

<資料>

형산강유역 지질 및 지하수 조사보고

Report on Geology and Ground water Survey of Hyungsan River Basin

崔 承 一
Choi, Seung Il

서 언

본문은 건설부 경주개발 사무소가 관광유치를 위한 경주시의 경주개발사업중 그 일환으로서 수자원과보통을 위해 실시한 형산강유역(지질, 지하수)조사에 대한 보고(1974.6) 내용을 요약한 것임을 전언해 둔다.

제1장 개요

1. 위 치

본 조사지역은 한반도 동남부의 형산강의 상류에 위치하는데, 형산강은 울주군 백운산에서 발원하여 영일만으로 유입하며 유역면적 1,166.8km², 유로연장 62.2km로 국내 제 9위의 하천이다.

2. 지 형

본역의 지형은 토함산맥의 서부산록지대의 대소지대가 남북 방향으로 펼쳐다가 북서방향으로 연속되며 남산·금어산(표고 494m)을 주축으로 하는 산괴로 남북 방향이다.

수계의 본류를 이루는 인천은 남북방향이고 남천은 북서방향을 이루며 이들 하천으로 유입되는 지류는 구성암석에 따라 다양한 수계를 이루고 있다.

3. 기 후

본역은 국내 타지역에 비하면 건조지역에 속한다고 할수 있다. 년평균 강우량이 1075mm인바 월평균 강우량은 표 1과 같다.

표 1 월평균 강우량

월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	년 간
평균강우량(mm)	28.3	45.6	56.4	80.2	89.3	115.5	192.8	160.1	150.4	67.5	57.1	32.2	1,075.4

4. 조사 목적

금번조사의 목적은 경주시에 있어서 년평균 44.4%의 증가율로 급증하는 관광객인구에 따른 저반 용수 수도와 관개용수등의 수자원 확보를 위하여 형산강 유역중 경주지역 일대에 대한 지질 및 수문지질 조사를 취목함에 있었다.

경주시의 3개 지역별 상수도 및 농업용수 추정급수계획을 보면 표 2와 같다.

표 2 (1일량)

연도별	지역	호른지구	경주지구	불국사지구	계
		m ³ /일	m ³ /일	m ³ /일	m ³ /일
1976년까지		1,700	12,400	1,400	15,000
1981년까지		5,600	20,000	2,800	28,400
1986년까지		10,000	35,000	5,000	50,000

제2장 지 질

1. 지질 개요

본 지역의 지질은 경상계 신라층의 대구층 및 건천리층과 불국사층의 화강암류와 약간의 타산암 그리고 저 3개의 퇴적암류 및 석회암 등으로 구성되어(그림1)

본 지역의 고지층인 대구층과 건천리층은 불국사층의 화강암류에 의하여 관입당하여 그 접촉부에서는 Horfels 과되었다. 불국사층의 화강암류는 본 지역에 넓게 분포하며 상부에 따라 화강암류, 적색석회암암 혹은도화강암 및 석회암으로 분류된다. 그리고 이 불국사층의 화강암류를 타산암이 관입하였다. 한편 저 3개의 퇴적암은 전술한 건천리층과 불국사층의 화강암을 부정합으로 덮고 있으며 본 지역의 보문지를 중심

