

※ 시작 전 반드시 쪽 번호를 확인하십시오.

[문제 1] <제시문 1-1>과 <제시문 1-2>를 읽고 다음 물음에 답하십시오.

<제시문 1-1> 2025년 어느 날 규모 7.2의 지진이 발생하였다. 이 지진에 대한 지진파는 A, B, C지점에서 그림 1과 같이 기록이 되었다. 각 지점에서 기록된 지진파를 분석한 결과 진앙은 미국 서부 산안드레아스 단층대인 D지점으로 파악되어, 바로 이 지역을 인공위성으로 관측하였다. 이 인공위성은 이동방향의 수직방향으로 전자기파를 지표면과 비스듬히 쏘고 받으면서, 지표면까지의 시선방향 거리를 전자기파의 위상을 이용하여 mm 수준의 정밀도로 측정한다(그림 2(가)). 이 지진이 발생하기 이전에 동일한 인공위성이 같은 위치에서 관측한 자료와의 위상 차이를 나타내었을 때 그림 2(나)와 같았다.

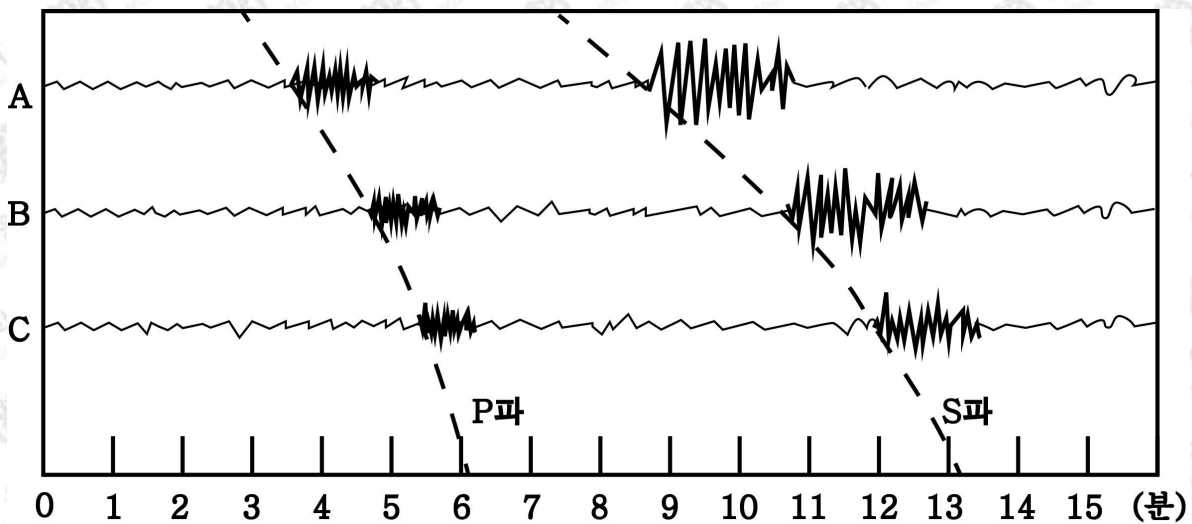
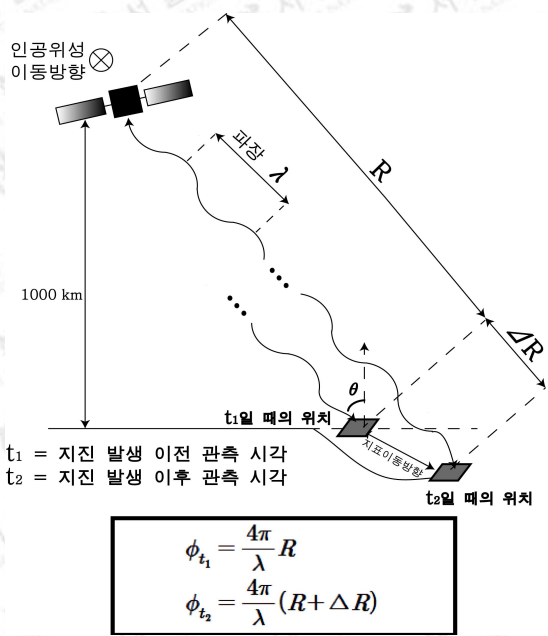
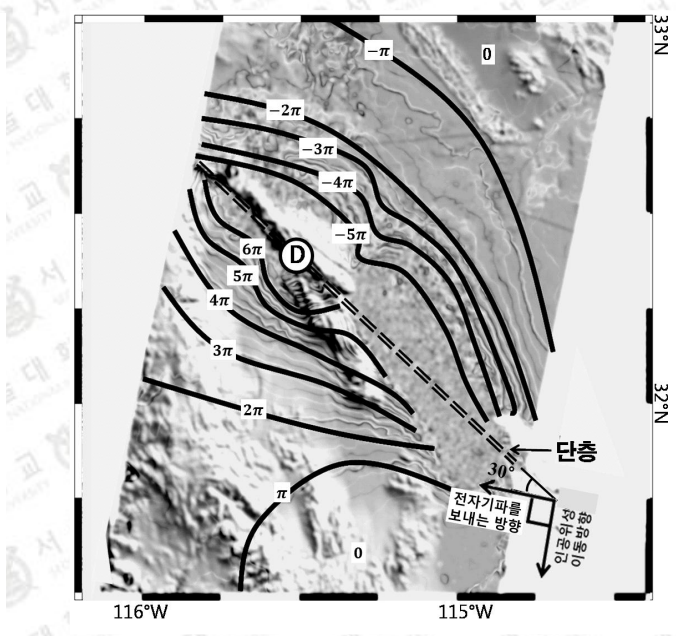


