

—最新の家畜疾病情報 (Ⅷ)—

腐 蛆 病

高松大輔<sup>†</sup> (国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 動物衛生研究所  
細菌・寄生虫研究領域 主任研究員)

1 はじめに

腐蛆病はミツバチの幼虫の細菌感染症である。家畜伝染病予防法においては、「腐蛆病」という単独の病名で法定伝染病に指定されているが、この病名の中にはまったく異なる病原細菌によって引き起こされるアメリカ腐蛆病 (American foulbrood : AFB) とヨーロッパ腐蛆病 (European foulbrood : EFB) という2つの疾病が含まれている。両疾病は、発症時期や症状も異なり、病原体の性質も大きく異なる。したがって、腐蛆病が疑われる蜂群をできるだけ早く発見し、正確な診断と有効な対策を施すためには、各疾病の特徴を正しく理解する必要がある。そこで本稿では、症状、発病機構及び病原体の性状を中心に、それぞれの疾病についてその特徴を解説する。

2 アメリカ腐蛆病 (AFB)

AFBは最も重要なミツバチの感染症の一つである。原因菌であるアメリカ腐蛆病菌 (*Paenibacillus larvae*) (図1) は、熱、乾燥、消毒薬などの物理的または化学的な刺激に対して強い抵抗性を持つ芽胞を作る細菌で、幼虫は、この芽胞に汚染された餌を食べることによって感染する。孵化後12~36時間の幼虫が最も感受性が高く、この時期の幼虫では、10個以下の芽胞を摂取するだけでも致死的な感染が成立する。摂取された芽胞は幼虫の中腸内で発芽し、増殖型の菌となって中腸内で大量に増殖する。中腸内を埋め尽くした*P. larvae*は、中腸上皮細胞を突破して血体腔に侵入する。菌は血体腔内の細胞間隙でも増殖し、蜂児を死に至らしめる [1]。この感染・発症のいずれのステージにおいても、*P. larvae*は次の感染源となる芽胞を産生する [2]。

蜂児の部屋 (巣房) は、幼虫が蛹になる前に蓋がされるが、AFBでは巣房に蓋がされた後の幼虫や蛹 (有蓋蜂児) が死亡することが多い。死亡蜂児の巣房では、蓋

が黒ずみ、張りを失って内側に凹み、その後、働き蜂によって蓋に小孔が開けられる。死亡蜂児は、白色から茶色、チョコレート色へと変色し、粘稠性のある刺激臭を発する腐蛆となるが、この腐敗には*P. larvae*が産生する蛋白質分解酵素の働きも関与している。この状態の腐

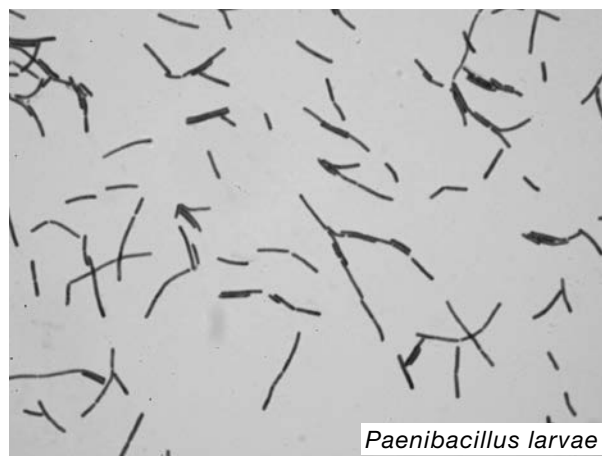
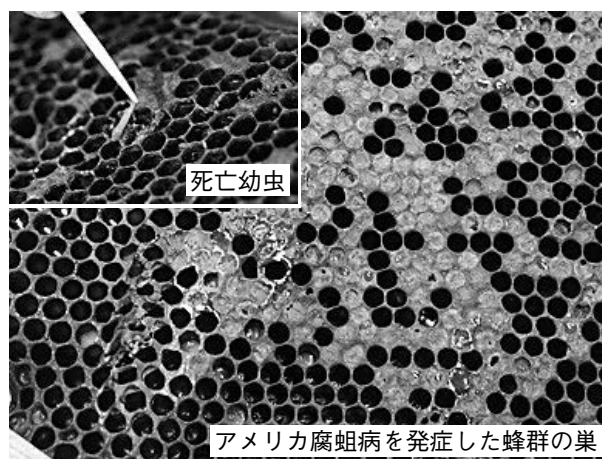


