

専門共通(I)

●出題意図

研究手段として用いられる測定機器に関する原理や応用例をどの程度深く理解しているかを問うとともに、それらを論理的に説明できるかを評価する。

●解答例

地球環境研究に利用される測定機器として、イオンクロマトグラフィーを挙げる。その測定原理は、ポンプで溶離液を一定流量で送液し、分離カラムで試料を目的成分ごとに分離した後に検出器に導く高速液体クロマトグラフィーに基づく。イオンクロマトグラフィーの場合は、一般にイオン交換樹脂を充填したカラムに試料が注入・保持され、溶離液によって溶出する。その際、イオン交換樹脂との親和性に応じて各イオンの保持時間が変わり、イオン種ごとに分離される。検出器では、電気伝導度が非常に短い時間間隔で測定され、横軸に時間、縦軸に伝導度を取ったクロマトグラムが得られる。クロマトグラムから、各イオン種のピーク面積や高さを用いて濃度が計算される。研究例としては、降雨や河川水・地下水などのアンモニウムイオンや硝酸イオン濃度を測定することによる窒素負荷の評価などが挙げられる。とくに、1970年代～80年代にかけて深刻化した酸性雨に関する研究は、同時期に広く普及しはじめたイオンクロマトグラフィーによる硝酸イオンや硫酸イオンの高精度・高感度分析の貢献が大きく、酸性降下物の排出規制へ向けた国際的枠組みの推進を支える重要な知見を提供した。

専門共通(II)

●出題意図

急速な都市化が都市植生のフェノロジーに与える影響を理解しているかを問う設問であり、ヒートアイランド現象による都市部の気温上昇、夜間の人工照明による都市部の光条件の変化、都市部の植物の成長期間が農村部よりも長いことなど、英語の文章から理解し、それらの因果関係を整理する読解力と要約力を問う。

●解答例

1. (ア) 都市部における気温上昇率（温暖化）は農村部よりも29%速い（都市ヒートアイランド現象）。(イ) 都市部の夜間の人工照明（ALAN）は、20世紀後半から増加しており（年間3~6%）、過去10年間の増加率はさらに加速している（年間10%近くまで急増）。
2. (ア) 植物のフェノロジーは温度と光の両方によって制御される。また、ALANは都市部の光条件に大きな変化をもたらす。より明るい都市環境は、都市の植物フェノロジー（生物学的イベント SOS および EOS のタイミング）に大きな影響を与える可能性がある。(イ) ALANが都市の植生フェノロジーに与える影響は気候帯によって異なるが、都市の植生成長期を延長する効果、特にEOSを遅らせる効果は気温よりも大きいである。(ウ) ALANは都市の植生動態の重要な駆動因子の一つであり、政策立案者が都市管理と開発において考慮すべき要素である。
3. 都市植生の成長期の研究は、気温上昇とALAN増加が植生フェノロジーに及ぼす相乗効果を定量化することができ、継続的な都市化と気候変動の下での生態系の動態に対する人為的影響を理解するために不可欠である。

その他の専門科目

地形学

●出題意図

I では、地形学に関する基本用語や基礎的概念の理解力を問う。II では、地形図を読解したうえで地形の形成プロセスを岩石の特性を関連づけて説明できるかを問う。

●解答例

I：物理的風化／風化プロセスは、物理的風化と化学的風化に大きく分類される。物理的風化は、化学的な変質を伴うことなく岩石が破碎される現象であり、熱風化、凍結破碎、塩類風化、乾湿風化などが含まれる。具体的には、熱風化は、地表面において高温と低温の繰り返しによって生じる風化である。乾湿風化は、泥岩などに含まれる膨潤性の高い粘土鉱物が、吸水と脱水を繰り返すことによって生じる風化である。凍結破碎と塩類風化は、岩石の間隙において、それぞれ氷または塩類の結晶が成長することなどによって生じる風化である。

