

2023학년도 대학 신입학생 수시모집 일반전형

면접 및 구술고사 — 지구과학

서울대학교 · 원문 문항 재조판 + 예시답안

문제 1. 북반구 중위도 대기 운동과 지균풐

※ 제시문을 읽고 문제에 답하시오.

북반구 중위도(30°N – 60°N) 대기의 운동에 대한 다음 질문들에 답하시오. 마찰력은 무시하고, 지면은 균질하며 지상 기압은 1000 hPa 로 일정하다고 가정하시오.

1-1.

모든 위도에서 기압 경도력이 동일할 때, 고도 5 km 상공에서 동서 방향 지균풐의 풍향과 풍속은 위도에 따라 어떻게 변하는지 설명하시오.

1-2.

1-1의 지균풐 조건에서 위도 45°N 에 위치한 단위 질량의 공기 덩어리를 가정하시오. 이 공기 덩어리는 위도 45°N 대기의 운동량을 가지며, 지면과 대기 사이 동서 방향 운동량은 변화하지 않는다고 가정하시오. 이 공기 덩어리를 강제로 북쪽으로 이동시키면, 이후 이 공기 덩어리는 어떻게 이동하게 되는지 주변 대기의 지균풐 균형과 비교하여 설명하시오.

1-3.

남북 방향의 연직 기압 분포를 [그림 1]에 그리고, 이를 이용하여 위도 45°N 에서 기압 경도력, 전향력, 지균풐의 연직 분포를 설명하시오. (동서 방향 지균풐을 고려하시오.)

1-4.

고도 5 km 상공의 기압을 위도 30°N 과 60°N 에 대해 hPa 단위로 계산하시오. 이를 이용해 1-3에 기술한 북반구 중위도 기압의 위도-고도 분포를 설명하시오. 공기의 밀도는 위도 30°N 에서 $\rho = 0.9\text{kg/m}^3$, 60°N 에서 $\rho = 1.1\text{kg/m}^3$, 중력가속도는 $g = 10\text{m/s}^2$ 로 가정하시오.

1-5.

기후 변화로 인해 그린란드 육상 빙하가 급격하게 녹는다고 가정하자(해빙의 변화는 고려하지 않는다). 충분히 시간이 지난 후, 중위도 상층 지균풐과 지상 고기압 및 저기압의 강도는 어떻게 변할 수 있는지 설명하시오. (단, 지표 반사도의 변화는 없으며, 대기 하층의 기온은 해양 순환의 영향은 결정되나 그 밖의 대기 순환 영향은 고려하지 않는다고 가정한다.)

예시답안 문제 1

1-1. 지균풍의 풍향·풍속과 위도 의존성

지균풍은 기압 경도력(고압 → 저압)과 전향력이 크기가 같고 방향이 반대로 평형을 이루어 등압선에 나란히 부는 바람이다. 북반구에서는 저압을 왼쪽에 두므로, 남고북저(저위도가 고압)인 중위도 상층에서 지균풍은 서에서 동으로 부는 서풍(편서풍)이다.

풍속. 전향력의 크기는 $fv = 2\Omega \sin \varphi \cdot v$ 이므로, 지균풍 평형

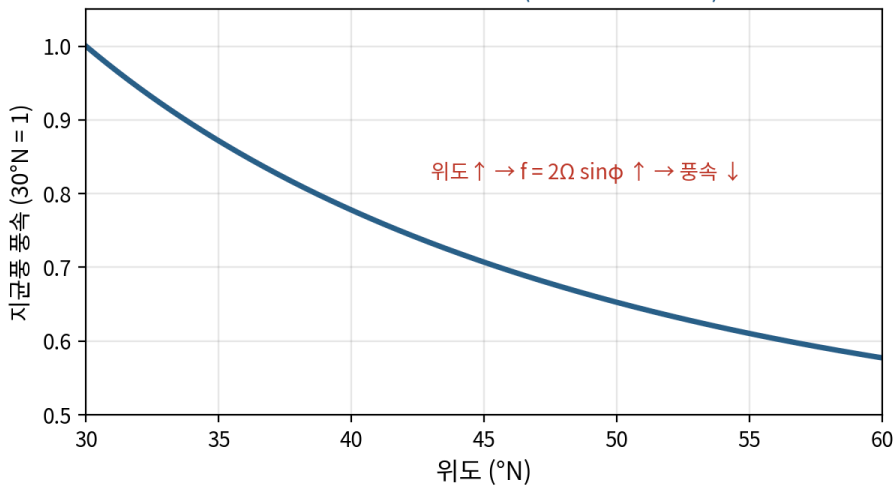
$$\left(\frac{1}{\rho}\right) \frac{\partial p}{\partial n} = 2\Omega \sin \varphi \cdot v$$

에서

$$v = \frac{1}{\rho \cdot 2\Omega \sin \varphi} \frac{\partial p}{\partial n}$$

기압 경도력이 위도에 관계없이 동일하다면, 풍속은 전향력계수 $f = 2\Omega \sin \varphi$ 에 반비례한다. 위도가 높아질수록 $\sin \varphi$ 가 커져 f 가 커지므로 지균풍 풍속은 감소한다. 실제로 $v(30^\circ) : v(60^\circ) = \sin 60^\circ : \sin 30^\circ = 1.73 : 1$ 로, 30°N의 풍속이 60°N보다 약 1.7배 크다. 즉 풍향은 서풍으로 일정하고 풍속은 저위도에서 크고 고위도로 갈수록 작아진다.

