

生 物

I (配点 75)

(1) ヒトの腎臓の構造と働き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 ～]

ヒトの腎臓は体内に一对あり、1個の腎臓中には約100万個の とよばれる尿を生成する単位構造がある。腎臓には大動脈から分かれた血管を通して大量の血液が流れ込み、血液は毛細血管の毛玉状の塊である でろ過され、これを取り囲んでいる に入る。 と はあわせて とよばれる。 でろ過されたものを原尿といい、その量は血圧の影響を受ける。多量の塩分の摂取により一時的に血液の塩類濃度が上昇すると、これが刺激となり、いくつかの段階を経て からバソプレシンの分泌が促進される。バソプレシンは腎臓に運ばれ、その作用により での の再吸収が促進される。体液が減少した場合、いくつかの段階を経て から鉱質コルチコイドが分泌される。鉱質コルチコイドにより での の再吸収が促進される。一方、原尿に含まれる老廃物はほとんど再吸収されないため、^{ア)}濃縮され、尿として体外に排出される。

1) 上の文章の空欄 ～ に入る最も適当なものを、次の①～⑳の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | |
|-----------|------------|------------|
| ① カリウムイオン | ② 糸球体 | ③ ナトリウムイオン |
| ④ 視床下部 | ⑤ 輸尿管 | ⑥ 脳下垂体後葉 |
| ⑦ 副腎皮質 | ⑧ 尿酸 | ⑨ 細尿管 |
| ⑩ 血しょう | ⑪ ネフロン | ⑫ 水 |
| ⑬ 副腎髄質 | ⑭ 大脳皮質 | ⑮ 集合管 |
| ⑯ 脳下垂体前葉 | ⑰ カルシウムイオン | ⑱ 腎小体 |
| ⑲ アミノ酸 | ⑳ ボーマンのう | |

2) イヌリンは再吸収も追加分泌もされないで、原尿に含まれていたイヌリンはすべてが尿中に排泄される。イヌリンをヒトに注射し、血しょう濃度が安定してから、血しょう中、尿中のイヌリン濃度を測定すると、それぞれ0.14 mg/mL、16.8 mg/mLであった。1時間あたりの原尿の生成量は何Lとなるか。最も適当なものを、次の①～⑧の中から1つ選べ。ただし、1分あたりの尿の生成量は1.0 mLとする。

- | | | | |
|-------|--------|--------|---------|
| ① 1.8 | ② 3.6 | ③ 7.2 | ④ 14.4 |
| ⑤ 36 | ⑥ 3600 | ⑦ 7200 | ⑧ 14400 |

3) 下線部ア)の濃縮について、正常な腎臓における各物質の濃縮率の関係(高い順)として最も適当なものを、次の①～⑧の中から1つ選べ。 12

- ① ナトリウムイオン > 尿素 > タンパク質 > クレアチニン
- ② クレアチニン > 尿素 > ナトリウムイオン > タンパク質
- ③ 尿素 > タンパク質 > ナトリウムイオン > クレアチニン
- ④ タンパク質 > ナトリウムイオン > クレアチニン > 尿素
- ⑤ ナトリウムイオン > クレアチニン > タンパク質 > 尿素
- ⑥ クレアチニン > ナトリウムイオン > 尿素 > タンパク質
- ⑦ 尿素 > クレアチニン > タンパク質 > ナトリウムイオン
- ⑧ タンパク質 > 尿素 > クレアチニン > ナトリウムイオン

(2) ヒトの血糖調節機構に関する以下の問い1)～3)に答えよ。

[解答番号 13 ~ 15]

