

北海道大学大学院環境科学院
環境起学専攻
(人間・生態システムコース，環境適応科学コース，国際環境保全コース)

令和5年度大学院修士課程入学試験問題（秋季入試）

令和4年度10月入学大学院修士課程入学試験問題

専門科目

- ・ 環境科学系（2問），物理系（1問），生態・地理系（2問），化学系（1問）の計6問が出題されている。その中から2問を選択して解答すること。
- ・ 1問につき1枚の答案用紙を使用すること。
- ・ 答案用紙の表に書ききれない場合は裏を使用すること。
- ・ 答案用紙には系名および問題番号を記入すること。

令和4年8月23日

環境科学系

問1 次の(1)と(2)について解答せよ。

(1) 次の(a)から(c)の3つの中から2つを選び, 解答せよ。選択したそれぞれに対し, セットとなっている2つの略語の意味とそれらの相互関係について, 5行程度で説明せよ。

(a) CFC, HFC

(b) UNEP, IPCC

(c) IUCN, RDB (RLE)

(2) 次の(a)から(c)の3つの中から2つを選び, 解答せよ。選択したそれぞれに対し, セットとなっている用語群の意味とそれらの相互関係について, 5行程度で説明せよ。

(a) マングローブ, 湿原, 干潟

(b) オガララ帯水層, センター・ピボット, 化石地下水 (Paleo-Groundwater)

(c) ラムサール条約, ワシントン条約, 生物多様性条約

環境科学系

問2 以下の全ての問いに答えよ.

- (1) 水という物質を資源として考える際、植物などにより蒸発や蒸散によって大気へ放出され、森林・草地・天水作物などへ供給される淡水はグリーンウォーター(**green water**)と呼ばれる。地下水や河川水など人間が取水し再生利用できる淡水は と呼ばれる。また、糞尿を含まない家庭や工場などで利用後の廃水はグレーウォーター(**gray water**)と呼ばれる。 に当てはまる語句を述べよ。
- (2) 上記 は、主に、農業・産業・都市で利用される。産業用水や都市用水と比べ、灌漑水として用いる農業では取水に対して消費が比較的大きい。考えられる理由を2行程度で述べよ。
- (3) DOは水質の指標の一つである。DOとは何かを説明し、DOの具体的な値(mg/L)に言及しつつ、それにより示される環境・生態系の状態の例を5行程度で述べよ。
- (4) 水質汚濁を解消するためには、投棄されるごみ処分が欠かせない。ごみの処分法として、埋め立てる方式と焼却する方式の2つがあるが、それぞれの方式の長所および短所について、あわせて5行程度で説明せよ。
- (5) 海岸において定着するものには、自然の砂などのほかに、廃棄物や不要物からなる海岸漂着物がある。海岸漂着物が周辺の環境に及ぼす影響について、3行程度で述べよ。
- (6) 海岸侵食について、全球的な気候変動によりもたらされる影響と、より地域的な要因による影響とを、あわせて3行程度で述べよ。

物理系

問3 以下の(1)～(3)の間にすべて答えよ。

(1) 以下の語句について、それぞれ2～3行程度で説明せよ。

【 仮温度, 熱塩循環, ロスビー波, 温室効果 】

(2) 図1は1月と7月の平均的な降水量と大気下層の風の分布を表している。以下の間に答えよ。

(a) 海洋上の降水量分布を観測する方法をひとつ挙げ、長所と短所を述べながら3行程度で説明せよ。

(b) 日本周辺の風の特徴について、1月と7月を比較しながら「モンスーン」という語句を用いて4行程度で説明せよ。

(c) ハドレー循環と降水量分布の関係について、図から分かることを3行程度で説明せよ。

(d) 赤道付近を吹く風は東風成分が卓越している。これにより駆動される海水の水平方向および鉛直方向の動きについて4行程度で説明せよ。ただし、「風応力」と「エクマン輸送」の語句を用いること。

