

目的

プラナリアは、これまで高等学校レベルでは簡単な再生実験の材料として利用されてきた。しかし、この材料は、生殖・発生・生理・形態・生態など多様な実験材料として授業に活用できることがわかったので、ここに紹介したい。

概要

1. プラナリアは、広義には扁形動物門・渦虫綱を、狭義には三岐腸類の動物群をさしている。この稿では、淡水産のナミウズムシ (*Dugesia japonica* Ichikawa et Kawakatsu) を実験の中心材料としたが、それ以外に海産プラナリア (多岐腸類・三岐腸類他) と陸産プラナリア (コウガイビル類) も使用した。
2. 高等学校の生物材料として、表1に示すような実験に使用できる。

学習指導方法

1. 採集

日本の淡水産プラナリアは23種ほどが知られているが、実験材料としてかなりの個体数を集められるのは、全国的にみて、ナミウズムシ (写真1) とミヤマウズムシ (写真2) ぐらいである。ナミウズムシは平地や低い山地の水域に分布し、ミヤマウズムシは主に山地の渓流や冷泉に分布する。生息地の石や木片を拾いあげ、その裏面に付着している虫を毛筆ですくいあげるとよい。

海産プラナリアは種類が多い。寄生性のものもいるが(写真3と4)、多くは潮間帯にある石や海藻に付着している(写真5)ので、筆で容器に移す。保護色をし、小形のものが多く、採集には注意を要する。

陸産プラナリアは、春～秋頃、雨あがりの川岸の堤防、民家の石垣、山間の排水路などを這っている。普通には、石・木片・枯葉の下や土中に生息している。

2. 飼育

ナミウズムシは、高温には比較的強い(20℃ぐらいまで)。ミヤマウズムシは冷蔵庫(15℃まで)で飼育する必要がある。餌はニワトリか牛の肝臓を切って与える。飼育水は、井戸水か、水道水を数日エアレーションしてから用いる。

表1 高等学校生物におけるプラナリアの実験と観察の例

| 生息地別種類 | 実験と観察の項目 |
|--|---|
| 淡水産プラナリア (ナミウズムシ) (ミヤマウズムシ) 他 | <ul style="list-style-type: none"> ○細胞と組織の観察 ○染色体の観察 ○咽頭の消化酵素の実験 ○走光性・走化性の実験 ○走流性・走電性の実験 ○摂食行動の観察 ○炎細胞の観察 ○アンモニアの検出実験 ○洗剤に対する耐性の実験 ○温度耐性の実験 ○神経系の観察 ○無性生殖の観察 ○頭部除去と分裂の実験 ○腸管の観察 ○絶食にともなう形態調節の観察 ○産卵と孵化の観察 ○再生実験* |
| 海産プラナリア (カブトガニウズムシ) (ウスヒラムシ) (ニセスチロヒラムシ) (カイヤドリヒラムシ) 他 | <ul style="list-style-type: none"> ○再生実験* ○寄生性プラナリアの観察 ○海産プラナリアの産卵の観察 ○海産プラナリアの初期発生の観察 |
| 陸産プラナリア (ミスジコウガイビル) (クロスジコウガイビル) (クロイロコウガイビル) 他 | <ul style="list-style-type: none"> ○再生実験* ○食性と成長の実験 |

*再生実験には次のようなものがある。

- 横断・縦断切片の再生
- 再生能の限界を調べる
- 水温と再生速度
- 窓あき再生
- 極性を乱す
- 重複奇形と調節能
- 外液の浸透圧と再生速度
- 再生と細胞分裂。

海産プラナリアのうち、ウスヒラムシ(写真5)やニセスチロヒラムシは大型シャーレ(止水)で飼育できる。餌はアルテミアの幼生・タマキビの肉片などが多い。

陸産プラナリアは、短期間ならシャーレに湿らせたろ紙を入れて飼育できる。長期間にわたる時には、飼育器に土・枯葉を入れ、餌としてミミズやカタツムリを与える。

* みやざき たけし 岡山県立玉野高等学校 教諭 〒706 岡山県玉野市築港3-11-1 TEL (0863) 31-4321
** たかはし きょうこ 岡山県立玉野高等学校 助手 同上

