

香川生物 (Kagawa Seibutsu) (20): 55-62, 1993.

メダカとカダヤシにおける摂食行動の社会的促進

山本 展之

〒760 高松市幸町1-1 香川大学教育学部生物学教室

Social Facilitation in Feeding Behavior of the Medaka,
Oryzias Latipes & the Mosquitofish, *Gambusia affinis*.

Nobuyuki Yamamoto, Biological Laboratory, Faculty of Education,
Kagawa University, Takamatsu 760, Japan

はじめに

小野 (1948) はメダカ (*Oryzias latipes*) についてイトミミズ (*Limnodrilus* sp.) を餌とした実験を行い、摂食行動に社会的促進現象が見られることを報告している。植松 (1971a, b, c) は、グッピー (*Poecilia reticulata*) における摂食行動の社会的促進について機構と機能を分析し、この中でグッピー、バラタナゴ (*Rhodeus* sp.) 及びヨシノボリ (*Rhinogobius* sp.) を刺激個体とした実験によって種間の認知を前提とした摂食行動の社会的促進は刺激個体の体形よりも、その動きによって起こるものであると報告している。

それでは、体形、生活様式の似ている生物間で「種」の違いが摂食行動の社会的促進現象にどのような変化をもたらすだろうか。また刺激内容として「動き」はどの程度重要なのだろうか。本報ではこのような疑問のもと、メダカとカダヤシ (*Gambusia affinis*) を用いて刺激個体の種の変化による摂食量の差異、刺激個体の運動性と摂食量の関係を確認することを目的とした。

実験方法

今回は以下の2つの実験を計画した。

実験1：刺激個体の種と個体数を変化させた

時、メダカ及びカダヤシの摂食量はどのように変化するか。

実験2：刺激個体が1匹の時、刺激個体を運動させた時、停止させた時でメダカ及びカダヤシの摂食量はどのように変化するか。

なお、実験1において、刺激個体が1匹の時の各刺激個体の動き方も調べた。

1. 材料

供試魚：実験には綾川（香川県坂出市江尻町）で採集したメダカ及び摺鉢谷川（香川県高松市宮脇町）で採集したカダヤシをそれぞれ実験室で別々に2カ月以上飼育し、その中からはほぼ同体長の健全な成体を用いた。実験を始める1カ月前からは500ccビーカー（水量400cc）に1個体ずつ入れて飼育し、実験開始24時間前からそれぞれの個体を絶食させた。

実験1に使用したメダカ及びカダヤシの体長と湿重量は表1に、実験2に使用したメダカ及びカダヤシの体長と湿重量は表2に示されている。

餌料：実験開始の1週間前までの飼育には、熱帯魚用ペレット（ワーナーランバード社、テトラミンステープルフード）を餌として与え、実験開始の1週間前からの飼育及び実験には香川大学教育学部1号館東の野外コンクリート水槽で飼育しているアミメネコゼミジノコ (*Ceriodaphnia reticulata*) をそれぞれ餌として用いた。

表 1. 実験 1 で使用したメダカ及びカダヤシの平均体重と平均体長

	個体数	湿重量 (g)	体長 (mm)
メダカ♂	5	0.22 ± 0.01	24.2 ± 0.3
メダカ♀	5	0.25 ± 0.04	25.0 ± 0.9
シダカTotal	10	0.23 ± 0.02	24.6 ± 0.5
カダヤシ♂	5	0.25 ± 0.02	24.8 ± 1.2
カダヤシ♀	5	0.22 ± 0.01	23.6 ± 0.4
カダヤシTotal	10	0.23 ± 0.01	24.2 ± 0.7

表 2. 実験 2 で使用したメダカ及びカダヤシの平均体重と平均体長

	個体数	湿重量 (g)	体長 (mm)
メダカ♂	5	0.24 ± 0.04	24.6 ± 0.1
メダカ♀	5	0.25 ± 0.03	24.2 ± 0.2
メダカTotal	10	0.25 ± 0.05	24.4 ± 0.1
カダヤシ♂	5	0.24 ± 0.02	25.0 ± 0.6
カダヤシ♀	5	0.26 ± 0.02	24.6 ± 0.8
カダヤシTotal	10	0.25 ± 0.01	24.8 ± 0.4

