

機関番号：16301
 研究種目：基盤研究 B
 研究期間：2008 ～ 2010
 課題番号：20380180
 研究課題名（和文）多様な在地・在野の野外研究者による水田生物多様性変容の謎解き－普通種激減の危機－
 研究課題名（英文） Investigation into the cause of degradation of biodiversity in rice paddy by diverse fields researchers : the crisis of common species declines
 研究代表者 日鷹 一雅 (Hidaka, Kazumasa)
 愛媛大学・農学部・准教授
 研究者番号：00222240

研究成果の概要（和文）：まずはカメ類、両生類、畔畔の高等植物、昆虫等について現状の生息状況を在地の多様な研究者と検討した。その結果から、トノサマガエル、イシガメ、チガヤ、ススキ、ヒメゲンゴロウなどの水生昆虫などの水田普通種が地域的に減少傾向であった。これらの普通種減少について、激減仮説（新農薬・侵入生物・栽培環境・圃場整備など）のそれぞれが減少要因に関与していた。減少傾向の種のうち、とくに減少傾向の顕著な種群に悪影響を及ぼす要因について影響評価実験を行った。メソコズムとマイクロコズムを考案し、半致死濃度を求め、ある殺虫剤の悪影響をつきとめた。昆虫種の中には地域個体群の激減に一部の普及農薬の化学成分が影響していた。減少種とその要因の関係性は多様であり、在地の研究者の役割は大きい。

研究成果の概要（英文）： Investigation into the cause of biodiversity decline has not been well known in rice paddy fields of Japan. Several hypotheses concerning decline causes of common species in rice fields have been nominated from previous examinations. In this research project, these hypotheses were examined for common species in rice fields ecosystem through epidemiological examinations and experimental ones. In results from fields examinations of each taxa distributions in rice fields, some common species populations have been already declined recently in each researchers fields. Additionally, species response to disturbance factors were diverse depending on biological taxa and physiological trait of species. Several species of aquatic insects, especially, remarkably declined in a particular region where had been used an insecticide chemical such as a common red dragon fly, *Sympetrum frequens* and other Coleopteran insects.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	6,900,000	2,070,000	8,970,000
2009年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
2010年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
年度			
年度			
総計	15,000,000	4,500,000	19,500,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：境界農学・環境農学

キーワード：生物環境・生物多様性

1. 研究開始当初の背景

申請者らの研究グループは、環境保全型農業の“Experimental Natural History”研究以来 (Andow and Hidaka, 1989; 1999)、各地の自然・有機農法など環境保全型農業先進農家や実験圃場の希少水田生態系の基礎研究を行ってきた。各種栽培システムを対象に、慣行水稲栽培水田と比較分析しながら、農生物多様性管理の在り方を探求する農生態学 (Agroecology) のアプローチ (Cox and Atkins, 1979; Gleissman 1998) を進めてきた。農薬・肥料の施用の有無や種類 (例えば有機と無機の比較)、緑肥の種類、耕紀の有無など、栽培様式を構成する個別の農作業あるいは農村景観構成要素が、栽培植物の生育・収量、病害虫や天敵の個体群動態、あるいは生物多様性にどのような相違をもたらすのかについて明らかにする研究を進めた。これまでこの様な変容には、Penuelas & Filella, (2001: Science, 294: 793-795)等の指摘どおり、地球温暖化による気候異変も関係するだろう。その一方で、水田生物多様性ホットスポット (日鷹 2000; 2003 ほか) を探し出し、生物多様性の調査を進めてきた。とりわけ、水田耕作環境に生活依存性の強い絶滅危惧種の個体群や群集レベルの調査研究を進め (日鷹 2003; Hidaka 2005; Mineta et al., 2005)、水田生物多様性の保全・再生の在り方を論じた (日鷹・嶺田・大澤 2007)。

これら生物多様性ホットスポット地域における一連の調査においても、ゲンゴロウ類では普通種の激減が生じている (西原・刈部・鷲谷 2006)。しかし、他の分類群の普通種減少傾向の検討や原因究明はほとんど手つかずの状況にある。複数の環境要因が絡み合う実際の農村に在る水田生態系で、同様の動植物相への攪乱が生じているかどうかは未知であり、本課題による検証が必要である。

