

九州北部における長距離移動性イネウンカ類の
予察灯誘殺数の年次間変動の解析

渡邊朋也・寒川一成・鈴木芳人

九州農業試験場

Analysis of Yearly Fluctuations in the Occurrence of Migratory Rice Planthoppers, *Nilaparvata lugens* STÅL and *Sogatella furcifera* HORVÁTH, Based on Light-Trap Data in Northern Kyushu. Tomonari WATANABE, Kazushige SOGAWA and Yoshito SUZUKI (Kyushu National Agricultural Experiment Station, Nishigoshi, Kumamoto 861-11, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* **38**: 7-15 (1994)

Yearly changes in the occurrence of long-distance migratory planthoppers were analyzed from light trap data recorded at Chikugo in Fukuoka Prefecture for 40 years from 1951 to 1990. The number of catches at the immigrant generation (G_0) and three successive generations ($G_{1,2,3}$) were identified on the basis of effective heat units required for completing one generation. Annual catches of *N. lugens* showed a downward trend throughout the 40-year period, but annual catches of *S. furcifera* increased from the mid 1970s. The variances of G_0 and G_{1-3} in *N. lugens* were the largest in 1980s. The variance of G_0 in *S. furcifera* was also the largest in the 1980s, but that of G_{1-3} decreased consistently after the 1960s. Negative relationships were found between G_0 and population growth rate (G_{1-3}/G_0) for both planthopper species. The rate of density-dependent reduction of the population growth rate in *S. furcifera* in the 1980s was greater than in the other decades. Population growth patterns from G_0 to G_3 were classified into three groups according to the 1st and 2nd component scores of principal component analysis for both species. Groups I and II differed in the population growth rate of successive generations, although the immigrant density was similar. The causes of the difference were the initial date of immigration and the August temperature for *N. lugens*, and September precipitation for *S. furcifera*. Group III was characterized by a high G_0 and low population growth rate.

Key words: *Nilaparvata lugens*, *Sogatella furcifera*, light trap, population growth pattern

緒 言

トビイロウンカとセジロウンカはおもに梅雨期に中国大陸からわが国に飛来する長距離移動性のイネウンカ類である。イネウンカ類の水田での基本的増殖パターンは久野 (1968) により明らかにされた。しかし近年、セジロウンカでは飛来の早期化、飛来量の増大 (寒川・渡邊, 1989) とともに、水稲栽培時期や移植形態の変化によると考えられる発生動態の変化が報告されている (那波, 1991)。またトビイロウンカでも、飛来個体群の密度-翅型反応の遺伝的変異 (IWANAGA et al., 1985) や水稲抵抗性品種に対するバイオタイプの変化 (SOGAWA, 1992), あるいは水田へ侵入後の発生動態の変化が報告されている (野田, 1988; 寒川ら, 1988)。イネウンカ類の発生動

態における近年の変化の特徴を抽出し、その要因について検討することは両種の個体群管理技術を構築するために重要である。九州地域では久野 (1968) の研究以降、水田内の個体群動態に関する詳細な調査は行われておらず、イネウンカ類の発生動態の長期的変化を解析するための資料は予察灯誘殺数以外には少ない。

60 W 白熱電球を用いた予察灯による水稲害虫の発生消長調査は農林水産省の農作物有害動植物発生予察事業の一環として行われており、場所によっては長期間のデータの蓄積がある。ツマグロヨコバイについてはこの予察灯誘殺数を用いて発生動態の地域性や変動要因の解析が行われている (OTAKE, 1966; KIDOKORO, 1979; ITO and JOHRAKU, 1982; 平野, 1988 など)。予察灯によるイネウンカ類の発生消長データの解析例としては、末

1993年3月22日受領 (Received 22 March 1993)

1993年9月11日登載決定 (Accepted 11 September 1993)

永・中塚 (1958) による発生変動パターンの地域分類や、MIYASHITA (1963) による変動要因の考察が挙げられる。イネウンカ類の場合、予察灯誘殺数は近接の圃場密度を必ずしも正確に反映していないといわれている (持田・久野, 1962; 末永・中塚, 1958), が, 少なくとも予察灯周辺の水田の年次発生のようなマクロな変動は推定可能であり, 適切な解析手段を講じることによって多くの情報を引き出すことができると考えられる。

寒川・渡邊 (1989), 寒川 (1989) は福岡県筑後市における予察灯によるイネウンカ類誘殺数を解析し, 次の点を明らかにした: 1) 初誘殺日は 1970 年代前半からトビイロウンカでは徐々に遅くなり, セジロウンカでは逆に早くなる傾向がある。2) 飛来侵入世代の両ウンカの誘殺数比は 1954 年以降セジロウンカに偏っており, 1980 年以降その傾向が顕著である。3) セジロウンカでは 1970 年前後から 5~7 月の誘殺数にくらべて 8 月の誘殺数が少なくなる傾向が一般的である。4) 両ウンカとも年次によって飛来時期 (5~7 月) の誘殺数に対して, 8 月あるいは 9 月の誘殺数の方が少なくなることがある。

