

イネウンカ2種の翅型発現に及ぼす種間相互作用とその個体群動態への影響

農業技術研究機構九州沖縄農業研究センター 松 村 正 哉

はじめに

海外飛来性水稻害虫のトビイロウンカとセジロウンカの成虫には翅多型現象が見られる。密度が低いときや植物の栄養状態がよいときなど、好適な条件では短翅型が出現し、その場所に定着して増殖を繰り返す。これに対して、密度が高いときや植物の状態が悪化したときなど、不適な条件では長翅型が出現し、その場所から移出する。このため、短翅型がどれだけ出現するかは、その後の増殖を決める大きな鍵となっている(岸本, 1965)。したがって、イネウンカ類の発生予測や個体群管理においては、野外における個体数の推移を把握するとともに、短翅型出現率とその変動要因を知ることが重要なポイントの一つとなっている。

イネウンカ類の翅型発現には、上述した密度やイネの栄養状態のほか、イネの生育ステージなどの要因が関与していることが知られている(岸本, 1965; 松村, 1997)。短翅型の出現頻度はウンカの種によって異なり、またイネの生育ステージによる翅型率の変動パターンも両種で異なるが(松村, 1997; 菖蒲ら, 2002)、両種とも雌では自種の密度が翅型を左右する最も大きな要因であることが知られている(岸本, 1965; 松村, 1997)。しかし、これまでこの両種の翅型発現に他種の密度が影響するかどうかは、全く知られていない。

トビイロウンカはセジロウンカに比べて発生時期が遅く、生息場所もイネ株の下方に集中しているなど、両種の発生生態には若干の違いはあるものの、この両種は、ほぼ同所的に水田に生息する。このため、これらの2種の間には、何らかの種間相互作用が働いている可能性が考えられる。しかし、この点については、久野(1968)による否定的な見解が出されて以降、全く検討されていない。さらに、以下に述べるように、食植性昆虫の間の種間相互作用には、同所的に生息する種間の直接的な相互作用のほか、間接的な種間相互作用が知られている。

鱗翅目や鞘翅目の幼虫などの咀嚼性昆虫では、一方の種の加害により植物が何らかの栄養的あるいは化学的变化を引き起こし、それが他方の種に時間の遅れを伴って間接的に影響する事例が数多く知られている(HUNTER, 1992; DENNO et al., 1995)。これまで、イネウンカ類のような吸汁性昆虫ではこのような事例は少ないが(DENNO et al., 2000)、稲作初・中期に発生するセジロウンカによる水稻の吸汁加害が、植物を介して稲作後期のトビイロウンカの発生量に何らかの影響を与えている可能性が考えられる。

本稿では、以上のような観点から、イネウンカ類2種の翅型発現に及ぼす直接的または植物を介した間接的な種間相互作用について、実験的解析を行った結果を紹介するとともに、このような種間相互作用が野外の個体群動態にどのように影響しているかについての検討結果を紹介したい。

I 他種密度が生存率と翅型発現に及ぼす影響

まず、他種の密度がセジロウンカとトビイロウンカの翅型発現に及ぼす影響を明らかにするために、両種のウンカの1齢幼虫を、単一種または2種混合(両種の個体数の比率は1:1)で密度を変えて成虫羽化まで飼育し、羽化後の長翅雌率を調査した。また、他種密度が生存率そのものにも影響を及ぼすか否かを知るために、幼虫期の生存率もあわせて調査した。なお、飼育には播種後10日前後の芽出しイネ苗を用いた。

その結果、飼育密度が高い場合を除いて、両種の幼虫期生存率は単一種区、両種混合区ともに約80~90%と高かった(図-1)。しかし、飼育密度が容器当たり16頭と非常に高い場合には、トビイロウンカではセジロウンカと混合飼育した場合に生存率が低下し、セジロウンカでは2種混合区よりも単一種区で生存率が低下した。この結果から、他種密度が生存率に及ぼす影響は、密度が極端に高い場合にのみ見られ、その影響はセジロウンカでは自種の、トビイロウンカでは他種が存在が生存率をより低下させるように働くことがわかった。

