

埼玉県のシロイロカゲロウ属、とくにアカツキシロカゲロウ *Ephoron eophilum* Ishiwata について

石綿進一¹ (神奈川工科大学)

はじめに

シロイロカゲロウ属は大型であること、集団で一斉に羽化し川面を覆いつくすほど群飛することから、カゲロウの中でも話題性の高いグループとあってよい。例えば、日本では、志賀直哉の短編「豊年蟲」(志賀, 1929 : オオシロカゲロウ *Ephoron shigae* (Takahashi) とされている。以下、オオシロとする)として、欧州、北米では White mayfly (それぞれ *Ephoron virgo* (Olivier) : Staniczek, 2020 ; *Ephoron album* (Say), *Ephoron leukon* Williamson の2種 : Edmunds et al., 1976) としてよく知られている。

日本産のシロイロカゲロウ属3種のうち、その2種が埼玉県に分布する。そのうちの一種オオシロは、国内に広く分布していて先行研究が多く、分布や生態など過去に多くの情報が蓄積されている。一方、もう一種のアカツキシロカゲロウ *Ephoron eophilum* Ishiwata (以下、アカツキとする) は、渡辺ら (1993) のオオシロの調査における分布や生態調査の一環として実施された際、早朝に羽化するカゲロウ、アカツキの存在が明らかになったもので、比較的最近になって発見された種である。

この早朝に羽化するカゲロウの存在については先行研究 (大熊・須甲, 1987) によっても指摘されていて、夏季の夕方から早朝にかけてみられるイットキブユ、イットキムシといった名前と呼ばれていた。また、さらに古くは、その存在が利根川の中・下流域でよく知られていて、サケの遡上のころに現れる蟲として、それに因みサケムシと呼ばれていた (赤松, 1855)。

アカツキは、埼玉県の荒川 (荒井橋) で

採集された標本 (タイプ標本) に基づき新種記載された日本特産のカゲロウである (Ishiwata, 1996)。本種の分布は関東平野の埼玉県及び千葉県とされていたが (Ishiwata, 前出)、最近では、それ以外でも分布が確認されるようになった。しかし、現在までのところ、この分布が東日本の一部に限定されるカゲロウである。近年、その生息地があやぶまれていることから保全の対象とされ、環境省及び茨城県のレッドデータブックにおいては準絶滅危惧種として (それぞれ、環境省, 2007 ; 茨城県, 2016)、千葉県では一般保護生物 (千葉県環境生活部自然保護課, 2019) とそれぞれ指定されている。

方法

シロイロカゲロウ属に関する先行研究を引用し、分類、分布、生態などについて本報をまとめた。埼玉県内の調査地点については、Ishiwata (前出)、藤田・石井 (2015) を主に引用し、その周辺の新たな産地 (利根川、江戸川及び中川の記録など) については、調査データを含めて表1に示した。また、本報では、河川の流程区分 (上流域・中流域・下流域) は、利根川・荒川流域類型指定状況 (環境省, 発行年不明 a) にならい以下のようにした。両河川の中流域は、利根川については坂東大橋 (表1, st. 18 : 以下, 地点名と地点番号で記す) から江戸川分岐点 (栗橋付近 : st. 20) まで、荒川は熊ヶ谷付近 (押切橋 st. 9, 久下橋 st. 10) から秋ヶ瀬取水堰付近 (上内間木, st. 16より上流約1 km) までとし、これより上流、下流をそれぞれ上流域、下流域とした。

¹ 〒243-0292 神奈川工科大学 神奈川県厚木市下萩野1030

表1 シロイロカゲロウ属2種の先行研究における確認地点及び採集地点

○：アカツキシロカゲロウ *Ephoron eophilum*, ●：オオシロカゲロウ *Ephoron shigae*

| St. No. | 河川名 | 地点名 | ○：アカツキ ●：オオシロ | 出典あるいは 採集(確認)データ | 住所(県市区町村名) | 緯度・経度* |
|---------|-----|---------------|------------------|---------------------|------------|------------------------------|
| 1 | 荒川 | 寄居橋 | ● | 藤田・石井, 2015 | 埼玉県寄居町 | 36° 07'32.5"N 139° 09'23.2"E |
| 2 | | 折原橋 | ● | 藤田・石井, 2015 | 埼玉県寄居町 | 36° 07'01.0"N 139° 10'18.7"E |
| 3 | | 正喜橋 | ● | 藤田・石井, 2015 | 埼玉県寄居町 | 36° 06'41.1"N 139° 11'50.8"E |
| 4 | | 玉淀大橋 | ● | 藤田・石井, 2015 | 埼玉県寄居町 | 36° 07'16.3"N 139° 12'43.3"E |
| 5 | | 川の博物館 | ● | 藤田・石井, 2015 | 埼玉県寄居町 | 36° 06'58.0"N 139° 13'10.7"E |
| 6 | | 花園橋 | ● | 藤田・石井, 2015 | 埼玉県寄居町 | 36° 07'05.0"N 139° 14'32.5"E |
| 7 | | 重忠橋 | ● | 藤田・石井, 2015 | 埼玉県深谷市 | 36° 07'58.8"N 139° 15'58.4"E |
| 8 | | 植松橋 | ● | 藤田・石井, 2015 | 埼玉県深谷市 | 36° 08'03.2"N 139° 16'45.1"E |
| 9 | | 押切橋 | ● | Ishiwata, 1996 | 埼玉県熊谷市 | 36° 08'07.2"N 139° 19'25.7"E |
| 10 | | 久下橋 | ● | 石綿, 1994/9/17 | 埼玉県熊谷市 | 36° 07'04.4"N 139° 24'28.0"E |
| 11 | | 大芦橋 | ● | Ishiwata, 1996 | 埼玉県鴻巣市 | 36° 05'09.1"N 139° 26'12.6"E |
| 12 | | 糠田橋 | ●○ | Ishiwata, 1996 | 埼玉県吉見町 | 36° 03'32.1"N 139° 28'56.3"E |
| 13 | | 荒井橋 | ●○ | Ishiwata, 1996 | 埼玉県北本市 | 36° 01'10.6"N 139° 30'03.5"E |
| 14 | | 開平橋 | ●○ | Ishiwata, 1996 | 埼玉県上尾市 | 35° 56'36.0"N 139° 32'46.4"E |
| 15 | | 治水橋 | ○ | 石綿, 1994/9/25 | 埼玉県さいたま市西区 | 35° 53'32.2"N 139° 33'46.4"E |
| 16 | | 上内間木 | ○ | Ishiwata, 1996 | 埼玉県朝霞市 | 35° 49'49.2"N 139° 36'47.2"E |
| 17 | 利根川 | 烏川、神流川合流付近 | ● | 国土交通省, 2023 | 群馬県玉村町 | 36° 16'42.2"N 139° 08'26.5"E |
| 18 | | 坂東大橋 | ● | 国土交通省, 2023 | 埼玉県本庄市 | 36° 15'46.7"N 139° 11'30.3"E |
| 19 | | 利根大堰 | ●○ | 国土交通省, 2023 | 群馬県千代田町 | 36° 11'24.8"N 139° 28'44.0"E |
| 20 | | 栗橋付近 | ○ | 石綿, 2019/8/5 | 埼玉県久喜市 | 36° 08'09.1"N 139° 42'32.6"E |
| 21 | | 常総大橋上0.6km ** | ○ | 小坂, 2021/7/17 | 千葉県成田市 | 35° 52'32.9"N 140° 20'27.0"E |
| 22 | | 石下橋 | ●○ | Ishiwata, 1996 | 千葉県常総市 | 36° 07'02.1"N 139° 58'08.0"E |
| 23 | 江戸川 | 金野井大橋 | ○ | 石綿, 2019/8/4 | 埼玉県春日部市 | 35° 59'28.7"N 139° 49'08.4"E |
| 24 | | 野田橋 | ○ | 石綿, 2019/8/4 | 埼玉県松伏町 | 35° 56'23.1"N 139° 50'52.7"E |
| 25 | | 越谷ゴルフ場付近 | ○ | 国土交通省, 2023 | 埼玉県吉川市 | 35° 53'31.0"N 139° 53'21.5"E |
| 26 | | 善兵衛樋管 | ○ | 江戸川区, 2019 | 東京都江戸川区 | 35° 44'59.0"N 139° 53'23.3"E |
| 27 | 中川 | 吉川橋 | ○ | 国土交通省, 2023 | 埼玉県越谷市 | 35° 53'06.8"N 139° 50'16.5"E |
| 28 | | 潮止橋 | ○ | 国土交通省, 2023 | 埼玉県八潮市 | 35° 48'01.7"N 139° 51'04.4"E |
| 29 | 霞ヶ浦 | 霞ヶ浦 | ○ | 関根ら, 2017 | 茨城県美浦村 | 36° 01'52.0"N 140° 18'49.1"E |

