

CSAMT에 의한 영월군 마차리-문곡리 일대의 심부구조 해석

이상규, 황세호, 고희재, 황학수, 박인화, 황재하, 최위찬¹⁾

1. 지질학적 배경

연구지역은 영월군 마차리-문곡리 일대로서, 주로 석회암과 돌로마이트로 구성된 캄브로-오도비스기에 속하는 영월형 조선누층군의 마차리층, 와곡층, 문곡층, 영흥층과 사암과 셰일로 구성된 석탄-페름기의 평안누층군이 분포한다. 연구지역을 전반적으로 규제하는 지질구조는 각동트러스트, 평창단층, 마차리트러스트와 영월인편상구조대(Kobayashi, 1962)이다. 평창단층과 마차리트러스트 사이에서 발달하는 영월인편상구조대는 남-북 방향의 주향을 갖는 여러 개의 트러스트로 구성되어 있다. 그 결과 영월형 조선누층군의 각 지층이 반복적으로 분포하고 이들 트러스트에 수반된 습곡구조가 잘 발달한다. 마차리에서 마차리트러스트는 영월형 조선누층군을 평안누층군의 상부로 충상시키고 있으며, 영월형 조선누층군이 분포하는 마차리와 문곡리 사이에는 다수의 트러스트에 의하여 영월형 조선누층군의 각 지층이 반복 분포하고 있다.

연구지역의 동편에는 각동트러스트(공수원트러스트 혹은 덕포리트러스트)에 의하여 소위 남중국판에 속하는 영월형 조선누층군이 북중국판에 속하는 두위봉형 조선누층군을 충상하는 지구조적 경계를 형성하고 있다(Kobayashi, 1962). 따라서 영월인편상구조대가 발달하는 마차리-문곡리 지역에서 영월인편상구조대의 심부 지질구조 파악과, 영월형 조선누층군을 평안누층군의 상부로 충상시키는 마차리트러스트의 지하 심부로의 연장성에 관한 조사는 영월형 조선누층군의 지구조적 발달 형태와 영월-평창 지역의 지질구조 해석에 매우 중요하다.

2. 탐사자료 취득 및 처리

물리탐사 축선은 강원도 영월읍 마차리-문곡리 일대, 413번 지방도를 따라가는 총 길이 6km의 1개 축선이다. 약 250m 간격으로 24개 측정점을 설정하여, 축선을 가로지르는 트러스트들의 심부 연장성과 심부 전기비저항구조를 밝히고자 스칼라 CSAMT (Controlled Source Audio-frequency MagnetoTelluric) 탐사(이상규 외, 1997; 이상규 외, 1998)를 수행하였다.

CSAMT 탐사를 위한 접지전선 송신원은 축선으로부터 남쪽으로 약 9km 지점에 위치시켰으며, 송신원의 방향은 N75.2°E, 길이는 1.0km이다. CSAMT 탐사 측정점이 배치된 축선은 송신원으로부터 직선 거리로 8.966~10.839km 범위에 있으며 접지전선 송신원의 수선과 이루는 각도는 7.2°~24.4° 범위에 있다. 마차리트러스트와 축선이 교차하는 위치에서는 측정점 간 거리를 40~50m 정도로 조밀하게 하였으며, 그 외의 구역에서는 탐사 여건에 따라서 측정점 간격을 최대 500m 까지 확장하였다.

각 측정점에서 송신원에 평행한 전기장(Ex)과 이에 직교하는 자기장(Hy)의 세기(magnitude) 및 위상(phase)을 동시에 측정하였으며, 측정 주파수는 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096Hz 등 총 13개 주파수를 이용하였다. 전기장 측정용 쌍극자

주요어: 트러스트, 영월인편상구조대, CSAMT

1) 한국자원연구소

의 길이는 50m 기준으로 하였으나 전기장이 매우 약한 측정에서는 100m까지 연장하였고 중앙과 양단에 비분극 전극을 사용하였다. 접지전선에 흘린 전류는 6.0~7.0 Ampere로서 양질의 자료를 획득 할 수 있을 정도의 강력한 전류를 흘려 보냈다. 자료취득 시에 60, 180Hz의 노치필터를 사용하였고 telluric-tracking 필터와 antialias filtering도 가동하였다.

