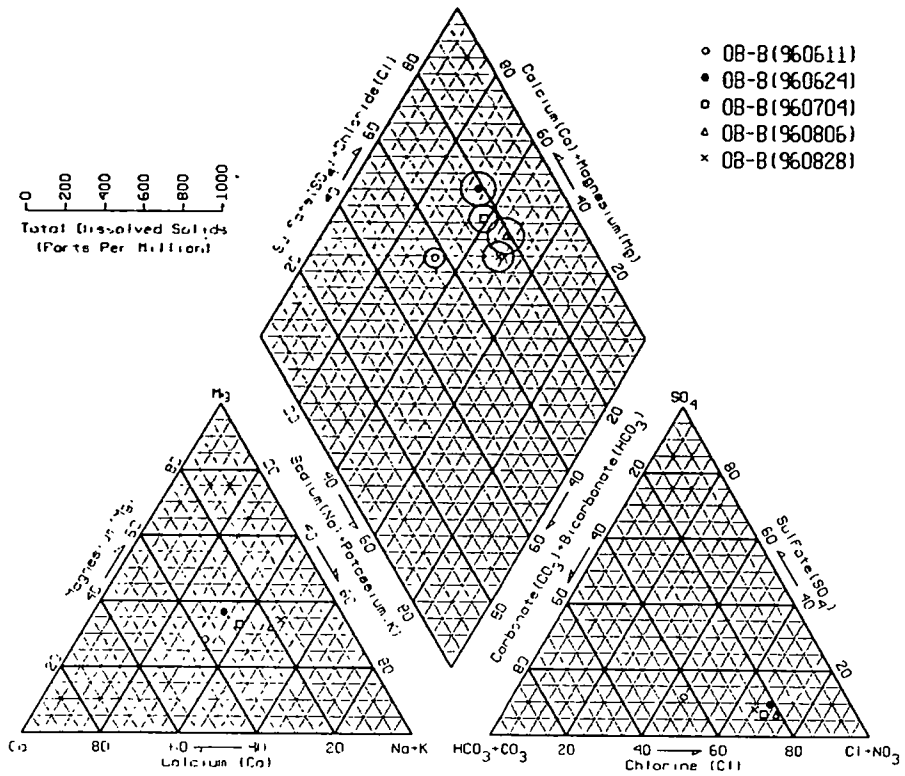
<그림 2-20>은 조사지구에 위치한 관측공 B공에 대한 수질분석치를 piper diagram에 도시한 것으로 W-12호공과 마찬가지로 양이온은 뚜렷이 구분되지 않으며 음이온은  $\text{Cl}^-$ 성분이 우세한 type에 도시되고 있다. TDS는 100ppm미만이다.

<그림 2-21>는 조사지구 상류구배 구간에 위치한 H-1호공에 대한 시간에 따른 수질분석치를 도시한 것으로 양이온은 뚜렷이 구분되지 않으나 음이온은  $\text{HCO}_3^-$ 성분이 우세한 type에 도시되고 있다. 이는 상기한 3개공의 type에 상반되는 것으로 해안변에서 멀어질수록 본 도 지하수의 형태인 Carbonates type<최순학, 1989>에 속하여 해수영향을 받지 않고 있다는 것을 지시해 준다. TDS는 6월24일 채수한 것을 제외하고는 100ppm미만이다.

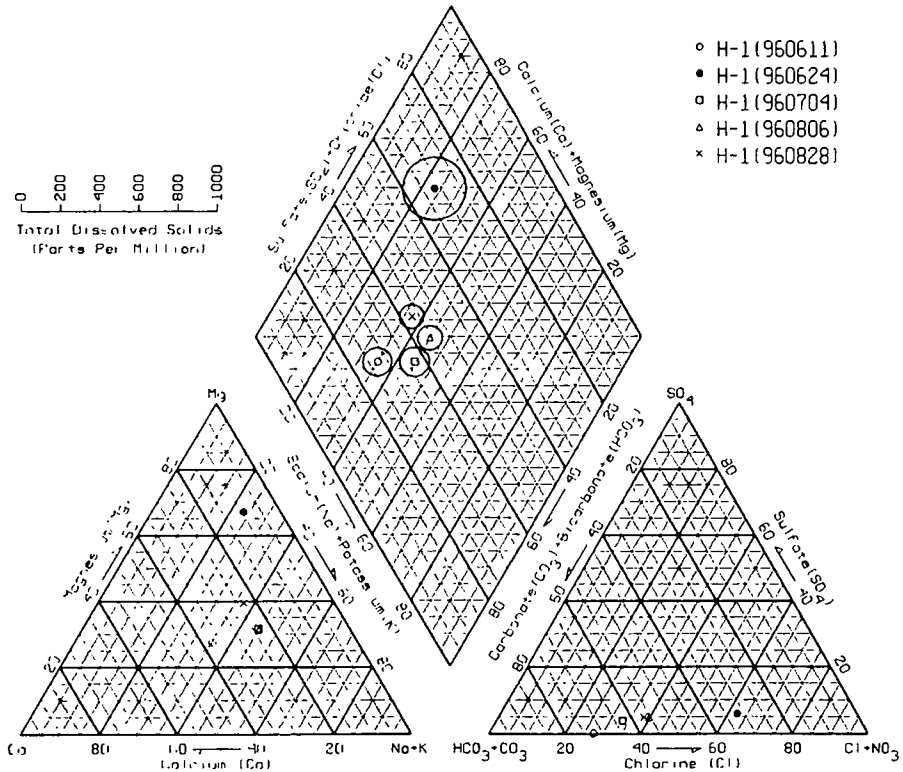
<그림 2-22,23,24,25,26>는 지하수 채수시기별로 각 관정에 수질분석 결과를 도시한 것으로 <그림 2-23>을 제외한 <그림 2-22,23,24,25,26>에서 사업지구 상류부에 위치한 H-1공과 해안변에 위치한 W-12, D-31, 관측공-B의 지하수형태가 음이온 성분에 있어 carbonates type에서 chloride type으로 전이되어 뚜렷이 구분됨을 보여준다.

<그림 2-27>은 96년 8월 31일 유입공 6호공에서 3차 양수시험시 시간이 경과함에 따른 수질변화를 piper diagram에 도시한 것으로 전체적으로 양이온은 뚜렷이 구분되지 않으나 음이온은  $\text{Cl}^-$  type에 도시됨을 보여주며 양수시 시간이 경과됨에 따라 지하수 성분은 거의 변화되지 않고 있다.

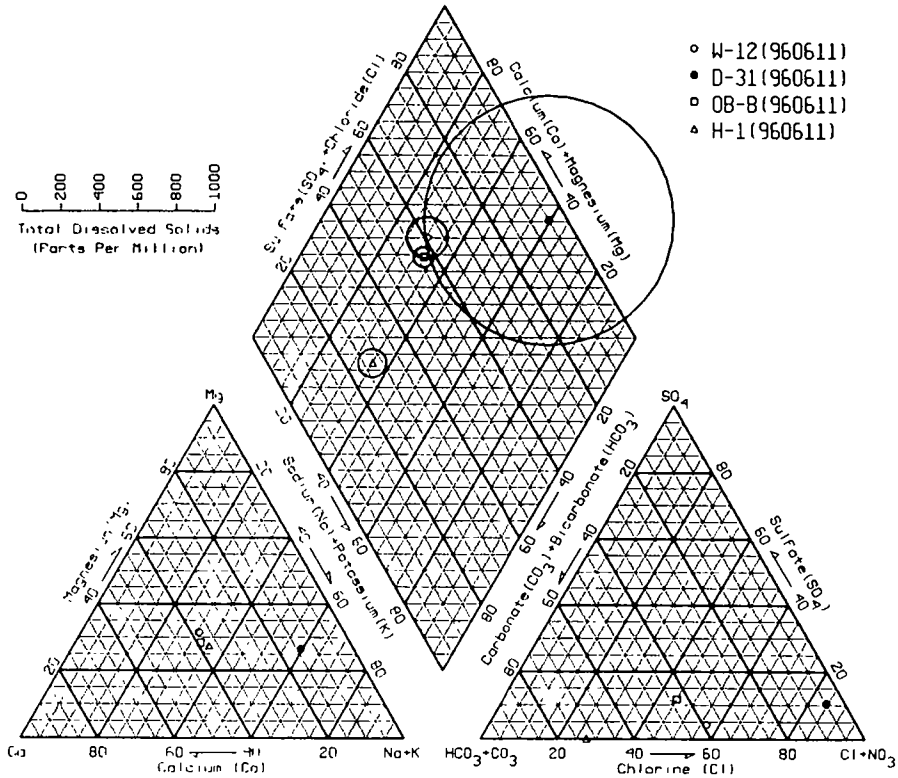
<그림 2-28>은 96년 11월 13일 시행한 4차 양수시험시 시간이 경과함에 따른 수질변화를 piper diagram에 도시한 것으로 양이온은



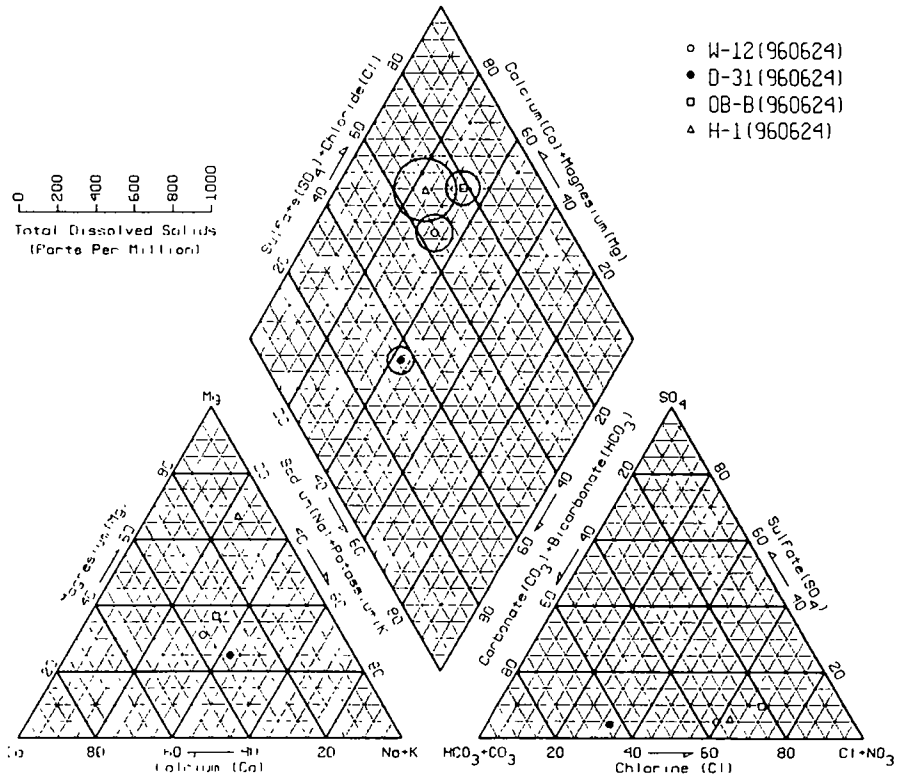
<그림 2-20> 관측B호공의 시간별 수질변화



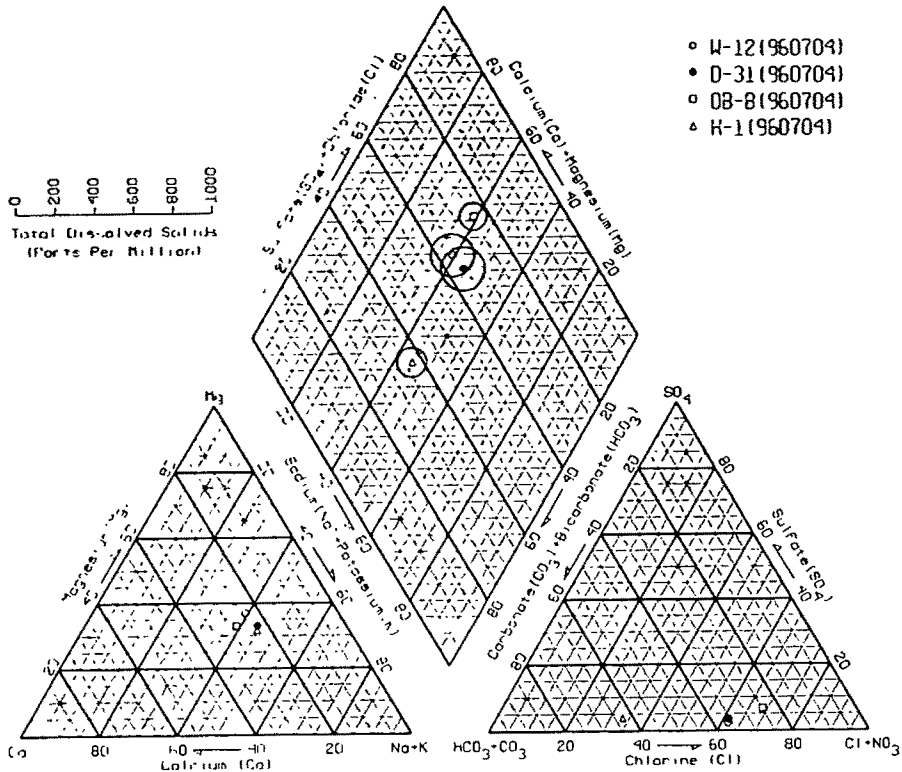
<그림 2-21> 조사지역 인근의 H-1호공의 시간별 수질변화



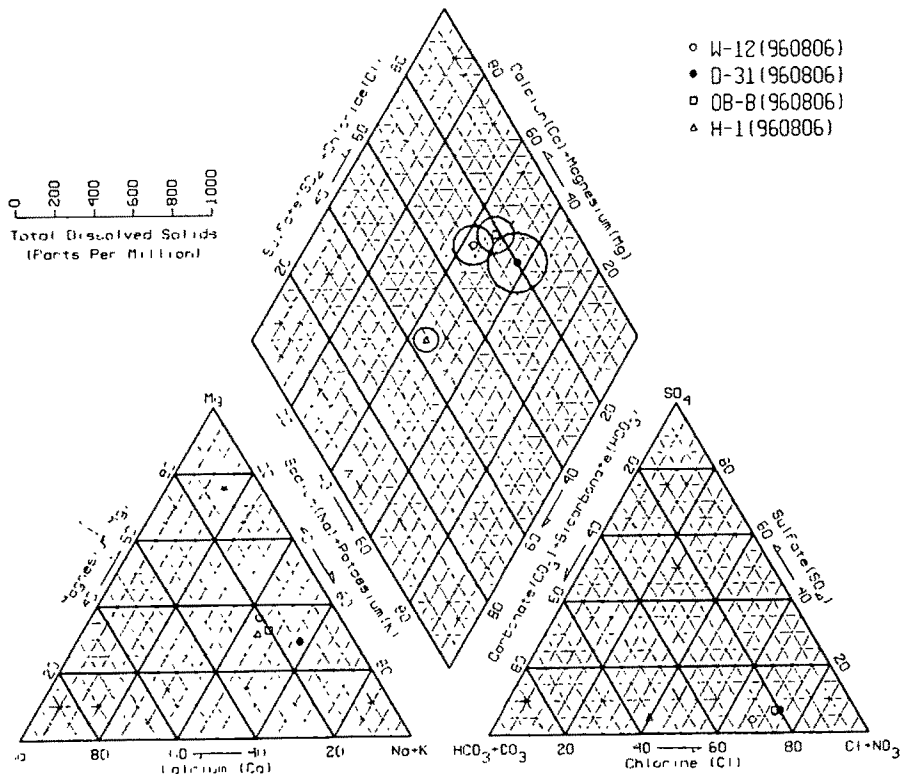
<그림 2-22> 조사지역 인근관정의 수질비교('96. 6. 11)



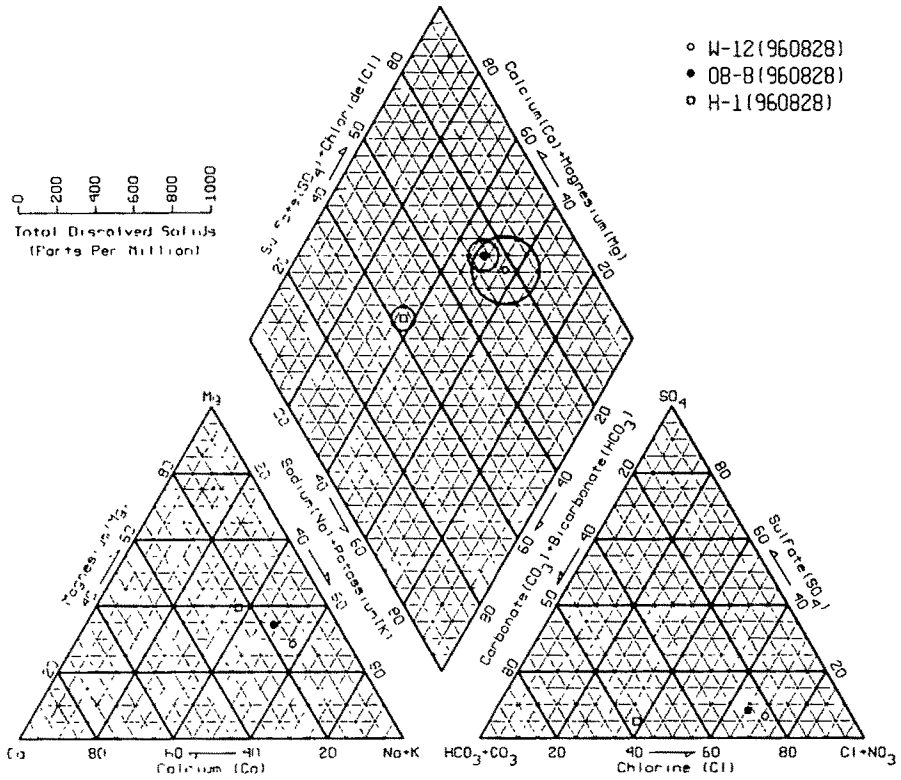
<그림 2-23> 조사지역 인근관정의 수질비교('96. 6. 24)



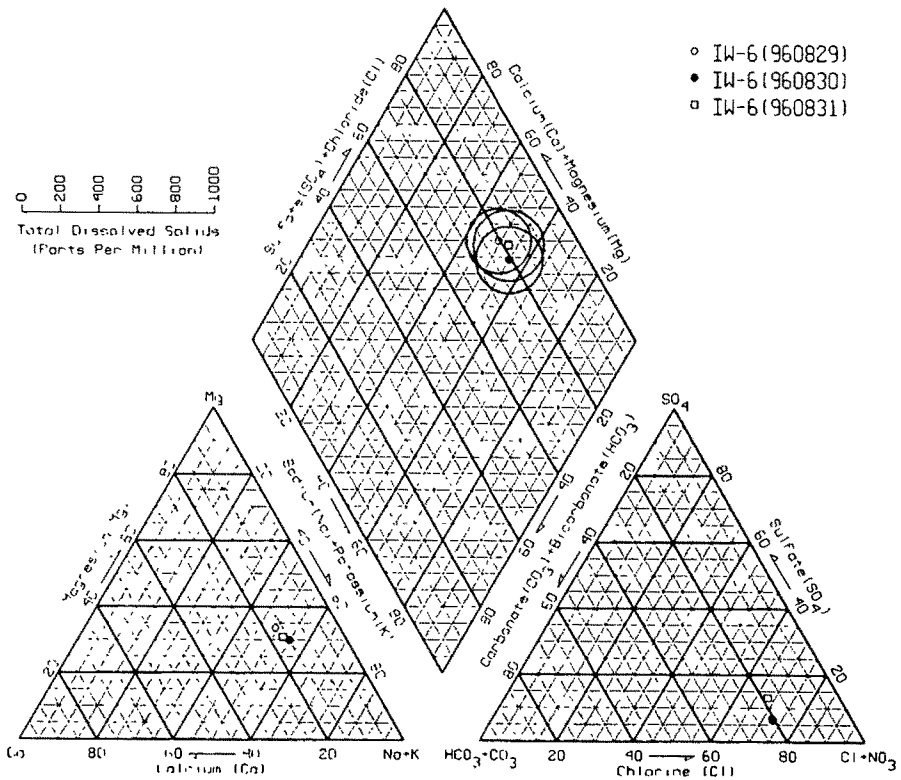
<그림 2-24> 조사지역 인근관정의 수질비교('96. 7. 4)



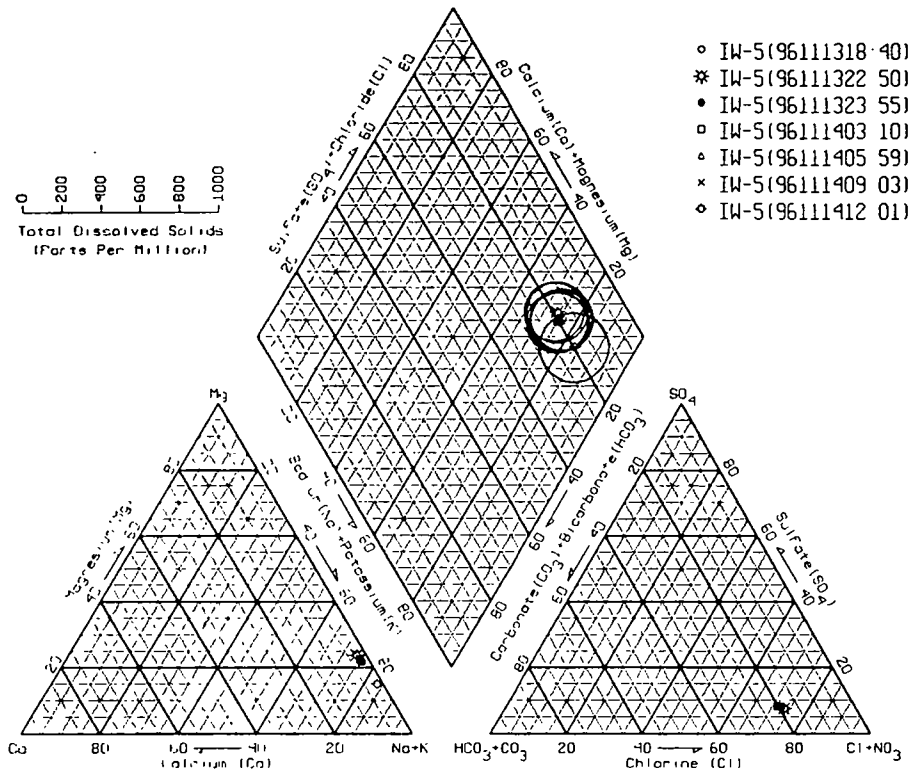
<그림 2-25> 조사지역 인근관정의 수질비교('96. 8. 6)



<그림 2-26> 조사지역 인근관정의 수질비교('96. 8. 28)



<그림 2-27> 유입6호공의 시간별 수질변화



<그림 2-28> 유입5호공의 시간별 수질변화

Na⁺ type 음이온은 Cl⁻ type에 도시됨을 보여준다. TDS는 약 200ppm으로 양수시 시간경과에 따른 지하수 성분은 거의 변하지 않고 있으며 위의 분석결과는 조사지구에 위치한 관측정 B공의 분석치와 양이온 조성에 있어서 많은 차이를 보여주고 있는데 이는 양수시와 자연상태에서의 지하수 수질성분이 달라짐을 의미한다.

일반적으로 TDS, Na⁺, Cl⁻ 과 SO₄⁻² 등의 값이 높으면 해수침입의 가능성이 높고 특히 Mg²⁺ 와 Ca²⁺ 의 이온함량비가 두배 비율일때 정상적인 지하수이나 이들 관계가 반전되었을때는 해수침입 가능성이 상당히 높다고 할 수 있다.

상기한 바와 같이 조사지역의 지하수 수질은 양이온은 뚜렷이 구분되지 않으나 음이온은 해안변에서 멀어질수록 본도의 지하수 형태인 Carbonate type에 가깝고 해안변에 가까울수록 chloride type으로 변이해 나가는 것을 보여주고 있다. 특히 해안에 가장 인접해 있는 W-12호공과 비교해서 D-31호공에서 TDS와 양이온 및 음이온조성이 해수에 근접해 있는 점은 해안변에서는 부분적인 해수침입현상이 진행되고 있음을 시사해주고 있다. 또한 해안변에 위치한 관정의 지하수성분은 만조시와 간조시에 이온성분이 달라지므로 조석의 차에 의해 많은 영향을 받고 있다.

#### 제 4 절. 대수층시험

대수성시험은 굴착공에 대한 2차적인 평가로서 여기에는 대수층의 수리적 성격규명과 우물의 지하수 산출능력 평가등 2가지의 목적이 있다. 각 우물에서 실시된 양수시험 결과는 지층이 함유하는 지하수의 양적 계산이나 이동량등의 수리지질학적 계산을 위한 기초 자료로 활용하게 되는데 대수성시험을 위해서는 장기양수시험을 실시하



고 적정양수량 산출을 위해서는 단계양수시험을 실시하여야 한다.

지하의 물은 암석이나 토양에 발달되어 있는 공극내에 포화되어 있으므로 이 공극의 성질 특히 수리적 성질에 따라 물의 이동이나 투수능력이 결정된다. 수리적 성질에는 투수량계수(T), 저류계수(S) 등이 있으며 이들은 어떤 지층(대수층)의 투수계수(K)에 대수층의 두께(B)를 곱하여 투수량계수(T)가 산정되며 그 식은  $T=K \times B$ 로 단위는  $L^2/T(m^2/min, m^2/day)$ 이다. 또한 수리전도도(K)는 물을 통과시킬 수 있는 지층의 능력으로  $L/T(m/min, m/day)$ 의 단위로 표현된다. 저류계수는 양수에 의하여 배출된 지하수의 양과 그 배출의 결과로 생긴 지하수면의 저하에 따라 일어나 감소된 체적과의 양비로서 자유면지하수에서는 유효공극율과 대등한 의미를 갖는다. 이들 두 상수가 알려지면 어떤 지구내에서의 지하수에 대한 양적 평가도 가능하다. 즉 저류계수가 알려지면 어떤 지구의 지층의 체적중에 있는 물의 총량중에서 취수할 수 있는 양이 계산되며 투수량계수로서는 어떤 조건하에서의 지하수의 이동량이 알려지기 때문에 물의 취수량 계산이나 자연상태에서의 지하수 이동량 등을 알 수 있게 된다. 그러나 피압상태에서의 지하수에서는 저류계수가 유효공극율을 정확하게 의미하지 않게되므로 저류계수값의 이용으로 취수량의 계산은 거의 불가능하다.

양수정으로부터 일정한 거리에 있는 관측정에서의 수위강하는 시간에 따라 처음에는 강하폭이 크나 시간이 지남에 따라 그 폭은 작아지고 시간에 대한 수위강하곡선은 일정한 관계선으로 나타나게 된다.

수위강하는 양수정에 가까울수록 크며 양수량이 많으면 그 폭도 커진다. 급변 조사에서는 신천지구의 수리적 성격과 산출능력을 평

가하고자 '95년 및 '96년에 4차에 걸쳐 양수시험을 실시하였다. 1차는 '95년 7월 27일 17:40분부터 7월 28일 00:50분까지 약 7시간 양수를 실시하였으며, 2차는 '95년 8월 31일 15:00부터 9월 1일 21:00분까지 30시간 양수를 실시하였다. 3차는 '96년 8월 29일 23:10분부터 30일 17:00분까지 18시간을 실시하였고, 4차는 '96년 11월 13일 12:10분부터 11월 15일 10:50분까지 47시간 실시하였다. 또한 양수정이 위치한 지역은 천미천 하상에 위치하며 유입정의 굴착후 코아검층(Core logging)시 나타난 지층의 대수능력이 매우 양호한 파쇄대 및 사력으로 판명되어 1공씩의 개별 양수시험보다는 2개의 관정에서 동시에 양수를 실시하였다. 특히 양수시 가장 정확하게 측정되어야 할 자료는 주변공에서 발생하는 수위변화이다. 이러한 점을 감안하여 본 양수시험시에는 자동수위측정기를 관측정에 설치하여 정확한 수위변화를 측정코자 하였으며 1차에 실시한 양수시험은 유입1호공과 4호공에 30Hp수중모터를 각각 1대씩 지표하 30m지점에 설치하고 320kW 급 발전기를 사용하여 양수를 실시하였다.

위에서도 언급하였듯이 본 지구는 대수성이 매우 양호한 지층으로 구성되어 있는 관계로 양수개시 1분후에 3角 notch를 이용한 일류수심이 유입1호공에서는 18cm, 4호공에서는 20cm를 기록하였으며 Barr의 실험공식  $Q=0.014H^{5/2}$ 에 의한 양수량은 각각 1,660m³/일, 2,160m³/일 합계 3,820m³/일이 토출되었다. 이 토출량은 양수가 계속되는 동안 전혀 토출량의 증감이 없이 계속되었으며 7월 28일 18:25분에 측정 한 수온은 17.6°C, EC는 23 $\mu$ s/cm 기록하였다.

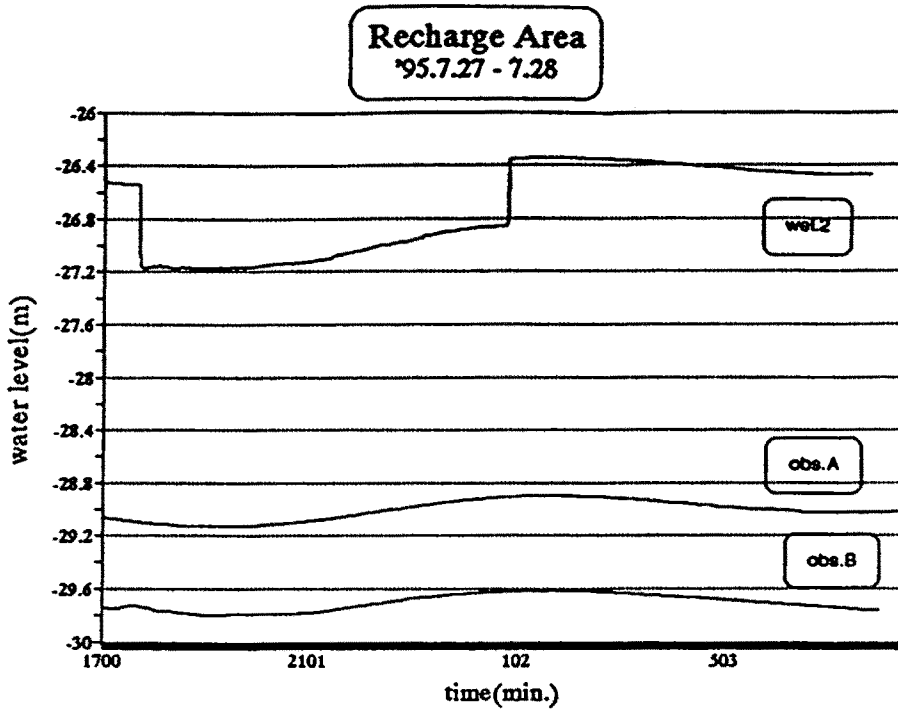
관측정에서의 수위변화를 측정하기 위하여 관측A공은 Well Sentinel-3000type 자동수위측정기를, 유입2호공과 관측B호공에는 CR-10자동수위측정기를 설치하고 수위변화를 측정하여 자료의 정확

성 및 연속성을 기하였으며, 이때 관측공별로 측정된 수위는 다음과 같다<표 2-17>, <그림 2-29>.

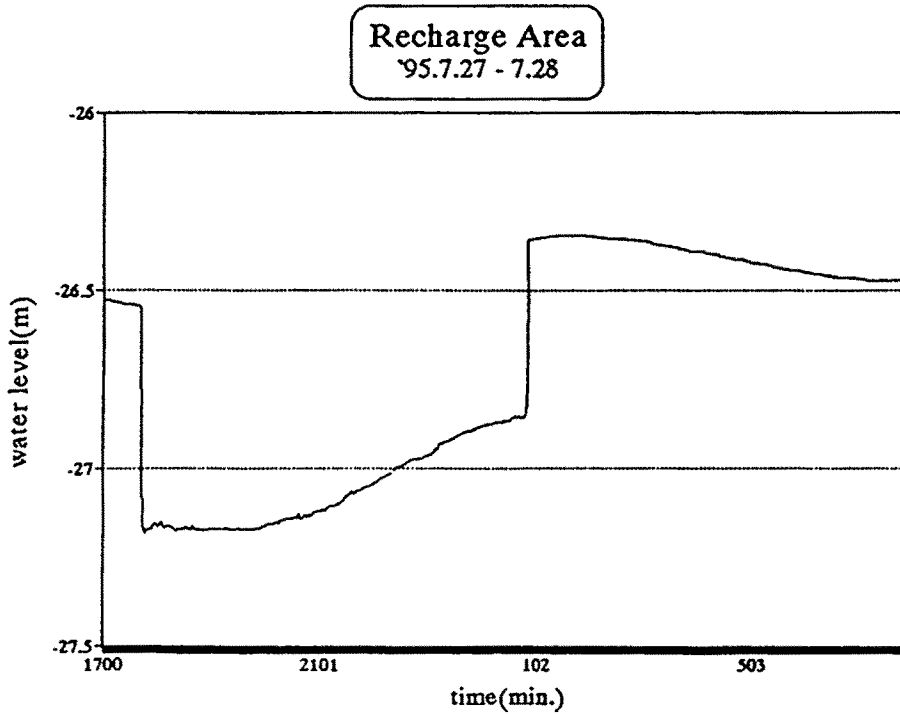
<표 2-17> 1차 양수시험시 관측공 측정수위 (단위 : m)

측정시간	관측 A공	관측 B공	유입2호공	하천D-31	비 고
7,27 17:30	29.087	29.727	26.539		
17:40	29.091	29.724	26.544		양수시작
17:41	29.096	29.725	26.546		
17:42	29.093	29.732	27.007		
17:43	29.093	29.733	27.158		
17:45	29.098	29.734	27.171		
17:50	29.100	29.743	27.170		
18:00	29.107	29.760	27.165	39.380	
19:00	29.126	29.796	27.172	39.400	
20:00	29.120	29.787	27.164	39.396	
21:00	29.089	29.780	27.118	39.376	
22:00	29.038	29.728	27.039	39.347	
23:00	28.981	29.677	26.961	39.294	
24:00	28.930	29.635	26.883	39.250	
7,28 00:50	28.906	29.616	26.838		양수정지
00:51	28.903	29.617	26.794		회복수위측정
00:52	28.906	29.621	26.827		
00:53	28.908	29.616	26.353		
00:54	28.906	29.616	26.356		
00:55	28.906	29.614	26.356		

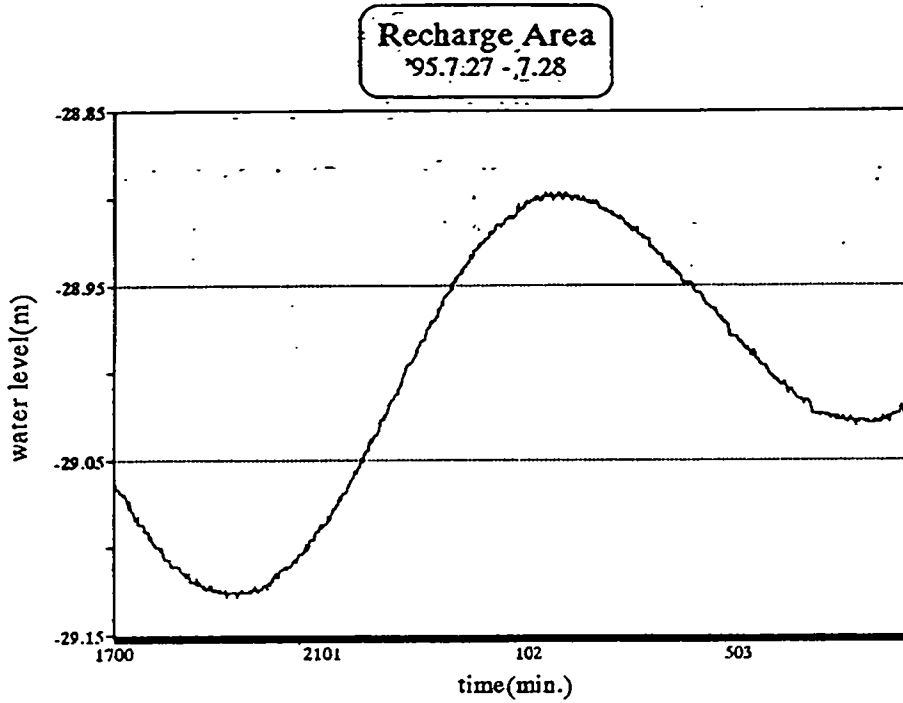
8월 31일 15:00부터 9월 1일 21:00까지 30시간 동안 실시한 2차 양수시에는 1차양수시 토출량에 의한 수위변화가 미미하여 수중모터펌프 용량이 더 큰 40Hp펌프 2대를 설치하여 양수를 실시하였다. 그 결과는 양수를 시작한지 3분후인 15:03분에 유입1호공 일류수심이 20cm, 2,160m³/일, 유입4호공에서는 일류수심이 21cm, 2,445m³/일로 총



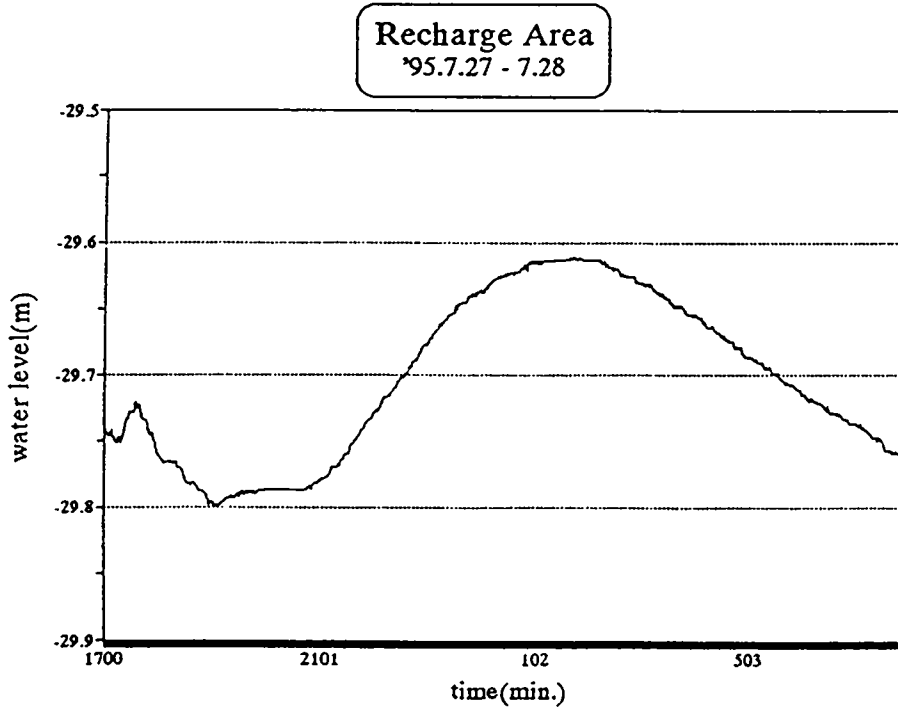
<그림 2-29> 1차 양수시험시 수위변화('95. 7.27.~7.28)



<그림 2-29a> 1차 양수시험시 유입2호공의 수위변화



<그림 2-29b> 1차 양수시험시 관측A호공 수위변화



<그림 2-29c> 1차 양수시험시 관측B호공 수위변화

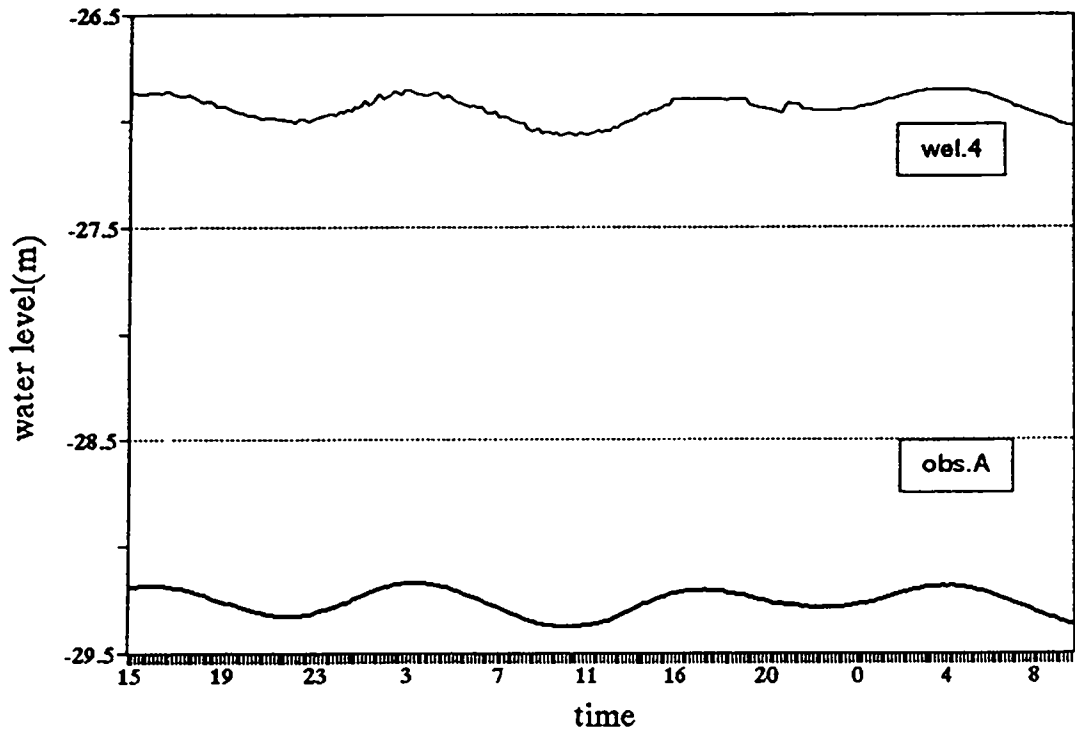
4,605m³/일이 토출되어 1차보다는 약 785m³/일 정도가 더 토출되었으며 15:15분에 측정된 토출량은 유입1호공이 일류수심 20.5cm, 2,298m³/일, 4호공은 일류수심 21.5cm, 토출량 2,592m³/일로 총 4,890m³/일이 측정되었으며 18:00에 측정된 토출량은 15:15분에 측정된 토출량과 같은 4,890m³/일이 토출되었다. 이때 주변에 있는 관측A호공, 하천 D-31지구 및 유입4호공에 설치된 자동수위관측기에서 측정된 대표적인 수위를 살펴보면 다음과 같다<표 2-18>, <그림 2-30>.

<표 2-18> 2차 양수시험시 관측공 측정수위 (단위 : m)

일시 및 시간	관측A공	하천 D-31	유입 4호공	일시 및 시간	관측A공	하천 D-31	유입 4호공
8.31 15:00	29.194	39.624	26.871	9.1 07:00	29.258	39.656	26.959
16:00	29.185	39.608	26.870	08:00	29.304	36.693	26.982
17:00	29.196	39.612	26.882	09:00	29.344	39.730	27.037
18:00	29.220	39.628	26.905	10:00	29.371	39.754	27.058
19:00	29.254	39.656	26.934	11:00	29.379	39.770	27.060
20:00	29.287	39.685	26.966	12:00	29.368	39.758	27.063
21:00	29.318	39.705	26.987	13:00	29.342	39.746	27.025
22:00	29.329	39.722	26.997	14:00	29.296	39.709	26.991
23:00	29.322	39.723	27.003	15:00	29.251	39.677	26.949
24:00	29.293	39.697	26.972	16:00	29.220	39.640	26.895
9.1 01:00	29.251	39.665	26.930	17:00	29.207	39.628	26.898
02:00	29.212	39.628	26.890	18:00	29.209	39.628	26.900
03:00	29.183	39.608	26.870	19:00	29.227	39.632	26.896
04:00	29.174	39.595	26.875	20:00	29.251	39.652	26.936
05:00	29.187	39.608	26.888	21:00	29.276	39.681	26.925
06:00	29.220	39.628	26.919	22:00	29.285	39.689	26.942

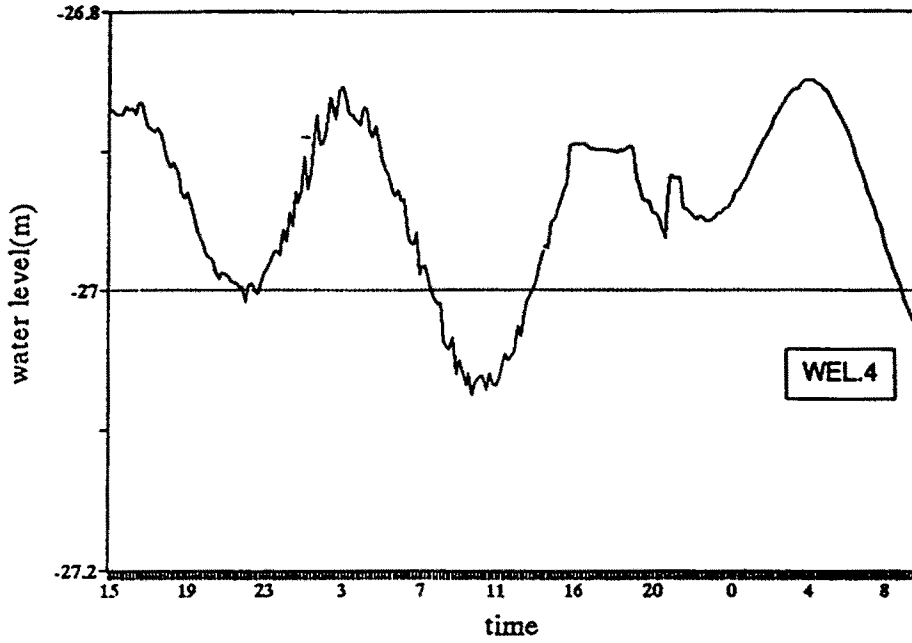
'96년 8월 29일 23:10분부터 30일 17:00분까지 18시간을 실시한 3차 양수시험시에는 '96년에 설치한 유입 5,8호공에 40Hp펌프 2대를 설치하였다. 그 결과는 양수를 시작한지 2분후에 유입5호공인경우 일류수심이 15.8cm, 1,200m³/일이 토출되었으며, 유입8호공인경우 양수량이 1,300m³/일이 토출되었다. 양수종료 시간인 30일 17:00분까지

**Recharge Test-2**  
 '95.8.31- 9. 2.

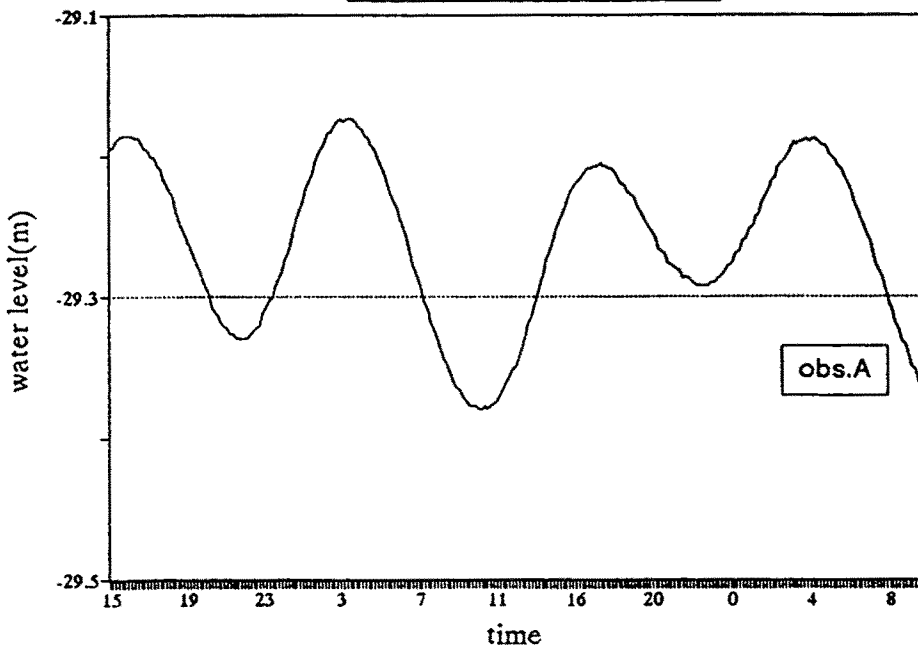


<그림 2-30> 2차 양수시험시 관측A호공, 유입4호공 수위변화('95. 8.31~9.2)

Recharge Test-2(WEL.4)  
'95.8.31- 9. 2.



