

秋冬キャベツ減農薬栽培におけるシダクロスズメバチの害虫捕食効果

誌名	愛知県農業総合試験場研究報告 = Research bulletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center
ISSN	03887995
著者名	小出, 哲哉 菅沼, 健二
発行元	愛知県農業総合試験場
巻/号	33号
巻号補足	
掲載ページ	p. 135-141
発行年月	2001年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



秋冬キャベツ減農薬栽培におけるシダクロスズメバチの害虫捕食効果

小出哲哉*・菅沼健二**

摘要：キャベツにおける減農薬栽培を実現するため、捕食性狩り蜂であるシダクロスズメバチをキャベツ畑に放飼し、シダクロスズメバチのキャベツ害虫に対する捕食性とキャベツの虫害程度及び出荷率を慣行の薬剤散布区と比較検討した。

1. シダクロスズメバチは、キャベツの害虫（モンシロチョウ、ヨトウガ、ハスモンヨトウ及びタマナギンウワバの幼虫）を捕食することが明らかとなった。
2. 1 巣が 1 日に捕食する鱗翅目幼虫の数は、およそ 1300 頭、そのうちヨトウガが 400 頭と試算できた。
3. 慣行防除区の出荷割合は 96%、虫害による出荷不能率は 3%であった。それに対し、シダクロスズメ区は出荷率 60%、虫害による出荷不能率は 34%であった。
4. シダクロスズメバチは、キャベツの減農薬栽培を行う上で、天敵として利用できる可能性がある。

キーワード：キャベツ、減農薬栽培、シダクロスズメバチ、天敵、ヨトウガ、捕食性狩り蜂

Effects of the Predator *Vespula shidai* LINNAEUS on a Reductions in Pesticide Culture in Cabbage

Tetsuya KOIDE and Kenji SUGANUMA

Abstract: In order to establish certain reductions in pesticide culture, we set the nests of *Vespula shidai* beside the cabbage field. we investigated predations of the wasp, insect damage of cabbage and the shipment rate of cabbage in comparison with the custom pesticide division.

1. *V. shidai* caught pests of cabbage (*Pieris rapae*, *Brathra brassicae*, *Prodenia litura*, and *Trichoplusia ni*).
2. The number of larvae of Lepidoptera which were caught in our nest / a day were about 1300 (including 400 *Brathra brassicae*).
3. The shipment rate of the custom pesticide division was 96%, the unshipped rate by insect damage was 3%. The shipment rate of the *V. shidai* division was 60%, the unshipped rate by insect damage was 34%.
4. *V. Shidai* seems to be useful predator for the reduction in pesticide culture in cabbage.

Key Words: Cabbage, Reductions in pesticide culture, *Vespula shidai* LINNAEUS, Predator, *Brathra brassicae*

本研究の一部は園芸学会平成 13 年度秋季大会（2001 年 10 月）において発表した。

*豊橋農業技術センター（現農業大学校）、**豊橋農業技術センター

（2001. 6. 29 受理）

緒 言

近年のキャベツ栽培は、環境にやさしい農業、安全・安心な野菜づくりの気運の盛り上がり、と、特別栽培キャベツの指定による差別化から減農薬栽培が注目され始めている。

キャベツにおける減農薬栽培では、一部フェロモン剤の利用が取り入れられているものの、決定的方策はなく、よく効く農薬を使用することで散布回数を減らしているのが現状である。そこで、減農薬の決め手となる環境に優しい画期的手法が望まれている。しかし、露地栽培においては、在来天敵を温存して利用する手法²⁾が知られるが、キャベツにおける天敵の放飼利用法は実用化されていない。