他種密度が翅型発現に及ぼす影響については、両種とも単一種区と2種混合区との間で密度に対する翅型反応

Interspecific Interaction on Wing Dimorphism between Rice Planthoppers and its Consequences on Population Dynamics.
By Masaya MATSUMURA

(キーワード: セジロウンカ, トビイロウンカ, 種間相互作用, 翅型発現, 個体群動態)

に顕著な違いが見られ、また、両種で反応のパターンが異なった (図-2)。すなわち、セジロウンカでは 2 種混合区よりも単一種区で長翅雌率が高くなった。これに対して、トビイロウンカでは単一種区より 2 種混合区で長翅雌率が高くなった。この結果から、他種の密度は両種の翅型発現に顕著な影響を及ぼし、トビイロウンカでは他種の存在がより長翅率を増加させ、セジロウンカでは逆に他種の存在がより長翅率を下げるという、2 種のウンカ間で非対称的な種間相互作用が見られることが明らかになった。

しかし、図-2 に示した結果をよく見ると、同じ飼育密度における単一種区と 2 種混合区の長翅雌率を比較した場合、両種ともセジロウンカの数が多い場合ほど長翅雌率が高いことがわかる。たとえば幼虫密度 4 頭区において、セジロウンカではセジロ単一種 4 頭のほうがセジロ 2 頭+トビイロ 2 頭の混合区より長翅雌率が高く、ト

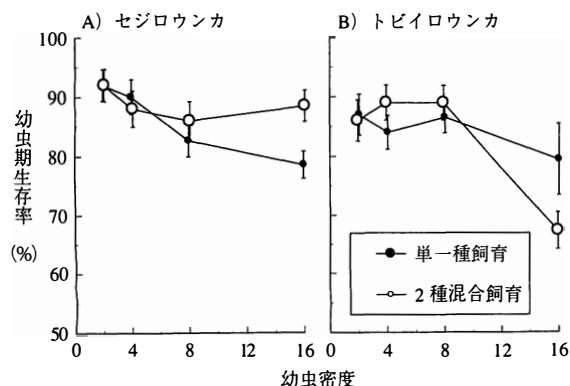


図-1 セジロウンカとトビイロウンカを単一種または、2 種混合飼育した場合の幼虫期生存率 (MATSUMURA and SUZUKI, 投稿中)

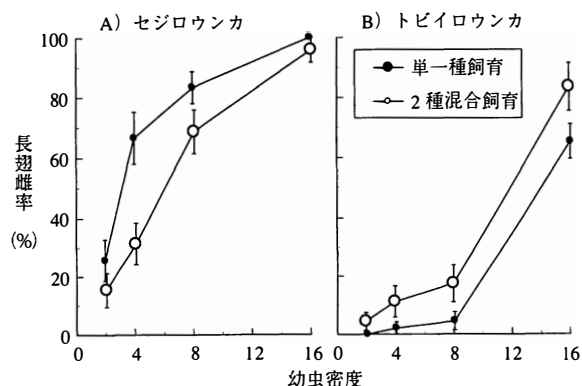


図-2 セジロウンカとトビイロウンカを単一種または 2 種混合飼育した場合の長翅雌率 (MATSUMURA and SUZUKI, 投稿中)

ビイロウンカではセジロ 2 頭+トビイロ 2 頭の混合区のほうがトビイロ単一種 4 頭よりも長翅雌率が高い。このことから、セジロウンカの密度の上昇が両種の長翅率を上昇させるように働いていることがわかった。

II 吸汁を介した種間相互作用

次に、このような種間相互作用がウンカ個体間の直接的な接触や干渉によって起こるのか、あるいは、イネの吸汁を介して間接的に起こるのかを明らかにするため、あらかじめ一方の種に 2 日間吸汁させたイネを与えて両種をそれぞれ飼育し、幼虫期の生存率と羽化後の長翅雌率を調査した。この実験では幼虫期の発育期間についてもあわせて調査した。なお、飼育には播種後 10 日後の芽出しイネ苗を用いた。

