

事 例 Ⅲ

身近な水田周辺で入手できる教材生物 両生類、貝類、昆虫類
～里地・里山にすむ動物を調べよう～

- ◆ 学習のテーマ：野生生物の生息状況、採集、飼育、
体のつくり、恒常性の維持、生態
生殖、発生

指導の手引き

1 研究のねらい

身近な環境に生息する生物の教材化は、いつの時代においても理科教育あるいは生物学教育における重要な課題である。

小学校段階では、昆虫やメダカ、中学校段階では、カエルや水生動物など、多くの教科書で共通して取り上げられる動物教材がある。しかし、近年では、こうした里地・里山の動物の多くが絶滅の危機に脅かされているような状況が見られる。レッドデータブックとちぎ（2005、栃木県）に掲載されている生物の中にも、身近な里地・里山に生息・生育するものが多く含まれている。

本事例は、生息状況の把握や採集、飼育などから始めて、身近な自然環境である水田及びその周辺に生息する野生生物の教材化について検討したものである。

2 材料について

水辺に生息する動物群のうち、両生類、貝類が採集しやすく、生徒の観察にも適している。また、小学校で教材として取り上げられることの多い昆虫類も重要である。ここでは、両生類のイモリを中心に事例として取り上げ紹介する。その他の貝類、昆虫類については教材紹介にとどめることとした。

なお、採集できない場合、購入という方法も一つの選択肢と考えられる。

3 評価および指導上の留意点

（1）評価のポイント〔関心・意欲・態度、観察や実験の技能・表現、科学的な思考・判断〕

レッドデータブックなどの資料の読み取りとあわせて、予想を立てて観察、実験に取り組むなど、生徒に対して科学的な思考、判断を求めるような問いかけを行い、応答を引き出す必要がある。

（2）指導上の留意点

- ① 長期間飼育すると、生徒たちが動物に対して、興味や愛着をもつと考えられることから、理科教室で飼育を試みたい。
- ② 飼育容器の脇に、メモ用紙などを置いて、生徒が書き込めるような工夫も有効と考えられる。
- ③ 本県は市街地の学校を除けば、比較的自然環境に恵まれた条件に立地している学校が多い。しかし、都市近郊から比べれば恵まれたこの自然環境をあたりまえのものととらえてしまうため、学習を通して生物多様性や生物と環境との関わりを実感させることは難しいのが現状である。レッドデータブックに掲載されていることをもとに、教材生物の価値を再評価させたい。

両 生 類（イ モ リ）

左の写真のアカハライモリは、形はトカゲのようですが、爬虫類ではありません。イモリはカエルと同じ両生類のなかまです。右の写真は、シュレーゲルアオガエルという緑色の体色のカエルです。一般によく知られているアマガエルと外見が似ていますが、図鑑でしらべたり、じっくり実物を観察したりすると、その違いが分かります。イモリとシュレーゲルアオガエルは、近年、里地里山の環境が大きく変化したため見る機会が少なくなっていました。それでも、時間をかけて探してみると、みなさんの地域にも生息地があることが確認できるかもしれません。

イモリは教材として業者から入手することもできます。実験室で飼育して生態や行動をよく観察するとおもしろいと思います。



アカハライモリ



シュレーゲルアオガエル

【質問】 アカハライモリとシュレーゲルアオガエルの産卵あるいは子のうまれ方にはどのような特徴があるでしょうか。最も適当と考えられるものを、それぞれについて一つずつ選んでください。

- ① 寒天質に包まれた卵を、一つ一つばらばらにうむ。
- ② 寒天質に包まれた卵を、かたまり状にまとめてうむ。
- ③ 卵は体内でふ化して、幼生をうむ。
- ④ 地上で白いあわの中に卵をうむ。

ミニ知識 アカハライモリの鮮やかなお腹の色は警戒色？

【読み物教材】

- フグと同じテトロドトキシンという毒をもっていて、腹の赤黒の斑点模様は毒をもっていることを他の動物に知らせる警戒色になっていると考えられている。陸上で強い物理刺激を受けると、横に倒れてからだを反らせ、赤い腹を見せるしぐさをおこなう。
- ただし、普通に触ったくらいでは害はない。