実験に用いたアミメネコゼミジシコは調理用篩とプランクトンネット地で自作した篩であらかじめ選別して体長0.5~1.0mmの大きさにそろえた。

2. 実験装置

実験 1

直径29.5cmのプラスチック水槽の中に500ccビーカーを5個置いた。ビーカーの中には1日以上通気した水道水400ccを入れ、その水温は18~28℃であった。中心に置いたビーカーを反応室とし、水槽底面の4分割線上に置かれたその他のビーカー4個を刺激室とした(図1)。反応室にはメダカまたはカダヤシを1匹入れ、刺激室には刺激個体数に応じて設置したビーカーの中にメダカまたはカダヤシを1匹ずつ入れた。

刺激個体数が1の時、刺激室のビーカーの下に正方形の針金製枠(9×9cm)を敷いた。針金製枠は、縦横それぞれ2本の糸で等しく区切

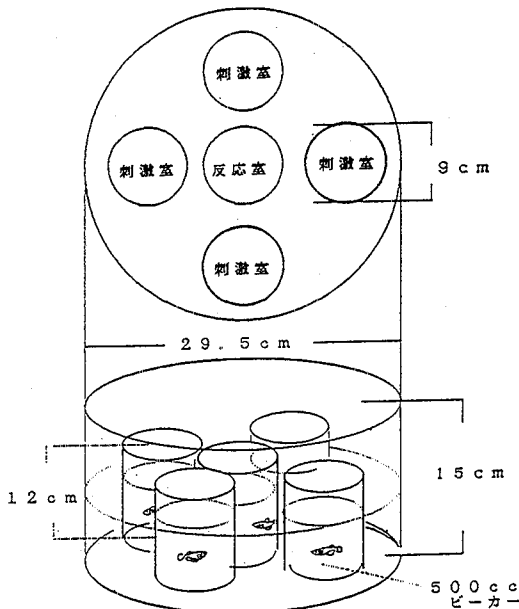


図 1. 実験 1 での実験装置

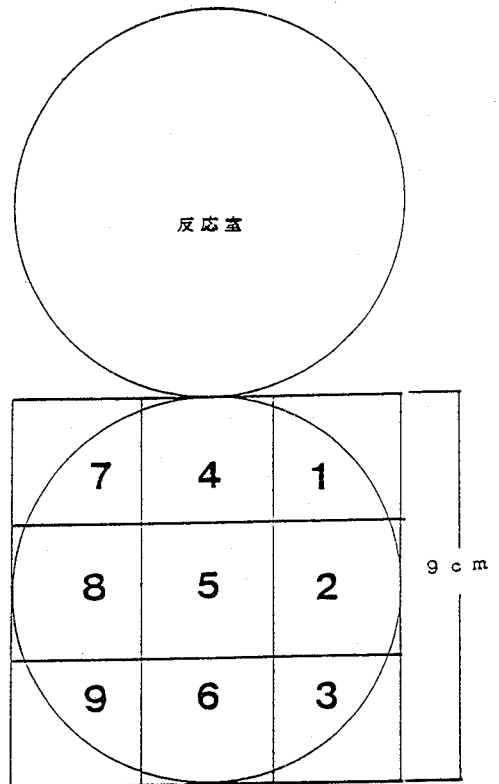


図 2. 反応室と格子目番号の関係

り、3×3 cmの格子目を9個作りそれぞれに番号を付けた(図2)。

プラスチック水槽のまわりは黒画用紙で覆い、さらにダンボールで作成した暗箱(55×55×35 cm)をかぶせ、箱の4側面の水面より15cmの位置にそれぞれ10wの白熱電球をつけた。また観察のため箱の上面に直径10cmの穴を開け餌の投入のため側面の1つに15×10cmの穴を開けた。

実験2

直径29.5cmのプラスチック水槽の中に500ccビーカーを2個置いた。ビーカーの中には1日以上通気した水道水400ccを入れ、その水温は17~27°Cであった。一方のビーカーを反応室とし、もう一方を刺激室とした(図3)。反応室及び刺激室にはメダカまたはカダヤシを1匹ずつ入れた。刺激個体を麻酔した場合、麻酔した個体を固定するため、4×4 cmの透明プラスチック板を透明な釣糸で吊るしたものを使用した(図4)。

