

The University of the State of New York
REGENTS HIGH SCHOOL EXAMINATION

지구 및 우주 과학

2025년 6월 10일, 화요일 — 오후 1시 15분 - 오후 4시 15분까지만 실시

학생 이름 _____

학교명 _____

본 시험 중에는 모든 통신 장비의 소지나 사용을 철저히 금지합니다. 잠시라도 통신 장비를 소지하거나 사용할 경우, 시험은 무효화되며 시험 점수를 받을 수 없게 됩니다.

위 칸에 자신의 이름과 학교명을 인쇄체로 쓰십시오.

자신의 **지구 및 우주 과학** 지식을 활용하여 이 시험의 모든 문제에 답하십시오. 시험을 시작하기 전에 **2024년판 지구 및 우주 과학 참고표**를 받았는지 확인하십시오. 어떤 문제들은 풀 때에 이 참고표가 필요합니다.

이 시험의 모든 파트의 모든 문제에 답하십시오. 문제를 풀 때 연습 용지를 사용할 수 있으나 모든 답은 답안지와 시험 책자에 기입해야 합니다. 선다형 문제를 위한 별도의 답안지가 제공되었습니다. 감독관의 지시에 따라 답안지에 학생 정보를 기입하십시오. 서술형 문제의 답은 시험 책자에 기입하십시오.

시험 책자에 답안을 작성할 때는 반드시 펜을 사용해야 하고 그래프나 그림을 그릴 때는 반드시 연필을 사용하십시오.

시험을 마친 후, 별도의 답안지에 인쇄된 진술문에 서명함으로써 이 시험을 치르기 전에 문제나 답에 대한 불법적인 지식이 없었으며 시험을 치르는 동안 도움을 주지도 않고 받지도 않았음을 표시하십시오. 이 진술문에 서명하지 않은 학생의 답안지와 시험 책자는 인정하지 않습니다.

참고 ...

이 시험을 치르는 동안 사용할 수 있도록 사칙 계산기나 과학용 계산기 및 **2024년판 지구 및 우주 과학 참고표**가 반드시 준비되어 있어야 합니다.

별도로 표시되지 않는 한, 도표는 실제 비율과 다릅니다.

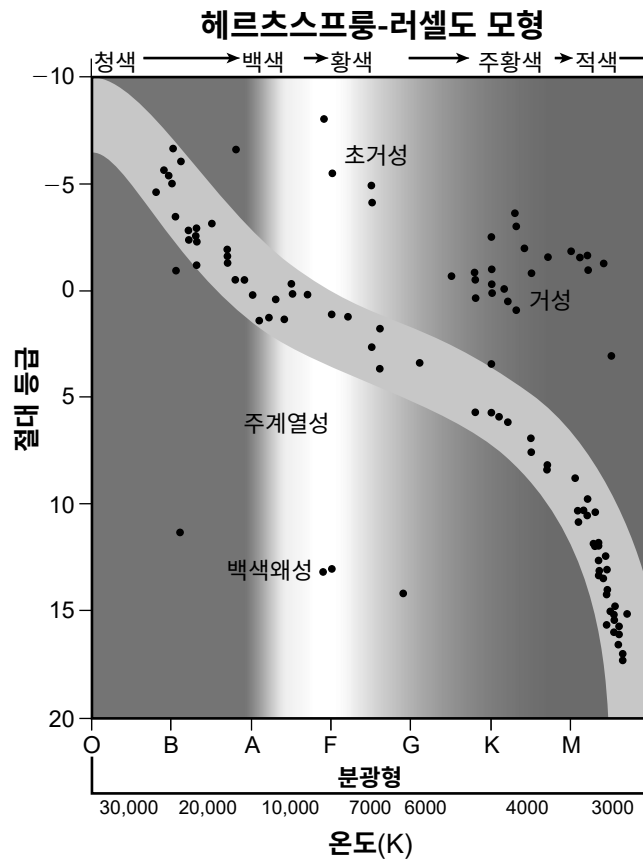
지시가 있을 때까지 이 시험 책자를 열지 마십시오.

1번에서 5번 문제는 아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 답하십시오. 일부 문제는 **2024년판 지구 및 우주 과학 참고표**가 필요할 수 있습니다. 반드시 제공된 별도의 답안지에 선다형 문제의 답을 기입하십시오. 서술형 문제의 답은 시험 책자에 기입하십시오.

우리 태양 - 별

헤르츠스프룽-러셀도(H-R도)는 1911년, 서로 다른 국가의 두 과학자가 별 차트를 바탕으로 독자적으로 개발한 것입니다. 이 도표는 표면 온도, 관측된 색상, 밝기 등급에 따라 별을 분류했습니다. 절대 등급은 모든 별이 지구로부터 같은 거리에 있다고 가정할 때, 별이 얼마나 밝게 보일지를 나타내는 척도입니다. 별이 밝을수록 절대 등급 값은 낮아집니다.

- 1 우리 태양은 표면 온도가 5000에서 6000K인 분광형 G형 별이며, 절대 등급은 약 5입니다. 이 정보를 바탕으로 태양의 위치를 나타내는 **X**를 **한 개** 표시하여 H-R도 모형을 완성하십시오. 또한 태양이 적색 거성으로 변화할 때의 상대적인 온도 및 상대적인 절대 등급의 변화를 설명하십시오.
[1]

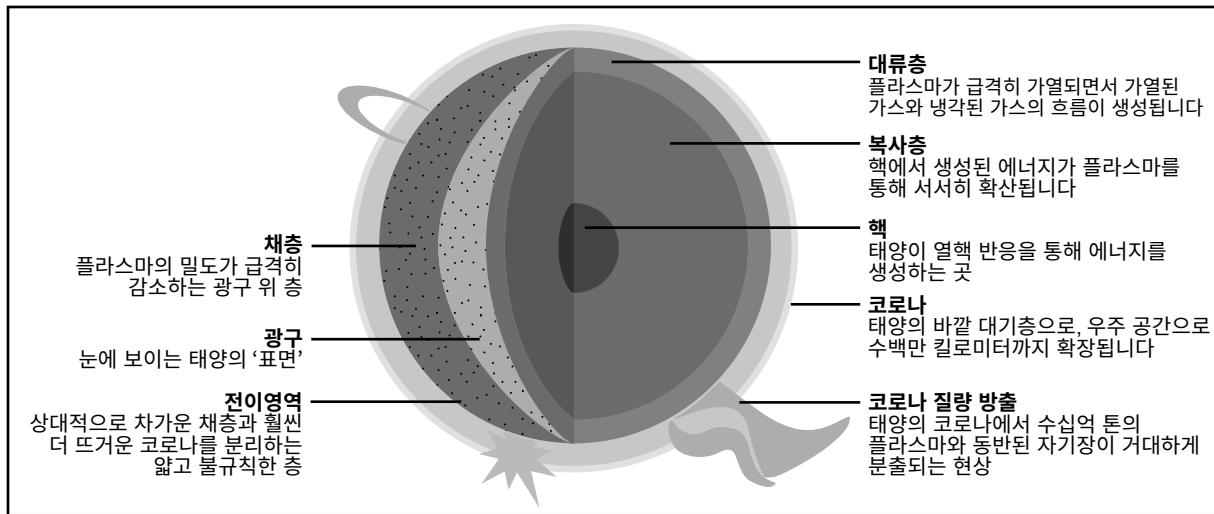


상대적인 온도 변화: _____

상대적인 절대 등급 변화: _____

아래 모형은 태양의 층과 각 층의 일부 특징에 대한 정보를 보여줍니다.

태양층 모형



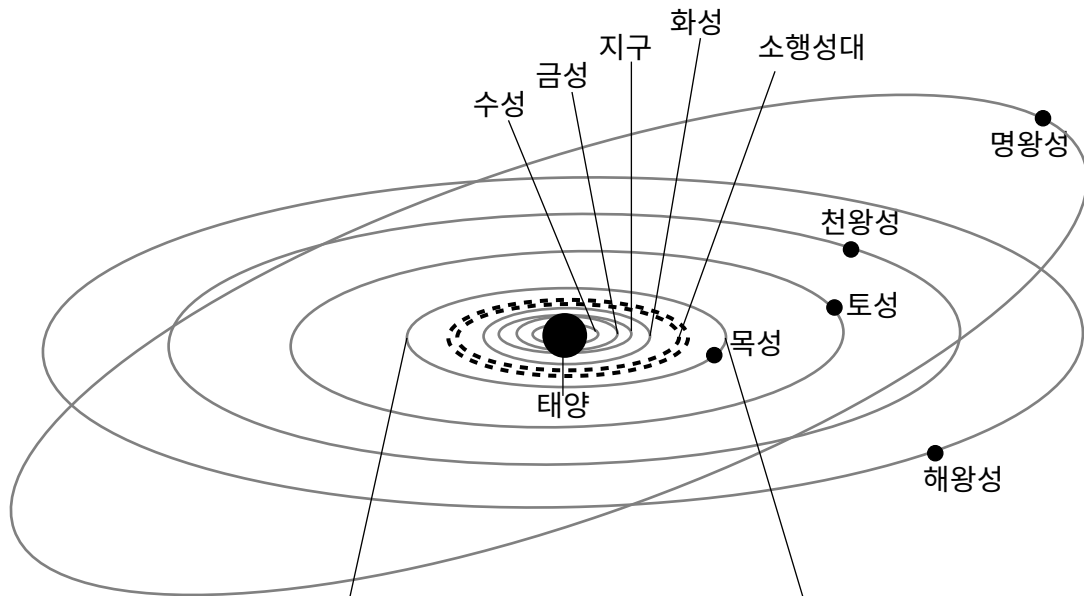
(실제 크기와 다름)

2 이 모형의 정보를 활용하여, 다음 중 융합 반응으로 생성된 에너지가 최종적으로 복사 형태로 태양 표면에 도달하면서 거치는 다섯 개의 태양 층을 올바른 순서로 나열한 것은?

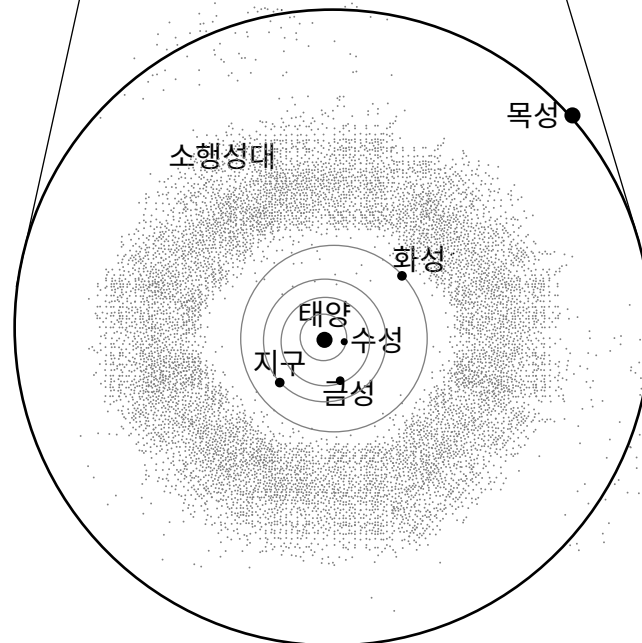
- (1) 핵 → 채층 → 광구 → 전이영역 → 코로나
- (2) 핵 → 복사층 → 전이영역 → 광구 → 코로나
- (3) 핵 → 광구 → 코로나 → 전이영역 → 채층
- (4) 핵 → 복사층 → 대류층 → 광구 → 채층

아래 모형은 우리 태양을 중심으로 한 천체들의 궤도를 나타냅니다. 확대 모형은 목성의 궤도 안쪽에 있는 태양계 영역에 대한 정보를 보여줍니다.

우리 태양계 모형



확대 모형



(실제 크기와 다름)

3 아래 표는 태양 주위를 도는 수성과 금성 궤도의 이심률을 보여줍니다.

행성	이심률
수성	0.206
금성	0.007

케플러의 법칙에 의해 올바르게 예측된 **두 가지** 진술에 체크 표시(✓)를 하십시오. [1]

☐

금성은 일정한 속도로 태양을 공전합니다.

☐

수성은 태양에 가까울수록 궤도를 더 빠르게 공전합니다.

☐

금성의 궤도는 수성의 궤도보다 덜 타원형입니다.

☐

두 행성의 공전 속도는 그들의 질량에 의해 영향을 받습니다.

☐

금성과 달리 수성 궤도의 이심률은 수성이 위성을 가질 수 없도록 합니다.

4 *우리 태양계 모형*을 바탕으로, 만약 태양을 공전하는 평균 공전궤도 거리가 수성보다는 크고 금성보다는 작은 새로운 행성이 발견되는 경우, 이 행성의 평균 속도는

- (1) 수성의 평균 속도보다는 빠르지만 금성의 평균 속도보다는 느리다
- (2) 수성의 평균 속도보다는 느리지만 금성의 평균 속도보다는 빠르다
- (3) 금성의 평균 속도보다는 빠르지만 지구의 평균 속도보다는 느리다
- (4) 금성의 평균 속도보다는 느리지만 지구의 평균 속도보다는 빠르다

지구에는 관측자는 달의 위상을 볼 수 있지만, 위상을 보이는 태양계 천체는 달뿐만이 아닙니다. 금성 또한 지구에서 관측 가능한 위상을 가지고 있습니다. 금성의 태양 공전 주기는 약 225 지구일입니다.

아래 사진은 밤하늘에서 맨눈으로 관측한 달의 위상과 금성을 나타냅니다. 확대 상자는 망원경을 사용해 관측한 금성을 나타냅니다. 달과 금성 모두 초승달 위상에 있습니다.

관측된 달과 금성의 위상



- 5 우리 태양계 모형을 활용해 지구의 관측자가 금성의 위상 주기를 관찰할 수 있는 이유에 대한 설명을 구성하십시오. 설명을 올바르게 완성하기 위해 선택지 A, B, C에 들어갈 용어를 아래 빈칸에 쓰십시오. [1]

선택지 A:

- 안쪽
- 바깥쪽

선택지 B:

- 더 가까워지며
- 더 멀어지며

선택지 C:

- 달
- 태양

금성은 태양을 공전하며 약 225 지구일 동안 지구 공전 궤도의 A에서 돕니다. 이는 금성이 때때로 지구에 B, 다른 때에는 C의 반대쪽에 위치한다는 것을 의미합니다. 금성의 이러한 상대적 위치 변화로 인해 지구의 관측자는 금성의 위상을 관찰할 수 있습니다.

선택지 A: _____

선택지 B: _____

선택지 C: _____

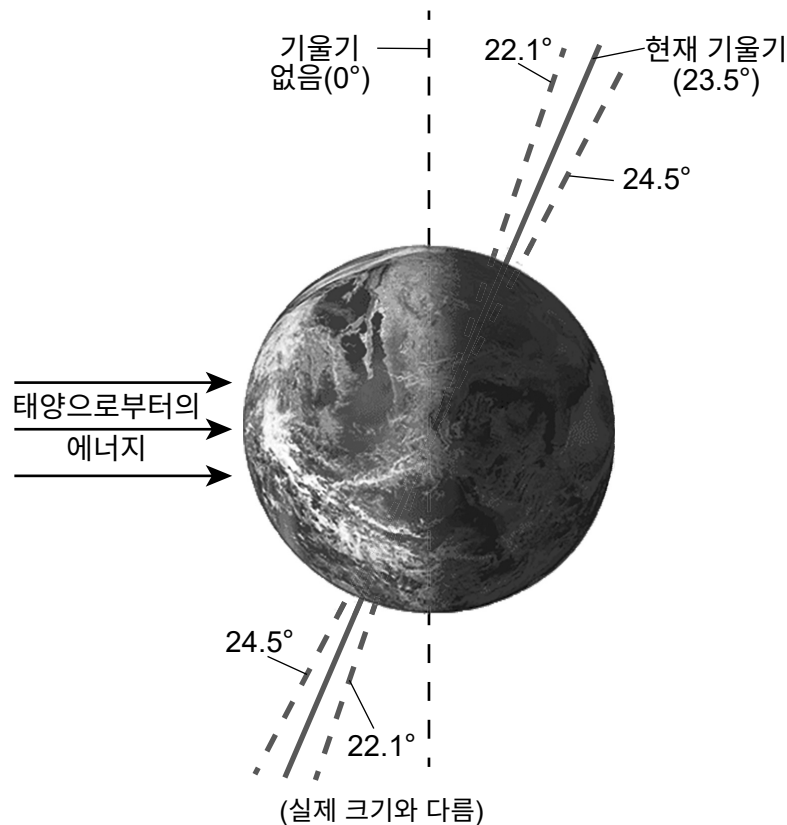
6번에서 10번 문제는 아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 답하십시오. 일부 문제는 2024년판 지구 및 우주 과학 참고표가 필요할 수 있습니다.

지구 시스템 모델링을 통한 지구 기후 이해

지질 기록은 다양한 요인으로 인한 오랜 기후 변동의 역사를 보여줍니다. 기후 과학자들은 지구 시스템의 에너지 유출입 흐름을 더 잘 이해하기 위해 지구 운동, 해류, 판 구조 운동, 대기 구성 모델을 연구합니다.

지구 축이 태양에 대해 기울어진 정도인 자전축 기울기는 지구 기후에 직접적인 영향을 미칩니다. 지구의 자전축 기울기는 41,000년 주기로 변화합니다. 자전축 기울기는 현재 감소하고 있으며, 약 9800년 후에 22.1° 라는 최소값에 도달할 것으로 예상됩니다.

자전축 기울기의 최대값과 최소값



6 자전축 기울기가 22.1° 일 때 현재 지구의 자전축 기울기와 비교하여 겨울에 지구의 북반구가 받게 될 에너지의 양과 전세계 빙하 형성에 미칠 영향을 가장 잘 설명하는 진술은 다음 중 무엇입니까?

- (1) 지구의 북반구는 더 적은 에너지를 받게 되고 극지방에서는 빙하가 더 적게 형성될 것입니다.
- (2) 지구의 북반구는 더 적은 에너지를 받게 되고 극지방에서는 빙하가 더 많이 형성될 것입니다.
- (3) 지구의 북반구는 더 많은 에너지를 받게 되고 극지방에서는 빙하가 더 적게 형성될 것입니다.
- (4) 지구의 북반구는 더 많은 에너지를 받게 되고 극지방에서는 빙하가 더 많이 형성될 것입니다.

기후 과학자들이 지구 시스템 내 에너지 흐름 변화에 영향을 미치는 요인으로 밝혀낸 또 다른 요소는 해류 순환입니다.

