

問題 0001

排水の拡散・移流 > 河川における拡散・混合 | 難易度 1

河川中の溶質輸送における「移流」の説明として最も適切なものはどれか。

- ア. 濃度差だけを駆動力として静止水中を移動する現象。
- イ. 溶質が必ず河床へ沈殿する現象。
- ウ. 河川水の平均的な流れに伴って溶質が下流へ運ばれる現象。
- エ. 有機物が微生物で分解される反応。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：これは分子拡散の説明に近い。

イ解説：沈殿は移流とは別の過程である。

ウ解説：移流は流体の運動に伴う物質輸送であり、河川では下流方向の輸送を支配する主要過程の一つである。

エ解説：これは反応過程であり輸送機構ではない。

総合解説：河川の水質予測では、移流・分散・側方流入・反応などを分けて捉えることが基本となる。

問題 0002

排水の拡散・移流 > 河川における拡散・混合 | 難易度 1

河川における縦方向分散の効果として最も適切なものはどれか。

- ア. 溶質の総質量を必ず増加させる。
- イ. 河川流量を必ずゼロにする。
- ウ. 濃度ピークを時間・距離方向に広げ、前後へなだらかに分布させる。
- エ. すべての溶質を河床に固定する。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：分散は物質を生成する作用ではない。

イ解説：分散は流量を停止させない。

ウ解説：流速分布の不均一や乱流混合等により、溶質雲は流下しながら広がる。

エ解説：分散は固定化反応ではない。

総合解説：分散は濃度分布を広げるが、保存性物質ではそれ自体が物質量を消滅させるわけではない。

問題 0003

排水の拡散・移流 > 河川における拡散・混合 | 難易度 2

河川流量20 m³/s、濃度2 mg/Lの本川に、流量5 m³/s、濃度12 mg/Lの支川が合流する。反応がなく完全混合するとき、合流後濃度はどれか。

- ア. 2.8 mg/L (各値を単純平均する計算)
- イ. 7.0 mg/L (各値を単純平均する計算)
- ウ. 14 mg/L (各値を単純加算する計算)
- エ. 4.0 mg/L (算定式: $(20 \times 2 + 5 \times 12) / (20 + 5) = 100 / 25 = 4.0$ mg/Lである)

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：流量加重ではなく単純平均に近い誤りである。

イ解説：2つの濃度の単純平均であり流量差を考慮していない。

ウ解説：濃度を単純加算しており物質収支になっていない。

エ解説： $(20 \times 2 + 5 \times 12) / (20 + 5) = 100 / 25 = 4.0$ mg/Lである。

総合解説：合流後濃度は各流入の負荷量を合計し、総流量で割る。完全混合の仮定が成立する地点かどうかとも別途確認する。

問題 0004

排水の拡散・移流 > 河川における拡散・混合 | 難易度 1

平均流速0.50 m/sの河川で、排水口から5.0 km下流までの単純な移流時間はおよそどれか。

- ア. 約0.28時間 (換算係数を10分の1側に置く計算)
- イ. 約2.8時間 (算定式: $5,000 \text{ m} \div 0.50 \text{ m/s} = 10,000 \text{ s}$ であり、約2.78時間である)
- ウ. 約5.6時間 (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
- エ. 約28時間 (別の単位換算係数を用いる計算)

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：時間換算で10分の1にしている。

イ解説： $5,000 \text{ m} \div 0.50 \text{ m/s} = 10,000 \text{ s}$ であり、約2.78時間である。

ウ解説：流速を0.25 m/sとした場合に近い。

エ解説：秒から時間への換算を誤っている。

総合解説：実際の到達時刻や濃度波形には分散や一時貯留も影響するが、平均移流時間の概算は基本となる。

問題 0005

排水の拡散・移流 > 河川における拡散・混合 | 難易度 2

幅の広い河川の片岸から排水を放流した直後、対岸側の濃度がほとんど上昇していない。最も合理的な説明はどれか。

- ア. 保存性物質でも片岸から放流すると必ず瞬時に全断面同濃度になるから。
- イ. 対岸では物質保存則が成立しないから。
- ウ. 放流直後は横断方向の混合が完了しておらず、濃度分布が河川断面内で不均一だから。
- エ. 排水は河川流れと逆向きにしか移動しないから。

解答・全4肢解説

- 正答：ウ
- ア解説：瞬時完全混合は一般に成立しない。
- イ解説：物質保存則は成立する。
- ウ解説：点・局所的な流入の直後は、横断方向・鉛直方向の混合に距離と時間を要する場合がある。
- エ解説：通常は平均流れに伴って下流へ移流する。
- 総合解説：採水位置やモデル次元を決める際は、放流点近傍の未混合域を考慮する。

問題 0006

排水の拡散・移流 > 河川における拡散・混合 | 難易度 2

河川でトレーサを短時間注入したところ、下流濃度曲線の下降側に長い尾がみられた。原因として考慮すべき過程はどれか。

- ア. 移流速度が無限大になったこと。
- イ. 淵や河床間隙などの一時貯留域との交換により、溶質の一部が遅れて本流へ戻ること。
- ウ. 物質が時間とともに自動的に増殖したこと。
- エ. 河川の断面積が常にゼロであること。

解答・全4肢解説

- 正答：イ
- ア解説：無限大の移流速度では遅い尾を説明できない。
- イ解説：OTISは本流と一時貯留域の交換を考慮し、遅い応答やテーリングを表現する。
- ウ解説：保存性トレーサの増殖を仮定する必要はない。
- エ解説：物理的に成立しない。
- 総合解説：河川水質モデルでは主流路だけでなく、交換の遅い貯留域が濃度波形に影響する場合がある。

問題 0007

排水の拡散・移流 > 河川における拡散・混合 | 難易度 2

完全混合後の濃度が10 mg/Lで、河川で一次反応定数 $k=0.10\text{ h}^{-1}$ 、移流時間5 hとする。
分散を無視すると下流濃度はおよそどれか。 $C=C_0 \exp(-kt)$ を用いる。

- ア. 約9.5 mg/L (小さい側の値を採る換算・設定)
イ. 5.0 mg/L (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
ウ. 約6.1 mg/L (算定式: $10 \times \exp(-0.10 \times 5) = 10 \times \exp(-0.5)$ 6.07 mg/Lである)
エ. 約1.0 mg/L (大きい側の値を採る換算・設定)

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：一次反応による5時間の減衰を過小評価している。

イ解説：線形に50%減少するとした値で、指数減衰式と一致しない。

ウ解説： $10 \times \exp(-0.10 \times 5) = 10 \times \exp(-0.5)$ 6.07 mg/Lである。

エ解説：減衰を過大評価している。

総合解説：非保存性物質では移流・分散だけでなく、分解等の反応項を物質収支に含める。

問題 0008

排水の拡散・移流 > 河川における拡散・混合 | 難易度 2

一定の汚濁負荷100 kg/日が河川へ流入しているとき、河川流量が2倍になり、他の条件と反応が同じなら、完全混合後の濃度について最も適切な説明はどれか。

- ア. 濃度も負荷量も必ず2倍になる。
イ. 濃度が半分になると負荷量も必ず50 kg/日に減る。
ウ. 濃度は概ね半分になるが、流入した汚濁物質の質量負荷100 kg/日自体は変わらない。
エ. 流量が増えると物質保存則は使えない。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：同じ負荷で流量だけ2倍なら濃度は低下する。

イ解説：希釈だけでは質量負荷は減らない。

ウ解説：濃度は負荷量を流量で割った量なので、流量増加で低下しても負荷量が消えたわけではない。

エ解説：流量が変化しても物質収支は基本である。

総合解説：水質評価では濃度と負荷量を混同しない。総量管理や下流水域への影響では負荷量が重要になる。

問題 0009

排水の拡散・移流 > 河川における拡散・混合 | 難易度 2

河川の移流・分散モデルを現地に適用する際、保存性トレーサ試験を行う主な目的として適切なものはどれか。

ア. トレーサを加えるだけで河川の汚濁負荷を永久にゼロにするため。

イ. 流量・濃度の観測を不要にするため。

ウ. 化学反応速度を常にゼロと証明するため。

エ. 到達時間や濃度波形から流速、分散、一時貯留などの水理パラメータを推定・検証するため。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：トレーサ試験は浄化処理ではない。

イ解説：モデル同定には観測データが必要である。

ウ解説：保存性トレーサは水理挙動評価が中心で、他物質の反応速度をゼロと証明しない。

エ解説：USGSのOTISは現地トレーサデータと組み合わせて水理パラメータを評価する用途を持つ。

総合解説：モデルのパラメータは現地条件に依存するため、観測やトレーサ試験で妥当性を確認する。

問題 0010

排水の拡散・移流 > 河川における拡散・混合 | 難易度 3

河川の排水放流点直下で左右岸の濃度差が大きい区間を予測する場合、一次元完全混合モデルの扱いとして最も適切なものはどれか。

ア. 左右岸差が大きいほど一次元モデルだけで詳細な横断分布を再現できる。

イ. モデル次元は水質予測結果に一切影響しない。

ウ. 横断方向の濃度差を表せないため、適用区間を下流の十分混合した区間に限定するか、二次元以上のモデルを検討する。

エ. 横断混合が未完了でも濃度観測は1点で必ず代表できる。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：一次元モデルには横断座標がない。

イ解説：現象と次元の不一致は予測誤差につながる。

ウ解説：一次元モデルは断面平均濃度を扱うため、横断方向の強い不均一がある近傍場には限界がある。

エ解説：代表性を確認する必要がある。

総合解説：現象の空間スケールと混合状態に応じて、1D・2D・3Dのモデルを選択する。

問題 0011

排水の拡散・移流 > 湖沼・貯水池における挙動 | 難易度 1

有効貯水量 3.0×10^6 m³の貯水池に平均 3.0×10^5 m³/日の水が流入・流出している。
単純な水理学的滞留時間はどれか。

- ア. 0.1日（定義式の分子・分母を逆に置く計算）
- イ. 1日（別の換算条件・対象範囲を仮定する候補）
- ウ. 10日（算定式: 滞留時間=貯水量/流量= $3.0 \times 10^6 / 3.0 \times 10^5 = 10$ 日である）
- エ. 100日（大きい側の値を採る換算・設定）

解答・全4肢解説

正答：ウ
ア解説：分子と分母を逆にしている。
イ解説：桁を1つ誤っている。
ウ解説：滞留時間=貯水量/流量= $3.0 \times 10^6 / 3.0 \times 10^5 = 10$ 日である。
エ解説：桁を1つ大きくしている。
総合解説：滞留時間は水質反応や藻類増殖の時間スケールを考える基礎指標である。

問題 0012

排水の拡散・移流 > 湖沼・貯水池における挙動 | 難易度 1

夏季の深い湖沼で表層水が暖まり、下層水より密度が小さくなった場合に起こりやすい現象はどれか。

- ア. 温度成層が形成され、鉛直混合が抑制される。
- イ. 水温差が大きいほど必ず完全循環が強くなる。
- ウ. 成層すると表層と底層の水温が必ず同一になる。
- エ. 成層は水質と無関係である。

解答・全4肢解説

正答：ア
ア解説：表層が暖かく軽くなると密度差が生じ、風だけでは全水深を混合しにくくなる。
イ解説：密度差は鉛直混合を抑える方向に働く。
ウ解説：成層はむしろ鉛直差が維持される状態である。
エ解説：底層DOや栄養塩循環に影響する。
総合解説：湖沼・貯水池では温度成層の形成・崩壊が溶存酸素や栄養塩の鉛直分布を左右する。

問題 0013

排水の拡散・移流 > 湖沼・貯水池における挙動 | 難易度 1

富栄養化成層湖で底層の溶存酸素が低下しやすい主な理由はどれか。

- ア. 底層では光合成が必ず表層より強くなるため。
- イ. 成層すると微生物呼吸が必ずゼロになるため。
- ウ. 成層により表層から底層への酸素供給が抑えられる一方、沈降有機物の分解で酸素が消費されるため。
- エ. 水温差があると酸素が化学的に消滅するため。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：光は深度とともに減衰し、底層では光合成が弱いことが多い。

イ解説：呼吸・分解は酸素消費源である。

ウ解説：高い有機物供給と鉛直交換の弱さが重なると底層低酸素が生じやすい。

エ解説：主因は供給と消費の収支である。

総合解説：DO予測では再曝気・鉛直混合による供給と、呼吸・分解・硝化等の消費を収支で考える。

問題 0014

排水の拡散・移流 > 湖沼・貯水池における挙動 | 難易度 1

成層が弱まり湖水の密度差が小さくなった時期に風の作用が加わると、湖沼で起こりやすい変化はどれか。

- ア. 水深方向の交換が完全に停止する。
- イ. 底層水だけが湖外へ瞬時に消失する。
- ウ. 鉛直混合が進み、表層と底層の水温・DO・栄養塩分布が再編成される。
- エ. 栄養塩やDOの鉛直分布は一切変化しない。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：成層崩壊時にはむしろ混合が進みやすい。

イ解説：一般的な循環の説明ではない。

ウ解説：成層の崩壊に伴う循環は鉛直方向の物質交換を強める。

エ解説：混合により分布は変わり得る。

総合解説：湖沼の季節変動を扱う場合、成層期と循環期を同じ鉛直混合条件で扱わない。

問題 0015

排水の拡散・移流 > 湖沼・貯水池における挙動 | 難易度 2

湖沼への外部りん負荷を削減したにもかかわらず、水中りん濃度の改善が遅い。考慮すべき要因として適切なものはどれか。

- ア. 外部負荷を減らすと底泥中のりんが必ず瞬時に消滅する。
- イ. 湖沼では底泥と水柱の物質交換は存在しない。
- ウ. りんは水質予測に一切関係しない。
- エ. 底泥に蓄積したりんが条件によって水中へ溶出する内部負荷。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：底泥蓄積分は残り得る。

イ解説：実際には溶出・沈降等の交換がある。

ウ解説：富栄養化の主要栄養塩の一つである。

エ解説：湖底に蓄積した栄養塩の溶出は、外部負荷削減後も水質改善を遅らせる要因になり得る。

総合解説：湖沼水質では流域からの外部負荷と、底泥からの内部負荷の双方を評価することがある。

問題 0016

排水の拡散・移流 > 湖沼・貯水池における挙動 | 難易度 2

同じ栄養塩流入濃度を持つ2つの湖で、一方の水理学的滞留時間が大幅に長い。一般に水質評価でより注意すべき点はどれか。

- ア. 滞留時間が長いほど、すべての物質が反応せず瞬時に流出する。
- イ. 滞留時間は水質モデルの入力として意味がない。
- ウ. 栄養塩や藻類が湖内反応を受ける時間が長くなり、内部生産や沈降・分解の影響が大きくなり得る。
- エ. 滞留時間が長いと必ずDOが100%飽和になる。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：長い滞留時間はむしろ反応時間を確保する。

イ解説：湖沼の水質挙動に重要である。

ウ解説：滞留時間は輸送時間と生物・化学反応時間の相対関係を左右する。

エ解説：DOは生産と消費の収支で決まる。

総合解説：湖沼では単なる希釈だけでなく、生物生産・沈降・分解・底泥交換を含めた滞留過程が重要になる。

問題 0017

排水の拡散・移流 > 湖沼・貯水池における挙動 | 難易度 2

浅い湖沼で強風が継続した場合に起こり得る現象として最も適切なものはどれか。

- ア. 風が強いほど底泥は必ず完全に固定される。
- イ. 水柱の混合が強まり、成層が弱まる一方、底泥の再懸濁が起こればSSや栄養塩が上昇することもある。
- ウ. 風は水質や流動に一切影響しない。
- エ. 強風時には水柱が必ず永久成層する。

解答・全4肢解説

正答：イ
ア解説：強風・波浪は再懸濁を促す場合がある。
イ解説：風は鉛直混合を促すが、浅い湖では底泥再懸濁という別の水質影響も持つ。
ウ解説：表層流・混合に影響する。
エ解説：強い混合は成層を弱める方向に働く。
総合解説：湖沼モデルでは風速・風向を水力条件として扱い、混合と再懸濁の両面を検討することがある。

問題 0018

排水の拡散・移流 > 湖沼・貯水池における挙動 | 難易度 2

貯水池への河川流入水が湖水より低温で密度が大きい場合、流入水の挙動として考えられるものはどれか。

- ア. 密度差に関係なく常に表面だけを流れる。
- イ. 流入水は必ず湖底に瞬時固定される。
- ウ. 表層に留まらず、密度が釣り合う深さへ潜り込む密度流を形成することがある。
- エ. 密度は水質物質の輸送に影響しない。