キャベツの主要害虫は、モンシロチョウ、タマナギンウワバ、ハスモンヨトウ、ヨトウガ、ハイマダラノメイガ、コナガ及びダイコンアブラムシなどがあげられる。秋冬作はアブラムシの発生は少ないが、鱗翅目幼虫、特にハイマダラノメイガ、ヨトウガ及びハスモンヨトウの発生が多い。慣行の薬剤散布は定植後から7～10日ごとに11月末まで行われ、散布回数は10回（薬剤として20カウント）程度と比較的多い。このような観点から、導入天敵の条件として①鱗翅目幼虫を捕食することができ、②大量放飼が可能で、③捕食数が多いこと、④導入時期は9月中旬以降で10、11月にかけてよく活動すること、があげられる。

これらの条件を備える捕食性天敵として、シダクロスズメバチが利用できると考えられる。クロスズメバチが茶の重要害虫であるチャハマキなどの鱗翅目幼虫を捕食するとして、静岡県の大原町や大原町農協は1981年以来、巣の採集禁止などを行って町ぐるみで保護している例⁵⁾や、キャベツ畑におけるクロスズメバチの捕食調査例³⁾はあるが、キャベツ畑にシダクロスズメバチを放飼した例はない。

本研究では、キャベツにおける減農薬栽培を実現するため、捕食性狩り蜂であるシダクロスズメバチをキャベツ畑に放飼し、キャベツ害虫に対する捕食性と防除効果について、慣行の薬剤散布区と比較検討したので報告する。

材料及び方法

調査は豊橋農業技術センター内のほ場で行った。試験区は、シダクロスズメバチ区（以下、シダクロ区）、慣行防除A区、慣行防除B区の3区とし、シダクロ区は350m²、慣行防除A区は200m²、慣行防除B区は600m²とした。キャベツ畑は灰色で示した部分で、シダクロ区は巣箱から南に15m、慣行防除A区は35m、慣行防除B区は60m離れている（図1）。

供試虫は、シダクロスズメバチを2巣用いた。巣は愛知県北設楽郡稲武町で2000年7月17日採集（以下、巣①）、8月16日採集（以下、巣②）したものを木箱に入れ、当町内の福地氏宅で9月17日まで飼育した。巣①の巣箱は、縦22×横23×高さ40cm、巣②は縦29×横24×高さ40cmの大きさとした。9月18日にキャベツ畑近くの簡易小屋内に設置し、翌日からハチを放飼した（図2）。えさとして鶏のレバー、ささみ、豚レバー、糖度50%の砂糖水を適宜与えた。巣の最終規模は表1に示した。

供試したキャベツの品種は、シダクロ区、慣行防除A区は‘金春5号’（サカタのタネ）、慣行防除B区は‘しぶき2号’（石井育種場）とした。

耕種概要として、‘金春5号’は2000年8月15日に播種し、9月7日に定植した。‘しぶき2号’は8月9日に播種し、9月5日に定植した。両品種とも畝間60cm、株間30cmとした。その他管理は、愛知県栽培指針に準じた。

薬剤散布は、ブームスプレーヤ（乗用管理機）を用いて10a当たり100 l 散布した。シダクロ区はハチ放飼後殺菌剤を1度散布したが、殺虫剤散布は行わなかった。慣行防除区は9月中はハイマダラノメイガを、10月はヨトウガ、ハスモンヨトウを主な対象に薬剤を選んで

表1 巣の大きさとセル数

巣盤	巣①			巣②		
	縦径×横径 ²⁾	セル数	階級 ³⁾	縦径×横径 ²⁾	セル数	階級 ³⁾
	cm			cm		
1	11×16	677	W	9×10	434	W
2	15×18	1,154	W	13×10	585	W
3	19×19	1,875	W	14×12	652	W
4	19×21	1,754	W	17×14	1,149	W
5	18×21	1,962	W、♂	21×11	1,221	W
6	20×21	1,676	♂、(W)	22×19	1,357	W
7	20×21	1,953	♂、(W)	23×18	2,067	W、♂
8	18×21	1,049	♀	24×19	1,846	♂、(W)
9	18×21	1,053	♀	22×16	1,777	♂、(W)
10	18×15	768	♀	24×18	1,014	♀
11	10×9	239	♀	23×17	988	♀
12				20×15	769	♀
13				12×10	214	♀
計		14,160			14,072	