図1 アメリカ腐蛆病と原因菌株によって菌の形態が異なる場合がある。

写真提供：農研機構・畜草研 芳山三喜雄先生 (死亡幼虫)、山梨県東部家保 (発症蜂群の巣)

<sup>†</sup> 連絡責任者：高松大輔 (国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 動物衛生研究所 細菌・寄生虫研究領域)

〒305-0856 つくば市観音台3-1-5 ☎029-838-7713 FAX 029-838-7880 E-mail: p1013dt@affrc.go.jp

蛆は、巣房に爪楊枝などを差し込んで引き抜くと、糸を引いて付いてくる（図1）。巣房内の腐蛆は次第に乾燥し、やがて扁平状の死骸（スケイル）となって巣房の下面に固着する。このスケイルには大量の芽胞が含まれる上に、働き蜂によって清掃・除去できないため、他の幼虫や蜂群の感染源となる。特に、感染に気づかないまま群の合同や巣板の移動を行ったり、群間で養蜂器具を共用すると、瞬間に感染が広がり、養蜂場全体に甚大な被害が生じることとなる。また、盗蜂によって外部から芽胞が持ち込まれ、感染が広がることもある。

AFBは、養蜂が行われているほとんどの国で発生が認められている [3]。監視伝染病発生年報によると、毎年、わが国でも、40～80戸で計100～400群程度の腐蛆病の発生が報告されている。しかし、この数字には、AFBとEFBの両疾病が含まれている。また、確定診断がされないまま自主的に処分されている腐蛆病を疑う蜂群も存在すると考えられる。したがって、日本におけるAFBの正確な発生件数はわかっていない。

*P. larvae* 株は、ゲノム中の繰り返し配列を標的としたPCRによって、ERIC I型～IV型までの4タイプに型別される [4]。このうち、重要なのはI型及びII型で、特にI型株が世界中で発生する多くのAFB症例の原因となっている。個々の蜂児に対する病原性はI型株よりII型株の方が高い。II型株によるAFBでは、その高い病原性のため、巣房に蓋がされる前に幼虫が発症・死亡することが多く、感染幼虫が育児蜂によって素早く巣から排除されるため、蜂群内での病気の拡散は遅くなる。一方、I型株によるAFBでは、病気の発症がII型株より遅れ、蜂児の死亡時期がおもに有蓋期になる。そのため、育児蜂による感染蜂児の発見が遅れ、蜂群内に病気が蔓延しやすくなる。結果として、蜂群レベルでは、I型株の方が大きな被害をもたらすことになると考えられている [1]。わが国にもI型とII型の両タイプが存在しているが、株の分布状況や異なるタイプの株による被害状況などについては、今後、詳細に調査していく必要がある。

AFBが発生した場合、治療は行われず、発症蜂群は焼却処分される。予防薬として抗生物質であるミロサマイシンを含む製剤が実用化されているが、抗生物質が残留した蜂蜜やローヤルゼリーが出荷されることがないように、用法・用量及び使用上の注意を守って使用する必要がある。

### 3 ヨーロッパ腐蛆病 (EFB)

EFBは、ヨーロッパ腐蛆病菌 (*Melissococcus plutonius*) によって汚染された餌を幼虫が食べることによって引き起こされる細菌感染症である。EFBによって幼虫が死亡するメカニズムについてはいまだ不明な点が多