ワークシート1（生徒配付用） イモリの観察

■ イモリを入手できたら、まず、観察しましょう。

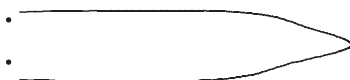
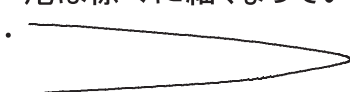
- 観察のポイント
雌雄の特徴、あしの指の数、皮膚のようすやえらの有無、体色の特徴、動き

観察記録

（気付いたこと）

資料【雌雄の区別】

尾の形態を比べることで区別できます。また、繁殖期には、婚姻色や生殖器官の外形に雌雄の差が現れます。

オ ス	・ 尾が上下に幅広く先端で急に細くなる。 ・  ・ 繁殖期には青紫色っぽい婚姻色が出る。尾の付け根の総排泄孔付近が大きくふくらむ。
メ ス	・ 尾は徐々に細くなっていく ・  ・ 尾の付け根の総排泄孔付近のふくらみは、オスに比べると小さい。

【質問】

- （１）観察したイモリは雌雄どちらの個体でしたか。上の資料を参考にして判別しましょう。
- （２）イモリはどのような器官で外呼吸（ガス交換）していると考えられますか。
- （３）アカハライモリやシュレーゲルアオガエルがあまり見られなくなってしまった原因と考えられている、水田やその周辺の変化について、具体例をあげてみましょう。ただし、原因は一つだけではないと考えられるので、さらに、資料でくわしく調べてみましょう。

ワークシート2 (生徒配付用)

イモリに関する資料学習

- インターネットの資料を調べて、イモリの繁殖や生活史の特徴、発生のしくみについて、個人または班でテーマを決めて探究しましょう。

調べたことをワークシートにまとめて発表しましょう。

● 分類・形態・生態などについて

- ・Yahoo!きっず図鑑 トップ > 両生類 - 有尾目 - イモリ科 - アカハライモリ
<http://contents.kids.yahoo.co.jp/zukan/amphibias/card/0433.html>
→ 繁殖行動について動画があります。
- ・広島大学デジタル自然史博物館 <http://www.digital-museum.hiroshima-u.ac.jp/~museum/>
広島大学両生類研究施設 <http://home.hiroshima-u.ac.jp/~amphibia/strain/index.html>
- ・レッドデータブックとちぎ http://www.pref.tochigi.jp/shizen/sonota/shizen/rdb/redbook_rl.htm

● 発生のしくみについて

- ・発生と分化誘導 <http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0440/start.html>
理科ねっとわーく (会員登録が必要なので、先生の指示に従ってください。)

○ テーマ

○ 調べたことの概要

(気付いたこと)

(他の班の発表を聞いて興味をもったこと)

ミニ知識 アカハライモリの特徴をもっと知ろう**【読み物教材】**

- 全長は10cm前後（70～140mm）で、2対4本の短い足と長い尾をもつ。
- 皮膚にはうろこがないが、サンショウウオと異なり、成体の皮膚はザラザラしている。
- 背中側は黒～茶褐色だが、腹は赤地に黒の斑点模様になっており、赤みや斑点模様は地域差や個体差があり、ほとんど黒いものや全く斑点がないものもある。
- 水田・池・沼・小川・溪流付近の水溜りなどの止水に棲み、あまり水から出ない。サンショウウオは繁殖時期にのみ水辺に留まるのに対し、アカハライモリの成体は、繁殖期以外も水中で生活することが多い。
- 冬眠は水中または陸上でおこない、水路の落ち葉の下や水辺近くの石の下などでじっとしている。

ミニ知識 アカハライモリの繁殖行動についてもっと知ろう**【読み物教材】**

- 雄は繁殖期に体色が変わり、全身が灰色がかった感じになる。
- 産卵期は春から初夏。春になり気温が上昇し始めると、成体は水田などの水中に移動し、オスがメスの行く先にまわりこみ、紫色の婚姻色を呈した尾を身体の高まで曲げて小刻みにふるわせフェロモンをメスの鼻先に送るなど複雑な求愛行動を行う。このときにオスが分泌するフェロモンはソデフリンとよばれている。
- メスが受け入れる体制になると、メスはオスの後ろについて歩き、オスの尾に触れる合図を送ると、オスが精子嚢を落としメスが総排出腔から取り込む。

