

## 지하수 오염 실태 및 보존대책 (대구지역을 대상으로)

성 익환<sup>\*1</sup>, 조 병욱<sup>\*1</sup>

\*1 : 한국자원연구소, 환경지질연구부

### 서 언

대구지역 지하수의 현황은 그동안 만성적인 물부족현상에 시달리고 있던 1970년대 초반부터 지하수 개발붐을 타고 연평균 1천여 개공 이상의 천부, 혹은 심부 시추공이 개발되어 현재 약 2만여개 시추공이 일부는 폐공되고 그 나머지는 보수·유지되어 지하수를 생활 혹은 공업용수로 활용중이다. 당초 개발당시나 1994년 8월 지하수법시행이전까지 국내에서는 지하수 관련법조차 없이 그동안 무절제하고 경쟁적으로 지하수를 개발 사용한 결과 70년대 말부터는 오염이 심화되어 어느날 갑자기 지하수가 그 개발목적과 다르게 허드렛물, 화장실용, 세차장 또는 공업용수(일부에선 원래목표였지만)로 전락하게 되었다. 특히 대구지역은 세계에서 유례를 찾아볼 수 없을 만큼 짧은 시간에 걸쳐 많은 시추공이 개발되었으며, 이들 시추공을 통한 과잉양수로 인해 지하수위가 지속적으로 하강했다. 그 결과 산업 경제발전에 수반된 지하수 수급과정에서 과잉양수로 인한 물수지 균형(water balance)이 깨어지고 대수층내에서는 이를 보충하기 위해 신천 주변과 금호강 주변의 오염된 하천수가 대수층내로 유입하여 결국 대구지역 대수층은 오염확장범위가 넓어져 가고, 그 깊이 또한 깊어지고 있음을 1984년부터 1986년까지 3개년간 실시한 UNDP 지하수원 조사평가 및 1994년도 과기처 특수연구사업 1차년도 조사결과에서 보면 다음과 같다.

#### 1. 지형

본역의 지형은 하나의 큰 분지로서 지형발달 과정은 구성지질의 영향을

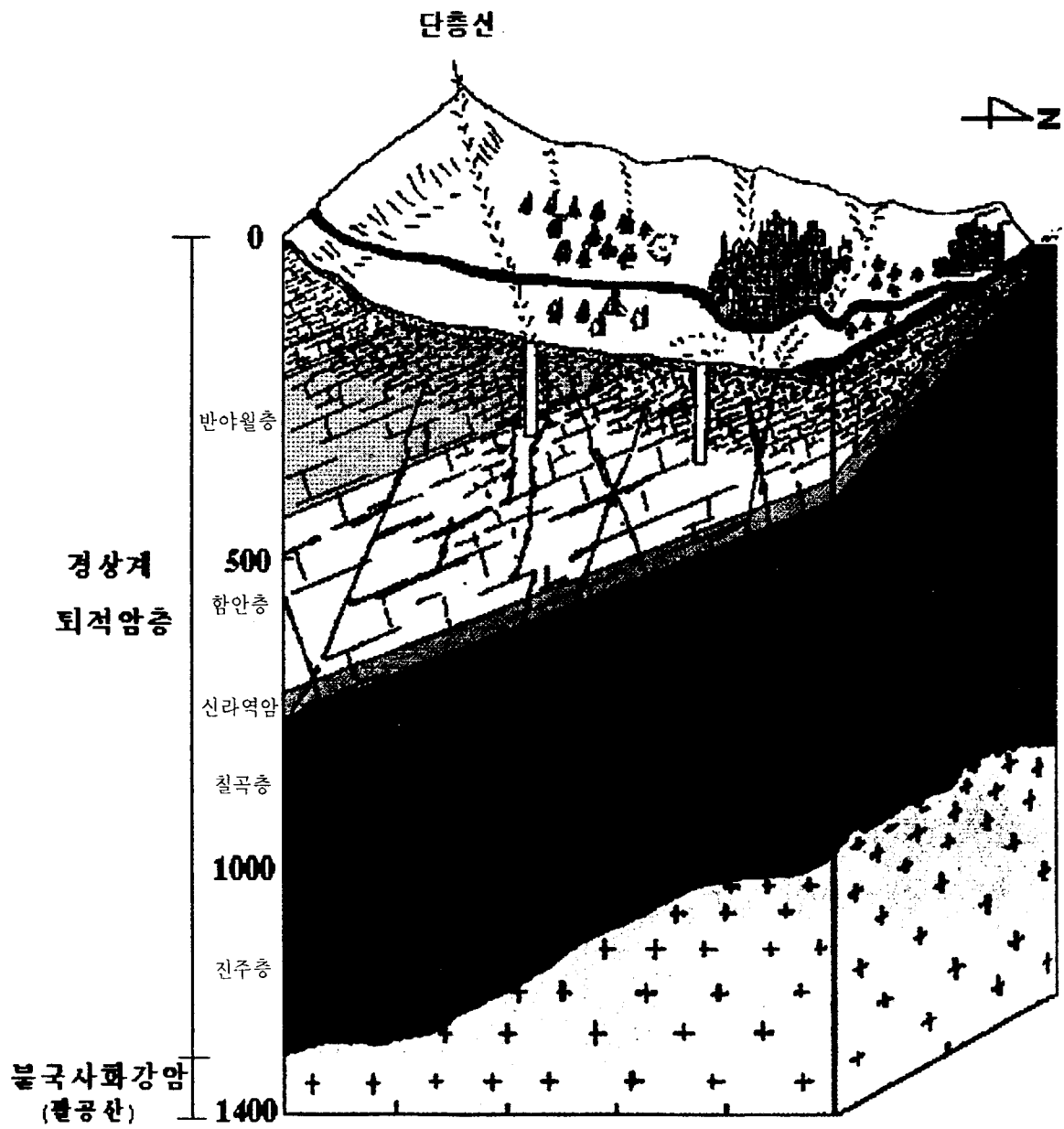


그림 1. 대구지역 지형 및 대수층 분포지질

크게 받고 있다. 북부의 팔공산 화강암 분지와 남부의 화산암분지가 지형적 고지를 이루고 있고, 서부와 동부에는 접촉변질되어 분지를 이루고 있다. 본역의 수준면은 최고 600m에서 최저 20m로서 그 차가 심한 편이다. 산계는 본역 중앙부의 비변질퇴적암 분포지가 낮은 구릉성산지를 형성하는데 반하여, 북부의 저반상으로 관입한 팔공산화강암 분포지와 그 영향을 받은 접촉변질암에서는 경사가 급해지면서 200-300m의 산지를 이루고 화강암지대에서는 주능선을 중심으로 무질서한 지맥을 파생하고 산사면은 급한 경사도를 갖는다. 구릉지에서도 규장암이 관입한 서부 일부는 130m 내외의 낮은 독립산체를 이루며(두리산, 두리봉등) 현무암류가 분포된 침산, 경북도청 뒷산, 상리동 서부에서도 암석의 강도에 따른 침식도의 차이가 비교적 뚜렷하게 나타난다(그림 1).

## 2. 기후 및 수계

본역의 기온은 대륙성기후에 의한 내륙분지의 특성과 층적층의 층서가 얇고 암반의 노출로 인하여 여름에는 높고 겨울에는 낮아 연교차가 큰 특성을 나타낸다. 월 평균 기온은 8월에 30℃ 이며 최저 기온은 2월에 -5℃를 나타내며 연평균기온은 14℃를 보이고 있다.

우리나라의 연중 강수량의 변화는 계절별로 변동이 심하여 여름철에 강수가 집중하고 그 외 기간은 강수량이 적다. 전국 연평균 강수량은 1,159mm로서 그중 약 2/3에 해당하는 양이 6월로 부터 9월 사이에 집중된다. 본역도 이같은 특성을 가지지만 타지방에 비해 강수량은 비교적 적어 연평균 1,010mm(최근 20년간)이다. 85년에는 예외적으로 1,400mm의 많은 강우가 내렸다. 본역은 우기와 건기의 구별이 뚜렷하여 12월에서 2월 사이에는 월 20mm이상이나 8,9월은 월 200mm이상이다. 85년도 8월에는 338.4mm의 강우가 내려 홍수에 의한 범람이 있었다.

본 역의 수계는 크게 분지의 중앙부를 가로질러 흐르는 신천, 북부 산지에서 남남서류하는 문암천 그리고 분지 북부를 관통하며 서류하는 금호강으로 구분된다. 신천과 문암천은 침산부근에서 금호강으로 유입된다. 즉 본역은 서류하는 사행천인 금호강의 유입권에 속한다. 또한 월대동~대평산능선의 서부지역은 신천으로 유입되지 않고 바로 금호강이나 낙동강으로 유입되는 소하천망이 있는데 이들은 신천의 영향을 받지 않고 낙동강과 금호

# DRAINAGE

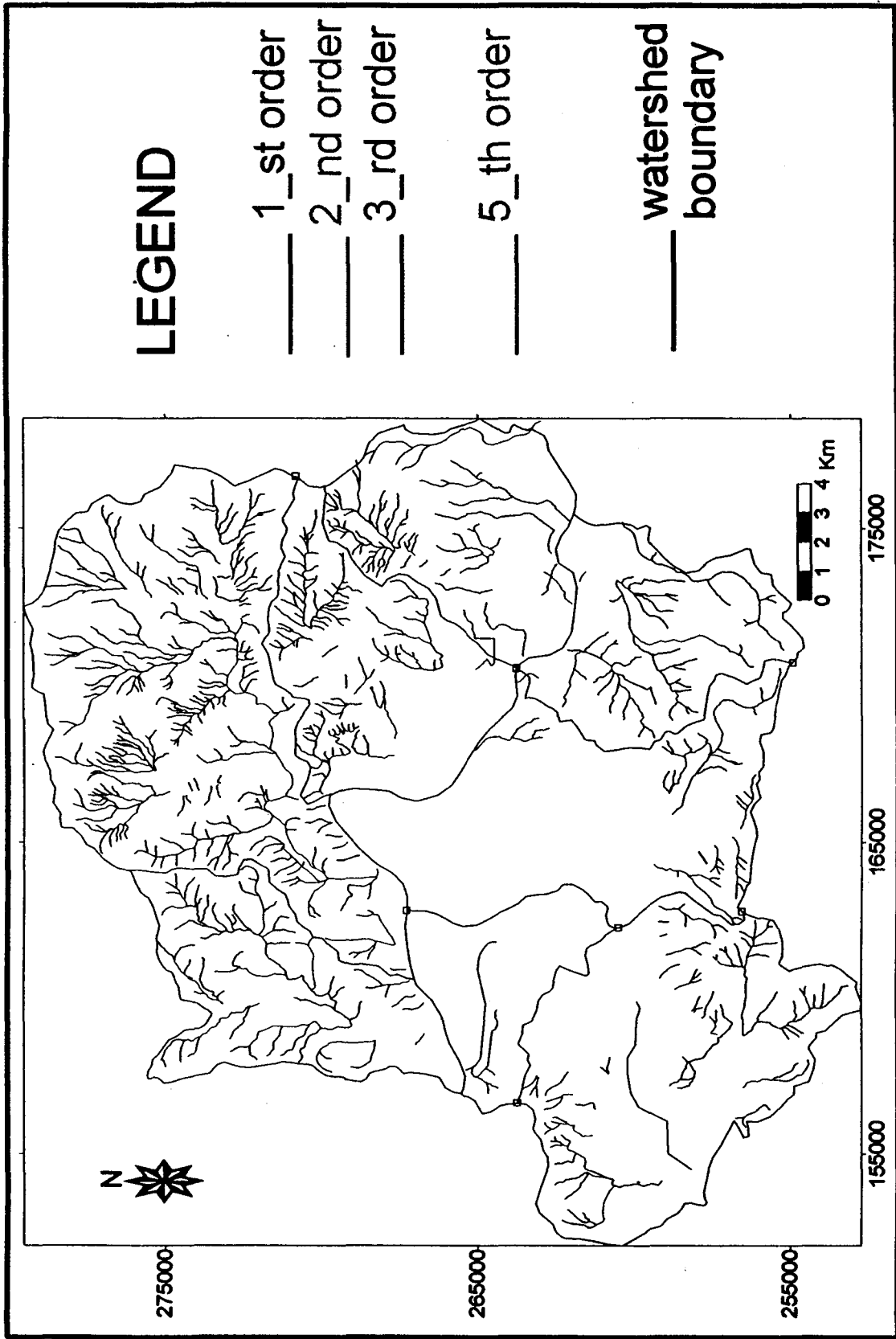


그림 2. 대구지역 수계 발달

강의 영향을 받는다(그림 2).