지균풍 풍속의 위도 분포 (기압경도력 일정)



예시 작도 — 기압 경도력이 일정하면 지균풍 풍속 $\propto 1/\sin \varphi$, 위도가 높을수록 느려진다.

1-2. 북쪽으로 옮긴 공기 덩어리의 이후 운동

공기 덩어리는 45°N의 동서 방향 운동량(서풍 운동량)을 그대로 유지한 채 북쪽으로 옮겨진다. 그런데 주변의 지균풍은 1-1에서 보았듯 고위도로 갈수록 느려진다. 따라서 북쪽(더 높은 위도)에 도착한 공기 덩어리는, 그곳 주변 대기의 지균풍보다 더 빠른 동쪽 운동량을 가진다.

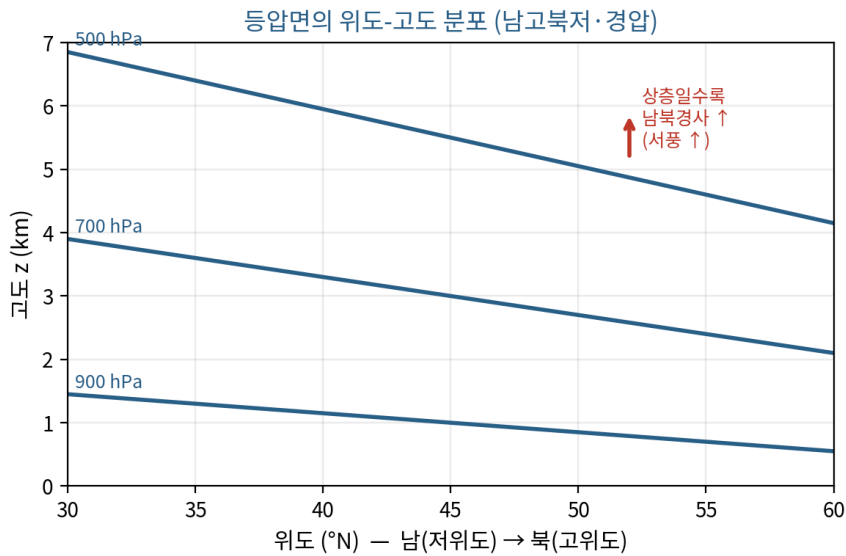
이 위도에서 균형을 이루는 지균풍보다 빠르므로 전향력(= fv)이 기압 경도력보다 커진다. 알짜힘이 오른쪽(북반구)으로 작용하여, 서풍 초과 성분을 가진 공기 덩어리는 적도 쪽(남쪽)으로 되돌아가려는 방향으로 휘어진다. 결국 원래 위도를 중심으로 남-북으로 오가는 진동 운동을 하게 된다(주변 지균풍 대비 초과 운동량이 만드는 관성 진동). 이는 각운동량 보존의 관점에서, 고위도로 갈수록 자전축까지의 거리가 짧아져 상대 서풍이 강해지는 것과 같은 결과이다.

1-3. 위도 45°N의 기압·전향력·지균풍 연직 분포

연직 기압 분포([그림 1]). 지상은 어디서나 1000 hPa로 같지만, 저위도(남)의 대기가 고위도(북)보다 따뜻해 밀도가 작으므로, 위로 올라갈수록 남쪽의 기압이 북쪽보다 천천히 낮아진다. 그 결과 **상층으로 갈수록 남-북 기압차(남고북저)가 점점 커진다.** 등압면(등압선)은 상층일수록 남쪽에서 높고 북쪽에서 낮은 방향으로 더 급하게 기울어진다.

기압 경도력. 남-북 기압차가 상층으로 갈수록 커지므로, **기압 경도력도 고도에 따라 증가한다(남→북 방향).**

전향력·지균풍. 각 고도에서 전향력과 기압 경도력이 평형을 이루므로 $fv =$ (그 고도의 기압 경도력)이다. 기압 경도력이 위로 갈수록 커지므로 **지균풍(서풍) 속도도 고도에 따라 증가**하고, 그에 비례해 전향력도 커진다. 즉 45°N에서는 상층으로 갈수록 서풍이 강해지는 **경압 구조**가 나타난다.



예시 작도 — 등압면이 상층일수록 남고북저로 급하게 기울어 서풍(지균풍)이 고도에 따라 강해진다.

