

水稲の有機栽培圃場における水生生物の発生状況

畑中満政 好岡江里子 篠崎由紀

Appearance of aquatic animals in organic paddy rice fields

Mitsumasa HATANAKA, Eriko YOSHIOKA, Yuki SHINOZAKI

Appearance of aquatic animals was investigated by the quadrat and the underwater light trap methods in different organic paddy rice fields in 2009. Many aquatic animals, which had not normally been seen in cultivation rice fields, were confirmed in organic paddy rice fields. They included *Cipangopaludina chinensis laeta* and *Gyraulus chinensis*, which have decreased in number in every part of Japan.

The quadrat method was effective in the quantitative investigation of the aquatic animals in the paddy rice fields. In addition, the underwater light trap method could confirm many species. Late June before the midseason drainage and mid-August in the latter growth stage of rice plants are suitable periods for such an investigation. To increase the accuracy of the investigation, an additional 7~10 days of investigation after rice transplanting would be necessary.

Keywords : Organic paddy rice field, Aquatic animal, Quadrat and underwater light trap methods.

はじめに

近年、安全・安心な農産物に対する消費者の関心が高まる中、農業生産分野においては環境への負荷を低減する取り組みが進められている。とりわけ有機農業は農業の自然循環機能を増進し、農業生産活動に由来する環境への負荷を低減するものであり、生物多様性の保全に資するものであるといわれている¹⁾。しかしながら、有機栽培圃場における水生生物の発生状況に関する研究事例は少なく^{2), 3), 4)}、水田内の定量的な調査手法についても大澤ら⁵⁾による箱型採集器を用いた調査の他はすくい取り法による水生昆虫を対象とした調査^{3), 6)}以外に有効な報告事例がない。当所では平成 21 年度から農林水産研究所で取り組んでいる有機栽培技術確立試験に参画し、水稲の有機栽培圃場における生物多様性評価試験を実施している。

本報では平成 21 年度に水稲の有機栽培技術の異なる水田において水生生物の発生状況を調査するとともに、定量的な調査手法について検討を行ったので報告する。

調査方法

1 調査対象田の状況

調査は愛媛県松山市上難波の農林水産研究所の A1 号田 (19a)、A2 号田 (27a) 及び A19 号田 (19a) において実施した。試験水田における過去の水稲の栽培状況を表 1 に示した。A1 号田及び A2 号田は昭和 58 年から平成 17 年までの 23 年間水稲の無農薬栽培を実施していた水田である。

A1 号田は有機栽培技術のうち布マルチ直播栽培技術 (以下「布マルチ区」)、A2 号田は機械除草栽培技術 (以下「機械除草区」) を導入して水稲栽培を行った。また対照として A19 号田では化学肥料及び化学農薬を使用した慣行技術 (以下「慣行区」) による水稲栽培を行った。栽培

調査結果

1 コドラート調査

調査は布マルチ区及び機械除草区では5月から8月に6回、慣行区では入水が5月末であったため6月から8月に5回実施した。供試したコドラート枠は水稻の生長後は茎葉の繁茂により設置に苦勞する場面もあったが、収穫前の8月後半まで調査が可能であった。ただし、カエル類の幼生などは動きが速く、設置場所に近づくと移動してしまうために採集が困難であった。またネットですくい取った土壌の深さは7月上旬の中干し前は2.4~5.6cmであったが、中干し後は土壌の硬化のため0.3~1.2cmに低下した。

採集された水生生物の種数及び個体数を表2に示した。種数では布マルチ区が28種で最も多く、次いで機械除草区25種、慣行区21種の順であった。布マルチ区及び機械除草区の6月から8月の5回調査の結果と比較しても、それぞれ27種、24種となり、慣行区を上回る結果となった。また布マルチ区や機械除草区では、慣行区では見られないヒメマルマメタニシ(*Gabbia kiusiensis*)やカブトエビ科(*Triopsidea*)などが採集された。個体数の合計は、慣行区が1688.25個体/0.1m²と最も多く、次いで布マルチ区1280.5個体/0.1m²、機械除草区1166.75個体/0.1m²の順で、布マルチ区及び機械除草区の6月から8月の5回調査の結果でも同じ傾向であった。

