

論文の内容の要旨

生産・環境生物学専攻
平成10年度博士課程進学
野村路一
指導教官 田付貞洋

論文題目 **Studies on completion of winter and summer diapause in the onion maggot, *Delia antiqua***
(タマネギバエにおける冬休眠と夏休眠の覚醒に関する研究)

タマネギバエ (*Delia antiqua*) は、ハナバエ科 (Anthomyiidae) に属する著名なネギ類 (*Allium* 属) の害虫で、ヨーロッパ、北アメリカ、アジアなど北半球に広く分布する。本種は日本において年3~4世代を繰り返すが、この間、冬休眠蛹として越冬するほか、夏休眠蛹として盛夏を過ごすことが知られている。冬休眠と夏休眠は、「発育の自発的停止」という点では共通しているが、その生理的状态の相違についてはほとんど何もわかっていないのが現状である。冬休眠と夏休眠を同一発育ステージでおこなう昆虫の例はあまり多くはなく、本種は夏休眠と冬休眠の生理的特性を比較・検討するための優れた研究材料であると考えられた。本研究は、冬休眠と夏休眠における生理的状态の相違をその覚醒条件の相違から明らかにしようとしたものであり、具体的には、温度、日長などの環境要因が夏休眠および冬休眠の覚醒に及ぼす影響を綿密かつ詳細に調査し、比較・検討したものである。

1) 休眠誘導点に関する研究

上述のように、冬休眠と夏休眠が同じ発育ステージで誘導される種では、それらの生理特性を比較することで、休眠に関するより深い知見を得ることが可能である。しかし、これら2種の休眠が同一ステージ内における異なる発育停止点(休眠誘導点)でおこなわれる種が報告されている。タマネギバエにおける冬休眠と夏休眠の誘導点を、蛹の全

発育と後休眠発育に必要な有効積算温度から推定した。冬休眠蛹は蛹期間の 15%が終了した点で発育停止し、夏休眠蛹においても 15%であった。この結果からタマネギバエにおいては、冬休眠と夏休眠の休眠誘導点は同じであると推定された。

2) 環境要因が冬休眠の覚醒に及ぼす影響に関する研究

温度の影響

低温が休眠覚醒に及ぼす影響を詳細に調べるために短期間（20 または 30 日）の低温（5.6℃）処理を、開始期を様々に変化させておこなったところ、休眠の前期と後期とでその影響が異なることが判明した。休眠前期に低温処理を施した場合、無処理区と比較して休眠期間に変化は見られなかった。一方、休眠後期に施した場合は処理期間に応じて休眠期間が延長された。この結果により、冬休眠の休眠発育（休眠終了過程）には温度感受性が異なる 2 つの相（第 1 相および第 2 相）が存在することが示唆された。また、休眠発育の相変化は休眠発育が約 45%進行した点でおこなわれると推定された。

休眠発育第 1 相における温度と休眠発育速度の関係

囲蛹化 10 日後の冬休眠蛹に、様々な温度（-5℃ から 20℃）処理を、期間を変化させて施し、15℃ 一定条件下と比較した休眠期間の変化から休眠発育第 1 相における温度と休眠発育速度の関係を調べた。-5℃ と 0℃ による温度処理では、その処理期間に比例し休眠期間が延長された。これは、休眠発育速度が低下したことを示している。一方、2.5℃ 以上の温度処理では休眠期間に大きな変化は見られなかった。これは、休眠発育が同じ速度で進んだためと考えられる。

15℃ の温度条件下では休眠発育が一定速度で進行すると仮定し、それぞれの処理温度下における休眠発育速度を推定した。15℃ 条件下での休眠発育速度を 1 とした場合、-5℃、0℃、2.5℃、5.6℃、10℃、および 20℃ 条件下での休眠発育速度は、それぞれ、0.4、0.5、0.9、1、1、および 1 であった。

休眠発育第 2 相における温度と休眠発育速度の関係

囲蛹化 55 日後の冬休眠蛹に、様々な温度（-5℃ から 20℃）処理を、期間を変化させて施し、休眠発育第 2 相における温度と休眠発育速度の関係を調べた。-5℃ から 10℃ の温度処理では、処理期間に比例して休眠発育が延長され、この温度範囲では休眠発育速度が低下することが判明した。しかし、20℃ の温度処理では休眠期間が短縮され、この温度下では休眠発育速度が上昇することが示された。

第 1 相と同様に 15°C の温度条件下における休眠発育速度から、それぞれの処理温度下における休眠発育第 2 相の速度を推定した。15°C 条件下での休眠発育速度を 1 とした場合、-5°C、0°C、2.5°C、5.6°C、10°C、および 20°C 条件下での休眠発育速度は、それぞれ、0.2、0.3、0.4、0.6、0.7、および 1.4 であった。これにより休眠発育第 2 相では、温度上昇に従い休眠発育速度が上昇することが判明した。