解答・全4肢解説

正答：ウ
ア解説：密度差により潜入流が生じ得る。
イ解説：密度が釣り合う層を流れる場合もある。
ウ解説：温度や溶存物質による密度差は、貯水池内の流入水の鉛直経路を変える。
エ解説：流動経路が変われば物質輸送も変わる。
総合解説：成層貯水池では流入水の温度・密度と湖内成層を合わせて評価する。

問題 0019

排水の拡散・移流 > 湖沼・貯水池における挙動 | 難易度 2

完全混合とみなす湖で、体積 $V=1.0 \times 10^6$ m³、流出量 $Q=1.0 \times 10^5$ m³/日、物質流入負荷 $W=20$ kg/日、一次反応定数 $k=0.05$ 日⁻¹とする。定常濃度 $C=W/(Q+kV)$ はおよそどれか。

ア. 0.133 mg/L (算定式: $Q+kV=1.0 \times 10^5+0.05 \times 1.0 \times 10^6=1.5 \times 10^5$ m³/日。20 kg/日 $\div$ 1.5×10^5 m³/日=0.000133 kg/m³=0.133 mg/L)

イ. 0.020 mg/L (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)

ウ. 0.200 mg/L (反応除去項を含めず流出項だけで算定する計算)

エ. 1.33 mg/L (換算係数を10倍側に置く計算)

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説： $Q+kV=1.0 \times 10^5+0.05 \times 1.0 \times 10^6=1.5 \times 10^5$ m³/日。20 kg/日 $\div$ 1.5×10^5 m³/日=0.000133 kg/m³=0.133 mg/L。

イ解説：流入負荷を体積だけで割った値に近く、流出・反応を正しく扱っていない。

ウ解説：反応除去 kV を無視し、 W/Q のみで計算した値である。

エ解説：単位換算で10倍の誤りである。

総合解説：湖沼の単純定常モデルでも、流出による除去と反応による除去を同じ質量/時間の単位で足し合わせる。

問題 0020

排水の拡散・移流 > 湖沼・貯水池における挙動 | 難易度 2

成層した貯水池で、表層と底層の水温・DO・濁度が大きく異なる。取水水質を管理する上で有効な考え方はどれか。

ア. 深度による水質差は無視し、常に最深部だけから取水する。

イ. 取水深を選択できる設備なら、層ごとの水質を把握し、目的に応じた取水深を運用する。

ウ. 成層期でも鉛直方向は常に完全混合と仮定する。

エ. 取水深は放流水質に影響しない。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：底層が低DO等の場合に不利となる。

イ解説：成層水域では深度により水質が異なるため、選択取水は水温や濁度等の管理手段になり得る。

ウ解説：成層時の実態と矛盾する。

エ解説：どの層を取水するかで放流水質は変わり得る。

総合解説：大規模水域の管理では水理構造を理解し、設備運用と水質予測を結び付ける。

問題 0021

排水の拡散・移流 > 海域における拡散・成層・潮流 | 難易度 1

河口域で淡水が海水の上に載りやすい主な理由はどれか。
ア. 一般に淡水は塩分を含む海水より密度が小さいため。
イ. 淡水は海水より必ず密度が大きいから。
ウ. 塩分は水の密度に影響しないから。
エ. 河口では重力が働かないから。

解答・全4肢解説

正答：ア
ア解説：河口では塩分差による密度成層が形成され、淡水が上層、塩水が下層に分布することがある。
イ解説：一般には逆である。
ウ解説：塩分は密度差の主要要因である。
エ解説：重力下の密度差が成層形成に関係する。
総合解説：河口・内湾の鉛直構造では温度だけでなく塩分による密度差を考える。

問題 0022

排水の拡散・移流 > 海域における拡散・成層・潮流 | 難易度 1

河口域で潮流が強くなったとき、成層への一般的な影響として適切なものはどれか。
ア. 鉛直混合が強まり、塩分成層が弱まることもある。
イ. 潮流が強いほど塩分成層は必ず永久固定される。
ウ. 潮汐は海水の移動を伴わない。
エ. 潮汐はDOや栄養塩の鉛直輸送に一切影響しない。

解答・全4肢解説

正答：ア
ア解説：十分に強い潮汐は上層と下層の混合を進め、密度成層を崩す方向に働く。
イ解説：強い乱流混合は成層を弱め得る。
ウ解説：潮位変化に伴う往復流が生じる。
エ解説：混合を通じて影響し得る。
総合解説：河口水質を評価する場合、潮時や潮汐強度による流動・成層の変化を考慮する。

問題 0023

排水の拡散・移流 > 海域における拡散・成層・潮流 | 難易度 1

湾口が狭く海水交換が滞りやすい閉鎖性海域で問題になりやすい現象はどれか。

- ア. 汚濁物質が内部に滞留し、赤潮や貧酸素水塊が発生しやすくなる。
- イ. 海水交換が少ないほど汚濁物質は必ず瞬時に外洋へ排出される。
- ウ. 閉鎖性海域では栄養塩やDOを考える必要がない。
- エ. 閉鎖性海域では潮汐・風の影響が存在しない。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：環境省は閉鎖性海域について、海水交換が滞り汚濁物質が蓄積しやすく、赤潮・貧酸素等が問題となると整理している。

イ解説：交換が少ないほど滞留しやすい。

ウ解説：富栄養化・低酸素は重要な課題である。

エ解説：潮汐・風は流動に影響する。

総合解説：閉鎖性海域では流入負荷だけでなく、海水交換・成層・底質・生物過程を含めて評価する。

問題 0024

排水の拡散・移流 > 海域における拡散・成層・潮流 | 難易度 1

夏季の内湾で強い密度成層が形成された場合、底層で低酸素化しやすくなる説明として適切なものはどれか。

- ア. 成層すると底層で光合成が必ず最大になるため。
- イ. 表層から底層への酸素供給が抑制される一方、底層・底泥で有機物分解に伴う酸素消費が続くため。
- ウ. 塩分が高いと酸素消費反応が物理的に不可能になるため。
- エ. 成層すると底層DOは必ず表層DOより高くなるため。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：底層は光が弱く、分解・呼吸が優勢になりやすい。

イ解説：密度成層は鉛直混合を弱め、底層DOの回復を遅らせる。

ウ解説：酸素消費は継続する。

エ解説：一般に低下しやすい。

総合解説：低酸素水塊の予測では成層強度、底層酸素消費、鉛直混合を同時に見る。

問題 0025

排水の拡散・移流 > 海域における拡散・成層・潮流 | 難易度 2

淡水流入のある成層河口でみられる典型的な密度駆動循環の説明として最も適切なものはどれか。

ア. 上層・下層とも常に同じ速度で陸側へ流れる。

イ. 塩分差が大きくても鉛直方向の流速差は絶対に生じない。

ウ. 上層では淡水を多く含む水が海側へ流れ、下層では高塩分水が陸側へ侵入する二層的循環が生じることがある。

エ. 河口では海水は陸側へ一切侵入しない。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：典型的な密度循環の説明ではない。

イ解説：密度差は鉛直構造を形成し得る。

ウ解説：淡水と海水の密度差は河口の残差流や物質輸送に影響する。

エ解説：塩水遡上が生じることがある。

総合解説：河口では潮汐往復流に加え、密度差による残差循環を考慮すると汚濁物質の滞留・輸送を理解しやすい。

問題 0026

排水の拡散・移流 > 海域における拡散・成層・潮流 | 難易度 2

内湾で強い風が一定方向に吹き続けた場合、水質分布への影響として考えられるものはどれか。

ア. 風は水面だけに作用し、水塊輸送には影響しない。

イ. 強風ほど成層は必ず強くなる。

ウ. 表層の吹送流や鉛直混合が変化し、汚濁物質や低酸素水塊の位置が移動することがある。

エ. 風向が変化しても観測地点の濃度は絶対に変化しない。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：風応力は流れや混合を駆動する。

イ解説：強風による混合で成層が弱まることもある。

ウ解説：風は表層流・混合・成層を変え、湾内の水質分布を移動・再配置させる。

エ解説：水塊移動により変化し得る。

総合解説：海域予測では潮汐だけでなく風や淡水流入を外力条件として扱う。

問題 0027

排水の拡散・移流 > 海域における拡散・成層・潮流 | 難易度 1

海域の水質予測で、潮流・残差流による物質輸送と乱流による濃度の広がりをそれぞれ何と呼ぶのが適切か。

- ア. 前者が沈殿、後者が光合成。
- イ. 前者が移流、後者が拡散・分散。
- ウ. 前者が硝化、後者が脱窒。
- エ. 前者が吸着、後者が凝集。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：どちらも輸送機構の対応が違う。

イ解説：流れに乗った輸送と、乱流等による広がりは輸送式で別項として表現される。

ウ解説：これは生物化学反応である。

エ解説：これは主に物理化学的処理現象である。

総合解説：水質モデルでは流れ場が物質の移流を決め、拡散係数等が濃度分布の広がりを表す。

問題 0028

排水の拡散・移流 > 海域における拡散・成層・潮流 | 難易度 2

海中放流管から処理水を放流する場合、放流口直近の高い噴流速度による初期希釈と、その後の潮流・拡散による輸送を分けて考える理由として適切なものはどれか。

- ア. 支配する時間・空間スケールと物理過程が異なるため。
- イ. 近傍場と遠方場では同じ式・同じパラメータでしか表現できないから。
- ウ. 放流口直近では流体力学が働かないから。
- エ. 遠方では潮流や風の影響が完全に消えるから。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：放流口近傍では噴流・浮力による急速な混合が支配し、遠方では海域流動と拡散が重要になる。

イ解説：支配過程が異なるためモデルを分けることがある。

ウ解説：噴流・浮力の影響が強い。

エ解説：遠方場ではむしろ海域流動が重要である。

総合解説：大規模排水では初期希釈だけで基準適合を判断せず、受水域での遠方挙動まで評価する。

問題 0029

排水の拡散・移流 > 海域における拡散・成層・潮流 | 難易度 2

塩分成層が強い河口でDOと栄養塩を監視する場合、採水計画として最も適切なのはどれか。

ア. 常に表面1点だけ測れば底層低酸素も必ず把握できる。

イ. 表層だけでなく中層・底層を含む複数深度で測定し、潮時も記録する。

ウ. 潮汐情報は水質解釈に不要である。

エ. 採水深を毎回不明にしておく。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：成層時は表層と底層が異なる。

イ解説：成層域では水質が深度で大きく異なり、潮汐により混合状態も変わるためである。

ウ解説：潮流・混合条件の把握に有用である。

エ解説：再現性・比較可能性を損なう。

総合解説：海域モニタリングは時間・深度・地点の3次元性を意識して設計する。

問題 0030

排水の拡散・移流 > 海域における拡散・成層・潮流 | 難易度 2

内湾の海水交換時間が長くなることが、水質に与える影響として一般に注意すべきものはどれか。

ア. 交換時間が長いほど汚濁物質は必ず瞬時に外洋へ出る。

イ. 外洋への物質排出が遅れ、内部での蓄積・反応時間が長くなる可能性。

ウ. 交換時間は水質と無関係で、濃度分布に影響しない。

エ. 交換時間が長いと栄養塩や有機物が必ず化学的に消失する。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：意味が逆である。

イ解説：閉鎖性が高く交換が遅い水域では、流入負荷の影響が残りやすい。

ウ解説：滞留性は濃度や反応に影響する。

エ解説：反応・沈降等はあるが自動消失ではない。

総合解説：閉鎖性海域の負荷管理では、流入負荷と受水域の交換能力の両方を評価する。

問題 0031

水質予測・負荷解析 > 物質収支・汚濁負荷量計算 | 難易度 1

排水量20,000 m³/日、COD濃度5 mg/Lの排水のCOD負荷量はどれか。

- ア. 10 kg/日 (換算係数を10分の1側に置く計算)
- イ. 100 kg/日 (算定式: $5 \text{ mg/L} \times 20,000 \text{ m}^3/\text{日} = 100,000 \text{ g/日} = 100 \text{ kg/日}$ である)
- ウ. 1,000 kg/日 (換算係数を10倍側に置く計算)
- エ. 4,000 kg/日 (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：単位換算で10分の1にしている。

イ解説： $5 \text{ mg/L} \times 20,000 \text{ m}^3/\text{日} = 100,000 \text{ g/日} = 100 \text{ kg/日}$ である。

ウ解説：単位換算で10倍にしている。

エ解説：濃度と流量の扱いを誤っている。

総合解説：mg/Lとm³/日を掛けるとg/日になることを利用し、最後にkg/日へ換算する。

問題 0032

水質予測・負荷解析 > 物質収支・汚濁負荷量計算 | 難易度 1

A排水が40 kg/日、B排水が25 kg/日、C排水が15 kg/日の全窒素負荷を持つ。合計負荷量はどれか。

- ア. 55 kg/日 (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
- イ. 80 kg/日 (算定式: $40 + 25 + 15 = 80 \text{ kg/日}$ である)
- ウ. 65 kg/日 (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
- エ. 1.875 kg/日 (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：一部の負荷を合計していない。

イ解説： $40 + 25 + 15 = 80 \text{ kg/日}$ である。

ウ解説：計算誤りである。

エ解説：負荷量同士を掛ける必要はない。

総合解説：流域や工場全体の総量評価では各発生源の負荷量を共通単位で合算する。

問題 0033

水質予測・負荷解析 > 物質収支・汚濁負荷量計算 | 難易度 2

流量1,000 m³/日・濃度20 mg/Lの排水と、流量4,000 m³/日・濃度5 mg/Lの水を完全混合する。反応がないとき混合後濃度はどれか。

- ア. 8 mg/L (算定式: $(1,000 \times 20 + 4,000 \times 5) / 5,000 = 40,000 / 5,000 = 8$ mg/Lである)
イ. 12.5 mg/L (各値を単純平均する計算)
ウ. 25 mg/L (各値を単純加算する計算)
エ. 4 mg/L (小さい側の値を採る換算・設定)

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説： $(1,000 \times 20 + 4,000 \times 5) / 5,000 = 40,000 / 5,000 = 8$ mg/Lである。

イ解説：濃度の単純平均であり流量を考慮していない。

ウ解説：濃度を加算している。

エ解説：総負荷量を過小評価している。

総合解説：混合計算は質量保存に基づく流量加重平均で行う。

問題 0034

水質予測・負荷解析 > 物質収支・汚濁負荷量計算 | 難易度 1

流入COD負荷500 kg/日の処理施設でCOD除去率が90%である。処理水として流出するCOD負荷はどれか。

- ア. 450 kg/日 (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
イ. 50 kg/日 (算定式: $500 \times (1 - 0.90) = 50$ kg/日である)
ウ. 5 kg/日 (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
エ. 590 kg/日 (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：除去量を処理水負荷と取り違えている。

イ解説： $500 \times (1 - 0.90) = 50$ kg/日である。

ウ解説：除去率99%に相当する。

エ解説：流入負荷を超えている。

総合解説：除去率は流入から除去された割合であり、残留負荷は流入負荷 $\times$ (1-除去率)で求める。

問題 0035

水質予測・負荷解析 > 物質収支・汚濁負荷量計算 | 難易度 2

排水流量と濃度が日内で大きく変動する工場について日負荷量を求める方法として最も適切なものはどれか。

- ア. 最大濃度だけを24倍すれば必ず正しい。
- イ. 最低流量と最低濃度だけを掛ければよい。
- ウ. 各時間帯の流量×濃度を積算し、時間ごとの負荷を合計する。
- エ. 濃度の算術平均だけで流量を使わず計算する。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：流量変動を無視している。

イ解説：負荷を過小評価する。

ウ解説：流量と濃度が同時に変動する場合、単純な時間平均濃度だけでは日負荷を正しく求められないことがある。

エ解説：負荷量には流量が必要である。

総合解説：総量管理では濃度だけでなく、同時刻の流量データと組み合わせた負荷評価が基本となる。

問題 0036

水質予測・負荷解析 > 物質収支・汚濁負荷量計算 | 難易度 2

反応する水質物質の物質収支式に、移流による流入・流出以外に含めるべき項として適切なものはどれか。

- ア. 分解・生成・沈降・底泥交換などの反応・移行項。
- イ. 単位を意図的に混在させる項。
- ウ. 物質保存と無関係な設備の塗装色。
- エ. 観測値をすべてゼロに置き換える項。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：非保存性物質では輸送だけでは収支が閉じず、反応や相間移行を加える必要がある。

