

# 高等学校理科「生物」領域と大学の「生物学」をつなぐ

## — 附属学校教員と大学教員とによる双方向的授業・講義改善の試み —

櫻井 昭（奈良女子大学附属中等教育学校）

渡邊 利雄（奈良女子大学研究院自然科学系）

保 智己（奈良女子大学研究院自然科学系）

酒井 敦（奈良女子大学研究院自然科学系）

### 1. 大学における生物学教育の目的

従来の生物学は、物理学等に比して「暗記型で理論的でない学問」として受け取られることが一般的であった。しかし近年の学問分野の進展に伴って、生物学に関する知見が増大し必要な知識量が増大していることと、遺伝子等の解明により生命現象を物質をもとに理論的に考えることが可能となり、生物学は従来とは異なる新しい形態へと変容しつつある。これに伴って、大学では生物学教育を従来の「知識重視型の教育」から「考え方の枠組み・スキームを自分で作り出せる教育」への転換を模索しているところである。膨大な知識は単に項目として覚えさせてもすぐに陳腐化してしまうためである。一方で、入試問題等の作成時に高校の生物の教科書を見ると、その項目の多さに驚くと同時に、果たしてその背景にある「何故そのように考えるのか」と言った本来最も大事だと思えることを教える時間があるのであろうかと不安感を覚える。実際に大学へ入学した学生は、「考えること」と「思い出すこと」とを同じことだと誤解しているようで、講義の感想も「知らなかったことを知ることができてうれしかった」ととどまる学生が増えており、大学での生物学の講義にも不安を覚えている。このような背景をもとに、学問としての生物学に加えて教員養成課程の生物学の講義も、生物学全体を俯瞰する従来の概論のような必修科目に加えて、如何にして記憶して思い出すだけの内容から、生徒自らが考えるように促す方法論等の選択科目としての講義科目として、概論とは異なる内容・重点の置き方等の改変が必要であるとの認識を持ち、教員を志望する学生に新しい生物学の教授に対応できる能力を習得できるように努めている。（渡邊利雄）

### 2. 大学での生物学と高校「生物」との関連性

大学教員は高校で生徒がどのような項目を学んでいるのかを知る機会はあるが、どのように生物を学んでいるのかを知る機会には少なく、高校教員は自分の授業計画書が大学教員にはどのように受け取られるのかを知る機会には少ない。これらを相互に知ることが大学教員にとっては大学での教職課程向けの科目での教えに役立ち、高校教員にとっては授業改善の役に立つと考える。そこで高校教諭作成の指導案と、指導案にはかかれていない授業の狙い、授業の事前学習、補助教材に関する説明とを附属学校教諭と大学教員とで検討しあい、相互の改善点を見出すことを試みた。

次節では、生物学が高校教育にどのように取り入れられているのか、大学での教職科目の生物と高校での教科としての生物の教え方での改善点にはどのようなものがあるのかを考察するために、一例として附属中等教育学校5年「生物」科目の授業例を取り上げ考察したい。（渡邊利雄、

### 3. 授業研究 (5 年「生物」)

#### (1) 単元 刺激の受容と反応

#### (2) 教材観

この単元では、生物（特に動物において）が、どのように外環境の刺激を受け取り、刺激に対して反応しているのか、細胞レベルの反応から個体レベルの反応（いわゆる行動）へと幅広い内容を学ぶ。動物では、動くことが生きていることと単純に捉えられていることが多いが、「動く」とはどういう「反応」なのか、科学的視点をもって生命維持について考えさせたい。また、進化的にみて動物は集団行動をとることで生き残ってきた種が多い。そして、動物がつくる集団の構造は、動物の神経系の発達の仕方によって異なっている例も知られている。この単元で学ぶ内容をもとに、地球上に生息する動物や自然環境について考えることで、幅広い視野を養いたいと考えている。

#### (3) 展開

- ①刺激の受容から反応まで…… 1 時間
- ②受容器と効果器…………… 6 時間
- ③神経系…………… 4 時間
- ④動物の行動…………… 4 時（本時は 3 時間目）