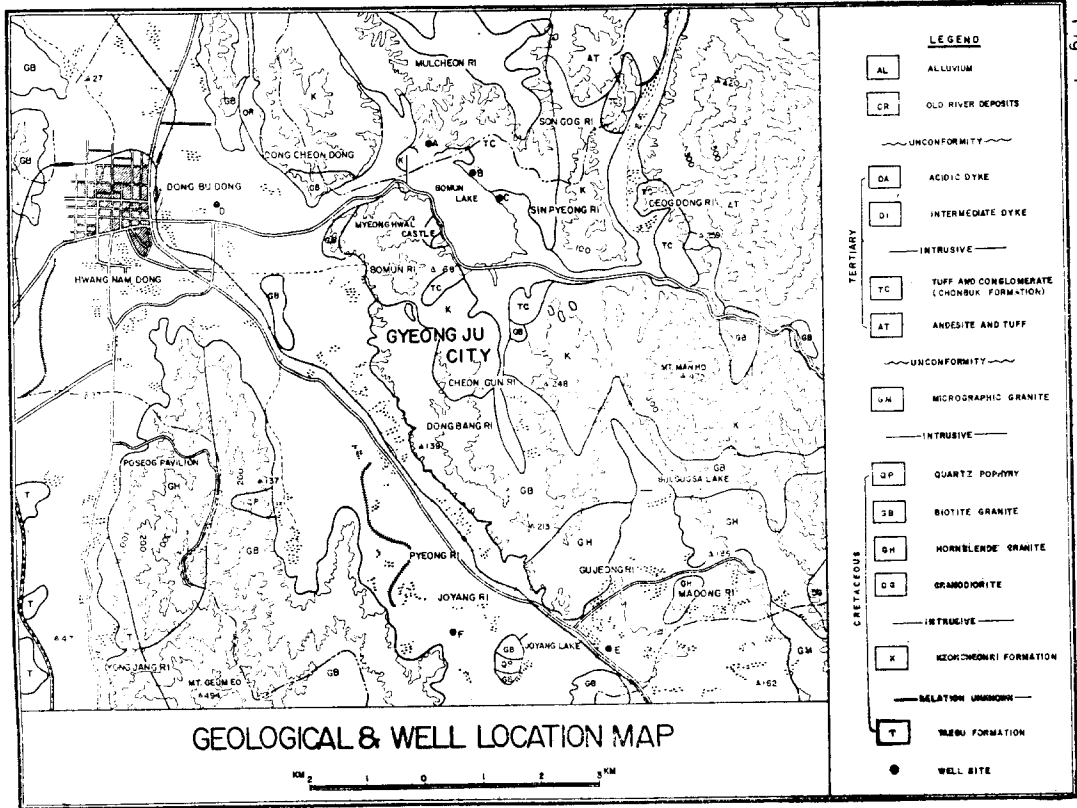


Fig. 1

으로 분포한다. 이들 누층을 관입한 것이 산성암맥과 중성암맥들이다.

이들 지질계통을 요약하면 다음과 같다.

지질 시대	지	층	
신생대	제 4기	충적층 고기하성층 —부정합—	
	제 3기	산성암맥 중성암맥 —관 입— 응회암질역암 안산암 및 응회암 —부정합—	연일통
중생대	백악기	미문상화강암—마산암 —관 입—	불국사통
		석영반암 흑운모화강암 각섬석화강암 화강섬록암 —관 입—	
		건천리층 —관제미상— 대구층	

2. 지질 각론

2-1. 경상계

2-1-1. 대구층

중생대 백악기에 퇴적된 지층으로 대구—영천지역에 표식적인 분포를 보이는 본층은 본역에서 최고기 지층으로 남서부에 분포하고 갈색내지 회색의 사암과 셰일이 호층을 이루고 있다.

화강암에 의해서 관입된 곳에서는 Hornfels화 되어 있고 일반적인 주향과 경사는 N20~60°E, 10°~40°NW이다.

2-1-2. 건천리층

본층은 본역의 동쪽과 북동쪽에 널리 분포하며 불국사통의 화강암류의 관입에 의하여 집축부는 Hornfels화 작용을 받아 아주 경고한 암석으로 되었고 규화작용(Silicification)도 받았다. 본 암층의 주향과 경사는 보문지 서쪽과 명활산성 북서쪽에서는 N12°E~N45°E, 8°NW~30°NW로 나타나고 명활산성 동쪽과 신흥리에서는 N8°E~N16°E, 20°NW~26°NW로 나타나고 있다. 특히 신흥리 부근에서는 수많은 절리가 발달되어 있는데 그주향과 경사를 보면 N6°W~N28°W, 48°SW~50°SW 및 N6°W~36°W, 71°NE~90°NE인 북서향인 것과 N56°E~N66°E, 73°SE~76°SE 및 N16°E~

N66°E, 68NW°~82°NW의 북동향인것, 그리고 EN, 89°N의 동서향인 것들이 있다. 현미경 관찰에 의하면 암석과 성분은 주로 석영과 작섬류 및 소량의 흑운모와 백운모, 녹리석 등이 나타나며 화강암류와의 접촉부에서의 암석은 전형적인 Hornfels의 모양을 보여준다.

Hornfels중에는 층리의 방향에 수직으로 유색광물이 대상을 이루기도 하는데 이는 접촉변성 작용을 받으면서 생성된 것이다. 이와같이 접촉부는 Hornfels화 되어서 암색으로 변하고 경고하지만 접촉부에서 멀어질수록 그 영향이 적어져서 일반적인 중생대층의 특징을 보여주어 사암과 셰일의 호층을 이루고 있다.

