

生態学 (1 / 3)

(注意) 問題 [1] [2] [3] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[1] 多くの陸上植物は、目立つ花をつけて動物を誘引し、動物の助けによって他家受粉を達成している。このような動物媒花の植物について、以下の問いに答えなさい。(計 30 点)

(1) 花の形態や色・香は、送粉動物の性質によって異なっている。マルハナバチ類、単独性のハナアブ類、夜行性のスズメガ類、ハチドリ類から 2 つを選び、2 つの動物群それぞれによって送粉される植物の花の特徴を説明しなさい。また、それらの特徴は、2 つの動物群のいずれかを誘引し、これらの動物によって効果的に送粉されるうえで、どのような点で適応的と考えられるかについて説明しなさい。(10 点)

(2) 人間のかく乱を強く受けた都市的環境では、送粉動物の個体数が少ない。このような環境に生育する動物媒花の植物には、部分的に自家受粉を行う種が多い。自家受粉を行うベネフィットとコストについて説明しなさい。(5 点)

(3) 送粉を行うハナバチ類のうち、ミツバチ類、マルハナバチ類、クマバチ類は社会性や子の養育法に関して異なる性質を持っている。その違いを説明しなさい。(10 点)

(4) ハナバチ類は、ひとつの株に咲いている花のうち一部だけを訪問して蜜や花粉を集め、別の株に移動することが知られている。この行動は、植物にとっては他家受粉が促進される点で有利だが、ハナバチ類にとっては同じ株の花間を移動するよりも異なる株に移動するコストのほうが大きいはずなので、同じ株にとどまる場合に比べて不利な行動をとっているように見える。ハナバチ類が、ひとつの株に咲いている花のうち一部だけを訪問する行動には、どのような適応的意義があるかを説明しなさい。(5 点)

生態学 (2 / 3)

(注意) 問題 [1] [2] [3] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[2] 共通する資源をめぐって競争する 2 種の個体数の変化については、以下のモデルで記述することができる。

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

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

ここで、 N_1 、 N_2 は種 1、種 2 の個体数、 r_1 、 r_2 は種 1、種 2 の内的自然増加率、 K_1 、 K_2 は種 1、種 2 の環境収容力、 α_{12} 、 α_{21} は競争係数である。2 種間の関係はこのように競争する場合のほかに、窒素固定をして他の植物の成長を促進するマメ科植物の場合のような、片利共生という関係が知られている。種 1 の個体数は種 2 の増加率を減らすが、種 2 の個体数は種 2 の増加率を増やすという関係がある場合には、種 1、種 2 の個体数の変化を以下のモデルであらわすことができる。

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1 - \alpha_{12} N_2}{K_1}\right),$$

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

このモデルについて、以下の問いに答えなさい。(計 20 点)

(1) 種 1、種 2 の個体数の変化率がゼロの場合における N_1 、 N_2 の関係をあらわす 2 つの一次式を求め、2 つの一次式の間を $N_1 - N_2$ 平面に図示しなさい。

(10 点)

(2) 種 1、種 2 の個体数の変化率が正の場合、負の場合の種 1、種 2 の個体数変化の方向を上記の $N_1 - N_2$ 平面に矢印で図示し、2 種が共存できるかどうかを説明しなさい。(10 点)

生態学（3 / 3）

（注意）問題 [1] [2] [3] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[3] 血縁個体間での利他的な性質が進化する条件は、Hamilton のルール（あるいは Hamilton の規則や Hamilton 則などとも呼ばれる）という、以下の不等式で与えられる

$$r \cdot B > C$$

ここで、 r は血縁度、 C は利他性に伴いその性質を持つ個体がこうむる適応度の減少の大きさ、 B は利他性の対象となる個体を受ける適応度の増加の大きさである。利他的な性質を含む社会的性質の進化に関する以下の問いに答えなさい。なお、とくに述べない場合には生物は二倍体であるとする。また、個体群は充分大きく、近親交配は見られないものとする。（計 50 点）

（1）メス個体 U とオス個体 W の間の子を V とする。個体 U の V に対する血縁度の値および個体 W の V に対する血縁度の値を答えなさい。（4 点）

（2）1 受精卵から複数の個体が発生し、同じ受精卵から発生した個体はクローンである生物がいる（たとえば、トビコバチ科の数種の寄生バチなど）。このような生物での、同じ受精卵から発生した複数の個体同士の間血縁度の値を答えなさい。（3 点）

（3）血縁度は 2 個体が同じ遺伝子を持つ確率とはどのような関係にあるのかを 100 字以内で説明しなさい。（12 点）

（4）Hamilton のルールを用いて、血縁に関係なく個体群全体からランダムに相手を選ぶ利他的性質が進化する条件を示しなさい。また、その条件から、このような利他的性質の進化についてわかることを述べなさい。（11 点）

（5）Hamilton のルールは、利他的性質の進化条件について考えられたものであるが、それ以外の社会的性質の進化条件をも与える。自分の適応度を P 上げ、自分との血縁度が 0.25 である血縁個体の適応度を Q 下げる利己的な性質は、 P と Q がどのような値のときに進化するかを、 P を横軸、 Q を縦軸としたグラフで示しなさい。（8 点）

（6）reciprocal altruism（互惠的利他性、相互利他性）とは何かを、150 字以内で説明しなさい。（12 点）