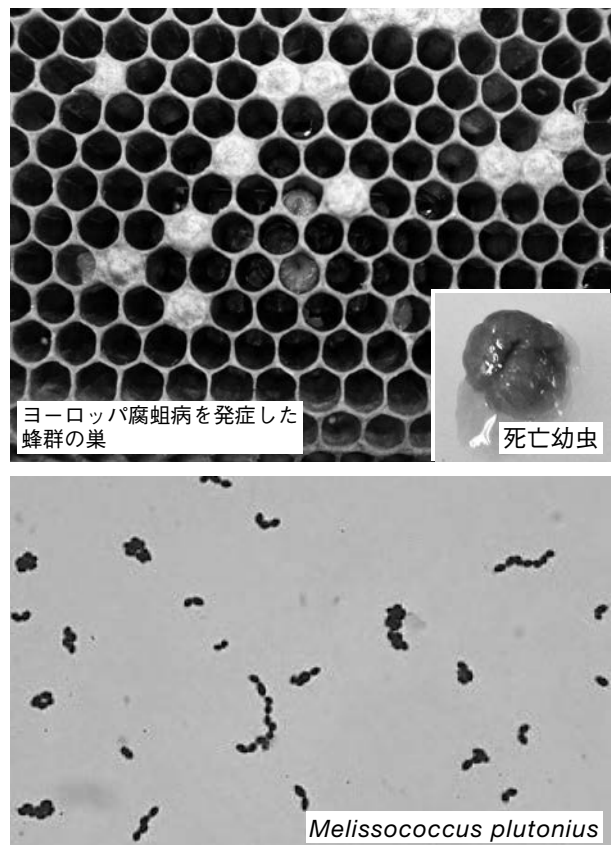


図2 ヨーロッパ腐蛆病と原因菌

写真提供：埼玉県 荒井理恵先生（発症蜂群の巣，死亡幼虫）

いが、幼虫の腸管内で爆発的に増えた *M. plutonius* が、腸内の餌を横取りして消費してしまうため、幼虫が餓死するともいわれている。本病の発症時期はAFBより早く、4～5日齢の幼虫が死亡することが多いが、有蓋蜂児のステージで死亡することもある。死亡幼虫はAFBで死亡した個体のような粘稠性はなく、乳酸菌などの二次感染菌の影響で分解され、乳白色～褐色の水っぽい、時に酸臭を発する腐蛆となる（図2）。しかし、蜂群が *M. plutonius* に汚染されていたとしても、必ずしもEFBを発症するわけではない。EFBの発症には、病原体側の要因だけでなく、餌の量、幼虫の数、育児蜂の数のバランスが大きく影響する。EFBは春から初夏にかけての蜜を出す花がたくさん咲く時期（流蜜期）に多発する傾向にある。この時期は蜂児、成蜂ともに蜂群内の個体数が急増するが、蜜集めに駆り出される成蜂の割合も増えるため、相対的に育児蜂の負担が増える。その結果、個々の幼虫への給餌量が減るため、腸内での *M. plutonius* による餌の横取りが幼虫の栄養状態や健康状態に大きく影響してしまうと考えられる。

EFBも、ニュージーランドなどの一部の国を除き、養蜂が行われているほとんどの国で発生が認められている [3]。養蜂に一般的に用いられるセイヨウミツバチ以

外にも、トウヨウミツバチやヒマラヤオオミツバチでの症例も報告されている。日本では、1980年代から全国的に散発的な発生が認められており、2013年には初めてニホンミツバチでの症例も確認された [5]。しかし、AFBと同様に、EFB単独での発生件数は統計がとられていない。

