

生 物（後期）

I 下記の文章を読み、設問に答えよ。

生体の構造と機能には多様な①有機窒素化合物がかかわっている。ほとんどの生物は大気中の窒素 (N_2) を直接利用して有機窒素化合物を合成することはできない。しかし、根粒菌やネンジュモのような生物は②大気中の N_2 をアンモニウムイオン (NH_4^+) に還元することができる。この働きを（ あ ）という。植物は、 NH_4^+ をはじめとした無機窒素化合物を利用して、（ い ）というアミノ酸にアミノ基を付加することで③グルタミンを合成する。グルタミンのアミノ基は④ケトグルタル酸に移され再び（ い ）を生じる。（ い ）のアミノ基を転移させることによって様々なアミノ酸が合成され、これらのアミノ酸を用いて多様な有機窒素化合物が合成される。ケトグルタル酸を利用したアミノ酸合成は植物に限らずほとんどの生物で行われる。

問1 （ あ ）, （ い ）の空欄に適切な語句を入れよ。

問2 下線部①について、有機窒素化合物であるものを a～f から全て選び、記号で答えよ。

a. DNA b. ヘモグロビン c. デンプン d. クロロフィル e. ATP f. 乳酸

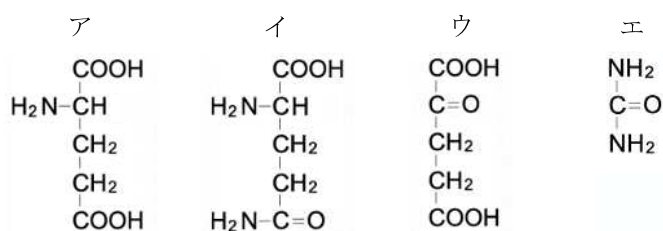
問3 下線部②について、根粒菌とネンジュモ以外にこの働きを有する生物を a～f から全て選び、記号で答えよ。

a. 酵母（酵母菌） b. アゾトバクター c. ミドリムシ d. クロストリジウム e. ゴウリムシ f. 大腸菌

問4 下線部②の働きを担う酵素（ニトロゲナーゼ）の活性は酸素 (O_2) によって阻害される。

- (1) マメ科植物の根粒内に共生している根粒菌は、 N_2 を NH_4^+ に還元できる。一方、共生せずに土壤中に存在している根粒菌においては、ニトロゲナーゼが働かず N_2 を NH_4^+ に還元できない。このことから、根粒内の環境についてどのようなことが考えられるか。
- (2) シアノバクテリアであるネンジュモは群体を構成して生活しており、群体を構成する細胞の一部が異質細胞に分化することがある。異質細胞は、下線部②の反応を行うが、通常の細胞と違って光合成を行わない。異質細胞の中で光合成が行われないことにはどのような意義があるか。

問5 下線部③について、グルタミンの構造をア～エから選び、記号で答えよ。



問6 下線部④に関して、

- (1) ケトグルタル酸は呼吸における主要な反応経路 A で生成される化合物の 1 つでもある。A の名称を答えよ。また、A が行われるのはミトコンドリア内の何と呼ばれる領域か。
- (2) 生体内でケトグルタル酸を用いてアミノ酸を合成する反応は可逆的であり、アミノ酸からケトグルタル酸を生じる反応も起こりうる。このことは、呼吸においてどのような意味を持つか、「呼吸基質」という語句を用いて説明せよ。

生 物（後期）

Ⅱ 下記の文章を読み、設問に答えよ。

気孔は明所では開き、暗所では閉じる。気孔の開口には青色光が有効であり、フォトトロピンが光受容体としてかかわっている。青色光の刺激を受けた（ 1 ）細胞では、細胞内の（ 2 ）が上昇することにより、水が流入する。その結果、（ 3 ）が上昇し、（ 1 ）細胞の体積変化にともなう変形により、気孔が開く。

気孔の開閉は植物ホルモンの制御も受ける。シロイヌナズナを用いて、気孔の開閉に対するアブシシン酸（ABA）とエチレンの作用を調べた。エチレンは、メチオニンを出発材料として、エチレンの前駆体である 1-アミノシクロプロパン-1-カルボン酸（ACC）を経てつくられる。ACC は ACC 合成酵素によって合成され、ACC 酸化酵素によってエチレンとなる。エチレンの発生量は植物体にどれだけ ACC が存在するかに依存する。シロイヌナズナでは、外から ACC を与えると、ただちにエチレンが発生することが知られている。シロイヌナズナの野生型と、常にエチレンが大量に発生し続ける突然変異体とを用いた実験結果を表（実験 1）に示す。

