

緑地環境情報学

解答例

問 1. 競争する 2 種の個体動態を記述するロトカ・ボルテラ競争系（1 種の捕食者と 1 種の被食者の個体群動態のモデルであるロトカ・ボルテラ方程式ではない）では、条件によっては 2 種が共存する。

- 1) 共存する条件を（数式でなく）言葉で簡単に表現しなさい。
- 2) どのような具体的状況でその条件が成立するかを考えて、生物の例を挙げて説明しなさい。ただし、その例が、共存する条件と論理的整合性を持っていれば、十分に実証されていなくても良い。

<解答例>

- 1) 種間競争より種内競争が強い時、競争する 2 種の共存が可能となる。
（別解：競争する 2 種が異なるニッチを持つとき、2 種の共存となる。）
- 2) 競争する 2 種であるゾウリムシとヒメゾウリムシを同所的に培養すると、ゾウリムシは競争的に優位なヒメゾウリムシに競争排除される。しかし、ゾウリムシとミドリゾウリムシを同所的に培養しても、両者は共存する。これは、ゾウリムシが培養液中の細菌を食べて生きていたのに対して、ミドリゾウリムシは試験管の底で酵母菌を食べるため、両者の使用する資源が異なり、種間競争より種内競争が強くなるためであると解釈できる。

問 2. サイズが異なる 2 個体が、同じ資源の獲得をめざして競争している状況を考える。2 個体が資源を獲得するときの資源分割のされ方によって競争の方向性（対称性）が判別できる。

- 1) 2 つの異なる方向性（一方向的競争（または、非対称的競争）と双方向的競争（または、対称的競争））を持つ競争のもとで、どのように資源が分割されるかを説明しなさい。
- 2) どのような資源をめぐる競争で、競争はどのような方向性（対称性）を持つ傾向があるかを、植物を例として説明しなさい。

<解答例>

- 1) 同じ資源をめぐる競争が対称的であるとき、共通する資源プールは、個体サイズの比と同じ比で分割される。同じ資源をめぐる競争が非対称的競争であるとき、共通する資源プールは、個体サイズの比よりも、サイズが大きな個体に偏った比で分割される。そして、非対称的競争の極端な場合である一方向的競争では、共通する資源プールの全てをサイズが大きな個体が獲得する。
- 2) 植物個体は、共通する資源である光・水・栄養塩などをめぐり競争している。これらの資源のうち、光は、光源である太陽（すなわち、上方）から方向性を持って植物の生育空間に供給されるため、背の高い個体は背の低い個体より光を獲得しやすい。従って、光をめぐる競争は非対称的になりやすい。これに対して、植物が吸収する水や栄養塩の大部分は、土壌の表層に集中して分布する。植物は、大きさに関わらず土壌

表層に吸収根を持っており、水や栄養塩に対するアクセスのしやすさに植物サイズの大小は関係がない。このような状況では、水や栄養塩の吸収量は吸収根の量に比例すると期待され、植物サイズに比例しやすくなるため、競争は対称的となりやすい。

問3. 下は、ある植物の生命表である。

- 1) 生命表の l_x と m_x はどのような数字であることを答えなさい。
- 2) l_x と m_x はそれぞれどのように計算できるか、数式、言葉、計算例のいずれかを用いて示しなさい。
- 3) 生命表からは、純増殖率や平均寿命など個体群動態に関わるいくつかの数字が計算できる。純増殖率は、生命表の中の数字からどのように計算できるか、何を意味しているかを説明しなさい。

生命表

x	N_x	B_x	l_x	m_x
0	1000	0	1.000	0.00
1	186	0	0.186	0.00
2	58	690	0.058	11.90
3	34	465	0.034	13.68

x : 齢, N_x : 齢 x の個体の数, B_x : 齢 x の個体が生む子の総数

<解答例>

- 1) l_x は生存率、 m_x は繁殖率である。
- 2) $l_x = \frac{N_x}{N_0}$, $m_x = \frac{B_x}{N_x}$ によって生命表中の他の数字から計算できる。
- 3) ・純増殖率は $R_0 = \sum_{x=0} l_x m_x$ によって計算することができる。
 ・純増殖率は「1個体が死ぬまでに生む個体の数の期待値」である。

出題意図

問 1. 競争する 2 種の個体動態を記述するロトカ・ボルテラ競争系（1 種の捕食者と 1 種の被食者の個体群動態のモデルであるロトカ・ボルテラ方程式ではない）では、条件によっては 2 種が共存する。

- 1) 共存する条件を（数式でなく）言葉で簡単に表現しなさい。
- 2) どのような具体的状況でその条件が成立するかを考えて、生物の例を挙げて説明しなさい。ただし、その例が、共存する条件と論理的整合性を持っていれば、十分に実証されていなくても良い。

<出題意図>

競争する複数の生物種の動態を記述し、競争排除や共存などの条件を考察する理論的根拠となっているロトカ・ボルテラ競争系で、2 種が共存する条件を正しく理解しているかを問う。また、理論的・抽象的な理解にとどまらず、具体的な生物の状況でロトカ・ボルテラ競争系が解釈できているかを問う。

問 2. サイズが異なる 2 個体が、同じ資源の獲得をめざして競争している状況を考える。2 個体が資源を獲得するときの資源分割のされ方によって競争の方向性（対称性）が判別できる。

- 1) 2 つの異なる方向性（一方向的競争（または、非対称的競争）と双方向的競争（または、対称的競争））を持つ競争のもとで、どのように資源が分割されるかを説明しなさい。
- 2) どのような資源をめぐる競争で、競争はどのような方向性（対称性）を持つ傾向があるかを、植物を例として説明しなさい。

<出題意図>

群集・個体群のサイズ分布動態において重要な役割を果たす、競争の方向性（対称性）が正しく理解できているかを問う。また、異なるサイズの植物個体が同所的に生育する状況で、競合する資源の種類が競争の方向性に与える影響に関する知識と、競争の方向性が決まるメカニズムについての理解を問う。

問 3. 下は、ある植物の生命表である。

- 1) 生命表の l_x と m_x はどのような数字であるかを答えなさい。
- 2) l_x と m_x はそれぞれどのように計算できるか、数式、言葉、計算例のいずれかを用いて示しなさい。
- 3) 生命表からは、純増殖率や平均寿命など個体群動態に関わるいくつかの数字が計算できる。純増殖率は、生命表の中の数字からどのように計算できるか、何を意味しているかを説明しなさい。

<出題意図>

個体群動態や個体の生き方を理解するための重要情報をまとめた生命表の構成部分（生存率と繁殖率）の理解を問う。また、個体群動態に関わる数字の一つである純増殖率を生命表から計算する方法を問い、純増殖率の意味を問う。