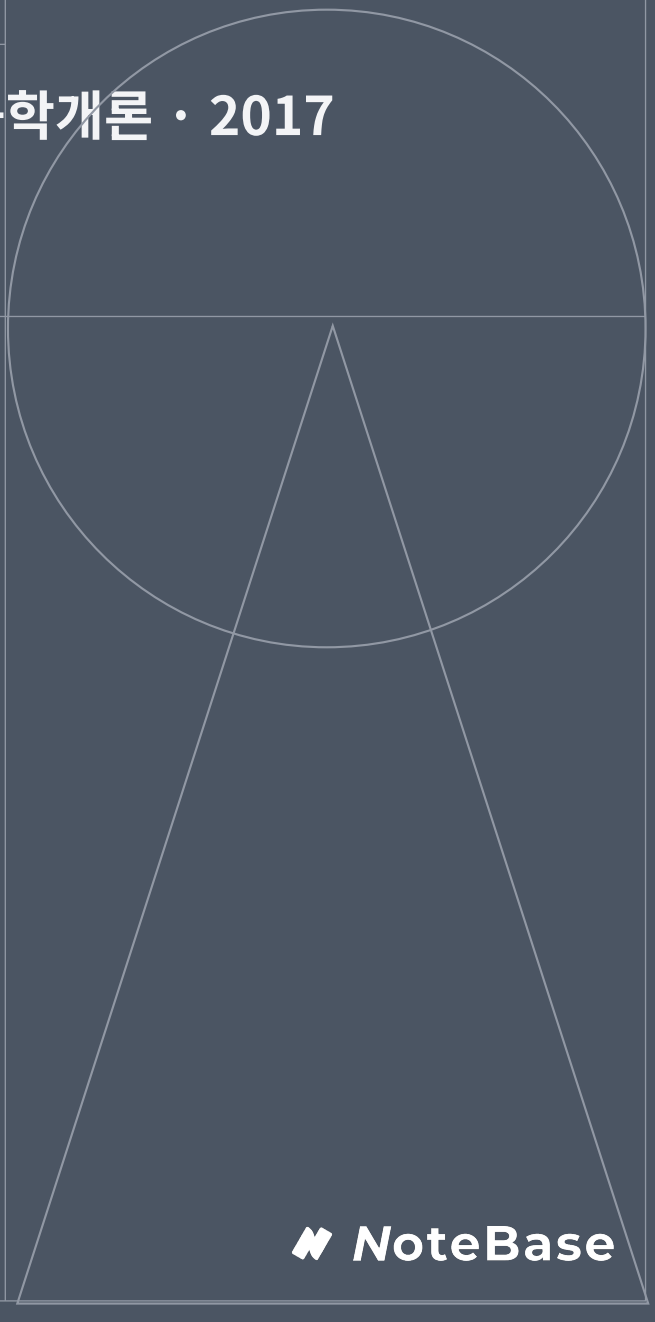
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 환경공학개론 · 2017



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 환경공학개론 · 2017

공무원/지방직/9급 · 환경공학개론 · 2017

문 1. 하천에서 용존산소가 소모되는 과정으로 옳지 않은 것은?

① 유기물 분해

② 재포기

③ 조류의 호흡

④ 질산화

정답 2번

간단한 해설

재포기는 산소가 부족한 하천에 **대기 중 산소가 녹아들어 용존산소를 보충**하는 과정이다. 따라서 용존산소를 소모하는 과정에 해당하지 않는다.

선지별 해설

① O: 하천에서 호기성 미생물이 유기물을 분해할 때 **물속의 산소를 이용**한다. 따라서 유기물의 호기성 분해는 용존산소를 소모하는 과정이다.

② X: 재포기는 대기 중 산소가 수면을 통해 물속으로 녹아드는 과정이다. 하천의 용존산소 농도가 포화농도보다 낮을 때 **산소를 공급하여 용존산소 농도를 회복**시키므로, 산소 소모가 아니라 산소 보충 과정에 해당한다.

③ O: 조류는 광합성으로 산소를 생성하지만, **호흡에서는 산소를 소비**한다. 호흡은 유기물을 분해하여 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는 과정이므로 하천의 용존산소를 소모한다.

④ O: 질산화는 암모니아성 질소가 아질산성 질소를 거쳐 질산성 질소로 산화되는 과정이다. 질산화 미생물이 이 산화 과정에서 **용존산소를 소비**한다.

NoteBase

문 2. 강에서 부영양화에 의한 조류 번성 시 하천수에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 강물에 이취미 물질(Geosmin, 2-MIB)이 증가한다.

② 조류번식으로 pH 값이 증가한다.

③ 하천 수질의 투명도가 낮아진다.

④ 낮에는 빛을 이용해 물 속의 용존산소가 소모되고 CO_2는 생성된다.

정답 4번

간단한 해설

낮에 빛을 이용하는 조류의 **광합성은 CO_2를 소비하고 산소를 생성**한다. ④의 '용존산소가 소모되고 CO_2는 생성된다'는 광합성이 아니라 호흡의 작용을 설명한 것이다.

선지별 해설

부영양화는 질소·인 등의 영양염류가 많아져 조류가 과도하게 번성하기 쉬워지는 현상이다. 조류 번성은 물의 맛과 냄새, pH, 투명도 및 용존산소에 영향을 준다.

① O: 부영양화로 번성하는 일부 남조류는 **이취미 물질인 Geosmin과 2-MIB**를 생성한다. 이 물질을 만드는 남조류가 증가하면 물에서 흙냄새나 곰팡이 냄새 같은 불쾌한 냄새와 맛이 나타날 수 있다.

② O: 조류가 활발히 광합성하면 물속의 **CO_2가 소비되어 pH가 상승**한다. 물에 녹은 CO_2는 탄산을 형성하여 산성에 기여하므로, CO_2가 제거되면 산성이 약해지는 방향으로 변한다.