松村 (1992) は北陸農業試験場内の予察灯データによるセジロウンカの発生動向を解析し, 1970 年代以降初誘殺日が早くなり, 1980 年代に入ってから誘殺数が増加傾向にあることを示した。

筆者らは予察灯誘殺資料に有効温量を考慮した世代区分を行い, 発生動態の長期変動解析および発生パターンの分類を行い, それにもとづいてイネウンカ類の発生動態の変化の実態とその要因について検討したので報告する。

本文に入るに先立ち, 解析に使用した予察灯誘殺資料の蓄積に従事された, 九州農業試験場旧虫害第 3 研究室および情報処理研究室の関係者諸氏に感謝の意を表する。

調査場所および解析方法

解析には福岡県筑後市にある九州農業試験場における日別誘殺数を用いた。当場の予察灯は場内無防除水田近くに設置され, 原則として毎年 4 月 1 日から 10 月 31 日まで日毎の誘殺数が記録されていた。今回の解析には 1951 年から 1990 年までの 40 年間のデータを対象とした。

イネウンカ類の世代を, 梅雨期に海外から飛来侵入した世代 (飛来侵入世代) およびその後水田内で増殖した世代 (増殖世代) と表現することにし, 以下のように区分した。九州農業試験場およびその周辺の水稲移植時期

は 6 月下旬であり, 梅雨期は通常 7 月下旬までである。そこで, 6 月 21 日から 7 月 20 日までの期間内の日別誘殺数の明瞭なピークの開始日を飛来侵入世代の開始日とし, その日を基準に有効温量にもとづいて世代を分けた。明瞭なピークとは原則として合計誘殺数が 10 頭以上のピークとしたが, 上記期間内でこの条件を満たすピークがない場合には最初のピークを該当するピークとした。ウンカの卵から産卵可能成虫になるまでに必要な有効温量 D は, 久野 (1968) にもとづいてトビイロウンカでは 392 日度, セジロウンカでは 345 日度とし, 発育零点は両種ともに 12°C とした。有効温量の計算には, 九州農業試験場内の気象観測露場で測定された日平均気温を用いた。各世代期間中の日別誘殺数の合計値をその世代誘殺数とした。世代の数え方は飛来侵入世代を第 0 世代, 増殖世代を第 1~3 世代とし, 各世代の誘殺数をそれぞれ G_0, G_{1-3} のように表現した。第 3 世代は 10 月 31 日までに終了しない年があったが, その場合は第 3 世代開始日から 10 月 31 日までの有効温量を D' , この期間の合計誘殺数を G_3' とすると, $G_3 = G_3' \cdot D/D'$ と補正した値を第 3 世代誘殺数とした。また分散安定化のため (久野, 1968; 巖, 1971), 解析には各世代誘殺数に 1 を加えた後, 対数変換した値を使用した。

増殖世代誘殺数の年次変動を説明する要因として, 各世代の誘殺数, 飛来侵入時期, および気象条件を取り上げて解析を行った。まず各世代の誘殺数 (X) と次世代への増殖率 (Y) の回帰式の回帰係数 b と寄与率を計算した。また世代ごとの誘殺数の対数値を変数として, 発生パターンの分類を試みた。このような分類化の手法として, 通常主成分分析とクラスター分析が適用されるが, ここでは分類後, その構造を数量的に把握する必要から主成分分析を採用した。気象要素として月平均気温, 月降水量を取り上げたが, これらの測定値も九州農業試験場内における観測値を使用した。

結 果

1. 飛来侵入世代と増殖世代の誘殺数の年次変動

両ウンカの飛来侵入世代と増殖世代の誘殺数 (G_0, G_{1-3}) の年次変動を 5 年間の移動平均値とあわせて示した (Fig. 1 上図)。移動平均値でみると, トビイロウンカの飛来侵入世代は 1955 年と 1967 年に誘殺数のピークがあり, 1970 年代後半以降は低水準で推移した。増殖世代では飛来侵入世代のような明瞭なピークと大きな変動はみられず, 1968 年および 1975 年にゆるやかなピークがあり, それ以降ならかに減少していた。一方, セジ

