

そこで図2をもとに、19年のすべてが同一の数学的関係をもって成立していたのか、つまり、調査19年間の標識個体数と移動個体数の関係が、標識個体数が増えるとその分に見合った移動確認個体数が一律に確率的に現れていたのかを回帰分析により解析した。(図3)。まず、なんらかの転換点の存在が想定される空白時期付近について、2016年から1年ごとに順に前倒しで前後の境界を引き、最も前後の関係が整然となる位置を調べた。その結果、後を2016年からにした場合には、前側の13年間では $r^2=0.3075$ ($P<0.05$)と有意な正の相関が見られたが、後ろの6年間には $r^2=0.6055$ ($P=0.64$ n.s.)となり決定係数値は高かったが、その有意性は得られなかつた。一方、後を2015年からの7年間にした場合には、前側の12年間では $r^2=0.3544$ ($P<0.05$)、後ろの7年間でも $r^2=0.5891$ ($P<0.05$)と前後どちらでも有意な正の相関関係が得られることがわかつた。そこで、この境界までをステージI、境界以後をステージIIとして、さらに解析を進めることにした(図3)。ここを境にして、標識個体数に対する移動確認個体数の出現の関係に変化が起きたことになる。では、どのような変化であろうか。

この両者の回帰分析において見られた重要な違いは、得られた回帰直線の傾きにあった。ステージIでの傾きが $b=0.0031$ であったのに対して、ステージIIのそれは $b=0.0097$ で、両者の間にはその傾きに有意な差が見られた(t cal=4.342, $t^{10.01}=3.169$, $P<0.01$)。後者の傾きの方が、前者の約3倍($97/31=3.1$)であることより、たとえば標識個体数の変化に対応して、後者は3倍敏感に反応していたことが考えられる。年により置かれている状況にしたがって、標識個体数が同じであっても、移動個体となって動き回る個体数は変化していたことが考えられる。

表8 過去19年間に確認された9種28頭移動個体の種類別移動距離

	シオカラトンボ	ショウジョウトンボ	チョウトンボ	オオヤマトンボ	ネキトンボ	オオシオカラトンボ	コノシメントンボ	アキアカネ	ウスバキトンボ	計
~1km	2	2	2	1	1					8
1~2km		1								5
2~3km	3	2								5
3~4km	2	1								3
4km~	3	2								2
計	10	8	2	1	1	2	1	1	2	28頭

表9 エコロジカルネットワークの検証事項

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
① 移動の絶対確認個体数(個体)	1	0	0	2	0	0	2	1	1	3	1	1	0	0	1	1	2	5	7計 28頭
② 移動の種数	1	0	0	2	0	0	2	1	1	2	1	1	0	0	1	1	2	3	5種
③ 近距離の移動(1km以内)																			2計 7
④ 短期間での移動(当日内再捕)																			1計 3
短期間での移動(翌日)	1																		1計 3
⑤ 長期間での移動(10日以上)																			2計 13
⑥ 新たな種の出現(臨海部)	以前	基点	12種	1	3	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0計 21種
内陸部+市街地+南部																			1追加 6種
追加種名																			
⑦ ♀の移動個体数																			
⑧ 地点間の相互移動数																			
⑨ その後の同種の移動確認																			
⑩ 分布地点数の拡大(チョウトンボ)	0	1	14(2)	1	36(3)	24(2)	2	5	1	2	04(3)	0	05(3)	3(2)	(内は目撲)				
⑪ 街中での増加 SMS																			
東横フラー																			

多くの種が享受するビオトープの充実

さらに、仮説にしたがいトンボ池のビオトープとしての充実により、移動が活発になっているとしよう。生息環境が良くなつたせいであるならば、それはトンボ1種だけの問題ではなく、そこに生活する色々な種にとっても同様であるはずである。であるならば、特定の種ばかりではなく、色々な種での環境改善を享受し、同時に移動が活発化してもおかしくはない。そこで、その実際を図2の②移動の確認個体に見えてみると、移動確認個体数28頭に対して種数は9となり、多い種類順にシオカラトンボ10頭、ショウジョウトンボ8頭、チョウトンボ2頭、ウスバキトンボ2頭、オオシオカラトンボ2頭、アキアカネ、コノシメントンボ、ネキトンボ、オオヤマトンボ、各1頭であった。この種構成と割合は野外での生き物のそれをどの程度反映したものであるのか、検討してみる必要があろう。

移動個体に最も密接な生態学的情報と言えば、それは移動の距離かもしれない。トンボは実際どのように距離を決めて動いているのか、仮の事例をあげてみる。まず、移動を始めてすぐ良い場所があったなら、すぐそこへ留まる。また、近くの池から順に移動して行こうとするなら、まずは隣の池と移る。数学的には、出発点から離れるほど距離の2乗に反比例して、出会う確率は低下しよう。以上、のような移動のルールで動いたなら、移動個体の距離は短いものになるに違いない。しかし、すでに述べたトンボの有する古い特徴、それは長距離をそのすば抜けた飛翔力でのともしないことであり、これが古代、この昆虫の大繁栄につながっていたことを忘れてはならない。