③ O: 조류가 대량으로 번성하면 물속에 떠 있는 조류 세포가 빛을 흡수하고 산란시킨다. 그 결과 **빛이 물속 깊이 도달하기 어려워져 투명도가 낮아진다**.

④ X: 조류는 낮에 빛을 이용하여 광합성을 하며, 이 과정에서 **CO_2를 소비하고 산소를 생성**한다. 따라서 광합성이 우세한 낮에는 용존산소가 증가하는 경향이 있다. 조류는 낮에도 호흡하지만, 빛이 없어 광합성이 멈추는 밤에는 호흡으로 산소를 소비하고 CO_2를 배출한다. 선지의 산소와 CO_2 변화는 낮의 광합성 작용과 반대로 서술되어 있다.

NoteBase

문 3. 수질 오염원으로 알려진 비점 오염원의 특징으로 옳지 않은 것은?

① 초기 강우에 영향을 받지 않아 시간에 따른 오염 물질 농도의 변화가 없다.

② 비점 오염원은 점 오염원과 비교하여 간헐적으로 유입되는 특성이 있다.

③ 비점 오염원 저감 시설로는 인공 습지, 침투 시설, 식생형 시설 등이 있다.

④ 광산, 벌목장, 임야 등이 비점 오염원에 속하며 오염 물질의 차집이 어렵다.

정답 1번

간단한 해설

비점 오염은 강우의 영향을 받으며, 지표에 쌓인 오염 물질이 한꺼번에 씻겨 내려가는 **초기 세척 효과**로 강우 초기에 오염 물질 농도가 높게 나타날 수 있다. 따라서 시간에 따라 농도가 일정하다는 설명은 잘못이다.

선지별 해설

① X: 비점 오염 물질은 빗물의 지표 유출에 실려 이동하므로 **강우와 유출 시간에 따라 농도가 달라진다**. 특히 비가 오기 전에 쌓여 있던 먼지·토사 등의 오염 물질이 초기 유출수에 집중적으로 씻겨 나가면 초기 농도가 높고 이후 낮아지는 초기 세척 효과가 나타날 수 있다. 따라서 '초기 강우에 영향을 받지 않아 농도의 변화가 없다'는 설명은 강우의 영향을 받으며 농도가 시간에 따라 변한다는 내용으로 고쳐야 한다.

② O: 비점 오염은 대체로 **강우 시 유출수가 발생할 때 간헐적으로 유입**된다. 공장이나 하수처리장의 일정한 배출구에서 비교적 지속적으로 유입되는 점 오염원과 달리, 강우의 발생 여부·강도·지속 시간 등에 따라 유입량과 농도가 크게 달라진다.

③ O: 인공 습지, 침투 시설, 식생형 시설은 모두 비점 오염 저감에 이용된다. 인공 습지는 물을 머물게 하여 침전과 생물학적 정화를 유도하고, 침투 시설은 빗물을 땅속으로 스며들게 하여 지표 유출량을 줄인다. 식생형 시설은 식생을 통과하는 동안 유속을 낮추고 토사 등을 걸러 내는 방식으로 오염 물질의 유출을 줄인다.

④ O: 광산·벌목장·임야 등의 넓은 지표에서 발생한 토사와 오염 물질이 빗물에 씻겨 유출되는 것은 비점 오염에 해당한다. 이처럼 **발생 지역과 유출 경로가 넓게 분산**되어 있어, 배출구가 뚜렷한 점 오염원처럼 오염된 물을 한곳으로 모으는 차집이 어렵다.

NoteBase

문 4. 온실효과에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 지구온실 효과에 영향을 미치는 대표적인 온실가스는 CO_2이다.

② 온실효과는 장파장보다 단파장이 더 크다.

③ CO_2는 복사열이 우주로 방출되는 것을 막는 역할을 한다.

④ 온실가스는 화석연료 사용과 산업, 농업부문 등에서 배출된다.

정답 2번

간단한 해설

②는 단파복사와 장파복사의 역할을 바꾸어 설명했다. 온실효과는 온실가스가 지표에서 방출되는 **장파복사인 적외선을 흡수하고 재방출**하여 지표와 대기 하층을 따뜻하게 하는 현상이다.

선지별 해설

① O: 이산화탄소(CO_2)는 지표가 방출하는 적외선의 일부를 흡수하는 대표적인 온실가스이다. 대기에 존재하면서 지표와 대기 하층의 온도를 유지하는 온실효과에 기여한다.

② X: 태양에서 들어오는 복사에너지는 주로 단파복사이고, 지표가 방출하는 복사에너지는 장파복사이다. 온실가스는 들어오는 단파복사는 비교적 잘 통과시키지만 지표의 장파복사를 흡수하고 재방출한다. 따라서 '장파장보다 단파장이 더 크다'가 아니라 **장파복사에 대한 흡수·재방출이 온실효과의 핵심**이라고 고쳐야 한다.

③ O: 이산화탄소는 지표의 복사열 중 일부를 흡수하고 여러 방향으로 재방출한다. 이 중 일부가 지표 방향으로 돌아오므로 복사열이 우주로 곧바로 빠져나가는 것을 줄인다. 선지의 '막는 역할'은 **복사열의 방출을 완전히 차단한다는 뜻은 아니다**.

④ O: 화석연료를 연소하면 이산화탄소가 배출되고, 산업 공정에서도 온실가스가 발생한다. 농업부문에서는 가축 사육과 벼 재배 등에 따른 메탄, 질소비료 사용 등에 따른 아산화질소 배출이 대표적이다.

NoteBase

문 5. 활성슬러지 공정을 다음 조건에서 운전할 때, F/M [kg BOD/kg MLVSS·d]비는?