II：図1の地形図には標高約870 mの山頂があり、岩相Aはその山麓部を、岩相Bはその山頂を含む南北に伸びる尾根を構成している。岩相Aを基盤とする山麓部には樹枝状の谷が形成されており、雨水が地中に浸透しにくい地盤であることが推定されることから、岩相Aは花崗岩であると判断できる。岩相Aの範囲で生じる主な地形プロセスとして、花崗岩の風化による土層の形成、斜面の表層崩壊、水流による侵食が挙げられ、これらの一連のプロセスによって樹枝状の谷地形が形成されたと考えられる。一方、岩相Bによって構成される尾根部は全体として台地状の地形であり、比較的傾斜の緩い山頂部の周辺を急斜面が取り囲んでいる。また、岩相Bの範囲には谷がほとんど発達しておらず雨水が地中に浸透しやすい地盤条件であると推定されることから、岩相Bは石灰岩であると判断できる。岩相Bの範囲で生じる主な地形プロセスは石灰岩の溶解であり、カルスト地形が発達していると考えられる。

その他の専門科目

水文科学

●出題意図

Iでは、水文科学に関する基本用語や基礎的概念の理解力を問う。IIでは、土壌の水理特性に関する図を適切に解釈し、水分量とポテンシャルと透水性の関係性が土性によって異なることから生まれる水分動態の差異を説明できるかを問う。

●解答例

I：天水線／ $\delta 180$ を横軸， $\delta 2H$ を縦軸としたデルタダイアグラムにおいて，降水の同位体組成は概ね一つの直線に沿ってプロットされる。全球規模で見た場合，その直線は $y = 8x + 10$ という式で表され，これをグローバル天水線（GMWL）と呼ぶ。地域ごとに見ると傾きや切片が微妙に異なることがあり，各地域の降水同位体データから求められた直線をローカル天水線（LMWL）と呼ぶ。天水起源の河川水や地下水も概ね天水線上にプロットされるが，蒸発や非天水との混合の影響が大きくなるほど天水線から離れてプロットされるため，逆にその特徴から水文プロセスを明らかにすることができる。

※各自が選択した3つのキーワードについて，上の例と同様に説明する。

II：粗粒土壌は一般に，間隙率が小さく，毛管上昇高も小さい。これは表面張力が働きにくいためであり，乾燥するとすぐに水分量が減少する。これに対し，細粒土壌はかなり負圧が大きくなっても水分量の低下が少なく，保水性が高いといえる。湿潤状態では粗粒土壌のほうが粘性の影響が小さいため透水性が高いが，土壌乾燥とともに水分量が激減するため透水性の低下も著しい。一方，細粒土壌は飽和透水係数が小さいが，水分量が高く維持されるため，乾燥しても透水性の低下は顕著でない。すなわち，粗粒土壌では水の移動が速く，降雨・乾燥のサイクルにおいて水分量の増減も大きいのにに対し，細粒土壌では水の移動や水分量の変化が緩やかである。

その他の専門科目

大気科学

●出題意図

I では、大気科学に関する基本用語の理解力を問う。II，IIIでは、放射や、大気の熱力学、大気力学、地表面熱収支等に関する基礎理論の理解力を問う。

●解答例

I：混合層／混合層は、対流圏下層の大気境界層内で、乱流や熱対流によって鉛直方向によくかき混ぜられている層である。晴天日の陸上では、その上端高度は1～2 km程度になることが多い。混合層内では、温位や風速はおおよそ一様で、水蒸気はやや上方で減少することが多い。陸上では日中に地面が日射によって加熱されることで発達することが多い。

※各自が選択した3つのキーワードについて、上の例と同様に説明する。

II： a, b, c

III：

(1) 都市のヒートアイランド現象の特徴を説明しなさい

ヒートアイランド現象とは、都市域の気温が周辺の郊外よりも高くなる現象である。特に夜間に顕著で、等温線が都市を中心に島状に分布することからこの名がある。都市では最低気温の上昇が大きく、熱帯夜の増加や日較差の縮小がみられる。また、風が弱く晴天時に強まりやすい。気温上昇は都市中心部ほど大きく、人口規模や建物密度とも相関がある。