種類別の個体数の割合は、布マルチ区ではヒメモノアラガイ(*Fossaria ollula*)が最も多く全体の31.8%を占め、次いでヒメマルマメタニシ、ヒラマキガイ科(*Planorbidae*)の順となるなど、貝類が71.5%を占めていた。機械除草区はユスリカ科(*Chironomidae*)が57.0%と全体の半数以上を占め、次いでイトミズ科(*Tubificidae*)、ヒメモノアラガイの順となり、布マルチ区で多かった貝類は20.2%にとどまった。慣行区はユスリカ科が56.5%と全体の半数以上を占め、次いでヒメモノアラガイ、サカマキガイ(*Physa acuta*)の順となり、これら上位3種で96.6%を占めていた。

時期別の種数及び個体数の推移を図2に示した。機械除草区及び慣行区では個体数は6月下旬をピークにその後減少する傾向が見られたが、種数は8月下旬まで順次増加した。一方布マルチ区では個体数及び種数とも

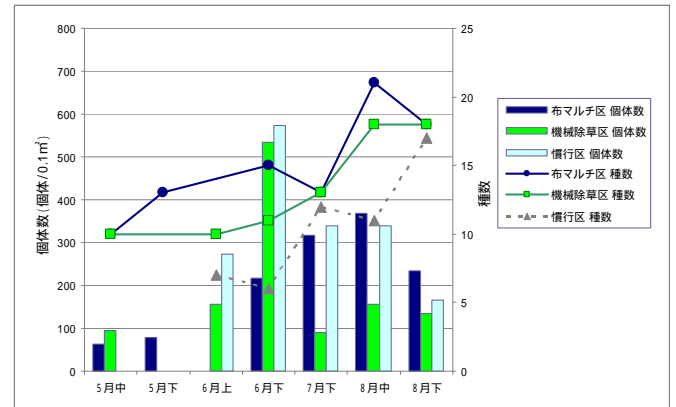


図2 コドラート調査による時期別の種数及び個体数の推移

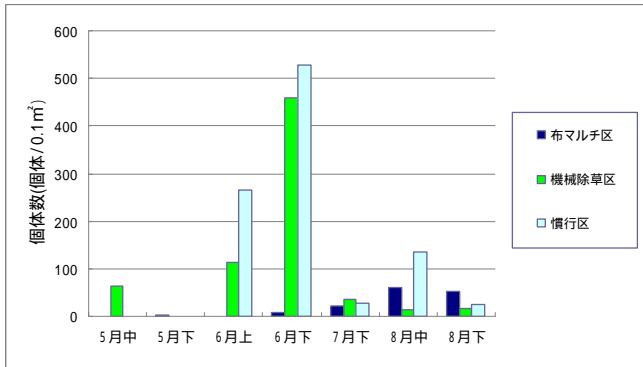


図3 コドラート調査によるハエ類の個体数の推移

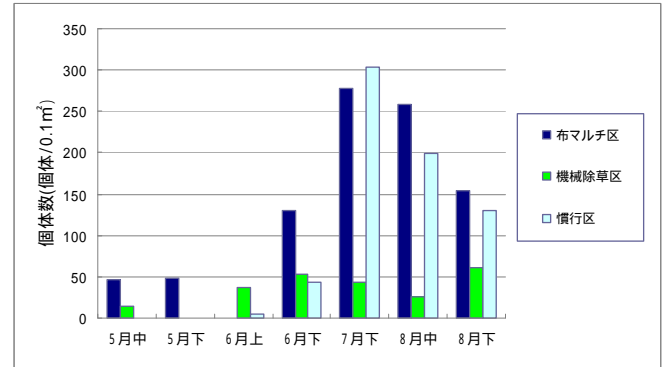


図4 コドラート調査による貝類の個体数の推移

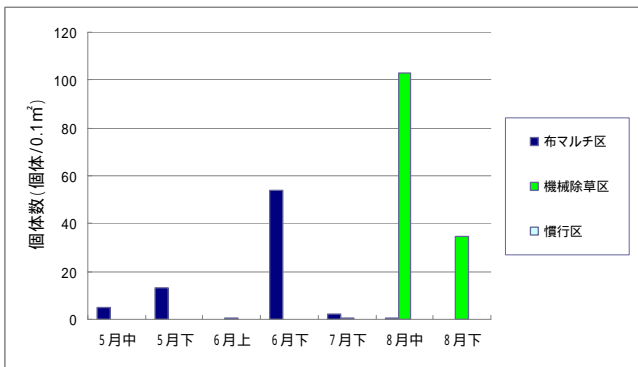


図5 コドラート調査によるイトミズ類の個体数の推移

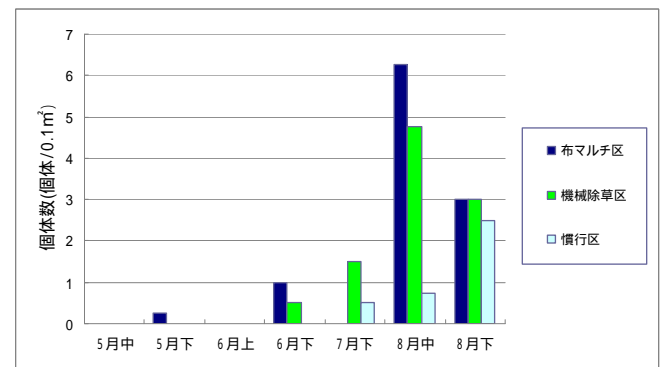


図6 コドラート調査によるコウチュウ類の個体数の推移

8月中旬まで順次増加した後減少する傾向が見られた。

種類別の個体数の推移を図3～6に示した。ユスリカなどのハエ類は、機械除草区及び慣行区では6月下旬に約400個体/0.1㎡以上に増加した後急減したが、布マルチ区では8月以降に約50～60個体/0.1㎡程度の増加にとどまった。ヒメモノアラガイなどの貝類は、布マルチ区及び慣行区では7月下旬をピークに減少する傾向が見られたが、機械除草区では調査期間中約10～60個体/0.1㎡で増減を繰り返した。イトミズ類は、採集土壌の深さが

一定でないため単純には比較できないが、布マルチ区は6月下旬、機械除草区は8月上旬にピークが見られた。一方慣行区では確認されなかった。コウチュウ類はいずれの区も8月以降に増加する傾向が見られた。その他カメムシ類やトンボ類もコウチュウ類と同様8月以降に増加する傾向が見られた。

