

## 10 「アフリカツメガエルの発生と変態の観察」

### 1 目的

本校では平成 23 年の 1 月よりアフリカツメガエルを飼育している。また、2 回にわたって人工受精を試み、この時、卵割の過程や成長の記録、変態の過程の記録に成功した。そこで、映像を元に発生や変態の過程の詳細な分析を行うことにした。

#### 実験の流れ

実験 1 受精卵の卵割過程（受精卵～孵化まで）の記録と分析

実験 2 幼生の成体までいたる成長過程の記録と分析→【今回は紙面の都合で割愛する】

実験 3 変態過程の記録と分析

### 2 実験方法

#### (1) 実験 1 の方法

① 産卵誘発ホルモン（ゴナトロピン）を適量注射して、受精卵を得る。



写真 1 使用したゴナトロピン

実験 2 産卵、放精するメス（左）とオス（右）

② 受精卵の発生過程を、ペトリ皿や自作水槽を使い、上方向と横方向から 2～3 分間隔で連続撮影する。撮影にはインターバル撮影機能付のデジタルカメラを利用した。また、高倍率での撮影を可能にするために、カメラの先に顕微鏡の接眼レンズを接着剤で固定して撮影するという工夫をした。撮影では、6～9 個の受精卵を同時に記録した。



写真 3 記録に使ったカメラと自作水槽

写真 4 撮影したカエルの卵

③ 記録画像より、判別の対象とした発生段階は（4 細胞期・8 細胞期・16 細胞期・32 細胞期・桑実胚期・原腸胚後期・神経胚後期・1 回目孵化・2 回目孵化）の 9 段階であり、それらの時間経過を調べる。

## (2) 実験3の方法

- ① 変態を始めた幼生や始めそうな幼生を小型の水槽に移して、上方向から、5分間隔で形態変化を自動撮影する。1回に2匹、合計2回、計4匹の変態過程を記録した。

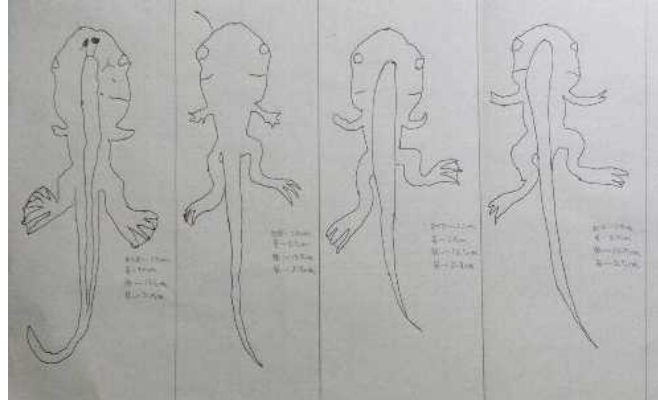


写真5 変態過程の記録

写真6 写真の輪郭から写し取った図

- ② 撮影した画像は12時間毎の写真を抜き出し、幼生の輪郭をノート型パソコンのディスプレイ上からサララップを使い写しとり、さらに記録用紙に写し取る。
- ③ 写し取った幼生の画像は1枚の紙に時間経過にそって並べて描き、次の項目について長さを計測した。a 全長、b 胴体部、c 尾部、e 眼の幅、g 後肢、h 前肢の長さ

## 4 分析方法

(1) 実験1の場合 ①精選した記録画像(上から撮影した9個体と横から撮影した6個体を分析対象とした)をPCモニター上で再生し、撮影した画像から、撮影した各個体の発生段階を同定する。各発生段階の同定に関しては、“発生の専門書(「動物発生段階図譜」石原勝敏 編集(共立出版))”を参考にした。②写真に印字された日付、時刻を元に、受精卵から胚が孵化するまでの過程の平均的な時間経過を調べる。(上からの計測6個体では、2細胞～神経胚後期の同定を行い、横からの計測9個体では、原腸胚後期～2回目の孵化までを同定した。

