

水田内水路の設置が水生生物の保全と営農に及ぼす影響

好岡江里子 畑中満政 篠崎由紀

Field study on conservation of the aquatic habitats with farm ditches in paddy fields and its influence on farming

Eriko YOSHIOKA, Mitsumasa HATANAKA, Yuki SHINOZAKI

The purpose of this study is to conserve the aquatic habitats by keeping water in the ditches of paddy fields. A new ditch was set in a paddy field, and a sufficient level of water was maintained in the ditch even after the harvest season. The kinds of the aquatic animals and the number of each kind were examined by the quadrat method. The influence of the ditch on farming was also examined.

As a result, it was confirmed that the ditch functioned as an available habitat during the rice cultivation season, as well as a spawning and wintering spot after this season. Furthermore, it turned out that the ditch did not cause any significant burden to the farmer or his workload, and the yield and the quality of the rice did not changed significantly.

Keywords : Aquatic animal, Farm ditch, Paddy field, Farming

はじめに

水田は、里地里山の主要な構成要素のひとつであり、畦畔や水路、ため池など周辺の様々な要素と複雑につながりながら、二次的自然環境である水田生態系を形成してきた。この環境に適応し、水田とその周辺で生息している生物は、動物、植物をあわせて5668種にもものぼる¹⁾。しかし近年は、農薬の使用や圃場整備、都市化や耕作放棄に伴う水田そのものの減少などの様々な要因による環境の変化によって、ゲンゴロウ(*Cybister lewisianus*)やトノサマガエル(*Rana nigromaculata*)などこれまで当たり前に見ることができた身近な生物が減少し、そのなかには絶滅危惧種のリストに掲載されたものも少なくない²⁾。

愛媛県においても、県レッドデータブックに掲載されている野生動植物1342種のうち、先の水田とその周辺に生息する生物は348種にのぼる(筆者ら、未発表)。これは、

レッドデータブック掲載種の約4分の1に相当しており、水田生態系の保全に向けた取り組みを早急に進めることが、重要な課題となっている。

兵庫県豊岡市においては、コウノトリ(*Ciconia boyciana*)と共生する地域づくりとして、環境に配慮した栽培法や水管理を定めるほか、水田魚道や水田に隣接する生き物の逃げ場等の環境整備を行うことにより、コウノトリの餌となる様々な生物を育む取り組みが行われている³⁾。

しかし、このような象徴的・特徴的な生物の存在しない一般の水田において生態系の保全を進めるためには、できるだけ手軽で営農に支障のない手法を検討し、導入を図ることが求められる。柳澤(2007)は、谷津田地域で冷水障害防止等の目的で作られる「テビ」と呼ばれる承水路の、水生生物の生息地としての有効性を指摘している⁴⁾。筆者らはこの点に着目し、このような承水路を一般の水田に導入することによって、水生生物の保全と営農にどのような影響を及ぼすのかについて調査したので報告する。

調査方法

1 調査地

調査は、愛媛県上浮穴郡久万高原町に位置する中予地方局久万高原農業指導班の試験圃場において、2009年4月から2010年8月まで実施した。この試験圃場では、地域ブランドとして化学肥料と化学農薬の使用を愛媛県基準の50%に抑えたコシヒカリの特別栽培を行っている。主な栽培歴を表1に示す。

表1 試験圃場における主な栽培歴

	2009年	2010年
代かき	5/7	5/6～5/7
田植え	5/13	5/20
中干し	6/23～6/30	6/30～7/7
間断灌水	中干し後から落水までの間、約1週間おきに繰り返す	
落水	8/17	8/25
収穫	9/8	9/16

2 調査準備

試験圃場の見取図を図1に示す。2009年4月24日に、試験圃場内A水田の畦畔沿いに、素掘りの土水路(以下、「簡易水路」という。)を40m設置した。作業手順は、初めに畝立器により畦畔沿いに畝を作り、次に、畦畔と畝の間を小型掘削機械により深さ約30cm掘削し、その後入水時期に、平鍬により畦塗りを行った。その後は、水稻栽培期間中(5～8月)および収穫後も用水路から取水が可能な期間まで、常時湛水管理を行った。

