

三瓶山姫逃池におけるトンボ群集の変遷

川 久 保 千 恵*・星 川 和 夫*

A Long-term Transition in the Community of Dragonflies and Damselflies on Himenoga-Ike Pond in Mt. Sambe

Chie Kawakubo and Kazuo Hoshikawa

Abstract

Odonata community on Himenoga-Ike Pond was surveyed from May to October 2009. A total of 1208 adults and 919 nymphs belonging to 27 species were recorded. These species could be divided into 9 guild groups according to differences in size of food-capture basket and in mode of pond-space utilization. Bibliographical survey revealed that number of odonata species in the pond has been nearly stable during recent 30 years, 19-22 spp., excluding temporal visitors. However, species composition has changed drastically with turnover rates of 5.5 spp./ 12 years or 7.0 spp./ 18 years. Most of the species-exchanges occurred within guilds, though a guild with much food resources packed 5 species without any extinction events presumably due to seasonal or spatial segregations among them.

Key word : Mt. Sambe, Odonata, insect conservation, community equilibrium

1. はじめに

トンボ目は種数や環境選好性の多様度が適度に大きいことから (Cannings and Cannings, 1987; Samways et al, 1996; Corbet, 1999), 淡水生態系の環境を評価するための指標として適している (Wildermuth, 1994). トンボ成虫が配偶場所および産卵場所として水域を選ぶ際の手掛かりは、主に水面の存在、産卵基質（水草、朽木など）の存在、水辺周囲の植生の大きさや形であるが (Wildermuth, 1994; Corbet, 1999), これらの選択様式が種によって異なるために、生息地間で、また同一生息地内でも種毎に異なる空間配置を示すことが知られている (Wildermuth, 1994; Wildermuth and Knapp, 1996). このことは、多数種のトンボがさまざまにニッチを分割しながら同一空間に共存できることを示しており、ほぼ独立した生息地に形成されるトンボ群集は、その種数において動的平衡状態 (MacArthur and Wilson, 1967) にあると予測される。

本研究では、三瓶山北麓に位置する姫逃池に生息するトンボ群集の構造を解析し、文献に記録された過去のトンボ群集と比較してこの池での群集変遷を追跡した。姫逃池は、夏にはカキツバタが咲く池沼として地域の代表的な景勝地である。しかし、遷移の進行により著しい水位低下、草本類の繁茂などが進み、池沼としての景観が大きく変化したため、2002年から翌年にかけての冬季に、水位回復を目的とした工事（池底の堆積物除去・粘土の不透水層の造成）が島根県の自然再生事業として実施された。今後も水生植物群落の拡大や植物遺体の堆積が進み湿原化が進行するものと考えられており（島根県自然公園協会, 2003），現在、水位の安定を図るため池周囲の草の刈り取り、持ち出しがボランティアによって行われている。里山など二次的自然の生物多様性に果たす役割が認識され、それを保全する動きが強まっている中、姫逃池におけるトンボ類の多様性の変遷過程を知ることは、その保全のための基礎的知見を与えてくれると思われる。

* 島根大学生物資源科学部生態環境科学科, 〒690-8504 島根県松江市西川津町 1060

Division of Environmental Ecology, Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, Matsue 690-8504, Japan

2. 調査地および方法

I. 調査地

姫逃池は、島根県中央部に位置する三瓶山の北麓、標高約600mの地点にある。男三瓶山北麓斜面から北の原と呼ばれる緩傾斜地へと移り変わる場所の、窪地の不透水層上にできた天然池沼である。周囲の止水環境は乏しく、小規模な溜池などを除けば、自然公園内の湖沼は「室の内池」と「浮布池」だけであり、いずれも姫逃池からは1.5km以上離れている。水深は降水量によって変動するが全体的に浅く、1970年頃の最深部でも1m程度（西上・秋山, 1971）、池内にはカンガレイ、ジンサイなどが繁茂し、水底にはこれらの遺体が堆積しており、水質は弱酸性（pH ≈ 5）である（谷・大浜, 1994）。池の最長部は東西方向で約200m、南北方向で約80m、水面面積は約8,500m²、

周囲の長さは約500m。姫逃池周辺の土壤は、三瓶火山からの噴出物を母材とする黒ボク土壌であり、植生は、南側はマツ類の優占する森林と隣接し、北側に北の原と呼ばれる草原が広がっている。2002-2003年に池岸で行われた植生調査では、10群落（ジンサイ群落、ニッポンイヌノヒゲ群落、カンガレイ群落、タチコウガイゼキショウ群落、ヨシ群落、カサスゲ群落、アメリカセンダングサ群落、ヤノネグサ群落、スキ群落、シバ群落）が認められている（井上, 2004）。

成虫センサスは、池の水辺にそって長さ約50m、水際から水面方向および岸方向にそれぞれ幅約2mをとり、約200m²の大きさの10調査区（A～J）を設定して行った。幼虫センサスでは、池中央部にある浮島の東西に2箇所の調査区（K, L）を加えた（図1、表1）。