Recharge Test-2(obs.A)  
'95.8.31- 9. 2.



<그림 2-30a> 2차 양수시험시 수위변화(유입4호공, 관측A호공)



변함없이 총 2,500m³/일이 토출되었다. 이때 유입 4호공, 유입6호공, 관측 C, 관측 B호공에 설치된 자동수위 관측기에서 측정된 수위는 다음과 같다<표 2-19>, <그림 2-31>.

또한 '96년 11월 13일 12:10분부터 11월 15일 10:50분까지 47시간 4차 양수시험시에는 3차 양수시험과 동일한 40Hp펌프 3대에 유입 5,7,8호공에 설치하였다. 그결과 양수를 시작한후에 유입5호공인경우 일류수심이 17.4cm, 1,500m³/일이며 유입 7,8호공은 각각 일류수심이 19.4cm인 2,000m³/일이 토출되었으며 양수시험 종료시간인 11월 15일 10:50분까지 총 4,500m³/일로 동일하게 토출되었다. 이때 유입 1,6호공 및 관측 A,C호공에 설치된 자동수위관측기에서 측정된 수위는 다음과 같다<표 2-20>, <그림 2-32>.

1, 2차에 걸쳐 측정된 수위는 자동수위관측기를 이용하여 양수초기 수위강하를 확인하기 위하여 1분마다 측정토록 setting 하였다. 그 결과 1차 양수시험시 양수정에서 1m떨어진 유입2호공에서는 양수가 개시된지 2분만에 46.1cm의 수위강하가 있었으며 다시 1분후에 15.1cm의 수위강하현상이 발생하였다. 그 이후 유입2호공에서 관측된 수위는 배출된 양수량과는 관계없이 수위가 거의 변동이 없는 것으로 판명되었다. 양수가 계속되는 동안 수위는 당초 수위를 회복하지는 못하였지만 계속 상승하는 형태를 보여주고 있다. 또한 주변에 위치한 관측공에서 보여주는 수위변화도 양수시에는 약간 떨어지는 것 같이 관찰되지만 전체적인 윤곽으로 추정할 때 본 지역에서 발생하는 수위변화는 양수량에 의한 수위변화라기 보다는 조석에 의한 영향에 좌우된다고 할 수 있다(또한 관측 B호공에서는 양수를 시작하고서도 전혀 수위변화 상태를 인지 할 수 없었다).

따라서 양수가 진행되고 시간이 경과함에 따라 수위변화 곡선이

명확하지 않은 상태에서 본 지역의 대수층 수리상수를 산출하기란

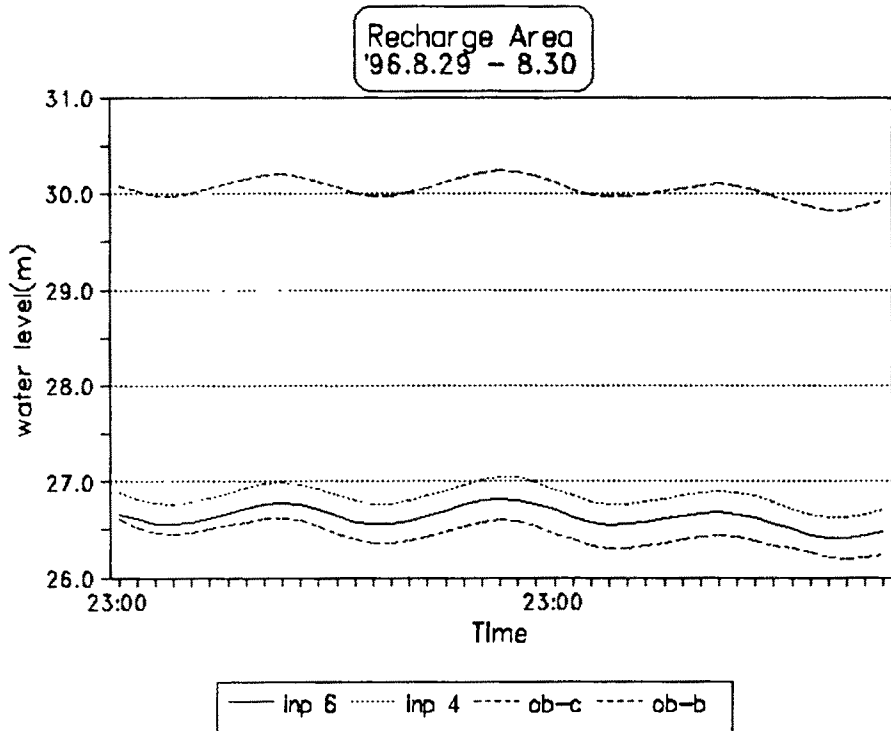
<표 2-19> 3차 양수시험시 관측공 측정수위 (단위 : m)

측정일자	측정시간	유입6호공	유입4호공	관측 C	관측·B	비 고
'96. 8.29	23:00	26.66	26.88	26.60	30.09	
	00:00	26.60	26.82	26.52	30.02	
	01:00	26.55	26.77	26.46	29.98	
	02:00	26.55	26.76	26.45	29.97	
	03:00	26.57	26.78	26.46	30.00	
	04:00	26.62	26.83	26.50	30.05	
	05:00	26.67	26.88	26.54	30.10	
	06:00	26.72	26.93	26.58	30.15	
	07:00	26.76	26.98	26.61	30.18	
	08:00	26.77	26.99	26.61	30.20	
	09:00	26.76	26.97	26.59	30.18	
	10:00	26.70	26.92	26.53	30.13	
	11:00	26.64	26.85	26.46	30.06	
	12:00	26.58	26.79	26.40	30.00	
	13:00	26.55	26.76	26.36	29.96	
	14:00	26.56	26.76	26.36	29.97	
	15:00	26.58	26.79	26.38	30.01	
	16:00	26.63	26.85	26.43	30.05	
	17:00	26.69	26.90	26.48	30.11	
	18:00	26.75	26.96	26.53	30.17	
	19:00	26.79	27.01	26.58	30.21	
	20:00	26.82	27.04	26.59	30.24	
	21:00	26.81	27.03	26.58	30.23	
22:00	26.77	26.98	26.53	30.18		
23:00	26.70	26.91	26.46	30.11		
8.31	00:00	26.63	26.84	26.39	30.04	
	01:00	26.57	26.78	26.33	29.99	
	02:00	26.54	26.75	26.30	29.96	
	03:00	26.55	26.76	26.31	29.97	
	04:00	26.57	26.78	26.33	29.99	
	05:00	26.60	26.81	26.36	30.02	
	06:00	26.63	26.85	26.40	30.05	
	07:00	26.66	26.87	26.43	30.08	
	08:00	26.68	26.89	26.43	30.10	
	09:00	26.66	26.88	26.42	30.08	
	10:00	26.62	26.84	26.38	30.04	
	11:00	26.56	26.78	26.33	29.98	
	12:00	26.50	26.71	26.31	29.91	
	13:00	26.43	26.65	26.27	29.85	
14:00	26.41	26.62	26.2	29.83		
15:00	26.41	26.63	26.19	29.83		
16:00	26.44	26.66	26.20	29.86		
17:00	26.48	26.70	26.24	29.91		

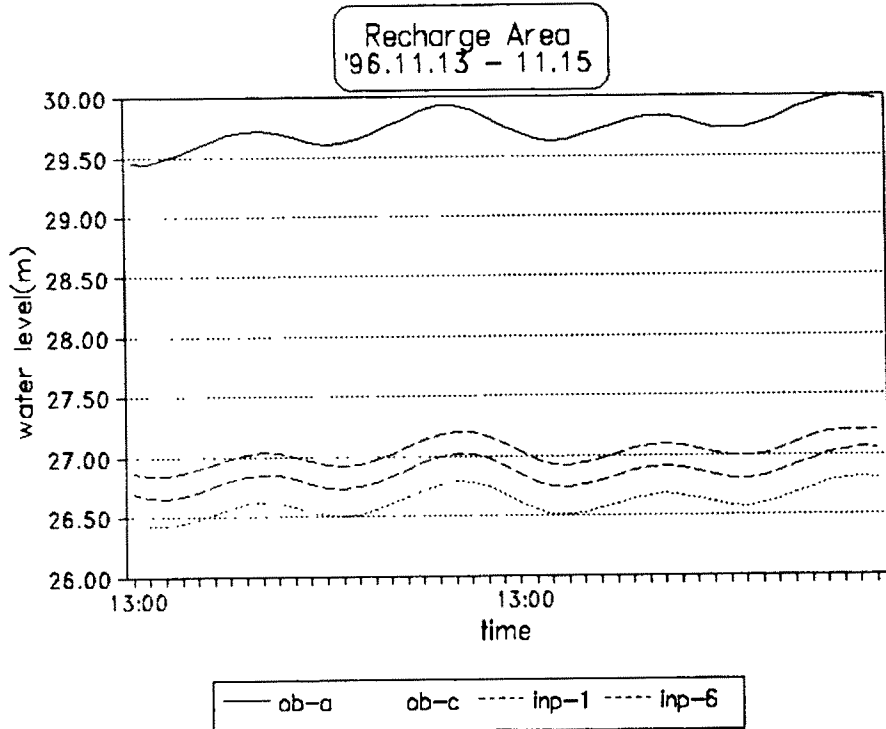
<표 2-20> 4차 양수시험시 관측공 측정수위

(단위 : m)

날 짜	시 간	유입공1	유입공6	관측공A	관측공C	
'96. 11. 13	13:00	26.69	26.86	29.45	26.46	
	14:00	26.66	26.85	29.44	26.43	
	15:00	26.65	26.84	29.48	26.42	
	16:00	26.67	26.86	29.52	26.45	
	17:00	26.71	26.90	29.57	26.48	
	18:00	26.75	26.95	29.63	26.53	
	19:00	26.80	26.99	29.68	26.57	
	20:00	26.83	27.02	29.71	26.60	
	21:00	26.85	27.03	29.72	26.62	
	22:00	26.84	27.03	29.70	26.61	
	23:00	26.81	27.00	29.66	26.58	
	'96. 11. 14	24:00	26.77	26.96	29.63	26.54
		01:00	26.74	26.93	29.60	26.51
02:00		26.73	26.92	29.62	26.50	
03:00		26.75	26.94	29.64	26.52	
04:00		26.78	26.97	29.70	26.55	
05:00		26.83	27.02	29.76	26.60	
06:00		26.89	27.08	29.82	26.66	
07:00		26.95	27.13	29.88	26.72	
08:00		27.00	27.18	29.92	26.76	
09:00		27.02	27.20	29.92	26.79	
10:00		27.02	27.20	29.90	26.78	
11:00		26.98	27.16	29.83	26.75	
12:00		26.92	27.10	29.75	26.69	
13:00		26.85	27.03	29.69	26.62	
14:00		26.78	26.97	29.64	26.55	
15:00		26.74	26.93	29.63	26.51	
16:00		26.74	26.93	29.63	26.51	
17:00		26.76	26.95	29.68	26.53	
18:00		26.79	26.98	29.72	26.56	
19:00		26.83	27.02	29.76	26.60	
20:00		26.87	27.06	29.80	26.64	
21:00		26.90	27.08	29.83	26.67	
22:00		26.91	27.09	29.83	26.68	
23:00	26.90	27.08	29.81	26.67		
'96. 11. 15	24:00	26.87	27.06	29.77	26.64	
	01:00	26.83	27.02	29.74	26.60	
	02:00	26.81	27.00	29.72	26.58	
	03:00	26.81	26.99	29.73	26.57	
	04:00	26.83	27.01	29.77	26.59	
	05:00	26.86	27.05	29.82	26.63	
	06:00	26.91	27.10	29.88	26.68	
	07:00	26.97	27.15	29.94	26.74	
	08:00	27.02	27.19	29.98	26.78	
	09:00	27.05	27.20	30.00	26.80	
	10:00	27.06	27.21	29.99	26.82	
11:00	27.05	27.20	29.96	26.81		



<그림 2-31> 3차 양수시험시 수위변화(유입4,6호공, 관측B,C호공)



<그림 2-32> 4차 양수시험시 수위변화(유입1,6호공, 관측A,B호공)

매우 어려운 형편이라 할 수 있다. 그러나 여기에서는 1차양수시 정류상태에 도달되었다고 판단되는 양수 80분후 각 관측정의 수위강하 자료와 양수량을 대입하여 투수량계수를 구하였다.

일반적으로 양수시험시 대수층에서 지하수를 어느 정도 채수하면 양수정에서부터 영향추(core of depression)가 형성되기 시작하여 점이적으로 양수정이나 그 지점으로부터 먼 곳을 향해 지하수 흐름은 정상상태로 변하며 동시에 영향추도 안정된 상태로 바뀌기 시작한다. 그러다가 영향권이 하천이나 호소와 같은 충전지역에 도달하고 지표수가 대수층으로 유입하기 시작하여 지하수 채수량과 그 충전량이 동일하게 되면 지하수위강하는 더 이상 일어나지 않고 定水位(安定水位)에 도달한다. 고로 안정상태에 도달하기 이전의 상태, 즉 부정류 및 비정상상태하에서 대수층의 투수량계수나 저류계수는 반드시 비평형방정식으로 구해야 한다. 그러나 지하수 흐름이 일단 정류나 정상상태에 도달하면 지하수의 흐름이 정상상태에 도달한 연후에 대수층의 제반 수리적인 성질을 간단한 식을 이용하여 구할 수 있다. 여기에서는 Thiem의 식을 이용하여 구하였다.

$$T = \frac{2.3Q \text{ Log } r_2/r_1}{2\pi (s_2-s_1)} \quad \text{————— (식)}$$

양수정에서 3,820m³/일의 지하수를 채수할 때 정류상태에 도달하는 양수 80분후의 관측정(유입2호공)에서 수위강하(s₂) 62.8cm와 관측B호공의 수위강하(s₁) 7.2cm로 (s₂-s₁)을 구하고 양수정에서 관측정(유입2호공)까지 거리 1m(r₁), 관측B호공까지 거리 48m(r₂)를 상기식에 적용하여 산출한 투수량계수(T)는 4,230m²/일이며 2차 양수시험시에

는 4,890m³/일의 지하수를 채수하여 12분후 정류상태에 도달하는 시점의 관측정(유입4호공) 수위강하( $s_2$ ) 0.7cm와 관측A공의 수위강하( $s_1$ ) 0cm로 ( $s_2-s_1$ )을 구하고 양수정에서 관측정(유입4호공)까지 거리 1m( $r_1$ ), 관측A공까지 거리 42m( $r_2$ )를 상기식에 적용하여 산출한 투수량계수(T)는 415,302m²/일이었다.

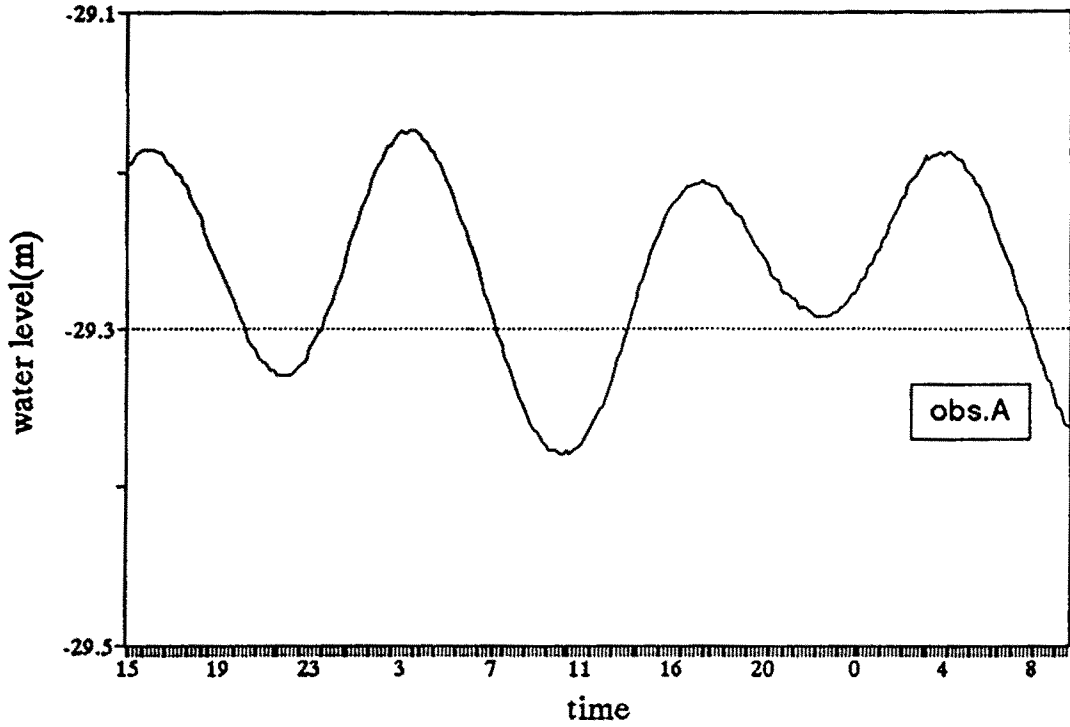
상기한 1, 2차 양수시험에 의한 수리상수계산은 1차 양수시험시는 간조, 2차 양수시험시는 간조에서 만조로 변하는 밀물상태에서 실시되었으나 조석에 의한 영향이 명확히 고려되지 않았으며 투수량계수가 높아 양수에 의한 수위강하가 미약하고 상대적으로 해안에서 가까운 지리적특성 때문에 조석에 의한 영향이 심하게 나타나고 있음을 감안하여 볼 때 <그림 2-33> 조석영향이 적은 간조상태에서 실시한 1차 양수시험에 의한 투수량계수 산정은 실제 투수량계수에 근접한다고 볼 수 있으나 조석영향(밀물)을 많이 받은 2차 양수시험에 의한 투수량계수 산정은 실제 투수량계수보다 훨씬 크게 나타나 향후 본 지역에서의 수리상수 산출은 반드시 조석영향의 정량적 분석이 이루어져야 하며 이는 제6절 지하수 모델링기법에 의한 지하수포장 예측분석에서 시도하였다.

## 제 5 절. 장기관측망 관측조사와 연계한 함양효과 분석

### 1. 조사지역의 정천 및 이용현황조사

사업지역인 성산읍 신천리, 신평리 및 표선면 하천리 지역을 포함하는 인근 지역에서 개발 이용중인 지하수관정 현황은 관용관정 4개소, 사설관정 61개소로 총 65개소가 개발·이용 중에 있다.

Recharge Test-2(obs.A)  
'95.8.31- 9. 2.



<그림 2-33> 관측A공에서 조석영향이 관찰된 자연수위변화

가. 관용관정 개발현황

(1) 생활용수

위 치	공 번	지구명	채수량 (m ³ /일)	시 설 년 도	총인구	급수인구	시설용량 (m ³ /일)	급수량 (m ³ /일)	비고
표선 하천	H-1	하천2	1,500	'90	1,182	1,182	300	222	
"	D-31	하천	1,598	'74			300		
계	2공		3,098				600		

(2) 농업용수

위 치	공 번	지구명	채수량 (m ³ /일)	활 용 계 획 량 (m ³ /일)	몽 리 면 적 (ha)			이용량 (m ³ /일)	비 고
					전 작	생활(면)	계		
표선 하천	D-259	하천	1,000	800	10	-	10	1,000	
"	F-32	"	1,500	900	-	382	382	222	
계	2공		2,500	1,700	10	382	382	1,222	

나. 사설관정 개발현황

(단위 : m³/일)

위 치	생활용수		공업용수		농업용수		수산용수		계	
	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량	개소	이용량
성산 신천	-	-	5	330	2	10.7	26	81,651.1	33	81,996.8
성산 신평	-	-	2	3	2	51.0	12	43,945.2	15	43,999.2
표선 하천	2	5.3	7	2,846	-	-	4	16,368.0	13	19,219.3
계	2	5.3	13	3,179	61.7	61.7	42	141,969.3	61	145,215.3

(2) 지하수위조사

(가) 제주도지하수의 부존형태

제주도의 지하수 부존형태는 화산도 특유의 지형 및 지질조건 때문에 기저지하수, 상위지하수 및 주수로 대별한다(농어촌진흥공사, 1980).

상위지하수는 강수가 중력에 의해 투수성 균열을 통해 지하로 침투하다 기저지하수체에 도달하기 전에 불투수성 치밀질 암석이나 점



구 분	위 치			표고 (m)	심도 (m)	자 연 수 위 (m)	안 정 수 위 (m)	토 출 구 경 (mm)	모 타 동 력 (kW)	개발 년도	이용량 (m ³ /일)	비 고
	읍·면	동·리	번 지									
생활용	표선면	하천리	1442	80.0	110.0	87.0	90.0	50.0	7.50	'88	2.0	
	"	"	1497	115.0	110.0	96.0	98.0	50.0	7.50	'88	3.3	
공업용	성산읍	신흥리	62	20.0	70.0	18.0	22.0	50.0	15.00	'78	3.0	
	"	신천리	13	5.0	15.0	3.0	5.0	100.0	11.00	'70	50.0	
	"	"	"	5.0	15.0	3.0	5.0	150.0	11.00	'70	200.0	
	"	"	"	5.0	15.0	3.0	5.0	80.0	11.00	'70	50.0	
	"	"	205	5.0	15.0	6.0	7.0	100.0	11.00	'90	30.0	
	"	"	"	5.0	15.0	6.0	7.0	100.0	11.00	'90	0.0	미이용
	표선면	하천리	1703	65.0	80.0	67.0	69.0	40.0	0.75	'91	1.0	
	"	"	2465	120.0	130.0	80.0	85.0	50.0	7.50	'92	15.0	
	"	"	81	50.0	17.0	5.0	8.0	150.0	19.00	'89	1,667.7	
	"	"	"	50.0	20.0	5.0	8.0	150.0	19.00	'90	833.3	
	"	"	2213	85.0	95.0	56.0	63.0	50.0	11.00	'91	30.0	
"	"	79	20.0	20.0	5.0	8.0	150.0	11.00	'91	150.0		
"	"	"	20.0	20.0	5.0	8.0	150.0	11.00	'91	150.0		
농업용	성산읍	신흥리	1303	40.0	120.0	85.0	86.0	40.0	2.20	'90	1.0	
	"	"	1680	240.0	145.0	115.0	120.0	50.0	7.50	'90	50.0	
	"	신천리	434	10.0	27.0	15.0	20.0	50.0	2.20	'92	6.7	
	"	"	515-2	13.0	18.0	12.0	14.0	50.0	2.20	'89	4.0	
수산양 식업용	성산읍	신흥리	35	5.0	50.0	3.0	5.0	125.0	15.00	'89	2,880.0	
	"	"	"	5.0	50.0	3.0	5.0	125.0	15.00	'89	2,880.0	
	"	"	16	5.0	50.0	5.0	8.0	200.0	22.00	'91	3,333.3	
	"	"	"	5.0	50.0	5.0	8.0	200.0	22.00	'91	3,333.3	
	"	"	"	5.0	50.0	5.0	8.0	200.0	22.00	'91	3,333.3	
	"	"	"	5.0	50.0	5.0	8.0	200.0	22.00	'91	3,333.3	
	"	"	17	5.0	43.0	5.0	8.0	100.0	5.50	'90	660.0	
	"	"	18	5.0	65.0	4.0	5.0	200.0	22.00	'89	5,328.0	
	"	"	"	5.0	65.0	4.0	5.0	150.0	22.00	'89	2,880.0	
	"	"	"	5.0	65.0	4.0	5.0	200.0	22.00	'89	5,328.0	
	"	"	"	5.0	65.0	4.0	5.0	200.0	22.00	'89	5,328.0	
"	"	"	5.0	65.0	4.0	5.0	200.0	22.00	'89	5,328.0		

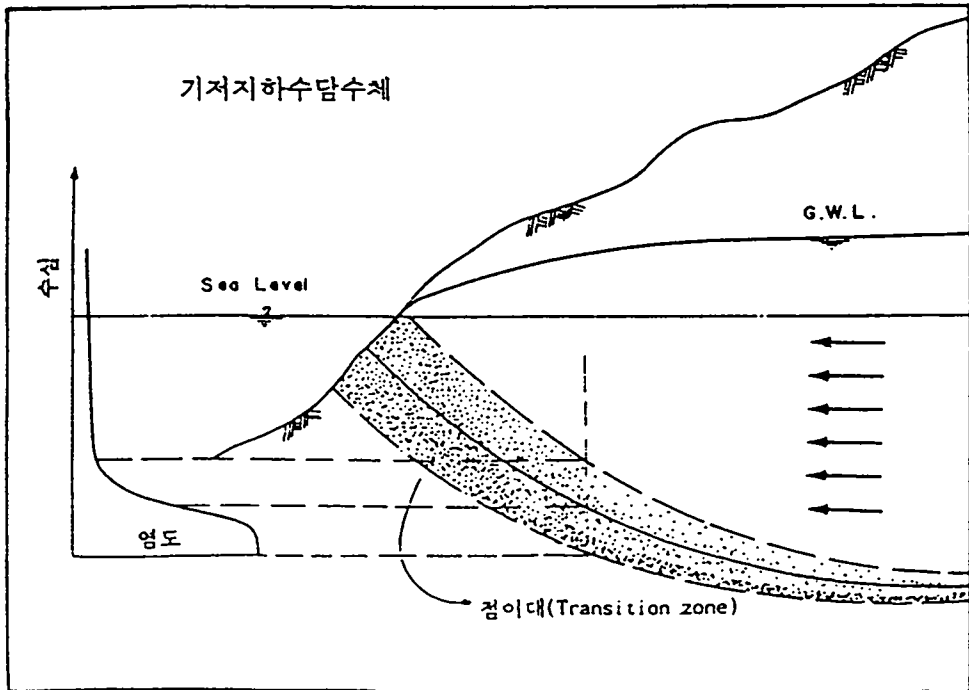
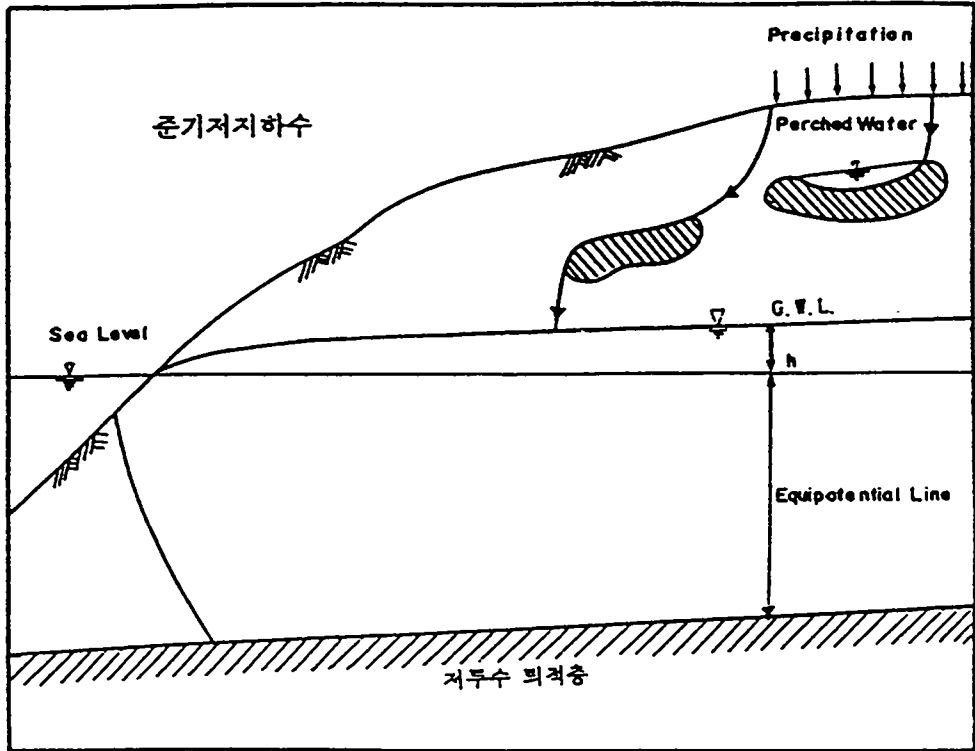
구 분	위 치			표고 (m)	심도 (m)	자 연 수 위 (m)	안 정 수 위 (m)	토 출 구 경 (mm)	모 타 동 력 (kW)	개발 년도	이용량 (m ³ /일)	비 고
	읍·면	동·리	번 지									
수산양 식업용	성산읍	신천리	206	5.0	50.0	5.0	6.0	150.0	15.0	'90	3,600.0	
	"	"	"	5.0	50.0	5.0	6.0	150.0	15.0	'90	3,600.0	
	"	"	"	5.0	50.0	5.0	6.0	150.0	15.0	'90	3,600.0	
	"	"	214	5.0	65.0	3.0	5.0	120.0	11.0	'88	1,666.7	
	"	"	"	5.0	65.0	3.0	5.0	120.0	11.0	'88	1,666.7	
	"	"	"	5.0	65.0	3.0	5.0	120.0	11.0	'88	1,666.7	
	"	"	215	3.0	50.0	5.0	6.0	80.0	7.5	'89	1,728.0	
	"	"	"	3.0	50.0	5.0	6.0	125.0	22.0	'89	3,456.0	
	"	"	220	5.0	67.0	4.0	6.0	150.0	11.0	'88	1,800.0	
	"	"	"	5.0	67.0	4.0	6.0	150.0	11.0	'88	1,800.0	
	"	"	"	5.0	67.0	4.0	6.0	150.0	11.0	'88	1,800.0	
	"	"	"	5.0	67.0	4.0	6.0	150.0	11.0	'88	1,800.0	
	"	"	345-1	3.0	40.0	2.0	4.0	150.0	15.0	'88	2,160.0	
	"	"	"	3.0	40.0	2.0	4.0	150.0	22.0	'88	2,736.0	
	"	"	"	3.0	40.0	2.0	4.0	100.0	15.0	'88	2,160.0	
	"	"	"	3.0	40.0	2.0	4.0	100.0	22.0	'88	2,736.0	
	"	"	406	3.0	40.0	2.0	4.0	150.0	30.0	'89	3,600.0	
	"	"	"	3.0	40.0	2.0	4.0	150.0	22.0	'89	3,600.0	
	"	"	"	3.0	40.0	2.0	4.0	150.0	22.0	'89	3,600.0	
	"	"	"	3.0	40.0	2.0	4.0	125.0	11.0	'89	2,880.0	
	"	"	412	2.0	67.0	3.0	6.0	150.0	22.0	'89	5,000.0	
	"	"	"	2.0	67.0	3.0	6.0	150.0	22.0	'89	5,000.0	
	"	"	"	2.0	67.0	3.0	6.0	150.0	22.0	'89	5,000.0	
	"	"	"	2.0	67.0	3.0	6.0	200.0	30.0	'89	5,000.0	
	"	"	"	2.0	67.0	3.0	6.0	150.0	30.0	'89	5,000.0	
	"	"	"	2.0	67.0	3.0	8.0	150.0	30.0	'89	5,000.0	
	"	표선면	하천리	62-1	5.0	66.0	4.0	5.0	150.0	15.0	'87	3,456.0
"	"	"	"	5.0	66.0	3.0	5.0	150.0	22.0	'87	3,456.0	
"	"	"	"	5.0	66.0	3.0	5.0	150.0	22.0	'87	3,456.0	
"	"	"	2213	5.0	66.0	3.0	5.0	150.0	22.0	'87	6,000.0	

토층과 만나게 되면 더이상의 수직강하를 하지 못하고 그 지층위의 부유수체(compartment)형태로 부존하는 형이며, 상기 조건을 갖춘 지역으로는 지하에 서귀포층과 성산층이 분포하는 서귀포 및 남원 서부지역과 제주지역의 중산간 일부 지역에만 국한되어 분포하고, 지하수위도 갈수기와 풍수기에 따라 매우 가변적이며 그 수량도 매우 한정적이라 하였다.

기저지하수는 지표로부터 유입된 지하수가 섬 하부까지 하강하여 바닷물과의 비중차(1:1.025)때문에 담수체가 해수위에 lens의 형태로 떠 있는 상태로 부존하게 되는 것을 말하며, 기저지하수는 본도 전역에 걸쳐 풍부한 수량이 부존되고 있으나 본도의 110회 이상의 화산분출로 지하지질이 다양한 종류의 용암류와 화산쇄설물, 퇴적암류 등으로 구성되어 있어 투수성이 균일하지 못하므로 담수 lens체가 이상적인 형태로 형성되어 있지 않은 것으로 추정하였다.

한편 한국수자원공사(1993)는 제주도의 지하수를 지하지질구조와 산출상태에 따라 상위지하수, 기저지하수, 준기저지하수로 대별할 수 있다 하였다<그림 2-34>.

각 부존 형태별로 특성을 살펴보면 상위지하수는 본도의 중산간 지대 및 고지대와 남부 해안지역에 걸쳐 광범위하게 분포하는데 그 부존상태에 따라 세가지 유형으로 세분할 수 있다. 첫째는 비포화대 내에서 단속적으로 보존되어 타대수층과 수리적인 연결성이 없는 부유 지하수로서 지금까지 통상 상위지하수로 불리워온 유형의 지하수이다. 둘째는 대수층 상부에 기반을 이루고 있는 저투수성 퇴적층이 해수면 상부에 위치한 경우이며, 셋째는 퇴적층이 해수면 하에 위치하나 지하수위가 높게 형성되며 조석의 영향을 받지 않는 지하수체이다.



<그림 2-34> 제주도 지하수의 부존형태

상위지하수체는 해수와는 직접적인 접촉이 없어 대체적으로 수질이 양호하나 독립적 또는 국지적으로 분포하여 그 규모가 작으므로 강수량 및 계절에 따라 유량과 수위변화가 심하게 나타난다고 하였다.

본 도에서 가장 풍부한 수자원인 기저지하수는 동부지역, 즉 조천에서 남원 구간의 해안으로부터 내륙 깊숙이 까지 분포하고 있으며 서부지역의 한림, 고산 및 한경 등 일부 지역에서도 해안변을 따라 분포하고 있는 것으로 분석된다. 기저지하수는 상위지하수와는 달리 담수체 상하부가 항상 유동상태에 있으며 담수체의 변화에 따라 해수의 수평 및 수직운동이 일어나게 되며, 해수와 담수의 접촉면은 렌즈의 수축, 팽창과 조석의 영향으로 인하여 뚜렷한 경계면을 갖기 보다는 담수와 해수가 혼합된 점이대를 갖는데 제주도와 같이 투수성이 큰 지층으로 구성된 지역에서 점이대의 두께는 담수체의 크기가 큰 상류지역에서는 얇게 형성되며 해안쪽으로 갈수록 두꺼워지다가 해안 유출지점에서는 렌즈의 전 두께가 점이대로 구성된다<그림 2-34>. 따라서 해안 용출수에 염분이 함유되며, 해안부근에 관정을 개발할 경우 염수의 역상승(upconing)에 의한 해수침입이 발생하기 쉽다. 이러한 현상이 현재 문제가 되고 있는 동부지역, 특히 구좌, 성산지역 용출수 및 해안부근 관정의 염분함량이 높게 나타나고 있는 이유로 설명 될 수 있다.

준기저지하수는 하부가 불투수성 또는 난대수성 지층에 의하여 해수와의 직접적인 접촉이 차단되어 기저지하수와 비교할 때 채수에 따른 해수침입 우려가 상대적으로 적으므로 용수개발에 그 중요성이 크다. 준기저지하수의 부존 여부는 상기한 저투수성 지층이 대수층 하부 분포 위치에 따라 결정되는데, 본 도 하부에 투수성이 낮은 퇴

적층이 넓게 분포하고 있는 것으로 추정되므로 광범위하게 분포할 것으로 예상되나 현재까지 부존이 확인된 곳은 서부 해안지역과 북부의 삼양 및 신촌지역 남부 서귀포의 자굴이지역 등이다.

(나) 지하수위 변동분석

지하수위 자료는 지하수 포장체의 규모, 대수층의 성격과 능력, 지하수 유동방향 판단 및 대수층 변동 예측뿐만 아니라 총체적인 지하수 거동과약을 통한 지역별 지하수 개발가능량을 설정하는데 필수적인 기본 자료가 된다.

일반적으로 지하수위는 수문, 기상조건, 양수등에 따라 년중 끊임 없이 변화하며 특히 제주도는 지하지질구조가 투수성이 큰 지질매체로 구성되어 있어 수위변동도 각종 요인에 의해 큰 폭으로 나타나고 있는 것으로 추정하고 있다. 지하수위 변동은 강우량, 증발산량, 정호정에서의 양수량, 조석간만에 의한 영향등의 요인에 의해 발생하고 있으며, 본도에서의 지하수위 변화는 수역별 대수층의 유형과 지질구조, 양수량, 강우량, 조석간만에 의한 영향의 특성에 따라 수역별로 상이하게 나타나고 있다.

섬지방의 지하수위 변동요인은 주로 조석간만에 의한 영향이 관측되며 그 변동폭과 영향권은 해안변지역의 수리지질학적 특성과 조차 등의 조건에 따라 가변적으로 나타나고 있다. 그리고 강우량의 변화와 양수량에 의해서 지하수 수위가 단기적 및 계절적 변동을 유발시키는 가장 근본적인 요인이 되고 있다.

제주도와 같은 섬지역에서의 담수 lens체의 두께는 조석운동, 대수층의 불균질성, 개발에 따른 지하수의 불규칙한 소모량 등에 따라 복잡한 유동상태를 이루고 있어 해수와 동적 평형을 유지하는 것으로 밝혀졌고 담수체와 해수가 접하는 곳에서는 어떤 폭을 갖는 점이

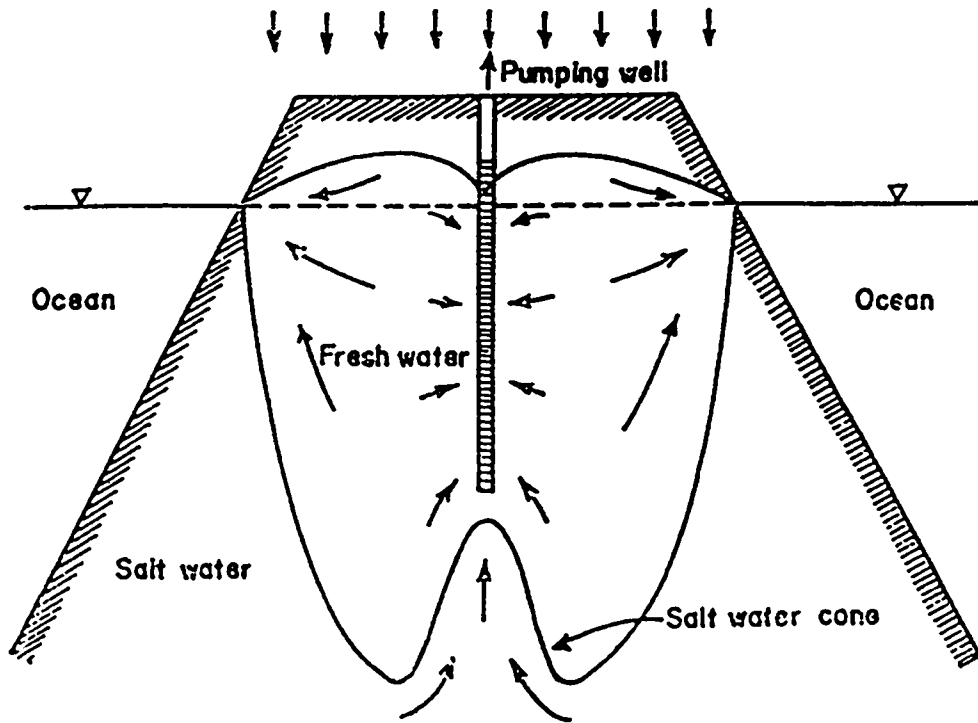
대가 형성되어 있다. 이러한 점이대는 조석의 영향, 함양량과 유출량의 변동, 기타 양수량에 의한 지하수위의 변화에 따라 확산되며 일시에 많은 양의 지하수를 심정공에서 양수할 경우 담수 lens체 하부에는 갑작스런 국부적인 변위현상이 일어나 <그림 2-35>처럼 염수는 상향운동을 일으키게 되어 넓은 점이대가 형성되며 기존 대수층내로 염수가 침입될 가능성이 있다.

#### (다) 인공함양에 따른 지하수위 변동분석

다음은 인공함양공법을 채택하여 지하수위를 상승시킴으로 해서 해수로 오염된 지하수를 원상태로 회복시킨 시공사례이다.

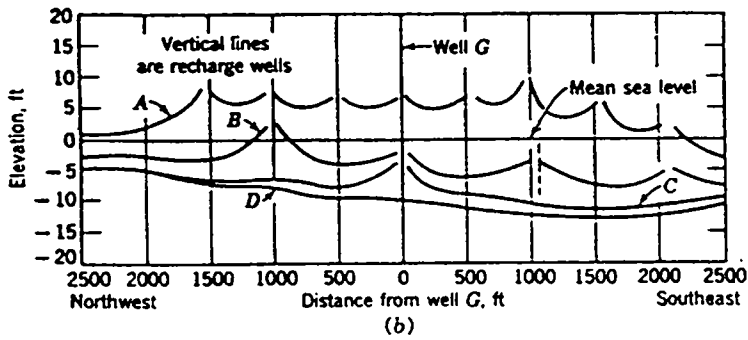
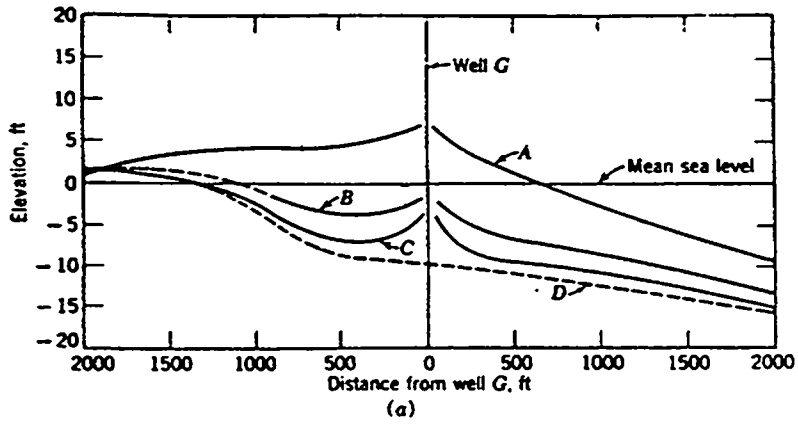
<그림 2-36>는 미국 캘리포니아 Manhattan Beach의 해안지방에서 해안선 가까이 부존하는 담수 lens가 얇은 기저지하수체를 지니고 있으며, 이때 적정채수량 이상으로 채수를 할시 절대수위가 해수준면 이하로 하강된 상태로서 해수가 기존 담수 lens내로 침입한 예를 나타낸 그림이다. 이를 원상태로 회복할 계획으로 해안선에서 약 2,000ft 떨어진 지점에 담수 재투입용 관정을 뚫었다. 담수를 재투입하기 전에는 압력수위(절대수위)가 평균 해수면보다 약 6~12ft 밑에 있었으며 <그림 2-37>는 해수로 오염된 지하수를 원상태로 회복시키기 위하여 오염된 지하수의 해안선에서 부터 각각 500ft, 1,000ft, 1,500ft, 2,000ft 떨어진 지점에 담수 투입용으로 다시 새로운 관정을 설치한 것을 나타낸 그림이다.

