

早稲田大学 人間科学部
2020年度 入試問題の訂正内容

<人間科学部 一般入試>

【生物】

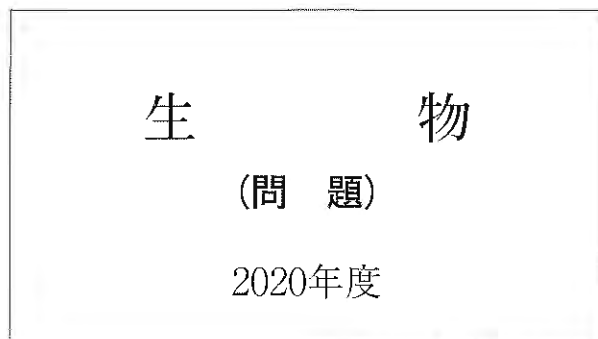
●問題冊子6ページ：設問Ⅲ 問1 選択肢

選択肢⑥はありません。

●問題冊子11ページ：設問Ⅴ 問5

選択肢に正解として扱うことができるものが複数ありましたので、そのいずれを選択した場合も得点を与えることといたします。

以上



〈R02145319〉

注 意 事 項

1. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないこと。
2. 問題は2～11ページに記載されている。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせること。
3. 解答はすべて、HBの黒鉛筆またはHBのシャープペンシルで記入すること。
4. マーク解答用紙記入上の注意
 - (1) 印刷されている受験番号が、自分の受験番号と一致していることを確認したうえで、氏名欄に氏名を記入すること。
 - (2) 所定欄以外に受験番号・氏名を記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
 - (3) マーク欄にははっきりとマークすること。また、訂正する場合は、消しゴムで丁寧に、消し残しがないようによく消すこと。

マークする時	● 良い	○ 悪い	○ 悪い
マークを消す時	○ 良い	○ 悪い	○ 悪い

5. 解答はすべて所定の解答欄に記入すること。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
6. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き解答用紙を裏返しにすること。
7. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出すること。

I DNA の基本構造と性質、複製に関する下記の文章を読み、各問いに答えなさい。

遺伝において、親から子や孫へ伝わる情報を遺伝情報といい、その担い手が ^(ア) DNA (デオキシリボ核酸) であることが ^(イ) 1940年代のエイブリーらの研究により明らかとなった。その後、DNAの複製のしくみについて、次の仮説 A, B, Cの3つの可能性が提示された。

仮説A 半保存的複製：複製されてできた娘分子は親鎖と娘鎖を1本ずつ有する。

仮説B 保存的複製：一方の娘分子は親鎖2本からなり、もう一方の娘分子は娘鎖2本からなる。

仮説C 分散的複製：娘分子のそれぞれの鎖は、部分的に親鎖と娘鎖が混在する。

ただし、複製後の2本鎖DNAを娘分子と呼ぶこととする。

1950年代にメセルソンとスタールは、天然に多く存在する¹⁴N(窒素)よりも質量が大きい同位体¹⁵Nを利用して、“仮説A DNAは半保存的複製されること”が正しいことを証明した。

仮説Aが正しいことを再検証するために大腸菌を用いて同様の実験を行った。まず、大腸菌を¹⁵N培地(¹⁵Nのみを含む培地)で何代も培養した。これにより、DNAに含まれるすべての窒素を¹⁵Nに置換した。次に、この大腸菌を¹⁴N培地(¹⁴Nのみを含む培地)に移し、続けて培養を行った。そして、^(ウ) ¹⁴N培地で1回、2回、3回・・・と分裂した大腸菌からDNAを抽出した後、塩化セシウム溶液中で平衡密度勾配遠心することにより、密度に応じてDNAを分離した。平衡密度勾配遠心では遠心力と拡散の平衡により塩化セシウムの密度勾配ができる。一定密度の物質が遠心管内に単一の層を形成することを利用してDNAの密度を確認した。その結果、図1のような結果が得られた。現在、^(エ) ¹⁵N以外の同位体も細胞周期研究をはじめ、様々な用途に広く利用されている。