1-4. 5 km 상공 기압의 위도-고도 분포

정역학 평형식. 기압은 그 위에 놓인 공기 기둥의 무게이므로, 지상 기압 $p_0 = 1000$ hPa에서 고도 z 까지 정역학적으로 감소한다.

$$p(z) = p_0 - \rho g z.$$

30°N ($\rho = 0.9$):

$$p = 1000 \text{ hPa} - 0.9 \times 10 \times 5000 \text{ Pa} = 1000 - 450 = 550 \text{ hPa}.$$

60°N ($\rho = 1.1$):

$$p = 1000 \text{ hPa} - 1.1 \times 10 \times 5000 \text{ Pa} = 1000 - 550 = 450 \text{ hPa}.$$

해석. 지상 기압은 동일하지만, 밀도가 작은(따뜻한) 저위도에서는 상공으로 기압이 천천히 감소하여 5 km에서 550 hPa, 밀도가 큰(차가운) 고위도에서는 빠르게 감소하여 450 hPa가 된다. 따라서 상층에서는 **저위도가 고압, 고위도가 저압(남고북저)**이 되고, 두 위도의 기압차는 5 km에서 약 100 hPa에 이른다. 이 남고북저 구조가 1-3의 상층 기압 경도력 증가와 서풍(지균풐) 강화의 원인이며, 실제 중위도 상층의 강한 편서풍(제트류)과 부합한다.

1-5. 그린란드 빙하 용해 후 중위도 순환 변화

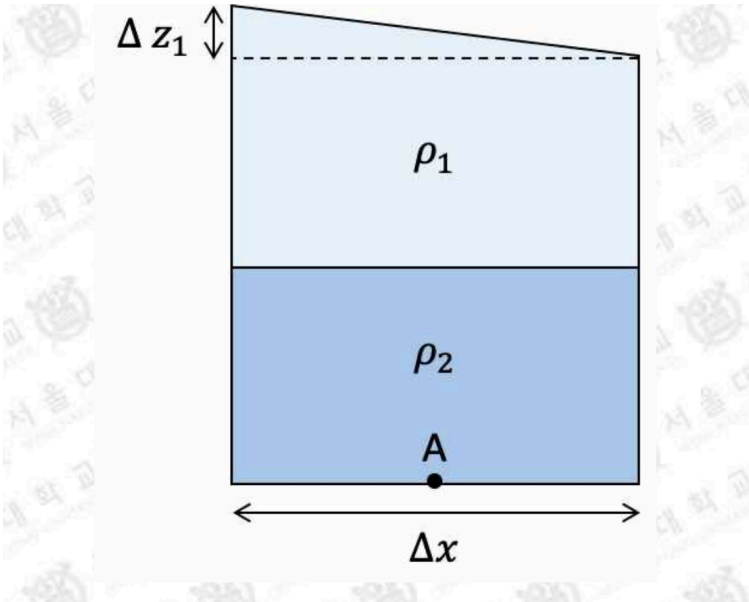
그린란드 빙하가 녹아 담수가 유입되고 고위도가 상대적으로 덜 차가워지면(북극 온난화 증폭), 중위도의 남북 기온차가 줄어든다. 기온차가 줄면 상층의 남고북저 기압 경도가 약해지고, 1-3·1-4에서 본 관계에 따라 상층 지균풐(편서풍·제트류)이 약해진다.

지상에서는 남북 온도차 감소로 중위도 고기압(아열대 고압대)과 저기압의 강도 차이가 완만해지고, 강해진 담수층이 해양 순환(북대서양 심층수 형성)을 약화시키면 열 수송이 줄어 지역별 기온 분포도 달라질 수 있다. 종합하면 편서풍은 약화·사행(파동)이 커지고, 고·저기압의 강도 대비는 약해지는 방향으로 변할 것으로 예상된다.

문제 2. 밀도가 다른 두 해수 해역과 지형류

※ 제시문을 읽고 문제에 답하시오.

[그림 2]는 서로 다른 밀도를 가지는 두 해수로 이루어진 해역의 단면을 나타낸 것이다. 해수면 기울기의 연직 변위 Δz_1 및 해수의 밀도 ρ_1 과 ρ_2 는 변하지 않는다고 가정하시오. 여기서 $\rho_2 > \rho_1$ 이다. 대기의 영향은 무시하시오.



[그림 2] 서로 다른 밀도를 가지는 두 해수로 이루어진 해역의 단면 (원본 발췌)

2.

만약 A 지점에서 지형류의 속도가 0이 된다면, 두 해수 경계면의 기울기는 어떻게 변하는지 설명하시오.

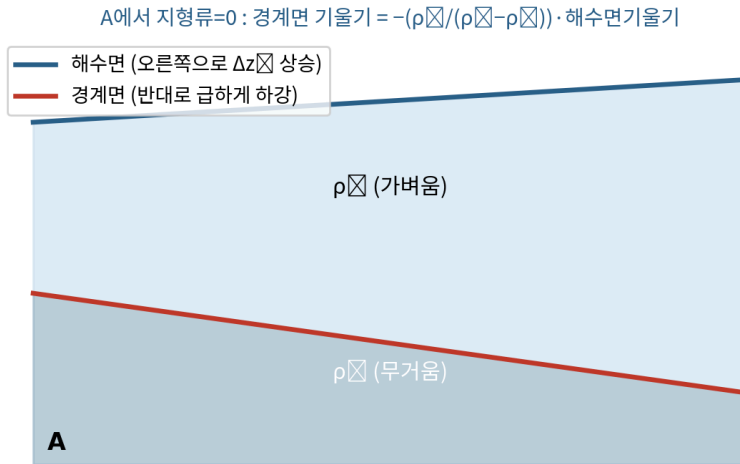
2. A에서 지형류 0이 되는 경계면 기울기

지형류가 0 = 그 깊이에서 수평 수압 경도력이 0. 지형류 속도는 수평 수압 경도력과 전향력의 평형으로 결정되므로, A 지점에서 지형류가 0이려면 A 깊이에서 수평 방향 수압 경도력이 사라져야 한다.

