

# 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

稲葉 駿・宮本敦史・小林智彦

### 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、育種に向けた基礎的なデータ集積を行った。

最初に、全ゲノム配列獲得のため、マハタ1尾からDNAを抽出し、次世代シーケンス解析に用いるためのライブラリーを作成した。その後、ロングリードシーケンサーを用いてシーケンスを実施した。得られたリードをアセンブルし、ドラフトゲノム配列（コンティグ配列）を取得した。次に、得られたドラフトゲノムの利用性を高めるため、データベースに公開されている近縁種（クエ）の染色体配列を活用し、配列のスキマホールディングを実施した。

また、マハタ親魚の多型解析のため、保有している親魚とその子供等（計232尾）のヒレから抽出したDNAをGRAS-Di法に供し、GRAS-Di解析ソフトウェアにより解析した。

#### 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1歳魚に対し5-6月頃に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。そこで、県内A、Bの2漁場で養殖されるマハタ1歳魚を対象に、ワクチン追加接種の有無がVNNによる死亡率および中和抗体価に与える影響を追跡した。漁場Aでは2業者がマハタを養殖しており、1業者が5月に追加接種を実施し、残る1業者は追加接種を実施してい

ない漁場である。それぞれの業者のマハタを追加接種区、対照区とした。漁場Bは尾鷲水産研究室の試験魚飼育用筏が4台あるのみで、この筏で飼育していたマハタ400尾のうち200尾に対し6月にワクチンの追加接種を行い、残り200尾は追加接種を行わず、それぞれ追加接種区、対照区として飼育した。

中和抗体価の測定はワクチン追加接種直前の5月、接種から3週間が経過し、ワクチンにより免疫が付与された6-7月、VNN流行初期の9月に実施した。漁場Bではこれに加えてVNN流行終息期の12月にも測定を行った。死亡状況の聞き取りは9月以降、12月まで概ね月に1回の頻度で実施した。

#### 3 養殖飼料コスト削減技術開発

近年、養殖飼料に用いる魚粉価格が上昇しており、魚類養殖に係るコストのうち約7割を占める飼料価格が上昇している。そこで、魚粉に代わるタンパク源として昆虫由来の粉末を用いた飼育試験を実施し、代替の可能性を調査した。

試験にはモイストペレットを用い、魚粉代替として昆虫粉末を10%添加した昆虫飼料と未添加の通常飼料を作製した。マダイ（2年魚：42尾）への給餌試験を夏季（R3年6月21～8月31日）及び冬季（R3年12月21日～R4年2月21日）に実施した。各区中間（試験開始1月後）及び最終サンプリングし、魚体重の測定、魚肉の一般成分分析（水分、粗たんぱく質、粗脂肪、粗灰分）及び官能検査（食味試験）を実施した。

なお、昆虫粉末には、市販されているゴミムシダマシ科の甲虫の幼虫であるミルワームの粉末を用いた（表1）。

表1. 昆虫粉末の一般成分（新東亜交易（株）より提供）

分析試験項目	結果
水分	7.8%
粗たんぱく質	71.3%
粗脂肪	4.3%
粗繊維	2.4%
粗灰分	7.2%

窒素・たんぱく質換算計数:6.25

## 結果及び考察

### 1 優良養殖魚選抜技術開発

全ゲノムのシーケンス解析の結果、845個のコンティグ（総塩基長約1.1 Gbp）が得られた。近縁種のクエと近い長さであった。さらに、クエ染色体配列を用いてスキマホールディングした結果、845個のコンティグのうち601個を24本の配列（クエ染色体数：24本）へとアライメントすることができた。

GRAS-Di法に供し、シーケンスデータを解析した結果、サンプル間で増幅の違いがみられたアンプリコンは57,638個であった。今後、これらのデータを活用し、マハタ育種を進めていく。

