

セジロウンカの加害によってイネに誘導される いもち病抵抗性

—圃場試験—

佐藤 雅*・中島 隆・菅野 絃男†

農業・生物系特定産業技術研究機構九州沖縄農業研究センター

Induced Resistance to Rice Blast Disease in Rice Plants Infested with the White-Backed Planthopper, *Sogatella furcifera*, in a Paddy Field. Masaru SATOH,* Takashi NAKAJIMA and Hiroo KANNO** National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region; Nishigoshi, Kumamoto 861-1192, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 49: 105-111 (2005)

Abstract: The incidence of rice blast disease caused by *Magnaporthe grisea* in rice plants infested with the white-backed planthopper, *Sogatella furcifera*, was studied under field conditions. Pesticides, fipronil or imidacloprid were used to control the occurrence of *S. furcifera* in paddy fields. A comparison was made for the incidence of rice blast in paddy fields treated and not treated with pesticides. The results showed that the development of blast lesions was higher on rice plants in paddy fields where fipronil or imidacloprid was applied as compared to those plants in paddy fields where the pesticides were not applied. Moreover, the number of blast lesions was significantly smaller on rice plants that had previously been exposed to infestation with *S. furcifera* as compared to plants that had not been infested. These results show that infestation with *S. furcifera* induced disease resistance in the rice plants, thereby reducing their susceptibility to *M. grisea*.

Key words: *Magnaporthe grisea*; *Sogatella furcifera*; rice plant; induced resistance; paddy field

緒 言

植物は病傷害ストレスを受けると、そのストレスを受けた部位で、あるいはストレスを受けた情報を全身に伝達し、防御遺伝子の転写を誘導してそのストレスに対する自己防御機構を発動させるメカニズムを有している (瀬尾ら, 1997)。例えば、病原体の感染を受けた植物では、過敏反応に伴う全身的な PR (pathogenesis-related) タンパク質の誘導などにより病害に対する誘導抵抗性が発現することが、また、昆虫の食害を受けた植物では全身にプロテナーゼインヒビターが蓄積されることによって昆虫に対する抵抗性が誘導されることがわかっている (Ryan, 1990)。

一方、昆虫による食害を受けた植物において、病害が抑制される例も報告されている。その数は多くはないが、ヤガ科の一種である soybean looper (*Pseudoplusia includens*) の幼虫の食害によって、*Diaporthe phaseolorum* var.

caulivora によるダイズの stem canker の長さが減少した例 (Russin et al., 1989a)、ネギアザミウマ *Thrips tabaci* およびワタアブラムシ *Aphis gossypii* の食害によって *Colletotrichum orbiculare* によるメロンの炭疽病の病斑面積が減少した例 (Russo et al., 1997)、さらにハムシの一種 *Gastrophysa viridula* の食害によってエゾノギシギシ *Rumex obtusifolius* の *Uromyces rumicis*, *Ramularia rubella*, *Venturia rumicis* による病斑が減少した例 (Hatcher and Paul, 2000) などがある。これらの例では、抑制される病害のほとんどが糸状菌病である一方、昆虫については広範囲な種類に渡っている。また、昆虫以外でも、ナミハダニ *Tetranychus urticae* の加害を受けたワタの芽生えが *Verticillium dahliae* による半身萎凋病に対して抵抗性を示す例 (Karban et al., 1987) や、ダイズシストセンチュウ *Heterodera glycines* の加害を受けたダイズで stem canker の長さが減少した例 (Russin et al., 1989b) がある。このように、摂食様式の異なる様々な生

* E-mail: msatou@affrc.go.jp

† 現在 名古屋芸術大学教養部

** Present address: The Liberal Arts, Nagoya University of Arts, Shikatsu, Aichi 481-8503, Japan

2004年8月27日受領 (Received 27 August 2004)

2005年4月13日登載決定 (Accepted 13 August 2005)

DOI: 10.1303/jjaez.2005.105

物による加害を受けた植物において病害に対する抵抗性が誘導されることが明らかになりつつある。

セジロウカ *Sogatella furcifera* は、梅雨期に梅雨前線に伴う下層ジェット気流に乗って中国大陸から飛来する体長4~5mmのイネ害虫で、針状の口器をイネ植物体に挿入し、主に師管液を吸汁して餌としている。日本では、九州を中心とする西南暖地で飛来量が多く、イネに対して葉鞘の褐変など被害を与える。また、年次によっては北日本でも被害を出すことがある。

