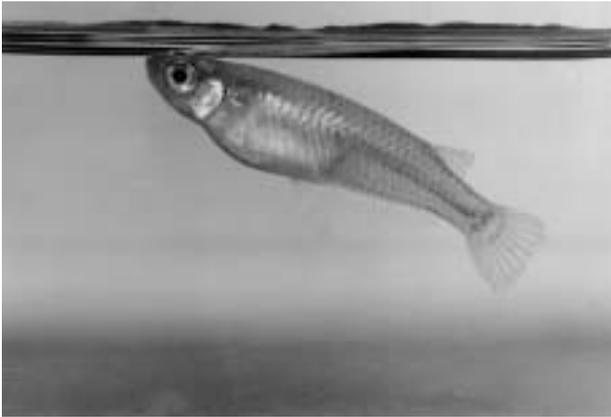


メダカ(*Oryzias latipes*)とカダヤシ(*Gambusia affinis*)の種間関係The inter-species relationship between *Oryzias latipes* and *Gambusia affinis*.山口県立厚狭高等学校 生物部 猶 朋美 関上 恭平 長井 鮎美 秦 慧莉子
大田 政太郎 篠田 一樹 山口 翔 児玉 伊智郎

生徒 教諭



メダカメスのメス(標準体長26mm)



カダヤシメスのメス(標準体長36mm)



メダカオスのオス(標準体長24mm)



カダヤシオスのオス(標準体長22mm)

図1 メダカ(左)とカダヤシ(右)

はじめに

1999年2月に環境庁が発表したレッドリスト (<http://www.eic.jp/kisha/199902/55160.html>) の中で、メダカ(*Oryzias latipes* ♂ 図1左)が絶滅の恐れがある種として掲載された。メダカが減少した理由については、農業用水路や河川がコンクリート張りにされたこと、蚊を駆除する目的で海外から移入されたカダヤシ(*Gambusia affinis* ♂ 図1右)による駆逐、水質の悪化などが考えられており(幸地、1984)¹⁾、沖縄や関東ではメダカからカダヤシへ分布が移り変わっている状況が報告されている

(佐原・幸地、1980)²⁾。

著者らは、1997年に魚類について野外調査をした際、カダヤシが生息していることを確認し、山口県内でもカダヤシがメダカを駆逐する可能性を危惧した。そこで、両種の分布状況を調査した結果、山口県内ではカダヤシがメダカを駆逐していない状況が明らかになった。このことから、両種の関係においては、カダヤシが一方的に優位とは限らないことが考えられた。ここでは、両種の分布を拡大する能力などを比較しながら種間関係について研究した結果を報告する。

研究内容

研究内容は、以下の2部に分けて記述する。

【研究】山口県内のメダカとカダヤシの分布

【研究】メダカとカダヤシの種間関係

【研究】山口県内のメダカとカダヤシの分布

1. 方法

(1) 山口県へのカダヤシの移入の歴史

市町村の役場や環境保健所などに問い合わせ、聞き取り調査を行った。移入されたのは1971年頃でほとんど書類が残されておらず、情報の多くを担当者の記憶に頼った。

(2) 分布調査(1999年夏期、冬期、2000年夏期)

県内のすべての市町村役場に手紙を出して分布情報を集め、その情報に基づき野外調査を行った。また、県下全市町村に出かけ生息地を探した。捕獲は1.8mの柄がついた網(網の大きさ35cm×30cm、目の大きさ2mm×2mm)を用いた。

2. 結果

(1) 山口県へのカダヤシの移入の歴史

防府市

1971(昭和46)年に、徳島市から1,000匹をもらい受け、これを防府市藤本町(防府商業高校付近)、防府市局の内(三田尻)に放流した。その後、中関、牟礼、浜方、田島、西浦でも生息を確認したとのこと。

徳山市

1972(昭和47)年、1973(昭和48)年に徳島市よりカダヤシを入手。それを徳山市内の防火用水などに放流した。

宇部市

宇部市役所では以前グッピーを放流したことがある。ただし、随分古い話で、詳しいことは不明とのこと。ところが、「舶来メダカによる蚊の駆除」³⁾の中に、カダヤシを放流し定着の確認され

た場所として宇部市が記載されていた。また、昭和49年6月20日の宇部時報に、徳島市より送られたカダヤシを常盤公園で養殖し、放流する計画があると記載されていた。

萩市

萩城跡の堀や萩市民球場周辺の用水に放流したらしい。

(2) 山口県内の分布の現状

1999年夏期に行った調査の結果、山口県内にメダカの生息地点を50地点、カダヤシの生息地点を8地点確認した。また、これらの場所における両種の分布状況を1999年冬期と2000年夏期に再度確認した。調査結果をまとめたのが表1である。メダカの乱獲を防ぐため、表中では生息地の地名については公表を控えさせていただく。

表1の調査結果をもとに、生息地点を「メダカのみ生息地点」、「メダカとカダヤシの両種が共存している地点」、「カダヤシのみの生息地点」に分類し、各地点の数を表2にまとめた。表2から、カダヤシの生息地点数に対しメダカの生息地点数の方が圧倒的に多く、カダヤシがメダカを駆逐している状況ではないことが分かる。さらに、1999年夏期、1999年冬期、2000年夏期の3回の調査結果の推移からも、カダヤシの生息地点数が増加する傾向も見られなかった。

3. 考察

カダヤシが山口県に初めて移入されたのは、調べた範囲では29年前である。1999年夏期、1999年冬期、2000年夏期の3回の調査で1度でもカダヤシの生息が確認されたのは、平生町、防府市、山口市、阿知須町、宇部市の5市町村の8カ所であった。しかも、これら8カ所のうち、カダヤシしか生息せずメダカを駆逐した可能性が考えられるのは防府市の地点17(表1)の1カ所だけである。また、防府市の地点16(表1)では、1999年夏期にはカダヤシしか生息しなかったのに対して、2000年夏期にはメダカだけしか捕獲されず、

メダカ(*Oryzias latipes*)とカダヤシ(*Gambusia affinis*)の種間関係

The inter-species relationship between *Oryzias latipes* and *Gambusia affinis*.

