

## ◇ 理科基礎（化学基礎＋生物基礎）

理基5－1～理基5－20まで20ページあります。

必要があれば，原子量および定数は次の値を使うこと。

O=16

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/mol とする。

アボガドロ定数は  $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$  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のうちから一つずつ選べ。

a 常温・常圧で昇華しやすいものの組合せ

- ① 酸化銅(Ⅱ)とヨウ素
- ② 硫酸銅(Ⅱ)と炭酸ナトリウム
- ③ ドライアイスとナフタレン
- ④ 臭素とケイ素
- ⑤ 塩化アルミニウムと水酸化ナトリウム

b 最外殻電子の数が異なるものの組合せ

- ① C と Si                      ②  $\text{O}^{2-}$  と  $\text{Mg}^{2+}$     ③  $\text{Cl}^-$  と  $\text{Ca}^{2+}$
- ④ Mg と Ca                    ⑤ He と Ar

c 単体でないものの組合せ

- ① 黒鉛と海水              ② 黒鉛と赤リン              ③ 斜方硫黄とオゾン
- ④ アルゴンと水銀    ⑤ 塩化ナトリウムと水晶

問2 原油からナフサ(粗製ガソリン)を分離する方法として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 4

- ① ろ過                  ② 抽出                  ③ 分留                  ④ 再結晶  
⑤ 昇華法

問3 分子をつくる原子間の化学結合と分子間にはたらく力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。 5

- ① 電気陰性度の差が小さい原子間の共有結合は、イオン結合に近い性質を示す。  
② 極性分子からなる溶質は、無極性分子からなる溶媒によく溶ける。  
③ 物質の状態は、物質を構成する分子の熱運動と分子間力によって決まる。  
④ 分子間力の強さは、イオン結合よりも強く、共有結合よりも弱い。

問4 水、アンモニアおよびメタンの分子の形の組合せとして、最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 6

|   | 水    | アンモニア | メタン   |
|---|------|-------|-------|
| ① | 折れ線形 | 三角錐形  | 正方形   |
| ② | 折れ線形 | 三角錐形  | 正四面体形 |
| ③ | 折れ線形 | 正三角形  | 正方形   |
| ④ | 折れ線形 | 正三角形  | 正四面体形 |
| ⑤ | 直線形  | 三角錐形  | 正方形   |
| ⑥ | 直線形  | 三角錐形  | 正四面体形 |
| ⑦ | 直線形  | 正三角形  | 正方形   |
| ⑧ | 直線形  | 正三角形  | 正四面体形 |

問 5 共有結合の結晶に関する次の a～c の記述の正誤の組合せとして最も適切なものを，後の選択肢から一つ選べ。 7

- a 化学式で表すときには，組成式を用いる。
- b 加熱融解すると，電気をよく導く。
- c 一般に融点が非常に高い。

|   | 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 |

理科基礎の問題は次のページに続く。

第2問 次の問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 8 ～ 14〕

問1 原子量が48の金属Mは、M 4.8 gと酸素 3.2 gが化合して酸化物を生じる。この酸化物の化学式として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 8

- ①  $M_2O$     ②  $MO$     ③  $M_2O_3$     ④  $MO_2$     ⑤  $M_2O_5$   
⑥  $MO_3$

問2 標準状態で4.48 Lのアンモニアに含まれている水素原子の個数として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 9 個

- ①  $1.20 \times 10^{22}$     ②  $2.41 \times 10^{22}$     ③  $3.61 \times 10^{22}$     ④  $1.20 \times 10^{23}$   
⑤  $2.41 \times 10^{23}$     ⑥  $3.61 \times 10^{23}$

問3 酸・塩基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。 10

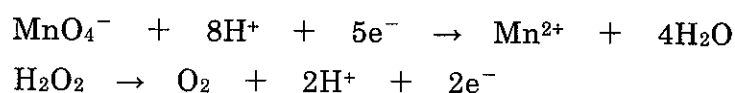
- ① 酸には、必ず酸素原子が含まれている。  
② 塩基は、化学式中に必ずOHを含む。  
③ 水に溶けて水酸化物イオンを生じる物質を酸という。  
④ 水には溶けないが、水素イオンを受け取ることができる物質は酸である。  
⑤ 水は、酸としても塩基としてもはたらく。