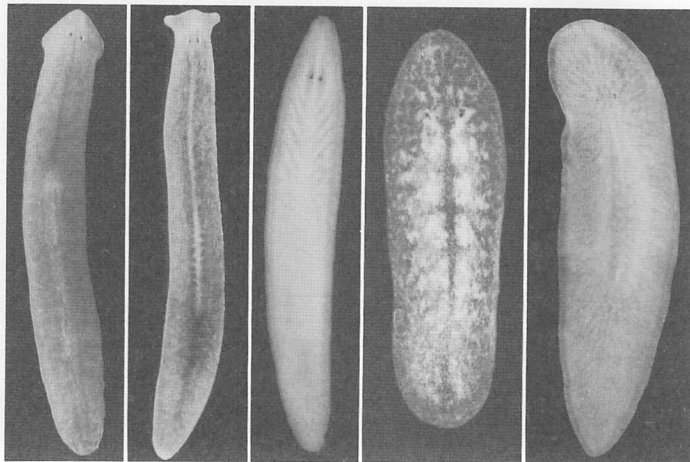


写真1 写真2 写真3 写真4 写真5

写真1 (ナミウズムシ *Dugesia japonica*) ; 写真2 (ミヤマウズムシ *Phagocata vivida*) ; 写真3 (カプトガニウズムシ *Ectoplana limuli*) ; 写真4 (カイヤドリヒラムシ *Stylochoplana pusilla*) ; 写真5 (ウスヒラムシ *Notoplana humilis*)。

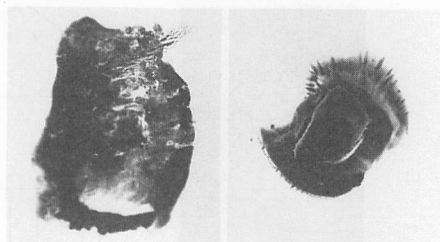


写真8 写真9

咽頭に含まれる酵素によってフィルムの膜面が溶かされ、黒くみえる。

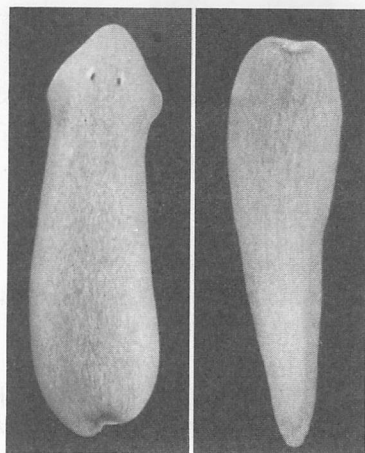


写真10 写真11

ナミウズムシの分裂した頭片と尾片。

3. 実験と観察

(1) 染色体の観察

プラナリアの体を切断すると、傷口に再生芽が形成される。簡単に分裂の盛んな組織が得られるわけで、染色体(写真6と7)の観察をすることができる。

観察の方法は次の通りである。A) 虫を横2片に切断する。2~4日後に再生芽の部分を再切断し、 10^{-6} M コルヒチン液に移す(1~3時間)。B) 0.1% kcl 溶液に移す(30分~1時間)。C) 酢酸オルセイン液と入れかえてカバーガラスをかけ、上から軽く押しつぶす。D) ピンセットでカバーガラスをはがし、上向けに置き、染色液をカバーガラスとスライドガラスの両方に滴下する(5~30分間)。E) スライドガラス上にカバーガラスをもと通りにかけ、余分の染色液を吸い取り、柄付針の柄でカバーガラスを軽くたたき、細胞塊を広げる。F) カバーガラスの上から軽く押し、続いて徐々に強く押しつける。G) パラフィンバルサムでカバーガラスの端を封じる。H) 600倍で検鏡する。

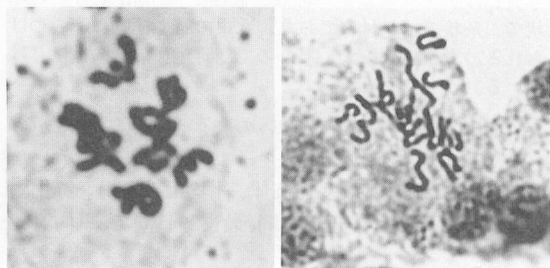


写真6

写真7

ナミウズムシの染色体。写真6 減数分裂像 ($n=8$)。写真7 体細胞分裂像 ($2n=16$)。

(2) 咽頭の消化酵素の実験

ナミウズムシの咽頭を取り出し、未現像フィルムの膜面上に置き、水を少しかけて乾燥を防ぎながら30分間ほど放置する。フィルムを現像し、印画紙に焼付ける。咽頭からのタンパク質分解酵素でフィルムのセラチン膜が溶かされ、陽画では黒く見える(写真8と9)。

