

イネカメムシ発生予測システム「イネカメなび（仮称）」の開発

清水 健*1・川口真穂*2・皆川 裕*3,4・元吉真衣

キーワード：イネカメムシ，発育零点，有効積算温量，羽化日予測

I 緒 言

近年，千葉県内の水稻ではイネカメムシ *Niphe elongata* (Dallas) による斑点米被害や不稔被害が問題化しており（平江ら，2021；安江ら，2022），防除技術の確立や，それに資する生態の解明が求められている。

本種は 1940 年代までは水稻の重要害虫であったが，その後全国的に生息数を減少させた（大田ら，2020；高井ら，1975；鳥飼・樋口，2023a）。本種の第 1 世代は 8 月以降に羽化し，晩生品種に移動するが（石島，2021），出穂期の水田を好む性質の強い本種において，水稻栽培の全面早期化による晩生品種の減少が幼虫や特に新成虫の餌不足につながったことが，その原因のひとつと考えられている（Shimada and Sugiura, 2020；高井ら，1975）。一方で，昨今の本種の増加傾向の原因としては，農業経営体の規模拡大や新規需要米の増加によるイネの作期の分散と長期化により，餌として適しているイネの穂が常に存在するようになったことが指摘されている（石島，2021）。

本種に対する防除においては，比較的早期に出穂期を迎える圃場においては共同防除を早期化する，又は早期防除を追加することにより，出穂期の防除を徹底することが必要となる。一方で，本種の地域密度を抑制するためには，晩生品種など，栽培期間が長い，又は栽培時期が遅い圃場における防除も不可欠である。このような圃場において防除適期や防除要否を判断するためには，各圃場での出穂期の出現時期を把握するだけでなく，周辺圃場において新世代成虫の羽化が起きるタイミングを併せて予測することが重要である。

そこで本研究では，イネカメムシの発育に必要なとされる温度条件についての既往の知見を活用し，現地における新世代成虫の発生時期を予測することを目的とし，任

意の地点における気温条件から羽化日を計算するシステム「イネカメなび（仮称）」の開発を試みた。

II 材料及び方法

1. 羽化日予測システムの構築

開発する予測システムは，国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）が提供するメッシュ農業気象データ（大野ら，2016）の「キャスト型メッシュデータ取得ブック」ファイル（佐々木ら，2022；AMGSDataGetter.xlsm）を活用し，インターネット環境下において県内任意の地点における日最高気温，日最低気温のデータを取得し，演算する仕様とした。有効積算温量の算出については，日最高気温と日最低気温を用いた三角法（坂神・是永，1981）による計算手法を用いた。なお，本システムではデータ取得日までは気温の実測値の推定値，取得日以降 26 日先までは実測値と気象予測に基づく予報値，27 日以降は平年値が返されるため，従来の平年値のみに基づく予測よりも実際に近い予測が期待できる。

このシステムに，八塚ら（2023）の得た本種の発育パラメータ，すなわち，卵から羽化までの発育零点 15.8°C ，有効積算温度 344.8 日度（ 15.8°C 以上）を設定し，さらに位置情報と産卵日（産卵が仮定される日）を入力することにより，その地点での羽化日を推定するプログラムを作成した。なお，本種の発育における有効な温量として積算される温度の上限（発育上限温度）は 31°C （八塚ら，2023），本種の発育が停止し有効温量が全く積算されない温度（発育停止温度）（坂神・是永，1981）については，既知のデータが得られていないため，仮に 40°C として設定した。

2. 水稻栽培圃場における本種の発生消長と予測検証

2022 年 7 月から 9 月にかけて，千葉県野田市目吹，及び成田市幡谷の水田において，イネカメムシ成幼虫のすくい取り調査を実施した。それぞれの圃場の耕種等概要については第 1 表に示す。野田市では品種「コシヒカリ」を 5 月 4 日に移植，出穂期は 7 月 24 日であった。成田市では品種「夢あおば」を 6 月 28 日に移植，出穂期は 8 月 29 日であった。いずれの圃場も調査期間中は無防除で管理されており，発生消長に殺虫剤の影響はないものと

2023 年 8 月 15 日受領 (Received August 15, 2023)

2023 年 9 月 26 日登載決定 (Accepted September 26, 2023)