2 水中ライトトラップ調査

調査はコドラート調査と同様に機械除草区では5月から8月に5回、慣行区では6月から8月に4回実施した。

表3 水中ライトトラップ調査における水生生物の種数及び個体数の推移

綱	目	科	種	学名	機械除草区					慣行区					
					5/11	6/8	6/25	7/29	8/11	計	6/9	6/24	7/30	8/10	計
渦虫	ウズムシ	-	ウズムシ目的一种	<i>Tricladida sp.</i>											
-	-	-	線形動物門的一种	<i>Nematoda sp.</i>		0.25									
マキガイ	ニナ	タニシ	マルタニシ	<i>Cipangopaludina chinensis laeta</i>				0.25	0.25						
		エゾマメタニシ	ヒメマルマメタニシ	<i>Gabbia kiusiuisensis</i>	0.25	0.25	0.5	2.75	3.75						
	モノアラガイ	サカマキガイ	サカマキガイ	<i>Physa acuta</i>	5	0.25	5	4.5	9.75	0.25	14.25	30	7.5	52	
	モノアラガイ	ヒメモノアラガイ	ヒメモノアラガイ	<i>Fossaria ollula</i>	3.25	8	22.75	13	1.5	48.5	86.25	45.5	3	5.5	
	ヒラマキガイ	ヒラマキミズマイマイ	ヒラマキミズマイマイ	<i>Gyraulus chinensis</i>	0.75		0.75	0.5	2						
			ヒラマキガイ科的一种	<i>Planorbidae sp.</i>							1.5		0.25	1.75	
貧毛	ナガミズ	イトミズ	イトミズ科的一种	<i>Tubificidae sp.</i>				1	1	0.25				0.25	
ヒル型	ヒル	イシビル	イシビル科的一种	<i>Erpobdellidae sp.</i>	0.25	0.5		0.25	1						
		ウマビル	ウマビル	<i>Whitmania pigra</i>							0.25		0.25	0.5	
甲殻	ホウネンエビ	ホウネンエビ	ホウネンエビ	<i>Branchinella kugenumaensis</i>						43	3.75	6.5		53.25	
	カブトエビ	カブトエビ	アメリカカブトエビ	<i>Triops longicaudatus</i>				0.25	0.25						
	カイエビ	-	カイエビ目的一种	<i>Conchostraca sp.</i>				0.25	0.25	23	8.75	29	4.75	65.5	
	ワラジムシ	ミズムシ	ミズムシ科的一种	<i>Assellidae sp.</i>		0.25			0.25						
昆虫	カゲロウ	コガゲロウ	コガゲロウ科的一种	<i>Baetidae sp.</i>				2	2	4.75			3	7.75	
		-	カゲロウ目的一种	<i>Ephemeroptera sp.</i>				0.25	0.25	0.5	2.25		1.25	4	
	トンボ	イトトンボ	イトトンボ科的一种	<i>Agrionidae sp.</i>				0.5	0.5						
		ヤンマ	ギンヤンマ	<i>Anax parthenope</i>						0.25				0.25	
			ヤンマ科的一种	<i>Aeshnidae sp.</i>									0.5	0.5	
		トンボ	ウスバキトンボ	<i>Pantala flavescens</i>									1.5	1.5	
			トンボ科的一种	<i>Libellulidae sp.</i>				0.75	0.25	1					
	カメムシ	カタビオアメンボ	カタビオアメンボ科的一种	<i>Veliidae sp.</i>				34.25	34.25				10	36.5	
		アメンボ	ヒメアメンボ	<i>Gerris latiabdominis</i>				2	2	0.25				0.25	
