

塘路湖・ポン沼におけるトンボ目成虫群集構成比と 水辺景観要素との相関ならびに文献記録から推定される 塘路湖トンボ相の過去30年間の変化

生方 秀紀[※]

Correlation between composition ratio of adult odonate assemblage and elements of waterside landscape of Lake Toro and Pon Pond, with literature-based estimation of the changes in the odonate fauna of Lake Toro over the past 30 years

Hidenori UBUKATA[※]

摘要. 釧路湿原の塘路湖では1993年までにアカメイトンボ(環境省第4次レッドリスト絶滅危惧 I A類[CR])、エゾアカネ(絶滅危惧 I B類[EN])他の希少種を含む36種(うち1種は目撃記録)のトンボが記録されていたが、前世紀末までに土砂や栄養塩類の流入・堆積や水生植物の衰退等が進行していた。この環境変動の影響を探る目的で、2007年に塘路湖の3カ所および隣接のポン沼の1カ所に調査区を設定し、トンボ目の成虫定期センサス(6~10月、原則月2回)と水辺景観(被度等)の計測を行った。得られたデータを除歪対応分析(DCA)および正準相関分析(CCA)にかけることにより、両湖沼のトンボ群集構成比の調査区および主な水辺景観要素との相関を可視化する。考察では文献調査に基づき、塘路湖の1992年以前(多くは1970年代)と2018年以降(2024年まで継続)に、いずれも見つけ採り調査により把握されたトンボ相を比較し、2018年を境に姿を消した種と、新たに記録された種に着目して、その変化の原因を推定する。

Abstract. Lake Toro in the Kushiro Mire was home to 36 odonate (Order Odonata) species (one of which was sighted record), including rare species such as *Erythromma humerale* Selys (Critically Endangered: CR), *Sympetrum flaveolum* (Linnaeus) (Endangered: EN), and others until 1993. However, by the end of the last century, the area had been experiencing significant inflow and accumulation of silt and nutrient salts, as well as the decline of aquatic plants. To explore the impact of these environmental changes, I conducted regular censuses of adult odonates (principally twice a month from June to October, 2007) and measurements of environmental factors of waterside landscape (mainly vegetation coverage) at three locations on Lake Toro and one location on the adjacent pond, Pon Pond. By subjecting the obtained data to detrended correspondence analysis (DCA) and canonical correlation analysis (CCA), the correlation between the composition ratio of odonate communities of both lake/pond and the survey areas and selected elements of waterside landscape are visualized. Based on literature research, the odonate fauna of Lake Toro identified through spot-and-collect surveys conducted before 1992 (mostly in the 1970s) and after 2018 (continuing until 2024) are compared, focusing on species that had disappeared by 2018 and newly recorded species, and then the causes of these changes are assumed.

キーワード

釧路湿原 モニタリング DCA CCA 絶滅危惧種 気候変動

Keywords

Kushiro Mire, Monitoring, DCA, CCA, Endangered species, Climate change

※ 北海道教育大学名誉教授 Professor Emeritus of Hokkaido University of Education; E-mail: info.idnh@gmail.com

1. はじめに

釧路湿原の東端に位置する海跡湖の一つである塘路湖は1990年代までに、アカメイトトンボ *Erythromma humerale* Selys、エゾアカネ *Sympetrum flaveolum* (Linnaeus)、イジマルリボシヤンマ *Aeshna subarctica* Walker、エゾカオジロトンボ *Leucorrhinia intermedia* Bartenevなどの国内では希少な北海道特産種を含む36種(うち1種は目撃記録)のトンボが記録されていた(生方 1993)。アカメイトトンボは「環境省第4次レッドリスト(2012)」(環境省 2012)で絶滅危惧 I A類(CR)、エゾアカネは絶滅危惧 I B類(EN)、残りの2種は準絶滅危惧(NT)に指定されており、塘路湖は生物多様性の観点から見ても重要な生息地の一つである。

しかしながら、トンボを含む水生生物の生息地としての塘路湖を含む釧路湿原内の水域は以下のような問題を抱えている。釧路湿原に流入する河川の集水域における農地拡大や森林伐採、河川改修に起因する土砂や栄養塩類の流入・堆積が引き起こす生態系の劣化である(水垣・中村 1999; 名久井ほか 2003; 林ほか 2003; 野原 2010)。例えば、塘路湖中心部から採取した水の全リン濃度は1981年から2001年までの間に6~7倍に増加していたほか(Takamura *et al.* 2003)、塘路湖のサンプル水のアンモニア態窒素濃度(1997~2002年の計測値)も他の近隣湖沼と比べて高く、同湖から釧路川に流出する水の懸濁物濃度(これらの湖沼で大量発生した藻類由来とされる)も高くなっていった(野原 2010)。Takamura *et al.*(2003)は、塘路湖では抽水植物を除く水生植物のうち絶滅危惧種1種を含む4種が1991年から2001年までの間に失われていることも明らかにし、その原因の一つとして湖水の富栄養化があることを指摘している。

塘路湖に限らず、環境変化が起きている湖沼や河川を生息地としてきたトンボ目(Odonata)各種について、その生息密度や種構成の比率が長期的にどのように変動していくかをモニタリングによって把握することは、その生態系の生物多様性保全にとって効果的な方策の一つである(Kinzig & Samways 2000; Samways 2024)。そこで、著者は2007年に塘路湖岸沿いの3カ所と隣接するボン沼岸沿いの1カ所に調査区を設定し、6月から10月まで原則月2回の目視によるトンボ目(Odonata)成虫個体数の調査(定期センサス)および環境要因(植生、水環境)の計測(9月実施)を行った。それにより同年の塘路湖およびボン沼におけるトンボ成虫群集の構造を定量的に把握し、他の年度、あるいは他の場所との比較に耐えるデータを得ることができたので、遅まきながらここに報告するとともに、調査区別のトンボ各種の出現密度と環境要因(植生、景観)を用いた除歪対応分析(DCA)および正準相関分析(CCA)を行

うことで、種ごとの成虫の活動場所選好性とそれに影響する環境要因を推定し、今後の環境保全へのヒントとしたい。

釧路湿原北西部に位置する赤沼・温根内地区では、トンボ目成虫の定期センサスを2003年と2010年に実施したことから、出現数が大きく変化した種の検出に成功しているが(生方ほか 2025)、塘路湖・ボン沼では現在までに今回報告する事例以外に成虫の定期センサスが行われた形跡がない(ただし著者の指導学生2名は、1988年と2002年に塘路湖・ボン沼を含む多くの湖沼や池塘でそれぞれ1日ずつ100回の水生昆虫掬い採り調査を実施し、塘路湖・ボン沼においても科レベルの幼虫個体数に明確な年度差を見出している[林原ほか 2003])。塘路湖で今後、数年先・数十年先であっても同様のトンボ成虫定期センサスが行われるなら、今回の結果との量的比較が可能となる。

種ごとの個体数の量的把握にこだわらないトンボ相の調査方法は、国内・海外問わず伝統的に行われてきた「見つけ採り」であり、塘路湖でもその方式による調査が1970年代までに、飯島(1972)、奈良岡(1972)、滝田(1980a,b,c)によって行われたことで、当時のトンボ相の全貌がかなり詳細に明らかにされた。生方(1993)はそれに1992年までの記録を加え、釧路湿原の各湖沼のトンボ相を一覧表にまとめている。最近になって中谷ほか(2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2025)および中谷・中村(2024)(この7点の文献を今回の論文では「中谷ほか[2019~2025]」の表記で引用する)によって、塘路湖を含む釧路管内6湖沼のトンボ成虫の生息状況の調査が見つけ採り方式(一部は撮影)により継続的に行われ、20世紀からの文献記録との一覧表による照合や一部の種の出現状況の解説が行われている。活発なトンボ相調査が行われた、この二つの年代の中間の時期に塘路湖のトンボ群集を調査した経験を踏まえて、著者はこの両年代に挟まれる期間(1993~2017年)におけるトンボ相の変化(消失、維持、加入)とその原因を、これらの文献記録から考察する。

調査場所および方法

1. 調査場所の設定

2007年の6月初めに塘路湖の南岸にTA、北東岸にTB、北岸にTCと呼称する3つの調査区を、そしてボン沼北東岸に調査区PPを設定した(Fig. 1)。調査区のサイズは、いずれも岸に沿って20mの長さとし、幅は岸線から沖方向に1m、岸上1mとなる帯状に設定した。

2. 調査区別の景観・植生・水環境調査

Fig. 2A~Dの写真から伺えるように、各調査区は特徴が互いに異なる景観・植生を示していた。この相違



Fig. 1. 塘路湖およびポン沼に設定したトンボ目成虫定期センサスのための調査区的位置。(地図の出典:地理院地図)。
 A:調査区TA; B:調査区TB; C:調査区TC; P:調査区PP。

Location of survey areas established for periodic census of adult odonates in Lake Toro and Pon Pond. (Map source: GSI Maps provided by the Geospatial Information Authority of Japan). A: Survey area TA; B: Survey area TB; C: Survey area TC; P: Survey area PP.

