

## イネ縞葉枯病の流行機構

三重大学農学部昆虫学研究室 <sup>きしもと</sup>岸本 <sup>りょういち</sup>良一・<sup>やまだ</sup>山田 <sup>よしひろ</sup>佳廣

農林水産省農業研究センター <sup>おかだ</sup>岡田 <sup>むねお</sup>斉夫・<sup>まつい</sup>松井 <sup>まさはる</sup>正春・<sup>いとう</sup>伊藤 <sup>きよみつ</sup>清光

## はじめに

イネ縞葉枯病 (RSV) はすでに前世紀の末ごろから群馬、栃木、長野の各県で発生したと報告されている (天野, 1933)。栃木県における RSV の流行のようすを示す一例として、天野 (1933) は次のように述べている。1926 年には数 10 a で初めて問題になり、翌年にはその周辺の町村の 1 ha に拡大し、1928 年には 4 郡にわたる 55 ha, 1929 年には全県下で 2 万 ha に発生した。全耕作地の 28% に発生し、50% 減収田は 2,269 ha (3%) に達した。しかし、翌年には発生地は拡大したが、被害の程度は減少したという。

栗林 (1931) は RSV がヒメトビウンカによって媒介されることを明らかにし、本病が北は福島、山形から、南は愛媛、高知まで、広く発生していることを示した。

これ以降、何回かの流行を繰り返して今日に至っているが、中でも目だったものとしては岡山県における 1949～53 年にかけての流行 (山田・山本, 1955)、四国、九州にまたがる 1950 年代末から以降 10 数年にわたる大流行が挙げられよう。岡山県児島郡における流行では、いわゆる麦間直播がきっかけとなり、それ以前には散発的にしか認められなかった RSV が 1949, 50 年には 100 ha にわたって 5～20% の減収を引き起こす発生となった。麦間直播によって、ムギの上で生育しているヒメトビウンカは容易に若いイネへ移ることができ、これが、それまで低い密度で推移してきたいわばウイルス濃度を高めたものと考えられる。1952～53 年に麦間直播が衰退するとともに、RSV の流行も急速に収まった。

西日本各地における RSV の流行はその規模はさらに大きかった。いわゆる早期栽培 (早生品種を 4 月下旬から 5 月上旬に定植する型) は、1953 年ごろから始まったが、数年後にはツマグロヨコバイが媒介するイネ萎縮病の流行を引き起こした。これは越冬世代のツマグロヨコバイの本田への侵入を容易にしたことが主要因と考えられる。続いていわゆる早植え栽培 (普通品種を 5 月中・

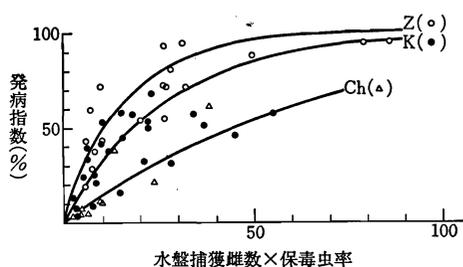
下旬に定植する型) が 1960 年ごろから導入され、これも数年をいわずして RSV の大流行を引き起こした。この場合はムギの上で生育したヒメトビウンカ第一世代虫が周辺にモザイク状に散在する早植え田へ侵入することを容易にしたことが主要因と考えられる。ここで注目すべきことは早植えされた面積は最盛期 (1959～60 年) においてもわずかに全水田の 5～6% に過ぎなかったことで、早植え栽培は RSV 流行によって急速に衰退したが、普通植え田における流行はその後 10 数年続いた。これは広域地帯にわたる RSV の密度が一度高くなると、作型を変えても急速には下がらないことを示している。

このように RSV の発生は単にその年の気象条件とか栽培条件によって増減するのではなく、かなり長期的な変動の波があるように思われ、この波を捕まえる指標として媒介虫であるヒメトビウンカ個体群の中のウイルス保有個体の比率、いわゆる保毒虫率 (この言葉はあまり適当とは思われないが、広く使われており、簡単であるので当面用いることにする) を追跡することとした。自然界におけるイネ縞葉枯ウイルスそのものの絶対量は発病イネ体量の多い出穂期がもっとも多いと考えられるが、これはイネの収穫、枯死とともに急減してほとんどゼロになるであろう。これに対してヒメトビウンカ個体群内における保毒虫率はその率の変動機構を知ることができれば、特殊な場合、例えば保毒虫の大量飛来を除けば、その地域のウイルス濃度を示す指標としてはもっとも適当なものと考えられる。