問 1 （ 1 ）～（ 3 ）の空欄に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部について、たとえば植物が傷害を受けると大量のエチレンが発生する。傷害を受けた植物体では、どのようなことが起こって大量のエチレンが発生したと考えられるか。ACC 合成酵素に着目して、可能性を 2 つあげよ。

問 3 実験 1 の突然変異体の結果から、気孔の開閉制御について、以下のように考察した。（ 4 ）～（ 8 ）の空欄に適切な語句を入れよ。なお、異なる番号の空欄に同じ語句が入ることもある。

「気孔の（ 4 ）での閉鎖と（ 5 ）による閉鎖とは独立に制御されている部分があり、（ 6 ）は（ 7 ）による閉鎖を抑制するが、（ 8 ）での閉鎖には関与しないと考えられる。」

問 4 植物ホルモンは、各ホルモンの受容体タンパク質に結合し、受容体タンパク質からの情報伝達の結果、ホルモンの作用があらわれる。野生型に、エチレンとエチレン受容体タンパク質との結合を阻害する薬剤 A を与えた場合と、ACC 合成酵素の活性を阻害する薬剤 B を与えた場合の実験（表：実験 2）それぞれの結果（ 9 ）～（ 12 ）を予想し、理由とともに、「開」か「閉」かを答えよ。

表

		薬剤	明所	暗所	明所 +ABA	明所 +ABA +ACC
実験 1	野生型	なし	開	閉	閉	開
	突然変異体	なし	開	閉	開	開
実験 2	野生型	+薬剤 A	開	閉	（ 9 ）	（ 10 ）
	野生型	+薬剤 B	開	閉	（ 11 ）	（ 12 ）

生 物（後期）

Ⅲ 下記の文章を読み、設問に答えよ。

動物の行動は一般に、遺伝的にプログラム化された生得的な行動と、1 生まれてからの経験や学習によって変化する行動が複雑に組み合わせられて形成されている。動物に特定の行動を引き起こさせる外界からの刺激を（ あ ）という。動物は、外界から受ける様々な刺激を用いて、自分のからだを特定の方向に向ける（ い ）を行う。（ い ）には、刺激の方向に移動する行動である走性も含まれる。

（ う ）動物門に属するアメフラシは、背中に水管とえらをもち、水管に接触刺激を与えると、えらを引っ込める反射行動（えら引っ込め反射）を示す。ところが、2 水管に同じ刺激を繰り返し与えると、やがては刺激を与えてもえらを引っ込めなくなる。このような現象は（ え ）と呼ばれる。（ え ）を起こしたアメフラシの尾部に電気刺激を与えると、水管への接触刺激によるえら引っ込め反射が復活する。このような現象は（ お ）と呼ばれる。さらに、より強い電気刺激をアメフラシの尾部に与えると、通常ではえら引っ込め反射を引き起こさない弱い接触刺激に対してもえらを引っ込める、3 鋭敏化が起こる。これにはセロトニンが関与している。鋭敏化には短期間しか持続しないものと 4 長期間持続するもの がある。

問1 （ あ ）～（ お ）の空欄に適切な語句を入れよ。

問2 下線部1について、学習に当てはまるものを次の a～e から全て選び、記号で答えよ。

- a. イトヨの攻撃行動 b. ニホンザルの芋洗い c. ヒキガエルの捕食行動
- d. チンパンジーのシロアリ釣り e. イヌに肉片を与えた際の唾液の分泌

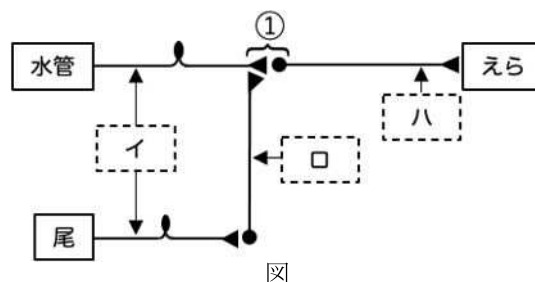
問3 図は、えら引っ込め反射に関するアメフラシの神経系を示している。

- 1) 図のイ～ハに当てはまるニューロンの名称を答えよ。
- 2) 次の a～d は、下線部2の際に図の①で起こる事柄に関する文章である。a～d それぞれの正誤を判断し、正しい場合は解答欄に○を記入し、誤りの場合は下線部分を訂正せよ。
 - a. 放出される神経伝達物質の量が増加する。
 - b. Ca^{2+} チャネルが活性化する。
 - c. 興奮性シナプス後電位が小さくなる。
 - d. シナプス小胞の数が減少する。