◯ 유입수 BOD : 200 mg/L
◯ 포기조 내 MLSS : 2,500 mg/L
◯ MLVSS/MLSS비 : 0.8
◯ 반응(포기) 시간 : 24 hr

① 0.01
② 0.08
③ 0.10
④ 1.00

정답 3번

간단한 해설

F/M비의 미생물량 기준은 **MLVSS**이므로 2,500 × 0.8 = 2,000 mg/L를 사용한다. 포기 시간 24 hr는 1 d이므로 F/M비는 0.10 kg BOD/(kg MLVSS·d)이다.

계산 과정

F/M비는 포기조 내 미생물량에 대한 하루 유입 유기물량의 비이다. 유입 유량을 Q, 유입수 BOD 농도를 S_0, 포기조 부피를 V, MLVSS 농도를 X라 하면 $F/M = \frac{QS_0}{VX}$이다. 포기 시간은 $t = \frac{V}{Q}$이므로 $F/M = \frac{S_0}{Xt}$로 계산한다.

MLVSS 농도: 문제에서 요구하는 미생물량은 **MLSS 전체가 아니라 휘발성 부분인 MLVSS**를 기준으로 한다. 따라서 X = 2,500 × 0.8 = 2,000 mg/L이다.

포기 시간: F/M비는 하루 기준이므로 **24 hr를 1 d로 환산**하여 t = 1 d를 대입한다.

F/M비 계산: $F/M = \frac{200}{2{,}000 \times 1} = 0.10$ kg BOD/(kg MLVSS·d)이다. BOD와 MLVSS 농도가 모두 mg/L이므로 공통 단위의 환산계수는 상쇄된다. 이는 MLVSS 1 kg당 하루에 BOD 0.10 kg이 유입된다는 뜻이며, ③의 0.10에 해당한다.

NoteBase

문 6. 하천의 BOD 기준이 2 mg/L이고, 현재 하천의 BOD는 1 mg/L이며, 하천의 유량은 1,500,000 m^3/day이다. 하천 주변에 돼지 축사를 건설하고자 할 때, 축사에서 배출되는 폐수로 인해 BOD기준을 초과하지 않도록 하면서 사육 가능한 돼지 수[마리]는? (단, 돼지 축사 건설로 인한 유량 증가는 없으며, 돼지 1마리당 배출되는 BOD 부하는 2 kg/day라고 가정한다)

① 500

② 750

③ 1,000

④ 1,500

정답 2번

간단한 해설

하천에 추가할 수 있는 BOD 부하는 기준 농도 전체가 아니라 **기준 농도와 현재 농도의 차이**로 계산한다. 여유 농도 1 mg/L에 해당하는 부하는 1,500 kg/day이므로, 이를 돼지 1마리당 부하 2 kg/day로 나누면 사육 가능한 최대 마릿수는 750마리이다.

계산 과정

여유 농도: BOD 기준은 2 mg/L이고 현재 농도는 1 mg/L이므로, 추가로 높아질 수 있는 농도는 2 − 1 = 1 mg/L이다. **현재 하천의 BOD 부하를 제외한 여유분**만 축사 폐수의 부하로 배정할 수 있다.

추가 허용 부하: 농도에 하루 동안 흐르는 물의 부피를 곱하면 하루 부하가 된다. **축사 건설로 유량이 증가하지 않으므로** 하천 유량 1,500,000 m^3/day를 그대로 사용한다. 1 m^3 = 1,000 L, 1 kg = 1,000,000 mg이므로 1 mg/L = 0.001 kg/m^3이다. 따라서 추가 허용 부하는 1,500,000 × 0.001 = 1,500 kg/day이다. 이는 기존 부하에 더해도 BOD 농도가 기준에 도달하는 데 그치는 하루 최대 부하이다.

사육 가능한 돼지 수: 돼지 수를 n마리라 하면, 1마리당 BOD 부하가 2 kg/day이므로 축사 전체 부하는 $2n$ kg/day이다. 이 부하가 1,500 kg/day를 넘지 않아야 하므로 $2n \le 1{,}500$, 즉 $n \le \frac{1{,}500}{2} = 750$이다. 최대 750마리까지 사육할 수 있으며, 이는 ②의 750에 해당한다.

NoteBase

문 7. 두 개의 저수지에서 한 농지에 동시에 용수를 공급하고자 한다. 이 농업용수는 염분농도 0.1 g/L, 유량 8.0 m^3/sec의 조건을 맞추어야 한다. 이때 1, 2번 저수지에서 취수해야 하는 유량 Q_1, Q_2[m^3/sec]는 각각 얼마인가?

◯ 1번 저수지: 염분농도 $C_1 = 500$ ppm
◯ 2번 저수지: 염분농도 $C_2 = 50$ ppm

① Q_1: 3.5, Q_2: 4.5
② Q_1: 2.8, Q_2: 5.2
③ Q_1: 1.4, Q_2: 6.6
④ Q_1: 0.9, Q_2: 7.1

정답 4번

간단한 해설

두 저수지의 물을 섞을 때는 **총유량과 염분량이 함께 보존**된다. 목표 농도 0.1 g/L를 약 100 ppm으로 환산하여 혼합 조건을 적용하면, Q_1은 약 0.9 m^3/sec, Q_2는 약 7.1 m^3/sec이다.

계산 과정

농도 환산: 목표 염분농도는 0.1 g/L = 100 mg/L이다. 묽은 수용액의 밀도를 약 1 kg/L로 보면 1 ppm은 약 1 mg/L이므로, 두 저수지의 농도는 각각 $C_1 = 500$ mg/L, $C_2 = 50$ mg/L로 놓는다.

유량 수지: 두 저수지에서 취수한 물이 손실 없이 농지에 공급된다고 보면, **각 취수 유량의 합이 공급 유량**이다. 따라서 $Q_1 + Q_2 = 8.0$이고, $Q_2 = 8.0 - Q_1$이다. 유량의 단위는 모두 m^3/sec이다.

