

ノリ養殖における 食害防除のために



令和8年3月
水産庁

はじめに

ノリは日本人の食文化に欠かせない伝統食材であるだけでなく、健康志向や和食ブームの広がりから、世界でも消費されるようになっていきます。

また、ノリの養殖は、日本の海面養殖業において生産量の24%（図 1）、生産額の19%を占めており（令和 6（2024）年）、地域社会を支える重要産業でもあります。

しかし、長期的にみると、日本のノリ養殖生産量は減少の一途をたどり、ピーク時の5～6割程度まで落ち込んでいます。生産量減少の要因としては、生産者数の減少に加え（図 2）、特に近年では、温暖化による高水温化や、海域の栄養塩濃度の低下、ノリと栄養を競合する植物プランクトンの増殖等による生産の不調、そして、魚類や鳥類による食害も深刻な影響を及ぼしています。

このような背景のもと、水産庁は、水産研究・教育機構、関係県、大学と連携し、「養殖業成長産業化技術開発事業」において、令和4年度からノリ養殖における食害対策の技術開発に取り組んできました。

本冊子は、ノリ養殖における食害被害の実態、主な食害生物であるクロダイの生態的な特性、また威嚇や漁獲による食害の防除技術に関するこれまでの知見を紹介するとともに、食害の軽減に向けたクロダイの積極的な利用への提言を行うものです。

これらの知見が、全国の漁業関係者を始め、機器開発メーカー等の民間企業、自治体、研究機関等が食害対策を行う際の参考となれば幸いです。

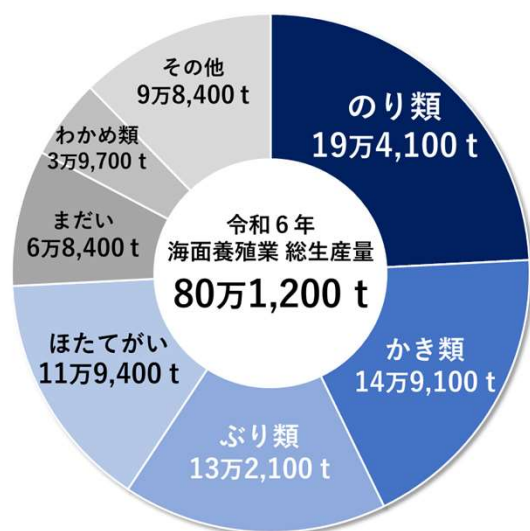


図 1. 養殖魚種別生産量。

* 令和 6 年（2024 年）海面漁業生産統計調査
https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/index.html
より。

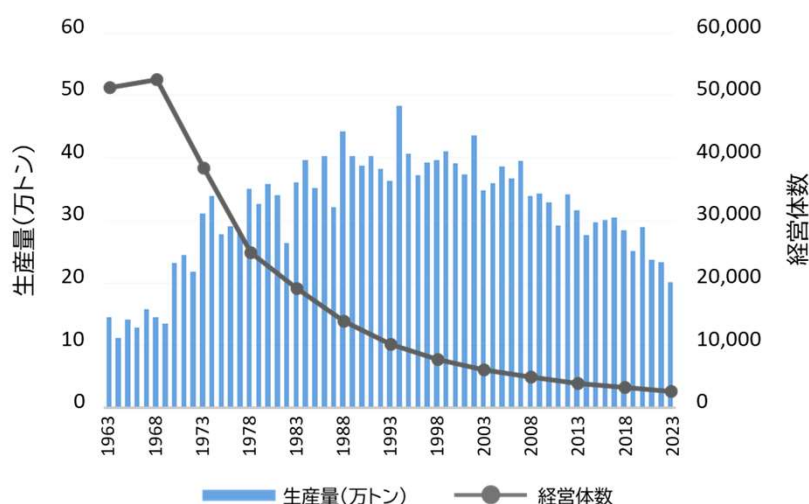


図 2. ノリの養殖生産量と経営体数の推移。

* 令和 6 年海面漁業生産統計調査（養殖魚種別収獲量累年統計）、
漁業センサス <https://www.maff.go.jp/j/tokei/census/fc/index.html> より。

も く じ

はじめに

0. ノリ養殖の作業工程	1
コラム1 「支柱式」と「浮き流し式」	2
1. 養殖ノリの食害	
1-1. 主な食害生物(クロダイ)	3
1-2. 主な食害生物(カモ類)	4
コラム2 「バリカン症」とその原因	4
1-3. 食害被害の実態(愛知県の事例)	5
1-4. クロダイは増えている? ―その資源動向―	6
1-5. 食害はいつ起こる? ―クロダイのノリ養殖場における出現―	8
コラム3 タイムラプスカメラの活用と AI による画像解析	10
コラム4 IoT 技術による漁場監視	11
2. ノリを食害するクロダイの生理・生態および行動	
2-1. 基本的生態と天敵	12
2-2. ノリ養殖場周辺に生息するクロダイの食性	13
2-3. ノリ養殖場周辺に生息するクロダイの成長	14
2-4. クロダイのノリ食害量の推定	15
2-5. クロダイの行動パターンの解明 ①環境 DNA による調査	16
2-6. クロダイの行動パターンの解明 ②バイオテレメトリー	18
コラム5 水中ドローンを用いた夜間のクロダイ観察	21
3. クロダイによる食害の防除	
3-1. 生産者による対策の実態と効果	
3-1-1. 対策の実態 ―伊勢・三河湾の事例―	22
3-1-2. 対策の効果 ―瀬戸内海の事例―	23
コラム6 有明海のカモ類による食害被害と防除対策の現状	25
コラム7 有明海における魚類による食害の拡大	26
3-2. 「追い払い」による防除	
3-2-1. 防鳥カイトによる食害対策	27
3-2-2. ドローンによる食害対策	28
3-2-3. 光による「追い払い」	29
3-3. 漁獲による防除	
3-3-1. うず刺網(兵庫県)	30
3-3-2. 底びき網(香川県)	31
3-3-3. 延縄(熊本県)	32
3-3-4. 蛸集場所(魚類養殖場)での釣り・たも網すくい(香川県)	33
4. クロダイの利用促進	
4-1. 旬・おいしさの解明と評価	34
コラム8 おいしさの調べ方 ～味覚センサーと官能評価～	35
コラム9 クロダイ利用促進のためのレシピ紹介中	35
4-2. クロダイの利用の実態とその促進	36
執筆担当機関一覧	37

0. ノリ養殖の作業工程

種づくり

ノリ養殖は、前年度の冬～春にノリの種（殻孢子）をつくる「フリー糸状体」（図 0-1）をミキサーで細断してカキ殻に植え付けることから始まります。細断されたフリー糸状体はカキ殻に穿孔し、生長してカキ殻全面に広がっていきます（図 0-2）。これを「カキ殻糸状体」と言います。照度や温度、比重に注意してカキ殻糸状体を培養し、秋の採苗に向けて生長、成熟させます。採苗直前になると、採苗予定日に殻孢子（図 0-3）を放出するように熟度を調節します。



図 0-1. フリー糸状体.



図 0-2. カキ殻糸状体.
糸状体の穿孔前（左）と
穿孔後（右）.

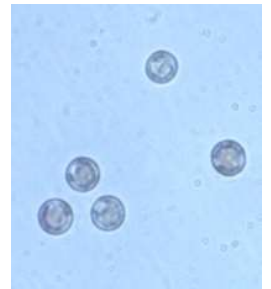


図 0-3. ノリの殻孢子.

採苗（種付け）

採苗とはノリ網に種（殻孢子）を付けることです。陸上採苗と野外採苗の2通りの方法があり、野外採苗は主に有明海で行われています。

陸上採苗は、水槽中に成熟したカキ殻糸状体を入れ、放出された殻孢子を回転枠（水車）につけたノリ網に付着させる方法です（図 0-4）。陸上採苗された網は一度冷凍保存され、海水温がおよそ23℃を下回るとノリ網を海上に張り込み、育苗を開始します。

野外採苗は、重ねたノリ網に成熟したカキ殻糸状体を小袋（通称：ラッカサン）に入れて吊るし、養殖場に網ごと張り込んで、放出された殻孢子を付着させる方法が主流です（図 0-5）。野外採苗のあとはそのまま育苗に移ります。



図 0-4. 陸上採苗の様子.



図 0-5. 野外採苗で用いるカキ殻糸状体が入った小袋（ラッカサン；左）と落下傘を吊るした採苗中のノリ網（右）. 1

育苗（ノリ芽の育成）

育苗期には干出・網洗い・酸処理などにより、ノリ網に付いた付着生物や病原菌、浮泥の除去や、弱いノリ芽の間引き等を行います。葉長が数 cm になると、一部の網は脱水乾燥したのち冷凍保存され、二期作用の換え網として利用されます。採苗、育苗、生産（本張り）までの一連の養殖を続けて秋季に行う「秋芽網期」に対して、冬季に冷凍網を使って行う生産期を「冷凍網期」といいます。

本養殖（育苗後のノリの育成）・摘採（収穫）

育苗後の網は養殖場に展開され、本張りが行われます。育苗が進むと重ねた網を徐々に展開し、一枚張りにして本養殖していきます。ノリが生長すると、システム船等を用いて摘採します（図 0-6）。



図 0-6. ノリを摘採している様子。

一次加工（抄き、乾燥、成型）・出荷

摘採したノリは加工場に運ばれ、洗浄、細断、乾燥などを行う機械が連結された全自動ノリ製造装置で乾海苔に加工されます。

乾海苔は色調、摘採回数、重量などで等級付けされて海苔問屋や食品加工会社が参加する共販（図 0-7）で入札が行われているのが一般的です。



図 0-7. 共販場の様子。

コラム1 「支柱式」と「浮き流し式」

ノリ養殖には、支柱式と浮き流し式（ベタ流し式）の二つの方法があります（図 0-8）。

支柱式は、ノリ網を海中に立てた支柱に固定した状態で養殖する方法で、網の張り込み位置を潮汐に合わせて変更することでノリ網を定期的に干出させます。支柱を立てられる水深の浅い沿岸域が養殖場となります。

浮き流し式は、海水に網を浮かべた状態で養殖する方法で、水深が深い沖合が主な養殖場となります。

有明海では支柱式、瀬戸内海では浮き流し式が主流となっています。



図 0-8. 支柱式養殖（上）と浮き流し式養殖（下）。

1. 養殖ノリの食害

1-1. 主な食害生物（クロダイ）

- ノリ養殖に甚大な被害を与えている主な食害生物は、クロダイです。
- クロダイは海水温の上昇により、冬場の摂食活動が活発化した他、海域の餌不足等の海洋環境の変化によって、養殖ノリを多食するようになったと考えられます。

クロダイ（図 1-1）は沿岸域にすむタイ科の魚で、近縁種にキチヌ、ヘダイ、ナンヨウチヌ等があります。関西ではチヌとも呼ばれ、釣りの対象としても人気です。



図 1-1. クロダイ.

その背景には、海水温の上昇によるクロダイの活動の活発化や、海域の貧栄養化による餌不足等、海の環境変化があると考えられています。

クロダイの他にはボラ（図 1-2）やメジナ（図 1-3）、また外海に近い養殖場では近年大きな問題となっている磯焼けを引き起こすアイゴも食害の原因魚としてあげられています。しかし、内湾域に多いノリの主要な養殖場では、圧倒的にクロダイに関する報告事例が多くなっています。



図 1-2. ボラ.



図 1-3. メジナ.