<그림 2-36>에서 D는 1953년 2월 12일 부터 3월 10일까지 약 한 달간 계속투입한 결과 상승된 절대수위이다. B는 12월 12일 부터 6월 15일까지 약 6개월간 담수투입 결과 서서히 절대수위가 상승하여 해수준면 위로 약간 노출되기 시작함을 보여준다. A는 담수투입후 9개월후에 절대수위가 해수준면보다 아주 높게 올라가 원상태로 복원



<그림 2-35> 과잉양수때 역상승현상 모식도

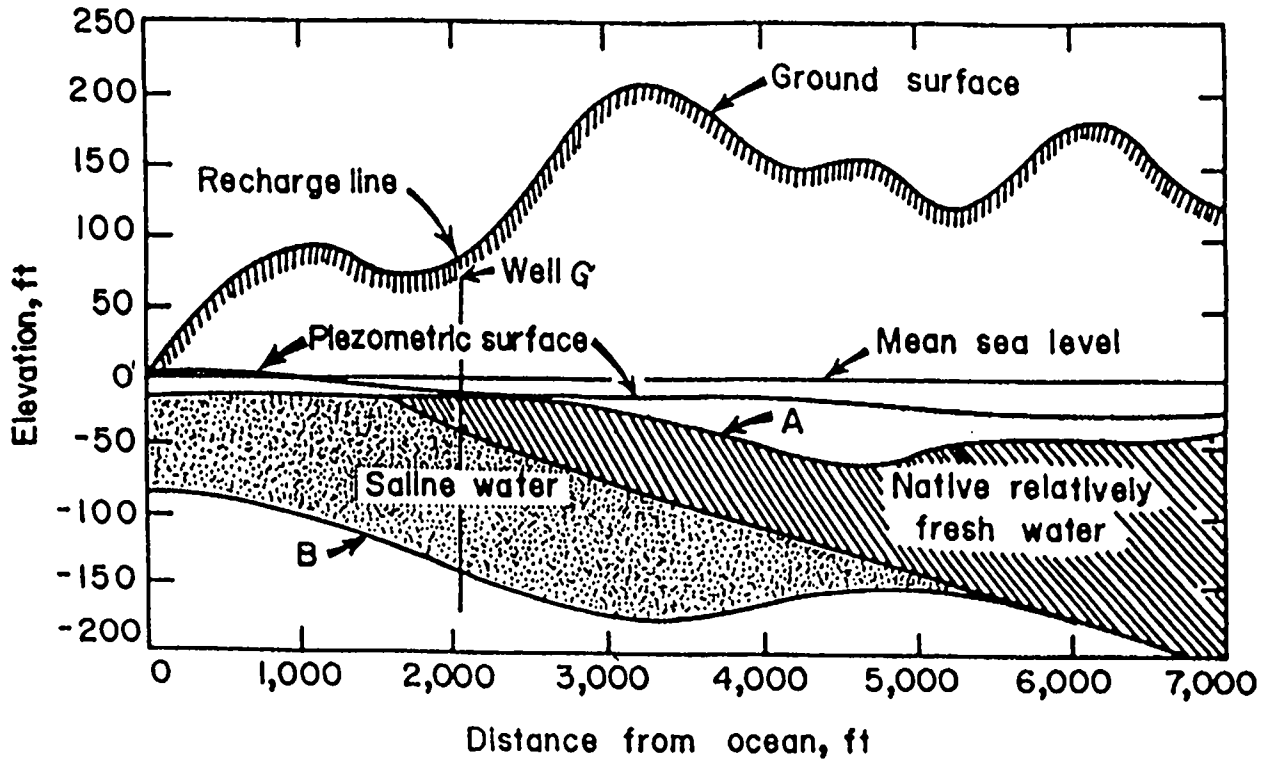




Profiles of piezometric surfaces (a) normal to and (b) along the line of recharge wells, Manhattan Beach, Calif. A—Sept. 16, 1953; B—June 15, 1953; C—March 10, 1953; and D—static water level prior to beginning of recharge on Feb. 12, 1953 (after Lavery and van der Goot¹⁹).

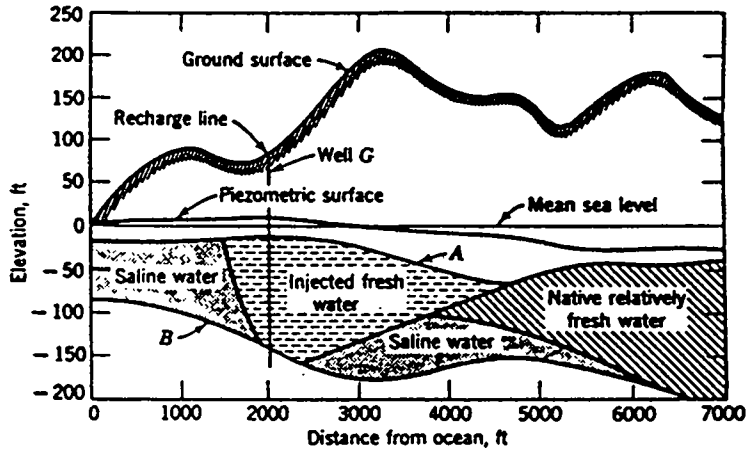
<그림 2-36> 해수침입지역의 인공함양 과정모식도

된 모습을 보여준다. <그림 2-37>는 <그림 2-36>의 실험상태를 알기 쉽게 나타낸 것이다. <그림 2-38>은 담수 투입하기를 2년간이나 계속한 결과 원상태로 복원된 모습을 나타낸 그림이다. 그러나 2,500~6,000ft 사이의 지역에 lens상태에 침입한 해수가 그냥 남아 있으나 계속적으로 담수를 투입하면 원상태로 회복된다고 하였다. 사업지구를 포함하는 제주도 동부 일부 지역은 서귀포층이 결층으로 지하수를 받쳐 줄만한 차수층이 없고 투수성이 양호한 현무암류 및 스코리아층이 주로 분포함으로 담수 lens체가 얇으며 해수와 담수의 접촉면은 lens의 수축 팽창과 조석의 영향등으로 담수와 해수가 혼합된 접이대를 갖고 있다. 이 접이대의 두께는 내륙쪽인 상류지역에는 얇게 형성되어 있으며 해안쪽으로 갈수록 두꺼워 지고 있다. 이러한 이유로 동부 일부 지역은 내륙부 6km까지 해수가 침입된 지역이 관측되며 해안에서 1km까지 구간은 염분도가 300ppm을 초과한 지점이다<표 2-16>. 더구나 강우가 시작된 7월 2일 2개소(관측A호공, 하천(D-31호공)지구)에서 측정된 지하수위도 하천지구에서 약 4시간 정도 빨리 상승하고 있는 것을 확인할 수가 있었다. 이러한 이유는 비록 강우시 천미천(유입공)에 막대한 양의 유출이 이루어졌지만 '93년도 수자원개발공사에서 실시한 하천지구의 투수량계수(T)는  $8.28E \times 10^4 m^2/일$ 로서 유입공에서 1차 양수시험시 측정된 투수량계수(T)  $4.23E \times 10^3 m^2/일$ 보다 무려 20배 정도 더 큰 것으로 추정할 수 있다. <그림 2-39>은 자동수위측정기가 설치된 관측 A공과 하천(D-31)지구에서 관측된 자연수위 Graph이다(단, 조석차는 보정하지 않고 나타내었다).



Sea water intrusion at Manhattan Beach, Calif, prior to recharge A—upper boundary of aquifer; B—lower boundary of aquifer (after Laverty and van der Goot).

<그림 2-37> 과잉양수에 의한 해수가 침입한 때



Sea water intrusion at Manhattan Beach, Calif., two years after beginning of recharge. A—upper boundary of aquifer; B—lower boundary of aquifer (after Laverty and van der Goot)

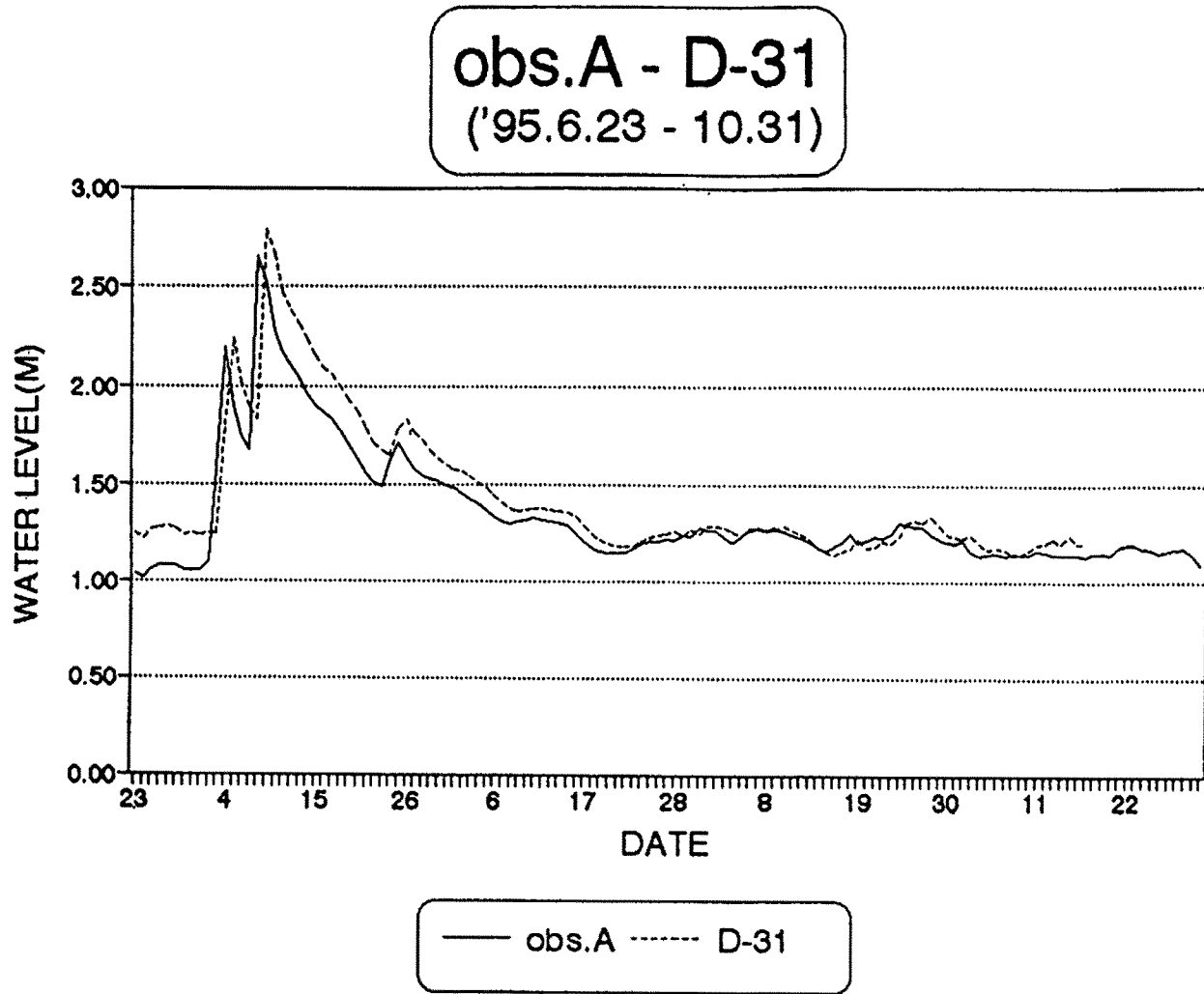
<그림 2-38> 인공함양에 따른 지하수위 상승 모식도

<표 2-21> 일별 자연수위 측정내역(관측 A공)('95.6.23~10.31)  
(단위 : m)

일자	6월		7월		8월		9월		10월	
	자연수위	해수준고	자연수위	해수준고	자연수위	해수준고	자연수위	해수준고	자연수위	해수준고
1			29.473	1.057	29.046	1.484	29.261	1.269	29.324	1.206
2			29.424	1.106	29.075	1.455	29.266	1.264	29.313	1.217
3			28.956	1.574	29.102	1.428	29.296	1.234	29.369	1.161
4			28.331	2.199	29.128	1.402	29.328	1.203	29.391	1.139
5			28.634	1.896	29.156	1.374	29.288	1.242	29.380	1.150
6			28.790	1.740	29.192	1.338	29.264	1.266	29.377	1.153
7			28.861	1.669	29.218	1.312	29.260	1.270	29.386	1.144
8			27.877	2.653	29.228	1.302	29.264	1.266	29.379	1.151
9			28.004	2.526	29.215	1.315	29.251	1.279	29.381	1.149
10			28.242	2.288	29.206	1.324	29.267	1.263	29.382	1.148
11			28.354	2.176	29.202	1.328	29.282	1.248	29.362	1.168
12			28.427	2.103	29.210	1.320	29.298	1.232	29.365	1.165
13			28.489	2.041	29.213	1.318	29.320	1.210	29.383	1.147
14			28.570	1.960	29.219	1.311	29.343	1.187	29.383	1.147
15			28.626	1.904	29.237	1.293	29.365	1.165	29.379	1.151
16			28.654	1.876	29.278	1.252	29.341	1.189	29.382	1.148
17			28.697	1.833	29.319	1.212	29.325	1.205	29.397	1.134
18			28.752	1.778	29.349	1.181	29.275	1.255	29.374	1.156
19			28.817	1.713	29.369	1.161	29.324	1.206	29.378	1.152
20			28.899	1.631	29.372	1.158	29.313	1.217	29.379	1.151
21			28.978	1.552	29.377	1.153	29.288	1.242	29.340	1.190
22			29.018	1.512	29.374	1.156	29.296	1.234	29.331	1.199
23	29.487	1.043	29.042	1.489	29.351	1.179	29.275	1.255	29.337	1.193
24	29.507	1.023	28.920	1.610	23.331	1.199	29.221	1.309	29.348	1.182
25	29.466	1.064	28.816	1.714	29.317	1.213	29.226	1.304	29.357	1.173
26	29.442	1.088	28.897	1.633	29.316	1.214	29.244	1.286	29.374	1.156
27	29.445	1.085	28.950	1.580	29.307	1.223	29.241	1.289	29.362	1.168
28	29.449	1.081	28.993	1.537	29.311	1.219	29.277	1.253	29.354	1.176
29	29.470	1.060	28.995	1.535	29.285	1.245	29.307	1.223	29.348	1.182
30	29.472	1.058	29.009	1.521	29.292	1.238	29.321	1.209	29.392	1.138
31			29.043	1.487	29.252	1.278			29.435	1.095

<표 2-22> 일별 자연수위 측정내역(하천 D-31공)('95.6.23~10.31)  
(단위 : m)

일자	6월		7월		8월		9월		10월	
	자연수위	해수준고	자연수위	해수준고	자연수위	해수준고	자연수위	해수준고	자연수위	해수준고
1			39.702	1.249	39.378	1.572	39.660	1.290	39.714	1.236
2			39.698	1.252	39.384	1.566	39.664	1.286	39.716	1.234
3			39.696	1.254	39.412	1.538	39.673	1.277	39.702	1.248
4			39.145	1.805	39.439	1.511	39.692	1.258	39.749	1.201
5			39.709	2.241	39.467	1.483	39.711	1.239	39.774	1.176
6			38.933	2.017	39.501	1.449	39.676	1.274	39.766	1.184
7			39.061	1.889	39.543	1.407	39.671	1.279	39.771	1.179
8			39.119	1.831	39.573	1.377	39.685	1.265	39.792	1.158
9			38.162	2.788	39.586	1.364	39.685	1.266	39.801	1.149
10			38.285	2.665	39.576	1.374	39.665	1.286	39.784	1.166
11			38.467	2.483	39.570	1.380	39.683	1.267	39.757	1.193
12			38.568	2.382	39.570	1.380	39.696	1.254	39.746	1.204
13			38.640	2.310	39.580	1.370	39.724	1.226	39.729	1.221
14			38.714	2.236	39.583	1.367	39.762	1.188	39.746	1.204
15			38.796	2.154	39.590	1.360	39.788	1.162	39.704	1.246
16			39.854	2.096	39.611	1.339	39.812	1.138	39.746	1.204
17			38.891	2.059	39.656	1.294	39.791	1.159	39.748	1.202
18			38.942	2.008	39.699	1.251	39.773	1.177		
19			39.004	1.946	39.732	1.218	39.725	1.225		
20			39.079	1.871	39.754	1.196	39.769	1.181		
21			39.165	1.785	39.757	1.193	39.759	1.191		
22			39.240	1.711	39.763	1.187	39.737	1.213		
23	39.697	1.253	39.277	1.673	39.763	1.187	39.744	1.206		
24	39.726	1.224	39.301	1.649	39.739	1.211	39.709	1.241		
25	39.681	1.269	39.166	1.784	39.720	1.230	39.640	1.310		
26	39.666	1.284	39.117	1.833	39.704	1.246	39.628	1.322		
27	39.666	1.284	39.178	1.772	39.700	1.250	39.640	1.310		
28	39.679	1.271	39.225	1.725	39.694	1.256	39.613	1.337		
29	39.702	1.249	39.379	1.671	39.701	1.249	39.654	1.296		
30	39.698	1.252	39.321	1.629	39.686	1.264	39.696	1.254		
31			39.349	1.601	39.699	1.252				



<그림 2-39> 관측A호공, D-31호공에서 측정된 자연수위변화(해수면 기준)

## 제 6 절. 지하수 모델링기법에 의한 지하수 포장 예측분석

### 1. 지하수 유동 모델링 구축

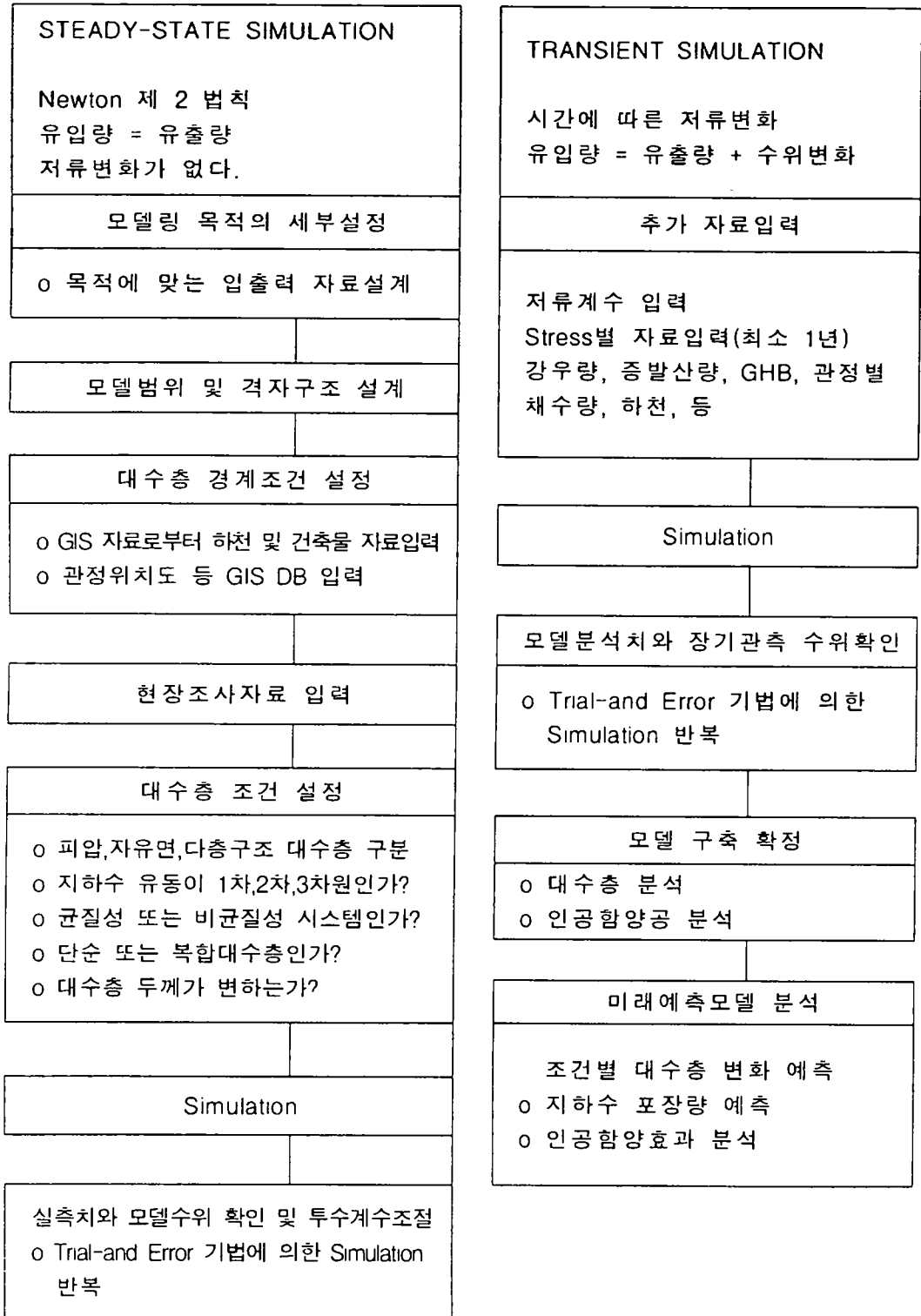
제주지역 지하수 인공함양효과를 분석하고자 지하수 모델링 기법을 활용하여 성산읍 신천리 전 유역을 포함하는 지역의 대수층 구조와 특성을 MODFLOW 프로그램을 활용하여 수치모델로 구축하고 함양공에서의 유입량을 3개 조건으로 주어 수위 상승효과를 해석하였다.

지하수 모델링은 대수층 조건과 흐름등의 자연상태를 수식으로 표현하고 컴퓨터에 의해 계산하는 것으로서 입력자료가 부정확할 경우 그 분석결과도 부정확하게 되므로 현장조사에서 얻어지는 모든 자료들의 정확한 분석과 입력이 선행되어야 하고 이에 대한 검증이 필요하다. 이 검증은 수식과 입출력자료들의 이론적 배경확인은 물론 현장에서 실측한 자료와 컴퓨터 출력자료가 일치해야만 하고 이를 위해 '95년에 관측한 장기 수위관측자료를 활용하였다. '93년 까지 세계 지하수모델링학회에 등록된 지하수모델링 프로그램은 492종이 있으며 이들을 '93년 미국 환경부산하 EPA에서 세부 종목별, 특성별로 구분하고 활용상태와 신뢰도 자료를 정리하였다. 이중 일반 지하수 전문 연구기관들뿐 아니라 미국 지질조사소인 U.S.G.S에서 시행한 지하수용역 사업에서도 가장 활용도가 높았던 MODFLOW 프로그램을 제주지역 지하수 인공함양에 관한 연구사업에서도 활용하여 지하수 포장 예측분석을 실시하였으며 프로그램 체계도는 <표 2-23>와 같다.

모델의 구축범위는 유역전체를 포함시켜 대수층 전체가 한라산 중산간으로부터 해안까지 지하수위변화를 검증코자 하였다.



<표 2-23> MODFLOW 프로그램 체계도



유역설정은 지표수 유역을 기준으로 설정하였는데 지하수 유역이 지표수유역과 일치하지는 않지만 수십차례의 용암류 퇴적구조를 실제 조사할 수는 없어 지표수 수계를 기준으로 작성하였다.

천미천 수계 유역은 중산간 교래리 서쪽으로부터 발원하여 표선리 앞바다로 흐르며 중간의 분포한 오름을 경계로 유역경계를 잡았다 <그림 2-40>. 전체적인 모델 범위는 가로로 15km, 세로 20.5km의 크기이다.

#### 가. 격자구조의 구성

모델의 격자구조는 관측정과 양수정이 있는 조사지역은 5m×5m 크기로 설정하여 지하수위 변화분석이 가능토록 하였고 교래리 부근 중산간 지역은 500m×500m 크기로 총격자 셀수는  $211 \times 219 = 46,209$  셀이다 <그림 2-41, 2-42>.

#### 나. 대수층 구조 및 특성 입력(경계조건 및 Package)

##### (1) 대수층(Active Cell)

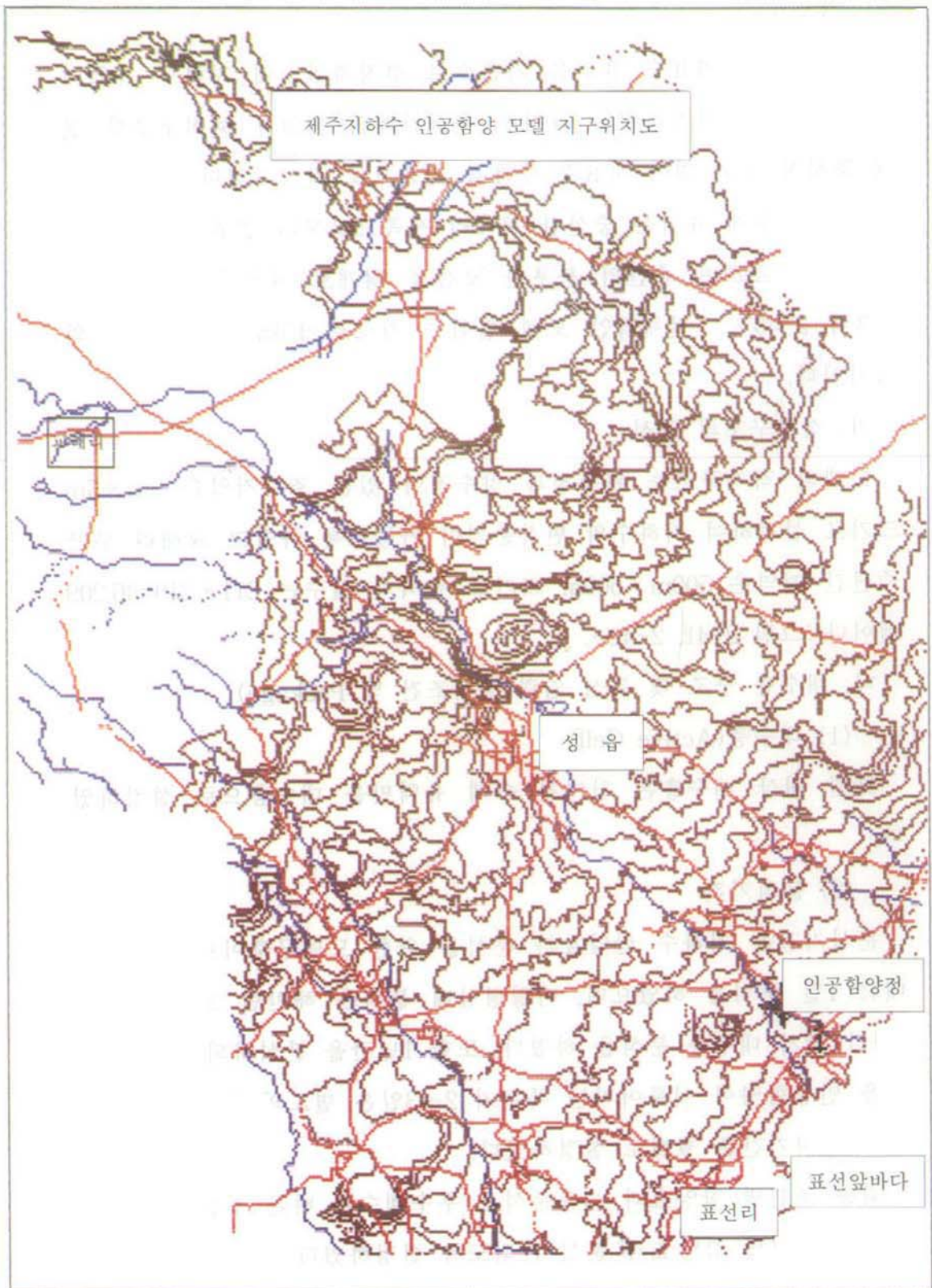
모델 대상 대수층은 천미천 수계 유역만을 대수층으로 설정하였다.

##### (2) 분석기간

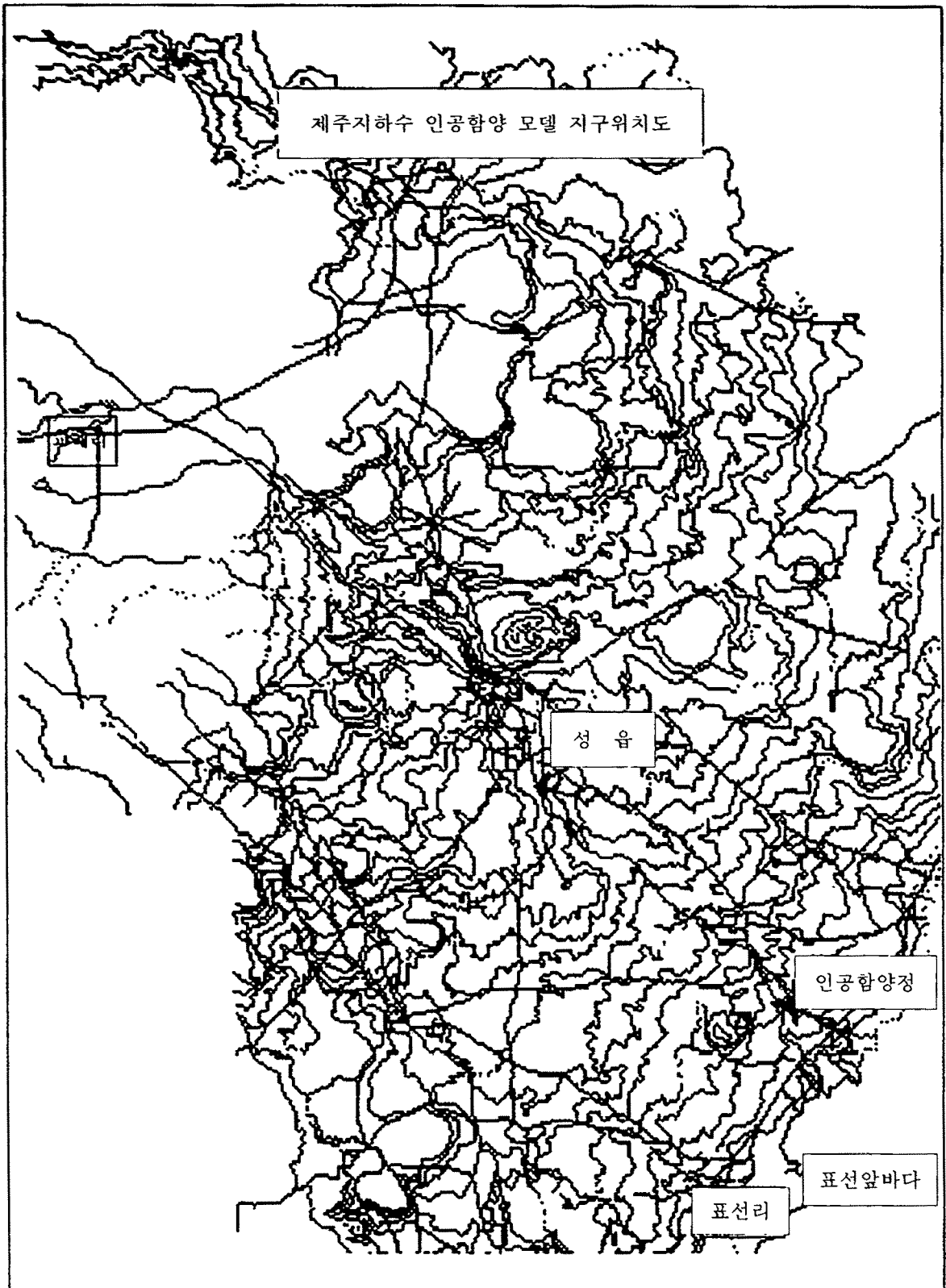
분석기간은 지하수 함양효과 분석을 위한 모델구축이므로 평형상태는 1일 분석을 하였으며, 비평형상태 분석은 해안변 조석 분석은 2일간 장기 대수층 분석을 하였다. 또한 1년간을 분석하되 Stress 기간을 인공함양이 이루어지는 폭우기 2~3일은 별도의 Stress로 구분하고 잔여기간은 월별로 설정하였다.

최종 조건별 함양효과 예측분석은 투수계수가 빠른 것을 감안하여 30일간을 일별 함양효과 분석이 되도록 설정하였다.

##### (3) 지형적인 경계조건으로는 모델범위가 전체 수계유역을 모두

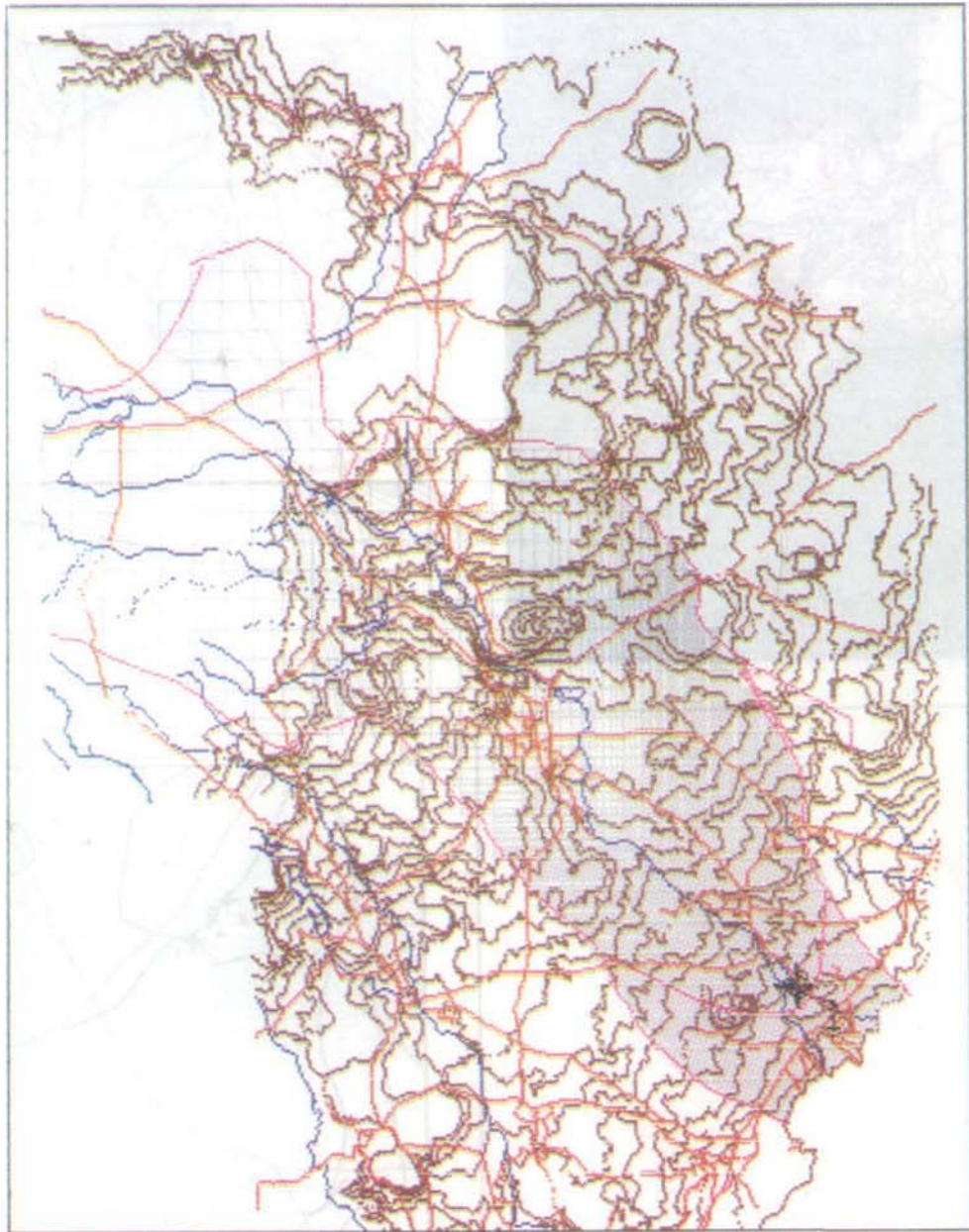


<그림 2-40> 제주지하수 인공함양 모델링지귀위치도

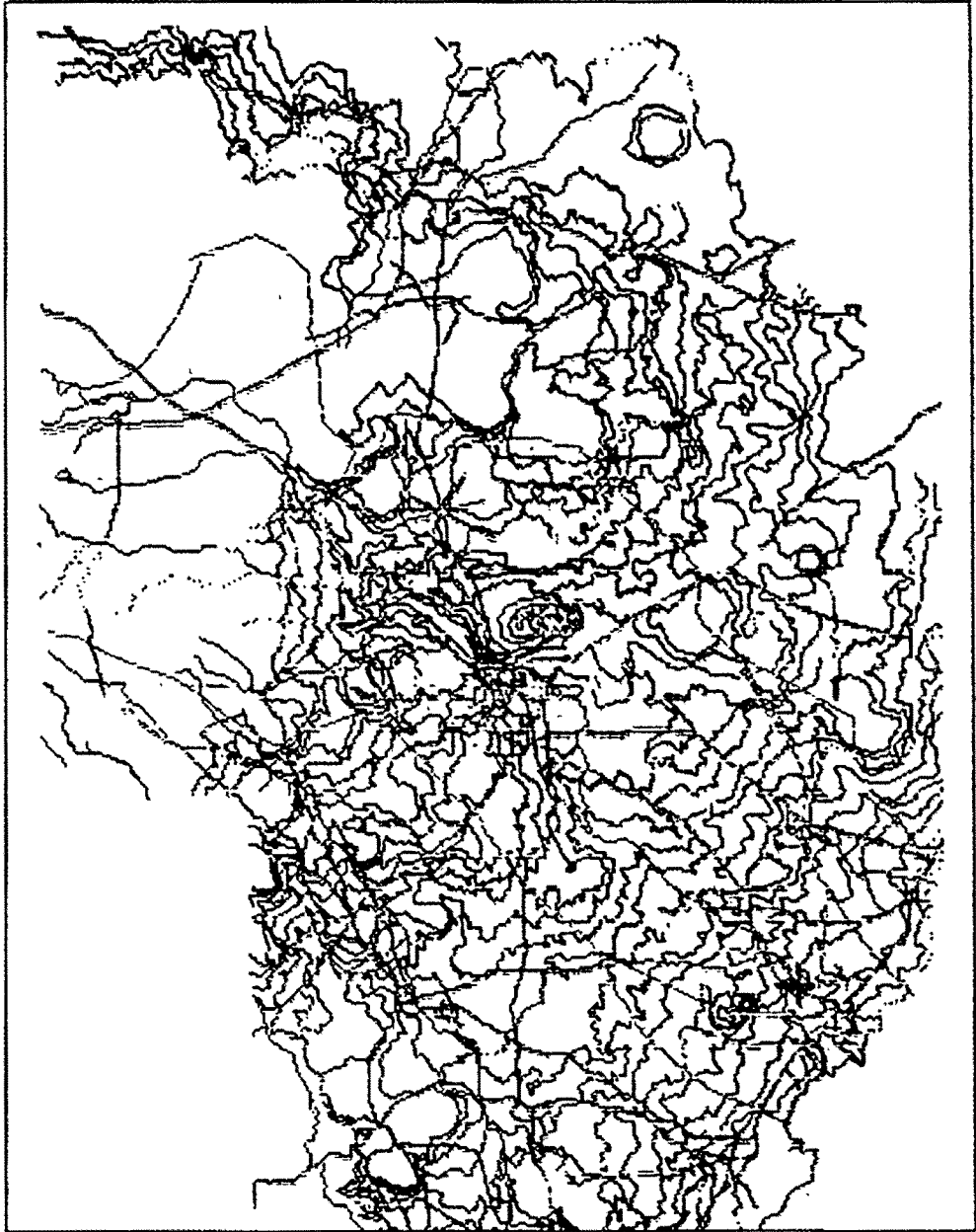


<그림 2-40> 제주지하수 인공함양 모델링지귀위치도

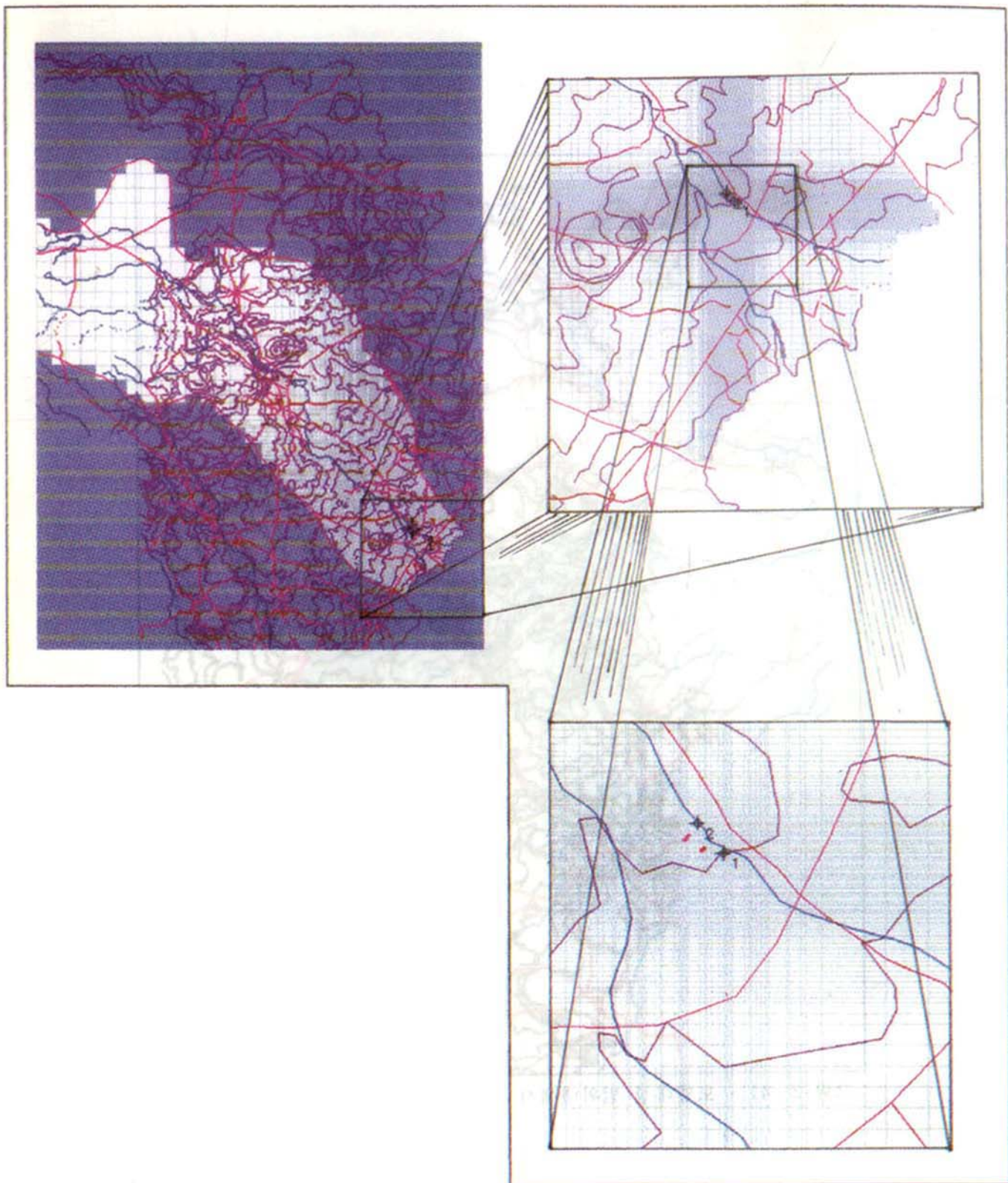




<그림 2-41> 모델대상 범위내에서 지표수계를 중심으로 선정한 구역범위

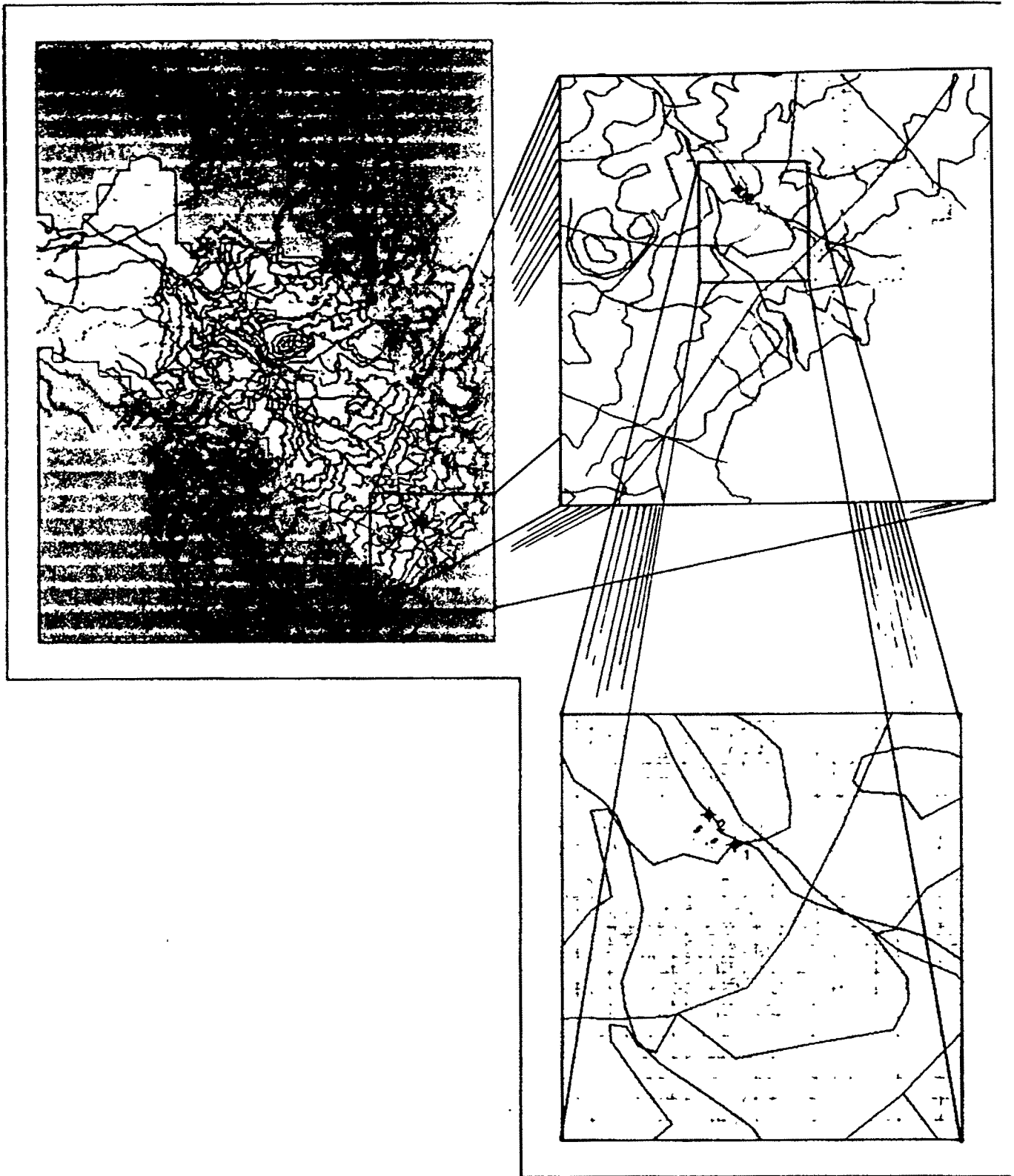


<그림 2-41> 모델대상 범위내에서 지표수계를 중심으로 선정된 유역범위



<그림 2-42> 모델 격자구조 나눔과 함양공의 위치





<그림 2-42> 모델 격자구조 나눔과 함양공의 위치



포함하므로 달리 설정하지 않았다.

