

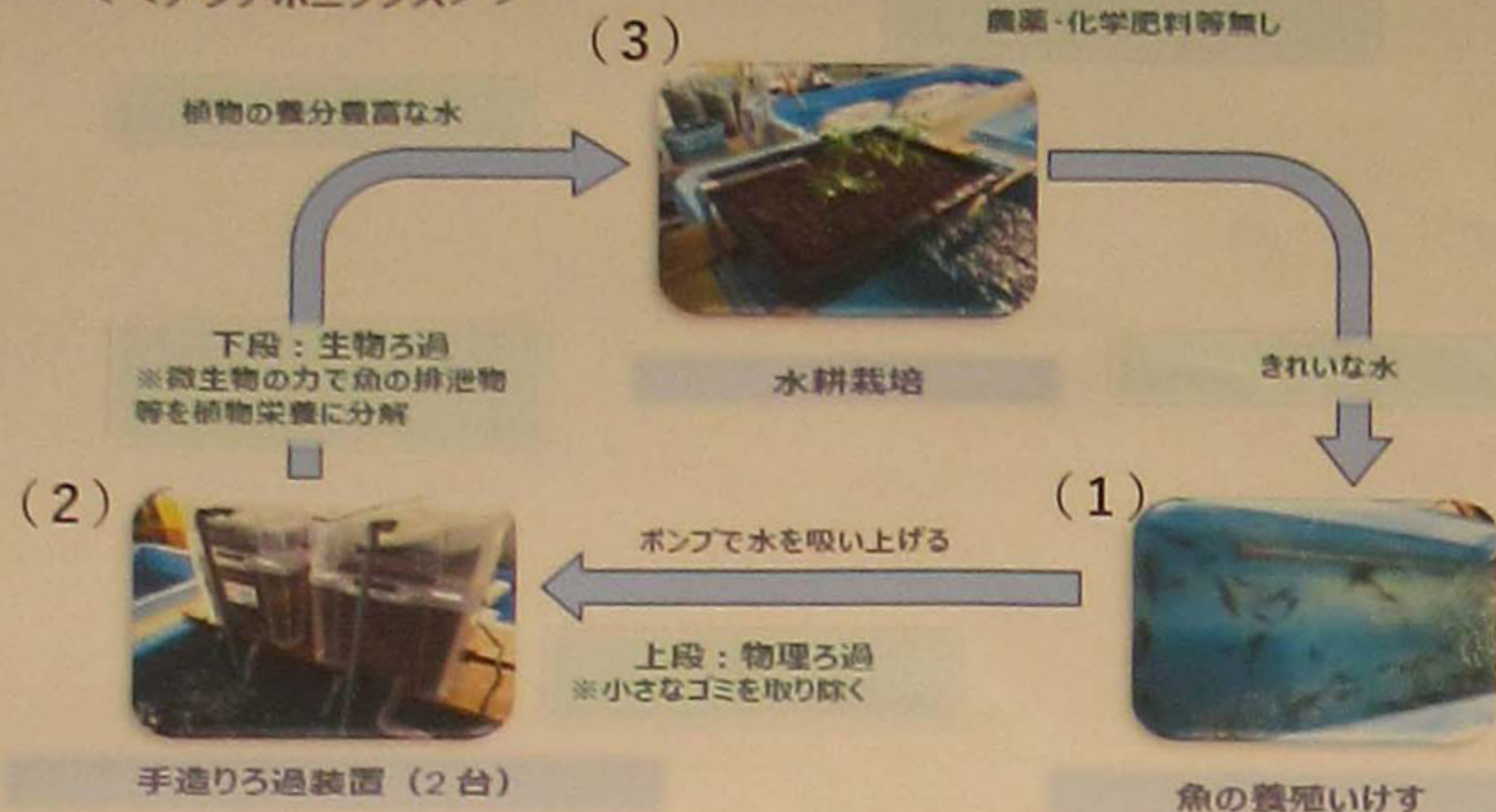
アクアポニックス実験の壁と次のステップ ～チョウザメとミニトマト編(phase-1)～