休眠覚醒に及ぼす日長の影響

多くの昆虫において、冬休眠の覚醒に日長が関わるということが報告されている。タマネギバエの冬休眠蛹を囲蛹化 10 日、50 日、80 日後から長日条件 (16L-8D) 下に移行したところ、どの実験区においても休眠期間が短縮された。これにより長日条件が休眠覚醒を促進することが示された。また、休眠期間の短縮日数がどの実験区においても同程度であったことから、囲蛹化 80 日目以後の長日条件が有効であると推察された。また、30 日間の長日処理を、それぞれ囲蛹化 10 日、30 日、50 日、および 80 日後から施した場合、80 日から処理した実験区のみ休眠期間が短縮された。これらの実験から、長日条件に対する感受性が囲蛹化 80 日目以後に現れると推察された。

3) 環境要因が夏休眠の覚醒に及ぼす影響に関する研究

温度低下が休眠覚醒に及ぼす影響

夏休眠蛹を休眠誘導条件である 25°C、16L-8D 条件下に置くと自発的に休眠から覚醒し、囲蛹化 25 日後から 100 日後の長期間にわたり散発的に羽化が観察される。囲蛹化 10 日後の夏休眠蛹を 25°C、16L-8D 条件から、日長条件は変えずに 22.3°C、21°C、18.3°C、15.8°C、および 10°C 条件下に移し、その後の羽化を調べた。21°C 以下の温度処理では顕著な羽化ピークが見られたが、22.3°C では認められなかった。しかし、囲蛹化 40 日後の夏休眠蛹に同様の処理を施したところ、22.3°C においても羽化ピークが現れた。このことから、夏休眠蛹の低温感受性は日数とともに増すことが示唆された。

休眠覚醒のための最適温度と日数

夏休眠の最適覚醒温度を求めるために、囲蛹化 10 日後および 20 日後の夏休眠蛹に対し、短期間 (1 日から 5 日間) の処理を、温度を様々に変化させて施し、それによる休眠覚醒率を求めた。最適温度は囲蛹化後の日齢にかかわらず約 16°C であったが、休眠覚醒に要する日数は囲蛹化 10 日後の蛹では 16°C で 5 日間であったのに対し、20 日後の蛹では 3 日間で十分であることが判明した。日数とともに休眠発育が進行し、それによる休眠深度の低下が原因であると推察された。

日長が休眠覚醒に及ぼす影響

日長が休眠覚醒に及ぼす影響を調べるために、25°C 一定条件下で日長を 16L-8D 条件から 12L-12D または恒暗条件へ移行する処理を、開始期を様々に変化させておこない、その後の羽化を調べた。どの実験区においても羽化パターンに顕著な変化は見られず、日長は夏休眠の覚醒に影響を及ぼさないことが示唆された。

水分が休眠覚醒に及ぼす影響

亜熱帯性昆虫の夏休眠において、水分との接触が休眠覚醒に影響を与える可能性が示唆されている。タマネギバエの夏休眠に関して、水分との接触が休眠覚醒に及ぼす影響を調べた。乾燥条件においても羽化がみられたことから、水分が休眠覚醒に必須ではないことが示された。しかし、夏休眠蛹を、7 日毎、または 10 日毎に水分と接触させたところ、それぞれ 7 日毎、10 日毎の羽化リズムが現れた。これにより水分との接触が休眠覚醒を促進しているものと推察された。また、それぞれの羽化ピークは水分接触の約 14 日後に現れており、後休眠発育に 12 日間を要することから、水分刺激後約 2 日間で休眠から覚醒しているものと推察された。

以上、本研究により、夏休眠と冬休眠はその表面上の類似性にかかわらず、休眠覚醒の観点からみると非常に大きく異なっていることが明らかとなった。これは、それぞれの休眠における休眠発育機構が大きく異なるものであることを示し、夏休眠と冬休眠の生理状態自体も大きく異なっていることを示唆している。また、本研究によって、1) 夏休眠も冬休眠も発育ゼロ点以下で覚醒し得ること、すなわち、夏休眠においても冬休眠においても、休眠発育は通常発育とはきわめて異質なプロセスであること、2) 冬休眠の休眠発育には温度に対する反応性を異にする 2 つの相があること、を示すことができた。「休眠発育」はその性質の解明が遅れているため、抽象的な概念に留まっており、現時点ではその分子的メカニズムを調べる段階に達しているとは言い難い。本研究によって得られた、冬休眠および夏休眠の覚醒条件に関する詳細な知見は、今後タマネギバエの休眠発育の生化学的実態に迫るうえで大きく貢献するものと考えられる。