

# 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・宮本敦史・井上美佐・宮崎優太

### 目的

魅力ある「持続可能なもうかる水産業」への構造改革に挑戦し、養殖技術の改善を通じた魚類養殖の生産性向上を図ることで地域水産業の活性化につなげる。

### 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について、育種に向けた取り組みを行った。

2011年度および2014年度に三重県尾鷲栽培漁業センターで生産したマハタ幼魚（2011年度：56尾、2014年度：31尾）とその親魚（2011年度：雌6尾・雄6尾、2014年度：雌8尾・雄8尾）に対して、親子判別を実施した。なお、2011年度の生産に使用した雄親8尾のうち2尾は既に死亡していたため、生残している6尾のみを解析に用いた。保有している親魚とその幼魚（計115尾）のヒレから抽出したDNAをGRAS-Di法に供し、取得したアンプリコンを排除法で解析し、ジェノタイプ不一致%が0.2以下のものを親子と判別した。

#### 2 環境変化に対応した養殖マハタの安定生産

近年、夏季の高水温期が長期化する年が多くなっている。養殖魚の飼育適正水温を上回る高水温期の長期化は、魚病被害の増加をもたらすことが懸念される。マハタ養殖では、高水温期にウイルス性神経壊死症(VNN)が多発し、大きな被害をもたらしてきたが、2012年に不活化ワクチン（日生研株式会社製、オーシャンテクトVNN,）が実用化されて以降、被害は大きく減少した。しかし、夏季の高水温が顕著な年にはワクチン接種済みの種苗でもVNNの被害が増加してきたことから、一部の養殖業者が5～6月頃に1歳魚に対しワクチンの追加接種を行い、被害の軽減につながった事例がみられた。2021年は、追加接種の有無が夏季のマハタの死亡率および中和抗体価に与える影響を調査し、追加接種の有効性を実証した。今年度は、予防効果のさらなる向上を求め、飼料添加物の違いが死亡率および中和抗体価に与える影響を調査した。

尾鷲水産研究室の試験魚飼育用筏で飼育するマハタ1歳魚300尾を6月24日に2生簀に等分し、それぞれ対照区、添加区とした。6月27日から対照区にはマダイ

育成用EPを、添加区にはショウガ粉末等を含む粉末飼料をEP重量の0.4%の割合で展着させたものをそれぞれ週3回、飽食給餌させた。7月7日に両区にVNNワクチンの追加接種を行い、以降、12月下旬までの死亡率を求めた。また、ワクチン追加接種前の6月24日に15尾、追加接種1ヶ月後の8月8日、VNN流行直前の9月22日に両区からそれぞれ15尾ずつ採血し、VNNの中和抗体価を測定した。

このほか、県内のマハタ養殖業者が飼育するマハタ1歳魚のワクチン追加接種状況および死亡状況について聞き取りを行った。

#### 3 養殖飼料コスト削減技術開発

生産コストの削減に有効な魚粉の代替タンパク源のひとつとして、嫌気発酵させた微細藻類（ユーグレナ）の脱脂残渣を取り上げ、飼料中の魚粉の一部をこれと置き換えた飼料が、養殖マダイの成長や健康状態に与える影響を検討した。

平均体重約700gのマダイ1歳魚を41尾ずつ3区に分け、それぞれ3m角の海面網生簀に収容し、対照区（ユーグレナ0%）、ユーグレナ5%区（魚粉の5%をユーグレナ脱脂残渣で代替）、ユーグレナ10%区（魚粉の10%を5%と同様に代替）とした。試験飼料はモイストペレット（MP）とし、材料の配合割合は表1のとおりとした。なお、ユーグレナ脱脂残渣は株式会社ユーグレナより提供されたものを用いた。これらの飼料を週に3回飽食給餌し、2022年10月21日～2023年1月30日の101日間飼育した。

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。その後活けメシ、氷海水に浸漬したうえで研究室に持ち帰り、個体別に詳細な計測を行った。血液検査はヘマトクリット・血漿リン脂質・総タンパク・総コレステロール・中性脂肪を行った。魚体は丸のまま計測後も氷海水に浸漬し、取り上げ4時間後と22時間後に図1に示した部位を色差計（日本電飾工業社製ColorChecker NR-11）を用い、輝点を避けて測定した。また、研究室内で各区の食味試験、身質の評価を行った。

