

特集：ネギアザミウマが媒介するアイリス黄斑ウイルス (IYSV) 防除対策

四国におけるネギアザミウマ生殖系統の分布とその薬剤感受性

香川県農業試験場 ^{そごう}十川 ^{かずし}和士・^{わたなべ}渡邊 ^{たけお}丈夫
 高知県中央西農業振興センター高吾農業改良普及所 ^い伊 ^{たけ}武 ^み三
 愛媛県農林水産研究所 ^{とう}藤 ^{まさ}政 ^{かず}和 ^{かず}一
 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 ^{うら}浦 ^かか ^き彦 ^き彦
 近畿中国四国農業研究センター

はじめに

ネギアザミウマ *Thrips tabaci* Lindeman はアザミウマ目アザミウマ科に属し、世界各地に広く分布する。日本でも古くからネギ類の害虫として知られているが、その寄主範囲は非常に広く、多くの野菜、花きで重要害虫となっているが、最近では果樹（土屋，2002）での被害も報告されている。さらにアイリス黄斑ウイルス (IYSV) の媒介虫であることが知られており、IYSV の防除対策を立てるうえで、本媒介虫の防除が重要となる。また、本種には種内変異が多く存在する（土田，2003）が、分子生物学的手法の発達によって、本種の系統解析が進んでいる。そのような中、種内変異の中でも生殖様式が異なる系統については、防除上問題となる可能性が示唆されている（柴尾ら，2012）。そこで四国4県では連携して侵入病害虫対策を実施することとし、本研究では侵入病害虫のIYSV対策を目的に同じく侵入病害虫と考えられるネギアザミウマの産雄性単為生殖系統（以下、産雄系）と在来と考えられる産雌性単為生殖系統（以下、産雌系）について、四国でのその分布とそれぞれの殺虫剤に対する感受性を調査し、主としてネギとニラでの防除体系を策定する目的で研究を行ったので、その概要を紹介する。

I 四国に生息するネギアザミウマの薬剤感受性について

1 四国各地のネギアザミウマの薬剤感受性調査

四国各地からネギアザミウマを採集し、ネギアザミウマに登録のある系統の異なる薬剤に対する感受性検定を

実施した。検定はインゲン葉片を用いた食餌浸漬法とスチロールビン（内径2.5 cm、高さ4 cm）に薬剤の稀釈薬液を処理したドライフィルム法を組合せて行った。検定濃度は、宇都宮大学より分譲していただいた感受性系統を供試して各薬剤に対する濃度反応を調査し、検定結果に振れが出る濃度を選定した。合成ピレスロイド剤はシベルメトリン乳剤6,000倍、有機リン剤はMEP乳剤10,000倍、ネオニコチノイド剤はイミダクロプリド水和剤20,000倍、カーバメイト剤はベンフラカルブ水和剤4,000倍、ネライストキシシン剤はカルタップ水溶剤10,000倍およびスピノシン剤はスピノサド水和剤20,000倍とした。

検定には香川県が5市町から7個体群、徳島県が5市町5個体群、愛媛県が4市町6個体群と高知県の1個体群を供試した。また、これらの供試虫については、一部の個体についてPCR-RFLP法（竹内ら，2011）によって産雄系の有無を確認した。

香川県と愛媛県の個体から産雌系のみが確認されたが、徳島県の牟岐町と高知県の南国市で採集した個体群については、それぞれ産雄系が確認された。産雌系の個体群については、各種薬剤に対する感受性は、感受性系統とほぼ同様の傾向を示した。頻度は低い合成ピレスロイド剤のシベルメトリン乳剤に対する感受性の低い個体群が、両県で確認された。この中で香川県観音寺市有明の個体群については抵抗性遺伝子を確認した。またネオニコチノイド剤のイミダクロプリド水和剤に対する感受性程度に振れが見られた。このことは現場での多発期、特に飛来が多い場合に効果不足として見られる場合があると考えた。産雄系の混在が確認された徳島県の牟岐町および高知県南国市の個体群については、合成ピレスロイド剤と有機リン剤に対する感受性が低かった。また南国市の個体群についてはカーバメイト剤のベンフラカルブ水和剤に対する感受性も低かった（表-1）。これらの結果から、産雌系のみが分布する地域では合成ピレ