2-1-3. 불국사 화강암류

본암은 본역에 널리 분포하며 전술한 대구층과 건천리층을 관입하였다. 본 암류는 Hypidiomorphic granular texture를 보이며 화강석록암, 작섬석화강암, 흑운모화강암, 석영반암으로 구분한다. 화강석록암은 건천리 동쪽에 소규모로 분포하며 주로 석영, 정장석, 사장석, 작섬석과 소량의 흑운모와 불투명광물이 나타난다. 작섬석화강암은 불국사 남쪽과 남서쪽 금어산북쪽에 분포하며 화강석록암과의 경계는 점이적이다. 화강석록암보다는 작섬석의 량이 적고 정장석과 석영의 량이 많으며 사장석도 화강석록암보다 산성이다. 흑운모 화강암은 본역에서 가장 넓은 분포를 보이며 작섬석화강암에서 흑운모의 량이 많아지면서 점이적인 성분의 변화를 보여준다. 또한 퇴적암과의 경계부근에서는 석영반암, 화강반암, 반화강암으로 분포된다. 불국사의 무등수 약수천은 폭 40~50cm, 주향 N10°W의 단층면에서 물이 나오는 샘이다. 이는 화강암의 절리를 따라 지하수가 흐르다가 단층면의 점토 때문에 물이 고여서 흘러넘쳐 생긴 것이며 수량이 적어서(약 150톤/일) 별로 이용가치는 없는 것으로 본다.

2-1-4. 마산암

본 지역 남동쪽에 분포하고 미문상 구조(Micrographic Texture)를 보이고 있으며 불국사통의 화강암류를 관입하고 있다.

2-2. 제 3계

본 역의 신생대중군은 연일, 구룡포지역의 장기층군 상부의 범곡리층군에 해당되는 안산암질 응회암과 연일층군의 천북역암층이 분포되어 있다.

2-2-1. 안산암 및 응회암

본 역의 동부에 분포하면 안산암 및 응회암에 셰일과 사암이 혼재한다.

2-2-2. 응회암 및 역암

규모 조사공중 A.B.C 시추공은 본층내에 위치한다.

이들 응회암 및 역암은 거의 수평층을 이루고 있으

나 소규모의 요곡에 의하여 N22°W, NE24와 같은 국부적인 방향을 보이는 곳도 있다. 대체적으로 주향은 N40°E 및 N10°W의 방향이 우세하고 경사는 10NE°~20°NE 및 10NW°~20°NW을 방향을 보이며 전체적으로 보아 N10°W방향의 축을 갖는 배사구조를 나타내고 있다. 본 암층내에 포함되어 있는 역은 대구분이 건천리층의 경고한 암석과 불국사통의 화강암류(이들 중에는 흑운모화강암, 작섬석화강암, 화강석록암을 볼 수 있다) 반화강암, 유문암으로 대부분이 경 10cm 이하의 역이다. 청단마을 남서쪽 계곡에서 나타나는 응회암 및 역암층에는 역이 비교적 크며 대체로 큰 것은 10cm 내외의 직경을 보이거나 최대의 것은 50cm 정도까지 달하는 것도 있다.

본 암층중의 셰일층에는 많은 이화암 결핵체를 포함하며 석회질 물질도 많이 함유하고 또한 동, 식물화석도 포함되어 있다고 생각되나 현재로서는 패각류의 화석으로 *Crassostrea Gravitesta Eoilensis Kim & Noda*로 알려진 Miocene의 화석이 기록되어 있다. 또한 북군리와 버드내사이의 용굴 계곡에서는 길이 30m~40m까지 길게 침식되어 있어 본 암층의 단면을 잘 관찰할 수 있다.

2-2-3. 맥암류

본역의 맥암은 소규모로 여러곳에 분포하며 보문지와 청단마을에 이르는 곳에는 비교적 큰 규모로 분포하며 그 성분은 산성에서 중성으로 점진한다. 현미경의 관찰에 의하면 산성암에 해당되는 암석에서는 주로 석영과 알카리 장석 및 소량의 사장석과 흑운모, 작섬석이 식별되지만 중성암으로 되면서 사장석의 량이 많아지고 그 성분도 Andesine(Ar 30~33)에 해당된다. 은정질 내지 미정질의 석기에다 석영의 만점이 드물게 함유되어 있다.

