

平成 30 年度 学内研究助成金 研究報告書

研究種目	<input type="checkbox"/> 奨励研究助成金	<input type="checkbox"/> 研究成果刊行助成金
	<input checked="" type="checkbox"/> 21 世紀研究開発奨励金 (共同研究助成金)	<input type="checkbox"/> 21 世紀教育開発奨励金 (教育推進研究助成金)
研究課題名	動植物融合型の食糧・エネルギー生産モデルの開発	
研究者所属・氏名	研究代表者： 農学部水産学科 教授 石橋 泰典 共同研究者： 農学部バイオサイエンス学科 教授 重岡 成 農学部バイオサイエンス学科 教授 田茂井 政宏 農学部水産学科 教授 江口 充	

1. 研究目的・内容

近年、魚介類の閉鎖循環式陸上養殖、微細藻の大量培養、植物工場など、食料、再生エネルギーの工場製品型生産システムが次々と開発されるようになったが、収益性が未だに低く、生産システムの抜本的な効率化が課題になっている。上記 3 種の生産方式は、いずれも類似した水槽と環境制御技術を必要とするため、動植物融合型生産への発展とコストの削減が期待できる。30 年度は前年度に引き続き、まず、(1) アユ稚魚の閉鎖循環式陸上養殖に適した飼育水の塩分を調べた。また、(2) ニホンウナギ稚魚と数種野菜との融合型生産の影響を調べ、飼育に適切な葉菜類を見出すとともに、水質の分析を行って物質循環の様相を調べた。次に、(3)物質循環に関わる海洋細菌の群集構造の変化と微細藻類との関係を調べ、さらに、(4) ユーグレナの培養におけるニホンウナギ稚魚の養殖廃水(ウナギ育成水)の利用可能性を検討した。

2. 研究経過及び成果

(1) アユ稚魚の閉鎖循環式陸上養殖に適した飼育水の塩分

29 年度は、陸上養殖に適応しやすい高級海産魚のカワハギおよびウマヅラハギの稚魚を対象種とし、生産効率が優れる飼育水の塩分を調べた。30 年度は、同様にアユ稚魚について、飼育に適切な塩分を検討した。実験Ⅰ：淡水で飼育したアユ稚魚の血漿浸透圧を測定するとともに、30L 水槽に稚魚を収容し、塩分を 33 psu まで毎日 11 psu ずつ上昇して生残率を調べた。また、同じ稚魚を 9、13、22、28 および 34 psu の海水に直接移して翌日の生残率を求めた。その結果、血漿浸透圧は 330 ± 12.2 mOsm/kg で、11 psu 海水に相当することがわかった。淡水から段階的または直接、各種海水に移した魚の生残率は全て 100%であった。実験Ⅱ：500L 円錐底水槽にアユ稚魚を 20 尾ずつ収容し、循環ろ過方式で配合飼料を与えて 30 日間飼育した。試験区は 0、11 および 34 psu の 3 区を 2 重複ずつ設け、飼育成績等を比較した。0 および 11 psu 区の成長は 34 psu 区のそれよりも有意に優れた。一方、34 psu 区の血漿浸透圧は他の 2 区よりも有意に高くなった。0 および 11 psu 区のハンドリング耐性が 34 psu 区のそれよりも有意に高く、11 psu 区が最も高い値を示した。以上の結果、アユ稚魚は淡水と海水を自由に移して飼育できること、淡水から体浸透圧までの希釈海水塩分で成長の優れることが示唆された。

(2) ニホンウナギ稚魚と数種野菜との融合型生産(アクアポニックス)の検討

環境に優しく生産効率の優れた食料生産システムのモデルを開発するため、ニホンウナギと野菜のアクアポニックスにおける飼育環境条件を検討した。まず、ニホンウナギの飼育水で育つ野菜をスクリーニングするため、水耕栽培区とアクアポニックス区で 6 種葉菜類の生長を比較したところ、クウシンサイが最も優れ、アクアポニックスに利用しやすいと考えられた。次に、ニホンウナギとクウシンサイのアクアポニックス区、水耕栽培区および循環養殖区を 3 重複ずつ設け、40 日間の飼育成績および水質の影響を検討した。その結果、アクアポニックス区のリン酸および硝酸イオン濃度は循環養殖区のそれよりも有意に低くなり、水質の浄化に効果的に働いたが、クウシンサイの収穫量は水耕栽培区の方が 2~3 倍多くなった。そこで、クウシンサイ 20 株に対するニホンウナギの尾数を変化させ、42 日間飼育して最適なバイオマス比を検討した。その結果、両