*：引用論文の地点から推測した緯度・経度（国土交通省，2023を除く）

**：成田市周辺の利根川では過去約35年発生が認められている（小坂，2021）

結果及び考察

アカツキ及びオオシロについて、以下の主な項目について表2にまとめた。

1. 学名・和名

アカツキは、その生態に因み、和名はアカツキ、学名(種小名)は *eophylum* (ギリシャ語の複合語、*eo* = 夜明け + *phila* = 好き) として命名された (Ishiwata, 1996)。オオシロは、高橋 (1924) の原記載論文によると、和名はシロイロカゲロウと命名されている。種小名の由来についての記載はないので詳細は不明であるが、この産地が *Shiga* (= 滋賀) 及び *Shanuki* (= *Sanuki* = 讃岐) と記されていることから判断して、地域由来の名と考えられる。

学名については命名規約上の規定があり、それに沿った手続きによって命名されることになるが、和名についてはそれがなく、いわば自由に提唱されている。したがって、同一種に複数の和名が存在し、和名におけるシノニム(同物異名)等いくつかの混乱が指摘されていた (石綿・竹門, 2005)。それらのことを背景に、安定した生物名を維持する意味から、カゲロウの標準和名が提唱された (石綿・竹門, 前出)。それを要約すると、最古参の和名と属の根音を重要視しつつ、知名度の高い和名を選ぶとしたことにある。以後、選定されたそれぞれの和名が使用され現在に至っている。アカツキ及びオオシロについても複数の和名が存在していて、それぞれ整理され、標準和名が提唱されている (それぞれ石綿・竹門, 前出、石綿, 2023)。表2にそれらの和名のシノニムリストを示す。

上に述べた、サケムシは古文書「利根川図志」(赤松, 1855) 中に、記されている生物名で、石綿 (前出) によって、アカツキであると結論づけられたカゲロウである。サケムシに関する赤松の記述は、客観的記述と写実的な図であることから、博物学的記録として貴重であるといえるが、西洋式の分類体系に倣ったものではないので、当然、この名称はいわゆる学名ではなく和名の一つである。日本産カゲロウ目のうち、これまで報告されている中で最も古いものは、McLachlan (1875) によって記載された数種である。したがって、この史料「利根川図志」(赤松, 前出)

中のサケムシは、日本におけるカゲロウのなかで、確たるアイデンティティをもった最古の和名といえる。

2. 日本産シロイロカゲロウ属の分類

シロイロカゲロウ属は世界に15種が認められている。本属として記載された種は名目上24種がいて、そのうち、日本産の2種(アカツキ及びビワコシロカゲロウ *Ephoron limnobium* Ishiwata : 以下、ビワコシロ) と東南アジア産の1種を除いた21種は、18世紀から20世紀の前半にかけて命名されている (Kluge, 2023)。石綿 (2022a) は、日本のカゲロウ相について概括しており、全世界で3000種余りのうち、北米産700種弱、ヨーロッパ産400種弱であることと比較して、種の多様性が必ずしも高いとは言えないものの、固有の科等の存在から、日本列島のカゲロウ相の特徴を指摘している。本属については、北米産2種、欧州産1種と比較しても、固有種の2種を含め日本産3種は、特徴的であるといっても過言でないだろう。日本産3種のうち、ビワコシロを除く、アカツキ、オオシロの見分け方は、雄の交尾器や雌の形態では難しく、幼虫や卵の外部形態を精査することで区別される (Ishiwata, 前出 ; 表2)。これらのうち、幼虫の頭部 (図1 a,b)、鰓 (図2 a,b) や卵サイズやその斑紋 (アカツキは日本産カゲロウのうち最大級 : 石綿・藤谷, 2018 : 図3 a,b) などの特徴がわかりやすい。

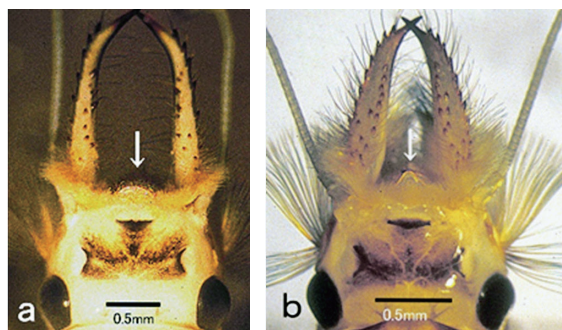


図1. 幼虫頭部 (背面)

a : アカツキシロカゲロウ *Ephoron eophilum* Ishiwata

b : オオシロカゲロウ *Ephoron shigae* (Takahashi)

