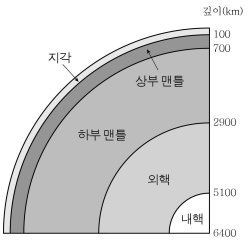
◆ 13년 6월 고2 A·B형 공통 25~28번

[25 ~ 28] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

지구는 살아 있다

지구 내부는 끊임없이 운동하며 막대한 에너지를 지표면으로 방출하고, 이로 인해 지구 표면에서는 지진이나 화산 등의 자연 현상이 일어난다. 그런데 이러한 자연 현상을 예측하기란 매우 어렵다. 그 이유는 무엇일까?



왼쪽의 그림처럼 지구 내부는 지각, 상부 맨틀, 하부 맨틀, 외핵, 내핵의 층상 구조를 이루고 있다. 지구 내부로 들어갈수록 온도가 증가하는데, 이 때문에 외핵은 액체 상태로 존재한다.

고온의 외핵이 하부 맨틀의 특정 지점을 가열하면 **이 부분**의 중심부 물질은 상승류를 형성하여 ⓐ 움직이기 시작한다. 아주 느린 속도로 맨틀을 통과한 상승류는 지표면 가까이에 있는 판에 부딪치게 된다. 판은 매우 단단한 암석으로 이루어져 있어 거대한 상승류도 쉽게 뚫지 못한다. 그러나 간혹 상승류가 판의 가운데 부분을 뚫고 곧바로 지표면으로 나오기도 하는데, 이곳을 열점이라 한다. 열점에서는 지진과 화산 활동이 활발히 일어난다. 한편 딱딱한 판을 만난 상승류는 꾸준히 판에 힘을 가하여 거대한 길이의 균열을 만들기도 한다. 결국 판이 완전히 갈라지면 이 틈으로 아래의 물질이 주입되어 올라오고, 올라온 물질은 지표면에서 옆으로 확장되면서 새로운 판을 형성한다. 상승류로 인해 판이 갈라지는 이 부분에서도 지진과 화산 활동이 일어난다.

새롭게 생성된 판은 오랜 세월 천천히 이동하는 동안 식으면서 밀도가 높아지는데, 이미 존재하고 있던 다른 판 중 밀도가 낮은 판과 충돌하면 그 아래로 가라앉게 된다. 가라앉는 판이 상부 맨틀의 어느 정도 깊이까지 들어가면 용융 온도가 낮은 일부 물질은 녹는데, 이 물질이 이미 존재하던 판의 지표면으로 상승하면서 지진을 동반한 화산 활동이 일어나기도 한다. 그러나 녹지 않은 대부분의 물질은 위에서 내리누르는 판에 의해 큰 흐름을 만들면서 맨틀을 통과한다. 이 하강류는 핵과 하부 맨틀 경계면까지 내려와 외핵의 한 부분을 누르게 된다. 외핵은 액체로 되어 있으므로 한 부분을 누르면 다른 부분에서 위로 솟아오르는데, 솟아오른 이 지점에서 또 다른 상승류가 시작된다. 그런데 하강류가 규칙적으로 발생하지 않으므로 상승류가 언제 어디서 발생하는지 알기 어렵다.

지금까지 살펴본 바처럼 화산과 지진 등의 자연 현상은 맨틀의 상승류와 하강류로 인해 일어난다. 맨틀의 상승류와 하강류는 흘러가는 동안 여러 **장애물**을 만나게 되고 이로 인해 그 흐름이 불규칙하게 진행된다. 그런데 현대 과학 기술로 지구 내부에 있는 이 장애물의 성질과 상태를 모두 밝혀내기는 어렵다. 바로 이것이 지진이나 화산과 같은 자연 현상을 쉽게 예측할 수 없는 이유이다.

25. 윗글의 읽기 과정에서 떠올린 의문에 대해 글을 읽은 후에 답을 하였다고 할 때, 적절하지 않은 것은?

읽기 전	· 제목과 그림을 보니, 지구가 현재의 모습으로 형성되기까지의 과정을 설명하고 있겠지? ····· ㉠ · 글을 훑어보니 자연 현상에 관한 글인 것 같은데, 이상 기온 현상의 원인도 알 수 있을까? ····· ㉡
읽기 중	· 1문단의 마지막 문장의 답은 무엇일까? ····· ㉢ · 3문단의 첫 문장에서 상승류가 시작되는 '이 부분'은 어디일까? ····· ㉣ · 5문단에서, 상승류가 만나는 '장애물'은 무엇을 말하는 것일까? ····· ㉤

① ㉠: 지구의 형성 과정이 아니라, 지구 내부의 움직임과 그 움직임이 지표면에 미치는 영향을 설명하는 글이었어.
② ㉡: 자연 현상 중 지진과 화산이 발생하는 원인은 알 수 있지만, 이상 기온 현상에 대해 언급하고 있지는 않았어.
③ ㉢: 현대 과학 기술로 맨틀의 상승류와 하강류의 흐름을 방해하는 장애물의 성질과 상태를 모두 파악할 수는 없기 때문이었어.
④ ㉣: 핵과 하부 맨틀 경계까지 내려온 하강류가 외핵에 압력을 가하는 부분은, 상승류가 시작된 부분과 똑같은 지점이겠군.
⑤ ㉤: 상승류의 흐름을 불규칙하게 만드는 것으로, 대표적으로 판이 여기에 해당해.

26. 윗글에서 언급한 것은?

① 판의 분포 ② 지각의 종류
③ 지구 내부의 구조 ④ 내핵의 구성 성분
⑤ 우리나라 화산의 종류

27. 윗글을 바탕으로 <보기>의 '화산'에 대해 이해할 때, 적절하지 않은 것은? [3점]

< 보 기 >

[활발한 활동이 일어나는 화산]
가. 판의 가운데에 위치한 하와이의 킬라우에아 화산
나. 태평양판이 유라시아 판 아래로 밀려 내려가는 지점에 위치한 일본의 화산들
다. 원래 하나였던 판이 두 개의 판으로 갈라지는 지점에 위치한 동아프리카 지역의 많은 화산들

① '가'의 화산은 열점 부분에서 발생한 것이겠군.
② '나'의 화산이 발생하는 지점에서는 태평양판이 유라시아 판보다 밀도가 높겠군.
③ '다'의 화산이 발생하는 지점에서 생성되는 판의 밀도는 시간이 흐를수록 점점 높아지겠군.
④ '가'의 화산과 달리 '나'의 화산에서 분출된 물질에는 하부 맨틀의 물질이 포함되어 있겠군.
⑤ '가'와 '다'의 화산 발생은 맨틀의 상승류로 인해 발생한 것이로군.

28. ⓐ와 바꿔 쓸 말로 가장 적절한 것은?

① 가동(可動)하기 ② 약동(躍動)하기
③ 이동(移動)하기 ④ 작동(作動)하기
⑤ 진동(振動)하기

- 정답: 25.④ 26.③ 27.④ 28.③

◆ 07-9평 24~27번

[24~27] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

아이슬란드는 지진과 화산 분출 같은 지각 변동이 매우 활발한 화산섬이다. 동서로 약 540 ㎞, 남북으로 약 350 ㎞의 크기를 가지고 있는 아이슬란드는 일부 지역이 지난 2만 년 동안 쌓인 용암으로 뒤덮여 있다. 활발한 지각 변동 덕분에 아이슬란드 사람들은 화산의 열을 이용해 난방을 하고, 온천수로 작물을 재배하며, 화산 증기로 전기를 생산하는 등 지질학적 특성을 이용하며 살아가고 있다.

판구조론의 관점에서 보면, 아이슬란드의 지질학적인 위치는 매우 특수하다. 지구의 표면은 크고 작은 10여 개의 판으로 이루어져 있다. 아이슬란드는 북아메리카 판과 유라시아 판의 경계선인 대서양 중앙 해령에 위치해 있다. 대서양의 해저에 있는 대서양 중앙 해령은 북극해에서부터 아프리카의 남쪽 끝까지 긴 산맥의 형태로 뻗어 있다. 대서양 중앙 해령의 일부분이 해수면 위로 노출된 부분인 아이슬란드는 서쪽은 북아메리카 판, 동쪽은 유라시아 판에 속해 있어 지리적으로는 한 나라이지만, 지질학적으로는 두 개의 서로 다른 판 위에 놓여 있는 것이다.

지구에서 판의 경계가 되는 곳은 여러 곳이 있다. 그러나 아이슬란드는 육지 위에서 두 판이 확장되는 희귀한 지역이다. 아이슬란드가 위치한 판의 경계에서는 새로운 암석이 생성되면서 두 판이 서로 멀어지고 있다. 그래서 아이슬란드에서는 다른 판의 경계에서 거의 볼 수 없는 지질학적 현상이 나타난다. 과학자들의 관찰에 따르면, 아이슬란드의 중심부를 지나는 대서양 중앙 해령의 갈라져 있는 틈이 매년 약 15 ㎝씩 벌어지고 있다. 이 벌어지는 틈으로 해양 지각의 하부에서 고온의 마그마가 상승하면서 새로운 지각이 끊임없이 만들어지고 있으며, 이렇게 생성된 해양 지각은 멀어져 가는 판의 일부가 되어 이동한다. 그 결과로 북아메리카 판과 유라시아 판은 아이슬란드가 위치해 있는 대서양 중앙 해령에서 시작하여 서서히 확장되고 있다.

아이슬란드는 판의 절대 속도를 잴 수 있는 기준점을 가지고 있다는 점에서도 관심의 대상이 되고 있다. 과학자들은 북아메리카 판에 대한 유라시아 판의 시간에 따른 거리 변화를 추정하여 판의 이동 속도를 측정한다. 그러나 이렇게 알아낸 판의 이동 속도는 이동하는 판 위에서 이동하는 다른 판의 속도를 잰 것이다. 이는 한 판이 정지해 있다고 가정했을 때의 판의 속도, 즉 상대 속도이다. 과학자들은 상대 속도를 구한 것에 만족하지 않고, 판의 절대 속도, 즉 지구의 기준점에 대해서 판이 어떤 속도로 움직이는가도 알고자 했다. 판의 절대 속도를 ㉠구하기 위해서는 판의 운동과는 독립적으로 외부에 고정되어 있는 기준점이 필요하다. 과학자들은 지구 내부의 맨틀 깊숙이 위치한 마그마의 근원지인 열점이 거의 움직이지 않는다는 것을 알아내고, 그것을 판의 절대 속도를 구하는 기준점으로 사용하였다. 과학자들은 지금까지 지구상에서 100여 개의 열점을 찾아냈는데, 그 중의 하나가 바로 아이슬란드에 있다.

24. 위 글로 보아 과학자들이 아이슬란드에 관심을 갖는 이유를 바르게 묶은 것은?

<보 기>

ㄱ. 판이 확장되는 곳에 위치해 있다.
ㄴ. 판의 모양과 크기를 알 수 있게 해 준다.
ㄷ. 판의 절대 속도를 구할 수 있게 해 준다.
ㄹ. 판의 생성 연대를 측정할 수 있게 해 준다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

25. 위 글을 읽고 추론한 내용으로 적절하지 <u>않은</u> 것은?

① 아이슬란드는 지열 산업이 발달해 있을 것이다.
② 아이슬란드의 크기는 서서히 커지고 있을 것이다.
③ 북아메리카 판이 유라시아 판보다 이동 속도가 빠를 것이다.
④ 아이슬란드의 화산 분출은 판의 운동과 관련되어 있을 것이다.
⑤ 아이슬란드는 대서양 중앙의 해저 산맥과 연결되어 있을 것이다.

26. 위 글을 읽은 학생이 심화 학습을 하기 위해 설정한 주제로 적절하지 <u>않은</u> 것은?

