

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

XI 2023年度の調査結果、及び トンボはどのような昆虫か

田口正男（明星大学理工学部環境科学系非常勤講師、農学博士）

昆虫は動物のなかでも最も種類数が多い。なかでも、最多なのは甲虫類で、世界で35万種、2位は・チョウ・ガで17万種、3位はハエ・カ15万種、4位はハチ・アリ11万種、5位はセミ・カメムシ8.2万種、6位バッタ・コオロギ2万種、7位トンボ0.5万種と、全体で上位4位までが完全変態種により占められる。その前段階の不完全変態となると、ようやく5位のカメムシ・セミがそのトップにたち、飛翔の得意なトンボは、セミ・カメムシに次いで3位、その数も5千種に届くかどうかであった。

現在トンボ目に属する種類は多くないが、考えてみれば意外な気がする。昆虫が最も多くの種数を抱えることができたのは、飛ぶことができたからであるとされているからである（岡島，2015）。

ことは古生代有翅昆虫が出現しはじめた時から始まっていた。当時、最初の昆虫たちは、翅の数を何本にするかにおいて迷っていたが、飛翔を始めるにあたって4枚を採用したのだ。たしかに、飛行機に例えるならやっとならぶ段階では揚力が問題であろうから、少しでも機体を空中に置くのに複葉機にして揚力を高めることを選んだのであろう。ところが、エンジンは次第に性能を上げていくものだ。一部の昆虫たちは、胸部の箱型の外骨格に飛翔筋を渡してその背板を、そこに固定化した翅もろとも勢い良く振動させ羽ばたく方式を編み出した。この時、飛翔の羽ばたきをハエ・カなどの仲間たちは後翅を退化させ2枚翅化し、そしてカブトムシやカナブンなど甲虫類は前翅を鏝化させてやはり2枚翅化させたのであった。

こうして2枚化した翅は胸部の箱型の外骨格の背板に固定され、背板に渡された飛翔筋を震わせることで、勢い良く残した2枚翅を振動させる方式をとったのであった。これを間接的に翅を動かすので間接飛翔という（東，1986）。こうして、この推進力はアップし、空気の流れに邪魔にならぬよう翼の風切りをよくするため、複葉は廃止され、飛翔の翅は1対になったと考えられる。ちなみに、器用に飛ぶチョウやハチの仲間は4本翅であるが、チョウは前翅と後翅を半分近く重ね合わせて飛翔し、ハチは後翅を小さくして前翅と後翅を重ねフックで留めて飛翔する。つまり、2枚を事実上一枚として羽ばたきに使っているのだ。このように、多くの飛翔を得意とする昆虫種たちが4枚翅飛翔をあきらめ、2枚翅に切り替えていったこと自体が、4枚翅採用の失敗を物語っている。

ところが、その4枚翅に固執し、諦めず克服していった昆虫がいた。体より大きい4枚の翅はそのまま広げるか立てたままであった。そのため天敵、風雨には弱いに違いない。

その旧式の4枚の翅に強力な飛翔筋を発達させ、4枚翅それぞれを別々に動かした。翅は8の字を返したように動き、前後翅交互に上下に羽ばたく。直接翅を操るのでこれを直接飛翔という。昆虫が定常では行わない4翅を別々に動かし、前後の翅を同時に停止して旋回などもする。こうして、1度は失敗した4枚翅による飛翔を強力な飛翔筋で直接飛翔により克服し、大空の頂点に君臨した。トンボ目とはそう言う昆虫なのである。

なお、トンボ目だけにある未成熟期という生育段階はこの直接飛翔に備えての筋肉を蓄える生育期間と考えられる（椿，1999）。

こうして、大失敗から覇者へと転身したトンボ目は、変態しないグループ、つまり古い有翅昆虫の中にあっては現存では上から3番目と、けっして多い種類数ではなかった。飛翔に特化し適応していながら、なぜ低い種数に甘んじているのか議論のあるところだが、1つにはトンボ目の飛翔能力の高さによる活動範囲の広さがあげられる（田口他，2021）。同時には同種間ではあまり多くの種が出現しない傾向があるらしいことも、その1例だ。他の昆虫と比べても、広い空間ニッチが求められると考えられる。

