

No.51 令和5年2月

水産研究所だより



三重県水産研究所 



放流指導の様子



黒ノリ養殖漁場



餌を食べる養殖マダイ

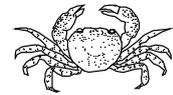
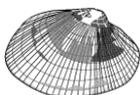


みえスマート水産業研究会シンポジウム

ニュース

～ 目次 ～

みえスマート水産業研究会シンポジウムを開催	1
現場レポート	
水産高校生にアワビ種苗放流の指導を行いました	2
研究成果情報	
三重県の黒ノリ漁場における栄養塩環境	3
吟醸造りの酒粕を用いたマダイの飼育試験	6
旬のおさかな情報	
ヒラメ	9



ニュース

みえスマート水産業研究会シンポジウムを開催

企画・水産利用研究課 阿部文彦

三重県では、産学官（漁業者、水産関係団体、大学等高等教育機関、県）で構成する「みえスマート水産業研究会」を令和3年1月に設立し、県内におけるスマート水産業の社会実装に向けた協議などに取り組んでいます。

その取組の一つとして、最新技術や先進事例の情報共有を目的に、令和5年1月27日（金）に三重県伊勢庁舎にて、『みえスマート水産業研究会シンポジウム』（図1）を開催しました（対面・オンライン併用）。シンポジウムには、漁業者をはじめ関係者71名が参加し、基調講演1題と県内における水産業のスマート化に関する取組の5題の報告、総合討論が行われました（図2）。

＜基調講演＞ロボセンの研究開発とその適用事例、養殖場における餌補給船-ロボット漁船-の研究開発
（大阪公立大学大学院 工学研究科 准教授 二瓶 泰範氏）
＜講演＞

- (1) 新たな藻類養殖支援システムの構築に向けた取組（三重県水産研究所 岩出 将英氏）
- (2) スマート技術を活用した真珠養殖漁場の環境情報提供
（三重県水産研究所 奥村 宏征氏）
- (3) 県内の魚類養殖における ICT 導入状況について（三重県水産研究所 井上 美佐氏）
- (4) 浮魚礁におけるドローン類の活用（三重県水産研究所 丸山 拓也氏）
- (5) ドローンによる藻場の見える化（三重県水産研究所 永田 健氏）

総合討論では、ICT ブイなどによって漁場環境の現状を知ることに加え予測をしていくことの必要性や継続している黒潮大蛇行の影響をどうとらえるか、点であるデータを共有していくことでさらに大きなことが見えてくるのではないかと、スマート化を通じて地域の活性化が必要などの意見交換が行われました。

水産研究所では、引き続き、県内外における優れた先端技術に関する情報の収集及び共有やスマート水産業の社会実装に向けた協議を行い、水産業のスマート化を推進することで、漁業者の所得向上や新規就業者の定着につなげることを目指して取り組んでいきます。



図1. シンポジウムのチラシ



図2. シンポジウムの様子

現場レポート

水産高校生にアワビ種苗放流の指導を行いました

沿岸資源増殖研究課 田中翔稀

2022年11月22日に志摩市和具で県立水産高校の生徒13名と地元の海女ら5名によってアワビ種苗の放流が行われました。放流に先立ち、当研究所からアワビ種苗放流マニュアルを用いて放流方法や注意点などを指導しました（図1）。

三重県では1980年ごろからアワビの種苗放流を行っており、放流した種苗が成長して漁獲される割合（再捕率）は1.4～15.8%と様々です。再捕率は、放流場所や放流する年度によって異なるほか、外敵による食害も関係していると考えられています。食害による減耗は放流後1か月程度までに多く、主にヒトデや魚が食害生物として考えられます（図2）。食害を防ぐためには、放流の際、①場所、②方法、③一か所に放流するアワビの数に気を付けることが必要です。①については、水深2～5mと浅く、30cm以上の転石があって隠れる隙間の多い場所が適しています。②については、以前は船上からバラマキ放流されていました。しかし、この方法ではアワビは肉の部分を上にして落下するため、海底についた直後に魚類等に食害される危険が高くなります。このため、現在は潜水により種苗を岩陰に置くように放流しています。また、③については、一か所に集中して放流してしまうと食害生物に見つかった場合、一度に大量の種苗が食べられる可能性があります。そこで、一か所あたり数個体に留めて広い範囲に放流することを指導しています。

