

赤トンボの羽化殻を指標とした市民参加型の水田環境評価

粟生田忠雄^{1*} 片野 海² 遠山和成¹ 神宮字 寛³

(平成25年1月29日受付)

要 約

近年、日本の水田における赤トンボが減少している。しかし、その実態や原因、および稲作方法との関係は分かっていない。ここでは、水田における赤トンボの生息環境を把握するため、代表的な3種の赤トンボ（アキアカネ、ナツアカネ、およびノシメトンボ）の生息数と水田の使用農薬、水管理の相互関係を比較検討した。なお、赤トンボの生息数はトンボの羽化殻数で代換し、その採集は営農者の協力で行った。水田の営農方法（使用農薬や水管理等）は営農者へのアンケートで収集した。その結果、1)新潟県の赤トンボの羽化のピークは6月末であったこと、2)新潟県の赤トンボ占有種はアキアカネであったこと、3)羽化前の中干しがトンボの羽化に負の影響を及ぼしたこと、4)苗箱施用殺虫剤、特にネオニコチノイド系殺虫剤は赤トンボの羽化に負の影響があったこと、5)殺虫剤を施用していない有機水田における羽化殻採集数は多くなかったこと、などが分かった。

新大農研報, 65(2):131-135, 2013

キーワード：赤トンボ、羽化殻、苗箱施用殺虫剤、中干し、有機水田

1. はじめに

秋の空に赤トンボが群れ飛ぶ姿は、日本の農村原風景である。しかし近年、赤トンボの減少が各地で報告されている（上田, 2008a; 2008b）。その原因として農薬、乾田化、農法の変化が指摘されている（神宮字ら, 2009; 中西ら, 2009; Jinguji et al, 2012）。残念ながら、営農水田における赤トンボの生息数と水管理などの農法・農薬（除草剤、殺菌剤、殺虫剤）の種類や使用量、および土壌物理性の相互関係は未解明な点が多い。近年使用量が急増したネオニコチノイド系殺虫剤の人体に及ぼす負の影響も指摘されてきた（平, 2012a; 2012b）。一方、赤トンボの経年的な生息数の実態は把握されていない。そこで本研究は、新潟県内の赤トンボ生息の実態把握し、健全な農村環境を創造するため市民参加型調査により水田環境を評価した。具体的には、赤トンボの羽化殻数と水管理を含む農法、農薬の施用、および土壌の物理性の相互関係の定量分析である。なお本研究において採集された赤トンボの羽化殻数は、水稻40株あたりの羽化数として解釈した。

2. 調査・試験の材料と方法

2-1. 赤トンボの羽化殻調査

赤トンボの羽化殻調査は、4つの観点で分析した。それは、①赤トンボの羽化殻採集による生息数、および生息種、②赤トンボの産卵適地調査、③赤トンボ羽化殻採集圃場の土壌粒度分析・土壌微生物分析、および④稲作法（水・施肥管理など）である。本論では、紙面の制限から②産卵適地調査、③土壌分析は割愛する。

一般的に、農薬・化学肥料の使用によって、水田は稲作法で分類される。農薬・化学肥料を使用する慣行水田、慣行水田よ

り農薬・化学肥料の使用を削減した減農薬・減化学肥料水田（以降、減減水田と記す）、それぞれ全く使用せず、有機肥料のみを使用する有機水田である。

3.1 赤トンボ羽化殻数調査

本研究において「赤トンボ」とは、水田で産卵し、幼虫期を水田で過ごすアカネ属と定義する。対象種は、アキアカネ *Sympetrum frequens*、ナツアカネ *Sympetrum darwinianum*、ノシメトンボ *Sympetrum infuscatum* の3種である。前年秋に産卵された卵は、水田の入水とともに孵化する。幼虫（ヤゴ）はイトミミズ類等の底生動物を摂食し、脱皮を約10回繰り返して成長する。6月から7月の夜中から朝方にかけて、稲などに這い上がり羽化する。夏の間に成虫は成熟し、秋になると水田で交尾して産卵する（井上ら, 2010）。