#### (4) 해안 경계조건(변수위 경계조건)

해안선의 조석변화 분석을 위하여 비평형상태로 대조시의 2일간 조석차를 조석시간별로 지정수위를 주어 Simulation 하였으며 장기 모델분석에서는 정수위로(0m) 설정하였다.

#### (5) 강우시만 흐르는 천미천은 경계조건으로 간주하지 않았다.

'95년 조사자료를 기준으로하면 우기인 7, 8월 중에 천미천의 하천 유출은 강우가 100mm 이상인 경우에 한하여 5회의 일시적인 하천 유출이 있었으며 '96년도에는 천미천에 하천유출이 있을 정도의 강우는 기록되지 않았다. 이러한 천미천의 하천 유출량은 모델구조 내에서 강우의 함양량으로 조절이 가능하여 하천(Stream) 및 강(River) Package는 없는 것으로 간주하였다.

#### (6) 강수의 함양량 Recharge Package

강수에 의한 지하수 자연 함양율분석은 여러기관에서 수문분석에 의하여 시행된바 있으며 큰 요소만을 고려할 시는 **강우량 - 지표유출량 - 증발산량**으로 표현된다.

본 연구사업에서는 앞장에서 기술한 바와 같이 토양분석기법에서의 '93년 강우에 대한 지표 유출율분석이 되어 있다.

본 연구사업의 일환으로 '95년 7월에 천미천 하류인 조사지역에서 지표수 유출량 분석을 일시 시행한 바 있으며 분석결과는 다음과 같다.

#### (가) 제 1 차 조사

- 천미천 관측정 상부 총 유역면적 : 약 90 km²
- 조사기간 : '95년 7월 1일 부터 3일
- 강우량 317mm : 28,530 천m'

○ 천미천 하천 유출량 : 11,407 천m³(강우량의 약 40%)

(나) 제 2 차 조사

○ 조사기간 : '95년 7월 7일 부터 7일

○ 강우량 271.5mm : 24,390 천m³

○ 천미천 하천 유출량 : 4,102 천m³(약 17%)

(다) 제 3차 조사

○ 조사기간 : '95년 7월 22일 부터 23일

○ 강우량 144mm : 12,960 천m³

○ 천미천 하천 유출량 : 3,381 천m³(약 26%)

상기 자료에서 보는 바와같이 제주도에서 강우의 지표유출량은 크게 다르다. 제 2차 조사시에는 천미천의 강우 유출이 중단되는 다음 날까지 지속적으로 측정치 못하여 유출량이 개략 30%정도로 추정된다.

'95년 유출량분석에서 실측치와 '93년 이론 산출식에 의한 분석치와는 약간의 차이가 있다. 여기서 '95년 실측값은 토양의 초기함수조건을 고려치 않은 유출량만의 실제 측정값이다<표 2-24>.

<표 2-24> 유출량분석에서 이론산출식과 실측치 비교

호우 강도	지표유출율		비 고
	'93년 이론산출식	'95년 실측치	
122mm	70%		
144mm		26%	
184mm	55.6%		
271.5mm		30%	
317mm		40%	

상기 기록에는 없으나 '95 조사시 천미천 유역에서는 대략 80mm 미만의 강우시 지표유출량은 없는 것으로 관측되었으며 100mm 이

상 강우시 강우의 시간별 집중율에 따라 점진적으로 유출율이 증가하여 2차함수에 가까운 관계를 이루는 것으로 추정된다.

'93년 건설부에서 조사한 “제주도수자원 종합개발계획”보고서에는 제주도 남부지역에서의 직접유출율을 28.6%, 증발산량을 32.4%로 조사되어 있다.

이처럼 조사보고서마다 유출율과 증발산량이 다른 숨골이 발달한 제주지역 특성때문에 직접유출이 강우의 집중도에 크게 좌우되고 있고 조사기간의 강우빈도와 강우량, 토양층의 초기함수조건에 따라 크게 달라짐에 그 원인이 있다. 이러한 원인에 좀더 정확한 분석값을 얻기 위하여는 지역별 강우 빈도와 집중도별로 토양조사, 지표유출조사, 지하수조사, 증발산량 조사등을 합동으로 장기간 조사 분석해야하나 조사비의 과다로 이를 시행치 못하고 전문가별로 단기간의 조사결과를 토대로 대개 1년치를 평균하여 단일값으로 비율을 산출하기 때문이다.

지표유출량은 '95년 천미천 유출량측정과 토양분석으로 얻은 값을 기준으로 집중호우시 다음과 같이 지표유출이 있다고 가정하여 모델을 분석하였다<표 2-25>.

<표 2-25> 집중호우시 지표유출율

상우별	70mm미만	70~100mm	100~150mm	150~200mm	200~250mm	250~300mm
직접유출	0%	5%	8%	15%	25%	40%

강우량자료는 10년간의 평균 월별값을 사용하였으며 Stress 기간 설정을 인공함양공의 지표유출에 맞추어 구분하여야 하므로 그와 동일하게 잡았다<표 2-26>.

<표 2-26> Stress 기간에 따른 자연함양량

Stress기간	자연함양량	Stress기간	자연함양량	Stress기간	자연함양량
1월 31일간	1.1mm/일	6월30일간	3.0mm/일	10월 2일간	20.7mm/일
2월 2일간	23.7mm/일	7월 3일간	11.6mm/일	10월29일간	0mm/일
2월 26일간	0mm/일	7월28일간	0mm/일	11월 2일간	16.2mm/일
3월31일간	2.2mm/일	8월 2일간	44.3mm/일	11월28일간	0mm/일
4월30일간	2.0mm/일	8월 5일간	0mm/일	12월31일간	0.6mm/일
5월31일간	2.7mm/일	9월30일간	2.5mm/일		

(7) 제주도에서의 증발산량도 지하수와 관련되어 육지부와는 크게 다르다. 육지부에서의 증발산량은 지표로부터 수미터 이내에 지하수위가 형성되어 나무 뿌리의 증산작용에 의하여 지하수가 증발산되는 경우가 대부분이지만 제주도의 지하수 부존 특성은 수차례의 용암류가 퇴적되고 수직절리와 습골의 발달, 증산간지역 지하수위가 지표에서 200~300m 이하인점 등으로 지하수가 증발산되는 양은 거의 없다고 볼 수 있다. 다만 불포화대인 토양층까지 증발산작용이 일어난다고 볼 수 있으며 토양층의 토양수 수분율에 따라 강우시 대수층으로의 함양율에 영향을 미친다고 볼 수 있다. MODFLOW 프로그램에서는 EVT Package에서 이러한 고려사항중 지하수위와 관련된 증발산율은 자동으로 계산이 되며 제주도에서처럼 지하수와 직접적 증발산량과 관련이 없을 시는 강우의 함양율에서 증발산율을 빼고 입력할 경우 계산시간을 절약할 수 있다.

## 2. 평형상태 분석을 통한 모델링구축(Steady state simulation)

평형상태(Steady)란 시간이 지나도 속도가 변하지 않는다는 의미로 여기서는 한번의 Time Step 기간동안 유입량과 유출량이 동일할 때 형성되는 수위분포를 계산케하여 입력된 투수계수의 분포가

수위와 일치되는지를 검토하게 된다. 따라서 저류계수의 기능을 고려치 않으며, 모델구축의 1차적인 신뢰도 검증은 할 수 있다. 실측자료가 아닌 추정자료들에 의한 오류가 제거되도록 입력된 투수량계수와 함양량을 조절하면서 모델 Simulation을 반복하여 모델에서 출력되는 자연수위가 실측치와 맞을때까지 조절(Trial-error) 분석하였다.

신천리 지역의 대수층 구조를 모델로 구축하기 위하여 모델분석 대상범위는 1:25,000 지형도 와산, 송당, 위미, 표선 4개 도면에서 천미천 유역면적을 중심으로 설정하였다.

상류부는 와산 도면의 지그리오름과 괴평이오름으로 부터 하류부 표선 앞바다까지를 포함하는 유역면적을 모델범위로 설정하여 한라산 상류로부터의 함양효과까지도 효과적으로 분석되도록 하였다.

#### 가. 투수계수 분포

##### (1) 해안변에서의 투수계수

'95년과 '96년에 신천리 유입공에서 실시한 장기양수시험에서 얻어진 자료를 분석한 결과 투수량계수는 <표 2-27>과 같다.

<표 2-27> 양수시험 결과에 의한 투수량계수

1차양수	2차양수	3차양수	4차양수
4,230m ² /일	4,230m ² /일	415,302m ² /일	2,176m ² /일

실 수위강하량=측정된 수위강하량-동일관정에서의 조석변화 영향

하지만 매일의 조석 변화량도 다르므로 양수시험 당일의 조석에

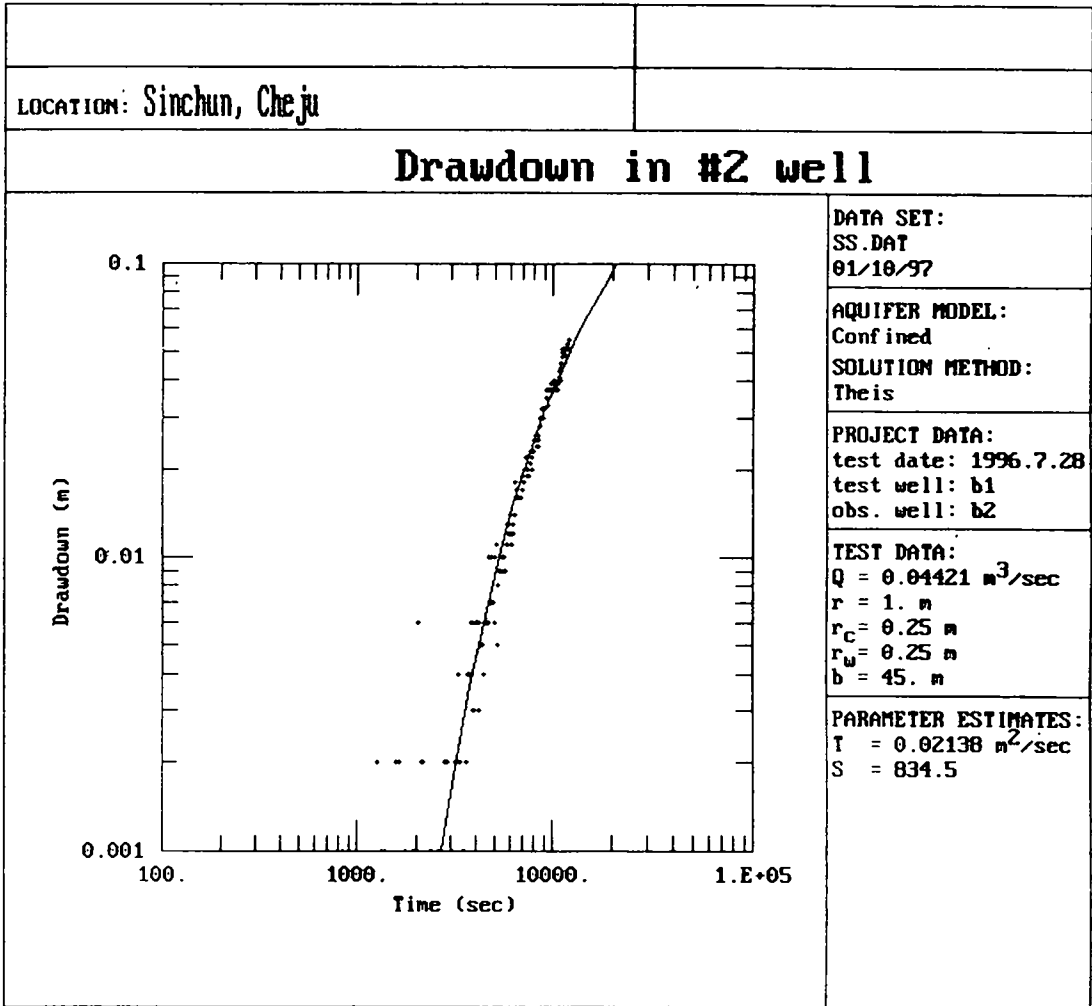
의한 영향만을 정확하게 분리 제거할 수는 없다. 이는 양수시험 결과를 분석한 그래프 매칭 해석법에서도 볼 수 있듯이 양수시험 실측치와 Theiss 곡선의 일치는 그리 양호한 편은 아니다<그림 2-43>. <표 2-27>에서 4차 양수시험 결과라 하는 것은 양수시험 자료분석에서 양수가 시작된 이후 약 40분 이후의 수위강하량 측정값들을 Theiss 곡선에 매치시킨 분석 값이다. 즉, 양수 초기의 자료들을 무시하고 해석한 투수량계수이다. Theiss 우물수리 방정식에 우물의 직경이 무시할 수 있을 정도로 작아야 한다는 전제조건이 있고 이 조건은 우물자체의 저류기능은 무시되어야 한다는 조건과 함께 제주도에서의 직경 250mm 관정과는 부합되지 않는다. 따라서 양수이후 일정시간이 지나 관정에 의한 간섭효과가 어느정도 줄어든 이후의 측정값이 더욱 신뢰도가 높다하겠다.

이런 관점에서 볼때 4차 양수시험에서 분석된 투수량계수 중  $2,176\text{m}^2/\text{일}$ 이 신뢰성이 크며 대수층두께를 40m로 가정하면 투수계수는 약  $54.4\text{m}/\text{일}$ 이 된다. '95년 1차 양수시험 분석결과인  $4,230\text{m}/\text{일}$ 은 동일 가정하에서  $105.7\text{m}/\text{일}$ 이 된다. 모델 구축에서는 당초 이러한 값에 기초로하여 입력 가동하였으나 자연수위가 일치하지를 않았다.

이점은 양수시험에서 얻어지는 투수계수는 지하수 유동에 의한 실제 대수층의 투수계수라 할 수 있고 해안변의 자연수위는 바다의 조석영향을 그대로 받는데서 기인한다고 추정된다. 즉 제주도 해안변의 대수층은 공극율이 큰 쇄설층이 바다와 직접 연결되어 파이프와 같은 효과를 일으켜 바다의 수위 압력이 투수계수보다 빠른 속도로 압력전달을 일으켜 수위에 영향을 준다고 추정된다.

## (2) 내륙부에서의 투수계수

평형상태 분석은 모델구축시 입력계수중 실제 양수시험에 의하여



<그림 2-43> 유입3호공에서의 양수시험 실측치와 Theiss곡선

얻은 지점의 투수계수 이외의 지역에 대한 투수계수를 조절하면서 관측된 자연수위분포 상태와 모델에서 출력되는 수위분포가 일치될 때까지 Trial and Error 방식으로 반복하는 과정이다.

금번 신천리 모델 구축에서는 실측된 투수계수 보다 더 크게 투수계수를 조절 입력하였는데 이는 지하수 모델구축에서 신뢰도가 높은 자연수위 분포를 가장 우선 하였기 때문이다. 따라서 모델에서 사용된 투수계수를 조사지역내 대수층의 실제 투수계수라 할 수는 없고 상기 분석자료인 50~100m/일이 대표적인 투수계수라 할 수 있다.

금번 조사지역인 신천리 일대 뿐 아니라 제주 도내 지하수 관정 개발시 양수시험 분석결과는 약 900~2,000m/일로서 육지에 비해 상당히 높은 투수계수가 보고되고 있다. 이처럼 높은 투수계수를 갖고 있으면서도 해발표고 400m 이상 중산간의 자연수위가 70m~150m까지 유지되고 해안가 저지대에서는 1~2m의 자연수위로 높은 동수구배를 유지하고 있음은 서로 상반되는 현상이라 할 수 있다.

모델 구축시에 전지역을 평균 투수계수 150~300m/일로 입력하면 실제 고지대와 저지대의 높은 동수구배 상태를 모델에서는 모사시킬 수 없으며 투수계수를 줄여야 하는 것으로 생각할 수 있다. 하지만 투수계수를 줄이면 양수시험시 실측된 양수정 근처에서의 수십 cm 이하의 작은 수위강하량을 설명할 수가 없다.

이러한 상반되는 현장의 여건을 해결하기 위하여 평형상태 모델구축에서는 자연수위 분포를 우선시하고 이를 모델결과에서 얻기 위하여 실측된 투수계수보다 높은 투수계수를 입력하고 중간중간에 아주 작은 투수계수 벽을 가상하여 입력하여(50~100m/일) 자연수위 분포도와 일치하는 모델을 구축할 수 있었다.

모델링 결과 얻어진 투수계수 분포도에서 작은 투수계수 벽의 위



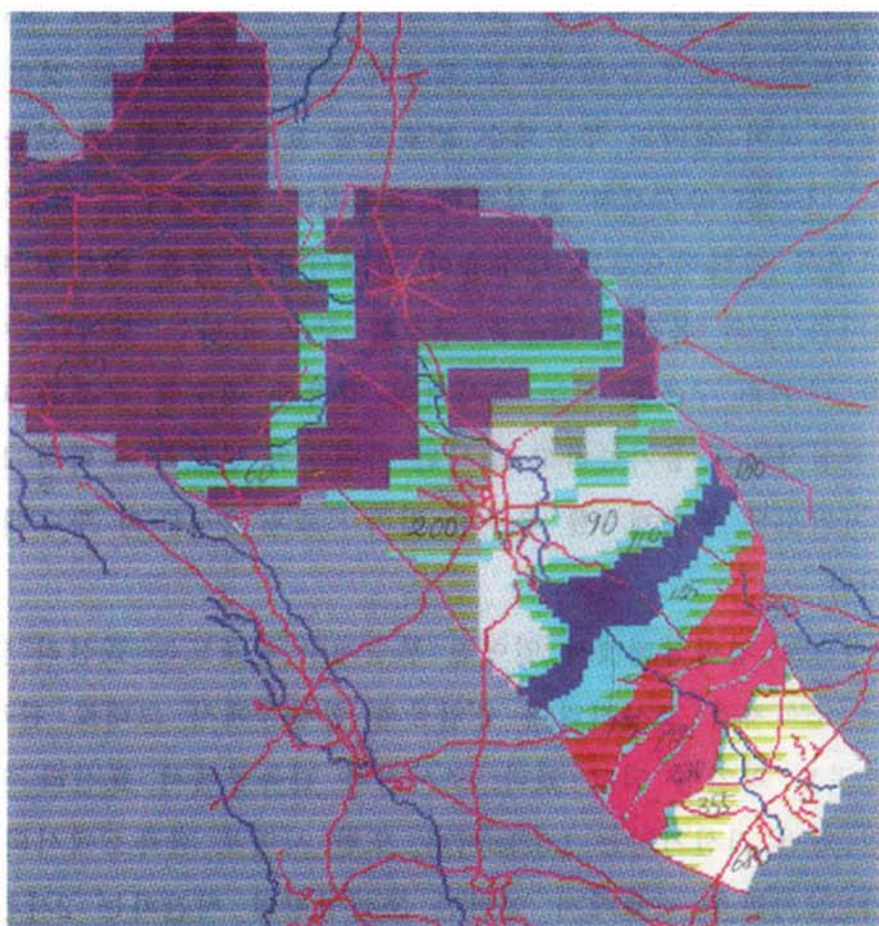
치와 크기는 실제의 실측된 값이 아니며 다만 조사현장의 자연수위를 모사하기 위하여 수학적으로 필요한 조건을 형상화 한 것이다.

이렇게 하여 얻어진 투수계수 분포도를 보고 유추할 수 있는 것은 제주도 대수층 양수시험 분석에서 얻어지는 투수계수는 국부적으로 유지되면서 광역적으로는 대수층이 단절되거나 좁은 대수층 연결로를 지나는 등의 복잡한 대수층 구조를 갖고 있다는 것이다. 이러한 복잡한 대수층 구조를 모두 조사하여 정확한 대수층 구조를 파악하기는 현실적으로 불가능하고 조사된 자연수위 분포가 수학적 모델에서 유지되도록 투수계수를 유추한 것이 <그림 2-44>의 투수계수 분포도이다.

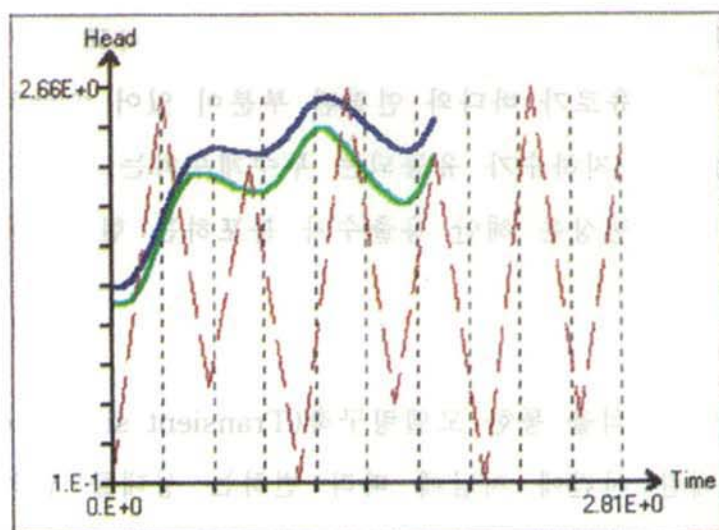
1차적으로 평형상태에서 얻어진 투수계수 분포도는 표선리 앞바다에서의 조석차가 조사지역내 유입공과 함양공에서 그대로 관측되는 현상으로도 확인이 되고 있다. 조사지역 관측공에서 표선리 앞바다까지의 최단 직선거리는 1.62km이다. 또한 서귀포 관측소에서의 조석변화가 장기관측 자료에서 얻어진 조석영향의 시간차는 2시간이다. 이것은 투수계수가 하루 수 km에 달하는 것처럼 보이나 실제 대수층의 전체적인 투수계수가 이처럼 높은 것은 아니고 파이핑 현상처럼 일부 지하수 유로가 바다와 연결된 부분이 있어 수압차가 빠르게 전달되는 것으로 지하수가 유동되는 투수계수와는 다르게 해석해야 할 것 같다. 이 현상은 해안 용출수가 분포하는 현상에서도 확인된다.

### 3. 비평형상태 분석을 통한 모델링구축(Transient simulation)

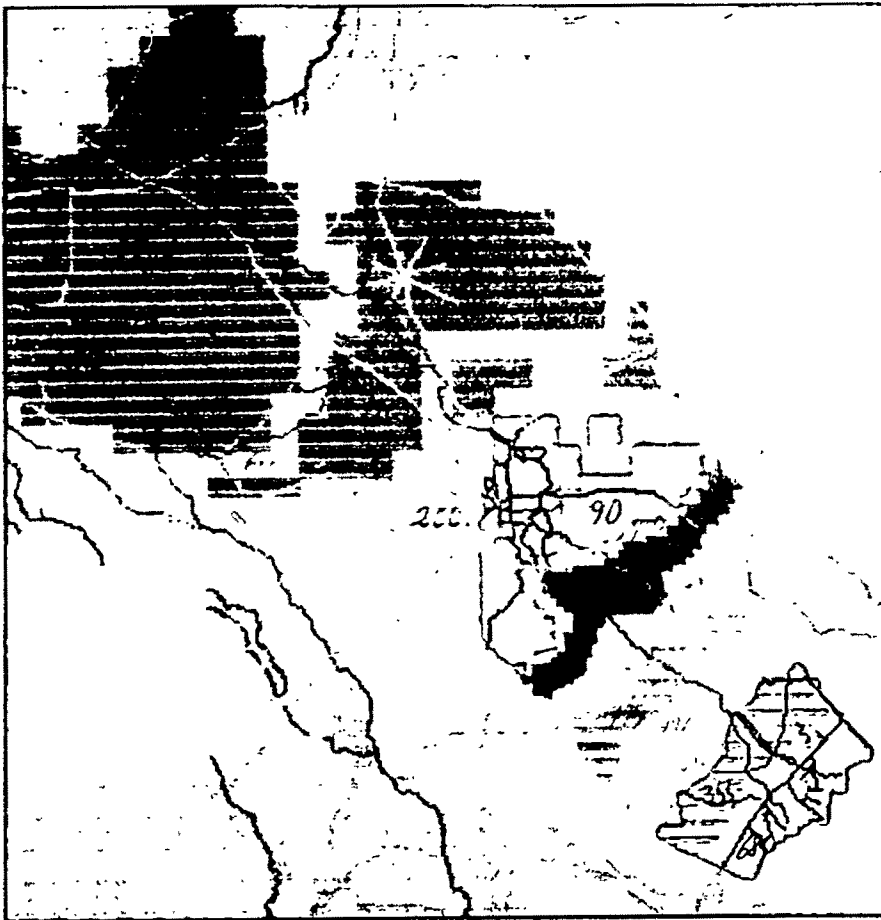
비평형상태란 시간에 지남에 따라 변하는 상태를 말하며 Stress (양수, 함양등 변화요소)가 일정하다면 일정시간이 지난 후 도달하게



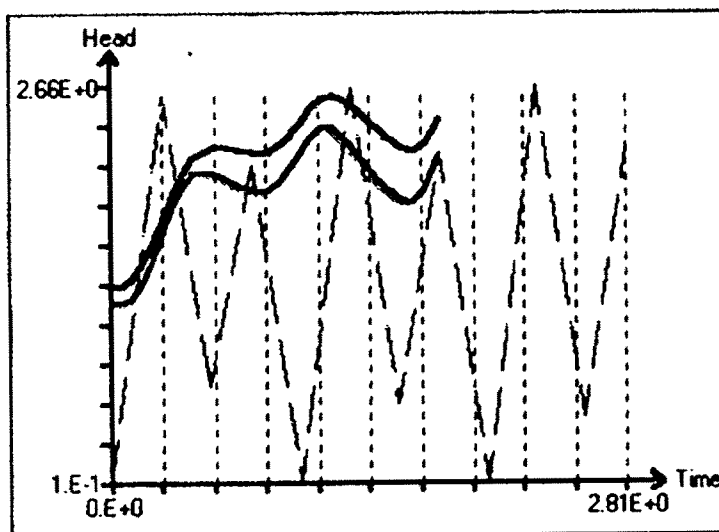
<그림 2-44> 평형분석결과 투수계수 분포도



<그림 2-45> 표선리 앞바다 조석분석



<그림 2-44> 평형분석결과 투수계수 분포도



<그림 2-45> 표선리 앞바다 조석분석

되는 지하수위는 평형상태를 말한다. Steady State 상태에서 투수량 계수 조절 Steady State에 의해 1차 모델 확인작업을 하고 비평형 분석을 실시하였다. 비평형 분석에서는 대수층 저류계수의 기능을 포함 시키고 장기간의 Stress(지하수 채취량과 강우에 의한 함양량, 증발산량 등의 변화량)가 주어질때의 시간변화에 따른 대수층 변화와 수위변화를 분석하게 되는데 이를 Transient분석이라 한다. Steady State 상태에서는 통상 하루치의 수위자료와 모델출력자료를 일치시켰지만 여기서는 '95년 지하수위 장기관측자료 결과를 이용하여 모델에서 출력되는 수위와 비교하여 일치될 때까지 입력된 자료들을 수정하면서 1차 평형모델에서 구축된 모델을 완전하게 완성하는 과정이다.

비평형상태 분석에서는 기본적으로 저류계수를 추가 입력하고 기상분석에서의 순별 평균 유효강우량을 입력하였으며 증발산량도 입력하였다.

비평형 모델에서 출력되는 순별 수위를 모델의 신뢰도 확인과정으로 지하수위 장기 관측자료와 비교하며 일치할 때까지 강우량과 저류계수를 조절하여 모델을 완성하였다.

#### 가. 표선리 앞바다 조석분석

조석변화가 관측공에서 미치는 영향을 수학적모델로 모사하기 위하여 MODFLOW 프로그램의 변수위 경계조건(Time Varied Package)을 활용하여 대조시의 2일간 조석변화를 비평형상태로 분석하였다.

<그림 2-45>에서 곡선으로 나타난 부분은 관측 A, B호공에서의 조석영향을 나타낸 그래프이다.

이러한 지하수 유로가 여러곳 발달되어 있어 해안가에서의 관정에 의한 인공함양 효과는 그리 크지 않다고 볼수 있다.

## 나. 인공함양공에서의 함양효과 분석

### (1) 입력조건

지하수 인공함양 효과 분석이 본 지하수 모델의 구축의 목적임을 고려하여 인공함양량을 다음과 같이 적용하였다. '95년 천미천 유출량분석과 토양분석으로 얻은 값을 기준으로 집중 호우시 천미천에 지표유출이 있는 2일동안 함양공을 통하여 1일 4,000m³/일/공의 인공함양이 이루어 진다고 가정하여 모델을 분석하였다.

천미천에 지표유출이 있는 기간동안에만 인공함양이 가능하므로 일반적인 지하수 모델링과는 강우 집중도를 고려치 않는 10년 평균값 사용은 목적에 맞지 않는다. 따라서 어느 특정 년도의 자료를 활용 또는 10년간의 호우만을 고려하여 모델자료로 입력하는 것이 타당할 것이다. 이번 조사기간 2차 년도인 '96년에는 천미천 유역에 호우가 없었으며 이러한 경우 특히 평균값에 의한 자료는 신뢰도가 결여된다. 따라서 인공함양효과 분석에서는 '93년자료를 기준으로 연간 9회의 호우빈도를 가정하여 다음과 같은 조건으로 분석하였다<표 2-28>.

<표2-28> '93년 9회의 호우에 따른 함양량

Stress기간	자연함양량	Stress기간	자연함양량	Stress기간	자연함양량
1월 31일간	0	8월 5일간	0	8월 2일간	64,000m ³ /일
2월 26일간	0	8월 2일간	64,000m ³ /일	9월 30일간	0
2월 2일간	64,000m ³ /일	8월 3일간	0	10월 2일간	64,000m ³ /일
3월 31일간	0	8월 2일간	64,000m ³ /일	10월 29일간	0
4월 30일간	0	8월3일간	0	11월 2일간	64,000m ³ /일
5월 31일간	0	8월 2일간	64,000m ³ /일	11월 28일간	0
6월 30일간	0	8월 3일간	0	12월 31일간	0
7월 28일간	0	8월 2일간	64,000m ³ /일		
7월 3일간	96,000m ³ /일	8월 2일간	0		

인공함양효과 분석을 위해 1년간 비평형분석은 8월 1일부터 12개월간 Simulation하여 다음해 7월 31일 까지를 분석하였다. 인공함양 분석기간중에는 강수에 의한 자연함양도 이루어지고 있는 상태에서 분석을 하였다.

## (2) 함양 효과분석

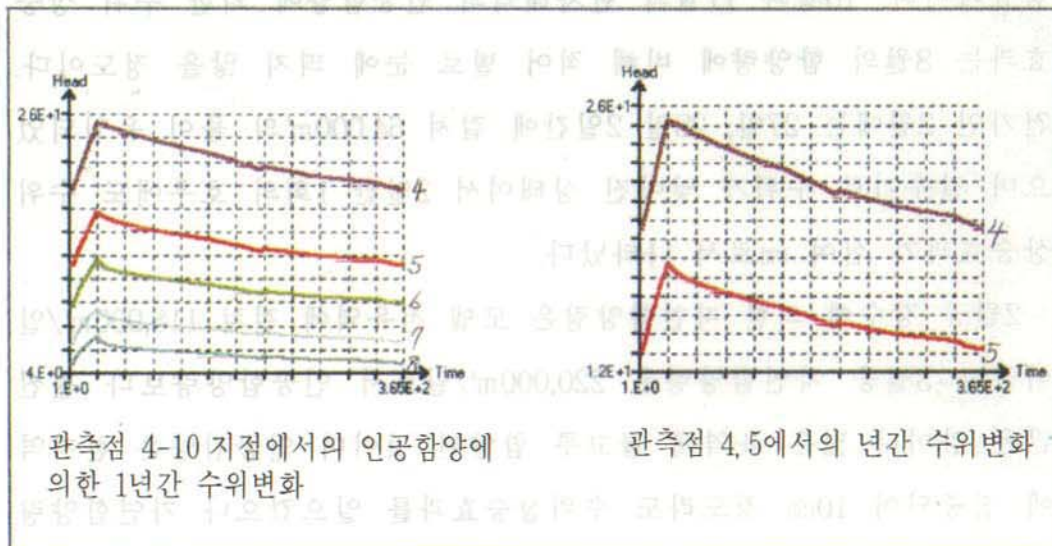
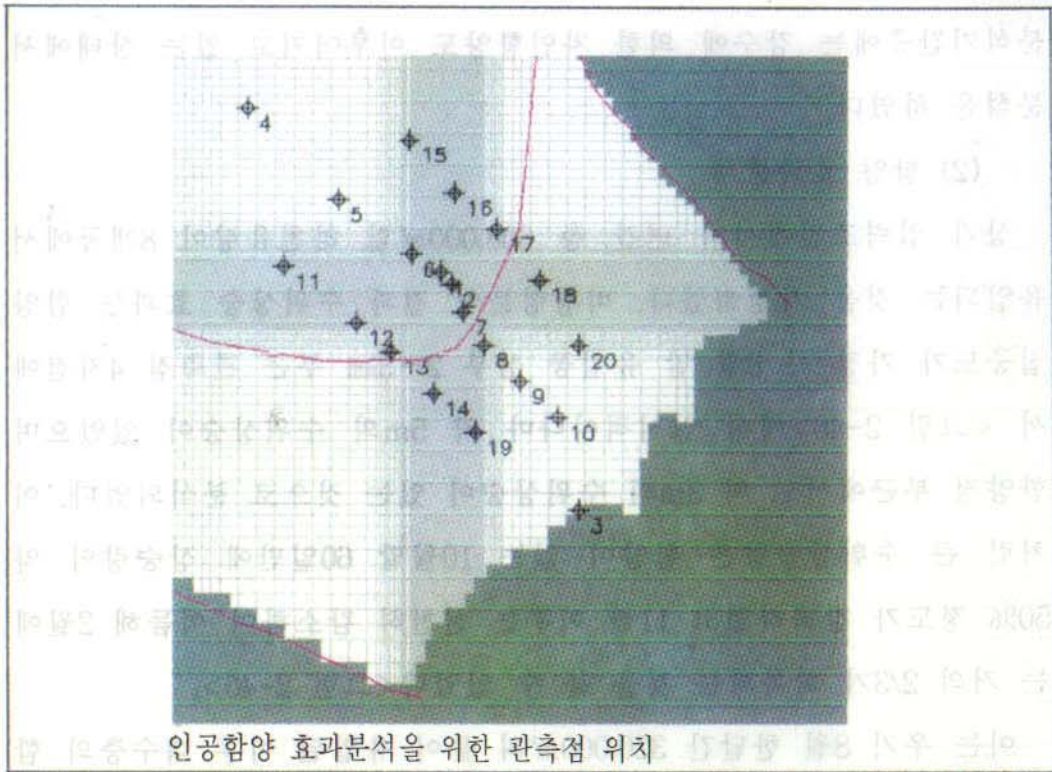
상기 입력조건에서의 연간 총 608,000m³의 하천유량이 8개공에서 유입되는 것을 가정하였다. 비평형분석 결과 수위상승 효과는 함양 집중도가 가장 큰 8월 말 유입공 상부 2~3km 부근 관측점 4지점에서 <그림 2-46>에서 일시적이거나 약 5m의 수위상승이 있었으며 함양정 부근에서도 약 3m의 수위상승이 있는 것으로 분석되었다. 이처럼 큰 수위상승량은 함양이 없는 10월말 60일만에 상승량의 약 50% 정도가 강하하였고 11월 이후는 천천히 감소하여 이듬해 2월에는 거의 2/3가 회복되는 것을 볼 수 있었다<그림 2-46>.

이는 우기 8월 한달간 320,000m³의 물이 유입된 이후 대수층의 함양효과이다. 10월과 11월의 한차례씩의 인공함양에 의한 수위 상승 효과는 8월의 함양량에 비해 적어 별로 눈에 띄지 않을 정도이다. 건기인 2월에는 27일, 28일 2일간에 걸쳐 64,000m³의 물이 유입되었으며 갈수기로 수위가 낮아진 상태여서 2일간 1회의 호우에도 수위 상승효과가 십여 cm로서 나타났다.

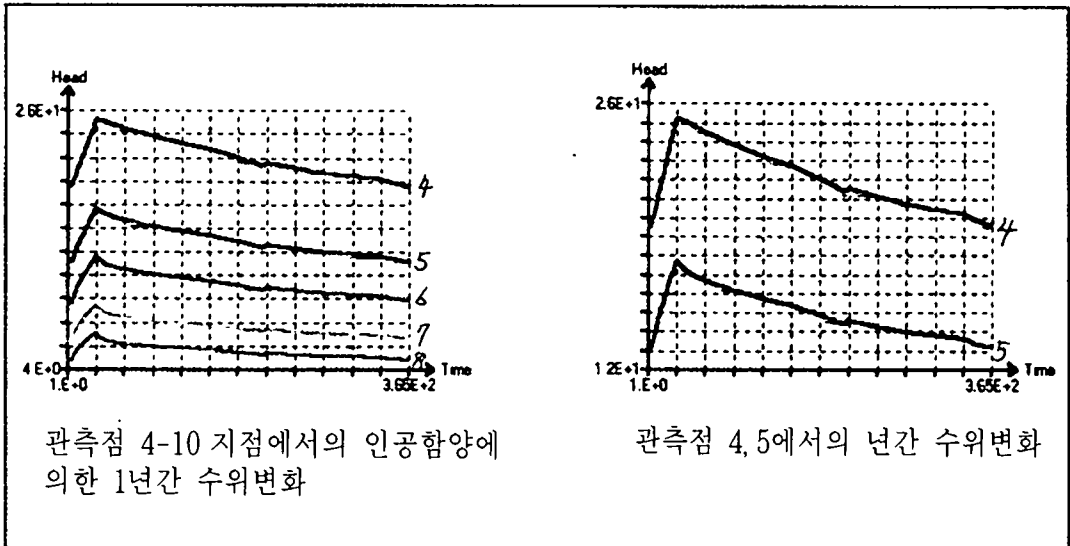
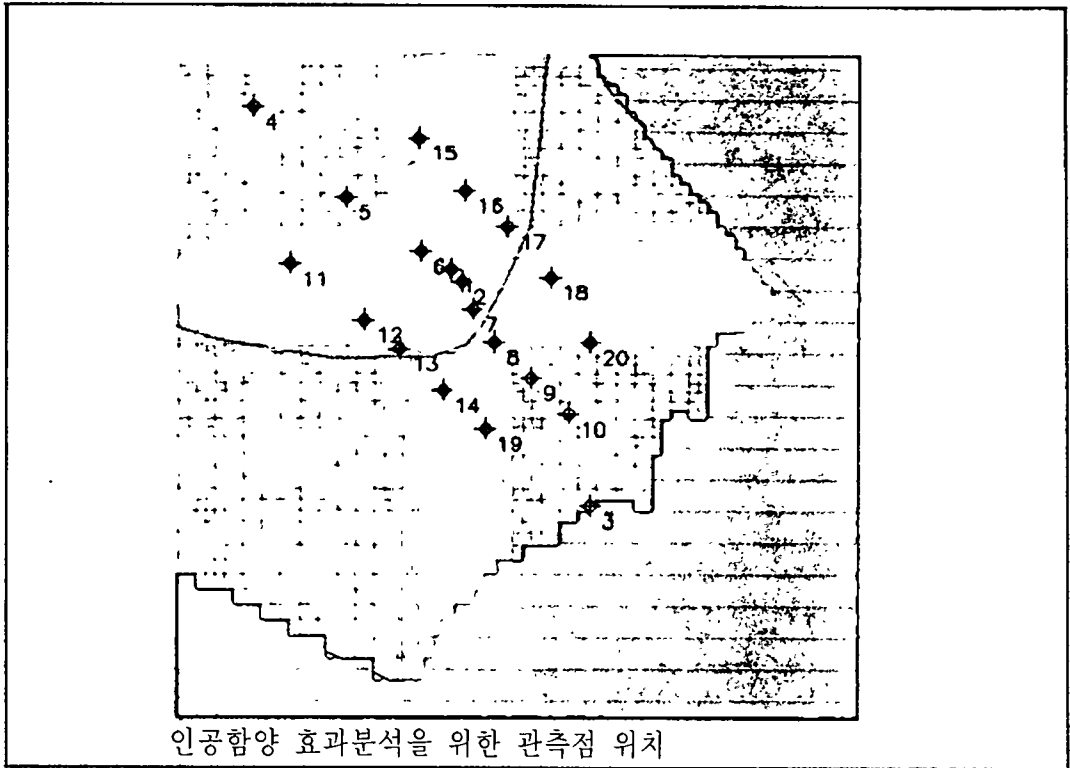
2월중 강수에 의한 자연함양량은 모델 전유역에 걸쳐 118,900m³/일이었고 3월중 자연함양량은 220,000m³/일로서 인공함양량보다 훨씬 많은 양이나 넓은 유역에 골고루 함양된 것이며 인공함양은 한지역에 집중되어 10cm 정도라도 수위상승효과를 일으켰으나 자연함양량은 그 영향이 보이지 않는다.

모델 분석결과에 의하면 신천리 인공함양효과는 2일간 100~





<그림 2-46> 인공함양 효과분석을 위한 관측점 위치 및 연간 수위변화



<그림 2-46> 인공함양 효과분석을 위한 관측점 위치 및 연간 수위변화



200mm의 호우 1회에 의한 함양효과는 수위상승 10여cm로서 아주 미약하다.

7월 28일부터 8월 31일까지 모두 6차례의 호우가 집중되었을 경우 최대 수위상승 효과는 함양공 상류부 5~6km지점에서 약 5m 정도이며 함양공 부근에서는 약 2m, 그리고 하류부에서는 1~2m의 수위상승이 일어났고 이 함양효과는 10월 말경 50%정도의 수위가 급격히 감소한후 이듬해 7월말 꼭 1년이 걸려서야 당초수위로 회복되었다 <그림 2-46>.

결론적으로 천미천 하류부에서 장마철에 5회이상 호우(150mm이상)가 1개월 이내 집중될시 이듬해 건기에 약 1m의 지하수위 상승 효과가 있으며 상류부 약 10km에서 약 천만톤의 지하수 함양효과가 있다<그림 2-47>.

다. 중산간 교래리 부근에서 인공함양공을 개발할 경우의 함양효과 분석

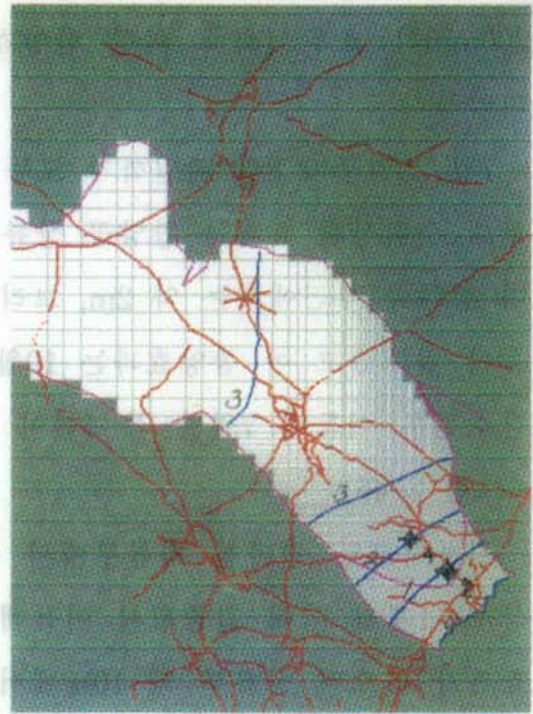
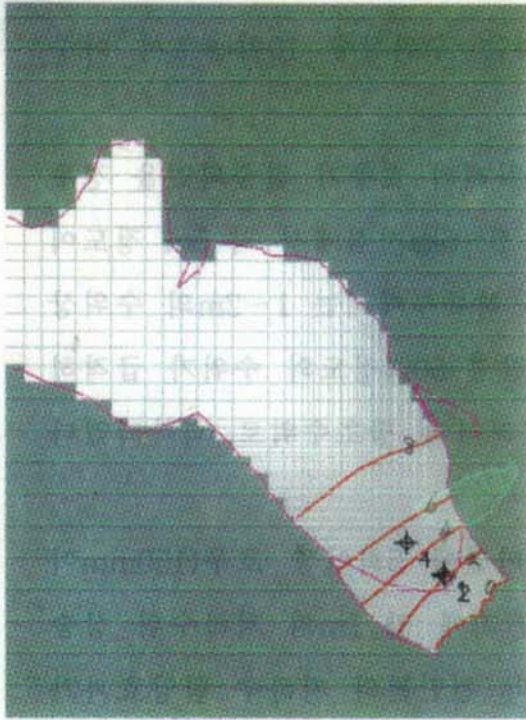
#### (1) 입력조건

인공함양공의 위치를 현재 개발된 신천리가 아닌 중산간에 개발할 경우의 지하수 대수층의 함양효과를 구축된 모델에서 분석한 경우이다<그림 2-48>.

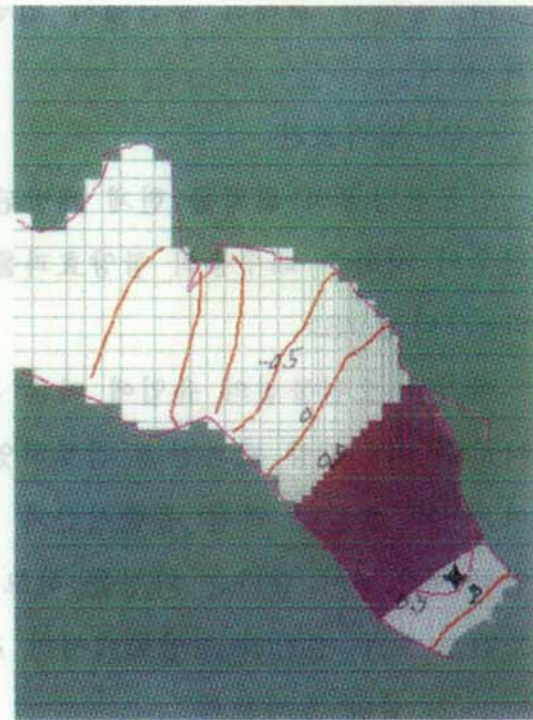
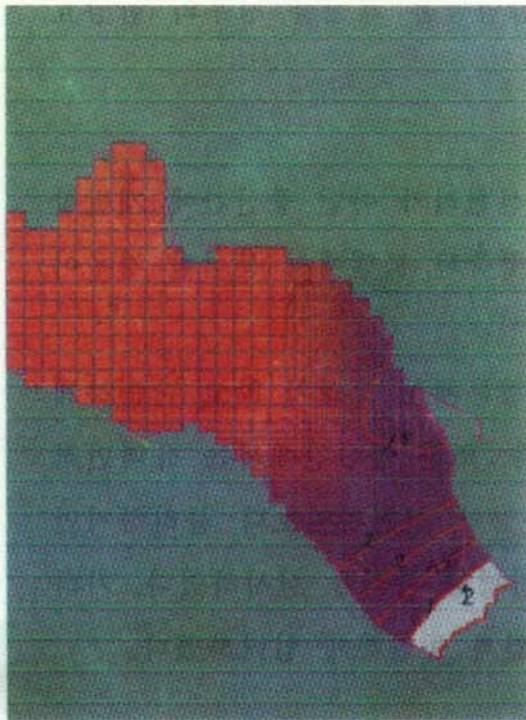
여기서 오염물질의 유입에 따른 환경문제는 고려치 않고 단순하게 지하수 인공함양 효과만을 검토하였다. 또한 중산간에서는 유역면적이 작아 호우시 하천 유출시간과 유량이 신천지역보다 불리하지만 인공 유입량이 같다는 가정을 하고 비평형 분석을 실시하였다. 기타 조건도 모두 신천리 함양공에서의 조건과 동일하게 입력하였다.