(矢印は頭部前縁の中央部の突起 : アカツキは半円形、オオシロは三角形)

表2 シロイロカゲロウ属2種の和名のシノニムリスト, 特性, 保全施策

| 学名, 和名 | | <i>Ephoron eophilum</i> Ishiwata アカツキシロカゲロウ | <i>Ephoron shigae</i> (Takahashi) オオシロカゲロウ |
|-------------|-------------------|---|--|
| 和名のシノニムリスト* | | アカツキシロカゲロウ** サケムシ: 赤松, 1858 アミメカゲロウ(一部): 大熊・須甲, 1987 オオアミメカゲロウ (仮称): 渡辺ほか, 1993 アミメカゲロウモドキ (仮称): 青柳, 1994 アカツキシロカゲロウ: Ishiwata, 1996 | オオシロカゲロウ** シロイロカゲロウ: 高橋, 1924 オオシロカゲロウ: 上野, 1950 アミメカゲロウ: 津田, 1952 |
| 分類 | 幼虫(終齢) (図1, 2) | 幼虫の頭部(図1a), 鰓(図2a) | 幼虫の頭部(図1b), 鰓(図2b) |
| | 卵(図3) | 大卵(図3a): 長さ(除く極冠), 305.9-458.8 μ m, 幅 221.8-321.2 μ m; 卵殻斑紋, 凹部は卵殻の一部を覆う | 小卵(図3b): 長さ(除く極冠), 183.5-282.9 μ m, 幅 122.4-214.1 μ m; 卵殻斑紋, 凹部は卵殻の全体を覆う |
| | 成虫(雄) | 体長: 10.3-16.7mm, 翅: 白色 | 体長9.9-15.2mm, 翅: 白色半透明 |
| 分布 | 国内分布 | 本州(東日本: 関東地方, 東北地方) | 本州, 四国, 九州 |
| | 流域分布(荒川) (図4) | 中・下流域 | 上流域(下部), 中流域 |
| | 埼玉県内の生息 河川(図4) | 荒川, 利根川, 中川, 江戸川 | 荒川, 利根川 |
| 生態 | 生息場所(幼虫) (図5) | 砂泥底 | 石礫底, 砂泥底 |
| | 羽化 | 日の出前 | 日没後 |
| | 羽化月 | 7-10月 | 9月 |
| | スウォーム(雄) | 水平飛行(川面上空約20cm) | |
| 保全 施策 | レッドリストの 指定 | 準絶滅危惧種(環境省, 2007; 茨城県, 2016); 一般保護生物(千葉県環境生活 部自然保護課, 2019) | なし*** |

*: リスト中の和名は最初に命名した著者のみを記す(石綿・竹門, 2005; 石綿, 2023)

** : 標準和名

*** : 第4版においてリスト(絶滅危惧種)から除かれた(埼玉県, 2018)

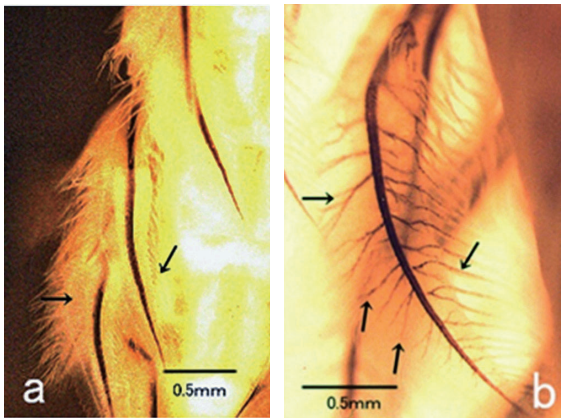


図2. 幼虫の鰓（背面）
 a: アカツキシロカゲロウ *E. eophilum*
 b: オオシロカゲロウ *E. shigae*
 (矢印は側気管支: アカツキは無色, オオシロは黒褐色)

3. 分布

3-1. 国内分布: アカツキの分布は、当初、利根川及びその周辺流域（江戸川、荒川を含む）とされていたが（Ishiwata, 1996）、その後の調査で、関東平野の他の河川（那珂川、久慈川他: 関根ら, 2013; 2017）、さらに東北地方の河川（宮城県の北上川）などでも確認されるようになった（西條ら, 2017）。一方、記載以降、荒川より西の水域では確認されていない。したがって、現在までのところ、埼玉県の荒川が分布の西限である。一方、オオシロが本州、四国、九州の河川に、ビワコシロは滋賀県の琵琶湖のみに、それぞれ分布する（Ishiwata, 前出）。

3-2. 埼玉県における記録: 埼玉県内で記録された既存のデータ（表1）から、アカツキ及びオオシロの確認地点を図示した（図4）。なお、本項中の記録地点（表1及び図4中の数字）については、橋名などのランドマークを記した。

アカツキについては、荒川では糠田橋より下流の中・下流域（詳細は後述）、利根川では、利根川大堰（st. 19）、栗橋付近（st. 20）の記録がある。石綿（2023）は、利根川本川におけるアカツキの確認地点が、利根大堰より下流の水域とし、中・下流域がその生息域であるとしている。また、関根ら（2013, 2017）は、利根川の広範な水域から本種を記録している。これらの結果から判断して本種が低地の平野部を主な生息場所としているといえる。

