

沿岸域・陸水域展示水槽群に 囲まれた実験室で 生徒が日々生き物を感じられるように

(1) はじめに

本校生物実験室では、これまでに多種多様の生物を飼育栽培してきました。生物の管理は、主に生物部の生徒に任せています。しかし彼らの多くは都心部で生活しており、それら生物の野生下での姿を観察した経験が少ないようでした。そのため、単に餌または水を与えるのみの管理に終始し、温度や湿度、pH、生物同士の関わり合いなど、あらゆる角度から自然の要素を取り入れての飼育栽培について検討

する姿勢に欠けていました。そこで生徒と協力し実験室内における生態園の作成を試みることにしました。生態園作成にあたっての目標は、より自然に近い景観を再現した中で、生物を管理できる装置を開発し、この活動を通して自然本来の姿を生徒たちが間近に感じるきっかけを提供することとしました。また、定期的を実施する自然観察との両面から自然の成り立ちを学び、生徒自らが課題を設定、その検証と問題解決に取り組む教育環境を整えたいとも考えました。さらに、上記活動を通して環境保護の重要性も再認識させることを狙いとしてしました。

表1 主な沿岸海水域水槽の生物例

海水環境	飼育生物
タイドプール	ミドリイソギンチャク、ホンケヤリ、フナムシ、イソガニ、ホンドヤドカリ、ギンボなど
アマモ場	イダゴ、クルマエビ、スナギンチャク、マコガレイの稚魚など
サンゴ礁	サンゴイソギンチャクヤトサカ、カクレクマノミ、カエルアンコウなど
深海	テヅルモズル、タカアシガニ、オオグソクムシ、ユメカサゴなど、サツマハオリムシ
外洋	ブリ、シマアジ、カンパチなどの稚魚

現在本校では、日本国内の代表的な植生から水域までの再現に日々取り組んでいます。本稿では、沿岸海水域・陸水域水槽群(表1、表2)の生物たちから生徒たちがさまざまなものを受け取っている様子に触れながら、飼育培養と維持のための工夫と現状も併せて紹介します。

表2 主な陸水域水槽群の生物例

陸水環境	飼育・栽培生物
川の upstream	ハイゴケ、ハコネシダ、イワシデ、トラノオシダ、イワタバコ、ヤマメ、カジカ、サワガニなど
川の中流	ジャモンゴケ、カワラスゲ、ヌカエビ、ナベブタムシ、ハグロトンボのヤゴ、オイカワ、カワムツ、ギバチ、シマドジョウ、カジカガエルなど
川の下流	アシ、ヒルムシロ、エビモ、オオカナダモ、ウナギ
干潟	シオマネキ、トビハゼなど
田んぼ	サンショウモ、イチヨウウキゴケ、ミズワラビ、セキショウ、セリ、オオアブノメ、ゲンゴロウ、アメンボ、コオイムシ、メダカ、ドジョウ、アマガエル、トウキョウダルマガエルなど
湧水域	セキショウモ、トミヨ、ホトケドジョウ、イモリ

(2) 水槽の作成と付属装置の作成

水槽作成: 生物実験室に設置してある水槽の大部分は、図1(a)・図2に示したオーバーフロー水槽で、NPO法人日本養殖振興会が教育目的として開発したJCO式水槽を使っています。水槽には、身近な素材を用いて作成した高性能のろ過装置を用います(作成方法図3参照)。ろ過槽には、再現する環境に応じて荒めのサンゴ砂または黒土ソイルを敷き詰めて、飼育水を浄化しています。

酸素の微細気泡の発生装置: オーバーフロー水槽を使用した場合、通常は酸素の添加について神経質になる必要ありません。しかし、DO値を上昇させる必要がある場合は、酸素の微細気泡を発生させる自