1-2. 主な食害生物（カモ類）

魚類だけでなく、カモ類もノリ養殖に大きな被害を与えています。日本には多くのカモ類がありますが、多くは渡り鳥（冬鳥）であり、秋頃に飛来し、ノリ養殖の盛んな冬季に湖沼や河川、干潟等の沿岸域で群れで生活します。多くの種が植物食を中心としますが、小型の水生生物も捕食します。

カモ類の中でも、もっともノリに被害を与えるのは、ヒドリガモという種類です（図 1-4）。昆虫や貝類等も食べますが、植物食が中心で海草、海藻を好んで食べます。また、採餌は主に夕方から明け方の夜間に行います。カモ類の食害を受けたノリ網では、被食の激しい部分でノリの葉体が短くなるため、網地がパッチ状に露出した状態になります（図 1-5）。



図 1-4. ヒドリガモがノリをついばむ様子。



図 1-5. カモ類の食害を受けたノリ網。
（有明海）

コラム2 「バリカン症」とその原因

河口域に近いノリ養殖場では、生長したノリが刈り揃えたように短くなる現象がよく起こります（図 1-6）。ひどいときには摘採直前のノリが一夜にして無くなることもあります。これは‘バリカン症’と呼ばれ、河川水への暴露や水質の影響等による病害と考えられていました。

しかし、近年、タイムラプスカメラ（p.10 参照）等による観測技術の進歩と普及により、多くの事例でバリカン症の原因がクロダイやカモ類による食害であることが明らかになってきました。

バリカン症の発生は1970年代から報告があり、これらの生物による食害自体は昔からあったものと考えられます。



図 1-6. バリカン症のノリ。

1-3. 食害被害の実態（愛知県の事例）

- ノリの単価の高い12月の損失率が高く、損失率以上に所得の減少につながっている可能性があります。
- 水温の高い12月までしっかりと食害防除対策をすることで、経営への影響を最小限に抑えることができます。

【調査】2022年、愛知県（伊勢・三河湾）で、食害の発生時期や量について、生産者にアンケート調査を行い、生産量に対する「損失率」を養殖場・時期別に算出しました（図 1-7、図 1-8）。

（算出方法）

例）養殖場の20%の網の50%のノリが食べられていた場合は、生産量において $20\% \times 50\% = 10\%$ の被害が出たものと推定。

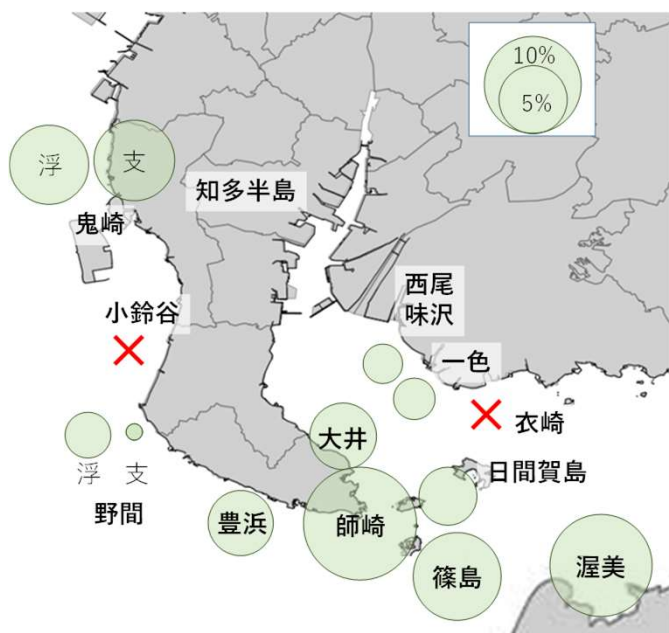


図 1-7. 魚類による食害の損失率（通年）．鬼崎と野間では浮き流し式（浮）、支柱式（支）養殖場別に示した．×は食害無し．

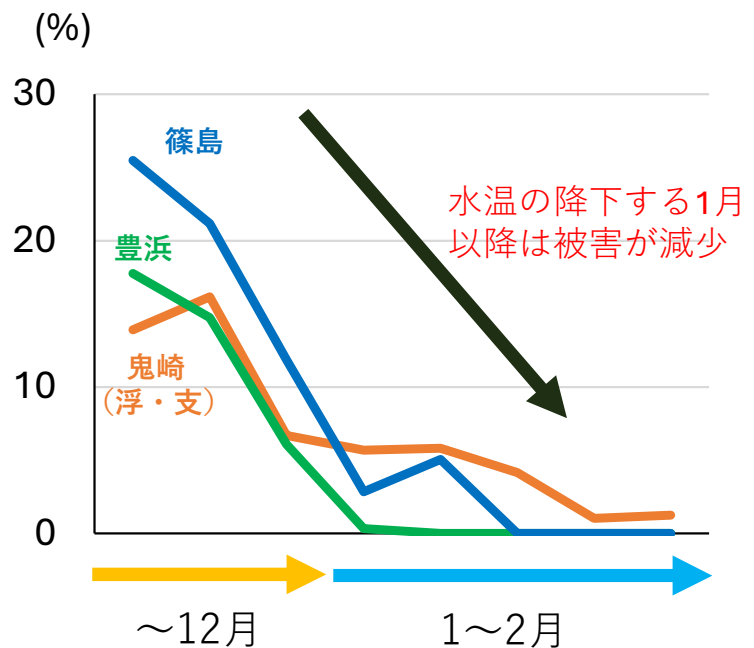


図 1-8. 食害によるノリ損失率（%）の季節変化．

【結果】食害はほぼ県下全域で起こっており、損失率は5～10%程度で、養殖場によっては10%を超えました（図 1-7）。

損失率の季節変化をみると、ノリの単価の高い12月までの損失率が高く、20%を超える養殖場もありました。水温が低下するにつれて損失率も低下していく傾向が確認されました（図 1-8）。

1-4. クロダイは増えている？ーその資源動向ー

- 瀬戸内海、東京湾のクロダイの資源量（生息数）は増加傾向にあります。
- クロダイの増加は、水揚げ単価の下落により、積極的に漁獲されなくなったことに加え、水温上昇などの環境変化による複合的な要因によると考えられます。

瀬戸内海の事例（兵庫県）

兵庫県瀬戸内海域におけるクロダイの漁獲量は近年増加傾向にあります。

クロダイの主要漁法である小型底びき網の漁獲量から資源状況（CPUE※）を推定した結果、クロダイの資源量は30年前の約10倍に増加している可能性があります（図1-9）。

資源量（生息数）増加の要因の1つとしては、水揚げ単価の下落により、獲れてもリリースする地域が多くなったためと考えられます。

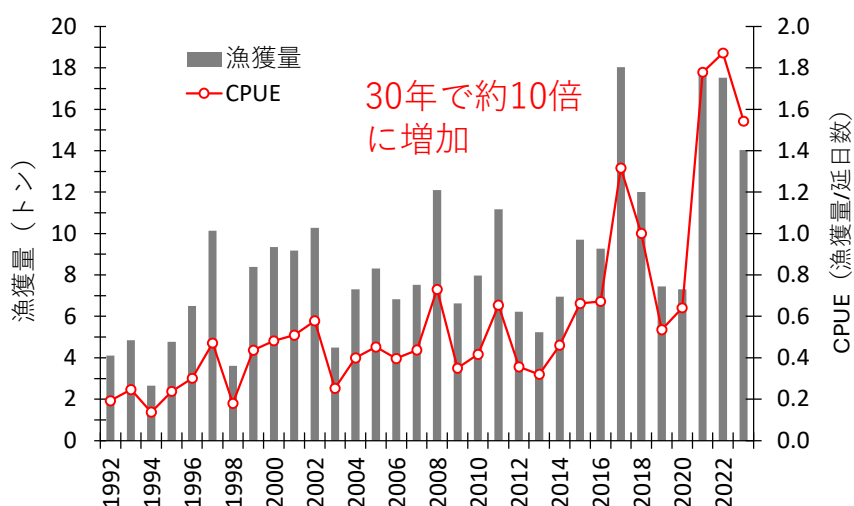


図1-9. 小型底びき網漁業でのクロダイの漁獲量とCPUE.
(明石海峡に隣接する単一漁協のデータを用いた)。

瀬戸内海の事例（香川県）

香川県備讃瀬戸海域におけるクロダイについて、小型底びき網の漁獲量データをもとに資源状況を推定した結果、増加傾向にあることがわかりました（図1-10）。

漁獲されるクロダイは大型・高齢の個体が多く、他の有用種と比較し積極的に漁獲されていないことが資源量増加要因の1つと考えられます。

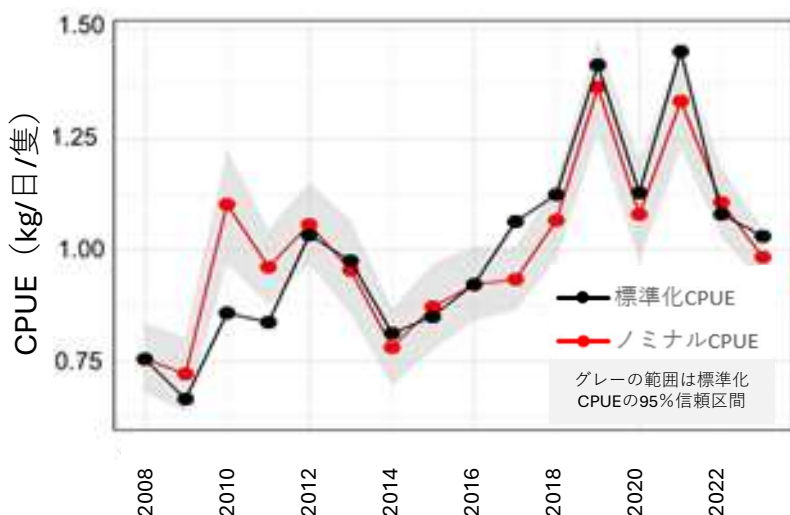


図1-10. 小型機船底びき網漁業によるクロダイの標準化CPUE.
(備讃瀬戸海域における単一漁協のデータを用いた)。

※CPUE（Catch Per Unit Effortの略）とは、単位努力量あたりの漁獲量です。上記は1操業あたりに漁獲されるクロダイの重量を表しており、CPUEの上昇は、資源量の増加を示唆しています。

1-4. クロダイは増えている？—その資源動向—

東京湾の事例（千葉県）

クロダイの資源状況を推定した結果、資源尾数は2004年の約194万尾から2017年には約272万尾となり、約1.4倍に増加しています（図 1-11）。

資源量の増加は、漁獲圧の低下などの人為的な要因に加えて、水温上昇などの環境変化による複合的な要因と推測されます。

東京湾（千葉県）のクロダイ資源量は、増加しています。

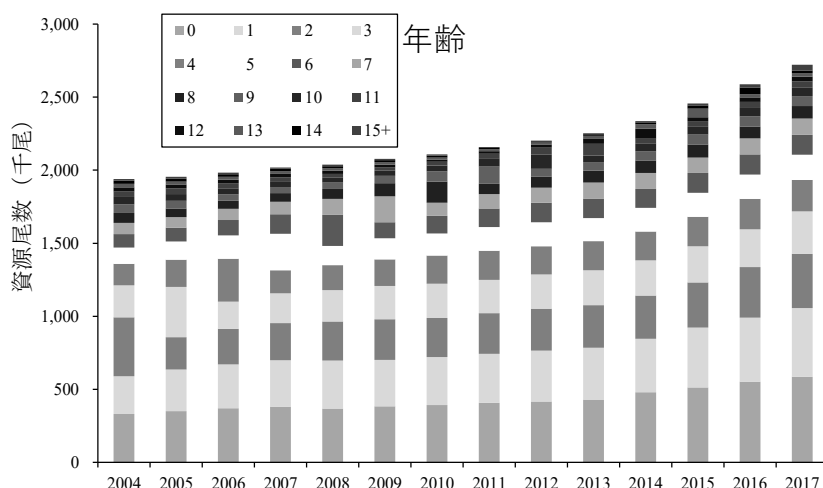


図 1-11. 東京湾（千葉県）におけるクロダイの年別年齢別資源尾数。

※コホート解析による推定

伊勢・三河湾の事例（愛知県）

伊勢・三河湾（愛知県）におけるクロダイの漁獲量は横ばいであり、資源量は安定していると考えられます。

2015年には400 t以上の漁獲がありました。2023年には232 tに減少しました。しかし、依然として200 t以上の漁獲があり、全国2位（2023年）の漁獲量となっています（図 1-12）。