イ解説：収支は共通単位で取る。

ウ解説：収支項ではない。

エ解説：予測の妥当性を失う。

総合解説：水質予測は物質保存を骨格とし、対象物質の生成・消失・相移動を適切に追加する。

問題 0037

水質予測・負荷解析 > 物質収支・汚濁負荷量計算 | 難易度 2

流入負荷 $W=30$ kg/日、流出量 $Q=2.0 \times 10^5$ m³/日、一次反応による除去相当量 $kV=1.0 \times 10^5$ m³/日とする完全混合水域で、定常濃度 $C=W/(Q+kV)$ はどれか。

- ア. 0.01 mg/L (換算係数を10分の1側に置く計算)
イ. 0.15 mg/L (反応除去項を含めず流出項だけで算定する計算)
ウ. 1.0 mg/L (換算係数を10倍側に置く計算)
エ. 0.10 mg/L (算定式: $30 \text{ kg/日} \div 3.0 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{日} = 0.0001 \text{ kg/m}^3 = 0.10 \text{ mg/L}$)

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：単位換算を10分の1にしている。

イ解説：反応除去を無視した W/Q に相当する。

ウ解説：単位換算を10倍している。

エ解説： $30 \text{ kg/日} \div 3.0 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{日} = 0.0001 \text{ kg/m}^3 = 0.10 \text{ mg/L}$ 。

総合解説：定常収支では流入負荷と、流出・反応による除去速度が釣り合う。

問題 0038

水質予測・負荷解析 > 物質収支・汚濁負荷量計算 | 難易度 2

受水河川への汚濁負荷量が一定のまま、河川流量が半分になった。完全混合・反応なしと仮定した場合の濃度変化として適切なのはどれか。

- ア. 濃度は半分になる。
イ. 濃度は必ずゼロになる。
ウ. 濃度は流量に無関係で一定である。
エ. 濃度は約2倍になる。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：関係が逆である。

イ解説：負荷が存在するためゼロにはならない。

ウ解説：同じ負荷なら流量変化で濃度が変わる。

エ解説： $C=W/Q$ で、負荷 W 一定なら流量 Q が $1/2$ になると濃度は2倍となる。

総合解説：渇水時などは同じ負荷でも希釈容量が低下し、水質影響が大きくなることもある。

問題 0039

水質予測・負荷解析 > 物質収支・汚濁負荷量計算 | 難易度 2

全りん濃度0.50 mg/L、流量50,000 m³/日の流入負荷量はどれか。

- ア. 2.5 kg/日（換算係数を10分の1側に置く計算）
イ. 25 kg/日（算定式: $0.50 \times 50,000 = 25,000$ g/日=25 kg/日）
ウ. 250 kg/日（換算係数を10倍側に置く計算）
エ. 100,000 kg/日（別の換算条件・対象範囲を仮定する候補）

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：10分の1の換算誤りである。

イ解説： $0.50 \times 50,000 = 25,000$ g/日=25 kg/日。

ウ解説：10倍の換算誤りである。

エ解説：濃度と流量の単位関係を誤っている。

総合解説：mg/L × m³/日はg/日となるため、1,000で割ってkg/日にする。

問題 0040

水質予測・負荷解析 > 物質収支・汚濁負荷量計算 | 難易度 2

流域から湖へのCOD負荷が1,200 kg/日で、対策により6%削減される計画である。対策後負荷はどれか。

- ア. 1,128 kg/日（算定式: $1,200 \times (1-0.06) = 1,128$ kg/日である）
イ. 72 kg/日（削減量そのものを対策後負荷として扱う計算）
ウ. 1,272 kg/日（削減率を増加率として扱う計算）
エ. 1,194 kg/日（別の換算条件・対象範囲を仮定する候補）

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説： $1,200 \times (1-0.06) = 1,128$ kg/日である。

イ解説：削減量を対策後負荷と取り違えている。

ウ解説：削減ではなく増加させている。

エ解説：6 kg/日の削減として計算している。

総合解説：将来水質予測では、対策ごとの負荷削減量や削減率をモデル入力へ反映する。

問題 0041

水質予測・負荷解析 > 拡散モデル・予測条件・パラメータ | 難易度 1

水域の移流拡散水質モデルに必要な入力・パラメータの組合せとして最も適切なものはどれか。

- ア. 資格試験の受験番号だけ。
- イ. 施設の外壁色と照明照度だけ。
- ウ. 流量・流速、地形・水深、境界濃度、拡散係数、対象物質の反応速度。
- エ. 濃度単位を決めずに数値だけ入力する。

解答・全4肢解説

正答：ウ
ア解説：水質モデルの物理入力ではない。
イ解説：水質輸送の主要パラメータではない。
ウ解説：輸送場と境界条件、物質の反応特性をそろえて初めて濃度分布を計算できる。
エ解説：単位整合が必要である。
総合解説：モデル入力は水理・負荷・境界・反応・気象等に分け、単位と時空間解像度を整える。

問題 0042

水質予測・負荷解析 > 拡散モデル・予測条件・パラメータ | 難易度 1

水質モデルの「キャリブレーション」と「検証」の説明として適切なのはどれか。

- ア. 検証では観測値を見ず、結果が合わなくても必ず合格とする。
- イ. キャリブレーションで観測に合うようパラメータを調整し、別期間・別データで再現性を検証する。
- ウ. キャリブレーションはパラメータを全てゼロに固定すること。
- エ. 両者はモデルと無関係な同じ作業である。

解答・全4肢解説

正答：イ
ア解説：検証はモデル性能を確認する工程である。
イ解説：同じデータだけに合わせ込むと過適合を見逃すため、独立データでの確認が重要である。
ウ解説：観測データに基づき調整する。
エ解説：目的が異なる。
総合解説：予測モデルは「合わせ込み」だけでなく、未使用データで再現性を確認して信頼性を評価する。

問題 0043

水質予測・負荷解析 > 拡散モデル・予測条件・パラメータ | 難易度 2

河川モデルで上流端濃度を実際より大幅に低く設定した場合、下流濃度予測が過小になる可能性が高い。これは何の設定誤りか。

ア. 数値計算とは無関係な図の凡例だけの誤り。

イ. 上流境界条件。

ウ. 排水処理施設の塗装条件。

エ. 正答位置の設定。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：境界条件は計算結果へ直接影響する。

イ解説：上流から入ってくる流量・濃度はモデル領域への物質流入を決める境界条件である。

ウ解説：水質モデル境界ではない。

エ解説：試験問題の形式でありモデル入力ではない。

総合解説：境界条件はモデル領域外からの影響を表すため、観測や妥当な外部データに基づいて設定する。

問題 0044

水質予測・負荷解析 > 拡散モデル・予測条件・パラメータ | 難易度 2

水質予測で拡散係数や反応速度に不確実性がある場合、感度解析を行う主な目的はどれか。
ア. 各パラメータの変化が予測結果へどの程度影響するかを把握し、重要な不確実性を特定する。

イ. 結果が変わらないよう全パラメータを同じ値にするため。

ウ. 観測データを削除するため。

エ. 不確実性を隠すため。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：感度が高いパラメータは現地調査や校正を重点化する対象になる。

イ解説：物理的意味を失う。

ウ解説：感度解析は観測の代替ではない。

エ解説：むしろ不確実性の影響を明示する。

総合解説：モデル結果を1本の数値だけで示さず、主要パラメータや条件の変動幅を評価することが重要である。

問題 0045

水質予測・負荷解析 > 拡散モデル・予測条件・パラメータ | 難易度 2

急激な濃度変化を持つ移流拡散問題で、時間刻み・空間格子を粗くし過ぎると起こり得る問題はどれか。

- ア. 格子を粗くするほど必ず真値と完全一致する。
- イ. 濃度ピークが過度に平滑化されたり、数値誤差が増えて到達時刻やピーク値を誤る。
- ウ. 時間刻みは計算結果に絶対影響しない。
- エ. 格子幅を無限大にすると横断分布も詳細化する。

解答・全4肢解説

正答：イ
ア解説：一般に保証されない。
イ解説：数値解法では現象の時間・空間スケールに対して十分な解像度が必要である。
ウ解説：安定性・精度に影響する。
エ解説：逆に空間情報を失う。
総合解説：数値モデルでは格子・時間刻み依存性を確認し、精度と計算負荷のバランスを取る。

問題 0046

水質予測・負荷解析 > 拡散モデル・予測条件・パラメータ | 難易度 3

反応性物質の分解速度を推定する前に、保存性トレーサでモデル校正を行う利点として最も適切なものはどれか。

- ア. 保存性トレーサを使うと流速が物理的にゼロになる。
- イ. トレーサ濃度だけで全ての生物反応速度が自動決定される。
- ウ. モデル校正が不要になる。
- エ. 移流・分散・一時貯留などの水理挙動を先に把握し、反応による濃度低下と輸送による変化を分けやすくする。

解答・全4肢解説

正答：エ
ア解説：トレーサは流れを止めない。
イ解説：反応物質には別途データが必要である。
ウ解説：むしろ校正用データとして使う。
エ解説：保存性トレーサは反応を受けにくいいため、輸送パラメータの推定に向く。
総合解説：輸送と反応を段階的に同定すると、パラメータの識別性を高めやすい。

問題 0047

水質予測・負荷解析 > 拡散モデル・予測条件・パラメータ | 難易度 3

河川の長区間で横断・鉛直混合が十分進み、断面平均濃度の変化を主に知りたい。適したモデルの考え方はどれか。

- ア. 横断方向の局所高濃度を詳細再現したい場合ほど一次元モデルだけで十分である。
- イ. 一次元移流分散モデルを候補とし、断面平均の仮定が観測で妥当か確認する。
- ウ. モデル次元は現象に関係なく常に3Dでなければならない。
- エ. 断面平均という概念は水質予測に使えない。

解答・全4肢解説

正答：イ
ア解説：横断情報が必要なら2D以上を検討する。
イ解説：一次元モデルは流下方向を主軸にし、断面内の不均一を平均化できる区間で有効である。
ウ解説：目的とスケールに応じて選ぶ。
エ解説：1Dモデルの基本である。
総合解説：必要な精度と現象の次元性に応じて、過不足のないモデルを選択する。

問題 0048

水質予測・負荷解析 > 拡散モデル・予測条件・パラメータ | 難易度 3

深い貯水池で強い温度成層があり、流入水の潜入深度と底層DOを予測したい。最も適切なモデル選定はどれか。

- ア. 水深情報を持たない単一の完全混合槽だけで詳細な鉛直分布まで再現できる。
- イ. 流動計算をせず濃度を一定値に固定する。
- ウ. 鉛直密度構造を表現できる2次元鉛直断面または3次元の流動・水質モデルを検討する。
- エ. 気象・流入条件を全て無視する。

解答・全4肢解説

正答：ウ
ア解説：鉛直構造を表現できない。
イ解説：密度流・輸送を評価できない。
ウ解説：成層・密度流・鉛直DO分布を扱うには鉛直方向の情報が必要である。
エ解説：成層形成に影響する重要条件である。
総合解説：モデルの複雑さは目的に合わせる。鉛直構造が重要な水域では完全混合仮定が不適切な場合がある。

問題 0049

水質予測・負荷解析 > 拡散モデル・予測条件・パラメータ | 難易度 3

湖沼の将来水質予測で、過去数年の異なる流況・気象条件を複数ケースとして計算する利点はどれか。

ア. 単一年の特殊な気象・流況に依存せず、自然変動を考慮した予測幅や平均的な効果を評価できる。

イ. 流況が異なるケースは予測を混乱させるだけなので1日だけで十分。

ウ. 複数ケースを使うと物質収支を使えなくなる。

エ. 過去データは境界条件の検討に一切使えない。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：霞ヶ浦の計画でも複数の流況ケースを用いて将来水質を算出している。

イ解説：自然変動を無視すると代表性が低くなる。

ウ解説：各ケースで収支計算できる。

エ解説：実績流況は重要なシナリオ資料である。

総合解説：将来予測では施策差だけでなく、気象・流況の年々変動による不確実性も評価する。

問題 0050

水質予測・負荷解析 > 拡散モデル・予測条件・パラメータ | 難易度 2

水質モデルの運用方針として最も適切なものはどれか。

ア. モデル予測と現地モニタリングを相互に用い、外れた場合は入力・構造・パラメータを見直す。

イ. 一度モデルを作れば、その後の観測は永久に不要である。

ウ. 観測と予測が違ってモデル値を必ず真値とする。

エ. モデルは将来シナリオ比較に使えない。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：モデルは観測を補完する道具であり、観測との比較で継続的に妥当性を確認する。

イ解説：環境条件や負荷は変化するため観測が必要である。

ウ解説：差異の原因分析が必要である。

エ解説：施策・流況シナリオ比較に有用である。

総合解説：モデルは意思決定支援のための近似であり、観測・更新・不確実性評価と組み合わせる。

問題 0051

水質予測・負荷解析 > 溶存酸素・富栄養化・水質予測 | 難易度 1

水域の溶存酸素（DO）収支で、酸素の供給側となる代表的な過程はどれか。

- ア. 有機物分解と硝化だけ。
- イ. 底泥酸素要求だけ。
- ウ. BOD負荷の増加だけ。
- エ. 大気からの再曝気と植物プランクトン等の光合成。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：いずれも主に酸素消費過程である。

イ解説：酸素消費過程である。

ウ解説：通常は酸素消費を増やす。

エ解説：DOは大気とのガス交換や光合成で増え、呼吸・有機物分解・硝化等で消費される。

総合解説：DOモデルは供給項と消費項の差し引きで構成する。

問題 0052

水質予測・負荷解析 > 溶存酸素・富栄養化・水質予測 | 難易度 1

藻類が多い浅い水域で、晴天日のDOが午後に高く、夜明け前に低くなる主な理由はどれか。

- ア. 昼間は光合成による酸素生成が強く、夜間は光合成が止まる一方で呼吸が続くため。
- イ. 夜間は光合成が昼間より強くなるため。
- ウ. 昼間はすべての生物呼吸が停止するため。
- エ. DOは生物活動に関係なく必ず一定である。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：富栄養な表層水では光合成と呼吸の日周変化によりDO変動が大きくなることがある。

イ解説：光がないと光合成は進みにくい。

ウ解説：呼吸は昼夜とも起こる。

エ解説：生物活動とガス交換で変化する。

総合解説：DO評価では採水時刻による日周変動を考慮する。

問題 0053

水質予測・負荷解析 > 溶存酸素・富栄養化・水質予測 | 難易度 1

分解可能な有機物負荷が大きく増加した場合、受水域のDOに起こりやすい変化はどれか。

ア. 微生物分解に伴う酸素消費が増え、DOが低下しやすくなる。

イ. 有機物が増えるほど酸素消費は必ずゼロになる。

ウ. DOは有機物負荷に一切影響されない。

エ. 有機負荷は必ずDOを無限大にする。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：有機物の好気分解は酸素需要を生じるため、有機負荷増加は低DOリスクを高める。

イ解説：分解可能な有機物は酸素消費源である。

ウ解説：BOD等は酸素消費と関係する。

エ解説：逆方向の影響が一般的である。

総合解説：河川・湖沼・海域の水質予測では、有機物負荷と酸素消費速度の関係を設定する。

問題 0054

水質予測・負荷解析 > 溶存酸素・富栄養化・水質予測 | 難易度 2

アンモニア性窒素の硝化がDO収支に与える影響として適切なものはどれか。

ア. 硝化は酸素を生成するためDOを必ず上げる。

イ. 硝化とDOは化学的に無関係である。

ウ. 硝化は窒素を必ずリンへ変換する反応である。

エ. 硝化は酸素を消費するため、アンモニア負荷が大きいとDO低下要因になり得る。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：硝化は酸素消費反応である。

イ解説：硝化速度はDO条件にも依存する。

ウ解説：元素変換ではない。

エ解説：硝化は好氣的な酸化反応であり、DOモデルでは酸素消費項として扱う。

総合解説：有機物分解だけでなく、窒素の酸化反応も酸素需要として評価する。

問題 0055

水質予測・負荷解析 > 溶存酸素・富栄養化・水質予測 | 難易度 2

栄養塩負荷の増大から底層低酸素へ至る典型的な流れとして最も適切なものはどれか。

ア. 栄養塩増加→藻類完全消失→酸素消費ゼロ。

イ. 窒素・りん増加→植物プランクトン増殖→有機物沈降→分解による酸素消費→成層下で底層DO低下。

ウ. 窒素・りん増加→水が必ず蒸発→DO一定。

エ. 栄養塩増加→底泥が消滅→貧酸素解消。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：一般的な富栄養化の流れではない。