3.1.1 羽化殻の採取圃場と同定

供試圃場は、新潟県の上越、中越、下越および佐渡地区の平野部の営農水田である。圃場数は2011年が72枚、2012年が51枚であった。平野部に注目したのは、森林や水源からの距離など、供試圃場の立地条件をできるだけ統一するためである。対照区は、埼玉県O町の営農水田12枚（2011年実施）、宮城県O市の営農水田52枚（2010年度実施）とした。羽化殻採取は2011年6月12日から7月16日の5週間とした。赤トンボの羽化殻採集は、営農主である農家に依頼した。羽化殻採集ポイントは、2011年が、短辺畦畔に沿った水口付近の40株（4条10列）、2012年が、水尻側の3条とした（Fig. 1参照）。なお、羽化殻採集ポイントを水口付近としたのは、先行研究との比較のため、また毎日の水廻り作業の一連として農家に羽化殻を採集してもらうためである。ただし、2012年に採集ポイントを変更した。この変更理由は、調査協力者の「水口側では湛水深

¹ 新潟大学農学部

² 新潟県農地部

³ 宮城大学食産業学部

*代表著者：aoda@agr.niigata-u.ac.jp

が小さいため羽化殻数が少なく、圃場の状況を反映していない」との意見に基づく。

採集した羽化殻は、形崩れしないようケースに入れ郵便で新潟大学に届くようにした。郵送された羽化殻は、赤トンボの種の同定後、水管理などの農法と農薬の種類・使用量との関連性を分析した。具体的な羽化殻同定は、実験室内でルーペ、ピンセットおよびシャーレを用いて羽化殻を壊さないようひとつずつ行った。羽化殻同定で着目する点は、腹部の第8節と第9節の側棘の長さ、羽化殻の大きさとおよび下唇鬚である (Fig. 2 参照)。

3.1.2 稲作法アンケート

供試圃場における赤トンボの生息と稲作法との関係を明らかにするため、稲作法に関するアンケートを営農者に実施した。調査項目は、①基礎データ (耕作者連絡先、圃場の地番)、②水田管理 (耕起、入水、および田植えの期日)、③育苗箱殺虫剤 (商品名、散布量)、④除草剤 (商品名、使用量)、⑤抑草方法 (米糠、くず大豆等の使用量)、⑥育苗時以外の殺虫剤 (商

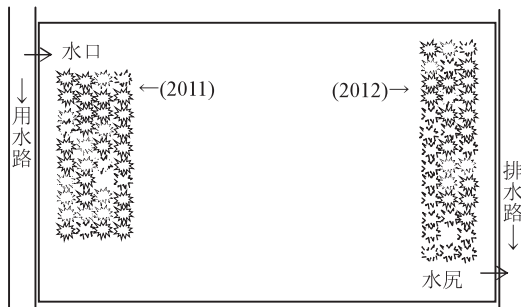


Fig. 1 供試圃場における赤トンボの羽化殻採集ポイント

Sampling point of emergence husks at test paddy fields

2011年は、水口側の短辺畦畔に沿った4条10列の40株。2012年は、水尻側3条 (稲株数は規定せず) を採集ポイントとした。それぞれ欠株があってもかまわないとした。なお、稲株数は40に換算して比較した。

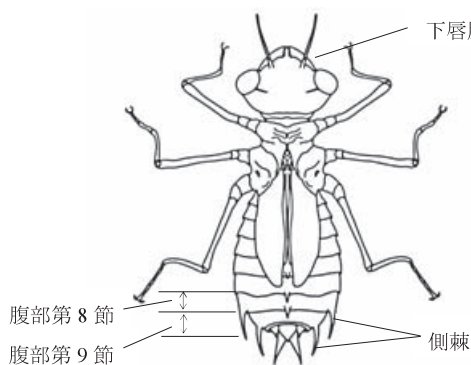


Fig. 2 赤トンボの羽化殻同定の着目点
Points to identify dragonfly husk

品名)、⑦中干し (開始日、終了日)、⑧意識調査 (負担度、取り組みんだ理由、調査参加の感想、調査手法の理解しやすさ) とした。なお、育苗箱施用殺虫剤、除草剤は商品名から成分数を明らかにした。