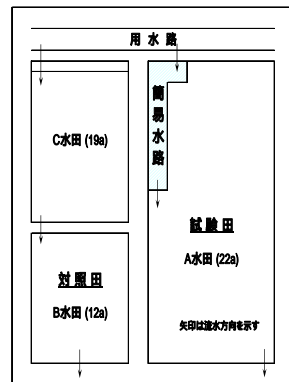


図1 試験圃場見取図

3 調査方法

調査区は、簡易水路、簡易水路を設置したA水田(以下、「試験田」という。), 試験田と土畦畔を挟んで隣接するB水田(以下、「対照田」という。)の3区とした。C水田は、簡易水路と近接していることから生物調査の対象外とし、収量調査のみ実施した。

(1) 営農調査

簡易水路の設置および維持管理に係る労務調査と収量調査を実施した。労務調査については、設置作業の立会いおよび耕作者が記録した日誌により作業内容の確認を行った。収量調査については、出荷後JAにおいて水田ごとの精玄米重量を測定した。

(2) 生物調査

水生生物を対象に、コドラート法による調査を月1回の頻度で実施した。調査は、木製のコドラート枠(縦20cm×横50cm)を、簡易水路は水路横断方向のほぼ中央で3地点、試験田および対照田は、畦畔から2～3列目の条間内で4地点設置し、枠内を約0.6mmのネットで土壌ごとすくい取った後、1.4mmメッシュのふるいにかけ水生生物を採集した。採集した水生生物は可能な限り現地で同定し、同定が困難なものは80%エタノールで固定後室内で同定し、個体数および種類数をカウントした。

結果

1 営農調査

簡易水路の設置については、水路延長40mの作業をすべて1人役で行ったところ、畝立作業に10分、掘削作業に45分、畔塗り作業に55分の計110分(簡易水路10m当たり27.5分)を要した。畦塗り作業の実施箇所は畝(簡易水路外壁)と田面の境界部分のみで、通常であれば畦畔沿いに実施するものが平行移動した形であり、簡易水路の設置によって作業量が増加することはなかった。

維持管理については、主な作業内容は草刈りと水管理であった。これは通常の栽培管理作業と併せて行うことができるものであった。なお、設置に係る労務は1年目しか発生しないが、2年目以降のメンテナンスとして、代かき後の畦塗り作業は必要であった。

収量については、調査年によって変動があるものの、2カ年の平均で対照田550.7kg/10aに対して試験田534.4kg/10aとなり、対照比97とほぼ同等の収量が得られた。10a当たりの精玄米重量を表2に示す。

また、品質については、いずれの年、区ともすべて1等米であった。

表2 水田ごとの精玄米重量 (kg/10a)

	2009年	2010年	平均	対照比
試験田	555.8	513.0	534.4	97
対照田	537.9	563.5	550.7	100
C水田	524.4	475.3	499.8	91

2 生物調査

・栽培期間中の調査結果

5月～8月に実施した調査で採集された水生生物を表3、4に、年4回の調査で確認された生物の総個体数とその内訳を図2、3に示した。

簡易水路では、1年目の2009年には23種類、1230.67個体/0.1㎡の生物が確認され、総個体数では、ヒメモノア

ラガイ(*Fossaria ollula*)やサカマキガイ(*Physa acuta*)等の貝類(85.3%)とユスリカ科(*Chironomidae*) (10.6%)が上位を占める結果となった。2年目の2010年には27種類、1489.33個体/0.1㎡の生物が確認され、前年と同様に貝類が優占していたが、その割合は68.1%に低下し、イトミミズ科(*Tubificidae*) (14.1%)、ユスリカ科(10.7%)がそれに続いた。また、ミズカマキリ(*Ranatra chinensis*)の成虫、コガシラミズムシ(*Peltodytes intermedius*)の幼虫、カワニナ(*Semisulcospira libertina*)等、簡易水路のみで確認された種は2ヵ年で14種類にのぼった。なお、2年目の6月および7月の調査中には、簡易水路内でアカハライモリ(*Cynops pyrrhogaster*)の成体および幼生も観察された。

