

生 物 基 礎

(解答番号 ~)

第 1 問 生物の特徴および遺伝子とそのはたらきに関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問 1 ～ 6)に答えよ。(配点 18)

A 地球上には_(a)多種多様な生物が存在し、様々な環境下で生命活動を行っている。この生命活動は生体内での化学反応、つまり物質の合成や分解などの_(b)代謝によって担われており、_(c)代謝の方法や産物は、生物の種や生物をとりまく環境によって異なることがある。

問 1 下線部(a)に関連する記述として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 原核生物は、DNA をもつが核膜をもたない。
- ② 真核生物は、細胞小器官をもつが細胞質基質をもたない。
- ③ 原核生物と真核生物の細胞は、ミトコンドリアをもつ。
- ④ 動物と植物の細胞は、細胞壁をもつ。
- ⑤ 全ての動物は、外骨格をもつ。
- ⑥ 植物だけが、光合成を行う。

問 2 下線部(b)に関連して、次の文章中の ア ～ ウ に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 2

呼吸では、有機物を代謝する過程で放出されたエネルギーを利用して、ATPが合成される。ATPは ア に3分子のリン酸が結合した化合物であり、 イ の高エネルギーリン酸結合をもつ。このATPがもつエネルギーは様々な生命活動で利用され、ある体重5 kgの動物が次の性質①～③をもつとすると、この動物1個体が1日に消費するATPの総重量はおよそ ウ になる。

- ① 一つの細胞は、 $8.4 \times 10^{-13} \text{ g}$ のATPをもつ。
- ② 一つの細胞は、1時間あたり $3.5 \times 10^{-11} \text{ g}$ のATPを消費する。
- ③ 個体は、6兆(6×10^{12})個の細胞で構成される。

	ア	イ	ウ
①	アデノシン	二 つ	5 g
②	アデノシン	二 つ	5 kg
③	アデノシン	三 つ	5 g
④	アデノシン	三 つ	5 kg
⑤	アデニン	二 つ	5 g
⑥	アデニン	二 つ	5 kg
⑦	アデニン	三 つ	5 g
⑧	アデニン	三 つ	5 kg

生物基礎

問 3 下線部(C)に関連して、酵母菌(酵母)や^{こうじきん}麹菌(コウジカビ)の代謝を利用すると、デンプンからエタノールを合成できる。これらの菌がもつ代謝の方法は異なり、酵母菌はデンプンを分解できないがエタノールを合成でき、麹菌はデンプンを分解できるがエタノールを合成できない。また、環境によっても代謝が異なり、大気中の酸素が利用できる環境では、酵母菌・麹菌は呼吸によって得たエネルギーを用いて増殖できる一方、大気中の酸素が利用できない環境では、麹菌は呼吸ができないが、酵母菌はグルコースからエタノールを合成する過程でエネルギーを得ることができる。これらのことから、デンプン溶液に酵母菌と麹菌を同時に加えて増殖させ、エタノールを効率的に合成する実験方法として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

3

- ① 溶液を大気中の酸素が利用できる環境に置いておく。
- ② 溶液を大気中の酸素が利用できない環境に置いておく。
- ③ 溶液を大気中の酸素が利用できる環境に置き、溶液がヨウ素液に強く反応するようになったら、酸素が利用できない環境に置いておく。
- ④ 溶液を大気中の酸素が利用できない環境に置き、溶液がヨウ素液に強く反応するようになったら、酸素が利用できる環境に置いておく。
- ⑤ 溶液を大気中の酸素が利用できる環境に置き、溶液がヨウ素液に強く反応しなくなったら、酸素が利用できない環境に置いておく。
- ⑥ 溶液を大気中の酸素が利用できない環境に置き、溶液がヨウ素液に強く反応しなくなったら、酸素が利用できる環境に置いておく。