資源量が安定している要因の1つとしては、肉質の低下する産卵後の夏季には積極的に漁獲されないことが考えられます。

伊勢・三河湾（愛知県）のクロダイ漁獲量は横ばいで、資源量は安定しています。

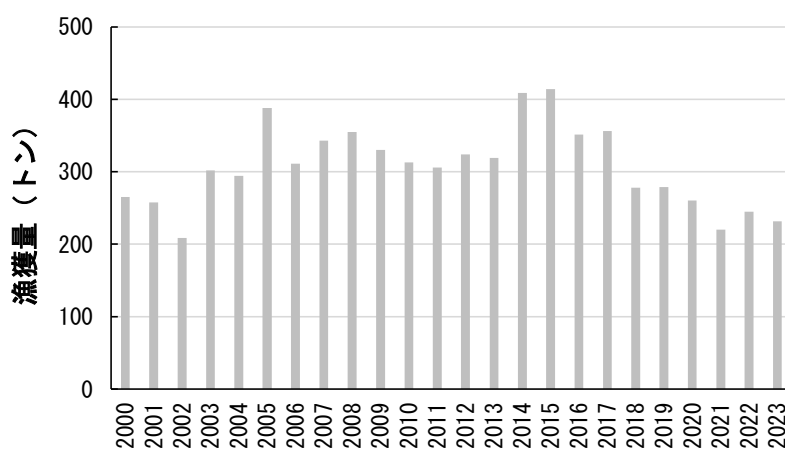


図 1-12. 愛知県におけるクロダイの漁獲量。

海面漁業生産統計調査（農林水産省統計部）。

※2018年以前はくろだい・へだい。

1-5. 食害はいつ起こる？ークロダイのノリ養殖場における出現一

- クロダイのノリ養殖場への出現は、海域を問わず、水温が関係します。
- 低水温期（10℃以下）には出現しないことから、水温10℃がクロダイによる食害が起こり得る目安となります。

東京湾の事例（千葉県）

千葉県の養殖場では、2015年頃からクロダイによる食害が顕在化しました。食害の発生地域は、当初は湾口部の富津市のみでしたが、翌年には湾中央部の木更津市、さらに2019年には湾奥部の市川市や船橋市に広がり、現在では全域で食害が確認されています。

養殖場によって食害の発生期間は異なり、富津市では年内生産期から漁期末まで、市川市等では主に年内、木更津市では漁期によって年内や漁期末まで続く場合があります。

湾奥部の市川市における漁期中のクロダイの出現率と水温を示したデータがあります（図 1-13）。クロダイは11月から12月にかけて連続的に出現し、ピークは12月でした。水温が10℃以下で安定した1月上旬になると、出現しなくなりました。水温上昇期は10℃以上になってもしばらく出現せず、14℃前後になった3月末になって再び現れました。食害の影響が大きい水温下降期における出現は、水温10℃が目安になることがわかります。

湾口部の富津市養殖漁場では最低水温期でも10℃を下回ることがないため、クロダイが漁期を通して出現します（図 1-14）。また、沖合水が波及すると水温は急上昇し、収束していた食害が再び拡大する事例も確認されています。

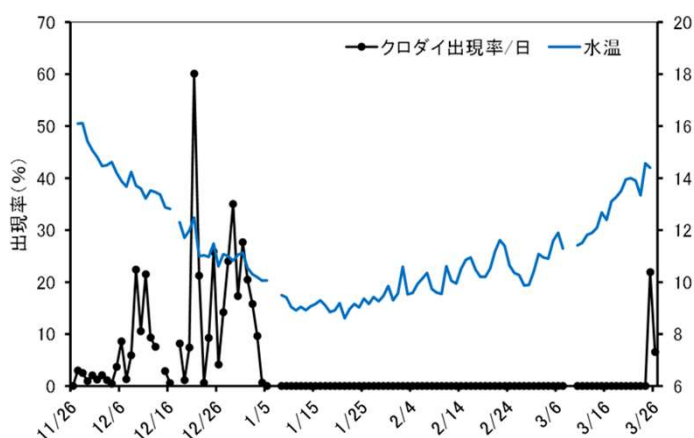


図 1-13. 2020年漁期の市川市養殖場におけるクロダイ出現率（出現画像数/総画像数×100）と日平均水温の推移。

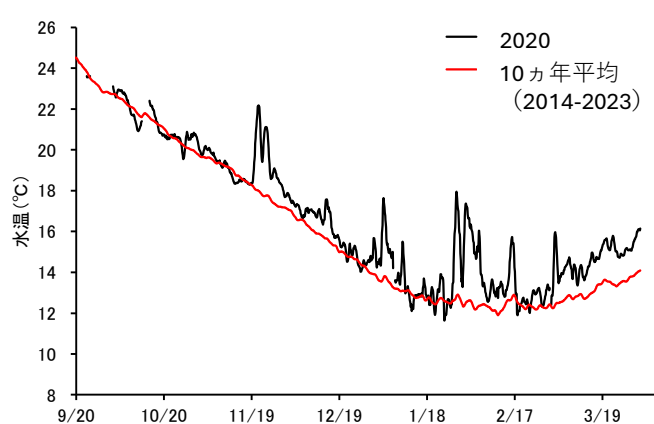


図 1-14. 沖合水が波及した2020年漁期と平年における富津市養殖場の水温の推移（ノリ養殖場の観測バイデータ）。

1-5. 食害はいつ起こる？ークロダイのノリ養殖場における出現ー

瀬戸内海の事例（岡山県）

岡山県中部の養殖場では、1995年頃からノリの葉体が短くなる現象が発生し、その原因の一つとしてクロダイによる食害が疑われてきました。現在では、県下全域でクロダイの食害が確認されています。

ノリ養殖場におけるクロダイの出現状況をタイムラプスカメラで調べたところ（図 1-15）、次のような状況が確認されました。

- ・群れで来遊し、その場に長時間留まってノリを食べること（図 1-16）
- ・ノリを食べるクロダイは、体長30～40 cm程度と比較的大型であること
- ・水温の低下とともに出現が減る傾向があり、水温10℃以下になると、来遊はほとんど確認されないこと（図 1-17）

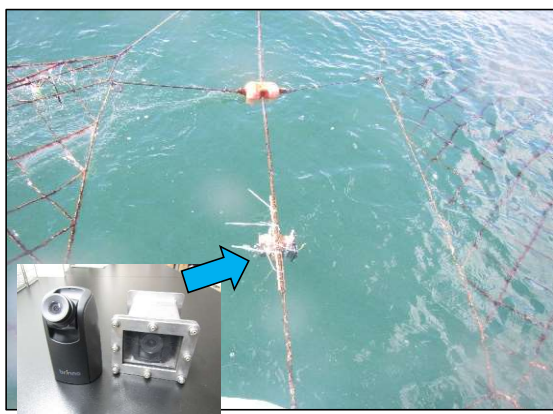


図 1-15. タイムラプスカメラの設置状況.

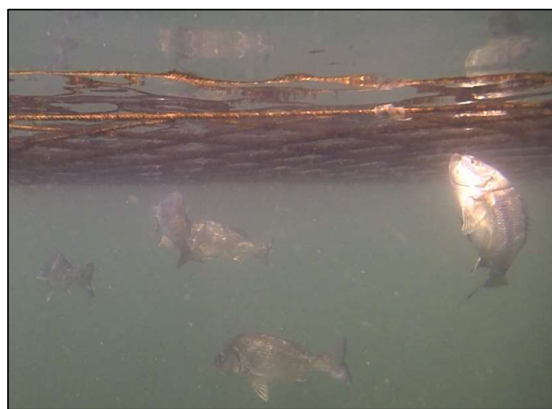


図 1-16. クロダイの群れが長時間留まって摂食する様子.

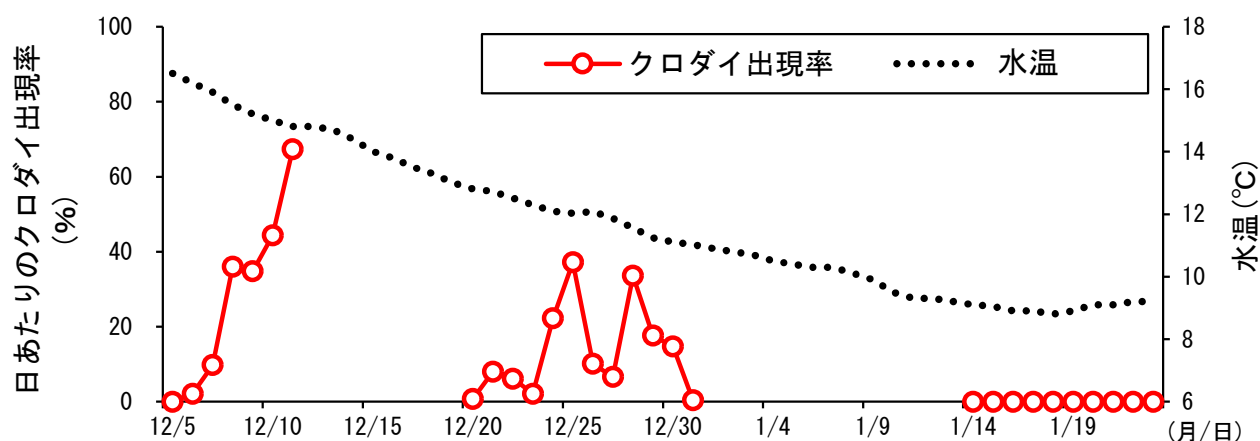


図 1-17. 2024年度のクロダイ出現率（出現画像数/総画像数×100）と日平均水温の推移.

クロダイのノリ養殖場への出現は、海域を問わず水温が関係し、低水温期（10℃以下）には出現しませんでした。ノリを安定して生産するためには、水温が10℃以下に下がりきるまでしっかりした防除対策が必要となります。

コラム3 タイムラプスカメラの活用とAIによる画像解析

クロダイによる食害の実態を把握するためには、ノリ養殖場にカメラやビデオを設置し、画像や映像を収集することが有効な方法のひとつです。

通常のカメラでは、水中でカメラを構えてシャッターを切る必要がありますが、タイムラプスカメラ（図 1-18）を用いると、水中に設置後、一定の時間間隔で静止画を自動で撮影することが可能です。

最近では、1分間隔で1か月程度の撮影が可能な機種も市販されており、比較的、安価で設置できることから、ノリ養殖場でのクロダイの出現状況を把握するためにも活用されています（図 1-19）。



図 1-18. タイムラプスカメラ.



図 1-19. タイムラプスカメラによって撮影されたクロダイ.