2-3. 제 4계

2-3-1. 고기하성층

본 지역은 본성의 북쪽 동천동에서 용강동까지 대상으로 분포되어 있다.

2-3-2. 총적층

대소의 수계에 따라 발달하며 니도, 사 및 사력등이 추가되는 현세 퇴적층이다.

3. 지질구조 및 지사

본역에서는 북서-남동방향과 남북방향의 2개의 선상구조가 있다. 이 북서-남동방향의 구조대(본역에서는 남천암)는 1:25만 부산지질도(1973년 12월 31일자 국립지질광물연구소 발간)에 의하면 백아기의 초엽에

대구층군 퇴적시기에 전후하여 생성된 것으로 이 약선대를 따라 불국사통의 화강암류가 관입 분화되어 화강섬록암, 각섬석화강암, 흑운모화강암 및 석영반암을 형성시켰고 다시 마산암으로 알려진 미문상화강암이 각섬석화강암을 관입하였다. 남북방향의 구조대는 연양단층의 연장부에 해당하는 인천을 포함하는 지역으로 층적층으로 피복되어 있어 확실한 증거는 없으나 상기 부산지질도에 의하면 이 약선대의 생성은 마산암의 생성시기에 전후할 것이라고 생각된다. 이로써 본역에서 중생대 지질활동이 끝났다고 보며 그후 신생대 마이오세중기까지 오래동안 본역은 육지로서 풍화와 침식작용이 계속되었을 것이다.

Miocene의 중기에서야 본역의 동북쪽이 서서히 침강, 요곡되면서 안산암 및 응회암이 분출 혹은 관입되었다. 동시에 육지는 침강과 융기를 반복하면서 육성퇴적층을 곳곳에 퇴적시켰을 것으로 본다. 건천리층의 분포지역중 현재 천북역암이 분포하고 있는 부분은 중부 마이오세의 달엽에 가서 서서히 침강, 요곡되어 소규모의 향상구조를 이루면서 해침을 받아 전출한 바와 같이 연체동물과 패각류의 화석을 포함하는 지층을 형성시켰을 것이다.

Miocene말기에는 본역의 응회암 및 역암(천북역암) 분포지는 서서히 융기하게 되었으며 그후 산성 및 중성맥암류의 관입을 받았다.

제 4기 홍적세에는 본역의 중북단에 분포하는 고기하성층을 형성시켰고 현재에는 층적층을 형성시키고 있다.

제 3 장 수문 지질

1. 착정조사 및 가채수량

표 2에서와 같이 필요한 수자원을 개발하기 위하여 보문지구의 퇴적암층에 3 개소(A공, B공, C공), 경주지구의 층적층에 1 개소(D공), 불국사지구의 층적층에 2 개소(E공, F공)를 선정하여 착정조사를 실시하였으며 그 결과는 표 3 과 같은바 비교적 양호한 가채수량을 얻을 수 있었다.

2. 전기검층 및 방사능 검층

조사시 비저항의 범위는 100 Ω -m. γ -ray의 범위는 0.1, 시간상수는 1 초로 하였다. Logging에 있어 γ -ray의 측정에 따른 구분율 강석함유량에 따른 K-Feldspar에 의한 방사능을 가정하여 점토성과 사질성으로 구분하였다. 제 2차 방사능 Logging은 정호형성과 양수시험을 실시한 후 시행하였다.

결과적으로 볼때 높은 방사능을 보이는 부분은 점토니토 및 응회암질과 같은 점토성의 성분으로된 지층이며, 낮은 방사능을 보이는 부분을 사질성의 성분으로 구성된 지층이다. 또한 확실치는 않지만 균열대, 편리절리, 규화대와 같은 부분도 낮은 방사능을 보이는 것으로 사료된다. 이러한 관점으로 본다면 각공의 시추주장도와와의 대비는 비교적 잘 부합되는 것으로 보인다.

3. 지하수와 보문지 물과의 관계

이 지구의 A,B,C공은 모두 보문지와 인접한 위치에 있으므로 보문지의 물이 지하수에 어떠한 영향을 미치겠는가는 하나의 관심사라 하겠다.