そういう意味において、いままでトンボネットワークに趣を置いてきたこの調査も、実は、トンボ目という飛翔に特化した昆虫の生存戦略の理解を進めるものである。21回目に入ったトンボはドコでも飛ぶかフォーラム調査はどこまでその生き方に迫れるか。臨海部を中心としたトンボ世界の新たな解明の一步が始まった。

調査地点及び方法

2023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。一時期のコロナ禍もおさまり、今年度は2022年度に続き11地点すべてにおいて実施できた。また、内陸部と横浜南部は過去の調査と同様、さらに2池の他に、旧市街地の高田、SMS、東横、

表1 2023年各調査地点の調査実施日

調査地点	24日	25日	26日	27日	28日	29日	30日	31日	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	調査回数	
キリンビール		○		○	○														3	
JFEトンボみち																	○	○	○	3
東芝											○	○	○							3
JVC	○	○	○																	3
JERA								○		○		○								3
マツダ									○	○	○									3
横浜技調																○	○	○		3
北二				○	○															3
横浜SF校	○	○	○																	3
入船公園													○	○	○					3
三ツ池							○	○	○											3
調査地点	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	調査回数	
貨森線の森					○	○	○													3
ニツ池										○	○	○								3
高田池												○	○		○					3
SMS												○	○		○					3
東横									○					○						2
本牧								○	○										○	3
富岡														○		○	○			3

本牧、そしてさらに都市公園の富岡を加え、合計 18 地点と過去最多となった。調査日数は例年と同じ 3 日間で、調査は予定通りできた。

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 時間を実施ということで踏襲された。調査方法も今まで通りで、不均翅亜目の成虫のみを対象としたが、ハグロトンボ等大型の均翅亜目の出現が確認されたため、これらも例外として含めた。これらのトンボたちを捕虫網で捕獲し、油性黒色フェルトペンで後翅裏面に個体識別番号を施し、放した(田口, 2023)。なお、本年度の参加人数は述べて 327 人であった。

結果及び考察

2023年の臨海部における地点別捕獲種と個体数

表 2・3 図 1 に 2023 年の臨海部 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、捕獲種類は 9 種で個体数は 476 頭であった。前年度は 5 種 495 頭であったことより、単純には前年より 4 種増えて 19 頭減少ということになるが、過去 20 年間の推移をみると、この 20 年間の平均種類数は 9.0 種、その信頼区間 $P < 0.05$ は ± 0.5 種 (8.5 ~ 9.5) であったことより、2023 年の捕獲種類数は 9 種は ± 0.5 内に入っており、平年並みと言えた。一方、ウスバキトンボを除いた捕獲個体数は 336.5 頭、信頼区間 $P < 0.05$ は ± 18.7 頭 (317.8 ~ 355.2) となり、信頼区間より大きく 355.2 頭 $<$ 409 頭となり例年より多数捕獲されたと解釈できる。

地点別に捕獲種類数を見ると、前年は最も捕れた地点でも 4 種 (6 地点) であったのに対して、今年度は臨海部では 1 位が JERA で 6 種、2 位が貨物線の森と北

