

報 文

穀物乾燥調製・貯蔵施設における玄米ベイトトラップによる
貯穀害虫およびその天敵相の調査

今村 太郎^{*1§}, 宮ノ下 明大^{*1}, 古井 聡^{*1}, 宮武 和史^{*2},
平井 佑佳^{*2}, 田井 裕子^{*2}, 中北 宏^{*3}

^{*1} 農研機構 食品総合研究所

^{*2} 国際衛生株式会社 技術研究所

^{*3} つくば防虫協議会

**Investigation of stored-product insect pests and their natural enemies
by traps baited with brown rice in grain drying and conditioning facilities
and grain warehouses**

Taro Imamura^{*1§}, Akihiro Miyanoshita^{*1}, Satoshi Furui^{*1}, Kazushi Miyatake^{*2},
Yuka Hirai^{*2}, Yuko Tai^{*2}, Hiroshi Nakakita^{*3}

^{*1} National Food Research Institute, NARO, 2-1-12 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki, Japan, 305-8642

^{*2} Technical Research Laboratory, Kokusaieisei Co., Ltd., 5-9-7 Tokodai, Tsukuba, Ibaraki, Japan, 300-2635

^{*3} Tsukuba Association Of Insect Pest Control, 460-164 Kamihirooka, Tsukuba, Ibaraki, Japan, 305-0041

Abstract

Stored-product insect pests and their natural enemies were investigated by traps baited with brown rice in 5 grain drying and conditioning facilities and 2 low temperature grain warehouses located in the southwestern part of Ibaraki, Japan. Trapping periods were July 4–August 9 and August 9–September 6 in 2012. Ten coleopteran and 3 lepidopteran species of stored-product insect pests were collected by bait traps. Many individuals of *Anisopteromalus calandrae* (Howard) and *Lariophagus distinguendus* (Förster), which are parasitic wasps attacking larvae of the maize weevil *Sitophilus zeamais* Motschulsky, were emerged from brown rice used for bait traps. At least one species of these two wasps was collected at all of the survey sites. Although adults of the Indian meal moth *Plodia interpunctella* (Hübner) were found by visual observation at these survey sites, this moth was rarely collected by bait traps, and no parasitoid of this species was collected.

Keywords: 貯穀害虫, 天敵, ベイトトラップ, 穀類乾燥調製施設, 穀物貯蔵倉庫

§ 連絡先, taroi@affrc.go.jp

緒言

穀物貯蔵施設にはコクゾウムシ *Sitophilus zeamais* Motschulsky (コウチュウ目: オサゾウムシ科) を代表とする様々な貯穀害虫が生息している。害虫の防除法としては、化学薬剤の使用が安価で安定した効果が得られるが、食品への残留、環境破壊、抵抗性害虫の発達といったネガティブな側面から、特に貯穀害虫防除への利用は非常に難しくなりつつある¹⁾。そのため、様々な代替手段が検討されており¹⁾、将来的には従来からの防除法とこれらを生態学的に適切に組み合わせる総合的害虫管理 (Integrated Pest Management, IPM) へと移行するものと考えられる。

IPMの実践のためにはモニタリングによって貯穀害虫相とその発生消長を把握することが必要である。穀物倉庫・食品工場などで昆虫を定期的に採集し、モニタリングするためにはトラップが用いられる。トラップにはフェロモンを誘引源に用いたフェロモントラップ、粘着板を利用した粘着トラップ、餌 (ベイト) を利用したベイトトラップなどがあるが、トラップの種類によって特性は異なり、目的に応じて使い分けが必要である。ベイトトラップでは餌を利用するために貯穀害虫に対象を絞ることができるが、種特異性は低く、様々な種類の貯穀害虫を採集することができる。

一方、天敵を利用した生物学的防除はIPMの重要な一要素である。貯穀害虫の天敵は世界中で報告されているが²⁾、実際に天敵を使用する際には、生態系のかく乱の懸念がある外来種の導入よりも在来天敵を利用する動きが活性化しており³⁾、国内での天敵の収集、天敵相の把握が求められている。天敵の中で寄生性のもは生きた寄主に寄生するため、トラップで寄生性天敵を採集しようとするれば貯穀害虫を生きたまま採集できることが必要である。茨城県南部の玄米貯蔵倉庫における貯穀害虫の季節変動の調査で、玄米を金網に入れたベイトトラップを用いることによってコクゾウムシと同時にコクゾウムシの寄生蜂も採集された⁴⁾。しかし、この研究は天敵に着目したものではないため、天敵の種構成、分布状況などは不明である。