#### (4) 本時の展開

題材 アリの行動分析

目標

- 動物の行動様式について、科学用語（生物学用語）を使って説明することができる
- 提示されたアリの複数の行動を、「生得的な行動」と「習得的な行動」に科学的に分類することができる。

行動例)

- ・巣穴から餌までアリの列ができる（←道しるべフェロモンによる化学走性）
- ・産卵だけをする女王アリ（←女王アリ候補として育てられ、機能が特化している）
- ・幼虫の世話をするアリ（←女王アリの分泌物により性がコントロールされている）
- ・兵隊アリは周りにアリが多いと働かない（←同種のアリの個体密度が多くなると遠ざかる行動パターンを持つ）
- ・よく働くアリと働かないアリがいる（←アリの個体差、遺伝子によって決まっているという説もある）
- アリ 1 個体の行動が、アリ集団においてどのように働いているか考えることができる
- 社会性昆虫の社会構造の視点で、他動物の社会構造について考えようとする

時間	学習内容	指導上の留意点
導入 5分	動物の行動様式について思い出す (二つの水槽を比較し、プラナリアが負の光走性を持つことを思い出す) 生得的行動と習得的行動の大きく2種類に分けられることを思い出す	プラナリアの行動を実際に見せ、生徒に比較させる ・光を一定方向から与えている水槽 ・何もしていない水槽
展開 1 20分	1. アリの行動分析 アリの集団生活について、最初に思いつくことをメモする  アリの行動を実際に見る・知る ・形態、行動パターンに注目する アリの行動を科学的に分析する ・5種類の行動を分析 ・生得的行動(走性・本能行動・反射)、習得的行動(学習・知能)の2つの観点から分類する	アリの行動を分析する前の、最初のアリ社会についてイメージを記録させる。  アリの行動の一例をDVDで見せる  アリの行動を複数まとめた資料を用意 分析ポイントに気が付かせる ・生得的行動は「刺激」に対するパターンが決まった行動であること ・習得的行動は「経験」を生かした新たな行動パターンを作り出すこと
展開 2 15分	2. アリ社会とアリ1個体について アリ1個体の行動が、アリ集団に対してどのように働いているのか考える ・アリごとに仕事の役割分担がなされていることに気づく ・社会を構成するために必要な要素を考える  3. 他の動物社会を考える 哺乳類の集団(群れ)と比較し、神経系の発達と集団構造の違いを理解する	アリの行動分析とは、アリ1個体の行動パターンについて分析したことを理解させる アリが集団を統率できないことに注目させる 環境は常に変化することを意識させる 生物進化の観点から、個体ではなく集団として生き残るための方策を意識させる 昆虫1個体を1つの細胞と考え、昆虫集団が1つの個体と考えるみかたを示す
まとめ 5分	アリの社会構造を深く知った後の自分の考え方を記録し、学ぶ前と比較する。	自分の考えの変化、自然界の見え方の変化を感じさせる。

(櫻井昭)

#### 4. 考察

大学教員3名の意見として、「生徒に動物の行動をその神経系から理解し、考察させるという内容は非常に評価される授業である」という点では一致が見られた。これらは、大学教員が抱いている、如何にして記憶して思い出すだけの内容から、生徒自らが考えるように促す方法論の検討へ大いに参考になると思われる。その一方で、教えやすさ・分かり易さを求める傾向が見られ、いくつかの点で改善すべきではないかとの観点が浮かび上がってきた。同時に、附属学校教諭からの応答を受けて、大学での教職科目の生物の講義の際に、実際に高校で教える際に、教えやすさに流されずに如何に正しく教えるために必要な押さえるべき観点を明確にすることの重要性が明らかにされたと思われる。(渡邊利雄、保智己、酒井敦)

