2017학년도 수시모집 논술시험 의예과(지구과학)
출제의도 및 제시문 분석

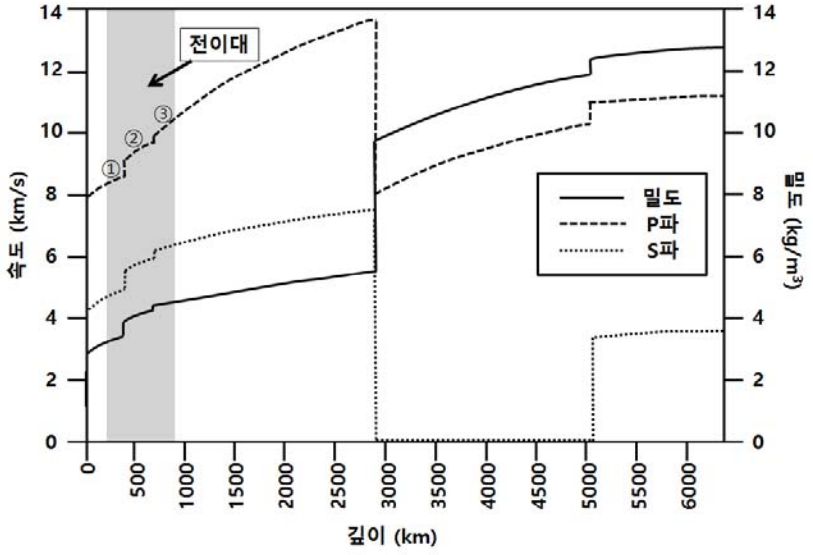
==========

【문제 2】 다음 제시문을 읽고 질문에 답하시오. (40점)

(가) '살아 있는 행성'으로도 표현되는 지구는 다양한 지구계 구성 요소들의 운동과 이들 간의 상호 작용을 통해 지표면의 모습을 끊임없이 변화시키고 있다. 이중에서도 지진의 발생은 지구의 지권이 다른 행성들과는 다르게 아직도 내부로부터의 동적인 진화 과정 속에 있다는 것을 보여주는 지각 활동의 증거이다. 지진은 판의 움직임을 통해 지층에 축적된 변형이 한계 지점에 도달하면서, 축적된 탄성 에너지가 단층의 형성과 함께 한꺼번에 방출되는 현상이다. 지진학자들은 지진을 통해 사방으로 전파되는 지진파를 분석하여 지구 내부 및 지각 구조에 대한 중요한 정보를 알아낸다.
아래 <그림 1>은 깊이에 따른 지진파 속도 및 밀도의 변화를 보여주는 지구의 1차원적 평균 모델이다.

(나) 탄성파인 지진파의 종류는 크게 지구 내부를 통해 전파되는 실체파와 지표면을 통해 전파되는 표면파로 구분된다. 실체파에는 파의 진행 방향과 나란히 일어나는 매질의 압축과 팽창에 의해 전파되는 종파 형태의 P파와, 파의 진행 방향에 수직으로 일어나는 매질의 모양 변화에 의해 전파되며 매질의 부피 변화를 수반하지 않는 횡파 형태의 S파가 있다.

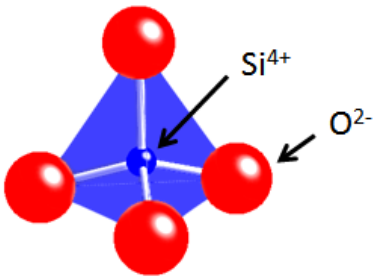
(다) 실체파의 전파 속도는 에너지가 전달되는 매질의 몇 가지 물리적 특성에 따라 결정된다. 이와 관계된 매질의 물리적 특성에는 매질의 부피 감소에 필요한 압력과 연관되는 계수 K와, 매질의 모양 변화에 필요한 압력과 연관되는 계수 μ가 있다. 또한 매질의 밀도 ρ도 실체파의 전파 속도에 공통적으로 연관되어 있다. 매질의 밀도 ρ는 매질을 구성하는 원자의 종류, 원자들 간의 결합거리 그리고 하나의 원자에 결합하는 다른 원자들의 수에 의해 결정된다.



