

# イネキモグリバエの化性と休眠

東北農業試験場水田利用部水田虫害研究室 **武 田 光 能**

## はじめに

イネキモグリバエ (*Chlorops oryzae* MATSUMURA) は通常、イネカラバエと呼ばれるイネの主要害虫である。本種は夏は主としてイネに寄生し、その生長点付近で未抽出の心葉や幼穂を食害し、冬はイネ科雑草の茎内で幼虫態で越冬する。岡本 (1970) によれば、本種は1949年に西日本の山間部で多発生し、年とともに平野部に広がり、1950年代には全国的な多発生がみられた。この1950年から60年にかけての大発生を契機として、多くの研究が実施された。

イネキモグリバエは北海道から九州まで広く分布するが、北海道及び東北地域では年2世代を経過し、その他の地域では年3世代を経過する。平尾・熊沢 (1955) は、イネキモグリバエの7月下旬の発育ステージとイネの被害状況を調査することによって、2化地帯と3化地帯の境界線を明らかにした (図-1)。また、これらの境界線付近では2化系統と3化系統の混発現象がみられることを報告している。このような本種の化性 (年間世代

数) の分化に関する優れた研究が、岩田 (1963) と平尾 (1970) によって行われ、2化系統と3化系統は幼虫の発育生態が異なる生態型であることが明らかにされた。

また、イネキモグリバエ幼虫の加害による傷穂の発生には、品種間に明らかな差があり、この原因は茎内に潜入した幼虫が幼穂を摂食する以前に死亡する現象に基づくことが指摘された (湯浅, 1942)。湖山 (1970) は2化地帯において圃場での品種抵抗性の検定法を開発した。湯島・富沢 (1957) は、イネキモグリバエのふ化幼虫を人工的に食入させる方法を確認し、3化系統を用いた品種抵抗性の幼苗検定法を開発した (YUSHIMA and TOMISAWA, 1957)。

イネキモグリバエの発生は、1960年代以降、3化地帯では顕著な減少がみられたが、2化地帯である東北地域では1980年代に品種抵抗性の弱いアキヒカリ、アキユタカの作付けが増加した地域で、その被害が問題となってきた (荒谷ら, 1986)。筆者は、1982年から実施された超多収稲に関するプロジェクト研究の中で、イネキモグリバエの品種抵抗性の利用に関する研究を実施し、特に品種抵抗性の簡易検定法 (武田・鈴木, 1985) と継代飼育法の開発を目的として、幼虫の発育特性の解明を行った。この研究の中で、イネキモグリバエの化性分化における夏休眠と冬休眠の役割を明らかにした (TAKEDA and NAGATA, 1992)。以下に、本種の夏休眠と冬休眠による季節適応と化性分化の概要を紹介する。

## I 2化地帯と3化地帯におけるイネキモグリバエの発生消長

イネキモグリバエ幼虫は3齢を経過して蛹化する。2化地帯ではスズメノテツボウ、ヌカボなどのイネ科雑草の茎の中で越冬した1齢幼虫が、4月下旬から発育を開始する。幼虫の発育は冬寄主の生育に影響され、越冬世代幼虫は冬寄主の幼穂を摂食した後に蛹化する。成虫は6月中旬に羽化し、6月下旬から7月にかけて分けつ盛期のイネに産卵する。第一世代幼虫はイネの茎内に潜入し、生長点付近で未抽出の心葉を食害する。2化系統は未抽出の心葉の摂食だけではほとんど発育せず、イネの幼穂を摂食して発育・老熟し、出穂後の8月中旬に蛹化する。第一世代成虫は9月上旬にイネ科雑草に産卵し、第二世代幼虫が1齢幼虫態で越冬する。



図-1 イネキモグリバエの2化地帯と3化地帯の境界線 (平尾・熊沢, 1955より作図)

