

一般入試前期A日程2日目

生物

I (配点 75)

(1) 細胞と代謝に関する以下の問い1)～10)に答えよ。

[解答番号 ～]

1) 光学顕微鏡による細胞の観察に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 高倍率の対物レンズを使うときには、反射鏡は凸面鏡を用いる。
- ② 光学顕微鏡の倍率は、接眼レンズの倍率と対物レンズの倍率の積である。
- ③ エタノールや酢酸は、細胞を生きたままに近い状態で固定するために用いられる。
- ④ 高倍率になると焦点深度(ピントの合う範囲)が深く(広く)なる。
- ⑤ 高倍率での観察の際、視野が暗い場合は絞りを開く。

2) ウイルスに関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① ウイルスでは、遺伝情報を伝える分子としてDNAは用いられない。
- ② ウイルスは、自ら分裂して増殖することはできない。
- ③ 後天性免疫不全症候群はウイルスが引き起こす病気である。
- ④ バクテリオファージは細菌に感染するウイルスである。
- ⑤ ウイルスは自身の内部で遺伝物質の複製を行う。

3) 次の①～⑤の中で大きさが最も大きいもの、最も小さいものを、それぞれ1つずつ選べ。

最も大きいもの: 最も小さいもの:

- ① 酵母(菌) ② ミトコンドリア ③ ヒトの卵
- ④ 大腸菌 ⑤ インフルエンザウイルス

4) 次の①～④の細胞内構造の中で、生体膜で構成されるものを2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 中心体 ② リボソーム ③ ゴルジ体 ④ 小胞体

5) 植物細胞をすりつぶしたものを試験管に入れ、遠心機にて遠心力を段階的に作用させることで、細胞小器官などを分離することが出来る。これを利用して次の①～④を分離するとき、分離に最も強い遠心力が必要なもの、および最も弱い遠心力が必要なものを、それぞれ1つずつ選べ。

最も強い遠心力が必要： 最も弱い遠心力が必要：

① ミトコンドリア ② リボソーム ③ 核 ④ 葉緑体

6) 哺乳類の酵素に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。

ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 過酸化水素は、カタラーゼのはたらきにより酸素と水素に分解される。
- ② 肝臓にはカタラーゼが含まれ、過酸化水素を分解できる。
- ③ 無機触媒は、酵素とは異なり、熱によって失活しない。
- ④ トリプシンは、pH 2～10の幅広い範囲で作用するのが特徴である。
- ⑤ 酵素は、酵素反応において化学反応の速度を高め、自らは分解される。

7) ATPに関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、

解答の順序は問わない。 ,

- ① ATP分子は、DNA分子と同様に塩基を分子に含む。
- ② ATP分子内の糖とリン酸の間の結合は、高エネルギーリン酸結合と呼ばれる。
- ③ ATP分解のエネルギーは、ミオシンの運動に利用される。
- ④ 乳酸発酵においては、ピルビン酸が乳酸に分解される過程でATPが合成される。
- ⑤ クレアチンリン酸は筋肉細胞などに存在し、安静時にATP分解のエネルギーを用いて合成される。

8) ミトコンドリアに関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。

ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① ミトコンドリアは、シアノバクテリアやパン酵母にみられる。
- ② ミトコンドリアは、細胞内で分裂して増殖できる。
- ③ ミトコンドリアのDNAは、嫌気性細菌のものと最も近縁である。
- ④ ミトコンドリアのマトリックスではクエン酸回路によるNADHとFADH₂の生成が行われている。
- ⑤ ミトコンドリアの内膜には、ATP合成を行う酵素が存在する。

9) 2分子のロイシン ($C_6H_{13}O_2N$) が呼吸によって分解され、12分子の CO_2 、10分子の H_2O 、2分子の NH_3 が発生した。この時の呼吸商を小数第2位まで計算し(第3位以下は切り捨て)、小数第1位の値および第2位の値を次の①～⑩の中から選び、それぞれ と にマークせよ。たとえば、呼吸商が0.1の場合は に①を、 に⑩をマークし、呼吸商が0.35の場合は に③を、 に⑤をマークする。

呼吸商：0.