生物基礎

B 遺伝子の本体である_(d)DNA の基本構造は、全ての生物で共通している。_(e)真核生物の体細胞分裂では、母細胞の DNA が複製され、複製によって 2 倍になった DNA は、それぞれの娘細胞に分配される。_(f)生体内のタンパク質は、DNA の遺伝情報に基づいて合成される。

問 4 下線部(d)に関して、次の文章中の ・ に入る語と数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

DNA は、ヌクレオチドが鎖状に結合した高分子化合物で、2 本のヌクレオチドの鎖が二重らせん構造をとっている。DNA の二重らせん構造においては、常に特定の塩基が対になる。この性質を塩基の という。この性質により、全塩基数に対するアデニンの数の割合が 30 % である DNA が複製によって 2 倍になったとき、その DNA の全塩基数に対するグアニンの数の割合は、 % であると考えられる。

	エ	オ
①	相補性	10
②	相補性	20
③	相補性	40
④	相補性	60
⑤	対称性	10
⑥	対称性	20
⑦	対称性	40
⑧	対称性	60

問 5 下線部(e)に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 分裂期は、G₁ 期、S 期、および G₂ 期に分けられる。
- ② 分裂期において、DNA が複製される。
- ③ 分裂期において、染色体が凝縮する。
- ④ G₁ 期における細胞あたりの DNA 量は、G₂ 期における細胞あたりの DNA 量の 2 倍である。

問 6 下線部(f)に関して、次の文章中の カ ～ ケ に入る語句と数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 6

DNA の遺伝情報は、RNA を経てタンパク質へと一方向に伝達される。多細胞生物の各体細胞の遺伝情報は カ，各体細胞では遺伝情報の キ が発現している。DNA の遺伝情報を写し取った RNA である mRNA は、DNA と同様に、ヌクレオチドが鎖状に結合したものである。mRNA を構成するヌクレオチドは、ク 種類であり、mRNA の連続した ケ 個の塩基によって、1 個のアミノ酸が指定される。

	カ	キ	ク	ケ
①	同じで	一 部	4	3
②	同じで	一 部	4	4
③	同じで	一 部	5	3
④	同じで	一 部	5	4
⑤	異なり	全 部	4	3
⑥	異なり	全 部	4	4
⑦	異なり	全 部	5	3
⑧	異なり	全 部	5	4

生物基礎

第2問 生物の体内環境の維持に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。(配点 16)

A ヒトには、体液濃度を一定に保つはたらきがある。体液の濃度調節には腎臓が重要な役割を担っている。腎臓は、からだの水分量やナトリウムイオンなどの物質の濃度を調節し、老廃物とともに尿として排出している。腎臓に入る動脈は枝分かれし、複雑に絡み合って **ア** を構成する。**ア** を包み込む袋状の構造がボーマンのうであり、ボーマンのうは細長い管の **イ**，そして集合管につながる。水、グルコース、アミノ酸、無機塩類などは、ろ過されて原尿になる。からだに必要な物質は、**イ** や集合管を流れる間に、再吸収されて、**ウ** に戻される。残った原尿中の老廃物などは、尿としてぼうこうに貯められ、尿道から体外に排出される。

問1 上の文章中の **ア** ～ **ウ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 **7**

	ア	イ	ウ
①	糸球体	毛細血管	動脈
②	糸球体	毛細血管	静脈
③	糸球体	細尿管	動脈
④	糸球体	細尿管	静脈
⑤	腎小体	毛細血管	動脈
⑥	腎小体	毛細血管	静脈
⑦	腎小体	細尿管	動脈
⑧	腎小体	細尿管	静脈

問 2 健康なヒトの血しょう、原尿、および尿の成分を調べたところ、表 1 の結果が得られた。表 1 から導かれる考察として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 8

表 1

成 分	血しょう (重量%)	原 尿 (重量%)	尿 (重量%)
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	0.31	0.31	0.35
尿 素	0.03	0.03	2.0