問4 次の水溶液a～cについてpHの値が大きい順に並べたときの順序として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 11

- a 0.01 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液  
b 0.01 mol/L 塩化アンモニウム水溶液  
c 0.01 mol/L 硫酸ナトリウム水溶液

- ①  $a > b > c$     ②  $a > c > b$     ③  $b > a > c$     ④  $b > c > a$   
⑤  $c > a > b$     ⑥  $c > b > a$

問 5 過酸化水素水溶液 A の濃度を酸化還元滴定によって決定するために、次の操作 1～3 からなる実験をおこなった。なお、過マンガン酸カリウムと過酸化水素の反応は、次のようなイオン反応式で示される。下の問い(a～c)に答えよ。



操作 1

ホールピペットで A を 10.0 mL とり、これを 100 mL のメスフラスコに移し、純水を加えて 100 mL とした。これを水溶液 B とする。

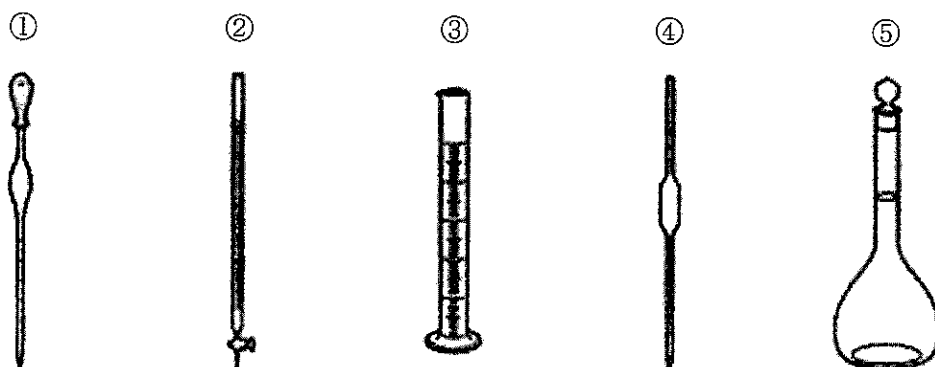
操作 2

別のホールピペットで B を 10.0 mL とり、これをコニカルビーカーに移し、少量の希硫酸を加えて水溶液を酸性にした。これを水溶液 C とする。

操作 3

0.0200 mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液 D をビュレットに入れて、C を滴定した。

- a ホールピペットの図として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 12



## 理科基礎

- b 過マンガン酸カリウムと過酸化水素は，どのような物質質量比で反応するか。最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 13

|   | 過マンガン酸カリウム：過酸化水素 |
|---|------------------|
| ① | 1 : 2            |
| ② | 2 : 1            |
| ③ | 2 : 3            |
| ④ | 3 : 2            |
| ⑤ | 2 : 5            |
| ⑥ | 5 : 2            |

- c 操作 3 において，D を 8.40 mL 加えたところで反応が終了した。過酸化水素水溶液 A の濃度〔mol/L〕として最も適当な数値を，後の選択肢から一つ選べ。 14 mol/L

① 0.42      ② 0.84      ③ 1.68      ④ 2.1      ⑤ 3.36

理科基礎の問題は次のページに続く。

**第3問** 生物の特徴に関する後の問い(問1～6)に答えよ。

〔解答番号〕 15 ~ 20

次の A~F は、日本に生息する淡水生物である。

- A: 硬骨魚類のドジョウ  
B: 藻類のアオミドロ  
C: 両生類（無尾目）のウシガエル  
D: 昆虫類トンボ科アカネ属の幼体（ヤゴ）  
E: 爬虫類のミシシッピアカミミガメ  
F: 両生類（有尾目）のオオサンショウウオ