Distribution and Insecticide Sensitivity of Reproductive Types of Onion Thrips (*Thrips tabaci* Lindeman) living in Shikoku. By Kazushi SOGOU, Takeo WATANABE, Masao ITO, Kazuhiko TAKECHI and Kazuki MIURA

(キーワード：ネギアザミウマ，生殖系統，薬剤感受性)

表-1 四国地域で採集したネギアザミウマ成虫の各種薬剤に対する感受性

採集日	試験日	供試世代	採集地点	産雄系 の有無 ^{a)}	補正死亡率 (%)					
					シベルメ トリン 乳剤 6,000倍	MEP 乳剤 10,000倍	イミダク ロプリド 水和剤 20,000倍	ベンフラ カルブマ イクロカ プセル 4,000倍	スピノサ ド水和剤 20,000倍	カルタッ プ水溶剤 10,000倍
2010/5/27	9/30	第4世代	香川県観音寺市有明		0	100	92.8	100	100	13.8
2010/5/27	9/29	第4世代	香川県観音寺市有明ネギ⑦		100	100	86.1	100	100	27.3
	12/7		有明東地区ニンジン圃場		94.1	100	97.1	100	100	94.3
2010/8/12	10/18	第3世代	香川県観音寺市豊浜和田		78.2	100	96.6	100	100	53.9
2010/8/10	9/21	第2世代	香川県まんのう町七箇		100	100	100	100	100	60.3
2010/8/10	10/13	第3世代	香川県坂出市松山		88.3	100	82.9	100	100	41.4
2010/8/10	11/24	第4世代	香川県善通寺市大麻		90.7	100	100	100	100	54.7
2010/8/11	11/18	第4世代	香川県さぬき市鴨部		91.0	100	81.9	100	100	68.6
2010/8/11	10/26	第4世代	香川県さぬき市津田		100	100	100	100	100	38.9
2010/9/7	10/19	第2世代	徳島県名西郡石井町		100	100	100	100	100	35.3
2010/9/22	11/1	第2世代	徳島県阿波市貞久		93.9	100	93.6	100	100	42.3
2010/10/13	12/2	第2世代	徳島県吉野川市山川町		100	100	91.5	100	100	48.7
2010/9/7	12/2	第3世代	徳島県徳島市渭東		100	100	100	100	100	92.3
2010/10/8	12/7	第2世代	徳島県海部郡牟岐町	●	0	20.1	51.5	100	100	68.9
2010/8/10	9/28	第2世代	愛媛県松山市上難波		100	100	85.1	100	100	21.8
2010/10/13	12/1	第2世代	愛媛県東温市		100	100	100	100	100	70.7
2010/10/13	12/1	第2世代	愛媛県伊予市新川		11.4	100	97.1	100	100	80.9
2010/12/9	1/19	第2世代	愛媛県西条市丹原		100	100	100	100	100	36.5
2010/12/9	1/26	第2世代	愛媛県西条市福武		94.3	100	97.3	100	100	68.6
2010/12/9	1/19	第2世代	愛媛県西条市橘		100	100	96.8	100	100	66.6
2010/10/29	11/24	第2世代	高知県南国市廿枝	●	63.1	40.2	94.1	58.4	100	54.1
	9/13	累代飼育	宇都宮大学 感受性系統 (ttu)		100	100	100	100	100	79.3

^{a)} 産雄性単為生殖系統の有無は、一部個体についてPCR-RFLP法（竹内亮一ら、2011）より有無を確認した。

スロイド剤の使用に注意が必要であり、ネオニコチノイド系の他の剤についてもさらに検討が必要であると考えた。産雄系が混在するところについてはいくつかの剤に対して感受性が低かったことから、さらに生殖系統ごとの検定を実施した。

