

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6年度大学院修士課程入学試験問題 (秋季入試)

令和5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。
- ・答案用紙には系名と問題番号を記入すること。

令和5年8月22日

環境科学系

問1 以下の設問に答えよ。

(1) 生分解性プラスチックの利点と欠点を、下記の言葉を含めて5～6行で説明せよ。

バイオマス 海洋プラスチック カーボンニュートラル

(2) かつて電気絶縁体および熱媒体として広く使用されたポリ塩化ビフェニル(PCB)は、製造・使用が禁止されてから長い年月が経ったにもかかわらず、いまだに環境中に残留している理由を2～3行で説明せよ。

(3) 二酸化窒素(NO_2)と一酸化二窒素(N_2O)は、それぞれどのような環境問題を引き起こすか、合わせて2～3行で説明せよ。

(4) 21世紀は、しばしば「水の世紀」と言われる。なぜ水が21世紀において重要な問題であるか3行程度で説明せよ。

(5) 再生可能エネルギーの利用は世界各国で急速に伸びている。その方法によって長所短所があり、国によって主に使われる方法が異なる。太陽光発電の短所を3つあげて5～6行で説明せよ。

(次ページに続く)

(6) 次の文章を読んで、次の(a)と(b)に答えよ。

IPCC 第4次報告書の作成の際には、130を超える国の450名以上の代表執筆者が、800名を超える執筆協力者の協力を得て執筆したと言われている。しかし、それでもなお、IPCC 第4次報告書では「(X)」という誤った記述が大きな問題となり、また、海水準上昇の扱いに関しては慎重になりすぎたという批判も出た。(i)こうした問題は、IPCCに対する一般市民や政策立案者の信頼を低下させ、気候変動の懐疑論者たちの批判を激化させることにもつながり得る。

(a) 上の文章の(X)に入る適切な文を下の(A)～(D)から一つ選べ。

- (A) 今世紀半ばまでに、年間平均河川流量と水の利用可能性が、中緯度域の乾燥地域および熱帯乾燥地域において顕著に減少する。
- (B) 海面温度の上昇により、サンゴに頻繁な白化現象と広範な死滅がもたらされる。
- (C) ヒマラヤの氷河が2035年までに現在の5分の1に縮小する可能性が高い。
- (D) 栄養不良、疾病の増加、災害などによって、多くの人々の健康状態に悪影響が現れる。

(b) 下線部(i)に述べられた問題を解決するために、IPCCはどのような取り組みをしているか、2～3行程度で説明せよ。

環境科学系

問2 次の文章を読み、以下の設問に答えよ。

生物多様性の₁₎とらえ方の一つとして種の多様性がある。記載されている種数はおよそ170万種とされ、その半数以上は【 ① 】に属する生物種で占められている。現在、生物種の絶滅スピードが加速し、生物多様性の低下が懸念されている。化石時代の絶滅速度は年あたり【 ② 】種と計算されているが、現在は、その【 ③ 】倍とされている。この要因は、主に狩猟、生息地の改変、そして外来種の導入とされており、₂₎国際的な条約のもと種の多様性保護が推進されてきた。これらの要因による影響をさらに加速、あるいは別の機構で種の多様性に影響を与える要因として、₃₎気候変動に伴う生態系の変化が、海域・陸域の両者で懸念されている。

- (1) 括弧①に入る適切な言葉を以下から一つ選べ。
【真菌類，両生類，昆虫類，藻類】
- (2) 括弧②および③に入る適切な範囲を以下から一つずつ選べ。
【1～10，10～100，100～1000，1000～10000】
- (3) 下線部1)について、生物多様性には他に2つのとらえ方がある。この2つを記せ。
- (4) 下線部2)の代表的なものを2つ記せ。また、それぞれの目的を1～2行程度で述べよ。
- (5) 下線部3)に関連して、下の図1は、現在と100年後の中緯度地域の植生の垂直分布を模式的に示したものである。気温が上昇した100年後に生態系がどのような影響を受けるか3行程度で説明せよ。
- (6) 図1に示した現在の植生の垂直分布は、約2万年前の寒冷期にはどのようなになっていたと考えられるか図示して、2～3行程度で説明せよ。

