

北海道大学大学院環境科学院
地球圏科学専攻

生物地球化学コース
令和8年4月入学

大学院修士課程（博士前期課程）入学試験問題
専門科目

1. 問1～問4の中から2問を選択して解答せよ。各答案用紙の受験科目欄には、選択した問番号を書くこと。
2. 問1題につき答案用紙1枚を使用すること。答案用紙は裏を使っても良い。足りなければ申し出よ。

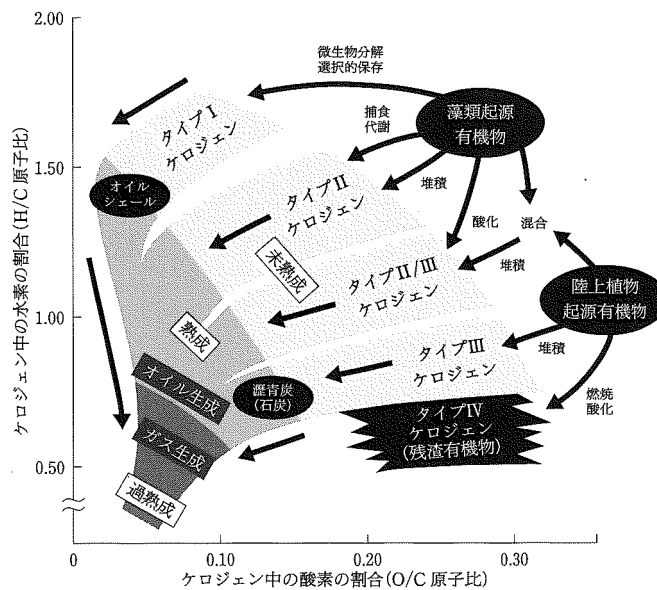
令和8年2月18日

生物地球化学

問 1 以下の設問に答えよ。

設問 1 ある地点の地震計で地震の P 波と S 波を観測した。この二つの波の到達時刻の差（初期微動継続時間）が 10 秒であった。P 波の速度を 6.0 km s^{-1} 、S 波の速度を 3.5 km s^{-1} 、それぞれの波の速度は場所によらず一定としたとき、観測地点から震源までの距離を有効数字 2 桁で求めよ。また計算過程も示せ。

設問 2 下図に示されるようにケロジェンはその CHO 元素組成にもとづいて、タイプ I、タイプ II、タイプ III、タイプ IV ケロジェンに分類される。この 4 種のケロジェンのうち、石油を多く生み出すケロジェンを 2 種選び、なぜそのように考えられるのか、元素組成の変化にもとづき 8 行以内で説明せよ。