問1 A～Fの生物のうち脊椎動物の系統樹である。a～dに当てはまる生物として最も適当な組合せを、後の選択肢から一つ選べ。

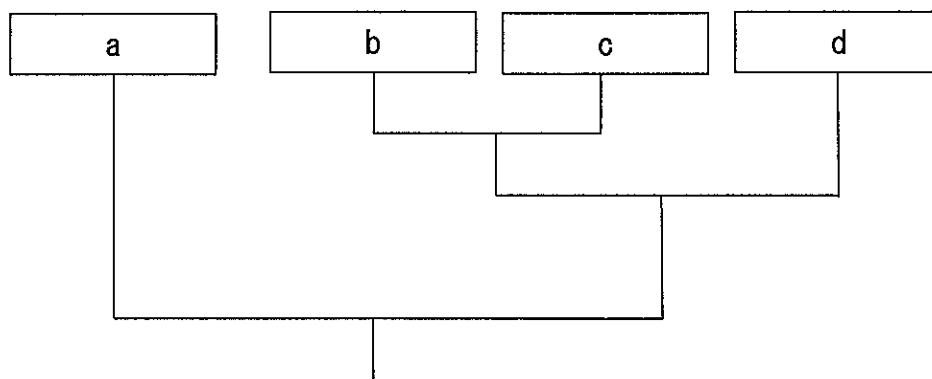


図1 脊椎動物の系統樹

|   | a | b | c | d |
|---|---|---|---|---|
| ① | A | E | F | C |
| ② | A | C | F | E |
| ③ | C | A | F | E |
| ④ | C | E | F | A |
| ⑤ | E | A | F | C |
| ⑥ | E | C | F | A |

問 2 図 1 の脊椎動物の系統樹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。 16

- ① a～d のすべての生物は陸上に産卵する。
- ② a の生物は肺を持つ。
- ③ a と d の生物は四肢を持つ。
- ④ b と c の生物は一生を通じて肺呼吸を行う。
- ⑤ c の生物は恒温動物である。
- ⑥ d の生物は殻のある卵を産む。

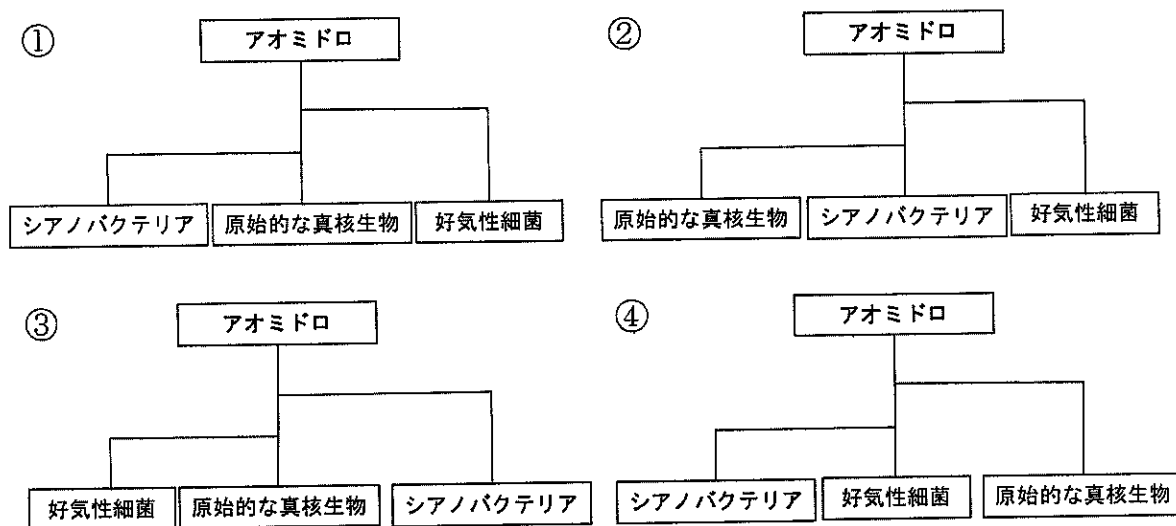
問 3 A～F の生物の細胞全てに見られる構造体として最も適当なものの組合せを，後の選択肢から一つ選べ。ただし，構造体が A～F の生物のすべてに存在する場合は○，すべてには存在しない場合は×で表した。 17

|   | 細胞膜 | 細胞壁 | 核膜 | リボソーム |
|---|-----|-----|----|-------|
| ① | ○   | ○   | ○  | ○     |
| ② | ×   | ○   | ○  | ○     |
| ③ | ×   | ○   | ×  | ○     |
| ④ | ○   | ×   | ○  | ○     |
| ⑤ | ○   | ×   | ×  | ○     |
| ⑥ | ○   | ○   | ○  | ×     |