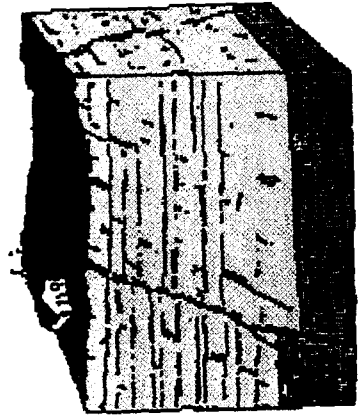
### 3. 지질 및 대수층 구조

#### 3-1. 지질

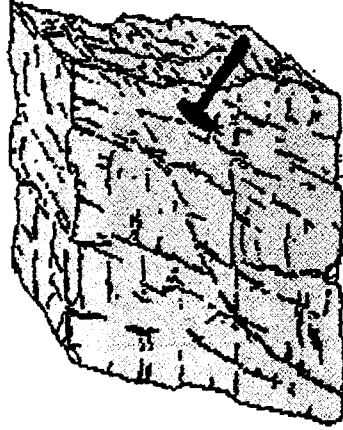
본역은 중생대 백악기의 퇴적암이 주체가 되며, 이를 관입 용출한 안산질암과 백악기 최후기에 있었던 심성관입작용에 의한 심성화산암이 주요지질 구성원이 된다.

이들은 소위 정상계 퇴적분지중 가장 규모가 큰 밀양분지(유천분지)의 서북부에 위치하는데 본역의 퇴적암은 이 분지의 중앙부 내지 상부에 해당하는 낙동층군, 최상부층인 칠곡층은 본역 서부 서단에 소규모로 분포되고, 그 하부를 학봉화산암층, 함안층, 반야월층이 단사구조의 단순한 층서를 보이며 분포한다. 그 중 함안층과 반야월층이 가장 넓은 분포면적을 차지하고 있다. 화산암류는 중생대 화산유희 과정의 화성상에 해당하는 화산작용→심성작용→반심성작용의 양상을 잘 나타내어, 본역의 남부에서는 산성산~용지봉 일대 주산안산암질암이 용출, 용류되었는데 각력질 안산암이 대표적이다. 북동부 중대동일대는 팔공산 화강암의 저반의 일부인 흑운모화강암이 크게 노출되어 있고, 상리동 북서부의 암주상의 흑운모화강암과 산성산 남부의 몬조니암은 심성관입작용의 산물로써, 관입접촉부에 광범위한 접촉변질대를 형성시켰다. 화성상의 최후기 산물인 반심성작용에 의한 남부의 산상을 반경상으로 둘러 분포하는 규장암의 링다이크와 성서면 이곡동, 본리동일대의 규장암의 암주가 가장 규모가 크다. 그외 산성산 양측의 섬록암 및 본역 각처에 암맥으로 관입된 반염기성맥암이 산재한다.

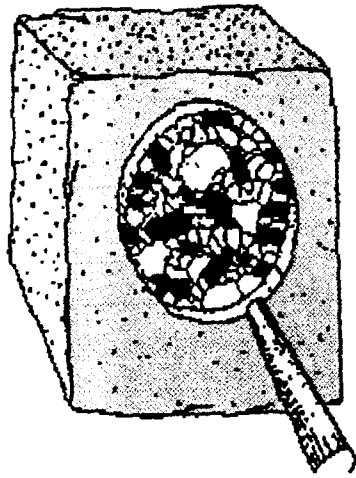
퇴적암류는 신라역암층 아래의 부정합을 경계로, 낙동층군과 신라층군으로 대별되며, 기저암인 신라역암과 백악기 최초의 화산상인 학봉화산암은 특수한 암상으로 분류된다. 그외는 니암, 니암질세일, 세일 사암등으로 구성되나, 적색 및 회색계열 암색이 반복적으로 분포되므로 이를 지층분류기준으로 하여 함안층, 반야월층으로 분류한다. 즉 함안층은 저색층이 우세하고 반야월층은 녹회색, 흑회색층이 우세하다. 전자는 니암이 주가 되고 후자는 세일이 주가 되며, 암상의 횡적변화가 심하다. 함안층은 동부에서는 세일이, 서부로 갈 수록 나암이 증가되고, 암색은 동향할 수록 저색의 후층이 다수



파쇄대대수층



균열암대수층



미고결대수층

그림 3. 대수층의 구조

포함되며 그 층후도 두꺼워진다. 반면 반야월층은 서향 할수록 흑색세일이 증가되고 일부는 혼펠스화 한것도 있다. 이 두층의 경계부에는 불연속면적인 Arkosic 사암이 내재되어 있다. 대체로 본역의 퇴적암류는 경상계 퇴적상의 특징인 상향세립화하는 경향을 나타내고 있다(표 1.)

표 1. General geological sequence in the Taegu area.

Age	Formation	Generalized description	Thickness
Quaternary	Surficial deposit	Cobble, pebble, sand, silt	2-15m
	Dyke	Basic Dyke Acidic Dyke	
	Boulguksa granite	Biotitie granite Monzonite	
	Chusan Andesite	Andesite	
	Banyawol	Brecciated andesite	500m
		Dark gray shale, sandstone gray siltstone, greenish siltstone and sandstone marlstone	1,100m
	Cretaceous	Haman	reddish shale, sandstone, alcosic sandstone
Habkbong Volcanic		Basalt Tuffaceous sandstone and siltstone	400m
Sinla Conglomerate		reddish sandy shale reddish sandstone conglomerate	240m
Chilgok		reddish sandstone, reddish shale	650m

### 3-2. 대수층 구조

경상계 퇴적층은 사암, 나암, Shale 등으로 구성되고 있으며, 수차에 걸친 구조운동과 화산활동에 의해 재결정 및 방해석, 석영 등의 광물들로 치환되어, 퇴적암 자체의 공극률은 시료공극률 실험에 의해 6% 미만(GU, 1980)임이 밝혀졌으며, 지하수의 흐름은 부분적으로 발달된 충적층, 절리대, 파쇄대 및 단층대의 발달로 인한 2차 공극률을 통한 유동구조의 특성을 나타내고 있다(그림 3)

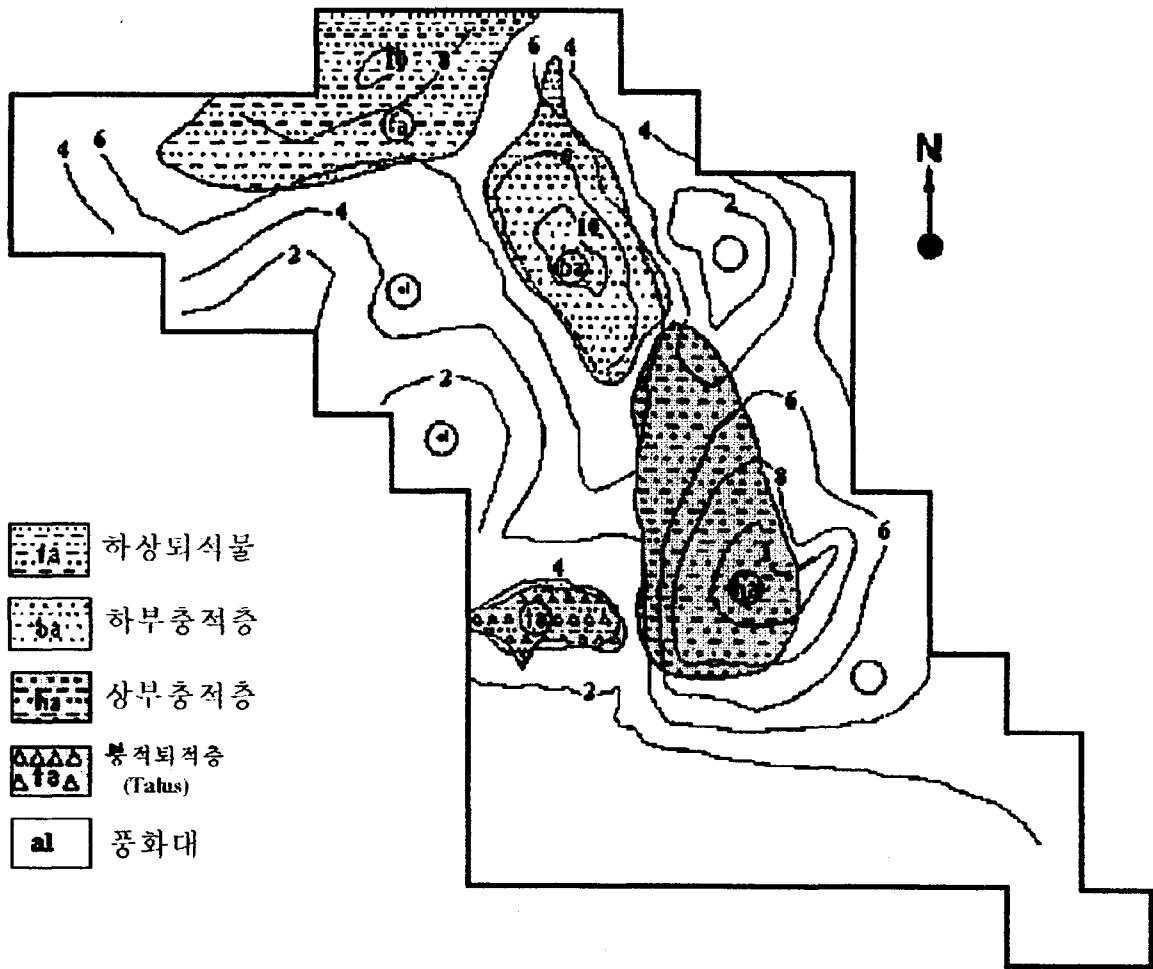


그림 4. 대구지역내 층적층 분포상태



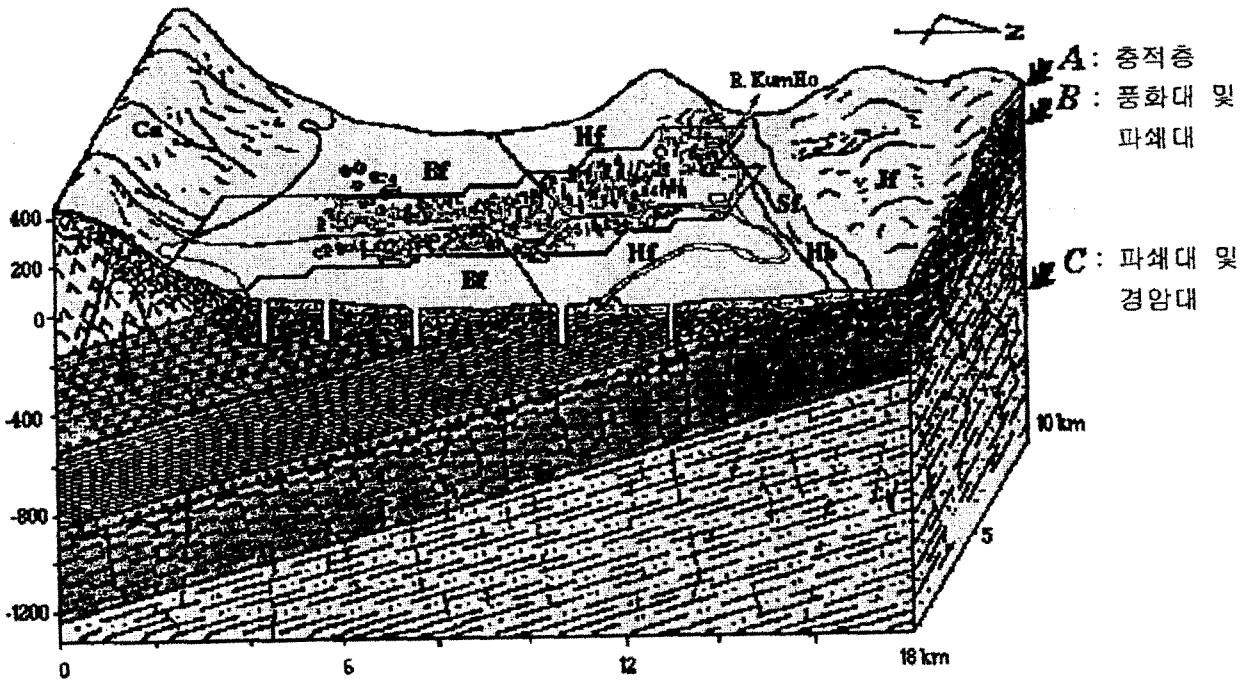


그림 5. 대구지역 대수층의 구성지질

본역내 대수층 발달 상태를 수직적으로 구분해보면, 1~12m정도의 층적층 분포와 2~4m정도의 잔류토층이 발달되어 있으며(그림 4, 5) 100~200m 가량의 두께로 발달된 균열대와 그 균열대 하부에 연속적으로 발달된 부분적인 균열 파쇄대 및 경암대가 백악기 화강암층(약 3600m)까지 수직 분포하나, 지하수함수층으로는 약 1500m 두께까지가 최대 값이 될 수 있으며, 용수에서 개발가능한 지하수 대수층 분포 심도는 이 보다 얕은 심도가 될 것이다(그림 5).