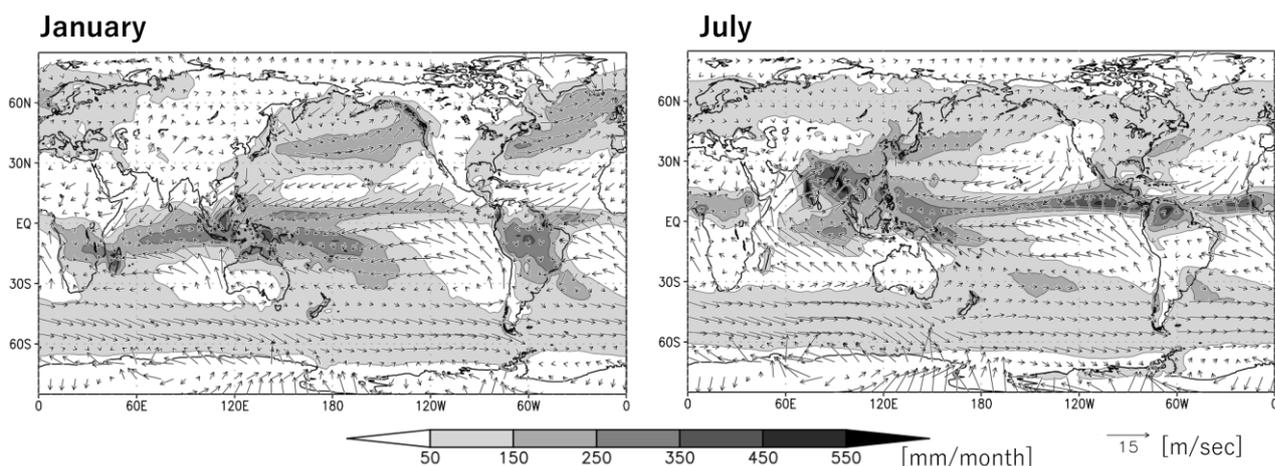


図1：1月と7月の平均的な降水量と大気下層の風の分布。降水量はGPCPv2.3、風はJRA-55再解析を用いて作図。

(次ページに続く)

(3) 図2は日本付近の海水と大気の温度の鉛直分布を表す。以下の間に答えよ。

- (a) ステファン-ボルツマンの法則を用いることで人工衛星から海面水温を観測することができる。この原理について3行程度で説明せよ。
- (b) 図から分かる海洋の表層混合層は冬と夏のどちらが厚いか答えよ。また、その理由を3行程度で説明せよ。
- (c) 海や湖沼の生態系に対して水の鉛直循環はどのような影響をもたらすか。実例をひとつ挙げて3行程度で説明せよ。
- (d) 大気の温度分布には、地表付近と高度 1400 m 付近の2か所に逆転層が認められる。これらの逆転層の成因として考えられる過程について、それぞれ2行程度で述べよ。
- (e) 地表付近の空気塊を断熱的に持ち上げると点線のように空気塊の温度(T)が高度(z)とともに変化し、高さ 100 m あたり約 0.98°C 低下した。この変化率($-0.98^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$)は、 $\frac{dT}{dz} = -\frac{g}{c_p}$ として求めることができる。ここで、 c_p は乾燥大気の定圧比熱、 g は重力加速度である。この関係式を導出せよ。途中の計算過程も省略せずに記すこと。図を描いて説明しても構わない。

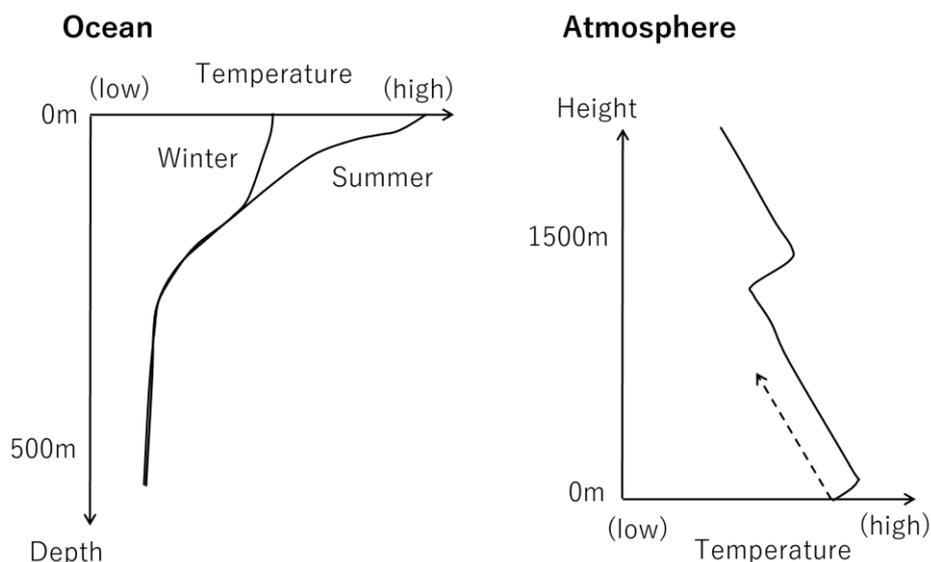


図2：(左) 夏と冬の海水温度の鉛直分布。(右) 11月のある日に観測された大気の温度の鉛直分布。点線は地表付近から持ち上げた空気塊の温度変化を表す。

生態・地理系

問4 以下の(1)から(3)の間にすべて答えよ。

(1) (i)から(iii)には、2つの生態学用語が記してある。2つの用語の意味の違いが分かるように、それぞれの用語の生態学上の定義または意味を、(i)から(iii)、それぞれについて4行程度で述べよ。