### 2 環境変化に対応した養殖マハタの安定生産

漁場AにおけるVNNによる死亡率は、追加接種を行った業者のマハタは1日あたり数尾の死亡で推移し、VNNが概ね終息した12月までの累計死亡率が2-3%にとどまった一方、追加接種を行わなかった業者のマハタは9月上旬に1日あたり数尾の死亡にはじまり、9月下旬以降徐々に増加し、ピークとなった11月には1日あたり100尾ほどの死亡となった。VNN終息までの累計死亡率は40%程度にまで達した。中和抗体価の幾何平均値は、追加接種前の5月時点では両者の間に有意差はみられなかったが、6月及び9月時点では、追加接種を行った業者のマハタで有意に高くなった。

漁場BにおけるVNNによる死亡率は、追加接種区3.5%に対し対照区は6%と、追加接種区の方が少なかった。追加接種区の中和抗体価の幾何平均値は、追加接種後3週間が経過した7月には対照区及び追加接種前の5月に比べ有意に高くなった。9月及び12月の時点でも追加接種区の中和抗体価は対照区に比べ有意に高く維持された。

以上より、VNN不活化ワクチンを追加接種することで、中和抗体価が上昇し、死亡率も軽減できるものと考えられた。漁場Aでは追加接種の有無で死亡率に大きな差が生じた一方、漁場Bでは大きな差がみられなかった理由としては、漁場Bはマハタの飼育尾数が漁場Aに比べかなり少なく、環境水中のVNN原因ウイルス濃度が低かった可能性などが考えられる。

### 3 養殖飼料コスト削減技術開発

魚体重測定の結果、夏季及び冬季ともに魚体重の増加に有意差はみられなかった（夏季：表2、冬季：表3）。

表2. 夏季試験における各区の魚体重

体重(g)	試験開始時	中間測定時	最終測定時
昆虫飼料区	829	916	994
通常飼料区	820	878	968

表3. 冬季試験における各区の魚体重

体重(g)	試験開始時	中間測定時	最終測定時
昆虫飼料区	1,513	1,595	1,680
通常飼料区	1,473	1,560	1,664

各試験区における魚肉の一般成分分析の結果、昆虫飼料区及び通常飼料区ともに有意差はみられなかった（表4）。

表4. 各試験区における魚肉の一般成分分析

試験区	測定	水分	粗たんぱく	粗脂肪	粗灰分
【夏季試験】 昆虫飼料区	開始時	70.0	22.3	5.9	1.7
	中間	71.4	22.0	4.7	1.6
	最終	71.0	21.2	5.0	1.6
通常飼料区	中間	72.6	21.2	3.7	1.7
	最終	71.8	20.8	5.1	1.6
【冬季試験】 昆虫飼料区	開始時	71.7	21.9	4.6	1.8
	中間	72.2	21.5	4.3	2.0
	最終	70.5	21.9	5.7	2.0
通常飼料区	中間	71.5	21.8	4.9	1.7
	最終	70.0	22.6	5.5	1.9

官能試験（食味試験）では「血合肉の鮮やかさ」、「身の透明感」、「歯ごたえ」、「旨味」、「脂の乗り」、「生臭さ」を「+2」から「-2」までの5段階で評価した。昆虫飼料区通常飼料区の間で有意差はなかった（表5）。

表5. 官能試験における各区の平均点（-2～2）

	血合肉の 鮮やかさ	身の 透明感	歯ごたえ	うま味	脂ののり	生臭さ
昆虫飼料区	0.43	0.86	0.71	-0.43	-0.71	-0.57
通常飼料区	1.14	0.14	0.43	0.00	0.14	0.14

以上のことから、魚粉代替として昆虫粉末が使用できることが示された。令和3年度末時点の魚粉価格が200円/kgを超えているのに対して、昆虫粉末は160円/kg（電話での聞き取り）であり、昆虫粉末を使用することで養殖飼料のコスト削減が可能であると考えられた。