그림 1. A, B, C지점에서 관측된 지진파 기록. 점선은 P파와 S파의 주시 곡선을 나타낸다.



(가)



(나)

그림 2. (가) 인공위성이 기록하는 지표면까지의 거리(R)와 위상(ϕ)의 관계
(나) 지진 발생 전·후의 인공위성 자료로부터 계산된 위상 차이($\phi_{t_2} - \phi_{t_1}$).
검정색 실선은 위상 차이가 같은 지점을 나타낸다.

- 1-1. A, B, C지점에서 기록된 지진파를 통해 진앙을 결정한 원리에 대해 설명하시오.
- 1-2. 24cm 파장을 사용하는 인공위성이 평균 입사각(θ) 60° 로 진앙 지역을 관측하였다고 할 때, 이 지진으로 인해 단층의 최대 이동거리는 최소 몇 cm 이상인가? (단, 이 지진으로 주향이동단층이 발생하였고 단층면의 주향이 전자기파의 진행방향과 이루는 수평각은 30° 이다.) 그리고 이 지진이 발생하게 된 원인과 과정을 판의 이동과 관련하여 설명하시오.

《제시문 1-2》 마그마가 식거나 퇴적물이 쌓일 때 그 속에 들어 있는 자성을 띤 광물은 그 당시 지구 자기장의 방향으로 배열된다. 암석에 기록된 자기의 성질은 그 후 오랜 시간이 지나도 암석에 그대로 보존되는데 이를 잔류 자기라고 한다. 다양한 지질 시대의 암석에 기록된 잔류 자기의 복각을 측정하면, 지구 자기 북극의 위치가 어떻게 이동하였는지를 추적할 수 있다(그림 3). 지구 자기장의 생성원인을 생각해볼 때 지구 자기의 북극은 하나이며 그 위치는 진북에서 멀리 떨어지지 않을 것이다. 따라서 지질 시대 동안 지구 자기의 북극이 이동한 것처럼 보이는 것은 반대로 대륙이 이동했다는 것을 지지하는 증거가 된다.



그림 3. 두 대륙에서 측정된 지구 자기극의 이동경로

1-3. 시대별로 암석에 기록된 잔류 자기의 복각을 측정하면 지질 시대 동안 지구 자기의 북극이 어떻게 이동하였는지를 추적할 수 있다고 한다. 그렇다면 1) 복각이란 무엇이며, 2) 복각으로 암석이 생성될 당시의 위도를 알 수 있는 방법과 3) 복각만으로 고지구 자기 북극의 위치를 한 점으로 결정할 수 있는 방법에 대해 설명하시오.

[문제 2] <제시문 2>를 읽고 다음 물음에 답하시오.

