

이영준(오르비) 국어 : 로스쿨 기출 문제 일일테스트- 1회

수성은 태양계에서 가장 작은 행성으로 반지름이 2,440km이며 밀도는 지구보다 약간 작은 $5,430\text{kg/m}^3$ 이다. 태양에서 가장 가까운 행성인 수성은 금성, 지구, 화성과 더불어 지구형 행성에 속하며, 딱딱한 암석질의 지각과 맨틀 아래 무거운 철 성분의 핵이 존재할 것으로 추측되나 좀 더 정확한 정보를 알기 위해서는 탐사선을 이용한 조사가 필수적이다. 그러나 강한 태양열과 중력 때문에 접근이 어려워 현재까지 단 두 기의 탐사선만 보내졌다.

미국의 매리너 10호는 1974년 최초로 수성에 근접해 지나가면서 수성에 자기장이 있음을 감지하였다. 비록 그 세기는 지구 자기장의 1%밖에 되지 않았지만 지구형 행성 중에서 지구를 제외하고는 유일하게 자기장이 있음을 밝힌 것이었다. 지구 자기장이 전도성 액체인 외핵의 대류와 자전 효과로 생성된다는 다이نام오 이론에 근거하면, 수성의 자기장은 핵의 일부가 액체 상태임을 암시한다. 그러나 수성은 크기가 작아 철로만 이루어진 핵이 액체일 가능성은 희박하다. 만약 그랬더라도 오래전에 식어서 고체화 되었을 것이다. 따라서 지질학자들은 철 성분의 고체 핵을 철-황-규소 화합물로 이루어진 액체 핵이 감싸고 있다고 추측하였다. 하지만 감지된 자기장이 핵의 고체화 이후에도 암석 속에 자석처럼 남아 있는 잔류자기일 가능성도 있었다.

2004년 발사된 두 번째 탐사선 메신저는 2011년 3월 수성을 공전하는 타원 궤도에 진입한 후 중력, 자기장 및 지형 고도 등을 정밀하게 측정하였다. 중력 자료에서 얻을 수 있는 수성의 관성모멘트는 수성의 내부 구조를 들여다보는 데 중요한 열쇠가 된다. 관성모멘트란 물체가 자신의 회전을 유지하려는 정도를 나타낸다. 물체가 회전축으로부터 멀리 떨어질수록 관성모멘트가 커지는데, 이는 질량이 같을 경우 넓적한 팽이가 훌쭉한 팽이보다 오래 도는 것과 같다.

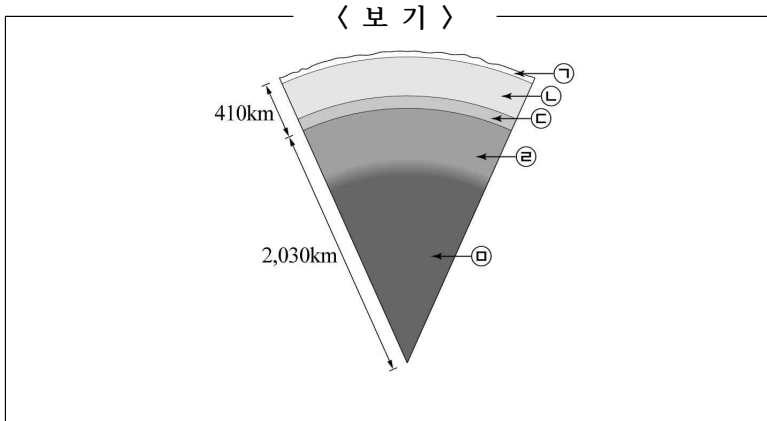
질량 M 인 수성이 자전축으로부터 반지름 R 만큼 떨어져 있는 한 점에 위치한 물체라고 가정한 경우의 관성모멘트는 MR^2 이다. 수성 전체의 관성모멘트 C 를 MR^2 으로 나눈 값인 정규관성모멘트(C/MR^2)는 수성의 밀도 분포를 알려 준다. 행성의 전체 크기에서 핵이 차지하는 비율이 클수록 정규관성모멘트가 커진다. 메신저에 의하면 수성의 정규관성모멘트는 0.353으로서 지구의 0.331보다 크다. 따라서 수성 핵의 반경은 전체의 80% 이상을 차지하며, 55%인 지구보다 비율이 더 크다.