一方、3化地帯では2化地帯と同様にイネ科雑草の茎の中で越冬した幼虫は、2化地帯よりも早く5月上旬に冬寄主の幼穂を摂食して蛹化する。越冬世代成虫は5月下旬に分けつ初期のイネに産卵する。第一世代幼虫はイネの茎内に潜入し、その生長点付近で未抽出の心葉を摂食して発育し、20日間程度の幼虫期間を経て蛹化する。第一世代成虫は7月下旬に再び幼穂形成期前後のイネに産卵する。第二世代幼虫は未抽出の心葉の摂食だけではほとんど発育せず、寄主の幼穂を摂食して老熟し、第二世代幼虫はイネの出穂後9月上旬に蛹化する。第二世代成虫は9月下旬にイネ科雑草に産卵し、第三世代幼虫はイネ科雑草の茎内で1齢幼虫態で越冬する。このように、2化地帯ではイネで1世代を経過するのに対して、3化地帯ではイネで2世代を経過する。多化性昆虫の多くは休眠誘起の臨界日長と発育に要する有効温量によって年間の世代数が決定される。イネキモグリバエでは、2化地帯と3化地帯の化性の違いを有効温量によって説明することはできなかった(平尾, 1970; 岩田, 1963)。

## II 2化系統と3化系統の幼虫発育

平尾(1970)は3化系統を2化地帯の秋田県において3年間にわたり野外で継続飼育を行い、2化地帯においても3化型の生活環が維持されることを明らかにした。また、両系統の交雑世代は自然条件下で両親の中間の発育を示し、その発育の変異は相反交雑によって異なり、偏母的な傾向を示すことを指摘した。一方、岩田(1963)は本種の幼虫発育に及ぼす寄主イネの生育ステージの影響について解析し、発育の進んだイネでは3化系統の第一世代幼虫においても発育が抑制されることを明らかにし、2化地帯と3化地帯の第一世代幼虫の加害時期とイネの生育ステージの違いが幼虫発育の違いをもたらす一つの要因であることを指摘した。また、2化地帯と3化地帯の境界線付近にみられる混発現象を調査し、混発地では2化型と3化型の両型と両者の中間型の発育がみられ、混発地産個体群の発育は2化系統と3化系統の交雑世代にみられる発育変異と同様であるとした。

これらの研究において、2化系統と3化系統は幼虫の発育生態が異なる生態型であり、最も顕著な違いは第一世代幼虫の発育速度であることが指摘された。すなわち、2化系統の第一世代は未抽出の心葉の摂食だけでは、ほとんど発育しないのに対して、3化系統の第一世代は心葉の摂食だけで速やかに発育することが明らかにされた。しかし、イネキモグリバエの発育に及ぼす光周期の影響については調査されなかった。

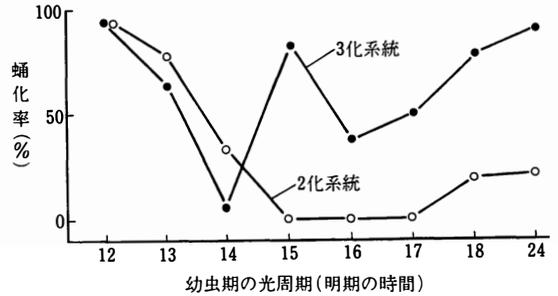


図-2 イネキモグリバエの幼虫発育に及ぼす光周期の影響 (TAKEDA and NAGATA, 1992より作図)

\* 卵期; LD 16 : 8, 25°C. 幼虫期の飼育温度は 25°C (9 : 00~18 : 00), 18°C (18 : 00~9 : 00) とした。

\*\* 蛹化率は飼育 21 日後調査。

## III 幼虫発育に及ぼす光周期の影響

TAKEDA and NAGATA (1992)は秋田県産の2化系統と山口県産の3化系統の幼虫発育におよぼす光周期の影響を明らかにした(図-2)。イネキモグリバエの日長感受期は、卵期と幼虫期であり、親世代の光周期は次世代幼虫の発育には影響しない。卵期を長日(LD 16 : 8, 16時間照明, 8時間暗黒)とした場合には、2化系統は短日促進型の光周反応を示した。すなわち、13時間以下の日長ではほとんどの個体が飼育21日後に蛹化した。日長の増加に伴って発育が抑制され、15時間から17時間の日長では蛹はみられなかった。一方、3化系統は短日(LD 12 : 12)と長日(LD 15 : 9)で発育し中間日長(LD 14 : 10)で発育が抑制される中間型の光周反応を示した。また、15時間以上の日長でも2化系統より早い発育を示した。

