

# 임실지역의 지하수부존특성

최순학 · 함세영 · 김연기

한국자원연구소

본 연구는 전라북도 임실군지역의 지하수의 수리지질학적 특성연구로서 2년간 조사연구의 1차년도인 1995년도 조사결과를 요약한 것이다. 연구대상지역은 행정구역상으로 임실읍과 11개면이 해당되며, 대상면적은 약597km<sup>2</sup>이다. 지형은 산지가 넓게 분포된 반면 평야의 발달은 미약하다. 지질은 최고기의 화강암질편마암이 기저를 이루고 시대미상의 변성퇴적암류가 북동 방향으로 대상 분포한다. 이들을 관입한 편상화강암류가 중앙에 넓게 분포하며 흑운모화강암이 동측에 일부 분포한다. 또한 백악기 퇴적암류가 북쪽에 분포하며 화산암류가 부정합으로 이를 덮고 있다. 응회암류는 주로 서측에 분포하고 반암류는 소규모로 분포하고 암맥류들은 모든 암석들을 관입하고 있다. 구조선의 주된 방향은 N20° ~ 50 E와 N20° ~ 60° W이다. 연구지역에 분포하는 농업용수 및 생활용수로 이용되는 대형관정 175개소, 생활용수로 이용되는 소형관정 103개소, 식수로 사용하고 있는 우물(dug well), 샘(spring) 1개소 대한 우물조사를 행하였다. 우물조사에서는 지하수위(groundwater table), 수온, 수소이온농도(pH), 전기전도도(electric conductivity), 총고용물(total dissolved solid)등을 측정하였다. 지하수와 하천수의 유형별 수질특성은 표 1과 같다.

표 1. 지하수의 유형별 수질특성

	T(°C)	pH	EC(μS/cm)	TDS(ppm)	DO(ppm)	비고
지 표 수	13-26.6	6.19-8.81	47-191	22-98	8.7-16.6	하천수저수지
천부지하수	13.7-23.8	5.20-8.57	65-895	29-360		풍화대
심부지하수	11.0-18.8	5.43-8.84	46-973	31-563		기반암

시험시추는 수문지질학적 특징 즉 지하지질의 분포상태와 투수계수, 투수량계수 및 저류계수등의 수리상수를 산출하기 위한 제시함에 그 목적이 있다. 즉 넓은 조사지역에서의 지하구성 물질의 성질, 대수층의 규모, 분포 범위 및 상부지하수와 암반지하수의 수

리상수 산출과 각종 물리적 및 화학적인 시험을 위해서는 시험시추가 절대적으로 필요하다. 심부지하수 발달상태, 선구조와 지하수와의 관계, 지하구성 물질의 성질 및 층적 층과 암반에서의 지하수의 수리적 성질을 연구 규명하고 특히 수문지질도 작성을 위해 정호의 범위, 분포 및 지형과 지질구조적인 특징 그리고 물리탐사결과에 의하여 조사공 2개소(ISK-9, 10), 관측공 6개소(ISK-2, 3, 4, 6, 8, 11) 및 양수 시험을 위한 양수정 3개소(ISK-1, 5, 7) 등 총 11개소의 시추위치를 선정하여 시험시추를 실시하였으며 조사공과 관측공에 대해서는 수압시험을 실시하였다. 시추구경은 조사공과 관측공은 3인치이며, 양수정은 8인치로 굴진하였으며, 굴진완료후 장기관측의 위하여 공내에 PVC를 삽입하였다. ISK-2호공은 신덕면 신덕리에 위치하고 있으며 굴진심도는 100m, 지하수위는 2.16m이다. 암석은 상부에는 응회암 그리고 하부에서는 사암과 셰일이 교호되어 나타난다. 투수계수값은  $nx10^{-9}$ m/sec에서  $nx10^{-6}$ m/sec로서 전체적으로 볼때 상부에서 투수계수값이 높고 하부에서 낮다. 이것은 암반에서 일반적으로 심도가 깊어질수록 투수계수가 감소하는 현상과 일치한다. 비교적 하부에서 투수계수가 높은 구간은 46.5-49.5m와 82.0-85.0m로서 이들 구간이 중요한 지하수 통로가 되는 것으로 판단된다. 46.5-49.5m 구간은 응회암의 파쇄대 구간인 것으로 판단되며, 암석 코아상에서 보면 47.8-48.5m 구간이 잘 발달된 파쇄대 구간으로 나타난다. 82.0-85.0m 구간은 셰일층 내의 층리를 따라서 발달된 파쇄대 구간인 것으로 판단된다. ISK-3호공은 관촌면 슬치리에 위치하고 있으며 굴진심도는 100m, 지하수위는 7.40m이다. 암질은 셰일 및 응회암으로 구성되어 있다. ISK-3공은 심도 46m를 기준으로 상부의 투수계수값은 높은 편이고 그 하부는 낮은 편이다. 하부에서 투수계수가 높은 구간은 42.2-44.2m로서 투수계수값은  $2.89x10^{-6}$ m/sec이다. 그 다음으로 투수계수값이 높은 구간은 44.2-46.2m와 59.0-61.0m로서 투수계수값은 각각  $3.32x10^{-7}$ m/sec와  $1.96x10^{-7}$ m/sec이다. 이들 투수계수가 높은 구간들은 응회암 내에 발달되어 있는 파쇄대 및 균열대들이다. ISK-4호공은 관촌면 덕암리에 위치하며 굴진심도는 75m, 지하수위는 27.05m이다. 시추공 암석은 주로 응회암으로 구성되어 있으며 부분적으로 셰일이 협재되어 있다. ISK-4공의 투수계수 값은 38.0-41.0m와 52.0-55.0m구간을 제외하고는 전 시험구간에서 높은 편( $nx10^{-6}$ m/sec)이다. 투수계수가 높은 구간들은 파쇄대나 균열대가 발달된 구간이다. ISK-6호공은 신평면 덕암리에 위치하며 굴진심도는 100m이고, 약120m<sup>3</sup>/day정도가 자연 용출되고 있다. 암석은 상부 32m심도까지는 응회 각력암이고 32-42m구간은 셰일, 그리고 42m부터 공저(100m)까지는 응회암으로 구성되어 있다. ISK-8호공은 성수면 삼청리에 위치하며 굴진심도는 100m, 지하수위는 3.52m이다. 암석은 화강편마암으로 구성되어

