

平成 28 年度 入 試  
個別学力試験問題(前期日程)

生 物

注 意

1. 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
2. 問題紙は 14 ページ，解答用紙は 5 枚です。指示があってから確認し，解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
3. 計算は問題紙の余白を使用してください。
4. 答えはすべて解答用紙の所定のところに記入してください。
5. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
6. 試験終了後，問題紙は必ず持ち帰ってください。

1 次の文章を読み、下記の問い(問1～問5)に答えよ。

真核細胞は多くの場合1個の核をもつ。それ以外の部分は細胞質とよばれている。細胞質には ア <sup>(1)</sup> とよばれる様々な構造体が存在しており、 ア の間を埋める部分は イ とよばれている。 ア の一つであるミトコンドリアは呼吸の反応に関与している。呼吸は、細胞がグルコースを分解してエネルギーを取り出す過程 <sup>(2)</sup> である。呼吸の過程は ウ , エ , オ の3段階からなる。このうちミトコンドリアの カ とよばれる部分には エ に関与する酵素が多数存在している。 エ では、 ウ でつくられた2分子の キ あたり2分子のATPが生じる。

真核細胞の形や ア は、タンパク質でできた ク とよばれる繊維状の構造で支えられている。 ク は繊維の直径が大きい順に 微小管 , 中間径フィラメント , アクチンフィラメント <sup>(3)</sup> とよばれる。

問1 文章中の空欄(ア～ク)に最も適切な語句を答えよ。

問2 下線部(1)について、次の(a～d)から正しい説明を一つ選び、記号で答えよ。

- a. ヤヌスグリーンで強く染まる。
- b. ゴルジ体とつながっている。
- c. 1重の膜で包まれている。
- d. スプライシングが行われる。

問3 下線部(2)に関して、グルコース45gが呼吸によって完全に分解されたとき、何gの二酸化炭素が生じるか。下線部(2)の化学反応式を書き、計算過程を説明したうえで答えよ。ただし原子量はH=1, C=12, O=16とする。

問 4 ミトコンドリアや葉緑体は細胞内共生によって誕生したと考えられている。以下の小問(1)・(2)に答えよ。

- (1) 細胞内共生説とはどのような説か。ミトコンドリアや葉緑体がどのような生物に由来すると考えられているかを含めて70字以内で説明せよ。
- (2) 細胞内共生説が支持されている理由を二つ述べよ。

問 5 下線部(3)のうち、微小管とアクチンフィラメントの説明として正しいものをそれぞれ次の(a～e)からすべて選び、記号で答えよ。

- a. チューブリンが連なった構造である。
- b. アメーバ運動に関与する。
- c. 筋収縮に関与する。
- d. 繊毛や鞭毛の動きに関与する。
- e. 細胞分裂時にみられる紡錘糸を形成する。

2

次の文章を読み、下記の問い(問1～問7)に答えよ。

生物がもつ遺伝情報は、DNAに含まれる塩基の配列として細胞に収められていて、細胞が分裂する時には2本鎖DNAのそれぞれの鎖を鋳型にして、新しい鎖がつくられる。通常、真核生物では、DNAは  とよばれるタンパク質に巻きつき、 を形成する。 はさらに折りたたまれクロマチンとよばれる繊維状の構造体を形成する。転写時には、この構造がゆるむことで転写に必要なタンパク質が結合できるようになる。転写によって合成された  は、 を通って細胞質に移動し、 で  のもつ情報をもとにして翻訳が行われ、タンパク質が合成される。

