

## わくわく池しらべ (2010 年度)

岩崎 拓・森本 静子 (自然遊学館わくわくクラブ)

### はじめに

貝塚市二色の市民の森公園内の一角にある自然生態園「トンボの池」は、埋立地のため池を復元再生しようという意図のもとにつくられ、自然遊学館わくわくクラブが中心になって、維持管理作業が行われている。その「トンボの池」の現状を把握し、目標とする姿を描くために、2009 年度に泉南地域の他の 3 ヲ所の池を選んで水生生物の調査を行った (岩崎ほか、2011)。その結果、ため池の水生昆虫が豊富になる条件として、①岸辺に抽水植物帯がある、②流れ込みがある、③周囲に林や草むらがある、④天敵が少ない、の 4 項目があげられた。現在のトンボの池では条件①と③はほぼ満たされているが、条件②と④は満たされていない。特に条件④に関しては、アメリカザリガニの除去がうまくいっていない状態である。そのために、春に羽化するトンボ成虫の個体数は低レベルにとどまっている (岩崎、2011)。

2010 年度も昨年度と同じく、トンボの池の水生昆虫が豊富になるための条件を探るために、トンボの池も含めて泉南地域の 4 ヲ所のため池を選んで年 2 回の調査を行い、それらの結果を比較検討した。また、それぞれの池の定量調査で得られた水生昆虫サンプルがどれだけ似ているかを示す類似度指数について考察を行った。

### 調査方法

#### 1. 調査地

2010 年 6 月と 11 月に、①トンボの池 (貝塚市二色)、②たわわの小池 (貝塚市馬場)、③的場池 (阪南市貝掛)、④タコ池 (阪南市箱作) の 4 ヲ所の調査地において (図 1)、自然遊学館わくわくクラブのメンバーと共に現地調査を行った。

トンボの池、たわわの小池、的場池は昨年度も調査を行った池で、本年度は新たにタコ池を調査地に加えた。



図 1. ため池調査を行った地点 (2010年度)

### ① トンボの池（貝塚市二色・市民の森自然生態園）

調査日：2010年6月12日、11月13日

埋立地を掘ってつくられたビオトープ（図2）。面積は約50m<sup>2</sup>（小池側を除いた大池側のみ）。石積みと土の岸の部分があり、砂泥底の上にくっつかの石が配置されている。水深が40cmを越えることは稀である。抽水植物として、貝塚産のアンペライ、ヨシ、カサスゲなどが植えられ維持されている。水中には外来種で浮遊・沈水植物のエフクレタヌキモが生えている。海岸から約60m離れていて、その間には植樹された林が育っている。雨水のみによって維持されていて、水位が下がると地下タンクに貯めた雨水が供給される。晴天であれば、日中いっぱい太陽光が当たる。6月12日の調査は自然遊学館の行事として実施したもので、いったん水を完全に抜いて池さらえをし、水を入れ直してから採集した水生昆虫と水生動物（アメリカザリガニとメダカ以外）を戻した。



図2. トンボの池の景観

### ② たわわの小池（貝塚市馬場・農業庭園たわわ）

調査日：2010年6月10日、11月23日

標高約100mの丘陵地にある雑木林、クリ園などに囲まれた小規模なため池（図3）。面積約120m<sup>2</sup>（地図上で計測）。底質は泥。東側から西側に傾斜し、東側が湿地状になり西側に堤がある。樋（排水するための導管）を開けると西側を流れる柵谷川に排水される（白木、2007）。ほぼ雨水と浸透水で維持されているが、東側斜面からの流れ込みも少しある。



図3. たわわの小池の景観

周囲の高木によって水面に陽が当たらない時間帯がある。抽水植物として、ガマ、イ、アブラガヤ、ヒメシロネ、ナガエミクリが生えている。また11月23日には、植栽されたハスからレンコンを収穫した。

周囲の雑木林は主にクヌギによって構成されていて、池底の泥はそれらの落葉由来と思われる。11月23日の調査では、樋を開けて水を排出し、狭くなった水域に採集した水生昆虫と水生動物を戻した。なお、調査はたわわ農事組合の許可を得て行った。

### ③ 的場池（阪南市貝掛）

調査日：2010年6月8日、11月9日

標高約30mの丘陵地にある谷筋の一方（北西側）をせき止めて造られたため池（図4）。面積約

900m<sup>2</sup> (地図上で計測)。底質は泥。谷筋の上流側から水路が引かれ、流水が流れ込む。流水が流れ込む場所は、上流側ではなく堰に近い箇所である。谷筋の奥には浸透水が浸み出し湿地状になっている。抽水植物としては、ヨシ、キシユウスズメノヒエが目立ち、ナガエミクリやミズオオバコなどが生えている。流れ込みがあり、キシユウスズメノヒエ群落がある場所で主に採集を行った。池の周りにはヤダケが目立つ一角があるほか、多様な樹種から構成された周囲の雑木林の一部ではモウソウチクの侵入が見られた。



図 4. 的場池の景観

#### ④ タコ池 (阪南市箱作)

調査日：2010年6月8日、11月11日

標高約 190mの丘陵地にある谷筋の一方(北側)をせき止めて造られたため池(図5)。面積約 2060m<sup>2</sup>(地図上で計測)。底質は泥。谷筋の上流側から流水が流れ込み、湿地状になっている。採集は池の上流側で行った。水生植物は、フトヒルムシロが多く、その他、ナガエミクリやミズオオバコなどが生えている。池の周囲は、二次林とヤダケ林で囲まれ閉鎖的な環境になっている。高木としてはヤマモモやヤマザクラなどがあり、流れ込みがある部分にはハンノキが生えている。高木の下には、ヤブニッケイ、サンショウ、ヤブムラサキ、ヒサカキなどの陰樹が生えている。タコ池を流れ出た水は茶屋川に合流する。

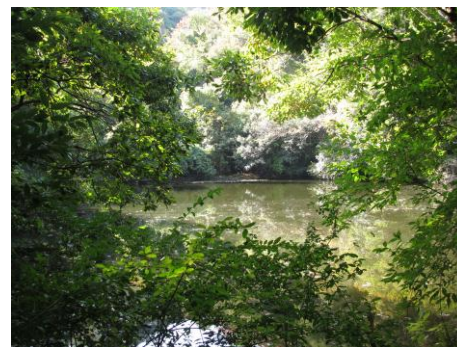


図 5. タコ池の景観

## 2. 調査方法

3名が胴長を履いて水に入り、たも網を用いて15分間採集を行った。残りのメンバーが岸で、落葉などが混じった採集物を採集者から受け取り、水生昆虫と水生動物をソーティングで選り分けた。現地で同定可能なものは逃がし、同定が困難な水生昆虫だけを貝塚市立自然遊学館に持ち帰り、実体顕微鏡下で同定を行った。水生昆虫の同定は主に「日本産水生昆虫一科・属・種への検索」(東海大学出版会)に従った。その他、同定に使用した文献を巻末に示した。

種数のカウントに関しては、科や属レベルで同定を留めたものも1種として加えた。また、複数の調査日のデータを集計して種数をもとめる際に、ある属(あるいは科)において種まで同定できたものと属レベル(あるいは科レベル)で同定を留めたものが混在する場合は、種まで同定できたものだけを種数にカウントした。また、トビケラ目で可携巢のみ確認された場合も種数にカウントし、その数を個体数に含めた。水生昆虫に関しては、目の数を示したのに対して、水生

動物では、目の代わりに、甲殻類、貝類、扁形動物、環形動物、魚類、両生類というグループの数をまとめた値を示した。

水生植物および周囲の陸生植物に関しては、上久保文貴、白木茂、白木江都子、湯浅幸子の自然遊学館わくわくクラブ植物班が調査を行い、上記の各調査地の植物に関する記述は、その結果を簡単にまとめたものである。また、一部の貝類のサンプルは、児嶋格氏に同定していただいた。11月の調査時には、パックテストを用いて簡単な水質調査を行った。

### 3. 多様さ、豊富さ、および類似度の計算

6月と11月の2回の調査で採集した水生昆虫を1個のサンプルとしてまとめ、サンプルの多様さと豊富さ、およびサンプル間の類似度を計算した。

多様さに関しては、式(1)でもとめ( $n_i$ は種*i*の個体数、 $n_j$ は種*j*の個体数)、豊富さは、多様さに1人1時間当たりの採集個体数を掛けたものとした。

$$\frac{\sum (n_i \times n_j)}{\sum (n_i \times n_i)} \quad (i \neq j) \quad \text{式 (1)}$$

類似度に関しては、各種の個体数について以下の元関数(式(2)と式(3))を設定し、それぞれを各種の合計個体数で重み付けした相加平均を、実数類似度と比率類似度として算出した( $n_a$ は群集Aの個体数、 $n_b$ は群集Bの個体数、 $\mu$ は $n_a$ と $n_b$ の平均値、 $E$ は期待値)。両類似度とも0から1の値をとり、完全な一致の場合が1に対して、完全な不一致の場合が0となる。今回は、実数類似度と比率類似度の相乗平均を「類似度」とした。

$$\frac{n_a \times n_b}{\mu^2} \quad \text{式 (2)}$$

$$\frac{n_a \times n_b}{E_a \times E_b} \quad \text{式 (3)}$$

トンボの池(あるいはたわわの小池)が狭くサンプルと母集団がかなりな程度で等しいこと、および定量調査の結果を比率類似度だけで比較することは得られた情報のうち捨て去る部分が多いことから、上記の方法を採用した。ただし、実数類似度と比率類似度のまとめ方に関しては、考察が足りない部分があるかもしれない。詳しくは付録(類似度指数について)を参照していただきたい。