<제시문 2> 판구조론은 지표면으로부터 약 100 km 두께를 갖는 암석권이 여러 개의 판으로 이루어져 있고, 이 판들이 연약권 위로 이동하면서 판의 경계부에서 지진, 화산활동, 조산운동 등의 지각변동이 발생한다는 이론이다. 판구조 운동은 지구 내부의 열을 지표까지 전달하며 지구를 식히는 주요 기작이다. 지구 내부의 열에너지는 주로 전도 및 대류 방식으로 지표로 전달된다.

2-1. 지각 열류량은 지구 내부에서 지표로 단위 시간 동안 단위 면적으로 방출되는 에너지의 양이다. 지구 내부 에너지원의 분포가 균질하지 않고 에너지가 지표로 전달되는 방식이 다르기 때문에 지각 열류량은 지역에 따라 달라진다. ‘가’ 지역에서는 발산 경계에서 형성된 해양판이 다른 해양판의 하부로 섭입하며 수렴 경계를 형성하고 있다(그림 4). A지점에서 B지점까지 지표면을 따라 이동하면서 지각 열류량을 측정하였을 때 예상되는 변화를 아래 그림에 표시하고 그렇게 생각하는 이유를 설명하시오. ‘가’ 지역에서 측정된 최대 지각 열류량은 300 mW/m², 최소 지각 열류량은 30 mW/m², 평균 지각 열류량은 130 mW/m²이다.

