

研究題目
(高校生物)

アフリカツメガエル(*Xenopus laevis* DAUDIN) の教材化

研究者 東京都立青山高等学校 教諭 滝沢 利夫

目的

生物教育で最も重要なことは、生物に関する知識を習得させることではなく、生物をとおして学習させることである。したがって、生徒自身が生物を飼育栽培し、それを使って実験観察をし、探究的に学習することが望ましい。このような教材として、飼育が容易でしかも多目的に使えるものとしてアフリカツメガエルの教材化を試みた。

概要

アフリカツメガエル(以下ツメガエルと記す)は、生物教材として次の特徴をもつ。

1. 飼育が容易である。

変態直後の小さい成体もイトミミズを餌として飼育できる。

2. 季節を問わず卵・幼生・成体が得られ、よく繁殖する。

季節に関係なくホルモン注射で産卵する。同一個体は年数回産卵させられる。計画的に必要な発育段階の個体を準備できる。

3. 種々な実験に使える。

従来カエルを使ってなされた実験はすべて同様に可能である。さらに、ツメガエルを使うことで新しい実験も可能である。

4. 高校生物教材としては表1に示した実験に使える。

表1. 高校生物におけるツメガエルの実験

指導要領の内容		ツメガエルの利用(実験材料として)	発 展
生 物 I	(1) 物質交代とエネルギー交代 ア. 細胞の構造 イ. 生物体内の化学反応と酵素 ウ. 同化と異化 (2) 恒常性と調節 ア. 個体の恒常性と調節 イ. 動物の行動	細胞・組織・器官の観察 カタラーゼの実験 呼吸量測定・デヒドロゲナーゼの実験 体液の恒常性の実験 体色変化の実験 性腺刺激ホルモンと生殖活動の実験 ホルモンと変態の実験 心臓搏動の測定 神経系・感覚器の観察と実験 走性と定位・行動の実験 無頭カエルの実験	器官培養 側線と活動電位
	(3) 生命の連続性 ア. 生殖 イ. 発生と分化 ウ. 遺伝と変異	生殖器官・二次性徴の観察 減数分裂の観察 産卵実験 胚の観察、再生実験 染色体の観察、個体変異の観察	性転換 クセノープテスト 核移植
生 物 II	(1) 生命現象と分子 ア. 物質交代とエネルギー交代 イ. 生物体を構成する高分子 ウ. 遺伝子と形質の発現 (2) 生態 ア. 生物の集団 イ. 生態系の構造と変化 ウ. 生態系におけるエネルギーの流れ	A T P と筋収縮の実験 核酸の検出と抽出実験 集団行動の観察 環境と成長の実験 食性の変化・小魚との食物連鎖実験	核移植・RNA量の変化 水質汚染と生育
	(3) 生物の進化 ア. 生命の起源 イ. 進化のしくみ	他のカエルとの比較観察・実験	

飼育観察中に問題を発見させ、探究的に指導することができる。また、小学校でも教材として利用可能である。

学習指導法

1. ツメガエルの特徴

両生類の無尾目無舌亜目に属する下等なカエルで一生水中生活をする。水中生活に適応して、く幹部はなす形で全体としては流線形で扁平であり、陸上に出ると前肢で体を支えることができない。

(写真1)

〔注〕写真1・2, 4~7, 9・10は101頁に掲載

成熟した成体では、雌は雄より大きく、肛門背部に皮膚の突起があり、外見で雄と区別できる。

(写真2) 側線が縫目のように身体の両側、目の回りに明瞭にみとめられる。鼓膜は不明瞭であり、舌をもたず、餌は前肢で口へはこぶ。ユースタキ-氏管の開口が上顎内壁の正中部に一つしかない。体表は粘液にとんでおり、手ではつかみづらい。後肢の五本の指のうち内側から三本の指先に黒いツメがある。肺呼吸のためときどき水面に顔を出す。

幼生は一般のカエルのオタマジャクシに比べて扁平であり、口の両端部に一對のひげをもつ。身体が透明で、内部の消化管・心臓・血管・神経などが外部から透視できる。(写真3) 小さい幼生は垂直に近い姿勢で遊泳しているが、変態が近くと水平の姿勢でじっとしていることがおおくなる。

(写真4)

2. 入手方法

原産地はアフリカのサハラ砂漠の南カメルーン・ケニアから南端ケプトウンにわたる。日本の各地の大学の研究室で教材として使われているツメガエルは、下記研究所で飼育繁殖したものである。

