

特集：作物保護と生物多様性

水田における生物多様性の保全

農業環境技術研究所 はま 滉 さき 健 じ 児

はじめに

日本の耕地面積の約 54% を占める水田は、米生産の場であると同時に、湿地に生息する生物の代替環境としても重要な存在である。しかし、農業の近代化・効率化に伴う環境の改変によって多くの生物が減少傾向にあり、これらの保全に向けた早急な対応が求められている。日本では、1993 年の生物多様性条約締結を契機として、生物多様性国家戦略の策定や土地改良法の改正、食料・農業・農村基本法の制定等、農耕地における生物多様性保全への配慮を含む様々な施策が講じられている。現在は、これらの施策に基づく様々な活動、例えば、魚類や両生類の移動・分散に配慮した圃場整備事業への転換、あるいは、水田が多くの生物の生息環境であることを一般に広くアピールし、現在の生息状況を把握するための「田んぼのいきもの調査」などが全国で実施されている。

一方、具体的な生物多様性の保全策として、休耕田や放棄水田をビオトープとして活用する方法が提案されている。しかし、農家の高齢化や担い手不足が深刻化する中で、継続的な維持管理を誰が行うのかなど問題も多い。農家による生産活動が生物多様性保全に結びつくような管理のあり方を模索することが重要である。桐谷(2004)は、このような概念を IBM (Integrated Biodiversity Management: 総合的生物多様性管理) として提唱している。しかし、IPM に基づく総合的な病害虫管理手法の研究は進められているものの、IBM に基づく管理手法、例えば、保全生態学の視点からの減農薬栽培や有機栽培に関する研究はほとんど行われていない状況にある。しかし、最近では減農薬・有機栽培の普及に向けた様々な支援が制度化され、新たに「有機農業の推進に関する法律」も制定された。これらの栽培手法を普及するためには、まず栽培技術の開発が課題となるが、これまで画一的であった栽培管理手法がどのように変化していくのか、またその変化が水田の生物群集にどう

のような影響を及ぼすのか、今後の研究課題として注目される。

本稿では水田とその周辺環境に生息する生物のうち、湛水期の水田を利用する昆虫類を中心として生活史の特徴を概観し、栽培管理がこれらの生息に及ぼす影響を整理するとともに、米生産と生物多様性保全の両立について議論を進めていきたい。

I 水田に生息する生物の特徴

水田は、毎年同じ時期に同じ場所を湛水して水稻を栽培するという営みが固定化された、時空間的に安定した一時の水域ととらえることができる(日鷹, 1998)。また、灌漑設備であるため池や水路、河川との水系ネットワーク、およびそれを取り巻く樹林地などとともに「水田生態系」を構成している(森, 2007)。湛水期間は春から初夏までと短いものの、様々な生物が生息場所あるいはその一部として利用している。これらは定住種と移住種に分けることができる(表-1)。

定住種は、水田環境のみで生活史を完結できるタイプであり、動植物プランクトンや鰓脚類、水生貧毛類等が挙げられる。これらの生物は、水のない時期には耐久卵や耐久態として土壤中で休眠状態にあり、ある程度乾燥した状態でも生き延びることができる。また、春に水田が湛水状態になると一斉にふ化するという特徴をもっている。特に動植物プランクトンは、湛水すると急激に増殖することが知られており(例えば、倉沢, 1956), これは、施肥によって田面水中の栄養塩濃度が高い、水深が浅いために水温が上昇しやすい、湛水初期には池など

表-1 湛水期の水田を利用する生物

区分	生物の例
定住種	動物プランクトン(ワムシ類、ミジンコ類等) 植物プランクトン(珪藻類、ラン藻類等) 鰓脚類(ホウネンエビ、カブトエビ類等) 水生貧毛類(ユリミミズ、エラミミズ等)
移住種	魚類(ドジョウ、フナ、ナマズ等) 両生類(ニホンアカガエル、ニホンアマガエル等) 昆虫類(ゲンゴロウ、ミズカマキリ等) 鳥類(コサギ、アマサギ、カルガモ等)

