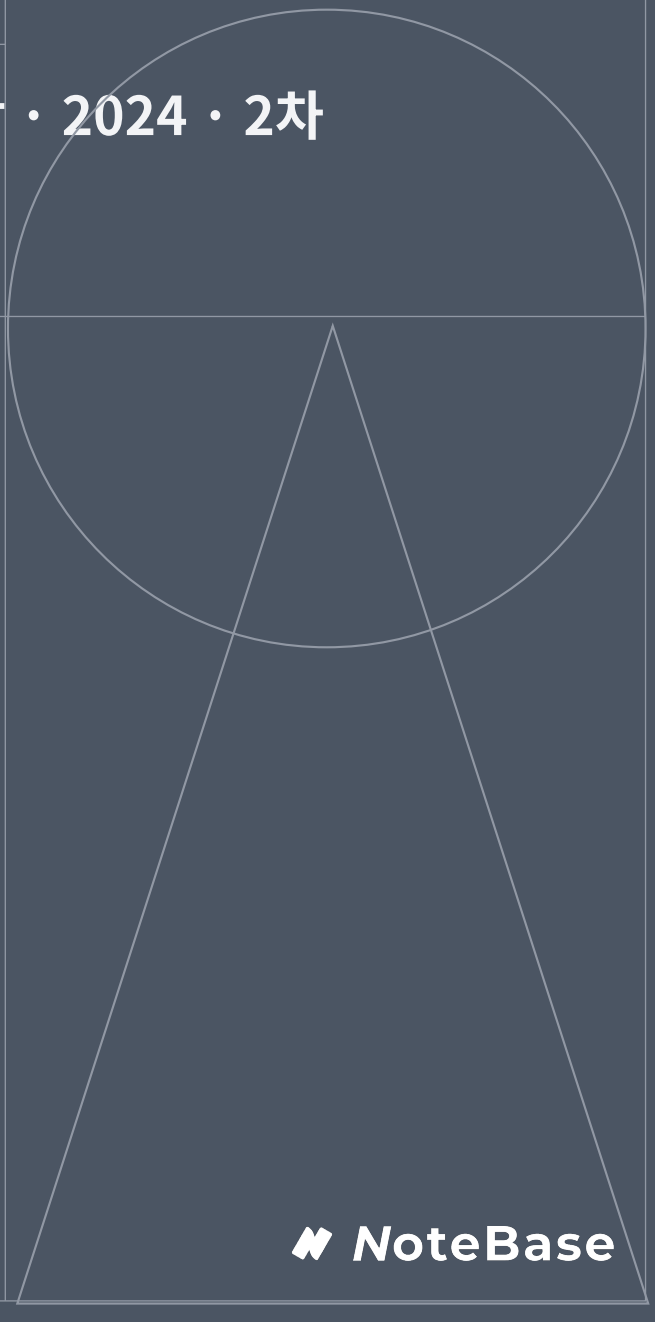
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 토양학 · 2024 · 2차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 토양학 · 2024 · 2차

공무원/국가직/7급 · 토양학 · 2024 · 2차

문 1. 토성(soil texture)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 촉감에 의한 간이토성분석법으로도 토성명(soil texture class)을 결정할 수 있다.

② 모래와 실트는 주로 1차광물로 구성되어 있다.

③ 우리나라 농경지는 주로 식양토와 미사질양토이다.

④ 모래는 점토보다 pH 완충능력이 낮다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 토성의 현장 판정법, 입도 조성의 광물학적 특징, 우리나라 농경지의 대표 토성, 그리고 토성에 따른 pH 완충능력 차이를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

토성은 모래, 실트, 점토의 상대적 함량으로 정해지는 흙의 입도 조성이다. 모래와 실트는 대체로 1차광물 비중이 높고, 점토는 2차광물과 큰 비표면적 때문에 양분 보유력과 완충능력이 크다. 우리나라 농경지는 논과 밭을 함께 보아야 하므로 특정 두 토성만으로 전체를 대표하면 오류가 생긴다.

NoteBase

선지별 해설

① O
촉감에 의한 간이토성분석법은 현장에서 흙의 거침, 점착성, 가소성을 보고 토성명을 판정하는 방법이므로 토성명 결정에 사용할 수 있다.

② O
모래와 실트는 석영, 장석 등 풍화가 덜 진행된 1차광물의 비중이 크다. 점토 분획처럼 2차광물이 주가 되는 경우와 구분된다.

③ X
틀린 부분은 "우리나라 농경지는 주로 식양토와 미사질양토이다"라는 일반화이다. 올바르게는 우리나라 농경지는 논에서는 식질·식양질·미사식양질이 대표적이고, 밭에서는 식양토·양토·사양토가 널리 분포하므로 농경지 전체를 주로 식양토와 미사질양토라고 단정할 수 없다.

④ O
모래는 입자가 크고 비표면적과 음전하가 작아 수소이온과 염기양이온을 붙잡는 힘이 약하다. 따라서 점토보다 pH 완충능력이 낮다.

오답 포인트

③은 논토양의 일부 대표 토성을 농경지 전체의 대표 토성처럼 바꿔 말한 선지이다. 논과 밭을 구분하지 않으면 식양질·미사식양질이라는 표현만 보고 맞다고 오인하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

토성 문제는 먼저 토성의 정의와 분획별 특징을 확인하고, 이어서 선지가 논토양인지 밭토양인지, 또는 농경지 전체를 말하는지 범위를 구분하면 판단이 빨라진다.

암기 포인트

모래·실트는 1차광물 비중이 크고, 점토는 완충능력이 크다. 우리나라 농경지는 논과 밭의 대표 토성을 나누어 본다.

NoteBase

문 2. 토양의 물리적 특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 용적밀도(bulk density)가 큰 토양은 단위 용적당 고형 입자가 많다는 것을 의미한다.

② 용적밀도와 공극률(porosity)은 서로 비례하여 용적밀도가 클수록 공극률도 크다.

③ 공극비(void ratio)는 고상 부피에 대한 공극 부피의 비를 말하며, 토양이 다져질수록 작아진다.

④ 공기충적공극률(air-filled porosity)은 토양 전체 부피에 대한 공기 부피의 비를 말하며, 토양이 건조되는 동안 증가한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 용적밀도, 공극률, 공극비, 공기충적공극률의 정의와 서로의 방향 관계를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

용적밀도는 단위 토양 전체 부피당 건조 토양 질량을 뜻하며 고상 입자가 얼마나 조밀하게 들어 있는지를 보여준다.
공극률은 토양 전체 부피 중 공극이 차지하는 비율이며 용적밀도가 커질수록 일반적으로 작아진다.
공극비는 고상 부피에 대한 공극 부피의 비이며 토양이 다져질수록 감소한다.
공기충적공극률은 토양 전체 부피 중 공기로 채워진 공극의 비율이며 건조가 진행되면 물이 빠진 자리만큼 커진다.

선지별 해설

1번 O: 용적밀도가 크다는 것은 같은 전체 부피 안에 고상 입자가 더 많이 들어 있다는 뜻이므로 설명이 옳다.
2번 X: 틀린 표현은 "서로 비례하여 용적밀도가 클수록 공극률도 크다"이다. 실제로는 용적밀도와 공극률은 대체로 반비례하므로 용적밀도가 클수록 공극률은 작아진다.
3번 O: 공극비는 공극 부피를 고상 부피로 나눈 값이므로 정의가 맞다. 토양이 다져지면 공극이 줄어들어 공극비도 작아진다.
4번 O: 공기충적공극률은 토양 전체 부피에 대한 공기 부피의 비를 말한다. 토양이 건조되는 동안 물이 빠져 공기 자리로 바뀌므로 증가한다.

오답 포인트

2번은 공극률과 공기충적공극률을 혼동하면 틀리기 쉽다. 건조 시 증가하는 것은 공기충적공극률이지 전체 공극의 비율인 공극률이 아니며, 용적밀도와 공극률의 방향도 서로 반대이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

토양 물리성 문항은 먼저 분모가 전체 부피인지 고상 부피인지부터 구분하면 된다. 그다음 다짐이 커질 때 용적밀도는 증가하고 공극률과 공극비는 감소한다는 방향 관계를 대입하면 빠르게 판단할 수 있다.

암기 포인트

다짐 증가이면 용적밀도 증가, 공극률 감소, 공극비 감소, 건조 진행이면 공기충적공극률 증가이다.

NoteBase

문 3. 산성토양은 석회물질을 사용하여 개량할 수 있다. 동일한 양을 사용했을 때 pH 개량 효과가 가장 큰 것은? (단, 순도와 분말도 등은 동일하다)

① CaO
② $Ca(OH)_2$
③ $CaCO_3$
④ $Ca(HCO_3)_2$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 석회물질의 산 중화력, 즉 같은 질량을 넣었을 때의 탄산칼슘당량 차이를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

석회물질의 pH 개량 효과는 같은 순도와 분말도라면 산을 얼마나 많이 중화하는지에 따라 갈린다. CaO는 분자량이 작아 같은 질량으로 더 많은 몰수를 공급하므로 중화력이 가장 크다. 일반적으로 탄산칼슘당량은 CaO > Ca(OH)2 > CaCO3 순으로 본다.

