

◇ 理科基礎（化学基礎＋生物基礎）

理基6-1～理基6-20まで20ページあります。

理科基礎

必要があれば，原子量および定数は次の値を使うこと。

H=1.0, He=4.0, C=12, O=16, Ne=20, Cl=35.5

標準状態での気体の体積は 22.4 L/mol とする。

第 1 問 次の問い(問 1~5)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問 1 次の a~c に当てはまるものを，それぞれの解答群の選択肢から一つずつ選べ。

a 下線部が単体ではなく元素を表しているもの

- ① 空気は酸素や窒素の混合気体である。
- ② 水の電気分解によって，水素と酸素が得られる。
- ③ ナトリウムは，乾燥空気中で速やかに酸化される。
- ④ カルシウムは，骨や歯に多く含まれている。
- ⑤ 電球のフィラメントには，融点の高いタングステンが用いられる。

b 化学式に含まれる原子がもつ電子の総数が最小のもの

- ① NO₂ ② SiO₂ ③ O₃ ④ CO₂ ⑤ SO₂

c 互いに同素体である組合せ

- ① 氷と水蒸気 ② 亜鉛と鉛 ③ ラジウムとウラン
- ④ 斜方硫黄とゴム状硫黄 ⑤ ポリスチレンとポリエチレン

問 2 メンデレーエフは自らが考案した周期表をもとに、炭素やケイ素と同族で当時は未発見であった元素の存在を想定し、この原子 1 個と複数の塩素原子だけからなる化合物の分子量をおよそ 215 と予想した。その後、発見されたこの元素の原子量として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

4

- ① 73 ② 119 ③ 144 ④ 160 ⑤ 180

問 3 物質の三態と状態変化に関する次の文章中の **ア** ~ **ウ** に当てはまる語および記号の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

5

物質の三態には固体・液体・気体がある。ある純物質 A の固体を体積が一定の密閉容器に入れて加熱すると、液体に変化する。このとき、A は熱を **ア** する。また、固体が一部液体に変化し始めてからすべて液体に変化し終わるまで、A の温度は **イ**。さらに加熱して、ある一定の温度にしばらく保つと、液体の A と気体の A が同時に存在し、平衡状態に達する。このとき、A の蒸発速度 v_1 と凝縮速度 v_2 の関係は、 **ウ** である。

	ア	イ	ウ
①	放 出	上昇する	$v_1 > v_2$
②	放 出	上昇する	$v_1 = v_2$
③	放 出	一定である	$v_1 > v_2$
④	放 出	一定である	$v_1 = v_2$
⑤	吸 収	上昇する	$v_1 > v_2$
⑥	吸 収	上昇する	$v_1 = v_2$
⑦	吸 収	一定である	$v_1 > v_2$
⑧	吸 収	一定である	$v_1 = v_2$

理科基礎

問 4 次の a~c の記述の正誤の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 6

- a 原子から電子 1 個を取り去って、1 価の陽イオンにするために必要な最大のエネルギーを第 1 イオン化エネルギーと呼ぶ。
- b 一般に電子親和力の値が大きい原子ほど、陰イオンになりやすい。
- c 貴ガス(希ガス)元素を除いた典型元素の原子では、同族元素であれば原子量の大きい元素のほうが電気陰性度の値が大きくなる。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問 5 金属元素 M と酸素からなる化合物 A がある。金属元素 M の一酸化物 MO に含まれる M と酸素の質量比が 13 : 4 であった。一方、化合物 A に含まれる M と酸素の質量比が 13 : 6 のとき、化合物 A の組成式として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 7

- ① M_2O ② MO_2 ③ MO_3 ④ M_2O_3 ⑤ M_2O_7

問題は次のページに続く

第 2 問 次の問い(問 1~6)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問 1 質量パーセント濃度 50.0 %の希硫酸が 100 mL ある。この希硫酸を水で薄めて質量パーセント濃度 10.0 %の希硫酸にするためには水が何 g 必要か。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、質量パーセント濃度 50.0 %の希硫酸の密度を 1.40 g/cm^3 とする。 g

