

# 両生類の有性生殖の教材化

— アフリカツメガエルの発生過程のプラスチック封入標本 —

高 橋 仁

生物的領域の内容では「遺伝の規則性」や「生物の進化」などが高等学校に移行統合され、中学校で学習する「生物の細胞と生殖」の内容は高等学校の学習への大きな橋渡しの役割を担うことになった。また、高等学校での選択の仕方によっては、中学校で、この分野の学習が最後となる可能性もあり、大変重要な意味合いを持つ。そこで、アフリカツメガエルの発生過程のプラスチック封入標本や画像などを利用し、発生について体験的に学ぶことのできる教材について検討した。

[キーワード] 中学校理科 アフリカツメガエル プラスチック封入標本 観察

## はじめに

両生類の有性生殖は、生物的領域において、より多くの観察を可能にするだけではなく、選択教科に利用できる教材としても優れている。より発展的な学習として、また、学習内容を深め、系統性を持たせて取り組むことのできる教材として利用価値が高いものであると考える。

そこで、アフリカツメガエルの発生過程をプラスチック封入標本にして使用することによる、動物の発生の学習教材としてのメリットと、その作製方法を検討する。さらに、授業での活用方法と胚や幼生を採集することで得られた画像を利用して作製した補助教材について紹介する。

## 1 プラスチック封入標本の作製

### 準 備

工作用紙、ヤマトノリ、封入用プラスチック（クリアポリエステル、クリスタルレジン）、スチレンモノマー、紙コップ、ガラス棒、柄付き針、耐水サンドペーパー（＃220～＃1000）、封入物、自動車ボディ用コンパウンド（つや出し用、鏡面仕上用）、作業用ビニル手袋、エタノール、ホルマリン、ろ紙、ペトリ皿

### 方 法<sup>\*1)</sup>

#### A 前処理

(1) アフリカツメガエルの受精卵から各ステー

ジの幼生を選択し、固定する（10%ホルマリンで1日以上）。

(2) 固定胚を水洗後、湿らせたろ紙の上に置き、柄付き針で転がすようにして卵の周囲の透明なビテリン膜とゼリー層を取り除く（図1）。

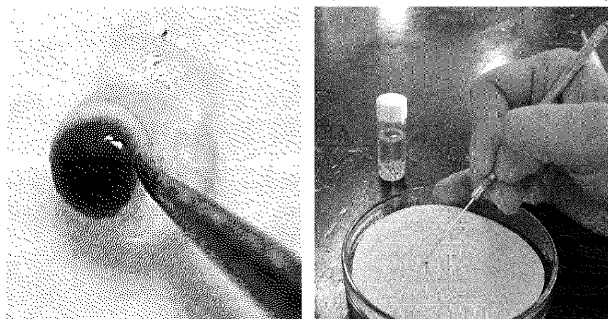


図1 ゼリー層の除去

(3) エタノール置換を以下のように行う。<sup>\*2)</sup>

- ① 70%エタノール（1時間以上）
- ② 80%エタノール（1時間以上）
- ③ 90%エタノール（1時間以上）
- ④ 95%エタノール（1時間以上）
- ⑤ 無水エタノール（1時間）

(4) スチレンモノマーに胚や幼生をなじませる（1時間）。

#### B プラスチックへの封入

(1) 杯や幼生の大きさやレイアウトに合わせて工作用紙で箱をつくる（図2、封入物よりやや大きめ）。またその際、内側の全面にヤマト

ノリを塗り、乾燥させる。箱の角はプラスチックが漏れ出さないように、セロハンテープで丁寧に張る。



図2 型枠の作成

- (2) 土台となる部分のプラスチックを流し込む(厚さ3mm程度)。
- (3) プラスチックで封入する。卵や胚は硬化前のプラスチックに沈むが、幼生は浮かんでしまうため、土台の上に深さ3mm程度になるように2層目のプラスチックを流し込み、ゲル化した後に、幼生を完全に封入するための3層目のプラスチックを流し込む(図3)。

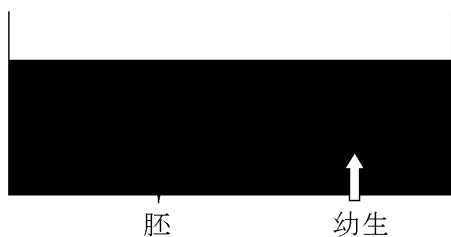


図3 プラスチックの層

### C 研磨

硬化後に型枠をはずし(図4)、耐水サンドペーパーの#220で形を整え、#400から#1000の耐水サンドペーパーを使用し表面を磨いていく。最後に自動車ボディ用コンパウンドで表面の傷を消し、仕上げをする。