20世紀後半になると、DNA操作技術の進展により、遺伝子組換え技術を利用することができるようになった。遺伝子組換えでは、染色体外の環状DNAをベクターとして使い、対象とする遺伝子を大腸菌や酵母に導入することで、タンパク質を大量に合成させることが可能である。DNAを、特定の塩基配列を認識して切断する酵素により切断し、このDNA断片と、同じ酵素で切断したベクターとを混ぜ合わせ、別の酵素を作用させると、2つのDNA断片をつなぎあわせることができる。さらに1983年には、マリスらによって、試験管内で短時間に目的のDNA断片を多量に増やすことが可能な  法が開発され、遺伝子組換えがより簡便に行えるようになった。今では、遺伝子組換え技術は、医薬品の開発や病害虫に耐性のある植物の開発などにも利用されている。

問 1 文章中の空欄(ア～カ)に最も適当な語句を答えよ。

問 2 下線部(1)に関する次の(a～e)の文のうち、正しいものを二つ選び、記号で答えよ。

- a. 細胞周期を通して、細胞に含まれる DNA の量は変化しない。
- b. 同一個体があつ、心臓の細胞と腎臓の細胞のそれぞれに含まれている DNA の遺伝情報は同じである。
- c. ヒトのゲノムは、約 30 億塩基対からなり、その中に約 220,000 個の遺伝子がある。
- d. 同一個体があつ、心臓の細胞と肝臓の細胞で、発現している遺伝子は同じである。
- e. 2 本鎖 DNA の 2 本の鎖は、互いに逆向きに並んでいる。

問 3 下線部(2)に関する以下の小問(1)・(2)に答えよ。

- (1) 下線部(2)を含む、DNA を構成する基本単位の名称を答えよ。
- (2) DNA と RNA に含まれる塩基のうち、DNA にのみ含まれる塩基と、RNA にのみ含まれる塩基の名称を、それぞれ答えよ。

問 4 下線部(3)に関する以下の小問(1)・(2)に答えよ。

- (1) 下線部(3)のように、新しい 2 本鎖 DNA の一方に鋳型にした鎖が含まれる複製方法を何とよぶか、答えよ。
- (2) 新しい 2 本鎖 DNA がつくられる時、DNA 合成はもとの二重らせんの鎖をほどこきながら行われる。その時、二重らせんがほどこけていく方向とは逆方向に合成される DNA 鎖の名称を答えよ。また、この DNA 鎖が合成される過程について、20 字以内で説明せよ。

問 5 下線部(4)の環状 DNA の名称を答えよ。

問 6 下線部(5)に関する以下の小問(1)・(2)に答えよ。

- (1) 下線部(5)のような反応を行う酵素の一般的な名称を答えよ。
- (2) DNA を酵素 *Hind* III で切断する時、その認識配列は理論上、何塩基対ごとに出現するかを計算し、整数で答えよ。ただし、DNA の塩基配列はランダムであり、酵素の認識配列と切断部位は、図 1 の通りとする。

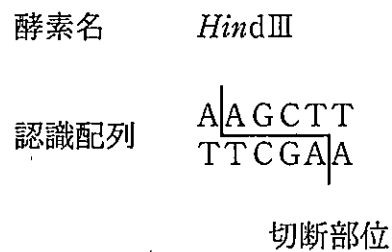


図 1

問 7 下線部(6)で用いる酵素の名称を答えよ。また、この酵素の反応として正しいものを、次の(a～e)から一つ選び、記号で答えよ。

- a. 糖と塩基を結合する。
- b. 糖と糖を結合する。
- c. 塩基と塩基を結合する。
- d. 糖とリン酸を結合する。
- e. リン酸とリン酸を結合する。

3 次の文章を読み、下記の問い(問1～問6)に答えよ。

多くの動物は、外敵やえさ、場所などの情報を、おもに光を利用することにより得ている。ヒトの場合、光信号を受容する感覚器として眼球を備えている。眼球の外側は、大部分が硬い白色の強膜で覆われ保護されているが、眼球の前面だけは、透明な  で覆われている。眼球に入射する光はまず  を通過した後、円形に開いた  の中央部(瞳孔)を通過して水晶体(レンズ)に至る。水晶体は、その周辺部にあるチン小帯により毛様筋(毛様体筋)につながっており、水晶体の厚み(1)が変化し、その焦点距離が変わることにより、対象の物体との距離(1)が変わっても網膜上に鮮明な像を結ぶことができるよう調節されている。