## 結果

### 1. トンボの池

6月12日の調査では15分×3名の定量調査において、水生昆虫4目8科10種371個体と水生動物3グループ4科4種270個体（以上）が確認された（表1）。トンボ目幼虫はいずれも、トンボの池が1997年に完成して以来継続して確認されてきた種であった。マルタンヤンマは大阪府レッドデータブック（大阪府、2000）で絶滅危惧Ⅱ類に指定されているが、トンボの池では1997年以来、継続して確認されている。

表1. トンボの池で確認された水生昆虫と水生動物（2010年6月12日）

採集者：江本大地、堀真治、森本静子

採集時間：15分

水生昆虫				
目	科	種	ステージ	個体数
カゲロウ目	コカゲロウ科	フタバカゲロウ属	幼虫	6
トンボ目	アオイトトンボ科	アオイトトンボ属	幼虫	330
		イトトンボ科	アオモンイトトンボ属	幼虫
	ヤンマ科	マルタンヤンマ	幼虫	2
	トンボ科	シオカラトンボ	幼虫	7
		アカネ属	幼虫	13
カメムシ目	マツモムシ科	マツモムシ	幼虫	2
コウチュウ目	ゲンゴロウ科	チビゲンゴロウ	成虫	4
		コマルケシゲンゴロウ	成虫	4
	ガムシ科	ヒラタガムシ類	成虫	1
4	8	10		371
水生動物				
グループ	科	種	個体数	
甲殻類	アメリカザリガニ科	アメリカザリガニ	12	
魚類	メダカ科	メダカ	58	
貝類	モノアラガイ科	ハブタエモノアラガイ	> 100	
	サカマキガイ科	サカマキガイ	> 100	
3	4	4		
備考				
・ 上記15分の採集時間以外に、池でケシカタビロアメンボ、マルミズムシ、ムモンチビコツゲンゴロウを採集した。				

水生昆虫ではアオイトトンボ属幼虫の個体数が大半を占めた（岩崎、2011 参照）。トンボの池で確認されるトンボ成虫では、オオアオイトトンボよりもアオイトトンボの方が圧倒的に多く、幼虫もアオイトトンボが多いものと考えられる。

11月13日の調査では、水生昆虫5目9科13種415個体と水生動物3グループ4科4種244個体が確認された（表2）。水生昆虫ではアオモンイトトンボ属幼虫の個体数が最も多かった。成虫で確認されるのは本属のアジアイトトンボよりもアオモンイトトンボの方が圧倒的に多く、幼虫もアオモンイトトンボの方が多いと考えられる。

ハネビロトンボは2010年9月の定期調査で初めて幼虫が確認され、秋には成虫の羽化も確認さ

れた（森本、2010）。大阪府でのこれまでの成虫の記録はおそらく、定着が確認されている九州や高知県で羽化した個体が飛来したものと考えられ（山本ほか、2009）、幼虫の記録は珍しいものである。幼虫での越冬がみられるのか注目して毎月の定期調査を行ったが、2011年1月を最後に確認されなくなった。

表2. トンボの池で確認された水生昆虫と水生動物（2010年11月13日）

採集者: 江本大地、日高学、森本静子  
採集時間: 15分

水生昆虫				
目	科	種	ステージ	個体数
カゲロウ目	コカゲロウ科	フタバカゲロウ属	幼虫	1
トンボ目	イトトンボ科	アオモンイトトンボ属	幼虫	254
		ギンヤンマ	幼虫	5
		クロスジギンヤンマ	幼虫	5
	トンボ科	マルタンヤンマ	幼虫	5
		ショウジョウトンボ	幼虫	5
		ハネビロトンボ	幼虫	6
		コマツモムシ	成虫	3
カメムシ目	マツモムシ科	マルミズムシ	成虫	93
	ユスリカ科	(属不明)	幼虫	3
ハエ目	ゲンゴロウ科	チビゲンゴロウ	成虫	25
		チャイロチビゲンゴロウ	成虫	9
		キイロヒラタガムシ	成虫	1
5	9	13		415
水生動物				
グループ	科	種	個体数	
甲殻類	アメリカザリガニ科	アメリカザリガニ	79	
魚類	メダカ科	メダカ	38	
貝類	モノアラガイ科	ハブタエモノアラガイ	16	
	サカマキガイ科	サカマキガイ	111	
3	4	4	244	
備考				
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水温 12.8 °C、pH 6.5-7.0、COD 10 mg/L（水温計とバックテストによる）。</li> <li>・ ハネビロトンボ幼虫は、その後1月ごとの調査で、2011年1月まで確認されたが、それ以降は確認されなかった。</li> </ul>				

## 2. たわわの小池

6月10日の調査では、水生昆虫6目12科14種220個体と水生動物4グループ6科8種303個体が確認された(表3)。水生昆虫ではミズアブ幼虫(図6)が、水生動物ではハブタエモノアラガイが、それぞれ個体数の半数以上を占めた。

11月23日の調査では、水生昆虫6目14属19種191個体と水生動物4グループ6科6種60個体が確認された(表4)。マルタンヤンマは大阪府レッドデータブックで絶滅危惧Ⅱ類に指定されている。2004年から毎年行われてきた池さら



図6. ミズアブ幼虫

えで同種の幼虫が確認されたのは今回が初めてである。

水生動物では、大阪府レッドデータブックの指定種として、絶滅危惧Ⅱ類のドジョウと要注目のカワニナが確認された。カワニナは梶谷川から這い上がってきたものと考えられる。

表3. たわわの小池で確認された水生昆虫と水生動物（2010年6月10日）

採集者：喜多理恵、森本静子、岩崎拓  
採集時間：15分

水生昆虫					
目	科	種	ステージ	個体数	
カゲロウ目	コカゲロウ科	フタバカゲロウ属	幼虫	8	
トンボ目	イトトンボ科	アオモンイトトンボ属	幼虫	1	
		フタスジサナエ	幼虫	1	
		シオカラトンボ	幼虫	3	
		シオカラトンボ属	幼虫	2	
		アカネ属	幼虫	6	
カメムシ目	アメンボ科	ヒメアメンボ	成虫	11	
		(属不明)	幼虫	5	
		マツモムシ科	マツモムシ	幼虫	12
トビケラ目	エグリトビケラ科	ホタルトビケラ属	筒巢	3	
ハエ目	ガガンボ科	キバラガガンボ	蛹	1	
		(属不明)	幼虫	16	
		(属不明)	幼虫	7	
		ユスリカ科	(属不明)	幼虫	7
		ミズアブ科	ミズアブ	幼虫	136
コウチュウ目	ゲンゴロウ科	マメゲンゴロウ	成虫	3	
		ガムシ科	ヒメガムシ	成虫	1
		スジヒラタガムシ	成虫	3	
		(属不明)	幼虫	1	
6	12	14		220	
水生動物					
グループ	科	種	ステージ	個体数	
両生類	アカガエル科	トノサマガエル	成体	1	
		ウシガエル	幼体	86	
甲殻類	アメリカザリガニ科	アメリカザリガニ		2	
		ミズムシ科	ミズムシ	3	
環形動物	イトミミズ科	エラミミズ		3	
貝類	モノアラガイ科	コシタカモノアラガイ		2	
		ハブタエモノアラガイ		200	
		サカマキガイ科	サカマキガイ		6
4	6	8		303	

備考

- ・アカネ属幼虫はノシメトンボ1とアキアカネ5と同定したが、100%の自信がないのでアカネ属とした。
- ・キバラガガンボは成虫に羽化させて同定を行った。
- ・トンボ目成虫として、オオアオイトトンボ、ホソミオツネトンボ、ギンヤンマ属、コオニヤンマ、シオカラトンボ、オオシオカラトンボ(羽化殻も)、コシアキトンボを確認した。
- ・水生ハエ目成虫として、キヒロホソガガンボ、ミズアブ、ホソバネヤチバエ属の一種を採集した。
- ・調査以前から放置されていたペットボトルの仕掛けにドジョウの死体が8個体入っていた。
- ・池周辺においてシュレーゲルアオガエルを確認し、ニホンアマガエルの鳴き声を聞いた。