선지별 해설

1번 O: CaO는 같은 질량 기준으로 가장 큰 산 중화력을 보인다. 분자량이 56으로 작아 같은 무게에서 가장 많은 중화당량을 제공하므로 pH 개량 효과가 가장 크다.
2번 X: Ca(OH)2도 강한 석회질 물질이지만 CaO보다 분자량이 커서 같은 질량당 중화력은 더 작다. 틀린 표현은 "가장 큰 것"이다. 올바르게는 "Ca(OH)2의 pH 개량 효과는 크지만 같은 양이면 CaO보다 작다"이다.
3번 X: CaCO3는 기준이 되는 석회물질이지만 같은 질량당 중화력은 CaO나 Ca(OH)2보다 작다. 틀린 표현은 "가장 큰 것"이다. 올바르게는 "CaCO3의 pH 개량 효과는 세 물질 중 비교 기준이 되며 CaO보다 작다"이다.
4번 X: Ca(HCO3)2는 토양 개량용 석회재로 보는 대표 물질이 아니고, 같은 질량에서 가장 큰 중화력을 갖는 물질도 아니다. 틀린 표현은 "가장 큰 것"이다. 올바르게는 "석회 개량 효과 비교에서는 CaO가 가장 크고 Ca(HCO3)2는 정답이 아니다"이다.

오답 포인트

Ca가 들어 있다는 공통점만 보고 모두 비슷한 효과라고 보면 틀린다. 이 문항의 함정은 칼슘의 종류가 아니라 같은 질량당 산을 몇 당량 중화할 수 있는지를 비교해야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

석회물질 비교 문제는 먼저 같은 질량 조건인지 확인한 뒤, 탄산칼슘당량이 큰 물질을 고르면 된다. 같은 양이라면 분자량이 작고 중화당량이 큰 물질이 pH 개량 효과도 크다.

NoteBase

암기 포인트

같은 양의 석회물질 중 중화력은 보통 CaO > Ca(OH)2 > CaCO3 순이다.

NoteBase

문 4. 2차 규산염광물이 아닌 것은?

① kaolinite
② vermiculite
③ dolomite
④ chlorite

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 점토를 이루는 대표적 2차 규산염광물과 규산염이 아닌 탄산염광물을 구별할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

2차 규산염광물은 1차 광물이 풍화되어 새로 생성된 점토광물 계열을 말하며 kaolinite, vermiculite, chlorite가 여기에 해당한다.
dolomite는 $CaMg(CO3)2$로 이루어진 탄산염광물로서 규산염광물이 아니다.

선지별 해설

1번 O: kaolinite는 대표적인 1:1형 점토광물로 풍화 산물인 2차 규산염광물이다.
2번 O: vermiculite는 운모류의 풍화로 생성되는 2:1형 점토광물로 2차 규산염광물에 해당한다.
3번 X: dolomite는 규산염광물이 아니라 탄산염광물이다. 틀린 표현은 '2차 규산염광물'이며, 올바르게는 'dolomite는 2차 규산염광물이 아닌 탄산염광물이다.'이다.
4번 O: chlorite는 층상 규산염 구조를 가진 점토광물군으로 2차 규산염광물에 포함된다.

오답 포인트

광물 이름이 모두 토양학에서 자주 보이므로 전부 점토광물처럼 보이기 쉽다. 그러나 dolomite는 점토광물 분류가 아니라 탄산염광물이라는 광물군 자체가 다르다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지 이름이 낯설더라도 먼저 규산염광물인지 탄산염광물인지 광물군부터 구분하면 된다. kaolinite, vermiculite, chlorite처럼 점토광물로 익숙한 이름은 2차 규산염광물로 보고, dolomite처럼 탄산염 조성을 가진 광물은 바로 제외하면 된다.

암기 포인트

kaolinite, vermiculite, chlorite는 점토성 2차 규산염광물이고, dolomite는 탄산염광물이다.

NoteBase

문 5. 토양의 열전도 현상에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 토양이 압밀되면 열전도도가 높아진다.

② 건조토양은 습윤토양보다 열전도도가 높다.

③ 토양유기물은 점토광물보다 열전도도가 높다.

④ 식토는 사토보다 열전도도가 높다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 토양 열전도도에 영향을 주는 공극, 수분, 유기물, 입경·광물 조성의 방향을 정확히 구별하는지를 묻는다.

핵심 개념

열전도도는 열이 토양 내부를 얼마나 잘 전달하는지를 나타내는 성질이다. 공기보다 물과 광물 입자가 열을 더 잘 전달하므로, 공극 속 공기가 줄고 입자 접촉과 수분이 늘수록 열전도도는 커지는 경향이 있다.

선지별 해설

1번: O. 토양이 압밀되면 공극률이 감소하고 입자 간 접촉면이 늘어나므로 열이 더 연속적으로 전달된다. 따라서 열전도도는 높아진다.
2번: X. 틀린 부분은 '건조토양은 습윤토양보다'이다. 실제로는 습윤토양이 건조토양보다 열전도도가 높다. 건조토양의 공극은 공기로 차 있어 열 전달이 매우 약하다.
3번: X. 틀린 부분은 '토양유기물은 점토광물보다 열전도도가 높다'이다. 실제로는 일반적으로 점토광물 등 무기광물이 유기물보다 열을 더 잘 전달한다. 유기물은 열전도도가 낮아 단열성이 큰 편이다.
4번: X. 틀린 부분은 '식토는 사토보다 열전도도가 높다'이다. 실제로는 일반적으로 사토가 식토보다 열전도도가 큰 편이다. 사토는 석영 등 열전도성이 큰 광물의 영향이 크고, 식토는 구조와 공극의 영향으로 열 전달이 상대적으로 불리할 수 있다.

오답 포인트

수분과 압밀은 열전도도를 높이고, 공기 공극과 유기물은 열전도도를 낮춘다는 방향을 서로 바꾸면 틀리기 쉽다. 특히 2번과 3번은 '건조', '유기물'을 더 단단하거나 많다는 이미지로 오해하면 잘못 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

열전도도 문항은 먼저 공기와 물 중 무엇이 열을 더 잘 전달하는지를 기준으로 본다. 그다음 공극 감소, 수분 증가, 광물 입자 접촉 증가이면 열전도도 증가로, 유기물 증가와 공기 공극 증가는 열전도도 감소로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

공기·유기물은 단열 쪽이고, 물·광물 접촉·압밀은 열전도 증가 쪽이다.

NoteBase

문 6. 다음과 같이 신토양분류법(soil texonomy)에 따라 토양이 분류되었을 때, 아목(suborder)-아군(subgroup)에 해당되는 표기를 순서대로 나열한 것은?

Gwanag, loamy skeletal, Lithic Udorthents

① nag-skel
② orth-Lithic
③ ents-Udo
④ Ud-orth

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 Soil Taxonomy의 분류 위계에서 series, family, suborder, great group, subgroup를 구분하고, 제시된 이름에서 아목과 아군에 해당하는 부분만 골라낼 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

아목(suborder)은 목(order) 바로 아래 단계로 Orthents처럼 토양군의 큰 갈래를 나타낸다.
대군(great group)은 아목 아래 단계로 Udorthents처럼 수분 체계 등이 반영된 이름이다.
아군(subgroup)은 대군 아래 단계로 Lithic Udorthents처럼 대군 앞에 수식어가 붙어 더 구체화된 이름이다.
Family는 loamy skeletal이고, series는 Gwanag이다.

선지별 해설

1번 X: "nag-skel"의 nag는 Gwanag에서 온 series 요소이고 skel은 loamy skeletal의 family 요소이다. 둘 다 아목-아군 조합이 아니다. 올바르게는 orth-Lithic이다.
2번 O: orth는 Orthents라는 아목을 가리키고, Lithic은 Lithic Udorthents라는 아군을 구분하는 subgroup 수식어이다. 제시된 분류명에서 아목은 Orthents, 아군은 Lithic Udorthents이므로 축약 표기는 orth-Lithic이 맞다.
3번 X: "ents-Udo"는 아목과 아군을 뽑은 것이 아니라 Udorthents라는 대군 이름을 부적절하게 나눈 표기이다. Udo는 대군 요소이고 ents도 아군 표기가 아니다. 올바르게는 orth-Lithic이다.
4번 X: "Ud-orth"는 Udorthents의 대군 요소인 Ud와 Orthents의 아목 요소인 orth를 섞은 표기이다. 문제는 아목 다음 아군을 묻고 있으므로 대군 요소가 들어가면 틀린다. 올바르게는 orth-Lithic이다.

NoteBase

오답 포인트

Udorthents를 바로 아군으로 착각하거나, Gwanag와 loamy skeletal도 같은 위계의 약어로 오해하면 틀린다. 제시명 전체에서 필요한 위계만 다시 추출해야 하는데, series와 family를 함께 고르거나 great group 요소를 끼워 넣는 함정이 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

토양분류명이 길게 제시되면 먼저 각 위계를 분해해서 본다. 고유 지명은 series, 입경·골격성 같은 성질 표현은 family, Orthents류는 suborder, 그 앞에 붙은 Lithic 같은 수식어까지 포함한 이름은 subgroup로 판정한다.

암기 포인트

Gwanag는 series, loamy skeletal은 family, Orthents는 suborder, Udorthents는 great group, Lithic Udorthents는 subgroup이다.

NoteBase

문 7. 식물 뿌리의 물 흡수기작에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 일반적으로 90% 이상의 물이 수동적으로 흡수된다.

② 염류 집적 토양의 경우 물을 능동적으로 흡수하는 정도가 증가한다.

③ 증산작용이 활발한 경우 주로 토양과 뿌리 사이의 삼투퍼텐셜 차이에 의해 물이 흡수된다.

④ 대기의 수분퍼텐셜은 토양의 수분퍼텐셜보다 낮기 때문에 물은 토양→식물→대기 쪽으로 이동한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 뿌리의 수동흡수와 능동흡수의 작동 조건, 그리고 물 이동을 결정하는 수분퍼텐셜 차이를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

수동흡수는 증산작용이 만드는 퍼텐셜 기울기에 따라 물이 주로 지상부 쪽으로 끌려 올라가는 흡수이다.
키워드는 증산, 대량흡수, 전체 흡수량의 대부분이다.
능동흡수는 뿌리 세포의 대사작용으로 삼투적 조건을 만들어 물을 흡수하는 방식이다. 키워드는 낮은 증산, 염류집적 토양, 뿌리의 생리적 활동이다.
물은 전체적으로 수분퍼텐셜이 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 이동하므로 토양→식물→대기 방향의 연속적인 기울기가 형성된다.

