

# 경상분지에 대한 큐리점심도 추정 및 지열 잠재성 검토

박인석<sup>1)</sup>, 박종남<sup>1)</sup>

## 1. 서론

경상분지는 대보변혁 이후 한반도 동남부에 형성된 백악기-제삼기 퇴적분지로서, 하상 및 호소 환경의 퇴적층군과 화산암 복합체로 구성되어 있다. 경상분지는 한반도 조구조를 이해하기 위한 중요한 의미를 가지고 있으며 최근에는 경상분지의 형성과 발달을 백악기 동아시아 조구조 운동의 일부로 이해하고자 시도되고 있다. 또한 양산 단층대와 지진 활동, 유천 화산 운동 및 불국사 관입활동과 지열 자원 등이 근래의 지구과학계의 주요한 주제로 등장하고 있어 경상분지의 지질구조의 규명이 더욱 중요한 과제가 되었다.

본 연구는 항공자력자료에 의하여 행정구역상 경상남북도를 모두 포함하는 경상분지에 대한 지열적인 측면을 고찰하고자 하였다. 자료처리방법은 큐리점 심도 추정방법과 음영도를 이용한 자력선구조 분석 및 기존 경상분지에 대한 지열유량에 관한 자료를 종합하여 경상분지에 대한 지열개발 잠재력을 검토하고자 하였다. 항공자력탐사자료는 한국자원연구소에서 다년간에 걸쳐 취득한 자료를 격자간격 1km×1km로 샘플링 하였다.

## 2. 큐리점 심도추정

큐리점 심도는 대체적인 심부구조와 지열적 특성을 파악하는데 유용하다. 본 연구에서는 Okubo(1985)의 알고리즘을 이용하여 큐리점 심도를 계산하였으며, 1 km x 1 km의 잔여자력이상을 이용하였다. 자력자료는 먼저 39 km 이상 저주파 파장성분은 대역필터로 제거하였으며 원도우는 60x60 km로 하였으며 이동창의 1/3은 겹치도록 하였다. 심도 추정은 각 이동창 중심점의 상부심도와 중앙심도를 구하여 중앙심도의 2배에서 상부심도를 빼줌으로써 구하였다.

Fig. 1은 계산에 의한 큐리점심도 분포도이다. 심도분포는 마산, 창원지역을 중심으로 가장 얇은 11.4km 심도를 보이며, 12km 이하의 얇은 심도는 마산, 창원을 중심으로 남서방향의 진동지역과 북서방향의 현풍지역으로 이어지며, 또한 북동지역으로 이어져 청송까지 나타난다. 13km 이상의 깊은 심도를 보이는 지역은 연구대상지역의 북서부지역에서 분포한다.

김성균, 임정웅 등, 한옥 등에 의하면 한반도 지열유량 분포는 양산단층의 동부지역이 서부지역에 비하여 지열유량이 높게 나타나며 특히, 포항을 중심으로 가장 높은 지열유량이 분포하는 것으로 연구되었으며, 임정웅 등에 의한 온도검층자료를 이용한 지온경사도(geothermal gradient)는 포항지역을 중심으로 50°C/km 이상의 높은 값을 나타내고 있다. 그러나 본 연구결과는 이와는 다소 상이한 특성을 보인다. 이것은 Okubo에 의한 3차원 모델연구를 통해 프리즘모형 이상체의 중앙심도 추정을 위해서 최소한 블록의 크기는 60~90km 정도를 추천하고 있으나, 동해 해상자료가 불충분하여 동해안에 가까운 지역의 큐리점심도 추정이 제대로 되지 않은 것이 그 이유의 하나로 생각된다. 또한 자력자료는 천부자력이상체 특성을 강하게 반영함으로써 화산암복합체로 구성된 유천층군 분포 지역이 상대적으로 얇은 심도를 보이는 것으로 해석된다.

암석의 큐리온도를 550°C로 하여 경상분지의 가장 얇은 큐리점심도를 나타내는 마산-창원지역의 지온경사도는 약 49°C/km이다.

### 3. 자력선구조 분석

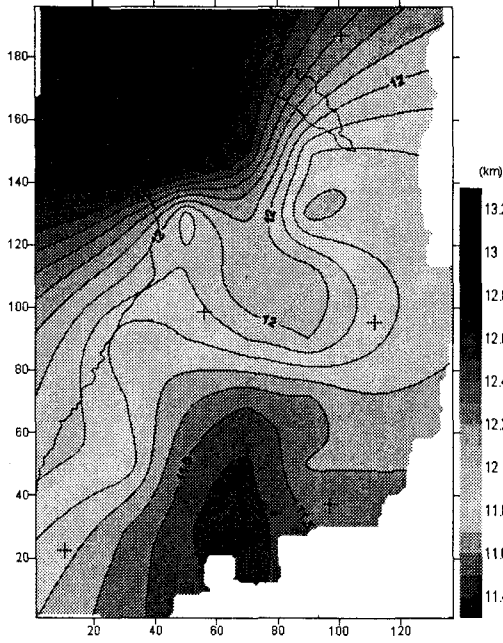


Fig. 1. Curie point depth derived from magnetic data.

