

受 験 専門科目名	昆虫科学	この科目について (2)枚のうち(1)枚目
--------------	------	------------------------------

次の問1から問4の中から3問を選択し、問5を含めて計4問に答えなさい。設問ごとに1枚の解答用紙を用い、計4枚の解答用紙を提出しなさい。

問1. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

甲虫であるキクイムシの仲間は、飛翔能力はあるものの、体サイズが1cm未満の小さな昆虫であり、多くの種は森林に生息している。多くの種の成虫は樹木を穿孔しながら樹木内部を摂食し、産卵する。キクイムシの一部の種では、成虫が樹木を穿孔した後、集合フェロモンが木材の削りかすと糞の混合物の中に分泌される。集合フェロモンによって誘引された多数の同種他個体は、その樹木に集まり摂食する。そして交尾したメスはその樹木を穿孔し産卵する。

北アメリカ大陸に生息するキクイムシの一種である*Ips pini*はマツを食害することが知られており、Ipsdienolと呼ばれるモノテルペン類を集合フェロモンとして用いている。この*I. pini*のオスは、餌となるマツを摂食すると、それがきっかけで体内での幼若ホルモン（JH III）の分泌が増加し、Ipsdienolの放出も増加する。JH IIIの分泌の増加がIpsdienolの生合成経路に与える影響を探るため、以下のような実験を行なった。

モノテルペン類は一般的に図1に示すような経路で生合成されていることが知られ、Ipsdienolも同じ経路で生合成されると予想される。まず、オスの*I. pini*の体に様々な濃度のJH IIIを滴下すると同時に、¹⁴Cで同位体標識された[¹⁴C]-酢酸、または[¹⁴C]-メバロノラクトンを注射した。その後、*I. pini*から放出されたIpsdienolのうち¹⁴Cを含むIpsdienol ([¹⁴C]-Ipsdienol) を定量した。その結果、[¹⁴C]-酢酸を注射した場合も[¹⁴C]-メバロノラクトンを注射した場合も[¹⁴C]-Ipsdienolは確認された。しかし、[¹⁴C]-酢酸を注射した場合、滴下したJH IIIの濃度と[¹⁴C]-Ipsdienolの量との間に正の相関が見られたのに対し、[¹⁴C]-メバロノラクトンを注射した場合はJH IIIの濃度と[¹⁴C]-Ipsdienolの量との間に相関は見られなかった。次に、JH IIIを滴下したオスと滴下しなかったオスからそれぞれRNAを抽出し、テルペン合成経路に関与する遺伝子の発現量を比較したところ、3-ヒドロキシ-3-メチルグルタリル-CoA (HMG-CoA) からメバロン酸を合成する酵素であるHMG-CoA還元酵素 (HMG-R) の発現量がJH IIIを滴下したオスで増加した。

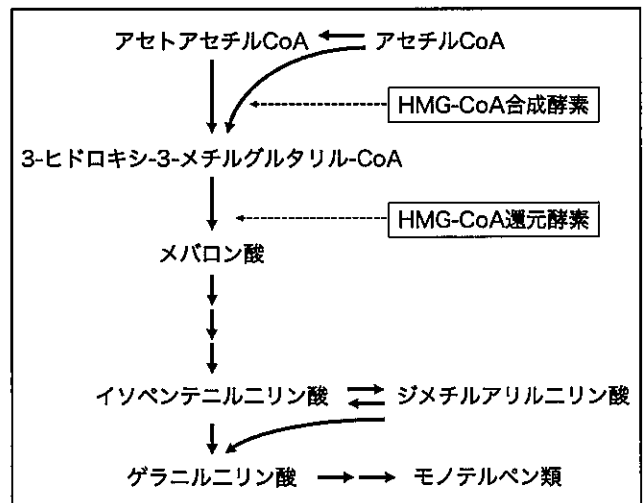


図1. テルペンの合成経路の概略図

- (1) 下線部に関して、キクイムシが集合フェロモンの匂い源に集まるメリットとして考えられることを、餌探索と繁殖の2つの観点から推測して説明しなさい。
- (2) 文章全体の内容を踏まえ、*I. pini*において、JH IIIの分泌の増加がIpsdienolの生合成経路に与える影響について考察しなさい。なお、体内に注射された[¹⁴C]-酢酸は[¹⁴C]-アセチルCoAに、[¹⁴C]-メバロノラクトンは[¹⁴C]-メバロン酸に変換され、生合成経路に取り込まれるものとする。

