

環境物質科学の過去問研究 (松尾; 2010 年度 冬学期)

文; 枚方 圏内

1998 から 2008 の過去問を全部纏めちゃったもの。

タイプごとにまとめて「問題」→解答→「問題」→解答→…の形式。問題は「」(カギ括弧)で括り、その直ぐ後ろに出題された年を書く。上に行くほど最近に出題されてる。特記すべきは、問題は一字一句写してるわけではない、ということ。

[1] 次の用語を簡単に説明せよ。

「ダイオキシン類」(2004, 2007, 2008)

大きく分けて PCDD, PCDP, コプラナー PCB の三種類で、農薬を作る過程で塩素を含む製品の燃焼で発生する毒性物質。

「生分解性プラスチック」(2006, 2008)

土壌中、水中に放置すると微生物により水、二酸化炭素へと分解される天然高分子で作られたプラスチック。高価だったり、使用中にも分解されたりする欠点がある。

「enrichment factor」(2002, 2004, 2008)

試料濃度のある基準とする物質(Al や Na など)の濃度に対する比、の特定の間(地殻や海水など)における試料と同じ物質の濃度のその基準とする物質濃度に対する比に対する比。単にその試料濃度を基準にするには変動が激しすぎる場合に役立つ。

$([X]/[Al])_{\text{sample}} / ([X]/[Al])_{\text{crust}}$

「ニンバス 7 号」(2002, 2008)

世界のオゾン全量の分布図を一日で一枚作成するアメリカの人工衛星(一日で一周するから?)。1978 年より稼働開始し、1983 年に南極上空にオゾンホールを見つけた。

「アルベド」(1998, 1999, 2008)

地球の表面と大気で錯乱または反射する太陽エネルギーの(一旦受ける太陽エネルギーに対する)割合

「フロン番号」(1998, 2004, 2007)

フロンを区別するための 3 桁、または 2 桁くらいの番号。

フロンは C, F, H, Cl で構成されるから

$(C \text{ 数}-1)*100+(H \text{ 数}+1)*10+(F \text{ 数})$

で計算される。

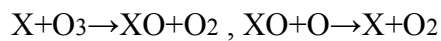
「missing sink of CO₂」(2001, 2007)

人間活動によって発生した二酸化炭素の内、およそ 50%とちょっとは大気中に存在するが、その残りは行方不明ですね、というその「残り」のこと。実際は初めの全体の 25%が海に吸収されて炭酸イオン(HCO₃⁻)となっていて、あと少しはバイオマス、つまり緑色植物に光合成で使用され、さらに残りは不明。誰も知らない。

「触媒反応サイクル」(1999, 2007)

正の触媒、つまり反応促進の方。

触媒 X として



という一連のサイクル。X としては Cl, Br, NO, OH, H など。

「ボックスモデル」(2007)

ある物質の循環の様子を図略化する為のモデル。対象物質をやりとりする各要素、即ちリザーバーをボックスとして示され、対象物質を保持する特定の場(海とか土壌とか)や生態群の体内などを表現する。リザーバーがやりとりする物質質量として流入量、流出量が有向エッジと数値(二方向ベクトル)によって示される。

「レインアウト、ウォッシュアウト」(1998, 2001, 2006)

レインアウトとは、大気中の物質が雲滴に溶けこみ、雨として降下する際に雨滴に溶けたまま降下すること。溶けている量はずっと同じ。

ウォッシュアウトとは、その降下する雨滴の下にあった物質が捕捉されて降下すること。降り始めの雨に多く、最後の方はほとんど無いだろうね。

「平均滞留時間」(1999, 2001, 2004, 2006)

ある物質がある空間に滞留する時間の平均的な長さ。定常化している系では平均滞留時間は一定であり、それによってリザーバーの容量を量ることはできる。(τ=N/J_{in}=1/K)

「代替フロン」(1999, 2006)

オゾンを壊す能力の高いフロン(特定フロン)の代替として用いられる物質の総称。オゾンを壊す性質が低い、HFC のように温暖化の能力が高かったり HCFC のように微弱ではあるがオゾン破壊する性質をもつものも代替フロンとして使用が広まったので 2020 年までにそういうのは全廃すること。

「温室効果ガス」(2006)

温室効果に役立つ期待。地球の場合、太陽光の内、地表で反射する赤外線光に対しては二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素がよく働く。

「崩壊性プラスチック」(1999, 2004)

プラスチック材質の一部に土壤中の微生物に分解されやすい天然高分子(でんぷん等)を用いたプラスチック。分解されると形状が崩れるので埋めても嵩張らない。プラスチック自体は分解されない。部分生分解性プラスチック、とも言われる。

