

# 生物基礎

# 生物基礎

## 第1問

細胞と遺伝子に関する次のA・Bの文章を読み、問1～10に答えよ。

A すべての生物のからだは細胞でできている。細胞の構造には生物の種類によって異なる点と共通する点がある。表1は、さまざまな生物の細胞（細胞P～T）について、核（核膜）、ミトコンドリア、葉緑体、細胞壁の存在の有無をまとめたものであり、表中の+はその構造体が存在することを、-はその構造体が存在しないことを示している。

表1

	細胞P	細胞Q	細胞R	細胞S	細胞T
核（核膜）	-	+	+	+	+
ミトコンドリア	-	+	+	+	+
葉緑体	-	+	+	-	-
細胞壁	+	+	-	+	-

問1 原核生物に関する次の記述a～cのうち、正しい記述の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 解答番号

- a 原核生物は他の生物の細胞内でしか増殖できない。
- b 原核生物の中には光合成を行うものもいる。
- c 原核生物はエネルギーの受け渡しにATPを利用する。

- ① aのみ                      ② bのみ                      ③ cのみ                      ④ aとb
- ⑤ aとc                        ⑥ bとc                        ⑦ aとbとc

問2 イシクラゲ，大腸菌，ユレモのうち，細胞内の構造体の有無に関して表1の細胞Pにあてはまる細胞からなる生物を過不足なく含むものを，次の①～⑦のうちから一つ選べ。 解答番号

- ① イシクラゲ
- ② 大腸菌
- ③ ユレモ
- ④ イシクラゲ，大腸菌
- ⑤ イシクラゲ，ユレモ
- ⑥ 大腸菌，ユレモ
- ⑦ イシクラゲ，大腸菌，ユレモ

問3 オオカナダモの葉の細胞，パン酵母，マウスの肝臓の細胞は，細胞の構造の有無に関して，それぞれ表1の細胞Q～Tのどの細胞にあてはまるか。その組み合わ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。 解答番号

	オオカナダモの葉	パン酵母	マウスの肝臓
①	細胞Q	細胞S	細胞S
②	細胞Q	細胞S	細胞T
③	細胞Q	細胞T	細胞S
④	細胞Q	細胞T	細胞T
⑤	細胞R	細胞S	細胞S
⑥	細胞R	細胞S	細胞T
⑦	細胞R	細胞T	細胞S
⑧	細胞R	細胞T	細胞T

問4 細胞に関する記述として誤っているものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。

解答番号

- ① ミトコンドリアでは、呼吸によってグルコースが合成される。
- ② 葉緑体では、光のエネルギーを吸収して光合成が行われる。
- ③ 細胞膜は厚さ5～10 nmの膜であり、細胞の内部と外部を隔てている。
- ④ 細胞壁は細胞を保護し、細胞の形を保持する役割をもつ。
- ⑤ 真核細胞において、核以外の部分を細胞質という。
- ⑥ 成熟した植物細胞では、発達した大きな液胞がみられることがある。
- ⑦ 細胞内で細胞小器官が流れるように動く現象を、原形質流動という。

問5 浅漬けの漬物の汁をスライドガラスにとり、メチレンブルー液で染色して顕微鏡で観察したところ、図1のように、2種類の生物(XとY)が観察された。この2種類の生物と図1の右下のスケールバー(図における長さを示すための単位表示)に関する記述として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

解答番号

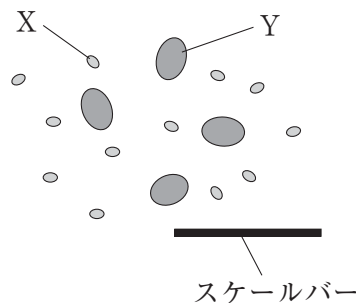


図1

- ① Xは乳酸菌、Yは酵母であり、スケールバーの長さは2  $\mu\text{m}$ を示す。
- ② Xは乳酸菌、Yは酵母であり、スケールバーの長さは20  $\mu\text{m}$ を示す。
- ③ Xは乳酸菌、Yは酵母であり、スケールバーの長さは200  $\mu\text{m}$ を示す。
- ④ Xは酵母、Yは乳酸菌であり、スケールバーの長さは2  $\mu\text{m}$ を示す。
- ⑤ Xは酵母、Yは乳酸菌であり、スケールバーの長さは20  $\mu\text{m}$ を示す。
- ⑥ Xは酵母、Yは乳酸菌であり、スケールバーの長さは200  $\mu\text{m}$ を示す。