해류 모형과 도표 1, 도표 2는 해류 순환 패턴에 대한 정보를 나타냅니다. 점 X와 점 Y는 지구 표면 상의 위치입니다.

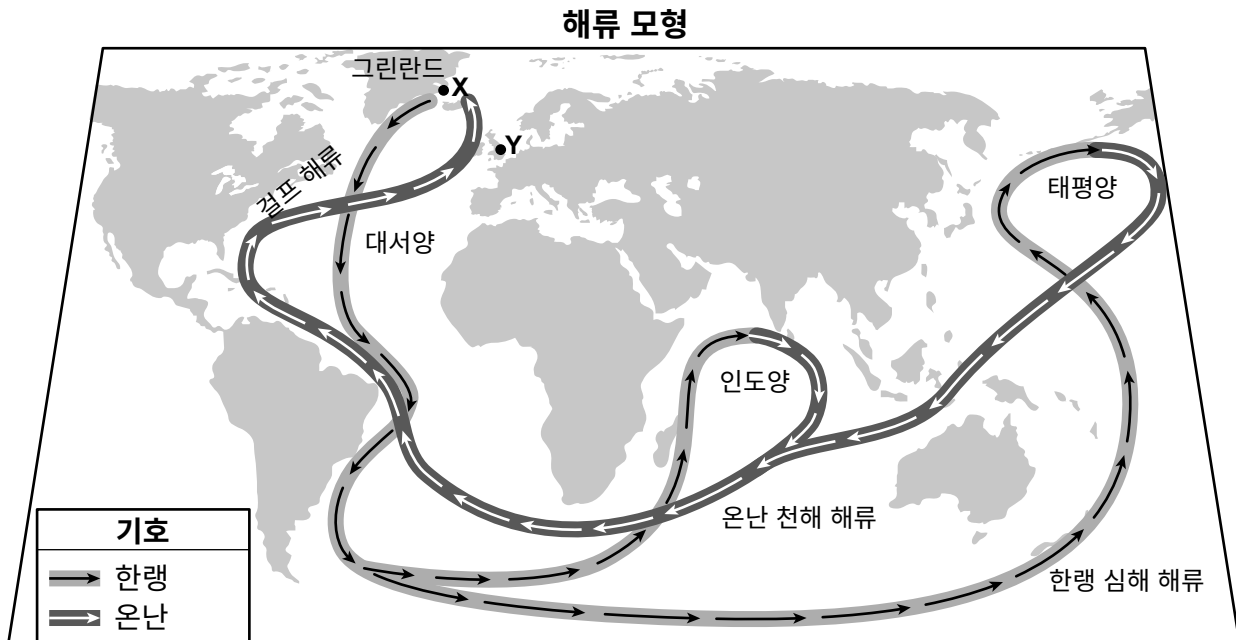


도표 1: 해류의 원리

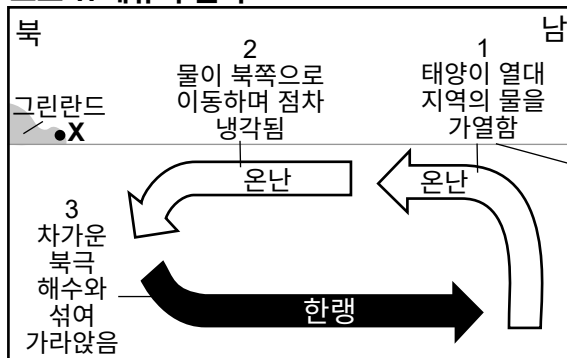
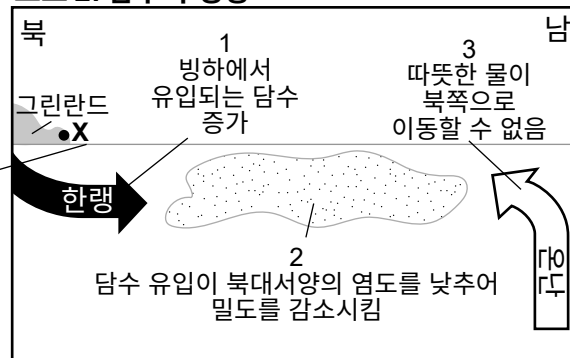


도표 2: 담수의 영향



7 다음 중 X에서 빙하가 녹는 것이 지구 해류의 세기에 미치는 영향을 가장 정확히 설명한 진술은?

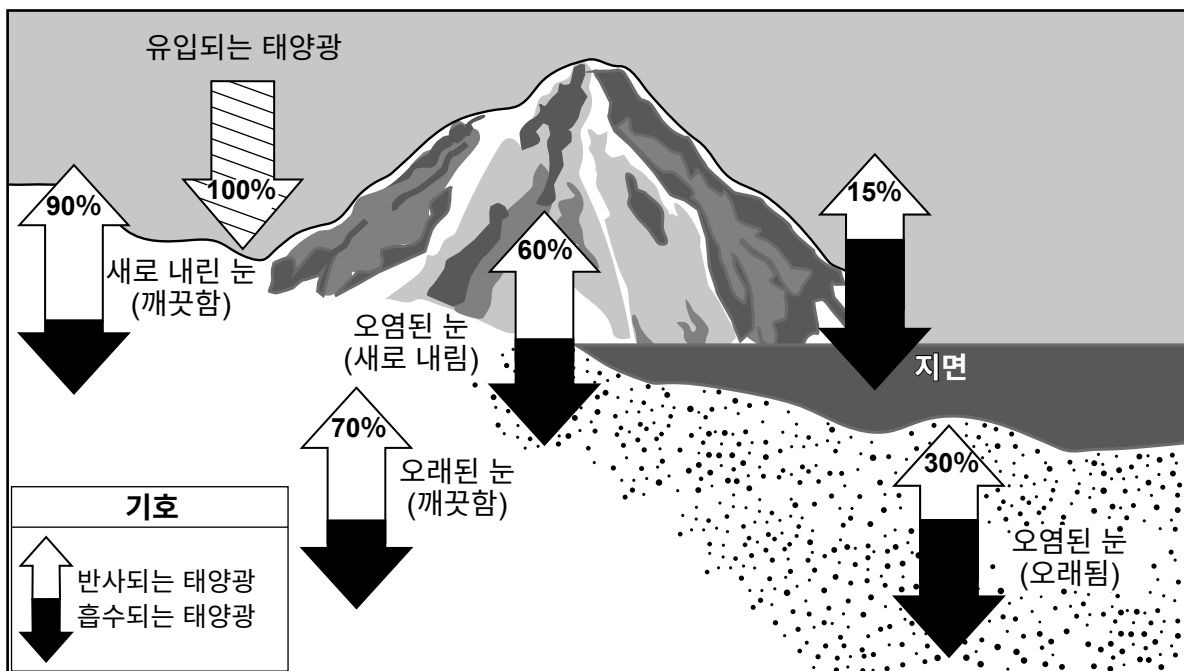
- (1) 더 많은 담수가 바다에 유입되어 해류가 더 깊어집니다.
- (2) 더 많은 담수가 바다에 유입되어 해류가 약해집니다.
- (3) 더 많은 담수가 바다에 유입되어 해류의 물 밀도가 더 높아집니다.
- (4) 더 많은 담수가 바다에 유입되어 해류의 물이 더 따뜻해집니다.

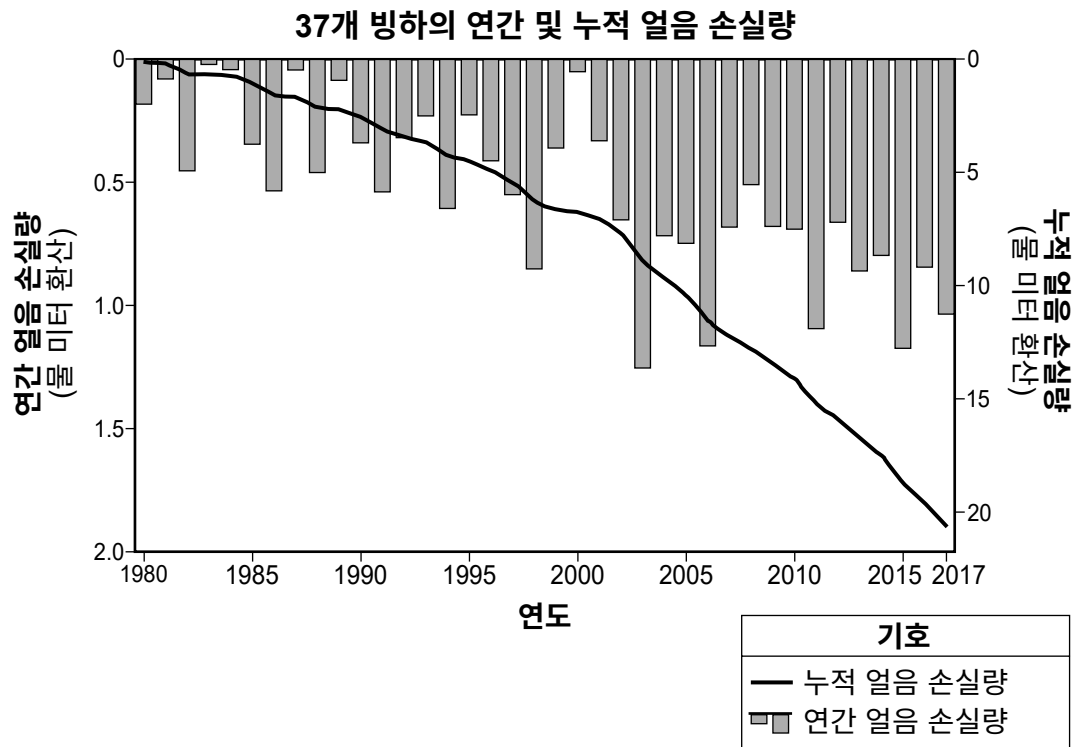
8 다음 중 현재의 표층 해류가 위치 Y의 기후에 미치는 영향을 가장 정확히 설명한 진술은?

- (1) 위치 Y는 더 따뜻한 기온과 더 많은 강수량을 경험합니다.
- (2) 위치 Y는 더 따뜻한 기온과 더 적은 강수량을 경험합니다.
- (3) 위치 Y는 더 시원한 기온과 더 많은 강수량을 경험합니다.
- (4) 위치 Y는 더 시원한 기온과 더 적은 강수량을 경험합니다.

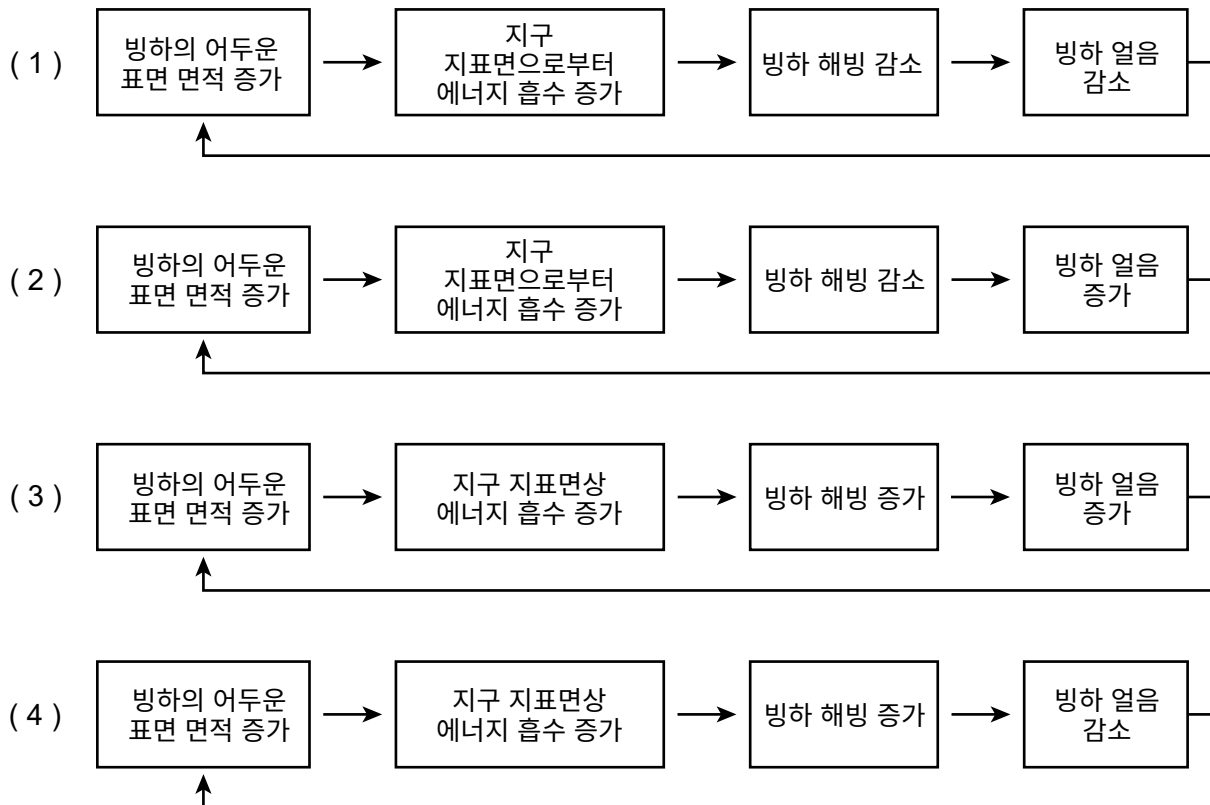
산업혁명 이후 먼지, 흙, 암석과 같은 어두운 입자들이 빙하에 쌓이면서(오염된 눈) 빙하의 색이 더 어두워졌습니다. 이는 다른 지구 시스템에 변화를 초래하는 피드백으로 이어졌습니다.

다양한 빙하 표면에서 반사 및 흡수되는 태양광 비율



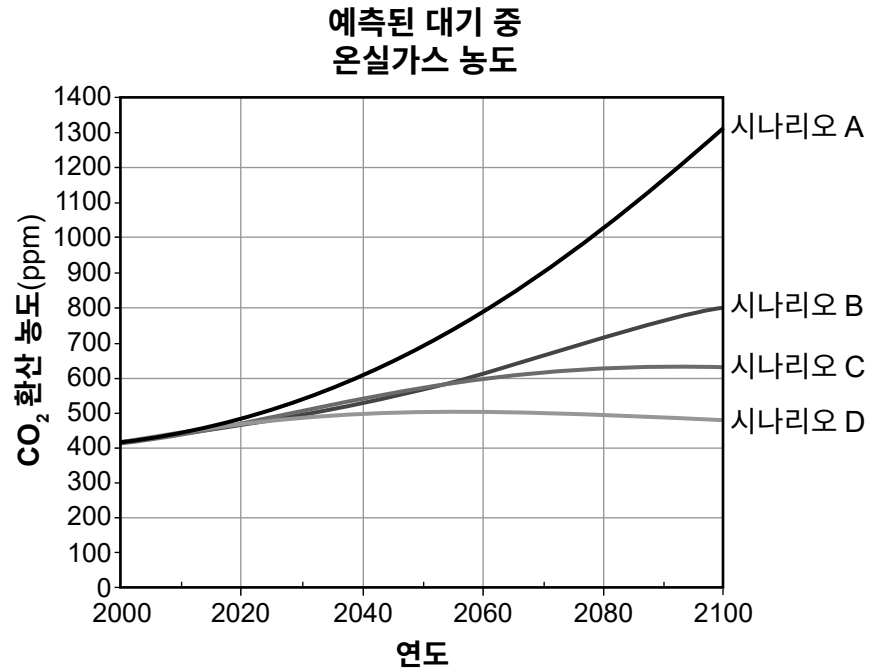


9 다음 중 빙하지역에서 어두운 표면이 노출되어 하나 이상의 지구 시스템에 변화를 초래할 때 발생하는 피드백을 정확히 나타내는 모형은?

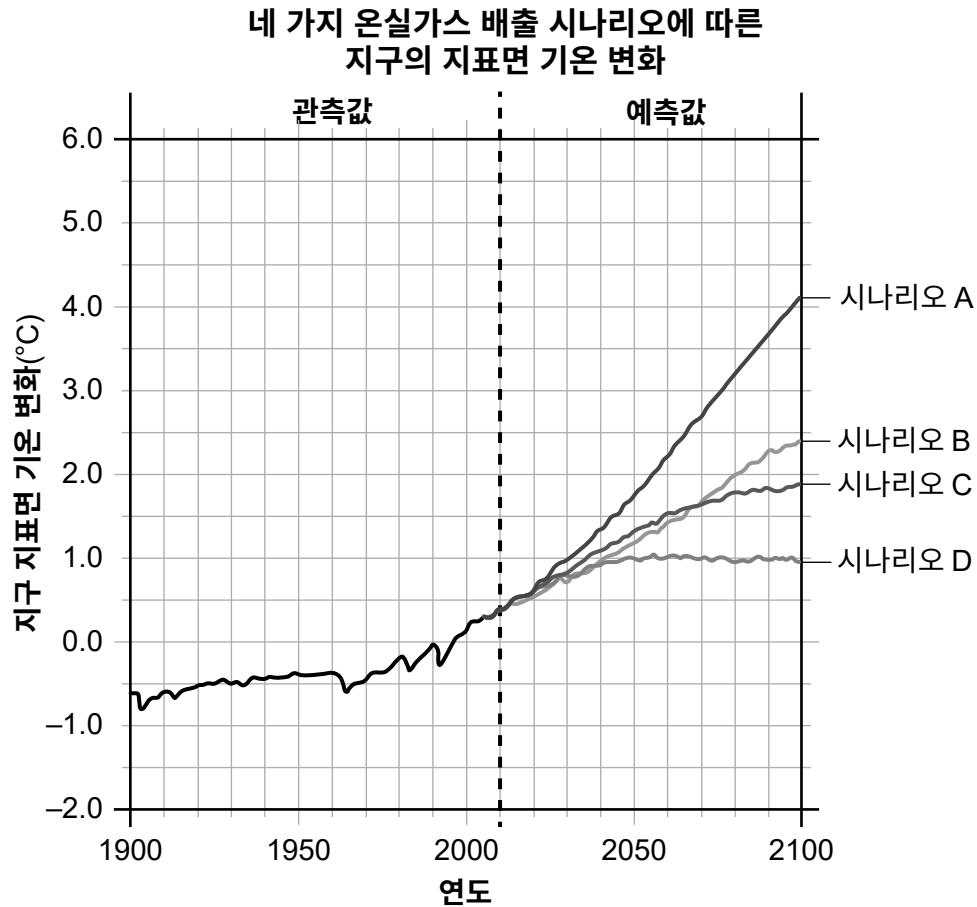


컴퓨터 기반 지구 기후 모형은 예상되는 미래 기후 조건에 대한 데이터를 수집하는 데 유용한 도구입니다. 이러한 모형은 온실가스 배출에 대한 인간의 다양한 대응 방안을 가정하는 여러 시나리오, 즉 가능성을 활용합니다.