以上の点を説明した後、生徒と海女らは潜水によって殻長約2.5cmのアワビ9,000個を放流しました。三重県では殻長10.6cm以上のアワビが漁獲サイズとされており、今回放流された個体はおよそ3年かけて漁獲サイズにまで成長すると思われます。近年、アワビの漁獲量は減少しており、特に志摩市において著しく減少しています。海女によるアワビ漁は厳しい状況にあります。こうした状況の中、放流を継続することでアワビ資源を少しでも多く維持する一助として、当研究所は引き続き適切な放流指導を行っていきます。



図1. 放流指導を行う様子



図2. 放流1週間後のへい死殻
（食害により殻が割れている）

研究成果情報

三重県の黒ノリ漁場における栄養塩環境

鈴鹿水産研究室 岩出将英

1. はじめに

ノリ養殖の安定生産を阻害する代表的な要因として、高水温化、色落ち、食害などが挙げられます。近年では海水中の栄養塩欠乏によって発生する色落ちが顕著となっています。伊勢湾西岸（三重県）のノリ漁場における栄養環境と生産状況について整理したので報告します。

2. 伊勢湾西岸ノリ漁場における栄養環境と生産性

伊勢湾西岸のノリ漁場を湾奥から湾口にかけて4地区（桑名、鈴鹿、伊勢、鳥羽）に分け、地区ごとの栄養環境と生産性の関係について整理しました。図1に、ノリ養殖期間（10月から翌3月）における地区ごとの栄養塩の長期変動について示します（三重県黒のり漁場栄養塩調査）。グラフ内では、①1986～1995年度（伊勢湾表層のDIN濃度が高かった時期）、②2004～2008年度（第5次水質総量規制で規制対象に窒素およびリンが追加された時期）、③2018～2021年度（直近の時期）の3期における変動について示しています。

DINは①期において、全ての地区で漁期通じて、ノリ葉体の色調保持に必要な濃度である100 $\mu\text{g/L}$ 以上であり、湾奥の桑名で一番高く、湾口に向かって低くなる傾向がみられました。②期では、桑名で①期と同程度であったものの、他の3地区では大幅に減少していました。鈴鹿と伊勢では100 $\mu\text{g/L}$ を下回る月も出現し、鳥羽では漁期通じて100 $\mu\text{g/L}$ を下回っていました。③期では湾奥で大幅な減少がみられ、他の3地区では②期に比べて微減しており、鈴鹿、伊勢では10月以外の全ての月で100 $\mu\text{g/L}$ より低い値となっていました。これらのことから、漁場のDINは、特に湾口に近い伊勢および鳥羽での減少が顕著であり、近年の湾口に近い漁場の水質はノリ養殖に適切なレベルを下回っていると推察されました。

次に、直近10年間（2012～2021年度）の地区別の生産状況を図2に示しました。2018年度に湾奥の桑名と湾口の鳥羽において生産性（経営体あたりの生産枚数）が顕著に減少

