

# 令和 3 年 度

## 試 験 問 題 ②

# 学 科 試 験

(9 時 ~ 12 時)

### 【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中をみてはならない。
2. 試験教科、試験科目、ページ、解答用紙および選択方法は下表のとおりである。

教 科	科 目	ペー ジ	解 答 用 紙 数	選 択 方 法
数 学	数 学	1 ~ 10	2 枚	数学、英語は必須解答とする。 理科は左の3科目のうちから1科目を選択せよ。
英 語	英 語	11 ~ 14	3 枚	
理 科	化 学	15 ~ 26	2 枚	
	生 物	27 ~ 44	2 枚	
	物 理	45 ~ 52	1 枚	

3. 監督者の指示に従って、選択しない理科科目を含む全解答用紙(10枚)に受験番号と選択科目(理科のみ)を記入せよ。
  - ① すべての受験番号欄に受験番号を記入せよ。
  - ② 理科は選択科目記入欄に選択する1科目を○印で示せ。  
上記①、②の記入がないもの、および理科2科目または理科3科目選択した場合は答案全部を無効とする。
4. 解答はすべて解答用紙の対応する場所に記入せよ。
5. 問題冊子の余白を使って、計算等を行ってもよい。
6. 試験開始後、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせよ。
7. 解答用紙はいずれのページも切り離してはならない。
8. 解答用紙は持ち帰ってはならない。問題冊子は持ち帰ってよい。

# 生 物

【1】 次の文を読み、問1～問5に答えよ。

タンパク質は多数のアミノ酸どうしが結合<sup>(あ)</sup>して連結した分子であり、そのアミノ酸配列を一次構造という。タンパク質を構成するアミノ酸の性質<sup>(イ)</sup>や並び方は、タンパク質の基本的な性質や機能に影響している。タンパク質の立体構造をみると、部分的に特徴のある構造をつくっており、それらは二次構造と呼ばれる。二次構造<sup>(エ)</sup>の形成にはその構造内で近接するアミノ酸間における比較的弱い結合<sup>(イ)</sup>が重要な役割を果たしている。そして、分子全体の構造は三次構造と呼ばれる。さらに、それらが複数組み合わせ<sup>(ウ)</sup>されてつくられる立体構造を四次構造<sup>(カ)</sup>という。三次構造や四次構造では、タンパク質の種類によっては、システインの側鎖の間につくられる特殊な結合<sup>(ウ)</sup>によって安定化されることもある。

問1 下線部(あ)～(う)で示した「結合」について、最も適切な結合の名称をそれぞれ記せ。

問2 下線部①について、アミノ酸の性質は側鎖の違いによって決まる。(1)酸性の側鎖をもつアミノ酸を2つ、(2)アルカリ性の側鎖をもつアミノ酸を3つ記せ。

問3 下線部②について、代表的な二次構造の名称を2つ記せ。

問4 下線部③について、タンパク質の立体構造形成を助けるタンパク質の一般的な名称を記せ。

問5 下線部④について、以下の(ア)～(ケ)の中から、四次構造を形成しているタンパク質を3つ選び、記号で記せ。

- |             |            |             |
|-------------|------------|-------------|
| (ア) ヘモグロビン  | (イ) ユビキチン  | (ウ) アクアポリン  |
| (エ) 免疫グロブリン | (オ) ミオグロビン | (カ) グリセリン   |
| (キ) セルロース   | (ク) ペクチン   | (ケ) ATP合成酵素 |

【2】 次の文を読み、問1～問3に答えよ。

自然免疫は、病原体の侵入を防ぎ、侵入された場合はこれを素早く取り除く、すべての動物に備わった機構である。例えば、ヒトの皮膚の最外層にあたる死んだ細胞からなる  や、消化管の粘膜が分泌する粘液は病原体の侵入を防いでいる。また、気管支の粘膜による異物の排除も重要である。 <sup>①</sup>このような感染防御機構を  的な防御と呼ぶ。皮膚や粘膜からの分泌物には、細菌の細胞壁を溶かす酵素である  や、細胞膜に穴をあける  が含まれている。 は強酸性で、腸管への病原体の侵入を防いでいる。このような感染防御機構を  的な防御と呼ぶ。

