

7 『ゴールデンゼブラ・シクリッドの攻撃行動の研究』

～個体数と隠れ家などの影響～

1 研究の動機

平成13年から夏休みを利用し、淡水の熱帯魚を利用して、縄張りの形成の研究や攻撃行動の研究を行ってきた。この研究の中で魚のこのような行動に強い興味を持った。

また、現在自宅には熱帯魚や磯採集で捕獲した海産魚を飼育している。これらの魚は縄張り意識が強く、弱い魚を絶えず攻撃しそのため死んでしまうことがたびたびある。

しかし、縄張り意識が強く、攻撃性の強い魚が熱帯魚店の小さな水槽に多数入れられて飼育されている。そこで観察しても多くの攻撃行動が見られない。そこで、既に今までの実験から明らかな縄張り行動を示すことわかっているゴールデンゼブラを使い、攻撃行動の起こる条件やその行動を抑制する条件を調べたいと思った。

本年度は、今までの実験結果を考え合わせて一定の大きさの水槽で多数の個体を安定して飼育するための方法を調べることを目的とし、研究を行うことにした。

今までに、ゴールデンゼブラ・シクリッドやその他の魚(ハゼ、クロメジナなど)を複数飼育していると強い魚が弱い魚を追いかけまわし、弱い魚が死んでいくことを多く見かけた。しかし、熱帯魚店では、小さな40cm水槽内に40～60匹のゴールデンゼブラ・シクリッドが仲良く泳いでいる。こんなに多くの魚が密集しているのにどうして突っつき合いが見られないか疑問に思った。

この疑問を解決すると共に、今回の研究結果を元に複数の縄張りを作る魚を、攻撃を抑制して飼育できるための方法を調べてみることにした。

2 目的 平成17年度は以下の項目について調べることを目的とした。

A: 予備観察による縄張り行動に見られる攻撃行動のパターン化 B: 複数の魚を水槽(隠れ家なし)に入れ攻撃行動の発生数を観察する。

魚の数は20、10、5、3、2匹で行う。C: 複数の魚を水槽(隠れ家有り)に入れ攻撃行動の発生数を観察する。魚の数は20、10、5、3、2匹で行う。D: 3匹の状態、実験開始後の経過時間ともなう攻撃行動の発生数の変化を調べる。E: ゴールデンゼブラ・シクリッド18匹を入れた水槽に、多種の魚(金魚、アカヒレ、メダカ)を混泳させたときの攻撃行動の発生数の変化を調べる。F: 通常飼育する水槽(30cm水槽)で複数飼育したときの攻撃行動の発生の様子を横から観察する。(魚の数、隠れ家の有無の影響を調べる)

上記の目的から以下の実験項目を設定した。

- 実験1『縄張り行動ともなう攻撃行動の分析とパターン化』
実験2『上から撮影・隠れ家無し・個体数変化実験』
実験3『上から撮影・隠れ家有り・個体数変化実験』
実験4『上から撮影・隠れ家有り・3匹長時間継続観察実験』
実験5『上から撮影・隠れ家無し有り・他種の魚の混泳実験』
実験6『上から撮影・隠れ家有り・縄張り確定後の個体数変化実験』
実験7『30cm水槽横から撮影・隠れ家有無・個体数4匹実験』

3 実験方法

(1) 材料・器具:

- ・魚: ゴールデンゼブラ・シクリッド20匹、金魚、メダカ
- ・水槽: 30センチ水槽(30×25×20cm)
- ・コンテナ(50×35×5cm)
- ・隠れ家: 小石(自然の物で、3～4センチ位のもの2個位)、水草【コカナダモ】
- ・ビデオカメラ、三脚、DVDレコーダー

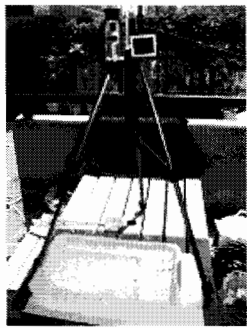
(2) 記録方法

コンテナ水槽(実験2・3・4・5・6で利用)で上から観察、・30cm水槽(実験7で利用)で横から観察

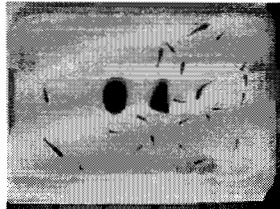


ゴールデンゼブラ 20匹

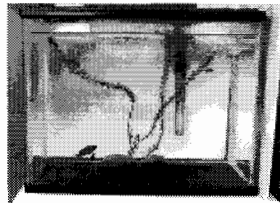
コンテナ(水槽)