- ① タンパク質は、ろ過されて原尿に移行するが、その全てが再吸収される。
- ② グルコースは、原尿中に排出され、その全てが尿中に排出される。
- ③ 原尿中のナトリウムイオンは、その全てが再吸収される。
- ④ 尿素は、原尿中に排出され、再吸収されにくい。
- ⑤ 原尿と尿の各々の成分の重量%は、ほぼ等しい。

生物基礎

問 3 単位時間あたりにボーマンのうにろ過される血しょう量をろ過量という。

腎機能の指標となるろ過量を調べるため**実験 1**を行ったところ、図 1 の結果が得られた。図 1 から導かれる考察として適当なものを、下の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

9

10

実験 1 イヌリンは、キク科植物の根に含まれる糖類で、ヒトの体には含まれず、体内で利用されない。また、ろ過されるが再吸収はされないため、ろ過量の評価に用いられる。成人 A と成人 B に対して、イヌリン 3 g を静脈に注射した。静脈注射後の血中イヌリン濃度と、尿中に排出されたイヌリン量を累積したもの(イヌリン総排出量)の時間変化を、図 1 に示す。

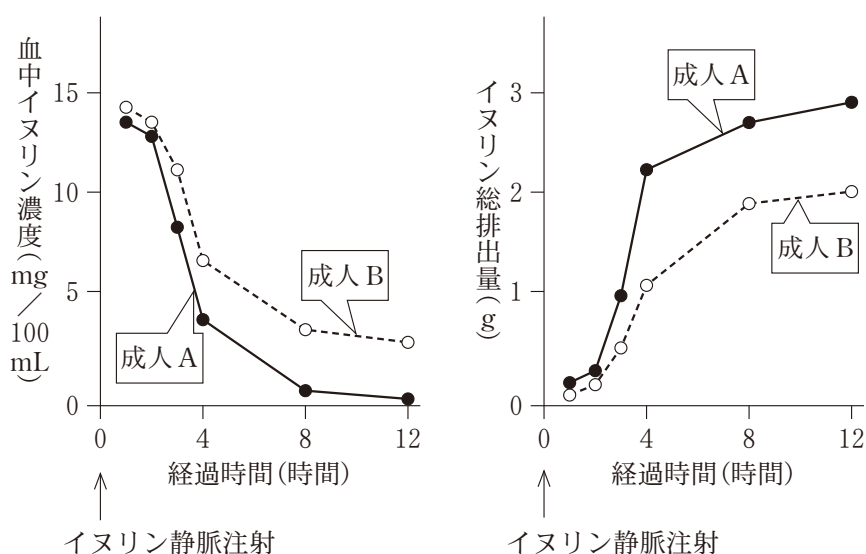


図 1

- ① 成人 A では、インスリン静脈注射後 8 時間の時点で、インスリン総排出量は約 1 g である。
- ② 成人 A では、インスリン静脈注射後 12 時間の時点で、投与したインスリンは、ほぼ全て尿中に排出された。
- ③ 成人 B では、インスリン静脈注射後 12 時間の時点で、血中インスリン濃度は、ほぼ 0 に近づく。
- ④ 成人 B では、インスリン静脈注射後 8 時間の時点で、投与したインスリンは、ほぼ全て尿中に排出された。
- ⑤ 成人 A と成人 B とともにインスリンは尿中に排出されるが、血中インスリン濃度は一定に保たれている。
- ⑥ 成人 A のろ過量は成人 B のろ過量よりも多いため、血中インスリン濃度は、成人 A では成人 B よりも低くなる。

生物基礎

B ヒトでは、血液中に分泌された^(a)ホルモンは、全身に運ばれ、標的器官に作用し、それぞれの器官のはたらきを調節する。

図2は、ホルモン分泌の調節にはたらく視床下部と脳下垂体を示している。図中のCとDは、視床下部に細胞体を持ち、ホルモンを分泌する **工** 細胞である。Cの突起の末端から毛細血管に分泌された **オ** ホルモンは、血流によって脳下垂体に到達し、**カ** の分泌が促進される。