注1) 営巣終了後に調査

注2) 巣盤は、巣箱にそって長方形をしている。丸い場合は、短径と長径

注3) 階級はW：働き蜂、♂：雄蜂、♀：新女王蜂

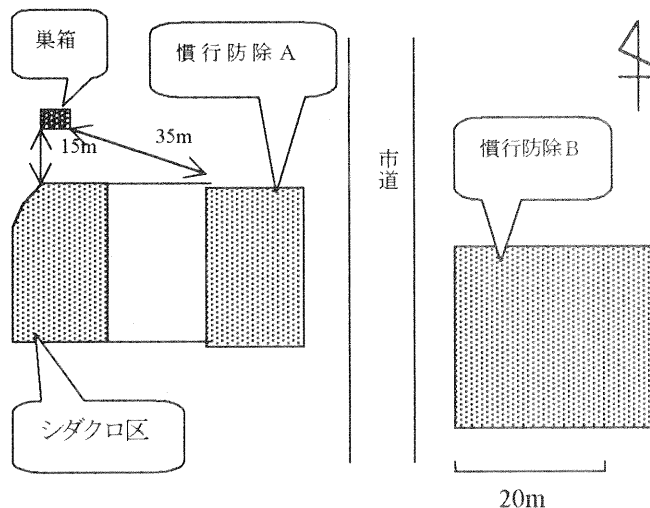


図1 調査場所の見取り図

表2 薬剤散布日と薬剤名

試験区	9月4日	9月5日	9月6日	9月7日	9月8日	9月13日	9月17日	9月22日	10月4日	10月18日	10月19日	10月31日	薬剤回数
シダクロ			フルワアアフェート粒	アケル乳	ジ初	水セ	ア付	水					9 11月21日
スズメバチ			シ粒		PAP乳	マゼブ	水						から
					キャベツ	水				有機銅水			12月14日
慣行防除A			フルワアアフェート粒	アケル乳	ジ初	加タツ	乳		PAP乳		BT(生芽胞)	水	15 11月21日
			シ粒		PAP乳	マゼブ	セ	ア付	水	加タツ	溶	TPN水	から
					キャベツ				フルワノクソン乳	有機銅水			12月14日
慣行防除	フルワアアフェート粒			アケル乳	ジ初	パダンSG	エタチ		PAP乳		トロムン乳	BT(生芽胞)	19 11月27日
シ粒				PAP乳	マゼブ	セ	ア付	水	加タツ	溶	BT(生芽胞)	水	から
					キャベツ				アフェート水	フルワノクソン乳	有機銅水		12月15日
作業	畝立て	定植	畝立て	定植		シダクロ放飼	9月19日						収穫

行った。慣行防除B区は慣行防除A区に比べ、散布

上にセットした温度計で気温を測定した。

4 虫害程度と出荷率

収穫調査はシダクロ区、慣行防除A区は11月21日から12月14日まで4回にわたり全株収穫した。慣行防除B区は11月30日の収穫最盛時に1回だけ調査を行った。出荷率は、全株数に対して、実際に市場出荷した個数割合とした。ただし、慣行防除B区の出荷割合は、11月30日に収穫できる大きさに育ったキャベツをすべて収穫し、それに対する出荷割合とした。虫害が原因で出荷不能となった物を虫害による出荷不能率、病害や割れが原因の物をその他出荷不能率とした。