病原体が上記の防御機構をくぐり抜けた場合、組織の中のマクロファージや樹状細胞が  によりこれらを取り込み消化する。また、これらの細胞はさまざまなタンパク質を産生し、血管内からそこで新たなマクロファージとなる  や、活発な  をもつ  などを感染部位に引き寄せる。細胞がウイルスに感染した場合は、これも自然免疫を担うリンパ球である  細胞により感染細胞ごと排除される。

問1 文中の  ～  にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、気管支ではどのように異物を排除しているか、解答欄の枠内に記せ。

問3 下線部②について、病原体を取り込んだ樹状細胞は獲得免疫を誘導する。その間の体内における樹状細胞の移動経路を解答欄の枠内に記せ。

【3】 次の文を読み，問1～問4に答えよ。

DNAは化学的に安定な物質で，通常細胞内で安定に保たれている。しかし，紫外線や放射線，ある種の化学物質によって損傷を受けることがある。その場合，通常はDNAの修復機構<sup>①</sup>によって，塩基配列の変化を抑えているが，まれに修復できず，DNAの塩基配列が変化することがある。このようなDNAの塩基配列の変化を遺伝子突然変異という。例えば，アミノ酸を指定するDNA塩基配列の1つの塩基が別の塩基に置き換わると，読み取られるmRNAの塩基も変化して，アミノ酸が1つだけ違ったタンパク質がつくられる場合がある。さらに，1つの塩基(ヌクレオチド)が欠失したり，aされたりした場合には，その箇所以降の遺伝情報の読み枠が1塩基ずれるので，タンパク質のアミノ酸配列に大きな変化が生じる。

図1は，あるDNA塩基配列*D*とそれがコードする正常型タンパク質のアミノ酸配列*P*，および突然変異により生じた突然変異型タンパク質のアミノ酸配列*Q*の一部を示したものである。この突然変異では，正常型のタンパク質のセリンに対応するDNA塩基配列5'-TCC-3'のうち，Cが1つ欠失することによってコドンの読み枠がずれるbが起こり，突然変異型のタンパク質が生じたと考えられる。なお，図中の\*は，終止コドンに対応する配列である。

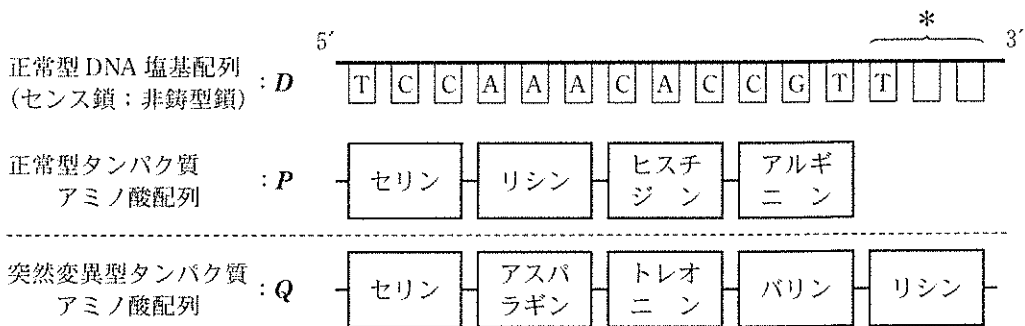


図1

問 1 文中の a と b にあてはまる適切な語句を記せ.

問 2 下線部①について、1つのヌクレオチドが損傷を受けた場合、または連続する2つのヌクレオチドが損傷を受けた場合のDNAの修復機構は基本的に同じである。その過程を以下の言葉を用いて解答欄の枠内に記せ。

