

第16回「科学の芽」賞 応募用紙

受付番号 : SJ0142
応募部門 : 中学生部門
応募区分 : 個人応募
題名 : 茨城県のトンボの体色変化 トンボの研究パート11
学校名 : 茨城県 つくば市立手代木中学校
学年 : 1年生
代表者名 : 井上 善超

※ 個人情報保護のため、入力された項目から抜粋して出力しています。

茨城県のトンボの体色変化

トンボの研究パート11

つくば市立手代木中学校 1年 井上善超

1. 動機

昨年までの研究において茨城県内でトンボの調査を8年間続け、絶滅危惧種を含む73種のトンボ、ヤゴと羽化殻47種を採取し、飼育して38種の羽化観察を行った。昨年はヤゴの成長過程および羽化期間について調べ、それぞれ種によって著しく異なっていることがわかった。

トンボは昼行性で、頭部の大部分を占める大きな複眼を持ち、視覚で相手を認識している。そのため、赤色、青色、緑色、黄色など鮮やかな体色をもつ種類が多く存在し、雌雄や近縁種間でも体色が大きく異なっている。また、同種でもオスそっくりの色や模様を持つオス型のメスが見られる種も多い。これらの体色の多様性に加えて、トンボは一つの個体が成虫になってからの成熟度合によって体色を大きく変化させる。この変化は種の同定を困難にするが、他の多くの昆虫には見られないとても美しく魅力的な特徴である。これまでの8年間、季節を通してトンボを採取し、撮りためてきたトンボ写真は2000枚を超える。

そこで、今年にはトンボの体色の雌雄の違いとそれが変化する様子を追いたいと思い、昨年までと同様にトンボを採取し、体色が変わっていく様子がみられる日付をチェックして、その変化のパターンについて調査しようと思った。また、今年を含めて9年間のトンボ写真を画像解析して、色抽出処理を試み、その定量的評価を検討しようと考えた。



8月11日 緒川にて

2. 目的

これまでの9年間に採取したトンボの出現時期の経時的変化を追い、採取時の写真2188枚を用いて画像解析を行うことによって、成虫のトンボの体色の雌雄による違いとそれが変化する様子について種ごとに探求したい。

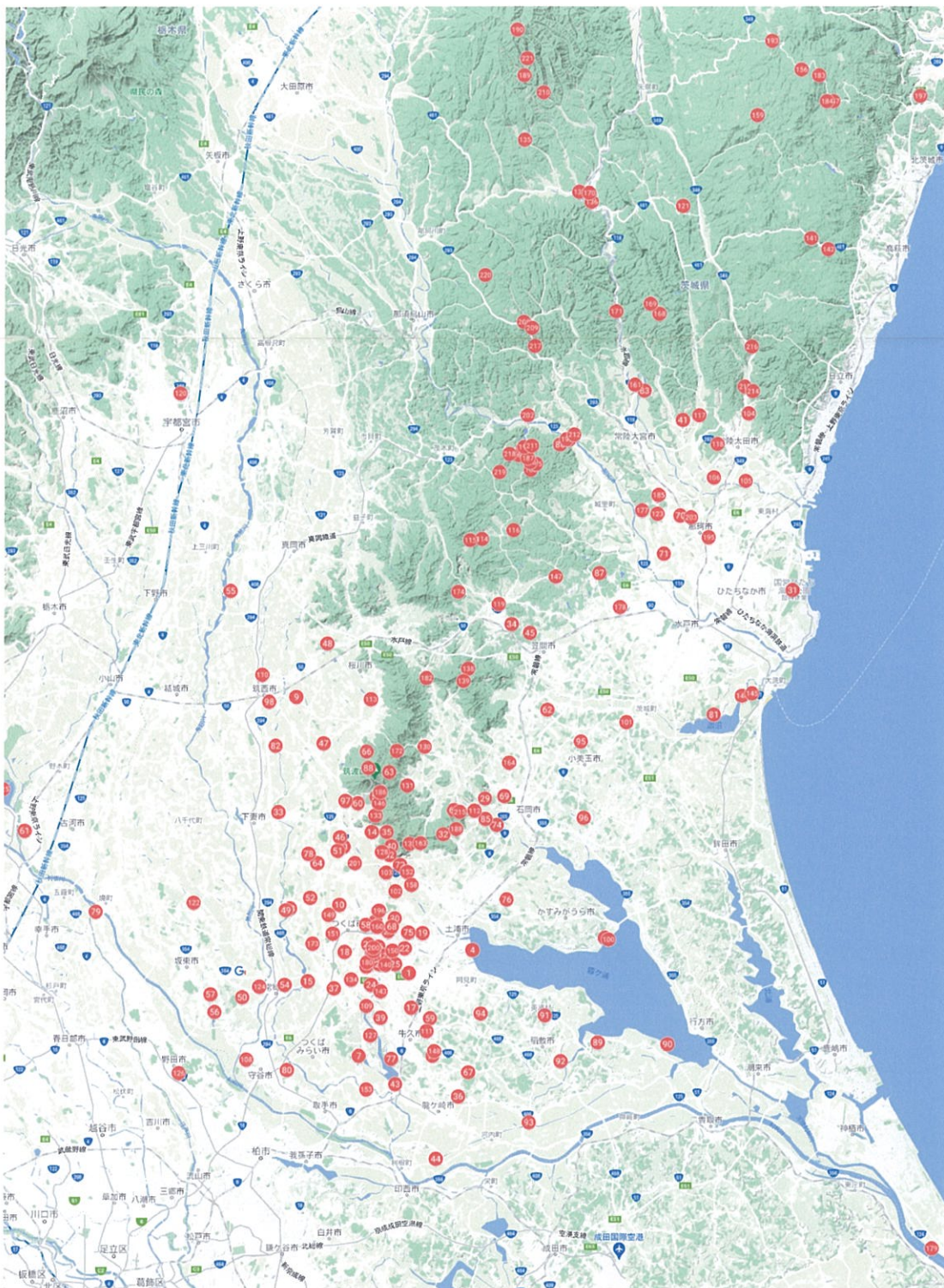
また、希少種は出来るだけ発生を確認し、絶滅危惧種については引き続き観察したい。ヤゴを飼育し、羽化を観察したことのない種の羽化を観察したい。(継続調査)

3. 方法

1) トンボおよびヤゴの調査方法

2013年から今年2021年までの9年間、221ヶ所に行き、トンボとヤゴおよびヤゴの羽化殻を採取したが、そのうち茨城県外15ヶ所を除く206ヶ所について検討を行った(図1)。採取には5mおよび3mの竿と60cmおよび45cm口径の捕虫網を使用した。