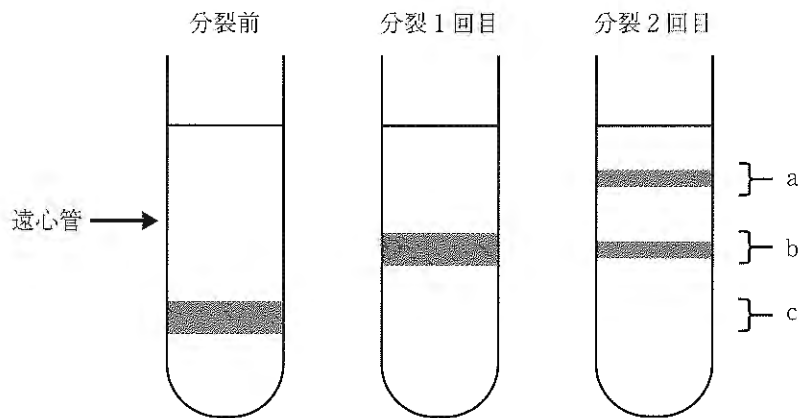


図1 平衡密度勾配遠心によるDNAの分離(遠心管中の太線はDNAを示す)

問1

下線部(ア)に関して、大腸菌のゲノムは一般的に環状2本鎖DNA1つからなり、その複製は1カ所(複製開始点)から始まり両方向に進行することが知られている。大腸菌ゲノムの複製が0.75時間で完了すると仮定した時、DNAポリメラーゼがDNA鎖を伸長する速度として最も適切なものを次の①~⑥の中から1つ選びなさい。ただし、大腸菌のゲノムを460万塩基対として計算せよ。

- ① 204,444 塩基/秒 ② 102,222 塩基/秒 ③ 51,111 塩基/秒
 ④ 3.407 塩基/秒 ⑤ 1,704 塩基/秒 ⑥ 852 塩基/秒

問2

下線部 (イ) に関して、1952年にハーシーとチェイスはバクテリオファージというウイルスを用いて遺伝子の本体がDNAであることを証明した。この際、バクテリオファージのDNAに含まれている特定の元素を同位体におきかえることで、この証明を可能にした。置きかえた同位体として最も適切なものを次の①～⑩の中から1つ選びなさい。

- ① ^2H ② ^3H ③ ^{12}C ④ ^{13}C ⑤ ^{15}O
 ⑥ ^{16}O ⑦ ^{32}P ⑧ ^{33}P ⑨ ^{34}S ⑩ ^{35}S

問3

下線部 (ウ) に関して、抽出したDNAには、図1のa, b, cに示したように複数の密度のDNAが含まれている。大腸菌がn回分裂した直後のa, b, cの位置にあるDNAの量の比率はどれだけか。a, b, cに含まれるDNA量をP, Q, Rとし、その比をP' : Q' : R'として最も簡単な整数で表したとする。P'の値として最も適切なものを次の①～⑫の中から1つ選びなさい。

- ① $2n - 1$ ② $2n$ ③ $2n + 1$ ④ $2^{n-1} - 1$ ⑤ 2^{n-1} ⑥ $2^{n-1} + 1$
 ⑦ $2^n - 1$ ⑧ 2^n ⑨ $2^n + 1$ ⑩ $2^{n+1} - 1$ ⑪ 2^{n+1} ⑫ $2^{n+1} + 1$

問4

下線部 (エ) に関して、活発に増殖している培養細胞の細胞周期を調べるために、培養液中に放射性同位体である ^3H で標識したチミジンを添加する方法がある。

実験では、 ^3H で標識したチミジンを培養細胞の培養液に添加した。その30分後、この培養液を完全に除去した。次に ^3H で標識したチミジンを含まない培養液に変え、細胞培養を続けた。 ^3H で標識したチミジンが取り込まれた細胞の染色体の存在は、ある方法により黒い点の発色として確認した。