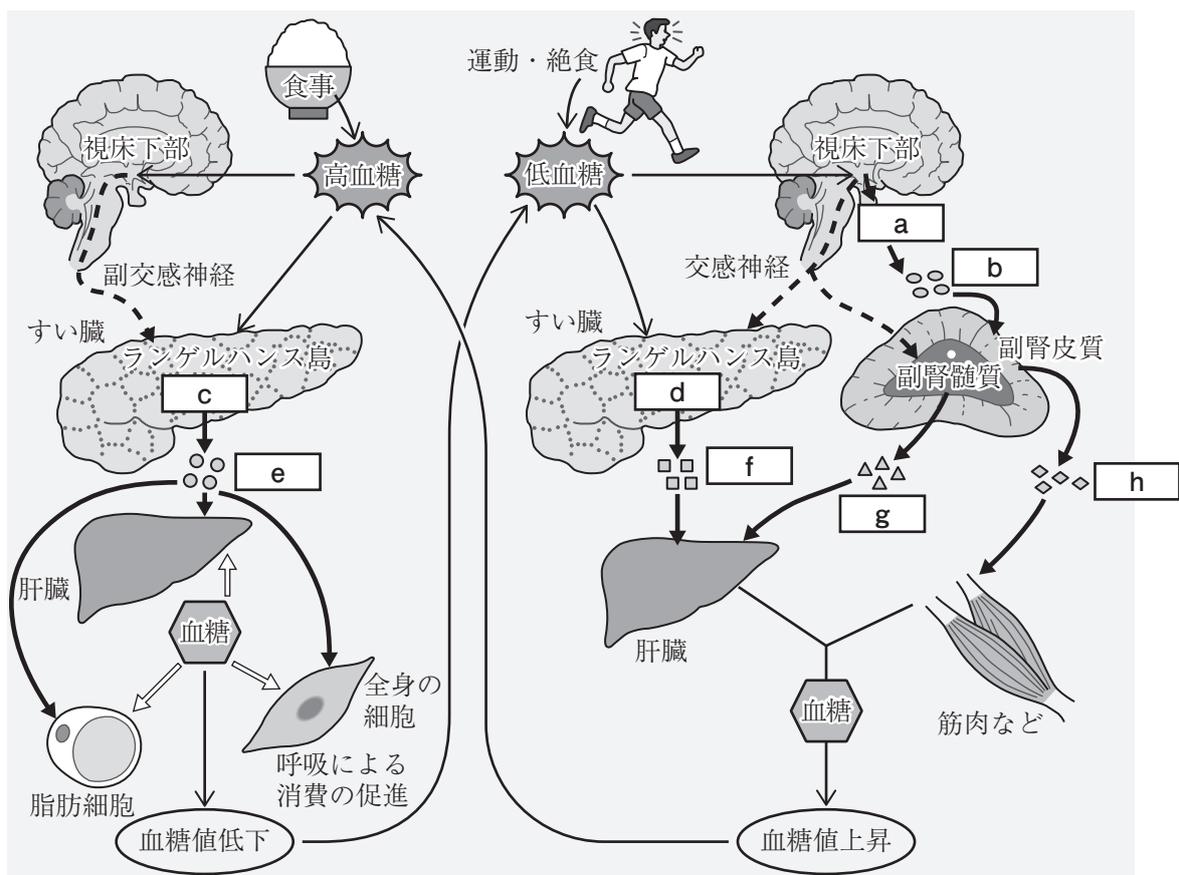


図1 ヒトの血糖調節機構の模式図

1) 図1はヒトの血糖調節機構を示している。低血糖により視床下部が刺激され、**a**から**b**が放出される。また、高血糖あるいは低血糖により、ランゲルハンス島内の細胞(**c**あるいは**d**)からホルモンが分泌される。**a**～**d**に入る組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。 13

	a	b	c	d
①	脳下垂体前葉	副腎皮質刺激ホルモン	B細胞	A細胞
②	脳下垂体前葉	甲状腺刺激ホルモン	A細胞	B細胞
③	脳下垂体前葉	副腎皮質刺激ホルモン	A細胞	B細胞
④	脳下垂体後葉	甲状腺刺激ホルモン	A細胞	B細胞
⑤	脳下垂体後葉	副腎皮質刺激ホルモン	B細胞	A細胞
⑥	脳下垂体後葉	甲状腺刺激ホルモン	B細胞	A細胞

2) 図1の**e**～**h**に入るホルモンの組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑧の中から1つ選べ。 14

	e	f	g	h
①	インスリン	グルカゴン	アドレナリン	糖質コルチコイド
②	アドレナリン	グルカゴン	インスリン	糖質コルチコイド
③	糖質コルチコイド	インスリン	アドレナリン	グルカゴン
④	グルカゴン	インスリン	糖質コルチコイド	アドレナリン
⑤	インスリン	糖質コルチコイド	グルカゴン	アドレナリン
⑥	アドレナリン	インスリン	糖質コルチコイド	グルカゴン
⑦	インスリン	グルカゴン	糖質コルチコイド	アドレナリン
⑧	グルカゴン	インスリン	アドレナリン	糖質コルチコイド