Kanno and Fujita (2003) は、室内試験により、セジロウカの吸汁加害を受けたイネに、セジロウカとほぼ同時期に水田で発生するいもち病(葉いもち)に対する強力な抵抗性が誘導されることを明らかにした。イネでは、傷害によって全身的な病害抵抗性が誘導される例が報告されているが (Schweizer et al., 1998)、昆虫の加害によってイネに病害抵抗性が誘導されることを確認した例は初めてである。また、この現象は、前出の昆虫の加害によって植物体内に誘導される耐病性の報告例や傷害によるイネでの耐病性の誘導例と比較すると、病害を抑制する程度が非常に強い。このため、野外でも病害抵抗性が発現している可能性が十分に考えられる。そこで本研究では、セジロウカによって誘導されるいもち病に対する抵抗性が、野外においても発現しているかどうかを明らかにするために圃場試験を行った。なお、本文に先立ち、本稿をご校閲いただいた九州沖縄農業研究センターの松村正哉博士に御礼申し上げる。

材料および方法

1. 供試菌および菌懸濁液の調製方法

イネいもち病菌株(レース番号: 007)は1995年に熊本県西合志町において採取した罹病イネから分離した。供試菌株はオートミール培地上で定法に従って分生胞子を形成させた。この培地の表面に5,000倍のTween20水溶液を入れ、分生胞子を絵筆で洗い落として混濁させ、150倍視野の光学顕微鏡下で胞子濃度を確認しながら胞子懸濁液(1.0×10^5 個/ml)を調製した。

2. 殺虫剤によりウンカの発生量をコントロールした圃場におけるいもち病菌の人工接種試験

九州沖縄農業研究センター構内の圃場において、2002年と2003年に圃場試験を行った。試験には、いもち病抵抗性遺伝子 *Pi-a* および *Pi-i* を持つ(岩野, 1999)日本稲品種のヒノヒカリを使用した。試験圃場として、隣接した5a(10m×50m)の水田2枚を用い、播種後約4週間の苗を、2002年は6月17日に畝間30cm×株間20cm、2003年は6月20日に畝間30cm×株間18cmの間隔で機械移植した。2002年は2枚の水田の片方のみ殺虫剤を処理し、もう片方には処理しなかった。2003年は、それぞれの水田を2区

画(各5m×50m)に区切り、殺虫剤処理区と殺虫剤を処理しない対照区を交互に配置した(2反復)。各区の境界には、水の移動に伴って隣接した区に薬剤が移動しないよう、樹脂製の波板を設置した。

2002年試験: 1枚の水田(圃場Aと呼称)には、ウンカ類に殺虫効果のあるフィプロニル粒剤を、本田移植直前の苗に育苗箱1つ当たり50g処理し、機械移植した。もう1枚の水田(圃場Bと呼称)にはフィプロニルを処理せず、両圃場とも本田移植後は殺虫剤・殺菌剤の散布は行わなかった。本田移植後、6月27日と7月8日にフィプロニル処理の効果を確認するためにウンカ類の発生量を見取り法により各圃場のイネ100株について調査した。

いもち病菌の接種は、ポリエチレンフィルムで被覆した接種用枠を使用した人工接種法(小林ら, 2001)により実施した。両圃場ともに、イネ6株ずつをそれぞれ1個の鉄製の接種用枠(55cm×60cm×110cm)で被覆し、1.で述べた方法で調製したいもち病菌の胞子懸濁液を接種用枠1個(イネ6株)当たり50ml、エアブラシスプレー(Olympus社 Piece Com Wide308)を用いて接種した。この年は、作業の都合上、いもち病菌の接種が一日に各圃場6株ずつのイネにしかできなかったため、接種は7月16日と7月23日の2回実施した。葉いもち病斑数の調査は接種10日後の7月26日と8月2日に行い、いもち病菌を接種したイネの葉身上に現れた進展型病斑数を数えた。病斑は、大きさは中~大型、形は円形~楕円形、あるいは大型のものでは紡錘型、中央部が灰白色で周縁が紫黒色又は褐色~黄色のものを進展型とした。ただし、中央部が灰白色でも周縁が褐色化した微少な病斑については進展型病斑に含めなかった(徳永, 1965; Hayashi et al., 1998)。供試したイネの各株を1反復として、病斑数に対する圃場および接種日の影響について解析した。

2003年試験: 前年の試験で水田内に少数ながらツマグロヨコバイ *Nephotettix cincticeps* が発生していたことから、ウンカ類に加えてツマグロヨコバイにも効果のあるイミダクロプリド粒剤を、前年のフィプロニルと全く同じ方法で処理し、機械移植した。対照区にはイミダクロプリドを処理せず、両区とも本田移植後は殺虫剤・殺菌剤の散布は行わなかった。本田移植後、7月3日と7月10日に薬剤処理の効果を確認するためにウンカ類の発生量を見取り法により各区100株について調査した。