			アメンボ科的一种	<i>Gerridae sp.</i>	0.25		2	0.25	1	3.5	0.25			0.25	
		ミズムシ	チビミズムシ亜科的一种	<i>Micronectinae sp.</i>	0.25		0.5		0.75	0.75	0.25			0.25	
			ミズムシ科的一种	<i>Corixidae sp.</i>			0.25		0.25						
		マツモムシ	コマツモムシ	<i>Anisops ogasawarensis</i>									0.25	0.25	
		マルミズムシ	マルミズムシ	<i>Paraplea japonica</i>		0.25			0.25						
コウチュウ	ゲンゴロウ	ハイイロゲンゴロウ	ハイイロゲンゴロウ	<i>Eretes sticticus</i>		3.5		5.75	9.25		1.25	1.25		2.5	
		チビゲンゴロウ	チビゲンゴロウ	<i>Hydroglyphus japonicus</i>									0.75	0.75	
			ゲンゴロウ科的一种	<i>Dytiscidae sp.</i>				0.25	0.25	6.25	0.25		0.5	7	
	ガムシ	トゲバゴマフガムシ	トゲバゴマフガムシ	<i>Berosus lewisius</i>	0.25	1.5	1.75		3.5	7	1			8	
		セマルガムシ	セマルガムシ	<i>Coelostoma stultum</i>				0.5	0.5						
			ヒラタガムシ属的一种	<i>Enochrus sp.</i>				0.5	0.5	0.75	0.25	0.5		1.5	
			コガムシ	<i>Hydrochara affinis</i>								0.25		0.25	
			ヒメガムシ	<i>Sternolophus rufipes</i>			0.5	0.25	0.75			0.75		0.75	
			ガムシ科的一种	<i>Hydrophilidae sp.</i>		0.25		0.25	0.5		1	0.75	3.5	5.25	
	フサカ	フサカ科的一种	フサカ科的一种	<i>Chaoboridae sp.</i>							0.25			0.25	
	カ	カ科的一种	カ科的一种	<i>Culicidae sp.</i>			0.25	0.5	0.75			0.25		0.25	
ハエ	ユスリカ	モンユスリカ亜科的一种	モンユスリカ亜科的一种	<i>Tanypodinae sp.</i>				0.25	0.25	0.5				0.5	
			ユスリカ亜科的一种	<i>Chironominae sp.</i>						13.5	8.75	1	3.25	26.5	
			ユスリカ科的一种	<i>Chironomidae sp.</i>	1	1	14		2	18	21.5	61.25	22.25	25.5	
	ミズアブ	ミズアブ科的一种	ミズアブ科的一种	<i>Stratiomyidae sp.</i>									1	1	
	ヤチバエ	ヤチバエ科的一种	ヤチバエ科的一种	<i>Sciomyzidae sp.</i>				0.5	0.5			11.25	26.25	37.5	
	-	ハエ目的一种	ハエ目的一种	<i>Diptera sp.</i>	0.25	0.5	0.5		1.25	1	0.75		0.25	2	
両生	無尾	アマガエル科	ニホンアマガエル	<i>Hyla japonica</i>		0.25	4.5		4.75	22.25	3	4.5		29.75	
		アカガエル科	ヌマガエル	<i>Fejervarya limnocharis</i>				0.25	0.25						
個体数計					11.5	16.75	55.25	28.75	55.5	167.75	226.25	159.5	123.5	122.25	631.5
種数計					9	11	11	11	16	28	13	16	14	15	28