コンテナを上から撮影



金魚と混泳させた



立体水槽での観察

実験1：上記の水槽に3～20匹のゴールデンゼブラ・フィッシュを入れ事前に十分な観察を行った。今年度は攻撃行動の3パターンを分類してAパターン・Bパターン・Cパターンとし、模式図で表した。

実験2：20・10・5・3匹を水槽に入れ、それぞれ条件を設定してから10分程度放置して、20分間上方よりビデオカメラで撮影した。撮影した映像の5～10分、15～20分の部分を測定の対象として利用した。5分間2回についてA・B攻撃行動の回数を再生画面上からカウントしてその合計数を各条件の攻撃回数とし、グラフ化した。

実験3：実験2の水槽にマーク=隠れ家：石(長さ5～7cm程度、2個)を入れた、あとは同様に20・10・5・3匹を水槽に入れ、それぞれ条件を設定してから10分程度放置し、20分間上方よりビデオカメラで撮影した。撮影した映像の5～10分、15～20分の部分を測定の対象として利用した。5分間2回についてA・B攻撃行動の回数を再生画面上からカウ

トしてその合計数を各条件の攻撃回数とし、グラフ化した。

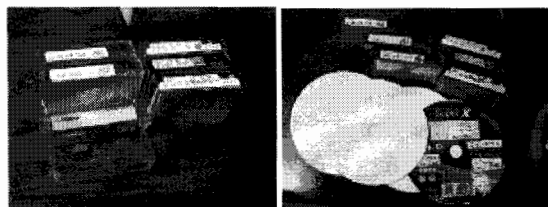
実験4：実験2と同様な水槽に、3匹のゴールデンゼブラを入れ、その直後から40分間上方よりビデオカメラで記録した。その映像の5～10、15～20、25～30、35～40分の部位についてA・B攻撃行動の回数を再生画面上からカウントし、その合計数を各条件の攻撃回数としてグラフ化した。この観察から、攻撃回数の時間経過による変化を調べた。

実験5：実験2と同様な水槽に、18匹のゴールデンゼブラを入れ、十分時間を置いてから上方よりビデオカメラで記録した。隠れ家無し(10分)、隠れ家有り(10分)、隠れ家あり+金魚5匹(10分)、隠れ家あり+メダカ5匹(10分)、隠れ家あり+金魚5匹+メダカ5匹(10分)について撮影し、各条件、後半の5分についてA・B攻撃行動の回数を再生画面上からカウントし、グラフ化した。

実験6：実験2と同様な水槽に、18匹のゴールデンゼブラを入れ1日間放置したその後、6匹に減らし(10分)、4匹(10分)、2匹(10分)について、ビデオで上方より撮影した。その後10匹に増やし(10分)、10匹の状態を1日放置して(10分)、さらに16匹に増やし1日経過した後(10分)を、上方より撮影した。それぞれの条件について後半の5分を測定の対象としA・B攻撃行動の回数を再生画面上からカウントしてグラフ化した。この実験から一定面積の中にいる魚の個体数と攻撃回数の関係を時間的に安定した条件で調べた。

実験7：30cm水槽に4匹のゴールデンゼブラと隠れ家：石と水草を入れ1日間放置した。放置後(水草+石20分)、水草を除去後(石のみ20分)、さらに石除去後(隠れ家無し20)を、ビデオカメラで横方向から撮影した。各条件5～10分、15～20分の部分について測定の対象としA・B攻撃行動の回数を再生画面上からカウントしてグラフ化した。この実験から立体的な水槽において4匹という個体数の条件下の、隠れ家の有無による攻撃回数の変化を調べた。
※ 記録・再生装置：今回の実験の記録は60分DVテープ6本に録画した後、それを3枚のDVD-Rにコピーした。録画した動画はパソコ

