

令和6年度持続的生産強化対策事業
養蜂等振興強化推進（全国公募事業）

養蜂技術指導講習会

ミツバチの生物学を 養蜂に活かす

一社) 日本養蜂協会
解説：中村 純（玉川大学名誉教授）

1

ミツバチの生物学の基本

女王蜂と交尾
分蜂と女王蜂更新
病気とミツバチ



2



3

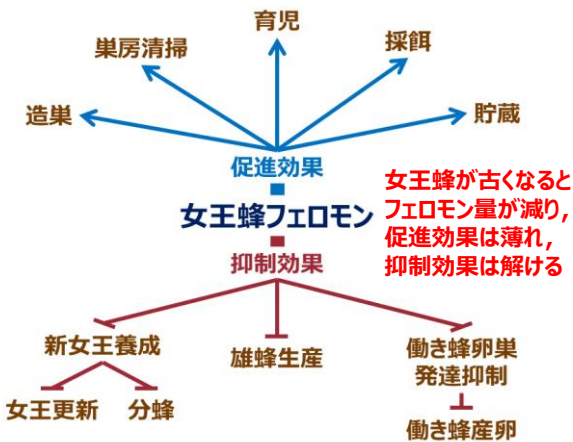
同じ雌でもここまでちがう



	女王蜂	働き蜂
卵巣小管数	266 - 397	1 - 26
受精囊	ある	なし

生殖における分業は明確（働き蜂も産卵はできる）

4



5

女王蜂は新しいほどいい？

女王蜂フェロモン効果大きい
若いほど産卵（有精卵）旺盛
育児・採餌・貯蔵を促進
働き蜂がおとなしくなる
分蜂しにくい（王台を作らない）
雄蜂生産をしない

女王蜂が古くなると
王台形成が進む→内検・管理が手間
産卵量の低下→建勢が遅れる（弱群化）
雄蜂生産期間の延長→ダニが殖える
精子の枯渇→女王蜂の機能的寿命

6

精子は雄蜂1匹分で足りるのに…

雄蜂の精子量：約700万/匹
Metz & Tarpy (2019) Insects

女王蜂は約20～40匹の雄蜂と交尾
受け取る精子数：交尾直後8700万個以上
女王蜂の受精嚢内の精子数：約550万個
Winston (1987) The Biology of the Honey Bee

受精卵：2個の精子で受精可能
Baer et al (2016) Ecol Evol

受精嚢内精子：
交尾直後350万個→1年で残量38%
2年目に精子が枯渇する可能性大…
Al-Lawati et al (2009) J Insect Physiol

7

多回交尾のリスクとメリット

交尾失敗確率14% Schlüns et al (2005) Anim Behav

多回交尾 = 働き蜂は異父姉妹

建勢が速い = 早く分蜂可能 (適応度が高い)
Mattila & Seeley (2007) Science

免疫機能が高い = アメリカ腐蛆病に罹りにくい
Simone-Finstrom et al (2016) Biol Lett

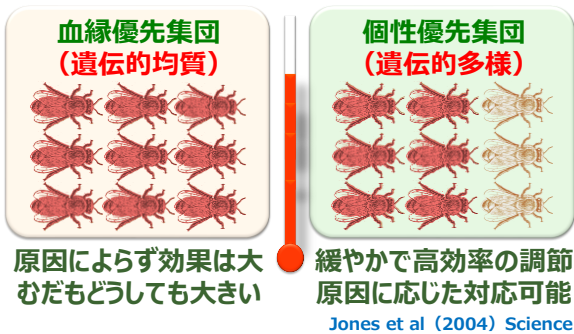
= 働き蜂の遺伝的多様度が高いことに意義
→ 大きなリスクを冒してでも多回交尾を選択

