

「環境科学」第5章 問題解答

5-1 ドリル問題

問題1

<解答例>

アデノシン三リン酸 (ATP) 化学構造式は 5-1-1 項 注3の図参照。

問題2

<解答例>

1. ヌクレオチド：核酸 (DNA・RNA) の原料。ヌクレオチドが長くつながった高分子が核酸である。また、ATP などの原料にもなる。
2. アミノ酸：タンパク質の原料アミノ酸が長くつながった高分子がタンパク質である。生物がタンパク質の原料として利用するのは 20 種類のアミノ酸に限られている。
3. 脂質：両親媒性を持つ脂質分子は、水中で集合して 2 分子膜を形成する。これを生体膜と呼ぶ。細胞膜も脂質 2 分子膜である。疎水性の分子 (親水性の部分を持たない分子) は脂肪と呼ばれる。脂肪は、生物のエネルギーを蓄える分子として有名。
4. 糖：生物の主要なエネルギー物質。砂糖は糖 2 分子がつながった 2 糖の一種。セルロースなどの繊維は糖が長くつながった物質。
5. その他：生物によっては、ビタミンなどの微量有機物も生きるために必要。

問題3

<解答例>

ヒトを含むほとんどすべての生物は、太陽光のエネルギーで動いている生物群である。地球上の生物のほとんどは太陽での核融合によって生み出された光を食物の形で食べて生きている。そのため、酸素と食物は好気性生物が生きて行くのに不可欠となるわけである。ヒトの体内で消費されるエネルギーの由来とその利用経路の概略を以下に示す。

太陽での核融合により、光が発生 → 植物や微生物が光合成により有機物 (グルコースなど) を合成 → 動物が植物や微生物を食物として摂取 → ヒトが動物や植物や微生物を食物として摂取 → 体外から取り入れた食物を、酸素と結合させることで燃やして (酸化させて) アデノシン三リン酸 (ATP) を作る → 細胞内で ATP の化学エネルギーを、筋肉や酵素などが利用して生命活動を維持する

問題4

<解答例>

図 5-2 参照。

体内の水が排出→川や地下水流などによる海への輸送→海水などの蒸発による大気への水分子の移行（水蒸気）→大気の循環による輸送（風など）→降雨・降雪などによる地面への水の供給→川や湖などの水源へ流入→貯水池で飲料水用の処理を受けて水道へ→家庭へ供給され飲料水として飲まれる→ヒトの体内へ

問題5

<解答例>

土壤汚染が起こった場合、水の循環の結果、以下の様な経路で汚染物質がわれわれの体内に入る。図 5-2 参照。

土壤汚染→地下水流の汚染→川の汚染→汚染物質の貯水池への流入→貯水池での浄化ができなかった汚染物質の水道水への混入→汚染物質を含む水道水が家庭へ供給され、飲料水として飲まれる→ヒトの体内へ

5-2 ドリル問題

問題1

<解答例>

- カドミウム：イタイイタイ病の原因物質。カドミウムの慢性中毒により腎臓障害や、老化、カルシウム等の栄養不足などで骨粗鬆（そしょう）症になる。
- フロン：オゾン層破壊の原因物質。フロンが成層圏のオゾン層にまで拡散し、オゾン層にあるオゾンを攻撃することによってオゾンが減少していく。
- 二酸化炭素 CO_2 ：地球温暖化の原因物質。 CO_2 などの温室効果ガスが大気中に蓄積していき、それによって地表面からの赤外線放出が阻害されることによって温室効果がおこり地球温暖化の要因になっている。

など。

問題2

<解答例>

農薬が健康に一番悪いと危険視されている一般社会人が多いが、実際には異なっている。このような「意識の違い」について調べ、まとめよ。

かつて使われていた農薬は毒性が強かったことと、殺虫剤に使われていたDDTなどが、野生生物に大きな影響を与えることが明らかになったことから、一般社会人は危険視していると思われる。しかし、現在利用される農薬の多くは毒性がかなり低くなっており、農薬の残留基準などの規制が厳しく正しく守られていれば人間への影響はあまりないと考えられる。

問題3

<解答例>

アメリカ：男28.1% 女23.5% イギリス：男29% 女：28%

カナダ：男32% 女29%

日本での年齢別の表 平成16年

	20～29才	30～39才	40～49才	50～59才	60～69才	70才以上
男	51.3%	57.3%	51.4%	47.7%	33.3%	24.0%
女	18.0%	18.0%	13.7%	13.7%	7.6%	4.5%