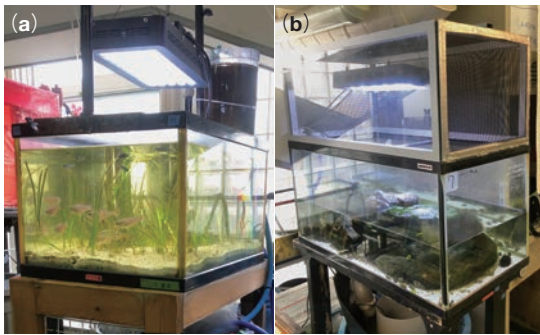


図1 沿岸域管理水槽の例

(a) アマモ場 (b) タイドプール

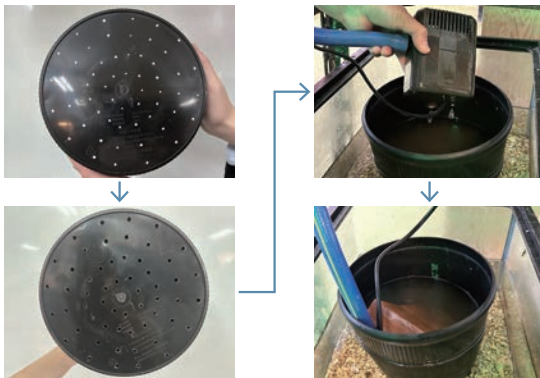


図3 ろ過槽の作成

濃過槽の構造は、シンプルである。また、材料も安価である。円柱状のプラスチック製ゴミ箱の底に、放射状に穴を多数開ける。それをろ過材中に埋め込んだ後、ポンプを設置する。ポンプの上には、拳大の石やレンガを数個入れ、ろ過装置を固定する。

作の装置を用いています(図4)。使用するアスピレーターからは熱が発生しやすいため、必要に応じてクーラーを接続させます。本装置を用い、ウインクラ法に準じた方法でDO値を測定したところ、酸素の微細気泡の添加なしの場合、水温22°Cにおいて、水中の酸素は7.99 mg/Lでした。酸素の微細気泡の添加ありの場合、水温23.5°Cにおいて水中の酸素は12.2 mg/Lでした。

脱窒素装置: 水槽内には、徐々にアンモニア由来の窒素化合物が蓄積するので、定期的に水替えを実施する必要があります。そこで、貴重な海水など有効活用したい飼育水などには、東京海洋大学と株式会社プレスカが共同開発したビーズ状の脱窒素剤を用いています。脱窒素剤をネットなどに包んで水中と

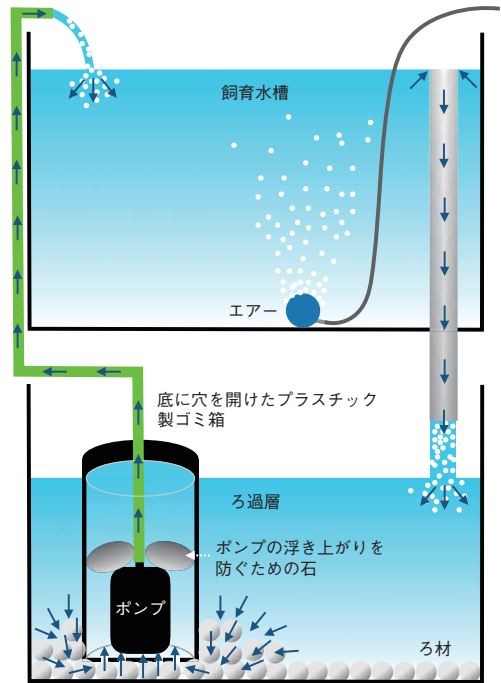


図2 オーバーフロー装置と水槽

上図の上段は、水棲生物を管理する水槽で、オーバーフロー管が設置されており、供給された際の過剰な水が老廃物と同時にろ過層に送られる構造となっている。一方、上図の下段には、ろ過層が設置されており、物理的ろ過および生物的ろ過がなされた後、ポンプによって浄化された水がくみ上げられ、上部水槽に戻される仕組みとなっている。以上のように、オーバーフロー水槽の高い浄化能力は、水棲生物管理において機々なバリエーションを加える際に大変有効な装置といえる。しかし、装置が高価であることが欠点である。本校では、その欠点を補うために、ろ過装置を自作している。

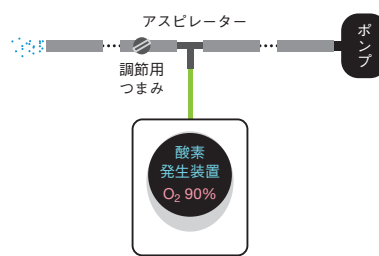


図4 気泡発生装置

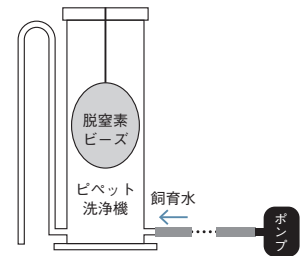


図5 脱窒装置

空中を出し入れすることで、脱窒素剤に付着した脱窒素細菌が作用し、脱窒素を進めます。その効果を安定させるために、ピペット洗浄機を利用し、ポンプを用いて飼育水を送り込みます(図5)。また、アンモニアの除去には、酸素の微細気泡の添加も有効です。