Biodiversity Conservation in Rice Paddy Fields. By Kenji HAMASAKI

(キーワード: 一時の水域、代替湿地、病害虫防除、総合的生物多様性管理(IBM)、成苗移植栽培)

の恒常的水域に比べて捕食者が少ないなど、水田特有の環境条件に起因すると考えられる。

一方、移住種は、水田を繁殖場所や餌場として利用するタイプであり、魚類や両生類、昆虫類、鳥類等多岐にわたる。湛水期の水田に侵入して繁殖する魚類や両生類、止水性の水生昆虫類等は、水田で増殖する動植物プランクトンを餌として成長し、さらに鳥類はこれらを餌として利用している。また、水田で繁殖するトンボ類の場合、いずれの種も幼虫の時期を湛水期の水田で過ごすものの、産卵の時期や様式、産卵場所の条件などは種によって異なっている（表-2）。例えば、春～初夏に産卵するトンボのうち、ホソミオツネントンボ *Indolestes peregrinus* (Ris) やアジアイトトンボ *Ischnura asiatica* BRAUER などは、雑草や移植された苗を産卵基質として利用し、シオカラトンボ *Orthetrum albistylum speciosum* (UHLER) などは株間の開水面を産卵場所として利用する。一方、ノシメトンボ *Sympetrum infuscatum* (SELYS) やアキアカネ *Sympetrum frequens* (SELYS) などは秋に産卵するタイプであり、稲刈り前後の水田を産卵場所として利用している。これらの種は、イネの発育とともに変化する水田の環境を、時空間的にうまく使い分けている

といえるだろう。

また、移住種は、水田生態系を構成するため池や水路、樹林地などの景観要素を利用して生活するタイプであり、各要素の配置や距離は、それぞれの種が個体群を維持するうえで重要な意味をもっている。日比ら (1998) は、ため池で越冬していたミズカマキリ *Ranatra chinensis* MAYR の成虫にマーキングを行ってその後の移動状況を追跡し、越冬明けの成虫の一部は、田植えが始まる5～6月に水田へ移動して繁殖し、水田で成長した新成虫は水田から水が落とされる7～8月にため池へ移動することを明らかにした。もちろん、越冬しているため池に産卵に適した環境があれば、ため池だけで生活史を完結することも可能である。しかし、このような環境をそなえた池がない地域では、ミズカマキリの移動可能な範囲内に、越冬可能なため池と繁殖可能な水田がセットとなって存在することが重要となる。環境省のRDB掲載種であるタガメ *Lethocerus deyrolli* (VUILLEFROY) (図-1) やゲンゴロウ *Cybister japonicus* SHARP (図-2) など、成虫期に飛翔によって移動・分散する種は、ミズカマキリと同様のライフサイクルパターンをもっていることが明らかにされている（日鷹、1998；西城、2001）。

表-2 水田で繁殖する主なトンボ類

科名	種名	産卵時期	産卵方式	産卵場所	越冬態
アオイトトンボ科	ホソミオツネントンボ	春～初夏	植物組織内	田植え前後に生えた雑草や移植された苗	成虫
イトトンボ科	アジアイトトンボ	春～初夏	植物組織内	水田に生えた雑草や移植された苗	幼虫
ヤンマ科	ギンヤンマ	春～初夏	植物組織内	水田に生えた雑草や移植された苗	幼虫
	カトリヤンマ	秋	打泥	稲刈り前後にできた水田内の水溜まりや水際	卵
トンボ科	シオカラトンボ	春～初夏	打水	株間の開水面	幼虫
	ノシメトンボ	秋	打空	稲刈り前の水田の上から卵をばらまく	卵
	ナツアカネ	秋	打空	稲刈り前の水田の上から卵をばらまく	卵
	ミヤマアカネ	秋	打水・打泥	稲刈り前後にできた水田内の水溜まりや水際	卵
	アキアカネ	秋	打水・打泥	稲刈り前後にできた水田内の水溜まりや水際	卵



