

令和5年度 生物④ $\boxed{1}$ 模範解答

問1 ア: 利点: 受粉の確実性が高くなる。花粉の生産量が少なくてすむ。

不利な点: 遺伝的組合せの多様性の低下をもたらす。

(環境変動によって絶滅しにくくなる。)

イ: 利点: 遺伝的組合せの多様性が広がる。

(環境変動に対応できるようになる。)

不利な点: 送粉の確実性が低い。

問2	A	花粉母細胞
	B	花粉四分子
	C	雄原細胞

問3 6.25%

問4

下線部(エ)の実験結果から、 $xxyy$ は胚致死ではなく、 xy 配偶体が致死である。下線部(オ)(カ)の交配実験から、遺伝子型が xy の雄性配偶体が致死であり、雌性配偶体には異常がないことが分かる。そのため、 xy の花粉が正常に機能しない(致死)であるため、遺伝子型 xy の胚珠と受精できないため $xxyy$ の植物体は得られない。

問1 アゲハがすでに卵を生みつくしてしまった可能性や、何らかの理由で体調が悪くなって産卵しなくなった可能性があるので、実験3の「抽出物含有ろ紙」に産卵しなかったアゲハを、実験1のミカンの葉を入れたかごで飼育して、ミカンの葉に卵を産むかどうか確認する。卵を葉に産めば、ろ紙には産卵を誘発する活性がないと結論できる。

問2 実験環境がアゲハにとって異常な環境であるために、正常な産卵行動ができず、単なるろ紙だけでも産卵してしまう可能性がある。これを否定するために、対照実験として、ろ紙だけ、もしくはメタノールだけ滴下したろ紙をかごに入れて、そのろ紙には産卵しないことを確認する。

問3 足を切りとることによる痛み等による刺激によって、産卵しなくなる可能性がある。または、切り取ることで足が最終的に1本もなくなれば、葉にとまることができなくなるので、産卵できなくなると予想される。これらの場合、産卵できないのが、センサーに依存するかどうかを明らかにする以前に、別の原因(痛みや葉にとまれなくなる)に依存するので、適切ではない。たとえば足にマニキュアなどをつけて、葉にとまれるが、嗅覚受容体をブロックするような処理を行い、実験に使用すればよい。

問4 生の葉を前足でたたくことにより、しっかりとにおい物質を検出できるようになる可能性が考えられる。さらに葉の抽出物の濃度が高いろ紙では、前足の匂いセンサーを速やかに活性化してしまうので、前足で葉をたたく行動はスキップされてしまい、すぐに産卵する行動に移ることができる可能性があると考えられる。(など、別の合理的な考え方が記載されている場合でも可とする。)

問5 虫かごに、ミカンの葉の抽出物を付着させ乾燥させたプラスチックでできたミカンの葉と、「抽出物含有ろ紙」を入れて、アゲハの行動を観察する。プラスチックの葉にとまり産卵した数と、「抽出物含有ろ紙」に産卵した数を比べ、抽出物を付着させたプラスチックでできたミカンの葉のほうに、多く産卵したならば、視覚も使って産卵行動を行っている可能性が考えられる。さらに、プラスチックでできたミカンの葉だけでは、アゲハは産卵しないことも確認する。

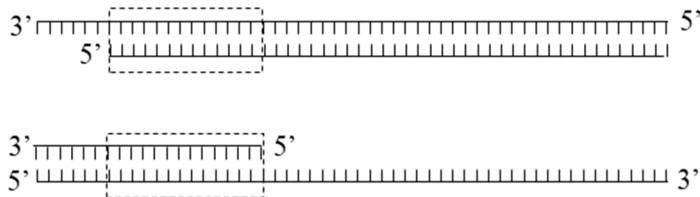
問1 5'末端から3'末端への方向

ヌクレオチドの3'にある水酸基に、次に付加されるヌクレオチドの5'についているリン酸基がポリメラーゼによって付加されるが、その結合には2つのリン酸基が解離する際のエネルギーが使われる。従ってリン酸基が水酸基に付加していくため5'末端から3'末端への方向となる。逆方向の場合、5'末端のリン酸に新しいヌクレオチドの水酸基が付加する方向では結合のエネルギー供給ができない。そのため一方の伸長しかおこらない。