玄米をベイトとしたトラップでは、穀物、特に玄米の倉庫などに生息する様々な貯穀害虫とその天敵をセットで採集できる可能性が高い。よって、茨城県南西部の米穀生産地帯に立地する穀類乾燥調製施設とそれに併設された穀物貯蔵倉庫に玄米をベイトとしたト

ラップを設置し、貯穀害虫とその天敵相の調査を行った。

材料と方法

電子レンジによる加熱で殺虫済みの玄米100 gを排水口用水切りネットに入れ、目開き4.5 mmの金網 (11 cm × 13 cm) に入れたものをベイトトラップとした (図1)。ベイトトラップは5箇所の穀類乾燥調製施設とそのうちの2箇所に併設された穀物貯蔵低温倉庫の計7箇所に設置した (表1)。トラップは穀類乾燥調製施設では施設入口扉の施設内側の横床面に設置した。穀物貯蔵低温倉庫は温度管理をしてある本庫と温度管理のない下屋で構成されている。穀物貯蔵低温倉庫ではトラップは本庫入口扉の下屋側の横床面に設

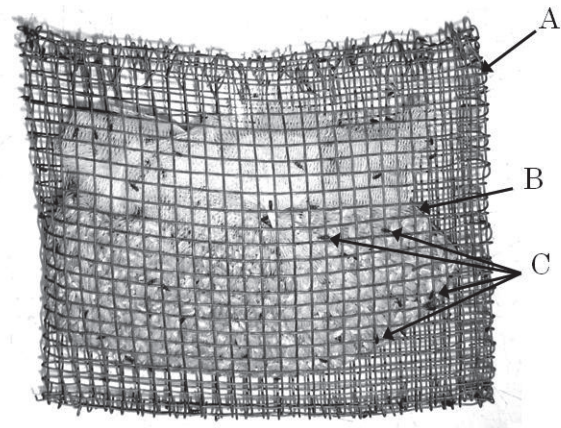


図1. 調査に用いた玄米ベイトトラップ。
(A) 金網. (B) 排水口用水切りネットに入れた玄米.
(C) 捕獲された昆虫(これらの箇所以外にも多数見られる).

表1. 調査地点

種類	面積 (m ²)
A	穀類乾燥調製施設 1156m ²
B-I	穀類乾燥調製施設 1257m ²
B-II	穀類貯蔵低温倉庫 570m ²
C	穀類乾燥調製施設 1904m ²
D-I	穀類乾燥調製施設 1215m ²
D-II	穀類貯蔵低温倉庫 993m ²
E	穀類乾燥調製施設 1378m ²

茨城県南西部の米穀生産地帯に位置する5箇所の穀類乾燥調製施設とそのうち2箇所に併設された穀類貯蔵低温倉庫。

B-IとB-II, D-IとD-IIはそれぞれ同一敷地内に併設されている。

置した。設置した期間は2012年7月4日から8月9日までと2012年8月9日から9月6日までであった。これらの期間はそれぞれ7月と8月にほぼ対応しているため、以下の文中ではそれぞれ7月期および8月期と記述する。トラップは捕獲された昆虫が逃げないように素早くナイロン袋に回収した。それらを研究室に持ち帰った後、ナイロン袋内にある昆虫を取り除いて同定し、個体数を調べた。取り除いた昆虫のうち、幼虫は調査時期、調査地点、種ごとに分けてプラスチック容器（直径5.8 cm × 高さ3.5 cm）に移し、10頭当たり5 gの玄米を与えて25℃、相対湿度70%、16L8Dの恒温恒湿室に置き、寄生性天敵の羽化を2ヶ月後まで毎日観察した。昆虫を取り除かれた玄米はプラスチック容器（直径10.8 cm × 高さ6.7 cm）に入れ、上記の恒温恒湿室に置き、毎日、羽化してくる昆虫を数えて取り除いた。これをトラップ回収日から34日後まで続けた。この期間はコクゾウムシの発育日数（25℃では最短で32日⁵⁾）と実際の羽化状況から決定した。