群馬大学医学部内分泌研究所

(〒371) 前橋市昭和町三丁目39番22号

電話 (0272) 31-7221

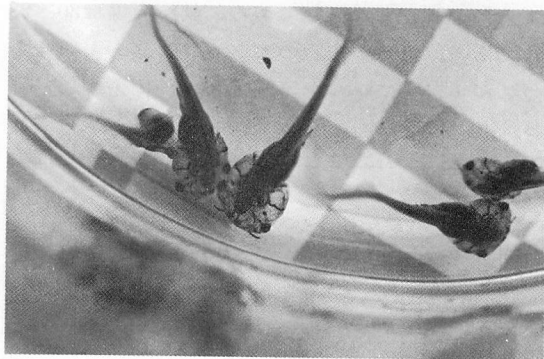


写真3. ツメガエルの幼生
透明なので内部が透視できる。

同研究所の研究に支障がない場合には、分与に応じてもらえる。

さらに、下記では教材としてツメガエルを近く販売する計画がある。

○協和醸酵株式会社土浦工場研究課

(〒300-03) 茨城県稲敷郡阿見町大字阿見4041

電話 (02988) 7-1221

○日本配合飼料株式会社

(〒230) 横浜市鶴見区東寺尾町4丁目1番1号

電話 (045) 581-7131

3. 飼育方法

幼生 一般の水生動物飼育用のガラス水槽に水温調節器・循環式濾過装置をつけたものが水替えの手間がはぶけて便利である。プラスチック製の容器も使用できる。また、種々の飼育実験には、図1の水温調節プールに、小さい飼育水槽を入れて温度条件を統一(温度勾配が生じる場合は水流ポンプを加えるか、水槽の位置を順に変える)することもできる。この水温調節プールはそのまま直接の飼育水槽としても利用できる。この装置では、プールの温水の減少に注意して水を追加すること、加温用ヒーターが直接ビニール布に接しない

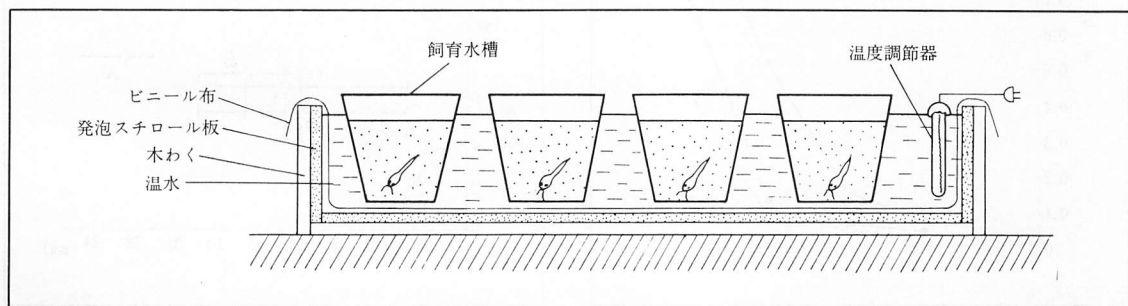


図1. 水温調節プール

ようにすることが必要である。飼育適温は20~23℃である。餌は、市販のオタマジャクシの餌・金魚の餌・アルファルファ・ネズミの固型飼料などを粉末にして与え、残りはスポイトでとりのぞく。

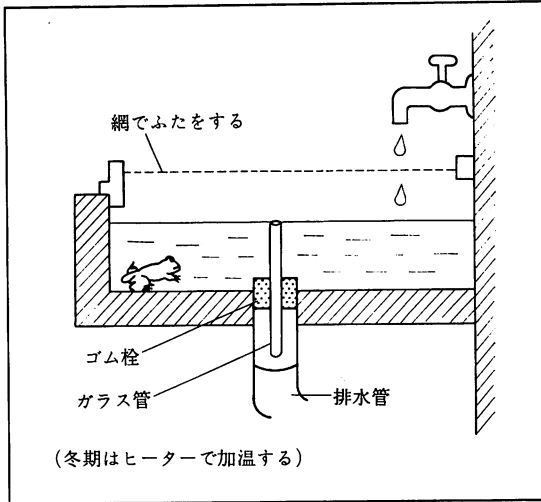


図2. 流しの利用

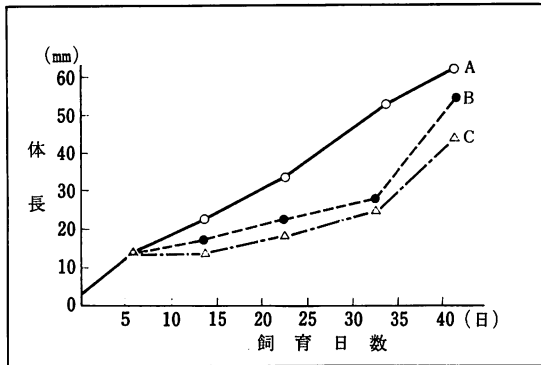


図3. 水温と成長 (体長)

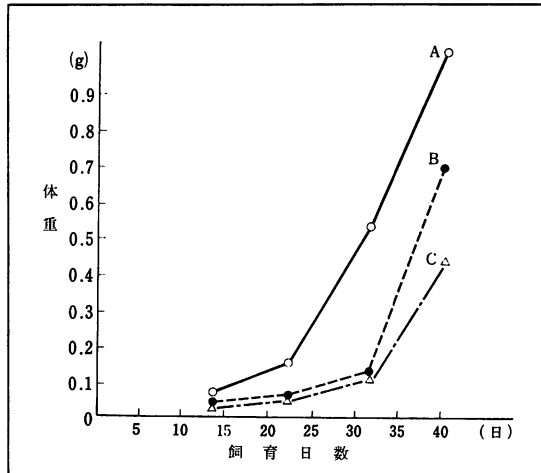


図4. 水温と成長 (体重)

成体 変態がはじまると幼生は水平になりじっとすることがおこなるので水深を3cmぐらいにする。変態後も水深は浅いままで飼育し、変態後3ヵ月ぐらいたってからは深くしてもよい。餌はイトミズや豚の肝臓を小さく切ったものを与える。給餌後3日間ほどは水が汚れるので換水する。水道水を直接使うこともできるが、換水後カエルが落ち着かず泳ぎまわるのは、水温の急変か塩素分が多いためである。このような場合は、一日汲み置いた水道水を使う。幼生は塩素に弱いので2~3日汲み置いた水を使う。長期の休みの間は、図2のような流しを利用することもできる。1ヵ月以上餌与しなくとも生存するが成長は進まない。最適温度は20~23℃であるが、成体は低温にも強いので加温なしでも室内で越冬できる。かえって過熱で失敗することが多い。また、水槽から脱出されることも多いのでふたを忘れずにする必要がある。