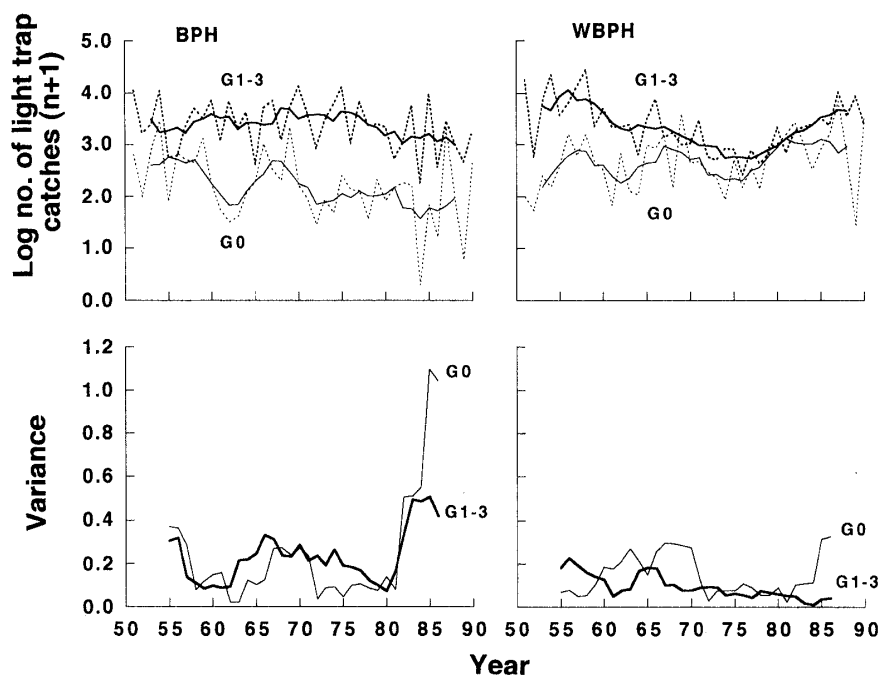


Fig. 1. Yearly fluctuations in observed (dashed line) and 5-year moving average numbers (solid line) captured in light trap (upper), and variance of difference between observed and 5-year moving average for period of 5 years (lower) at Chikugo, Fukuoka Prefecture. BPH: *Nilaparvata lugens*, WBPH: *Sogatella furcifera*. G_0 : immigrant generation (thin line), G_{1-3} : successive generations (thick line).

ロウカンの飛来侵入世代は1957年および1967年にトビイロウンカと同様なピークがみられたが、その後1970年代中ごろから徐々に増加する傾向があった。増殖世代は1956年から1970年代中ごろまで減少し続けたが、その後飛来侵入世代とともに増加に転じた。

対数変換値の分散あるいは標準偏差は平均値の影響が除かれているので、変動係数(C.V.)と同様に変動をみる合理的な指数として使える(久野, 1968)。ただし、値がある期間の中でつねに増加(あるいは減少)する傾向がある場合は、年次変動の検討に際してその傾向変動を取り除く必要がある。そこで対数変換した各年次の値(A)からそれぞれの年に対応する移動平均値(B)を差し引いた値(A-B)を求め、この値を用いて当該年度およびその前後2か年間の合計5年間の分散値を計算した(Fig. 1 下図)。トビイロウンカの G_0 , G_{1-3} の分散値は1970年代までは0.2前後で推移し、その後1980年代になると G_0 では1以上、 G_{1-3} も約0.5に急増した。セジロウンカの G_0 の分散は1960年代に0.1~0.3程度であったが、1970年代には0.1程度に減少し、1980年代に再び約0.3まで増加した。セジロウンカの G_{1-3} の分散はトビイロウンカのそれより低く推移し、1950, 60年代には G_0 の分散と逆の変動傾向を示したが、年代とと

もに徐々に減少する傾向があり、1980年代になっても増加する傾向はみられなかった。

2. 世代間増加率の変化

飛来侵入世代誘殺数(G_0)と増殖世代誘殺数(G_{1-3})への増殖率(G_{1-3}/G_3)との間の回帰係数は、両ウンカとも0より有意($p < 0.01$)に小さく、寄与率の値から増殖世代の変動の約50%は飛来侵入量で説明されることが示された(Fig. 2, Table 1)。また両ウンカとも各年代ごとの値のばらつきには偏りがあった。すなわち、トビイロウンカでは1980年代の値のほとんどは回帰直線より下に位置しており、他の年代にくらべると増殖率が低い傾向があった。これに対し、セジロウンカの場合には1950年代は回帰直線の上側、1960年代はほぼ直線上、1970年代はほとんどの年次が直線の下側に位置し、1980年代は再び回帰直線上に多くの年が位置した(Fig. 2)。

Table 1に全期間および10年ごとに区切った場合の、各世代の誘殺数と次世代への増殖率の回帰係数(b)および寄与率を示した。トビイロウンカでは G_1 と G_2/G_1 との間にすべての期間で傾きが0より有意に小さくなり、Fig. 2で示された増殖率の密度依存的な減少はほとんどが G_1 から G_2 への増殖過程に帰結すると考えられた。セジロウンカでは G_2 と G_3/G_2 の間に0から有意に小さ

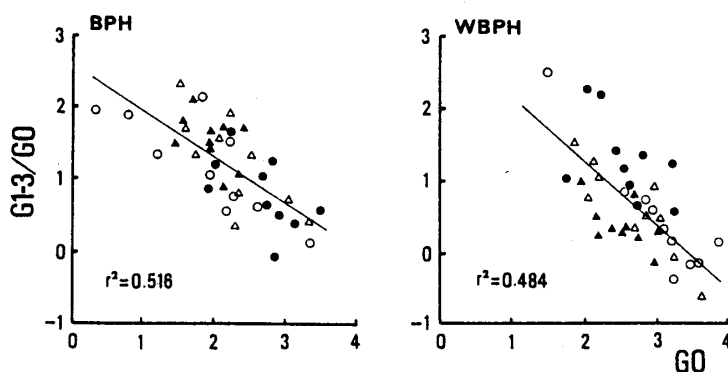


Fig. 2. Relationship between log number of immigrants (G_0) and population growth rate (G_{1-3}/G_0).
 ●: 1950s, △: 1960s, ▲: 1970s, ○: 1980s. The regression lines in the figure were calculated from 40 years of data.