水晶体を出た光は透明でゼリー状の  を通って網膜に達し、視細胞とよばれる光受容細胞にとらえられる。視細胞は桿体細胞かんたいと錐体細胞の2種類に大別される。桿体細胞は光に対する感度が高く、うす暗いところでよく働くのに対し、(2)錐体細胞は桿体細胞より強い光刺激に反応し、おもに明るいところで機能する。ヒトの場合には、吸収できる光の波長が異なる3種類の錐体細胞が知られて(3)おり、色覚に関与している。網膜の視野の中心にあたる部分には、錐体細胞が特に密に分布する  とよばれる領域が存在する。また、 から鼻側に4～5mm寄ったところには、 とよばれる視神経繊維が束となって眼球外に出ていく部分があり、そこには視細胞が分布しないため、光を受容することができない。

私達の視覚系は、暗い星空から真夏の太陽の下まで、極めて広い範囲の明るさに対応して物を見ることができるよう調節されている。まず、眼球の内部に入る光の量は  によってすばやく調節され、周囲の明るさに応じて瞳孔の直径(4)が変化する。さらに、視細胞の感度もまた、網膜に入射する光の量により変化する。例えば、明るい場所から急に暗い場所に移った時、最初は物が見えにくい(5)が、時間の経過とともに徐々によく見えるようになる。これを暗順応とよび、視細胞の感度が高くなることにより起こる。

問 1 文章中の空欄(ア～オ)に最も適切な語句を答えよ。

問 2 下線部(1)について、対象となる物体が近くにある時と、遠くにある時とで、水晶体の厚みはどのように変化するか、また、その変化はどのようなしくみで引き起こされるか、説明せよ。

問 3 下線部(2)について、桿体細胞と錐体細胞は光刺激に対する感度が異なるだけでなく、その応答の様子も違っている。図1は、ヒトの桿体細胞と錐体細胞をそれぞれ瞬間的にフラッシュ光で刺激した時の電氣的応答(光応答)の時間変化を示したものである。この図をもとに、桿体細胞と錐体細胞の光応答特性の違いを説明せよ。また、この光応答特性の違いから、物の見え方が明条件と暗条件とでどのように違ってくると推測されるか、答えよ。

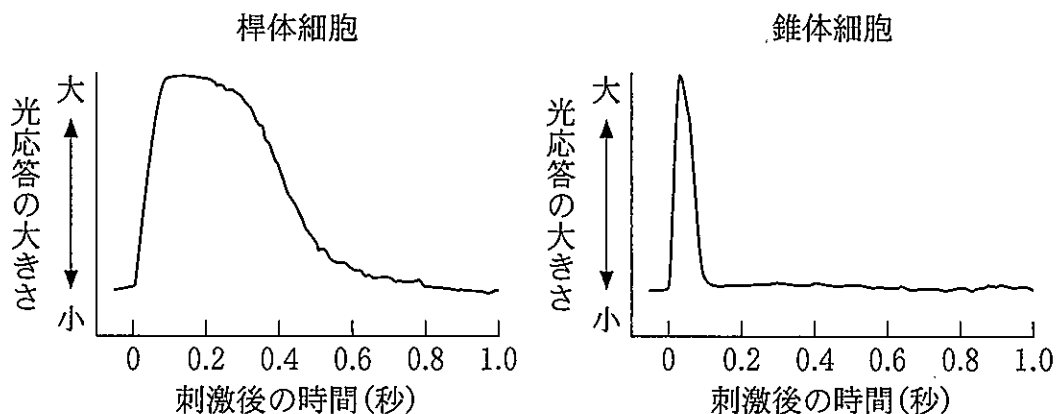


図 1

問 4 下線部(3)について、昆虫にもヒトと同じように、吸収できる光の波長が異なる複数種の視細胞をもつものがある。それらの昆虫が色覚をもつかどうかを明らかにするには、どのような実験を行えばよいと考えられるか、答えよ。