※1 数値は1トラップ当たりの個体数を示す。

※2 種数計は、種名が「...の一種」で他の種と重複する可能性がある場合はカウントから除外した。

採集された水生生物の種数及び個体数を表3に示した。種数は機械除草区及び慣行区とも28種で、機械除草区の6月から8月の4回調査でも同様の結果となった。またコドラート調査で確認されなかったハイロゲンゴロウ(*Eretes sticticus*)やカエル類の幼生など多くの種類の水生生物が採集され、機械除草区では慣行区では見られないマルタニシ(*Cipangopaludina chinensis laeta*)やアメリカカブトエビ(*Triops longicaudatus*)などが確認された。個体数は慣行区が631.5個体/トラップと機械除草区の167.75個体/トラップよりも多く採集され、機械除草区の6月から8月の4回調査でも同様の結果であった。種類別の個体数の割合は、機械除草区ではヒメモノアラガイが28.9%で最

も多く、次いでカタビロアメンボ科(*Veliidae*)、サカマキガイの順であった。慣行区はユスリカ科が24.9%で最も多く、次いでヒメモノアラガイ、カイエビ類の順であった。またイトミミズ類はほとんど採集されなかった。

時期別の種数及び個体数の推移を図7に示した。機械除草区では個体数は6月下旬及び8月中旬にピークが見られたが、種数は7月下旬まで10種前後で推移した後8月中旬に16種と最大となった。一方慣行区では、個体数は調査開始の6月上旬が最も多くその後順次減少したが、種数は調査期間中13~16種で推移した。

種類別の個体数の推移を図8~11に示した。ハエ類は両区とも6月下旬が最も多く、慣行区では8月中旬にも増加する傾向が見られた。貝類は機械除草区では調査期間中8.5~29.0個体/トラップで推移したが、慣行区では6月上旬が86.5個体/トラップで最も多く、その後順次減少する傾向が見られた。カメムシ類は両区とも8月以降に増加した。コウチュウ類は個体数が少ないものの機械除草区では6月上旬及び7月下旬、慣行区では6月上旬が多い傾向であった。