結果

ベイトトラップから分離された昆虫

7月期の調査でベイトトラップに捕獲された昆虫種とその個体数を表2に示す。

コウチュウ目では、ヒメマルカツオブシムシ

Anthrenus verbasci (Linnaeus) (カツオブシムシ科)の幼虫が全ての調査地点から採集された。カツオブシムシ科では、他にチビケカツオブシムシ *Trinodes rufescens* Reitterの幼虫も3地点で採集された。オサゾウムシ科のコクゾウムシの成虫は5地点で採集された。コクヌストモドキ *Tribolium castaneum* (Herbst) (ゴミムシダマシ科)の幼虫は1地点、コメノケシキスイ *Carpophilus pilosellus* Motschulsky (ケシキスイ科)は3地点、ノコギリヒラタムシ *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)の成虫は1地点で採集された。コメノケシキスイは採集できる場所ではまともな採集される傾向にあり、D-IIで採集された91頭は7月期に設置したベイトトラップで採集された種の中で最多であった。

チョウ目ではメイガ科のノシメマダラメイガ *Plodia interpunctella* (Hübner)、スジマダラメイガ *Cadra cautella* (Walker)、イッテンコクガ *Paralipsa gularis* (Zeller)の幼虫がそれぞれ1地点で採集された。

ハチ目ではコガネコバチ科のゾウムシコガネコバチ *Anisopteromalus calandrae* (Howard)とコクゾウコバチ *Lariophagus distinguendus* (Förster)の成虫がそれぞれ1地点で採集された。ただし、これらの寄生蜂は発育が早い⁶⁻⁸⁾、これらの採集された成虫はベイトトラップ内の昆虫に寄生するために訪れた成虫ではなく、ベイトトラップ内で羽化した成虫である可能性が

表2. 7月期に設置した玄米ベイトトラップから分離した昆虫種とその個体数

目	種名	調査地点						
		A	B-I	B-II	C	D-I	D-II	E
コウチュウ目	<i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky	5	2		46		42	2
	<i>Anthrenus verbasci</i> (Linnaeus)	7 (7)	1 (1)	1 (1)	19 (19)	20 (20)	6 (6)	18 (18)
	<i>Trinodes rufescens</i> Reitter	6 (6)	2 (2)			17 (17)		
	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)							10 (10)
	<i>Carpophilus pilosellus</i> Motschulsky			54 (54)		21 (16)	91 (71)	
	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus)		2					
チョウ目	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)							1 (1)
	<i>Cadra cautella</i> (Walker)			1 (1)				
	<i>Paralipsa gularis</i> (Zeller)		1 (1)					
シミ目	*		1					
咀顎目	*	7				3		6
ハチ目	<i>Anisopteromalus calandrae</i> (Howard)						13	
	<i>Lariophagus distinguendus</i> (Förster)		2					

7月期：2012年7月4日～8月9日。

幼虫と成虫の総数で示した。括弧内は幼虫数。

*種名不明。

ある。

8月期の調査でベイトトラップに捕獲された昆虫種とその個体数を表3に示す。

コウチュウ目ではコクゾウムシ成虫が全ての調査地点から採集された。特にD-IIでは1000頭を超える成虫が採集できた。ただし、8月は気温の高い期間であるため（つくば市の平均気温で27.3℃⁹⁾）、ベイトトラップ内で羽化した成虫が少数含まれている可能性がある。ヒメマルカツオブシムシ、チビケカツオブシムシはそれぞれ4地点と2地点で採集された。カツオブシムシ科では新たにヒメカツオブシムシ *Attagenus unicolor japonicus* (Reitter) の幼虫が2地点で採集された。ゴミムシダマシ科ではコクヌストモドキの他にコメノゴミムシダマシ *Tenebrio obscurus* Fabricius の幼虫が1地点で採集された。コメノケシキスイの幼虫は1地点で1個体のみが採集された。ヒラタムシ科のサビカクムネヒラタムシ *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)

の幼虫が1地点で1頭採集された。ノコギリヒラタムシは4地点で採集された。コメツキモドキ科のヒメムクゲオオキノコ *Cryptophilus propinquus* Reitter が1地点で1頭採集された。

チョウ目では、イッテンコクガは1地点で1頭のみで採集であった。ノシメマダラメイガとスジマダラメイガは1地点のみでの採集ではあったものの、それぞれ66頭と10頭が採集された。

ハチ目では、コクゾウムシの寄生蜂のゾウムシコガネコバチとコクゾウコバチがそれぞれ4地点で採集された。ただし、これらはベイトトラップ内の昆虫に寄生するために訪れた成虫ではなく、ベイトトラップ内で羽化した成虫である可能性がある。

