

自作大型養殖水槽による産業の創造

～温泉街の魅力創造プロジェクト～

実施担当者 会津若松ザベリオ学園中学高等学校
教頭 遠藤 直哉

1 はじめに

11年前、東日本大震災は多くの人の人生を変えた。当時、福島を中心部の進学校にいた私は、2か月間にわたり避難所運営に関わった。震災直後は混乱の連続であった。余震が続く中、支援物資は来ない。水道は断水。海沿いから避難してきた方500人以上が体育館で寝泊まりをした。原発の状況は悪化するが、避難しようにもガソリンがない。ジェットヒーターの燃料も尽きかけていた。海沿いへの支援物資の移動が原発の影響でできなくなり、その分、途中から支援物資が過剰となった。近くの小中の避難所では支援物資が不足していたので物資の融通を役所に提案したが、県立と市町村立では管轄が違うからと止められた。何ともやるせない気持ち募る中、自分の教育観を反省した。試験でどんなに点数を取れても、これからも起こるであろう大災害に立ち向かう力がなければ教育の意味がない。それから私の教育観は大きく変わった。その4か月後に異動したのが福島高校である。そこでは、生徒自らが被災地に赴き、課題を見つけ、自らの力で解決を目指す福島復興プロジェクトを立ち上げた。その活動の一つが、地元温泉熱を活用した復興プロジェクトである。その研究は、平成26年度の中谷財団の助成も得ながら大きな成果を上げた。その研究に関わった生徒たちは現在、日本を支えたいと研究者、医師、官僚となっている。その研究資源を引き継ぐのが本プロジェクトである。研究もだが、自分に自信が持てない生徒たちに自信を与えることが、今回のプロジェクトの大きな目的である。

2 研究活動

2-1 参加生徒募集

ザベリオ地域活性化プロジェクト

温泉熱を利用して様々な魚種を養殖し、
会津に新しい魅力を作り出しませんか？



うなぎ **ひめさす**

温泉街で釣りをして、釣った魚が夕ご飯になったら、むくむくしませんか？

魚の排出物は肥料の原料です。それを活用して肥料を育てたら、エコと思いませんか？ **まだい**

温泉街の廃棄食料を魚の餌にできたら、食糧ロスを大幅に減らせると思いませんか？

この企画には、大きな可能性があるのです！

参加することで得られるもの

- ・ 生命科学に関する知識（魚のみならず、生命科学全般の知識がきます）
- ・ 経営に関する知識（商品企画・開発・販売・損益計算等も行っています）
- ・ 行動力（アイデアを形にできる人間になります）
- ・ ものづくりの技術（アルミ材などから、市販価格数百万の養殖装置を作製します）
- ・ SDGsの課題に貢献（魚類は健康問題と食料不足を解決する最適な食材です）
- ・ 大学進学の際にPRできる（これは目的ではなく結果として）
- ・ この会津を自分たちの力で元気にできる！
- ・ 新しい自分を発見できる たぶん

そして、学業への悪影響を最小

左のポスターを作成し参加者を募った。コロナ禍の中、やり場のない無力感を抱えていた生徒が多く集まった。その数100名近く。そして、このプロジェクトは始まった。

しかし、コロナの影響は大きかった。このプロジェクトは、福島高校の生徒たちとともに進めようと考えていたが、県内の生徒移動すら満足にできなかったため、福島高校生はリモートでの参加となった。



2-2 研究用水槽で実験スタート



福島高校で実験を行っていた時の水槽があり、それを会津に移動させ実験をスタートさせた。水槽の構造や配管の説明を生徒にした後、生徒たちが作り上げた。塩ビパイプには、給水側のVP管や排水側のVU管があり肉厚が異なることやパイプ同士の接着方法まで、これまた1からの指導となった。生徒が慣れるまでは水漏れなどの不備も見られたが、後半は業者程とはいかないが十分に使用に耐える作業を行ってくれた。