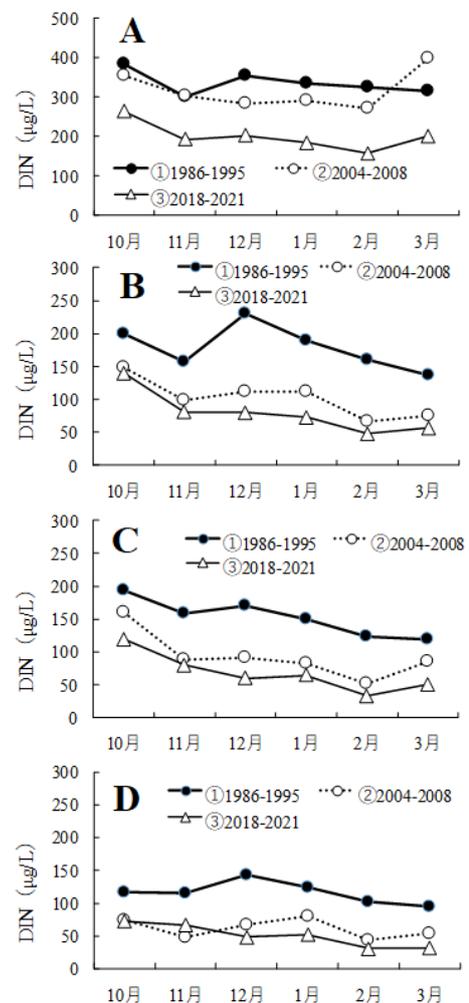


図1. 地区別漁場のDINの推移。
(A: 桑名, B: 鈴鹿, C: 伊勢, D: 鳥羽)

していました。桑名では既に2012年度ごろから生産性の低下傾向がみられています。桑名は漁期通じてDINが100 μ g/L以上であることから、当該地区の生産性の低下は栄養環境以外の要因によるものと考えられます。一方、鳥羽では2021年度にも生産性が大きく低下していますが、これは生産の最盛期にあたる1、2月の記録的な少雨と、漁場で長期発生した珪藻リゾソレニア属が色落ちの主原因でした。

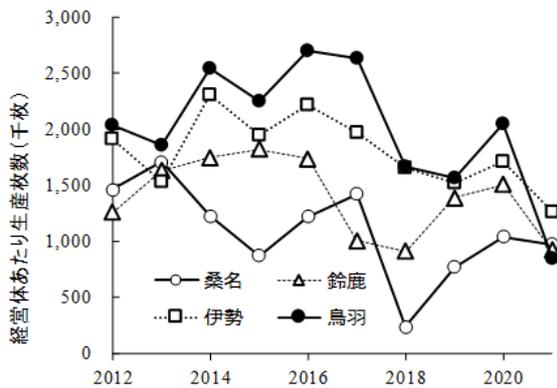


図2. 地区別の経営体あたりの生産枚数

2017年8月からのA型流路を基調とした黒潮大蛇行は未だ終息がみられず、過去最長となっています。これまでに黒潮大蛇行に起因するノリ養殖環境への影響として、異常潮位（高潮位）と湾内への暖水波及が確認されています。黒潮大蛇行の発生以降、支柱漁場である桑名では断続的な高潮位が発生し、養殖管理に支障が出ています。また、2021年度に色落ち被害を引き起こした原因珪藻のリゾソレニア属は外洋性の植物プランクトンであることから、現在の伊勢湾西岸におけるノリ養殖では漁場の貧栄養化の影響だけでなく、黒潮大蛇行の影響も生産性の低下に拍車をかけていると考えられます。

3. ノリ生産者が期待する栄養塩管理運転

近年、水産資源の減少と基礎生産力の低下との関連性が指摘され、基礎生産力の低下は貧栄養化と結び付けて議論される場合が多くあります。三重・愛知両県では、水産資源の回復を目的とした取組のひとつとして、下水処理場の栄養塩管理運転（以下、管理運転）の本格運用に向けた準備が進んでいます。