図-1 タガメ成虫

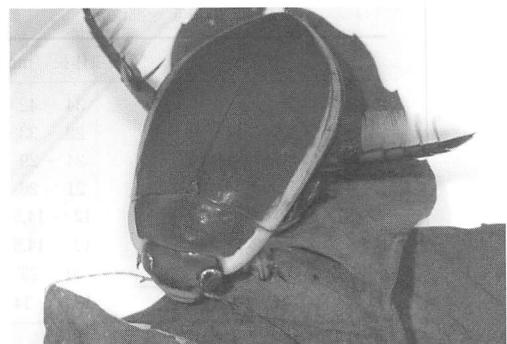


図-2 ゲンゴロウ成虫

II 栽培管理の影響

圃場単位で行われる栽培管理は、水田に生息する生物群集に直接的・間接的に影響を及ぼす（表-3）。特に、農薬散布や水管理は、湛水期に卵・幼虫の時期を過ごす種に対する影響が大きいと考えられる。例えば、西原ら（2006）は、各都道府県別に公表されているRDB掲載種のゲンゴロウ類に着目し、水田で繁殖する中～大型種ほど掲載率が高いことを示している（表-4）。これらの多くは、卵期間や幼虫発育期間が長いことから、栽培管理の直接的な影響を受けやすかったと考えられる。特に、かつて普通種であったコガタノゲンゴロウ *Cybister tripunctatus orientalis* GSCHWENDTNERや、西日本に広く分布していたスジゲンゴロウ *Hydaticus satoi* WEWALKAは、1950年代以降、急速に姿を消していることが過去の文献記録によって明らかにされており、この時期に全国で行われ始めた農薬散布や乾田化などが減少の要因と考えられている（西原ら、2006）。

1 農薬

一般的に、病害虫に対する薬剤防除は、他の栽培管理に比べると生物に対する影響が大きいと考えられる。しかし、農薬の作用機構や施用方法に関する研究・開発の

進展は目覚ましく、現在使用されている農薬の対象外生物に対する毒性は大幅に改善されている。例えば、水稻栽培初期の病害虫防除に使用される薬剤は、長期持続型の育苗箱施用剤が主流となっており、殺虫成分と殺菌成分を合わせた混合剤が広く使用されている。このような箱施用剤は、従来の水面施用剤に比べると田面水や河川への流出が少なく、暴露期間も短いことから、水生生物に対する影響を低減できると考えられる。一方、箱施用剤は、病害虫の発生以前に予防的に使用するため、発生が要防除水準以下の場合や必要のない成分を含む混合剤を使用した場合、過剰散布になってしまいういう問題がある（城所、2005）。また、薬剤の種類によって田面水への溶出の時期や濃度、期間が異なっており、生物種によっては影響を受ける可能性が指摘されている（嶋田ら、2004；小山ら、2005；源河ら、2007）。

除草剤の中にも生物種の生存に直接影響を及ぼすものが含まれている。例えば、ニホンアマガエル *Hyla japonica* GÜNTHERの幼生は、ある種の除草剤に対する感受性が高いことが報告されている（小山ら、2005）。また、植物の減少によって間接的に影響を受ける種も多いと考えられる。例えば、ガムシ類やミズムシ類の中には植物を餌とする種が含まれている。また、植物を産卵基質として利用する種のうち、トンボ類はイネにも産卵するが（表-2）、ゲンゴロウはイネには産卵しないことが確認されている（市川、2002）。

2 水管理

現在、一般的に行われている慣行栽培では、田植えから35～40日経過した後に2週間程度の落水処理、いわゆる中干しが行われる。中干しは、生育期にある水稻の無効分けを押さえると同時に、土壤に酸素を供給することで根の活力を高める、地固めすることで稻の倒伏を防ぐなどの目的で行われる。このような中干しは、水田

表-3 水田の栽培管理が昆虫群集に及ぼす影響（田中、2004を一部改変）

栽培管理	予想される影響の例
耕起	かく乱により歩行性の昆虫類、クモ類が減少
施肥	水質の違いが水生昆虫に影響
除草	不完全除草が棲み場所や産卵場所を提供
移植密度	水面露出度がトンボの産卵に影響
病害虫防除	農薬により個体数が減少
水管理	水深や湛水期間が水生昆虫に影響