2. 研究の目的

以上、前節で述べたような従来の申請者らの研究経緯を総合的に振り返り、なぜ日本各地において、水田生物多様性が劣化したのかの原因究明に関して、当初に5仮説を構想した。圃場整備、侵入生物、新農薬、栽培環境、気候異変による攪乱仮説であり、リストアップされた普通種の減少がどの仮説によって説明付けられるかを明らかにする。

3. 研究の方法

研究期間の間に以下の3段階で明らかにしようとした。第1段階は、疫学的調査であり、激減種の減少傾向の一般性検討および研究対象種の特定化を行う。分類群ごとの研究担当は、野外調査、過去のデータベース解析、民間などの協力研究者などへのリサーチと言った多様なデータソースを収集整理し、どの種個体群が著しく衰退し、保全や再生の緊急性を要するのかについて、激減種をリストアップした。第2段階は要因解析であり、前段階収集したデータを解析し、表1の攪乱5仮説への篩い分けを行う。ある種個体群の激減と要因との相関関係は、①学術的背景で述べた研究の経緯から、多様な環境条件との関係から類推し、仮説検証を統計学的に行い、どの仮説に該当するのかを明らかにしていく。第3段階は原因究明実験と成果公表であり、第2段階で明らかになった特定種の激減の主因を更に詳細に絞り込むための野外実験 (メソコズム解析)、室内実験 (一部の種では薬剤検定実験) などを進めた。

4. 研究成果

(1) 圃場整備要因仮説

圃場整備の生物多様性への悪影響については、従来指摘されてきているが、研究例は非常に希である。そこで、圃場整備後の年数経過で、生物多様性がどのように変遷するかについて、中国地方における水田畦畔を対象

に(図1)調査分析を行った(渡邊ら 2010)。

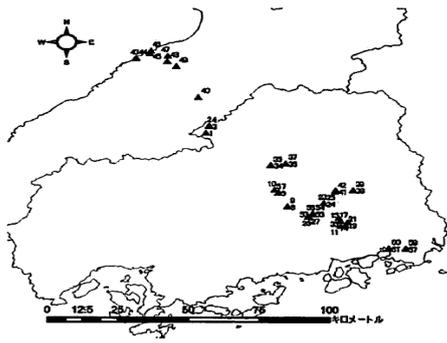
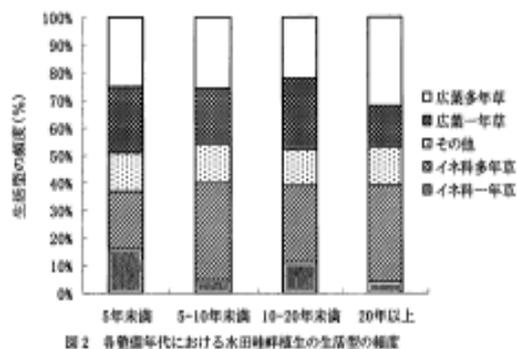


図1 今回の蛙蛙植生の調査地点

このような広範囲の詳細な調査と植物群落の解析結果から、蛙畔にはチガヤ、ススキと言った身近な草本植物種が優占していたのが、圃場整備事業で一度は大きな攪乱を受け、スギナや外来種などの草本植生に置き換わり、やがていくらかはチガヤやススキ群落に回復する傾向認められてた。(図2) 地域的に見れば圃場整備によって、事業地域では水田蛙畔の普通種は、チガヤやススキのように激減するがそれが一時的かそのまま低密度状態を維持するかは、その後の管理状態にも大きく影響を受け、適切な植生モニタリングと管理が必要であった。



動物個体群については、圃場整備が地域個体群影響に負のインパクトを与えかねないと言われている両生類について中部地方において調査を行った。旧海岸線から干拓地にかけてのカエル類の進出状況の傾向を把握するため、木曾川に平行してベルト・トランセクトを地図上に引き、在来カエル類の生息の

有無および生息量について調べた。最基部は干拓されていない本来の海岸線より数km内陸に置き、最端部は最近の干拓地に、それぞれ1km間隔で調査地点を設置した。調査は2009年の5~7月に、日中の目視確認と夜間の鳴き声確認を実施した。