1.土浦市中村西根	30.つくば市東岡	57.坂東市神田山	81.茨城町中石崎	109.つくば市若栗
2.5.6.12.20.23.26.181.	31.ひたちなか市阿字ヶ浦町	58.つくば市春日	82.筑西市飯田	110.筑西市小林
200.つくば市松代	32.かすみがうら市雪入	59.111.牛久市下根町	83.常陸大宮市辰ノ口	113.桜川市真壁町原方
3.つくば市天久保	33.下妻市筑波島	60.つくば市沼田	85.かすみがうら市中志筑	114.115.城里町下赤沢
4.土浦市大岩田	34.119.笠間市笠間	61.古河市鴻巣	86.99.192.城里町御前山	116.城里町小勝
7.つくばみらい市神生	35.つくば市山口	62.笠間市押辺	87.水戸市全隈町	117.常陸太田市芦間町
8.かすみがうら市坂	36.龍ヶ崎市中里	63.131.石岡市小幡	89.稲敷市古渡	118.常陸太田市新宿町
9.筑西市桑山	37.つくば市下萱丸	64.つくば市大久保	90.稲敷市浮島	121.大子町高柴
10.つくば市遠東	38.49.つくば市上郷	65.112.215.石岡市半田	91.美浦村宮地	122.坂東市沓掛
11.129.つくば市二の宮	39.つくば市高崎	66.88.桜川市真壁町羽鳥	92.稲敷市江戸崎	123.那珂市戸
13.つくば市藤本	40.42.128.つくば市小田	67.龍ヶ崎市泉町	93.稲敷市中山	124.常総市豊岡町
14.つくば市北条	41.常陸太田市岩手町	68.つくば市花室	94.阿見町吉原	127.つくば市下岩崎
15.つくばみらい市福岡	43.龍ヶ崎市佐貫町	69.石岡市鹿の子	95.小美玉市先後	130.石岡市小屋
16.つくば市小野崎	44.利根町中谷	70.203.那珂市鴻巣	96.小美玉市中延	132.土浦市東城寺
17.牛久市ひたち野西	45.笠間市平町	71.水戸市下国井町	97.つくば市上菅間	133.つくば市神郡
18.つくば市御幸が丘	46.つくば市水守	72.つくば市大形	98.筑西市下中山	134.つくば市谷田部
19.土浦市栄塚	47.筑西市宮山	73.148.牛久市結束町	100.かすみがうら市田伏	135.大子町左貫
21.つくば市山木	48.桜川市上野原地新田	74.かすみがうら市下志筑	101.茨城町奥谷	136.170.大子町池田
22.つくば市並木	50.常総市坂手町	75.つくば市吉瀬	102.つくば市上野	137.大子町大子
24.143.つくば市観音台	51.つくば市和台	76.土浦市菅谷町	103.つくば市栗原	138.笠間市本戸
25.つくば市稲荷前	52.つくば市緑ヶ原	77.牛久市城中町	104.常陸太田市里野宮町	139.石岡市太田
27.140.つくば市小野川	53.186.つくば市筑波	78.つくば市西高野	105.常陸太田市落合町	141.高萩市中戸川
28.つくば市竹園	54.常総市相野谷町	79.五霞町山王	106.常陸太田市島町	142.高萩市秋山
29.石岡市染谷	56.常総市大塚戸町	80.守谷市本町	108.守谷市緑	144.大洗町神山町



- 145.大洗町大貫町
- 146.つくば市臼井
- 147.笠間市大橋
- 148.つくば市酒丸
- 150.つくば市千現
- 151.つくば市島名
- 152.土浦市田宮
- 153.取手市櫛木
- 156.193.北茨城市関本町小川
- 157.184.北茨城市華川町花園
- 158.土浦市高岡
- 159.常陸太田市里川町
- 160.つくば市吾妻
- 161.常陸大宮市岩崎
- 162.166.167.187.191.常陸大宮市下伊勢畑
- 163.土浦市小野
- 164.石岡市半ノ木
- 165.219.城里町塩子
- 168.169.常陸大宮市諸沢
- 171.常陸大宮市盛金
- 172.石岡市上曾
- 173.つくば市下別府
- 174.笠間市片庭
- 175.城里町錫高野
- 176.城里町孫根
- 177.那珂市大内
- 178.水戸市大塚町
- 179.神栖市矢田部
- 180.つくば市上横場
- 182.桜川市木植
- 183.北茨城市関本町才丸
- 185.那珂市古徳
- 188.かすみがうら市上佐谷
- 189.190.221.大子町上野宮
- 195.那珂市菅谷
- 196.つくば市天久保
- 197.北茨城市関本町関本上
- 201.つくば市若森
- 202.常陸大宮市長倉
- 208.220.常陸大宮市鷺子
- 209.常陸大宮市高部
- 212.常陸大宮市野口
- 213.常陸太田市町屋町
- 214.常陸太田市春友町
- 216.日立市東河内町
- 217.常陸大宮市小舟
- 218.常陸大宮市楡山

図 1. 2013-2021 年の茨城県内におけるトンボの採取確認地点

採取したトンボおよびヤゴと羽化殻の種を図鑑(「日本のトンボ改訂版」、「ヤゴハンドブック」尾園暁ら)で調べ、トンボは胸部がわかるように横から、ヤゴは上から写真を撮って標本を作った。ヤゴを採取する時に翅芽の長さが腹部の第 4 節以上にかかるものを終齢幼虫と判断し、それを持ち帰って飼育した。羽化したトンボとその羽化殻を標本にした。絶滅危惧種はともに最新の環境省レッドリスト 2020、茨城県レッドリスト 2016 に登録されているものを参考にした。

2013 年から 2021 年の 9 年間にかけて採取したトンボ 10072 匹について採取した日付を記録し、各トンボの種において週ごとに区切って採取数を数えた。

2) トンボの画像解析処理方法

まず、原画像からトンボの婚姻色を抽出するために、原画像において三原色の分離を行い、各色の輝度を抽出した。Red の画像なら、赤の波長を多く含むところほど輝度が高く、赤の波長が少ないところほど輝度が低く示される。この情報を用いて領域分割を行う際に、単純に Red の輝度のみからしきい値を設定すると、黄や紫色の領域まで抽出されるので、Red の輝度から Green と Blue の輝度を引くことで、赤色のみを抽出することができる。同様に緑、青色についても輝度を抽出し、黄色については Red から Blue の輝度を引いたものから、抽出した Red の輝度を引いた。例としてアキアカネの写真の原画像(A)から赤色、緑色、青色、黄色各色を抽出した画像を示した(図 2)。アキアカネでは全ての画像で黄色が多く抽出され、他は赤色のみが一部の画像で抽出された。緑色および青色は全ての画像で抽出されなかった。このことから、アキアカネの婚姻色を赤色と定めた。

