

成虫が生存する可能性は十分にあると考えられる。60 cm の積雪があり、表層土が凍結していなかった水田畦畔 C は、1 m² 当たり 452 個体の越冬世代成虫が発見された。この調査場所は、西側と東側が大きな土手で囲まれた風の吹きだまり場所で越冬世代成虫が多く集まり、積雪も深かったと考えられる。

摘 要

高冷地の長野県木曾郡開田村 (標高 1,150 m) で、積雪・凍結条件下におけるイネミズゾウムシの越冬生態を調査した。越冬世代成虫の大部分は地表下 5 cm までに生息していた。表層土中の越冬世代成虫の垂直分布は標高 1,150 m と 420 m で差がなかった。

開田村では厳冬期に積雪下の表層土は凍結する。この凍結した表層土から多数の越冬世代成虫の生存個体が発見された。開田村の水田畦畔へ放飼した越冬世代成虫の生存率は 64% と 90% であった。開田村における 1 月から 3 月の最低気温の極値は

-19°C に低下し、積雪下の地表面の最低温度は -2°C 前後であったが、高冷地の越冬場所の凍結や積雪条件は、本種の越冬個体の死亡要因にならないと考えられた。

引用文献

- 朝比奈英三 (1975) 植物防疫 29: 116—119.
 小林 莊一・呉羽 好三・中沢 齊・井出 万仁・吉沢 中夫 (1980) 北陸病虫研報 28: 46—47.
 森本 信生・岸野 賢一 (1983) 第 27 回応動昆大会, p. 128 [講要].
 佐藤昭夫 (1982) 第 26 回応動昆大会, p. 111 [講要].
 都築 仁・五十川是治 (1976) 植物防疫 30: 341.
 都築 仁・天野 隆・浅山 哲・大石一史 (1978) 関西病虫研報 20: 112.
 都築 仁・浅山 哲・大石一史 (1984) 愛知農総試研報 15: 40—42.

長距離移動性ウンカ類の移動予知のための コンピュータプログラム¹⁾

渡邊朋也・清野 裕²⁾・北村實彬³⁾・平井剛夫
九州農業試験場

Computer Program for Forecasting the Overseas Immigration of Long-distance Migratory Rice Planthoppers. Tomonari WATANABE, Hiroshi SEINO,⁴⁾ Chikayoshi KITAMURA⁵⁾ and Yoshio HIRAI (Kyushu National Agricultural Experiment Station, Chikugo, Fukuoka 833, Japan). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* 32: 82—85 (1988)

Abstract: A computer program was developed to localize accurately low-level jet streams related to the long-distance migration of the planthoppers and to predict the time of their immigration to Japan. The program outputs the contour map of the wind speed, and mesh map of the wind direction and speed. Weather data used in this program included the wind direction and speed on the 850 mb weather chart received by radio facsimile recorder from 74 meteorological stations.

セジロウンカ、トビロウンカに代表される長距離移動性ウンカ類の九州地域への飛来時期と気象条件との関係については古くから解析が試みられている (たとえば、原ら, 1968; KISIMOTO, 1976; ROSENBERG and MAGOR, 1983; 横尾, 1952)。

SEINO et al. (1987) は、ウンカ類の飛来に関する気象条件を抽出するため、梅雨期における集中豪雨と、ウンカ類の飛来との気象学的類似点を調べた。その結果、梅雨前線の南側の 900~700 mb (高度 1,000~3,000 m 付近) に現われる南西風の強風域 (以下これを下層ジェットと呼ぶ) の中心域と地上でのウンカ類の飛来侵入地域が非常によく一致することをみいだした。そして、ウンカ類がこの下層ジェットによって輸送されるという仮説をたてた。

高層の気象状態については 850, 700, 500 mb などの等圧面における 9 時と 21 時の観測結果がそれぞれ一枚の天気図として気象庁より公表されている。SEINO et al. (1987) はこのうち高度約 1,500 m に相当する 850 mb 天気図と、九州農業試験場 (福岡県筑後市) でのネットトラップによるウンカ類の捕獲データとを用いて、九州北部にウンカ類の飛来があった時期の気象的特徴を解析し、次の三つの条件を抽出した。

- 1) 下層ジェットの軸 (中心域) が九州北部上空に存在する。
- 2) 筑後市から引いた流跡線 (気塊がどこから流れてきたかを

1) 本報は農林水産省の別枠研究「長距離移動性害虫の移動予知技術の開発 (昭和 58~62 年度)」の一環として行われたもので、一部は日本応用動物昆虫学会第 31 回大会 (1987 年 4 月、筑波) で発表した。

2) 現在 農業環境技術研究所

3) 現在 北海道農業試験場

4) Present address: National Institute of Agro-Environmental Sciences, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan.