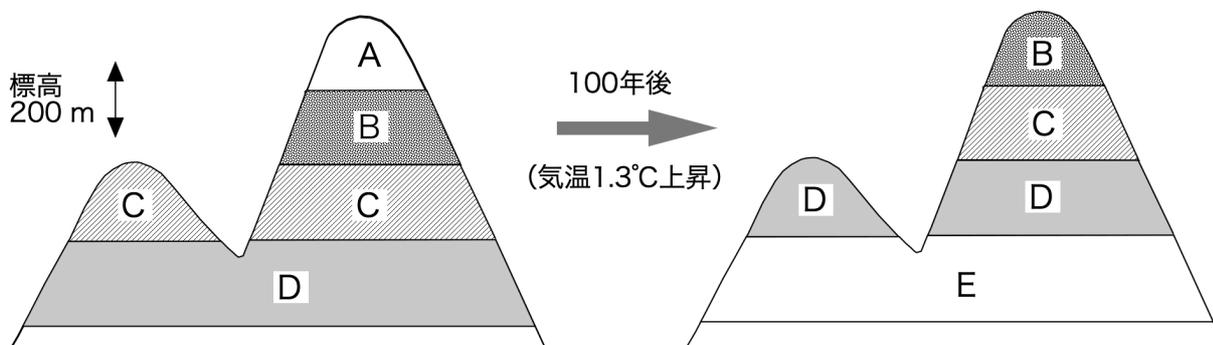


図1

物理系

問3 以下の(1)～(3)の間にすべて答えよ。

(1) 以下の4つの語句について、それぞれ2～3行程度で説明せよ。

【 対流有効位置エネルギー (CAPE), 沿岸湧昇, 相当温位, ウォーカー循環 】

(2) 対流圏上部における1月のジオポテンシャル高度の分布について、以下の間に答えよ。

(a) 図1は気象庁によって作成された再解析データを用いて作図された。「再解析データ」とはどのようなデータか、その特徴や作成方法について触れながら、3行程度で説明せよ。

(b) 北半球(図1a)と南半球(図1b)における対流圏上部のジオポテンシャル高度の特徴の相違点について、相違の理由を含めて3行程度で述べよ。

(c) 図1aをもとに北半球の対流圏上部において風速が大きいと思われる地域を2つ挙げよ。

(d) (c)で挙げた地域に共通してみられる温帯低気圧活動の特徴について、「傾圧不安定」という語句を用いて3行程度で説明せよ。

(e) 図1cをもとに2018年1月下旬の日本周辺における天候の特徴を考察し、3行程度で述べよ。

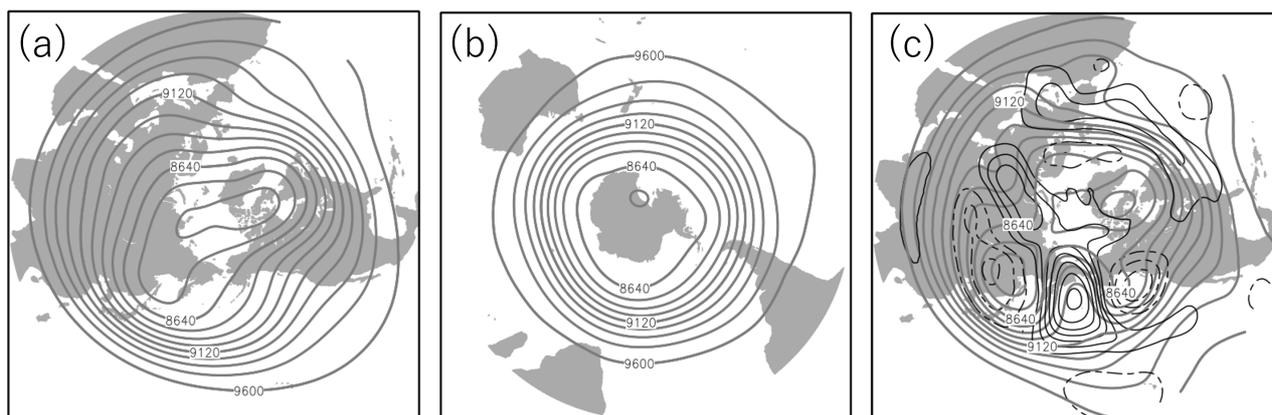


図1：1月の対流圏上部(300 hPa面)におけるジオポテンシャル高度の分布(単位：メートル，灰色の太線)。(a)は北半球，(b)は南半球における平年値の分布を表す。(c)は(a)と同様に北半球の図だが、2018年1月下旬の分布(灰色の太線)と平年からの偏差(黒色の細線，60メートル間隔)を表している。点線は偏差が負であることを示す。JRA-55再解析データを用いて作図した。