そこで、移動が確認された28個体について、①1km以内②1~2km未満③2~3km④3~4km⑤4km以上の5段階に分け、整理した。さて、その実際

はというと、19年間で①1km以内が8頭(ショウジョウトンボ2頭、チョウトンボ2頭、シオカラトンボ2頭、ネキトンボ1頭、オオヤマトンボ1頭)、⑤4km以上も7頭(シオカラトンボ3頭、ショウジョウトンボ2頭、ウスバキトンボ2頭)、であった。これらを表8に距離ごとに並べてみると、個体数の多いシオカラトンボとショウジョウトンボの2種の移動確認が多いだけではなく、これら2種では移動距離も短いものから長いものまで多岐にわたっている。一方、それ以外の19年間でも1~2頭しか移動確認できなかつた種を見ると、ウスバキトンボを除くすべてが2km以内①②に納まっている。つまり、エコロジカルネットワークの移動確認個体の移動距離には、種により元の池の近く中心、離れたところ、あるいはどの距離でも満遍なくというように、その種ごとの特異性が深くかかわっていることがわかる。

この他にも再捕獲までの日時・期間、10年以上の経っての初めて出現した種、地点間の相互移動、同種による同移動ルートの重複・拡大、分布の拡大、水域の無い街中での増加など多くの興味深い現象が捉えられており、表9に示した。これらが直接、間接にエコロジカルネットワークの存在と機能の証人となってくれるはずである。紙面の都合上、とりあえず今は本文をここまで留めるとして、本年度中にはエコロジカルネットワーク検証の20年として、これら全体をまとめあげる予定である。

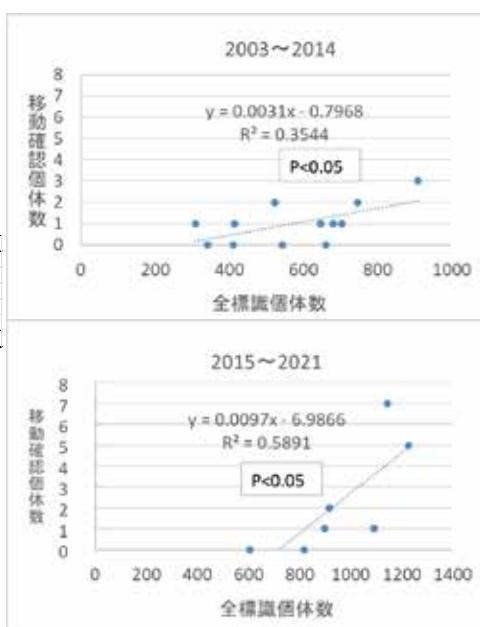


図3 19年間の標識個体数と移動確認個体数との相関関係

引用文献

- 石川一(1999)神奈川県横浜市鶴見区二ツ池の蜻蛉相. 神奈川虫報, (126): 31-33.
 伊藤嘉昭(1977)昆虫生態学の基礎①. インセクタリウム, 14: 14-19.
 岡島秀治(2015)4億年を生き抜いた昆虫. ヴィジュアル新書. 東京.
 Corbet,P.S.(1962) A biology of dragonflies. E.W.Clarke LTD. Oxon.
 島村雅英・小野勝義(2004)エコロジカルネットワーク調査「トンボはドコまで飛ぶか」調査結果. 横浜市環境科学研究所報, 28: 52-57.
 島田正和・山村則男・柏谷英一・伊藤嘉昭(2005)動物生態学 新版. 海遊舎. 東京.
 杉村光俊・鎌倉久也・北山拓(2019)トンボで守る食の安全. 高知県版. 220 pp. 公益社団法人トンボと自然を考える会, 高知県四万十市
 田口正男(1997)トンボの里へアカトンボからみた谷戸の自然. 信山社
 田口正男(2016)京浜工業地帯にトンボネットワークは形成されているか(XIII) 2015年の調査結果と臨海部の生物多様性的行方. トンボでつなぐ京浜の森 トンボはドコまで飛ぶかフォーラム 2015年度活動報告書: 11-14.
 田口正男(2017)京浜工業地帯にトンボネットワークは形成されているか XIX 2016年の結果、及び生物多様性と個体群の大きさ. ハマのトンボ知ってる? トンボに教わる京浜の森 2016年度報告書, p10-13. トンボはドコまで飛ぶかフォーラム
 田口正男(2019)京浜工業地帯にトンボネットワークは形成されているか XVI 2018年の調査結果と東京電力トンボ池の評価、及びシオカラトンボの池での行動. ふるさとは海辺の工業地帯です. トンボはドコまで飛ぶかフォーラム 2018年度報告書, p1-4. トンボはドコまで飛ぶかフォーラム
 田口正男(2020)京浜工業地帯にトンボネットワークは形成されているか XVII 2019年度の調査結果、及びトンボ目群集の形成の特徴. ハマのトンボ!. トンボでつなぐ京浜の森 2019年度活動報告書, p11-13. トンボはドコまで飛ぶかフォーラム
 田口正男(2020)横浜市街地にある三ツ池公園でオニヤンマ4頭を捕獲し標識を記す. 神奈川虫報, 203: 87-88.
 田口正男(2020)横浜市鶴見区二ツ池で多数のタイワンウチワヤンマを捕獲. 神奈川虫報, 203: 88-89.
 田口正男(2021)横浜市北部内陸2池でのチョウトンボの相互移動. 神奈川虫報, 204: 1-2.
 田口正男(2021)京浜工業地帯にトンボネットワークは形成されているか (XVIII) 2020年度の調査結果、及びケンウッド型の行方と多数の移動個体の出現. トンボはドコまで飛ぶかプロジェクト 2020年度活動報告書: 11-14. (全労済地域貢献事業)
 田口正男・田口方紀(2010)京浜工業地帯にトンボネットワークは形成されているか (VI) 見えてきた臨海部の生物ネットワークと生物多様性. トンボはドコまで飛ぶかプロジェクト 2010年度活動報告書: 25-37. (全労済地域貢献事業)
 田口正男・田口方紀(2013)京浜工業地帯にトンボネットワークは形成されているか (IX) 「トンボはドコまで飛ぶかプロジェクト」10年目の検証. トンボでつなぐ京浜の森-10年の記録