Table 1. Relationship between log number of planthoppers caught with light trap and population growth rate to next generation

Generation	Population growth rate	Period	<i>N. lugens</i>		<i>S. furcifera</i>	
			<i>b</i> ^b	<i>r</i> ²	<i>b</i>	<i>r</i> ²
G_0^*	G_1/G_0	1951-60	-0.26	0.04	-0.39	0.11
		61-70	-0.43	0.34	-0.57	0.22
		71-80	-0.56	0.27	-0.32	0.17
		81-90	-0.17	0.09	-0.70*	0.56
		51-90	-0.33***	0.20	-0.50**	0.25
G_1	G_2/G_1	1951-60	-0.77**	0.67	-0.47	0.18
		61-70	-0.77*	0.41	-0.55*	0.47
		71-80	-0.60*	0.42	-0.39	0.14
		81-90	-0.72**	0.67	-0.97*	0.41
		51-90	-0.69**	0.54	-0.53**	0.19
G_2	G_3/G_2	1951-60	0.17	0.01	-0.76*	0.58
		61-70	-0.11	0.01	-1.38**	0.87
		71-80	-0.15	0.01	-0.67	0.25
		81-90	-0.23	0.04	-0.97*	0.44
		51-90	-0.11	0.01	-0.62**	0.36
G_0	G_{1-3}/G_0	1951-60	-0.56	0.31	-0.60	0.27
		61-70	-0.84*	0.55	-0.97**	0.78
		71-80	-0.45	0.16	-0.50	0.32
		81-90	-0.61**	0.63	-1.13**	0.84
		51-90	-0.65**	0.52	-0.87**	0.48

* G_0 : immigrant generation, G_1, G_2, G_3 : first, second, third generation.

^b Regression coefficient.

° Significantly different from $b=0$. **: $p < 0.01$ *: $p < 0.05$.

い b が多く現れた。1971~1980年では G_0 と G_1/G_0 の間で b が 0 から有意に小さく、増殖率の密度依存性が飛来侵入世代からすでに現れていた。これとは対照的に、1971~1980年では有意な関係がどの世代間にも検出できなかった。この原因のひとつとして、1971~1980年は誘殺数の変動幅が他の期間にくらべて小さかったことが考えられた。

3. 発生パターンの分類

主成分分析の結果得られた第1~3主成分の固有値、寄与率、および各変数の固有ベクトルを Table 2 に示した。これによると第2主成分までの累積寄与率がトビイロウンカでは85%、セジロウンカでは77%となり、4世代の発生変動の約80%の情報を2次元に集約できた。

第1主成分を構成する固有ベクトル値は、すべての変

Table 2. Eigenvectors and eigenvalues of light trap data in principal component analysis

Species	Principal components			
	1st	2nd	3rd	
<i>N. lugens</i>	Eigenvectors			
	G_0	0.569	-0.299	-0.124
	G_1	0.514	-0.475	-0.338
	G_2	0.554	0.295	0.758
	G_3	0.324	0.773	-0.544
	Eigenvalues	2.292	1.104	0.333
	Proportion	0.573	0.276	0.081
Cumulative proportion	0.573	0.849	0.932	
<i>S. furcifera</i>	Eigenvectors			
	G_0	0.517	-0.424	0.636
	G_1	0.698	-0.161	-0.292
	G_2	0.486	0.549	-0.373
	G_3	0.092	0.702	0.609
	Eigenvalues	1.628	1.435	0.653
	Proportion	0.407	0.359	0.163
Cumulative proportion	0.407	0.766	0.929	

数(とくに $G_0 \sim G_2$) で正の値をとった。つまり第1主成分値は誘殺数と正の相関があるので、「発生量の多少」に関わる因子と考えられた。第2主成分の固有ベクトル値は G_0, G_1 で負, G_2, G_3 で正の値となった。つまり第0, 1世代の誘殺数と第2, 3世代の誘殺数との差が大きいほど値が大きくなるので、第2主成分はとくに「第0, 1世代から第2, 3世代への増殖率の大きさ」を示す因子と考えられた。

それぞれのウンカの第1, 2主成分値を平面上にプロットし、各年次のスコアの分布状況 (Fig. 3) から第1, 2象限に分布する年次を群 I, 第3象限を群 II, 第4象限を群 III と大きく三つの群に分類した。それぞれの群は次のように特徴づけられた。群 I: 第2主成分が正の値となる。つまり、後半の世代で増殖率が高くなる年次。群 II: 第1, 2主成分がどちらも負の値をとり全世代を通じて発生量が少ない年次。群 III: 第1主成分が正で第2主成分が負、つまり前半の発生量が多いが増殖率が低い年次。