- ① 400 ② 490 ③ 560 ④ 630 ⑤ 770

問 2 10 cm^3 の氷には、何個の水素原子が含まれるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、氷の密度を 0.92 g/cm^3 、アボガドロ定数 ($6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$) を N とする。 個

- ① $0.26N$ ② $0.51N$ ③ $1.0N$ ④ $1.5N$ ⑤ $2.0N$

問 3 標準状態で 2.8 L を占める気体の質量を測定したところ、 4.0 g であった。この気体は何か。後の選択肢から一つ選べ。

- ① He ② Ne ③ O_2 ④ Cl_2 ⑤ CH_4

問 4 ある酸 A の水溶液をある塩基 B の水溶液に滴下していくと、pH は図 1 のように変化した。この酸 A の水溶液を用いて塩基 B の水溶液を中和滴定するとき、用いる指示薬として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

11

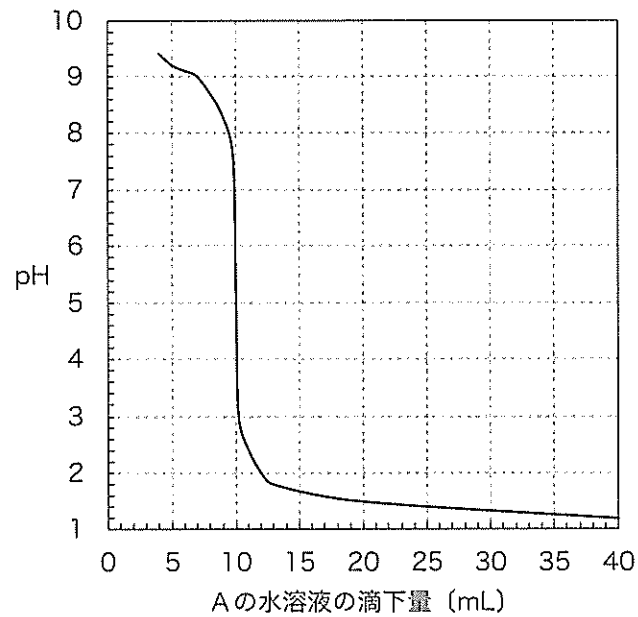
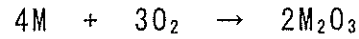


図 1 A の水溶液の滴下量と pH との関係

- ① 変色域の pH が 1.2～2.8 の指示薬
- ② 変色域の pH が 4.2～6.2 の指示薬
- ③ 変色域の pH が 8.0～9.8 の指示薬
- ④ 変色域の pH が 9.3～10.5 の指示薬

理科基礎

問 5 ある金属 M は次のように酸素と反応し、酸化物 M_2O_3 を生成する。この金属 M について、以下の問い (a・b) に答えよ。



a 酸化物 M_2O_3 を分析したところ、金属 M の質量の割合は全体の 53% であった。金属 M の原子量として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 12

- ① 16 ② 24 ③ 27 ④ 39 ⑤ 40 ⑥ 56

b この金属 M は塩酸と反応して水素を発生する。十分な量の塩酸と金属 M を反応させたとき、発生する水素の物質質量と反応する金属 M の物質質量との関係を表す直線として最も適当なものを、図中の選択肢から一つ選べ。