#### 4. 대수층의 특성

##### 4-1. 지하수위 변동

대수층내 저류된 지하수량이 시간이 경과함에 따라 어떻게 변하는가를 나타내는 것이 지하수 특성연구에 매우 중요하다.

대수층내 지하수 저류량은 단일 혹은 여러요인에 의해서 계속 그 양이 변한다. 지하수위 변동 즉 지하저수지내의 지하수저류량의 변화는 관측정의 관측지점으로 부터 지하수면까지의 깊이를 계속 반복 측정함으로써 결정할 수 있다. 지하수위의 장기적 변화는 지하저수지내에 부존된 지하수량의 변화를 나타내는 것으로서, 대수층내에 저류된 지하수량은 대수층내로의 물의 충전 및 대수층내로의 유출에 따라 변하며 저류량의 변화는 기후변화도, 인위적 양수 및 대수층의 특성에 따라 변한다.

본역내 장기적 수위측정은 85년 4월부터 86년 7월 까지 매월 1회 실시한 결과를 보면 본역내 측정된 수위 측정자료에 의한 수위등고선도에 의하면, 수위 경사도는 5/1000~8/1000의 완만한 수위 경사를 보이나, 산악지역에서는 부분적으로 보다 급경사를 이룬다(그림 6). 특히, 1986년 2월에 측정된 지하수위자료와 1994년 11월에 측정된 수위자료(그림 7)를 비교분석해 볼 것 같으면 약 8년 사이에 전반적인 지하수의 유동방향은 크게 달라진 것이 없는 듯 하나 신천 중류와 하류지역에서 변화를 보이는데 이는 86년도에는 신천 하천수가 대구중심부 대수층으로 유입됨을 볼 수 있으나 94년도 수위 등고선도에서는 그런 현상을 볼 수가 없다. 이것은 그동안 신천주변에 오·폐수 격리 시스템 건설과 앞산순환도로로 가는 관통도로 건설시 수행된 그라우팅에 의해 신천수위 유입로가 차단된 것으로 해석된다. 그

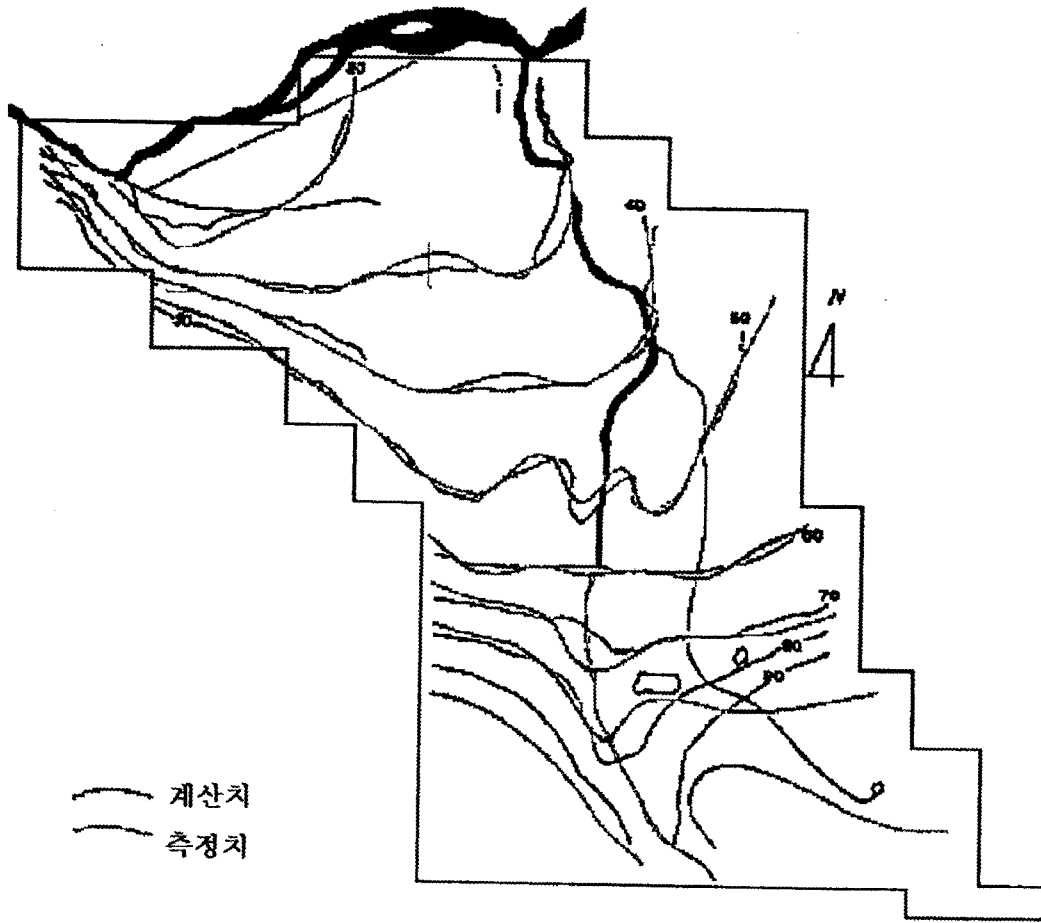


그림 6. 대구지역 지하수위 등고선도 (1986년 2월)

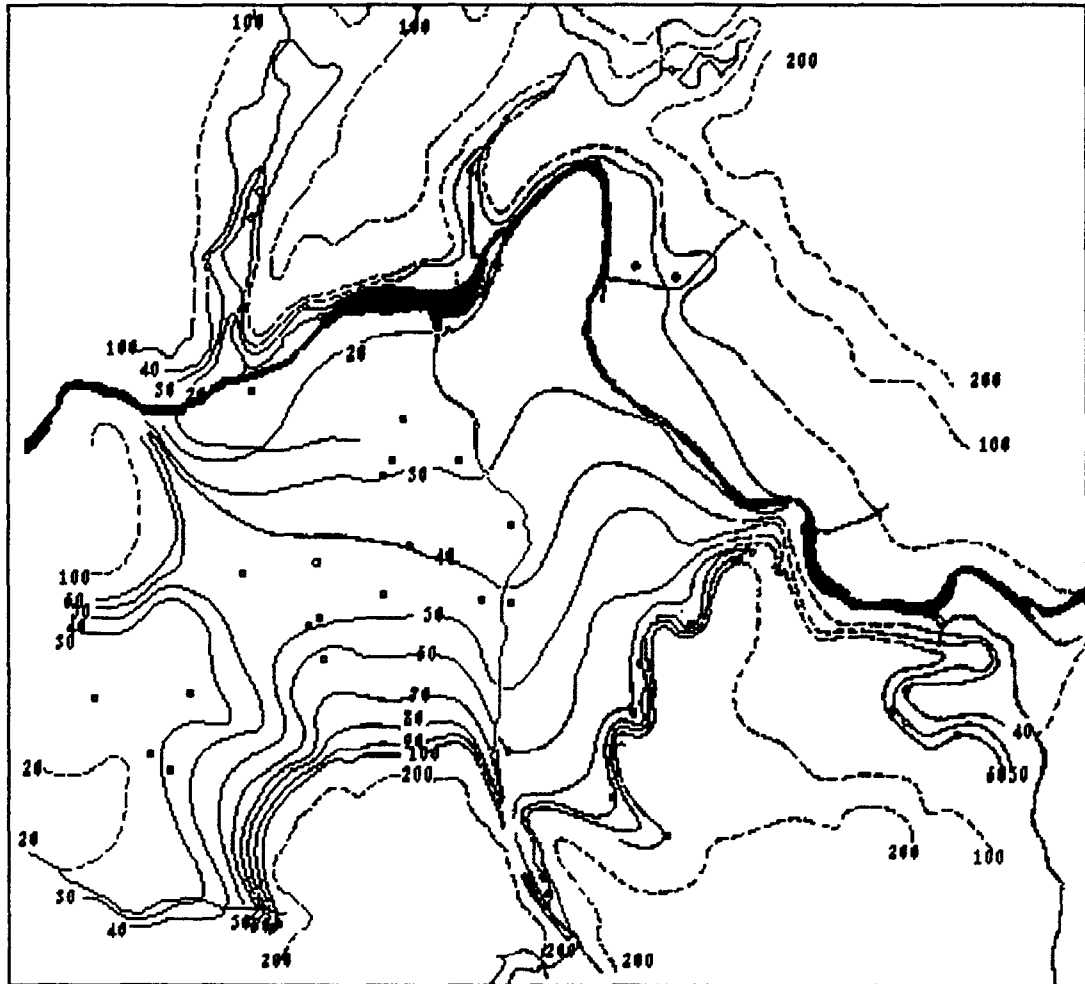


그림 7. 대구지역 지하수 수위등고선도 (1994년 11월)

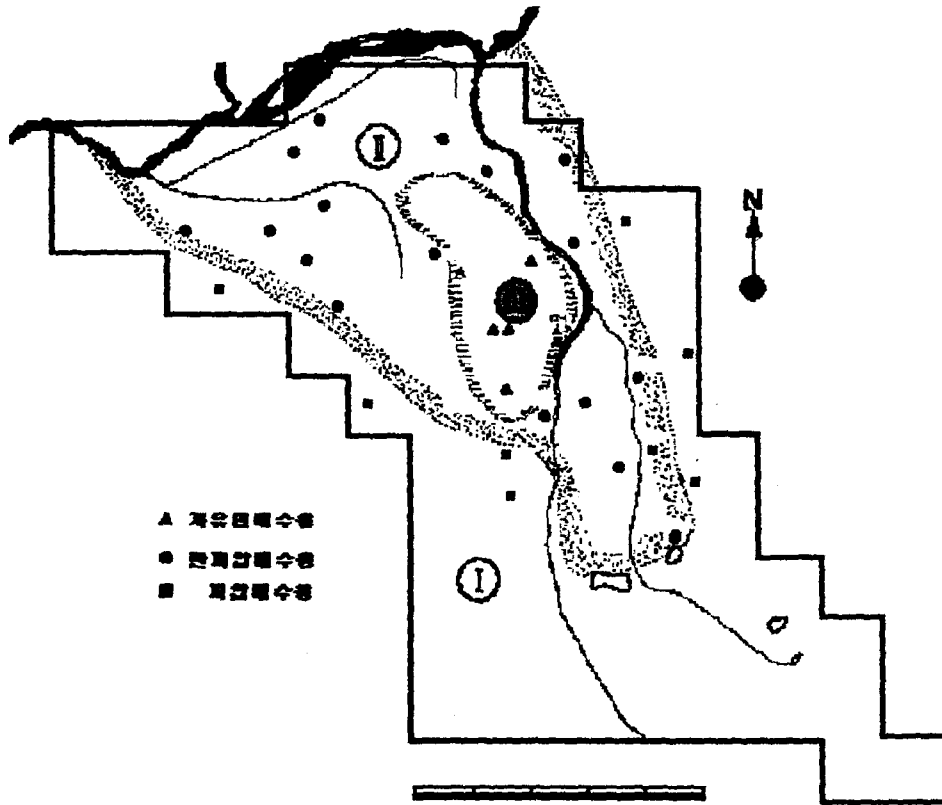


그림 8. 대구지역내 대수충분포상태

리고 제 3공단 일대에서 지하수위가 86년도 보다 낮아진것을 볼수 있는데 이는 그동안 사용량의 증가 혹은 신천으로부터 유입수의 감소현상으로 해석되나 보다 구체적인 해석을 위한 2차년도(95년도) 사업이 수행될 것이다.