**B** 細胞内におけるタンパク質合成は、DNA の遺伝情報に基づいて行われる。DNA の遺伝情報をもとにタンパク質が合成されることを、遺伝子の発現という。遺伝子が発現する過程は、転写と翻訳の2段階からなる。転写の過程では、DNA の塩基配列が写し取られて mRNA が合成され、翻訳の過程では、mRNA の塩基配列がアミノ酸配列に読み替えられてタンパク質が合成される。

**問6** DNA と RNA は、いずれもヌクレオチドが構成単位となっている。図2は、ヌクレオチドの構造を模式的に示したものである。この図に関する下の記述 a～f のうち、正しい記述の組み合わ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。 解答番号

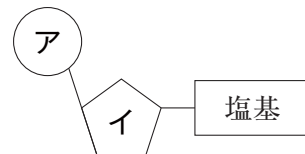


図2

- a アは糖であり、イはリン酸である。
- b アはリン酸であり、イは糖である。
- c DNA と RNA では、アもイも構造が同じである。
- d DNA と RNA では、アは構造が同じであるが、イは構造が異なる。
- e DNA と RNA では、アは構造が異なるが、イは構造が同じである。
- f DNA と RNA では、アもイも構造が異なる。

- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| ① a, c | ② a, d | ③ a, e | ④ a, f |
| ⑤ b, c | ⑥ b, d | ⑦ b, e | ⑧ b, f |

問7 ある遺伝子の塩基配列の一部が「GATCAGT」であるとき、この配列を鋳型として合成される mRNA の塩基配列として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 解答番号

- ① GATCAGT                      ② GAUCAGU                      ③ CTAGTCA  
④ CUAGUCA

問8 多細胞生物の遺伝子の発現に関する次の記述 a～dのうち、正しい記述の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

解答番号

- a からだを構成する体細胞は、組織や器官に関わらず同じ遺伝情報をもつ。  
b からだを構成する体細胞は、組織や器官によって異なる遺伝情報をもつ。  
c 細胞で発現する遺伝子の種類は、体細胞の種類に関わらず同じである。  
d 細胞で発現する遺伝子の種類は、体細胞の種類によって異なる。

- ① a, c                      ② a, d                      ③ b, c                      ④ b, d

問9 光学顕微鏡で細胞を観察することにより、盛んに発現している遺伝子が染色体上のどこに存在するかを観察したい。この目的で観察を行うときに用いる材料として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 解答番号

- ① サケの精巣  
② タマネギの根端  
③ ブロッコリーの花芽  
④ ユスリカの幼虫のだ腺

**問10** 生物が自らを形成・維持するのに必要な最小限の遺伝情報をゲノムという。表2は、大腸菌とヒトについて、ゲノムの大きさ（ゲノムのDNAに含まれる塩基対の数）と、遺伝子の数の推定値を示したものである。表2から考えられる、ゲノムのDNAの中で遺伝子としてはたらく領域（アミノ酸を指定する領域）が占める割合に関する記述として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、大腸菌の一つの遺伝子には平均で350個のアミノ酸を指定する情報が含まれ、ヒトの一つの遺伝子には平均で750個のアミノ酸を指定する情報が含まれるものとする。