(2) 都市のヒートアイランド現象の形成メカニズムを日中と夜間に分けて説明しなさい。説明にあたっては地表面熱収支の特徴を踏まえること。

日中は、都市ではアスファルトや建物が日射を強く吸収し、人工排熱も加わることで地表面の顕熱フラックスが増大する。一方、植生が少ないため蒸発散が小さく、潜熱フラックスが郊外より小さい。その結果、気温が上昇する。夜間は、都市の建物や舗装面に蓄えられた熱が放出されるうえ、建物群により長波放射の冷却が弱められるため、気温低下が抑制される。

(3) この現象が日中よりも夜間に強くなる理由を説明しなさい。

夜間にヒートアイランドが強まる主な理由は、郊外では放射冷却により気温が大きく低下するのに対し、都市では蓄熱の放出と放射冷却の抑制によって気温低下が小さいためである。建物群は天空率を低下させ、地表からの長波放射の放出を妨げる。また、昼間に蓄えた熱が徐々に放出されるため、都市と郊外の気温差が拡大しやすい。

その他の専門科目

空間情報科学

●出題意図

I では、空間情報科学に関する基本用語や基礎的概念の理解力を問う。II では、空間情報科学の実践における主要データ形式の一つであるベクターデータに関して、基礎的概念、特徴、広く利用される意義、具体的応用例といった側面からの理解力ならびその説明力を問う。

●解答例

I：位置情報／位置情報とは、地表上の対象とする物や事象が存在する場所を示す情報であり、緯度・経度などの座標値や、住所・地名などによって表現される。地理情報システム（GIS）では、位置情報は地理空間データの基本要素であり、空間分析や地図表示の基盤となる。すなわち位置情報は地表の様々な事象をその生起する地点と結び付けて空間データを形成し、それらを分析するために必須の情報である。位置情報をもとに空間データは相互に統合され、利用者は空間分析や地図表示を行うことができる。

※各自が選択した2つのキーワードについて、上の例と同様に説明する。

II

(1)ベクターデータの基本概念および作成方法

ベクターデータとは、事物を座標値に基づく幾何学的要素として表現するデータ形式であり、点・線・面（ポリゴン）によって構成される。例えば樹木や観測点は点、道路や線路は線、行政区画や土地利用区画は面として表される。事物を表す図形データには属性データが結び付けられ、GISでは両者を統合して扱う。作成方法としては、紙地図や画像を基にしたデジタル化、GNSS等による現地での座標取得、アドレスマッチングなど既存データの変換、リモートセンシング画像からの抽出などがある。

(2) GISにおいてベクターデータが広く利用されている理由

ベクターデータは、道路、土地、建物などの地理的事象を明確な境界を持つ図形として表現できる。また、事物の位置や形状と属性情報を容易に結び付けることができる。さらに、距離計測や重なり判定などの空間解析を比較的高い精度で行える。これらの特徴から、GISにおいて広く利用されている。

(3)空間情報科学または社会における具体的な応用例

ベクターデータは多様な分野で利用されている。例えば都市分析では道路網、土地利用区画、建物の位置や形状がベクターデータで管理され、交通計画、施設配置、都市機能などの分析が行われる。防災分野では避難所・危険区域・小地域人口・道路などのベクターデータを重ね合わせて分析し、避難計画が検討される。その他、さまざまな空間分析や意思決定の基盤データとして広く利用されている。

(4)ラスターデータとの比較

令和8年度（令和8年1月実施） 地球科学学位プログラム入学試験
筆記試験科目 【出題意図と解答例】

ラスターデータは空間を格子状のセルに分割し、各セルに数値を割り当てて表現する形式であり、標高、気象、衛星画像データなど連続的な事象の表現に適する。一方、ベクターデータは離散的な事象を明確な境界をもつ図形として表現することに適している。ラスターデータは連続分布する事象の分析に適するがその精度はセルの解像度に依存する。ベクターデータは境界や位置を比較的正確に表現でき、距離・面積・形状等にもとづく分析に適している。