表 1. 試験飼料の配合割合と一般成分

試験区	対照	ユーグレナ5%	ユーグレナ10%
配合組成			
魚粉	40.00	38.00	36.00
ユーグレナ粉末	0.00	2.00	4.00
アミエビ	16.00	16.00	16.00
コーングルテンミール	5.00	5.20	5.60
大豆油粕	15.00	15.90	16.80
小麦粉	5.00	5.00	5.00
フィードオイル	5.00	5.20	5.40
金属・ビタミンミックス	2.00	2.00	2.00
米ぬか(セルロース)	10.00	8.70	7.20
一般成分 (dry)			
粗タンパク	53.6	54.1	51.5
粗脂肪	10.7	10.9	12.7
粗繊維	1.6	1.6	1.7
粗灰分	14.4	13.8	13.8

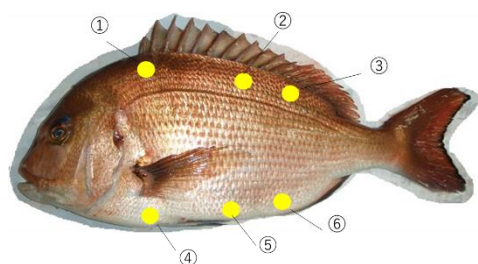


図 1. 色差測定部位

## 結果及び考察

### 1 優良養殖魚選抜技術開発

親魚が特定された幼魚の割合は 2011 年度で 60.7%、2014 年度で 100%であった。家系構成は 2011 年度で 11 家系 (表 2)、2014 年度で 14 家系 (表 3) から構成されていた。最小個体数および最大個体数は 2011 年度で 1 および 11、2014 年度で 1 および 6 であった。生産に使用したすべての親魚を用いた 2014 年度の解析では、すべての幼魚の親子判別が可能であったことから、2011 年度に生産されたうち親魚を特定できなかった 39.3%は既に死亡した雄親の幼魚である可能性がある。今後、親魚判別技術を活用して、マハタ育種を進めていく。

表 2. マハタ 2011 年度生産魚での親子判別

	雄親						合計
	1	2	3	4	5	6	
雌親	1	0	0	2	0	0	2
	2	0	0	5	0	1	6
	3	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	1	0	0	1
	5	1	0	11	1	3	16
	6	0	0	7	1	1	9

表 3. マハタ 2014 年度生産魚での親子判別

	雄親								合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	
雌親	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	1	0	2	0	1	0	4	8
	3	0	0	1	2	6	0	3	13
	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	5	0	1	6
	6	1	0	0	0	2	0	0	3
	7	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	1	0	0	1

### 2 環境変化に対応した養殖マハタの安定生産

ワクチン追加接種後のマハタは、両区とも 9 月下旬から 11 月上旬にかけて死亡し、死亡率は対照区 13%、添加区 7%であった。死亡魚の多くは転覆浮上遊泳をしており、腐敗した一部の個体を除く死亡魚について、PCR 検査をしたところ VNN 陽性であったことから、主な死因は VNN によるものと考えられる。

中和抗体価は、対照区では追加接種 1 ヶ月後には接種前よりも高い値となり、VNN 流行直前にはさらに上昇し、追加接種前より有意に高い値となった

( $p < 0.05$ ,  $t$ -test)。添加区では追加接種 1 ヶ月後には接種前より有意に高い値となり ( $p < 0.01$ )、追加接種 1 ヶ月後の対照区と比べても有意に高かった ( $p < 0.05$ )。VNN 流行直前にはさらに値は上昇し、有意差は認められないものの対照区より高い値を維持した。以上より、飼料組成を変えることで VNN ワクチン追加接種の効果を向上させ、VNN による死亡率を軽減できる可能性が示唆された。

県内のマハタ養殖業者のワクチン追加接種状況を調査したところ、少量を導入した 1 件を除く全ての経営体が追加接種を実施していた。死亡率の聞き取りでは、20~40%程度の範囲であり、前年より高い傾向にあった。2021 年は 8 月に 3 週間程度水温低下があり、高水温の期間が短かった一方、2022 年は 27°C を超える高水温が 2 か月程度継続しており、高水温によるストレスが影響した可能性が考えられる。