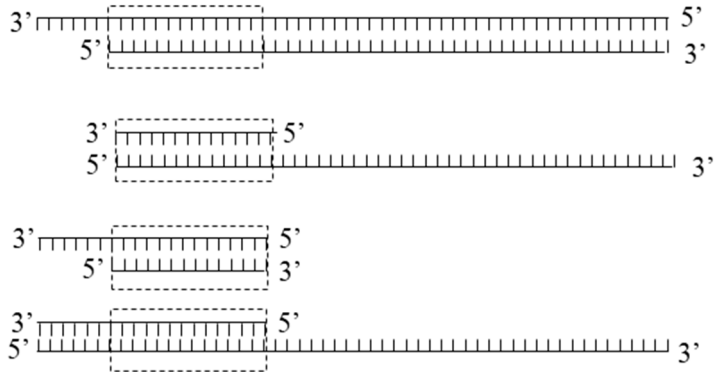
問2 (……**T G C G C T C A**) →DNAの伸長が進む方向
 (……**G G C C C G G C**) →DNAの伸長が進む方向

問3 塩基数が短いと、ターゲットとしている領域以外にも同じ塩基配列が存在する可能性がある。20塩基あれば塩基配列は $4^{20}=2^{40}$ ≈約 10^{12} 通りの一つなので、領域以外に同じ塩基配列が存在する可能性はほとんどないと言ってよい。また塩基数が長すぎると鑄型となるDNAとの相補的結合が正確に生じないことやプライマー内で相補的結合を生じてループを作るなど、鑄型となるDNAの相補的結合に障害が生じることになる。

問4 ① 2種



② 4種



問5 生物の進化過程において遺伝子はまずRNAから始まった。従って、RNAの複製においてはRNAポリメラーゼは最初の一個のヌクレオチドをおく機能を持たざるを得なかった。RNAのヌクレオチドの糖がリボースからデオキシリボースに変化してDNAが遺伝の担い手になった。そのためにはそのヌクレオチドを伸長させるためのDNAポリメラーゼの存在が必要であったが、RNAポリメラーゼが最初の一個をおく機能を持っていたため、DNAポリメラーゼにその機能は不要であった。

令和5年度 生物② 模範解答

- 問1
- ・クロメ表面をかきとってプレパラートにして顕微鏡で観察してクロメの単位重量当たりのバクテリア数を直接的に計数する。(染色して見やすくする方法もある。)
 - ・寒天培地にまいて培養し、生育したコロニーを計数する。(培養可能なバクテリアしか計測できないため不正確になるが、容易な方法であるので正解とする。)
- 問2
- ・クロメ表面にいたバクテリアが増殖した。(刻んだクロメが溶けたのはクロメが衰弱して抗菌物質を生産しなくなり、増殖したバクテリアにより分解されと考えればこの可能性が最適。)クロメを茹でる等により滅菌してから滅菌海水中でウニに食べさせる。バクテリアが増えなければクロメ表面上のバクテリア由来と言える。
 - ・ウニ腸内のバクテリアが増殖した。滅菌海水中であらかじめウニに抗生物質を食べさせて腸内バクテリアを除いておいて滅菌海水中でクロメを食べさせ、バクテリアが増えなければ腸内バクテリア由来と言える。
 - ・クロメと共に飲み込んだ海水中のバクテリアが増殖した。滅菌海水中でウニにクロメを食べさせ、バクテリアが増えなければ海水由来と言える。
- 他にも論理的に妥当な実験であれば正解とする。
- 問3
- クロメに占めるアガロースの割合が高いとすると、アガロースを分解できないバクテリアに比べてアガロースを分解するバクテリアは利用できる餌が多く、ウニの腸内でアガロースを分解するバクテリアの比率が高くなるとの仮説をとる場合について。
- アガロースを含まない餌として例えば紙(セルロース)、砂糖を染み込ませた紙、アガロース主体の餌として寒天、砂糖を加えた寒天、等の餌を用意する。対照には滅菌したクロメ。非滅菌のクロメをウニに食べさせ続けて上記の餌を食べさせて、クロメの表面やウニの腸をすりつぶして、バクテリアの総数とアガロースを分解するバクテリアの数を比較する。
- アガロースが無い餌ではアガロースを分解するバクテリアの比率が増えず、アガロースありの餌ではアガロースを分解するバクテリアの比率が増えるのであれば、仮説が支持される。
- 各種の餌を用いたバクテリアの培養では差がつかずウニに食べさせたときのみアガロースを分解するバクテリアの比率が高くなれば、ウニの腸内の環境に適応しているためと言える。ウニの腸内環境がアガロースを分解するバクテリアに適しているとの仮説をとる場合、腸内環境を再現した培養条件での増殖を調べることで検証できると考えられるが、どのように再現できるかの現実性にやや難がある。
- 問4
- なんらかの遺伝子の塩基配列を調べ、データベースから類似配列を取得し、配列の違いに基づく系統樹を作る。