次に、測定領域を指定して比較解析を行うために、抽出した各色の輝度のしきい値を全ての画像で 32-255 に設定した。二値

化された指定領域の面積を定量し、赤、緑、青、黄色各色の全色に対する面積比率を算出した。採取日に対する各色の面積比について Pearson の相関係数を用い、 r 値 $> \pm 0.7$ あるいは、Fisher の有意性検定 p 値 < 0.05 で強い相関関係があると判定した。すべての画像解析処理はオープンソースのソフトウェア ImageJ (Version 1.53k Java 1.8.0_172 2021-07-06) のパッケージ Fiji を用いて、マクロをプログラミングして行った。

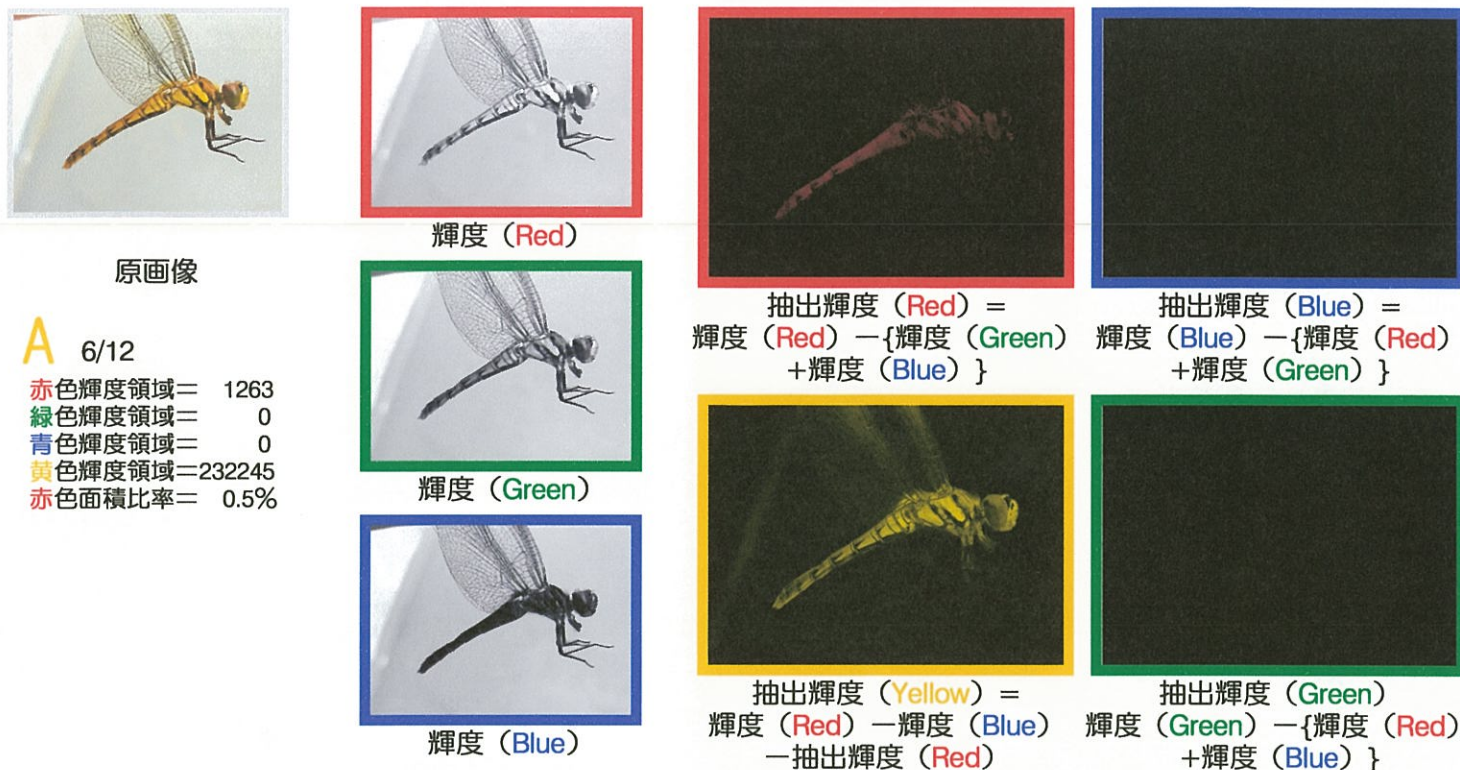


図 2. アキアカネ写真画像における三原色の分離と赤、緑、青、黄色 4 色の抽出

4. 結果

1) 今年採取したトンボ、ヤゴおよび羽化殻、羽化観察(継続調査)

今年初めて採取することができたトンボ種はリスアカネ(茨城県:絶滅危惧Ⅱ類)とエゾトンボで、9年間では昨年まで採取した73種に2種加え75種を採取した。また、今年初めて採取することができたヤゴおよび羽化殻はヨツボシトンボおよびオゼイトトンボ(茨城県:準絶滅危惧種)、ミヤマサナエおよびオオイトトンボで、9年間ではヤゴ52種、羽化殻55種を採取した(図3)。

これまでに確認していた希少種のうちコバネアオイトトンボ(環境省:絶滅危惧ⅠA類/茨城県:絶滅危惧ⅠB類)、オオモノサシトンボ(環境省/茨城県:絶滅危惧ⅠB類)、ナゴヤサナエ(環境省:絶滅危惧Ⅱ類/茨城県:準絶滅危惧)、キロサナエ、アオハダトンボ、モートンイトトンボ(環境省/茨城県:準絶滅危惧)は今年も存在を確認することが出来た。しかし、キロヤマトンボ(環境省:準絶滅危惧/茨城県:絶滅危惧Ⅱ類)、マダラヤンマ(環境省/茨城県:準絶滅危惧)、ヒメアカネ、オツネイトンボ

