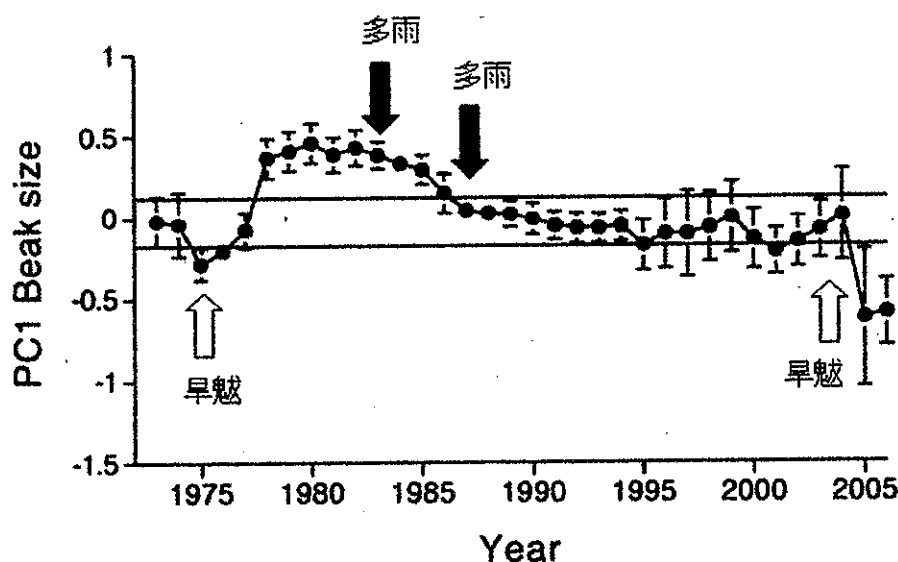


生態学 (1 / 3)

(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] ダーウィンフィンチの嘴の大きさの変化について 30 年間にわたって観察された研究成果(図)について、以下の問いに答えなさい。(計 20 点)

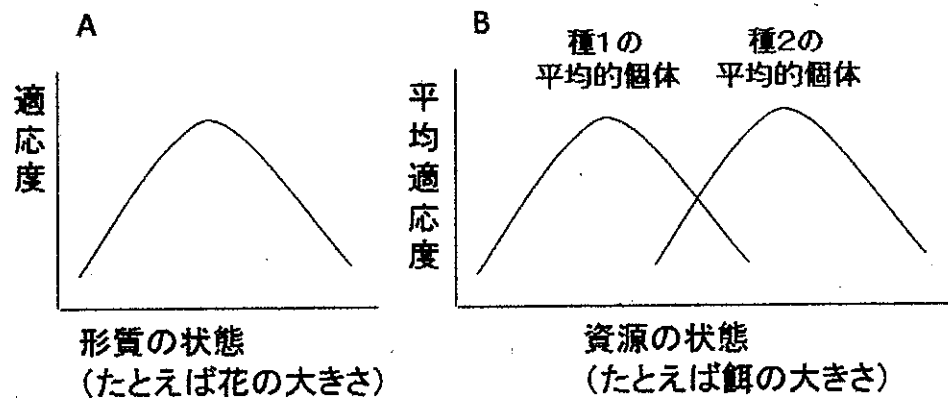


- (1) この図では、嘴の大きさをあらわす指標として、第一主成分 (PC1) と呼ばれる要約統計量を用いている。この統計量は、嘴の長さや深さ (高さ) を使って計算される。嘴の長さや深さの実測値ではなく、第一主成分という要約統計量を用いるのはなぜかについて説明しなさい。(5 点)
- (2) 1975 年の早魃後には植物の種子生産が激減し、ダーウィンフィンチが餌として利用できるのは、乾燥に適応したハマビシ科の植物の種子だけだった。一方、1983 年、1987 年の多雨の下では、イネ科植物が多量の種子を生産した。このような環境の変化の下で、嘴の大きさに対してどのような自然淘汰が作用したかを説明しなさい。(5 点)
- (3) 1975 年の早魃と 2003 年の早ばつの後では、ダーウィンフィンチの嘴の大きさは逆の方向に変化した。この違いには、2000 年ころに、ダーウィンフィンチよりも嘴が大きな別種のフィンチが調査地の島に侵入・定着したことが関係していると考えられる。競争種の有無によって、なぜ淘汰の方向が逆転したか、その理由を説明しなさい。(5 点)
- (4) 生態学におけるこの研究の意義について説明しなさい。(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] 個体の適応度と平均適応度について以下の問いに答えなさい。(計 30 点)