試験田では、1年目は11種類、205.50個体/0.1㎡の生物が確認され、総個体数では、貝類(85.6%)、ユスリカ科(10.6%)、アメンボ科(*Gerridae*) (1.3%)が上位を占めていた。2年目は13種類、178.75個体/0.1㎡の生物が確認され、総個体数の上位は貝類(61.5%)、ユスリカ科(31.6%)、次いでトンボ科(*Libellulidae*) (3.5%)であった。

対照田では、1年目は7種類、177.25個体/0.1㎡の生物が確認された。総個体数では、貝類の優占率が93.2%と3区の中で最も高く、次いでユスリカ科(4.9%)、トンボ科(1.1%)の順であった。2年目は10種類、59.00個体/0.1㎡の生物が確認され、総個体数の上位は、1年目と同様に貝類(67.4%)、ユスリカ科(23.7%)、トンボ科(5.1%)であった。

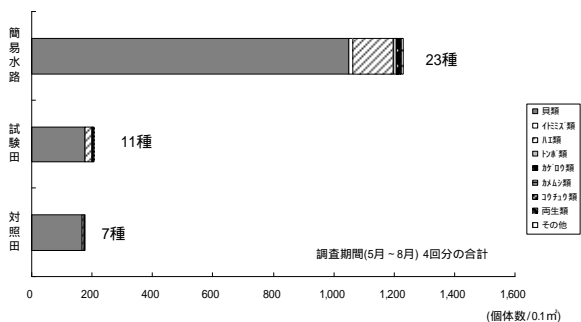


図2 コドラート調査による総個体数とその内訳(2009)

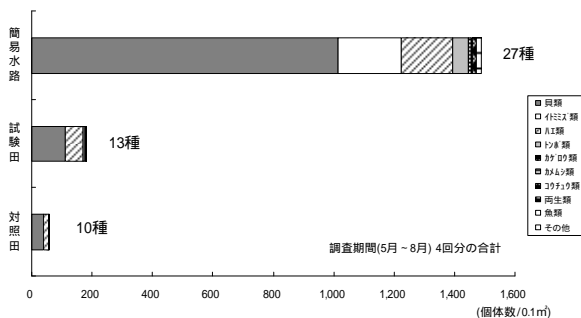


図3 コドラート調査による総個体数とその内訳(2010)

次に、月ごとの1コドラート当たり個体数および種類数の推移を図4、5に示した。

簡易水路では、1年目は個体数、種類数とも調査期間を通じて最多となり、収穫前の8月まで増加した。2年目は、調査開始の5月時点で既に8種、167.33個体/0.1㎡が確認され、中干しを挟む6月~7月には個体数はやや減少し、種類数は横ばいとなったものの、8月は個体数、種類数ともにピークとなった。

試験田では、個体数については、2ヵ年ともに5~6月にかけては、簡易水路に準じて対照田を上回る増加傾向を示したが、中干し後の7月~8月は対照田並みの水準となった。種類数については、1年目は6月以降ほぼ横ばいとなったが、2年目は6月がピークとなりその後減少する傾向を示した。

対照田では、1年目は7月に、2年目は6月に個体数のピークを示したものの、2ヵ年を通じて常に100個体/0.1㎡以下で推移した。種類数については、1年目は6月以降ほぼ横ばいとなったが、2年目は試験田と同様に6月をピークにその後減少する傾向を示した。