(2) 実験3の場合 12時間毎の幼生の形態から写し取った輪郭をもとに、項目(a 全長、b 胴体部位の長さ、c 尾の長さ、e 眼の幅)について計測し、その値の変化から変態における特徴を分析する。

## 5 実験結果

- (1) 実験1の結果 ①アフリカツメガエル6個体の卵割A(上からの撮影)

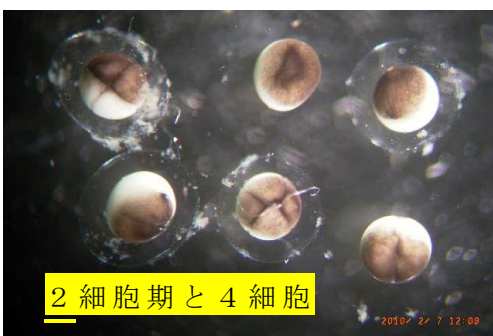
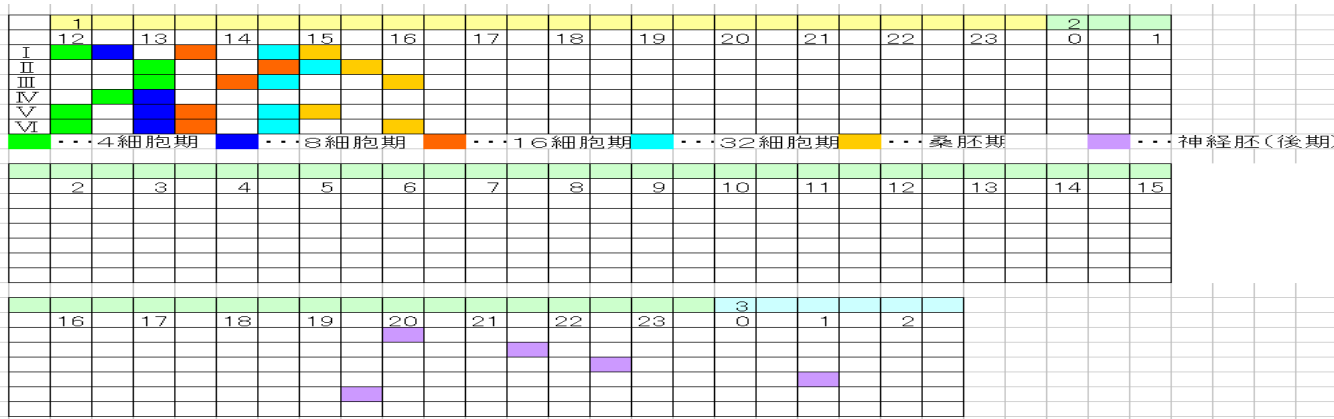


写真7 横からの記録写真(3段階抜粋)

①卵割A 上からの撮影による分析結果 (1マス30分)



グラフ1 6胚の4・8・16・32細胞・桑実胚・神経胚後期になった時期

②アフリカツメガエル9個体の卵割B (横からの撮影)