実験1. 水温と幼生の成長(1971.4.20~5.31)

発生5日目(体長13mm)の幼生各50匹ずつを、次の3実験区で飼育した結果が図3, 図4である。A区(22~24℃), B区(20~21℃), C区(15~20℃), C実験区では、気温が20℃を超えるようになった後半では、恒温を保つことができなかった。22~24℃で成長が速いが、25℃以上または15℃以下では、奇形のでる率が高く、死亡率も増してくる。

実験2. 餌と幼生の成長(1971.4.20~5.14)

発生後5日目(体長13mm)で餌をとりはじめる直前の幼生各10匹ずつを図1の水温調節プールで23℃に保ち、次の5実験区で飼育した結果が図5である。「オタマジャクシの餌」で成長が速く、大きさのそろった個体が得られた。「はなかつお」で飼育したものでは、途中で尾が短くなり死ぬも

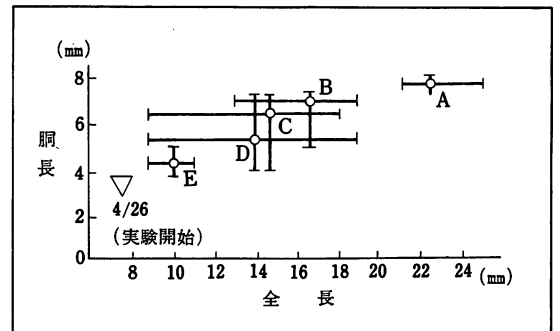


図5. オタマジャクシの成長と餌

実験区		A	B	C	D	E
飼料		日販オタマジャクシの餌	金魚の餌 (クロレラ・フード)	アルファルファ	コンフリー	はなかつお
組	粗タンパク質	25.4%	27.2%	19.9%	14.5%	75.6%
成	粗脂肪	3.4	3.5	3.9	1.9	5.1
	粗繊維	3.0	1.3	17.8	17.9	1.0
	粗灰分	3.4	3.3	11.9	13.4	4.0

のがでて最終的には4個体となった。防腐剤など添加物のためかも知れぬ。

4. 産卵方法

アフリカの自然状態では、春にあたる9月から12月にかけて産卵がみられるという。日本で飼育した場合の自然産卵は3月から6月にかけておこる。人為的には次のような方法で季節を問わず容易に産卵させられる。

好条件で飼育したものでは、1年半ほどで成熟する。成熟した雌雄に胎盤性生殖腺刺激ホルモン(市販「ゴナトロピン」帝国臓器製薬株式会社)を注射する。体表は粘液ですべりやすいので、写真6のように軍手などでおさえる。春～夏には前日の午後、雌に300単位、雄に200単位を、夏～冬には、前々日雄のみ250単位、前日さらに雄に250単位、雌に500単位のホルモンを蒸留水か0.6%食塩水に溶かして、図6のように、カエルの背部皮下(背部リンパ腔)へ大腿部から針をさし入れて注入する。ホルモン注射をした雌雄を水槽に入れておくと、翌朝抱接産卵がおこる。水は完全に脱塩素したものを用いる。卵は一つ一つが寒天層でつまればばらに産まれる。寒天層は、粘着性が強く、親カエルの動きでたがいにくっつきあってかたまってしまうので、写真7のような水切りおけを用いると、卵はかごの目や底に粘着し、たがいに密着することがない。このケースから親

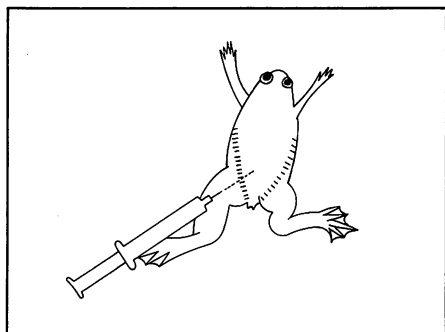


図6. ホルモン注射

ガエルを他の水槽に移せば、そのまま幼生の飼育水槽として使える。この容器の場合でもカエルの脱出を防ぐためふたをすることが必要である。

実験3. 人為産卵(1971.4.15~1972.2.18)

種々な成熟個体を用い28回の産卵を試みた結果を要約すると次のようなことがいえる。産卵数は200~5,000と巾がある。4~6月頃が産卵させやすい。栄養状態や飼育水温によって産卵は影響をうける。雌50g以上、雄30g以上の成熟個体を使うとよい。2ヵ月後に回復して次の産卵に使える。

5. 発生観察

季節的に制約されるので従来は、発生の観察を生徒実習で行なうことはむずかしかった。その点、ツメガエルを用いると容易に実施することができる。

卵割は他のカエルと同じ様式が進むが速度が速い。(表2)

実験4. 発生観察(1971.4.21~4.26, 10.6~10.12, 1972.2.16~2.26)

実験5の方法で発生段階の異なる胚を準備し観察する。動植物極が暗褐色の色素の有無で明瞭に区別できるものは未受精卵であり、全体に灰色で膨潤したものは過熟卵とともに発生はみられない。受精卵は全体に灰色で、動物極に卵核のある色素

表2. 発生の速度(参考資料)