行って捕獲されたものなので、子供が中心の捕獲といつても精度は高いものと考えられる。15種のうち捕獲されない年があった種は4+2=6種なので、6/15=40.0%と4割のトンボは年によって出くわすかどうかわからない種ということになる。そして、それら6種のうち半数の3種（ノシメトンボ・ナツアカネ・リスアカネ）は、昨今、減少が叫ばれているアカネ属であった。前述のように、このトンボとり大作戦は9月10月の秋まで実施しているので、それでも捕獲できないとしたら、それなりに少ない種類と考えてよいであろう。横浜市のトンボ目群集を形成しているトンボ種の1/3強の種が、実はその存在がこのように脆弱なトンボ目であることになる。

トンボ大作戦調査中に遭遇した名場面：コノシメトンボの飛来

トンボとり大作戦は回数も多いため、自然の生き物の不思議な場面に出くわすことも少なくない。2021年の9月20日の朝、晴天の下、白幡池公園では大勢の子供たちが調査の開始を今かいまかと待っていた。私は捕獲者がトンボを持ってくるのをいつものように本部で待機していたが、この日は少し違っていることにまもなく気がつくことになった。いきなりシオカラトンボが7頭、でも、ここまでにはいつものとおりだ。9:24の8番目のトンボは、見事に赤くなった立派なアカントボ、コノシメトンボであった。翅先が傷んでいるので、遠くから飛んできたのか？そんなことを考えながら、ギンヤンマやアキアカネの標識が続いた。そして、次はまたコノシメトンボだ。10:00を回った頃には、コノシメトンボの3連続、4連続がある。この池で何が起きているのか？終わってみれば、50頭中21（16♂+5♀）頭がコノシメトンボであった（田口, 2021）。

過去18年間のトンボはドコまで飛ぶか本調査で、捕れた本種の総合計が、ちょうど21頭であった。つまり、この日、調査18年分を1日で捕獲してしまったのである。このトンボたちはどこで育ったのか、どのようにしてここへやってきたのか。コロナで使わなくなったプールが供給源という説が出てい

るが本当か。プール掃除の時期が、これらヤゴたちには少し早すぎるという。フォーラム関係者が参加した3校の小学校のプール掃除を見たものは、保護されたバケツ一杯のヤゴで、そのほとんどはコノシメトンボだった。

このコノシメトンボの件については、まだ他にもいろいろな疑問点がある。白幡池公園に多数現れたのは良いとして、ほかの公園ではどうして現れてもわずかなのか、というようなことだ。現在、過去のトンボとり大作戦全ての結果についてさらに解析を進めている。何か出来たら、またお伝えしよう。

ウスバキトンボはなぜ飛ばないか

もう1件、トンボとり大作戦での、興味深い出来事を紹介する。それは9月12日、入船公園でのトンボとり大作戦のことである。この日、開始前から多数のウスバキトンボが飛び回っていた。このトンボ、捕りにくいくらいではないが、だからといって子供たちに次々捕まるほどのものでもない。10時、調査が開始されてすぐに小雨が降りだし、その後は降ったりやんだりの状況が続いた。少しすると異変が起きた。先ほどまで群れ飛び交っていたトンボたちが、草上や枝先にとまってしまい、ほとんど飛べない状況になってしまったのである。子供たち23名はこぞとばかり狙いを定め、多くのメンバーがトンボとり憧れの複数個体を同時にネットに入れるとめりに成功。合計88頭を捕獲したのだ（田口, 2021）。

一般に、トンボ目は全体として、活動中は飛び続けているフライヤー、とまとつぱかりいるバーチャーに分類される（Corbet, 1962）。飛翔中は内温性の活動体温が得られるが、まとつぱかりいる時は外温や輻射熱など外温性の要素に頼らねばならない。ところに、ヨーロッパのような冷温帯と呼ばれる気候帶ではこの両者の差が大きいため関心を持たれ、May (1976) により、朝や夕方の低温時には、ほとんどの種で輻射熱に依存していることが明らかにされていた。小雨がぱらつくこの日は、輻射熱となる太陽光は厚い雲に閉ざされ、地上にあまり届かなかつたのもかもしれない。

ちなみに、このような時に使える温度を測りたいときは、普通の棒の寒暖計では、气温だけではなく輻射光の熱も拾ってしまうのでためである。通風温度計というのがあって、气温は光のあたらないところで測ることができるのでこれを用意するとよい。

2020・2021年年の注目点：移動確認個体はなぜ増えたか

古生代石炭紀、昆蟲たちが水界から地上へ進出し、大森林の中で繁栄できた理由は、翅を獲得し、生物として初めて空へ生活圏を広げたことによると言われている。これにより、餌を手に入れ、交尾の機会を増やし、産卵の場を広げと、多様化を可能にしたのである（岡島, 2015）。実は、トンボは古くからの生き物と言われるゴキブリなどよりも前に翅を獲得し、先陣を切って空を飛び回っていた。私たちが期待している京浜臨海部のエコロジカルネットワークの構築も、その初期古生代よりトンボたちが兼ね備えていた飛翔をはじめとする生物としての性質に根差したものなのである。

「トンボはドコまで飛ぶか調査」でなぜ移動個体の調査にこれだけエネルギーを費やすのかと言えば、こうした生き物の移動交流の充実の程度を直接的に測ることができる、エコロジカルネットワークの検証法だからであった。