① 판을 움직이게 하는 힘은 무엇일까?
② 아이슬란드는 어떤 판 위에 위치하고 있을까?
③ 아이슬란드의 지진 발생 빈도와 규모는 어느 정도일까?
④ 확장되지 않는 판의 경계에서는 어떤 지질 현상이 일어날까?
⑤ 과학자들은 열점이 거의 움직이지 않는다는 것을 어떻게 알았을까?

27. ㉠의 문맥적 의미와 가장 가까운 것은? [1점]

① 귀성 차표가 매진되기 전에 빨리 <u>구해야겠다</u>.
② 농사철에는 일꾼을 <u>구하는</u> 데 많은 어려움이 따른다.
③ 그는 한 시간 내에 돈을 <u>구해</u> 오겠다고 큰소리를 쳤다.
④ 철수는 영수의 동의를 <u>구한다는</u> 듯이 그의 얼굴을 쳐다보았다.
⑤ 어렵다고 생각하는 문제일수록 답을 <u>구하는</u> 방식은 의외로 간단하다.

- 정답: 24.② 25.③ 26.② 27.⑤

◆ 15년 3월 고3 B형 25~26번

[25 ~ 26] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

온도와 압력의 변화에 의해 지각 내 암석의 광물 조합 및 조직이 변하게 되는 것을 '변성 작용'이라고 한다. 일반적으로 약 100 ~ 500 ℃ 온도와 비교적 낮은 압력에서 일어나는 변성 작용을 '저변성 작용'이라 하고, 약 500 ℃ 이상의 높은 온도와 비교적 높은 압력에서 일어나는 변성 작용을 '고변성 작용'이라 한다.

변성 작용에 영향을 주는 여러 요인들 중에서 중요한 요인 중 하나가 온도이다. 밀가루, 소금, 설탕, 이스트, 물 등을 섞어 오븐에 넣으면 높은 온도에 의해 일련의 화학 반응이 일어나 새로운 화합물인 빵이 만들어진다. 이와 마찬가지로 암석이 가열되면 그 속에 있는 광물들 중 일부는 재결정화되고 또 다른 광물들은 서로 반응하여 새로운 광물들을 생성하게 되어, 그 최종 산물로서 변성암이 생성된다. 암석에 가해지는 열은 대개 지구 내부에서 공급된다. 섭입*이나 대륙 충돌과 같은 지각 운동에 의해 암석이 지구 내부로 이동할 때 이러한 열의 공급이 많이 일어난다. 지구 내부의 온도는 지각의 내부 환경에 따라 상승 비율이 다르지만 일반적으로 지구 내부로 깊이 들어갈수록 높아진다. 이렇게 온도가 높아지는 것은 변성 작용을 더 활발하게 일으키는 요인이 된다. 예를 들어 점토 광물을 함유한 퇴적암인 셰일이 지구 내부에 매몰되면 지구 내부의 높은 온도로 암석 내부의 광물들이 서로 합쳐지거나 새로운 광물들이 생성되어 변성암이 되는데, 저변성 작용을 받게 되면 점판암이 되고, 고변성 작용을 받게 되면 편암이나 편마암이 되는 것이다.

암석의 변성 작용을 일으키는 또 하나의 중요한 요인은 압력이다. 모든 방향에서 일정한 힘이 가해지는 압력을 '균일 응력'이라 하고, 어느 특정한 방향으로 더 큰 힘이 가해지는 압력을 '차등 응력'이라고 하는데, 변성암의 경우 주로 차등 응력 조건에서 생성되며 그 결과로 뚜렷한 방향성을 갖는 조직이 발달된다. 변성 작용이 진행됨에 따라 운모와 녹니석과 같은 광물들이 자라기 시작하며, 광물들은 층의 방향이 최대 응력 방향과 수직을 이루는 방향으로 배열된다. 이렇게 새롭게 생성된 판 형태의 운모류 광물들이 보여 주는 면 조직을 '엽리'라고 부른다. 엽리를 보여 주는 암석들은 얇은 판으로 떨어져 나가는 경향이 있다. 그리고 엽리가 관찰될 경우 이는 변성 작용을 받았다는 중요한 근거가 된다. 저변성암은 매우 미세한 입자들로 구성되어 있어 새로 형성된 광물 입자들은 현미경을 사용하여 관찰할 수 있는데, 이때의 엽리를 '점판벽개'라고 부른다. 반면에 고변성 작용을 받게 되면 입자들이 커지고 각 광물입자들을 육안으로 관찰할 수 있다. 이때의 엽리를 '편리'라고 부른다.

고체에 변화가 생겼을 때, 고체는 액체나 기체와 달리 고체를 변화시킨 영향을 보존하는 경향이 있다. 변성암은 고체 상태에서 변화가 일어나기 때문에 변성암에는 지각에서 일어났던 모든 일들이 보존되어 있다. 그들이 보존하고 있는 기록들을 해석하는 것이 지질학자들의 막중한 임무이다.

* 섭입 : 지구의 표층을 이루는 판이 서로 충돌하여 한쪽이 다른 쪽의 밑으로 들어가는 현상.

25. 윗글의 내용과 일치하지 <u>않는</u> 것은?

① 변성 작용이 일어나면 재결정화되는 광물들이 있다.
② 변성암은 고체 상태에서 광물 조합 및 조직이 변화한다.
③ 지표의 암석들은 섭입에 의해 지구 내부로 이동될 수 있다.
④ 균일 응력은 모든 방향에서 힘이 일정하게 가해지는 압력이다.
⑤ 차등 응력 조건 하에서 광물들은 최대 응력 방향과 동일한 방향으로 배열된다.

26. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 <u>않은</u> 것은?

< 보 기 >

퇴적암인 셰일은 변성 작용으로 변성암이 될 수 있다. 다음은 온도와 압력이 증가할수록 주요 광물 성분에도 변화가 생기고, 그에 따라 점판암, 편암, 편마암 등과 같은 변성암이 생성되는 것을 보여 주는 자료이다.

변성도 →

	변성받지 않음	저변성	고변성
암석명	셰일 →	점판암 →	편암 편마암
대표적인 구성 광물	석영, 점토 광물, 방해석	석영, 녹니석, 백운모, 사장석	석영, 흑운모, 석류석, 규선석, 사장석

① 셰일과 점판암을 구성하는 주요 광물이 다른 것은 변성 작용과 관련이 있겠군.
② 석영의 존재 여부만으로 퇴적암인 셰일과 변성암인 편마암을 구별하는 것은 어렵겠군.
③ 셰일이 변성 작용에 의해 편암이나 편마암으로 되는 동안 지각에서 일어난 일들이 암석에 흔적으로 남아 있겠군.
④ 셰일이 지구 내부에 매몰되어 편암이 되었다면 점판암이 될 때보다 더 높은 온도와 더 큰 압력의 영향을 받았겠군.
⑤ 점판암에서 백운모가 배열되어 형성된 판 형태의 면 조직은 편마암의 흑운모가 배열되어 형성된 판 형태의 면 조직보다 육안으로 관찰이 쉽겠군.

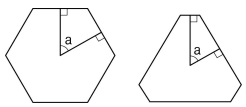
- 정답: 25.⑤ 26.⑤

◆ 13년 3월 고3 A형 22~25번

[22 ~ 25] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

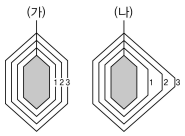
광물은 지각을 이루는 암석의 단위 물질로서 특징적인 결정 구조를 갖는다. 광물의 결정 구조는 그 광물을 구성하는 원자들이 일정하게 배열된 양상이다. 같은 광물일 경우 그 결정 구조가 동일하며, 이러한 결정 구조에 의해 나타나는 규칙적인 겉모양인 결정형(crystal form)도 동일하다. 그런데 실제로 광물들의 결정은 서로 다른 모양을 가지는 경우가 많다.

덴마크의 물리학자 니콜라우스 스테노는 등산길에서 채집한 수정의 단면들이 서로 조금씩 다른 모양을 가지고 있는 것에 궁금증이 생겼다. 그 이유를 밝히기 위해 그는 수집한 수정의 단면도를 그려서 비교해 보았다. 그 결과 수정 결정의 모양은 모두 조금씩 다르지만 맞닿은 결정면들이 이루고 있는 각은 <그림1>의 a와 같이 항상 일정하다는 '면각 일정의 법칙'을 발견하게 되었다.



<그림1> 면각 일정의 법칙

스테노는 같은 광물의 결정일 경우 면각이 일정해지는 이유가 ㉠ 결정 내부의 규칙성 때문일 것이라 짐작했다. 당시만 해도 그 규칙성의 이유가 되는 결정 내부의 원자 배열 상태를 직접 관찰할 수 없었다. 그가 죽은 뒤 X선이 발견되고 나서야, 결정 모양이 그 결정을 이루고 있는 내부 원자들의 규칙적인 배열 상태를 반영한다는 것이 밝혀지게 되었다.



<그림2> 결정의 성장 과정(결정의 수직 단면)

그렇다면 같은 종류의 결정이 서로 다른 모양으로 형성되는 이유는 무엇일까? 그 이유는 결정에 주입되는 물질의 공급 정도에 따라 결정면의 성장 속도가 달라지기 때문이다. 가령 <그림2>에서 보는 바와 같이 같은 광물의 작은 결정 두 개를, 같은 성분을 가진 용액 속에 매달아 놓았다고 하자. 이때 (가) 결정이 담긴 용액은 물질이 사방에서 고르게 공급될 수 있도록 하고, (나) 결정이 담긴 용액은 물질이 오른쪽에서 더 많이 공급되도록 해 놓으면 (가) 결정은 1단계에서 2단계, 3단계를 거쳐서 이상적인 모양을 가진 결정(이상결정)으로 성장하는 반면, (나) 결정은 기형적인 모양을 가진 결정(기형결정)으로 성장하게 된다. (나) 결정의 오른쪽 결정면은 다른 결정면들보다 성장 속도가 더 빠르기 때문에 결정이 성장해 나갈수록 결정면이 점점 더 좁아지고 있음을 확인할 수 있다.

<그림2>를 통해 설명한 바와 같이 물질의 공급 환경이 다른 곳에서 성장한 결정들은 서로 다른 모양을 가지게 된다. 그러나 (가)와 (나)는 같은 광물의 결정이기 때문에 그 면각은 서로 같다. 이처럼 같은 광물의 결정은 그 면각이 같다는 사실을 통해 다양한 모양의 결정들의 종류를 판별할 수 있다. 면각 일정의 법칙은 광물의 결정을 판별하는 데 가장 기본적이고 중요한 기준으로, 현대 광물학의 ⓐ 초석이 되었다.

22. 윗글을 통해 답을 찾을 수 없는 질문은?

① 면각 일정의 법칙은 무엇인가?
② 면각 일정의 법칙이 나타나는 이유는 무엇인가?
③ 광물별 결정형의 종류에는 어떤 것들이 있는가?
④ 결정면의 성장 속도는 결정면의 크기와 어떤 관련이 있는가?
⑤ 같은 광물의 결정이 다른 모양으로 성장하는 이유는 무엇인가?

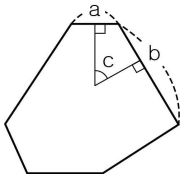
23. ㉠과 관련된 설명으로 적절한 것은?

① 스테노는 ㉠을 추측하기는 했지만 확인하지는 못했다.
② 스테노는 ㉠의 이유를 설명할 수 있는 물리 법칙을 입증했다.
③ ㉠의 가설을 증명하기 위해 X선이 개발되었다.
④ 스테노는 ㉠의 다양한 양상들을 비교하여 분류 체계를 만들어 냈다.
⑤ ㉠을 분석한 내용이 면각 일정의 법칙을 발견하는 계기가 되었다.