試験結果

1 捕食性の検討

えさ場においては、タマナギンウワバ、ヨトウガ、ハスモンヨトウ及びモンシロチョウの初齢～終齢に対して、嗜好性の差はみられなかった。ハスモンヨトウに対しては終齢幼虫にアタックするものの捕食できなかった(表3)。また、シダクロ区にはヨトウガの終齢幼虫が多数見られ、終齢幼虫は捕食しないと思われる。ヨトウガ、タマナギンウワバなど葉裏に潜む幼虫に対しても、ハチは丹念に葉の間や葉裏に潜り込み探す様子が観察できた。食痕の穴から頭を突き込み葉表に居ながらにして葉裏のヨトウガの幼虫を捕食することも観察できた(図3)。シダクロ区、慣行防除A区においてはえさ探しを行う行動はよく見られたが、慣行防除B区ではキャベツ畑を通過する個体はよく観察できたものの、丹念に餌探しをする個体は見られなかった。

回数を2回(4薬剤)多く行った(表2)。

1 捕食性の検討

2000年10月27日にシダクロ区内のキャベツ葉上(巣から30m)を餌場として餌づけし、タマナギンウワバ、ヨトウガ、ハスモンヨトウ及びモンシロチョウの初齢～終齢を数個体ずつ置き、捕食するかどうかを調査した。また、キャベツ畑内(シダクロ区及び慣行防除A区)の捕食活動について肉眼で調査した。

2 肉団子調査

10月30日の10時30分から11時に、巣箱前で口に団子をくわえて巣に戻ってくるハチを捕まえ、団子が何からできているかを色別に実体顕微鏡で調べた。緑色の肉団子については、ヨトウガが否か顕微鏡下で見きわめた。また、11月13日に巣②に出入りする緑色団子を持ち帰るハチの数を時間帯を変えて6回、各4～6分調査した。

3 活動状況

11月13日に巣②について5時から17時30分まで、1時間毎にハチの出入り数を3分間調査した。同時に巣箱の

表3 シダクロスズメバチの捕食性

	捕食性	餌場観察	畑観察
タマナギンウワバ	○	餌場では終齢まで捕食する	大きな外葉の裏に潜み、捕食しにくい
ヨトウガ	○	終齢まで捕食する	終齢は捕食しない、2～3齢を好んで捕食する
ハスモンヨトウ	○	終齢は捕食できない	2～3齢を好んで捕食する
モンシロチョウ	◎	終齢まで捕食する	葉上に多く、捕食しやすい

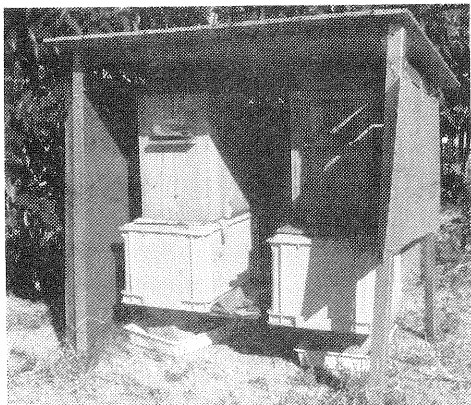


図2 キャベツ畑脇に設置した巣箱

表4 肉団子の内訳

緑	黄	茶	赤	黒	黒緑	黒	計
鱗翅目幼虫 (内ヨトウガ)	鱗翅目幼虫	鱗翅目幼虫	肉片	肉片	肉片	巢材料	
7 (3)	1	2	3	2	1	7	23

注) 10月30日調査

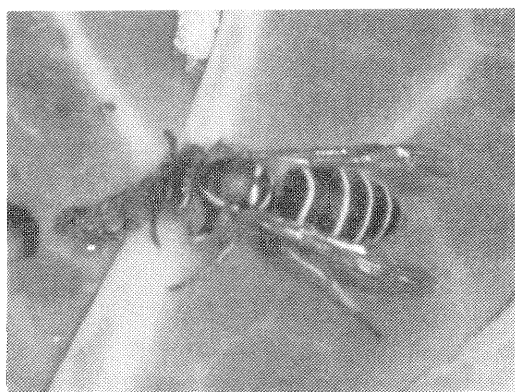


図3 葉裏に潜むハスモンヨトウの幼虫を食痕から引き抜いたシダクロスズメバチ

2 肉団子調査

巢に持ち帰る団子の色は緑色から黒色まで7色に分けることができた。緑、黄、茶色は鱗翅目幼虫で、23個中10個であった。その鱗翅目幼虫10個中7個が緑色であった。黒色は巢材料であった。また、緑色の7個のうち3個はヨトウガであった(表4)。

