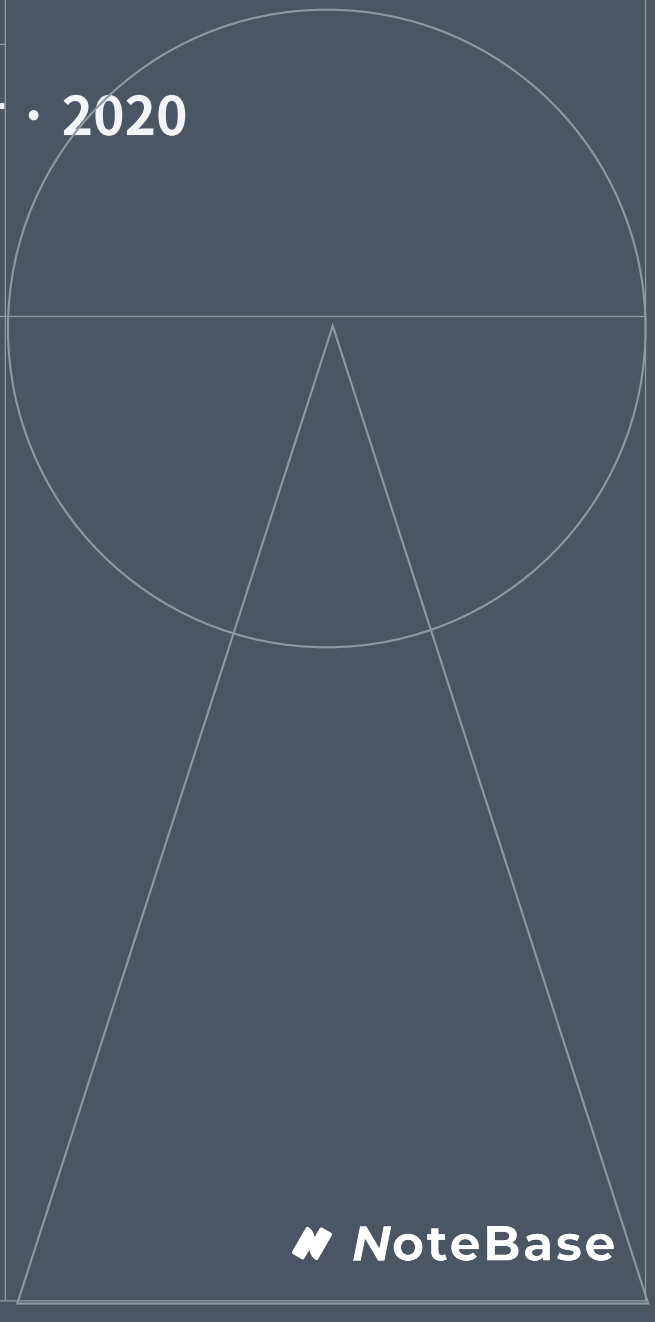
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 토양학 · 2020



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 토양학 · 2020

공무원/국가직/7급 · 토양학 · 2020

문 1. 다음과 같은 특성을 갖는 토양목(Soil order)은?

대부분 최근 지질시대 퇴적된 화산재와 분석에 의해 형성되었으며, 무정형이나 비결정형의 철과 알루미늄 광물 함량이 높은 특징이 있다. 또한 유기물 함량이 높고 암색을 띠는 melanic 표층을 갖는다.

① 안디솔(Andisols)
② 알피솔(Alfisols)
③ 엔티솔(Entisols)
④ 인셉티솔(Inceptisols)

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 화산재 기원 토양의 안디특성(andic properties)과 melanic 표층을 단서로 안디솔을 식별하는 문제이다.

핵심 개념

안디솔은 주로 비교적 최근의 화산재가 풍화되어 형성된 토양으로, allophane·imogolite 같은 무정형 또는 비결정질 철·알루미늄 광물이 많고 유기물 함량이 높다.
알피솔은 점토집적층이 발달하고 염기포화도가 비교적 높은 삼림성 성숙 토양이다.
엔티솔은 층위 발달이 거의 없는 매우 어린 토양이다.
인셉티솔은 엔티솔보다 약간 더 발달했지만 아직 약한 B층만 보이는 초기 발달 토양이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
제시문은 화산재 퇴적물 기원, 비결정질 Fe·Al 광물 다량 함유, 유기물 풍부, 암색의 melanic 표층이라는 안디솔의 전형적 특징을 그대로 설명한다.

② X
틀린 부분은 알피솔을 화산재성 흑색 유기물 토양처럼 보는 점이다.
알피솔은 실제로는 점토집적 B층(argillic horizon)과 비교적 높은 염기포화도가 특징인 토양목이다.

③ X
틀린 부분은 엔티솔을 비결정질 Fe·Al 광물과 melanic 표층으로 대표되는 토양으로 보는 점이다.
엔티솔은 실제로는 토양 생성이 매우 미약하여 진단층 발달이 거의 없는 신생 토양이다.

④ X
틀린 부분은 인셉티솔을 화산재 특성 토양으로 보는 점이다.
인셉티솔은 실제로는 약한 층위 발달과 cambic horizon을 보이는 초기 발달 토양이며, 안디솔처럼 화산재 기원과 andic 특성이 핵심 분류 기준이 아니다.

오답 포인트

최근 퇴적물이라는 표현만 보고 엔티솔이나 인셉티솔로 가기 쉽다. 그러나 이 문제의 결정 단서는 '화산재'보다도 '무정형·비결정질 Fe·Al 광물'과 'melanic 표층'이며, 이 조합은 안디솔을 직접 가리킨다.

다시 나오면 이렇게 판단

토양목 문제에서 화산재, allophane·imogolite, andic properties, melanic 표층이 함께 나오면 먼저 안디솔을 떠올리면 된다. 반대로 층위 발달이 거의 없으면 엔티솔, 약한 B층이면 인셉티솔, 점토집적과 높은 염기포화도면 알피솔로 구분된다.

암기 포인트

화산재·비결정질 Fe·Al·melanic 표층이면 안디솔이다.

NoteBase

문 2. 토양 단면을 이루는 주토층 중 점토, 철 및 알루미늄 산화물이 최대로 용탈된 부분으로 석영과 같은 풍화 저항성이 높은 광물이 모래나 실트의 입자 크기로 다량 집적되어 있는 층은?

① A층

② B층

③ E층

④ O층

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 토양 단면의 주토층 가운데 용탈층인 E층과 집적층인 B층, 표토인 A층, 유기물층인 O층의 특징을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

A층: 무기질 표토에 유기물이 섞인 층으로 식물 뿌리와 생물활동이 활발한 층이다. 일부 용탈이 나타날 수 있으나 문제의 핵심인 최강 용탈층 자체는 아니다.
B층: 상층에서 씻겨 내려온 점토, 철, 알루미늄 등이 집적되는 심토층이다.
E층: 점토, 철, 알루미늄 산화물이 강하게 용탈되어 밝은 색을 띠는 용탈층이며, 상대적으로 석영 등 풍화 저항성이 큰 모래·실트 입자가 남는다.
O층: 낙엽과 분해 중인 유기물이 쌓인 유기물층이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: A층은 표토로서 유기물 혼입과 생물활동이 두드러지는 층이다. 문제의 핵심인 '점토, 철 및 알루미늄 산화물이 최대로 용탈된 부분'이라는 표현과 맞지 않는다.
틀린 표현은 '최대로 용탈된 부분'이다. 올바르게는 A층은 표토층이고, 강한 용탈로 석영질 입자가 두드러지게 남는 층은 E층이다.

② X: B층은 용탈된 물질이 아래로 이동해 집적되는 층이다. 따라서 점토, 철, 알루미늄 산화물이 빠져나간 층이 아니라 오히려 모여드는 층이다.
틀린 표현은 '용탈된 부분'에 B층을 대응시킨 점이다. 올바르게는 B층은 집적층이고, E층이 용탈층이다.

③ O: E층은 용탈층으로 점토, 철, 알루미늄이 가장 많이 씻겨 나간 층이다. 그 결과 석영처럼 풍화에 강한 광물이 모래나 실트 크기로 상대적으로 많이 남아 문제의 설명과 정확히 일치한다.

④ X: O층은 유기물층으로 낙엽, 식물잔재, 부식이 주성분이다. 광물입자의 용탈·잔류 특성으로 구분하는 층이 아니다.
틀린 표현은 O층을 무기질 용탈층처럼 본 점이다. 올바르게는 O층은 유기물층이고, 문제의 설명에 해당하는 무기질 용탈층은 E층이다.

오답 포인트

E층과 B층은 모두 A층 아래에서 나타날 수 있어 헷갈리기 쉽지만, E층은 물질이 빠져나간 층이고 B층은 그 물질이 모여든 층이라는 방향이 반대이다. A층에도 용탈이 일부 나타날 수 있다는 점 때문에 A층을 고르면 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 '용탈', '밝은 색', '석영 잔류'가 나오면 E층을 먼저 떠올린다. 반대로 '점토·철·알루미늄의 집적'이 나오면 B층이고, 유기물 축적은 O층, 표토와 생물활동은 A층의 단서이다.

암기 포인트

E층은 빠져나간 층, B층은 모여든 층, O층은 유기물층, A층은 표토층이다.