表4. たわわの小池で確認された水生昆虫と水生動物（2010年11月23日）

採集者: 江本大地、森本静子、岩崎拓

採集時間: 15分

水生昆虫					
目	科	種	ステージ	個体数	
カゲロウ目	コカゲロウ科	フタバカゲロウ属	幼虫	10	
トンボ目	イトトンボ科	アオモンイトトンボ属	幼虫	2	
		ギンヤンマ	幼虫	3	
		クロスジギンヤンマ	幼虫	45	
			マルタンヤンマ	幼虫	1
		サナエトンボ科	フタスジサナエ	幼虫	5
		トンボ科	シオカラトンボ属	幼虫	26
			ショウジョウトンボ	幼虫	25
			コシアキトンボ	幼虫	1
			マツモムシ科	マツモムシ	成虫
	カメムシ目	ミズムシ科	チビミズムシ属	成虫	8
トビケラ目	アシエダトビケラ科	コバントビケラ属	幼虫	1	
ハエ目	ユスリカ科	(属不明)	幼虫	6	
	カ科	(属不明)	幼虫	1	
	ハナバエ科	(属不明)	幼虫	2	
コウチュウ目	ゲンゴロウ科	マメゲンゴロウ	成虫	1	
		ハイイロゲンゴロウ	成虫	1	
		ガムシ科	ヒメガムシ	成虫	32
		ナガハナノミ科	(属不明)	幼虫	1
6	14	19		191	
水生動物					
グループ	科	種	ステージ	個体数	
甲殻類	アメリカザリガニ科	アメリカザリガニ		32	
	ミズムシ科	ミズムシ		10	
環形類	イトミズ科	(属不明)		1	
魚類	ドジョウ科	ドジョウ		10	
貝類	モノアラガイ科	ハブタエモノアラガイ		6	
	カワニナ科	カワニナ		1	
4	6	6		60	
備考					
<ul style="list-style-type: none"> <li>・水温 11.7 °C、pH 7.0、COD 10 mg/L（水温計とパックテストによる）。</li> <li>・上記15分の採集時間以外に、池でミズカマキリ、キイロヒラタガムシ、ドブガイ殻を採集した。</li> <li>・トンボ目成虫として、アカネ属の一種を確認した。</li> </ul>					

### 3. 的場池

6月8日の調査では、水生昆虫6目19科30種355個体と水生動物4グループ8科9種147個体を確認した（表5）。水生昆虫の30種という値は、今回の単独の調査日としては最多であった。池の周囲でキイトンボと大阪府レッドデータブックで準絶滅危惧に指定されているベニイトンボの成虫を確認しているため、キイトンボ属幼虫として扱ったものにベニイトンボが含まれている可能性がある。モノアラガイは、大阪府レッドデータブックで「生息環境の悪化や、近年サカマキガイとの競合に敗れ個体数は減少している」という理由で要注目指定されているが、的場池ではモノアラガイの方がサカマキガイより個体数が多かった。



表5. 的場池で確認された水生昆虫と水生動物（2010年6月8日）

採集者：喜多理恵、森本静子、岩崎拓  
採集時間：15分

水生昆虫				
目	科	種	ステージ	個体数
カゲロウ目	フタオカゲロウ科	オオフタオカゲロウ	幼虫	4
	コカゲロウ科	フタバカゲロウ属 コカゲロウ属	幼虫 幼虫	3 2
トンボ目	アオイトトンボ科	アオイトトンボ属	幼虫	5
		モノサシトンボ	幼虫	15
	イトトンボ科	キイトトンボ属	幼虫	13
		クロイトトンボ属	幼虫	29
	サナエトンボ科	フタスジサナエ	幼虫	12
		オグマサナエ	幼虫	3
	トンボ科	オオシオカラトンボ	幼虫	3
		アカネ属	幼虫	2
		コシアキトンボ	幼虫	5
		チョウトンボ	幼虫	76
ショウジョウトンボ		幼虫	1	
カメムシ目	アメンボ科	アメンボ	幼虫	2
	マツモムシ科	マツモムシ	幼虫	2
	タイコウチ科	ヒメミズカマキリ	成虫	7
トビケラ目	マルミズムシ科	マルミズムシ	成虫	1
	エグリトビケラ科	ホタルトビケラ属	筒巢	3
ハエ目	ユスリカ科	(属不明)	幼虫	65
			蛹	2
コウチュウ目	ミズアブ科	(属不明)	幼虫	1
	ゲンゴロウ科	マメゲンゴロウ	成虫	13
		ルイスツブゲンゴロウ	成虫	1
		チビゲンゴロウ	成虫	1
	コツブゲンゴロウ科	コツブゲンゴロウ	成虫	1
	ガムシ科	タマガムシ	成虫	26
		スジヒラタガムシ	成虫	1
		ヒメガムシ	成虫	47
	コガシラミズムシ科	コガシラミズムシ	成虫	1
	マルハナノミ科	(属不明)	幼虫	1
6	19	30		355
水生動物				
グループ	科	種	ステージ	個体数
魚類	コイ科	フナ属	幼魚	14
甲殻類	ニセウオノエ科	エビノコバン		2
		ミナミヌマエビ		10
	ミズムシ科	ミズムシ		16
扁形動物	—	プラナリアの一種		61
貝類	モノアラガイ科	モノアラガイ		34
		ハブタエモノアラガイ		4
	サカマキガイ科	サカマキガイ		3
	カワコザラガイ科	カワコザラガイ		3
4	8	9		147
備考				
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ アカネ属幼虫はノシメトンボ2と同定したが、100%の自信がないのでアカネ属とした。</li> <li>・ 池周囲において、ニホンアマガエルとウシガエルの鳴き声を確認した。</li> <li>・ トンボ目成虫として、モノサシトンボ、クロイトトンボ、ベニイトトンボ、キイトトンボ、オニヤンマ、ショウジョウトンボ、チョウトンボを確認した。</li> <li>・ 水生ハエ目成虫として、キイロホソガガンボ、ヒトスジシマカ、ハラキンミズアブを採集した。</li> </ul>				

11月9日の調査では、水生昆虫5目17科26種269個体と水生動物4グループ8科8種63個体を確認した(表6)。水生昆虫ではヒメガムシが特に多く、水生動物では先に述べたモノアラガイが再度確認された。

表6. 的場池で確認された水生昆虫と水生動物(2010年11月9日)

採集者:喜多理恵、森本静子、岩崎拓

採集時間:15分

水生昆虫

目	科	種	ステージ	個体数
カゲロウ目	コカゲロウ科	フタバカゲロウ属	幼虫	1
トンボ目	モノサシトンボ科	モノサシトンボ	幼虫	3
		イトトンボ科	キイトトンボ属	幼虫
		クロイトトンボ属	幼虫	7
	ヤンマ科	ギンヤンマ	幼虫	11
		クロスジギンヤンマ	幼虫	3
	サナエトンボ科	フタスジサナエ	幼虫	2
		ヤマサナエ	幼虫	1
	トンボ科	シオカラトンボ属	幼虫	7
		チョウトンボ	幼虫	14
		ショウジョウトンボ	幼虫	8
カメムシ目	アメンボ科	アメンボ	幼虫	1
	マツモムシ科	マツモムシ	成虫	1
コマツモムシ		成虫	4	
タイコウチ科		ヒメミズカマキリ	成虫	6
マルミズムシ科		マルミズムシ	成虫	8
ハエ目	ミズムシ科	ハイイロチビミズムシ	成虫	4
	ユスリカ科	(属不明)	幼虫	23
	ミズアブ科	ミズアブ	幼虫	1
	アブ科	(属不明)	幼虫	1
	ミギワバエ科	(属不明)	幼虫	1
コウチュウ目	ゲンゴロウ科	マメゲンゴロウ	成虫	35
		ヒメケシゲンゴロウ	成虫	2
		ルイスツブゲンゴロウ	成虫	1
		ガムシ科	タマガムシ	成虫
		ヒメガムシ	成虫	113
5	17	26		269

水生動物

グループ	科	種	ステージ	個体数
魚類	コイ科	フナ属	幼魚	2
甲殻類	ニセウオノエ科	エビノコバン		2
		ヌマエビ科	ミナミヌマエビ	37
	ミズムシ科	ミズムシ		1
環形動物	グロシフォニ科	イボビル		1
	イトミミズ科	(属不明)		3
貝類	モノアラガイ科	モノアラガイ		11
	サカマキガイ科	サカマキガイ		6
4	8	8		63

備考

- ・水温12.0℃、pH 7.0、COD 10 mg/L(水温計とパックテストによる)。
- ・上記15分の採集時間以外に、池でコツブゲンゴロウ、チビゲンゴロウ、コガシラミズムシ、キヒロヒラタガムシ、ヒメマルミズムシを採集し、ウシガエルを確認した。
- ・水生ハエ目成虫として、オオユスリカを採集した。

#### 4. タコ池

6月8日の調査では、水生昆虫5目13科17種168個体と水生動物5グループ7科9種30個体を確認した(表7)。上流をせき止めて造られたため池であり、流水性のミルンヤンマやオジロサナエが混じっているのが、他の池に見られない特徴である。大阪府レッドデータブックで、クロヨシノボリとモノアラガイは要注目に、ドブシジミは情報不足にそれぞれ指定されている。

表7. タコ池で確認された水生昆虫と水生動物(2010年6月8日)