	ツメガエル		トノサマガエル	
	18°C	20~24°C	18°C	20~24°C
受精卵	0時	0時	0時	0時
第一卵割	1時	1時	3時	1時~1時
第二卵割	2時	2時	4時	3時
第三卵割	3時	2時	5時	4時
初期胞胚期	6時	4時	18時	12時
後期胞胚期	10時	7時	34時	20時
中期囊胚期		12時	42時	32時
神経溝期	30時	20時	72時	56時
鰓芽出現	1日19時	1日2時	9日	7日
自然孵化	3日			
変態完了		58日	90日	75日

のうすい部分がみられ、極体がみとめられることがある。

実験5. 低温と発生 (1971.10.7~10.11, 1972.2.9~2.28)

冷蔵庫(5℃)に卵を入れておくと発生が停止する。4日以上おいた胚は発生が進まなくなる。3日以内であると、20℃に戻したとき発生が正常に進む。したがって受精卵を冷蔵庫に入れ適当な時間間隔で取り出し20℃の水温に戻すことで生徒実習用に生きた各種段階の胚を準備することができる。冬期室温で加温せずに正常な幼生を得たが、適温での成長よりずっと時間がかかった。また、10℃以下での飼育幼生からは奇形のできる率や死亡率が増したので、繁殖を目的とするには、20~23℃の飼育が望ましい。

6. 変態

オタマジャクシの尾が切れてカエルになると理解している生徒が多い。変態の観察をすることで、このような誤りを自ら訂正することができる。産卵後、飼育条件が良い場合40日前後経つと後肢芽がみとめられるようになり変態がはじまる。成長には個体差があり変態の時期も前後するので、変態開始のみとめられた個体は別の容器に移し、水を浅くして飼育する。

実験6. 変態と体重変化(1971.6.18~7.15)

ツメガエルでは、図7で示されるように、後肢・前肢の完成する時期で幼生の成長がとまり、体重もほぼ一定で変化しなくなる(A)。尾の退化がはじまり成体化が進む(A→B)時期は、体重が減少し、変態したカエル(B)では体重が半減している。その後はまた成体として成長がすすみ体重も

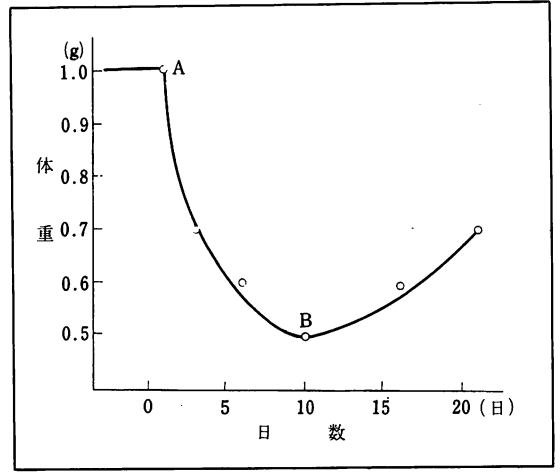


図7. 変態と体重変化

増加していく。

実験7. 変態の観察 (1971.5.4~7.15)

変態によっておこる変化についての観察結果をまとめたものが表3である。内部器官・組織の変化も観察するとよいであろう。実験6でみられた体重減少は、絶食のためと、成体器官形成のために物質交代とエネルギー消費がはげしくおこるためであると考えられる。

実験8. 変態とホルモン(1971.5.10~5.30)

オタマジャクシでは、脳下垂体前葉ホルモン(プロラクチンなど)が変態を抑え成長を促し、逆に甲状腺ホルモン(チロキシン)は幼生の成長を抑え変態を促している。したがって幼生の成長にもなって、脳下垂体前葉からの幼生の成長を促すホルモンが漸減し、代って甲状腺ホルモンは漸増して変態までの過程を調節していることが考えられる。種々な発育段階の幼生に甲状腺ホルモンを

表3. ツメガエルの変態

変態の時期 体重変化		→A 増加→1.0g	A 1.0g	A 1.0g	→B 1.0g→減少	B 0.5g	B → 0.5g→増加	
外形 変化	ひげ	→短縮→消失						
	前肢	→突出 完成						
尾 皮膚 形状	後肢	→完成						
	尾	最長 → 短縮・退化					三角形の突起状	消失
行動 の変化	姿勢	垂直 (幼生形) → 不透明 (成体形)						
	呼吸	前部扁平 (幼生形) → 前部流線形 (成体形)						
呼吸	呼吸	垂直	垂直~水平	水平	肺呼吸			
	食性	えら呼吸	えら呼吸	絶食	イトミミズなど (成体食)			
運動	運動	オタマジャクシの餌	垂直で、たえず尾を動かしている。	水平になり、水底でじっとしている。	刺激を与えると動くが、横になったりうらがえしになったりする。			
	運動	垂直で、たえず尾を動かしている。	水平になり、水底でじっとしている。	刺激を与えると動くが、横になったりうらがえしになったりする。		水底でじっとしているが、刺激を与えると活発に動く。		

投与したところ、幼いものでは影響はみられず、それより成長したものでは小形で奇形のカエルに変態し、さらに成長の進んだ段階のものでは小形で正常形のカエルに変態し、変態中のもでは正常に変態が進むことがみとめられた。

実験9. 変態と排出物の変化(1971.9.14~15)

一般にカエルでは図8で示すように変態前後で窒素排出物がアンモニアから尿素に変わる。ツメガエルでは、変態中に一時尿素に変わるが、変態後はもとのアンモニアに戻り、これは水生生活への適応と考えられる(図9)。これら窒素排出物の定量はConway法を用いる。

