

水田水域における止水性水生動物群集の保全生態学的研究

中西 康介

環境動態学専攻

1. はじめに

水田は日本の耕地面積の半分以上を占める広大な農地である。また、水田では定期的に湛水と落水が繰り返されるため、水田は一時的水域の湿地と位置づけられる。一方、ため池は水田に用水を供給する灌漑設備として造成されてきた。ため池は水田とは対照的に、比較的安定した恒久的な水域である。本研究では稲作灌漑地域に特有な、これらの人工的湿地を水田水域と定義する。

水田水域は、稲作の展開とともに、湿地に生息する生物の代替的な生息地としての役割を果たしてきたと考えられている。現在、少なくとも 5000 種以上の生物が水田水域を利用しているといわれており、水田水域は湿地生態系における生物多様性保全の場としても注目されるようになった。しかし近年、水田水域に生息する多くの生物が減少している。この理由として、圃場整備や様々な栽培管理方法の変化などが指摘されている。しかし、これらの様々な要因の包括的な評価はほとんどされておらず、水田水域における水生動物群集を対象とした保全生態学的な研究はまだ初期段階である。そこで本研究では、水田とため池において、水生動物群集の種構成や多様性、個体群動態、分布様式にあたる要因を解明することで、水田水域における生物多様性保全の可能性について考察した。

2. ため池の水生昆虫の種構成と多様性

ため池における生物多様性保全や復元に応用できる知見を得るために、水生昆虫群集（トンボ目幼虫、カメムシ目、コウチュウ目）を指標とした調査を行なった。滋賀県湖東地域において、21 箇所のため池を調査地として選定し、各池の水生昆虫群集の種構成とため池の面積、周囲長、護岸環境、堆積物、水質、植生、外来種などの環境要因を定量的に調査した。

調査の結果、合計で 3 目 17 科 57 種の水生昆虫が採集された。正準対応分析（CCA）を用いて解析した結果、抽水植物種数、コンクリート護岸率、落葉、周囲長、泥、溶存酸素が水生昆虫群集の種構成に対して有意な影響をあたえていることが明らかになった（図 1）。これらの要因のうち、水生昆虫の種構成への寄与度が最も大きかったのが、抽水植物種数であった。さらに、コンクリート護岸率と水生

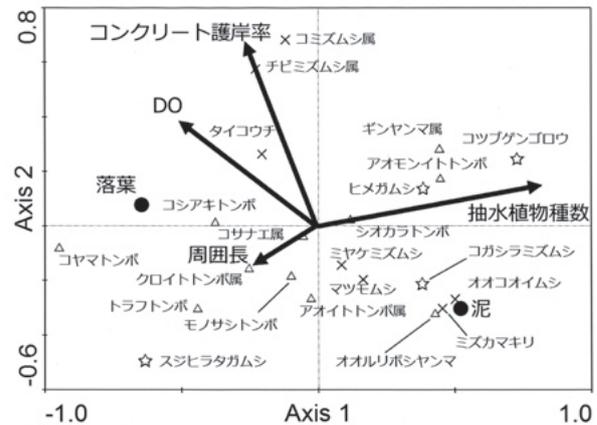


図 1 CCA に基づく水生昆虫の種と環境要因との関係。ベクトルは量的環境要因，●は質的環境要因を示す。ベクトルの長さは要因の寄与度，方向は他の要因との相関の強さを表す。△：トンボ目，×：カメムシ目，☆：コウチュウ目。

昆虫の種数との間に負の相関、抽水植物被度と水生昆虫の種数との間に正の相関がみとめられた。これらのことから、ため池の改修工事によるコンクリート護岸化や水生植物の減少が、水生昆虫の産卵場所や逃避場所としての生息環境を悪化させたことが考えられた。しかしその一方で、コヤマトンボ、コミズムシ属やチビミズムシ属などのように、水生昆虫の多様性が低い池に特異的に生息する種の存在も明らかになった。つまり、定期的に攪乱が生じ、植生の遷移が抑えられる、一時的水域のような環境も水生昆虫の生息場所として重要であることが示唆された。そのため、地域において水生昆虫の多様性を維持するためには、様々な環境のため池の集合が必要であると考えられた。

3. 水田の農法と水生動物群集

水田におけるイネの栽培管理の方法が水生動物群集にあたる影響を包括的に評価することを目的に、農法の異なる水田において調査を行なった。滋賀県高島市今津町の山間部の水田地帯において、それぞれ農法の異なる 4 種類の水田、すなわち慣行田、減農薬田、無農薬田、冬期湛水（無農薬）田を各 2 筆、調査水田として設定した。これらの水田において、大型水生動物群集（水生昆虫、魚類）およびこれらの餌生物として重要だと考えらえる動物プランクトンと小型水生昆虫（カゲロウ目、ハエ目）の個