^3H で標識したチミジンを含まない培養液に変えた後に、初めて観察された分裂期前期の培養細胞の染色体を調べた。この染色体に、黒い点が確認されたのは、 ^3H で標識したチミジンを含んだ培養液を除去した後、最も遅い時間で約何時間か。次の①～⑫の中から最も適切なものを1つ選びなさい。実験では同じ培養細胞を用いて、ある時点での細胞周期と対応する細胞数も調べており、表1に、その結果を示している。実験に用いた培養細胞の細胞周期は25時間であった。

表1 培養細胞で観察された、細胞周期の各期と細胞数の関係

細胞周期の各期	S	G ₁	G ₂	M
観察された細胞数 (個)	273	351	234	117

- ① 3時間 ② 6時間 ③ 7時間 ④ 9時間 ⑤ 10時間 ⑥ 12時間
 ⑦ 13時間 ⑧ 15時間 ⑨ 16時間 ⑩ 18時間 ⑪ 22時間 ⑫ 39時間

II 腎臓での尿生成に関する下記の文章を読み、各問いに答えなさい。

腎臓は、血しょうから不要な物質を取り除き、排出する器官である。人では、多量の血液が常に腎臓に流れ込み、血しょうから不要な成分が取り除かれる。

腎臓では、物質をろ過し、さらに再吸収することで、不要な成分を濃縮している。アでは、動脈血を血圧の力で押し出し、血球とタンパク質だけを除き、そのほかの成分をイへ取り出す。この取り出された液体が原尿で、成人では、1日でA Lに達する。

原尿の中には、濃縮して排出すべき不要な成分と、水、アミノ酸や無機塩類などの生きていくために必要な成分が混在している。必要な成分は、原尿がウなどを通過する際に、周囲の毛細血管へ戻される。これを再吸収と呼ぶ。再吸収の過程を経て、不要な成分が濃縮され、尿が作られる。尿は、腎う、ぼうこう、尿道の順に輸送され、体外へ排出される。ある被験者では1日で1.45 Lの尿を排出していた。このように、原尿に比べて尿量が少ないことから、原尿の水分のほとんどが再吸収されていることがわかる。

ネフロンは、尿をつくる最小の構造単位であり、アとイを合わせたエとウからなっている。ネフロンは腎臓1個に約B万個あり、全体として腎臓の機能を支えている。

表2に血しょう、原尿、尿中に含まれる物質の濃度を質量パーセントで示している。この物質の中で、濃縮率の高いものが排出すべき不要な成分と考えられる。ただし、表中のイヌリンは、人の体には存在しない物質である。このデータは、イヌリンを実験的に血液に注入し、その後得られたデータである。イヌリンは、アで、ろ過されるが、再吸収されずに尿中に排出される物質である。

表2 血しょう、原尿、尿中の物質の濃度 (質量%)

成分	血しょう	原尿	尿
ナトリウムイオン	0.32	0.32	0.35
カリウムイオン	0.02	0.02	0.15
クレアチニン	0.001	0.001	0.075
尿素	0.03	0.03	2.0
アンモニア	0.001	0.001	0.04
尿酸	0.004	0.004	0.05
グルコース	0.1	0.1	0
タンパク質	8	0	0
イヌリン	0.01	0.01	1.2

問1

ア～エのいずれか3つに入る言葉の組合せとして、最も適切な組み合わせを次の①～⑧の中から1つ選びなさい。

- ① ア：糸球体 イ：ボーマンのう ウ：腎小体
- ② ア：腎静脈 ウ：輸尿管 エ：腎小体
- ③ ア：ボーマンのう イ：糸球体 エ：紡錘体
- ④ イ：糸球体 ウ：門脈 エ：ボーマンのう
- ⑤ ア：糸球体 イ：門脈 エ：腎小体
- ⑥ ア：腎静脈 ウ：門脈 エ：ボーマンのう
- ⑦ イ：ボーマンのう ウ：細尿管 エ：腎小体
- ⑧ ア：紡錘体 イ：腎小体 ウ：細尿管