出典：地球惑星科学入門 第 2 版（北海道大学出版会）

設問 3 以下の用語をすべて用いて河岸段丘の形成過程を 10 行以内で説明せよ。

河床面、下方侵蝕、侵蝕基準面、側方侵蝕、自然堤防、氾濫原、段丘面、段丘崖

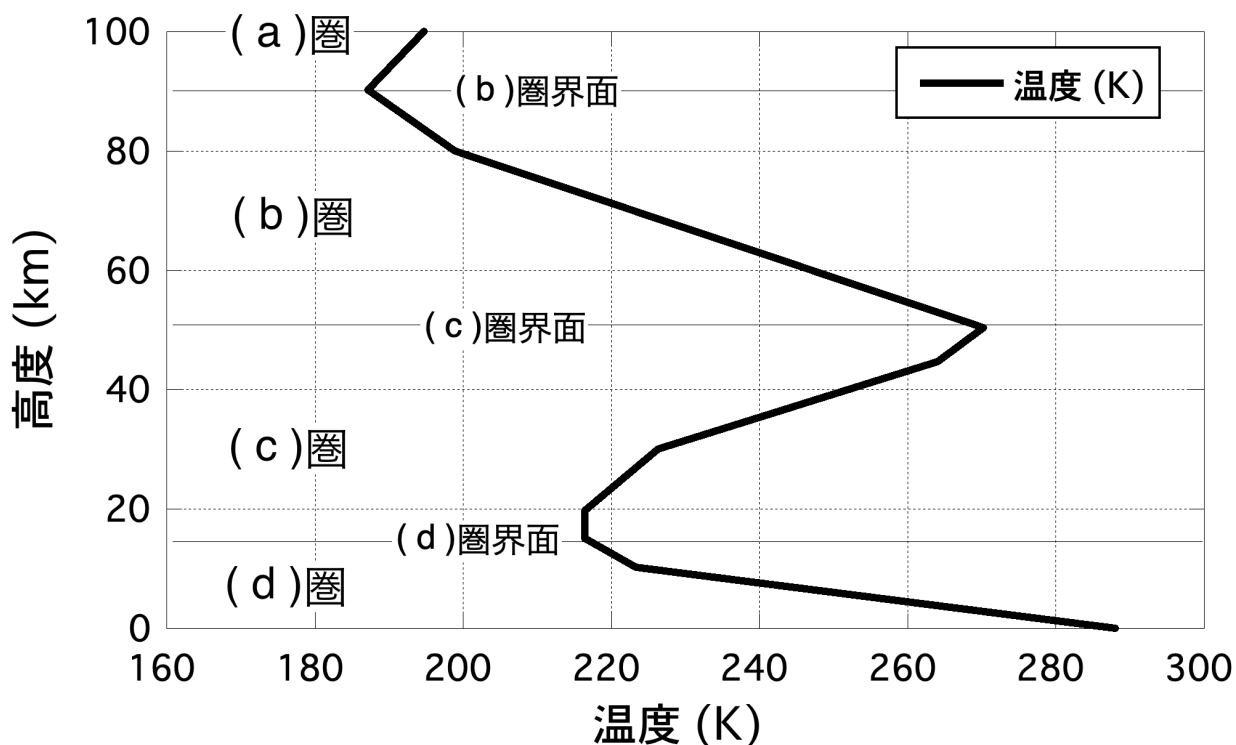
設問 4 以下の地学用語をそれぞれ 2 行以内で説明せよ。

重力異常、固溶体、火山フロント、礫、岩盤崩壊

生物地球化学

問2 以下の設問に答えよ。

設問1 下に示す地球大気の温度鉛直分布について、問いに答えよ。



- (1) (a)–(d)にあてはまる適切な語を答えよ。
- (2) (a)圏で起こる発光現象の名称を答えよ。
- (3) (c)圏において上空ほど温度が高いのはなぜか、その理由を2行以内で記せ。

設問2 堆積岩形成過程について以下の問いに答えよ。

- (1) 地表での岩石の化学風化は、大気中の二酸化炭素 CO_2 が溶け込んだ地表水 H_2O と造岩鉱物の反応によって、鉱物の変化とイオンの溶脱が起きる現象と見ることができる。代表的な造岩鉱物であるカリ長石 KAlSi_3O_8 が化学風化によって土壌鉱物であるカオリン $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ に変化し、カリウムイオン K^+ 、珪酸 H_4SiO_4 が溶け出すとともに、二酸化炭素は炭酸水素イオン HCO_3^- として水圏に入るという化学反応式を記せ。

生物地球化学

- (2) 風化によって形成された礫・砂・泥は河川によって海洋に運ばれ、時に乱泥流となって海底に堆積する。乱泥流によって形成された地層の名称を答えよ。また、その地層の持つ典型的な堆積構造を2つ挙げよ。
- (3) 堆積物は次々に積み重なって埋没する過程で、粒子間の孔隙を満たしていた海水が絞り出されて孔隙率が減少し薄くなっていく。孔隙率80%で厚さ10 cmの地層が厚さ5 cmまで圧密を受けたとき孔隙率は何%になるか答えよ。なお、構成粒子はつぶれないものとする。

設問3 下記の3つの用語をそれぞれ3行以内で解説せよ。

赤色砂岩、氷礫岩、ミランコビッチサイクル

設問4 地球表層が吸収する太陽放射量と放出する地球放射量が釣り合うという条件で計算される放射平衡温度は -18°C 程度であるのにも関わらず、実際の地球の表面温度は約 15°C もある。その理由を10行以内で説明せよ。

生物地球化学

問3 以下の文章を読んで設問に答えよ。

海水中の元素濃度は一定ではなく、沿岸域においては河川水や人為起源の汚染による元素の供給や、淡水の流入による希釈効果により、その濃度が変動し、特に閉鎖系水域ではその影響を顕著に受ける。外洋海域では、元素濃度は比較的一定に保たれているが、深さ方向の濃度分布は元素によって異なり、大きく栄養塩型、捕獲型、保存型の3種類に分類される。以下に北太平洋における海水中の元素濃度の鉛直濃度分布を説明する。