ミツバチの育種が難しい本当の事情

8

血の濃さ vs. 多彩な個性？

巣の中が暑すぎる！ 換気（扇風）しよう！



9

分蜂と女王蜂更新



10

分蜂は繁殖手段？

蜂群の寿命は平均して5～6年
基本的に女王蜂の更新は毎年行われる
Seeley (2017) Apidologie

分蜂：
出巣側は働き蜂数が多いほど生存率が向上
(出巣率の平均は0.75)
Rangel & Seeley (2012) Insect Soc

母巣側 (娘女王蜂群) の生存率 = 82%
出巣側 (母女王蜂群) の生存率 = 23%
Seeley (2017) Apidologie

分蜂は蜂群および女王蜂の更新のため

11

女王蜂の更新

分蜂を抑止するなら女王蜂の更新は必須

春の女王蜂更新が採蜜期の分蜂抑止の最善策
王台が作られない→蜂群チェックの負担軽減
= 採蜜に専念できる
雄蜂生産が止まる→ダニの増殖を抑制できる



養蜂家が更新するべき

新女王への更新の
導入期間は実質3日

12



13

病気とミツバチ

野生状態のミツバチ

蜂群間距離が維持されていて感染確率が低い
 新しい病気が蔓延すると死亡率は向上
 強毒性病原はミツバチと共倒れ
 弱毒化した病原 + 抵抗性のミツバチが残る
 → 既往症だけ

飼養下のミツバチ

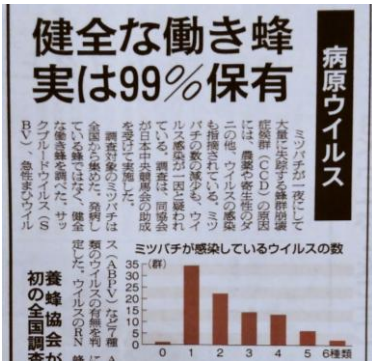
すでに多様な病原に感染している状態
 強毒性病原も近くの蜂群にすぐ感染
 → 予防や治療は養蜂上不可欠な課題

14

ウイルスはすでに全国に蔓延

全国の95%の蜂群で感染

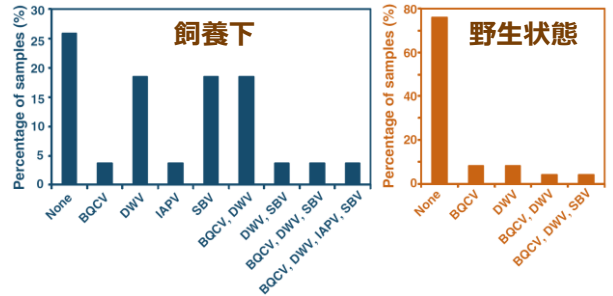
飼育法が「発症を左右」



日本農業新聞20190508

15

ニホンミツバチのウイルス感染状況



飼養下ではウイルスの保有率が高い

Kojima et al (2011) Microb Ecol

16

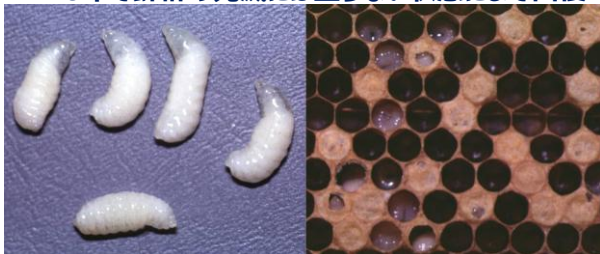
タイサックブルード病 (ウイルス感染症)

1970~80年代に東南~南アジアに蔓延

90%のトウヨウミツバチが死滅

トウヨウミツバチの養蜂振興が広域感染を招いた

20年で蜂群の死滅には至らない状態にまで回復



17



18

飼養下における疾病感染経路

ミツバチ側の感染経路：**盗蜂と迷い蜂**
 養蜂作業に伴う感染経路：**巣板と巣箱の共有**

盗蜂の防止

盗蜂は1kmまで頻発，2 km以上では起きない
Lindström et al (2008) Apidologie

迷い蜂，巣箱や巣板の共有への対応
 蜂群ではなく，蜂場を衛生管理の単位と考える

ミツバチヘギイタダニの感染

=2.5 km離れた蜂場間でも発生
Frey and Rosenkranz (2014) J Econ Entomol

→バロア症はより広域での防除態勢で対応

19

衛生管理の単位は「蜂場」

蜂場内の短い蜂群間距離は「養蜂」では必然
 蜂群間距離を調整することには意味はない
 飼養の単位を「蜂群」ではなく「蜂場」と考える



蜂群間距離ではなく「蜂場間距離」として見る
 + 蜂場間距離は厳密に維持する



防疫対策を主眼に考える

盗蜂を回避することが感染対策になる

蜂場間距離は2km以上とする

= 蜜源確保のための蜂場間距離ではない

20

育児中断はダニへの対抗策

季節	野生状態	飼養下
越冬前	「冬蜂」が生産され，越冬準備が整う	「冬蜂」が生産され，越冬給餌も完了
越冬期	育児中断	強群では育児が継続
建勢期	産卵再開・雄蜂生産 分蜂=育児中断	雄蜂生産 分蜂抑制
流蜜期	雄蜂生産中断 越冬貯蜜完成	採蜜がくり返される 雄蜂生産継続
越夏期	状況により育児中断	雄蜂生産が続くことも 女王蜂更新
秋	越冬準備	ダニの被害拡大