염분 수지: 혼합 중 염분이 추가되거나 제거되지 않으므로, **두 저수지에서 유입되는 염분량의 합**이 농지에 공급되는 염분량과 같아야 한다. 단위 시간당 염분량은 농도와 유량의 곱에 비례하므로 $C_1Q_1 + C_2Q_2 = C(Q_1 + Q_2)$이다. 같은 농도·유량 단위를 사용하여 대입하면 $500Q_1 + 50Q_2 = 100 \cdot 8.0$이 된다.

취수 유량 계산: $Q_2 = 8.0 - Q_1$을 염분 수지식에 대입하면 $500Q_1 + 50(8.0 - Q_1) = 800$이다. 이를 정리하면 $450Q_1 = 400$이므로 $Q_1 = \frac{400}{450} = \frac{8}{9}$ m^3/sec이다. 따라서 $Q_2 = 8.0 - \frac{8}{9} = \frac{64}{9}$ m^3/sec이다. 소수 첫째 자리로 반올림하면 Q_1은 0.9 m^3/sec, Q_2는 7.1 m^3/sec로, ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 8. 대기 오염 물질인 질소 산화물(NO$_X$)의 영향에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① NO_2는 광화학적 분해 작용 때문에 대기의 O_3 농도를 증가시킨다.
② NO_2는 냉수 또는 알칼리 수용액과 작용하여 가시도에 영향을 미친다.
③ NO_2는 습도가 높은 경우 질산이 되어 금속을 부식시킨다.
④ NO$_X$ 배출의 대부분은 NO_2 형태이며 무색 기체이다.

정답 4번

간단한 해설

④는 배출 형태와 기체의 색을 혼동한 설명이다. 연소 과정에서 배출되는 NO$_X$는 주로 **무색의 NO**이며, NO가 대기 중에서 산화되어 생기는 NO_2는 **적갈색 기체**이다.

선지별 해설

① O: NO_2가 햇빛을 받아 광분해되면 NO와 산소 원자가 생긴다. 이 산소 원자가 산소 분자(O_2)와 결합하여 **오존(O_3)을 생성**한다. 생성된 오존은 NO와 반응하여 다시 소모될 수도 있지만, 휘발성유기화합물 등이 관여하는 광화학 반응에서는 오존이 축적되어 광화학 스모그를 일으킬 수 있다.

② O: NO_2는 냉수와 반응하여 아질산과 질산을 만들고, 알칼리 수용액과 반응하면 아질산염과 질산염을 만든다. 대기 중에서도 NO$_X$의 반응으로 **질산염 미세입자**가 형성될 수 있으며, 이러한 입자가 빛을 산란시켜 가시도를 낮춘다.

③ O: NO_2는 습한 대기에서 수분과 산화 반응에 관여하여 **질산을 형성**한다. 생성된 질산이 금속 표면의 수분에 녹으면 산성 환경을 만들어 금속의 부식을 촉진할 수 있다. 이는 질소 산화물이 산성비와 재료 손상에 기여하는 경로이다.

④ X: 일반적인 연소 배출가스에서 NO$_X$의 대부분을 차지하는 것은 **무색의 NO**이다. NO는 대기 중에서 산화되어 NO_2로 전환되며, NO_2는 **적갈색 기체**이다. 따라서 '대부분은 NO_2 형태'는 '대부분은 NO 형태'로 고쳐야 하고, 무색이라는 성질도 NO_2가 아니라 NO에 해당한다.

NoteBase

문 9. 도시 쓰레기 소각장의 다이옥신 생성 및 방출 억제 대책으로 옳지 않은 것은?

① 소각 과정 중에서 다이옥신의 생성을 억제하고, 생성된 경우에도 파괴될 수 있도록 550 °C 이상의 고온에서 1초 동안 정체하도록 한다.

② 다이옥신은 소각로에서 배출되는 과정 중 300 °C 부근에서 재형성된다.

③ 쓰레기 소각로에서의 배출 공정을 개선하여 배출 기준 이하가 되도록 제거, 감소시킨다.

④ 분말 활성탄을 살포하여 다이옥신이 흡착되게 한 후, 이를 전기 집진기에 걸러서 다이옥신 농도를 저감시킬 수 있다.

정답 1번

간단한 해설

①의 '550 °C 이상에서 1초'는 다이옥신을 충분히 분해하기 위한 조건으로 부족하다. 다이옥신의 생성 억제와 분해에는 **충분한 고온과 체류시간**이 필요하며, 대표적인 소각 운전조건은 충분한 산소와 혼합을 확보한 상태에서 850 °C 이상, 2초 이상이다.

선지별 해설

① X: 다이옥신을 분해하려면 연소가스를 충분히 높은 온도에서 일정 시간 유지하고, 산소 공급과 혼합도 확보해야 한다. 대표적으로 **850 °C 이상에서 2초 이상** 체류시키는 조건이 사용된다. 선지처럼 550 °C를 최소 온도로 삼고 체류시간을 1초로 정하는 것은 충분한 분해를 보장하기에 부적절하다.

② O: 연소실에서 다이옥신이 분해되었더라도 배출가스가 냉각되는 과정에서 **300 °C 부근에서 재합성**될 수 있다. 이때 비산재 표면의 탄소 성분과 염소 등이 관여하므로, 연소실의 고온 유지뿐 아니라 배출가스의 신속한 냉각과 비산재 관리도 필요하다.

③ O: 연소조건을 적절히 유지하여 생성을 억제하고, 배출가스의 냉각·흡착·집진 공정을 개선하여 잔류 다이옥신을 제거할 수 있다. 따라서 **생성 억제와 배출가스 처리**를 함께 적용하여 배출 농도를 기준 이하로 낮추는 것은 타당한 대책이다.