아래 그래프는 백만분율(ppm) 단위로 측정된 네 가지 다른 온실가스 배출 시나리오에 따른 미래 온실가스 농도를 나타낸 것입니다.



아래 그래프는 지구 지표면 기온 변화에 대한 정보를 보여줍니다. 해당 모델을 1986년부터 2005년까지의 지구 지표면 기온 평균을 0.0°C로 지칭한 값과 비교했습니다.



- 10 시나리오 B의 배출량을 사용하여 2100년 예상 온실가스(CO_2 환산) 농도의 수치와 지구 지표면 온도 변화의 대략적인 수치를 밝히십시오. [1]

2100년 예상 CO_2 환산 농도: _____ ppm

예상 지구 지표면 온도 변화: _____ °C

11번에서 15번 문제는 아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 답하십시오. 일부 문제는 2024년판 지구 및 우주 과학 참고표가 필요할 수 있습니다.

탄소 순환

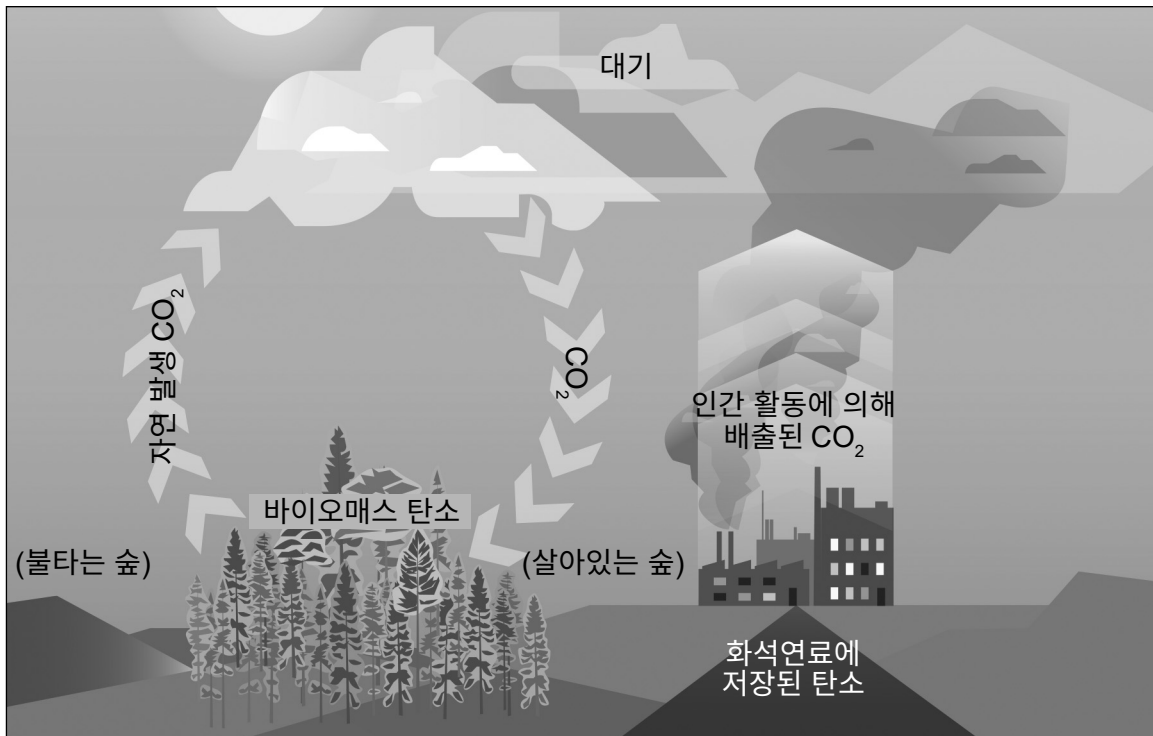
지구의 탄소 순환은 탄소 원소가 지구의 다양한 저장 위치, 즉 저장소를 통해 이동하는 과정을 의미합니다. 탄소는 서로 다른 속도로 이 저장소를 통해 이동합니다. 지구 지표면 가까이 있는 대부분의 탄소는 비교적 빠르게 순환합니다. 대기 중 탄소는 약 3~5년에 걸쳐 순환하는 반면, 식물은 약 50년에 걸쳐 탄소를 순환시킵니다. 토양과 화석 저장소에 있는 탄소는 평균적으로 약 3000년에서 5000년에 걸쳐 순환됩니다.

탄소 순환은 두 가지 과정으로 이루어져 있습니다. “빠른 순환”은 광합성과 분해 등의 생물학적 과정을 포함합니다. “느린 순환”은 암석과 토양이 풍화되면서 토양 탄소(무기 탄소)가 형성되는 데 걸리는 시간을 포함합니다.

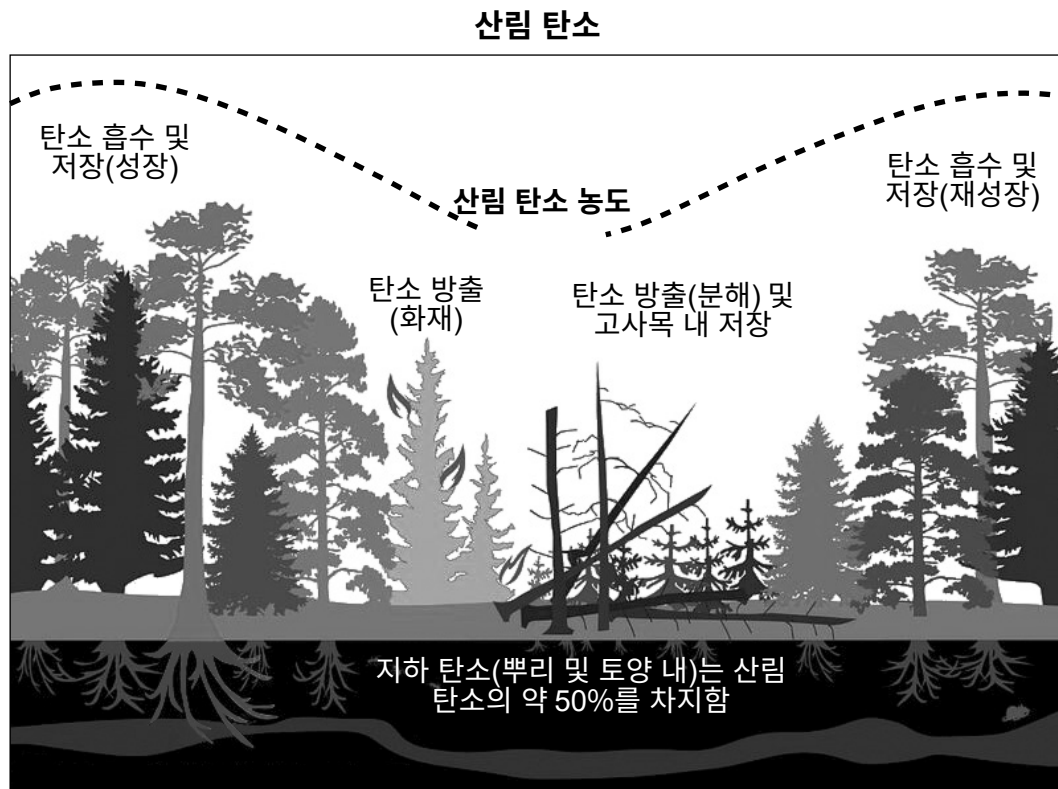
산불은 탄소 순환 과정에 영향을 미칩니다. 2020년에, 대형 산불로 인해 약 1억 700만 톤의 이산화탄소가 대기 중으로 방출되었습니다. 이는 약 2300만 대의 차량이 배출하는 양과 같습니다.

아래 모형은 지구 시스템과 탄소 순환에 대한 정보를 보여줍니다.

산불과 화석연료 연소가 탄소 순환에 미치는 영향 모형



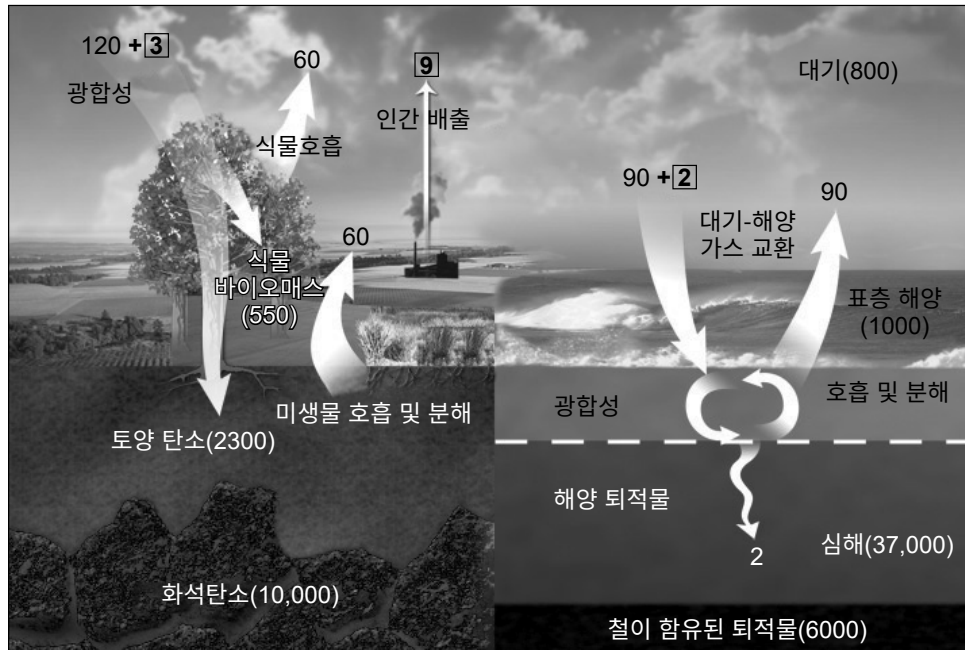
아래 모형은 숲의 나무에서 일어나는 변화에 따라 탄소 수준이 어떻게 변하는지 나타냅니다.



- 11 숲의 나무가 양분을 얻기 위해 에너지를 만드는 과정을 설명하고, 또 이 과정이 대기 중 이산화탄소 농도 감소에 어떻게 기여하는지 서술하시오. [1]

아래 모형은 지구의 네 개 영역을 통한 탄소의 이동(화살표)을 보여줍니다. 숫자는 매년 각 지구 영역에서 자연적으로 추가되거나 제거되는 탄소의 양을 기가톤 (GT) 단위로 나타낸 것입니다. 굵게 표시된 숫자는 인간 활동에 의해 추가되거나 제거된 탄소의 양을 뜻합니다. 괄호 () 안의 숫자는 저장된 탄소의 양을 나타냅니다.

빠른 탄소 순환 모형



12 다음 중 자연적 과정과 인간 활동의 결과로 지구의 두 영역 사이에서 일어나는 탄소의 양적 순환을 정확하게 설명한 진술은?

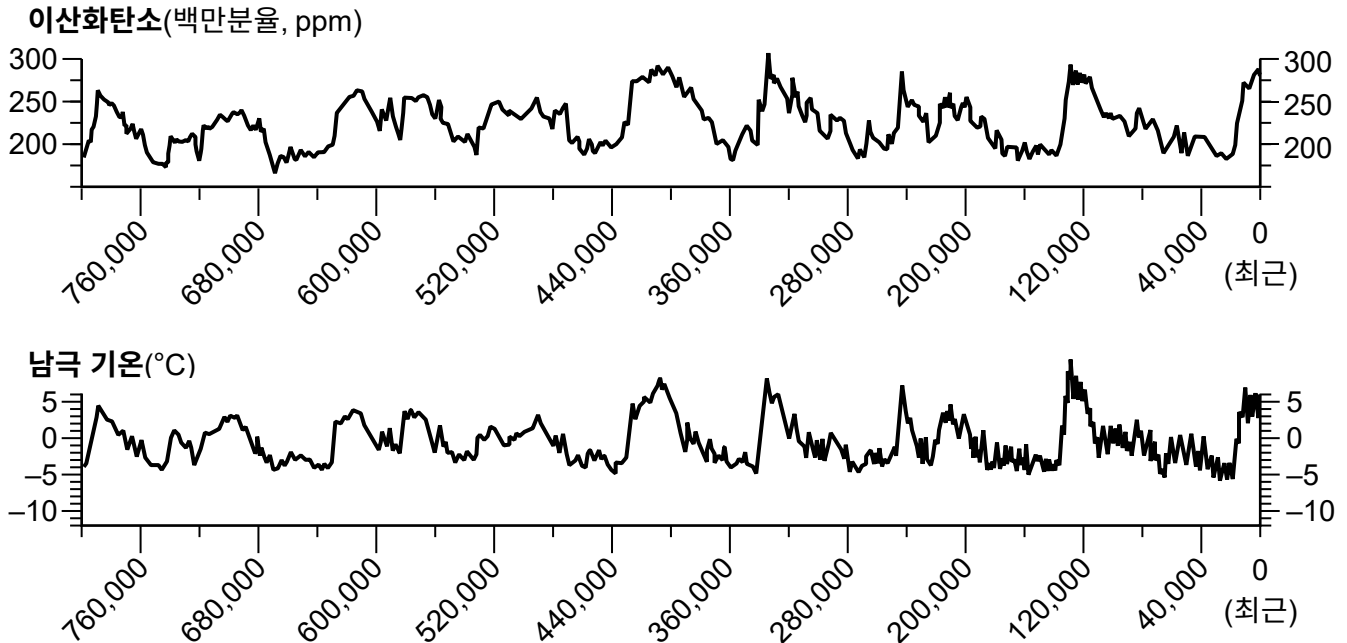
- (1) 화석 탄소는 2300GT 방출되며, 미생물의 호흡 및 분해 과정에서 60GT가 흡수됩니다.
- (2) 심해는 대기-해양 가스 교환을 통해 방출되는 양보다 36,000GT 더 많이 탄소를 저장합니다.
- (3) 인간의 배출은 식물의 호흡보다 9배 더 많은 탄소를 대기에 추가합니다. 식물의 호흡은 미생물의 호흡 및 분해 과정으로 인해 대기로 방출되는 양과 동일합니다.
- (4) 대기에서 빠져나와 바다에 흡수되는 탄소의 양은 92GT이며, 이는 바다에서 다시 대기로 방출되는 양과 해양 퇴적물에 흡수되는 양을 합친 것과 동일합니다.

13 다음 중 대기 중 이산화탄소 증가로 인한 기후 변화가 인간 활동에 미친 영향을 올바르게 설명한 것은?

- (1) 인간은 지역의 대기 중 이산화탄소 양을 줄이기 위해 산불로 인해 소실된 지역에 나무 심기를 늘려 왔습니다.
- (2) 인간은 대기 중 이산화탄소 양을 감소시키기 위해 화석 연료 연소를 증가시켰습니다.
- (3) 인간은 기후 온난화에 적응하기 위해 더 시원한 기후 지역으로 이동했습니다.
- (4) 인간은 숲의 죽은 나무들을 연료로 사용하여 그 수를 줄였습니다.

과거의 지구에서는 여러 요인에 의해 발생한 기후 변화로 인해 탄소 순환이 변해 왔습니다. 태양 에너지의 변화, 대기 중에서 이산화탄소를 제거하는 해양 생물의 양, 그리고 주요 산맥의 융기가 모두 CO₂ 변화에 기여했습니다.

아래 그래프에서 볼 수 있듯이, 빙핵 자료는 지난 80만 년 동안 대기 중 이산화탄소(얼음에 갇힌 공기를 백만분율(ppm) 단위로 측정)와 남극 지표면 온도 변화의 기록을 제공합니다.



14 다음 중 하나의 지구 시스템의 변화가 다른 지구 시스템의 변화를 초래한 그래프 데이터를 올바르게 요약한 주장은?

- (1) 대기 중 CO₂ 농도의 증가는 같은 기간 동안 남극 지표면 온도 하락을 초래했습니다.
- (2) 지난 80만 년 동안 대기 중 CO₂ 농도 변화는 남극의 지표면 온도에 영향을 미치지 않았습니다.
- (3) 대기 중 CO₂ 농도가 감소함에 따라 같은 기간 동안 남극 지표면 온도도 하락했습니다.
- (4) 대기 중 CO₂ 농도는 동일하게 유지되었으며, 지난 80만 년 동안 남극 지표면 온도도 동일하게 유지되었습니다.

- 15 지난 4만 년 동안의 남극 지역 기후 변화율을 활용하여, 향후 4만 년 동안 남극 온도가 어떻게 변화할지 근거를 기반으로 한 예측을 작성하십시오. 또한 이 온도 변화가 **하나의** 지구 시스템에 미치는 관련 영향을 구체적으로 서술하십시오. [1]

향후 4만 년 동안 _____ °C

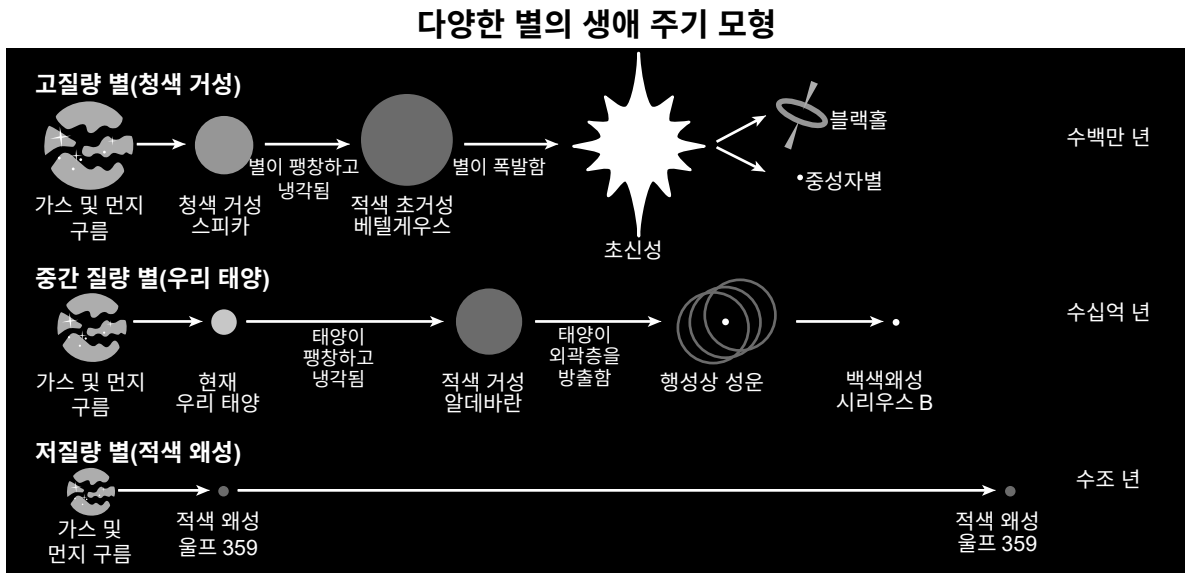
관련 영향: _____

16번에서 20번 문제는 아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 답하십시오. 일부 문제는 2024년판 지구 및 우주 과학 참고표가 필요할 수 있습니다.

