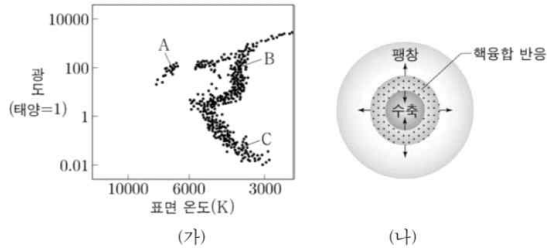


12. 그림 (가)는 어느 성단의 H-R도를, (나)는 별 A, B, C 중 하나의 내부 구조를 나타낸 것이다.



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. 주계열 단계에 머무르는 기간은 A가 B보다 짧다.
 - ㄴ. (나)의 내부는 정역학 평형 상태이다.
 - ㄷ. (나)는 C의 내부 구조이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

성단은 지구과학2의 내용이지만 H-R도 해석이 정말 중요하고, 성단의 H-R도라 해도 해석법은 일반적인 항성의 H-R도와 같기에 가져왔습니다.

문제부터 읽어볼까요? H-R도가 자료 (가)이고, 자료 (나)는 어느 항성의 내부 구조라고 하네요. 결국 이 문제는 별의 일생을 질량과 표면 온도에 따라 해석할 수 있는지 묻고있는 문제고 특히 자료 (가)의 H-R도를 잘 분석할 수 있는지 테스트하고싶은 거 같네요.

평가원의 의도도 알았으니 이제 자료 (가)를 분석해볼까요

물론 지2라면 A, B, C에 해당하는건 무슨 성단의 무슨 구간 어찌구저찌구...하면서 해야겠지만 지1에서 그건 알 필요는 없습니다. 그냥 A, B, C에 해당하는 별이 어떤 별인지를 아는 게 중요하죠.

A는 표면 온도가 높고 광도가 태양보다 100배 가까이 큰 별이니까 질량이 큰 주계열성이겠네요. 중심부에서 CNO 사이클이 일어나고 나중에 초신성 폭발로 생을 마감하겠군요.
 B는 표면 온도는 낮지만 광도가 태양의 100배나 되네요. 표면 온도가 낮다는 건 질량이 작은 주계열성이거나 주계열성 단계를 벗어난 거성이라는 얘기인데, 광도를 보니까 질량이 작은 주계열성은 말이 안 되는 이야기라 결국 적색 거성으로 볼 수 있습니다. 온도가 많이 낮는데 광도가 매우 높은 게 핵심적인 판단근거였어요.

C는 광도랑 온도가 모두 낮네요. 별의 물리량 개념을 공부할 때 주계열성의 광도와 온도는 비례한다는 사실을 공부했습니다. 그런데 광도와 온도 모두 낮다고 하면 정상적인 주계열성의 형태라고 볼 수 있겠네요? 대신 질량이 작은 거지.

이렇게 자료 (가)를 분석하면서 별 A, B, C의 정체를 알아냈죠?

A는 질량이 매우 큰 주계열성

B는 적색거성

C는 질량이 매우 작은 주계열성

여기서 적색거성은 태양과 비슷한 질량의 별이 주계열 단계를 마치고 진화한 것이고 질량이 매우 작은 주계열성은 수소 핵융합반응까지 일어난다는 사실을 짚고 넘어가야합니다.

이제 자료 (나)를 볼게요. 별의 내부 구조인데 그림을 통해 2가지를 알 수 있습니다.

1. 중심부가 수축하며 핵융합 반응을 한다
2. 외층이 팽창한다

그런데 내부가 수축하고 외부가 팽창하면 별은 정역학적 평형 상태가 아니라서 부피가 변하게 되겠죠? 그러므로 (나)의 구조는 주계열성의 구조가 아닙니다.

주계열성은 바깥쪽으로 팽창하려는 힘과 중심으로 향하는 중력에 의한 힘이 서로 평형을 이루는 정역학적 평형 상태를 이루어야 해요.

이렇게 자료 분석을 마쳤으니 선지를 볼게요.

문제를 푸는 1분 중 40초 정도는 이런 식으로 머릿속으로 자료분석을 할 수 있어야 합니다.

ㄱ에서 주계열 단계에 머무르는 시간은 질량이 작은 별이 더 길죠. 질량이 큰 별은 에너지를 빨리 태워먹어 빨리 주계열상태를 벗어나 빨리 죽으니까. ㄱ은 맞는 얘기입니다.

ㄴ은 제가 위에서 얘기했듯 정역학 평형 상태가 아닙니다.

주계열성이 아닌 별의 내부 구조가 (나)의 구조와 같기에 (나)는 B의 내부 구조라 할 수 있겠네요.

그래서 정답은 ㄱ입니다.