(次ページに続く)

(3) 図2は晴れた日の大気境界層の時間変化の様子を表している。また、図3はその日のある時刻における気象要素の高度分布である。以下の間に答えよ。

- (a) 空欄【X】と【Y】に入る適切な語句をそれぞれ日本語で答えよ。
- (b) 比湿とは何か、定義や単位を説明しながら2行程度で述べよ。
- (c) 図3が観測された時間帯として最も適当なものを図2のA～Cの中から一つ選び、その理由を2～3行程度で述べよ。
- (d) 図3において、温位が高さによらず一定となっている層がみられる。この層における高度に対する気温の変化率を $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ の単位で答えよ。
- (e) 図3に示された条件に対応する相対湿度の高度分布の模式図を解答用紙に作図せよ。また、その特徴を2～3行程度で述べよ。

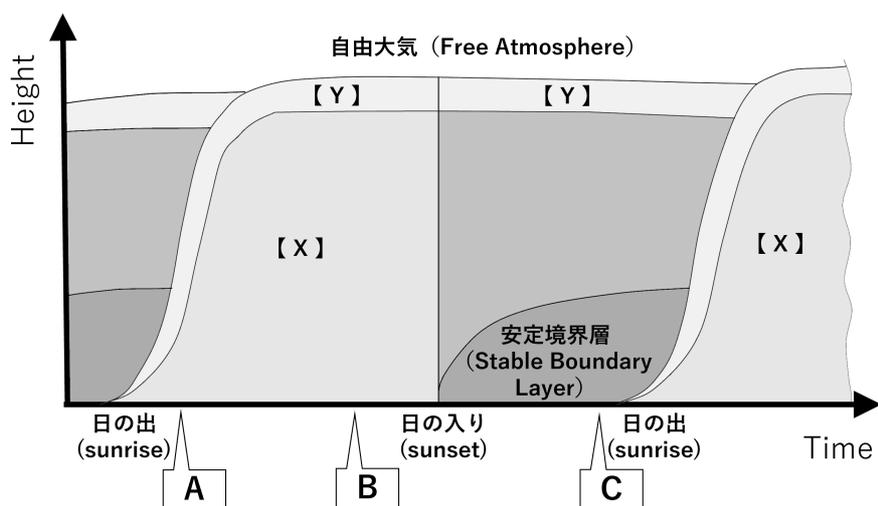


図2：晴天日の大気境界層の日変化の模式図。

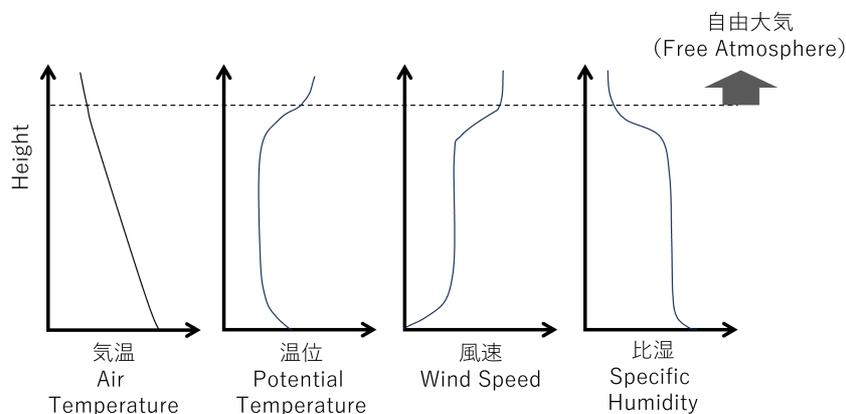


図3：大気境界層内における気象要素の高度分布の模式図。

生態・地理系

問4 以下の (1) および (2) の間にすべて答えよ。

(1) 高緯度帯や中緯度高山帯では冬季に気温が 0°C を大きく下回る。そのため、地表層付近では土壌が凍結融解を繰り返したり、深部では越年性の地下氷が成長したりする。このことに関して以下の問 (a) および問 (b) に答えよ。