調査の結果、ニホンアマガエル、ヌマガエルは、最も新しい年代に干拓された水田を含め、調査地点すべてで確認された。ニホンアカガエルは1地点でのみ少数(2個体)が確認された。この地点は、海拔約1mの地点で、旧輪中の堤上の灌木林と隣接していた。トノサマガエルは非干拓地で4地点、初期の干拓地(1601-1700)で5地点、合計9地点で生息が確認された。1700年代以降に干拓された場所の地点では確認されなかった。いずれも1~8個体と少数の確認にとどまった。ダルマガエルは非干拓地で2地点、干拓地で11地点の計13地点で生息が確認された。干拓地の干拓時期別では、1600年代が7地点、1700年代が1地点、1800年代が2地点、1950年代が1地点と、いずれの年代の干拓地でも確認された。

確認された5種は、広く普通に生息する種(ニホンアマガエル、ヌマガエル)、中程度に偏在して分布する種(トノサマガエル、ダルマガエル)、極めて稀な種(ニホンアカガエル)の3グループに分けられた。ニホンアマガエルおよびヌマガエルは、設定したラインの全域に高い生息量を示しており、干拓地という新たな水田環境への分散・定着能力が高いことが明らかになった。ニホンアカガエルの生息確認地点はこの地域では稀なまとまった樹林地が堤上に沿って存在しており、堤斜面からの絞り水により、春期に産卵可能な止水域が形成されたものと推察される。これは、密度は非常に薄いながらも、輪中堤上の樹林を抛り所に本種が干拓地への分散・定着

したことの証と考えられる。トノサマガエルは、非干拓地もしくはその近傍の干拓初期(1601-1700)の地点に生息分布が限定していた。一方、ダルマガエルは非干拓地および各年代の干拓地でも確認され、確認地点数としてはトノサマガエルよりも多くなっていた。このため、ダルマガエルでは干拓地という新たな水田環境創出地への侵入・定着が容易に生じてきたと推察される。

(2) 侵入生物攪乱仮説

外来生物が水田生態系に侵入・分布拡大を広げ、生物多様性や生態系を攪乱している事例について、今回は水田地帯のカメ類に着目した。神奈川県三浦半島は、昭和30年代までほぼ全域に谷戸田を中心とする農村環境が存在し、多数のイシガメの棲息が確認されていたが、今は希少である。そこで、2007年6月～11月および2008年5月～8月に、淡水棲カメ類の生息が見込める三浦半島内の全水域、計14水系35水域においてカメ類の捕獲を行い、計317個体を捕獲したデータを今回解析した。35調査水域のうち、約半数の16調査水域ではカメ類の生息を確認することができなかった。これらの水域は、後述のように水域の環境条件によりカメ類の生息が困難な環境であると推察された。また、カメ類の生息が認められた19調査水域中8調査水域が3個体以下と捕獲個体が少なかった。一方で、100個体以上が1調査水域のみ、25-55個体もわずか3調査水域と少なかった。このように、全体としては少数の突出した高い個体数の水域と、多数の非生息もしくは極めて少数の生息の水域から成っていることが明らかにされた。

捕獲されたカメ類の種組成は、外来種のアカミミガメが54.9%と半数以上を占めており、次いでクサガメ30.6%、カミツキガメ5.3%であった。これらの上位3種が全体の90.8%を

占めており、それ以外の種は少数であった。特に、在来種とされるイシガメは2.5% (8個体) と極端に少なく、本半島における地域個体群が危機的状況であることは明白であった。環境別にみると、流水域では、淵および抽水植物群落の存在がカメ類の生息の必要条件と推察されたのに対し、止水域(池等)では抽水植物群落の存在しない環境でも生息が認められた。止水域では、護岸化されていないことがイシガメやクサガメの生息に有利であることが確認された。特に緑地との連続性が失われた水域では、アカミミガメの割合が高まり、クサガメやイシガメが劣勢になっていたことから、イシガメ科のカメ類の生息には緑地と水域との生態的な連続性が確保されていることが重要である。また、繁殖による個体供給が不可能と思われる水域でもカメ類が多く観察され、放逐圧の高さが示唆された。