DNA ポリメラーゼ、DNA リガーゼ

問 3 図1について、(1)*P*のセリンを指定するコドンと、(2)*Q*のアスパラギンを指定するコドンをそれぞれ記せ。

問 4 下線部②について、\*のコドンを記せ。ただし、*Q*のリシンを指定しているコドンは、*P*のリシンを指定しているコドンと同じとする。

【4】 次の問1～問3に答えよ。

問1 以下の(1)～(7)について、下線部が正しい場合は○を、間違っている場合は適切な語句を記せ。

- (1) 二次卵母細胞の核相は $2n$ である。
- (2) ヒトやカエルでは、卵が減数分裂の第二分裂の前期で休止している時に受精する。
- (3) ウニの受精では、精子が卵の細胞膜に結合すると、カルシウムイオンが卵内に流入し、細胞膜の膜電位が瞬時に変化する。
- (4) 精子のべん毛やゾウリムシの繊毛が運動するのは、ダイニンが微小管上をそのマイナス端に向かって移動することによる。
- (5) 両生類の中胚葉は胞胚期に植物極側から分泌される $\beta$ カテニンタンパク質によって誘導される。
- (6) ショウジョウバエの体節構造はギャップ遺伝子、ペアルール遺伝子、ホメオティック遺伝子の各分節遺伝子群が順にはたらいてつくられる。
- (7) カエル胚で神経板から神経管が形成される際には、細胞接着や細胞選別にかかわるタンパク質であるケラチンが重要な役割を果たしている。

問2 生物のふえ方には(1)有性生殖と(2)無性生殖がある。それぞれの生殖法について考えられる有利な点を1つ、解答欄の枠内に記せ。

問3 両生類の神経誘導のしくみについて、以下の語句を用いて解答欄の枠内に説明せよ。

BMP、コーディン、形成体、受容体、表皮

—余 白—

(このページに問題はありません)

【5】 次の文を読み、文中の  ~  にあてはまる適切な花の器官の順を、図1の①~⑧から選び数字で記せ。また、 ~  にあてはまる適切な数値を記せ。

花は、いくつかの器官がまとまってつくる複合器官である。各器官の形成には、3種類のホメオティック遺伝子(Aクラス遺伝子、Bクラス遺伝子、Cクラス遺伝子)がはたらいっていることがわかっている。このような3つの遺伝子によって花の構造が決定されるしくみをABCモデルと呼んでいる。

ある純系の2倍体の植物において、野生型の花では、Aクラス遺伝子、Bクラス遺伝子、Cクラス遺伝子の全ての遺伝子が正常にはたらき、図1の①のように、花の外側から内側に向かって、がく片、花弁、おしべ、めしべが順番に形成される。しかし、いずれかの遺伝子に突然変異が生じると、花の形態が変わる。この植物における突然変異体として、図1の②のようにAクラス遺伝子を欠損した個体と、図1の③のようにBクラス遺伝子を欠損した個体を得た。これらの突然変異体を用いて交雑を行った場合に出現する形態とその頻度を予想してみよう。なお、この植物ではAクラス遺伝子、Bクラス遺伝子、Cクラス遺伝子は独立であると仮定する。

Aクラス遺伝子を欠損した個体と野生型の個体とを交雑して得たF<sub>1</sub>の種子から成長する個体の花は、形成される器官の順が外側から  となる。このF<sub>1</sub>を自家受精させて得た種子由来の個体では、花の外側から形成される器官の順が  の個体と  の個体が  :  の比率で出現すると予想される。

次に、Aクラス遺伝子を欠損した個体とBクラス遺伝子を欠損した個体を交雑し、F<sub>1</sub>の種子を得る。このF<sub>1</sub>の種子から成長する個体の花は、外側から形成される器官の順が  となる。さらに、このF<sub>1</sub>を自家受精させて得た種子由来の個体では、花の外側から形成される器官の順が  ,  ,  ,  となる個体が  :  :  :  の比率で出現すると予想される。



	花の外側	→	花の内側		
①	がく片	花卉	おしべ	めしべ	野生型個体
②	めしべ	おしべ	おしべ	めしべ	A クラス遺伝子欠損個体
③	がく片	がく片	めしべ	めしべ	B クラス遺伝子欠損個体
④	がく片	花卉	花卉	がく片	
⑤	がく片	がく片	がく片	がく片	
⑥	花卉	花卉	花卉	花卉	
⑦	おしべ	おしべ	おしべ	おしべ	
⑧	めしべ	めしべ	めしべ	めしべ	

図 1

【6】 次の文Ⅰ、Ⅱを読み、問1～問5に答えよ。

[Ⅰ] 植物は光や重力の方向を感知して、その伸長の方向を調節することができる。植物が刺激に応答して一定の方向に屈曲する性質を  といい、刺激の方向に屈曲する場合を  の  という。植物の茎や根の屈曲の方向は、オーキシンと呼ばれる植物ホルモンで調節される。植物が合成する天然のオーキシンは  という化学物質であるが、茎や根の中を自由に移動するのではなく、主に  から  に移動する。これを  移動という。横倒しにした茎が上方に伸びるとき、茎の上側と下側とで伸長の速度が異なることで屈曲する。オーキシンの濃度は、下側で  く、下側の伸長が  いために上側に屈曲する。