21

ミツバチに学ぶダニ防除

繁殖力の高い母ダニを減らす

頻繁な育児中断

= ダニに繁殖機会を与えない

= ダニの加齢を進める

= ダニの自然落下を促す

飼養下なら人為的に育児中断を取り入れる

強毒性ウイルスを排除する

蜂群ごと共倒れ

飼養下なら予防的殺処分を検討

22

令和6年度持続的生産強化対策事業
 養蜂等振興強化推進（全国公募事業）

養蜂技術指導講習会

ミツバチヘギイタダニの生物学

一社）日本養蜂協会

解説：中村 純（玉川大学名誉教授）

23

バロア症Varroosisとは

原因生物

ミツバチヘギイタダニ *Varroa destructor*

症状

ダニによる吸血の影響

チチレバネウイルスなどのウイルス感染による影響

= 特にチチレバネウイルスの影響が大

個体のミツバチ（特に働き蜂）の異常

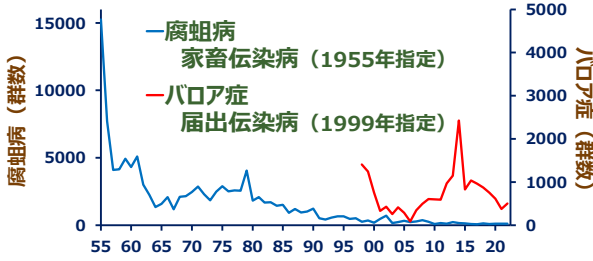
蜂群としての異常

女王蜂や雄蜂には影響が出にくい

家畜伝染病予防法の届出伝染病指定（1999）

24

腐蛆病とバロア症の発生



統計上、バロア症はそれほど深刻に見えない
 予防・治療が養蜂上の「コスト」であることは明らか
 →もっと届出が必要な状況

25

バロア症は養蜂の最大の脅威

世界各地の養蜂を脅かす一大要素

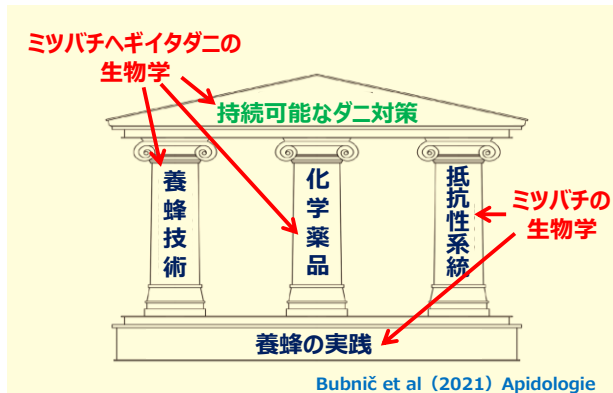
- 特殊なダニの生活環で防除が困難
- 薬剤抵抗性を獲得
- 吸血だけでなくウイルスを媒介する
- バロア症が蜂群を弱らせて他の問題を深刻化
- 農薬の影響, 栄養不足等
- 非常に早い感染の拡大

Nazzi & Le Conte (2016) Annu Rev Entomol

バロア症は蜂群崩壊の一因
 (養蜂の損失要因として最重要)

26

バロア症の解決のための生物学



Bubnić et al (2021) Apidologie

27

ミツバチヘギイタダニの分類

- 節足動物門 Arthropod
- 鋏角亜門 Chelicerata
- クモガタ綱 Arachnida
- ダニ亜綱 Acari
- トゲダニ目 Mesostigmata
- トゲダニ科 Laelapidae
- ミツバチヘギイタダニ亜科 Varroinae
- ミツバチヘギイタダニ属 Varroa