その後、7月10日に、2002年と同様の方法で、2つの薬剤処理区、2つの対照区ともにそれぞれ接種用枠を1つずつ、合計4個設置した。この年は枠1個あたりイネを8株ずつ被覆して、いもち病菌の胞子懸濁液を接種用枠1個(イネ8株)当たり50ml、エアブラシスプレーを用いて噴霧接種した。葉いもち病斑数の調査は接種7日後に行い、進展型病斑数を数えた。供試したイネの各株を1反復とし

て、病斑数に対する薬剤処理および反復の影響について解析した。

3. セジロウンカ放飼条件下の圃場におけるいもち病菌人工接種試験

2002年に、前述の試験で設定した、フィプロニルを処理していない対照区の水田の一部を用いて本試験を実施した。試験圃場のイネから、3株×2列の株群を無作為に6群抽出し、7月24日に各株群に透明プラスチック製の円筒（直径9.5cm×高さ60cm、通気を確保するため上部にテトロンゴースを付したものを）を被せた。これらのうち、3株群18株には、各ケージ内にセジロウンカの雌雄10対を2日間放飼して加害させ、別の3株群18株は、無放飼区としてケージのみを2日間被せた。セジロウンカは、1999年に熊本県西合志町の水田で採集し、実験室内（25°C、RH50~70%、16L-8D）で累代飼育している個体群を使用した。羽化後2日以内の長翅型成虫を放飼試験に使用した。放飼2日後に円筒を外し、前述した人工接種法により、各株群にいもち病菌接種用の枠を被せ、いもち病菌の孢子懸濁液を接種用枠1個当たり50ml、エアブラシスプレーを用いて噴霧接種した。接種10日後に現れた株当たりの進展型病斑数を数え、セジロウンカ放飼区と無放飼区間で比較した。

4. 葉いもちの発生に及ぼす殺虫剤の影響

育苗箱に播種後、25°Cのガラス室で3週間育てたイネ苗（品種：ヒノヒカリ）を3箱用意し、うち2箱にはフィプロニルまたはイミダクロプリドを圃場試験と同じ方法で処理した。それぞれの箱の苗3本を1組として培土を入れたプラスチック製のカップ（約150ml）に移植し、それぞれ、フィプロニル処理区、イミダクロプリド処理区および薬剤を処理しない対照区とした。移植後のカップは25°Cの温度制御温室（RH60~80%）内に移し、5葉期（移植後約10日）になったイネを実験に供した。

フィプロニルまたはイミダクロプリド処理区のイネ、および対照区のイネに、1.で述べた方法で調製したいもち病菌の孢子懸濁液を1株当たり2ml相当量、エアブラシスプレーを用いて噴霧接種した。試験は各区20反復行った。いもち病菌を接種したイネは、25°Cの湿室に18時間静置した後に取り出して25°Cの温度制御温室内で管理し、接種7日後に現れた株当たりの進展型病斑数を数えて各区間で比較した。

結 果

1. 殺虫剤によりウンカの発生量をコントロールした圃場におけるいもち病菌の人工接種試験

2002年試験：2002年はセジロウンカの飛来数が少なかったために試験圃場でのセジロウンカの発生数も少なく、フィプロニルを処理しなかったB圃場でも、イネ1株当た

Table 1. Difference in population density of *Sogatella furcifera* between paddy fields with and without the application of fipronil in 2002

Date	No. of adults per hill (mean±SE)		p-value ^c
	Field A ^a	Field B ^b	
June 27	0.01±0.01	0.2±0.05	<0.001
July 8	0.02±0.01	0.3±0.05	<0.001

^a Field where fipronil was applied.

^b Field where fipronil was not applied.

^c Number of adults transformed to $(X+0.5)^{1/2}$ before analysis. Significance was tested by Student's *t*-test.

Table 2. Incidence of rice blast disease caused by *Magnaporthe grisea* on rice plants in paddy fields where the occurrence of *Sogatella furcifera* was regulated by fipronil

Date of inoculation of <i>M. grisea</i>	No. of rice blast lesions per hill (mean±SE)	
	Field A ^a	Field B ^b
July 16	29.2±2.8	11.2±1.9
July 23	13.2±2.0	9.8±2.3

^a Field where fipronil was applied.

^b Field where fipronil was not applied.