### （１）一般的な「擬人化」の弊害をなくし授業の狙いを生かす。

節足動物の行動はテレビ番組などではよく擬人化されて表現されることが多い。しかし、実際は環境因子の受容器と比較的単純な神経系から効果器へとつながったネットワークで引き起こされている。この授業では一見同じような行動と見える現象でも脊椎動物と節足動物では、その現象を引き起こす神経系は全く異なっていることを理解してもらうことが目的の一つであり、そのために哺乳類に集団との比較を行ったということであった。そうであるならば、前段階として、もう少し単純な例、教科書で扱われており、神経系が解明されている例を挙げて高度な神経系をもった動物と比較的単純な神経系の動物の行動を比べることから始めたほうが。例えば、ヤガが捕食者であるコウモリから逃避する際の行動は教科書でも紹介されており、また神経系も受容器から効果器まで明らかになっている。これと草食動物が肉食動物からの逃避行動などと比べれば神経系との比較が容易になる。（保智己）

### （２）新たな視点・印象的なフレーズは刺激になるが、安直な拡張は危険でもあり、議論を通じて批判的な検討をする態度を育てることも大切。

指導上の留意点の欄に、「生物進化の観点から、個体ではなく集団として生き残るための方策を意識させる」とあるが、生物進化の観点からいうと基本的に淘汰圧は集団ではなく個体にかかるので、この留意点の意図、意味を掴みかねる。「昆虫１個体を一つの細胞、昆虫集団が一つの個体と考える」見方についても、どういう意味で「細胞」「個体」とみなせるのか、というあたりの説明をきちんとしないと誤解を招く。たとえば、同じ考え方が哺乳類の集団については成り立つのか、などと考えさせ、議論させれば良いかもしれない。（酒井敦）

### （３）時間確保と課題の明確化の工夫が必要

展開２において、そもそもの狙いは「アリが集団を統率できないことに注目させる」で、アリはヒト社会のように指示をする者がいて皆がそれに従っているのではなく、各自が生得的な動きをすることの結果として、あたかも統制が取られているように見えていることに気が付いてもらいたいのだと思う。例えば、協力してエサを運んでいるように見えるが、実は皆が勝手に引っ張っているなど。

「哺乳類の集団（群れ）と比較し、神経系の発達と集団構造の違いを理解する」は既にほかの生物での集団構造と神経系の発達（記憶や学習）を学んだ前提なのか疑問に思う。いずれにしても、生物の社会構造の理解は大切なので、時間切れにならないように、時間確保と課題の明確化、例えば、今回はアリを題材にしているが、観察から他の生物、例えばヒトとどのような点が似ており、どのような点が異なっているのかも考えようなどの工夫が必要に思う。（渡邊利雄）

これらの指摘に関して附属学校教諭から、具体的な比較動物の提示、生徒に新たな発見をさせるときの議論の重要性、時間確保のための課題の明確化の重要性が改めて理解できたとの建設的な反応を得ることができた。一方で、附属学校教諭から大学教員への今後の課題として以下の点が挙げられた。（櫻井昭）

#### （４）大学教員と附属学校教員との直接のディスカッションの必要性

中等教育段階で生徒たちがどのような内容を学んでいるのか、具体的に触れる機会の少ない大学教員に、指導案のみでその授業の改善点を指摘してもらうことは、難しい。なぜなら、高等学校で学ぶ内容の全体把握と流れを理解していないと、指導案を見ただけでは前段階として生徒たちがどこまで学んでいてどういう知識を得ているのかわからないため、指導案に書かれている教授内容でどこまで生徒が考えたり、思いついたりできるのか予想ができないからである。そのため、指導案をもとに直接ディスカッションをする機会を複数回設けた方が、より有効であったと考えられる。（櫻井昭）

今回の結果を受けて、今後は大学教員の附属学校教諭の生物の授業観察と附属学校教諭の大学教員の教職科目生物の講義観察を行ったうえで、指導案をもとに直接ディスカッションする機会を設けて、相互の授業改善を行い、その効果を検証することが有効と判断した。（渡邊利雄、保智己、酒井敦、櫻井昭）