「オゾン全量」(1998, 2002)

地球のある地点におけるいろいろな高度(地表から無限遠点まで)に分布するオゾンを 0°C 、 1atm (標準状態)の条件の地表に持ってきた時になる厚さ([atmcm] アトモスフェアセンチメートル)。

「リザーバー」(2002)

ある着目している物質が流入、滞留、流出する特定の場のこと。特定の空間や生態群の体内など様々なものが挙げられる。

「温室効果」(2001, 2002)

惑星表面から反射された放射エネルギーの一部が大気圏外に達する前に大気分子に吸収されることで大気圏内にエネルギーが滞留し、気温が上昇する現象。地球に放射される太陽光の内反射するのは赤外線光で、大気中の二酸化炭素や水蒸気がそれをよく吸収する。地球においてこの降下は 35 ケルビン。

「ドブソン単位」(2001)

ドブソン単位(DU)とは 0.001atmcm つまり 1atmcm を単位として量のことでオゾン全量を表現するもの。

「ppmv」(1998)

気体試料の濃度を表す単位。単位体積当たりの試料が占める体積、の百万分率。Parts per million volume.

「砂漠化」(1998)

土壌流出や塩性化、飛砂により植物が生息できなくなる不毛の地となること。気候変化などの原因の他に人為的なものとして、大規模な灌漑、過剰な耕地、放牧が原因。(編註: 焼畑農業は悪くないよ? シケプリに間違って書いてあったけど。)

[2]

「同じ地球上の化学物質を対象とする環境化学と地球科学でもその観点は異なる。CO₂を例にとって具体的にどういう点が重要なポイントであるかを言え。」(1998, 2004)

(編註: 化学と科学をどう使い分けてるか不明なんだが)

どちらも化学的手法を用いて分析、理解する学問であるが、その人間活動を含むのが環境科学。地球科学では例えば CO₂ については植物の光合成で使用される量、海水に解ける量などをどちらも調べたことはするが、環境化学では人間が暖をとることによる影響を含める。

[3] 二酸化炭素に就いて

「過去の地球表面の気温と大気中の CO₂ 濃度の関連性を記せ。」(2008)

「過去の大気中の二酸化炭素濃度を推定する方法について、知るところを記せ。」(2002, 2006, 2008)

南極やグリーンランドの氷床をボーリングして中の気泡に含有する CO₂ 濃度を出すけど正確な年代は分かんないよ?(氷は上からできる。つまり上に行くほど新しい。)

「二酸化炭素は、なぜ温室効果をもつのか。」(1998, 1999)

温室ガスだから。赤外線光(の一部)を吸収しちゃって宇宙に逃がさないし。

「人類が化石燃料を燃焼させることによって放出した CO₂ は膨大な量に及ぶが、大気中に留まり、大気中 CO₂ 濃度の上昇に寄与するのは、そのうちの約半分であると言われている。残り半分の行方に就いて知るところを記せ」(1999)

missing of CO₂ です。海水中。バイオマス。あとは誰も知らない。

「大気中に留まる CO₂ の割合を人為的に減らすことができれば、CO₂ の排出量を削減することなく、地球温暖化を防ぐことが可能であるように思えるが、そのような方法をとることの是非を地球全体の物質循環という視点から考察せよ。」(1999)

つまり C 原子は循環していて、その循環の中に例えば植物の活動(光合成)が含まれ人間にも関わっている、ということ。どうせ人間活動、特に化石燃料の燃焼による二酸化炭素の放出はそんなやめないだろう。ここで例えば大気中の二酸化炭素を除去し、どこかに貯蔵(地下深くに埋めるとか)することをすると循環する C の量が減り、植物が枯渇する。食物連鎖やばい。人間やばい。

人為的な大気中の二酸化炭素の操作はちょっと考えものだ、と。(ダメとは言っていないよ)

[4] オゾンに就いて

「オゾン全量の単位として用いられるドブソン単位の定義を記せ。」(1999, 2007)

1ドブソン=1matmcm.

「オゾン全量が1000ドブソン単位の時時、オゾン分子は単位断面積(1m²)あたり何個存在することになるか計算せよ。」(2007)(編註:「1000ドブソン単位」→「1ドブソン単位」としたのが(1999))

1000ドブソン=1000matmcm=1atmcm=0.01atmm [アトモスウェアメートル]

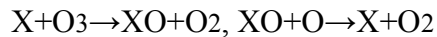
1m²には0.01m³の分のオゾンがある。標準状態で1molの物質は22.4Lなのはご承知の通り。

だからオゾンは0.01/22.4 [mol]

個数で言うならば×Na; アボガドロ定数 6.02e23.