問 5 下線部(4)について、瞳孔の大きさはある種の薬剤により強制的に拡大することもできる。その薬剤を用いて瞳孔の直径を 2 mm から 8 mm に拡大した時、眼球内部に入射する光の量は何倍になると考えられるか、答えよ。

問 6 下線部(5)について、図 2 はヒトの暗順応過程における、光感覚の閾値(感知できる最小の光強度)の変化を示したものである。錐体細胞と桿体細胞の感度の違いをふまえて、暗順応過程が 2 段階(黒丸の過程と白丸の過程)で進行する理由を考え、述べよ。

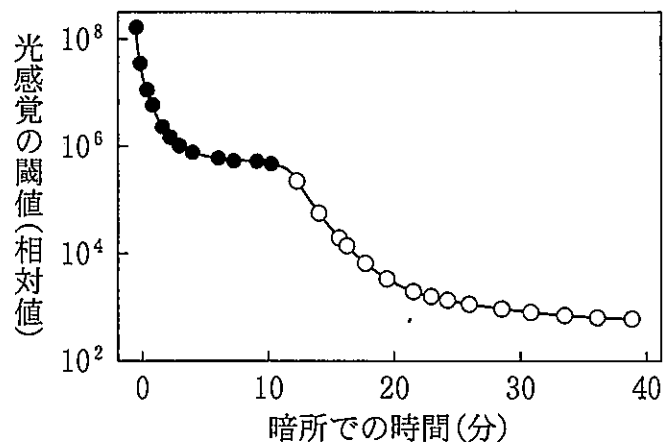


図 2

4

植物に関する下記の問い(問1～問3)に答えよ。

問1 多くの植物は土壌中に根を形成し、水分や栄養素を吸収して成長する。植物の栄養素の吸収および利用に関する以下の小問(1)～(4)に答えよ。

(1) 土壌から吸収する主要な栄養素の一つとして窒素化合物があげられる。植物が根から吸収するおもな無機窒素化合物を二つ答えよ。

(2) 図1はマメ科植物のアズキの根の様子である。マメ科植物の根には、こぶ状の構造が観察される。これは根に共生しているある生物によって形成される。この共生生物の名称を答えるとともに、その生物がマメ科植物の窒素化合物の利用においてどのような役割を担っているか説明せよ。



図1

(3) 植物が体外から無機窒素化合物を取り込み、生体の構成や生命活動に必要な有機窒素化合物を合成することを窒素同化という。根から植物体内に取り込まれた無機窒素化合物は、最初どの物質の合成に利用されるか、次の(a～h)から一つ選び、記号で答えよ。

- |        |          |          |          |
|--------|----------|----------|----------|
| a. ATP | b. 核酸    | c. グルタミン | d. グルコース |
| e. 脂質  | f. タンパク質 | g. デンプン  | h. 尿素    |

(4) 植物の成長途中で、窒素化合物が欠乏すると葉が黄色くなる。なぜ黄色くなるか説明せよ。

問 2 植物は周囲の環境変化や環境からの刺激を感知し、体内で植物ホルモンを合成してその情報を伝達している。植物ホルモンは、植物体内で生理活性の変化をもたらす、植物の成長や発生を調節する。植物ホルモンに関する以下の小問(1)~(3)に答えよ。

(1) 植物ホルモンとして一般的に認められているものを、次の(a~i)から三つ選び、記号で答えよ。

- a. アミノ酸            b. アミラーゼ            c. エチレン  
 d. カロテン            e. サイトカイニン        f. ナトリウムポンプ  
 g. フィトクロム      h. ブラシノステロイド    i. フラボノイド