種の適切な生物量比が推察され、アクアポニックスの優れたモデルになる可能性が示唆された。

(3) 物質循環に関わる海洋細菌の群集構造の変化と微細藻類との関係

海洋細菌は通常の沿岸海水中に 10^6 cells/mL 程度存在する。閉鎖循環式陸上水槽においても通常の沿岸海水と同程度の細菌が存在する。水質への影響が大きいのは細菌数もさることながら細菌群集構造の変化である。この細菌群集構造は微細藻類由来の有機物の影響を強く受ける。本年度はこの点を明らかにするために、沿岸海水中で微細藻類に応答して変化する細菌群の群集構造を、プロモデオキシウリジン (BrdU) 法で調べた。その結果、植物色素の Chl. a 濃度と正の相関があった細菌種は 9~14 種、2 か月後の調査で時差相関があった細菌種は 10~17 種であった。Chl. a 濃度と正の相関を示した細菌種は新鮮な光合成産物を好むグループであり、時差相関があった細菌種は微細藻類の死骸などを好むグループであることが考えられた。細菌群の違いにより微細藻類との関係が異なるという新規な知見は、陸上水槽の水質管理に役立つ。

(4) ウナギ稚魚養殖廃水を利用したユーグレナ培養

ウナギ稚魚の養殖において、窒素源を多く含む廃水が多量に生成される。この廃水をユーグレナ培養時の窒素源とすることが出来れば、廃水処理とユーグレナ培養コスト削減の両立が可能となる。そこで、ユーグレナの培養におけるウナギ稚魚養殖廃水(ウナギ育成水)の利用可能性を検討した。ウナギ育成水でユーグレナを培養した結果、ユーグレナの増殖が認められたが、独立栄養培地である Cramer-Myers (CM) 培地と比較すると、その細胞数は 1/10 以下であった。そこで次に、ユーグレナを 100 mL の CM 培地で一週間培養した後に、滅菌水もしくはウナギ育成水を一週間毎に 100 mL 添加して連続培養を行った。この操作を 5 回繰り返した結果、水添加区に比べて、ウナギ育成水添加区では約 1.5 倍の増殖が見られた。このことは、ウナギ育成水を利用することによって、ユーグレナの生産性を増大させるとともに、廃水を浄化できることが示唆された。

3. 本研究と関連した今後の研究計画

次年度以降は、(1) 内水面養殖生産量 1 位のニホンウナギ稚魚を用いて飼育に適切な塩分を検討し、既に実施したカワハギ、ウマズラハギおよびアユと比較して、閉鎖循環式陸上養殖に適正な塩分の飼育様式を考察する。(2) アユ稚魚と野菜のアクアポニックスにより、適切な野菜のスクリーニングを行う。また、融合型生産に適した様々な飼育条件を明確にする。(3) 海水中の物質循環に関わる細菌群の群集構造と活性の変化を明らかにし、それらの変化に影響を及ぼす環境要因との関係を解明する。(4) ウナギ育成水添加区の細胞は水添加区の細胞と比較して細胞数が増加していたものの、体積が小さくなっていた。現在、培養条件の異なる細胞から抽出した RNA を用いて RNAseq 解析を行っており、うなぎ育成水がユーグレナ細胞サイズ(細胞周期)に及ぼす影響を明らかにする。

4. 成果の発表等

発表機関名	種類(著書・雑誌・口頭)	発表年月日(予定を含む)
Asian-Pacific Aquaculture 2018	ポスター発表	平成 30 年 4 月 18 日
ユーグレナ研究会	ポスター・口頭発表	平成 30 年 11 月 24 日
平成 31 年度日本水産学会春季大会	ポスター発表	平成 31 年 3 月 27 日