ノリ葉状体の窒素安定同位体比（ $\delta^{15}N$ ）を測ることで、河川から供給される窒素割合を推定することができます（高木、2013）。管理運転の効果検証には、ノリ養殖漁場ごとの栄養塩供給源の特性についても明らかにする必要がありますため、伊勢湾西岸漁場で養殖されたノリ葉状体（板ノリ製品）の窒素安定同位体比（ $\delta^{15}N$ ）を調査しています。2021年2月に生産された板ノリ製品の $\delta^{15}N$ は湾奥で一番高く、湾口に向かうにつれて低くなる傾向がみられました（図3）。これは、先に示した伊勢湾西岸のノリ漁場における窒素分布の傾向と一致していました。また、鳥羽地区で生産された板ノリ製品の $\delta^{15}N$ は他地区より概ね低かったものの、太平洋側に漁場のある菅島（図中プロット：S）で生産された製品のCN比（低い値ほど高品質な板ノリ製品であることを表す）は、伊勢湾側に漁場のある桃取町（プロット：M）、答志（プロット：T）より

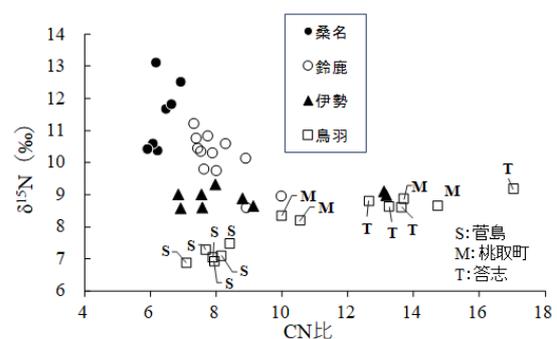


図3. 板ノリ製品中の $\delta^{15}N$ とCN比の関係（2021年2月）

低くなっていました。つまり、菅島では外洋由来の窒素源によって品質が確保されていると推察され、外洋の影響は異常潮位などの負の影響だけでなく、生産性を向上させる正の影響もあることがわかりました。今後も本手法による調査を継続し、漁場への栄養供給特性を理解した上で、管理運転の寄与率について定量的な評価を行う必要があります。

栄養塩環境が多岐に渡る伊勢湾西岸のノリ漁場のなかで、湾奥漁場には未だノリ養殖の生産を維持できるほどの栄養塩環境が存在しています。管理運転などによる流入負荷強化による効果を期待しつつも、従来の区画漁業権行使の慣習にとらわれず、栄養塩環境が少しでも養殖に適した漁場を共同利用（例えば、入漁）するなどの柔軟な対応をもってノリ養殖の存続につなげていく方策も必要ではないかと考えます。

参考文献

高木秀蔵・清水泰子・草加耕司・小林志保・藤原建紀（2013）窒素安定同位体比を用いた河川からノリ漁場への栄養塩供給の評価．日水誌，79（6），1002-1008

研究成果情報

吟醸造りの酒粕を用いたマダイの飼育試験

尾鷲水産研究室 宮崎優太

1. はじめに

魚類養殖経営において、支出の6割以上を占める飼料費は、収益性を考えるうえで最も大きな要素となっています。魚類養殖に用いられる配合飼料は、主原料である魚粉をはじめ、原料のほとんどを輸入に頼っており、飼料価格は原料の価格だけでなく、為替相場や世界的な需給動向などの影響を大きく受けます。現在の飼料価格は原料価格高騰や円安の影響などにより値上げが相次ぎ、過去にない水準まで高騰しています。

飼料費を削減するにはいくつかの方法が考えられ、その一つとして、飼料原料の一部を安価な原料に置き換えるというものがあります。尾鷲水産研究室では、飼料原料の一部を酒粕に置き換えた飼料を用いたマダイ飼育試験を行っています。ここでは令和3年度に実施した試験結果を中心に紹介します。