(2) レタスのある品種の種子をシャーレに入れ、水分と温度が発芽に適切な条件になるよう保ったうえで、植物ホルモンXを添加した処理区、アブシシン酸を添加した処理区、いずれも添加しない無処理区を設けた。それぞれを光の当たる条件(明所)と暗黒条件(暗所)に置いて観察する実験を行ったところ、図2のような結果となった。植物ホルモンXとして考えられる植物ホルモンの名称を答えよ。また、この実験結果から考えられる、植物ホルモンXおよびアブシシン酸が発芽に及ぼす作用についてそれぞれ説明せよ。

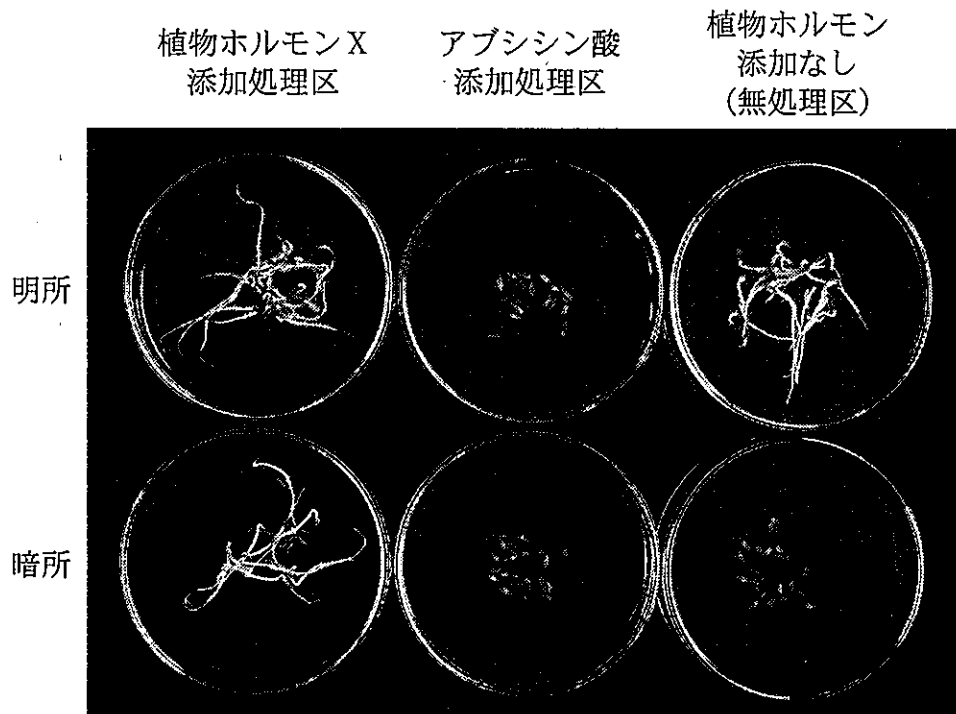


図 2

(3) 植物ホルモンの一種であるオーキシンの説明として正しくないものを、次の(a～f)から一つ選び、記号で答えよ。

- a. 植物体内での移動に方向性がある。
- b. おもに根で合成されるが、根はオーキシンに対する感受性が低い。
- c. 植物が重力の刺激に対して根や茎を屈曲させることに関与する。
- d. 植物体の側芽の成長を抑制し、頂芽優勢の現象をもたらす。
- e. 果実の成長を促進する。
- f. 落果や落葉時の離層形成の調節に関与する。

問 3 種子植物は、栄養成長を経て、ある成長段階に達すると花になる芽を分化する。これを花芽形成(もしくは花芽分化)とよび、周囲の様々な環境変化などに反応して植物体内で花成ホルモン(フロリゲン)がつくられることで起こる。種子植物の花芽形成に関する以下の小問(1)・(2)に答えよ。