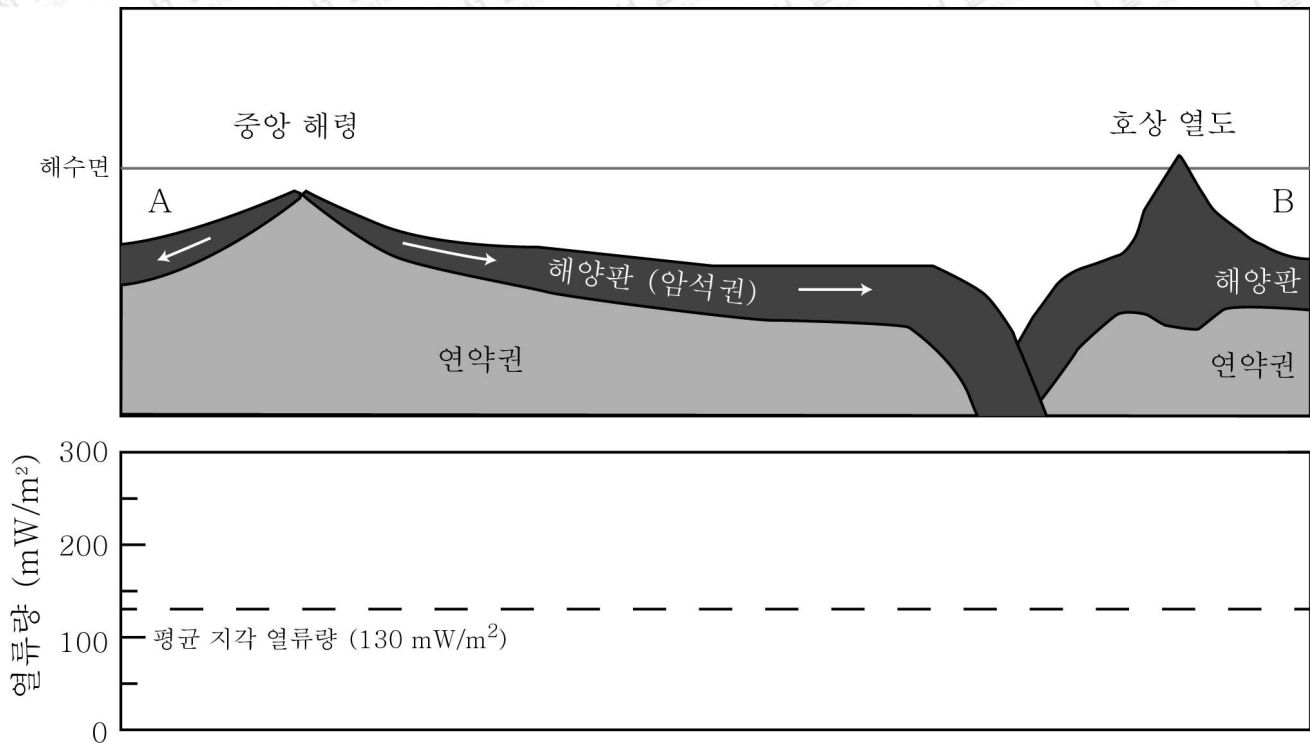


그림 4. ‘가’ 지역의 단면도와 열류량

2-2. 화석 연료의 유한성과 환경오염 문제 때문에 미래의 친환경 에너지에 대한 관심이 많다. 지하에 고온의 열원이 있을 경우 열원으로부터 공급되는 지열 에너지를 사용하면 온수, 난방, 발전 등에 사용할 수 있다. 1) 우리나라의 지체 구조구와 암석 분포를 고려할 때 남한에서 지열 발전소를 설치하기에 가장 적합한 지역은 어떤 종류의 암석이 분포하는 곳이라고 생각하는지 그 이유를 설명하고, 2) 그 암석이 우리나라에서 어느 시기에 어떤 지체 구조 활동으로 생성되었는지 설명하시오. 단, 지각 열류량의 분포가 지각을 구성하는 암상에 따라서 크게 달라지고, 지표에 분포하는 암석이 지각 하부까지 연장된다고 가정한다.

2-3. 환태평양 섭입대는 대규모 화산활동이 발생하고 있어 ‘불의 고리’라 불린다. 이는 지하 깊은 곳의 온도 압력 조건에서 암석이 부분적으로 용융되어 마그마를 형성하기 때문이다. 그림 5는 어느 섭입대에 위치한 ‘나’ 지역의 지하 온도분포 곡선과 깊이에 따른 화강암과 현무암의 용융 곡선을 보여준다. 두 암석 모두 물 함유량에 따라서 용융 곡선이 크게 달라진다. 그림 6은 ‘나’ 지역 하부를 구성하는 지각의 암상을 보여준다. 지각의 총 두께는 50 km이다. 지표면으로부터 40 km까지 물 포화상태의 화강암으로 구성되고 40 km에서 50 km 구간은 물을 함유하지 않은 반력암으로 구성되어 있다. 반력암과 현무암은 성분이 같다고 가정한다. 다음 물음 1)에서 6)까지 답하시오.