ンのモニター上で分析した。



記録したDVテープ

分析に利用したDVD

4 実験結果

実験1：事前の観察から、攻撃行動は次の3種類に分類し判別できることがわかった。今回の研究では判別のしやすさから下記のA・Bのみを測定の対象とした。

A：【急激に他個体に近づき蹴散らす】



B：【お互いに口で押し合う】

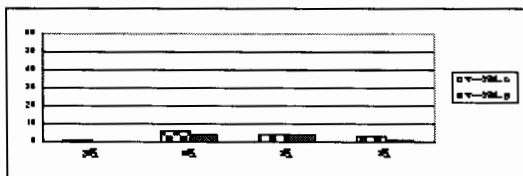


C：【一方が他方を長い距離比較的低速で追いかける】



購入後の魚の行動を、上方・横方向から観察した結果、縄張りの形成にともなう攻撃行動の種類は、上記の3種類に分けられることがわかった。平成15年度までの研究ではこの中のAタイプの行動を研究の対象としていた。Cタイプの行動は、しつこく“相手を攻撃して追いまわしている行動”と“相手が動いたことで反射的に追従していく行動(群れ行動の一つ)”の明確な区別が付きにくいので今年度の研究の対象からはずした。今年度は、研究の対象としてA、Bタイプの攻撃行動を調べることにした。

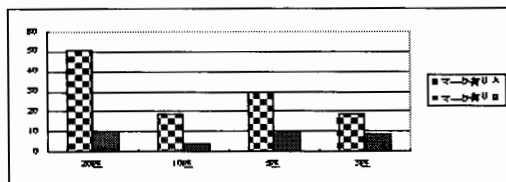
実験2：



左：A【蹴散らす】、右：B【押し合う】

○実験3(隠れ家有り)と比較：実験3に比べてA、Bともに数は明らかに少ない。また、この大きさの水槽では、10匹入れた時にA、B共に攻撃の回数が多く、5匹、3匹と個体数が少なくなるにつれて攻撃数が減少する。一方20匹では、数が多すぎるためか攻撃回数が極端に減少する。○A、Bの比較：実験3に比べるとA、Bの数が近い。つまり、Bの行動が良く見られる。○全体的に攻撃数は少ない。

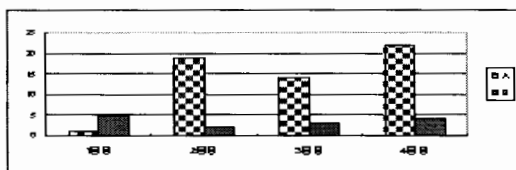
実験3：



実験2と比較するために、隠れ家(石)を入れてみた。石の存在が縄張りを作るための目印又は隠れ家として働き、縄張りができやすくなれば攻撃行動の回数も多くなると考えた。

○実験2(隠れ家無し)と比較：実験2に比べてA、Bともに数は明らかに多い。また、20匹の時にAの回数が最も多い。傾向としては個体数が少なくなると発生攻撃回数の総数も減少する。Bについてはどの個体数の場合もほぼ一定で10回程度見られる。

実験4：

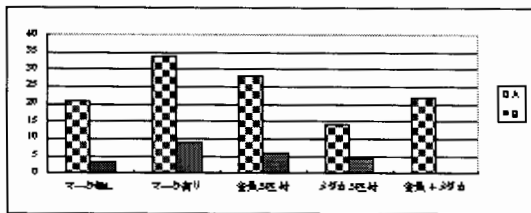


時間経過にともなって、縄張りが形成されていくとするならばそれにつれて攻撃行動の出現回数も多くなると考え、調べることにした。また、縄張りができる過程で多くの魚が隠れ家を占有するとなると初期にBタイプ(押し合い)のパターンが多くなると予想した。

○実験条件設定直後(魚を水槽に入れた直後)からの観察経過時間にもなって攻撃の回数がかかるように変化するかを確かめた実験である。測定しやすさから“隠れ家あり・3個体”の条件で調べた。その結果、Aについては1回目だけは少なく、2回目以降は回数が14回以上と多かった。Bについては逆に1回目の方が2回目

以降よりやや多かった。

実験 5:



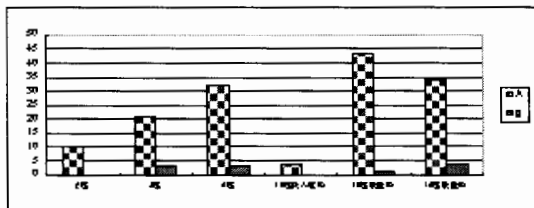
マーク(隠れ家)が有ると縄張りができやすくなることは既に確認できている、また、個体数が多くなると、それともなって攻撃回数が多くなることも実験 2、3より確認できた。もしそこに、ゴールデンゼブラとは別の種類の魚が混入したらどうなるかを調べてみることにした。他の種類の魚に対しての攻撃は、同種の魚に対する攻撃に比べ少ないことが平成 13 年度の研究からわかっている。他の魚を入れることでゴールデンゼブラがそれに注意を払うならば攻撃回数が少なくなるかも知れないと考えた。混入する魚は、金魚とメダカを使うことにした。

○ゴールデンゼブラ 18 匹(この実験までに購入した 20 匹の内 2 匹が死んでいた)について、“マーク(隠れ家:石)”の有無について比較すると隠れ家が有ると A、Bともに 2 倍回数が増える。

○“隠れ家が有り”の条件でそこにゴールデンゼブラの、1.5 倍位の大きさの金魚を 5 匹混泳させると A、Bともに攻撃回数が 2 割程度減少した。また、ゴールデンゼブラの、0.7 倍位の大きさのメダカを 5 匹混泳させると A、Bともに攻撃回数が 5 割程度減少した。

さらに、金魚 5 匹とメダカ 5 匹をゴールデンゼブラ 18 匹に加えた場合も A、B の回数がやや減少した。

実験 6:



この実験は、マーク(隠れ家:石)を入れて 1 日放置した水槽で、ゴールデンゼブラを 6 匹→4 匹→2 匹と数を減らした時の攻撃回数を調べた。これは、数を増やすよりも数を減らすこと

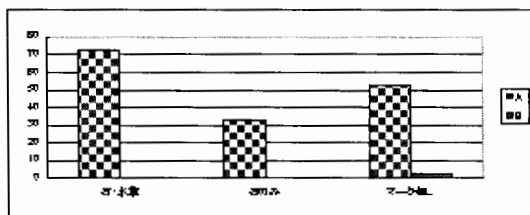
で個体数を変化させる方が、魚にとって影響の少ない状態で観察できると考えた為である。その後、個体数を 10 匹増やした(“10 匹投入直後”)。この状態のままさらに 1 日放置し水槽内を安定化させた(“10 匹放置後”)。その後、個体数を 16 匹に増加し、1 日放置して(“16 匹放置後”)観察した。前半の 3 つの実験は十分安定した水槽で、少個体数(2~6 匹)における攻撃数の変化を知り、後半の 3 つの実験では十分安定した水槽で、多個体数(10~16 匹)における攻撃回数の変化を知りたいと考えた。

※この十分安定した状態においては“特定の大きな体の、活動量の多い個体”が“マーク(隠れ家)”の周辺に縄張りを作り、他の魚に攻撃を加える行動が見られるようになる。このような状態になると多数の攻撃行動が計測される。この縄張りの中心となる個体を“主(ぬし)”と表現することにした。

○少個体数(2~6 匹): 6 個体までは個体数の増加ともなって A 攻撃の回数は増加している。

○多個体数(10~16 匹): いくら慣れた水槽でもあらためて 10 匹入れられた直後では攻撃数は明らかに減少する。ところが 1 日経過すると A 攻撃については 4 倍以上に増加する。しかし、16 匹に増加した場合については 1 日経過させても A 攻撃の回数は 34 回程度であった。

実験 7:



実験 1~6 では、観察のしやすさから、水深 1~2 cm の平面的な水槽(コンテナ)で観察してきた。そこで、この実験では、実際に熱帯魚を長期間飼育し続けるような直方体の水槽の中での攻撃行動を調べたいと思った。水槽の大きさや過去 3 年間の研究結果から、水槽に入れる個体数を 4 匹として長時間の記録、観察を行うことにした。攻撃行動の回数の計測は、実験 6 と同様に実験条件をセットしてから 1 日以上時間を置いて行った。この時期には実験 6 でも説明した縄張りの中心となる個体“主(ぬし)”が出

