

アゲハ幼虫の病気の原因について ～核多角体ウイルスの秘密に迫る～

田中 鼓太郎

#核多角体ウイルス
#アゲハ幼虫
#病気

【当該研究の状況】

アゲハ蝶の幼虫の病気の原因は、核多角体ウイルス(NPV)である。
感染経路・病的影響・バイオコントロールの利用(次のページに詳細あり)

【先行研究への問題意識】
なぜ偶然にアゲハ幼虫がNPVをカプセルや胞子を接種してしまうのか？

【RQ】①アゲハ幼虫が核多角体ウイルスに感染するメカニズムは何か？
②核多角体ウイルスに感染したアゲハ幼虫を救う方法は何か？

【RQに対する仮説】

- ①アゲハ幼虫が核多角体ウイルスに感染するメカニズムは何か？
→空気中にウイルスがいるのではないか。
②核多角体ウイルスに感染したアゲハ幼虫を救う方法はないのか？
→無いと思う。あるのだったら調べたら出ると思う。

【研究目的】本研究は、アゲハ幼虫が核多角体ウイルスに感染したときのメカニズムと救う方法を明らかにすることが目的である。

【研究内容・方法】

- ①アゲハ幼虫が核多角体ウイルスに感染するメカニズムについての文献調査をする。
②核多角体ウイルスに感染したアゲハ幼虫を救う方法はないのか、文献調査をする。

【結果(RQや仮説に一言で回答すると)】

アゲハ幼虫は核多角体ウイルス(NPV)に汚染された食物を摂取することで感染し、感染後の治療法は現在存在しないため、予防が重要である。

【結果の詳細】

- ①アゲハ幼虫は、核多角体ウイルス(NPV)が付着した植物の葉を食べることで感染する。ウイルスは「オクルージョン体」と呼ばれる殻に守られていて、消化器官で溶けるとウイルス粒子が放出される。これが昆虫の腸の細胞に入り込み、感染が全身に広がり、最終的に昆虫を病気にさせる。また、感染した昆虫の行動を変えて、感染拡大を促進することもある。
- ②現在、NPVに感染したアゲハ幼虫を治療する薬はなく、感染を防ぐことが主な対策である。NPVは農作物の害虫を減らすために使用されることもあるが、これは虫を治療するためではなく、他の虫への感染を防ぐためのものだ。新たな治療法の研究は進められていますが、現時点で有効な治療法は見つかっていない。

【考察】

僕はアゲハ幼虫が核多角体ウイルスに感染するメカニズムを知れたことを光栄に思うが、核多角体ウイルスに感染したアゲハ幼虫を治療する薬がないことは残念だ。

【今後の課題】

本当は尾状突起の役割についても調べたかったが、病気についてしぼったため、できなかった。次はそれについてもやりたい。いつかアゲハ幼虫のために治療薬を作りたい。

【参考文献】

Altizer, S., & de Roode, J. (2010). When butterflies get bugs: The ABCs of lepidopteran disease. *American Butterflies*, Summer 2010, pp. 16-25.
Williams, T., Virto, C., Murillo, R., & Caballero, P. (2017). Covert infection of insects by baculoviruses. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1337.

【結論】アゲハ幼虫は、核多角体ウイルスが付着した植物を食べる事で感染する。
核多角体ウイルスに感染した幼虫を救う方法はない。

核多角体ウイルス (Nuclear Polyhedrosis Virus, NPV)

NPVは、レピドプテラ（蝶や蛾）の幼虫に感染する最も一般的で致命的なウイルスの一つです。このウイルスは、以下の特徴を持っています。

1. 感染経路:

- 幼虫がNPVを含むカプセルや胞子を偶然に摂取することで感染が始まります。感染した幼虫は、ウイルスが細胞核内で急速に増殖し、最終的に宿主である幼虫を殺します。

2. 病理的影響:

- 感染した幼虫は、細胞内でウイルスが大量に複製されると、短期間で「ゼリー状」の状態に分解されます。ウイルスによって引き起こされるこの急速な溶解は、エボラウイルスに似た症状を呈するとされ、非常に致命的です。