각공의 정수위와 호수의 수위를 비교하면 A공은 케이싱 파이프의 상단에서 정수위까지 7.24m인데 호수의 수위는 약 1m 정도로서 지하수위가 호수의 수위보다 약 6m 낮은 수위차를 보였으며, B공은 케이싱 파이프 상단에서 측정하면 정수위가 8,085m인데 호수의 수위는 약 5m의 심도로서 지하수 수위보다 호수의 수위가 약 3m가 높은 수위차였다. C공은 지하수가 케이싱 파이프를 일류하는 반면에 호수의 수위는 케이싱 파이프의 상단에서 측정하면 약 1.20m 하위로서 지하수위가 호수면보다 약 1.20 정도 높은 수위차가 있었다. 즉 A공과 B공의 지하수의 수위가 호수의 수위보다 더 낮았고, C공은 지하수의 수위가 높았다. 이러한 현상은 호수의 물이 지하수에 직접적인 영향을 주지 않는다는 것을 시사해 주고 있는 것이다. 환언하면 지하수와 호수의 물과는 상이한 정수압권에 속한다고 하겠으며 피압면암층 지하수임을 입증한 것이다.

4. 수질 분석

각 정호의 수질은 표 4와 같은바 대체로 무난한 편이라 하겠으나 D공의 수질은 인근주택의 폐수에 의하여 상당히 오염되어 있다. C공의 수질은 오염에 의한 것이 아니라 착정지 지층붕괴가 심할 때의 니토공법(CMC, Bentonite CaCl₂, Telite)에 의한 영향이라 생각되는바 장차 장시간 양수를 한다면 수질은 양호해질 것으로 생각다.

제 4 장 결 론

금번 조사 결과를 분석, 검토한 결과는 다음과 같다.

가. 본역은 경상계 신라통의 대구층과 건천리층을 불국사통의 화강암류 및 마산암이 관입하였고 제 3기의 화성암류 및 퇴적암 및 맥암과 제 4기의 고기하성층과 층적층이 분포되어 있으며 그중 지하수가 가능한 지층은 제 3기의 퇴적층과 제 4기의 층적층이다.

표 5 착정공별 조사내용

구분	지역		보 문 지 구			경 우 지 구	불 국 사 지 구	
	A공	B공	C공	D공	E공	F공		
착정공 심도	136m	150m	117m	20m	32m	27m		
착정구경	14in, 9in, 7in	14in, 9in, 7in	14in, 9in, 7in	14in	14in, 8in	14in, 8in		
지표 지질	응회암	응회암	응회암	층적층	층적층	층적층		
기반암 지질	응회암, 혈암, 역암	응회암, 혈암, 역암	응회암, 혈암, 역암, 사암	흑운모화강암	흑운모화강암	흑운모화강암		
지층 상태	응회암층, 역암, 절리 발달	응회암층, 역암층, 혈암층, 단층대	포도층, 응회암층, 역암층, 혈암층	트래층, 사력층, 함력점토층	사질점토층, 점토질 사력층	트래층, 사력층		
총진력 크기	6~12m/m	6~12m/m	6~12m/m	6~12m/m	6~10m/m	4~8m/m		
삼투량계수(T)	480gpd/ft	1,250gpd/ft	18,068gpd/ft	570gpd/ft	5,455gpd/ft	12,895gpd/ft		
저유 계수(S)	1.43×10 ⁻²	1.54×10 ⁻³	5.04×10 ⁻²	3.6×10 ⁻⁴	—	—		
비양수량계수(S.C)	0.64gpm/ft ²	1,209gpm/ft	0.057gpm/ft	0.537gpm/ft	3.285gpm/ft	42.45gpm/ft		
투수계수(P)	1.144gpd/ft ²	2.707gpd/ft ²	5.04×10 ⁻² gpd/ft ²	9.51gpd/ft ²	84.59gpd/ft ²	147.96gpd/ft ²		
가채수량	818m ³ /d	1,090m ³ /d	72m ³ /d	85.6m ³ /d	340m ³ /d	3,390m ³ /d		
수 분	13°C	13°C	13°C	15.5°C	15°C	12°C		