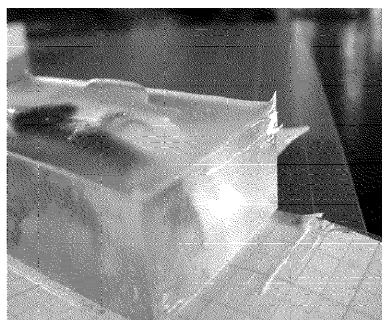


図4 型枠からはずした状態

### 結果と考察

#### (1) 完成した標本について

前処理に手間はかかるが、できあがった標本は非常に透明度が高く(図5)、双眼実体顕微鏡による観察が十分にできる(図6)。封入する胚については、陥入して中が空洞

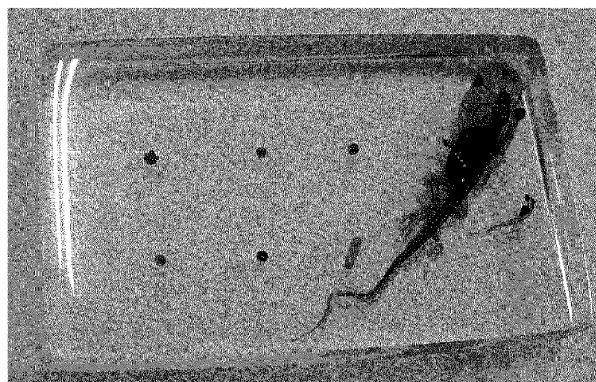
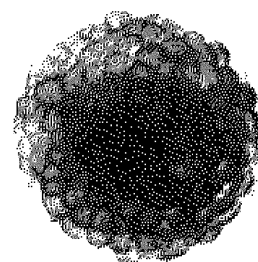


図5 完成した標本

になる時期の胚(原腸胚～神経胚)では変形が見られ封入に適さない。また幼生も大きなものはプラスチックが硬化した



ときに若干の変形が見られた。

図6 顕微鏡で観察した様子

#### (2) 作製行程について

前処理から完成までの全行程に最低3日程度かかるので十分余裕がある時に作製した方がよい(硬化するのを待つ時間が多いので体力的には問題ない)。

#### (3) 耐久性について

手軽に観察でき、扱いが簡単なため、生徒の観察には大変適している。また半永久的に保存できるので一度作製すると、長期的に活用することができる。

### 2 プラスチック封入標本製作のための選択教科授業展開例

プラスチック封入標本を作製してみて、その透明感や完成した標本の美しさ、利用価値などから、生徒にも是非取り組ませたいと考えた。昆虫や植物等であれば生徒にも十分作業でき、中学校での理科の学習の思い出として長年に渡って保存の効くものを作製できる。1回の授業を2時間扱いとして計5回で取り

組めるよう計画した（表）。

表 選択教科の授業展開例

	学習活動	準備
第1回 ガイダンス・封入物の採集	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作製方法の説明を聞く</li> <li>・作製のための計画を立てる</li> <li>・封入物の準備や採集をする</li> </ul>	説明プリント 計画用紙 校外での安全確認
第2回 封入物の前処理・型・土台の作製	<ul style="list-style-type: none"> <li>・封入物の前処理</li> <li>・型枠の作製</li> <li>・土台の作製</li> </ul>	エタノール，スチレンモノマー，乾燥用の器具，工作用紙，ヤマトノリ，セロハンテープ，カッター，封入用プラスチック，使い捨て手袋，ハンドクリーム
第3回 封入と硬化・発表準備①	<ul style="list-style-type: none"> <li>・封入</li> <li>・発表準備（硬化時間を利用して）</li> </ul>	封入用プラスチック，使い捨て手袋，ハンドクリーム，模造紙，コンピュータ，デジタルカメラ
第4回 研磨作業・発表準備②	<ul style="list-style-type: none"> <li>・離型</li> <li>・研磨</li> <li>・発表準備（仕上げ）</li> </ul>	カッター，耐水サンドペーパー，研磨剤，模造紙，コンピュータ，デジタルカメラ
第5回 発表会（展示会）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・封入標本の展示</li> <li>・封入物の説明や感想の発表</li> </ul>	プロジェクター

#### ※ 留意点

生徒に作業させる場合に以下の点に気をつける。

- ・計画を立てた段階で，封入物の確認をする。封入材に浮くか浮かないか。
- ・型枠をつくる時にセロハンテープの貼り付けが甘いとプラスチックが漏れ出す。
- ・封入用のプラスチックは付着するとかな

かとれない（からだや衣服につけない）。

- ・封入の作業中は換気をよくする。
- ・上手に磨けない生徒には最終手段としてクリアラッカーを塗布する。

### 3 補助教材の作製

授業の中で，実際に生きた胚を観察することは時間的に難しい。教員の負担は大きく，また1時間の授業の中で全てのステージを観察することも不可能である。そこで，次善の策として，授業に活用できる教材を作製した。これらの補助教材を，採卵や胚の観察に活用し，生徒一人一人が擬似的な観察（コンピュータを利用）を行うことで意欲や探求心を高め，有性生殖の学習がより充実した内容となるよう工夫した。