問2

と に入る数値の組合せとして、最も適切なものを次の①～⑫の中から1つ選びなさい。なお、 は、表2と本文中に示した被験者の尿量から計算すること。

	A	B
①	145	100
②	75	1000
③	120	10
④	188	100
⑤	145	10
⑥	68	100
⑦	75	100
⑧	68	1000
⑨	174	10
⑩	120	100
⑪	188	10
⑫	174	100

問3

表2から3番目に濃縮率(倍)の高い物質を選んだとき、その濃縮率と再吸収率(%)の組み合わせとして、最も適切なものを次の①～⑫の中から1つ選びなさい。ただし、等からの物質の分泌はなく、物質の濃縮は再吸収だけにより起こったとする。

- ① 40倍, 33% ② 40倍, 40% ③ 40倍, 60% ④ 40倍, 67%
 ⑤ 67倍, 33% ⑥ 67倍, 44% ⑦ 67倍, 56% ⑧ 67倍, 67%
 ⑨ 75倍, 33% ⑩ 75倍, 38% ⑪ 75倍, 62% ⑫ 75倍, 67%

問4

表2の物質について考えたとき、本文中の被験者において1日の再吸収量が(1) 6g, (2) 550gに最も近い物質は何か。最も適切なものを次の①～⑧の中から各々1つ選びなさい。ただし、等からの物質の分泌はなく、物質の濃縮は再吸収だけにより起こったとする。

- ① ナトリウムイオン ② カリウムイオン ③ クレアチニン ④ 尿素
 ⑤ アンモニア ⑥ 尿酸 ⑦ グルコース ⑧ タンパク質

Ⅲ ヒトのホルモン、およびその調節や作用に関する下記の文章を読み、各問いに答えなさい。

問1

ホルモンの多くは、ある特定の分泌細胞で産生され、次に血液によって運搬され、標的となる器官や組織の細胞の受容体に結合し、その作用を発現する。インスリンは多くの細胞に糖の取り込みを促し、血糖値を調節する。血糖値の調節については、インスリン以外に、血糖値を上昇させるホルモンであるグルカゴンなどが関与している。このように複数のホルモンが関与して行われる調節もあるが、単一のホルモンのみで調節が行われている場合もある。以下の作用のうち、脳下垂体から分泌される単一のホルモンで調節されているものはどれか。次の①～⑧の中から適切なものを2つ選びなさい。

- ① 血圧 ② 男子の二次性徴 ③ 尿の量 ④ 乳汁の分泌
⑤ 血中ナトリウムイオン濃度 ⑦ 骨端線の維持と成長 ⑧ 骨髄における赤血球の産生

問2

血液中のカルシウム濃度は、主に2種類のホルモンによって調節されている。カルシウム濃度を上昇させるホルモンは、(A)という内分泌器官で産生される(B)というホルモンである。また、(B)の作用を介して血中のカルシウム濃度に関係する臓器や器官には(C)などがある。

(1) 次の(i)および(ii)の問いに答えなさい。

(i) (A)にあてはまる最も適切なものを次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

- ① 甲状腺 ② 脳下垂体 ③ 腎臓 ④ 副甲状腺 ⑤ 胸腺 ⑥ 副腎髄質

(ii) (B)にあてはまる最も適切なものを次の①～⑥から1つ選びなさい。

- ① チロキシン ② カルシトニン ③ パラトルモン ④ アンドロゲン
⑤ 鉍質コルチコイド ⑥ 成長ホルモン

(2) (C)にはいくつかの臓器や器官が該当する。次の①～⑥の中から適切なものを3つ選びなさい。

- ① 腎臓 ② 胃 ③ 肝臓 ④ 骨 ⑤ 小腸 ⑥ 大腸

問3

図2は若年の健康な成人女性の性周期に伴う子宮内膜の変化を示している。また、同時に観察された卵巣内の1部の細胞群や組織の模式図も示している。横軸は観察の開始日を0日としている。なお、子宮内膜と細胞の図の縮尺は異なっている。