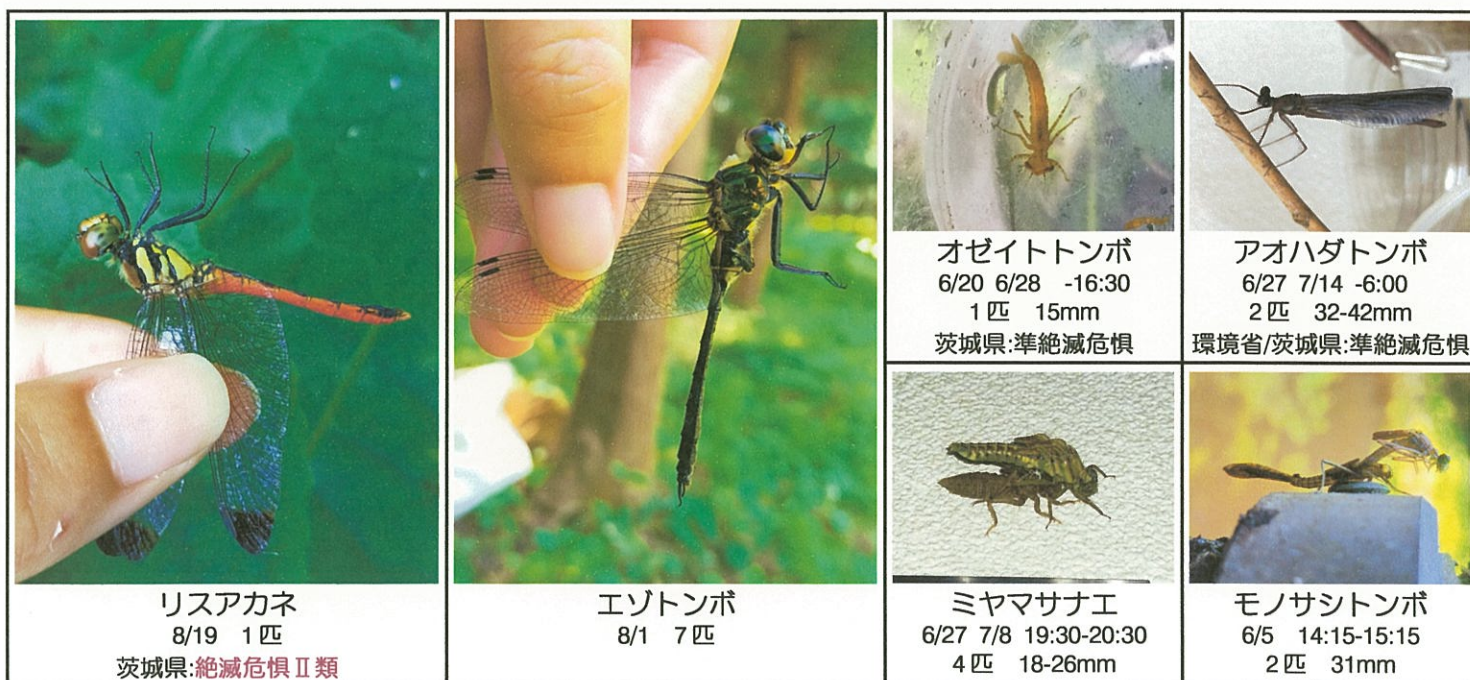


図 3. 今年採取したトンボとヤゴの様子

(茨城県:絶滅危惧Ⅱ類)は今年存在を確認することが出来なかった。

また、47匹飼育したうち、33匹が羽化した。まだ2匹を飼育中である。今年初めて羽化を観察できた種はアオハダトンボ(環境省/茨城県:準絶滅危惧)、オゼイトンボ(茨城県:準絶滅危惧)、ミヤマサナエ、モノサシトンボで、9年間で43種を確認した。

2) 9年間における週ごとのトンボの出現数

9年間における週ごとのトンボの出現数を示した(表1)。年間を通してたくさんの種で未成熟のトンボを確認し、体色変化を追

		環境省2020	茨城県2016	3/21	28	4/4	11	18	25	5/2	9	16	23	30	6/6	
不均翅亜目	ムカシトンボ科	ムカシトンボ	準絶滅危惧	1	2		6	6	13		3					
	ヤンマ科	サラヤンマ		準絶滅危惧									6	3	1	
		コシボソヤンマ														
		ミルンヤンマ														
		アオヤンマ	準絶滅危惧	準絶滅危惧								1	8	2	5	
		カトリヤンマ														
		マルタンヤンマ														
		ヤブヤンマ														
		マダラヤンマ	準絶滅危惧	準絶滅危惧												
		オオルリボシヤンマ														
		ルリボシヤンマ		準絶滅危惧												
	サナエトンボ科	ギンヤンマ											1	3	5	5
		クロスジギンヤンマ							2	7	11	3	13	10	5	
		ウチワヤンマ											2	1	1	8
		コオニヤンマ												1	5	3
		オナガサナエ												1	2	2
		アオサナエ						3	2	2	2	2	8			7
		クロサナエ			2		2		3	2						7
		ダビドサナエ						1	5							1
ヒメクロサナエ				2		3	1	3	2	11	3					
ヒメサナエ												1	2	1	1	
オシロサナエ														2	1	
コサナエ					1	3	1	3	4	4						
ミヤマサナエ																
ナゴヤサナエ		絶滅危惧Ⅱ類	準絶滅危惧													
ホソサナエ	準絶滅危惧	準絶滅危惧	3	3				11	12	13	10	2	2			
キイロサナエ								1	1							
ヤマサナエ						1	5	10	6	5	13	20	7			
ムカシヤンマ科	ムカシヤンマ										2	2	11	1		
オニヤンマ科	オニヤンマ												1	2		
エソトンボ科	トラフトンボ		準絶滅危惧	1			3	10	7	10	3	1	2			
	エソトンボ															
ヤマトンボ科	オオヤマトンボ									3		11	4	4	8	
	キイロヤマトンボ	準絶滅危惧	絶滅危惧Ⅱ類											1	1	
トンボ科	コヤマトンボ									2	1	2	4	5	3	
	チョウトンボ														2	
	ナツアカネ															
	リスアカネ		絶滅危惧Ⅱ類													
	ノシメトンボ													2		
	アキアカネ													3	8	
	コノシメトンボ		準絶滅危惧											1		
	ヒメアカネ		絶滅危惧Ⅱ類													
	マユタテアカネ															
	マイコアカネ															
	ミヤマアカネ		準絶滅危惧													
	ネキトンボ		準絶滅危惧													
	コシアキトンボ											6	5	18	29	
	コフキトンボ									1	3	5	5	5	7	
	ショウジョウトンボ										2	9	20	12	15	
	ウスバキトンボ															
	ハラビロトンボ		準絶滅危惧				1		7	4	14	30	2	16		
シオカラトンボ					1	17	28	8	20	34	38	31				
シオヤトンボ				6	10	20	59	16	11	33	22	13				
オオシオカラトンボ											1	2	11	14		
ヨツボシトンボ		準絶滅危惧						2	2	7		8	5			
カワトンボ科	ニホンカワトンボ		準絶滅危惧	1	4	4	35	65	27	29	23	16	9			
	アオハダトンボ		準絶滅危惧							3	4	5	1			
	ミヤマカワトンボ								2	1	2	6	4	4		
	ハグロトンボ												5	5		
アオイトトンボ科	オツネイトンボ		絶滅危惧Ⅱ類	3												
	ホソミオツネイトンボ			3				31	20	12		20	5	6		
	アオイトトンボ												1			
	オオアオイトトンボ													4		
モノサシトンボ科	コパネアオイトトンボ	絶滅危惧ⅠB類	絶滅危惧ⅠA類													
	モノサシトンボ											2	8	4		
イトトンボ科	オオモノサシトンボ	絶滅危惧ⅠB類	絶滅危惧ⅠB類									1		1	8	
	キイトンボ		準絶滅危惧												1	
	オゼイトンボ		準絶滅危惧													
	クロイトンボ					2	6	19	11	24	28	13	8			
	セスジイトンボ		準絶滅危惧													
	オオイトンボ										3	2	3	2		
	ムスジイトンボ		準絶滅危惧						1			5	1	2		
	モートンイトンボ	準絶滅危惧	準絶滅危惧											12	3	
アオモンイトンボ							8	14	5	15	11	15	12			
アジアイトンボ				3	2	7	17	44	2	10	1	2	1			