解答番号 

10
----

表2

	ゲノムの大きさ	遺伝子の数
大腸菌	約 500 万塩基対	約 4000 個
ヒト	約 30 億塩基対	約 20000 個

- ① 大腸菌のゲノムにおいて、遺伝子としてはたらく領域が占める割合は、およそ 0.1% である。
- ② 大腸菌のゲノムにおいて、遺伝子としてはたらく領域が占める割合は、およそ 30% である。
- ③ ゲノムの中で遺伝子としてはたらく領域が占める割合は、ヒトでは大腸菌のおよそ 5 倍である。
- ④ ゲノムの中で遺伝子としてはたらく領域が占める割合は、ヒトでは大腸菌のおよそ 600 倍である。
- ⑤ ゲノムの中で遺伝子としてはたらく領域が占める割合は、大腸菌ではヒトのおよそ 60 倍である。
- ⑥ ゲノムの中で遺伝子としてはたらく領域が占める割合は、大腸菌ではヒトのおよそ 120 倍である。

## 第2問

動物の体内環境に関する次のA・Bの文章を読み、問1～10に答えよ。

A 血液中のグルコースを血糖と呼ぶ。健康なヒトの空腹時の血糖値は血液 100 mL あたり約 100 mg であり、ヒトのからだには、血糖値を一定の範囲に保つさまざまなしくみが存在する。空腹時などに血糖値が低下すると、間脳の視床下部でこれが感知され、αグルカゴンやアドレナリン、糖質コルチコイドなどのホルモンの分泌が促されて、これらのはたらきで血糖値は上昇する。また、食後などに血糖値が上昇するとインスリンが分泌され、インスリンのはたらきで血糖値が低下する。

糖尿病はインスリンのはたらきが低下することが原因で起こる疾病であり、I型糖尿病とII型糖尿病に大別される。I型糖尿病は自己免疫疾患であり、インスリンを分泌する細胞が自己の免疫細胞によって攻撃され排除されることが原因で起こる。II型糖尿病はその多くが生活習慣病であり、さまざまな原因でインスリンの標的細胞のインスリン感受性が低下したり、インスリンの分泌量が低下したりする。

問1 下線部Aについて、グルカゴンの分泌の促進にはたらく自律神経の名称と、ランゲルハンス島に存在するグルカゴンを分泌する細胞の名称、および、グルカゴンの主要な標的器官の組み合わ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。 解答番号 

11
----

	自律神経	細胞	標的器官
①	交感神経	A細胞	すい臓
②	交感神経	A細胞	肝臓
③	交感神経	B細胞	すい臓
④	交感神経	B細胞	肝臓
⑤	副交感神経	A細胞	すい臓
⑥	副交感神経	A細胞	肝臓
⑦	副交感神経	B細胞	すい臓
⑧	副交感神経	B細胞	肝臓



問2 下線部イについて、アドレナリンと糖質コルチコイドに関する次の記述a～dのうち、正しい記述の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 解答番号

- a アドレナリンは、甲状腺から血液中に分泌される。
- b アドレナリンは、肝臓でのグリコーゲンの合成を促す。
- c 糖質コルチコイドは、副腎皮質から血液中に分泌される。
- d 糖質コルチコイドは、組織でのタンパク質からのグルコースの合成を促す。

- ① a, b      ② a, c      ③ a, d      ④ b, c      ⑤ b, d
- ⑥ c, d

問3 下線部ウについて、インスリンに関する記述として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 解答番号

- ① インスリンの分泌器官は、血糖値の上昇を直接感知してインスリンを分泌する。
- ② インスリンは、すい臓から血液中に分泌されるホルモンである。
- ③ インスリンは、I型糖尿病の患者に血糖値上昇時に投与されることがある。
- ④ インスリンは、血液から組織の細胞へのグルコースの取り込みを促進する。
- ⑤ インスリンは、組織の細胞におけるグルコースの消費を抑制する。

問4 糖尿病の検査の一つにグルコースクランプ法がある。この検査は、被験者にインスリンを持続的に注射して、血液中のインスリン濃度を一定に保ち、同時にグルコースを投与して、血糖値を一定の値に保つというものであり、血糖値を一定に保つために必要なグルコースの投与量を測定する。表1は、健康なヒト、インスリンの分泌能力が低下したヒト、インスリンの標的細胞のインスリン感受性が低下したヒトの3人について、この検査を行った結果を示している。この結果に関する次の記述a～dのうち、正しい記述の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 解答番号

表1

被験者 A	被験者 B	被験者 C
12	11	5

(数値はグルコースの投与量の相対値)

