

## 物質循環学コース 出題意図

1

問1

説明文から答えを導く力を問うた。

問2

作図力と図形の基礎知識を問うた。

問3

空間把握できる力と空間的思考力を問うた。

2

問1

三角関数の基礎と単位変換の基礎を問うた。

問2

説明文をもとにして、環境問題の一例を説明する力を問うた。

3

水域生態系の基礎的な知識を問い、その問題が起こっている原因や問題点・対策について考察できる論理性を問う問題である。

2021 年度（令和 3 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 6 ページです。
4. 解答用紙は、4 枚です。下書き用紙は、3 枚です。
5. 解答用紙と問題冊子は別になっているので、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. この問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

1

次の文章に基づいて、以下の問いについて解答欄に答えなさい。

地球において、経線が示す北（真北）と方位磁石が指す北（磁北）はある角度でずれており、そのずれのことを偏角という。現在、日本国の多くの場所では、磁北は真北から西方向へ約  $7^\circ$  ずれている（偏角：西偏約  $7^\circ$ ）。

問1 自分から見て、磁北から東方向へ  $3^\circ$  の方角にある地点 P は、真北から考えると西か東どちらに何度の方角に位置しているか答えよ。偏角は西偏  $7^\circ$  とする。

問2 地点 A にて方位磁石を使用すると北から東方向へ  $35^\circ$  の方角に地点 B が確認できた。また、地点 B にて同様に方位磁石を使用すると南から東方向へ  $55^\circ$  の方角に地点 C が確認できた。地点 A-B 間の距離と地点 B-C 間の距離は等しく 2 km であった。配布した分度器と定規を使用し、地点 B と地点 C の位置を正確に作図せよ。また、地点 C は地点 A から見てどの方角（真北から西か東どちらに何度の方角）に位置し、地点 A-C 間は何 km 離れているか答えよ。 $\sqrt{2}$  は 1.4 とし、偏角は西偏  $7^\circ$ 、縮尺は 5 万分の 1 とする。

問3 カーナビ等で利用されている GPS（全地球測位システム）では、4 機以上の人工衛星からの電波を捕捉することで位置情報（ $x, y, z$ ）と時間情報（ $t$ ）を取得している。地球上で取得した位置情報に着目すると、 $z$ （高さ）は、 $x$ （経度）と  $y$ （緯度）よりも誤差が大きいことが知られている。その理由を答えよ。作図して説明しても良い。地球の半径は約 6370 km、GPS 衛星の高度は約 20000 km であるが、正確な距離や形状は考慮しなくてよい。

2

次の文章と図に基づいて、以下の問いについて解答欄に答えなさい。

地下水<sup>a)</sup>は主要な水資源の1つである。地下水の流速 ( $v$  [m/sec]) は、地下水の動水勾配<sup>b)</sup> ( $i$  [単位は無い]) に比例することが知られている。

$$v = ki \quad (1)$$

比例定数  $k$  は土壌中や岩盤中の水の流れやすさを表す係数 [m/sec] である。今、図1のように、地下における地点 S から 2 km 離れた地点 T への地下水の流れを考える。地点 S と地点 T の地下水のエネルギーはそれぞれ 650 m と 600 m であった。なお、図1における  $\tan \theta$  は動水勾配  $i$  に等しい。

<sup>a)</sup>地下水：地面より下の粒子の隙間を完全に満たした状態の水のこと。

<sup>b)</sup>動水勾配：地下水のエネルギー勾配のこと。地下水のエネルギーは水の高さ [m:メートル] で表される。

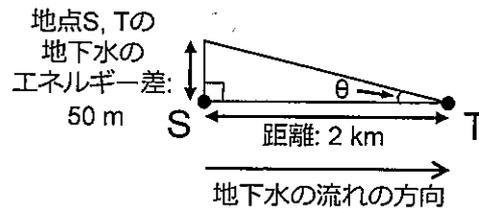


図1 地点 S から地点 T までの地下水の流れを考えるための図。地点 S と地点 T の地下水のエネルギーはそれぞれ 650 m と 600 m である。

問1 動水勾配  $i$  ( $\tan \theta$ ) を答えよ。さらに、式 (1) を用いることで、地点 S から地点 T まで地下水が移動するのに要する日数を計算せよ (小数点以下は切り上げること)。係数  $k$  は 0.005 m/sec であり、地中の構造は均質であるものとする。計算過程も示せ。

問2 水の地理的連続性を無視した水資源政策は、人々の生活の持続性に対して脅威となることがある。その一例として、国内外では越境<sup>c)</sup>帯水層<sup>d)</sup>に関する問題が起きている。越境帯水層に関する問題とは、具体的にどのようなものか。どのような場所で、人々が何をすると、結果として何が起き、それがどのような問題になるか説明せよ。説明には、文字と図 (絵) を有効に使用すること。