(1) 子宮内膜の増殖や肥厚の維持にかかわるホルモンのうち、脳下垂体から分泌されているものを次の①～⑧から適切なものを3つ選びなさい。

- ① エストロゲン ② 卵胞刺激ホルモン ③ 生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン
④ 黄体形成ホルモン ⑤ プロラクチン ⑥ 生殖腺刺激ホルモン放出抑制ホルモン
⑦ オキシトシン ⑧ メラノトロピン

(2) 観察14日前後で見られるものはどれか。次の①～⑥の中から適切なものを3つ選びなさい。

- ① 黄体形成ホルモンの急速な分泌増加
- ② プロゲステロン血中濃度が最大になる
- ③ 卵巣細胞の増殖が活発である
- ④ 排卵
- ⑤ エストロゲン血中濃度の急な低下
- ⑥ 子宮内膜の脱落

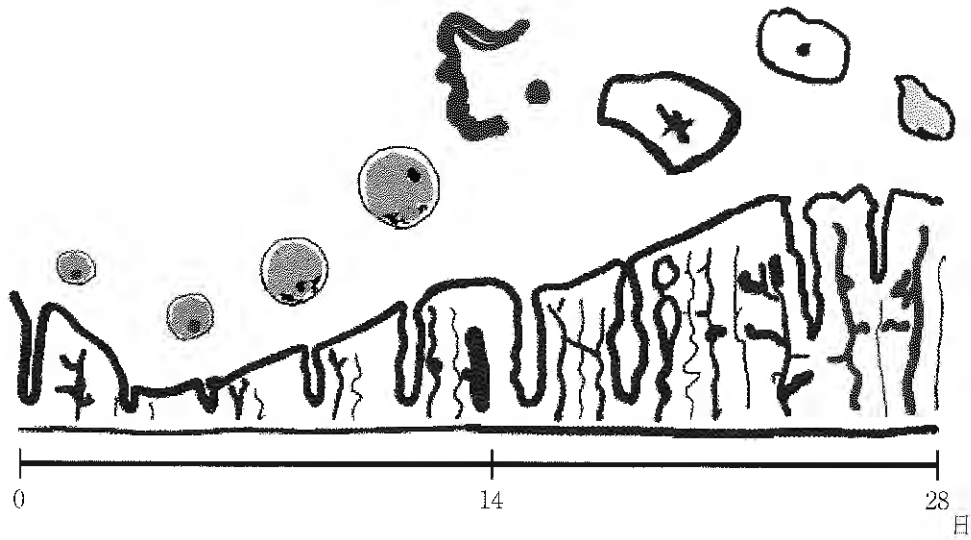


図2 子宮内膜の変化と卵巣で観察された細胞群や組織

IV ヒトの免疫に関する下記の文章を読み、各問いに答えなさい。

問1

免疫機能には体液が重要な役割を果たす。体液には異物を食作用によって取り込み抗原提示を行う細胞が存在し、これには(ア)や(イ)がある。表皮に分布する(イ)はランゲルハンス細胞と呼ばれる。リンパ球は(ウ)に存在する幹細胞に由来し、(エ)で分化・成熟する(オ)や、(エ)を経ないで分化・成熟する(カ)がある。(オ)は以前に感染したことがあるウイルスや感染細胞を攻撃して排除する適応免疫の役割があり、一方(カ)は抗体を産生して異物を無毒化する。