별과 빅뱅

우리 태양은 46억년 된 황색 왜성입니다. 태양은 빅뱅 동안 생성된 물질 또는 거대한 별이 초신성 단계에 도달하여 폭발할 때 방출된 물질로 형성되었습니다. 이 물질은 수소 형태로 존재하며, 중력에 의해 더 밀도가 높은 가스 구름으로 수축되었습니다. 이 가스 구름의 중심 온도가 상승하면서 두 개의 수소 핵이 하나의 헬륨 핵으로 융합될 수 있게 되었습니다. 이 헬륨 핵의 질량은 두 개의 수소 핵의 질량 합보다 약간 작습니다. 이 질량 차이가 별의 에너지의 근원입니다.

아래 모형은 다양한 별의 생애 주기에 대한 정보를 보여줍니다.



16 태양과 다른 별의 수명을 결정하는 요소를 밝히십시오. [1]

아래 표는 다양한 유형의 별에 대한 정보를 보여줍니다. 태양 질량은 태양과 비교한 별의 질량을 의미합니다.

별	태양 질량	태양으로부터의 거리(광년)	대략적인 수명(년)
스피카	10.3	260.9	3000만 미만
베텔게우스	16.5	548	1000만
태양	1.0	0	90억
알데바란	1.16	65	64억
시리우스 B	0.98	8.6	2억 3000만
울프 359	0.09	7.86	4조 1000억

- 17 한 학생이 별이 핵합성을 통해 일반적인 원소를 생성하는 과정에 대한 정보를 담은 데이터 표를 만들었습니다. 다음 중 해당 별의 모든 특징을 올바르게 나타내는 데이터 행은?

행	별 이름	핵합성	질량	수명(년)
(1)	태양	수소 $\xrightarrow{\text{바로 변환됨}}$ 헬륨	중간 질량	46억
(2)	시리우스 B	탄소 $\xrightarrow{\text{바로 변환됨}}$ 산소	고질량	2억 3000만
(3)	알데바란	헬륨 $\xrightarrow{\text{바로 변환됨}}$ 탄소	중간 질량	64억
(4)	울프 359	수소 $\xrightarrow{\text{바로 변환됨}}$ 탄소	고질량	4조 1000억

흑점은 자기장이 지구의 자기장보다 약 2500배 강한 영역입니다. 이 강한 자기장으로 인해 자기 압력이 증가하고, 태양 주변의 대기 압력이 감소합니다. 이는 새로운 초고온 가스(플라즈마)의 흐름이 표면으로 이동하는 것을 방해하여 주변 지역보다 온도를 낮춥니다.

흑점은 서로 반대 방향을 가리키는 자기장을 가지기 때문에 쌍으로 발생합니다. 그러나 1645년부터 1715년까지는 흑점 활동이 거의 없었습니다. 이 기간은 마운더 극소기(Maunder Minimum)라고 불립니다. 몇몇 과학자들은 이 기간을 지구의 “소빙하기”라고 부르기도 합니다.

아래 그래프는 흑점 발생 빈도에 대한 정보를 보여줍니다.

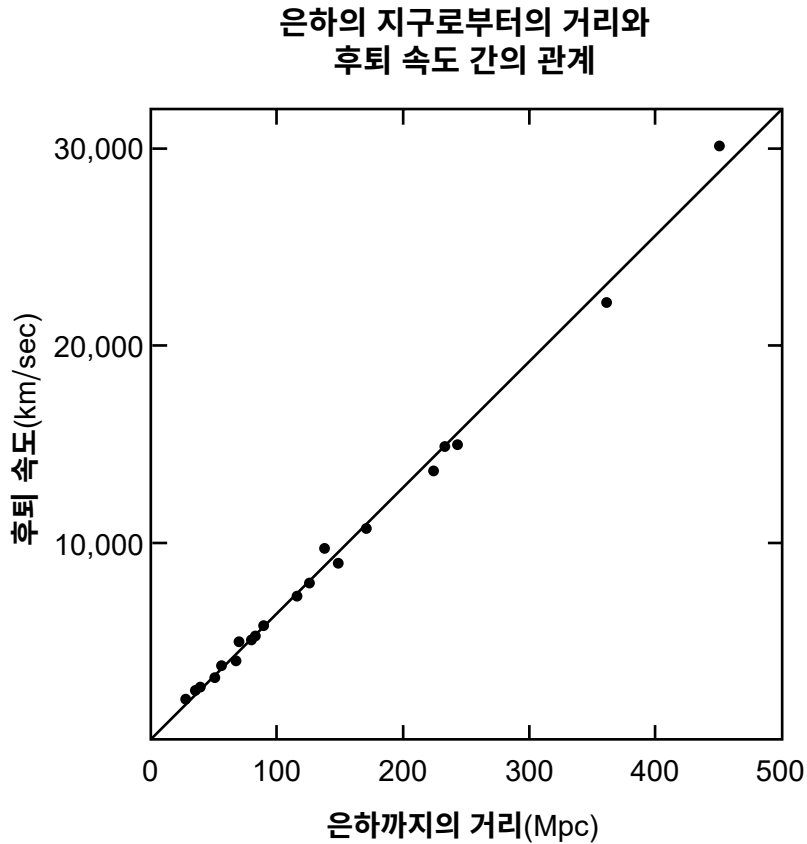


18 위 글과 그래프의 정보를 활용하여 흑점에 대해 정확히 설명하는 **세 가지** 진술에 체크 표시(✓)를 하십시오. [1]

- ☐ 태양 흑점 수 감소는 지구 온도를 낮추는 것으로 추정됩니다.
- ☐ 흑점 수는 매년 변화하며, 약 11년의 주기를 갖습니다.
- ☐ 태양 에너지 방출량 증가는 흑점 수의 감소와 연관이 있습니다.
- ☐ 매년 나타나는 흑점의 평균 수는 1950년 이후로 꾸준히 감소하고 있습니다.
- ☐ 흑점은 태양의 표면에서 상대적으로 더 낮은 온도를 가진 지역입니다.

1920년대에 에드윈 허블(Edwin Hubble)은 은하의 운동을 연구했습니다. 그는 지구에서 측정한 은하의 속도(후퇴 속도)와 지구로부터 은하까지의 거리 사이의 관계를 발견했습니다. 이 관계를 허블의 법칙이라고 합니다. 이 법칙은 빅뱅 이후 우주의 변화 과정을 이해하는 데 중요한 의미를 가집니다.

아래 그래프는 메가파섹(Mpc)의 단위로 나타낸 여러 은하의 지구로부터의 거리와 그 은하의 후퇴 속도에 대한 데이터를 보여줍니다.



은하의 지구로부터의 거리와 후퇴 속도 간의 관계 그래프는 은하의 지구로부터의 거리가 증가함에 따라 은하의 후퇴 속도가 A 함을 보여줍니다. 이는 우주의 B 에 대한 증거이며, 우주가 빅뱅 당시 초기에는 C 상태였음을 시사합니다. 결과적으로 이 데이터는 우주가 D 속도로 변화하고 있음을 시사합니다.

19 아래 표 중 위 글에서 A, B, C, D에 들어갈 단어 및 구절을 올바르게 나타낸 것은?

(1)

A	비례적으로 증가
B	팽창
C	압축된
D	가속하는

(3)

A	비례적으로 증가
B	팽창
C	팽창된
D	감소하는

(2)

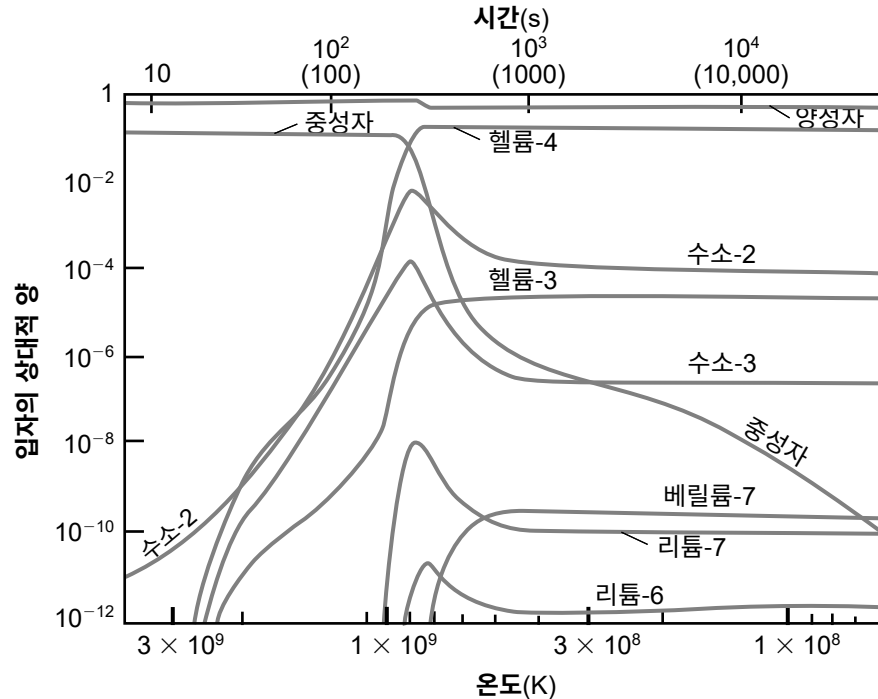
A	비례하지 않게 증가
B	팽창
C	팽창된
D	일정한

(4)

A	비례하지 않게 증가
B	팽창
C	압축된
D	가속하는

빅뱅으로 인해 입자들이 생성되었습니다. 최초의 입자는 양성자, 중성자와 같은 아원자 입자와 수소, 헬륨, 리튬, 베릴륨과 같은 가벼운 원소의 원자핵 형태였습니다. 아래 그래프는 이러한 입자들, 이들이 생성될 당시의 우주 온도, 그리고 빅뱅 이후 생성된 시점에 대한 정보를 보여줍니다.

**빅뱅 이후 시간의 흐름에 따른
다양한 입자의 상대적 양과 우주의 온도 간의 관계**



20 빅뱅 이후 시간의 흐름에 따른 다양한 입자의 상대적 양과 우주의 온도 간의 관계 그래프의 정보를 바탕으로, 다음 중 빅뱅 이론의 증거가 되는 우주 물질의 구성을 올바르게 나타낸 표는?

(1)

빅뱅이 시작된 시점부터 경과한 시간	존재하는 입자	온도(K)
10초에서 100초까지	수소와 헬륨이 감소함	상승 후 하강함

(2)

빅뱅이 시작된 시점부터 경과한 시간	존재하는 입자	온도(K)
100초에서 1000초까지	수소는 증가한 후 감소하고, 헬륨은 증가한 후 일정하게 유지됨	하강함

(3)

빅뱅이 시작된 시점부터 경과한 시간	존재하는 입자	온도(K)
1000초에서 10,000초까지	양성자와 중성자가 감소함	하강 후 상승함

(4)

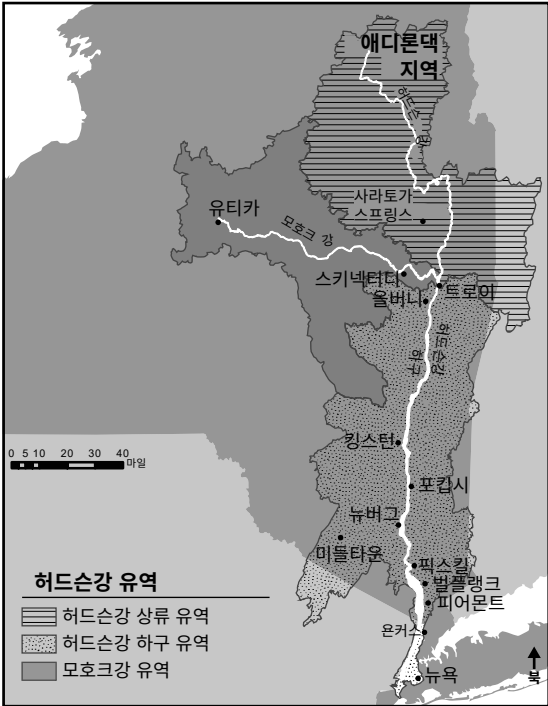
빅뱅이 시작된 시점부터 경과한 시간	존재하는 입자	온도(K)
10,000초 이후	베릴륨과 리튬이 일정하게 유지됨	일정하게 유지됨

21번에서 25번 문제는 아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 답하십시오. 일부 문제는 2024년판 지구 및 우주 과학 참고표가 필요할 수 있습니다.

뉴욕주 허드슨강

뉴욕주 허드슨강 유역은 약 1340평방마일에 걸쳐 있으며, 모호크강 유역, 허드슨강 하구 유역, 상류 허드슨강 유역 등 세 개의 서로 다른 유역을 포함합니다. 허드슨 강은 애디론덱에서 뉴욕시까지 남쪽으로 약 325마일 흐릅니다. 트로이에서 뉴욕시 뉴욕항까지 이어지는 153마일 구간은 조석 하구입니다. 이곳에서 강을 따라 남쪽으로 흐르는 담수와 대서양에서 밀려오는 염수가 만납니다. 하구로 유입되는 해수의 맨 앞부분을 염수 전선이라고 합니다. 염수 전선은 조류, 날씨, 계절의 변화에 따라 이동합니다. 폭우가 내리면 더 많은 담수가 허드슨강으로 유입됩니다. 허드슨강에서 식수를 공급받는 도시와 마을들은 식수 품질에 영향을 미치는 염수 전선을 면밀히 추적합니다.

허드슨강 유역



21 허드슨강에 폭우가 내릴 경우 염수 전선의 위치에 미치는 영향을 설명하십시오. [1]

염수 전선의 위치는 허드슨강 마일(HRM, Hudson River Mile)단위로 측정됩니다. 허드슨 강 마일 0 지점은 뉴욕시 맨해튼의 남단에 위치합니다.

아래 표는 뉴욕시 북쪽의 여러 지점에서 측정된 허드슨 강의 염도에 대한 정보를 두 개의 서로 다른 날짜 기준으로 보여줍니다. 염도는 물 1리터당 염화물 밀리그램 (mg/L) 단위로 측정되며, 염수 전선은 염도가 100mg/L인 지점에 위치합니다.

허드슨강 염도: 2004년 10월 6일

위치	뉴욕시	윌킨스	피어몬트	베어 마운틴	콜드 스프링	얼스터
염도 (mg/L)	1805	1162	300	50	47	34
HRM	7	18	25	46	55	97

허드슨강 염도: 2006년 10월 12일

위치	뉴욕시	윌킨스	피어몬트	벌플랭크	콜드 스프링	포킵시	얼스터
염도 (mg/L)	7362	4041	3177	830	50	30	64
HRM	7	18	25	41	55	76	97

- 22 한 학생이 날씨 조건으로 인해 염수 전선의 위치가 지속적으로 변화한다고 주장합니다. 아래 표 중에서 2004년 10월 6일과 2006년 10월 12일에 염수 전선이 위치했던 두 지점을 올바르게 표시하여 이 학생의 주장을 뒷받침하는 것은?

(1)

2004년 10월 6일	피어몬트와 베어마운틴
2006년 10월 12일	포킵시와 얼스터

(2)

2004년 10월 6일	피어몬트와 베어마운틴
2006년 10월 12일	벌플랭크와 콜드 스프링

(3)

2004년 10월 6일	윌킨스와 피어몬트
2006년 10월 12일	벌플랭크와 콜드 스프링

(4)

2004년 10월 6일	뉴욕시와 윌킨스
2006년 10월 12일	윌킨스와 피어몬트

허드슨강을 따라 염수 전선이 이동하면 강의 담수를 식수원으로 사용하는 포킵시와 같은 지역사회의 식수 품질에 영향을 줄 수 있습니다. 이러한 이유로 두 개의 서로 다른 환경 단체가 강의 염수 전선을 주의 깊게 관찰합니다.

뉴욕주에서 1000만 명 이상이 허드슨강을 깨끗한 식수원으로 이용하기 때문에, 두 환경 단체는 염수 전선의 이동을 평가하고 식수 취수구로 염분이 유입되는 것을 방지하기 위한 계획을 마련했습니다.

이 40만 달러 규모의 계획은 향후 35년 동안 염수 전선의 이동을 감시하고 평가하는 예산을 포함하고 있습니다. 이 예산은 아래에 요약된 두 가지 항목으로 구성됩니다:

- 25만 달러를 2025년부터 2075년까지 강과 하천의 흐름 데이터를 활용하여 염수 전선 위치를 예측하는 데 할당합니다.
- 15만 달러를 여러 정수 시설에서 안전한 식수를 유지하기 위한 선제적 대응 계획을 마련하는 데 할당합니다.

23 환경단체가 수립한 계획의 증거를 바탕으로, 다음 중 담수 이용 가능성이 허드슨강 주변 지역사회에 영향을 미치는 방식을 올바르게 설명한 것은?