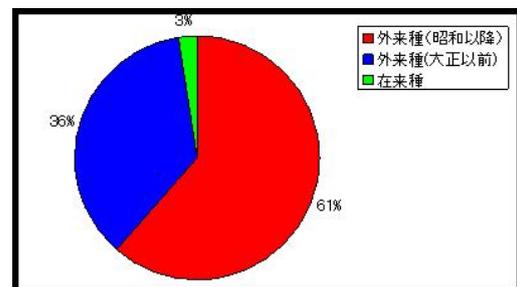


図3 三浦半島におけるカメ類の内訳

(3) 新農薬攪乱仮説ほか

近年の防除体系は、長期残効苗箱処理、フロアブル剤など省力化技術の導入が盛んである。ここでは特にこのところ10年来導入された長期残効苗箱処理の殺虫剤について水田昆虫への影響評価を行った。疫学的調査からアキアカネの地域激減が示され(上田2008)、殺虫成分フィプロニルの関与が示唆された。そこで水田メソコズムによるアキアカネ幼虫への影響を評価する第3段階の実験を行った。その結果、この10年に西日本を中心に普及したフィプロニルは、その前

に広く普及していたイミダクロプリドに比べ、特異的にアキアカネ幼虫の生存率が低めることが示唆された(神宮宇ら 2009)。水田には、アキアカネのようなトンボ類の他に甲虫類(コガシラミズムシ科・コツブゲンゴロウ科・ゲンゴロウ科・ミズスマシ科・ツブミズムシ科・ホソガムシ科ダルマガムシ科・ガムシ科)の普通種が広く分布しているが(日鷹 2009)、最近一部の種が激減していることが指摘されている(市川 2008 ほか)。そこで、全国に分布する代表的な普通種2種のヒメゲンゴロウ、ヒメガムシについて、薬剤感受性評価をメソコズム実験で行った。その結果、同じように水田で繁殖する甲虫類でもヒメゲンゴロウとヒメガムシの2種間の感受性の差異は50倍以上を超えた推定値を示した。(図4)この感受性濃度と実際の水田で計測した薬剤成分濃度から推測すると、ヒメゲンゴロウのような一部の種は、この新農薬の広域的な普及で激減したと考えられた。実際に一部の西南暖地の地域(九州・四国・中国の一部の県域)では、ヒメゲンゴロウは減少傾向が認められた。

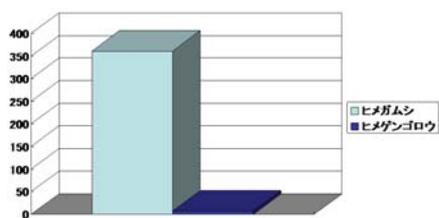


図4 水生昆虫2種のフィプロニル感受性(ppb)の比較

水田環境は、農薬や圃場整備以外に新技術導入・栽培時期変動・耕作放棄など、何時の時代にも激動の変遷を受けて来てきた。今回最近普及し始めた冬期湛水稻作についても、水田の種すべてに良好な生息環境をもたらすのではなく、種によっては減少するトンボ類の存在が明らかになった(若杉ら 2011)。また水稻栽培品種の変化のよりトノサマガエルが地域的に激減した関連性も愛媛県下

の事例で示唆されている(村上ら 2009)。

(4) 総合考察

今回の調査から、分類群によってそにお生活史(例えば水田依存度)や移送様式などによって受ける攪乱の種類や程度が異なり多様であることは明らかである。とくに、昨今水田普通種のシンボルのアキアカネの減少をもたらす薬剤がある昆虫を殺虫し、ある昆虫種は絶滅させないというのは、攪乱要因と種の激減の特異的な関係を示している。

以上から、水田における普通種の激減と各種攪乱要因の関係性は、種の生活史や生理学的性質など固有の特性によって、同じ攪乱要因でも影響の出方に多様性が認められた。そのため、同じ種でも地域によって多様性が形成されることにもなる。地域に根ざした普通種を含む生物多様性の広範囲で地道なモニタリング体制の構築と今回のような要因解析の努力を怠ってはならないだろう。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計16件)

