

# 전극배열에 따른 전기비저항 토모그래피 영상 비교

조인기 · 한성훈<sup>1)</sup>

## 1. 서 론

전기비저항 토모그래피는 사용되는 전극배열법에 따라 서로 다른 분해능 및 신호대 잡음비를 갖는다. 현재까지 여러 전극배열법이 제안되었으나 단극배열 및 변형된 단극-쌍극자 배열(김정호 등, 1999)이 가장 널리 사용되고 있다. 그러나 단극배열법은 분해능이 낮다는 배열 자체의 한계가 있으며, 변형된 단극-쌍극자 배열은 단극-쌍극자 배열 수준의 분해능과 신호대 잡음비를 보이지만 전류 및 전위전극의 위치에 따라서는 겹보기 비저항이 발산할 수도 있는 위험이 있다. 조인기 등(2002)은 이러한 변형된 단극-쌍극자 배열의 문제점에 주목하고 새로운 혼합배열(mixed array)을 제안하였으며, 이 배열은 분해능 및 신호대 잡음비는 단극-쌍극자 배열과 유사한 수준을 유지하면서도 겹보기 비저항이 발산하지 않는 장점이 있다고 주장하였다. 본 논문에서는 앞서 언급한 단극배열, 변형된 단극-쌍극자 배열 및 혼합배열을 사용하여 얻어진 수치 모델링 자료를 역산하여 그 영상을 비교 분석하였다. 또한 2.5차원 모델링 방법에 근거한 전기비저항 토모그래피 역산 결과가 과연 3차원 이상체의 위치 및 형상에 관한 정확한 영상을 제시할 수 있는가를 검토하였다.

## 2. 토모그래피 영상 비교

우선 각 전극배열에 따른 토모그래피 영상을 비교하기 위하여 널리 사용되는 단극배열, 변형된 단극-쌍극자 배열 및 혼합배열에 대한 수치 모델링 자료를 사용하여 역산을 수행하였다. Fig. 1은 100 ohm-m의 반무한 공간에 크기  $2 \times 2$  단위, 전기비저항 10 ohm-m의 전도성 2차원 이상체가 위치할 경우 전극배열에 따른 토모그래피 영상을 나타낸 것이다. 혼합배열의 경우 동일 시추공 자료는 기본적으로 단극-쌍극자 배열을 사용하였다. Fig. 1에 나타난 바와 같이 모든 배열 방법이 비교적 정확하게 이상체의 위치를 잘 영상화하고 있으나, 예상한 바와 같이 단극배열의 경우에는 그 영상의 명확성이 다른 배열법에 비하여 상당히 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 변형된 단극-쌍극자 배열 및 혼합전극 배열의 경우에는 거의 우열을 가리기 힘들 정도로 유사한 영상을 보여주고 있어 두 방법 모두 매우 효과적인 전극배열 방법임을 시사하고 있다.

전기비저항 토모그래피에서 가장 중요한 자료인 시추공간 자료는 이상체의 전기비저항, 형상, 기하학적 위치 및 차원에 따라 매우 복잡한 변화 양상을 보인다. 특히 시추공간 전기비저항 탐사에서 2차원 이상체와 3차원 이상체는 경우에 따라서는 서로 상반되는 겹보기 비저항 값을 보이기도 한다. 따라서 3차원 이상체가 2.5차원 모델링 알고리즘을 사용하는 전기비저항 토모그래피 역산 결과에 과연 올바른 영상으로 나타나는 가는 매우 중요한 문제이다. 본 논문에서는 이러한 의문점의 해결을 위하여 간단한 3차원 이상체에 대하여 적분방

---

**주요어:** 전기비저항 토모그래피, 전극배열, 혼합배열

1) 강원대학교 자연과학대학 지구물리학과(choik@kangwon.ac.kr)

정식법을 통하여 이론 자료를 계산하고 이를 2.5차원 역산을 수행하여 그 결과를 고찰하였다.