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

10) ヒトの細胞での代謝において、ピルビン酸合成に利用される物質として最も適当なものを、次の①～④の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

,

- ① 脂肪酸 ② グルコース ③ クエン酸 ④ グリセリン

(2) 遺伝と発生に関する以下の問い1)～3)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

1) ある哺乳類の血液型は、3つの対立遺伝子(ここでは仮にQ, W, Eとする)の組み合わせで決まる。そして、遺伝子の組み合わせがQQかQWならQ型, QEならQE型, EEかEWならE型, WWならW型となる。ただし、以下の問題では突然変異が生じないものとする。

ア. 母親がW型で子どもがQ型のとき、父親の血液型としてありえないものとして最も適当なものを、下の①～⑩の中から1つ選べ。ただし、ありえないものがない場合は⑪を選択せよ。

イ. 母親と子どもの両方がE型のとき、父親の血液型としてありえないものとして最も適当なものを、下の①～⑩の中から1つ選べ。ただし、ありえないものがない場合は⑪を選択せよ。

- ① Q型のみ ② QE型のみ ③ E型のみ ④ W型のみ
 ⑤ Q型とQE型 ⑥ Q型とE型 ⑦ Q型とW型 ⑧ QE型とE型
 ⑨ QE型とW型 ⑩ E型とW型 ⑪ ありえないものはない

2) カエルとシヨウジョウバエの発生に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 23 , 24

- ① カエルの未受精卵では、動物極側に卵黄が多く含まれる。
- ② シヨウジョウバエの初期発生では、核分裂が細胞質分裂に先行する。
- ③ カエルの卵における灰色三日月環は、受精後に精子進入点側に形成される。
- ④ ビコイドタンパク質のカエル卵内の濃度勾配は、カエルの前後軸を決めるうえで重要である。
- ⑤ シヨウジョウバエのホメオティック遺伝子は、前後軸に沿った遺伝子発現にとって重要である。

3) カエルとニワトリの細胞分化に関する記述として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選べ。 25

- ① カエルの初期胞胚の動物極側の領域を切り出して単独で培養すると、外胚葉性の組織に分化する。
- ② カエルの初期胞胚の植物極側の領域を切り出して単独で培養すると、内胚葉性の組織に分化する。
- ③ カエルの初期胞胚の動物極側と植物極側の領域を切り出し、小さな孔を持つフィルターを挟んで互いが接触するようにして培養すると、動物極側の領域が中胚葉性の組織に分化する。
- ④ ニワトリの表皮は部位により羽毛または鱗が形成されるが、これは内胚葉から分化する真皮による誘導で決定される。

II

(配点 75)

(1) 生命の起源に関する次の文章を読み、以下の問い1)～3)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

地球における^{ア)}最初の生命は海の中で誕生したと考えられている。その当時の原始地球では様々な経路で^{イ)}無機物から有機物がつくられて、それが複雑化していき生命を構成する主な物質が形成されていった。その過程を化学進化という。化学進化では段階的に、無機物からアミノ酸などの分子量の小さな有機物、さらにそれらがタンパク質などの分子量の大きな有機物へ合成されていくという経路をたどったと考えられる。これらの分子量の大きな有機物が相互作用しながら集合して特定の機能を持ち^{ウ)}生命の誕生に至ったのであろう。

1) 下線部^{ア)}の最初の生命の誕生とその当時の環境に関する説として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

- ① 最初の生命は遺伝情報を DNA で保持し、その後、様々なはたらきをする RNA が現れて RNA ワールドを形成した。
- ② 地球表面には有害な紫外線や宇宙線が今より強く降り注いでいたので、海の中で生命が誕生したと考えられる。
- ③ 今から約 46 億年前には、生命誕生の場であると考えられている原始海洋は存在していた。
- ④ マグマにおおわれていた初期地球が冷却すると、 H_2O は雨となって海洋を作り、ほぼ同時に O_2 も地球内部から供給され、大気に蓄積されるようになった。

2) 下線部^{イ)}に関する実験として、アメリカのミラーは 1953 年に原始大気を模した環境で有機物を合成することに成功した。その実験内容として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