지하수위 심도는 상류부분에서 하류방향으로 내려오면서 16m에서 3m로 변화하면서 지형분포와 밀접한 관계를 보여준다. 특히 지역적으로 시간변화에 따라 달라진곳은 갈산동, 장기동(20~30m), 평리동, 강삼동(15~20m), 노원동일원(5~7m), 달성동, 수창동(20m이상), 수성동, 범어동, 지산동(5m 이상), 복현동(5~10m)등의 깊이가 감소하였음을 볼 수 있는데, 이는 이지역에 대단위 아파트단지나 공단지역임으로 인해 지속적으로 지하수를 이용함으로써 전체적인 지하수 저류량의 감소에서 나타나는 현상으로 볼 수 있다.

매월 측정된 수위변화(1985.1~1986.6)는 변화도에서 보는바와 같이, 본역 내에서는 3가지의 각기 다른 Type의 대수층(Confined, Unconfined, Semi-confined)이 지역적으로 지질조건에 따라 분포됨을 보여주고 있는데, 주로 산록 부근에는 연수위 변화폭이 4.1~6.6m로 피압면 대수층 특성을 나타내며, 신천 및 금호강 주변의 충적층 분포 지역에서는 0.94m이하의 자유면 대수층의 특성을 나타내고, 두 각기 다른 대수층 사이에는 변화폭 1.2~2.8m의 피압면 대수층의 특성을 잘 나타내주고 있다(그림 8)

이들 각기 다른 대수층 분포지역내에서 측정된 지하수위 변화와 대기압 변화량과의 상관관계에서 산출된 대기압효율(Barometric Efficiency)은 그 구분을 더욱 분명히 해주며, 그 값들은 피압면 대수층이 70~90%의 값을 나타내고 자유면 대수층은 5~25% 사이의 값을 나타내며, 그 사이 반피압 대수층은 25~60%의 값을 나타내주고 있으며, 얻어진 B.E값과 수위 변화폭과의 상관 관계에서 본역내 분포하는 3개의 특성이 다른 대수층이 분포함을 더욱 명확히 보여주고 있다.

#### 4-2. 하천수와 지하수와의 관계

본역내 지하수와 하천수와의 유입 및 유출 관계가 그림에서 보는 바와 같이 하천수 유입 지역과 지하수 유출지역으로 구분되어 분포됨을 알 수 있다(그림 9)

특히 신천 및 금호강 주변 충적층 분포지역에 있어서는 하천수와 직접

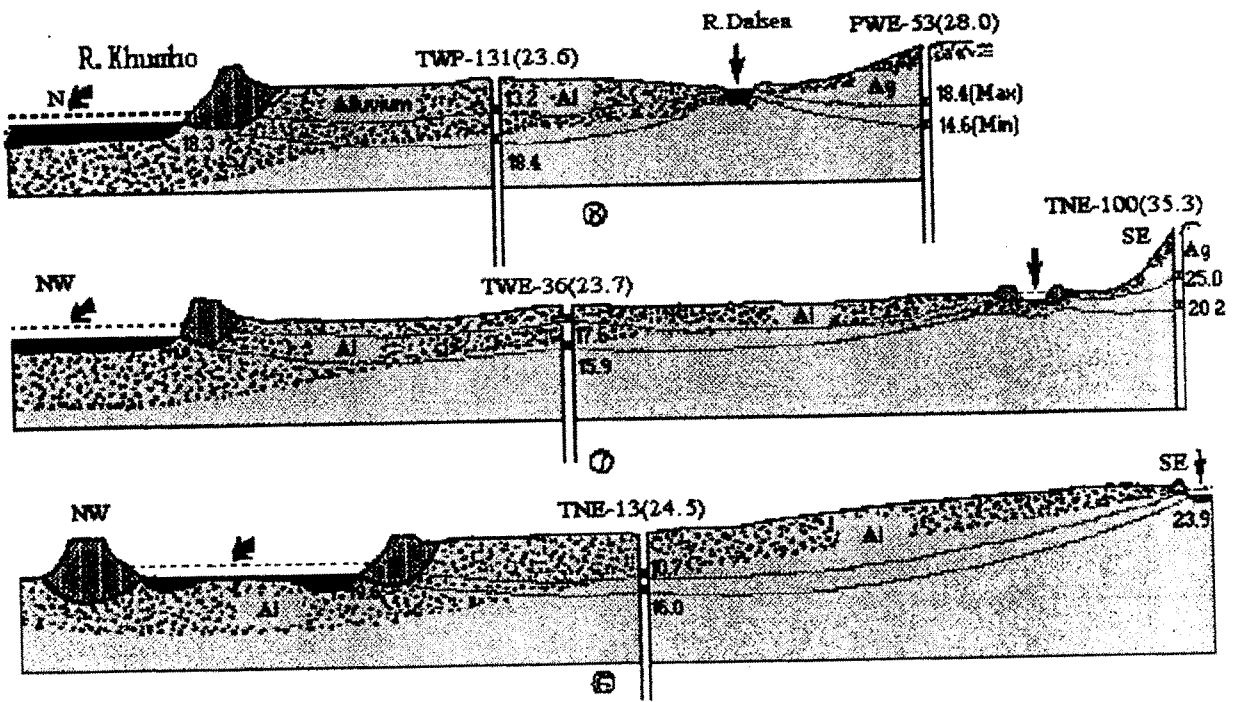


그림 9. 하천수와 대수층 상호관계

연관됨을 지질단면도에서 볼 수 있으며 이들 지역은 하천으로부터 오염된 침투지역으로 그 관심이 집중되고 있어 2차년도 조사에서 하천-대수층간의 상관관계를 규명키로 한다(그림 10)

#### 4-3. 대수층의 수리적 특성과 수리상수

본역내 분포하는 대수층의 특성을 파악하고, 그 수리상수를 알아내기 위한 방법으로 수행된 양수시험과 수압시험이 3개지역 6개공에서 각각 수행되었으며(1985년), 양수시험결과는 Theis 공식에 의한 산출된 T값과 S값은 아래표에서와 같다. 수압시험 결과에 의하면 본역내 대수층인 경상계 퇴적암은 그 자체 공극이, 암석재결정작용 및 다른 이차 광물의 치환으로 인하여, 6% 미만의 낮은 공극률을 가지면서 무시할 만큼의 투수성을 보이고 있다. 결국 본역내 대수층의 특성은 절리면, 파쇄대 및 단층선 등의 2차공극을 통한 지하수 흐름의 특성을 나타내고 있다. 결국 본역내 대수층의 특성을 나타내고 있으며, 그 투수계수는  $1.0 \sim 7.0 \times 10^{-5}$  cm/s 으로 낮은 값을 보이며, Snow, Vaughan, Nonveiller 등의 이론식에 의해 산출된 절리폭 (joint width )은 1.002~0.004cm로 유효공극률을 3% 미만의 미약한 대수층 발달과 실유속 (Actual Velocity) 5.5~33 m/y 의 투수성을 나타내고 있다.

양수시험 결과표

관측정	양수정 과의 거리	양수량	양수시간	T 투수량 계산	S 저류계산
TNK-2	30m	3.11/s	830min	$4.7 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$	$2.5 \times 10^{-4}$
TNK-3	50m			$5.1 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$	$8.1 \times 10^{-5}$
TEK-4	30m	7.41/s	450min	$1.7 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$	$2.9 \times 10^{-4}$
TEK-5	50m			$2.3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$	$1.6 \times 10^{-4}$
TWK-6	50m	7.01/s	1530min	$2.7 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$	$1.9 \times 10^{-4}$
TWK-7	50m			$2.7 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$	$1.6 \times 10^{-4}$

#### 5. 지하수의 물리, 화학적 특성

지하수의 생성근원은 강우의 형태로 지표면에 도달한 물이 토양층을 통해 지하로 스며든 경우와 하천 및 저수지에 저장되어 있던 지표수가 지하로 스며들어 생성된 경우가 있으나 강우에 의한 경우가 대부분이다. 따라서



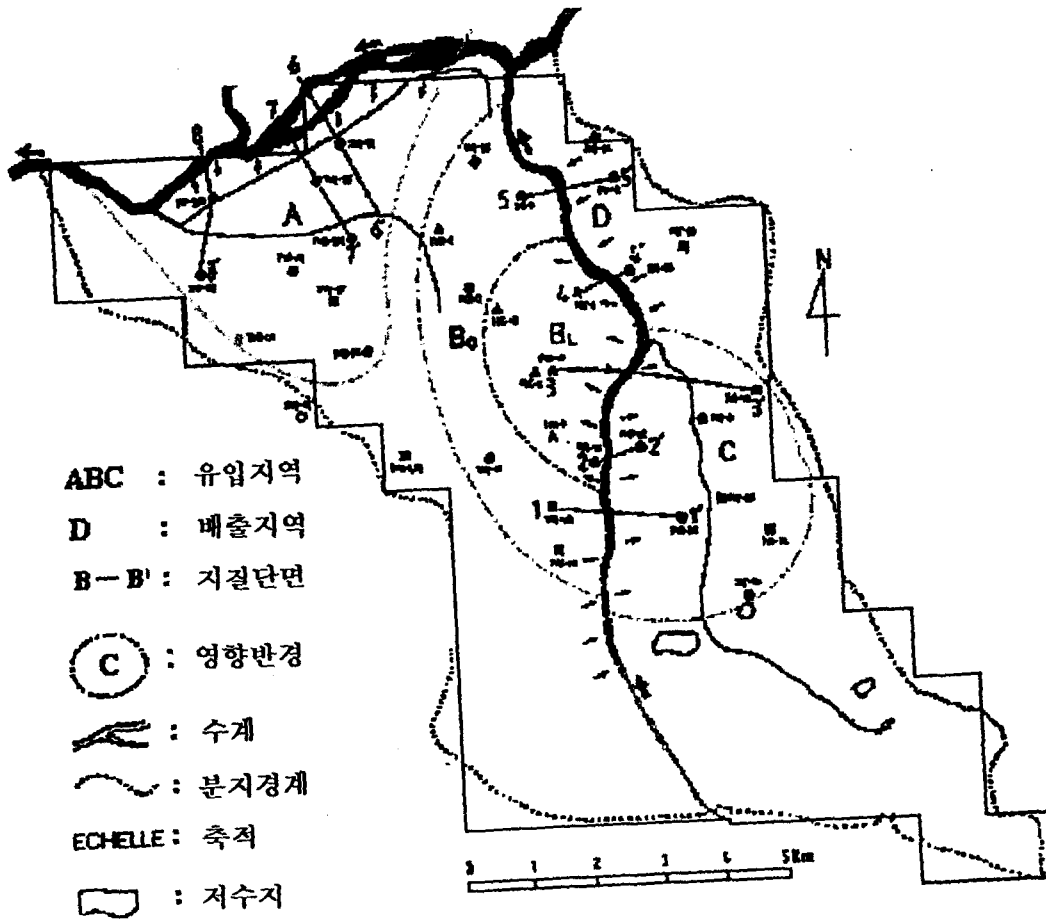


그림 10. 하천수 유입에 따른 대수층영향권

지하수의 수질은 지표수의 유동경로와 유동기간과 밀접한 관계가 있으며, 기반암의 종류와 지표오염원의 종류 또한 지하수질에 큰 영향을 미치는 요인이 된다. 또한 지하수의 온도변화는 대수층의 특성에 따라 그 변화도가 다르게 나타나는데, 일반적으로 충전지역(Recharge area)와 배출지역(Dischage area)에서 지하수의 수온 분포가 다르게 나타남을 본 조사지역에서 볼 수 있다. 따라서 본역내 분포하는 지하수의 수온변화는 대수층의 특성에 따라, 그 양상을 달리하며 수온 변화량에 따라 Recharge 분포지역으로 구분됨을 알 수 있다. 수온변화 폭(연간)을 보면, 그림에서 보는 바와 같이 대구지역에서는 3가지 Type의 수온 변화폭에 따른 대수층 구분이 됨을 볼 수 있는데, I지역은 신천하류 지역 및 금호강 연변에 발달된 구하상 발달지역(충적층)으로 신천 및 금호강 하천수가 유입됨으로 인한 영향을 직접적으로 받고 있음을 볼 수 있다. II지역은 신천상류지역에서 중류지역내에 발달된 구하상 충적층 지역으로서 신천 상류 충적층지역에서는 하천수유입현상을 볼 수 있으나 신천중류지역에서는 구하상내 저류되어 있었던 지하수가 신천으로 배출되는 현상을 볼 수 있다. III지역은 강우에 의한 지표수가 토양층을 통해 대수층으로 유입되어 오랜기간 지하수유동시간을 가짐으로서, I, II지역에 비해 평균적으로 2℃이상의 높은 온도 분포를 보이고 있다.