- (i) 競争, ファシリテーション(定着促進)
- (ii) 総一次生産力(GPP), 総バイオーム生産力(NBP)
- (iii) 群集, 個体群

(2) 文章を読んで、以下の問(a)から問(e)に答えよ。

北海道の海岸砂丘では、⁽ⁱ⁾土壌移動が大きく、⁽ⁱⁱ⁾直射が強い場合には、これらの環境に適応した種が優占する群集を形成する。また、海岸から内陸に向かって、裸地、⁽ⁱⁱⁱ⁾イネ科草本群集、(ア)、^(iv)森林に推移することが多い。この様に、この例では、海岸からの距離に関連するある環境傾度に沿って群集または植生が発達していることを、(イ)という。しかし、現在、天然性の海岸生態系は人為により大きく減少しており、^(v)植林による森林再生などの保全・復元に関する研究が行われている。

- (a) 下線部(i)について、植物のどのような形質が、このような海岸砂丘で適応的であることを3行程度で説明せよ。
- (b) 下線部(ii)について、植物が成育するには、いずれの光合成型が有利か、理由を含めて4行程度で説明せよ。なお、説明には「強光、光呼吸、蒸発散、温度」の言葉を用い、解答中では、これら用語には下線を付すこと。
- (c) 下線部(iii), (iv)について、代表する植物を、それぞれ1種あげよ。
- (d) 上の文章の(ア), (イ)に適切な語句を入れよ。
- (e) 下線部(v)について、実施するにあたり、留意すべき事項について知れることを4行程度で説明せよ。

(次ページに続く)

(3) 問(a)から問(c)に答えよ.

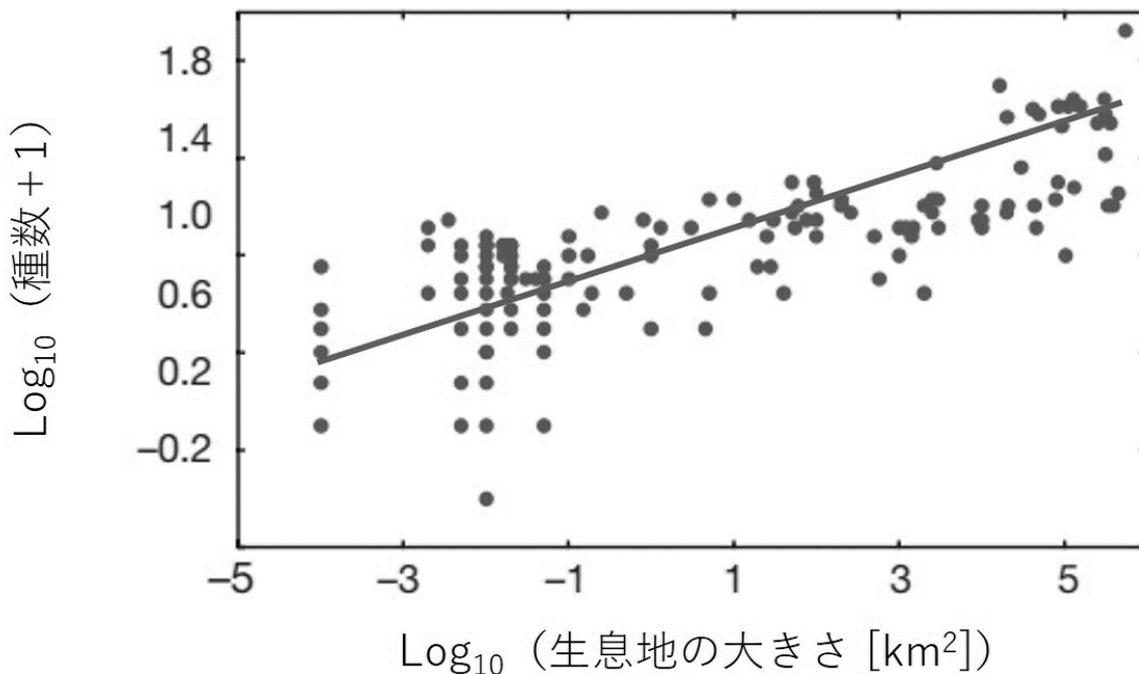


図. ヨーロッパにおけるミミズ類の種数と生息地の大きさ (0.0001km² から 600,000km² の範囲) の関係. 対数変換された両変数は正の有意な相関関係を示している. Gaston (2000) を改変.