#### (2) 함양 효과분석

상기 입력조건에서의 연간 총 608,000m³의 하천유량이 8개공에서



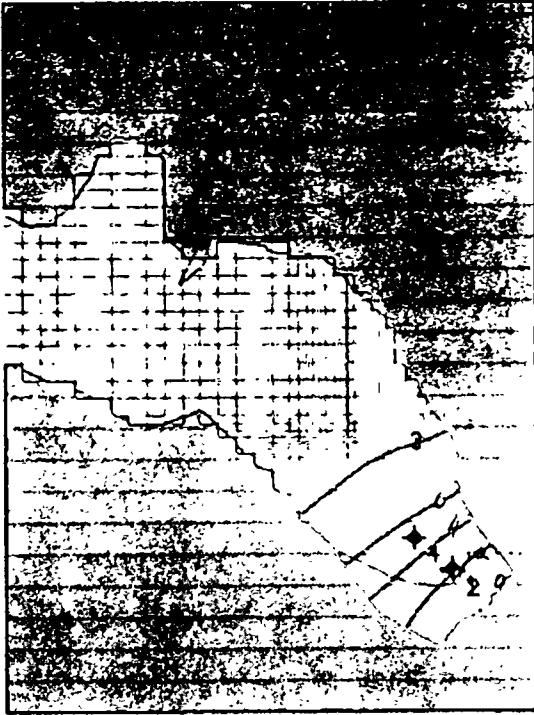
9월 30일 수위 상승량 (인공함양 30일 이후)    2월 28일 잔류 상승 수위 (181일 이후)



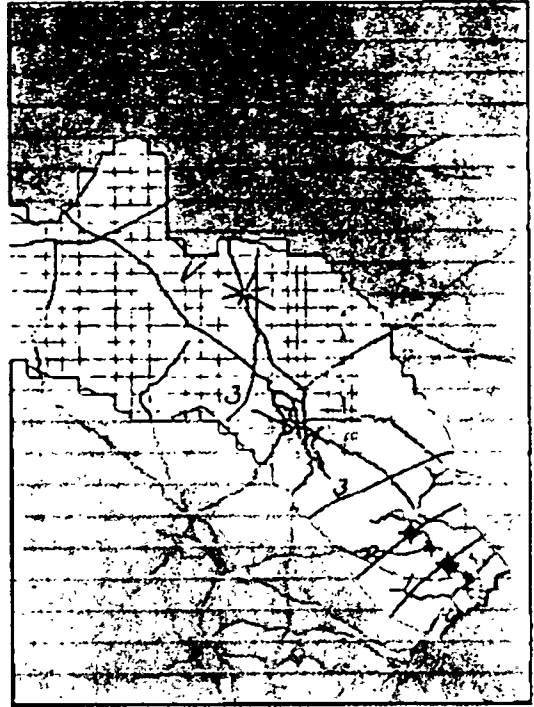
3월 31일 잔류 상승 수위 (212일 이후)

6월 30일 잔류 상승 수위 (203일 이후)

<그림 2-47> 조사지역내의 연간 수위상승에 따른 변화



9월 30일 수위 상승량 (인공함양 30일 이후)



2월 28일 잔류 상승 수위 (181일 이후)

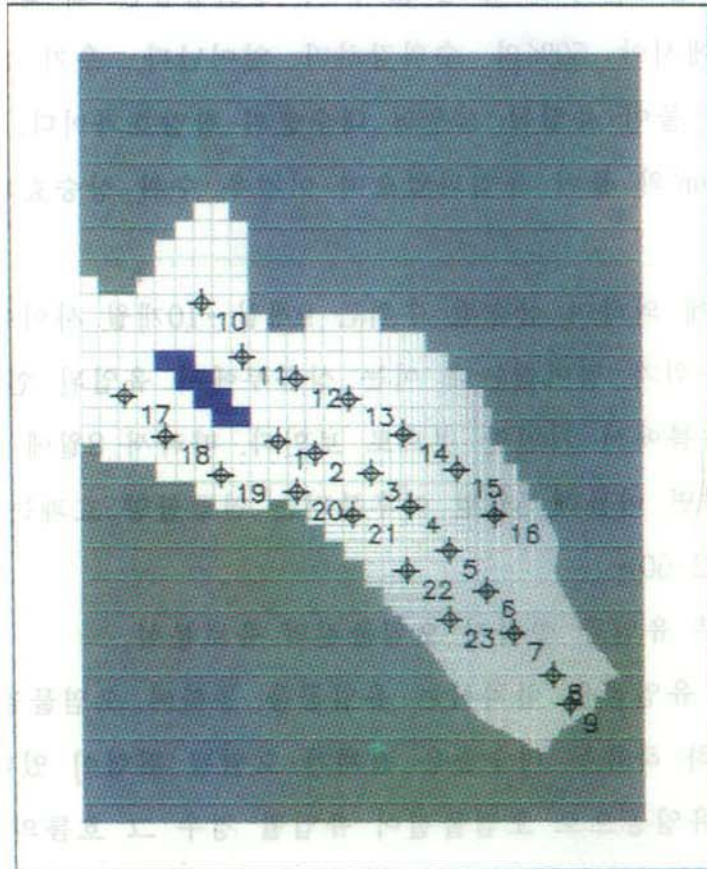


3월 31일 잔류 상승 수위 (212일 이후)



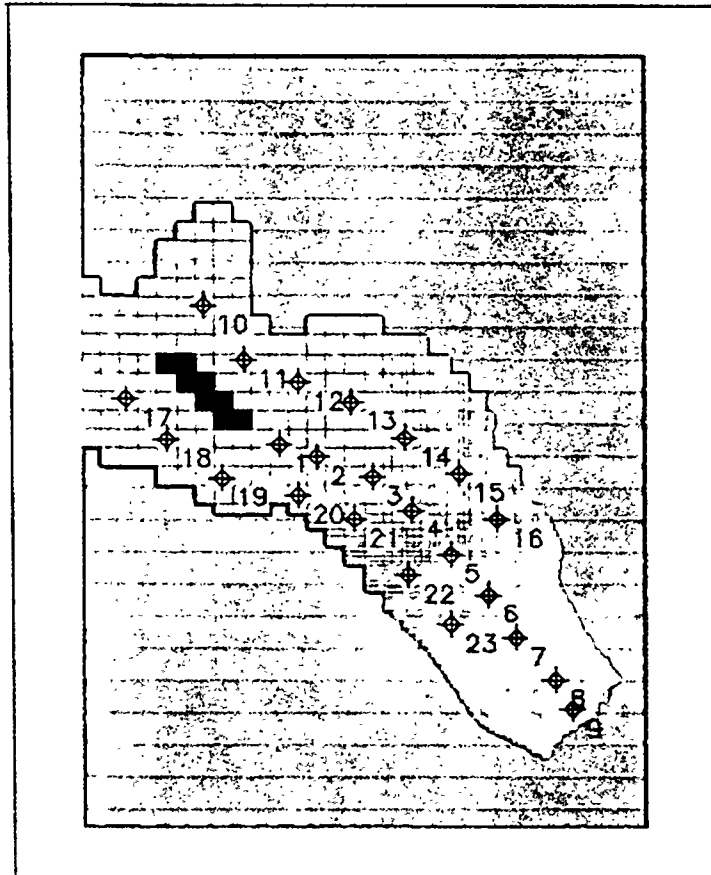
6월 30일 잔류 상승 수위 (203일 이후)

<그림 2-47> 조사지역내의 연간 수위상승에 따른 변화



<그림 2-48> 상류부 교래리 부근 인공함양정 위치와  
효과분석을 위한 관측점 위치





<그림 2-48> 상류부 교래리 부근 인공함양정 위치와  
효과분석을 위한 관측점 위치

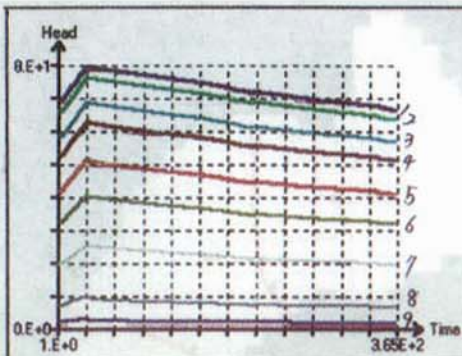
유입되는 것을 가정하였다. 비평형분석 결과 수위상승 효과는 함양 집중도가 가장 큰 8월 말 유입공 부근에서의 약 10m이며 하류부로 가면서 점차 줄어서 현재 유입공이 있는 하류부에서는 2m의 수위상승 효과를 일으킨다<그림 2-49>. 이 수위상승은 약 4개월이 지난 12월 말경에서야 50%의 수위강하가 일어난다. 우기 8월 한달간 320,000m³의 물이 유입될 경우의 대수층의 함양효과이다. 건기인 2월에는 64,000m³의 물이 유입되었으며 이경우 수위 상승효과는 10~20 cm였다.

인공함양에 의하여 상승된 수위는 9개월~10개월 사이에 완전하게 원상으로 수위가 떨어졌는데 이는 상류부에서 유입된 인공함양량이 하류부로 흐름에서 기인한 것으로 보인다. 따라서 8월에 인공함양이 이루어 졌다면 이듬해 5월말 이후부터는 인공함양 효과는 기대할 수 없다<그림 2-50>.

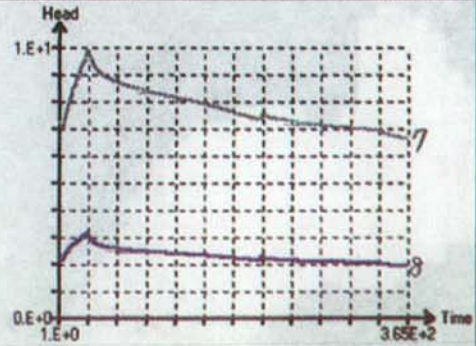
### (3) 상부 유입공 설치시 오염물질의 유로분석

상류부에 유입공을 설치시는 유입공을 통하여 오염물질이 유입될 경우 그 이하 하류부 대수층은 전체가 오염될 위험이 있다. 아래 그림은 상류 유입공으로 오염물질이 유입될 경우 그 흐름의 방향을 보여주고 있다<그림 2-51>.

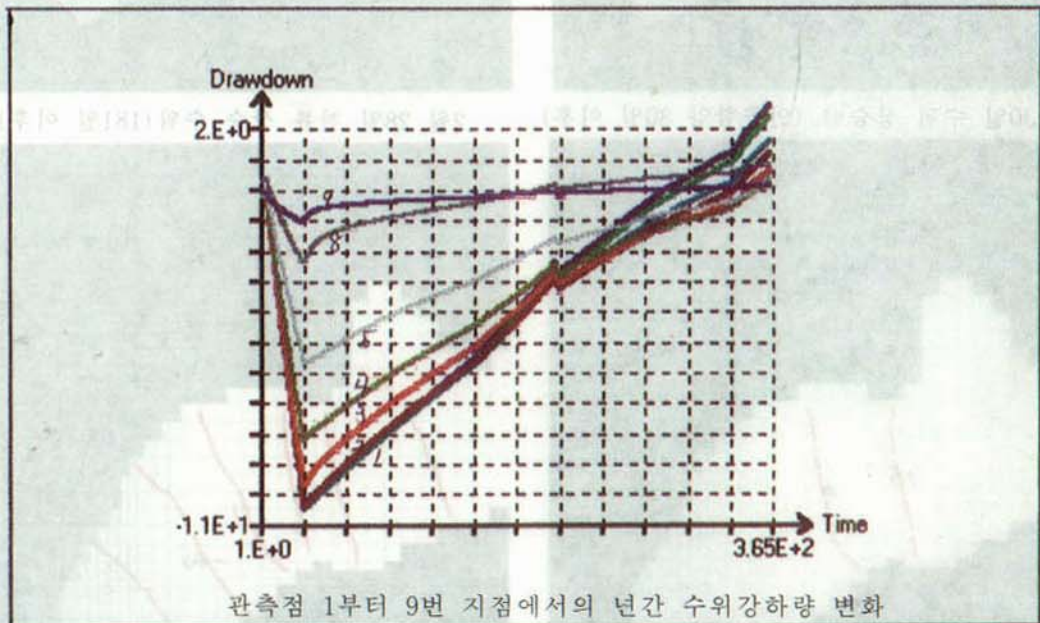
따라서 상류부에 유입공설치시는 오염에 대한 완벽한 대처시설이 우선되어야 한다.



관측점 1부터 9번 지점에서의  
년간 수위 변화

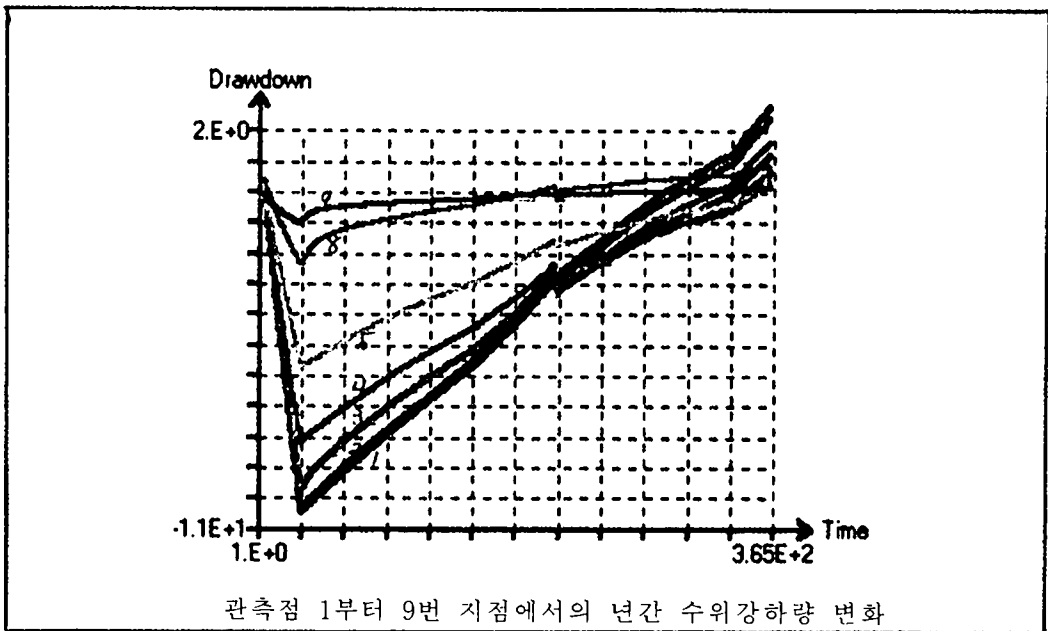
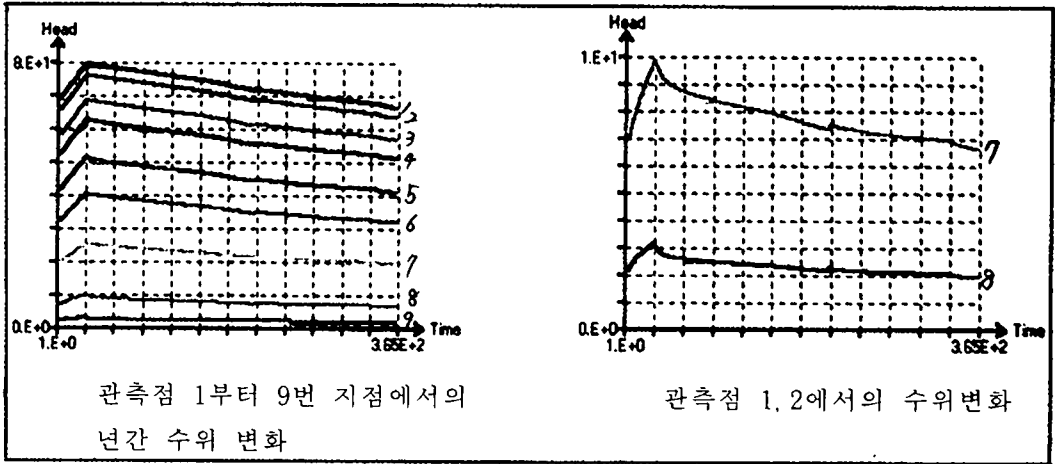


관측점 1, 2에서의 수위변화



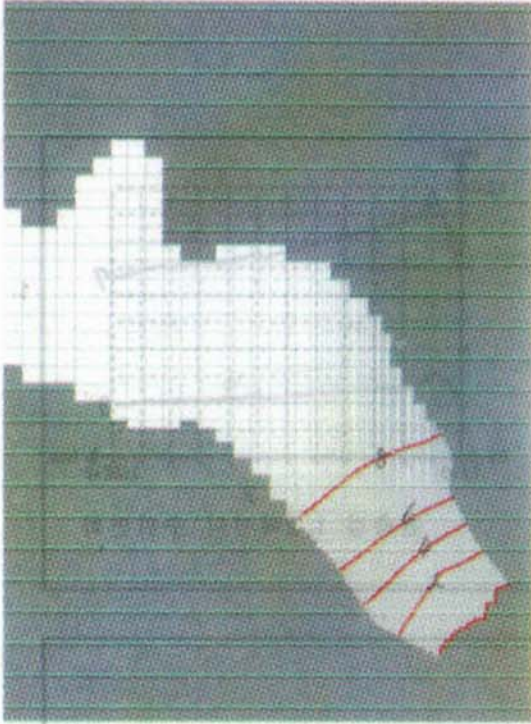
관측점 1부터 9번 지점에서의 연간 수위강하량 변화

<그림 2-49> 관측점에서의 연간수위변화

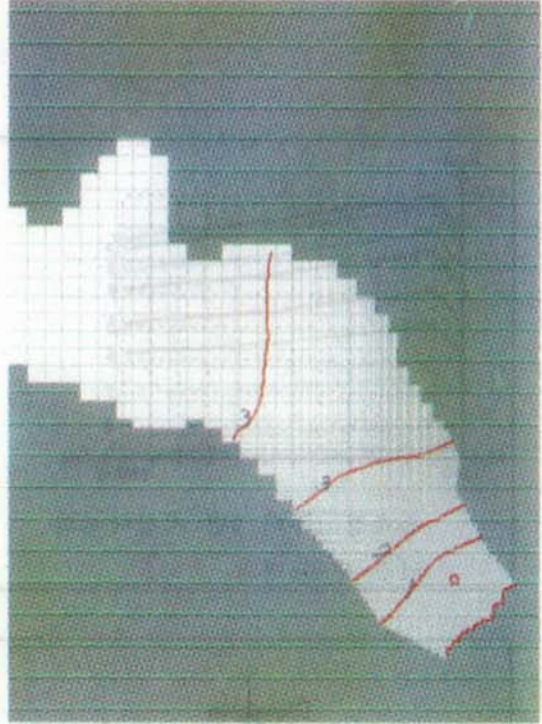


<그림 2-49> 관측점에서의 연간수위변화

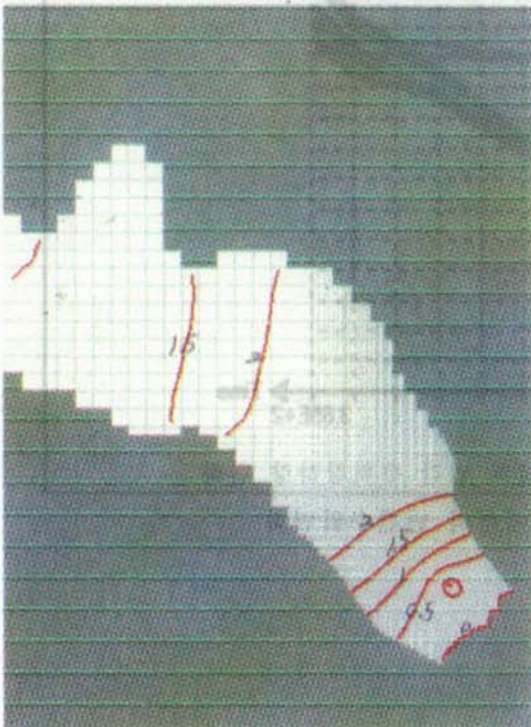




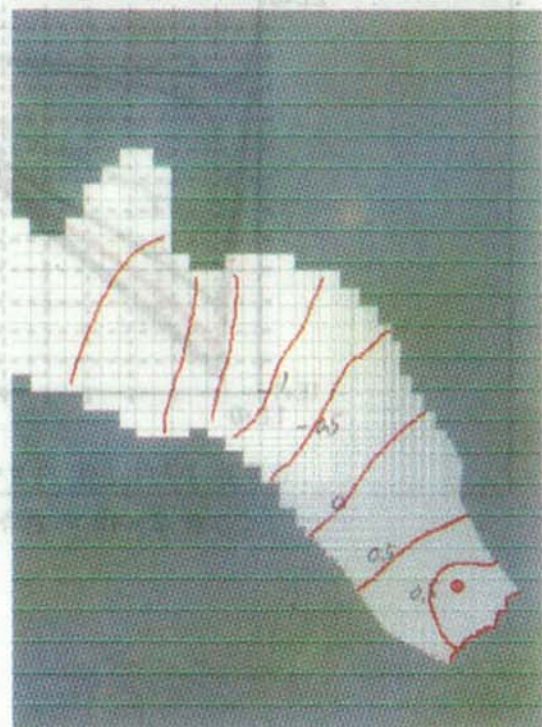
1월 30일 수위 상승량 (인공함양 30일 이후)



2월 28일 잔류 상승 수위 (181일 이후)

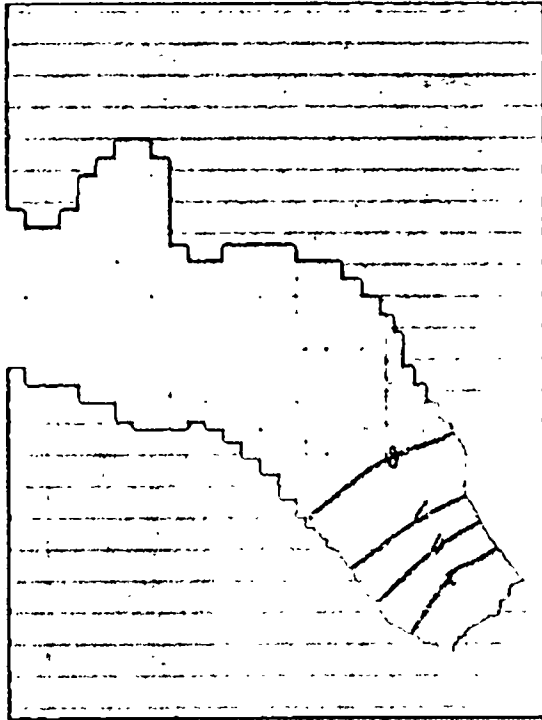


3월 31일 잔류 상승 수위 (212일 이후)

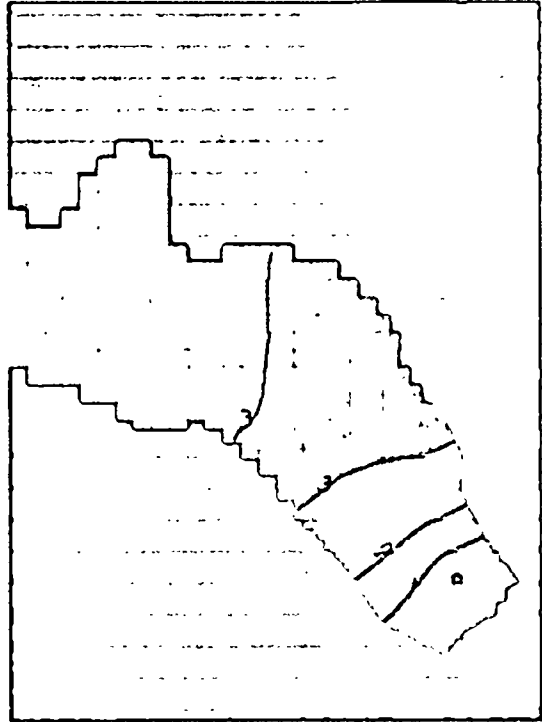


6월 30일 잔류 상승 수위 (203일 이후)

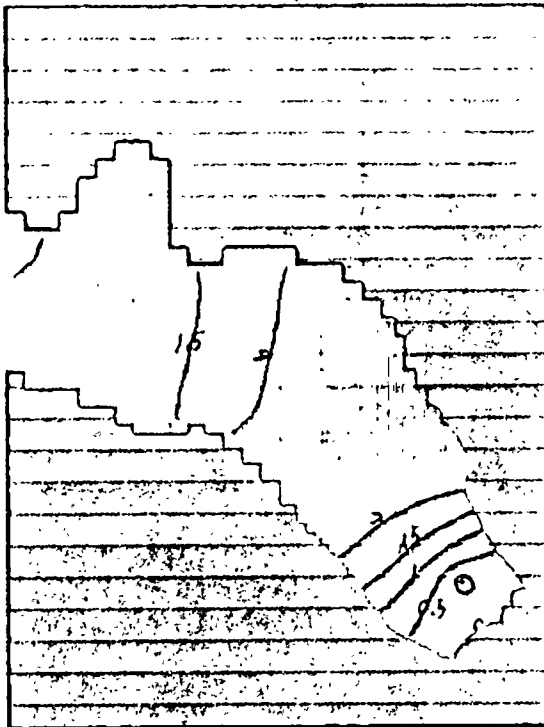
<그림 2-50> 조사지역내의 연간 수위상승에 따른 변화



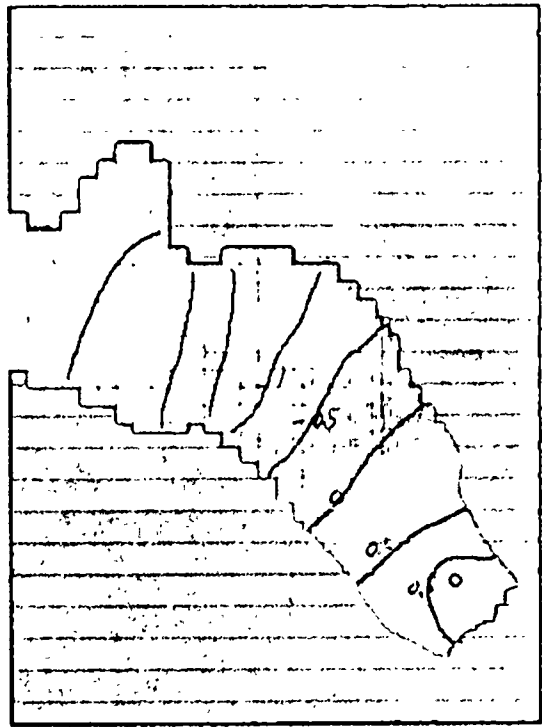
9월 30일 수위 상승량 (인공함양 30일 이후)



2월 28일 잔류 상승 수위 (181일 이후)

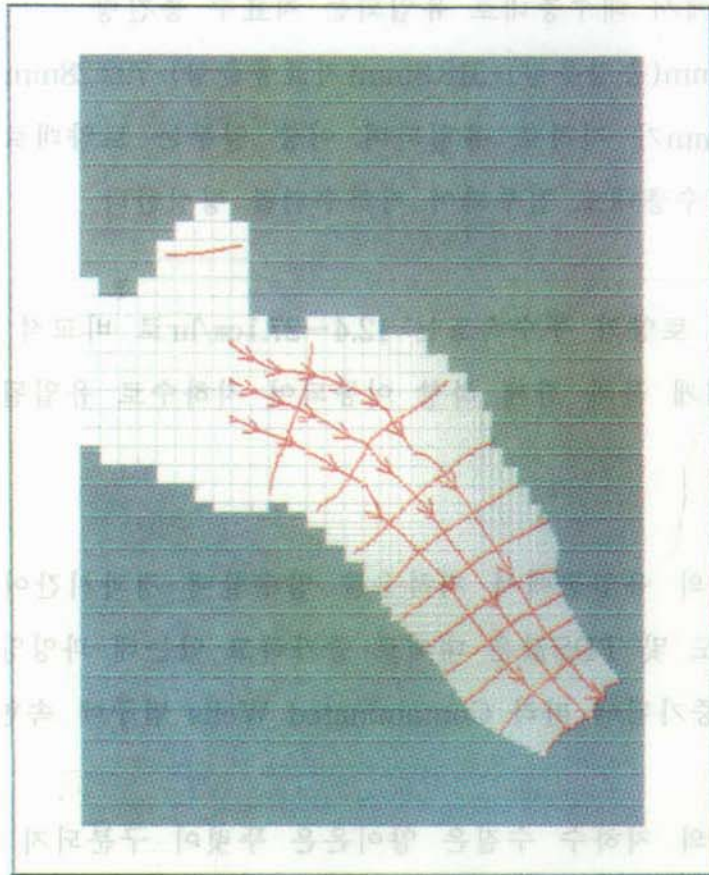


3월 31일 잔류 상승 수위 (212일 이후)

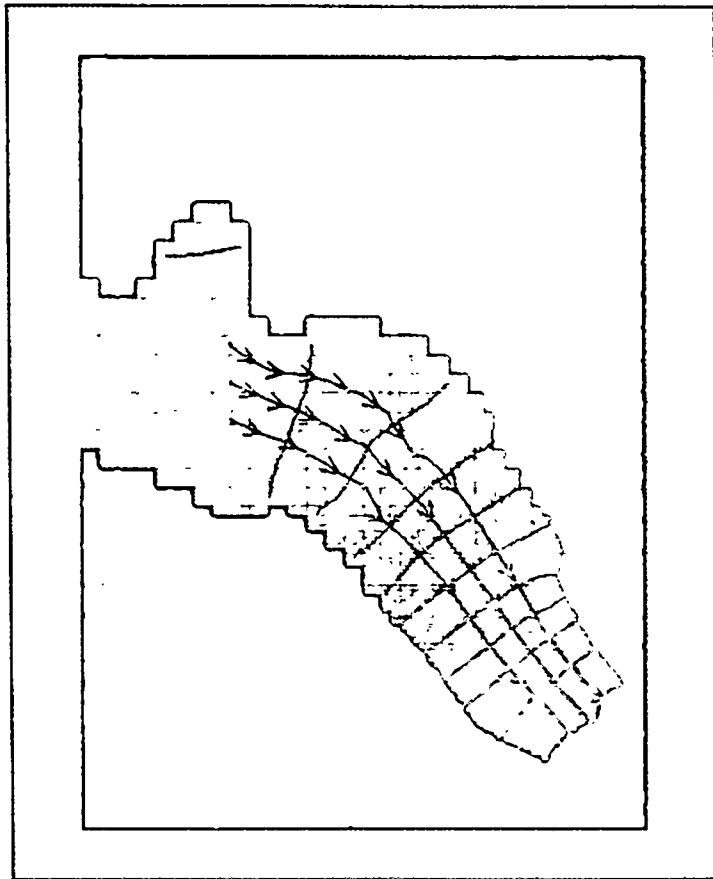


6월 30일 잔류 상승 수위 (203일 이후)

<그림 2-50> 조사지역내의 연간 수위상승에 따른 변화



<그림 2-51> MODPATH 프로그램에 의한 유로분석



<그림 2-51> MODPATH 프로그램에 의한 유로분석

## 제 3 장. 결 언

1. 조사지역에서 대수층내로 유입되는 지표수 충전량  
= 1,990.9mm(총강우량)-318.8mm(지표유출량)-792.28mm(증발산량)  
= 879.82mm가 지하로 유입되며 이중 일부는 토양대로 저장되고 나머지는 대수층내로 침투되어 지하수위를 형성한다.
2. 조사지역 토양의 투수속도는 12.4~27.1cm/hr로 비교적 빠르며 오염물질이 쉽게 물과 함께 하향 이동되어 지하수로 유입될 가능성이 매우 높다.
3. 조사지역의 유입공에서 지하수를 양수할때 경과시간이 지날수록 전기비전도도 및 TDS값은 대체로 증가하고 있는데 과잉양수시 지하수 오염이 증가됨에 따라 Contaminated Wells 범주에 속한다.
4. 조사지역의 지하수 수질은 양이온은 뚜렷이 구분되지 않으나 음이온은 해안변에서 멀어질수록 일반적인 지하수 형태인 Carbonate type에 가깝고 해안변에 가까울수록 Chloride type으로 변이해 나가는 것을 보여주고 있다. 또한 일반적으로 TDS,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ 과  $\text{SO}_4^{2-}$ 등의 값이 높으면 해수침입의 가능성이 있으며 특히  $\text{Ca}^{2+}$ 가  $\text{Mg}^{2+}$ 에 비해 두배 비율일때 정상적인 지하수이나 유입공에서 지하수를 채수한 결과  $\text{Ca}^{2+}$ 에 비해  $\text{Mg}^{2+}$ 가 높게 나타남에 따라 부분적인 해수침입이 있음을 시사한다. 또한 만조시와 간조시에 이온성분이 달라지므로 조석차에 의해 많은 영향이 있음을 알수 있다.

5. 양수시험에서 분석된 투수량계수는  $2,176\text{m}^2/\text{일}$ 이 가장 신뢰성이 높으며 대수층 두께를 40m로 볼때 투수계수는 약  $54.4\text{m}/\text{일}$ 이 된다. 이때 투수계수는 실제 투수계수라 볼수 있으며 자연수위는 조석영향을 직접적으로 받는데서 원인이 있다. 이는 조사지역내의 대수층은 공급율이 큰 쇄설층이 바다와 직접 연결되어 '파이핑'효과를 일으켜 바다의 수위 압력이 투수계수보다 빠른 속도로 압력 전달을 하여 지하수위에 영향을 준다고 판단된다.

#### 6. 모델링 기법에 의한 지하수 인공함양효과 분석결론

○. 제주 대수층의 수리특성을 수학적 모델로 모사하기 위하여 불량한 투수계수 수직벽을 중산간 지대로 부터 해안변까지 6~7개 가정한 결과 실측되는 동수구배와 양수시험에서 얻어지는 투수계수를 모두 일치시킬 수 있었다.

○. 조석분석에서는 투수계수에 비해 수십배나 빠르게 조석영향이 신천리 관측공까지 영향을 미치고 있음이 확인되었는데 이는 지하수 유로중 일부가 지하수 대수층으로부터 바다까지 연결되어 '파이핑'효과처럼 지하수 흐름이 아닌 수위차 압력이 빠르게 전달되는 것으로 분석되며 이것은 제주도 숨골과 같은 구조가 바다까지 연결된 것으로 지하수 함양을 위하여 이러한 지점을 찾아 막는다면 함양효과가 클 것으로 판단된다.

○. 신천리 일대 함양공 8개공에서 우기 8월 중에  $320,000\text{m}^3$ 의 함양이 이루어 진다고 할 때 주변 약 5km 반경에 7~8m 지하수위 상승 효과를 일으키고 이수위는 약 1년간에 걸쳐 천천히 원상 복구되며 10개월 이후에도 약 1m정도의 함양효과가 유지되는 것으로 분석되었다.

○. 중산간지대에 함양정 8개공을 설치 후 동일 함양량 조건을 가정한다면 함양정 주위에 약 10m의 수위상승이 일어난 뒤 약 10개월에 걸쳐서 원상 수위로 회복된다. 따라서 이듬해 5월 이후에는 함양 효과를 기대할 수 없다. 또한 상류부에는 오염위험이 있어 이에 대한 철저한 조치가 우선 해야 한다.

○. 인공함양공에 의한 지하수 함양효과 분석은 천미천이 갈현천으로 호우시에만 함양이 가능하며 1회의 호우로는 10~20cm 정도의 수위상승을 일으키며 짧은 기간내에 호우가 반복될 시에는 기하급수적으로 함양효과를 일으키는 것으로 분석되었다. 분석에 사용된 가정은 1개월 기간중 6회의 호우(150mm이상) 빈도를 가정한 경우이다. 상승된 지하수위는 10개월에서 12개월에 걸쳐 원상태로 복구되는 것으로 분석되었다.

# 부 록

'96년도 지역별 강수량

1차 양수시험 수위관측자료('95.7.27~7.28)

2차 양수시험 수위관측자료('95.8.31~9.2)

3차 양수시험 수위관측자료('96.8.29~8.30)

수질검사 성적서



여 백

### '96년도 지역별 강수량

지역별 월 \ 일		성판악	조천	구좌	표선	지역별 월 \ 일		성판악	조천	구좌	표선
1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0
	2	0	0	0	0		2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0		3	0	0	0	0
	4	0	0	0	0		4	0	0	0	0
	5	0	0	0	0		5	0	0	0	0
	6	0	0	0	15		6	0	0	0	0
	7	0	0	0	0		7	0	0	0	0
	8	0	1	1	1		8	0	1	0	0
	9	0	0	0	0		9	0	0	0	0
	10	0	0	28	0		10	0	0	0	6
	11	0	0	8	0		11	0	0	0	2
	12	0	0	19	11		12	0	0	0	0
	13	0	6	12	7		13	0	0	0	0
	14	0	7	0	11		14	0	0	0	0
	15	0	9	1	0		15	0	0	0	0
	16	0	0	3	2		16	0	0	0	0
	17	0	1	0	1		17	0	3	4	4
	18	0	1	71	0		18	0	0	0	0
	19	0	0	0	0		19	0	0	0	0
	20	0	0	1	0		20	0	0	0	0
	21	0	0	0	1		21	0	0	0	0
	22	0	0	0	0		22	0	0	0	0
	23	0	0	0	0		23	0	0	0	0
	24	0	0	0	0		24	0	0	0	0
	25	0	0	0	0		25	0	7	9	8
	26	0	0	0	0		26	0	0	0	0
	27	0	0	0	0		27	0	0	0	0
	28	0	0	0	0		28	0	0	0	0
	29	0	0	0	0		29	0	3	4	7
	30	0	0	0	0						
	31	0	0	0	0						
소 계		0	26	172	49	소 계		0	14	18	27

지역별 월 \ 일		성판악	조천	구좌	표선	지역별 월 \ 일		성판악	조천	구좌	표선
3	1	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0		2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0		3	0	0	0	0
	4	0	0	67	0		4	0	0	0	0
	5	0	0	0	0		5	0	0	2	0
	6	8	0	0	0		6	10	0	1	3
	7	14	0	0	0		7	1	0	0	0
	8	0	0	0	0		8	0	0	0	0
	9	0	0	0	0		9	0	0	0	0
	10	0	0	0	0		10	0	0	0	0
	11	0	0	0	0		11	0	0	0	0
	12	0	0	0	0		12	0	0	0	0
	13	0	0	0	0		13	0	0	0	0
	14	30	16	16	24		14	14	9	8	9
	15	72	39	41	53		15	2	1	2	2
	16	71	13	11	0		16	2	2	2	2
	17	0	11	10	0		17	9	1	2	2
	18	0	0	0	20		18	0	0	0	0
	19	0	0	0	0		19	3	1	0	1
	20	0	0	0	0		20	0	0	0	0
	21	95	8	32	66		21	0	0	0	0
	22	0	0	1	0		22	0	0	0	0
	23	0	0	0	0		23	0	0	0	0
	24	0	2	1	2		24	0	0	0	0
	25	0	1	1	0		25	0	0	0	0
	26	0	0	0	0		26	0	0	0	0
	27	0	0	0	0		27	0	0	0	0
	28	6	0	0	1		28	0	0	0	0
	29	72	5	30	15		29	142	10	33	47
	30	2	0	0	1		30	5	0	6	6
	31	0	0	0	0						
소 계		373	95	210	184	소 계	188	24	56	72	

지역별 월 \ 일	성판악	조천	구좌	표선	지역별 월 \ 일	성판악	조천	구좌	표선
2	0	0	0	0	2	0	0	0	0
3	0	0	0	0	3	24	1	2	25
4	87	10	30	48	4	1	2	0	2
5	0	0	0	0	5	0	0	0	0
6	0	0	5	0	6	0	0	0	0
7	66	10	28	39	7	41	0	32	0
8	4	1	3	1	8	0	0	0	0
9	0	0	0	0	9	1	0	0	0
10	0	0	0	0	10	3	2	2	0
11	0	0	0	0	11	0	0	0	0
12	0	0	0	0	12	0	0	0	0
13	0	0	0	0	13	0	0	0	0
14	0	0	0	0	14	0	1	1	0
15	0	0	0	0	15	0	0	0	0
16	0	0	0	0	16	0	3	6	0
17	0	0	0	0	17	0	5	9	11
18	0	0	0	0	18	0	0	0	0
19	0	0	0	0	19	0	39	55	38
20	0	8	6	0	20	0	18	17	20
21	0	0	0	0	21	2	0	1	2
22	0	0	0	0	22	0	0	0	0
23	0	0	0	0	23	0	15	15	35
24	0	0	0	0	24	9	15	16	36
25	0	0	0	0	25	107	28	51	83
26	0	0	0	0	26	1	0	0	1
27	0	0	0	2	27	2	24	21	20
28	0	42	33	22	28	7	9	11	8
29	0	13	14	22	29	0	1	0	1
30	0	0	0	0	30	0	0	0	0
31	0	0	0	0	31				
소 계	157	84	119	134	소 계	198	163	239	297

지역별 월 \ 일		성판악	조천	구좌	표선	지역별 월 \ 일		성판악	조천	구좌	표선
7	1	0	0	0	0	8	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0		2	0	0	0	0
	3	0	5	1	3		3	0	0	0	0
	4	4	1	4	1		4	23	0	0	0
	5	1	0	0	1		5	0	0	0	0
	6	3	0	0	3		6	0	0	0	0
	7	5	0	0	3		7	0	0	0	0
	8	0	0	0	0		8	68	0	0	13
	9	2	0	0	0		9	0	0	0	0
	10	11	1	0	3		10	0	10	20	2
	11	61	31	29	38		11	1	12	0	0
	12	11	1	9	11		12	0	0	0	0
	13	6	1	0	15		13	0	0	0	0
	14	11	2	3	1		14	2	0	0	0
	15	14	2	1	0		15	0	0	0	0
	16	15	11	4	1		16	0	0	0	0
	17	0	0	0	0		17	0	0	0	0
	18	0	0	0	0		18	0	0	0	0
	19	0	0	0	0		19	2	0	0	0
	20	0	0	0	0		20	6	4	1	0
	21	30	0	0	1		21	22	22	22	63
	22	24	0	0	0		22	14	3	0	3
	23	0	0	0	0		23	0	0	0	0
	24	198	0	66	0		24	26	8	7	8
	25	0	0	0	0		25	2	0	0	0
	26	0	0	0	0		26	0	0	0	0
	27	6	0	8	1		27	0	0	0	0
	28	9	0	0	0		28	41	8	9	87
	29	0	0	0	0		29	5	0	3	0
	30	0	0	0	0		30	58	24	18	16
	31	0	0	0	0		31	24	15	25	79
소 계		0	26	172	49	소 계	294	106	105	271	

1차 양수시험('95. 7.27- 7.28)

month	date	time	water level			
			WEL. 2	obs. A	obs. B	Hachun(D-31)
7	27	1700	-26.524	-29.065	-29.736	-39.351
7	27	1701	-26.524	-29.062	-29.739	
7	27	1702	-26.524	-29.065	-29.742	
7	27	1703	-26.524	-29.067	-29.743	
7	27	1704	-26.524	-29.067	-29.745	
7	27	1705	-26.524	-29.067	-29.745	
7	27	1706	-26.524	-29.069	-29.743	
7	27	1707	-26.526	-29.069	-29.747	
7	27	1708	-26.53	-29.069	-29.741	
7	27	1709	-26.53	-29.069	-29.747	
7	27	1710	-26.532	-29.071	-29.747	
7	27	1711	-26.531	-29.069	-29.748	
7	27	1712	-26.534	-29.071	-29.75	
7	27	1713	-26.534	-29.073	-29.751	
7	27	1714	-26.534	-29.073	-29.751	
7	27	1715	-26.533	-29.073	-29.751	
7	27	1716	-26.534	-29.073	-29.746	
7	27	1717	-26.534	-29.078	-29.746	
7	27	1718	-26.537	-29.073	-29.748	
7	27	1719	-26.535	-29.078	-29.751	
7	27	1720	-26.537	-29.08	-29.747	
7	27	1721	-26.539	-29.08	-29.746	
7	27	1722	-26.539	-29.08	-29.741	
7	27	1723	-26.539	-29.08	-29.738	
7	27	1724	-26.539	-29.084	-29.734	
7	27	1725	-26.539	-29.084	-29.733	
7	27	1726	-26.538	-29.084	-29.733	
7	27	1727	-26.539	-29.082	-29.733	
7	27	1728	-26.539	-29.087	-29.727	
7	27	1729	-26.538	-29.087	-29.728	
7	27	1730	-26.539	-29.087	-29.727	
7	27	1731	-26.541	-29.087	-29.727	
7	27	1732	-26.54	-29.087	-29.728	
7	27	1733	-26.541	-29.087	-29.729	
7	27	1734	-26.542	-29.089	-29.725	
7	27	1735	-26.54	-29.089	-29.72	
7	27	1736	-26.542	-29.091	-29.72	
7	27	1737	-26.544	-29.091	-29.725	
7	27	1738	-26.542	-29.091	-29.724	
7	27	1739	-26.542	-29.091	-29.722	
7	27	1740	-26.544	-29.091	-29.724	