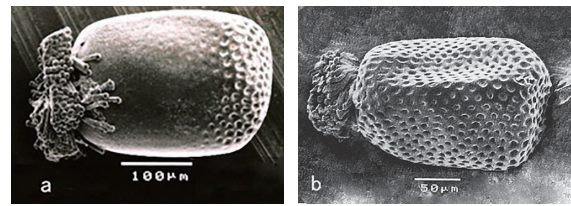


図3. 卵
 a: アカツキシロカゲロウ *E. eophilum*
 b: オオシロカゲロウ *E. shigae*

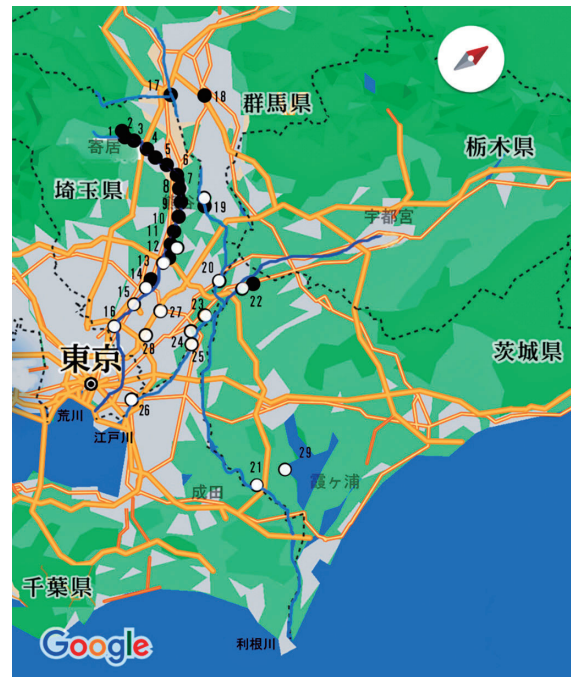


図4. シロイロカゲロウ属2種の確認地点
 ○: アカツキシロカゲロウ *E. eophilum*
 ●: オオシロカゲロウ *E. shigae*

利根川が江戸川に分流してからは金野井大橋（st. 23）、野田橋（st. 24）、越谷ゴルフ場付近（st. 25）、さらに下流では善兵衛樋管（東京都）（st. 26）（江戸川区, 2019）から記録されている。中川では吉川橋（st. 27）、潮止橋（st. 28）から記録がある。これらのことから、県内では荒川の中流域から下流域の上部、利根川の中流域、及び江戸川、中川に生息しているといえる。

なお、中川における潮止橋（st. 28）は感潮域で、付近ではヒヌマイトトンボ *Mortonagrion Hirosei* Asahina の生息が確認されている。これより下流は、潮汐の影響の強い感潮域とされていて、汽水性の生物の生息域とされる（国土交通省関東地方整備局, 2023）。また、江戸川の善兵衛樋管（st. 26）

は、地点中最下流であって、海域にも近い。その距離は約 8 km であるが、河口堰（行徳可動堰、江戸川水閘門によって海水の遡上がせき止められ、これより上流は淡水域とされている（江戸川区，2023）。したがって、善兵衛樋管（st. 26）より、さらに上流の埼玉県にかけての水域、あるいはこれより下流にかけて、その生息が確認されるかもしれない。

一方、オオシロについては、利根川では、県境の烏川、神流川合流付近（st. 17）から坂東大橋（st. 18）、利根大堰（st. 19）にかけても記録されているので、県内では広く生息している。県外の利根川水系でも本種が広範に確認されていることから（例えば、栃木県：塩山，1978；中村，1986；茨城県：Ishiwata，1996）、利根川ではより広範な水域に生息していると考えられる。

3-3. 流程分布（表2）: 本属の県内の分布については荒川総合調査報告書（大熊・須甲，1987）に総括されている。そこには、荒川の下流区（熊谷付近から川口付近）で、大量羽化するオオシロ（アミメカゲロウとされていた）の記述がある。この時点では、アカツキはオオシロと区別されてなく、オオシロが夕方から翌朝にかけて羽化するとされていた。したがって、本属 2 種の記録については、アカツキが新種記載された 1996 年以降の調査結果に基づいた。

荒川におけるアカツキの確認地点は、糠田橋（st. 12）から上内間木（st. 16）の各地点にかけてである（表 1、図 4）。上内間木（st. 16）は、秋ヶ瀬取水堰の下流約 1 km に位置している。秋ヶ瀬取水堰は感潮域であり、それより下流約 10 km から河口にかけては汽水域とされる（小渋他，2008）。東京都島しょ農林水産総合センター（2014）もヤマトシジミ *Corbicula japonica* Prime の生息状況の調査において、河口から上流約 20 km の鹿浜橋付近が塩水の影響が及ぶ水域とし、その生息を可能にしているという。鹿浜橋は川口市から至近距離（約 500 m）に位置している。アカツキの荒川における採集記録のうち、最下流の地点が上内間木であることは、川口市が本属の荒川における生息下限であるとする大熊・須甲（前出）の指摘にほぼ合致する。

オオシロは、荒川では、寄居橋（st. 1）か

ら植松橋（st. 8）にかけての各地点、いわゆる扇状地を中心に記録されている。他県の例でも、神奈川（相模川）では扇状地を中心に上流は山地溪流の下部まで生息が確認されていることから（野崎，1983）、荒川におけるオオシロの生息状況に類似している。千葉県（夷隅川、小櫃川、養老川）における採集記録も山地溪流の下部からであり（Ishiwata，前出）、ほぼ同様な傾向であるようだ。Ishiwata（前出）の荒川の記録においても、藤田・石井（2015）の調査地点よりさらに下流の押切橋（st. 9）から開平橋（st. 14）にかけての各地点で記録されている。つまり、オオシロの生息する上流は、山地溪流の下部から生息が確認されていて、その後、扇状地を経てさらに下流に生息しているので、その生息域は上流域の下部から中流域にかけてであろう。

4. 生態

4-1. 幼虫の生息場所: カゲロウ幼虫の調査では、通常、手網を用いて河床礫底をキック&スィープで採集するが、アカツキの幼虫（中齢以上）を採ることはほぼ不可能で、スコップなどを用いて粘土質の川床を掘る必要がある（石綿，2002，2004）。また、アカツキが生息するような比較的大きい河川では、岸際であっても水深や流速があり、通常の河川流量の時期における幼虫の採集は難しい。さらに河川水の透明度が低いことなど、採集調査における安全上の懸念もある。したがって、調査は渇水時期において河床が露出した時、あるいはその状態に近い時期に限定される。

アカツキの幼虫は、河床や岸寄りの法面の砂泥中（図 5 a：石綿，2002；328，図 11-193c より）に U 字型の穴を掘ってその穴中に生息している（図 5 b：石綿，2002；328，図 11-193b より）。その穴は、直径 5 mm ほどで、入口（出口）は 2 か所あって、それらの間隔は 2 cm ほど、深さは 20-30 cm である（図 5 c）。

一方、オオシロについては、藤田・石井（前出）による荒川における調査では、寄居橋（st. 1）から植松橋（st. 8）にかけてこの種を記録している。この水域は、山地から平