：未成熟(羽化したてか、体色が変化して

13	20	27	7/4	11	18	25	8/1	8	15	22	29	9/5	12	19	26	10/3	10	17	24	31	11/7	14	21	28	12/5	合計		
1	1	2																									31	
																												14
																												7
																												50
																												40
																												23
																												8
																												8
																												12
																												28
																												9
																												348
																												62
																												177
																												69
																												54
																												31
																												17
																												7
																												25
																												16
																												14
																												17
																												8
																												10
																												56
																												2
																												74
																												18
																												359
																												37
																												7
																												145
																												6
																												37
																												187
																												769
																												1
																												873
																												691
																												17
																												1
																												138
																												86
																												15
																												26
																												416
																												211
																												248
																												226
																												90
																												1141
																												193
																												279
																												24
																												250
																												41
																												112
																												305
																												5
																												129
																												79
																												176
																												68
																												104
																												54
																												87
																												17
																												213
																												1
																												89
																												64
																												33
																												318
																												469

いない)のトンボがいた場合

：体色が移り変わる途中のトンボがいた場合

表 1. 9年間における週ごとのトンボの出現数

うことができた。その期間は種によって様々で、シオカラトンボやショウジョウトンボ、イトトンボ科などでは8週間程と短く、年に数回未成熟の期間が見られた。ナツアカネやアキアカネなどアカネ属では11から15週間と長く、3ヶ月間もの長い間、未成熟間に体色が移り変わる途中のトンボを採取することが出来た。

3) トンボの体色変化のパターン







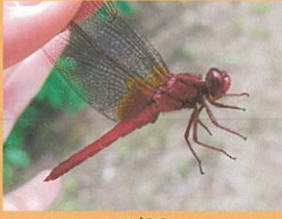
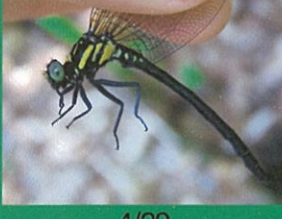















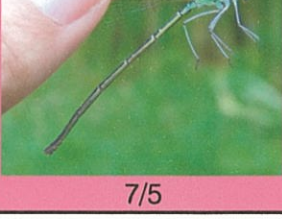
 7/8	 8/22	 9/10	 10/18	①オスが黄色から赤色 ←マイコアカネ ナツアカネ ノシメトンボ アキアカネ コノシメトンボ マユタテアカネ ミヤマアカネ ネキトンボ
 7/26	 6/27	 5/29		②オスがオレンジ色から赤色 ←ショウジョウトンボ ウスバキトンボ
 4/29	 5/21	 6/5		③オスが黄色から緑色 ←クロサナエ ウチワヤンマ コオニヤンマ アオサナエ ヒメサナエ コサナエ ホンサナエ ヤマサナエ
 5/31	 5/31	 6/16	 8/28	④オス黄色から青色 ←オオシオカラトンボ コフキトンボ ハラヒロトンボ シオカラトンボ シオヤトンボ
 5/28	 6/9			⑤オスが黄色から白色 ←コシアキトンボ
 7/23	 3/27	 5/11		⑥オスとメスが茶色から水色 ←ホソミオツネトンボ
 5/14	 6/17	 7/15		⑦メスがオレンジ色から黄緑色 ←アシアイトトンボ モノサシトンボ モートンイトトンボ アオモンイトトンボ
 6/18	 7/5			⑧メスがピンク色から黄緑色 ←オオモノサシトンボ

図 4. トンボの体色変化のパターン

トンボの体色変化について写真画像から8通りに分類し、図4.に示した。①マイコアカネ、②ショウジョウトンボ、③クロサナエ、④オオシオカラトンボ、⑥ホソミオツネトンボ、⑦アジアイトトンボは色が移り変わる途中の個体が採取でき、それを写真に撮ることが出来た。トンボの種類別にみると体色変化のパターンはオスのみが黄色から変化するもの(①赤色、③緑色、④青色、⑤白色)と、オレンジ色から変化するもの(②赤色)が多かった。他には一部のイトトンボでメスがオレンジ色やピンク色から黄緑色に変化したり、オスとメス両方も茶色から水色に変化したりする場合があった。

4) トンボ写真における画像解析

トンボ写真から画像解析処理を行って、各トンボ種の婚姻色を抽出し、図4.で得た8種類の変化パターン別に例を挙げた(図5)。二値化した各画像から各色に対する婚姻色の面積比率を算出し記載した。婚姻色が赤、緑色(B、C、D)は成熟が進んでも黄色の領域を残しているが、青、白色(E、F、G)は成熟が進むと黄色を全く抽出しなくなった。オレンジ、ピンク色から黄緑色になる(H、I)は赤と緑色のどちらかが抽出された。



B 10/8
 ①アキアカネ
 赤色輝度領域=134485
 黄色輝度領域=256100
 赤色面積比率= 34.4%



C 8/12
 ②ウスバキトンボ
 赤色輝度領域= 37522
 黄色輝度領域=212417
 赤色面積比率= 15.0%



D 5/18
 ③アオサナエ
 緑色輝度領域= 8330
 黄色輝度領域=285881
 緑色面積比率= 2.8%



E 8/10
 ④シオカラトンボ
 青色輝度領域=130337
 黄色輝度領域= 0
 青色面積比率= 100%



F 7/25
 ⑤コシアキトンボ
 青色輝度領域= 35612
 黄色輝度領域= 0
 青色面積比率= 100%



G 7/10
 ⑥ホソミオツネトンボ
 青色輝度領域= 86965
 黄色輝度領域= 0
 青色面積比率= 100%



H 8/16
 ⑦アオモンイトトンボ
 赤色輝度領域= 16125
 緑色輝度領域= 0
 黄色輝度領域=133526
 赤色面積比率= 10.8%



I 6/27
 ⑧オオモノサシトンボ
 赤色輝度領域= 0
 緑色輝度領域= 193
 黄色輝度領域= 37077
 緑色面積比率= 0.01%

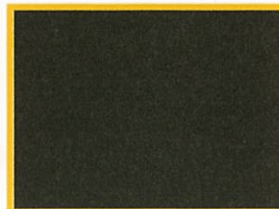
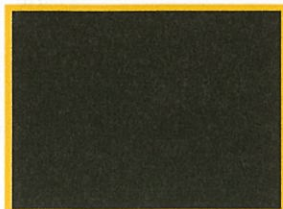
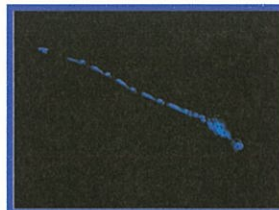


