

河北潟周辺のタイプの異なる水田における陸生無脊椎動物相の比較 — 農法、殺虫剤の空中散布及び周辺環境の影響に関する予備的調査

高橋 久・川原奈苗

河北潟湖沼研究所

〒 929-0342 石川県河北郡津幡町北中条ナ 9-9

要約：広域で出穂期におけるラジコンヘリによる殺虫剤の空中散布が行われている河北潟の周辺に位置する3つの無農薬栽培の水田と2つの慣行栽培の水田において、スウィーピング法による昆虫類とその他の無脊椎動物の調査を行った。無農薬栽培の水田では、採集された個体数は概ね多かったが、慣行栽培の圃場でもある程度の昆虫類とクモ類が確認された。無農薬栽培の水田ではイトトンボ類やバッタ目が比較的多く見られたが、慣行栽培の水田では、これらの種群はほとんど確認されなかった。また、無農薬栽培の水田では体長が数ミリ以上の大型の昆虫類が多くみられたが、慣行栽培の水田では数ミリ以下のハエ目を中心とする小さな昆虫類が多かった。ウンカ・ヨコバイ類は無農薬、慣行による出現数や種構成に大きな違いはなかったが、全出現個体に占めるウンカ・ヨコバイの割合は慣行栽培の水田の方がやや高い傾向がみられた。斑点米の原因となるカメムシ類は、いずれの圃場においても空散前後にかかわらずほとんど確認されなかった。周辺の圃場を含め徹底した空散を行っている慣行栽培の水田では、空散後の極端な昆虫類の減少が確認された。減少したのは主に、ユスリカ類やその他の小型ハエ目であった。一方、隣接して無農薬圃場がある別の慣行栽培の水田では、空散後の明確な個体数の減少は確認されなかった。昆虫類及びその他の無脊椎動物の種構成や個体数は調査を行った5つの水田で大きく異なっており、無農薬 - 慣行といった農法の違いや殺虫剤の空中散布の有無のみでなく、周辺環境や農薬以外の水田管理の方法も無脊椎動物の構成を比較する上で重視する必要があると考えられた。

キーワード：河北潟、水田、陸生無脊椎動物、農薬、空中散布、畦除草、ネオニコチノイド

はじめに

本来は低湿地である河北潟周辺地域において、水田は最も広い面積を持つ土地利用様式であり、野生生物の生息空間としても重要である。しかし、現在の河北潟湖岸域の水田ではカエル類の減少が著しいなど生物生息空間としての劣化が指摘されている(高橋, 2013)。その背景として、圃場整備による生息環境の減少、水田管理の方法の変化を伴う農薬使用等の影響、ブラックバスなどの外来生物の侵入の影響が考えられるが、それらについての調査・研究は河北潟地域においてはあまり進んでいない。

河北潟地域においては、近年では特にカメムシ防除を名目とする水田管理が浸透してきており、徹底した畦除草とともに無人ヘリ散布を含む伴う一斉防除が実施されている。畦に除草剤を散布することに

より、カエル類を含む多くの生物の生息空間が失われ、空中散布による殺虫剤の散布は周辺を含め昆虫類の個体数の減少と結びつくことが考えられる。特に、最近ではミツバチのコロニー崩壊などの原因物質として懸念されるネオニコチノイド系農薬が散布されていることから(Whitehorn *et al.*, 2012; Henry *et al.*, 2012)、生物群集への新たな脅威となっている。しかし、一斉防除における農薬の使用による生物群集への影響や、一斉防除が行われている圃場における生物群集の実態は、河北潟周辺地域においては、ほとんど調査されていない。

そこで、本研究では、広域で出穂期におけるラジコンヘリによる殺虫剤の空中散布が行われている河北潟の周辺に位置する3つの無農薬水田と2つの慣行水田においてスウィーピング法による昆虫類とその他の無脊椎動物の調査を行い、空散前後の圃場の