山口県立厚狭高等学校 生物部 猶 朋美 関上 恭平 長井 鮎美 秦 慧莉子

大田 政太郎 篠田 一樹 山口 翔 児玉 伊智郎

表1 山口県内のメダカとカダヤシの分布状況

地点 番号	1999年夏期			1999年冬期			2000年夏期		
	調査日	メダカ (匹)	カダヤシ (匹)	調査日	メダカ (匹)	カダヤシ (匹)	調査日	メダカ (匹)	カダヤシ (匹)
1	99/08/10	6	0	00/01/01	5	0	00/08/06	6	0
2	99/08/09	15	0	00/01/01	29	0	00/08/06	19	0
3	99/08/09	41	0	00/01/01	2	0	00/08/06	37	0
4	99/08/13	46	0	00/01/01	0	0	00/08/06	19	0
5	99/08/09	38	0	00/01/01	28	0	00/08/06	17	0
6	99/08/09	12	8	00/01/01	0	0	00/08/06	1	0
7	99/08/13	24	0	00/01/01	0	0	00/08/06	3	0
8	99/08/09	28	0	00/01/01	2	0	00/08/06	8	0
9	99/08/09	48	0	00/01/02	13	0	00/08/06	2	0
10	99/08/09	3	0	00/01/02	0	0	00/08/07	25	0
11	99/08/01	34	0	00/01/02	4	0	00/08/06	47	0
12	99/08/01	12	0	00/02/11	0	0	00/08/06	24	0
13	99/08/01	3	0	00/02/11	0	0	00/08/06	2	0
14	99/08/01	24	0	00/01/16	5	0	00/08/06	26	0
15	99/08/10	1	0	00/01/03	1	0	00/07/22	0	0
16	99/08/06	0	286	00/01/16	0	0	00/07/22	10	0
17	99/08/14	0	32	00/01/16	0	39	00/07/22	0	8
18	99/08/14	5	16	00/01/16	30	0	00/07/22	20	7
19	99/08/06	50	0	00/01/16	21	0	00/07/22	26	0
20	99/08/07	43	0	00/01/22	5	0	00/07/22	0	0
21	99/08/06	24	0	00/01/22	5	0	00/07/22	5	0
22	99/08/06	17	0	00/01/22	5	0	00/07/16	7	0
23	99/08/28	6	3	00/01/16	2	0	00/07/16	4	0
24	99/08/06	63	0	00/01/22	21	0	00/07/16	12	0
25	99/08/07	23	0	00/01/22	14	0	00/07/22	4	0
26	99/08/06	50	13	99/12/25	21	29	00/07/16	6	2
27	99/08/06	34	11	00/01/22	10	0	00/07/16	16	2
28	99/05/30	7	0	00/01/06	0	0	00/07/23	3	0
29	99/07/20	5	0	00/01/06	0	0	00/07/23	1	0
30	99/08/06	18	0	00/01/04	13	0	00/07/16	19	0
31	99/08/16	17	0	00/01/04	2	0	00/08/07	49	0
32	99/08/16	8	17	00/01/04	1	1	00/08/07	7	23
33	99/08/16	2	0	00/01/04	0	0	00/08/07	7	0
34	99/05/29	20	0	00/01/04	20	0	00/08/07	39	0
35	99/08/16	31	0	00/01/15	21	0	00/06/15	8	0
36	99/05/29	25	0	00/01/05	27	0	00/08/12	22	0
37	99/08/05	12	0	00/01/05	7	0	00/08/12	12	0
38	99/07/20	16	0	00/01/05	10	0	00/08/12	9	0
39	99/07/20	38	0	00/01/05	5	0	00/08/12	20	0
40	99/08/05	16	0	00/01/05	8	0	00/08/12	7	0
41	99/07/20	3	0	00/01/05	5	0	00/08/12	2	0
42	99/08/05	8	0	00/01/05	0	0	00/08/12	14	0
43	99/08/05	32	0	00/01/05	11	0	00/08/12	12	0
44	99/08/05	34	0	00/01/05	7	0	00/08/12	15	0
45	99/05/30	9	0	00/01/05	4	0	00/08/12	11	0
46	99/08/16	37	0	00/01/05	8	0	00/07/23	23	0
47	99/07/31	14	0	00/01/06	18	0	00/07/23	5	0
48	99/07/31	12	0	00/01/06	7	0	00/07/23	8	0
49	99/07/31	10	0	00/01/06	2	0	00/07/23	12	0
50	99/07/31	8	0	00/01/06	0	0	00/07/23	44	0
51	99/08/07	1	0	00/01/06	0	0	00/07/23	0	0
52	99/08/07	9	0	00/01/06	1	0	00/07/23	0	0

表2 山口県内のメダカとカダヤシの生息地点数

	1999年夏期	1999年冬期	2000年夏期
メダカのみが生息する地点数	44	36	43
メダカとカダヤシの共存地点数	6	2	4
カダヤシのみが生息する地点数	2	1	1

カダヤシが生息しないか個体数が大幅に減少しているという状況がみられた。さらに、以前放流された萩市でカダヤシの生息が確認できなかったことや、生息地点が連続していないことから、カダヤシが分布域を拡大している状況ではないと考えられる。沖縄や関東のように山口県でもカダヤシがメダカを駆逐する可能性を危惧したが、現在のところそのような兆候は見られない。