13

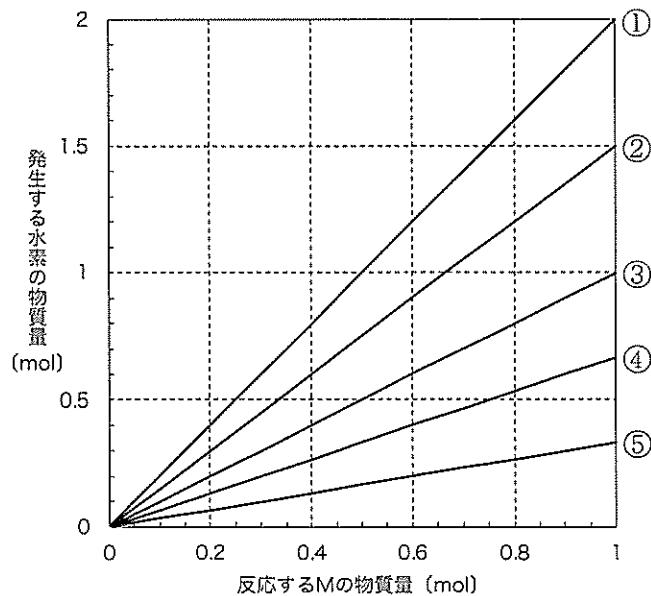
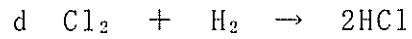
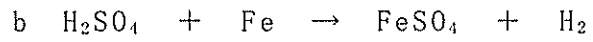
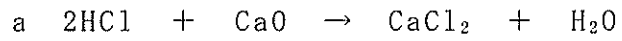


図 2 反応する金属 M の物質質量と発生する水素の物質質量との関係

問 6 次の反応 a~d のうちで、酸化還元反応はどれか。その組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 14



① a・b ② a・c ③ a・d ④ b・c

⑤ b・d ⑥ c・d

第3問 生命活動とエネルギーに関する次の文章（A～C）を読み、後の問い（問1～6）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

A 生物は物質の合成や分解といった、さまざまな化学反応を常に行っている。このような生体内の化学反応を a 代謝 という。代謝のほとんどは、b 酵素 が触媒することによって進められている。

代謝を、エネルギーの出入りや変換の観点から見たものはエネルギー代謝とよばれ、生体内で、代謝にともなうエネルギーの受け渡しを行っている物質は ATP である。筋収縮などでエネルギーが必要なときは、ATP のエネルギーが用いられる。

問1 下線部 a に関連して、代謝に関する記述として適当なものを、後の選択肢から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 葉緑体では、光エネルギーを使って有機物を分解している。
- ② ミトコンドリアでは、有機物が分解され、二酸化炭素と水と ATP が産生される。
- ③ 従属栄養生物である動物は、同化を行うことができない。
- ④ 独立栄養生物である植物は、異化は行わず同化のみを行う。
- ⑤ 呼吸は、解糖系とクエン酸回路の2段階の過程からなる。
- ⑥ 光合成では、光エネルギーを利用して ADP とリン酸から ATP を合成する。

問 2 下線部 b について説明した次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

17

酵素の主成分は **ア** である。酵素は生物特有の生体触媒として、生体内の化学反応のほとんどすべてに関与している。酵素は触媒としてはたらくことで、酵素自体は **イ**。多くの酵素は、それぞれ特定の場所に存在しており、その場所で起こる特有の反応の触媒としてはたらいている。例えば葉緑体には有機物を **ウ** する反応に関する酵素が存在している。

	ア	イ	ウ
①	グリコーゲン	消費される	分解
②	グリコーゲン	消費されない	分解
③	グリコーゲン	消費される	合成
④	グリコーゲン	消費されない	合成
⑤	タンパク質	消費される	分解
⑥	タンパク質	消費されない	分解
⑦	タンパク質	消費される	合成
⑧	タンパク質	消費されない	合成

問 3 次のエ~カはいろいろな生物にみられる特徴である。これらの特徴のうち、すべての生物に共通な特徴として誤っているものを過不足なく含むものを、後の選択肢から一つ選べ。 18

エ 代謝を行い、代謝にともなうエネルギーの出入りがみられる。

オ DNA が核膜に包まれている。

カ ミトコンドリアをもち、ATP を合成することができる。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① エ | ② オ | ③ カ |
| ④ エ, オ | ⑤ エ, カ | ⑥ オ, カ |