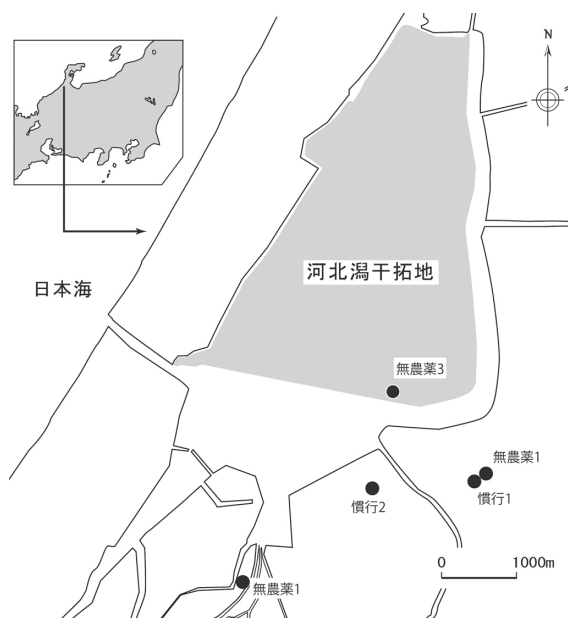


図1. 調査地.

陸生無脊椎動物群集の変化を把握した。

なお、本報告は2013年度一般社団法人アクト・ビヨンド・トラスト「ネオニコチノイド系農薬に関する企画」助成事業として採択された「河北潟地域におけるラジコンヘリ散布を行わないエリアの拡大とカメムシ米のブランド化」の取り組みにおいて実施した無農薬水田と慣行農法水田の生物相の比較調査の結果の一部をとりまとめたものである。

調査地及び方法

調査地点は河北潟の周辺エリアの圃場4か所と河北潟干拓地の中の圃場の1か所である(図1)。それぞれは無農薬による栽培または育苗段階を除いて殺虫剤、除草剤、殺菌剤などの農薬を使用しなかった圃場(無農薬1～3)と航空防除を含む農薬を使用した慣行栽培を行っている圃場(慣行1～2)となっている(表1)。調査は2013年6月から2014年1月まで月2回の割合で実施しているが、慣行農法の水田では8月3日から4日にかけて、ラジコンヘリによる空中散布が実施されており、本報では、ラジコンヘリによる一斉航空防除を挟む6月29日から8月31日までの調査についてとりまとめた。実施

者からの聞き取りにより、ラジコンヘリにより空散された薬剤は、ビームエイトスタークルゾル(ジノテフラン8%・トリシクラゾール10%水和剤・クミアイ化学工業株式会社)8倍希釈ということであった。

調査は各圃場において同日に実施した。圃場の陸生動物を調査対象とし、口径50cm、柄長150cmの捕虫網を使用し、1調査地点あたり20回振りのスウィーピング法による定量調査を行った。水田内のみを対象とし、畦を歩きながら、水田内の稲に止まっている種類を対象とした。

結果と考察

水田の特性と動物群集

本調査地において、未同定種を含めると100程度の種構成を持つ陸生無脊椎動物群集が確認された。各圃場ごとの出現種は表2にまとめた。慣行1については、8月31日の調査時において既に稲刈りがされていたので、本報のデータとしては使用しなかった。

調査により確認された陸生無脊椎動物群集は、調査圃場ごとに出現傾向が異なっており、特に無農薬圃場間において立地条件や農薬以外の栽培・管理条件に基づく要因が大きく働いていることがうかがわれた。例えば、無農薬1の圃場では、周辺が慣行栽培の圃場に囲まれていることや周辺農家との親和性から畦の刈り払いによる除草管理が行われており、そうした影響が、バッタ類やハムシ類やゾウムシ類などの草食性昆虫がやや少ない傾向として現れているものと思われた。公園内にある無農薬2の圃場では、造成した小川などの抽水植物が繁茂する水辺などの多様な空間があることにより、トンボ目が比較的多く確認されているものと考えられた。無農薬3の圃場は、有機栽培が行われており土壌中の腐植が多いことから、イネミズゾウムシが大量発生していることがうかがわれた。また、本圃場は、大規模圃場でありながら、機械による物理的な除草を主とした順応的な管理が行われていることから、稲以外の植物群落も多く繁茂しており、バッタ類が大量発生したり植食性昆虫のみならず捕食性昆虫を多く含む湿地草原様の豊かな昆虫群集が成立していた。

一方、慣行栽培の圃場においても、周辺の全ての

表 1. 各圃場の特徴.

