

## 광릉 소유역의 지하수 관측망 구축을 위한 전기비저항탐사 - 예비결과

최인혁, 문상기\*, 우남철

연세대학교 지구시스템학과, \*연세대학교 지구환경연구소  
(e-mail:norkorea@hanmail.net)

### 1. 서론

현재 광릉 KoFlux 타워를 중심으로 하는 소유역에서의 물 순환 및 물 수지에 관한 학제 간 협력 연구가 활발히 진행되고 있다. 그동안은 물 순환, 수지 연구에서 지하수의 흐름을 간과하거나, 증발산에 대한 정량적 평가 없이 일반적인 공식(empirical equations)을 적용하여 예상하거나 또는 단순히 일정량을 가정함으로써 물 수지를 계산해왔다(Park, 1996). 따라서 현재 광릉 시험림에서 진행되는 강수량, 증발산량, 지표 유출량, 토양 수분 함량, 지하 침투량, 지하수 함양률에 대한 총체적인 양적 평가는 비록 소유역 단위이긴 하지만 물 순환, 수지 연구의 거의 모든 수문학적 요소들을 현장에서 측정하는 것일 뿐만 아니라, 여기서의 집중 관측과 다중 규모 연구를 통해 궁극적으로 한강 전체 유역 및 대한민국 전체 유역에 적용할 방법론의 기초를 제공하고자 하는 것이기에 의의가 크다고 하겠다. 본 연구에서는 물 순환의 한 부분을 차지하는 지하수의 흐름과 변화를 관측함에 있어 보다 효과적인 관측정(monoring well)의 위치를 설정하기 위해 적용한 전기비저항 탐사의 예비 결과를 소개하였다.

### 2. 연구지역

연구지역은 경기도 포천군 소흘읍 소재 광릉시험림 내의 소유역으로서 37°45'N, 127°10'E에 위치하고 있고, 면적은 약 2km<sup>2</sup>이며 봉선사 유역(약 10 km<sup>2</sup>)의 일부분으로서 퇴계원 수위표 유역(약 201km<sup>2</sup>)과 한강 서울 유역(약 1,537km<sup>2</sup>)에 속한다(Fig. 1). 전형적인 산악지형으로서 지질 매체는 얇은 토층과 풍화대 및 암반으로 구성되어 있고, 기반암은 편암(schist)과 편마암(gneiss)으로 구성된 경기편마암복합체이다.

### 3. 측정 및 자료처리

도상관찰과 현장조사를 통해 선정한 6곳의 관측정 설치 후보지역에서(Fig. 2) 현장여건에 맞추어 전극간 간격(a)과 전극전개수(n), 축선길이(l) 등을 다양하게 설정하였고, 전류는 10~20mA로 하였다. 측정 자료의 품질관리를 위해서 10회 반복 측정하였으며, 그 값들의 표준편차( $\sigma$ )가 1이하일 때 자료를 획득했다. 이상치가 나올 때에는 현장 응급조치를 취하였고, 적어도  $\sigma$ 값이 10을 넘지 않도록 노력하였다. 그럼에도 불구하고  $\sigma$ 값이 과다하게 나온 자료나 음의 값은 null값으로 처리하였다.

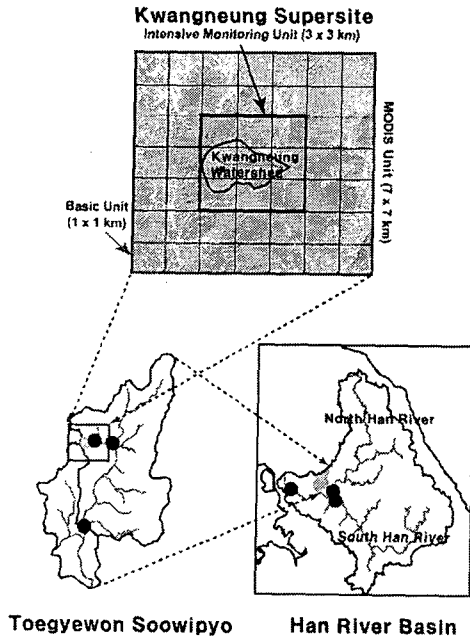


Figure 1. Study area.