*1 千葉県農林水産部担い手支援課

*2 千葉県東葛飾農業事務所

*3 千葉県印旛農業事務所

*4 現 農林総合研究センター水稻・畑地園芸研究所

本報の一部は，第 67 回日本応用動物昆虫学会大会（2023 年 3 月，摂南大学，枚方市）において発表した。

考えられた。

調査は各圃場における出穂期のおよそ10日前から2～7日おきに実施し、各圃場内5地点において口径36cmの捕虫網を体を中心に180度の弧を描くように左右に20回転り、捕獲成幼虫の発消長を記録した。

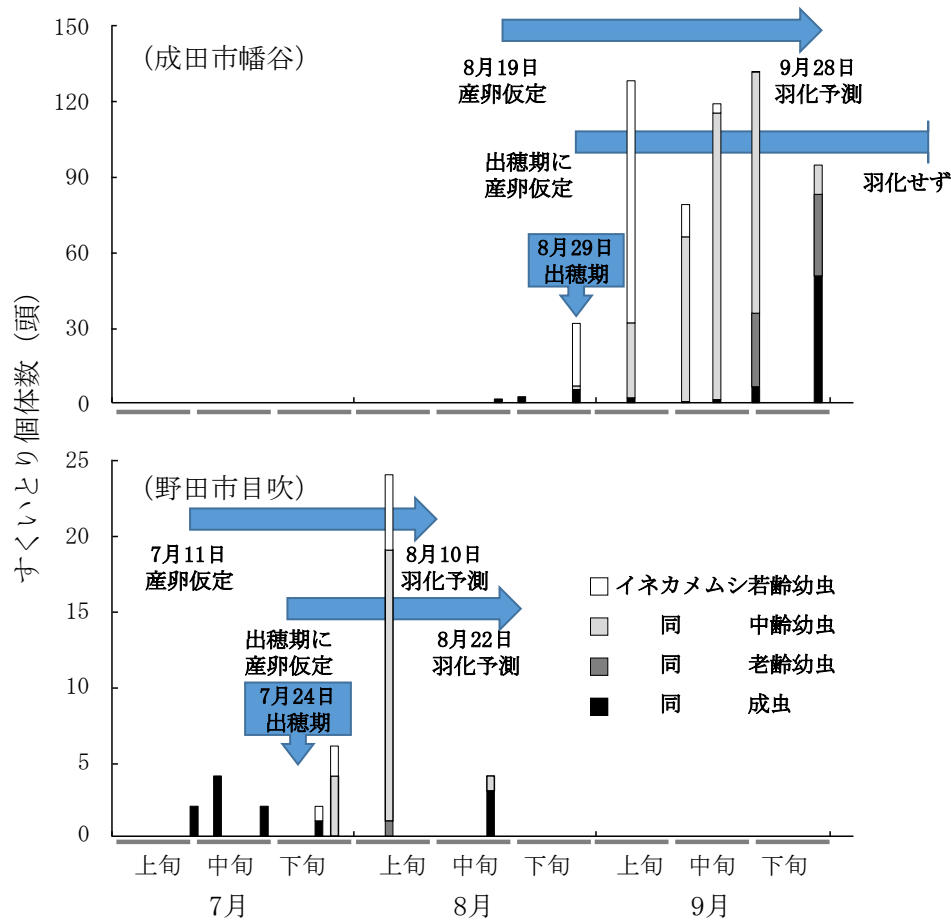
それぞれの圃場において、最初に成虫が確認された時期前後に産卵が行われたものと仮定し、1.において構築した予測システムを稼働させ、次世代成虫の予測羽化時期と実際の捕獲時期を照らし合わせることで、予測の実用性を検討した。

第1表 調査圃場における耕種等概要

地名	野田市目吹	成田市幡谷
緯度	35.9729498815253	35.8420121788094
経度	139.902156864408	140.343086198974
移植日	5月4日	6月28日
品種	コシヒカリ	夢あおば
出穂期	7月24日	8月29日
調査期間中の防除	無防除	無防除
調査日	7月11, 14, 20, 22, 27, 29日, 8月5, 12, 18日	8月19, 22, 29日, 9月5, 12, 16, 21, 29日

第1図 イネカメなび (仮称) 出力例

- 注1) 成田市幡谷の地点情報と2022年の年次情報を例示した。
- 2) 黄色に着色されたセルに必要な情報を入力し、インターネット環境下で「Get Data」を押すと青色セルに結果が出力される。