イ解説：富栄養化では一次生産の増大と、その有機物分解が底層酸素消費を増やす。

ウ解説：因果関係がない。

エ解説：一般的に成立しない。

総合解説：富栄養化対策は栄養塩負荷だけでなく、藻類・有機物・DO・底泥の連鎖を理解して評価する。

問題 0056

水質予測・負荷解析 > 溶存酸素・富栄養化・水質予測 | 難易度 2

底層で酸素消費が大きい海域において、強い密度成層が続くと貧酸素が長期化しやすい理由はどれか。

ア. 成層が強いほど底層へ酸素が瞬時に拡散するため。

イ. 表層の酸素豊富な水が底層へ混合されにくいいため。

ウ. 底層では酸素消費反応が一切起きないため。

エ. 表層DOが高ければ成層の有無に関係なく底層DOも同じになるため。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：密度成層は鉛直混合を抑える。

イ解説：成層は酸素の鉛直供給を抑え、底層での消費を補いにくくする。

ウ解説：実際には底泥・有機物分解等で消費される。

エ解説：成層時は鉛直差が維持される。

総合解説：DO予測は表層値だけでなく、成層と底層酸素要求を考慮した鉛直収支で行う。

問題 0057

水質予測・負荷解析 > 溶存酸素・富栄養化・水質予測 | 難易度 3

湖の流入りん負荷を削減したのに藻類増殖が十分に減らない。底層が長期に低酸素である場合、モデルに追加すべき過程として有力なのはどれか。

- ア. 底泥と水柱の物質交換を常にゼロとする。
- イ. 流入負荷削減量を負の値にして汚濁を増加させる。
- ウ. 藻類成長を栄養塩に無関係と固定する。
- エ. 底泥から水中へのりん溶出などの内部負荷。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：内部負荷を見落とす可能性がある。

イ解説：対策効果と逆である。

ウ解説：富栄養化機構を表現できない。

エ解説：低酸素条件では底泥からの栄養塩溶出が水質改善を遅らせる場合がある。

総合解説：長期予測では外部負荷削減後の内部負荷や底泥応答を検討する。

問題 0058

水質予測・負荷解析 > 溶存酸素・富栄養化・水質予測 | 難易度 3

湖沼の植物プランクトン・DOを予測するモデルで重要な条件の組合せはどれか。

- ア. 塗装色、建物階数、試験会場の座席数。
- イ. 栄養塩や光を一切使わず、DOを固定値とするだけ。
- ウ. 流入負荷と水温の単位を意図的に混在させる。
- エ. 水温、日射・光、窒素・りん、流入負荷、滞留時間、沈降・呼吸・分解速度。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：水域生態モデルの主要入力ではない。

イ解説：富栄養化応答を表現できない。

ウ解説：単位整合が必要である。

エ解説：藻類増殖は光・温度・栄養塩に依存し、DOは生産と呼吸・分解の収支に依存する。

総合解説：水質予測モデルは対象現象に必要な状態変数と反応過程を過不足なく選ぶ。

問題 0059

水質予測・負荷解析 > 溶存酸素・富栄養化・水質予測 | 難易度 3

富栄養化対策で窒素とリンのどちらを重点的に削減するか判断する方法として適切なのはどれか。

- ア. 全水域で必ず窒素だけが制限要因と仮定する。
- イ. 全水域で必ずリンだけが制限要因と仮定する。
- ウ. 栄養塩濃度と藻類応答を測定せずに判断する。
- エ. 対象水域の濃度、負荷、藻類応答、季節変化等を調べ、制限要因を水域ごとに評価する。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：水域により異なる。

イ解説：同様に一律ではない。

ウ解説：根拠が不足する。

エ解説：制限栄養塩は水域・季節・生物群集で変わり得るため、固定的な決め打ちは避ける。

総合解説：対策効果は負荷削減と生態応答を結び付けて評価する。

問題 0060

水質予測・負荷解析 > 溶存酸素・富栄養化・水質予測 | 難易度 3

ある水塊で1日に再曝気・光合成により酸素が合計120 kg供給され、呼吸・有機物分解・硝化等で150 kg消費される。他の出入りを無視すると1日のDO質量変化はどれか。

- ア. 30 kg増加（別の換算条件・対象範囲を仮定する候補）
- イ. 270 kg増加（各値を単純加算する計算）
- ウ. 30 kg減少（算定式: 供給120-消費150=-30 kg/日であり、DOは30 kg減少する）
- エ. 0 kg（別の換算条件・対象範囲を仮定する候補）

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：符号が逆である。

イ解説：供給と消費を単純加算している。

ウ解説：供給120-消費150=-30 kg/日であり、DOは30 kg減少する。

エ解説：供給と消費が等しくない。

総合解説：DOモデルでは各供給・消費過程を共通単位の酸素質量/時間で合計して収支を取る。

問題 0061

処理水の再利用 > 再利用用途・要求水質 | 難易度 1

国土交通省の再生水利用マニュアルで主要な利用用途として整理されている組合せはどれか。

- ア. 飲料水、注射用水、透析用水、半導体超純水のみ。
- イ. 海水淡水化、原油精製、焼却灰、騒音対策。
- ウ. 水洗用水だけで他用途は認められない。
- エ. 水洗用水、散水用水、修景用水、親水用水。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：マニュアルの主要4用途とは異なる。

イ解説：再生水利用用途の分類ではない。

ウ解説：複数用途が整理されている。

エ解説：再利用水は用途ごとの接触機会や要求性能に応じて水質管理を行う。

総合解説：再利用では「どこに使うか」を先に定め、用途に必要な安全性・美観・設備機能を設定する。

問題 0062

処理水の再利用 > 再利用用途・要求水質 | 難易度 1

再生水を複数用途へ供給する際の水質設定として最も適切な考え方はどれか。

- ア. 用途に関係なく全て同じ水質項目・同じ処理を機械的に適用する。
- イ. 水質は原水の色だけで決定する。
- ウ. 利用者との接触可能性は考慮しない。
- エ. 人の接触機会や飛沫・誤飲リスク、外観、配管・設備への影響など、用途ごとの要求に合わせる。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：過剰・不足処理の原因になり得る。

イ解説：微生物・化学物質・設備影響も必要である。

ウ解説：衛生的安全性の重要要素である。

エ解説：再生水の安全性と設備適合性は用途によって必要水準が異なる。

総合解説：再生水は用途別の要求水質と原水水質の差から処理・監視を設計する。

問題 0063

処理水の再利用 > 再利用用途・要求水質 | 難易度 1

人が水に触れる可能性が高い親水用水で特に重視すべき事項はどれか。

- ア. 微生物指標は一切確認しなくてよい。
- イ. 消毒設備は水質に関係なく必ず停止する。
- ウ. 病原微生物への曝露を抑えるための十分な処理・消毒と水質監視。
- エ. 人が触れる用途ほど未処理水を使う。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：衛生リスク評価に必要である。

イ解説：安全性を損なう。

ウ解説：接触機会が高い用途ほど衛生学的安全性の確保が重要になる。

エ解説：曝露リスクを高める。

総合解説：再利用用途のリスクを踏まえ、微生物除去・消毒・運転監視を組み合わせる。

問題 0064

処理水の再利用 > 再利用用途・要求水質 | 難易度 2

再生水を散水に利用する場合、水質管理で考慮すべき曝露経路として適切なのはどれか。

- ア. 飛沫・エアロゾルの吸入や皮膚接触、周囲への飛散。
- イ. 散水水は空中へ全く出ないため曝露経路は存在しない。
- ウ. 水質管理は配管の色だけで決まる。
- エ. 散水用途では微生物管理は常に不要である。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：散水は水滴を空中へ飛散させるため、利用者や周囲への接触可能性を考慮する。

イ解説：散水では飛沫が発生する。

ウ解説：衛生・機能面の管理が必要である。

エ解説：曝露を考えると重要である。

総合解説：用途ごとの曝露シナリオを具体化し、それに対応した処理・管理を設計する。

問題 0065

処理水の再利用 > 再利用用途・要求水質 | 難易度 1

公園の池などの修景用水で、衛生面以外に重要な水質管理項目の考え方はどれか。

- ア. 見た目や臭気は利用者への影響がないので全て無視する。
- イ. 濁り・色・臭気・藻類増殖など、景観や快適性を損なう要因を管理する。
- ウ. 濁度を高くするほど常に景観が向上する。
- エ. 藻類増殖は水質管理と無関係である。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：修景用途では美観が重要である。

イ解説：再利用マニュアルは衛生的安全性だけでなく美観・快適性も重視する。

ウ解説：一般に過度な濁りは美観を損なう。

エ解説：景観・臭気等に影響する。

総合解説：再生水の品質は衛生・美観・設備機能の複数目的で評価する。

問題 0066

処理水の再利用 > 再利用用途・要求水質 | 難易度 1

再生水供給設備で「施設機能障害防止」の観点から管理すべき事項として適切なのはどれか。

- ア. 配管閉塞は水質と一切関係しない。
- イ. 腐食性が高いほど設備寿命は必ず延びる。
- ウ. SSやスケール成分、腐食性、藻類等による配管・ノズル・機器の閉塞や劣化。
- エ. ノズル閉塞は運転に影響しない。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：SS・析出物・生物膜等が関係する。

イ解説：腐食は設備劣化を促す。

ウ解説：再利用水質は利用設備が安定して機能するかという視点でも管理する。

エ解説：散水・供給性能を低下させる。

総合解説：用途別要求水質には利用者安全だけでなく、施設維持管理上の適合性を含める。

問題 0067

処理水の再利用 > 再利用用途・要求水質 | 難易度 3

ビルで上水系と再生水系を併設する場合、最も重要な安全対策の一つはどれか。

- ア. 上水と再生水を常時連通させ、圧力差で自然に混ぜる。
- イ. 配管を明確に識別し、誤接続・逆流により再生水が上水系へ混入しない構造・管理とする。
- ウ. 配管識別をなくして作業者が推測で接続する。
- エ. 逆流防止や接続確認を不要とする。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：衛生上重大なリスクとなる。

イ解説：再生水システムでは用途外使用やクロスコネクションを防ぐことが重要である。

ウ解説：誤接続を誘発する。

エ解説：安全性を損なう。

総合解説：再生水設備は水質処理だけでなく、配管・表示・逆流防止を含むシステム安全が必要である。

問題 0068

処理水の再利用 > 再利用用途・要求水質 | 難易度 2

これまで水洗用水として使っていた再生水を、人が直接触れる親水用途へ変更する場合の対応として適切なものはどれか。

- ア. 用途が変わっても処理・監視条件を一切見直さない。
- イ. 親水用途では水質管理を減らす。
- ウ. 接触リスクが変わるため、要求水質・処理能力・消毒・監視計画を用途変更前に再評価する。
- エ. 原水水質の変動を無視する。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：新たな曝露リスクを見落とす。

イ解説：接触機会が高いため逆である。

ウ解説：利用用途が変われば必要な安全水準と管理方法も変わり得る。

エ解説：処理能力評価に必要である。

総合解説：再生水システムでは用途・原水・処理工程の変更を変更管理として扱う。

問題 0069

処理水の再利用 > 再利用用途・要求水質 | 難易度 3

再生水設備で消毒工程の性能低下が疑われる。適切な運転対応はどれか。

ア. 微生物指標や消毒運転指標を確認し、基準を満たせない場合は供給停止・迂回等を含む異常時対応を行う。

イ. 異常警報を無効化して供給を継続する。

ウ. 消毒剤注入が停止しても測定せず運転を続ける。

エ. 処理水質に関係なく全ての監視記録を廃棄する。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：水質逸脱時にそのまま利用を継続するのではなく、検知・停止・原因除去・復旧確認の手順を持つ。

イ解説：利用者リスクを高める。

ウ解説：性能確認ができない。

エ解説：原因解析と管理に記録が必要である。

総合解説：再生水の安全確保には処理性能だけでなく、運転管理指標・異常時対応・記録が必要である。

問題 0070

処理水の再利用 > 再利用用途・要求水質 | 難易度 3

再生水用途に対する処理水質の設定として最も合理的なのはどれか。

ア. 必要な安全性と利用機能を確保しつつ、用途に不要な過剰処理によるエネルギー・薬品消費も考慮する。

イ. 用途に関係なく常に最も高価な処理を最大負荷で運転する。

ウ. 安全性を無視して最小処理だけにする。

エ. 処理選定では原水水質を考えない。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：要求水質に見合う処理を選ぶことが、リスクと資源消費の両面で合理的である。

イ解説：必ずしも合理的ではない。

ウ解説：要求水質を満たせない。

エ解説：必要処理能力の前提である。

総合解説：再生水利用では用途適合の考え方で処理レベルを設定する。

問題 0071

処理水の再利用 > 再利用処理プロセス・高度処理 | 難易度 2

再生水処理におけるMF膜・UF膜の主な役割として適切なのはどれか。

- ア. 溶解した全ての塩類をROと同程度に除去する。
- イ. 有機物を必ず完全にCO₂へ酸化する。
- ウ. 水質に関係なく消毒工程を不要にする。
- エ. 懸濁物質や微粒子、微生物等を物理的に除去し、後段処理の安定化にも寄与する。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：MF/UFは溶解イオンの全面除去を目的としない。

イ解説：膜ろ過は分離操作である。

ウ解説：用途に応じ消毒等が必要である。

エ解説：MF/UFは主に粒子サイズに基づく膜ろ過であり、高品質な低濁度水の確保に使われる。

総合解説：膜の種類ごとに除去対象が異なるため、粒子除去と溶解物除去を区別する。

問題 0072

処理水の再利用 > 再利用処理プロセス・高度処理 | 難易度 2

RO膜を再生水処理に用いる場合の特徴として適切なのはどれか。

- ア. ROでは濃縮水が発生せず、全物質が分解される。
- イ. ROは粗大ごみをスクリーンで除く原理だけである。
- ウ. 溶解塩類や多くの低分子物質を高い率で分離できる一方、濃縮水の処理と高圧運転が必要になる。
- エ. ROは圧力を一切使わない。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：ROは分離操作で濃縮側が生じる。

イ解説：半透膜による圧力分離である。

ウ解説：ROは高い分離性能を持つが、エネルギー消費・前処理・濃縮水管理が重要である。

エ解説：浸透圧を上回る圧力が必要である。

総合解説：高度再生水では要求水質に応じてRO等を組み合わせるが、濃縮水まで含めたシステム評価が必要である。

問題 0073

処理水の再利用 > 再利用処理プロセス・高度処理 | 難易度 2

再生水高度処理におけるオゾン処理の説明として適切なのはどれか。

- ア. オゾンは砂粒を重力で沈降させるだけの装置である。
- イ. オゾンを使うと全ての溶解塩類が膜なしで完全除去される。
- ウ. オゾン処理後は水質監視が不要になる。
- エ. 強い酸化力を利用して色・臭気成分や一部の有機微量物質を酸化し、消毒にも寄与する。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：酸化処理である。

イ解説：無機塩の除去法とは異なる。

ウ解説：処理性能の監視は必要である。

エ解説：オゾンは酸化処理であり、対象物質の反応性に応じて分解・変換を行う。

総合解説：酸化処理は吸着・膜・消毒と組み合わせて多段バリアを構成することがある。

問題 0074

処理水の再利用 > 再利用処理プロセス・高度処理 | 難易度 2

再生水処理に活性炭を用いる主な目的として適切なのはどれか。

- ア. 溶解性有機物や臭気原因物質などを吸着して除去する。
- イ. 全ての無機塩類を必ず気化させる。
- ウ. 水中の流量そのものをゼロにする。
- エ. 一度設置すれば破過せず永久使用できる。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：活性炭は表面への吸着を利用し、微量有機物等の仕上げ処理に用いられる。

イ解説：吸着の説明ではない。

ウ解説：水処理の目的ではない。

エ解説：吸着容量には限界がある。

総合解説：活性炭処理では入口・出口濃度や通水量を監視し、交換・再生時期を管理する。

問題 0075

処理水の再利用 > 再利用処理プロセス・高度処理 | 難易度 2

紫外線（UV）消毒の特徴として適切なものはどれか。

ア. UVは処理後水中に長時間の消毒残留効果を必ず残す。

イ. 濁りが高いほどUVは必ず効率よく透過する。

ウ. UVは溶解塩類をROのように除去する。

エ. 薬剤残留をほとんど残さず微生物を不活化できるが、濁度やUV透過率が悪いと効果が低下し得る。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：塩素のような残留性は基本的にない。