圃場	サイズ	農薬使用状況	品種・肥料	その他特徴
無農薬 1	750 m ² + 530 m ²	農薬使用なし	化学肥料・ コシヒカリ	圃場の東側はコンクリート三面張り用水路, 西側は護岸が施されていない排水路 (土水路). 最近の圃場整備は実施されておらず, 客土による圃場のかさ上げはない (やや湿田).
無農薬 2	640 m ²	農薬使用なし	化学肥料・ かぐらもち	自然との共生をテーマにした金沢市の公園内に造成された水田 (乾田). 調査対象圃場の北側に用排水路 (土水路), 水路との高低差はほとんど無い.
無農薬 3	13,000 m ²	農薬使用なし	有機肥料・ 白山もち	河北潟干拓地内にある大規模圃場 (やや湿田). 圃場の周囲は基本的に高茎草本が優占する. 水田内は, コナギとクサネムの群落がみられる.
慣行 1	1590 m ²	農薬使用 (除草剤: ヒエクリン・ ラウンドアップ (畦部), 殺虫剤: ビームエイトスー タクルゾル空散)	化学肥料を 含む (カル テック, バ チルス, 硫 安)・ コシヒカリ	無農薬 1 と排水路 (土水路) をまたいで隣接する. 西側はコンクリート農道. 最近の圃場整備は実施されておらず, 客土による圃場のかさ上げはない (やや湿田).
慣行 2	4,000 m ²	農薬使用 (除草剤: トップガン・ヒ エクリン・土日エース・ ラウンドアップ (畦部), 殺虫剤: ビームエイトスー タクルゾル空散, 殺菌剤)	化学肥料・ コシヒカリ	最近の圃場整備により区画を大規模化した. 圃場の南側は矢板護岸の深い排水路, 北側はアスファルト道路. 一帯が客土によりかさ上げされており, 農道や畦は乾いている (乾田).

圃場で空散と徹底した除草剤散布による畦除草を行っている慣行 2 で確認された昆虫群集と比較してみると, 慣行 1 では, 抽水植物が生育する土水路に接していること, 空散を行わない無農薬 1 が水路を挟んで位置することなどが出現種に反映していることが推測された. このように, それぞれの圃場において特徴的な条件があり, 単純に空散前後での変化や栽培タイプ (無農薬-慣行) 間の違いを抽出することを困難にしていると思われる.

無農薬圃場と慣行圃場の比較

スウィーピングによる定量調査で捕獲された個体数をみると, 無農薬栽培の圃場では概ね多かったが, 慣行栽培の圃場でも多い場合があり, 個体数の比較だけからは栽培タイプ間での明確な違いは見られなかった. しかし, 確認された陸生無脊椎動物群集の

内容を見ると, 無農薬水田と慣行水田とで, いくつかの異なった特徴が確認された. 第一に, 無農薬栽培の水田ではいずれも, バッタ目やコウチュウ目など体長が数ミリ以上ある比較的大きい昆虫類が多く見られた. これらは概ね営農上は害虫に分類されるものが多かったが, 無農薬 3 では, 害虫であるイネミズゾウムシとともに, 益虫となるクロスジヒメテントウが多く確認された. また, 一般的に営農上は益虫に分類されるトンボ類は, 無農薬田に多かった. 同じく益虫であるクモ類については, 無農薬水田は概ね個体数は多かったが, 慣行 1 でもある程度のクモ類が確認された. しかし, 慣行 2 については極端にクモ類の確認が少なかった (図 2).

