

法人化に向けた魚類養殖業の構造改革促進事業－I

魚類養殖業への新技術の導入による生産性向上

西村 溪・辻 将治・宮崎優太

目的

魚類養殖における経営体の法人化と構造改革を推進して経営強化を図るため、これらの推進に必要な新技術(遺伝的改良による育種、抗病性の向上、飼料の低コスト化)の導入による養殖魚の生産性向上に取り組むことを目的とする。

方法

1 優良養殖魚選抜技術開発

県内で種苗生産から養殖までを一貫して実施しているマハタの育種に向けた取り組みとして、マイクロサテライト (MS) 遺伝子マーカーの開発を行った。令和3年度の試験で得られたマハタ全ゲノムから、4mer かつ 10～20 リピートの MS 遺伝子配列を抽出し、異なる染色体上に存在する 16 部位に対して、プライマーを設計した。雄 4 尾、雌 2 尾の親魚から作出した 1 対 1 交配家系のマハタ (8 系統、各系統 2 尾ずつ) および親魚から尾鰭を採取し、DNA を抽出した。抽出した DNA を鋳型として蛍光 PCR を行い、フラグメント解析に供した。得られたデータを GeneMapper (Thermo Fisher) で解析し、アリル数とアリル頻度を求めた。得られた MS マーカーの情報を排除法で処理して、1 対 1 交配家系のマハタの親子判定を実施した。

2 耐病性親魚の探索

令和4年度に生産されたマハタ種苗を対象に、ウイルス性神経壊死症 (VNN) ウイルス攻撃試験を実施した。ウイルス液は、VNN により死亡した病魚の脳を摩砕し、ライボビッツ L-15 培地で 100 倍希釈し、フィルターで濾過滅菌することで作製した。マハタ 1 歳魚 (平均体重 243.4 ± 67.0 g) を 200L 水槽 3 基に 20 尾ずつ収容し (合計 60 尾)、水温 26°C に馴致した。その後、ウイルス液を 100 倍希釈し、筋肉内に 0.1mL ずつ接種し、10 日後までの生残率を調べた。へい死・生残したすべての個体および令和4年度の種苗生産に使用した親魚から尾鰭を採取し、DNA を抽出した。抽出した DNA を Gras-Di 解析に供して、親子判定を実施した。

3 環境変化に対応した養殖マハタの安定生産

マハタにおけるウイルス性神経壊死症 (VNN) ワクチン予防効果の向上に向けて、令和4年度に続きショウガ粉末等を含む飼料の給餌による予防効果の再現性を検証

するとともに、さらなる抗病性向上を目的に、ショウガ粉末等に免疫反応増強効果を持つビタミン C・E を強化した飼料添加物について検討を行った。

養殖試験開始前の令和5年7月31日に、令和4年度産マハタ 1 歳魚 (平均体重 594g) に VNN ワクチンの追加接種を行い、8月4日に供試魚を 2.5m 角の海面網生簀 3 面にそれぞれ 118～119 尾ずつ収容して養殖試験を開始した。対照区、ショウガ粉末区 (ショウガ区)、ショウガ粉末+ビタミン C・E 区 (ショウガ C・E 区) の 3 試験区を設定し、飼料は、対照区はマダイ育成用 EP とし、対照区以外は、それぞれ同じ EP の表面にショウガ粉末あるいはショウガ粉末+ビタミン C・E を EP 重量の 0.4% ずつ展着した。また、ワクチン追加接種前の中和抗体価を把握するため、7月28日に 15 尾から採血を行った。このほか、県外の学術機関で養殖された令和4年度産マハタ 1 歳魚の中和抗体価の測定を行い、比較を行った。

4 養殖飼料コスト削減技術開発

魚粉の代替タンパク源として、嫌気発酵ユーグレナ残渣 (以下、ユーグレナ粉末、ユーグレナ) と昆虫粉末 (ミールワーム、新東亜交易) を検討した。マダイ 1 歳魚 (平均体重 1,118g) を 58 尾ずつ 3 区に分け、それぞれ 3m 角の海面生簀に収容し、対照区、ユーグレナ区 (飼料重量の約 2.5% をユーグレナ粉末で代替)、昆虫粉末区 (飼料重量の約 10% を昆虫粉末で代替) とした。試験飼料はモイストペレット (MP) とし、表 1 のとおりの配合組成で飼料を作成した。作成した飼料は、それぞれ一般成分分析を行った。これらの飼料を週に 3 回飽食給餌し、令和5年12月13日～令和6年3月13日まで飼育した。試験開始時、1カ月後、2カ月後及び終了時に各試験区の総魚体重を測定して飼育成績を算出した。試験終了時には各区から 4 尾ずつを無作為に取り上げ、尾部血管より注射器を用いて採血した。血液検査はヘマトクリット・血清リン脂質・総タンパク・総コレステロール・中性脂肪) を行った。

表 1. 各試験飼料の配合組成

試験区	対照区	ユーグレナ区	昆虫粉末区
配合組成 (kg)			
魚粉	25.0	22.5	15.0
昆虫粉末	0.0	0.0	10.0
ユーグレナ粉末	0.0	2.5	0.0
大豆油粕	15.0	15.0	15.0
コーングルテンミール	10.0	10.0	10.0
冷凍イワシ	40.0	40.0	40.0
アミエビ	5.0	5.0	5.0
金属・ビタミンミックス	1.0	1.0	1.0
水	3.0	3.0	3.0

