

## 物質循環学コース 総合問題 出題意図

1

水循環を題材に、自然科学の基礎知識と論理的・社会学的考察力を問う。

問1 水の状態変化についての基礎知識を問う。

問2 水循環の駆動力のひとつである太陽エネルギーに関する知識を問う。

問3 与えられた文章をもとに事象を模式化し、式を立てる力を問う。

問4 空間把握に関する知識と課題解決のための考察力を問う。

問5 水循環に対する森林の役割の知識と記述力を問う。

問6 水循環に関する論理的思考力・社会学的思考力を問う。

2

海洋生態系での生物濃縮を題材に、データを読み取る力と環境問題に関する基礎知識を問う。

問1 表にある数的データを、適切にグラフに表現する力を問う。

問2 表にある数的データを、適切にグラフに表現する力を問う。

問3 作成したグラフから関係を読み取る力を問う。

問4 作成したグラフと与えられた文章の理解をもとに、自分の考えを論理的にまとめる能力を問う。

問5 環境問題に関する基礎知識を問う。

2023 年度(令和 5 年度)

## 信州大学理学部 前期日程 入学試験問題

### 物質循環学コース

#### 注意事項

1. この問題冊子は試験開始の合図があるまで開いてはいけません。
2. 解答時間は、9:00～11:00 です。
3. この冊子は、表紙を含めて 8 ページです。
4. 解答用紙は、5 枚です。
5. 解答用紙と問題冊子は別になつてるので、解答はすべて解答用紙に記入してください。
6. 受験番号を解答用紙の指定されたところへ記入してください。決して氏名は書かないでください。
7. この問題冊子は持ち帰ってください。

1 次の文章を読んで、以下の設問1～6に答えなさい。

水は生命の源であり、絶えず(a)地球上を循環し、大気、土壤等の他の環境の自然的構成要素と相互に作用しながら、人を含む多様な生態系に多大な恩恵を与え続けてきた。また、水は循環する過程において、人の生活に潤いを与え、産業や文化の発展に重要な役割を果してきた。

特に、我が国は、(b)国土の多くが森林で覆われていること等により水循環の(c)恩恵を大いに享受し、長い歴史を経て、豊かな社会と独自の文化を作り上げることができた。

しかるに、近年、都市部への人口の集中、産業構造の変化、地球温暖化に伴う気候変動等の様々な要因が水循環に変化を生じさせ、それに伴い、渇水、洪水、水質汚濁、生態系への影響等様々な問題が顕著になってきている。

このような現状に鑑み、水が人類共通の財産であることを再認識し、水が健全に循環し、そのもたらす恩恵を将来にわたり享受できるよう、(d)健全な水循環を維持し、又は回復するための施策を包括的に推進していくことが不可欠である。

(出典：「水循環基本法 前文」を一部改変)

問1 下図のアルファベットには水の状態変化を表す用語が入る。A～Fに相当する用語を語群から選択しなさい。なお、同じ用語を複数回選択してもよい。

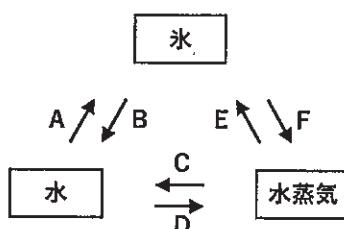


図1. 水の状態変化

語群：

分解、溶解、昇華、凝縮、発酵、融解、吸着、還元、蒸発、飽和、凝固、代謝、電離

問2 太陽エネルギーについて述べた次の文章中の元素(ア)と元素(イ)に当てはまる元素名を答えなさい。

下線部(a)にあるように水は地球上を循環しているが、その駆動力のひとつは太陽エネルギー(太陽放射)である。太陽は膨大なエネルギーを放射しているが、そのエネルギー源は、元素(ア)4つ分の原子核から元素(イ)の原子核に変わる核融合反応であることが知られている。元素(ア)は自動車を動かすエネルギーとして近年注目されている元素であり、元素(イ)は大気中にわずかに存在するほか天然ガス中にも含まれる元素である。また、元素(イ)は元素分析や半導体製造などに必要不可欠であるが、世界的な供給不足が顕在化している。