表-4 水田に生息する中～大型ゲンゴロウ類の各都道府県におけるRDB掲載、分布並びに掲載率（西原ら、2006を一部改変）

種名	成虫体長 (mm) ^{a)}	掲載都道府県数	分布都道府県数	掲載率 (%) ^{b)}
ゲンゴロウ	34～42	44	46	95.7
シャープゲンゴロウモドキ	28～33	11	12	91.7
コガタノゲンゴロウ	24～29	32	41	78.0
マルコガタノゲンゴロウ	21～26	13	17	76.5
スジゲンゴロウ	12～14.5	12	22	54.5
マルガタゲンゴロウ	12～14.5	16	37	43.2
クロゲンゴロウ	20～25	15	41	36.6
シマゲンゴロウ	12.5～14	12	44	27.3

^{a)} 森・北山（2002）による。^{b)} 掲載率=RDBに掲載された都道府県数/分布記録のある都道府県数×100。



図-3 福島県南部の成苗移植水田で確認されたゲンゴロウの終齢幼虫

で幼虫期を過ごす種、特に、注水後の水田に侵入して繁殖するタイプに対する影響が大きいと考えられる。例えば、日本に生息するゲンゴロウ類の中で最も大型のゲンゴロウは、終齢幼虫の体長が約 80 mm に達し（図-3）、産卵～蛹化までは 50～60 日の期間が必要となる（市川、1984）。成虫が水田に飛来して産卵するまでの期間を考えると、慣行栽培の湛水期間では蛹になるまで発育できないのは明らかであろう。

また、乾田化は稻刈り以降の水田を利用する種に対して様々な影響を及ぼす。例えば、トンボの場合、アジアイトトンボやシオカラトンボなど幼虫で越冬するタイプは、乾田化された水田では乾燥や寒さに耐えきれず越冬することができない（若杉・藤森、2005）。また、稻刈り前後の水田に産卵するアキアカネとノシメトンボでは産卵に必要な環境条件が異なっており、アキアカネは水田に水溜まりがなければ産卵しないのに対し、ノシメトンボは水の有無に関係なく水田上空から卵をばらまく（表-2）。最近、一部の地域においてノシメトンボが増加する一方、アキアカネが減少する傾向にあることが指摘されており、乾田化に伴う産卵場所の減少が影響していると考えられている（上田、1998；神宮宇ら、2006）。また、明治期以降に日本に持ち込まれたと考えられているカブトエビ類は、本来、半乾燥地帯の一時的な水溜まりに生息する甲殻類であり、乾燥によって卵のふ化率が高まるという特徴をもっている（例えば、篠川、1997）。これらの種は戦後になって分布域を拡大しており、圃場整備に伴う乾田の増加が要因の一つと考えられる。

III 米生産と生物多様性

米生産の過程で行われる栽培管理、特に農薬の使用は、防除対象外の生物に対する毒性が軽減されているとはいえない、薬剤の種類や使い方によっては悪影響を及ぼす

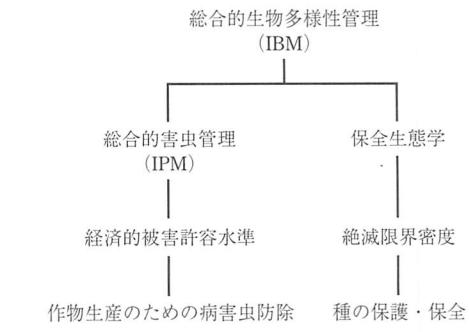


図-4 IBM と IPM 並びに保全生態学との関係（桐谷、2004）

危険がある。しかし、効率的・安定的な生産を継続するためには農薬の使用が不可欠であり、しばしば生物多様性保全との矛盾点として指摘されている。しかし、農薬のみに依存した防除では、薬剤抵抗性害虫の出現やリサージェンスなどの問題を生じ、生産面からも問題であることは周知の通りである。IPM は、農薬のみに依存せず、他の耕種的・生物的防除を組み合わせることで害虫の発生を経済的被害許容水準（EIL）以下に管理することを目的としており、その実現に向けた技術開発が進められている。一方、IBM は、作物生産と生物多様性保全を両立させるために提唱された新しい概念であり（桐谷、2004），IPM と同時に、希少種や絶滅危惧種などを絶滅限界密度以上に管理することを目的としている（図-4）。II 章で示したように、生物多様性の減少には様々な要因が関与していると考えられるが、希少種や絶滅危惧種などを保全する方策として、農薬のみに依存しない病害虫防除技術の開発が求められている点は、IPM と同じであるといえる。

