

# 전기비저항과 시간영역전자 수직탐사자료의 복합역산에 의한 영광지역 해수침투대 해석

길준호<sup>1)</sup> · 신제현<sup>2)</sup> · 박인화<sup>3)</sup> · 이상규<sup>3)</sup> · 송무영<sup>1)</sup>

## 1. 서 론

전라남도 영광군 백수읍 일대에서 전기 및 전자탐사법을 이용하여 기반암의 공간적인 분포를 파악하였다. 연구 지역은 서해 연안지역에 위치하며 시추로 확인된 층서구조는 점토층, 사질층, 기반암 순이며 주요 해수침투대는 사질층이다. 기존에 수행한 물리탐사법은 전기비저항탐사(DC)와 유도분극탐사법(IP) 및 전자탐사법(CSAMT)으로 기반암의 심도나 점토층과 해수침투대의 확인이 주목적이었다. 본 연구 지역은 점토층이나 사질층의 비저항이 낮아, 양도성 지층의 분포를 좀더 명확하게 파악하고자 시간영역전자 수직탐사를 수행하였다. 일반적으로 전기비저항탐사는 비저항체에 효율적으로 잘 반응한다. 그러나 중요 대상체가 전도성 지층일 경우, 개더링 현상의 발생으로 지층내로 전류의 침입이 어려운 현상이 발생한다. 반면 시간영역전자 수직탐사는 전도성 지층에 파악에는 뛰어나나, 비전도성 지층에서는 전자유도가 거의 일어나지 않는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 전기비저항 수직탐사와 시간영역전자 수직탐사를 함께 수행하였으며, 이들 자료의 복합역산을 통해 해수침투대인 지질구조대와 양도성 사질층에 대한 정량적인 해석을 하였다.

즉, 복합역산은 대상심도나 물성의 차이로 인하여 한 가지 방법만으로는 그 구조를 명확히 판별하기 어렵거나, 때로는 각 탐사방법의 해석결과가 일치하지 않는 경우에 두 가지 이상의 탐사자료를 동시에 역산하여 좋은 결과를 얻을 수 있는 장점을 가지고 있다 (이희순 외, 1995).

## 2. 탐사결과와 복합역산

해수에 의해 충전된 층의 비저항 값은 1(ohm-m)에서 수십(ohm-m)에 이른다고(Ali et al., 1999; Yang et al., 1999; 조진동 외, 2000) 밝혀진 바 있으며, 대상 조사지역의 경우 이미 해수의 영향이 있음을 확인한 바 있다. 탐사수행은 23측점에 대해 전기비저항 수직탐사와 시간영역전자 수직탐사를 함께 병행하였다. 전기비저항 수직탐사는 슬림버저 배열을 적용, 전류전극(AB/2)을 최대 200m까지 설정하였다.

시간영역전자 수직탐사장비는 SIROTEM II SE기종을 사용하였으며, Tx-Rx의 루프 사이즈는 40×40m의 동일 송수신루프 방식을 선정하였다. 그림 1에 Line-1, Line-2는 시간영역전자 수직탐사결과에서 얻어진 반응값을 Profile화 한 것이다. 층서적으로 해안에서 내륙으로 갈수록 사질층의 분포나 해수의 영향이 감소한다면, 반응값 또한 단조 감소할

---

**주요어:** 해수침투대, 개더링 현상, 복합역산

1) 충남대학교(phllowlava@hanmail.net)