2. 吟醸造りの酒粕を用いた飼料によるマダイの飼育試験

代替原料を用いた飼料を開発するにあたり、通常原料を用いた場合と比較して魚の成長や増肉係数などの飼育成績が劣らないことを確認する必要があります。そこで、マダイ2歳魚に対し、代替原料として酒粕を用いた飼料を与える飼育試験を行い、飼育成績に対する影響を調べました。試験区は通常モイストペレット飼料（以下、MP）を給餌する対照区と原料全体の10%および20%を酒粕で代替したMPを給餌する酒粕10%区、酒粕20%区の3区としました。酒粕は、醸造方法の違いによりいくつかの種類がありますが、ここでは三重県内で多く産出されている吟醸造りのものを使用しました。飼料原料とMPの一般成分および飼料単価は表1に示したとおりです。また、水温条件によって影響が異なることが考えられたため、飼育試験は夏季（令和3年6月21日～8月30日）と冬季（令和3年12月21日～令和4年2月21日）に実施しました。

表 1. MP の原料と一般成分、飼料単価

試験区	対照区	酒粕10%区	酒粕20%区
配合組成 (%)			
マダイ用粉末配合飼料	50	40	30
マイワシ	40	40	40
アミエビ	10	10	10
吟醸造り酒粕	0	10	20
総合ビタミン剤	1	1	1
高水温期飼料の一般成分 (%)			
水分	39.8	49.9	53.2
粗タンパク質	32.3	26.3	23.5
粗脂肪	4.8	4.4	4.0
粗灰分	8.4	6.5	5.6
低水温期飼料の一般成分 (%)			
水分	38.1	55.0	58.8
粗タンパク質	30.9	21.4	18.0
粗脂肪	7.5	8.3	7.0
粗灰分	8.1	5.1	4.2
飼料単価 (円/kg)	167	148	129

夏季および冬季のマダイ飼育成績を表2に示します。増肉係数は魚体重量を1kg増加させるのに必要な飼料重量（総給餌量÷増重量）を示したもので、値が低いほど効率が良いということになります。夏季試験では酒粕20%区の増肉係数が大きく、冬季試験では酒粕含有飼料を給餌した2試験区で増肉係数が小さくなる結果となりました。つまり、酒粕10%区の飼料は、夏季には対照区と同等の効率で、冬季には対照区よりも効率よく成長させることが出来たと言えます。日間成長率についても対照区と酒粕10%区で大きな差はみられませんでした。

ここで表1の一般成分に着目すると、酒粕を多く含む飼料ほど水分が多く、粗タンパク質の含有率が低くなっていることが分かります。今回使用した酒粕の成分は65%以上が水分であり、粗タンパク質が4.3%と少ないものでした。今回の試験では主要なタンパク質源であるマダイ用粉末配合飼料（粗タンパク質含有率：47%）の一部を酒粕に代替したため、粗タンパク質含有量が対照MPよりも少なくなっています。そのため、酒粕を用いた試験区は対照区に比べ成長が劣ることが考えられますが、実際には酒粕10%区で対照区と同等以上の飼育成績が得られました。共同研究を行っている三重県工業研究所が行った分析によると、酒粕を含むMPでは遊離アミノ酸の量が顕著に多くなりました。酒粕には酵素が多く含まれているため、その作用によるものと考えられます。タンパク質の分解物であるアミノ酸はタンパク質よりも消化吸収性が高く、成長に良い影響を与えた可能性があります。主要なタンパク質源であるマダイ用粉末配合飼料と代替しても成長が同等であるということは、飼料コストを削減するという点で期待できます。