2化系統と3化系統にみられた光周反応の相違をまとめると、次のようになる。卵期が長日で幼虫期が短日の場合には両系統の発育に差はみられず、2化系統もイネ幼苗の心葉だけの摂食で短期間に蛹化する。一方、長日では2化系統と3化系統の発育に顕著な違いがみられ、3化系統は速やかに発育し、2化系統の発育は抑制される。

## IV 老熟幼虫期の夏休眠と光周期

イネキモグリバエは3齢を経過して蛹化するが、各齢の幼虫は後気門突起の形態によって識別できる(武田, 1993a)。また、3齢幼虫については摂食中の3齢幼虫と摂食を終了し体色が乳白色に変化した老熟幼虫に区別することができる(岩田, 1963)。

2化系統の第一世代は自然条件下では、イネの心葉だ

けの摂食ではほとんど発育せず、イネの幼穂を摂食して発育・老熟する。TAKEDA and NAGATA (1992) は2化地帯である秋田県で出穂直後のイネから老熟幼虫を採集し、老熟幼虫の蛹化に及ぼす光周期の影響を明らかにした。すなわち、14時間以下の日長では飼育5日から10日後に蛹化のピークがみられ、個体変異も小さかった。しかし、長日条件 (LD 15:9) では個体変異が大きく蛹化の抑制がみられた。平尾 (1970) は、2化地帯において出穂期の早い品種において老熟幼虫期の蛹化抑制現象を報告している。TAKEDA and NAGATA (1992) は、2化地帯において出穂期の異なるイネでの蛹化状況を調査し、出穂期の早晩にかかわらず、日長が14時間30分前後となる8月20日ごろに50%の個体が蛹化することを明らかにした。岩田 (1963) は、イネの幼穂を摂食して老熟した3化系統の第二世代において、出穂の早い品種での蛹化抑制現象を報告し、この蛹化抑制現象は成虫の羽化期をそろえる生態的意義があるとした。

武田 (1993b) はイネ幼苗飼育によって、2化系統と3化系統の幼虫期間を調査した。短日 (LD 12:12)、23°C条件では2化系統と3化系統の幼虫期間は15日前後であったが、2化系統では長日 (LD 15:9)、3化系統では中間日長 (LD 14:10) で幼虫期間が40~60日に延長した。この延長の主体は老熟幼虫期の延長であった。すなわち、2化系統は幼虫の発育が抑制される長日で、3化系統は中間日長で、それぞれ老熟幼虫期に夏休眠が誘起される。

### V 冬休眠誘起に及ぼす光周期の影響

イネキモグリバエはイネ科雑草の茎内で1齢幼虫態で越冬する。2化系統と3化系統は卵期と幼虫期を短日としてイネ幼苗で飼育した場合、1齢幼虫で冬休眠が誘起される (TAKEDA and NAGATA, 1992)。本種の冬休眠は卵期と幼虫期の日長によって変動し、卵期が短日 (LD 12:12) の場合、幼虫期の日長の増加にしたがって休眠率が低下する。すなわち、卵期の短日条件によって誘起された冬休眠は、幼虫期の短日条件によって維持される (武田, 未発表)。卵期の冬休眠誘起の臨界日長は、温度が20°Cの場合には2化系統 (秋田県産) は14時間と13時間の間であり、3化系統 (山口県産) は13時間と12時間の間であった (TAKEDA and NAGATA, 1992)。