また、それだけでなく、一方では、20年間という年月の経過を視野に入れた緑地の質の向上、自然再生の取り組みが軌道を外れぬようにするためにも、研究史上でも類を見ない長期にわたる大規模なモニタリング調査（トンボはドコまで飛ぶか調査）が必要であったことにもよる。

ちなみに、肉食動物の長期間にわたる個体群・あるいは群集の調査研究は、世界的に見てもほとんど例がない。捕食性昆虫は大発生することは少なく、頂点に近い捕食者としての地位を持つことで、害虫をどうしたら経済的被害以下に抑え込むかといった研究のヒントになると言われている（伊藤, 1977）。

表7に本活動初年2003年から現在2021年に至る期間に標識法により確認された全移動個体とその経路等の情報28頭分、図2に同じく2003年より19年間の移動確認個体数、及び各年の全標識放逐個体数、表8にこれら28頭の種類ごとの移動距離、表9にこれから順に取り組む同様の主たった事項を示した。まず、最も基本的なものとして最初に確認しておかなければならぬのは、移動確認個体数がどのように増えているかについてである。

2003～2014年の十数年間、標識個体数（各年の捕獲個体数）は400～500頭程度にとどまっていた。移動確認個体は年により見られないこともあります、あっても1～2頭であった。

このあと、シオカラトンボばかりが目立ちはじめ、主要6種しか捕れない通称「空白時期」の2014・2015年を迎えた。そして、その空白時期の翌年の2016年には、移動個体の確認はないが、標識個体数が歴代2位の818頭と記録し、さらに2017年にはこれが初の1000頭越えとなつた。このあと先行する標識個体数の増加を追うように、移動確認個体が2020年は3種5個体、2021年は5種7個体と2年間増え続け、現在に至っている。この19年間を見渡すと、この空白の時期付近になんらかの転換点が潜んでいるようである。

標識個体と移動確認個体との関係

ここで注意しなければならないのは、一見、標識個体数が増えれば移動確認数も増えていくと思ってしまうことだ。ところが、エコロジカルネットワークが機能していない、要はそこでのトンボの動きが悪い時に、標識個体数を増やしたらどうなるかを考えてみるとよい。移動個体は増えず、表向きはもっぱら同一場所・同地点の池内での再捕獲個体が増えるだけである。これが実際に野外でおきることは、すでに田口ら（2021）により、本調査オシオカラトンボにおいて量的に検証されている。

図2 19年間の標識個体数の推移と移動確認個体数



表6. 2021年トンボとり大作戦 地点別年間捕獲状況と前年合計

2021年	トンボたち 入船公園 キリンビール 白幡池公園 横岸森林公園 本牧市民公園 畠岡総合公園 長浜公園	2021年合計	2020年合計	2019年合計
① シオカラトンボ	35	11	51	27
② ウスバキトンボ	7	106	33	18
③ シゴヨジョウトンボ	3		5	3
④ ギンヤンマー	2		1	1
⑤ チホウトンボ			16	16
⑥ オオシオカラトンボ	16	1	6	26
⑦ クロジギヤンヤマ			64	36
⑧ コシラキトンボ	5		151	89
⑨ ナガアカネ			0	2
⑩ ノシメトンボ			0	3
⑪ コンメトボ			1	1
⑫ アキアカネ	14		5	39
⑬ リスアカネ			2	15
コオニヤンマー			12	78
オニヤマ			5	132
2021捕獲種数	7	3	6	612種
2021捕獲個体数	82	118	50	98,732
2021調査回数	10	3	0	1
2020捕獲種数	7	6	8	6
2020捕獲個体数	59	182	132	666
2020調査回数	5	4	0	0
2019捕獲種数	9	6	4	4
2019捕獲個体数	74	214	25	80
2019調査回数	9	5	2	1