を数値化して計測・記録するため、2007年9月13日に水辺から樹林までの距離、ヨシ帯の幅、水環境(水深、流速、底質、pH)、植生(水上植生、岸上植生)を調査した。pHは水面から3cm付近でpHメーター(KS723、新電元工業株式会社製)を用いて計測した。流速はどちらも止水性湖沼であることから、目視により判定・記録した。底質は布地つきの水生網で掬い上げた底土から目視により判定した。調査区の景観、水環境の調査結果をTable 1に、植生(被度:%)をTable 2に示す。

3. トンボ目成虫の定期センサス

6月から10月まで、原則月2回、晴れまたは薄曇りの日の午前11時から午後3時の間に、調査区の長辺に沿ってゆっくり歩きながら目視同定によるトンボ目成虫の定量調査を行った。目視に際しては、必要に応じて双眼鏡を用いた。目視で判断がつかないものは捕虫網に入れてその場で同定した(一部は標本として持ち帰った)。捕獲に至らず種の判別がつかなかった場合は属または科として記録した。調査した日は以下の通りである。6月26日、7月1日、7月24日、8月2日、8月23日、8月31日、9月13日、9月22日、10月6日、10月21日。

結果

1. トンボ目成虫の定期センサス結果

今回の定期センサス調査で調査区ごとに確認された個体数の年間合計をTable 3に、確認個体数の詳細内訳(調査区、性別個体数、テネラル、交尾、産卵、確認日付け)をAppendix Table 1に示す。

今回の調査で、塘路湖(TA, TB, TC)からは15種、ポン沼(PP)からは13種、両湖沼合わせると19種のトンボが記録された。

塘路湖とポン沼の両方から記録されたのは以下の9種であった(*印の種は調査区外の記録のみ)。

エゾイトトンボ*Coenagrion lanceolatum* (Selys)、キタイトトンボ*Coenagrion ecornutum* (Selys)、クロイトトンボ*Paracercion calamorum* (Ris)、カラカネトンボ*Cordulia amurensis* Selys、*モリトンボ(亜種和名キバネモリトンボ)*Somatochlora graeseri* Selys、エゾトンボ*Somatochlora viridiaenea* (Uhler)、マユタテアカネ*Sympetrum eroticum* (Selys)、キトンボ*Sympetrum croceolum* (Selys)、ヨツボシトンボ*Libellula quadrimaculata* Linnaeus。

塘路湖のみから記録されたのは以下の6種であった(*印の種は調査区外の記録のみ)。

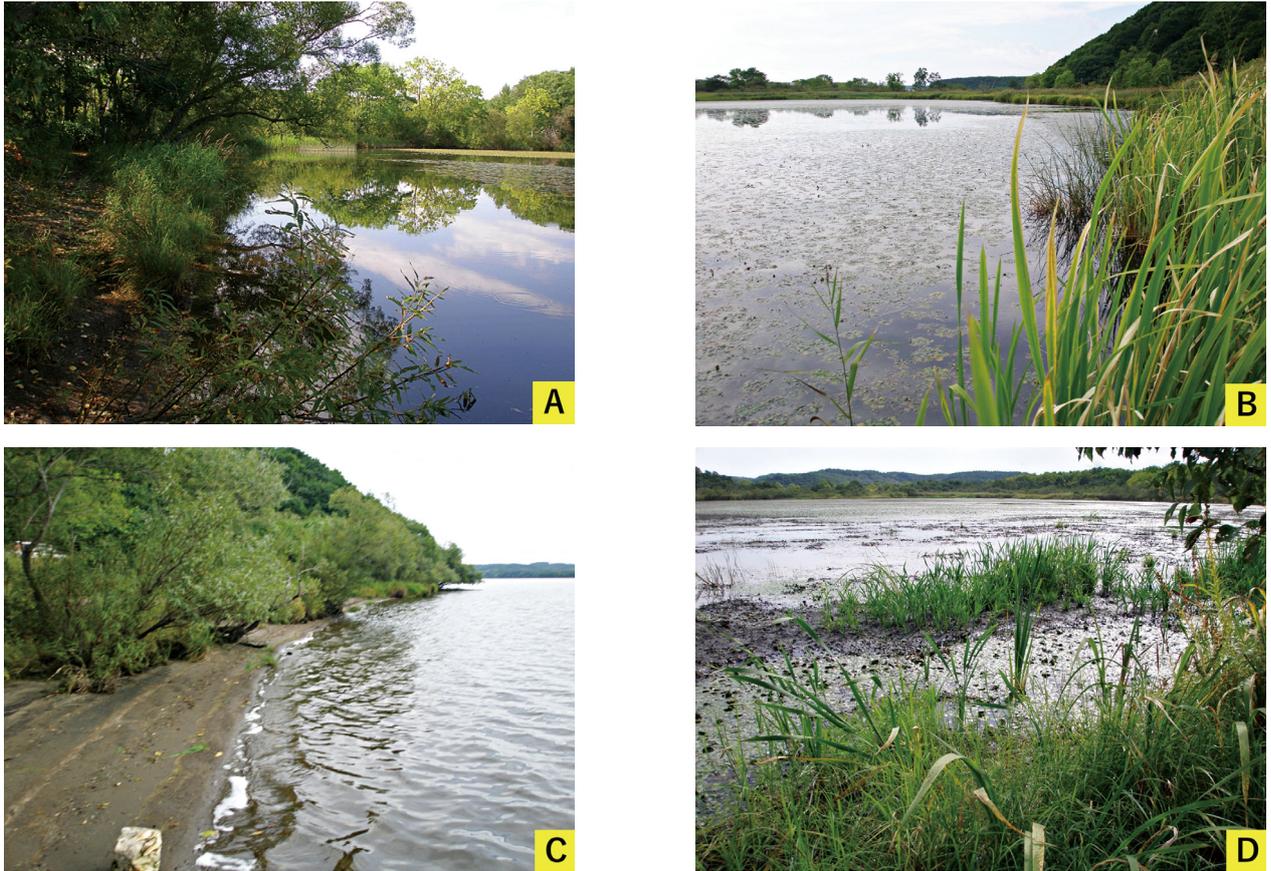


Fig. 2. トンボ目成虫定期センサス各調査区の景観、2007年9月22日撮影。 A: 塘路湖調査区TA; B: 塘路湖調査区TB; C: 塘路湖調査区TC; D: ポン沼調査区PP。

Landscape of each survey area for the periodic census of adult odonates, photographed on September 22, 2007. A: Lake Toro Survey area TA; B: Lake Toro Survey area TB; C: Lake Toro Survey area TC; D: Pon Pond Survey area PP.

ルリボシヤンマ *Aeshna juncea* (Linnaeus)、ホンサナエ *Shaogomphus postocularis* (Selys)、オオトラフトンボ *Epitheca bimaculata* (Charpentier)、コエゾトンボ *Somatochlora exuberata* Bartenev、タイリクアカネ *Sympetrum striolatum* (Charpentier)、*シオカラトンボ *Orthetrum albistylum* (Selys)。

ポン沼のみから記録されたのは以下の4種であった。

アオイトトンボ *Lestes sponsa* (Hansemann)、ルリイトトンボ *Enallagma circulatum* Selys、オオルリボシヤンマ *Aeshna crenata* Hagen、ムツアカネ *Sympetrum danae* (Sulzer)。

2. 調査区ごとの成虫群集構成比における上位種

Table 3に示した各調査区の年間合計個体数において、全種個体数合計に対するそれぞれの種の個体数の比率(群集構成比)が高いものを順に並べると、以下の通りになる。その中で、下線を付した種は調査区の中で群集構成比10%以上、それ以外の種は構成比5~9%であった。

調査区TA: マユタテアカネ、クロイトトンボ、キトンボ。

調査区TB: クロイトトンボ、エゾトンボ、マユタテアカネ、ヨツボシトンボ、エゾイトトンボ。

調査区TC: エゾトンボ、ヨツボシトンボ、ホンサナエ、マユタテアカネ。

調査区PP: ヨツボシトンボ、キタイトンボ、エゾイトトンボ、エゾトンボ、クロイトトンボ、ルリイトトンボ、アオイトトンボ。

塘路湖合計: クロイトトンボ、エゾトンボ、マユタテアカネ、ヨツボシトンボ、エゾイトトンボ。

クロイトトンボ、エゾトンボ、マユタテアカネは塘路湖3調査区合計のトップスリーを占めた。塘路湖合計の優占種順位は塘路湖3調査区の中で全種年間合計個体数が最大だったTBのそれと一致した。ポン沼PPではヨツボシトンボ、キタイトンボ、エゾイトトンボがトップスリーとなっていて、塘路湖と異なる群集構成を示した。

塘路湖・ポン沼におけるトンボ目成虫群集構成比と水辺景観要素との相関
ならびに文献記録から推定される塘路湖トンボ相の過去30年間の変化

Table 1. 調査区の景観、水環境(2007年9月13日計測)

Landscape and water environment of each survey area (measured on September 13, 2007)

| 調査区 Survey area | 水深 Water depth (cm) | 流速 Flow velocity (cm/sec.) | ヨシ帯の幅 Width of reed zone (m) | 森林までの距離 Distance to forest (m) | pH | 底質 Bottom sediment |
|--------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----|-----------------------|
| 塘路湖南岸 TA | 20 | ≒0 | 0.2 | 1 | 7.8 | 砂 : Sand |
| 塘路湖北西岸 TB | 95 | ≒0 | 17 | 17 | 6 | 泥炭 : Peat |
| 塘路湖北岸 TC | 20 | ≒0 | 0 | 1 | 7 | 砂 : Sand |
| ポン沼北東岸 PP | 108 | ≒0 | 2.5 | 2.5 | 5.6 | 泥炭 : Peat |