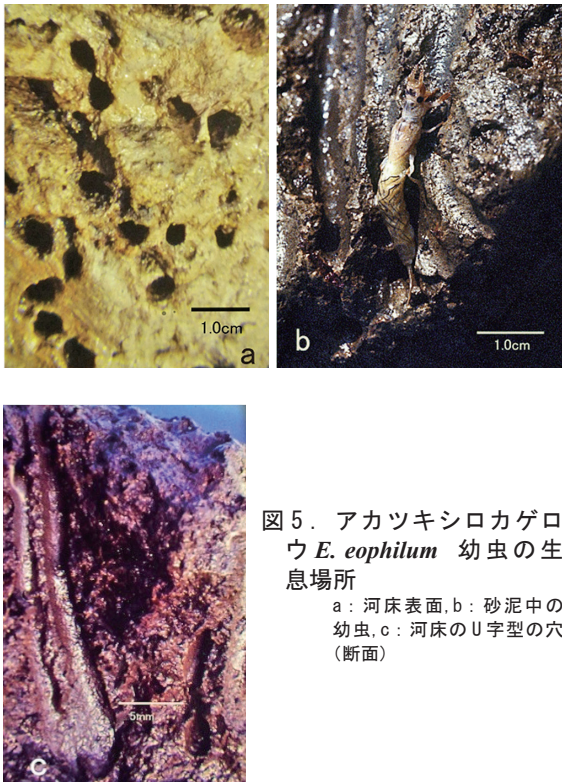


図5. アカツキシロカゲロウ *E. eophilum* 幼虫の生息場所
a: 河床表面, b: 砂泥中の幼虫, c: 河床のU字型の穴(断面)

野部に移行するいわゆる扇状地であり、環境省（発行年不明）の荒川の河床材料によると、上流域の河床材料は石礫底、中流域のそれは砂泥であるとしている。荒川の中流域では、これらの2種が確認されているので、上流域から中流域にかけてオオシロ、中流域にはアカツキが生息していることになる。つまり、オオシロ幼虫は石礫底及び粘土質のいずれの河床にも、アカツキ幼虫は粘土質の河床に、それぞれの生息場所をもつと考えられる。同様に、粘土質の河床である愛知用水（愛知県）においても、オオシロ幼虫の生息が確認されているので、この河床における幼虫の生息場所は、荒川に限られたものではないのだろう（石綿, 2002）。なお、橋本（1957）も加須市の葛西用水において、上に記したような巣穴を、本属幼虫の生息場所として図示している。

青柳ら（1998）は、鬼怒川の調査において、アカツキの幼虫は粘土質の河床に、オオシロのそれは砂礫底に生息しており、両種の幼虫の生息場所が異なることを報告している。青柳ら（前出）の調査は若齢幼虫を対象としたことによるため、同じ条件とはいいがたく、この生息場所の違いは、調査方法の相

違が原因しているのかもしれない。しかし、荒川の中流域は先に示したように、河床素材が砂泥底とされているので、オオシロ幼虫の生息場所が石礫底のみに生息するとは考えにくい。

4-2. 成虫（羽化・繁殖行動・死）:アカツキは日の出前、まさに未明の暗いうちに羽化する。羽化したアカツキは、東の空が白み始める頃には死して姿を消す。この間、交尾、産卵が行われる。羽化のピークがすぎ、周りが薄明るくなった頃、一部の雄が水面スレスレに、しかも一定の高度（20cm程）を保ちながら、せわしく飛翔しているのみで、それらも日の出とともに完全に姿を消す（Ishiwata, 1996; 石綿, 2004; 東城・関根, 2011）。また、羽化の期間は長く、7月から10月に及ぶ（渡辺ら, 1993; 青柳ら, 前出）。

一方、オオシロおよびビワコシロの羽化は9月になってからで、日没後、すぐ繁殖行動を行い、深夜12時頃にはほぼ姿を消す（渡辺ら, 前出; 青柳ら, 前出）。石綿（2023）によると、この2種の成虫はすべて9月に記録されている（オオシロ：本州1都2府5県、四国4県、九州2県；ビワコシロは滋賀県のみ）。このオオシロ、ビワコシロの繁殖行動は、北米産の本属の2種 *E. album* 及び *E. leukon* においても同様な行動が報告されていて、雄成虫が水面上空4-5フィートをパトロールすること（他のカゲロウに見られるような上下の繁殖飛翔ではない）、羽化後、交尾・産卵を終えて死までは1-1.5時間程度などとされている（Edmunds et al., 1976）。また、欧州産の *E. virgo* においても同様な行動が報告されている（Szaz, et al., 2015; JungleDragon, 2018）。

以上のように、羽化・交尾・産卵・死に至るまでの行動の特徴は、日本産の2種（オオシロ、ビワコシロ）、北米産の2種及び欧州産の1種と共通しているので、本属の成虫の特性といえるであろう。しかし、アカツキのように早朝に羽化する本属カゲロウは、アカツキの他にいまだ報告がなく、羽化に関わる時間帯や出現する期間が本属の他のカゲロウと大きく異なる。そのことがアカツキの最大の特徴である。すなわち、アカツキとオオシロの成虫は、それぞれの出現において季節

的・時間的なズレがあつて、生殖前隔離が生じている (Ishiwata, 1996; 石綿, 2004; 青柳ら, 1998)。因みに、この二種の染色体数の違いが明らかにされており (青柳, 1994; 関根・東条, 2008)、ミトコンドリア DNA の COI 領域の塩基配列からも両者の分岐年代が推定されている (Sekiné et al., 2013; Sekiné et al., 2015; Tojo et al., 2017)。

5. 生息環境

5-1. 記録と水質汚濁の推移：大熊・須甲 (1987) の荒川総合調査報告書によると、1955年には多くの個体の発生が認められていたが、それ以降十数年間、個体数を激減させたとしている。原因は、荒川の水質汚濁や護岸による環境改変とされ、この属の幼虫の生息や生息場所に対して負の影響を与え、個体数を激減させたとしている。その後、1976年頃より環境対策が講じられることによって、生息状況の改善がみられるとした。水質汚濁防止法が施行された1971年以前には、国内の多くの河川の有機汚濁は深刻な状況にあつて、荒川におけるそれも例外ではなかった。例えば、1971年以前は荒川の開平橋 (st. 14) における BOD は 3 mg/L 以上であったが、同地点の BOD の年度平均値は2005年には、 1.0 mg/L 前後の数値を示している (国土交通省関東地方整備局荒川上流事務所, 2017)。