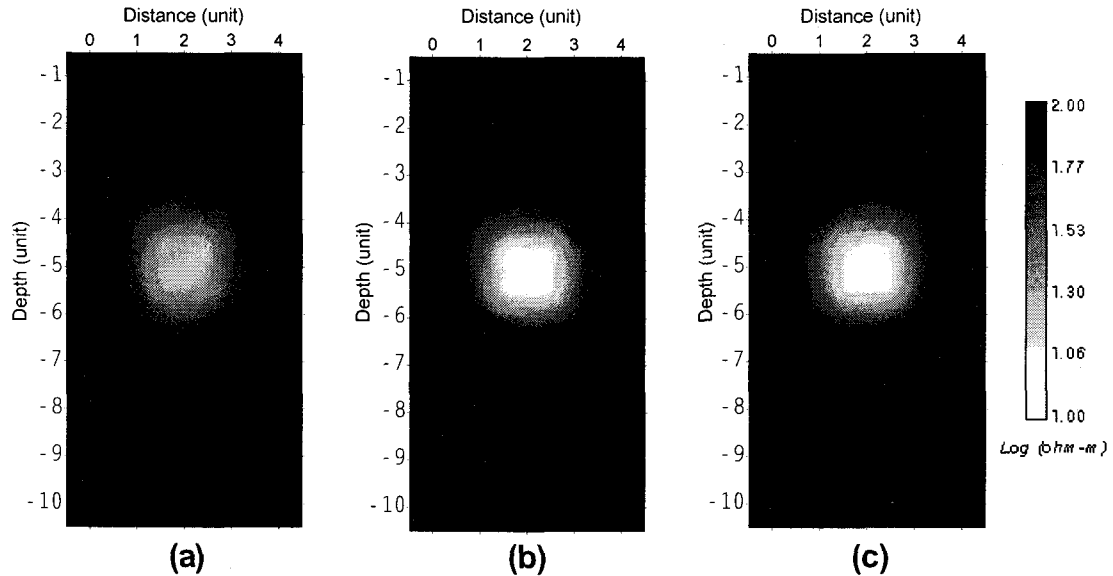


Fig. 1. Resistivity tomograms derived from the inversion of (a) pole-pole, (b) modified pole-dipole and (c) mixed array data for a two dimensional conductive body in homogeneous half-space of 100 ohm-m. The body has a size of  $2 \times 2$  unit and its resistivity is 10 ohm-m. The distance between two bore holes is 4 units and the depth of each hole is 10 units.

Fig. 2는 크기  $2 \times 2 \times 2$  단위, 전기비저항 10 ohm-m의 3차원 전도성 이상체가 100 ohm-m의 반무한 공간내에 존재하는 모델에 대하여 (a) 단극배열, (b) 변형된 단극-쌍극자 배열 및 (c) 혼합배열을 사용하여 얻어진 모델링 자료를 역산하여 얻어진 전기비저항 분포 영상이다. 변형된 단극-쌍극자 배열의 결과는 이상체의 전기비저항이 참값보다 높은 반면, 주변의 잡음이 적은 편이며, 혼합배열은 이상체의 전기비저항은 가장 잘 추정하고 있으나 하부에 잡음이 나타나고 있다. 그러나 단극배열을 포함하는 모든 경우에 우려한 바와는 달리 이상체가 전도성 이상체임을 잘 나타내고 있으며, 그 위치 또한 비교적 정확히 추정하고 있다. 이는 역산 자료에 동일 시추공 자료가 포함되어 있기 때문으로 해석된다.

### 3. 결론

단극배열은 다른 배열에 비하여 그 분해능이 현저히 떨어지는 것으로 나타났으며, 변형된 단극-쌍극자 배열과 혼합배열은 유사한 분해능을 보였다. 따라서 분해능 자체는 모두가 거의 단극-쌍극자 배열에 준하는 것으로 해석된다. 그러나 변형된 단극-쌍극자 배열의 경우에는 자료획득 단계에서 겹보기 비저항이 발산하는 영역이 존재하므로 자료 편집과정에서 이들을 인위적으로 제거해야 한다. 반면 혼합배열의 경우에는 전류전극과 전위전극의 위치에 따라서 단극-쌍극자 또는 변형된 단극-쌍극자 배열을 사용해야 하므로 혼란이 있을 수

있고, 무한 접지 전류전극을 설치해야 한다는 번거로움이 있다. 그러나 혼합 배열의 경우에는 자료획득 과정에서 겉보기 비저항이 발산하지 않으므로 안정적인 자료획득이 가능하다는 장점이 있다.