24. 윗글을 통해 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]

< 보 기 >

어떤 광물이 성장한 결과, 다음과 같은 수평 단면을 보이는 결정이 되었다. (단, 물질 공급 이전의 결정의 초기 모양은 정육각기둥으로 가정하고, 결정의 성장 과정에서 물질 공급을 제외한 다른 요인은 배제한다.)



① 지금까지와 같이 물질 공급이 지속된다면, a면은 점점 좁아질 것이다.
② 현재의 결정 모양은 a면보다는 b면으로 물질이 더 많이 공급된 결과일 것이다.
③ 모든 방향에서 물질이 고르게 공급되었다면, a면과 b면의 면적은 같았을 것이다.
④ 현재의 결정이 더 성장하게 되더라도 a면과 b면이 이루는 각 c는 항상 같을 것이다.
⑤ 결정의 모양이 달라졌지만, 결정 내부의 원자 배열이 가진 규칙성은 훼손되지 않았을 것이다.

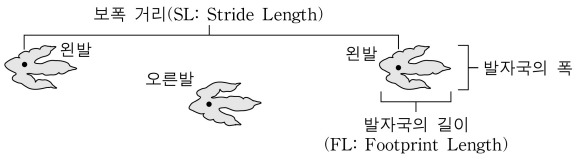
25. ⓐ와 바꿔 쓸 수 있는 말로 가장 적절한 것은?

① 지붕돌 ② 고임돌 ③ 버팀돌
④ 굳은돌 ⑤ 주춧돌

- 정답: 22.③ 23.① 24.② 25.⑤

[34~36] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

우리나라의 남해안 일대에서는 중생대 백악기에 살았던 공룡의 발자국 화석이 1만 개 이상 발견되었다. 이 화석들은 당시 한반도에 서식했던 공룡들의 특성을 밝히는 실마리를 제공한다. 공룡 발자국 연구에서는 발자국의 형태를 관찰하고, 발자국의 길이와 폭, 보폭 거리 등을 측정한다. 이렇게 수집한 정보를 분석하여 공룡의 종류, 크기, 보행 상태 등을 알아낸다.



우선 공룡 발자국의 형태로부터 공룡의 종류를 알아낸다. 남해안 일대에서 발견된 공룡 발자국은 초식 공룡인 용각류와 조각류, 육식 공룡인 수각류의 것으로 대별된다. 용각류의 발자국은 타원형이나 원형에 가까우며 앞발이 뒷발보다 작고 그 모양도 조금 다르다. 이들은 대체로 4족 보행렬을 나타낸다. 조각류의 발자국은 세 개의 뭉툭한 발가락이 앞으로 향해 있고 발뒤꿈치는 완만한 곡선을 이룬다. 이들은 대개 규칙적인 2족 보행렬을 보인다. 수각류의 발자국은 날카로운 발톱이 달린 세 개의 발가락과 좁고 뾰족한 발뒤꿈치를 보인다. 조각류처럼 2족 보행렬을 나타내지만 발자국의 길이가 발자국의 폭보다 더 길다는 점이 조각류와 다르다.

다음으로 공룡 발자국의 길이로부터 공룡의 크기를 추정할 수 있다. '발자국의 길이(FL)'에 4를 곱해 '지면으로부터 골반까지의 높이(h)'를 구하여 [h = 4FL], 그 크기를 짐작할 수 있다. 4족 보행 공룡의 경우에는 일반적으로 뒷발자국의 길이를 기준으로 한다. 단, h와 FL의 비율은 공룡의 성장 단계나 종류에 따라 약간씩 다르게 적용된다.

또한 '보폭 거리(SL)'는 보행 상태를 추정하는 기준으로 사용된다. 여기서 SL은 공룡의 크기에 따라 달라지기 때문에 SL을 h로 나눈 '상대적 보폭 거리 [SL/h]'를 사용한다. 학자들은 SL/h의 값이 2.0 미만이면 보통 걸음, 2.0 이상 2.9 이하이면 빠른 걸음이었을 것으로, 2.9를 초과하면 달렸을 것으로 추정하고 있다.

남해안 일대에서는 공룡 발자국 외에도 공룡의 뼈나 이빨, 다른 동식물의 화석 등도 발견된다. 공룡 발자국과 함께 발견되는 물결 자국이나 건열* 등의 퇴적 구조를 분석하여 발자국이 만들어진 당시의 기후나 환경을 짐작할 수 있다.

*건열: 건조한 대기로 인해 땅 표면이 말라서 갈라진 것.

34. 위 글의 표제와 부제로 가장 적절한 것은?

① 공룡 발자국 화석 연구와 그 의미
- 한반도의 공룡 발자국 화석을 중심으로

② 공룡 화석과 중생대 백악기의 기후 환경
- 공룡의 분포와 서식지 특성을 중심으로

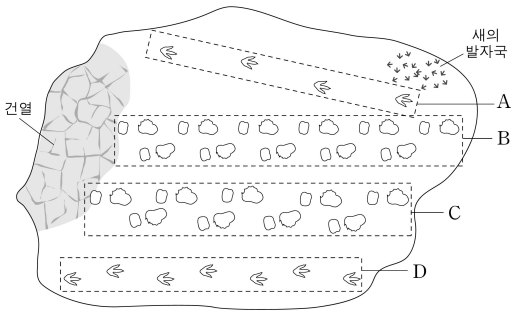
③ 한반도 공룡 발자국 화석의 세계
- 공룡과 환경의 연관성을 중심으로

④ 한반도 서식 공룡의 다양성
- 용각류, 조각류, 수각류의 공존을 중심으로

⑤ 공룡 화석 연구의 가치
- 공룡 골격 화석의 학술적 활용 방안을 중심으로

※ <보기>는 중생대 백악기 지층의 공룡 발자국 화석을 조사한 결과이다. 위 글과 <보기>를 바탕으로 35번과 36번의 두 물음에 답하시오.

<보 기>



[조사 결과]
ㄱ. 발자국 길이 - A: 평균 25 cm, D: 평균 25 cm
ㄴ. 뒷발자국 길이 - B: 평균 30 cm, C: 평균 36 cm
ㄷ. 보폭 거리 - A: 평균 230 cm, D: 평균 150 cm
ㄹ. 발자국 모양 - A와 D 모두 발톱 자국이 보이며, 발자국의 길이가 폭보다 깊.
ㅁ. 동일한 지층에서 공룡 발자국, 건열, 새의 발자국이 발견됨.

35. 위 글을 읽고 <보기>로부터 추론한 내용으로 적절하지 <u>않은</u> 것은? [3점]

① A와 C를 남긴 공룡은 모두 초식 공룡이었을 것이다.
② 이 지층은 건조한 환경에 노출된 적이 있었을 것이다.
③ 중생대 백악기에는 공룡과 새가 함께 서식했을 것이다.
④ B를 남긴 공룡은 C를 남긴 공룡보다 'h'가 작았을 것이다.
⑤ B를 남긴 공룡은 4족 보행, D를 남긴 공룡은 2족 보행을 했을 것이다.

36. '상대적 보폭 거리'를 이용하여 A와 D로부터 공룡의 보행 상태를 바르게 추정한 것은?

	A	D
①	보통 걸음	보통 걸음
②	빠른 걸음	보통 걸음
③	빠른 걸음	빠른 걸음
④	달림	보통 걸음
⑤	달림	빠른 걸음

- 정답: 34.① 35.① 36.②

◆ 10-9평 18~20번

[18~20] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

심해저의 다양한 퇴적물 중에서 생물의 골격과 그 파편 등에 의해 생성된 것을 생물기원퇴적물이라 한다. 심해저의 가장 흔한 생물기원퇴적물은 ㉠ 연니(軟泥, ooze)이다. 이는 주로 죽은 부유생물의 껍질, 골격 등과 바람이나 유수에 의해 육지로부터 멀리 운반된 점토류가 섞여 형성된다. 심해저에서 연니를 형성하지 않는 점토류는 1,000년에 걸쳐 2 mm 정도가 퇴적되는 데 비해, 연니는 1,000년 동안 약 1 ~ 6 cm가 퇴적된다. 연니는 표층수에 사는 부유생물의 양이 많을수록, 해저에서 형성된 후의 용해 속도가 느릴수록 많이 퇴적된다.

코콜리스나 유공충과 같이 탄산염으로 구성된 석회질의 생물체 잔해가 적어도 30 % 이상 포함된 퇴적물을 '석회질연니'라고 하고, 규소를 함유한 규질 성분으로 이루어진 생물체의 잔해를 30 % 이상 포함한 퇴적물을 '규질연니'라 부른다.

석회질연니는 비교적 따뜻하고 얕은 곳에 분포한다. 왜냐하면 차가운 해수는 탄산염을 용해시키는 이산화탄소를 더 많이 포함하므로, 탄산염보상수심*보다 깊은 곳에서는 탄산염 성분으로 구성된 생물체의 골격이나 잔해가 녹아 없어지기 때문이다. 심해저 표면의 약 48 %를 덮고 있는 석회질연니는 대서양 중앙부분과 동태평양 등에 집중적으로 분포하고 있다.

한편, 심해저 표면의 약 14% 정도를 차지하는 규질연니는 탄산염이 녹는 수심보다 깊은 곳에서도 발견된다. 특히 용승 현상으로 영양분이 풍부한 물이 표층으로 올라오는 곳에 규질연니가 많이 분포하는데, 이는 용승이 일어나는 곳에 규질연니를 구성하는 부유생물이 많이 서식하기 때문이다. 예를 들어 용승이 일어나고 차가운 해류가 흐르는 남극 부근에서는 용승 현상으로 규조류가 많이 서식하므로 심해저에서 규질연니가 가장 흔하게 나타난다. 또한 태평양의 적도 부근에 길게 분포하는 용승 지역에 규질연니가 많이 형성된 것도 규질 생명체 중 하나인 방산충이 많이 서식하기 때문이다.

연니의 형성과 분포, 그리고 구성물의 내용 등을 과학적으로 분석하면, 퇴적물이 쌓일 당시의 고해양 환경, 생물의 서식 분포 등 다양한 정보를 얻을 수 있다. 즉, 연니는 과거의 해양 환경을 연구하는 데 열쇠 구실을 한다.

* 탄산염보상수심 : 탄산염의 공급량과 용해량이 같아지는 수심. 평균적으로 약 4,500 m 임.

18. ㉠과 관련된 내용으로 적절하지 <u>않은</u> 것은?

① 연니는 죽은 생물체의 잔해와 점토류가 섞여 생성된다.
② 유공충의 잔해가 40 % 포함된 퇴적물은 석회질연니이다.
③ 표층수에 서식하는 생물체의 양과 연니의 양은 비례한다.
④ 규질연니는 탄산염보상수심보다 깊은 곳에서도 발견된다.
⑤ 연니의 퇴적 속도는 심해저 점토류의 퇴적 속도보다 느리다.

19. 위 글에 제시된 내용만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

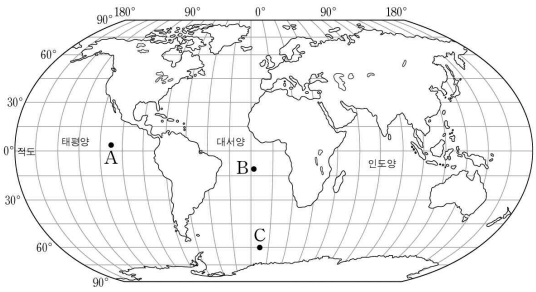
ㄱ. 연니의 생성 시기
ㄴ. 연니의 유형
ㄷ. 연니의 지리적 분포
ㄹ. 연니의 시추 방법
ㅁ. 연니 연구의 효용성

① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄱ, ㄷ, ㄹ
④ ㄴ, ㄷ, ㅁ ⑤ ㄷ, ㄹ, ㅁ

20. 위 글과 <보기>를 참고하여 다음 지도에서 시추 지점을 바르게 추정한 것은?