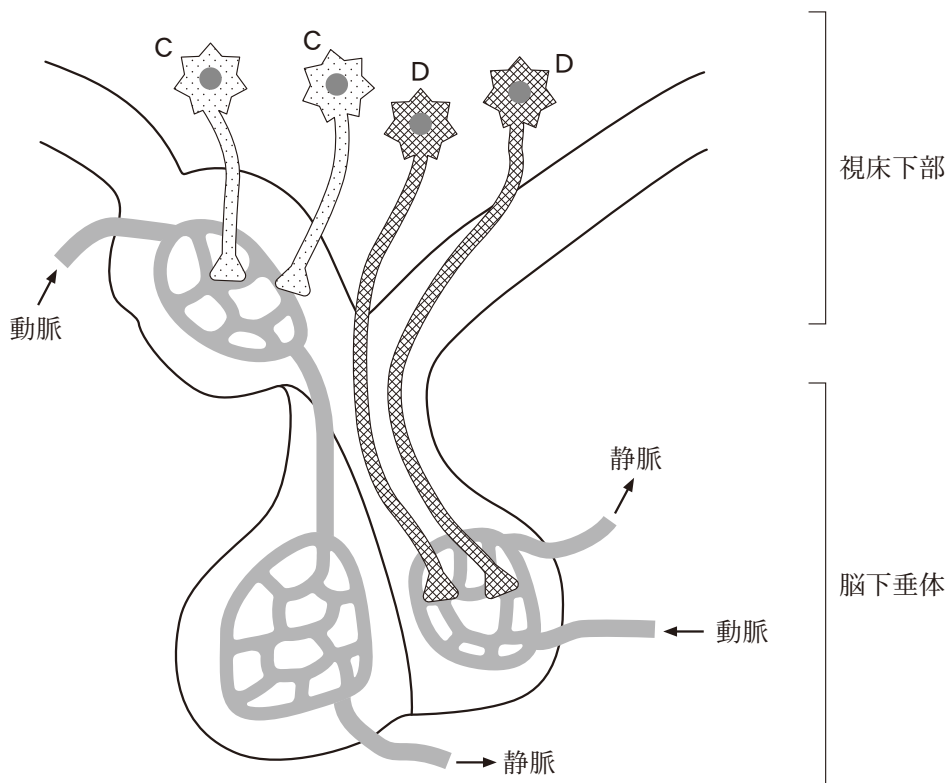


図 2

問 4 上の文章中の **エ** ～ **カ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 **11**

	エ	オ	カ
①	内分泌	放 出	甲状腺刺激ホルモン
②	内分泌	放 出	バソプレシン
③	内分泌	抑 制	甲状腺刺激ホルモン
④	内分泌	抑 制	バソプレシン
⑤	神経分泌	放 出	甲状腺刺激ホルモン
⑥	神経分泌	放 出	バソプレシン
⑦	神経分泌	抑 制	甲状腺刺激ホルモン
⑧	神経分泌	抑 制	バソプレシン

問 5 下線部(a)に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **12**

- ① 一つの内分泌腺は、1 種類のホルモンを分泌する。
- ② 1 種類のホルモンは、1 種類の標的器官にはたらく。
- ③ 1 種類の標的器官には、1 種類のホルモンがはたらく。
- ④ ホルモンの種類は、血糖濃度を上昇させるものより、血糖濃度を下げるものの方が多い。
- ⑤ 糖質コルチコイドは、血糖濃度が高いとフィードバックを受けて分泌が促進される。
- ⑥ 標的細胞は、特定のホルモンに結合する受容体をもつ。

生物基礎

第3問 生物の多様性と生態系に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。(配点 16)