1分間当たりの緑色団子を持ち帰った数は、時間帯による差は小さく、平均で1.5回/分であった(表5)。

表5 1分間当たりの緑色団子数

時刻	7:00	10:00	12:00	14:00	15:00	16:00	平均
緑色団子数	1.3	1.2	1.2	1.3	2.0	1.8	1.5

注) 11月13日調査

表6 寄生虫数

試験区	ハスモン タナギン モンシロシタ オタバ タナギンウ モンシロ 10株当たり								調査株数
	ヨトウガ	ヨトウ	ウバ	チョウ	ヨトウ	コガ	ワバ	ヨウ	寄生虫数
10月27日									
シダクロスズメ	3	2	24	1	0	5	0	0	8.8
慣行防除A	0	7	0	0	0	3	0	0	5
慣行防除B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11月22日									
シダクロスズメ	19	9	35	18	4	4	20	4	25.1
慣行防除A	9	12	22	0	0	1	8	0	11.6
慣行防除B	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3 活動状況

11月13日における1日の活動状況は、まだ暗い5時49分から始まり、日中は出入り数の合計がおよそ60回/分で推移し、相当暗い17時11分まで活動した。天候は晴れ、気温は12.1℃から17.5℃であった(図4)。

4 虫害程度と出荷率

害虫の寄生虫数は、慣行防除B区が10月27日、11月22日とも0であったのに対し、シダクロ区は11月22日には10株当たり25頭と多かった。害虫の種類は、多い順にタナギンウバ、ヨトウガ、モンシロチョウで、コナガは全く発生しなかった(表6)。

食害発生程度は、慣行防除B区はほとんど食害が見当たらなかったのに対し、シダクロ区は11月22日には食害が目立った。慣行防除A区は、B区とシダクロ区の間程度で11月22日には外葉の食害が多くみられた。外葉と結球を比較すると、外葉の食害程度が大きく、結球では小さかった(表7、図5)。また、ヨトウガの終齢幼虫が1株に1頭生息すると食害程度が大きくなった。シダクロ区では、調査株から外れた場所にはレース状に食害された株もごく一部ではあるがみられた。出荷率は、慣行防除A区が91%、B区が96%で、虫害による出荷不能は慣行防除A区が8%、B区が3%であ

表7 食害程度発生割合

単位：％

表7 食害程度発生割合																								
試験区	10月27日							調査株数	11月22日（外葉）							調査株数	11月22日（結球）							調査株数
	0	1	2	3	4	5	0		1	2	3	4	5	0	1		2	3	4	5				
シダクロズメ	15	35	30	15	5	0	40	0	9	42	40	9	0	31	36	4	18	11	0	45				
慣行防除A	80	20	0	0	0	0	20	18	56	16	11	0	0	67	20	7	7	0	0	45				
慣行防除B	90	5	5	0	0	0	20	90	7	3	0	0	0	100	0	0	0	0	0	30				
食害程度 0：被害無し 1：軽微 2：出荷可能であるが、やや目立つ 3：出荷不能 4：甚大 5：レース状																								

食害程度 0：被害無し 1：軽微 2：出荷可能であるが、やや目立つ 3：出荷不能 4：甚大 5：レース状

表8 出荷割合

試験区	出荷率	虫害率	その他	調査株数
	%	%	%	
シダクロズメバチ	60	34	6	1439
慣行防除A	91	8	1	811
慣行防除B	96	3	1	527