3) 図1の血糖調節には肝臓も関与している。ヒト成人肝臓の機能として誤っているものを、次の①～⑧の中から1つ選べ。 15

- | | | |
|-------------|-------------|------------|
| ① アルコールの分解 | ② 体温調節 | ③ アルブミンの合成 |
| ④ 尿素の合成 | ⑤ ヘモグロビンの分解 | ⑥ 胆汁の生成 |
| ⑦ グリコーゲンの貯蔵 | ⑧ セクレチンの合成 | |

(3) ヒトの受容器の構造と機能に関する以下の問い1)～3)に答えよ。

[解答番号 16 ～ 19]

1) 聴覚に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。 16

- ① 内耳のコルチ器は、おおい膜、聴細胞、結膜からできている。
- ② 基底膜の幅は、うずまき管の入り口では狭く、奥（先端）にいくほど広がっている。
- ③ 半規管では4つの管が互いに直交している。
- ④ 高い音ではうずまき管の奥（先端）の基底膜が最もよく揺れる。
- ⑤ 前庭の内部の基底膜の上に平衡石（耳石）がのっている。
- ⑥ 聞こえる範囲は2ヘルツから20000ヘルツである。

2) 音刺激によりリンパ液の振動を介してうずまき管内の受容細胞である聴細胞は興奮する。このリンパ液の振動に関与する経路として最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。 17

- ① つち骨 — きぬた骨 — あぶみ骨 — 前庭階 — 鼓室階
- ② あぶみ骨 — きぬた骨 — つち骨 — 前庭階 — 鼓室階
- ③ つち骨 — きぬた骨 — あぶみ骨 — 鼓室階 — 前庭階
- ④ あぶみ骨 — つち骨 — きぬた骨 — 鼓室階 — 前庭階
- ⑤ きぬた骨 — つち骨 — あぶみ骨 — 前庭階 — 鼓室階
- ⑥ きぬた骨 — つち骨 — あぶみ骨 — 鼓室階 — 前庭階

3) 視覚に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑧の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 18 , 19

- ① 錐体細胞には、600 nm, 530 nm, 480 nm 付近の波長の光に最も強く反応する3種類の細胞がある。
- ② 桿体細胞は、420 nm 付近の光を最もよく吸収する。
- ③ 桿体細胞は、色の識別には関与しない。
- ④ ビタミンAが不足すると、桿体細胞の感度は下がる。
- ⑤ 桿体細胞の光を吸収する視色素（視物質）とはオプシンのことである。
- ⑥ 錐体細胞の光に対する感度は、明るい環境では桿体細胞に比べて高い。
- ⑦ 遠くを見るとき、毛様体が緩んで水晶体が厚くなる。
- ⑧ 桿体細胞は、網膜の周辺部と比べて中央部にある黄斑に多く存在する。