(a) 以下に列挙した周氷河地形の形状と生成過程をそれぞれ2から3行で説明せよ。

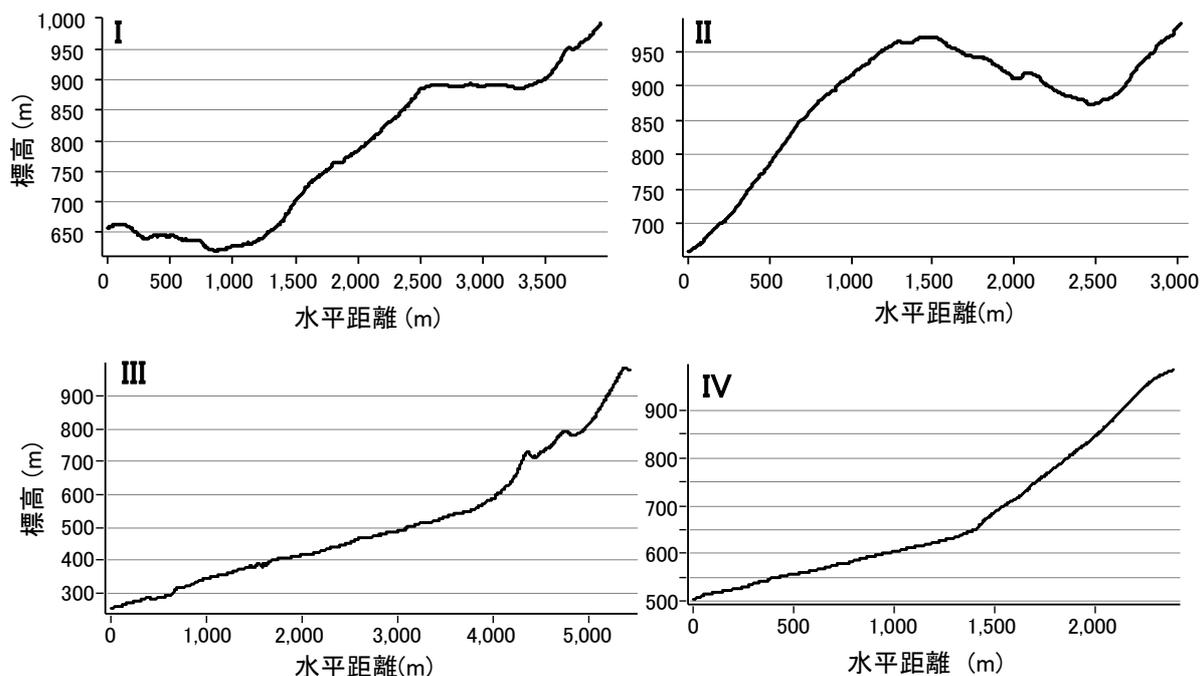
- (i) 石質多角形土
- (ii) 氷楔多角形土
- (iii) ピンゴ

(b) 2年以上連続して 0°C 以下の地温を保つ地盤を永久凍土とよぶ。集中暖房された建物の地下で永久凍土の上層が融解すると、その建物にはどのような影響が及ぶか。その対策も含め4行程度で説明せよ。

(次ページに続く)

(2) 次ページ以降には北海道支笏湖の南岸にある不風死岳，樽前山およびその周辺の等高線図 (図 A)，地質図 (図 B)，植生図 (図 C) を示した。これらに関連して以下の問 (a) から問 (c) に答えよ。

(a) 樽前山 7 合目ヒュッテ (図 A, a) から樽前山西峰 (図 A, b) に至るには同図中の①または②の登山道を辿ることになる。それぞれに該当する経路断面図を以下の I, II, III, IV から選べ。



(b) 不風死岳と樽前山の形成には火山活動が大きく関与している。両者はどのような過程を経て現在の形になったか。等高線図 (図 A) と地質図 (図 B) を参照し、不風死岳と樽前山についてそれぞれ 3 行程度で述べよ。

(c) この範囲には自然植生としての荒原植生，亜高山帯林や針広混交林のほか，亜高山帯林や針広混交林については人為的影響を受けた代償植生，さらに植林地や耕作地植生なども分布している (図 C)。このような植生分布となっている背景として，国立公園の公園保護規制区域 (図 C)，等高線図 (図 A)，地質図 (図 B) などから読み取れることを 7 行程度で記せ。