ミニ知識 アカハライモリの生活史の特徴をもっと知ろう**【読み物教材】**

- 寒天質に包まれた受精卵を、水中の水草の葉にくるむように産卵する。
- 流水に産卵する種類がいるサンショウウオに対し、日本のイモリ3種類は水たまりや池などの止水やほとんど流れのない川の淀みなどで産卵・発生する。
- 幼生はアホロートルのような外鰓（外えら）があり、さらにバランサーという突起をもつ。幼生はカエルと異なって、前あしから生えはじめる。幼生は十分成長すると、外えらが消えて成体と同じような形の幼体となり、上陸する。
- 外鰓があるうちは水中で小動物を食べて成長するが、口に入りそうな動くものには何にでも食いつくため、共食いすることもある。
- 幼体は、森林内などで小さな昆虫やミミズなどの土壌微生物を捕食して、3～5年かけて成長し、成熟すると再び水域に戻ってくる。

ミニ知識 アカハライモリの呼吸の特徴をもっと知ろう**【読み物教材】**

- 幼生のときは魚のような姿をしていて、水中にとけこんでいる酸素を取り入れて、えら呼吸します。成体になると肺呼吸と皮膚呼吸を行います。
- 普段は水中にいますが、時々水面に上って空気を吸い、肺呼吸します。しかし、肺は十分に発達していないため、肺呼吸だけでは不十分なので、陸に上がって皮膚呼吸も行います。そのとき口の下のノドの部分動くので、呼吸をしているのがよく分かります。

指導資料 1

イモリに関する資料（1）

「レッドデータブックとちぎ（2005. 栃木県）」より

本県のレッドデータブックでは、動物・植物・菌類だけでなく、地形・地質、植物群落など多様な自然環境を構成する要素が盛り込まれています。アカハライモリのように、身近な里地・里山の自然環境の中で見つけることが可能なものも多く、環境学習の視点から身近な生物教材を扱うこともできます。

栃木県版レッドデータブックカテゴリーの基本概念

栃木県のカテゴリー	基 本 概 念
絶滅危惧Ⅰ類（Aランク）	絶滅の危機に瀕している生物。現在の状態をもたらした圧迫要因が引き続き作用する場合、野生での存続が困難なもの。
絶滅危惧Ⅱ類（Bランク）	絶滅の危険が増大している生物。現在の状態をもたらした圧迫要因が引き続き作用する場合、近い将来「Aランク」に移行することが確実と考えられるもの。
準絶滅危惧種（Cランク）	存続基盤が脆弱な生物。現時点での絶滅危険度は小さいが、生息条件の変化によっては上位ランクに移行する要素を有するもの。
情報不足	評価するだけの情報が不足している生物。
絶滅のおそれのある地域個体群	地域的に孤立しており、地域レベルでの絶滅のおそれが高い個体群。
要注目種	注目すべき生物。保護上留意すべき生物、または特徴ある生息・生育環境等により注目すべき生物。

（栃木県版レッドデータブックの掲載内容 例：アカハライモリ）

【和名】アカハライモリ 【学名】*Cynops pyrrhogaster*

【目】有尾目（サンショウウオ目） 【科名】イモリ科

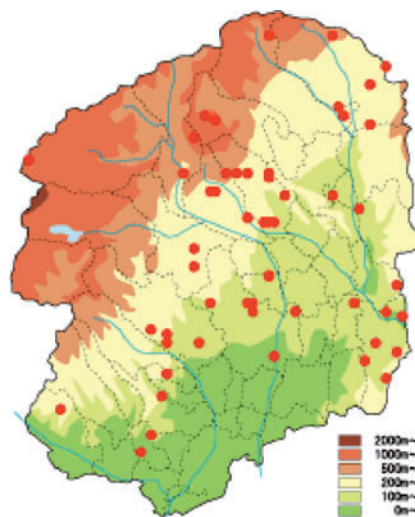
【RDBカテゴリー（栃木県）】絶滅危惧Ⅱ類（Bランク） 【RDBカテゴリー（環境省）】－

生息環境について

- ・平野部では、主に水田とその周辺の水路やため池に生息する。
- ・標高約1,000m以上では、湿地や沼に生息する。
- ・未成熟個体は、林床や草地などで生活するため、水辺に隣接した林や草地が生息には不可欠である。