3. ウイルスの拡散:

- 宿主が溶解する過程で、数百万個のウイルス粒子が宿主の体から漏れ出し、周囲の植物に拡散します。これにより、他の幼虫が感染しやすくなり、次世代の感染が確実に行われます。

4. バイオコントロールの利用:

- NPVは、その迅速な致死性と特異的な宿主範囲（多くのNPVは特定のレピドプテラ種のみを感染させる）から、いくつかの農業害虫に対するバイオコントロール剤として利用されています。例えば、北アメリカのマイマイガやブラジルのインゲンカイコ、タンザニアのアフリカシロアリなどに対して効果的に使用されています。

ウイルスによる感染症の影響

ウイルスは幼虫のライフサイクルにおいて非常に破壊的であり、幼虫がウイルスに感染すると、その発育が停止し、最終的には死に至ります。これにより、幼虫が成虫になることができず、個体数の減少や地域個体群の減少に繋がる可能性があります。

人間活動との関係

気候変動や生息地の破壊などの人間活動は、NPVのようなウイルスの拡散に影響を与える可能性があります。温暖化が進むと、ウイルスの生存期間が延びる可能性があり、ウイルスの感染期間が長くなることが懸念されています。また、商業的に飼育された蝶が野生に放たれることによって、病原体が新しい地域に拡散するリスクもあります。