지하수에는 여러가지 성분이 용해되어 있으나, 주 구성성분은 칼륨( $K^+$ ), 나트륨( $Na^+$ ), 칼슘( $Ca^+$ ), 마그네슘( $Mg^+$ )의 양이온과 염소( $Cl^-$ ), 황산염( $SO_4^{-2}$ ), 중탄산염( $HCO_3^-$ ), 탄산염( $CO_3^-$ )의 음이온으로 이들을 8대 성분이라고 한다. 그 나머지 성분들은 전체 용존량에서 차지하는 비중이 미비하여 미량원소라 한다. 이를 주원소들만을 대상으로 대구지역내 채집된 지하수(1985. 4)를 대상으로 Rose Diagram 을 그려보면 그림에서 보는바와 같이 지역적인 특성을 일목요연하게 구분할 수 있다. 이 그림에서 볼 수 있는 상황은 대구지역내 Recharge area는 앞산 산록 부근과 도시중앙부 산록지에서 Local로 존재함을 볼 수 있으며, 지역적으로 서부지역과 동부지역이 지역적으로 Mineralization 이 많이 일어나는 지역으로 나타나고 있으며 대구시 중심부 지구 역시 같은 양상을 보이나 이는 신천 하천수의 영향과 관련이 있을 가능성을 갖고 있다(그림 11)

대구지역내 지하수 수질을 총괄적으로 종합 표시할 수 있는 총고용물값(TDS)과 전기전도도 값(Conductivity)을 대상으로 Contour Map을 작성해보면 85.9월에 측정된 전기전도도 값 Contour Map(그림 12)과 94년

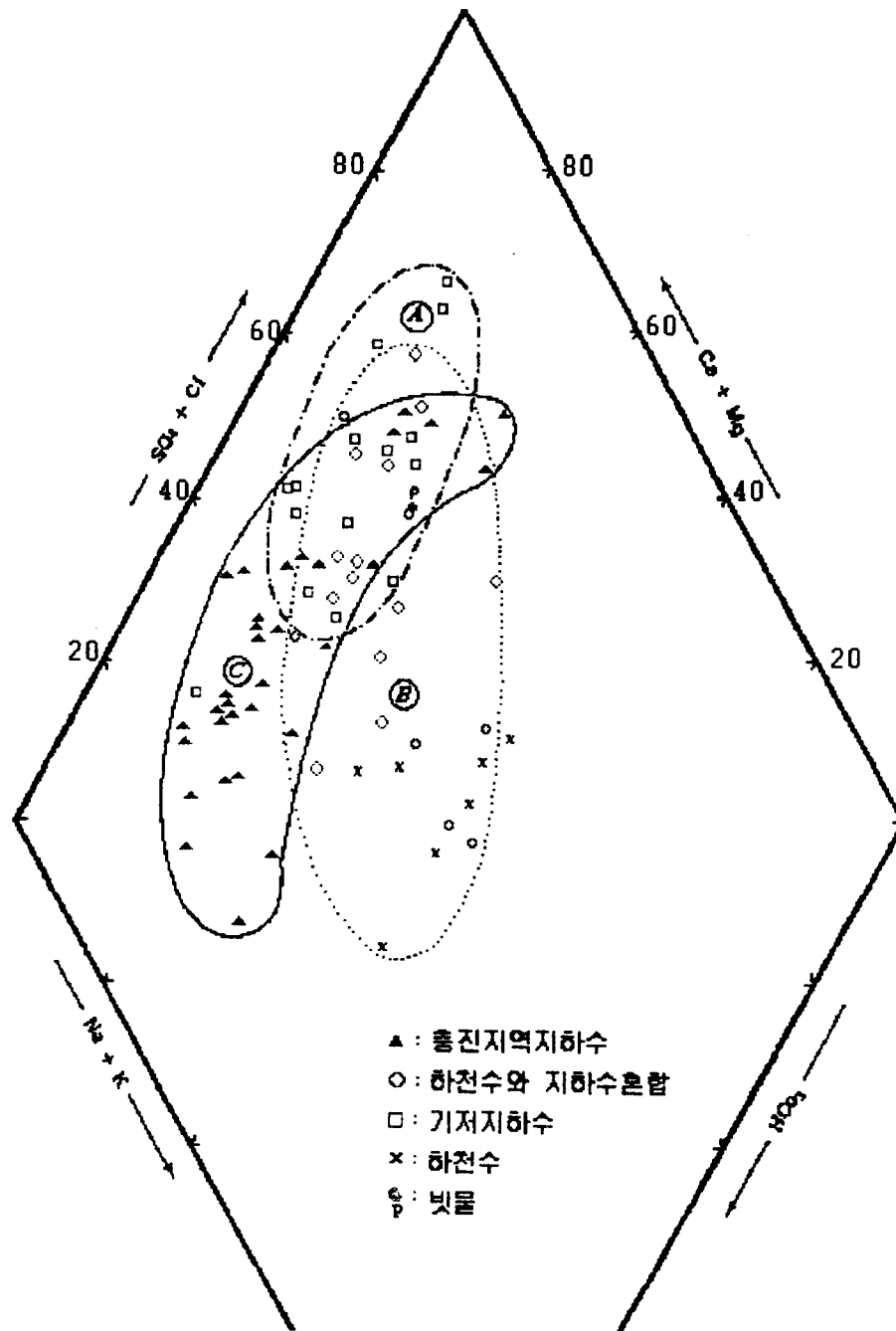


그림 11. 대구지역 지하수의 유동특성에 따른 수질변화

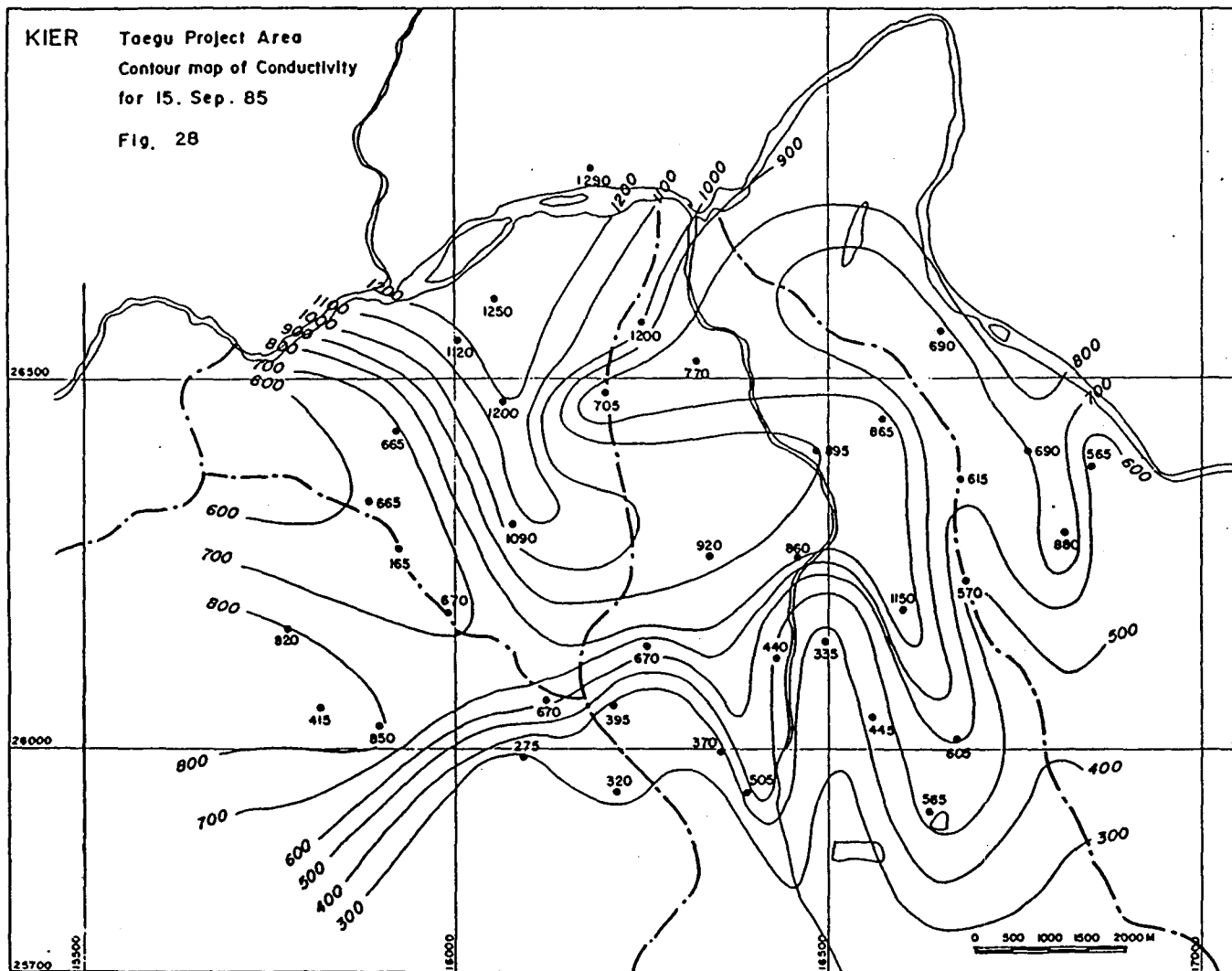


그림 12. Contour Map of Conductivity Distribution. (85, September)