- (1) (ア)に入る最も適切な単語を語群Aの中から一つ選びなさい。
- (2) (イ)に入る最も適切な単語を語群Aの中から一つ選びなさい。
- (3) (ウ)に入る最も適切な単語を語群Bの中から一つ選びなさい。
- (4) (エ)に入る最も適切な単語を語群Bの中から一つ選びなさい。
- (5) (オ)に入る最も適切な単語を語群Aの中から一つ選びなさい。
- (6) (カ)に入る最も適切な単語を語群Aの中から一つ選びなさい。

語群A

- | | | | | |
|-------|-----------|--------|--------------|---------|
| ① 好中球 | ② マクロファージ | ③ 樹状細胞 | ④ ナチュラルキラー細胞 | ⑤ T細胞 |
| ⑥ B細胞 | ⑦ 好酸球 | ⑧ 好塩基球 | ⑨ 肥満細胞 | ⑩ 造血幹細胞 |

語群B

- | | | | | | | |
|------|------|------|--------|------|------|-------|
| ① 脾臓 | ② 肝臓 | ③ 骨髄 | ④ リンパ節 | ⑤ 胸腺 | ⑥ 小腸 | ⑦ 扁桃腺 |
|------|------|------|--------|------|------|-------|

問2

ヒトの免疫反応についての記述で適切なものを次の①～⑩の中から2つ選びなさい。

- ① 臓器移植で使用される免疫抑制剤シクロスポリンはキラーT細胞からのサイトカイン放出を促進して免疫反応を抑制する。
- ② ヘルパーT細胞は抗原提示を受けB細胞を活性化する。
- ③ 花粉症などのアレルギー反応に働く免疫グロブリンは主としてIgMである。
- ④ 抗原が最初に侵入することで起きる抗体産生量の上昇(1次応答)は記憶B細胞(メモリーB細胞)により引き起こされる。
- ⑤ クロイツフェルト・ヤコブ病やウシの海綿状脳症(BSE)は脳神経細胞へのウイルス感染により発症する。
- ⑥ 臓器移植の際の拒絶反応は抗原抗体反応による体液性免疫である。
- ⑦ 一度血清療法を受けたヒトが、同じ血清療法を再び行くと激しい副作用が起きることがある。
- ⑧ 免疫系の分化の途中の過程では自己成分と強く反応するリンパ球の産生は起こらない。
- ⑨ 出生直後に胸腺を除去したマウスを成長させた後に、異なるMHC(主要組織適合性抗原)を有する別のマウス個体の皮膚片を移植すると拒絶され脱落する。
- ⑩ 一卵性双生児の間で腎臓移植を行う場合でも拒絶反応が起きる。

問3

ある高校の生徒180人のABO式血液型に関わる免疫反応を分析したところ、A型血清（A型のヒトの血清）で凝集反応を起こす人が90人、抗A血清（凝集原Aと反応する血清）で凝集反応を起こす人が80人だった。どちらの血清でも凝集反応を起こさなかった人が40人だった。この集団で血液型がAB型の人は何人か。次の①～⑩の中から最も適切なものを一つ選びなさい。

- ① 10 ② 15 ③ 20 ④ 25 ⑤ 30 ⑥ 35 ⑦ 40 ⑧ 45 ⑨ 50 ⑩ 60

問4

以下の文章を読み、(1)～(4)の問いに答えなさい。

純系（近交系）マウスは全ての対立遺伝子をホモ接合体で持ち、拒絶反応の研究などに用いられる。マウスa系統とマウスb系統は組織適合性抗原の遺伝子型aa、bbを各々有する別系統のマウスである。このマウスを用いて以下の実験を行った。