## I イネ縞葉枯病の発生程度を支配する要因

RSV の発病はイネが感受性を持つ期間中に 1 回以上の有効なウイルス接種吸汁を受けた場合に起こる。1 本のイネに対する接種吸汁の回数は保毒虫の密度に比例すると考えられ、普通品種では、保毒虫密度の増加に従って発病率は 100% に接近する飽和曲線で表される。例えば普通寺市 (1964～66 年)、筑後市 (1967～69 年)、鴻巣市 (1974～82 年) における無防除の試験ほ場における感受性期間 (田植後 30 日間) 中に黄色水盤に入った雌成虫数と保毒虫率との積、つまり保毒雌成虫数と

Epidemiology of Rice Stripe Disease. By Ryoiti KISIMOTO, Yoshihiro YAMADA, Muneo OKADA, Masaharu MATSUI and Kiyomitsu ITO



第1図 各地におけるヒメトビウンカ保毒虫密度 (黄色水盤による田植え後1か月間の総捕獲雌数×保毒虫率) と発病指数の間に見られる飽和曲線

Z: 普通寺, 1964~66年, Ch: 筑後, 1967~69年, K: 鴻巣, 1974~82年, いずれも総捕獲数が30個体以上の場合だけを計算の対象とした。

そのほかの発病指数 (各株の発病茎率の程度を0, 1, 2, 3に分類し, 調査全株3の場合を指数100とする) との関係を示すと第1図のようであった。

保毒虫数 ( $X$ ) と発病指数 ( $Y\%$ ) の関係式  $Y=100[1-\exp(-aX)]$  の係数  $a$  は調査地点間でかなり違っている。ここでは雌成虫だけを用いたこと (これは雄成虫の伝染能力が非常に低いこと, 黄色水盤や読み取り法では性比が1:1にならないことが多いことを考慮してとりあえず雌だけを使った), 飛来虫の産んだ次世代虫も発病に関連する可能性があり, その程度は地域によって異なる可能性があること, また気温やイネの生育条件なども地域によって異なるので, これらが組み合わされて生じたものと思われる。

発病程度は飛来侵入する保毒虫密度と一定の関数関係にあるが, この保毒虫密度はヒメトビウンカの発生密度と保毒虫率との積であり, 両者はお互いに独立に変動するものと考えられる。しかし, RSVの流行を長期的にとらえると, ヒメトビウンカが相当発生する年や地域でもRSVはあまり発生しないことがあり, この場合には保毒虫率は非常に低いと考えられるのに対し, ヒメトビウンカの発生が少ないのに保毒虫率が高くRSVの発生が多いという例はあまりありそうにない。したがって, 独立に変動するといっても, 保毒虫率の変動の基礎条件の一つにヒメトビウンカの発生密度があるといえよう。

さらに流行を支配する要因として重要なものは, イネ品種のRSVに対する感受性である。例えば, 関東地方に見られる陸稲ではヒメトビウンカの発生は多いが, 発病は例外的にしか見られず, また近年導入された水稻のRSV抵抗性品種もヒメトビウンカの発生には影響しな

いが, RSV発病には強い抵抗性を示すといわれている。したがってこれらの品種の上では無毒のヒメトビウンカが吸汁によって保毒虫になる可能性は非常に低いことになる。以下においては, 普通的水稻品種は大体同程度に高い感受性を持つと考えて論議を進めることにする。

## II 各地における保毒虫率の実態

筆者らが野外における保毒虫率を系統的に調査し始めたのは1964年からで, そのうち主要なものを第1表に示した。

普通寺市では1964年はRSVの流行の最盛期もしくはややピークを過ぎた時期であったが, 無防除の早植え田での発病指数はほとんど100%に近かった。その後, 保毒虫率はしだいに低下の傾向を示したが, 数年間は終息には至らなかった。筑後市において調査は継続されたが, 調査の始まった1967年には保毒虫率は7%台であって, 早植え田での発病指数はまだ相当高かった。その後, 保毒虫率は急速に低下し, ネットトラップや黄色水盤によって調査されたヒメトビウンカの密度も低下し, RSVの発生もほとんど終息し, 早植え田でも発病はほとんど見られなくなった。その後1980~83年の調査ではネットトラップによるヒメトビウンカの発生密度は260~1,500に回復したが (平尾, 私信), 保毒虫率は1~2%の低率で, RSVの発生もほとんど問題ないという。普通寺市の周辺で1982~83年調査した結果, 保毒虫率は4~7%で発病はほとんど問題にならなかった。