ったのに対し、シダクロ区は出荷率60%、虫害による出荷不能率は34%であった（表8）。

考 察

有機農産物及び特別栽培農産物に係る表示ガイドライン（平成9年12月25日付け9食流第4194号、農産園芸局長、食品流通局長、食糧庁長官通達）が示され、これを受けて愛知県においても有機農産物等の認証制度に取り組み、平成11年6月からJAあいち経済連が特別栽培農産物表示認証を行っている。この目的は、「環境保全型農業を推進し、できるだけ化学農薬や化学肥料などの化学合成物質の使用を減らし、環境負荷の軽減に配慮した持続可能でかつ消費者に理解される農業生産の展開を通じ本農法の取り組みにより本県農産物のブランド化をめざす（JAあいち経済連）」ことにある。つまり、消費者に安全な野菜をアピールし、より一層の販売促進を図ることにある。しかし、キャベツにおける減農薬栽培では、消費者にアピールできる決定的方策はなく、環境に優しい画期的手法が望まれている。そこで、捕食性狩り蜂であるシダクロズメバチを検討した。

のブランド化をめざす（JAあいち経済連）」ことにある。つまり、消費者に安全な野菜をアピールし、より一層の販売促進を図ることにある。しかし、キャベツにおける減農薬栽培では、消費者にアピールできる決定的方策はなく、環境に優しい画期的手法が望まれている。そこで、捕食性狩り蜂であるシダクロズメバチを検討した。

捕食性については、松浦⁷⁾は、クロスズメバチ属が捕食するえさは、半翅目、鱗翅目および双翅目を中心とする昆虫やクモなど54種を確認しており、なかでも、営巣期間中を通じて最も多いのは、ハエ、アブなどの中、小型の双翅目と述べている。高田ら¹¹⁾ はえさ場にタマナギンウワバ、ハスモンヨトウ等の鱗翅目幼虫を置いて、シダクロズメバチが攻撃する様子を観察している。本研究において、シダクロズメバチの巣箱をキャベツ畑の横に設置した結果、キャベツは場全体（シダクロ区）への捕食活動が確認できた。捕食した

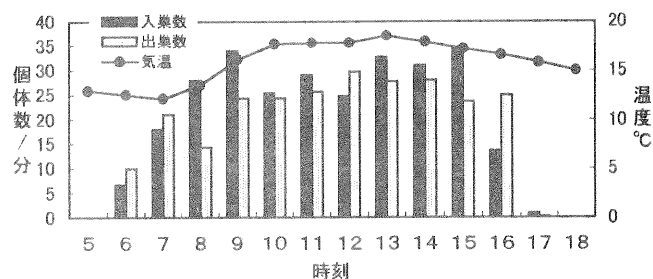


図4 11月13日における巣②の出入巣数

種類は、タマナギンウワバ、ハスモンヨトウ、ヨトウガ及びモンシロチョウで、ハスモンヨトウとヨトウガについては終齢幼虫の捕食は見られなかった。また、近年、愛知県においてはコナガの発生が少なくなっている傾向がみられるが、本研究においてもコナガの発生は見られなかったので捕食性は確認できなかった。夏から秋の作ではハスモンヨトウなどのヤガ類が無農薬栽培の場合に問題になることが多く、コナガは最大の害虫ではない⁹⁾とされているが、秋冬期に多発生する年が数年に一度あるのでシダクロズメバチのコナガに対する捕食性も確認する必要がある。

シダクロズメバチはキャベツの葉裏に潜む幼虫に対しても丹念に葉の間や葉裏に潜り込んで探し、食痕の穴から頭を突っ込み葉表に居ながらにして葉裏のヨトウガの幼虫を捕食することも観察できた。また、巣に戻ってくるハチがくわえている肉団子から、半分以上は鱗翅目幼虫であることが明らかとなった(表4)。