5) Present address: Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Hitsujigaoka, Toyohiraku, Sapporo 004, Japan.

日本応用動物昆虫学会誌 (応動昆) 第 32 巻 第 1 号: 82—85 (1988)

1987 年 7 月 13 日受領 (Received July 13, 1987)

示す軌跡)が、飛来源と考えられる地域、たとえば揚子江流域、に到達する。

3) 流跡線に沿う気流の平均速度は20ノット(10 m/sec)以上である。

また、この三つの条件にもとづき、1980~1986年6~7月の毎日の850 mb天気図を解析し、飛来が予想される日と実際の飛来日を突き合わせた結果、両者はおおむね一致した(SEINO et al., 1987)。

この考えにもとづいて飛来の有無を即時的に予測するには、無線気象ファクシミリを用いて850 mb天気図を受信したのち以下のステップにより解析を行う。①風速が20ノット以上の領域について5ないし10ノット刻みに等風速線を描く。②下層ジェットの軸を決定する。③風向風速を考慮しながら流跡線をひく。その結果が前述の1)~3)の条件を満足する場合はウシカ類の飛来が予想される(SEINO et al., 1987)。

筆者らはこの作業をより客観的に行うために、850 mb天気図に記されている各観測地点の風向と風速をパーソナルコンピュータに入力するだけで、自動的に等風速線図および格子点(後述)における風向風速図を描くプログラムを開発した。ここでは、そのプログラムの構成と応用例について報告する。

プログラムの開発手順と入力データの作成

1. 作図の範囲

作図に用いた地域は、中国大陸東部、朝鮮半島、ソ連の一部、台湾および日本全土を含む東西約3,000 km、南北約2,000 kmの範囲である(Fig. 1)。作図には図中の黒丸で示した74地点の観測データを入力した。

2. 地図情報のファイル化

作図範囲内の緯線、経線、地形輪郭および観測地点の位置を、ディジタイザを使用して気象庁印刷天気図(以下印刷天気図)上から読み取り、地形データファイル、緯線経線データファイル、観測地点位置データファイルの三つのシーケンシャルファイルを作成した。これらのデータファイルは作図のときにプログラムで読み込んで使用した。

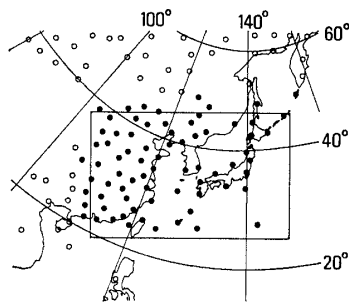


Fig. 1. Rectangular frame shows the analytical areas. Each circle indicates the location of the meteorological stations gathering information from higher elevations. Closed circles indicate the stations whose data were used for the analysis.

3. 等風速線図の作成

(1) 作図範囲のメッシュ化

観測地点は均一に分布していないため、そのままではコンピュータに作図させにくい。そこで以下のような処理をほどこした。印刷天気図を用いて、前記の地域を東西20メッシュ、南北16メッシュに分割した。すべての格子点(21×17=357個)における風向と風速をそのメッシュに含まれるか、もしくは近接する三つの観測地点の風向と風速から推定した。各格子点に関してどの3か所のデータを用いるかは、観測地点を印刷天気図上で目視によって決定し、観測地点番号データファイルを作成した。