## 理科基礎

問 4 生物 B のアオミドロは，細胞内共生を経て光合成を行う能力を獲得したと考えられている。細胞内共生の過程を示した図として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。ただし，図の下から上に向かって時間経過が示されており，左右から中央に向かう線は，細胞内共生によって生物が取り込まれたことを意味している。

18



問 5 アオミドロは光合成により無機物から有機物を合成する。光合成の反応を表した式として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

19

- ① 酸素 + 水 + 光エネルギー  $\longrightarrow$  有機物 + 二酸化炭素
- ② 二酸化炭素 + 水 + 光エネルギー  $\longrightarrow$  有機物 + 酸素
- ③ 水 + 光エネルギー  $\longrightarrow$  有機物 + 二酸化炭素 + 酸素
- ④ 酸素 + 光エネルギー  $\longrightarrow$  有機物 + 二酸化炭素 + 水
- ⑤ 二酸化炭素 + 光エネルギー  $\longrightarrow$  有機物 + 酸素 + 水

問 6 生物の生体内におけるエネルギーの流れに関する記述として誤っているものを，後の選択肢から一つ選べ。 20

- ① 植物は光エネルギーを ATP などの化学エネルギーに変換し，その化学エネルギーを利用して有機物を合成する。
- ② 植物は自らが合成した有機物を分解し，その際に取り出されたエネルギーを利用して ATP を合成する。
- ③ 動物は他の生物がつくった有機物を取り入れ，その有機物を生命活動のエネルギー源として利用している。
- ④ 動物の呼吸では，有機物の分解反応が急激に進むので，エネルギーの大部分が熱や光として放出される。

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 21 ～ 26〕

A ヒトの血管系は動脈と静脈の間を毛細血管がつないでおり、(a) 動脈、静脈、毛細血管にはそれぞれ特徴的な構造がみられる。心臓から組織に送り出された血液は、組織の細胞との間で酸素と二酸化炭素の受け渡しを行う。酸素を多く含む血液を動脈血、含まれる酸素が少ない血液を静脈血とよび、肺動脈には ア 脈血が、肝門脈には イ 脈血が、腎動脈には ウ 脈血が流れている。

心臓は血液を全身に送り出すポンプの役割をしており、(b) 運動時には安静時に比べて心拍数が増加することで、組織への酸素供給量を増やしている。

問 1 次の記述エ～キのうち、下線部 (a) に関する記述として適当なものの組合せを、後の選択肢から一つ選べ。 21

エ 動脈と静脈は内皮の外側に筋肉の層があるが、毛細血管は内皮細胞だけからなる。

オ 動脈は内皮の外側に筋肉の層があるが、静脈と毛細血管は内皮細胞だけからなる。

カ 動脈と静脈には弁があるが、毛細血管には弁がない。

キ 静脈には弁があるが、動脈と毛細血管には弁がない。

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| ① エ・オ | ② エ・カ | ③ エ・キ |
| ④ オ・カ | ⑤ オ・キ | ⑥ カ・キ |

問 2 空欄 **ア** ～ **ウ** 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。 **22**

|   | ア | イ | ウ |
|---|---|---|---|
| ① | 動 | 動 | 動 |
| ② | 動 | 動 | 静 |
| ③ | 動 | 静 | 動 |
| ④ | 動 | 静 | 静 |
| ⑤ | 静 | 動 | 動 |
| ⑥ | 静 | 動 | 静 |
| ⑦ | 静 | 静 | 動 |
| ⑧ | 静 | 静 | 静 |