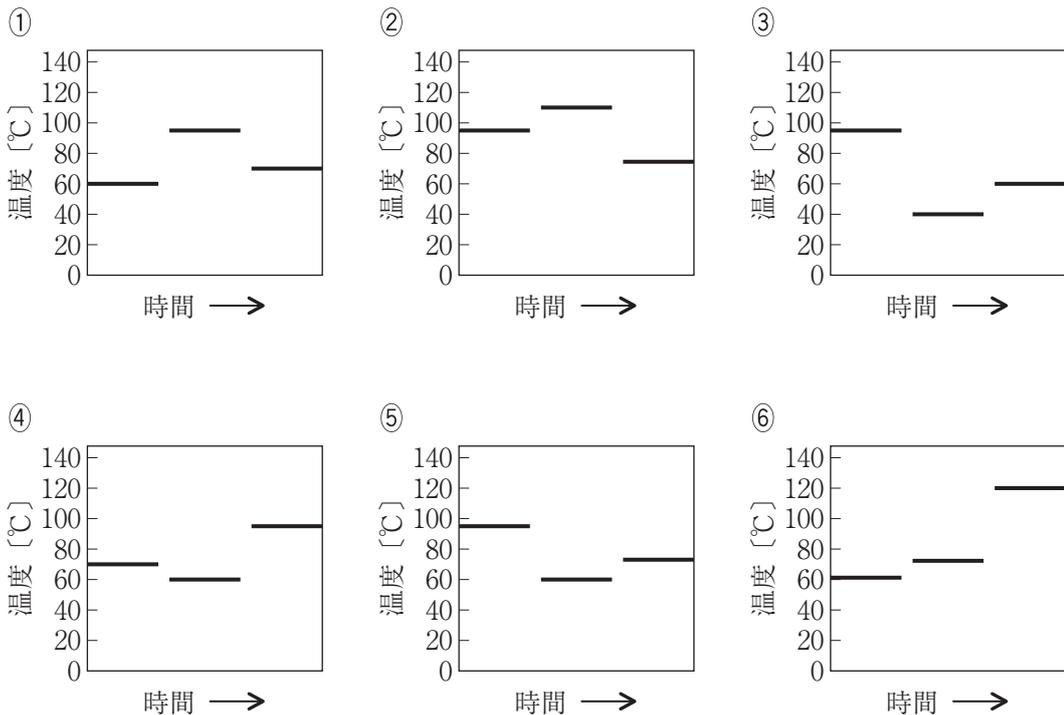
(4) PCR法に関する以下の問い1)～3)に答えよ。

[解答番号 20 ～ 22]

1) PCR法の説明として誤っているものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 20

- ① サイクルの操作を繰り返し、目的とするDNA領域を増幅する。
- ② 1サイクルを終えると目的のDNA領域は10倍に増える。
- ③ 1本鎖DNAを鋳型として、酵素により2本鎖DNAを複製する。
- ④ 2本鎖DNAを形成する塩基同士の水素結合を切断し1本鎖DNAにする。
- ⑤ 1本鎖DNAの複製したい領域の一端に、その部分と相補的な塩基配列の短いDNA断片を結合させる。

2) PCR法では3つの温度で反応を行う。それらの反応の温度設定を示すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。 21



3) 目的の遺伝子領域を含むDNAが反応液中に存在する場合、その遺伝子領域を 10^6 倍以上に増幅するには、PCR法を最低何サイクル繰り返せばよいか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。 22

- ① 3 ② 6 ③ 9 ④ 10 ⑤ 20 ⑥ 30

(5) 遺伝子の相互作用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 23 ～ 25 〕

ある植物の花色の形質は2つの遺伝子AとBに支配されている。Aは色素の元になる物質から黄色色素を作る酵素の遺伝子であり、Bは黄色色素を赤色色素に変える酵素の遺伝子である。A、Bそれぞれの対立遺伝子であるa、bは酵素を合成する能力を持たない。これらの遺伝子A、aはB、bとは異なった染色体上に存在する。遺伝子型aaBBで白花をつける個体と、遺伝子型AAbbで黄色花をつける個体を交雑してF₁を得た。さらにこのF₁を自家受粉してF₂を得た。

1) F₁の花色の表現型として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 23

- ① 紫 ② 赤 ③ 黄 ④ 青 ⑤ 白

2) F₂の表現型とその分離比の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 24

- ① 赤花：黄花：白花 = 9：3：1 ② 赤花：黄花：白花 = 9：3：4
③ 赤花：黄花：白花 = 3：9：1 ④ 赤花：黄花：白花 = 9：6：1
⑤ 赤花：黄花：白花 = 9：6：4

3) ある赤花個体に検定交雑を行うと赤花：黄花：白花=1：1：2になった。検定された赤花個体の遺伝子型として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 25

- ① AAbb ② AaBB ③ aaBB ④ AaBb ⑤ aaBb

II

(配点 75)

(1) 植生遷移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 **26** ～ **28** 〕

日本列島の暖温帯における植生遷移は以下のような過程で推移する。火山噴火などのあとの、植生の全くない荒原からはじまる場合、初期段階でコケ植物などが侵入することで土壌が形成される。土壌層の形成により、水分や有機物が増え、草本類の侵入がはじまり、草原が形成される。草原が形成されると土壌への有機物供給が増し、先駆樹種として低木類が生育をはじめ、じきに^{ア)}陽樹林が形成されていく。しかし、陽樹林が成立すると、その林床は光不足のため陽樹の幼木が育ちにくくなり、かわりに陰樹の幼木が成長をはじめ。そのうちに陰樹が陽樹と交代して林冠を構成し、最終的に陰樹を中心とする安定した極相林になる。