7	27	1741	-26.546	-29.096	-29.725	
7	27	1742	-27.007	-29.093	-29.732	
7	27	1743	-27.158	-29.093	-29.733	
7	27	1744	-27.158	-29.096	-29.734	
7	27	1745	-27.171	-29.098	-29.734	
7	27	1746	-27.186	-29.098	-29.734	
7	27	1747	-27.176	-29.098	-29.735	
7	27	1748	-27.174	-29.1	-29.739	
7	27	1749	-27.174	-29.1	-29.739	
7	27	1750	-27.17	-29.1	-29.743	
7	27	1751	-27.171	-29.1	-29.745	
7	27	1752	-27.17	-29.1	-29.744	
7	27	1753	-27.168	-29.102	-29.743	
7	27	1754	-27.161	-29.102	-29.745	
7	27	1755	-27.167	-29.1	-29.749	
7	27	1756	-27.161	-29.102	-29.75	
7	27	1757	-27.155	-29.102	-29.752	
7	27	1758	-27.153	-29.104	-29.753	
7	27	1759	-27.161	-29.107	-29.757	
7	27	1800	-27.165	-29.107	-29.76	-39.38
7	27	1801	-27.159	-29.107	-29.761	
7	27	1802	-27.159	-29.107	-29.762	
7	27	1803	-27.157	-29.107	-29.763	
7	27	1804	-27.148	-29.107	-29.764	
7	27	1805	-27.155	-29.107	-29.765	
7	27	1806	-27.164	-29.111	-29.765	
7	27	1807	-27.168	-29.111	-29.767	
7	27	1808	-27.166	-29.111	-29.766	
7	27	1809	-27.166	-29.111	-29.765	
7	27	1810	-27.164	-29.111	-29.765	
7	27	1811	-27.164	-29.111	-29.765	
7	27	1812	-27.164	-29.111	-29.765	
7	27	1813	-27.159	-29.111	-29.766	
7	27	1814	-27.166	-29.111	-29.765	
7	27	1815	-27.166	-29.111	-29.765	
7	27	1816	-27.166	-29.111	-29.765	
7	27	1817	-27.166	-29.113	-29.767	
7	27	1818	-27.17	-29.113	-29.765	
7	27	1819	-27.174	-29.115	-29.765	
7	27	1820	-27.176	-29.115	-29.767	
7	27	1821	-27.18	-29.115	-29.765	
7	27	1822	-27.172	-29.115	-29.77	
7	27	1823	-27.172	-29.115	-29.77	
7	27	1824	-27.172	-29.118	-29.769	
7	27	1825	-27.174	-29.115	-29.77	
7	27	1826	-27.174	-29.118	-29.77	
7	27	1827	-27.176	-29.115	-29.772	

7	27	1828	-27.172	-29.12	-29.774
7	27	1829	-27.166	-29.12	-29.779
7	27	1830	-27.17	-29.12	-29.777
7	27	1831	-27.168	-29.12	-29.779
7	27	1832	-27.164	-29.12	-29.781
7	27	1833	-27.172	-29.12	-29.782
7	27	1834	-27.17	-29.12	-29.782
7	27	1835	-27.168	-29.122	-29.782
7	27	1836	-27.172	-29.118	-29.782
7	27	1837	-27.17	-29.12	-29.783
7	27	1838	-27.172	-29.122	-29.782
7	27	1839	-27.17	-29.122	-29.782
7	27	1840	-27.161	-29.12	-29.781
7	27	1841	-27.172	-29.122	-29.781
7	27	1842	-27.172	-29.122	-29.782
7	27	1843	-27.172	-29.122	-29.784
7	27	1844	-27.174	-29.124	-29.784
7	27	1845	-27.176	-29.122	-29.786
7	27	1846	-27.174	-29.124	-29.788
7	27	1847	-27.172	-29.124	-29.788
7	27	1848	-27.174	-29.124	-29.788
7	27	1849	-27.176	-29.124	-29.788
7	27	1850	-27.174	-29.124	-29.788
7	27	1851	-27.179	-29.122	-29.789
7	27	1852	-27.174	-29.124	-29.789
7	27	1853	-27.172	-29.122	-29.791
7	27	1854	-27.175	-29.126	-29.791
7	27	1855	-27.177	-29.124	-29.793
7	27	1856	-27.177	-29.124	-29.794
7	27	1857	-27.172	-29.126	-29.796
7	27	1858	-27.174	-29.124	-29.798
7	27	1859	-27.173	-29.124	-29.796
7	27	1900	-27.172	-29.126	-29.796
7	27	1901	-27.173	-29.126	-29.796
7	27	1902	-27.174	-29.126	-29.796
7	27	1903	-27.17	-29.124	-29.798
7	27	1904	-27.172	-29.126	-29.798
7	27	1905	-27.172	-29.126	-29.798
7	27	1906	-27.174	-29.126	-29.798
7	27	1907	-27.175	-29.126	-29.798
7	27	1908	-27.173	-29.126	-29.798
7	27	1909	-27.172	-29.126	-29.798
7	27	1910	-27.17	-29.124	-29.798
7	27	1911	-27.172	-29.129	-29.797
7	27	1912	-27.172	-29.126	-29.796
7	27	1913	-27.172	-29.126	-29.796
7	27	1914	-27.172	-29.126	-29.796

-39.4



7	27	1915	-27.172	-29.126	-29.794	
7	27	1916	-27.172	-29.126	-29.794	
7	27	1917	-27.168	-29.126	-29.794	
7	27	1918	-27.166	-29.126	-29.793	
7	27	1919	-27.172	-29.126	-29.793	
7	27	1920	-27.172	-29.126	-29.793	
7	27	1921	-27.172	-29.126	-29.793	
7	27	1922	-27.172	-29.126	-29.791	
7	27	1923	-27.172	-29.126	-29.792	
7	27	1924	-27.172	-29.129	-29.793	
7	27	1925	-27.173	-29.126	-29.792	
7	27	1926	-27.172	-29.126	-29.793	
7	27	1927	-27.172	-29.126	-29.793	
7	27	1928	-27.171	-29.124	-29.791	
7	27	1929	-27.172	-29.126	-29.79	
7	27	1930	-27.168	-29.126	-29.789	
7	27	1931	-27.17	-29.126	-29.792	
7	27	1932	-27.168	-29.126	-29.789	
7	27	1933	-27.17	-29.126	-29.788	
7	27	1934	-27.172	-29.126	-29.789	
7	27	1935	-27.172	-29.126	-29.788	
7	27	1936	-27.171	-29.126	-29.791	
7	27	1937	-27.172	-29.124	-29.789	
7	27	1938	-27.171	-29.126	-29.789	
7	27	1939	-27.171	-29.126	-29.788	
7	27	1940	-27.171	-29.124	-29.789	
7	27	1941	-27.172	-29.124	-29.79	
7	27	1942	-27.171	-29.122	-29.788	
7	27	1943	-27.172	-29.122	-29.788	
7	27	1944	-27.169	-29.124	-29.789	
7	27	1945	-27.172	-29.124	-29.788	
7	27	1946	-27.172	-29.124	-29.79	
7	27	1947	-27.172	-29.126	-29.788	
7	27	1948	-27.171	-29.124	-29.79	
7	27	1949	-27.17	-29.124	-29.79	
7	27	1950	-27.169	-29.124	-29.789	
7	27	1951	-27.171	-29.124	-29.788	
7	27	1952	-27.169	-29.124	-29.788	
7	27	1953	-27.168	-29.122	-29.787	
7	27	1954	-27.167	-29.122	-29.788	
7	27	1955	-27.17	-29.122	-29.787	
7	27	1956	-27.168	-29.122	-29.787	
7	27	1957	-27.164	-29.124	-29.788	
7	27	1958	-27.164	-29.122	-29.788	
7	27	1959	-27.164	-29.12	-29.786	
7	27	2000	-27.164	-29.12	-29.787	-39.396
7	27	2001	-27.164	-29.122	-29.787	

7	27	2002	-27.162	-29.118	-29.787
7	27	2003	-27.158	-29.12	-29.786
7	27	2004	-27.158	-29.118	-29.787
7	27	2005	-27.156	-29.118	-29.786
7	27	2006	-27.156	-29.118	-29.787
7	27	2007	-27.158	-29.115	-29.787
7	27	2008	-27.156	-29.115	-29.787
7	27	2009	-27.156	-29.118	-29.786
7	27	2010	-27.156	-29.115	-29.787
7	27	2011	-27.152	-29.118	-29.787
7	27	2012	-27.152	-29.115	-29.787
7	27	2013	-27.154	-29.113	-29.786
7	27	2014	-27.152	-29.113	-29.787
7	27	2015	-27.156	-29.113	-29.787
7	27	2016	-27.149	-29.113	-29.787
7	27	2017	-27.151	-29.111	-29.787
7	27	2018	-27.149	-29.111	-29.787
7	27	2019	-27.147	-29.111	-29.786
7	27	2020	-27.149	-29.113	-29.787
7	27	2021	-27.145	-29.111	-29.786
7	27	2022	-27.145	-29.111	-29.787
7	27	2023	-27.143	-29.111	-29.786
7	27	2024	-27.145	-29.111	-29.787
7	27	2025	-27.143	-29.111	-29.786
7	27	2026	-27.143	-29.111	-29.787
7	27	2027	-27.143	-29.109	-29.786
7	27	2028	-27.143	-29.109	-29.787
7	27	2029	-27.141	-29.107	-29.786
7	27	2030	-27.145	-29.107	-29.787
7	27	2031	-27.139	-29.109	-29.787
7	27	2032	-27.141	-29.107	-29.787
7	27	2033	-27.139	-29.107	-29.786
7	27	2034	-27.139	-29.104	-29.787
7	27	2035	-27.139	-29.104	-29.786
7	27	2036	-27.13	-29.104	-29.787
7	27	2037	-27.128	-29.104	-29.788
7	27	2038	-27.141	-29.104	-29.787
7	27	2039	-27.141	-29.104	-29.786
7	27	2040	-27.143	-29.102	-29.787
7	27	2041	-27.143	-29.102	-29.786
7	27	2042	-27.141	-29.098	-29.787
7	27	2043	-27.139	-29.102	-29.786
7	27	2044	-27.133	-29.1	-29.786
7	27	2045	-27.135	-29.1	-29.786
7	27	2046	-27.139	-29.1	-29.787
7	27	2047	-27.137	-29.096	-29.784
7	27	2048	-27.133	-29.096	-29.784

7	27	2049	-27.131	-29.096	-29.784	
7	27	2050	-27.137	-29.096	-29.783	
7	27	2051	-27.133	-29.096	-29.786	
7	27	2052	-27.131	-29.096	-29.783	
7	27	2053	-27.126	-29.093	-29.782	
7	27	2054	-27.127	-29.091	-29.781	
7	27	2055	-27.122	-29.091	-29.782	
7	27	2056	-27.122	-29.091	-29.782	
7	27	2057	-27.122	-29.091	-29.781	
7	27	2058	-27.12	-29.087	-29.782	
7	27	2059	-27.12	-29.087	-29.779	
7	27	2100	-27.118	-29.089	-29.78	-39.376
7	27	2101	-27.12	-29.089	-29.779	
7	27	2102	-27.12	-29.087	-29.779	
7	27	2103	-27.118	-29.087	-29.777	
7	27	2104	-27.116	-29.087	-29.779	
7	27	2105	-27.118	-29.087	-29.779	
7	27	2106	-27.118	-29.084	-29.778	
7	27	2107	-27.117	-29.082	-29.777	
7	27	2108	-27.115	-29.082	-29.777	
7	27	2109	-27.111	-29.082	-29.776	
7	27	2110	-27.111	-29.084	-29.776	
7	27	2111	-27.107	-29.082	-29.774	
7	27	2112	-27.105	-29.08	-29.771	
7	27	2113	-27.105	-29.08	-29.769	
7	27	2114	-27.107	-29.078	-29.769	
7	27	2115	-27.107	-29.078	-29.769	
7	27	2116	-27.107	-29.078	-29.77	
7	27	2117	-27.105	-29.076	-29.769	
7	27	2118	-27.103	-29.076	-29.77	
7	27	2119	-27.105	-29.076	-29.767	
7	27	2120	-27.099	-29.073	-29.768	
7	27	2121	-27.1	-29.071	-29.767	
7	27	2122	-27.098	-29.073	-29.768	
7	27	2123	-27.1	-29.071	-29.765	
7	27	2124	-27.098	-29.069	-29.764	
7	27	2125	-27.094	-29.069	-29.764	
7	27	2126	-27.092	-29.069	-29.764	
7	27	2127	-27.088	-29.069	-29.76	
7	27	2128	-27.083	-29.069	-29.76	
7	27	2129	-27.079	-29.067	-29.76	
7	27	2130	-27.081	-29.067	-29.759	
7	27	2131	-27.075	-29.065	-29.758	
7	27	2132	-27.079	-29.065	-29.759	
7	27	2133	-27.077	-29.062	-29.755	
7	27	2134	-27.062	-29.062	-29.752	
7	27	2135	-27.067	-29.062	-29.752	

7	27	2136	-27.069	-29.06	-29.752
7	27	2137	-27.075	-29.06	-29.75
7	27	2138	-27.066	-29.056	-29.749
7	27	2139	-27.066	-29.058	-29.749
7	27	2140	-27.067	-29.058	-29.749
7	27	2141	-27.066	-29.058	-29.747
7	27	2142	-27.062	-29.054	-29.746
7	27	2143	-27.062	-29.054	-29.746
7	27	2144	-27.064	-29.054	-29.744
7	27	2145	-27.058	-29.049	-29.742
7	27	2146	-27.056	-29.051	-29.742
7	27	2147	-27.056	-29.051	-29.741
7	27	2148	-27.058	-29.049	-29.741
7	27	2149	-27.054	-29.047	-29.74
7	27	2150	-27.054	-29.047	-29.737
7	27	2151	-27.054	-29.045	-29.736
7	27	2152	-27.052	-29.045	-29.735
7	27	2153	-27.052	-29.045	-29.734
7	27	2154	-27.052	-29.045	-29.734
7	27	2155	-27.049	-29.043	-29.734
7	27	2156	-27.046	-29.04	-29.733
7	27	2157	-27.047	-29.038	-29.733
7	27	2158	-27.047	-29.04	-29.73
7	27	2159	-27.041	-29.038	-29.728
7	27	2200	-27.039	-29.038	-29.728 -39.347
7	27	2201	-27.043	-29.036	-29.726
7	27	2202	-27.043	-29.036	-29.726
7	27	2203	-27.037	-29.036	-29.727
7	27	2204	-27.037	-29.036	-29.726
7	27	2205	-27.035	-29.034	-29.727
7	27	2206	-27.033	-29.032	-29.725
7	27	2207	-27.028	-29.029	-29.724
7	27	2208	-27.028	-29.027	-29.719
7	27	2209	-27.028	-29.027	-29.721
7	27	2210	-27.028	-29.027	-29.719
7	27	2211	-27.024	-29.027	-29.716
7	27	2212	-27.02	-29.025	-29.716
7	27	2213	-27.016	-29.027	-29.717
7	27	2214	-27.016	-29.023	-29.716
7	27	2215	-27.02	-29.023	-29.715
7	27	2216	-27.011	-29.023	-29.715
7	27	2217	-27.016	-29.023	-29.715
7	27	2218	-27.011	-29.018	-29.714
7	27	2219	-27.009	-29.018	-29.713
7	27	2220	-27.005	-29.016	-29.712
7	27	2221	-27.005	-29.016	-29.711
7	27	2222	-27.005	-29.016	-29.709

7	27	2223	-27.003	-29.016	-29.709
7	27	2224	-27.001	-29.014	-29.709
7	27	2225	-26.997	-29.012	-29.709
7	27	2226	-26.995	-29.012	-29.705
7	27	2227	-26.996	-29.012	-29.704
7	27	2228	-26.998	-29.012	-29.705
7	27	2229	-26.994	-29.009	-29.703
7	27	2230	-26.994	-29.009	-29.702
7	27	2231	-26.993	-29.007	-29.701
7	27	2232	-26.991	-29.007	-29.702
7	27	2233	-26.986	-29.007	-29.7
7	27	2234	-26.989	-29.003	-29.701
7	27	2235	-26.984	-29.001	-29.699
7	27	2236	-26.984	-29.001	-29.699
7	27	2237	-26.984	-29.001	-29.699
7	27	2238	-26.978	-28.998	-29.697
7	27	2239	-26.982	-28.996	-29.694
7	27	2240	-26.978	-28.996	-29.695
7	27	2241	-26.978	-28.994	-29.693
7	27	2242	-26.978	-28.996	-29.694
7	27	2243	-26.975	-28.994	-29.69
7	27	2244	-26.977	-28.994	-29.689
7	27	2245	-26.974	-28.994	-29.689
7	27	2246	-26.976	-28.992	-29.689
7	27	2247	-26.974	-28.992	-29.688
7	27	2248	-26.978	-28.99	-29.689
7	27	2249	-26.974	-28.99	-29.686
7	27	2250	-26.97	-28.99	-29.685
7	27	2251	-26.972	-28.987	-29.685
7	27	2252	-26.972	-28.985	-29.683
7	27	2253	-26.97	-28.985	-29.683
7	27	2254	-26.967	-28.985	-29.679
7	27	2255	-26.963	-28.983	-29.678
7	27	2256	-26.965	-28.983	-29.677
7	27	2257	-26.967	-28.981	-29.676
7	27	2258	-26.965	-28.981	-29.677
7	27	2259	-26.961	-28.981	-29.677
7	27	2300	-26.961	-28.981	-29.677 -39.294
7	27	2301	-26.961	-28.979	-29.674
7	27	2302	-26.961	-28.976	-29.675
7	27	2303	-26.955	-28.976	-29.671
7	27	2304	-26.955	-28.974	-29.672
7	27	2305	-26.953	-28.974	-29.671
7	27	2306	-26.955	-28.974	-29.672
7	27	2307	-26.944	-28.97	-29.67
7	27	2308	-26.948	-28.972	-29.669
7	27	2309	-26.949	-28.97	-29.668

7	27	2310	-26.938	-28.97	-29.667
7	27	2311	-26.932	-28.97	-29.665
7	27	2312	-26.93	-28.97	-29.665
7	27	2313	-26.932	-28.968	-29.664
7	27	2314	-26.932	-28.968	-29.661
7	27	2315	-26.928	-28.968	-29.662
7	27	2316	-26.928	-28.963	-29.66
7	27	2317	-26.928	-28.965	-29.662
7	27	2318	-26.927	-28.965	-29.659
7	27	2319	-26.928	-28.963	-29.659
7	27	2320	-26.926	-28.961	-29.658
7	27	2321	-26.923	-28.959	-29.658
7	27	2322	-26.921	-28.961	-29.657
7	27	2323	-26.923	-28.959	-29.655
7	27	2324	-26.919	-28.956	-29.654
7	27	2325	-26.917	-28.956	-29.655
7	27	2326	-26.919	-28.956	-29.655
7	27	2327	-26.913	-28.954	-29.655
7	27	2328	-26.917	-28.954	-29.653
7	27	2329	-26.91	-28.954	-29.653
7	27	2330	-26.91	-28.954	-29.653
7	27	2331	-26.911	-28.952	-29.653
7	27	2332	-26.91	-28.948	-29.65
7	27	2333	-26.906	-28.952	-29.647
7	27	2334	-26.908	-28.948	-29.65
7	27	2335	-26.904	-28.945	-29.646
7	27	2336	-26.902	-28.948	-29.646
7	27	2337	-26.902	-28.945	-29.646
7	27	2338	-26.9	-28.948	-29.646
7	27	2339	-26.9	-28.945	-29.645
7	27	2340	-26.9	-28.945	-29.645
7	27	2341	-26.896	-28.943	-29.645
7	27	2342	-26.898	-28.943	-29.645
7	27	2343	-26.898	-28.943	-29.645
7	27	2344	-26.898	-28.941	-29.645
7	27	2345	-26.894	-28.943	-29.641
7	27	2346	-26.898	-28.941	-29.641
7	27	2347	-26.898	-28.939	-29.641
7	27	2348	-26.896	-28.939	-29.641
7	27	2349	-26.891	-28.939	-29.64
7	27	2350	-26.891	-28.937	-29.64
7	27	2351	-26.889	-28.937	-29.638
7	27	2352	-26.894	-28.937	-29.64
7	27	2353	-26.889	-28.937	-29.64
7	27	2354	-26.887	-28.932	-29.637
7	27	2355	-26.887	-28.934	-29.64
7	27	2356	-26.887	-28.934	-29.637

7	27	2357	-26.887	-28.932	-29.638	
7	27	2358	-26.885	-28.932	-29.637	
7	27	2359	-26.883	-28.93	-29.637	
7	27	2400	-26.883	-28.93	-29.635	-39.25
7	28	1	-26.881	-28.93	-29.638	
7	28	2	-26.881	-28.93	-29.636	
7	28	3	-26.883	-28.928	-29.638	
7	28	4	-26.881	-28.928	-29.637	
7	28	5	-26.879	-28.926	-29.634	
7	28	6	-26.879	-28.928	-29.634	
7	28	7	-26.875	-28.926	-29.635	
7	28	8	-26.879	-28.926	-29.632	
7	28	9	-26.877	-28.926	-29.633	
7	28	10	-26.876	-28.923	-29.631	
7	28	11	-26.876	-28.926	-29.631	
7	28	12	-26.876	-28.923	-29.629	
7	28	13	-26.874	-28.923	-29.63	
7	28	14	-26.872	-28.923	-29.629	
7	28	15	-26.87	-28.923	-29.628	
7	28	16	-26.868	-28.921	-29.628	
7	28	17	-26.87	-28.919	-29.627	
7	28	18	-26.872	-28.919	-29.627	
7	28	19	-26.87	-28.919	-29.626	
7	28	20	-26.868	-28.919	-29.624	
7	28	21	-26.872	-28.921	-29.624	
7	28	22	-26.87	-28.919	-29.627	
7	28	23	-26.872	-28.919	-29.624	
7	28	24	-26.863	-28.917	-29.625	
7	28	25	-26.869	-28.917	-29.625	
7	28	26	-26.866	-28.915	-29.624	
7	28	27	-26.868	-28.915	-29.624	
7	28	28	-26.866	-28.915	-29.625	
7	28	29	-26.865	-28.915	-29.623	
7	28	30	-26.866	-28.917	-29.623	
7	28	31	-26.865	-28.915	-29.624	
7	28	32	-26.861	-28.915	-29.623	
7	28	33	-26.861	-28.915	-29.623	
7	28	34	-26.859	-28.915	-29.622	
7	28	35	-26.859	-28.912	-29.623	
7	28	36	-26.857	-28.912	-29.623	
7	28	37	-26.851	-28.912	-29.622	
7	28	38	-26.855	-28.912	-29.624	
7	28	39	-26.857	-28.91	-29.621	
7	28	40	-26.855	-28.91	-29.622	
7	28	41	-26.855	-28.91	-29.622	
7	28	42	-26.853	-28.91	-29.622	
7	28	43	-26.857	-28.912	-29.622	

7	28	44	-26.857	-28.91	-29.62	
7	28	45	-26.855	-28.912	-29.618	
7	28	46	-26.857	-28.912	-29.619	
7	28	47	-26.857	-28.91	-29.62	
7	28	48	-26.851	-28.91	-29.619	
7	28	49	-26.853	-28.91	-29.616	
7	28	50	-26.838	-28.906	-29.619	
7	28	51	-26.794	-28.903	-29.617	
7	28	52	-26.827	-28.906	-29.621	
7	28	53	-26.353	-28.908	-29.616	
7	28	54	-26.356	-28.906	-29.616	
7	28	55	-26.356	-28.906	-29.614	
7	28	56	-26.356	-28.906	-29.616	
7	28	57	-26.356	-28.906	-29.614	
7	28	58	-26.354	-28.903	-29.616	
7	28	59	-26.354	-28.906	-29.614	
7	28	100	-26.354	-28.903	-29.615	-39.229
7	28	101	-26.354	-28.901	-29.614	
7	28	102	-26.355	-28.903	-29.616	
7	28	103	-26.354	-28.903	-29.614	
7	28	104	-26.354	-28.903	-29.616	
7	28	105	-26.354	-28.903	-29.614	
7	28	106	-26.352	-28.903	-29.616	
7	28	107	-26.352	-28.901	-29.614	
7	28	108	-26.352	-28.901	-29.616	
7	28	109	-26.351	-28.901	-29.614	
7	28	110	-26.351	-28.901	-29.615	
7	28	111	-26.352	-28.899	-29.614	
7	28	112	-26.351	-28.899	-29.614	
7	28	113	-26.351	-28.901	-29.614	
7	28	114	-26.349	-28.899	-29.614	
7	28	115	-26.349	-28.899	-29.614	
7	28	116	-26.349	-28.901	-29.614	
7	28	117	-26.349	-28.901	-29.614	
7	28	118	-26.348	-28.901	-29.613	
7	28	119	-26.349	-28.899	-29.614	
7	28	120	-26.347	-28.901	-29.614	
7	28	121	-26.349	-28.899	-29.614	
7	28	122	-26.348	-28.899	-29.613	
7	28	123	-26.347	-28.899	-29.614	
7	28	124	-26.348	-28.897	-29.612	
7	28	125	-26.349	-28.899	-29.614	
7	28	126	-26.347	-28.899	-29.612	
7	28	127	-26.347	-28.899	-29.613	
7	28	128	-26.347	-28.899	-29.612	
7	28	129	-26.347	-28.899	-29.614	
7	28	130	-26.347	-28.897	-29.613	



7	28	131	-26.347	-28.899	-29.614	
7	28	132	-26.347	-28.899	-29.612	
7	28	133	-26.347	-28.901	-29.612	
7	28	134	-26.347	-28.899	-29.612	
7	28	135	-26.347	-28.899	-29.613	
7	28	136	-26.345	-28.899	-29.612	
7	28	137	-26.347	-28.899	-29.612	
7	28	138	-26.347	-28.897	-29.612	
7	28	139	-26.347	-28.897	-29.612	
7	28	140	-26.347	-28.897	-29.612	
7	28	141	-26.347	-28.899	-29.611	
7	28	142	-26.349	-28.899	-29.612	
7	28	143	-26.349	-28.901	-29.611	
7	28	144	-26.347	-28.899	-29.612	
7	28	145	-26.347	-28.899	-29.611	
7	28	146	-26.347	-28.897	-29.61	
7	28	147	-26.347	-28.899	-29.611	
7	28	148	-26.345	-28.897	-29.612	
7	28	149	-26.347	-28.899	-29.612	
7	28	150	-26.347	-28.899	-29.612	
7	28	151	-26.345	-28.899	-29.612	
7	28	152	-26.347	-28.899	-29.612	
7	28	153	-26.347	-28.899	-29.611	
7	28	154	-26.345	-28.901	-29.611	
7	28	155	-26.347	-28.901	-29.612	
7	28	156	-26.346	-28.899	-29.612	
7	28	157	-26.347	-28.899	-29.612	
7	28	158	-26.347	-28.899	-29.612	
7	28	159	-26.347	-28.899	-29.614	
7	28	200	-26.347	-28.899	-29.612	-39.229
7	28	201	-26.349	-28.901	-29.614	
7	28	202	-26.348	-28.899	-29.614	
7	28	203	-26.348	-28.901	-29.612	
7	28	204	-26.346	-28.901	-29.612	
7	28	205	-26.348	-28.901	-29.613	
7	28	206	-26.348	-28.901	-29.613	
7	28	207	-26.349	-28.901	-29.613	
7	28	208	-26.346	-28.899	-29.612	
7	28	209	-26.349	-28.901	-29.612	
7	28	210	-26.35	-28.901	-29.612	
7	28	211	-26.348	-28.901	-29.612	
7	28	212	-26.348	-28.903	-29.612	
7	28	213	-26.352	-28.903	-29.613	
7	28	214	-26.352	-28.903	-29.614	
7	28	215	-26.351	-28.901	-29.612	
7	28	216	-26.352	-28.903	-29.613	
7	28	217	-26.351	-28.903	-29.612	

7	28	218	-26.35	-28.901	-29.616
7	28	219	-26.35	-28.903	-29.616
7	28	220	-26.352	-28.903	-29.615
7	28	221	-26.352	-28.903	-29.614
7	28	222	-26.352	-28.901	-29.618
7	28	223	-26.354	-28.903	-29.616
7	28	224	-26.354	-28.903	-29.616
7	28	225	-26.354	-28.906	-29.617
7	28	226	-26.354	-28.906	-29.619
7	28	227	-26.354	-28.906	-29.618
7	28	228	-26.354	-28.906	-29.619
7	28	229	-26.354	-28.906	-29.618
7	28	230	-26.354	-28.906	-29.621
7	28	231	-26.354	-28.906	-29.619
7	28	232	-26.354	-28.908	-29.62
7	28	233	-26.353	-28.906	-29.619
7	28	234	-26.354	-28.908	-29.62
7	28	235	-26.354	-28.908	-29.619
7	28	236	-26.354	-28.908	-29.62
7	28	237	-26.356	-28.908	-29.62
7	28	238	-26.354	-28.908	-29.622
7	28	239	-26.355	-28.91	-29.622
7	28	240	-26.356	-28.908	-29.625
7	28	241	-26.354	-28.91	-29.624
7	28	242	-26.355	-28.91	-29.623
7	28	243	-26.355	-28.91	-29.625
7	28	244	-26.356	-28.91	-29.625
7	28	245	-26.355	-28.91	-29.624
7	28	246	-26.357	-28.912	-29.625
7	28	247	-26.357	-28.912	-29.625
7	28	248	-26.357	-28.912	-29.626
7	28	249	-26.357	-28.912	-29.625
7	28	250	-26.357	-28.91	-29.625
7	28	251	-26.357	-28.912	-29.625
7	28	252	-26.357	-28.912	-29.625
7	28	253	-26.357	-28.912	-29.625
7	28	254	-26.357	-28.915	-29.625
7	28	255	-26.361	-28.915	-29.625
7	28	256	-26.357	-28.915	-29.625
7	28	257	-26.359	-28.915	-29.63
7	28	258	-26.359	-28.917	-29.629
7	28	259	-26.361	-28.915	-29.63
7	28	300	-26.361	-28.917	-29.63 -39.233
7	28	301	-26.361	-28.917	-29.631
7	28	302	-26.361	-28.919	-29.63
7	28	303	-26.361	-28.919	-29.631
7	28	304	-26.361	-28.917	-29.63

7	28	305	-26.361	-28.919	-29.631
7	28	306	-26.361	-28.919	-29.631
7	28	307	-26.361	-28.917	-29.633
7	28	308	-26.363	-28.917	-29.631
7	28	309	-26.363	-28.919	-29.632
7	28	310	-26.365	-28.921	-29.631
7	28	311	-26.363	-28.921	-29.631
7	28	312	-26.363	-28.921	-29.633
7	28	313	-26.365	-28.921	-29.631
7	28	314	-26.364	-28.923	-29.631
7	28	315	-26.367	-28.921	-29.632
7	28	316	-26.367	-28.921	-29.635
7	28	317	-26.368	-28.923	-29.636
7	28	318	-26.367	-28.923	-29.635
7	28	319	-26.368	-28.923	-29.638
7	28	320	-26.37	-28.923	-29.638
7	28	321	-26.37	-28.923	-29.637
7	28	322	-26.37	-28.923	-29.638
7	28	323	-26.37	-28.928	-29.637
7	28	324	-26.37	-28.928	-29.64
7	28	325	-26.37	-28.928	-29.638
7	28	326	-26.371	-28.928	-29.64
7	28	327	-26.372	-28.93	-29.638
7	28	328	-26.374	-28.93	-29.638
7	28	329	-26.374	-28.93	-29.642
7	28	330	-26.374	-28.93	-29.641
7	28	331	-26.376	-28.93	-29.642
7	28	332	-26.374	-28.932	-29.643
7	28	333	-26.376	-28.932	-29.642
7	28	334	-26.376	-28.932	-29.642
7	28	335	-26.376	-28.932	-29.645
7	28	336	-26.374	-28.932	-29.646
7	28	337	-26.38	-28.932	-29.645
7	28	338	-26.378	-28.934	-29.645
7	28	339	-26.378	-28.937	-29.647
7	28	340	-26.38	-28.937	-29.649
7	28	341	-26.378	-28.937	-29.649
7	28	342	-26.379	-28.937	-29.647
7	28	343	-26.384	-28.939	-29.648
7	28	344	-26.383	-28.937	-29.647
7	28	345	-26.385	-28.937	-29.649
7	28	346	-26.383	-28.937	-29.648
7	28	347	-26.385	-28.941	-29.649
7	28	348	-26.385	-28.939	-29.647
7	28	349	-26.385	-28.941	-29.649
7	28	350	-26.385	-28.939	-29.649
7	28	351	-26.385	-28.941	-29.653

7	28	352	-26.387	-28.941	-29.65	
7	28	353	-26.387	-28.943	-29.651	
7	28	354	-26.387	-28.941	-29.654	
7	28	355	-26.387	-28.943	-29.655	
7	28	356	-26.389	-28.943	-29.654	
7	28	357	-26.391	-28.943	-29.655	
7	28	358	-26.391	-28.943	-29.654	
7	28	359	-26.391	-28.945	-29.655	
7	28	400	-26.391	-28.948	-29.654	-39.25
7	28	401	-26.391	-28.948	-29.655	
7	28	402	-26.391	-28.948	-29.656	
7	28	403	-26.391	-28.948	-29.655	
7	28	404	-26.391	-28.948	-29.654	
7	28	405	-26.391	-28.948	-29.654	
7	28	406	-26.391	-28.948	-29.656	
7	28	407	-26.391	-28.948	-29.656	
7	28	408	-26.391	-28.948	-29.657	
7	28	409	-26.391	-28.948	-29.657	
7	28	410	-26.391	-28.95	-29.657	
7	28	411	-26.391	-28.95	-29.656	
7	28	412	-26.391	-28.952	-29.661	
7	28	413	-26.393	-28.95	-29.659	
7	28	414	-26.394	-28.952	-29.661	
7	28	415	-26.395	-28.954	-29.661	
7	28	416	-26.396	-28.954	-29.661	
7	28	417	-26.396	-28.954	-29.662	
7	28	418	-26.396	-28.954	-29.664	
7	28	419	-26.396	-28.954	-29.664	
7	28	420	-26.396	-28.954	-29.664	
7	28	421	-26.398	-28.954	-29.664	
7	28	422	-26.398	-28.956	-29.664	
7	28	423	-26.398	-28.956	-29.662	
7	28	424	-26.4	-28.956	-29.664	
7	28	425	-26.4	-28.959	-29.664	
7	28	426	-26.4	-28.959	-29.666	
7	28	427	-26.4	-28.961	-29.666	
7	28	428	-26.404	-28.961	-29.668	
7	28	429	-26.403	-28.961	-29.668	
7	28	430	-26.404	-28.961	-29.668	
7	28	431	-26.404	-28.961	-29.668	
7	28	432	-26.404	-28.963	-29.671	
7	28	433	-26.404	-28.963	-29.67	
7	28	434	-26.404	-28.963	-29.671	
7	28	435	-26.406	-28.963	-29.67	
7	28	436	-26.406	-28.963	-29.673	
7	28	437	-26.406	-28.963	-29.67	
7	28	438	-26.408	-28.965	-29.672	

7	28	439	-26.407	-28.963	-29.672	
7	28	440	-26.408	-28.965	-29.674	
7	28	441	-26.411	-28.968	-29.673	
7	28	442	-26.411	-28.968	-29.674	
7	28	443	-26.411	-28.968	-29.674	
7	28	444	-26.411	-28.968	-29.674	
7	28	445	-26.413	-28.97	-29.674	
7	28	446	-26.413	-28.968	-29.674	
7	28	447	-26.413	-28.97	-29.676	
7	28	448	-26.413	-28.972	-29.68	
7	28	449	-26.413	-28.97	-29.678	
7	28	450	-26.413	-28.972	-29.679	
7	28	451	-26.413	-28.972	-29.678	
7	28	452	-26.413	-28.972	-29.679	
7	28	453	-26.413	-28.972	-29.68	
7	28	454	-26.413	-28.979	-29.679	
7	28	455	-26.413	-28.976	-29.678	
7	28	456	-26.413	-28.979	-29.682	
7	28	457	-26.413	-28.979	-29.681	
7	28	458	-26.415	-28.979	-29.684	
7	28	459	-26.417	-28.979	-29.683	
7	28	500	-26.415	-28.979	-29.686	-39.286
7	28	501	-26.417	-28.979	-29.685	
7	28	502	-26.419	-28.979	-29.687	
7	28	503	-26.42	-28.979	-29.686	
7	28	504	-26.421	-28.979	-29.687	
7	28	505	-26.42	-28.981	-29.686	
7	28	506	-26.421	-28.981	-29.687	
7	28	507	-26.42	-28.983	-29.686	
7	28	508	-26.421	-28.981	-29.687	
7	28	509	-26.422	-28.983	-29.686	
7	28	510	-26.421	-28.983	-29.689	
7	28	511	-26.42	-28.985	-29.688	
7	28	512	-26.423	-28.985	-29.689	
7	28	513	-26.422	-28.987	-29.688	
7	28	514	-26.425	-28.985	-29.69	
7	28	515	-26.426	-28.987	-29.69	
7	28	516	-26.426	-28.985	-29.69	
7	28	517	-26.426	-28.987	-29.69	
7	28	518	-26.428	-28.987	-29.691	
7	28	519	-26.428	-28.987	-29.69	
7	28	520	-26.428	-28.99	-29.691	
7	28	521	-26.426	-28.99	-29.69	
7	28	522	-26.43	-28.987	-29.694	
7	28	523	-26.43	-28.99	-29.693	
7	28	524	-26.43	-28.987	-29.696	
7	28	525	-26.43	-28.99	-29.693	

7	28	526	-26.432	-28.992	-29.696	
7	28	527	-26.434	-28.992	-29.695	
7	28	528	-26.435	-28.992	-29.694	
7	28	529	-26.436	-28.992	-29.695	
7	28	530	-26.436	-28.996	-29.698	
7	28	531	-26.436	-28.994	-29.698	
7	28	532	-26.436	-28.996	-29.699	
7	28	533	-26.436	-28.996	-29.698	
7	28	534	-26.436	-28.996	-29.699	
7	28	535	-26.439	-28.996	-29.698	
7	28	536	-26.438	-28.996	-29.698	
7	28	537	-26.438	-28.998	-29.7	
7	28	538	-26.435	-28.996	-29.698	
7	28	539	-26.439	-28.998	-29.7	
7	28	540	-26.442	-28.998	-29.702	
7	28	541	-26.441	-28.998	-29.702	
7	28	542	-26.442	-29.001	-29.702	
7	28	543	-26.441	-29.001	-29.704	
7	28	544	-26.442	-29.001	-29.703	
7	28	545	-26.441	-29.003	-29.705	
7	28	546	-26.443	-29.001	-29.706	
7	28	547	-26.443	-29.003	-29.705	
7	28	548	-26.443	-29.003	-29.706	
7	28	549	-26.443	-29.003	-29.705	
7	28	550	-26.443	-29.005	-29.706	
7	28	551	-26.443	-29.003	-29.707	
7	28	552	-26.443	-29.005	-29.708	
7	28	553	-26.443	-29.005	-29.707	
7	28	554	-26.443	-29.007	-29.707	
7	28	555	-26.443	-29.007	-29.707	
7	28	556	-26.443	-29.007	-29.708	
7	28	557	-26.445	-29.005	-29.709	
7	28	558	-26.443	-29.007	-29.71	
7	28	559	-26.443	-29.007	-29.709	
7	28	600	-26.445	-29.005	-29.711	-39.311
7	28	601	-26.447	-29.007	-29.711	
7	28	602	-26.447	-29.007	-29.711	
7	28	603	-26.449	-29.009	-29.711	
7	28	604	-26.449	-29.012	-29.712	
7	28	605	-26.449	-29.009	-29.711	
7	28	606	-26.449	-29.009	-29.715	
7	28	607	-26.449	-29.009	-29.714	
7	28	608	-26.447	-29.009	-29.715	
7	28	609	-26.451	-29.009	-29.714	
7	28	610	-26.451	-29.012	-29.715	
7	28	611	-26.449	-29.012	-29.716	
7	28	612	-26.452	-29.012	-29.718	

7	28	613	-26.451	-29.014	-29.717
7	28	614	-26.452	-29.014	-29.72
7	28	615	-26.451	-29.014	-29.717
7	28	616	-26.454	-29.014	-29.719
7	28	617	-26.452	-29.014	-29.717
7	28	618	-26.454	-29.016	-29.719
7	28	619	-26.452	-29.014	-29.719
7	28	620	-26.452	-29.016	-29.72
7	28	621	-26.455	-29.016	-29.719
7	28	622	-26.456	-29.016	-29.72
7	28	623	-26.456	-29.018	-29.719
7	28	624	-26.456	-29.014	-29.721
7	28	625	-26.456	-29.016	-29.721
7	28	626	-26.458	-29.016	-29.721
7	28	627	-26.458	-29.016	-29.721
7	28	628	-26.458	-29.016	-29.721
7	28	629	-26.458	-29.016	-29.723
7	28	630	-26.46	-29.018	-29.722
7	28	631	-26.458	-29.018	-29.723
7	28	632	-26.458	-29.023	-29.725
7	28	633	-26.458	-29.023	-29.726
7	28	634	-26.46	-29.023	-29.727
7	28	635	-26.46	-29.023	-29.724
7	28	636	-26.46	-29.023	-29.723
7	28	637	-26.462	-29.023	-29.728
7	28	638	-26.462	-29.023	-29.729
7	28	639	-26.46	-29.023	-29.728
7	28	640	-26.46	-29.023	-29.728
7	28	641	-26.46	-29.025	-29.728
7	28	642	-26.462	-29.025	-29.729
7	28	643	-26.462	-29.023	-29.728
7	28	644	-26.462	-29.023	-29.729
7	28	645	-26.462	-29.023	-29.728
7	28	646	-26.464	-29.023	-29.73
7	28	647	-26.464	-29.023	-29.728
7	28	648	-26.464	-29.023	-29.73
7	28	649	-26.462	-29.025	-29.729
7	28	650	-26.464	-29.025	-29.73
7	28	651	-26.464	-29.023	-29.73
7	28	652	-26.464	-29.025	-29.73
7	28	653	-26.464	-29.027	-29.733
7	28	654	-26.464	-29.025	-29.734
7	28	655	-26.466	-29.025	-29.733
7	28	656	-26.464	-29.025	-29.734
7	28	657	-26.464	-29.025	-29.733
7	28	658	-26.466	-29.025	-29.735
7	28	659	-26.464	-29.027	-29.737

7	28	700	-26.466	-29.025	-29.737	-39.331
7	28	701	-26.465	-29.025	-29.736	
7	28	702	-26.464	-29.027	-29.737	
7	28	703	-26.465	-29.025	-29.737	
7	28	704	-26.466	-29.027	-29.737	
7	28	705	-26.465	-29.027	-29.737	
7	28	706	-26.466	-29.027	-29.737	
7	28	707	-26.465	-29.027	-29.736	
7	28	708	-26.466	-29.027	-29.737	
7	28	709	-26.465	-29.025	-29.736	
7	28	710	-26.465	-29.027	-29.739	
7	28	711	-26.469	-29.027	-29.738	
7	28	712	-26.469	-29.029	-29.739	
7	28	713	-26.469	-29.027	-29.736	
7	28	714	-26.468	-29.029	-29.741	
7	28	715	-26.469	-29.027	-29.739	
7	28	716	-26.471	-29.027	-29.739	
7	28	717	-26.471	-29.025	-29.741	
7	28	718	-26.471	-29.027	-29.741	
7	28	719	-26.471	-29.027	-29.742	
7	28	720	-26.471	-29.027	-29.741	
7	28	721	-26.469	-29.029	-29.744	
7	28	722	-26.471	-29.027	-29.742	
7	28	723	-26.471	-29.029	-29.744	
7	28	724	-26.471	-29.032	-29.744	
7	28	725	-26.471	-29.029	-29.743	
7	28	726	-26.471	-29.027	-29.746	
7	28	727	-26.471	-29.027	-29.747	
7	28	728	-26.471	-29.029	-29.748	
7	28	729	-26.469	-29.027	-29.747	
7	28	730	-26.469	-29.027	-29.748	
7	28	731	-26.471	-29.027	-29.747	
7	28	732	-26.471	-29.027	-29.748	
7	28	733	-26.471	-29.027	-29.75	
7	28	734	-26.471	-29.027	-29.747	
7	28	735	-26.469	-29.029	-29.747	
7	28	736	-26.469	-29.029	-29.75	
7	28	737	-26.471	-29.029	-29.748	
7	28	738	-26.471	-29.027	-29.75	
7	28	739	-26.471	-29.029	-29.751	
7	28	740	-26.471	-29.029	-29.755	
7	28	741	-26.471	-29.029	-29.755	
7	28	742	-26.471	-29.029	-29.757	
7	28	743	-26.469	-29.029	-29.757	
7	28	744	-26.469	-29.029	-29.757	
7	28	745	-26.471	-29.029	-29.756	
7	28	746	-26.469	-29.027	-29.757	



7	28	747	-26.471	-29.027	-29.757	
7	28	748	-26.468	-29.027	-29.757	
7	28	749	-26.471	-29.029	-29.756	
7	28	750	-26.469	-29.029	-29.759	
7	28	751	-26.469	-29.027	-29.757	
7	28	752	-26.471	-29.029	-29.76	
7	28	753	-26.469	-29.027	-29.76	
7	28	754	-26.469	-29.029	-29.757	
7	28	755	-26.469	-29.027	-29.758	
7	28	756	-26.469	-29.025	-29.76	
7	28	757		-29.027	-29.759	
7	28	758		-29.027	-29.759	
7	28	759		-29.027	-29.759	
7	28	800		-29.025	-29.757	-39.335
7	28	801		-29.027	-29.758	
7	28	802		-29.027	-29.757	
7	28	803		-29.025	-29.758	
7	28	804		-29.029	-29.757	
7	28	805		-29.025		
7	28	806		-29.025		
7	28	807		-29.025		
7	28	808		-29.023		
7	28	809		-29.023		
7	28	810		-29.023		
7	28	811		-29.025		
7	28	812		-29.023		
7	28	813		-29.023		
7	28	814		-29.023		
7	28	815		-29.023		
7	28	816		-29.023		
7	28	817		-29.023		
7	28	818		-29.02		
7	28	819		-29.018		
7	28	820		-29.02		
7	28	821		-29.023		
7	28	822		-29.02		
7	28	823		-29.02		
7	28	824		-29.018		
7	28	825		-29.02		
7	28	826		-29.023		
7	28	827		-29.02		
7	28	828		-29.025		
7	28	829		-29.02		