水槽上部を覆うアルミ製の枠: 動植物の共存を重視し、

飼育水槽の上部空間には植物の生育や動物の活動スペースを確保できるようアルミ枠（販売元：東和産商株式会社）を取り付けています〔図1(b)〕。枠の前面は、取り外しが可能となるようにテープ磁石を取り付けたアクリル板を設置し、側面と裏面は通気性確保のため細かい目の園芸用鉢底ネットで覆いました。

照明：実験室内においては、太陽光を効率よく取り込むことは困難ですから、Aquarium Light LG-G03A55LED（製造元：Mars Aqua）と光合成用のLEDライトの植物光合成用LED蛍光灯プラントフレック（製造元：日本医科機器製作所）を併用し、用途ごとに各ライトの組み合わせや本数を変えています。光の照射時間は、タイマーによって調節しています。

(3) 日本沿岸海水域生物の環境別飼育 (図6)

タイドプール：タイドプールは、最もオリジナル性の高い装置です。生徒たちにも臨海観察などでなじみの深いところです。水槽の排水用パイプには小さな穴を開け、くみ上げ用のポンプをタイマーで定期的にon・offを繰り返します。off時には、飼育水槽へ海水の供給が止まり、パイプの穴から、徐々に海水がろ過層に流れ落ちます。水位は穴の位置まで下

がり、引き潮の再現ができます。on時には、ろ過層より水槽内に勢いよく海水が注ぎ込まれることで水位が上がり、満ち潮の再現ができます。装置内では、飼育水槽の上部をアルミ枠で覆い、管理しています。水槽内に隠れ家および陸地の代用として大きめの礫を設置し、床材は使用していません。

アマモ場：水槽内では、アマモを繁茂させています。床材には、パウダー状のサンゴ砂を使用しています。ここも生徒の野外観察ポイントです。

サンゴ礁：亜熱帯の海域環境にはソフトコーラルを中心として、魚類を少数個体管理しています。

深海：深海再現水槽においては、周囲を暗幕で囲い、各種動物の長期飼育にも成功しています。水温は、水族館でのデータを参考に、17℃としています。

また、北里大学の指導を受け、特別な許可を得てサツマハオリムシの飼育にも取り組みました。サツマハオリムシの栄養源となる硫化水素は、ドッグフードを海水で練りこんだ泥に埋め込むことで得ました。

外洋：海水のみのシンプルな作りで、稚魚の飼育を試みています。教育目的で飼育するブリなどの稚魚は、NPO法人日本養殖振興会を通して入手しました。

(4) 陸水域生物の環境別飼育

川の上流〔図7(a)〕：水槽内に大きな礫を設置しています。その礫の上部は、1/3程度が水位よりも上に出ており、陸地として活用しています。そして、その部分には上部ろ過層からの水が流れ出す仕組みとなっています。現在は、礫一面にコケが生じて全体を覆っています。さらに、水槽の奥の面にはコケやシダなどの植物が生育できる湿り気の高い吊り下げ式の環境を設置しています。荒い網目の園芸用鉢底ネットで薄いバスケット状の入れ物を作り、その中に水苔を敷き詰めて吊り下げ、表面にハイゴケ、ハコネシダ、イワシデ、トラノオシダ、イワタバコを植え込みました。コケやシダの栽培は、下部ろ過層と上部ろ過層を繋ぐ塩ビ管に等間隔で小さな穴を開け、シャワーのように供給できるようにしました。水槽内には、強めの水流を再現するために大型のポンプを使用しています。水槽内では、サワガニなどを飼育しています。

川の中流〔図7(b)〕：川の中流を再現した装置の上部にアルミ枠を取り付け、その中に中洲を作りジャモンゴケ、カワラスゲを栽培しています。中洲の周囲にはポンプで水流を作って、カジカガエルなどを