④ O: 분말 활성탄은 표면에 다이옥신을 흡착한다. 이후 전기집진기에서 **다이옥신이 흡착된 활성탄 입자**를 대전시켜 집진극에 포집하면 배출가스의 다이옥신 농도를 낮출 수 있다. 이는 기체 상태의 다이옥신을 전기집진기로 직접 제거하는 것이 아니라, 활성탄에 흡착시킨 뒤 입자를 포집하는 방식이다.

NoteBase

문 10. 전과정평가(Life Cycle Assessment ; LCA)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 제품이 환경에 미치는 각종 부하를 원료·자원 채취부터 폐기까지의 전과정에 걸쳐 정량적으로 분석하고 평가하는 방법이다.

② 복수 제품간의 환경 오염 부하의 비교 목적으로 활용할 수 있다.

③ 목적 및 범위설정, 목록분석, 영향평가, 전과정 결과해석의 4단계로 구성되어 있다.

④ 국제표준화기구(ISO)에서 정한 환경경영시스템(EMS)에 대한 국제 규격이다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '환경경영시스템(EMS)에 대한 국제 규격'은 **ISO 14001**의 설명이다. LCA는 **제품의 전과정에 걸친 환경부하와 잠재적 환경영향을 평가하는 방법**이며, 관련 표준은 ISO 14040과 ISO 14044이다.

선지별 해설

① O: LCA는 **원료·자원 채취부터 생산·유통·사용·폐기까지** 제품의 전과정을 대상으로 한다. 각 단계에서 투입되는 자원·에너지와 배출되는 오염물질 등을 정량화하고, 이들이 환경에 미치는 잠재적 영향을 평가한다. 따라서 제조공정의 배출량만 조사하는 방법보다 평가 범위가 넓다.

② O: LCA는 복수 제품의 환경부하를 비교하여 제품 선택이나 개선에 활용할 수 있다. 다만 공정한 비교를 위해서는 **동일한 기능단위**를 사용하고 평가 범위와 방법도 비교 가능하게 맞추어야 한다. 기능단위란 제품이 제공하는 기능을 수량으로 나타낸 비교 기준으로, 제품의 크기나 수명이 다른데도 단순히 한 개씩 비교하면 같은 기능을 기준으로 한 평가가 되지 않을 수 있다.

③ O: LCA는 목적 및 범위설정, 목록분석, 영향평가, 전과정 결과해석의 네 단계로 구성된다. 목적 및 범위설정에서는 평가 목적·기능단위·시스템 경계를 정한다. 목록분석에서는 자원·에너지 투입량과 환경 배출량 등을 수집·산정하고, 영향평가에서는 이 자료가 기후변화 등 환경영향에 얼마나 기여하는지 평가한다. 결과해석에서는 목적과 범위에 비추어 결과의 의미와 한계를 검토하고 결론을 도출한다. **목록분석은 투입·배출량의 정량화, 영향평가는 그로 인한 잠재적 환경영향의 평가**라는 차이가 있다.

④ X: **환경경영시스템(EMS)의 요구사항을 정한 국제 규격은 ISO 14001**이다. EMS는 조직이 환경방침과 목표를 세우고 활동을 관리하며 환경성과를 지속적으로 개선하는 체계이다. 반면 LCA는 제품 전과정의 환경부하와 잠재적 환경영향을 분석·평가하는 방법이다. LCA의 원칙과 기본 틀은 ISO 14040, 요구사항과 지침은 ISO 14044에서 다룬다.

NoteBase

문 11. 소음의 마스킹 효과에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 음파의 간섭에 의해 일어난다.

② 크고 작은 두 소리를 동시에 들을 때 큰 소리만 듣고 작은 소리는 듣지 못하는 현상을 말한다.

③ 고음이 저음을 잘 마스킹 한다.

④ 두 음의 주파수가 비슷할 때는 마스킹 효과가 더 커진다.

정답 3번

간단한 해설

③은 마스킹이 잘 일어나는 방향을 반대로 설명했다. 일반적으로 **저음이 고음을 더 잘 마스킹**하며, 특히 저음의 레벨이 커지면 고주파수 쪽으로 가리는 범위가 넓어진다.

선지별 해설

① O: 한 소리가 다른 소리를 듣는 데 방해가 된다는 의미의 간섭이다. 청각계에서 다른 소리의 영향으로 **소리를 감지하는 데 필요한 최소 음의 레벨이 높아지는 현상**이며, 두 음파의 위상이 반대여서 진폭이 줄어드는 상쇄간섭과는 구별한다.

② O: 큰 소리가 작은 소리의 가청역치를 높이면 작은 소리가 존재해도 들리지 않을 수 있다. 가청역치는 소리를 겨우 감지할 수 있는 최소 레벨이다. 예를 들어 큰 기계음 때문에 옆 사람의 작은 말소리가 들리지 않는 경우가 이에 해당한다.

③ X: 일반적으로 **저음이 고음을 더 잘 마스킹**한다. 저음의 레벨이 커질수록 마스킹의 영향이 고주파수 쪽으로 넓어지는 특성이 있기 때문이다. 따라서 '고음이 저음을 잘 마스킹 한다'는 '저음이 고음을 잘 마스킹한다'로 고친다.

④ O: 두 음의 주파수가 비슷하면 청각계에서 두 소리에 반응하는 주파수 영역이 많이 겹친다. 특히 **같은 임계대역 안**에 있는 소리들은 같은 청각 필터를 통과하므로 서로 구별하기 어려워 마스킹 효과가 커진다. 임계대역은 특정 소리를 가리는 데 효과적으로 작용하는 주파수 범위이다.

NoteBase

문 12. 1차 생산력은 1차 생산자에 의해 단위 시간당 단위 면적에서 생물량이 생산되는 속도이다. 이러한 1차 생산력을 측정하는 방법이 아닌 것은?