慣行農法の水田では, バッタ類やトンボ類などの大型昆虫の確認は少なく, 数ミリ以下の昆虫類が多かった. 特にハエ目からは, ヒゲナガヤチバエなど

アノメイガ	<i>Ostrinia furnacalis</i>																							1		
チヨウ目の幼虫	Lepidoptera larvae																							1		
コウチユウ目	コトリアトキトリゴミムシ <i>Lebia viridis</i>	1																								
	ハバヒコハネカクシ <i>Megarthrurus japonicus</i>						1																		1	
	クロメダカハネカクシ <i>Stenus melanarius verucundus</i>	1					1																			
	ママコガネ <i>Popillia japonica</i>																								7	
	ツヤビマキムシ科の一種 <i>Merophysiidae</i> spp.	1	1																							
	ヒメカメノコテントウ <i>Propylea japonica</i>									1	137	399	3												1	
	クロスジヒメテントウ <i>Scymnus nigrosuturalis</i>	2										2														
	ヒメハナムシ科の一種 <i>Phalacridae</i> spp.																									
	ヒサゴトビハムシ <i>Chaetocnema ingenua</i>																									
	フタスジヒメハムシ <i>Medythia nigrobilineata</i>	2																								
	キスジノミハムシ <i>Phyllotreta striolata</i>	2																								
	ハムシ科の複数種 <i>Chrysomelidae</i> spp.																									
	オオミズゾウムシ <i>Tanysphyrus major</i>	1	1									73	21													
	ウキクサミズゾウムシ <i>Tanysphyrus brevipennis</i>	2	22																							
	イネミズゾウムシ <i>Lissorhoptrus oryzophilus</i>	2																								
	ナミヒメベッコウ <i>Auplopus carbonarius japonicus</i>	1																								
ハチ目	アメバチ亜科の複数種 <i>Ophioninae</i> spp.	4	1	1	1																					2
	ヒメバチ科の複数種 <i>Ichneumonidae</i> spp.																									
	コウラコマユバチ亜科の一種 <i>Cheloninae</i> spp.																									
	コバチ上科の一種 <i>Chalcidoidea</i> spp.																									
	セイボウ科の複数種 <i>Chrysididae</i> spp.	1																								
	トビイロシリアリ <i>Tetramorium tsushimae</i>																									
	アメメアリ <i>Pristomyrmex pungens</i>																									
	ハチ目の複数種 <i>Hymenoptera</i> spp.	5	4																							
ハエ目	キリウジガガンボ <i>Tipula aiino</i>	2																								
	ヒメガガンボ亜科の複数種 <i>Tipulinae</i> sp.1	3	4																							
	カ科の一種 <i>Culicidae</i> spp.																									
	ユスリカ科の複数種 <i>Chironomidae</i> spp.	40	2	7	5	73																				10
	ヌカガ科の複数種 <i>Ceratopogonidae</i> spp.																									
	コガミズアブ <i>Odontomyia garatas</i>																									
	アシナガバエ科の複数種 <i>Dolichopodidae</i> spp.	5	2	2																						
	ヒゲナガヤチバエ <i>Sepeidon aenesvens</i>	79	4	7	1																					
	ヤチバエ科の一種 <i>Sciomyzidae</i> spp.																									
	ミバエ科の一種 <i>Tephritidae</i> spp.																									
	トゲバナハエ科の複数種 <i>Heleomyzidae</i> spp.	1																								
	イネヒメハモグリバエ <i>Hydrellia griseola</i>	117	12	1	3	2	1																			
	ハモグリハエ科の複数種 <i>Agromyzidae</i> spp.																									
	ホンショウジョウバエ科の複数種 <i>Diatidae</i> spp.	2																								
	シヨウジョウバエ科の複数種 <i>Drosophilidae</i> spp.																									
	イエバエ科の一種 <i>Muscidae</i> spp.																									
	ニクバエ科の複数種 <i>Sarcophagidae</i> spp.																									
	ハエ目の複数種 (小型種) <i>Diptera</i> spp.	3	19	27		67	330																			
クモ綱	クモ目の複数種 <i>Araaneae</i> spp.	10	3	10	3	42	15	10	20	60	16	9	1	5	15	1	8	10								3
マキガイ綱	ヒメオモノアラガイ <i>Neosuccinea horricola</i>	1																								
	合計個体数 (スワイパービン20振りあたり)	260	85	94	114	24	169	26	187	383	85	206	585	1160	167	147	56	39	42	109	197	30	203	8	24	
	合計種数 (未同定種を含む)	17	16	26	17	7	11	13	16	14	6	17	19	21	13	18	14	11	11	10	8	7	3	8		