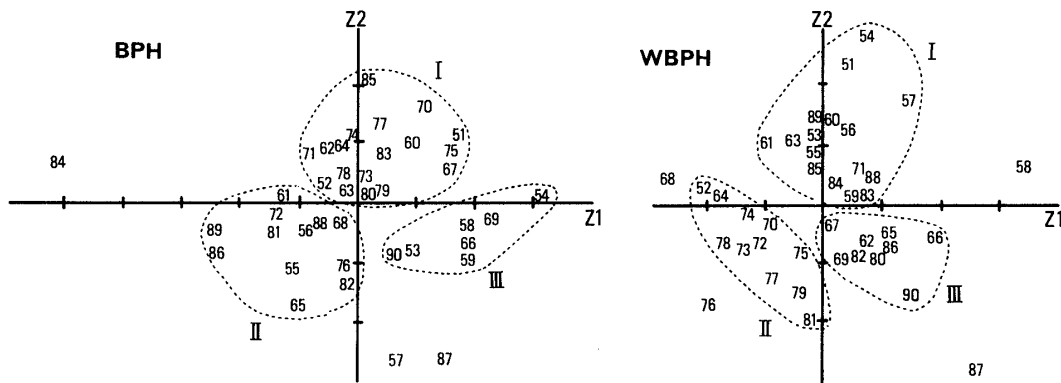


Fig. 3. Scatter diagram for component scores over 1st and 2nd principal components. Numbers indicate years.

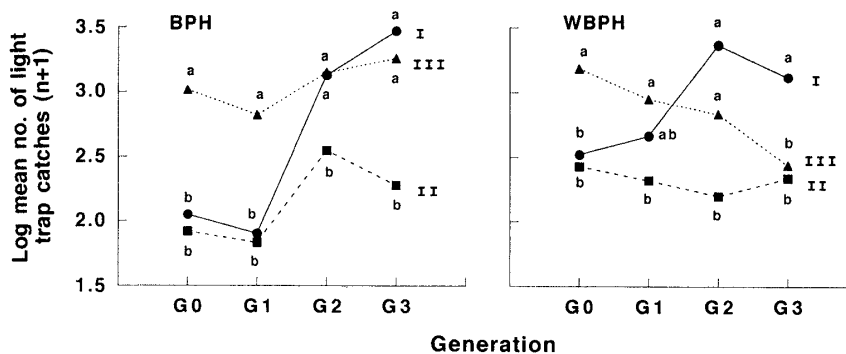


Fig. 4. Comparison of population growth patterns between three groups I, II, and III categorized on 1st and 2nd principal components of PCA (Fig. 3). Different letters indicate significant differences between groups by SCHEFFE's method ($p < 0.05$).

各群における世代別誘殺数の平均値からも群ごとの世代間変動パターンの違いが明瞭に示された (Fig. 4)。トビイロウンカの場合、群 III の G_0 は他の 2 群にくらべて真数で約 10 倍と有意に大きくなったが、 $G_1 \sim G_3$ への増殖率は小さくなった。群 I と群 II との間では G_0, G_1 の差はみられないが、 G_1 から G_2, G_3 への増殖率が大きく異なった。セジロウンカでは群 I と II の間に G_0 の差はみられないが、その後群 I では誘殺数が増加したのに対して、群 II ではほとんど変化しなかった。また群 III は群 I, II にくらべて G_0 が有意に大きい、世代を追うごとに誘殺数が減少する傾向があった。

世代間増殖率でみられた年代ごとの特徴は主成分分析の結果からも明らかとなった (Fig. 3)。トビイロウンカでは 1980 年代のうち 7 年は第 2 主成分が負となり後半の増殖率が上がらなかった。また、1980 年代の主成分値は飛び離れた位置や群内でも分布の周辺部に位置することが多く、Fig. 1 で示された年次変動の大きさがこの図からも読み取れた。セジロウンカでは 1950 年代はすべて第 2 主成分が正で増殖率が高い傾向が伺えた。1970 年代は 1971 年を除いて群 II に集まっており、飛来侵入世代の誘殺数が少なく増殖率も上がらなかったことが Fig. 3 から読み取れた。

4. 群間の気象要素および飛来時期の違い

群 III のように飛来侵入世代の誘殺数が非常に多い場

合は、その後の増殖率が低いことが、回帰分析 (Fig. 2) や主成分分析から明らかになった。しかし主成分分析で分けられた群 I, 群 II のように、飛来侵入世代および第 1 世代の誘殺数に違いがみられないのに、その後の増殖率が異なる場合は、飛来侵入量以外の要因も大きく関与していることが考えられる。そこで飛来開始日 (6 月 21 日からの偏差)、7~10 月の月平均気温および月降水量について、KRUSKAL-WALLIS の検定法を適用して群間の有意差を検出した (Table 3)。

飛来開始日を見ると、トビイロウンカで群間の有意差 ($p < 0.05$) が認められ、群 II にくらべて群 I は飛来開始日が 6 日ほど早かった。セジロウンカでは飛来開始日に群間の有意差は認められなかった。