これらのアンケートをもとに羽化殻数と種から赤トンボの生息に及ぼす稲作の要因を統計分析した。

4. 結果と考察

4.1 羽化殻の採集

4.1.1 赤トンボの占有種

農家の協力で採集した羽化殻数は、2011年が536個、2012年が1768個であった。内訳は2011年の場合、アキアカネ82% (437個)、ノシメトンボ7% (38個)、ナツアカネ3% (18個)、アカネ属以外3% (18個)、および不明5% (25個)であった (Fig. 3 参照)。2012年の場合、アキアカネ58% (1026個)、ノシメトンボ34% (608個)、ナツアカネ7% (116個)、アカネ属以外0% (0個)、および不明1% (18個)であった。宮城県O市における2010年の調査では、ナツアカネ47%、ノシメトンボ28%、およびアキアカネ25%であった。日本海側の新潟県と太平洋側の宮城県の赤トンボの生息種に違いがあることが分かった。この赤トンボ種の地域性が何に由来するかは現時点で不明である。

なお、2011年埼玉県O町の圃場では、羽化殻の採集数はゼロであった。埼玉県では、多くの水田で2毛作を行っている。このため、田植えは6月中旬以降になることが多い。このため、田植えから羽化まで2か月以上の安定したヤゴの生息環境を確保することが困難と考えた。赤トンボの卵の高い耐乾性は、水田の入水の遅れを凌駕できないと考える。

4.1.2 羽化殻採集の時期変化

2011年の赤トンボの羽化殻採集数の時期変化を Fig. 4 に示した。これより、新潟県における赤トンボの羽化のピークは、6月の最終週 (6月26日～7月2日) であった。2012年も同様の傾向で、県内の地域差は小さかった。なお、宮城県における赤トンボの羽化ピークは、新潟県より1週間遅かった。

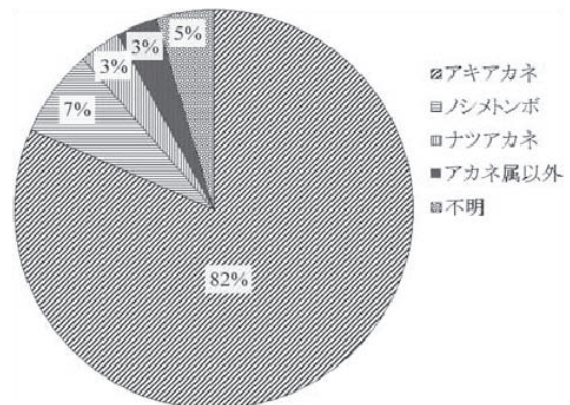


Fig. 3 2011年、新潟県における赤トンボ羽化殻の発現率

Appearance rates of dragonfly husk in Niigata Pref., 2011.

4.1.3 赤トンボ羽化と中干し

2011年の新潟県における赤トンボの羽化数と中干しとの関係を示した (Fig. 5 参照)。赤トンボの羽化前に中干しを行う圃場では、中干しをしない圃場に比べ、羽化数が優位に小さかった。この傾向は2012年も同じであった。なお、羽化後の中干しは中干しなしと分類した。これより、羽化前の中干しは赤トンボの羽化に負の影響を及ぼすことが明らかになった。これは、ヤゴが乾燥に弱いため、中干しによって死んだためと考える。

4.1.4 除草剤・苗箱施用殺虫剤の羽化への影響

2011年の新潟県における除草剤および苗箱施用殺虫剤が赤トンボの羽化に及ぼす影響を Fig. 6 に示した。除草剤を施用した減減水田において、赤トンボの羽化数は農薬を使用していない有機水田の平均羽化数よりも多かった。このため除草剤は赤トンボの羽化を阻害するとは言え切れなかった。一方、除草剤と育苗箱に施用する農薬 (殺虫・殺菌剤) を複合的に施用している水田の羽化数は、除草剤のみを施用した圃場のそれよりも優位に小さかった。これらの傾向は、2012年の新潟県でも、2010年の宮城県でも同様であった。このため、苗箱施用殺虫