수압의 정역학 계산. 해수면이 오른쪽으로 Δz_1 만큼 높은 쪽(상층이 두꺼운 쪽)에서는, 상층 ρ_1 이 더 두꺼워 그만큼 수압을 더한다. A 깊이에서 좌·우 수압이 같아지려면, 무거운 아래층 ρ_2 의 두께가 반대로 조정되어 상층의 초과분을 상쇄해야 한다. 상층 두께 차이 Δz_1 이 만드는 수압차 $\rho_1 g \Delta z_1$ 을, 경계면의 반대 방향 기울기 Δh 가 만드는 수압차 $(\rho_2 - \rho_1)g\Delta h$ 가 상쇄하므로

$$\rho_1 g \Delta z_1 = (\rho_2 - \rho_1)g\Delta h \Rightarrow \Delta h = \frac{\rho_1}{\rho_2 - \rho_1} \Delta z_1.$$

결론. 경계면은 해수면과 반대 방향으로 기울어진다. 즉 해수면이 높은 쪽에서 경계면은 아래로 내려가며, 그 기울기 크기는 해수면 기울기의 $\rho_1/(\rho_2 - \rho_1)$ 배이다. ρ_2 와 ρ_1 의 차이가 작을수록(밀도가 비슷할수록) 이 배율이 커져 경계면이 훨씬 급하게 기울어진다. 이렇게 위·아래 두 층의 수평 수압 경도가 A에서 정확히 상쇄되어 지형류가 0이 된다.



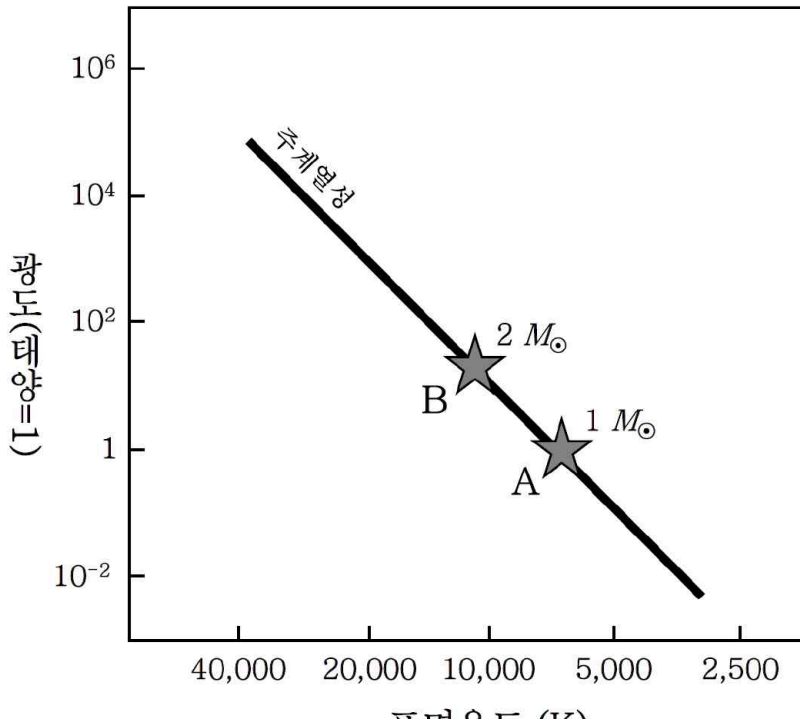
예시 작도 — 해수면이 오른쪽으로 높아지면 경계면은 반대로 $(\rho_1/(\rho_2 - \rho_1))$ 배 급하게 기울어 A에서 수압경도가 상쇄된다.

문제 3. 우주·지구를 구성하는 원소의 기원과 조성

※ 우주와 지구를 구성하는 주요 원소들의 기원 및 조성에 대한 문항이다. 다음 질문들에 답하시오.

3-1. 별의 진화와 수소 핵융합

별의 탄생과 진화 과정에서 주계열 단계의 별에서는 중심부에서 수소 핵융합 반응이 일어나며, 이는 주계열성의 에너지원으로 알려져 있다. [그림 3] Hertzsprung-Russell 도표에 표시된 A별과 B별에서 각각 우세하게 발생하는 수소 핵융합 반응에 대해 답하시오.