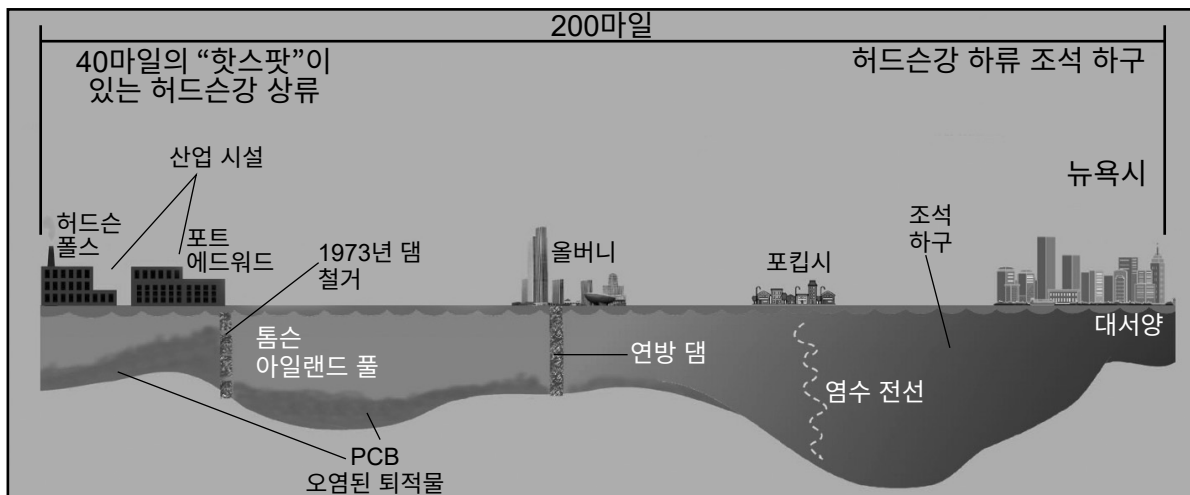
- (1) 허드슨강 인근 도시들은 향후 50년 동안 염도가 감소함에 따라 대체 식수원을 찾기 위해 상당한 비용을 지출해야 할 것입니다.
- (2) 허드슨강 인근 도시들은 향후 50년 동안 염수 전선을 감시하는 데 40만 달러를 지출해야 할 것입니다.
- (3) 허드슨강을 식수원으로 사용하는 지역사회는 염도를 감시하고, 필요할 경우 정수 시설에서 물을 정화하는 계획을 수립하는 데 40만 달러를 지출할 것입니다.
- (4) 허드슨강을 식수원으로 사용하는 지역사회는 염수 전선이 식수에 영향을 미칠지를 예측하는 데 15만 달러를 지출해야 할 것입니다.

염수 전선의 위치와 그에 따른 식수 품질 영향은 허드슨강 인근 주민들이 직면한 유일한 문제가 아닙니다.

1947년부터 1977년까지 화재 예방 및 기름 절연에 사용되는 물질인 폴리염화비페닐(polychlorinated biphenyls, PCBs)을 제조하는 산업체에서 배출된 물질이 인간과 강에 서식하는 생물에 독성을 가진 것으로 밝혀졌습니다. 그때까지 올버니 북쪽에 위치한 해당 산업체는 강에 약 130만 파운드의 PCB를 방류했습니다. 강에 유입된 후, 해당 화학 물질은 강 바닥과 강변의 퇴적물과 섞였습니다. 1973년 허드슨강 상류의 댐이 철거되면서 대량의 오염된 퇴적물이 추가로 방출되었습니다.

1984년, 미국 환경보호국(Environmental Protection Agency, EPA)은 허드슨강의 200마일 구간을 강의 퇴적물에서 PCB 제거가 필요한 연방 슈퍼펀드 부지로 지정했습니다. 올버니 북쪽 40마일 구간은 2009년부터 2015년까지 준설 작업을 통해 PCB 오염 퇴적물이 제거된 “핫스팟”으로 지정되었습니다. 아래 모형은 허드슨강의 PCB에 대한 정보를 보여줍니다.

허드슨강 PCB 슈퍼펀드 부지: 200마일 구간

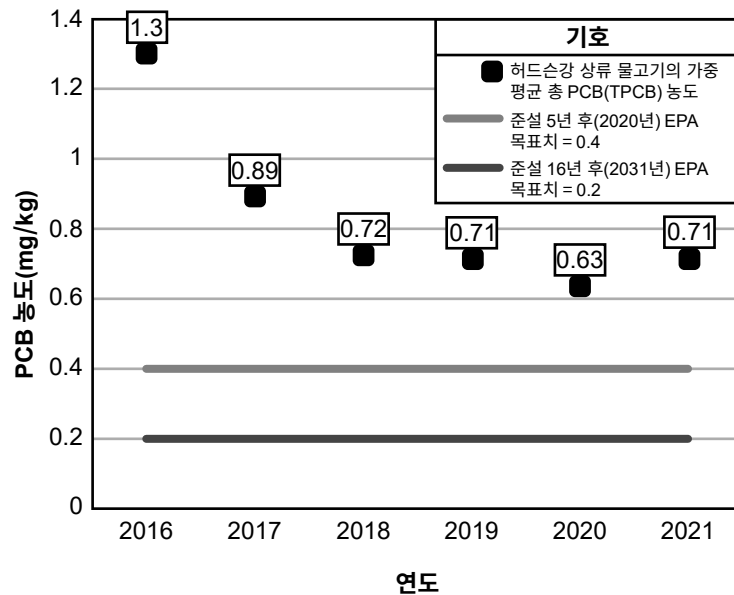


(실제 크기와 다름)

오염된 물고기를 먹는 것은 인간이 PCB에 가장 많이 노출되는 주요 요인입니다. 허드슨강 상류의 PCB는 70년 동안 존재했으며 물고기에 축적되었습니다.

EPA는 허드슨강 상류에서 잡은 물고기의 섭취를 금지하는 권고를 발표했습니다. 2002년, EPA는 2020년과 2031년까지 달성할 물고기 내 PCB 목표 농도를 설정했습니다. 아래 그래프는 허드슨강 상류에서 잡은 물고기의 PCB 농도와 목표 농도를 나타냅니다.

2016년부터 2021년까지 허드슨강 상류 물고기의 가장 평균 총 PCB(TPCB) 농도와 EPA 목표치 비교



24 위 모형과 그래프를 바탕으로, 다음 중 허드슨강 물고기의 PCB 농도를 *가장 크게* 감소시킬 수 있는 다음 논리적 해결책은 무엇입니까?

- (1) 아무 조치도 취하지 않고 강이 자연적으로 PCB를 대서양으로 흘려보내도록 둡니다.
- (2) 퇴적물에 여전히 PCB가 남아 있는 추가 지역에 준설을 시행해 강에서 오염물질을 영구적으로 제거합니다.
- (3) 오염된 퇴적물이 하류로 이동하기 전에 대부분의 PCB를 가두기 위해 제거된 댐이 있던 자리에 새로운 대형 댐을 건설합니다.
- (4) 물과 퇴적물에서 PCB를 제거할 수 있는 더 큰 물고기를 번식시킵니다.

25 그래프가 허드슨강의 준설이 EPA 목표치와 비교했을 때 물고기 내 PCB 농도를 줄이는 데 부분적으로만 효과가 있었다는 주장을 어떻게 뒷받침하는지 설명하십시오. [1]

26번에서 30번 문제는 아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 답하십시오. 일부 문제는 2024년판 지구 및 우주 과학 참고표가 필요할 수 있습니다.

우리 태양계의 기원

태양과 태양계의 여덟 개의 행성은 같은 시기에 형성되었습니다. 그 형성의 증거는 태양계 전역에서 발견될 수 있습니다. 과학자들은 태양계의 형성과 초기 역사를 밝히기 위해 행성, 운석, 지구의 데이터를 활용했습니다. 아래 데이터 표는 태양계 여덟 개 행성의 정보를 제시합니다.

태양계 데이터

행성의 유형	이름	위성 개수
지구형 행성	수성	0
	금성	0
	지구	1
	화성	2
목성형 행성	목성	80(근사치)
	토성	83(근사치)
	천왕성	24
	해왕성	14

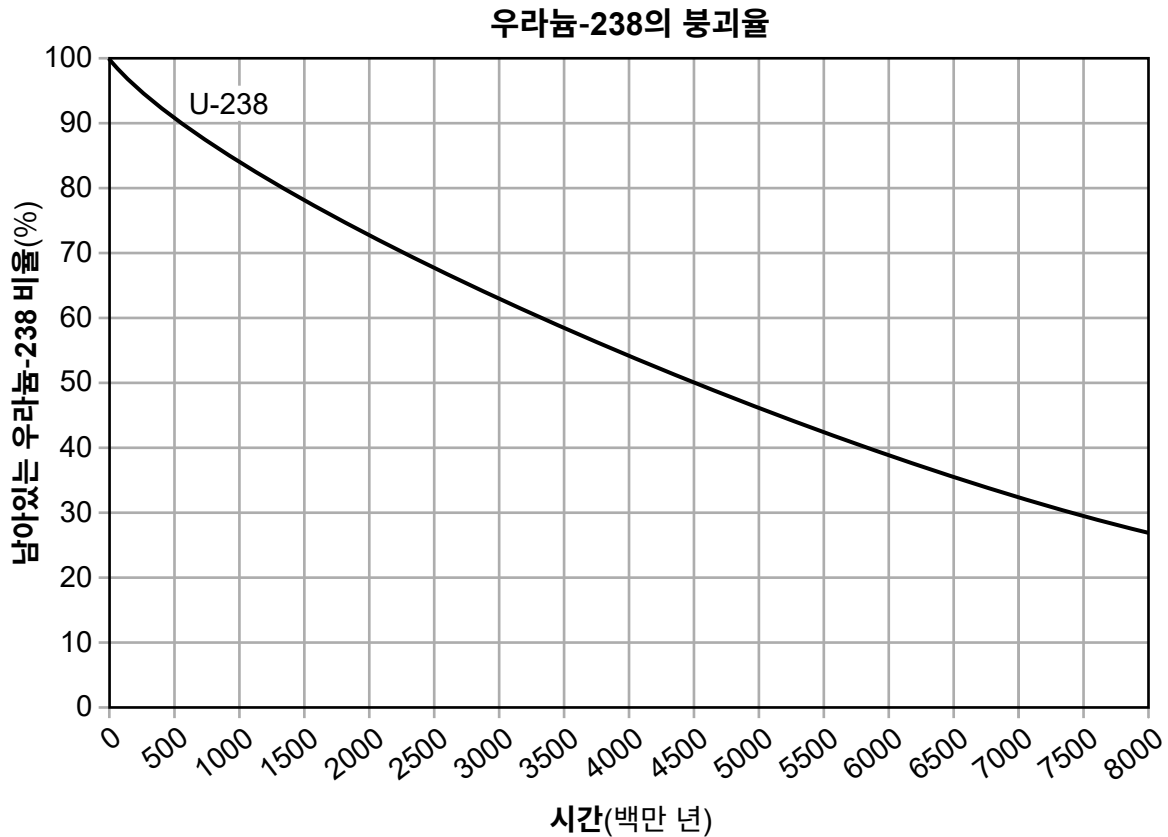
26 다음 중 태양계의 지구형 행성과 목성형 행성의 차이를 형성 초기 역사와 관련하여 가장 잘 설명한 진술은?

- (1) 지구형 행성은 목성형 행성보다 공전 주기가 더 길고, 위성 개수가 적다.
- (2) 지구형 행성은 목성형 행성보다 밀도가 더 높고 공전 주기가 더 길다.
- (3) 지구형 행성은 목성형 행성보다 지름이 더 크며 태양에 더 가깝다.
- (4) 지구형 행성은 목성형 행성보다 지름이 더 작고 밀도가 더 높다.

27 다음 중 토성의 공전 주기를 가장 정확하게 예측한 값은?

- (1) 5358지구일
- (2) 10,759지구일
- (3) 23,560지구일
- (4) 28,286지구일

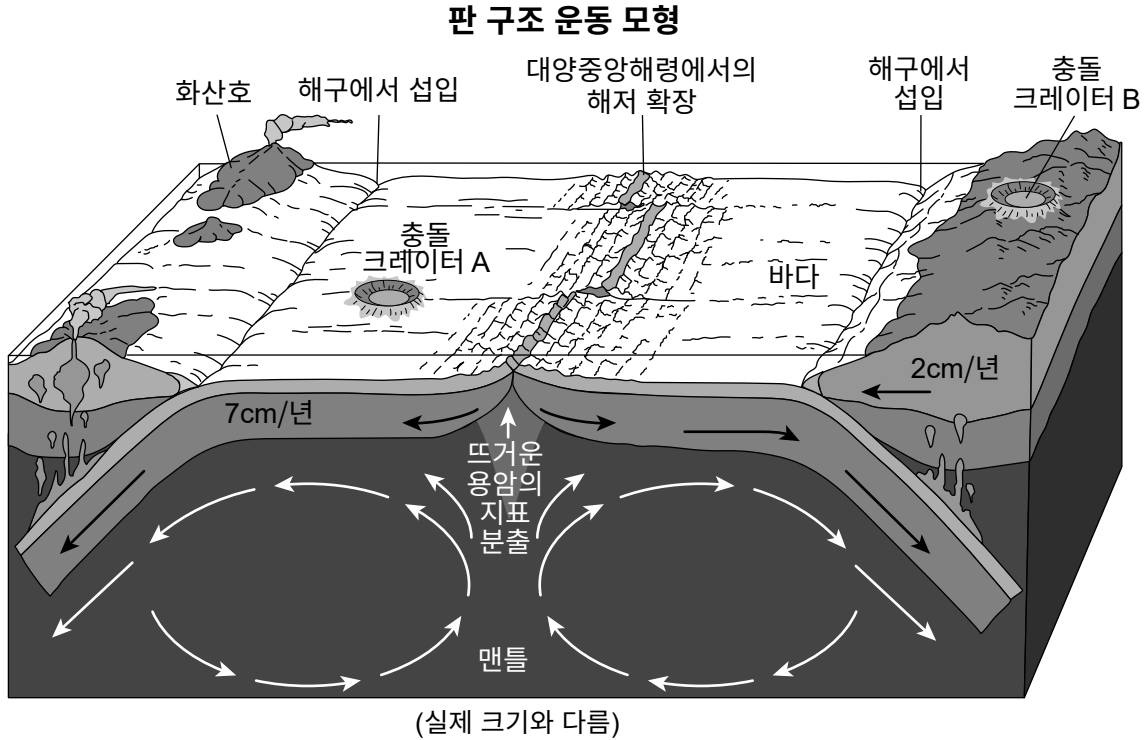
지구의 운석은 우리 태양계와 우리 행성의 역사를 재구성하는 데 도움이 되었습니다. 운석에서 채취한 샘플을 지구에서 발견된 샘플 내 붕괴 생성물의 양과 비교하여 우라늄-238의 양을 측정하는 절대 연대 측정 기법을 이용해 연대를 결정하였습니다. 아래 그래프는 우라늄-238에 대한 정보를 보여줍니다.



- 28 운석 샘플을 분석한 결과, 우라늄-238이 50% 포함된 것으로 확인되었습니다. 그래프의 증거를 활용하여 운석의 방사성 연대 측정이 지구가 언제 형성되었는지에 대한 기록을 구성하는 데 어떻게 사용될 수 있는지에 대한 주장을 작성하십시오. [1]

지구 역사 전반에 걸쳐 운석은 대륙과 해양 지각 표면에 충돌 크레이터를 형성했습니다. 그러나 지구 표면에서 확인된 약 200개의 크레이터 중 오직 20개만이 해양 지각에 위치합니다. 지구 표면의 약 70%가 물로 덮여있다는 점에서 이는 놀라운 사실입니다. 과학자들은 지구 판의 운동이 해양 지각에서 관찰된 충돌 크레이터의 증거가 부족한 원인 중 하나일 수 있다고 추측합니다.

해양 지각과 대륙 지각의 대략적인 이동 속도는 모형에서 cm/년 단위로 표시되어 있습니다. 두 개의 충돌 크레이터가 표시되어 있습니다.



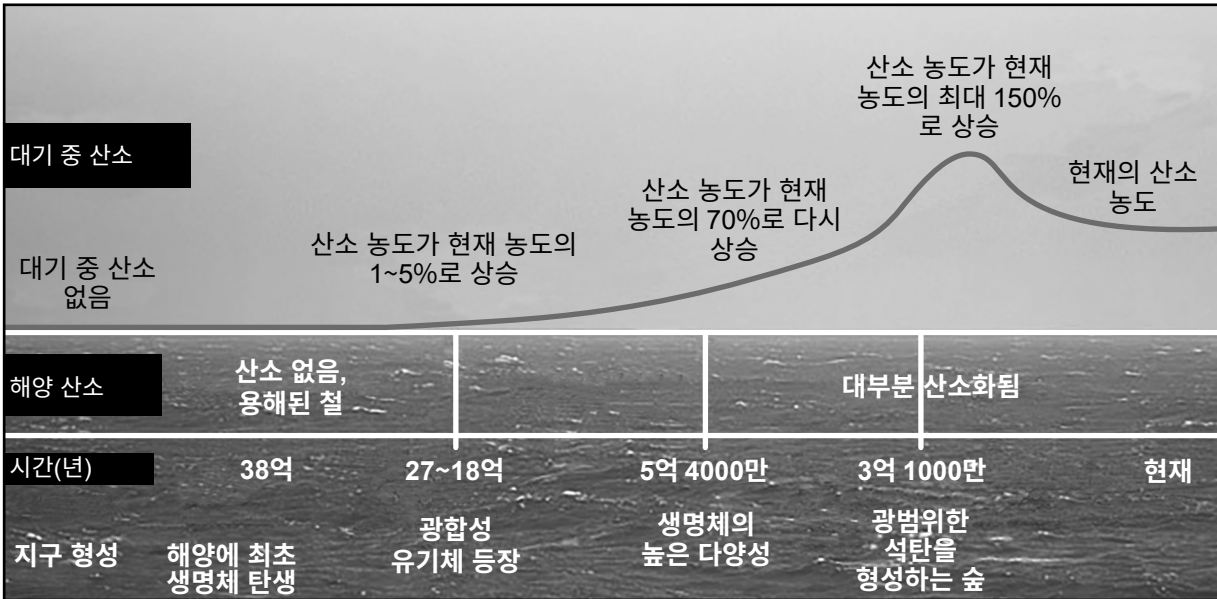
29 다음 중 충돌 크레이터 A의 증거가 충돌 크레이터 B 보다 오래 유지되지 않는 이유를 가장 정확하게 설명한 진술은?

- (1) 충돌 크레이터 A는 더 빠르게 이동하는 해양 지각에 위치하며, 섭입에 의해 파괴될 것입니다.
- (2) 충돌 크레이터 A는 더 느리게 움직이는 판에 위치하며, 충돌 크레이터 B 보다 먼저 섭입될 것입니다.
- (3) 충돌 크레이터 A는 대양중양해령에서 상승하는 뜨거운 용암에 의해 파괴될 것입니다.
- (4) 충돌 크레이터 A는 인근 화산호에서 발생한 분출에 의해 파괴될 것입니다.

지구의 시스템은 독립적으로 작동하지 않습니다. 예를 들어, 해양 온도의 변화는 대기 온도에 영향을 줄 수 있습니다. 유사한 공진화 과정이 지구 초기 역사에서 산소 농도가 지구의 해양에서 대기로 변화하는 동안 발생했습니다.