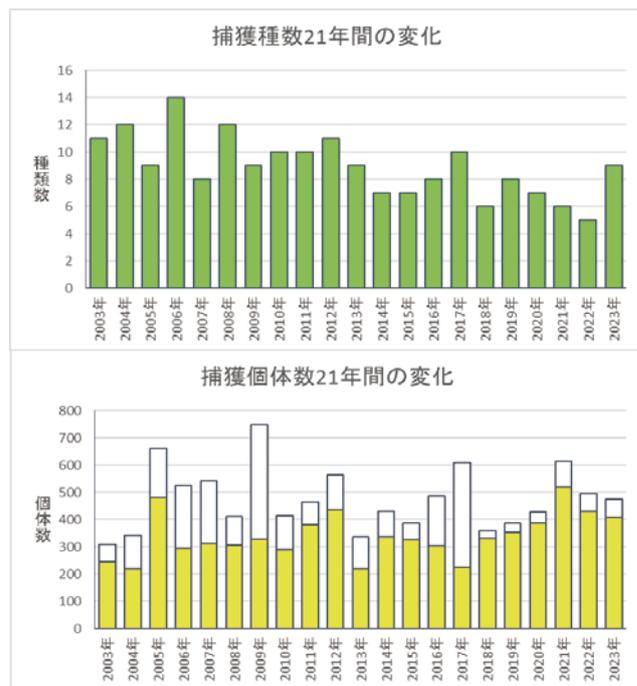


図 1 臨海部 21 年間の捕獲種類数と個体数の推移

下図棒グラフの白部分はウスバキトンボ、黄部分はその他のトンボ種の個体数を示す

二で 5 種 (いずれも前年度は 4 種) であった。

捕獲個体数については、今までと同様に臨海部についてはウスバキトンボを除外して比較・集計した。こちら捕獲個体数においても、例年と比べて地点間の偏りに大きな変化が見られた。今年度の捕獲個体数が多かった上位 3 地点順 (右) を見ると、一位が貨物線の森の (40 → 128 頭)、2 位が SF 校 (42 → 51 頭)、3 位がキリン (17 → 49 頭)、であった。前年度、個体数でトップに躍り出た

入船は、3 位以内にも入って (95 → 9)、前年度 8 位のキリンが 3 位にかえりすぎ、前年度 3 位の貨物線の森はトップに躍り出たのである。では、臨海部の具体的な捕獲種の動きはというと、前年 338 頭とかつてない多くの捕獲数を記録したシオカラトンボは 280 頭と、頭打ちとなったが、それでも 21 年間で上から 4 番目の多さであった。かつてシオカラトンボとの種交代を演じたショウジョウトンボはその後 2020 年の 24 頭など低迷していたが、種交代の時ほどは遠く及ばない (234 頭) もの、83 頭と勢いを吹き返してきてはいる。

一方、2 年間続いた基本 6 種だけになる傾向だがリスアカネ、ハラビロトンボ、マユタテアカネなどの捕獲があり、再び解消された。臨海部という環境では、数年おきに真夏の種構成が単純化する傾向があるようだ。これも、20 年という継続の成果である。

表 2 2023 年 臨海部地点別の捕獲種類と個体数

トンボの種類	キリン	JFE	東芝	JVC	JERA	マツダ	技調	北二	SF高校	貨森	入船	合計
シオカラトンボ	47	22	14	21	14	3	12	31	16	92	8	280
ウスバキトンボ		3	1			3	1	13		13	33	67
ショウジョウトンボ	1	1	3	1	6			3	34	33	1	83
ギンヤンマ		4			4					2		10
チョウトンボ												0
オシオカラトンボ	1		1	2	22			3		1		30
コシアキトンボ								2				2
リスアカネ					1							1
マユタテアカネ					1							1
ハラビロトンボ				1					1			2
個体数	49	30	19	25	48	6	13	52	51	141	42	476
種類数	3	4	4	4	6	2	2	5	3	5	3	41