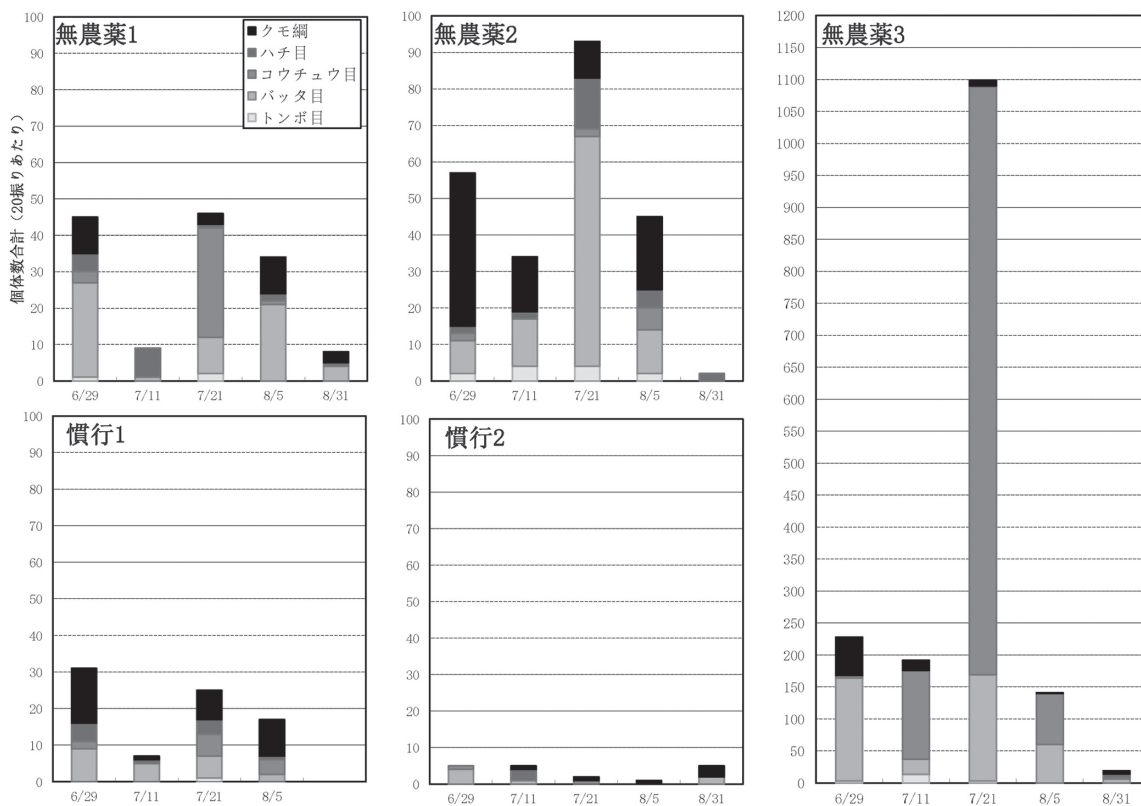


図2. 比較的大型の種を含む分類群（トンボ目，バッタ目，コウチュウ目，ハチ目，クモ綱）の各圃場での出現状況。8月5日以降がラジコンヘリによる空散後のデータ（慣行1，慣行2）。

の大型のハエ類は少なかったが、ユスリカ類やその他の微小なハエ類が多く見られた。特に慣行2では、その傾向が明確であったが、空散実施後は、ハエ目の個体数は顕著に減少した（図3）。

ウンカ・ヨコバイ類は無農薬，慣行による出現数や種構成に大きな違いはなかったが，全出現個体に占めるウンカ・ヨコバイの割合は慣行農法の水田の方がやや高い傾向がみられた（表2）。カメムシのうち大型の種（カスミカメシ類を含む）はいずれの水田でもきわめてわずかにしか確認されず，カメムシ目に含まれるアブラムシ上科やウンカ科の小型種や若虫が占める割合が大きかった。また，特に斑点米の原因となるカメムシ類は，空散前後にかかわらずほとんど確認されなかった。空散後の慣行水田においてカメムシ目の個体数の明瞭な減少は確認されず（図4），むしろヒメトビウンカの増加（慣行1），セジロウンカの発生（慣行2）が確認されている（表

2）。

殺虫剤の一斉空中散布の問題点

本調査地域は，出穂期のカメムシ被害防除を目的にしたラジコンヘリによるネオニコチノイド系を含む殺虫剤の空中散布が積極的に実施されている地域である。あわせてカメムシ類の発生源になるとされる畦の徹底除草が推奨されており，主にラウンドアップなどの除草剤散布による畦の裸地化が多く見られる。

無農薬の水田を含め，今回の調査からは斑点米の被害をもたらすカメムシ類の発生はほとんど見られなかったが，こうした日常的な圃場管理がカメムシ類の発生を抑えている可能性がある。しかし，かなり広い面積を有する有機水田圃場でも，カメムシ類の発生はわずかであり，本地域においてはもともとカメムシ類が多くない可能性がある。農家からの