理科基礎

B ニワトリの肝臓に含まれる酵素の性質を調べるために、過酸化水素水を用いた次の実験 1 を行った。

実験 1 材料として、5%過酸化水素水、ニワトリの肝臓片を乳鉢ですりつぶし水を加えた酵素液、酸化マンガン (IV) を準備した。また、酵素液 (1 mL) と酸化マンガン (IV) (1 g) について、あらかじめそれぞれを試験管にとり、熱湯の入ったビーカーにつけて 3 分間加熱したもの (それぞれ、加熱した酵素液と加熱した酸化マンガン) も用意した。各材料を表 1 の組合せで試験管に入れ、気体が発生するかを観察した。

表 1 各試験管の組成

試験管	試験管に入れた材料
a	5%過酸化水素水 5 mL + 蒸留水 5 mL
b	5%過酸化水素水 5 mL + 酸化マンガン (IV) 1 g
c	5%過酸化水素水 5 mL + 酵素液 1 mL
d	5%過酸化水素水 5 mL + 加熱した酸化マンガン (IV) 1 g
e	5%過酸化水素水 5 mL + 加熱した酵素液 1 mL

問 4 実験 1 の結果、気体が発生した試験管を過不足なく含むものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① b ② c ③ b, c
④ b, d ⑤ c, e ⑥ b, c, d

問 5 実験 1 で、気体の発生が終わるまで時間が経ったあと、すべての試験管に新しい未加熱の酵素液を 1 mL 加えたとき、気体の発生を観察することができる試験管はどれか。過不足なく含むものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① a ② a, e ③ a, d
④ a, b, d ⑤ a, c, e ⑥ a, d, e

C ヒトのゲノムの塩基対数はおよそ 30 億，大腸菌のゲノムの塩基対数は 460 万である。一方，遺伝子数は大腸菌で 4400，ヒトで 20500 と推定されており，ヒトの遺伝子数は大腸菌の約 5 倍である。ゲノムの大きさから予測されるほどには，遺伝子の数は多くない。これは，ゲノム DNA には遺伝子としてはたらない部分があるからである。ヒトの場合，ゲノム DNA のうち，アミノ酸を指定する領域は 1% 程度である。

問 6 ある生物の DNA は，5 億塩基対からなる。その中に 1 万個の遺伝子を含んでいる。この生物の 1 遺伝子が平均 1500 塩基対であるとき，遺伝子として機能している部分は DNA の何%になるか。最も適当な数値を，後の選択肢から一つ選べ。 %

- ① 0.03 ② 0.3 ③ 0.6
④ 0.5 ⑤ 3 ⑥ 6

第 4 問 生物の体内環境の維持に関する次の文章 (A・B) を読み、後の問い (問 1~6) に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

A リンパ系は、リンパ管とそれに付属する器官からなり、これらには免疫にかかわる細胞が多く存在している (図 1)。血管から漏れ出して となった一部はリンパ管に回収されリンパ液となる。リンパ液はリンパ管を通ったのち、 で血液に合流する。免疫にかかわる器官には、、 などがある。 でつくられた B 細胞は、 で分化するとリンパ節などに移動する。また、 でつくられた T 細胞は、 で分化する。こうしてつくられた B 細胞や T 細胞は、活性化すると ではたらく。