【研究】メダカとカダヤシの種間関係

1. 材料

実験に用いたメダカとカダヤシは、吉敷郡阿知須町にて捕獲し、室内に設置した水槽内で両種を別々に飼育し繁殖したものをを用いた。餌はテトラミン(フレーク)を与え、水温は室温にて飼育した。水槽の照明には蛍光灯(20W×2)を使用し、タイマーを用いて14L10D条件(明期14時間、暗期10時間)にした。なお、実験には下記のように両種の標準的なサイズの成魚を用いた。

メダカのオス：全長27mm～31mm

メダカのメス：全長28mm～32mm

カダヤシのオス：全長26mm～30mm

カダヤシのメス：全長42mm～46mm

2. 方法

(1) 遊泳力の比較

(1998年6月2日～6月4日実施、水温25℃)

2つの貯水槽を用意し、片方の貯水槽から汲み上げた水をもう一方の貯水槽に送り、水流を生じさせる(図2)。なお、流速の調節はポンプの弁の開閉で行った。2つの貯水槽を結ぶ透明ホースの中に魚を入れ、泳がせる。用いたホースの内径は、直径21mmである。

水の流れが無い状態からはじめ、水流を徐々に速めていく。そして、魚が押し流された時点での流速を記録する。

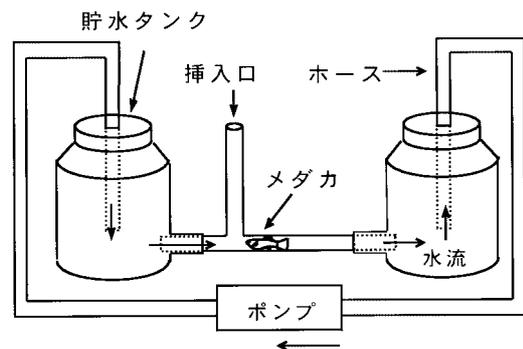


図2 遊泳力を調べる装置

(2) 耐塩性の比較

(1999年6月10日～2000年11月22日実施)

60リットルの水槽中央に、水槽を二等分するように小孔の多数あいたセパレータを設置し、1/3濃度の人工海水を50リットル入れる(図3)。

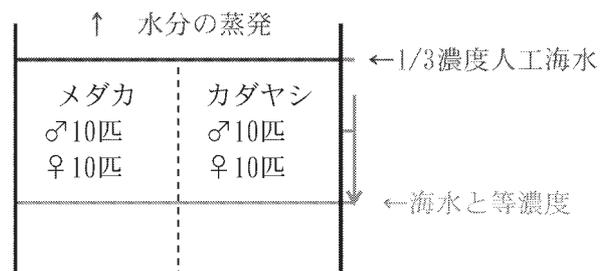


図3 耐塩性の実験

セパレータで仕切った水槽の片方へカダヤシを20匹(メス10匹、オス10匹)、もう一方へメダカを20匹(メス10匹、オス10匹)入れる。

セパレーターで両種を隔てるのは突っつき合いを防ぐためである。なお、餌はテトラミン(フレーク)を1日に1度与えた。

水槽内の水分が蒸発することで徐々に塩分濃度を高め、毎日生存個体数を確認することで耐塩性を比較した。なお、水換えは3週間に1度行い、水換えの前後の塩分濃度が同じになるように新しい溶液を調整した。

メダカ(*Oryzias latipes*)とカダヤシ(*Gambusia affinis*)の種間関係The inter-species relationship between *Oryzias latipes* and *Gambusia affinis*.

山口県立厚狭高等学校 生物部

猶 朋美

関上 恭平

長井 鮎美

秦 慧莉子

大田 政太郎

篠田 一樹

山口 翔

児玉 伊智郎

(3) 汚水耐性

(1998年5月7日～9月27日実施、水温25℃)

耐塩性実験と同様に、セパレーターで仕切った水槽を用意する。

水は50リットル入れ、セパレーターで仕切った水槽の片方へカダヤシを20匹(メス10匹、オス10匹)、もう一方へメダカを20匹(メス10匹、オス10匹)入れる。

両種に対して毎日一定量(8月まで0.2g、9月から1.2g)の餌(テトラミン)を与える。水槽の水は実験中換えず、循環もさせない。餌だけを与え、食べ残しや魚の糞などによって水質が悪化する環境を作る。

毎日生存個体数を確認し、死亡個体が出たら溶存酸素量と総アンモニア量($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$)を測定する。溶存酸素濃度は溶存酸素測定器(堀場OM-14、溶存酸素量：隔膜式ガルバニ電池法、温度：サーミスタ法)を用い、総アンモニア量はテトラテストアンモニアを用いて測定した。

(4) 低・高温条件下での共存実験

(1998年4月14日～5月11日実施)

25リットルの容積の水槽を2個用意し、それぞれの水槽にカダヤシ20匹(オス10匹、メス10匹)、メダカ20匹(オス10匹、メス10匹)を入れ、混泳させる。餌はテトラミン(フレーク)を0.3g、1日に1度与えた。

2つの水槽のうち、1つにはヒータを入れ水温を25℃に保つ。他方は、5℃に設定した冷蔵庫の中に入れる。この温度設定は、観測地点の7月～8月の月平均気温が約25℃、1月の月平均気温が約5℃であることに基づいたもので、25℃の水槽は夏期の水温を、5℃の水槽は冬期の水温を人為的に再現している。

毎日生存個体数を確認し、低温・高温条件下での共存による生存個体数の変化を調べた。

(5) 野外における個体数の季節変動

(1998年3月～9月調査)

調査地点は、山口市の地点23(表1)の用水路で、あらかじめ両種が共存すると確認された場所である。用水路の幅は1mで、大部分が土が露出した自然状態の水路であり、周囲は水田に囲まれている。

この地点のカダヤシとメダカの個体数と水温を、3月～9月の毎月1度調査する。なお、魚を捕獲する際には、底から上層にかけて平均的に捕獲するよう心がけた。

調査は全て10:00～11:00の間に行った。

(6) メダカとカダヤシの分布の偏り

(1998年9月12日10:00～12:00実施、晴れ)