NoteBase

문 3. 환원상태의 토양에서 인산 유효도가 증가하는 이유는?

① 토양 Eh의 상승

② 철산화물의 용해도 상승

③ 인산이온의 킬레이트화

④ 토양 통기성의 증가

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 환원상태 토양에서 철의 환원과 용해가 인산 고정을 약화시켜 인산 유효도를 높인다는 점을 묻는다.

핵심 개념

환원상태 토양은 산소가 부족하여 전자수용체가 환원되는 상태이다.
Eh는 산화환원 전위를 뜻하며 환원상태에서는 낮아진다.
철산화물은 평소 인산을 흡착·고정하지만, 환원되면 용해가 진행되어 붙잡고 있던 인산이 토양용액으로 풀린다.

선지별 해설

1번: X. 틀린 부분은 "Eh의 상승"이다. 환원상태에서는 토양 Eh가 올라가는 것이 아니라 내려간다. 올바르게는 "토양 Eh의 하강"이다.
2번: O. 환원상태에서는 Fe3+가 Fe2+로 환원되면서 철산화물의 용해도가 커지고, 그 표면에 고정되어 있던 인산이 방출되어 유효도가 증가한다.
3번: X. 틀린 부분은 "인산이온의 킬레이트화"이다. 인산 유효도 증가는 인산이 킬레이트화되어서가 아니라 철산화물의 환원·용해로 인산 고정이 약해지기 때문이다. 올바르게는 "철의 환원과 철산화물 용해에 따른 인산 방출"이다.
4번: X. 틀린 부분은 "통기성의 증가"이다. 환원상태는 통기성이 좋아진 상태가 아니라 물이 차거나 산소 공급이 부족해 통기성이 나빠진 상태이다. 올바르게는 "통기성 저하로 인한 환원화"이다.

오답 포인트

환원상태와 산화상태를 Eh 방향으로 거꾸로 기억하면 1번에 끌린다. 또 인산 유효도 증가 원인을 인산 자체의 반응으로 보지 말고, 인산을 붙잡던 철산화물의 변화로 봐야 3번 함정을 피할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

환원토양 문제가 나오면 먼저 산소 부족, Eh 하강, Fe 환원, 철산화물 용해, 인산 방출의 순서로 연결한다.
선택지에 Eh 상승이나 통기성 증가가 보이면 바로 오답 후보로 본다.

NoteBase

암기 포인트

환원토양은 Eh 하강, 철은 풀리고, 인산은 나온다.

NoteBase

문 4. 토양이 식물에 제공하는 다량 필수식물영양소만으로 묶은 것은?

① 칼슘, 마그네슘, 구리

② 칼슘, 마그네슘, 칼륨

③ 황, 질소, 구리

④ 황, 철, 칼륨

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 토양이 공급하는 다량 필수식물영양소와 미량원소를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

토양이 공급하는 다량 필수식물영양소는 질소, 인, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 황이다.
구리와 철은 식물 생장에 꼭 필요하지만 요구량이 적은 미량원소이다.
따라서 선지에 구리나 철이 들어가면 '다량 필수식물영양소만'이라는 조건에서 제외된다.

선지별 해설

1번 X: 칼슘과 마그네슘은 다량원소이지만 구리는 미량원소이다. 틀린 표현은 '구리'이고, 올바르게는 칼륨·인·황처럼 다량원소가 들어가야 한다.
2번 O: 칼슘, 마그네슘, 칼륨은 모두 토양이 공급하는 다량 필수식물영양소이다. 세 원소 모두 다량원소이므로 조건에 정확히 맞는다.
3번 X: 황과 질소는 다량원소이지만 구리는 미량원소이다. 틀린 표현은 '구리'이고, 올바르게는 칼륨이나 인 같은 다량원소로 바뀌어야 한다.
4번 X: 황과 칼슘은 다량원소이지만 철은 미량원소이다. 틀린 표현은 '철'이고, 올바르게는 마그네슘이나 칼륨 같은 다량원소가 와야 한다.

오답 포인트

구리와 철도 필수원소이므로 다량원소처럼 보이기 쉽다. 그러나 이 문항은 '필수원소인가'가 아니라 '다량원소인가'를 묻기 때문에 요구량 기준으로 다시 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

원소 이름을 보면 먼저 다량원소 6개인 질소, 인, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 황에 들어가는지 확인한다. 그다음 구리, 철, 아연, 망간처럼 대표적인 미량원소가 섞였는지를 보면 빠르게 걸러낼 수 있다.

NoteBase

암기 포인트

토양 다량원소는 질소·인·칼륨·칼슘·마그네슘·황이고, 구리·철은 미량원소이다.

NoteBase

문 5. 토양 수분에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 점토함량이 높을수록 위조점에 해당하는 수분함량이 낮아진다.

② 포장용수량은 점토함량에 비례하여 비곡선적으로 증가한다.

③ 흡습계수와 위조점 사이의 토양수분은 모세관수이며 식물이 이용 불가하다.

④ 위조점에 해당하는 수분함량은 소공극이 골고루 발달한 중간 토성의 토양에서 가장 높다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 토양수분상수인 포장용수량, 위조점, 흡습계수와 식물 이용 가능 수분의 구분을 묻는 문제이다.

핵심 개념

포장용수량은 중력수가 빠진 뒤 토양이 보유하는 수분량이다(수분장력 pF 약 2.5).
위조점은 식물이 더 이상 수분을 흡수하지 못해 영구 위조에 이르는 수분상태이다(pF 약 4.2, 약 -15기압).
흡습계수는 토양입자 표면에 매우 강하게 흡착된 수분의 기준으로(pF 약 4.5), 식물이 이용할 수 없는 영역에 해당한다.
수분은 장력이 커지는 순서대로 중력수-모세관수-흡착수(흡습수)로 나뉘며, 모세관수는 포장용수량에서 흡습계수까지의 구간에 해당한다. 식물 이용 가능 수분은 포장용수량과 위조점 사이이고, 위조점보다 장력이 큰(수분함량이 적은) 흡습계수 쪽 구간은 불가급태 수분이다.
점토질 토양은 소공극이 많아 수분을 강하게 붙들므로 포장용수량도 크고 위조점 수분함량도 크게 나타난다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 점토함량이 높아지면 소공극과 비표면적이 커져 수분을 더 강하게 보유하므로 위조점 수분함량은 낮아지지 않고 높아진다. 틀린 표현은 '낮아진다'이며, 올바르게는 '높아진다'이다.
② X: 포장용수량은 일반적으로 사질토보다 점질토에서 크지만, 점토함량에 정확히 비례(직선적 관계)한다고 단정할 수 없고 토양구조와 유기물 함량의 영향도 함께 받는다. 또한 점토함량이 늘면 포장용수량은 대체로 곡선적으로 증가하는 경향이므로, 선지의 '비곡선적으로 증가한다'는 표현도 실제 경향과 맞지 않는다. 틀린 표현은 '점토함량에 비례하여 비곡선적으로'이며, 올바르게는 '대체로 곡선적으로 증가하지만 단순 비례 관계로 단정할 수 없다'이다.
③ O: 흡습계수(pF 약 4.5)와 위조점(pF 약 4.2) 사이의 수분은 모세관력으로 보유된 모세관수 가운데 흡착수에 인접해 가장 강하게 붙들린 부분이다. 이 구간의 수분장력은 식물뿌리가 흡인할 수 있는 한계(약 pF 4.2, -15기압)를 넘어서므로 뿌리가 빨아들이지 못하는 불가급태 수분에 해당한다. 따라서 '모세관수이며 식물이 이용 불가하다'는 두 서술이 모두 성립하여 옳은 설명이다.
④ X: 위조점 수분함량이 가장 높은 쪽은 중간 토성이 아니라 미세공극이 많은 점질토이다. 중간 토성은 식물유효수분이 큰 편이지만 위조점 자체가 가장 큰 것은 아니다. 틀린 표현은 '중간 토성의 토양에서 가장 높다'이며, 올바르게는 '점질토에서 더 높다'이다.

오답 포인트

④처럼 '식물유효수분이 큰 토양'과 '위조점 수분함량이 큰 토양'을 같은 뜻으로 혼동하면 틀리기 쉽다. 중간 토성은 포장용수량과 위조점의 차가 커서 유효수분이 크지만, 위조점 자체는 점질토에서 더 높다.

다시 나오면 이렇게 판단

토양수분 문제는 먼저 수분상수가 무엇을 뜻하는지 구분한 뒤, 식물 이용 가능 범위가 포장용수량과 위조점 사이인지 확인하면 된다. 그다음 점토질일수록 수분을 더 강하게 보유해 포장용수량과 위조점이 함께 커진다는 흐름으로 선지를 판단하면 된다.

암기 포인트

점토질은 물을 많이 잡고, 위조점도 높고, 식물유효수분은 중간 토성에서 크다.