### VI イネキモグリバエの季節適応

イネキモグリバエは、夏と冬に休眠することによって化性を調節し、季節に適応している (図-3)。2化系統の越冬後の2齢幼虫は長日での発育抑制がみられず、6月上

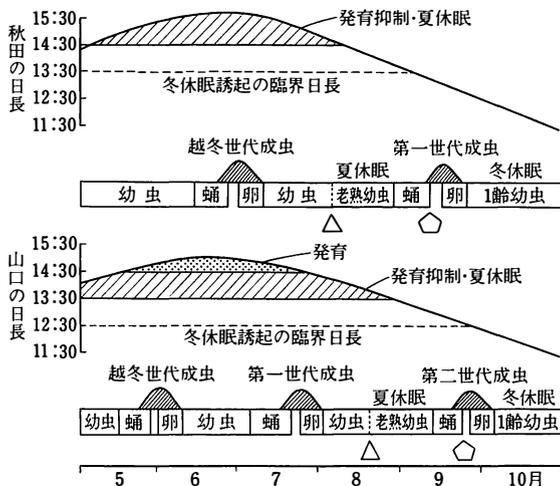


図-3 イネキモグリバエの夏休眠と冬休眠による季節適応 (TAKEDA and NAGATA, 1992より作図)

\* 日長は日の出・日の入り時刻に薄明・薄暮として30分を加算した。△:イネの出穂期, ○:冬寄主の発芽

旬の長日条件で蛹化する (TAKEDA and NAGATA, 1992)。第一世代幼虫は6月から7月の長日条件下で発育が抑制され、イネの幼穂を摂食して老熟する。この老熟幼虫は長日条件で夏休眠が誘起され、8月中旬の日長が14時間30分前後となった時期に蛹化する。本種の蛹期間は12日前後 (TAKEDA and NAGATA, 1992) であり、産卵前期間は3~5日程度 (岡本, 1975) であることから、およそ20日後の9月上旬に冬寄主に産卵する。第二世代の卵期と幼虫期は冬休眠誘起の臨界日長以下の日長に遭遇し1齢幼虫態で冬休眠する。

一方、3化系統の越冬世代は5月上旬の中間日長の時期に蛹化する。分けつ初期のイネに潜入した第一世代幼虫は、6月の長日条件下で速やかに発育する。幼穂形成期前後のイネに潜入した第二世代幼虫は、心葉だけの摂食では発育せず、イネの幼穂を摂食して老熟する。この老熟幼虫は中間日長で夏休眠し、日長が13時間30分前後となった9月中旬に蛹化する。そして20日後の10月上旬にイネ科雑草に産卵された第三世代は冬休眠誘起の臨界日長以下の日長に遭遇し、1齢幼虫態で冬休眠する。

イネキモグリバエの夏休眠は、成虫の羽化期をそろえるとともに、次世代の卵期と幼虫期を冬休眠誘起の臨界日長以下の日長に遭遇させるという生態的な意義がある。MASAKI (1980) は、夏休眠と冬休眠の主要な役割は、昆虫の生活史を食物供給の季節変化に同調させることであるとした。イネキモグリバエの食物供給に関して

も、夏寄主(イネ)の栄養条件の変化(幼穂形成)と越年性のイネ科雑草である冬寄主の発芽という季節変化がみられる。2化地帯の第一世代と3化地帯の第二世代の幼虫は、生育の進んだイネの心葉の摂食ではほとんど発育せず、イネの幼穂を摂食して老熟する。本種の幼虫は食入した茎から他の茎へ移動することはない。また、出穂後のイネには本種の餌となる部分はなく、幼虫の発育に不適となる。すなわち、本種の幼虫は日長にかかわらず、イネの幼穂を摂食して老熟しなければならない。そして、この老熟幼虫は長日(2化系統)あるいは中間日長(3化系統)で夏休眠が誘起される。一方、イネキモグリバエの冬寄主である越年性のイネ科雑草の発芽は温度に支配される(荒井, 1961)。これらの冬寄主の種子は休眠状態で夏を経過するが、この休眠は夏期の高温と酸素の欠乏によって覚醒される。休眠覚醒後の種子は高温条件下では発芽せず、温度が20°C前後となる時期に発芽する。一般に平均気温が20°Cとなる時期は東北地域では9月上旬から中旬であり、西南暖地では9月下旬から10月上旬である。このように、イネキモグリバエの夏休眠は成虫の産卵時期と冬寄主の発芽時期を同調させる方向で進化したと考えられる。