考察

コドラート調査における確認種数は、布マルチ区>機械除草区>慣行区となり、有機栽培圃場において多くの水

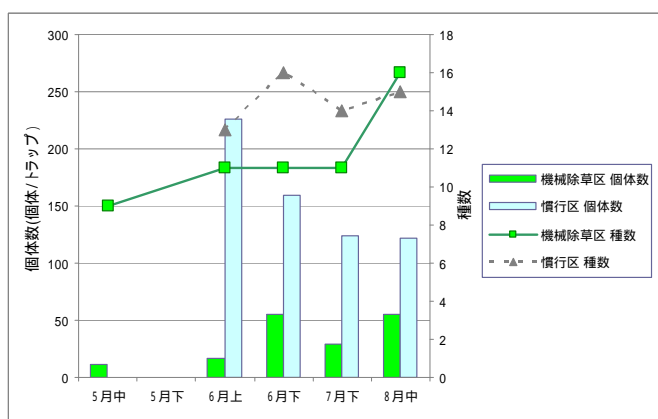


図7 水中ライトトラップ調査による時期別の種数及び個体数の推移

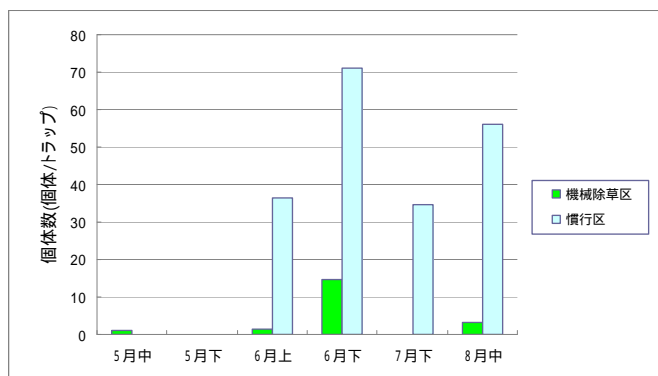


図8 水中ライトトラップ調査によるハエ類の個体数の推移

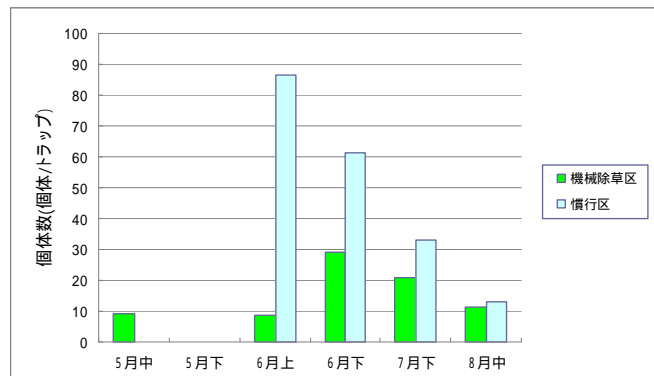


図9 水中ライトトラップ調査による貝類の個体数の推移

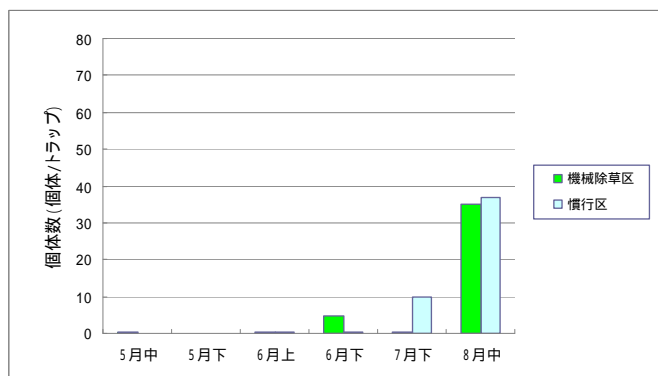


図10 水中ライトトラップ調査によるカメムシ類の個体数の推移

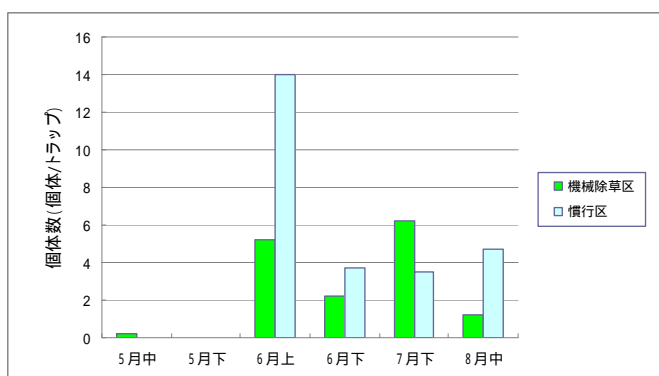


図11 水中ライトトラップ調査によるコウチュウ類の個体数の推移

生生物が確認されたが、機械除草区と慣行区で実施した水中ライトトラップ調査では種数に違いがなく、両手法を合わせた種数を見ても機械除草区が 35 種に対し慣行区が 33 種とほぼ同じ結果となった。田中⁴⁾は有機水田と慣行水田において水生昆虫を対象としたコドラート調査を行い、有機水田では慣行水田に比べトンボ幼虫の種類、個体数がともに多く、有機水田 B ではコウチュウ目、有機水田 A では水生カメシ目の種数が多い結果を報告している。今回の調査では、機械除草区と慣行区の種数に大きな違いがなかったが、一方では全国的に減少傾向にあるマルタニシやヒメマルマメタニシなど有機栽培圃場で確認されたことから、有機栽培技術の導入が希少野生動物の保全に役立つ可能性が示唆された。