① 수확 측정법

② 산소 측정법

③ 엽록체 측정법

④ 일산화 탄소 측정법

정답 4번

간단한 해설

광합성에 의한 1차 생산력은 **이산화 탄소의 흡수량**이나 산소 발생량 등으로 추정한다. ④의 **일산화 탄소**는 이산화 탄소와 다른 물질이며, 이를 측정하는 것은 일반적인 1차 생산력 측정법에 해당하지 않는다.

선지별 해설

① O: 수확 측정법은 일정 면적의 식물을 수확하여 건조 질량을 재고, 일정 기간의 **생물량 증가분**으로 생산력을 추정하는 방법이다. 수분량의 영향을 줄이기 위해 건조 질량을 이용하며, 조사 기간 중 낙엽이나 초식으로 빠져나간 양이 있으면 이를 고려해야 한다.

② O: 산소 측정법은 광합성 과정에서 산소가 발생한다는 점을 이용한다. 수중에서는 명병과 암병의 용존 산소 변화를 비교한다. 명병에서는 광합성과 호흡이 함께 일어나고 암병에서는 광합성 없이 호흡으로 산소가 소비되므로, 명병의 산소 순증가량에 암병으로 추정한 **호흡에 의한 산소 소비량**을 더하면 광합성에 의한 산소 생성량을 추정할 수 있다.

③ O: 원문의 '엽록체 측정법'은 이 문항에서 **엽록소량을 이용한 간접 추정**의 의미로 이해한다. 엽록체는 세포 소기관이고 엽록소는 그 안의 광합성 색소이다. 엽록소량은 광합성 생물의 현존량을 나타내는 지표이므로, 생산 속도를 추정하려면 빛 조건과 단위 엽록소당 광합성 속도 등을 함께 반영해야 한다. 엽록체와 엽록소가 같은 말이거나 엽록소량 자체가 곧 생산력이라는 뜻은 아니다.

④ X: 일산화 탄소 측정법은 광합성에 의한 1차 생산력을 측정하는 일반적인 방법이 아니다. 탄소 흡수를 이용하는 방법에서 측정하는 것은 **이산화 탄소의 흡수·고정량**이다. 광합성으로 이산화 탄소의 탄소가 유기물에 편입되는 양을 조사하여 생산력을 추정하므로, 일산화 탄소와 구별해야 한다.

NoteBase

문 13. 내분비계 장애물질(Endocrine Disruptors, 환경호르몬)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 쓰레기 소각장 등 각종 연소 시설에서 발생되는 대표적 환경 호르몬은 DDT이다.

② 식품 및 음료수의 용기 내부, 병뚜껑 및 캔의 내부에서 비스페놀A가 검출된다.

③ 각종 플라스틱 가소제에서 프탈레이트류와 같은 환경호르몬이 검출된다.

④ 각종 산업용 화학물질, 의약품 및 일부 천연물질에도 내분비계 장애물질을 포함하는 것으로 거론되고 있다.

정답 1번

간단한 해설

소각장 등 연소 시설에서 비의도적으로 생성되는 대표적인 환경호르몬은 **다이옥신**이다. DDT도 내분비계 장애물질에 해당하지만, **살충제로 제조·사용된 물질**이다.

선지별 해설

① X: 쓰레기 소각 등 연소 과정에서 부산물로 생성되는 대표적인 내분비계 장애물질은 **다이옥신**이다. DDT는 농업용·방역용으로 사용된 유기염소계 살충제이다. DDT의 내분비계 교란성이 아니라, 이를 연소 시설의 대표적인 발생물질로 연결한 부분이 잘못되었다.

② O: 비스페놀 A는 폴리카보네이트 플라스틱과 에폭시 수지를 만드는 원료로 사용된다. 일부 식품·음료 용기에는 폴리카보네이트가, 캔과 병뚜껑의 내부에는 **에폭시 수지 코팅**이 사용되므로 비스페놀 A가 검출될 수 있다. 잔류 비스페놀 A는 식품이나 음료로 용출될 수도 있다.

③ O: 가소제는 플라스틱을 **유연하게 만드는 첨가제**이다. 프탈레이트류는 대표적인 가소제로 사용되며, 그중 일부는 정상적인 호르몬 작용을 방해하는 내분비계 장애물질로 알려져 있다.

④ O: 내분비계 장애물질은 호르몬의 작용을 모방하거나 방해하는 등 정상적인 내분비 기능을 교란하는 물질이다. 산업용 화학물질인 비스페놀 A와 PCB, 합성 에스트로겐 의약품인 DES 등이 이에 해당한다. 일부 식물에 존재하는 식물성 에스트로겐처럼 **호르몬 활성이 있는 천연물질**도 내분비계에 영향을 줄 수 있어 검토 대상이 된다.

NoteBase

문 14. 유기성 폐기물의 퇴비화에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 퇴비화의 적정 온도는 25 ~ 35 °C이다.

② pH는 9 이상이 적절하다.

③ 수분이 너무 지나치면 혐기 조건이 되기 쉬우므로 40% 이하로 유지하는 것이 바람직하다.

④ 퇴비화가 진행될수록 C/N비는 낮아진다.

정답 4번

간단한 해설

퇴비화 중 미생물이 유기물을 분해하면서 탄소를 **이산화탄소로 방출**하므로, 질소에 대한 탄소의 질량비인 **C/N비는 낮아진다**.

선지별 해설

① X: 25~35 °C에서는 중온성 미생물이 활동할 수 있으나, 이를 퇴비화 전체의 적정 온도로 보는 것은 부적절하다. 유기물이 활발히 분해되는 고온 단계에서는 보통 **50~60 ℃ 정도**로 관리한다. 미생물의 분해열로 온도가 상승하며, 이 고온은 병원성 미생물과 잡초 종자를 줄이는 데에도 도움이 된다.