図5. トンボ写真画像における婚姻色の抽出

5) トンボの婚姻色の面積比率と採取日の関係

ナツアカネについて、採取した日付が異なる4つの原画像(J、K、L、M、N)から赤色と黄色を抽出した画像を図6.に示した。また、抽出した婚姻色(赤色)の全色に対する面積比率と採取日との関係を図7.に示した。オスは $r=0.83$, $p<0.00001$ のとても強い相関が認められた。メスも同様に抽出した赤色の全色に対する面積比率を算出し、採取日との関係を調べたが、有意な相関は認められなかった。

他のトンボ種についても婚姻色の面積比率と採取日との関係を検討し、それぞれの婚姻色で図をプロットした(図8)。有意的

に相関があったのは、婚姻色が赤色の①アキアカネ、①マコタテアカネ、マイコアカネ、コシメトンボ、②ウスバキトンボ、緑色の③ヤマサナエ、アオサナエ、コオニヤンマ、コサナエ、ナゴヤサナエの10種であった。黄色と赤色が抽出される種類と、黄色と緑色が抽出される種類が多く、 $r=0.70\sim 0.89$, $p < 0.0005\sim 0.05$ の強い相関が得られた。メスは緑色のヤマサナエで相関があった以外、他の種では認められなかった。他色の变化パターンでは採取日との間に相関が得られなかった。