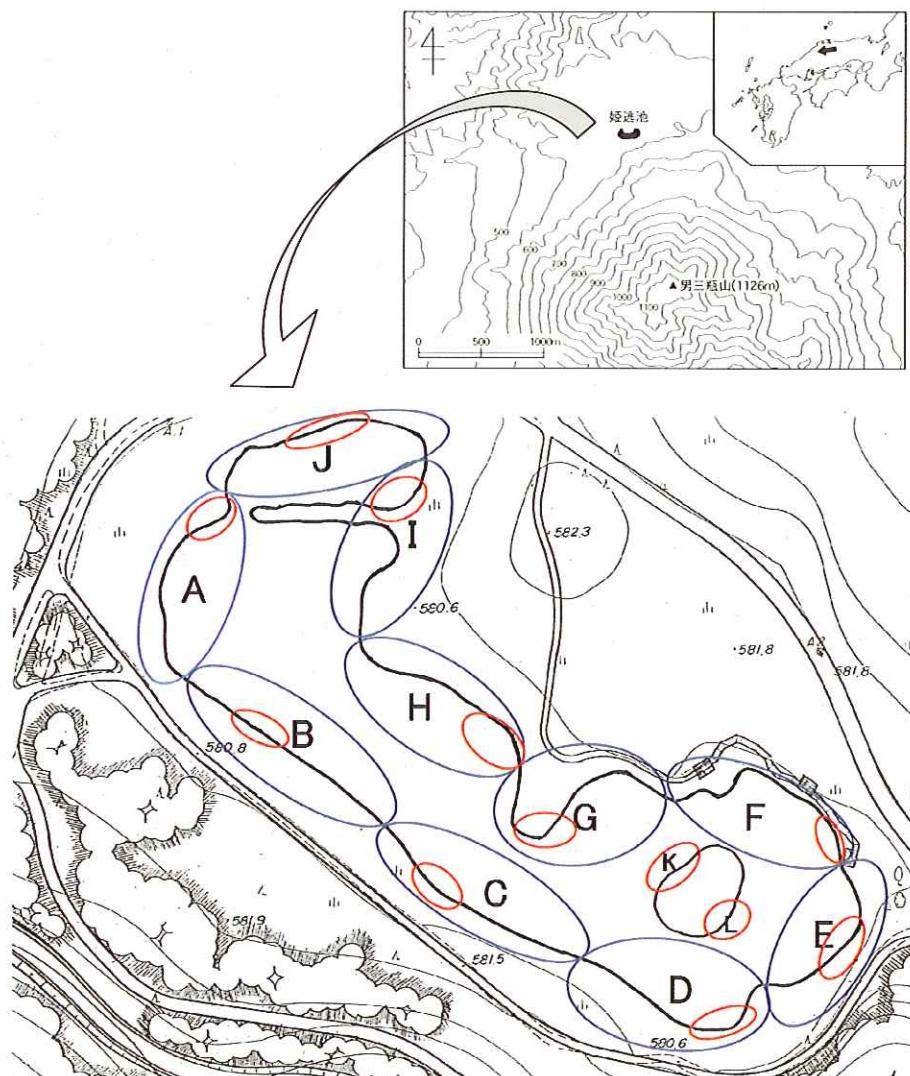


図1 姫逃池における12の調査区（A～L）の位置
青丸で囲んだ区域はトンボ成虫の調査区、赤丸で囲んだ区域はトンボ幼虫の調査区を表す。

表1 調査地点の環境の概要

調査区	植生 **	森林までの距離	水深・主な底質
A	y + n, s	30 m	浅・砂
B*	s + n	18 m	浅・砂
C	k + n, y	25 m	浅・腐植
D	y + n, k	38 m	深・腐植
E*	k + n, y	8 m	深・砂
F	k + n, a	(シバ草地)	深・砂
G	k + y	(シバ草地)	浅・?
H*	s + y	(シバ草地)	浅・砂
I*	s	(シバ草地)	浅・?
J	s + n, y	65 m	浅・?
K	j	(浮島)	深・根
L	j	(浮島)	深・?

- * 造成裸地に隣接
- ** 主植生+混在植生で示す。井上(2004)に基づく。
- k:カンガレイ群落
- y:ヤノネグサ群落
- s:ススキ群落
- n:ニッポンイヌノヒゲ群落
- j:ジュンサイ・カサスゲ群落
- a:アメリカセンダングサ群落

II. 調査方法

1) 成虫の個体数調査: 2009年5月上旬から10月上旬まで、月に1回(2日間)トンボ成虫の個体数調査を行った。いずれも晴れまたは曇りの日の午前9時から12時まで、午後2時から5時まで実施し、目撃された種およびそれぞの種の個体数を記録した。種の同定が困難な場合は捕獲し、必要な場合は研究室に持ち帰って同定した。この調査は原則として3名で行った。オニヤンマ科やヤンマ科のように飛翔範囲が広い種については調査時に飛翔区域を記録した。また、クロイトトンボは池内部を飛翔している個体が多くたが、調査区を飛翔している個体のみをカウントした。