「オゾン破壊の触媒反応サイクルの化学反応式を記せ」(2001, 2004, 1006)

触媒 X (具体的には Cl, Br, NO, OH, H)



「10月に南極上空にオゾンホールができる原因を解説せよ」(2001, 2004, 2006)

冬(南半球だから5~8月くらい)は寒いし、極夜で日が当たらないし、でPSCの周りで硝酸成分が氷晶に取り込まれ塩素が大気に放出される。更に極渦のせいで大気は孤立し塩素は拡散せず溜まり続ける。春になって(それが10月とか)Clが触媒としてオゾンぼこぼこにする。

「大気中のオゾン全量を測定する方法について知るところを記せ」(2004, 2007)

オゾンは紫外光を吸収する。衛星ニンバス7号に搭載されたTOMSなんかは地表や雲から反射してきた紫外光の強度を観測することでオゾン全量を見積もっている。或いは、下のオゾンゾンデからも計算できる。

「大気中のオゾン濃度を測定する方法について知るところを記せ」(1999)

オゾンゾンデという手法もあって、オゾンの検出器と無線を積んだ気球を飛ばしてその高度における「オゾン濃度」を記録して計算する。

「成層圏において、オゾンがいわゆる層状に存在する理由を記せ。」(2006)

オゾン層のオゾンは大気中の酸素に太陽光中の紫外線が照射されることで生成できる。酸素の単位体積あたり物質量は高度が高くなるほど低く、紫外線量は高度が高いほど大きいので、オゾンの出来やすさにはある高度でピークが見られる。よってその高度に層状にオゾンが分布する。

「オゾンを壊す触媒反応サイクルのうち、Cl-ClO系の化学反応式を記せ。」(1998)

ClOとNO₂が結合して



春にこの溜まったCl₂がラジカル反応で触媒反応サイクルが始まる。

[5] 酸性雨に就いて

「酸性雨の定義を言え。そしてその定義の理由は」(2001, 2004, 2007)

中性ならば pH=7.0 である。通常の雨は大気中の CO₂ を一杯に含む(飽和状態である)為、その pH は 5.7 程度。だから通常異常に酸性である、という意味で pH が 5.6 以下である時を酸性雨と定義する。

「土壌には酸性雨を中和する能力がある。どのような土壌が酸中和能の高い土壌であるか。中和のメカニズムに触れながら答えろ」(2004, 2007)

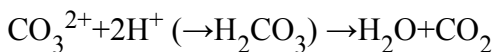
メカニズムは 3 種類。

1 つは陽イオン交換反応。雨中の水素イオンを土壌中の陽イオンと置換する反応。イオン化傾向が水素イオンより高い陽イオンを多い土壌が中和能が高い、というヤツ。

代表的な陽イオンとして Ca²⁺ 他には、Na⁺, K⁺, Mg²⁺ など。

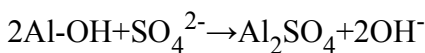
褐色森林土などはそれが大きい。

また一つに炭酸塩を含む土壌。雨中の水素イオンと反応して



となるから。

最後に Al や Fe の水和酸化物を含む土壌。雨中の硫酸イオンと反応して



OH⁻ が生じて中和される。

「酸性雨中の陰イオンを分析して得られる結果の意義を答えろ」(2001)

低 pH の原因物質となる酸は恐らくどうせたぶん SO_x, NO_x である。酸性雨は国境を超えて広範囲に降り注ぐが、原因の酸を特定(物質の種類)の同定)することで発生源を突き止められるかもしれないし、対策を講じることができる。

「欧米では酸性雨で森林の枯死などの被害が報告されている。日本でも降水の pH はそいつらと同じレベルなのに被害はそこまで尋常ではない。被害の程度が異なる理由について考えてみる。」(1998, 2002, 2008) → 「日本で降る酸性雨の特徴について述べ、酸性雨をなくすためにはどのような対策を講ずるべきかについて考察せよ。」(2006)

日本の土壌の酸中和能が高い。酸性雨の原因は硫黄を不純物として含む石炭と石油の燃焼や燃焼炉やエンジンとかの高温によって空気中の窒素が酸化されること。脱硫、脱硝装置。二段燃焼(不完全燃焼を防ぐ)。もっとも二段燃焼は効率がよくないし高くつく。

[6] 平均滞留時間

「大気中での水分子の平均滞留時間はどのくらい？有効数字 1 桁で。単位も明記して。またこれを求めるのに必要な地球化学的データは何か」(2008)

「海水中での水分子の平均滞留時間はどのくらい？有効数字1桁で。単位も明記して。またこれを求めるのに必要な地球化学的データは何か」(2008)