(次ページに続く)

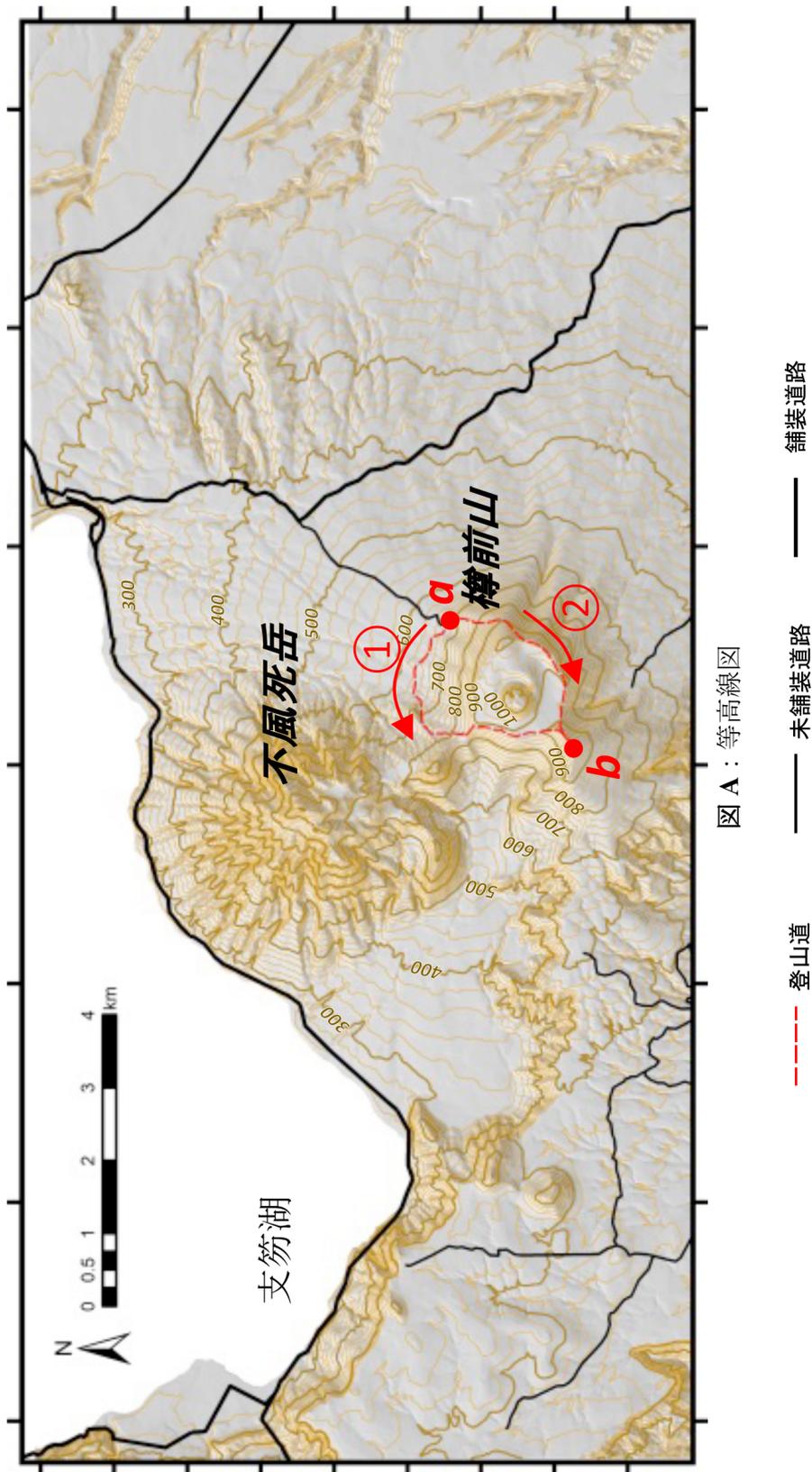


図 A : 等高線図

(次ページに続く)