NoteBase

문 6. 탄소함량이 50%이고, 질소함량이 0.5%인 볏짚 100g이 사상균에 의해 분해될 때 식물의 질소기아 없이 분해가 되려면 몇 g의 질소를 토양에 시용해야 하는가? (단, 사상균의 탄소동화율(yield coefficient)은 0.35이고, 탄질률(C/N ratio)은 10이다)

① 1.25 g

② 1.75 g

③ 12.5 g

④ 17.5 g

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 유기물 분해 시 미생물이 세포 합성에 필요로 하는 질소량을 탄소동화율과 미생물체의 C/N비로 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 벼짚 $100g$, 탄소함량 50%, 질소함량 0.5%, 사상균 탄소동화율 0.35, 사상균 C/N비 10이다.
구해야 할 값은 식물의 질소기아 없이 분해되도록 토양에서 추가로 공급해야 할 질소량이다.
주의할 조건은 전체 탄소량을 바로 질소량으로 바꾸는 것이 아니라, 먼저 미생물체로 동화되는 탄소량만 구한 뒤 그 탄소량에 미생물체 C/N비를 적용해야 한다는 점이다.

사용할 공식

사용 공식은 미생물체로 동화되는 탄소량=유기물 탄소량× 탄소동화율 미생물이 필요로 하는 질소량=동화된 탄소량미생물체 C/N비이다.
이 공식을 쓰는 이유는 분해 과정에서 모든 탄소가 미생물체가 되는 것이 아니라 일부만 세포 합성으로 들어가고, 그 세포 조성비가 C/N 10으로 주어졌기 때문이다.

계산 과정

1. 벼짚 $100g$의 탄소량은 $100 \times 0.50 = 50g$이다.
2. 이 중 미생물체로 동화되는 탄소량은 $50 \times 0.35 = 17.5g$이다.
3. 미생물이 필요로 하는 총 질소량은 $17.5 \div 10 = 1.75g$이다.
4. 벼짚 자체에 들어 있는 질소량은 $100 \times 0.005 = 0.5g$이다.
5. 따라서 토양에서 추가로 공급해야 할 질소량은 $1.75 - 0.5 = 1.25g$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
필요한 추가 질소량은 1.25g이므로 옳다. 미생물 총 질소 요구량 1.75g에서 벼짚이 이미 가진 질소 0.5g을 빼면 된다.

② X
1.75g은 미생물이 세포를 만들 때 필요한 총 질소량이다. 문제는 토양에 추가로 써야 하는 질소량을 묻기 때문에 벼짚 속 질소 0.5g을 더 빼야 한다. 틀린 표현은 필요한 추가 질소량을 총 필요 질소량과 같게 본 점이고, 올바르게는 1.25g이다.

③ X
12.5g은 계산 조건과 맞지 않는 값이다. 동화된 탄소량 17.5g에 미생물체 C/N비 10을 적용하면 질소 요구량은 1.75g 수준이어야 하므로, 12.5g처럼 큰 값은 탄소량과 질소량을 직접 대응시킨 오산이다. 올바르게는 토양 추가 질소량이 1.25g이다.

④ X
17.5g은 미생물체로 동화되는 탄소량이지 질소량이 아니다. 틀린 표현은 동화된 탄소량을 그대로 질소량으로 본 점이고, 올바르게는 17.5 ÷ 10 = 1.75g의 총 질소가 필요하며 여기서 벼짚 질소 0.5g을 빼 1.25g을 추가한다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 1.75g을 구한 뒤 벼짚이 이미 가진 질소 0.5g을 빼지 않는 것이다. 또 17.5g은 탄소량인데 이를 질소량으로 착각하거나, 전체 탄소 50g에 바로 C/N비를 적용해 과대 계산하는 함정도 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

유기물 분해 계산형은 전체 탄소량 확인 → 탄소동화율 적용으로 미생물체 탄소량 산출 → 미생물체 C/N비로 총 질소 요구량 계산 → 유기물 자체 질소량 차감의 순서로 판단한다.

암기 포인트

추가 질소량은 미생물 총 질소 요구량에서 유기물이 원래 가진 질소를 뺀 값이다.

NoteBase

문 7. 수분이 포화된 토양에 요소를 시비했을 경우 일어나는 현상으로 옳지 않은 것은?

① 탈질이 적게 일어난다.

② NO_3^- 용탈이 적게 일어난다.

③ 질산화가 거의 일어나지 않는다.

④ 토양 pH가 8.5 이상의 알칼리성으로 변화되어 질산화 작용이 잘 일어난다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 수분이 포화된 환원 상태 토양에서 요소 시비 후 요소 가수분해, 질산화, 탈질, 질산태 질소의 이동을 연결해서 판단할 수 있는지를 묻는다.

사례 정리

핵심 사실 1: 토양 수분이 포화되어 산소 공급이 매우 제한된다.
핵심 사실 2: 시비한 질소원은 요소이다.
판단에 중요한 조건: 포화 토양에서는 요소가 가수분해되어 암모늄태 질소가 되기 쉽고, 산소가 필요한 질산화는 크게 억제된다.

핵심 개념

요소는 토양에서 가수분해되어 암모늄태 질소로 전환된다.
질산화는 암모늄이 질산태 질소로 바뀌는 과정으로 산소가 필요하다.
탈질은 질산태 질소가 환원되어 기체로 사라지는 과정이므로, 먼저 질산태 질소가 충분히 형성되어 있어야 활발해진다.

적용 기준

이 사례에서는 먼저 포화 토양의 산소 부족 때문에 질산화가 억제되는지를 본다. 그 다음 질산태 질소가 적으면 용탈과 탈질도 함께 줄어드는지를 연결해서 판단한다.

NoteBase

선지별 해설

1번: O. 탈질은 주로 질산태 질소가 있을 때 환원 조건에서 일어난다. 포화 토양에서는 질산화가 잘 일어나지 않아 질산태 질소 자체가 적으므로 탈질도 크게 일어나기 어렵다.
2번: O. NO_3^-는 음이온이라 토양에 잘 흡착되지 않아 생기기만 하면 용탈되기 쉽다. 그러나 이 사례에서는 질산화가 억제되어 NO_3^- 생성량이 적으므로 NO_3^- 용탈도 적게 일어난다.
3번: O. 질산화는 암모늄이 질산태 질소로 산화되는 과정인데 산소가 필요하다. 수분이 포화된 토양은 공기 유통이 나빠 산소가 부족하므로 질산화가 거의 일어나지 않는다.
4번: X. 요소 가수분해로 입자 주변 pH가 일시적으로 높아질 수는 있지만, 포화 토양에서는 산소 부족 때문에 질산화가 잘 일어나지 않는다. 틀린 표현은 '알칼리성으로 변화되어 질산화 작용이 잘 일어난다'이고, 올바르게는 '일시적 pH 상승이 있을 수 있어도 산소 부족으로 질산화는 억제된다'이다.

오답 포인트

4번은 pH 상승과 질산화 촉진을 바로 연결한 것이 함정이다. 질산화는 pH만이 아니라 산소 공급이 핵심 조건이므로, 포화 토양이라는 조건을 놓치면 4번을 맞는 말처럼 보기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

포화 토양 문제가 나오면 먼저 산소 유무를 본다. 산소가 부족하면 질산화는 감소하고, 그 결과 질산태 질소 기반의 용탈과 탈질도 함께 줄어드는 흐름으로 판단한다.

암기 포인트

포화 토양에서는 암모늄은 남고 질산태 질소는 줄어든다.

NoteBase

문 8. 토양 입단이 잘 발달하는 토양끼리만 옳게 짝 지은 것은?

① 유기물의 함량이 높은 토양 - 사질토양

② 나트륨의 함량이 낮은 토양 - 버티솔(Vertisols) 토양

③ 살균제가 처리된 토양 - 점토의 함량이 높은 토양

④ Fe^{2+} 함량이 높은 토양 - 유기물의 함량이 낮은 토양

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 토양 입단 발달을 촉진하는 조건과 입단을 분산·약화시키는 조건을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

유기물 함량이 높은 토양은 부식과 미생물 생성물이 점토 입자를 묶어 입단을 안정화한다.
나트륨 함량이 낮은 토양은 점토 분산이 적어 응집과 입단 형성이 쉬운 토양이다.
버티솔은 팽축성 점토가 많아 건습 반복에 따라 구조가 뚜렷하게 발달하는 중점질 토양이다.
반대로 사질성, 살균 처리, 유기물 부족, 환원 상태의 Fe^{2+} 우세는 입단 발달에 불리한 조건이다.

선지별 해설

① X. 유기물의 함량이 높은 토양은 입단 형성에 유리하다. 그러나 사질토양은 점토와 결합재가 적어 토양 구조가 약하고 입단 발달도 빈약하다. 틀린 표현은 '사질토양'이다. 올바르게는 점토와 유기물이 어느 정도 있는 토양이 입단이 잘 발달한다.
② O. 나트륨의 함량이 낮은 토양은 점토 분산이 줄어 응집이 잘 되고, 버티솔 토양은 점토 함량이 매우 높아 건조 시 수축, 습윤 시 팽창을 반복하면서 구조가 잘 발달한다. 두 토양 모두 입단 발달이 양호한 쪽에 해당한다.
③ X. 점토의 함량이 높은 토양은 일반적으로 입단 형성에 유리하다. 그러나 살균제가 처리된 토양은 미생물과 그 대사산물의 결합 작용이 약해져 입단 발달에 불리하다. 틀린 표현은 '살균제가 처리된 토양'이다. 올바르게는 미생물 활동이 활발한 토양이 입단 형성에 유리하다.
④ X. 환원 상태에서 Fe^{2+} 함량이 높은 토양은 과습으로 구조가 불안정해지기 쉽고, 유기물의 함량이 낮은 토양도 결합재가 부족해 입단이 잘 발달하지 않는다. 틀린 표현은 'Fe2+ 함량이 높은 토양'과 '유기물의 함량이 낮은 토양'이다. 올바르게는 유기물 함량이 높고 산화철 등의 결합 작용이 있는 토양이 입단 안정성에 유리하다.