취득자료의 질이 비교적 양호하였으며 Ex, Hy 두 성분의 세기 및 위상이 모두 동일 측정점에서 2회 이상의 측정이 필요 없을 만큼 반복성이 뛰어났다. transition notch는 대부분의 측정점에서 인지되지 않았으며 따라서 원거리장에 속하는 주파수 대역이 충분히 포함되어 있는 것으로 판단되었다.

CSAMT 탐사 자료들에 대하여 평활화 제한을 가한 반복적 1차원 smooth-model 자동역산을 수행하였다. CSAMT 반응을 계산하는 알고리즘은 3차원적 송신장과 유한한 송-수신 거리에 의한 효과를 포함하고 있다. 24개의 전 측정점에 대한 1차원 smooth-model 자동역산을 완료한 후, 측정점들을 순차적으로 연결하는 측선 하부 단면에서 진비저항의 2차원적 분포를 파악하기 위하여 역산결과를 그리딩하여 진비저항 수직단면도를 작성하였다.

3. 해석 및 토의

CSAMT 탐사로 얻은 진비저항 분포를 통하여, 측정점 #15 부근에 위치하는 주단층인 마차리트러스트의 심부 연장성을 확인할 수 있으며 측정점 #10과 #8 부근에서 교차하는 단층의 정후도 확인할 수 있다. 마차리트러스트 서측 천부에는 석회암, 돌로마이트 등의 분포를 대변하는 고비저항대가 존재하고 트러스트의 동측 천부에는 서측보다 상대적으로 낮은 비저항대가 존재하는데, 이중 저비저항부는 평안누층군의 세일층을, 고비저항부는 평안누층군의 사암층과 대응되는 것으로 해석된다. 측정점 #3~#4 하부, 해수면하 0~-400m 부근에 나타나는 고립된 저비저항부는 석회암 내에 국부적으로 발달한 높은 함수율의 sinkhole일 가능성이 있으나 #10~#11 하부 -500m 에 중심을 두고 있는 저비저항부는 지질학적으로 대비하기가 매우 어렵다. 스칼라 CSAMT탐사를 통하여 얻은 진비저항 수직단면도에서 가장 특기할 만한 점은 측선의 서측 심부에 넓게 발달한 저비저항대이다. 이 저비저항대는 -3000m 하부에서 또 다른 고비저항대 상부에 분포하는 것으로 보인다. 저비저항대의 비저항 범위는 수십 ohm·m ~ 수백 ohm·m 로서, 우리나라의 탄전지대에 분포하는 세일 내지 사질세일의 비저항 범위(서정희 외, 1979)에 해당한다. Fig. 1은 측정점의 위치를 표시한 지질도(상)와 단층 및 층리를 해석한 진비저항 수직단면도(하)를 함께 표시한 것이다. CSAMT탐사로 얻은 진비저항 수직단면도의 천부 비저항의 분포는 지표 지질과 양호한 대응 관계를 보이고 있으므로 진비저항 수직단면도의 심부 비저항의 분포는 실제 지질구조를 반영하고 있다고 판단된다. 따라서, 측선 서측부 심부의 저비저항층은 천부에 분포하는 석회암, 돌로마이트 등의 연장으로 해석할 수 없다. 비저항 범위만으로 암석의 종류를 판단할 수는 없으므로 이 저비저항대를 세일~사질세일로 구성된 암석으로 확인할 수는 없으나 탄질세일~사질세일을 포함하는 평안누층군의 존재 가능성을 배제할 수는 없다.

참고문헌

1. 서정희, 양승진, 민경덕, 전효택, 이상규, 이희일, 전명순, 1979, 함탄층의 지구물리학적 특성에 관한 연구, 서울대학교 연구보고서, 147p.
2. 이상규, 황세호, 최중호, 박인화, 1997, 태백산 원동지역 정밀물리탐사, 한국자원연구소 연구보고서 KR-96(C)-9, 금속광물자원탐사연구, pp. 9-46.
3. 이상규, 황세호, 오민수, 황덕환, 박인화, 김유동, 1998, LOTEM 및 CSAMT 탐사에 의한

강원도 원동지역 심부 다중금속광체 확인, 한국자원공학회지, Vol. 35, (in press).