Table 2. 調査区の植生(被度:%)(2007年9月13日計測)。*CCA分析に使用したデータ

Vegetation of each survey area (% vegetation cover) (measured on September 13, 2007). *Data used in the CCA analysis

| 調査区 Survey area | | 塘路湖南岸 TA | 塘路湖北西岸 TB | 塘路湖北岸 TC | ポン沼北東岸 PP |
|-------------------------------|---|---------------------|--------------|-----------------------------------|---|
| 水生植生 Aquatic vegetation | 浮葉植物* Floating-leaved plants* | 0 | 5 | 0 | 70 |
| | 沈水植物 Submerged plants | 0 | 0 | 0 | 5 |
| | ヨシ型* Reed type* | 0 | 22 | 0 | 2 |
| | スゲ型 Sedge type | 0 | 0 | 0 | 13 |
| | 開放水面 Open water | 100 | 73 | 100 | 10 |
| 岸上植生 Shore vegetation | ヨシ型 Reed type | 20 | 99 | 0 | 70 |
| | 裸地* Bare ground* | 砂 : Sand 75 | 0 | 砂 : Sand 95 | 0 |
| | ヨシ以外草本 Herbaceous plants other than reeds | ドクゼリ : Cowbane 5 | 1 | イネ科小 : Small Poaceae 5 ; | スゲ : Sedge 14 ドクゼリ : Cowbane 3 |
| | 木本 Woody plants | 0 | 0 | 0 | 低木 : Shrub 13 |
| | コケ Moss | 0 | 0 | 0 | 0 |

Table 3. 塘路湖・ポン沼の4調査区におけるトンボ目成虫定期センサス(2007年6~10月)で確認された種別個体数データ。トンボの分類順に調査区ごとの年間合計個体数を配列した(+は別途調査区外から記録)。※:DCA,CCAのデータ解析から除外するデータ

Number of individuals by species recorded in the regular census of adult odonates (June to October 2007) at 4 survey areas on Lake Toro and Pon Pond. The data are arranged in the order of odonate classification, and the number of individuals per survey area is the total number of individuals over the survey period (+ indicates data recorded separately from outside the survey area). ※: Data excluded from DCA and CCA analyses

| 湖沼名・調査区位置 Name of lake (pond) and location of survey area | 塘路湖 南岸 L. Toro, South shore | 塘路湖 北西岸 L. Toro, Northwest shore | 塘路湖 北岸 L. Toro, North shore | ポン沼 北東岸 Pon Pond, Northeast shore | 塘路湖 合計 L. Toro, Total |
|--|---|--|---|---|--------------------------------|
| 調査区記号 Survey area code | TA | TB | TC | PP | TA+TB+TC |
| トンボ種名(和名、学名) Species name | | | | | |
| アオイトトンボ <i>Lestes sponsa</i> | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 |
| エゾイトトンボ <i>Coenagrion lanceolatum</i> | 0 | 7 | 0 | 11 | 7 |
| キタイトンボ <i>Coenagrion ecornutum</i> | 0 | 2 | 1, + | 16 | 3 |
| クロイトトンボ <i>Paracercion calamorum</i> | 3, + | 37 | 0, + | 8 | 40 |
| ルリイトトンボ <i>Enallagma circulatum</i> | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 |
| イトトンボ科未同定種※ Coenagrionidae Gen. spp. | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| オオルリボシヤンマ <i>Aeshna crenata</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| ルリボシヤンマ <i>Aeshna juncea</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ルリボシヤンマ属未同定種※ <i>Aeshna</i> spp. | 1, + | 0 | 0 | 3 | 1 |
| ヤンマ科未同定種※ Aeshnidae Gen. spp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ホンサナエ <i>Shaogomphus postocularis</i> | 0 | 0 | 2, + | 0 | 2 |
| カラカネトンボ <i>Cordulia amurensis</i> | 0 | 3 | 0 | 2 | 3 |
| オオトラフトンボ <i>Epiptera bimaculata</i> | 1, + | 4 | 0 | 0 | 5 |
| モリトンボ(亜種和名キバネモリトンボ)※ <i>Somatochlora graeseri</i> | 0 | 0 | + | + | + |

Table 3(続き) (continued)

| | | | | | |
|---|------|-------|-------|-------|-----|
| エゾトンボ <i>Somatochlora viridiaenea</i> | 1 | 20 | 13, + | 9 | 34 |
| コエゾトンボ <i>Somatochlora exuberata</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| エゾトンボ属未同定種※ <i>Somatochlora</i> spp. | + | 1 | + | 0 | 1+ |
| エゾトンボ科未同定種※ Corduliidae Gen. spp. | 1, + | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ムツアカネ <i>Sympetrum danae</i> | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| タイリクアカネ <i>Sympetrum striolatum</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| マユタテアカネ <i>Sympetrum eroticum</i> | 9 | 12, + | 2 | 4 | 23 |
| キトンボ <i>Sympetrum croceolum</i> | 2 | 1, + | 0 | 1 | 3 |
| アカネ属未同定種※ <i>Sympetrum</i> spp. | 2 | 6 | 0 | 1 | 8 |
| シオカラトンボ※ <i>Orthetrum albistylum</i> | 0 | 0 | 0, + | 0 | + |
| ヨツボシトンボ <i>Libellula quadrimaculata</i> | 1 | 8 | 3, + | 25, + | 12 |
| トンボ科未同定種※ Libellulidae Gen. spp. | 0 | 2 | 0 | 1 | 3 |
| 個体数合計 (未同定種を含む) Total (including unidentified spp.) | 23 | 105 | 22 | 102 | 150 |

3. 塘路湖・ボン沼トンボ群集の除歪対応分析 (DCA)

Table 3に示した塘路湖3カ所・ボン沼1カ所の調査区ごとのトンボ各種の年間合計個体数のデータを用いて、除歪対応分析(DCA)を行った(Fig. 3)。なお、DCAとは調査区ごとのトンボの群集構成比の差異に大きく影響する何らかの環境勾配と、それとは直交する第二の環境勾配を計算によってあぶりだし、歪みを除去したかたちで二次元平面上に各調査区とトンボ各種を配置する分析手法である(山中ほか 2005)。DCAの図では、トンボの種ごとの利用度比が近い調査区が近接して配置されるとともに、それぞれのトンボの種も利用度の高い調査区の近くに配置される。

今回のDCAでは、調査区TAと調査区PPが第一軸に沿って互いに離れていて、調査区TBはその中間からやや調査区TA寄りに配置された。調査区TCは第二軸に沿

て調査区TA、TB、PPの並び列から大きく離れている。これらの中で調査区TAとTBは比較的近い位置を占めた。特定の調査区のみで確認された種は座標軸に沿って突出している(例:TCのホンサナエ、コエゾトンボ)。

4. 塘路湖・ボン沼トンボ群集と被度のデータに関連づけた正準対応分析(CCA)

トンボ各種が各調査区の植生タイプ別の被度とどう相関しているかを探るために、調査区別トンボの年間合計個体数と被度データを用いて正準対応分析(CCA)を実行した(Fig. 4)。CCAとは地点の序列化、種の序列化、環境要因軸の三つが同時に得られ、それぞれを統合的に解釈できる直接傾度分析手法であり、環境要因の重相関係数を基準化したバイプロット矢印はそれぞれの地点と相関する環境要因を直観的にとらえることを可能にする(参考:山中ほか 2005)。CCAで使用