- ① 原始大気の主成分として H_2O , CO_2 , N_2 を使って実験した。
- ② 原始大気の主成分として H_2O , H_2 , CH_4 , NH_3 を使って実験した。
- ③ この実験下で合成された有機物から糖類が検出された。
- ④ この実験下で合成された有機物から核酸が検出された。

3) 下線部ウ)に関して、生命として認められる必要条件として誤っているものを、次の

①～④の中から1つ選べ。 28

- ① 外界と隔てる膜を持つ。
- ② アポトーシスのしくみを持つ。
- ③ 自己複製能力を持つ。
- ④ 代謝をする能力を持つ。

(2) 進化のしくみに関する以下の問い1)～4)に答えよ。

[解答番号 29 ～ 38]

1) 生物集団における遺伝子頻度と遺伝子型頻度の間には法則性があり、ここから進化のしくみについて考えることができる。この法則性に関する次の文章を読んで、以下の問いア～ウに答えよ。

ある島に生息している有性生殖をする2倍体の生物集団について考える。この集団にはハーディ・ワインベルグの法則が成立している。この生物にはある形質について2つの対立遺伝子Aとaがあつて、Aは優性でaは劣性である。

ア. ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つ生物集団の条件として誤っているものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。 29

- ① 自由な交配で有性生殖をする。
- ② 自然選択がはたらかない。
- ③ 中立進化をする。
- ④ 外部との個体の出入りが無い。
- ⑤ 突然変異が起こらない。
- ⑥ 個体数が十分に多い。

イ. AA, Aa, aaの各遺伝子型の集団中における頻度がそれぞれ0.64, 0.32, 0.04のとき、対立遺伝子Aとaの遺伝子頻度の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑨の中から1つ選べ。ただし、各組合せのうち、前者をAの頻度とし、後者をaの頻度とする。 30

- ① 0.1, 0.9 ② 0.2, 0.8 ③ 0.3, 0.7 ④ 0.4, 0.6
- ⑤ 0.5, 0.5 ⑥ 0.6, 0.4 ⑦ 0.7, 0.3 ⑧ 0.8, 0.2
- ⑨ 0.9, 0.1

ウ. 上記イの条件下で、ある時、島外から病原体が入り込んで、この生物のある世代において aa の遺伝子型を持つ個体のみ繁殖能力を持つ前にすべての個体が死亡する現象が生じた。この世代の繁殖下で、子世代における AA と aa の頻度として最も適当なものを、次の①～⑩の中からそれぞれ1つずつ選べ。なお、計算値は小数第3位を四捨五入せよ。

AA : , aa :

- ① 0.03 ② 0.18 ③ 0.28 ④ 0.36 ⑤ 0.40
⑥ 0.54 ⑦ 0.69 ⑧ 0.77 ⑨ 0.84 ⑩ 0.97

2) 進化が起こる要因に関する次の文章を読み、以下の問いア～イに答えよ。

交配可能な生物集団の遺伝子全体は と呼ばれ、一般にその遺伝子頻度は世代ごとに変化する。生物集団は何らかの要因によって生殖細胞の遺伝子に変化が生じると、その変化が次の世代に受け継がれることになる。このような変化は場合によって生存や生殖に有利になったり不利になったりする。その中で有利な形質を持つ個体は次の世代により多くの子を残すことができ、これを自然選択という。このように、さまざまな変異を持つ集団は、自然選択によって環境にうまく調和した形質をもつ集団になる。これを という。

自然選択がはたらかない場合でも、 内で遺伝子頻度は変化する。対立遺伝子の中には自然選択に対して中立的なものもある。このような遺伝子は次世代に無作為に受け継がれ、個体数も限られることがあるため、遺伝子頻度は偶然によって変動する。このような偶然による遺伝子頻度の変化を、 という。

ア. 上の文章中の空欄 ～ に当てはまる最も適当な語を、次の①～⑧の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- ① 収れん ② 中立進化 ③ 適応進化 ④ 遺伝子重複
⑤ 遺伝子プール ⑥ Hox 遺伝子群 ⑦ 遺伝的浮動 ⑧ びん首効果