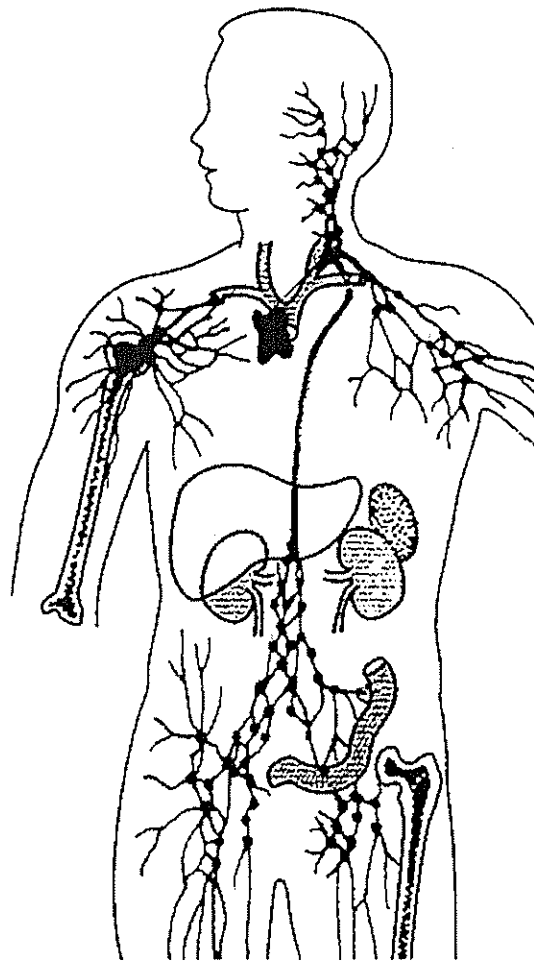


図 1 ヒトのリンパ系と免疫にかかわる組織・器官

問 1 空欄 ・ に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

	ア	イ
①	組織液	鎖骨下動脈
②	組織液	鎖骨下静脈
③	組織液	肝動脈
④	組織液	肝静脈
⑤	血しょう	鎖骨下動脈
⑥	血しょう	鎖骨下静脈
⑦	血しょう	肝動脈
⑧	血しょう	肝静脈

問 2 空欄 ～ に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

	ウ	エ	オ
①	胸腺	骨髄	自然免疫
②	胸腺	ひ臓	獲得免疫
③	胸腺	リンパ節	獲得免疫
④	骨髄	ひ臓	自然免疫
⑤	骨髄	胸腺	獲得免疫
⑥	骨髄	リンパ節	自然免疫

理科基礎

B ヒトの体液は、血管内を流れる血液，細胞を取り巻く a 組織液（間質液），およびリンパ管内を流れるリンパ液からなり，各種の栄養分や酸素などを全身の細胞に供給するとともに，老廃物を運び去っている。

老廃物の解毒・排出は，主に肝臓と腎臓で行われる。肝臓は毒性の高いアンモニアから毒性の低い カ などをつくったり，不要になったヘモグロビンを分解し，その分解産物などを含み キ の消化を助ける胆汁を生成したりしている。一方，腎臓の腎小体は，血液中の成分をろ過して原尿をつくっている。原尿に含まれる多くの物質は細尿管（腎細管）を通るうちに b 再吸収 され，再び血液へと戻される。

問 3 下線部 a に関して，次の液体①～⑤のうち，組織液と組成（含んでいる物質とその濃度）が近いものの組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 24

① 水 ② 血しょう ③ 海水 ④ 細胞質基質 ⑤ リンパ液

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① ①と② | ② ①と③ | ③ ①と④ | ④ ①と⑤ |
| ⑤ ②と③ | ⑥ ②と④ | ⑦ ②と⑤ | |
| ⑧ ③と④ | ⑨ ③と⑤ | ⑩ ④と⑤ | |

問 4 空欄 カ ・ キ に当てはまる語として最も適当なものを，後の選択肢からそれぞれ一つずつ選べ。カ－ 25 ，キ－ 26

- | | | |
|---------|----------|---------|
| ① アルブミン | ② グリコーゲン | ③ グルコース |
| ④ グロブリン | ⑤ 脂質 | ⑥ タンパク質 |
| ⑦ 乳酸 | ⑧ 尿素 | |

問 5 下線部 b に関連して、それぞれの物質が再吸収される効率は、濃縮率（尿中の物質濃度を血しょう中の物質濃度で割った数値）で表すことができる。次の表 1 は、健康なヒトにおける様々な成分の血しょう中、原尿中、尿中の組成（質量パーセント）と濃縮率を示している。表の空欄 ・ に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

表 1 ヒトの血しょう，原尿，尿の組成と濃縮率

成分（抜粋）	血しょう (%)	原尿 (%)	尿 (%)	濃縮率
水	91.0	99.0	96.8	1
タンパク質	7.2	<input type="text" value="ク"/>	0	0
グルコース	0.1	0.1	0	0
尿 素	0.03	0.03	2	<input type="text" value="ケ"/>