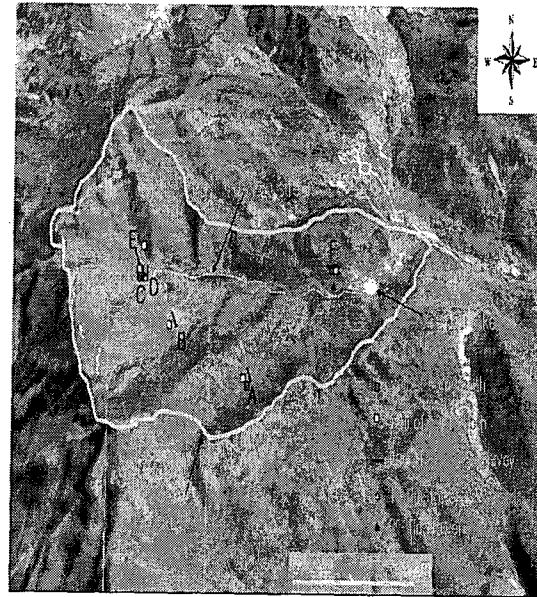


Figure 2. Gwangneung Experimental Forest and electrical resistivity survey lines.

자료처리는 DIPRO for Windows V.4.0(Hee Song Geotek Co., 2004)를 사용하였고, 수평방향을 축선 전개방향으로 선정하여 고도에는 거의 변화가 없었기 때문에 지형보정은 고려하지 않았다.

#### 4. 결과 및 고찰

A 축선(Fig. 3) : 이곳은 계곡으로서 다른 지역에 비해 현저히 습한 지역이었는데 전기비저항이 전반적으로 낮게 나타난 것은 이러한 지역적 특징에 기인한 것으로 사료된다. 지표부근에서는  $700 \Omega \cdot m$  정도를 나타내며, 심도가 깊어질수록 낮아지는 양상을 띤다. 전기비저항과 주변 환경의 특징을 고려할 때 지하수면까지의 깊이가 그다지 깊지 않을 것으로 사료된다.

B 축선(Fig. 4) : 이곳은 지표에서도 전석이 많이 분포됨을 확인할 수 있는 곳으로서, 전기비저항 단면도에 이러한 현상이 잘 반영되고 있다. 한편, 곳곳에  $60 \sim 400 \Omega \cdot m$  정도의 저비저항대가 나타나는데, 이는 pipe flow같은 비포화대 내에서의 물의 흐름으로 사료된다. 6m 부근 심도 이하로 크기가 상당하고 매우 높은 비저항대가 발견되는데 이는 기반암일 가능성이 있다.

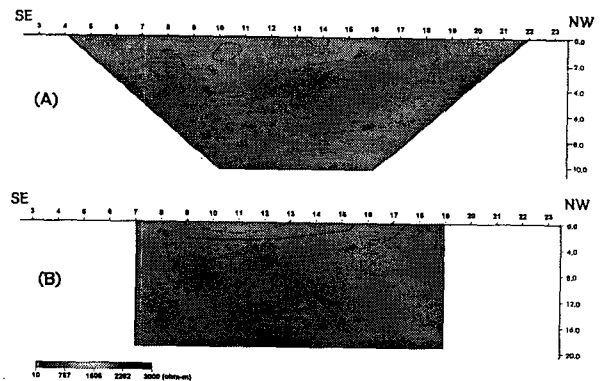


Figure 3. Electrical resistivity sections for the line A with different electrode spacings. (a)  $a=2m$ , (b)  $a=4m$ . Vertical exaggeration varies on the sections of (A) and (B).

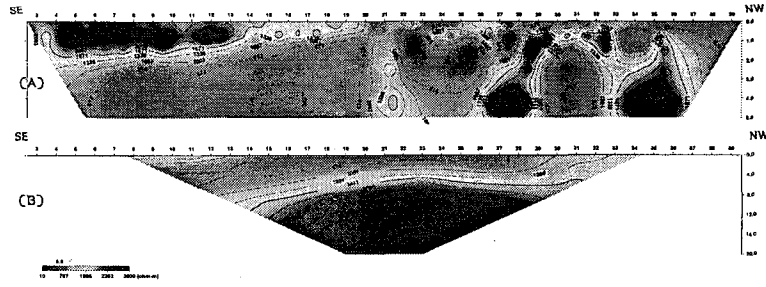


Figure 4. ER sections for the line B with different electrode spacings. (a)  $a=1m$ , (b)  $a=4m$ . Vertical exaggregation varies on the sections of (A) and (B).