오답 포인트

입단 발달 요인을 하나만 보고 판단하면 오답이 된다. ①은 유기물이라는 유리한 조건에 사질토양이라는 불리한 조건을 섞었고, ③은 점토 함량은 맞지만 살균 처리라는 불리한 조건이 숨어 있으며, ④는 철이 많다는 말에 속기 쉽지만 입단 안정에 유리한 것은 환원된 Fe^{2+} 자체가 아니라 유기물과 산화물에 의한 결합 작용이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

입단 문제는 먼저 유기물, 점토, 미생물 활동, 다가 양이온처럼 입자를 묶는 요인이 있는지를 본다. 다음으로 나트륨 과다, 사질성, 살균 처리, 과습 환원처럼 입단을 분산하거나 약화시키는 요인이 있는지를 대조하면 정답을 고를 수 있다.

암기 포인트

입단은 유기물·점토·미생물·저나트륨에서 좋아지고, 사질·살균·저유기물·환원 Fe^{2+} 우세에서 나빠진다.

NoteBase

문 9. 점토광물에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 카올리나이트(Kaolinite): 규소사면체층과 알루미늄팔면체층이 1:1로 결합된 광물로서 동형치환이 잘 일어난다.

② 스멕타이트(Smectite): 규소사면체층과 알루미늄팔면체층이 2:1로 결합된 광물로서 규소사면체층에서는 Si^{4+} 대신 Fe^{3+}의 동형치환이 흔히 일어난다.

③ 버미큐라이트(Vermiculite): 운모와 다른 점은 2:1층과 2:1층 사이의 공간에 K^{+} 대신 Mg^{2+} 등의 수화된 양이온이 자리 잡고 있어 운모에 비해 2:1층들 사이의 결합력이 상대적으로 약하다.

④ 일라이트(Illite): 2:1의 층상구조를 가지며 2:1층 사이의 공간에 자리 잡고 있는 K^{+}이 잘 치환되어 습윤상태에서도 팽창성이 크다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 카올리나이트, 스멕타이트, 버미큘라이트, 일라이트의 층상구조와 동형치환, 층간 양이온, 팽창성 차이를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

카올리나이트는 1:1형 점토광물로 동형치환이 적고 팽창성이 거의 없는 광물이다.
스멕타이트는 2:1형 점토광물로 층간에 물과 양이온이 쉽게 드나들어 팽창성과 양이온치환용량이 큰 광물이다.
버미큘라이트는 운모가 풍화되어 생기는 2:1형 광물로 층간 K+가 수화된 Mg2+ 등의 양이온으로 바뀌어 운모보다 층간 결합이 약해진 광물이다.
일라이트는 2:1형 점토광물로 층간 K+가 비교적 강하게 고정되어 팽창성이 작은 광물이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 카올리나이트가 1:1형 광물이라는 설명은 맞지만, "동형치환이 잘 일어난다"가 틀린 부분이다. 카올리나이트는 동형치환이 적어 전하 발생과 양이온치환용량이 작다. 올바르게는 "1:1로 결합된 광물로서 동형치환이 크지 않다"이다.
② X: 스멕타이트가 2:1형 광물이라는 설명은 맞지만, "규소사면체층에서는 Si^{4+} 대신 Fe^{3+}의 동형치환이 흔하다"가 틀린 부분이다. 스멕타이트의 전하는 주로 팔면체층에서 Al^{3+}이 Mg^{2+} 등으로 치환되며, 사면체층 치환을 말하더라도 보통 Si^{4+} 자리에 Al^{3+} 치환을 설명한다. 올바르게는 "2:1형 광물로서 팔면체층에서의 동형치환이 흔하고 층간 팽창성이 크다"이다.
③ O: 버미큘라이트는 운모에서 유래한 2:1형 광물이며, 층간의 K^+가 수화된 Mg^{2+} 등의 양이온으로 대체되어 운모보다 층간 결합력이 약하다. 그래서 운모보다 팽창성과 양이온치환성이 커진다.
④ X: 일라이트는 2:1형 구조를 가지지만, 층간 K^+가 잘 치환되지 않아 층이 강하게 붙들린다. 따라서 습윤상태에서도 팽창성이 크지 않다. 틀린 부분은 "K^+이 잘 치환되어서 습윤상태에서도 팽창성이 크다"이며, 올바르게는 "층간 K^+가 비교적 강하게 고정되어 팽창성이 작다"이다.

오답 포인트

2:1형이라는 공통점만 보고 스멕타이트, 버미큘라이트, 일라이트를 같은 성질로 묶으면 틀리기 쉽다. 특히 ④처럼 2:1형이라는 말만 보고 팽창성이 크다고 연결하면 안 되고, 층간에 K^+가 고정되는지, 수화된 양이온이 들어가는지를 함께 봐야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

점토광물 문제는 먼저 1:1형인지 2:1형인지 구분하고, 다음으로 층간 양이온의 상태를 본다. 카올리나이트는 비팽창성, 스멕타이트는 강한 팽창성, 일라이트는 K^+ 고정으로 약한 팽창성, 버미큘라이트는 운모보다 느슨한 층간 결합이라는 순서로 판단하면 된다.

암기 포인트

카올리나이트는 1:1 저치환, 스멕타이트는 2:1 고팽창, 일라이트는 K^+ 고정, 버미큘라이트는 운모보다 느슨한 2:1층이다.

NoteBase

문 10. 오염토양의 복원기술에 대한 설명으로 옳은 것만을 고르면?

ㄱ. 토양증기추출법은 가솔린과 휘발성 유기화합물 등을 처리하는 데 이용되는 경제적인 기술이다.
ㄴ. 토지경작(Landfarming)법에서는 넓은 공간이 필요하며, 또한 휘발성 유기물질의 농도는 휘발보다 생분해에 의해 감소된다.
ㄷ. 생물학적 분해(Biodegradation) 기술을 이용한 토양 내 오염물질 분해과정에서 세척수가 이동함에 따라 오염물질의 유동이 감소되어 추가 오염이 크게 줄어든다.
ㄹ. Bioventing은 토양의 이화학적 특성에 무관하게 적용 가능한 기술이다.

① ㄱ
② ㄱ, ㄴ
③ ㄴ, ㄷ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 오염토양 복원기술의 적용 대상, 주된 제거 기작, 적용 조건을 정확히 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

토양증기추출법은 불포화대의 휘발성 오염물질을 진공으로 뽑아내는 물리적 복원기술이다. Landfarming은 넓은 부지에서 토양을 뒤집어 산소를 공급하며 생물분해를 유도하는 기술이지만 휘발성 물질에는 휘발 손실의 영향이 크다. Bioventing은 공기 주입으로 토양 내 미생물 분해를 촉진하는 기술이어서 토양의 공기투과성, 수분, 영양상태 등의 영향을 받는다.

NoteBase

선지별 해설

1번 O: ㄱ만 옳다. ㄱ의 토양증기추출법은 가솔린과 휘발성 유기화합물처럼 휘발성이 큰 오염물질에 적합하며 비교적 경제성이 높은 편이다.
2번 X: ㄴ이 틀려서 오답이다. Landfarming이 넓은 공간을 필요로 한다는 점은 맞지만, 틀린 표현은 '휘발보다 생분해에 의해 감소된다'이다. 올바르게는 '휘발성 유기물질은 휘발 손실의 영향이 커서 Landfarming의 주 처리대상으로 보기 어렵다'이다.
3번 X: ㄴ, ㄷ, ㄹ을 옳다고 본 조합이라 오답이다. ㄷ의 틀린 표현은 '세척수가 이동함에 따라 오염물질의 유동이 감소된다'이다. 올바르게는 '세척수의 이동은 오염물질을 함께 이동시켜 확산이나 2차 오염 위험을 만들 수 있다'이다. ㄹ의 틀린 표현은 '토양의 이화학적 특성에 무관하게 적용 가능하다'이다. 올바르게는 'Bioventing은 토양의 공기투과성, 수분 상태, 영양 조건 등에 따라 적용성이 달라진다'이다.
4번 X: ㄱ은 맞지만 ㄴ, ㄷ, ㄹ이 모두 틀리므로 오답이다. 틀린 표현은 각각 '휘발보다 생분해', '오염물질의 유동이 감소', '무관하게 적용 가능'이며, 올바른 판단은 ㄱ만 맞는다는 것이다.

오답 포인트

Landfarming이 생물학적 처리라는 이유만으로 휘발성 유기물질 감소 원인까지 모두 생분해라고 단정하거나, Bioventing에 공기를 넣는다는 이유만으로 어떤 토양에도 적용된다고 보면 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

복원기술 문제는 먼저 주 기작이 물리적 회수인지, 생물분해인지, 세척에 의한 이동인지 구분하고, 그다음 적용 대상 오염물질과 토양 조건을 대응시키면 판단이 빨라진다.

암기 포인트

SVE는 휘발성 오염물질 회수, Landfarming은 넓은 부지의 생물분해, Bioventing은 토양 공기투과성이 전제이다.