表7 過去19年間に確認されたトンボはドコまで飛ぶか調査がかかわる移動の確認とその距離

標識年月日	種名	雌雄	捕獲標識地點	移動捕獲地點	再捕獲日	移動距離km	出典・引用
① 2003年9月17日	シオカラトンボ	♂	東京電力	キリンビール	9月18日	2.0	田口・田口(2013)
② 2006年8月6日	ショウジョウトンボ	♂	東京ガス	東京電力	8月10日	1.5	田口・田口(2013)
③ 8月10日	シオカラトンボ	♂	東京電力	菊名池	8月13日	6.0	田口・田口(2013)
④ 2009年8月5日	ネキトボ	♂	東京ガス	JFEトンボみち	8月7日	0.8	田口・田口(2013)
⑤ 8月12日	ショウジョウトンボ	♂	JFEトンボみち	二ツ池	8月16日	4.1	田口・田口(2013)
⑥ 2010年5月4日	ショウジョウトンボ	♂	東京電力	JFEトンボみち	8月11日	2.5	田口・田口(2013)
⑦ 2011年7月21日	ショウジョウトンボ	♂	東京ガス	JFEトンボみち	8月2日	0.8	田口・田口(2013)
⑧ 2012/7月26日	ショウジョウトンボ	♂	東京ガス	JFEトンボみち	8月7日	0.8	田口・田口(2013)
⑨ 8月2日	ショウジョウトンボ	♂	横浜SF高校	JVC	8月3日	2.9	田口・田口(2013)
⑩ 8月19日	チホウトンボ	♂	二ツ池	三ツ池	8月25日	0.8	田口・田口(2013)
⑪ 2013年5月4日	ウスバキトンボ	♀	入船公園	夢見ヶ崎動物公園	8月12日	6.2	田口・田口(2014)
⑫ 2014年8月7日	シオカラトンボ	♂	キリンビール	三ツ池	8月19日	3.6	田口(2015)
⑬ 2017年8月3日	ショウジョウトンボ	♂	技研	野毛山動物園	9月5日	3.2	田口(2018)
⑭ 2018年8月18日	シオカラトンボ	♂	本牧市民公園	根岸森林公園	9月3日	2.0	田口(2019)
⑮ 2019年8月2日	シオカラトンボ	♂	北二	鶴見川河畔	8月22日	2.3	田口(2020b)
大作戦 10月5日	アキアカネ	♂	入船公園	10:48 JFEトンボみち14:22	10月5日	1.1	田口(2019)
⑯ 2020年8月2日	シオカラトンボ	♀	三ツ池	JFEトンボみち	8月3日	4.1	田口(2021c)
⑰ 8月3日	チホウトンボ	♂	二ツ池	二ツ池	8月14日	0.8	田口(2021a)
⑱ 8月9日	オオシオカラトンボ	♂	貨物線の森	JERA	8月11日	1.3	田口(2021b)
⑲ 8月9日	オオシオカラトンボ	♂	貨物線の森	JFEトンボみち	8月21日	1.3	田口(2021b)
⑳ 8月21日	シオカラトンボ	♀	SMS 9:56	高田池	8月21日	0.4	田口(2021c)
㉑ 2021年8月2日	オオヤマトンボ	♂	三ツ池	二ツ池	8月22日	0.8	田口(2022)
㉒ 8月3日	ショウジョウトンボ	♂	三ツ池	JFEトンボみち	8月22日	4.1	田口(2022)
㉓ 8月4日	シオカラトンボ	♂	キリンビール	三ツ池	8月24日	3.6	田口(2022)
㉔ 8月6日	ウスバキトンボ	♂	キリンビール	東横フランワード	8月9日	4.2	田口(2022)
㉕ 8月9日	シオカラトンボ	♂	貨物線の森	二ツ池	8月22日	4.3	田口(2022)
㉖ 8月19日	シオカラトンボ	♂	SMS 9:25	高田池 9:40	8月19日	0.4	田口(2022)
㉗ 9月20日	コノシメトンボ	♂	白幡池公園	菊名池公園	10月7日	1.1	田口(2022)

黄域は2020年、緑域は2021年のデータを示す

状況になっていたが、2020 年の調査で、キリンで 1 頭、貨物線の森で 1 頭と、計 2 頭捕獲され、トンボみち、技調、JERA でも自撃と、臨海部 9 調査地点の過半数で確認がなされた（田口, 2021）。本年 2021 年は臨海部ではたった 1 頭であったが、これが JERA での捕獲であったことは大きな朗報である。また、後で述べるが、臨海部に比較的近い高田池でも 2 頭捕獲されており、再び躍進が始まったかもしれない。

次に優占3種（シオカラトンボ・ショウジョウトンボ・オオシオカラトンボ）についてだが、2018年このうちのシオカラトンボの目注すべき動きとして、捕獲数が255頭と一挙に倍化し、以降そのまま高止まりが続いている件があった（田口，2019）。2020年はというと、驚くべきことに捕獲数はさらにその上をいく292頭となり、過去最多年となつた（田口，2021）。そして今回は、301頭とうとう300越えをしてしまったのであった。

こうしたシオカラトンボの捕獲数の増加は、かつてシオカラトンボばかりの一強の時期を連想させる。しかし、この2年間は同時に他種においてもいろいろ動きがあることより、その時は異なる事態とも考えられる。むしろ、一度はシオカラトンボの個体数を逆転したことのあるショウジョウトンボが、2020年では24頭と激減状態になり、今回は56頭とその倍には戻ったものの、数としてはまだまだ低迷しているこの方が心配である。

また低迷しているところの方か心配である。
優占 3種では、オオオカラトンボでも興味深い変化が出ている。本種には 2009、2010 年に 38 頭、55 頭と一時期増加した後、しばらくは捕獲数 1 枝と低迷していた過去があるが、ここ数年微増傾向にあり、昨年 2019 年過去最高の 66 頭を記録していた。そして 2020 年はというと、52 頭と過去 3 番目の捕獲記録となり、そして今回 2021 年はそれを抜き 55 頭と 2 位の捕獲数で、その高い水準を維持した。本種はシオカラトンボのように都市空間へも進出、適応した種類の 1 つではあるが、シオカラトンボと違ってあまり移動せず、定着性が高いため、本調査でも再捕獲個体が一番多い種である。比較的安定な環境を好むことでも知られており、そのため新たに設置した池では、池環境が落ち着き出すと出現定着する傾向がある。トンボ池のようなところでは定着すると居続けるので、人とトンボを結びつけるモニター的役割が期待できる種類である（田口ら、2021）。

臨海部の基本 6 種の 1 種ギンヤンマは、2020 年の本調査で 13 頭捕らえられ、この二桁捕獲は 2009 年の 11 頭以来 10 年ぶりの記録となつたが、2021 年も 10 頭と二桁を記録した。これには JERA の 4 頭の捕獲が大きく貢献している。ただし、過去臨海部では 2005 年 24 頭、2009 年 17 頭などの記録があり、この大型のトンボに限っては長期の目で見れば特異的事象とは言えないかもしれない。絶対数から考えれば、ギンヤンマ 10 頭は全体の 2% に満たず、かつて、森（1995）が言い残した「珍品化したギンヤンマ」の名を覆すにいたゞり得ない。