その結果、幼虫期の生存率は両種とも 90% 以上と高く、自種または他種による事前加害の影響は全く見られなかった (図-3)。一方、長翅雌率については、両種ともに事前加害による顕著な影響が見られた (図-4)。セジロウンカでは、自種が加害したイネでは、他種が加害したイネや無加害のイネに比べて長翅雌率が高かった。一方、トビイロウンカでは、他種であるセジロウンカが吸汁したイネでは自種が加害したイネや無加害のイネに比べて長翅雌率が高かった。このように、両種ともセジロウンカが事前に加害したイネでのみ、長翅率が高くなることがわかった。この結果は、図-2 の結果と同じ傾向であった。さらに、自種または他種の事前加害は、両種の幼虫期間にも影響し、セジロウンカでは自種の、トビイロウンカでは他種の加害したイネで幼虫発育日数が長くなった (図-5)。

以上の結果をまとめると、セジロウンカが吸汁したイ

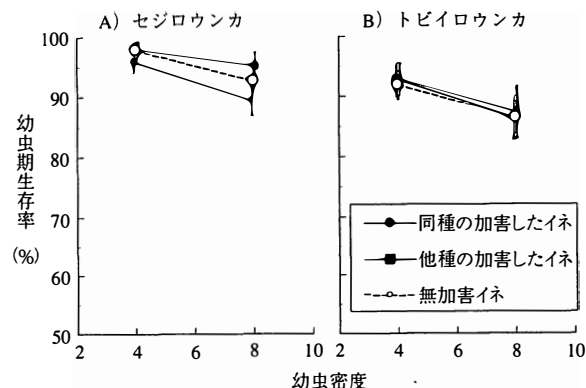


図-3 同種または他種による加害を受けた芽出しイネ苗でのセジロウンカとトビイロウンカの幼虫期生存率 (MATSUMURA and SUZUKI, 投稿中)

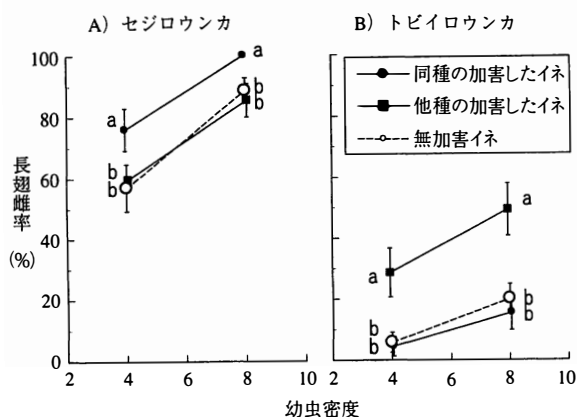


図-4 同種または他種による加害を受けた芽出しイネ苗でのセジロウカとトビロウカの長翅雌率。英字：同一密度区の間で有意差なし (角変換後 Tukey-Kramer 検定, $P > 0.05$) (MATSUMURA and SUZUKI, 投稿中)

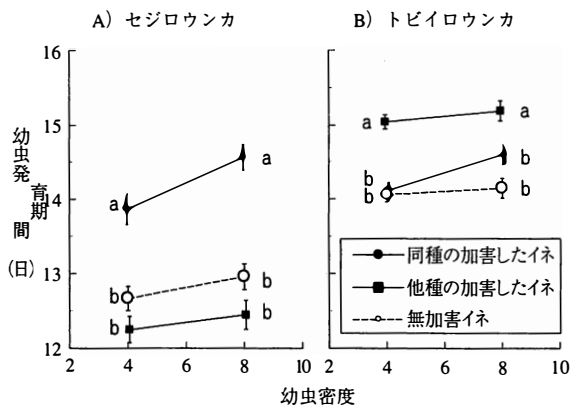


図-5 同種または他種による加害を受けた芽出しイネ苗でのセジロウカとトビロウカの雌の幼虫発育期間。英字：同一密度区の間で有意差なし (Tukey-Kramer 検定, $P > 0.05$) (MATSUMURA and SUZUKI, 投稿中)