玄米回収時に分離した貯穀害虫の幼虫を25℃で飼育したが、いずれの調査期間でも寄生性天敵の羽化は見られなかった。

表3. 8月期に設置したベイトトラップから分離した昆虫種とその個体数

目	種名	調査地点						
		A	B-I	B-II	C	D-I	D-II	E
コウチュウ目	<i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky	23	3	4	18	4	1006	30
	<i>Anthrenus verbasci</i> (Linnaeus)		1 (1)		6 (6)	14 (14)	1 (1)	
	<i>Trinodes rufescens</i> Reitter	1 (1)				7 (7)		
	<i>Attagenus unicolor japonicus</i> Reitter					2 (2)		6 (6)
	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	5 (4)					4 (4)	5 (3)
	<i>Tenebrio obscurus</i> Fabricius					1 (1)		
	<i>Carpophilus pilosellus</i> Motschulsky					1 (1)		
	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)		1 (1)					
	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus)	3	34 (26)			14 (8)	34 (4)	
	<i>Cryptophilus propinquus</i> Reitter	1						
チョウ目	*					1 (1)		
	<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)		66 (66)					
	<i>Cadra cautella</i> (Walker)		10 (10)					
	<i>Paralipsa gularis</i> (Zeller)					1 (1)		
	*					1 (1)		
シミ目	*			2 (2)				
	*	1						
咀嚼目	*	39	1				148	3
トビムシ目	*			2				
ハチ目	<i>Anisopteromalus calandrae</i> (Howard)	4				2	15	2
	<i>Lariophagus distinguendus</i> (Förster)	4			7	1	6	

8月期：2012年8月9日～9月6日。

幼虫と成虫の総数で示した。括弧内は幼虫数。

*種名不明。

ベイトトラップに用いた玄米を34日間25℃で保存した際に羽化した昆虫

7月期に設置したベイトトラップに用いた玄米を34日間25℃で保存した際に羽化した昆虫種を表4に示す。ゾウムシコガネコバチとコクゾウコバチはそれぞれ2地点と4地点の玄米から羽化した。また、全ての調査地点の玄米からコクゾウムシ、ゾウムシコガネコバチ、コクゾウコバチのいずれかが羽化した。ゾウムシコガネコバチの平均発育期間は、アメリカ合衆国で得られた個体群がコクゾウムシ幼虫を寄主として発育した場合と日本で得られた個体群がアズキゾウムシ *Callosobruchus chinensis* (Linnaeus) (マメゾウムシ科) 幼虫を寄主として発育した場合で報告がある。前者では25℃で雄15.8日、雌16.8日⁸⁾、後者では24℃で雄22.0日、雌23.7日、26℃で雄18.4日、雌20.2日⁶⁾と示されている。また、コクゾウコバチの平均発育期間は韓国で得られた個体群がコクゾウムシ *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) 幼虫を寄主として発育した場合で報告があり、25℃では雄18.8日、雌20.0日⁷⁾と示されている。これらのことと実際の羽化状況から、トラップの回収から18日後までに羽化した成虫をトラップが回収された時点で既にコクゾウムシ幼虫に寄生していた第1世

代とし、それを括弧内に示した。34日間の保管期間中に寄生蜂の成虫がコクゾウムシの幼虫に産卵し、それが羽化してくるために総数には第2世代の成虫が含まれる。

8月期に設置したベイトトラップに用いた玄米を34日間25℃で保存した際に羽化した昆虫種を表5に示す。括弧内は表2同様、第1世代の寄生蜂の数である。コクゾウムシは全ての調査地点の玄米から羽化した。ゾウムシコガネコバチとコクゾウコバチはそれぞれ4地点の玄米から羽化した。D-IIの玄米からはコクゾウムシが1000頭以上、その寄生蜂のゾウムシコガネコバチも総数で1000頭以上が羽化した。

考 察

採集された貯穀害虫

約2ヶ月間、2回の調査で、様々な昆虫を採集できた。コウチュウ目ではコクゾウムシ、コクヌストモドキ、コメノケシキスイ、ノコギリヒラタムシは貯穀環境で一般的な貯穀害虫である¹⁰⁾。コクゾウムシはベイトトラップ回収時に多数が分離できただけでなく、ベイトトラップに用いた玄米を34日間25℃で保存した

表4. 7月期に設置したベイトトラップに使用した玄米を34日間25℃で保管した際に羽化した昆虫種とその個体数

目	種名	調査地点						
		A	B-I	B-II	C	D-I	D-II	E
コウチュウ目	<i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky	10		12	218		3	8
ハチ目	<i>Anisopteromalus calandrae</i> (Howard)		50 (24)				442 (338)	
	<i>Lariophagus distinguendus</i> (Förster)		40 (22)	75 (42)		19 (11)	53 (34)	