1968年に九州全域の103地点より越冬世代虫を採集して保毒虫率を検定し, その後のRSVの発病株率を追跡したところ, 第2図のような結果となった (岸本, 1969)。ヒメトビウンカの発生密度の調査がないので, 保毒虫密度と発病程度との関数関係は得られないが, 経済的被害水準と考えられる発病株率10%を超える地帯では, 保毒虫率は5~6%以上であると考えられた。つまり, これ以上の保毒虫率を示す地帯では流行の危険性があると考えてもよいといえよう。

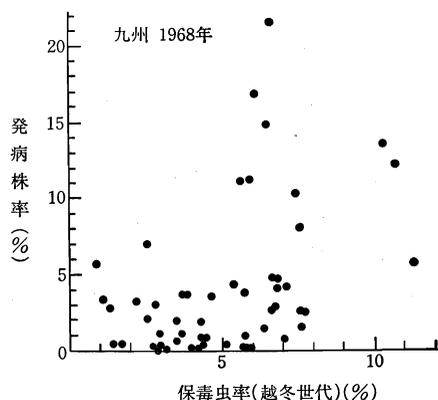
1977~78年に関東中北部各地で同様な調査をしたが, 第3図に示したように被害の限界は8~10%と考えられる。

北海道で初めてRSVが発生したのは1968年, 留萌管内小平町であったが, その後上川管内では1970年に増大し, 1977~78年には作付面積の40%近くに発生するようになった。1982~84年には減少し, 20%になっている。中程度 (発病株率6~20%) 以上の発生面積は1978年には14%に達した。1976~77年の越冬世

第1表 普通寺市、筑後市における各年次の保毒虫率、ヒメトビウンカ発生量と無防除田における発病程度

地点	年次	保毒虫率 (%)	ネットトラップ捕虫数		田植え日 (月/日)	黄色水盤捕虫数		発病指数 (%)
			雌	雄		雌	雄	
普通寺市	1963	—			5/15	896	977	93.7 <sup>b)</sup>
	1964	16.4			5/15	174	311	93.7 <sup>a)</sup>
					6/25	54	24	41.0
	1965	11.5			5/15	233	507	71.1
					6/24	45	124	19.0
	1966	13.9			5/16	40	758	43.4 <sup>a)</sup>
					6/6	48	520	60.4 <sup>a)</sup>
	1967	8.1			—			
	1968	6.3			—			
筑後市	1967	7.24	—	—	5/19	425	1,188	61.0
					6/28	13	353	6.2
	1968	5.37	1,088	1,036 <sup>a)</sup>	5/20	242	815	38.2
					6/28	41	607	3.1
	1969	4.16	279	222 <sup>a)</sup>	5/20	115	438	3.3
					6/27	17	300	0.7
	1970	1.82	151	153	5/20	58	713	6.3
					6/26	19	294	0.2
	1971	1.70	108	108 <sup>a)</sup>	5/30	59	712	3.0
					6/23	15	208	0.4
		1972	1.03	152	141	5/20	57	275
				6/23	5	81	— <sup>c)</sup>	

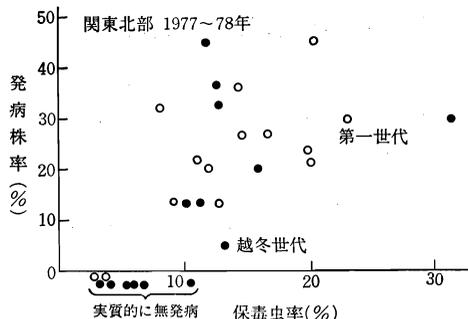
保毒虫率は第一世代虫，ネットトラップは6月末までの合計，黄色水盤虫は田植え後 30 日間の合計， a) : 2 区平均， b) : 3 区平均， c) : 極低率



第2図 九州各地における越冬世代の保毒虫率とその地における発病株率 (1968)

代虫から保毒虫率の検定を始めたが，すでに流行状態に入っていた地域では 10~20% に達しており，地点によっては 40% を超えた。1979~80 年越冬世代以降保毒虫率は低下し，現在 10% 前後を変動しているという(上川農試報告)。