左の写真の黒い紐のようなものはウナギの稚魚である。生徒たちは毎日水質チェックを行い餌やりを続けた。以前福島高校で実験を行った時は、室内

の大型水槽を使ったため温度管理は容易であったが、学校のプール脇に設置した屋外水槽での温度管理は困難を極めた。会津若松は盆地で、夏の最高気温は優に35℃を超える。ウナギは多少の高水温に強いとは言え、猛暑日が続いた昨年は高水温による死鰻が増えた。さらに、養鰻業を悩ませるエドワジェラ症（パラコロ病）が発生した。鰻や鱈が発赤し、敗血症で死に至る。解剖すると、腎臓・肝臓に膿瘍や潰瘍が見られ、この病気の抗生物質はあるものの使用には厳密な規定があり容易には使えない。同じ水槽で飼っている場合、一度病気が発生すると大量感染に繋がる。養殖を産業化する上では最大の課題である。病原菌を持ち込まないことが大切であるが、早期の発見・早期の対処が重要であることを生徒たちは学んだ。

2-3 温泉街での養殖スタート



11月に、ついに温泉街での養殖実験を開始した。会津芦ノ牧温泉の廃旅館の使われていない浴槽を水槽代わりに使わせていただいた。温泉水の成分をチェックし問題ないことを確認し、以前の感染症の反省も踏まえ可能な限り機材は新調した。使わなければいけない機材は次亜塩素で消毒してから芦ノ牧温泉に持ちこんだ。それにも関わらず、まともや大量死を引き起こしてしまった。数匹での予備実験を忘れてしまったことは最大の反省点である。その後、念のために温泉水の水質検査を専門業者をお願いしたが、問題はなかった。稚魚を提供

してもらった業者からは、秋からの養鰻は業者でも難しく、個体品質も良くなかったかもしれないと言われた。ウナギの稚魚の大量死は、浴室に移して一週間後くらいから始まった。市内から20kmほど離れているため毎日の水槽確認はできていないものの、大きな変化はなかったものと思われる。稚魚は養鰻業者が鰻屋に送るのと同じ方法で送ってもらった。一つの可能性だが、この配送方法に問題があるのかもしれない。50L程度の袋に数百匹の稚魚が密になって送られてくる。気温にもよるが、ウナギの代謝で相当アンモニア濃度は上昇すると思われる。アンモニアは10ppmでも死に至らしめる急性毒でもあるが、神経障害を引き起こし慢性の障害も引き起こす。鰻屋であれば蒲焼になるので捌くまで生きていれば問題にならないが、今回のように引き続き飼育を続けるのであれば、神経障害は大きな問題となる。届いた日に温泉街に持っていき水槽に放したが、その時すでに元気がない状態であった。次年度は、ウナギの稚魚の輸送を配送業者をお願いするのではなく車で取りに行こうと考えている。仕入れ先が愛知県なので、車であれば6～7時間で会津まで運べる。教員にとってはなかなかの強行軍となるがやってみたい。

2-4 高压酸素治療実験



大量死の失敗で行き詰っていた時に思いついたのが高压酸素治療法である。病原細菌をどうやって殺すか。抗生物質は可能な限り使いたくない。とは言え、鰓や鰭などの末梢組織の壊死が進んで死んでしまうが、どうすればそれを防げるのか。消毒剤としてかつて使われていたオキシドール。これは過酸化水素が体内にあるカタラーゼによって分解され、高濃度の酸素が発生し、それが細菌にとって毒として働くので消毒として使える。生徒たちと話し合いながらそれらの情報を組み合わせて考え出したのが、人間でも行われている高压酸素治療法の魚類への応用だ。エドワジェラも細菌だ。高濃度の酸素に曝されれば死滅する可能性は高い。さらに、末梢組織の回復にも神経組織の回復にも有効な高压酸素治療はもしかしたら大きな可能性を秘めているかもしれない。現在、写真にある容器を購入したので、今後酸素ボンベと繋いで実験を開始したい

