

復習シート ハイレベル・標準生物② 1 学期 11 回目

第 1 問(その 1) 生物集団の遺伝的組成

問 1 次の文章中の空欄(ア～セ)に適する語句・数値を入れよ。

A A と A a と a a が 49 : 42 : 9 で構成されている集団において、(ア)内の A と a の整数比は(イ)である。従って、この集団における A と a の遺伝子頻度はそれぞれ(ウ)・(エ)である。また、A A ・A a ・a a の遺伝子型頻度はそれぞれ(オ)・(カ)・(キ)である。この集団の(ク)による次代は(ケ)という式で求めることができる。すると、次代における A と a の遺伝子頻度はそれぞれ(コ)・(サ)となり、前の代と(シ)である。つまり、(ク)を続ける限り、集団内の遺伝子頻度は(ス)ことになり、これを(セ)という。

問 2 問 1 の(セ)が成り立つには、問 1 の文章中の下線部以外にどのような条件が満たされている必要があるか。4 つ答えよ。

<第 1 問 問 1・2 の解答>

問 1

ア - 遺伝子プール イ - 7 : 3 ウ - 0.7 エ - 0.3 オ - 0.49 カ - 0.42
キ - 0.09 ク - 任意交配 (= 自由交配 = 自由交雑) ケ - $(0.7A + 0.3a)^2$ コ - 0.7
サ - 0.3 シ - 同じ ス - 変化しない セ - ハーディー・ワインベルグの法則

問 2

「突然変異が起こらない」「集団が十分に大きい」「出入りがない」
「遺伝子(A と a)に有利不利がない」

第1問(その2) 生物集団の遺伝的組成

問3 次の文章中の空欄(ア～カ)に適する語句・数値を入れよ。

ある集団におけるAとaそれぞれの遺伝子頻度を $p \cdot q$ ($p + q = 1$)で表したとき、この集団のAA・Aa・aaそれぞれの遺伝子型頻度は、“なんの断りもない限り”(ア)と表してよい。“なんの断りもない限り”というのは、次の理由による。例えば、AA:Aa:aa = 3:1:1:であった場合、この集団のA・aの遺伝子頻度はそれぞれ(イ)・(ウ)である。つまり、遺伝子頻度が(イ)・(ウ)であるからといって、その集団のAA・Aa・aaの遺伝子型頻度はそれぞれ $0.49 \cdot 0.42 \cdot 0.09$ の場合もあれば(エ)・(オ)・(カ)の場合もあるからである。

問4 「赤眼(AAとAa)と白眼(aa)の比が0.21:0.04である集団の次代における、赤眼(A)と白眼(a)の遺伝子頻度をそれぞれ求めよ」という問題を解くための次の文章中の空欄(ア～シ)に適する語句・数値を入れよ。

A・aの遺伝子頻度をそれぞれ $p \cdot q$ ($p + q = 1$)とおくと、なんの断りもない限り、この集団のAA・Aa・aaの遺伝子型頻度はそれぞれ(ア)・(イ)・(ウ)となる。また $(AA + Aa):(aa) = 0.21:0.04$ を遺伝子型頻度に直すと、(エ):(オ)となる。すると、(ウ)=(オ)となつて、 $q=(カ)$ とわかる。ここで、 $p + q = 1$ なので、 $p=(キ)$ とわかる。親の代の遺伝子頻度が(キ)・(カ)なのだから、この親の代を(ク)させて・・・ $((キ)A + (カ)a)^2 = (ケ)AA + (コ)Aa + (サ)aa$ というように、次代を算出後、ここからA・aの遺伝子頻度を出してもよい。しかし(シ)があるのだから、「親の代の遺伝子頻度(キ)・(カ)がそのまま次代の遺伝子頻度である」とした方がはやい。

<第1問 問3・4の解答>

問3

ア - $p^2 \cdot 2pq \cdot q^2$ イ - 0.7 ウ - 0.3 エ - 0.6 オ - 0.4 カ - 0.4

問4

ア - p^2 イ - $2pq$ ウ - q^2 エ - 0.84 オ - 0.16 カ - 0.4 キ - 0.6

ク - 任意交配 ケ - 0.36 コ - 0.48 サ - 0.16

シ - ハーディー・ワインベルグの法則

第2問 進化の要因

問1 次の文章中の空欄(ア～カ)に適する語句を入れよ。

互いに(ア)が可能で、かつその(ア)によって生まれた次代が(ア)能力を持っていた場合、そのような生物の集団は同じ種であると判断する。例えば、(イ)と(ウ)の間には(エ)と呼ばれる子どもが生まれるが、その(エ)には(ア)能力がない。従って、(イ)と(ウ)は同種ではないことになる。一方、(オ)と(カ)の間には子どもが生まれ、その子どもにも(ア)能力が備わっているので、(オ)と(カ)は同種と考えるのである。