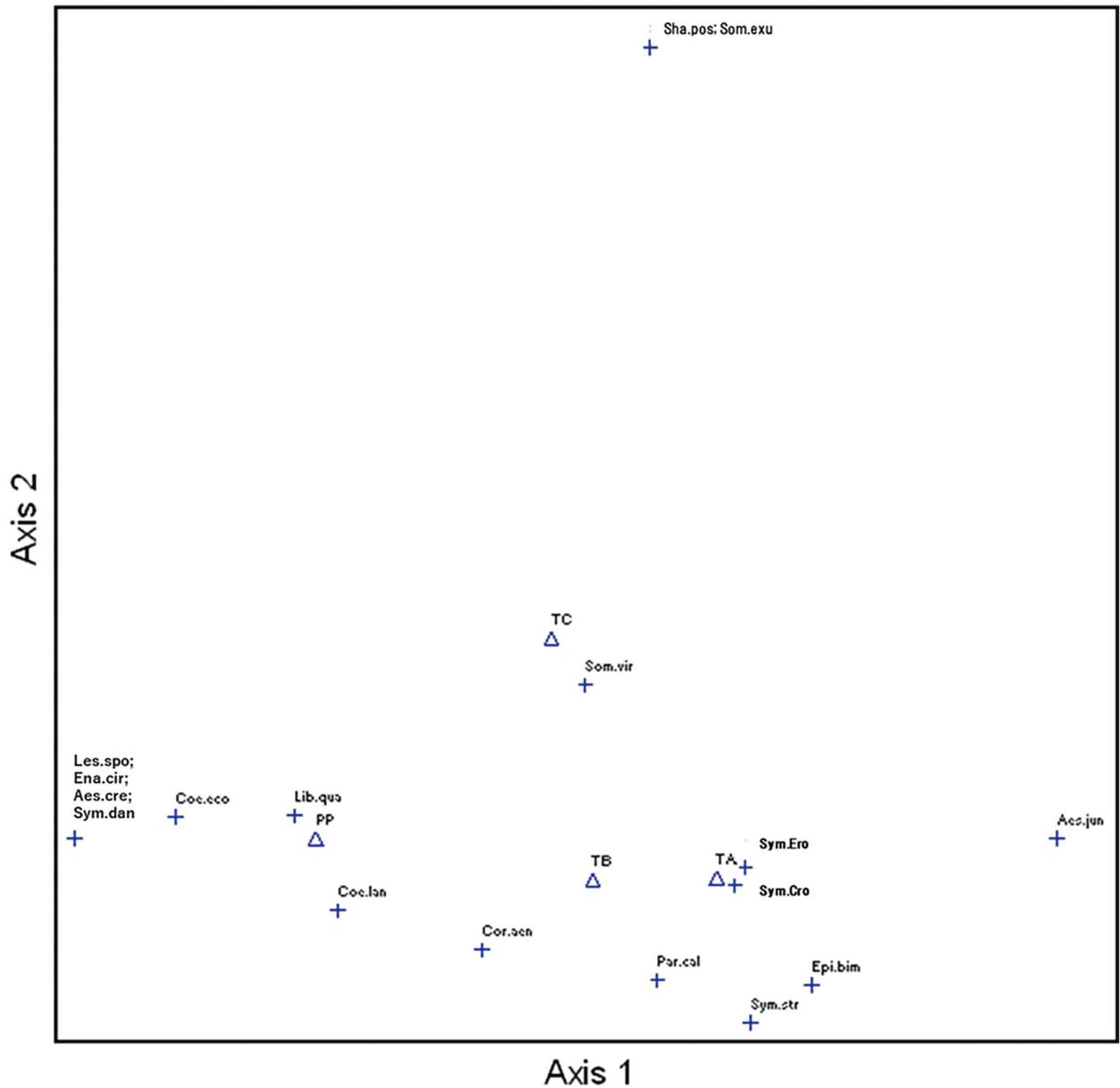


Fig. 3.塘路湖(3カ所:TA,TB,TC)・ポン沼(1カ所:PP)の調査区別のトンボ各種の年間合計個体数による除歪対応分析(DCA)。

Detrended correspondence analysis (DCA) based on the annual total number of odonates species in each survey area at Lake Toro (3 survey areas: TA, TB, TC) and Pon Pond (1 survey area: PP).

トンボ種名の略称(Odonate species abbreviation):Les.spo, アオイトトンボ;Coe.lan, エゾイトトンボ;Coe.eco, キタイトトンボ;Par.cal, クロイトトンボ;Ena.cir, ルリイトトンボ;Aes.cre, オオルリボシヤンマ;Aes.jun, ルリボシヤンマ;Sha.pos, ホンサナエ;Cor.aen, カラカネトンボ;Epi.bim, オオトラフトンボ;Som.vir, エゾトンボ;Som.exu, コエゾトンボ;Sym.dan, ムツアカネ;Sym.str, タイリクアカネ;Sym.Ero, マユタテアカネ;Sym.Cro, キトンボ;Lib.qua, ヨツボシトンボ。

する環境要因タイプは調査区の数に満たない数でなければならぬという制限があるため、今回はTable 2の植生タイプの中から、岸上の裸地率(Bare_grn)、水上のヨシ型抽水植物被度(Eme_reed)、浮葉植物被度(Floa_lev)(いずれも単位は%)の3つを環境要因に採用して分析した。CCAの結果から次のことが見て取れる。

調査区TA、TCは岸上裸地と相関を、調査区TBは抽水ヨシ型と相関を、調査区PPは浮葉植物と相関を示した。

ルリボシヤンマ、キトンボ、ホンサナエ、コエゾトンボ、マユタテアカネなどが岸上裸地と相関を、タイリクアカネ、オオトラフトンボ、クロイトトンボなどがヨシ型抽水植物と相関を、アオイトトンボ、ルリイトトンボ、オオルリボシヤン

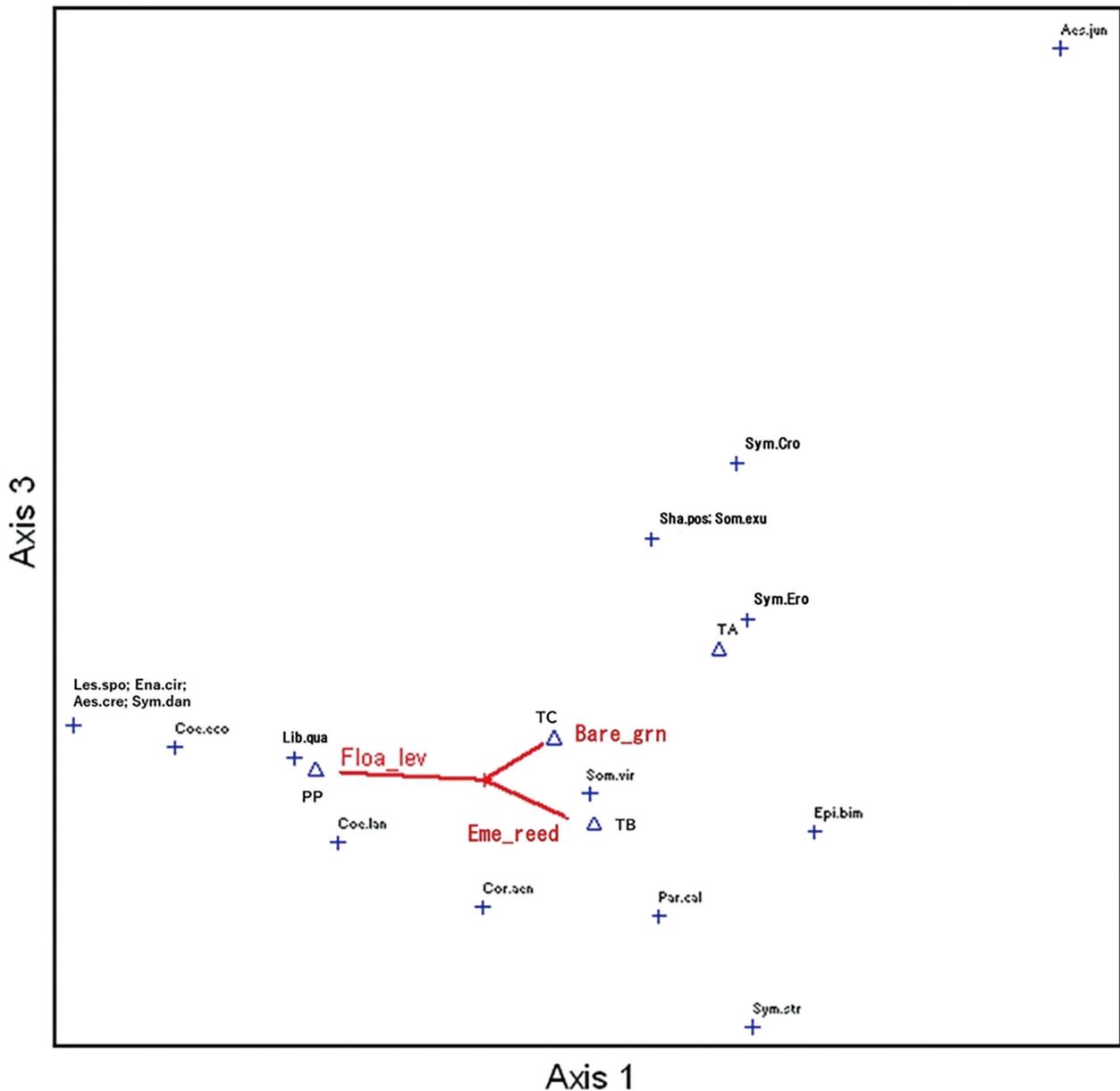


Fig. 4.塘路湖(TA,TB,TC)・ポン沼(PP)の調査区別トンボ各種の年間合計個体数と主要な被度データによる正準対応分析(CCA)。

Canonical correlation analysis (CCA) based on the annual total number of odonate species of four survey areas on both lake/pond and major vegetation coverage data.

植生タイプ(Vegetation cover type):Bare_grn.岸上裸地(Bare ground);Eme_Reed.よし型抽水植物(Emergent reed type);Floa_lev.浮葉植物(Floating-leaved plant)。

トンボ種名の略称(Odonate species abbreviation):Les.spo, アオイトトンボ;Coe.lan, エゾイトトンボ;Coe.eco, キタイトンボ;Par.cal, クロイトトンボ;Ena.cir, ルリイトトンボ;Aes.cre, オオルリボシヤンマ;Aes.jun, ルリボシヤンマ;Sha.pos, ホンサナエ;Cor.aen, カラカネトンボ;Epi.bim, オオトラフトンボ;Som.vir, エゾトンボ;Som.exu, コエゾトンボ;Sym.dan, ムツアカネ;Sym.str, タイリクアカネ;Sym.Ero, マユタテアカネ;Sym.Cro, キトンボ;Lib.qua, ヨツボシトンボ。

マ、ムツアカネ、キタイトトンボ、ヨツボシトンボ、エゾイトトンボが浮葉植物と相関を示した。

5. 定期センサス中のアカメイトトンボ特別探索

塘路湖は、従来アカメイトトンボ(ゴトウアカメイトトンボ)が記録されていた重要な生息地の一つであることから、本種の存否には特段の注意を払って定期センサスを行ったが、調査区内はもちろん、調査区近傍のゾーンからも本種の確認に至らなかった。調査区外に向けてどのような探索を行ったかを、2007年の野帳の記述から日付順に抜粋する。