IPM の技術として、病害では農薬に代わる防除法が確立されている（表-5）。温湯浸漬法は、有機栽培を実践する一部の農家が実施している技術であったが、1990 年代後半には、ばか苗病、いもち病、苗立枯細菌病に対する有効性が科学的に裏付けられた（林ら、2002）。現在は、温湯浸漬を行うための機械も開発されており、慣行栽培や有機栽培を問わず全国に普及する技術となっていている。また、プール育苗法は、出芽直後から湛水状態を保つことで苗立枯細菌病を抑制する方法であり、殺菌剤と同等の効果であることが確認されている（林ら、2002）。この方法は減農薬・有機栽培農家などによって既に実践されており、今後、広く普及する可能性が高い技術といえるだろう。一方、害虫に関しては、農薬の散布量や散布回数を低減する方法が提案されている（表-

表-5 水稲における代替法・減農薬法を用いた病害虫防除の例

代替・減農薬法	病害虫	方法	文献
温湯浸積法	いもち病, バカ苗病, 苗立枯細菌病	種粉を 63°C の湯に 5 分間浸積することによって抑制.	林ら (2002)
プール育苗法	苗立枯細菌病	出芽直後から湛水状態を保って育苗することで抑制.	林ら (2002)
額縁防除法	イネミズゾウムシ, コバネイナゴ	箱施用剤 (フィプロニルあるいはベンフラカルブを含む) 处理した苗を畦際から 6 ~ 10 条移植し, 畦からの成虫の侵入を防いで被害を抑制することで薬剤使用量を低減.	城所 (1995)
隔年施用法	イネドロオイムシ, イネミズゾウムシ, ニカメイガ, コバネイナゴ	箱施用剤 (フィプロニルあるいはイミダクロブリドを含む) による広域防除を行えば, 以後数年間発生密度を要防除水準以下に抑制できることから, 薬剤防除を隔年 (数年周期) とすることで, 薬剤使用量を低減.	上野 (2004), 後藤ら (2004)

表-6 稚苗移植と成苗移植における栽培管理の違い (稻葉 (1993) をもとに作成)

栽培管理	稚苗移植栽培	成苗移植栽培
移植密度	密植	疎植
移植本数	5 ~ 7 本/株	1 ~ 2 本/株
病害防除	殺菌剤 (箱施用剤)	温湯浸積法 プール育苗法など
虫害防除	殺虫剤 (箱施用剤)	なし
雑草防除	除草剤	深水管理 耕種的・生物的防除 (除草機, 米ぬか・アミミドロ等)
湛水期間 (移植~中干し)	35 ~ 40 日	40 ~ 60 日

5)。額縁防除法は、長期持続型箱施用剤で処理した苗を畦際周辺部に移植し、イネミズゾウムシ *Lissorhoptrus oryzophilus* KUSCHEL やイネドロオイムシ *Oulema oryzae* (KUWAYAMA) の畦からの侵入を防ぐことで被害を抑制する方法である (城所, 1995)。また、隔年防除法は、長期持続型箱施用剤による広域防除を行うことで、その後数年間はイネドロオイムシやイネミズゾウムシ、ニカメイガ *Chilo suppressalis* (WALKER)、コバネイナゴ *Oxya yezoensis* SHIRAKI の発生密度を要防除水準以下に抑制できることから、防除体系を複数年単位で組み立てることで薬剤使用量の低減を図る方法である (上野, 2004; 後藤ら, 2004)。これら二つの方法は、IPM の観点からすると農薬の使用量を減らすことができるという点で有効である。しかし、IBM の観点からすると、箱施用剤の中には防除対象外の生物に対して影響を及ぼすものも含まれており、導入に際しては、できるだけ影響が少ない薬剤の使用を検討するなどの慎重な対応が求められる。