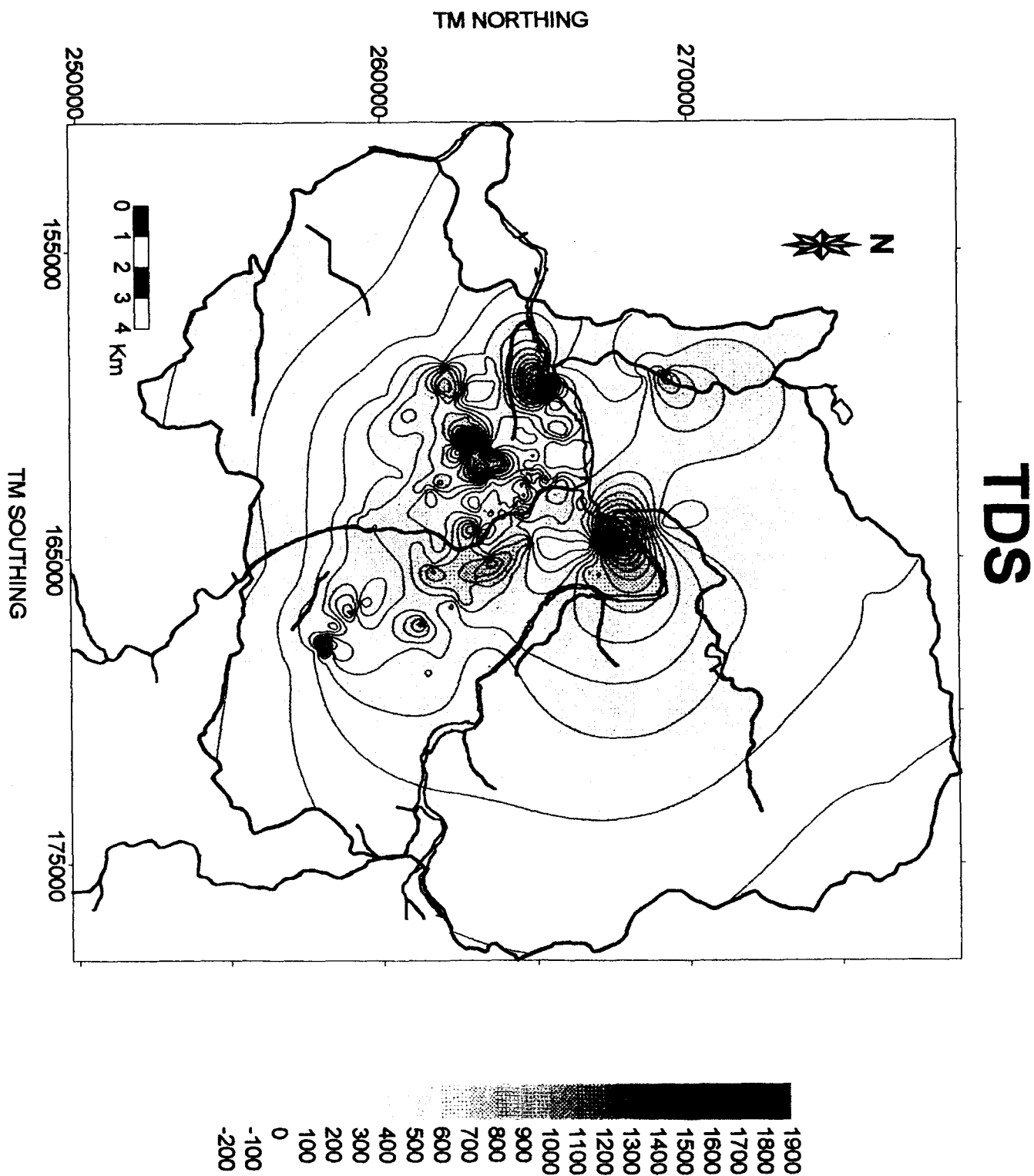


그림 13. 대구지역 지하수의 TDS Contour map (1994.11)

# HARDNESS

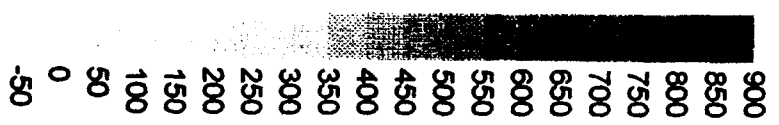
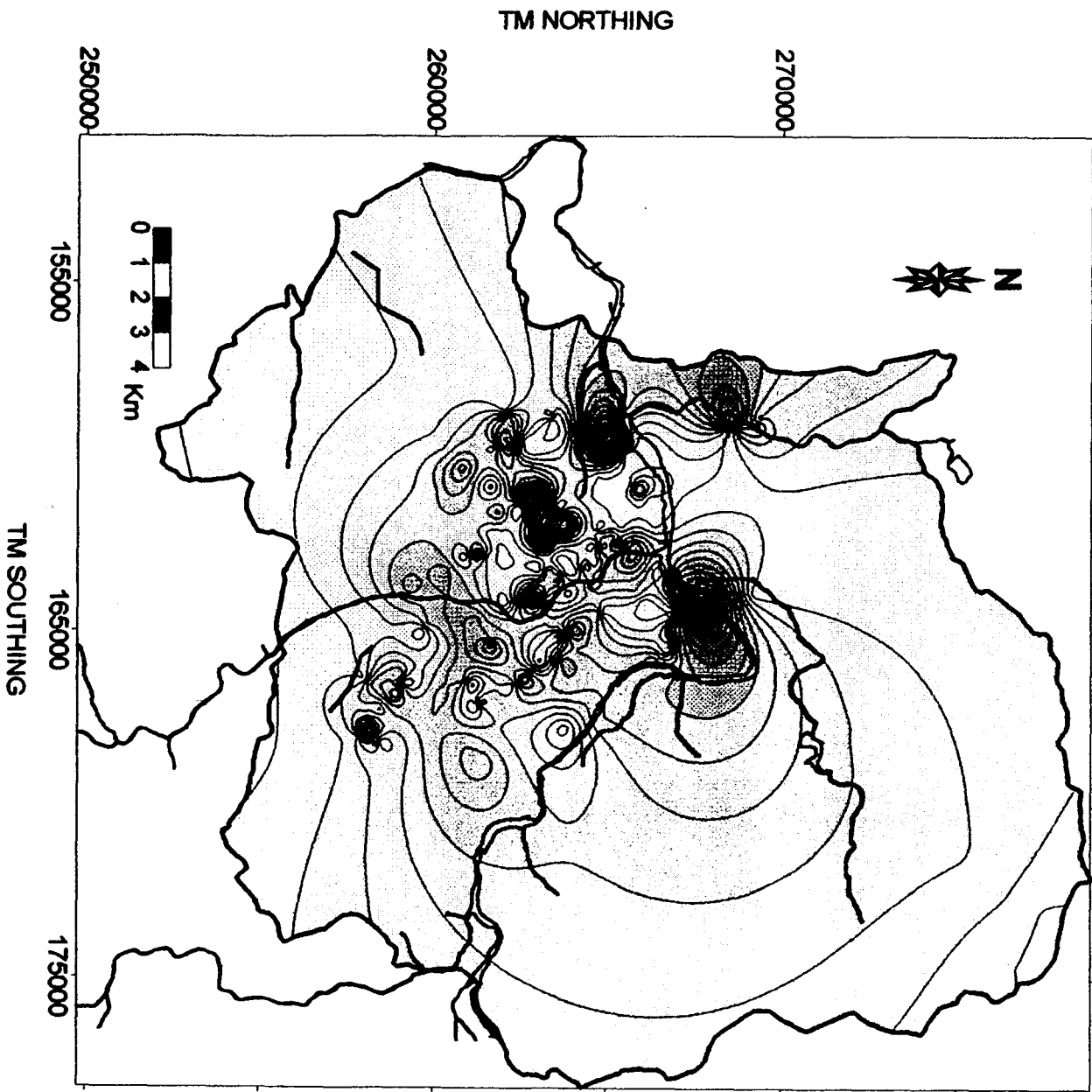


그림 14. 대구지역 지하수의 Hardness Contour map (1994.11)

Chloride 04:

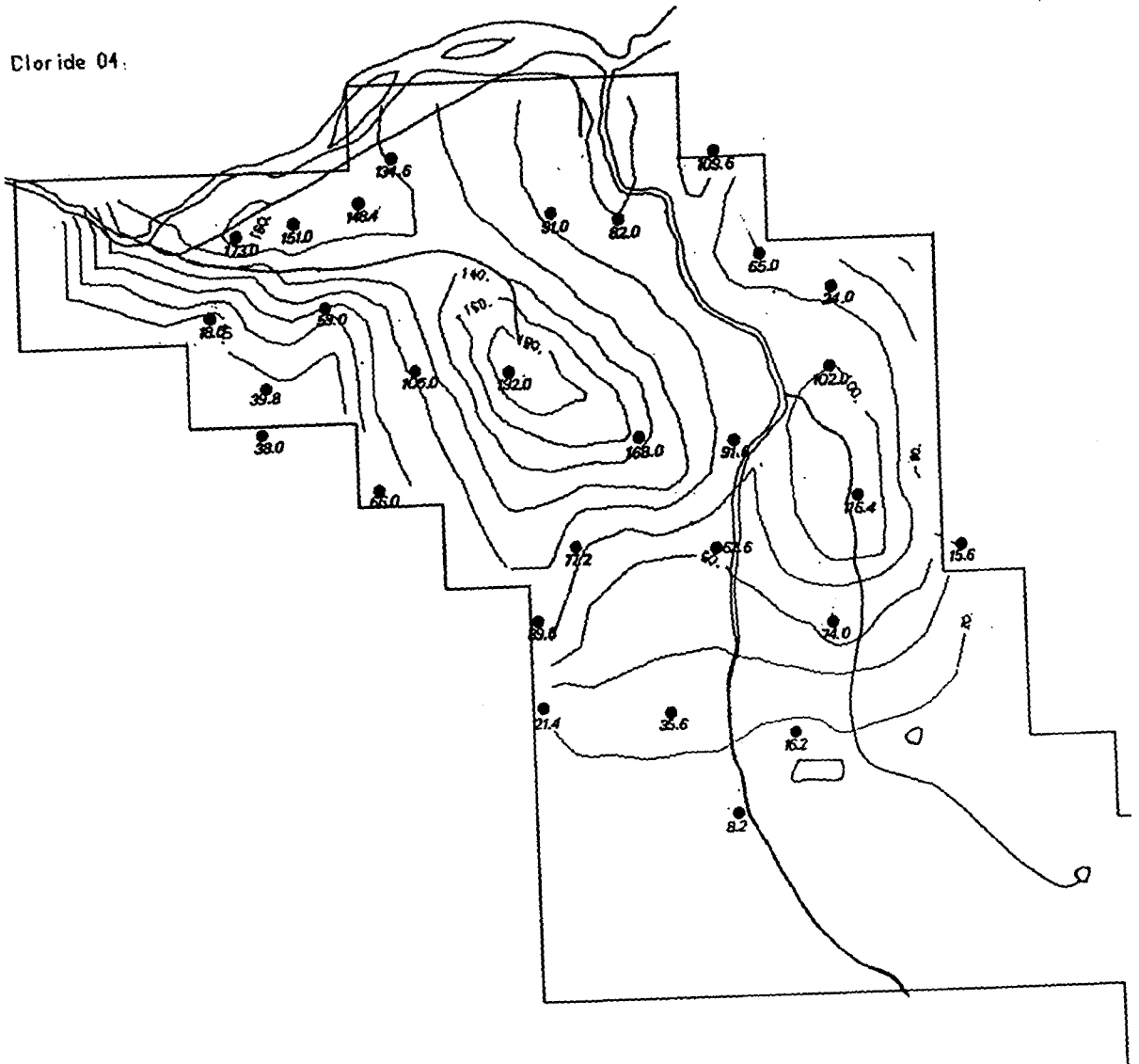


그림 15. 대구지역 지하수의 Cl<sup>-</sup> 값 Contour map (1985. 9)