受験 専門科目名	昆虫科学	この科目について (2)枚のうち(2)枚目
-------------	------	------------------------------

問2. 昆虫に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 以下に挙げた3つの昆虫目について、形態や発育などの生態的特徴をそれぞれ説明しなさい。
 - ・シミ目
 - ・チョウ目
 - ・トンボ目
- (2) 以下に挙げたチョウ目昆虫の3つの組織について、幼虫期から成虫期にかけての変態に伴って進行する変化の特徴をそれぞれ説明しなさい。
 - ・翅
 - ・絹糸腺
 - ・脂肪体
- (3) チョウ目幼虫およびトンボ目幼虫における呼吸様式を、対比させて説明しなさい。

問3. 昆虫の消化管は前から前腸、中腸、後腸に分けられる。本格的な消化・吸収が行われるのは多くの場合中腸であり、前腸から中腸に送られてきた食物は囲食膜に包まれ、中腸上皮細胞に直接接触することなく中腸内を通過し、この間に消化酵素による分解と吸収を受ける。中腸に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 囲食膜の構造について簡潔に説明しなさい。
- (2) 大型タンパク質や多糖の消化過程について、囲食膜による区画化を踏まえて説明しなさい。
- (3) 囲食膜は中腸上皮細胞を病原微生物から保護する役割も持つ。一方、いくつかのバキュロウイルスは、自身のコードするタンパク質により、ウイルス粒子を効率的に中腸上皮細胞に接触させることができる。このウイルスタンパク質の名称と作用機構について簡潔に説明しなさい。

問4. 核多角体病ウイルス（NPV）に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 特徴を説明しなさい。
- (2) 感染細胞内での増殖様式を説明し、顆粒病ウイルス（GV）の増殖様式と異なる点を挙げなさい。

問5. 次の(1)から(8)の昆虫に関連する語句の中から5つを選択し、簡潔に説明しなさい。

- (1) 体表炭化水素
- (2) アレロケミカル
- (3) マダニ類
- (4) 精包（精胞）
- (5) 脂質動員ホルモン
- (6) Bt 毒素
- (7) ノジュール形成
- (8) 触角葉

2026年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験
解答例及び出題意図

専門科目名	昆虫科学
-------	------

問1. 出題意図：昆虫生理学，昆虫生態学の基礎的な知識と概念，および論理的思考力を問う。

【解答例】

- (1) 森林で様々な樹木の中から摂食に適した樹木を手がかり無しに探し当てるのは時間も労力もかかるが，既に同種他個体が集まっている樹木であれば，その樹木が摂食に適したものである可能性が極めて高い。そのため，餌探索の観点において，同種の集合フェロモンの匂い源へ集まる方が高効率だと考えられる。また，集合フェロモンを手掛かりにして同種他個体が多数集まっている所へ向かうのは，最適な交尾相手を探し出す点でも効率が良いと考えられる。
- (2) オスに $[^{14}\text{C}]$ -酢酸を注射した場合， $[^{14}\text{C}]$ -酢酸は $[^{14}\text{C}]$ -アセチルCoAに変換された上で $[^{14}\text{C}]$ -Ipsdienolの前駆体として利用されている。滴下したJH III濃度と $[^{14}\text{C}]$ -Ipsdienolの量との間に正の相関が見られたことから，オスの体内でJH IIIが増加することにより，Ipsdienolの生合成経路の少なくとも1つの段階が促進されたと考えられる。一方， $[^{14}\text{C}]$ -メバロノラクトンを注射した場合， $[^{14}\text{C}]$ -メバロノラクトンは $[^{14}\text{C}]$ -メバロン酸に変換された上で $[^{14}\text{C}]$ -Ipsdienolの生合成に利用されているが，滴下したJH III濃度と $[^{14}\text{C}]$ -Ipsdienolの量との間に相関が見られなかったことから，JH IIIの増加はメバロン酸より下流の生合成経路を促進しないと考えられる。さらに，オスにJH IIIを滴下すると，HMG-Rの発現量が増加することから，JH IIIの分泌の増加はHMG-Rによるメバロン酸の生合成を活性化させることにより，最終的にIpsdienolの生産量も増加させるのだと考えられる。