採集者: 喜多理恵、森本静子、岩崎拓

採集時間: 15分

水生昆虫					
目	科	種	ステージ	個体数	
トンボ目	モノサシトンボ科	モノサシトンボ	幼虫	10	
		イトトンボ科	キイトトンボ属	幼虫	1
			クロイトトンボ属	幼虫	16
		オニヤンマ科	オニヤンマ	幼虫	9
		ヤンマ科	ミルンヤンマ	幼虫	1
		サナエトンボ科	フタスジサナエ	幼虫	8
	オジロサナエ		幼虫	6	
		トンボ科	オオシオカラトンボ	幼虫	7
			シオカラトンボ属	幼虫	17
			アカネ属	幼虫	2
			コシアキトンボ	幼虫	6
	カメムシ目	アメンボ科	コセアカアメンボ	成虫	5
			(属不明)	幼虫	2
		マツモムシ科	マツモムシ	幼虫	1
トビケラ目	アシエダトビケラ科	コバントビケラ属	幼虫	1	
ハエ目	ユスリカ科	(属不明)	幼虫	73	
コウチュウ目	ゲンゴロウ科	ルイスツブゲンゴロウ	成虫	1	
	コツブゲンゴロウ科	コツブゲンゴロウ	成虫	1	
	ガムシ科	タマガムシ	成虫	1	
5	13	17		168	
水生動物					
グループ	科	種	ステージ	個体数	
両生類	アカガエル科	ウシガエル	幼体	2	
魚類	ハゼ科	クロヨシノボリ		3	
甲殻類	ミズムシ科	ミズムシ		6	
環形動物	イトミミズ科	エラミミズ		3	
		ヒル類	種1	1	
		種2		2	
貝類	モノアラガイ科	モノアラガイ		2	
		ハブタエモノアラガイ		2	
		ドブシジミ科	ドブシジミ		9
5	7	9		30	

#### 備考

- ・ アカネ属幼虫はノシメトンボ2と同定したが、100%の自信がないためアカネ属とした。
- ・ 上記15分の採集時間以外に、池でコガシラミズムシとタマガムシを採集した。
- ・ トンボ目成虫として、セスジイトトンボを確認した。
- ・ 池周辺で、カタツムリトビケラ属の幼虫を採集した。
- ・ 周辺の細流からヒメハバビロドロムシを採集した。
- ・ 池周辺において、シュレーゲルアオガエルとウシガエルの鳴き声を聞き、ニホンヒキガエルの幼生を確認した。

11月11日の調査では、水生昆虫7目15科20種137個体と水生動物3グループ3科3種85個体が確認された(表8)。キイロコガシラミズムシは「水草が繁茂する自然豊かな池に生息する」種で、環境省レッドデータブック(環境省、2006)で準絶滅危惧に指定されている。本種は南大阪の幾つかの池で確認されている(森本、2011)。

水生動物ではミズムシが個体数の大半を占め、6月とはかなり異なる結果となった。



図7. キイロコガシラミズムシ

表8. タコ池で確認された水生昆虫と水生動物(2010年11月11日)

採集者: 喜多理恵、森本静子、岩崎拓  
採集時間: 15分

水生昆虫					
目	科	種	ステージ	個体数	
カゲロウ目	コカゲロウ科	フタバカゲロウ属	幼虫	2	
トンボ目	モノサシトンボ科	モノサシトンボ	幼虫	36	
		イトトンボ科	クロイトトンボ属	幼虫	5
	サナエトンボ科	フタスジサナエ	幼虫	8	
		オジロサナエ	幼虫	3	
		トンボ科	オオシオカラトンボ	幼虫	1
	カメムシ目	タイコウチ科	シオカラトンボ属	幼虫	14
			コシアキトンボ	幼虫	12
マツモムシ科		ヒメミズカマキリ	成虫	1	
		マツモムシ	成虫	1	
マルミズムシ科	コマツモムシ	成虫	5		
	マルミズムシ	成虫	3		
ヘビトンボ目	センブリ科	センブリ属	幼虫	1	
トビケラ目	アシエダトビケラ科	コバントビケラ属	幼虫	3	
		巢	12		
ハエ目	ユスリカ科	(属不明)	幼虫	9	
		蛹	1		
コウチュウ目	ミズスマシ科	オオミズスマシ	成虫	7	
	コガシラミズムシ科	キイロコガシラミズムシ	成虫	4	
		ゲンゴロウ科	マメゲンゴロウ	成虫	2
	コツブゲンゴロウ科	チャイロマメゲンゴロウ	成虫	1	
		ルイスツブゲンゴロウ	成虫	5	
		コツブゲンゴロウ	成虫	1	
7	15	20		137	
水生動物					
グループ	科	種	ステージ	個体数	
両生類	アカガエル科	ウシガエル	成体	1	
			幼体	12	
甲殻類	ミズムシ科	ミズムシ		71	
環形動物	イシビル科	(属不明)		1	
3	3	3		85	
備考					
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水温 11.5 °C、pH 6.0-6.5、COD 5 mg/L (水温計とバックテストによる)。</li> <li>・ 流れ込みの入口で、オニヤンマ幼虫、クロスジギンヤンマ幼虫、オジロサナエ幼虫、マルガムシ、スジトビケラ属幼虫を採集した。</li> </ul>					

## 5. まとめ

4ヶ所の調査地で確認された種のリストを表9に示した。水生昆虫は7目31科60種、それ以外の水生動物は6グループ20科24種が確認された。

表9-1. トンボの池、たわわの小池、的場池、およびタコ池において2010年6月と11月に確認された水生昆虫のリスト

「\*」印は、全体の種数に含めないグループであることを示している(本文参照)。

目	科	種	学名	ステージ	トンボの池		たわわの小池		的場池		タコ池		
					6月	11月	6月	11月	6月	11月	6月	11月	
カゲロウ目	フタオカゲロウ科	オオフタオカゲロウ	<i>Siphonurus binotatus</i>	幼虫									
		フタバカゲロウ属	<i>Cloeon</i> sp.	幼虫	○	○	○	○	○	○		○	
	コカゲロウ科	コカゲロウ属	<i>Baetis</i> sp.	幼虫									
トンボ目	アオイトトンボ科	アオイトトンボ属	<i>Lestes</i> sp.	幼虫	○								
		モノサシトンボ	<i>Coperia annulata</i>	幼虫					○	○	○	○	
	イトトンボ科	キイトトンボ属	<i>Ceriatrigon</i> sp.	幼虫					○	○	○		
		アオモンイトトンボ属	<i>Ischnura</i> sp.	幼虫	○	○	○	○					
	サナエトンボ科	クロイトトンボ属	<i>Cercion</i> sp.	幼虫					○	○	○	○	
		ヤマサナエ	<i>Asiagomphus melaenops</i>	幼虫						○			
		フタスジサナエ	<i>Trigomphus interruptus</i>	幼虫			○	○	○	○	○	○	
		オグマサナエ	<i>Trigomphus ogumai</i>	幼虫					○				
	オニヤンマ科	オニヤンマ	<i>Stylogomphus suzukii</i>	幼虫								○	
		オニヤンマ	<i>Anotogaster sieboldii</i>	幼虫								○	
	ヤンマ科	マルタンヤンマ	<i>Anaciaeschna martini</i>	幼虫	○	○		○					
		ギンヤンマ	<i>Anax parthenope julius</i>	幼虫		○	○	○	○				
	トンボ科	クロスジギンヤンマ	<i>Anax nigrofasciatus nigrofasciatus</i>	幼虫		○		○	○				
		ミルンヤンマ	<i>Planaeschna milnei</i>	幼虫								○	
		シオカラトンボ	<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	幼虫	○		○						
		オオシオカラトンボ	<i>Orthetrum triangulare melania</i>	幼虫					○		○	○	
		シオカラトンボ属*	<i>Orthetrum</i> sp.	幼虫					○	○	○	○	
		ショウジョウトンボ	<i>Crocothemis servilia mariannae</i>	幼虫		○		○	○	○	○	○	
		アカネ属	<i>Sympetrum</i> sp.	幼虫	○		○		○	○	○	○	
		コシアキトンボ	<i>Pseudothemis zonata</i>	幼虫			○	○	○	○	○	○	
チョウトンボ		<i>Rhyothemis fuliginosa</i>	幼虫					○	○				
ハネビロトンボ		<i>Tramea virginia</i>	幼虫		○								
カメムシ目	アメンボ科	アメンボ	<i>Aquarius paludum paludum</i>	幼虫				○	○				
		ヒメアメンボ	<i>Gerris latiaabdominis</i>	成虫				○					
		コセアカアメンボ (属不明)*	<i>Gerris gracilicornis gracilicornis</i> gen. et sp.	成虫							○		
	タイコウチ科	ヒメミズカマキリ	<i>Ranatra unicolor</i>	幼虫・成虫				○	○	○	○		
	ミズムシ科	ハイロチビミズムシ	<i>Micronecta sahlbergii</i>	幼虫・成虫						○			
		チビミズムシ属*	<i>Micronecta</i> sp.	成虫					○				
	マツモムシ科	マツモムシ	<i>Notonecta triguttata</i>	幼虫・成虫	○		○	○	○	○	○		
		コマツモムシ	<i>Anisops ogasawarensis</i>	成虫		○			○	○	○		
	マルミズムシ科	マルミズムシ	<i>Paraplea japonica</i>	成虫		○		○	○	○	○		
	ヘビトンボ目	センブリ科	センブリ属	<i>Sialis</i> sp.	幼虫							○	
コウチュウ目	ミズスマシ科	オオミズスマシ	<i>Dineutus orientalis</i>	成虫							○		
		コツツゲンゴロウ科	<i>Noterus japonicus</i>	成虫					○		○		
	ゲンゴロウ科	ヒメケシゲンゴロウ	<i>Hyphydrus laeiventres</i>	成虫						○			
		コマルケシゲンゴロウ	<i>Hydrovatus acuminatus</i>	成虫	○								
		チビゲンゴロウ	<i>Guignotus japonicus</i>	成虫	○	○			○				
		チャイロチビゲンゴロウ	<i>Liodessus megacephalus</i>	成虫		○							
		ルイスツツゲンゴロウ	<i>Laccophilus lewisius</i>	成虫					○	○	○		
		チャイロマメゲンゴロウ	<i>Agabus browni</i>	成虫					○		○		
		マメゲンゴロウ	<i>Agabus japonicus</i>	成虫					○	○	○		
		ハイロゲンゴロウ	<i>Eretes sticticus</i>	成虫					○	○	○		
		コガシラミズムシ科	キイロコガシラミズムシ	<i>Halplus eximius</i>	成虫								○
			コガシラミズムシ	<i>Peltodytes intermedius</i>	成虫								
	ガムシ科	キイロヒラタガムシ	<i>Enochrus simulans</i>	成虫		○							
		スジヒラタガムシ	<i>Helochaeres striatus</i>	成虫					○				
		ヒラタガムシ類*	gen. et sp.	成虫	○				○				
		ヒメガムシ	<i>Sternolophus rufipes</i>	成虫					○	○	○		
	タマガムシ科	タマガムシ	<i>Amphiops mater</i>	成虫					○	○	○		
		(属不明)*	gen. et sp.	幼虫					○				
	ナガハナノミ科	(属不明)	gen. et sp.	幼虫					○				
		(属不明)	gen. et sp.	幼虫					○				
マルハナノミ科	(属不明)	gen. et sp.	幼虫					○					
	(属不明)	gen. et sp.	幼虫					○					
トビケラ目	アシエダトビケラ属	コバントビケラ属	<i>Anisocentropus</i> sp.	幼虫・筒巢				○			○		
	エグリトビケラ科	ホタルトビケラ属	<i>Nothopsyche</i> sp.	筒巢				○		○	○		
ハエ目	ガガンボ科	キバラガガンボ	gen. et sp.	蛹				○					
		(属不明)*	gen. et sp.	幼虫				○					
	ユスリカ科	(属不明)	gen. et sp.	幼虫・蛹		○		○	○	○	○		
		(属不明)	gen. et sp.	幼虫					○				
	ミズアブ科	ミズアブ	<i>Stratiomys japonica</i>	幼虫				○		○			
		(属不明)*	gen. et sp.	幼虫					○				
	アブ科	(属不明)	gen. et sp.	幼虫					○				
	ハナハエ科	(属不明)	gen. et sp.	幼虫				○					
ミギフバエ科	(属不明)	gen. et sp.	幼虫					○					
目数	科数	種数	種数	10	13	14	19	30	26	17	20		
7	31	60	合計種数		18		25		38		26		