- a この検査は、おもに被験者のインスリン分泌能力を測定するために行われる。
- b インスリンの分泌能力が低下しているヒトは、被験者 A と被験者 B のいずれかである。
- c 健康なヒトは被験者 C である。
- d 被験者 C は他の被験者よりもインスリン感受性が低い。

- ① a, b      ② a, c      ③ a, d      ④ b, c      ⑤ b, d
- ⑥ c, d

B 腎臓は腹腔の背側に1対存在し、1個の腎臓にはネフロンが約100万個存在する。ネフロンは、毛細血管が球状にからみ合った **工**，**工** を取り囲むボーマンのう，および、原尿中の成分を再吸収する **オ** からなる。腎臓は、カ老廢物の排出や体液の塩分濃度の調節において重要な役割を果たす。

バソプレシンは脳下垂体の **キ** から分泌され、腎臓での水の再吸収を促す作用をもつホルモンである。ケバソプレシンが十分に分泌されると原尿中の水分が十分に再吸収され、最終的に原尿中の水分のうち0.8%のみが尿として排出される。これに対してケバソプレシンがまったく分泌されない場合、原尿中の水分のうち20%が尿として排出される。表2は、バソプレシンが十分に分泌されている健康なヒトにおける、血しょう中と尿中の各物質の濃度 (g/100mL) を示したものである。

表2

	血しょう	尿
タンパク質	8.0	0
グルコース	0.10	0
Na <sup>+</sup>	0.30	0.35

問5 Bの文章中の **工**・**オ**・**キ** に入る語の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 解答番号 **15**

- |   | 工   | オ   | キ  |
|---|-----|-----|----|
| ① | 腎小体 | 細尿管 | 前葉 |
| ② | 腎小体 | 細尿管 | 後葉 |
| ③ | 腎小体 | 集合管 | 前葉 |
| ④ | 腎小体 | 集合管 | 後葉 |
| ⑤ | 糸球体 | 細尿管 | 前葉 |
| ⑥ | 糸球体 | 細尿管 | 後葉 |
| ⑦ | 糸球体 | 集合管 | 前葉 |
| ⑧ | 糸球体 | 集合管 | 後葉 |

問6 下線部力について、体外に排出される老廃物の一つに尿素がある。尿素の合成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。

解答番号

- ① 肝臓において、アミノ酸を分解して生じるアンモニアから合成される。
- ② 肝臓において、脂肪を分解して生じるモノグリセリドから合成される。
- ③ 腎臓において、アミノ酸を分解して生じるアンモニアから合成される。
- ④ 腎臓において、脂肪を分解して生じるモノグリセリドから合成される。

問7 下線部クについて、バソプレシンが十分に分泌されているときの1時間あたりの尿の生成量が60 mLであるとき、原尿の生成量 (mL/時) として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 解答番号

- ① 6000 mL/時      ② 6500 mL/時      ③ 7000 mL/時      ④ 7500 mL/時

問8 表2について、健康なヒトで尿中にタンパク質とグルコースが含まれない理由に関する次の記述 a～dのうち、正しい記述の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 解答番号

- a タンパク質は、ボーマンのうにろ過されない。
- b タンパク質は、ボーマンのうにろ過された後にすべて再吸収される。
- c グルコースは、ボーマンのうにろ過されない。
- d グルコースは、ボーマンのうにろ過された後にすべて再吸収される。

- ① a, c      ② a, d      ③ b, c      ④ b, d

問9 血しょう中と尿中の  $\text{Na}^+$  濃度が表2の値であり、尿の生成量が60 mL/時、原尿の生成量が問7で解答した値であるとした場合の、1時間に再吸収される  $\text{Na}^+$  の質量 (g) として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

解答番号

- ① 18.5 g      ② 22.3 g      ③ 24.7 g      ④ 27.2 g

問10 下線部ケについて、仮に、バソプレシンが十分に分泌されているときと、バソプレシンが分泌されないときで、原尿の生成量が変わらないとすると、バソプレシンが分泌されないときの尿量は、バソプレシンが十分に分泌されているときのおよそ何倍になるか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。