分布・生息状況について

- ・本州・四国・九州に広く分布する。
- ・栃木県内では、標高2,020mの山地まで生息している。ただし、山地の生息地は本県ではもともと限られており、右図のように、生息が確認された地点は平野部や丘陵部に多い。
- ・近年、水田・湿地・ため池などの開発による生息地の喪失や、圃場（ほじょう）整備による水田の乾田化、水路や小川のU字溝化、道路脇のU字溝設置による移動障害など、生息域を狭める要因が増えていると考えられる。



【生息の確認された地点】

（栃木県レッドデータブック2005）

発展的な実験

イモリの卵の発生の様子を観察しましょう。

(1) 手順〈人工採卵〉

- ① 秋か春に、野外から採集してきた雌のイモリを、少な目の水と一緒に容器に入れて、冷蔵庫（約5℃）の中に置く。
- ② イモリを入れた容器内の水温を室温に戻し、2日後に雌1匹あたり50～100単位の生殖腺刺激ホルモン（ゴナトロピン：帝国臓器）を皮下か腹腔に注射する。産卵用の小型水槽に移し、柔らかいビニールテープの細片を入れておく。
- ③ ホルモン処理後、3～4日目ぐらいからビニールテープ上に産卵を始める。

(2) 胚発生の観察

発生の各段階の卵と胚を双眼実体顕微鏡やルーペを用いて観察しスケッチする。

(3) 胚の内部（胞胚腔や原腸）の観察

- ① 固定液（後述）を蓋付きのガラス瓶に分注し、胞胚期から原腸胚期の胚を入れる。その際、ゼリーを付けたままでよく、おおよそ24時間固定する。

固定液：ブアン溶液（飽和ピクリン酸水溶液 15ml；ホルマリン 5ml；酢酸 1 ml）

- ② 固定した胚をスライドガラス上に取り、ゼリーを除去する。良く切れるカミソリの刃を用い、静かに前後に動かしながら、上から下に切ってゆく。この時、どの断面を作るかは、胚の原口の位置等から考える。水を張ったシャーレの中に移し、解剖顕微鏡で胚の内部（胞胚腔や原腸）の観察を観察しスケッチする。

(4) 発展：固定しなかった胚は、シャーレの水換えなどをして、孵化するまで育ててみる。

課題（考察）

- ・ 外胚葉、中胚葉、内胚葉について調べ、さらにそれらに胚葉からどのような器官が発生してくるのかも調べる。
- ・ 誘導現象について調べる。（特に中胚葉誘導について詳しく）

※ インターネットの資料を調べて、観察したことを再確認しましょう。

● 発生のおもしろさについて

- ・ 発生と分化誘導 <http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0440/start.html>
理科ねっとわーく（会員登録が必要なので、先生の指示に従って下さい。）

指導資料3

※ 生徒配付用のワークシートの形式で例示しています。

教材紹介**Ⅲ－1 貝 類（タニシ）**

水田やその周辺の水路には、巻き貝のタイプのタニシやカワニナが生息しています。タニシは、繁殖期間が長く、春から秋まで、生殖・発生の分野の教材として利用できます。また、水槽などでよく見かけるモノアラガイも、タニシと同様に生殖・発生の分野の教材として利用できます。

（1）観察

タニシを解剖して体のつくりを観察しよう。

材料； タニシ

方法；①タニシの殻の頂点をはさみで割り、口に向かってらせん状に殻を切っていく。

殻を全部はずしたらシャーレにのせ観察する。

②特に生殖巣を切り、内容物をスライドグラスにのせ検鏡する。

観察； 雄・雌の区別、殻を割って観察した体のつくりをスケッチしてみよう。

肉眼での観察

雄・雌の区別

体のつくり

卵巣の内容物

精巣の内容物

※ 卵巣や精巣の内容物は顕微鏡で観察する。

まとめ； 生殖巣の観察で気付いたことをまとめてみよう。

（2）採集・野外実習「タニシとカワニナを採集してみよう」

留意点；タニシは水田の中と細い側溝、カワニナは用水路で見つけやすい。

（3）飼育

タニシとカワニナを実験室内で、数日間飼育してみよう。

方法；水槽で短期間の飼育が可能である。30℃以上の高温にならない場所で飼育する。

20℃以上で繁殖行動が活発になる。

指導資料 4

※ 生徒配付用のワークシートの形式で例示しています。

教材紹介**Ⅲ－２ 昆 虫 類（バッタ類）**

バッタ類は染色体の観察に適した教材生物です。遺伝子の染色体説で有名なサットン
は、バッタ類を実験材料に選んで研究しました。雄の精巣から標本をつくると、次の写
真のような減数分裂像を観察することができます。