- (1) 図 A は、個体の形質値 (形質の状態を定量化した数値) の変化にともなって個体の適応度が変化する関係をあらわしている。形質の状態 x に対する適応度 $W(x)$ の変化が図 A のように上に凸の曲線であらわされるとき、 $W(x)$ の最大値を与える x の特定値 (特定の形質状態) が存在する。この特定値 (特定の形質状態) は何と呼ばれるか。(6 点)
- (2) $W(x)$ の最大値を与える x の特定値 (特定の形質状態) は、形質の変異に自然淘汰が作用することによって進化すると考えられる。ただし、自然淘汰によるこの進化が進むには、図 A の関係に加えて、ある条件が必要である。この条件とは何かを説明しなさい。(6 点)
- (3) 図 A の関係下で形質が進化する例として、花の大きさ (x) の進化を考える。より大きな花をつければ送粉者がより頻繁に訪問し、より多くの種子が生産される。花あたりの種子数を S とするとき、この関係は、 $S=f(x)$ とあらわすことができる。ただし、 S の増加は送粉者の利用度によって制限されるため、 x の増加とともに減速する。また、送粉者は、花の大きさが最低値 x_0 をこえるとき訪花するものとする。適応度の指標となる個体あたりの種子生産 $P(x)$ は、 $nf(x)$ であらわされる (n は個体がつける花数)。一方で、植物個体が花生産に利用できる資源量 R には限りがあるため、 $R=nx$ という関係がある。このとき、 $P(x)$ の最大値を与える x の特定値があることを説明しなさい (グラフを用いてもよい)。(6 点)
- (4) 両性植物の適応度 $W(x)$ は、当該個体の種子生産数 $P(x)$ と、当該個体の生産花粉数 Q による繁殖成功の和である。この関係は一般に、以下の式であらわされる。

$$W(x) = \frac{1}{2}P(x) + \frac{1}{2}Q \frac{P^*}{Q^*}$$

P^* 、 Q^* は、種子生産数、花粉生産数の集団平均値である。この式で各項に $\frac{1}{2}$ が乗算されてい

るのはなぜか、また第 2 項に $\frac{P^*}{Q^*}$ が乗算されているのはなぜかを説明しなさい。(6 点)

- (5) 図 B は、異なる資源利用特性 (たとえば異なるサイズの餌を利用する性質) を持つ 2 つの種が、特定の状態 (たとえば餌の大きさ) の資源を利用したときのパフォーマンス (平均適応度) を図示したものである。一般に、それぞれの種の平均的な個体は、特定の状態の資源を利用したときに、もっともよく成長・生存・繁殖できる。このような資源利用特性は、何と呼ばれるか。資源利用特性が似通った種が同じ場所で生育したときには、どのような種間関係によって、どのような帰結が期待されるかを説明しなさい。(6 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] 個体数の変動において、密度依存性を伴う個体数の変動を表す代表的な理論モデルであるロジスティック的増殖においては、個体数の時間的变化についてロジスティック式と呼ばれる、以下の関係が成り立つ。

$$\frac{dN}{dt} = r \left(\frac{K - N}{K} \right) N$$

この式で t は時間であり、 N は個体数である。個体数の変動に関する以下の問いに答えなさい。(計 50 点)

- (1) ロジスティック式の K という量は何と呼ばれるか答えなさい。(3 点)
- (2) ロジスティック的増殖においては、時間とともに個体数 N はどのように変化するか。縦軸に N 、横軸に t をとり、グラフの概形を示しなさい。
ただし、 $r > 0$ とし、 $t = 0$ では $N = 0.01K$ とする。(8 点)
- (3) 個体数の増加の速さ (単位時間あたりの個体数の変化) がもっとも大きくなるのは、個体数 N がどのような値のときか述べなさい。(8 点)
- (4) 密度依存性とは何か説明しなさい。(12 点)
- (5) アリー効果とは何か説明しなさい。(8 点)
- (6) ロジスティック的増殖の場合、ロジスティック的増殖に加えてアリー効果がある場合、指数的増殖の場合の 3 つについて、縦軸に $\frac{dN}{dt}$ 、横軸に N をと

ったグラフの概形を示しなさい。なお $r > 0$ とする。(11 点)