

水産業の工業化を見据えた基礎研究2

浦和実業学園高等学校校
教諭 橋本 悟



1 はじめに

浦和実業学園高等学校生物部では、2010年より海産養殖魚の飼育指導を実施している。そのきっかけは、「家庭菜園を楽しむように養殖魚を育てたい」という生徒たちの夢を叶えるためであった。初めは、観賞魚の飼育方法を参考に飼育装置を用意したが、長期飼育には至らなかった。より良い飼育方法を模索していた頃、NPO法人日本養殖振興会代表の斉藤浩一氏と出会い、養殖魚飼育の技術を学ぶ機会を得た。それにより2013年3月には、育てたヒラメやクエを寿司にして試食会を開くに至った。育その後、近畿大学家戸敬太郎教授、北里大学高橋明義教授、東京海洋大学延藤真教授らによって指導を受けながら、水産業の工業化を見据えた研究へと発展させていった。これまでの主な研究成果としては、ヒラメ*Paralichthys olivaceus*の陸上養殖用飼育装置（ヒラメ生産工場）の開発やナマズ*Silurus asotus*の成長促進効果、マダイ*Pagrus major*の色揚げ効果などをあげることができる。今回は、それら成果を中心に報告する。

2 研究成果

2-1 ヒラメ生産工場の開発

高橋明義教授らは、マツカワガレイ*Barfin flounder*に緑色光を照射すると、冷温下における食欲増進および成長促進の効果があることを発見した。そこで、本校では、マツカワガレイに生態に近いヒラメを用いて実験を実施し、同様の効果を確認した。それを踏まえて、緑色光の照射条件（給仕10分前の点灯及び給仕開始直前の徐々に照度を落としての消灯）、飼育水槽の水深（10cm程度）、汽水での飼育（徐々に塩分濃度を低下させながらの飼育）など、陸上養殖に適した環境づくりに関する基礎研究を進め、2種類の装置の開発に至った。

I ヒラメ生産の工業化を想定した飼育装置

図1は、ヒラメ飼育の工業化を想定した装置である。装置の特徴は、比較的限られた空間内においてもヒラメの量産を可能とする点であり、薄型水槽を積み重ねる構造となっている。ライトには、テープライトを採用し各水槽の底裏面に設置することで装置全体の軽量化・コンパクト化・省エネルギー化を図った。

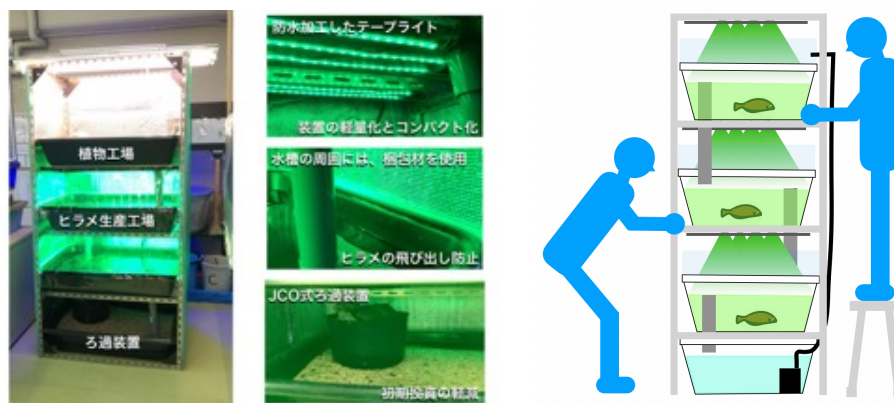


図1 ヒラメ飼育の工業化を想定した装置

II 生鮮食品コーナーへの導入を想定した飼育装置

スーパーの生鮮コーナーでは、パック詰めされたさまざまな生鮮魚介類が陳列されている。最近では、同じ魚種でもフルーツ魚など付加価値をつけた商品が登場してきている。こうした流れは、消費者の選択肢を広げ、魚食文化の維持発展に繋がるものと考えている。本校では、そうした選択肢の一つとして、より新鮮な商品を提供するための装置も考案した。図2に示した装置は、薄型水槽を階段状に配列し、消費者が希望する商品を確認しやすくすることを第一とした。



図2 商用を目的としたヒラメの飼育装置

2-2 光単一環境におけるマダイの色揚げ効果

マダイは、鮮やかな赤い体色と「めでたい」との語呂合わせから需要が多く、養殖も各地養殖場で盛んに行われている。しかし、養殖したマダイの体色は、褐変してしまうことが多い。そこで、マダイの褐変の防止と色揚げに関しては、様々な角度から研究が進められているが、本研究は、保護色の観点からこの問題解決に取り組んだ。そのため仮説は、「養殖マダイの体色の褐変の原因は、保護色発現の結果である」とした。

例えば、光の届かない深海では、多くの魚種の体色が白い傾向にある。これは、暗黒の世界では体色によって外敵から身を守る必要がないことを意味している。そして、やや浅い緑色光や青色光の届く水深15mまでの水域では、魚の体色は赤くなる傾向にある。これは、青色と緑色光を吸収し体色を黒くすることで、保護色とするためである。

マダイが、保護色として黒色を選択しなかった理由として、色素確保とエネルギーコストとの関係があるのではないかと推測している。すなわち、マダイの体表の赤色成分はアスタキサンチンで、甲殻類の摂取を通して体表面に蓄積する。それに対し、黒い色はメラニンで、チ