大阪府レッドデータブックの指定種は、絶滅危惧Ⅱ類のマルタンヤンマ、ドジョウ、メダカ、要注目のカワニナ、モノアラガイ、情報不足のドブシジミである。ただし、トンボの池のメダカはおそらく故意に放たれたもので、ヒメダカも含まれている。たわわの小池で確認されたカワニナは、近くの流水から這い上がってきたものと考えられる。タコ池のキイロコガシラミズムシは、大阪府レッドデータブックの指定種ではないが環境省レッドデータブックでは準絶滅危惧に指定されている。

外来種は、アメリカザリガニ、サカマキガイ、ハブタエモノアラガイ、ウシガエルの4種であり、トンボの池で3種、たわわの小池で4種、的場池で2種、タコ池で2種が確認された。特に、的場池でアメリカザリガニとウシガエルが確認されなかったことが、先に述べたようにサカマキガイよりもモノアラガイの方が個体数が多いことに加えて、特徴的であった。

表9-2. トンボの池、たわわの小池、的場池、およびタコ池において2010年6月と11月に確認された水生動物のリスト

目	科	種	学名	ステージ	トンボの池		たわわの小池		的場池		タコ池	
					6月	11月	6月	11月	6月	11月	6月	11月
甲殻類	アメリカザリガニ科	アメリカザリガニ	<i>Procambarus clarkii</i>		○	○	○	○				
	ヌマエビ科	ミナミヌマエビ	<i>Neocaridina denticulata denticulata</i>						○	○		
	ニセウオノエ科	エビノコバン	<i>Tachaea chinensis</i>						○	○		
	ミズムシ科	ミズムシ	<i>Asellus hilgendorfi hilgendorfi</i>				○	○	○	○	○	○
貝類	カワニナ科	カワニナ	<i>Semisulcospira libertina</i>					○				
	モノアラガイ科	モノアラガイ	<i>Radix auricularia japonica</i>					○	○		○	○
		ハブタエモノアラガイ	<i>Pseudosuccinea columella</i>		○	○	○	○	○	○	○	○
		コシタカモノアラガイ	<i>Lymnaea truncatula</i>				○	○				
	サカマキガイ科	サカマキガイ	<i>Physa acuta</i>		○	○	○	○	○	○		
	カワコザラガイ科	カワコザラガイ	<i>Laevapex nipponica</i>						○			
ドブシジミ科	ドブシジミ	<i>Sphaerium japonicum</i>									○	
扁形動物	(科不明)	-	gen. et sp.					○				
環形動物	イトミズ科	エラミズ	<i>Branchiura sowerbyi</i>				○				○	
		(属不明)	gen. et sp.					○		○		
	グロシフォニ科	イボビル	<i>Hemiclepsis japonica</i>							○		
	インビル科	(属不明)	gen. et sp.									○
	ヒル類1	(属不明)	gen. et sp.									○
ヒル類2	(属不明)	gen. et sp.									○	
魚類	コイ科	フナ属	<i>Crassius</i> sp.	幼魚					○	○		
	ドジョウ科	ドジョウ	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>					○				
	メダカ科	メダカ	<i>Oryzias latipes latipes</i>		○	○						
	ハゼ科	クロヨシノボリ	<i>Rhinogobius</i> sp. OR									○
両生類	アカガエル科	トノサマガエル	<i>Rana nigromaculata</i>	成体			○					
		ウシガエル	<i>Rana catesbeiana</i>	幼体・成体			○				○	○
グループ数	科数	種数	種数	合計種数	4	4	8	6	9	8	9	3
6	20	24			4		11		11		10	

水生昆虫の合計種数に関する順位は、的場池 (38種) > タコ池 (26種) > たわわの小池 (25種) > トンボの池 (18種)、水生動物の順位は、的場池 (11種) = たわわの小池 (11種) > タコ池 (10種) > トンボの池 (4種) となり、トンボの池はいずれも最下位であった (表9)。

表10には、各調査地の水生昆虫と水生動物の目 (グループ)、科、種、個体の数、および多様さと豊富さを示した。水生昆虫の多様性に関する順位は、的場池 > タコ池 > たわわの小池 > トンボの池となり、種数の順位と同じであり、特にトンボの池の値の低さが顕著であった。水生昆虫の豊富さに関する順位は、的場池 > たわわの小池 > タコ池 > トンボの池となり、多様性の順位と比較するとたわわの小池とタコ池が入れ替わっている。トンボの池の豊富さの値がたわわの小池やタコ池の値とそれほど変わらないのは、多様性の値が最下位であったにもかかわらず個体数が最多であったためである。

水生動物の豊富さに関する順位は、トンボの池>的場池>たわわの小池>タコ池となった。これはトンボの池で個体数が最多になったことが大きく、多様さの値は的場池が最多であった。トンボの池では、水生動物4種（アメリカザリガニ、ハブタエモノアラガイ、サカマキガイ、メダカ）の個体数がいずれも多く、水生昆虫でもアオイトトンボ属とアオモンイトトンボ属など個体数が突出したのがあり、個体数が最多になることによって豊富さはそれほど低い値にはならなかった。

表10. トンボの池、たわわの小池、的場池、タコ池で確認された水生昆虫と水生動物の目(グループ)、科、種、個体の数、および多様さと豊富さ(2010年)(多様さと豊富さの計算方法に関しては、本文参照)。

水生昆虫		目	科	種	個体数	多様さ	豊富さ
トンボの池	6月	4	8	10	371	0.26	2.15
	11月	5	9	13	415	1.33	12.23
	合計	5	9	18	786	2.35	20.51
たわわの小池	6月	6	12	14	220	3.49	17.08
	11月	6	14	19	191	6.30	26.73
	合計	6	17	25	411	5.68	25.93
的場池	6月	6	19	30	355	7.44	58.67
	11月	5	17	26	269	3.74	22.35
	合計	6	23	38	624	7.10	49.21
タコ池	6月	5	13	17	168	3.32	12.38
	11月	7	15	20	137	7.21	21.95
	合計	7	19	26	305	6.64	22.50

水生動物		グループ <sup>1)</sup>	科	種	個体数	多様さ	豊富さ
トンボの池	6月	3	4	4	270	2.10	12.61
	11月	3	4	4	244	1.94	10.51
	合計	3	4	4	514	2.50	14.28
たわわの小池	6月	4	6	8	303	0.92	6.19
	11月	4	6	6	60	1.85	2.47
	合計	5	8	11	363	1.57	6.32
的場池	6月	4	8	9	147	2.95	9.65
	11月	4	8	8	63	1.57	2.20
	合計	5	10	11	210	4.11	9.59
タコ池	6月	5	7	9	30	4.92	3.28
	11月	3	3	3	85	0.39	0.73
	合計	5	9	10	115	1.11	1.42