表2. 夏季試験および冬季試験の飼育成績

		R3年6月21日～R3年8月30日 飼育日数 71			R3年12月21日～R4年2月21日 飼育日数 63		
生簀		対照	10%酒粕区	20%酒粕区	対照	10%酒粕区	20%酒粕区
開始時	尾数	42	42	42	25	25	25
	平均体重(kg)	0.829	0.827	0.820	1.473	1.552	1.543
	総重量(kg)	34.82	34.72	34.44	36.83	38.80	38.57
終了時	尾数*	34	34	34	18	18	18
	平均体重(kg)	1.001	1.001	0.961	1.664	1.761	1.783
	総重量(kg)	34.03	34.05	32.68	29.96	31.69	32.09
	補正増重量(kg)	6.52	6.64	5.36	4.11	4.49	5.16
	補正増重率(%)	18.74	19.13	15.58	11.15	11.56	13.37
	給餌量(kg)	30.46	31.68	31.92	25.20	24.06	28.36
	日間成長率(%)	0.24	0.25	0.20	0.17	0.17	0.20
	日間給餌率(%)	1.13	1.17	1.21	1.03	0.93	1.09
	増肉係数	4.67	4.77	5.95	6.14	5.36	5.50
	飼料効率(%)	21.42	20.97	16.81	16.30	18.65	18.18

* 中間測定時に取り上げを行ったため、夏季試験では8尾、冬季試験では7尾減少している。
(試験期間中にへい死は生じなかった)

尾鷲水産研究室では、令和元年から吟醸造りの酒粕を用いたマダイ飼育試験を行っており、いずれの試験でも今回と同様の結果が得られています。増肉係数と増重単価（魚体重を1kg増重させるのに必要な飼料価格）を取りまとめたものを表3、表4に示します。表3をみると、原料の一部を酒粕に置き換えたMPを与えた試験区の増肉係数は対照区と同等以下となっています。また、酒粕は非常に安価です（今回の試験で酒粕の費用は50円/kgとして計算）。表4の増重単価をみると、酒粕を10～15%含有する飼料を用いた試験区で

は対照区に比べ安価になっています。これらの結果から、粉末配合飼料の一部を吟醸造りの酒粕で置き換えた MP を使用することで、飼料費を削減できるものと考えられました。

表 3. 各年度の試験における増肉係数

	対照	酒粕10～15%
R1夏	4.21	3.95
R2夏	6.21	5.88
R2冬	3.35	3.31
R3夏	4.67	4.77
R3冬	6.14	5.36

表 4. 各年度の試験における増重単価

	対照 (円)	酒粕10～15% (円)	対照区との 差額(円)
R1夏	704	549	155
R2夏	1036	817	220
R2冬	560	460	100
R3夏	780	706	74
R3冬	1025	794	231

3. おわりに

今回紹介した試験は、本来マダイの身質向上を目指して取り組んだものであり、成長はある程度劣ることを覚悟した上で実施したものです。酒粕は代替した配合飼料に比べタンパク質含量が低いにもかかわらず、酒粕を含んだ飼料でも成長は対照区と同等という意外な結果となりました。今後は更に情報を収集するとともに、成果の現地普及につなげていきたいと考えています。

旬のおさかな情報「ヒラメ」



ヒラメは、姿・形はカレイとよく似ていますが、腹を手前に見て、目の位置が左側になります（写真は手前が腹側です）。白身の魚の代表格といわれる魚で、冬場には身が肉厚となり、食べるには今が一番良い時期です。刺身のほか、昆布締めも旨みが増すのでお勧めです。

三重県水産研究所

三重県水産研究所

総務調整課/企画・水産利用研究課/資源管理・海洋研究課/
沿岸資源増殖研究課/養殖・環境研究課

電話：0599（53）0016／ファックス：0599（53）2225

メールアドレス：suigi@pref.mie.lg.jp

住所：〒517-0404 志摩市浜島町浜島 3564-3

鈴鹿水産研究室

電話：059（386）0163／ファックス：059（386）5812

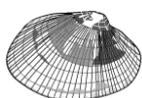
住所：〒510-0243 鈴鹿市白子1丁目 6277-4

尾鷲水産研究室

電話：0597（22）1438／ファックス：0597（22）1439

住所：〒519-3602 尾鷲市大字天満浦字古里 215-2

ホームページ：<http://www.pref.mie.lg.jp/suigi/hp/index.shtm>



この印刷物は再生紙を利用しています。