イ. 進化についての記述として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選べ。

36

- ① 生存に不利な遺伝子が出現すると、その遺伝子は世代を経るごとに集団から排除されていく。
- ② メスがオスの持つ特定の形質に対して好みを示すことが要因になることがある。
- ③ ヒトのかま状赤血球症患者は重度の貧血を起こすが、マラリアに対し抵抗性を持つため、マラリア多発地域では他の地域よりかま状赤血球症の遺伝子頻度が高い。
- ④ 毎日走ることで心臓が肥大化し、血液を多く体内に送れるようになる。

3) 自然選択に関する記述として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選べ。

37

- ① ゾウアザラシは争うことで特定の筋肉が発達し、獲得されたその形質が子孫に伝わって、体が大きくなった。
- ② キリンの祖先にはいろいろな首の長さのものがいたが、生存に有利だった首の長いキリンが世代を経る中で選択されて長い首の個体が増加した。
- ③ 19世紀イギリスでは工場からの煤煙が原因で、オオシモフリエダシヤクは、保護色になる暗色型個体が生き残り、その数を次第に増やした。
- ④ ダーウィンフィンチは長い乾期で主食の小さい種子が少なくなると、大きくて堅い種子を食べるようになり、大きなクチバシを持つ個体が増加した。

4) 突然変異に関する記述として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選べ。

38

- ① 突然変異は生殖細胞でのみ起きる。
- ② 突然変異は塩基単位で生じるものや、染色体の構造などが変化するものがある。
- ③ 突然変異によって形質が変化した例として、ヒトのかま状赤血球症があげられる。
- ④ 突然変異は化学的な薬剤の影響で生じることがある。

(3) 生物の系統に関する次の文章を読み、以下の問い1)～2)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

ヘモグロビンの α 鎖のアミノ酸配列は各脊椎動物によって異なり、その違いから系統関係がわかることが1960年代に明らかになった。表1は5種の脊椎動物間のアミノ酸の違いの数を示したものである。アミノ酸の配列の変化数は共通祖先から分岐した後の時間におよそ比例している。

表1 脊椎動物間のヘモグロビン α 鎖のアミノ酸の違いの数

ヒト					
ウシ	17				
カモノハシ	37	43			
イモリ	62	64	71		
サメ	79	75	84	84	
	ヒト	ウシ	カモノハシ	イモリ	サメ

1) 古生物のデータからヒトとウシの分岐年代は7500万年前とされている。ヒトとサメは何年前に分岐したと考えられるか。最も近いものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。

- ① 360万年 ② 3600万年 ③ 3億6000万年
 ④ 720万年 ⑤ 7200万年 ⑥ 7億2000万年

2) 図1は脊索動物の系統樹である。横棒 a～e のそれぞれの位置で獲得した形質の組み合わせとして最も適当なものを、下表中の①～⑧の中から1つ選べ。 40

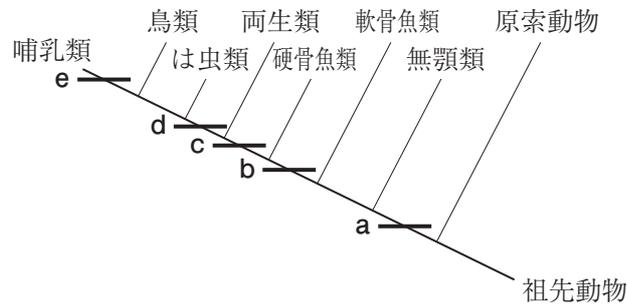


図1. 脊索動物の系統樹

	a	b	c	d	e
①	うきぶくろ	脊椎	胎生	四肢	羊膜
②	うきぶくろ	脊椎	羊膜	四肢	胎生
③	うきぶくろ	脊椎	四肢	羊膜	胎生
④	脊椎	うきぶくろ	羊膜	四肢	胎生
⑤	脊椎	うきぶくろ	四肢	胎生	羊膜
⑥	脊椎	うきぶくろ	四肢	羊膜	胎生
⑦	四肢	脊椎	うきぶくろ	羊膜	胎生
⑧	四肢	脊椎	うきぶくろ	胎生	羊膜