クモガタ綱=クモ, サソリ, ダニ... 10万種以上
 ダニが最大で5万5千種以上

28

ミツバチヘギイタダニの遺伝子型

トウヨウミツバチ (ニホンミツバチ含む) が原寄主

トウヨウミツバチからセイヨウミツバチへ寄主転換
 日本: 1898年以前... 遺伝子型「J型」
 極東ロシア: 1950年代... 遺伝子型「K型」

2000年に高病原性ダニを別種として記載
Varroa destructorと命名
 Anderson & Trueman (2000) Exp Appl Acarol

セイヨウミツバチに寄生するのはJ型とK型のみ
 「寄主転換による疾病は深刻化する傾向」の典型
 K型が強毒性 (日本国内もほぼK型に置換)

29

ミツバチヘギイタダニの世界制覇



30

ミツバチヘギイタダニの学名

Varroa destructor

属名“*Varroa*”の由来

Marcus T. Varro (BC116~27)
共和政ローマの政務官・学者・著述家
ミツバチについての著作もある



Varro

種名“*destructor*”の意味
破壊者 (ラテン語)

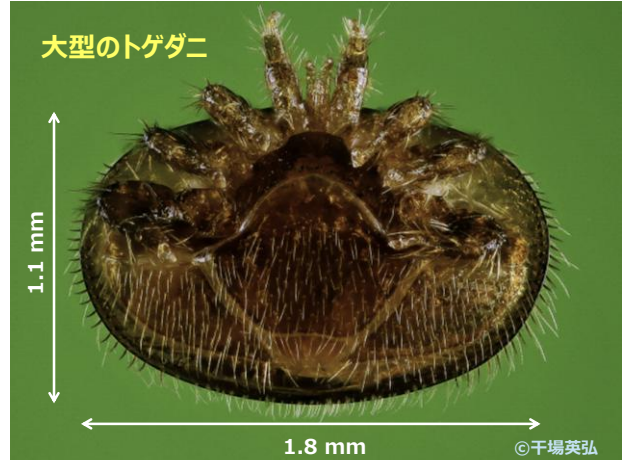
和名
「ミツバチに寄生するへぎいた色のダニ」

へぎいた→



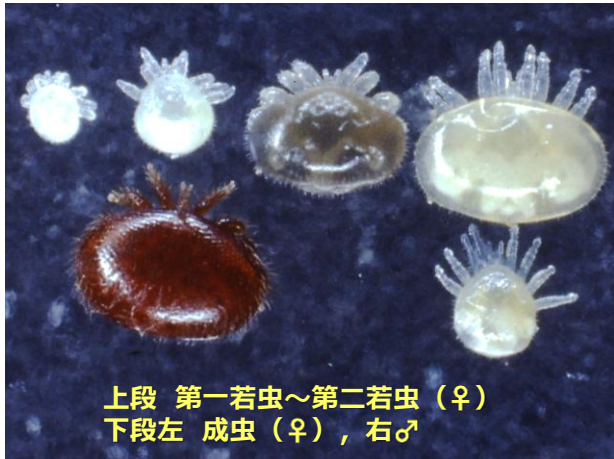
©こうこう舎

31



大型のトゲダニ

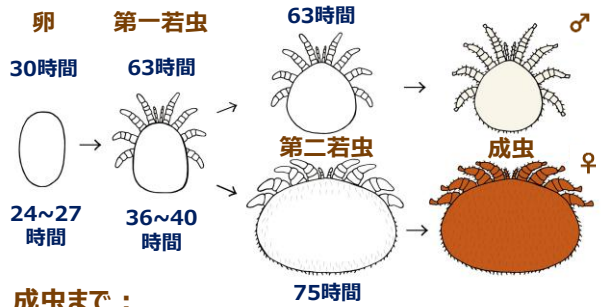
32



上段 第一若虫~第二若虫 (♀)
下段左 成虫 (♀), 右♂

33

ミツバチヘギイタダニの成長段階



成虫まで：
♂で156時間 (6.5日), ♀で138時間 (5.8日)