### 3 養殖飼料コスト削減技術開発

各区のマダイの飼育成績を表 4 に示す。試験期間中の水深 2m 層の水温は 15.0~25.0°C (平均 20.0°C) で推移し、疾病発生や死亡魚はなかった。またユーグレナ添加区の日間給餌率は対照区と遜色なく、嗜好性には問題がないと考えられた。日間増重率及び増肉係数は、飼育 1 か月後まではユーグレナ 10% 区で優れていたが、その後はユーグレナ 5% 区で最も良好となり、ユーグレナ 10% 区では飼育 2 か月後以降悪化した。しかし、個別計測において各区とも肥満度、生殖腺重量指数、肝臓重量指数ともに通常の範囲であり、内臓所見にも異常は認めら

れなかった。血液検査の結果、いずれの項目も試験区間で差は認められなかった。

取り上げ4時間後の色差ではユーグレナ10%区の背側(測定箇所①②③)において、a\*値及びb\*値で赤及び黄が強い傾向が認められた。なおL\*値と22時間後では、いずれの箇所も差は認められなかった。試験終了翌日、各区の試験魚を刺身の状態にし、食味検査(におい・色・味・歯ごたえの4項目)をブラインド試験で行ったところ、7名中5名がユーグレナ10%区を最も美味しいと評価した。ユーグレナ10%および5%区は「におい」と「味」の項目において対照区よりも評価が高かった。

ユーグレナ10%区の成長が試験開始直後は非常に良好でその後悪化した原因は不明であるが、給餌中の摂餌活性は試験1か月後以降、やや鈍い傾向があった。ユーグレナ10%区の試験飼料は粗脂肪がやや高く、粗タンパクは低かったことから、試験開始時の水温あるいは成長段階にその組成が適合していた可能性がある。同時にユーグレナ5%区が最終的に最も優れていた理由もはっきりしないが、本試験期間の水温、魚の代謝や成長の状態と餌のエネルギー含有量及び嗜好性のバランスがうまく取れていたと考えられる。水温帯や成長段階が試験結果に影響することから、条件に対応した配合割合などを調査する必要がある。

表4. 飼育成績

試験区	対照	ユーグレナ5%	ユーグレナ10%
(試験1か月目) R4. 10. 21-R4. 11. 21			
平均体重(kg)			
開始時	0.78	0.76	0.79
終了時	0.93	0.94	0.98
増重率(%)	19.06	23.23	24.37
日間成長率(%)	0.58	0.69	0.72
日間給餌率(%)	1.02	1.00	1.01
増肉係数	1.76	1.44	1.40
死亡率(%)	0.0	0.0	0.0
(試験2か月目) R4. 11. 21-R4. 12. 19			
平均体重(kg)			
開始時	0.93	0.94	0.98
終了時	1.09	1.13	1.11
増重率(%)	18.06	20.31	13.63
日間成長率(%)	0.59	0.66	0.46
日間給餌率(%)	1.12	1.05	1.10
増肉係数	1.91	1.59	2.42
死亡率(%)	0.0	0.0	0.0
(試験3か月目) R4. 12. 19-R5. 1. 30			
平均体重(kg)			
開始時	1.09	1.13	1.11
終了時	1.32	1.36	1.28
増重率(%)	20.86	20.48	15.28
日間成長率(%)	0.45	0.44	0.34
日間給餌率(%)	0.83	0.79	0.86
増肉係数	1.85	1.78	2.53
死亡率(%)	0.0	0.0	0.0
(通期) R4. 10. 21-R5. 1. 30			
平均体重(kg)			
開始時	0.78	0.76	0.79
終了時	1.32	1.36	1.28
増重率(%)	69.87	78.61	62.91
日間成長率(%)	0.51	0.56	0.47
日間給餌率(%)	0.95	0.90	0.98
増肉係数	1.84	1.62	2.06
死亡率(%)	0.0	0.0	0.0

※給餌量は乾燥重量換算して計算