

〈2017年度長野大学研究助成金による研究報告〉

外来植物コセンダングサの瘦果が在来飛翔性昆虫に与える影響

Effects of seeds in an exotic plant *Bidens pilosa* L. on endemic flying insects

深 沢 和 磨*

高 橋 大 輔**

Kazuma FUKASAWA

Daisuke TAKAHASHI

はじめに

外来種とは、過去あるいは現在の自然分布域外に導入された生物種のことであり、生息あるいは生育場所の喪失や個体群の分断化ならびに孤立化、そして乱獲および過剰採集とともに、生物多様性を脅かす重要な要因の一つとして認識されている(日本生態学会 2002)。外来種は、捕食や競争といった生物間相互作用や、交雑による遺伝的攪乱などを通して在来種に影響を及ぼす(日本生態学会 2002)。外来植物に関しても、在来種との競合、近縁在来種との雑種在来種形成による遺伝的汚染、人体への健康被害、農地や農業水利施設での繁茂による管理コストの増加など様々な問題が顕在化している(徳岡ら 2007)。現在、日本列島で侵入が目立つ外来植物の多くは、原産国の荒れ地、氾濫原、乾燥地などで進化し、それらの場所の環境条件に良く適合した生活史特性を持つ(鷲谷&森本 1993)。

コセンダングサ(*Bidens pilosa* L.)は、北米を原産とするキク科の一年草(秋山 2009)の外来植物である。侵入年代は江戸時代(1603年-1869年)だと考えられており、現在は本州中部以西の畑地や路傍、荒れ地や河川敷など様々な環境での生育が確認されている。本種は、根より化学物質を放出して周辺の植物の生長を阻害するアレロパシー(他感作用)を持つこと

が知られており(Campbell et al. 1982;浦口ら 2003)、在来草本植物との競合などが懸念されている(国立環境研究所「侵入生物データベース-コセンダングサ」、<https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/80460.html>、2021年9月10日確認)。コセンダングサを含めセンダングサ属は、一般的に「ひつつき虫」と呼ばれる棘状の突起を有する瘦果を形成する。この特徴的な瘦果の形態は、本来はほ乳類の体毛や鳥類の羽毛などに付着して種子散布を行うためのものであるが(東中 2017など)、トンボ類の成虫において、翅がこの瘦果に刺さって動けなくなり、結果として死亡することがしばしば報告されている(Samways 1991;谷ら 2010)。トンボ類などの薄い翅を持つ飛翔性昆虫が本属の瘦果に絡まり死亡するのであれば、外来植物の在来種へのネガティブな影響として留意すべき問題といえる。しかしながら、このような視点でセンダングサ属の在来種への影響を捉えた研究は皆無であり、また前述の瘦果に刺さり死亡するトンボ類の論文も事例報告に留まるものであるため、本属の瘦果が在来の飛翔性昆虫に及ぼす影響については未だ不明である。今回、コセンダングサの瘦果が飛翔性昆虫に与える影響の実態を把握するために、長野県上田市の平地部を中心に野外調査を行ったのでここで報告する。

方法

調査は、長野県上田市および小県郡青木村の平地部のコセンダングサ群落を確認された32地点(上田市22地点、青木村10地点)で、2020年10月3日から11月16日にかけて1日おきに計23回の調査を行った(図1)。予備調査より、コセンダングサは、10月初旬から結実が始まり、10月中旬にはほとんどの個体が種子散布者に付着可能な固い瘦果を形成することが分かっている。調査地点はその環境特性から道路脇(9地点)、水田畦畔(15地点)、ため池周縁(6地点)、荒地(2地点)の4つに区分した。それぞれの調査地点におけるコセンダングサ群落の俯瞰からの形状を長方形とみなし、長辺と短辺を巻き尺で計測して群落面積を計算した。