問1 文中の  ～  にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 文中の  ～  にあてはまる適切な語を以下の語群の中から選んで記せ。

[語群]

正 負 頂端部 基部 高 低 速 遅

[Ⅱ] 植物が光の方向に屈曲するしくみは、幼葉鞘を用いた以下の実験(1)～(3)などから明らかにされてきた。

- (1) 図1の(あ)のように、クサヨシの幼葉鞘の先端部に不透明なキャップをかぶせ、横から光を当てた。
- (2) 図1の(い)、(う)のように、マカラスムギの幼葉鞘に雲母片を水平に差し込み、差し込んだ雲母片の方向から、あるいは反対方向から光を当てた。
- (3) 上から光を当てたマカラスムギの幼葉鞘の先端部を切断し、寒天片の上にしばらく置いた。その後、暗中で図1の(え)のようにこの寒天片を切断した断面に中心からずらして置いた。

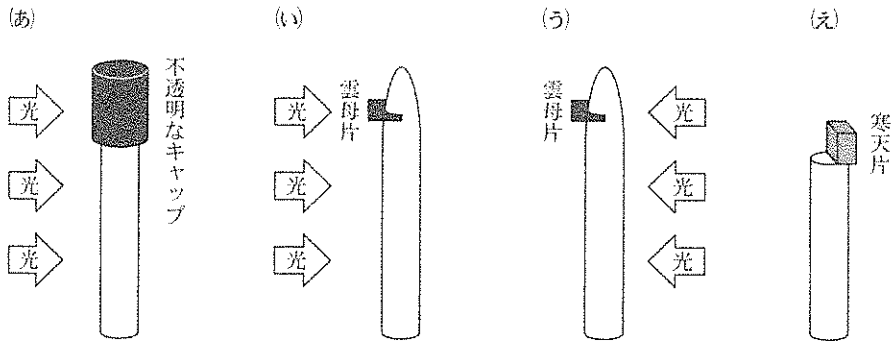


図 1

問 3 実験(1)~(3)について、これらの実験を行なった人物の名前を記せ。

問 4 図1の(あ)~(え)の植物の幼葉鞘について、その屈曲の方向が図中で右の場合は「右」、左の場合は「左」、屈曲しない場合は「なし」と解答欄に記せ。

問 5 実験(1)~(3)から得られた結論として適当なものを下の(ア)~(ク)から1つずつ選んで記号で記せ。

- (ア) 成長促進物質の濃度差は、先端部に生じる。
- (イ) 成長促進物質の濃度差は、屈曲する部分に生じる。
- (ウ) 成長促進物質は、先端部から光の当たる側を通して輸送される。
- (エ) 成長促進物質は、先端部から光の当たらない側を通して輸送される。
- (オ) 屈曲は先端部よりも下の部位に光が当たることで起こる。
- (カ) 屈曲は先端部に光が当たることで起こる。
- (キ) 成長促進物質があれば光がなくても屈曲する。
- (ク) 成長促進物質が輸送された細胞に光が当たると屈曲する。

【7】 次の文を読み、問1～問5に答えよ。

地球上の生態系を構成している生物は大きく生産者と消費者に分けられる。両者を通じてつくられる生物どうしのつながりが食物連鎖である。水界の生態系では、主な生産者は植物プランクトンである。生産者を食べる小型動物プランクトンが一次消費者、それを食べる大型動物プランクトンが二次消費者となり、さらにそれを食べる魚類を三次消費者とする  段階が認められる。また、細菌や菌類は分解者としてはたらいっている。なお、水界は、水深によって <sup>①</sup>  の強さや水温、酸素の濃度、栄養塩類の量に違いがあり、環境に応じて多種類の生物が生活している。 <sup>②</sup> 植物プランクトンが生育できる強さの  が届く下限の深さを  といい、その水深で植物プランクトンの  は0になる。

ある水界の調査地において、プランクトンの採集を行った。主要な構成種の野外調査や培養研究から、各プランクトンの同化量を推定した。その結果、生産者の同化量は  $781.0 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ 、一次消費者の同化量は  $220.9 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ 、二次消費者の同化量は  $54.6 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$  であった。次に、生産者を底辺として、生物の同化量を  段階の順に積み重ねて、物質とエネルギーの量の変化を表す図を作成した。 <sup>③</sup> さらに、それぞれの過程でエネルギー効率を計算した。 <sup>④</sup>

問 1 文中の a ~ d にあてはまる適切な語句を記せ.