問2 次の文章中の空欄(ア～エ)に適する語句を入れよ。

新たな種が生じることを(ア)といい、(ア)が起こるほど形質が変化することを(イ)という。なお、集団の(ウ)が変化するだけで、(ア)には及ばないほどの変化を(エ)という。

<第2問の解答>

問1

ア - 生殖 イ・ウ - ウマ・ロバ エ - ラバ オ・カ - イノシシ・ブタ

問2

ア - 種分化 イ - 大進化 ウ - 遺伝子頻度 エ - 小進化

第3問(その1) 進化の要因

問1 次の文章中の空欄(ア～コ)に適する語句を入れよ。

集団内の個体のうち、(ア)や(イ)に有利な形質をもつ個体が多く、次世代を残す現象を(ウ)という。そして(ウ)の結果、環境に適応した形質をもつ集団になることを(エ)といい、また(ウ)を引き起こす要因を(オ)という。

例えば、同じ種の植物集団内に「丈が高い」「丈が低い」という2種類の形質の個体が存在した場合、「丈が高い」という個体の方が(ア)・(イ)に有利である。なぜなら、丈が高い方がより多くの光を受けることができるからである。そして、この場合の(オ)は(カ)ということになる。ところが、台風が頻繁に訪れる地域であれば、「丈が低い」方が(ア)に有利となって、結果としてより多くの次世代を残すであろう。この場合の(オ)は台風(風の強さ)ということになる。

他にも、(キ)・(ク)・(ケ)などの相互作用も(オ)となる。例えば、雌が特定の形質(「尾が長い」など)をもつ雄を好むというような場合があり、このような現象を(キ)という。つまり、「尾が長い」個体の方が「短い」個体より、(イ)に有利となり、より多くの次世代を残すことができるわけで、(キ)が(オ)として作用しているわけである。

また、暗色型と明色型があるガであれば、樹皮が暗い色の樹木が多い地域では、暗色型の個体が目立たなくなり、(ア)に有利となる。この場合は(ク)が(オ)として作用していることになる。

なお、最初の「丈が高い」「丈が低い」の例では、(カ)が(オ)であると説明したが、結局は(オ)の奪い合いであるため、(コ)という相互作用が(オ)になっているということもできる。

<第3問 問1の解答>

問1

ア - 生存 イ - 生殖 ウ - 自然選択 エ - 適応進化 オ - 選択圧 カ - 光
キ - 配偶者選択(性選択) ク - 被食者－捕食者相互関係 ケ - 種内競争
コ - 種内競争

第3問(その2) 進化の要因

問2 次の事柄(1～5)と関係が最も深いものを下の①～⑤のうちから1つずつ選べ。なお、同じものを2度選んではならない。

1. コノハチョウは枯れ葉のように、シャクトリムシは小枝のように見える。
2. ハンマーオーキッド(ランの一種)は、ある種のハチが存在しないと受粉できない。
3. オオシモフリエダシャクには明色型が多かったが、煤煙で地衣類が減ると、暗色型が増加した。
4. トラカミキリは毒針を持たないが、ハチそっくりの模様をしている。
5. 毒針を持つハチは目立つ色をしている。

① 警告色 ② 標識的擬態 ③ 隠蔽的擬態 ④ 工業暗化 ⑤ 共進化

<第3問 問2の解答>

問2

1 - ③ 2 - ⑤ 3 - ④ 4 - ② 5 - ①

第4問(その1) 進化の要因

問1 次の文章中の空欄(ア～コ)に適する語句を入れよ。

ハーディー・ワインベルグの法則によれば、集団内の対立遺伝子(ここではA・aとする)の遺伝子頻度はそれぞれ変化しないということになっているが、これは次の5つの条件が揃っている場合である。

- 条件1：(ア)。
- 条件2：(イ)が起こらない。
- 条件3：(ウ)が起こらない。
- 条件4：(エ)がはたらかない。
- 条件5：(オ)に交配する。

従って、これらのどれか1つ、または複数が揃っていない場合は遺伝子頻度が変化する。

条件1が満たされない場合、つまり集団を構成する個体数が少なくなるほど、(カ)によって遺伝子プール内のAの遺伝子頻度が上昇したり、逆に低下してしまうことがある。この現象を(キ)という。なお、(キ)は条件1が満たされている場合も起こることがあるが、これは問2で扱う。