イ解説：遮蔽・吸収で効率が低下する。

ウ解説：主目的は消毒である。

エ解説：UVは光が微生物へ到達することが重要であり、前段で低濁度化することが有効である。

総合解説：UVを採用する場合、前処理水質とランプ強度・照射量を運転管理する。

問題 0076

処理水の再利用 > 再利用処理プロセス・高度処理 | 難易度 2

塩素消毒を再生水供給系に用いる場合の説明として最も適切なものはどれか。

ア. 塩素を入れれば濁度やSSが全て物理的にろ過される。

イ. 塩素はどの濃度でも副作用がなく、注入量監視は不要である。

ウ. 塩素消毒は微生物に一切作用しない。

エ. 配水中に残留消毒効果を持たせやすい一方、必要量の管理や副生成物・臭気への配慮が必要である。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：塩素はろ過装置ではない。

イ解説：適切な濃度管理が必要である。

ウ解説：微生物不活化に用いられる。

エ解説：塩素は持続性のある消毒法だが、原水有機物や接触条件を考慮して運転する。

総合解説：再生水の消毒は接触時間・残留濃度・水質を組み合わせで管理する。

問題 0077

処理水の再利用 > 再利用処理プロセス・高度処理 | 難易度 3

再生水システムで「多重バリア」の考え方を採用する主な利点はどれか。

ア. 異なる原理の処理を組み合わせ、単一工程の性能低下が直ちに利用水質の破綻につながるにくくする。

イ. 1つの工程が故障したら他工程も必ず同時停止するようにする。

ウ. 全処理工程を同じ原理だけにすること。

エ. 監視をなくして処理設備だけ増やすこと。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：ろ過・膜・酸化・消毒等を組み合わせることで、異なるリスクを段階的に低減できる。

イ解説：冗長性の考え方と逆である。

ウ解説：異なるバリアを組み合わせる利点が減る。

エ解説：運転監視も必要である。

総合解説：高度再生水では処理プロセスとオンライン監視・異常時対応を組み合わせた多層的安全管理が重要である。

問題 0078

処理水の再利用 > 再利用処理プロセス・高度処理 | 難易度 3

RO設備で差圧上昇と透過流量低下が頻発しており、原水SSが高い。改善策として最も適切なものはどれか。

ア. 原水SSを増やして膜表面に保護層を厚く作る。

イ. 差圧上昇を無視して圧力だけ無制限に上げる。

ウ. 凝集・ろ過やMF/UF等の前処理で粒子負荷を下げ、洗浄条件と回収率を見直す。

エ. 前処理を全て撤去する。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：ファウリングを悪化させる。

イ解説：膜損傷・エネルギー増大につながる。

ウ解説：膜ファウリングは前段水質の影響を強く受けるため、前処理が重要である。

エ解説：粒子負荷が増える。

総合解説：膜処理は単体装置ではなく、前処理・膜運転・洗浄・濃縮水処理を含むシステムで評価する。

問題 0079

処理水の再利用 > 再利用処理プロセス・高度処理 | 難易度 3

二次処理水を低濁度かつ微生物リスクの低い親水用再生水へ仕上げる場合、処理構成の考え方として適切なのはどれか。

- ア. 親水用途でも二次処理水を無監視でそのまま供給する。
- イ. 要求水質を見ずにROだけを常に最大圧力で使う。
- ウ. 消毒前の濁度や膜性能は一切確認しない。
- エ. 原水水質と要求水質を比較し、ろ過・膜処理等で粒子を除去した後、必要な消毒を組み合わせる。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：衛生リスクを十分管理できない。

イ解説：過剰処理になり得る。

ウ解説：消毒効率・安全性に影響する。

エ解説：用途要求に対して不足する性能を補う単位操作を組み合わせるのが基本である。

総合解説：処理系列は「原水→必要な除去機能→消毒→監視→用途」の順で設計する。

問題 0080

処理水の再利用 > 再利用処理プロセス・高度処理 | 難易度 3

UF膜を微生物バリアとして用いる再生水設備で、膜破損を早期検知するための運転管理として適切なのはどれか。

- ア. 膜破損の可能性があっても透過水を測定せず供給を続ける。
- イ. 膜差圧・透過水濁度等の運転指標に加え、定期的な膜完全性確認を行い異常時には供給を制限する。
- ウ. 差圧・流束の記録を全て破棄する。
- エ. 膜を設置した時点で永久に完全性試験は不要になる。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：安全性を確認できない。

イ解説：膜バリアは物理的健全性が性能の前提なので、処理水質と設備指標の両方を監視する。

ウ解説：劣化傾向を把握できない。

エ解説：劣化・損傷は起こり得る。

総合解説：高度処理の信頼性は処理原理だけでなく、設備健全性の検知・異常対応まで含めて評価する。

問題 0081

処理水の再利用 > 節水・循環利用・資源回収 | 難易度 1

工場で洗浄用水の一部を再生水に置き換える直接的な効果として適切なのはどれか。

- ア. 同じ生産量なら新たに取水する上水・工業用水量を削減できる。
- イ. 再利用すると新規取水量が必ず増える。
- ウ. 再利用は水量収支と無関係である。
- エ. 再利用水は処理なしでどの用途にも使える。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：再利用は一度使った水を用途に適する品質へ処理して再び使い、新規水需要を減らす。

イ解説：一般に置換分だけ削減できる。

ウ解説：取水・排水・循環量に直接影響する。

エ解説：用途別要求水質を満たす必要がある。

総合解説：節水量は再利用量だけでなく、蒸発・製品持出し・ブロー等を含む水収支で評価する。

問題 0082

処理水の再利用 > 節水・循環利用・資源回収 | 難易度 2

工場内で高品質水を一度使用した後、より低い水質で足りる用途へ順次回す「カスケード利用」の利点として適切なのはどれか。

- ア. 全工程で最も低い水質の水を無条件使用する。
- イ. 用途ごとの要求水質を考えない。
- ウ. 再利用するたび汚染物質が自動的に消滅する。
- エ. 用途ごとの必要水質に合わせて水を段階利用し、過剰処理や新規取水を減らせる。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：必要品質を満たせない工程が出る。

イ解説：カスケード利用の基本に反する。

ウ解説：物質収支と処理が必要である。

エ解説：高い水質を必要としない用途へ再利用することで水資源効率を高められる。

総合解説：水の質と用途を対応させることが循環利用の設計原則である。

問題 0083

処理水の再利用 > 節水・循環利用・資源回収 | 難易度 3

蒸発損失のある循環冷却水系で、補給水を減らし過ぎてブローをほぼゼロにした場合に起こりやすい問題はどれか。

- ア. 蒸発すると溶解塩類も同じ割合で必ず気化して濃度は下がる。
- イ. ブローをゼロにすると溶質濃度も必ずゼロになる。
- ウ. 濃縮倍率は循環水管理と無関係である。
- エ. 蒸発で水だけが失われるため溶解塩類が濃縮し、スケール・腐食等のリスクが高まる。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：多くの無機塩類は蒸発水とともに出ない。

イ解説：逆に蓄積しやすい。

ウ解説：水質管理の重要指標である。

エ解説：循環率を上げて溶質の出口がなければ系内に蓄積する。

総合解説：循環利用では取水削減だけでなく、濃縮物・ブロー水の管理と設備障害を考える。

問題 0084

処理水の再利用 > 節水・循環利用・資源回収 | 難易度 2

工場の総用水需要が1,000 m³/日で、そのうち300 m³/日を再生水で賄っている。単純な再利用率（再利用量/総用水需要）はどれか。

- ア. 3%（換算係数を10分の1側に置く計算）
- イ. 70%（新規水割合を再利用率として扱う計算）
- ウ. 300%（比の分子と分母を入れ替える計算）
- エ. 30%（算定式: $300/1,000 \times 100 = 30\%$ である）

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：10分の1にしている。

イ解説：新規水の割合を再利用率と取り違えている。

ウ解説：分母と分子の扱いを誤っている。

エ解説： $300/1,000 \times 100 = 30\%$ である。

総合解説：再利用率の定義は組織・計画で異なる場合があるため、指標の分母・分子を明示する。

問題 0085

処理水の再利用 > 節水・循環利用・資源回収 | 難易度 2

下水・排水からリンを回収して資源化する意義として最も適切なものはどれか。

ア. リンを回収すると水中の窒素も必ず同量消滅する。

イ. 回収リンは品質管理をせず無条件にどこへでも利用できる。

ウ. リンは水質汚濁や資源循環と無関係である。

エ. 水域へのりん負荷低減と、有限な肥料原料資源の回収・循環利用を両立できる可能性がある。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：元素が異なるためそのような関係ではない。

イ解説：資源利用には品質・安全性の確認が必要である。

ウ解説：富栄養化と肥料資源の両面で重要である。

エ解説：国土交通省は下水・下水汚泥からのリン回収・活用を資源確保の観点から検討している。

総合解説：資源回収は汚濁物質を単に廃棄するのではなく、有用物として回収する考え方である。

問題 0086

処理水の再利用 > 節水・循環利用・資源回収 | 難易度 2

排水系へリン100 kg/日が流入し、回収設備で60 kg/日を製品側へ回収、処理水へ10 kg/日流出した。その他の損失を無視すると汚泥等に残るリンはどれか。

ア. 30 kg/日（算定式: $100 - 60 - 10 = 30$ kg/日である）

イ. 50 kg/日（別の換算条件・対象範囲を仮定する候補）

ウ. 70 kg/日（各値を単純加算する計算）

エ. 0 kg/日（別の換算条件・対象範囲を仮定する候補）

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説： $100 - 60 - 10 = 30$ kg/日である。

イ解説：処理水流出を考慮していない。

ウ解説：回収量と処理水量を加算している。

エ解説：全量が回収または処理水へ出たわけではない。

総合解説：資源回収でも流入、製品、処理水、汚泥・残渣を質量収支で閉じる。

問題 0087

処理水の再利用 > 節水・循環利用・資源回収 | 難易度 2

渇水時に下水再生水を散水・清掃等へ利用することの効果として適切なのはどれか。

ア. 飲用水でなくてもよい用途を再生水へ置き換え、限られた上水資源をより必要度の高い用途へ回せる。

イ. 再生水利用により渇水時の水需要が必ず増大する。

ウ. 渇水時ほど用途別水質管理をやめる。

エ. 再生水は水資源として一切利用できない。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：再生水利用は水資源の代替源となり、渇水時の需要管理に寄与し得る。

イ解説：代替により上水需要を減らし得る。

ウ解説：安全性確保は必要である。

エ解説：国土交通省が各種利用を整理している。

総合解説：水循環のレジリエンスでは平常時だけでなく、渇水・災害時の代替水源としての位置付けも検討する。

問題 0088

処理水の再利用 > 節水・循環利用・資源回収 | 難易度 3

工場で再利用率を大幅に上げるためRO・蒸発濃縮を追加する計画を評価する際、最も適切な考え方はどれか。

ア. 取水量だけ減れば電力消費や濃縮廃液は無視してよい。

イ. 取水・排水削減効果だけでなく、エネルギー使用量、薬品、濃縮水・残渣の処理まで含めて総合評価する。

ウ. 再利用率100%なら物質収支は不要になる。

エ. 高度処理は必ずエネルギーを消費しない。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：別の環境負荷へ転換する可能性がある。

イ解説：循環率を上げれば常に環境負荷がゼロになるとは限らず、水・エネルギー・廃棄物のトレードオフがある。

ウ解説：溶質・残渣の出口管理がより重要になる。

エ解説：圧力・酸化・加熱等でエネルギーを要する。

総合解説：節水・循環利用は単一指標でなく、ライフサイクル的な資源・エネルギー・残渣管理を含めて判断する。

問題 0089

大規模設備の汚濁防止 > 業種別排水特性・発生源対策 | 難易度 1

食肉・食鳥処理工場の排水特性として最も適切なものはどれか。

ア. 主成分は常に海水由来の塩化物だけで、BODはほぼゼロである。

イ. 脂肪・たんぱく質などの易生分解性有機物やSSが多く、BOD・COD・窒素・りん負荷が高くなり得る。

ウ. 重金属だけが主要汚濁物質で、有機物はほとんど含まれない。

エ. 工程によらず水量・水質は完全に一定である。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：食肉処理では有機物負荷が主要課題となる。

イ解説：EPA技術資料では食肉処理排水は脂肪・たんぱく質を主体とする易生分解性有機物を多く含み、BOD、COD、TSS、窒素、りんが高い強度排水になり得る。

ウ解説：主要成分は有機物やSSである。

エ解説：製品・操業条件で変動し得る。

総合解説：業種別排水では、まず発生工程と主要汚濁物質を特定し、発生源対策と処理方式を結び付ける。

問題 0090

大規模設備の汚濁防止 > 業種別排水特性・発生源対策 | 難易度 1

食肉処理工場で総合排水のBOD負荷を下げる発生源対策として最も有効なのはどれか。

ア. 血液や脂肪など高濃度有機物を排水へ流す前に回収し、固形物もできるだけ乾式で除去する。

イ. 高濃度廃液を大量の清水で希釈してそのまま流す。

ウ. 全ての固形物を床洗浄で排水系へ送り込む。

エ. 発生源対策をせず、最終処理設備だけを無制限に大型化する。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：血液や脂肪は高い有機負荷源であり、排水に混入する前の回収は処理設備への負荷を直接減らす。

イ解説：濃度は下がっても汚濁負荷量は基本的に減らない。

ウ解説：SS・BOD負荷を増やす。

エ解説：工程内削減の機会を失い、設備・運転負荷が増える。

総合解説：大規模工場では末端処理だけでなく、回収・分別・乾式清掃など工程内対策が重要である。

問題 0091

大規模設備の汚濁防止 > 業種別排水特性・発生源対策 | 難易度 1

清涼飲料・醸造工場の排水について適切な説明はどれか。

ア. 糖類や有機酸など生物分解しやすい有機物を含み、製品切替や洗浄工程で水量・濃度が変動しやすい。

イ. 製品や洗浄条件が変わっても排水水質は必ず一定である。

ウ. 有機物はほぼ存在せず、生物処理は原理的に適用できない。

エ. 糖類は水中で全くBODを示さない。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：JEMAI公式過去問題でも食料品製造業は製品ごとに水量・水質が異なり、易生分解性BOD成分が多いことが扱われている。

イ解説：工程切替等で変動し得る。

ウ解説：易生分解性有機物が多く、生物処理が多用される。

エ解説：糖類は一般に生分解され酸素需要を生じる。

総合解説：食品・飲料排水では易分解性という利点がある一方、負荷ピークを均す調整が重要となる。

問題 0092

大規模設備の汚濁防止 > 業種別排水特性・発生源対策 | 難易度 1

紙・パルプ工場の排水管理対象として適切な組合せはどれか。

ア. 騒音レベルと振動加速度だけ。

イ. 二酸化炭素濃度だけで全ての排水管理が完結する。

ウ. BOD、SS、pHに加え、工程によってCODやAOXなども重要となる。

エ. BODやSSは紙・パルプ排水には関係しない。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：水質項目ではない。

イ解説：水中汚濁物質を評価できない。

ウ解説：EPAの紙・パルプ排水ガイドラインではBOD、SS、pHのほか、CODやAOX等が対象に含まれる。

エ解説：主要管理項目である。

総合解説：製紙工程では繊維・有機物・薬品由来成分が排水へ移行するため、工程別に管理項目を整理する。

問題 0093

大規模設備の汚濁防止 > 業種別排水特性・発生源対策 | 難易度 2

クラフトパルプ工場で黒液を回収・濃縮し、回収ボイラーへ送る意義として最も適切なものはどれか。

- ア. 黒液を全量そのまま総合排水へ流すことが薬品回収の目的である。
- イ. 有機物のエネルギー回収と蒸解薬品の再生を行い、高濃度有機物・無機薬品の排水系への流出を抑える。
- ウ. 黒液は水だけなので回収する意味がない。
- エ. 回収ボイラーでは水処理薬品を全て河川へ放出する。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：回収の目的と逆である。

イ解説：黒液には可溶化したリグニン等とナトリウム・硫黄成分が含まれ、回収工程は資源回収と排水負荷低減に直結する。

ウ解説：有機物・無機薬品を高濃度に含む。

エ解説：薬品再生・エネルギー回収を行う。

総合解説：大規模設備では副生成物を資源回収系へ戻すことが、末端処理負荷の大幅削減につながる。

問題 0094

大規模設備の汚濁防止 > 業種別排水特性・発生源対策 | 難易度 1

金属表面処理・めっき工場の排水について最も適切な説明はどれか。

- ア. 工程に応じてクロム、ニッケル、銅、亜鉛、カドミウム、シアン等を含む可能性があり、系統分離が重要である。
- イ. 主要汚濁物質は必ず糖類だけである。
- ウ. 全工程の排水は性状が同じなので無条件に混合するのが最適である。
- エ. 重金属は水質管理の対象にならない。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：EPAのMetal Finishing Effluent Guidelinesは多様な金属類とシアンを対象としている。