次に、個体数で上位に見られた貝類、イトミミズ類、ハエ類、トンボ類について、種類ごとの個体数の推移を図6~9に示した。

貝類は、すべての区で総個体数の推移と同じ傾向を示した。また、簡易水路では、1年目の8月にサカマキガイの

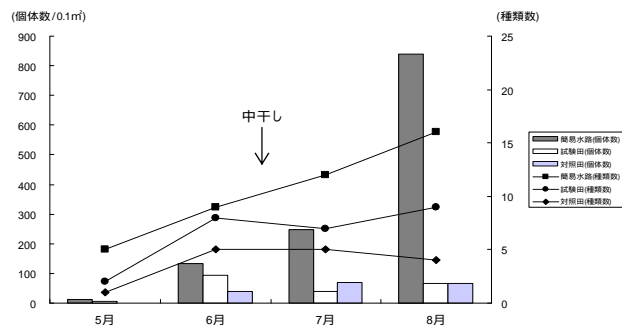


図4 コドラート調査による個体数・種類数の推移(2009)

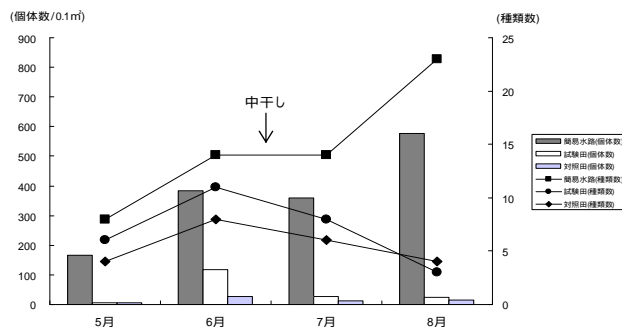


図5 コドラート調査による個体数・種類数の推移(2010)

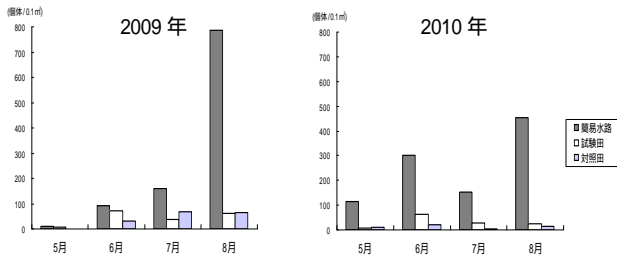


図6 貝類の個体数の推移(2009-2010)

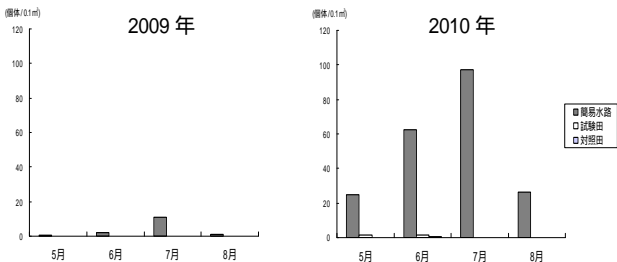


図7 イトミズ類の個体数の推移(2009-2010)

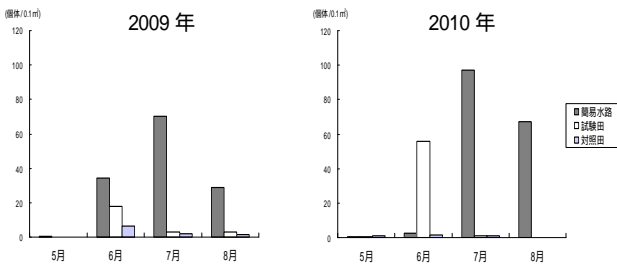


図8 ハエ類の個体数の推移(2009-2010)

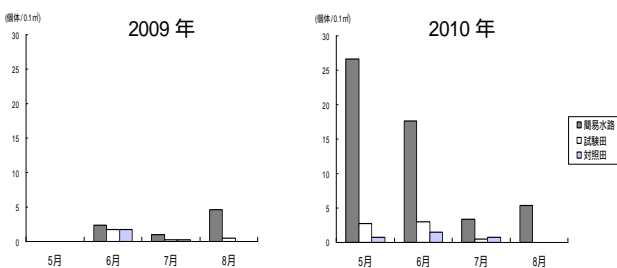


図9 トンボ類の個体数の推移(2009-2010)