1) グループ：甲殻類、貝類、扁形動物、環形動物、魚類、両生類の区分。

表10の値をもとに、図8には各調査地の水生昆虫と水生動物の6月と11月のサンプルをまとめた合計の種数、個体数、多様さ、および豊富さを示した。水生昆虫に関しては、トンボの池は個体数が多いが多様さは低い、的場池はいずれの値も高い、タコ池は個体数が少ないが多様さは高いと言える。また、水生動物に関しては、トンボの池の個体数が多く、的場池の多様さが高いこと、種数と多様さが対応していないことなどが読み取れる。

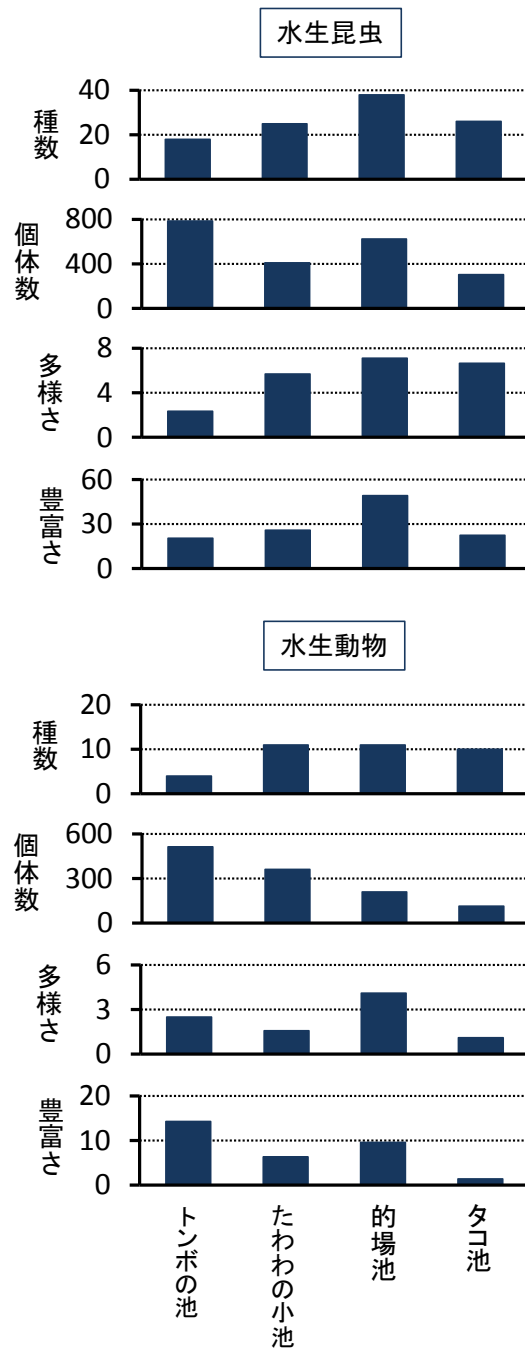


図8. トンボの池、たわわの小池、的場池、タコ池における水生昆虫と水生動物サンプルの種数、個体数、多様さ、および豊富さ（2010年）

6月と11月のサンプルを合計したものの値を示した（表10参照）。

表 11 には、各調査地における 2 回の調査で確認された各目・グループの種数を示した。水生昆虫では、4ヶ所の調査地とも目別の種数の割合に大きな違いは見られず、トンボの池でのトンボ目の種数の多さがやや目立つ程度であった。水生動物に関しても、トンボの池での全体の種数の少なさ以外は、グループ別の種数の割合に関して、特徴的な結果は得られなかった。



表11. トンボの池、たわわの小池、的場池、タコ池で確認された水生昆虫と水生動物の  
目別・グループ別種数（2010年）

各調査地の2回の調査をまとめた種数を示した。

区分	目／グループ	調査地				全体
		トンボの池	たわわの小池	的場池	タコ池	
水生昆虫	カゲロウ目	1	1	3	1	3
	トンボ目	9	9	14	10	21
	カメムシ目	3	3	6	5	8
	ヘビトンボ目				1	1
	コウチュウ目	4	5	10	7	18
	トビケラ目		2	1	1	2
	ハエ目	1	5	4	1	7
	水生昆虫全体	18	25	38	26	60
水生動物	甲殻類	1	2	3	1	4
	貝類	2	4	4	3	7
	扁形動物			1		1
	環形動物		2	2	4	6
	魚類	1	1	1	1	4
	両生類		2		1	2
	水生動物全体	4	11	11	10	24
合計		22	36	49	36	84

表12. トンボの池、たわわの小池、的場池、タコ池のサンプル間の類似度

6月と11月のサンプルを足したデータから類似度を算出した。

計算方法に関しては、本文および付録を参照。

(1) 水生昆虫

実数類似度

	トンボの池	たわわの小池	的場池	タコ池
トンボの池		0.100	0.106	0.044
たわわの小池			0.313	0.225
的場池				0.447
タコ池				

比率類似度

	トンボの池	たわわの小池	的場池	タコ池
トンボの池		0.111	0.108	0.054
たわわの小池			0.327	0.230
的場池				0.507
タコ池				

相乗平均

	トンボの池	たわわの小池	的場池	タコ池
トンボの池		0.105	0.107	0.049
たわわの小池			0.320	0.227
的場池				0.476
タコ池				

(2) 水生動物

実数類似度

	トンボの池	たわわの小池	的場池	タコ池
トンボの池		0.478	0.069	0.013
たわわの小池			0.109	0.229
的場池				0.211
タコ池				

比率類似度

	トンボの池	たわわの小池	的場池	タコ池
トンボの池		0.493	0.084	0.021
たわわの小池			0.118	0.313
的場池				0.231
タコ池				

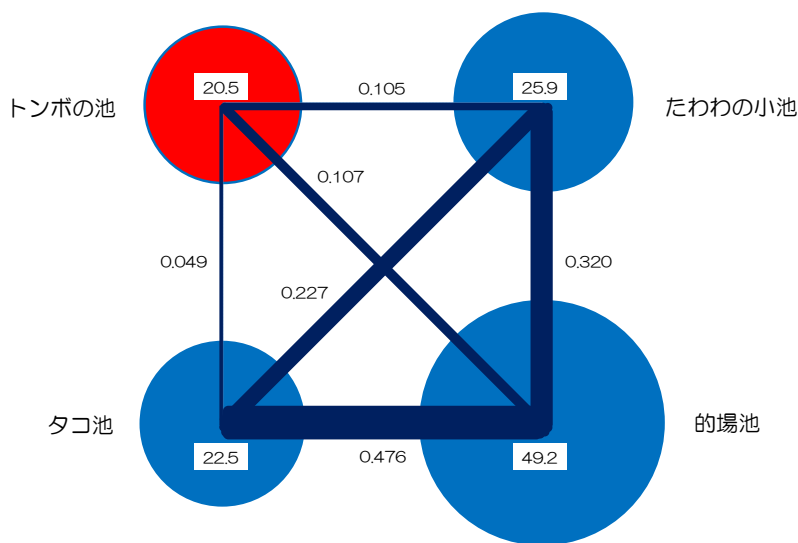
相乗平均

	トンボの池	たわわの小池	的場池	タコ池
トンボの池		0.485	0.076	0.017
たわわの小池			0.113	0.268
的場池				0.221
タコ池				

表 12 には、各調査地のサンプル間の類似度を示した。水生昆虫に関しては、トンボの池と他の 3ヶ所との間ではいずれも類似度が低かった。類似度が比較的高かった組み合わせは的場池とタコ池の間であり (0.476)、実数類似度の方が比率類似度よりやや高い値であった。次いで、たわわの小池との間で類似度が高かった (0.320)。

水生動物に関しては、トンボの池とたわわの小池との間の類似度が最も高い値であった (0.485)。トンボの池と的場池、およびトンボの池とタコ池との間の類似度は低い値であった。次いで、たわわの小池とタコ池との間が高い値であり (0.268)、この組み合わせでは実数類似度よりも比率類似度がやや高い値であった。各調査地のサンプルの豊富さと類似度を図 9 にまとめた。

