

## 한국의 지열

이영민<sup>1)</sup>, 김종찬<sup>1,2)</sup>, 구민호<sup>2)</sup>

대륙지각의 지표 지열류량은 상부지각의 방사성동위원소(U, Th, K)의 붕괴에 의한 열(~40%)과 맨틀하부에서 전달되는 열(~60%)에 의한 것이다 (Pollack and Chapman, 1977). 우리나라 평균 지온경사는 25 oC/km이며 평균 지표 지열류량은 65 mW/m<sup>2</sup>이다. 지체 구조별 지표 지열류량 평균은 경기육괴 68.5 mW/m<sup>2</sup>, 옥천습곡대 64.9 mW/m<sup>2</sup>, 영남육괴 60.1 mW/m<sup>2</sup>, 경상분지 72.4 mW/m<sup>2</sup>, 연일분지 75.4 mW/m<sup>2</sup>로 나타난다. 지표 지열류량이 높은 지역은 중서부, 남동부, 그리고 북동부 지역이며, 지열류량이 낮은 지역은 남서부 지역이다(Kim and Lee, 2007).

지체구조별 평균 열생산율은 경기육괴 2.06  $\mu$ W/m<sup>3</sup>, 옥천습곡대 2.01  $\mu$ W/m<sup>3</sup>, 영남육괴 2.14  $\mu$ W/m<sup>3</sup>, 경상분지 1.66  $\mu$ W/m<sup>3</sup>, 연일분지 1.96  $\mu$ W/m<sup>3</sup>이며, 우리나라의 지체구조별 평균 지표 지열류량은 경기육괴 68.57 mW/m<sup>2</sup>, 옥천습곡대 64.88 mW/m<sup>2</sup>, 영남육괴 60.12 mW/m<sup>2</sup>, 경상분지 72.38 mW/m<sup>2</sup>, 연일분지 75.44 mW/m<sup>2</sup>이다. 우리나라에서 지표 지열류량이 높은 지역에서 낮은 열생산율을 보이는 경향으로 미루어 우리나라는 상부지각의 열생산율이 지표 지열류량을 결정짓는 주요한 요소가 아님을 알 수 있다.

지표 지열류량을 구성하는 또 다른 요소인 맨틀 지열류량은 경기육괴 45.50 mW/m<sup>2</sup>, 옥천습곡대 42.08 mW/m<sup>2</sup>, 영남육괴 35.61 mW/m<sup>2</sup>, 경상분지 53.25 mW/m<sup>2</sup>, 연일분지 54.09 mW/m<sup>2</sup>이다. 이로부터 경상분지와 연일분지의 높은 지표 지열류량의 원인은 높은 맨틀 지열류량의 영향임을 알 수 있다. 지표 지열류량, 열생산율 그리고 열전도를 고려하여 산출된 geotherm은 연일분지와 경상분지에서 가장 큰 기울기를 나타내고, 경기육괴, 옥천습곡대, 영남육괴 순으로 기울기가 작게 나타난다.

우리나라의 남동부에 위치하는 경상분지는 우리나라의 평균 지표 지열류량(~65 mW/m<sup>2</sup>)보다 상대적으로 높은 평균 지표 지열류량(~72.4 mW/m<sup>2</sup>)을 보이며, 경상분지의 서부지역(~55 mW/m<sup>2</sup>)에서부터 동해의 울릉분지(~100 mW/m<sup>2</sup>) 방향으로 지표 지열류량이 점진적으로 증가하는 특징을 보인다.

1) 한국지질자원연구원 국토지질연구부, ymlee@kigam.re.kr

2) 공주대학교 지질학과

경상분지의 높은 지표 지열류량과 동쪽방향으로 증가하는 지열류량의 원인을 규명하기 위해서 경상분지의 지표 지열류량에 영향을 미칠 수 있는 가능성을 갖는 다음의 총 4가지 가설을 설정하여 수식 계산과 지열 모델링을 수행하였다: 1) 경상분지 내에서의 광역적인 지하수 유동에 의한 지표 지열류량 변화(groundwater flow), 2) 동해확장(25~15 Ma)으로 인한 지각두께 차이와 각 층의 열물성의 차이로부터 기인하는 열의 굴절에 의한 지표 지열류량 변화(heat refraction), 3) 15 Ma 경 일어난 화산활동에 의한 지표 지열류량 변화(volcanic activity), 4) 동해확장으로 대륙과 해양의 경계부에서 형성된 전이대에 의한 맨틀 지열류량의 변화에 따른 지표 지열류량 변화(mantle heat flow variation).

첫 번째 가설인 지하수 유동은 연구지역의 Peclet Number 계산 결과 지표 지열류량에 영향을 미칠 수 없는 작은 값으로 나타났고, 두 번째 가설인 열의 굴절은 2D 정류 지열모델링 결과 대륙과 해양의 경계부에서 아주 미미한 영향을 보이지만 전반적인 지표 지열류량의 변화에는 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다. 세 번째 가설인 화산활동은 2D 부정류 지열모델링 결과 화산 활동이 정지된 후 ~8 Ma 가 경과되면 화산활동은 지표 지열류량 분포에 거의 영향을 미치지 않는 것을 확인할 수 있다. 따라서 연구지역에서의 가장 젊은 화산암(Yeonil basalt) 연령이 약 15 Ma 인 것을 고려할 때 세 번째 가설 역시 연구지역의 높은 지표 지열류량을 설명할 수 없다. 마지막 네 번째 가설인 맨틀 지열류량 변화는 대륙에서 해양쪽으로 갈수록 점진적으로 증가하는 맨틀 지열류량의 변화를 주어 2D 정류 지열모델링을 수행한 결과 관측된 지표 지열류량의 분포와 모델링을 통해 산출한 지표 지열류량이 비교적 잘 일치하는 것으로 확인되었다.

심부에서의 맨틀 지열류량 변화 가능성에 대한 기작은 동해 배호분지와 관련지어 설명할 수 있다. 동해의 확장으로 인한 배호분지의 형성 과정에서 대륙과 해양의 경계부인 전이대 부근의 대륙지각 두께가 점차 얇아짐에 따라 전이대 부근에서 심부의 연약권이 상승하게 되고 일본열도 부근에서는 지구 내부로 섭입하는 태평양판의 마찰력으로 인해 연약권이 하강 하게 된다. 이러한 연약권의 순환으로 인해 맨틀 대류가 일어나게 되어 전이대 부근에서의 맨틀 지열류량 상승이 가능하게 된다. 따라서 경상분지의 높은 지표 지열류량은 동해 확장으로 인한 대륙과 해양 사이의 전이대에서 점진적으로 증가하는 맨틀 지열류량이 가장 주요한 요인으로 판단된다.

**References**

- Kim, H. C., and Lee, Y., Heat flow in the Republic of Korea, *Journal of Geophysical Research*, 112, B05413. doi:10.1029/2006JB004266, 2007.
- Pollack, H. N., and Chapman, D. S., On the regional variation of heat flow, geotherms, and the thickness of the lithosphere, *Tectonophysics*, 38, 279-296, 1977.