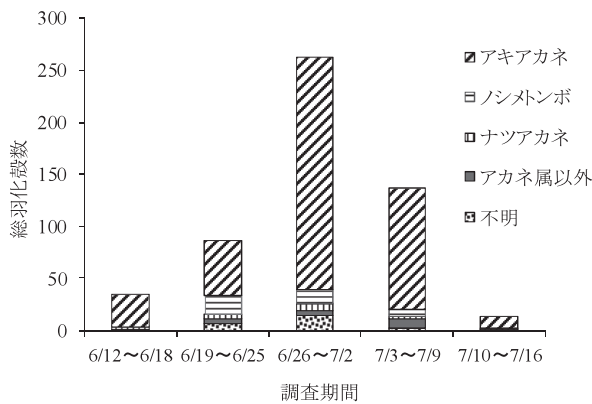


Fig. 4 赤トンボの羽化殻採集数の時期変化
Time series of dragonfly emergence at each test fields in Niigata Prefecture, 2011.

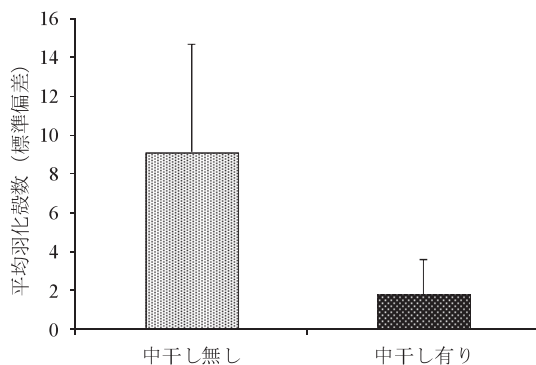


Fig. 5 赤トンボの羽化に及ぼす中干しの影響
Effect of mid-term drainage into dragonfly emergence at each test fields in Niigata Prefecture, 2011.

剤は赤トンボ羽化に対して負の影響があると分かった。なお、苗箱殺虫剤を施用する慣行圃場は、除草剤を併用しているため、苗箱施用殺虫剤だけの羽化への影響評価はできなかった。

Fig. 7 に、2012年の新潟県における苗箱施用殺虫剤の系統と羽化殻数との関係を示した。新潟県における苗箱施用殺虫剤は主に、ネオニコチノイド系 (フィプロニルを含む)、ジアミド系、ネライストキシン系に分類された。その結果、ネオニコチノイド系殺虫剤を使用した圃場での羽化数が顕著に低かった。ネオニコチノイド系殺虫剤の残効性がヤゴの生態に負の影響を及ぼすためと考える。

4.1.5 田植え時期と羽化数

Fig. 8 に2011年新潟県における田植え時期と平均羽化殻数との関係を示した。代掻き前の入水期と田植え時期は必ずしも一定ではないが、田植えが早いほど羽化数が多かった。赤トンボは、孵化から羽化まで約2か月を要し、ユスリカ等の底生動物を捕食し、脱皮を繰り返しながら成長する。この間、田植えなどの攪乱がなく安定した生息環境が保たれることで羽化数が大きくなると考えられる。

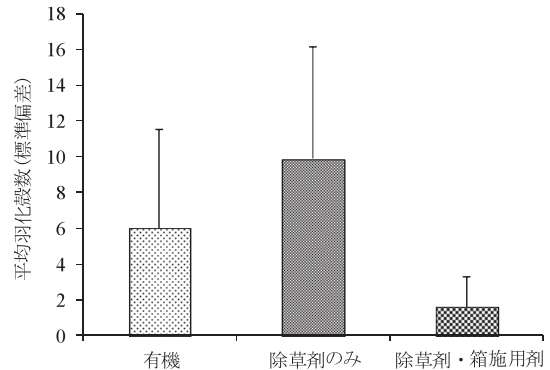


Fig. 6 除草剤および箱施用殺虫剤の赤トンボ羽化数への影響
Effect of herbicide and/or seed-box insecticide to dragonfly emergence at each test fields in Niigata Prefecture, 2011.