A ある地域に生息している全ての生物と、その地域の非生物的環境とを一つのまとまりとしてみたものを生態系という。生態系内の生物は、非生物的環境から様々な影響を受ける一方、(a)生物も非生物的環境に影響を与える。生態系内に存在する生物は、食う－食われるの関係によってつながっており、いくつかの栄養段階に分けられる。栄養段階ごとの個体数や生物量の関係は、アとして示されることがある。

生態系は復元力をもち、例えば、森林が山火事によって破壊されても、イによって元のような状態に戻る。また、(b)川や海に汚濁物質が流入しても、泥や岩への吸着や生物によるはたらきによって水中の汚濁物質の量が減少する。しかし、生態系の復元力を超える大規模な攪乱かくらんが起きた場合には、元のような状態に戻らないことがある。

問1 上の文章中のア・イに入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。13

	ア	イ
①	エネルギーの流れ	一次遷移
②	エネルギーの流れ	二次遷移
③	食物網	一次遷移
④	食物網	二次遷移
⑤	生態ピラミッド	一次遷移
⑥	生態ピラミッド	二次遷移

問 2 下線部(a)の例として**適当でないもの**を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

14

- ① 樹木が生育すると，その下は暗くなり，1日の温度変化も小さくなる。
- ② ミミズが土壌中の有機物を食べ，粒状の糞^{ふん}をすることで，土壌の水はけがよくなる。
- ③ 植物プランクトンの異常増殖によって水の濁りが増し，水底に届く光が減る。
- ④ 野生化したヤギの食害によって，森林が裸地となり，表土が流出しやすくなる。
- ⑤ キーストーン種がいなくなることによって，生態系内の生物の種数や各種の個体数が変化する。
- ⑥ マングローブ(マングローブ林)が発達すると，その内部の水の流れが弱くなる。

生物基礎

問 3 下線部(b)に関連して、有機物を多量に含む汚水の流入がある河川において、汚水流入部の上流側から下流側にかけての水質を調べたところ、図1の結果を得た。また、図1中の地点1～4で、川底の岩や石に付着している生物のうち、有機物を無機塩類に分解する細菌類を調べ、各地点の相対量を図2に示した。川底の岩や石に付着している生物のうち、無機塩類を栄養分として利用する藻類を調べたとき、その各地点の相対量のデータが当てはまるグラフとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 15

