

選択生物授業におけるベタの行動に関する探究学習と指導

苗川博史

湘南工科大学附属高等学校

A Research Study and Guidance on The Behavior of *Betta splendens* in an Elective Biology Class

Hirofumi NAEKAWA

SENIOR HIGH SCHOOL ATTACHED TO SHONAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

はじめに

湘南工科大学付属高等学校では、1983年度の理科Ⅱ授業の試行をふまえて、1984年度より高3選択生物授業（3単位）において動物行動を探究の柱とする一連の観察・実験を取り入れている。この授業は、主に理系の非受験クラスの生徒を対象に、2・3学期を通して身近な動物の行動観察および実験を行い、1人1人が報告書としてまとめ提出するのが特徴である。授業内において、動物行動の実験・観察を行おうとする場合、飼育管理および観察準備などに長時間を必要とする。限られた時間内で細切れに動物行動を観察実験したのでは、限られた一部の現象を反映しただけかもしれない、そこから現象の背後にある法則性のようなものに少しでも近づくためには、長期間にわたって継続観察する授業時間がどうしても必要であった。そういう意味においてこの授業はまるごとの動物を観察することから始まり、行動の意味を考えさせる観点から指導している。ここでは、1987年度において実施した選択生物授業（合計37時間）において受講者10名のうち、2名の生徒がベタ (*Betta splendens*) を材料として行った行動の探究学習とその指導について報告する。

方 法

1) 事前指導

あらかじめ2年次学年末に高3の選択生物希望者

を対象に、この授業内容のガイダンスを行った。高3の2学期最初の授業では、この授業の特徴、内容、評価方法について確認を行った。特に、①授業時以外にも飼育管理を担当者が責任をもって行うこと②飼育動物を意図的に死なせた場合や報告書末提出の場合評価が欠点となる指導方針でのぞんだ。テーマや動物を選定するにあたっては、過去（1984～1986年度）に履修した先輩達の報告書を閲覧させながら、計画書を配布し、記入のうえ提出するよう指導した。計画書提出後、飼育の準備に入った。

2) 材料の選択およびテーマについて

今回のベタ研究グループは、以下のような動機によって研究が始まった。「ベタが殺し合いをするのは知っていたが、相手のどこをねらって殺すのか。強いベタと弱いベタはどのようにして決まるのか。雄は雌の奪い合いにより殺し合いをするならば、雌の色・形などを自分の好みで選んでいるのか。また、ガラス越しに相手の雄が見えていると互いに発色すると本に書いてあったがどのようにして変化するのか調べたい」とあった。指導者としては、できるだけ生徒達が主体的に研究が進められるように動機を大切にしたいと考え、その後の成りゆきを見守った。

3) 材料および飼育管理

観察に供試したベタは、雄8個体、雌3個体で、それぞれの体色・体長を第1表に示した。体長2～3cmのものを小、3.5～4.5cmを中、5～6.5cmを大

として区分した。これらのベタはすべて1987年9～10月の観察・実験の都度、神奈川県大和市内の熱帯魚店より購入した。

第1表 供試ベタ

性	番号	体色	体長
雄	1	赤	中
	2	白(桃・青混合)	中
	3	青	大
	4	銀	大
	5	赤	大
	6	青	大
	7	赤	中
	8	赤紫	中
雌	9	赤	小
	10	赤青	小
	11	青	小

購入したベタのうち、雄は個別にビーカー（300 ml）内で飼育し、後述する観察時に水槽内に放った。一般に雌個体間においては、雄のように闘争がみられないとされていたので、同一水槽内で飼育・観察を行った。観察に用いた水槽は、アクリル製（30×60×35cm）底面にケイ砂を敷いた上、水位を28cmとし、上部ろ過装置により水質維持を行った。

また、ヒーター、サーモスタット、水温計を設置して、水温が23℃になるよう調節した。餌は1日1～2回、乾燥赤虫を少量与えた。実験期間中の飼育管理は、全てベタ担当生徒2名が交代で行った。