イ解説：金属・シアン等が主要対象になり得る。

ウ解説：処理反応が異なるため系統分離が重要である。

エ解説：重要な管理対象である。

総合解説：有害物質排水は混合前に工程別・物質別に分けると、反応条件の管理と回収がしやすい。

問題 0095

大規模設備の汚濁防止 > 業種別排水特性・発生源対策 | 難易度 2

六価クロムを含むめっき排水の代表的処理順序として適切なものはどれか。

ア. 酸性条件で還元剤によりCr(VI)をCr(III)へ還元した後、アルカリ性側で水酸化物として沈殿分離する。

イ. 強アルカリ条件でCr(VI)を維持したまま最終放流する。

ウ. 還元工程を行わず、全量を生物処理だけで除去する。

エ. 酸性化と還元後に沈殿分離をせず、そのまま放流する。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：JEMAI 2025年度公式問題では硫酸、亜硫酸水素ナトリウム、消石灰を用いる処理フローが扱われている。

イ解説：Cr(VI)は還元してから沈殿させるのが基本である。

ウ解説：重金属処理には適さない。

エ解説：生成したCr(III)の除去が必要である。

総合解説：有害金属処理では酸化数を変える前処理と、溶解度を利用した沈殿分離を組み合わせる場合がある。

問題 0096

大規模設備の汚濁防止 > 業種別排水特性・発生源対策 | 難易度 1

製油所で発生する排水源として適切なものはどれか。

ア. 製油所では排水は一切発生しない。

イ. 排水源は飲料用の上水だけである。

ウ. プロセス排水、油を含む排水、冷却塔・ボイラーのブロー水、雨水など複数系統がある。

エ. すべての排水は油分もアンモニアも含まず性状が完全に同一である。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：多様な排水源が存在する。

イ解説：工程・冷却・雨水等がある。

ウ解説：EPAは製油所の排水源としてプロセス排水、冷却塔ブロー、ボイラーブロー、雨水等を整理している。

エ解説：系統ごとに性状が異なる。

総合解説：大規模製油所では排水系統を発生源別に分け、必要な前処理を行ってから総合処理へ送る。

問題 0097

大規模設備の汚濁防止 > 業種別排水特性・発生源対策 | 難易度 1

製油所でアンモニアや硫化物を多く含むサワーウォーターを総合生物処理へ送る前の代表的対策はどれか。

- ア. サワーウォーターを無処理で雨水系へ送る。
- イ. アンモニアを増やすために高濃度窒素薬品を追加する。
- ウ. 油水分離だけでアンモニア・硫化物を必ず完全除去する。
- エ. 排水ストリッパーでアンモニアや硫化物を除去・低減してから後段処理へ送る。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：汚濁拡散と事故リスクを高める。

イ解説：負荷を増加させる。

ウ解説：揮発性・溶解性成分には別処理が必要である。

エ解説：JEMAI公式過去問題およびEPA資料で、製油所の排水ストリッパーが工程内対策として扱われている。
総合解説：高濃度・阻害性のある側流は、総合処理に入る前に専用前処理することが大規模設備の基本である。

問題 0098

大規模設備の汚濁防止 > 業種別排水特性・発生源対策 | 難易度 1

大規模工場で非汚染雨水とプロセス汚水の排水系統を分離する主な利点はどれか。

- ア. 処理設備へ流入する水量を最大化するため。
- イ. 汚染排水を雨水系へ逃がすため。
- ウ. 流量変動を大きくして処理を不安定にするため。
- エ. 清浄な雨水を処理設備へ無用に流入させず、処理水量・ピーク負荷を抑えられる。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：分離は余分な水量を減らす目的で行う。

イ解説：水質汚濁を引き起こす。

ウ解説：逆に安定化へ寄与する。

エ解説：製油所の公害防止技術でも未汚染雨水等と汚染排水の系統分離が工程内対策として挙げられる。

総合解説：系統分離は処理容量、エネルギー、事故時封じ込めの全てに効果がある。

問題 0099

大規模設備の汚濁防止 > 業種別排水特性・発生源対策 | 難易度 2

大規模工場で開放循環式冷却水を採用する場合の説明として適切なのはどれか。
ア. 一過式より取水・排水量を削減できるが、蒸発により溶解塩類が濃縮するためブロー管理が必要である。
イ. 循環すると溶解塩類も蒸発水と同量だけ消失するのでブローは不要である。
ウ. 循環冷却水は水質管理を一切必要としない。
エ. 循環利用すると必ず排水量が一過式より増える。

解答・全4肢解説

正答：ア
ア解説：冷却水の循環は水使用量を減らす一方、濃縮倍率・スケール・腐食を管理する必要がある。
イ解説：多くの塩類は系内に濃縮する。
ウ解説：濃縮・腐食・スケール管理が必要である。
エ解説：一般には削減できる。
総合解説：水再利用は水量削減だけでなく、濃縮物の出口と設備障害を含めて管理する。

問題 0100

大規模設備の汚濁防止 > 業種別排水特性・発生源対策 | 難易度 2

多品種食品工場で新製品を追加したところ、夜間のCOD負荷が急増した。最も適切な初動はどれか。
ア. 負荷増の原因を確認せず曝気量だけ最大に固定する。
イ. 高濃度廃液を清水で希釈して負荷量も減ったとみなす。
ウ. 新製品工程の原料・洗浄・廃液発生を工程別に調査し、負荷量を測定して分別回収・調整槽容量・処理条件を見直す。
エ. 測定を止めて通常運転を続ける。

解答・全4肢解説

正答：ウ
ア解説：原因と必要対策が不明なままで過剰・不足運転になり得る。
イ解説：希釈では質量負荷は減らない。
ウ解説：食品工場では製品ごとに排水量・水質が異なるため、工程変更を排水処理側の変更管理につなげる必要がある。
エ解説：異常の把握と対策ができない。
総合解説：大規模設備では生産変更と排水処理を別管理にせず、工程情報を処理運転へ反映する。

問題 0101

大規模設備の汚濁防止 > 大規模処理設備・処理システム | 難易度 1

高濃度で易生分解性CODを含む食品排水に対し、省エネルギーと仕上り水質を両立したい。
適切な処理系列はどれか。

- ア. 好気処理の後段だけに嫌気処理を置き、前段負荷を全く下げない。
- イ. 前処理なしで粗大固形物を全て膜へ直接送る。
- ウ. スクリーン等の前処理→嫌気処理で高濃度有機物を削減→好気処理で仕上げる。
- エ. 有機物を除去せず消毒だけでCODを処理する。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：高濃度負荷低減と省曝気の利点を得にくい。

イ解説：閉塞・負荷増の原因となる。

ウ解説：高濃度易分解性排水では嫌気処理を前段に置き、残存有機物を好気処理で仕上げる構成が合理的である。

エ解説：消毒は有機物除去の主工程ではない。

総合解説：処理系列は汚濁物質の濃度・生分解性・SS・油分などに応じて前段から順序を設計する。

問題 0102

大規模設備の汚濁防止 > 大規模処理設備・処理システム | 難易度 1

製油所のプロセス排水に対する代表的な処理順序として最も適切なものはどれか。

- ア. 急速ろ過→排水ストリッパ→未処理放流。
- イ. 活性汚泥処理だけで全ての油分・硫化物・アンモニアを前処理なしに必ず除去する。
- ウ. 雨水とプロセス排水を無条件混合し、処理能力を無視する。
- エ. 排水ストリッパ等の前処理→油分等の除去・生物処理→必要に応じてろ過等の仕上げ処理。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：高濃度揮発性成分の前処理が後回しで不合理である。

イ解説：負荷・阻害対策として前処理が重要である。

ウ解説：水量増大と負荷変動を招く。

エ解説：JEMAI 2025年度では「排水ストリッパ→活性汚泥処理→急速ろ過」の順序が公式問題で扱われている。

総合解説：大規模製油所では発生源ごとの前処理と総合生物処理、必要な仕上げ処理を組み合わせる。

問題 0103

大規模設備の汚濁防止 > 大規模処理設備・処理システム | 難易度 1

油脂と浮遊固形物が多い食品排水を生物処理へ送る前の前処理として適切なものはどれか。

- ア. スクリーンやDAF等で粗大物・油脂・SSを除去し、生物処理への負荷を下げる。
- イ. 油脂をそのまま活性汚泥槽へ全量流入させる。
- ウ. SSを増やすため固形廃棄物を追加する。
- エ. 前処理水量を把握せずポンプを停止する。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：EPAの処理系列例ではスクリーン・グリット除去、DAF等が前処理に用いられている。

イ解説：浮上・発泡・酸素移動阻害等の原因になり得る。

ウ解説：処理負荷を増やす。

エ解説：安定運転にならない。

総合解説：前処理で粒子・油脂を除けば、生物処理容量と曝気エネルギーを有効に使いやすくなる。

問題 0104

大規模設備の汚濁防止 > 大規模処理設備・処理システム | 難易度 2

六価クロム系、シアン系、一般酸・アルカリ系の排水がある大規模めっき工場で、処理システムの基本方針として適切なものはどれか。

- ア. 反応条件が異なる排水を系統分離し、六価クロム還元やシアン処理などの専用前処理後に中和・沈殿等へ統合する。
- イ. 全排水を原水槽で無条件混合し、薬品反応の違いを無視する。
- ウ. 重金属を生物処理だけで完全除去する。
- エ. 発生源別流量・濃度を把握しない。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：有害物質ごとに必要なpH・酸化還元条件が異なるため、無条件混合は避ける。

イ解説：有害ガス発生や処理不良のリスクがある。

ウ解説：物理化学的処理が中心となる。

エ解説：薬品量・設備容量の設計ができない。

総合解説：大規模有害物質処理では系統分離、専用反応、固液分離、汚泥管理を一体で設計する。

問題 0105

大規模設備の汚濁防止 > 大規模処理設備・処理システム | 難易度 1

大規模排水処理設備で調整槽を設ける主要な目的はどれか。

- ア. 後段設備へ最大ピーク流量をそのまま送るため。
- イ. 全ての汚濁物質を無薬品で完全分解するため。
- ウ. 水質監視を不要にするため。
- エ. 時間変動する流量・濃度・pHを均し、後段設備への瞬間的な過負荷を抑える。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：平準化の目的と逆である。

イ解説：主目的は均等化である。

ウ解説：調整後も監視が必要である。

エ解説：調整槽は生産工程のバッチ変動と処理設備の連続安定運転をつなぐ。

総合解説：調整槽容量は流量だけでなく、高濃度排水の発生時刻やpH変動も踏まえて設計する。

問題 0106

大規模設備の汚濁防止 > 大規模処理設備・処理システム | 難易度 1

24時間操業の大規模処理場でブロワ1台の故障が直ちに処理停止につながる。改善策として適切なものはどれか。

- ア. 唯一のブロワを停止してもDOは永久に維持されると仮定する。
- イ. 必要能力を確保した複数台構成や予備機を設け、故障時にも最低限の曝気を継続できるようにする。
- ウ. 故障警報を無効化する。
- エ. 予備機を設けず復旧まで無制限に流入を続ける。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：酸素供給が止まれば生物処理へ影響する。

イ解説：重要機器の冗長化は大規模連続処理設備の信頼性確保に有効である。

ウ解説：異常検知が遅れる。

エ解説：未処理流出リスクが高まる。

総合解説：設備設計では平均運転だけでなく、故障・保守時の処理継続性を考える。

問題 0107

大規模設備の汚濁防止 > 大規模処理設備・処理システム | 難易度 1

大規模処理設備を複数の並列系列に分ける利点として適切なものはどれか。

ア. 全系列が同時に停止しやすくなることだけが利点である。

イ. 流量計やバルブが不要になる。

ウ. 一系列を点検停止しても他系列で処理を継続でき、負荷変動に応じて運転系列数を調整できる。

エ. 系列ごとの性能比較ができなくなる。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：逆に部分停止を可能にする。

イ解説：適切な流量配分制御が必要である。

ウ解説：並列化は保守性と負荷追従性を高める。

エ解説：むしろ比較・異常検知に利用できる。

総合解説：大規模設備では容量だけでなく、保守・故障・低負荷時の柔軟性を設計に入れる。

問題 0108

大規模設備の汚濁防止 > 大規模処理設備・処理システム | 難易度 1

大規模工場の最終放流前にガードベースンや監視槽を設ける目的として最も適切なのはどれか。

ア. 放流水を一時的に監視・保持し、異常水質を検知した場合に系外放流を回避して再処理等へ戻す余地を持たせる。

イ. 異常値が出ても必ずそのまま放流するため。

ウ. 流量計や水質計を撤去するため。

エ. 処理前の高濃度排水を直接外部へ排出するため。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：JEMAI過去問題では製油所の最終出口にpH計、COD計、流量計を設ける事例が扱われている。

イ解説：監視・封じ込めの目的に反する。

ウ解説：監視設備を活用する。

エ解説：事故リスクを高める。

総合解説：最終監視は処理設備の最後の防護層であり、警報・遮断・返送の運転手順と組み合わせる。

問題 0109

大規模設備の汚濁防止 > 大規模処理設備・処理システム | 難易度 2

大規模排水処理場で汚泥脱水ろ液の窒素・COD濃度が高い。主水処理へ全量返送するときの注意点はどれか。

- ア. 内部返流水は工場外から来ないので負荷量はゼロとみなす。
- イ. 返流水負荷を主流入負荷へ加算し、ピーク負荷や窒素処理能力を再評価する。
- ウ. 高濃度ほど無条件に一括瞬時返送する。
- エ. 返流水水質は測定しない。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：系内循環でも主処理への負荷になる。

イ解説：内部返流水も処理系への実質負荷であり、外部流入だけを見て設計すると能力不足を見落とす。

ウ解説：ピーク負荷を増大させる。

エ解説：質量収支に必要である。

総合解説：大規模処理では主流・側流・返流水を含む全体物質収支で設備能力を評価する。

問題 0110

大規模設備の汚濁防止 > 大規模処理設備・処理システム | 難易度 2

ROを大規模再利用システムへ追加する際に、透過水水質だけでなく設計すべき事項はどれか。

- ア. 濃縮水は物質を含まないので無条件放流する。
- イ. 前処理なしで全ての原水をROへ送るのが常に最適である。
- ウ. 膜差圧や透過流量は監視不要である。
- エ. 前処理、膜洗浄、濃縮水・洗浄排水の処理、エネルギー使用量まで含む全体システム。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：汚濁物質が濃縮される可能性がある。

イ解説：ファウリング対策が必要である。

ウ解説：性能管理に必要である。

エ解説：膜は汚濁物質を消滅させるのではなく濃縮側へ分離するため、出口管理が必要である。

総合解説：高度処理は単体装置ではなく、前処理から残渣処理まで含むシステムとして評価する。

問題 0111

大規模設備の汚濁防止 > 負荷変動・運転管理・事故対策 | 難易度 1

バッチ洗浄により毎日2時間だけCOD負荷が通常の4倍になる工場で、最も適切な運転改善はどれか。

- ア. ピーク時だけ未処理排水をバイパス放流する。
- イ. 高濃度排水を調整槽に受けて時間分散し、後段の流量・負荷を許容範囲に平準化する。
- ウ. 調整槽を空にしてピークを一度に後段へ送る。
- エ. 負荷データを記録しない。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：水質事故につながる。

イ解説：瞬間ピークを均すことで生物処理や薬品処理の急変を防ぎやすい。

ウ解説：過負荷を増大させる。

エ解説：原因分析・予測ができない。

総合解説：生産側の排水発生スケジュールと処理側の能力を連携させることが重要である。

問題 0112

大規模設備の汚濁防止 > 負荷変動・運転管理・事故対策 | 難易度 2

最終放流水のオンラインCOD計が急上昇し、同時に流量も増加した。最初に取りべき対応として最も適切なのはどれか。

- ア. 警報を解除し、原因確認せず放流を続ける。
- イ. COD計の値を手入力で正常値に書き換える。
- ウ. 流量増加は負荷量に影響しないとみなす。
- エ. 放流を安全側へ切り替え可能なら保持・返送し、計器異常か実水質異常かを迅速に確認して上流工程を点検する。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：汚濁流出を拡大するおそれがある。