問題4

<解答例>

- タケノコ： 水で煮ていくと白い粉がアクとして出てくる。主な成分はチロシンとアミノ酸である。
- ワラビ： 重曹を入れた水で煮て、あく抜きをする。プタキロサイドという配糖体の一種である。

問題5

<解答例>

現在、地球人口は60億人を超えるまでになっている。これらの人々の食の確保には農薬が必要不可欠である。農薬を利用しない場合には、病虫害により収穫が半減する。しかし、農薬の大量使用により、野生生物に影響を与え、減少・絶滅の危機をまねいており、また、その農薬が食料を通じて人体に入り、さまざまな問題を引き起こしている。

問題6

<解答例>

アスベストを扱っている工場の労働者やその周辺の住民が「中皮腫」などで死亡している。吸い込んでから中皮腫の発症までは30～50年と長く、今後も健康被害が広がるのではないかと心配されている。

問題7

<解答例>

1968年に食用油にPCBが混入していて、それを摂取した人に肌の異常、頭痛、肝機能障害などを引き起こした。

問題8

<解答例>

脂肪に溶けやすいことから、それが食料として生物に摂取され入りこむと、代謝や排出がされにくいことから、食物連鎖の上位生物の体内で濃縮されていく。

発ガン性、肝毒性、免疫毒性、催奇形性があり、生殖機能の異常などがおこる。

5-3 ドリル問題

問題1

<解答例>

放射線とは、光子や光速に近い高速で飛んでいる粒子である。原子を直接または間接的にイオン化するが、通常、光子では紫外線より低いエネルギーの光子は含めない。放射性物質とは、放射線を出す物質である。放射能とは、放射性物質が放射線を出す能力のことであるが、放射性物質の強さ（量）も表す。

問題2

<解答例>

高速で飛んでいる粒子がエネルギーを失いイオン化能力を亡くした（ほぼ周辺の物質と同じようなエネルギー状態となった）時である。光子の場合は、物質と相互作用して消えてしまった時である。

問題3

<解答例>

物理学的半減期とは、放射性物質が今ある物質（原子数）の半分にまで減る時間で、原子核固有の値である。生物学的半減期は生物体内に取り込まれた物質が、新陳代謝によって半分の量にまで減る時間である。（両方の効果を考えた半減期を実効半減期という。）

問題4

<解答例>

α 線、 β 線は物質とぶつかると、物質を構成している原子の外殻電子をはじき飛ばすなどして、原子を電離（イオン化）する。 γ 線は原子の外殻電子と相互作用するが、その作用は、光電効果、コンプトン効果、電子対生成などで、作用の結果、電子や光子が発生する。一次宇宙線は、エネルギーが高いので、空気を構成している窒素や酸素とぶつかると核反応を起こし、 μ （ミュウ）粒子などの二次宇宙線が発生する。

問題5

<解答例>

放射線量とは放射線と物質との相互作用の結果、物質に与えられるエネルギーである。

放射線量の内の吸収線量 (Gy) は単位物質 当りに与えられるエネルギーで、 $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$ である。実効線量も放射線量の一つで、生体全体に与えられる影響を評価する場合に使われる量で、がんや遺伝性影響に関して使われる。吸収線量に放射線の影響度の違いを考慮した放射線加重係数を乗じて各組織が受けた線量を表わす「等価線量」に、さらに、それに臓器・組織の感受性の違いを加味した組織加重係数を乗じて全身について合計したのが実効線量である。

問題 6

<解答例>

自然放射線と人工放射線は、放射線を出す本となる物質が自然物か人工物かの違いであって、放射線に違いがあるわけではない。

問題 7

<解答例>

自然放射線には、銀河宇宙および太陽から飛来する宇宙線、大地に含まれるウラン、トリウム、カリウムに由来する γ 線、食品中に含まれる自然放射性物質が体内に入ることによって体内で放出される放射線、あるいは空気中に存在するラドン（ラドン・トロンとそれらの子孫核種）の吸入によって、それらから発せられる放射線がある。それらによる1年間の線量は、順に、 0.3 mSv 、 0.33 mSv 、 0.98 mSv 、 0.46 mSv で、合計 2.1 mSv である。

問題 8

<解答例>

たとえば、目の水晶体の混濁は1回の短時間被曝が 500 mSv 以上で発症するが、このように組織にある一定の線量以上で機能障害が生じる場合を確定的影響と言う。癌はある線量以上でなければ発症しないというのではなく、少ない線量でもそれなりの小さい確率で発症すると考えられており、これを確率的影響と言う。