兵庫県における赤血球凝集反応法による保毒虫率の検定は 1982~83 年の越冬世代からであったが，その年の秋 RSV の多発生した地帯では 11~27% に達し，すでに流行状態に入っていることがわかった。その後現在まで RSV 多発生地帯の保毒虫率は高いレベルを維持して



第3図 関東北部各地における保毒虫率 (●: 越冬世代, ○: 第一世代) とその地における発病株率 (1977~78)

いる (兵庫農総センター, 1982~85)。

その他筆者が現地に協力して行った上記以外の各地の保毒虫率検定結果は第2表のとおりである。RSV の発生のほとんど問題にならない東北，北陸でも低率ながら保毒虫は存在しているが，この低い保毒虫率が維持される機構はまだ解析されていない。陸地から約 400 km 離れた東シナ海定点 (126°E, 31°N) ではつゆ末期にヒメトビウンカがセジロウンカ，トビロウンカに次いで多数採集されるが，その中にも保毒虫が含まれていることが明らかにされた。これは RSV の流行を考える場合非常に示唆に富むものと考えられる (Kisimoto, 1981)。

第2表 各地の保毒虫率

県	市町村	年	世代	保毒虫率		
				陽性反応虫/検定数	%	
山形	酒田	1979	越冬	1/295	0.34	
		1979	越冬	1/162	0.62	
		〃	〃	4/206	1.94	
		〃	〃	2/204	0.98	
富山	岩室	〃	〃	4/286	1.40	
		〃	〃	2/153	1.31	
		〃	〃	0/114	0	
		〃	〃	1/170	0.59	
岐阜	美濃加茂	1979	第一	6/152	3.95	
		〃	〃	6/200	3.00	
	大垣	1981	〃	11/200	5.50	
		1981	〃	3/69	4.35	
	恵那	1981	〃	4/100	4.00	
		1981	〃	5/200	2.50	
	高富	1981	〃	9/163	5.52	
		1983	〃	3/61	4.92	
	香川	五万高	1982	越冬	18/269	6.69
			〃	〃	11/200	5.50
〃			〃	4/100	4.00	
三重	津	1980-84	〃	4/318	1.25	
		1977	6~7月	0/146	0	
		1978	〃	5/154	3.25	
		1979	〃	2/187	1.07	
		1980	〃	2/220	0.91	

検定は、赤血球凝集反応法による。

III RSV の流行と保毒虫率の変動の機構

RSV やイネ萎縮病の流行を記述するモデルについては、河野 (1966), NAKASUJI and KIRITANI (1972), 村松 (1979) の報告があるが、詳細は紙面のつごうで省略したい。

ある地域内におけるヒメトビウンカの年間各世代の保毒虫率の変動の模式図を示すと第4図のとおりである。ある世代の保毒虫率は三つの部分から成り立っている。第一は経卵保毒虫率で、第二は吸汁獲得保毒虫率である。第三は外部から飛来した保毒虫であるが、ここでは一応触れないことにする。経卵保毒虫率は保毒雌が産んだ子世代虫のうちの保毒虫の率で、RSV とヒメトビウンカの組み合わせでは 91.5% (山田・山本, 1955), 97.0~97.5% (新海, 1962), 93.8~94.0% (筑後系統, 岸本, 未発表), 95.0~98.4% (鴻巣系統, 岸本, 未発表) で、いままで知られているウンカ, ヨコバイ類によって媒介される植物ウイルスの経卵伝染率の中ではもっとも高い。ヒメトビウンカを 10 世代以上系統選抜することによって経卵保毒虫率の高い系統, 低い系統に分けることができること (KISIMOTO, 1967), ウィルスに変異型があって、経卵保毒虫率も高いものと低いものがあること (岸本, 1972) がわかっているが、自然界においてはこのような要因が保毒虫率の変動に大きな影響を及