7月期：2012年7月4日～8月9日。

括弧内は第1世代の数。

表5. 8月期に設置したベイトトラップに使用した玄米を34日間25℃で保管した際に羽化した昆虫種とその個体数

目	種名	調査地点						
		A	B-I	B-II	C	D-I	D-II	E
コウチュウ目	<i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky	18	76	58	215	81	1339	270
ハチ目	<i>Anisopteromalus calandrae</i> (Howard)	31 (31)				23 (12)	1150 (276)	37 (11)
	<i>Lariophagus distinguendus</i> (Förster)	43 (23)			170 (73)	127 (56)	154 (86)	

8月期：2012年8月9日～9月6日。

括弧内は第1世代の数。

際にも多数が羽化した。コクゾウムシは茨城県南部の玄米貯蔵倉庫における調査で最多捕獲種であった⁴⁾。ヒメマルカツオブシムシは通常は衣類害虫として有名であるが¹¹⁾、貯穀環境でも一般に見られる¹⁰⁾。チビケカツオブシムシは昆虫の脱皮殻などを食べるといわれているが¹²⁾、時に精米所などで大発生することがある(今村、未発表)。ヒメカツオブシムシも衣類害虫として有名であるが¹¹⁾、貯穀環境でもしばしば発見される¹⁰⁾。コメノゴミムシダマシは貯蔵穀物自体から発見されることは稀であるが、貯穀環境では一般に見られる¹⁰⁾。サビカクムネヒラタムシはカクムネヒラタムシ類の貯穀害虫の中で、国内で最も発見が多い¹⁰⁾。ヒメムクゲオオキノコは国内の製粉工場などから発見されるが、生態はあまりよく知られていない¹⁰⁾。

チョウ目ではノシメマダラメイガは茨城県南部の玄米貯蔵倉庫での調査で、フェロモントラップに多数捕獲され⁴⁾、今回の調査中でもほぼ全ての施設内で、目視で成虫が確認できたが、ベイトトラップでは2回の調査でそれぞれ1地点で採集されただけであった。スジマダラメイガは近畿地方の農家、消費者家庭、製粉所、米穀配給所などを含めた調査で最も発見頻度が高かったという報告があるが¹³⁾、茨城県南部の玄米貯蔵倉庫での調査ではほとんど採集されなかった⁴⁾。イッテンコクガは茨城県南部の玄米貯蔵倉庫での調査でベイトトラップに幼虫が多数採集されたが⁴⁾、今回は1地点で幼虫1頭が採集されただけであった。

7月期よりも8月期の調査の方が採集された昆虫種数は多く、全体的な傾向として採集された個体数も多かった。7月より8月の方が平均気温が高く⁹⁾、昆虫の増殖率、活動性が高かったことが影響していると思われる。一方7月期の調査で大量に採集できたヒメマルカツオブシムシ、チビケカツオブシムシ、コメノキシスイは8月期の調査では採集された個体数が減少した。この理由は定かではないが、季節的に行動が変化する可能性がある。コクゾウムシは7月期の調査では5地点、8月期の調査では7地点で採集できた。また、全ての調査期間、全ての調査地点の玄米からコクゾウムシ、ゾウムシコガネコバチ、コクゾウコバチのいずれかが羽化したことから、全ての調査期間、全ての調査地点でベイトトラップに用いた玄米にコクゾウムシの産卵が行われたことになる。よって、コクゾウムシは茨城県南西部の穀類乾燥調製・貯蔵施設に広範に分布し、且つ、玄米ベイトトラップで存在を検知しやすい貯穀害虫とも言える。ガ類のノシメマダラメイガ、スジマダラメイガ、イッテンコクガはそれぞ

れの期間の調査でそれぞれ1地点ずつのみで採集できた。特にノシメマダラメイガはこのような施設で一般に見られるにも関わらず、採集できた頻度は低かった。よって、玄米ベイトトラップはガ類の調査にはあまり適していないと考えられる。イッテンコクガの場合、成虫は季節的発生をし、通常は5月上旬から6月上旬に羽化するため¹⁴⁾、今回の調査の期間と成虫の出現時期が一致せず、成虫がベイトトラップに産卵できなかったことも採集頻度が低かった理由と考えられる。今回、5箇所の穀類乾燥調製施設と2箇所の穀物貯蔵低温倉庫で調査を行ったが、施設の種類によって採集された昆虫に一定の傾向は見られなかった。