タイムラプスカメラを活用することによって、画像データを高頻度で自動収集することが可能になった一方で、得られた大量の画像データの確認に必要な時間と労力を軽減することが課題となっていました。

水産研究・教育機構と熊本大学では、物体検出モデルを用いて、ノリ養殖場に出現するクロダイを検出するための技術開発に取り組みました。

物体検出モデルは、AI技術を活用することで、画像の中から特定の物体を識別し、その位置や種類、個数を特定することが可能であり、自動運転や製造業の品質管理などの分野で用いられています。

この物体検出AIモデルを用いることで、比較的、鮮明に映ったクロダイは、概ね検出可能と確認されました（図 1-20）。

将来、このモデルを活用し、クロダイを検出すると追い払い装置が作動するIoT食害防除機器の開発など、今後の発展が期待されています。



図 1-20. 物体検出モデルによるクロダイの検出例。
（画像データは愛知県水産試験場提供）

コラム4 IoT技術による漁場監視

食害状況の把握には、一般的にタイムラプスカメラが使われています。

しかし、タイムラプスカメラは乾電池式でデータはSDカード等に保存されるため、記録時間や容量に制限があり、定期的な電池交換やデータ回収が必要です。さらに、食害生物の出現状況を確認するには、カメラを回収してから画像を確認する必要があるという課題もあります。

三重県では、**IoT観測機器（名称「うみログ®」株式会社アイエスイー）を活用した食害把握**に取り組んでできました（図 1-21）。この機器はソーラーパネルで電源が供給されるため、電池交換の必要はありません。また、日中だけでなく夜間の画像や動画の撮影も可能で、データは専用のクラウドに自動でアップロードされ、随時、専用閲覧アプリで確認できます。

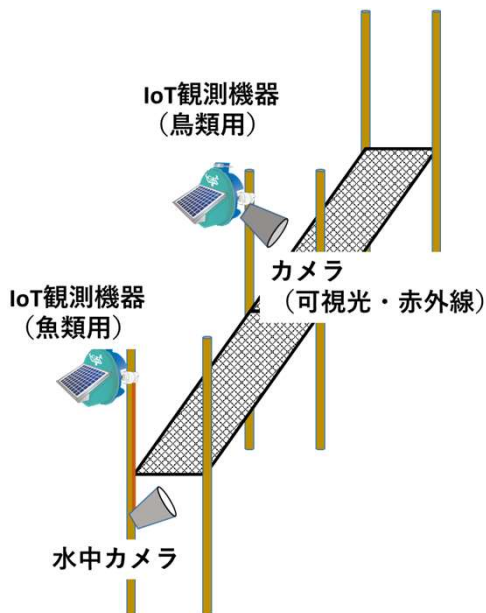


図 1-21. IoT観測機器設置例。

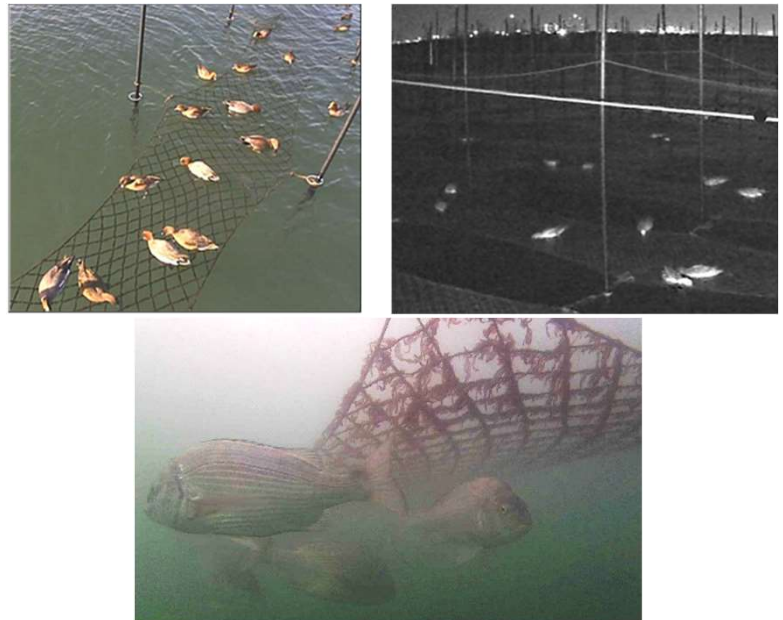


図 1-22. IoT観測機器によって確認された食害生物。

調査の結果、**IoT観測機器により食害状況のリアルタイム監視が可能**であることが実証されました（図 1-22）。

また、画像解析の結果、**カモ類の鰻集は日中よりも夜間に最も多いこと**が明らかとなり（図 1-23）、**夜間の食害対策を検討する必要があること**もわかりました。IoT観測機器による生物の食害行動や出現パターンなどのデータを継続的に蓄積することで、食害防除・軽減技術の開発が期待されます。

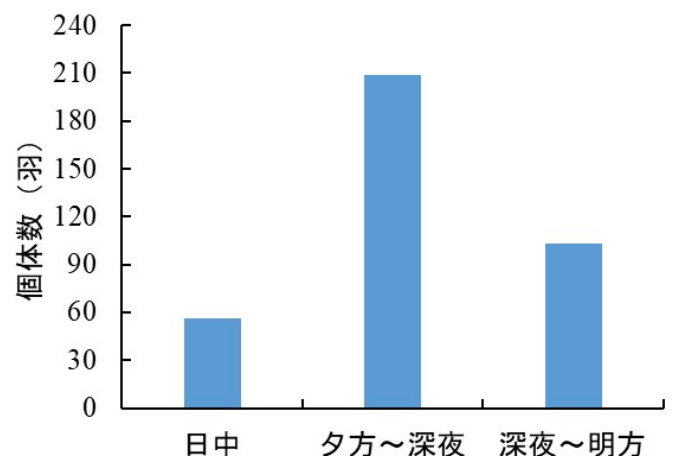


図 1-23. カモ類の時間帯別鰻集状況（累計）。2022年11月調査。

2. ノリを食害するクロダイの生理・生態および行動

2-1. 基本的生態と天敵

- ノリ養殖場の適地とクロダイの生息に適した海域は一致する場合が多く、特に、浮き流し式のノリ養殖場は干出しないため、クロダイにとって潮位に関係なくノリを摂食できるので、クロダイが主な食害原因種になっています。
- クロダイの天敵は猛禽類（タカの仲間）です。

クロダイは潮間帯に生息するフジツボ、マガキ、海藻などの付着生物を好んで食べます。潮間帯が形成され、河川からの栄養塩が滞留しやすい閉鎖性海域や内湾には、クロダイが好む餌となる生物が多く育まれます。

そのため、瀬戸内海や伊勢湾などはクロダイが多く生息し、本種の好漁場が形成されています。

また、クロダイは秋季に水温が降下する頃になると、海藻類を良く食べます（図 2-1）。冬季は潮間帯のアオノリ類を好むようです。これはタイ科魚類ではクロダイだけにみられる特殊な生態です。

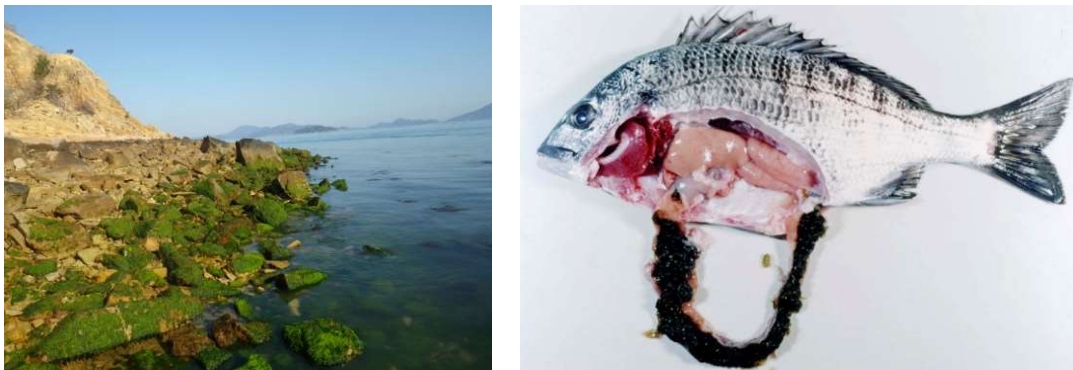


図 2-1. クロダイが餌場としている潮間帯（左）と冬期に食べていた海藻類（右）。

クロダイの天敵は猛禽類（タカの仲間）です（図 2-2）。クロダイは黒っぽい体色をしています。これは河口や湾内の濁った海水と同化しやすく、潮間帯や干潟に侵入した時には背景色と馴染んで保護色になります。

クロダイは猛禽類の接近に脅えているため、水面近くの動くものや物陰に対して敏感です。岸近くを泳いでいるクロダイが、人影に気づくと急に逃げ出すのは、こうした習性があるからです。



図 2-2. 干潟でクロダイを襲うミサゴ。

2-2. ノリ養殖場周辺に生息するクロダイの食性

- 秋～冬にノリを食べる個体が多くなり、うち2～3割がノリを食べていますが、大部分の個体は、二枚貝類やカニ類を冬場の主要な餌としています。
- ノリを食べる個体は、ノリだけを飽食する特定の個体の可能性があります。

ノリ養殖場周辺に生息するクロダイの生態を明らかにするため、香川県庵治地先と岡山県水島地先のノリ養殖場近くで採集されたクロダイ食性を調査した結果（図2-3、図2-4）、以下のことが明らかとなりました。

- ・ 秋から冬（10～3月）にかけて、両県ともノリを食べる個体が多くなり（図2-3）、2～3割の個体がノリを食べていること
- ・ ノリを食べている個体は、ノリだけを飽食する傾向にあること
- ・ 一方、大部分の個体の秋から冬の主要な餌は二枚貝類やカニ類であり、ノリを食べるのは特定の個体の可能性があること
- ・ クロダイはノリを消化・吸収できること（図2-4）。