稚貝が大量に発生したため、個体数が**787.00**個体/**0.1** m²と急増した。

イトミズ類は、簡易水路では1年目の7月にわずかに増加する程度であったが、2年目は5月時点で既に**25.00**個体/**0.1** m²となり、7月のピーク時には**97.00**個体/**0.1** m²にまで増加した。

ハエ類は、簡易水路では、1年目は7月のピーク時まで増加した後減少する傾向を示したが、2年目は6月までほとんど見られず、7月以降に急増した。これに対し、試験

表5 収穫後のコドラート調査で採集された水生生物の個体数および種類数

						(個体数/0.1m ²)				
綱名	目名	科名	種名	学名	簡易水路					計
					9/16	10/13	11/9	12/7	3/29	
渦虫	カズミ	-	カズミ目的一种	<i>Tricladida</i> sp.			1.67			1.67
マキガイ	ニナ	カクニ	カクニ	<i>Semilulospira libertina</i>	0.33		0.33		1.00	1.66
	モリアガイ	モリアガイ	ヒゲノボガイ	<i>Fossaria olula</i>	24.33	18.33	48.33	45.67	22.67	159.33
		ヒメマキガイ	ヒメマキガイ	<i>Gyraulus chinensis</i>	20.33	7.00	1.67	1.00	9.00	39.00
			ヒメマキガイ科の一種	<i>Planorbidae</i> sp.			3.00	2.00	6.67	11.67
		サカマキガイ	サカマキガイ	<i>Physa acuta</i>	31.00	11.67	97.33	96.33	0.33	236.66
貧毛	ナガミズ	イトミズ	イトミズ科の一種	<i>Tubificidae</i> sp.	0.67	1.00	2.67		1.33	5.67
甲殻	カサシ	ミズシ	ミズシ	<i>Aesulus hilgendorffii</i>			0.33	3.00	0.33	3.99
昆虫	トンボ	トンボ	トンボ科の一種	<i>Libellulidae</i> sp.			0.33			0.33
	カクダラ	-	カクダラ目的一种	<i>Plecoptera</i> sp.				3.33		3.33
	コウチウ	ゲンゴウ	ヒゲノボウ	<i>Hydrophilus japonicus</i>		2.67			0.33	3.00
		ガムシ	ゴヤガムシ属の一種	<i>Berosus</i> sp.	0.67	1.33	9.33		1.33	12.66
		カシラズミシ	カシラズミシ	<i>Pelodytes intermedus</i>	0.67		0.33			1.00
			ヒメカシラズミシ属の一種	<i>Haliphys</i> sp.	0.67		0.33			1.00
	ハエ	ガガンボ	ガガンボ亜科の一種	<i>Tipulidae</i> sp.		21.33	2.67	9.00	2.67	35.67
			ヒメガガンボ亜科の一種	<i>Limoniinae</i> sp.				0.33	0.67	1.00
		ユシカ	ユシカ亜科の一種	<i>Chironominae</i> sp.			0.33		0.33	0.66
			ユシカ科の一種	<i>Chironomidae</i> sp.	0.67		0.33	1.67		2.67
		ヌカ	ヌカ科の一種	<i>Ceratopogonidae</i> sp.	1.33		4.67	1.67	4.00	11.67
		ホガ	ホガ科の一種	<i>Dexidae</i> sp.			0.33			0.33
		ヤチハエ	ヤチハエ科の一種	<i>Sciomyzidae</i> sp.			0.33			0.33
個体数計					83.67	64.98	174.66	166.33	43.66	533.30
種類数計					12	10	13	9	9	19