問 3 下線部 (b) に関して，次の表 1 はある人の安静時と運動時における左心室の最大容量と最小容量，および 1 分当たりの心拍数を示したものである。1 分当たりに運動時に心臓から送り出される血液量は，同じ時間あたりに安静時に心臓から送り出される血液量の何倍になるか。最も適当な数値を，後の選択肢から一つ選べ。 **23** 倍

表 1 ある人の安静時と運動時における左心室の最大容量と最小容量，および 1 分当たりの心拍数

| 状態  | 最大容量 (mL) | 最小容量 (mL) | 心拍数 (回/分) |
|-----|-----------|-----------|-----------|
| 安静時 | 130       | 80        | 80        |
| 運動時 | 130       | 60        | 200       |

- ① 2.0      ② 2.5      ③ 3.0      ④ 3.5      ⑤ 4.0

## 理科基礎

B 表 2 は、健康なヒトの血しょう、原尿、尿の成分を示したものである。なお、イヌリンは、測定用に投与した物質で、体内では代謝されず、すべて腎小体でろ過され、細尿管（腎細管）から再吸収されることもなく、すべて排出される物質である。また、血しょう、原尿、尿のいずれも密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。

表 2 健康なヒトの血しょう、原尿、尿の成分

| 成分       | 質量パーセント濃度 (%) |       |       |
|----------|---------------|-------|-------|
|          | 血しょう          | 原尿    | 尿     |
| タンパク質    | 7.2           | 0     | 0     |
| グルコース    | 0.1           | 0.1   | 0     |
| ナトリウムイオン | 0.3           | 0.3   | 0.34  |
| カルシウムイオン | 0.008         | 0.008 | 0.014 |
| クレアチニン   | 0.001         | 0.001 | 0.075 |
| 尿素       | 0.03          | 0.03  | 2     |
| 尿酸       | 0.004         | 0.004 | 0.054 |
| イヌリン     | 0.01          | 0.01  | 1.2   |

問 4 腎臓について述べた記述として最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 24

- ① ヒトの腎臓は、腹部の背側に一対ある。
- ② ヒトの成人の腎臓の大きさは、ソラマメの種子とほぼ同じ大きさである。
- ③ 細尿管（腎細管）は、腎臓と膀胱（ぼうこう）をつなぐ管である。
- ④ 糸球体には、静脈血が流れ込んでいる。
- ⑤ 集合管は、腎静脈につながっている。

問5 このヒトの1日の尿量を1.5 Lとすると、1日の原尿量は何 L になるか。  
最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 25 L

- |       |       |       |        |
|-------|-------|-------|--------|
| ① 1.8 | ② 12  | ③ 15  | ④ 18   |
| ⑤ 120 | ⑥ 150 | ⑦ 180 | ⑧ 1200 |

問6 問5の条件であるとき、このヒトが腎臓で1日に再吸収する尿素の量は何 g か。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 26 g

- |        |       |       |       |
|--------|-------|-------|-------|
| ① 0.54 | ② 2.4 | ③ 3.0 | ④ 5.4 |
| ⑤ 24   | ⑥ 30  | ⑦ 54  | ⑧ 240 |

## 理科基礎

第5問 生物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 地球上には様々な (a) 生態系 がみられる。陸上では、樹木を中心とする森林、草本を中心とする草原、また砂漠やツンドラなどの荒原もみられる。(b) 生態系を構成する生物 としては、植物や動物、あるいは菌類や細菌類などが存在し、これらの生物は互いに関わりをもって生活している。また、(c) 水界では、湖や川、海洋や河口などにも特有の生態系がみられる。

問1 下線部(a)に関連して、生態系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。

- ① 生態系は生物だけから成立しており、非生物的環境は生態系に含まれない。
- ② 生態系内で、エネルギーは生物間を化学エネルギーとして移動する。
- ③ 生態系を相観（植生の見た目）で分類したものを生態ピラミッドとよぶ。
- ④ 生態系の相観は、主に気候と光環境によって決まり、降水量はほとんど関係がない。