NoteBase

문 11. 토양에 존재하는 영양원소 중 주요 공급원이 토양광물이 아닌 토양유기물인 것은?

① Mg

② N

③ P

④ Ca

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 토양 영양원소의 주요 공급원이 토양광물인지 토양유기물인지 구분하는 문제이다.

핵심 개념

토양광물은 암석이 풍화되어 생긴 무기 성분으로 Ca, Mg, K, P 같은 원소의 주요 저장고이다.
토양유기물은 동식물 잔재와 부식으로 이루어지며 N과 S 같은 원소의 중요한 저장고이다.
질소는 토양에서 대부분 유기태 질소로 존재하다가 무기화되어 식물이 이용하므로 주요 공급원이 토양유기물이다.

선지별 해설

① X: Mg의 주요 공급원은 흑운모, 각섬석, 사문석, 백운석 같은 토양광물이다. 틀린 부분은 Mg를 토양유기물 기원으로 보는 점이다. 올바르게는 Mg는 주로 광물의 풍화로 공급된다.
② O: N은 토양에서 주로 유기물 속 유기태 질소로 저장되고, 미생물 분해를 거쳐 암모늄태나 질산태로 무기화되어 공급된다. 따라서 주요 공급원이 토양광물이 아니라 토양유기물이라는 설명이 맞다.
③ X: P의 주요 1차 공급원은 인회석 같은 인산염 광물이다. 틀린 부분은 P를 대표적인 유기물 공급 원소로 보는 점이다. 올바르게는 P는 일부가 유기물에도 존재하지만 주요 공급원은 토양광물이다.
④ X: Ca의 주요 공급원은 방해석, 백운석, 장석류 같은 토양광물이다. 틀린 부분은 Ca를 토양유기물의 주공급 원소로 보는 점이다. 올바르게는 Ca는 광물의 풍화와 용해로 주로 공급된다.

오답 포인트

P도 유기물에 포함될 수 있다는 사실 때문에 ③을 고르기 쉽다. 그러나 문제는 존재 여부가 아니라 주요 공급원을 묻는다. 토양학에서 N은 유기물 기원성이 강하고, Ca·Mg·P는 기본적으로 광물 기원성이 강하다는 구분이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

원소가 토양에서 어떤 형태로 가장 많이 저장되는지를 먼저 본다. 유기태로 축적되었다가 무기화되어 공급되는 대표 원소는 N이고, 광물 풍화로 직접 공급되는 대표 원소는 Ca, Mg, P이다.

NoteBase

암기 포인트

질소는 유기물, 칼슘·마그네슘·인은 광물이라는 축으로 기억하면 된다.

NoteBase

문 12. 부식(Humus)의 효과에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 부식은 천천히 분해되면서 미생물에 양분을 공급한다.

② 부식은 산성토양의 pH를 낮추고, 염기성 토양의 pH를 높이는 완충작용을 한다.

③ 부식은 점토와 결합하여 입단을 형성함으로써 토양의 통기성과 배수성을 높인다.

④ 부식이 분해될 때 생성된 유기산이나 무기산들은 불용화 양분을 가용화시킨다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 부식의 완충작용과 물리·화학적 효과를 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

부식은 토양 유기물의 비교적 안정한 분해산물로서 양분의 완효적 공급, 입단 형성, 양분 보유와 가용화, 완충작용에 관여한다.
완충작용의 핵심은 토양 반응을 중성 쪽으로 완화하는 데 있으므로 산성 토양에서는 pH를 높이고, 염기성 토양에서는 pH를 낮추는 방향으로 작용한다.

선지별 해설

① O
부식은 매우 급속히 분해되는 물질은 아니지만 서서히 무기화되면서 미생물과 식물에 이용될 수 있는 양분을 지속적으로 공급한다. 완효적 양분 공급 기능을 설명한 선지이므로 옳다.

② X
틀린 부분은 "산성토양의 pH를 낮추고, 염기성 토양의 pH를 높이는"이다.
부식의 완충작용은 반대로 산성 토양의 pH를 높이고 염기성 토양의 pH를 낮추어 토양 반응을 중성에 가깝게 완화한다. 따라서 이 선지는 완충작용의 방향을 거꾸로 서술했으므로 틀리다.

③ O
부식은 점토와 결합하여 입단을 형성하고 토양 구조를 개선한다. 입단화가 이루어지면 공극 분포가 좋아져 통기성과 배수성이 함께 개선되므로 옳다.

④ O
부식 분해 과정에서 생기는 유기산 등은 난용성 양분을 더 이용되기 쉬운 형태로 바꾸는 데 도움을 준다. 불용화 양분의 가용화를 촉진하는 효과를 설명한 선지이므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

②는 완충작용이라는 말 자체는 맞지만 방향을 반대로 바꾸어 놓은 선지이다. 수험생이 "완충"만 보고 맞는 선지로 처리하면 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

부식의 효과를 묻는 문제에서는 화학성은 중성 쪽으로 완화, 물리성은 입단 형성과 통기·배수 개선, 양분 효과는 완효적 공급과 가용화 촉진으로 나누어 판단한다.

암기 포인트

부식은 pH를 중성 쪽으로 완화하고, 점토와는 입단을 만들며, 양분은 천천히 공급하고 가용화도 돕는다.

NoteBase

문 13. 토양 용적밀도가 $1.0g/cm^3$이고, 입자밀도가 $2.5g/cm^3$로 분석된 토양의 공극률은?

① 10%

② 20%

③ 40%

④ 60%

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 용적밀도와 입자밀도로 공극률을 계산하는 공식을 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 용적밀도 $1.0g/cm^3$, 입자밀도 $2.5g/cm^3$
구해야 할 값: 토양의 공극률
주의할 조건: 공극률은 전체 부피 중 공극이 차지하는 비율이므로 1-(용적밀도)/(입자밀도)를 사용한다.

사용할 공식

공극률 n은 n=≤ft(1-용적밀도입자밀도)×100 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 용적밀도는 공극을 포함한 전체 부피 기준 밀도이고, 입자밀도는 고체 입자만의 밀도이므로 두 밀도의 비 (용적밀도)/(입자밀도)는 고체가 차지하는 비율을 뜻한다. 따라서 전체에서 이를 빼면 공극 비율이 된다.

계산 과정

1. 고체가 차지하는 비율을 구하면 $\frac{1.0}{2.5} = 0.4$ 이다.
2. 공극 비율은 $1 - 0.4 = 0.6$ 이다.
3. 백분율로 바꾸면 $0.6 \times 100 = 60\%$ 이다.

선지별 해설

① X: 공극률은 10%가 아니다. 계산 결과가 60%이므로 값 자체가 맞지 않는다. 올바르게는 공극률은 60%이다.
② X: 공극률은 20%가 아니다. $1 - \frac{1.0}{2.5}$를 적용하면 0.6이므로 20%가 나올 수 없다. 올바르게는 공극률은 60%이다.
③ X: 40%는 $\frac{1.0}{2.5} \times 100 = 40\%$ 으로 계산한 값으로, 고체가 차지하는 비율에 해당한다. 공극률은 이 값을 전체 100%에서 뺀 값이어야 한다. 올바르게는 공극률은 60%이다.
④ O: 공극률은 $\left(1 - \frac{1.0}{2.5}\right) \times 100 = 60\%$ 이므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

가장 흔한 함정은 (용적밀도)/(입자밀도)×100으로 계산한 40%를 공극률로 착각하는 점이다. 이 값은 공극률이 아니라 고체가 차지하는 비율이다.

다시 나오면 이렇게 판단

공극률 문제는 먼저 (용적밀도)/(입자밀도)로 고체 비율을 구한 뒤, 전체 1 또는 100%에서 빼는 순서로 판단한다.

암기 포인트

공극률은 고체 비율이 아니라 1-(용적밀도)/(입자밀도)이다.

NoteBase

문 14. 다음은 어느 표토의 수분퍼텐셜과 용적수분함량의 관계를 나타내고 있다. 이 토양 면적 10a의 20cm 깊이에 함유되어 있는 식물유효수분의 양은? (단, 이 토양의 공극률은 50%이고, 수분의 비중은 $1g/cm^3$이다)

수분퍼텐셜(MPa)	용적수분함량(%, V/V)
−0.033	30
−0.5	25
−1.0	20
−1.5	15
−3.0	10

① $15m^3$
② $20m^3$
③ $25m^3$
④ $30m^3$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 포장용수량과 위조점의 차이로 식물유효수분율을 구한 뒤, 이를 토양 부피에 적용해 식물유효수분의 실제 양을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 토양 면적 $10a = 1{,}000m^2$, 깊이 $20cm = 0.2m$, 포장용수량에 해당하는 용적수분함량 30%, 위조점에 해당하는 용적수분함량 15%이다.
구해야 할 값은 이 토양층에 저장된 식물유효수분의 양이다.
주의할 조건은 용적수분함량이 이미 부피 기준이므로 공극률 50%와 물의 비중 $1g/cm^3$은 이 계산에 직접 쓰이지 않는다는 점이다.