したキヤノンマ」の名言を復りにはまだほど遠い。なお、臨海部ではこれら毎年必ず捕れる基本的種類以外の一般種に目を向けると、2021年は基本6種しか捕れていない。

2021年内陸部の動向

2021 年度までの内陸部 2 池（三ツ池とニツ池）の調査結果を表 4 に示した。まず三ツ池だが、捕獲されたのは 10 種 150 頭と前年とほとんど変わらなかった。この池での捕獲種数は 2020 年にはじめて二桁になつたが、今回 2021 年の 10 種はこれを維持したことになる。前回、今まで三ツ池の調査では捕獲できていたコフキトンボが 2 頭捕獲されたことは大きかっただが、2021 年は捕獲なしであつた。オニヤンマについても、前回一撃に 4 頭と驚かされたが(田口, 2020)、2021 はゼロとなつた。前回、8 年ぶりにウチワヤンマやコシアキトンボが捕獲されたが、コシアキトンボの捕獲は継続されたが、ウチワヤンマはゼロであった。

一方、2016年より捕獲種数10種を維持してきた二ツ池は、2020年はさらに1種増やして11種、そして今回2021年も過去最多の11種を維持した。ただし、どういうわけか7年間捕獲され続けていた基本6種のうちの1種であるオオシオカラトンボが、今回2021年捕獲されなかった。トンボがもともと豊富な二ツ池にあって、オオシオカラトンボは以前よりけっして数は多くなかった。この種の特性の1つと言えるかもしれない。他にコシアキトンボが20頭、比較的希少なコフキトンボが5頭捕獲された。加えて、2020年15頭だったウチヤンマが5頭、そして、2020年13頭と急増したタイワンウチワヤンマがなんと27頭も捕獲された（田口, 2020）。タイワンウチワヤンマは北土種として知られており、

本調査で初めて捕獲されたのは前年 2019 年の 2 頭なので、急増のようにも見える。しかし、石川 (2018) の観察によれば、同池で 10 年前より姿を現し、少ないながらも毎年姿を見ることができたということなので、同池で繁殖を始めたことによる増加と見てもおかしくはない。両ウチワヤンマは近縁で生活要求も似ていることより、以前からいたウチワヤンマがどんな影響を受けるか懸念されたが、2020 年段階では両者間に抑制や排除は感じさせられなかつた。しかし、2021 年タイワンウチワヤンマの捕獲増に対して、ウチワヤンマが急減と見られるような現象を示しており、今後両者の関係には注意を要する。また、タイワンウチワヤンマが好んでチョウトンボを捕食することより (杉村ら, 2019)、臨海部ではようやくチョウトンボの復活の兆しは見えてきたばかりであり、心配どころである。

次に、市街地等4地点の捕獲結果（表5）を見ていくと、2021年高田池は3種15頭と数はでなかったものの、確実にオオシオカラトランボが含まれ、他の2頭は何とチョウトンボであった。ここは落ち着いた屋敷林で、2020年にはヤブヤンマ、2017年にはコノシメトンボ、リスアカネといったアカネ属が現れており、思わぬ種が出現するという意味でも魅力的な池であった。

SMS では 2019 年初めて合計頭数を 32 頭としたが、2020 年はこれをさらに伸ばし全体で 84 頭と驚くほどの個体数が捕獲された。2021 年はさらに 92 頭とあげ止まりになっていることがよくわかる。普通の街中であるので、ここで捕獲状況は直接人の生活空間の生物多様性を示していることになる。

東横フモト 2021年は3種で39頭と二桁捕獲を3年連続して保ち、オオシオカラトンボの捕獲数を、前年4頭から2021年は9頭と伸ばした。本牧は今回2021年5→7種、捕獲数を139→73頭と、捕獲個体数を減らしたものの、捕獲種数は2種も増やした。チョウトンボは前回から8→5頭と安定数捕獲している。ここは近接して三溪園の広い池があり、そこが格好の本種の生息場となっていることが無関係ではなく、個体群の移動移転がすぐにつきのこのような形の配置はある意味理想的である。

表4 内陸2池の2021年までの種類別捕獲状況

トンボの種類	三ツ池												二ツ池											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
①シオカラトンボ	22	131	111	96	64	58	76	125	99	71	76	6	39	21	45	18	22	44	169	53	238	48		
②ウスギキントンボ	10	15	49	34	58	70	30	85	13	7	16					4		3	1	2	2	1	1	
③ヨウジウツボ	3	4	23	22	19	2	8	5	11	8	7	10	3	7	4	2	8	13	15	9	8	12		
④ギンヤマソ	1	1	1				6	2	2	5	3	1	2	9	1	2	12	15	16	15	25	23		
⑤チラウツボ	6	11	16	15	2	2		3	10	18	71	96	24	13	12	31	29	6	13	62	39			
⑥オジオカランボ	30	20	26	11	11	22	21	14	27	29	18	4	6		1	1	3	4	2	3	3			
⑦ヨウスジギヤンマ																								
⑧シアンキントンボ	14	1										6	6	49	8	10	5	2	4	22	7	21	25	20
⑨ナツアカネ																								
⑩ノンメンボ																								
⑪コシシメンボ							2																	
⑫ネキンボ																								
⑬アツアカネ	1																							
⑭アスカカネ																								
⑮ハドロトンボ																								
⑯マイアカネ																								
⑰マルシシヤンマ																								
⑱ウツワヤマソ																								
⑲オオヤマトントボ	1																							
⑳ヤツブン																								
オニヤマソ	2		2	1	1	1	4																	
オノヤマソ																								
コフキントボ																								
タイケンウツワツヤンマ																								
個体数計	88	185	226	178	158	155	143	234	163	144	150	152	159	83	72	40	89	138	228	131	397	196		
種類数	9	8	6	5	7	6	7	6	7	10	10	10	9	9	9	7	10	10	10	10	11	11		
アブネ属種数	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	0	1	1	1	0	0	1			
アブネ属個体数	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	7	2	5	2	0	6	1	1	0	0	1			