山口市佐山にある全長約240mの水路(図9)において、上流から下流に及ぶ4地点でカダヤシとメダカを捕獲し、各地点で捕獲された個体数を調べる。各地点で、水温、pH、溶存酸素量(DO)、流速、水深を測定した。水温と溶存酸素量は溶存酸素測定器(堀場OM-14)を用い、pHはpHメータ(堀場B-211)で測定した。流速は、水面に浮かべたウキ(直径24mm、球形)が1mの距離を流れるのにかかる時間を測定し表面流速を求めた。

(7) 食べているもの(1998年9月15日実施)

分布の偏りに関する調査を行った山口市の地点23の用水路(図9)の調査地点C(メダカが集団の大部分を占める)からメダカを、調査地点D(カダヤシが集団の大部分を占める)からカダヤシを捕獲し、すぐに70%アルコールに浸け固定する。また、比較として、メダカしか生息していない地点35(表1)のメダカと、カダヤシしか生息していない地点16(表1)のカダヤシを採集する。

固定したものを解剖し、腸の内容物を実体顕微鏡で観察する。

(8) 餌に対する嗜好性の違い

(1999年8月17日～8月26日実施)

実験に用いる個体を1日間絶食させ、同じ空腹状態にさせる。

20リットルの水槽に、メダカ10匹(オス5匹、メス5匹)とカダヤシ10匹(オス5匹、メス5匹)を入れ、混泳させる。水槽の上部には30Wの蛍光灯を点灯した。

植物性の餌としてハウレンソウ(和光堂ベビーフード「ほうれん草と小松菜」のフレークを水に溶いて小さな団子にした)を、動物性の餌としてナガカイミジンコとユスリカの幼虫を用いた。それぞれの餌を水槽上部より100個投下し、食べた魚種を確認した。

(9) 消化管の長さ(1999年9月16日実施)

メダカとカダヤシを解剖し、消化管を腹部より切り出す。

切り出した消化管の長さを肉眼にて、定規(JIS規格1級)を用いて測定。

(10) 攻撃行動の頻度(1999年9月17日～19日)

20リットルの汲み置き水を入れた水槽を用意し、ヒーターとサーモスタットを用いて25℃に保った。

実験に用いる魚に十分な量の餌を与えて30分間おき、満腹状態にした。

水槽にメダカとカダヤシをそれぞれ15ペア入れ、異種に対して突っつく行動の回数を15分間数える。なお、水槽の上部には30Wの蛍光灯

を点灯した。実験は3回行ったが、同じ個体を2度以上用いないようにした。

3. 結果

(1) 遊泳力の比較

結果を表3に示した。各種のオスとメスのデータをまとめて平均値を比較すると、メダカは32.8 (cm/s)の水流まで流されず、カダヤシは20.0 (cm/s)の水流で流された。種間のt値は $t=1.788$ (自由度38)であり、t分布表の2.704 ($p=0.01$)より明らかに大きくなった。よって、両種間の遊泳力には1%レベルで有意な差があり、メダカの方がカダヤシより遊泳力が大きいことが分かった。このことより、メダカの方が河川の上流域などの流速が速い場所にまで分布を広げる力があるといえる。

(2) 耐塩性の比較

実験は、1999年6月10日に1/3の濃度の人工海水に魚を入れて開始し、海水と同じ濃度まで水分が蒸発したのは1999年11月22日だった。つまり、160日間かけて海水の1/3の濃度から海水と同じ濃度に馴化させたことになる。この間の飼育溶液の濃度と生存個体数の関係をグラフに示したのが図4である。

海水と等しい濃度になっても両種とも80%の個体が生存したことから、塩分に対する耐性は両種間で差がないものと考えられる。ただし、海水と等しい濃度の人工海水中で産卵されたメダカの卵の一部は稚魚まで発生が進むのに対して、カダヤシが生んだ仔魚はすぐに死んでしまった。成魚の

表3 メダカとカダヤシの遊泳力の比較

	メダカ			カダヤシ		
	オス	メス	合計	オス	メス	合計
個体数(n)	10	10	20	10	10	20
耐えた流速の平均(cm/s)	32.3	33.3	32.8	17.3	22.8	20.0
X	323.3	332.7	656.0	172.7	228.0	400.7
X ²	10651.8	11239.6	21891.3	3221.6	5846.5	9068.1
標準偏差	4.5	4.1	4.3	4.9	8.1	7.2

メダカ(*Oryzias latipes*)とカダヤシ(*Gambusia affinis*)の種間関係

The inter-species relationship between *Oryzias latipes* and *Gambusia affinis*.

山口県立厚狭高等学校 生物部 猶 朋美 関上 恭平 長井 鮎美 秦 慧莉子

大田 政太郎 篠田 一樹 山口 翔 児玉 伊智郎

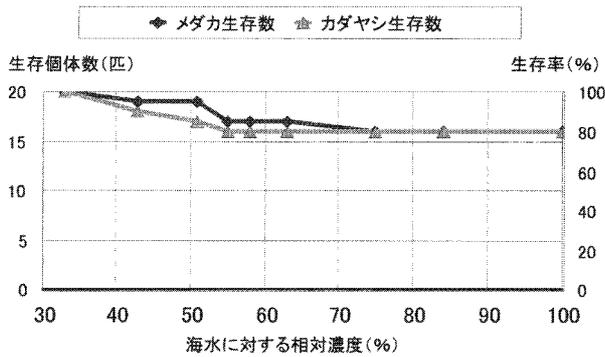


図4 メダカとカダヤシの耐塩性

海水に対する耐性には両種間に差はないものの、海水中での繁殖はメダカの方が優位だろう。海水中で生まれた稚魚が成魚できるのか、現在も実験を継続中である。

このことより、河口域などの塩分濃度の高い場所へ分布を拡大する能力は、成魚については両種間で差がないことが分かった。さらに、海水と等濃度の溶液中でも80%が生じたことから、両種とも海を経由して隣接する河川へ分布を広げる可能性も否定できないと考えられる。しかし、高濃度の海水中での永続的な生存については、子孫を残し難いカダヤシの方が不利であろう。