ロシンを前駆物質として生合成されたものである。2種の色成分を用いる場合、赤色色素を選択した方が経済的である。マダイが、赤色を呈するのはそのためである。

上記仮説を検証するために、図3に示すような赤・青の各光が単一に水槽内に届くよう水槽の周囲を各色のフィルターで覆う装置を考案した。装置内の水温は、25℃に調節した。給餌は、1日一回の手撒きとした。測定部位は、色が均一な尾びれの部分の色調を測定した。また、体色の評価についてはCMYKカラーモードの割合で示した。図4に示したマダイは、青色環境のもとで管理したものであり、鮮やかな赤色を呈している。しかし、赤色の発色状況においては、個体差が目立った。

今回の結果から、青色環境は、マダイ体色の褐変化を抑制するが、赤色の発色には、色揚げ用の飼料を与えることが望ましいという結論に至った。今後は、マダイに色揚げ用飼料を与えながら青色環境で管理し、赤色発色の安定度を確認する必要がある。

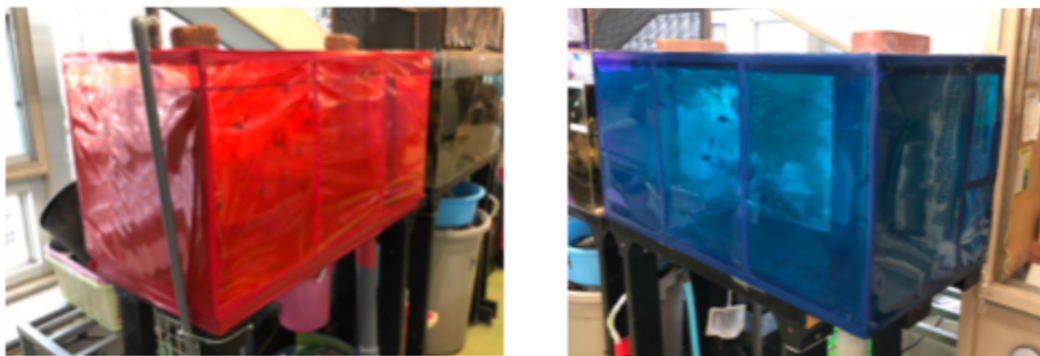


図3 マダイの飼育装置



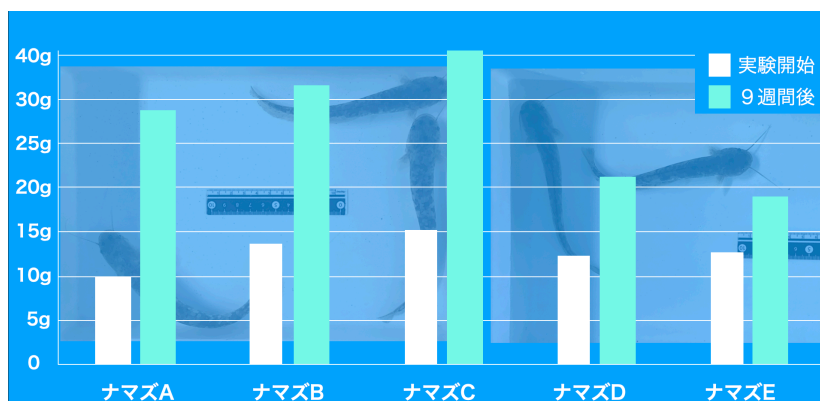
図4 青色環境で飼育したマダイ装置

2-3 酸素の微細気泡を用いたナマズの成長促進効果

酸素の微細気泡を用いた魚類の飼育では、用いない場合と比較して成長の促進効果が確認されたとの報告例が複数ある。本校で実施している緑色光照射による魚類の成長促進効果は、ヒラメやカレイに限定されるため、酸素の微細気泡を用いた魚類の飼育において、より多くの魚種において成長促進効果発揮が確認できれば、水産業の工業化に向けて加速することができる。よって今回は、本校が位置する埼玉県郷土料理での食材として活用されるナマズを用いて、酸素の微細気泡の効果を確認することとした。

酸素の微細気泡は、酸素発生装置とアスピレーターを繋ぐことで確保できた。その存在については、レーザー光線の照射による視覚的な確認を行った。また、溶存酸素の濃度については、ウインクラ法に準じた方法で確認した。

ナマズを用いた実験においては、酸素の微細気泡を与える水槽と与えない水槽を用意し、各々5個体のナマズを移して9週間飼育した。結果は、図5に示した。



ナマズA～C：酸素の微細気泡添加 ナマズD・E：酸素の微細気泡無添加

図5 酸素の微細気泡を用いたナマズの飼育

3 まとめ

- ・ヒラメの飼育では、これまでの基礎研究の結果をもとに生産を重視した飼育装置と商用目的で魚の状態を確認しやすい飼育装置を開発した。
- ・マダイは、青色環境で飼育すると褐変化を抑制できる。しかし、安定的に鮮やかな赤色を発色させるには、色揚げ用の飼料を与えることで、その効果を確認する必要がある。
- ・ナマズは、酸素の微細気泡を添加した水槽内では、成長促進の傾向を示した。

謝 辞

本教育活動を実施するにあたり、器具作成指導から実験材料の調達に携わってくださったNPO日本養殖振興会齊藤浩一代表、研究に関する基礎をご指導くださった北里大学高橋明義教授、水澤寛太准教授、魚類の飼育に関するご指導をくださった近畿大学家戸啓太郎教授、魚類の疾病予防についてご指導をくださった東京海洋大学の延藤真教授、本研究を進めるにあたり支援をしてくださった中谷医工計測技術振興財団に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 山野目健, 高橋明義 (2009) 光環境と魚類生理マツカワの無眼側黒化から成長促進へ, 比較内分泌学vol.35, No.133, 93-98
- 家戸啓太郎 (2021) マダイの科学, 朝倉書店, 21-25
- マイクロ養殖 論文<https://www.jstage.jst.go.jp/article/swsj/64/1/64_1_31/_pdf> (アクセス日: 2020/8/24 (アクセス日: 2020/8/24))