コセンダングサの瘦果に絡まる飛翔性昆虫の実態を明らかにするために、各調査地点においてルッキング法により瘦果に付着する飛翔性昆虫の観察を行っ

た。飛翔性昆虫が瘦果に付着していた場合、腹部などの動きからその生死を確認し、翅の状態を観察した後、種名と個体数を記録した。飛翔性昆虫の種同定には「見つけよう信州の昆虫たち」(田下ら 2009)、「昆虫エクスプローラ」(川邊 1997)、「原色昆虫大圖鑑 第2巻」(中根ら 1963)、「原色昆虫大圖鑑 第3巻」(朝比奈ら 1965)、「原色日本トンボ幼虫・成虫大図鑑」(杉村ら 1999)を使用した。同一個体を重複して数えることを防止するため、飛翔性昆虫の付着箇所には付着日と種を記したテープでマーキングを施した。瘦果付着後の飛翔性昆虫の生存状況を知るために、初回発見時に生存していた昆虫については、毎回の調査で生死を確認し、死亡までの日数を計測した。その個体が消失した場合は、瘦果から逃れることができた脱出個体とみなしたが、瘦果に翅の約1/4以上を残した状態で消失した場合は、その後の飛翔は不可能と判断し、死亡個体とカウントした。また、飛翔性昆虫が

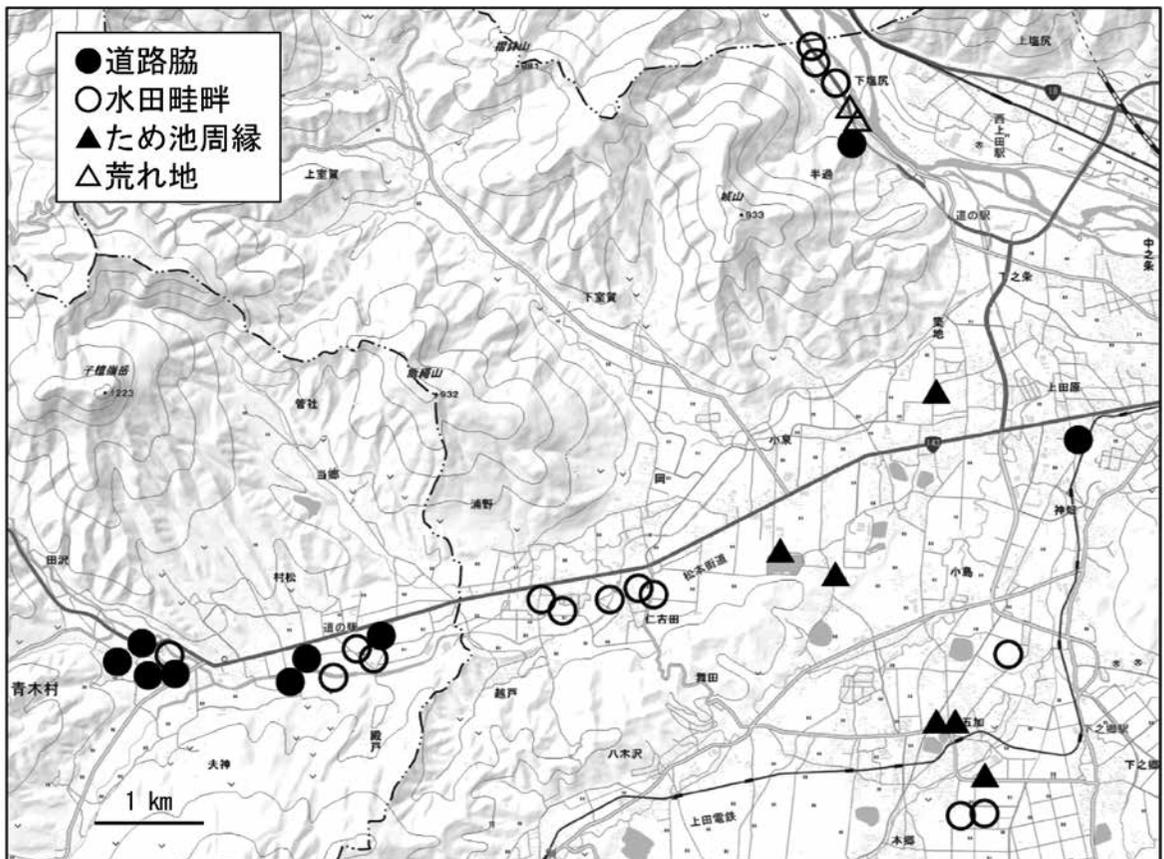


図1.調査地の地図。国土地理院地理院地図(電子国土WEB)を加工して作成。

コセンダングサのどの位置の瘦果に付着するのかを把握するために、今回の調査で最もよく確認された飛翔性昆虫であるナツアカネおよびアキアカネが瘦果に付着していたコセンダングサの草丈を3等分し、上から高、中、低と区分した。そして、どの区分に飛翔性昆虫が付着していたかを記録した。