J 10/11
赤色輝度領域 = 87260
黄色輝度領域 = 132663
赤色面積比率 = 39.7%

K 9/14
赤色輝度領域 = 57847
黄色輝度領域 = 135362
赤色面積比率 = 29.9%

L 8/17
赤色輝度領域 = 35703
黄色輝度領域 = 142325
赤色面積比率 = 20.1%

M 7/15
赤色輝度領域 = 10545
黄色輝度領域 = 140509
赤色面積比率 = 7.0%

N 8/3
赤色輝度領域 = 988
黄色輝度領域 = 143891
赤色面積比率 = 0.7%

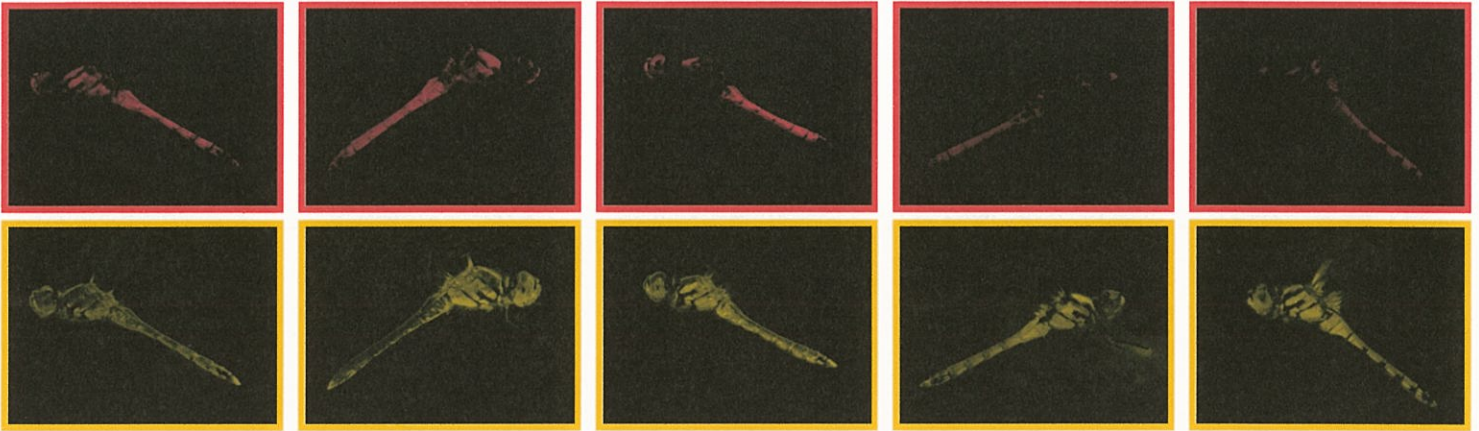


図6. ナツアカネ写真画像における赤、黄色の抽出

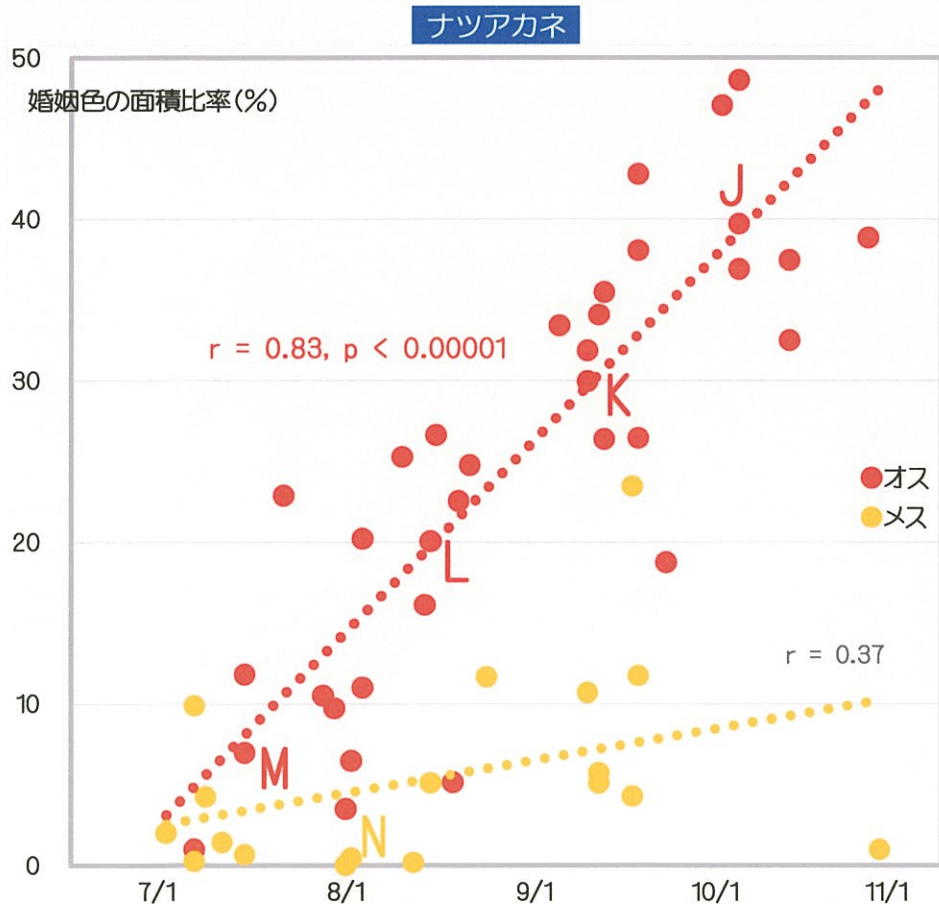
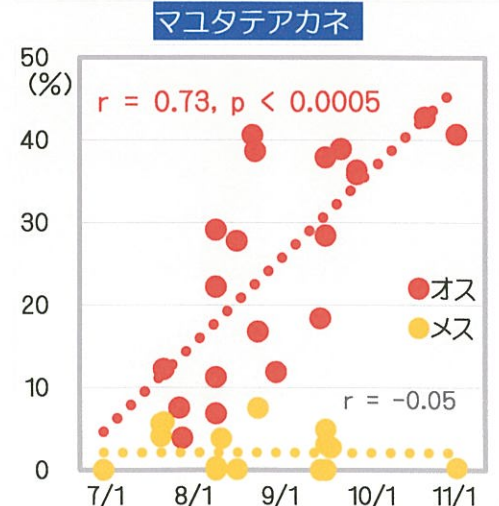
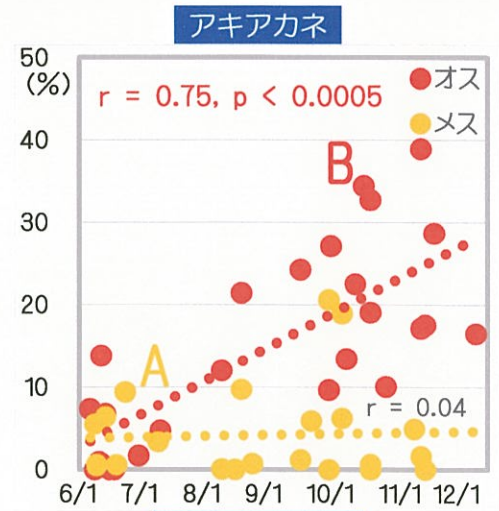
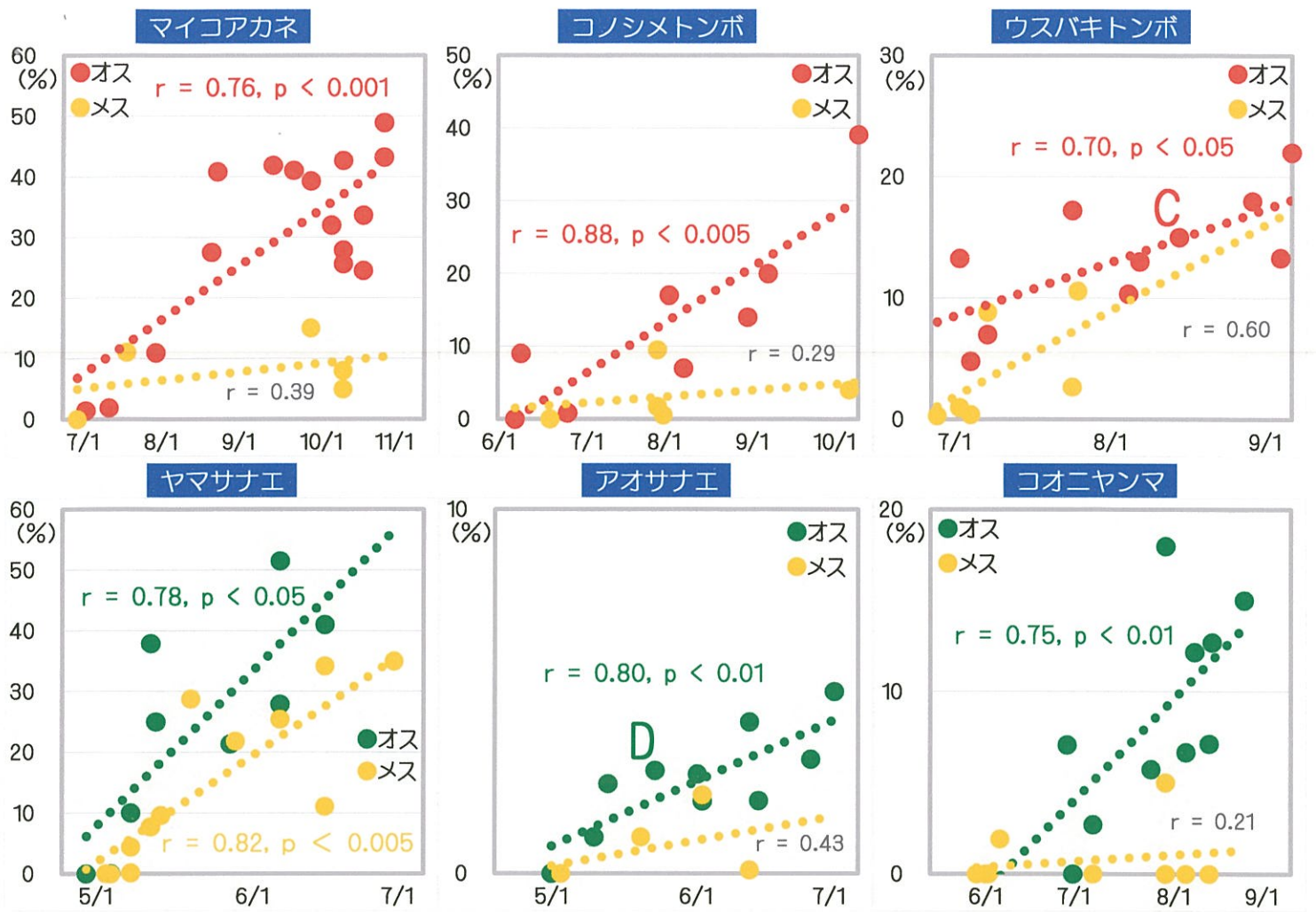


