

2020년 고교교육 기여대학 지원사업

2021학년도
연세대학교 논술전형 모의논술
출제의도 및 해설
- 자연계열 (지구과학) -



연세대학교 입학처

2021학년도 연세대학교 논술전형 모의논술 문제,
출제의도 및 해설의 저작권은 연세대학교에 있습니다.

상업적인 사용을 금합니다.

2021학년도 연세대학교 논술전형 모의논술

자연계열 (지구과학) 문제

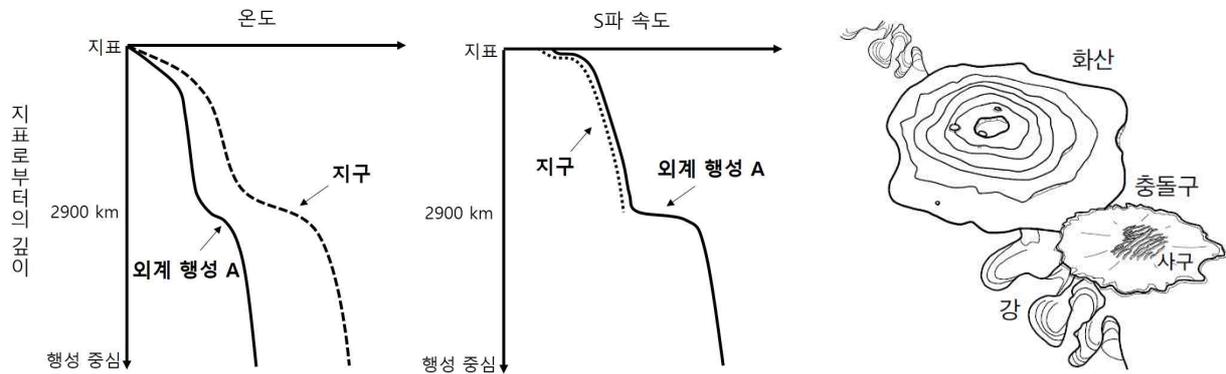
※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

[가] 지구과학자들은 지질 시대 동안 여러 대륙들이 합쳐져 초대륙이 만들어지고 다시 분리되는 과정이 반복되어 왔으며, 가장 최근의 초대륙인 판게아는 약 2억 년 전부터 분리되기 시작하여 현재의 대륙 분포를 이루고 있다고 추정한다. 대륙의 이동에 관한 가설은 1910년대 독일의 베게너에 의해 처음으로 제시되었다. 그는 대서양을 중심으로 남아메리카와 아프리카의 해안선이 일치하는 것과 중생대 파충류나 고생대 식물 화석이 보이는 분포상의 특성, 남극을 중심으로 한 남반구 대륙에서 발견되는 빙하의 흔적 등을 대륙 이동 가설의 증거로 제시했다. 이후 영국의 흄스는 1929년 열적 분포에 의해 대륙하는 맨틀과 맨틀 위에 뿔뿔처럼 떠 있는 지각의 모델을 제안함으로써 대륙의 이동에 관한 설명을 시도하였다. 1950년대 초반 영국의 랑콘 등은 과거 약 5억 년 동안 고지자기 북극의 위치가 변화하여 왔으며, 유럽과 북아메리카 대륙에서 측정한 이동 경로도 서로 일치하지 않는다는 사실을 발견했다. 이는 베게너가 제시했던 대륙 이동에 대한 세 가지 증거에 더해져 부인할 수 없는 새로운 증거가 되었다. 이러한 가설들은 1950년대 이후 활발히 진행된 해저 지형 탐사의 자료를 종합적으로 해석한 미국의 헤스 등에 의해 해양저 확장설로 이어졌다. 이후 1963년 영국의 바인과 매튜스의 해저 지자기 역전 가설, 그리고 1965년 캐나다의 월슨의 변환 단층 발견 등이 더해지면서, 1968년 미국의 모건과 영국의 매킨지 등에 의해 비로소 판 구조론이라는 통합된 이론으로 완성되었다.

[나] 판 구조론에 의하면 대부분의 화산 활동은 해구와 평행한 호상 열도와 같이 판의 경계부에서 동시적으로 일어나야 하는데, 하와이 열도 등의 일부 화산들은 판의 중앙부에서 오랫동안 형성되어 옴에 따라 서로 다른 시대적 분포를 보인다. 이러한 현상은 플룸 구조론으로 설명할 수 있으며 맨틀에서 일어나는 대류 현상의 다양한 모습을 보여준다.