解析

コセンダングサ群落面積は調査地区間で異なつたため(結果を参照)、各調査地区分における飛翔性昆虫の付着の経時変化や調査地区間の付着数の比較では、群落面積当たりの付着数(匹/m²)の値を用いた。そして、各調査日を1データセットとし、調査日ごとにそれぞれの調査地区分における新規付着個体数の平均値を算出し、解析に用いた。データ分析にはEZR ver.1.415 on R commander(Kanda 2013)およびJMP10.0.2(SAS Institute Inc)を使用した。

結果

コセンダングサ群落の規模は調査地区間で異なり、平均群落面積は道路脇では38.2m²(±61.2SD、n=9)、水田畦畔は70.5m²(±73.0、n=15)、ため池周縁は52.9m²(±34.9、n=6)、荒地は1375.8m²(±1765.3、n=2)だった(Kruskal-Wallis検定、 $\chi^2=8.18$ 、P<0.05)。

全32地点中22地点において、コセンダングサの瘦果に付着した4科8種317個体の飛翔性昆虫が確認された(表1)。確認された飛翔性昆虫はほぼ全てトンボ類であり、特にアキアカネ*Sympetrum frequens*

(61.5%)とナツアカネ*S. darwinianum*(34.7%)が大半を占めた(図2)。最初に確認された時には、ほとんどの飛翔性昆虫が生存していたが(309/317個体)、その後の調査で確認された脱出個体は9個体のみで、残りの個体は長くとも6日後には全て死亡した。

ナツアカネならびにアキアカネのコセンダングサの瘦果への付着がどの位置でよくみられたかを確認したところ、両種ともコセンダングサの高い位置の瘦果に付着個体が集中していた(表2)。そして、その傾向に両種の間で有意な違いはみられなかった(χ^2 検定; $\chi^2=0.51$ 、P>0.7)。

ナツアカネとアキアカネのコセンダングサの瘦果への付着は、10月初旬から確認された(図3)。そして、両



図2.コセンダングサの瘦果に翅が絡まるナツアカネ。2020年10月14日に深沢和磨撮影。

表1. 各調査地区分で確認されたコセンダングサの瘦果に絡まった飛翔性昆虫の個体数

| 科名 | 種名 | 学名 | 調査地区分 | | | | 合計 |
|----------|---------|---------------------------------------|-------|------|-------|----|-----|
| | | | 道路脇 | 水田畦畔 | ため池周縁 | 荒地 | |
| トンボ科 | アキアカネ | <i>Sympetrum frequens</i> | 18 | 83 | 32 | 62 | 195 |
| | ナツアカネ | <i>Sympetrum darwinianum</i> | 7 | 45 | 21 | 37 | 110 |
| | ノシメトンボ | <i>Sympetrum infuscatum</i> | 1 | 3 | 3 | | 7 |
| | オツネントンボ | <i>Sympecma paedisca</i> | | | | 1 | 1 |
| | シオカラトンボ | <i>Orthetrum albistylum speciosum</i> | | 1 | | | 1 |
| ウスバカゲロウ科 | ウスバカゲロウ | <i>Baliga micans</i> | | 1 | | | 1 |
| ガガンボ科 | マドガガンボ | <i>Tipula nova</i> | | | | 1 | 1 |
| ミツバチ科 | ニホンミツバチ | <i>Apis cerana japonica</i> | 1 | | | | 1 |

245
246

表2. コセンダングサの瘦果に付着したナツアカネおよびアキアカネの付着箇所の高さと個体数。括弧内の数値はパーセンテージ(%)を示す。 χ^2 値は、どの高さでも分布の偏りなく付着が確認されたとした理論値との比較による。

| 付着箇所の高さ | 種名 | |
|----------|-----------|------------|
| | ナツアカネ | アキアカネ |
| 高 | 75 (68.2) | 139 (71.3) |
| 中 | 19 (17.3) | 33 (16.9) |
| 低 | 16 (14.5) | 23 (11.8) |
| χ^2 | 26.99 | 57.33 |
| P | < 0.0001 | < 0.0001 |