(2) 観測地点の風速の重みづけ

筆者らは、下層ジェットという長時間一定方向に吹く風に注目しているため、風向を考慮しない等風速線は目的にそわない。そこで、各観測地点の風速から注目する風向の風速成分だけを取り出してその地点の風速とした(Fig. 2)。式で表わすと次のようになる。

$$V' = V \times \cos\{|D_a - D_b| \times \pi/8\}$$

ここで、V: 観測された風速(ノット)、V': 変換後の風速(ノット)、D_a, D_b: 観測された風向と注目する風向。

風向は16方位で北を1とし時計回りに数字をつけて表わした。また(1)式で、|D_a - D_b| > 4すなわち、観測地点の風向が注目する風向からπ/2(ラジアン)より離れた場合と、V'が1より小さくなった場合には便宜的にV'=0.5とした。梅雨期に関しては、注目する風向を南西(D_a=11)とした。

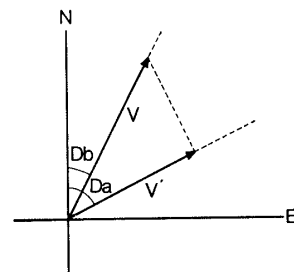


Fig. 2. Schematic representation of the transformed wind speed at a meteorological station. V: original wind speed; V': transformed wind speed; D_a, D_b: angles to the North.

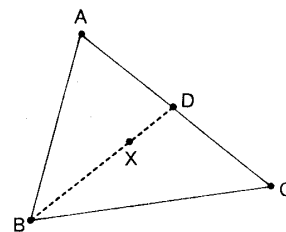


Fig. 3. Schematic representation of the wind speed in the area corresponding to grid (X). A, B, C: meteorological stations close to the area represented by X. The wind speed at X is interpolated by those at A, B, and C.

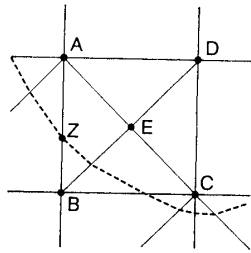


Fig. 4. Schematic representation of contour line. A, B, C, D: grids in the mesh chart, Z: intersection mesh between contour lines. The contour is drawn by using the data at A, B, C, D, and E.

(3) 格子点の風速の推定

①で変換された後の風速を用いて以下のように推定した (Fig. 3)。

三つの観測地点 (A, B, C) の風速をそれぞれ V_a, V_b, V_c , 格子点 X での求めたい風速を V_x とする。AC 間で風速は連続的に変化していると仮定し、D における風速 V_d を V_a, V_c を用いて、距離 AD, DC の比例配分によって求める。同じ方法で V_x を V_b, V_d および距離 BX, XD から求めた。

(4) 等風速線図の作図法

等風速線の作図には、高倉ら (1983) の等値線図の描き方を採用し以下のように行った (Fig. 4)。

i) 四つの格子点 (A~D) で囲まれた長方形を対角線によって四つの三角形に区分し、対角線の交点 (E) の風速 (V_e) を四つの格子点の風速 $V_a \sim V_d$ の算術平均として求める。

ii) 調べたい等風速線の風速を V_h とし、三角形の各辺について $(V_x - V_h) \cdot (V_y - V_h)$ の正負を調べ、等風速線が横切るかどうかを判定する ($x=a \sim d, y=a \sim d, x \neq y$)。辺 AB のように等風速線 V_h が横切る場合は、 $(V_a - V_h) \cdot (V_b - V_h) \leq 0$, 辺 EA のように横切らない場合は、 $(V_e - V_h) \cdot (V_a - V_h) > 0$ となる。

iii) 横切る場合には、次式で交点の位置を決定する。辺 AB を例にとり交点を Z とすると、

$$AZ = AB \cdot (V_a - V_h) / (V_a - V_b)$$

もし、 $V_a = V_b$ ならば AZ は求められないので、そのときは便宜的に $AZ = AB/2$ とした。

iv) すべてのメッシュについて、i) から iii) の手順を行い、交点の位置をつないで等風速線を描く。

4. 風向風速図の作成

各観測地点の風向風速ベクトルを東西成分と南北成分に分けた後、3-(3) と同じ方法で格子点の両成分の値を計算し、再び合成して格子点の風向風速とした。

5. データファイルの作成法

各観測地点における風向と風速データのファイル化は次の手順で行った。透明なフィルムに観測地点をプロットし、気象ファクシミリで受信した 850 mb 天気図に重ね合わせて、風向風速データを読み取る観測地点の位置を確認した。また、別の透明フィルムに 16 方位を書き込んだものを用いて、風向の読み取