2 四国に分布する生殖系統の薬剤感受性比較

(1) ネギアザミウマ生殖系統の識別

産雄系は未受精卵が雄となり、受精卵が雌となる。産雌系は未受精卵から雌のみが発生し、日本では本系統の雄は確認されていない。これら生殖系統の識別のためにPCR-RFLP法による遺伝子診断技術が開発されている（竹内ら、2011）が、検体を殺してしまうので感受性検定などに供試することができない。そこで、上記の生殖様式に着目し、飼育によって系統識別を試みた。まず採

集世代の雌成虫を18L6D、25℃一定条件で個体飼育し、得られた次世代以降の成虫の性別を調査した。飼育1世代目で雄成虫が確認されれば産雄系と判断し、雌成虫のみが確認されたものについては、さらに第1世代を個体飼育し、第2世代で雌のみが確認されれば産雌系と判断した。産雌系については、得られた第2世代をそのまま飼育すれば単一クローンの集団を作ることができる。産雄系については、未交尾の雌成虫に産卵させたのち約7℃の低温で飼育し、次世代の雄が確認された時点でこれと交尾させることで、遺伝的に比較的安定した産雄系を得、これを自殖させることで単一雌由来の集団を作出した。

(2) 高知県と徳島県で混在していた両生殖系統の薬剤感受性

高知県南国市と徳島県海部郡牟岐町で混在していた両生殖系統の感受性を上述と同様の方法で検定し比較した。その結果、両地点の産雌系については、愛媛県、香川県および徳島県で産雌系のみが確認された地点から得られた感受性の高かった個体群と同等であった。一方、産雄系は両地点ともに合成ピレスロイド剤のシベルメトリン乳剤および有機リン剤のMEP乳剤に対する感受性が低く、両系統混合個体群での結果よりさらに低い値を示した。イミダクロプリド水和剤に対する感受性程度の振れは各地の産雌系の振れと大差はなかった。しかしカーバメイト剤であるベンフラカルブ水和剤に対する感受性は牟岐個体群で高く、廿枝（はたえだ）個体群では高いものと低いものがあった。カーバメイト剤に対する感受性は、産雄系の個体群によって差があることが示唆された（表-2）。

以上のことから、産雄系は産雌系と比較して薬剤感受性が低いことが確認できた。さらに産雄系は産雌系と混在している可能性が高いことから、産雄系の分布が確認されたところでの混在の状況についてさらに検討することとした。

II 四国におけるネギアザミウマ生殖系統の分布

産雌系と産雄系で殺虫剤に対する感受性が異なることが示されたことから、両系統の分布、生息状況が薬剤防除効果に大きく影響を与えることが考えられた。そこで2010年の感受性検定時の調査から産雄系が確認された高知県と徳島県において、その分布域調査を実施した。

1 高知県における分布

ネギアザミウマの生殖系統の分布域と両系統の混在比率を調査するため、2012年7月に高知県7地点7圃場と10～11月に高知県13地点17圃場、徳島県1地点5圃場でネギアザミウマの採集を行った。採集したネギアザミウマは前述の感受性検定同様に個体飼育を行い、1地点30～50頭について生殖系統の識別を行った。

その結果、高知県中部のニラ産地ではすべての圃場において産雄系が確認され、産雄系率が90%以上であった。高知県西部のニラ産地では産雄系率が100%の圃場と0%の圃場もあり、この地域で産雄系が拡大しつつあることが伺われた。高知県東部はニラ圃場が少なく、ネギ圃場2地点から採集したネギアザミウマはすべて産雌系であった。一方、安芸郡と室戸市のニラ圃場から採集したネギアザミウマでは産雄系が確認され、そのうち、