[그림 3] Hertzsprung-Russell 도표. 표면온도와 광도로 표시하였으며, $1 M_{\odot}$ 은 태양의 질량과 같다. (원본 발체)

3-2. 헬륨-3·헬륨-4가 만들어지는 과정

문항 3-1에서 답한 두 수소 핵융합 반응에서 각각 헬륨3 또는/그리고 헬륨4가 만들어지는 과정을 설명하시오. (헬륨 3의 원자핵은 양성자 2개와 중성자 1개, 헬륨4의 원자핵은 양성자 2개와 중성자 2개로 구성되어 있다.)

3-3. 지구 전체와 지각의 원소 질량비

[그림 4]에서 지구 전체와 지각의 구성 성분 원소의 질량비는 다르게 나타난다. 이를 (1) 지구의 형성과정과 관련하여 설명하시오. 그리고, (2) 그 과정 동안 주로 열에너지로 알려진 지구 내부 에너지원의 생성 과정을 설명하시오.

〈지구 전체〉		〈지각〉	
철	35%	산소	46.6%
산소	30%	규소	27.7%
규소	15%	알루미늄	8.1%
마그네슘	13%	기타	17.6%
기타	7%		

[그림 4] 지구와 지각을 구성하는 주요 원소의 질량비 (원문 수치 재조판)

3-1. A별·B별의 우세한 수소 핵융합 반응

[그림 3]에서 A별은 표면온도가 낮고 광도가 작은 **1 M \odot (태양 질량) 별**, B별은 A보다 온도가 높고 광도가 큰 **2 M \odot (태양의 약 2배) 별**이다. 별의 중심 온도는 질량이 클수록 높다.

A별(1 M \odot , 중심 온도 낮음): 양성자-양성자(p-p) 연쇄 반응이 우세. 태양 정도의 중심 온도(약 1,500만 K)에서는 수소 원자핵(양성자)끼리 직접 융합하는 p-p 연쇄가 주된 에너지원이다.

B별(2 M \odot , 중심 온도 높음): 탄소-질소-산소(CNO) 순환이 우세. 중심 온도가 약 1,800만 K 이상으로 높아지면, 탄소·질소·산소를 촉매로 이용해 수소를 헬륨으로 바꾸는 CNO 순환이 p-p 연쇄보다 빠르게 진행되어 우세해진다.

3-2. 헬륨-3·헬륨-4 생성 과정

A별의 p-p 연쇄. ① 양성자 두 개가 융합해 중양성자(${}^2\text{H}$, 양성자 1 + 중성자 1)와 양전자·중성미자를 만든다: $p + p \rightarrow {}^2\text{H} + e^+ + \nu$. ② 중양성자에 양성자가 더해져 헬륨-3이 생성된다: ${}^2\text{H} + p \rightarrow {}^3\text{He}$ (양성자 2 + 중성자 1). ③ 헬륨-3 두 개가 만나 헬륨-4와 양성자 두 개가 된다: ${}^3\text{He} + {}^3\text{He} \rightarrow {}^4\text{He} + 2p$. 즉 p-p 연쇄는 중간 단계에서 헬륨-3을 거쳐 최종적으로 헬륨-4를 만든다.

B별의 CNO 순환. 탄소(${}^{12}\text{C}$)를 출발 촉매로 하여 양성자를 차례로 네 번 포획하고 두 번의 양전자 붕괴를 거치는 순환이다. 이 과정에서 촉매 원소(C·N·O)는 소모되지 않고 되돌아오며, 순환 한 바퀴마다 양성자 4개가 결합해 헬륨-4 한 개가 만들어진다(헬륨-3은 중간 생성물로 남지 않는다). 두 반응 모두 알짜 결과는 $4p \rightarrow {}^4\text{He}$ 이며, 줄어든 질량이 에너지로 방출된다.

3-3. 지구 전체 vs 지각 조성과 내부 에너지원

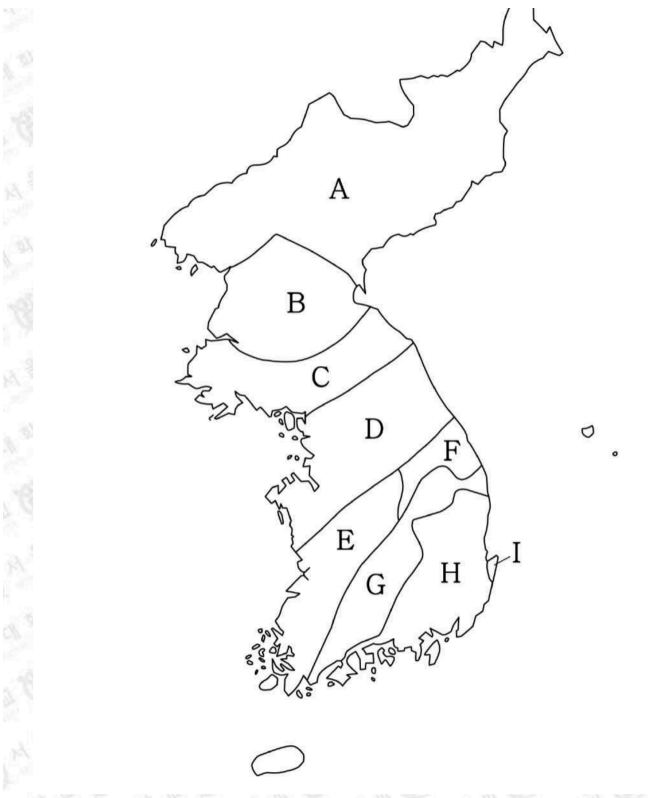
(1) 조성 차이와 지구 형성과정. 지구 전체는 철(35%)·산소·규소·마그네슘이 주를 이루지만, 지각은 산소(46.6%)·규소(27.7%)·알루미늄이 많고 철은 크게 줄어든다. 이는 지구 형성 초기, 원시 지구가 미행성 충돌과 방사성 붕괴열로 가열되어 대부분 녹은 마그마 바다 상태가 되었을 때 일어난 중력 분화(층상 분리) 때문이다. 밀도가 큰 철·니켈이 중심으로 가라앉아 핵을 이루고, 상대적으로 가벼운 규산염(산소·규소·알루미늄 화합물)이 위로 떠올라 맨틀과 지각을 형성했다. 그 결과 지각에는 가벼운 규장질 원소가 농집되고 철은 핵으로 빠져나가, 전체 조성과 지각 조성이 크게 달라졌다.