熊本県立天草拓心高等学校 マリン校舎 アクアサイエンス部

アクアポニックスとは？

- アクアポニックスは、魚の養殖（チョウザメ）と水耕栽培（ミニトマト）を組み合わせたSDGs（持続可能）な農業システムである。基本的な仕組みは以下のように成り立っている。
- (1) 魚の飼育：魚を水槽で育てると、彼らの排泄物が水中に放出される。この排泄物にはアンモニアが含まれ、魚にとっては有害ですが、植物にとっては栄養となる成分が含まれている。
 - (2) バクテリアの働き：水槽の中やフィルターに住むバクテリアがアンモニアを分解させ、最終的に植物が吸収できる形である硝酸塩に変化させている。このような変化仕組みを窒素循環と言う。
 - (3) 植物の栽培：魚の排泄物によって栄養豊富になった水は、植物が植えられている水耕栽培のエリアに流れ込むようになっている。植物はその水から栄養を吸収し、成長することができる。また水を浄化した後、再び魚の水槽に戻されるため、水を再利用できる。

<<アクアポニックス>>



(1) 魚（チョウザメ）養殖いけす（FRP水槽）

- ・養殖いけす（約2,000L）の中に古代魚であり、高級珍味キャビアで有名なチョウザメを試験的に飼育を行う。
- ・数十匹の魚がいるが、成長過程を調査測定（重さ、長さ）（画像2）するために対象となる3匹のヒレにタグを目印として付ける（画像1）。



画像1

画像2

(2) ろ過装置

- ・魚のいけす容量を考慮して2機設置、上段に物理ろ過（ゴミなどの不純物をろ過）、下段に生物ろ過（水中の有害な化学物質（特にアンモニアや亜硝酸塩）を微生物の働きで無害な物質に変える）を設置する。

(3) 水耕栽培（ミニトマト）

- ・水耕栽培に向き、尚且つ成長具合がはっきりとわかることから、ミニトマトを栽培対象とする。左側画像が購入したミニトマトの苗4個A～D（画像3）と、成長記録のため長さを計測（画像4）していく。

<<その他関連機器>>

(4) 水槽冷却装置

- ・真夏は40度近い室温になり、当然のことながらこの状態では水温も35度を超えることになる。特にチョウザメの場合は高温では生存できないため、水量に見合った大型水槽冷却器（画像5）が必須となる。
- ・この水槽冷却器のコントローラーで水温を26.5度（画像6）に設定し、これに近い水温を保持する。

(5) LEDライト

- ・光合成をより促進させるため、LEDライト（画像7）を設置する。
- ・このLEDライトはタイマー（画像8）設定により、午前6時に点灯、午後7時に消灯に設定管理している。



画像3



画像4



画像5



画像6



画像7



画像8

<<アクアポニックスの利点>>

1. 水の節約：循環システムを使って水を何度も利用できるため、従来の農業や養殖に比べて水の使用量が大幅に少なくなる。
2. 化学肥料不要：魚の排泄物が植物の栄養源となるため、外部から化学肥料を使う必要がありません。
3. 環境への負担が少ない：廃水が外に流れ出ないため、水質汚染のリスクが少ない。

目的

1. 持続可能な農業・漁業（栽培）の学習：21世紀における食料生産の課題に対応するための一環として、持続可能な農業・漁業を学ぶ。アクアポニックスのような低資源・低環境負荷の農業・漁業が、現代の食料安全保障や環境問題にどのように貢献できるかを実際に体験し、その効果を調べる。
2. 科学的思考と実験スキルの向上：水質、栄養バランス、成長速度など、さまざまな要因がアクアポニックスシステムにどのように影響するかを観察し、データを記録・分析することで、科学的な思考方法や実験技術の向上を図る。
3. 環境意識の向上：アクアポニックス実験を通じて、限られた資源の中でどのようにして効率的に食料を生産できるかを学び、環境保全や持続可能な社会の重要性について考えるきっかけを作る。
4. 実生活への応用可能性の探求：アクアポニックスを小規模な家庭農業や都市部での持続可能な食料生産の方法として応用できるかを検証し、実生活に役立つスキルや知識を身につけることを目的とする。これにより、将来の職業選択や生活設計にも役立つ視点を養うことを期待する。

目標

1. 生物間の循環システムの理解：魚の排泄物がバクテリアによって分解され、植物がそれを栄養源として利用するプロセスを詳細に観察し、どの要因がこのサイクルに影響を与えるかを探索する。
2. 魚の成長過程を確認する：アクアポニックスにおいて対象となる魚の重量、長さを計測記録し、確実に成長していることを確認する。
3. ミニトマトの生育を確認する：アクアポニックスにおいて対象となるミニトマトの長さを計測記録し、最終的にトマトの実を確認し試食する。