ぼしているという調査結果はまだ知られていない。ヒメトビウンカの生育中の各種環境要因が、経卵保毒虫率にどのような影響を与えるかについてはほとんど分析されていない。

吸汁獲得保毒虫率については、吸汁時間と獲得保毒虫率との間に飽和曲線のような関数関係が実験的に得られている (山田・山本, 1955; 新海, 1962; 岸本, 1967) が、実験の行われた吸汁時間内では得られた保毒虫率は 20~60% 程度で、100% にはほど遠いことが示されている。この保毒虫にならなかった個体がウィルスとの親和性が低いからかどうかは疑わしく、むしろ各個体が一定時間吸汁して獲得する確率は低く、生育期間内では 100% に達しないためと考えたほうがよさそうである。親和性については保毒雌が産んだ子世代虫のうちの無毒虫の場合にもいえることで、この無毒虫は獲得吸汁することによって十分保毒虫になることが示された (岸本, 未発表)。

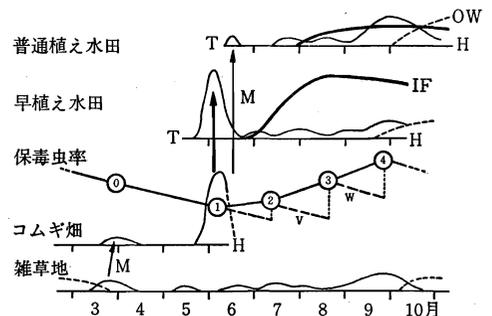
NAKASUJI and KIRITANI (1972) はイネ萎縮病発病イネ体の比率と吸汁によって獲得した保毒虫率との間に同様な飽和曲線で示される関係があると報告している。イネ縞葉枯病についても同様な関係が期待される。

ヒメトビウンカの各世代の保毒虫は、①経卵保毒虫率と、②その世代内での吸汁獲得保毒虫率の和であるとし、さらに③吸汁獲得保毒虫率は発病程度と関数関係にあり、発病程度は侵入保毒虫密度と関数関係にあると考える。

以上の過程をモデル式で表すと、

$$P_n = vP_{n-1} + (1-v)P_{n-1} [1 - \exp(-mwH)] \dots (1)$$

となる。P<sub>n</sub> は第 n 世代 (n=0, 1, 2, ..., 5) の保毒虫率で、0 は越冬世代である (関東地方では 5 は最終世代



第4図 ヒメトビウンカ、イネ縞葉枯病の発生経過と保毒虫率の世代変化の模式図

T: 田植え, H: 収穫, M: 移動, OW: 越冬, IF: 累積発病率, v: 経卵保毒虫率, w: 吸汁獲得保毒虫率

第3表 鴻巣市周辺におけるイネ縞葉枯病の流行

年次	$P_0$	$P_1$	$Nn/Ac$ /( $\times 10^2$ )	$H(obs)$ ( $\times 10^{-2}$ )	w	$H(1)$ ( $\times 10^{-2}$ )	$P_5(1)$
1973	0.1079	0.1086	941/602	0.2377	—	0.6042	0.1010
1974	0.0851	0.0710	479/630	0.4983	2.014	0.1926	0.0887
1975	0.0771	0.0721	614/630	0.1891	5.614	0.2506	0.0695
1976	0.0792	0.0801	134/629	0.3096	1.338	0.0609	0.0835
1977	0.0720	0.0664	2094/624	0.7683	4.864	0.7919	0.1023
1978	0.1283	0.1271	1591/561	1.4127	3.540	1.2758	0.1848
1979	0.1947	0.1624	611/543	1.0963	3.015	0.6491	0.1923
1980	0.1897	0.1984	700/522	0.6165	1.818	0.9437	0.1921
1981	0.1775	0.1670	576/494	1.7852	2.808	0.6924	0.2330
1982	0.2228	0.2035	713/484	1.1123	3.404	1.0641	0.2230
1982	〃	〃	〃	(20%) <sup>a)</sup>	3.146 <sup>a)</sup>	0.8513	0.2089 (0.1610) <sup>a)</sup>
1983	0.2279	0.2192	891/488	(40%)	〃	0.8508	0.2205 (0.1734) <sup>a)</sup>
1984	0.1692	0.1560	849/494	(55%)	〃	0.4285	0.1492 (0.1234) <sup>a)</sup>
1985	0.1187	0.0960	228/500	(65%)	〃	0.0546	0.0795