問2. 出題意図：昆虫分類学および昆虫生理学に関する基礎知識を問う。

【解答例】

- (1) ・シミ目：体が細長く，体表が鱗片に覆われるものが多い。複眼は退化して数個の個眼を持つ。腹部末端に尾角や尾毛を持ち，腹部に短い腹肢を持つ。成虫になっても脱皮を繰り返す，成虫でも翅を持たない。雑食性であり，家屋内で乾物や書物を食害することもある。
- ・チョウ目：成虫の体は細身で柔弱であり，鱗毛で覆われている。また触角が長く，口器は小顎が伸長して管状に変形した口吻となり，花蜜や水分を吸汁する。翅の表面は鱗粉で覆われる。幼虫は主に植食性であり，蛹化時に繭をつくる種も多い。
- ・トンボ目：成虫の体は細長い円筒形で，大きな複眼と発達した4枚の翅を持つ。幼虫はヤゴと呼ばれ，水生生活を営み，昆虫や小魚を捕食する。幼虫は蛹の時期を経ずに直接成虫へと変態する。
- (2) ・翅：チョウ目のような完全変態昆虫では，将来翅となる運命を持つ組織（すなわち翅原基）が幼虫体内に準備されている。翅原基は，幼虫期終盤から蛹期にかけて急速に發育し，体外へ突出することによって，成虫の翅が形成される。
- ・絹糸腺：チョウ目昆虫では，幼虫期の終盤に繭を形成するための吐糸が終了すると，絹糸腺が崩壊して消失する。
- ・脂肪体：幼虫期の終盤に脂肪体細胞は崩壊して消失するが，一方で新生細胞の分化が進行し，成虫期に向けて脂肪体が再構成される。

- (3) チョウ目幼虫を始めとする多くの昆虫では、体表の気門と体内の気管系を通して呼吸が行われている。一方、水生のトンボ目幼虫は気門を欠き、代わりに気管鰓（直腸鰓、尾鰓）において、水中の酸素の取り込みと二酸化炭素の排出が行われる。

問3. 出題意図：昆虫生理学および昆虫病理学に関する基礎知識を問う。

【解答例】

- (1) キチン、タンパク質、ムコ多糖を主成分とした薄い膜であり、小さな孔が空いている。
- (2) 大型タンパク質や多糖は囲食膜の孔を透過できないため、消化過程は、囲食膜内腔で行われる第一次消化と囲食膜と中腸上皮の間で行われる第二次消化に分けられる。消化酵素は中腸上皮の円筒細胞から分泌され、第一次消化に関わる酵素は分子量が小さく囲食膜内腔に入ることができるが、第二次消化に関わる酵素は分子量が大きく囲食膜内腔に入ることができない。第一次消化では、タンパク質や多糖が囲食膜の孔を透過できるペプチド、オリゴ糖や二糖にまで分解される。その後、ペプチド、オリゴ糖や二糖は囲食膜と中腸上皮の間に移行し、アミノ酸、単糖にまで分解される第二次消化を受ける。
- (3) ・ウイルスタンパク質の名称：エンハンシン
・作用機構：メタロプロテアーゼであるエンハンシンは、囲食膜を分解することにより、ウイルス粒子の中腸上皮細胞への接触の効率を上げる。この作用により、ウイルスの経口感染を劇的に高めることから、感染増進因子と呼ばれている。