トビイロウンカでは増殖世代の増殖率が高い群 I は群 II にくらべて気温が高く、とくに 8 月には群間に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。つまり飛来侵入量が同程度の場合には、夏の気温が高いほうが増殖世代の増殖率が高くなる傾向が示された。しかし、降水量については群間に有意差はなかった。

セジロウンカでは気温に群間の有意差はなかった。九州農業試験場における梅雨期の降水量は 6 月中旬から多くなり、6 月第 6 半月および 7 月第 1 半月にピークをもつ分布を示すが、ウンカ類の誘殺数もこれと同じ時期にピークを示すことが知られている (寒川・渡邊, 1989)。7

Table 3. Initial immigration dates and meteorological factors in year groups I, II, III (Fig. 3)

Species	Factors	Groups			K.W. ^a	Probability	
		I	II	III			
<i>N. lugens</i>	Initial period ^b	6.8	12.9	10.6	6.14	0.046	
	Mean temperature (°C)	July	27.0	26.8	26.9	0.64	0.727
		Aug.	27.7	27.2	27.9	6.94	0.031
		Sept.	24.0	23.3	24.3	4.33	0.115
		Oct.	17.9	17.5	17.7	1.62	0.446
	Precipitation (mm)	July	313.6	380.6	291.8	1.35	0.510
		Aug.	180.6	183.4	214.3	0.76	0.686
		Sept.	188.8	208.4	177.4	0.55	0.762
		Oct.	107.7	96.8	68.6	3.17	0.205
	<i>S. furcifera</i>	Initial period	11.7	7.5	8.7	4.36	0.113
Mean temperature (°C)		July	26.9	27.4	26.5	4.89	0.087
		Aug.	27.5	27.7	27.6	0.95	0.623
		Sept.	23.8	24.0	23.4	1.21	0.546
		Oct.	17.7	18.0	17.4	1.88	0.391
Precipitation (mm)		July	317.7	228.4	510.7	7.25	0.027
		Aug.	219.9	126.6	199.6	1.36	0.507
		Sept.	236.3	167.3	141.8	6.81	0.033
	Oct.	81.4	113.3	85.2	2.95	0.229	

^a KRUSKAL-WALLIS test.

^b Differences in days from 21 June.

月の降水量は群 III の値が群 I, II に比べて有意に多かったが、これは降水量が多い年に飛来量が多くなる傾向があることを示すものと考えられた。9月の降水量に有意差が検出され、降水量が少ない年のほうがセジロウンカの増殖率が低くなる傾向がみられた。

考 察

わが国におけるトビロウンカとセジロウンカの発生変動を説明する要因は、梅雨期における海外からの飛来侵入量と、水田へ定着後の増殖率の二つに大きく分けることができる。飛来侵入量の変動には飛来源での発生動態や飛来のための気象条件が大きく影響する。寒川・渡邊 (1989) は 1970 年代前半からイネウンカ類の飛来時期がセジロウンカでは早くなり、トビロウンカでは遅くなる傾向があることを報告している。さらに今回の解析からも 1970 年代後半から飛来侵入量はセジロウンカで増加、トビロウンカではやや減少する傾向がみられた。胡ら (1992) は中国大陸におけるセジロウンカの多発生を報告し、その要因として春期の国外 (とくにインドシナ半島) からの侵入量の増加、セジロウンカに感受性のハイブリッド品種上での増殖率の上昇、施肥量と栽植密度の増加をあげている。また 1980 年以後の中国ではハイブリッドライスの回復系として、トビロウンカ抵抗性遺伝子をもった品種を利用している (胡ら, 1992)。わが国におけるセジロウンカの飛来侵入量の増加、飛来時期の早期化、トビロウンカの飛来侵入量の減少傾向および両種の飛来侵入量の年次変動の増大は、このような中国大陸における発生パターンの変化との関連を示していると考えられる。

両ウンカとも、飛来侵入世代誘殺数の増加とともに増殖率が減少する傾向がみられた (Fig. 2)。さらに主成分分析の結果から、群 I と群 II のように飛来侵入世代の誘殺数が同程度でも、その後の増殖傾向が大きく異なる年があることも明らかになった (Fig. 4)。またトビロウンカでは飛来侵入世代 (G_0) の年次変動の増大に依存して増殖世代 (G_{1-3}) の年次変動も増大したが、セジロウンカでは飛来侵入世代と増殖世代の年次変動には並行現象はみられず、増殖世代の変動は年次が進むにつれて一貫して減少する傾向がみられた (Fig. 1)。これらの結果は、飛来侵入世代誘殺数以外にも、イネウンカ類の飛来侵入後の増殖の変動に関与する要因が存在することを示唆している。以下にその要因について検討する。