3. 実験の手順

飼育ビーカーごと暗箱内の実験水槽に入れ約1時間装置に馴置させ、その後あらかじめ50ccビーカーに数えて入れておいたアミメネコゼミ

ジシコ200匹を反応室に投入し、実験を開始した。上面に開けた穴から連続的に10分間の摂食行動を直接観察し、その間の摂食個体数を数取器で数えた。

実験1では以下の4つの組合せ、すなわち、

1. 反応個体メダカが刺激個体カダヤシを見たときの摂食量
2. 反応個体メダカが刺激個体メダカを見たときの摂食量
3. 反応個体カダヤシが刺激個体カダヤシを見たときの摂食量
4. 反応個体カダヤシが刺激個体メダカを見たときの摂食量

について刺激個体を0, 1, 3, 4と変化させた時のそれぞれの摂食量について調べた。

各実験には上記の4つの組合せについて反応個体としてメダカ、カダヤシ共に雄5, 雌5の合計10個体を使用し、それぞれの個体について2回繰返し実験を行い計20のデータを得た。

また、刺激個体数が1の時、刺激室の下に置いた枠の格子目に付けた番号を用い、刺激個体の動きを調べた。魚がいる場所を変えるたびに、その変化を番号でカセットテープレコーダーに吹き込み、実験後、魚の移動回数(格子を通った回数)と各番号にいた総時間数をカセットテープレコーダーとストップウォッチによって記録した。4つの組合せについて反応個体として

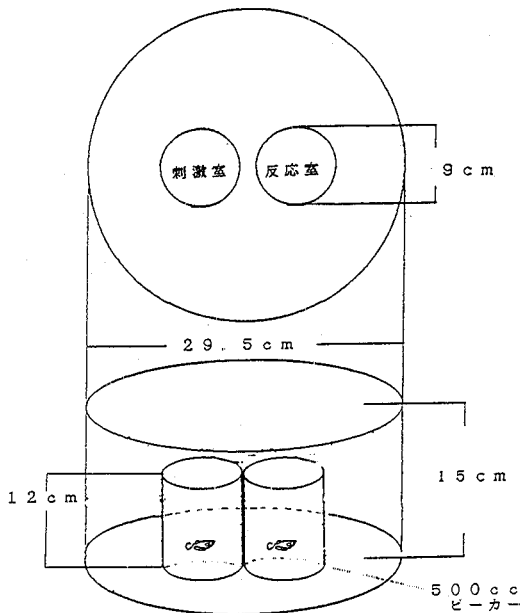


図3. 実験2での実験装置

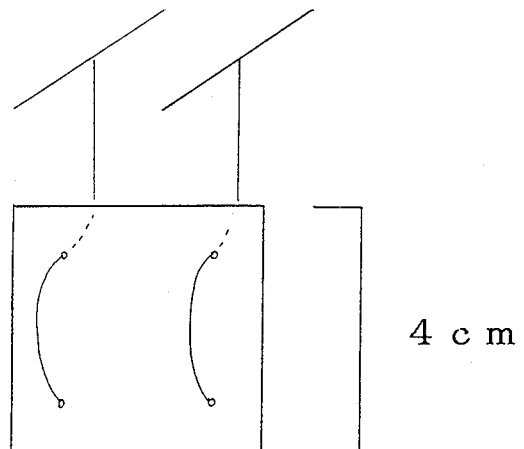


図4. 刺激個体固定用透明プラスチック

メダカ、カダヤシ共に雄5，雌5の合計10個体を使用し10のデーターを得た。

実験2では刺激個体数1の時，以下の8つの組合せ，すなわち，

1. 反応個体メダカが刺激個体運動しているカダヤシを見たときの摂食量
2. 反応個体メダカが刺激個体運動しているメダカを見たときの摂食量
3. 反応個体カダヤシが刺激個体運動しているカダヤシを見たときの摂食量
4. 反応個体カダヤシが刺激個体運動しているメダカを見たときの摂食量
5. 反応個体メダカが刺激個体麻酔されたカダヤシを見たときの摂食量
6. 反応個体メダカが刺激個体麻酔されたメダカを見たときの摂食量
7. 反応個体カダヤシが刺激個体麻酔されたカダヤシを見たときの摂食量
8. 反応個体カダヤシが刺激個体麻酔されたメダカを見たときの摂食量