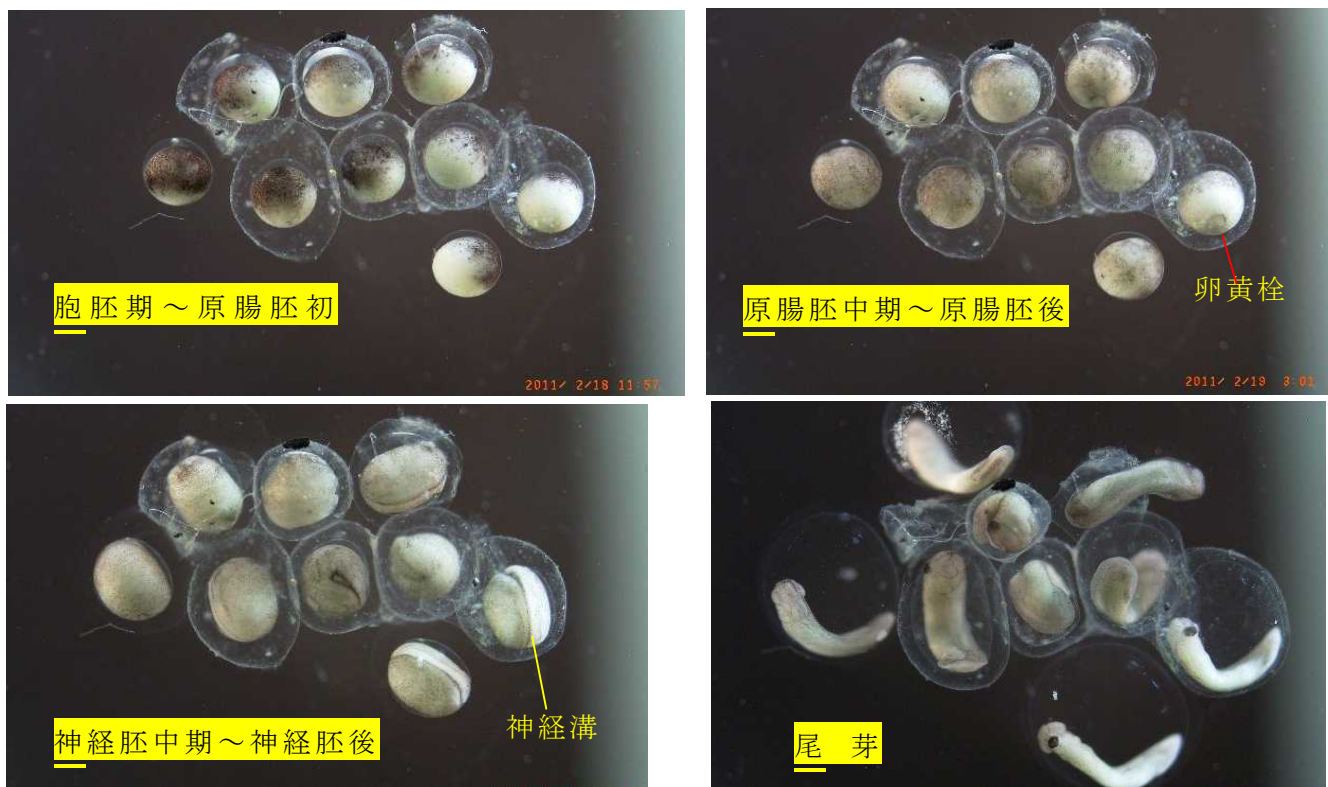


写真8 横からの記録写真(4段階抜粋)

・卵割B 横からの撮影による分析結果 (1マス1時間)



グラフ2 9胚の原腸胚後期・神経胚後期・1回目孵化・2回目孵化の時期

実験 3 アフリカツメガエル 2 個体の変態 [上から撮影]



写真 9 2 匹の幼生の変態過程 (10 日間の 3 段階抜粋 6/11・6/13・6/19)