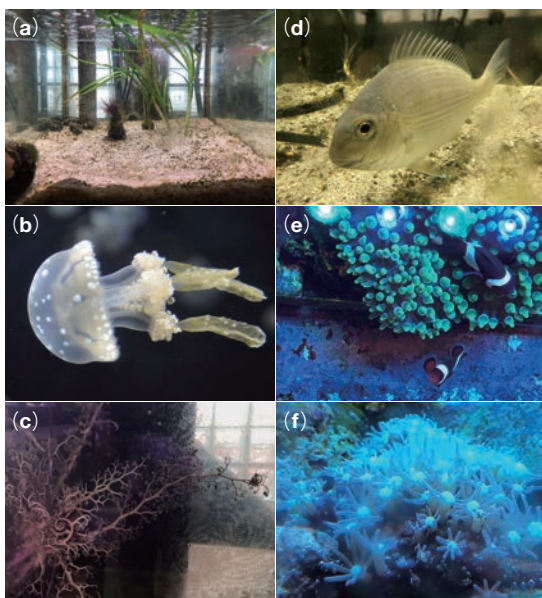


図6 海水域の飼育展示生物の例

- (a) アマモ場、季節に応じてイダコ、マコガレイの稚魚などを飼育
- (b) 穏やかな湾内を再現した水槽で管理するタコクラゲ
- (c) 深海再現水槽内のテヅルモツル (d) 河口域再現水槽のクロダイ
- (e) (f) サンゴ礁海域のサンゴイソギンチャクとカクレクマノミ、ムラサキハナズタ



【図7】 作成した装置と装置内で管理する生物

- (a) 中流の再現装置で管理するカジカガエル
 (b) 中流の再現装置内に作った中洲
 (c) 田んぼの再現装置で育ったヘイケボタル

飼育しています。温度管理は、夏の高温時のみクーラーを稼働させています。床材には県内を流れる河川の礫を敷き詰めています。中流域，下流域ともに生徒なじみの深いところです。

川の下流：川の下流再現でも，中流と同様に中洲を作成してアシを植え込み，周囲には緩やかな水流を作り，夏季にはヒルムシロ，エビモ，オオカナダモを繁茂させています。現在はウナギを飼育しています。床材は，市販の黒土パウダーを使用しています。

干潟：上部式のろ過システムを採用しています。オーバーフロー水槽では細かい泥が下部ろ過層に集積してしまうためです。水槽内に敷き詰めた粘土は，定期的にかき混ぜて水質を安定させています。現在は，トビハゼなどを飼育しています。

田んぼ [図7(c)]：田んぼの環境は，トロ箱を改造したオーバーフロー水槽をアルミ枠で覆って再現しました。照度の高いLEDライトの使用で，イネの栽培も可能です。水面には，サンショウモを繁茂させ，アオミドロの発生を防いでいます。最近，ミズワラビ，セリなどを栽培し，ゲンゴロウその他も共生させています。水田も管理上，むやみに立ち入れる状況ではありません。

湧水域：湧水域の再現については，セキショウモを繁茂させた環境にトミヨ，ホトケドジョウ，イモリを飼育しています。水温は，クーラーを使用して，年間を通して18℃に調整しています。2019年の夏から秋にかけては，ホトケドジョウの繁殖が見られました。床材には，市販の黒土パウダーを敷使用しています。

(5) おわりに

都内や都市部の生徒が多く本校の周囲も住宅密集地で，身近に自然に触れる機会が意外と少ないです。海なし県でもあり，顧問主導ながら生徒と一緒にあって，日本の水系を少しでも一般の生徒達にも見てほしいという思いで，活動してきました(図8)。

本取組に参加した生徒達からは，多くの感想が寄せられましたので，いくつかを紹介します。



【図8】 実験室内に生態圏を取り入れる試みに尽力し継続してくれている生徒たちとともに

- 私は，タイドプールの再現に携わりました。完成した水槽を眺めていると，引き潮の時に魚の動きが不活発になり，カニの動きが活発になりました。また満ち潮の時には，魚とカニとでは動きの様子が逆転しました。それは，今まで海の様子をじっくりと観察したことのない自分にとって，海で生活する動物たちの行動を知る貴重な瞬間でした。
- 私は，幼いころからフナを飼育してきました。下流を再現した水槽の掃除をしていたところ，マツモに産みつけられたフナの卵を初めて見つけました。この時，環境を整えて生物を管理する意味を理解できました。
- 自然に近い景観を再現すると，動物の種によっては，その姿を確認するのに苦労するようになりました。しかし，それによって動物達が日ごろ物陰に潜んで身を守っていることを再確認することができました。
- 友達に誘われて，生物部に入部しました。部室には，見たことのないような装置がたくさん並んでいましたが，それらのほとんどが手作りであることを知って驚きました。それ以来，自分もモノ作りに没頭して酸素の微細気泡発生装置を開発しました。
- 家族旅行や合宿に行った時など，自然やそこに暮らす生物をじっくりと眺める時間が長くなりました。こうした時間は，学校に帰ってからの活動に役立ちます。

野外観察等で採集したりしたものや栽培・飼育できるのが理想ですが，観察はできても採集はご法度ということが少なくない昨今，入手方法にはさまざまな許可や了解が必要になります。このようなこと自体も生徒に何気なく感じてもらえれば幸いです。