について調べた。

各実験には上記の8つの組合せについて反応

個体としてメダカ，カダヤシ共に雄5，雌5の合計10個体を使用し，それぞれの個体について2回繰返し実験を行い計20のデーターを得た。

なお対照実験として，刺激個体が無い場合及び麻酔個体固定用のプラスチック板のみを刺激室に吊るした場合の摂食量もメダカ，カダヤシの両方で測定した。

刺激個体の麻酔には，0.03%ウレタン水溶液を使用した。刺激個体は実験5分前より溶液の中で泳がせ，動きの止まった後，前述のプラスチック板に固定し再び溶液の中に吊るした。実験には溶液の中に吊るしたままの刺激個体を用い，刺激個体は，実験後も生きていた。

実験結果

実験1

メダカ及びカダヤシそれぞれの刺激個体数が0，1，3，4と変化した時の反応個体メダカの平均摂食量を図5に示した。

メダカ及びカダヤシそれぞれの刺激個体数が0，1，3，4と変化した時の反応個体カダヤシの平均摂食量を図6に示した。

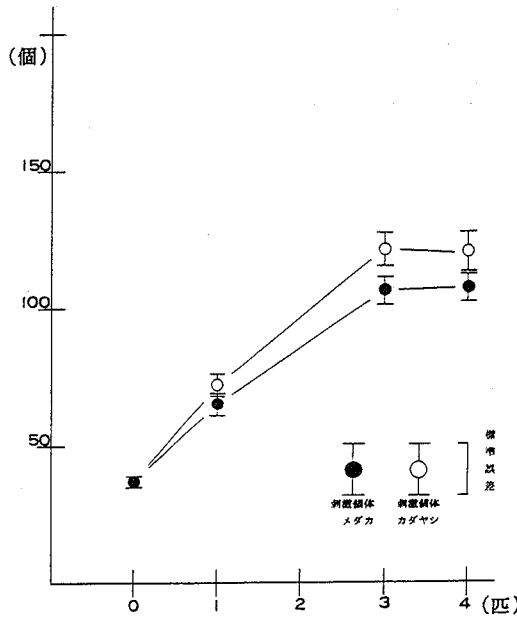


図5. 刺激個体数の変化に伴うメダカの摂食量の変化

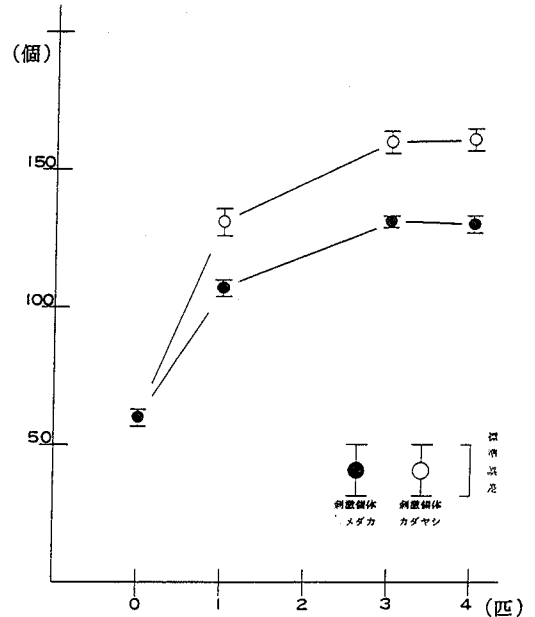


図6. 刺激個体数の変化に伴うカダヤシの摂食量の変化

全ての実験組合せにおいて、刺激個体数が0, 1, 3と増加すると平均摂食量は増加した。しかし刺激個体数3と4の時の平均摂食量は、1%水準で有意な差は無かった。

メダカ、カダヤン共に刺激個体がメダカよりもカダヤンの時に、より大きい促進傾向を示した。刺激個体数0から3, 4への摂食増加量(ここでは0から3への摂食増加量と0から4への摂食増加量の平均)は、刺激個体がカダヤンの時、メダカとカダヤンの摂食増加量がそれぞれ100.5, 83.5なのに対し、刺激個体がメダカの時はそれぞれ70.5, 69.5であった(表3, 4)。