1982年以降は抵抗性品種が導入されたので内容が異なる場合がある<sup>a)</sup>。

$P_0$ : 越冬世代保毒虫率,  $P_1$ : 同第一世代,  $Nn$ : ネットトラップ第一世代期捕獲虫数,  $Ac$ : 埼玉県水稻作付面積 (ha),  $H(obs)$ : 埼玉県におけるイネ縞葉枯病発生程度 (説明は本文), 1982年以降のカッコは抵抗性品種導入率 (埼玉農試),  $w$ : 吸汁獲得能率(1982年以降, 抵抗性品種導入後はそれ以前の9年分の最尤推定値),  $H(1)$ :  $P_1$ を用いた発病程度の推定値,  $P_5(1)$ :  $P_1$ を用いたその年の最終世代(翌年の $P_0$ )の保毒虫率の推定値(カッコの中の値は経卵保毒虫率だけが働いた場合)

つまり翌年の0世代となる)。vは経卵保毒虫率, Hは最終の発病程度で, mはある世代における発病程度の到達率で, 普通作期イネを対象に考える場合, 越冬世代と第一世代では発病植物が実際にはないと考えて0, 第二世代には0.5, 第三, 第四世代はそれぞれ1とした(第4図)。これは発生経過が違う地域や作期イネでは適当に変える必要がある。この式の第1項は過程①に相当し, 第2項は②に相当する。過程③は別のモデル

$$H = 1 - \exp(-aN_{P_1}) \dots\dots\dots (2)$$

を用いる。 $P_1$ は第一世代つまり飛び込み世代の保毒虫率,  $N$ はヒメトビウカカ発生密度で,  $NP_1$ は飛び込み保毒虫密度となり,  $a$ は吸汁伝染能率を示す係数である。

**IV 鴻巣市周辺におけるイネ縞葉枯病の流行状態とモデルの当てはめ**

1973年以降, 鴻巣市周辺約4kmの中で, 越冬世代と第一世代の保毒虫率の調査を開始した。保毒虫検定には赤血球凝集反応法を用い, 越冬世代には約30個体群, 2,000~4,000の休眠幼虫, 第一世代では10枚のコムギ畑から2,000~3,000の成, 幼虫を採集した。第一世代虫の発生密度は地上約18mに設置したネットトラップ(径1m, 長さ1.5m), 各作期ごとの試験ほ場に設置した黄色水盤を用いて調査した。その他各試験区での第一世代侵入虫密度, 発病程度を追跡調査した。結果の主要部を第3表に示した。

1973年には保毒虫率は10%程度で5月下旬の早植

え無防除田では発病指数は20~50%でかなり高かった。74~75年とヒメトビウカカ発生は平年並み, 発病程度も軽く, 保毒虫率はしだいに低下した。特に1976年にはヒメトビウカカ発生数が非常に低く, 発病も少なく, 越冬世代の保毒虫率つまり1977年の $P_0$ は約7%, さらに $P_1$ は6%台にまで低下した。しかし, 1977年のヒメトビウカカ発生密度はきわめて高く, 平年の3倍程度に達し, そのため, 低保毒虫率ながら, 発病程度は高くなり, その年の越冬世代(1978年 $P_0$ )には保毒虫率は13%近くまで急上昇した。1978年のヒメトビウカカ発生数は前年よりは少なかったが, なお平年の2倍程度であり, 保毒虫率が高かったこともあって, 発病程度はさらに高く, 次の越冬世代の保毒虫率は20%近くまで上昇した。1979, 80年はヒメトビウカカ発生量は平年程度にまで下がったが, 高保毒虫率のため, 発病程度は高かった。1981年には第二世代虫の発生が多く, 晩植田への侵入が目だって, 発病程度はさらに高く, 保毒虫率についに22%に達した。このような状態の中で, 1982年以降抵抗性品種の導入が行われた。

これまでの経過を前に述べたモデルに当てはめてみた。まず, 越冬世代から第一世代にかけては植物体上にはウイルスは実際上存在しないと考え,  $P_0$ と $P_1$ の関係から野外における経卵保毒虫率の推定値  $v = 0.9431$ を得た。この値は飼育実験で得られたものに近いことがわかった。

次に(2)式のaを求めるため, 以下のデータを用い

た。Nとしてはネットトラップによる第一世代成虫期の捕獲数を埼玉県全体のイネ作全面積で除した値を用いた。最近はいネ作付面積の減少傾向が大きいのでこのような取り扱いをしたが、これが妥当かどうかは検討の必要があろう。発病程度は埼玉農試から出された年報の発病程度別発生面積から求めた。すなわち発生程度甚は発病株率 60%，多を 35%，中を 12.5%，少を 2.5% とし、県下の平均発病株率を求め、Hとした。

$$H = 1 - \exp(-3.5686 NP_1)$$

が得られた。

ただし、曲線は原点を通るものとし、また 1981 年に相当する値はあまり他の年とかけ離れているので除外した。前述のようにこの年には第二世代成虫の飛び込みが多く、そのため遅い作期のものにも発病が多かったと報告されている。