イネウンカ類の大発生と気象要因の関係については古くから検討されており (野村, 1947 など)、高温寡雨が

大発生の要因のひとつとされている。今回の解析からもトビロウンカでは群 I および群 II のように飛来侵入量が同程度の場合、増殖世代の増殖率が高い群 I のほうが夏の気温が高くなる傾向が示されたが、降水量については群間に有意差はなかった。トビロウンカの群 I, II 間には飛来開始時期にも有意差がみられ、群 I のほうが飛来開始日が 6 日ほど早かった。KISIMOTO (1977) はトビロウンカの増殖率が水稻の生育時期により変化することを示した。すなわち増殖率は移植直後から上昇し、移植後 30~50 日の水稻で一定となり、出穂 2 週間前ごろから再び低下した。本報告の結果を KISIMOTO (1977) の報告と併せてみると、群 II では群 I に比べて飛来開始日が遅く夏の気温が低いため、第 1 世代および第 2 世代の発生時期が遅くなり増殖率が低下することが予想される。そのため両群における第 2, 3 世代の密度の違いがあらわれたのではないかと考えられた。

水稻の生育時期とセジロウンカの飛来侵入量や増殖率との関係は、飯富 (1987)、野田 (1987)、那波 (1991)、松村 (1992) で調べられており、晩植の稲ほど飛来侵入量が多く、増殖率が高いことが報告されている。予察灯誘殺数を利用した今回の解析では、飛来侵入開始日あるいは気象条件と増殖率との関係を明らかでなかった。

IWANAGA et al. (1985, 1987) は東アジア各地およびわが国に飛来侵入したトビロウンカに、密度-翅型反応が大きく異なる個体群が存在することを報告している。飛来侵入個体群の密度-翅型反応の違いは、水田内での増殖の核となる短翅型雌の発生割合を変化させ、個体群の増殖パターンの変化をもたらす要因になると思われる。本報告における解析ではトビロウンカの増殖率の密度依存的な減少は、どの年代でも第 1 世代から第 2 世代にかけてみられた。トビロウンカの第 1 世代では通常雌成虫のほとんどが水田内で短翅型になる (久野, 1968) が、第 1 世代の予察灯誘殺数の値が大きい場合には、この世代においてすでに長翅型雌成虫が高い割合で発生し、短翅型成虫の相対的な減少が増殖率の低下をもたらしている可能性が示された。また、1980 年代にトビロウンカの増殖率が低下していること (Fig. 3) や、セジロウンカの増殖率の密度依存的低下が強まっている (Table 1) 原因のひとつとして、個体群の長翅型発現性が近年高まっている可能性が考えられる。

イネウンカ類の発生動態に影響を与えるその他の要因として、予察灯周辺に作付される水稻品種の変化の影響が考えられる。福岡県における作付品種の変遷を毎年発行される九州農業試験場試験研究成績・概要集 (農産・

水稲)を参考に要約すると以下のとおりである。1963年までは晩生穂重型品種である農林18号が作付面積で首位を占めていたが、1960年初代めに育成された中生短稈穂数型品種ホウヨクが1964年から作付首位となった。その後1969年に登録されたレイホウが急速に作付面積を伸ばし、1970年代前半には50%以上を占めた。1978年からは多収性品種としてニシホマレが導入され、1980年代中ごろには40%以上の作付面積となった。1980年代後半には複数の良食味品種の導入が盛んとなり、1990年にはヒノヒカリ、日本晴、ミネアサヒなどが作付面積の上位を占めた。増殖世代の変動傾向を品種の変遷と重ねてみると、トビイロウンカでは一定の傾向はみられなかったが、セジロウンカでは穂数型品種が優占した1960年代以降に増殖世代の発生年次変動が一貫して減少しており(Fig. 1)、さらにレイホウが優占した1970年代は他の年代にくらべて増殖率が低い傾向がみられた(Fig. 2)。松村(1992)は、新潟県の同じ地域において、セジロウンカによる被害の著しい品種間差異を報告している。イネウンカ類の個体群動態に及ぼす水稲品種の影響は、吸汁阻害などの明らかな抵抗性を指標にされることが多いが、上記のように感受性品種あるいは同一品種上でも発生動態の変化はみられる。水稲の移植時期、生育段階とイネウンカ類の飛来定着率、増殖率などの関係についてはさらに検討する必要がある。

以上のように、予察灯誘殺数にいくつかの分析手法を適用することにより、イネウンカ類の発生パターンが大きく3群に分けられたと同時に、種別および年代ごとの変動の特徴が抽出された。1980年代は両ウンカとも飛来侵入量の年次変動が大きくなるとともに、セジロウンカでは飛来侵入量が増加し、トビイロウンカでは増殖世代の年次変動が増加した。これらの状況はイネウンカ類の発生変動の予測が、いっそう重要になってきていることを示している。発生動態の変化をさらに検討するためには、日本各地における予察灯データの解析や、水田内における個体数変動解析が必要であろう。

摘 要

長距離移動性イネウンカ類(トビイロウンカ、セジロウンカ)の発生動態の年次変化の実態を明らかにし、その原因について考察するため、九州農業試験場(福岡県筑後市)における1951~1990年の予察灯の日別誘殺数データを解析した。