<보 기>

조사 항목 \ 시추 지점	(가) 지점	(나) 지점	(다) 지점
수 심	약 5,000 m	약 2,500 m	
표층 수온 (상대적 비교)	낮 음		높 음
기타 사항	해수의 수직 운동이 활발함	탄산염 성분의 퇴적물로 구성됨	표층수에 방산충이 많이 분포함



	(가) 지점	(나) 지점	(다) 지점
①	A	B	C
②	A	C	B
③	B	A	C
④	C	A	B
⑤	C	B	A

- 정답: 18.⑤ 19.④ 20.⑤

◆ 11-6평 15~18번

[15~18] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

모든 사막은 뜨겁고 세찬 모래 폭풍이 불어대는 ⓐ 불모지일까? 사막 중에는 열대 사막도 있지만, 고지대나 대륙의 내부에 있는 사막과 같이 여름은 덥지만 겨울은 추운 온대 사막도 있다. 일반적으로 사막은 연 강수량이 250 mm 이하인 지역을 말하는데, 대부분 저위도와 중위도에 분포한다.

저위도의 사막은 북회귀선이나 남회귀선이 지나는 곳에 위치하는데, 이 지역은 지구의 ⓑ 대기 대순환에 의해 반영구적인 고기압대가 형성되어 덥고 건조한 기후를 만들어낸다. 북회귀선에 위치한 사하라 사막, 아라비아 사막과 같은 열대 사막은 이러한 요인으로 형성되었다.

중위도 지역에 위치한 미국 서부의 그레이트솔트레이크 사막과 중국 서부의 타클라마칸 사막의 형성 과정은 이와 다르다. 그레이트솔트레이크 사막은 시에라네바다 산맥이 해양에서 유입되는 ⓒ 습윤한 공기의 수분 이동을 차단하여 형성되었다. 이는 수분을 함유한 공기가 높은 산맥을 넘어 반대쪽에 도달할 때 수분을 잃게 되어 건조해지기 때문이다. 한편, 타클라마칸 사막은 히말라야 산맥에 의해 해양과 차단되어 있을 뿐만 아니라 대륙의 한가운데에 위치하고 있다는 조건 때문에 형성되었다. 대륙 내부로의 이동 과정에서 생기는 공기 중의 수분 손실도 사막 형성의 한 원인인 것이다. 이와 같이 사막은 대기 대순환, 지형적 특성, 지리적 위치 등의 요인에 의해 형성된다.

[A] 흥미로운 것은 타클라마칸 사막과 인접한 티베트 고원의 건조 지역에서 열대 습윤 환경에서 ⓓ 서식하던 신제3기*의 생물 화석이 발견되었다는 점이다. 이로부터 과학자들은 이 지역이 한때는 저지대의 습윤한 지역이었으며, 지각 변동의 영향을 받았을 것이라는 ㉠ 가설을 세웠다. 기존의 지각 변동 이론에 따르면, 히말라야 산맥은 북쪽으로 이동하는 인도 대륙이 유라시아 대륙과 충돌하면서 ⓔ 융기하였다고 알려져 있는데, 티베트 고원에서 발견된 생물 화석은 이 이론에 잘 들어맞는 듯 보였다. 과학자들은 화석의 탄소 동위원소 분석뿐만 아니라 퇴적 지층에 대한 고지자기(古地磁氣)* 측정 결과를 통해, 이 지역이 히말라야 산맥의 형성과 함께 융기하였다는 결론을 내리게 되었다. 따라서 티베트 고원에 인접한 타클라마칸 사막의 형성에는 근원적으로 히말라야 산맥의 형성이라는 지각 변동이 관련되어 있다.

호주 대륙의 사막들도 이와 유사한 측면이 있다. 약 5천만 년 전 남극 대륙에서 분리된 호주 대륙은 지각 변동에 의해 북쪽으로 이동하여 남회귀선 부근의 저위도에 위치하게 되었는데, ㉡ 그 후 사막의 형성이 시작된 것으로 이해할 수 있다.

* 신제3기 : 신생대 제3기 후반.
* 고지자기 : 과거 지구 자기장.

15. 위 글로 미루어 알 수 없는 것은?

① 지각 변동은 일부 사막의 형성에 중요한 역할을 하였다.
② 타클라마칸 사막은 여름에는 덥고 겨울에는 추운 온대 사막이다.
③ 시에라네바다 산맥은 그레이트솔트레이크 사막 형성에 영향을 주었다.
④ 지구상에 분포하는 대부분의 사막은 북반구 중위도 지역에 위치한다.
⑤ 타클라마칸 사막의 형성에는 지형적 특성뿐만 아니라 지리적 위치도 중요하게 작용하였다.

16. [A]에서 사용된 ㉠의 검증 방법을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 추가적인 증거를 통해 보강한다.
ㄴ. 적용 가능한 새로운 현상을 찾아본다.
ㄷ. 경쟁 가설보다 설명력이 있는지 비교한다.
ㄹ. 기존 이론에 부합하는지 여부를 검토한다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄱ, ㄹ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄹ

17. 위 글로 미루어 볼 때, ㉡의 과정과 가장 관련이 깊은 요인은?

① 대기 대순환 ② 대륙의 크기 ③ 산맥의 높이
④ 해수의 온도 ⑤ 해양과의 거리

18. ⓐ~ⓔ의 뜻풀이가 바르지 않은 것은?

① ⓐ : 식물이 자라지 못하는 메마른 땅.
② ⓑ : 천체의 표면을 둘러싼 기체.
③ ⓒ : 습기가 많은 느낌이 있음.
④ ⓓ : 길러서 번식하게 함.
⑤ ⓔ : 솟아올라 높아짐.

- 정답: 15.④ 16.③ 17.① 18.④

[16~20] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

19세기 초 지질학자들은 스테노와 스미스의 층서 원리를 적용하여 전 세계의 지질학적 연구 성과를 종합했다. 우리가 흔히 쓰는 '중생대 쥐라기'와 같은 '대', '기' 등으로 나타내는 지질학적 시간 척도는 이때 확립되었다. 그러나 이러한 지질학적 시간 척도는 상대적인 척도로 한 지층이 다른 지층보다 오래되었는지 아닌지를 말해 줄 수는 있어도 실질적으로 얼마나 오래되었느냐는 말해 줄 수 없었다.

이후 많은 사람들이 지층의 정확한 연대 측정을 시도한 끝에 1905년 러더포드가 방사성 동위원소를 이용하여 지층 연대의 측정에 성공했다. 그는 암석 내 우라늄의 양을 측정하여 한 암석의 연대를 계산해 냈다. 이것이 동위원소 연대측정법의 시작이었다. 자연적으로 발생하는 방사성 동위원소를 사용해 암석의 연대를 결정하는 연대 측정 방법들은 그 후 수년간 더욱 개선되어 갔으며, 더 많은 방사성 동위원소들이 발견되고 방사성 붕괴 과정의 심층적인 이해가 이루어졌다.

지질학자들은 방사성 동위원소의 어떤 특성을 활용하여 암석의 연령을 측정하였을까? 이 질문의 답을 얻기 위해서는 먼저 방사성 동위원소가 무엇인지를 살펴볼 필요가 있다. 물질의 기본 단위인 원자 중심에는 양성자와 중성자로 이루어진 원자핵이 있다. 이 원자핵에 들어 있는 양성자 수에 따라 물질을 이루는 기본 성분인 원소의 종류가 결정된다. 탄소 원자핵에 있는 양성자 수는 6개이고, 산소 원자핵에 있는 양성자 수는 8개이다. 같은 원소라고 하더라도 원자핵에 있는 중성자 수가 다른 것들이 있는데 이를 '동위원소'라 한다. 예를 들면 탄소의 경우, '탄소-12'는 원자핵에 양성자 6개와 중성자 6개가 있는 원자이며, '탄소-14'는 양성자 6개와 중성자 8개가 있는 동위원소이다.

한편, 자연계의 모든 물질은 불안정한 상태에서 안정한 상태로 가려는 성질이 있다. 동위원소 중에는 양성자의 수가 중성자의 수에 비해 너무 많거나 또는 그 반대의 이유로 본래 원자핵의 상태가 불안정한 원소들이 있다. 그래서 불안정한 원자핵이 스스로 방사선을 방출하고 이를 통해 에너지를 잃고 안정된 상태로 가는 과정을 거치는데 이를 방사성 붕괴 또는 핵붕괴라 한다. 동위원소 중 방사성 붕괴를 ㉠ 일으키는 동위원소를 방사성 동위원소라 한다. 이들은 방사성 붕괴를 통해 불안정한 원자핵이 안정된 상태의 다른 종류의 원자핵으로 변한다. 예를 들면 방사성 동위원소인 '탄소-14'는 방사성 붕괴로 인해 중성자 1개가 붕괴되어 양성자로 바뀌고, 양성자 7개와 중성자 7개로 이루어진 원자핵을 가진 안정된 원소인 '질소-14'가 된다. 붕괴 전의 방사성 동위원소를 '모원소', 모원소의 방사성 붕괴에 의해 생성된 안정된 원소를 '자원소'라 일컫는다. 붕괴 전 방사성 동위원소인 '탄소-14'는 모원소이고 방사성 붕괴에 의해 생성된 안정된 원소인 '질소-14'는 자원소이다.

방사성 동위원소는 일정한 시간이 지나면 모원소의 개수가 원래 개수에서 절반으로 줄어드는 특성이 있다. 모원소의 개수가 원래 개수의 절반으로 줄어드는 데에 걸리는 시간을 반감기라 한다. 이때 줄어든 모원소의 개수만큼 자원소의 개수가 늘어난다. 첫 반감기 때 모원소의 개수는 처음의 반으로 줄고 두 번째 반감기에는 남은 모원수의 개수가 반으로 줄어 처음의 1/4로, 세 번째 반감기에는 또 남은 모원수의 개수가 반으로 줄어 처음의 1/8과 같은 식으로 줄어든다. 그래서 모원소와

자원소의 개수의 비율이 첫 반감기에는 1 : 1로 같아진다. 두 번째 반감기에는 1 : 3으로 되고, 세 번째 반감기에는 1 : 7로 된다. 다만, 원소에 따라 반감기가 다른데 '탄소-14'는 5730년, '포타슘-40'은 13억년, '우라늄-238'은 44억년의 반감기를 갖는다. 방사성 동위원소의 반감기는 온도나 압력에 영향을 받지 않는다. 따라서 어떤 암석에 포함된 모원소와 자원소의 비율을 알고, 그 결과와 방사성 동위원소의 반감기를 이용하면 암석이 만들어진 연대를 추정할 수 있다. 가령 어떤 암석이 생성될 때 '포타슘-40'을 함유하고 있고 이 원소가 외부 유입이나 유출, 암석의 변성작용 등 다른 외부 요인에 의한 변화가 없다고 할 때 이 암석의 방사성 동위원소 측정 결과 모원소와 자원소의 비율이 1 : 3이라면 반감기를 두 번 거쳤기 때문에 이 암석은 26억 년 전에 생성되었다고 볼 수 있다.

16. 윗글의 진술 방식으로 가장 적절한 것은?

① 방사성 동위원소의 개념을 예시를 통해 설명하고 있다.
② 원자핵의 구성 물질을 세부적 묘사를 통해 설명하고 있다.
③ 방사성 동위원소의 붕괴 과정을 유추를 통해 설명하고 있다.
④ 지층 연대 측정 방법의 발전 과정을 유형별로 분류하여 설명하고 있다.
⑤ 지질학적 시간 척도의 특징을 전문가의 의견을 인용하여 설명하고 있다.

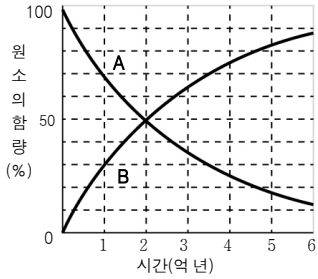
17. 윗글에서 알 수 있는 내용으로 적절하지 <u>않은</u> 것은?