問題 9

<解答例>

確定的影響では、臓器・組織によって異なるが、ある線量以上でなければ症状が発生しない。症状が出始める線量のことをしきい値と言う。

問題 10

<解答例>

放射線など様々な原因によって遺伝子に傷が付くことがある。傷ついた遺伝を持った細

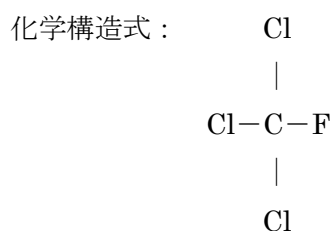
胞が生存した場合、長い時間の後にそれが何らかの原因で異常増殖（無差別に、無秩序に、無制限に増殖）を始めることがある。癌はこのように発生するので、遺伝子の病気と言われる。

第5章 演習問題

1.

<解答例>

例1 化学物質名：トリクロロフルオロメタン（フロン11）



環境破壊のメカニズム：成層圏まで上昇したフロンがオゾン層の破壊を行うと考えられている。オゾンは紫外線によって、式2-3～式2-6（p43）に示した一連の反応で生成・消滅する。フロンによってこのバランスが崩れ、成層圏のオゾンの量が年々減少していると考えられている。

例2 化学物質名：二酸化炭素

化学構造式：CO₂

環境破壊のメカニズム：温室効果ガスの大気中への蓄積→地表面からの赤外線放出の
阻害→地表温度の上昇（温暖化）→温暖化による環境破壊

2.

<解答例>

ダイオキシン

LD ₅₀	5000 μg/kg	TD ₅₀	84.7mg/kg/日
ED ₅₀	0.7 μg/kg	NOEL	0.38mg/kg/日
ADI	0.005mg/kg/日		

3.

<解答例>

窒素ガスは、窒素固定細菌などの特定の微生物によってタンパク質や核酸に合成される。

微生物→植物→動物の順に生物の構成原子として利用される。どの生物の体内でも、主にタンパク質や核酸の構成原子となる。最終的には、食物として消化され、アミノ酸の形でヒトの体内に取り込まれてタンパク質や核酸の構成原子として利用される。(なお、利用後はアミノ酸に戻されリサイクルされるが、最終的には尿素となり、尿として体外に排出される。排出後の尿素は微生物によってアンモニアに分解されて他の生物に再利用される。)

大気中の窒素ガス (N₂)



マメ科の植物の根で増える微生物などに取り込まれ有機物に合成



微生物が死に、植物の根から窒素系の栄養分として吸収



植物が昆虫や哺乳類に食べられる。



微生物や植物を食べた家畜・魚などの動物、農作物などの植物に含まれるタンパク質をヒトが食べて消化し、アミノ酸の形で体内に取り込む。



アミノ酸は、血流に乗って細胞まで運ばれ、細胞内に入ってタンパク質に合成される。

4.

<解答例>

- ・水：生物が生きるために水が必要。ヒトの場合飲料水などの飲み物が不可欠。また、各種の栄養分が環境内を循環するのに重要。
- ・酸素を作る植物や微生物：ヒトが消費した酸素を再生する生物が必要。
- ・太陽光から栄養分を合成する植物や微生物：ヒトが生きるための食べ物が必要。
- ・適度な太陽光が地上に届く大気：ヒトが生きてゆくための食物は、結局太陽光由来であるため。
- ・大気中の二酸化炭素：植物や微生物が太陽光から栄養分を合成するために必要。
- ・大気中の酸素：好気性の生物であるヒトの呼吸に適した濃度の酸素。
- ・ヒトの排出物をリサイクルするための微生物など：尿素を分解してアンモニアにした後にアミノ酸に再合成して利用する微生物などの生物。

5.

<解答例>

放射線が癌などさまざまな障害を発生させること、原爆や原爆実験による被害、放射線が五感に感じないことなどに留意して、人がなぜそのように思うのか、このことについて分析する。

6.

<解答例>

放射性廃棄物は、高レベル廃棄物と低レベル廃棄物などに分けられて、廃棄物の処理方法が違うこと、処分では、地中処分、海洋投棄、宇宙処分、核変換処分、将来の資源としての管理処分などが考えられてきたが、現時点でなぜ地中処分が進められているのか、その理由を考える。