問2 下線部(b)に関連して、生態系を構成する生物に関する記述として誤っているものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 植物や藻類などは二酸化炭素から有機物を合成するため、生態系内で生産者とよばれている。
- ② 生物間の被食者と捕食者が食物連鎖をつくり、さらに生物全体では複雑な食物網をつくっている。
- ③ 菌類や細菌類は分解者とよばれ、生物の枯死体や排出物に含まれる有機物を無機物にまで分解する。
- ④ 生物の枯死体や排出物に含まれるタンパク質が分解されて生じたアンモニウムイオンは、硝化菌により窒素ガス（ $N_2$ ）に変えられる。

問3 下線部(c)に関連して、次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** 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。 **29**

水界の生態系では、主な生産者は **ア** であり、河川などに **イ** やリンなどを含む栄養塩類が多量に流れ込むと、 **ア** が大量発生することでアオコや赤潮が生じることがある。このように、水界で栄養塩類の濃度が高くなる現象を **ウ** という。

|   | <b>ア</b> | <b>イ</b> | <b>ウ</b> |
|---|----------|----------|----------|
| ① | 水草       | 窒素       | 生物濃縮     |
| ② | 水草       | 窒素       | 富栄養化     |
| ③ | 水草       | 炭素       | 生物濃縮     |
| ④ | 水草       | 炭素       | 富栄養化     |
| ⑤ | 植物プランクトン | 窒素       | 生物濃縮     |
| ⑥ | 植物プランクトン | 窒素       | 富栄養化     |
| ⑦ | 植物プランクトン | 炭素       | 生物濃縮     |
| ⑧ | 植物プランクトン | 炭素       | 富栄養化     |

## 理科基礎

B 一定の場所に生息する生物と、それを取り巻く環境とをまとめたものは生態系とよばれる。外部からの攪乱（かくらん）などによって生態系は変動するが、生態系は以前の状態に戻ろうとする性質（以後、復元力とよぶ）をもつため、多くの場合、(d) 変動はある一定の範囲内に収まっている。このような状態を、「生態系の

**Ⅰ**が保たれている」と表現する。しかし、攪乱が強すぎると、生態系はもとの状態から離れ、異なる状態に移行する。この例として、(e) 人間の活動によって他の生息地から持ち込まれた生物が移入先の生物に大きな影響を与えることがあげられる。

問 4 空欄 **Ⅰ** 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。 **30**

- ① 植生              ② 群集              ③ 物質循環              ④ 多様性
- ⑤ バランス

問 5 下線部 (d) に関連して、生物とそれを取り巻く環境の復元力によって、変動が一定の範囲内に収まっている例として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 **31**

- ① ある地域では、オオカミの個体数が減少し、オオカミが食べていたシカの個体数が増え、シカが食べる植物が絶滅した。
- ② ある河川で、下水が大量に河川に流入し、河川水が低酸素状態になったが、下水の処理方法を改善したところ、河川水の酸素濃度が回復した。
- ③ アメリカのある国立公園では、過去の駆除などによってオオカミが絶滅していたが、以前の状況に戻すため、オオカミが他の地域から導入された。
- ④ 大規模な森林伐採によって、土壌の流出が起こり、植物の生息が困難な状態になった。
- ⑤ ある水田で、イネの害虫であるウンカの個体数が増加したが、クモなどの捕食者の個体数が増加して、ウンカの個体数は以前の水準にまで減少した。

問 6 下線部(e)に関連する記述として誤っているものを，後の選択肢から一つ  
選べ。 32

- ① 人間の活動によって，もともと生息していなかった場所に他の生息地から持ち込まれた生物は，外来生物（外来種）とよばれる。
- ② 人間の活動によって，もともと生息していなかった場所に他の生息地から持ち込まれた生物に対して，もともと生息していた生物は在来生物（在来種）とよばれる。
- ③ 人間の活動によって他の生息地から持ち込まれ，移入先の生物や環境に大きな影響を与える生物の中には，動物も植物も含まれる。
- ④ 日本では，人間の活動によって他の生息地から持ち込まれ，移入先の生物や環境に大きな影響を与える生物の飼育や運搬を規制する法律はなく，法的規制の対象となる生物も指定されていない。
- ⑤ オオクチバスは，人間の活動によって他の生息地から日本に持ち込まれ，もともと移入先に生息していたある種の魚類を激減させた。