4) 観察・実験

① 雄2個体（No.1, 2）を対象に、水槽内における単独飼育下の基本的な行動、呼吸回数・方法、体色変化について観察を行った（観察1～3）。その後、同一水槽内に2個体放った時の行動を観察した（観察4）。

② 雄2個体（No.3, 4）と雌3個体（No.9～11）を対象に、雄1個体の雌3個体に対する求愛誇示行動の観察をそれぞれ各1回ずつ行った（観察5）。

③ 雄4個体（No.1～4）を供試し、同時に1つの水槽内に放った時の行動を観察した（観察6）。このうち3個体（No.1, 2, 4）が飼育途中において病死したので、新たに別の雄2個体（No.5, 6）を対象に、同一水槽内に放った時の行動をVTRを併用しながら観察した。雄2個体間の観察においては、No.6を先に放ち、10分後にNo.5を放った（観察7）。

④ 上記観察で見られた雄個体間の闘争行動、雌に対する求愛誇示行動のリリーサーは何であるかを調べるため、雄2個体（No.7, 8）を対象に形・色・大きさの異なる4種類のルアー（第1図）を用いて観察を行った。そのうち、疑似ベタは粘土で自作した。

名称	スフ [○] -ン	スピ [○] ナ-	フ [○] ラク [○]	疑似ベタ
形状				
全長	5.5 cm	2.5 cm	5.5 cm	6.5 cm
色	銀灰	銀灰	銀灰	赤

第1図 供試ルアー

まず、おのおののルアーを水槽内で、1回ずつ1分間提示し、反応を観察した(観察8)。ベタは水槽内においてルアーを確認するのに時間がかかることが予備観察からわかったので、次にピーカーを用いて反応を調べることにした。水槽内における観察から、ルアーを小刻みに動かすことに反応を示したことから、ピーカー内においては最後の10秒間、ルアーを上下に小刻みに動かし反応を観察した(観察9)。

5) 中間発表会

観察・実験の経過および内容を2学期末に発表する機会を与え、1グループ15分ずつの持ち時間でを行った。発表するにあたり、あらかじめ手引き書(第2図)を配布した。

中間発表会に向けて一発表内容のしかた

発表時間：15分(質疑含む)
採点基準：①発表内容②発表態度③質疑応答の内容④その他

1)表題：内容がわかるように、はっきりと具体的に述べる。
2)はじめに：観察の動機、なぜこの観察を行ったのか。また目的などについて述べる。
3)材料および方法：用いた動物名、数、器具、観察期間、飼育管理(餌・水質・水温など)観察内容を述べる。
4)結果：発表の中心をなす部分である。観察内容、数値などの結果をありのままにまとめる。文章にする部分と図表の部分とに分けるとよい。
5)考察：上記結果から考えられること、得た結果の解釈や例外的と思われる事実と説明。事実と自分達の意見や推理とははっきり区別する。
*発表にOHPやVTRを使用してもよい。その場合、分担当を決めておく。
*この発表は今学期の評価につながるばかりでなく、学年末の報告書作成を意識して行うこと。

第2図 中間発表会用手引き

6) 報告書の提出

B5横書き原稿用紙にテーマ、学年・組・番号・氏名、材料および方法、結果および考察、まとめ、文献の順で10枚以上書くよう事前指導した。必要に応じて図表(写真含む)を入れるよう、また提出期日を厳守させ条件を満たさない場合、欠点とすることも伝えた。

7) 評価

準備段階における計画書の内容、授業中の態度、実験・観察中の様子、記録、中間発表会の発表内容・態度などを総合的に判断し2学期の評価とした。学年末は報告書を加えた評価とした。評価の視点には、過程において創意や工夫がみられたか、当初の計画にたいしてどれほどの内容が実現できたか、またそれに対してのフォローができていないか、報告書