선지별 해설

1번: O. 식물이 흡수하는 물의 대부분은 증산에 의한 수동흡수로 설명된다. 일반적으로 전체 흡수량의 90% 이상이 수동적으로 이동한다고 본다.
2번: O. 염류가 집적된 토양에서는 토양용액의 퍼텐셜이 낮아져 뿌리가 물을 얻기 더 어려워진다. 이때 뿌리의 생리적 활동에 의존하는 능동흡수의 상대적 중요성이 커진다.
3번: X. 틀린 표현은 '증산작용이 활발한 경우'와 '토양과 뿌리 사이의 삼투퍼텐셜 차이'를 연결한 부분이다. 증산이 활발할 때 물 흡수의 주된 원인은 지상부 증산이 만드는 수동흡수이며, 토양-뿌리 사이의 삼투퍼텐셜 차이에 의한 흡수는 증산이 약할 때의 능동흡수와 더 관련된다.
4번: O. 대기의 수분퍼텐셜은 토양보다 훨씬 낮으므로 물은 퍼텐셜이 높은 토양에서 식물을 거쳐 퍼텐셜이 낮은 대기 쪽으로 이동한다. 토양→식물→대기 방향 설명이 맞다.

오답 포인트

3번은 '삼투퍼텐셜 차이'라는 표현만 보고 물 흡수의 일반 원리로 받아들이면 틀리기 쉽다. 이 문항은 물 흡수의 원인 자체를 묻는 것이 아니라, 증산이 활발한 상황에서는 수동흡수가 우세하고 낮은 증산이나 불리한 토양조건에서는 능동흡수의 비중이 커진다는 조건 구분을 묻는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 증산이 활발한지 여부를 본다. 증산이 크면 수동흡수, 증산이 작거나 염류집적 등으로 뿌리 활동이 강조되면 능동흡수로 판단한다. 그다음 물 이동 방향은 항상 수분퍼텐셜이 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 정리한다.

암기 포인트

증산이 크면 수동흡수, 뿌리 대사가 강조되면 능동흡수이다.

NoteBase

문 8. 버티졸(Vertisols)의 특성에 가장 중요한 역할을 하는 점토광물은?

① olivine
② quartz
③ gibbsite
④ smectite

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 버티졸의 수축·팽창성과 뒤섞임 현상을 만들어 내는 점토광물의 종류를 묻는 문제이다.

핵심 개념

버티졸은 팽창성 2:1형 점토가 많아 건조 시 수축 균열이 생기고 습윤 시 크게 팽창하는 토양이다.
smectite는 층간에 물과 양이온이 들어가 팽창·수축이 매우 큰 점토광물이다.
olivine은 규산염 1차 광물로 점토의 팽창성 주원인이 아니다.
quartz는 매우 안정한 1차 광물로 팽창성이 거의 없다.
gibbsite는 알루미늄 수산화광물로 강한 풍화 산물이며 버티졸의 대표 팽창성 점토와 거리가 있다.

선지별 해설

① X: olivine은 감람석으로 대표적인 1차 광물이다. 버티졸의 중요한 성질인 팽창·수축을 만드는 주된 점토광물은 아니다. 틀린 표현은 '가장 중요한 역할'이다. 올바르게는 'olivine이 아니라 팽창성 점토광물인 smectite가 가장 중요한 역할을 한다'이다.
② X: quartz는 석영으로 매우 안정한 1차 광물이며 층상 구조에 따른 팽창성이 없다. 버티졸의 점성, 균열, self-mulching과 같은 성질을 설명하지 못한다. 올바르게는 'quartz가 아니라 smectite가 버티졸의 특징을 좌우한다'이다.
③ X: gibbsite는 강한 풍화 환경에서 나타나는 알루미늄 수산화광물로, 버티졸의 대표 성질인 큰 수축·팽창성과 직접 연결되는 점토광물이 아니다. 올바르게는 'gibbsite가 아니라 smectite가 버티졸 특성의 핵심 광물이다'이다.
④ O: smectite는 2:1형 팽창성 점토광물로 층간 팽창이 커서 건습 반복에 따른 팽창·수축, 깊은 균열, 토양 교란과 같은 버티졸의 전형적 성질을 만든다.

오답 포인트

점토광물 문제인데도 1차 광물 이름이 함께 제시되면 낯익은 광물을 고르기 쉽다. 이 문항의 함정은 '버티졸의 성질'이 무엇으로 생기는지를 묻는데 광물의 일반적 인지도만 보고 고르게 만드는 점이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

버티졸이 나오면 먼저 '큰 팽창·수축을 보이는 토양'인지 떠올리고, 그 성질을 만드는 팽창성 2:1형 점토광물을 찾으면 된다. 팽창성 여부를 기준으로 smectite와 1차 광물을 구분하면 답이 정리된다.

암기 포인트

버티졸 = smectite = 수축·팽창 토양이다.

NoteBase

문 9. 토양 pH가 7일 때 Cl^-와 NO_3^-를 가장 많이 흡착할 수 있는 점토광물은?

① 백운모(muscovite)

② 정장석(orthoclase)

③ 일라이트(illite)

④ 침철광(goethite)

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 토양 *pH* 7 부근에서 광물 표면전하의 성질에 따라 Cl^-와 NO_3^- 같은 음이온의 흡착력이 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

규산염 점토광물과 장석류는 대체로 영구 음전하가 우세하여 양이온을 더 잘 붙잡는다. 반면 침철광은 철 산화광물로서 가변전하를 가지므로 중성 부근에서도 표면에 양전하 자리가 형성될 수 있어 음이온 흡착이 상대적으로 크다.

선지별 해설

① X: 틀린 부분은 '백운모가 Cl^-와 NO_3^-를 가장 많이 흡착한다'는 표현이다. 백운모는 2 : 1형 규산염 광물로 음전하가 우세하여 주로 양이온을 흡착하며, 이들 음이온 흡착력은 크지 않다.
② X: 틀린 부분은 '정장석이 음이온을 가장 많이 흡착한다'는 표현이다. 정장석은 1차 광물인 장석으로 표면 양전하 발달이 크지 않아 Cl^-, NO_3^- 흡착이 작다.
③ X: 틀린 부분은 '일라이트가 가장 많이 흡착한다'는 표현이다. 일라이트도 규산염 점토광물이라 영구 음전하의 영향이 커서 양이온교환에는 관여하지만, 음이온을 가장 강하게 흡착하는 광물은 아니다.
④ O: 침철광은 철 산화광물로 가변전하를 가지며 *pH* 7 부근에서 표면에 양전하 자리가 존재할 수 있다. 따라서 Cl^-와 NO_3^- 같은 음이온을 다른 선택지보다 더 잘 흡착할 수 있다.

오답 포인트

점토광물이라는 이유만으로 ③ 일라이트를 고르기 쉽지만, 이 문항의 핵심은 점토 여부가 아니라 음이온 흡착에 유리한 양전하 표면의 존재이다. *pH* 7이라는 조건도 산화광물의 가변전하를 떠올리게 하는 단서이다.

다시 나오면 이렇게 판단

음이온 흡착 문제에서는 먼저 광물 표면이 영구 음전하 중심인지, 가변전하를 띠는 철·알루미늄 산화물인지부터 구분한다. 규산염 점토광물보다 산화광물이 음이온 흡착에 유리하면 정답 가능성이 높다.

NoteBase

암기 포인트

규산염 점토광물은 대체로 양이온, 철 산화광물은 상대적으로 음이온 흡착에 유리하다.

NoteBase

문 10. 점토와 실트가 많은 토양이 사질 토양에 비해 유기물 함량이 높은 이유가 아닌 것은?

① 일반적으로 모래 함량이 증가하면 통기성이 높아져서 유기물 분해가 촉진된다.

② 점토 함량이 높으면 광물-유기물의 상호작용으로 유기물이 안정화된다.

③ 점토는 유기물의 C/N비를 증가시킴으로써 유기물의 분해를 저해한다.

④ 사질 토양에 비해 양수분 보유 능력이 커 식물과 미생물 바이오매스가 증가한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 세립질 토양과 사질 토양의 유기물 축적 원인을 구별할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

세립질 토양(점토·실트가 많은 토양)은 비표면적이 크고 미세공극이 많아 유기물이 광물 표면에 흡착되거나 물리적으로 보호되기 쉬운 토양이다.
사질 토양은 모래 입자가 커서 통기성이 크고 유기물-광물 결합이 약해 유기물 분해와 용탈이 상대적으로 빠른 토양이다.
유기물의 C/N비는 주로 식물 잔재와 유기물 자체의 조성에 의해 결정되며, 점토 함량이 직접 C/N비를 높이는 것은 아니다.

선지별 해설

1번 O
모래 함량이 증가하면 큰 공극이 많아져 통기성이 커지고 미생물에 의한 산화적 분해가 활발해진다. 따라서 사질 토양에서 유기물 함량이 낮아지는 이유로 볼 수 있다.

2번 O
점토 함량이 높으면 광물-유기물 상호작용이 커져 유기물이 점토 표면에 흡착되고 안정화된다. 이는 세립질 토양에서 유기물이 더 잘 보존되는 대표적 이유이다.

3번 X
틀린 부분은 "점토는 유기물의 C/N비를 증가시킴으로써"이다. 점토는 유기물의 C/N비를 높여 분해를 늦추는 것이 아니라, 광물 표면 흡착과 미세공극 보호로 분해를 어렵게 만들어 유기물 축적을 돕는다.