① 방사성 동위원소의 핵은 불안정하여 붕괴된다.
② 질소-14의 원자핵은 양성자와 중성자의 개수가 같다.
③ 방사성 동위원소의 반감기는 온도나 압력에 영향을 받는다.
④ 19세기 초 지질학자들은 지층이 형성된 연도를 정확히 알 수 없었다.
⑤ 자연계의 모든 물질은 불안정한 상태에서 안정한 상태로 가려는 성질이 있다.

18. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 <u>않은</u> 것은? [3점]

<보 기>

그림은 어떤 방사성 동위원소 ㉮가 붕괴할 때, 시간에 따른 모원소와 자원소의 함량을 나타낸 것이다.



암석 S가 생성될 때 방사성 동위원소 ㉮를 함유하고 있고 ㉮는 외부 유입이나 유출, 암석의 변성작용 등 다른 요인에 의한 변화는 없었다. 이 암석의 방사성 동위원소 ㉮를 측정한 결과 모원소와 자원소의 비율이 1 : 3이었다.

① B는 자원소와 관련이 있다.
② 암석 S의 생성 시기는 4억 년 전이다.
③ 4번의 반감기를 거치면 처음 A의 양은 1/16로 줄어든다.
④ 모원소와 자원소의 비율이 1 : 1로 같아지는데 걸리는 시간은 2억 년이다.
⑤ 시간이 지날수록 자원소와 모원소의 개수를 더한 값은 감소한다.

19. 문맥상 ㉠의 단어와 가장 가까운 의미로 쓰인 것은?

① 세찬 바람이 거친 파도를 <u>일으켰다</u>.
② 그의 행동은 모두에게 오해를 <u>일으켰다</u>.
③ 그는 혼자 힘으로 쓰러진 가세를 <u>일으켰다</u>.
④ 아침에 몸이 피곤했지만 억지로 몸을 <u>일으켰다</u>.
⑤ 그녀는 자전거를 타다 넘어진 아이를 <u>일으켰다</u>.

20. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

<보 기>

탄소-14는 일정한 비율로 계속 붕괴하고 있지만 대기와 우주선(cosmic ray)의 충돌에 의하여 계속 공급된다. 연구에 의하면 지구 대기에서 탄소-14의 생성 비율이 탄소-14의 방사성 붕괴 비율과 같으며, 대기 중에 존재하는 탄소-12와 탄소-14의 구성 비율은 대체로 일정하다고 한다. 식물들은 대기 중의 이산화탄소와 물을 흡수하여 광합성을 하므로 모든 식물들은 약간의 방사성 탄소를 갖으며, 식물 내 탄소-12와 탄소-14의 비율은 대기 중의 탄소-12와 탄소-14의 구성 비율과 일치한다. 아울러 그 식물의 몸을 흡수하여 탄소를 공급받는 동물과 그 동물을 먹는 동물도 결국 같은 비율이 유지된다. 그런데 생물이 죽으면 더 이상 대기 중의 탄소를 흡수하지도 배출하지도 않는다. 그래서 죽은 생물 내 탄소-12와 탄소-14의 비율에 변화가 생긴다. 방사성 동위원소인 탄소-14가 질소-14로 변하기 때문인데, 이때 생성된 질소14는 기체이므로 죽은 생물 내부에서 외부로 빠져 나간다. 그렇지만 생물 유해나 화석의 탄소-12와 탄소-14의 비율을 측정하여 대기 중의 그 비율과 비교하면 탄소-14가 어느 정도 감소했는지 알 수 있고, 그 결과와 탄소-14의 반감기를 이용하면 그 생물이 죽은 연대를 계산할 수 있다. 다만 탄소-14는 6만년이 지나면 측정하기 힘들 정도의 양만 남는다.

① 탄소-14를 이용한 연대측정법의 연대 측정 범위는 제한적이겠군.
② 시간이 지날수록 죽은 생물 내부에 있는 탄소-14의 개수가 줄어들겠군.
③ 방사성 붕괴는 죽은 생물 내 탄소-12와 탄소-14의 비율에 변화를 일으키겠군.
④ 탄소-14를 이용한 연대측정법으로는 살아있는 생물의 나이를 측정할 수 없겠군.
⑤ 죽은 생물 안에 남아 있는 질소-14의 양만 알아도 생물이 죽은 연대를 정확히 추정할 수 있겠군.

- 정답: 16.① 17.③ 18.⑤ 19.① 20.⑤

◆ 09 LEET 언어이해 20~22번

[20~22] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

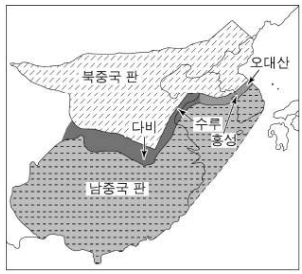
판 구조 이론이 도입된 이후 국내외 지질학자들은 한반도가 어디에서 이동해 왔는지, 그리고 한반도가 원래부터 한 조각이었는지 아니었는지에 대한 의문을 제기하여 왔다. 1980년대에 이르러 중국 남부와 북부가 서로 다른 판이었으며 이들이 서로 충돌하여 하나가 되었다는 사실이 확인되었다. 그러자 남중국 판과 북중국 판 간의 충돌대인 다비-수루 벨트가 한반도까지 연결되어 있을 가능성이 제기되었다. 한반도 형성 과정에 대한 이러한 궁금증을 해결하는 데에는 수년 전 충청남도 홍성 지역에서 발견된 에클로자이트라는 암석이 큰 역할을 하고 있다.

대륙의 충돌 과정에서 만들어지는 특수한 변성암인 에클로자이트의 지질학적 의미는 히말라야 조산대의 형성 과정을 통하여 이해할 수 있다. 히말라야 조산대는 5천만 년 전부터 시작된 아시아 대륙(아시아 판)과 인도 대륙(인도 판)의 충돌에 의해 형성된 대륙 충돌대이다. 두 대륙의 충돌 이전에 그 사이에 존재했던 넓은 해양 밑의 해양 지각이 아시아 대륙 밑으로 밀려 들어가는 섭입(攝入)이 일어났다. 이때 섭입된 해양 지각 내의 현무암질 화성암이 지하 깊은 곳에 도달했을 때 높은 압력에 의해 에클로자이트로 변성되었다. 해양 지각의 섭입이 계속 진행됨에 따라 두 대륙 사이의 해양은 점점 좁아져 마침내 두 대륙이 충돌하였다. 이때 발생한 강력한 압축력에 의해 아시아 대륙의 충돌 부분이 습곡이 되어 히말라야 산맥이 만들어지기 시작하였으며 해양 지각 일부가 산 위로 밀려 올라갔다. 또한 인도 대륙의 앞부분이 아시아 대륙 밑으로 밀려 들어가면서 히말라야 산맥을 더 높이 밀어 올렸다. 그 이후 두 대륙 충돌 전에 이미 섭입된 인도 대륙에 연결된 해양 지각이 추처럼 작용하면서 인도 대륙을 지하 깊은 곳으로 끌고 들어갔다. 그 결과 대륙 지각 내에 있던 현무암질 화성암도 높은 압력을 받아 에클로자이트로 변성되었다.

히말라야 충돌대 형성 시 지하로 끌려 들어가던 인도 대륙 지각이 지하 120 km 지점의 맨틀 깊이에 도달했을 때 주변의 맨틀보다 밀도가 낮은 대륙 지각은 부력이 커져서 위로 올라가려는 힘을 갖게 되었다. 그렇지만 해양 지각은 섭입 시 형성된 고밀도 광물에 의해 밀도가 높아져 계속 가라앉으려고 했으므로 결국 대륙 지각은 해양 지각과 끊어져 지표로 빠르게 상승하여 노출되었다. 이때 일부 맨틀도 대륙 지각에 붙어 함께 상승하여 지표에 노출되었다. 그리하여 히말라야 충돌대에는 해양 지각, 에클로자이트, 맨틀 물질들이 분포하게 되었다. 이런 방식으로 에클로자이트가 모든 대륙 충돌대에서 나타난다.

남중국 판과 북중국 판 사이의 다비-수루 벨트에서도 2억 2천만~2억 3천만 년 전(트라이아스기 중기)에 형성된 에클로자이트가 발견되었다. 이는 남중국 판과 북중국 판이 충돌하였고 충돌 이전에 두 대륙 사이에 해양이 있었음을 의미한다. 지질학적 증거에 따르면 이 두 대륙은 4~5억 년 전 곤드와나 초대륙의 일부로서 적도 근처에 위치해 있었는데 곤드와나로부터 각각 분리되어 서로 다른 속도로 북쪽으로 이동하다가 현 위치에서 충돌하였다. 그리고 충돌 시 남중국 판의 앞부분이 북중국 판 밑으로 섭입되었다는 사실이 확인되었다. 충돌대의 동쪽 부분인 산둥 반도 지역은, 대부분이 산악인 서쪽의 다비 지역과는 달리 높은 산맥이 나타나지 않는데, 이는 충돌 후 발생한 인장력에 의해 높은 산이 낮아졌기 때문인 것으로 추정된다.

홍성 지역에서 발견된 에클로자이트는 연대 측정 결과 2억 3천만 년 전에 형성된 것임이 밝혀졌다. 이는 다비-수루 벨트의 에클로자이트와 동일한 연대의 것이다. 국내외의 많은 학자들은 이 증거가 중국의 충돌대가 한반도로 연결되었다는 사실을 지시하는 것으로 받아들이고 있다. 홍성 지역은 산둥 반도와 마찬가지로 높은 산맥 지역은 아니지만 에클로자이트와 함께 맨틀 물질도 발견되어 이러한 주장에 힘을 실어 주고 있다. 추가적으로 오대산 지역에서 판의 충돌이 2억 5천만 년 전(페름기 말기)에 일어났다는 증거가 발견되었는데, 이는 ㉠ 홍성 지역과 오대산 지역을 연결하는 대륙 충돌대가 한반도 내에 존재할 가능성을 제시하고 있다. 이러한 사실은 동북아시아 지질 구조를 이해하는 데 한반도의 지질 해석이 매우 중요함을 시사한다.



20. 에클로자이트에 대한 위 글의 설명과 일치하지 않는 것은?

① 높은 압력을 받아 형성된다.
② 산둥 반도와 홍성 지역에서 모두 발견된다.
③ 현무암질 화성암이 변성되어 생성된 것이다.
④ 대륙 충돌이 일어난 후에야 만들어지기 시작한다.
⑤ 대륙 충돌 전 대륙들 사이에 해양이 존재했음을 보여 준다.

21. 위 글을 읽고 <보기>를 바탕으로 추론한 내용으로 적절하지 않은 것은?

<보 기>

판 경계의 세 가지 유형
1. 발산 경계 : 이 경계에서는 맨틀에서 올라온 마그마가 굳어서 생성된 지각이 기존 지각을 양옆으로 밀어낸다.
   예) 대서양 바다 밑의 대양저 산맥
2. 수렴 경계 : 이 경계에서는 해양판 섭입이나 대륙 충돌에 의해 해양 지각이 맨틀로 들어가 소멸된다.
   예) 1) 섭입형 : 일본 동해안, 안데스 산맥 지역
   2) 충돌형 : 알프스, 히말라야, 우랄 조산대
3. 유지 경계 : 이 경계에서는 새로운 지각이 생성되거나 소멸됨 없이 판 경계면을 따라 두 판이 수평 이동한다.
   예) 캘리포니아의 산안드레아스 단층

① 산안드레아스 단층 지역에서는 에클로자이트가 형성되지 않는다.
② 안데스 산맥 지역에서는 에클로자이트가 형성되지 않는다.
③ 히말라야 조산대에는 해양 생물 화석이 나타난다.
④ 알프스 조산대에는 맨틀 물질이 나타난다.
⑤ 우랄 조산대에는 습곡이 나타난다.