※ gpd: gallon per day, gpm: gallon per minute

물 분 석 표

착정공	pH	전 기 전 도도	중발전류	양 이 온		음 이 온		탄 도	경 도	알카리도	암모니아	규 소	철 분	망 간
				Ca	Mg	SO ₄	Cl							
A공	7.10	220.97	122.4	10.21	7.41	10.58	21.94	1.1	56	17.5	없음	14.8	0.14	0.14
A공	7.05	382.23	281	38.84	25.75	11.25	15.18	2.2	203	158	없음	18.8	0.32	0.11
B공	6.95	285.36	124.2	30.43	11.90	28.22	32.91	1.7	125	45.0	없음	17.6	0.28	0.23
B공	7.15	260.5	287	28.4	12.3	15.7	13.5	39.6	79	75.0	미량	20.4	0.46	0.06
C공	6.95	1,089.3	778.2	39.2	17.4	84.0	94.5	19.2	111	127	미량	22.1	0.96	0.08
D공	7.0	1,302.4	1,056.0	106.1	52.9	71.0	126.6	0.4	324	59	미량	17.6	0.07	미량
E공	7.0	368.59	445.6	37.05	11.29	39.69	34.04	58.0	139	67.0	없음	33.2	0.47	0.28
F공	6.95	147.96	127	17.22	6.80	16.98	18.56	1.2	71	36	없음	16.4	0.09	0.05

나. 대수층으로의 총적층 : D공과 F공의 대수성은 좋은 편이 아니나 F공은 포화층의 20% 수위강하로 3,300m³/d 이상의 채수가 가능하다고 보며, 불국사 지역을 위한 급수 수요량 2,000m³/d에는 F공만으로 충족할 것으로 본다.

다. 대수층으로의 퇴적암층 : 점토질 퇴적암층은 일반적으로 지하수 부존상태가 양호하다고는 볼 수 없는 것이다 사암, 역암층이 개채함으로써 투수율을 높여 준다. 시험공인 A와 B는 결과적으로 보아 가채수량이 818m³/d, 1,090m³/d임으로 피암면 지하수로는 대수성이 양호한 편이다. A공과 B공 합하여 포화층의 70% 내외의 수위강하로 약 1,900m³/d의 채수가 가능할 것으로 본다. 본 지구에서 기대되는 대수층은 A공에서 C공쪽으로 갈수록 깊어지는 경향이 있다.

라. 이 지역의 지하수 수질은 대체로 무난한 편이며 장시간 양수를 한다면 수질은 더욱 호전될 것으로 생

각한다.

마. 지하수와 보문지의 물과의 관계에 있어 지하수 위와 호수와 수위차이 현상으로 보아 호수의 물이 지하수에 직접적인 영향을 주지 않으며, 암층내의 피암면 지하수임을 입증해 준다.

바. 장차 보문지역의 지하수 개발에 대하여, 미국 지질조사소에 근무하는 Mr. Joseph T. Callahan은 호텔건물 1개를 500각길로 보고, 실당 1m³/d씩으로 계산한다면, 1개의 정호로서 1개 호텔에 급수할 수 있을 것이다 보고 있다(참고문헌 15). 보문지역의 지하수 유역에서의 가채수량에는 한계가 있으므로 개발한다면 수요량에 따른 위치선정, 가채수량과 영향권등의 조사에 병행하는 개발방법이 채택되어야 할 것이다. 그러나 이 지역으로부터 타지역을 위한 지하수 개발은 곤란할 것으로 생각한다.

〈附錄 1〉

양수시험에 사용된 공식

시험 측정치에 있어 시간은 분, 수위는 메타, 수량은 gallon으로 표시하였다. 공식은 Jacob의 적신편을 사용하였으며, 미국 저지조사소에서 많이 사용하고 있는 공식이다.

$$T = \frac{264Q}{4S}$$

$$S = \frac{0.3T t_0}{r^2}$$

$$S.C = \frac{\text{양수량}}{\text{수위강하}}$$

$$P = \frac{T}{k}$$

$$T = kP \therefore P = \frac{T}{k}$$

단: Q=양수량(gpm)

T=삼투량계수

4S=시간-수위강하도표에서 1회 대수주거 연 때의 수위강하(대수방안지에서)

S=저류계수

r=양수정의 반경

t₀=시간-수위강하 도표에서 직선과 반대수 방 안지의 상단과의 교차점, 즉 수위강하가 0 일때의 시간을 뜻함.

S.C=비양수량

P=투수계수

k=대수층의 상수

Safe Yield(가채수량)을 얻기 위하여는 다음 방법을 이용하였다(부록 참조).

수위강하-양수량곡선법(부록참조)

1) 공의 가채수량을 산출하여 보면

$$\frac{\text{수위강하}}{\text{대수층의 증폭}} \times 100 = \frac{6.81}{18.27} \times 100 = 37.27\%$$

이고,

표준곡선에 의하면 37.27%는 약 62%이다.