여담으로 별의 내부 구조에서 대류층, 복사층, 층별로 존재하는 원소 등을 제시했다면 그걸 좀 더 분석해야 했지만 이 문제는 단순히 평형인지 아닌지만 물어봤네요.

그리고 지2를 과거에 응시했던 분이라면 A가 주계열성이 아닌 수평열에 위치해있고, 그 밑에 있는 적색가지는 뭐냐는 의문을 가질 수 있습니다. 물론 정확히 천문학적으로는 그게 맞고, 지구과학2 교육과정에서도 그게 맞지만, 지구과학1 내용에서는 주계열성의 범주로 묶으며, 이 문제도 H-R도 분석을 위한 것이니 너무 신경쓰지 않으셔도 될 거 같습니다.

4. 다음은 어느 태풍의 이동 경로와 그에 따른 풍향과 기압 변화를 알아보기 위한 탐구 활동이다.

[탐구 과정]

(가) 표를 이용하여 태풍의 이동 경로를 지도에 표시한다.
 (나) 지점 A에서의 풍향 변화를 추정하여 기록한다.
 (다) 관측 풍향을 조사하여 추정 풍향과 비교한다.
 (라) 태풍 중심의 기압 변화량(관측 당시 기압 - 생성 당시 기압)을 기록한다.

일시	태풍 중심		
	위도 (°N)	경도 (°E)	기압 (hPa)
⋮	⋮	⋮	⋮
6월 06 시	33.8	127.3	975
6월 09 시	34.7	128.1	975
6월 12 시	35.8	129.2	985
6월 15 시	37.2	130.5	985
⋮	⋮	⋮	⋮
7월 09 시 (소멸)	42.0	141.1	990

[탐구 결과]

일시	추정 풍향	기압 변화량 (hPa)
⋮	⋮	⋮
6월 06 시		-25
6월 09 시		
6월 12 시		
6월 15 시		
⋮	⋮	⋮
7월 09 시		

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

< 보 기 >

ㄱ. 6월 06 시에 태풍은 편서풍의 영향을 받는다.
 ㄴ. 6월 06 시부터 6월 15 시까지 A의 관측 풍향은 시계 반대 방향으로 변한다.
 ㄷ. 이 태풍의 $\frac{\text{소멸 당시 중심 기압}}{\text{생성 당시 중심 기압}}$ 은 1보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정말 자주 나왔던 태풍의 이동 경로, 풍향, 기압변화를 비교하고 있죠.

자주 나오는 일반적인 유형인데 왜 배점이 3점일까...

쓸데없이 평가원이 배점을 3점 주는 건 아닐겁니다

바로 기압 변화량을 추론하는 자료가 있기 때문인데요, 여기서 출제 의도를 알 수 있습니다. 출제의도는 태풍의 움직임을 분석한 자료를 통해 기압에 관해서 추론할 수 있는지 묻고 있습니다.

일단 첫 번째 표를 볼게요. 태풍 중심의 위도, 경도, 기압...기압이 증가하는지 감소하는지 잘 보시고 태풍의 중심의 위도와 경도는 태풍이 어떻게 이동하는지를 나타내고 있네요

이래서 탐구결과의 그림에 태풍의 궤적을 그려줬는데 이걸 익숙하죠? 이 그림이 안 익숙하면 지구과학 공부 안 한겁니다?

왼쪽이 안전반원, 오른쪽이 위험반원이고 안전반원에서 풍향은 반시계방향, 위험반원에서 풍향은 시계방향입니다.

(실제로 이런 그림이 나오면 높은 확률로 위험반원과 안전반원을 묻는 선지가 나옵니다)

그리고 위의 표에서도 볼 수 있고 우리가 공부하면서 배운 지식을 통해서도 알 수 있지만 태풍이 북상하고 대륙으로 들어오면서 중심 기압이 높아집니다. 그 말은 태풍이 곧 소멸된다는 얘가지요..

그리고 기압 변화량을 통해 3시간 간격으로 기압의 값을 추론할 수 있겠습니다. 통상적으로는 태풍이 북상하면서 기압이 증가하는 게 원칙이지만 초기 태풍이 생기고 북상하는 어느 기간동안은 태풍이 진화하면서 중심기압이 줄어듭니다. 이게 마지막 표에 변화량 -25로 나와있네요

자, 이렇게 개념을 바탕으로 자료분석을 마쳤습니다. 공부를 할 때 이렇게까지 해야 문제를 풀 준비가 모두 된 것입니다.

실전에서도 이 과정을 빠르게 거쳐야 정답률 99.999%로 문제를 풀 수 있어요

이제 선지를 볼게요

ㄱ. 6일 6시에 태풍은 어디에 있었을까요? 자료의 표에서 6일 6시에 태풍이 33.8N에 있다고 했으니까 북위 30N 위는 편서풍대라서 이 태풍은 편서풍의 영향을 받겠네요

ㄴ. 그림 보니까 A는 태풍 궤적의 왼쪽에 있네요. 왼쪽=안전 반원=반시계방향입니다.