シロイロカゲロウ属の幼虫は比較的清澄な河川に生息し、全国の一級河川においても、その分布域の水質は、BOD 1 mg/L 以下の水質の河川に広く分布するとされている (渡辺ら, 1993)。近年、このような荒川の汚濁負荷の軽減によって、本属の発生量の回復が図られたとしてもいいだろう。同様なことが、欧州 (ライン川：オランダ、ドイツ) でも報告されていて、本属のカゲロウ、*E. virgo* が汚濁の原因によって一時途絶えたと考えられていた。しかし、河川水質の汚濁改善に伴い近年復活してきたという (石綿, 2023)。

以上のことから、過去における本種の消長は、大熊・須甲 (前出) が指摘しているように、河川の有機汚濁の多少がその要因の一つとして考えられる。

5-2. 保全対策：近年における河川の汚濁負

荷の低減によって、本属カゲロウが本来あるべき姿に回復しつつあることを述べた。これは、下水道処理施設が普及したことに負うところが多い。その一方で、アカツキの保護対策に掲げられている生息場所の保全に向けた施策、例えばコンクリートなどの人工護岸から自然性の高い護岸に移行 (石綿, 2022b) といったことも指摘されている。一方、成虫を対象とした保全の対策として、光害問題を上げることができる。本属カゲロウの成虫はよく灯火に集まり、いわゆる正の走光性が強いことはよく知られている。それらが街灯などの光源に集中し、地上に落下・堆積し、交通障害を誘発するなど社会問題として取り上げられることが少なくない (渡辺ら, 1993)。このことは、個々の種の個体数の減少、生態系への影響など生物多様性を損ねることに他ならない。環境省 (2021) による光害対策ガイドラインでは、街灯などの光源には、昆虫に対する誘引特性の小さい波長のものを使用するなどの指摘や、光害による動植物を含めた生態系への影響については、未知の部分が多いことから、今後の研究に期待するなどが記されている。これは、主に一時的な光源による光害についての記述であるが、二次的な光源としての偏光について、Szaz et.al. (2015) の以下の指摘がある。欧州産シロイロカゲロウ属 *E. virgo* が橋灯などの光に直接引き寄せられると同時に、アスファルト道路のような滑らかな路面からの偏光によって、路面があたかも湖や川があるかのように行動させ (例えば路面上の産卵)、二次的な光源に直面することを指摘している。この偏光を手掛かりに、多くの水生昆虫を含めた無脊椎動物が水辺を探索していることが明らかになってきていること (弘中・針山, 2014、大林・佐藤, 2021) から判断して、生物多様性を保全していく上で、このような光害を問題点として捉える必要があるだろう。なかでも平野部に生息場所をもち、成虫の活動が、日没後あるいは日の出前の漆黒の時間帯にあつて、しかも、成虫の寿命が羽化後、僅か数時間といった特異な生態をもつ本属カゲロウにとって、種々の光源が乱立し夜間でも明るい市街地における生息場所は、種の多様性を持続していく上で問題も多く、都市部における

自然との共生の難しさが散在している。今後、効果的な保全の実施には、我々の生活との関連性などの側面を考慮しつつ有効な対策を考える必要があるだろう。

6. 古文書に記述されたアカツキ

以下に、アカツキに関する、あるいはそれと推定されるいくつかの記録（記事）を記す。上記各項で示した特性（早朝の短時間における羽化・群飛、羽化月など）は、アカツキの繁殖行動を描写したものであろう。以下の史料のうち、白蝶の記述が、アカツキのそれであると確定することはできないが、特異な生態と現在の確認地から類推して、アカツキの一斉羽化を記したものと考えている。これらの史料は、河川の周辺流域に住む人々の当時の文化や風習を知ることが出来るだけでなく、野生動物の過去の分布状況、人との関わりを解明する貴重な資料であらう。また、今後、これに関連する資料が新たに見出されることが考えられ、アカツキに関する情報も更に増えることが期待できる。

カッコ [] 内の地名及び和暦は現在の地名及び西暦に変換した。

利根川図志（赤松，1855）：利根川流域の地誌である。利根川の中下流域、主に栗橋から銚子にかけての記述である。嘉永五年壬子6月22日〔1852年8月7日〕の群飛の記録である。史料中に記されているサケムシの早朝の群飛、図などの特性が、サケムシとアカツキが同一種であると結論づけられた（石綿，2023）。

武江年表（斎藤：正編1850，続編1882）：江戸・東京の地誌で、巷の出来事を主体にいわば瓦版的読み物である。万延元年6月晦日〔1860年8月16日〕本所堅川通り〔墨田区立川〕、五ツ目〔江東区亀戸〕において白蝶の大量発生の様子の記述である。石綿（前出）は、発生の時期（8月）から判断して、この白蝶はアカツキであると推察している。

萬朝報（萬朝報社，1892-1940）：明治、大正時代の東京創刊の日刊紙である。浅草の蝶々戦という記事で、明治38年9月16日〔1906年9月16日〕早朝5時頃、浅草雷門付近における数十万の白蝶の群飛の記述である。同日朝6時頃には姿を消す。石井（1940）著、「武

蔵野昆虫記」によると、この白蝶は透羽蜻蛉（フタスジモンカゲロウ）*Ephemera japonica* McLachlan に近い種であるとした。また、この群飛はカゲロウの繁殖行動であるとし、周辺の水域から羽化したものが灯火に引き寄せられたのだらうとした。早朝の短時間における白蝶の羽化、群飛などの特性は、アカツキの繁殖行動を描写したものであろう。浅草は「武江年表」に記された発生地（江東区、墨田区）に近いこと（隅田川をはさんで対岸）、感潮域における生息地（上内間木 st. 16、潮止橋 st. 28）が本報でも確認されることもその傍証といえるだろう。

おわりに

大河川の下流部のカゲロウの種多様性は、上流部のそれと比較してはるかに低い。しかし、そこには、平野部あるいはその水域特有のカゲロウがいて、水域を特徴付けている。荒川を含めた利根川及びその周辺水域は、その例外ではなく、この水域に特徴的なカゲロウが存在している。

これらの水域は、過去に人為的な環境改変がなされてきて、江戸時代における荒川、利根川の流路の改変事業、近代化に伴う都市部の河川の水質汚染、護岸などの環境改変はその最たるものであろう。この流域を生息場所としている淡水生物にとっては、種の存続を左右するほどの多くのイベントにこれまで幾度となく曝されてきた経緯があるのだろう。

このような環境に適応し、世代を繋いできたカゲロウの一つとして、アカツキをあげることができる。アカツキは、形態や生態には独特なものがあって、なかでも、大型種であること、集中的、大量に発生することなどの特性から、流域周辺ではよく知られたカゲロウである。

