

研究テーマ	自然エネルギーを利用した、アクアポニックスの研究
-------	--------------------------

1. 緒言

以前より、自然エネルギー班では、太陽光と潜熱蓄熱材を利用した研究を続けてきた。一昨年度、自然エネルギーと化学を融合させた新規テーマを選定し、昨年度は自然エネルギーを利用した養殖を開始した。今年度も昨年から引き続き、高梁川流域未来人材育成事業を農協と連携し、『スクミリングガイを利用した配合飼料の作製と活用方法の研究』を行っている。本研究では、廃棄されるものを中心に地域資源を有効活用した新商品の開発に向けて、様々な機関と連携し、企画から試作まで一連の流れを体験し、ものづくりの奥深さと難しさを味わった。

2. 目的

岡山県の稲作ではスクミリングガイ (別名: ジャンボタニシ) による深刻な食害が年々増加しており、生産者を悩ませている (図1)。スッポンはそのジャンボタニシを捕食する数少ない生物である。そこで、そのジャンボタニシを生産者から回収し、さらに農協で廃棄される野菜等を主原料とした配合飼料を製造し、付加価値の高いスッポンの養殖を行うことを考えている (図2)。さらに、太陽光エネルギーを利用した水産養殖 (アクアカルチャー) と水耕栽培 (ハイドロポニックス) を組み合わせたアクアポニックスの研究に取り組み、工業高校生が工業技術を駆使して生物を育てるといった新たな分野へチャレンジする。

3. 使用薬品・装置・材料

- ・ n-オクタデカン (東京化成工業株式会社)
 ($C_{18}H_{38}$ = 254.5 , 融点 : 28 °C,
 純度 : 99 % , 構造を図3に示す。)

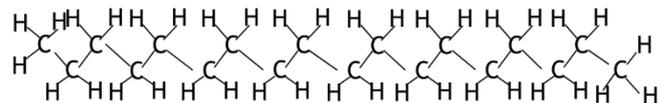


図3. n-オクタデカン構造式

- ・ 送風定温乾燥器 (東京理科機械製) (型式 : WFO-420, 写真1)
- ・ オートクレーブ (高圧蒸気滅菌器) (トミー精工製) (型式 : S-90N)
- ・ ボールミル (アサヒ理化製作所) (型式 : S-90N)
- ・ ふるい (飯田製作所) (メッシュサイズ : #32, 開口径 : 500 μ)
- ・ ソーラーパネル (京セラ製) (型式 : R128-04, 最大出力 : 128 W)



写真1. 送風定温乾燥器



図1. 原因別被害状況 (出典 : 水稲共済)



図2. 捕獲から飼料づくりまでのプロセス

- ・ポータブル電源 (Jackery 製) (容量: 400 Wh)
- ・MC3-MC4 変換ケーブル ・MC4-DC 変換ケーブル ・カメラ用オートヒーター (55W)
- ・木材 ・透明塩ビシート (厚み: 0.1、5 mm) ・スタイロフォーム ・トロ箱
- ・魚粉 ・グルテン粉 ・コーンミール ・米ぬか ・蓮根 ・ジャンボタニシ
- ・活スポン 500 g 4 匹 (福岡県掛橋水産)

4. 活動内容

【交流学习 (岡山県立興陽高校)】

7 月に興陽高校との交流学习を行った。原料のジャンボタニシは興陽高校が管理している田んぼから採取させてもらった。この時、実際の食害状況を確認してもらい、最後には本校の研究内容をプレゼンし、情報交換を行った (写真 2)。



写真 2. 採取の様子 (左)、情報交換 (右)

【配合飼料づくり】

配合飼料の試作にあたり食品加工の文献とアサヒグループ食品 (株) からのアドバイスを参考にした。煮沸殺菌したジャンボタニシを、送風乾燥した後、ボールミルで粉碎、ふるい分けし、500 μm 以下のタニシパウダーに加工した。さらに農協から廃棄される蓮根を提供してもらい、同様に加工した。そして、市販のカメ用のエサを参考に、配合、混練し、練エサを製造した。今回は昨年の方法から凍結、成型、切断、乾燥工程を省くことで、コストも削減している。製造フローを図 3、作業の様子を写真 3、配合飼料を図 4 に示す。



図 3. 配合飼料製造フロー



写真 3. 配合飼料製造の様子



図 4. 主原料と配合飼料

【養殖技術の学習会 (岡山理科大学)】

8 月には、岡山理科大学 (以下理大) 工学部山本俊政准教授を訪ね、高度な陸上養殖技術を教わった。山本先生は、本校工業化学科を卒業されており、好適環境水の開発者として有名な方で、今までにもマグロやウナギ、トラフグ、エビなど多くの養殖実績があり、世界で活躍されている第一人者である。当日は養殖で最も重要な水質管理や分析方法 (pH 値、DO 値、亜硝酸値、硝酸値、P/N 比など) を教わった。また実際に配合飼料を練って作り、餌付けを行った (写真 4)。

さらに、養殖と水耕栽培を同時に行うアクアポニックス設備を見学した。アクアポニックスとは魚の排泄物に由来する窒素やリン酸を、植物の成長に利用するという、画期的な方法である（図5）。この技術は、まさに現在取り組んでいる内容と関連しており、我々の好奇心を刺激した。また学習会の最後には、本校の取り組みをプレゼンし、多くの貴重なアドバイスをいただいた。その中でも特に、今後は農業と漁業を同時に生産し生計を立てる『農漁者』という考え方が印象的であった。その実現のためにも我々の様な工業的な方面からのアプローチが重要であると激励をいただいた。