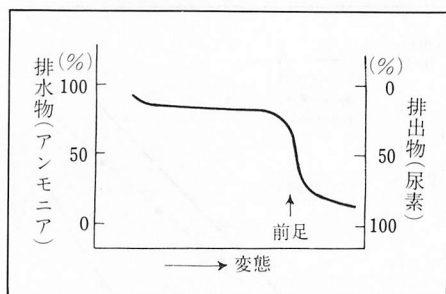


図8. カエルの排出物

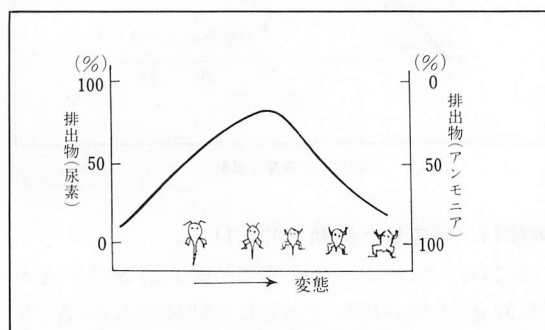


図9. ツメガエルの排出物

7. 再生

両生類の無尾類は有尾類に比して再生力が弱いといわれている。ツメガエルでも幼生の尾以外での再生は完全にはいかない。

実験10. ツメガエルの再生(1972.1.28~3.1)

幼生 a~d と成体 e・f を用いて再生実験を試みた結果を図10に示す。

幼生 a は、尾の前部を切断したもので、翌日死んだ。b は、尾の後半を切断したものでほぼもとの形の尾が再生した。変態初期の c・d は、ともに後肢を切断したもので、突起状に中心部のみ再生したが、以後変化がみられない。成体 e は、前

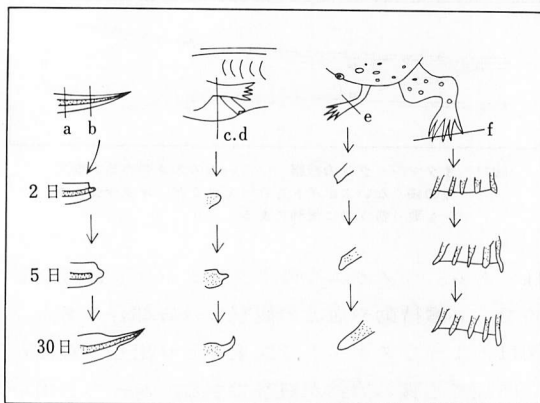


図10. ツメガエルの再生

肢を切断したもので、伸長的再生はみられるが、指など分化再生がみとめられない。f は、後肢のみずかきの指3本を切断したもので、伸長的再生はみられるが、ツメの再生がみとめられない。

実験11. 染色体の観察(1971.5.1)

再生実験で切断した尾の先を用いて次の方法で観察すると染色体がみられる。

尾をスライドガラスにのせ水を一滴加えて30~60分おく。(水処理) 水処理後染色液で染色し、押しつぶして検鏡する。ツメガエルの染色体は $2n=36$ 本で、性の決定はZW型である。(写真8)

8. 心臓搏動と血流

心臓が規則的に搏動することはよく知られている。しかし、それを直接見ることはむずかしい。また、血管の中を血液が流れる現象についても同



写真8. ツメガエルの染色体 $2n=36$ ZW型

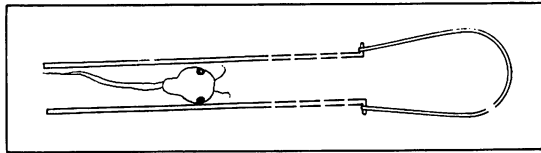


図11. オタマジャクシの観察 いろいろの太さのガラス管で先の細くないスポイトを作っておくと、オタマジャクシを取り扱うのに便利である。

様である。ツメガエルのオタマジャクシは透明なので、心臓搏動や血流の観察には好都合である。図11のようなスポイトで幼生をとり出し、腹面から肉眼で心臓の搏動が観察できる。ルーペを用いるとさらに細かに観察できる。血流も大動脈でよくわかる。

実験12. 水温と心臓搏動(1971.5.14)

体長24mmの幼生を用い、種々な水温中に5分以上入れて、それぞれの水温での1分間の心臓搏動数を相対値に換算して示したものが図12である。10°C~20°Cで $Q_{10} = 2$ であることがわかる。

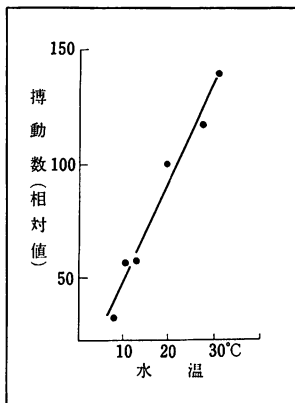


図12. 水温と心臓搏動数

9. 呼吸

呼吸量を知るには、幼生ではウィンクラー法や定性的にはB. T. Bの呈色反応を用いるとよい。成体では湿った空気中では長い間生かしておけるので、土壌呼吸計を改良した酸素消費量測定装置(「生物実験の定量化」学習研究社発行)を使って測定することができる。

実験13. 呼吸量と体重(1971.11.8)

上記装置を用いて成体A(1.64g)・B(2.12g)・C(2.32g)の19°Cにおける酸素消費量の測定結果を図13に示す。Aは試料室(管びん)中でしきりにあばれたので測定値が高くなったが、一般に体重の増加とともに呼吸量も高まる。