表 3 臨海部 20 年間の種類別捕獲状況

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	2022	2023
①シオカラトンボ	65	150	154	173	189	171	118	141	206	170	43	253	265	226	134	291	231	292	301	338	280
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	63	67
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	85	110	24	56	44	83
④ギンヤンマ	3	8	24	4	17	11	11	9	9	7	6	8	5	8	4	8	2	13	10	5	10
⑤チョウトンボ		8	8	6	9	19	26	6	2	2	9	2	3	1	0	2	1				
⑥オシオカラトンボ	2	5	2	15	14	26	38	55	12	7	8	2	3	20	28	54	66	52	55	45	30
⑦クロスジギンヤンマ		2								1		1	1					1			
⑧コシアキトンボ		1	2	6	1	1				3	3			1	1			2	3		2
⑨ナツアカネ	11	1	2							4											
⑩ノシメトンボ	42	1		4	1			3													
⑪コシメトンボ	12	1		1	1				1												
⑫ネキトンボ	6	1		3	1	2	28	5	1		3				8	4	1				
⑬アキアカネ	88		232	27			2	1	4	7	15							2			
⑭リスアカネ	1			1																	1
⑮ハラビロトンボ				8		1	1											1			2
⑯マイコアカネ				1																	
⑰マルタンヤンマ						1		1		2						1					
⑱ウチワヤンマ									1												
⑲オオヤマトンボ														1							
⑳ヤブヤンマ															1						
㉑マユタテアカネ																					1
個体数	309	342	660	524	543	411	746	415	463	565	294	430	386	486	608	467	448	427	519	495	476
種類数	11	12	9	14	8	12	9	10	10	11	9	7	7	8	10	6	9	7	6	5	9

2023 年の内陸部の動向

2023 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 11 種 268 頭と夏の季節およそ 10 年間捕獲されていなかったアキアカネが 1 頭捕獲され 1 種増加し、個体数は前年の 191 頭から大幅に増加し 268 頭捕獲されている。2020 年、10 年ぶりに捕獲されたコシアキトンボは引き続き 8 頭捕獲された。前年 5 頭と数を伸ばしたウチワヤンマは、引き続き 8 頭と一定数捕獲されている。また、北上種でウチワヤンマとの競合が懸念されるタイワンウチワヤンマは前年 27 頭と多数捕獲されたが、2023 年はさらに 44 頭と膨大な数捕獲され、定着は決定的なものとなった。

一方、2016 年より捕獲種数 10 種を維持してきたニツ池は、2020 年はさらに 1 種増やして 11 種、2021 年も 11 種を維持し、2022 年は過去最高の 13 種となった。2023 年は前年捕れた 13 種のうち、リスアカネとマユタテアカネが減り、マルタンヤンマが加わった 12 種と 1 種減少した。

市街地の動向

次に、市街地等 4 地点の捕獲結果（表 5）を見ていくと、高田池は過去 8 年、確実にオオシオカラトンボが

含まれ、2020 年にはヤブヤンマ、2021 年にはチョウトンボ 2022 年にはリスアカネと、思わぬ種が現れる落ち着いた屋敷林である。

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て、2022 年も 3 種 71 頭と一定数は維持している。2023 年には 57 頭現れており、普通の街中であるだけに、ここでの捕獲状況は人の生活空間の生物多様性を示すものとして重要である。

東横フも 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。2022 年は 5 種 51 頭で、新たにコノシメトンボを加え種数を伸ばした。2023 年は 3 種 30 頭と、一定の個体数が現れるようになっている。

本牧は 2021 年 7 種 73 頭と一地点では一定の捕獲種数を確保した。2022 年も 7 種、204 頭と多数固体を捕獲した。2023 年は基本 6 種をすべて確保し、全体で 8 種 137 頭と安定した種類を提供する。特に、三溪園の近くにあって、チョウトンボの生息地に隣接するため、この種を安定してみることができ。臨海部の生息地なき後、チョウトンボの重要な生息地となっている。