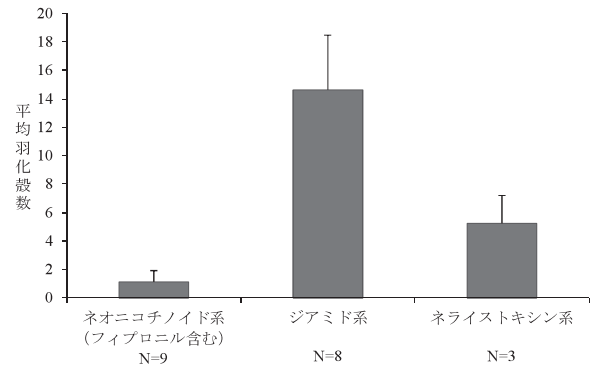


Fig. 7 苗箱施用殺虫剤の系統と羽化数の関係
Relationship between branches of seed-box insecticide and dragonfly emergence at each test fields in Niigata Prefecture, 2012.

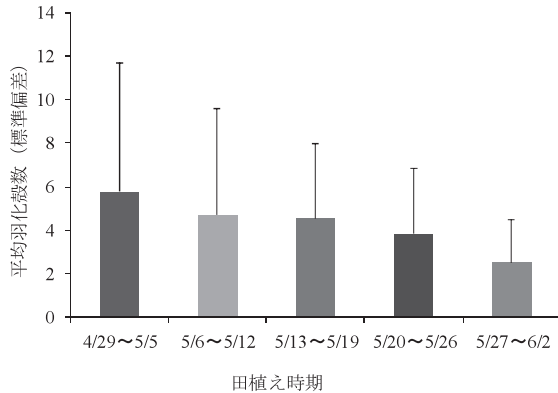


Fig. 8 田植え時期の赤トンボの羽化への影響
Effect of transplant period to dragonfly emergence at each test fields in Niigata Prefecture, 2011.

ただし、2012年の新潟県、および2010年の宮城県における赤トンボの羽化数調査では同様の傾向が示せなかった。フィールド研究の難しさである。

5. まとめ

新潟県における赤トンボの優占種はアキアカネであった。赤トンボの羽化ピークは、新潟県で6月の最終週、宮城県で7月の第1週であった。埼玉県では確認できなかった。赤トンボの羽化前の中干し、および苗箱施用殺虫剤は羽化に負の影響があった。特にネオニコチノイド系殺虫剤の負の影響が明らかとなった。

中干しは、コメの品質向上や収量確保、収穫コンバインのトラフィカビリティ維持のため水稻の生育中期（6月中旬から7月上旬）の落水管理である。この対策として、中干し時期を羽化時期より遅らせること、弱い中干しをすること等が考えられる。水稻の移植密度を低くすれば、中干しをせずとも水稻の生育ができること、梅雨時期と中干し時期が重なることなど、水管理としての中干しは再考に値すると言えよう。

また箱施用殺虫剤は水稻の根から吸収され、稲内部を転流し害虫や病原菌に犯されることを防ぐものであり、比較的長い残効性がある。水田の水稻生産と生物多様性維持のためには使用をこれまで以上に注意を要する。特に、ネオニコチノイド系殺虫剤はヒトへの健康被害が指摘されているため、予防原則の適応が望まれる。今後、調査を継続することサンプル圃場を増やすことなどでより詳細な評価を行いたい。

なお有機圃場では、除草剤のみを使用する減減圃場よりも羽化数が少なかった。この理由としては、雑草抑制のための田植え直後に散布する米ぬかやくず大豆、および除草作業が考えられる。これらの化学的・物理的な環境要因がヤゴの生息環境に負の影響を及ぼしたと考える。

新潟県のトンボの生態と水田稲作の関係を明らかにした研究は極めて少ない。本研究において、赤トンボを水田生態系の指標生物として、水田環境の現状を把握するための重要な成果を得た。なお2011年、および2012年の新潟県における赤トンボの羽化数調査において、各種農薬が赤トンボの生態に及ぼす影響を評価するには、慣行水田のサンプルが少なかった。苗箱施

用殺虫剤の赤トンボの生態に対する影響評価のため、慣行水田を供試圃場として組み込むことが今後の課題である。また、自然と共生した持続的な水稻栽培技術を確立し、生物多様性向上や農村環境の維持・創造には地域住民の環境意識を高めることも不可欠である。