6月24日:「PPの沖合調査区外の浮葉植物(ジュンサイ *Brasenia schreberi* J.F.Gmel.)帯の半径6~7mを双眼鏡で観察したところ、クロイトトンボもアカメイトトンボもゼロだった」。7月24日:「TBの沖合調査区外のヒシ帯半径6~7mを双眼鏡で観察したところ、クロイトトンボ10♂を確認したがアカメイトトンボはゼロだった」。8月2日:「TAの沖合調査区外の浮葉植物(ヒシ *Trapa jeholensis* Nakai)帯に胴長靴をはいて分け入り、直接観察したところ、クロイトトンボ10♂、エゾトンボ2♂を確認したがアカメイトトンボはゼロだった」;「TBの沖合調査区外の浮葉植物(ジュンサイ)帯の半径2.5mを双眼鏡で観察したが、アカメイトトンボはゼロだった」。8月23日:「TAの沖合5m(調査区外)の浮葉植物(ヒシ)帯に胴長靴をはいて分け入り、岸と並行して約20m接観察したところ、クロイトトンボ10ex以上(連結産卵あり)、エゾトンボ2♂以上を確認したがアカメイトトンボはゼロだった」。8月31日:「TAの浮葉植物(ヒシ)帯にクロイトトンボ多い。他にエゾイトトンボも見られた」;「TBの浮葉植物(ヒシ)帯にイトトンボ類はいない」。9月13日:「PPの沖合調査区外でムツアカネ連結産卵、ルリボシヤンマ属産卵が見られた」。10月6日:「TA調査区内にはトンボいない」。

考察

1. トンボ群集の定量的把握と環境選好性

今回、塘路湖とボン沼のトンボ成虫群集と環境要因を定量的に調査した結果、塘路湖で15種、ボン沼で13種、両湖沼で19種のトンボが記録された。塘路湖とボン沼の間でトンボ群集の種構成に明確な相違が見られたが、同じ塘路湖でも湖岸植生や湖面の植生が異なる調査区の間で、トンボ群集の構成比の相違が確認できた。更に両湖沼4地点のトンボ群集データを用いてDCA(除歪対応分析)を行った結果、トンボ群集からみた調査区同士の類似度を二次元平面上での配置のかたちで視覚化できた(Fig. 3)。

今回の調査で得られたトンボ成虫群集のデータに加えて、環境要因のデータの一部を用いたCCA(正準相

関分析)により、塘路湖とボン沼の植生景観がトンボ群集の構成比にどのような影響を与えているかを客観的かつ定量的にとらえることができた。この関係性は、従来の見つけ採り調査のデータだけからでは、直感に基づいて定性的に類推する他になかったものである。今回、同じ塘路湖でも湿原性の岸(調査区TB)と砂浜状の岸(調査区TA、TC)とで、トンボの群集構造が異なる(例:ホンサナエはTCに限られる)こともデータ化できた。トンボを主とした生物多様性保全に向けた今後の塘路湖をはじめとした湿原内の湖沼の管理において、トンボの卵や幼虫の生存にとっては水質や特定外来種の管理も重要であるのは勿論のこと、今回の分析で明らかにされた塘路湖やボン沼が本来持っていた自然景観を維持・保全することの重要性も指摘したい。

今回と同様のトンボ群集のDCA分析およびそれと環境要因を組み合わせたCCA分析は、釧路湿原の達古武湖(達古武沼;11調査区;2004年)について生方・倉内(2007)により、赤沼とその周辺の湿原の水辺(5調査区;2010年)について生方ほか(2025)によって行われているが、塘路湖での分析結果とそれらとの比較検討は他の湖沼についての著者の未発表データを発表する機会に行う予定である。

2. 文献記録に見る塘路湖のトンボ相の長期変化

塘路湖でのトンボ相調査は、1953年以来、飯島(1972)、奈良岡(1972)、滝田(1980abc)らによって、いずれも見つけ採りにより行われたことで、1990年代初頭までにかかなり詳細に明らかにされていた。生方(1993)はそれ以外の文献記録も収集し、1992年までの知見として塘路湖から37種のトンボをリストした。最近になって(2018年以降、毎年)中谷ほか(2019~2025)は塘路湖を含む釧路管内の6つの湖沼(他に、シラルトロ湖、達古武湖、屈斜路湖、阿寒湖、温根内旧清雅園)のトンボ相を見つけ採り(一部は見つけ撮り)によって調査し、湖沼別・年度別の一覧表を添えて報告している。これにより、今回のセンサス結果を含め半世紀以上の期間にわたる塘路湖のトンボ相の変化を見渡すことが可能となっている。

(1) 2007年の結果と1992年以前の文献記録の比較

今回(2007年)の定期センサスで塘路湖から確認されたトンボ15種は、1992年までに記録された37種(生方1993)に全て含まれており、新規追加はなかった。逆に記録がありながら観察できなかったトンボの種は以下にリストする22種(確認年;出典)に上った。ただし※印を付した4種は今回ボン沼では記録されている。

オツネイトトンボ *Sympecma paedisca* (Brauer):

1971(奈良岡1972);※アオイトトンボ*Lestes sponsa* (Hansemann):1978(滝田1980b);アカメイトトンボ(ゴトウアカメイトトンボ):1978(平塚1978)、1979(滝田1980b);セスジイトトンボ*Paracercion hieroglyphicum* (Brauer):1973(生方1973);※ルリイトトンボ*Enallagma circulatum* Selys:1978目撃(平塚1978);ギンヤンマ*Anax parthenope* (Selys):1975以前(飯島1975);※オオルリボシヤンマ*Aeshna crenata* Hagen:1971(飯島1972)、1973(滝田1980b);イジマルリボシヤンマ:1992以前(生方1993);コサナエ*Trigomphus melampus* (Selys):1971(奈良岡1972);モイワサナエ*Davidius moiwanus* (Okumura):1992以前(生方1993);コオニヤンマ*Sieboldius albardae* Selys:1992以前(生方1993);ホソミモリトンボ*Somatochlora arctica* (Zetterstedt):1971(奈良岡1972)、1973(滝田1980b);モリトンボ(キバネモリトンボ)*Somatochlora graeseri* Selys:1978(平塚1978);エゾカオジロトンボ:1957(飯島1957)、1969(飯島1970)、1971(奈良岡1972);リスアカネ(ヒメリスアカネ)*Sympetrum risi* Bartenev:1971(奈良岡1972);ノシメトンボ*Sympetrum infuscatum* (Selys):1973(滝田1980c);エゾアカネ:1971(飯島1972、奈良岡1972);※ムツアカネ*Sympetrum danae* (Sulzer):1973(滝田1980c);アキアカネ*Sympetrum frequens* (Selys):1971(奈良岡1972);ヒメアカネ*Sympetrum parvulum* (Bartenev):1962(飯島1966);ミヤマアカネ*Sympetrum pedemontanum* (Müller):1973(滝田1980c);ウスバキトンボ*Pantala flavescens* (Fabricius):1987目撃(生方1988)。

(2)1992年以前と2018年以降の文献記録の比較

2007年にこの22種が塘路湖で確認漏れになったのは、該当種の個体数が大幅に減少したからなのか、それとも定期センサスの網の目が粗い(調査頻度が低い、調査区が狭い、調査エリアが限定)からなのかを探ることも兼ねて、1992年以前に塘路湖から記録された種のリスト(生方 1993)と2018年の中谷ほか(2019~2025)による継続調査の結果のリストとを比較・検討したところ、2018年以降①依然として出現している種、②未確認の種、③新規確認の種のそれぞれに区分けすることができ、塘路湖の過去約30年間のトンボ相変動が浮き上がった。過去の文献記録と比較してのトンボ相変動の原因の考察は、2018年からの塘路湖を含む湖沼のトンボ相調査を継続中の中谷正彦・中村 勇・横倉 啓の3氏によっても、いずれ行われる可能性が高いが、今回はその途中の時期に調査を経験した者の一人として考察を試みる。これは、いわば早出しのセカンドオピニオンに位置づけられよう。

1)1992年以前に記録され、2018年以降も出現し

た種

1992年以前の文献記録のある種(生方 1993)のうち、2018年以降の中谷ほか(2018~2025)の調査でも確認されているのは以下の28種である(そのうち、ウスバキトンボ[目撃記録;生方 1988]は中谷ほか[2019~2025]では2016年以前未記録として扱われている)。

* オツネイトンボ、※アオイトトンボ、エゾイトトンボ、クロイトトンボ、* セスジイトトンボ、※ルリイトトンボ、※オオルリボシヤンマ、ルリボシヤンマ、コオニヤンマ、* コサナエ、ホンサナエ、カラカネトンボ、オオトラフトンボ、* ホソミモリトンボ、モリトンボ(キバネモリトンボ)、エゾトンボ、コエゾトンボ、* リスアカネ(ヒメリスアカネ)、* ノシメトンボ、※ムツアカネ、* アキアカネ、タイリクアカネ、マユタテアカネ、* ミヤマアカネ、キトンボ、* ウスバキトンボ、シオカラトンボ、ヨツボシトンボ。

(*:今回[2007年]の調査では塘路湖未確認;※:今回[2007年]の調査で塘路湖未確認だがボン沼では記録された種)

今回の定期センサス年間合計個体数で、塘路湖の調査区別および塘路湖合計で個体数比が上位(5%以上)になった種はすべて、2018年以降に行われた中谷ほか[2019~2025]の調査でも確認されていた。2007年当時に一定以上の個体数を維持していたことで、10~15年後の生存の確率はより高かったといえる。この28種の中で、セスジイトトンボ、オツネイトンボ、コオニヤンマ、リスアカネ(ヒメリスアカネ)、ウスバキトンボの5種は釧路湿原の湖沼の中で塘路湖のみから記録されていた(生方 1993)種である。とりわけセスジイトトンボ、コオニヤンマ、リスアカネ(ヒメリスアカネ)の3種は釧路湿原全体でも1~2カ所(地名)のみから記録されていた種(生方 1993)であり、特にリスアカネは「北海道レッドリスト(2001年)」(北海道 2001)で希少種(R)に指定されている種でもあることから、2018年以降も出現していることが確認された意義は大きい(今回[2007年]の調査ではそのうちコオニヤンマは記録している)。