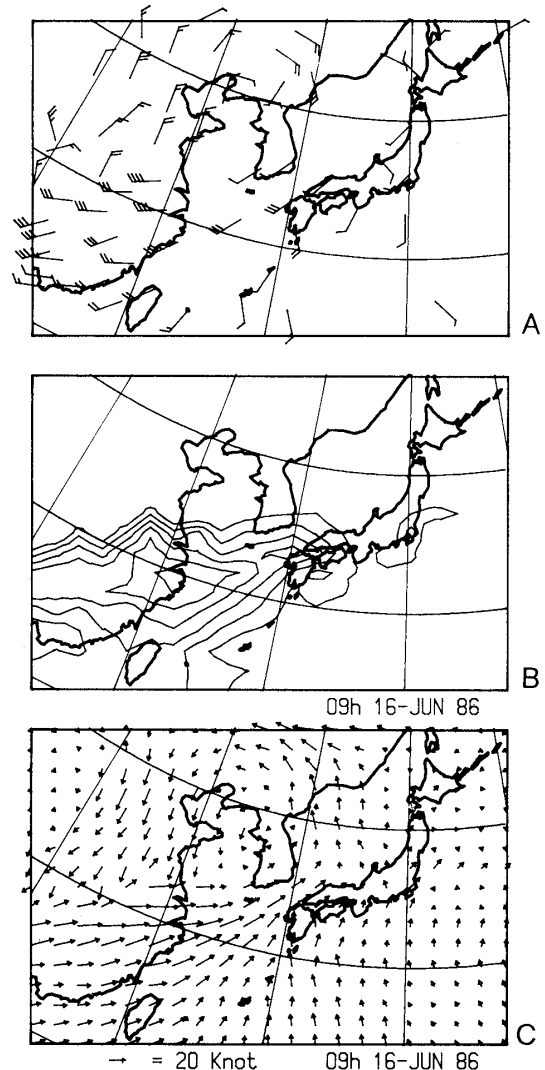


Fig. 5. Data on 850 mb weather chart (A), 1986, 16, June, 09 h (JST), contour map of wind speed at 5 knot intervals (B), and mesh map of wind direction and speed (C). The length of each arrow indicates the relative wind speed.

り時のミスをなくするようにした。風向は N, SW 等 16 方位に相当する英大文字で、風速は 5 ノット単位で表わし、ひとつのシーケンシャルファイルとした。風向風速データがない (無風) 場合には、風向に X, 風速に 1 を入れた。明らかに風が吹いているのにデータが読み取れない地点は近辺の観測値から推測して入力した。

結果および考察

作図結果の一例として、九州農業試験場 (福岡県筑後市) でウシカ類の飛来がみられた 1986 年 6 月 16 日 9 時 (日本時間) のファクシミリ天気図 (各観測地点の風向と風速データだけ抜粋) と、それを用いて作図した等風速線図および風向風速図を Fig. 5 (A~C) に示した。

等風速線図 (Fig. 5-B) から下層ジェットを中心域 (軸) の位置

を求めるには、等風速線の長軸方向に線を引けばよく、この例では下層ジェットの本軸は九州北部上空を通過している。風向風速図 (Fig. 5-C) を参考にして筑後市から風の流れを逆にたどって流跡線を引くと楊子江の南側に到達する。この地域は、二期作水稲が栽培されており (内山田, 1987), ウンカ類の日本への飛来源のひとつと考えられる。この流跡線に沿う気流の風速は 20~30 ノット以上ある (Fig. 5-B, C)。以上の結果は SEINO et al. (1987) の、九州北部に飛来をもたらす条件の 1)~3) を満足していた。

飛来がなかった日についても同様に作図させてみると、このような日には作図範囲に 20 ノット以上の等風速線が存在しないか、存在しても下層ジェットの本軸が九州北部の上空を通過しなかった。ただし下層ジェットの本軸が九州北部上空にない場合でも、風速 20 ノット以上の領域が中国大陸から九州上空に幅広く存在する場合は少数ながら飛来が認められている (SEINO et al., 1987)。ウンカ類の飛来量には下層ジェットの本軸の位置だけでなく広がり (下層ジェットの本幅) なども関与していることが考えられるので、この点については今後検討が必要である。