表 4 内陸 2 池 2023 年までの種類別捕獲状況

トンボの種類	三ツ池													ニツ池													
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
①シオカラトンボ	22	131	111	96	64	58	76	125	99	71	76	80	114	6	39	21	45	18	22	44	169	53	238	48	149	164	
②ウスバキトンボ	10	15	49	34	58	70	30	85	13	7	16	5	14			4		3	1	2	2	1	1	9	7	11	
③ショウジョウトンボ	3	4	23	22	19	2	8	5	11	8	7	4	4	10	3	7	4	2	8	13	15	9	8	12	14	13	
④ギンヤンマ	1	1	1				6	2	2	5	3	1		1	2	9	1	2	12	15	16	15	25	23	22	7	
⑤チョウトンボ	6	11	16	15	2	2	3	10	10	18	24	37		71	96	24	13	12	31	29	6	13	62	39	40	62	
⑥オオシオカラトンボ	30	20	26	11	11	22	21	14	27	29	18	23	30	4	6		1	1	3	4	2	3	3		4	1	
⑦クロスジギンヤンマ														1													
⑧コシアキトンボ	14	1								6	6	11	8	49	8	10	5	2	4	22	7	21	25	20	17	8	
⑨ナツアカネ																											
⑩ノシメトンボ																											
⑪コノシメトンボ					2												1				1						
⑫ネキトンボ												1									1						
⑬アキアカネ	1											1												1			
⑭リスアカネ														7	2	5	1		6							16	
⑮ハラビロトンボ							1																				
⑯マイコアカネ																											
⑰マルタンヤンマ																											1
⑱ウチワヤンマ	1									2		5	8	2					1	1	6	9	15	5	10	13	
⑲オオヤマトンボ											2	11	7										1	7	1	7	
⑳ヤブヤンマ																											
オニヤンマ																											
アオヤンマ		2			2	1	1		1	4			1														
アオヤンマ														1	1												
コフキトンボ										2						2	2	1		1	7	4	5	6	5	7	1
タイワンウチワヤンマ											3	27	44									2	13	27	30	39	
㉑マユタテアカネ																											4
個体数	88	185	226	178	45	155	143	234	163	144	150	191	268	152	159	83	72	40	89	138	228	131	397	196	321	327	
種類数	9	9	6	5	7	6	7	6	6	10	10	10	11	10	9	9	9	7	10	10	10	10	10	11	11	13	12

①～㉑は過去、臨海部で捕獲されている種、マルナンバが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

トンボの種類	高田池									SMS									東横フ									本牧									富岡	
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2023		
①シオカラトンボ	4	2	1	11	25	13	10	23	19			3	6	19	21	74	79	64	42	7	14	15	3	11	10	21	26	21	27	85	98	62	110	46	126	58	54	
②ウスバキトンボ	1			1	2				2	1	1	9		5	3	5	1	12		6	7	8	1	1	1	9	2	2	14	44	11	14	2	3	50	53	31	
③ショウジョウトンボ				1									2										4															
④ギンヤンマ									3																													
⑤チョウトンボ									2																													
⑥オオシオカラトンボ	2	4	2	6	11	4	3	3	4			1	1	2	6	7	8	6	2																			
⑦クロスジギンヤンマ																																						
⑧コシアキトンボ			1			3																																
⑨ナツアカネ																																						
⑩ノシメトンボ																																						
⑪コノシメトンボ				1																																		
⑫ネキトンボ																																						
⑬アキアカネ																																						
⑭リスアカネ				1					1	1																												
⑮ハラビロトンボ																																						
⑯マイコアカネ																																						
⑰マルタンヤンマ																																						
⑱ウチワヤンマ																																						
⑲オオヤマトンボ																																						
⑳ヤブヤンマ																																						
オニヤンマ																																						
アオヤンマ																																						
アオヤンマ																																						
コフキトンボ																																						
タイワンウチワヤンマ																																						
㉑マユタテアカネ																																						
個体数	7	7	5	19	41	18	15	30	26	1	5	18	21	32	84	92	71	57	13	23	27	4	13	15	39	51	30	53	152	122	88	139	73	204	137	123		
種類数	3	3	4	4	4	3	3	4	4	1	5	3	2	3	3	3	3	4	2	4	3	2	3	3	3	5	3	4	6	5	4	5	7	7	8	5		