写真4. 水質管理作業（左）、餌やり（右）



図5. アクアポニックスの仕組み

【アクアポニックス設備製作】

理大で学んだことを参考に、アクアポニックスを行う設備の製作に取りかかった。木材を必要な大きさに切断し台をつくり、養殖槽と水耕栽培槽へ塩ビパイプで配管施工を行った。上段の水耕栽培槽には、スタイロフォーム（断熱材）に穴をあけ、トマトとパッションフルーツを植え付けた。下段の養殖槽にはスポンを入れ、外部フィルターを通して上部の水耕栽培槽に水を送った。水はオーバーフローすると養殖槽に流れ出て循環するよう設計した。設計図を図6、作業の様子を図7、作製した設備を図8に示す。

また、スポンは、水温が 10℃を下回ると冬眠するため、効率よく大きく成長させるためには年間を通して 28℃付近で管理する必要がある。そこで冬期の水温低下を考慮し、温室外部には透明な塩ビシートを設置し、内部に透明なカーテンを設け、空気の層を設けることで断熱性能を向上させた。さらに水温加温ヒーターと室内暖房用ヒーターを設置し、使用する電力の一部はソーラーパネルから発電した電力を利用した。ヒーターの補助的な役割を担う物質として、潜熱蓄熱材の n-オクタデカン を容器に入れ槽内へ設置した。この物質は 28℃付近に融点があり、熱を吸収したり放出したりすることで、水温を 28℃に保とうとする性質がある。

10月中旬に季節外れのトマトとパッションフルーツの水耕栽培を開始し、トマトはすぐに結実し、1月現在 150 個以上の鈴なりの実を着果させた。赤く熟したトマトを収穫し食べてみると、香りもよく、とても甘かった。糖度を測定すると 7度であった。パッションフルーツも順調に成長し、今後の収穫が楽しみである。

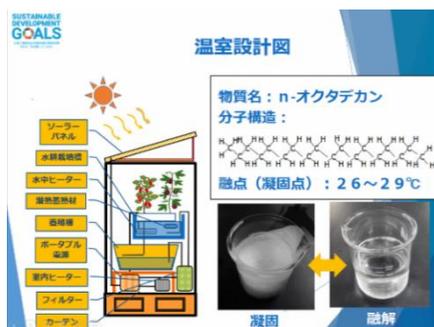


図6. 温室設計図と潜熱蓄熱材



図7. アクアポニックス設備製作の様子



図8. アクアポニックス設備

【農業生産技術指導（JA 晴れの国岡山倉敷アグリセンター来校）】

我々は農業に関する知識が乏しかったため、JA 晴れの国岡山倉敷アグリセンターから加計様と牧野様をお招きし、トマトの栽培方法について技術指導を受けた（写真5）。トマトの生育状態、適正生育温度、着果促進剤、芽かき方法について詳しく教えてもらい、非常に勉強になった。最後には本校の取り組みを紹介し、アドバイスをいただいた



写真5. 栽培技術指導の様子（左）、芽かき作業の様子（中）、収穫作業の様子（右）

5 まとめと課題

今回の研究では、ジャンボタニシや廃棄される蓮根の活用方法を検討し、新規配合飼料を製造した。また、太陽熱や太陽光発電といった太陽光エネルギーを最大限利用し、エコな加温養殖と水耕栽培を行うための設備を製作し運用を開始した。岡山理科大学山本先生から高い陸上養殖の技術を学び、農協の方々には植物の栽培方法に関するご指導をいただいた。さらにアサヒグループ食品（株）様から乾燥技術に関するご助言をいただき、昨年度とは異なる方法で配合飼料を製造し、コストやリードタイムを削減した。

今後の課題は、安定した電力と熱源の確保である。温室内の電力を完全に太陽光発電に頼る場合、設置場所の検討と設置台数の増設が必要である。熱源は廃プラスチック等を燃焼し、確保する方法も検討中である。配合飼料も実際に製品化するためには、様々な検査や規定をクリアし、安全性を保証しなければならない。課題は山積みである。しかし、廃棄されるモノから新たな価値を創造することや、自然エネルギーを有効利用するという考え方をこそ、まさにSDGsを意識した活動であると我々は感じている。加えて、本校が起点となり異校種の高校や大学、農協や企業と連携し、それぞれの得意分野を活かしたビジネスモデルをコーディネートすることで、今後のさらなる地域の活性化にも繋がることに期待している。工業高校のものづくりは無生物を扱う場合が多いが、今後は我々のように、生物を生産する場面も増えてくるであろう。

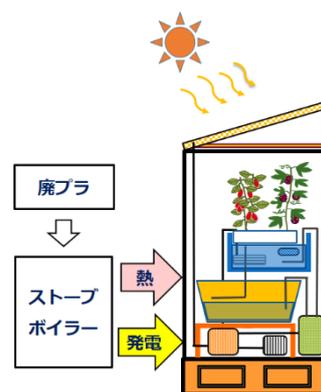


図9. 今後の課題

6 謝辞:本研究に取り組むにあたり、高梁川人材育成事業事務局、JA 晴れの国岡山倉敷アグリセンター、興陽高校、掛橋水産、アサヒグループ食品（株）、岡山理科大学の山本先生と研究室の皆様方には、心から感謝申し上げます。

参考資料 宇宙マグロのすしを食べる 山本俊政 著