Donzé & Guerini (1994) Behav Ecol Sociobiol

34

ミツバチヘギイタダニの性決定

繁殖第一卵

未受精卵 (単為生殖) = 雄ダニ

繁殖第二卵以降

受精卵 = 雌ダニ

性決定様式は半倍数性 = ミツバチに似る

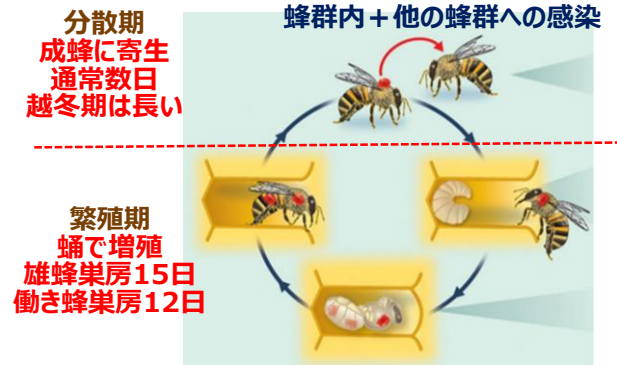
雄は半数体 (n=7)

雌は倍数体 (n=14)

雄を産むか, 雌を産むかは母ダニが決める
ミツバチの蜂児の生理状態に応じて決定

35

ダニの生活環の2相



Nazzi & Le Conte (2016) Ann Rev Entomol

36

ミツバチヘギイタダニの寿命と繁殖

寿命：雌ダニは90日
Calatayud & Verdú (1994) Exp Appl Parol

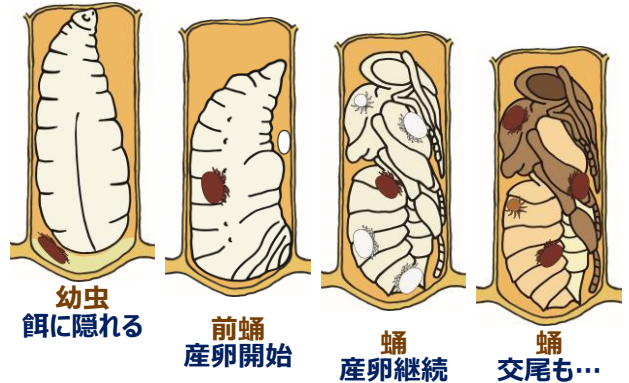
雌ダニの繁殖サイクル
 繁殖期（巣房内） + 分散期（巣房外）
 平均では2サイクル以内の繁殖（最大4回）
Martin & Kemp (1997) J Apic Res

繁殖期の長さ
 1回の繁殖期間 = 有蓋蜂児の期間
 = 働き蜂巣房で12日，雄蜂の巣房で15日

分散期の長さ
 蜂児の存在に依存する（越冬期では長くなる）

37

ミツバチの成長とダニの繁殖期



38

寄主による差

トウヨウミツバチ（原寄主）
 雄蜂の蜂児でのみ繁殖
 働き蜂の蜂児へも産卵はある
 体格が小さく，体液量も少ない
 成育異常は70%→廃棄 = **働き蜂では繁殖不可**

セイヨウミツバチ（新寄主）
 雄蜂に寄生しやすいが働き蜂にも寄生
 働き蜂の体格はトウヨウミツバチの1.8倍
 体液量が多く，ダニ寄生でも成育異常は25%
 = **働き蜂でも繁殖可能**
Lin et al (2017) Ecol Evol

39



ニホンミツバチの雄蜂の終齢幼虫に寄生するミツバチヘギイタダニの雌成虫（巣蓋は除去）

40

雄蜂が好き？

雄蜂：働き蜂→10倍以上雄蜂に寄生する
Boot et al (1992) Exp Appl Acarol

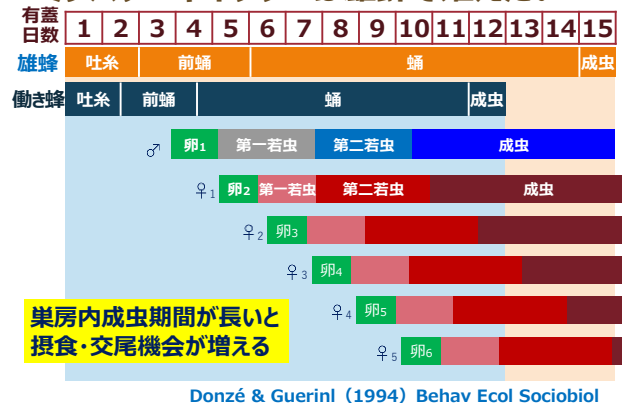
ミツバチヘギイタダニの巣房への侵入
 終齢幼虫の体表物質が誘引
 雄蜂でも働き蜂でも同じ物質
 = **幼虫が蓋がけタイミングを知らせるフェロモン**