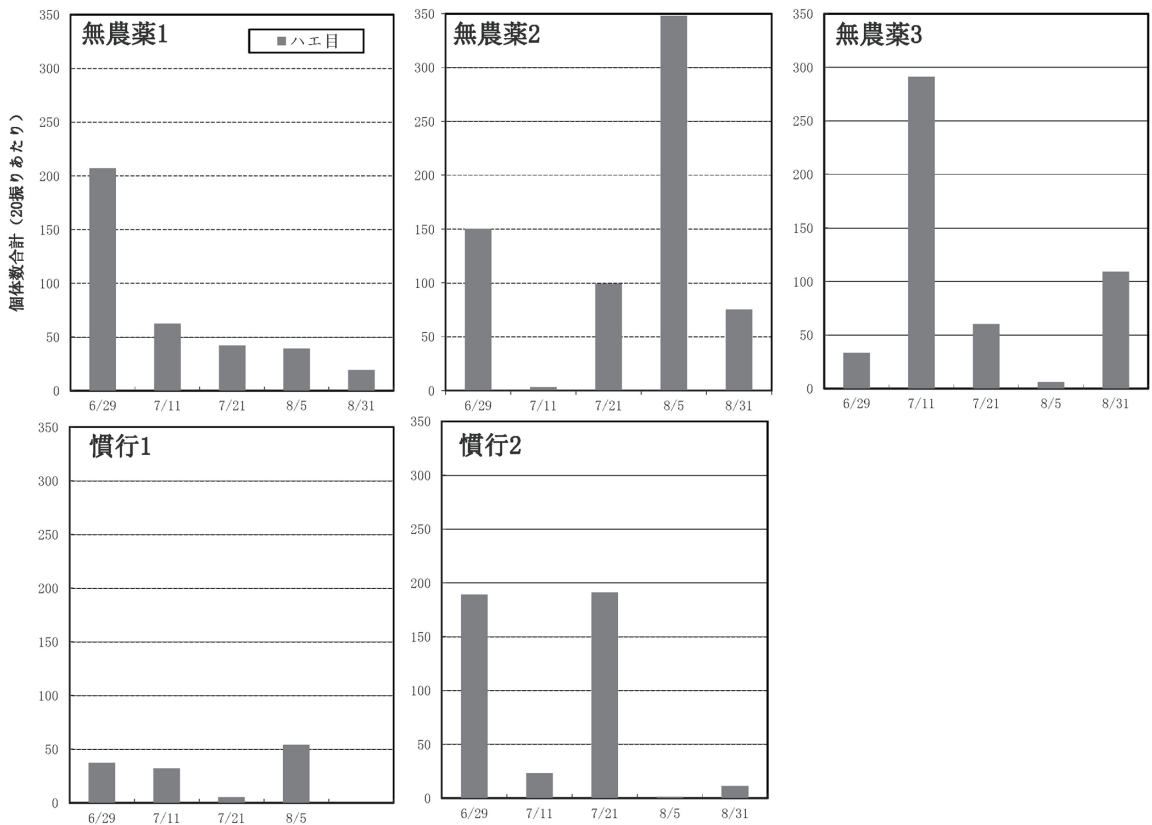


図3. 微小な種を多く含むハエ目の各圃場での出現状況. 8月5日以降がラジコンヘリによる空散後のデータ(慣行1, 慣行2).

聞き取りからは、過去にカメムシ類の発生被害の経験を持つ農家もいたが、近年はカメムシ被害に遭ったことはないということでは、農家の意見は一致していた。無農薬水田といえ周辺の防除効果の影響を無視することはできず、防除を行わない条件でのカメムシ類の発生状況は正確には把握できていないが、本地域の実態としては、水田内にはカメムシ類はほとんど生息しておらず、少なくとも調査を実施した2013年度については、本地域の空中散布は必要なかったといえるだろう。この程度の発生状況であれば、大規模な殺虫剤散布を予防的、定期時に実施する必要はなく、今回のような圃場の生物調査を実施することによって、現実の発生状況に応じた対処的な措置によりカメムシ類の防除は可能であり、無用の農薬散布を抑えることができる。

斑点米カメムシ類の問題は1970年代に急増したのち、発生面積としては全水田の10 - 20%で推移

していたが、99年に大量発生が問題となって以降、発生面積率が30%程度となり、水稻における最重要害虫とされている(渡邊・樋口, 2006)。河北潟の周辺の圃場でも、実際に被害が深刻であるならば、生産と農家を守るために環境へのリスクが伴う農薬散布が選択される事由ともなるが、2013年の調査地域における発生状況からは、一律に広域での一斉防除が推奨される正当な理由を見つけるのは難しい。それでも予防的措置としての空散防除が実施されている背景には、防除の実施が健康への安全や自然環境へ与えるリスクについての過小評価があるものと思われる。