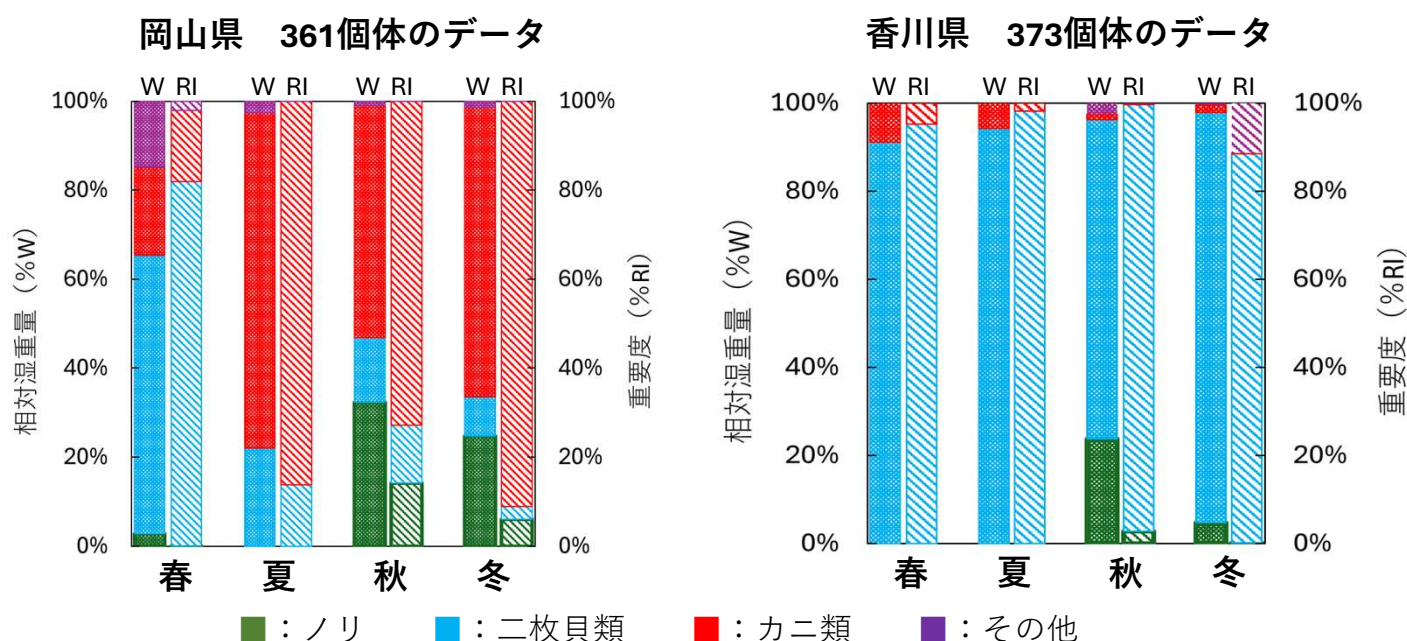


図2-3. ノリ養殖場のクロダイの食性. Wは重量指数（相対湿重量）、RI（選択指数）は重量と個体数を加味した重要度を表す。調査は2024～2025年に実施。

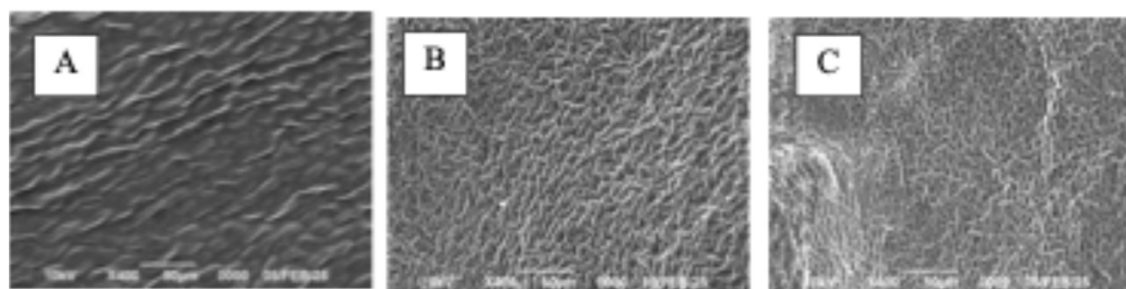


図2-4. 電子顕微鏡観察による生ノリ（A）とクロダイの消化管のノリ（B、C）。細胞の中身（細胞質）が抜け、細胞壁のみ残っている。

2-3. ノリ養殖場周辺に生息するクロダイの成長

- ノリ養殖場周辺のクロダイは栄養源を養殖ノリに依存している可能性があります。
- ノリに食害を与える個体は体長30 cm以上の大型個体であり、10年以上ノリを食べ続ける可能性があります。

岡山県水島地先と香川県庵治地先のノリ養殖場近くで採集されたクロダイの耳石から年齢を調査しました（図 2-5）。

また、ノリを食べていたクロダイと食べていなかったクロダイの年齢と体長の関係を調査し、以下のことがわかりました。

（図 2-6）。



図 2-5.クロダイの耳石の年輪.
（図は20歳）。

- ・ 両県のクロダイの成長はほぼ同じで、およそ10歳で体長30 cmに成長すること
- ・ ノリ摂食個体とノリ非摂食個体の成長に差がなく（図 2-6）、ノリ養殖場周辺の個体の一部は栄養を養殖ノリに依存している可能性があること
- ・ 食害をもたらす個体は体長30 cm以上であること
- ・ 大型の個体は20歳前後、高齢の個体は25歳以上であり、食害個体は10年以上もノリを食べ続ける可能性があること

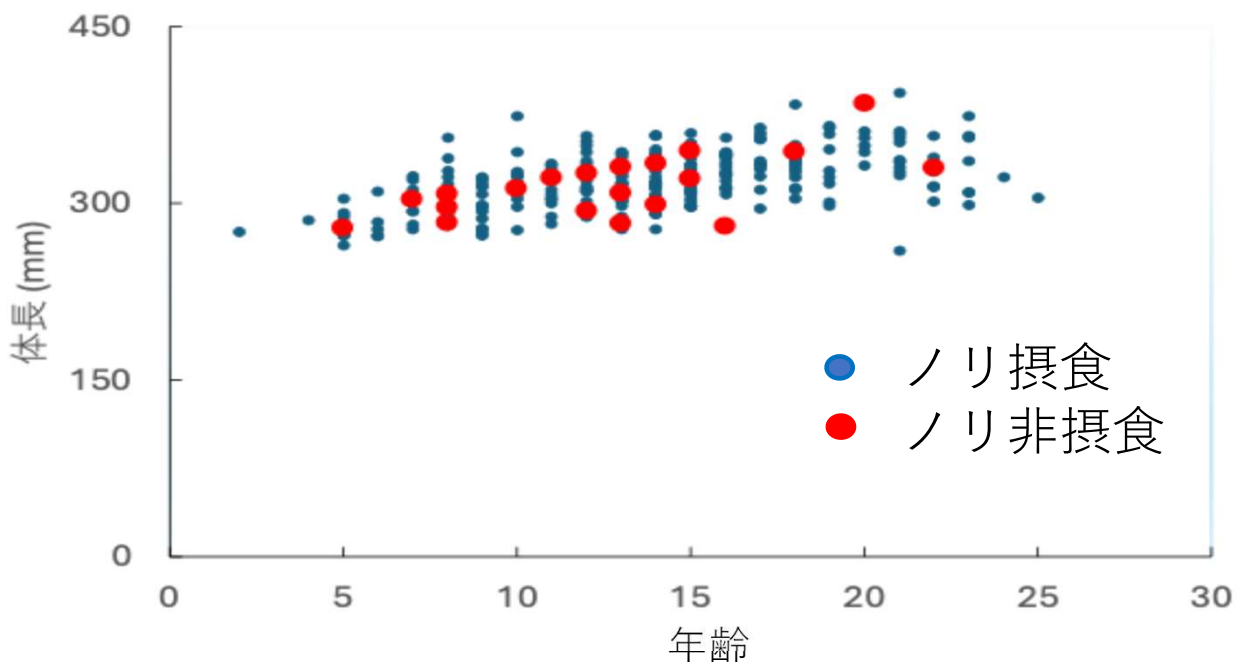


図 2-6. ノリ摂食・非摂食のクロダイの年齢と体長の関係.
（岡山県・香川県のサンプルから）. 2025年調査.

2-4. クロダイのノリ食害量の推定

- クロダイ 1 個体は、1 日あたり、約40 g（板ノリ 2 枚分）を摂食し、概ね 1 日で排泄することが推定されました。

定量的に食害被害を把握することは困難ですが、クロダイが1日に食べるノリの量を元に、被害量を推定してみました。

【調査】香川県のノリ養殖場におけるクロダイ調査データ解析と飼育試験から、クロダイの食害発生期間とノリ葉体の摂食量を分析したところ、次のことがわかりました。



図 2-7. 防除網で漁獲されたクロダイとその消化管。

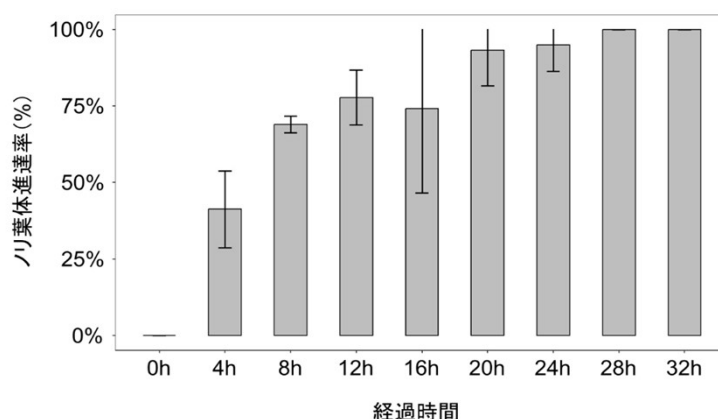


図 2-8. 飼育試験（左）と消化管（腸）におけるノリ葉体進達率（右）．
（給餌後進達距離（mm）／腸長（mm）×100）．

【結果】ノリ養殖場で漁獲されたクロダイ 30 個体のうち 22 個体の消化管（図 2-7）からノリ葉体が確認され、1 個体・1 日あたり湿重量で約 40 g（板ノリにしておよそ 2 枚分）を摂食していることが分かりました。消化試験では、クロダイへの給餌後 28 時間でノリ葉体が排泄されており（図 2-8）、概ね 1 日で排泄されることがわかりました。

本海域におけるクロダイによるノリの食害は、各年とも平均約 1 ヶ月発生しており、水温と気温が高い年ほど長期化する傾向がありました。これらから、水温等の動態に合わせた防除網の設置等が対策として重要です。

2-5. クロダイの行動パターンの解明 ① 環境DNAによる調査

- 環境DNA調査により、河口域やノリ漁場のクロダイが、水温低下に伴い、沖へ移動するなど、季節的な出現状況が把握されました。
- クロダイの蛸集場所を特定し、ノリ漁期前に漁獲しておくことも有効です。

環境DNAとは

環境DNAは水中に浮遊する生物由来のDNAです。採取した水に含まれる対象魚の環境DNA量を調べることで、その魚がいるかいないかや、群の大きさなどが推定できます（図 2-9）。

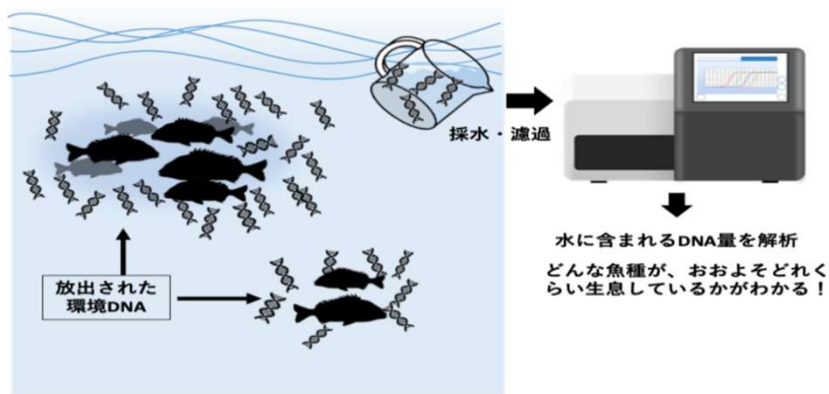


図 2-9. 環境DNAの概念.