1) 飛来侵入世代および増殖世代の誘殺数は、トビイロウンカでは変動しつつ減少する傾向があり、セジロウ

ンカでは1970年代中ごろから一貫して増加する傾向があった。1980年代のトビイロウンカの飛来侵入世代、増殖世代およびセジロウンカの飛来侵入世代の年次間変動幅(分散値)は他の年代にくらべて増加した。セジロウンカの増殖世代の年次間変動は1960年代から一貫して減少する傾向があった。

2) 回帰分析の結果から、両ウンカとも飛来侵入世代の増加に対して増殖率の低下が認められた。セジロウンカでは1980年代の回帰係数の絶対値は他の年代より大きく、増殖率の密度依存的低下がもっとも強かった。トビイロウンカでは他の年代にくらべ1980年代の増殖率が低い傾向にあった。

3) 各世代の誘殺数の対数値を用いた主成分分析の結果から、両ウンカとも発生パターンを3群に分けることができた。群I, IIは飛来侵入世代誘殺数は同程度だが後半の世代の増殖率が大きく異なった。その要因としてトビイロウンカでは飛来開始時期の早期と8月の気温が、セジロウンカでは9月の降水量が影響することが示された。群IIIは G_0 は非常に多いが、その後の増殖率が上がらないパターンを示した。1980年代の主成分特性値は非常に極端な値を示すことが多かった。

引用文献

- 平野耕治(1988) 北日本のツマグロヨコバイ大発生の機構. 植物防疫 42: 2—8.
- 胡 国文・唐 健・湯 金儀(1992) 中国におけるセジロウンカの発生状況. 植物防疫 46: 219—222.
- 飯富暁康(1987) 晩植イネにおけるセジロウンカの増殖. 北日本病虫研報 38: 92—95.
- ITO, Y. and T. JOHRAKU (1982) Differences in population dynamics of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER, (Hemiptera: Deltocephalidae) in two districts of Japan. *Appl. Entomol. Zool.* 17: 337—349.
- IWANAGA, K., S. TOJO and T. NAGATA (1985) Immigration of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, exhibiting various responses to density in relation to wing morphism. *Entomol. exp. appl.* 38: 101—108.
- IWANAGA, K., F. NAKASUJI and S. TOJO (1987) Wing polymorphism in Japanese and foreign strains of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. *Entomol. exp. appl.* 43: 3—10.
- 巖 俊一(1971) 生命表(3). 植物防疫 25: 379—385.
- KIDOKORO, T. (1979) Geographic trend in the annual population fluctuation of the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER (Hemiptera: Deltocephalidae). *Appl.*

- Entomol. Zool.* **14**: 127—129.
- KISIMOTO, R. (1977) Bionomics, forecasting of outbreaks and injury caused by the rice brown planthopper. In: *The Rice Brown Planthopper*. Taipei: Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region, pp. 27—40.
- 久野英二 (1968) 水田における稲ウンカ・ヨコバイ類個体群の動態に関する研究. 九州農試彙報 **14**: 131—246.
- 松村正哉 (1992) 北陸地方におけるセジロウンカの発生動態. 植物防疫 **46**: 27—29.
- MIYASHITA, K. (1963) Outbreaks and population fluctuations of insects, with special reference to agricultural insect pests in Japan. *Bull. Natl. Inst. Agric. Sci., Series C* **15**: 99—170.
- 持田 作・久野英二 (1962) ウンカ・ヨコバイ類の子察灯による誘殺数の消長と予察田における棲息数との関係. 九病虫研会報 **8**: 6—9.
- 那波邦彦 (1991) 近年におけるセジロウンカの多発傾向と増殖パターン. 植物防疫 **45**: 41—45.
- 野村健一 (1947) 害虫気象通論. 東京: 北隆館, 180 p.
- 野田博明 (1987) セジロウンカの発生推移と水稻の被害. 島根農試研報 **22**: 82—99.
- 野田博明 (1988) 1987年のトビロウンカの発生の特徴—島根県の場合—. 植物防疫 **42**: 209—212.
- OTAKE, A. (1966) Analytical studies of light trap records in the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps*. *Res. Popul. Ecol.* **8**: 62—68.
- 寒川一成 (1989) 予察灯資料にみるイネウンカ類の発生動向. 今月の農業 **33**: 34—38.
- SOGAWA, K. (1992) Rice brown planthopper (BPH) immigrants in Japan change biotype. *Int. Rice Res. Newsletter* **17** (2): 26—27.
- 寒川一成・平井剛夫・渡邊朋也 (1988) 1987年のトビロウンカの発生の特徴—九州を中心として—. 植物防疫 **42**: 205—208.
- 寒川一成・渡邊朋也 (1989) 九州農業試験場の予察灯資料にみるイネウンカ類の長期的発生変動の概要. 九病虫研会報 **35**: 65—68.
- 末永 一・中塚憲次 (1958) 稲ウンカ・ヨコバイ類の発生予察に関する綜説. 病害虫発生予察特別報告第1号 農林省振興局植物防疫課, 468 p.