4번 O
사질 토양보다 점토·실트가 많은 토양은 양수분 보유 능력이 커서 식물 생장과 미생물 바이오매스를 더 잘 유지할 수 있다. 그 결과 유기물 투입량과 잔재 축적이 커질 수 있으므로 이유에 해당한다.

NoteBase

오답 포인트

3번은 "분해가 늦어진다"는 결과만 맞고 그 원인을 C/N비 증가로 바꾸어 놓은 함정이다. 점토의 효과는 유기물의 질을 바꾸는 것이 아니라 물리적·화학적으로 보호하는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

토양 유기물 함량 차이를 묻는 선지에서는 먼저 입자 크기와 비표면적, 통기성, 수분 보유, 광물-유기물 결합을 본다. C/N비처럼 유기물 자체의 조성을 나타내는 성질을 토성의 직접 효과로 돌리면 오답일 가능성이 크다.

암기 포인트

점토는 C/N비를 바꾸는 것이 아니라 유기물을 붙잡아 보호하고, 모래는 통기성을 높여 분해를 빠르게 한다.

NoteBase

문 11. 염류 집적 토양의 개량 방법 중 효과가 가장 낮은 것은?

① 나트륨성 토양에 입단형성촉진제를 사용한다.

② 나트륨성 토양에 SAR과 CO_3^{2-}농도가 높은 관개수로 배수한다.

③ 염류-나트륨성 토양에 석고를 사용한다.

④ 염류-나트륨성 토양에 황 또는 황산을 사용한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 나트륨성 토양과 염류-나트륨성 토양의 개량 원리를 구별하고, 관개수의 질이 개량 효과를 좌우한다는 점을 묻는다.

핵심 개념

나트륨성 토양은 치환성 나트륨이 많아 토양 입자가 분산되고 구조가 나빠진 토양이다.
염류-나트륨성 토양은 가용성 염류도 많고 치환성 나트륨도 많은 토양이어서 염 제거와 나트륨 치환을 함께 고려해야 한다.
개량의 핵심은 나트륨을 칼슘으로 치환하고, 양질의 물로 용탈·배수하여 염과 치환된 나트륨을 뿌리층 밖으로 빼내는 것이다.

선지별 해설

1번: O. 나트륨성 토양은 분산 때문에 입단이 무너지고 투수성이 떨어지므로 입단형성촉진제나 토양개량제를 써서 구조를 보완하는 방법은 개량에 도움이 된다. 나트륨 치환이 본체이기는 하지만 효과가 낮은 방법으로 보기는 어렵다.
2번: X. 나트륨성 토양에 SAR과 CO_3^{2-} 농도가 높은 물을 쓰면 나트륨 축적과 알칼리화가 더 심해져 토양 구조가 더 악화될 수 있다. 틀린 표현은 "SAR과 CO_3^{2-} 농도가 높은 관개수"이다. 올바르게는 SAR과 탄산염 농도가 낮은 양질의 물로 용탈·배수하고, 필요하면 칼슘 자재를 함께 써야 한다.
3번: O. 염류-나트륨성 토양에 석고를 쓰면 칼슘이 공급되어 치환성 나트륨을 밀어내므로 대표적인 개량 방법에 해당한다.
4번: O. 황 또는 황산은 토양의 탄산칼슘을 이용해 칼슘의 유효화를 높여 나트륨 치환을 돕기 때문에 염류-나트륨성 토양 개량에 사용할 수 있다.

오답 포인트

염류가 많으면 물만 빼면 된다고 단순화하면 틀리기 쉽다. 이 문항의 함정은 관개수의 양이 아니라 관개수의 질에 있다. 2번처럼 SAR과 탄산염 농도가 높은 물은 배수에 쓰더라도 오히려 나트륨성을 악화시킨다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

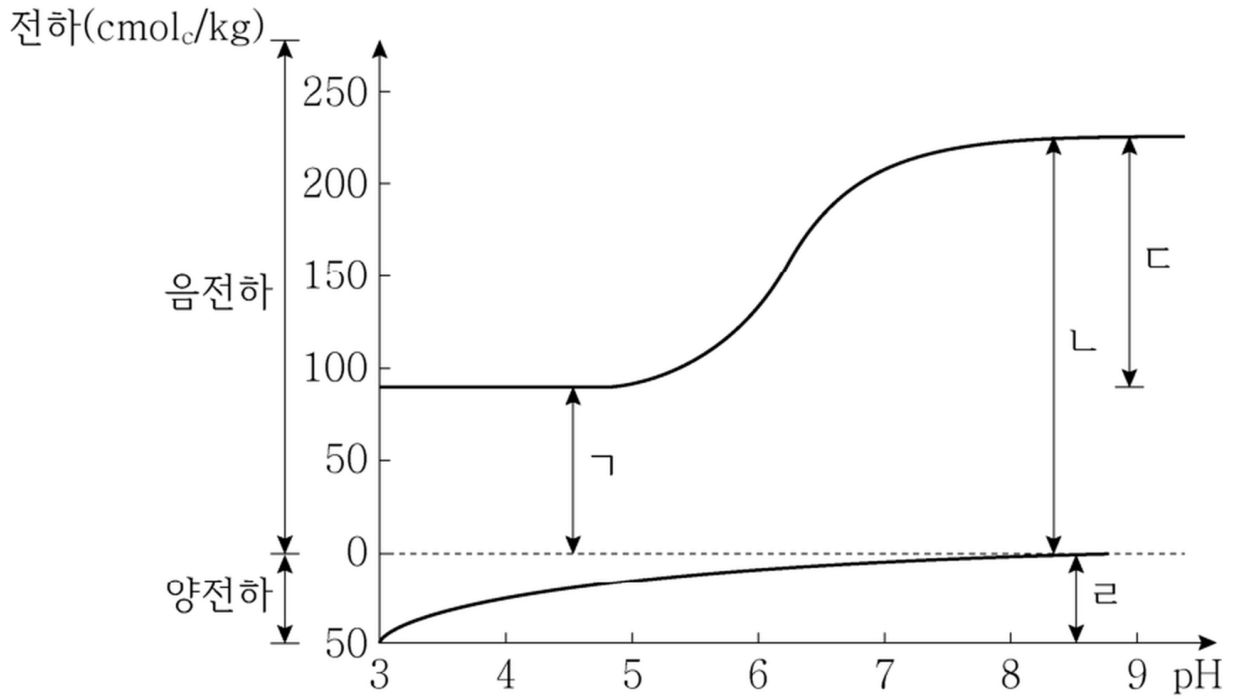
염류 집적 토양 개량 문제는 먼저 토양이 나트륨성인지 염류-나트륨성인지 구분한 뒤, 칼슘 공급으로 나트륨을 치환하는 방법인지, 양질의 물로 용탈하는 방법인지, 아니면 나트륨성을 더 키우는 처치인지를 순서대로 판단한다.

암기 포인트

나트륨성 토양은 칼슘으로 치환하고 좋은 물로 씻어 내며, SAR 높은 물은 개량제가 아니라 악화 요인이다.

NoteBase

문 12. 그림은 토양의 pH 변화에 따른 양전하와 음전하의 변화를 나타낼 때, 철산화물로부터 기인할 수 있는 전하만을 모두 고르면?



① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄹ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄷ, ㄹ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 pH에 따라 철산화물이 나타내는 가변전하의 방향을 그래프에서 읽어 내는 문제이다. 철산화물은 영구전하가 아니라 pH에 따라 양전하와 음전하가 달라지는 가변전하를 가진다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: ㄱ은 낮은 pH에서도 거의 일정하게 존재하는 음전하 부분이므로 층상 규산염의 동형치환에서 생기는 영구음전하에 해당한다. 철산화물 기인 전하만을 고르면 ㄱ을 넣을 수 없다. 올바르게는 ㄷ, ㄹ을 골라야 한다.
2번 X: ㄱ은 철산화물 전하가 아니라 영구음전하이므로 틀리다. ㄹ은 pH에 따라 변하는 양전하이므로 철산화물에서 기인할 수 있지만, ㄱ이 함께 들어가 있으므로 이 조합은 성립하지 않는다. 올바르게는 ㄷ, ㄹ이다.
3번 X: ㄷ은 pH가 올라가며 새로 증가한 음전하이므로 철산화물의 탈양성자화로 설명할 수 있다. 그러나 ㄴ은 높은 pH에서의 전체 음전하 크기를 나타내어 영구음전하와 가변음전하가 함께 포함된 값이므로 철산화물만의 전하라고 볼 수 없다. 올바르게는 ㄷ, ㄹ이다.
4번 O: ㄷ은 pH 증가에 따라 철산화물 표면의 수산기에서 수소 이온이 떨어져 나오면서 생기는 가변음전하이다. ㄹ은 낮은 쪽에서 형성되었다가 pH가 높아지며 줄어드는 가변양전하에 해당하므로 철산화물 기인 전하로 볼 수 있다. 따라서 철산화물로부터 기인할 수 있는 전하만을 고르면 ㄷ, ㄹ이다.

오답 포인트

ㄴ을 철산화물의 음전하 자체로 오해하면 틀리기 쉽다. 그래프의 ㄴ은 특정 pH에서 관측되는 전체 음전하량이고, 철산화물의 가변음전하만 따로 떼어 낸 값은 증가분인 ㄷ이다. 또한 ㄱ은 pH와 무관한 영구음전하라는 점을 놓치면 1번이나 2번으로 흔들리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

토양 콜로이드 전하 문제는 먼저 pH와 무관하게 일정한 부분이 영구전하인지, pH 변화에 따라 늘거나 줄어드는 부분이 가변전하인지를 구분해서 본다. 그다음 철산화물은 가변전하의 원천이라는 점을 적용하면 된다.