※1: 数値は1コドラート(0.1m²)あたりの個体数を示す。

※2: 種類数は、種名が「...」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。

田では、2カ年ともに6月に増加する傾向が見られ、特に2年目には**55.75**個体/**0.1** m²まで増加した。一方の対照田は2カ年とも、6月あるいは7月に多少の増加が見られるものの、いずれも**10**個体/**0.1** m²以下で推移した。

トンボ類は、1年目は簡易水路では8月に、試験田および対照田では6月にピークとなったが、いずれの区も**5**個体/**0.1** m²以下で推移した。しかし2年目は、簡易水路では5月時点で既に**26.66**個体/**0.1** m²が確認され、その後減少し、8月は前年並みの個体数となった。試験田および対照田は、1年目と同様に6月がピークとなり、個体数も**5**個体/**0.1** m²を上回ることはなかった。

・収穫後の調査結果

調査は、9月～12月および3月の計5回実施した。1月および2月は簡易水路内に水位がなく、時期によっては積雪や薄く氷が張る状況にあったため、調査を中止した。また、3月の調査は、再入水直後の3月29日に実施した。

採集された水生生物を表5に示した。5回の調査で、**19**種類、**533.30**個体/**0.1** m²が確認された。総個体数はヒメモノアラガイやサカマキガイ等の貝類が**84.1%**と優占していたが、それ以外の種は、ガガンボ科(*Tipulidae*) (**6.9%**)、ガムシ科(*Hydrophilidae*) (**2.4%**)等となった。個体数、種類数のピークはいずれも11月で、3月の調査でも貝類のほか、ハエ類の幼虫、コウチュウ類の成虫も確認された。なお、11月の調査中には、試験圃場内で唯一の水辺となる簡易水路内で、産卵を行うトンボ類が多数観察された。

考察

簡易水路は、初年度に生じる設置作業が10m当たり30分弱の作業量であった。また、維持管理作業も、草刈りや水管理等、通常の栽培管理作業の範囲内であり、簡易水路に起因する特別な労務(例:簡易水路内の雑草繁茂による草刈等)は発生しなかったことから、営農作業上、過度な負担とはならなかったと考えられる。さらに、収量についても対照田とほぼ同等の結果が得られ、品質も1等米であった。これらのことから、簡易水路の設置による営農への悪影響はなかったと考えられる。ただし、簡易水路の面積分は作付けができないため、実質の減収となる。今回の試験田の収量をもとに試算すると、10aの水田に全幅1.5mの簡易水路を10m設置すれば、約8kg(1.5%)の減収となることから、今後の導入に際しては、何らかの補填を行うことが必要である。

生物調査では、試験田および対照田は、6月をピークに個体数、種類数ともに減少する傾向を示した。これは、6月下旬から7月上旬にかけて行われる中干しとその後の間断灌水による影響と考えられる。市川(2008)は、水中で暮らす農業生物の多くは中干し時期を無事に過ごすことができないと指摘しており⁶⁾、今回の調査でも、それを裏付ける結果となった。一方の簡易水路では、個体数、種類数ともに期間を通じて最多となり、収穫前の8月まで増加する傾向を示した。これらのことから、中干しや間断灌水等の栽培管理に伴う環境の変化が激しい水田内において、常に湛水している簡易水路は、水生生物にとって栽培期間中の環境の変化に影響を受けない生息地として機能していたと考えられる。

また、収穫後の調査中にトンボ類の産卵が多数観察され、3月の再入水直後の調査でも、貝類のほか多くの生物が確認された。さらに、2年目の5月時点における簡易水路の総個体数は、1年目の15.2倍にまで増加したことから、収穫後も取水が可能な限り湛水管理を行うことで、簡易水路は生物の産卵・越冬場所として機能し、翌春以降の生物の増加につながると考えられる。

簡易水路の1年目と2年目を比較すると、個体数、種類数ともに増加している。両年とも貝類が上位を占めた点は共通しているが、その優占率は85.3%から68.1%に低下した。同時に、それ以外の種については、個体数の増加(イトミズ類、トンボ類等)や、新たな種の出現(アカハライモリ、ドンコ科(Odontobutidae)等)がおり、簡易水路の継続によって生物相が豊かになりつつあることが推察される。