雄蜂巣房：蓋がけ前40~50時間に侵入
働き蜂巣房：蓋がけ前15~20時間に侵入
 雄蜂巣房方が入りやすい（時間的猶予が大）
Trouiller et al (1992) J Chem Ecol

雄蜂の有蓋期間が長く，体格も大きい
 = **結果としてダニの繁殖に有利**

41

ミツバチヘギイタダニは雄蜂で殖えたい？



42

ミツバチヘギイタダニの摂食時間

成長期	第一若虫	第二若虫	合計
♂ダニ	43時間	28時間	71時間 (約3日)
♀ダニ	23時間	27時間	50時間 (約2日)

若虫期の期間の約半分は変態のための休眠時間

成虫期	雄蜂巣房	働き蜂巣房
母ダニ	14日	11日
♂ダニ	9日	6日
第一♀ダニ	5日	2日
第二♀ダニ	3日	0日*
第三♀ダニ	2日	—
第四♀ダニ	1日*	—

*摂取できる栄養が不十分

Donzé & Guerlin (1994) Behav Ecol Sociobiol

43

ミツバチヘギイタダニは何を食べている？

体液か、脂肪体か…

繁殖期の母ダニ：蜂児体液

雄成虫：蜂児体液

雌成虫：蜂児体液

Garedew et al (2004) Apidologie
Piou et al (2023) Int J Mol Sci

分散期の雌ダニ：育児蜂の脂肪体

越冬期の雌ダニ：冬蜂の脂肪体

Ramsey et al (2019) PNAS

分散期の成蜂からの栄養摂取の必要性

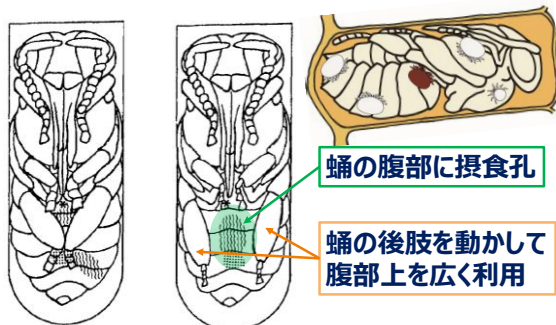
摂取できれば産仔数は増える

摂取できなくても増殖は可能

Xie et al (2016) Sci Rep

44

母ダニによる育児行動



Donzé & Guerlin (1994) Behav Ecol Sociobiol

45



46

ミツバチヘギイタダニも社会性（亜社会）

母ダニが、蛹に摂食孔を作る

未熟な雌，雄ダニは口器が未発達

摂食孔が必要=育児

糞を集積（巣房側）

糞の対岸に摂食孔→栄養摂取を容易に

休憩場所

雄ダニと雌ダニの会う場所

→交尾頻度を上げる

Donzé & Guerlin (1994) Behav Ecol Sociobiol

短時間の繁殖期に，効率よく子孫を残す

交尾時点で精子は未成熟→雌の体内で成熟

47

子ダニの生存率と産仔数

	第一卵	第二卵	第三卵	第四卵
♂♀	♂	♀	♀	♀
生存率	80	94	38	13

Martin (1994) Exp Appl Acarol

	雄蜂巣房	働き蜂巣房