条件2が満たされない場合、例えばAが(イ)によってaに変化してしまえば、当然のことながらAの遺伝子頻度は上昇し、aの遺伝子頻度は低下してしまう。

条件3が満たされない場合、例えばその集団に多数のA Aが移動してきた場合、当然のことながらAの遺伝子頻度は上昇し、aの遺伝子頻度は低下してしまう。

条件4が満たされない場合、例えば遺伝子型がa aの個体は足が遅く、天敵にすぐに捕まってしまう場合、(ク)が(ケ)としてはたらいてa aの個体は捕食されてしまう。つまり、Aの遺伝子頻度は上昇し、aの遺伝子頻度は低下してしまう。

条件5が満たされない場合、例えば遺伝子型がAA・Aaの雄個体は「尾が長い」という形質を持ち、雌に好まれるという(コ)がある場合、aaの雄個体は生殖に参加できる可能性が低下する。つまり、Aの遺伝子頻度は上昇し、aの遺伝子頻度は低下してしまう。

<第4問 問1の解答>

問1

ア - 集団が十分に大きい イ - 突然変異 ウ - 移出入 エ - 自然選択 オ - 任意
カ - 偶然 キ - 遺伝的浮動 ク - 被食者－捕食者相互作用 ケ - 選択圧
コ - 配偶者選択(=性選択)

第4問(その2) 進化の要因

問2 安定した遺伝子頻度を維持していた大きな集団の一部が新しい集団となると、元の集団と新しい集団とで遺伝子頻度が大きく異なってしまうことがある。例えば、元の集団ではAの遺伝子頻度の方がaの遺伝子頻度より高かったとする。ところが、この集団の一部が他へ移動して新しい集団を形成したとき、たまたま移動した個体の多くの遺伝子型がa aであるようなことが起こる。すると、新しい集団における遺伝子頻度はAよりaの方が高くなる。では、このような現象を何というか。

問3 問1の文章中の条件3・4・5をそれぞれ別の言い方で表現してみよ。

<第4問 問2・3・の解答>

問2 びん首効果

問3

条件3：移出入が起こらない＝遺伝子流動が起こらない

＝個体の出入りがない＝隔離が完全である。

条件4：自然選択がはたらかない＝生存・生殖において、個体間に有利不利がない

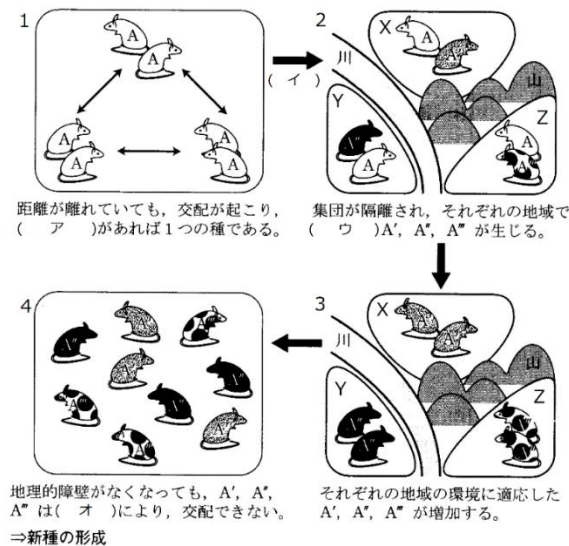
条件5：任意に交配する＝任意交配がおこなわれる＝自由に交配する

第5問 進化の要因

問 下の図を参考にして、次の文章中の空欄(ア～タ)に適する語句を入れよ。

1. ある地域にネズミが生息していたとする。これらがいくつかの集団に分かれていても、互いに交配が起こる(=(ア)がある)のであれば、これらのネズミは同種、つまりすべてA種である。
2. 長い年月の間に山・川などができ、互いに行き来ができなくなることがあるが、この現象を(イ)という。すると、それぞれの地域(X・Y・Z)で(ウ)によってA'・A''・A'''が生じる。
3. (エ)によって、それぞれの地域(X・Y・Z)の環境に適したものが生き残る。または集団が小さければ(オ)によって、偶然生き残るものがある。
4. 再び長い年月が経って(イ)が解除されても、それぞれの環境に適応した結果、互いに生殖ができなくなっている場合がある。このような現象を(カ)という。互いに生殖できないのであれば、A'・A''・A'''は別種と考える。つまり、新種が誕生した(=(キ)が起こった)ことになる。このような現象を(ク)という。

なお、(カ)には(ケ)と(コ)がある。例えば、「(サ)・(シ)・(ス)、そして(セ)などが互いに異なるために生殖ができない」のが(ケ)である。また、「配偶子どうしが(ソ)するものの、そのあとの発生が進まない」や、「生まれたF₁に(タ)がない」などが(コ)である。