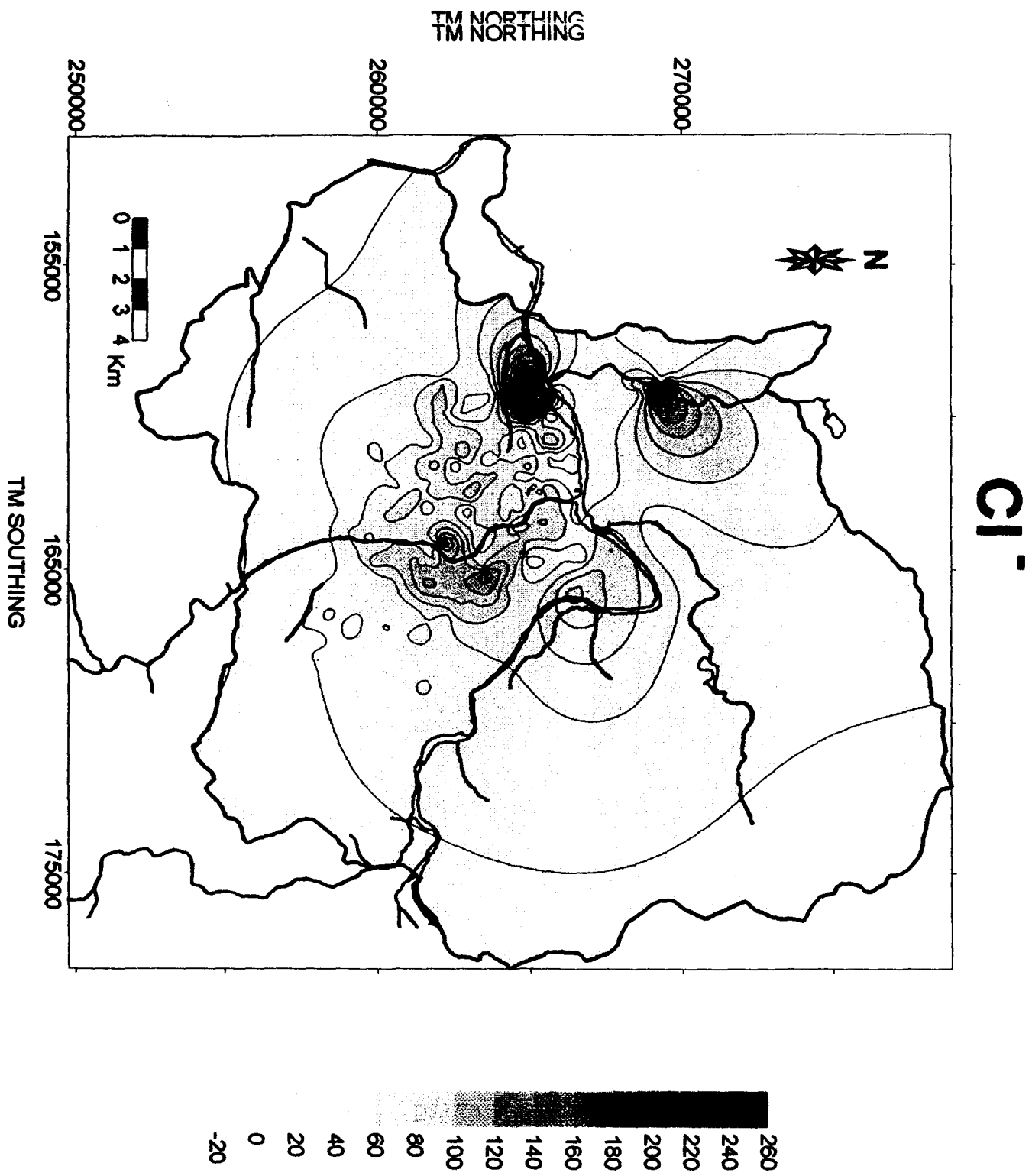


그림 16. 대구지역 지하수의  $Cl^-$  값 Contour map (1994.11)



Sulfide 04

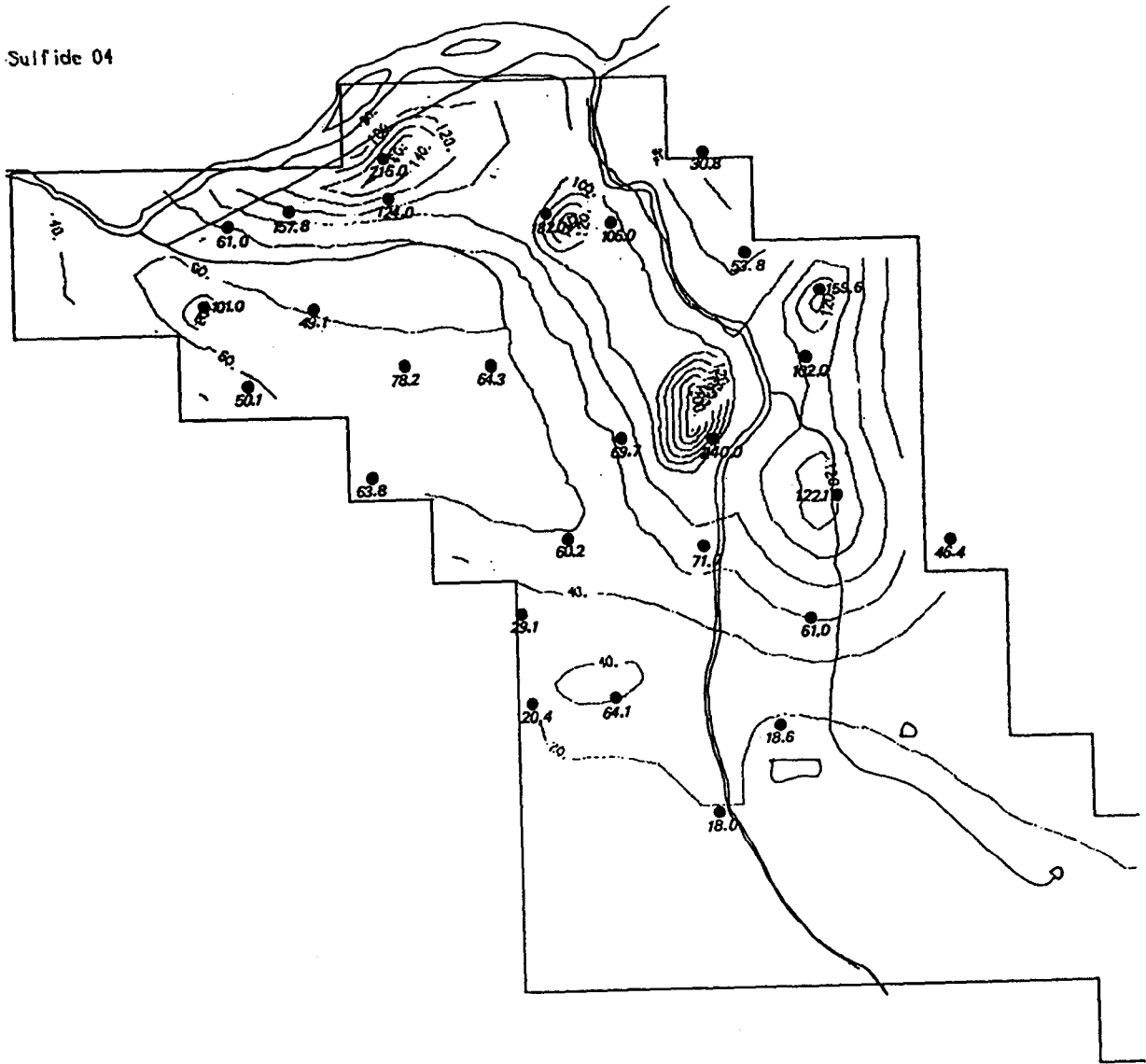


그림 17. 대구지역 지하수의 SO<sub>4</sub> 값 Contour map (1985. 9)

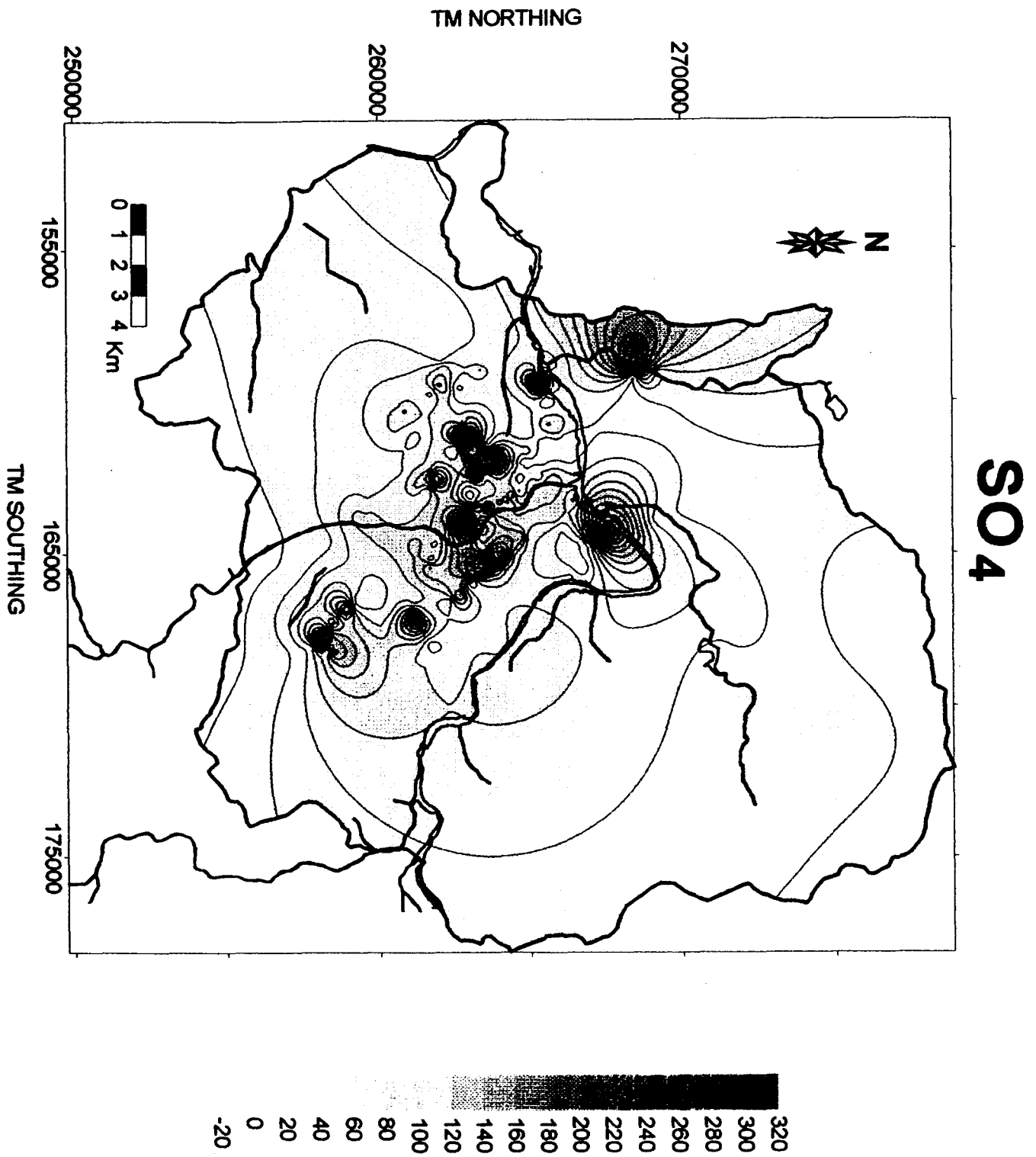


그림 18. 대구지역 지하수의 SO<sub>4</sub> 값 Contour map (1994.11)