ファクシミリ天気図は観測時間から約 5 時間後に入手可能となる。天気図から風向風速を読み取り、データファイルを作成するのに約 30 分、解析結果を出力するのに約 10 分必要である。つまり、飛来日の予測を行うには観測時間から約 6 時間かかる。実際にこのプログラムを予測に用いる場合は、ある一度の観測

データだけから判断するより、毎日の 850 mb 天気図を連続して解析することで下層ジェットの発達の特徴をなるべく早くとらえることが大切である。また、将来高層気象データの利用がオンライン化できれば、観測からデータ入力までの時間の短縮を図ることができる。

本プログラムは SEINO et al. (1987) のウンカ類飛来予測モデルの中の気象条件の抽出の部分客観的に行えるようにしたものである。本プログラムを用いた飛来予測モデルによる飛来の予測と、九州地域の数地点での飛来状況とのつきあわせによる予測精度などについては検討中である。

引用文献

- 原 敬一・堀切正俊・深町三朗 (1968) 九病虫研会報 12: 9—12.
 KISIMOTO, R. (1976) Ecol. Entomol. 1: 95—109.
 ROSENBERG, L.J. and J.I. MAGOR (1983) Ecol. Entomol. 8: 341—350.
 SEINO, H., Y. SHIOTUSKI, S. OYA and Y. HIRAI (1987) J. Agric. Meteorol. 43: 203—208.
 高倉 直・古在豊樹・安藤敏夫 (1983) 農学生物学のためのコンピュータ応用. 東京: オーム社, 280 p.
 内山田博士 (1987) 農業および園芸 62 (臨時増刊): 65—69.
 横尾多美男 (1952) 佐賀大学農学彙報 1: 123—133.

アワヨトウ卵のふ化およびふ化幼虫の

分散時刻

神 田 健 一
 草地試験場

Hatching Time of Eggs and Dispersal Time of Resultant Hatchling of the Army-worm, *Pseudaletia separata* WALKER. Kenichi KANDA (National Grassland Research Institute, Nishinasuno, Tochigi 329-27, Japan). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* 32: 85—87 (1988)

アワヨトウの日周期性は成虫の羽化とその後の活動 (田中, 1977; 神田・内藤, 1979; 平井・三田, 1983) や幼虫の摂食活動 (田中, 1976) について報告がある。成虫は夜行性であり、幼虫の摂食活動は齢期の進行とともに夜間行動性が強まることが知られている。今回、卵のふ化時刻やふ化幼虫の活動と明暗周期との関係について観察した結果を報告する。

材料および方法

供試卵は、野外で採集した幼虫を累代飼育した成虫から採卵した。成虫は 25±1°C, 16 時間照明で、餌として 10% の砂糖水を与えて飼育し、産卵対象として折り畳んだパラフィン紙を与えた。卵は暗期開始 1 時間以内に産卵されたものを使用し、ただちに所定の条件に移した。照明は蛍光灯を使用し、照度は約 300 ルクスとした。

6~8 卵塊、約 500 個の卵を湿したろ紙を敷いたシャーレに入れ、16°, 18°, 20°, 22.3°, 26°C の恒温下に置いた。日長は 12 時間明期・12 時間暗期とし、4 時間ごとにふ化幼虫数を調査した。

また、25°C 恒温で全期間明期 (全明)、全期間暗期 (全暗) と 12 時間明期・12 時間暗期 (12L-12D) の 3 条件を設け、10 卵塊約 450 個の卵のふ化時刻をそれぞれの日長下で調査した。

明暗周期がふ化幼虫のふ化場所からの分散に及ぼす影響を 25°C 恒温下で調査した。10 卵塊約 650 卵を供試し、各卵塊をほぼ同じ卵数の 2 群に分け、いずれも 12L-12D 処理を行ったが、一方は 9~21 時を明期とし、他方は 21~9 時を明期とし、それぞれをまったく逆の条件に置いた。ふ化間近になった卵塊