2) 幼虫の個体数調査: 2009年11月28-29日にトンボ幼虫の個体数調査を調査区A-Lの12箇所で行った。タモ網(2mmメッシュ)を用いて各地点の水底を10回すくい、全てのヤゴを採集し底質状態を記録した。調査区K・Lについては、ゴムボートを使用して調査した。この調査は約10名で行った。採集した幼虫はすべて研究室に持ち帰り、実体顕微鏡を用いて同定した。

3) 成虫の餌資源量調査: 成虫が利用している餌サイズを推定するため、一部の成虫を用いて捕獲籠ササイズ(=後腿節長×[後脛節+跗節長]×翅胸幅)を計測した。実際の餌関係は複雑だが、捕食者であるトンボは餌選択性に乏しいと考えられ、この捕獲籠ササイズは実際の餌サイズを反映しているとみなした。

あわせて2009年8月31日、9月11日に7調査区B, D, E, G, H, I, Jで小昆虫の量を確認した。1m四方を

径42cmの捕虫網で往復10回スイーピングし、得られた小昆虫を目まで分類し、個体数および体長を記録した。

3. 結 果

I. 確認されたトンボ類成虫の種数と個体数

各調査区における季節毎の確認個体数を表2に、調査区毎の確認個体数を表3に示す。全調査区合計で7科26種1,208個体のトンボ類が確認された。ただし、コサナエには極く少数ではあるがダビドサナエが混じっていた。年間を通じての発生ピークを見ると(表2)、アジアイトトンボではピークが2回確認できたが、他の種では1ピークしか現れなかった。平地では年2化しているアオモンイトトンボ、クロイトトンボ、シオカラトンボも、低水温のためか、今回の調査では発生のピークが1回しか認められなかった。

姫逃池全体をみた場合、その優占種はアジアイトトンボ、クロイトトンボ、ホソミオツネントンボ、ナツアカネの4種、準優占種はコサナエ、ノシメトンボ、リスアカネ、ヨツボシトンボの4種であった(表3)。表3右に示した変動係数CV(=標準偏差/平均値)は調査区間での確認数の偏りが大きいほど大きな値になる。クロイトトンボ(CV=141%)とアオモンイトトンボ(=143%)は草原側(G, H, I, J)ではほとんど確認されなかった。リスアカネ(=108%)にも同様な傾向があった。反対に、ギンヤンマ(=103%)は草原側で多く確認された。オオイトトンボ(=279%)は調査区F、モノサシトンボ(=316%)は調査区Eのみで確認された。調査区Eは優占種アジアイトトンボ、ホソミオツネントンボが少ない特異な場所であり、確認種数が多く、平均多様度・均衡度が高かった。ただし、各調査区の種数と個体数間の相関関係は全く認められなかった($r=0.29$)。

II. ヤゴの種数と個体数

各調査区における確認個体数を表4に示す。全体で6科14種919個体のヤゴが採集された。ただし、ダビドサナエ?とされた4個体はコサナエである可能性が高い。池の全体を单一の群集としてみた場合、その優占種はアジアイトトンボ、クロイトトンボ、コサナエの3種、準優占種はクロスジギンヤンマ1種であった。確認個体数(23~180)も種数(4~13)も変動が大きく相関も認められないが($r=0.51$)、クロイトトンボが極めて多く採集された調査区Hを除くと個体数と種数は相関していた($r=0.85$)。優占種、準優占種はほぼ全調査区で採集されたが、アオモ