寄生蜂と寄生率

ゾウムシコガネコバチ、コクゾウコバチの2種の寄生蜂がトラップに捕獲され、またトラップに用いた玄米から羽化した。これら2種の寄生蜂はコクゾウムシ、アズキゾウムシなど、穀物・豆などの粒の内部で幼虫が発育する害虫の幼虫の単寄生の寄生性天敵である¹⁵⁾。ゾウムシコガネコバチは、アズキゾウムシの寄生蜂として1937年に得られ、長年、実験個体群生態学の材料として用いられてきたものが本種であると同定され^{16,17)}、日本にも以前から生息していることが明らかになった。コクゾウコバチはコクゾウムシの寄生蜂として古くから知られている¹⁴⁾。両種とも茨城県南部の玄米貯蔵倉庫における調査で採集されている⁴⁾。

天敵としてコクゾウムシの寄生蜂2種がベイトトラップによって捕獲されたが、回収時点でベイトトラップにいた寄生蜂だけでなく、回収した玄米から羽化した寄生蜂を含めると、約2ヶ月の調査全体で、全ての調査地点で少なくとも1種の寄生蜂の採集ができた。よって、これらの寄生蜂が茨城県南西部の穀類乾燥調製施設、穀物貯蔵倉庫に広範に存在すること、その採集法として玄米ベイトトラップが有効であることが明らかになった。コクゾウムシ類の寄生蜂としてはコクゾウホソバチ *Theocolax elegans* (Westwood) (コガネコバチ科) も日本で古くから知られているが¹⁴⁾、採集されなかった。また、今回採集された他の貯穀害虫にも寄生する寄生蜂が知られている。例えば、メイガ科の蛾の幼虫にはシマメイガコマユバチ *Bracon hebetor* Say (コマユバチ科)、コクガヤドリチビアメバチ *Venturia canescens* (Gravenhorst) (ヒメバチ科) が寄生し、カツオブシムシ類にはキアシアリガタバチ *Laelius microneurus* (Kieffer) (アリガタバチ科) が寄生する¹⁸⁾。これらの寄生蜂が採集されなかった理由と

しては、これらが調査地点に分布していなかったこと
の他に、玄米バイトトラップがこれらの寄生蜂自身の
採集に適していなかったこと、寄主の採集頻度、採集
個体数が少なく寄生蜂を効果的にトラップに誘引でき
なかったこと、今回の調査の時期が寄生蜂の発生消長
と合っていなかったことのいずれかもしくは複数が可
能性として考えられる。

寄生蜂による寄生率は、正確には寄生された寄主の
数を寄生に適した状態の寄主の数で割ることによって
求められる。しかし、寄主が穀物の粒の内部で発育
し、また、対照区も用意できないために寄主の数が把
握できない場合、単寄生性の寄生蜂であれば以下の式
で寄生率を簡易的に表すことができる¹⁹⁾。

$$\text{寄生率(\%)} = \frac{\text{羽化した寄生蜂の数}}{\text{羽化した寄生蜂の数} + \text{羽化した寄主の数}} \times 100$$

今回の調査で、回収した玄米の粒内にいた発育段階
のククゾウムシを寄生に適した状態の寄主とし、回収
された時点での寄生率を得るために第1世代の寄生蜂
のみで寄生率を考えると、以下の式になる。

$$\text{寄生率(\%)} = \frac{\text{羽化した第1世代の寄生蜂の数}}{\text{羽化した寄生蜂の総数} + \text{羽化した寄主の数}} \times 100$$

この式により計算された寄生率を表6に示す。寄
生蜂の羽化が見られた玄米では、7月期の調査では
2種の寄生蜂合計で48.3-74.7%、8月期の調査では
3.6-58.7%の寄生率であった。両方の寄生蜂の羽化は
約2ヶ月間の調査で5回みられたが、そのうちD-Iに
おける8月期の調査のみでククゾウコバチの方が寄生
率が高かった。