ネでのみ両種の長翅率が上昇し、幼虫発育日数が延長することが明らかになった。セジロウカはトビロウカに比べて体サイズが小さく、個体当たりの吸汁量は少ない (松村, 未発表)。それにもかかわらず、セジロウカが吸汁したイネでのみ、自種や他種の翅型発現や幼虫発育にマイナスの影響が見られた。このことから、吸汁がイネに与えるダメージが、トビロウカよりもセジロウカで大きい、あるいは、セジロウカの吸汁によりイネが何らかの抵抗性反応を起こしている可能性があると考えられる。

セジロウカがイネに産卵すると、イネが生体防御反応を起こしウカの卵を殺すことが知られている

(SUZUKI et al., 1996; SEINO et al., 1996)。また、セジロウカの吸汁したイネでは、いもち病の発生が抑制されることが最近明らかにされている (菅野, 2002)。他の吸汁性昆虫においても、吸汁の際に植物体に注入される唾液によって、植物体がある種の抵抗性反応を示すことがアブラムシなどで知られている (MILES, 1999)。これらのような現象と類似した抵抗性反応が、セジロウカの吸汁によってイネ体に起きている可能性がある。このようなセジロウカの吸汁に起因する植物体の抵抗性反応のメカニズムについては、生態学的に興味深いばかりか、新たな防除素材開発のための知見となるので、今後解明が望まれる。

III 種間相互作用が個体群動態に及ぼす影響

以上述べたような翅型発現や幼虫発育期間に及ぼす種間相互作用は、直接他種に対して致死的な作用を与えるものではない。しかし、冒頭に述べたように、翅型発現性はイネウカ類の個体群動態の上で大きな役割を果たしているので (岸本, 1965; 松村, 1997), 2種の翅型発現や幼虫発育に及ぼす種間相互作用が個体群動態に影響している可能性がある。とりわけ、稲作の初・中期に加害するセジロウカの加害が、稲作後期のトビロウカの発生量に何らかの影響を与えている可能性が考えられる。そこで、イネウカ類の野外個体群動態に種間相互作用が見られるかどうかを、予察灯データと水田における両種の個体数推移データから解析した。解析には福岡県筑後市における1951~90年の40年間の予察灯データと、1999年の水田における個体数推移調査のデータを用いた (松村・浦野, 未発表)。

その結果、セジロウカの飛来後第1世代の予察灯誘殺数とトビロウカの第1~第2世代にかけての増殖率との間に有意な負の相関が検出された。トビロウカの増殖率は自種密度に依存して低下することが知られているが (岸本, 1965), 自種密度の影響を重回帰分析によって除去しても種間の関係は有意であった。また、水田における個体数調査のデータからも、セジロウカの第1世代幼虫が多いほどトビロウカの第1~第2世代にかけての増加率が低下することがわかった。

渡邊ら (1994) は、福岡県筑後市におけるセジロウカとトビロウカの予察灯データから、主成分分析により種ごとの発生型の特徴を年次別に類型化している。この2種の発生型類型化のデータからも、両種の間に種間相互作用が検出された (松村・浦野, 未発表)。すなわち、セジロウカの発生型がII型 (年間を通じて発生量が少ない) になる年次には、トビロウカの発生型

が有意に I 型（第 0～1 から第 2～3 世代にかけての増殖率が高い）になることがわかった（渡邊ら, 1994 の Fig. 4 を参照）。

以上の結果から、野外の個体群動態においても、稲作初・中期のセジロウンカの発生量が、稲作後期のトビイロウンカの増殖率にマイナスの影響を与えていることが明らかになった。このことから、トビイロウンカの発生予察の際には、飛来数や飛来時期、水田内での発生密度の推移などに加えて、セジロウンカの密度についても考慮する必要がある。