22. ㉠이 사실일 경우 추정할 수 있는 내용으로 보기 어려운 것은?

① 대륙판들의 충돌이 한반도 동쪽에서부터 일어났을 것이다.
② 한반도는 원래 적도 부근에 존재했던 대륙의 일부였을 것이다.
③ 충돌 시 한반도 북부 지역의 일부가 한반도 남부 지역의 밑으로 섭입되었을 것이다.
④ 홍성-오대산 충돌대를 중심으로 북부 지역과 남부 지역 사이에는 해양이 있었을 것이다.
⑤ 홍성-오대산 충돌대를 따라 존재했을 높은 산맥은 대륙 충돌 후 발생한 인장력에 의해 낮아졌을 것이다.

- 정답: 20.④ 21.② 22.③

[39 ~ 43] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

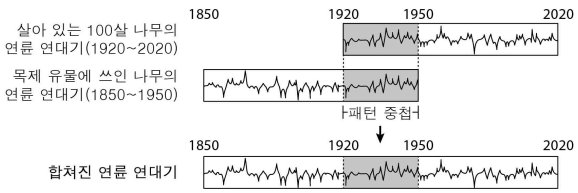
사계절이 뚜렷한 곳에서 자라는 나무는 매해 하나씩 나이테를 만들기 때문에 나이테를 세면 나무의 나이를 알 수 있다. 그렇다면 나이테는 단순히 나무의 나이를 알기 위해서만 활용되는 것일까? 그렇지 않다. 나이테는 현재 남아 있는 다양한 목제 유물들이 언제 만들어졌는지 그 제작 연도를 ⓐ 규명하는 데도 활용되고 있다.

나무의 나이테는 위치에 따라 크게 심재, 변재로 구분된다. 심재는 나무의 성장 초기에 형성된 안쪽 부분으로 생장이 거의 멈추면서 진액이 내부에 갇혀 색깔이 어둡게 변한 부분이다. 변재는 심재의 끝부터 겉질인 수피 전까지의 바깥 부분으로 물과 영양분을 공급하는 생장 세포가 활성화되어 있어 밝은 색상을 띠는 부분이다. 나무의 나이는 이 심재와 변재의 나이테 수를 합한 것이 된다.

그런데 나무의 나이테 너비를 살펴보면 매해 그 너비가 동일하지 않다. 그 이유는 '제한 요소의 법칙'에 의해서 나무의 생장량이 결정되기 때문이다. 나무가 생장하기 위해서는 물, 빛, 온도, 이산화 탄소 등의 다양한 환경 요소가 필요한데 환경 요소들은 해마다 다르기 때문에 나이테의 너비도 변하게 된다. 그렇다고 모든 환경 요소가 나이테의 너비 변화에 영향을 주는 것은 아니다. 여러 환경 요소 중에서 가장 부족한 요소가 나이테의 너비 변화에 가장 큰 영향을 주게 되는데 이것이 바로 제한 요소의 법칙이다.

나무가 가장 부족한 요소에 모든 생물학적 활동을 맞추는 것은 안전하게 생장하기 위한 전략이다. 만일 나무의 생장이 가장 풍족한 요소를 기준으로 이뤄진다면 생장에 필요한 생물학적 활동을 제한하는 요소가 많아져 ⓑ 고사할 위험이 높아지게 될 것이기 때문이다. 제한 요소의 법칙은 모든 나무의 생장에 예외 없이 적용되며, 그 결과로 동일한 수종이 유사한 생장 환경에서 자라면 나이테의 너비 변화 패턴이 유사하다. 하지만 수종이 같더라도 지역이 다르면 생장 환경이 다르기 때문에 나이테의 너비 변화 패턴은 달라지게 된다.

나이테를 활용하여 목제 유물에 사용된 나무의 벌채* 연도나 환경 조건을 추정하는 것을 연륜 연대 측정이라 하는데 이를 위해서는 나이테의 너비 변화 패턴을 그래프로 나타낸 ㉠ 연륜 연대기가 있어야 한다. 수천 년 살 수 있는 나무는 많지 않으나 아래 <그림>과 같은 방법으로 수천 년에 달하는 연륜 연대기 작성은 가능하다.



살아 있는 나무에서 나이테 너비를 ⓒ 측정하면 정확한 연도가 부여된 연륜 연대기를 작성할 수 있다. 다음으로 오래지 않은 과거에 제작된 목제 유물의 나이테로 연륜 연대기를 작성하여 이미 작성된 연륜 연대기와 비교하면 패턴이 겹치는 기간을 확인할 수 있다. 그 기간은 지금 살아 있는 나무와 과거 유물에 사용된 나무가 함께 생장하던 기간이 된다. 이러한 방법으로 보다 과거의 목제 유물로 작성된 연륜 연대기와 패턴 비교를 반복하면 수백, 수천 년에 달하는 나무의 연륜 연대기 작성이 가능해진다. 이렇게 작성된 장기간의 연륜 연대기를 표준 연대기라 하는데 우리나라는 현재 소나무, 참나무, 느티나무의 표준 연대기를 ⓓ 보유하고 있다. 연륜 연대 측정은 이 표준 연대기와 목제 유물의 나이테로 작성한 유물 연대기의 패턴을 비교함으로써 진행되고 그 방법은 다음과 같다.

[A]
먼저 목제 유물의 나이테에 변재가 있는지 확인해야 한다. 나무를 가공할 때는 벌레가 먹거나 쉽게 썩는 변재의 일부 또는 전체가 잘려 나가기도 하는데 만일 유물의 나이테에 변재가 없는 경우에는 벌채 연도를 추정할 수 없게 된다.

변재의 존재 여부를 확인한 후에는 목제 유물의 각 부분에서 나이테를 채취해 패턴이 중첩되는 부분을 비교하여 유물 연대기를 만든 다음, 비교 대상으로 사용할 표준 연대기를 정해야 한다. 이때 유물 연대기와 표준 연대기의 상관도를 나타내는 t값과 일치도를 나타내는 G값을 고려해야 하는데 100년 이상의 기간을 상호 비교할 때 t값은 3.5 이상, G값은 65% 이상의 값을 가져야 통계적으로 유의성이 있는 것으로 ⓔ 간주된다.

표준 연대기를 정한 후에는 유물 연대기와 표준 연대기의 패턴을 비교하여 중첩되는 부분의 시작 나이테의 연도부터 마지막 나이테의 연도를 확정하여 절대 연도를 부여한다. 유물의 나이테가 변재를 완전하게 갖고 있을 경우에는 마지막 나이테의 절대 연도가 벌채 연도가 된다. 하지만 변재의 바깥쪽 나이테 일부가 잘려 나갔다면 마지막 나이테의 절대 연도에 잘려 나간 변재 나이테 수를 더한 값이 벌채 연도가 되는데 이때는 수령별 평균 변재 나이테 수를 참고한다. 비슷한 수령의 나무가 갖는 평균 변재 나이테 수에서 유물에 남아 있는 변재 나이테 수를 빼, 나무를 가공할 때 잘라 낸 변재 나이테 수를 구한다. 그리고 이를 마지막 나이테의 절대 연도에 더해 벌채 연도를 확정한다. 그 다음, 벌채한 후 가공할 때까지 나무를 건조하는 일반적인 기간인 1 ~ 2년을 더해 목제 유물의 제작 연도를 추정한다.

* 벌채 : 나무를 베어 냄.

39. 윗글에서 사용된 전개 방식으로 적절하지 <u>않은</u> 것은?

① 자문자답의 방식으로 화제를 제시하고 있다.
② 대상의 특성을 관련 개념을 통해 설명하고 있다.
③ 일정한 기준에 따라 대상을 나누어 설명하고 있다.
④ 어려운 개념을 친숙한 대상에 빗대어 설명하고 있다.
⑤ 반대 상황을 가정하여 현상에 대한 이해를 돕고 있다.

40. 윗글에서 알 수 있는 내용으로 가장 적절한 것은?

① 심재는 생장이 거의 멈춘 나이테로 수피에 인접하여 있다.
② 변재는 생장 세포에 있는 진액으로 인해 밝은 색상을 띤다.
③ 나무의 수령은 변재 나이테의 개수로 파악할 수 있다.
④ 나이테의 너비는 가장 풍족한 환경 요소로 결정된다.
⑤ 심재 나이테만 남아 있다면 연륜 연대 측정은 불가하다.

41. ㉠에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

① 동일한 수종이라도 환경이 다르면 패턴이 달라진다.
② 패턴 비교를 반복하면 장기간의 연대기 작성이 가능하다.
③ 나이테의 너비가 일정하면 패턴 분석의 대상이 될 수 없다.
④ 제한 요소의 법칙에 따라 나무가 생장한 결과를 보여 준다.
⑤ 현재 국내에는 3종의 나무에 대한 표준 연대기가 존재한다.

42. [A]를 바탕으로 <보기>의 '연륜 연대 측정 자료'를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]

< 보 기 >

[소나무 서랍장에 대한 연륜 연대 측정]

Ⅰ. 측정 참고 자료

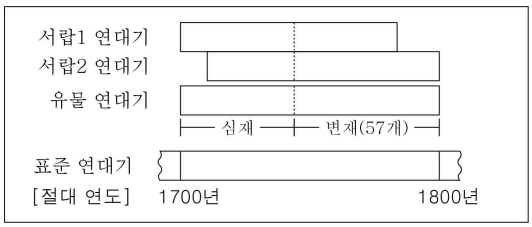
○ 두 곳의 서랍에서 같은 나무의 나이테를 채취하였고, 이 중 서랍2에서는 좁은 나이테 모양으로 보아 바깥쪽 나이테가 거의 수피에 근접한 것을 확인하였음.

○ 서랍1, 2 연대기의 패턴을 비교하여 유물 연대기를 작성한 후 표준 연대기와 비교하여 절대 연도를 부여함.

Ⅱ. 유의성 및 수령별 평균 변재 나이테 수 자료

표준 연대기	t값	G값	평균 변재 나이테 수	
			수령 100년	수령 150년
a산 소나무	3.7	69%	60개	77개
b산 소나무	3.2	60%	58개	65개

Ⅲ. 소나무 서랍장 유물 연대기 및 절대 연도 부여 자료



① t값과 G값을 고려할 때 표준 연대기는 a산 소나무의 연대기가 사용되었을 것이다.
② 유물 연대기와 표준 연대기의 패턴이 중첩되는 기간은 1700년부터 1800년까지일 것이다.
③ 마지막 나이테의 절대 연도를 고려할 때 서랍장에 사용된 나무의 벌채 연도는 1802년일 것이다.
④ 비슷한 수령의 소나무가 갖는 평균 변재 나이테 수를 참고하면 가공할 때 잘려 나간 변재 나이테 수는 3개일 것이다.
⑤ 벌채한 나무의 건조 기간을 고려하면 서랍장의 제작 연도는 1804년에서 1805년 사이일 것이다.

43. ⓐ ~ ⓔ를 바꿔 쓴 것으로 적절하지 않은 것은?

① ⓐ : 밝히는
② ⓑ : 말라 죽을
③ ⓒ : 헤아리면
④ ⓓ : 가지고
⑤ ⓔ : 여겨진다

- 정답: 39.④ 40.⑤ 41.③ 42.③ 43.③

[28~30] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

과학 기술이 발달하고 일상의 삶에 미치는 영향이 점점 커짐에 따라 법정에서 과학 기술 전문가의 지식을 필요로 하는 사례도 늘고 있다. 유전자 감식에 의한 친자 확인, 디지털 포렌식을 통한 범죄 수사 등은 이미 낯설지 않고, 최근에는 연륜연대학에 기초한 과학적 증거의 활용도 새롭게 관심을 끌고 있다.