表2 トンボ成虫の季節別確認個体数(三瓶山姫逃池, 2009)と捕獲籠サイズ

	調査月						N	捕獲籠 サイズ(mm^3)
	5月	6月	7月	8月	9月	10月		
イトトンボ科 Coenagrionidae								
01. アオモンイトトンボ <i>Ischnura senegalensis</i>	0	23	1	0	0	0	24	49 **
02. アジアイトンボ <i>Ischnura asiatica</i>	90	116	23	132	94	17	472	12
03. キイトトンボ <i>Ceriagrion melanurum</i>	0	0	0	2	0	0	2	22
04. オオイトトンボ <i>Cercion sieboldii</i>	0	0	1	8	0	0	9	35
05. クロイトトンボ <i>Cercion calamorum calamorum</i>	0	0	30	57	24	0	111	25
モノサシトンボ科 Platycnemididae								
06. モノサシトンボ <i>Copera annulata</i>	0	0	0	3	0	2	5	95
アオイトトンボ科 Lestidae								
07. アオイトトンボ <i>Lestes sponsa</i>	0	0	0	0	2	1	3	115
08. ホソミオツネントンボ <i>Indolestes peregrinus</i>	71	92	8	0	0	0	171	47
サナエトンボ科 Gomphidae								
09. ウチワヤンマ <i>Ictinogomphus clavatus</i>	0	0	1	0	0	0	1	1113 **
10. コサナエ <i>Trigomphus melampus</i>	13	24	0	0	0	0	37	299 **
11. ダビドサナエ <i>Davidius nanus</i>	※	※	0	0	0	0	※	
オニヤンマ科 Cordulegastridae								
12. オニヤンマ <i>Anotogaster sieboldii</i>	0	0	0	1	0	1	2	1211 **
ヤンマ科 Aschidae								
13. オオリボシヤンマ <i>Aeshna nigroflava</i>	0	0	0	3	18	0	21	1199
14. ギンヤンマ <i>Anax parthenope julius</i>	0	0	12	9	10	0	31	1702
15. クロスジギンヤンマ <i>Anax nigrofasciatus nigrofasciatus</i>	10	14	0	0	0	0	24	
エゾトンボ科 Corduliidae								
16. オオヤマトンボ <i>Epophthalmia elegans</i>	0	0	0	0	0	0	0	2778 **
トンボ科 Libellulidae								
17. ウスバキトンボ <i>Panatala flavescens</i>	0	0	0	1	0	0	1	343 **
18. オオシオカラトンボ <i>Orthetrum triangulare melania</i>	0	0	0	2	0	0	2	587 **
19. シオカラトンボ <i>Orthetrum japonicum</i>	0	0	12	10	0	0	22	412 **
20. ショウジョウトンボ <i>Crocothemis servilia mariannae</i>	0	0	4	1	0	0	5	
21. チョウトンボ <i>Rhyothemis fuliginosa</i>	0	0	0	4	0	0	4	
22. キトンボ <i>Sympetrum croceolum</i>	0	0	0	3	0	10	13	236
23. ナツアカネ <i>Sympetrum darwinianum</i>	0	0	0	25	66	28	119	182
24. ノシメトンボ <i>Sympetrum infuscatum</i>	0	0	0	4	33	6	43	309
25. ミヤマアカネ <i>Sympetrum pedemontanum elatum</i>	0	0	1	0	0	0	1	187 **
26. リスアカネ <i>Sympetrum risi risi</i>	0	0	0	0	5	32	37	275
27. ヨツボシトンボ <i>Libellula quadrimaculata asahinai</i>	12	24	12	0	0	0	48	538
確認個体数(N)		196	293	105	265	252	97	1208
確認種数(S)		5	6	11	16	8	8	26

※ コサナエには少数のダビドサナエを含む。

** 姫逃池以外の場所から得られた標本を計測。

シイトトンボ ($CV = 234\%$) とヨツボシトンボ (= 206%) は草原側 (H, I, J) で採集された。浮島 (K, L) での採集量は少ないが、ほとんどが最優占種であるクロイトトンボであった。

成虫と幼虫の各調査区での確認総個体数の類似性を、ニッチ重複度の指標のひとつである Pianka の α 指数を用いて解析した(表4右)。幼虫が移動性に乏しいことを考えると、この分布パターンの相違は成虫の占有空間と産卵場所の相違の程度を示していると考えられる。アジアイトトンボ、コサナエ、クロスジギンヤンマ、モノサシトンボでは成虫・幼虫の空間分布が類似していた ($\alpha = 0.77 \sim 0.84$)。モノサシトンボの成虫は調査区 E でのみ確認されたが、幼虫は E とその周辺のみならず J とその周辺でも採集された。クロイトトンボ ($\alpha = 0.30$) では、草原側 (G, H, I, J) で成虫がほとんど見られないにもかかわらず多数の幼虫がこれらの調査区で捕獲された。この傾向はより極

端にアオモンイトトンボでも確認された ($\alpha = 0.00$)。

なお、幼虫調査は冬に行なったためアカトンボ属(卵越冬)やホソミオツネントンボ(成虫越冬)は確認されなかった。

III. 捕獲籠サイズと生息環境の小昆虫量

確認種の捕獲籠サイズを表2右に示す。最小サイズはアジアイトトンボの 12mm^3 、最大サイズはオオヤマトンボの 2778mm^3 であった。対数値をとると、トンボ類(不均翅亜目)とイトトンボ類(均翅亜目)の境界は 2.1 にあったので、それを基準に 0.4 幅の階級区分により 6 つのギルド(大きい順に I ~ VI) に分割した(図3)。最大の捕獲籠をもつオオヤマトンボはギルド I に編入した。