山口県農業試験場では、トビイロウンカの発生型の判別にセジロウンカの第 1 世代密度を新たな要因として加えて解析したところ、これまで 68%前後だったトビイロウンカの 9 月多発生型の判別率が 95%に向上した（本田善之, 私信）。このように、トビイロウンカの発生量予測や発生型判別において、これまで未検討であったセジロウンカ密度を新たな要因として組み入れることにより、発生量の予測精度向上に活用できることがわかった。

ただし、このような知見は、セジロウンカの防除が不必要であることを意味するものではない。セジロウンカの飛来数やその後の発生量が多すぎる場合には、産卵や吸汁により生育初・中期のイネに被害が生じる可能性があるため、セジロウンカについても適切な個体群管理が必要である。

おわりに

トビイロウンカは、1960 年代以降アジア各地で大発生を繰り返し、坪枯れに代表される大きな被害を出すことから、古くから最重要害虫として恐れられてきた。一方、セジロウンカは 1980 年代中ごろまでは発生量が比

較的に少なく、トビイロウンカのような顕著な被害を起こさないことから、害虫としての位置づけは低かった。しかし、中国において 1980 年代後半からハイブリッドライスの作付面積が拡大し、それに伴いハイブリッドライス上で高い増殖率を示すセジロウンカが多発するようになった（胡ら, 1992；寒川, 1992）。さらに、1990 年代後半からは、ベトナムにおいてもハイブリッドライスの作付面積が増加し、セジロウンカの大発生が続いている（松村・渡邊, 2002）。これとは対称的に、1990 年代以降、トビイロウンカの発生傾向が続いている。ここ数年は、日本のみならずベトナム、中国、韓国においても、トビイロウンカの発生量は極めて少ない（松村・渡邊, 2002）。この原因として、栽培品種の変遷や使用薬剤の種類や使用量などの影響が大きいと考えられるが、本稿で述べたようなイネウンカ間の種間相互作用が働いている可能性も考えられる。この点については今後検討を行いたい。

引用文献

- 1) DENNO, R. F. et al. (1995): Annu. Rev. Entomol. 40: 297～331.
- 2) DENNO, R. F. et al. (2000): Ecology 73: 1323～1334.
- 3) 胡 国文ら (1992): 植物防疫 46: 219～222.
- 4) HUNTER, M. D. (1992): Effects of resource distribution on animal-plant interactions, Academic Press, San Diego, pp. 287～325.
- 5) 菅野紘男 (2002): 植物防疫 56: 463～465.
- 6) 岸本良一 (1965): 四国農試報告 13: 1～106.
- 7) 久野英二 (1968): 九州農試彙報 14: 131～246.
- 8) 松村正哉 (1997): 北陸農試報告 40: 1～77.
- 9) 松村正哉・渡邊朋也 (2002): 植物防疫 56: 316～318.
- 10) MILES, P. W. (1999) Biol. Rev. 74: 41～85.
- 11) SEINO, Y. et al. (1996) Appl. Entomol. Zool. 31: 467～473.
- 12) 寒川一成 (1992): 植物防疫 46: 183～186.
- 13) SUZUKI, Y. et al. (1996) Appl. Entomol. Zool. 31: 111～118.
- 14) 菅浦信一郎ら (2002): 応動昆 46: 135～144.
- 15) 渡邊朋也ら (1994): 同上 38: 7～15.

発行図書

農薬ハンドブック 2001 年版

同書編集委員会 編 A 5 判 本文 941 頁

定価 9,240 円税込み（本体 8,800 円） 送料サービス

市販農薬を用途別に作用特性、使用上の注意、各製剤の使用法・適用などについて解説。一般名・化学名・構造式・物理化学的性質、毒性・魚毒性を付録にまとめた農薬に関する解説書です。

お申し込みは直接当協会へ、前金（現金書留・郵便振替）で申し込むか、お近くの書店でお取り寄せ下さい。

社団法人 日本植物防疫協会 出版情報グループ 〒170-8484 東京都豊島区駒込 1-43-11

郵便振替口座 00110-7-177867 TEL(03)3944-1561(代) FAX(03)3944-2103 メール: order@jppa.or.jp