イ解説：データ改ざんであり原因解決にならない。

ウ解説：COD負荷=濃度×流量である。

エ解説：異常時は流出継続を防ぎつつ、計器校正・採水分析・工程確認で原因を切り分ける。

総合解説：大規模施設では警報閾値、放流遮断、再処理、連絡体制を事前に定める。

問題 0113

大規模設備の汚濁防止 > 負荷変動・運転管理・事故対策 | 難易度 1

工場で設備破損により有害物質を含む水が公共用水域へ流出し、被害のおそれがある。水質汚濁防止法上の対応として適切なのはどれか。

- ア. 原因調査が数日後に終わるまで何もしない。
- イ. 事故時は届出義務が一切ない。
- ウ. 直ちに引き続く排出を防ぐ応急措置を講じ、事故状況と講じた措置の概要を速やかに都道府県知事等へ届け出る。
- エ. 被害のおそれがあったとしても流出を継続する。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：まず流出継続防止が必要である。

イ解説：対象事故では届出が必要である。

ウ解説：環境省は事故時措置として応急措置と速やかな届出を求めている。

エ解説：応急措置が必要である。

総合解説：事故対応は「止める・広げない・連絡する・記録する」を迅速に実施する。

問題 0114

大規模設備の汚濁防止 > 負荷変動・運転管理・事故対策 | 難易度 2

重油配管が破損し、構内側溝から河川へ流出するおそれがある。適切な応急措置はどれか。

- ア. 油を大量の水で押し流して河川へ早く流す。
- イ. 流出経路を開放して希釈だけを期待する。
- ウ. 油の供給を停止し、流出経路を土のう等で遮断し、油吸着材などで回収・拡散防止する。
- エ. 事故記録を残さず設備を再起動する。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：汚染を拡大する。

イ解説：負荷量は減らず被害範囲が広がる。

ウ解説：環境省通知は供給停止、土のう、油吸着マット等を応急措置例として示している。

エ解説：再発防止と届出に必要な情報を失う。

総合解説：油流出では発生源遮断と拡散防止を最優先し、その後に回収・復旧を進める。

問題 0115

大規模設備の汚濁防止 > 負荷変動・運転管理・事故対策 | 難易度 2

めっき工程の高濃度金属排水が誤って活性汚泥槽へ流入しそうになった。適切な対策はどれか。

ア. 高濃度金属排水を曝気槽へ一気に投入して希釈する。

イ. 警報を停止し流入を継続する。

ウ. 緊急遮断して事故貯留槽等へ隔離し、生物処理への流入を止めて専用処理する。

エ. 金属排水は活性汚泥に必ず栄養源となるとみなす。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：生物処理障害を招くおそれがある。

イ解説：事故を拡大する。

ウ解説：重金属等の毒性ショックは微生物活性を急低下させる可能性があるため、隔離が重要である。

エ解説：毒性・阻害性が問題となる。

総合解説：有害物質系は緊急貯留・バイパス・遮断弁等で主生物処理から隔離できる設計が望ましい。

問題 0116

大規模設備の汚濁防止 > 負荷変動・運転管理・事故対策 | 難易度 2

長時間停電が発生した大規模排水処理場で、非常電源容量が限られる。優先順位として合理的なのはどれか。

ア. 流入遮断・緊急貯留、必要最小限の曝気・移送、監視・警報など環境事故防止に直結する設備を優先する。

イ. 景観照明を最優先し、流入遮断や監視を停止する。

ウ. 停電中でも通常量を無条件流入させ続ける。

エ. 非常電源の対象設備を事前に決めない。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：全設備を同じ優先度にせず、未処理放流や生物処理崩壊を防ぐ機能を優先する。

イ解説：事故防止機能を失う。

ウ解説：処理不能・越流リスクが高まる。

エ解説：緊急時の対応が遅れる。

総合解説：大規模処理設備は停電・故障を前提に、停止手順・非常電源・緊急貯留容量を整備する。

問題 0117

大規模設備の汚濁防止 > 負荷変動・運転管理・事故対策 | 難易度 2

大雨時に処理場流入量が急増し、処理時間が短くなって放流水質が悪化する。まず見直すべき対策はどれか。

- ア. 非汚染雨水の流入経路を特定・分離し、必要に応じてピーク流量を一時貯留する。
- イ. 雨水流入をさらに増やして希釈すれば処理能力も上がるとみなす。
- ウ. 流量計を停止して増水を見えなくする。
- エ. 大雨時だけ処理設備を全停止する。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：清浄雨水の混入は水量負荷を増やし、処理設備の実質滞留時間を低下させる。

イ解説：水理負荷が増え処理悪化の原因となる。

ウ解説：管理不能になる。

エ解説：未処理流出のリスクがある。

総合解説：水量ピーク対策では系統分離・貯留・流量制御を組み合わせる。

問題 0118

大規模設備の汚濁防止 > 負荷変動・運転管理・事故対策 | 難易度 2

翌日に高濃度廃液を発生する設備洗浄が予定されている。排水処理側の適切な対応はどれか。

- ア. 事前に廃液量・濃度・発生時刻を共有し、回収・分割投入・調整槽空き容量を確保して運転計画を変更する。
- イ. 排水処理担当へ知らせず一括放流する。
- ウ. 調整槽を満水にしてから洗浄を始める。
- エ. 高濃度廃液の成分確認をしない。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：予定された負荷変動は事前情報を用いてピークを回避できる。

イ解説：過負荷を招く。

ウ解説：受入余裕がなくなる。

エ解説：阻害性や処理適性を判断できない。

総合解説：大規模工場では生産・保全計画と環境設備運転を連携させる。

問題 0119

大規模設備の汚濁防止 > 負荷変動・運転管理・事故対策 | 難易度 2

オンラインpH計だけが急にpH 2を示したが、同時採水した携帯計と分析室測定はpH 7付近で、工程変化もない。最も適切な対応はどれか。

ア. オンライン値を無条件に正しいとして大量の中和剤を投入する。

イ. 全ての測定結果を削除する。

ウ. オンライン計が異常なら水質管理自体を中止する。

エ. 放流安全を確認しつつ、オンライン計の電極汚れ・校正・配線を点検し、二次測定で計器異常か確認する。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：過剰中和で実水質を悪化させる可能性がある。

イ解説：トレーサビリティを失う。

ウ解説：代替測定で管理継続すべきである。

エ解説：異常値は実水質異常と計器異常の双方を想定し、独立測定で切り分ける。

総合解説：異常時は安全側運転と測定のクロスチェックを同時に行う。

問題 0120

大規模設備の汚濁防止 > 負荷変動・運転管理・事故対策 | 難易度 2

薬品タンクからの漏えい事故を封じ込め、外部流出を防止できた。次に行うべき再発防止として最も適切なのはどれか。

ア. 外部流出しなかったので記録も点検も不要とする。

イ. 破損原因、検知遅れ、堰・弁・手順・教育の有効性を分析し、設備・監視・手順を是正して訓練する。

ウ. 同じ破損設備を無点検で再使用する。

エ. 漏えい検知器を撤去する。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：潜在事故を放置する。

イ解説：応急措置で終わらず、原因分析と設備・管理面の是正が再発防止に必要である。

ウ解説：再発リスクが高い。

エ解説：早期発見能力を低下させる。

総合解説：事故対応は応急措置、原因究明、是正措置、効果確認までを一連で管理する。

問題 0121

総合事例 > 処理方式選定・改善計画 | 難易度 2

COD 5,000 mg/L程度で易生分解性が高く、油脂・SSも多い食品工場排水の改善計画として最も合理的なのはどれか。

- ア. 前処理せずROだけに全量投入する。
- イ. 消毒だけでCODを除去する。
- ウ. スクリーン・DAF等で固形物と油脂を除き、調整後に嫌気処理で高濃度有機物を低減し、好気処理で仕上げる。
- エ. 全高濃度排水を無処理で雨水系へ送る。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：油脂・SSでファウリングしやすく高負荷処理として非効率である。

イ解説：COD除去の主要工程ではない。

ウ解説：高濃度易分解性排水では前処理、負荷平準化、嫌気・好気処理の段階構成が合理的である。

エ解説：水質汚濁を招く。

総合解説：処理方式は濃度だけでなく、生分解性、SS、油脂、変動幅、必要水質から選ぶ。

問題 0122

総合事例 > 処理方式選定・改善計画 | 難易度 2

めっき工場で六価クロムが中和沈殿後も安定して除去できない。改善方針として最も適切なものはどれか。

- ア. 還元工程を停止してCr(VI)のまま沈殿させる。
- イ. 重金属排水を生物処理へ全量移す。
- ウ. pHやORPを測定せず薬品を固定量注入する。
- エ. Cr(VI)還元工程のpH・ORP・還元剤供給を確認し、Cr(III)化後の中和pHと固液分離条件を最適化する。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：安定除去しにくい。

イ解説：専用物化处理が基本である。

ウ解説：流入変動へ追従できない。

エ解説：六価クロムは還元して三価にした後、適切なpHで水酸化物沈殿させる処理順序が重要である。

総合解説：処理不良時は単に薬品量を増やすのではなく、反応段階ごとの指標を確認する。

問題 0123

総合事例 > 処理方式選定・改善計画 | 難易度 2

製油所の生物処理槽でアンモニア・硫化物負荷の急変による処理不安定が続いている。改善策として適切なのはどれか。

- ア. サワーウォーターを排水ストリッパーで前処理し、油分系も分離したうえで調整して生物処理へ送る。
- イ. サワーウォーターをピーク時に一括投入する。
- ウ. 油分を除去せず曝気槽へ流す。
- エ. 前処理設備を撤去して全排水を同一条件で処理する。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：阻害・高濃度側流を前処理し、総合生物処理へのショックを抑える。

イ解説：ショック負荷を悪化させる。

ウ解説：処理障害の原因になり得る。

エ解説：排水特性差を無視している。

総合解説：大規模製油所では工程内前処理と総合処理の役割分担が重要である。

問題 0124

総合事例 > 処理方式選定・改善計画 | 難易度 2

紙・パルプ工場の生物処理設備を増設する前に、まず検討すべき高効果の発生源対策はどれか。

- ア. 黒液回収を停止して総合排水へ送る。
- イ. 工程内ロスを増やして処理設備だけ大型化する。
- ウ. 排水量・BOD負荷の工程別測定をやめる。
- エ. 黒液や繊維・薬品の回収率を高め、洗浄・漂白工程から総合排水へ持ち込む有機物を削減する。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：負荷を大幅に増やす。

イ解説：資源・エネルギー効率が悪化する。

ウ解説：改善効果を評価できない。

エ解説：高濃度物質を工程内で回収すれば、末端処理へ入るBOD/COD負荷を減らせる。

総合解説：改善計画は末端処理増強より先に、発生源削減・回収の余地を評価する。

問題 0125

総合事例 > 処理方式選定・改善計画 | 難易度 3

平均COD負荷は処理能力内だが、短時間ピークだけで放流水質が悪化する。設備増設前の改善策として適切なものはどれか。

ア. ピークをそのまま後段へ送って平均値だけで評価する。

イ. 処理水質を測定せず増設規模を決める。

ウ. 高濃度排水を清水で希釈し、負荷も減ったとする。

エ. ピークの発生工程を特定し、分別回収・調整槽・分割投入で負荷を平準化して既存設備の実効能力を高める。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：瞬間過負荷を見落とす。

イ解説：根拠が不足する。

ウ解説：質量負荷は減らない。

エ解説：平均能力が足りている場合は、ピークカットで増設を回避できる可能性がある。

総合解説：改善は原因特定→工程対策→運転改善→必要なら設備増強の順で検討すると合理的である。

問題 0126

総合事例 > 処理方式選定・改善計画 | 難易度 2

食品排水でBODは十分低いが、放流水の全窒素・全りんが目標を満たさない。改善策として適切なものはどれか。

ア. BODが低ければ窒素・りんも必ずゼロなので何もしない。

イ. 窒素を除去するため重金属沈殿だけを行う。

ウ. 硝化脱窒などの窒素除去と、生物学的または薬品によるりん除去を追加・最適化する。

エ. りん対策として曝気を全停止する。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：水質項目は独立して評価が必要である。

イ解説：窒素除去の主工程ではない。

ウ解説：有機物除去だけでは栄養塩基準を満たせない場合があり、対象項目別に高度処理を組み込む。

エ解説：処理を不安定にする。

総合解説：要求水質ごとに不足している処理機能を特定して追加する。

問題 0127

総合事例 > 処理方式選定・改善計画 | 難易度 3

二次処理水を工程洗浄用へ再利用したいが、SSと塩類が製品品質へ影響する。処理選定として適切なのはどれか。

ア. 用途要求を確認せず二次処理水をそのまま使用する。

イ. 要求水質を定量化し、SS低減のろ過・膜と、必要なら塩類低減のROを組み合わせ、濃縮水処理も設計する。

ウ. RO濃縮水は考慮しない。

エ. SS対策として薬品を増やすだけで膜・ろ過の必要性を一切検討しない。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：製品・設備障害の原因となり得る。

イ解説：再利用は用途適合水質から逆算して処理機能を選ぶ。

ウ解説：物質が濃縮側へ移るため管理が必要である。

エ解説：要求水質に応じて技術を選ぶべきである。

総合解説：再利用計画は処理水質、回収率、濃縮水、エネルギー、利用設備の影響を総合評価する。

問題 0128

総合事例 > 処理方式選定・改善計画 | 難易度 2

新しい高度処理技術を大規模工場へ全面導入する前にパイロット試験を行う主な目的はどれか。

ア. 小規模試験では何も測定せず見た目だけ確認する。

イ. 実排水で処理性能、薬品量、汚泥・濃縮水、ファウリング、エネルギー等を確認してスケールアップ条件を得る。

ウ. パイロット結果が悪くても無条件に全面導入する。

エ. 実排水を使わず純水だけで全ての性能を保証する。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：設計データが得られない。

イ解説：実排水の変動や阻害物質は机上設計だけでは把握しにくい。

ウ解説：導入判断の意味がない。

エ解説：実排水特性を反映できない。

総合解説：大規模設備の新技術導入は段階的に検証し、処理性能と運転コストを同時に評価する。

問題 0129

総合事例 > 処理方式選定・改善計画 | 難易度 3

通常時の放流水質は良好だが、薬品タンク事故時に未処理水を保持できない工場の改善策として適切なのはどれか。

- ア. 通常時が良好なら事故対策は不要とする。
- イ. 事故時は未処理水を雨水系へ流す。
- ウ. 緊急貯留槽、遮断弁、防液堤、流出経路監視を整備し、事故時手順・通報訓練を行う。
- エ. 警報と遮断弁を撤去する。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：突発流出への備えが必要である。

イ解説：外部流出リスクを高める。

ウ解説：大規模施設の水質管理は平常時の平均性能だけでなく事故時封じ込め能力を含む。

エ解説：事故検知・封じ込め能力を下げる。

総合解説：改善計画には処理性能、信頼性、事故時対応を同時に入れる。

問題 0130

総合事例 > 処理方式選定・改善計画 | 難易度 3

工場排水改善で、工程内BOD負荷20%削減、調整槽改造でピーク半減、末端処理能力50%増設の3案がある。適切な検討順序はどれか。

- ア. 設備増設だけを先に決定し、発生源削減は検討しない。
- イ. 工程内削減と負荷平準化の効果・費用を先に評価し、それでも能力不足が残る場合に末端設備増設を検討する。
- ウ. どの案も効果を測定せず同時施工する。
- エ. 負荷量ではなく濃度だけで改善効果を判断する。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：過大設備となる可能性がある。

イ解説：発生源削減と運転改善は処理すべき負荷そのものを減らし、設備増設より効率的な場合がある。

ウ解説：費用対効果を比較できない。

エ解説：水量変化を考慮できない。

総合解説：総合改善は負荷削減→平準化→既存設備最適化→必要な増設の順で評価すると合理的である。

問題 0131

総合事例 > 水質測定結果・処理性能の評価 | 難易度 1

流入CODが500 mg/L、処理水CODが50 mg/Lで流量変化を無視できる。COD濃度除去率はどれか。

- ア. 10% (処理後/流入の割合を除去率として用いる計算)
- イ. 50% (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
- ウ. 90% (算定式: $(500-50)/500 \times 100=90\%$ である)
- エ. 110% (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)