(2) 내부 에너지원(열)의 생성. 이 분화 과정에서 지구 내부 열은 세 가지로 생성·유지된다. ① 미행성 충돌 에너지 — 충돌 시 운동 에너지가 열로 전환. ② 중력 위치 에너지(분화열) — 무거운 철이 중심으로 가라앉으며 잃은 위치 에너지가 열로 방출(핵 형성 과정의 강력한 발열). ③ 방사성 동위원소 붕괴열 — ${}^{238}\text{U}$, ${}^{232}\text{Th}$, ${}^{40}\text{K}$ 등이 붕괴하며 지속적으로 열을 낸다. 이 세 열원이 지구 내부를 오래 뜨겁게 유지하여 판 운동과 지자기의 동력원이 된다.

문제 4. 한반도의 지체 구조와 지질

※ 제시문을 읽고 문제에 답하시오.

지체 구조는 어느 지역을 암석의 종류, 생성 시기, 지질 구조 등의 특징을 반영하여 여러 지역으로 구분하는 것을 의미한다. 지체 구조구는 **육괴, 퇴적 분지, 습곡대**로 구성된다. 육괴는 지향적·구조적으로 특정한 방향성을 나타내지 않는 암석들이 분포하는 지역이다. 퇴적 분지는 해양이나 호수에 퇴적물이 쌓여 형성된 곳으로 퇴적암이 발달한다. 습곡대는 암석이 습곡이나 단층에 의해 복잡하게 변형된 지역이다. 한반도의 지체 구조는 [그림 5]와 같이 여러 개의 지체 구조구로 구성된다.



[그림 5] 한반도의 지체 구조 (원본 발췌)

4-1.

[그림 5]에서 주어진 한반도를 구성하는 각 지체 구조구의 명칭을 A부터 I까지 각각 답하시오.

4-2. 한반도 지질 계통의 지층명과 부정합

한반도 지질 계통은 [그림 6]과 같이 여러 층군 및 누층군으로 구성되어 있다. (1) ㉠부터 ㉡까지 각각의 지층명을 답하고, (2) 몇 번의 부정합이 나타날 수 있는지 설명하시오.

지질시대	지질계통	지층명
신생대	제4기	제4기층
	네오기	㉡
중생대	팔레오기 - 6,600만 년 전 -	
	백악기	㉠
	쥐라기	㉡
	트라이아스기 - 2억 5,200만 년 전 -	
고생대	페름기·석탄기	㉡
	데본기	
	실루리아기·오르도비스기	
	캄브리아기 - 5억 4,100만 년 전 -	㉠
선캄브리아 시대		㉠

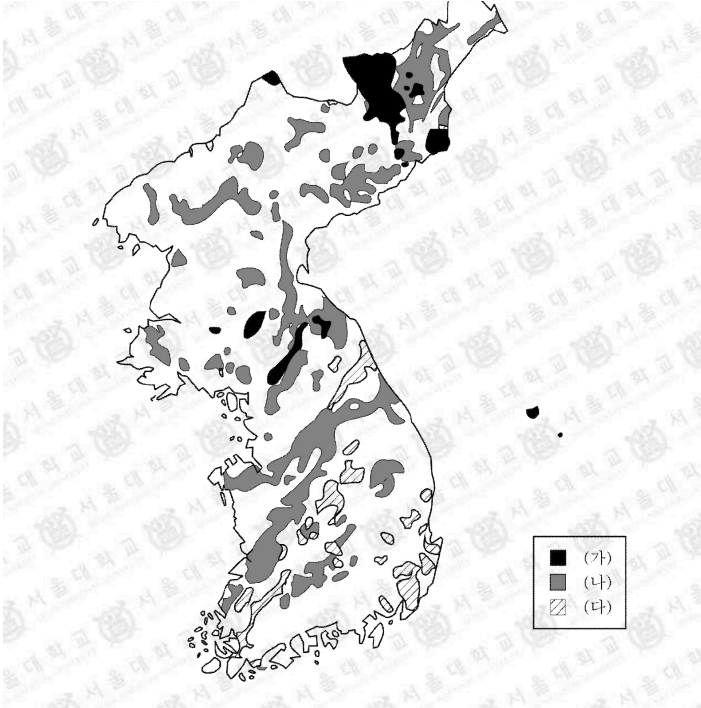
[그림 6] 한반도의 지질 계통 (원문 표 재조판; 경계 연대는 각 시대 경계를 나타냄)

4-3. 암석 A·B의 이름과 산출 지역

[표 1]의 A, B 암석의 이름을 각각 답하고, [그림 7]을 이용하여 해당 암석들이 산출되는 지역(가, 나, 다)을 답하시오.