解答番号

- ① 10倍                      ② 25倍                      ③ 100倍                      ④ 250倍

### 第3問

植生の遷移と物質循環に関する次のA・Bの文章を読み、問1～10に答えよ。

A 生物と環境の相互作用によって、時間の経過とともに植生が変化する現象を遷移という。遷移は一次遷移とア二次遷移に分けられる。裸地ができると、はじめに地衣類やコケ植物、あるいはススキやイタドリのような草本が侵入する。このような遷移の初期に現れる植物を、イ先駆植物と呼ぶ。その後は遷移の進行とともに草原→低木林→高木林と植生は変化し、高木林の優占種も陽樹→陰樹と変化して、最終的には植生を構成する種に大きな変化がみられない  と呼ばれる安定した状態に達する。

に達したような発達した森林では、高木層から 、低木層、草本層へと、林冠から林床へと垂直方向の  がみられる。

日本の暖温帯の丘陵帯に分布するある森林において、1 ha（ヘクタール）の調査地を設定し、その中に出現する2種類の樹種（種Pと種Q）について、その個体数と各個体の幹直径を調べる調査を行った。表1は、この結果をまとめたものである。

表1

幹直径 (cm)	～5	5～10	10～15	15～20	20～25	25～
種P	345	150	62	46	25	10
種Q	3	45	135	320	182	55

問1 下線部アについて、二次遷移に関する次の記述a～cのうち、正しい記述の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。

解答番号

- a 山火事や森林伐採の跡地、耕作が放棄された田畑などから始まる。
- b 遷移が始まる段階で既に土壌や埋土種子が存在している。
- c 安定した状態に達するまでに要する時間が一次遷移よりも短い。

- ① aのみ                      ② bのみ                      ③ cのみ                      ④ aとb
- ⑤ aとc                      ⑥ bとc                      ⑦ aとbとc

問2 下線部イについて、遷移の後期に出現する植物と比較して、先駆植物に一般にみられる特徴に関する次の記述a～cのうち、正しい記述の組み合わせとして最も適切なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 解答番号

- a 乾燥や貧栄養に対する耐性が高い。
- b 光飽和点が高く、明所での成長が速い。
- c 種子が大型で、種子の散布力が小さい。

- ① aのみ            ② bのみ            ③ cのみ            ④ aとb
- ⑤ aとc            ⑥ bとc            ⑦ aとbとc

問3 Aの文章中の  ～  に入る語の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 解答番号

- |   | ウ  | エ    | オ    |
|---|----|------|------|
| ① | 相観 | 亜高木層 | 垂直分布 |
| ② | 相観 | 亜高木層 | 階層構造 |
| ③ | 相観 | 中木層  | 垂直分布 |
| ④ | 相観 | 中木層  | 階層構造 |
| ⑤ | 極相 | 亜高木層 | 垂直分布 |
| ⑥ | 極相 | 亜高木層 | 階層構造 |
| ⑦ | 極相 | 中木層  | 垂直分布 |
| ⑧ | 極相 | 中木層  | 階層構造 |

問4 表1の種Pと種Qの一方は陽樹であり他方は陰樹である。表1の結果から導かれる考察として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

解答番号 

24
----

- ① この森林は安定した状態に達しており、時間が経過しても高木層を構成する樹種は変わらない。
- ② 種Pの芽生えは暗い林床で生育できないが、種Qの芽生えは暗い林床でも生育できる。
- ③ 種Qの方が幹直径が大きい個体が多いので、種Qが陰樹である。
- ④ 種Pと種Qの芽生えでは、種Qの方が光補償点が高い。

問5 表1に結果を示す調査を行った地域の森林でみられる陽樹と陰樹の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 解答番号 

25
----

	陽樹	陰樹
①	シラビソ	トドマツ
②	ミズナラ	ブナ
③	アカマツ	スダジイ
④	タブノキ	コナラ
⑤	アラカシ	ハイマツ



B 窒素 (N) は生物に不可欠な元素であり、生物のからだを構成する多くの種類の物質に含まれている。また、生態系では、生物と非生物的環境の間や生物間で窒素の移動がみられる。図1は、生態系における窒素の移動を模式的に示したものである。