表3. 刺激個体の種と個体数の変化に対するメダカの摂食量とその増加量

刺激個体カダヤンの場合

	刺激 個体 0	刺激 個体 1	刺激 個体 3	刺激 個体 4
摂食量(個)	60	131	160	161
増加量(個)	0	71	100	101

刺激個体メダカの場合

	刺激 個体 0	刺激 個体 1	刺激 個体 3	刺激 個体 4
摂食量(個)	60	107	131	130
増加量(個)	0	47	71	70

表4. 刺激個体の種と個体数の変化に対するカダヤンの摂食量とその増加量

刺激個体カダヤンの場合

	刺激 個体 0	刺激 個体 1	刺激 個体 3	刺激 個体 4
摂食量(個)	37	72	121	120
増加量(個)	0	35	84	83

刺激個体メダカの場合

	刺激 個体 0	刺激 個体 1	刺激 個体 3	刺激 個体 4
摂食量(個)	37	65	106	107
増加量(個)	0	28	69	70

また刺激個体の動きについて次のような結果が得られた。なお実験結果を解析するにあたり、各格子目にいた時間について、格子目番号1, 3, 7, 9は他の格子目に比べその活動面積が約半分のため、その時間を2倍にして考えることにした。

摂食しているカダヤンを見ている刺激個体メダカは枠を284回通過し、各格子目にいた時間は、その時間が多い順に7 > 4 > 9 > 1 > 6 > 8 > 3 > 5 = 2であった。

摂食しているメダカを見ている刺激個体メダカは枠を192回通過し、各格子目にいた時間は、その時間が多い順に4 > 7 > 1 > 3 > 6 = 8 > 2 = 9 > 5であった。

摂食しているカダヤンを見ている刺激個体カダヤンは枠を186回通過し、各格子目にいた時間は、その時間が多い順に7 > 4 > 9 > 1 > 5 > 8 > 3 > 2 = 6であった。

摂食しているメダカを見ている刺激個体カダヤンは枠を138回通過し、各格子目にいた時間は、その時間が多い順に4 > 7 > 9 > 8 > 3 > 5 > 6 > 1 > 2であった。

以上のように2種の刺激個体の動き(枠通過回数)は、カダヤンを見たメダカ、メダカを見たメダカ、カダヤンを見たカダヤン、メダカを見たカダヤンの順に多かった(表5, 6)。

ビーカーの中心で活動する時間、つまり格子目番号5での滞在時間が、メダカが13~29秒に対しカダヤンでは81~96秒と大きく異なり、メダカはカダヤンに比べその滞在時間が少なかった(表6)。

メダカ、カダヤンの刺激個体がそれぞれの格子目に滞在した時間を反応室との位置関係によって反応室に一番近い格子目(1, 4, 7),

表5. 10分間に枠を通過した回数

刺激個体	メダカ		カダヤン	
餌を摂食している 仲間個体	カダヤン	メダカ	カダヤン	メダカ
枠通過回数	284	192	186	138

表 6. 各格子目での活動総時間

番号	メダカの活動 総時間 (秒)		カダヤシの活動 総時間 (秒)	
	摂食個体 メダカ	摂食個体 カダヤシ	摂食個体 メダカ	摂食個体 カダヤシ
番号1	78	48	32	52
番号2	54	29	46	55
番号3	34	26	36	29
番号4	203	151	138	130
番号5	13	29	81	96
番号6	55	87	75	55
番号7	88	108	57	73
番号8	55	64	88	66
番号9	27	60	48	53

真中の格子目 (2, 5, 8), 一番遠い格子目 (3, 6, 9) の3つに分けると, その総時間数が一番多かったのは両種共にもう一方のビーカーに最も近い格子目番号1, 4, 7で316~535秒であった(表7)。