問 2 下線部①について、細菌や菌類にみられる遺骸・排出物に始まる食物連鎖を何というか記せ.

問 3 下線部②について、海洋では栄養塩類が不足しやすいが、河川が流れ込む沿岸部以外に、表層に栄養塩類が豊富な海域がある。それはどのような海域か記せ.

問 4 下線部③について、このような図を何というか記せ.

問 5 下線部④について、この調査地における二次消費者のエネルギー効率(%)を計算し、四捨五入して小数第一位まで記せ.

【8】 次の文を読み，問1～問5に答えよ。

初期の分類学では，生物は動物界と植物界の2つに分けられていた。しかし，<sup>①</sup>微生物や細菌の発見により，原生生物界とモネラ界<sup>②</sup>が分けられ，さらに菌類が菌界とされて，五界説が採用されるようになった。しかし，モネラ界を構成する細菌類の研究が進み，古細菌が発見され，細菌との違いが明らかになると，界のさらに上の階層であるドメインを設け，細菌，古細菌，真核生物の3つのドメイン<sup>③</sup>に分ける分類が提案された。

真核生物は細菌を取り込んで，ミトコンドリアや葉緑体を細胞小器官としてい<sup>④</sup>る。最初の真核生物である単細胞の原生生物が多様化し，多細胞の植物界，動物界，菌界の生物群が生まれた。DNA塩基配列の解析が進み，これらの原生生物と多細胞生物との系統関係も明らかになってきた。これによると，葉緑体をもた<sup>⑤</sup>ない原生生物の一部が，一次的な葉緑体の細胞内共生によって生じた単細胞の藻類を捕食し，二次的に葉緑体を取り込むことによって，さまざまな原生生物が光合成を行うようになっている。

問 1 下線部①について、6つの分類階層(階級)を門から正しい順に並べたものを(ア)~(カ)から選んで、記号で記せ。

(ア) 門科目綱属種

(イ) 門目綱科属種

(ウ) 門綱科目属種

(エ) 門目科綱属種

(オ) 門綱目科属種

(カ) 門科綱目属種

問 2 下線部②について、モネラ界の生物の細胞がもつ特徴を、解答欄の枠内に記せ。

問 3 下線部③について、(1) 3つのドメインの関係を表す系統樹を、解答欄の枠内に図示せよ。また、(2)古細菌を2つ記せ。

問 4 下線部④について、真核生物と共生して(1)ミトコンドリアとなった細菌と、(2)葉緑体となった細菌を記せ。

問 5 下線部⑤について、(1)葉緑体を一次的な細胞内共生で得た藻類を1つ、(2)藻類を二次的に取り込み光合成を行うようになった原生物を1つ記せ。

【9】 次の文を読み、問1～問4に答えよ。

環境省により絶滅危惧種に指定されている昆虫Aの保護を図るため、昆虫Aが生息する草原に調査区画を設定し、発育段階ごとの生存個体数を調査した。結果は、表1のようになった。

この昆虫Aは、オス成虫とメス成虫が交尾して、餌となる植物の葉に卵を産み付ける。翌年5月下旬ごろに卵から幼虫が孵化し、6月下旬ごろに成虫が羽化する。なお、移動能力が乏しいため、調査区画の内側と外側の間の個体の移動は起こらず、発育段階ごとの生存個体はすべて発見されたものとする。

表1

発育段階	生存個体数	発育段階ごとの死亡率
卵	353	A%
1 齢幼虫	169	B%
2 齢幼虫	95	C%
3 齢幼虫	47	D%
4 齢幼虫	23	E%
蛹	12	F%
成虫	6	—