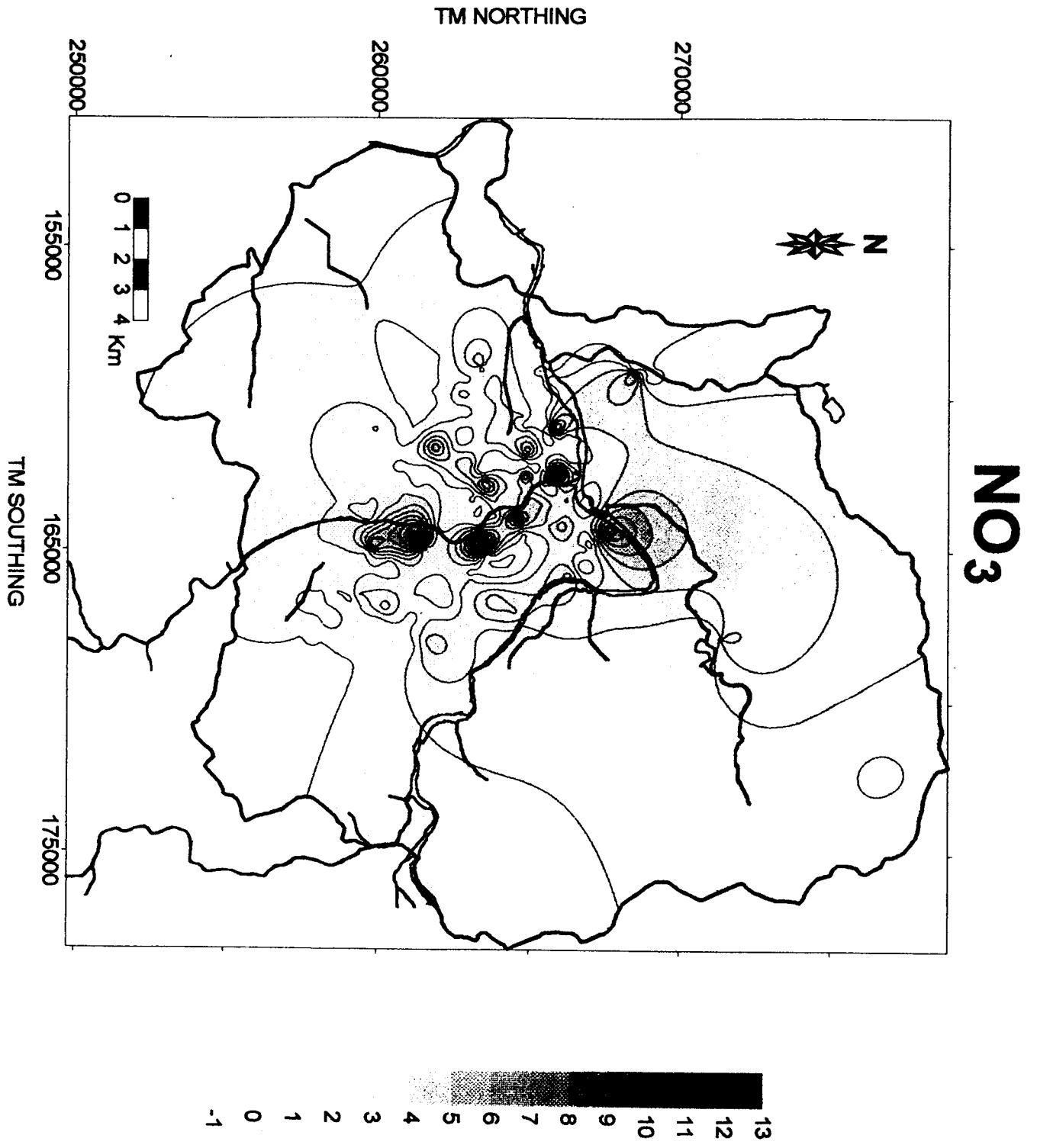


그림 19. 대구지역 지하수의  $\text{NO}_3$  값 Contour map (1994.11)

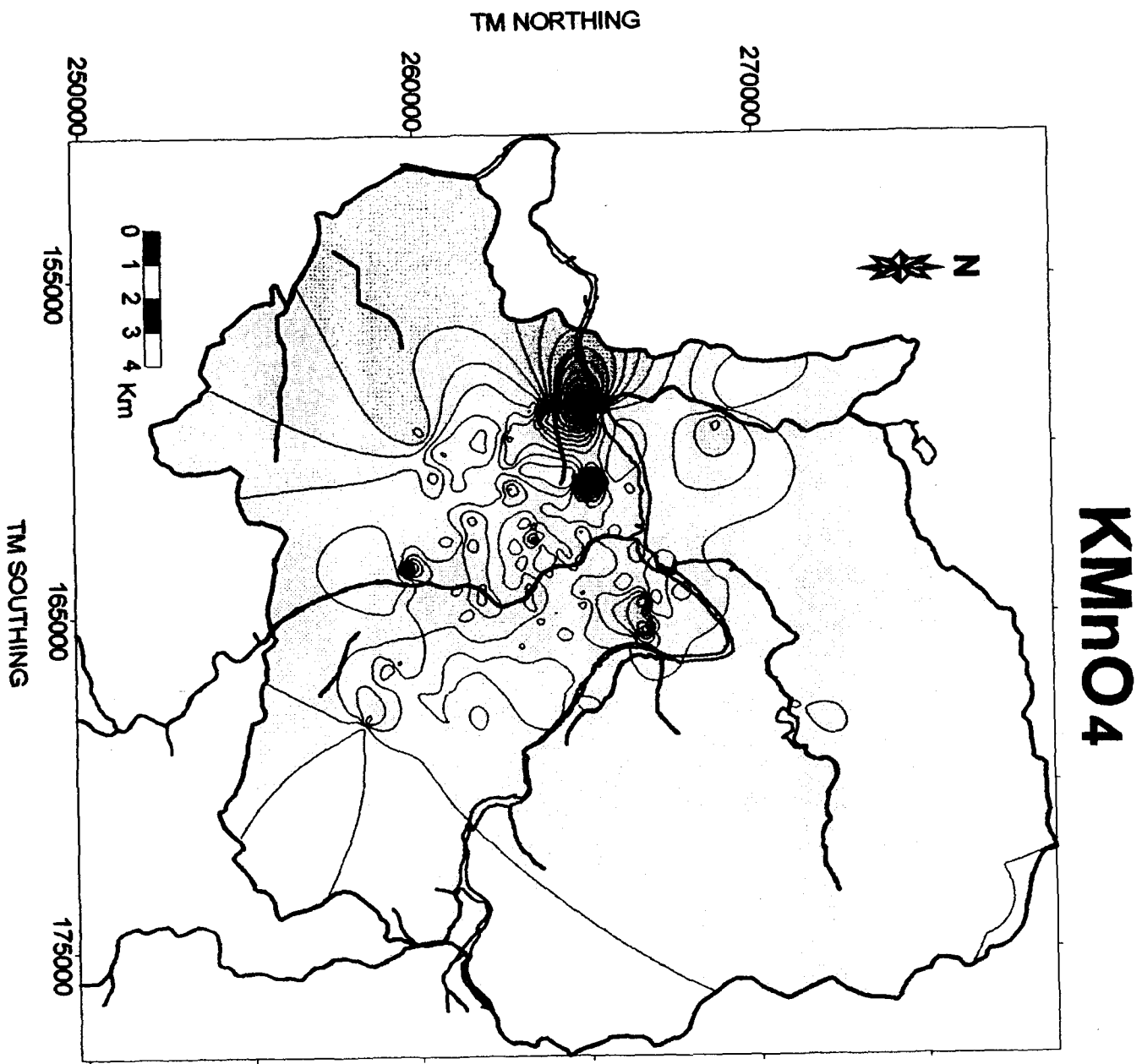


그림 20. 대구지역 지하수의 KMnO<sub>4</sub> 값 Contour map (1994. 11)

도 수질분석 결과에 의한 TDS 값(그림 13), 경도 값(Hardness) Contour Map(그림 14) 사이에는 수성구 일원, 원래동, 성서 일원, 비산염색 공단 일원 및 검단동 이권에서 높은 값을 나타내는 영상이 비슷하나, 94년도 값에서는 국부적인 오염도 증가 현상이 두드러지게 나타남을 볼 수 있으며, 이 Contour Map과 Hardness Contour Map 사이는 아주 밀접한 양상을 보이고 있음을 알 수 있다.

1985년도와 1994년도 사이  $Cl^-$  값의 변화도를(그림 15, 16) Contour Map에서 볼 수 있는데 전반적인 분포 형태는 서로 비슷하나 Local로  $Cl^-$  값이 약 50~100ppm 증가됨을 볼 수 있는데 이는 지속적인 pumping에 의한 대수층내 지하수원의 storage의 변화로 분석될 수 있거나, 지역적인 오염원의 증가도로 해석될 수 있어 2차사업 수행에 중요한 연구대상이 된다.

$SO_4$  값을 1995년 6월과 1994년 11월의 값을 contour Map으로 작성한 결과 전체적인 분포형태에서는 비슷한 양상을 나타내나, Local로 높은 값을 94년도에 나타냄을 볼 수 있는데 그 이유 또한  $Cl^-$  이온과 같은 측면에서 해석함이 타당하다고 본다.

## 결 언

본역은 인구 2백50만의 공업도시로 경상계 퇴적분지의 중앙부에 위치하며 조사구역(85년도 현재, 95년도 조사지역 150km<sup>2</sup>) 83km<sup>2</sup> 중 42%가 지표면이 불투수성 지표면으로 구성되어 있어 31%이상의 강우량이 직접지표유출을 하며, 608mm/y가 증발하고, 76mm/y가 지하수원으로 침투하고 Water Balance를 보이면서, 퇴적암자체 공극율은 평균 6%미만으로 미약한 투수계수를 나타내고 있으며, 부분적으로 발달된 충적층, 절리대, 파쇄대 및 단층대 등의 2차공극을 통한 지하수 흐름의 특성을 나타내고 있다. 본 역의 지하수위 변화율, 수위변화량-대기압 변화량과의 관계에서 3가지의 특성의 대수층 분포(피압면 대수층 < 반피압면 대수층, 자유면 대수층)를 나타내고, B.E.값에서 유포된 저류계수는 양수시험결과 얻어낸 저류계수와 비슷하여, 양수시험이전의 경제적인 대수층 평가방법이 되고 있다. 본 역내 실시된 양수시험결과 투수량계수(T), 저류계수(S)을 얻고 수압시험결과 투수계

수(K)와 실유속( $V_x$ ), joint width, 유효공극율 등을 얻을 수 있었다. 상기와 같은 Hydrodynamic parameters에 의거 Model NEWSAM에 의해 수리역학적 모델링한 결과, 향후 10년(1996년)후의 상태 예측을 대수층 두께를 150m가정하면 하천수 오염원의 침투는 대구시 중심지역을 포함한 신천 주변과, 비산염색공단 전역의 오염이 불가피함을 보여준 그림19( $\text{NO}_3$ ), 그림 20( $\text{KMnO}_4$ )에서 보는 바와 1994년도 측정자료결과 같이 이미 오염이 진행 되었음을 볼 수 있다.

이상과 같은 대구지역내 지하수자원의 고갈이 급속도로 진행되고 있으며, 오염 또한 심화되고 있는 본 지역을 대상으로 2차년도에는 보다 정밀하고 정기적인 자료수집을 위한 관측망설치 운영결과를 Computer에 입력하여 지하수자료정보 Data Base를 구축하여, 한·불 공동연구로 개발중인 컴퓨터 모델링 프로그램 결과에 의해 앞으로 대구지역내 지하수자원의 Water Balance(물수지균형)을 산출하고, 현재 오염원들의 앞으로 확산방향과 범위를 예측하여 이들의 오염확산을 막고, 오염된 지역의 치료를 위한 지하수개선방안을 강구하여 96년도 이후 지방자치단체에서 수행 할 수 있는 항구적인 수질, 수량관리 및 보존방안을 제시 하여 향후 대구지역 지하수자원을 복원시켜, 대구지역내 수자원 대책수립에 기여할 것이다.

## REFERENCES

- BROWN, R.H., KONOPLYANTSEV, A.A., INESON, J., KOVALEVSKY, V.S., 1977. Groundwater studies : An international guide for research and practice, UNESCO, 2000 pages.
- CHOI, H.I., 1986. Sedimentation and evolution of the Cretaceous Gyeongsang Basin, southeastern Korea, Journal of the Geological Society, London, vol. 143, pp. 29-40.
- DE MARSILY, G., LEDOUX, E., LEVASSOR, A., 1978. Modelling of large multilayered aquifer systems : Theory and application, J. Hydrology, vol. 36, 34 pages.
- FREEZE, R.A., CHERRY, J.A., 1979. Groundwater, Prenticehall, Inc. Englewood Cliffs, 604 pages.
- HEM, J.D., 1985. The study and interpretation of the chemical characteristics of natural waters. U.S.G.S. water supply paper n 2254.
- K.I.E.R. 1983. Geological and geochemical studies on the Gyeongsang supergroup in the Gyeongsang Basin, KIER Bulletin-36, p. 124.
- KOO, SUNG-BON., 1983. Physical properties of sandstones of the Gyeongsang supergroup. Theses of the Graduate School of Kyungpook National University.
- KRAUSKOPF, K.B., 1970. Introduction of Geochemistry. Mc Graw-Hill, p. 413
- LEVASSOR, A., 1990. Notice NEWSAM. pp. 1-49. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- SNOW, D.T., 1968. Rock fracture spacing, opening and porosities, J. Soil Mechs. Found. Div., Amer. civ. Engrs., 94, pp 73-199.
- SUNG, I.H., 1988. Traitement micro-informatique valorisation graphique des données hydrochimiques sur les eaux de la Beauce. Mémoires de D.E.A., Université d'Orléans.
- SUNG, I.H., 1986. Hydrogeological study of the Taegu area. Rapport, K.I.E.R. 86-2-8, pp. p161-252.

WALTON, N.R.G., 1981. A detailed hydrogeochemical study of ground waters from the Triassic sandstone aquifer of south-west England. Rapport, London the Majesty's Stationery office, pp. 8-38.