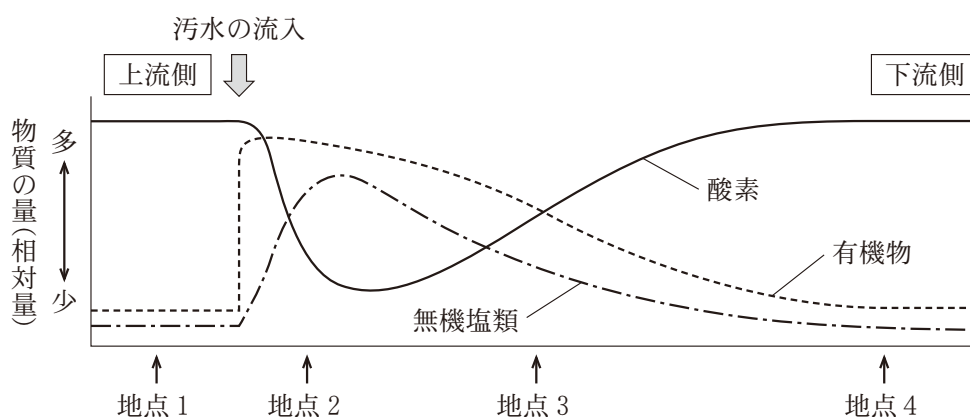


図 1

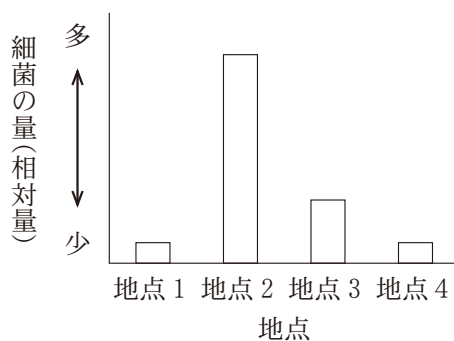
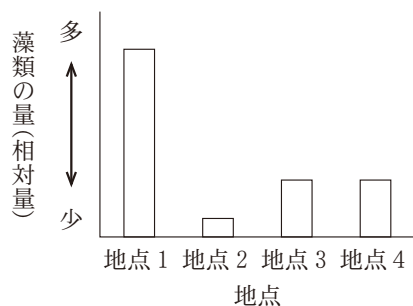
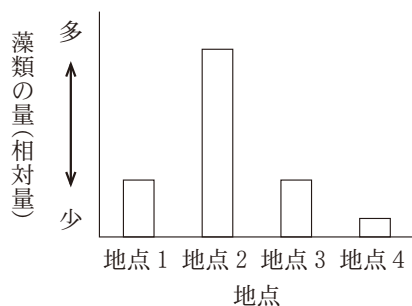


図 2

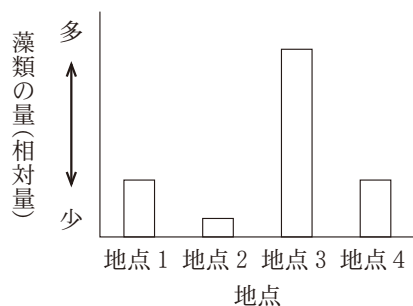
①



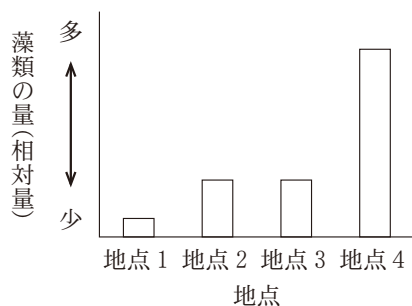
②



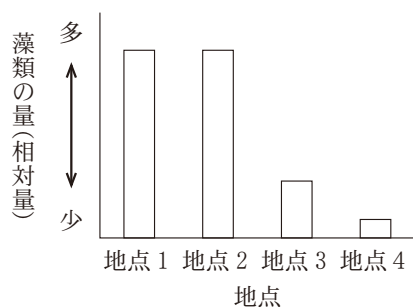
③



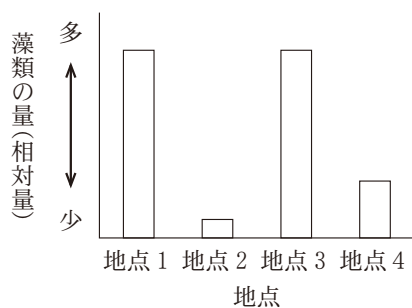
④



⑤



⑥



生物基礎

B 火山活動が活発なハワイ島には、狭い地域の中に、過去の噴火によって形成された多数の溶岩台地がある。形成後の年数(古さ)が異なる溶岩台地の間で、台地上の植生や土壌の状態を比較することによって、遷移の過程を調べることができる。古さが異なる溶岩台地における植生の状態を調べたところ、表1の結果が得られた。

表 1

溶岩台地の古さ(約)	群落高(m)*	種数	主な植物種の被度(%)**					
			草本 A	低木 B	高木 C	シダ D	高木 E	木生シダ F***
10 年	0	10	0.1	0.1	—	—	0.01	—
50 年	3	25	0.1	0.1	2	29	5	0.6
140 年	7	36	0.1	2.5	22	78	15	0.1
300 年	10	64	—	1.1	24	7	8	73
1400 年	22	62	—	0.1	42	—	15	83
3000 年	18	60	—	0.6	—	10	43	88