248
249

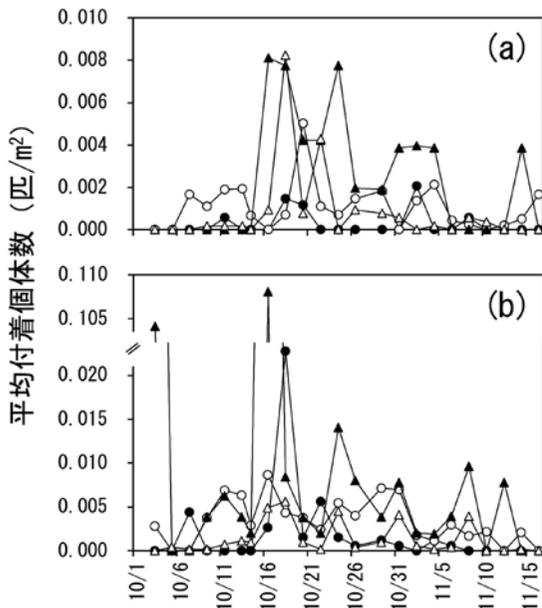


図3. コセンダングサの瘦果に付着したナツアカネ(a)とアキアカネ(b)の個体数の経時変化。●は道路脇、○は水田畦畔、▲はため池周縁、△は荒地をそれぞれ示す。各プロットは、それぞれの調査日の各調査地区分において新規に確認された個体数の平均値を表す。

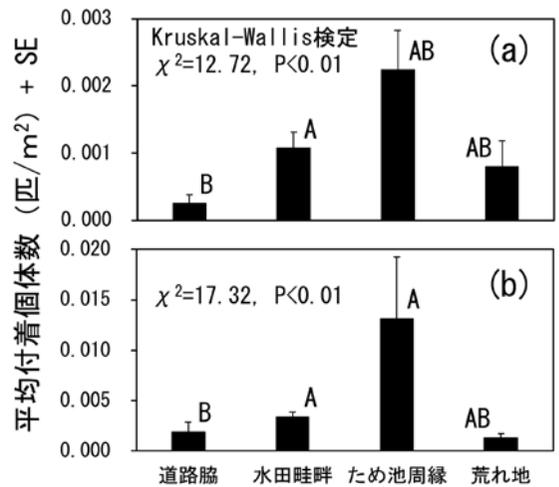


図4. それぞれの調査地区分におけるコセンダングサの瘦果に付着したナツアカネ(a)とアキアカネ(b)の1m²当たりの平均個体数。図中のアルファベットの違いはSteel-Dwass検定で有意差(p<0.05)があることを示す。各調査地区分のサンプルサイズは23。

種共に10月中旬から下旬にかけて付着個体数が比較的多かった。また、ナツアカネとアキアカネのコセンダングサ瘦果への付着個体数を調査地区間で比較したところ、どちらの種も水田畦畔やため池周縁で多い傾向がみられた(図4)。

考察

今回の調査では、コセンダングサの瘦果に絡まる4科8種の飛翔性昆虫が確認された。瘦果に絡まった個体のほとんどは瘦果から翅を外すことができず、やがて死亡した。瘦果に絡まり移動できず死亡するこれらの飛翔性昆虫は、コセンダングサにとっての種子散布者になるとは考えにくい。そのため、瘦果の形状は飛翔性昆虫に絡みつくことを目的に進化的にデザインされたのではなく、あくまで偶発的に飛翔性昆虫が瘦果に絡まったとみるべきであろう。植物の形質が本来の目的とは異なる作用を示す事例はいくつか知られている。例えば、ナデシコ科の草本植物Silene inapertaでは、捕食者を回避するための茎部の粘液に、トンボ類が偶発的に付着して死亡することが報告されている(Torralba-Burrial & Ocharan 2007)。