栄養塩型に分類される元素の代表的なものは、[A]、[B]、[C]である。陸上の植物の肥料は[A]、[B]、[D]であるが、[D]は海水中では高濃度で存在し不足することはない。[E]イオン、[F]イオン、[G]イオンの[A]と、[H]イオンの[B]、珪藻類や放散虫などの珪質の殻を形成する生物にとって必要な[I]イオンとなる[C]を主要栄養塩と呼ぶ。この主要栄養塩の鉛直分布を測定すると、a)太陽光が届く表層で濃度が低く、深さ1000 m程度まで濃度が上昇し、それ以深は一定となるような分布を示す。[J]や[K]のような金属類も栄養塩型の分布を示す。一方で[L]や[M]などのいわゆる有害金属類も同様の分布を示す。

捕獲型に分類される元素は[N]、[O]、[P]などである。これらの元素は、外洋においては主に b) _____ によって海面に供給され、その一部が溶解するために表層での濃度が高くなる。海水中では c) _____ によって除去され、それらの濃度は深さが増すにつれて低下する。ただし、深海では海底付近の堆積物からの溶出のため濃度が高くなる。

保存型に分類される[Q]、[R]などは深さによらずその濃度が一定であり、ほぼ鉛直的に一定な濃度分布となる。

出典：これからの環境分析化学入門（講談社）より一部改変

設問1 [A]から[R]に当てはまる語句を下記から選べ。

タングステン、カリウム、硝酸、アンモニウム、リン酸水素、ケイ酸塩、鉄、亜鉛、亜硝酸、マンガン、リン、ヒ素、カドミウム、アルミニウム、窒素、鉛、モリブデン、ケイ素

設問2 栄養塩型の元素が下線部 a)のような分布になる理由を5行以内で説明せよ。

設問3 下線部 b)、下線部 c) に当てはまる説明を記入せよ。

設問4 栄養塩型、捕獲型、保存型を元素の海洋での滞留時間の長い順にならべよ。

設問5 栄養塩型の分布を示す[H]は、北大西洋の深さ2000 mで見られる濃度よりも北太平洋の同じ深さで見られる濃度がおよそ2倍高い。その理由を5行以内で説明せよ。

生物地球化学

問4 以下の文章を読んで設問に答えよ。

クロマトグラフィーは、現在の環境分析化学において、試料中の分析対象物を分離、定量する場合などに欠くことができない方法である。この方法は、「様々な化学物質が、二相（A相とB相）間で、分布する度合いが異なる性質を用い、一方の相（A相）を移動させて分析対象物と夾雑物（その他の成分）とを分離する方法」である。一般的には、二相間における分析対象物の(a)吸着平衡、あるいは(b)分配平衡などの平衡の原理が適用される。A相が気体あるいは液体の場合、それぞれ、(c)ガスクロマトグラフィー、(d)液体クロマトグラフィーと呼び、分析対象物が分離部内を移動する度に吸着あるいは分配平衡が繰り返され、保持係数 k や分離係数 α がクロマトグラフィーの分離能を評価するうえで重要な因子になっている。

出典：これからの環境分析化学入門（講談社）より一部改変

設問1 文章中のA、Bに当てはまる言葉を記せ。

設問2 (a)吸着平衡と(b)分配平衡とはどのような平衡状態か、「分析対象物、平衡状態」の2つの言葉を用いて、それぞれ3行以内で説明せよ。

設問3 クロマトグラフィーでは、「クロマトグラフィー」、「クロマトグラフ」、「クロマトグラム」の3つの似たような言葉が使われる。これらの言葉の意味を、それぞれ2行以内で説明せよ。

設問4 分析対象物 X および Y を、クロマトグラフィーにより分析したところ、X は 6.0 分、Y は 10.0 分にそれぞれ検出された。吸着剤に保持されない物質の検出時間が 2.0 分のとき、分析対象物 X および Y の保持係数 k_X 、 k_Y を求めよ。

設問5 設問4のクロマトグラフィーにおいて、分析対象物 X と Y の分離係数 α を求めよ。

設問6 (c)ガスクロマトグラフィー、(d)液体クロマトグラフィーについて、どのような分析対象物に対して用いられるか、「極性、分子量」の2つの言葉を用いて、それぞれ2行以内で説明せよ。

設問7 (c)ガスクロマトグラフィー、(d)液体クロマトグラフィーで用いられている検出器の名称をそれぞれ1つ挙げて、それらの検出原理をそれぞれ2行以内で説明せよ。