アカツキの生息域を明らかにする過程で、生息が感潮域にまで及んでいることが示唆された。同時に、過去の記録からも、このことが推察されるに至った。このことは、河川における生息下限が都市部に及ぶことを意味しており、この水域における保全対策についての新たな課題として捉える必要があるだろう。

アカツキは日本固有種であること、東日本に分布が極限していること、埼玉県が分布の

西限であることなど、生物を保全していくうえで重要な位置にある。その意味から、環境省などの RDB 種としても位置付けられているのであろう。

アカツキはサケ漁の出来、不出来の予兆など利根川流域の固有の文化として息づいてきたように、地域に共有されてきた文化的、社会的な側面がある。

このようなことから、本報告を機にアカツキに対する関心がさらに高まることを期待したい。

謝 辞

本稿をまとめるにあたって、利根川のアカツキに関する貴重な情報を、小坂茂雄氏（ほとぼんの利根川バス釣りブログ）及び大西舜悟氏（公益財団法人リバーフロント研究所）から提供していただきました。それぞれの方々に感謝する次第です。

引用文献

- 赤松宗旦 (1855) 利根川図志. 巻1, 11-12. [紀田順一郎 (1967) 利根川図志解題. pp. 43-46. 赤松宗旦著 利根川図志再版巻1, 名著刊行会, 457pp, 東京].
- 青柳育夫 (1994) 新種アミメカゲロウモドキ (仮称) の生活史について. <https://www.tochigiedu.ed.jp/sano/nc3/wysiwyg/file/download/1/8826> [参照, 2023/8/30]
- 青柳育夫, 手塚マサ子, 中村和夫 (1998) アカツキシロカゲロウの生活史と若齢幼虫形態について. 陸水雑, 59:185-198.
- 千葉県環境生活部自然保護課 (2019) 千葉県の保護上重要な野生生物, 千葉県レッドリスト動物編2019年改訂版. <https://www.bdcchiba.jp/wpcontent/uploads/2022/03/redlist2019.pdf> [参照, 2023/8/30]
- Edmunds G.F., Jr., Jensen S.L. and Berner L. (1976) The mayflies of North and Central America. Univ. Minnesota Press, 330 pp.
- 江戸川区 (2019) 平成30年度水辺環境調査報告書 江戸川・旧江戸川・東なぎさ魚類・底生動物. <https://www.city.edogawa.tokyo.jp/documents/1223/h30gyoruiteisei.pdf> [参照, 2023/8/30]

- 江戸川区 (2023) 江戸川をとりまく水環境. (更新日: 2023年8月28日). https://www.edogawa-kankyozaidan.jp/files/fm/5743ec941plguamccatmc_0_1.pdf [参照, 2023/11/27]
- 藤田宏之, 石井克彦 (2015) 荒川中流部における2014年オオシロカゲロウの発生状況. 川の博物館紀要, 15:13-16.
- 弘中満太郎, 針山孝彦 (2014) 昆虫が光に集まる多様なメカニズム. 応動昆58(2), 93-109.
- 橋本庸 (1957) 利根川中流の水棲昆虫相一特にカゲロウ類一. 採集と飼育, 19(8):27-33.
- 茨城県 (2016) 茨城における絶滅のおそれのある野生生物2016年改訂版 (茨城県版レッドデータブック). https://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/shizen/tayousei/redbook/documents/ibaraki_rdb2016_4web.pdf [参照, 2023/8/30]
- 石井悌 (1940) カゲロウ, pp. 29-33. 武蔵野昆虫記. 三省堂, 275pp. 東京.
- 石綿進一 (2002) カゲロウ目 Ephemeroptera. 千葉県の自然誌, 本6編, 千葉県の動物1—陸と淡水の動物—, 県史シリーズ45. 千葉県史料研究財団 (編), pp. 328-330, 629. 千葉県, 千葉.
- 石綿進一 (2004) シロイロカゲロウ属の分類・分布・生活史. 昆虫と自然, 39(6):13-17.
- 石綿進一 (2022a) 4-2琵琶湖のカゲロウ類の特徴: 卵の表面構造の地域間比較. pp. 198-210. PL. VII. 1-3. 琵琶湖の生物はいつ, どこからきたのか? 西野麻知子 (編) サンライズ出版社, 彦根.
- 石綿進一 (2022b) カゲロウ目, 保護上重要な無脊椎動物. 千葉県生物多様性センター. pp. 225-227. 千葉県. <https://www.bdcchiba.jp/wp-content/uploads/2022/05/rdb-201108insect2-1.pdf> [参照, 2024/1/5]
- 石綿進一 (2023) 『利根川図志』に記載されたサケムシ. 陸水生物学報, 38:41-50.
- 石綿進一, 藤谷俊仁 (2018) 日本産カゲロウ類の卵. 神奈川工科大学環境化学技術研究所成果報告書. 平成29年 (7) 別冊2. 神