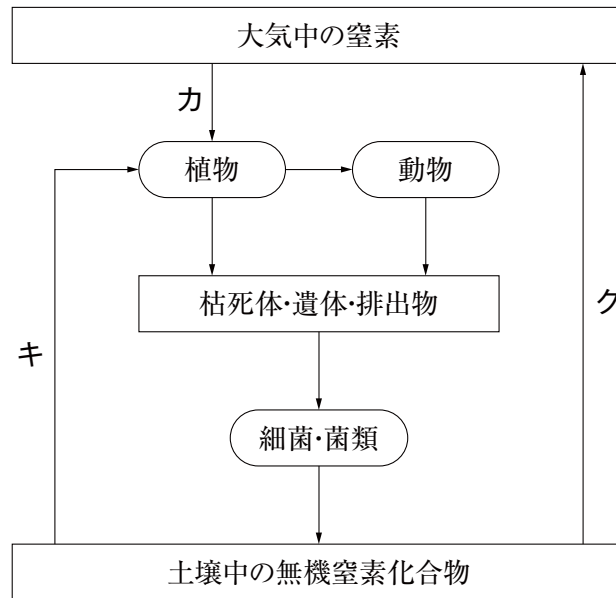


図1

問6 生物のからだを構成する次の物質a～cのうち、窒素を含む物質の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 解答番号 26

a タンパク質      b 核酸      c ATP

- ① aのみ      ② bのみ      ③ cのみ      ④ aとb  
 ⑤ aとc      ⑥ bとc      ⑦ aとbとc

問7 図1の力に示された窒素の移動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。 解答番号

- ① この過程は光合成であり、光エネルギーを利用して $N_2$ から有機窒素化合物が合成される。
- ② この過程は呼吸であり、有機窒素化合物を分解する過程でエネルギーが取り出される。
- ③ この過程は、植物に共生する細菌のはたらきによる反応であり、 $N_2$ からアンモニウムイオンなどの無機窒素化合物が合成される。
- ④ この過程は、植物に共生する菌類のはたらきによる反応であり、有機窒素化合物が分解されて無機窒素化合物になる。

問8 図1のキとクに示された窒素の移動は、どのような反応によるものか。その名称の組み合わ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。  
解答番号

- |   | キ    | ク    |
|---|------|------|
| ① | 脱窒   | 窒素固定 |
| ② | 脱窒   | 窒素同化 |
| ③ | 窒素固定 | 脱窒   |
| ④ | 窒素固定 | 窒素同化 |
| ⑤ | 窒素同化 | 脱窒   |
| ⑥ | 窒素同化 | 窒素固定 |

問9 土壌中の無機窒素化合物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。 解答番号

- ① 植物は土壌中のアンモニウムイオンを利用することはできるが、硝酸イオンを利用することはできない。
- ② 植物は土壌中のアンモニウムイオンも硝酸イオンも利用することができる。
- ③ 硝酸イオンは硝酸菌のはたらきで亜硝酸イオンに変えられる。
- ④ 亜硝酸イオンは亜硝酸菌のはたらきで硝酸イオンに変えられる。

問10 人間が化学肥料や堆肥<sup>たいひ</sup>を耕地にまくことが、生態系に大きな影響を与えることがある。表2は、イギリスのある地域の耕地の土壌において、1865年から1914年までの49年間における窒素の収支を示したものである。表2のデータから考えられる、堆肥などによってこの耕地に加えられた窒素のうち、河川などに流出した窒素の割合(%)として最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

解答番号 

30
----

表2

	窒素量 (相対値)
1865年の土壌中の窒素	4860
1914年の土壌中の窒素	6700
1年間あたりに堆肥などによって耕地に加えられた窒素	233
1年間あたりに作物の収穫で耕地から除かれた窒素	56

- ① 24                      ② 27                      ③ 40                      ④ 43  
 ⑤ 60                      ⑥ 73                      ⑦ 76                      ⑧ 90