

【理工学研究科環境システム学専攻（専門）解答例と出題意図】

【解答例】

### 問題 1

#### ① キレート化合物

配位結合によって生成する錯体の中で、分子内に 2 つ（2 座）以上の配位座をもつ多座配位子が配位して環状構造を持つようになった化合物の総称。安定度が非常に高く、分析はもとより、工業、医療でも使われる重要な化合物である。

#### ② 優占種

ある環境における生物群集のなかで競合する他の生物種より圧倒的に個体数の多い、または極めて高いバイオマスで存在する生物の分類群を指す。すなわち、一時的であっても生物群集を代表し、群集構造や景観のなかで際立った特徴を有する種である。例えば、水田で大発生したイナゴの大群は昆虫類の優占種といえる。

#### ③ 湿潤断熱減率

水蒸気の凝縮に伴い潜熱の放熱が起こる大気中では、鉛直方向の気温の低減率は 4~5K/km 程度（100m の高度上昇につき 0.4~0.5°C程度 の温度低下）となる。この気温の低減率は湿潤断熱減率と称される。潜熱の放熱により上昇時の断熱膨張に伴う冷却が弱められるため、湿潤断熱減率は乾燥断熱減率（9.8K/km）よりも小さな値をとる。

#### ④ 排出規制海域

船舶からの大気汚染物質の放出規制海域、環境保護の観点から、MARPOL 条約附属書 VI により、大気汚染物質の窒素酸化物（NOx）や硫黄酸化物（SOx）、粒子状物質（PM）の排出について一般海域よりも厳しい規制が課せられている海域。2024 年時点で、北米沿岸 200 カイリ以内、米国カリブ海、北海、バルト海が指定されている。

#### ⑤ 遮断型最終処分場

産業廃棄物のうち、管理型、安定型に搬入しない有害性の高い廃棄物を埋め立てる処分場のこと。環境省で定める埋立基準以上の重金属他有害物質を溶出する廃棄物が埋立対象となる。遮水工として、コンクリート製 2 重構造である。埋立中は屋根をかけており、雨水の侵入はない。廃棄物の安定化は起こらないことから、長期保管に相当する処分方法となる。

#### ⑥ 戦略的環境アセスメント

事業に先立つ早い段階で著しい環境影響を把握し複数案の環境的側面の比較評価及び環境配慮事項の整理を行い、計画の検討に反映させることにより、事業の実施による重大な環境影響の回避又は低減を図るため、上位計画のうち事業の位置・規模等の検討段階のものについての共通的な手続、評価方法等を定めるもの。

**問題II****問1**

$$\log_e \frac{200}{1000} = -K \times 0.8 \times 20$$

$$K = -\frac{\log_e 0.2}{0.8 \times 20} = -\frac{-1.609437912}{16} = 0.1005898695 \approx 0.10$$

以上より、速度定数（殺菌速度定数） $K$ は0.10と求められた。

次にこの速度定数を用いて、Chick-Watson の式により殺菌率 99%となる最小曝露時間を推算する。

$$\log_e \frac{1}{100} = -0.10 \times 0.8 \times T$$

$$T = -\frac{\log_e 0.01}{0.10 \times 0.8} = -\frac{-4.605170186}{0.08} = 57.56462733 \approx 57.6$$

よって、答えは57.6分。

**問2**

空気塊に作用する重力を $F_g$ とすると、

$$F_g = \rho' V g \quad (\text{但し、}\rho' \text{は空気塊の密度})$$

また空気塊に作用する浮力を $F_b$ とすると、

$$F_b = \rho V g \quad (\text{但し、}\rho \text{は大気密度})$$

よって求める力  $F$ は、

$$F = \rho V g - \rho' V g = (\rho - \rho') V g \quad (1)$$

ここで、理想気体の状態方程式より

$$\rho = \frac{P}{RT}, \quad \rho' = \frac{P}{RT'} \quad (2)$$

また、空気塊の体積と密度の間には以下の関係が成り立つ。

$$V = \frac{1}{\rho'} \quad (3)$$

(2)式と(3)式を(1)式に代入し、次式の解答を得る。

$$F = \frac{P}{RT} - \frac{P}{RT'} g = \frac{1}{T} - \frac{1}{T'} g = \frac{T' - T}{T} g$$