	ク	ケ
①	0	67
②	0	1
③	0	0.06
④	7.2	67
⑤	7.2	1
⑥	7.2	0.06

問 6 植物がつくるイヌリンという糖類をヒトの血中に投与すると、速やかにろ過され、細尿管でまったく再吸収されず、尿中にすべて排出される。このため、腎臓のろ過機能の検査に用いられる。

あるヒトのこの検査を行ったところ、イヌリンの濃度が血液中では 0.9 mg/mL，尿中では 108 mg/mL であった。また、1 日の尿量は 1.5 L であった。このヒトの腎臓全体では、1 日に何 L の血しょうが糸球体を通過してボーマン^{のう}嚢へ出たと考えられるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 L

- ① 15 ② 60 ③ 120 ④ 150 ⑤ 180

第 5 問 植生の多様性と生態系に関する次の文章 (A・B) を読み、後の問い (問 1～6) に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

A ある地域に生育する植物全体を植生という。植生の外観上の様相は相観と呼ばれ、植生は相観によって、降水量が多い地域に成立する のほかに、降水量が少ない地域に成立する と極端に降水量が少ない地域や気温が低い地域に成立する に分けられる。a 森林では階層構造がみられるが、熱帯多雨林と針葉樹林を比べると、熱帯多雨林の方が階層構造が発達している。 また、b 森林の土壌では、表層に落葉や落枝が堆積し、その下層に落葉や落枝が分解された腐植質が存在する。

問 1 空欄 ～ に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	荒原	草原	森林
②	荒原	森林	草原
③	草原	荒原	森林
④	草原	森林	荒原
⑤	森林	荒原	草原
⑥	森林	草原	荒原

問 2 下線部 a に関連して、ある森林で 3 種類の樹木 (X 種, Y 種, Z 種) について調査を行った。X 種は高木層を構成する樹種のほとんどを占めていたが、低木層にはまったくみられなかった。Y 種は高木層, 亜高木層, 低木層で見られたが、Z 種は低木層にだけみられた。この結果から、導かれる考察として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① この森林において、X 種, Y 種, Z 種はいずれも林冠を構成している。
- ② この森林の優占種は Y 種である。
- ③ X 種は陰樹, Z 種は陽樹である。
- ④ X 種の光補償点は、Y 種や Z 種の光補償点よりも高い。

問3 下線部 b に関連して、極相の状態を維持していると考えられる、冷温帯夏緑樹林（年平均土壌温度 7.0°C ）、暖温帯照葉樹林（同 13.1°C ）、熱帯多雨林（同 25.1°C ）について、1年間の枯死量（落葉と落枝の量： $\text{t}/(\text{ha}\cdot\text{年})$ ）と土壌有機物の総蓄積量（炭素蓄積量として： t/ha ）の関係を図1に示した。