活用事例（岡山県水島地先）

【調査】

ノリ養殖場におけるクロダイの出現や動向を把握するため、岡山県水島地先の6定点で2023年10月から翌年1月にかけて6回採水し環境DNAを分析しました（図 2-10）。

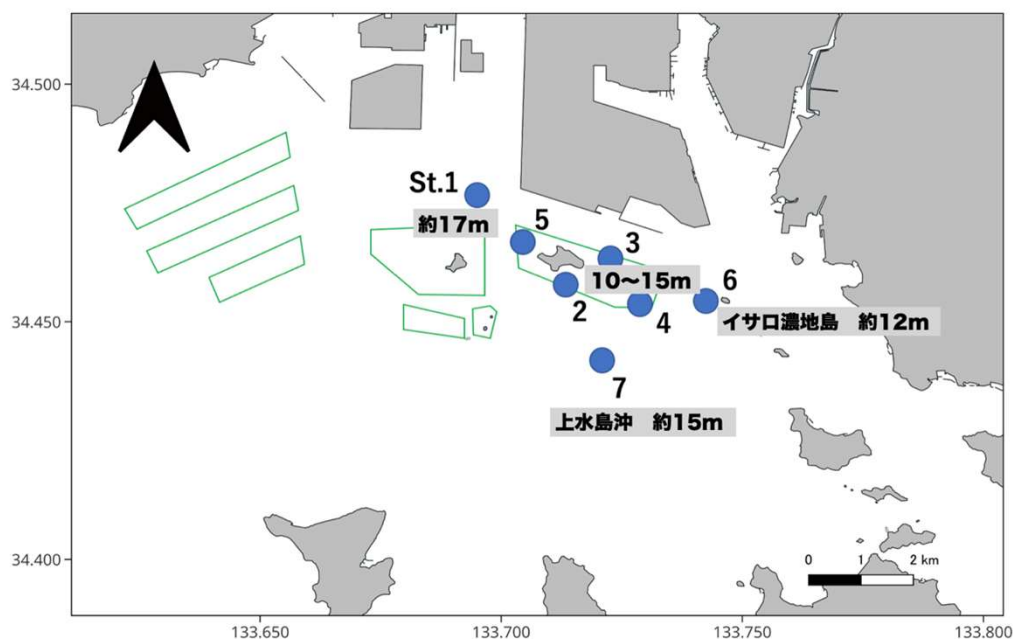


図 2-10. 岡山県水島地先の環境DNAの採水定点とその付近の水深。
St. 2～5がノリ養殖場.

2-5. クロダイの行動パターンの解明 ① 環境DNAによる調査

【結果】

クロダイ環境DNA量は、10月から12月初旬までは、高梁川の河口域（St. 1）や上水島周辺のノリ養殖場（St. 2および3）で高く、12月中旬以降は上水島周辺のSt. 5やイサ口島St. 6で高くなりました。

これは、河口域やノリ漁場のクロダイが、水温低下にともなって、沖の島嶼部へ移動していることを示すと考えられます（図 2-11）。

上水島周辺のノリ養殖場（St. 2～4）に着目すると、水温が12℃以下になる12月中旬以降、環境DNA量は低レベルを示しました。**水温低下に伴ってノリ漁場のクロダイの個体数は減少するものと考えられますが、クロダイ1尾が摂食するノリの量が多いため、食害の拡大には注意が必要です。**

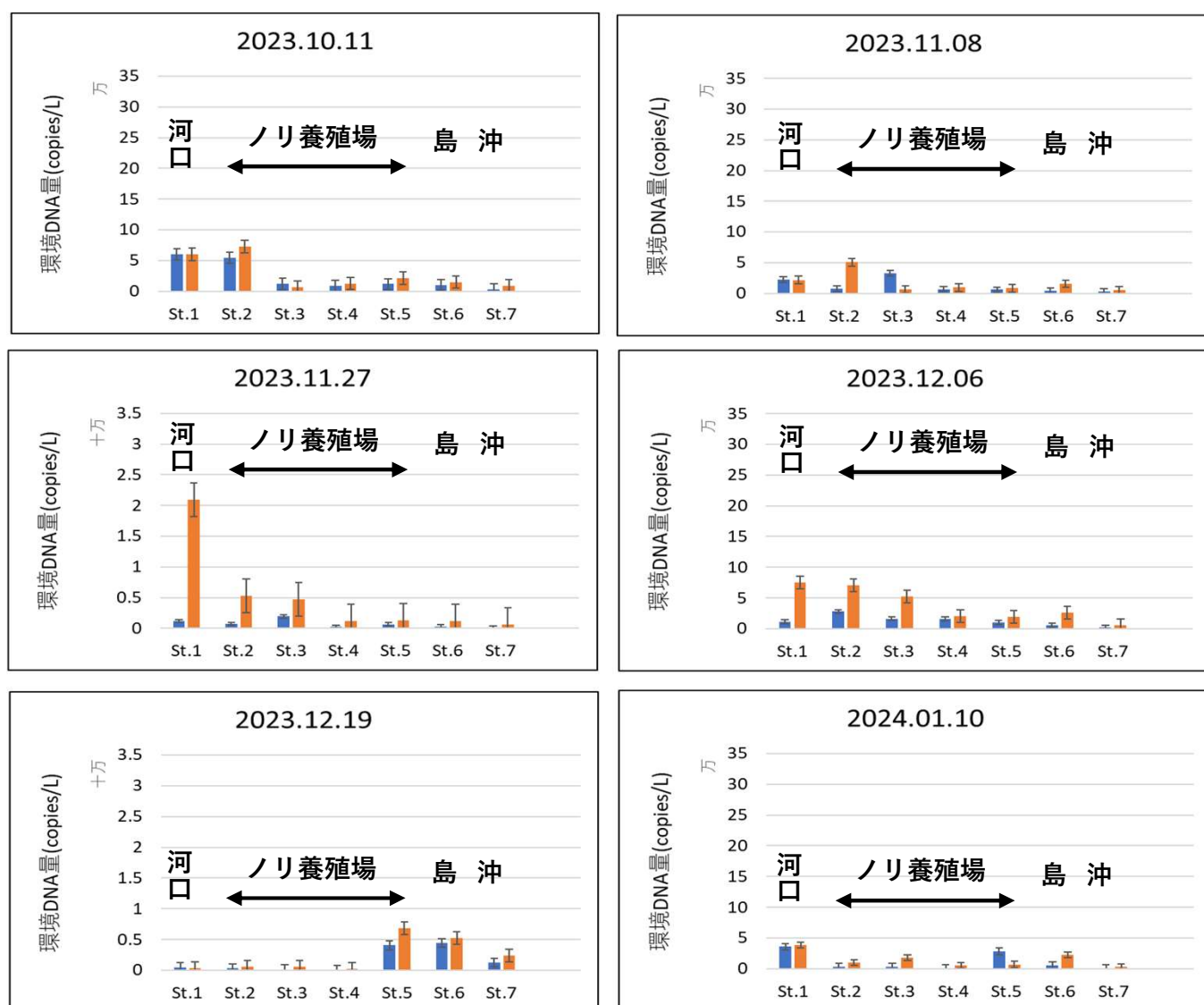


図 2-11. 7定点におけるクロダイ環境DNA量. (St. 1 : 河口、St. 2 ～5 : ノリ漁場、 St. 6 : イサ口島、 St. 7 : 沖) . ■ : 表層、 ■ : 底層

2-6. クロダイの行動パターンの解明 ② バイオテレメトリー

- ノリ漁場に居付く特定のクロダイが反復継続してノリを食べていました。
- 日中はノリ漁場へ、夜間はねぐらへ帰還するという行動が見られました。
- 「居付き」のクロダイの積極的な漁獲が食害軽減に繋がると考えられます。

バイオテレメトリーとは

バイオテレメトリーは研究対象となる魚に小型の発信機を装着して海域に放流し、海域に設置した受信機で信号を受信することで、対象魚の詳細な行動をモニタリングする手法です（図 2-12）。



図 2-12. バイオテレメトリー手法の概念図.

バイオテレメトリー調査事例①（兵庫県神戸市地先）

食害対策を効率的に実施するため、2022年度にクロダイの行動生態についてバイオテレメトリー手法で調査し、次のことがわかりました（図 2-13）。

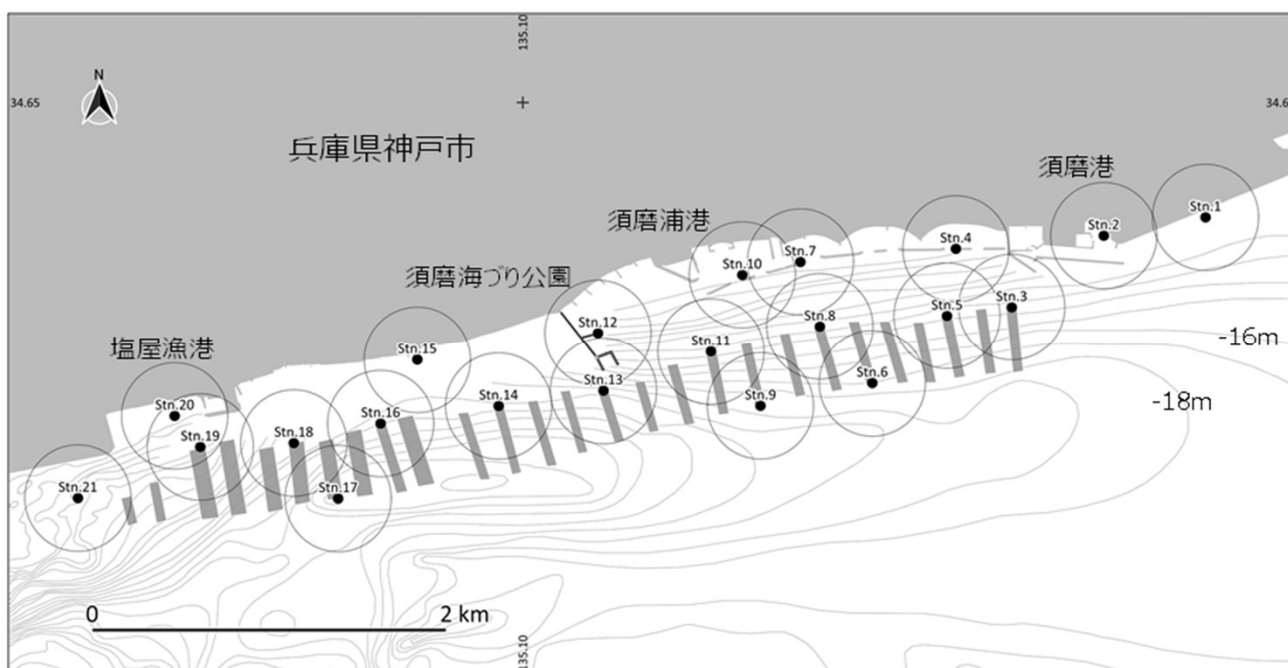


図 2-13. 調査海域図. 海上に並んだ灰色長方形は浮き流し式ノリ養殖施設、黒点は受信機を設置したStation (Stn. 1-21)、実線円は受信機のおおよその受信範囲を示す.