(1) 水生昆虫



(2) 水生動物

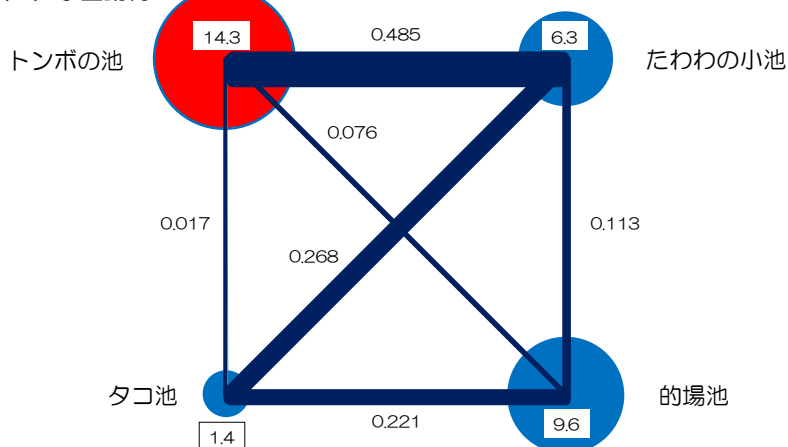


図 9. トンボ池、たわわの小池、的場池、タコ池のサンプルの豊富さと類似度

各調査地のサンプルの豊富さを円の面積、各調査地間の類似度を線の太さでそれぞれ示している。値に関しては、表10および表12を参照。

## 考察

昨年の調査では、トンボの池以外の出現リストの作成を主目的としたため、調査時期と調査努力（時間×人数）をそろえることはせず、得られた出現リストにおける種数の比較までに留めた（岩崎ほか、2011）。今回の調査では、調査地の一部を入れ替えて定量的な調査を行い、種数、多様さ、豊富さ、および類似度の比較を行った。それらはいずれも、トンボの池の水生昆虫を多様かつ豊富にするためにどういう条件が必要かをさぐるためである。

トンボの池は水生昆虫の個体数が多いものの、種数は少なく多様さの値が低く、他のどの池にも似ていないという結果となった。そして他の3ヶ所の調査地の中で目指すべき池としては、種数、多様さ、豊富さともに最多であった的場池があげられる。以下に、2年間の調査結果を含めて、主的場池との比較から、トンボの池の水生昆虫を多様かつ豊富にするための条件を考察した（岩崎ほか、2011 参照）。

### 1. 岸辺の抽水植物

アシやイなど直立したものだけでなく、キシユウスズメノヒエのように水中に細かな分断されたスペースを作り出す植物が群落を形成すると、微生物場所の異質性が作り出される。それらは捕食性の水生昆虫によって待ち伏せ場所として利用されたり、あるいは小型の水生昆虫にとっては大型の水生動物による捕食から逃れる避難場所となる。

### 2. 流れ込み

止水域に水路や小川といった流水の流れ込みがあれば、流水性の種も混じって種数が増加する（岩崎ほか、2011）。ただし、現在のトンボの池の立地を考えると、流れ込みをつくることも困難であるし、流水性の種が移入してくる可能性も低い。

### 3. 周囲の林と草地

トンボの池周辺でもバツタの原っぱやドングリの森の整備によって実現されていることであるが、バツタの原っぱは少し面積が狭すぎるかもしれない。たわわの小池周辺には十分な広さの二次林があり、草地もクリ園の小草という形ではあるがまとまって存在している。的場池でも谷筋の下流側にある堤に草地が形成されていたのに対して、タコ池では谷筋の下流側も上流側と同じような二次林+竹林になっていた。周囲の環境が多様であれば、幼虫期は水中で生活し成虫は陸生になる水生昆虫が成虫期の生息場所を選択できることになる。

6月にはトンボの池以外の3ヶ所の調査地で、11月には4ヶ所の調査地で周辺の草地において、スウィーピングによる陸生昆虫の定量的な採集を行ったが、採集したサンプルの単位時間当たりの豊富さの比較はできても、草地全体での豊富さは推定できなかったため、今回の結果には含めなかった。参考までに書き留めておくと、目当たりの多様さと単位時間当たりの採集個体数から計算された陸生昆虫の豊富さは、6月にはたわわの小池>的場池>タコ池の順序となり、11月には的場池

>たわわの小池>トンボの池>タコ池の順序となり、特に的場池はいずれも高い値であった。

#### 4. 天敵が少ない

的場池ではアメリカザリガニ、ウシガエル、ブラックバス、ブルーギルなどの外来種がまったく採集されなかった。これらの天敵は水生昆虫を捕食することによって減少させ（直接効果）、あるいはアメリカザリガニのように植生を改変することで植生の貧弱化させる（間接効果）。

2005年に行ったアメリカザリガニの捕食実験では、成熟個体が1時間にタイリクアカネの終齢幼虫を平均4.8個体摂食し（ $n=8$ ）、池底を這って生活する匍匐型のトンボ幼虫にとってかなりの捕食圧になり得ることが示されている。今回の結果も含めて最近のトンボの池ではアオイトトンボばかりが目立つという状況になっているが、それはアオイトトンボの幼虫が水草に掴まって生活する把握型であることに加えて、卵で越冬し春に幼虫が急速に発育することによって、幼虫という活動期にアメリカザリガニと出会う確率が低くなるからであると考えられる。

今回、トンボの池ではアメリカザリガニ、たわわの小池ではアメリカザリガニとウシガエル、タコ池ではウシガエルが確認され、昨年の調査で水生昆虫の種数が少なかった南谷池（和泉市）でもアメリカザリガニとウシガエルが確認されている（岩崎ほか、2011）。的場池では昨年度の調査でもこれらの天敵が確認されず、水生昆虫の種数が最多であった。今回も同様の結果となり、これらの天敵が水生昆虫に影響を与え得ることが示唆された。

以上、水生昆虫が豊富になるための条件を考察してきた。現在のトンボの池では、条件2と条件4は完全に満たされていない。条件2に関しては、流れ込みをつくっても効果はあまり期待できないことは先に述べた通りである。条件4に関しては、アメリカザリガニの除去を継続して行っているが全滅には至っていない。アメリカザリガニの除去が現在の最大の課題であると思われる。条件1では、足場としての強度には問題はあるが、外来種のエフクレタヌキモが繁茂していて、ある程度はスペースの異質性が生じている。最後に、条件3についてバッタの原っぱの面積を広げることが、流れ込みをつくって維持管理するよりは容易であるし効果が期待できるものと考えられる。

#### 謝辞

本調査は、セブン-イレブンみどりの基金と（財）国際花と緑の博覧会記念協会の助成を受けて行われたものである。農業庭園たわわ内の小池での調査に関しては、たわわ農事組合から許可と協力をいただいた。また、的場池とタコ池での調査では、自然と本の会の方々に協力していただいた。以上の団体および個人に謝意を表す。また、調査に関して助言をいただいた自然遊学館わくわくクラブの白木茂氏と向井康夫氏、および調査全般にわたって協力していただいた同クラブのメンバーに感謝する。

## 引用文献

- 岩崎 拓 (2011) トンボの池から羽化したトンボ. 自然遊学館だより No. 61 : 20-22.
- 岩崎 拓・山田浩二 (2006) 近木川の水生昆虫Ⅷ. 貝塚の自然 第 8 号 : 24-77.
- 岩崎 拓・森本静子・向井康夫 (2011) わくわく池しらべ (2009 年度). 貝塚の自然 第 13 号 : 36-55.
- 大阪府 (2000) 「大阪府における保護上重要な野生生物—大阪府レッドデータブック—」、442pp.
- 環境省 (2006) 「改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—5. 昆虫類」、246pp.
- 白木江都子 (2007) たわわの小池さらえ. 自然遊学館だより No. 42 : 4-6.
- 森本静子 (2010) ハネビロトンボ - トンボの池に 23 種目のトンボ -. 自然遊学館だより No. 57 : 15-17.
- 森本静子 (2011) 大阪府南部の水生甲虫調査 (2006 年-2011 年). 南大阪の昆虫 13 : 73-76.
- 山本哲央・新村捷介・宮崎俊行・西浦信明 (2009) 「近畿のトンボ図鑑」、(ミルンヤンマ・クラブ)、239pp.

## 同定資料

- 石田勝義 (1996) 「日本産トンボ目幼虫検索図説」、447pp. 北海道大学図書刊行会.
- 井上 清・谷 幸三 (2003) 「トンボのすべて (改定版)」、167pp. トンボ出版.
- 川合禎次・編著 (1985) 「日本産水生昆虫検索図説」、409pp. 東海大学出版会.
- 川合禎次・谷田一三・共編 (2005) 「日本産水生昆虫—科・属・種への検索」、1342pp. 東海大学出版会.
- 川那部浩哉・水野信彦 (編) (1989) 「日本の淡水魚」、720pp. 山と溪谷社.
- 紀平 肇・松田征也・内山りゅう (2003) 「日本産淡水貝類図鑑 ①琵琶湖・淀川産の淡水貝類」、159pp. ピーシーズ.
- 鈴木廣志・佐藤正典 (1994) 「かごしま自然ガイド 淡水産のエビとカニ」、137pp. 西日本新聞社.
- 鈴木寿之・渋谷浩一・矢野維幾 (2004) 「決定版・日本のハゼ」、534pp. 平凡社
- 中坊徹次 (編) (2000) 「日本産魚類検索-全種の同定-第二版」、1748pp. 東海大学出版会.
- 増田 修・内山りゅう (2004) 「日本産淡水貝類図鑑 ②汽水域を含む全国の淡水貝類」、240pp. ピーシーズ.
- 丸山博紀・高井幹夫 (2000) 「原色川虫図鑑」(谷田一三・監修)、244pp. 全国農村教育協会.
- 森 正人・北山 昭 (2002) 「図説日本のゲンゴロウ」(改訂版)、231pp. 文一出版.