の考察が結果にもとづいてまとめられているかなどに重点をおいた。授業の性格上、定期試験は行わなかった。

結果と考察

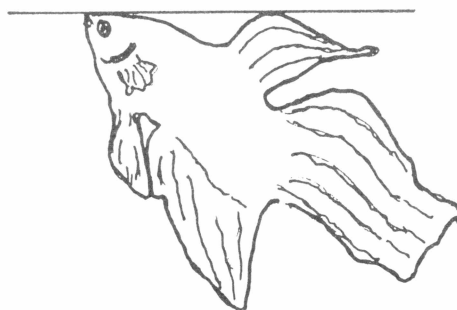
1) 飼育・管理について

2人とも過去に淡水魚の飼育歴はあったものの、飼育する前にベタに関する予備知識を得ていないと、飼育中に苦勞することが多かった。特に、ベタをピーカー内で飼育中、水温調節の不注意で死亡した個体があったことから、飼育管理には細心の注意が必要であることが体得できたようである。

2) 観察・実験について

① 雄単独飼育下における行動

ピーカー内での飼育観察から、水面から口を出して空気呼吸していることが十分確かめられた(第3図)。またこの呼吸によって水面上に小泡が形成さ

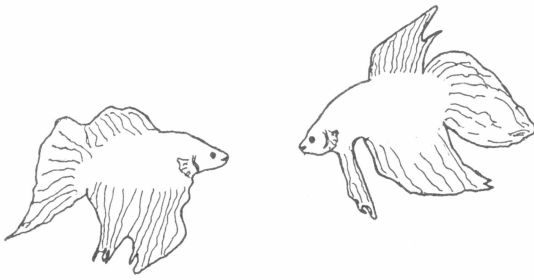


第3図 空気呼吸するベタ

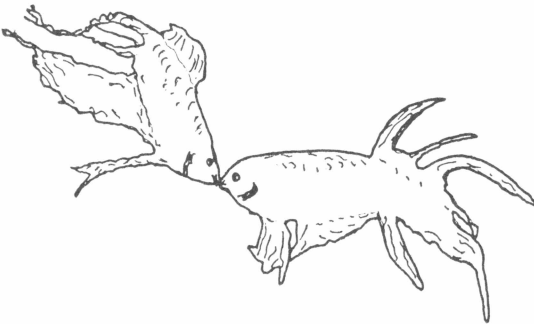
れた。ベタはトウギョ科の特徴である上鰓器官¹⁾を鰓腔内にもち、空気呼吸を行うことが確かめられた。水槽内においては、上部をゆっくり遊泳したが、Na1の鰭が青から白っぽい色に、Na2の鰭が白からうすい桃色に、一時的に変化していく様子を観察した。空気呼吸や発色することの意味を雄の営巢行動の観点から考察させる必要を後日感じた。水槽内での空気呼吸の間隔は、5回の観察でNa1が115±45秒、Na2が132±40秒であり、平均すると約2分間に1回の割合で空気呼吸していることがわかった。2個体間の平均値を比較することにより、統計的にどのような意味を持つか検討させることも今後指導していく必要があると考えた。

② 雄個体間における闘争行動

ベタは体長2.5cm位になると別々に飼育する必要²⁾があり、雄2個体を1つの水槽内に入れると、相手を認めたときから激しい闘争が始まる³⁾といわれている。観察6で供試した雄ベタ間の組み合わせにおいては、Na3が全ての雄に対して威嚇行動を示したのみで闘争には至らなかった。雄個体間の観察において、必ずしも闘争をおこすとは限らないことが理解できた。観察7の雄間においては、激しい闘争行動が見られた。1) 威嚇する(第4図)、2) 鰭や鰓蓋を攻撃する、そして、3) 口と口を噛み合わせる(第5図)3段階の行動連鎖からなることが確かめられた。尾鰭や背鰭を集中的に攻撃していたのは相手の遊泳を不可能にさせてしまうことを意味すると報告書の中でA男が考察した。相手が力つきるまで闘争する様子を観察することは、双方の死につながると判断したので、15分が経過したところで実験を打ち切った。生徒は観察を通して興味を引く内容や意外性のある結果を期待しがちである。ベタの死に至る闘争現象だけを興味本位に観察させるだけでは虐待につながり、今日、国内外で問題になりつつある飼育下の動物の福祉を考える上で、指導上留意する必要があると思われた。