一方、IBM を具体化する方策として、農薬や化学肥料に依存しない有機農法の普及が考えられる。現在、民間では様々なタイプの有機稻作が実践されており、栽培法を一般化していくための基礎技術として注目されてい

る。ここでは成苗移植栽培に着目したい (表-6)。管理手法は実践している農家によって様々であるが (例えば、稻葉, 1993)，基本的な栽培の特徴として注目されるのは、①成苗 1 ~ 2 本を疎植することによって害虫に強い稻を栽培し、イネミズゾウムシやイネドロオイムシに対する防除を行わない、②雑草は、深水管理や耕種的・生物的な手段によって防除し、除草剤は使用しない、③成苗を疎植して深水管理することで初期生育が緩やかとなり、稚苗移植栽培のように中干しによって分けを抑制する必要がない、という点である。このような栽培管理は、水生生物の保全に有効となる可能性が高く、米生産と多様性保全を両立させる栽培技術の一つとして注目される。実際に、福島県南部で成苗移植栽培を行っている農家を対象として、止水性水生昆虫類の調査を行った結果を表-7 に示した。2006 年の 6 月および 7 月に 1 回ずつ、畦際に水中ライトトラップを設置して、一晩で捕獲された水生昆虫類を農家ごとにまとめたものである。ここでは種まで同定できたものをリストアップしているが、それでも 31 種の水生昆虫類を確認することができた。除草剤は使用されているものの、畦際にはセリなどが残っており、全国的に減少傾向にあるゲ

表-7 福島県南部の成苗移植水田で確認された止水性水生昆虫類（浜崎・本林、未発表）^{a)}

目名	種名	農家A	農家B
コウチュウ目	ゲンゴロウ	△	△
	クロゲンゴロウ	●	●
	シマゲンゴロウ	●	●
	マルガタゲンゴロウ	△	●
	ケシゲンゴロウ	●	○
	チビゲンゴロウ	●	●
	コップゲンゴロウ	○	—
	ツブゲンゴロウ	○	—
	コガシラミズムシ	○	○
	ヒメガシラミズムシ	○	○
	マダラコガシラミズムシ	○	○
	ガムシ	○	—
	ヤマトゴマフガムシ	○	○
	キベリヒラタガムシ	○	—
	シジミガムシ	○	—
	タマガムシ	○	—
	イネミズゾウムシ	○	○
カメムシ目	オオコオイムシ	●	●
	ミズカマキリ	●	●
	タイコウチ	○	—
	マツモムシ	●	●
	ヒメマルミズムシ	○	○
	ヒメアメンボ	○	○
	マダラケシカタビロアメンボ	○	○
トンボ目	オオアオイトンボ	△	△
	ホソミオツネントンボ	△	△
	モートンイトトンボ	△	—
	ノシメトンボ	△	△
	マイコアカネ	—	△
	ナツアカネ	—	△
	アキアカネ	—	△

a) 2006年6、7月に1回ずつ、各農家の水田3筆に水中ライトラップを5個ずつ設置して捕獲された水生昆虫類のうち、種同定できたもののみを示した。●は成虫・幼虫ともに捕獲、○は成虫のみ、△は幼虫のみ、—はいずれも捕獲されなかったことを示す。

ンゴロウやマルガタゲンゴロウ *Graphoderus adamsii* (CLARK), クロゲンゴロウ *Cybister brevis* AUBE, シマゲンゴロウ *Hydaticus bowringii* CLARK (表-4) の繁殖を確認することができた。隣接する慣行栽培田のデータは解析中であるが、少なくとも、調査を行った成苗移植水田は、水生昆虫類が繁殖するために必要な条件を備えているといえるだろう。

これまで、減農薬・有機栽培は、農薬を主体とする慣行栽培に比べると、コストや労力の負担が大きい、収量の低下・不安定化が懸念されるなどの理由によって、農家に受け入れられる可能性は低いと考えられてきた。し