2-5 校舎内水槽設置



会津の地において、屋外的水槽では限界があった。今年の冬は例年になく雪が多く、一日で数十センチも積もってしまう。氷点下10℃ともなれば、水は完全に凍ってしまい、ポンプも止まり循環は止まる。代謝も低下するので酸素消費量は減るものの、それでも完全に氷で上部を塞がれ酸素供給が断たればウナギは持たない。そのような中、校長の許可を得て設置したのが左の屋内水槽である。500L程度ではあるものの、今後は温度管理を

行って飼育できるようになる。この配管も生徒がすべて行った。魚の飼育が生徒の目に触れる機会も格段に増えるはずである。それは、活動する生徒のモチベーションにも繋がる。そして、2台購入したのは、中学生と高校生で水槽を分けるためである。今年度、中学生の参加者もいたものの、次第に参加しなくなった。後に高校生に気を遣って混ざりにくかったという話を聞いた。普段同じ校舎内にいるとはいえ、やはり気を遣うところまで教員側が気を配れなかった。そこで、存分に実験ができるように水槽を分けた。わからなかったら先輩である高校生に聞くという環境ができれば、学校内に文化ができる。次年度は、そのようなことも念頭に実験を進めさせたい。

2-6 追加の実験計画

閉鎖型循環養殖の最大の課題は水質管理である。魚の出すアンモニアは猛毒で、小さな水槽であれば数時間と魚の命は持たない。そのため、水を循環させ硝化細菌によって比較的無害な硝酸まで酸化させなければならない。アンモニアの致死毒性は数ppmだが、硝酸の致死毒性は数百ppmである。とは言え、硝酸も1000ppm程度まで高まればメトヘモグロビン血症などで致死性の毒性を持つ。つまり、閉鎖系であれば最終的には窒素を取り除かなければ継続的な養殖はできない。一部の業者は脱窒細菌を用いて脱窒しているが、この細菌は嫌気性であるため循環経路にそのまま入れ込むことはできない。そこで注目されているのがアクアポニクスである。アンモニアや硝酸は植物の窒素肥料となるので、循環水を植物に回せば一挙両得となる。この研究は福島高校ではできなかったため、新しいテーマとして次年度挑戦したい。栽培作物としては、メロンを想定している。

3 まとめ

1年間の活動を終え、十分な成果は上げられていない。1からのスタートであったため、生徒は魚の生態も窒素循環の知識もなかった。水槽のオーバーフローの仕組みもわからない。当然である。しかし、だいぶ成長してきた。中学生もいるので、イオンの話から酸性や塩基性の話、徐々にレベルを上げて、アンモニアの毒性が酸性か塩基性で大きく変わるまで話した。アンモニアかアンモニウムイオンかで毒性が変わり、酸性か塩基性で平衡状態が変わるからだ。これを化学の授業で行っても生徒はあまり興味を持たない。自分の生活に関係ないからだ。しかし、自分たちが飼っている魚の命に関わるとなれば別である。理解できなかつた生徒は、説明が終わった後も聞きに来る。面白ければ、自分のためになれば、生徒たちは自ら学び始める。そんな機会を提供できていると思っている。まだまだ道半ばで、成功するかもわからない。それでも生徒たちに夢を持たせ、学ぶ楽しさを伝え続けていきたい。

謝 辞

一つの学校がこのような活動をしようと思っても、資金的な問題で実施することは簡単ではない。今回、中谷財団の助成を頂き、未完ではあるもののここまでたどり着くことができた。本プロジェクトは来年度も支援を頂ける。この機会を生かし、必ず温泉街での養殖プロジェクトを成功させたい。そして、中学生や高校生でも地域のために、世のために、相当なことができるという自信を与えたい。最終的に謝意は生徒の成長で返したい。

以上