단지 10m 양수위에서 채수하였다면

$$\frac{\text{양수수위}}{\text{대수층의 증폭}} \times 100 = \frac{10 \times 100}{18.27} = 54.74\%$$

이다.

표준곡선에 의하면 54.74%는 약 81%임으로

$$\frac{\text{채수수위강하퍼센트}}{\text{수위강하퍼센트}} \times \text{양수량} = \frac{81}{62} \times 12\text{gpm}$$

$$\approx 1157.7\text{gpm}$$

그러므로 1일당 가채수량은

$$\frac{157 \times 1,440}{264} \approx 85.6\text{m}^3/\text{d}$$

이다.

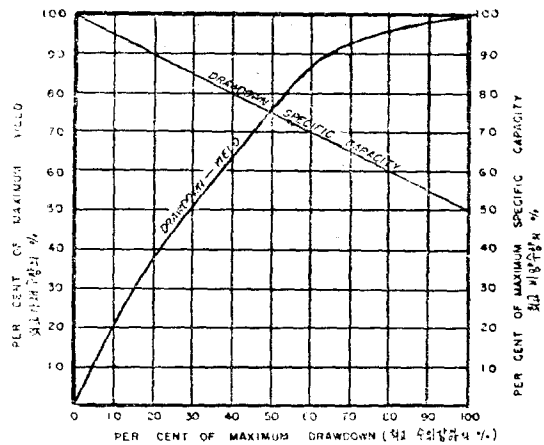
〈附錄 2〉

揚水試驗 資料分析에 應用된 方法

(Method of Safe Yield Calculation)

揚水에 따라 地下水位를 觀測하여 이로부터 安全하게 揚水할 수 있는 Safe Yield의 計算은 다음의 標準曲線을 使用하였다. 이 標準曲線은 美國 國立地質調查所에서 數百個의 井戶를 選定하여 揚水試驗을 實施하여 얻은 結果이다.

安全水位는 井戶의 地下水位를 60%下降시켰을때 그 井戶가 가진 產出能力의 86%에 相當하는 地下水를 揚水시킨 結果와 같은데 이를 頂點(限界)으로 하여 Saturation에 比한 Drawdown을 百分率로 計算한 Drawdown의 %를 이 標準曲線에서 求하여 86%에 對한 比率를 揚水率(Q : Pumping Rate)에 곱한 값이다.



Relation Between Drawdown, Yield, and Specific Capacity for a water Table well.

수위강하, 가채수량, 비양수량

참 고 문 헌

1. Ground water and well 1966 Edward E. Johnson
2. 慶州觀光開發計劃(普門地區) 妥當性調查 1973 建設部

3. 東京市上水道用水確保를 위한 地下水開發工事報告書, 1968, 永豪工務所
4. 지질, 광상 18號, 1972, 國立地質鑛物研究所
5. 지질, 광상 23호, 1973, "
6. Ground water Hydrology, 1959, David K. Todd
7. 25萬分之1 釜山地質圖, 1973, 國立地質鑛物研究所
8. 5萬分之1 慶州地質圖, 1925, 朝鮮地質研究所
9. " 延日 " , 1925, "
10. " 甘浦 " 1925 "
11. " 毛良 " 1972, 國立地質鑛物研究所
12. 우리나라의 퇴적환경과 지질구조에 관한 연구, 1969, 과학기술처
13. 한강유역 조사사업보고서(Ⅲ), 1971, 건설부, 한국수자원개발공사
14. 農業 및 觀光用水開發事業報告書, 1973, 農業振興公社
15. Report of travel and field review of ground water study, Bomun Lake area, Kyongju Tourist Development Project, Republic of Korea. April 19, 1974 By. Joseph T. Callahan
16. 兎山江流域(地質 및 地下水)調査, 1974. 6. 建設部慶州開發事務所, 産業基地開發公社

대통령 치사중의 한 구절

80년대에 들어가면 우리나라는 중화학공업국가가 될 것이고 또 고도산업사회에 들어가리라고 우리는 내다 보고 있습니다.

따라서 우리 모든 국민들은 이러한 사회에 적용할 수 있게끔 지금부터 각자 자기 생활방식부터 하나 하나 과학화 해 나가야 할 필요가 있다는 것입니다.

박대통령 연두기자회견에서 (1974. 1. 18)