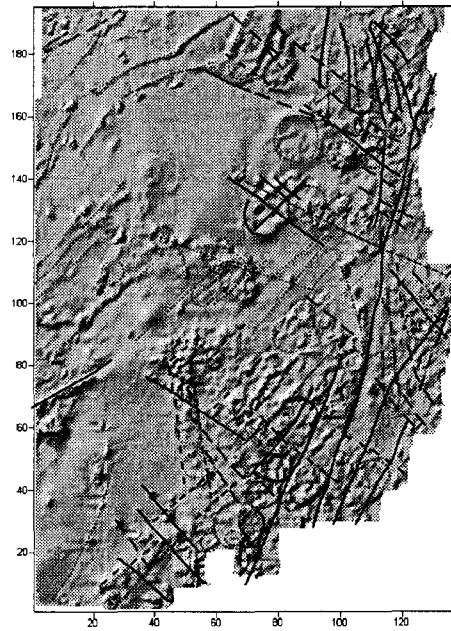


Fig. 2. Magnetic lineaments on the shade-relief map of magnetic data.

자력선구조 분석은 빛의 방향을 다양하게 변화시켜 작성한 음영도를 이용하여 분석하였다. 남부지역의 자력선구조들은 북북동에서 남남서방향을 가지는 양산단층과 평행한 방향으로 익히 알려진 일광, 동래, 모량, 밀양 및 자인단층 등 다수의 단층군들이 확인되며, 특히 밀양, 자인단층은 남해안(마산 및 진동지역) 가면서 방향이 회전하여 방향은 북동에서 남서방향으로 변화하는 특성을 보인다. 또한 모량 단층과 자인단층사이에는 미세한 자력선구조가 관측되는데 이는 진동까지 연장된다. 이러한 방향성을 가지는 미세한 자력선구조선들이 영천, 대구지역 및 인접한 영남육괴지역까지 평행하게 나타나고 있다. 북서-남동방향의 자력선구조들이 분지북부지역, 마산-진동지역 등에서 보이는데, 이들중에는 익히 알려져 있는 가음단층 및 다수의 수반단층군과 일치하며, 이외에도 팔공산을 지나는 미세한 구조선들도 관측된다. 이러한 방향성 자력선구조들은 영양남부지역까지 나타나고 있다.

또한 주로 유천층군이 분포하는 지역에서 다수의 환형구조들이 나타나고 있는데, 이러한 환형구조들 익히 알려져 있는 칼데라 및 콜드론 구조와 일치하며, 이외에 많은 수의 환형구조가 관측된다. 특히 마산에서 현풍으로 이어지는 고자력 이상대는 이러한 환형구조들의 연속적인 분화에 의해 나타나는 것으로 추정되며, 밀양, 운문사지역에서도 매우 폭넓게 발달한 환형의 구조가 관측이 되는 것과 내측부에 소규모의 환형구조들이 나타나고 있다. 이러한 환형구조들은 선구조를 따라 분포하고 있어 지질구조선에 지배를 받았을 것으로 추정된다.

#### 4. 결론

자력탐사자료의 고자력이상은 주로 남부 유천소분지(밀양소분지)를 중심으로 나타나며, 큐리점심도 추정에서도 남부지역이 얇은 심도를 나타내고 있다. 특히 화성활동의 중심이 남부지역의 밀양, 운문사, 마산, 창원지역을 중심으로 이루어졌을 가능성이 높다. 또한 경상분지 남부지역은 북북동에서 남남서 방향 및 북동에서 남서방향을 가지는 다수의 지질구조선들이 발달하고 있으며, 이에 직교하는 방향인 북북서에서 남남서 방향의 지질구조선들이 관측되는바, 화성활동이 지각의 연약부를 따라 상승함으로써 경상분지의 남부지역에 폭넓게 화산활동을 하였을 것으로 추정된다.

심부 화성활동이 이 지역을 중심으로 하였다면, 심부잔류열원의 방출을 방지할 수 있는 덮개 암층이 존재한다면 저온성 지열개발가능성이 있는 지열자원의 존재가능성이 높을 것이며, 또한 지하수의 유동에 따라 온천 등의 개발이 가능할 것으로 추정된다.

---

**주요어 : 큐리점심도, 항공자력자력탐사, 선구조, 지열**

1) 동아대학교 지구환경공학부 자원공학과