(4) 生態系とその保全に関する問い1)～5)に答えよ。

〔解答番号 41 ～ 45 〕

1) 水域の富栄養化に関する記述として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選べ。

41

- ① 河川から内湾に流れ込む栄養塩はそこでプランクトンの増殖に利用される。
- ② 水底に堆積したプランクトンの遺骸が発生源となって栄養塩が溶出してくる。
- ③ 湖沼などでは富栄養化により水温上昇が生じる。
- ④ 近年、富栄養化の逆の現象として河川からの栄養塩の供給不足で漁獲高が減少している水域もある。

2) 里山の記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 42

- ① 里山の雑木林の定期的な伐採は、常緑樹の成長を促すためである。
- ② 里山の雑木林を手つかずのまま保全し、植生遷移を進めることにより、里山に特徴的な生物を守ることができる。
- ③ 里山に広がる雑木林はクスギ、コナラなど落葉広葉樹が主体となることが多い。
- ④ 里山の自然の中でキャンプを楽しむ事は、生態系サービスには含まれない。

3) 外来生物についての記述で最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 43

- ① 外来生物が侵入すると、侵入先の生態系ですぐにその生物の繁殖を抑制するシステムが働く。
- ② 国内ならば生息域を越えて生物を移動させても、外来生物問題にはならない。
- ③ 外来生物と在来生物との間に交雑が起これると、小集団化した在来生物の絶滅が避けられる。
- ④ 外来生物法は、日本の自然環境に悪影響を及ぼす特定外来生物を飼育することを原則として禁止している。

4) 生物生息地の分断化によってそこに生息する生物個体群に生じ得る現象として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選べ。 44

- ① 性比の偏りにより出生率が低下する。
- ② 近親交配により生物個体群の「絶滅の渦」が加速する。
- ③ 環境変化や外来病原体に対する耐性が低下する。
- ④ 個体群密度の低下によりアリー効果が上昇する。

5) 絶滅危惧種に関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

45

- ① 日本国内に持ち込まれたオオクチバスは、交雑することで一部の在来種を絶滅危惧種にまで追い込んできた。
- ② 日本国内に導入されたマングース（ファイリマングース）は、捕食行動によって地域の固有種を絶滅危惧種にまで追い込んできた。
- ③ 絶滅危惧種をリスト化したものをブラックリストと呼んでいる。
- ④ 日本の絶滅危惧種アマミノクロウサギは、ニッチの重なる動物との競争に負けてその個体数を減らしてきた。

(5) 生態系と生物多様性に関する次の問い1)～3)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

1) 生物多様性について述べた記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

- ① 生物多様性には種の多様性、形態的多様性、遺伝的多様性という3つの捉え方がある。
- ② 生態系に大規模な攪乱（かくらん）が起こると、攪乱前よりも生物多様性は高まる。
- ③ 里山の雑木林の生物多様性は、人間が雑木林を利用することにより維持される。
- ④ 外来生物の侵入によって在来生物側の適応が促進されるため、短期間に共存が可能になり、外来生物がその生態系に定着する。

