環境化学　ENVIRONMENTAL CHEMISTRY

1. 環境中の鉄の化学形態と動態に関する文章を読み，以下の問いに答えよ．

鉄は地殻中に（　A　）%含まれ，地殻中で（　B　）に次いで存在量が多い金属元素である．地殻中の主要な鉄鉱物として①鉄含有ケイ酸塩鉱物の他に赤鉄鉱（Fe_2O_3），磁鉄鉱（Fe_3O_4），菱鉄鉱（　C　），黄鉄鉱（　D　）などがある．鉄化合物の多くは水への溶解度が低いため，鉄はおもに固体懸濁物の状態で陸から海へ移動する．鉄イオンにはFe(II)イオンとFe(III)イオンの2種類がある．このうちFe(III)イオンは弱酸性の水中でも水酸化物イオンと反応し難溶性のFe(III)水酸化物を形成するが，Fe(II)イオンはpHの高い水中でのみ沈殿する．Fe(III)水酸化物は（　E　）環境では溶解しないが，（　F　）環境になると溶解する．地下水中には少量のFe(II)イオンが含まれることがあり，②飲用水として利用するためにはFe(II)イオンの除去が必要となる．

鉄はすべての生物にとって必須の元素である．動物の赤血球中に存在するヘモグロビンは酸素と（　G　）の輸送を担う．ヘモグロビン1分子は（　H　）分子の酸素を輸送する．ヘモグロビンによって輸送された酸素分子は輸送先の細胞中の（　I　）に引き渡される．③鉄欠乏の植物では葉の色が薄くなったり黄色くなったりする．鉄は葉緑体中の（　J　）の構成成分のひとつである．

(1) 空欄（　A　）～（　J　）にもっとも適切な語句，化学式または数値を以下の語群から選べ．

アルミニウム，マグネシウム，カルシウム，嫌気，好気，高温，低温，二酸化炭素，窒素，アンモニア，クロロフィル，ヘモシアニン，アントシアニン，ミオグロビン，$FePO_4$，FeS_2，$FeCO_3$，FeOOH，1，2，3，4，5，6，7，8

(2) 下線①の鉱物の代表として鉄カンラン石（Fe_2SiO_4）がある．鉄カンラン石が酸素で飽和した水中で風化するときの反応について反応式を用いて説明せよ．

(3) 問(2)の反応で鉄カンラン石 1.00 g を大量の水中で風化させた場合，残存する固体の乾燥重量を求めよ．H，O，Si，Feのモル質量はそれぞれ1.0，16.0，28.1，55.8である．

(4) 酸素発生型の光合成生物が出現する以前の太古の海ではFe(II)イオンが大量に溶存していた．光合成生物の出現後にこのFe(II)イオンはどのようになったかを200字程度で述べよ．

(5) 下線②について有効と思われる方法をひとつあげ100字程度でその内容を説明せよ．

(6) 下線③の植物の鉄欠乏を回避する方法として土壌に有機酸を散布する方法がある．なぜこの方法が有効なのか50字程度で説明せよ．

環境化学　ENVIRONMENTAL CHEMISTRY

2. 以下の問いに答えよ.

(1) 以下の文章を読み問いに答えよ.

2017年に発効された「（ A ）に関する水俣条約」は,（ A ）の環境への排出やその適正な管理を規定したものである. 例えば, 小規模金鉱山（ASGM）の現場では,（ B ）法により鉱石のスラリーから金をオンサイトで抽出するものであるが, 十分な管理がされない場合には, 大気, 水域および土壌に（ A ）が排出される可能性がある.

（ A ）は, 常温では（ C ）として存在し, 銅や鉛などの金属と比べて（ D ）温度において揮発して大気中に排出される. そのため, ASGMの作業環境では, 作業者への（ A ）の暴露の可能性がある. また,（ B ）法で処理された鉱石等から,（ A ）が河川や湖沼に排出される可能性もある. 環境中に排出された（ A ）の一部は, 水域や土壌中の微生物等の作用で人体に対してより高い有害性を示す（ E ）に変換される.

ASGM: Artisanal Small-Scale Gold Mining

語群：カドミウム, 水銀, ヒ素, アンチモン, 亜ヒ酸, メチル水銀, 硫化カドミウム, ダイオキシン, 亜硫酸ガス, 硫化水銀, フロン, 高い, 低い, アマルガム, 灰吹, 青化, 溶媒抽出, 固体, 液体, 気体

(1-1) 空欄（ A ）～（ E ）に入る適切な語句を語群から選べ.

(1-2) 大気環境中に放出された（ A ）はオゾンによる酸化を受けた後, 酸性の水滴中に溶解する. それぞれの反応を反応式とともに説明せよ.

(1-3) 環境中の生物における（ E ）の動態について, 以下の用語を用いて説明せよ.
システイン　生物濃縮

(2) 石灰石（$CaCO_3$）の水への溶解に関して, 以下の問いに答えよ. 石灰石の溶解度積の値は25℃で$4.5\times10^{-9}\ mol^2\cdot L^{-2}$である. 解答は有効数字2桁で示せ.

(2-1) 25℃での石灰石の水への飽和溶解度 $[mol\cdot L^{-1}]$を計算せよ.

(2-2) ある帯水層の地下水を分析したところ, Ca^{2+}の濃度が$1.0\times10^{-3}\ mol\cdot L^{-1}$, CO_3^{2-}の濃度が$3.5\times10^{-6}\ mol\cdot L^{-1}$であった. この水への石灰石の飽和指数を計算せよ.