## 付録. 類似度指数について

### 1. 経緯

自然遊学館わくわくクラブの泉南の池しらべを2010年に終えた時点で調査結果を解析する際に、類似度指数に関しては納得のいく考えに至っていなかった。一番に保留したかった点は、努力量を同じにした定量調査サンプルを比較する際に、例えば Pianka の  $\alpha$  指数のような各種の個体数の比率をもとに計算する指数では、得られたデータの情報から切り捨てる部分が大きすぎるのではないかということである。それはトンボの池（あるいはたわわの小池）が、母集団の推定が意味をなさなくらい狭い池であることも関係していて、本稿ではあくまで採集サンプルどうしの比較を対象にしている。その場合、例えば表1の例1-1と例1-2、例1-2と例1-3を比較すると、定量調査の結果に関しては、例1-2と例1-3の類似度の方が「高い」と判定して欲しいということである（比率類似度に関しては、後述）。

表1. 群集(サンプル)の例と類似度の値との関係

群集の例の数値は個体数を示し、各例の実数類似度、比率類似度、およびそれらの相乗平均の値を示した。  
類似度の値は、群集Aと群集Bとの間の実数類似度と比率類似度の相乗平均

例1-1	例1-2	例1-3	群集Aと群集Bの類似度																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>群集 A</th> <th>群集 B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>種1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>種2</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>種3</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>種4</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>種5</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>		群集 A	群集 B	種1	1	1	種2	1	1	種3	1	1	種4	1	1	種5	1	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>群集 A</th> <th>群集 B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>種1</td><td>1</td><td>10</td></tr> <tr><td>種2</td><td>1</td><td>10</td></tr> <tr><td>種3</td><td>1</td><td>10</td></tr> <tr><td>種4</td><td>1</td><td>10</td></tr> <tr><td>種5</td><td>1</td><td>10</td></tr> </tbody> </table>		群集 A	群集 B	種1	1	10	種2	1	10	種3	1	10	種4	1	10	種5	1	10	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>群集 A</th> <th>群集 B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>種1</td><td>10</td><td>14</td></tr> <tr><td>種2</td><td>10</td><td>14</td></tr> <tr><td>種3</td><td>10</td><td>14</td></tr> <tr><td>種4</td><td>10</td><td>14</td></tr> <tr><td>種5</td><td>10</td><td>14</td></tr> </tbody> </table>		群集 A	群集 B	種1	10	14	種2	10	14	種3	10	14	種4	10	14	種5	10	14	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>例 1-1</th> <th>例 1-2</th> <th>例 1-3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>実数類似度</td><td>1.00</td><td>0.33</td><td>0.97</td></tr> <tr><td>比率類似度</td><td>1.00</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>相乗平均</td><td>1.00</td><td>0.57</td><td>0.99</td></tr> </tbody> </table>		例 1-1	例 1-2	例 1-3	実数類似度	1.00	0.33	0.97	比率類似度	1.00	1.00	1.00	相乗平均	1.00	0.57	0.99
	群集 A	群集 B																																																																							
種1	1	1																																																																							
種2	1	1																																																																							
種3	1	1																																																																							
種4	1	1																																																																							
種5	1	1																																																																							
	群集 A	群集 B																																																																							
種1	1	10																																																																							
種2	1	10																																																																							
種3	1	10																																																																							
種4	1	10																																																																							
種5	1	10																																																																							
	群集 A	群集 B																																																																							
種1	10	14																																																																							
種2	10	14																																																																							
種3	10	14																																																																							
種4	10	14																																																																							
種5	10	14																																																																							
	例 1-1	例 1-2	例 1-3																																																																						
実数類似度	1.00	0.33	0.97																																																																						
比率類似度	1.00	1.00	1.00																																																																						
相乗平均	1.00	0.57	0.99																																																																						

当時、大阪府立大学農学部昆虫学研究室に所属していた向井康夫氏に相談すると、Twinspan というソフトを教えていただき、その他、個体数の比率だけでなく実数を考慮した類似度指数が提起されていることを御教示いただいた。しかしながら、それらを使いこなすには、論文を読むことも含めてかなりの努力が必要であると推測された。そこで本稿では、単純な2つの同型の関数を使って、個体数の実数と比率それぞれの類似度を示す指数を適用することとした。

### 2. 実数類似度

2個(地点)の採集サンプルについて、ある種の個体数(の実数)どうしがどれだけ似ているかを考える。完全に一致する場合に1となり、それから離れるほど値が1から小さくなっていく関数(元関数とする)は、べき乗などを考慮すれば無数に存在することになる。そのいずれの元関数を用いても、採集サンプルの全種について個体数(各種の合計個体数)で重み付けした(相加)平均値を、0から1までの値を与える類似度指数とすることができる。本稿で元関数として採用したも

のは、その中でも最も単純なものの一つである（式（1））。いろいろな元関数の性質や値を比較検討して採用したものではなく、式の単純さを優先した結果である。また、表2には5種から構成される2個の群集の簡単なサンプルの計算例を示した（表2には比率類似度の計算例も示している）。

$$\frac{n_a \times n_b}{\mu^2} \quad \text{式 (1)}$$

（ $n_a$ は群集Aの個体数、 $n_b$ は群集Bの個体数、 $\mu$ は $n_a$ と $n_b$ の平均値）

表2. 実数類似度と比率類似度の計算例

群集と種の表（左端）の数値は個体数を示している。Nは全個体数。

群集Aと群集Bとの間の実数類似度と比率類似度の計算過程を示した。

			実数類似度の計算			比率類似度の計算					
	群集 A	群集 B	A+B	A×B	平均値 $\mu$	元関数の値	個体数で重み付け	期待値 E(A)	期待値 E(B)	元関数の値	個体数で重み付け
種1	4	10	14	40	7	0.82	11.43	5.60	8.40	0.85	11.90
種2	2	5	7	10	3.5	0.82	5.71	2.80	4.20	0.85	5.95
種3	2	8	10	16	5	0.64	6.40	4.00	6.00	0.67	6.67
種4	2	2	4	4	2	1.00	4.00	1.60	2.40	1.04	4.17
種5	10	5	15	50	7.5	0.89	13.33	6.00	9.00	0.93	13.89
合計	20	30	50				40.88				42.58
			N				↓				↓
							Nで割る				Nで割る
							0.82				0.85

ただし、このタイプの実数類似度には問題点があり、2個のサンプルのある種の個体数について大小の方向性が組み込まれていない（表3）。この問題点を克服することはできなかったが、次に示す比率類似度ではその方向性が組み込まれているので、両者の値を比較して大きな差がある時には、実数類似度が方向性を考慮できていない場合もあることに注意が必要である。

表3. 群集（サンプル）の例と類似度の値との関係

群集の例の数値は個体数を示し、各例の実数類似度、比率類似度、およびそれらの相乗平均の値を示した。

類似度の値は、群集Aと群集Bとの間の実数類似度と比率類似度の相乗平均

例3-1	例3-2	例1-3	群集Aと群集Bの類似度						
	群集 A	群集 B		例 1-1	例 1-2	例 1-3			
種1	1	10	種1	1	10	実数類似度	0.33	0.33	0.33
種2	1	10	種2	10	1	比率類似度	1.00	0.44	0.34
種3	1	10	種3	1	10	相乗平均	0.57	0.38	0.34
種4	1	10	種4	10	1				
種5	1	10	種5	1	10				

### 3. 比率類似度

実数類似度の元関数(式(1))の平均値を期待値に代えると比率類似度の元関数になる(式(2))。元関数の値自体が1を超えることもあるが(例えば、表2の種4)、それは個体数の少ない種だけに現れるので、個体数で重み付けした平均値をとれば、比率類似度は今回シミュレーションを行った限りでは0から1までの値に収まる。

$$\frac{n_a \times n_b}{E_a \times E_b} \quad \text{式(2)}$$

( $n_a$ は種aの個体数、 $n_b$ は種bの個体数、 $E_a$ は $n_a$ の期待値、 $E_b$ は $n_b$ の期待値)

比率類似度の元関数の値が1を超えてはいけないという規則はないので、本稿では1を超えた場合の値を1にするというような補正は行っていない。

### 4. 実際の適用

採集サンプルの類似度を示す際に、比率類似度と個体密度の2次元グラフが用いられることがある。それを今回は、比率類似度と実数類似度の2つの指数で代用したことになる。本稿では、その2つの値の相乗平均を「類似度」として1つの値にまとめたが(表1、3、および本文参照)、その方法が最適であるかは分からない。あくまでも誰でもが考えつく単純な式、誰でも意味が分かる式を用いて、類似度を求めることを目指した。

定量調査のサンプルを比較する場合は、比率類似度とかけ離れた値でない限り、実数類似度のみを用いた方が良いのかもしれない。あるいは比率類似度と実数類似度が同型であることを利用して、計算の途中で統合する指数も提起可能である。ただし単純に分かりやすくという初期の目的からは逸脱してしまう。

例えば、自然遊学館のこれまでに行ってきた近木川などの水生昆虫に関する報文では、Piankaの $\alpha$ 指数や、種単位で計算するSørensenの類似係数(QS)を用いて採集サンプル間の類似度を求めてきた。よく読まれている方は、報文ごとに単独の指数を用いたり併用していることに気付かれているかもしれない。それはデータと指数の組み合わせによっては「変な」値が出てしまうことがあるという試行錯誤の結果である。本稿では、他の研究者の論文を勉強できない者が、単純で目に見える形をした類似度指数を用いて、自然遊学館わくわくクラブの池しらべのデータを解析した次第である。