なお、第一世代期間内の最高株当たり読み取り虫数  $N_v$ 、あるいは同期間内の黄色水盤捕獲総数  $N_y$  と調査ほ場の発病指数 ( $H_s$ ) との間にはそれぞれ

$$H_s = 1 - \exp(-1.2104 N_v P_1)$$

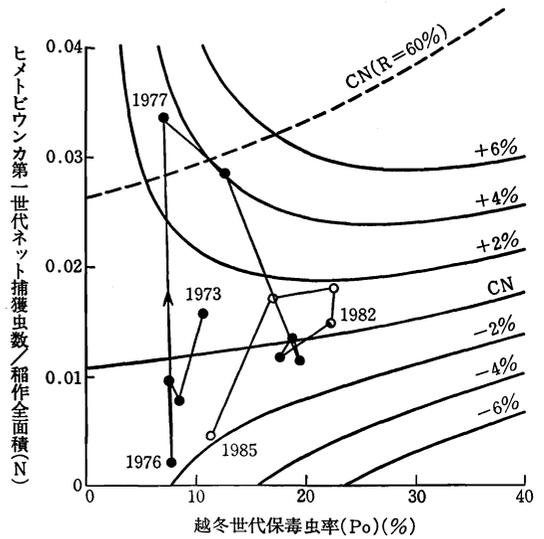
$$H_s = 1 - \exp(-0.007327 N_y P_1)$$

の関係式が得られた。これらは特定のは場の発病程度を予測する場合に利用できよう。

(1) 式に各年次ごとの  $P_0$ ,  $P_5$ ,  $v$ ,  $H$ ,  $m$  の観測値または推定値を代入し、 $w$  の値を求めた。1973 年に対応する  $w$  は  $P_0$  から  $P_5$  への減少が大きすぎて得られなかった。この 9 年間の  $[P_5(\text{観測値}) - P_5(\text{推定値})]^2$  を最小にする  $w$  の最尤推定値を計算した結果、 $w = 3.146$  となり、各年次ごとの推定値の単純平均 3.156 に近かった。

(1), (2) 式にそれぞれ実測値、計算値を次々と代入することにより発病程度  $H(1)$  ( $P_1$  からの推定値),  $P_5$  (1) (翌年の  $P_0$  で  $P_1$  からの推定値) を計算し、第 3 表に示した。すでに述べた 1981 年を除いて、実測値と推定値はかなりよい一致を示した。

ヒメトビウンカの発生量  $N$  が大きければ  $P_0 \rightarrow P_5$  は増加し、小さければ減少するので、RSV の今後を予想することができる。第 5 図はこの年間保毒虫率の変動の目安を示すもので、保毒虫率を変動させないような  $P_0$  と  $N$  との関係を CN 曲線、つまり臨界発生密度曲線で示し、また 2, 4, 6% それぞれ増加または減少させるような  $N$  の曲線も示してある。ある年の  $P_0$  と  $N$  との交点が CN 曲線より上にくれば翌年の  $P_0$  は増加し、下にくれば減少するであろう。その増減の程度も推定できる。この図には、また各年次ごとの実測値を取り、年次順に結んである。1973~76 年の間は  $P_0$  が 10% 以下のレ



第 5 図 越冬世代の保毒虫率 ( $P_0$ ) と第一世代ヒメトビウンカ発生密度 ( $N$ ) から年間の保毒虫率の変動を推定する曲線群

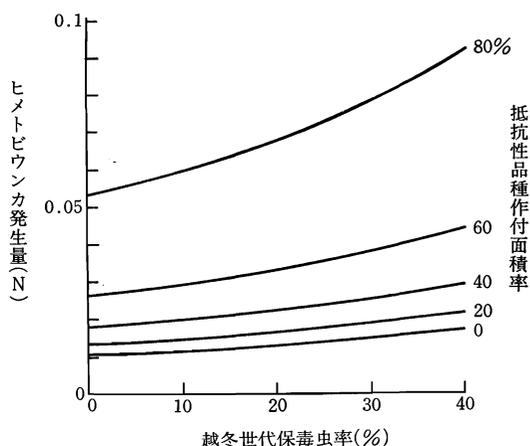
CN 曲線は保毒虫率を変化させない「臨界発生密度曲線」で、これより上下に 2, 4, 6% それぞれ増加もしくは減少させる曲線を等高線状に示してある。破線は抵抗性品種を 60% 導入した場合の CN 曲線。また折線は各年次ごとの  $P_0$  と  $N$  の実測値をとり、年次順に結んだもの (白丸は抵抗性品種を導入した年)。