(3) 汚水耐性の比較

汚水に対する耐性が強い方が、汚水域にまで分布を広げるだろうと考えた。実験結果をグラフに表したのが図5である。

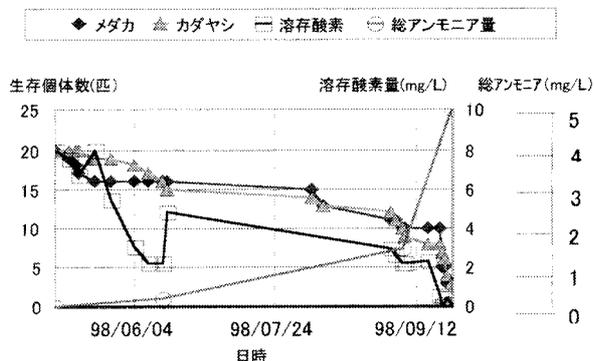


図5 メダカとカダヤシの汚水耐性

図5を見ると、メダカとカダヤシの生存曲線がほぼ重なっていることから、富栄養化に対して両種間には抵抗力の差はないと思われる。ただし、メダカは卵生で産卵された卵が汚水中ですぐに腐ってしまうのに対して、カダヤシの親が汚水中で出産した仔魚の中には成魚まで育つものもいた。よって汚水域での生息については、成魚の汚水耐性には両種間に差がないものの、汚水中での繁殖に優位なカダヤシの方が子孫を残し易く、メダカからカダヤシへ個体群が遷移する可能性が考えられる。

この実験では多量の餌を与えることで人為的に富栄養状態を作り出した。そのため、溶存酸素量、アンモニウムイオン、バクテリアなど多くの環境変化が魚の生存に影響を与えたと考えられる。これらのうち何が限定要因となり両種の生存を制限したのかははっきりしない。

(4) 低温・高温条件下での共存実験

カダヤシの原産地は北米南部である。そのため、山口県より温暖な場所で生活していたことになる。このことから、生活に適した温度が両種で異なる可能性が考えられた。

水温が5℃の条件下では、カダヤシは行動が鈍り死んでしまった(図6)。メダカの方が低温条件下には強いだろう。25℃の条件下ではカダヤシが活発に泳ぎ回り、メダカを突っついて全滅させてしまった(図7)。高温条件下ではカダヤシの方が優位と思われる。

なお、中央を魚が行き来できないようにセパレータで仕切った70リットルの容積のコンテナにカダヤシ20匹(オス10匹、メス10匹)とメダカ20匹(オス10匹、メス10匹)を分離して入れ、1999年8月から校舎の屋上に置いて飼育し生存個体数の変化を調査してみた。すると、カダヤシは冬を越せずに全滅し、メダカは現在(2000年10月)元気に生活し、次の世代も育っている。このことから、メダカの方が低温に強いと考えられる。

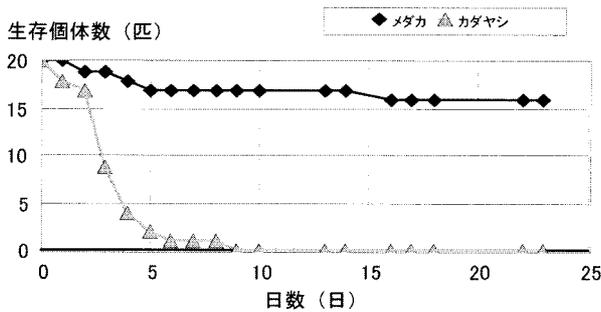


図6 低温(5)条件下での共存

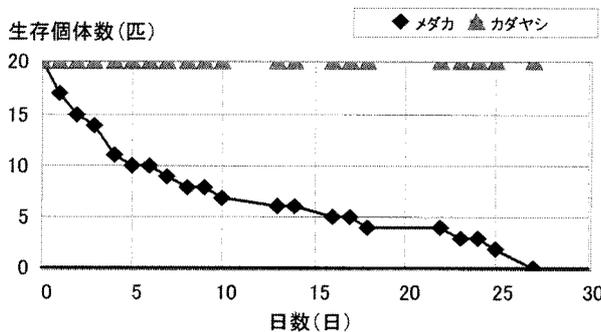


図7 高温(25)条件下での共存

(5) 野外における個体数の変動

実験(4)の結果から水温が高い夏期にはカダヤシが勢力を伸ばし、低温になる冬期にはメダカの方が優位になると予想された。そこで、両種が共存する水路の特定の場所において、両種の個体数の季節変動を調査した。結果をまとめたのが表4と図8である。図8から分かるように、水温が低い時期にはメダカが多く、水温が高い時期にはカダヤシが多いという傾向にはならなかった。このように室内で行った実験(4)と野外での調査の実験(5)の結果が矛盾する理由としては、野外において両種が同じ水系に生息する場合、両種の分布は重ならず、しかも互いに移動している可能性が考えられる。調査地点では、たまたま春にはカダヤシの集団が生息し、夏期にはメダカの集団が生息していたのではないだろうか。

表4 メダカとカダヤシの個体数の季節変動

(1998年3月~1998年9月)

月日	水温 ()	メダカ(匹)	カダヤシ(匹)
3月31日	13.8	15	28
4月26日	16.4	15	18
5月23日	21.9	54	14
6月22日	21.9	18	16
7月17日	27.7	37	37
8月11日	28.2	52	24
9月12日	27.6	35	2