연륜연대학이란, 나이테를 분석하여 나무의 역사를 재구성하는 과학이다. 온대림에서 자라는 대부분의 수목은 매년 나이테를 하나씩 만들어 내는데, 그것의 폭, 형태, 화학적 성질 등은 수목이 노출되어 있는 환경의 영향을 받는다. 예를 들어 나이테의 폭은 강수량이 많았던 해에는 넓게, 가물었던 해에는 좁게 형성된다. 따라서 연속된 나이테가 보여 주는 지문과도 같은 패턴은 나무의 생육 연대를 정확히 추산하기 위한 단서가 된다.

[A] 2005년에 400개의 나이테를 가진 400년 된 수목을 베어 냈는데, 그 단면에서 1643년부터 거슬러 1628년까지 16년 동안 넓은 나이테 5개, 좁은 나이테 5개, 넓은 나이테 6개 순으로 연속된 특이 패턴이 보였다고 하자. 한편 인근의 역사 유적에 대들보로 사용된 오래된 목재는 나무의 중심부와 그것을 둘러싼 332개의 나이테를 보여 주지만 베어진 시기를 알 수 없었는데, 만일 그 가장자리 나이테에서 7개째부터 앞서의 수목과 동일한 패턴이 발견된다면 그 목재로 사용된 나무는 1650년경에 베어졌고 1318년경부터 자란 것이라는 결론을 내릴 수 있다. 나아가 그 목재를 유적의 기둥 목재와 비슷한 방식으로 비교하여, 나이테 기록을 보다 먼 과거까지 소급할 수 있다.

이와 같이 나이테를 통한 비교 연대 측정은 예술 작품이나 문화재 등의 제작·건립 시기를 추정하는 과학적 기법을 제공하기도 하지만, 종종 법률적 사안의 해결에 도움을 주기도 한다. 수목으로 소유지 경계를 표시하던 과거에는 수목의 나이를 확인하는 것이 분쟁 해결에 중요한 역할을 담당하였다. 형사 사건에서도 나이테 분석을 활용한 적이 있다. 1932년 린드버그의 아기를 납치·살해한 범인을 수목 과학자인 콜러가 밝혀낸 일화는 잘 알려져 있다. 그는 범행 현장에 남겨진 수제 사다리의 목재를 분석함으로써, 그것이 언제 어느 제재소에서 가공되어 범행 지역 인근의 목재 저장소로 운반되었는지를 추적하는 한편, 용의자의 다락방 마루와 수제 사다리의 일부가 본래 하나의 목재였다는 사실도 입증해 냈다.

나이테 분석의 활용 잠재성이 가장 큰 영역은 아마도 환경 소송 분야일 것이다. 과학자들은 나이테에 담긴 환경 정보의 종단 연구를 통해 기후 변동의 역사를 고증하고, 미래의 기후 변화를 예측하는 데 주로 관심을 기울여 왔다. 하지만 나이테에 담긴 환경 정보에는 비단 강수량이나 수목 질병만이 아니라 중금속이나 방사성 오염 물질, 기타 유해 화학 물질에 대한 노출 여부도 포함되므로 이를 분석하면 특정 유해 물질이 어느 지역에 언제부터 배출되었는지를 확인할 수 있을 것이다. 넓은 의미의 연륜연대학 중에서 이처럼 수목의 화학적 성질에 초점을 맞춘 연구만을 따로 연륜화학이라 부르기도 한다.

[B] 한편 과학 기술 전문가의 견해가 법정에서 실제로 유의미하게 활용되기 위해서는 일정한 기준을 충족해야 하는데, 이 점은 나이테 분석도 마찬가지다. 법원으로서는 전문가의 편견 및 오류 가능성이나 특정 이론의 사이비 과학 여부 등에도 신경을 쓸 수밖에 없기 때문이다. 나이테 분석을 통한 환경오염의 해석은 분명 물리적 환경 변화의 해석에서보다 고려해야 할 변수도 많고, 아직 그 역사도 상당히 짧다. 하지만 이 같은 해석 기법이 환경 소송을 주재할 법원의 요구에 부응할 수 있는 과학 기술적 토대를 갖추었다고 평가하는 견해가 점차 늘어나고 있다.

28. 윗글로 보아 적절하지 <u>않은</u> 것은?

① 나이테 분석이 이미 생성된 나이테만을 대상으로 할 수밖에 없다면, 아직 발생하지 않은 변동을 예측하는 데는 사용되지 못할 것이다.

② 특정 수목이 소유지 경계 획정 시 성목(成木)으로 심은 것이라면, 그 나이테의 개수가 경계 획정 시기까지 소급한 햇수보다 적지 않을 것이다.

③ 발생 연도가 확실한 사건에 대한 지식이 추가되면, 비교할 다른 나무가 없어도 특정 수목의 생육 연대를 비교적 정확하게 추산하는 것이 가능하다.

④ 배후지의 나무와 달리 차로변의 가로수만 특정 나이테 층에서 납 성분이 발견되었다면, 그 시기에는 납을 함유한 자동차 연료가 사용되었다고 추정하는 것이 가능하다.

⑤ 가장자리 나이테 층뿐 아니라 심부로도 수분과 양분이 공급되는 종류의 나무라면, 나이테 분석을 통해 유해 화학 물질의 배출 시기를 추산할 때 오차가 발생할 것이다.

29. [A]에 대해 추론한 내용으로 옳지 <u>않은</u> 것은?

① 2005년에 베어 낸 수목은 1605년경부터 자랐을 것이다.

② 대들보로 사용된 목재의 가장자리에서 10번째 나이테는 폭이 넓을 것이다.

③ 대들보로 사용된 목재의 가장자리에서 20번째 나이테는 폭이 좁을 것이다.

④ 대들보로 사용된 목재의 가장자리에서 15번째 나이테는 1635년경에 생겼을 것이다.

⑤ 대들보로 사용된 목재와 기둥 목재의 나이테 패턴 비교 구간은 1318년경에서 1650년경 사이에 있을 것이다.

30. [B]를 참조하여 <보기>의 입장들을 설명할 때, 적절하지 <u>않은</u> 것은?

<보 기>

X국에는 과학적 연구 자료를 법적으로 활용하는 기준에 대하여 다음과 같은 입장들이 있다. 각각의 입장에서 전문가의 '나이테 분석에 근거한 연구 결과'가 어떻게 이용될지 생각해 보자.

A : 관련 분야 전문가들의 일반적 승인을 얻은 것만을 증거로 활용한다.

B : 사안에 대한 관련성이 인정되는 한 모두 증거로 활용하되, 전문가의 편견 개입 가능성이나 쟁점 혼란 또는 소송 지연 등의 사유가 있을 경우에는 활용하지 않는다.

C : 사안에 대한 관련성이 인정되고, 일정한 신뢰성 요건(검증 가능성, 적정 범위 내의 오차율 등)을 갖춘 것은 모두 증거로 활용한다.

① A를 따르는 법원이 수목의 병충해 피해 보상을 판단할 때 해당 연구 결과를 유의미하게 활용한다면, 나이테를 통한 비교 연대 측정 방법은 대체로 인정된다고 추정할 수 있군.

② A를 따르는 법원이 공장의 유해 물질 배출로 인한 피해의 배상을 판단할 때 해당 연구 결과를 유의미하게 활용한다면, 연륜화학의 방법은 대체로 인정된다고 추정할 수 있군.

③ B를 따르는 법원이 방사능 피해 보상 문제에서 해당 연구 결과를 유의미하게 활용한다면, 그 연구의 수행자가 피해 당사자의 입장을 적극 대변하는 인물이라고 추정할 수 있군.

④ C를 따르는 법원이 장기간의 가뭄으로 인한 농가 피해의 보상을 판단할 때 해당 연구 결과를 유의미하게 활용한다면, 나이테 분석은 사이비 과학이 아니라고 추정할 수 있군.

⑤ C를 따르는 법원이 홍수로 인한 농가 피해의 보상을 판단할 때 해당 연구 결과를 유의미하게 활용하지 않는다면, 연륜연대학의 방법이 일정한 신뢰성의 요건을 충족하지 못한다고 추정할 수 있군.

- 정답: 28.① 29.③ 30.③

◆ 15-6평 A형 22~25번

[22~25] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

고고학자들이 발굴을 통해 얻은 유물 자료에는 과거 인간의 삶에 관한 극히 단편적인 정보가 남아 있다. 고고학은 이 자료를 통해 과거 인간의 삶을 복원하고자 여러 분야의 이론을 활용한다.

예를 들어, 진화고고학에서는 인간의 삶은 자연환경에 더욱 잘 적응하기 위한 선택이라고 보는 진화론에 초점을 맞추어 과거를 설명한다. 진화론이 적용된 사례를 토기의 변화에 대한 연구를 통해 구체적으로 살펴보자. 이 연구에서는 ㉠서기 1세기부터 약 1천 년 동안 어느 한 지역에서 출토된 조리용 토기들의 두께와, 토기에 탄화된 채로 남아 있던 식재료에 사용된 곡물의 전분 함량을 조사했다. 그 결과 후대로 갈수록 토기 두께가 상당히 얇아지고 곡물의 전분 함량은 ⓐ증가한다는 사실을 발견했다. 진화고고학은 이렇게 토기 두께가 얇아진 이유를 전분이 좀 더 많은 씨앗의 출현이라는 외부 환경의 변화에 적응하였기 때문이라고 설명한다. ㉡이 설명은 두께가 얇은 토기는 상대적으로 열을 더 잘 전달하기 때문에 기능적으로 우수하다는 사실과 전분이 많은 씨앗들은 높은 온도에서 장시간 끓일 때 음식으로서의 가치가 크게 높아진다는 사실에 근거한다. 즉, 자연환경이 변화하여 껍질이 두껍고 전분 함량이 높은 씨앗이 많아짐으로써 씨앗의 채집량이 늘어날 수 있었고, 이 씨앗은 그 특성상 오래 가열해야 하므로 열전도가 빠른 토기가 사용되었다고 해석하는 것이다.

그러나 이후에 더욱 세밀한 연대 측정을 통해 토기 두께의 변화를 세밀하게 비교해 본 결과, 토기의 두께가 점진적으로 변화한 것이 아니라 4세기경 급작스럽게 변화하였으며, 그 이후에는 거의 변화가 없었다는 사실을 발견했다. 또한 전분 함량이 높은 음식이 보편화된 것은 5세기 이후부터였다는 사실도 알게 되었다. 이로 인해 토기의 두께 변화에 대한 자연 선택적 설명은 그 설득력이 약화되었다.

한편, 두께가 얇은 토기가 사용된 의미를 파악하기 위해서는 토기 두께의 변화를 ⓑ초래한 원인을 찾는 것도 중요하지만 두께가 얇아진 토기가 장기간 사용된 이유에도 주목할 필요가 있다. 예컨대 전분 함량이 높은 곡물을 아기들의 이유식으로 이용한다면 여성들의 수유기가 ⓒ단축됨에 따라 출산율을 높이는 데 도움이 되었을 것이라고 볼 수도 있다. 이러한 시각에서 본다면 두께가 얇은 토기가 오랫동안 사용된 원인을 자연환경에 잘 적응하기 위한 선택이 아니라 이유식을 만들기 위한 인간의 능동적 선택에서 찾는 생태학적 이론에 입각한 설명도 가능하다. 생태학적 설명은 진화론적 관점에 근거하지만 인간의 이성적 사유 능력에 따른 선택 과정에 좀 더 주목한 것이다.