表-2 個体飼育によって増殖したネギアザミウマ成虫における生殖系統ごとの各種薬剤に対する殺虫剤感受性

供試個体群	個体飼育によって増殖した供試個体	補正死亡率 (%)					
		シベルメトリン乳剤 6,000倍	MEP乳剤 10,000倍	イミダクロプリド水和剤 20,000倍	ベンフラカルブマ イクロカプセル 4,000倍	スピノサド水和剤 20,000倍	カルタップ水溶剤 10,000倍
高知県 南国市 廿枝	<産雄性単為生殖系統>						
	廿枝 Negi1	0	23.8	61.2	22.5	100	30.5
	廿枝 Negi13	0	18.2	81.4	0	100	38.8
	廿枝 Negi16	0	54.5	85.0	100	100	0
	廿枝 Negi2442 ^{a)}	6.5	6.3	96.8	12.1	100	23.5
	<産雌性単為生殖系統>						
	廿枝 Negi26	100	100	100	100	100	64.7
	廿枝 Negi39	100	100	100	100	100	62.2
	廿枝 Negi50	100	100	89.7	100	100	89.4
	徳島県 牟岐	<産雄性単為生殖系統>					
牟岐1 (シャーレから増殖)							
牟岐8		0	10.7	93.1	100	100	44.6
牟岐35		0	3.4	86.2	100	100	15.6
<産雌性単為生殖系統>							
牟岐1		100	100	100	100	100	53.2
牟岐2		100	100	100	100	100	61.6
牟岐34	100	100	100	100	100	29.2	
宇都宮大学 感受性系統 (ttu)		100	100	100	100	100	67.8

^{a)} 廿枝 Negi2442 は、それぞれ個体飼育した産雄系の Negi24 雌成虫と Negi42 雄成虫を交配させて増殖した個体。



図-1 高知県における圃場ごとのネギアザミウマ産雄系の分布とその比率

室戸市のニラ圃場ではすべて産雄系で、ニラ栽培面積の拡大とともに産雄系も拡大しつつあることが示唆された(図-1)。今回確認された室戸市のニラ圃場は、ニラ苗の一部を高知県中部のニラ農家から譲り受けて定植しているとのことであった。苗の移動が拡散の大きな要因であると推察される。

2 徳島県における分布

徳島県では牟岐町でのみ産雄系の発生を確認した。牟岐町内におけるネギ栽培地域の産雄系の分布は、橘地区であり、隣接する辺川のネギ栽培施設では産雄系が確認されなかった(図-2)。橘と辺川は直線距離で約1km離れた地域であるが、山間部に点在する施設であることから、拡大が阻まれているのかもしれない。

3 産雄系生息圃場における産雄系率の変動

産雄系と産雌系は多くのニラ施設で混在していることが確認された。そのうち高知県中部のニラ施設では、産雄系率がほぼ100%の圃場が多かった。一方、芸西村のニラ施設では産雄系率が5%と低い圃場も散見されたことから、同一圃場の産雄系率の変動を追った。調査圃場は、産雄系率の高い施設が多い高知県中部の南国市のニラ施設、産雄系の分布が拡大しつつある西部の黒潮町のニラ施設および点的に産雄系の分布が確認された徳島県西部の牟岐町のネギ施設とした。

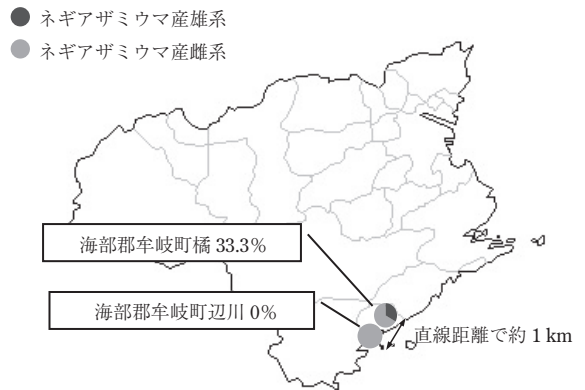


図-2 徳島県における圃場ごとのネギアザミウマ産雄系の分布とその比率

すべての調査地点で2012年秋の産雄系率が最も低い値となった。特に南国市と黒潮町では、それぞれ2か月前と4か月前に100%だった産雄系率が半分に以下に低下している(表-3)。これら採集した季節と産雄系率に、何らかの関係は見いだせなかったが、採集した個体群ごとに比率が大きく異なっていた。採集は、捕獲板(A4版)にニラおよびネギの葉を払って落下したものをポンプにセットした吸虫管によって行った。この方法が捕獲ごとに産雄系率に影響を与える可能性も否定できないが、実