[다] 지표에서 관찰되는 지구 자기장의 분포는 마치 지구 중심에 커다란 막대자석이 존재할 때 만들어지는 분포와 유사하지만, 실제로 지구 자기장의 형성과 특징을 설명하기 위한 가장 유력한 이론은 다이너모 이론이다. 이에 따르면 철이 용융 상태에 있는 지구의 외핵에서 대류 운동이 일어나 전류를 발생시키고, 이 전류에 의해 자기장이 생성된다. 이를 통해 막대자석 이론으로는 설명하기 어려운 지구 자기장의 영년 변화에 대한 설명이 가능해진다.

[라] 약 46억 년 전에 태양계 성운으로부터 형성된 원시 지구는 미행성체들의 충돌에 의한 열과 방사성 원소의 붕괴에 따른 열로 마그마 바다를 이루게 되었다. 이때 상대적으로 무거운 성분과 가벼운 성분이 분리되면서 핵과 맨틀로 구분되는 층상 구조를 형성하였다. 이후 화산 활동에 의해 원시 지각과 함께 원시 대기와 원시 해양이 형성되었다. 지진파 속도 분포 자료에 의하면, 현재의 지구는 지표에서부터 약 5~35km 깊이까지 형성된 지각, 지각 하부로부터 약 2900km 깊이까지의 맨틀, 약 2900~5100km 구간의 외핵, 그리고 약 5100km부터 중심까지의 내핵으로 구분되는 층상 구조를 보인다. 아래 [그림 1]과 같이 지구와 크기는 같으나 지열과 지진파의 자료가 대비되는 외계행성 A가 발견되었다고 가정해 보자. 이 행성의 지표에는 현재 액체 상태의 물이 존재하지 않지만, 내부에는 플룸이 여전히 존재한다. 또한 외계행성 A의 지표에는 [그림 2]와 같이 지구의 산보다도 높고 규모도 큰 화산과 운석의 충돌로 인한 충돌구(크레이터)가 관찰되었으며, 충돌구의 함몰 분지 안에는 사구와 함께 풍화로 인해 형성된 퇴적물이 바람에 의해 이동한 흔적이 관찰된다.



[그림 1] 지구와 외계행성 A의 내부 온도 및 지진파 속도 비교

[그림 2] 외계행성 A의 지표에 관찰된 지형

[문제 1] 지표의 특정 위치에서 측정된 지구 자기장은 자기장의 실제 성분인 전 자기력에 대한 방향과 세기에 따라 편각, 복각 및 수평 자기력의 3요소로 표현된다. 편각과 복각의 합이 최대가 되는 지도상의 위치가 약 천만 년 동안 직선거리로 약 100km 이동했다고 하자. 이들을 포함하는 판이 최소 거리만큼 이동했을 때의 방향과 속력은 어느 정도일지 논하시오(단, 자기극의 이동 속력은 판의 이동 속도보다 크지 않으며 각각 일정한 방향과 속력을 유지한다고 가정하자). [10점]

[문제 2] 제시문과 [그림 1]에서 보인 지구와의 비교 자료에 근거하여 외계 행성 A의 지표에 지구보다도 높고 규모가 큰 화산이 존재하는 이유를 추론해 보시오. [10점]

[문제 3] [그림 2]에서와 같이 운석 충돌구의 분지 안에 사구들이 형성되고 이들이 이동하여 퇴적구조를 이룬다고 하자. 이때 어떤 퇴적 기록이 남아 있을지 추론하고, 이를 바탕으로 퇴적구조 형성 당시 바람의 방향을 예측할 수 있는 방법에 관해 논하시오. [10점]

[문제 4] 외계 행성 A의 지표에 [문제 2]에 제시한 화산이 [그림 2]에서와 같이 강 및 충돌구와 중첩되어 모두 그 지형만 남아 있다고 하자. 이들이 형성되었던 시기의 선후 관계를 비교하고, 이것이 외계 행성 A의 내부에서 일어난 변화와는 어떤 연관이 있는지 추론해 보시오. [10점]

2021학년도 연세대학교 논술전형 모의논술

자연계열 (지구과학) 출제의도 및 해설

• 출제의도 •

새로이 개편된 고등학교 지구과학 교과과정을 반영하여 각 과정의 첫 장으로 소개된 지권의 변동(지구과학 I)과 고체 지구(지구과학 II) 단원을 중심으로 출제하였다. 제시문에서는 대륙 이동설에서 판 구조론으로 이르는 다양한 가설의 제시와 검증 과정이 소개되었고, 지구의 층상 구조 및 특성과 대비되는 가상의 외계 행성에 관한 자료를 설정하였다. 문제에서는 제시된 조건을 정확히 비교 및 분석함을 통해 지표에서 관찰되는 지형상의 특징이 행성의 진화 과정과 연관되어 있음을 추론하는 능력을 평가하고자 하였다.