암기 포인트

층상 규산염은 영구음전하, 철산화물은 pH 의존적 가변전하라는 구도로 정리된다.

NoteBase

문 13. 다음 특성을 갖는 토양 미생물에 대한 설명으로 옳은 것은?

◯ 이산화탄소를 이용하여 광합성을 하고 산소를 방출한다.
◯ 질소, 인, 칼륨과 같은 영양원이 증가하면 생육이 급증한다.
◯ 사상균과 공생하여 지의류를 형성하기도 한다.

① 모두 원핵생물에 속한다.
② 다당류를 생성하여 토양 입단화에 기여하기도 한다.
③ 외생균근과 내생균근으로 나눌 수 있다.
④ 균사체로 자라며 포자를 형성한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 조류의 기본 특징을 알고, 이를 균근균이나 사상균의 특징과 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

제시된 미생물은 조류이다. 조류는 이산화탄소를 이용해 광합성을 하는 독립영양성 미생물이며, 일부는 사상균과 공생해 지의류를 이룬다. 반면 외생균근·내생균근의 구분이나 균사체 형성은 조류가 아니라 균류 쪽의 특징이다.

선지별 해설

1번 X: 틀린 부분은 "모두 원핵생물"이다. 조류에는 진핵생물인 녹조류·규조류 등이 포함되므로 전부 원핵생물로 볼 수 없다. 올바르게는 남조류를 제외한 많은 조류는 진핵생물이다.
2번 O: 조류는 점질성 다당류를 생성하거나 분비하여 토양 입자를 서로 붙게 하고, 그 결과 토양 입단화에 기여할 수 있다. 토양 표면 안정화와 구조 개선에 도움이 되는 설명이므로 옳다.
3번 X: 틀린 부분은 "외생균근과 내생균근"이다. 이 구분은 식물 뿌리와 공생하는 균근균의 분류이지 조류의 분류가 아니다. 올바르게는 조류는 녹조류, 규조류, 남조류 등으로 구분한다.
4번 X: 틀린 부분은 "균사체로 자라며"이다. 균사체를 형성하는 것은 전형적인 사상균의 특징이다. 올바르게는 조류는 단세포, 군체, 사상체 등으로 존재할 수 있으나 균류처럼 균사체를 이루는 미생물로 보지 않는다.

오답 포인트

지의류를 형성한다는 단서만 보고 균류로 오인하거나, 미생물 분류를 한꺼번에 섞어 외생균근·내생균근 같은 균류 용어를 조류에 적용하면 틀리기 쉽다. 4번도 포자라는 단어보다 앞의 "균사체"가 결정적 오답 표현이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

광합성, 이산화탄소 이용, 산소 방출이 나오면 먼저 조류를 떠올린다. 그다음 선지에 균근, 균사체, 포자 형성 같은 균류 전용 특징이 섞여 있는지 확인하면 정답을 빠르게 가를 수 있다.

암기 포인트

조류는 광합성과 다당류, 균류는 균사체와 균근으로 정리된다.

NoteBase

문 14. 토양생물에 대한 설명으로 적절한 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 토양 조류는 광합성을 하므로 유기물 생산자 역할을 한다.
ㄴ. 토양에서 세균보다 개체수가 많은 사상균은 유기물 분해에 중요한 역할을 한다.
ㄷ. 방선균은 대부분 산성에 매우 약하며, 경작지보다 목초지에 많은 경향이 있다.
ㄹ. 내생균근균은 사탕무, 시금치에 균근을 형성한다.

① ㄱ, ㄷ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 토양 조류, 사상균, 방선균, 내생균근균의 생태적 특성을 정확히 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

토양 조류는 광합성으로 유기물을 만드는 1차 생산자이다.
사상균은 균사로 유기물 분해에 중요하지만, 토양에서 개체수는 일반적으로 세균보다 많지 않다.
방선균은 균사상으로 자라는 세균류로서 대체로 산성에 약하고 목초지 토양에서 비교적 많은 경향이 있다.
내생균근균은 많은 작물의 뿌리에 공생하지만 사탕무와 시금치처럼 균근 형성이 잘 되지 않는 예외 작물도 있다.

선지별 해설

1번: O. ㄱ의 토양 조류는 광합성을 하여 유기물을 합성하므로 생산자 역할을 한다. ㄷ의 방선균은 대체로 산성에 약하고 목초지 토양에서 비교적 많은 경향이 있으므로 맞는 조합은 ㄱ, ㄷ이다.
2번: X. ㄱ은 맞지만 ㄹ이 틀리다. 틀린 부분은 '사탕무, 시금치에 균근을 형성한다'는 표현이다. 올바르게는 사탕무와 시금치는 내생균근균 형성이 잘 되지 않는 대표 작물이다.
3번: X. ㄷ은 맞지만 ㄴ이 틀리다. 틀린 부분은 '세균보다 개체수가 많은 사상균'이라는 표현이다. 올바르게는 사상균은 유기물 분해에 중요하지만 개체수는 일반적으로 세균보다 많지 않다.
4번: X. ㄴ과 ㄹ이 모두 틀리므로 조합 전체가 틀리다. 올바르게는 'ㄴ, ㄹ'이 아니라 'ㄱ, ㄷ'을 골라야 한다.

오답 포인트

사상균은 분해력이 커서 수적으로도 세균보다 많다고 착각하기 쉽고, 내생균근균은 대부분 작물에 형성된다는 일반론을 사탕무·시금치 같은 예외 작물에 그대로 적용하면 틀린다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

토양생물 문제는 영양 방식, 분해 주체, pH 선호, 균근 예외 작물의 네 축으로 끊어 판단한다. 광합성 여부는 조류, 산성 민감성과 목초지 선호는 방선균, 균근 비형성 예외는 사탕무·시금치로 연결하면 조합을 빠르게 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

조류는 생산자, 사상균은 분해자, 방선균은 산성에 약함, 사탕무·시금치는 균근 예외이다.

NoteBase

문 15. 지렁이의 개체수를 증가시키는 토양환경 요인이 아닌 것은?

① 칼슘이 풍부한 토양
② 신선한 유기물이 시용된 토양
③ 공기가 잘 통하는 습한 토양
④ 암모니아태 질소 함량이 높은 토양

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 지렁이의 생육에 유리한 토양 조건과 지렁이 개체수를 오히려 감소시키는 질소 조건을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

지렁이는 칼슘이 충분하고 중성에 가까우며, 유기물 먹이가 많고, 습윤하면서도 통기가 되는 토양에서 활성이 높다. 반대로 암모니아태 질소가 과다한 조건은 독성과 산성화 때문에 지렁이 개체수에 불리하다.

선지별 해설

1번 O: 칼슘이 풍부한 토양은 지렁이의 성장과 생존에 유리하다. 지렁이는 대체로 중성에 가까운 토양과 칼슘이 충분한 환경을 선호하므로 개체수 증가 조건에 해당한다.
2번 O: 신선한 유기물이 사용된 토양은 지렁이의 먹이원을 늘리고 토양 표면의 유기물층을 두껍게 하여 서식 조건을 좋게 한다. 식물잔사나 유기물 공급이 많을수록 지렁이 활동이 활발해지기 쉽다.
3번 O: 공기가 잘 통하는 습한 토양은 지렁이에게 유리하다. 지렁이는 몸의 수분 유지가 필요하므로 습윤한 토양을 좋아하고, 동시에 통기가 되어야 정체수에 의한 불량 환경을 피할 수 있다.
4번 X: 틀린 표현은 "암모니아태 질소 함량이 높은"이다. 암모니아나 암모늄계 비료가 많은 조건은 지렁이에 독성을 나타내거나 토양을 산성화하여 개체수를 줄일 수 있다. 올바르게는 "암모니아태 질소가 과다하지 않고, 유기물과 칼슘이 충분한 토양이 지렁이 개체수 증가에 유리하다"이다.

오답 포인트

질소가 많으면 생물이 잘 산다고 단순 연결하면 4번에 흔들리기 쉽다. 이 문항은 질소의 총량이 아니라 질소의 형태가 중요하다는 점을 묻는다. 암모니아태 질소의 과다는 비옥도와 별개로 지렁이에게 해로운 조건이 될 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

지렁이 서식 조건 문제는 먹이인 유기물, 수분, 통기, 칼슘과 중성에 가까운 반응을 먼저 떠올리면 된다. 그다음 암모니아 독성, 강한 산성화, 건조, 압밀 같은 저해 요인을 지우면 정답을 빠르게 고를 수 있다.

NoteBase

암기 포인트

지렁이는 칼슘·유기물·습윤·통기를 좋아하고, 암모니아태 질소의 과다는 싫어한다.

NoteBase

문 16. 요소(Urea)는 토양에 시비되면 가수분해되고 가수분해된 질소는 질산화된다. 다음 중 요소 시비 후 토양 pH의 경시적 변화에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 토양 pH에 변화가 없다.

② 토양 pH가 높아진 후 감소한다.

③ 토양 pH가 지속적으로 감소한다.

④ 토양 pH가 지속적으로 증가한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 요소 시비 후 토양 pH가 가수분해 단계에서는 일시적으로 상승하고, 이후 질산화 단계에서는 다시 낮아지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

요소의 가수분해는 요소가 암모늄태 질소로 바뀌는 과정이며, 이때 국소적으로 염기성이 강해져 pH가 일시적으로 상승한다.
질산화는 암모늄이 질산으로 산화되는 과정이며, 이때 수소 이온이 생성되어 pH가 다시 낮아진다.