実験1：a系統のマウス個体の皮膚片をb系統の個体に移植すると10日後に脱落した。

実験2：a系統のマウス個体の皮膚片を実験1で使用したb系統の個体に再度移植したところ、移植後4日後に脱落した。

実験3：出生直後のb系統個体にa系統の胸腺細胞を注射して、生育させ個体b'を得た。その後、a系統個体の皮膚片を個体b'に移植した。

実験4：a系統のオス個体とb系統のメス個体を交配し、メスの仔F₁を得た。成長したF₁個体に、父親の皮膚片を移植した。

実験5：b系統のメス個体に実験4で得たF₁の皮膚片を移植した。

実験6：出生直後のb系統マウスの胸腺を除去し成長させた後に、別のb系統個体から分離した骨髄を移植した。この個体にa系統の皮膚片を移植した。

(1) 実験3で移植皮膚片はどのようになると予測されるか、次の①～③の中から最も適切なものを一つ選びなさい。

- ① 10日後に脱落する ② 4日後に脱落する ③ 生着する

(2) 実験4で移植皮膚片はどのようになると予測されるか、次の①～③の中から最も適切なものを一つ選びなさい。

- ① 10日後に脱落する ② 4日後に脱落する ③ 生着する

(3) 実験5で移植皮膚片はどのようになると予測されるか、次の①～②の中から適切なものを一つ選びなさい。

- ① 脱落する ② 生着する

(4) 実験6で移植皮膚片はどのようになると予測されるか、次の①～②の中から適切なものを一つ選びなさい。

- ① 脱落する ② 生着する

V 森林分布とその総生産量に関する下記の文章を読み、各問いに答えなさい。

日本における植生遷移では、暖温帯では (a) 常緑広葉樹が極相林を構成し、冷温帯（とくに日本海側の豪雪地帯）ではブナが極相林を構成する。ブナ林は (b) 更新により世代交代しながら極相林を維持することが知られており、図3はそうした林齢の異なるブナ林の (c) 総生産量を示している。