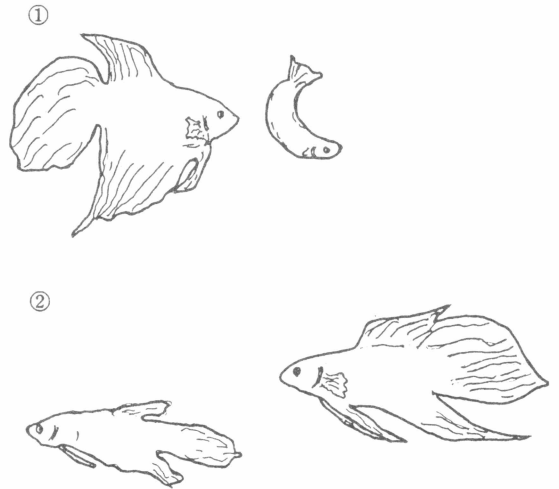
第4図 雄個体間の威嚇行動



第5図 雄相互の噛みつき行動

③ 雄の雌に対する求愛誇示行動

この求愛誇示行動は、雄に対する威嚇行動と同様に鰓蓋をふるわせ、背鰭・臀鰭を大きく広げる行動を示しながら雌に接近してゆくものであった(第6図①)。Na3は、雌に対して後方または斜め後方から接近し、追いかける行動を撮った(第6図②)。この際、あざやかな体色に変化した。雌には雄の示したような行動がみられず、雄の接近に対して逃避す



第6図 雄の雌に対する求愛誇示行動

- ① 背鰭、尾鰭を誇示する雄
- ② 雌を追従する雄

るのみであった。この雄が雌に対して行う背鰭・臀鰭を大きく広げる行動は、自分の美しさを誇示し、雌に関心をもたせるためとされている²⁾。また、反応がないと雌に執拗に接近することも報告され、雌雄の発情が一致すると産卵行動が始まることも知られている²⁾。雄は雌に対して次々と求愛行動を示したが、雌は雄に対して必ずしもそれに応じるとは限らないなど予期しない行動をすることが理解できたようである。

④ モデル提示による観察

水槽内においては、2個体共にいずれのルアーを提示しても反応が見られなかった。これは限られた時間内にベタがルアーを確認するまでに、時間がかかることと無関係ではないと思われた。ピーカー内におけるルアー提示の観察においては、2個体ともプラグは反応なし、スプーン・スピナーには注視したのみであったが、疑似ベタに対して鰓蓋をおこ

し、鰭を動かさず行動を見せた。また、ピーカー内で行った最後の10秒間の観察において、水面上を細かく動くルーアに対していずれもが注視したが、特に疑似ベタに対しては攻撃をしかけた。ピーカー内で行った観察から動くものでも疑似ベタのみに攻撃したという事実から、ベタが攻撃するには形と動きが少なくとも必要であることが示唆された。ベタが闘争を起こすには、敵個体の体長が1.7cm以上であること、長形のものに対して反応することなどの行動様式が指摘されている。⁴⁾他に、模型が実物に似ている度合いが高くなるに従って、また水温の上昇に伴ってベタの反応時間が増していくことも報告されている⁴⁾。いずれにしても、雄は形・色・輝き・動き方などの刺激が重なりあって⁴⁾攻撃しかけるのだろうと考えられる。今後、解発因を数量的に調べる実験にまで高めていくには、もう少しモデルの形・色・大きさ・動きなどを検討する必要があると思われる。

⑤ 生徒の感想

観察前にもっと目的・内容について詳細に計画立案しておかないと、途中で観察項目がなくなってしまうことがあった。しかし、計画の立て直しをして、観察をやり直すという他の授業ではできない面白さがあり、非常に勉強になった。

観察し始めは、何をどうしたらよいのかとまどうことが多かったが、次第に内容がつかめてきた。継続してベタを観察することによって、今まで知らなかったベタの世界が広がり、教科書の勉強よりも飼育観察の内容がよくわかった。

