

安定同位体比による水田水域の生物を介した物質循環に関する予察的検討 A Preliminary Study on Material Circulation by Living Things in Paddy Water Environment by Stable Isotope Ratios

小長谷暁¹⁾・森淳²⁾・小野川周一¹⁾・小林久³⁾

Satoru KONAGAYA・Atsushi MORI・Syuuichi ONOGAWA・Hisashi KOBAYASHI

1. 背景・目的

近年、日本の水田や溜池等の二次的自然に関する重要性の認識が高まっているが、それらの保全対策に関する知見は十分ではない。水田の生物相に関する研究は、害虫・益虫等、陸域（水面上）の生物相に関する研究が多く、水域と陸域の相互関係等の水域環境が水田生態系全体に果たしている役割・機能は十分に解明されてはいない。また最近、自然生態系内での物質の流れ・動態を解析する手法として、安定同位体比解析が用いられるようになり、食物連鎖構造や動物の移動状況を把握する重要な情報になると期待されている。

本研究は、以上のようなことを考慮し、トンボ目幼虫と水域食物網を支える基盤と考えられるプランクトン/デトリタス（以下「P/D」）そしてトンボ目成虫の安定同位体比を比較分析することで、水田水域における生物を介した物質循環を検討し、水域が水田生態系全体に果たす役割を検討・考察することを目的とした。

2. 対象地と方法

対象地 狭い範囲に多様な灌漑方式が認められる茨城県友部町 0 地区(2006 年 3 月～笠間市)において、循環灌漑水田、溜池灌漑水田から、減農薬無化学肥料農法水田、慣行農法水田を各 1 枚、計 4 枚選定した。また水域環境の違いを比較するため、両灌漑システムの水源である 2 つの溜池(T 池、S 池)を選定した。T 池の集水域は林地からなるが、S 池は住宅地が分布し生活雑排水が流入している。

調査方法 安定同位体比分析のサンプリングは、2005 年 5～9 月に行った。トンボ目幼虫は、タモ網を用いてすくい取る方法で行った。P/D は、4 つのフルイ(400、150、75、20 μ)を網目の小さい順に重ね、一旦採水し静置した田面水を注ぎ込む方法で行った(上から 1 層、2 層、3 層、4 層)。

P/D の種構成と安定同位体比との関係を検討するために、サンプル内の種・個体数、視界比率を国土環境株式会社に測定依頼した。トンボ目成虫は、対象水田周辺に採取地点(地点 A～C)を設置して一定時間採取することで行った。サンプルは、種類別に調整後、安定同位体比を Thermo Finningan 社製の質量分析計を用いて分析した。

表 1 トンボ目成虫・調査地点概要

地点	A	B	C
周辺土地利用	水田	水田(溜減)	水田調整池
距離	A-B間=約 150m, B-C間=約 75m		

下流 ← → 上流

3. 結果と考察

P/D 及びトンボ目幼虫 P/D は、「循環」では視界比率の大半がデトリタスで占められていた(図 1)。「循環」は、入水後間もない時期であったことから、これらの値は営農初期におけるデトリタス(前年に混在・集積した有機物)の値と推測された(図 2)。また、この ^{13}C 値(-27‰付近)は、2004 年調査における稲(-28～-27‰)や既往の報告における C_3 植物(-27‰)と近似したことから、陸上起源有機物を主としたデトリタスの値と推定された。「溜減」では、比率の半分を植物プランクトンが占め、動物プランクトンとデトリタスが 2 層下と 4 層下で逆転する結果となったが、両者の値は変わらなかったことから、4 層下のデトリタスはプランクトン由来であると推測された。このことから、P/D 中における藻類の比率が多くなると ^{13}C 値は高くなる傾向を示し、本調査地における藻類の ^{13}C は-22‰付近であると推定された。溜池では、S 池は動植物プランクトン、T 池は比率の大半を占めたデトリタスの値を反映していると推測された。溜池における P/D の ^{13}C が水田よりも低い値を示したのは、 ^{13}C が低い起源有機物によるものと推測され、水域環境の違いによるものと考えられた。また、 ^{15}N が T 池よりも S 池において高い値を示していたのは、集水域の違いを反映した結果(S 池では流入する生活雑排水が P/D に影響)と考えられた。