今回布マルチ区が最も種数が多かったが、試験前年の栽培状況を見ると布マルチ区が有機栽培であったのに対し機械除草区及び慣行区が慣行栽培であったことから、過去の栽培履歴による影響もあったのではないかと思われた。またユスリカは機械除草区に比べて個体数が極端に少なく、イトミズも 6 月下旬以降急減した。その原因として布マルチ栽培で利用する不織布シートが影響しているものと思われた。布マルチ栽培は 2 枚の不織布シートに種籾を挟み込んで水田に敷設することにより雑草の発生を抑えるもので、7 月上旬の中干し時には土壌表面に不織布シートがへばり付く状態となる(図 12)。イトミズは頭を下にして泥中に生息しており、尾部を水中につき出して呼吸し、また泥を摂取してバクテリアのような有機物を食べて泥の表面に糞を排泄する⁷⁾。土壌と水中の間に不織布が敷き詰められることにより田面水中に尾部につき出すことができなくなり、糞の排泄や呼吸が阻害され、個体数が減少したのではないかと考えられた。またユスリカ幼虫の多くは巣管をつくりその中で生活する。また雑食性で泥とともにその中に含まれる栄養物を摂取する⁸⁾ことから、不織布シートの敷設によってこれらの生活環が遮断され、個体数の減少につながったものと思われた。

機械除草区は貝類の個体数が極端に少ない結果となったが、これは 6 月上旬から 7 月下旬にかけて実施した除草作業が影響しているものと思われた。これは乗用除草機(図 13)や手押し式除草機によって条間内を金属性のローターやかぎ爪が回転しながら移動し雑草の埋没や掻き取りを行うもので、その際に水田土壌の表面も攪拌されるために貝類が破碎され個体数が減少したのではないかと考えられた。

近年水田内でスクミンゴガイ(*Pomacea canaliculata*)が大量発生し、生育初期の若苗を食害して問題となっている



図 12 中干し後の布マルチ



図 13 乗用除草機による除草作業

ことから、被害水田において田植え後に機械除草を行えば、スクミンゴガイの被害軽減に役立つのではないかと考えられた。なお機械除草区では種数も布マルチ区より少なく慣行区並みとなったが、個体数が減少した貝類の種数は布マルチ区と同数であったことから、機械除草技術以外の要因によって種数が減少したのではないかと考えられた。