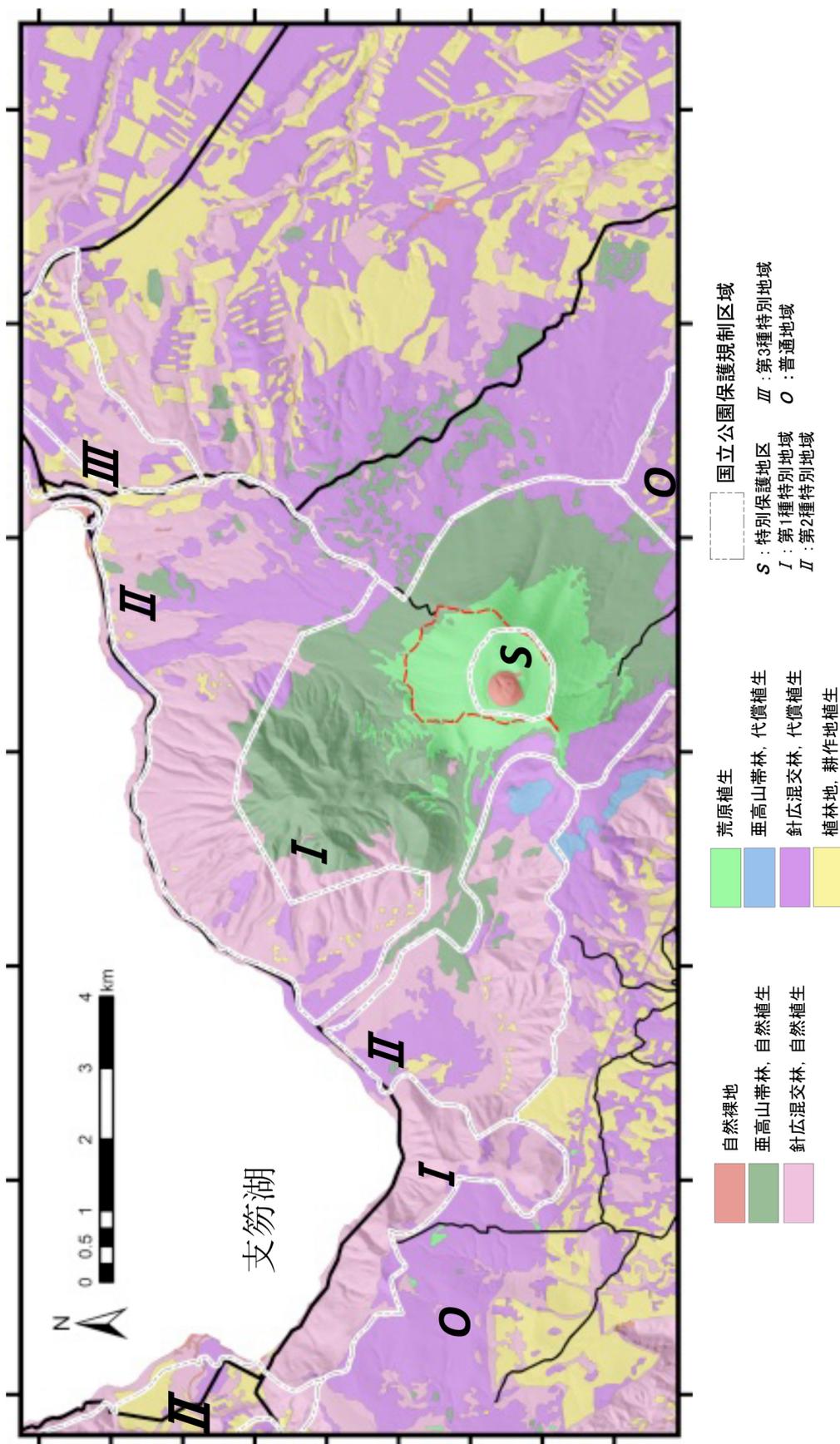


図 C: 植生分布と国立公園保護規制区域, 出典『1/25,000 植生図「樽前山」GIS データ(環境省生物多様性センター)』を使用し, 北海道大学環境科学院が作成・加工した。

(<http://gis.biodic.go.jp/webgis/sc-025.html?kind=v67>)