今回調査を実施した圃場のうちでは、慣行2が最もカメムシ防除の対策がとられているエリアの中にある。本圃場では全般的に陸生無脊椎動物群集は貧弱であったが、特に益虫となる種群の少なさが目立っており、一方で稲への被害をもたらすウンカ類

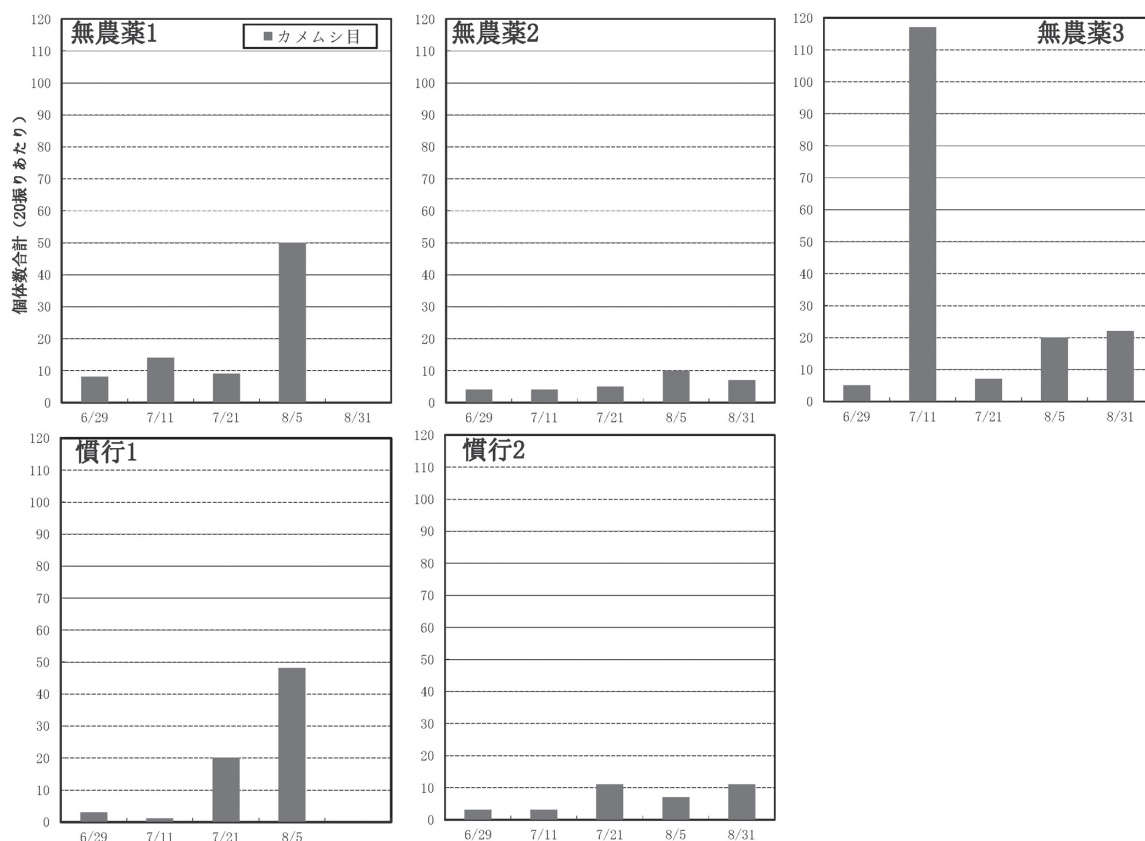


図4. 稲の害虫を多く含むカメムシ目の各圃場での出現状況. 8月5日以降がラジコンヘリによる空散後のデータ (慣行1, 慣行2).