スイーピングにより得られた小昆虫はほとんどすべてがハエ目成虫であった。その体長分布は地点間、採集月日間で傾向のある変化が見られなかつたので、ま

三瓶山姫逃池におけるトンボ群集の変遷

表3 成虫センサスにおけるトンボ類の調査区別確認個体数（三瓶山姫逃池、2009）

	調査区										N	CV(%)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
02. アジアイトンボ	68	24	26	24	10	62	85	70	34	69	472	55
08. ホソミオツネントンボ	29	19	6	7	7	37	29	15	11	11	171	64
23. ナツアカネ	25	7	9	18	12	22	10	7	6	3	119	62
05. クロイトトンボ	9	13	13	10	10	53	0	0	2	1	111	141
27. ヨツボシトンボ	2	4	1	4	0	7	9	3	3	15	48	93
24. ノシメトンボ	4	0	4	8	12	2	6	5	0	2	43	86
10. コサナエ*	5	3	4	1	6	6	2	5	3	2	37	48
26. リスアカネ	11	1	2	9	6	6	0	1	0	1	37	108
14. ギンヤンマ	1	2	0	0	1	9	4	2	8	4	31	103
15. クロスジギンヤンマ	0	2	1	3	4	3	2	2	1	6	24	71
01. アオモンイトンボ	0	3	8	9	3	1	0	0	0	0	24	143
19. シオカラトンボ	5	0	0	0	1	6	2	3	2	3	22	95
13. オオルリボシヤンマ	5	0	1	1	0	5	3	2	0	4	21	96
22. キトンボ	0	2	0	3	3	0	1	0	2	2	13	96
04. オオイトトンボ	0	1	0	0	0	8	0	0	0	0	9	279
06. モノサシトンボ	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	316
20. ショウジョウトンボ	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	5	105
21. チョウトンボ	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	4	175
07. アオイトトンボ	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3	-
03. キイトトンボ	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	-
12. オニヤンマ	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	-
18. オオシオカラトンボ	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	-
09. ウチワヤンマ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	-
17. ウスバキトンボ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-
25. ミヤマアカネ	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	-
確認個体数(N)	164	83	75	99	85	229	157	115	76	125	1208	
確認種数(S)	11	13	11	13	17	16	15	11	13	15	26	
平均多様度(H')	1.79	2.05	1.95	2.23	2.50	2.10	1.61	1.45	1.89	1.69	2.16	
均衡度(J')	0.75	0.80	0.81	0.87	0.90	0.76	0.59	0.61	0.74	0.63	0.67	

* コサナエには少数のダビドサナエが含まれる。

■ 優占種
■ 準優占種

表4 幼虫センサスにおけるヤゴの調査区別確認個体数（三瓶山姫逃池、2009）
とPiankaの α 指数で計った成虫との分布重複度

	調査区												N	CV(%)	Pianka's α
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L			
05. クロイトトンボ	8	55	56	42	13	15	63	117	20	21	19	31	460	81	0.30
10. コサナエ	13	9	4	15	4	21	5	11	14	26	0	1	123	78	0.82
02. アジアイトンボ	9	4	3	8	8	1	6	30	5	32	0	3	109	117	0.77
15. クロスジギンヤンマ	3	4	5	8	3	6	2	10	10	17	2	3	73	74	0.84
06. モノサシトンボ	3	1	0	7	16	5	0	0	2	9	1	1	45	129	0.78
14. ギンヤンマ	5	6	6	7	0	3	5	6	3	3	1	0	45	65	0.54
19. シオカラトンボ	2	0	0	0	5	0	6	0	7	1	0	0	21	152	0.44
13. オオルリボシヤンマ	0	2	1	4	0	0	1	2	2	5	0	0	17	118	0.48
01. アオモンイトンボ	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	8	234	0.00
27. ヨツボシトンボ	0	0	1	0	0	0	0	0	4	4	0	0	9	206	0.65
11. ダビドサナエ?	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	4	-	-
20. ショウジョウトンボ	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	-	-
16. オオヤマトンボ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	-	-
21. チョウトンボ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	-	-
確認個体数(N)	43	82	79	91	49	52	88	180	67	126	23	39	919		
確認種数(S)	7	8	9	7	6	7	7	9	13	4	5	5	14		
平均多様度(H')	1.77	1.19	1.15	1.61	1.62	1.52	1.07	1.16	1.92	2.05	0.64	0.77	1.67		
均衡度(J')	0.91	0.57	0.52	0.83	0.91	0.78	0.55	0.60	0.87	0.80	0.46	0.48	0.62		

■ 優占種
■ 準優占種

とめて図2に示した。トンボ類の餌昆虫の大部分は逃げたと思われる所以、ここで評価できるのはイトトンボ類の成虫餌資源に限られる。正確な捕食関係の把握は困難だが、この小昆虫の体長分布は、図2に示した

ように、姫逃池の餌資源の存在量が多い順から ギルドV > ギルドVI > ギルドIV となっているらしいことを示唆している。

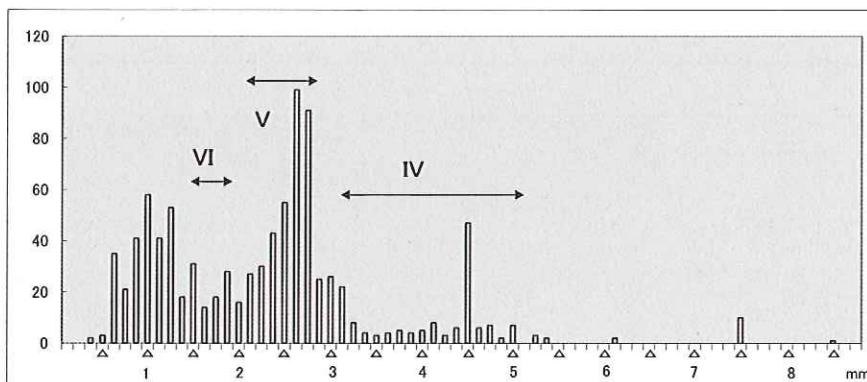


図2 姫逃池調査区の草地から得られた小昆虫の体長分布。
縦軸は個体数。矢印範囲は対応する各ギルドの捕獲籠サイズを示す。
ギルドVIは体長1 mm程度の昆虫を、ギルドVは体長2~3 mmの昆虫を
捕食しているらしいが、ギルドIVの餌資源量は乏しい。