있다. 투수계수값은 대체적으로 상부에서 하부로 갈수록 감소하는 경향을 보여준다. 비교적 하부에서 투수계수가 높은 구간을 보면 45.0-48.0m, 51.0-54.0m, 그리고 78.0-81.0m이다. 이들은 비교적 균열이 잘 발달된 구간들로서 중요한 지하수 통로로 판단된다. ISK-9호공은 청응면 향교리에 위치하며 굴진심도는 100m, 지하수위는 1.45m이다. ISK-9공은 지표에서부터 23.7m까지는 표토층, 풍화대 그리고 화강암의 풍화암 순으로 되어 있으며 23.7-38m사이는 화강암이 심하게 풍화되어 있거나 파쇄되어 있으므로 투수시험이 불가능하였으므로 39.0m부터 공저인 100m까지 투수시험을 행하였다. 시험구간의 전체적인 투수계수값은  $nx10^{-7}m/sec \sim nx10^{-8}m/sec$ 이다. 그 중에서도 투수계수가 높은 구간은 53.5-55.5m와 58.9-60.9m이며 투수계수값은 각각  $9.38 \times 10^{-7}m/sec$ 와  $7.23 \times 10^{-7}m/sec$ 이다. 56.0-58.0m구간은 중요한 파쇄대 구간으로 생각되나 물 주입시 주입압력이 걸리지 않아서 시험에 실패하였다. ISK-10호공은 강진면 문방리에 위치하며 굴진심도는 100m, 지하수위 2.35m이다. ISK-10공의 지질은 용회암이다. 시험구간의 전체적인 투수계수는 ISK-9호공과 같이  $nx10^{-7}m/sec \sim nx10^{-8}m/sec$ 이다. 투수계수가 가장 높은 구간은 36.5-38.5m로서 투수계수값은  $3.49 \times 10^{-7}m/sec$ 이고 그 다음은 43.0-45.0m로서  $2.97 \times 10^{-7}m/sec$ 이다. ISK-11호공은 덕치면 물우리에 위치하며 굴진심도는 100m, 지하수위는 7.8m이고, 지질은 용회암이다. ISK-1, ISK-5 그리고 ISK-7호공에서 양수시험을 실시하였으며, 피압대수층모델과 누수를 포함하는 피압대수층모델에 의하여 자료를 분석하였다. ISK-1호공은 신덕면 신덕리 수반마을에 위치하며, 양수정(ISK-1호공)과 시추공(ISK-2호공)의 심도는 100m이고, ISK-1호공은 직경 200mm 그리고 ISK-2호공은 75mm이다. ISK-1과 ISK-2호공간의 거리는 14m이다. 양수시험은 양수량  $180 m^3/day$ 로 1620분간 계속되었으며, 시험기간동안 ISK-1과 ISK-2에서 수위변화가 관측되었다. 양수시험 결과, 표 2에서 알 수 있는바와 같이, 저유계수는 ISK-1과 ISK-2에서 서로 비슷하게 나타나나, 투수량계수는 ISK-1에서 더 크게 나타난다. 이것은 ISK-1주위에 균열이 더 잘 발달되어 있거나, 대수층의 두께가 ISK-2로 가면서 얇아지기 때문인 것으로 판단된다. ISK-1과 ISK-2호공간의 지형거리는 14m이지만, 양수시험분석 결과 두 공간의 수리적인 거리(hydraulic distance)는 0.11m로서 ISK-2호공이 ISK-1호공 바로 옆에 위치하는 것과 같은 수위하강 반응을 보인다. 이런 현상은 균열암반내에서 지하수 유동이 복잡한 균열의 발달형태에 지배를 받기 때문에 생기는 현상이다. 또한 ISK-2는 양수정(ISK-1)의 우물저장효과와 우물손실효과의 영향을 받은 것으로 나타난다. ISK-5호공은 신평면 덕암리 덕전마을에 위치하며, 양수정(ISK-5호공)과 시추공(ISK-6호공)의 심도는 100m이고, ISK-5호공은 직경 200mm 그리고 ISK-6호공은 75mm이다. ISK-5와