2)1992年以前の記録種で2018年以降未確認の種とその原因

1992年以前に文献記録のある種(生方 1993)で2018年以降の中谷ほか(2019~2025)の調査で確認されていないのは以下の8種である。

キタイトトンボ、アカメイトトンボ(ゴトウアカメイトトンボ)(環CR;北Vu)、イジマルリボシヤンマ(環NT;北R)、ギンヤンマ、モイワサナエ、エゾカオジロトンボ(環NT;北Vu)、エゾアカネ(環EN;北R)、ヒメアカネ(北R)。

このうち5種は、「環境省第4次レッドリスト(2012)」で絶滅危惧 I A類(CR)、同絶滅危惧 I B類(EN)、同準絶滅危惧(NT)、「北海道レッドリスト(2001年)」(北海道

2001)絶滅危急種 (Vu)、同希少種 (R)のいずれかの指定を2012年までに受けているレッドデータ種であり、専門家が懸念していた方向の生息状況の劣化が中谷ほか(2019~2025)により実データで確認されたことになる。

レッドデータから離れた視点から見ても、この8種のうち、ギンヤンマ、モイワサナエ、エゾアカネ、ヒメアカネの4種は、釧路湿原の湖沼の中で塘路湖のみから記録されていた(生方, 1993)種であり、2018年以降記録されていないのは懸念材料である。ただし、ギンヤンマは中谷ほか(2025)によって、達古武湖、シラルトロ湖から、モイワサナエは中谷ほか(2019)によって達古武湖から、ヒメアカネは中谷・中村(2024)によってシラルトロ湖から、それぞれ新規確認されており、釧路湿原全体から見れば維持されている。したがって唯一エゾアカネが2018年以降、釧路湿原東縁3湖(塘路湖、達古武湖、シラルトロ湖)で見つかっていないことになる。

残りの4種は過去に塘路湖以外の湖沼でも記録されていた種である。その中で、キタイトトンボは今回(2007年)の調査では塘路湖で確認されており、中谷ほか(2019~2025)は達古武湖、シラルトロ湖で2018年以降もほぼ毎年確認しているので、釧路湿原全体でみれば今のところ安泰に見える。

アカメイトトンボは今回(2007年)の定期センサスに伴う調査区外の精査でも発見されなかったが、著者とは独立に2007年に塘路湖でアカメイトトンボに的を絞って粘り強く探索した佐々木誠治氏は、湖岸で本種の成虫を1個体発見・撮影している(北海道新聞 2007)。そこで著者は2009年に塘路湖TBの湖岸で本種に的を絞って観察したところ、やはり本種を発見し、その翌々日に塘路湖の北西端の湖面(ヒシからなる浮葉植物帯)に標茶町郷土館(現:標茶町博物館)職員の協力を得てカヌーで漕ぎ出し、500個体以上のイトトンボ(大部分、クロイトトンボ)の中に2個体のアカメイトトンボを発見した(既報:生方 2025)。これとは別に、標茶町郷土館(2013)は2012年の7~8月に塘路湖でカヌー業者からの目撃情報提供も受けながら本種をターゲットに9日間の調査を行い、そのうちの4日間で本種を確認し、撮影にも成功している。しかしながら、中谷ほか(2019~2025)による湖岸からの調査では未発見なので、2020年代まで本種が生き残っているかどうかは、同様の湖面に漕ぎ出しているの精査を待つよりほかにない。塘路湖やシラルトロ湖では外来種ウチダザリガニ *Pacifastacus leniusculus* (Dana)の増加が大型水生植物への脅威となっている(Takamura *et al.* 2003)。生方(2024)は、これに加えてウチダザリガニやコイ *Cyprinus carpio* Linnaeusなどの外来種が水生昆虫の幼虫を捕食することも、塘路湖におけるアカメイトトンボの生息数激減の原因とみている。アカメイトトンボは1992年以前に記録のある達古武湖で

も確認されていないが、シラルトロ湖では2018年以降に新規記録されており(中谷ほか 2023)、環境の保護・改善も行いつつ大切に保護されていくことを期待したい。

イジマルリボシヤンマは、1992年以前に記録のあるシラルトロ湖で中谷ほか(2023)が確認しているが、本来高層湿原の池塘が幼虫の生息場所であり(生方 1993)、塘路湖などの湖沼よりも、湿原内の高層湿原(赤沼周辺には広範囲に存在する)とそこに残される池塘の保全が重要である(生方ほか 2025)。

エゾカオジロトンボは、同じく1992年以前に記録のあるシラルトロ湖でも2018年以降は確認されていないが、やはり記録のある達古武湖では2018年以降も毎年記録されている(中谷ほか 2019~2025)。苅部(2024)は、現地調査、文献調査、聞き取り調査によりエゾカオジロトンボの生息地点の立地は氾濫原に限定されることを明らかにした上で、本種の絶滅の主要因は、埋め立てなどの環境破壊、水質汚濁、種間競合、侵略的外来種などの要因もある中で、植生遷移が主要因であるとしている。苅部(2024)は実際に塘路湖と国道を挟んだ位置にある氾濫原湿地(奈良岡[1972]が採集した地点)も今は背の高いヨシ原に変貌していて、本種の生息に不適になっていることも指摘している。土屋ほか(2023)も釧路湿原東部の具体的な地点を示しながら、本種の生息地(幼虫の採集記録もある)が土砂堆積やヨシ類の繁茂によって衰亡していることを指摘した上で、再掘削などによる生息地回復を提言している。

アカメイトトンボ、エゾカオジロトンボの両種は標茶町指定文化財として保護されており、捕獲禁止および特定生息地立ち入り禁止の措置がとられてきたが、そのような捕獲取り締まり以外に、水質汚濁やウチダザリガニ、コイなどの外来種をコントロールすることの重要性(生方 2025)も再度指摘したい。

3)1992年以前には未記録で2018年以降新規確認された種とその原因

1992年以前に採集・目撃記録のなかった種で、2018年以降の中谷ほか(2019~2025)の調査で塘路湖から新規に採集・目撃された種は以下の4種である(※は目撃記録)。

マンシュウイトトンボ *Ischnura elegans* (Vander Linden)、アジアイトトンボ *Ischnura asiatica* (Brauer)、オオヤマトンボ *Epopthalmia elegans* (Brauer)、シヨウジョウトンボ *Crocothemis servilia* (Drury)※。

中谷ほか(2025)はナツアカネ *Sympetrum darwinianum* (Selys)〔「北海道レッドリスト(2001年)」では希少種 (R)〕も塘路湖から新規記録したが、これは湖の本体からではなく岸から離れたゲートボール場での採

集に限られたものであることから、ここでは塘路湖新規記録種のリストから除外した。また、中谷・中村(2024)は2023年に採集したウスバキトンボも塘路湖からの新規記録種としているが、本種は生方(1988)による塘路湖での目撃記録があるので、これもここではリストから除外した。

リストした4種の中で、マンシュウイトンボ、アジアイトンボ、ショウジョウトンボは達古武湖、シラルトロ湖でも2018年以降に、オオヤマトンボはシラルトロ湖でも2018年以降に新規記録されている(中谷ほか 2025)ことから、塘路湖だけではなく釧路湿原東縁3湖に広がってきていることになる。飯島一雄、奈良岡弘治、滝田諭の諸氏が塘路湖で注意深く見つけ採りを行った1970年代以前にもこの4種が生息していたとすれば、少なくとも2種程度は採集されていた可能性が高いと考えられることから、これら4種はこの40年ほどの間にこの一帯で増加してきた可能性が高い。

そのうち、ショウジョウトンボはアジア・アフリカにも、オオヤマトンボは台湾・フィリピンにも、アジアイトンボも台湾からロシア極東にまで分布している種で、いずれも本州以南の日本に広く分布するが、道内では分布が限られている(尾園ほか 2021)。したがって、この3種は地球温暖化の影響(温暖化のトンボ類への影響については生方[1997]による総説がある)もあって道東・道北で生息範囲を広げてきている可能性がある。それに対して、マンシュウイトンボはヨーロッパからロシア・中国・朝鮮半島まで分布し、国内では道内に疎らに分布するほか、青森県のごく一部から記録されている(尾園ほか 2021)北方系の種であることから、温暖化によって分布拡大したとは考えにくい。なぜ本種が釧路湿原東縁3湖で21世紀になって見付かるようになったのかの解明は今後の課題の一つになろう。

3. トンボ相のモニタリング(理想と現実)

今回、調査区を設けての定期センサス(原則月2回;塘路湖は3調査区)を行うことで、種ごとの個体数の多寡による優先度の差や、環境要因との相関を明らかにすることができた。その一方で、過去やそれ以降のトンボ相調査結果との比較においては、稀に出現する種の存否の確認の点で、今回のセンサス設計は伝統的な見つけ採りによる調査に遠く及ばないことも証明された。今後のトンボ相モニタリングを行う上で、優占種やそれに次ぐ個体数比率の種を中心に長期的な生息数の増減を追跡することや、環境との相関を明らかにすることを主目的とした場合は、今回のような定量的データが得られる定期センサスが推奨されるが、出現頻度の低い種も包括したトンボ相全体の追跡のためには、伝統的な見つけ採り(見つけ撮り)に優る方式はない。その目的