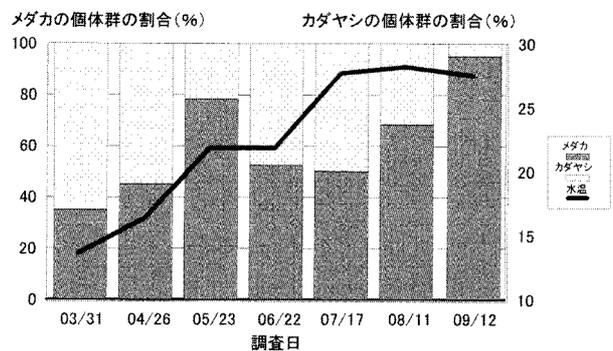


図8 水温の変化と個体群の変動

(6) メダカとカダヤシの分布の偏り

調査結果を図9に示した。調査地点AとBの間では、カダヤシとメダカの個体数に極端な差はみられなかった。ところがCとDの地点を比較すると、両種の個体数の偏りが著しいことが分かる。

沖縄の両種が生息する用水路において、メダカとカダヤシはすみ分ける傾向があり、メダカの方が上流域でカダヤシの方が下流域に生息するという報告(幸地、1984)¹⁾がある。その理由として、水流に対する耐性の差が原因ではないかと述べられている。今回の調査結果でも、調査地点Cでは集団の95%をメダカが占めたのに対し、下流の調査地点Dでは集団の98%をカダヤシが占めていた。また、流速は調査地点Cが7.5cm/sであるのに対し調査地点Dでは6.3cm/sと、僅かながら調査地点Cの方が速かった。さらに、著者らが行った遊泳力に関する実験において、メダカの方がカダヤシより

メダカ(*Oryzias latipes*)とカダヤシ(*Gambusia affinis*)の種間関係

The inter-species relationship between *Oryzias latipes* and *Gambusia affinis*.

山口県立厚狭高等学校 生物部

猶 朋美

関上 恭平

長井 鮎美

秦 慧莉子

大田 政太郎

篠田 一樹

山口 翔

児玉 伊智郎

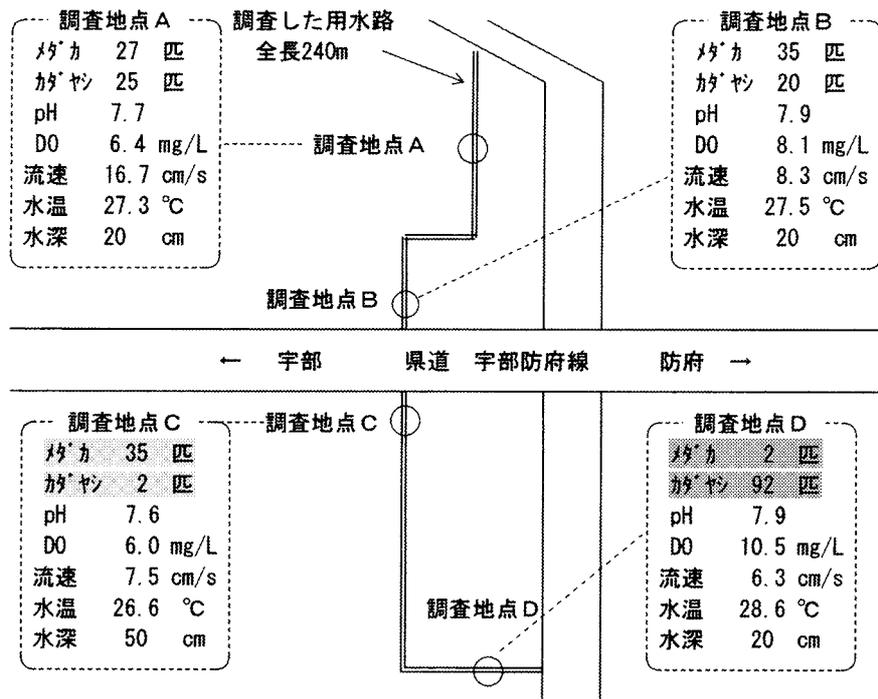


図9 カダヤシとメダカの分布の偏り 山口市佐山(表1中の地点23)の用水路(周囲は水田)

速い流速に耐えられるという結果が得られており、これらの結果は幸地先生(1984)¹⁾の考えを支持するものであった。両種の分布に偏りが生じて互いに出会う機会が少なくなることにより、両種間の競争は軽減されるだろう。

(7) 食べているもの

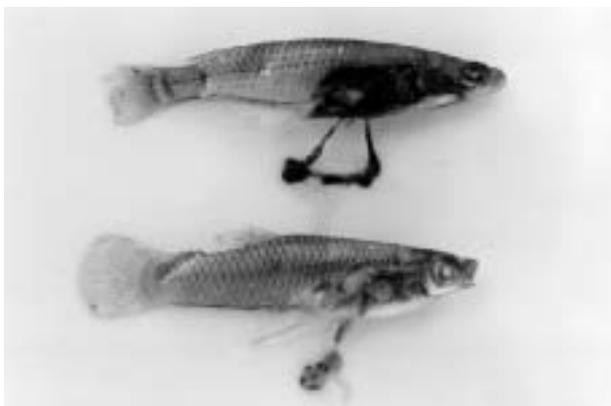


図10 メダカとカダヤシの消化管の様子
上：メダカ(図9の調査地点Cに生息した個体)
下：カダヤシ(図9の調査地点Dに生息した個体)