진화고고학과는 달리 유물의 의미를 해석할 때 기능적 요인보다는 개개의 유물이 사용된 맥락을 찾는 것이 더 중요하다고 보고, 그 유물을 사용한 사람의 사회적 위치와 기호 변화 등 사회문화적 요인으로 유물의 의미를 설명하려는 관점도 있다. 이 관점에서는 4세기경에 토기의 두께가 급격히 얇아지는 이유를 다음과 같이 설명한다. (㉢)

이처럼 고고학에서는 발굴을 통해 유물 자료가 빠르게 ⓓ축적되고, 주변 과학의 발달에 힘입어 새로운 측정 방법이 개발됨에 따라 다양한 해석이 제시된다. 따라서 특정한 이론에 ⓔ집착하는 것보다는 새로운 자료와 방법을 적극적으로 이용하여 다양한 해석을 하고자 하는 열린 자세가 필요하다.

22. 윗글의 설명과 부합하지 않는 것은?

① 고고학은 유물로부터 얻은 정보를 축적하여 다양한 해석을 시도한다.
② 발굴로 얻어지는 유물은 과거 인간의 삶에 대한 단편적인 정보를 담고 있다.
③ 유물에 대한 연대 측정 기술이 발달할수록 그에 비례하여 발굴되는 유물의 양이 늘어난다.
④ 개선된 측정 방법으로 유물의 정보를 세밀하게 분석하면 새로운 고고학적 해석이 가능해진다.
⑤ 고고학은 부분적인 정보가 들어 있는 유물들을 연구하는 과정에서 여러 분야의 이론을 활용한다.

23. ㉡의 입장에서 ㉠을 분석한 내용으로 적절하지 않은 것은?

① 토기의 두께가 얇을수록 열전도율은 더 높아진다.
② 곡물의 전분 함량 변화는 토기의 두께 변화에 영향을 미쳤다.
③ 토기 두께의 변화는 자연환경에 적응하기 위한 노력의 결과이다.
④ 토기로 조리한 음식의 종류는 당시의 자연환경을 추측하여 알아냈다.
⑤ 전분이 많은 씨앗을 조리하는 데에는 토기의 두께가 얇을수록 유리하다.

24. ㉢에 들어갈 내용으로 가장 적절한 것은? [3점]

① 자연 환경의 변화로 말미암아 두께가 얇은 토기가 생존에 유리해졌기 때문이다.
② 거주 지역을 옮기면서 주위 환경이 바뀌어 토기를 만드는 재료가 달라졌기 때문이다.
③ 식량을 채취하는 여건이 악화되면서 토기 제작에 쏟을 시간적 여유가 줄어들었기 때문이다.
④ 기후의 변화로 주요 식재료가 바뀌면서 음식을 조리하기에 편리한 토기를 만들었기 때문이다.
⑤ 집단 간의 활발한 교류로 새로운 토기가 유입되었고 사람들이 그것을 선호하게 되었기 때문이다.

25. 문맥상 ⓐ~ⓔ와 바꿔 쓰기에 적절하지 않은 것은?

① ⓐ: 늘어난다는
② ⓑ: 일으킨
③ ⓒ: 짧아짐에
④ ⓓ: 나타나고
⑤ ⓔ: 얽매이는

- 정답: 22.③ 23.④ 24.⑤ 25.④

◆ 15 LEET 언어이해 33~35번

[33~35] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

근대적 의미의 고고학이 시작된 이래, 고고학자들은 수집과 발굴 조사를 거쳐 유물들을 분류하고, 유물들 사이의 시공간적 관계와 그 변화 과정을 추정하여, 이를 과거 인간의 행위와 관련지어 해석하려 했다. 이때, 유물 분류를 바라보는 시각은 크게 보아 '유형론'과 '개체군론'으로 나눌 수 있다.

초기 고고학 연구를 주도하며 기본적인 분류 체계를 세운 이들은 유형론자들이다. 이들은 분류를 위해 먼저 유물이 가지고 있는 인지 가능한 형태적 특질을 검토하여 그룹을 짓는다. '형식'이라는 용어로 개념화되는 본질적이고 형태적인 특징, 혹은 중심적 경향을 찾으면 이를 바탕으로 하나의 '유형'이 만들어진다. 이 작업은 특정한 하나의 형식을 공통적으로 가진 여러 유물 가운데, 원형이 되는 유물을 확인하고 이 유물을 이상적인 기준으로 삼아 다른 유물들과 비교하는 과정을 거쳐 이루어진다. 각각의 유형 안에는 개별 유물 간의 차이, 즉 '변이'가 있기 마련이지만 그것이 새 유형을 설정할 수 있을 정도로 본질적이라고 판단되지 않는 한, 유형론자들은 그것을 편차 정도로만 인식하여 설명할 가치가 없다고 본다. 그러므로 이들은 유물의 모든 변화를 한 유형에서 다른 유형으로 바뀌는 '변환'이라고 인식한다. 이러한 관점은 유형의 구분, 유형 사이의 경계 설정 및 순서 지움을 통해 시간적 연쇄나 뚜렷한 문화적·공간적 경계를 가진 집단을 구별할 수 있는 근거를 마련하는 데 결정적으로 기여하였다. 그렇지만 실제 관찰되는 개별 유물의 형태 변화는 연속적인 경우가 많다. 또한 유형론자들은 유형의 변화를 단속적이라고 파악하여 자체적이고 내부적인 진화의 과정에 대한 고려를 배제한 채, 외부로부터의 유입이나 새로운 발명 등의 요인으로만 설명하려고 하였다. 더구나 유형론적 접근 방식을 취할 경우 발굴 조사된 유물들 사이의 상사성과 상이성만을 단순 비교할 수밖에 없다는 단점도 있었다.

이러한 문제점들 때문에 고고학자들은 또 다른 시각에서 유물 분류를 시도하였다. 이것이 개체군론적 사고에 의한 방식이다. 개체군론자들은 유물의 본질적 특징이란 실재하는 것이 아니며, 중심적인 경향 또한 경험적 관찰의 결과일 뿐이라고 주장한다. 이들은 특히 중심적인 경향은 유물의 수와 기준에 따라 언제든지 바뀔 수 있다고 본다. 따라서 이들은 유형이 유물 자체에 고유한 본질에 따라 존재하는 것이 아니라, 관찰을 통해 추론된 것이며 연구자가 자신의 연구 목적에 따라 고안한 도구일 뿐이라고 주장한다. 존재하는 것은 사물의 상태를 의미하는 현상과 변이뿐이라는 것이다. 개체군론자들에 따르면 특정한 유형 내에서 그 유형을 대표할 수 있는 형식의 유물, 즉 원형은 실재하지 않는다. 따라서 이들은 변이에 관심을 집중한다. 이 변이는 다양하게 나타나는데, 최초로 등장한 이후 점차적으로 많아지다가 서서히 소멸해간다. 그들은 이런 식으로 변화가 연속적으로 일어난다고 파악한다. 즉 변이의 빈도는 시공간에 따라 다르게 나타나며, 변화는 변이들이 시공간에 따라 얼마나 분포되어 있는지에 의해 결정된다고 보아 그러한 변이들의 빈도 변화와 특정 변이들의 차별적인 지속을 강조한다. 개체군론자들은 이러한 변이의 빈도 변화와 차별적인 지속을 '유동성'과 '선택'이라는 개념으로 설명한다. 유동성은 하나의 유물군 내에서 예측 불가능한 변이들을 가진 유물들이 지속적으로 등장하면서 변이들의 빈도에서 무작위적 변화가 일어나게 되는 현상을 의미한다. 선택은 그러한 변이들 가운데 특정 환경에 잘 적응한 변이들이 그렇지 못한 변이들에 비해 양적으로 증가하는 것이다.

이러한 시각의 차이가 실제 조사 과정에서 어떻게 적용되는지 살펴보면 흥미로운 사실을 발견할 수 있다. 일반적으로 고고학자들은 새로운 유물들이 발견되었을 경우, 그 중 일부에 대한 직접적 관찰을 통해 형태적 특징을 파악하고 기존의 사례를 검토하여 유형의 배정이나 설정에 필요한 중요 속성들을 선별한다. 이를 바탕으로 모든 유물들이 그러한 중요 속성을 가지고 있는지를 다시 관찰하여 속성의 유무에 따라 분류하고 이에 따라 유형을 배정 또는 설정한다. 이때 유형이 둘 이상이라면, 확인된 복수의 유형들을 일단 시공간적으로 배열하여 그 의미의 해석을 시도한다. 여기서 만약 연구자가 대상 유물들의 시간적 선후 관계나 사용 집단의 차이를 확인하고 싶다면 유형의 설정과 배열에 주목한다. 반면에 각 유형 간의 변화 과정을 구체적으로 확인하고 싶다면, 이렇게 시공간 상에 배열된 유형 내 변이들에 주목하여 그 변이들의 빈도와 그 빈도들 사이의 상대적인 비율을 측정하고, 여러 변이들 가운데 어떤 변이들이 선택되어 지속적으로 사용되는지에 주목한다. 고고학자는 유물의 분류에 대한 입장의 차이에도 불구하고 이처럼 실제로는 자신들이 해결하고자 하는 문제에 따라 양자의 방식 중 어느 하나를 선택하거나 적절히 혼용하여 사용한다.

33. 윗글의 내용과 부합하지 <u>않는</u> 것은?

① 유형론적 사고에서는 유형이 본질적이라고 생각한다.
② 유형론적 사고에서는 변화를 본질이 바뀌는 것으로 파악한다.
③ 유형론적 사고에서 편차는 유형을 설정할 때 중요시되지 않는다.
④ 개체군론적 사고는 실재하는 형식을 발견해 내고자 노력한다.
⑤ 개체군론적 사고에서 '선택'은 특정한 변이의 빈도수 증가를 의미한다.

34. 윗글의 글쓴이가 동의할 만한 것은?

① 유형론적 사고는 개체군론적 사고보다 경험적 증거를 더 중시하는 이론이다.
② 실제 조사 과정에서는 유형론적 기준과 개체군론적 기준이 상보적으로 활용되고 있다.
③ 개체군론적 사고의 등장에도 불구하고 유형론적 사고는 여전히 지배적인 연구 태도이다.
④ 유물 분류에 있어서 개체군론자의 기준이 유형론자의 기준을 포괄하도록 보완되어야 한다.
⑤ 유물의 시간적 선후관계를 보여주기 위해서는 개체군론적 사고 대신 유형론적 사고를 적용해야 한다.

35. 윗글을 바탕으로 <보기>에 대해 추론한 것으로 적절하지 <u>않은</u> 것은?

<보 기>

특정 지역에서 발견된 토기들은 입구의 형태와 손잡이의 유무에 따라 A유형과 B유형으로 구분되고, A유형에서 B유형으로 변화했다는 것이 현재까지의 통설이다. A유형 토기는 각진 입구에 손잡이가 없고 바닥이 편평하며, B유형 토기는 둥근 입구에 두 개의 손잡이가 있고 바닥이 뾰족하다. 그런데 그 지역에서 각진 입구에 손잡이 한 개가 있고 바닥이 둥근 토기들이 새로 발견되고 있다.

① 어떤 유형론자는 새로 발견된 토기의 각진 입구에 주목하여 A유형 토기로 분류하거나 손잡이가 있는 것에 주목하여 B유형 토기로 분류할 것이다.
② 어떤 유형론자는 새로 발견된 토기의 바닥 형태에 주목하여 새로운 유형의 설정을 고려할 것이다.
③ 어떤 유형론자는 새로 발견된 토기의 특이성에 주목하여 외부에서 들어온 이주민들이 썼던 것이라고 추정할 것이다.
④ 어떤 개체군론자는 새로 발견된 토기를 A유형에서 B유형으로의 점진적인 변이를 보여주는 사례들로 판단할 것이다.
⑤ 어떤 개체군론자는 새로운 토기의 발견 빈도수가 충분히 많지 않다면 중요한 의미가 없다고 보아 새로운 토기를 A유형과 B유형 중 한쪽으로 분류할 것이다.

- 정답: 33.④ 34.② 35.⑤