での見つけ採りの場合、可能であれば毎週1回ほどのペースでトンボシーズンの幕開け期から閉幕近くまで行い、調査範囲もできるだけ広く、多様な景観地点を取り込んで行うことが望ましい。見つけ採りでは、必要な許可を得た上で捕虫網を用いて各種につき1~2個体を捕獲し、その場で同定してリリースするか、記録として重要な場合は三角紙標本として持ち帰り管理するのが基本である。近年はデジタル一眼レフカメラおよび望遠レンズの性能が向上し、現地で捕獲せずに(必要ならネットインして)撮影(「見つけ撮り」)した画像を適切に管理・保存することで分布データとして認められるようになってきている。沖合や高所で活動し、捕虫網での捕獲も困難な個体を記録する場合でも活用可能な方式である。

以上はトンボの成虫についての論議であったが、ある生息地の水域で本当にその種のトンボが生息しているかどうかの証拠を得るには、幼虫採集または羽化殻・羽化直後の成虫の採集(撮影)が不可欠である(近年は環境DNAという手法もあるが、職業研究者以外には手が出せない)。それは大切なことであるが、実際はかけた労力の割に成果は限られてしまう。一例として、著者を含む研究グループが2003年の7~10月、2004年の8月に達古武湖の28の調査地点で行ったトンボ類を含む水生動物の湖水・湖底・水生植物表面からの救い取り調査で採集されたトンボ幼虫がわずか3科7種(いずれも普通種)だったのに対し、2003~2004年に中谷正彦・倉内洋平両氏が達古武沼の岸辺および近縁エリアでほぼ毎週実施した観察または採集で確認されたトンボの成虫は約25種と、同年の幼虫調査結果の3倍以上であった(伊藤ほか 2005;中谷 2005)。

ということで、希少種を含むトンボ相のモニタリングのコストパフォーマンスは成虫の見つけ採り(撮り)に優るものは他にない。ただし、もしかなりの人数のコレクターが連携なしに絶滅危惧種や希少種の生息地で採集を繰り返すようなことがあれば、それらの種の地域絶滅を招きかねない。実際、アサヒナカワトンボ *Mnais pruinosa* Selys の白濁翅型個体群は乱獲によりほぼ絶滅状態になっている(尾園ほか 2021)。したがって、そのようなケースでは、ネットに入れることなく望遠レンズもしくはマクロ接写で撮影して記録するか、一度ネットに入れて同定に不可欠な体部の撮影を行ってからその場でリリースするのが望ましい。鳥類では古くから撮影が原則になっていたこと(例:日本野鳥の会神奈川支部目録編集委員会, 1992)も想起すべきである。とはいえ、その地域としては初記録に相当すると判断できたトンボは、採集禁止の条例や絶滅危惧種の保護方針等に反しない限り、ごく少数(1~2個体)を採集して標本として半永久的に保管することが推奨される。

Appendix Table 1. 定期センサスにおける種別確認個体数の詳細内訳(調査区;性別、テネラル、交尾、産卵;観察月日〔ローマ数字は月〕;調査区外の場合の特記事項)

Detailed breakdown of the number of individuals confirmed by species in the regular census (Survey area; sex, teneral, mating, oviposition; observation date [Roman numerals indicate months]; Special notes for cases outside the survey area)

| |
|--|
| アオイトトンボ <i>Lestes sponsa</i> : PP 【5♂, 23-VIII ; 1♂, 31-VIII ; 1♂, 22-IX】 |
| エゾイトトンボ <i>Coenagrion lanceolatum</i> : TB 【2♂1♀, 26-VI ; 1♂1♀ (連結産卵) , 1-VII ; 2♂, 24-VII】 ; PP 【3♂1♀3ex (うち1♂1♀は連結産卵) , 26-VI ; 1♂, 1-VII ; 3ex, 24-VII】 |
| キタイトンボ <i>Coenagrion ecornutum</i> : TB 【1♀テネラル、, 1-VII ; 1♂, 24-VII】 ; TC 【1ex. , 26-VI, 内陸5m ; 1♂, 24-VII】 ; PP 【1♂1♀ (連結産卵) , 1-VII ; 5ex. , 24-VII ; 2♂2♀ (交尾中1組と連結1組) , 2-VIII ; 4♂1♀ (交尾1含む) , 23-VIII】 |
| クロイトトンボ <i>Paracercion calamorum</i> : TA 【1♂, 2-VIII ; 1♂, 31-VIII ; 1♂, 13-IX ; 1♂, 22-IX、沖合調査区外ヒシ帯】 ; TB 【5♂, 26-VI ; 1♂, 1-VII ; 7♂, 24-VII ; 3♂, 2-VIII ; 1♂2♀ (連結1含む) , 23-VIII ; 3♂, 13-IX】 ; TC 【2♂1♀ (うち連結産卵1組) , 31-VIII、2m沖合調査区外】 ; PP 【4♂, 2-VIII ; 4♂, 23-VIII】 |
| ルリイトトンボ <i>Enallagma circulatum</i> : PP 【4♂4ex, 24-VII】 |
| イトトンボ科未同定種 <i>Coenagrionidae</i> Gen. spp. ※ : TB 【1♀, 1-VII】 |
| オオルリボシヤンマ <i>Aeshna crenata</i> : PP 【1♀, 13-IX】 |
| ルリボシヤンマ <i>Aeshna juncea</i> : TA 【1♀, 22-IX】 |
| ルリボシヤンマ属未同定種 <i>Aeshna</i> spp. ※ : TA 【1ex, 13-IX ; 1♂, 22-IX、沖合調査区外ヒシ帯】 ; PP 【1ex. , 23-VIII ; 1♂, 22-IX ; 1ex. , 6-X】 |
| ヤンマ科未同定種 <i>Aeshnidae</i> Gen. spp. ※ : TA 【1♀, 23-VIII】 |
| ホンサナエ <i>Shaogomphus postocularis</i> : TC 【2ex. , 26-VI ; 1♂, 24-VII, 調査区外の砂浜】 |
| カラカネトンボ <i>Cordulia amurensis</i> : TB 【1♂, 26-VI ; 2♂, 1-VII】 ; PP 【1♂1♀, 26-VI】 |
| オオトラフトンボ <i>Epiptera bimaculata</i> : TA 【1♂, 1-VII ; 1♂, 24-VII, 沖合の調査区外】 ; TB 【1♂&卵紐 , 26-VI ; 2♂, 1-VII ; 1♂, 24-VII】 |
| モリトンボ (亜種和名キバネモリトンボ) <i>Somatochlora graeseri</i> ※ : TC 【1♂, 1-VII, 調査区外の林道】 ; PP 【2♂, 23-VIII, 調査区外】 |
| エゾトンボ <i>Somatochlora viridiaenea</i> : TA 【1♂, 24-VII】 ; TB 【3♂, 24-VII ; 1♂2ex. , 2-VIII ; 5♂, 23-VIII ; 1♂1ex. , 31-VIII ; 4♂, 13-IX ; 3♂, 22-IX】 ; TC 【1♂, 1-VII, 調査区外の林道 ; 2♂, 2-VIII ; 5♂1♀ (1交尾含む) , 23-VIII ; 1ex. , 31-VIII ; 2♂, 13-IX ; 2♂, 22-IX】 ; PP 【1♂, 24-VII ; 3♂, 2-VIII ; 3♂, 23-VIII ; 1♂, 13-IX ; 1♂, 22-IX】 |
| コエゾトンボ <i>Somatochlora exuberata</i> : TC 【1♂, 31-VIII】 |
| エゾトンボ属未同定種 <i>Somatochlora</i> spp. ※ : TA 【1♂, 22-IX, 沖合調査区外ヒシ帯】 ; TB 【1♂, 22-IX】 ; TC 【1ex. , 6-X, 調査区外】 |
| エゾトンボ科未同定種 <i>Corduliidae</i> Gen. spp. ※ : TA 【1♂, 26-VI, 5m沖 ; 1♂, 23-VIII】 |
| ムツアカネ <i>Sympetrum danae</i> : PP 【2♂, 13-IX ; 3♂, 6-X】 |
| タイリクアカネ <i>Sympetrum striolatum</i> : TB 【1♂, 13-IX】 |
| マユタテアカネ <i>Sympetrum eroticum</i> : TA 【6♂3♀ (うち3組連結産卵) , 22-IX】 ; TB 【3♂, 23-VIII ; 1♂1♀ (交尾) , 23-VIII, 調査区外 ; 2♂1♀ (うち交尾1組) , 31-VIII ; 3♂1♀, 13-IX ; 1♂, 22-IX ; 1♂1ex. , 6-X ; 1♂, 21-X, 調査区外 (奥)】 ; TC 【2♂, 6-X, ;】 ; PP 【2♂, 23-VIII ; 1♂, 13-IX ; 1♂, 6-X】 |
| キトンボ <i>Sympetrum croceolum</i> : TA 【2♂, 22-IX】 ; TB 【1♂, 22-IX ; 1ex. , 21-X 調査区外 (奥)】 ; PP 【1♂, 13-IX】 |