3) 中間発表会について

生徒達は手引き書にもとづいて順序よく発表していた。このような機会は初めてであると思われるが、制限時間内(A男4分、B男9分)にVTRを併用しながらよくまとめて表現できた。他グループや指導者からの質疑にも要領よく答えていた。

4) 報告書について

A男は「ベタのオスどうしの争いおよびメスに対する求愛行動について」という具体的な題目で23枚、5表・2図にまとめた。一方、B男は「ベタの争いにおける神秘的な現象」というやや抽象的な題目で12枚、1表・1図にまとめた。同じベタを研究対象としながら、同じデータから結果の解釈や表現

方法に2人の違いを知ることができた。

報告書をまとめるにあたり、映像(VTR)からベタの行動の一コマをスケッチしたものがあつたが、再現性という点でVTRの活用は効果があつた。しかしメディアとしてのVTRの活用はその時に集中してきちんと観察しなくなる他、再現する時間的ロスが生じるなど観察力をつけるうえでマイナスになることがあると思われた。

5) 評価について

まず、研究計画を提出した際、問題点をチェックする診断的評価を行った。当初、具体的な記載事項に乏しく何度か書き直しを命じた。これは生徒の表現方法の問題というより、彼等が目的を明確にしていないう点からくるものと思われる。次に、活動の途中でVTR撮影法を教え、観察補助としてその後の探究活動に活かされているかの形成的評価を行った。VTRは生徒たちが報告書を作成する際などに活用されていた。観察時、カメラに死角があり、映像に頼りすぎると大事な場面を見落してしまう欠点があることに生徒たちは後日気づいた。さらに、研究活動中の評価のチェックリストとしては、観察実験の技能をみるために毎時間ノートに記入させ点検した。2人とも日誌の部分とデータの部分を分けずにまとめていた点が気になったことと、VTR活用の際にノート記入しなかったことが指導上問題として残った。中間発表会や報告書作成の過程に科学的な態度がみられたものの、全体の活動を通した科学的思考は、充分とはいえなかった。生徒の感想を通して、情意面からこの授業に対しての充足度をうかがい知ることができ、探究的な側面を持ち合わせている事がわかった。

おわりに

今回の授業を通して、生徒達は何度も問題解決場面に遭遇する機会をもった。工夫しながら活動していく中で、仮説をたて検証しまとめていくことの難しさを体得できたように思われた。ベタの行動教材としての価値は、通年入手しやすく手ごろな価格であること、比較的初心者でも飼育管理しやすいことなどがあげられる。ベタの雄個体間および雄の雌に対する生得的行動は、なわばりと雌の確保にあるといわれる⁴⁾。この観点に立ってベタの行動観察を考

えると、観察の過程において興味深い知見が得られるばかりでなく、ベタが闘争するこの意味を探究する態度養成の一教材として多くの情報を得ることができる。今後、このような授業形態においてベタの闘争行動などが解発される観点別の観察研究をさらに押し進め発展させていく必要がある。

ベタ研究グループ意外の8人は、「ゴカイの生態行動」「水槽内におけるソラスズメダイとコバルトスズメダイの行動」「ブラックバスの出現によるメダカの群れの変化」「空間と魚の行動」のテーマで2人1組でそれぞれ研究を行った。10名の生徒が同時進行で研究課題を実施したが、指導上できるだけ統一したテーマで役割分担させ実施するなどの方法も指導する側のエネルギーロスの点から今後考えていく必要がある。今回実施の授業形態は教師・生徒間の人間関係を形成していく上で有効であったが、少人数のクラスにおいてのみ可能であると考えられるので、より人数の多いクラスでも実施可能なテーマ、方法を検討して行くことは今後の課題である。

引用文献

- 1) 石川貞一. 1964. 熱帯魚の正しい飼い方. 金園社, 216-217.
- 2) 杉浦 宏. 1978. 熱帯魚の正しい飼い方・ふやし方. 鶴書房. 223-224.
- 3) 牧野信司・松井敬一. 1983. 標準原色図鑑全集. 保育社, 52PP.
- 4) 小野嘉明. 1966. 生物学実験法講座Vol. 8, 脊椎動物行動実験法. 中山書店, 6-9.