図7. ナツアカネの婚姻色の面積比率と採取日との関係





5. 考察

ウスバキトンボを除くと、相関があったいくつかのトンボ種でオスとメスの近似曲線が羽化した頃に関わるような結果となった。メスは婚姻色の面積比率と採取日との間に相関が見られない種が多かったが、羽化直後はオスもメスも同じような色調で、その後オスだけがどんどん直線的に婚姻色の面積比率が増えていくことがわかった。

赤色を婚姻色とするのは主にアカアカネやナツアカネなどのトンボ科のアカネ属で、黄色っぽい色から鮮やかな赤色への変化が観察でき、ほとんどの種で面積比率が採取日と相関があった。アカネ属は成虫の未成熟期間が長く、6月に羽化して産卵行動を見かけるようになるのは9月半ば以降であるが、その時に急に婚姻色である赤色の面積比率が増えるような傾向はみられなかった。また、赤色への変化に比べて目立ちにくい、黄色から緑色へ変化するのは主にアオヤンマやヤマサナエなどのサナエトンボ科であった。こちらは羽化後1ヶ月以内に産卵を始めるが、まだ黄色の割合が多い頃でも産卵行動を確認することがあった。色の変化は繁殖行動の際のオスとメスの認識や、オス同士の縄張り争いなどに重要と考えられているが、婚姻色の増加が産卵行動のきっかけとなっているようには見受けられなかった。

青色の面積比率については採取日と全く相関がみられなかったが、主に青い色素を持つシオカラ属はオスが成熟すると麦わら色から水色に変化するのを観察できた。シオカラ属は成虫の未成熟期間は1週間程度ととても短く、1年の間に2~3回発生を繰り返しているため、採取日との間には相関がとれなかったと考えられる。同様にコシアキトンボが黄色から白色になるパターン、一部のイトトンボ科がオレンジやピンク色から緑色になるパターンや茶色から水色になるパターンも未成熟の期間が短いと思われる。

8パターンの体色変化を観察し、赤色と緑色の面積比率の増加を評価することが出来た。赤が変化する仕組みについては紫外線のストレスから身を守るためではないかと考えている論文もあるが、緑色になる仕組みはまだよくわかっていない。ヤンマ科では体色ではなく複眼が徐々に青色になっていく種が多いように思った

	係数 r	p 値
オス		
①ノシメトンボ	0.34	0.5
①ミヤマアカネ	0.23	1
①ネキトンボ	0.68	0.1
②ショウジョウトンボ	0.23	0.5
③ウチワヤンマ	0.28	0.5
③オナガサナエ	0.67	0.05
③クロサナエ	0.53	0.5
③ダビドサナエ	0.73	0.5
③ヒメクロサナエ	0.62	0.5
③ヒメサナエ	0.66	0.1
③オジロサナエ	0.34	0.5
③コサナエ	0.85	0.01
③ミヤマサナエ	0.43	0.5
③ナゴヤサナエ	0.89	0.05
③ホンサナエ	0.57	0.05
④コフキトンボ	0.47	0.01
④ハラビロトンボ	-0.14	0.5
④シオカラトンボ	0.10	1
④シオヤトンボ	0.53	0.1
④オシオカラトンボ	0.05	1
⑤コシアキトンボ	-0.04	1
オスとメス		
⑥ホソミオツネトンボ	-0.26	0.5
メス		
⑦モノサシトンボ	0.30	1
⑦モートンイトトンボ	0.37	0.5
⑦アオモンイトトンボ	-0.04	1
⑦アジアイトトンボ	-0.05	1
⑧オオモノサシトンボ	-0.35	0.5

図 8. トンボの婚姻色の面積比率と採取日との関係

が、複眼のみをうまく定量的評価することが難しかった。また、カワトンボ科も構造色が青色から黄色に変化するように思ったが、構造色について画像解析することが難しかった。他はプログラミングしたマクロで評価することが可能だった。全ての体色変化を評価するには別の方法を考える必要がある。

6. 感想

今年も昨年と同様、春は気温が高く日照時間も多めだったが、夏は多雨と猛暑で採取が難しく、緊急事態宣言が出たこともあって採取場所を選ばなければならない必要もあった。昨年から続くコロナ禍で思うように採取が進まず、とてもはがゆかった。

今年には昨年に比べて新しい場所での採取にチャレンジし、新しくリスアカネとエゾトンボを採取することが出来た。リスアカネは絶滅危惧種であり、ちょうど採取 10000 匹目となった。また、エゾトンボの成虫がまだ未成熟期に摂食する場所と成熟期に産卵する場所の 2 箇所を見つけた。これで茨城県で採取出来たトンボの種数は 9 年間で 75 種となり、2 年ぶりに増やすことが出来てとても嬉しかった。茨城県のコンプリートまであと 6 種となったので頑張りたい。

昨年と今年の 2 年間でヤゴおよびトンボの成長と成熟過程を調べ、茨城県におけるヤゴの生育期間、羽化時期および期間、トンボの未成熟期と産卵活動時期などの基礎的な情報をようやく把握することが出来た。図鑑などに載っている全国を対象としたおおまかな情報と、茨城県に限定した情報では食い違っていることもあり、コロナ禍とはいえ実際に足を運んで調査することは大切だと痛感した。昨年までトンボおよびヤゴと水辺の環境との関わりを主なテーマにしてきたが、今年は違ったアプローチをしたことで新しく勉強をし直したことも多くて大変だった。

今年もヤゴを育て、新しく観察できたオゼイトトンボ、アオハダトンボ、ミヤマサナエ、野外で観察できたモノサシトンボを含むいくつかの種の羽化を観察できて嬉しかった。来年はヤゴと水辺の環境の関わりについてさらに研究を深めたい。




6月27日 古徳沼にて



ムカシトンボ
2021.05.03

(参考: 昨秋から今夏に採取した絶滅危惧および希少種)

				
サラサヤマ 2021.07.10	コシボソヤマ 2021.08.11	アオヤマ 2021.05.31	ルリボシヤマ 2020.09.22	ダビドサナエ 2021.05.01
				
ヒメサナエ 2021.07.23	ナゴヤサナエ 2021.07.24	キイロサナエ 2021.05.15	トラフトンボ 2021.05.04	コノシメトンボ 2021.07.24
				
ネキトンボ 2021.08.22	ハラビロトンボ 2021.05.29	ヨツボシトンボ 2021.05.29	アオハダトンボ 2021.07.18	コバネアオイトトンボ 2020.09.22
				
オオモノサシトンボ 2021.05.20	キイトンボ 2021.07.10	オゼイトトンボ 2021.06.20	ムスジイトトンボ 2021.08.22	モートンイトトンボ 2021.06.05