암석의 종류	우라늄(^{238}U , ^{235}U)	토륨(^{232}Th)	칼륨(^{40}K)
A	5	18	38,000
B	0.5	3	8,000

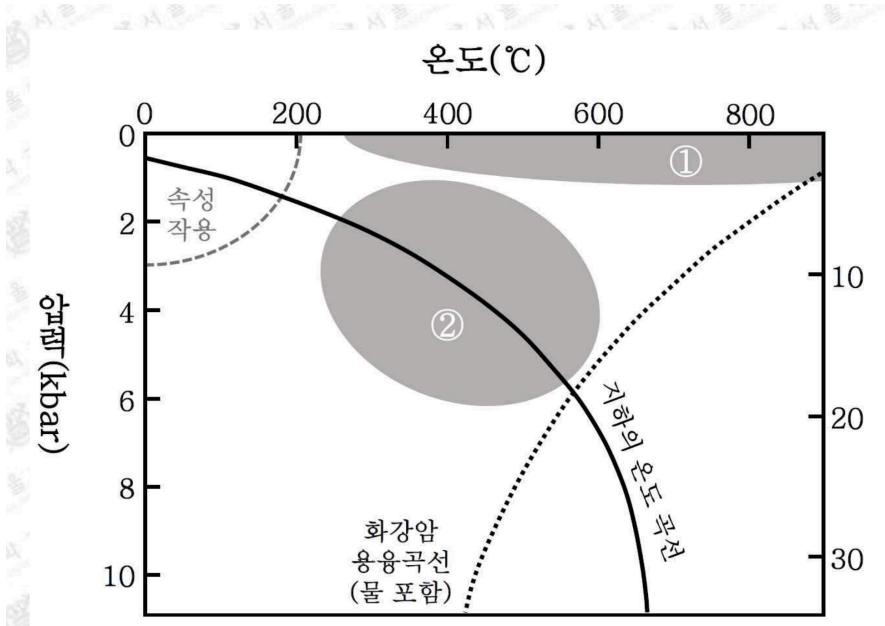
[표 1] 암석 A, B의 붕괴가 일어나기 전 방사성 동위원소 함량 (ppm) (원문 표 재조판)



[그림 7] 한반도의 화성암 분포. 형성 시기별로 다른 색으로 표시하였다. (원본 발췌)

4-4. ㉔의 암석과 변성 조건에 따른 산물

(1) [그림 6]의 ㉔에서 산출되는 암석의 종류를 말하고, (2) 이 지역이 [그림 8]의 ① 조건을 겪는다면 나타날 수 있는 암석의 종류와 관찰할 수 있는 조직들에 대해 답하시오. 또한, (3) [표 1]의 암석 A, B가 그림에서 ②의 조건을 겪는다면 나타날 수 있는 암석의 종류와 관찰할 수 있는 조직들에 대해 답하시오.



[그림 8] 변성 작용의 온도와 압력 범위 (원본 발체)

4-5.

[그림 7]의 한반도 화성암의 시대별 분포를 고려하여, 중생대 백악기부터 신생대까지 화성활동 변화를 야기한 원인을 한반도와 동아시아 지역의 판구조 활동과 관련하여 설명하시오.

4-1. 한반도 지체 구조구의 명칭 (A-I)

[그림 5]에서 북쪽에서 남쪽으로 내려오며 다음과 같이 대응된다.

- A — 관모봉(마천령) 육괴 : 한반도 최북동부의 안정한 변성암 지괴.
- B — 낭림 육괴 : 북부의 선캄브리아 변성암 지괴.
- C — 평남 분지(평남 지향사) : 고생대 퇴적층이 발달한 퇴적 분지.
- D — 경기 육괴 : 중부의 선캄브리아 변성암 지괴.
- E — 옥천 습곡대(옥천대) : 심하게 습곡·변형된 변성·퇴적암대.
- F — 태백산 분지 : 고생대 조선·평안 누층군이 분포하는 퇴적 분지.
- G — 영남 육괴 : 남부의 선캄브리아 변성암 지괴.
- H — 경상 분지 : 중생대 경상 누층군이 두껍게 쌓인 대규모 퇴적 분지.
- I — 경상 분지 동남연변부(불국사 관입대 · 신생대 연일층 포함) : 백악기 화산·심성암과 신생대 퇴적층이 나타나는 동남 해안부.