寄生蜂による寄生が見られた場合での寄生率は7
月期の調査では最低でも48.3%であり、8月期の調査
では寄生率は低かったがそれでも最高で58.7%であっ
た。約2ヶ月間の調査全体で全ての調査地点で少なく
とも1種の寄生蜂が得られたこと、寄生が見られた場
合の寄生率が調査時期によっては最低でも5割に近い
場合があることから、自然状態でもこれらの寄生蜂に
よってククゾウムシ個体群密度がある程度調整されて
いることが明らかになった。吉田ら¹⁰⁾は岡山県の精米
所でのククゾウムシ、ココクゾウムシ、ゾウムシコガ
ネコバチの季節的発生消長の調査で、寄生蜂が寄主の
増殖に遅れて増え出すことから、恒常的な平衡個体群
を利用した生物的防除は成り立たないと結論付けてい
る。しかし、今回採集されたゾウムシコガネコバチ、
ククゾウコバチは、寄生が成立した場合の寄生率は高
かったため、寄主が大量増殖する前の段階で大量の寄
生蜂を放飼したり、他の防除法と組み合わせたりする
ことによって生物的防除資材として利用できる可能性
がある。ゾウムシコガネコバチとククゾウコバチとで
は、両者が共存した場合には前者の方が寄生率が高い
ことが多く、採集された頻度は後者の方が多かった。
両者が競争した場合にはゾウムシコガネコバチが優占
するが²⁰⁾、ククゾウコバチはゾウムシコガネコバチ
よりも低温域に適応している²¹⁾という特性が茨城県南
西部における両者の分布、両者が共存した場合の寄生
率に影響している可能性がある。

今後の課題

貯穀環境には貯穀害虫の捕食性カメムシがいること
が知られているが、本州で採集記録があるのはハナカ
メムシ科のクロアシブトハナカメムシ *Xylocoris hiurai*

表6. 回収された玄米におけるククゾウムシ *Sitophilus zeamais* に対する第1世代の寄生蜂の寄生率 (%)

調査期間	寄生蜂の種	調査地点						
		A	B-I	B-II	C	D-I	D-II	E
2012年7月4日～8月9日	<i>Anisopteromalus calandrae</i> (Howard)	-*	26.7	-	-	-	67.9	-
	<i>Lariophagus distinguendus</i> (Förster)	-	24.4	48.3	-	57.9	6.8	-
	計	-	51.1	48.3	-	57.9	74.7	-
2012年8月9日～9月6日	<i>Anisopteromalus calandrae</i> (Howard)	33.7	-	-	-	5.2	10.4	3.6
	<i>Lariophagus distinguendus</i> (Förster)	25.0	-	-	19.0	24.2	3.3	-
	計	58.7	-	-	19.0	29.4	13.7	3.6

*寄生蜂の羽化が見られなかったことを示す。

Kerzhner et Elovとクロセスジハナカメムシ *Dufouriellus ater* (Dufour) のみである^{22, 23)}。クロアシブトハナカメムシは採集された記録が少なく、クロセスジハナカメムシは2009年に初めて確認された移入種である。どちらも分布・発生状況は解明されておらず、今回の調査でも採集されなかった。また、ガ類の採集頻度は低く、その寄生蜂も採集できず、コクゾウムシ以外のコウチュウ類の寄生蜂も採集できなかった。茨城県南西部の穀物乾燥調製・貯蔵施設における貯穀害虫とその天敵相の解明のためには、より広範囲、長期間の調査を行うとともに、トラップの改良や他の採集法との併用が必要である。

謝 辞

ガ類の同定をしていただいた九州大学大学院の広渡俊哉博士、カツオブシムシ類の同定をしていただいた愛媛大学の北野峻伸博士、寄生蜂の同定をしていただいた農研機構北海道農業研究センターの小西和彦主任研究員、ヒメムクゲオオキノコの同定に関して貴重な助言をいただいた株式会社帝装化成の中山恒友氏に深謝の意を表す。

要 約

茨城県南西部の米穀生産地帯に立地する5箇所の穀類乾燥調製施設と2箇所の穀物貯蔵低温倉庫に玄米をベイトとしたトラップを設置し、貯穀害虫とその天敵相を調査した。設置した期間は2012年7月4日～8月9日と2012年8月9日～9月6日であった。ベイトトラップにより、コウチュウ目10種、チョウ目3種の貯穀害虫が採集された。コクゾウムシの幼虫の寄生蜂であるゾウムシコガネコバチ、コクゾウコバチが数多く採集され、全ての調査地点で少なくともどちらかの寄生蜂が採集できた。ノシメマダラメイガの成虫はこういった施設において目視で観察されるにも関わらず、ベイトトラップではあまり採集できず、その寄生蜂も採集できなかった。