表 7. 反応室との距離と活動総時間の関係

格子目 番号	メダカの活動 総時間 (秒)		カダヤシの活動 総時間 (秒)	
	摂食個体 メダカ	摂食個体 カダヤシ	摂食個体 メダカ	摂食個体 カダヤシ
1, 4, 7	368	307	225	225
2, 5, 8	122	122	215	217
3, 6, 9	116	173	159	137

実験 2

反応個体のメダカが運動しているメダカ, 運動しているカダヤシ, 麻酔されたメダカ, 麻酔されたカダヤシのそれぞれを刺激個体とした時の平均摂食量は図7に示した。

反応個体のカダヤシが運動しているメダカ, 運動しているカダヤシ, 麻酔されたメダカ, 麻酔されたカダヤシのそれぞれを刺激個体とした時の平均摂食量は図8に示した。

反応個体のメダカがそれぞれの刺激個体を見たときの平均摂食量は, その量の多い順に, 刺

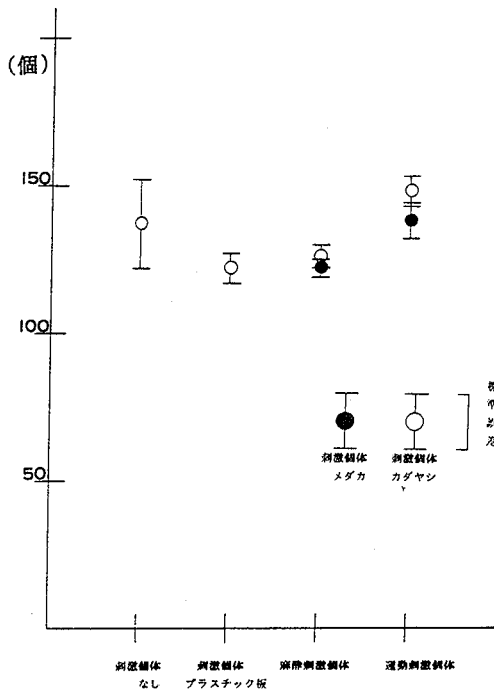


図 7. 各刺激条件でのメダカの摂食量の違い

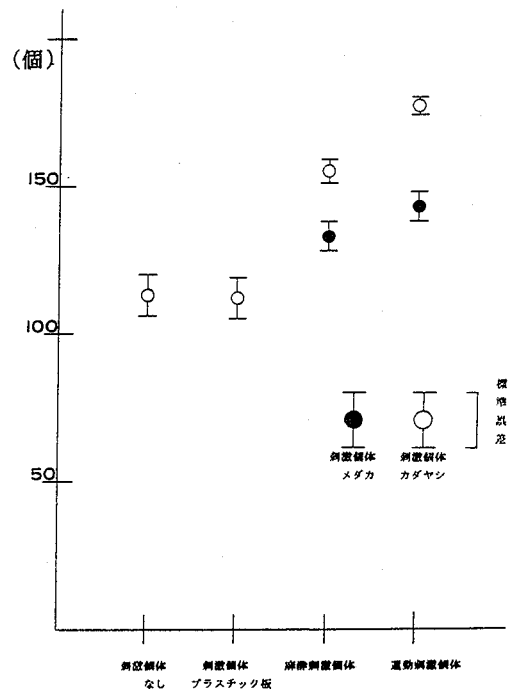


図 8. 各刺激条件でのカダヤシの摂食量の違い

激個体が、運動しているカダヤシの時177、麻酔されたカダヤシの時155、運動しているメダカの時143、麻酔されたメダカの時133であった。

刺激個体が動いた状態でも止まった状態でも、刺激個体がカダヤシの時の摂食量の方がメダカの時の摂食量よりも多かった。

反応個体のカダヤシがそれぞれの刺激個体を見たときの平均摂食量は、その量の多い順に、刺激個体が、運動しているカダヤシの時148、運動しているメダカの時138、麻酔されたカダヤシの時127、麻酔されたメダカの時122であった。しかし麻酔されたメダカが刺激個体の時と麻酔されたカダヤシが刺激個体の時の摂食量は、1%水準で有意な差は無かった。