(육괴·분지·습곡대의 세 유형이 남북으로 교대하는 것이 한반도 지체 구조의 특징이다. I는 자료에 따라 경상 분지의 일부 또는 별도의 동남부 구조구로 구분한다.)

4-2. 지층명 ㉠-㉨과 부정합 횡수

(1) 지층명.

- ㉠ — 변성암 복합체(편마암류) : 선캄브리아 시대 기반암.
- ㉡ — 조선 누층군 : 캄브리아-오르도비스기, 삼엽충·석회암의 해성층.
- ㉢ — 평안 누층군 : (석탄기-페름기) 상부는 육성층, 무연탄 협재.
- ㉣ — 대동 누층군 : 쥐라기 육성(호소·하천) 퇴적층.
- ㉤ — 경상 누층군 : 백악기 육성 퇴적층(공룡 화석).
- ㉨ — 제3기층(신생대 네오기) : 포항·연일 등지의 신생대 퇴적층.

(2) 부정합 횡수. 표에서 지층이 연속되지 않고 비어 있는(결층) 시대 경계마다 부정합이 존재한다. ① 선캄브리아 기반암(㉠)과 조선 누층군(㉡) 사이, ② 조선 누층군(㉡)과 평안 누층군(㉢) 사이(오르도비스기 후-석탄기 전 대결층), ③ 평안 누층군(㉢)과 대동 누층군(㉣) 사이(트라이아스기 결층), ④ 대동 누층군(㉣)과 경상 누층군(㉤) 사이, ⑤ 경상 누층군(㉤)과 신생대층(㉨) 사이 — 즉 주요 지층 경계마다 결층이 있어 약 5회의 부정합이 나타날 수 있다.

4-3. 암석 A·B의 이름과 산출 지역

방사성 원소 함량으로 암석 식별. 우라늄·토륨·칼륨 같은 방사성(불호정성) 원소는 마그마가 분화할수록 잔류 용액에 농집되므로, 규장질(화강암질) 암석일수록 함량이 높고 고철질(현무암질)일수록 낮다.

- A (U=5, Th=18, K=38,000 ppm — 매우 높음) → 화강암(규장질 심성암).
- B (U=0.5, Th=3, K=8,000 ppm — 낮음) → 현무암(고철질 화산암).

산출 지역. [그림 7]에서 화강암은 한반도 전역, 특히 중생대(쥐라기·백악기) 대보·불국사 화강암으로 넓은 면적(회색, (나) 영역)을 차지한다. 반면 현무암은 신생대 화산활동으로 국지적으로 좁게(예: 백두산·철원·제주 등, (다) 또는 특정 색 영역) 분포한다. 따라서 넓게 퍼진 화강암 A는 넓은 분포 지역, 좁게 나타나는 현무암 B는 국지적 화산 분포 지역에 대응한다.

4-4. ©의 암석과 변성 조건별 산물

(1) ©(평안 누층군)에서 산출되는 암석. 평안 누층군은 사암·셰일·석회암과 석탄층으로 이루어진 퇴적암이다 (대표적으로 셰일·사암).

(2) [그림 8] ① 조건(고온·저압) — 접촉(열) 변성. ①은 온도는 높지만 압력이 낮은 영역으로, 마그마 관입부 주변의 접촉 변성 작용에 해당한다. 셰일이 이 조건을 겪으면 혼펠스(hornfels)가 되고, 석회암은 대리암이 된다. 압력에 따른 방향성이 약해 광물이 특정 방향으로 배열되지 않는 치밀하고 방향성 없는(무엽리) 입상 조직이 관찰된다.

(3) [표 1] 암석 A·B가 ② 조건(중온·중압)을 겪을 때 — 광역 변성. ②는 조산대의 광역 변성 작용 영역이다. 화강암질인 A는 편마암(또는 편암)이 되고, 현무암질인 B는 각섬암·녹색편암이 된다. 강한 압력이 방향성을 주므로, 광물이 압력에 수직으로 나란히 배열된 엽리(편마 구조·편리) 조직이 발달한다.

4-5. 백악기-신생대 화성활동 변화의 판구조적 원인

백악기(중생대 후기). 이자나기-태평양판이 유라시아판(동아시아) 아래로 비스듬히 활발하게 섭입하면서, 섭입대 상부 맨틀의 용융으로 대규모 마그마가 생성되었다. 그 결과 한반도 남부(경상 분지)를 중심으로 불국사 화강암 관입과 안산암질 화산활동이 광범위하게 일어났다(활동성 대륙 연변부).

신생대. 섭입하는 판의 방향·속도가 바뀌고 동해가 확장(배호 분지 형성)되면서 응력 환경이 인장성으로 전환되었다. 판의 섭입에 의한 광역적 화강암 활동은 잦아들고, 대신 지각 확장·열점과 관련된 알칼리 현무암질 화산활동(백두산·철원·제주 등)이 국지적으로 나타났다. 즉 백악기의 섭입형 규장질 화성활동에서 신생대의 인장·확장형 고철질 화산활동으로의 변화는, 동아시아 연변부의 판 섭입 양상 변화와 동해 확장이라는 판구조 운동의 전환으로 설명된다.