1) 下線部^{ア)}の陽樹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。**26**

- ① 幼木のときに日当たりの悪いところで成長し、ある程度成長すると明るいほどよく成長する樹木である。
- ② 光の強さが十分に強い場合、陰樹よりCO₂の吸収量が多い。
- ③ 陰樹と比べて弱い光でも効果的に有機物を作り出すことができる。
- ④ 光補償点が低いので林内では育ちにくい。

2) 日本の夏緑樹林帯における極相樹種の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

27

- ① ミズナラ, タブ
- ② カエデ, カシ
- ③ ミズナラ, ブナ
- ④ ブナ, トドマツ

3) 日本の亜寒帯における極相樹種の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

28

- ① ブナ, シラビソ
- ② ハイマツ, ブナ
- ③ トドマツ, エゾマツ
- ④ エゾマツ, スダジイ

(2) 里山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 29 ～ 31 〕

「里山」ということばは、従来、農用林を指していたが、近年、人が管理している林や里に接した丘陵地、谷間、ため池や水田などを含めた一帯のことを指すことが多くなっている。この里山を構成している要素の中で重要な役割を果たしているのが二次林からなる雑木林である。

里山が再評価されるようになったのは、里山の持っている機能が理解されるようになってからである。かつては人が関わるような二次林は原生林に比べれば質の落ちる森林であるような考えが支配的であったが、ア) 実は人が管理することで植生遷移の途中相である二次林が長期間維持されてきたことの重要性が認識されるようになった。つまり極相林に変化していくはずの場所にそれとは異なる生態系が維持保全され、結果的に高い生物多様性を生み出してきた。それを踏まえ、今消えようとしている里山の保全のために、その中心となる雑木林の新たな利用方法が模索されている。

1) 上の文章中で里山の雑木林の管理の重要性が指摘されている。その管理方法として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 29

- ① 雑木林を伐採せずに都会の人々に来てもらい、観光資源として利用すること。
- ② 雑木林を伐採し、その木材を資源として利用すること。
- ③ 雑木林を伐採せずに、そこから得られる生物資源を利用すること。
- ④ 雑木林を伐採し、そこを農地として利用すること。

2) 下線部ア)のように生物多様性の観点から里山の二次林の重要性が認識されつつある。その二次林が維持されている生物学的要因のうち最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 30

- ① 誘導
- ② 拡散
- ③ 置換
- ④ ^{かくらん}攪乱

3) 里山の雑木林の利用のように、人間は自然から様々な恩恵を受けており、これを生態系サービスという。生態系サービスの記述として誤っているものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。 31

- ① 調整サービスとしての土壌浸食の低減
- ② 供給サービスとしての水、食料などの物資の供給
- ③ 供給サービスとしての家畜の生産
- ④ 文化的サービスとしてのレクリエーションの場の提供
- ⑤ 調整サービスとしての天然ガスの採掘
- ⑥ 調整サービスとしての病害虫の大発生の抑制

(3) 暖かさの指数に関する次の文章を読み、以下の問い1)～4)に答えよ。

〔解答番号 32 ～ 42 〕

暖かさの指数（温量指数 WI：warmth index）は植物生態学者の吉良竜夫が提唱したもので、日本を含む東アジアにおける気温と植生の関係を体系化したものであり、式1のように表される。この式で t_i は i 月の月平均気温（℃）である。ただし $t_i < 5$ の場合は $t_i = 5$ とする。

暖かさの指数 WI が 15 未満の地域では寒すぎて 32 は形成されない。日本の本州で WI が 15～45 の地域では、33，34 などの樹木が優占する。WI が 45～85 では、夏緑樹林（落葉広葉樹林）が広がり、35 山岳地域や 36 地方、37 の低地がそれに相当する。この地域の代表的優占種は 38 である。WI が 85～180 では、ほとんどの場所で 39 林が分布している。WI が 180～240 の地域は奄美大島以南にあたる。暖かさの指数・降水量とバイオームの関係を示したものが図1である。