NoteBase

사용할 공식

식물유효수분율은 포장용수량에서 위조점 수분함량을 뺀 값이다.
식물유효수분율=30\%-15\%=15\%
토양 부피는 면적에 깊이를 곱해 구한다.
토양 부피=1,000 m^2×0.2 m=200 m^3
따라서 식물유효수분의 양은 다음과 같다.
식물유효수분 양=200 m^3×0.15=30 m^3
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 제시한 값이 모두 용적수분함량이므로, 전체 토양 부피에 유효수분 비율을 곱하면 실제 물의 부피를 바로 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 표에서 포장용수량은 수분퍼텐셜 $-0.033MPa$일 때 30%로 읽는다.
2. 표에서 영구위조점은 수분퍼텐셜 $-1.5MPa$일 때 15%로 읽는다.
3. 식물유효수분율은 $30 - 15 = 15\%$이다.
4. 토양 부피는 $1{,}000m^2 \times 0.2m = 200m^3$이다.
5. 따라서 식물유효수분의 양은 $200m^3 \times 0.15 = 30m^3$이다.

선지별 해설

① X
- 틀린 표현은 "15\,m^3"이다. 올바르게는 식물유효수분율 15%를 토양 부피 $200m^3$에 곱한 $30m^3$이다.
- 15는 유효수분의 비율일 뿐 실제 부피가 아니므로, 비율을 양으로 착각한 값이다.

② X
- 틀린 표현은 "20\,m^3"이다. 올바르게는 $30m^3$이다.
- 이 값은 표의 다른 수분함량 차이를 잘못 쓰거나, 유효수분율을 10%로 오독했을 때 나올 수 있는 오답이다.

③ X
- 틀린 표현은 "25\,m^3"이다. 올바르게는 $30m^3$이다.
- 용적수분함량 자체를 바로 양으로 바꾸지 않고 중간값처럼 다루면 생길 수 있는 오답이며, 포장용수량 30%와 위조점 15%의 차이를 정확히 써야 한다.

④ O
- 포장용수량 30%에서 위조점 15%를 빼면 식물유효수분율은 15%이다.
- 토양 부피 $200m^3$에 이를 곱하면 $30m^3$이므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

이 문항의 함정은 용적수분함량 30%와 15%를 그대로 답으로 보거나, 공극률 50%와 물의 비중 $1g/cm^3$까지 모두 써야 한다고 착각하는 데 있다. 실제로는 용적수분함량의 차이 15%만 잡고, 그 비율을 토양 부피 $200m^3$에 적용하면 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

토양 수분 계산 문제는 먼저 포장용수량과 위조점을 구분하고, 두 값의 차이로 식물유효수분율을 만든 뒤, 마지막에 전체 토양 부피를 곱하는 순서로 판단한다. 용적수분함량이 주어지면 질량 변환 자료는 대개 함정 정보이다.

암기 포인트

식물유효수분은 포장용수량에서 위조점을 뺀 값이며, 용적수분함량 문제의 실제 양은 유효수분율 × 토양부피로 계산된다.

NoteBase

문 15. 토양유실예측공식 인자 중 토양보전인자(P)는 토양관리방법에 따라 변하는 수치이다. 다음과 같은 조건일 경우 토양보전인자 수치가 가장 낮은 토양관리방법은?

경사도 15%, 경사장 10 m, 사양토

① 심토파쇄
② 부초설치
③ 초생대설치
④ 등고선재배

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 토양유실예측공식(USLE)의 토양보전인자 P가 무엇을 뜻하는지와, 같은 경사 조건에서 어떤 관리방법이 P 값을 가장 크게 낮추어 토양유실을 가장 많이 줄이는지를 비교하는 문제이다. P는 값이 작을수록 보전효과가 크다는 방향을 먼저 잡는 것이 핵심이다.

핵심 개념

토양보전인자 P는 특정 보전관리를 적용했을 때의 토양유실량을, 아무 보전조치 없이 경사 방향으로 오르내리며 경운한 관행 경운(상하경운)일 때의 토양유실량과 비교한 비율이다. 이때 기준이 되는 상하경운의 P 값은 1.0이며, 등고선재배나 지표피복 같은 보전조치를 하면 P는 1.0보다 작아진다. 따라서 P 값이 작을수록 토양유실 저감효과가 크다.
이 문항의 보기들 중에서는 부초설치가 볏짚 등으로 토양 표면을 직접 덮어 빗방울 타격에 의한 토립 분리와 지표유출을 가장 강하게 억제하므로 P 값이 가장 낮다. 반면 등고선재배의 P 값은 경사도와 경사장에 따라 달라져, 경사가 급하고 경사장이 길수록 물이 등고선을 넘어 흘러 저감효과가 줄고 P 값이 1.0에 가까워진다. 이 문항의 조건(경사도 15%, 경사장 10m, 사양토)에서도 등고선재배·초생대설치보다 표면을 직접 덮는 부초설치의 P 값이 가장 낮은 것으로 본다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: 심토파쇄는 굳은 층(경반층)을 깨서 투수성과 뿌리 신장을 개선하는 토양물리성 개량 작업이며, P 인자 표에서 다루는 지표 보전관리 실천(등고선재배, 초생대, 지표피복 등)에 해당하지 않는다. 표면을 직접 덮어 유실을 억제하는 방법이 아니므로 P 값을 가장 낮추는 방법으로 볼 수 없다. 올바르게는 심토파쇄보다 부초설치의 P 값이 더 낮다.
2번 O: 부초설치는 볏짚 등으로 토양 표면을 덮어 강우 타격에 의한 토립 분리와 유출수의 속도·양을 가장 크게 줄이므로 토양유실 감소효과가 가장 크다. 따라서 같은 조건에서 P 값이 가장 낮은 관리방법이다.
3번 X: 초생대설치는 경사면 사이에 풀 띠를 두어 유출수와 토사 이동을 줄이는 효과가 있으나, 경작면 전체를 덮는 것이 아니라 띠 형태로만 작용하므로 표면 전체를 피복하는 부초설치보다 저감효과가 작다. 즉 P 값은 부초설치보다 높다. 보전효과 자체는 있으나 최저 P 값은 부초설치이다.
4번 X: 등고선재배는 경사 방향이 아니라 등고선을 따라 이랑을 만들어 유출수의 속도를 줄이는 대표적 보전방법이지만, 그 P 값은 경사도·경사장에 따라 달라져 경사가 급할수록 효과가 감소한다. 표면을 직접 덮는 부초설치만큼 P 값을 낮추지는 못하므로, 부초설치보다 P 값이 높다.

오답 포인트

등고선재배와 초생대설치처럼 이름이 익숙한 보전공법에 먼저 끌리기 쉽다. 그러나 P 인자는 "값이 작을수록 보전효과가 큼"이라는 방향을 먼저 잡아야 하고, 상하경운(P=1.0)을 기준으로 얼마나 유실을 줄이는지를 비교해야 한다. 보기 중 토양 표면을 직접 전면 피복하는 부초설치가 가장 강한 유실 억제 효과를 내어 최저 P 값을 갖는다는 점을 놓치면 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

P 인자 문제는 먼저 값의 방향(작을수록 보전효과 큼)과 기준(상하경운 P=1.0)을 확인한다. 그다음 보기 중에서 빗방울 충격 감소, 표면 피복, 유출 억제 효과가 가장 큰 관리방법을 고른다. 경작면 전체를 직접 덮는 방법(부초설치)이 있으면 대체로 최저 P 값으로 판단한다. 등고선재배처럼 P 값이 경사 조건에 따라 달라지는 방법은 경사가 급할수록 효과가 떨어진다는 점을 함께 고려한다.

암기 포인트

P 값은 상하경운(P=1.0) 대비 값이 작을수록 보전효과가 크고, 이 문항에서는 표면을 전면 피복하는 부초설치가 최저 P 값이다.

NoteBase

문 16. 매트릭퍼텐셜에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 매트릭퍼텐셜은 물분자가 토양표면에 흡착되는 부착력과 토양의 모세관에 의해서 만들어지는 힘 때문에 생성되는 물의 에너지이다.

② 마른 스폰지를 물에 담그면 스폰지 속으로 물이 스며드는 것은 매트릭퍼텐셜의 원리 때문이다.

③ 불포화 수분상태의 토양에서 수분이 뿌리 부근으로 지속적으로 이동하는 것은 매트릭퍼텐셜의 차이 때문이다.

④ 불포화 수분상태의 토양에서 식물이 시들지 않는 이유는 매트릭퍼텐셜 차이에 의한 물의 이동이 매우 빠르기 때문이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 매트릭퍼텐셜의 정의와 불포화 토양에서의 물 이동 원리를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

매트릭퍼텐셜은 토양 입자 표면의 흡착력과 모세관력 때문에 토양수가 가지는 퍼텐셜이다. 불포화 토양에서 더 건조한 쪽일수록 물을 더 강하게 끌어당긴다.
불포화 토양의 물 이동은 매트릭퍼텐셜 차이 때문에 일어난다. 뿌리 주변이 물을 흡수하면 그 부근의 매트릭퍼텐셜이 더 낮아져 주변 토양수분이 그쪽으로 이동한다.
다만 불포화 토양에서는 함수량이 낮아질수록 물이 지나갈 수 있는 연결된 공극이 줄어들어 수리전도도가 급격히 감소하므로, 물의 이동 속도는 포화 상태보다 오히려 느려진다.

NoteBase

선지별 해설

① O
매트릭퍼텐셜은 토양 표면에 대한 물의 흡착과 미세 공극의 모세관력 때문에 생기는 토양수의 에너지 상태이다. 선지의 '부착력'과 '모세관' 설명이 핵심 원인으로 맞다.