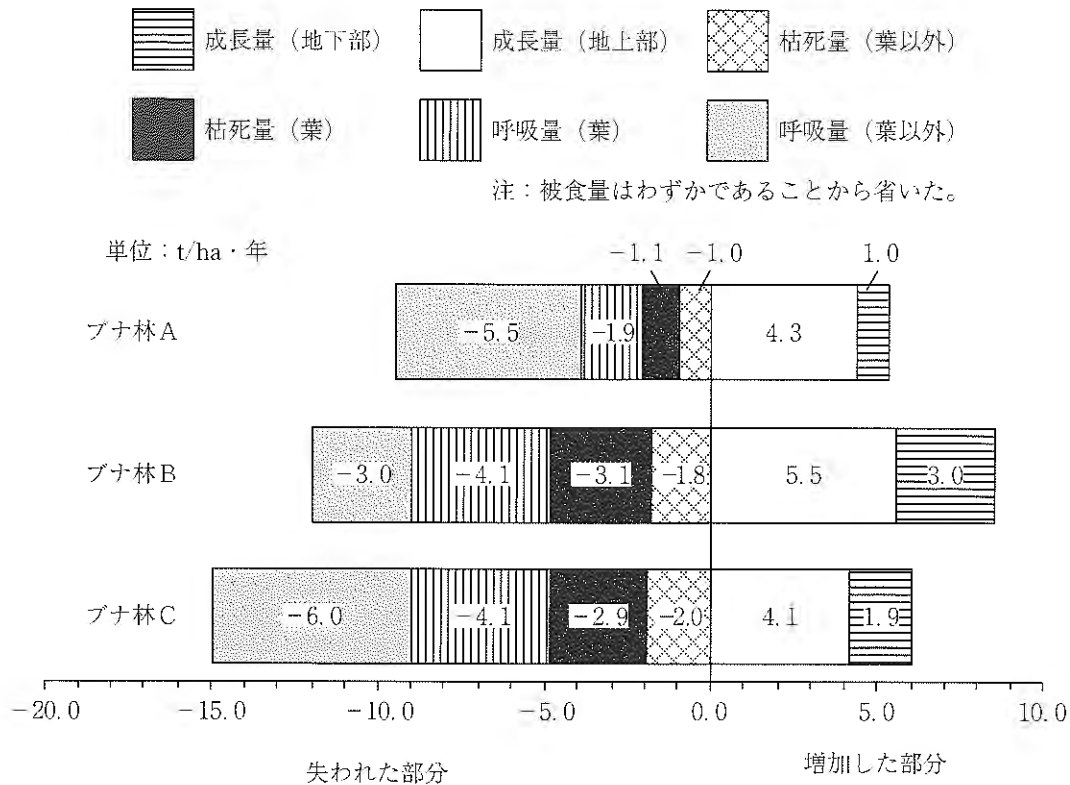


図3 ブナ林における総生産量

問1

下線部 (a) に関して、暖温帯で極相林を構成する代表的な高木と低木の組み合わせとして、次の①～⑥の中から最も適切なものを1つ選びなさい。

【高木】

- ① ミズナラ・サワグルミ
- ② カラマツ・ダケカンバ
- ③ スダジイ・クスノキ
- ④ タブノキ・アラカシ
- ⑤ アカマツ・スギ
- ⑥ ヒノキ・スギ

【低木】

- クロモジ・ユズリハ
- ナナカマド・チャノキ
- ヤブニツケイ・ヒサカキ
- シャクナゲ・クロモジ
- チャノキ・イロハモミジ
- ユズリハ・チャノキ

問2

下線部 (b) に関して、ブナ林のギャップ更新の説明として、次の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びなさい。

- ① 倒れた樹木の幹の上から新しく芽生え、朽ちた倒木を栄養分にして更新が進むこと。
- ② 台風等で林冠を構成していた高木が倒れ、林床の光環境が好転することで更新が進むこと。
- ③ 土壌中に休眠している種子が、地滑り等のかく乱で一齐に発芽し更新が進むこと。
- ④ 薪炭材の収集等を目的に高木を伐採し、その切り株から萌芽が発生して更新が進むこと。
- ⑤ 野生動物により種子が散布され、それが母樹から離れた場所で発芽し更新が進むこと。

問3

下線部 (c) に関して、図3中のブナ林Aの葉の呼吸量は総生産量の何%か、次の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びなさい。

- ① 12.8% ② 35.8% ③ 9.4% ④ 11.4% ⑤ 26.4%

問4

下線部 (c) に関して、図3中のブナ林Bの純生産量として、次の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選びなさい。

- ① 8.5t/ha・年 ② 5.5t/ha・年 ③ 3.0t/ha・年 ④ 4.4t/ha・年 ⑤ 13.4t/ha・年

問5

図3のブナ林A、B、Cのうち、それぞれの林齢に関する説明として、次の①～⑧の中から適切なものを2つ選びなさい。

- ① ブナ林Aは呼吸量(葉)が最も小さい。3つのブナ林の中では最も高林齢だと考えられる。
- ② ブナ林Bは枯死量(葉)と呼吸量(葉)が最も大きい。3つのブナ林の中では最も高林齢だと考えられる。
- ③ ブナ林Cは呼吸量(葉以外)が増加し、枯死量(葉以外)も大きい。3つのブナ林の中では最も高林齢だと考えられる。
- ④ ブナ林Aは枯死量(葉以外)と枯死量(葉)が最も小さい。3つのブナ林の中では最も高林齢だと考えられる。
- ⑤ ブナ林Bは成長量(地上部)が最も大きい。3つのブナ林の中では最も高林齢だと考えられる。
- ⑥ ブナ林Cは成長量(地下部)が大きく、枯死量(葉以外)と枯死量(葉)も大きい。3つのブナ林の中では最も若林齢だと考えられる。
- ⑦ ブナ林Aは成長量(地下部)と成長量(地上部)の合計が最も小さい。3つのブナ林の中では最も若林齢だと考えられる。
- ⑧ ブナ林Bは成長量(地下部)と成長量(地上部)が最も大きい。3つのブナ林の中では最も若林齢だと考えられる。

[以下余白]