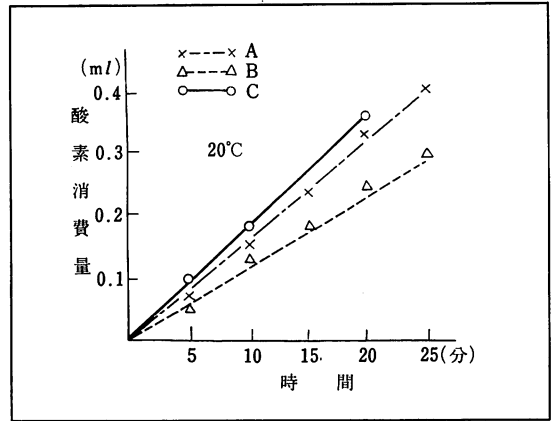


図13. 呼吸量と体重

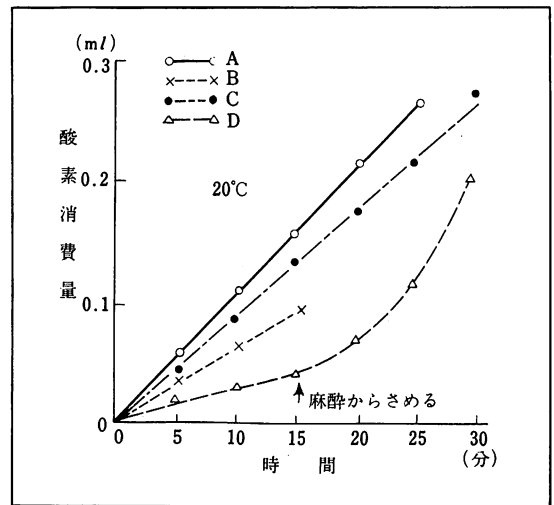


図14. 呼吸量と運動

実験14. 呼吸量と運動(1971.11.8)

図14は、次のような状態での酸素消費量を成体(1.92g)を用い19°Cで測定した結果である。A(自由にあばれる)、B(ガーゼでつつみ動けない)、C(ガーゼをとり再び自由にした)、D(エーテルで麻酔、20分後に覚めて動きだす)。

10. 身体の計測

生物教育の場でも実験データの数量化が重要視されている。初歩的な数量化の指導には計測実験がよい。ツメガエルの成体は比較的雑な扱いにも耐えるので、計測実験材料としても適している。

実験15. 雌雄の差の計測(1972.1.24)

ツメガエルは、一般のカエルと異なり、雌雄の区別が容易である。成熟した雌雄を用い身体の種類々な部位の計測をしたところ前肢の太さ(図15)と体重(図16)に差がみとめられた。雌は雄に比

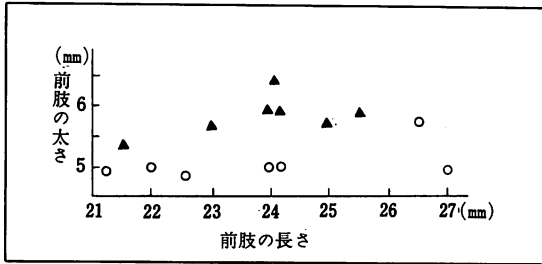


図15. 前肢の長さとおさ (雌雄の比較)

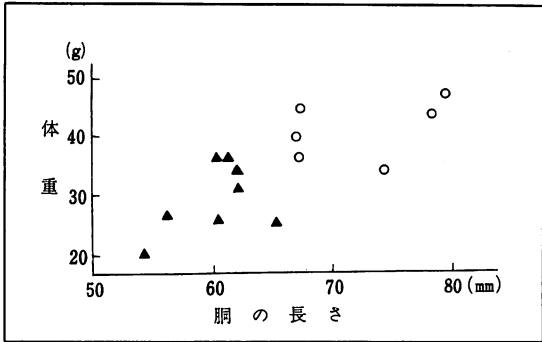


図16. 胸の長さとお重 (雌雄の比較)

較して前肢は細く、体重は重いことがわかる。
(○印雌、▲印雄)

実験16. 未成熟個体の雌雄の判別

(1972.2.24~2.26)

未成熟な幼成体では、体重の差・前肢の太さの差・肛門背部の皮膚突起の有無などでの雌雄の判別はできない。しかし、ゴナトロピン注射 (70~

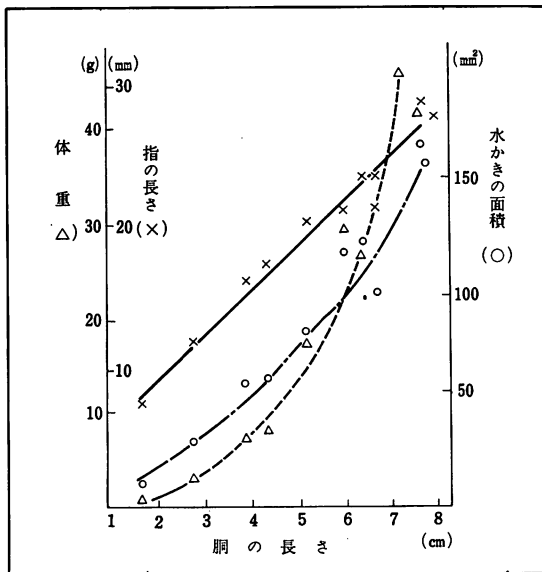


図17. 胸の長さに対する指の長さ、水かきの面積、体重の相関

80単位)の結果、雌では肛門背部の皮膚突起がいくらか顕著になり、低温水に入れると皮膚突起に充血がみとめられた。雄に皮膚突起に反応がみられなかった。雄のあるものでは体色が黒ずんだ。もちろん未成熟個体なので、抱接・産卵はしない。