### おわりに

多くの昆虫において冬休眠誘起の臨界日長には地理的な勾配変異がみられ、臨界日長は北では長く南では短いことが知られている(ダニレフスキー, 1961)。イネキモグリバエの2化系統と3化系統にみられた冬休眠誘起の臨界日長が、冬寄主の発芽時期に同調する方向でそれぞれの地域に適応したとすれば、冬休眠誘起の臨界日長の勾配変異は2化地帯と3化地帯を通じて連続した変異を

示すことが予想される。一方、夏休眠が成虫の産卵時期を冬寄主の発芽に同調させる方向で発達したとすれば、夏休眠維持の臨界日長にも冬休眠と平行した地理的な勾配変異が存在すると考えられる。さらに、2化地帯と3化地帯の境界線付近にみられる混発地では、最も南の2化系統と最も北の3化系統がほぼ共通の夏休眠維持の臨界日長と冬休眠誘起の臨界日長を持つと考えられる。すなわち、混発地個体群においても秋から冬の生活史に破綻はみられないと予想される。混発地においては長日条件下での第一世代幼虫の発育を決定する要因についての解析が必要である(休眠後発育の影響を受ける産卵時期と夏寄主の生育ステージの関係など)。これらの仮説を検証するためには、夏休眠と冬休眠の地理的な勾配変異を明らかにするとともに、2化系統と3化系統の光周反応の遺伝的基礎を明らかにする必要がある。

### 引用文献

- 1) 荒井正雄(1961): 関東東山農試研報 19: 1~182.
- 2) 荒谷悦務ら(1986): 北日本病虫研報 37: 117~119.
- 3) ア・エス・ダニレフスキー(1961): 昆虫の光周性, 東京大学出版会, 東京, 293 pp.
- 4) 平尾重太郎(1970): 東北農試研報 39: 137~170.
- 5) ———・熊沢忠雄(1955): 応用昆虫 11(4): 156~160.
- 6) 岩田俊一(1963): 北陸農試報告 4: 109~189.
- 7) 湖山利篤(1970): 東北農試研報 39: 171~206.
- 8) MASAKI, S. (1980): Annu. Rev. Entomol. 25: 1~15.
- 9) 武田光能(1993 a): 応動昆 37(4): 238~240.
- 10) ———(1993 b): 応動昆講演要旨: 51.
- 11) TAKEDA, M. and T. NAGATA (1992): Entomol. Exp. Appl. 63: 273~281.
- 12) 武田光能・鈴木忠夫(1985): 北日本病虫研報 36: 10~13.
- 13) 湯浅啓温(1942): 農及園 17(9): 1199.
- 14) 湯嶋 健・富沢純士(1957): 植物防疫 11(5): 1~3.
- 15) YUSHIMA, K. and J. TOMISAWA (1957): Appl. Entomol. Zool. 1(3): 180~185.

### 本会発行図書

## 『芝草病虫害・雑草防除の手引』

芝草農薬研究会 編 A5判 口絵カラー40ページ 本文256ページ

定価 3,500円(本体3,398円)送料310円

芝草に有害な病虫害・雑草について口絵カラー写真による紹介と病害編、害虫編、雑草編、農薬編、付録に分けた解説書。各編ともに総論での解説と、各論ではそれぞれの学名・英名・別名を取り上げ、発生、生態、防除法までを詳しく解説し、付録ではゴルフ場での芝生管理を基本的な要点と実際について解説してあります。ゴルフ場など芝草を栽培管理する関係者にとりその病虫害・雑草防除の適切な方法が求められている現在、関係指導者も含めて必携となる指導・解説書です。

お申し込みは前金(現金書留・郵便振替・小為替など)で本会へ