生態・地理系

問5 以下の(1)から(3)の間にすべて答えよ。

(1) (i)から(v)には、生態学用語が記してある。これらの用語の生態学上の定義または意味を、それぞれについて3行程度で述べよ。

- (i) 菌根菌
- (ii) 種間競争
- (iii) 環境収容力
- (iv) ベータ多様性
- (v) 針広混交林

(2) 文章を読んで、以下の問(a)から問(f)に答えよ。

バイオームには、森林、草原、砂漠、⁽ⁱ⁾ツンドラなどがあげられる。これらのバイオームの分布と構造は、主に と により決められている。例えば、砂漠では、⁽ⁱⁱ⁾サボテンなどの多肉植物が優占することがある。さらに、森林は、熱帯多雨林、⁽ⁱⁱⁱ⁾落葉広葉樹林、^(iv)針葉樹林などのバイオームに小区分される。^(v)攪乱後には生態遷移が見られ、種組成や優占種は、光・土壌資源の変化とともに極相に向かう。

- (a) 下線部(i)について、その特徴を優占種と生活型の観点から3行程度で説明せよ。
- (b) 下線部(ii)について、光合成の特徴を3行程度で説明せよ。
- (c) 下線部(iii), (iv)について、林冠で優占種となりうる高木種の種名を、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(順不同)。
- (e) 下線部(v)について、光資源・土壌資源の2つの観点から、遷移がおこる機構を4行程度で説明せよ。
- (f) 文中に見られるバイオームの中で、もっとも純一次生産力の高いバイオームはどれか。そのバイオーム名を示し、そのバイオームで純一次生産力が最大となる理由を3行程度で述べよ。ついで、そのバイオームの土壌形成過程の特徴を3行程度で説明せよ。

(次ページに続く)

(3) 文章を読んで、以下の問(a)から問(e)に答えよ。

生物種保護活動の目的の一つは、(i)生物種が絶滅することを防止することである。個々の生物種個体群の絶滅速度に影響を及ぼす要因の研究から、(ii)メタ個体群へのリスクは、サブ個体群の と およびサブ個体群間の の影響を受けることがわかっている。このような生態系に関わる科学的情報が保護のための戦略構築に役立っている。保護計画は、残っている自然の生息域断片の目録作りとこれらの生息域断片へのリスクの評価から始まる。そして、できる限り多くの生息域断片を保護する方法を工夫しようと努力する。多くの場合、(iii)最大の面積を持つ生息域断片が優先的に保護される。また、(iv)分断された生息域間の通路となる環境の保全も重要である。

- (a) 下線部(i)について、種が絶滅することで懸念される生態系機能への影響について3行以内で述べよ。
- (b) 下線部(ii)について、個体群を定義し、個体群という用語を含めてメタ個体群の定義を3行以内で説明せよ。
- (c) 上の文章の(ア)から(ウ)に適切な語句を入れよ。なお、(ア)と(イ)は順不同でよい。
- (d) 下線部(iii)について、その主な理由を一つ挙げ3行以内で述べよ。
- (e) 下線部(iv)について、対象種がチョウ類の場合と大型哺乳類の場合では、同じ形体の通路を作るとその保全上の効果は大きく異なる。効果の異なる主な理由を一つ挙げ3行以内で述べよ。

化学系

問6 以下の(1)から(5)のすべてに答えよ。

- (1) 原子核の安定性と放射性同位体のベータ壊変の様式を決める要因について、中性子、陽子、および陽電子という語句を用いて、5行ほどで説明せよ。
- (2) エタノールとジメチルエーテルは構造異性体である。分子量が同じであるに関わらず、これらの中で融点、沸点および水への溶解度の違いが生じる理由について、3行ほどで説明せよ。
- (3) 一人の成人の安静時の発熱量を75 Wとする。摂氏27度の温度の外界に一人の成人が安静にしている場合、その成人が外界にもたらすエントロピーの増大量は毎分どれくらいになるかを有効数字2桁で答えよ。なお、この場合、外界でのエントロピーの変化量は不可逆過程でも可逆過程と変わらないとする。
- (4) Mn^{3+} と Fe^{3+} は周期表では隣同士の遷移元素の3価のイオンだが、酸化力が大きく異なる。どちらが強い酸化力をもつか答えよ。またそれぞれの電子配置を示した上で、それを根拠に5行ほどでその理由を説明せよ。
- (5) 地表の環境では、2原子からなるヘリウム分子(He_2)は安定に存在しないが、真空放電をしているヘリウムガスを添加した放電管の中では励起されたヘリウム分子(He_2^*)の存在が確認される。その理由をそれらの分子軌道のエネルギー準位図を描いて説明せよ。