コセンダングサの瘦果に付着していた飛翔性昆虫は、アカネ類などのトンボ科の昆虫が大半を占めた。特にトンボ類がよく確認された理由は、翅が薄くて瘦果に刺さりやすいことに加え、草本の茎先などを止まり木として利用する習性を持つ種が多いためであると考えられる。この止まり木の利用は単なる休息だけでなく、体温調節も目的としたものである。変温動物であるトンボ類は、低気温時には太陽の光を浴びて体温を上げる必要があり、効率良く体温を上げるために、茎先などの高い場所に静止することが多い(例えば、岩崎ら 2009)。今回の調査でコセンダングサの高い箇所にある瘦果に付着するトンボ類が多かったのは、太陽光を浴びやすい場所だったことが理由の1つだろう。加えて、コセンダングサはアレロパシーにより他の植物の生育を阻害するため(Campbell et al. 1982; 浦口ら 2003)、周囲に止まり木として利用できる植物がコセンダングサのみになりがちであることも、トンボ類が瘦果に絡まり死亡する可能性を高めると思われる。

また、今回確認されたトンボのほとんどはナツアカネとアキアカネであった。これらのアカネ類が多くみられた理由は、その繁殖生態が関係していると思われる。両種とも、秋季に水深の極めて浅い水面や軟泥土などで交尾ならびに産卵を行う(木下&小尾 1931; 朝比奈ら 1965; 川内野 2015)。秋季はコセンダングサの瘦果が動物に付着可能な完全に開いた状態に結実するタイミングであり、この時期に繁殖のために水辺に集まったアカネ類が瘦果に絡まるのだろう。今回の調査で両種ともに水田畦畔やため池周縁のコセンダングサ群落において付着個体数が多かったことは、この予想を支持する。水深が浅く軟泥土で構成される水田だけでなく、水量の多いため池の近くでも確認された理由は、農閑期(10月頃)に水を抜く「池干し」により、ため池の水量が極めて少ない状態になるからだと推察される。実際に、上田市内のため池の1つである舌喰池において、アキアカネの幼虫の生息が確認されている(高橋ら 2019)。

コセンダングサの瘦果に絡まっていたナツアカネやアキアカネは、その時期や場所から成熟個体であると思われる。今回の調査では成熟個体の内、どの程度の個体が瘦果に絡まり死亡したのかは明らかではないが、成熟個体数は個体群の増減に直結する要素であるため、その減少は個体群に深刻な被害を与える可能性がある。近年、アカネ類は急激に減少しつつあり(例えば、上田 2008a;b)、いくつかの都道府県

では絶滅危惧種に指定されている[NPO法人野生生物調査協会&NPO法人環境保全事務所「日本のレッドデータ検索システム」:ナツアカネ、<http://jpnrd.com/search.php?mode=map&q=07040160205> (2021年9月10日確認);アキアカネ、<http://jpnrd.com/search.php?mode=map&q=07040160208> (2021年9月10日確認)]。その原因として、水田の乾燥化(新井 1996; 上田 1998)や殺虫剤散布の影響(八谷 2001)、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の使用による影響(神宮宇ら 2009)などが指摘されている。今回の結果から、従来指摘されているこれらの要因に加え、外来植物であるコセンダングサの影響についても考慮すべきだと考えられる。

おわりに

今回の調査では、外来植物のコセンダングサの瘦果にトンボ類をはじめとする在来の飛翔性昆虫が絡まり死亡することが明らかとなった。また、特に多く確認されたナツアカネおよびアキアカネは、繁殖のために水辺に集まる際に瘦果に絡まると思われた。今後は、成熟個体の何割が瘦果によって死亡するかを調べるなど、より詳細な調査を行い、コセンダングサがアカネ類の個体群にもたらすインパクトを把握する必要がある。また、コセンダングサ以外にも、アメリカセンダングサ*Bidens frondosa*やアレチヌスビトハギ*Desmodium paniculatum*などその種子を動物に付着させ種子散布を行う外来植物がいくつか知られている[国立環境研究所「侵入生物データベース」:アメリカセンダングサ、<https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/80450.html>;アレチヌスビトハギ、<https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/81520.html> (共に2021年9月10日確認)]。これらの外来植物についても、在来の飛翔性昆虫にどのような影響を及ぼすのかを明らかにしたい。