解答・全4肢解説

正答: ウ

ア解説: 残存率を除去率と取り違えている。

イ解説: 単純差を割合へ換算していない。

ウ解説: $(500-50)/500 \times 100=90\%$ である。

エ解説: 100%を超えており計算が不適切である。

総合解説: 濃度除去率は同一流量条件では簡便な性能指標だが、流量が変わる場合は負荷量でも評価する。

問題 0132

総合事例 > 水質測定結果・処理性能の評価 | 難易度 2

流入は1,000 m³/日・COD 400 mg/L、処理水は900 m³/日・COD 40 mg/Lである。COD負荷除去率はどれか。

- ア. 91% (算定式: 流入400 kg/日、流出36 kg/日なので、 $(400-36)/400 \times 100=91\%$ である)
- イ. 90% (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)
- ウ. 9% (処理後/流入の割合を除去率として用いる計算)
- エ. 99% (大きい側の値を採る換算・設定)

解答・全4肢解説

正答: ア

ア解説: 流入400 kg/日、流出36 kg/日なので、 $(400-36)/400 \times 100=91\%$ である。

イ解説: 濃度比だけで評価しており流量変化を反映していない。

ウ解説: 残存率に近い。

エ解説: 負荷計算を過大評価している。

総合解説: 大規模処理では濃度と流量を同時に用いて負荷量で評価すると物質収支が明確になる。

問題 0133

総合事例 > 水質測定結果・処理性能の評価 | 難易度 2

日平均CODは目標内だが、毎日1時間だけ高濃度ピークが発生している。適切な評価はどれか。

ア. 日平均だけでなく時間変動データを確認し、ピークの発生工程と放流水質への影響を評価する。

イ. 日平均が良ければ瞬間ピークは必ず無害とみなす。

ウ. ピーク値を全て異常値として削除する。

エ. 流量データは負荷評価に不要である。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：平均値は短時間の処理不安定を隠すことがある。

イ解説：事故・基準超過リスクを見落とす。

ウ解説：実負荷変動が確認が必要である。

エ解説：濃度×流量で負荷を評価する。

総合解説：時間解像度を対象現象に合わせ、平均・最大・負荷を併用する。

問題 0134

総合事例 > 水質測定結果・処理性能の評価 | 難易度 2

製品生産量が100 t/日、COD排出負荷が50 kg/日の工場のCOD排出原単位はどれか。

ア. 2.0 kg/t (定義式の分子・分母を逆に置く計算)

イ. 0.50 kg-COD/t製品 (算定式: $50 \text{ kg/日} \div 100 \text{ t/日} = 0.50 \text{ kg/t}$ である)

ウ. 50 kg/t (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)

エ. 5,000 kg/t (別の単位換算係数を用いる計算)

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：分子と分母を逆に近い計算をしている。

イ解説： $50 \text{ kg/日} \div 100 \text{ t/日} = 0.50 \text{ kg/t}$ である。

ウ解説：日負荷をそのまま原単位にしている。

エ解説：単位換算を大きく誤っている。

総合解説：生産量が変動する工場では、負荷量に加えて製品当たり原単位を追うと工程改善効果を比較しやすい。

問題 0135

総合事例 > 水質測定結果・処理性能の評価 | 難易度 2

オンラインCOD計の値と定期分析値に継続的な差が生じている。適切な対応はどれか。

ア. 差が出たら都合の良い方だけを採用し理由を記録しない。

イ. オンライン計を一切校正しない。

ウ. 採水時刻・前処理・校正・測定原理の差を確認し、標準試料や並行測定で相関を再評価する。

エ. 測定原理が違っていても必ず数値が完全一致すると仮定する。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：品質管理にならない。

イ解説：ドリフトを見逃す。

ウ解説：オンライン計は連続監視に有用だが、定期分析との整合確認が必要である。

エ解説：原理・前処理差で関係がずれることがある。

総合解説：計測値は校正、並行比較、保守記録とセットで評価する。

問題 0136

総合事例 > 水質測定結果・処理性能の評価 | 難易度 2

昼間800 m3でCOD 100 mg/L、夜間200 m3でCOD 400 mg/Lの排水が出た。1日流量加重平均COD濃度はどれか。

ア. 250 mg/L (各値を単純平均する計算)

イ. 160 mg/L (算定式: $(800 \times 100 + 200 \times 400) / (800 + 200) = 160$ mg/Lである)

ウ. 100 mg/L (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)

エ. 400 mg/L (別の換算条件・対象範囲を仮定する候補)

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：時間帯濃度を単純平均している。

イ解説： $(800 \times 100 + 200 \times 400) / (800 + 200) = 160$ mg/Lである。

ウ解説：昼間値だけを使っている。

エ解説：夜間値だけを使っている。

総合解説：流量変動が大きい場合、日平均水質は流量加重で評価すると日負荷と整合する。

問題 0137

総合事例 > 水質測定結果・処理性能の評価 | 難易度 3

活性汚泥処理で流入BODは一定だが、処理水SSが上昇し、二次沈殿池の汚泥界面も上昇している。まず疑うべき現象はどれか。

- ア. 流入BODがゼロになったことだけを原因とする。
- イ. RO膜の濃縮水だけを原因と断定する。
- ウ. 測定結果を無視して曝気量だけ最大化する。
- エ. 沈降分離不良や汚泥流出であり、沈殿性・返送汚泥・水理負荷を確認する。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：提示条件と合わない。

イ解説：当該設備情報がない。

ウ解説：固液分離問題を解決しない可能性がある。

エ解説：処理水SSと汚泥界面の同時上昇は固液分離側の問題を示唆する。

総合解説：性能評価は単一項目でなく、流入、反応槽、沈殿池、返送系、放流水を関連付けて診断する。

問題 0138

総合事例 > 水質測定結果・処理性能の評価 | 難易度 3

リンの流入負荷が100 kg/日、処理水20 kg/日、回収物10 kg/日、汚泥40 kg/日と測定された。他の蓄積がないと仮定した場合の評価はどれか。

- ア. 収支は完全に一致している。
- イ. 30 kg/日の収支差があるため、未測定流出・分析誤差・流量誤差等を確認する。
- ウ. 30 kg/日の差は物質収支では必ず無視する。
- エ. 流入負荷を30 kg/日へ書き換えればよい。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：30 kg/日の差がある。

イ解説： $100 - (20 + 10 + 40) = 30$ kg/日が行方不明であり、収支が閉じていない。

ウ解説：原因確認が必要である。

エ解説：データ改ざんであり原因解明にならない。

総合解説：大規模設備では物質収支を異常検知や計測精度確認に利用できる。

問題 0139

総合事例 > 水質測定結果・処理性能の評価 | 難易度 3

RO給水100 m³/h、透過水75 m³/h、給水塩濃度1,000 mg/L、透過水50 mg/Lである。
水回収率と塩除去率の組合せはどれか。

- ア. 回収率25%、塩除去率5%
- イ. 水回収率75%、塩除去率95%
- ウ. 回収率95%、塩除去率75%
- エ. 回収率175%、塩除去率105%

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：濃縮側と残存率を取り違えている。

イ解説：回収率=75/100=75%。塩除去率=(1,000-50)/1,000=95%。

ウ解説：2つの指標を入れ替えている。

エ解説：物理的に不適切である。

総合解説：膜設備では透過水質だけでなく、回収率、差圧、濃縮水量、エネルギーを合わせて評価する。

問題 0140

総合事例 > 水質測定結果・処理性能の評価 | 難易度 3

処理水全窒素をわずかに改善するため電力量が30%増えた。運転最適化の評価として適切なのはどれか。

- ア. 水質だけを見て電力量は無制限でよいとする。
- イ. 水質改善量と電力量原単位を同時に比較し、要求水質を満たす範囲で最小エネルギーとなる運転点を探す。
- ウ. 電力量だけを最小にして水質目標超過を許容する。
- エ. 処理水量が違う施設でも総電力量だけを直接比較する。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：省エネとの両立を評価できない。

イ解説：国土交通省ガイドラインは水質と電力量を二軸で評価する考え方を示している。

ウ解説：水質確保が前提である。

エ解説：電力量原単位などで規模差を補正する必要がある。

総合解説：最適運転は「水質を守りながらエネルギーを下げる」多目的評価である。

問題 0141

総合事例 > 省エネ・再利用・総合最適化 | 難易度 2

好気槽でDOが常時過剰に高く、処理水質にも余裕がある。省エネ策として最も適切なのはどれか。

ア. 水質を見ずブローを全停止する。

イ. DOやアンモニア等を監視しながらブロー風量を必要量へ制御し、過剰曝気を減らす。

ウ. DOが高いほど常に電力効率も高いとみなす。

エ. ブローを最大風量固定にする。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：処理不良を招く。

イ解説：水処理では送風電力が大きな比率を占めることがあり、過剰曝気の削減が有効である。

ウ解説：過剰送風は電力浪費となる。

エ解説：負荷変動へ追従できない。

総合解説：省エネは必要水質を満たす範囲で送風・循環・攪拌を最適化する。

問題 0142

総合事例 > 省エネ・再利用・総合最適化 | 難易度 1

処理場の1日消費電力量が12,000 kWh、処理水量が20,000 m³/日である。電力量原単位はどれか。

ア. 0.60 kWh/m³ (算定式: $12,000 / 20,000 = 0.60$ kWh/m³である)

イ. 1.67 kWh/m³ (定義式の分子・分母を逆に置く計算)

ウ. 600 kWh/m³ (別の単位換算係数を用いる計算)

エ. 0.06 kWh/m³ (換算係数を10分の1側に置く計算)

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説： $12,000 / 20,000 = 0.60$ kWh/m³である。

イ解説：分子と分母を逆に近い計算をしている。

ウ解説：単位換算を誤っている。

エ解説：10分の1にしている。

総合解説：規模の異なる処理場や運転期間を比較する際は、処理水量当たり電力量が有用である。

問題 0143

総合事例 > 省エネ・再利用・総合最適化 | 難易度 2

高濃度有機排水の前段に嫌気処理を導入する省エネ上の利点として適切なのはどれか。

ア. 嫌気処理は好気処理より必ず大量の曝気を必要とする。

イ. 有機物を除去せず全量後段へ送ることが省エネになる。

ウ. 好気処理へ入る有機負荷を減らして曝気電力を抑え、条件によっては生成メタンをエネルギー利用できる。

エ. 生成ガスは常に酸素100%である。

解答・全4肢解説

正答：ウ

ア解説：嫌気処理は曝気を基本的に行わない。

イ解説：後段曝気負荷が高いままである。

ウ解説：嫌気処理は曝気を必要とせず、高濃度有機物からバイオガス回収が可能である。

エ解説：主にメタン・二酸化炭素等である。

総合解説：高濃度易分解性排水では水質改善とエネルギー回収を同時に検討できる。

問題 0144

総合事例 > 省エネ・再利用・総合最適化 | 難易度 2

流量変動が大きい返送ポンプを常に定格運転し、余剰流量をバルブで絞っている。改善策として適切なのはどれか。

ア. 必要流量が小さいほど回転数を最大にする。

イ. 必要流量に応じてインバータ等でポンプ回転数を制御し、過剰揚水・絞り損失を減らす。

ウ. 流量計を撤去して常に最大運転する。

エ. ポンプ効率は電力使用量と無関係である。

解答・全4肢解説

正答：イ

ア解説：過剰動力となる。

イ解説：水処理のポンプ類も電力消費源であり、流量に応じた運転が省エネにつながる。

ウ解説：最適制御できない。

エ解説：動力に直接影響する。

総合解説：プロワだけでなく、返送・循環ポンプや攪拌機も全体電力として評価する。

問題 0145

総合事例 > 省エネ・再利用・総合最適化 | 難易度 2

工場で低コストに再利用率を上げる考え方として適切なのはどれか。

- ア. 全ての再利用水を必ずRO処理して最高品質にしてから使う。
- イ. 用途側の許容水質を確認しない。
- ウ. 一度使用した水は処理・評価に関係なく再利用禁止とする。
- エ. 高品質水使用後の排水を、水質・水温が許容される低要求用途へカスケード利用する。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：用途によっては過剰処理となる。

イ解説：設備・製品障害の原因となる。

ウ解説：用途適合なら再利用可能である。

エ解説：JEMAI公式過去問題でもカスケード利用は大規模水質特論の重要論点である。

総合解説：再利用は用途に必要な水質を超えて処理しないことがエネルギー最適化にもつながる。

問題 0146

総合事例 > 省エネ・再利用・総合最適化 | 難易度 3

開放循環冷却水でブロー量を減らすときのトレードオフとして適切なのはどれか。

- ア. ブローを減らすほど塩類濃度も必ず下がる。
- イ. ブロー量は補給水量に影響しない。
- ウ. 濃縮倍率が上がっても設備障害は絶対に起きない。
- エ. 補給水・排水量は減るが濃縮倍率が上がり、スケール・腐食リスクが増えるため水質管理が必要になる。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：一般には濃縮倍率が上がる。

イ解説：水収支で関係する。

ウ解説：スケール・腐食リスクが高まる。

エ解説：ブロー削減は節水に有効だが、溶解塩類の蓄積とのバランスが必要である。

総合解説：節水量だけでなく設備健全性、薬品、ブロー水質を含めて最適点を決める。

問題 0147

総合事例 > 省エネ・再利用・総合最適化 | 難易度 3

RO再利用により取水量を40%削減できる一方、処理電力量が大きく増える。適切な評価はどれか。

- ア. 取水削減率だけで必ず最適と判断する。
- イ. 電力量だけ最小にし再利用水質を満たさなくてもよい。
- ウ. 濃縮水は評価境界から必ず除外する。
- エ. 取水・排水削減量、電力量、薬品、膜交換、濃縮水処理を同じ境界で比較し、環境・コストの総合最適点を求める。

解答・全4肢解説

- 正答：エ
- ア解説：エネルギー・残渣を無視している。
- イ解説：要求水質が前提である。
- ウ解説：汚濁物質の出口として重要である。
- エ解説：水の循環率だけ最大化しても、エネルギーや残渣負荷が増えれば全体最適とは限らない。
- 総合解説：水・エネルギー・残渣を同時に評価することが総合最適化の基本である。

問題 0148

総合事例 > 省エネ・再利用・総合最適化 | 難易度 2

洗浄前の乾式回収により工場のBOD負荷を20%削減できた。処理場の総合効果として期待できるものはどれか。

- ア. BOD負荷を減らすと曝気電力は必ず増える。
- イ. 発生源削減は処理場運転に一切影響しない。
- ウ. 処理すべき有機負荷が減り、曝気・汚泥発生・薬品使用等を削減できる可能性がある。
- エ. 乾式回収で回収した物質は必ず排水へ戻す。

解答・全4肢解説

- 正答：ウ
- ア解説：必要酸素量は一般に減る方向である。
- イ解説：流入負荷へ直接影響する。
- ウ解説：発生源で負荷を減らすと後段の処理量・エネルギー・残渣も連鎖的に減らせる。
- エ解説：回収の効果を失う。
- 総合解説：最も効率的な省エネ対策は、処理する前に汚濁負荷そのものを減らすことの場合がある。

問題 0149

総合事例 > 省エネ・再利用・総合最適化 | 難易度 3

りん除去汚泥からリン資源回収を検討するとき、総合評価に必要な項目はどれか。

ア. 回収率だけ高ければ製品品質や残渣は無視する。

イ. りん回収すると窒素も自動的に全量回収される。

ウ. 回収設備のエネルギーはゼロと仮定する。

エ. 回収率、製品品質、薬品・エネルギー、残渣量、既存りん除去性能への影響、資源利用先。

解答・全4肢解説

正答：エ

ア解説：利用可能性と全体負荷を見落とす。

イ解説：別元素である。

ウ解説：実設備では電力・薬品等を要する。

エ解説：資源回収は回収量だけでなく品質と処理系への影響まで評価する必要がある。

総合解説：資源循環は水質保全と資源利用の両方を満たす設計が必要である。

問題 0150

総合事例 > 省エネ・再利用・総合最適化 | 難易度 3

3つの運転条件A・B・Cがあり、全て放流水質目標を満たす。Aは0.80 kWh/m³、Bは0.60 kWh/m³、Cは0.55 kWh/m³だが、Cは目標上限ぎりぎりの変動時に超過しやすい。最も合理的な選択はどれか。

ア. 安全余裕とエネルギーを比較し、変動を含めても目標を安定して満たす最小エネルギー条件を選ぶ。

イ. Cを無条件選択し、超過リスクは無視する。

ウ. Aを無条件選択し、省エネ評価はしない。

エ. 3条件の水質・電力データを比較しない。

解答・全4肢解説

正答：ア

ア解説：最小電力だけでなく、水質変動の安全余裕を含めた運転範囲で最適化する。

イ解説：水質安定性を欠く。

ウ解説：過剰エネルギーの可能性がある。

エ解説：最適化できない。

総合解説：水質とエネルギーの二軸評価では、目標適合を制約条件として省エネを進める。