아래 모형은 지구의 해양과 대기에 대한 정보를 보여줍니다.

지구 역사 속 산소 농도 변화 모형



- 30 지구의 해양과 대기에서 산소 농도 변화를 일으킨 과정을 밝히십시오. 그 다음, 지구의 해양과 대기에서 산소 농도가 어떻게 변화했으며, *그리고* 이러한 변화가 지구의 두 권역에서 생명체의 공진화를 어떻게 초래했는지 설명하는 주장을 증거를 바탕으로 구성하십시오. [1]

과정: _____

증거를 통한 주장: _____

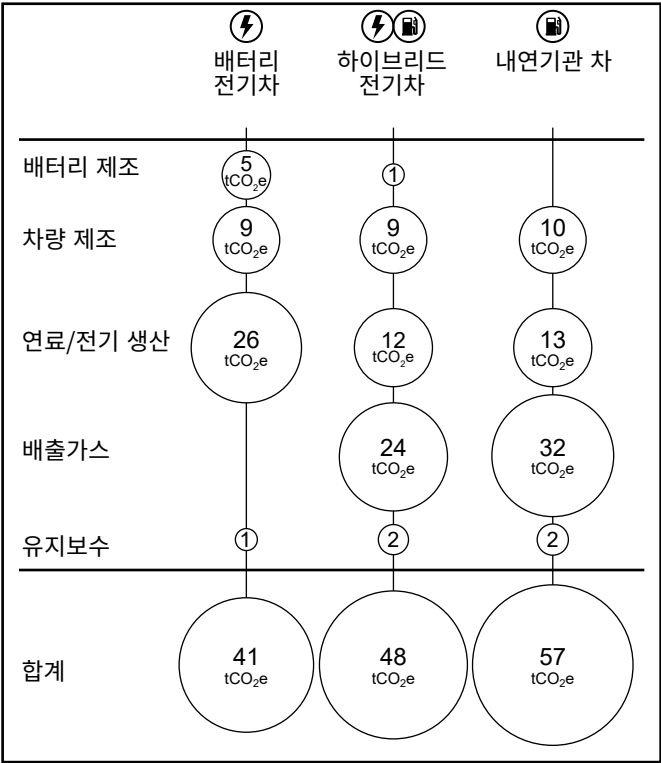
31번에서 35번 문제는 아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 답하십시오. 일부 문제는 2024년판 지구 및 우주 과학 참고표가 필요할 수 있습니다.

리튬 채굴과 활용

리튬은 윤활제, 의약품, 유리, 충전식 배터리 제조에 사용되는 반응성이 높은 알칼리 금속입니다. 리튬이 휴대전화, 노트북, 전기차와 같은 현대 전자 제품에 자주 사용됨에 따라 리튬에 대한 수요가 증가했습니다. 배터리 전기차는 운행 중 배기가스를 전혀 배출하지 않습니다.

아래 인포그래픽은 세 가지 유형의 차량이 생애 주기 동안 제조 및 사용 과정에서 배출하는 평균 이산화탄소량(tCO₂e)을 톤 단위로 요약하여 보여줍니다.

여러 유형의 차량 생산 및 사용과
관련된 생애 주기 배출량



31 인포그래픽에서 환경에 부정적인 영향을 가장 적게 미치는 차량 유형을 밝히십시오. 인포그래픽에서 증거를 찾아 답변을 뒷받침하십시오. [1]

차량 유형: _____

증거: _____

아래 데이터 표는 뉴저지에서 항만청 교량과 터널을 통해 뉴욕시로 진입하는 자동차 운전자를 위한 최초 제안된 통행료를 요약한 것입니다. 그린 패스 할인 대상 차량에는 플러그인 하이브리드 전기차와 배터리 전기차가 포함됩니다.

**뉴저지에서 뉴욕시로 진입하는 차량 운전자 대상
교량 및 터널 통행료**

등급	차량 유형	차축 수	비혼잡 시간대 통행료 동쪽 방향 통행료만 적용	혼잡 시간대 통행료 동쪽 방향 통행료만 적용
1	두 개의 차축과 단일 후륜을 가진 차량 (추가 견인 차축이 없는 단일 후륜 2축 레저 차량 포함) 	2	\$12.75	\$14.75
7	트레일러를 포함한 1등급 또는 11등급 차량(1등급 레저 차량 포함) (최소 3개의 단일 바퀴 차축) 	3 이상	\$24.25 추가 차축 1개당 \$11.50	\$26.25 추가 차축 1개당 \$11.50
비혼잡 시간대 그린 패스 저배출 1등급 차량 대상	그린 패스 저배출 1등급 차량 대상	2	\$9.25 추가 차축 1개당 \$11.50	\$14.75 추가 차축 1개당 \$11.50
	그린 패스 저배출 7등급 차량 대상	2	\$20.75 추가 차축 1개당 \$11.50	\$26.25 추가 차축 1개당 \$11.50

- 32 뉴욕시로 진입하는 차량은 혼잡한 도시 지역에서 대기 중에 오염물질을 증가시킵니다. 비혼잡 시간대에 운전하며 그린 패스 통행료 적용 대상인 1등급 및 7등급 차량 운전자가 얻는 경제적 이점을 서술하십시오. 또한 사회의 수요 및 필요가 항만청 통행료 계획에 의해 어떻게 영향을 받는지 논하십시오. [1]

경제적 이점: _____

사회의 수요 및 필요: _____

리튬은 현재 노천 광산이나 지하 염수 저장소에서 채굴됩니다. 노천 광산에서 채굴된 리튬 광석은 화석 연료를 태우는 가마에서 건조됩니다. 지하 염수 저장소 방식은 증발지와 태양 에너지를 이용하여 다양한 고농도 염분을 함유한 염수에서 리튬을 추출합니다. 아래 표는 이 두 가지 채굴 방식과 관련된 정보를 보여줍니다.

	채굴 방식	
	광산	염수 저장소 방식
이산화탄소 배출량 (리튬 1000kg당)	15,000kg	5000kg
물 사용량 (리튬 1000kg당)	170m ³	469m ³
토지 사용면적 (리튬 1000kg당)	464m ²	3124m ²

33 아래 표 중 광산 채굴 또는 염수 저장소 방식을 통한 리튬 추출의 이점을 올바르게 요약한 것은?

이점	광산	염수 저장소 방식
CO ₂ 배출량 더 적음		✓
물 사용량 더 적음	✓	
토지 사용 면적 더 적음		✓

(1)

이점	광산	염수 저장소 방식
CO ₂ 배출량 더 적음	✓	
물 사용량 더 적음		✓
토지 사용 면적 더 적음	✓	

(3)

이점	광산	염수 저장소 방식
CO ₂ 배출량 더 적음	✓	
물 사용량 더 적음		✓
토지 사용 면적 더 적음		✓

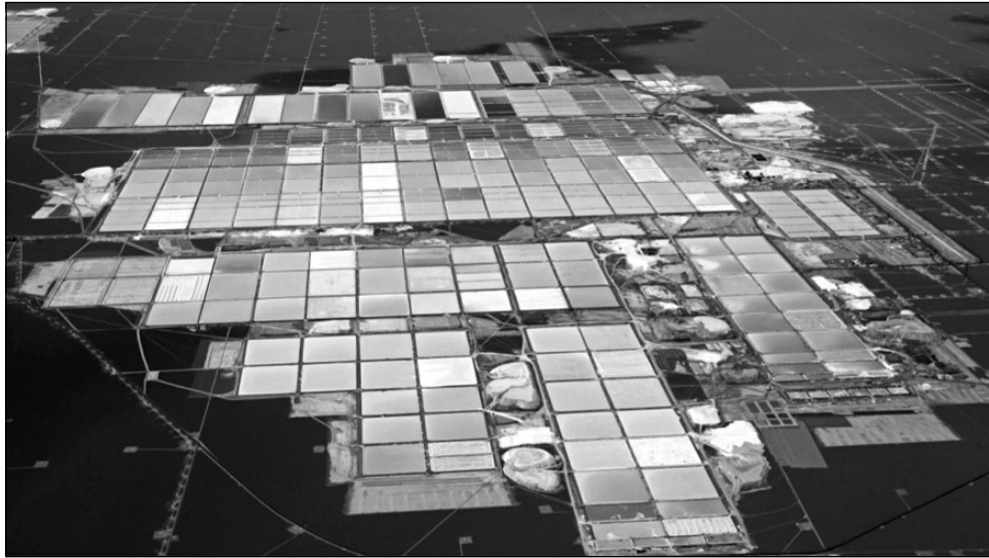
(2)

이점	광산	염수 저장소 방식
CO ₂ 배출량 더 적음		✓
물 사용량 더 적음	✓	
토지 사용 면적 더 적음	✓	

(4)

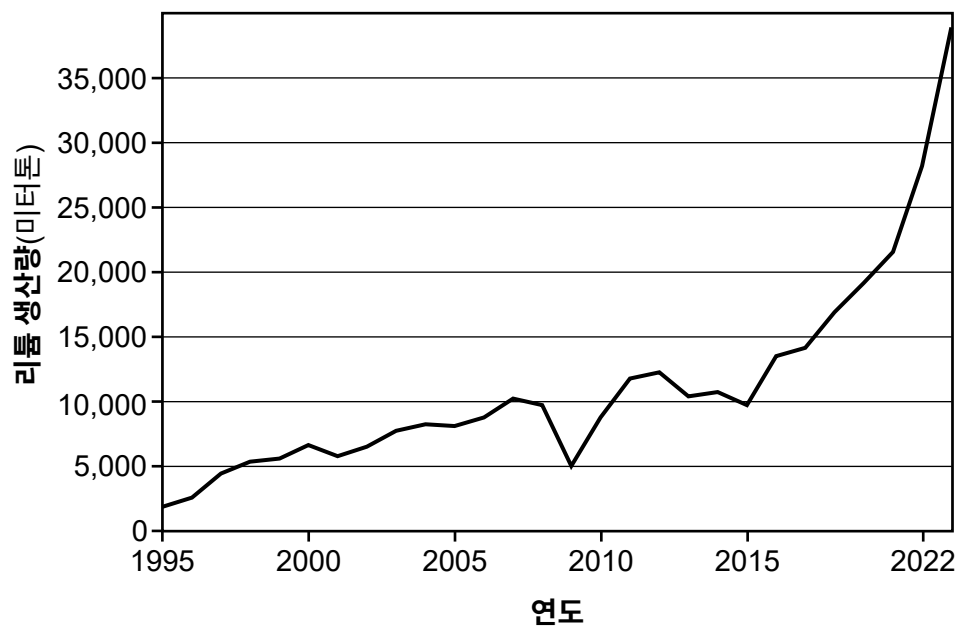
리튬 생산은 칠레 아타카마 지역의 토지 이용에 영향을 줍니다. 아래 사진은 염수 추출 및 처리 시설에 있는 태양 증발지를 보여줍니다.

염수 추출 시설



아래 그래프는 리튬에 관한 정보를 보여줍니다.

칠레의 리튬 생산량

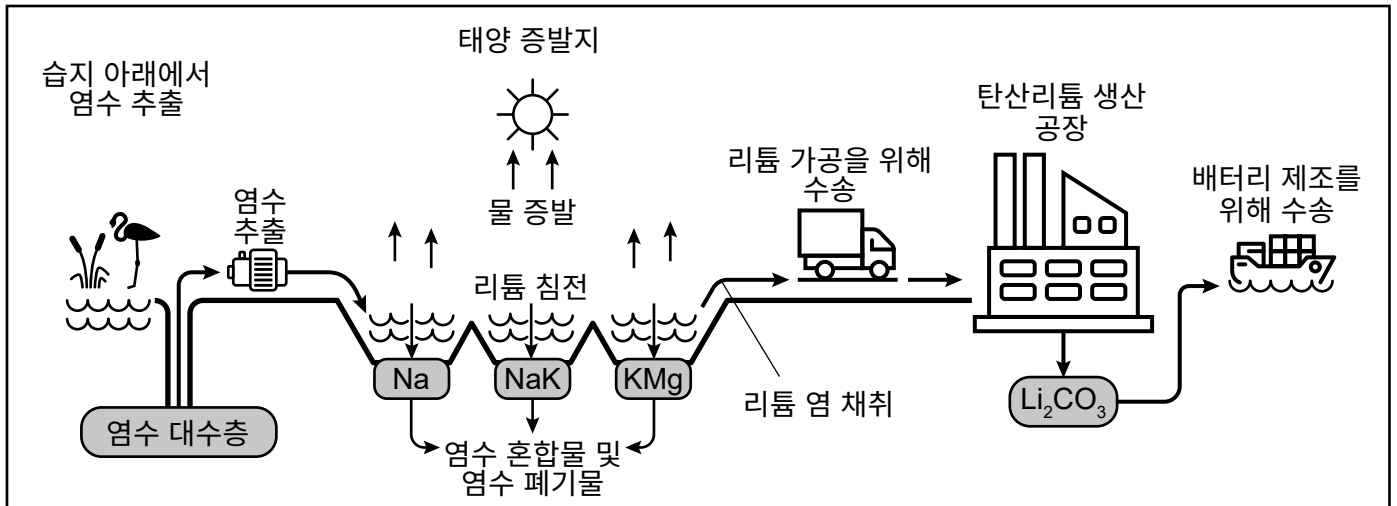


34 다음 중 1995년부터 2022년까지 칠레에서 리튬 염수 추출을 위해 암석권에서 발생한 변화를 올바르게 설명한 진술은?

- (1) 증발지에 필요한 지표면 면적은 2005년부터 2010년까지 일정한 속도로 증가했습니다.
- (2) 증발지에 필요한 지표면 면적은 1995년에 가장 작았고 2015년에 가장 많았습니다.
- (3) 증발지에 필요한 지표면 면적은 2015년부터 2022년까지 증가했습니다.
- (4) 증발지에 필요한 지표면 면적은 2010년부터 2015년까지 유일하게 감소했습니다.

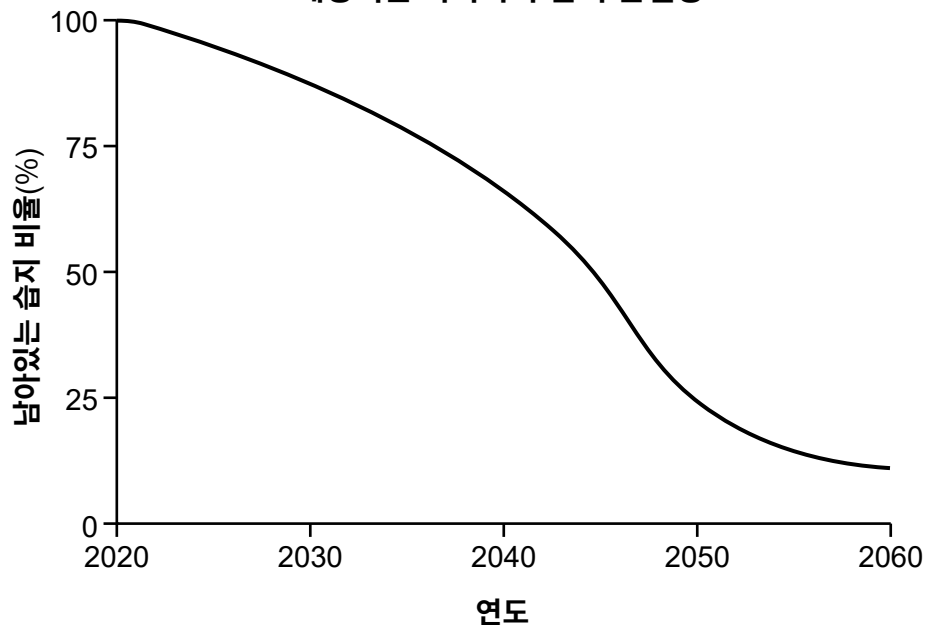
칠레 아타카마 지역의 습지 및 리튬이 매장된 다른 지역들에 서식하는 새인 안데스 플라밍고는 취약종으로 지정되었습니다. 아래 모형은 염수 저장소 방식에 관한 정보를 보여줍니다. 아래 그래프는 2020년부터 2060년까지 리튬 채굴로 인해 예상되는 아타카마 습지 지역의 변화를 나타냅니다.

염수 저장소 방식 모형



(실제 크기와 다름)

예상되는 아타카마 습지 손실량



35 다음 중 칠레 아타카마 지역에서 리튬 생산을 위한 염수 처리 및 관리가 안데스 플라밍고 서식지에 부정적인 영향을 미치는 방식을 올바르게 설명한 진술은?

- (1) 태양 증발지에서 염수를 추출하면 습지에 염수가 유입됩니다.
- (2) 염수 대수층에서 염수를 추출하면 습지에서 이용 가능한 물의 양이 감소합니다.
- (3) 염수 대수층에서 물이 증발하면 습지에서 이용 가능한 물의 양이 감소합니다.
- (4) 태양 증발지에서 물이 증발하면 습지에 물이 공급됩니다.

36번에서 40번 문제는 아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 답하십시오. 일부 문제는 **2024년판 지구 및 우주 과학 참고표**가 필요할 수 있습니다.

유령 숲

“유령 숲”은 서 있는 죽은 나무 또는 그루터기 무리를 가리키는 용어입니다. 유령 숲은 종종 해안 숲에 영향을 미치는 환경 변화 또는 자연 재해로 인해 형성됩니다. 해수면이 변함에 따라 유입된 해수가 전진하여 해안 숲의 많은 나무 종이 생존하는 데 필요한 담수를 잠식할 수 있습니다. 이 염수는 살아 있는 나무들을 서서히 중독시켜 죽은, 혹은 죽어가는 나무들만 남깁니다. 유령 숲은 미국의 거의 모든 해안 지역에서 발견될 수 있습니다.

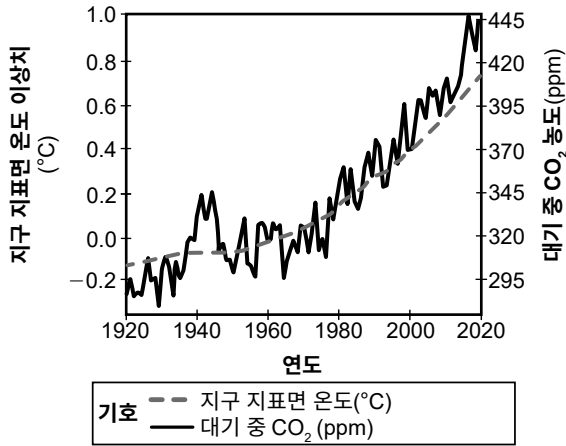
해안 숲은 대기 중 탄소를 흡수하고 저장하는 효율적인 탄소 저장고 역할을 합니다. 해안 숲은 자연적으로 불순물을 거르고, 수운을 낮추며, 지하수와 하천의 흐름을 늦춰 수질을 유지하는 데 중요한 역할을 합니다. 해안 숲은 침식을 방지하고 폭풍 해일을 완충하며, 야생동물의 서식지를 제공하고, 수질과 수량을 유지합니다. 해수 침투가 심화됨에 따라 목재 산업에서 필요한 해안 지역의 목재 공급도 감소하여, 이에 의존하는 농촌 지역 경제에 악영향을 미칩니다.