原因菌である *M. plutonius* (図2) は、*P. larvae* とは異なり芽胞は形成しない。しかし、ミツバチの体外でも比較的長期間生存できるため、一度 EFB が発生した養蜂場では、翌年も再発しやすいといわれている。本菌はかつて、多様性の少ない菌種だと考えられていたが、近年の分子疫学的な研究の結果、世界各国で分離される *M. plutonius* 株は、遺伝子配列の類似性によって大きく3つのグループ (CC3, CC12, CC13) に分けられることが明らかとなった [5, 6]。イギリスでの大規模な疫学調査の結果、野外では、CC3の株が他のグループの株より蜂群に大きなダメージを与えているという結果が示された [6]。すなわち、異なるグループの *M. plutonius* 株は、ミツバチに対する病原性も異なり、養蜂業に与える経済的被害も異なる可能性がある。日本にも、これら3つのグループの株が存在しているが [5]、各グループの株による EFB の発生頻度については十分な情報がない。また、グループ間で菌株の培養性状や生化学性状が大きく異なるため [7]、菌分離による EFB の確定診断を行う際には、注意深く菌種同定を行う必要がある。AFBと同様に、治療は行われず、EFB発症蜂群は焼却処分する。わが国では、EFBの予防薬として承認されている薬剤はなく、新たな予防薬の実用化が望まれている。

#### 4 おわりに

腐蛆病について語るときにいちばん困るのは情報があまりにも不足していることである。家畜伝染病予防法においては、まったく異なる病気である AFB と EFB が「腐蛆病」として一括りにされていることもあり、個々の疾病の発生状況さえ把握できていない。国際的にみても、腐蛆病研究は昆虫学者によるものが多いため、古く

から知られている病気であるにもかかわらず、病原体そのものに関する情報が乏しい。今後、より有効な予防法を立案し、本病の被害を低減していくためには、昆虫学と微生物学の専門家が協力して調査研究を進めていく必要がある。また、養蜂関係者の皆様には、腐蛆病を疑う症例に遭遇した際には、最寄りの家畜保健衛生所への速やかな連絡をお願いしたい。

#### 参 考 文 献

- [1] Genersch E : American foulbrood in honeybees and its causative agent, *Paenibacillus larvae*, J Invertebr Pathol, 103, S10-S19 (2010)
- [2] Yue D, Nordhoff M, Wieler LH, Genersch E : Fluorescence *in situ* hybridization (FISH) analysis of the interactions between honeybee larvae and *Paenibacillus larvae*, the causative agent of American foulbrood of honeybees (*Apis mellifera*), Environ Microbiol, 10, 1612-1620 (2008)
- [3] Ellis JD, Munn PA : The worldwide health status of honey bees, Bee World, 86, 88-101 (2005)
- [4] Genersch E, Forsgren E, Pentikäinen J, Ashiralieva A, Rauch S, Kilwinski J, Fries I : Reclassification of *Paenibacillus larvae* subsp. *pulvificiens* and *Paenibacillus larvae* subs *P. larvae* as *Paenibacillus larvae* without subspecies differentiation, Int J Syst Evol Microbiol, 56, 501-511 (2006)
- [5] Takamatsu D, Morinishi K, Arai R, Sakamoto A, Okura M, Osaki M : Typing of *Melissococcus plutonius* isolated from European and Japanese honeybees suggests spread of sequence types across borders and between different *Apis* species., Vet Microbiol, 171, 221-226 (2014)
- [6] Budge GE, Shirley MDF, Jones B, Quill E, Tomkies V, Feil EJ, Brown MA, Haynes EG : Molecular epidemiology and population structure of the honey bee brood pathogen *Melissococcus plutonius*, The ISME J, 8, 1588-1597 (2014)
- [7] Arai R, Tominaga K, Wu M, Okura M, Ito K, Okamura N, Onishi H, Osaki M, Sugimura Y, Yoshiyama M, Takamatsu D : Diversity of *Melissococcus plutonius* from honeybee larvae in Japan and experimental reproduction of European foulbrood with cultured atypical isolates, PLOS ONE, 7, e33708 (2012)