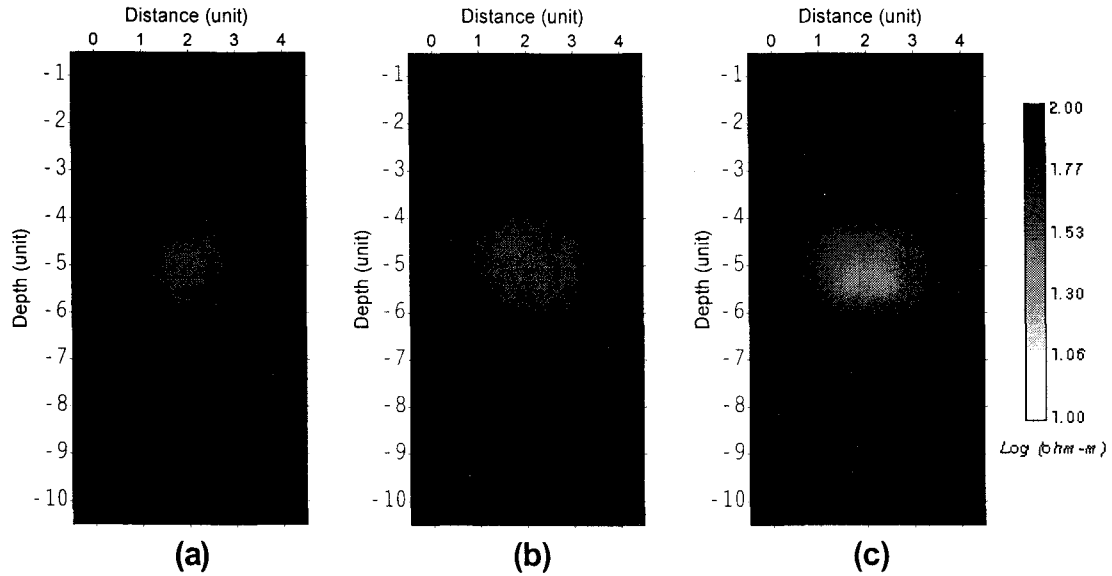


Fig. 2. Resistivity tomograms derived from the inversion of (a) pole-pole, (b) modified pole-dipole and (c) mixed array data for a three dimensional model. The model consists of background resistivity 100 ohm-m and three dimensional 10 ohm-m body, the size of which is  $2 \times 2 \times 2$  unit.

한편 단극배열은 분해능이 낮다는 단점 외에도 시추공간 자료의 시추공 사이의 이상체가 3차원일 경우에는 2차원 이상체와 다른 겉보기 비저항을 보인다는 근본적인 제약조건을 갖고 있다. 물론 본 논문에 수록된 모든 결과는 동일 시추공 자료를 포함하여 얻어진 것이므로 이상체가 3차원일 경우에도 무난히 이상체의 전기비저항을 반영하고 있지만, 동일 시추공 자료가 없을 경우에는 실제와는 동떨어진 결과를 얻을 수도 있음에 유의해야 한다. 또한 본 논문에서는 공내수의 영향을 언급하지 않았지만, 공내수는 적어도 동일 시추공 자료에는 매우 큰 영향을 미치고, 동일 시추공 자료는 전기비저항 토모그래피 영상에 결정적인 영향을 미치므로 이에 대한 적극적인 연구가 뒷받침되어야 할 것으로 생각된다.

#### 참고문헌

- 김정호, 이명종, 조성준, 송운호, 정승환, 1999, “전기비저항 토모그래피와 시추공 레이다 탐사의 원리 및 응용”, 건설현장에 필요한 물리탐사기술 심포지움, 한국지구물리탐사학회, 제2회 학술발표회 논문집, pp. 92-116.
- 조인기 외, 2002, “혼합배열을 사용한 시추공간 전기비저항 탐사”, 한국자원공학회, 학술발표회 논문집