- ① 日鷹一雅、水田における群集構造の潜在食物網と実際の食物網：天敵類のギルド内捕食をめぐって、日本生態学会誌、査読あり、62巻(2)、2012、掲載決定
- ② 若杉晃介、嶺田拓也、石田憲次、冬期湛水水田によるトンボ保全効果、農業農村工学会論文集、査読あり、No. 271、2011、43-44。
- ③ D. Q. Thuyet, H. Watanabe, T. Motobayashi, Effect of formulations and treatment methods of nursery boxes applied with insecticide on the behavior of imidacloprid in rice paddy fields, *J. Pestic. Sci.*, 査読あり, **36**(1), 2011, 9-15

④ 天伯牧夫、大澤啓志、勝野武彦、木曾川河口域の干拓域におけるカエル類の分布、LRJ、査読あり、73(5)、2010、437-440.

⑤ 渡邊 修、大谷一郎、日鷹一雅、基盤整備地における畦畦植生の特徴、農業および園芸、査読あり、85(4)、2010、420-424

[学会発表] (計 27 件)

① 日鷹一雅、本林 隆、水田に依存した水生昆虫普通種の激減の主因—苗箱施用殺虫剤の影響評価、第 58 回日本生態学会大会・企画集会、2011、3. 11、札幌

② 嶺田拓也、東 淳樹、日鷹一雅、有機水稲作農法イノベーションの里地の生物多様性に対する影響評価、第 58 回日本生態学会大会・企画集会、2011、3. 11、札幌

③ 嶺田拓也、日鷹一雅、山里海のコモンズ再生に向けての生物分類スキルのあり方とは? —在地・在野のパラタクソノミスト大集合—、第 58 回日本生態学会大会・企画集会、2011、3. 11、札幌

④ 日鷹一雅、農生態学からみた農山漁村の生物多様性の評価、日本農村計画学会シンポジウム「農村を測る—生態系に焦点をあてて」、2010、4. 10、東京大学

⑤ 日鷹一雅、本林 隆、五箇公一、水田生物多様性に対する苗箱処理剤の影響評価の総合的考察、第 54 回日本応用動物昆虫学会大会、2010、3. 28、千葉大学

⑥ 日鷹一雅、本林 隆、井上雄樹、薬剤感受性の種多様性の視点から—数種の箱処理剤に対する水生鞘翅目昆虫の感受性について、第 54 回日本応用動物昆虫学会大会、2010、3. 28、千葉大学

[図書] (計 10 件)

① 日鷹一雅、養賢堂、農生態学からみた農山漁村の生物多様性の評価と管理、(日本農学会編) シリーズ 21 世紀の農学、農林水

産業を支える生物多様性の評価と課題、2011、17-40

② 東淳樹、学芸出版会、地域固有の二次的自然の消滅. 林直樹、齋藤晋編、撤退の農村計画—過疎地域からはじまる戦略的再編、2010、45-52.

③ Muramoto J, Hidaka K, Mineta, T, CRC Press, NY, USA, The conversion to sustainable agriculture: Priceples, Processes and Practices, S.R.Gliessman & J.H.Rosemeyer ed. 2009, 273-302

④ 日鷹一雅 (編)、田んぼの生き物図鑑 水生昆虫編 I コウチュウ目・カメムシ目、社団法人 農村環境整備センター・社団法人農山漁村文化協会、2009、63p

6. 研究組織

(1) 研究代表者

日鷹 一雅 (HIDAKA KAZUMASA)
愛媛大学・農学部・准教授
研究者番号：00222240

(2) 研究分担者

嶺田 拓也 (MINETA TAKUYA)
独行政法人・農村工学研究所・研究員
研究者番号：70360386

渡邊 修 (WTANABE OSAMU)
信州大学・農学部・准教授
研究者番号：30360386

本林 隆 (MOTOBAYASHI TAKASHI)
東京農工大・農学部・講師
研究者番号：20262230

東 淳樹 (AZUMA ATSUKI)
岩手大学・農学部・講師
研究者番号：10322968

大澤 啓志 (OSAWA KEIJI)
日本大学・生物資源科学部・准教授
研究者番号：20369135