C 측선(Fig. 5) : 1~2m 심도에 전석으로 추정되는  $3000\Omega \cdot m$  정도의 고비저항대가 보이며 5m 심도부터  $300\Omega \cdot m$  정도의 저비저항대가 다소 두껍게 나타남을 알 수 있다. 지하수면은 그다지 깊지 않은 곳에 위치할 것으로 사료된다.

D 측선 : 자료의 품질이 좋지 않아 포함시키지 않았다.

E 측선(Fig. 6) : 이곳은 심도 2m까지  $2000\Omega \cdot m$ 대의 고비저항대, 10m까지  $800\Omega \cdot m$ 대의 저비저항대, 그 하부로 다시  $1800\Omega \cdot m$  이상의 고비저항대가 교호하는 것으로 나타났다. 지하수 관측 공은 20m 이상 깊이로 시추해야 할 것으로 판단된다.

F 측선(Fig. 7) : 이곳은 퇴적물이 두껍게 쌓일 수 있는 환경인데 전기비저항이 다른 지역에 비해 전반적으로 낮은 것은 이러한 지형적 특성 때문인 것으로 추정된다. 전기비저항은  $200\sim 500\Omega \cdot m$  정도로 낮으며 지하수면은 깊지 않은 곳에 있을 것으로 사료된다.

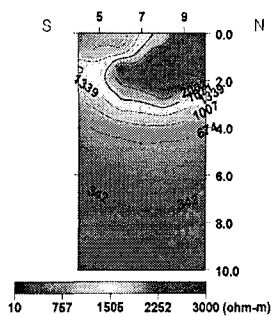


Figure 5. ER section for the line C.

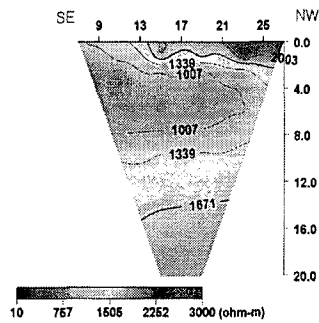


Figure 6. ER section for the line E.

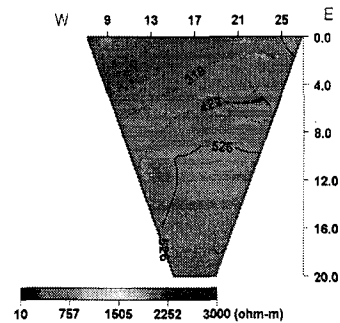


Figure 7. ER section for the line F.

## 5. 결론 및 토의

전기비저항 역해석을 통하여 획득한 각 지점의 2차원 전기비저항 단면을 비교해보면 측선 A, C, F 지역이 다른 지역들에 비해 상대적으로 전기비저항이 낮음을 알 수 있는데 이는 지역적 특징과 퇴적환경에 기인한 것으로 추정되며, 이곳들에서 지하수면은 깊지 않은 곳에 있을 것으로 사료된다. B 지역은 심도 6m 이하에서 기반암이 있을 것으로 추측되고 비포화대의 흐름 또한 존재할 것으로 사료된다. E 지역은 지하수가 심부에 있을 것으로 사료된다.

앞으로의 연구는 복합 물리탐사와 GIS를 이용한 분석을 통해 더 정확한 지하구조의 정보와 지하수공 최적의 위치를 추정할 수 있을 것으로 보인다.

한편, 최근에는 전기비저항 탐사를 비롯한 복합 물리탐사를 통해 토양수분과 지하수 함양률, 수위변동 등을 측정하는 연구도 진행되고 있다(Garambois *et al.*, 2002; Chand *et al.*, 2004; Kim, 1997). 정량적으로 적용할 수 있는 연구 결과가 나온다면 전기비저항 탐사가 다양한 시간과 공간 규모의 물 수지의 닫힘을 확인하는 데에 중요한 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.