問1 表1のような発育段階ごとの生存個体数などを示した表の名称を記せ。

問2 表1のDに入る数値を四捨五入して小数第一位まで求めて記せ。



問 3 図 1 に、典型的な 3 つのタイプの生存曲線を示した。

- (1) 昆虫 A は図 1 の (ア)~(ウ) のどのタイプの生存曲線に近いが、記号で記せ。
- (2) (1) でそれを選んだ理由を解答欄に簡潔に記せ。
- (3) (ア)~(ウ) に似た生存曲線を示す生物を以下からそれぞれ 1 つ答えよ。

アサリ、アメリカシロヒトリ、イワサキクサゼミ、シジュウカラ、  
 セイヨウミツバチ、ドールシーブ、ニホンザル、ニホントカゲ、  
 マイワシ

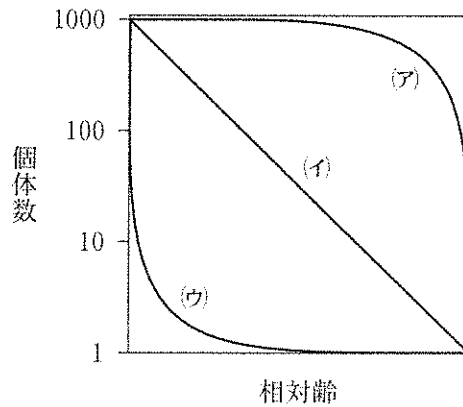


図 1

問 4 昆虫 A のメス 1 匹は 100 個の卵を産む。この調査を行った年に成虫となった個体の性比が 1 : 1 であったとすると、翌年はこの調査区画では何匹の成虫が羽化すると予想されるか。四捨五入し整数で記せ。なお、翌年の発育段階ごとの死亡率は、表 1 の結果を得た年と同じとする。

【10】 次の文Ⅰ、Ⅱを読み、問1～問4に答えよ。

[Ⅰ] 植物では、核相が複相( $2n$ )の時期(複相世代)と単相( $n$ )の時期(単相世代)が交互に現れる。複相世代と単相世代が交互に繰り返されることを  という。また、  をつくる単相世代は配偶体、胞子をつくる複相世代は孢子体と呼ばれる。陸上植物では、生活の主体が配偶体から孢子体へと変化し、配偶体は小型になり孢子体によって保護されるように進化してきた。

例えば、コケ植物は胞子で繁殖し、ふつう私たちが目にする植物体は配偶体である。孢子体は配偶体上にあり、栄養的に配偶体に依存している、減数分裂により、<sup>①</sup>孢子体でつくられた胞子が地表で発芽し、成長すると配偶体ができる。配偶体上には精子をつくる  器と卵細胞をつくる  器がつくられる。精子は外界に出て  器の中の卵細胞まで泳いで行き受精する。受精卵は、配偶体上で孢子体に成長する。

一方、種子により繁殖する種子植物では、私たちが目にする植物体は孢子体である。孢子体には根、茎、葉が分化し、その中に木部と師部からなる  がみられる。配偶体には、雌の配偶体と雄の配偶体<sup>②</sup>がある。雌の配偶体は珠皮に包まれた胚のうであり、受精後に種子になる胚珠の中にある。種子植物は、むき出しの胚珠をもつ  植物と、胚珠を包んだ子房をもつ  植物からなる。

問1 文中の  ～  にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、孢子体のどのような特徴からこのようなことが言えるか、その理由を解答欄の枠内に記せ。

問3 下線部②について、雄の配偶体は種子植物では何と呼ばれるか記せ。

[II] 菌類は、(1)ツボカビ類、(2)接合菌類、(3)グロムス菌類、(4)子のう菌類、(5)担子菌類の5つの大きな分類群に分けられる。

問 4 下線部③について、以下の(あ)~(う)の特徴をもつ菌類の分類群を上記の(1)~(5)の中から選んで番号で記せ。

- (あ) シイタケのようなキノコと呼ばれる大形の子実体を形成するものが多い。子実体菌糸の細胞内で核が合体し、その後減数分裂により4個の胞子を形成して繁殖する。
- (い) 遊走子と呼ばれるべん毛をもつ胞子を形成する。
- (う) アカバンカビやアオカビなどが含まれる。子実体菌糸の細胞内で核が合体し、その後の減数分裂と核分裂により8個の胞子を形成して繁殖する。