#### (1) アフリカツメガエルの発生過程の画像シート

デジタルマイクロスコープ実体顕微鏡（STZ-40TBITa島津理化機械株式会社）を利用し，発生段階の各ステージを撮影した画像と既存の図説をリンクさせよりわかりやすいシートを作成した（図7）。固定胚を観察する際の補助として活用でき，PDF形式で作製したので多くの機種 of コンピュータで利用することができる（アドビシステムズ社のアクトバトリードが必要）。

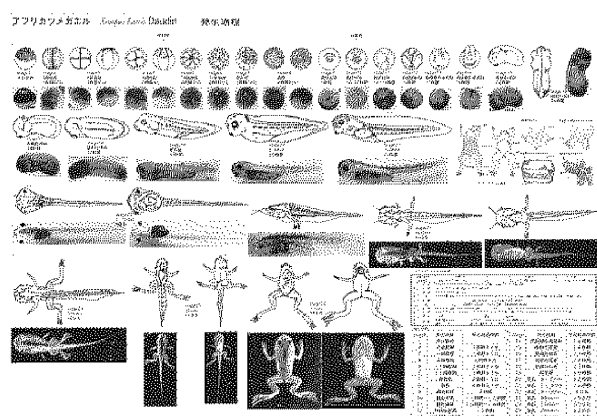


図7 発生過程の画像シート

#### (2) 発生過程のデジタルコンテンツ

インターネット閲覧用のソフトを利用して，発生過程を擬似的に観察できるデジタルコン

テンツを作成した。

① デジタルコンテンツ1の使用法

- ・インターネット閲覧用ソフトからファイルを開く(ファイル名afutsumehassei1.html, 図8)。その後は自動的に画像が流れる。

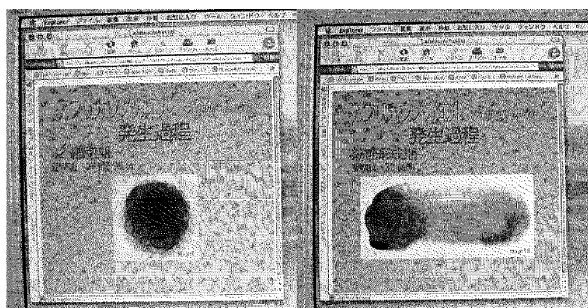


図8 デジタルコンテンツ1

② デジタルコンテンツ2の使用法

- ・インターネット閲覧用ソフトからファイルを開く(ファイル名afutsumehassei2.html, 図9)。
- ・カーソルを各ステージのパネルの上に置くと、右側の写真が自動的に変わる。
- ・各ステージのパネルをクリックすると、新しいウィンドウの中に大きな画像と共に説明があらわれる。

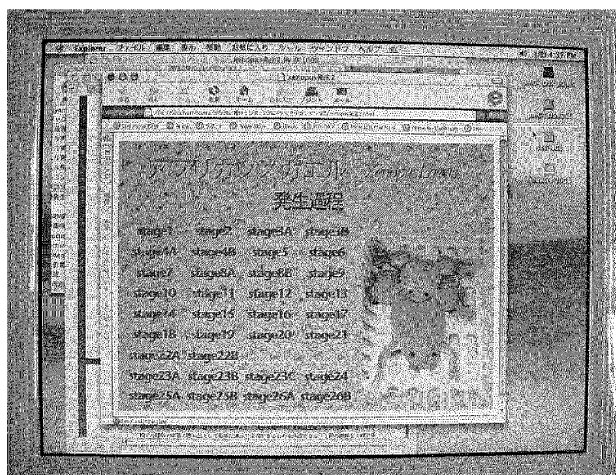


図9 デジタルコンテンツ2

2つのデジタルコンテンツとも、マイクロソフト社のインターネットエクスプローラー、ネットスケープ・コミュニケーションズ社のネットスケープ・ナビゲーターで動作確認済みである。

おわりに

アフリカツメガエルの発生過程の観察とプラスチック封入標本という2つの柱で研究を進めてきたが、その結果、発生過程のプラスチック標本は工作用紙やヤマトノリ等身近な素材を利用して、学校の理科室程度の施設で作製することができた。できあがった標本は丈夫で長期間保存可能であるため、生徒が観察で取り扱う上でたいへん適している。また、透明度の高い封入材(プラスチック)を利用することにより、表面、裏面の両面から観察が可能で、双眼実体顕微鏡でより微細な観察を行うことができ、胚の様子をよりよく観察することができた。さらに、補助教材に活用した胚の採集や幼生の育成途中で撮影した画像は、デジタルコンテンツなどとして利用することで、擬似的な観察等も行える。

このような成果を中学校での有性生殖の学習内容に取り入れ、観察や実習を通して体験的に学ぶ効果は大きいと考える。今後も実践の中でさらに効果的なものへと改善していきたい。

参考文献

- 1) 新観察・実験大辞典〔生物編〕②動物 東京書籍 2002
- 2) 竹内正幸 石原勝敏生物の実験-基礎と応用- 裳華房 1992

(たかはし ひとし 石狩市立樽川中学校)  
(平成14年度長期研修員)