表5に示したとおり、メダカは植物性、カダヤシは動物性のものを中心に食べていた。食べものの差は顕著であり、メダカの消化管は緑色、カダヤシは茶色で、一見して内容物が異なることが分かった(図10)。一般的に、メダカとカダヤシは同じものを餌にしていると考えられている。ところが、メダカしかいない地点35(表1)のメダカは、カダヤシと共存しているメダカのように緑藻類を中心に食べていた。また、カダヤシしかいない地点16(表1)のカダヤシも、メダカと共存しているカダヤシと同じように動物性のものを中心に食べていた。それぞれの種が単独で生息する場所でも、カダヤシは動物性中心、メダカは植物性中心と、異なったものを餌としていた。このことから、両種はもともと餌に対する嗜好性が異なっている可能性が示唆された。

表5 メダカおよびカダヤシの消化管内に見られたもの

消化管内に存在した物	メダカ		カダヤシ	
	調査地点C (図9)	地点35 (カダヤシ不在地)	調査地点D (図9)	地点16 (メダカ不在地)
植物性 緑藻	++	++	+(少)	+(少)
動物性 原生動物	-	+(少)	+(少)	+(少)
ミジンコ	+(少)	-	-	-
ダニ	+(少)	-	++	++
蚊の幼虫	-	-	++	++

(8) 餌に対する嗜好性の違い

表6 メダカとカダヤシの食べ物の嗜好性

	メダカ	カダヤシ
ホウレンソウ		
1回目	70	30
2回目	88	12
3回目	59	43
平均	72	28
ナガカイミジンコ		
1回目	21	79
2回目	0	100
3回目	0	100
平均	7	93
ユスリカ幼虫		
1回目	19	81
2回目	39	61
3回目	4	96
平均	21	79

表6に示したように、植物性のホウレンソウはメダカの方が多く食べ、動物性の餌はカダヤシの方が多く食べた。やはり、野外に生息する個体と同じように、もともとメダカとカダヤシは餌に対する嗜好性が異なり、メダカは植物性の餌を好み、カダヤシは動物性の餌を好んで食べるのだろう。

(9) 消化管の長さ

山口生物学会にて野外に生息するメダカやカダヤシの胃の内容物が異なること(表5)を発表したところ、元山口大学教授の藤岡豊先生から、「動物性のものを食べる魚と、植物性のものを食べる魚では消化管の長さが異なっていて、植物性のものを食

べる魚の方が消化管が長いはずだ。」と教えていただいた。そこで、両種の消化管の長さを比較した。

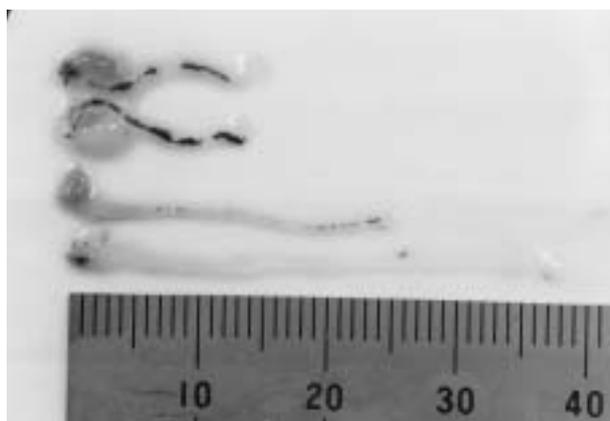


図11 メダカとカダヤシの消化管の長さ
上から順にカダヤシのオス・メス、メダカのオス・メス

一見してカダヤシの消化管の方が短いことが分かる(図11)。体長に対する消化管の長さに注目すると、両種とも雌雄の間で大きな差は見られない(表7~表10)。種別で比較すると、メダカは1.2程度であるのに対し、カダヤシは0.6とメダカの半分しかない。そこで、両種とも雌雄を区別せず(消化管の長さ)/(体長)の値について検定した結果 $t=6.71$ となり、 t 分布表の自由度 $df=18$ 、 $p=0.01$ の値2.878より6.71が大きいことより、メダカとカダヤシの消化管の長さには有意な差($p=0.01$)があるといえる(表11)。これらの結果からも、メダカとカダヤシの食性についてはメダカが植物性の餌を

メダカ(*Oryzias latipes*)とカダヤシ(*Gambusia affinis*)の種間関係

The inter-species relationship between *Oryzias latipes* and *Gambusia affinis*.

山口県立厚狭高等学校 生物部 猶 朋美 関上 恭平 長井 鮎美 秦 慧莉子

大田 政太郎 篠田 一樹 山口 翔 児玉 伊智郎

表7 メダカのオス(5匹)の消化管の長さ

	1	2	3	4	5	平均
消化管の長さa (mm)	25	35	19	32	42	30.6
体長b (mm)	22	24	23	24	27	24.0
a/b	1.1	1.5	0.8	1.3	1.6	1.28

表8 メダカのメス(5匹)の消化管の長さ

	1	2	3	4	5	平均
消化管の長さa (mm)	38	27	20	25	39	29.8
体長b (mm)	27	24	22	24	28	25.0
a/b	1.4	1.1	0.9	1.0	1.4	1.19

表9 カダヤシのオス(5匹)の消化管の長さ

	1	2	3	4	5	平均
消化管の長さa (mm)	15	9	14	14	16	13.6
体長b (mm)	24	18	20	19	27	21.6
a/b	0.6	0.5	0.7	0.7	0.6	0.63

表10 カダヤシのメス(5匹)の消化管の長さ

	1	2	3	4	5	平均
消化管の長さa (mm)	18	18	13	13	12	14.8
体長b (mm)	28	24	26	22	21	24.2
a/b	0.6	0.8	0.5	0.6	0.6	0.61

表11 メダカとカダヤシの消化管の長さ(体長比)の比較(表中の値は、表7~10中のa/b値)