2010年の種類別の個体数に注目すると、簡易水路において、トンボ類が5月時点で既に26.66個体/0.1㎡が確

認された一方で、5月～6月のハエ類がほとんど見られない現象がおこっていた。ユスリカなどのハエ類の幼虫は、肉食性水生昆虫の餌生物としてよく知られており⁶⁾、この時期に個体数のピークを迎えたトンボ類幼虫の捕食によってハエ類の個体数の増加が抑えられた可能性が考えられる。しかし、同じ餌生物として知られるイトミズ類の5月～6月の個体数を見ると1年目以上の増加を示しており、トンボ類幼虫の捕食以外の要因も否定できないことから、なお検討が必要である。

また、トンボ類の総個体数を見ると、簡易水路の53.00個体/0.1㎡に対し、対照田は3.00個体/0.1㎡である。これは、例えば簡易水路を約6㎡(例:幅1.0m×長さ6.0m)設置すると、対照田1a(100㎡)分に相当する個体数が得られることになる。近年全国規模で、耕作放棄地の増加等により水生生物の生息場所である水田が減少しているが、一般の多くの水田に簡易水路が設置されれば、少ないスペースと労力で、谷津田地域のテレビと同様に、生物の生息地として大きな役割を果たすことができるものと考えられる。

現在、農林水産省では「生きものマーク」の取り組みという、生物多様性に配慮した農林水産業の実施と、産物等を活用してのコミュニケーションを進めていく取り組みを推進している⁷⁾。このような取り組みによって生産された農林水産物については、付加価値をつけて一般的なものよりも高い価格で販売されている事例もある⁸⁾。この、生きものマークを活用した生産・販売を推進する一環として簡易水路を導入すれば、減収分以上の効果が期待される。

簡易水路の設置により水生生物の生息地を確保する取り組みは、農業生産を継続しながら水田生態系の保全に貢献する、ひとつの有効な手法と考えられる。今後は、これに仕組み農家を支える仕組みについても地域の実情にあった形で検討し、持続可能な取り組みにしていくことが必要である。

まとめ

- 1 簡易水路は、設置作業に27.5分/10m要するが、その後の維持管理や収量・品質への影響は少なく、営農に支障をきたすことなく取り組むことが可能である。
- 2 簡易水路は、水稻栽培期間中の環境の変化に影響を受けず、水生生物の生息地として機能する。
- 3 収穫後も可能な限り簡易水路内を湛水管理することにより、水生生物の産卵・越冬場所として機能し、翌年の生物の増加につながる。

謝辞

今回の調査研究にあたり、愛媛大学農学部中矢雄二教授には調査方法に関する助言をいただきました。また、森川隆久担当係長をはじめ中予地方局久万高原農業指導班の諸氏には、試験圃場の提供ならびに調査に対する多大な協力をいただきました。ここに記し感謝の意を表します。

文献

- 1) 桐谷圭治(編):改訂版 田んぼの生きもの全種リスト, 農と自然の研究所 生物多様性農業支援センター, (2010)
- 2) 内山りゅう(編):今, 絶滅の恐れがある水辺の生き物たち, 山と溪谷社, (2007)
- 3) 鷺谷いずみ(編):地域と環境が蘇る 水田再生, 125-146, 家の光協会(2006)
- 4) 水谷正一(編):農村の生きものを大切にする 水田生態工学入門, 71-74, 農文協, (2007)
- 5) 市川憲平:環動昆, 19, 1, 47-50, (2008)
- 6) 根本真之(編):身近な自然の保全生態学 生物の多様性を知る, 103-129, 培風館, (2010)
- 7) 農林水産省大臣官房環境バイオマス政策課:生きものマークガイドブック, (2010)
- 8) 農林水産政策研究所:生物多様性に配慮した農産物生産の高付加価値化に関する研究, (2010)