2차 양수시험('95. 8. 31~ 9. 2)

month	date	time	min.	wel. 4	obs. A	Hachun(D-31)
8	31	15	0	-26.871	-29.194	-39.624
8	31	15	10	-26.87	-29.194	
8	31	15	20	-26.874	-29.19	
8	31	15	30	-26.874	-29.187	
8	31	15	40	-26.873	-29.185	
8	31	15	50	-26.867	-29.185	
8	31	16	0	-26.87	-29.185	-39.608
8	31	16	10	-26.869	-29.185	
8	31	16	20	-26.874	-29.187	
8	31	16	30	-26.865	-29.187	
8	31	16	40	-26.866	-29.192	
8	31	16	50	-26.875	-29.194	
8	31	17	0	-26.882	-29.196	-39.612
8	31	17	10	-26.884	-29.201	
8	31	17	20	-26.886	-29.201	
8	31	17	30	-26.883	-29.207	
8	31	17	40	-26.888	-29.209	
8	31	17	50	-26.894	-29.216	
8	31	18	0	-26.905	-29.22	-39.628
8	31	18	10	-26.912	-29.225	
8	31	18	20	-26.908	-29.229	
8	31	18	30	-26.911	-29.238	
8	31	18	40	-26.917	-29.245	
8	31	18	50	-26.929	-29.249	
8	31	19	0	-26.934	-29.254	-39.656
8	31	19	10	-26.93	-29.26	
8	31	19	20	-26.937	-29.265	
8	31	19	30	-26.947	-29.271	
8	31	19	40	-26.957	-29.276	
8	31	19	50	-26.963	-29.282	
8	31	20	0	-26.966	-29.287	-39.685
8	31	20	10	-26.974	-29.293	
8	31	20	20	-26.976	-29.298	
8	31	20	30	-26.978	-29.307	
8	31	20	40	-26.987	-29.311	
8	31	20	50	-26.992	-29.313	
8	31	21	0	-26.987	-29.318	-39.705
8	31	21	10	-26.988	-29.32	
8	31	21	20	-26.989	-29.322	
8	31	21	30	-26.993	-29.326	
8	31	21	40	-26.995	-29.326	
8	31	21	50	-26.995	-29.329	

8	31	22	0	-26.997	-29.329	-39.722
8	31	22	10	-26.997	-29.329	
8	31	22	20	-27.008	-29.329	
8	31	22	30	-26.996	-29.329	
8	31	22	40	-26.995	-29.326	
8	31	22	50	-27.001	-29.324	
8	31	23	0	-27.003	-29.322	-39.723
8	31	23	10	-26.995	-29.32	
8	31	23	20	-26.987	-29.311	
8	31	23	30	-26.984	-29.307	
8	31	23	40	-26.978	-29.302	
8	31	23	50	-26.972	-29.3	
9	1	0	0	-26.972	-29.293	-39.697
9	1	0	10	-26.975	-29.287	
9	1	0	20	-26.957	-29.282	
9	1	0	30	-26.965	-29.273	
9	1	0	40	-26.944	-29.267	
9	1	0	50	-26.954	-29.26	
9	1	1	0	-26.93	-29.251	-39.665
9	1	1	10	-26.937	-29.245	
9	1	1	20	-26.93	-29.238	
9	1	1	30	-26.904	-29.232	
9	1	1	40	-26.928	-29.223	
9	1	1	50	-26.916	-29.218	
9	1	2	0	-26.89	-29.212	-39.628
9	1	2	10	-26.875	-29.205	
9	1	2	20	-26.896	-29.198	
9	1	2	30	-26.894	-29.194	
9	1	2	40	-26.883	-29.19	
9	1	2	50	-26.862	-29.183	
9	1	3	0	-26.87	-29.183	-39.608
9	1	3	10	-26.878	-29.179	
9	1	3	20	-26.857	-29.176	
9	1	3	30	-26.854	-29.174	
9	1	3	40	-26.862	-29.176	
9	1	3	50	-26.873	-29.174	
9	1	4	0	-26.875	-29.174	-39.595
9	1	4	10	-26.878	-29.174	
9	1	4	20	-26.879	-29.176	
9	1	4	30	-26.882	-29.179	
9	1	4	40	-26.869	-29.181	
9	1	4	50	-26.87	-29.185	
9	1	5	0	-26.888	-29.187	-39.608
9	1	5	10	-26.891	-29.192	
9	1	5	20	-26.882	-29.194	
9	1	5	30	-26.894	-29.201	
9	1	5	40	-26.907	-29.207	

9	1	5	50	-26.915	-29.212	
9	1	6	0	-26.919	-29.22	-39.628
9	1	6	10	-26.925	-29.225	
9	1	6	20	-26.933	-29.232	
9	1	6	30	-26.928	-29.236	
9	1	6	40	-26.936	-29.245	
9	1	6	50	-26.934	-29.251	
9	1	7	0	-26.959	-29.258	-39.656
9	1	7	10	-26.965	-29.265	
9	1	7	20	-26.968	-29.276	
9	1	7	30	-26.958	-29.282	
9	1	7	40	-26.988	-29.289	
9	1	7	50	-26.983	-29.296	
9	1	8	0	-26.982	-29.304	-39.693
9	1	8	10	-26.992	-29.309	
9	1	8	20	-26.999	-29.318	
9	1	8	30	-27.005	-29.322	
9	1	8	40	-27.01	-29.329	
9	1	8	50	-27.009	-29.337	
9	1	9	0	-27.037	-29.344	-39.73
9	1	9	10	-27.042	-29.349	
9	1	9	20	-27.042	-29.353	
9	1	9	30	-27.033	-29.36	
9	1	9	40	-27.06	-29.364	
9	1	9	50	-27.05	-29.366	
9	1	10	0	-27.058	-29.371	-39.754
9	1	10	10	-27.068	-29.373	
9	1	10	20	-27.058	-29.377	
9	1	10	30	-27.075	-29.377	
9	1	10	40	-27.066	-29.377	
9	1	10	50	-27.063	-29.379	
9	1	11	0	-27.06	-29.379	-39.77
9	1	11	10	-27.064	-29.377	
9	1	11	20	-27.071	-29.379	
9	1	11	30	-27.058	-29.377	
9	1	11	40	-27.067	-29.375	
9	1	11	50	-27.068	-29.373	
9	1	12	0	-27.063	-29.368	-39.758
9	1	12	10	-27.052	-29.364	
9	1	12	20	-27.045	-29.36	
9	1	12	30	-27.05	-29.355	
9	1	12	40	-27.046	-29.351	
9	1	12	50	-27.043	-29.349	
9	1	13	0	-27.025	-29.342	-39.746
9	1	13	10	-27.033	-29.335	
9	1	13	20	-27.02	-29.329	
9	1	13	30	-27.008	-29.318	

9	1	13	40	-27.003	-29.313	
9	1	13	50	-26.999	-29.304	
9	1	14	0	-26.991	-29.296	-39.709
9	1	14	10	-26.979	-29.287	
9	1	14	20	-26.974	-29.282	
9	1	14	30	-26.967	-29.273	
9	1	14	40	-26.97	-29.267	
9	1	14	50	-26.95	-29.26	
9	1	15	0	-26.949	-29.251	-39.677
9	1	15	10	-26.941	-29.245	
9	1	15	20	-26.934	-29.24	
9	1	15	30	-26.928	-29.236	
9	1	15	40	-26.924	-29.229	
9	1	15	50	-26.896	-29.223	
9	1	16	0	-26.895	-29.22	-39.64
9	1	16	10	-26.895	-29.218	
9	1	16	20	-26.895	-29.214	
9	1	16	30	-26.895	-29.212	
9	1	16	40	-26.895	-29.209	
9	1	16	50	-26.898	-29.209	
9	1	17	0	-26.898	-29.207	-39.628
9	1	17	10	-26.899	-29.207	
9	1	17	20	-26.899	-29.205	
9	1	17	30	-26.899	-29.207	
9	1	17	40	-26.899	-29.207	
9	1	17	50	-26.899	-29.209	
9	1	18	0	-26.9	-29.209	-39.628
9	1	18	10	-26.9	-29.212	
9	1	18	20	-26.902	-29.216	
9	1	18	30	-26.899	-29.22	
9	1	18	40	-26.9	-29.22	
9	1	18	50	-26.898	-29.225	
9	1	19	0	-26.896	-29.227	-39.632
9	1	19	10	-26.898	-29.229	
9	1	19	20	-26.92	-29.236	
9	1	19	30	-26.924	-29.238	
9	1	19	40	-26.934	-29.243	
9	1	19	50	-26.936	-29.247	
9	1	20	0	-26.936	-29.251	-39.652
9	1	20	10	-26.945	-29.254	
9	1	20	20	-26.945	-29.258	
9	1	20	30	-26.947	-29.265	
9	1	20	40	-26.955	-29.267	
9	1	20	50	-26.963	-29.269	
9	1	21	0	-26.925	-29.276	-39.681
9	1	21	10	-26.917	-29.276	
9	1	21	20	-26.92	-29.278	

9	1	21	30	-26.919	-29.28	
9	1	21	40	-26.919	-29.28	
9	1	21	50	-26.941	-29.287	
9	1	22	0	-26.942	-29.285	-39.689
9	1	22	10	-26.944	-29.287	
9	1	22	20	-26.947	-29.289	
9	1	22	30	-26.949	-29.291	
9	1	22	40	-26.947	-29.291	
9	1	22	50	-26.947	-29.291	
9	1	23	0	-26.95	-29.291	-39.689
9	1	23	10	-26.95	-29.291	
9	1	23	20	-26.949	-29.289	
9	1	23	30	-26.947	-29.289	
9	1	23	40	-26.945	-29.287	
9	1	23	50	-26.945	-29.285	
9	2	0	0	-26.942	-29.282	-39.689
9	2	0	10	-26.94	-29.278	
9	2	0	20	-26.937	-29.276	
9	2	0	30	-26.934	-29.273	
9	2	0	40	-26.93	-29.269	
9	2	0	50	-26.928	-29.267	
9	2	1	0	-26.923	-29.26	-39.677
9	2	1	10	-26.92	-29.258	
9	2	1	20	-26.913	-29.251	
9	2	1	30	-26.909	-29.249	
9	2	1	40	-26.905	-29.243	
9	2	1	50	-26.9	-29.24	
9	2	2	0	-26.895	-29.232	-39.648
9	2	2	10	-26.891	-29.227	
9	2	2	20	-26.886	-29.223	
9	2	2	30	-26.883	-29.216	
9	2	2	40	-26.878	-29.216	
9	2	2	50	-26.873	-29.207	
9	2	3	0	-26.869	-29.205	-39.628
9	2	3	10	-26.866	-29.203	
9	2	3	20	-26.862	-29.198	
9	2	3	30	-26.858	-29.194	
9	2	3	40	-26.857	-29.19	
9	2	3	50	-26.856	-29.192	
9	2	4	0	-26.856	-29.19	-39.616
9	2	4	10	-26.852	-29.19	
9	2	4	20	-26.85	-29.187	
9	2	4	30	-26.85	-29.19	
9	2	4	40	-26.85	-29.187	
9	2	4	50	-26.85	-29.187	
9	2	5	0	-26.852	-29.19	-39.61
9	2	5	10	-26.853	-29.192	

9	2	5	20	-26.856	-29.192	
9	2	5	30	-26.857	-29.198	
9	2	5	40	-26.861	-29.201	
9	2	5	50	-26.865	-29.203	
9	2	6	0	-26.869	-29.207	-39.62
9	2	6	10	-26.873	-29.209	
9	2	6	20	-26.877	-29.216	
9	2	6	30	-26.882	-29.22	
9	2	6	40	-26.887	-29.227	
9	2	6	50	-26.891	-29.234	
9	2	7	0	-26.898	-29.238	-39.644
9	2	7	10	-26.904	-29.245	
9	2	7	20	-26.911	-29.249	
9	2	7	30	-26.916	-29.256	
9	2	7	40	-26.923	-29.26	
9	2	7	50	-26.929	-29.267	
9	2	8	0	-26.934	-29.276	-39.681
9	2	8	10	-26.94	-29.282	
9	2	8	20	-26.949	-29.287	
9	2	8	30	-26.953	-29.296	
9	2	8	40	-26.965	-29.304	
9	2	8	50	-26.971	-29.309	
9	2	9	0	-26.976	-29.318	-39.717
9	2	9	10	-26.984	-29.322	
9	2	9	20	-26.989	-29.331	
9	2	9	30	-26.995	-29.333	
9	2	9	40	-27.004	-29.342	
9	2	9	50	-27.008	-29.349	
9	2	10	0	-27.014	-29.351	-39.75
9	2	10	10	-27.02	-29.36	
9	2	10	20	-27.024	-29.362	

양수시험 3차('96. 8. 29 ~ 8. 30)

날 짜	시 간	유입공4	유입공6	관측공B	관측공C
'96. 8. 29	23:10	26.88	26.66	30.08	26.60
	23:20	26.87	26.65	30.07	26.59
	23:30	26.86	26.64	30.06	26.57
	23:40	26.85	26.63	30.05	26.56
	23:50	26.84	26.62	30.04	26.55
'96. 8. 30	0:00	26.82	26.61	30.03	26.53
	0:10	26.81	26.60	30.02	26.52
	0:20	26.80	26.59	30.01	26.51
	0:30	26.80	26.58	30.00	26.50
	0:40	26.79	26.57	30.00	26.49
	0:50	26.78	26.56	29.99	26.48
	1:00	26.78	26.56	29.98	26.47
	1:10	26.77	26.55	29.98	26.46
	1:20	26.77	26.55	29.98	26.46
	1:30	26.77	26.55	29.97	26.45
	1:40	26.76	26.55	29.97	26.45
	1:50	26.76	26.55	29.97	26.45
	2:00	26.76	26.55	29.98	26.45
	2:10	26.77	26.55	29.98	26.45
	2:20	26.77	26.56	29.98	26.45
	2:30	26.77	26.56	29.99	26.45
	2:40	26.77	26.56	29.99	26.46
	2:50	26.78	26.57	30.00	26.46
	3:00	26.79	26.57	30.00	26.46
	3:10	26.79	26.58	30.01	26.47
	3:20	26.80	26.59	30.01	26.47
	3:30	26.80	26.59	30.02	26.48
	3:40	26.81	26.60	30.03	26.48
	3:50	26.82	26.61	30.04	26.49
	4:00	26.83	26.62	30.05	26.50
4:10	26.84	26.63	30.05	26.50	
4:20	26.84	26.63	30.06	26.51	
4:30	26.85	26.64	30.07	26.52	
4:40	26.86	26.65	30.08	26.52	
4:50	26.87	26.66	30.09	26.53	
5:00	26.88	26.67	30.10	26.54	
5:10	26.89	26.68	30.11	26.55	



5:20	26.90	26.69	30.12	26.55
5:30	26.91	26.69	30.12	26.55
5:40	26.92	26.70	30.13	26.56
5:50	26.93	26.71	30.14	26.57
6:00	26.93	26.72	30.15	26.58
6:10	26.94	26.73	30.16	26.58
6:20	26.95	26.74	30.16	26.59
6:30	26.96	26.74	30.17	26.60
6:40	26.97	26.75	30.18	26.60
6:50	26.97	26.76	30.18	26.61
7:00	26.98	26.76	30.19	26.61
7:10	26.98	26.77	30.19	26.61
7:20	26.99	26.77	30.20	26.62
7:30	26.99	26.77	30.20	26.62
7:40	26.99	26.78	30.20	26.62
7:50	26.99	26.78	30.20	26.62
8:00	26.99	26.78	30.20	26.62
8:10	26.99	26.78	30.20	26.62
8:20	26.99	26.78	30.20	26.61
8:30	26.99	26.77	30.20	26.61
8:40	26.99	26.77	30.19	26.61
8:50	26.98	26.77	30.19	26.60
9:00	26.98	26.76	30.19	26.60
9:10	26.97	26.76	30.18	26.59
9:20	26.96	26.75	30.17	26.58
9:30	26.95	26.74	30.16	26.57
9:40	26.95	26.73	30.15	26.56
9:50	26.94	26.72	30.15	26.55
10:00	26.93	26.71	30.14	26.54
10:10	26.92	26.70	30.13	26.53
10:20	26.90	26.69	30.12	26.52
10:30	26.89	26.68	30.10	26.51
10:40	26.88	26.67	30.09	26.50
10:50	26.87	26.66	30.08	26.48
11:00	26.86	26.65	30.07	26.47
11:10	26.85	26.64	30.06	26.46
11:20	26.84	26.63	30.05	26.45
11:30	26.83	26.62	30.04	26.44
11:40	26.82	26.61	30.03	26.42
11:50	26.81	26.60	30.02	26.41
12:00	26.80	26.59	30.01	26.40

12:10	26.79	26.58	30.00	26.39
12:20	26.78	26.57	29.99	26.39
12:30	26.78	26.56	29.98	26.38
12:40	26.77	26.56	29.98	26.37
12:50	26.76	26.55	29.97	26.37
13:00	26.76	26.55	29.97	26.36
13:10	26.76	26.55	29.97	26.36
13:20	26.76	26.55	29.97	26.36
13:30	26.76	26.55	29.97	26.36
13:40	26.76	26.55	29.97	26.36
13:50	26.76	26.55	29.97	26.36
14:00		26.76	29.97	26.36
14:10		26.77	29.97	26.36
14:20	26.77	26.56	29.98	26.37
14:30	26.77	26.57	29.98	26.37
14:40	26.78	26.57	29.99	26.37
14:50	26.79	26.58	30.00	26.38
15:00	26.79	26.58	30.00	26.38
15:10	26.80	26.59	30.01	26.39
15:20	26.81	26.60	30.02	26.40
15:30	26.82	26.61	30.03	26.41
15:40	26.83	26.61	30.03	26.41
15:50	26.84	26.62	30.04	26.42
16:00	26.84	26.63	30.05	26.43
16:10	26.85	26.64	30.06	26.44
16:20	26.86	26.65	30.07	26.44
16:30	26.87	26.66	30.08	26.45
16:40	26.88	26.67	30.09	26.46
16:50	26.89	26.68	30.10	26.47
17:00	26.90	26.69	30.11	26.48
17:10	26.91	26.70	30.12	26.49
17:20	26.92	26.71	30.13	26.50
17:30	26.93	26.72	30.14	26.51
17:40	26.94	26.73	30.15	26.52
17:50	26.95	26.74	30.16	26.53
18:00	26.97	26.75	30.17	26.53
18:10	26.97	26.75	30.18	26.54
18:20	26.98	26.76	30.18	26.55
18:30	26.99	26.77	30.19	26.56
18:40	27.00	26.78	30.20	26.56
18:50	27.01	26.78	30.21	26.57

19:00	27.01	26.79	30.22	26.58
19:10	27.02	26.80	30.22	26.58
19:20	27.03	26.81	30.23	26.59
19:30	27.03	26.81	30.23	26.59
19:40	27.04	26.81	30.24	26.60
19:50	27.04	26.82	30.24	26.60
20:00	27.05	26.82	30.24	26.60
20:10	27.05	26.82	30.24	26.60
20:20	27.05	26.82	30.24	26.60
20:30	27.04	26.82	30.24	26.60
20:40	27.04	26.82	30.24	26.60
20:50	27.04	26.82	30.24	26.59
21:00	27.04	26.81	30.23	26.59
21:10	27.03	26.81	30.23	26.58
21:20	27.03	26.80	30.22	26.57
21:30	27.02	26.80	30.22	26.56
21:40	27.01	26.79	30.21	26.56
21:50	27.01	26.78	30.20	26.55
22:00	26.99	26.78	30.19	26.54
22:10	26.99	26.77	30.18	26.53
22:20	26.97	26.75	30.17	26.52
22:30	26.96	26.74	30.16	26.51
22:40	26.95	26.73	30.15	26.50
22:50	26.94	26.72	30.14	26.48
23:00	26.93	26.71	30.13	26.47
23:10	26.91	26.70	30.11	26.46
23:20	26.90	26.68	30.10	26.45
23:30	26.89	26.67	30.09	26.43
23:40	26.87	26.66	30.08	26.42
23:50	26.86	26.65	30.06	26.41
0:00	26.85	26.64	30.05	26.40
0:10	26.84	26.62	30.04	26.39
0:20	26.83	26.61	30.03	26.37
0:30	26.82	26.60	30.02	26.36
0:40	26.81	26.59	30.01	26.35
0:50	26.80	26.58	30.00	26.34
1:00	26.79	26.58	29.99	26.34
1:10	26.78	26.57	29.99	26.33
1:20	26.77	26.56	29.98	26.32
1:30	26.77	26.56	29.97	26.31
1:40	26.76	26.55	29.97	26.31

96. 8. 31

1:50	26.76	26.55	29.97	26.31
2:00	26.76	26.55	29.96	26.31
2:10	26.76	26.55	29.96	26.31
2:20	26.76	26.54	29.96	26.30
2:30	26.76	26.54	29.96	26.31
2:40	26.76	26.55	29.97	26.31
2:50	26.76	26.55	29.97	26.31
3:00	26.76	26.55	29.97	26.31
3:10	26.76	26.55	29.97	26.31
3:20	26.77	26.56	29.98	26.32
3:30	26.77	26.56	29.98	26.32
3:40	26.78	26.56	29.98	26.33
3:50	26.78	26.57	29.99	26.33
4:00	26.78	26.57	29.99	26.33
4:10	26.79	26.58	30.00	26.34
4:20	26.79	26.58	30.00	26.34
4:30	26.80	26.59	30.01	26.35
4:40	26.80	26.59	30.01	26.36
4:50	26.81	26.60	30.02	26.36
5:00	26.82	26.60	30.02	26.37
5:10	26.82	26.61	30.03	26.37
5:20	26.83	26.61	30.03	26.38
5:30	26.83	26.62	30.04	26.39
5:40	26.84	26.62	30.05	26.39
5:50	26.84	26.63	30.05	26.40
6:00	26.85	26.64	30.06	26.40
6:10	26.85	26.64	30.06	26.40
6:20	26.86	26.65	30.07	26.41
6:30	26.86	26.65	30.07	26.41
6:40	26.87	26.66	30.08	26.42
6:50	26.87	26.66	30.08	26.42
7:00	26.88	26.66	30.09	26.43
7:10	26.88	26.67	30.09	26.43
7:20	26.88	26.67	30.09	26.43
7:30	26.89	26.67	30.10	26.44
7:40	26.89	26.68	30.10	26.44
7:50	26.89	26.68	30.10	26.44
8:00	26.89	26.68	30.10	26.44
8:10	26.90	26.68	30.10	26.44
8:20	26.90	26.68	30.10	26.44
8:30	26.90	26.68	30.10	26.44

8:40	26.89	26.68	30.10	26.43
8:50	26.89	26.67	30.09	26.43
9:00	26.89	26.67	30.09	26.43
9:10	26.88	26.66	30.09	26.42
9:20	26.88	26.66	30.08	26.42
9:30	26.88	26.65	30.07	26.41
9:40	26.87	26.65	30.07	26.41
9:50	26.86	26.64	30.06	26.40
10:00	26.85	26.63	30.05	26.39
10:10	26.84	26.62	30.04	26.38
10:20	26.83	26.61	30.03	26.37
10:30	26.82	26.60	30.02	26.36
10:40	26.81	26.59	30.01	26.36
10:50	26.80	26.58	30.00	26.35
11:00	26.79	26.57	29.99	26.34
11:10	26.78	26.56	29.98	26.33
11:20	26.77	26.55	29.97	26.33
11:30	26.76	26.54	29.95	26.33
11:40	26.74	26.53	29.94	26.32
11:50	26.73	26.51	29.93	26.32
12:00	26.72	26.50	29.92	26.31
12:10	26.71	26.49	29.91	26.30
12:20	26.70	26.48	29.90	26.30
12:30	26.69	26.47	29.89	26.30
12:40	26.68	26.46	29.88	26.29
12:50	26.67	26.45	29.87	26.27
13:00	26.66	26.44	29.86	26.27
13:10	26.65	26.43	29.85	26.27
13:20	26.64	26.43	29.85	26.26
13:30	26.64	26.42	29.84	26.25
13:40	26.63	26.42	29.84	26.24
13:50	26.63	26.41	29.83	26.23
14:0	26.63	26.41	29.83	26.22
14:1	26.63	26.41	29.83	26.22
14:20	26.63	26.41	29.83	26.21
14:30	26.63	26.41	29.83	26.21
14:40	26.63	26.41	29.83	26.20
14:50	26.63	26.41	29.83	26.20
15:00	26.63	26.41	29.84	26.20
15:10	26.63	26.42	29.84	26.20
15:20	26.64	26.42	29.84	26.20

15:30	26.64	26.42	29.85	26.20
15:40	26.65	26.43	29.86	26.20
15:50	26.65	26.43	29.86	26.20
16:00	26.66	26.44	29.87	26.21
16:10	26.66	26.45	29.87	26.21
16:20	26.67	26.45	29.88	26.22
16:30	26.68	26.46	29.89	26.22
16:40	26.68	26.47	29.89	26.23
16:50	26.69	26.47	29.90	26.23
17:00	26.70	26.48	29.91	26.24

#### 4차양수시험('96.11.13 - 11.15)

날 짜	시 간	유입공 1	유입공6	관측공 C	
11	13	12 : 10	26.71	26.87	26.48
11	13	12 : 20	26.70	26.87	26.47
11	13	12 : 30	26.70	26.85	26.46
11	13	12 : 40	26.69	26.85	26.45
11	13	12 : 50	26.69	26.87	26.45
11	13	13 : 0	26.68	26.86	26.45
11	13	13 : 10	26.67	26.86	26.44
11	13	13 : 20	26.67	26.85	26.43
11	13	13 : 30	26.66	26.85	26.43
11	13	13 : 40	26.66	26.84	26.43
11	13	13 : 50	26.66	26.84	26.42
11	13	14 : 0	26.65	26.84	26.42
11	13	14 : 10	26.65	26.84	26.42
11	13	14 : 20	26.65	26.84	26.42
11	13	14 : 30	26.65	26.84	26.42
11	13	14 : 40	26.65	26.85	26.42
11	13	14 : 50	26.65	26.84	26.42
11	13	15 : 0	26.66	26.85	26.43
11	13	15 : 10	26.66	26.85	26.43
11	13	15 : 20	26.66	26.86	26.44
11	13	15 : 30	26.67	26.86	26.44
11	13	15 : 40	26.67	26.87	26.45
11	13	15 : 50	26.68	26.87	26.45
11	13	16 : 0	26.68	26.88	26.46
11	13	16 : 10	26.69	26.88	26.46
11	13	16 : 20	26.70	26.89	26.47
11	13	16 : 30	26.70	26.90	26.48
11	13	16 : 40	26.71	26.90	26.48
11	13	16 : 50	26.72	26.91	26.49
11	13	17 : 0	26.73	26.92	26.50
11	13	17 : 10	26.73	26.93	26.51
11	13	17 : 20	26.74	26.93	26.51
11	13	17 : 30	26.75	26.94	26.52
11	13	17 : 40	26.76	26.95	26.53
11	13	17 : 50	26.76	26.96	26.54
11	13	18 : 0	26.77	26.97	26.55
11	13	18 : 10	26.78	26.97	26.55

11	13	18 : 20	26.79	26.98	26.56
11	13	18 : 30	26.80	26.99	26.57
11	13	18 : 40	26.80	26.99	26.57
11	13	18 : 50	26.81	27.00	26.58
11	13	19 : 0	26.82	27.01	26.59
11	13	19 : 10	26.82	27.01	26.59
11	13	19 : 20	26.83	27.01	26.60
11	13	19 : 30	26.83	27.02	26.60
11	13	19 : 40	26.84	27.02	26.61
11	13	19 : 50	26.84	27.03	26.61
11	13	20 : 0	26.84	27.03	26.62
11	13	20 : 10	26.85	27.03	26.62
11	13	20 : 20	26.85	27.03	26.62
11	13	20 : 30	26.85	27.03	26.62
11	13	20 : 40	26.85	27.04	26.62
11	13	20 : 50	26.85	27.03	26.62
11	13	21 : 0	26.85	27.04	26.62
11	13	21 : 10	26.85	27.03	26.62
11	13	21 : 20	26.84	27.03	26.62
11	13	21 : 30	26.84	27.03	26.61
11	13	21 : 40	26.84	27.03	26.61
11	13	21 : 50	26.84	27.02	26.61
11	13	22 : 0	26.83	27.02	26.60
11	13	22 : 10	26.83	27.01	26.59
11	13	22 : 20	26.82	27.01	26.59
11	13	22 : 30	26.82	27.00	26.58
11	13	22 : 40	26.81	27.00	26.58
11	13	22 : 50	26.80	26.99	26.57
11	13	23 : 0	26.80	26.98	26.57
11	13	23 : 10	26.79	26.98	26.56
11	13	23 : 20	26.78	26.97	26.55
11	13	23 : 30	26.77	26.96	26.54
11	13	23 : 40	26.77	26.96	26.54
11	13	23 : 50	26.76	26.95	26.53
11	14	0 : 0	26.76	26.94	26.52
11	14	0 : 10	26.75	26.94	26.52
11	14	0 : 20	26.74	26.94	26.51
11	14	0 : 30	26.74	26.93	26.51
11	14	0 : 40	26.74	26.93	26.51
11	14	0 : 50	26.73	26.93	26.50
11	14	1 : 0	26.73	26.92	26.50



11	14	1 : 10	26.73	26.92	26.50
11	14	1 : 20	26.73	26.92	26.50
11	14	1 : 30	26.73	26.92	26.50
11	14	1 : 40	26.73	26.92	26.50
11	14	1 : 50	26.73	26.92	26.50
11	14	2 : 0	26.73	26.93	26.50
11	14	2 : 10	26.74	26.93	26.51
11	14	2 : 20	26.74	26.93	26.51
11	14	2 : 30	26.74	26.93	26.51
11	14	2 : 40	26.75	26.94	26.52
11	14	2 : 50	26.75	26.94	26.52
11	14	3 : 0	26.76	26.95	26.53
11	14	3 : 10	26.77	26.96	26.53
11	14	3 : 20	26.77	26.97	26.54
11	14	3 : 30	26.78	26.97	26.55
11	14	3 : 40	26.79	26.98	26.56
11	14	3 : 50	26.80	26.99	26.56
11	14	4 : 0	26.80	26.99	26.57
11	14	4 : 10	26.81	27.00	26.58
11	14	4 : 20	26.82	27.01	26.59
11	14	4 : 30	26.83	27.02	26.60
11	14	4 : 40	26.84	27.03	26.61
11	14	4 : 50	26.85	27.04	26.62
11	14	5 : 0	26.86	27.05	26.63
11	14	5 : 10	26.87	27.06	26.64
11	14	5 : 20	26.88	27.06	26.64
11	14	5 : 30	26.89	27.07	26.65
11	14	5 : 40	26.90	27.08	26.67
11	14	5 : 50	26.91	27.10	26.68
11	14	6 : 0	26.92	27.10	26.68
11	14	6 : 10	26.93	27.11	26.69
11	14	6 : 20	26.94	27.12	26.70
11	14	6 : 30	26.94	27.13	26.71
11	14	6 : 40	26.95	27.14	26.72
11	14	6 : 50	26.96	27.15	26.73
11	14	7 : 0	26.97	27.15	26.74
11	14	7 : 10	26.98	27.16	26.75
11	14	7 : 20	26.99	27.17	26.75
11	14	7 : 30	26.99	27.18	26.76
11	14	7 : 40	27.00	27.19	26.77
11	14	7 : 50	27.01	27.19	26.77

11	14	8 : 0	27.01	27.20	26.78
11	14	8 : 10	27.02	27.20	26.78
11	14	8 : 20	27.02	27.20	26.78
11	14	8 : 30	27.02	27.20	26.79
11	14	8 : 40	27.02	27.21	26.79
11	14	8 : 50	27.03	27.21	26.79
11	14	9 : 0	27.03	27.20	26.79
11	14	9 : 10	27.03	27.21	26.79
11	14	9 : 20	27.02	27.20	26.79
11	14	9 : 30	27.02	27.20	26.79
11	14	9 : 40	27.02	27.20	26.78
11	14	9 : 50	27.01	27.19	26.78
11	14	10 : 0	27.01	27.19	26.77
11	14	10 : 10	27.00	27.18	26.77
11	14	10 : 20	27.00	27.17	26.76
11	14	10 : 30	26.99	27.17	26.75
11	14	10 : 40	26.98	27.16	26.74
11	14	10 : 50	26.97	27.15	26.74
11	14	11 : 0	26.96	27.14	26.73
11	14	11 : 10	26.95	27.13	26.72
11	14	11 : 20	26.94	27.12	26.70
11	14	11 : 30	26.93	27.11	26.69
11	14	11 : 40	26.92	27.10	26.68
11	14	11 : 50	26.90	27.08	26.67
11	14	12 : 0	26.89	27.07	26.66
11	14	12 : 10	26.88	27.06	26.64
11	14	12 : 20	26.87	27.05	26.63
11	14	12 : 30	26.85	27.04	26.62
11	14	12 : 40	26.84	27.03	26.61
11	14	12 : 50	26.83	27.02	26.60
11	14	13 : 0	26.82	27.00	26.59
11	14	13 : 10	26.81	26.99	26.58
11	14	13 : 20	26.80	26.98	26.57
11	14	13 : 30	26.79	26.97	26.56
11	14	13 : 40	26.78	26.96	26.55
11	14	13 : 50	26.77	26.95	26.54
11	14	14 : 0	26.76	26.95	26.53
11	14	14 : 10	26.76	26.94	26.52
11	14	14 : 20	26.75	26.94	26.52
11	14	14 : 30	26.75	26.93	26.51
11	14	14 : 40	26.74	26.93	26.51

11	14	14 : 50	26.74	26.93	26.51
11	14	15 : 0	26.74	26.92	26.51
11	14	15 : 10	26.73	26.93	26.51
11	14	15 : 20	26.73	26.92	26.51
11	14	15 : 30	26.74	26.92	26.51
11	14	15 : 40	26.74	26.93	26.51
11	14	15 : 50	26.74	26.93	26.51
11	14	16 : 0	26.74	26.93	26.51
11	14	16 : 10	26.75	26.94	26.51
11	14	16 : 20	26.75	26.94	26.52
11	14	16 : 30	26.75	26.94	26.52
11	14	16 : 40	26.76	26.95	26.53
11	14	16 : 50	26.76	26.95	26.53
11	14	17 : 0	26.77	26.96	26.54
11	14	17 : 10	26.78	26.96	26.54
11	14	17 : 20	26.78	26.97	26.55
11	14	17 : 30	26.79	26.98	26.56
11	14	17 : 40	26.79	26.98	26.56
11	14	17 : 50	26.80	26.99	26.57
11	14	18 : 0	26.81	26.99	26.58
11	14	18 : 10	26.82	27.00	26.58
11	14	18 : 20	26.82	27.01	26.59
11	14	18 : 30	26.83	27.02	26.60
11	14	18 : 40	26.84	27.02	26.60
11	14	18 : 50	26.84	27.03	26.61
11	14	19 : 0	26.85	27.04	26.62
11	14	19 : 10	26.86	27.05	26.62
11	14	19 : 20	26.86	27.05	26.63
11	14	19 : 30	26.87	27.06	26.64
11	14	19 : 40	26.88	27.06	26.64
11	14	19 : 50	26.88	27.07	26.65
11	14	20 : 0	26.89	27.07	26.65
11	14	20 : 10	26.89	27.07	26.66
11	14	20 : 20	26.90	27.08	26.66
11	14	20 : 30	26.90	27.09	26.67
11	14	20 : 40	26.90	27.09	26.67
11	14	20 : 50	26.91	27.09	26.67
11	14	21 : 0	26.91	27.09	26.68
11	14	21 : 10	26.91	27.09	26.68
11	14	21 : 20	26.91	27.09	26.68
11	14	21 : 30	26.91	27.10	26.68

11	14	21 : 40	26.91	27.09	26.68
11	14	21 : 50	26.91	27.09	26.68
11	14	22 : 0	26.91	27.09	26.68
11	14	22 : 10	26.91	27.09	26.67
11	14	22 : 20	26.90	27.09	26.67
11	14	22 : 30	26.90	27.09	26.67
11	14	22 : 40	26.90	27.08	26.66
11	14	22 : 50	26.89	27.08	26.66
11	14	23 : 0	26.89	27.07	26.66
11	14	23 : 10	26.88	27.07	26.65
11	14	23 : 20	26.88	27.06	26.65
11	14	23 : 30	26.87	27.06	26.64
11	14	23 : 40	26.87	27.05	26.63
11	14	23 : 50	26.86	27.05	26.63
11	15	0 : 0	26.86	27.04	26.62
11	15	0 : 10	26.85	27.04	26.62
11	15	0 : 20	26.84	27.03	26.61
11	15	0 : 30	26.84	27.03	26.60
11	15	0 : 40	26.83	27.02	26.60
11	15	0 : 50	26.83	27.01	26.59
11	15	1 : 0	26.82	27.01	26.59
11	15	1 : 10	26.82	27.00	26.59
11	15	1 : 20	26.81	27.00	26.58
11	15	1 : 30	26.81	27.00	26.58
11	15	1 : 40	26.80	26.99	26.57
11	15	1 : 50	26.80	26.99	26.57
11	15	2 : 0	26.80	26.99	26.57
11	15	2 : 10	26.80	26.99	26.57
11	15	2 : 20	26.80	26.99	26.57
11	15	2 : 30	26.80	26.99	26.57
11	15	2 : 40	26.80	26.99	26.57
11	15	2 : 50	26.81	27.00	26.57
11	15	3 : 0	26.81	27.00	26.58
11	15	3 : 10	26.81	27.00	26.58
11	15	3 : 20	26.82	27.01	26.59
11	15	3 : 30	26.82	27.01	26.59
11	15	3 : 40	26.83	27.01	26.60
11	15	3 : 50	26.83	27.02	26.60
11	15	4 : 0	26.84	27.03	26.61
11	15	4 : 10	26.84	27.03	26.62
11	15	4 : 20	26.85	27.04	26.62

11	15	4 : 30	26.86	27.05	26.63
11	15	4 : 40	26.87	27.05	26.63
11	15	4 : 50	26.88	27.06	26.64
11	15	5 : 0	26.88	27.07	26.65
11	15	5 : 10	26.89	27.08	26.66
11	15	5 : 20	26.90	27.09	26.67
11	15	5 : 30	26.91	27.10	26.68
11	15	5 : 40	26.92	27.10	26.69
11	15	5 : 50	26.93	27.11	26.69
11	15	6 : 0	26.94	27.12	26.70
11	15	6 : 10	26.95	27.13	26.71
11	15	6 : 20	26.95	27.14	26.72
11	15	6 : 30	26.96	27.15	26.73
11	15	6 : 40	26.97	27.16	26.74
11	15	6 : 50	26.98	27.17	26.75
11	15	7 : 0	26.99	27.17	26.76
11	15	7 : 10	27.00	27.19	26.77
11	15	7 : 20	27.01	27.19	26.78
11	15	7 : 30	27.02	27.20	26.78
11	15	7 : 40	27.02	27.21	26.79
11	15	7 : 50	27.02	27.18	26.79
11	15	8 : 0	27.03	27.18	26.79
11	15	8 : 10	27.03	27.19	26.79
11	15	8 : 20	27.04	27.19	26.80
11	15	8 : 30	27.04	27.20	26.80
11	15	8 : 40	27.05	27.20	26.81
11	15	8 : 50	27.05	27.20	26.81
11	15	9 : 0	27.06	27.21	26.81
11	15	9 : 10	27.06	27.21	26.82
11	15	9 : 20	27.06	27.21	26.82
11	15	9 : 30	27.06	27.21	26.82
11	15	9 : 40	27.06	27.21	26.82
11	15	9 : 50	27.06	27.21	26.82
11	15	10 : 0	27.06	27.21	26.81
11	15	10 : 10	27.05	27.20	26.81
11	15	10 : 20	27.05	27.20	26.81
11	15	10 : 30	27.05	27.20	26.80
11	15	10 : 40		27.19	26.80
11	15	10 : 50		27.19	

[ 별지 제2호 서식 ]

# 제주도보건환경연구원

(064) 42-4002, 46-0843

문서번호 : 보연65460-3036

시행일자 : 1995 년 9월 15일

받 음 : 제주시 이도이동 1176-50 농어촌진흥공사 김병도 보 념 : 보건환경연구원장



제 목 : 먹는물 수질검사 성적

위와같이 먹는물 수질기준 등에 관한규칙 제3조제2항의 규정에 의하여 아래와 같이 수질 검사 성적서를 교부합니다.

## 1. 검체내용

검 체 명	지하수	외획근거		접수번호	1533
채수장소	농진공(남군 표선면 신천지구 1호공)	채수일시	'95. 9. 1	접수일시	'95. 9. 1
채수방법	지참시료	검사목적	원수(참고용)		

## 2. 수질검사 결과

검 사 항 목	기 준	검 사 결 과	검 사 항 목	기 준	검 사 결 과
1. 일반세균수 (Total Colonies)	100CFU/ml 이하	76	10. 암모니아성 질소(NH ₃ -N)	0.5mg/ℓ 이하	0.00
2. 대장균군 (Coliform Group)	음성/50ml	양성	11. 질산성질소 (NO ₃ -N)	10mg/ℓ 이하	3.4
3. 납(Pb)	0.05mg/ℓ 이하	0.00	12. 카드뮴(Cd)	0.01mg/ℓ 이하	0.000
4. 불소(F)	1mg/ℓ 이하	0.0	13. 페놀 (Phenol)	0.005mg/ℓ 이하	0.000
5. 비소(As)	0.05mg/ℓ 이하	0.000	14. 총트리할로메탄(THM)	0.1mg/ℓ 이하	×
6. 셀레늄(Se)	0.01mg/ℓ 이하	0.000	15. 다이아지논 (Diazinon)	0.02mg/ℓ 이하	0.000
7. 수은(Hg)	불 검 출	0.000	16. 파라티온 (Parathion)	0.06mg/ℓ 이하	0.000
8. 시안(CN)	*	0.00	17. 말라티온 (Malathion)	0.25mg/ℓ 이하	0.000
9. 6가크롬(Cr ⁶⁺ )	0.05mg/ℓ 이하	0.00	18. 페니트로치 온(Fenitrothion)	0.04mg/ℓ 이하	0.000

검사항목	기준	검사결과	검사항목	기준	검사결과
19. 카바릴 (Carbaryl)	0.07mg/ℓ 이하	0.000	32. 동(Cu)	1mg/ℓ 이하	0.00
20. 1,1,1-트리클로로에탄(1,1,1-TCE)	0.1mg/ℓ 이하	0.000	33. 색도(Color)	5도 이하	1
21. 테트라클로로에틸렌(PCE)	0.01mg/ℓ 이하	0.000	34. 세제(음이온계면활성제:ABS)	0.5mg/ℓ 이하	0.0
22. 트리클로로에틸렌(TCE)	0.03mg/ℓ 이하	0.000	35. 수소이온농도(pH)	5.8 - 8.5	8.5
23. 디클로로메탄(Dichloromethane)	0.02mg/ℓ 이하	×	36. 아연(Zn)	1 mg/ℓ 이하	0.03
24. 벤젠(Benzene)	0.01mg/ℓ 이하	×	37. 염소이온(Cl ⁻ )	150mg/ℓ 이하	32
25. 톨루엔(Toluene)	0.7mg/ℓ 이하	×	38. 증발잔류물(RE)	500mg/ℓ 이하	128
26. 에틸벤젠(Ethyle Benzene)	0.3mg/ℓ 이하	×	39. 철(Fe)	0.3mg/ℓ 이하	0.00
27. 크실렌(Xylene)	0.5mg/ℓ 이하	×	40. 망간(Mn)	0.3mg/ℓ 이하	0.00
28. 경도(Hardness)	300mg/ℓ 이하	59	41. 탁도(Turbidity)	2도 이하	적
29. 과망간산칼륨소비량(KMnO ₄ Consumed)	10mg/ℓ 이하	0.6	42. 황산이온(SO ₄ ²⁻ )	200mg/ℓ 이하	5
30. 냄새(Odor)	무취	적	43. 알루미늄(Al)	0.2mg/ℓ 이하	0.00
31. 맛(Taste)	무미	적	판정	상기와 같음(대장균군 기준치 초과)끔.	
비고	※ 이 성적서는 지니고 온 시험용 재료에 대한 것이며, 선전 및 광고용으로 쓸 수 없습니다.				

[ 별지 제2호 서식 ]

# 제주도보건환경연구원

(064) 42-4002 46-0843

문서번호 : 보연65460- 3036

시행일자 : 1995 년 9월 15일

받 음 : 제주시 이도이동 1176-50 농어촌진흥공사 김병도 보 념 : 보건환경연구원



제 목 : 먹는물 수질검사 성적

위와같이 먹는물 수질기준 등에 관한규칙 제3조제2항의 규정에 의하여 아래와 같이 수질 검사 성적서를 교부합니다.

1. 검체내용

검 체 명	지하수	외획근거		접수번호	1533
채수장소	농진공(남군 표선면 신천지구 4호공)	채수일시	'95. 9. 1	접수일시	'95. 9. 1
채수방법	지참시료	검사목적	원수(참고용)		

2. 수질검사 결과

검 사 항 목	기 준	검 사 결 과	검 사 항 목	기 준	검 사 결 과
1. 일반세균수 (Total Colonies)	100CFU/ml 이하	68	10. 암모니아성 질소(NH ₃ -N)	0.5mg/ℓ 이하	0.02
2. 대장균군 (Coliform Group)	음성/50ml	양성	11. 질산성질소 (NO ₃ -N)	10mg/ℓ 이하	4.0
3. 납(Pb)	0.05mg/ℓ 이하	0.00	12. 카드뮴(Cd)	0.01mg/ℓ 이하	0.000
4. 불소(F)	1mg/ℓ 이하	0.0	13. 페놀 (Phenol)	0.005mg/ℓ 이하	0.000
5. 비소(As)	0.05mg/ℓ 이하	0.000	14. 총트리할로 메탄(THM)	0.1mg/ℓ 이하	×
6. 셀레늄(Se)	0.01mg/ℓ 이하	0.000	15. 다이아지논 (Diazinon)	0.02mg/ℓ 이하	0.000
7. 수은(Hg)	불 검 출	0.000	16. 파라티온 (Parathion)	0.06mg/ℓ 이하	0.000
8. 시안(CN)	.	0.00	17. 말라티온 (Malathion)	0.25mg/ℓ 이하	0.000
9. 6가크롬(Cr ⁶⁺ )	0.05mg/ℓ 이하	0.00	18. 페니트로치 온(Fenitrothion)	0.04mg/ℓ 이하	0.000



검사항목	기준	검사결과	검사항목	기준	검사결과
19. 카바릴 (Carbaryl)	0.07mg/ℓ 이하	0.000	32. 등(Cu)	1mg/ℓ 이하	0.00
20. 1,1,1-트리클로로에탄(1,1,1-TCE)	0.1mg/ℓ 이하	0.000	33. 색도(Color)	5도 이하	1
21. 테트라클로로에틸렌(PCE)	0.01mg/ℓ 이하	0.000	34. 세제(음이온계면활성제:ABS)	0.5mg/ℓ 이하	0.0
22. 트리클로로에틸렌(TCE)	0.03mg/ℓ 이하	0.000	35. 수소이온농도(pH)	5.8 ~ 8.5	8.5
23. 디클로로메탄(Dichloromethane)	0.02mg/ℓ 이하	×	36. 아연(Zn)	1 mg/ℓ 이하	0.02
24. 벤젠(Benzene)	0.01mg/ℓ 이하	×	37. 염소이온(Cl ⁻ )	150mg/ℓ 이하	33
25. 톨루엔(Toluene)	0.7mg/ℓ 이하	×	38. 증발잔류물(RE)	500mg/ℓ 이하	137
26. 에틸벤젠(Ethyle Benzene)	0.3mg/ℓ 이하	×	39. 철(Fe)	0.3mg/ℓ 이하	0.00
27. 크실렌(Xylene)	0.5mg/ℓ 이하	×	40. 망간(Mn)	0.3mg/ℓ 이하	0.00
28. 경도(Hardness)	300mg/ℓ 이하	58	41. 탁도(Turbidity)	2도 이하	적
29. 과망간산칼륨소비량(KMnO ₄ Consumed)	10mg/ℓ 이하	0.3	42. 황산이온(SO ₄ ²⁻ )	200mg/ℓ 이하	5
30. 냄새(Odor)	무취	적	43. 알루미늄(Al)	0.2mg/ℓ 이하	0.02
31. 맛(Taste)	무미	적	판정	상기와 같음(대장균군 기준치 초과)됨.	
비고	※ 이 성적서는 지니고 온 시험용 재료에 대한 것이며, 선전및 광고용으로 쓸 수 없습니다.				