①～⑩は過去、臨海部で捕獲されている種、ナンバーのないものは内陸部のみで捕獲されている種を示す

表5 内陸市街地、及び南部公園の種類別捕獲状況

①～⑩は過去、臨海部で捕獲されている種、マルナンバーがないものは内陸部のみで捕獲されている種を示す

京浜工業地帯にトンボネットワークは形成されているか

XIX 2021年度の調査結果、及び 移動個体が増えた理由（前編）

農学博士 田口正男（明星大学理工学部環境科学系非常勤講師 / 東京農業大学客員研究員）

かつて横浜市では繰り返された大規模開発によって身近な生き物が激減したことは、過去の報告書でも何度か触れてきた（田口, 2021）。時期的には、1960年代から1970年代になるだろうか。わずか10数年という瞬く間に、70%に届くかというほどあった横浜市の自然緑地等が半減してしまったのである。実際、この半減は驚くべき広さを指す。横浜市の面積は438 km²（県内の18%）であるので、この時の減少面積が $438 \times 0.7 \times 1/2 = 153.3$ km²と、それだけで隣の川崎市全体の広さである144 km²をしのぐ。横浜市が首都圏近郊に、いかに広大な緑地等の環境空間を擁していたかがよくわかる。

生物個体群の絶滅リスクを低くするためには、その生物にとって広い棲息面積と大きな個体群サイズを持つことが理想である。しかし、一般に都市のような人間活動がさかんな場所では、存在する生物個体群は小さくなりがちで、しかも生息地の細分化と分断がおこりやすい（鳴島ら, 2005）。横浜市ではわずか10数年足らずで広大な生息地が半減した時、その影響は生息地の細分化と分断の波となって残された生息地にも影響を与え、身近な生物の激減に結び付いたことは、想像に難くない。

この激減した身近な生物の回復の象徴とされたのがトンボである（森, 1995）。市内各地で「トンボの飛びかう街づくり」が展開され、やがて、臨海部では「トンボはドコまで飛ぶかフォーラム」が設立し、エコロジカルネットワーク「トンボでつなぐ京浜の森」の検証活動である。「トンボはドコまで飛ぶか調査」が始められた（鳥島・小野, 2004）。この活動は2003年にスタートしていて、すでに19年が経ち、特にこの2年はそれ以前と比べて検証結果に大きな変化が生じている。すでに、前年の活動報告書でも触れたことだが（田口, 2021）、移動確認個体の増加が著しく、また、思わぬ種類の出現、増加、そしてめったに出くわすことのない貴重な現象体験と内容は豊富である。

表1 2021年各調査地点の調査実施日

調査地点	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	21日	22日	調査回数
キリンピール		○	○												3
トンボみち															3
JVC	○	○	○												3
マツダ	○		○		○										3
入船公園													○	○	2
横浜SF高校	○	○	○												3
北二												○	○		2
横浜技調															3
東芝	○		○	○											3
貨物線の森													○	○	3
JERA					○	○									3
三ツ池	○	○	○												3
調査地点	8日	9日	10日	11日	12日	16日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	26日	調査回数
二ヶ池						○						○	○		3
高田池						○		○							3
SMS							○	○	○						3
東横	○	○													3
本牧									○	○	○				3
富岡								○	○	○					3

表2 2021年臨海部地点別の捕獲種類と個体数

トンボの種類	JFE	SF高	キリン	マツダ	東芝	入船	北2	JVC	技調	貨森	JERA	総計
①シオカラトンボ	53	18	43	1	15	21	24	14	12	55	45	301
②ウスバキトンボ	7	1	13		1	39	2		7	21	5	96
③ショウジョウトンボ		1	29					6		16	4	56
④ギンヤンマ	1		2			2			1		4	10
⑤チョウトンボ										1	1	
⑥オオオシカラトンボ	2	4			4	1		1		1	42	55
合 計	61	22	91	1	20	63	26	21	20	93	101	519
種類数	3	4	5	2	3	4	2	3	3	4	6	39

表3 臨海部19年間の種類別捕獲状況（合計）

トンボの種類	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
①シオカラトンボ	65	150	154	173	189	171	118	141	206	170	86	253	265	226	134	257	231	292	301
②ウスバキトンボ	63	122	179	229	231	105	418	125	81	128	116	95	62	182	382	28	33	41	96
③ショウジョウトンボ	16	42	57	46	81	72	104	69	146	234	91	69	47	40	52	52	110	24	56
④ギンヤンマ	3	8	24	4	17	11	11	9	9	7	6	8	5	8	4	4	2	13	10
⑤チョウトンボ	8	8	6	9	19	26	6	2	2	9	2	3	1				2	1	
⑥オオオシカラトンボ	2	5	2	15	14	26	38	55	12	7	8	2	3	20	28	19	66	52	55
合 計	68	232	27							1	1								
種類数	3	4	5	2	3	1	2	28	5	1		3		8	4	1	2	3	
個体数	309	342	660	524	543	411	746	415	463	565	337	430	386	486	608	361	448	427	519
種類数	11	12	9	14	8	12	9	10	10	11	9	7	7	8	10	6	9	7	6
調査季節	9月	8月	8月	7月	8月														
調査地点数	5	10	9	10	10	10	10	9	10	9	8	10	10	10	10	10	11	9	11
アカネ属種数	6	4	2	6	1	3	2	3	3	2	2	0	0	1	1	1	1	0	0
アカネ属個体数	160	4	234	37	1	4	30	9	6	11	18	0	8	4	1	2	0	0	0