ベルで CN 曲線の周辺を変動しており、低率安定の様相であったが、77, 78 年とヒメトビウンカの発生が多く、CN 曲線よりずっと上のほうに偏ったため翌年へ向けて保毒虫率は増加した。そして 79~82 年の間は 18~20% の辺りで、CN 曲線の近くを変動し、高率安定の状態になったことを示している。なんらかの要因により、ヒメトビウンカの発生が少なくなり、CN 曲線より下のほうにすれば、保毒虫率はしだいに減少することが期待される。同じようなことは  $P_0$  と発病程度についても考えられるが、ここでは省略する。

### V 抵抗性品種の導入と保毒虫率の変動

1982 年以降関東北部地方ではむさしこがね、青い空などの RSV 抵抗性品種の導入が進められた。ウイルス増殖に対して強い抵抗力を示すが、ヒメトビウンカの発育にはほとんど影響しないこれらの品種が、その地域の保毒虫率の変動、ひいては RSV の流行の将来にどのような効果を示すかは非常に興味深い。

(1), (2) 式において期待される発病程度を抵抗性品種栽培面積分だけゼロとおくことによって、第 5 図に示



第6図 いろいろな抵抗性品種導入面積率におけるヒメトビウンカ臨界発生密度曲線

した臨界発生密度曲線(CN)を高いほうへ移動させることができる。一例を図中上のほうに破線 CN(R=60%)で示してある。第6図に示したとおり、20%程度の抵抗性品種導入面積率ではたいしたCN曲線の移動はないが、現在行われている40~60%以上の導入率では大きな効果が期待される。つまり、かなりの媒介虫多発生年でもCN曲線の下側に入り、確実な保毒虫率低下が期待される。第3表においては1982年以降は埼玉農試による抵抗性品種導入率を考慮に入れて $P_0$ を推定した。推定値は翌年の $P_0$ の実測値よりもかなり大きい保毒虫率低下を示しており、さらに抵抗性品種導入率の高かつ

た1983, 84年には、経卵保毒虫率だけで $P_1$ から4世代経過したと仮定した値よりも大きい低下率を示した。この原因はまだ解析されていないが、抵抗性品種の上での保毒虫率の変動は興味深い。いづれにしても抵抗性品種の導入によって保毒虫率が確実に低下していることは明らかである。

## おわりに

以上述べたように、RSVの流行状態を保毒虫率を指標として示すことができ、これが数年~10数年にわたる大きな波を示すことがわかった。鴻巣周辺ではようやく流行の最盛期を過ぎ、終息に近づいているように見えるが、これは強力な抵抗性品種の導入による面が大きいと考えられ、その効果発現の過程が追跡されたこのような例は過去にもほとんどなく、非常に興味深いものと考えられる。当分は経過を見守るとともに、抵抗性品種がRSVの伝播機構に及ぼす影響の解析的研究を進めることがたいせつであろう。

## 引用文献

- 天野悦平 (1933) : 病虫雑 20 : 634~638.  
 KISIMOTO, R. (1967) : Virology 32 : 144~152.  
 岸本良一 (1969) : 九病虫雑 15 : 90~91.  
 ——— (1972) : 遺伝 26 (12) : 34~40.  
 KISIMOTO, R. (1981) : Rev. Plant Prot. Res. 14 : 26~58.  
 河野達郎 (1966) : 植物防疫 20 : 131~136.  
 栗林数衛 (1931) : 長野農試報 2 : 45~69.  
 村松義司 (1979) : 静岡農試報 24 : 1~13.  
 NAKASUJI, F. and K. KIRITANI (1972) : Res. Pop. Ecol. 14 : 18~35.  
 新海 昭 (1962) : 農技研報 C 14 : 1~112.  
 山田 齊・山本秀夫 (1955) : 岡山農試臨報 52 : 93~112.