¹⁾茨城大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, IBARAKI Univ

²⁾独立行政法人農業工学研究所 National Institute for Rural Engineering

³⁾茨城大学農学部 School of Agriculture, IBARAKI Univ

キーワード：安定同位体比 食物網 水田生態系 水域 トンボ目 プランクトン/デトリタス

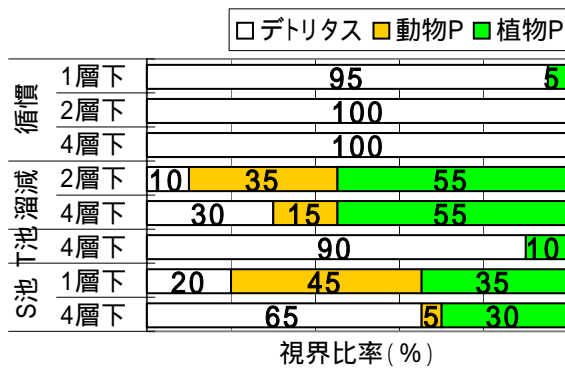


図1 P/Dの視界比率 Ratio of P/D

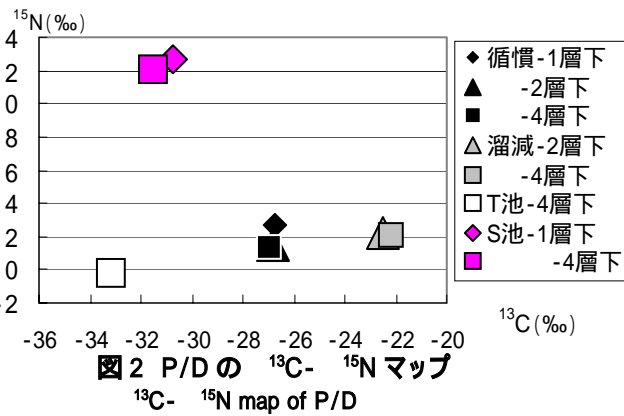


図2 P/Dの¹³C-¹⁵Nマップ
¹³C-¹⁵N map of P/D

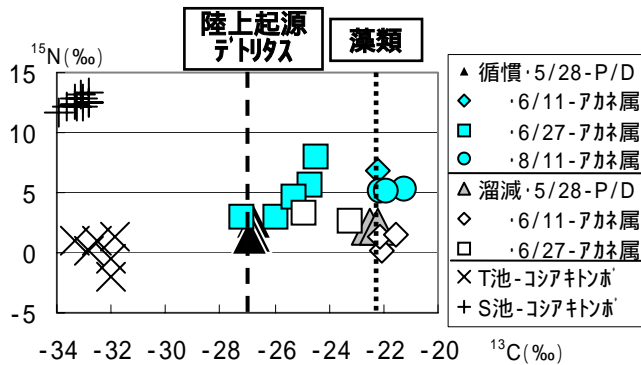


図3 P/Dとトンボ目幼虫の¹³C-¹⁵Nマップ
¹³C-¹⁵N map of P/D and Odonata Larvae

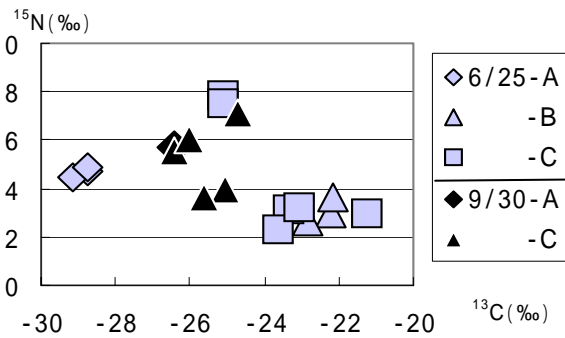


図4 トンボ目成虫(アカネ属)の¹³C-¹⁵Nマップ
¹³C-¹⁵N map of Odonata Imagines (*Sympetrum Newman*)

トンボ目幼虫は、溜池におけるコシアキトンボの値がその場におけるP/Dと同じ傾向を示していたことから、集水域からの影響を受けたP/Dに依存しているものと考えられた(図3)。水田におけるアカネ属幼虫は、¹³Cが-27~-22‰を示した。このことから、これらの個体は藻類と陸上起源デトリタスからの影響を受け、両起源有機物の中間的な値を示したと考えられた。

トンボ目成虫 成虫(アカネ属)は、6月下旬では同種でも地点間で値が異なり(図4)、幼虫期の生息場所の違いを反映しているものと考えられた。また、「溜減」周辺(=地点B)における個体が「溜減」の幼虫と近い値を示したことから、これらの個体は「溜減」付近から派生し、藻類を主な起源有機物とした個体であると考えられた。9月下旬は、¹³Cが-27~-25‰に収束する傾向を示した。これは、幼虫期の生息場所の違いを反映した個体が拡散・混在し、採餌時期を経て平均的な値を示すようになったと考えられた。これらのことから、羽化後間もない時期のトンボ目成虫の値から派生した水域が推定できると考えられた。

以上のことから、水田水域では藻類や陸上起源有機物が流入・混在することで、水域だけでなく陸域食物網も支える基盤として大きな役割を持つと考えられた。また2004年調査(8月)では、P/Dの値が分散し、多様な有機物の混在を推測させたことから、水域食物網の基盤は、湛水初期では藻類や陸上起源有機物が主な役割を果たし、その後プランクトンや水生動物の遺骸等が混在して複雑な構成となっていると考えられた。このように水田水域は、多様な有機物を集積する場(容器)としての機能を持つとともに、溜池(恒常的水域)とは異なり、落水等によって毎年更新される一時的な水域であることで、水田生態系に大きな役割を果たしていると考えられた。

4. 課題

今回の調査研究では、P/Dの起源有機物別の分離が不十分等の問題が残った。今後は水域食物網の基盤であるP/Dに関して、その構成や起源有機物の各値、他の生物相との関係を明らかにし、また水田では、その構成に農法等の管理の影響を受けていると推測されることから、管理との関係も明らかにする必要があると考えられた。そして、P/Dのサンプリング法に関して、プランクトンの消長や時期を考慮する必要があると考えられた。

<参考文献>

- 杉本敦子・和田英太郎(1992)「生物圏における安定同位体分布と地球環境」, RADIO ISOTOPE, 41, pp.366-376
 森淳・柚山義人(2005)「安定同位体比法による食物網解析の水田水域生態系における展開」, 農業土木学会論文集, 240, pp.131-140