- (a) 図について, 生態学において両変数で見られる正の相関関係を何と呼ぶか答えよ. また, この図を参考に, 両変数の関係式を書け. この際, 種数を S , 生息地の大きさを A とすること.
- (b) 生物多様性の減少を緩和するには, 種数の多い場所を保全することが欠かせない. これに対して, 特定の種の生息地の保全を通して, 種数の多い場所を保全するという考え方がある. どのような生態的な特徴を持つ種の生息地の保全が, 種数の多い場所の保全につながるのかを 3 行程度で説明せよ. 説明には, 「栄養カスケード」という言葉を用いること.
- (c) 一方で, 種数の多い場所の保全だけでは, 生物多様性を十分に保全できるとは限らない. この理由を 3 行程度で説明せよ. その際, 「均等度」か「 β 多様性」という言葉のいずれかを用いること.

生態・地理系

問5 以下の(1)および(2)の間にすべて答えよ。

(1) 次の地形学用語の定義をそれぞれ2行程度で述べよ。

- (a) U字谷 (U-shaped valley)
- (b) ソリフラクション (solifluction)
- (c) 活動層 (active layer)
- (d) 凍上 (frost heave)

(2) 次の文章を読んで、地図と地表面の断面図に関連した下の(a)~(g)に答えよ。

日本の国土地理院の国土ポータルサイトの地図はシームレスで表示され、研究に必要な (i) 縮尺で表示をすることができる。さらに、コンピューターのモニターに必要な縮尺の地図を表示したうえで、(ii) 断面図を作成することができる。その際、水平方向の縮尺と垂直方向の縮尺を同じにすると、ほとんど凸凹のない図になってしまい、地表面の特徴を表現することができなくなる。例えば、水平方向と垂直方向の縮尺を同じにして、水平距離 10 km を断面図上で 1 cm で表すと、日本の最高峰である富士山の高さ（標高 3,776 m）は、断面図上で (ア) cm になってしまう。このため、通常は垂直方向を強調して断面図を作成する。例えば、水平距離 10 km を断面図上で 1 cm で表し、垂直方向を強調して 1,000 m を 1 cm で表す。すなわち、この場合は垂直方向を (イ) 倍に強調した断面図を作成することになる。垂直方向の倍率はウェブサイト上で自由に設定することができる。

また、地形図を3次元表示したり、地形図に異なる撮影年の (iii) 航空写真を重ね合わせて同時に表示したりできるだけでなく、政府の統計データや気象庁の活火山分布図など、国土地理院以外の機関が保有する地理空間情報を地図に重ね合わせて表示することもできる。

- (a) 上の文章の(ア)および(イ)を埋めよ。
- (b) 下線部(i)に関して、日本地理院が発行している紙媒体の地図には、例えば、(1) 50万分の1地勢図、(2) 5万分の1地形図、(3) 2.5万分の1地形図がある。これら3種類の地勢図・地形図のうち、どれが最も大縮尺であるか書け。

(次ページに続く)

- (c) 下線部(ii)に関して、次の断面図は、北海道の洞爺湖とその周辺の地表面の断面をほぼ南北方向に示したものである。中央に小さな島 (N) をもつこの湖は、周囲を外輪山 (S) と呼ばれる地形に囲まれている。この湖とその周辺の地形に関して説明した下の文章を読んで、文章中の空欄 (ウ) ～ (キ) に当てはまる言葉を書け。

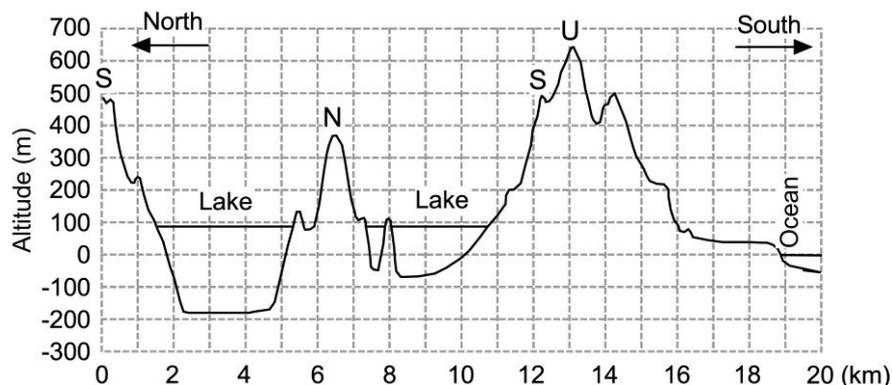


図: 北海道の洞爺湖とその周辺の地表面断面図 (国土ポータルサイトの地図で作製した断面図に一部加筆)