	Dweller	Flier	Attendant	Visitor
I		オオヤマトンボ クロスジギンヤンマ ギンヤンマ オオルリボシヤンマ		
II	ヨツボシトンボ	オオシオカラトンボ シオカラトンボ		オニヤンマ ウチワヤンマ ウスバキトンボ
III	コサナエ	リスアカネ ナツアカネ	ノシメトンボ キトンボ	ダビドサナエ ミヤマアカネ
IV	ショウジョウトンボ チョウトンボ			
V	モノサシトンボ アオイトトンボ オオモントンボ ホソミオツネントンボ オオイトトンボ キイトトンボ			
VI	アジアイトンボ			

図3 確認種のニッチ/ギルド分割の概要
行I~VIは捕獲籠サイズ(食物ニッチ),
列は池空間利用様式(生息地ニッチ)による区分を示す。(三瓶山姫逃池, 2009)

4. 考 察

I. 姫逃池におけるトンボ類成虫の空間分割

池沼のトンボ類の種数は池面積と相関していると考えられている (Kadoya *et al.*, 2004)。本調査の結果、確認種は計27種となったが、この種数は1 haに満たない規模の池としては極めて多いと言えるだろう。これは、三瓶地域では水系の発達が悪いために (星川, 1994)、少数の池にトンボが集積されているという事情もあると思われる。このように種が集積された場合、個々の種の実現ニッチはかなり制約されると予想される。そのため、餌・季節・生息空間それぞれについて種がどのような相互関係にあるのか、すなわち niche packing の状態を解析した。

トンボ成虫は水域の利用方法が種毎に違っているので、成虫の空間利用を考える際、水域利用方法を考慮する必要がある。ここでは以下のように分類する：

- ① Dweller：池を採餌・繁殖場所として利用して

いる種。今回調査では、イトトンボ全種とヨツボシトンボ、コサナエ、ハッチョウトンボ、チョウトンボの12種。

- ② Flier：池の上空に網張りを張り、池を繁殖場所として利用している種。オオルリボシヤンマ、オオヤマトンボ、ギンヤンマ、クロスジギンヤンマの4種。
- ③ Attendant：行動圏の一部に池を含み、池を繁殖場所のひとつとして利用している種。そのため、生息には池外の周辺環境も大きく影響する。オオシオカラトンボ、シオカラトンボ、アカネ類(キトンボ、ナツアカネ、ノシメトンボ、リスアカネ)の6種。
- ④ Visitor：確認個体数が少なく、調査日に偶然確認されたと考えられる種。ウスバキトンボ、ウチワヤンマ、オニヤンマ、ダビドサナエ、ミヤマアカネの5種。オニヤンマ、ダビドサナエ、ミヤマアカネは幼虫が流水性であり、

表5 姫逃池における30年間のトンボ相の変遷

推定される種の置換は+、-で示し、確度の高い場合は網掛けした。

	調査年				調査年		
	1979	1991	2009		1979	1991	2009
Flier · I				Dweller · II			
オオヤマトンボ			+ ○	ヨツボシトンボ	○	○	○
オオリボシヤンマ	○	○	○	Dweller · III			
ギンヤンマ	○	○	○	コサエ	○	○	○
クロスジギンヤンマ	+ ○	○	○	チョウトンボ	+ ○	○	○
マルタンヤンマ	+ ○	-	-	ショウジョウトンボ	○	○	○
ルリボシヤンマ	○	○	-	Dweller · IV			
Flier 小計	3	5	4	アオイトンボ		+ ○	
Attendant · II				ハッショウトンボ	+ ○	-	
オオシオカラトンボ			+ ○	モノサシトンボ	○	○	○
シオカラトンボ	○		○	Dweller · V			
ハラビロトンボ		○	-	オオイトンボ	○	○	○
Attendant · III				アオモンイトンボ		+ ○	
キトンボ	○	○	○	キイトンボ	○	○	○
ナツアカネ	○	○	○	クロイトンボ	○	○	○
ネキトンボ		○	-	ホソミオツネントンボ	○	○	○
ノシメトンボ	○	○	○	Dweller · VI			
アキアカネ	○	○	-	アジアイトンボ		+ ○	
マユタテアカネ	○		-	ホソミイトンボ	+ ○	-	
リスアカネ	○		○	モートンイトンボ	○	-	
Attendant 小計	7	6	6	Dweller 小計	9	11	12
表2に示されていない学名:				Visitor			
マルタンヤンマ <i>Anaciaeschna martini</i>				ウスバキトンボ			○
ルリボシヤンマ <i>Aeshna juncea</i>				ウチワヤンマ			○
ハラビロトンボ <i>Lyriothemis pachygastera</i>				オニヤンマ			○
ネキトンボ <i>Sympetrum speciosum speciosum</i>				ダビドサナエ			○
アキアカネ <i>Sympetrum frequens</i>				ニシカワトンボ			○
マユタテアカネ <i>Sympetrum eroticum eroticum</i>				ハグロトンボ		○	
ハグロトンボ <i>Calopteryx atrata</i>				ミヤマアカネ		○	
ハッショウトンボ <i>Nannophya pygmaea</i>				Visitor 小計	3	1	5
ホソミイトンボ <i>Acigrion migratum</i>				Visitor 以外の種数	19	22	22
モートンイトンボ <i>Mortonagrion selenion</i>				出典: 1979: 三浦・北村, 1987 1991: 三島・祖田, 1994 2009: 今回調査			