<sup>c)</sup>境：ここでは、国境や県境等の行政区界を指す。

<sup>d)</sup>帯水層：地下水を汲み上げる対象となる、地下水で満たされた土壌や岩盤等のこと。

3

次の文章と図に基づいて、以下の問いについて解答欄に答えなさい。

自然界において、植物プランクトンは太陽光と水中の窒素やリンなどの栄養塩類を用いて、「光合成（一次生産）」を行い、有機物を生成して成長、増加する。植物プランクトンは動物プランクトンに食べられ、動物プランクトンは魚に食べられ、魚はより高次動物や人間などに食べられるため、植物プランクトンは食物連鎖の基礎生産者として必要不可欠な存在であるといえる。また、光合成により二酸化炭素を吸収し、酸素を生成する植物プランクトンは「食物連鎖の基礎生産者」、「二酸化炭素の調整者」の役割をもつ、湖の生態系における重要な貢献者である。

湖の表層（光が届いて光合成が行われている層）における光の強さ、水温、栄養塩類などの変化が、植物プランクトンの生育に大きな影響を与えている。これらの物理化学的（非生物的）要素は季節によって変化するため、湖に生育する植物プランクトンの総個体数も、これに応じて変化する。例として図2に、長野県のある湖の表層における植物プランクトンの総個体数や物理化学的要素の季節変化を示す。

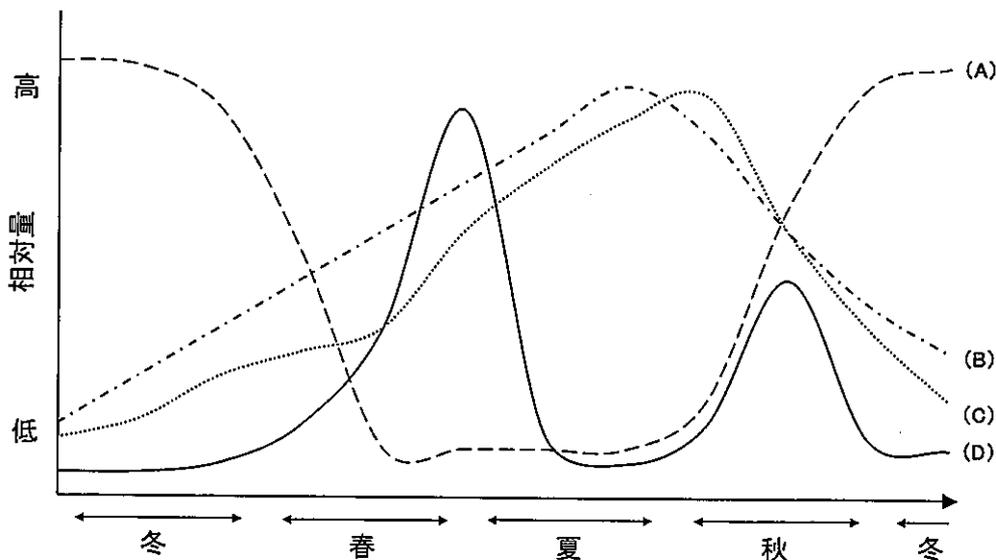


図2 湖の表層における植物プランクトンの総個体数と物理化学的要素の季節変化。  
縦軸は各々の要素の変化を相対量に読み替えて表している。

この湖では、冬は光が弱く水温も低いいため、植物プランクトンは増加し難い。春になると、光が強くなりそれを追って水温も上昇し、光合成が活発に行われるようになるため、植物プランクトンは増加する。表層の栄養塩類は植物プランクトンに利用されて減

少し、その後植物プランクトンは減少する。秋になり、表層の水が冷やされて湖の下層にある密度の高い水の温度に近づくと、湖内で上下方向に水の循環が起こり、下層の栄養塩類が表層に運ばれる。このため、植物プランクトンはいったん増加するが、やがて光量の減少と水温の低下とともに減少する。

問1 図2中の要素(A)～(D)の内容として適切なものを、次の語群①～④から選び、その番号を記入しなさい。

①植物プランクトン、 ②表層水温、 ③栄養塩類、 ④光

問2 植物プランクトンの総個体数の季節変化に基づいて、その捕食者である「動物プランクトンの増減を示す総個体数の相対量」を解答用紙のグラフに他の線と区別がつくように描きなさい。さらに、動物プランクトンの総個体数の季節変化の原因を考察しなさい。

問3 人間は生態系からさまざまな恩恵を受けている。湖の生態系から人間が受けている恩恵の例を具体的に説明しなさい。

問4 世界中の水域の生態系で報告されているPCB（ポリ塩化ビフェニル）や農薬の一種のDDTなどの残留性有機汚染物質が、食物連鎖を通じて「生物濃縮」されて生態系の様々な生物や人間の健康にも影響を与えている。湖の生態系で発生している「PCBの生物濃縮」の過程について、次の語群①～⑪から5つ以上を使って説明しなさい。解答の際には使用した用語にその番号を添えて書きなさい。

①マス科の魚、②植物プランクトン、③動物プランクトン、④セグロカモメ、  
⑤キュウリウオ（小魚）、⑥二枚貝、⑦水草、⑧湖底泥、⑨湖水、⑩巻貝、  
⑪バクテリア