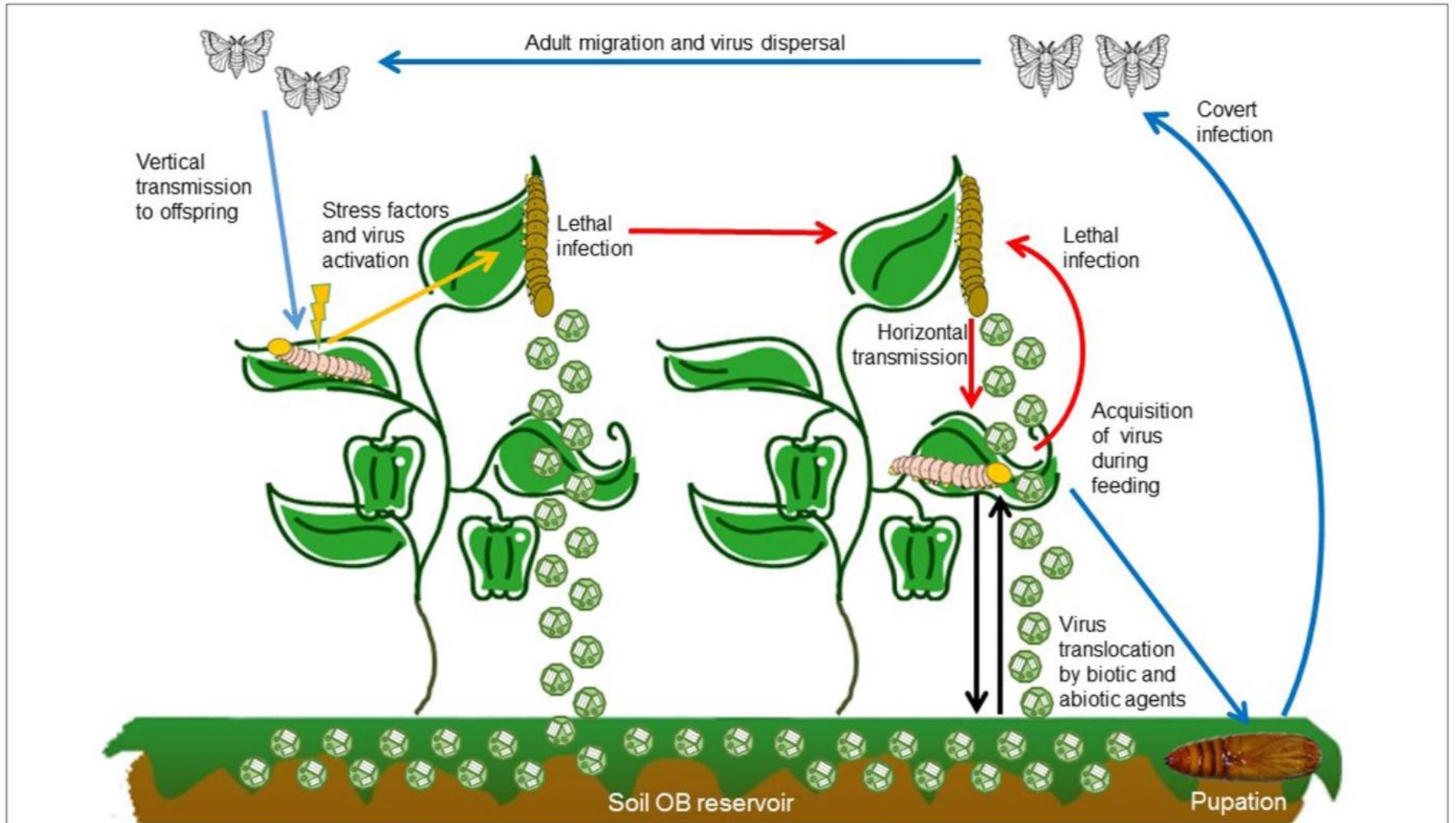


図2 | バキュロウイルスの感染経路、感染様式、環境中の拡散経路。幼虫が汚染された葉を食べている間にOBを摂取した後、感染した個体の一部が致命的な病気を発症し、宿主植物上にOBを放出し、そこで感受性の宿主に感染する（赤矢印）。また、葉面上のOBは降雨によって土壌に洗い流され、そこから生物学的・生物学的要因によって再び植物に運ばれる（黒矢印）。

あるいは、OBを摂取しても生き残った昆虫は発育を続け、蛹化し、密かに感染した成虫として出現することもある（青矢印）。これらの成虫は産卵前に分散し、子孫に感染を伝えることができる。何らかのエリシターやストレス要因が引き金となり（オレンジの矢印）、潜伏感染から致命的な病気が発生し、水平伝播サイクル（赤の矢印）に戻るまで、垂直伝播は数世代にわたって持続する。

引用) Williams, T., Virto, C., Murillo, R., & Caballero, P. (2017). Covert infection of insects by baculoviruses. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1337.