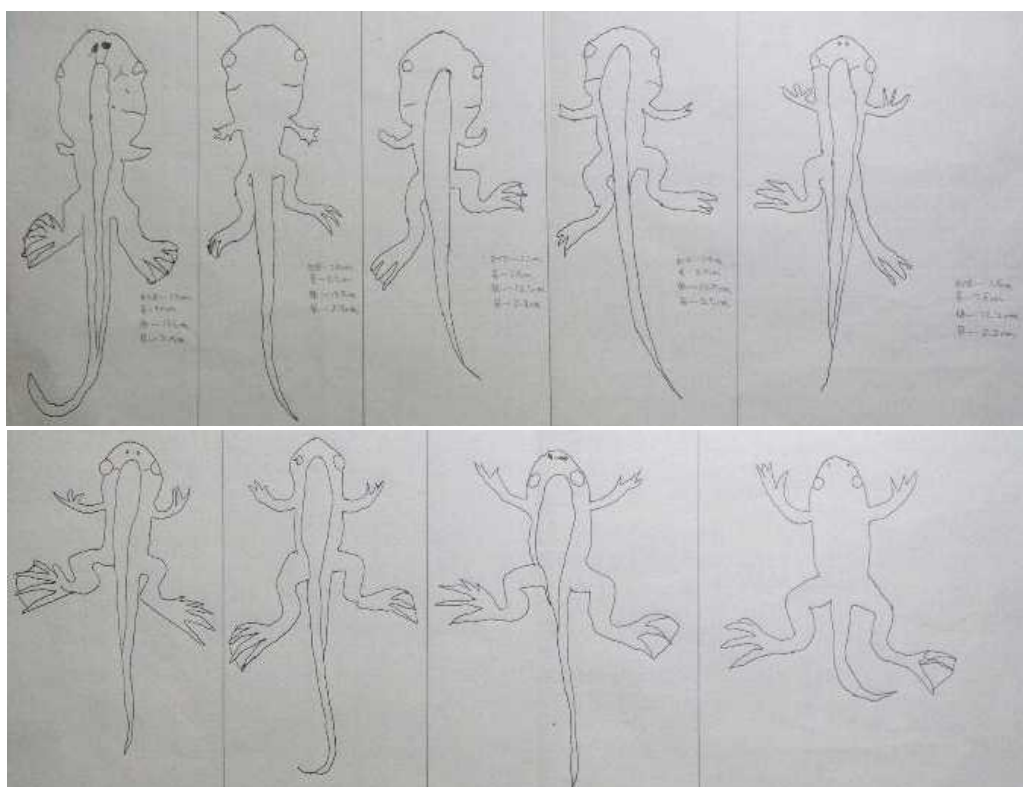
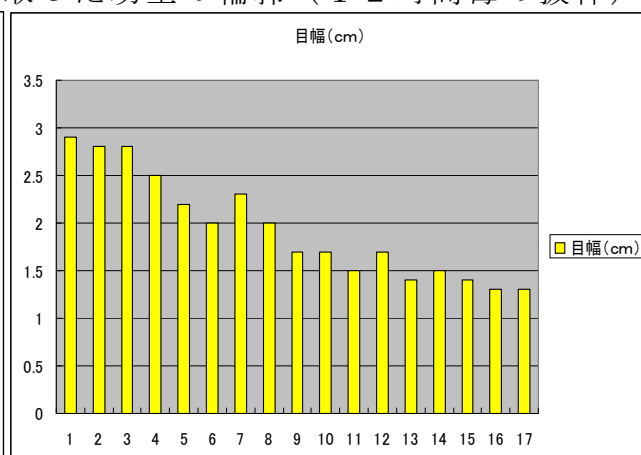
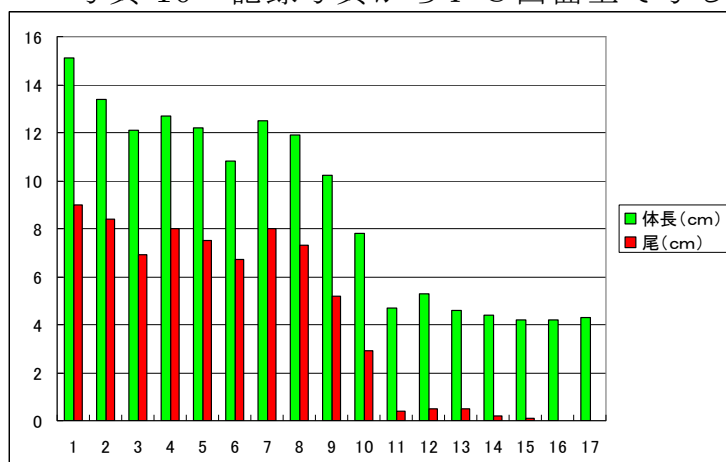