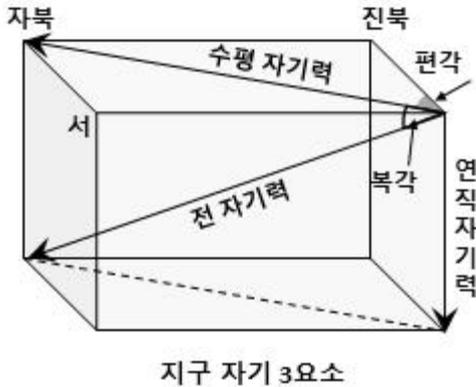
• 문제 해설 •

[문제 1] 지표의 특정 위치에서 측정된 지구 자기장은 자기장의 실제 성분인 전 자기력에 대한 방향과 세기에 따라 편각, 복각 및 수평 자기력의 3요소로 표현된다. 편각과 복각의 합이 최대가 되는 지도상의 위치가 약 천만 년 동안 직선거리로 약 100km 이동했다고 하자. 이들을 포함하는 판이 최소 거리만큼 이동했을 때의 방향과 속력은 어느 정도일지 논하시오(단, 자기극의 이동 속력은 판의 이동 속력보다 크지 않으며 각각 일정한 방향과 속력을 유지한다고 가정하자). [10점]

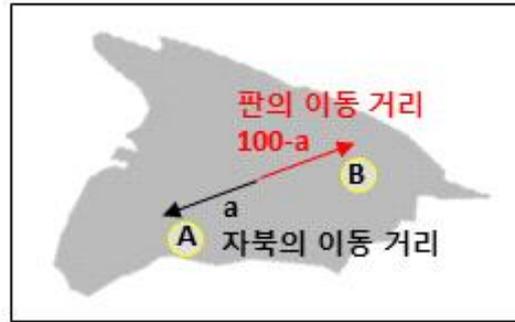
<문제 해설>

교과서에 소개된 편각, 복각, 및 수평 자기력에 대한 정의로부터 편각과 복각의 합이 최대가 되는 지도상의 위치는 진북과 자북을 잇는 경도상의 자북 가까이에 존재함을 유추할 수 있다(이때 편각은 180도 이고 복각은 90도 가까이 형성되어 최댓값이 된다). 이러한 위치가 약 천만년 동안 직선거리로 약 100km 이동했을 때 이들을 포함하는 판의 이동 거리가 최소가 되려면 자북의 이동 방향과 판의 이동 방향은 반대가 되는 경우이며, 각각 50km 이동한 조건이면 된다(문제의 조건에서 자기극의 이동 속력은 판의 이동 속력보다 크지 않으며 각각 일정한 방향과 속력을 유지한다고 가정했기 때문). 이때의 판의 속력은 $50,000\text{m}/10,000,000\text{yr} = 0.005\text{m/yr}$ 즉 0.5 cm/yr가 된다.

<해설 참고그림>



판의 이동방향과 자북의 이동방향이 반대일 경우



A: 현재 자북의 위치
B: 천만 년 전 자북의 위치

<채점기준>

편각과 북각의 합이 최대가 되는 지점이 진북과 자북을 잇는 호상의 자북 가까이에 존재함을 밝힌 경우 (4점)

판이 최소 거리만큼 이동했을 때의 방향과 속력이 각각 자북의 이동 방향과 판의 이동 방향이 반대가 될 때이며 0.5 cm/yr임을 밝힌 경우 (6점)