池では繁殖していないと考えられる。

各種の空間利用様式（生息地ニッチ）と捕獲籠サイズのクラス（食物ニッチ）を組み合わせて図3に示した。各ニッチ／ギルドは1～5種によって占められていた。

Dweller · VIには最優占種であるアジアイトンボ1種のみが属していた。本種は、競争するトンボが存在せず、対応する餌資源量もかなり多いので（図2）、最優占種になっているのだろう。

Dweller · Vには5種が含まれる。春発生型のホソミオツネントンボ、アオモンイトンボと夏発生型の他の3種に区別される（表2）。アオモンイトンボはホソミオツネントンボが少ない林側の調査区で確認されたので（表3）、この2種は空間的に棲み分けをしているらしい。一般にアオモンイトンボ、クロイトンボは平地では年2回以上発生することが知られているが（大浜, 1993）、姫逃池では両種とも年1回

の発生であった。これは水温の直接的影響と考えられるが、これにより生じた発生期のずれが両種の共存を可能にしたのであろう。このギルドは最も餌資源が豊富と推定され（図2）、それに加えて上記のような時空間の棲み分けが5種の共存をもたらしたと考えられる。

Dweller · IVはモノサシトンボとアオイトンボの2種だけであった。両種とも秋に少数個体が異なる調査区で確認された。両種が利用する餌資源量は少ないと見積もられている（図2）。

Flier · Iにおいて、クロスジギンヤンマは5・6月に、ギンヤンマは7・8・9月に出現した。オオリボシヤンマは8・9月に現れ、占有する場所もギンヤンマと類似している。しかし、ギンヤンマは黄昏飛翔性が強いため、両種は時間的に棲み分けている可能性がある。ギルドIIにおいて、ヨツボシトンボとシオカラトンボ属は成虫発生期がずれている（表2）。オ

オシオカラトンボについては、確認個体が少なく幼虫も確認されなかったため、Visitorである可能性がある。

このように、Dwellerに典型的に見られるように、餌／季節／空間を違えて資源を分割することにより、姫逃池では豊富なトンボ群集が形成されていた。

II. 姫逃池におけるトンボ相の変遷

姫逃池では、2003年の工事以前からトンボ相調査が行われている。ひとつは1979年の種名リスト（三浦・北村、1987）であり、もうひとつは1991年に島根県昆虫研究会が行った三瓶山昆虫相の総合調査（三島・祖田、1994）である。これらに今回調査の結果を加え、姫逃池におけるトンボ相の30年間の変遷を上記のニッチ分割に沿って表5に示した。文献中の種のニッチ／ギルドは図鑑等（大浜ら、1993；杉村ら、1999）を参考に判断した。なお、Visitorは以下の解析では考慮しない。

この30年間で姫逃池のトンボ相の記録は19種→22種→22種と推移している。これは極めて安定した種数と見ることができるが、その種構成は大きく変化している。1979年から1991年の12年間で4種が確認できなくなり、新たに7種が確認された。1991年から2009年の18年間で7種が確認できなくなり、反面、7種が新たに確認された。この池の環境が大きく変化しなかったとすれば、島の生物学理論（MacArthur and Wilson, 1967）でいう平衡種数は約21種で、動的平衡にあると言える。種の交代速度（turnover rate）は0.46種／年（5.5種／12年）および0.39種／年（7.0種／18年）であった。この交代速度は周辺環境に強く影響される Attendant を含んでいたために過大評価されているだろう。しかし、Dweller（平衡種数=11）だけでみても交代速度は0.17種（2.0種／12年）、0.14種（2.5種／18年）と、かなり大きい。

実際、今回調査で最優占種であったアジアイトトンボ（Dweller・VI）は、1979年にも1991年にも確認されていない。一方、同一ギルドに入るモートンイトトンボとホソミイトトンボは、今回調査では確認されなかった。アジアイトトンボが両種を駆逐したのか、両種が絶滅してできた空白ニッチにアジアイトトンボが侵入したのかは明らかではない。