### 問 3

質量分析法は、試料に熱やその他のエネルギーを与えて試料中の物質を原子・分子レベルのイオンにし、その質量数と個数を測定することにより、物質の同定（定性）や定量を行う方法である。物質をイオン化する方法、質量分離の仕組み、検出器の組み合わせによって様々なタイプに分かれる。分子量が100万になる物質から、 $\text{pg cm}^{-3}$ の極微量濃度の検出までが可能な汎用分析法である。

重量分析法は、測定成分を他の成分から分離して、組成が既知の物質としてから秤量することでその成分量を知る高精確な分析法である。汎用法は沈殿重量法とよばれるもので、水溶液から試薬を加えて特定の成分を沈殿させ、それをろ別して乾燥後、質量として秤量する。

### 問 4

双方ともに浮遊粒子状物質であるが、SPMは空気力学径10 $\mu\text{m}$ の粒子を100%除去する分級装置を通過した粒子状物質であり、日本国内でのみ環境基準が設定されている。一方、PM<sub>10</sub>は空気力学径10 $\mu\text{m}$ の粒子を50%除去する分級装置を通過した粒子状物質であり、欧米諸国ではこれに対して環境基準が設定されている。SPMを50%分級で考えた場合には、PM<sub>6~7</sub>に相当する。また、PM<sub>10</sub>の定義から分かるように、PM<sub>10</sub>では10 $\mu\text{m}$ 以上の粒子も含まれることから、質量濃度としてはPM<sub>10</sub>の方が大きくなる。

### 問 5

家電リサイクル法（特定家庭用機器再商品化法）は、冷蔵庫（冷凍庫含む）、洗濯機（乾燥機含む）、テレビ（ブラウン管、液晶、プラズマなど）、エアコンの4種についてリサイクルを義務づける法律である。拡大生産者責任（EPR）を取り入れた仕組みとなっており、製造者はリサイクル義務を負い、製造者の費用負担でリサイクルのために収集・解体・リサイクルの仕組みを構築している。

主に、金属（銅、アルミ、鉄）とプラスチックのリサイクルが行われる。消費者は、家電リサイクル券を購入することで、リサイクル費用の一部を負担する仕組みとなっている。現在の再商品化率は90%前後となり、効率的なリサイクルが行われている。なお、課題としては、中古品として使用不可能な機器類が不法輸出されることや、資源となるアルミ、銅などのみ回収し不適切な廃棄物処理が行われる事例が発生している。さらに、小型家電リサイクル法も制定され、この法律では家電全般を対象とし、自治体による実施が進められている。

### 問 6

草原におけるげっ歯類による巣穴の掘削は、攪乱体制の一つであるが、この攪乱体制により、比較的均質な草原生態系においては、空間的異質性が創出され、より多くの生物の生息地を提供している。実際に、げっ歯類による巣穴の周辺においては、ポリネーターを誘引する植物が多く生息することが指摘されている。この他にも洪水流出による河川敷の攪乱や山火事による森林の攪乱は当該生態系維持・更新に重要な攪乱体制である。このように、攪乱体制は生態系管理において重要な要因であ

るが、近年は人間による土地被覆の変化（ダムによる洪水の減少）や土地利用の変化（げっ歯類の生息が不可能となるような過放牧、山焼きの減少）により、攪乱体制が維持されず、生態系管理の視点からその平衡状態が失われつつある。

【出題の意図】

**問題Ⅰ**は、環境システム学専攻の各専門分野における学術用語の記述説明を課し、当該分野に関する受験者の基本的知識を問うことを目的としている。

**問題Ⅱ**では、論述と計算の各設問により受験者の論理的思考力や数理的表現力を確認することを出題意図としている。