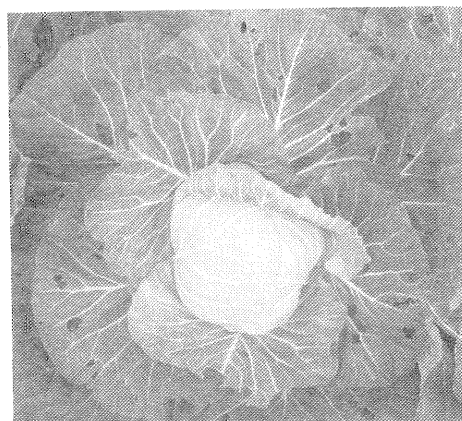


図5 シダクロ区のキャベツ

外葉は食害が目立つが、結球には無い

表9 1分間の巣出入り数の推移

	10月30日	11月8日	11月13日	11月22日	11月29日	12月4日	12月8日	12月15日	1月16日	1月19日
巣①	34	45	52	61	71	40	51	53	25	24
巣②	24	36	35	38	57	36	41	34	2	3

これは、巣の場所が自然の中ではなく、キャベツ畑の横という特殊な環境下であるためと思われる。そして、1日に巣に運ぶ緑色の肉団子数は、1分間に1.5個くわえて戻って来ることから、1日に10時間ハチが活動した(図4)とすると、 $1.5\text{個/分} \times 600\text{分} = 900\text{個/日/巣}$ となる。1日に巣に運ぶ鱗翅目幼虫の数は、緑、黄及び茶色の肉団子であるので $900\text{個/日/巣} \times 10/7 \approx 1300\text{個/日/巣}$ となる。また、緑色の肉団子の内3/7がヨトウガであるため、ヨトウガの数は $900\text{個/日/巣} \times 3/7 \approx 400\text{個/日/巣}$ と試算できる。肉団子1個が幼虫1頭と考えると1日に1300頭の鱗翅目幼虫を、その内400頭のヨトウガを捕食していると考えられる。

一度えさを発見・捕獲した蜂は、その場所に繰り返し戻ってくることは、セイヨウミツバチやアシナガバチ類で知られている¹²⁾。筆者や高田ら¹¹⁾はシダクロスズメバチにおいても確認している。しかし、山崎ら¹²⁾は、えさを捕獲した蜂の一部は戻らずに違う場所でえさを捕獲するという。このことから、キャベツは場内でえさを一度発見したハチが、何度もくり返し訪れて捕食活動をするうちに捕食活動範囲がシダクロ区全体に広がったと考えられる。慣行防除A区はシダクロ区からキャベツ畑でつながっている(シダクロ区と慣行防除A区の間もキャベツが栽培されている)ため、慣行防除A区にもよく飛来したと思われる。しかし、慣行防除B区はえさの密度が低い上に道を挟んで離れているため、たまに偵察は行っただけで飛来回数が少なかったと思われる。

活動性については、図4に示したように、11月13日においては、朝は暗いうちから、夕方は暗くなるまで活動したことから、12℃以上の温度では、温度ではなく、明るさに制限された。活動気温については、有賀⁹⁾はクロスズメバチにおいて、28℃以上の高温で活動性が鈍り、低温については、2℃においても巣からの飛翔を確認している。筆者は、本試験で温度と活動状況の観察から最低活動気温はおおよそ5℃程度であり、ミツバチに比べ低温にはかなり強いと考えている。活動時期については、1分あたりの巣の出入り数(出巣数と入巣数の合計)は11月下旬がピークとなり(表9)、最も活動してほしい9月中旬～11月にかけては、全く問題なく活動することが確認できた。最終的な巣の規模は、育房数の合計が14,000を超え(表1)、最盛期の働き蜂数は1,500頭前後と推測される。

シダクロスズメバチを天敵として利用していく上で、1巣当たりの利用可能面積を把握しておく必要がある。セイヨウミツバチの一般的な行動半径は2～4km、マルハナバチは100～数百mとされている⁹⁾。オオスズメバチの場合は、1～2kmであるが、最長8kmに達した例もある⁹⁾。しかし、シダクロスズメバチについては明らかでないが、え付けしたハチを追いかけて巣を見つける「ハチ追い」の例では、ハチがえさを持って帰ってから戻ってくるまでの時間は3～10分くらいで、その場