4. Kobayashi, T., 1962, The Cambrian-Ordovician formations and faunas of South Korea, Part 9, Paleontology 8, The Machari fauna. *Journal of the Faculty of Sciences, Imperial University of Tokyo, Section II*, 14, pp. 1-152.

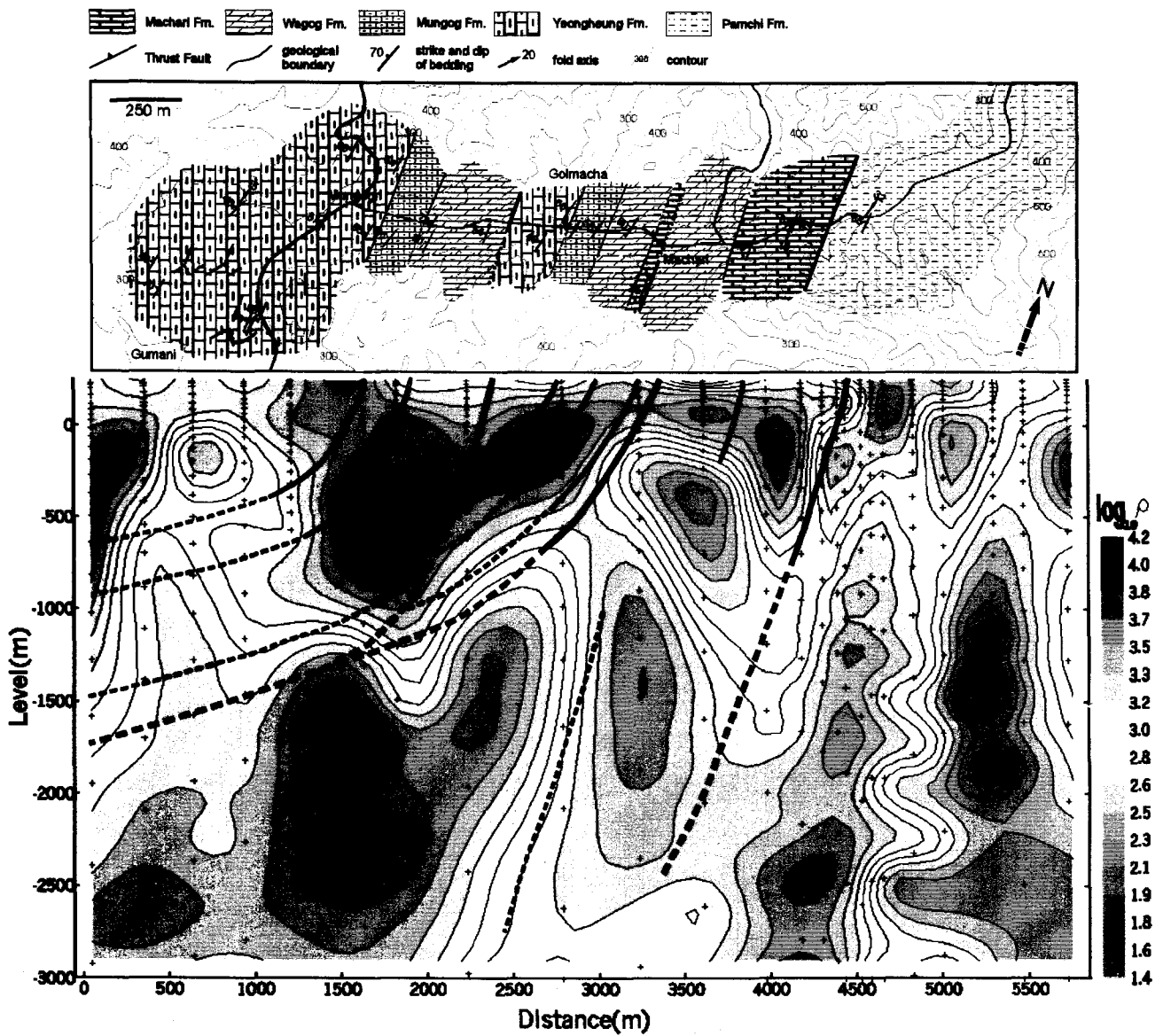


Fig. 1. Comparison between surface geology and interpretation result of CSAMT survey.