<第5問の解答>

ア - 遺伝子流動 イ - 地理的隔離 ウ - 突然変異 エ - 自然選択
 オ - 遺伝的浮動 カ - 生殖的隔離 キ - 種分化 ク - 大進化 ケ - 接合前隔離
 コ - 接合後隔離 サ・シ・ス・セ - 性フェロモン・繁殖期・生殖行動・生殖器の構造
 ソ - 接合 タ - 生殖能力

第6問(その1) 分子レベルの進化

問1 次の文章中の空欄(ア～コ)に適する語句を入れよ。

DNAの塩基配列内では、常に(ア)で突然変異が起こっている。この突然変異は、「遺伝子内の(イ)部分で起こる」・「遺伝子内の(ウ)部分で起こる」・「遺伝子以外の部分で起こる」など、どこで起こるかはランダムである。また、「遺伝子内の(イ)部分で起こる」ような場合、「酵素の活性部位など、タンパク質の重要な機能を司る部分」で起こることもあれば、重要でない部分で起こることもある。前者の場合、多くは生存に(エ)となり、このような突然変異をもった個体は子孫を残せない。つまり、そのような突然変異は子孫に伝わらないことになる。しかし、「タンパク質の重要でない部分で起こる」「遺伝子内の(ウ)部分で起こる」「遺伝子以外の部分で起こる」ような突然変異は、生存に(オ)でも(エ)でもない場合がほとんどで、このような突然変異は子孫に受け継がれていくことになる。そして、このような(カ)を受けない(キ)な突然変異は、(ク)によって集団中に広まったり消失したりする。

したがって、DNAの塩基配列・タンパク質のアミノ酸配列中の重要でない部分は、一定の速度で変化していくはずで、これを(ケ)という。そして、一定の速度で変化していくということは、変化の量から経過した時間を推定することができるわけで、これを(コ)という。

<第6問 問1の解答>

問1

ア - 一定の確率 イ - エキソン ウ - イントロン エ - 不利 オ - 有利
カ - 自然選択 キ - 中立 ク - 遺伝的浮動 ケ - 中立進化 コ - 分子時計

第6問(その2) 分子レベルの進化

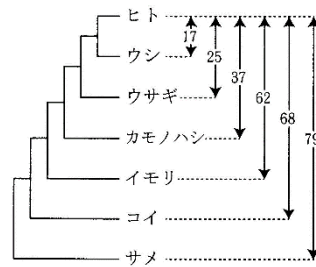
問2 次の2つの図を参考にして、下の各設問に答えよ。

①ヘモグロビン α 鎖を構成する

アミノ酸の違い(数)

サメ						
コイ	85					
イモリ	84	74				
カモノハシ	84	75	71			
ウサギ	75	71	69	49		
ウシ	75	65	64	43	25	
ヒト	79	68	62	37	25	17
	サメ	コイ	イモリ	カモノハシ	ウサギ	ウシ

②分子系統樹



設問(1) 系統樹から考えて、最も類縁関係が近い2種はどれとどれか。

設問(2) 表から考えて、最も類縁関係が遠い2種はどれとどれか。

設問(3) 仮にヒトとウシが1億年前に分岐したとすれば、ウサギとコイが分岐したのは何年前か。表の数値を基にして答えよ(小数点以下第3位を四捨五入)。

<第6問 問2の解答>

問2

設問(1) ヒトとウシ

設問(2) サメとコイ

設問(3) 4.2億年前

第7問 進化に関する語句

問 次の事柄(1～4)と関係が深いものを、下の①～⑧のうちからそれぞれ2つずつ選び出せ。

1. 適応放散 2. 収束進化(収れん) 3. 同所的種分化 4. 異所的種分化

- ① 行き来ができなくなった2つの集団がそれぞれの環境に適応した結果、互いに繁殖ができなくなった。
- ② 爬虫類・鳥類・哺乳類が水中生活に適応した結果、それぞれ魚竜・ペンギン・クジラが誕生した。
- ③ 地理的隔離を経ず、生殖的隔離が起こる場合がある。
- ④ 地理的隔離を経ることで、生殖的隔離が起こる。
- ⑤ オーストラリア大陸では、様々な種類の有袋類が生息している。これは、もともと1種だった有袋類が、オーストラリア大陸の様々な環境に適応進化した結果である。
- ⑥ 秋に繁殖期を迎えるある昆虫の集団中に、突然変異によって初夏に繁殖期を迎える集団が生じた。このような場合、これら2つの集団の間では繁殖が起こらない。
- ⑦ 相同器官
- ⑧ 相似器官

<第7問の解答>

1－⑤⑦ 2－②⑧ 3－③⑥ 4－①④