♂ダニ不在率	23%	17%

Donzé & Guerlin (1994) Behav Ecol Sociobiol

	雄蜂巣房	働き蜂巣房
産仔数	2.1~2.2匹	1.0~1.6匹

Martin (1995) J Apic Res

働き蜂巣房では劇的には殖えられないのでは…

48

ミツバチヘギイタダニの交尾

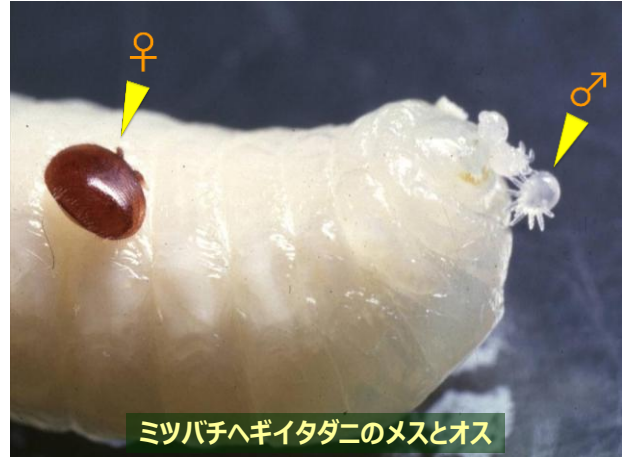
交尾の実現

糞の集積場所がランデブー場所
雄も雌も成虫になった時点で交尾可能
雄は成虫脱皮後24時間以内の雌を好む
Ziegelmann et al (2013) Apidologie

多回交尾

通常は同じ雄雌の組み合わせで複数回交尾
雌は雄から精子の塊である精包を受け取る
精子は貯精嚢に貯蔵 (30~40個)
貯蔵後5日で精子は受精能力を獲得
= 次の産卵時までには受精可能

49



50

母子間交尾

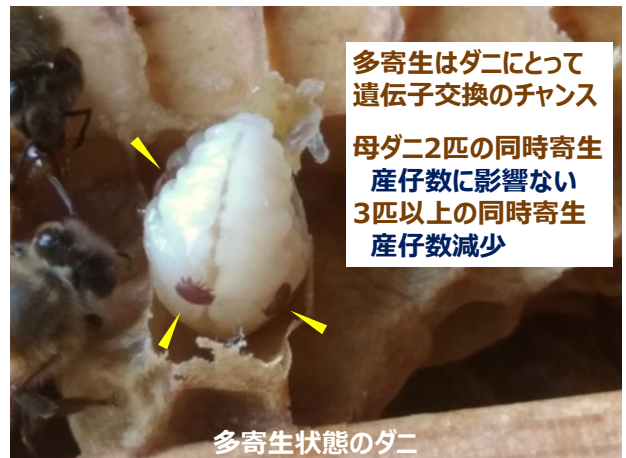
雄ダニが生まれなかったり、事故死した場合
雌ダニは交尾相手がいない
→未交尾のまま出房

次の巣房侵入時は未交尾状態

精子を持たないので受精卵は産めない
第一卵は単為生殖で雄になる
母子交尾で受精卵の産卵が可能に
Häußermann et al (2020) Apidologie

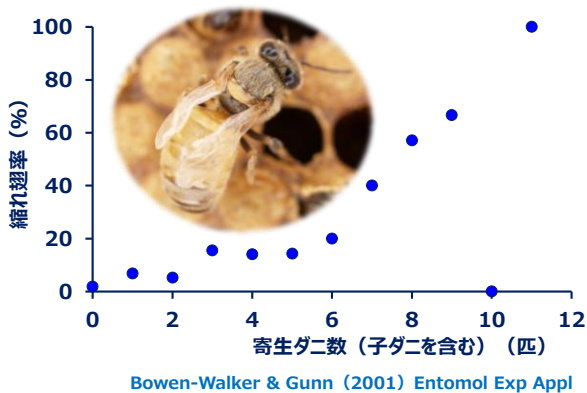
ただし時間的に間に合わない
次の繁殖期を迎えられれば産卵可能に

51



52

縮れ翅は多寄生で発生しやすい



53



54



55

分散期の意味

育児蜂に寄生して栄養の補給を行う？
最初に産まれる雌は蛹での摂食で間に合う

性成熟の時間を稼ぐ？
交尾を優先，性成熟は後回しで問題ない

生活史上の分散期
ダニにとっては不可欠ではない
蜂児の消失によって強制されている

養蜂の観点から見た分散期
バロア症の感染拡大機会が増える
盗蜂や迷い蜂=近距離での拡散
蜂群の移動=遠距離への拡散

56

まとめ

ミツバチヘギイタダニは理論値ほどには殖えない
母ダニの一生 $\left\{ \begin{array}{l} \text{働き蜂巣房で2~3匹} \\ \text{雄蜂巣房で4~5匹} \end{array} \right.$

成長は早い（有蓋蜂児期間で完了）
卵から成虫まで1週間以内
交尾を優先，性成熟は後回し

分散期には必然性がない？
分散期が短いほど薬は効かない
蜂児がいなければ強制的に分散期入り

57