선지별 해설

1번 X: 틀린 부분은 "변화가 없다"이다. 실제로는 요소 가수분해 직후 pH가 일시적으로 높아졌다가, 질산화가 진행되면 다시 감소한다.
2번 O: 요소 시비 후에는 가수분해 때문에 토양 pH가 먼저 높아지고, 이후 가수분해된 질소가 질산화되면서 pH가 감소하므로 옳다.
3번 X: 틀린 부분은 "지속적으로 감소한다"이다. 실제로는 처음부터 계속 감소하는 것이 아니라, 가수분해 단계에서 먼저 상승한 뒤 질산화 단계에서 감소한다.
4번 X: 틀린 부분은 "지속적으로 증가한다"이다. 실제로는 가수분해 직후에는 증가할 수 있으나, 이후 질산화로 인해 다시 낮아지므로 계속 증가하지는 않는다.

오답 포인트

가수분해의 일시적 알칼리화만 기억하면 4번으로, 질산화의 산성화만 기억하면 3번으로 기울기 쉽다. 이 문항은 두 과정을 시간 순서대로 함께 떠올리는지가 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

요소, 암모늄 비료, 질산화가 함께 나오면 먼저 가수분해 직후 반응을 보고, 그다음 질산화가 진행된 뒤의 수소 이온 생성 여부를 이어서 판단한다. 초기는 상승, 후기는 감소라는 시간축으로 보면 정답이 정리된다.

NoteBase

암기 포인트

요소 시비 후 pH는 먼저 올라가고, 질산화가 진행되며 다시 내려간다.

NoteBase

문 17. 다음 토양 미생물을 탄소원과 에너지원에 따라 분류할 때 해당하는 것은?

Nitrosomonas sp.
Thiobacillus denitrificans
Thiobacillus ferrooxidans

① 광합성자급영양생물
② 광종속영양생물
③ 화학자급영양생물
④ 화학종속영양생물

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 미생물을 탄소원과 에너지원의 조합으로 분류할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

광합성자급영양생물은 빛을 에너지원으로, 이산화탄소를 탄소원으로 이용한다.
광종속영양생물은 빛을 에너지원으로, 유기물을 탄소원으로 이용한다.
화학자급영양생물은 무기물 산화에서 얻는 화학에너지를 에너지원으로, 이산화탄소를 탄소원으로 이용한다.
화학종속영양생물은 유기물을 에너지원과 탄소원으로 함께 이용한다.

선지별 해설

1번 X: 광합성자급영양생물은 빛으로 에너지를 얻는 미생물인데, 제시된 Nitrosomonas sp., Thiobacillus denitrificans, Thiobacillus ferrooxidans는 빛이 아니라 암모늄, 황, 철 같은 무기물의 산화에서 에너지를 얻는다. 틀린 표현은 '광합성'이며, 올바르게는 '화학'이다.
2번 X: 광종속영양생물은 빛을 에너지원으로 쓰면서 탄소원은 유기물에 의존한다. 제시된 미생물들은 유기물을 탄소원으로 쓰지 않고 이산화탄소를 이용한다. 틀린 표현은 '광'과 '종속영양'이며, 올바르게는 '화학자급영양생물'이다.
3번 O: 세 미생물 모두 무기물 산화로 에너지를 얻고 이산화탄소를 탄소원으로 이용하는 화학자급영양생물에 해당한다. Nitrosomonas는 암모늄 산화균이고, Thiobacillus류는 황이나 철의 산화에서 에너지를 얻는 대표적 화학자급영양성 미생물이다.
4번 X: 화학종속영양생물은 화학에너지를 쓰지만 탄소원은 유기물에 의존한다. 제시된 미생물들은 유기물 분해자가 아니라 무기물 산화에 의존하는 자급영양성 미생물이다. 틀린 표현은 '종속영양'이며, 올바르게는 '자급영양'이다.

NoteBase

오답 포인트

에너지원이 화학반응이라는 점만 보고 3번과 4번을 함께 맞는 것처럼 보면 틀린다. 이 문제의 함정은 에너지원 구분 뒤에 탄소원을 한 번 더 확인해야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 빛을 쓰는지 무기물 산화 같은 화학에너지를 쓰는지로 1차 구분을 한다. 그다음 탄소원을 이산화탄소로 쓰면 자급영양, 유기물에 의존하면 종속영양으로 판단한다.

암기 포인트

질산화균·황산화균·철산화균처럼 무기물을 산화하고 이산화탄소를 이용하면 화학자급영양생물이다.

NoteBase

문 18. 토양용액 중 이온에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 일반적으로 양이온의 함량은 Ca > Mg > Na 순이다.

② 음이온은 NO_3^-, SO_4^{2-} 등으로 양이온들과 전하 평형을 유지한다.

③ 영양소의 확산 속도는 $H_2PO_4^- > K^+ > Cl^-$ 순이다.

④ $H_2PO_4^-$과 HPO_4^{2-}의 농도는 일반적으로 매우 낮다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 토양용액에서 주요 이온의 상대적 존재량과 이동성을 구별하는지를 묻는다.

핵심 개념

일반적인 토양용액에서는 주요 양이온으로 Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+가 많이 나타나고, NO_3^-, SO_4^{2-} 같은 음이온이 전하 평형을 이룬다. 반면 인산 이온은 토양 입자에 잘 흡착되어 용액 중 농도도 낮고 확산도도 느리다.

선지별 해설

① O. 일반적인 비염류 토양의 토양용액에서는 Ca^{2+}가 가장 많고 그다음이 Mg^{2+}, Na^+인 경우가 흔하다.
② O. 토양용액은 전기적 중성을 유지하므로 NO_3^-, SO_4^{2-} 같은 음이온이 양이온과 함께 전하 평형을 이룬다.
③ X. 틀린 부분은 "$H_2PO_4^- > K^+ > Cl^-$"라는 확산 속도 순서이다. 실제로는 Cl^-가 더 빠르게 이동하고 K^+가 그다음이며, $H_2PO_4^-$는 토양에 강하게 흡착되어 가장 느리다.
④ O. $H_2PO_4^-$와 HPO_4^{2-}는 식물이 이용하는 인산 형태이지만 토양에 쉽게 고정되므로 토양용액 중 농도는 대체로 매우 낮다.

오답 포인트

③은 식물 영양소라는 점만 보고 인산이 빨리 이동한다고 착각하기 쉽다는 점이 함정이다. 토양에서의 확산 속도는 중요도보다 흡착 정도와 이동성에 더 크게 좌우된다.

다시 나오면 이렇게 판단

이온의 이동성이나 확산 속도를 묻는 선지는 먼저 토양에 얼마나 흡착되는지를 본다. Cl^-, NO_3^-처럼 잘 흡착되지 않는 이온은 빠르고, K^+는 그보다 느리며, 인산 이온은 가장 느리다고 판단한다.

암기 포인트

토양용액 이동성은 염화물 빠름, 칼륨 보통, 인산 가장 느림으로 정리된다.

NoteBase

문 19. 토양에서 K의 식물 이용 및 손실에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 식물은 K이 부족할 경우 잎 끝부분의 색이 변하고, 더 심하면 괴사된다.

② 장석, 운모와 같은 1차광물의 풍화로 K의 가용성이 증대된다.

③ K의 용탈은 Ca보다 쉽고 질산태 질소보다 덜하다.

④ K은 상대적으로 늙은 조직에 축적되는 경향이 있다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 토양 내 칼륨의 가용화와 용탈성, 식물체 내 이동성을 함께 구분하는 문제이다.

핵심 개념

토양의 K 가용성은 장석·운모 같은 1차광물의 풍화와 교환성 K의 보급으로 커진다.
토양 내 이동성은 전하와 흡착력으로 판단하며, K는 양이온이라 질산태 질소보다 덜 용탈되고 Ca보다 더 쉽게 용탈된다.
식물체 내 이동성은 매우 커서 K는 어린 조직으로 재이동하므로 결핍 증상은 늙은 잎에서 먼저 나타난다.

선지별 해설

① O: K는 식물체 내 이동성이 커서 부족하면 먼저 오래된 잎의 끝과 가장자리에서 변색이 나타나고, 심해지면 괴사로 진행된다.
② O: 장석과 운모는 K를 함유한 대표적 1차광물이다. 이들이 풍화되면 광물 구조 속 K가 방출되어 토양의 가용성 K 공급원이 된다.
③ O: K는 일가 양이온이라 이가 양이온인 Ca보다 토양 교질에 덜 강하게 붙고, 음이온인 질산태 질소보다는 더 붙는다. 따라서 용탈성은 Ca보다 크고 질산태 질소보다 작다.
④ X: 틀린 부분은 '상대적으로 늙은 조직에 축적된다'이다. K는 식물체 내 이동성이 매우 커서 새로 자라는 어린 조직으로 빠르게 이동한다. 올바르게는 K 결핍 증상이 늙은 잎에서 먼저 나타난다고 본다.

오답 포인트

④는 결핍 증상이 늙은 잎에서 먼저 보인다는 사실과, 원소 자체가 늙은 조직에 축적된다는 서술을 섞어 놓은 함정이다. K는 오래된 잎에서 빠져나와 어린 조직으로 이동하므로 증상 위치와 축적 방향을 반대로 읽으면 틀리게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

K 문제는 세 축으로 정리하면 된다. 토양 공급원은 1차광물 풍화, 토양 내 이동성은 양이온이므로 질산태 질소보다 작고 Ca보다 큰 편, 식물체 내 이동성은 커서 결핍 증상은 늙은 잎에 먼저 나타난다고 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

K는 광물에서 풀리고, 토양에서는 Ca보다 잘 씻기지만 질산태 질소보다는 덜 씻기며, 식물 안에서는 어린 조직으로 이동한다.

NoteBase

문 20. 인산비료의 토양 내 변동 특성에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 토양 pH 4 ~ 6에서 용존 인산은 주로 HPO_4^{2-} 형태로 존재한다.