2) 生物の多様性に関する次の図2～4のグラフとその説明を参考にして、以下の問いア～イに答えよ。

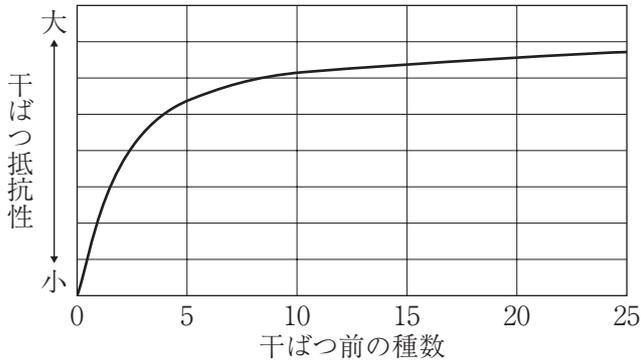


図2：草本植物の種の多様性が高いほど、干ばつが起きても現存量が減少しにくい（干ばつ抵抗性は、干ばつが生じる前後で変化した現存量を比較して算出）。

図2. 草本実験区における種の多様性と干ばつ抵抗性との関係

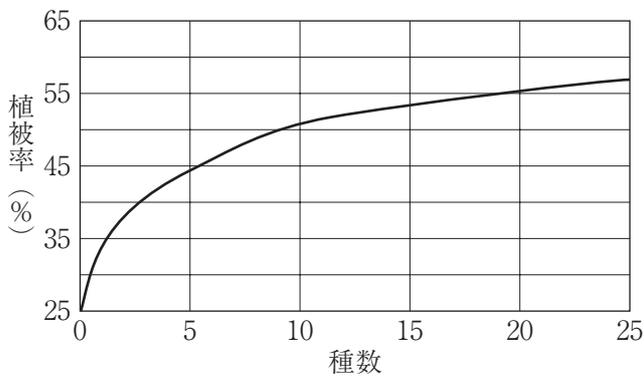


図3：草本植物の種数が多いほど、群集全体の植被率・生産量などが高くなった。なお、この実験の場合、植被率と生産量は比例する。
※植被率：植物が地面を覆っている割合

図3. 草本実験区における種数と植被率の関係

Nature Vol. 379, Feb 22, 1996, pp. 719, Fig. 1b

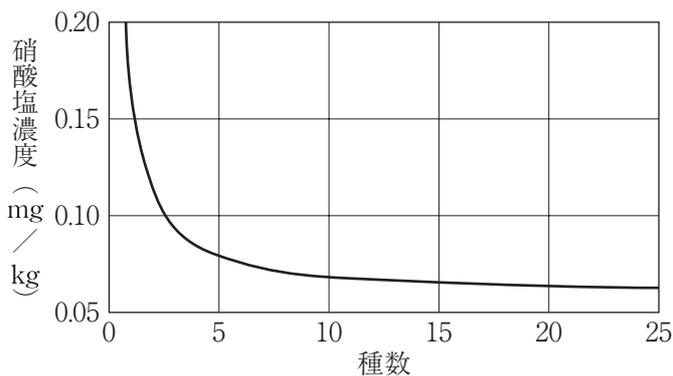


図4：草本植物の種数の増加が土壌中の硝酸塩の効率的な利用をもたらす。

図4. 草本実験区における種数と土壌中の硝酸塩濃度との関係

ア. 図2とその説明から考察できることとして最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 47

- ① 草本の種の多様性が高いほど、水不足のような環境変動の影響をうける。
- ② 草本の種の多様性が高いほど、水不足のような環境変動の影響を緩和する。
- ③ 草本の種の多様性が低いほど、干ばつ抵抗性は大きくなる。
- ④ 草本の種の多様性が低いほど、生産量は高くなる。

イ. 図3, 4とその説明から考察できることとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 48 , 49

- ① 草本の種数が多くなるとどの種も栄養塩利用量が均等になり、群集全体の栄養塩の利用量は変化しない。
- ② 草本の種数が多くなるにつれて、種ごとに利用できる栄養塩が減少し、全体の生産量も減少する。
- ③ 草本の種の多様性が高くなるほど、植被率は比例して一方的に増大する。
- ④ 草本の種の多様性が高いほど、群集全体の生産量は高くなる。
- ⑤ 草本の種数が多い方が、群集全体の栄養塩の利用量が増加する。

3) 環境の攪乱と生物多様性との関係についての記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 50

- ① 原生林の倒木などの攪乱によってできたギャップでは、パッチ状の遷移途上樹種群が散見され、それが森林全体の生物多様性を高めている。
- ② 中規模攪乱説とは、攪乱により、特殊な「中規模攪乱生物群集」と呼ばれる群集が生じることを言う。
- ③ 火山噴火などの大規模な攪乱は植生についてはほぼゼロからのスタートになるので、もともと種間競争に強い種がその場を占めることになる。
- ④ 山火事によって熱帯多雨林の一斉消失が起こった場合、その攪乱地には今まで侵入できなかった新しい種の定着が促進される。したがって、短期的には攪乱以前の生物多様性を上回る状況が生じる。