Appendix Table 1.(続き)(continued)

| |
|--|
| アカネ属未同定種 <i>Sympetrum</i> spp. ※ : TA 【1♂1♀ (連結), 22-IX】; TB 【1♀テネラル, 2-VIII ; 1 ex., 22-IX ; 1♂1♀ (交尾), 21-X】; PP 【1♂, 13-IX】 |
| シオカラトンボ <i>Orthetrum albistylum</i> ※ : TC 【1♂, 26-VI, 5 m内陸; 1♂, 24-VII, 調査区外の砂浜; 1♂, 22-IX, 調査区より4m奥】 |
| ヨツボシトンボ <i>Libellula quadrimaculata</i> : TA 【1 ex, 24-VII】; TB 【2ex, 26-VI; 1♂, 1-VII ; 1 ex., 24-VII ; 4♂, 2-VIII】; TC 【1ex., 26-VI, 5 m内陸; 3ex, 1-VII】; PP 【6ex, 26-VI, ; 6♂, 1-VII ; 6♂, 24-VII ; 5♂, 2-VIII ; 1♂, 23-VIII, 調査区外 ; 1♂, 13-IX, ; 1♂, 6-X】 |
| トンボ科未同定種 <i>Libellulidae</i> Gen. spp. ※ : TB 【1♂1♀ (交尾), 23-VIII】; PP 【1 ex., 31-VIII】 |

謝辞

本研究は著者が北海道教育大学釧路校在職時に、農林水産省・環境省から平成19年度地球環境保全等試験研究「自然と人の共存のための湿原生態系保全および湿原から農用地までの総合的管理手法の開発に関する研究」の委託と研究費を受けて実施したものである。論文執筆のための参考文献収集ならびに原稿の推敲に際しては釧路市立博物館の土屋慶丞氏にご協力いただいた。謹んで感謝申し上げます。

引用文献

林 誠二・村上正吾・亀山 哲・渡辺正孝. 2003. 釧路湿原における水・土砂動態に対する二次元洪水氾濫原解析の適用. 水工学論文集, 47: 913-918.

林原広幸・木村直人・生方秀紀. 2003. 釧路湿原および周辺の止水域における水生昆虫の生息密度・目・科レベルでの場所間・年度間の比較. 環境教育研究, 6(2): 79-89.

平塚和弘. 1978. ゴトウアカメイトトンボ塘路湖に産す. 釧路市立郷土博物館々報, (252):114.

北海道. 2001. 北海道レッドリスト(2001年)について>(別紙6)北海道レッドリスト(昆虫). https://www.pref.hokkaido.lg.jp/fs/2/4/2/1/0/9/6/_/redlist6.pdf 2025年12月11日閲覧.

北海道新聞. 2007. 佐々木誠治氏が塘路湖でアカメイトトンボを撮影した内容の記事. 釧路地方版(日付不明).

飯島一雄. 1957. 北海道釧路の蜻蛉目について. 釧路博物館新聞, (72):189-192.

飯島一雄. 1966. 稀少種の宝庫道東部のトンボについて. 釧路市立郷土博物館々報, (177):43-46.

飯島一雄. 1970. 釧路管内稀少蜻蛉目ひかえ(1969年度). 釧路市立郷土博物館々報, (204):27.

飯島一雄. 1972. 釧路湿原とその周辺地の昆虫相(1).

釧路市立郷土博物館々報, (215):3-7.

飯島一雄. 1975. 釧路湿原と周辺の昆虫類. 釧路湿原総合調査報告書. 釧路市立郷土博物館, pp.161-214.

伊藤富子・大高明史・上野隆平・乗原康裕・生方秀紀・堀 繁久・伊藤哲也・蛭田眞一・富川 光・松本典子・北岡茂男・富樫繁春・若菜 勇・大川あゆ子. 2005. 釧路湿原達古武沼の水生大型無脊椎動物相. 陸水学会誌, 66:117-128.

苅部 治紀. 2024. エゾカオジロトンボ生息地分布の特徴と個体数減少要因の推定—氾濫原依存種としての視点. *Tombo*, 67: 157-165.

環境省. 2012. 第4次レッドリストの公表について(お知らせ)>別添資料7—⑤【昆虫類】 環境省第4次レッドリスト(2012)<分類群順>. <https://www.env.go.jp/content/900520618.pdf> 2025年12月11日閲覧.

Kinwig, R. & Samways, M. J.. 2000. Conserving dragonflies (Odonata) along streams running through commercial forestry. *Odonatologica*, 29:195-208.

水垣 滋・中村太土. 1999. 放射性降下物(Cs-137)を用いた釧路湿原河川流入部における土砂堆積厚の推定. 地形, 20(2): 97-112.

中谷正彦. 2005. 達古武沼のトンボ目. *Sylvicola*, 22: 9-16.

中谷正彦・中村 勇. 2024. 釧路管内湖沼別トンボ生息調査報告 VI. 道東の昆虫と自然, 10:21-36.

中谷正彦・中村 勇・横倉 啓. 2025. 釧路管内湖沼別トンボ生息調査報告 VII. 道東の昆虫と自然, 11:10-26.

中谷正彦・横倉 啓・中村 勇. 2019. 釧路管内湖沼別トンボ生息調査報告 I. 道東の昆虫と自然, 5:1-6.

中谷正彦・横倉 啓・中村 勇. 2020. 釧路管内湖沼別トンボ生息調査報告 II. 道東の昆虫と自然, 6:25-39.

中谷正彦・横倉 啓・中村 勇. 2021. 釧路管内湖沼別トン

- ボ生息調査報告 III. 道東の昆虫と自然, 7:11-22.
- 中谷正彦・横倉 啓・中村 勇. 2022. 釧路管内湖沼別トンボ生息調査報告 IV. 道東の昆虫と自然, 8:79-93.
- 中谷正彦・横倉 啓・中村 勇. 2023. 釧路管内湖沼別トンボ生息調査報告 V. 道東の昆虫と自然, 9:1-17.
- 名久井孝史・清水康行・藤田隆保. 2003. 釧路湿原における河川氾濫に伴う土砂堆積と乾燥化現象の関連性に関する研究. 水工学論文集, 47: 907-912.
- 奈良岡弘治. 1972. 北海道釧路のトンボ観察記録. 釧路市立郷土博物館々報, (216):26-29.
- 日本野鳥の会神奈川支部目録編集委員会. 1992. 県別鳥類目録の編集の実例とその問題点. *Strix*, 11:263-291. https://mobile.wbsj.org/nature/public/strix/11/Strix11_24.pdf 2025年12月14日閲覧.
- 野原精一. 2010. 湿原生態系の窒素汚染. 地球環境, 15(2): 153-160.
- 尾園 暁・川島逸郎・二橋 亮. 2021. ネイチャーガイド 日本のトンボ 改訂版. 文一総合出版, 東京.
- Samways, M. J., 2024. *Conservation of Dragonflies: Sentinels for Freshwater Conservation*. Cabi Press.
- 標茶町郷土館. 2013. 2012年の調査を振り返る! 郷土館の調査最前線 > 7~8月「トンボ調査」. 大川のほとり郷土館だより, (56):8-9.
http://www.town.shibecha.hokkaido.jp/kouhou_shibecha/2013/files/01/no659_8-9.pdf 2025年12月16日閲覧.
- Takamura N., Kadono Y., Fukushima M., Nakagawa, M., & Kim, B.H. 2003. *Ecological Research*, 18: 381-395.
- 滝田 諭. 1980a. 釧路の蜻蛉相の観察報告(I). 釧路市立郷土博物館々報, (263):113-114.
- 滝田 諭. 1980b. 釧路の蜻蛉相の観察報告(II). 釧路市立郷土博物館々報, (264):123-126.
- 滝田 諭. 1980c. 釧路の蜻蛉相の観察報告(III). 釧路市立郷土博物館々報, (265):135-137.
- 土屋慶丞・生方秀紀・高橋優花. 2023. 標茶町二ツ山の昆虫相への森林管理変遷の影響 (1)蜻蛉目・鱗翅目(チョウ類). 標茶町博物館紀要, (4):1-31.
- 生方秀紀. 1974. 塘路湖でセスジイトンボを採集. 釧路市立郷土博物館々報, (228):29.
- 生方秀紀. 1988. 釧路湿原におけるトンボ分布についての新知見. *Sylvicola*, 6:39-40.
- 生方秀紀. 1993. 釧路湿原ネイチャーガイドー釧路湿原のトンボ. 日本鳥類保護連盟釧路支部.
- 生方秀紀. 1997. 地球温暖化の昆虫へのインパクト. 堂本暁子・岩槻邦男(編)『温暖化に追われる生き物たちー生物多様性からの視点』. 築地書館, 273-307頁.
- 生方秀紀. 2025. 塘路湖北西端の浮葉植物帯のイトトンボ成虫群集における *Erythromma humerale* Selys, 1887の相対密度(2009年7月). 北海道トンボ研究会報, 36:22-29.
- 生方秀紀・倉内洋平. 2007. トンボ成虫群集による湖沼の自然環境の評価ー釧路湿原達古武沼を例にー. 陸水学雑誌, 68: 131-144.
- 生方秀紀・迫田哲生・野原精一. 2025. 釧路湿原赤沼・温根内地区におけるトンボ目各種成虫の環境嗜好性および出現状況の経年変化(2003, 2010年). *Tombo*, 68:32-50.
- 山中武彦・浜崎健児・嶺田拓也. 2005. 生物・社会調査のための統計解析入門: 調査・研究の現場から(その9)ー序列化する(対応分析, 除歪対応分析, 正準対応分析)ー. 農業土木学会誌, 73(4): 49-54.