2017と2018年は東電を除く。

本年度の一般報告、そしてこの2年間の変化、およびそれが意味するものについて、検討、考察を進めたい。

調査地点及び方法

2021年の臨海部と内陸部の各調査地点、及びその調査実施日を表1に示した。臨海部の調査地点については、昨年2020年はコロナ禍の影響を受けてSF高校及びJVCの2地点が中止となったが、今年度は11地点すべてで実施できた。内陸部と横浜南部は前年同様2池の他に、都市内4ヶ所を設定した。予定調査日数は前年と同じく3日間で、入船公園と北二の2地点が天候の理由で2日間となったが、それ以外は、天候等にも恵まれ、予定の調査は完了できた。

調査時間も、引き続き2014年に設定し直した原則午前9時から12時までの3時間のうちの2時間実施を踏襲した。実際、各調査地点ではおむね午前9時から11時までの2時間が採用された。調査方法も今まで通りで、不均垂亞縫のトンボ成虫のみを対象（ただし、大型のハグロトンボは例外）とし、これを捕虫網で捕獲し、油性黒色フェルトペンを用いて後翅裏面へ個体識別番号を施して放した（田口, 1997, 2020, 2021; 田口・田口, 2013; 2014を参照）。なお、本年度の参加人数はのべで353名であった。

結果及び考察 2021年臨海部における地点別捕獲種と個体数

表2に2021年度の臨海部11地点で捕獲・標識された種類とその個体数を示した。まず全調査地点の合計だが、種類は6種、個体数は519頭であった。前年は7種であったことより、1種少なかつ

比較・集計するとJERAの捕獲個体数が最も多く(55→96頭)、キリン(51→78頭)、貨物(50→72頭)の順で上位を占めた。今年も貨物線の森の登りづめた種数、個体数が充実したまま維持されている状況には目を見張るものがある。ビニールプールを活用した簡易ビオトープでありながら、ここまで成熟した池環境がつくれることを実証したわけで、しかもなかなか困難である臨海部での成功であったということは、そのノウハウが他のさまざまな広い地で適用可能と思われ、大きな意味を持つ。ちなみに、JERAがここへきて捕獲種数も個体数もトップに躍り出たことは、あの森に囲まれたような池の年数をかけた環境の安定性と無関係ではないものと思われる。今回基本6種すべてが捕獲されたのはこの地点だけであった。

臨海部の捕獲種の動向

2021年度の調査結果を含めた過去19年間の臨海部の捕獲状況を表3に、そのうちの年ごとの捕獲種数、捕獲個体数の推移を図1に示した。前年までの18年間の捕獲種数の平均は95%信頼区間で 9.5 ± 1.0 種であったのに対して、2021年は6種と平均年の信頼区間を下回っており、例年と比べて少なめの種数であったと言えた。2016年度以降の種数推移が8種→10種→6種→9種→7種→7種→6種であり、ここ6年間で捕獲種数が信頼区間内以上であったのは2017年と2019年の2年だけであった。このことからも近年は低い種数で推移していることがわかるが、その原因是種数の低迷ではない。1つには夏の暑さによる出現の遅れ、そしてもう1つは近年注目されている浸透性殺虫剤の影響なのは確定できないか、アカネ属が8月にあまり姿を現さなくなつたことに関係することは確かである。9・10月のトンボとり大作戦では、捕獲されているからである。

一方、捕獲個体数はというと、2021年度はウスバキトンボを除いても432頭で、過去400を超えたのは2005、2012年の2回しかなく、これら2年に次ぐ第3位の値となっている。18年間の95%信頼区間平均321.0±32.7頭と比べてもゆうにこの上限区間幅を超え、多くの個体数が捕れていたことがわかる。2017年には226頭しか捕獲されていず、個体数のこのような年による乱高下は、夏の調査による変動の1つと考えられる。

次に、種類の内容についてである（表3）。2015年度まで夏の調査では毎年必ず捕獲されていた基本6種のうちの1種ショウジョウトンボが、2016年、そして2018・2019年と捕獲されなかった（ショウジョウトンボが抜けたことにより、以後、基本的種類と呼んだ）。そのため、本種の臨海部での存続が危ぶまれる

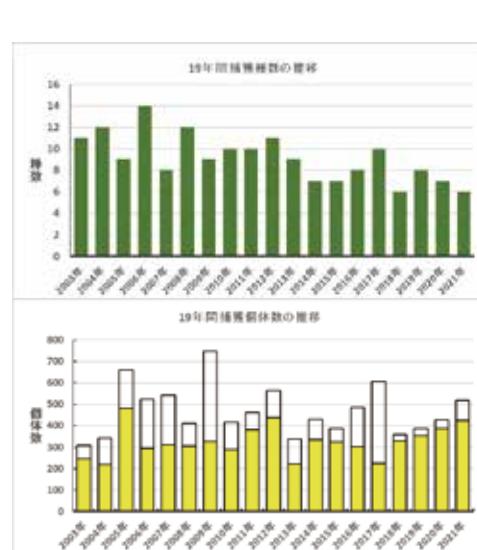


図1 臨海部19年間の捕獲種類数と個体数の推移

下棒グラフの白部分はウスバキトンボ、黄色部分はその他のトンボ種の個体数を示す。
種類数は過去18年の平均 $X=9.5 \pm 1.0$ 、個体数は過去18年の平均 $X=321.0 \pm 33.4$ 、土は平均値95%信頼区間を示す