問3 出力200万kWの発電所で、中規模都市の電力がまかなえる。この発電所1施設の出力に相当するのは、何km<sup>2</sup>の地球表面に到達する太陽放射か計算しなさい。解答用紙には計算過程も記し、解は有効数字2桁で答えなさい。ただし、大気圏上端で受ける太陽放射の総量の半分が全地球表面に均一に到達するとする。また、地球の大気圏上端に入射する太陽放射を1.4kW/m<sup>2</sup>(太陽定数)、地球を半径 $6.4 \times 10^3$ kmの球、円周率を3.14とする。なお、大気圏の厚さは考慮しなくてよい。

問4 下線部(b)に関連して、地図が無い未開の離島Aの森林被覆率(島全体の面積に対する森林面積の比)を求めたい。離島Aの森林被覆率をどのように求めるか、あなたの考える手法を述べなさい。なお、離島Aへ上陸は可能であるが、自らの足で隈なく調査することは困難であるとする。図や絵を描いて説明してもよい。

問5 下線部(c)の森林があることによる「恩恵」について、下のトピック群から1つを選択し、恩恵が生じる仕組みを解説しなさい。図や絵を描いて説明してもよい。

トピック群：水資源の貯留、洪水の緩和、夏季における気温上昇の抑制

問6 下線部(d)に「健全な水循環」とあるが、健全な水循環とはどのようなものか、それを構築するためにはどうしていくべきか、あなたの考えを論じなさい。

2 次の文章を読んで、以下の設問1～5に答えなさい。

海洋生態系では、植物プランクトンを動物プランクトンが食べ、動物プランクトンを小型魚が捕食するといったように、被食者と捕食者は連続的につながっている。このつながりを食物連鎖という。この食物連鎖によってつながっている生物は、栄養の取り方によって段階的に分けることができ、それぞれの段階を栄養段階という。生産者（植物プランクトン）は第1段階、生産者を食べる一次消費者は第2段階、一次消費者を食べる二次消費者は第3段階になる。

DDTやPCBなどの有機塩素化合物は食物連鎖を通じて、高次の消費者に、より高濃度で蓄積することが知られている。これを生物濃縮といいう。生物濃縮の仕組みを調べるために、ある海域に生息する植物プランクトン、動物プランクトン、魚、イルカの体内に蓄積した4種類の有機塩素化合物A, B, C, Dの濃度を測定した。その結果を表1に示す。

表1. 海洋生物に蓄積した4種類の有機塩素化合物の濃度( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )を対数( $\log_{10}$ )で表した値

	A	B	C	D
植物プランクトン	1.7	1.2	2.6	2.0
動物プランクトン	2.0	1.8	3.0	2.5
魚	2.3	2.4	3.4	3.0
イルカ	2.6	3.0	3.8	3.5

問1 植物プランクトン、動物プランクトン、魚、イルカの栄養段階をそれぞれ1, 2, 3, 4としたとき、各有機塩素化合物における、栄養段階と蓄積濃度との関係を表すグラフを描きなさい。ただし、横軸に栄養段階、縦軸に蓄積濃度（対数で表した値）を用い、各有機塩素化合物ごとに近似直線を引き、その傾きを計算しなさい。

問2 化学物質の油（脂）への溶けやすさ（脂溶性）は、指標  $K_{ow}$ （オクタノール/水分配係数）で表すことができる。4種類の有機塩素化合物の  $K_{ow}$  を対数で表した値を表2に示す。4種類の有機塩素化合物における  $\log_{10} K_{ow}$  と、問1のグラフから求めた傾きとの関係がわかるグラフを描きなさい。

表2. 4種類の有機塩素化合物の  $\log_{10} K_{ow}$

A	B	C	D
5.8	6.2	5.7	5.9

問3 問2で描いたグラフをもとに、有機塩素化合物の脂溶性の程度と生物濃縮との間にどのような関係があるか述べなさい。

問4 生物濃縮には化学物質の性質だけではなく、生物学的要因も関わっている。イルカの有機塩素化合物分解能力が低いこと、皮下に厚い脂肪組織をもつこと、寿命が長いこと、母乳の脂肪含有量が高いことが、イルカの有機塩素化合物の蓄積にどのように影響するか考察しなさい。

問5 DDTやPCBなどの有機塩素化合物は環境ホルモン（内分泌かく乱化学物質）であることが知られている。環境ホルモンとは生体にどのように作用する化学物質か説明しなさい。