② X: pH 9 이상의 강한 알칼리성 조건을 적정 조건으로 보지 않는다. 일반적으로 **pH 6.5~8.0 정도**가 적절하며, pH가 지나치게 높으면 질소가 암모니아로 휘산하여 악취와 질소 손실을 일으키기 쉽다.

③ X: 수분 과잉이 혐기 조건을 만들기 쉽다는 부분은 맞지만, 수분을 40% 이하로 유지해야 한다는 결론은 잘못이다. 수분은 보통 **50~60% 정도**가 적절하다. 수분이 너무 많으면 공극이 물로 채워져 산소 공급이 어려워지고, 반대로 40% 미만으로 낮아지면 미생물 활동과 유기물 분해가 둔화된다.

④ O: C/N비는 유기물에 들어 있는 탄소와 질소의 질량비이다. 퇴비화 중 미생물은 유기물의 탄소를 에너지원으로 이용하고 그 일부를 이산화탄소로 방출한다. 질소도 일부 손실될 수 있지만, 정상적인 퇴비화에서는 **탄소의 상대적 감소가 더 커서 C/N비가 낮아진다**. 이는 유기물의 분해와 안정화가 진행되는 경향을 나타낸다.

NoteBase

문 15. 생활 폐기물을 선별 후 분석하여 다음의 수분 함량 측정치를 얻었다. 전체 수분 함량[%]은?

음식폐기물 8 kg(수분 80%), 종이 14 kg(수분 5%), 목재 5 kg(수분 20%), 정원폐기물 4 kg(수분 60%), 유리 4 kg(수분 5%), 흙 및 재 5 kg(수분 10%)

① 18.4

② 25.2

③ 28.0

④ 32.5

정답 3번

간단한 해설

전체 수분 함량은 각 성분의 수분율을 **질량으로 가중평균**하여 구한다. 전체 폐기물 40 kg에 들어 있는 물이 11.2 kg이므로 수분 함량은 28.0%이다.

계산 과정

1. 전체 폐기물 질량: 주어진 질량은 수분을 포함한 각 성분의 질량이다. 전체 수분 함량은 **물을 포함한 전체 질량** 중 물이 차지하는 질량의 비율로 구한다. 전체 질량은 8 + 14 + 5 + 4 + 4 + 5 = 40 kg이다.

2. 물의 총질량: 각 성분의 질량에 해당 수분율을 곱한다. 음식폐기물은 8 × 0.80 = 6.4 kg, 종이는 14 × 0.05 = 0.7 kg, 목재는 5 × 0.20 = 1.0 kg, 정원폐기물은 4 × 0.60 = 2.4 kg, 유리는 4 × 0.05 = 0.2 kg, 흙 및 재는 5 × 0.10 = 0.5 kg의 물을 포함한다. 따라서 물의 총질량은 6.4 + 0.7 + 1.0 + 2.4 + 0.2 + 0.5 = 11.2 kg이다.

3. 전체 수분 함량: 물의 총질량을 전체 폐기물 질량으로 나누고 백분율로 바꾸면 $\frac{11.2}{40} \times 100 = 28.0\%$이다. 성분별 질량이 다르므로 수분율을 단순평균하지 않고 각 성분이 포함한 물의 질량을 합산해야 한다. 계산값 28.0%는 ③의 28.0에 해당한다.

NoteBase

문 16. 주변 소음이 전혀 없는 야간에 소음 레벨이 70 dB인 풍력발전기 10대를 동시에 가동할 때 합성 소음 레벨[dB]은?

① 73

② 75

③ 76

④ 80

정답 4번

간단한 해설

같은 소음 레벨의 독립적인 소음원 10대가 함께 작동하면 소리의 세기가 10배가 되어 **소음 레벨은 10 dB 증가**한다. 따라서 합성 소음 레벨은 70 + 10 = 80 dB이다.

계산 과정

소음 레벨은 소리의 세기를 로그로 나타낸 값이므로 **dB 수치가 아니라 소리의 세기를 합산**한다. 각 풍력발전기가 측정점에서 각각 70 dB로 기여하고, 서로 독립적인 소음원으로 합성되는 조건을 적용한다. 주변 소음이 전혀 없으므로 배경소음은 추가하지 않는다.

한 대의 소음 레벨을 L, 같은 레벨의 소음원 수를 n이라 하면 합성 소음 레벨은 L_합=L+10_10n이다. 소리의 세기가 한 대일 때의 n배가 되므로, 레벨 증가분은 $10\log_{10} n$이 된다.

여기서는 $L = 70$, $n = 10$이므로 증가분은 $10\log_{10} 10 = 10$ dB이다. 따라서 합성 소음 레벨은 70 + 10 = 80 dB로, ④의 값에 해당한다.

NoteBase

문 17. 유해 물질에 대한 위해성 평가의 일반적인 절차를 순서대로 바르게 나열한 것은?

① 용량/반응평가 → 노출평가 → 유해성 확인 → 위해도 결정

② 노출평가 → 용량/반응평가 → 유해성 확인 → 위해도 결정

③ 유해성 확인 → 용량/반응평가 → 노출평가 → 위해도 결정

④ 노출평가 → 유해성 확인 → 용량/반응평가 → 위해도 결정

정답 3번

간단한 해설

먼저 어떤 건강영향을 일으키는지 확인하고, 용량에 따라 그 영향이 어떻게 달라지는지 평가한다. 실제 노출량까지 추정한 뒤, **용량/반응 관계와 노출평가 결과를 종합**하여 위해도를 결정한다.

올바른 순서

유해성 확인 → 용량/반응평가 → 노출평가 → 위해도 결정

유해성 확인: 역학조사나 독성시험 등의 자료를 통해 해당 물질이 **어떤 유해한 건강영향을 일으킬 수 있는지** 확인한다. 평가할 유해영향을 먼저 밝혀야 그 영향과 용량의 관계를 검토할 수 있다.