りのセジロウンカの成虫数は、6月27日の調査で0.2頭、7月8日の調査で0.3頭であった（Table 1）。しかしながら、フィプロニルを処理した圃場Aでは6月27日の調査で0.01頭、7月8日の調査で0.02頭と、成虫数は圃場Bと比較するといずれも有意に少なかった（*t*-検定、 $p<0.001$ ）（Table 1）。また、わずかではあるが、フィプロニルに対して感受性の低いツマグロヨコバイも発生していた（イネ1株当たり成虫数、圃場A：6月27日調査で0.01頭、7月8日調査で0.01頭、圃場B：6月27日調査で0頭、7月8日調査で0.03頭）。しかし、セジロウンカとともに主要なイネのウンカであるトビイロウンカは、この時期全く発生が認められなかった。

いもち病菌を人工接種したイネにおける、イネ1株当たりの葉いもちの進展型病斑数は、7月16日接種では圃場Aで29.2個、圃場Bで11.2個、7月23日接種では圃場Aが13.2個、圃場Bが9.8個で、セジロウンカの発生量が多かった圃場Bのイネの病斑数は、セジロウンカがほとんど発生していなかった圃場Aのイネの病斑数よりも有意に少なかった（ANOVA、 $F=21.6$ 、 $p<0.001$ ）（Table 2）。また、7月23日接種のイネの病斑数は、7月16日接種のイネの病斑数よりも有意に少なかった（ANOVA、 $F=14.3$ 、 $p<0.01$ ）（Table 2）。

2003年試験：2003年はセジロウンカの飛来数が多く、イミダクロプリドを処理しなかった対照区では、イネ1株当たりのセジロウンカの成虫数は7月3日の調査で2.0頭、

Table 3. Effect of imidacloprid on the population density of *Sogatella furcifera* in paddy fields in 2003

Date	No. of adults per hill (mean ± SE)		p-value
	Imidacloprid		
	Applied	Not applied	
July 3	0.4 ± 0.05	2.0 ± 0.2	p < 0.0001
July 10	0.06 ± 0.02	4.2 ± 0.2	p < 0.0001

Number of adults was transformed to $(X+0.5)^{1/2}$ before analysis. Significance was tested by Student's *t*-test.

Table 4. Incidence of rice blast disease caused by *Magnaporthe grisea* on rice plants in paddy fields where the occurrence of *Sogatella furcifera* was regulated by imidacloprid

Replication	Rice blast lesions per hill (mean ± SE)	
	Imidacloprid	
	Applied	Not applied
Rep. 1	1.4 ± 0.3	0.1 ± 0.1
Rep. 2	2.8 ± 0.9	0.5 ± 0.3

7月10日の調査では平均4.2頭に達し、イミダクロプリド処理区でも、7月3日の調査で0.4頭、7月10日の調査で0.06頭であった (Table 3)。イミダクロプリド処理区の成虫数は、対照区の成虫数と比較して有意に少なかった (*t*-検定, $p < 0.0001$) (Table 3)。また、ツマグロヨコバイのイネ1株当たりの成虫数は、7月3日の調査ではイミダクロプリド処理区、対照区ともに0.005頭、7月10日の調査ではイミダクロプリド処理区が0.02頭、対照区が0.04頭であり、イミダクロプリドを使用したことによる効果は判然としなかった。しかし、セジロウンカと比較するとその発生は非常に少ないものであった。この年もトビイロウンカは全く発見されなかった。

いもち病菌を人工接種したイネにおける、イネ1株当たりの葉いもちの進展型病斑数は、イミダクロプリド処理区では2つの反復でそれぞれ1.4個および2.8個、対照区では0.1個および0.5個であり、セジロウンカの発生量が多かった対照区での病斑数は、イミダクロプリド処理区と比較するとこの年も有意に少なかった (ANOVA, $F=13.7$, $p < 0.001$)。一方、反復 (圃場) 間では病斑数に有意な差は認められなかった (ANOVA, $F=3.4$, $p > 0.05$) (Table 4)。

2. セジロウンカ放飼条件下の圃場におけるいもち病菌の人工接種試験

いもち病菌を接種した結果形成された進展型病斑は、無放飼区では1株当たり12.4個であったのに対して、セジロウンカ放飼区では2.7個と大きく下回り、両区の間には有意な差が認められた (*t*-検定, $p < 0.01$) (Fig. 1)。

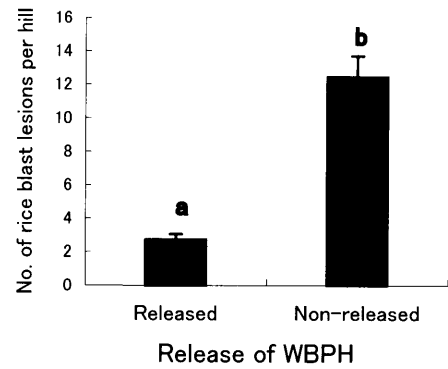


Fig. 1. Incidence of rice blast disease caused by *Magnaporthe grisea* on rice plants, to which *Sogatella furcifera* had previously been released. Standard bars (SB) indicate the mean number of blast lesions per six plants, and vertical bars on the SB indicate SE. Means accompanied by different letters are significantly different at $p < 0.005$ (Student's *t*-test).