(3) 無性生殖(分裂)の観察

野外に生息しているナミウズムシの分裂数を調査し、分裂と水温との関係を考える。7月(水温 26°C)の岡山県児島郡での調査では、総数450匹のうちで分裂している虫は164匹であった(分裂頻度は36.4%) (写真10と11)。

(4) 頭部除去と分裂の実験

ナミウズムシの頭部を切除し、分裂が促進されることを確かめる。処理群では、切断後2日間経

表2 頭部除去と分裂

| 分裂数 | 切断後の 日数(日) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 合計 |
|--------------|---------------|--------------|---|----|----|----|----|---|----|---|----|----|
| | | (a)頭部を切除した個体 | 0 | 34 | 47 | 17 | 12 | 8 | 10 | 2 | 3 | |
| (b)頭部を持つ正常個体 | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 6 |

(a)、(b) 両群とも各160個体を用いた。

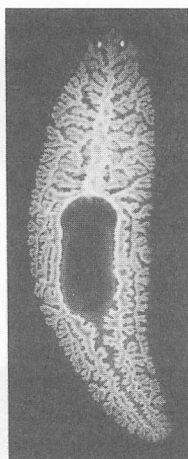


写真12

ナミウズムシの腸管。蟻酸処理した標本を引伸機で直接焼付けたもの。

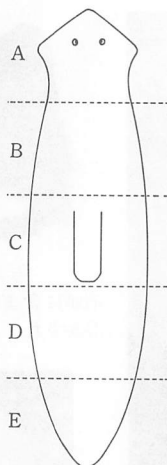


図1 プラナリアの切断部位

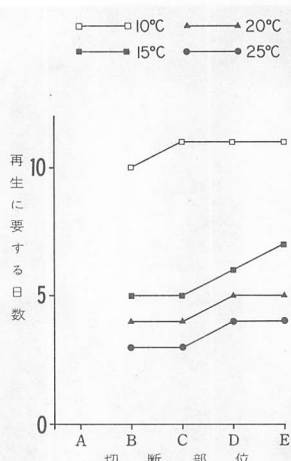


図2 水温と各切片の頭部形成速度

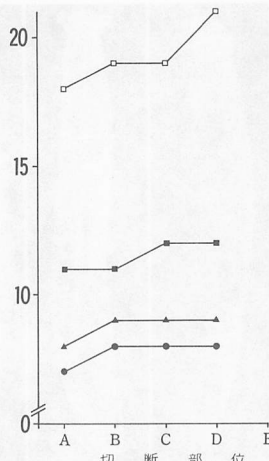


図3 水温と各切片の尾部形成速度

過するともう分裂が始まり、5日目で68.8%、10日目で84.4%が分裂した。対照群では、ほとんど分裂が起こらなかった(表2)。

(5) 腸管の観察

ナミウズムシをスライドガラス上に置き、蟻酸(原液)を1滴かけてから、虫がつぶれないように細いガラス管を枕にしてカバーガラスをかける。その後、4倍に希釈した蟻酸を原液に入れかえて検鏡する。三岐腸類の特徴である前行主腸管と後行主腸管がよくわかる(写真12)。

(6) 絶食に伴う形態調節の実験

ナミウズムシに長時間(120日間)餌を与えず放置しておくと、形態調節が行われだんだん小さくなる。20個体を用い、20日目ごとに体長・体幅を測定して平均値を出した(水温10~11°C)。実験開始時、体長19.7mm、体幅1.6mmの虫が、終了時には体長9.1mm、体幅1.0mmになった。

(7) 水温と再生速度

ナミウズムシの体を横5片に切断する(図1)。各虫片を別々のシャーレに入れ、水温別(10°C、15°C、20°C、25°Cの4段階)に飼育して再生速度を調べる。再生の基準として、頭部は眼点の出現個体が50%に達した時、尾部は正常個体の尾の形を参考にした(実験個体数は20匹)。結果は図2と図3に示した。

(8) 産卵と孵化の観察

ナミウズムシを室内で飼育して産卵させ、卵殻(写真13と14)の大きさや孵化までに要する日数などを調べるものである。合計180個の卵殻を調べた。大きさ(直径)は最小0.8mm、最大2.0mm

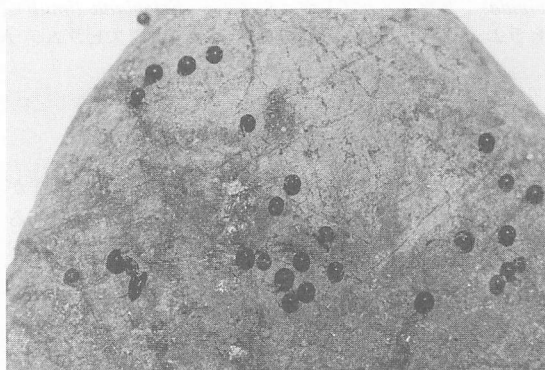


写真13(上)