(Takakura et al. 2023 を改変)

2-6. クロダイの行動パターンの解明 ② バイオテレメトリー

【結果】

- ・ノリ養殖場周辺に生息する特定のクロダイが周期的に、反復してノリを食べていたこと（発信機を装着したクロダイの約1/3）
- ・上記のクロダイは、日中はノリ網の水面直下を遊泳し、夜間は沿岸側にある構造物周辺に定位するという日周行動をとること（図 2-14）
- ・海域の水温が13°Cを下回る12月下旬～1月上旬頃からノリ養殖場へ来遊するクロダイの数が減少したこと（図 2-15）

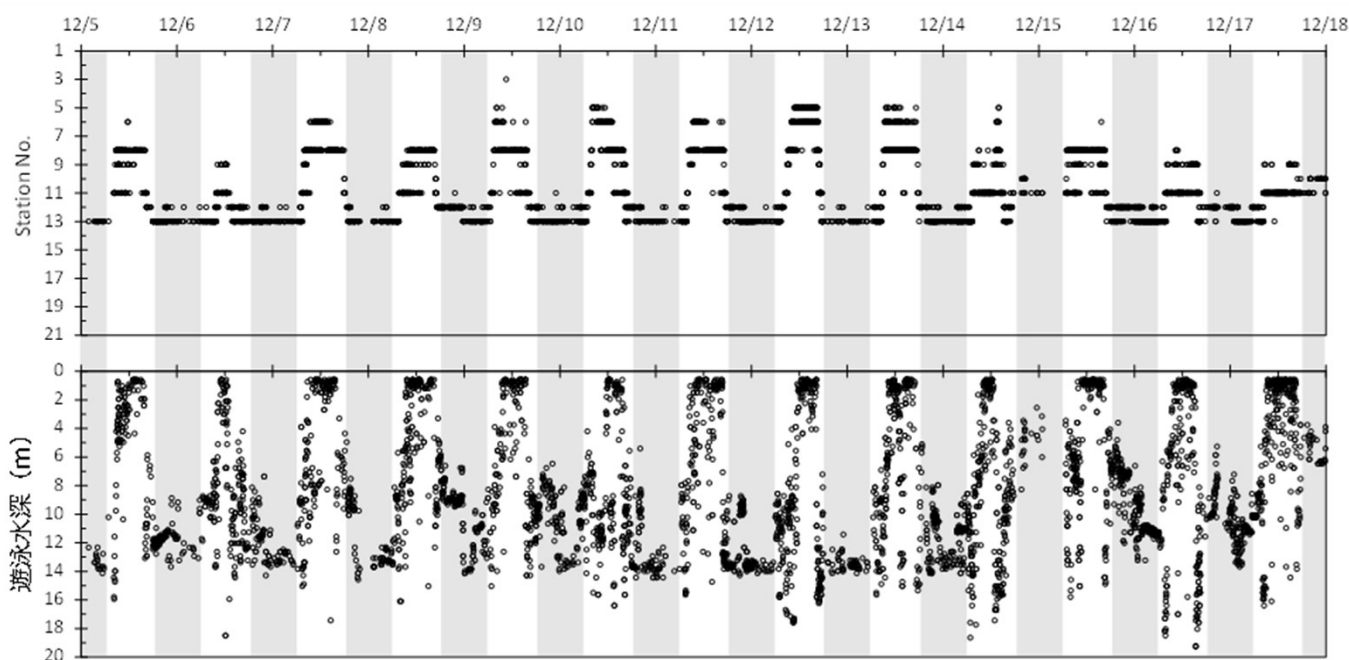


図 2-14. ノリを摂食する代表的な個体の行動. 上段は水平的な動き（縦軸は受信Station）、下段は鉛直的な動き（遊泳水深）を示す. 灰色網掛は夜間、白抜きは日中を示す.

（Takakura et al. 2023 を改変）

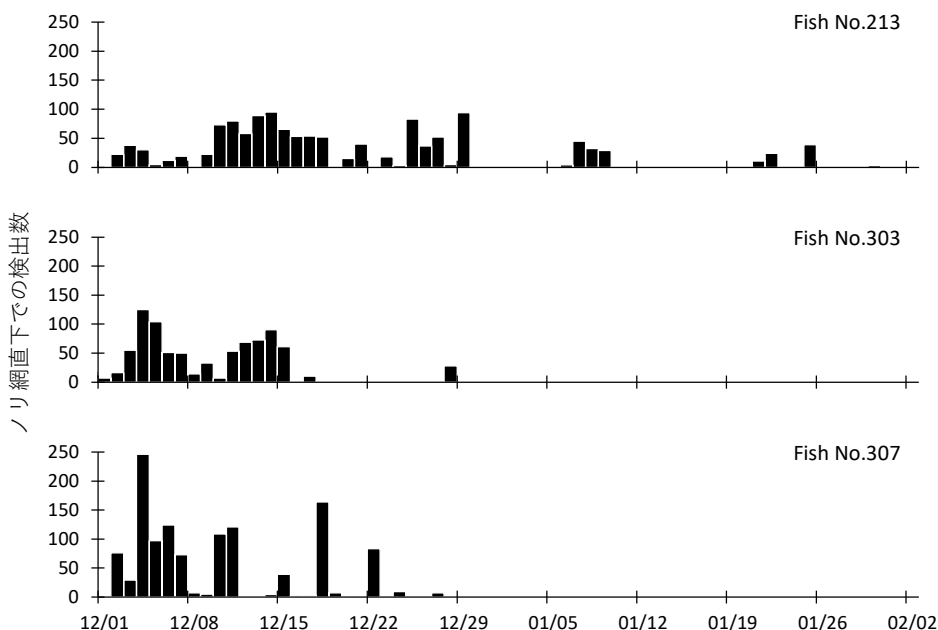


図 2-15. ノリ網直下（水深1 m以浅）でのクロダイ各個体の受信機検出数の推移.

（Takakura et al. 2025 を改変）

ノリ養殖場に居付く特定のクロダイが反復してノリを食べることで食害が発生していることが明らかとなりました。

これら「居付き」のクロダイの積極的な漁獲が食害軽減に繋がると考えられます。

2-6. クロダイの行動パターンの解明 ② バイオテレメトリー

バイオテレメトリー調査事例②（岡山県水島地先）

岡山県水島地先のノリ養殖場近くで釣獲したクロダイに、2022年12月に「小型発信機」を装着し（図 2-16）、ノリ養殖場のクロダイ行動を追跡したところ（図 2-17）、次のことがわかりました。



図 2-16. 岡山県水島地先（備前ガ瀬）におけるクロダイの放流と追跡.

【結果】

- ・クロダイは岸近くの岩礁域を中心に行動していたこと
- ・“カケアガリ”の浅瀬を使ってノリ養殖場に侵入していたこと（図 2-17左）
- ・夜間は、湾内の水深 3 - 5 m 前後の浅場で定位していたこと（図 2-17右）
- ・クロダイは流れの緩い浅場を寝床として利用していること

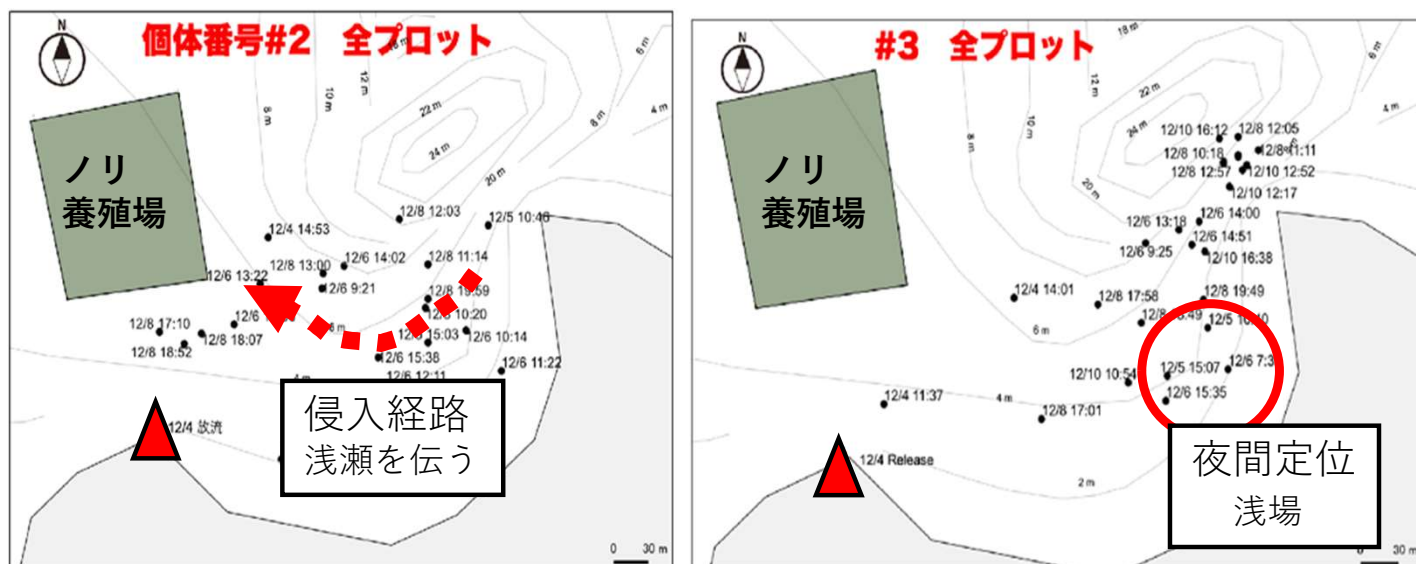


図 2-17. 発信機を装着したクロダイ2個体、#2と#3の行動（▲は釣獲・放流地点）.

バイオテレメトリーによる行動調査から、ノリ養殖場に居つくクロダイは夜間には岸近くの岩礁域や沿岸構造物に定位していること等がわかりました。漁獲による防除には、岸近くのクロダイを夜間に漁獲することも有効です。

コラム5 水中ドローンを用いた夜間のクロダイ観察

神戸市地先におけるバイオテレメトリー調査の結果（p.18-19）、日中に養殖ノリを食べたクロダイは、夜になるとノリ養殖場周辺の沿岸部にある構造物（魚礁や消波ブロック等）周辺に帰って行くことがわかりました。そこで、ノリ養殖期間中の夜間（1月下旬の20時～）に、ノリ養殖場周辺の消波ブロック帯で、**水中ドローンによるクロダイの探索と行動観察を実施**しました。

その結果、消波ブロックの隙間で定位している複数のクロダイが確認されました（図 2-18）。定位しているクロダイに水中ドローンの強い照明を当てたり、接近してもすぐに逃避することではなく、それら刺激に対する反応は日中に比べて鈍くなっていると考えられました（図 2-19）。

食害対策のための効率的な漁獲を検討する上では、このクロダイの生態学的特徴を利用し、**動きが鈍くなる夜の時間帯を狙うことも手段の一つ**として挙げられます。

なお、バイオテレメトリー調査で20時以降に受信が途絶えることが多くありましたが、このように消波ブロックの隙間に入り込んで通信ができなくなっていたためと考えられました。

消波ブロック帯の広範囲を水中ドローンで探索した結果、クロダイは消波ブロック帯のどこにでもいるわけではなさそうでした。そのため、**クロダイが夜に入り込みそうな隙間を日中にできるだけ多く見つけておき、夜に寝込みを襲う必要**がありそうです。

真っ暗な夜の海では水中ドローンの操縦は決して簡単なものではありません。しかし、潜水に比べて安全であり、かつ長時間の水中観察が可能です。また、今回の調査で、水中ドローンを使うとクロダイにかなり接近できることがわかりました。**水中ドローンを活用した食害対策方法も有効**と考えられます。