第2図 イネカメムシすくい取り調査結果とイネカメなびによる予測出力結果

注) ブロック矢印はそれぞれの地点における「イネカメなび (仮称)」による予測発育期間を示す。

Ⅲ 結 果

1. 羽化日予測システムの構築

構築したシステムを用いて、実際に予測を実行した例を第1図に示す。これは千葉県成田市幡谷の調査圃場における2022年の水稻栽培期間において、8月19日に産卵された個体が羽化する日が9月28日だと予測された例である。

なお、同条件においては、8月28日以降に産卵された場合、羽化までの発育が完結できないことが本システムにより予測され、越冬するためには少なくともこの日までに産卵される必要があることが示唆された。

2. 水稻栽培圃場における本種の発生消長と予測検証

野田市及び成田市におけるすくい取り調査の結果を第2図に示す。

野田市においては（第2図下）、調査を開始した7月11日には成虫の発生が確認され、7月24日に出穂期を迎えて以降は8月18日まで成虫は捕獲されなかった。最初に成虫が捕獲された日に圃場において産卵されたものと仮定した場合、羽化日は8月10日となることが予測され、出穂期に産卵されたものと仮定した場合、羽化日は8月22日となることが予測された。新世代成虫と考えられる個体が8月18日にまとまって捕獲されていることから、実際には7月11日から7月24日の間に産卵されていることが示唆された。

成田市においても（第2図上）、調査を開始した8月19日には成虫の発生が確認され、8月29日に収穫期を迎えて以降は9月29日までは成虫のまとまった捕獲は確認できなかった。最初に成虫が捕獲された日に圃場において産卵されたものと仮定した場合、羽化日は9月28日となることが予測され、新世代成虫の捕獲と考えられるピークが9月29日に確認されていることから、実際には8月19日直後に産卵されていることが示唆された。一方で、収穫期に産卵されたものと仮定した場合、シーズン中は羽化までの発育を完結できないことが予測され、産卵は少なくとも収穫期前に行われているものと考えられた。

Ⅳ 考 察

本研究で構築した予測システムを用いることによって、ある圃場におけるイネカメムシの発育や羽化日を概ね予測することができるものと考えられた。一方で、今回の調査においては、各圃場において正確な産卵日や羽化日を実際に観察したわけではないため、システムの精度については今後の検証を待たなければならない。

イネカメムシは年1化性であると考えられていたが（本田ら, 2021; 石島, 2021 ほか）、鳥飼・樋口（2023b）は野外での観察結果から本種が年2回の発生が可能であることを示している。同様に、早場米の産地である千葉県においても、作期や作型の多様性が増加している現状を受けて、イネカメムシの繁殖に好適な環境も増えている可能性が高い。地域は異なるが、本研究における野田市と成田市の2圃場での結果は、それぞれが第1世代と第2世代の発育を模しているようにも見受けられ、予測システムも本種の年2回の発生にとって十分な有効積算温量が確保できることを示している。このように、本種の年間発生世代数が増加し、昨今の栽培品種の多様化によって十分な餌資源が獲得され、結果として周辺地域での越冬成虫密度が増加したことが本種による被害増加の一因となっているものと考えられる。本予測システムは、各地域における本種の発生世代数の推定を行う上で有効なツールであり、今後、本種の基礎的な生態を解明する試験研究課題において活用されることが期待される。

また、本システムを活用して周辺水田でのイネカメムシの羽化日を予測することは、晩生品種での防除要否の判定に貢献する可能性がある。野田市及び成田市の調査結果から、本種成虫は収穫期よりもやや早い時期の水田に侵入し産卵する可能性が示唆されたが（第2図）、ある水田における収穫期を基準に本種の産卵日を設定することが可能となれば、次世代成虫の羽化日が正確に推定され、この羽化日より早く収穫期を迎える周辺水田では防除は不要、羽化日以降に収穫期を迎える周辺水田では防除が必要と判断されるであろう。現段階では本種の発生数と被害程度の相関に関する情報は乏しく、発生予測手法の確立が待たれるところではあるが、発生した場合の経済的被害が大きい本種に対しては、羽化日と収穫期のタイミングを参考に防除要否を判定する手法にも、一定の価値はあるものと期待される。こうした防除対策の成功は、本種の地域密度の低下に貢献するものであり、本システムの予測精度の向上は重要な課題である。

今後も、本種に対する注意喚起を継続し、地域における被害発生と増殖とを抑制するべく、防除対策の充実を推進していく必要がある。

なお、本システムの「データ取得機能」については、メッシュ農業気象データが許諾している株式会社ライブビジネスイベントが提供し、株式会社ビジョンテック（<https://www.vti.co.jp/mesh.html>）が販売している有償の気象データ取得サービスなどを入手して利用することで、メッシュ農業気象データと同等のデータを利用した予測が可能となる。また、本システムの予測関数が保存されたExcel®シートについては、農林総合研究センター病理昆虫研究室に問い合わせたい。