際の混在率が100%から30%に変化するならば、殺虫剤の効果に2~3倍程度の違いが現われる可能性がある。殺虫剤を上手に選択することにより、産雄系の割合を低下させることができるとすると、そのような防除体系を構築する必要がある。

III 薬剤の防除効果

1 IYSV 対策を目的とした露地葉ネギでの防除効果

これまでの感受性検定の結果、徳島県の牟岐町の一部施設ネギを除いてネギータマネギ栽培地帯のIYSV発生地に分布する媒介虫は、すべて産雌系ネギアザミウマである。したがって、薬剤防除としては合成ピレスロイド剤抵抗性の個体群の出現頻度に注意しながら、6~8月の多発期に定植、収穫する作型の専用薬剤防除体系をつ

くる。どの薬剤に対する感受性が高いかはわかっているので、あとは多発期にIYSVを抑えることができるかどうかである。そこで有効であろうと考えられた薬剤について防除効果と残効性を調査した。

室内における薬剤感受性ではMEP乳剤に対しては安定して高い感受性を示していたが、実際の防除効果はそれほど高くなく、散布4日後でも補正密度指数で20を超えていた。ネギアザミウマ多発期のIYSVによるえそ条斑病対策として考えた場合、補正密度指数は低ければ低いほどよいわけだが、ここでは5以下を基準とした。1週間程度の残効を見込んで、その基準で考えるとシベルメトリン乳剤の防除効果が最も高く、ついでベンフラカルブマイクロカプセル、トルフェンピラド乳剤である。そのほかの剤は処理4日後でも、この基準を満たすことができなかつた(表-4)。

残念ながら試験期間中にネギえそ条斑病の発生が少なかったことから発病抑制にどの程度有効であったかは確認できなかった。

2 IYSV 対策を目的とした施設ニラの防除効果

四国の施設ニラ栽培地帯は、ほぼ高知県に集中していることから、産雄系がほぼ100%のところでの防除効果を確認した。残念ながら上記の基準を当てはめると、有効な薬剤はないことになる(表-5)。したがって施設ニラ栽培では薬剤防除が総合管理体系の中心とは成り得ないことになり、様々な管理技術の組合せにより全体として寄生密度を下げる総合管理体系の確立が必要である。

表-3 採集圃場における産雄系率の変動

採集年月日	産雄系率 (%) ^{a)}		
	牟岐	南国	黒潮
	(ネギ)	(ニラ)	(ニラ)
2011年5月		73.5	
2011年8月	98.8		
2011年10月			76.0
2012年6月	75.0		
2012年7月			100
2012年9月		100	
2012年11月	33.3	47.6	38.9

^{a)} 産雄系率：全採集ネギアザミウマに対する産雄系の比率

表-4 露地葉ネギの産雌系ネギアザミウマに対する各種散布剤の防除効果 (12株当たり)