<그림 1> 깊이에 따른 지진파 속도 및 밀도의 변화

(라) 광물은 특정한 화학 조성을 갖는 자연산 고체 물질이며 지권의 기본 구성단위이다. 광

물은 지표나 지구 내부에서의 환경에 따라 다양한 형태로 존재하며, 화학 조성과 결정 구조의 차이에 따라 지금까지 약 4,000종 넘게 구분되는 것으로 보고되고 있다. 지각과 맨틀을 구성하는 주요 광물들은 규소와 산소의 화학 결합으로 이루어진 규산염(SiO_4^{4-})을 결정 구조의 기본 단위로 갖는 특징을 보인다. 규산염은 하나의 규소 양이온(Si^{4+}) 주위로 네 개의 산소 음이온(O^{2-})이 화학 결합을 하여 <그림 2>와 같이 사면체 구조를 이루며 이것을 기본 단위로 다른 규산염 및 양이온과 결합하여 각각의 특징적인 화학 조성과 결정 구조를 완성한다. 지각에는 규산염의 결합 정도에 따라 다양한 규산염 광물이 존재하며 맨틀에는 지진파의 속도 변화로 구분되는 구간마다 대표 광물이 존재한다.



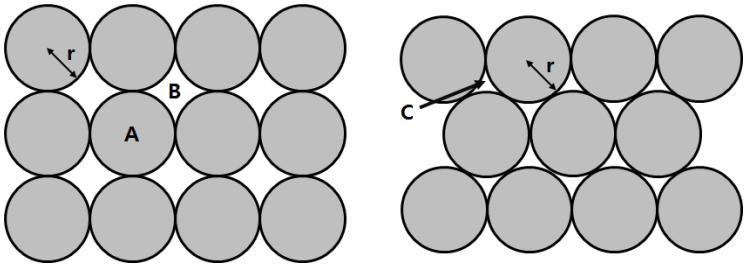
<그림 2> 규산염의 구조

(문제 2-1) 제시문 (나)와 (다)에서 설명한 종파 및 횡파의 전파 속도와 이를 결정하는 매질의 계수, K와 μ 사이의 관계를 제시문 (가)와 <그림 1>의 관측 자료를 근거로 유추해 보시오. (15점)

(문제 2-2) 제시문 (라)를 근거로 다음 두 연결 구조에서 전체적인 화학 조성상의 규소 대 산소의 비율과 밀도의 변화를 추론하여 두 연결 구조의 차이가 광물의 기계적, 화학적 풍화에 어떤 영향을 끼칠 수 있는지 비교 서술하시오(단, 규소 이외의 다른 양이온의 존재는 밀도에서 고려하지 않는다). (10점)

연결 구조 1: 규산염(SiO_4^{4-}) 사면체마다 두 개의 산소가 인접 사면체와 공유되어 한 방향으로 길게 연결되고, 이들이 나란히 쌓인 경우
연결 구조 2: 규산염(SiO_4^{4-}) 사면체마다 네 개의 산소가 인접 사면체와 공유되어 모든 방향으로 입체적으로 연결된 경우

(문제 2-3) 상부 맨틀과 하부 맨틀 사이의 전이대에서 실체파 속도의 불연속적인 증가가 <그림 1>에서의 ①, ②, ③과 같이 단계적으로 관찰된다. 구성하는 광물이 질량 m, 반지름 r의 동일한 구형의 원자로 이루어져 있을 때 아래 <그림 3>에서와 같이 2차원 평면상에서 두 가지 규칙적인 배열을 이룬다. 이때 A, B 혹은 C의 위치에 적층이 반복되어 3차원적인 배열을 완성한다고 하면 각각의 적층 방식이 전이대의 어느 단계에 해당할 수 있는지 밀도를 고려하여 정량적으로 논하시오. (15점)



<그림 3> 동일한 구형 원자의 2차원 평면상 두 가지 배열 방식