② 퇴비와 혼합 시비하면 인산 용해도가 상승하여 비효가 증가한다.

③ 일반적으로 식물의 HPO_4^{2-} 흡수는 $H_2PO_4^-$ 흡수에 비해 빠르다.

④ 수용성인산이 주성분인 용성인비는 생육기간이 짧은 작물에 주로 시비한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 토양 pH에 따른 인산의 존재 형태, 식물의 주된 흡수 형태, 유기물과 인산질 비료 종류에 따른 유효도 차이를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

토양 용액의 인산은 pH에 따라 우세한 이온형이 달라진다. 산성에서 약산성인 pH 4~6에서는 $H_2PO_4^-$가 우세하고, pH가 높아질수록 HPO_4^{2-}의 비율이 커진다.
퇴비 같은 유기물은 유기산과 부식물의 작용으로 Fe·Al에 의한 인산 고정을 줄이고, 흡착된 인산의 탈착과 용해를 도와 인산 유효도를 높일 수 있다.
용성인비는 수용성 인산질 비료가 아니라 구용성 인산질 비료에 속하므로 속효성 수용성 인산비와 성질이 다르다.

선지별 해설

1번: X. pH 4~6은 산성~약산성 범위이므로 용존 인산은 주로 HPO_4^{2-}가 아니라 $H_2PO_4^-$ 형태로 존재한다. 틀린 표현은 '주로 HPO_4^{2-} 형태'이고, 올바르게는 '주로 $H_2PO_4^-$ 형태'이다.
2번: O. 퇴비와 혼합 시비하면 유기물에서 나온 유기산과 부식 성분이 인산의 고정을 완화하고 용해도를 높여 토양 용액 중 이용 가능한 인산을 늘릴 수 있다. 그래서 인산의 비효가 증가한다.
3번: X. 일반적인 경작지 pH에서는 식물이 HPO_4^{2-}보다 $H_2PO_4^-$를 더 주된 형태로 흡수한다. 틀린 표현은 'HPO_4^{2-} 흡수는 $H_2PO_4^-$ 흡수에 비해 빠르다'이고, 올바르게는 '$H_2PO_4^-$가 더 주된 흡수 형태이다'이다.
4번: X. 틀린 표현은 '수용성인산이 주성분인 용성인비'이다. 용성인비는 수용성 인산비가 아니라 구용성 인산질 비료이므로 빠른 용해를 전제로 한 단기 속효성 비료처럼 설명하면 틀린다. 올바르게는 '용성인비는 구용성 인산질 비료이다'이다.

오답 포인트

인산은 모두 같은 형태로 존재하고 같은 속도로 흡수된다고 보면 틀리기 쉽다. 특히 ①은 pH에 따른 우세 이온형을 뒤바꾼 선지이고, ④는 '용성인비'를 '수용성 인산비'처럼 바꿔 말한 것이 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

인산 문항은 먼저 토양 pH가 산성인지 알칼리성인지 보고 우세한 이온형을 판단한다. 다음으로 유기물은 대체로 인산 고정을 완화해 유효도를 높인다는 점을 확인하고, 비료명은 수용성·구용성 구분부터 맞는지 따져 보면 된다.

암기 포인트

산성 토양 인산은 $H_2PO_4^-$, 퇴비는 인산 고정 완화, 용성인비는 구용성 인산질 비료이다.

NoteBase

문 21. 토양유실예측공식(USLE)에서 각각의 인자와 유실저감방안을 설명한 것으로 옳지 않은 것은?

① R: 토양 표면을 식물로 피복하여 빗방울의 운동에너지를 감소시킨다.

② K: 철과 알루미늄 수산화물 함량이 높은 토양을 팽윤형 점토로 개량한다.

③ C: 옥수수보다 목초를 재배한다.

④ P: 등고선대상재배나 승수로설치재배를 한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 USLE의 R, K, C, P 인자가 무엇을 뜻하는지와 각 인자에 대응하는 유실 저감 방향을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

R은 강우의 침식력을 뜻하고, K는 토양 자체의 침식성을 뜻한다.
C는 작물피복·재배관리 효과를, P는 등고선재배·대상재배 같은 보전적 경작관행 효과를 뜻한다.
즉 R은 빗방울 타격, K는 토양 성질, C는 피복 상태, P는 경작 방식으로 구분한다.

선지별 해설

① O: R은 강우의 침식력과 관련된다. 토양 표면을 식물로 피복하면 빗방울의 운동에너지가 토양에 직접 전달되는 것이 줄어 강우에 의한 분산과 유실이 감소한다.
② X: 틀린 부분은 "철과 알루미늄 수산화물 함량이 높은 토양을 팽윤형 점토로 개량"이라는 표현이다. K는 토양침식성 인자인데, 철·알루미늄 수산화물이 많은 토양은 일반적으로 입단이 비교적 안정하여 침식성이 큰 대표 토양으로 보기 어렵고, K를 낮추는 설명도 아니다. 올바르게는 실트가 많고 유기물이 적어 쉽게 분산되는 토양의 침식성을 낮추도록 유기물 증진, 입단 안정화, 침투성 개선을 하는 방향이 K 저감에 해당한다.
③ O: C는 피복 및 재배관리 인자이다. 옥수수 같은 줄작물보다 목초처럼 지표를 더 지속적으로 덮는 작물을 재배하면 토양 피복이 커져 유실이 줄어든다.
④ O: P는 보전적 경작관행 인자이다. 등고선대상재배나 승수로 설치 같은 지형·배수 조절형 보전관리로 지표유출의 속도를 낮추면 P 인자를 개선할 수 있다.

오답 포인트

②는 K를 '토양의 광물조성을 바꾸는 이야기'처럼 보이게 만들어 헷갈리게 한다. USLE에서 K는 토양이 원래 얼마나 쉽게 침식되는지를 보는 인자이므로, 시험에서는 실트 함량, 유기물, 입단 안정성 같은 침식성 판단 요소를 먼저 떠올리는 것이 맞다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

USLE 선지가 나오면 먼저 *R*=강우, *K*=토양 성질, *C*=피복관리, *P*=보전관행으로 축을 나눈다. 그다음 선지의 관리 방법이 빗방울 차단인지, 토양 자체 안정화인지, 작물피복인지, 경작방식 개선인지를 대응시키면 정답을 판단할 수 있다.

암기 포인트

*R*은 비, *K*는 흙, *C*는 덮개, *P*는 경작방식이다.

NoteBase

문 22. 통기성이 좋은 농경지 표토에서 높은 농도로 존재할 경우 토양 중 변화, 분해 등을 통해 지하수로 유입될 가능성이 가장 큰 것은?

① HPO_4^{2-}

② NH_4^+

③ F^-

④ Cd^{2+}

정답 2번

출제 포인트

이 문항은 통기성이 좋은 표토에서 NH_4^+가 질산화되어 NO_3^-로 바뀐 뒤 쉽게 용탈되는지를 묻는다.

핵심 개념

NH_4^+: 토양에 일단 흡착될 수 있는 양이온이지만 통기성이 좋으면 미생물에 의해 NO_3^-로 질산화되어 이동성이 커진다. / 결정 차이축: 더 이동성 큰 형태로 전환되는가 / 키워드: 질산화, 용탈

HPO_4^{2-}: 토양에서 Fe, Al, Ca와 반응하거나 흡착되어 고정되기 쉽다. / 결정 차이축: 토양 고정 여부 / 키워드: 인산 고정

F^-: 음이온이지만 이 문항의 핵심인 질산화처럼 이동성을 급격히 키우는 대표적 생물학적 전환 대상은 아니다. / 결정 차이축: 변화 후 이동성 증가 여부 / 키워드: 제한적 이동

Cd^{2+}: 중금속 양이온으로 점토와 유기물에 흡착되기 쉬워 상대적으로 이동성이 작다. / 결정 차이축: 흡착 강도 / 키워드: 양이온 흡착

선지별 해설

1번 X: HPO_4^{2-}는 인산 형태로 토양에서 강하게 흡착되거나 난용성 화합물로 고정되기 쉽다. 틀린 표현은 "지하수로 유입될 가능성이 가장 크다"이다. 올바르게는 "토양에서 비교적 쉽게 고정되어 용탈 가능성이 작다"이다.

2번 O: NH_4^+는 통기성이 좋은 표토에서 질산화균에 의해 NO_3^-로 산화되기 쉽다. NO_3^-는 음이온이라 토양 콜로이드에 거의 흡착되지 않아 물과 함께 지하수로 용탈되기 쉽다.

3번 X: F^-는 일부 조건에서 이동할 수 있지만, 이 문항처럼 "토양 중 변화, 분해 등을 통해" 훨씬 더 이동성 큰 형태로 바뀌는 대표 물질은 아니다. 올바르게는 "변화 후 지하수 유입 가능성이 가장 큰 것은 NH_4^+가 질산화된 경우"이다.

4번 X: Cd^{2+}는 2가 양이온 중금속으로 토양의 음전하 표면과 유기물에 흡착되기 쉽다. 틀린 표현은 "가장 크게 유입된다"이다. 올바르게는 "산성화 등 특수 조건이 아니면 일반적으로 NH_4^+의 질산화 산물보다 이동성이 작다"이다.

NoteBase

오답 포인트

현재 존재 형태만 보고 NH_4^+도 양이온이므로 잘 안 움직인다고 판단하면 틀린다. 이 문항은 지금 형태가 아니라 통기성 좋은 표토에서 변한 뒤 어떤 형태가 가장 잘 용탈되는지를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

토양오염 물질 문제에서 통기성, 변화, 분해라는 말이 나오면 먼저 미생물 작용으로 더 이동성 큰 형태로 바뀌는지를 본다. 그다음 양이온 흡착, 인산 고정, 질산 용탈을 비교하면 된다.