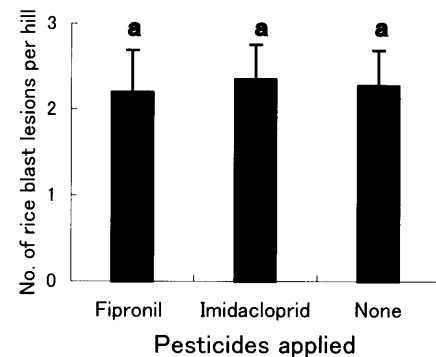


Fig. 2. Incidence of rice blast disease caused by *Magnaporthe grisea* on rice plants, to which fipronil or imidacloprid was applied. Standard bars (SB) indicate the mean number of blast lesions per six plants, and vertical bars on the SB indicate SE. Means accompanied by same letters are not significantly different at $p > 0.05$ (Tukey-Kramer test).

3. 葉いもちの発生に及ぼす殺虫剤の影響

フィプロニルまたはイミダクロプリドを処理したイネ、および薬剤を処理していないイネにいもち病菌を接種した結果形成された進展型病斑数は、フィプロニル処理区では株当たり2.2個、イミダクロプリド処理区では2.4個、薬剤を処理していない対照区では2.3個と、処理区間で有意差は認められなかった (Tukey-Kramer 検定, $p > 0.05$) (Fig. 2)。

考 察

昆虫等の摂食によって植物に誘導される病害抵抗性に関する報告は多くはないが、その中でも特に、野外で実際に誘導抵抗性が発現して病害の発生に影響を与えていることを確認した例については、ごく限られた数しか報告されていない。Hatcher et al. (1994) は、室内試験により、ハムシの一種 *G. viridula* の食害を受けたギンギシ *R. crispus* およ

びエゾノギシギシ *R. obtusifolius* に、*U. ruficollis* によるさび病に対する抵抗性が誘導されることを明らかにしたが、さらに圃場試験により、*G. viridula* の食害によってエゾノギシギシに *U. ruficollis*, *R. rubella*, *V. ruficollis* に対する抵抗性が誘導されることを明らかにした (Hatcher and Paul, 2000)。また、Padgett et al. (1994) も、室内試験の結果 (Russin et al., 1989a) を踏まえて圃場試験を実施し、soybean looper の幼虫の食害によって、ダイズの stem canker および *Calonecrotia crotalariae* による黒根腐病の発生が減少することを確認している。

Kanno and Fujita (2003) は、室内試験により、セジロウンカの加害を受けたイネ (品種: ヒノヒカリ) に、葉いもちに対する抵抗性が誘導されることを明らかにした。この抵抗性はセジロウンカの吸汁加害によって誘導されると考えられ、イネ植物体の葉鞘部のみをセジロウンカが加害した場合でも全身的に誘導されるものであった。

本研究においては、ウンカ防除用の長期残効型殺虫剤であるフィプロニルまたはイミダクロプリドを用いてセジロウンカの発生量を抑えた圃場のイネと、殺虫剤を処理しなかった、すなわちセジロウンカの発生量が多かった圃場のイネを比較すると、いずれの試験においても、殺虫剤を処理しなかった圃場のイネの方が葉いもちの進展型病斑数が少なかった (Table 2, 4)。2002 年の試験では薬剤処理の反復をとることができなかったものの、統計的解析の結果、フィプロニル処理の有無を含めた圃場条件の差により進展型病斑数に差が認められた。一方、反復を設けた 2003 年の試験では、イミダクロプリド処理の有無により病斑数に顕著な差が認められた一方、反復 (圃場) 間では病斑数に差が認められなかった。また、ガラス室内での試験の結果、これらの殺虫剤には葉いもちに対する直接の防除効果は無いと考えられた (Fig. 2)。したがって、殺虫剤処理によりセジロウンカの密度をコントロールした圃場における葉いもちの進展型病斑数の差は、セジロウンカ密度の差に起因するものと考えられた。このことは、セジロウンカを人為的に放飼し加害させたイネにおいて、葉いもちの進展型病斑数が有意に少なかったことから裏付けられる (Fig. 1)。以上の結果は、Kanno and Fujita (2003) が室内試験で確認した、セジロウンカに吸汁加害されたイネに誘導される葉いもちに対する抵抗性が、圃場においても発現していることを示すものと考えられる。