<검토교사 의견>

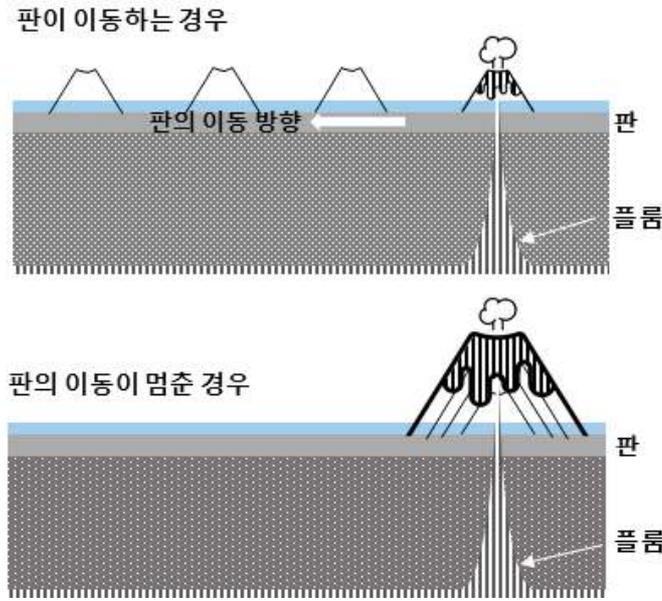
[문제 1]은 지구과학 I의 '판구조론'의 개념과 지구과학 II의 '지구의 자기장' 내용을 바탕으로 지구 자기 요소의 특성을 이용하여 판의 이동을 파악할 수 있는가를 묻는 문제이다. 고등학교에서 배우는 해당 단원의 내용을 바탕으로 상대 운동이라는 개념을 적용하여 출제자의 의도를 파악하고, 이를 토대로 답안을 작성하면 좋은 점수를 받을 수 있을 것이다. 출제의도, 채점기준, 예시답안은 모두 고등학교 교육과정을 준수하고 있으며, 해당 내용을 잘 이해한 학생은 충분히 답안을 작성할 수 있을 것으로 보인다. 난도는 '중상' 정도이다.

[문제 2] 제시문과 [그림 1]에서 보인 지구와의 비교 자료에 근거하여 외계 행성 A의 지표에 지구보다도 높고 규모가 큰 화산이 존재하는 이유를 추론해 보시오. [10점]

<문제 해설>

제시문과 [그림 1]에서 주어진 정보를 통해 외계행성 A의 내부 구조는 지구와 비슷하게 약 2900km를 경계로 맨틀과 핵이 구분되지만 온도는 전체적으로 지구보다 낮으며 핵의 상태는 모두 고체임을 추정할 수 있다. 이로부터 외계행성 A는 지구와 크기 및 층상 구분은 유사하지만 상대적으로 더 식은 상태로서 열적인 대류가 지구보다 약하고 지각 판의 이동도 느리거나 멈춘 상태임을 유추해 볼 수 있다. 이 경우 플룸은 여전히 존재한다고 할 때 상승하는 플룸에 의해 지표에 형성되는 화산은 한 지점에서 지속적으로 성장함으로써 판의 이동에 일어나는 지구에서 형성되는 화산보다도 큰 규모가 될 수 있음을 추론할 수 있다.

<해설 참고그림>



<채점기준>

외계행성 A는 지구와 크기 및 층상 구분은 유사하지만 상대적으로 더 식은 상태로서 열적인 대류가 지구보다 약하고 지각 판의 이동도 느리거나 멈춘 상태임을 유추한 경우 (5점)

이 때 플룸으로부터 지표에 형성되는 화산은 한 지점에서 지속적으로 성장하여, 열도 형태로 분산된 지구의 화산보다도 큰 규모가 될 수 있음을 추론한 경우 (5점)

<검토교사 의견>

[문제 2]는 지구과학Ⅱ에 나오는 지구 내부의 온도분포와 진화 과정에 대한 내용을 바탕으로 행성 내부의 온도 분포와 지진파 속도 곡선으로부터 지구와의 차이점을 파악하고, 이를 지구과학 I의 '플룸 구조론'의 개념에 적용하여 해결해야 하는 문제이다. 지진파 속도 곡선으로부터 내부가 모두 고체 상태임을 이해하고, 이로부터 지구보다 진화가 더 진행되어 맨틀 내의 플룸이나 대류가 약해졌음을 유추해내고, 이를 토대로 답안을 작성하면 좋은 점수를 받을 수 있을 것이다. 지구과학 I과 지구과학Ⅱ에 나오는 해당 내용을 잘 이해하고 있는 학생이라면 커다란 어려움을 겪지 않고 만족스런 답안을 작성할 수 있을 것이다. 난도는 '중상~상' 정도이다.

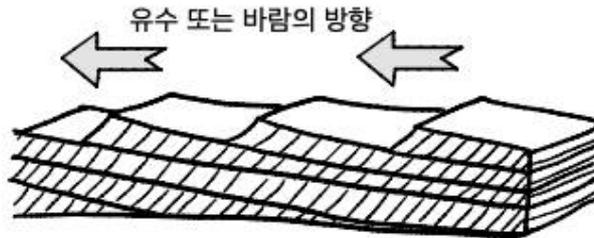
[문제 3] [그림 2]에서와 같이 운석 충돌구의 분지 안에 사구들이 형성되고 이들이 이동하여 퇴적구조를 이룬다고 하자. 이때 어떤 퇴적 기록이 남아 있을지 추론하고, 이를 바탕으로 퇴적구조 형성 당시 바람의 방향을 예측할 수 있는 방법에 관해 논하시오. [10점]