용량/반응평가: 확인된 유해영향을 대상으로, **노출 용량과 건강영향의 발생 가능성·정도의 관계**를 평가한다. 이를 통해 특정 용량에서 어느 정도의 영향이 나타날 수 있는지 파악한다.

노출평가: 평가대상 사람이 해당 물질에 얼마나 노출되는지 추정한다. 환경 중 농도, 노출경로, 노출 빈도와 기간 등을 고려하여 **실제 평가대상의 노출 수준**을 구한다. 이는 용량에 따른 반응의 관계를 밝히는 용량/반응평가와 구별된다.

위해도 결정: 앞 단계에서 얻은 유해성 정보, 용량/반응 관계, 노출 수준을 **종합하여 건강상 위해의 가능성과 정도**를 판단한다. 실제 노출 수준에서 유해영향이 얼마나 나타날 수 있는지 평가하므로 마지막에 위치하며, 평가에 사용한 가정과 불확실성도 함께 고려한다.

NoteBase

문 19. 환경영향평가에서 영향평가 및 대안비교를 위해 일반적으로 사용되는 방법으로 옳은 것은?

① 가치측정 방법

② 감응도분석 방법

③ 매트릭스분석 방법

④ 스코핑 방법

정답 3번

간단한 해설

매트릭스분석은 **사업 활동과 환경요소의 관계를 행렬로 정리**하여 영향의 크기와 중요도를 평가하는 방법이다. 대안별 평가 결과를 같은 틀로 나타낼 수 있어 환경영향과 대안의 장단점을 비교하는 데 쓰인다.

공통 해설

매트릭스분석 방법은 행과 열에 각각 사업 활동과 환경요소를 배치하고, 서로 만나는 칸에 해당 활동이 환경에 미치는 영향을 기록하는 방법이다. 예를 들어 토공 작업과 수질이 만나는 칸에는 토사 유출에 따른 수질 영향을 표시할 수 있다. 각 칸에 영향의 크기와 중요도 등을 나타내면 **어떤 활동이 어떤 환경요소에 영향을 주는지** 체계적으로 파악할 수 있다.

대안을 비교할 때에는 대안별 영향을 **동일한 환경항목과 평가 기준**에 따라 정리한다. 그러면 각 대안이 수질·소음·생태계 등에 미치는 영향을 나란히 살펴 장단점을 비교할 수 있다. 이처럼 영향평가 결과를 체계적으로 정리하고 대안비교에 활용하는 대표적인 방법이 매트릭스분석 방법이다.

NoteBase

문 20. 유량이 10,000 m^3/d이고 BOD 200 mg/L인 도시 하수를 처리하기 위해서 필요한 포기조의 용량은 10,000 m^3이고 MLSS 농도는 2,000 mg/L이다. 이 때 BOD 용적부하와 F/M비(BOD 슬러지 부하로 지칭하기도 함)는 각각 얼마인가?

① BOD 용적부하: 0.20 kg/m^3·d, F/M비: 0.10 kg-BOD/kg-SS·d

② BOD 용적부하: 0.10 kg/m^3·d, F/M비: 0.20 kg-BOD/kg-SS·d

③ BOD 용적부하: 0.10 kg-BOD/kg-SS·d, F/M비: 0.20 kg/m^3·d

④ BOD 용적부하: 0.20 kg-BOD/kg-SS·d, F/M비: 0.10 kg/m^3·d

정답 1번

간단한 해설

BOD 용적부하는 하루에 들어오는 BOD량을 **포기조 용적**으로, F/M비는 같은 BOD량을 **포기조 내 MLSS 총량**으로 나눈 값이다. 각각 0.20 kg/(m^3·d), 0.10 kg-BOD/(kg-SS·d)이다.

계산 과정

1. 조건과 단위 환산: 유량 Q = 10,000 m^3/d, 포기조 용적 V = 10,000 m^3이다. 유량·용적의 단위에 맞추어 농도를 kg/m^3로 바꾼다. 1 mg/L = 0.001 kg/m^3이므로 유입 BOD 농도 S = 0.20 kg-BOD/m^3, MLSS 농도 X = 2.0 kg-SS/m^3이다. 이 문제에서는 주어진 MLSS를 F/M비의 슬러지량 기준으로 사용한다.

2. 하루 BOD 유입량: 유량에 유입 BOD 농도를 곱하면 하루에 포기조로 들어오는 BOD 질량을 구할 수 있다. 10,000 × 0.20 = 2,000 kg-BOD/d이다. 이는 **하루 동안 공급되는 먹이의 양**에 해당하며, 두 부하를 계산할 때 공통으로 쓰는 분자이다.

3. BOD 용적부하: 포기조의 단위 용적당 하루에 유입되는 BOD량이므로 $L_V = \frac{QS}{V}$를 적용한다. $L_V = \frac{2,000}{10,000} = 0.20$ kg/(m^3·d)이다. 포기조 1 m^3에 하루 0.20 kg의 BOD가 유입된다는 뜻이다.

4. F/M비: 하루 BOD 유입량을 **포기조에 들어 있는 MLSS 총량**으로 나눈다. MLSS 총량은 농도에 포기조 용적을 곱한 값이므로 10,000 × 2.0 = 20,000 kg-SS이다. 따라서 $F/M = \frac{QS}{VX}$이며, $F/M = \frac{2,000}{20,000} = 0.10$ kg-BOD/(kg-SS·d)이다. 슬러지 1 kg-SS당 하루에 공급되는 BOD가 0.10 kg이라는 뜻이다.

BOD 용적부하 0.20 kg/(m^3·d)와 F/M비 0.10 kg-BOD/(kg-SS·d)의 값과 단위가 모두 일치하는 선택지는 ①이다.

NoteBase