(1) 花芽形成に必要な環境変化の一つとして日長がある。限界暗期が10時間の短日植物 Y があるとする。ある場所で Y の苗を育成し、花芽が未形成(未分化)の段階で、日本国内の3地点(札幌、松江、宮古島)にそれぞれ輸送して、到着後に移植し、自然日長下で栽培を行う。ただし、Y の苗は輸送時まで同一条件で育成され、移植時点での生育日数や成長量は同じであるものとする。また、3地点での日長以外の栽培条件、すなわち温度や水やりの管理などは Y の生育に好適な同一条件で行うものとする。図3を参考にし、Y の花芽形成に関する予測として最も適当なものを、次の(a～e)の中から一つ選び、記号で答えよ。

- a. 札幌に Y を移植した場合、年間を通して花芽を形成しない。
- b. 2月中旬に Y を移植すると、札幌と松江では花芽を形成しない。
- c. 5月中旬に Y を移植すると、札幌より松江の方が早く花芽を形成する。
- d. 8月中旬に Y を移植すると、札幌より松江の方が早く花芽を形成する。
- e. 宮古島に Y を移植した場合、年間を通して花芽を形成しない。

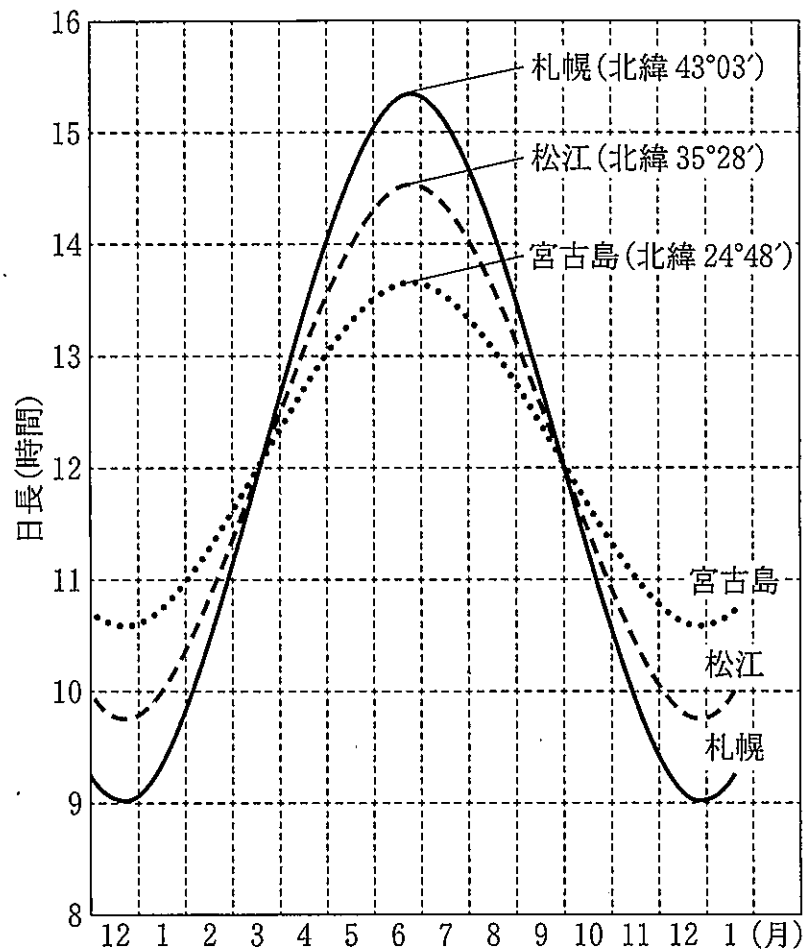


図3 日本各地における自然日長の変化  
(国立天文台データより作図)