この湖は、かつて火山が巨大噴火した後でできた湖で、地形学用語で (ウ) 湖と呼ばれる。(ウ) 湖の例としては、他に (エ) や (オ) があげられる。現在の (ウ) が形成された時には、高温の火山灰、軽石、火山岩塊などが混ざりながら高速度で大量に流下した (カ) が噴出し、湖周辺の台地をつくった。湖の中央にある小さな島は、上から見ると丸い形をした、粘性の高い溶岩が押し出されてできた (キ) である。

- (d) 上の断面図に示したように、この湖は南側で浅く、北側で深い。その地形の違いの理由を3行程度で述べよ。
- (e) 上の断面図の地形のうち、外輪山 S、島 N、および火山 U の形成年代を古いものから新しいものの順に並べよ。
- (f) 断面図の海岸の近くの地域で想定される、火山活動に関連した災害をもたらす事象を、問題文中にあげられたもの (カを含む) を除き、3つあげよ。
- (g) 下線部(iii)の航空写真と衛星画像である Landsat 画像を比べた場合、研究において航空写真の方が Landsat 画像より優れている点と劣っている点について、それぞれ1行程度で述べよ。

化学系

問6 次の(1)から(4)の問にすべて答えよ。計算問題では答えを導くための途中の計算過程も省略せずに、答案用紙に示せ。必要があれば、次の原子量 H : 1, C : 12, Na : 23, Cl : 35.5, アボガドロ数 $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ を用いよ。

(1) Ne, Si および Cu^+ の基底状態での電子配置を例にならって書け。

例: He $1s^2$

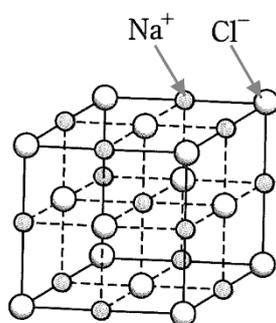
(2) アルカン C_5H_{12} の構造異性体をすべて描け。

(3) 塩化ナトリウムは固体状態で岩塩型構造をとる。下図には塩化ナトリウムの単位格子を示す。ナトリウムイオンまたは塩化物イオンのみに着目した場合、それぞれのイオンは (i) 格子を形成するように配列し、両イオン間には主に (ii) 相互作用が働いている。

(a) 単位格子中に含まれるナトリウムイオンと塩化物イオンの数をそれぞれ答えよ。

(b) (i), (ii)に入る適切な語句を答えよ。

(c) ナトリウムイオンおよび塩化物イオンのイオン半径をそれぞれ 0.1 nm, 0.18 nm としたとき、塩化ナトリウム結晶の密度を単位も含めて有効数字2桁で記せ。



(次ページに続く)

(4) アンモニアと酸素が反応すると、一酸化窒素と水が生じる。

(a) この時の反応を化学反応式で示せ。

(b) この反応が 25 °C で自発的に進むかどうかを標準反応ギブズエネルギー変化の値を計算した上で説明せよ。なお、反応物、生成物の標準生成エンタルピー変化と標準モルエントロピーは以下の通りである。

$$\Delta_f H^\circ[\text{アンモニア(g)}] = -46.1 \text{ [kJ/mol]}$$

$$\Delta_f H^\circ[\text{一酸化窒素(g)}] = 90.3 \text{ [kJ/mol]}$$

$$\Delta_f H^\circ[\text{水(g)}] = -241.8 \text{ [kJ/mol]}$$

$$S^\circ[\text{一酸化窒素(g)}] = 210.8 \text{ [J/(K}\cdot\text{mol)}]$$

$$S^\circ[\text{水(g)}] = 188.8 \text{ [J/(K}\cdot\text{mol)}]$$

$$S^\circ[\text{アンモニア(g)}] = 192.5 \text{ [J/(K}\cdot\text{mol)}]$$

$$S^\circ[\text{酸素(g)}] = 205.1 \text{ [J/(K}\cdot\text{mol)}]$$