結果及び考察

1 優良養殖魚選抜技術開発

フラグメント解析で得られた MS マーカーのアリル数とアリル頻度は、設計した 16 マーカーのうち、11 のマーカーで 5 つ以上のアリルがみられ、各マーカーのアリル数は 5~8 であり、アリル頻度は 0.023~0.500 であった。1 対 1 交配家系のマハタ (8 系統、各系統 2 尾ずつ) に対して親子判定を実施したところ、すべての個体で親魚を判定することができた。今後は、親子判定に用いるマーカー数の増加や、よりアリル数の高いマーカーを設計することで判定率を向上できると考えられる。

2 耐病性親魚の探索

攻撃試験に供した個体の親子判定と生残率を表 2 に示した。平均生残率は 28.3% であった。親魚 8485 と 6A55 に由来する個体の生残率はいずれも 50.0% であり、高い VNN 抵抗性を有すると考えられた。一方で、親魚 6872 および 7D41 に由来する個体の生残率は 0.0% および 7.1% であり、VNN 抵抗性が低いと考えられた。本試験の結果は、令和 4 年度に予備的に実施した攻撃試験と同様の傾向を示した。本試験で明らかになった耐病性の高い親魚を用いることで、VNN でのへい死が少ないマハタ種苗作出が期待される。

表 2. 攻撃試験に供した個体の親子判定と生残率

	個体数 (尾)	生残数 (尾)	生残率 (%)	
雌親	3437	9	33.3	
	0709	14	14.3	
	1680	16	37.5	
	8485	8	50.0	
	1324	3	33.3	
	9661	0	0.0	
	4496	10	10.0	
	6872	2	0.0	
	326A	5	40.0	
	7D3B	17	6	35.3
雄親	7C7E	14	4	28.6
	6A55	8	4	50.0
	7D41	14	1	7.1

3 環境変化に対応した養殖マハタの安定生産

8 月 15 日に和歌山県潮岬付近に上陸した台風 7 号の接近に伴う波浪により、全てのマハタ試験魚が海面生簀と共に流失・死亡したため試験を中止した。7 月 28 日に採

血した、ワクチン追加接種前の中和抗体価は、33.6~190.3 の値を示した。

県外の学術機関で養殖されていたマハタ 1 歳魚の中和抗体価は、8 月 2 日で 113.1~1,280.0、10 月 3 日で 47.6~905.1 の値を示し、令和 6 年 1 月 19 日に県外の学術機関から尾鷲湾内に移送した後の 2 月 13 日で 67.3~905.1 の値を示した。

本年度は、台風により県内のマハタ試験魚が死亡したため詳細な比較は困難であるが、三重県で生産された同じマハタ 1 歳魚であっても、県内と県外で飼育されたマハタで中和抗体価の値が異なることから、マハタが飼育される環境 (海況、飼育密度・飼料、VNN 以外の疾病の有無など) が中和抗体価の値に影響を及ぼす可能性が考えられた。

4 養殖飼料コスト削減技術開発

各試験区の飼育成績、血液検査結果を表 3、表 4 に示す。増肉係数、増重率はいずれの時期も、対照区で最も成績が優れた。ユーグレナ区と昆虫区で成長が劣った理由は定かではないが、飼料の一般成分分析の結果について、粗脂肪や粗タンパクの数値に大きな差はなかったことから、アミノ酸組成の問題や、何らかの成長阻害物質の関与が考えられた。特に昆虫区では、血液検査における中性脂肪、リン脂質、総コレステロールの値が対照区と比べて低くなっていることから、用いた昆虫粉末が生理代謝に何らかの影響を与えていたものと考えられる。

今回の試験では、過去に検討された魚粉の代替タンパクとして、さらに含有率を高めて使用する方法を検討したが、成長への悪影響が懸念される結果となった。

より低含有率の飼料組成では、ユーグレナ粉末・昆虫粉末ともに良好な結果が得られていたため、これらの原料については低含有率での使用が好ましいと考えられる。

表 3. 飼育成績

試験区	対照区	ユーグレナ区	昆虫区
ヘマトクリット値 (%)	33.6	34.5	32.4
血清リン脂質 (mg/dL)	868	822	566
血清総タンパク (g/dL)	4.7	4.5	4.4
総コレステロール (mg/dL)	248.0	241.3	178.3
中性脂肪 (mg/dL)	227.0	199.0	133.0

表 4. 血液検査結果

試験区	対照区	ユーグレナ区	昆虫区	
開始時の平均体重 (kg)	1.133	1.117	1.104	
34日間飼育 (12月13日~1月15日)	平均体重 (kg)	1.261	1.235	1.212
	日間給餌率 (%)	0.65	0.70	0.70
	補正増重率 (%)	11.32	10.34	9.80
	増肉係数	2.07	2.41	2.55
63日間飼育 (12月13日~2月13日)	平均体重 (kg)	1.366	1.314	1.278
	日間給餌率 (%)	1.04	1.04	1.01
	補正増重率 (%)	20.59	17.33	15.81
	増肉係数	3.52	4.10	4.35
92日間飼育 (12月21日~3月13日)	平均体重 (kg)	1.509	1.421	1.397
	日間給餌率 (%)	1.26	1.24	1.18
	補正増重率 (%)	33.22	26.75	26.54
	増肉係数	4.08	4.84	4.64