かし、安心・安全な農産物に対する消費者の関心は高まっており、減農薬・有機栽培に対する考え方は変化しつつあるように思われる。現在、「有機農産物」や「特別栽培農産物」など、化学農薬や化学肥料使用の有無や使用回数によって農産物を区別化する制度が導入されており、それぞれの農産物には認証マークが与えられている。農家はこれらの「認証」に基づいて消費者に安全性をアピールすることで、販売価格を慣行栽培と同等かそれ以上に高めることも可能と考えられる。実際に、有機栽培や減農薬栽培によって収穫された米を「コウノトリ米」(兵庫県豊岡市)や「オオヒシクイ米」(茨城県牛久市)、「ゲンゴロウ米」(広島県御調町)など、生産活動によって保全される生物を象徴としてブランド化し、インターネットを通して販売する農家や組合も存在している。消費者との直接契約や地域の学校給食用としての契約などによって販路を確保する試みも行われている。また、栽培方式の転換に伴って生じるリスクを軽減するための新たな交付金制度が「農地・水・環境保全向上対策」として導入された。これは、農地、農業用水等の資源や農村環境を守り、質を高める地域共同の取り組みと環境保全に向けた先進的な営農活動を総合的に支援するもので、共同活動（農業者や地域住民、NPOなどによって構成された組織による活動）、営農活動（化学肥料や化学合成農薬の5割以上低減した栽培管理）、活動の質的向上に向けた取り組みに対して交付金が支給される仕組みになっている。条件付きではあるが中山間地直接支払制度と組み合わせることもできる。このような状況の変化によって、減農薬・有機栽培に取り組む農家や組織が増加していくのかどうか、今後の動向が注目される。

IV 空間スケールとIBM

I章で述べたように、水田生態系を構成する景観要素（水田、水路、河川、ため池、樹林地等）の配置や間隔といったモザイク構造は、それらを利用する生物種が個体群を維持するうえで重要な意味をもっているが、水田そのものの多様性、すなわち様々な管理手法によって異なる環境条件が形成された水田のモザイク構造もまた重要であると考えられる。具体的に、どの程度のモザイク状態であれば多様性保全に有効なのかは今後の研究を待たなければならないが、個々の生物の移動分散能力によって、考慮すべき空間スケールは異なると考えられる。例えば、タガメは繁殖期になると飛翔によって分散することが知られており、本来の生息地域から離れた河川敷の水溜まりや養魚池など、ピンポイントで存在する生息適地で繁殖しているのが観察されることがある。こ

の種は交尾と産卵が同時に行われ、卵は雄によって保護されなければふ化しないことから (ICHIKAWA, 1995), 雌雄それぞれが繁殖に適した場所を高い確率で選択していると考えられる。このように、移動・分散能力が高い種は、様々な農法の水田がモザイク状に存在したとしても、移動を繰り返すことで繁殖に適した水田を選択できる可能性がある。IBM を実現するためには、圃場レベルにおける栽培管理手法の検討だけではなく、個々の生物種の移動分散能力を考慮した、様々な空間スケールでの多様性管理手法を確立することが重要である。

おわりに

水田を生息場所として利用する生物にとって、栽培管理が繁殖に影響を及ぼすかどうかは個体群を維持するうえで重要な問題である。しかし、水田の利用形態は生物によって様々であり、カブトエビ類のように乾田化された水田に生息する種もあれば、ゲンゴロウのように農薬が使用されず湛水期間が長い水田を繁殖場所として利用する種もある。このように、様々な生態特性をもつ生物によって構成される生物群集を保全していくためには、様々な空間スケールにおける「水田環境の多様性」をいかに形成していくかが重要になる。今後、減農薬・有機栽培が農家の労力や地域環境に合わせて改良され、多様化した形で積極的に取り組まれるようになれば、これまで画一的であった慣行栽培地域に、それとは異なる栽培水田がモザイクを形成し、水田環境の多様化に繋がると期待される。もちろん、生物多様性保全の立場から減農薬・有機栽培の普及を目指すことは、農薬の使用や乾田化を否定するものではない。それらは地域における水田環境の多様性を維持するうえで必要な構成要素の一つととらえることができる。現実的には、平野部のような栽培に重点を置く地域と、中山間部のような保全に重点を