ISK-65호공간의 거리는 20m이다. 양수시험은 양수량  $120m^3/day$  로 1120분간 계속되었으며, 시험기간동안 ISK-5호공에서 수위변화가 관측되었다. ISK-6호공은 자연용출되며 용출량은  $113m^3/day$  이다. 이러한 자연용출로 인하여 ISK-6에서는 정확한 수위변화 관측이 이루어지지 못하였다. 양수시에 ISK-6에서의 자연용출량은 점차 감소하며 800분 경에는 자연용출이 중단되었다. 양수시험에 의한 ISK-5호공의 수리상수는 표 2와 같다. ISK-7은 성수면 삼척리에 위치하며 양수정(ISK-7호공)과 시추공(ISK-8호공)의 심도는 100m이다. 그리고 ISK-7과 ISK-8호공간의 거리는 15m이다. 양수시험은 양수량  $250m^3/day$ 로 1440분간 계속되었다. 계산된 수리상수값은 표 2와 같다. ISK-8호공에서는 ISK-2호공에서와 같이 양수정(ISK-7호공)의 우물저장및 우물손실의 영향을 받고 있으며, 두 공간의 수리적인 거리는 1m로서 지형거리(15m)보다 훨씬 가깝게 나타나고 있다. 또한 본 조사공 지역에서는 상부 피압층으로부터의 누수효과가 나타나며 1/B는 25m 이다. 연구지역의 지하수 시료를 Piper삼각도에 점시해 본 결과, 양이온에서는 Ca가 음이온에서는  $HCO_3$  가 우세한 Ca- $HCO_3$  형의 Carbonate hardness type에 속하는 것으로 나타난다. 따라서 Carbonate hardness type은 조사지역 암반 지하수의 특징 중에 하나임이 밝혀졌다. 연구지역의 물 시료의 산소동위원소 분석결과를  $\delta D - \delta^{18}O$  도표에 점시하면 모든 시료 MWL 직선 위 또는 부근에 점시되며 중복되고 있다. 지하수의 시료들은 수소 및 산소의 동위원소도 평형을 이루고 있음을 지시하며, 마그마 기원의 물이 전혀 혼합이 안된 순수한 천수 기원의 천부 지하수의 특성을 보여준다.

표 2. 수리상수값

공 변	T( $m^3/day$ )	S(비차원)	Ws( $m'$ )	$s_r$ (비차원)	B(m)
ISK-1	59.3	$4.4 \times 10^{-4}$	0.05	5.94	
ISK-2	36.7	$4.3 \times 10^{-4}$	0.05	5.94	
ISK-5	15.8	$2.3 \times 10^{-4}$	0.042	7.61	
ISK-7	31.5	$3.2 \times 10^{-4}$	0.042	8.3	0.04
ISK-8	32.8	$2.5 \times 10^{-4}$	0.042	8.3	0.04