② O
마른 스폰지에 물이 스며드는 현상은 다공질 내부의 모세관력과 표면 흡착력 때문에 물이 이동하는 경우이다. 토양의 매트릭퍼텐셜과 같은 원리로 설명할 수 있다.

③ O
불포화 토양에서 뿌리가 물을 흡수하면 뿌리 근처 토양이 더 건조해져 매트릭퍼텐셜 차이가 생긴다. 그 차이 때문에 주변의 물이 뿌리 쪽으로 지속적으로 이동한다.

④ X
틀린 부분은 '물의 이동이 매우 빠르기 때문'이라는 서술이다. 불포화 토양에서는 함수량이 낮아질수록 물이 지나갈 수 있는 연결된 공극이 줄어들어 수리전도도가 급격히 감소하므로, 물의 이동 속도는 포화 상태보다 훨씬 느려진다. 오히려 이 이동 속도가 뿌리의 흡수 속도를 따라가지 못할 만큼 느려지고 함수량이 영구위조점 이하로 낮아지면 실제로 식물은 시든다. 따라서 불포화 토양에서 식물이 어느 정도 시들지 않고 유지되는 것은 매트릭퍼텐셜 차이에 의해 수분이 뿌리 쪽으로 '느리지만 지속적으로' 보충되기 때문이지, 물의 이동이 '매우 빠르기' 때문이 아니다. 곧 이동 속도를 '매우 빠르다'로 서술한 부분이 이 선지를 틀리게 만든다.

오답 포인트

매트릭퍼텐셜이 물 이동의 원인이라는 사실과 물 이동 속도가 매우 빠르다는 판단을 같은 뜻으로 오해하기 쉽다. 이 문항은 ④에서 '이동이 있다'를 '이동이 매우 빠르다'로 과장한 표현을 잡아내는지가 핵심이다. 실제 불포화 토양의 수분 이동은 수리전도도 감소로 오히려 느리다는 점을 기억하면 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

매트릭퍼텐셜 문항은 먼저 원인을 흡착력과 모세관력으로 잡고, 다음으로 불포화 토양의 물 이동이 퍼텐셜 차이 때문에 일어나는지 확인하면 된다. 그다음 속도나 정도를 과장하는 표현이 붙으면 한 번 더 의심하는 것이 맞다.

암기 포인트

매트릭퍼텐셜은 흡착력·모세관력, 불포화 토양수는 뿌리 쪽으로 이동하되 수리전도도 감소로 속도는 느리다.

NoteBase

문 17. 토양미생물에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 사상균(Fungi): 종속영양생물이기 때문에 유기물이 풍부한 곳에서 활성이 높고, 호기성 생물이지만 이산화탄소의 농도가 높은 환경에서도 잘 견딘다.

② 균근균(Mycorrhizae): 인산과 같이 유효도가 낮거나 적은 농도로 존재하는 토양양분을 식물이 쉽게 흡수할 수 있도록 도와주고, 과도한 양의 염류와 독성 금속이온의 흡수를 억제한다.

③ 방선균(Actinomycetes): 대부분이 혐기성균으로서 과습한 곳에서 잘 자라며, 산성에 내성이 있으나 알칼리성에는 약하다.

④ 조류(Algae): 고등식물이 살기 어려운 사막생태계에서 탄소 화합물을 생성하여 토양형성에 기여한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 사상균, 균근균, 방선균, 조류의 생육 환경과 기능 차이를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

사상균은 유기물을 분해하는 대표적 종속영양 미생물로서 유기물이 많은 토양에서 활성이 높고 산성이나 비교적 높은 이산화탄소 농도에도 잘 견딘다.
균근균은 식물 뿌리와 공생하면서 인산처럼 이동성이 낮은 양분의 흡수를 돕는 미생물이다.
방선균은 세균과 균류의 중간적 성질을 보이는 토양 미생물로서 대체로 호기성이며, 배수가 잘되는 중성 내지 약알칼리성 토양에서 활성이 높다.
조류는 광합성으로 유기탄소를 생산하며 척박한 환경의 표토 형성과 토양 안정화에 기여한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
사상균은 종속영양성 미생물이어서 유기물이 풍부한 곳에서 활성이 높다. 또한 대체로 호기성이지만 세균보다 산성이나 높은 이산화탄소 농도에 대한 내성이 커서 해당 설명은 타당하다.

② O
균근균은 식물 뿌리와 공생하여 인산처럼 토양 내 이동성이 낮은 양분의 흡수를 유리하게 만든다. 염류장해나 중금속 독성 완화에 도움을 주는 경우도 있어 선지의 방향이 맞다.

③ X
틀린 부분은 '대부분이 혐기성균', '과습한 곳에서 잘 자라며', '산성에 내성이 있으나 알칼리성에는 약하다'는 표현이다. 방선균은 대부분 호기성이며 통기성이 좋고 비교적 건조한 토양에서 잘 자라고, 산성 토양보다는 중성 또는 약알칼리성 토양에서 활성이 높다.

④ O
조류는 사막처럼 고등식물이 정착하기 어려운 환경에서도 광합성으로 탄소화합물을 만들고, 표면에 생물막을 형성하여 토양 형성과 안정화에 기여할 수 있다.

오답 포인트

방선균을 균류처럼 막연히 떠올리면 습하고 산성인 환경을 좋아한다고 오인하기 쉽다. 이 문항은 방선균의 실제 생육 조건인 '호기성, 비교적 건조, 중성~약알칼리성'을 거꾸로 바꿔 놓은 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

토양미생물 문제는 먼저 영양 방식과 생육 환경을 연결해 판단한다. 유기물 분해와 산성 적응은 사상균, 인산 흡수 보조는 균근균, 통기성 좋은 토양과 중성~약알칼리성은 방선균, 광합성과 토양형성 기여는 조류로 대응시키면 된다.

암기 포인트

방선균은 호기성·건조·중성~약알칼리성, 균근균은 인산 흡수 보조, 조류는 광합성과 토양형성이다.

NoteBase

문 18. 확산전기이중층(Diffuse electric double layer)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 양이온의 농도가 높고 이온의 크기와 수화도가 클수록 확산전기이중층의 두께가 얇아진다.

② 음이온들은 토양교질 표면으로부터 거리가 멀어질수록 그 농도가 낮아진다.

③ 확산전기이중층 외부의 양이온과 유리양이온 사이의 자리바꿈 현상을 양이온교환이라 한다.

④ 확산전기이중층의 가장 바깥쪽의 이온조성은 토양용액의 이온조성과 동일하다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 확산전기이중층의 두께를 좌우하는 요인과 토양교질 표면에서 반대이온과 동부이온이 어떻게 분포하는지를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

확산전기이중층은 음전하를 띠는 토양교질 주위에 반대이온이 상대적으로 많이 모이고, 거리가 멀어질수록 토양용액의 평균 조성으로 점차 돌아가는 이온층이다.
두께는 전해질 농도와 양이온의 원자가가 클수록 얇아지고, 수화반경이 큰 단가 양이온이 우세할수록 두꺼워지기 쉽다.
표면 가까이는 양이온 농도가 높고 음이온 농도가 낮으며, 가장 바깥쪽에서는 토양용액과 같은 이온조성이 된다.

선지별 해설

1번 X: 양이온 농도가 높아지면 확산전기이중층이 압축되어 얇아지는 방향은 맞다. 그러나 틀린 부분은 "이온의 크기와 수화도가 클수록 ... 얇아진다"는 표현이다. 실제로는 수화반경이 큰 양이온일수록 교질 표면에 덜 밀착하므로 확산전기이중층이 두꺼워지기 쉽다.
2번 X: 음이온은 음전하를 띠는 토양교질 주변에서 배척되는 동부이온이다. 따라서 표면에서 멀어질수록 그 농도는 낮아지는 것이 아니라 토양용액의 평균 농도에 가깝게 높아진다.
3번 X: 틀린 부분은 "확산전기이중층 외부의 양이온과 유리양이온 사이의 자리바꿈"이라는 표현이다. 양이온교환은 토양교질에 흡착된 교환성 양이온과 토양용액 속 양이온 사이의 교환을 말한다.
4번 O: 확산전기이중층의 가장 바깥쪽은 전기적 영향이 거의 사라지는 경계이므로 이온조성이 벌크 토양용액의 이온조성과 같아진다.

