

問題番号 [1 3] <生態学>

性比に関する次の文章を読み、下の設問 (1) ~ (3) に答えなさい。(計 50 点)

多くの生物では、性比は 1:1 になっている。自然淘汰による適応の観点から、①1:1 の性比が最も安定することを示したのが R.A.Fisher であった。一方で、ハチ目(Hymenoptera)昆虫などでは②1:1 性比に従わない現象も知られている。またアブラムシのように植物に飛来したメスは③無性生殖と有性生殖を使い分ける生物も知られている。

- (1) ①を説明する Fisher 性比に関する以下の文章を読み、(ア) ~ (キ) に当てはまる適切な語句、数、もしくは数式を答えなさい。(各 2 点、計 14 点)

「オスとメスの比率が $1:x$ で与えられるとき、現存する個体数を N とすると、メスの数は (ア) となる。1 匹のメスの産仔数の平均を f とすると、次世代で生まれる仔の数は (イ) とあらわせる。これをオスの総数 (ウ) で割ると、オス 1 個体が残すことの出来る仔の数は (エ) となる。メス 1 個体が残す仔の数は f なので、オスとメスが残す 1 個体あたりの仔の数は、総個体数やメスの産仔数と関係なく、(オ):(カ) となる。ここから、自然淘汰は少ない比率の性を (キ) 方向にはたらくことがわかる。こうした自然淘汰が繰り返し作用し、性比が 1:1 となった時に安定する。」

- (2) ②に関連して、寄生蜂では性比がメスに偏る現象が知られているが、重複寄生(一匹の宿主に同じ種の寄生者が複数寄生すること)により性比が 1:1 に近づく。それはなぜだろうか? 「局所的配偶者競争 (local mate competition)」という言葉を使って 200 字以内で説明しなさい。(20 点)
- (3) ③に関連して、有性生殖は無性生殖と比べ、異性の探索や交尾時に捕食リスクなどから、繁殖上のコストが大きいと言われている。それにも関わらず、多くの生物が有性生殖を営んでいる。これは「有性生殖のパラドックス」と呼ばれており、遺伝子と適応度の観点から説明できる。以下のキーワードを全て使って、有性生殖が無性生殖よりも有利となる理由を 150 字以内で説明しなさい。(16 点)

キーワード：有利な突然変異、組換え、集団、適応度

問題番号 [1 4] <生態学>

以下の問い (1) ~ (3) に答えなさい。(計 50 点)

(1) ロトカ・ヴォルテラの 2 種の競争モデルは以下の式であらわすことができる。ここで N_1 、 N_2 は種 1、種 2 の個体群密度を表し、この 2 種の環境収容力を、それぞれ K_1 、 K_2 、内的自然増加率を r_1 、 r_2 とする。 α_{12} 、 α_{21} は競争係数である。

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1 + \alpha_{12} N_2}{K_1} \right)$$
$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \left(1 - \frac{N_2 + \alpha_{21} N_1}{K_2} \right)$$

ロトカ・ヴォルテラ競争式から得られる競争の結果は、種 1、種 2 それぞれの増加率がゼロになる N_1 と N_2 の 2 つのゼロ成長線の相対的な位置関係によって示される。以下 (a) と (b) の場合、 N_1 と N_2 の間に成り立つ関係をあらわす 2 つの直線を N_1 - N_2 平面に図示しなさい。また両種の競争の結果はどうなるか、図示した直線をもとにそれぞれ 150 字以内で説明しなさい。(各 15 点、計 30 点)

(a) $K_1 > K_2 \alpha_{12}$ かつ $K_2 > K_1 \alpha_{21}$

(b) $K_2 \alpha_{12} > K_1$ かつ $K_1 \alpha_{21} > K_2$

(2) 生物の体を構成する元素のうち、炭素の他に重要なものとして、窒素がある。窒素は大気中に窒素ガスとして大量に存在するが、植物などの生産者の多くはこれを直接利用することはできない。窒素が生態系の中を循環する際に重要な生物作用と人間活動作用の主なプロセスについて、200 字以内で説明しなさい。(10 点)

(3) メタンは二酸化炭素に次いで寄与率の高い温室効果ガスであり、メタンのフラックスにおいて微生物が媒介するプロセスが重要な役割を果たしている。メタンが活発に生成される環境中では、メタンの酸化による分解も同様に活発であり、無酸素状態の堆積物や海洋においては、メタンの嫌氣的酸化による分解が知られている。この反応は標準的な生化学反応条件では熱力学的には進行しないが、メタン酸化古細菌と硫酸還元細菌の 2 種が共存することで可能となることを、種間水素伝播の語句を用いて 200 字以内で説明しなさい。(10 点)