2003 年はセジロウンカの飛来数が 2002 年と比較して著しく多く、2003 年の殺虫剤を処理した圃場におけるセジロウンカの密度が、時期によっては前年の殺虫剤を処理していない圃場でのセジロウンカの密度を上回る程であった (Table 1, 3)。2003 年度の試験では、2002 年度の試験と比較して葉いもちの病斑数が著しく少なくなっており、殺虫剤処理区における病斑数は、2002 年の殺虫剤を処理してい

ない圃場における病斑数はもちろんのこと、セジロウンカを放飼した区における病斑数をも下回っていた (Table 2, 4, Fig. 1)。これもまた、セジロウンカの加害により、葉いもちに対する抵抗性がイネに誘導されていることを支持する結果であると考えられる。なお、2003 年はツマグロヨコバイの発生を抑えるためにイミダクロプリドを使用した。しかしながら、セジロウンカと比較するとその密度は非常に低く、試験を実施する上では全く支障はなかったと思われる。

また、2002 年の試験では、7 月 23 日接種のイネの病斑数が 7 月 16 日接種のイネの病斑数よりも有意に少なく、7 月 16 日の結果と比較すると、対照区の病斑数はほとんど変化していないのに対して、処理区の病斑数が 7 月 23 日接種のイネでは半分以下に減少していた (Table 2)。これは、7 月下旬がちょうど止葉の展開時期にあたり、栄養成長期から生殖成長期への変化に伴ってイネ自身の葉いもちに対する生理的な抵抗性が強くなったことが最大の理由であると考えられる (岡本ら, 1951; 徳永, 1965)。

なお、本研究では進展型病斑のみを調査対象とし、非進展型病斑についての調査は実施しなかった。これは、圃場条件では、葉いもちの非進展型病斑 (褐点型病斑) とその他の様々な微生物の感染に起因する褐点の区別が困難であるためである。しかしながら、非進展型病斑の発生については、この誘導抵抗性のメカニズムの解明にも関わる重要な検討事項でもあるため、今後、実験室内等で調査していきたい。

今回の調査では、フィプロニル又はイミダクロプリドの育苗箱処理により、結果的に葉いもちの発生が助長されることが明らかになった。ウンカ防除用の長期残効型殺虫剤の育苗箱処理と葉いもち発生の関係については、既に田村ら (1998) の報告がある。彼らは、宮崎県において両者の関係を詳細に調査し、フィプロニルまたはイミダクロプリドのみを処理し、葉いもちの防除を行わなかった圃場では葉いもちが多発する現象を明らかにした。同時に行ったイネの茎葉数に関する調査では、葉いもちの発生を助長した要因は解明されなかったが、我々の実験結果から推察すると、殺虫剤処理によりセジロウンカの密度が低く抑えられたために、本来発現すべきいもち病抵抗性が誘導されなかったためではないかと考えられる。

セジロウンカの吸汁加害によって誘導される葉いもちに対する抵抗性については、九州地方における葉いもちおよびセジロウンカの発生面積の推移を比較した結果より、セジロウンカの発生面積が多い年次に葉いもちの発生面積が少ない傾向が見られた (菅野ら, 2002)。セジロウンカおよび葉いもちの発生面積調査の精度が高いとは言い難いこと、葉いもちの発生には気象的要因をはじめとする様々な要因が関わっていることを考慮すると、九州地方において

セジロウカが発生が葉いもちの発生を抑制していると結論付けるには、発生面積を比較した結果のみでは不十分であるが、本研究ではその可能性を支持する結果が得られた。九州地方の普通期水稲栽培（6月中旬移植）では、セジロウカは梅雨前に前線に伴う下層ジェット気流に乗って中国大陸より飛来するが、8月中旬には圃場密度が低下する。飛来の盛期（6月下旬～7月中旬）はイネの分げつ期にあたるが、分げつ期のイネへのセジロウカによる産卵被害は収量には影響しないこと（那波，1992；渡邊・寒川，1994a, b）や、イミダクロプリド剤やフィプロニル剤の育苗箱処理による防除の普及を勘案すると、セジロウカの発生は、あまり多発しなければ九州地方においては目立った被害を与えることは無いばかりか、葉いもちの抑制というメリットすらもたらしていることも考えられる。しかしながら、セジロウカが多発した1980年代中頃から1993年にかけては、中国地方以北において、出穂期前後の加害による褐変穂や黒点症状米、茶米の被害が（野田，1987；石崎・松浦，1991）、さらに年次によっては北陸や東北の日本海側で坪枯れも発生している（村井ら，1986；松村，1991；飯富，1992）。また、特に東日本においては、セジロウカはより遅く発生する傾向にある一方、稲作の作期はより早くなるため、セジロウカの発生と葉いもちの多発時期が一致しないことも考えられる。セジロウカの発生が葉いもちの被害を抑制している可能性については、応用上非常に興味深い問題であり、セジロウカの発生の動向や地域差に留意しつつ、今後検討していきたい。