図1から得られる考察として適当なものを、後の選択肢から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

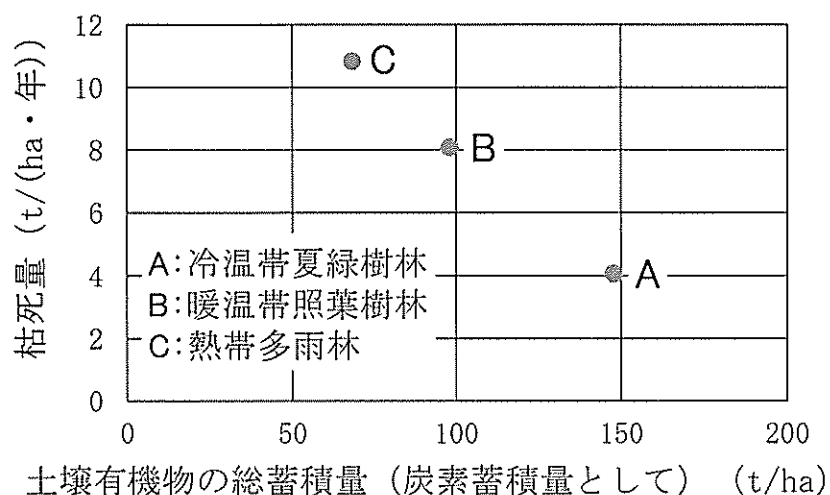


図1 三つの森林における枯死量と土壌有機物の総蓄積量の関係

- ① 気温が高い地域に成立している森林では、植物の成長が盛んで枯死量が大きいですが、土壌中の微生物による分解も盛んなため、土壌中の有機物の蓄積量が小さい。
- ② 気温が高い地域に成立している森林では、植物の成長が盛んで枯死量が小さいが、土壌中の微生物による分解も盛んなため、土壌中の有機物の蓄積量が小さい。
- ③ 気温が低い地域に成立している森林では、植物の成長が少なく枯死量も小さいが、土壌中の微生物による分解も少ないため、土壌中の有機物の蓄積量が多い。
- ④ 気温が低い地域に成立している森林では、植物の成長が少なく枯死量は小さいが、土壌中の微生物による分解は大きいため、土壌中の有機物の蓄積量は小さい。

理科基礎

B 人間の活動によって意図的に、あるいは意図されずに本来の生息場所から別の場所へ移されて定着した生物を「エ」という。オオクチバス（ブラックバスの一種）やブルーギルはその例であり、日本各地の湖沼や河川に人為的に持ち込まれて定着した。

「エ」は植物にも見られる。北アメリカ原産の多年生草本であるセイタカアワダチソウは、園芸植物として日本に導入された。その後、セイタカアワダチソウは野生化し、日本各地に分布するようになった。セイタカアワダチソウは、オ二次遷移において木本が優占する前の段階に出現することが多い。

これらの「エ」は、競争や捕食などの生物間の関係に影響を与えることで、生態系のバランスを変えてしまう可能性がある。

問4 空欄「エ」に当てはまる語として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 33

- | | | |
|-------|---------|--------|
| ① 優占種 | ② 希少生物 | ③ 絶滅生物 |
| ④ 在来種 | ⑤ 絶滅危惧種 | ⑥ 外来生物 |

問5 下線部オの段階に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 34

- ① 土壌形成が進んでいないため、この段階は貧栄養である。
- ② 放棄された農地ではこの段階を経ずに遷移が進行するため、極相に至るまでの時間が長い。
- ③ 木本がこの段階の後で侵入するのは、暗い環境を必要とするためである。
- ④ 一次遷移においてこれに相当する段階が見られるようになるには、二次遷移の場合より長い時間が必要である。
- ⑤ セイタカアワダチソウの野生化以前には、二次遷移にこの段階は存在しなかった。

問 6 生態系に対する人間活動による影響を説明したものとして適当なものはどれか。後の選択肢から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

35

36

- ① 化石燃料が多く燃やされると、そのばい煙、排気ガスの中に含まれる成分が大気中の水分や酸素と反応し二酸化炭素が生じ、水滴に溶け酸性雨となる。
- ② 川や海に汚水が流れ込むと、その多少に関わらず蓄積し、水質悪化の原因となる。
- ③ オオクチバスなどが生態系内に侵入すると、在来種との間でエサの競争は起こることはないが、卵や稚魚が捕食され、種の存続が脅かされる。
- ④ 農薬としてかつて散布された DDT などは、分解されず生物体内に蓄積する性質をもつため、一部の生物に高濃度で蓄積され、その生物種の個体数を減らす可能性がある。
- ⑤ 地球温暖化の原因は、おもに人間活動がもたらした二酸化炭素排出とされている。地球の大気温度が上昇し、生息地域が縮小されることで絶滅する生物がでてくる可能性がある。
- ⑥ 生活排水が分解能力を超えて多量に湖や海に流れ込むと、栄養不足によって魚介類が死滅する。