Dweller・Vでは、1991年から2009年の間に絶滅イベントを伴わないアオモンイトトンボの侵入がみられた。侵入したアオモンイトトンボの成虫発生期が短縮され個体群サイズが大きくならなかったことに加え、餌資源Vが豊富であったことが、このような侵入を可能にしたと考えられる。

姫逃池では2009年でも豊富なトンボ群集が維持さ

れていた。開放水面面積が1970年から2000年の間に約1/3になった（井上、2004）にもかかわらず、現在、種数が維持されていることから、保全工事は成功だったと言える。実際、今回調査で準優占種であったコサナエはかつて少ない種であったという（三浦ら、1987；三島ら、1994）。コサナエやキトンボは水深の深い池沼を好む傾向があるので（生方・倉内、2007），2002～2003年の工事はコサナエを増加させた可能性がある。しかし、湿地性の種の中でも陸地化が進み乾燥気味になったエリアには生息しないモートンイトトンボ、ルリボシヤンマ、ハッチョウトンボ、ハラビロトンボは、本調査で確認されなかった。今後の保全事業では周辺湿地の維持・形成にも配慮する必要があるだろう。

本調査により姫逃池にはトンボ（Dweller）が11種程度生息し、自然的過程として数年間で1種の割合で構成種が置き換わっていることが明らかにされた。

謝 詞

本調査を遂行するにあたり、井上雅仁・皆木宏明両学芸員をはじめ、三瓶自然館職員の方々に様々な面でお世話になりました。また、大浜祥治氏、三島秀夫氏にはトンボの生息環境について御教示をいただきました。この場を借りて深謝申し上げます。また、調査に御協力いただいた研究室等の学友諸氏：新部一太郎、端山武、小泉達也、本田悠、野口祐美子、松田隆嗣、井上瑛子、相木美里の皆さんに感謝いたします。

参 考 文 献

- Cannings, R.A. and S.G. Cannings (1987) The Odonata of some saline lakes in British Columbia, Canada: ecological distribution and zoogeography. *Advance in odonatology*, 3: 7-21.
- Corbet, P.S. (1999) *Dragonflies: Behavior and Ecology of Odonata*. Cornell Univ. Press, Ithaca
- 星川和夫（1994）三瓶山の自然と本調査の概要。星川和夫（編）「三瓶山の昆虫相とその保全」：1～10。
- 井上雅仁（2004）三瓶山姫逃池の植生と水位回復工事前後の変化。島根県立三瓶自然館研究報告2：1～8。
- Kadoya, T., S. Suda, and I. Washitani (2004) Dragonfly species richness on man-made ponds: effects of pond size and pond age on newly established assemblages. *Ecological Research* 19: 461-467.
- MacArthur, R.H. and E.O. Wilson (1967) *The Theory of Island Biogeography*. Princeton Univ. Press
- 前藤薰・光後圭枝・小谷英司・宮田弘明・杉村光俊（2003）四万十川流域におけるトンボ類生息地の地理的解析。昆蟲

三瓶山姫逃池におけるトンボ群集の変遷

- (NS), 6: 27 - 41.
- 三島秀夫・祖田周 (1994) 三瓶山のトンボ類. 星川和夫 (編) 「三瓶山の昆虫相とその保全」: 11 - 16.
- 三浦正・北村憲二 (1987) 三瓶山姫逃池周辺のトンボ相. 中国昆蟲 1: 26.
- 西上一義・秋山優 (1971) 三瓶山の池とその植物. 大山隠岐国立公園三瓶山の自然: 33 - 39. 島根県.
- 大浜祥治・三島秀夫・祖田周・淀江賢一郎 (1993) 「山陰のトンボ」. 山陰中央新報社.
- 生方秀紀・倉内洋平 (2007) トンボ成虫群集による自然環境の評価 - 銀閣湿原達古武沼を例に -. 陸水学雑誌 68: 131-144.
- Samways, M.J., P.M. Caldwell, and R. Osborn (1996) Spatial patterns of dragonflies (Odonata) as indicators for design of a conservation pond. *Odonatologica*, 25: 157-166.
- 島根県自然公園協会 (2003) 島根の自然 32, 12pp. 島根県.
- 杉村光俊・石田昇三・小島圭三・石田勝義・青木典司 (1999) 「原色日本トンボ幼虫・成虫大図鑑」. 北大図書刊行会.
- 谷幸三・大浜祥治 (1994) 三瓶山の水生昆虫. 星川和夫 (編) 「三瓶山の昆虫相とその保全」: 209 - 217.
- Wildermuth, H. (1994) Habitatselection bei Libellen. *Advances in Odonatology* 6: 223-257.
- Wildermuth, H. and E. Knap (1996) Raumliche Trennung dreier Anisopteranarten an einem subalpinen Moorweiher. *Libellula* 15: 57-73.