(2) 秋まきコムギやライムギが適切に開花するためには春化が必要である。春化とは何か、正しく説明している文を次の(a～f)の中から一つ選び、記号で答えよ。

- a. 一定期間の低温にさらされることで花芽形成が促進されること。
- b. 光中断によって葉で花成ホルモンが合成されること。
- c. 一定期間の赤色光照射によって花芽形成が促進されること。
- d. 高湿度によって葉の気孔が閉じ、花成ホルモンが合成されること。
- e. 土壌が一定期間乾燥状態となり、花器官(おしべ、めしべなど)の分化が同時に起こること。
- f. 周囲の気温が上昇し、花器官(おしべ、めしべなど)の分化が同時に起こること。

5 次の文章を読み、下記の問い(問1～問4)に答えよ。

同種や異種の生物からなる生物群集とそれが成立している非生物的環境を一つのまとまりとして生態系とよぶ。生態系を構成する生物のうち、**ア**によって無機物から **イ** を合成する生物群を生産者とよび、生産者がつくる **イ** をエネルギー源として利用する生物群を消費者とよぶ。消費者は生産者を直接食べる一次消費者と、一次消費者を食べる二次消費者、さらにそれを食べる三次消費者…と分けられる。このような「食う—食われる」の関係を **ウ** といい、生産者、一次消費者、二次消費者…というそれぞれの段階を栄養段階という。栄養段階は通常3～4までであり、5を超えることはほとんどない。また、生物の遺体や排出物、枯死体や落葉落枝などの **イ** を分解してエネルギーを得る生物群もあり、それらは分解者とよばれる。分解者の働きによって生じる無機養分は生産者に再び吸収・利用されており、生態系では生産者、消費者、分解者の働きによって物質が **エ** している。

問1 文章中の空欄(ア～エ)に最も適当な語句を答えよ。

問2 生産者、消費者、分解者のそれぞれの例として適当なものを、次の(a～h)からすべて選び、記号で答えよ。

- a. フクロウ    b. アブラムシ    c. 枯草菌    d. カラスノエンドウ  
e. ニホンジカ    f. シイタケ    g. ミズナラ    h. ノウサギ

問3 表1は、ある湖沼生態系における、太陽光から各栄養段階へのエネルギーの流れを示している。文章中の下線部のように、栄養段階が5を超えることがほとんどない理由を、この表をふまえて説明せよ。

表1

	太陽からの入射 エネルギー	生産者 総生産量	一次消費者 同化量	二次消費者 同化量
エネルギー量[J/cm <sup>2</sup> ]	497,360	466	62	13

問 4 表 2 は地球上の各種生態系および地球全体について、面積と単位面積あたりの生産者の現存量および純生産量の推定値を示したものである。この表から読み取れることについて、以下の小問(1)~(4)に答えよ。

表 2

	面積 [ $10^{12} \text{ m}^2$ ]	現存量平均値 [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]	純生産量平均値 [ $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ ]
森林	57.0	29.8	1.40
草原	24.0	3.1	0.79
荒原	50.0	0.4	0.06
農耕地	14.0	1.0	0.65
湖沼・河川・湿地	4.0	7.5	1.13
陸上生態系全体	149.0	12.3	0.77
浅海域	29.0	0.1	0.47
外洋域	332.0	0.003	0.13
海洋生態系全体	361.0	0.01	0.15
地球全体	510.0	3.6	0.33

- (1) 森林は草原と比べて単位面積あたりの現存量が大きい。この理由を、草原と森林の生産構造の違いに基づいて説明せよ。
- (2) 森林の単位面積あたり現存量は草原の約 9.6 倍であるのに対し、森林の単位面積あたり純生産量は草原の 1.8 倍程度でしかない。このことについて、森林の純生産量が現存量ほどには大きくならない理由を説明せよ。
- (3) 陸上生態系全体および海洋生態系全体の純生産量の総量を、それぞれ計算して求めよ。単位は [kg/年] とする。
- (4) 陸上の生態系と海洋の生態系との間には、純生産量の総量にどのような違いがあるのか、地球上に占めるそれぞれの面積をふまえて説明せよ。また、そのような違いが生じる理由について、簡潔に説明せよ。