- 奈川工科大学環境化学技術報告書. 63pp.
石綿進一, 竹門康弘 (2005) 日本産カゲロウ類の和名, チェックリストおよび学名についてのノート. 陸水雑, 66(1):11-35.
- Ishiwata, S. (1996) A study of the genus *Ephoron* from Japan (Ephemeroptera, Polymitarciidae). The Canadian Entomologist, 128:551-572.
- JungleDragon (2018) *Ephoron virgo* (summer snow), Heesch, Netherlands. https://www.jungledragon.com/image/63778/ephoron_virgo_summer_snow_heesch_netherlands.html [参照, 2023/8/3]
- 環境省 (2007) アカツキシロカゲロウ. NPO 法人 野生生物調査協会・NPO 法人 Envision 環境保全事務所. 日本のレッドデータ検索システム (jpnrd.com). [参照, 2023/8/30]
- 環境省 (2021) 光害対策ガイドライン, 令和3年3月改訂版. <https://www.env.go.jp/air/hikarigai-gaido-R3.pdf> [参照, 2024/1/5]
- 環境省 (発行年不明 a) 図 3.1.1-1 利根川・荒川水系の水域類型指定状況及び水質・生物調査地点. https://www.env.go.jp/council/content/i_07/900428340.pdf [参照, 2023/8/3]
- 環境省 (発行年不明 b) 荒川 [水質汚濁に係る環境基準の類型指定状況図]. 8.8 荒川 [河床材料], 118. 関東地方建設局「平成8年度 荒川水系 (荒川本川), 15年度 荒川水系 (荒川) 河川調査報告書」. <https://www.env.go.jp/press/files/jp/10949.pdf> [参照, 2023/8/3]
- Kluge N. (2023) *Ephoron*/fg. Ephemeroptera of the world. last correction. 14. February 2023. <http://insecta.bio.spbu.ru/z/Eph-spp/ind-genn-N.htm> [参照, 2023/9/3]
- 国土交通省関東地方整備局 (2023) 利根川水系中川・綾瀬川河川整備計画 (原案) の概要, 令和5年3月. https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000852391.pdf [参照, 2023/11/27]
- 国土交通省 (2023) 河川環境データベース. 河川水辺の国勢調査, 更新2023/02/24. https://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/map_jpn.html [参照, 2023/8/3]
- 国土交通省関東地方整備局荒川上流事務所 (2017) 6-2水質の現状. 6. 河川流況と水質の現状, 66. https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/gaiyou/seibi/pdf/arakawa29-5-06.pdf [参照, 2023/8/3]
- 小浜晴信, 呉修一, 加藤琢磨, 山田正 (2008) 都市河川感潮域における塩水遡上特性に関する現地観測. 第35回土木学会関東支部技術研究発表会. <http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00061/2008/35-02-0080.pdf> [参照, 2023/12/3]
- 小坂茂雄 (2021) 「カゲロウ」(利根川バス釣り). 2021.07.17, ぼとぼんの利根川バス釣りブログ. <https://potoponnoblog.blog.fc2.com/blog-entry-463.html> [参照, 2023/9/3]
- McLachlan R. (1875) A sketch of our present knowledge of the neuropterous fauna of Japan (excluding Odonata and Trichoptera). Transactions of the Entomological Society, London 167-190.
- 中村和夫 (1986) 栃木県でのアミメカゲロウの分布と発生. インセクト 37, 57-62.
- 野崎隆夫 (1983) 相模川に生息するアミメカゲロウの生態. 神奈川自然史資料, 4:37-41.
- 大林奈園, 佐藤拓哉 (2021) 連載ナショジオトピックス寄生虫ハリガネムシがカマキリを操作, 驚きの謎の一端を解明. National Geographic. <https://natgeo.nikkeibp.co.jp/nng/smart/> [参照, 2024/1/3]
- 大熊光治, 須甲鉄也 (1987) 第10節 荒川本流の水生動物相. pp.513-722. 荒川 自然 荒川総合調査報告書1. 埼玉県.
- 西條正典, 須藤勝子, 新田耕也, 船木實, 大槻多恵子, 小白幸記, 関根一希, 東城幸治 (2017) アカツキシロカゲロウの東北地方初記録: オオシロカゲロウと混生する北上川集団. New Entomologist, 66(3,4):83-85.
- 埼玉県 (2018) 4 第4版でランク外とした種について. 埼玉県レッドデータブック動物編 (第4版), 365.
- 斎藤月岑 (1850) 増訂武江年表2. 金子光春

- 校訂, 1968. 万延元年 pp.177-182. 東洋文庫118, 平凡社.
- 関根一希, 東城幸治 (2008) オオシロカゲロウとアカツキシロカゲロウ (カゲロウ目・シロイロカゲロウ科) の種分化一形態・生態・遺伝子の比較研究一. 日本陸水学会第73回大会講演要旨集3A02. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jslim/73/0/73_0_176/_pdf/-char/ja [参照, 2023/12/3]
- 関根一希, 岸本亨, 倉西良一, 東城幸治 (2013) 関東平野にのみ棲息するアカツキシロカゲロウ (カゲロウ目, シロイロカゲロウ科) の分布調査: 利根川水系以外の新産地の発見. *New Entomologist*, 62(1, 2):21-27.
- 関根一希, 小林建介, 東城幸治 (2017) 止水域・霞ヶ浦におけるアカツキシロカゲロウの記録. *New Entomologist*, 66(3, 4):80-82.
- Sekiné K., Hayashi F. and Tojo K. (2013) Phylogeography of the East Asian polymitarcyid mayfly genus *Ephoron* (Ephemeroptera: Polymitarcyidae): a comparative analysis of molecular and ecological characteristics. *Biol. J. Linn. Soc.*, 109:181-202.
- Sekiné K., Tojo K, and Bae YJ (2015) Facultative parthenogenesis in the burrowing mayfly, *Ephoron eophilum* (Ephemeroptera: Polymitarcyidae) with an extremely short alate stage. *Eur J Entomol.*, 112:606-612.
- 志賀直哉 (1929) 豊年蟲. 週刊朝日.
- 塩山房男 (1978) アミメカゲロウの大量発生. *インセクト*, 29:1-6.
- Staniczek A. (2020) One fly does not make a summer: The mass flight of mayflies on the River Enz. *Naturkunde Museum*. <https://www.naturkundemuseum-bw.de/en/> [参照, 2023/8/3]
- Szaz D., Horvath G., Barta A., Robertson BA., Farkas A., Egri A., Tarjanyi N., Racz G. and Kriszka G. (2015) Lamp-Lit Bridges as Dual Light-Traps for the Night Swarming Mayfly, *Ephoron virgo*: Interaction of Polarized and Unpolarized Light Pollution. *PLoS One*. 2015; 10(3): e0121194. Published online 2015. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0121194> [参照, 2023/8/30]
- 高橋雄一 (1924) 日本産蜉蝣類. 動物学雑誌, 36:377-380.
- 東城幸治, 関根一希 (2011) アカツキシロカゲロウの羽化時季と羽化時間に関する調査研究 (カゲロウ目: シロイロカゲロウ科). *New Entomologist*, 60(1, 2):15-20.
- Tojo K, Sekine K, Takenaka M, Isaka Y, Komaki S, Suzuki T and Schoville SD. (2017) Species diversity of insects in Japan: Their origins and diversification processes. *Entomol. Sci.*, 20:357-381.
- 東京都島しょ農林水産総合センター (2014) 荒川におけるヤマトシジミの生息域内湾調査, 平成26年3月. <https://www.ifarc.metro.tokyo.lg.jp/archive/22,15251,47.html> [参照, 2023/12/3]
- 津田松苗 (1952) 流水棲動物群集について. 奈良県総合文化調査報告書 (第一巻), 220-229. 奈良県教育委員会.
- 上野益三 (1950) 蜉蝣目. 日本昆虫図鑑, 石井悌ほか (編), 120-130. 北龍館, 東京.
- 渡辺直, 中村和夫, 八田耕吉, 久枝和生, 石綿進一, 星一彰 (1993) カゲロウ類の大量発生機構に関する研究. 日産科学振興財団報告書16, 151-162.