ㄷ. 소멸 당시 중심 기압은 표를 보니까 990hPa라고 나와 있는데 생성 시기의 중심기압이 주어지지 않아서 이 문제가 3점짜리가 된 주된 원인이라고 보이네요. 6일 6시에 기압의 변화량이 -25라는 게 단서입니다. 즉 6일 이전 태풍의 중심기압은 1000hPa보다 크다는 얘기가 되네요.(앞에서 언급한 개념도 있고) 그러므로 문제의 값은 1보다 작습니다.

ㄷ선지는 자료를 분석하지 않았거나 "태풍이 북상하면 기압은 항상 커진다"는 오개념을 가진 학생을 타격한 것이라고 생각되네요.

저도 시험장에서 자료를 분석하면서 -25 저거 쓸데없이 저런 거 아니다 하면서 표시해줬던 기억이 나네요.

이제 자료 (나)로 가보겠습니다.

먼저 반사율이 30이니까 (가)의 $\tau=30\%$, 태양 복사 에너지에 의한 대기 흡수율이 25니까 (가)의 $\alpha=25\%$ 인 걸 알 수 있고, 대기흡수율과 지표흡수율은 항상 일정합니다.

대기에 흡수되는 총량은 대기에서 방출되는 총량과 같으므로

$25+8+21+A=66+88$ 이니까 우리는 A의 값이 100이라는 사실을 알 수 있습니다.

그리고 지표에 흡수되는 총량은 지표에서 방출되는 총량과 같으니

$$45=104+8+21-88$$

이것도 성립함을 확인했고 지표에서도 열수지 평형이 이루어 지네요.

그리고 태양 복사는 단파 복사, 지구 복사는 적외선에 의한 장파 복사입니다.

이제 자료 분석이 끝났으니 선지를 분석해봐야겠네요.

ㄱ. 자외선의 파장은 적외선에 비해서 많이 짧고, 태양복사에너지에서 가장 튀어나온 부분에 해당하는 가시광선보다도 파장이 짧습니다. 이 때 왼쪽의 복사에너지가 더 큰가요 오른쪽의 복사 에너지가 더 큰가요?

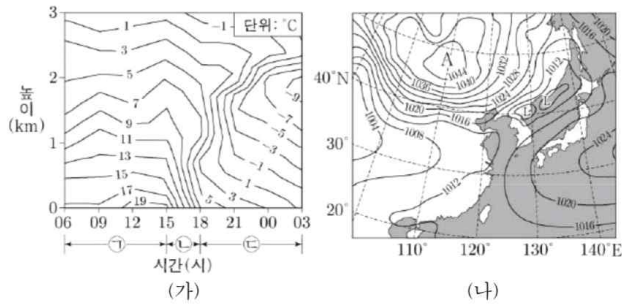
ㄴ에서 화산재는 반사율을 증가시켜 지표면에 오는 태양 복사 에너지를 감소시켜 지구의 평균 온도를 낮춥니다. 이 현상을 우산효과라고도 하지요. 자료 (가)의 τ 은 반사율임을 우리가 확인했습니다. 이 때 반사율은 더 증가하겠죠? 감소가 아니라.

마지막으로 (ㄴ)은 태양 복사 에너지에서 대기 흡수율입니다. 그런데 A는 지구 복사 에너지에서 대기 흡수율이니...맞지 않죠?

따라서 답은 τ 입니다.

A값을 이용한 간단한 계산문제가 없어서 좀 아쉬웠던 문제였어요

10. 그림 (가)는 어느 날 06시부터 21시간 동안 우리나라 어느 관측소에서 높이에 따른 기온을, (나)는 이날 06시의 우리나라 주변 지상 일기도를 나타낸 것이다. 관측 기간 동안 온난 전선과 한랭 전선 중 하나가 이 관측소를 통과하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- < 보 기 >
- ㄱ. 관측소를 통과한 전선은 온난 전선이다.
 - ㄴ. 관측소의 지상 평균 기압은 ㉠ 시기가 ㉡ 시기보다 높다.
 - ㄷ. ㉠ 시기에 관측소는 A 지역 기단의 영향을 받는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

이 문제는 제가 재수때 수능장에서 봤던 문제였습니다. (가) 자료가 살짝 낫설 수 있었고 (나) 자료는 익숙한 기압도입니다. 관측기간동안 온난전선과 한랭전선 중 하나가 문제의 관측소를 통과했고 이걸 가지고 시간의 흐름에 따른 높이-온도 관계가 자료 (가)의 핵심이니까 자료 (가)를 이용해 관측소에 온난전선이 통과하는지, 한랭전선이 통과하는지 확인하는 게 가장 먼저 할 일입니다.