암기 포인트

암모늄은 붙잡혀도 질산이 되면 빠져나가고, 인산과 중금속 양이온은 대체로 토양에 붙잡힌다.

NoteBase

문 23. 식물에 대한 토양양분의 공급기작에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 뿌리에서 배출된 H^+로 인해 토양교질의 흡착 양이온이 흡수된다.

② 토양양분의 확산은 식물의 증산작용에 의해서만 발생한다.

③ 인(P)과 칼슘(Ca)은 집단류만으로 식물에 흡수된다.

④ 질소(N)와 망간(Mn)은 음이온의 형태로만 흡수된다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 식물에 대한 토양양분 공급기작인 양이온 치환, 확산, 집단류와 양분의 흡수 이온 형태를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

집단류는 증산에 따른 물의 이동과 함께 양분이 뿌리 쪽으로 이동하는 기작이다.
확산은 뿌리 주변 양분 농도가 낮아져 생긴 농도차를 따라 이온이 이동하는 기작이다.
토양교질에 흡착된 양이온은 뿌리가 방출한 H+와 치환되어 토양용액으로 풀린 뒤 흡수될 수 있다.

선지별 해설

1번: O. 뿌리는 양이온을 흡수할 때 H+를 방출할 수 있고, 이 H+가 토양교질에 흡착된 K+, Ca2+, Mg2+ 등의 양이온을 치환하여 토양용액으로 내보낸다. 이렇게 풀린 양이온이 뿌리에 흡수되므로 옳다.
2번: X. 틀린 표현은 '증산작용에 의해서만'이다. 확산은 뿌리 주변에서 양분이 소모되어 생긴 농도 기울기에 의해 일어나며, 증산작용은 집단류를 크게 좌우한다. 올바르게는 '토양양분의 확산은 뿌리와 토양 사이의 농도차로 발생한다.'이다.
3번: X. 틀린 표현은 '인(P)과 칼슘(Ca)은 집단류만으로'이다. 인은 토양 내 이동성이 낮아 주로 확산으로 공급되고, 칼슘은 주로 집단류로 공급된다. 올바르게는 '인은 주로 확산으로, 칼슘은 주로 집단류로 공급된다.'이다.
4번: X. 틀린 표현은 '음이온의 형태로만'이다. 질소는 질산이온(NO3-)뿐 아니라 암모늄이온(NH4+) 형태로도 흡수될 수 있고, 망간은 주로 Mn2+와 같은 양이온 형태로 흡수된다. 올바르게는 '질소는 음이온과 양이온 형태 모두 가능하고, 망간은 주로 양이온 형태로 흡수된다.'이다.

오답 포인트

집단류와 확산을 모두 물 이동과 관련된 현상으로만 기억하면 2번과 3번에서 틀리기 쉽다. 인은 확산, 칼슘은 집단류라는 대표 조합과 질소는 두 형태로 흡수될 수 있다는 점을 함께 구별해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

양분별 대표 공급기작과 흡수 형태를 먼저 대응시키면 된다. 이동성이 낮은 인은 확산, 증산 의존성이 큰 칼슘은 집단류, 흡착 양이온은 뿌리의 H+ 치환으로 풀린다고 판단한다.

암기 포인트

인은 확산, 칼슘은 집단류, 망간은 양이온, 뿌리 H+는 흡착 양이온을 치환한다.

NoteBase

문 24. 약산성 토양에서 음이온 형태로 존재하며 거동이 인산과 비슷하고, 철 혹은 알루미늄 수산화물에 결합될 수 있는 원소는?

① Ni

② Pb

③ As

④ Hg

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 토양 중 원소가 양이온형인지 음이온형인지, 그리고 인산과 유사하게 철·알루미늄 수산화물에 특이 흡착되는지를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

비소는 약산성의 산화적 토양에서 주로 비산염 $H_2AsO_4^-$, $HAsO_4^{2-}$ 형태로 존재하며 인산 이온과 화학적 거동이 비슷하다.
니켈과 납은 주로 Ni^{2+}, Pb^{2+} 같은 양이온으로 거동하므로 인산형 음이온과 구분된다.
수은도 일반적으로 인산과 유사한 음이온형으로 다루지 않으며 유기물이나 황화물과의 결합이 더 중요하다.

NoteBase

선지별 해설

① X
Ni는 토양에서 주로 Ni^{2+} 형태의 양이온으로 존재한다. 따라서 '음이온 형태로 존재하며 인산과 비슷하게 거동한다'는 조건에 맞지 않는다.
틀린 표현은 '음이온 형태로 존재하며 인산과 비슷하다'이다. 올바르게는 'Ni는 주로 양이온으로 존재하는 금속 원소이다.'이다.

② X
Pb는 토양에서 대체로 Pb^{2+} 형태로 거동하는 양이온성 중금속이다. 따라서 인산처럼 철·알루미늄 수산화물 표면에 경쟁적으로 특이 흡착되는 대표 음이온 원소로 보지 않는다.
틀린 표현은 '인산과 비슷한 음이온형 거동을 한다'이다. 올바르게는 'Pb는 주로 양이온으로 존재하며 침전이나 흡착으로 고정되기 쉽다.'이다.

③ O
As는 약산성의 산화적 토양에서 비산염 $H_2AsO_4^-$, $HAsO_4^{2-}$ 같은 음이온 형태로 존재한다. 이 비산염은 인산과 구조와 반응성이 비슷하여 철 또는 알루미늄 수산화물에 잘 흡착되므로 정답이다.

④ X
Hg는 일반적으로 Hg^{2+} 또는 유기수은 형태로 문제되며, 인산과 유사한 음이온형 거동을 대표하지 않는다. 토양에서는 유기물이나 황화물과의 결합이 더 핵심적이다.
틀린 표현은 '음이온 형태로 존재하며 인산과 비슷하게 거동한다'이다. 올바르게는 'Hg는 인산 유사 음이온으로 분류되지 않는다.'이다.

오답 포인트

중금속이라는 공통점만 보고 Ni, Pb, Hg를 고르면 틀리기 쉽다. 이 문항은 독성 원소를 묻는 문제가 아니라 '인산과 비슷한 음이온형 옥소음이온인가'를 묻는 문제이며, 그 조건에 맞는 것은 비산염 형태의 As뿐이다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 금속 원소가 나와도 먼저 토양에서 주된 존재 형태가 양이온인지 음이온인지부터 구분한다. 그다음 인산처럼 철·알루미늄 수산화물에 특이 흡착되는 옥소음이온이면 As를 우선 판단한다.

암기 포인트

비소는 비산염으로 인산을 닮고, Ni·Pb·Hg는 대체로 양이온성 금속으로 구분된다.

NoteBase

문 25. 유기화합물로 오염된 토양의 정화 및 복원에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 열탈착법은 현장에서 이루어지는 원위치(in situ) 처리 기술이다.

② 안정화 및 고형화 처리 기술은 현장에서도 사용할 수 있는 방법이다.

③ 계면활성제 등을 사용하여 유기오염물질의 용해도를 증가시켜 토양을 세척하는 방법도 가능하다.

④ 토양증기추출법은 가솔린 등 휘발성이 있는 유기오염물질의 처리에 효율적이다.

정답 1번

출제 포인트

유기오염 토양의 정화·복원기술별 적용 방식과 대상 오염물질의 특성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

열탈착법은 오염 토양을 가열해 유기오염물질을 휘발·분리하는 기술로, 대표적으로 굴착 후 처리하는 ex situ 공정으로 이해한다.
안정화·고형화는 고화재나 결합제를 써서 오염물질의 이동성을 낮추는 기술이며 현장 적용도 가능하다.
토양세척은 물이나 계면활성제 등을 이용해 오염물질을 용출·분리하는 기술이다.
토양증기추출법은 휘발성 유기오염물질을 토양 기상으로 빼내어 회수하는 기술이다.

선지별 해설

① X
열탈착법은 가열로 유기오염물질을 분리하는 기술이라는 점은 맞지만, 이를 현장에서 이루어지는 원위치 처리 기술이라고 단정한 것이 틀리다.
틀린 부분은 "원위치(in situ) 처리 기술"이라는 표현이다.
올바르게는 "열탈착법은 대표적으로 굴착 후 처리하는 ex situ 기술이다"이다.

② O
안정화 및 고형화 처리 기술은 시멘트계 물질 등을 혼합해 오염물질의 용출과 이동을 줄이는 방식이므로 현장 토양에 직접 적용하는 형태도 가능하다.

③ O
계면활성제 등을 사용해 유기오염물질의 용해도나 탈착성을 높인 뒤 세척수로 제거하는 토양세척법이 가능하다.

④ O
토양증기추출법은 가솔린처럼 휘발성이 큰 유기오염물질을 토양 공극의 기상으로 이동시켜 제거하므로 휘발성 유기오염물질 처리에 효율적이다.

NoteBase

오답 포인트

열탈착법은 "가열"이라는 특징 때문에 현장 가열 공정으로 연상하기 쉽지만, 시험에서는 보통 in situ와 ex situ의 구분을 함께 묻는다. ①은 기술의 원리 자체는 맞고 적용 방식만 바꿔 놓은 선지이므로 가장 헷갈리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

복원기술 문제에서는 먼저 오염물질의 상태를 본다. 휘발성이면 토양증기추출법, 용해도 증가 후 씻어내면 토양세척, 이동성 고정이면 안정화·고형화, 가열 후 분리면 열탈착으로 연결한다. 그다음 각 기술이 원위치인지 굴착 후 처리인지 구분하면 정답을 좁힐 수 있다.

암기 포인트

토양증기추출은 휘발성, 토양세척은 용출, 안정화·고형화는 고정, 열탈착은 가열 분리·주로 ex situ이다.

NoteBase