現していることが確認された。

○立体水槽では、Aパターンの攻撃については平面的な水槽(実験2～6)に比べて攻撃回数がやや多かった。石や水草を入れたほうが、攻撃回数が増える傾向が見られたが、石のみでは“隠れ家無し”より攻撃回数は減少した。

○どの条件についても、平面的な水槽(実験2～6)に比べてBパターンの攻撃回数は少なかった。

5 結論

実験1：○攻撃行動と思われる行動は、A(追い払い)、B(押し合い)、C(追いかけて・追従)の3パターンに分けられることがわかった。Cパターンは攻撃的な部分も含むことが多いが、追従との明確な区別がつきにくいことがわかった。A、Bパターンは明確にカウントすることが可能であることがわかった。

実験2：○全体的に攻撃行動は少ない。10匹までは増えるがそれ以上では減少する傾向が見られる。○BパターンがAパターンに近い回数見られる。

実験3：○実験2との比較から、隠れ家があると縄張りができやすくなりその結果攻撃行動が増加する。○全体的に個体数が多いほど攻撃発生数は多くなる傾向(Aについて)が見られる。○BパターンはAパターンに比べ半分以下の回数である。

実験4：○条件設定後は、攻撃回数が少なく、10分経過後からは一定数に達する傾向が見られる。○条件設定後は、Bパターンの割合が高く、時間が経過し縄張りが確定してくるにつれてAパターンの回数が増える傾向が見られる。

実験5：○他種の魚を混泳させると、攻撃回数が減少する傾向が見られる。

実験6：○実験3の結果と同様に、十分時間を置き、縄張りの主が確定した後攻撃回数を調べた場合も、10匹までは攻撃回数がほぼ比例して増加する。しかし、それ以上(16匹)になると攻撃回数(Aパターン)が減少する傾向が見られる。○主(ぬし)が確定したためか、実験3に比べるとBパターンの攻撃回数は少ない。

実験7○実験4の4匹の場合(平面的な水槽)と比べると、平面的な水槽に比べて、立体的な水槽の方が、攻撃回数が増える傾向(特に石と水草有りの場合)が見られる。

6 考察

○個体数について：今回の実験から、この大きさのコンテナを水槽に利用した場合、個体数が10匹までは、攻撃回数が増加する傾向が見られるが、それを超えると攻撃数が減る傾向が見られた。狭い空間に多数の魚が遊泳すると攻撃行動が抑制されるのかもしれない。熱帯魚店の方に向かっているところ、水槽の中の個体数が減少すると突っつき合いが見られるようになっていた。

突っつき合いが増えると魚の体力が消耗したり、傷つくため、店内の水槽では狭いところに多数入れられているようだ。

今回の実験では、個体数変化の観察は平面的な水槽(コンテナ)だけで行ったが、今後は立体的な水槽(30cm水槽)でも行ってみたい。しかし、この場合魚は立体的に移動し、攻撃が発生する場合も立体空間で起こるので正確に観察する方法を工夫しなければならない。

○経過時間について：魚を新しい実験条件に移した直後は、多くの場合群れをつくり仲良く一緒に行動している。しかし、時間が経過し、魚が水槽内を広く移動して自分が気に入る場所がわかってくると縄張り行動が現れてくる。縄張りが形成されると、その縄張りの主(ぬし)が他の魚を追い払い始める。それにとまって攻撃行動の発生回数が増加してくるようだ。3匹での観察結果(実験4)から、魚が飼育環境にある程度慣れているならば15分程度(今回の実験条件の場合)で縄張りがほぼ形成されると考えられる。また、縄張りが形成された場合にはAタイプ(追い払う)の行動が中心となるが、縄張りが形成されつつある初期状態ではBタイプ(押し合い)が多く見られることがわかった。主(ぬし)の存在はすぐに決まるのではなく、Bタイプのような行為を通じて徐々に決まっていくものと考えられる。

10 資料 発表論文集『ゴールデンゼブラ・シクリッドの縄張りとして好む位置の研究』H15