合は巣までの距離は100～500mくらいである。それ以上速い場合はハチを追う能率が悪いとされている⁹⁾。このことから、狩りの行動半径は1km前後と思われるが、この点について明らかにする必要がある。

本試験において、試験区別にシダクロスズメバチの飛来を防ぐことが困難で、無処理区(無農薬、ハチなし)を設置できなかったことから、シダクロスズメバチの効果を明確に比較できなかったが、虫害による出荷不能率は34%と比較的低いことから、秋冬キャベツの鱗翅目幼虫の防除に利用できる可能性があると考えられる。また、ヨトウガ、ハスモンヨトウの終齢幼虫は摂食量が多いために、被害の大部分はこれらの終齢幼虫が原因である。しかし、終齢幼虫はシダクロスズメバチに捕食されないために、終齢幼虫になる前に駆除する防除体系を組む必要がある。

シダクロスズメバチを利用した具体的な防除体系は、定植時の粒剤施用、定植後から9月中旬までのハイマダラノメイガを中心とした薬剤散布、そして9月下旬にシダクロスズメバチを放飼し、その後はハチやその他天敵に影響の少ないBT剤、脱皮阻害剤等の薬剤をヨトウガ等が終齢幼虫になる前に使用することである。この防除体系によればシダクロスズメバチを利用した減農薬栽培が可能となると思われる。

ここで行った試験の最大の問題点は巣箱の確保である。ハチの人工増殖は、ミツバチで一般的であるが、近年マルハナバチの人工増殖も可能になった²⁾。しかし、スズメバチに巣を強制的に作らせることは難しく⁹⁾、本研究で用いた巣箱は野外で採取したものを巣箱に入れて飼育したものである。全国でクロスズメバチ、シダクロスズメバチの愛好者が飼育している巣は全て野外から採取したものである。このことから、人工増殖が困難なことは想像できるが、北アメリカ産の4種のクロスズメバチ類で成功例がある¹⁰⁾ことから、早急な人工増殖技術の開発が望まれる。

謝辞：本研究を実施するに当たり、快く巣を提供していただいた北設楽郡設楽町の福地成明氏に心から感謝の意を表します。

引用文献

1. 有賀文章. スズメバチの生活. 大日本図書, 1990, 185p.
2. ベルンド・ハインリッチ. マルハナバチの経済学. 文一総合出版, 1991, 222-228.
3. 池田二三高, 小泊重洋. クロスズメバチの生態. 静岡県農業水産部(農業技術課), 1982, 11-13.
4. 環境と調和した農業の展開. 農業改良普及資料769号, 1998, 36-37.
5. 松浦誠, 山根正気. スズメバチ類の比較行動学.

北海道大学図書刊行会, 1984, 428 p.

6. 松浦誠. ハチの観察と飼育. グリーンブックス121. ニュー・サイエンス社, 1985, 261 p.
7. 松浦誠. 社会性ハチの不思議な社会. どうぶつ社, 1988, 159-162. 8. 松浦誠. スズメバチはなぜ刺すか. 北海道大学図書刊行会, 1988, 109-128.
9. 根本久. 天敵利用と害虫管理. 農文協, 1995, 181p.
10. Ross, K. G., Matthews, R. W. and Morse, R. A. Laboratory culture of four species of yellowjackets, *Vespula* spp. Foundress nest initiation. Ann. Entomol. Soc. Am. 74, 247-254 (1981)
11. 高田陽一, 下畑次夫. シダクロスズメバチの天敵としての利用の可能性. 関西病虫研報40, 129-130 (1998)
12. 山崎正敏, 広瀬義躬, 高木正見. セグロアシナガバチの餌の捕獲場所へのくり返し飛来. 応動昆 22(2), 51-55 (1978)