問4 下線部3について、セロトニンを受容したニューロンでは、ある種の K^+ チャネルが不活性化される。

その結果、活動電位の持続時間はどうか、理由とともに記せ。

問5 下線部4について、長期間持続する鋭敏化が起こる際には、どのような現象が起こるか、「シナプス」という語句を用いて説明せよ。



生 物（後期）

Ⅳ 下記の文章を読み、設問に答えよ。

ヒトの肝臓には、動脈からの血液と、消化管や臓器から（ １ ）という静脈を通ってくる血液が流れ込んでおり、これらを合わせると、心臓から出た血液の約 30% が流れ込む。一方、ヒトの腎臓には心臓から出た血液の約 20% が流れ込む。腎臓は、①濾過と再吸収によって水分量やイオン濃度の調節を行っている。水分の再吸収は、副腎（ ２ ）から分泌される（ ３ ）によるナトリウムイオンの再吸収にともなって行われ、また、（ ４ ）から分泌されるバソプレシンによっても促進される。②尿崩症は、バソプレシンの減少もしくはバソプレシンへの腎臓の反応性が低下することなどによって起こる疾患である。

問１ （ １ ）～（ ４ ）の空欄に適切な語句を入れよ。

問２ 下線部①について、健康な人の血漿、原尿、尿の成分は、表の通りである。インスリンは多糖類の一種で、静脈に注射するとボーマンのうで全て濾過され、再吸収を受けずに尿中に排出される。

表

成分	質量パーセント濃度 (%)		
	血漿	原尿	尿
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	0.3	0.3	0.34
カルシウムイオン	0.008	0.008	0.014
クレアチニン	0.001	0.001	0.075
尿素	0.03	0.03	2
尿酸	0.004	0.004	0.054
インスリン	0.01	0.01	1.2

１．タンパク質、グルコース、尿素の移動のパターンについて、最も適切なものをア～ウの記号で答えよ。

ア) ボーマンのうへ濾過されず、血液に残る。

イ) ボーマンのうへ濾過され、原尿からほぼ再吸収される。

ウ) ボーマンのうへ濾過され、原尿からほぼ再吸収されない。

２．尿が１分間あたり 1 mL 生成される場合、１分間あたり何 mL の原尿が生成されるか。また、水の再吸収率が 1% 減少すると、尿量は何倍になるか（有効数字 2 桁）。

３．濃縮率（血漿中の濃度に対する尿中の濃度）の高い物質はヒトにとってどのような物質か。

問３ 図の A, B は、ラット腎臓の集合管細胞において、バソプレシン処理前 (A) と処理後 (B) のアクアポリンの分布を調べたものである。アクアポリンが存在するところは白く見えている。C, D は、それぞれ A, B における細胞の、細胞膜、細胞質、核の位置を示した図である。1) アクアポリンはどのような働きを持つタンパク質か。2) アクアポリンの分布に着目し、水分の再吸収の促進におけるバソプレシンの役割を考察せよ。

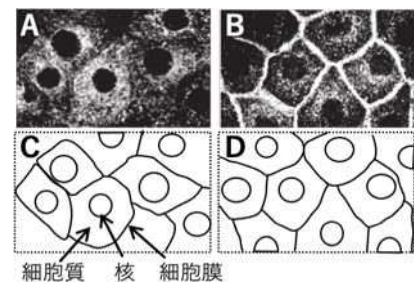


図 Nedvetsky ら (2009) を改変

問４ 下線部②について、尿崩症の患者の尿量は、健康な人に比べてどうなると考えられるか。

問５ 下線部②について、バソプレシン受容体遺伝子の突然変異による遺伝性の尿崩症が知られている。この遺伝子は X 染色体上にあり、尿崩症を引き起こす対立遺伝子は劣性遺伝子である。「この対立遺伝子が原因の尿崩症の父親を持つ、尿崩症でない女性」と、「尿崩症でない男性」との間に産まれる子が、この対立遺伝子が原因の尿崩症になる確率 (%) を男性、女性それぞれについて答えよ（有効数字 2 桁）。ただし、X 染色体の不活性化による影響はないものとする。