V 謝 辞

調査にご協力頂くとともに貴重な助言を賜った千葉県農林水産部担い手支援課，千葉農業事務所，東葛飾農業事務所，印旛農業事務所，君津農業事務所の職員各位に感謝の意を表する。なお，本研究の一部は令和4年度緊急技術開発促進事業及び令和4年度現地課題調査研究事業により実施した。

VI 摘 要

イネカメムシの発育における既往の発育パラメータを用いて野外における本種の発育を予測するシステムを構築した。発育零点を 15.8°C，有効積算温度 344.8 日度 (15.8°C 以上) としてシステムを稼働したところ，その予測結果は，千葉県内における実際の圃場でのすくい取り調査から得られた本種の発生消長と，概ね一致することが明らかとなった。

VII 引用文献

平江雅宏 (2021) イネカメムシの加害による水稻不稔の発生について。関東東山病害虫研究会報。68: 24-26.
 本田善之・河村俊和・溝部信二 (2021) 山口県におけるイネカメムシの生態と防除対策植物防疫。75: 264-268.
 石島力 (2021) 近年増加しているイネカメムシの発生状況と調査法。植物防疫。75: 364-368.

大野宏之・佐々木華織・大原源二・中園江 (2016) 実況値と数値予報，平年値を組み合わせたメッシュ気温・降水量データの作成。生物と気象。16: 71-79.
 大田真理子・藤原聡・諏訪順子・鹿島哲郎 (2020) 茨城県におけるイネカメムシの近年の発生状況。茨城病虫研報。59: 58-63.
 坂神泰輔・是永龍二 (1981) 有効積算温度の簡易な新算法“三角法”について。応動昆。25: 52-54.
 佐々木華織・西森基貴・根本学 (2022) メッシュ農業気象データ利用マニュアルVer.5. p. 19-20. 農研機構。茨城。
 Shimada, N. and S. Sugiura (2020) Indirect effects of weeds on rice plants via shared heteropteran herbivores. J. Appl. Entomol. 145: 117-124.
 高井昭・稲生稔・川田惣平 (1975) 茨城県における斑点米の発生とその対策。茨城農試研報。16: 43-58.
 鳥飼悠紀・樋口博也 (2023a) 滋賀県南部におけるイネカメムシ (カメムシ目: カメムシ科) の生活史。植物防疫。77: 363-373.
 鳥飼悠紀・樋口博也 (2023b) イネカメムシ (カメムシ目: カメムシ科) の水田での発生消長と卵巣の発育状況。関西病虫研報。65: 82-85.
 八塚拓・平江雅宏・菌部彰・小林則夫 (2023) イネカメムシの発育に対する温度の影響。関東東山病害虫研究会報。70: 57-60.
 安江園子・大内昭彦・栗原大二 (2022) 千葉県における2010～2020年のイネカメムシの発生状況。千葉農林総研研報。14: 45-51.

Development of the Emergence Prediction System in the Rice Stink Bug, *Niphe elongata* (Hemiptera: Pentatomidae)

Ken SHIMIZU*, Maho KAWAGUCHI ^{†1}, Yutaka MINAGAWA ^{†2,3}
and Mai MOTOYOSHI

Key words: *Niphe elongata*, Prediction, Emergence, Developmental Zero, Total Effective Temperature

Summary

A prediction system for the emergence date of adults was developed using the parameters for the development of the rice stink bug, *Niphe elongata* (namely, 15.8 °C as its developmental zero, and 143.49 day-degrees above 14.39 °C as total effective temperature), and the AMGSDatasetGetter.xlsm dataset provided as part of NARO's Agro-Meteorological Grid Square Data, which is supported by Microsoft Excel®

The system outputs successfully described the emergence of adults from two generations in rice fields in Chiba.

* Agriculture Extension Division, Agriculture, Forestry and Fisheries Department, Chiba Prefecture; 1-1, Ichiba-cho, Chuo, Chiba 260-8667, Japan.

^{† 1} Chiba Prefectural Higashikatsushika Agriculture Office

^{† 2} Chiba Prefectural Inba Agriculture Office

^{† 3} Present address: Rice Paddy, Upland Farming and Horticulture Institute, Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center