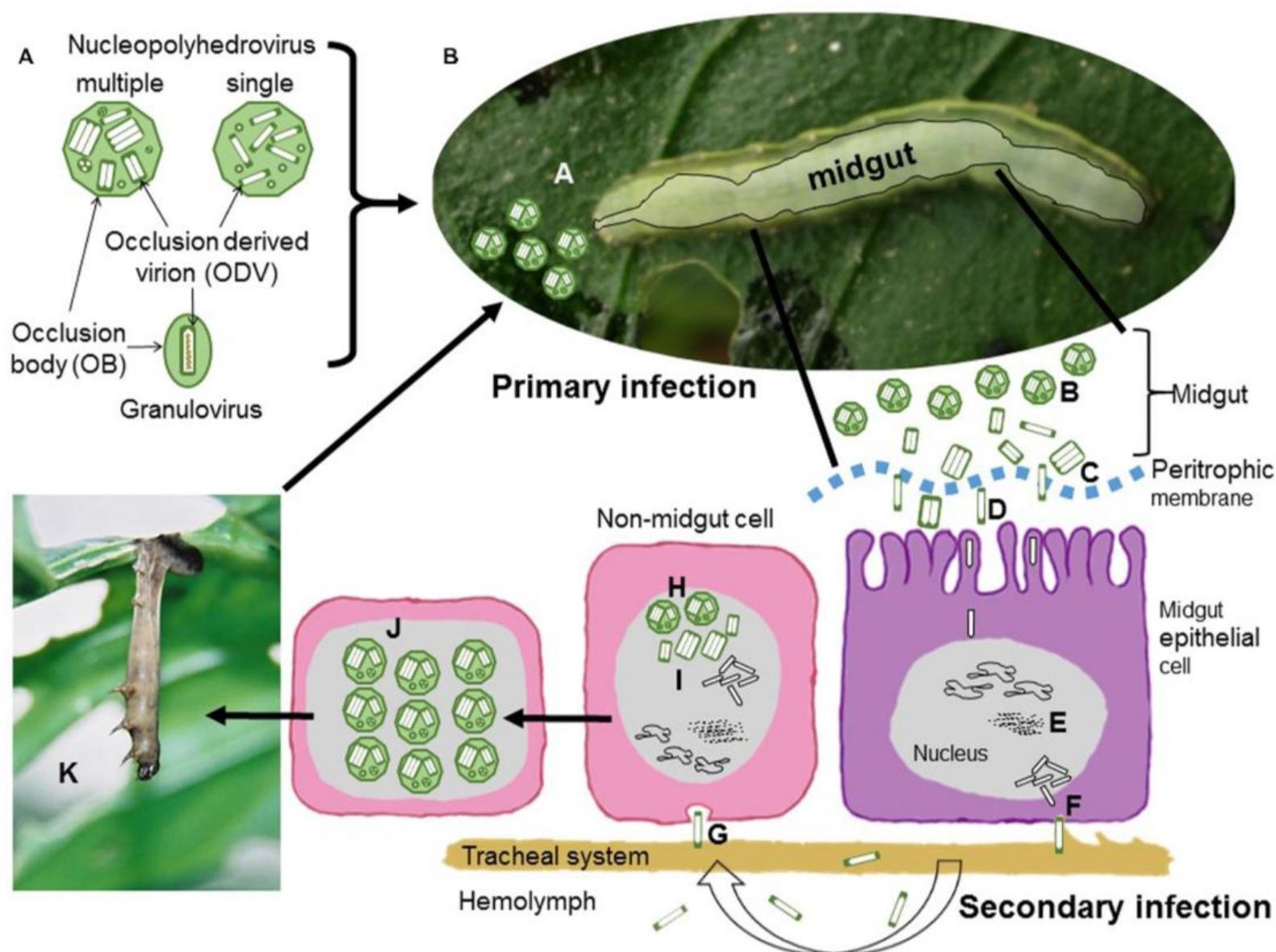
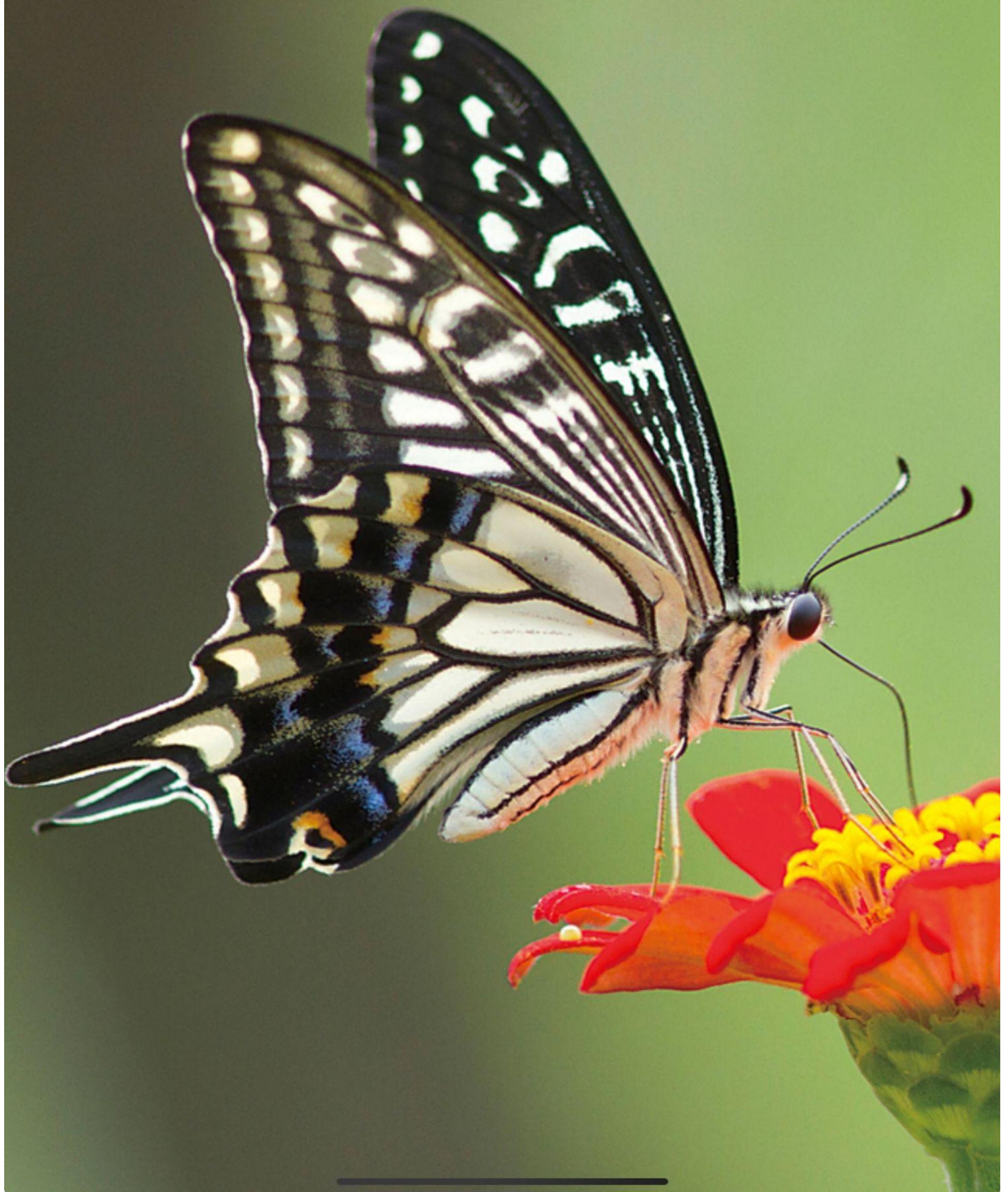