（イナゴ雄 $2n = 23$ ）
第1分裂後期と思われる。

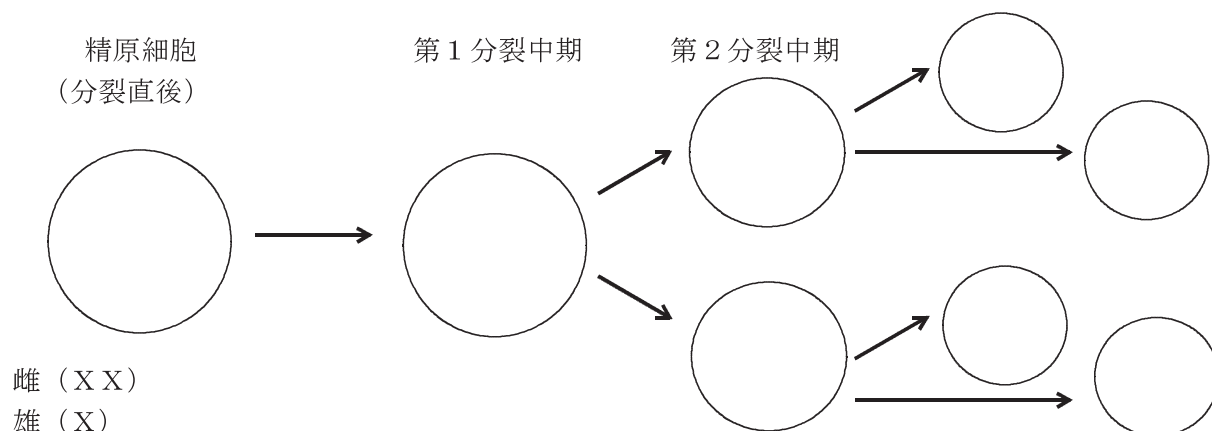
ミニ知識 バッタの雌雄はどのように判別するの？

- 一般に雄が小型で雌が大型であるために、
小型の個体を採集すると雄を効率的に採集
できます。
- 右の写真のオンブバッタは、最も雌雄を判
別しやすいバッタ類です。

**【読み物教材】****【質問】**

バッタ類の体細胞染色体数は雌雄で異なります。雌は性染色体であるX染色体を2本もち
ますが、雄は1本しかもちません。減数分裂の際、どのようにX染色体が配偶子に分配され
るか、モデル図を用いて説明しましょう。

（分裂直後の1本のX染色体を ○ と表す。）



指導資料5

※ 生徒配付用のワークシートの形式で例示しています。

発展的な実験

バッタ類の生殖細胞の分裂像を観察しましょう。

1. 目的 細胞分裂の盛んなバッタの精巣で様々な細胞分裂の過程を観察する。

2. 方法

材料：イナゴやオンブバッタの雄（8月から9月上旬頃がよい。）

＊体細胞染色体数

イナゴはオス $2n=23$ 、メス $2n=24$

手順：

- ①腹部の背側をはさみできり、精巣を取りだし水を入れたシャーレに10分つける。
 - ②エタノール：酢酸＝3：1の液を入れたシャーレに精巣を移し替え10分置く。
→ビンに密封し冷凍保存。
 - ③スライドガラス上に固定した精巣の一房をのせ、2本の柄付き針を使って素早く房状の構造をこわす。この際固定液を多めに垂らしておき、乾かないようにする。房状の構造が見えなくなったらそのまま空気乾燥する。
 - ④酢酸ダーリアをかけ5分置き、その後水洗いする。直接水道水はあてずにスライドガラスの裏面に水をあてる。空気乾燥し検鏡する。染色液は、ギムザ液を用いると数ヶ月観察可能である。
- ※ 染色液ギムザ液を用いると、色落ちせず、長期間観察できます。

3. 結果・考察

観察できた分裂像をデジタルカメラで撮影したりして、分裂の過程を整理してみよう。