実験17. 身体各部の相関と成長度(1972.2.7)

成長段階にそって、胸の長さに対する、後肢の第4指の長さ(×印)・第4指と第5指との間の水かきの面積(○印)・体重(△印)とのそれぞれの相関を示したのが図17である。指の長さは胸長に比例し、水かきの面積は胸長の二乗に比例し、体重は胸長の三乗に比例していることがみとめられる。

11. 体色変化

ツメガエルは、背景の明暗に反応して体色が明化、暗化する。(写真9) これは黒色素胞中の黒色素果粒の凝集・拡散による。

実験18. 体色変化(1971.11.1~11.30)

図18の3種の色をつけた別々の水槽の中で2週間以上飼育していると、Aでは白っぽく、Cでは黒っぽく、Bでは両者の中間の明度を示す。水槽を交換した場合には、それぞれ新しい水槽の明るさに適応する方向で体色変化がみられる。この変化は、1時間でみとめられるが、完全に変化が終るのは1週間以上の時間が必要である。

眼球を焼いた針で摘出した場合、水槽(A)・(C)でも黒色を呈する。このことから眼でみとめた背景の明度に反応していることがわかる。

脳下垂体を摘出した場合、白化するが、この方法はむずかしい。牛の脳下垂体中葉をすりつぶし

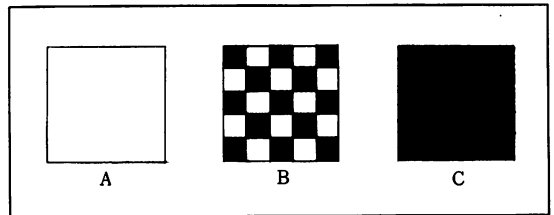


図18. 飼育槽の色

時間		0	1時間後	2	3	4	5	6
暗↓明	凝集							
明↓暗	拡散							

図19. 体色変化 (色素の凝集と拡散)

て注入した個体は水槽C中でも黒化する。このことから、中葉ホルモンが色素胞中の色素粒を拡散することがわかる。

実験19. 体色変化の経過(1971.11.1~11.30)

2週間以上黒色水槽と白色水槽で別々に飼育したものを、逆の水槽に移し、時間をおって水かきの色素胞の変化を調べた結果が図19である。完全に変化が終了するには1週間以上かかることから、体色変化が単に色素粒の凝集・拡散のみでなく、その分解・合成も関係していることがわかる。

12. 体液の恒常性

脊椎動物の体液の浸透圧は恒常である。ツメガエルも淡水中で生活しながらこの恒常を維持している。

実験20. 陸上と海水中での体重変化(1971.10.8)

陸上と、3.5%食塩水中に入れた場合、図20の体重変化がみられる。体重の減少は体表からの体液中の水分消失のためであり、皮膚が水分に関して透過性をもつことがわかる。

実験21. 各種濃度食塩水中での体重変化(1971.10.8)

各種濃度食塩水中および淡水中に入れた場合、図21の体重変化がみられる。接着剤(アロンアルファ)で肛門閉鎖し、淡水中に入れた場合の変化も図21に示す。どの場合でも体液は0.6%食塩水と等張であることは、それぞれの赤血球の観察で確かめられる。この結果をもとに図22で示すようなしくみがはたらいて体液の恒常が維持されていることが推論できる。