考察・まとめ

<<チョウザメの飼育>>

6月より実験飼育を開始し、水質検査キット試験紙（画像9）にて養殖いけす内の塩素・総硬度・炭酸塩・アルカリ性・硝酸塩・亜硝酸塩・pHを適宜計測、水質の安定を確保してきた。しかしながら、上記（1）の様で週一でチョウザメの計測を行ってきた（右下表参考）が、残念なことに以下の様に失敗を繰り返してしまった。

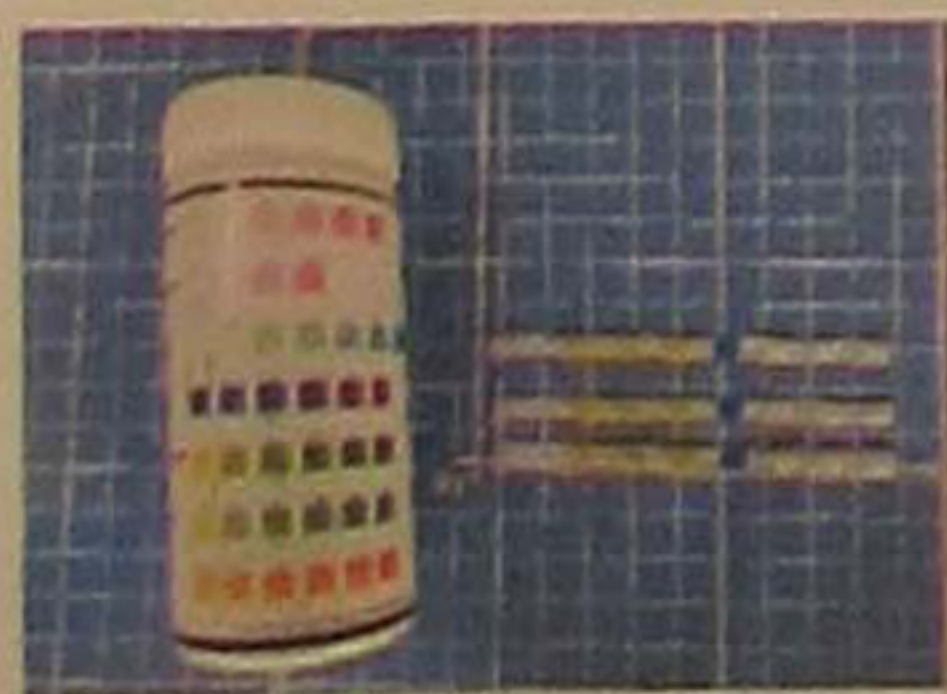
- 1度目：7月5日に冷却水のホースが外れ養殖いけす内の水が漏れて、チョウザメが全滅してしまった。
- 2度目：9月24日に排水用ダクトが外れ養殖いけす内の水が抜けて、チョウザメが全滅してしまった。

トータルで2ヵ月程度の飼育期間であったが、失敗も含めて以下のような課題を見つけることができた。

- ・水漏れは致命傷となるので、水流における配管は厳重に取り付けをする。
- ・チョウザメは体重・身長ともに個体が異なるため計測するのは難しく、また誤差が大きい。
- ・そもそもチョウザメの成長は遅く、数年単位での実証実験が必要である。

<<ミニトマトの栽培>>

チョウザメと同じく6月（買って来たばかりの苗画像10）より実験栽培を開始したミニトマトの方は順調に育ち（チョウザメが全滅して魚がいなくなってもそのまま栽培を継続）。苗自体の長さを測定記録（グラフ1）し、途中で1メートルの添え木で苗を支えるようにしたのが直ぐに間に合わなくなり、添え木を追加して苗を回すようにして支えることにした。（画像11）残念ながらミニトマトが実を付けるまで（画像12）にはなったが、赤く熟し試食できるには至らなかった。



画像9



画像10



画像11



画像12

ミニトマト長さ計測 (cm)



グラフ1

次のステップへ

<<反省と課題>>

- ・アクアサイエンス部は今年4月に新設された部のせいか、今回の実験における計画性に欠けてしまった。
- ・設備においては殆ど手造りしたため、水流配管の接続部における密閉性が不十分で、接続が緩んでしまっており、その確認も疎かになっていた。

<<次のステップ>>

- ・対象魚をチョウザメからホンモロコに変更し成長まで飼育観察し、最終的に調理試食まで完結する。
- ・栽培対象としたプチトマト以外に、成長・収穫・調理・試食まで完結できる野菜を調査検討する。また、アクアポニックスで栽培した野菜と、普通に露地栽培した野菜と比較できる仕組み作りを考える。