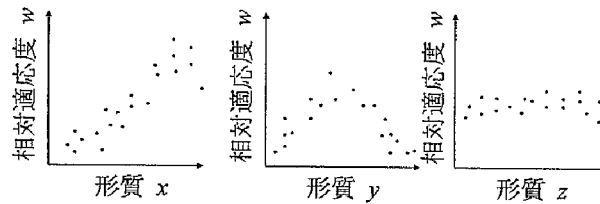


## 生態学 (1 / 3)

(注意) 問題 [1] [2] [3] [4] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[1] ある生物種において 3 つの量的形質値 ( $x, y, z$ ) と適応度を測定した。適応度の集団平均を 1 とした相対適応度  $w$  を各量的形質値に対して図示した結果、図のような関係がみられた。以下の問いに答えなさい。(計 20 点)



- (1) 図で示された結果をもとに、相対適応度と形質  $x, y, z$  の関係にみられる特徴を述べなさい。(6 点)
- (2) 形質値  $x$  と相対適応度  $w$  との関係調べると、 $w = 0.43x - 0.12$  という一次式で近似できたとする。また集団における表現型分散は 3.4 であった。この結果から、次世代の形質値  $x$  の平均は親世代のものとは比べてどれだけ変化すると期待できるか答えなさい。なお狭義の遺伝率は 0.3 であり、相対適応度の違いは形質  $x$  だけによるとする。(8 点)
- (3)  $x$  と  $y$  に対応すると考えられる形質の具体例を挙げ、その理由を説明しなさい。(6 点)

[2] 表現型可塑性に関する以下の問いに答えなさい。(計 15 点)

- (1) ある生物種の 2 つのクローン系統を環境 E1 と E2 において培養し形質を測定したところ、形質  $a$  については表現型可塑性が見られたが、形質  $b$  については見られなかった。このとき、環境と形質  $a$  および  $b$  の関係をこの 2 つのクローン系統について図示しなさい。なお形質  $a$  において、遺伝子型と環境の相互作用は無視できないとする。図示する際には、横軸に環境 E1 と E2、縦軸にそれぞれの形質値をとりなさい。(8 点)
- (2) 表現型可塑性が適応的であると考えられる状況を、具体例を挙げて説明しなさい。(7 点)

## 生態学 (2 / 3)

(注意) 問題 [1] [2] [3] [4] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[3] 食物網と生態系の物質循環に関する以下の問いに答えなさい。(計 30 点)

(1) ある生物群集において、食べる-食べられるの関係の総体を示す食物網を解析する際に、炭素と窒素の安定同位体を用いる手法がある。この分析手法の原理について、安定同位体の比率、栄養段階、食物連鎖、のすべての語句を用いて 150 字以内で説明しなさい。(8 点)

(2) 食べる-食べられるの関係は、捕食者と被食者の個体群動態を記述するロトカー-ヴォルテラのモデルで表すことができる。被食者(個体数  $N$ )は捕食者(個体数  $P$ )がいなければ内的成長率  $r$  で指数関数的に増加し、捕食者は被食者の密度に応じて一定の率  $a$  でそれを消費すると仮定すると、被食者の個体群動態は以下の式で表せる。

$$\frac{dN}{dt} = rN - aNP$$

餌がなければ捕食者は負の内的成長率  $q$  で指数関数的に減少するとし、消費した餌に応じて一定の率  $f$  で個体数が増加すると仮定すると、捕食者の個体群動態は以下の式で表せる。

$$\frac{dP}{dt} = faNP - qP$$

(a) 被食者と捕食者のそれぞれの個体群が平衡状態(増加も減少もしない状態、 $dN/dt=0$ ,  $dP/dt=0$ )にあるときの個体数  $N$  と  $P$  を  $a, r, f, q$  であらわしなさい( $N=P=0$ とする式は除外する)。(各 2 点で 4 点)

(b) ロトカー-ヴォルテラのモデルから予測される捕食者と被食者の個体数の変動と時間の関係を表す曲線を、縦軸に  $P$  と  $N$  を、横軸に時間をとった平面に図示しなさい。どちらの曲線が  $P$  と  $N$  を表すのか明示すること。(6 点)

(3) 生態系の中を循環する物質のなかでも、炭素は生物を構成する最も重要な元素である。地球全体での炭素循環にかかわる以下の 3 つの作用の主なプロセスについて、それぞれ 100 字以内で説明しなさい。(各 4 点で 12 点)

- (a) 生物作用
- (b) 物理化学的作用
- (c) 人間活動作用

## 生態学 (3 / 3)

(注意) 問題 [1] [2] [3] [4] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[4] 社会行動のうち、血縁関係にある個体間において、利他的な行動が進化する条件は、 $C < r \cdot B$  という不等式で表される。この不等式の  $C$  は、利他的行動により、その行動を行う個体自身がこうむる適応度の減少 (コスト) であり、 $B$  は利他的行動によりその行動の受け手となる個体を得る適応度の増加 (利益) である。 $r$  は、利他的行動を行う個体と受け手との間の血縁度である。以下の問いでは、有性生殖する 2 倍体の生物の大きな個体群で、近親交配が起こっていないものとする。(1) ~ (6) の各問いに答えなさい。(計 35 点)

(1) 利他的行動を行う個体と受け手がクローンであり遺伝的に同一であるとき、血縁度はどのような値になるか答えなさい。また、その値よりも、血縁度が高くなる時はあるか答えなさい。(3 点)

(2) 親と子の間の血縁度の値を答えなさい。(2 点)

(3) メス個体  $\alpha$  とオス個体  $\beta$  の間に兩個体の子である個体  $\sigma$  と個体  $\tau$  が生まれ、一方、メス個体  $\alpha$  と別のオス個体  $\gamma$  の間に個体  $\omega$  が生まれたとする。個体  $\sigma$  と個体  $\tau$  の間、個体  $\omega$  と個体  $\tau$  の間、個体  $\sigma$  と個体  $\omega$  の間の血縁度の値をそれぞれ答えなさい。(6 点)

(4) 自分の適応度を  $X$  だけ下げるとともに、個体群からランダムに選ばれた個体の適応度を  $Y$  だけ高める、利他的行動が進化する条件を、上記の不等式を使って表し、その条件の意味するところを 50 字以内で説明しなさい。(10 点)

(5) 自分の適応度を  $W$  だけ高めるとともに、血縁度が 0.125 すなわち  $1/8$  である個体の適応度を  $Z$  だけ高める、社会行動が進化する条件を、上記の不等式を使って表し、その条件の内容を 50 字以内で説明しなさい。(4 点)

(6) 上記の不等式に登場する、血縁度  $r$  とはどのような量か、2 つの個体が同じ遺伝子を持つ確率という語句を必ず使って、100 字以内で説明しなさい。(10 点)