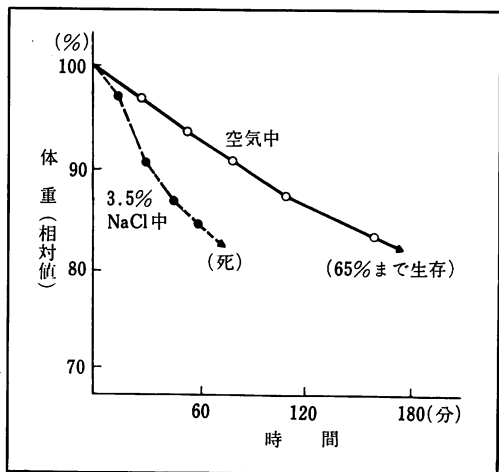


図20. 陸上および海水中での体重変化

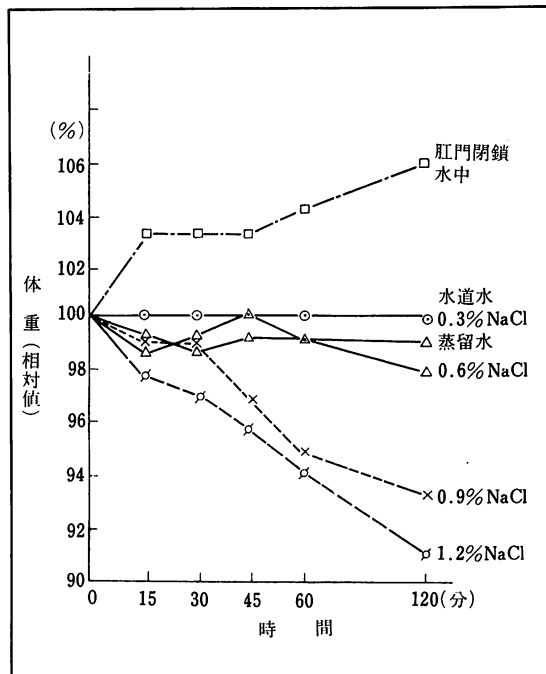


図21. 各種濃度の食塩水での体重変化

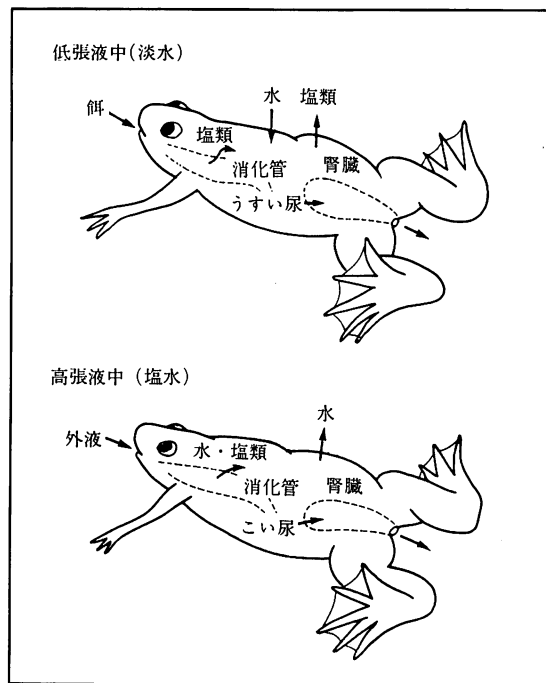


図22. 体液の恒常性

13. 採餌反応

ツメガエルは餌を与えていると慣れてきて、写真10のようにピンセットを出しただけでとびつく。多数の成体を入れた水槽に静かに餌を入れると、餌に近いものから同心円的に採餌反応が遠方の個

体に伝わる。このような行動から条件反射や刺激反応のしくみを探究することができる。

効果

飼育観察によって、生物に興味を持ち、疑問をもつようになった。また、生命を尊重し環境変化に対して考えるようになった。

種々な実験を同じツメガエルで実施することで生物を総合的に統一されたものとして理解させることができた。

その他補遺事項

記した内容はツメガエルの教材としての一部で

あり、さらに各種の利用が考えられ、教材開発の面で研究の余地が十分ある。

最後に、研究に際してご指導、ご助言をいただいた下記の先生方に深く謝意を表します。

国立教育研究所科学教育研究センター

森川久雄博士

都立教育研究所生物研究室 中島雄一郎主査

東京大学理学部動物学教室 江上信雄教授

東京教育大学理学部動物学教室 関口晃一助教授

群馬大学医学部内分泌研究所 井上栄教授

岩手医科大学歯学部 高木知道講師



写真 1 .

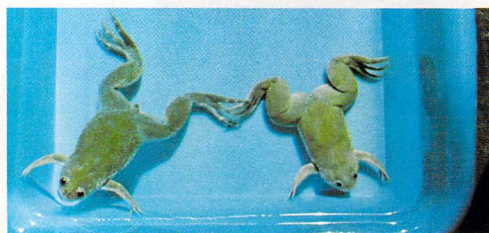


写真 2 . (左・雌 右・雄)

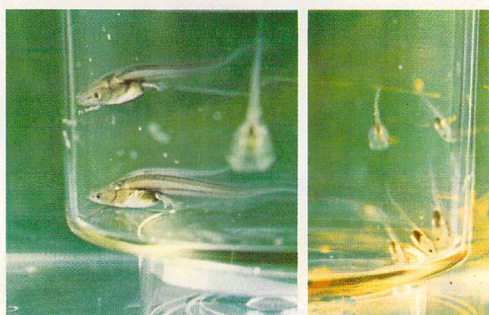


写真 4 .

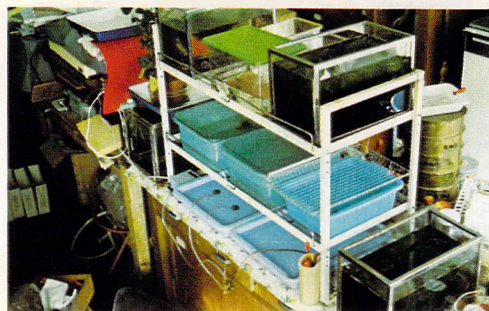


写真 5 .

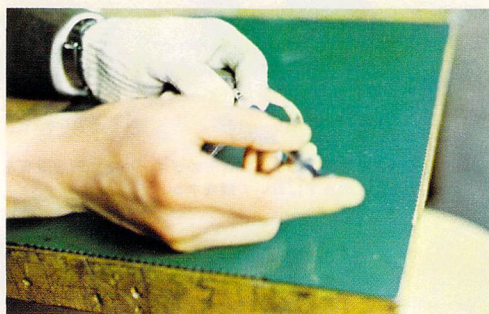


写真 6 .



写真 7 .

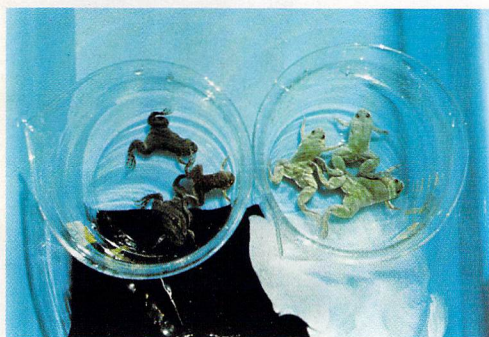


写真 9 .



写真 10 .