2) 한양대학교

3) 한국지질자원연구원

것이다. 그러나 서측에서 동측으로 갈수록 반응치가 점진적으로 감소하는 경향을 보이다, Line-1의 T-4와, Line-2의 T-16 지점에서 크게 증가함을 알 수 있다. 또한 채널간의 반응값이 일정한 간격을 보이며 지연되고 있다. 기존 CSAMT탐사와 비교해 본 결과 기반암내의 해수침투 통로 역할로 추정되는 단층 파쇄대와도 위치적으로 잘 일치한다. 이 부근의 겔보기 등비저항선도에서 나타나는 가장 낮은 비저항대가 깊은 심도에 파악되며, 수리지구화학적 담수/해수의 혼합비가 추정구조대에 걸쳐 높은 혼합비를 보인다. 종합적으로 시간영역전자 수직탐사의 Profile에서 나타난 반응값과 기존의 물리탐사자료결과와 잘 일치하는 경향을 확인할 수 있었다. 복합역산은 second-order Marquardt method를 기반으로 한 Jupp and Vozoff(1975)의 역산을 응용한 자동역산 프로그램인 GRENDLE (Raiche, pers. comm.)을 이용하였다. 그림 2는 T-4 측점의 전기비저항 수직탐사, 시간영역전자 수직탐사 그리고 복합역산한 결과를 나타낸 것이다. 각각의 역산은 3층구조를 적용하였으며, 이로부터 얻어진 해석결과를 시추추상도와 비교, 검증하였다. 시추결과 점토층의 깊이는 지표로부터 약 5m, 사질층의 깊이는 5m - 30m, 기반암의 깊이는 < 30m에 이른다. 역산결과와 비교해 볼 때 제1층, 제2층간의 비저항값은 큰 차이를 보이지 않으나, 기반암의 비저항값은 큰 차이를 보이고 있다. 전기비저항 수직탐사의 결과, 제1층과 제2층의 경계가 2.7m, 제2층과 제3층의 경계는 21m로 역산되었다. 그러나 시간영역전자 수직탐사는 제1층과 제2층이 4m, 제2층과 제3층은 26.7m로 해석되었다. 두 역산결과가 큰 차이를 보이진 않으나, 전기비저항 수직탐사보다는 시간영역전자 수직탐사가 전도성 지층의 파악에 효과적이다. 그림 2(c)는 두 자료를 복합역산에 의해 얻어진 3층 구조의 비저항값과 심도를 나타낸 것이다. 복합역산 결과 제1층은 지표로부터 2.6m, 제2층은 2.6m - 28.4m, 제3층이 < 28.4m의 역산결과를 얻었다. 각각의 역산결과, 보다 사질층과 기반암과의 경계에 근접한 값을 확인하였다.

### 3. 결과 및 고찰

시간영역전자 수직탐사 Profile에서 해석된 T-4, T-16 측점의 높은 반응값과 채널간의 지연시간(Delay time) 간격이 일정하게 큰 폭으로 나타나는 것으로 보아, 지층의 전도도가 매우 크거나 전도성 지층의 두께가 두꺼울 것으로 판단된다. 그러나 기존 물리탐사자료에서 추정한 구조대와 위치적으로 잘 일치함으로써 보아 추정 구조대일 가능성이 크다고 판단된다. 또한 T-4 측점을 비롯한 해안지역에 인접해 해수의 영향이 보다 심각할 것으로 판단되는 측점에서 얻어진 복합역산결과는 양도성 지층의 경계파악에 있어 전기비저항 수직탐사만을 수행한 결과보다는 효과적임을 확인하였다.

그러나 시간영역전자 수직탐사 수행에 있어, 전도성 지층의 두께가 매우 얇거나 전도도가 낮은 지층의 경우에는 그 적용성이 저하되는 것으로 판단된다.

본 연구지역에서 전도층의 두께는 지표로부터 3m - 5m 깊이는 십여 m에 이르며, 사질층과 기반암의 경계는 25m - 40m에 이르는 것으로 판단된다.

### 사사

이 연구는 과학기술부에서 시행하는 중점국가연구개발사업의 하나인 자연재해방재기술개발사업으로 수행된 것입니다. 많은 도움을 주신 한국지질자원연구원 황세호, 황학수

박사님과 자료취득에 도움을 주신 대한광업진흥공사 유인걸 박사님에게 깊은 감사를 드립니다.

#### 참고문헌

1. 이희순, 이명중, 이상규, 이태섭, 서정희, 1995, TEM과 DC 수직탐사자료의 복합 역산에 의한 해수침투대 해석, 한국자원공학회지, v. 32, p. 462-470.
2. 조진동, 황학수, 이철우, 박인화, 2000, 해수침입으로 오염된 지역에 대한 고분해능 TEM 탐사, 지질학회지, v. 36, No. 1, p. 39-46.
3. Ali, A.N., Stephen, B.H., Peter, H., 1999, Saltwater intrusion into the freshwater aquifer in the eastern shore of Virginia: a reconnaissance electrical resistivity survey, *Applied Geophysics*, v. 42, p. 1-22
4. Vozoff, K., Jupp, D.L.B., 1975, Joint inversion of geophysical data, *Geophys. J. Roy. Astr. Soc.*, v. 42, p. 977-991
5. Yang, C.H., Tong, L.T., Huang, C.F., 1999, Combined application of dc and TEM to sea-water intrusion mapping, *Geophysics*, v. 64, p. 417-425.