해안 유령 숲

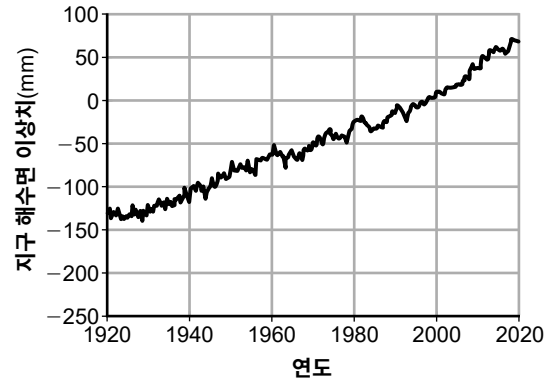


아래 그래프는 지구 온도, CO₂ 농도, 해수면에 관한 정보를 보여줍니다. 이상치는 예상 값에서 벗어난 변화를 의미합니다. 이상치 값이 0이면 역사적 평균과 비교했을 때 변화가 없음을 나타냅니다.

**1920년~2020년 지구 지표면 온도 이상치
및 대기 중 CO₂ 농도**



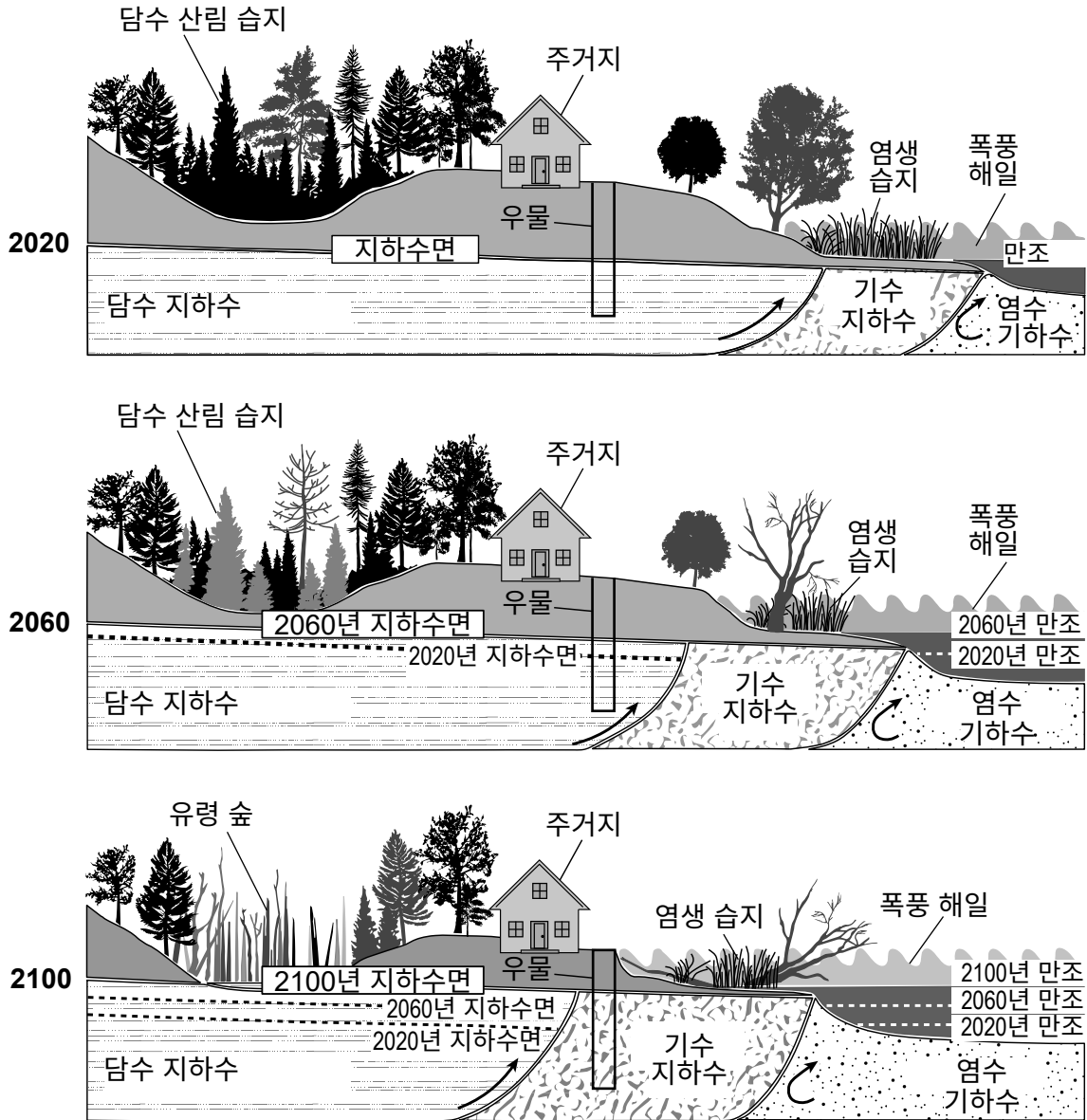
**1920년~2020년 지구 해수면
이상치**



36 증가한 이산화탄소 배출량 외에도, 아래 표에서 1920년부터 2020년까지 유령 숲 면적이 증가한 지역에서 해안 홍수에 영향을 미치는 요인과 그 영향을 올바르게 설명한 행은?

행	온도 이상치의 총변화	지구 해수면 이상치 총합	해안 범람
(1)	-0.9°C	70mm	감소함
(2)	-0.9°C	195mm	감소함
(3)	0.9°C	195mm	증가함
(4)	0.9°C	70mm	증가함

아래 인포그래픽은 2020년부터 2100년까지 해안 지역 주거지 근처 유령 숲의 예상되는 발달 과정을 보여줍니다. 기수는 담수와 염수가 섞인 물입니다.



37 인포그래픽을 바탕으로 해수면 상승의 영향을 받을 천연 자원 **한 가지**를 밝히고, 해당 자원의 이용 가능성 변화가 인간 활동에 미치는 영향을 설명하십시오. [1]

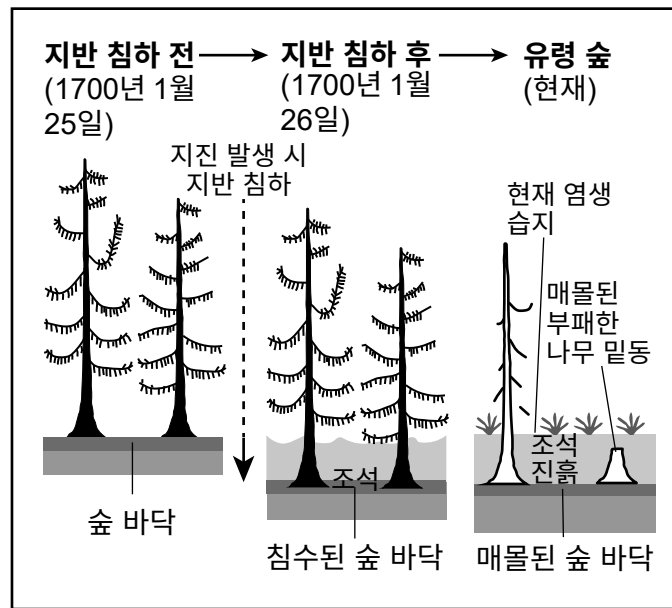
천연 자원: _____

인간 활동에 미치는 영향: _____

38 한 학생이 이 거주지 주변 해안 지역에서 유령 숲 면적이 증가하면 살아있는 산림 면적이 감소할 것이라고 주장합니다. 다음 중 지구 시스템에서 발생할 가능성이 가장 높은 이와 관련된 영향은?

- (1) 습지 면적 증가로 인해 지역 습도가 감소할 것입니다.
- (2) 지표 식생 감소로 인해 물의 유출과 토양 침식이 증가할 것입니다.
- (3) 만조 수위가 상승하면 반사되는 태양 에너지가 증가하여 지역 기후가 서늘해질 것입니다.
- (4) 유령 숲의 죽은 나무와 부패된 나무에서 서식하는 새로운 종이 생태계의 생물다양성을 증가시킬 것입니다.

아래 모형은 1700년 1월 26일 미국 서부 해안에 발생한 지진으로 인해 발생한 지반 침하가 유령 숲의 형성에 미친 영향을 보여줍니다.



(실제 크기와 다름)

39 모형을 활용하여 지진과 관련된 지반 침하의 시간 척도와 유령 숲 발달과 관련된 지반 침하의 시간 척도를 비교하십시오. [1]

지진 관련 지반 침하의 시간 척도: _____

유령 숲 발달 관련 지반 침하의 시간 척도: _____

아래에는 유령 숲 확산을 줄이기 위한 여섯 가지 제안된 해결책이 있습니다.

제안된 해결책

1. 해안 방벽을 콘크리트로 보강합니다
2. 모래와 흙을 이용하여 해안선을 따라 풀로 덮인 모래 언덕을 조성합니다
3. 해안 습지에서의 개발을 제한합니다
4. 모래 방책을 설치해 풍식으로 인한 모래 손실을 줄입니다
5. 갯벌 지역의 식물 생물다양성을 보존하고 복원합니다
6. 높은 암벽과 기타 인공 방파제를 설치합니다

40 다음 중 유령 숲 확산을 줄이는 동시에 환경에 미치는 영향을 최소화하고 지역 주민에게 최대한의 심미적 가치를 제공할 수 있는 세 가지 제안된 해결책은?

(1) 1, 3, 4

(3) 2, 5, 6

(2) 1, 4, 6

(4) 2, 3, 5

41번에서 45번 문제는 아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 답하십시오. 일부 문제는 2024년판 지구 및 우주 과학 참고표가 필요할 수 있습니다.

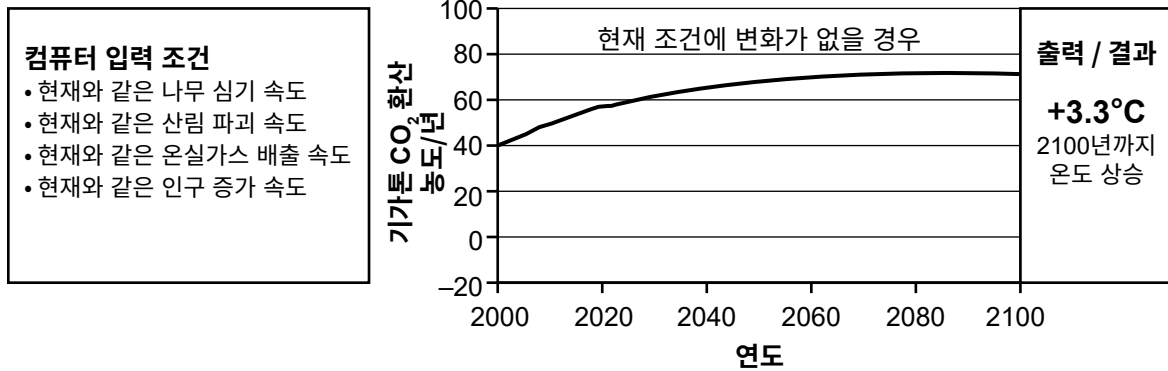
인간이 지구에 미치는 영향

전 세계 인구는 지난 50년 동안 급격히 증가했으며 이로 인해 지구의 천연자원에 대한 부담이 점점 커지고 있습니다. 이는 이러한 천연자원의 관리에 어려움을 초래하는 동시에, 이러한 문제를 해결할 기회도 만들어냈습니다.

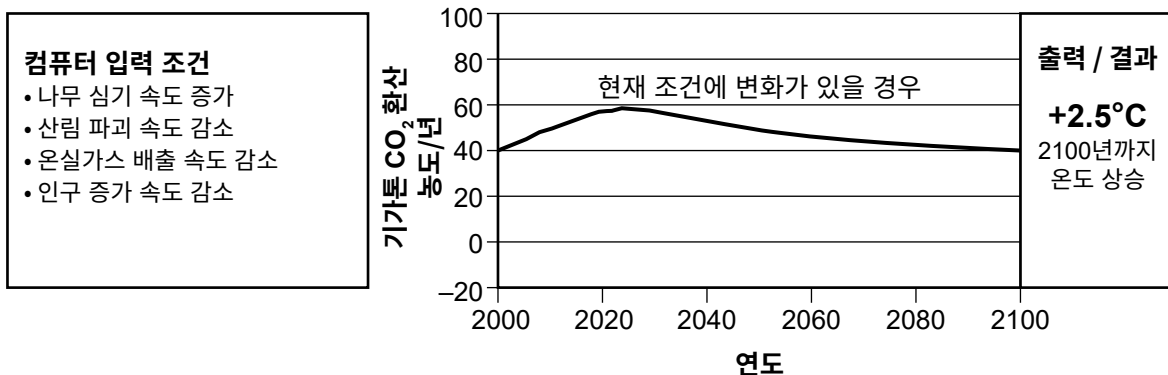
EN-ROADS 시뮬레이터는 사용자가 변수를 조정하여 기후 변화에 미치는 영향을 관찰할 수 있도록 하는 온라인 도구입니다. 한 학생은 이 시뮬레이터를 사용하여 2100년까지 현재 조건이 유지될 경우와 변경될 경우의 전 세계 온도 변화를 추정했습니다.

그래프는 모의실험의 결과를 보여줍니다. **모의실험 1**은 현재 조건에서 온실가스 순배출량과 이에 따른 대기 중 전 세계 온도 변화를 보여줍니다. **모의실험 2**는 컴퓨터에 입력된 다른 조건들로 인해 발생하는 온실가스 순배출량과 이에 따른 대기 중 전 세계 온도 변화를 보여줍니다.

모의실험 1: 온실가스 순배출량-현재 인간 행위의 변화가 없을 경우



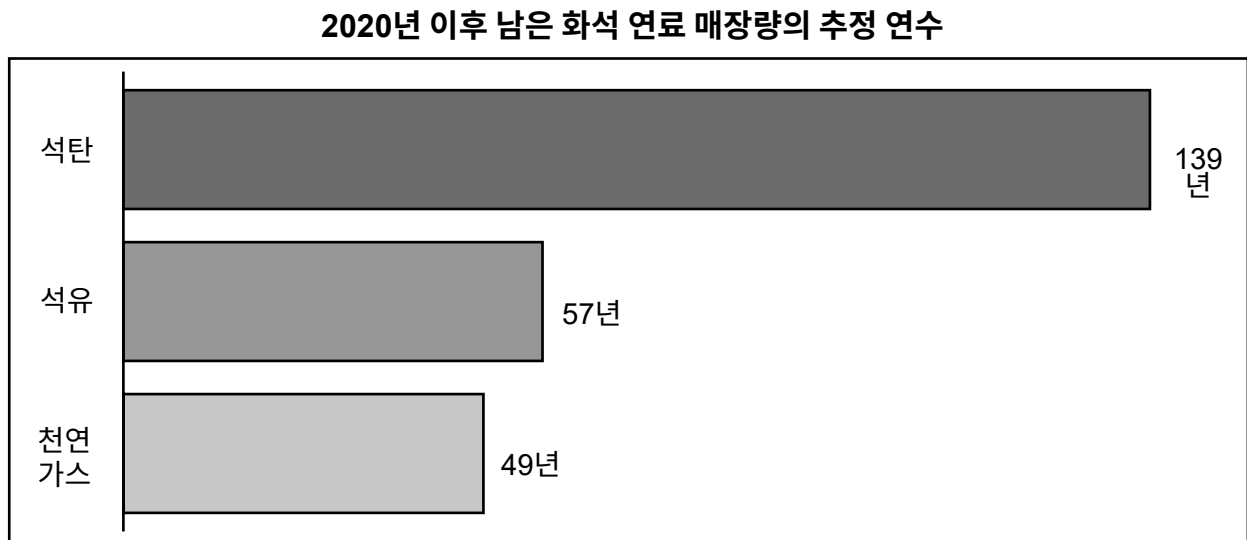
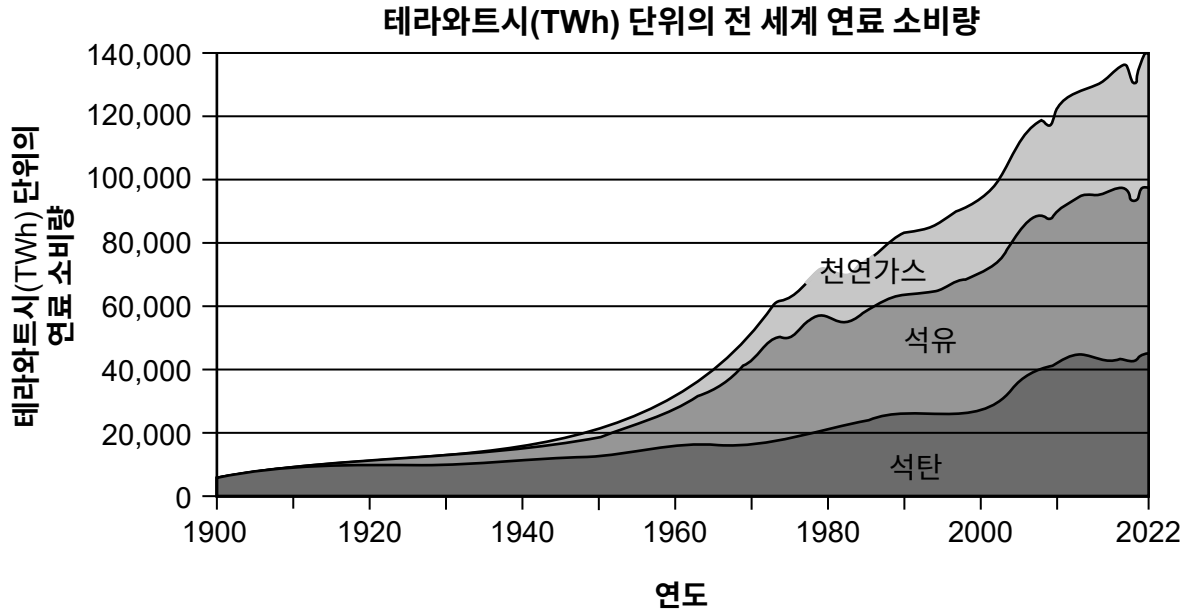
모의실험 2: 온실가스 순배출량-인간 행위의 변화가 있을 경우



41 *모의실험 1*과 *모의실험 2*의 정보를 바탕으로 아래 표에서 2020년부터 시작된 천연자원 관리 방식과 이에 따른 인구, 대기 중 온실가스, 생물다양성의 변화가 올바르게 짝지어진 행은?