図1 | バキュロウイルスの構造と感染サイクルの模式図。(A) 核ポリヘドロウイルス閉塞体 (OB) は、閉塞体由来のビリオン (ODV) を取り囲む、主に結晶性ポリヘドリンからなる多面体タンパク質質体である。ODVは、1個のヌクレオカプシド (単一型) または1個から数個のヌクレオカプシド (複数型) を各ODVに含んでいる。グラニューロウイルスの場合、OBは顆粒状であり、結晶性タンパク質グラニューリンに囲まれた単一のヌクレオカプシドを持つ単一のODVを含む。すべての場合において、各ヌクレオカプシドは単一のウイルスゲノムを含んでいる。(B) 核ポリヘドロウイルスの感染と複製の連続したステップ。一次感染では、(A)OBは汚染された葉を食べる際に摂取される。(B) OBは昆虫の中腸で可溶化され、ODVを放出する。ODVは中腸周囲膜を通過し (C)、中腸上皮細胞の微絨毛と融合する (D)。ヌクレオカプシドは核に移動し、そこでウイルスゲノムを放出して複製を開始する。(E) ウイルス複製はウイルス原性間質で起こる。子孫のヌクレオカプシドが集合し、基底膜から芽生え (F)、その間にウイルス修飾細胞膜に存在するGP64またはF融合タンパク質を含むエンベロープを獲得する。感染の二次段階では、これらの芽生えたビリオン (BV) は、血液リンパ液中、あるいは昆虫の体腔系の細胞 (体腔芽細胞) に沿って拡散し、昆虫の他の組織の細胞に感染を広げる。(G) BVはエンドサイトーシスによって細胞に入り、核内で複製される。新しく組み立てられたヌクレオカプシド (H) は細胞から芽を出すか、あるいはODVを形成するためにエンベロープされ、OBに閉塞される (I)。感染サイクルの終わりには、OBが核内に蓄積する (J)。死後、幼虫は通常、宿主植物の最上部の葉にぶら下がり (K)、幼虫の外皮が破れてOBを放出し、葉を汚染してさらに水平伝播のサイクルを繰り返す。





ご清聴
ありがとうございました