오답 포인트

1번은 농도 효과라는 맞는 요소와 수화도 효과라는 틀린 요소를 한 문장에 섞어 놓은 함정이다. 2번은 음이온 농도 변화의 방향을 반대로 뒤집었고, 3번은 교환 위치를 교질 표면이 아니라 확산층 바깥으로 바꾸어 양이온교환의 정의를 흐리게 만들었다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

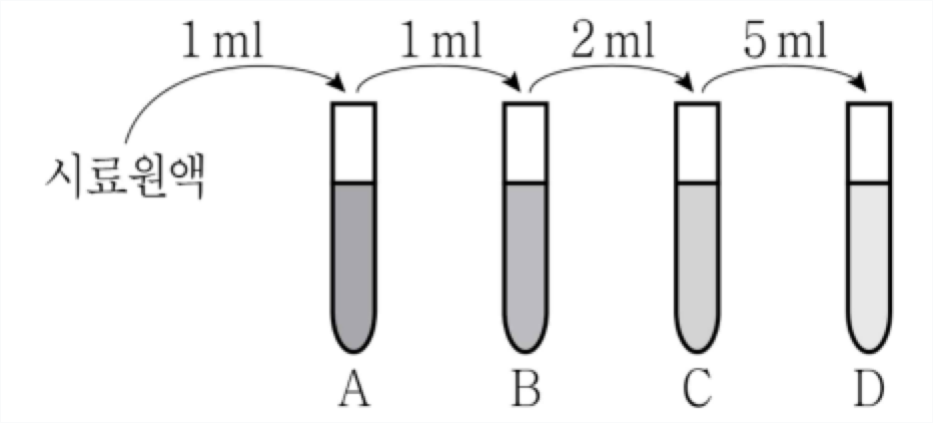
먼저 토양교질이 보통 음전하라는 점을 떠올린 뒤 표면 가까이는 양이온이 많고 음이온이 적다고 정리한다. 그 다음 이중층 두께는 농도 증가와 원자가수 증가로 줄고, 경계 바깥으로 갈수록 조성은 토양용액과 같아진다는 순서로 선지를 판별한다.

암기 포인트

농도와 원자가수는 확산전기이중층을 줄이고, 수화반경이 큰 단가 양이온은 이중층을 키우며, 바깥끝의 조성은 토양용액과 같아진다.

NoteBase

문 19. 다음은 토양 10g을 이용하여 최초 10배 희석용액(시료원액)을 만들고 연속 희석 과정을 거치면서 희석평판법으로 세균수를 측정하는 과정이다(각 A, B, C, D의 희석 단계에서 희석 후 최종부피는 10ml로 만들었다). 시험관 번호 D로부터 0.1ml를 배지에 접종하고 도말하여 30°C에서 1주일 동안 배양한 후 계수한 결과 200CFU를 얻었다면 토양 1g당 CFU 값은? (단, 토양의 수분함량은 고려하지 않는다)



① 2×10^6CFU/g

② 2×10^7CFU/g

③ 2×10^8CFU/g

④ 2×10^9CFU/g

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 연속 희석배수와 도말량을 함께 반영하여 토양 1 g당 세균수를 역산하는 문제이다.

조건 정리

- 시료원액은 토양 10 g으로 만든 최초 10배 희석용액이므로 농도는 $0.1g/mL$이다.
- A 단계는 시료원액 1 mL를 10 mL로 만든 것이므로 추가 1/10 희석이다.
- B 단계는 A 용액 1 mL를 10 mL로 만든 것이므로 추가 1/10 희석이다.
- C 단계는 B 용액 2 mL를 10 mL로 만든 것이므로 1/5 희석이다.
- D 단계는 C 용액 5 mL를 10 mL로 만든 것이므로 1/2 희석이다.
- D에서 $0.1mL$를 도말했을 때 집락수는 200이다.

사용할 공식

토양 1 g당 CFU = 집락수도말한 시료에 들어 있는 토양량(g)

이 공식을 쓰는 이유는 희석된 용액 $0.1mL$ 안에 실제 토양이 몇 g 들어 있는지를 먼저 구해야 1 g 기준 세균수로 환산할 수 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 시료원액의 농도는 $10g/100mL = 0.1g/mL$이다.
2. D 용액의 토양 농도는 $0.1 \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} \times \frac{2}{10} \times \frac{5}{10} = 1 \times 10^{-4} g/mL$이다.
3. 따라서 D에서 도말한 $0.1mL$ 안의 토양량은 $1 \times 10^{-4} g/mL \times 0.1mL = 1 \times 10^{-5} g$이다.
4. 집락수 200을 이 토양량으로 나누면 $200 \div 1 \times 10^{-5} = 2 \times 10^{7} CFU/g$이다.

선지별 해설

① X

- $2 \times 10^{6} CFU/g$는 도말량 $0.1mL$를 $1mL$처럼 보고 10배를 덜 역산한 값이다. 실제로는 D 용액 $0.1mL$에 토양이 $1 \times 10^{-5} g$ 들어 있으므로 올바르게는 $2 \times 10^{7} CFU/g$이다.

② O

- D 용액의 농도는 $1 \times 10^{-4} g/mL$이고, 이를 $0.1mL$ 도말하면 토양량은 $1 \times 10^{-5} g$이다. 여기에 집락수 200을 나누면 $2 \times 10^{7} CFU/g$가 되므로 맞다.

③ X

- $2 \times 10^{8} CFU/g$는 C와 D 단계의 2 mL, 5 mL 이송을 각각 단순한 10배 희석처럼 처리하여 실제보다 희석배수를 크게 잡을 때 나오는 값이다. 이 단계들은 각각 1/5, 1/2 희석이므로 올바르게는 $2 \times 10^{7} CFU/g$이다.

④ X

- $2 \times 10^{9} CFU/g$는 모든 시험관 단계를 기계적으로 10배씩으로 보고 도말량까지 과대보정한 값이다. 문제는 각 단계의 실제 이송부피를 반영해야 하므로 최종값은 $2 \times 10^{7} CFU/g$이다.

오답 포인트

함정은 두 가지이다. 첫째, C와 D 단계는 각각 2 mL와 5 mL를 옮겼으므로 10배 희석이 아니라 1/5, 1/2 희석이다. 둘째, 평판에 접종한 양이 $0.1mL$이므로 마지막에 도말량까지 반드시 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

연속 희석 평판법 문제는 먼저 원액의 g/mL 농도를 정하고, 각 단계에서 옮긴 부피 / 최종부피를 차례로 곱해 최종 용액의 농도를 구한 뒤, 마지막에 도말량을 반영하여 1 g 기준으로 역산하는 방식으로 판단한다.

암기 포인트

평판계수는 먼저 도말된 토양량을 구하고, 그다음 CFU ÷ 도말된 토양량으로 1 g당 값을 환산하는 구조이다.

NoteBase

문 20. 식물정화법(Phytoremediation)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① Enhanced rhizosphere biodegradation: 식물 뿌리에서 분비된 유기성 물질 등이 근권 미생물 군집을 다양하게 하여 유해물질의 분해능을 촉진시키는 기술

② Phytoextraction: 식물의 뿌리가 오염물질을 흡수하여 식물체의 조직 내로 수송하여 제거하는 기술

③ Phytodegradation: 식물체가 생산한 효소로 오염물질을 안전한 곳에 모아 식물체 외부에서 분해시키는 기술

④ Phytostabilization: 오염지역에 식물을 재배하여 현장에서 독성금속을 불활성시키는 기술

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 식물정화법의 세부 기작인 근권생분해, 식물추출, 식물분해, 식물고정을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

Enhanced rhizosphere biodegradation는 뿌리 분비물이 근권 미생물 활성을 높여 오염물질 분해를 촉진하는 방식이다.
Phytoextraction은 식물이 오염물질을 흡수해 지상부 등에 축적한 뒤 수확으로 제거하는 방식이다.
Phytodegradation은 식물체가 흡수한 오염물질을 식물 효소로 식물체 내부에서 분해하거나 변환하는 방식이다.
Phytostabilization은 오염물질, 특히 중금속의 이동성과 생물유효도를 낮춰 현장에서 고정하는 방식이다.

선지별 해설 ①

O. 식물 뿌리에서 나온 유기산, 당류, 아미노산 등은 근권 미생물 군집과 활성을 높여 유기오염물질 분해를 촉진한다. 이는 enhanced rhizosphere biodegradation의 설명에 해당한다.

선지별 해설 ②

O. phytoextraction은 뿌리가 오염물질을 흡수한 뒤 식물체 조직으로 이동·축적시키고, 식물을 수확하여 오염물질을 제거하는 기술이다. 선지의 핵심 표현인 흡수, 수송, 제거가 모두 맞다.

선지별 해설 ③

X. 틀린 부분은 "안전한 곳에 모아 식물체 외부에서 분해"라는 표현이다. phytodegradation은 식물체가 생산한 효소로 오염물질을 식물체 내부에서 분해하거나 독성이 낮은 형태로 전환하는 기술이다. 오염물질을 외부의 안전한 장소에 모아 분해하는 개념은 아니다.

NoteBase

선지별 해설 ④

O. phytostabilization은 오염지역에 식물을 재배하여 중금속 등의 이동성, 용해성, 생물유효도를 낮추고 현장에서 고정하는 기술이다. 선지의 "현장에서 독성금속을 불활성시키는 기술"이라는 취지가 맞다.

오답 포인트

식물정화 용어들은 모두 phyto-로 시작해 헷갈리기 쉽다. 특히 ③처럼 degradation을 extraction처럼 "밖으로 빼내는 것"으로 오해하면 틀리기 쉽다. degradation은 분해, extraction은 흡수·축적 후 제거, stabilization은 현장 고정이라는 차이를 잡아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

용어의 동사를 먼저 본다. extraction은 꺼내는 것, degradation은 분해하는 것, stabilization은 움직이지 못하게 고정하는 것, rhizosphere biodegradation은 근권 미생물 분해 촉진으로 판단하면 된다.

암기 포인트

Extraction은 식물이 뽑아낸다, degradation은 식물이 분해한다, stabilization은 그 자리에 묶어 둔다.

NoteBase