置く地域に分け、それぞれの地域環境に合わせた水田環境の多様性を形成・維持していくことになると考えられる。そのためには、農法と生物群集との関係を明らかにすると同時に、栽培管理の異なる水田が混在する場合に生じる問題点、例えば、有機栽培田で発生する病害虫が慣行栽培田に分散して被害を及ぼす可能性や、慣行栽培田で使用される農薬が有機栽培田に飛散して生物群集に影響を及ぼす可能性などについて検討していくことが重要である。

引用文献

- 1) 源河正明ら (2007) : 第51回応動昆講要: 145 (I101).
- 2) 後藤純子ら (2004) : 北日本病虫研報 55: 278.
- 3) 林かずよら (2002) : 宮城古川農試報 3: 137 ~ 147.
- 4) 日比伸子ら (1998) : 水田周辺の人為水系における水生昆虫の生活: 水辺環境の保全—生物群集の視点から (江崎保男・田中哲夫編), 朝倉書店, 東京, p. 111 ~ 124.
- 5) 日鷹一雅 (1998) : 日本生態学会誌 48: 167 ~ 178.
- 6) 市川憲平 (1984) : インセクタリウム 21: 8 ~ 10.
- 7) ICHIKAWA, N. (1995) : J. Insect Behav. 8: 181 ~ 188.
- 8) 市川憲平 (2002) : ため池の自然 36: 9 ~ 15.
- 9) 稲葉光國 (1993) : 太茎大穂のイネづくり, 農文協, 東京, 241 pp.
- 10) 神宮宇寛ら (2006) : 農業土木学会論文集 241: 133 ~ 140.
- 11) 城所 隆 (1995) : 植物防疫みやぎ 71: 1 ~ 11.
- 12) ——— (2005) : 植物防疫 59: 481 ~ 487.
- 13) 桐谷圭治 (2004) : 「ただの虫」を無視しない農業, 築地書館, 東京, 192 pp.
- 14) 小山 淳ら (2005) : 宮城古川農試研報 5: 31 ~ 42.
- 15) 倉沢秀夫 (1956) : 資源科学研究所集報 41 ~ 42: 86 ~ 98.
- 16) 森 淳 (2007) : 水田生態系の特徴: 水田生態工学入門 (水谷正一編), 農文協, 東京, p. 20 ~ 24.
- 17) 森 正人・北山 昭 (2002) : 図説日本のゲンゴロウ 改訂版, 文一総合出版, 東京, 231 pp.
- 18) 西原昇吾ら (2006) : 保全生態学研究 11: 143 ~ 157.
- 19) 西城 洋 (2001) : 日本生態学会誌 51: 1 ~ 11.
- 20) 嶋田知英ら (2004) : 関東病虫研報 51: 167 ~ 170.
- 21) 篠川貴司 (1997) : 応動昆 41: 237 ~ 239.
- 22) 田中幸一 (2004) : 農業技術 59: 23 ~ 28.
- 23) 上田哲行 (1998) : 水田のトンボ群集: 水辺環境の保全—生物群集の視点から (江崎保男・田中哲夫編), 朝倉書店, 東京, p. 94 ~ 110.
- 24) 上野 清 (2004) : 植物防疫 58: 385 ~ 389.
- 25) 若杉見介・藤森新作 (2005) : 農業土木学会誌 73: 785 ~ 788.

新しく登録された農薬 (19.9.1 ~ 9.30)

掲載は、種類名、登録番号：商品名（製造者又は輸入者）登録年月日、有効成分：含有量、対象作物：対象病害虫：使用時期等。ただし、除草剤・植物成長調整剤については、適用作物、適用雑草等を記載。（登録番号：22003 ~ 22019）下線付きは新規成分。

「殺虫剤」

- シフルトリニン液剤
22012: ケムシムシ AL (レインボー薬品) 07/09/19
- 22013: アースガーデン D (アース製薬) 07/09/19
- 22014: HJ バイスロイド液剤 AL (ハイポネックス・ジャパン) 07/09/19
シフルトリニン: 0.0050%

ばら：アブラムシ類：—

きく：アブラムシ類：—

つつじ類：ツツジグンバイ：—

つばき類：チャドクガ：—

キャベツ：アオムシ、アブラムシ類：収穫7日前まで
(19ページに続く)