<문제 해설>

퇴적물이 바람에 의해 운반되어 사구를 형성하고, 사구가 바람이 불어가는 방향으로 이동되어 사층리라는 퇴적 기록을 남긴다. 사층리는 [문제 3 해설 참고그림]에서 보는 바와 같이 바람을

따라 이동하는 퇴적물이 사구의 상류 쪽 경사면을 따라 진행하다가 정상을 지나 하류의 가파른 경사면에 쌓여 생성되며, 바닥면과 경사를 이루는 층리를 더해 퇴적 구조를 형성한다. 사층리가 기울어진 방향이 물이나 바람의 방향을 지시하므로 사층리가 기울어진 방향을 보고 바람의 방향을 추론할 수 있다.

<해설 참고그림>



<채점기준>

사구들의 바람에 따른 이동으로 만들어지는 퇴적 구조의 이름인 사층리를 유추한 경우 (4점)
 사층리의 기울기와 퇴적물의 이동에 따른 사층리의 발전 방향을 이해하여 바람의 방향을 추론한 경우 (6점)

<검토교사 의견>

[문제 3]은 지구과학 I의 '퇴적 구조'를 이해하고 있는가를 묻는 문제이다. 매질의 흐름에 따라 퇴적물이 이동되어 퇴적되는 경우, 퇴적 구조를 통해 매질의 이동 방향을 알아낼 수 있다는 내용을 바탕으로 답안을 작성한 학생이라면 좋은 점수를 받을 수 있을 것이며, 해당 내용을 잘 이해하고 있는 학생이라면 큰 어려움 없이 답안을 작성할 수 있을 것이다. 난도는 '중' 정도이다.

[문제 4] 외계 행성 A의 지표에 [문제 2]에 제시한 화산이 [그림 2]에서와 같이 강 및 충돌구와 중첩되어 모두 그 지형만 남아 있다고 하자. 이들이 형성되었던 시기의 선후 관계를 비교하고, 이것이 외계 행성 A의 내부에서 일어난 변화와는 어떤 연관이 있는지 추론해 보시오. [10점]

<문제 해설>

선후 관계는 강, 화산, 그리고 충돌구의 순서이다. 지층 누층의 법칙이나 관입의 법칙 등을 이용하여 지층의 상대 연령을 결정할 때와 같은 방법으로 그림에 나타난 중첩의 양상으로 선후 관계를 추론할 수 있다. 또한 제시문에서 지표의 물이 없어진 점을 통해 화산과 충돌구가 풍화나 침식에 노출되지 않아 지형의 변화 없이 형태를 유지할 수 있었던 것, 내부가 점점 더 식고, 고체 상태로 변하여 열적인 대류가 상대적으로 적어져 [문제 2]와 같은 화산이 생성될 수 있었던 것, 그리고, 물이 지표에서 사라진 점과 열적인 대류가 적어진 점을 볼 때, 점진적으로 대기의 두

께가 줄어들고 운석에 따른 충돌구 형성이 더욱 심해진 것을 추론할 수 있다.

<채점기준>

강, 화산, 충돌구의 중첩된 상태로 선후 관계를 정확히 유추한 경우 (5점)

행성 지표에 물이 없어서 풍화나 침식이 현저히 줄어들고, 이후 형성된 지형의 변화가 없다는 것과, 내부에 열적 대류가 줄어들어 큰 화산들이 만들어지며, 점점 대기의 두께가 얇아져 충돌구들이 형성되는 일련의 과정을 이해하고 선후 관계를 추론한 경우 (5점)

<검토교사 의견>

[문제 4]는 지구과학 I의 '지사학의 원리'를 바탕으로 각 지형의 생성 순서를 알아내고, 이렇게 남아있게 된 원인과 행성 내부에서의 변화와의 연관 관계를 유추할 수 있는가를 알아보는 문항이다. 지사학의 원리를 적용하여 각 지형의 생성 순서를 파악하여 답안을 작성하는 것은 그다지 어렵지 않을 것으로 생각된다. 제시문에 나온 행성 내부에서의 변화를 근거로 이렇게 지형이 남게 된 원인 또는 앞으로의 상황을 추론하는 것은 풍화 작용의 요인 중 가장 큰 요인이 '물'이라는 것을 알고 있다면 그다지 어려움을 겪지 않을 것으로 보인다. 이 두 가지를 토대로 답안을 작성한다면 좋은 점수를 받을 수 있을 것이다. 난도는 '중~중상' 정도이다.