摘 要

セジロウカの加害を受けたイネにおける葉いもちの発生を圃場条件下で調査した。セジロウカの水田における発生量を調節するため、フィプロニルまたはイミダクロプリドを使用し、これらの殺虫剤を施用した水田と施用していない水田での葉いもちの発生を比較した。その結果、これらの殺虫剤を施用していない水田のイネと比較して、施用している水田のイネでは葉いもちの病斑が有意に増加した。さらに、あらかじめセジロウカに加害させておいたイネでは、加害させていないイネと比較して葉いもちの病斑数が有意に減少した。これらの結果から、既に室内試験によって確認されていた「セジロウカの加害によりイネに抵抗性が誘導され、いもち病菌に対する感受性が低下する」という現象が、野外条件下でも発現することが明らかになった。

引用文献

Hatcher, P. E. and N. D. Paul (2000) Beetle grazing reduces natural infection of *Rumex obtusifolius* by fungal pathogens. *New Phytol.* 146: 325–333.

- Hatcher, P. E., N. D. Paul, P. G. Ayres and J. B. Whittaker (1994) Interactions between *Rumex* spp., herbivores and a rust fungus: *Gastrophyssa viridula* grazing reduces subsequent infection by *Uromyces rumicis*. *Funct. Ecol.* 8: 265–272.
- Hayashi, N., I. Ando and T. Imbe (1998) Identification of a new resistance gene to a Chinese blast fungus isolate in the Japanese rice cultivar Aichi Asahi. *Phytopathology* 88: 822–827.
- 飯富暁康 (1992) 秋田県におけるセジロウカ個体群の最近の発生動態. 植物防疫 46: 206–208. [Iitomi, A. (1992) Population dynamics of the white-backed rice planthopper, *Sogatella furcifera* Horváth in Akita Prefecture, in recent years. *Plant Prot.* 46: 206–208.]
- 石崎久次・松浦博一 (1991) セジロウカによる茶米の発生. 北陸病虫研報 39: 51–56. [Isizaki, H. and H. Matsuura (1999) Occurrence of rusty rice kernels caused by white-backed rice planthopper, *Sogatella furcifera* Horváth. *Proc. Assoc. Pl. Prot. Hokuriku* 39: 51–56.]
- 岩野正敬 (1999) 九州・沖縄地域の水稲奨励品種のいもち病抗性抵抗性遺伝子型の推定. 九農研 61: 69. [Iwano, M. (1999) Presumed genotypes for true resistance of recommended rice varieties to rice blast in Kyusyu and Okinawa districts. *Kyusyu Agric. Res.* 61: 69.]
- Kanno, H. and Y. Fujita (2003) Induced systemic resistance to rice blast fungus in rice plants infected by white-backed planthopper. *Entomol. Exp. Appl.* 107: 155–158.
- 菅野紘男・佐藤 雅・平八重一之・中島 隆・藤田佳克 (2002) 寄主イネを介するセジロウカといもち病菌間の相互作用. 植物防疫 56: 463–465. [Kanno, H., M. Sato, K. Hirayae, T. Nakajima and Y. Fujita (2002) Interspecific relationship between the white-backed planthopper and the rice blast fungus through the rice plant. *Plant Prot.* 56: 463–465.]
- Karban, R., R. Adamchak and W. C. Schnathorst (1987) Induced resistance and interspecific competition between spider mites and a vascular wilt fungus. *Science* 235: 678–680.
- 小林 隆・中島 隆・濱崎孝弘・石黒 潔 (2001) 透明被覆資材を用いた圃場におけるイネいもち病菌の人工接種法. 北日本病虫研報 52: 21–23. [Kobayashi, T., T. Nakajima, T. Hamasaki and K. Ishiguro (2001) A method for artificial inoculation on rice blast fungus using clear cover materials in the field. *Ann. Rept. Plant Prot. North Japan* 52: 21–23.]
- 松村正哉 (1991) 北陸におけるセジロウカの近年の発生動態の特徴. 北陸病虫研報 39: 47–50. [Matsumura, M. (1991) Characteristics of recent population growth patterns of the white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* Horváth in the Hokuriku district. *Proc. Assoc. Pl. Prot. Hokuriku* 39: 47–50.]
- 村井智子・阿部信夫・小山信行・境谷清光 (1986) 青森県で1985年に多発したウカ類の発生実態. 北日本病虫研報 37: 131–134. [Murai, T., N. Abe, N. Oyama and K. Sakaiya (1986) Notes on the outbreak of white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* Horváth and small brown planthopper *Laodelphax striatellus* Fallén in Aomori Prefecture, 1985. *Ann. Rept. Plant Prot. North Japan* 37: 131–134.]
- 那波邦彦 (1992) 普通期水稲におけるセジロウカの吸汁被害の解析. 広島農技セ研報 55: 7–16. [Naba, K. (1992) Loss assessment of feeding damage due to white-backed planthopper, *Sogatella*