$$WI = \sum_{i=1}^{12} (t_i - 5) \quad \text{-----} \quad \text{式1}$$

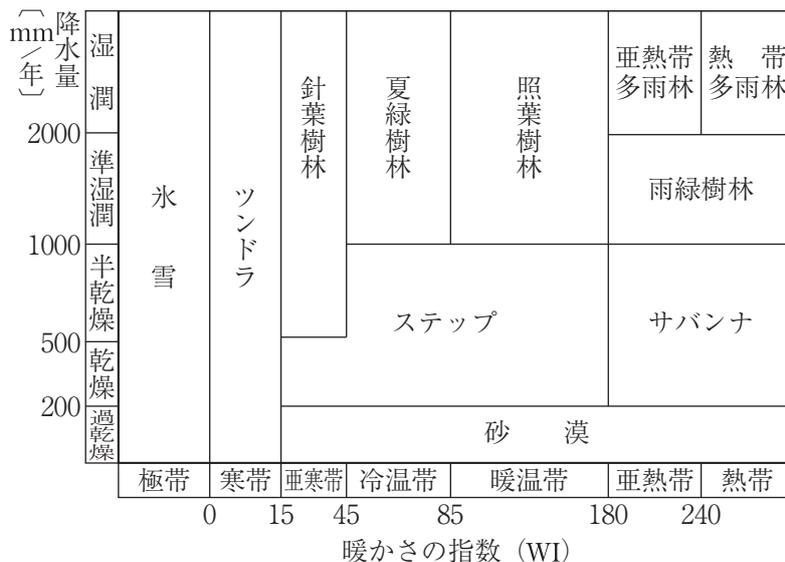


図1 暖かさの指数・降水量とバイオームとの関係

1) 上の文章の空欄 32 ～ 39 に入る最も適当なものを、次の①～⑳の中からそれぞれ1つずつ選べ。なお、33，34 については解答の順序は問わない。

- | | | | | |
|--------|---------|--------|-------|--------|
| ① 九州 | ② 四国 | ③ 東北 | ④ 北海道 | ⑤ 南西諸島 |
| ⑥ 中部 | ⑦ 夏緑樹 | ⑧ 照葉樹 | ⑨ 硬葉樹 | ⑩ 植物 |
| ⑪ 森林 | ⑫ コケモモ | ⑬ コメツガ | ⑭ アコウ | ⑮ ブナ |
| ⑯ ハイマツ | ⑰ ガジュマル | ⑱ メヒルギ | ⑲ ヘゴ | ⑳ シラビソ |

2) 図1を参考にして、日本に分布する主なバイオームの組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 40

- ① 針葉樹林, 夏緑樹林, 照葉樹林, 亜熱帯多雨林, 熱帯多雨林, 雨緑樹林
- ② 針葉樹林, 夏緑樹林, 照葉樹林, 亜熱帯多雨林, 雨緑樹林
- ③ 針葉樹林, 夏緑樹林, 照葉樹林, 亜熱帯多雨林, 熱帯多雨林
- ④ 針葉樹林, 夏緑樹林, 照葉樹林, 雨緑樹林
- ⑤ 針葉樹林, 夏緑樹林, 照葉樹林, 亜熱帯多雨林

3) 表1は石垣市の2010年における月別平均気温である。地球温暖化が進行すると21世紀末には年平均気温が4℃上昇するという試算があるが、それが石垣市にも当てはまるとしたらバイオームはどのように変化すると予測されるか。最も適当なものを、以下の①～⑥の中から1つ選べ。なお、2010年の石垣市の年降水量は2807mmであり、それ以降の年降水量は変化しないものとする。 41

表1 2010年の石垣市における月別平均気温

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
気温 [℃]	19.0	21.1	22.2	22.8	25.9	27.6	29.8	29.6	28.5	26.0	22.8	19.7

- ① 照葉樹林 → 亜熱帯多雨林
- ② 照葉樹林 → 熱帯多雨林
- ③ 照葉樹林 → 照葉樹林
- ④ 亜熱帯多雨林 → 亜熱帯多雨林
- ⑤ 亜熱帯多雨林 → 熱帯多雨林
- ⑥ 熱帯多雨林 → 熱帯多雨林

4) 表2は大阪市の2010年における月別平均気温である。地球温暖化が進行し、21世紀末のある年について大阪市が亜熱帯多雨林に相当するバイオームの環境に達したとする。この年に上昇した月平均気温の最小値として最も適当なものを、以下の①～⑧の中から1つ選べ。なお、月平均気温の上昇値はすべての月で同じとする。 42