については、空中散布後も生き残っており、天敵不在の状況の中で害虫が生き残るとい、別のリスクが生じる状況もみられる。

北澤ら (2011) は、食の安全の点から滋賀県が推奨している「環境こだわり農業」の取り組みとして、低農薬の米作を実施している地区では、比較のために調査した慣行栽培を行っている圃場と比べて、イトトンボ類とクモ類の個体数が多かったことを挙げている。今回の調査結果においても、3筆の無農薬水田において、これらの種群が多く確認されており、一方で、徹底した防除を実施している慣行2においては、これらの種群が著しく少なかった。水田で通常使われる殺虫剤による非防除対象の生物への影響も報告されており (嶋田ら, 2004), また最近では空散にも使われているネオニコチノイド系農薬の生態系へのリスクも数多く報告されている

(Whitehorn *et al.*, 2012 ; Henry *et al.*, 2012 ; 粟生田ほか, 2013). 今回の調査結果からも、農薬使用を伴う農業が、水田の生物多様性機能を低下させる要因となっていることが強く示唆される。

畦の除草剤による除草の問題点

斑点米カメムシは普段は草地におり、出穂期にあわせて水田へ移動することから (上野, 2004), その通り道や発生場所ともなる畦の除草が河北潟周辺地域においても推奨されている。山間の傾斜地の圃場においては畦の保全等から裸地化を伴う除草剤の散布は避けられる傾向にあるが、平坦地である河北潟周辺域の圃場では、除草剤散布による畦の除草が一般的である。今回の調査地となった2つの慣行栽培圃場では、いずれも除草剤による畦除草が実施されており、それぞれの圃場における生物多様性の

低下の原因のひとつとなっていることが予想される。特に周辺に水稲以外の植物群落をほぼ欠いている慣行2については、その傾向が顕著である。一方、隣接して抽水植物帯の存在する土水路がある慣行1においては、比較的生物多様性が高くなっており、畦の無植生を補っているものと思われる。

これまでカメムシ類の被害を低減する上で効果的であるとの理由から畦の徹底除草が推奨されてきたが、稲垣ら（2012）は、除草剤除草よりも高刈りによる畦草を残した除草方法をとることで、カメムシ類の天敵であるクモ類を保全できるとしており、こうした管理の有効性を今後検討していくことで、河北潟周辺農地での生物多様性の方向が導かれる可能性がある。また、今回の調査結果からは、土水路に隣接する圃場や多様な水辺を有する公園内の圃場の生物多様性が高かったことから、圃場の周辺環境の保全も生物多様性を保全する上で重視する必要が考えられる。

謝 辞

本調査の実施にあたり、大申龍一金沢大学名誉教授には、研究のフレーム及び現地調査の方法についての指導を賜った。また、永坂正夫金沢星稜大学教授には、現地調査に同行いただき指導をいただいた。吉本豊氏、綿村裕氏、小川祥夫氏、(株)金沢大地及び井村辰二郎氏には、調査地の提供において便宜を図っていただいた。本調査の実施に当たっては、一般社団法人アクト・ビヨンド・トラスト「2013年度ネオニコチノイド系農薬に関する企画」よりの助成金の一部を使用した。関係諸氏に深く御礼申し上げます。

文 献

- 粟生田忠雄・片野 海・遠山和成・神宮字寛. 2013. 新潟大学農学部研究報告. 65 : 131-135.
- Henry, M., M. Béguin, F. Requier, O. Rollin, J-F. Odoux, P. Aupinel, J. Aptel, S. Tchamitchian, and A. Decourtye. 2012. A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. *Science*.336:348-350.
- 稲垣栄洋・市原 実・松野和夫・済木千恵子・山口 翔・水元駿輔・山下雅幸・澤田 均. 2012. 水田畦畔の植生管理の違いが斑点米カメムシおよび土着天敵の個体数に及ぼす影響. *日本緑化工学会誌*. 38 : 240-243.
- 北澤 健・江波義成・近藤 篤・那須大城. 2011. 環境こだわり農業が水田の生物相に及ぼす効果を評価するための指標生物選抜の試み. *滋賀農技セ研報*. 50 : 61-98.
- 嶋田知英 小川和雄 三輪 誠 斎藤茂雄. 2004. 初期水稲農薬が水田に生息する非防除対象節足動物に与える影響. *関東東山病害虫研究会報* 第51集: 167-170.
- 高橋 久. 2013. 両生類・爬虫類－河北潟の両生類・爬虫類相. 河北潟湖沼研究所(編).「河北潟レッドデータブック」. p.80-91. 橋本確文堂. 金沢.
- Whitehorn, P. R, S. O' Connor, S. L. Wackers, and D. Goulson. 2012. Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science*. 336 : 351-352.
- 上野 清. 2004. 山形県において斑点米を発生させるカメムシ類の生態と防除に関する研究. *山形県農事研報*. 37 : 53-78.
- 渡邊朋也・樋口博也. 2006. 斑点米カメムシ類の近年の発生と課題. *植物防疫*. 60 : 201-203.