引用文献

- 秋山幸也「相模川におけるカワラノギクの生育実験—効率的な圃場の造成と管理に向けて—」『神奈川自然誌資料』30巻、2009年、27-32頁
新井 裕「水田に適応したアカトンボ」『昆虫と自然』31巻、8号、1996年、23-26頁
朝比奈正二郎・石原 保・安松京三『原色昆虫大圖鑑 3巻(蜻蛉・直翅・半翅・膜翅他篇)』北隆館、1965年

- Campbell G, Lambert JDH, Arnason T, Towers GHN“Allelopathic properties of α -terthienyl and phenylheptatriene, naturally occurring compounds from species of Asteraceae”*Journal of Chemical Ecology* Vol.8, 1982, pp. 961-972
- 東中志年「動植物から学ぶ面ファスナー」『繊維学会誌』73巻、2017年、509-515頁
- 岩崎洋樹・須田大祐・渡辺 守「里山林内のギャップで生活するノシメトンボ*Sympetrum infuscatum* (Selys) (トンボ目:トンボ科)の採餌活動」『日本応用動物昆虫学会誌』53巻、2009年、165-171頁
- 神宮字 寛・上田哲行・五箇公一・日鷹一雅・松良俊明「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」『農業農村工学会論文集』259巻、2009年、35-41頁
- Kanda Y“Investigation of the freely available easy-to-use software ‘EZR’ for medical statistics”*Bone Marrow Transplant* Vol. 48, 2013, pp. 452-458
- 木下周太・小尾充雄「アキアカネ*Sympetrum frequense*の生活史並びに幼虫の成長に就いて」『動物学雑誌』43巻、1931年、508-510頁
- 川邊 透『昆虫エクスペローラ』<https://www.insects.jp/konbunkumo.htm> (2021年9月15日確認)、1997年
- 川内野善治「2014年のミヤマアカネ*Sympetrum pedemontanum elatum* (Selys)の保全状況」『長崎県生物学会誌』76巻、2015年、16-20頁
- 中根猛彦・大林一夫・野村 鎮・黒沢良彦『原色昆虫大圖鑑 2巻(甲虫篇)』北隆館、1963年
- 日本生態学会編『外来種ハンドブック』地人書館、2002年
- Samways MJ“Dragonfly death by entanglement on hooked and barbed plant surfaces (Anisoptera: Libellulidae)”*Odonatologica* Vol. 20, 1991, pp. 79-83
- 杉村光俊・石田昇三・小島圭三・石田勝義・青木典司『原色日本トンボ幼虫・成虫大図鑑』北海道大学出版会、1999年
- 高橋大輔・高橋一秋・森本英嗣・吉村武洋「塩田平のため池群における水資源利用の変遷と新たな利用価値の創出」『長野大学紀要』41巻、2019年、207-208頁
- 田下昌志・福本匡志・小野寺宏文・丸山 潔『見つけよう信州の昆虫たち 身近な自然の昆虫図鑑』信濃毎日新聞社、2009年
- 谷 幸三・土井仲治郎・村重 隆「アメリカセンダングサの棘に捉えられたリスアカネの事故死例」『Gracile』71巻、2010年、17-18頁
- 徳岡良則・楠本良延・山本勝利「全国の農業水利施設周辺における外来植物の分布に影響する要因の解析」『農村計画学会誌』26巻、2007年、227-232頁
- Torralba-Burrial A, Ocharan FJ“Dragonflies caught by plants (Odonata: Libellulidae)”*Entomologia Generalis* Vol. 30, 2007, pp. 301-305
- 上田哲行(a)「アキアカネの減少傾向と減少時期一会員へのアンケート結果から一」『SYMNET』10巻、2008年、2頁
- 上田哲行(b)「赤とんぼネットワーク会員によるアカトンボセンサス」『SYMNET』10巻、2008年、3-9頁
- 上田哲行『水辺環境の保全一生物群集の視点から一』朝倉書店、1998年、93-110頁
- 浦口晋平・渡邊 泉「多摩川中流域の河川敷植生構成種の他感作用」『雑草研究』48巻、2003年、117-129頁
- 鷺谷いづみ・森本信生『日本の帰化生物』保育社、1993年
- 八谷和彦「水田におけるアカトンボ2種の羽化密度」『北日本病虫研報』52巻、2001年、126-128頁