摂食量は、メダカ、カダヤシいずれの場合も刺激個体が運動している時の方がより多かった。

考 察

植松 (1971, b) は、仲間認知による社会的促進について以下のように定義している。

集団において個体の行動量が単独の場合よりも増加し、行動が能率化する現象を社会的促進と呼び、それが学習の結果によるものを除いたとき、仲間認知による社会的促進という。

この中で仲間という言葉は同種のものとしてとらえられている。今回の実験1においてメダカは自分と同種の刺激個体よりも異種の刺激個体つまりカダヤシを刺激個体とした時の方が摂食量の促進効果が著しかった。メダカはカダヤシに対して過剰に反応するのである。このことは摂食行動だけでなく、刺激個体の動きにおいても明らかであり刺激個体のメダカは異種のカダヤシを見た時の方が同種のメダカを見た時よりも運動量が多かった。

実験1での摂食増加量(刺激個体0⇒1の時)と梓通過回数に注目すると、その順位は共に多い方から

1. カダヤシに対するメダカの反応
2. メダカに対するメダカの反応
3. カダヤシに対するカダヤシの反応
4. メダカに対するカダヤシの反応

となる。このことから、メダカの方がカダヤシよりも刺激(ここでは他の魚の存在)に敏感であること、またカダヤシがメダカよりも1匹当たりの刺激量が多いということが示唆される。

なお、メダカにおける異種による過剰な運動と摂食行動の誘発の原因については、今後検討する必要がある。

実験2において反応個体がメダカの時、運動を停止したカダヤシの方が動いているメダカよりも摂食量を多く誘発している(図7)。今回の結果からメダカは動きではなく体形で認知を行っていることが考えられるが、これは植松(1979, b)の「刺激個体を体形よりもその動きによって認知し、社会的促進を起こす」という結果に反している。一方、反応個体がカダヤシの時、運動が停止した状態では刺激個体のメダカとカダヤシの違いを十分認知していないことがわかる(図8)。

この2つの結果よりメダカとカダヤシで種の認知のしかたが異なっていることが考えられる。

しかし、どちらの実験も同じ刺激個体では動いている時の方が停止している時よりも多くの摂食量を誘発しているという点で共通している。このことより「動き」が摂食行動の社会的促進現象をより明確におこす刺激要因の1つであると考えられる。

摘 要

メダカとカダヤシの摂食行動の社会的促進について、刺激個体を同種、異種と変化させた時、また刺激個体の動きを変化させた時のそれぞれの摂食量を実験によって調べ、以下のような結果を得た。

1. メダカは刺激の変化に対してカダヤシよりも敏感である。
2. カダヤシはメダカよりも摂食行動を多く誘発する刺激である。
3. 摂食行動の社会的促進についてメダカは同種のメダカよりも異種のカダヤシに過剰に反応し、刺激個体を同種のメダカとした時よりも異種のカダヤシとした時の方が多く摂食する。

4. カダヤンは運動の停止した刺激個体では、種の識別ができないが、メダカは運動が停止してもメダカとカダヤンを識別している。
5. 刺激個体の「動き」は、摂食行動の社会的促進現象において有効な刺激である。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、終始懇切丁寧な指導をしていただいた香川大学教育学部須永哲雄教授ならびに常に適切な指導と助言をしていただいた香川大学教育学部生物学教室の諸先生方、香川大学名誉教授であられる植松辰美先生、採集に協力して下さった生物学教室の友人たちに心から感謝の意を表する。

引用文献

- 小野嘉明. 1948. メダカの食餌行動における社会的容易化. 動物心理学年報, 2: 37-44.
- 植松辰美. 1971a. グッピーにおける摂食行動の社会的促進 I. 社会的促進の確認. 日本生態学会誌, 21: 48-51.
- . 1971b. グッピーにおける摂食行動の社会的促進 II. 社会的促進の機構. 同誌, 21: 54-67.
- . 1971c. グッピーにおける摂食行動の社会的促進 III. 社会的促進と運動・呼吸・生長との関係. 同誌, 21: 96-103.