表2 2010年の大阪市における月別平均気温

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
気温 [℃]	6.1	7.8	9.6	13.6	18.8	23.9	27.9	30.5	26.7	19.9	13.2	9.0

- ① 1.5
- ② 2.2
- ③ 2.8
- ④ 3.6
- ⑤ 4.1
- ⑥ 4.7
- ⑦ 5.0
- ⑧ 5.6

(4) 植物の発生と遺伝に関する以下の問い1)～8)に答えよ。

[解答番号 ～]

1) 被子植物の胚のう形成の過程では、胚のう母細胞が減数分裂を行った後、胚のう細胞の核のみが分裂する。分裂終了後の細胞の中にはいくつの核が存在するか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。

- ① 1 ② 2 ③ 4 ④ 6 ⑤ 8 ⑥ 10

2) 被子植物の受精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。

- ① 花粉から供給される1つの花粉管核のみが卵細胞と受精し、もう1つの花粉管核は中央細胞と融合する。
- ② 花粉管は胚珠内の助細胞の分泌物により誘引される。
- ③ 精細胞と極核をもつ中央細胞が合体して胚乳細胞 ($2n$) を形成する。
- ④ 反足細胞はその後、種皮へと分化する。

3) 被子植物の精細胞形成の過程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。

- ① 雄原細胞は花粉管内で分裂して2個の精細胞になる。
- ② 花粉母細胞は減数分裂の後4個になり、そのうち3個は退化消失する。
- ③ 花粉母細胞の核相は n である。
- ④ 受粉前の成熟した花粉の内部には核が1つ存在する。

4) 被子植物が受精した後の胚発生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。

- ① 一般に受精と前後して助細胞は消失する。
- ② 反足細胞は胚乳になり、その核相は $3n$ である。
- ③ 種皮は果皮になり、その核相は $2n$ である。
- ④ 重複受精の後、受精卵は細胞分裂を繰り返して胚球 (球状胚) と胚軸の2つに分化する。

5) 植物の体軸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。

47

- ① 葉が分化した際、茎頂分裂組織から遠い側を向軸側という。
- ② 葉が形成される際、向軸側と背軸側で異なる遺伝子が働く。
- ③ 葉のうち根端分裂組織に近い側を向軸側という。
- ④ 葉の表側は主軸に向いていない。

6) 植物の胚発生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。

48

- ① 胚球は子葉、幼芽、胚軸、幼根を形成する。
- ② 胚は幼芽、子葉、胚柄、幼根からなる。
- ③ 胚球の細胞は成長の過程で消失する。
- ④ 分裂して形成された胚の核相は $3n$ である。

7) 被子植物の胚のう細胞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。

49

- ① 胚のう母細胞が体細胞分裂を行って4個の娘細胞 (n) が生じる。
- ② 胚のう細胞は連続して2度の核分裂を行い、核数を増加させる。
- ③ 成熟した胚のうで最も巨大な細胞は中央細胞である。
- ④ 花粉管は胚のうの反足細胞側から侵入する。

8) イネの胚乳には優性のウルチ性 (遺伝子 A) と劣性のモチ性 (遺伝子 a) とがある。純系のモチ性の個体のめしべに純系のウルチ性の個体の花粉を受粉させた。この時に生じる胚乳細胞の遺伝子型と表現型に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選べ。なお、遺伝子 A と a は対立遺伝子である。

50

- ① 胚のう内の胚乳細胞は受精と関係なく遺伝子型は aa で、表現型はモチ性となる。
- ② 精細胞が卵細胞と受精し、遺伝子型は Aa で、表現型はウルチ性となる。
- ③ 極核の1つは、精細胞と受精することで胚乳細胞を形成し、遺伝子型は aaa で、表現型はモチ性となる。
- ④ 精細胞が胚のう内の中央細胞の極核と受精し、遺伝子型は Aaa で、表現型はウルチ性となる。
- ⑤ 胚のう内の卵細胞は、精細胞と重複受精することで胚乳細胞を形成し、遺伝子型は Aaaa で、表現型はモチ性となる。
- ⑥ 精細胞が助細胞、卵細胞と重複受精し、遺伝子型は AAaa で、表現型はウルチ性となる。