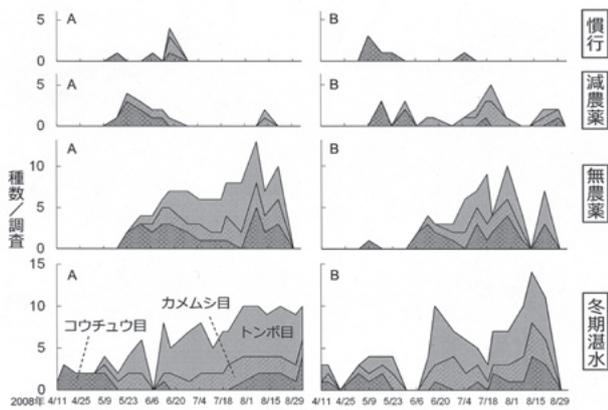


図2 各農法の水田で採集された水生昆虫の種数の季節変化。

体数を定期的に調査し、これらの季節消長を農法間で比較した。

調査の結果、合計で3目11科32種の水生昆虫とドジョウが採集された。慣行田や減農薬田では、入水後から水生昆虫の種数や個体数が一貫して少なかった(図2)。この理由として、これらの農法の水田で初期に投与された農薬(育苗箱施用殺虫・殺菌剤)の作用による死亡率の上昇や餌生物の減少がおもに考えられた。しかし、これらの水田では農薬の使用によるシオカラトンボ属などの減少が著しかった一方で、ゴマフガムシなどのコウチュウ目やドジョウの減少は目立たなかった。つまり、農薬に対する感受性は種によって大きく異なることが示唆された。また、冬期湛水田では、通常湛水の無農薬田と比較して水生昆虫の種多様性が一貫して高かった。特に、イトトンボ亜目を中心としたトンボ目は個体数、種数ともに多く、他の水田で出現しなかったギンヤンマ属なども確認された。そのため、冬期湛水栽培は水生昆虫の保全に効果的な農法であると考えられた。これは、安定した水深が維持され、ユスリカ科の幼虫などを主とした豊富な餌生物が初期から存在したことが影響していると考えられた。しかし、ドジョウやアカネ属は、冬期湛水田で個体数が少なく、これらの種にとって冬期湛水が繁殖や成育に適していないと推測された。この理由として、捕食者である大型水生昆虫などの個体数や、餌生物としての動物プランクトンの発生パターンの違いが影響していることが示唆された。

4. 水田群におけるマルタニシの分布様式

水田に生息する生物に対する栽培管理や水田内の環境要因に加え、水田の空間構造の影響を解明することを目的に調査を実施した。生息場所を水田に依存し、個体数の計数が容易であるマルタニシを対象



図3 滋賀県高島市今津町の水田地帯に位置する121筆の水田におけるマルタニシの密度分布。

生物として選んだ。滋賀県高島市今津町の山間部の水田地帯に分布する121筆の水田において、本種の個体数と水田内の環境要因(農法、水深、泥深、田面の様子、堀上の有無など)、および水田の連結性を調査した。

調査の結果、調査地域の広範囲におよぶ32筆の水田において、合計758個体のマルタニシが確認された(図3)。本種の分布に影響をあたえる環境要因を抽出するために、ベイズ統計を用いたポアソン回帰モデルを適用した。解析の結果、マルタニシの個体数密度に対して、泥深、減農薬農法、堀上の存在が正の効果、無農薬農法と田面のひび割れが負の効果にあたえていた。これらのことから、マルタニシの生息条件として、泥深く水はけの悪い水田が重要であることが示唆された。このような水田はマルタニシが容易に泥に潜って越冬できる環境であることが推測された。また、無農薬田では施肥が行われなかったため、マルタニシの餌となる藻類の生物量が少なかった可能性が考えられた。さらに、各水田に連結した水田におけるマルタニシの個体数が正の効果を示した。このことから、マルタニシの生息には水田内の環境要因だけでなく水田の連結性、つまり空間構造が大きな影響をあたえていることが明らかになった

5. まとめ

本研究の結果、水田水域における水生動物群集への人為的攪乱として、ため池におけるコンクリート護岸化、水田における水管理、農薬、施肥などの栽培管理、圃場整備による乾田化などに加え、水田間の連結性の消失の影響が大きいことが明らかになった。つまり、農業の近代化の過程で水田水域の生物多様性が近年急激に低下したと考えられた。しかし、これらの攪乱作用の強度は種によって大きく異なる

ことがわかった。また、水田における生物多様性保全に有効だと考えられた冬期湛水農法の場合、捕食者の増加によるトップダウン効果などを通じて生物間相互作用にも複雑な影響をあたえることが推察された。そのため、水田水域における生物多様性保全機能を高めるには、同一地域に小規模でも自然度の高いため池や、湛水開始時期が異なる水田などを少数でも局所的に配置することが効果的だと考えられた。