問4. 出題意図：昆虫病理学に関する基礎知識を問う。

【解答例】

- (1) 核多角体病ウイルス (NPV) は、節足動物（主に昆虫）に特異的に感染するウイルスである。桿状ヌクレオカプシドがエンベロープで包囲されてウイルス粒子を構成している。バキュロウイルス科に属し、80～180 kbpの環状2本鎖DNAをゲノムとしてもち、100～180個の遺伝子をコードしている。チョウ目昆虫に感染するアルファバキュロウイルス属、ハチ目昆虫に感染するガンマバキュロウイルス属、ハエ目昆虫に感染するデルタバキュロウイルス属に分類されている。宿主特異性が高く、当該ウイルスが分離された昆虫とそのごく近縁の昆虫にしか感染することができない。多角体とよばれる包埋体を感染細胞の核内に大量に形成する。感染サイクルにおいて2種類のウイルス粒子を産生し、一つは多角体に包埋される包埋体由来ウイルス (ODV) であり、もう一つは感染細胞からの出芽により形成される出芽ウイルス (BV) である。ODVが昆虫個体間の感染を、BVが感染昆虫個体内の組織や細胞間の感染を担っている。多角体はポリヘドリンと呼ばれる1種類のタンパク質が感染後後期に多量に発現し、核内でODVを包埋して形成される。
- (2) 細胞内にヌクレオカプシドが侵入して脱殻し、ウイルスゲノムDNAを鋳型として遺伝子の発現が始まる。その後、ウイルスのDNA複製や構造タンパク質の産生が行われ、これらが会合して新たなヌクレオカプシドが産生される。顆粒病ウイルス (GV) の増殖様式と異なる点として、NPVが感染した細胞の核において、核膜の崩壊は起こらない点があげられる。NPV感染細胞の核内には感染後後期に多角体が充満する。一方、GV感染細胞では、感染初期に核の肥大化と共に核膜が崩壊・分断されて、核と細胞質の境界はなくなり、感染後後期にはGVの包埋体である顆粒体が細胞全体に形成される。

問5. 出題意図：昆虫科学に関する基礎知識を問う。

【解答例】

- (1) 昆虫の体表のクチクラ層を覆っている、直鎖または分岐した構造を持つ飽和・不飽和炭化水素の複雑な混合物のこと。疎水性であるため、昆虫体内からの水分の損失を防ぎ、乾燥を防ぐ機能がある。また、多くの昆虫において、様々な炭素数、構造を持った体表炭化水素の混合物が種認識、巢仲間認識のための化学コミュニケーションに用いられている。
- (2) 情報化学物質のうち、異種間のコミュニケーションに用いられる化学物質のこと。アレロケミカルはさらに、送信者だけ利益を得るアロモン、受信者だけ利益を得るカイロモン、送信者と受信者両方が利益を得るシノモンの3つに分類される。
- (3) マダニ類はダニ目マダニ科に属するダニ類で、野山や草むらに生息し、動物に寄生して吸血する。マダニ類は、重症熱性血小板減少症候群 (SFTS)、ライム病、および日本紅斑熱を始めとする複数の感染症を媒介する。これらの感染症への対策として、野外でマダニに咬まれないよう注意することが重要である。
- (4) 精包は、タンパク質から成るカプセル状の構造体にオスの精子が収納されたものであり、バッタ目やカメムシ目などの昆虫種で見られる。精包は、オスの体内で予め作られる場合と、メスと出会った時に作られる場合、もしくは交尾中にメスの生殖管内で作られる場合がある。精包にはアミノ酸やタンパク質を成分とするゼラチン様の塊が含まれており、メスがその塊を食べる場合と、塊内のアミノ酸やタンパク質などの成分が卵へと移行する場合があります、いずれもメスへの栄養供給に貢献する。
- (5) 脂質動員ホルモン (adipokinetic hormone, AKH) は、側心体において合成される神経ペプチドホルモンである。脂質動員ホルモンは、脂肪体の脂質の分解を促進し、血中脂質濃度を上昇させる作用を有するということが、バッタなどにおいて報告されている。
- (6) *Bacillus thuringiensis*が産生する殺虫性タンパク質であり、結晶性タンパク質である δ 内毒素と分泌性タンパク質であるVIPの大きく2種類に分けられる。
- (7) 細胞性免疫反応の一つであり、大量の細菌や菌類などが体内に侵入し、食作用のみでの処理が難しい場合に起こる応答である。
- (8) 中大脳に左右一対存在し、触角からの情報が伝えられる神経叢。触角葉には嗅覚や温度、湿度の感覚ニューロンの軸索が投射している。