행	천연자원 관리 방식	인구에 미치는 영향	대기 중 온실가스 양	생물다양성의 변화
(1)	산림 재조성	긍정적	감소	긍정적
(2)	산림 재조성	긍정적	변화 없음	부정적
(3)	산림 파괴 감소	긍정적	변화 없음	긍정적
(4)	산림 파괴 감소	긍정적	감소	부정적

아래 그래프는 다양한 유형의 화석 연료에 대한 정보를 보여줍니다.



42 두 그래프의 정보를 바탕으로 다음 중 1950년 이후 화석 연료 관리와 이 자원의 미래 지속 가능성 간의 관계를 올바르게 설명한 진술은?

- (1) 연간 화석 연료 소비량은 여섯 배 이상 증가했으며, 일부 자원의 생산은 2150년 이후 지속 가능하지 않습니다.
- (2) 연간 화석 연료 소비량은 열 배 이상 증가했으며, 일부 자원의 생산은 2170년 이후에도 지속 가능합니다.
- (3) 연간 화석 연료 소비량은 두 배 증가했으며, 일부 자원의 생산은 향후 30년 동안 지속 가능합니다.
- (4) 연간 화석 연료 소비량은 세 배 증가했으며, 일부 자원의 생산은 향후 30년 동안 지속 가능하지 않습니다.

아래 표는 1961년부터 2016년까지의 농경지에 대한 정보를 보여줍니다.
농경지는 농작물을 재배하고 가축을 사육하는 데 활용할 수 있는 토지입니다.

1961년부터 2016년까지 1인당 세계 농경지 면적

연도	1인당 농경지 면적(1헥타르 = 2.47에이커)
1961	0.36
1972	0.3
1983	0.26
1994	0.25
2005	0.21
2016	0.19

43 그래프와 표를 바탕으로 다음 중 화석 연료 소비 증가가 1인당 세계 농경지 면적 변화를 초래했다는 주장을 뒷받침하는 증거를 올바르게 제시한 진술은?

- (1) 대기 온도가 상승하면서 토양 증발이 증가하였고, 그 결과 농경지 면적이 증가하였다.
- (2) 대기 온도가 상승하면서 토양 증발이 감소하였고, 그 결과 농경지 면적이 감소하였다.
- (3) 대기 온도가 상승하면서 토양 증발이 감소하였고, 그 결과 농경지 면적이 증가하였다.
- (4) 대기 온도가 상승하면서 토양 증발이 증가하였고, 그 결과 농경지 면적이 감소하였다.

치타 보호 기금(Cheetah Conservation Fund, CCF)은 아프리카 나미비아에서 치타와 그 서식지의 보존을 위해 활동하는 비영리 단체입니다. 이 아프리카 국가의 중앙부는 한때 혼합림 사바나였습니다. 그러나 가축(고기를 위해 사육되는 소)의 과도한 방목, 코끼리 및 코뿔소 사냥, 성숙한 나무 벌목으로 인해 이 지역의 풍경은 가시덤불이 우거진 환경으로 변화하였습니다. 이는 이 서식지에 사는 동물들의 사냥 능력을 제한합니다. CCF는 이 가시덤불을 수확하여 바이오매스 연료로 사용할 수 있는 미니 통나무인 부시블록(Bushblok)을 만듭니다.

- 44 부시블록 제조가 어떻게 나미비아의 문제를 해결하는지 설명하십시오. 이 통나무가 어떻게 치타 개체수에 이익을 주고 나미비아의 치타 서식지에 대한 인간 활동의 영향을 줄이는지 설명하십시오.
[1]

문제: _____

이익: _____

- 45 바이오매스 사용 증가는 CCF가 기후 변화 속도를 줄이기 위해 취하는 여러 조치 중 하나입니다. 다음 중 어떤 추가 해결책이, 사용이 증가할 경우, 바이오매스와 함께 또 다른 재생 에너지원으로 활용될 수 있습니까?

(1) 석유 시추

(3) 태양광 패널 사용

(2) 천연가스 채굴

(4) 산림 나무 소각

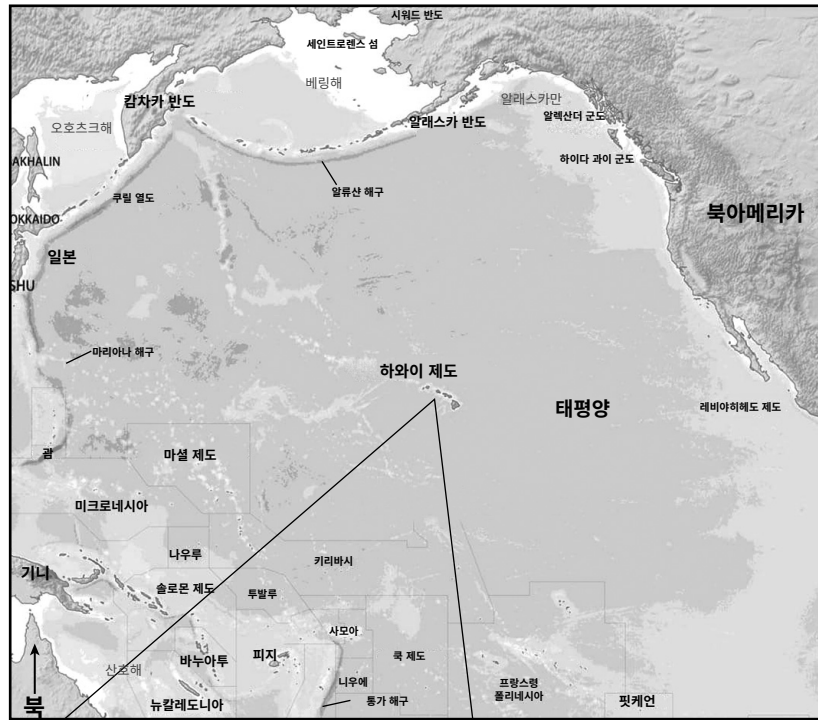
46번에서 50번 문제는 아래 정보와 자신의 지구 및 우주 과학 지식을 바탕으로 답하십시오. 일부 문제는 **2024년판 지구 및 우주 과학 참고표**가 필요할 수 있습니다.

하와이 제도의 판구조 운동

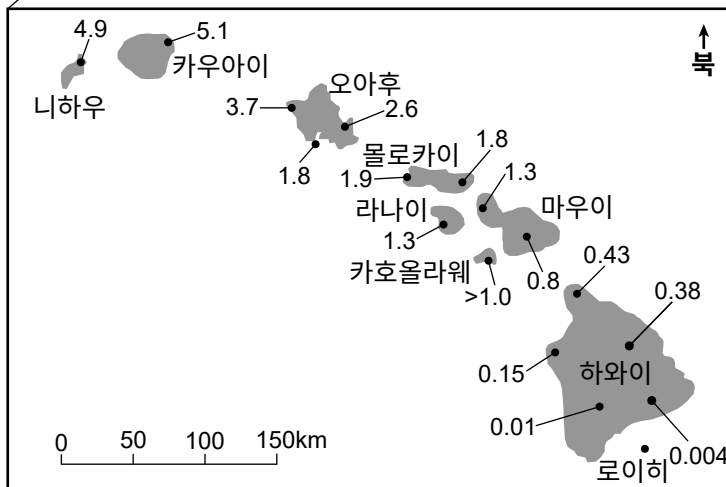
하와이 제도는 태평양판의 중심부 근처에 위치하며, 화산 폭발의 역사를 보여주는 화산 봉우리들로 이루어져 있습니다. 하와이 섬은 열점 위에 위치하며, 맨틀의 마그마 원천이 지구 표면을 향해 상승하면서 활성 화산을 형성합니다. 하와이 섬은 현재 열점 위에 위치한 마우나 로아 화산과 킬라우에아 화산의 지속적인 화산 활동에 의해 여전히 형성되고 있습니다. 해저 화산인 로이히 화산 또한 열점 위에 위치하며, 향후 새로운 하와이 섬이 될 가능성이 큼니다. 이 일련의 섬에 속하는 다른 섬들은 모두 사화산입니다.

아래 지도는 하와이 제도에 관한 정보를 보여줍니다. 여러 섬의 기반암 연령이 수백만 년 단위로 표시되어 있습니다. 아래 모형은 맨틀 열점 위에서의 세 단계로 된 섬 형성 과정을 보여줍니다.

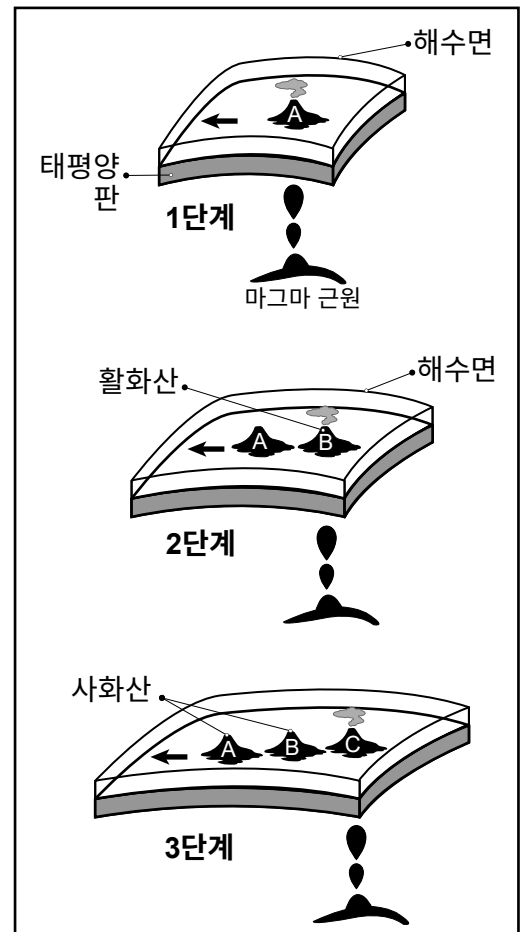
지도 1



확대 지도



모형



(실제 크기와 다름)

46 다음 중 하와이 제도 섬들을 형성한 지구 과정과 표면 특징이 올바르게 짝지어진 표는?

지구 과정	표면 특징
하강하는 마그마	대양중앙해령

(1)

지구 과정	표면 특징
지각 융기	화산

(3)

지구 과정	표면 특징
상승하는 마그마	화산

(2)

지구 과정	표면 특징
지각 섭입	해구

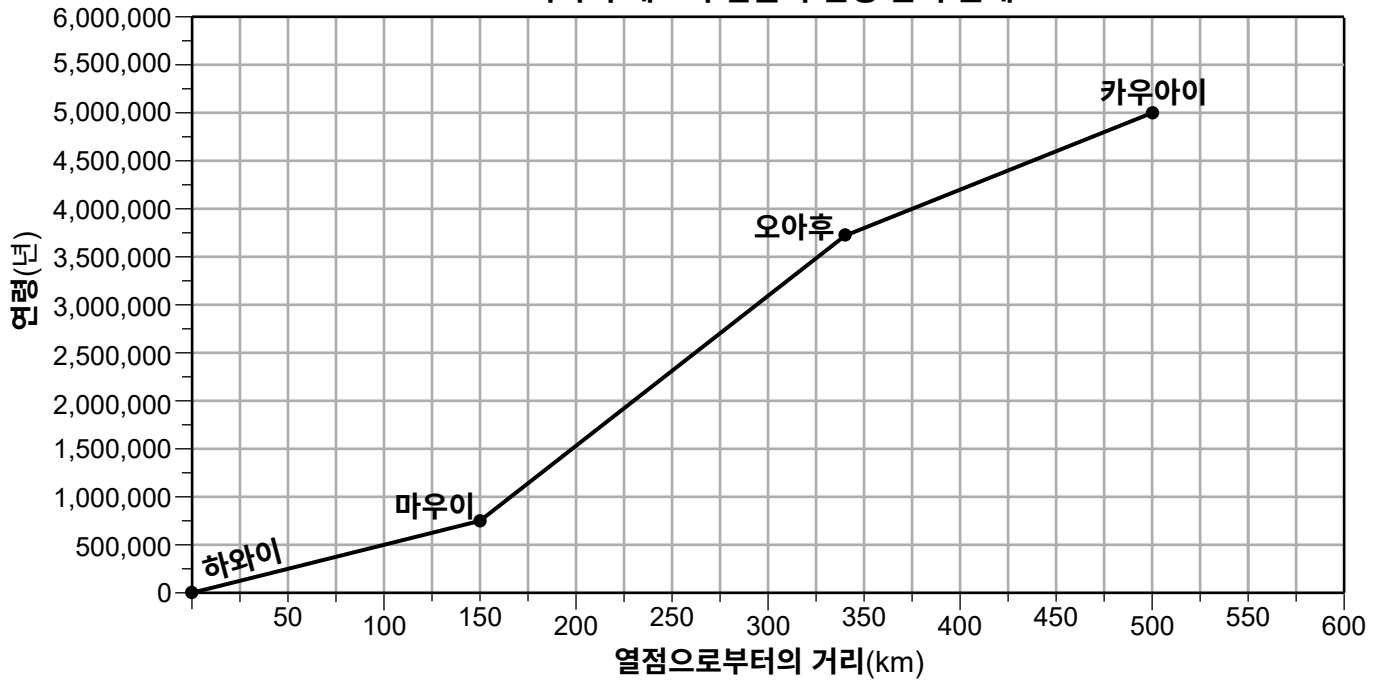
(4)

47 한 학생이 태평양판의 이동을 통해 하와이 제도의 연령 패턴을 알아낼 수 있다고 주장합니다. 지도의 증거를 활용하여 섬들의 연령 패턴과 태평양판의 이동 방향 간의 관계를 설명하십시오.
[1]

연령 패턴: _____

나침반상의 이동 방향: _____

열점으로부터의 거리와
하와이 제도의 섬들의 연령 간의 관계



하와이 제도의 일부 섬에서 해양 지각 샘플 두 개를 채취했습니다. 샘플 X, Y에 대한 데이터는 아래와 같습니다.

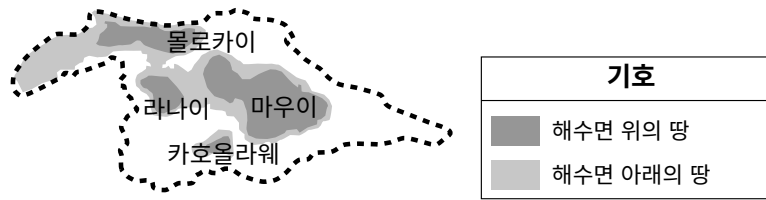
샘플	대략적인 연령(y)	대략적인 거리(km)
X	500,000	90
Y	2,750,000	275

48 다음 중 어느 섬들 사이에서 샘플이 채취되었습니까?

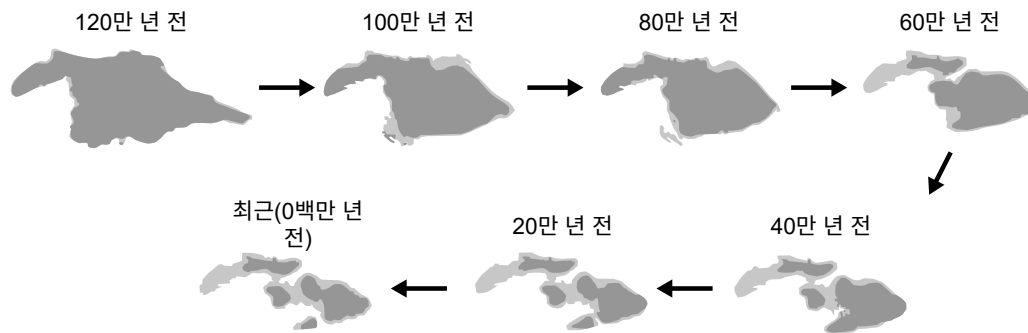
- (1) X - 하와이 섬과 마우이 섬 사이 Y - 오아후 섬과 카우아이 섬 사이
- (2) X - 오아후 섬과 카우아이 섬 사이 Y - 하와이 섬과 마우이 섬 사이
- (3) X - 하와이 섬과 마우이 섬 사이 Y - 마우이 섬과 오아후 섬 사이
- (4) X - 마우이 섬과 오아후 섬 사이 Y - 하와이 섬과 마우이 섬 사이

아래 모형은 현재의 마우이 섬이 형성된 지질학적 역사를 보여줍니다.

“빅 마우이”의 진화



“빅 마우이”에서 마우이로의 진화



- 49 모형을 바탕으로 다음 중 빅 마우이(Big Maui)의 진화에 기여한 공간적 변화, 시간적 변화, 그리고 한 가지 가능한 표면 과정을 올바르게 식별한 표는? [1]

(1)	공간적 변화	표면 특징	표면 과정
	1개의 큰 섬에서 4개의 개별 섬들로 변화	12억 년 전	해수면 상승

(2)	공간적 변화	표면 특징	표면 과정
	4개의 개별 섬들에서 1개의 큰 섬으로 변화	420만 년	해안선 따라 퇴적

(3)	공간적 변화	표면 특징	표면 과정
	1개의 큰 섬에서 4개의 개별 섬들로 변화	120만 년	대륙 침강

(4)	공간적 변화	표면 특징	표면 과정
	4개의 개별 섬들에서 1개의 큰 섬으로 변화	42억 년	해수면 하강

아래 사진은 마우이 섬의 일부 해안선 지역을 보여줍니다. 해안선을 따라 진행된 인간의 개발은 해안 지역에 영향을 주었습니다. 과학자들은 이러한 영향을 줄이기 위한 해결책을 고안했습니다.

사진 1: 해안선 위치 1



사진 2: 해안선 위치 2



모래주머니

사진 3: 해안선 위치 3
해안 고속도로를 따라



해안 방벽

50 사진에서 다루고 있는 지질학적 문제를 식별하십시오. 사진 2 또는 사진 3에 나타난 해결책이 해안 지역에서 발생하는 자연적 지질 과정에 대한 인간 개발의 영향을 어떻게 감소시키는지 설명하십시오. [1]

지질학적 문제: _____

해결책이 영향을 감소시키는 방식: _____