행성은 공전 궤도의 이심률로 인하여 미세한 진동을 일으키는데, 이를 '경도칭동'이라 하며 그 크기는 관성모멘트가 작을수록 커진다. 이는 훌쭉한 팽이가 외부의 작은 충격에도 넓적한 팽이보다 크게 흔들리는 것과 같다. 조석고정 현상으로 지구에서는 달의 한쪽 면만 관찰할 수 있는 것으로 보통은 알려져 있으나, 실제로는 칭동 현상 때문에 달 표면의 59%를 볼 수 있다. 만약 수성이 삶은 달걀처럼 고체라면 수성 전체가 진동하겠지만, 액체 핵이 있다면 그 위에 놓인 지각과 맨틀로 이루어진 '외곽층'만이 달달걀의 껍질처럼 미끄러지면서 경도칭동을 만들어 낸다. 따라서 액체 핵이 존재할 경우 경도칭동의 크기는 수성 전체의 관성모멘트 C 가 아닌 외곽층 관성모멘트 C_m 에 반비례한다. 현재까지 알려진 수성의 경도칭동 측정값은 외곽층의 값 C_m 을 관성모멘트로 사용한 이론값과 일치하고 있어, 액체 핵의 존재 가설을 강력히 뒷받침하고 있다.

과학자들은 메신저에서 얻어진 정보를 이용하여 수성의 모델을 제시하였다. 이에 따르면 핵의 반경은 2,030km이고 외곽층의 두께는 410km이다. 지형의 높낮이는 9.8km로서 다른 지구형 행성에 비해 작는데, 이는 지각의 평균 두께가 50km인 것을 고려할 때 맨틀의 두께가 360km로 비교적 얇아서 맨틀 대류에 의

한 조산 운동이 활발하지 않기 때문으로 해석된다. 외곽층의 밀도(ρ_m)는 $3,650\text{kg/m}^3$ 로 지구의 상부 맨틀($3,400\text{kg/m}^3$)보다 높다. 그러나 메신저의 엑스선 분광기는 수성의 화산 분출물에 무거운 철이 거의 없음을 밝혀냈는데 이는 매우 이례적인 결과이다. 왜냐하면 이는 맨틀에도 철의 양이 적다는 것이고, 그렇다면 외곽층의 높은 밀도를 설명할 길이 없기 때문이다. 이를 보완하기 위해 과학자들은 하부 맨틀에 밀도가 높은 황화철로 이루어진 반지각(anticrust)이 존재하며 그 두께는 지각보다 더 두꺼울 것이라는 새로운 가설을 제기하고 있다.

1. 수성의 내부 구조를 나타내는 아래 그림에서 ㉠~㉤에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?1)



- ① ㉠의 표면은 지구에 비해 높낮이가 작다.
- ② ㉠, ㉡의 밀도는 지구의 상부 맨틀보다 높다.
- ③ ㉢의 존재는 메신저의 탐사로 새롭게 제기되었다.
- ④ ㉢, ㉣은 황 성분을 포함하고 있다.
- ⑤ ㉡, ㉢, ㉣은 철 성분을 포함하고 있다.

2. 위 글에서 수성에 액체 상태의 핵이 존재한다는 가설을 지지하지 않는 것은?2)

- ① 자기장의 존재
- ② 전도성 핵의 존재
- ③ 철-황-규소 층의 존재
- ④ 암석 속 잔류자기의 존재
- ⑤ 현재 알려진 경도칭동의 측정값

3. <가정>에 따라 수성의 모델을 바르게 수정한 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?3)

〈 가 정 〉

2019년 수성에 도착한 베피콜롬보 탐사선의 새로운 관측을 통해 현재의 측정값이 다음과 같이 변화된다.

- 수성 전체의 정규관성모멘트(C/MR^2) 증가
- 외곽층의 관성모멘트(C_m) 감소
- 외곽층의 밀도(ρ_m) 증가

(단, 수성의 질량 M 과 반지름 R 는 변화가 없다.)

〈 보기 〉

- ㄱ. 핵이 더 클 것이다.
- ㄴ. 경도칭동이 더 작을 것이다.
- ㄷ. 반지각이 더 두꺼울 것이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

-
- 1) ②
 - 2) ④
 - 3) ③