「大気中に存在する気体成分について、平均滞留時間で分類すると、

a) 1000 年以上 b) 数年程度 c) 数ヶ月以内

に大きく分類される。(a)～(c)のそれぞれについて、代表的な気体の例・大気中での濃度変動・反応性・人工源の寄与について解説せよ。」(2002)

(a)は大気の主成分 N₂, O₂ や、希ガスの Ar, Ne, He, Kr, Xe

濃度変動も反応性も低いし、人工源の寄与も別段無い。

(b)として、生命活動により循環する CO, CH₄ や化学反応が薄い H₂, N₂O, O₃、フロン₂の CFC₁₂, CFC₁₃

あ濃度変動、反応性、人工源の寄与、のどれか何かしらが大きい。

(c)として H₂O, CO, NO₂, NH₃, SO₂, H₂S .

全てが大きい。

[7] フロン

「次のフロン番号で表される分子の分子式または構造式を記せ。異性体がある場合はどれか一つを記せばいい。フロン 11, フロン 14, フロン 22, フロン 114, フロン 115, フロン 123, フロン 125, フロン 141, フロン 152, フロン 225。さらにそれぞれは FC, CFC, HFC, HCFC 化合物のどれに分類されるか。」(2008)

(フロン番号) = (c-1)*100+(h+1)*10+f = 100c+10h+f-90

めんどくさすぎるのでフロン 11, フロン 123 について。

フロン 11→C は 1 コ, H は 0 コ, F は 1 コ。

C の不飽和は Cl で埋めて

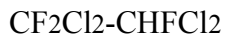


でこれは CFC。

フロン 123→C は 2 コ, H は 1 コ, F は 3 コ。



の二つの C に F を 3 つ付けるがこれは 4 通り。つまり異性体は 4 種類。そのひとつは例えば



であり、これは HCFC

ここまで理系な問題は出さないとはいえませんが、初日の授業でさんざん文系のヒトにも配慮しなすって言ってたし。あと「分子式または構造式」だったら分子式書くのがラクですね。

「特定フロンとは何か。」(2002)

クロロフルオロカーボン(CFC)の内、紫外線を放射されたときに Cl を放出し ODP(Ozone Depletion Potential)の高い CFC-11(フロン 11)、CFC-12(フロン 12)、CFC-113(フロン 113)、CFC-114(フロン 114)、CFC-115(フロン 115)の 5 種類のこと。モントリオール議定書で排出制限されて第二回のそれで 2020 年までに全廃すること。

「代替フロンとは何か。またその必要な条件はなにか。それを満たすための特徴は何か。」(2002, 2008)

特定フロンに代わるフロン。

代わる、とはつまり、対流圏で分解されることと、温室交換の小さいこと。通常のフロンは安定で対流圏で分解されず成層圏まで達するからオゾン破壊されるわけで、対流圏で分解されちゃえばいい。かと言っても地上での使用中に分解されない程度に。また温室効果があってはもちろんいけない。

逆に逆に成層圏ですら分解されないフロン。CF₄など。

[8] アルベド

「極地の氷原のアルベドは約 0.80、極地の海のアアルベドは約 0.25 である。これに基づいて、極地の温度がわずかに上昇するだけで大量の氷原が溶け始める機構を説明せよ。さらに、氷原に大量のすすが降り積もった場合に起こると推定される現象について、先の現象と比較しながら説明せよ。」(2006)

氷はアルベドが高く、溶けて水になるとアルベドは低い。低くなる＝熱をさらに吸収する→氷が解ける→アルベドが低くなる→・・・、という風に一度解けると逐次的に氷が解ける方向のサイクルが働く。黒色のすすが積もれば熱を吸収しやすい。あたりまえやん。

[9] プラスチック

「プラスチックによる環境問題にはどのようなものがあるかについて知るところを記せ。また、それに対して現在、講じられている対策について解説せよ。」(2001, 2007)

塩素を含むプラスチックは不完全燃焼で有毒なダイオキシンが発生しうる。微生物によって分解されないで海洋に流出すれば海洋生態系に悪影響。埋め立てると嵩張る。埋立地の寿命を縮める。プラスチックを燃やすと高温になるので古い焼却炉だと傷める危険がある。

対策としては高温に耐えられる炉での焼却。生分解性プラスチックや崩壊性プラスチックを使うこと。

(編註:「知るところ」ってなんだよ。ちょっとバカにしてる感がある。授業ではこの程度でしか話していないけど、ほんとはもっと深いんだぜ、みたいなことを暗に言ってるのだろうか。あれ、それとも授業では言っていないけど...って意味なの?)