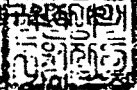
# 제주도보건환경연구원

전화 42-4002, 46-0843, 43-4001 전승 44-7664

문서번호 : 보연 65460-7697

시행일자 : 1996 년 9월 17일

발 수 : 제주시 이도2동 1176-50 농어촌진흥공사제주시사 김영업

보 내 : 보건환경연구원장  


제 목 : 먹는물 수질검사 성적

위와같이 먹는물 수질기준 등에 관한규칙 제3조제2항의 규정에 의하여 아래와 같이 수질 검사 성적서를 교부합니다.

## 1. 검체내용

검 체 명	지하수	부탁근거		접수번호	1468
채수장소	하천C 유입공	채수일시	'96. 8. 30. 13시00분	접수일시	'96. 9. 3.
채수방법	지니고 온 시험용 재료	검사목적	원수		

## 2. 수질검사 결과

검 사 항 목	기 준	검 사 결 과	검 사 항 목	기 준	검 사 결 과
1. 일반세균수 (Total Colonies)	100CFU/ml이하	4900	10. 암모니아성 질소(NH ₃ -N)	0.5mg/ℓ 이하	불검출
2. 대장균군 (Coliform Group)	음성/50ml	양성	11. 질산성질소 (NO ₃ -N)	10mg/ℓ 이하	3.1
3. 납(Pb)	0.05mg/ℓ 이하	불검출	12. 카드뮴(Cd)	0.01mg/ℓ 이하	불검출
4. 불소(F)	1.5mg/ℓ 이하	불검출	13. 페놀 (Phenol)	0.005mg/ℓ 이하	불검출
5. 비소(As)	0.05mg/ℓ 이하	불검출	14. 총트리할로메탄(THM)	0.1mg/ℓ 이하	불검출
6. 셀레늄(Se)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	15. 다이아지논 (Diazinon)	0.02mg/ℓ 이하	불검출
7. 수은(Hg)	불 검 출	불검출	16. 파라티온 (Parathion)	0.06mg/ℓ 이하	불검출
8. 시안(CN)	"	불검출	17. 말라티온 (Malathion)	0.25mg/ℓ 이하	불검출
9. 6가크롬(Cr ⁶⁺ )	0.05mg/ℓ 이하	불검출	18. 페니트로티온(Fenitrothion)	0.04mg/ℓ 이하	불검출

검사항목	기준	검사결과	검사항목	기준	검사결과
19. 카바릴 (Carbaryl)	0.07mg/ℓ 이하	불검출	32. 동(Cu)	1mg/ℓ 이하	불검출
20. 1,1,1-트리클로로에탄(1,1,1-TCE)	0.1mg/ℓ 이하	불검출	33. 색도(Cobr)	5도 이하	1
21. 테트라클로로에틸렌(PCE)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	34. 세제(음이온계면활성제:ABS)	0.5mg/ℓ 이하	불검출
22. 트리클로로에틸렌(TCE)	0.03mg/ℓ 이하	불검출	35. 수소이온농도(pH)	5.8 ~ 8.5	7.8
23. 디클로로메탄(Dichloromethane)	0.02mg/ℓ 이하	불검출	36. 아연(Zn)	1mg/ℓ 이하	0.017
24. 벤젠(Benzene)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	37. 염소이온(Cl)	150mg/ℓ 이하	62
25. 톨루엔(Toluene)	0.7mg/ℓ 이하	불검출	38. 증발잔류물(RE)	500mg/ℓ 이하	199
26. 에틸벤젠(Ethyle Benzene)	0.3mg/ℓ 이하	불검출	39. 철(Fe)	0.3mg/ℓ 이하	불검출
27. 크실렌(Xylene)	0.5mg/ℓ 이하	불검출	40. 망간(Mn)	0.3mg/ℓ 이하	불검출
28. 경도(Hardness)	300mg/ℓ 이하	64	41. 탁도(Turbidity)	2도 이하	적
29. 과망간산칼륨소비량(KMnO ₄ Consumed)	10mg/ℓ 이하	0.6	42. 황산이온(SO ₄ ²⁻ )	200mg/ℓ 이하	9
30. 냄새(Odor)	무취	적	43. 알루미늄(Al)	0.2mg/ℓ 이하	불검출
31. 맛(Taste)	무미	적	판정	부적합.(일반세균수 대장균군 기준치 초과) 끝.	
비고	※ 소독처리후 먹는물로 사용 가능. ※ 이 성적서는 지니고 온 시험용 재료에 대한 것이며, 광고및 선전용으로 쓸 수 없습니다.				

[ 별지 제2호 서식 ]

# 제주도보건환경연구원

전화 42-4002, 46-0843, 43-4001 전송 44-7664

문서번호 : 보연 65460- 3094

시행일자 : 1996 년 9월 17일

발 음 : 제주시 이도2동 1176-50 농어촌진흥공사제주시사 김영업

보 남 : 보건환경연구원장(인)

제 목 : 먹는물 수질검사 성적

위와같이 먹는물 수질기준 등에 관한규칙 제3조제2항의 규정에 의하여 아래와 같이 수질 검사 성적서를 교부합니다.

## 1. 검체내용

검 체 명	지하수	부탁근거		접수번호	1468
채수장소	하천A 유입공	채수일시	'96. 8. 29. 23시15분	접수일시	'96. 9. 3.
채수방법	지니고 온 시험용재료	검사목적	원수		

## 2. 수질검사 결과

검 사 항 목	기 준	검 사 결 과	검 사 항 목	기 준	검 사 결 과
1. 일반세균수 (Total Colonies)	100CFU/ml이하	3700	10. 암모니아성 질소(NH ₃ -N)	0.5mg/ℓ 이하	불검출
2. 대장균군 (Coliform Group)	음성/50ml	양성	11. 질산성질소 (NO ₃ -N)	10mg/ℓ 이하	3.2
3. 납(Pb)	0.05mg/ℓ 이하	불검출	12. 카드뮴(Cd)	0.01mg/ℓ 이하	불검출
4. 불소(F)	1.5mg/ℓ 이하	불검출	13. 페놀 (Phenol)	0.005mg/ℓ 이하	불검출
5. 비소(As)	0.05mg/ℓ 이하	불검출	14. 총트리할로메탄(THM)	0.1mg/ℓ 이하	×
6. 셀레늄(Se)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	15. 다이아지논 (Diazinon)	0.02mg/ℓ 이하	불검출
7. 수은(Hg)	불 검 출	불검출	16. 파라티온 (Parathion)	0.06mg/ℓ 이하	불검출
8. 시안(CN)	"	불검출	17. 말라티온 (Malathion)	0.25mg/ℓ 이하	불검출
9. 6가크롬(Cr ⁶⁺ )	0.05mg/ℓ 이하	불검출	18. 페니트로티온(Fenitrothion)	0.04mg/ℓ 이하	불검출

검 사 항 목	기 준	검 사 결 과	검 사 항 목	기 준	검 사 결 과
19. 카 바 립 (Carbaryl)	0.07mg/ℓ 이하	불검출	32. 동(Cu)	1mg/ℓ 이하	불검출
20. 1.1.1-트리클 로로에탄(1.1.1-TCE)	0.1mg/ℓ 이하	불검출	33. 색도(Color)	5도 이하	1
21. 테트라클로 로에틸렌(PCE)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	34. 세제(음이온 계면활성제:ABS)	0.5mg/ℓ 이하	불검출
22. 트리클로로 에틸렌(TCE)	0.03mg/ℓ 이하	불검출	35. 수소이온 농도(pH)	5.8 ~ 8.5	7.8
23. 디클로로메 탄(Dichloromethane)	0.02mg/ℓ 이하	불검출	36. 아연(Zn)	1mg/ℓ 이하	0.042
24. 벤 젠 (Benzene)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	37. 염소이온 (Cl)	150mg/ℓ 이하	62
25. 톨 루 엔 (Toluene)	0.7mg/ℓ 이하	불검출	38. 중발잔류물 (RE)	500mg/ℓ 이하	202
26. 에틸벤젠 (Ethyle Benzene)	0.3mg/ℓ 이하	불검출	39. 철(Fe)	0.3mg/ℓ 이하	불검출
27. 크 실 렌 (Xylene)	0.5mg/ℓ 이하	불검출	40. 망간(Mn)	0.3mg/ℓ 이하	불검출
28. 경 도 (Hardness)	300mg/ℓ 이하	64	41. 탁 도 (Turbidity)	2도 이하	적
29. 과망간산칼 륨소비량(KMnO ₄ Consumed)	10mg/ℓ 이하	0.6	42. 황산이온 (SO ₄ ²⁻ )	200mg/ℓ 이하	9
30. 냄새(Odor)	무 취	적	43. 알루미늄 (Al)	0.2mg/ℓ 이하	0.03
31. 맛(Taste)	무 미	적	판 정	부적합(일반세균수,대장균군 기 준치 초과) 끝.	
비 고	※ 소독처리후 먹는물로 사용가능. ※ 이 성적서는 지니고 온 시험용 재료이며, 광고및 선전용으로 쓸 수 없습니다.				

[ 별지 제2호 서식 ]

# 제주도보건환경연구원

전화 42-4002, 46-0843, 43-4001 전승 44-7664

문서번호 : 보연 65460- 3093

시행일자 : 1996 년 9월 17일

발 음 : 제주시 이도2동 1176-50 농어촌진흥공사제주시사 김영업

보 남 : 보건환경연구



제 목 : 먹는물 수질검사 성적

위와같이 먹는물 수질기준 등에 관한규칙 제3조제2항의 규정에 의하여 아래와 같이 수질 검사 성적서를 교부합니다.

## 1. 검체내용

검 체 명	지하수	부탁근거		접수번호	1468
채수장소	하천E 유입공	채수일시	'96. 8. 31. 12시 09분	접수일시	'96. 9. 3.
채수방법	지니고 온 시험용 재료	검사목적	원수		

## 2. 수질검사 결과

검 사 항 목	기 준	검 사 결 과	검 사 항 목	기 준	검 사 결 과
1. 일반세균수 (Total Colonies)	100CFU/ml이하	1200	10. 암모니아성 질소(NH ₃ -N)	0.5mg/ℓ 이하	불검출
2. 대장균군 (Coliform Group)	음성/50ml	양성	11. 질산성질소 (NO ₃ -N)	10mg/ℓ 이하	3.9
3. 납(Pb)	0.05mg/ℓ 이하	불검출	12. 카드뮴(Cd)	0.01mg/ℓ 이하	불검출
4. 불소(F)	1.5mg/ℓ 이하	불검출	13. 페놀 (Phenol)	0.005mg/ℓ 이하	불검출
5. 비소(As)	0.05mg/ℓ 이하	불검출	14. 총트리할로메탄(THM)	0.1mg/ℓ 이하	×
6. 세레늄(Se)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	15. 다이아지논 (Diazinon)	0.02mg/ℓ 이하	불검출
7. 수은(Hg)	불 검 출	불검출	16. 파라티온 (Parathion)	0.06mg/ℓ 이하	불검출
8. 시안(CN)	~	불검출	17. 말라티온 (Malathion)	0.25mg/ℓ 이하	불검출
9. 6가크롬(Cr ⁶⁺ )	0.05mg/ℓ 이하	불검출	18. 페니트로티온(Fenitrothion)	0.04mg/ℓ 이하	불검출

검사항목	기준	검사결과	검사항목	기준	검사결과
19. 카바릴 (Carbaryl)	0.07mg/ℓ 이하	불검출	32. 동(Cu)	1mg/ℓ 이하	불검출
20. 1,1,1-트리클로로에탄(1,1,1-TCE)	0.1mg/ℓ 이하	불검출	33. 색도(Color)	5도 이하	1
21. 테트라클로로에틸렌(PCE)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	34. 세제(음이온계면활성제:ABS)	0.5mg/ℓ 이하	불검출
22. 트리클로로에틸렌(TCE)	0.03mg/ℓ 이하	불검출	35. 수소이온농도(pH)	5.8 ~ 8.5	8.0
23. 디클로로메탄(Dichloromethane)	0.02mg/ℓ 이하	불검출	36. 아연(Zn)	1mg/ℓ 이하	0.009
24. 벤젠(Benzene)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	37. 염소이온(Cl)	150mg/ℓ 이하	62
25. 톨루엔(Toluene)	0.7mg/ℓ 이하	불검출	38. 중발잔류물(RE)	500mg/ℓ 이하	205
26. 에틸벤젠(Ethyle Benzene)	0.3mg/ℓ 이하	불검출	39. 철(Fe)	0.3mg/ℓ 이하	불검출
27. 크실렌(Xylene)	0.5mg/ℓ 이하	불검출	40. 망간(Mn)	0.3mg/ℓ 이하	불검출
28. 경도(Hardness)	300mg/ℓ 이하	66	41. 탁도(Turbidity)	2도 이하	적
29. 과망간산칼륨소비량(KMnO ₄ Consumed)	10mg/ℓ 이하	0.6	42. 황산이온(SO ₄ ²⁻ )	200mg/ℓ 이하	9
30. 냄새(Odor)	무취	적	43. 알루미늄(Al)	0.2mg/ℓ 이하	0.02
31. 맛(Taste)	무미	적	판정	부적합.(일반세균수,대장균군 기준치 초과) 끝.	
비고	※ 소독처리후 먹는물로 사용 가능. ※ 이 성적서는 지니고 온 시험용 재료에 대한 것이며, 광고및 선전용으로 쓸 수 없습니다.				

[ 별지 제2호 서식 ]

# 제주도보건환경연구원

전화 42-4002, 46-0843, 43-4001 전승 44-7664

문서번호 : 보연 65460-4099 시행일자 : 1996 년 12월 2일

발 음 : 제주시 이도2동, 1176-50 농어촌진흥공사 김영업 보 냈 : 보건환경연구원장 (인)

제 목 : 먹는물 수질검사 성적

위와같이 먹는물 수질기준 등에 관한규칙 제3조제2항의 규정에 의하여 아래와 같이 수질검사 성적서를 교부합니다.

## 1. 검체내용

검 체 명	지하수	부탁근거		접수번호	1992
채수장소	남군 표선면 하천리 신천유입공 5	채수일시	'96. 11. 13.(18:40)	접수일시	'96. 11. 18.
채수방법	지니고 온 시험용 재료	검사목적	원수		

## 2. 수질검사 결과

검 사 항 목	기 준	검 사 결 과	검 사 항 목	기 준	검 사 결 과
1. 일반세균수 (Total Colonies)	100CFU/ml이하	3700	10. 암모니아성 질소(NH ₃ -N)	0.5mg/ℓ 이하	불검출
2. 대장군군 (Coliform Group)	음성/50ml	양성	11. 질산성질소 (NO ₃ -N)	10mg/ℓ 이하	3.7
3. 납(Pb)	0.05mg/ℓ 이하	불검출	12. 카드뮴(Cd)	0.01mg/ℓ 이하	불검출
4. 불소(F)	1.5mg/ℓ 이하	불검출	13. 페 놀 (Phenol)	0.005mg/ℓ 이하	불검출
5. 비소(As)	0.05mg/ℓ 이하	불검출	14. 총트리할로 메탄(THM)	0.1mg/ℓ 이하	×
6. 세레늄(Se)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	15. 다이아지논 (Diazinon)	0.02mg/ℓ 이하	불검출
7. 수은(Hg)	불 검 출	불검출	16. 파라티온 (Parathion)	0.06mg/ℓ 이하	불검출
8. 시안(CN)	"	불검출	17. 말라티온 (Malathion)	0.25mg/ℓ 이하	불검출
9. 6가크롬(Cr ⁶⁺ )	0.05mg/ℓ 이하	불검출	18. 페니트로티 온(Fenitrothion)	0.04mg/ℓ 이하	불검출



검 사 항 목	기 준	검 사 결 과	검 사 항 목	기 준	검 사 결 과
19. 카 바 릴 (Carbaryl)	0.07mg/ℓ 이하	불검출	32. 동(Cu)	1mg/ℓ 이하	불검출
20. 1,1,1-트리클 로로에탄(1,1,1-TCE)	0.1mg/ℓ 이하	불검출	33. 색도(Color)	5도 이하	1
21. 테트라클로 로에틸렌(PCE)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	34. 세제(음이온 계면활성제 ABS)	0.5mg/ℓ 이하	불검출
22. 트리클로로 에틸렌(TCE)	0.03mg/ℓ 이하	불검출	35. 수소이온 농도(pH)	5.8 ~ 8.5	7.6
23. 디클로로메 탄(Dichloromethane)	0.02mg/ℓ 이하	불검출	36. 아연(Zn)	1mg/ℓ 이하	불검출
24. 벤 젠 (Benzene)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	37. 염소이온 (Cl ⁻ )	150mg/ℓ 이하	57
25. 톨 루 엔 (Toluene)	0.7mg/ℓ 이하	불검출	38. 증발잔류물 (RE)	500mg/ℓ 이하	210
26. 에틸벤젠 (Ethyle Benzene)	0.3mg/ℓ 이하	불검출	39. 철(Fe)	0.3mg/ℓ 이하	불검출
27. 크 실 렌 (Xylene)	0.5mg/ℓ 이하	불검출	40. 망간(Mn)	0.3mg/ℓ 이하	불검출
28. 경 도 (Hardness)	300mg/ℓ 이하	66	41. 탁 도 (Turbidity)	2도 이하	적
29. 과망간산칼 륨소비량(KMnO ₂ Consumed)	10mg/ℓ 이하	0.9	42. 황산이온 (SO ₄ ²⁻ )	200mg/ℓ 이하	10
30. 냄새(Odor)	무 취	적	43. 알루미늄 (Al)	0.2mg/ℓ 이하	불검출
31. 맛(Taste)	무 미	적	관 정	부적합.(일반세균수,대장균군 기 준치 초과) 끝.	
비 고	※ 소독처리 후 먹는물로 사용 가능. ※ 이 성적서는 지니고 온 시험용 재료에 대한 것이며, 광고및 선전용으로 쓸 수 없습니다.				

[ 별지 제2호 서식 ]

# 제주도보건환경연구원

전화 42-4002, 46-0843, 43-4001 전승 44-7664

문서번호 : 보연 65460-4099

시행일자 : 1996 년 12월 2일

발 음 : 제주시 이도2동 1176-50 농어촌진흥공사 김영업

보 념 : 보건환경연구원장(보)

제 목 : 먹는물 수질검사 성적

위와같이 먹는물 수질기준 등에 관한규칙 제3조제2항의 규정에 의하여 아래와같이 수질검사 성적서를 교부합니다.

## 1. 검체내용

검 체 명	지하수	부탁근거		접수번호	1992
채수장소	남군 표선면 하천리 신천유입공 5	채수일시	'96. 11. 13.(23:55)	접수일시	'96. 11. 18.
채수방법	지니고 온 시험용 재료	검사목적	원수		

## 2. 수질검사 결과

검 사 항 목	기 준	검 사 결 과	검 사 항 목	기 준	검 사 결 과
1. 일반세균수 (Total Colonies)	100CFU/ml이하	3400	10. 암모니아성 질소(NH ₃ -N)	0.5mg/ℓ 이하	불검출
2. 대장균군 (Coliform Group)	음성/50ml	양성	11. 질산성질소 (NO ₃ -N)	10mg/ℓ 이하	3.8
3. 납(Pb)	0.05mg/ℓ 이하	불검출	12. 카드뮴(Cd)	0.01mg/ℓ 이하	불검출
4. 불소(F)	1.5mg/ℓ 이하	불검출	13. 페 놀 (Phenol)	0.005mg/ℓ 이하	불검출
5. 비소(As)	0.05mg/ℓ 이하	불검출	14. 총트리할로 메탄(THM)	0.1mg/ℓ 이하	×
6. 셀레늄(Se)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	15. 다이아지논 (Diazinon)	0.02mg/ℓ 이하	불검출
7. 수은(Hg)	불 검 출	불검출	16. 파라티온 (Parathion)	0.06mg/ℓ 이하	불검출
8. 시안(CN)	"	불검출	17. 말라티온 (Malathion)	0.25mg/ℓ 이하	불검출
9. 6가크롬(Cr ⁶⁺ )	0.05mg/ℓ 이하	불검출	18. 페니트로티 온(Fenitrothion)	0.04mg/ℓ 이하	불검출

검 사 항 목	기 준	검 사 결 과	검 사 항 목	기 준	검 사 결 과
19. 카 바 릴 (Carbaryl)	0.07mg/ℓ 이하	불검출	32. 동(Cu)	1mg/ℓ 이하	불검출
20. 1,1,1-트리클로로에탄(1,1,1-TCE)	0.1mg/ℓ 이하	불검출	33. 색도(Color)	5도 이하	1
21. 테트라클로로에틸렌(PCE)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	34. 세제(음이온계면활성제:ABS)	0.5mg/ℓ 이하	불검출
22. 트리클로로에틸렌(TCE)	0.03mg/ℓ 이하	불검출	35. 수소이온농도(pH)	5.8 ~ 8.5	7.6
23. 디클로로메탄(Dichloromethane)	0.02mg/ℓ 이하	불검출	36. 아연(Zn)	1mg/ℓ 이하	불검출
24. 벤젠(Benzene)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	37. 염소이온(Cl ⁻ )	150mg/ℓ 이하	57
25. 톨루엔(Toluene)	0.7mg/ℓ 이하	불검출	38. 중발잔류물(RE)	500mg/ℓ 이하	210
26. 에틸벤젠(Ethyle Benzene)	0.3mg/ℓ 이하	불검출	39. 철(Fe)	0.3mg/ℓ 이하	불검출
27. 크실렌(Xylene)	0.5mg/ℓ 이하	불검출	40. 망간(Mn)	0.3mg/ℓ 이하	불검출
28. 경도(Hardness)	300mg/ℓ 이하	66	41. 탁도(Turbidity)	2도 이하	적
29. 과망간산칼륨소비량(KMnO ₄ Consumed)	10mg/ℓ 이하	0.9	42. 황산이온(SO ₄ ²⁻ )	200mg/ℓ 이하	10
30. 냄새(Odor)	무취	적	43. 알루미늄(Al)	0.2mg/ℓ 이하	불검출
31. 맛(Taste)	무미	적	판정	부적합(일반세균수,대장균군 기준치 초과) 끝.	
비고	※ 소독처리 후 먹는물로 사용 가능. ※ 이 성적서는 지니고 온 시험용 재료에 대한 것이며, 광고및 선전용으로 쓸 수 없습니다.				

[ 별지 제2호 서식 ]

# 제주도보건환경연구원

전화 42-4002, 46-0843, 43-4001 전승 44-7664

문서번호 : 보연 65460-499

시행일자 : 1996 년 12월 2일

발 음 : 제주도 이도2동 1176-50 농어촌진흥공사 김영업

보 남 : 보건환경연구원장(인)

제 목 : 먹는물 수질검사 성적

위와같이 먹는물 수질기준 등에 관한규칙 제3조제2항의 규정에 의하여 아래와 같이 수질검사 성적서를 교부합니다.

## 1. 검체내용

검 체 명	지하수	부탁근거		접수번호	1992
채수장소	남군 표선면 하천리 신천유입공 5	채수일시	'96. 11. 14.(05:59)	접수일시	'96. 11. 18.
채수방법	지니고 온 시험용 재료	검사목적	원수		

## 2. 수질검사 결과

검 사 항 목	기 준	검 사 결 과	검 사 항 목	기 준	검 사 결 과
1. 일반세균수 (Total Colonies)	100CFU/ml이하	2600	10. 암모니아성 질소(NH ₃ -N)	0.5mg/ℓ 이하	불검출
2. 대장균군 (Coliform Group)	음성/50ml	양성	11. 질산성질소 (NO ₃ -N)	10mg/ℓ 이하	3.8
3. 납(Pb)	0.05mg/ℓ 이하	불검출	12. 카드뮴(Cd)	0.01mg/ℓ 이하	불검출
4. 불소(F)	1.5mg/ℓ 이하	불검출	13. 페 놀 (Phenol)	0.005mg/ℓ 이하	불검출
5. 비소(As)	0.05mg/ℓ 이하	불검출	14. 총트리할로 메탄(THM)	0.1mg/ℓ 이하	×
6. 셀레늄(Se)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	15. 다이아지논 (Diazinon)	0.02mg/ℓ 이하	불검출
7. 수은(Hg)	불 검 출	불검출	16. 파라티온 (Parathion)	0.06mg/ℓ 이하	불검출
8. 시안(CN)	"	불검출	17. 말라티온 (Malathion)	0.25mg/ℓ 이하	불검출
9. 6가크롬(Cr ⁶⁺ )	0.05mg/ℓ 이하	불검출	18. 페니트로티 온(Fentrothion)	0.04mg/ℓ 이하	불검출

검사항목	기준	검사결과	검사항목	기준	검사결과
19. 카바릴 (Carbaryl)	0.07mg/ℓ 이하	불검출	32. 동(Cu)	1mg/ℓ 이하	불검출
20. 1,1,1-트리클로로에탄(1,1,1-TCE)	0.1mg/ℓ 이하	불검출	33. 색도(Color)	5도 이하	1
21. 테트라클로로에틸렌(PCE)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	34. 세제(음이온계면활성제:ABS)	0.5mg/ℓ 이하	불검출
22. 트리클로로에틸렌(TCE)	0.03mg/ℓ 이하	불검출	35. 수소이온농도(pH)	5.8 ~ 8.5	7.6
23. 디클로로메탄(Dichloromethane)	0.02mg/ℓ 이하	불검출	36. 아연(Zn)	1mg/ℓ 이하	불검출
24. 벤젠(Benzene)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	37. 염소이온(Cl ⁻ )	150mg/ℓ 이하	58
25. 톨루엔(Toluene)	0.7mg/ℓ 이하	불검출	38. 중발잔류물(RE)	500mg/ℓ 이하	221
26. 에틸벤젠(Ethyle Benzene)	0.3mg/ℓ 이하	불검출	39. 철(Fe)	0.3mg/ℓ 이하	불검출
27. 크실렌(Xylene)	0.5mg/ℓ 이하	불검출	40. 망간(Mn)	0.3mg/ℓ 이하	불검출
28. 경도(Hardness)	300mg/ℓ 이하	70	41. 탁도(Turbidity)	2도 이하	적
29. 과망간산칼륨소비량(KMnO ₄ Consumed)	10mg/ℓ 이하	0.6	42. 황산이온(SO ₄ ²⁻ )	200mg/ℓ 이하	10
30. 냄새(Odor)	무취	적	43. 알루미늄(Al)	0.2mg/ℓ 이하	불검출
31. 맛(Taste)	무미	적	판정	부적합.(일반세균수,대장균군 기준치 초과) 끝.	
비고	※ 소독처리 후 먹는물로 사용 가능. ※ 이 성적서는 지나고 온 시험용 재료에 대한 것이며, 광고및 선전용으로 쓸 수 없습니다.				

[ 별지 제2호 서식 ]

# 제주도보건환경연구원

전화 42-4002, 46-0843, 43-4001 전승 44-7664

문서번호 : 보연 65460-4099

시행일자 : 1996 년 12월 2일

발 율 : 제주시 이도2동 1176-50 농어촌진흥공사 김영업

보 냈 : 보건환경연구원장

제 목 : 먹는물 수질검사 성적

위와같이 먹는물 수질기준 등에 관한규칙 제3조제2항의 규정에 의하여 아래와 같이 수질검사 성적서를 교부합니다.

## 1. 검체내용

검 체 명	지하수	부탁근거		접수번호	1992
채수장소	남군 표선면 하천리 신천유입공 5	채수일시	'96. 11. 14.(12:01)	접수일시	'96. 11. 18.
채수방법	지니고 온 시험용 재료	검사목적	원수		

## 2. 수질검사 결과

검 사 항 목	기 준	검 사 결 과	검 사 항 목	기 준	검 사 결 과
1. 일반세균수 (Total Colonies)	100CFU/ml이하	2800	10. 암모니아성 질소(NH ₃ -N)	0.5mg/ℓ 이하	불검출
2. 대장균군 (Coliform Group)	음성/50ml	양성	11. 질산성질소 (NO ₃ -N)	10mg/ℓ 이하	3.8
3. 납(Pb)	0.05mg/ℓ 이하	불검출	12. 카드뮴(Cd)	0.01mg/ℓ 이하	불검출
4. 불소(F)	1.5mg/ℓ 이하	불검출	13. 페 놀 (Phenol)	0.005mg/ℓ 이하	불검출
5. 비소(As)	0.05mg/ℓ 이하	불검출	14. 총트리할로 메탄(THM)	0.1mg/ℓ 이하	×
6. 셀레늄(Se)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	15. 다이아지논 (Diazinon)	0.02mg/ℓ 이하	불검출
7. 수은(Hg)	불 검 출	불검출	16. 파라티온 (Parathion)	0.06mg/ℓ 이하	불검출
8. 시안(CN)	"	불검출	17. 말라티온 (Malathion)	0.25mg/ℓ 이하	불검출
9. 6가크롬(Cr ⁶⁺ )	0.05mg/ℓ 이하	불검출	18. 페니트로티 온(Fenitrothion)	0.04mg/ℓ 이하	불검출

검사항목	기준	검사결과	검사항목	기준	검사결과
19. 카바릴 (Carbaryl)	0.07mg/ℓ 이하	불검출	32. 동(Cu)	1mg/ℓ 이하	불검출
20. 1,1,1-트리클로로에탄(1,1,1-TCE)	0.1mg/ℓ 이하	불검출	33. 색도(Color)	5도 이하	1
21. 테트라클로로에틸렌(PCE)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	34. 세제(음이온계면활성제:ABS)	0.5mg/ℓ 이하	불검출
22. 트리클로로에틸렌(TCE)	0.03mg/ℓ 이하	불검출	35. 수소이온농도(pH)	5.8 ~ 8.5	7.6
23. 디클로로메탄(Dichloromethane)	0.02mg/ℓ 이하	불검출	36. 아연(Zn)	1mg/ℓ 이하	0.002
24. 벤젠(Benzene)	0.01mg/ℓ 이하	불검출	37. 염소이온(Cl ⁻ )	150mg/ℓ 이하	57
25. 톨루엔(Toluene)	0.7mg/ℓ 이하	불검출	38. 증발잔류물(RE)	500mg/ℓ 이하	214
26. 에틸벤젠(Ethyle Benzene)	0.3mg/ℓ 이하	불검출	39. 철(Fe)	0.3mg/ℓ 이하	불검출
27. 크실렌(Xylene)	0.5mg/ℓ 이하	불검출	40. 망간(Mn)	0.3mg/ℓ 이하	불검출
28. 경도(Hardness)	300mg/ℓ 이하	68	41. 탁도(Turbidity)	2도 이하	적
29. 과망간산칼륨소비량(KMnO ₄ Consumed)	10mg/ℓ 이하	1.2	42. 황산이온(SO ₄ ²⁻ )	200mg/ℓ 이하	10
30. 냄새(Odor)	무취	적	43. 알루미늄(Al)	0.2mg/ℓ 이하	불검출
31. 맛(Taste)	무미	적	판정	부적합.(일반세균수,대장균군 기준치 초과) 끝.	
비고	※ 소독처리 후 먹는물로 사용 가능. ※ 이 성적서는 지니고 온 시험용 재료에 대한 것이며, 광고및 선전용으로 쓸 수 없습니다.				

# 제주도보건환경연구원

(064) 42-4002, 46-0843

문서번호 : 보연65460- 1853

시행일자 : 1996 년

받 음 : 제주시 이도2동 1176-50 농어촌진흥공사 김영업

보 낼 : 보건환경연구원장

제 목 : 먹는물 수질검사 성적



위와같이 먹는물 수질기준 등에 관한규칙 제3조제2항의 규정에 의하여 아래와 같이 수질 검사 성적서를 교부합니다.

## 1. 검체내용

검 체 명	지하수	의뢰근거		접수번호	890
채수장소	하단기입	채수일시	'96. 6. 11.	접수일시	'96. 6. 11.
채수방법	지참시료	검사목적	원수		

## 2. 수질검사결과

검 사 항 목	기 준	검 사 결 과			
		표선 W-12	성산하천 D-31	신천 관측공B	표선 H-1
1. 염소이온(Cl ⁻ )	150 mg/ℓ	19	380	8	7
2. 황산이온(SO ₄ ²⁻ )	200 mg/ℓ	3	65	4	0
3. 질산이온(NO ₃ ⁻ )	mg/ℓ	11.3	6.6	3.3	1.9
4. 칼슘 (Ca ²⁺ )	mg/ℓ	15.35	22.73	7.33	9.40
5. 마그네슘 (Mg ²⁺ )	mg/ℓ	7.71	25.83	3.22	4.18
6. 나트륨(Na ⁺ )	mg/ℓ	12.28	106.65	5.68	8.51
7. 칼륨(K ⁺ )	mg/ℓ	3.16	5.90	2.20	2.76
8. 중탄산이온 (HCO ₃ ⁻ )	mg/ℓ	36.28	39.39	18.66	40.43
판 정	상기와 같음. (성산하천 D-31 염소이온 먹는물 기준치 초과)				
비 고	※ 3~8 항목은 먹는물 기준이 없으며, 검사방법은 Standard Methods에 의한것임. ※이 성적서는 지니고 온 시험용 재료에 대한 것이며, 광고및 선전용으로 쓸 수 없습니다. 끝.				



# 제주도보건환경연구원

(064) 42-4002, 46-0843

문서번호 : 보연65460- 2020

시행일자 : 1996 년 7월

발 음 : 제주시 이도2동 1176-50 농어촌진흥공사 김영업

보 냈 : 보건환경연구원

제 목 : 먹는물 수질검사 성적



위와같이 먹는물 수질기준 등에 관한규칙 제3조제2항의 규정에 의하여 아래와 같이 수질 검사 성적서를 교부합니다.

## 1. 검체내용

검 체 명	지하수	의뢰근거		접수번호	952
채수장소	하단에 기입	채수일시	'96. 6. 24.	접수일시	'96. 6. 24.
채수방법	지참시료	검사목적	원수		

## 2. 수질검사결과

검 사 항 목	기 준	검 사 결 과			
		표선 W-12	성산 D-31	성산 관측공 B	성산 H-1
1. 염소이온(Cl ⁻ )	150 mg/ℓ	21	8	36	38
2. 황산이온(SO ₄ ²⁻ )	200 mg/ℓ	4	2	8	6
3. 질산이온(NO ₃ ⁻ )	mg/ℓ	15.0	3.8	6.2	9.3
4. 칼슘 (Ca ²⁺ )	mg/ℓ	6.72	4.91	4.83	8.45
5. 마그네슘 (Mg ²⁺ )	mg/ℓ	3.45	2.27	3.54	35.70
6. 나트륨(Na ⁺ )	mg/ℓ	4.96	5.74	4.29	21.55
7. 칼륨(K ⁺ )	mg/ℓ	3.15	2.73	2.95	3.50
8. 중탄산이온 (HCO ₃ ⁻ )	mg/ℓ	37.32	40.43	22.80	41.46
판 정	상기와 같음. 끝.				
비 고	※ 3~8 항목은 먹는물 기준이 없음. ※ 이 성적서는 지니고 온 시험용 재료에 대한 것이며, 광고및 선전용으로 쓸 수 없습니다.				

# 제주도보건환경연구원

(064) 42-4002, 46-0843

문서번호 : 보연65460-219

시행일자 : 1996 년 7월 10일

발 음 : 제주시 이도2동 1176-50 농어촌진흥공사 김영업

보 냄 : 보건환경연구원

제 목 : 먹는물 수질검사 성적



위와같이 먹는물 수질기준 등에 관한규칙 제3조제2항의 규정에 의하여 아래와 같이 수질 검사 성적서를 교부합니다.

## 1. 검체내용

검 체 명	지하수	의뢰근거		접수번호	1005
채수장소	하단에 기입	채수일시	'96. 7. 1.	접수일시	'96. 7. 4.
채수방법	지참시료	검사목적	원수		

## 2. 수질검사결과

검 사 항 목	기 준	검 사 결 과			
		표선 W-12	하천 D-31	신천리관측공 B	하천 H-1
1. 염소이온(Cl ⁻ )	150 mg/ℓ	17	20	13	7
2. 황산이온(SO ₄ ²⁻ )	200 mg/ℓ	2	3	4	2
3. 질산이온(NO ₃ ⁻ )	mg/ℓ	23.8	20.8	17.2	5.7
4. 칼슘 (Ca ²⁺ )	mg/ℓ	7.12	7.09	5.42	4.86
5. 마그네슘 (Mg ²⁺ )	mg/ℓ	6.71	6.20	3.84	3.93
6. 나트륨(Na ⁺ )	mg/ℓ	11.65	13.95	6.72	8.92
7. 칼륨(K ⁺ )	mg/ℓ	3.18	3.02	3.16	2.77
8. 중탄산이온 (HCO ₃ ⁻ )	mg/ℓ	41.05	40.43	18.66	41.46
판 정	상기와 같음. 끝.				
비 고	※ 3~8 항목은 먹는물 기준이 없음. ※ 이 성적서는 지니고 온 시험용 재료에 대한 것이며, 광고및 선전용으로 쓸 수 없습니다.				

# 제주도보건환경연구원

(064) 42-4002, 46-0843

문서번호 : 보연65460- 2606

시행일자 : 1996 년 8월 12일

발 음 : 제주시 이도2동 1174-50 농어촌진흥공사 김영업

보 남 : 보건환경연구원

제 목 : 먹는물 수질검사 성적



위와같이 먹는물 수질기준 등에 관한규칙 제3조제2항의 규정에 의하여 아래와 같이 수질 검사 성적서를 교부합니다.

## 1. 검체내용

검 체 명	지하수	의뢰근거		접수번호	1232
채수장소	아래에 표기	채수일시	'96. 8. 6.	접수일시	'96. 8. 6.
채수방법	지참시료	검사목적	원수(참고용)		

## 2. 수질검사결과

검 사 항 목	기 준	검 사 결 과			
		표선 W-12	성산하천 D-31	신천리 관측공B	하천 H-1
1. 염소이온(Cl ⁻ )	150 mg/ℓ	21	51	29	8
2. 황산이온(SO ₄ ²⁻ )	200 mg/ℓ	3	8	5	2
3. 질산이온(NO ₃ ⁻ )	mg/ℓ	182	14.6	11.1	4.0
4. 칼슘 (Ca ²⁺ )	mg/ℓ	6.83	7.14	6.29	4.97
5. 마그네슘 (Mg ²⁺ )	mg/ℓ	7.19	8.83	5.97	3.99
6. 나트륨(Na ⁺ )	mg/ℓ	13.93	30.63	14.33	8.99
7. 칼륨(K ⁺ )	mg/ℓ	3.87	4.47	3.92	3.17
8. 중탄산이온 (HCO ₃ ⁻ )	mg/ℓ	28.78	30.84	20.56	28.78
판 정	상기와 같음. 끝.				
비 고	※ 3-8 항목은 먹는물 기준이 없음. ※ 이 성적서는 지니고 온 시험용 재료에 대한 것이며, 광고및 선전용으로 쓸 수 없습니다.				

# 시 험 성 적 서

전화 42-4002, 46-0843, 43-4001 전승 44-7664

문서번호 : 보연 65460-2P60

시행일자 : 1996 년 9월 4 일

발 음 : 제주시 이도2동 1174-50 농어촌진흥공사 김영업

보 념 : 보건환경연구원

제 목 : 수질검사 성적



아래와같이 우리원에 제출한 검체에 대하여 시험한 결과 다음과 같습니다.

## 1. 검체내용

검 체 명	지하수	부탁근거		접수번호	1437
채수장소	아래에 표기	채수일시	'96. 8. 27.	접수일시	'96. 8. 28.
채수방법	지니고 온 시험용 재료	검사목적	원수		

## 2. 수질검사결과

검 사 항 목	기준	검 사 결 과		
		표선읍 표선리 W-12	성산읍 신천리 관측공B	성산읍 하천리 H-1
1. 염소이온(Cl ⁻ )	150 mg/ℓ	59	22	8
2. 황산이온(SO ₄ ²⁻ )	200 mg/ℓ	9	5	2
3. 질산이온(NO ₃ ⁻ )	mg/ℓ	14.1	7.9	3.5
4. 칼슘 (Ca ²⁺ )	mg/ℓ	8.183	4.229	4.805
5. 마그네슘 (Mg ²⁺ )	mg/ℓ	9.451	5.214	4.909
6. 나트륨(Na ⁺ )	mg/ℓ	33.40	12.47	7.20
7. 칼륨(K ⁺ )	mg/ℓ	3.854	2.558	2.596
8. 중탄산이온 (HCO ₃ ⁻ )	mg/ℓ	40.43	20.73	29.39
판 정	상기와 같음. 끝.			
비 고	※ 1-2 항목은 먹는물 수질 기준임. ※ 3-8 항목은 먹는물 기준이 없음.(U.S.A Standard Methods에 의한 방법) ※ 이 성적서는 지니고 온 시험용 재료에 대한 것이며, 광고및 선전용으로 쓸 수 없습니다.			

# 제 주 도 보 건 환 경 연 구 원 장

# 제주도보건환경연구원

전화 42-4002, 46-0843, 43-4001 전승 44-7664

문서번호 : 보연 65460- 707/6

시행일자 : 1996 년 9월 10일

받 음 : 제주시 이도2동 1174-50 농어촌진흥공사 김영엄

보 념 : 보건환경연구원장

제 목 : 수질검사 성적



아래와같이 우리원에 제출한 검체에 대하여 시험한 결과 다음과 같습니다.

## 1. 검체내용

검 체 명	지하수	부탁근거		접수번호	1467
채수장소	아래에 표기	채수일시	아래에 표기	접수일시	'96. 9. 3.
채수방법	지니고 온 시험용 재료	검사목적	원수참고용)		

## 2. 수질검사결과

검 사 항 목	검 사 결 과		
	하천 유입공 6 ( 8.29. 23시15분 채수)	하천 유입공 6 (8.30. 13시00분 채수)	하천 유입공 6 (8.31. 12시09분 채수)
1. 염소이온(Cl ⁻ )	62	62	59
2. 황산이온(SO ₄ ²⁻ )	10	9	20
3. 질산이온(NO ₃ ⁻ )	13.87	13.94	17.71
4. 칼슘 (Ca ²⁺ )	8.009	8.081	8.751
5. 마그네슘 (Mg ²⁺ )	9.560	9.642	9.957
6. 나트륨(Na ⁺ )	24.34	31.35	29.68
7. 칼륨(K ⁺ )	3.912	3.884	4.187
8. 중탄산이온 (HCO ₃ ⁻ )	37.32	37.32	36.29
판 정	상기와 같음. 끝.		
비 고	※ 3 ~ 8 항목은 U.S.A Standard Methods에 의한 실험 방법임. ※ 이 성적서는 지니고 온 시험용 재료에 대한 것이며, 광고및 선전용으로 쓸 수 없습니다.		

# 제주도보건환경연구원

전화 42-4002, 46-0843, 43-4001 전송 44-7664

문서번호 : 보연 65460- 3997

시행일자 : 1996 년 11월 25일

발 음 : 제주시 이도2동 1174-50 농어촌진흥공사 김영엄

보 냈 : 보건환경연구원장

제 목 : 수질검사 성적



아래와같이 우리원에 제출한 검체에 대하여 시험한 결과 다음과 같습니다.

## 1. 검체내용

검 체 명	지하수	부탁근거		접수번호	1993
채수장소	신천 유입공 5	채수일시	아래에 표기	접수일시	'96. 11. 18.
채수방법	지니고 온 시험용 재료	검사목적	원수(참고용)		

## 2. 수질검사결과

검 사 항 목 (단위 :mg/ℓ)	시 간 대 별 검 사 결 과						
	'96.11.13 (18:40)	'96.11.13 (22:50)	'96.11.13 (23:55)	'96.11.14 (13:10)	'96.11.14 (05:59)	'96.11.14 (09:03)	'96.11.14 (12:01)
1.염소이온(Cl ⁻ )	57.11	56.82	57.25	56.96	57.75	57.58	57.05
2. 황산이온(SO ₄ ²⁻ )	10.22	10.25	10.28	10.36	10.57	10.53	10.21
3. 질산이온(NO ₃ ⁻ )	16.70	16.93	16.92	16.89	16.99	17.23	16.90
4. 나트륨(Na ⁺ )	35.62	32.61	35.71	37.72	37.97	33.67	61.39
5. 마그네슘 (Mg ²⁺ )	5.79	6.04	5.93	6.34	6.17	6.48	6.09
6. 칼륨(K ⁺ )	4.69	4.70	4.74	4.66	4.80	4.76	4.69
7. 칼슘 (Ca ²⁺ )	1.03	1.13	1.05	1.21	1.12	1.20	1.13
8.중탄산이온 (HCO ₃ ⁻ )	32.35	32.76	32.14	33.17	31.10	31.72	31.93
판 정	상기와 같음. 끝.						
비 고	※ 이 성적서는 지니고 온 시험용 재료에 대한 것이며, 광고및 선전용으로 쓸 수 없습니다.						