- furcifera* Horváth, on ordinary planting paddy in Hiroshima Prefecture. *Bull. Hiroshima Agric. Res. Cent.* 55: 7-16.]
- 野田博明 (1987) セジロウンカの発生推移と水稲の被害. 島根農試研報 22: 82-99. [Noda, H. (1987) Bionomics of the white-backed rice planthopper, *Sogatella furcifera* (Homoptera: Delphacidae), and its damage to rice plant and kernels. *Bull. Shimane Agric. Exp. Stn.* 22: 82-99.]
- 岡本 弘・齋藤 正・森橋俊春・柳沢健彦 (1951) 水稲の生育度と葉稲熱病との関係について. 北陸農業研究 1: 45-51. [Okamoto, H., M. Saito, T. Morihashi and T. Yanagisawa (1951) On the relation between leaf blast and the stage of growth of rice plant (1). *Journal of the Hokuriku Agriculture* 1: 45-51.]
- Padgett, G. B., J. S. Russin, J. P. Snow, D. J. Boethel and G. T. Berggren (1994) Interactions among the soybean looper (Lepidoptera: Noctuidae), threecornered alfalfa hopper (Homoptera Membracidae), stem canker, and red crown rot in soybean. *J. Entomol. Sci.* 29: 110-119.
- Russin, J. S., M. B. Layton, D. J. Boethel, E. C. McGawley, J. P. Snow and G. T. Berggren (1989a) Severity of soybean stem canker disease affected by insect-induced defoliation. *Plant Dis.* 73: 144-147.
- Russin, J. S., M. B. Layton, D. J. Boethel, E. C. McGawley, J. P. Snow and G. T. Berggren (1989b) Development of *Heterodera glycines* on soybean damaged by soybean looper and stem canker. *J. Nematol.* 21: 108-114.
- Russo, V. M., B. M. Russo, M. Peters, P. Perkins-Veazie and B. Cartwright (1997) Interaction of *Colletotrichum orbiculare* with thrips and aphid feeding on watermelon seedlings. *Crop Protect.* 16: 581-584.
- Ryan, C. A. (1990) Protease inhibitors in plants: Genes for improving defenses against insects and pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 28: 425-449.
- Schweizer, P., A. Buchala, R. Dudler and J. P. Metraux (1998) Induced systemic resistance in wounded rice plants. *Plant J.* 14: 475-481.
- 瀬尾茂美・佐野 浩・大橋祐子 (1997) 病傷害抵抗性のシグナル物質, サリチル酸とジャスモン酸の拮抗作用. 植物の化学調節 32: 37-48. [Seo, S., H. Sano and Y. Ohashi (1997) Antagonistic relationship of salicylic acid and jasmonic acid as signal molecules in resistance to pathogen attack and wounding. *Chem. Regul. Plants* 32: 37-48.]
- 田村逸美・松浦 明・三浦猛夫 (1998) 長期残効型殺虫剤の育苗箱処理による葉いもち発生助長と防除. 九病虫研会報 44: 111. [Tamura, I., A. Matsuura and T. Miura (1998) *Kyushu Pl. Prot. Res.* 44: 111.]
- 徳永芳雄 (1965) いもち病の発生生態. 日植病報 31: 165-172. [Tokunaga, Y. (1965) Ecology of rice blast. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 31: 165-172.]
- 渡邊朋也・寒川一成 (1994a) 長距離移動性イネウンカ類の被害解析 I. セジロウンカの加害時期および加害量が水稲の生育および収量に与える影響. 応動昆 38: 153-160. [Watanabe, T. and K. Sogawa (1994a) Growth and yield analysis of rice plants infested with long-distance migratory rice planthoppers. I. Effects of period and intensity of the white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* Horváth (Homoptera: Delphacidae), infestation on vegetative growth and yield. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 38: 153-160.]
- 渡邊朋也・寒川一成 (1994b) 長距離移動性イネウンカ類の被害解析 II. 分光反射率を利用したセジロウンカ飛来成虫による水稲初期被害の回復過程の測定. 応動昆 38: 169-175. [Watanabe, T. and K. Sogawa (1994b) Growth and yield analysis of rice plants infested with long-distance migratory rice planthoppers. II. Measurement of recovery of vegetative growth of rice plants infested with the white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* Horváth (Homoptera: Delphacidae), by spectral reflectivity. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 38: 169-175.]