引用文献

- 1) 中北 宏, 宮ノ下明大, 貯穀害虫防除のイノベーション技術, 家屋害虫, 25, 13-24, (2003)
- 2) Haines, C. P., Arthropod natural enemies in stored products—overlooked and under-exploited. In “Proc. 7th Int. Work. Conf. Stored-product Protection,” Zuxun, J., Quan, L., Yongsheng, L., Xianchang, T. and Lianghua, G. eds. (Sichuan Publishing House of Sci. & Tech., Chengdu, China), pp. 1205-1226, (1999)
- 3) 矢野栄二, 天敵 生態と利用技術, 東京, p.296, (2003)
- 4) 松阪 守, 石向 稔, 坂本新一郎, 宮ノ下明大, 今村 太郎, 中北 宏, 玄米貯蔵倉庫における貯穀害虫の季節的変動について, 家屋害虫, 31, 27-36, (2009)
- 5) Howe, R.W., The biology of the rice weevil, *Calandra oryzae* (L.). *Ann. Appl. Biol.*, 39, 168-180, (1952)
- 6) 内田俊郎, 長澤純夫, アズキゾウムシの寄生蜂 *Neocatolaccus mamezophagus* Ishii et Nagasawa の発育日数と成虫生存日数, 昆蟲, 17, 7-21, (1949)
- 7) Ryoo, M.I., Hong, Y.S. and Yoo, C.K., Relationship between temperature and development of *Lariophagus distinguendus* (Hymenoptera: Pteromalidae), an ectoparasitoid of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.*, 84, 825-829, (1991)
- 8) Smith, L., Effect of temperature on life history characteristics of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing the maize weevil larvae in corn kernels. *Environ. Entomol.*, 21, 877-887, (1992)
- 9) 気象庁, <http://www.jma.go.jp/jma/index.html> (引用日2013年10月3日)
- 10) 吉田敏治, 渡辺 直, 尊田望之, 図説 貯蔵食品の害虫, 全国農村教育協会, 東京, p.268, (1989)
- 11) 安富和男, 梅谷献二, 原色図鑑 衛生害虫と衣食住の害虫, 全国農村教育協会, 東京, p.310, (1983)
- 12) 田中和夫, カツオブシムシ, 「家屋害虫辞典」, 日本家屋害虫学会編 (井上書院, 東京), pp.231-242, (1995)
- 13) 桐谷圭治, 貯穀害虫の種類構成の調査 II. 貯穀の種類と害虫の種類相, 日本応用動物昆虫学会誌, 1, 8-14, (1957)
- 14) 高橋 奨, 米穀の害虫と駆除予防, 明文堂, 東京, p.202, (1931)
- 15) Hayashi, T., Nakamura, S., Visarathanonth, P., Uraichuen, J. and Kengkanpanich, R., Stored rice insect pests and their natural enemies in Thailand. JIRCAS International Agricultural Series No.13., Funny Publishing Co. Ltd., Bangkok, p.79, (2004)
- 16) 立川哲三郎, ゾウムシコガネコバチの学名について

- て, 日本応用動物昆虫学会誌, **10**, 99, (1966)
- 17) 内田俊郎, 動物個体群の生態学, 京都大学学術出版会, 京都, p.309, (1998)
- 18) 奥谷禎一, 屋内でみられる膜翅目昆虫, 家屋害虫, **35**, 36, 65-68, (1988)
- 19) Arbogast, R.T. and Mullen, M.A., Interaction of maize weevil (Coleoptera: Curculionidae) and parasitoid *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) in a small bulk of stored corn. *J. Econ. Entomol.*, **83**, 2462-2468, (1990)
- 20) Ryoo, M.I., Yoon, T.J. and Shin, S.S., Intra- and interspecific competition among two parasitoids of the rice weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Environ. Entomol.*, **25**, 1101-1108, (1996)
- 21) Imamura, T., Uraichuen, J., Visarathanonth, P., Morimoto, S. and Miyanoshita, A., Effect of temperature on development of *Theocolax elegans* (Westwood) (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing larvae of the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in brown rice. *Appl. Entomol. Zool.*, **39**, 497-503, (2004)
- 22) 安永智秀, 高井幹夫, 中谷至伸, 日本原色カメムシ図鑑第2巻, 全国農村教育協会, 東京, p.350, (2001)
- 23) 山田量崇, 中山恒友, 日本への侵入が初めて確認された貯穀害虫の天敵クロセスジハナカメムシ *Dufouriellus ater* (Dufour), 日本応用動物昆虫学会誌, **57**, 185-189, (2013)