謝辞

本研究の赤トンボのヤゴ採集は、新潟県有機農業推進ネットワーク、にいがたフードサポート研究会農業部会、上越有機農業研究会、朱鷺と暮らす郷づくり推進協議会の農家の協力を得た。また本研究は、農業農村工学会の「戦略的研究支援」、NPO法人食農ネットささかみ、新潟県有機農業推進ネットワーク、新潟県佐渡市生物多様性学術研究等奨励事業、山形大学YUCOE「自然共生型水稻栽培」から研究費の補助を受けた。ここに記して深謝の意を表す。

引用文献

- 井上 清・谷 幸三. 2010. 赤トンボのすべて, トンボ出版.
神宮字 寛, 田代 卓, 佐藤照男, 露崎 浩, 近藤 正.
2006. 作土攪拌を抑制した農法がトンボ科アカネ属の生息状況に与える影響, *農業土木学会論文集*, **241**: 133-140.
神宮字 寛・上田哲行・五箇公一・日鷹一雅・松良俊明. 2009. フィプロニルとイミダクロプリドを成分とする育苗箱施用殺虫剤がアキアカネの幼虫と羽化に及ぼす影響, *農業農村工科学論文集*, **259**: 35-41.
- Jinguji, H., Q. T. Dang, T. Uéda and H. Watanabe. 2012. Effect of imidacloprid and fipronil pesticide application on *Sympetrum infuscatum* (*Libellulidae: Odonata*) larvae and adults, *Paddy and Water Environment*, DOI 10.1007/s10333-012-0317-3.
- 中西康介・田中康太・蒲原 漢・野間直彦・沢田裕一. 2009. 栽培管理方法の異なる水田間における大型水生動物群の比較, *環動昆*, **20** (3): 103-114.
- 平 久美子. 2012a. ネオニコチノイド系殺虫剤のヒトへの影響—その1: 物質としての特徴, ヒトにおける知見—, *臨床環境医学*, **21** (1): 24-34.
- 平 久美子. 2012b. ネオニコチノイド系殺虫剤のヒトへの影響—その2: 薬理学的特徴, 使用状況, 規制, 考察—, *臨床環境医学*, **21** (1): 35-45.
- 上田哲行. 2008a. アキアカネの減少傾向と減少時期—会員へのアンケート結果から—, *SYMNET*, **10**: 2.
- 上田哲行. 2008b. 赤トンボネットワーク会員による赤トンボセンサス2007 (速報), *SYMNET*, **10**: 3-9.

Assessment of Paddy Environment using Emergence Husks of Red-dragonflies with Civic Participation

Tadao AODA^{1*}, Kai KATANO², Kazunari TOYAMA¹ and Hiroshi JINGUJI³

(Received January 29, 2013)

Summary

Dragonfly is one of the indicators of biodiversity in rural area. Recently, the number of red-dragonfly was decreasing. However we don't have enough data to understand the present condition of native habitat of dragonfly. Therefore, in this study, we clarify the present condition of dragonfly in rural area, especially in paddy fields. Here in this study we focused on three species of red-dragonflies, i.e. *Sympetrum frequens*, *Sympetrum darwinianum* and *Sympetrum infuscatum*. We organized rice farmers to collect emergence husks of red-dragonflies at their own paddy fields. We considered number of emergence husks as the number of dragonflies. Then we analyzed relationship among number of emergence husks, pesticide usage, water management and soil physical condition in three Prefectures Niigata, Miyagi and Saitama. Consequently, we found that, 1) peak period of dragonflies' emerges in Niigata Prefecture was at the last week of June, 2) *Sympetrum frequens* is the major species in Niigata Prefecture, 3) mid-season drainage before dragonflies' emergences had negative impact to larvae of them, 4) application of insecticides for rice seed-boxes, especially Neonicotinoid type, affected negatively to live of dragonfly larvae, 5) number of emergence husks of dragonfly at organic paddy field were not much than we expected. To spread widely above mentioned facts and to harmonize with rice production and biodiversity conservation are the next subject.

Bull.Facul.Agric.Niigata Univ., 65(2):131-135, 2013

Key words : Red-dragonfly, emergence husk, mid-season drainage, seed-box insecticide, organic rice farming

^{1*} Faculty of Agriculture, Niigata University

² Department of Agricultural Land, Niigata Prefecture

³ Department of Environmental Science, Miyagi University

* Corresponding author: aoda@agr.niigata-u.ac.jp