(가) 자료에서 ㄴ 시기 이후 온도가 감소했다 그쵸? 그러니까 ㄴ 시기에 한랭전선이 관측소를 통과했다는 사실을 알아야 합니다. 한랭전선이 지나면 기압이 높아지고 풍향이 남동에서 남서로 변화죠.

그러니까 ㄱ 시기에는 상대적으로 기압이 낮고 남동풍이 불고 나서 ㄴ 시기에 한랭전선이 지나고 ㄷ 시기에는 기압이 높아지고 남서풍이 불겠네요.

오케이 이제 문제의 첫 실마리를 풀었네요

자료 (나)를 보겠습니다

등압선 보니까 A 지역에 대륙성 고기압이 보이네요? 그리고 이 동네에는 서풍이 활발한 걸 알 수 있겠습니다

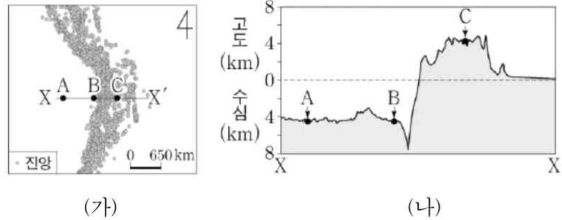
이제 자료 분석이 끝났으니 문제를 풀어봐요!

ㄱ, ㄴ은 제가 위에서 설명했습니다. 자료분석을 통한 개념의 응용이 이렇게 적용되는군요!

ㄷ시기에 한랭전선이 지났으니 찬 공기가 관측소에 있을겁니다. 찬 공기는 북쪽에 있는 고기압의 영향으로 생기는 걸 전선의 개념을 배울 때 했으니, A 지역 기단의 영향을 받는 게 맞죠?

그래서 답은 ㄴ,ㄷ입니다!

7. 그림 (가)는 어느 지역의 판 경계 부근에서 발생한 진앙 분포를, (나)는 (가)의 X - X'에 따른 지형의 단면을 나타낸 것이다.



지역 A, B, C에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>

ㄱ. 지각의 나이는 A가 B보다 많다.
 ㄴ. B와 C 사이에는 수렴형 경계가 존재한다.
 ㄷ. 화산 활동은 C가 A보다 활발하다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문제부터 읽어볼게요. 판 경계에서 발생한 진앙 분포와 지형의 단면을 보여준다고 하네요.

출제 의도는 판의 경계에 대해 잘 알고 있는지 묻는 문제 같습니다.

자료 (가)에서는 진앙, 즉 지진이 발생한 지역의 분포가 나타나 있어요. 점이 많이 찍힌 곳을 연결한 곳이 판의 경계라는 걸 알 수 있습니다.

그런데 진앙을 나타냈기에 이게 천발 지진인지 중발 지진인지 심발 지진인지 알 길이 없네요. 아직은 판의 경계라는 정보는 있지 발산형 경계인지 수렴형 경계인지 알 길이 없습니다.

그걸 해결해야 문제를 풀 수 있을 거 같은데....

그 문제를 해결할 게 자료 (나)입니다. B 지점을 보면 특히 들어간 형태의 지형을 볼 수 있어요. 해저 지형이 움푹 들어간 걸 해구라고 하고, 해구는 해양판-해양판 또는 해양판-대륙판이 서로 만나 수렴형 경계를 이룰 때 섭입하면서 생긴다는 걸 기본 개념으로 배웠습니다.

그리고 C 지점이 유난히 높은 걸 봤을 때, 습곡산맥이라고 추정할 수 있습니다. 즉 왼쪽은 해양판, 오른쪽은 대륙판이 수렴형 경계를 이루었다는 사실을 알 수 있겠네요.

이제 기본적인 자료 분석이 끝났으니 선지를 각각 볼게요.

지각이 섭입해서 소멸되는 부분에 가까워질수록 지각의 나이가 더 많다는 사실을 알고 있죠.

그러니까 지각의 나이는 B가 더 많습니다. 발산형 경계에서 생긴 지각이 수렴형 경계에서 소멸된다는 사실을 기억해두면 되겠죠?

ㄴ은 수렴형 경계라는 걸 자료 분석을 통해 확인했기에 옳은 선지입니다.

수렴형 경계에서 밀도가 작은 판(섭입해서 들어가지 않는 판)에서 화산 활동이 잘 일어나니까 C에서 화산 활동이 잘 일어난다는 사실을 추가적으로 알 수 있습니다.

따라서 정답은 ㄴ,ㄷ이 되겠네요.