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	X	X	X ²
メダカ	1.1	1.5	0.8	1.3	1.6	1.4	1.1	0.9	1.0	1.4	1.2	12.1	15.29
カダヤシ	0.6	0.5	0.7	0.7	0.6	0.6	0.8	0.5	0.6	0.6	0.6	6.2	3.92

$$S^2 = ((15.29 - 146.41/10) + (3.92 - 38.44/10)) / (10 + 10 - 2) = 0.04$$

$$t = |1.2 - 0.6| / \sqrt{0.04(1/10 + 1/10)} = 6.71$$

中心に食べ、カダヤシは動物性の餌を中心に食べているといえるだろう。

これらの食性の違いにより、両種の間での餌をめぐる競争は軽減されるはずである。

(10) 攻撃行動の頻度

表12 攻撃行動の頻度の比較(単位は回/匹・15分)

		1回目	2回目	3回目	平均
メダカ	カダヤシ	0.17	0.07	0.20	0.15
カダヤシ	メダカ	0.93	0.40	0.50	0.61

15分間の観察を魚を交換させて3回行い、その結果を示したが表12である。カダヤシによるメダカへの突つき行動は、メダカによるカダヤシへの突つき行動の4倍以上の頻度だったことから、カダヤシの方が攻撃的であるといえるだろう。

4. 考察

メダカとカダヤシの分布を拡大する能力の比較や、両種の種間関係についてさまざまな観点から研究した結果をまとめたのが表13である。

表13 メダカとカダヤシの種間関係

比較項目	両種間にみられる優劣の傾向	
遊泳力	メダカ	> カダヤシ
耐塩性	成体	メダカ = カダヤシ
	繁殖	メダカ > カダヤシ
汚水耐性	成体	メダカ = カダヤシ
	繁殖	メダカ < カダヤシ
低温条件下	メダカ	> カダヤシ
高温条件下	メダカ	< カダヤシ
分布の偏り	メダカ: 上流	カダヤシ: 下流
食べるもの	メダカ: 植物	カダヤシ: 動物

表13に示した結果から、カダヤシが一方向的にメダカに対して優位であるとは言えない状況が明らかになった。遊泳力や低温条件にはメダカの方が優位であり、また、分布の偏りや食性の違いにより、種間の競争は緩和される傾向があった。

沖縄ではメダカからカダヤシ、さらにグッピーへと移り変わっている(幸地,1984)¹⁾。著者らは山口県でも同様の事態が生じ、メダカがカダヤシに駆逐されることを心配した。ところが、山口県内ではカダヤシは分布を拡大していない。なぜ山口県ではカダ

ヤシがメダカを駆逐していないのだろうか。私たちは本研究の結果から、次の3つの要因を考えている。

要因1：水質の違い

汚水中で両種を飼育したところ、メダカの卵は腐敗するのに対してカダヤシの仔魚は生育するものがいた。このことから水質が悪化している場所ではカダヤシに遷移する可能性がある。

要因2：水温の違い

5 に設定した冷蔵庫内で飼育したカダヤシが全滅したことから、カダヤシの方が低温に弱いと考えられる。水温の資料は無いが、月別平均気温が1年の中で最も下がる1月の、各地の気温を表14に示した。

表14 月別平均気温が年間で最も下がる1月の各地の気温⁴⁾

地 点	1月の平均気温()
原産地付近 (San Antonio)	9.8
那 覇	16.0
下 関	5.8
東 京	5.2

カダヤシの原産地では9.8 までしか下がらないのに対し、山口県では5.8 まで下がる。両地点の温度差は 4 しかないが、この温度差によって野外に生息するカダヤシが大きなダメージを受け、分布を拡大できなかったのではないだろうか。これに対し那覇は 16.0 もあり、カダヤシに適した環境であったと思われる。一方、関東ではカダヤシがメダカを駆逐した場所が多いことが報告されている(和田ほか、1974)³⁾。しかし、東京の1月の月別平均気温は5.2 で、下関より低い。東京では温かい生活排水が用水路に流入し、冬期に気温が下がっても水温はそれほど下がっていないのではないだろうか。今後、関東でカダヤシがメダカを駆逐した地点の冬期の水温についてデータを入手し、山口県と関東での状況の違いについても検証したいと考えている。

要因3：水路がコンクリート張りにされたこと

コンクリート張りについては、メダカがカダヤシ

の攻撃から逃れる隠れ場が無くなることと、メダカが産卵した卵が水草に付着できず子孫が残り難くなることが考えられる。

まとめ

山口県にカダヤシが移入されて約30年経過するにも関わらず、山口県内の野外において、カダヤシがメダカを駆逐している状況は見られなかった。また、両種の分布を広げる能力や種間の関係についてさまざまな観点から比較した結果、カダヤシが一方向的にメダカに対して優位であるとは言えないことが明らかになった。

カダヤシがメダカを駆逐するようになる環境要因としては、水質の悪化、冬期の水温が低下しすぎないこと、水路のコンクリート張り、などが考えられ、これらの要因が複雑に作用していると思われる。今後も研究を継続し、カダヤシがメダカを駆逐する条件を解明したい。

謝辞

本研究を行うにあたり、元山口大学教授 藤岡 豊先生、愛知教育大学教授 岩松 鷹司 先生、弘前大学教授 佐原 雄二 先生、水産大学校助教授 酒井 治己先生、山口大学助手 堀 学 先生より、懇切丁寧な御指導を賜りました。ここに、厚くお礼申し上げます。

参考文献

1. 幸地良仁、1984、沖縄島におけるメダカ類3種の種間関係について。日本生物教育会第39回全国大会(沖縄)研究発表資料。
2. 佐原雄二・幸地良仁、1980、カダヤシ - メダカヤシの生態。pp.106-118、川合禎次・川那部浩哉・水野信彦(編)、日本の淡水生物、東海大学出版会、東京。
3. 和田芳武、1979、舶来メダカによる蚊の駆除(カダヤシの分布の章)、新宿書房、東京。
4. 国立天文台、1997、理科年表。p.201,pp.322-323、丸善、東京。
5. 岩松鷹司、1997、メダカ学全書。pp.330-331、大学教育出版、岡山。