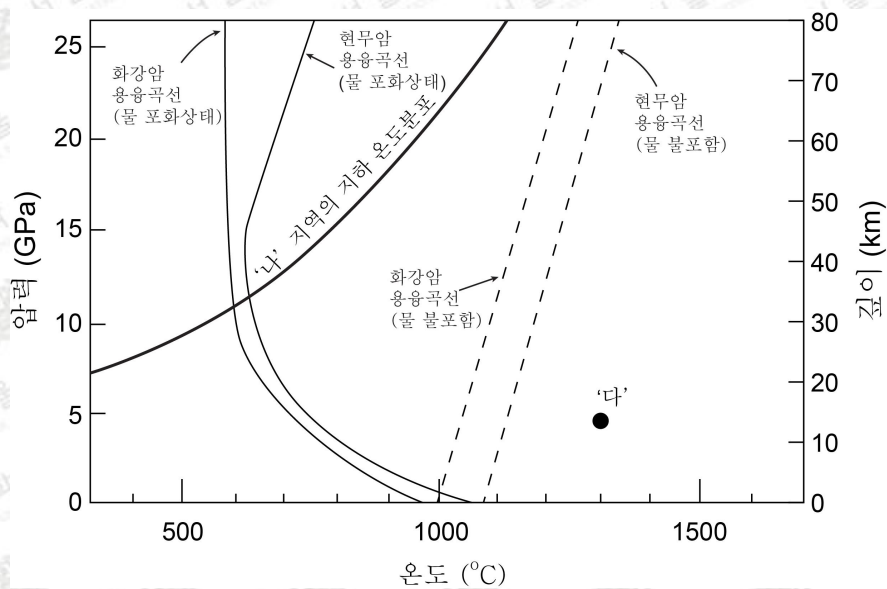


그림 5. ‘나’ 지역 지하 온도분포와 암석의 용융 곡선

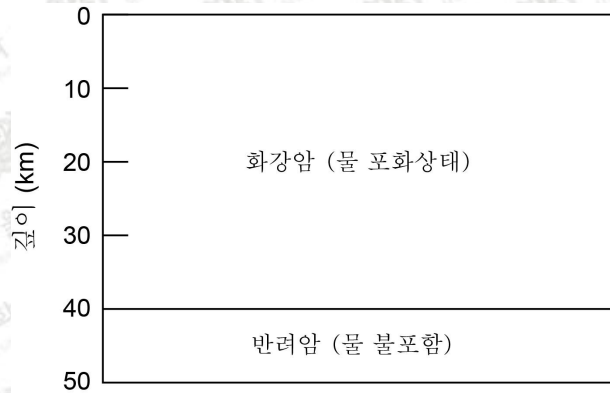


그림 6. '나' 지역 지각의 암상

- 1) 현재 조건에서 '나' 지역 하부의 지각에서 부분 용융이 발생하고 있는 깊이 구간은 어디인지 말하시오.
- 2) 지구 내부로부터 '나' 지역 하부의 지각에 공급되는 열류량이 증가하면 물 포화상태 화강암의 부분 용융이 발생하는 깊이가 어떻게 변하는지 설명하시오.
- 3) '나' 지역 하부 지각의 부분 용융은 섭입대에서 화강암질 마그마를 형성하는 과정과 유사하다. 섭입대에서는 일반적으로 어떠한 과정을 통하여 지각에 추가적인 열에너지가 공급되는지 설명하시오.
- 4) 압력과 온도의 조절이 가능한 실험실에서 현무암질 마그마의 분화작용 실험을 수행하였다. 실험은 5 GPa의 압력을 유지하면서 현무암질 마그마의 온도를 1300도에서(그림 5의 '다' 지점) 천천히 낮추며 진행하였다. 첫 번째 실험은 물이 포화된 현무암질 마그마를 대상으로 하였고 두 번째 실험은 물이 함유되지 않은 현무암질 마그마를 대상으로 하였다. 각 실험에서 마그마가 완전히 고체가 되는 온도는 몇 도인지 설명하시오. (마그마의 분화작용은 마그마가 냉각되면서 용융점이 높은 광물부터 먼저 정출되고 계속해서 용융점이 낮은 광물이 정출되는 과정이다. 이 때 먼저 정출된 광물은 잔여 마그마와 반응하지 않는다고 하자.)
- 5) 4)의 실험에서 광물의 결정화가 보웬의 반응계열 순서로 발생되었다면 두 실험 중 어느 실험의 결과물에서 각섬석 또는 흑운모가 상대적으로 많은 암석이 형성되는지 고르고 그 이유를 설명하시오.
- 6) 4)의 두 실험 중 섭입대의 호상 열도 하부에서 진행되는 마그마 분화과정과 유사한 것은 어느 것인가? 그 이유를 섭입대에서 맨틀이 용융되는 과정과 산출되는 암상의 관점에서 설명하시오.

활용 모집단위

자연과학대학 지구환경과학부

활용 문항

[문제 1], [문제 2]

1-1.

[출제의도] PS시의 개념과 세 지점 이상의 지진파 자료를 이용하여 진앙의 위치를 결정하는 교과서의 내용 이해도를 평가

[개념] 지진파, 진앙, P파, S파, PS시

[출처] 이태욱 외, “I. 지구의 구조와 지각의 물질, 1-2. 지진파를 통한 지구 내부구조 탐사”, 《지구과학 II》, 교학사, 15~17쪽
최변각 외, “I. 지구의 구조와 지각의 물질, 1-2. 지구의 내부구조 탐사”, 《지구과학 II》, 천재교육, 16~18쪽

1-2.

[출제의도] 교과서에 나오는 주향이동단층과 주향의 의미를 알고, 주어진 기하학적인 측정원리에 대한 이해를 바탕으로 보존경계에서 일어나는 판의 이동과 지진의 변위를 계산할 수 있는지 평가. 교과서에서 제시하는 지진이 발생하는 원리를 판의 움직임과 연결하여 이해할 수 있는지 평가

[개념] 지진, 탄성반발설, 판구조론

[출처] 이태욱 외, “I. 지구의 구조와 지각의 물질, 1-1. 지진파에 의한 지구 내부 탐사”, 《지구과학 II》, 교학사, 14쪽.
이태욱 외, “II. 생동하는 지구, 1-2. 판구조론과 지각 변동”, 《지구과학 I》, 교학사, 96~101쪽.
최변각 외, “II. 생동하는 지구, 1-3. 판의 운동과 변동대”, 《지구과학 I》, 천재교육, 104~109쪽.
최변각 외, “I. 지구의 구조와 지각의 물질, 1-2. 지구의 내부 구조 탐사”, 《지구과학 II》, 천재교육, 17쪽.

