

チョウ目幼虫が摂取した農業用殺菌剤ベノミルは寄生バチの寄生を失敗させる：では寄生バエは？

野口 隼人（筑波大学 生物学類）

指導教員：藏満 司夢（筑波大学 生命環境系）

導入

近年、世界的な昆虫類の個体数の急激な減少が関心を集めており、化学合成農薬をはじめとする化学薬品の環境中への導入が原因の一つとして指摘されている。化学殺虫剤はもちろんのこと、本来昆虫を標的としていない除草剤や殺菌剤が昆虫に影響を与えるという事例も複数報告されており、様々な生態系サービスを提供する有益な種を含む非標的昆虫を化学農薬が減少させているという懸念が高まっている[1], [2]。

捕食寄生性昆虫は害虫種の個体数を抑制させる有益な昆虫の一つである。一部の国と地域では既に害虫管理に生物的防除剤として導入されており、人工的に導入・繁殖させた個体群を利用するだけでなく、持続可能な手法として農業土着天敵を活用する保全的生物防除も実施されている。一方で、そのような農地においても農薬が併用され続けており、農薬の使用に伴う生物的防除の効率の低下や生態系への影響が懸念されている[1], [2]。

捕食寄生性昆虫の中で最多の種数を誇る分類群はハチ目である。先行研究によって、捕食寄生性の寄生蜂アオムシコマユバチ (*Cotesia glomerata*) (ハチ目：コマユバチ科) が寄生しているモンシロチョウ (*Pieris rapae*) (チョウ目：シロチョウ科) の幼虫にベンゾイミダゾール系殺菌剤ベノミルを経口摂取させることで寄生が失敗する、という現象が報告されている[3], [4]。ベノミルとその代謝物カルベンダジムは広域殺菌剤であり、無脊椎動物や哺乳類に対する悪影響が懸念されているため欧米諸国では使用が禁止されているが、今でも日本を含む多くの国で様々な作物の植物真菌病を防除するために広く使用されている[5]。この研究では、カルベンダジムが細胞の微小管形成を抑制することで寄生蜂の胚発生を阻害した可能性や、宿主体内で寄生蜂の卵や胚が宿主の免疫を回避するための化学的機構をベノミルが阻害した可能性が指摘されている。また、同様の現象は他のいくつかの寄生蜂類でも検出されている。

殺菌剤は昆虫に対する毒性の評価例が少なく、特に寄主体内にいる捕食寄生者に対する影響はほとんど評価されていない。有用天敵としての捕食寄生者の役割とベノミルの汎用性の高さを鑑みると、捕食寄生性昆虫に対するベノミルの影響評価は、生態系の保全と農業の効率の改善という2つの観点で大きな意義があるものといえる。

本研究では、これまでに寄生蜂の寄生を失敗させる効果が知られているベノミルについて、寄生蜂と並んで重要な捕食寄生者であるハエ目のヤドリバエ科2種を対象に、その寄生に対するベノミルの影響を評価した。

研究方法

異なる寄生様式を持つ2種の捕食寄生性ヤドリバエ科昆虫、ブランコヤドリバエ (*Exorist japonica*) とカイコノクロウジバエ (*Pales pavidus*) を対象とした。ブランコヤドリバエの卵は宿主の表皮に直接産卵され、約4日後に孵化し、幼虫期間を約8~9日、蛹期間を約8日経て羽化する[6]。一方で、カイコノクロウジ

バエの卵は寄主の餌植物上に産卵され、寄主の採餌に伴い経口摂取される。その後すぐに孵化し、幼虫期間を約16日、蛹期間を約15日経て羽化する[7]。本研究では寄主としてアワヨトウ (*Mythimna separata*) (チョウ目：ヤガ科) の6齢幼虫を使用し、ブランコヤドリバエは寄主1頭あたり2個、カイコノクロウジバエは寄主1頭あたり6個の卵を寄生させた[8]。

寄生後の寄主はベノミルを0.025%添加した人工飼料、または同量の蒸留水を添加した人工飼料（コントロール）を与えて個別飼育した。その後、寄生成功率、寄主の生存率、寄主やヤドリバエの奇形率を比較した。

結果・考察

ブランコヤドリバエではベノミルによる有意な悪影響を確認できず、ベノミル処理群での寄生成功率 (87.x%) がコントロール群のそれ (60.x%) と比べて高くなる傾向が見られた。一方で、カイコノクロウジバエではコントロール群において寄主の約26.x%で寄生が成功したが、ベノミル処理群では寄生がすべて失敗するという結果になった。後者は、ハチ目捕食寄生昆虫での先行研究に続き、ハエ目捕食寄生者においてもベノミルの存在下で寄生が失敗する事例があることを示す初めての発見である。2種のヤドリバエで異なる結果が得られた理由は不明確なものの、寄生期間や寄生組織など両者の寄生様式の差異に由来する可能性が考えられる。ブランコヤドリバエでベノミル存在時に寄生成功率が増加した理由については、ベノミルが寄主の免疫機能に影響を与えた可能性などが考えられるが、今後の更なる検証が必要である。

参考文献

1. Sánchez-Bayo & Wyckhuys (2019). *Biol. Conserv.* 232, 8-27
2. David et al. (2021). *PNAS.* 118 (2) e2023989118
3. Arakawa (2020). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 64, 5-12
4. Arakawa (2021). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 64, 13-18
5. Pearson, & Miller (2014). *Encyclopedia of Toxicology*, third ed. pp. 411-412.
6. Nakamura (1994). *Appl. Entomol. Zool.* 29 (2), 133-140
7. Biliotti & Chenon (1971) *Ann. Zool. Ecol. Anim* 3 (3), 361-371
8. Nakamura (2018). *Biocontrol Sci Technol.* 28, 509-520