*群落高：調査地に生えている植物の平均的な高さ(小数点以下は切り捨て)。

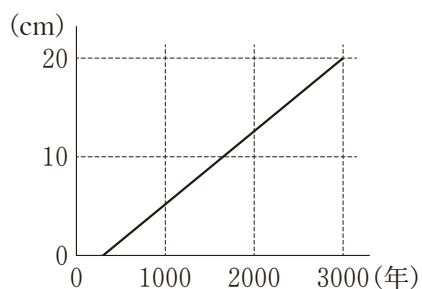
**被度：その植物種の葉で覆われる地面の面積率。「—」は存在しないことを示す。

***木生シダ：成長すると数メートルの高さに達するシダのなかま。

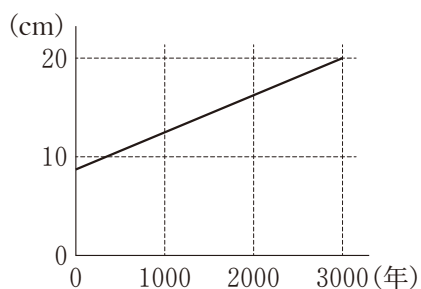
問 4 表 1 の各調査地において土壌の深さを調べたとき、溶岩台地の古さ(横軸)と土壌の深さ(縦軸)との関係を示すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

16

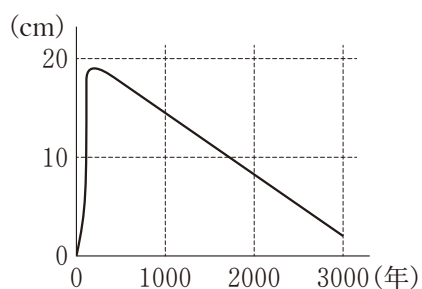
①



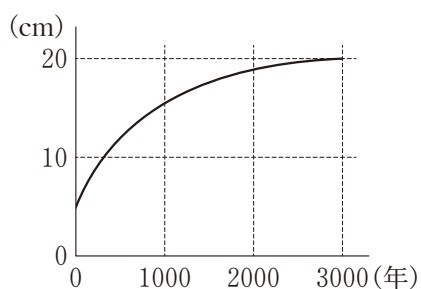
②



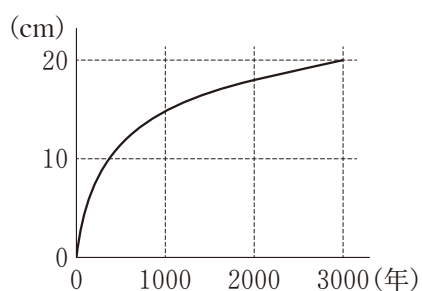
③



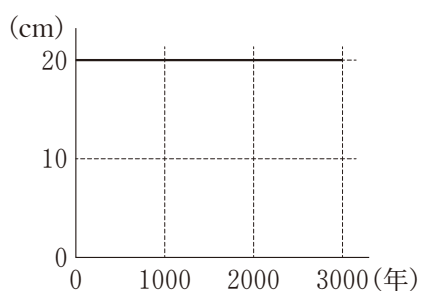
④



⑤



⑥



生物基礎

問 5 表 1 の結果から導かれる，この調査地における遷移についての説明として
適当なものを，次の①～⑧のうちから二つ選べ。ただし，解答の順序は問わ
ない。 17 ・ 18

- ① 極相種は高木 C である。
- ② 遷移の進行に伴い，優占種は草本→シダ→低木→高木の順に移り変わる。
- ③ 遷移の進行に伴い，シダ植物は減少していく。
- ④ 植物の種数は，最初の 300 年間は，遷移の進行に伴い増加する。
- ⑤ 植物の種数は，植被率(主な植物種の被度の合計)が大きいほど減少する。
- ⑥ 植物の種数は，群落高に比例して増加する。
- ⑦ 植被率は，遷移開始から約 50 年後より，約 300 年後の方が大きい。
- ⑧ 群落高は，遷移開始から約 300 年で最大値に達する。