写真 10 記録写真から P C 画面上で写し取った幼生の輪郭 (12 時間毎の抜粋)



グラフ 6 変態過程中の体長と尾の変化

グラフ 7 変態過程中の眼幅の変化

(縦軸はディスプレイ上の長さ (cm) : ディスプレイ上の長さ 10cm は実測 5cm に相当  
横軸は変態過程における経過日数)

## 6 結論と考察

(1) ①実験1の結論 上からの観察より：卵割初期に卵割の各時期は1.5時間以内で同調していたが、神経胚頃になると6時間程度にずれが生じた。しかし、全体として6胚ともほぼ同調して発生が進行している。・横からの観察より：神経胚頃の発生のずれは6時間程度だが、殻（膜）からの2回の孵化は一部の個体を除き、2時間程度の時間内で同調している。全体として9胚ともほぼ同調して発生が進行している。②考察 卵割は孵化するまで、どの個体でもほぼ同調しているように見られる。しかし、胚によってある発生段階の時期が多少長くなったり短くなったりする変化は見られる。今回の観察から、観察した15個の胚では全体として同じ温度条件であれば卵割と初期発生はほぼ同調しておこなわれると判断できる。また、今回の実験1の観察から、孵化と思われる現象が、どの個体でも2回おこなわれることが発見された。

(2) ①実験2の結論 3種類の水槽で育てたが、水槽により幼生の成長量に大きな差が見られた。最大成長量を示した水槽では、18日間で全長は1.2mm、胴体長は0.38mm、横幅は0.27mm、尾長は0.73mm伸長することがわかった。②考察 今回の計測は定期日数毎に計測できなかつたので、平均的な速度しかわからなかつた。また、同じ温度で同じ餌を食べさせても水槽によって成長速度の大きな違いが生じた。また、各測定で任意に選択した10匹の幼生についても、同時期に孵化したにもかかわらず成長速度に大きな差が見られた。③考察 成長速度の違いは、飼育密度、飼育中の水質、1匹が食べる餌の量などが関係しているとも思われた。成長速度の測定については、今後条件を一定にして精密に測定してみたい。

(3) ①実験3の結論 前肢が生えると2~3日して尾の消失などの大きな形態変化が起こる。変態を始めて5日目位から、尾の消失という大きな変化が18時間という極めて短時間で行われる。尾の消失に先立ち、眼幅（横幅）が徐々に減少し始める兆候が見られる。②考察 変態の過程で一番急激な現象は、尾の消失であることは予想されていたが、たった18時間で大きな尾部が消失するのは驚きだった。また、尾の消失に先立って、眼幅（横幅）が減少することもわかった。眼幅の減少は緩やかに進むため、気付かれにくかつたと思われる。この目幅の減少は、丸みを帯びていた幼生の胴体が、カエルに変わる中で、頭部を頂点とする二等辺三角形型に形態変化することと関連していると思われる。この目幅の数値変化が変態における形態変化を数量化する良い指標となることが予想される。

## 8 全体のまとめ

アフリカツメガエルの発生では、卵割の進行は胚による個体差があまりない、しかし幼生の成長速度は環境により大きな違いが見られる。変態が始まる時期は個体によって大きな違いが見られるが、変態が始まると同様な速度で進行するようだ。

同時に生まれた大量の子孫が一斉に足並みをそろえて成長する時期（卵割、変態）もあれば、個体間で大きくずれる時期（幼生の成長）もあることがわかつた。これも、過酷な自然の中で子孫を確実に残すことと関係があるのかもしれない。

## 9 参考文献

- ・「動物発生段階図譜」石原勝敏 編集（共立出版） ・「生物図説」（秀文堂）