供試薬剤	倍数	8月8日 8月13日 8月16日 8月23日								補正密度指数		
		散布前		4日後		7日後		14日後		4日後	7日後	14日後
		成虫	幼虫	成虫	幼虫	成虫	幼虫	成虫	幼虫			
MEP乳剤	700倍	77	17	81	8	181	48	153	14	50.4	85.6	137.2
ジメトエート乳剤	1,000倍	87	10	48	0	150	123	92	1	26.3	98.8	74.1
マラソン乳剤	2,000倍	85	10	138	9	203	61	226	42	82.4	97.6	217.9
CYAP乳剤	500倍	80	14	62	3	166	54	148	6	36.8	82.2	126.5
シベルメトリン乳剤	2,000倍	87	13	1	0	1	0	15	0	0.5	0.4	11.6
イミダクロプリド水和剤	5,000倍	95	9	15	0	38	1	38	0	7.7	13.2	28.2
アセタミプリド水溶剤	2,000倍	104	15	26	0	87	1	66	0	11.6	26.0	42.8
クロチアニジン水溶剤	2,000倍	110	7	10	0	35	3	64	2	4.5	11.4	43.6
ジノテフラン水溶剤	2,000倍	86	11	24	0	46	0	49	0	13.2	16.7	39.0
ベンフラカルブMC	1,000倍	128	144	3	0	18	1	35	0	0.6	2.5	9.9
メソミル水和剤	1,000倍	240	186	51	0	125	122	127	37	6.4	20.4	29.7
トルフェンピラド水和剤	1,000倍	218	68	14	0	38	8	36	4	2.6	5.6	10.8
スピノサド水和剤	5,000倍	191	152	49	0	163	85	75	25	7.6	25.4	22.5
ピリダリル水和剤	1,000倍	184	118	101	7	63	86	90	0	19.0	17.3	23.0
無処理		167	23	310	47	168	373	225	21	100	100	100

表-5 ニラの産雄系ネギアザミウマに対する各種散布剤の防除効果 (30株当たり)

供試薬剤	倍数	10月12日		10月19日		補正密度指数
		散布前		7日後		
		成虫	幼虫	成虫	幼虫	7日後
スピノサド水和剤	10,000	104	385	90	147	31.4
クロチアニジン水溶剤	2,000	83	444	97	50	18.1
ベンフラカルブ MC	2,000	90	416	93	164	32.9
CYAP 乳剤	2,000	88	473	106	353	53.0
チアメトキサム水溶剤	2,000	111	383	102	98	26.2
アセタミプリド水溶剤	4,000	110	381	118	80	26.1
シベルメトリン乳剤	2,000	108	326	77	431	75.8
無処理		91	463	140	715	100

おわりに

産雌系は圃場に侵入した後は無性的に増殖することから、防除効果の低下は、耐性菌頻度が上昇する時のように突然やってくる。したがって、世代が錯綜している多発状態では有効な薬剤を機械的にローテーションしても合成ピレスロイド抵抗性個体群の頻度を下げるのに役立つ。一方、産雄系については現状で合成ピレスロイド剤と有機リン剤に対して極めて感受性が低く、感受性の高い個体群を見いだせていない現状では、これらの剤は防除薬剤としては利用できない。また現状では感受性の高い薬剤は、トルフェンピラド乳剤とスピノサド水和剤のみである。したがって、これらの剤を中心剤として配置し、ネギアザミウマの世代交代に合わせて利用する体系を考案する必要がある。またニラの場合、刈り取りによ

って使用回数がりセットされることと、寄生部位が極めて少なくなることから、この時期に中心剤で徹底防除する体系も考えられる。本試験においては、産雄系と産雌系の殺虫剤感受性の違いが明らかとなり、殺虫剤の防除圧の違いによってはそれら生殖型の比率も容易に変動することが考えられた。竹内ら(2007)は防除圧の異なる産地における感受性の違いを報告しており、近年、産雄系が拡大する中で、これら防除圧と生殖型の比率の変動についてさらに検討する必要がある。

引用文献

- 1) 柴尾 学ら (2012): 関西病虫研報 **54**: 185 ~ 186.
- 2) 竹内浩二ら (2007): 同上 **54**: 151 ~ 158.
- 3) 竹内亮一ら (2011): 応動昆 **55**: 254 ~ 257.
- 4) 土田 聡 (2003): 植物防疫 **57**: 65 ~ 68.
- 5) 土屋雅利 (2002): 応動昆 **46**: 217 ~ 224.