水生生物の定量調査手法として縦 20cm 横 50cm のコドラート枠を用いた調査を実施したが、収穫前の 8 月後半まで調査が可能であったことから、水稻生育期間中の水生生物の定量調査手法として有効であることが示された。しかし、動きの速いカエル類の幼生の採集が困難であったことから、設置方法や他の調査手法の検討が必要である。またイトミズなどのベントス類は、7 月上旬の中干し以降、土壌の硬化によって採集が困難となったものの、8 月上旬の機械除草区の調査では土壌採集の深さが 0.8cm にも関わらず 100 個体/0.1 m²以上のイトミズが確認されたことから、小型スコップなどを利用した方法やより簡易な調査手法の検討が必要と思われた。

水中ライトトラップ調査は、コドラート調査に比べカエル類の幼生や中型のゲンゴロウなど動きの速い水生生物の採集が可能で、種数もコドラート調査を上回る結果となったことから、水生生物の調査手法として有効であると思われる。しかし、イトミズなどのベントス類の採集が困難であり、種類別の個体数の推移を見ても貝類やコウチュウ類などコドラート調査と異なる結果が得られたことから、種数の確認などコドラート調査の補完的な調査として活用することが望ましいと思われた。

調査時期はいずれの手法も中干し前の6月下旬と8月中旬頃の調査が個体数及び種数とも多い傾向であった。これは代かきや中干し後水田内に水が入り1ヶ月程度経過した時期となることから、水生生物に適した環境が継続した結果個体数及び種数が増加したものと思われた。なお、布マルチ区では不織布シート敷設後の5月中下旬、慣行区では田植後の6月上旬にカブトエビが確認された。カブトエビは代かきした直後に卵からふ化し、10日ほどで産卵を始める⁹⁾ことから、中干し前の6月下旬と8月中旬頃の2回の調査を主体として田植後7~10日頃にも追加調査を行うことが必要と思われた。現在全国各地で農業者や地域住民による田んぼの生き物調査が実施され、NPO法人生物多様性農業支援センターでも、調査時期を田植後10~20日、田植後30~40日、出穂前後の3回を提唱している¹⁰⁾。しかし地域や栽培品種さらには農法によっても水管理が異なることから、調査水田の栽培管理の状況に留意しながら調査時期を設定することが必要である。

まとめ

1 有機栽培圃場では慣行栽培圃場では見られない多くの水生生物の生息が確認され、中にはマルタニシやヒメマルマメタニシなど全国的に減少傾向にある種も含まれ

ていた。

- 2 布マルチ栽培は最も種数が多かったが、一方ではイトミズやユスリカなどのベントス類の発生が抑えられた。
- 3 機械除草栽培における除草作業は貝類の個体数を減少させる効果が見られた。
- 4 水田の水生生物の定量的調査としてコドラート調査が有効で、水中ライトトラップ調査を併用することにより、より多くの種の把握が可能である。
- 5 調査時期は中干し前の6月下旬と生育後半の8月中旬の2回調査を主体に、田植後7~10日頃に追加調査を実施することが必要である。

謝辞

今回の研究にあたり、ご協力いただいた農林水産研究所の関係各位にお礼申し上げます。

文献

- 1) 農林水産省:有機農業の推進に関する基本的な方針(2007)
- 2) 浜崎健児:応動昆, 43, 1, 35-40(1999)
- 3) 西条洋:日生態会誌, 52, 155-165(2002)
- 4) 田中幸一:農業技術, 59, 1, 23-28(2004)
- 5) 大澤啓志ほか:ランドスケープ研究, 67, 4, 335-338(2004)
- 6) 西条洋:日生態会誌, 51, 1-12(2001)
- 7) 栗原康:化学と生物, 21, 4, 243-249(1983)
- 8) 橋本碩:日本産水生昆虫検察図説(川合禎次編), 東海大学出版会, 336-357(1985)
- 9) 近藤繁生ほか:ため池と水田の生き物図鑑 動物編, トン出版, 42-43(2005)
- 10) NPO 法人生物多様性農業支援センターほか:田んぼのめぐみ 150 生きもの調査・初級編・2008, 6(2008)