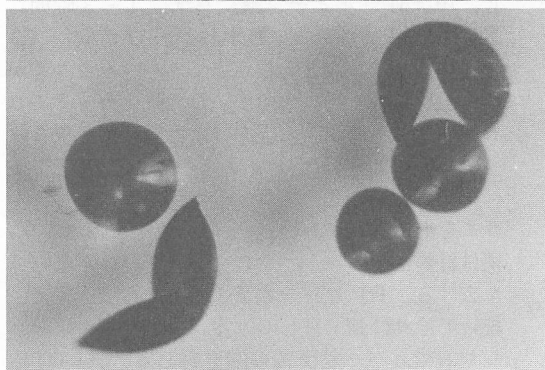


写真14(下)

写真13はナミウズムシの卵殻。直径1~2mm ぐらいの球状で、糸状の柄が付いており、水中の石や植物に産みつけられる。写真14は拡大したもので、孵化後のものははじけている。

で、1.1~1.2mm ぐらいの大きさのものが多かった。1卵殻から孵化した子虫の数を表3に示した(最少1個体、最多16個体、平均6.7個体)。孵化に要した日数は最短17日間、最長29日間で、平均21.2

表3 1卵殻から孵化した子虫の数

| 子虫の数(匹) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 合計 |
|---------|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 卵殻数(個) | 6 | 16 | 8 | 19 | 14 | 16 | 13 | 17 | 18 | 11 | 14 | 3 | 3 | 1 | 0 | 1 | 160 |

日であった。ただ、孵化しなかった卵殻もあり、孵化率は88.9%であった(水温16.3~20.1°C)。子虫の大きさは2~6 mm程度で、子虫の体色は白い。

(9) 寄生性プラナリアの観察

A. カプトガニのさい葉や頭胸肢の基節などに外部寄生しているカプトガニウズムシ(写真3)を筆で宿主から離して観察する。

B. イシダタミの外とう腔に寄生しているカイヤドリヒラムシ(写真4)をとり出し、ルーペで観察する。

(10) 海産プラナリアの産卵の観察

ウスヒラムシ(写真5)の産卵状態や、1回の産卵で何個の卵を産むかを調べる。1回で350~1600個ぐらい産卵した。ニセスチロヒラムシなどもよい材料である。

(11) ウスヒラムシの初期発生を観察

採集したウスヒラムシ(写真5)をシャーレに入れて産卵させ、一定時間ごとに顕微鏡で観察する。ウスヒラムシはらせん卵割を行うので、観察する場合、ウニやカエルに比較してやや複雑な感じがするが、卵は透明に近く、内部が観察し易くてよい材料である。

(12) コウガイビルの再生の実験

コウガイビル類を2~4の横断切片にして、各片の再生状態を調べた。どの切片からも正常な形の虫が再生した。

効果

1. プラナリア類を材料として実際に授業を行い、生徒に積極的な学習活動をさせることができた。

2. 地域に密着した多目的生物教材の開発に成功した。

その他の補遺事項

生徒実験としては、表1のように多くの実験・観察が可能であるが、紙面の都合でごく一部を記述するにとどめた。また、ここに示したデータはいずれも生徒の実験によるものである。

本稿をまとめるにあたり、草稿の修正・加筆をしていただいた川勝正治博士(藤女子大学)と岸田嘉一博士(岡山大学)に感謝する。また材料の採集と教材開発とでお世話になった玉野光南高校の河田英生氏にも感謝する。

この研究の一部は、昭和58年度下中科学研究助成金によるものである。

参考文献

- 1) 川勝正治: プラナリア。遺伝、29(3)、39-47。(1975)
- 2) 川勝正治 他: プラナリアの採集・飼育・観察・実験。採集と飼育、40、427-458。(1978)
- 3) 川勝正治・射場光好(編): 杉野久雄教授停年退官記念誌、渦虫論文篇(1971)
- 4) 宮崎武史: ナミウズムシの産卵・孵化の観察と子虫の奇形 採集と飼育、33、296-298。(1971)
- 5) 沖 岩四郎・田村幸子・川勝正治: プラナリアの染色体-研究の必要性和教材としての利用-。遺伝、30(12)、32-40。(1976)