1-3.

[출제의도] 교과서에 나오는 잔류 자기의 개념을 이해하고 그것을 확장하여 교과서에서 제시되어 있지만 설명하지 않는 부분에 대하여 사고하는 능력에 대하여 평가

[개념] 잔류 자기, 지구 자기극의 이동, 복각

[출처] 이태욱 외, “I. 지구의 구조와 지각의 물질, 1-3. 지구의 역장”, 《지구과학 II》, 교학사, 24~27쪽.
이태욱 외, “II. 지구의 변동과 역사, 1-3. 판구조론”, 《지구과학 II》, 교학사, 73~74쪽.
곽영직 외, “I. 우주와 생명, 2-4. 지구”, 《고등학교 과학》, 더텍스트, 161쪽.
최변각 외, “I. 지구의 구조와 지각의 물질, 1-5. 지구 자기장”, 《지구과학 II》, 천재교육, 28~30쪽.

2-1.

[출제의도] 지구 열류량의 개념과 에너지원을 이해하고 판 경계로부터 상대적인 위치에 따라 변하는 열류량을 유추할 수 있는지 평가

[개념] 지각 열류량, 판의 경계, 해령, 화산열도, 해구

[출처] 이태욱 외, “II. 생동하는 지구, 1-2. 판구조론과 지각 변동”, 《지구과학 I》, 교학사, 96~101쪽.
이태욱 외, “II. 지구의 변동과 역사, 1-1. 지구 내부 에너지”, 《지구과학 II》, 교학사, 64~66쪽.
최변각 외, “II 생동하는 지구, 1-3. 판의 운동과 변동대”, 《지구과학 I》, 천재교육, 104~109쪽.
최변각 외, “II. 지구의 변동과 역사, 1-1. 지구 내부 에너지”, 《지구과학 II》, 천재교육, 68~69쪽.

2-2.

[출제의도] 지구 열류량의 개념과 에너지원을 이해하고 교과서에서 제시하는 우리나라의 지질 및 암상과 연결하여 생각할 수 있는지 평가

[개념] 한국의 지질과 암상, 지구 열류량, 방사성 붕괴열

[출처] 이태욱 외, “II. 지구의 변동과 역사, 1-1. 지구 내부 에너지”, 《지구과학 II》, 교학사, 64~66쪽.
이태욱 외, “II. 지구의 변동과 역사, 3-2. 우리나라의 지질”, 《지구과학 II》, 교학사, 119~126쪽.
최변각 외, “II. 지구의 변동과 역사, 1-1. 지구 내부 에너지”, 《지구과학 II》, 천재교육, 68~69쪽.
최변각 외, “II. 지구의 변동과 역사, 3-3. 우리나라의 지질”, 《지구과학 II》, 천재교육, 117~127쪽.

2-3.

[출제의도] 판의 경계부에서 마그마가 생성되고 분화되는 기작을 이해하고 마그마의 종류에 따라서 다양한 화성암 및 광물이 생성되는 과정을 이해하는지 평가

[개념] 보웬의 반응계열, 판구조론, 발산경계, 해령, 수렴경계, 섭입대, 마그마, 마그마 분화

[출처] 이태욱 외, “II. 생동하는 지구, 1-2. 판구조론과 지각 변동”, 《지구과학 I》, 교학사, 96~101쪽.
이태욱 외, “I. 지구의 구조와 지각의 물질, 2-2. 암석”, 《지구과학 II》, 교학사, 42~46쪽.
최변각 외, “II. 생동하는 지구, 1-3. 판의 운동과 변동대”, 《지구과학 I》, 천재교육, 104~109쪽.
최변각 외, “I. 지구의 구조와 지각의 물질, 2-2. 마그마와 화성암”, 《지구과학 II》, 천재교육, 43~47쪽.