大空の覇者、首都圏の空を制覇か

トンボ目が都心の空を横臥していることは、なんともいっても標識による直接飛翔により確認されることが一番の証拠となる。すでに本「トンボはドコまで飛ぶかフォーラム」は、本調査 20 年間に於いて、京浜地区を中心に 30 件、10 種のトンボ目において、移動、確認の証明をしてきた (田口, 2023)。こうした標識法による移動確認は、実験生態学の重要な方法の 1 つであり、個体群生態学における中心的手法と言ってもよい。

個体群の動態を直接つかむ一番の研究戦略でもある本標識調査で明らかになった移動は、2023 年度はウチワヤンマ 1 件 (写真 1) とシオカラトンボとショウジョウトンボの 3 件である。

今回特に注目されるべきものは、二ツ池から足立区舎人公園 (写真 2) までのウチワヤンマの移動確認であった。その距離は 32.6 km と長く (図 2)、いままで本調

査では最長であったウスバキトンボ入船公園から夢見ヶ崎動物公園までの距離が 6.2 km あったことより、なんと 5 倍近くとなっている。また、夢見ヶ崎公園のものがウスバキトンボと、もともと移動性の高いトンボであることを考えれば、なおさらのことだと言える。さらに興味深いのは、直線にすると首都圏のほぼ真ただ中を突っ切っていること、また、多摩川、新宿御苑、皇居、荒川、豊島園と、舎人公園までに、オオシオカラトンボ (田口ら, 2021) など小型のトンボでも飛び渡る水域が 5 ~ 10 km 間隔で点在し、コリドーのようになっていることだ。今後の調査年では、調査後、こうした池へも調査員を派遣するのもよいかもかもしれない。この場合は、捕獲せずとも、望遠鏡などの観察で十分である。

これからの夢が広がる結果と言える。

シオカラトンボ	♂	捕獲標識放逐場所	2023 年 8 月 19 日	二ツ池	再捕獲場所	同年 8 月 29 日	鶴見区中央 2 丁目	再確認者	稲田巧氏	移動距離	3.1 km
ウチワヤンマ	♂	捕獲標識放逐場所	2023 年 8 月 20 日	二ツ池	再捕獲場所	同年 8 月 30 日	足立区舎人公園	再確認者	渡辺浩氏	移動距離	32.6 km
ショウジョウトンボ	♀	捕獲標識放逐場所	2023 年 9 月 10 日	貨物線の森	再捕獲場所	同年 9 月 30 日	JFE トンボみち	再確認者	工藤祥真氏	移動距離	1.4 km



写真 1 二ツ池から舎人公園への移動が確認されたウチワヤンマ (撮影: 渡辺浩氏)



写真 2 足立区の舎人公園の池



図 2 ウチワヤンマの移動距離と経路
横浜市の「二ツ池」8/20 → 8/30 足立区舎人公園

引用文献

- 田口正男 (1997) トンボの里 - アカトンボからみた谷戸の自然. 信山社.
 田口正男ら (2021) 横浜市京浜臨海部トンボ池群におけるオオシオカラトンボ成虫の定住性と移動性. TOMBO, 63 : 38-47.
 田口正男 (2023) 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 X X. 2022 年度間活動の活動結果、及び 20 年間のシチズンサイエンスの歩みと成果. どうする京浜の森の 2030 年に向けて, 2022 年度活動報告書, 19-26.
 東 昭 (1986) 生物・その美しい動き. 共立出版株式会社..
 椿 宜高 (1999) 翅の色は何を語るか~カワトンボが色づくとき~. インセクトリウム, 36 : 96-102.
 岡島秀治 (2015) 4 億年を生き抜いた昆虫. ベスト新書.