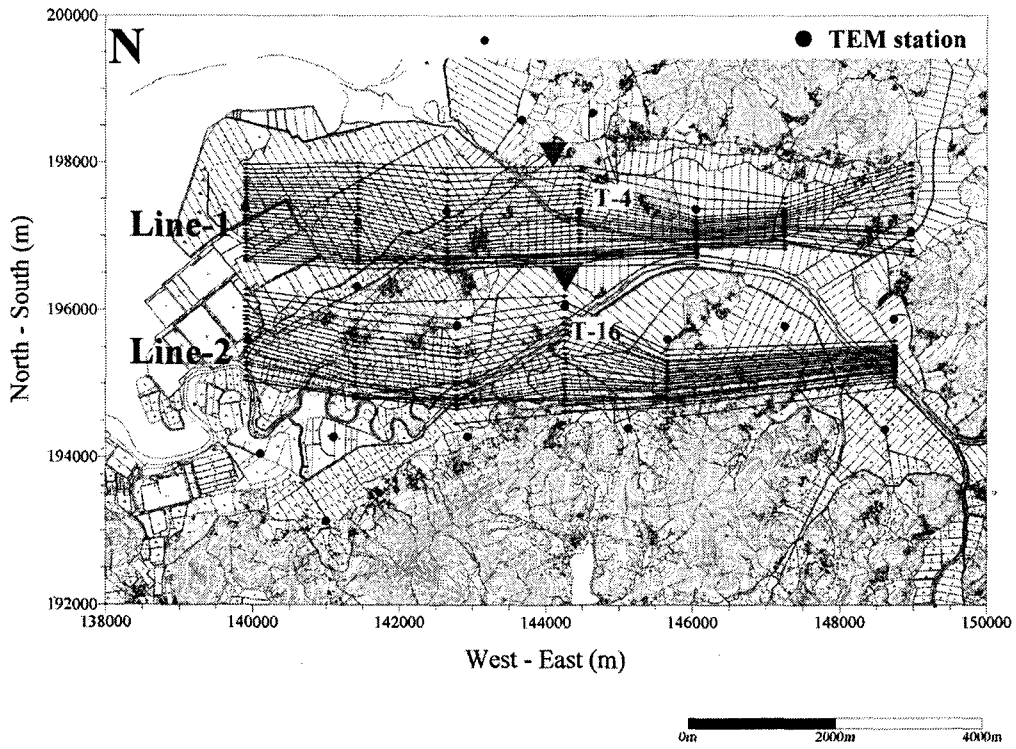


그림 1. 시간영역전자 수직탐사 Profile.

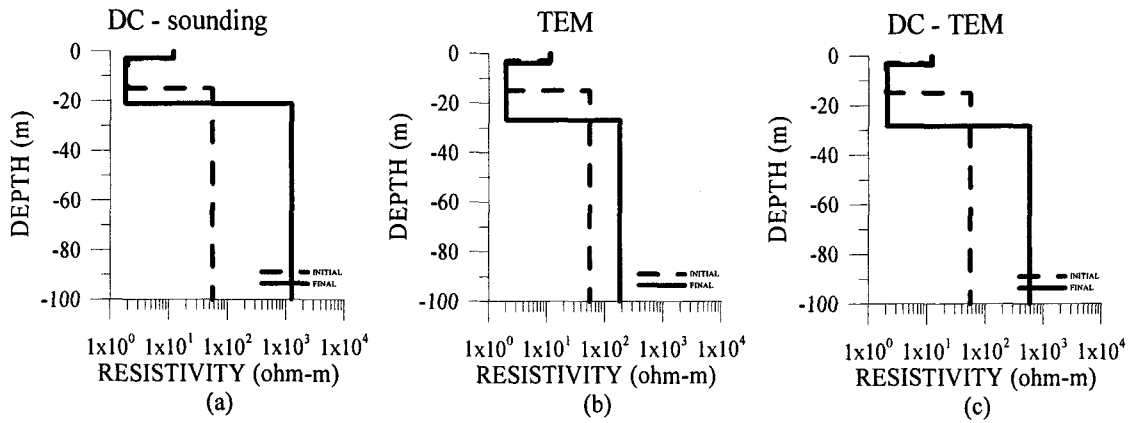


그림 2. 측점 T-4에 대한 (a) 전기비저항 수직탐사, (b) 시간영역전자 수직탐사, (c) 복합역산의 결과.