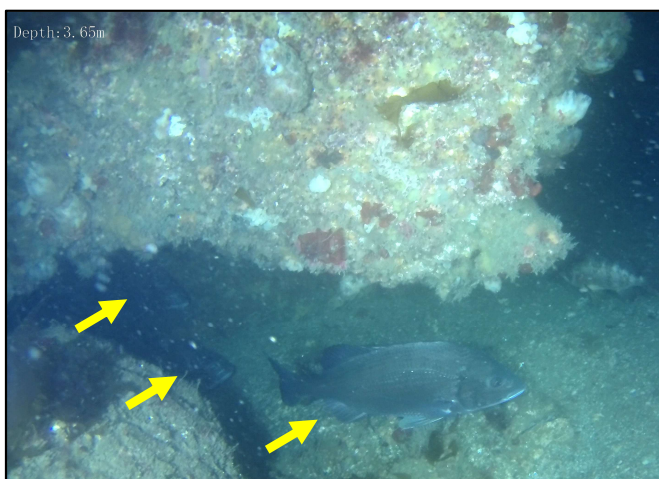


図 2-18. 消波ブロックの隙間に潜むクロダイ。

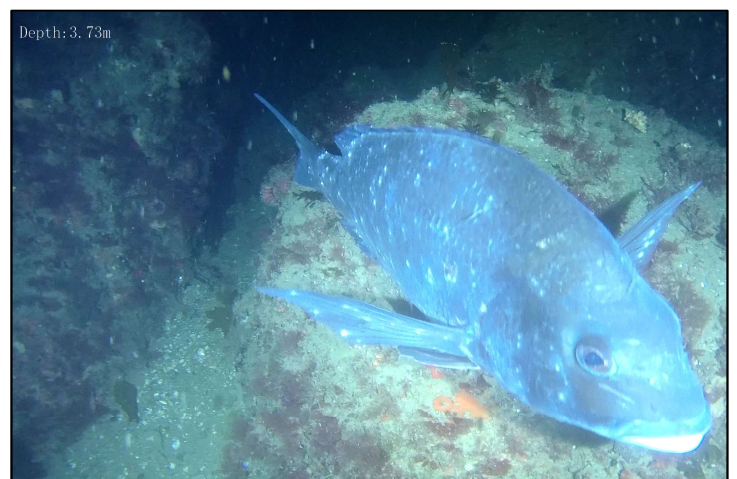


図 2-19. 接近しても逃避しないクロダイ。

3. クロダイによる食害の防除

3-1. 生産者による対策の実態と効果

3-1-1. 対策の実態 – 伊勢・三河湾の事例 –

- 多くのノリ漁場でクロダイの侵入を防ぐ「防除網」が設置されています。
- 防除網は、一定の効果はあるものの、その設置・管理の作業負担軽減への技術開発が課題となっています。

伊勢・三河湾（愛知県）の養殖場では、クロダイによる食害を防ぐために、多くのノリ漁場で「防除網」の設置が行われています（図 3-1）。

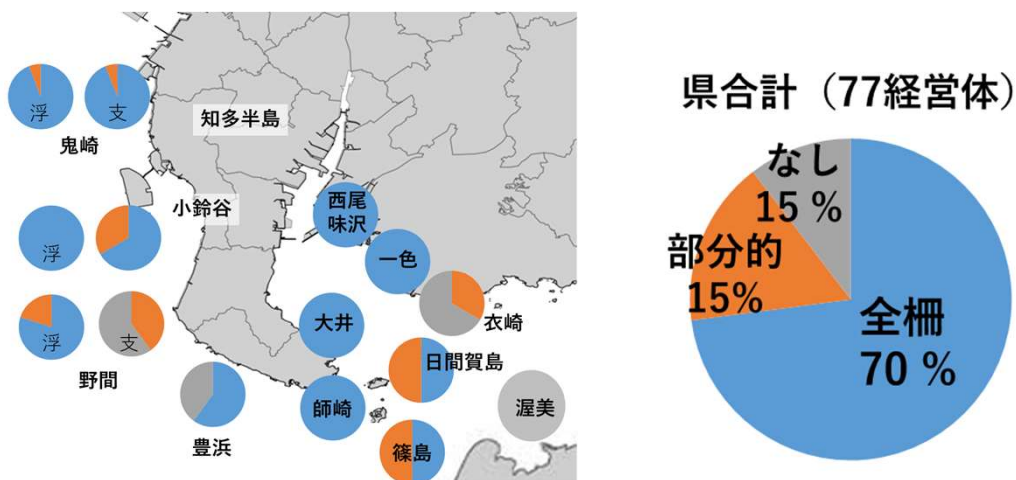


図 3-1. 愛知県海域における防除網の設置状況。鬼崎、小鈴谷、野間では浮き流し式（浮）、支柱式（支）養殖場別に示した。2022年調査。

防除網の設置方法には、ノリ柵の周りを防除網で取り囲むように設置する「囲網」、ノリ網下側の水平方向に防除網を敷く「敷網」、ノリ網の周囲に垂直方向に防除網を吊るす「吊網」があります。支柱柵漁場では囲網、浮き流し養殖場では敷網が主に採用されています（図 3-2）。

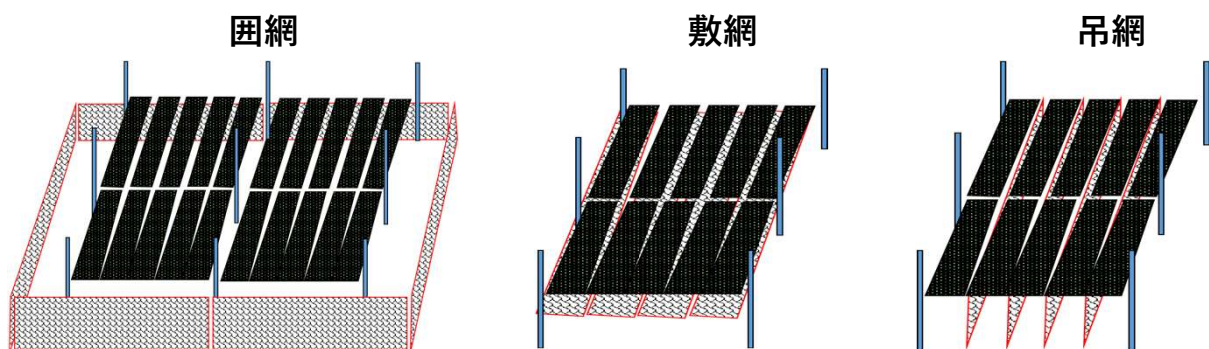


図 3-2. 防除網の設置方法。

いずれの方法でも一定の効果があることが報告されており、防除網による対策が安定した生産の前提となっています。

3-1-2. 対策の効果 – 瀬戸内海の事例 –

- 防護網は最も効果が高く、生産枚数・金額は脅し網の約1.2倍になりました。
- 対策が遅れている地域は、防護網を優先的に導入することが効果的です。

岡山県海域の浮き流し養殖場では、クロダイの食害を防ぐため、ノリ網の下側に水平方向に張る「防護網」や、ノリ網と並行させて垂直方向に垂らす「脅し網」といった、クロダイのノリ網への接近を妨げる対策の導入が進んでいます（図 3-3）*。

* 岡山県における「防護網」「脅し網」は、前出の伊勢・三河湾における「敷網」「吊網」と構造上類似のものですが、ここでは各地域における呼称を尊重し、それぞれの呼称を用います。

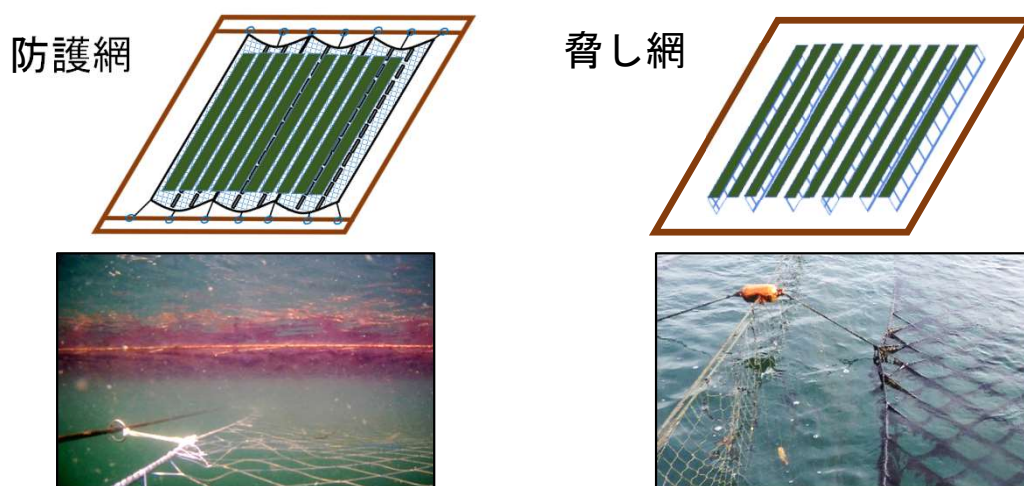


図 3-3. 浮き流し養殖セットと食害対策の模式図及び実際の設置状況。
（左：防護網、右：脅し網）。

食害対策の導入が遅れている地区で、2024年度に防護網や脅し網の設置による食害防除効果の試験を行った結果、以下のことがわかりました。

- ・ 防護網では、クロダイの接近はみられなかったこと（図 3-4）
- ・ 脅し網と無対策のノリ葉体は、食害を受けて短くなったこと（図 3-5）

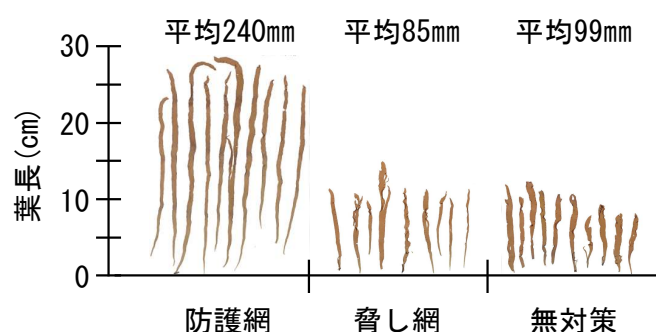
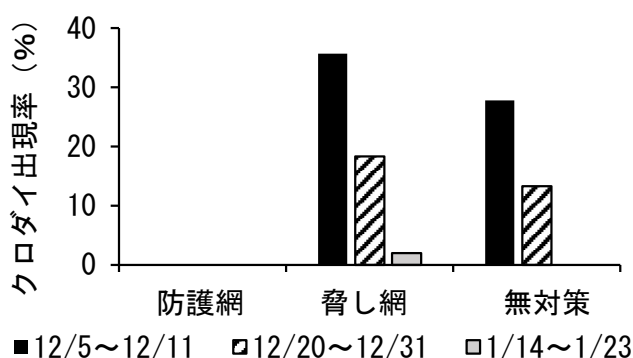


図 3-4. 食害対策別及び期間別のクロダイ出現率。
* 出現率はタイムラプスカメラ画像より算出（p.10 参照）。

図 3-5. 食害対策別の葉長比較。
（2024/12/12）。

3-1-2. 対策の効果 – 瀬戸内海の事例 –

さらに、食害被害が大きい12月から1月までの生産結果から、防護網や脅し網の導入効果を評価・比較したところ、次のことがわかりました。

- ・ 防護網は、脅し網や無対策のノリ網よりも生産枚数は約1.2倍多く、生産金額は約1.2倍高くなったこと（表 3-1）
- ・ 食害を受けた脅し網や無対策のノリ網は、防護網よりも摘採開始が遅れたこと

表 3-1. 食害対策別の生産結果比較（2024年の摘採開始から2025年1月中旬まで）。

	防護網	脅し網	無対策
摘採期間とその間の摘採回数	12/14～1/22に7回	12/19～1/18に4回	12/20～1/20に4回
合計生産枚数（枚/網）	3,650	2,975	3,175
1区画（40網）の合計生産金額（円）	4,189,080	3,499,320	3,625,200

対策のなかで最も高い効果がみられたのは防護網でした。

防護網はクロダイの接近を妨げる範囲が広いため、それが結果に影響したと考えられます。

しかし、防護網はノリ葉体を刈り取る際に船の進行の邪魔になるため、セット枠の端に寄せ、刈り取りが終われば元の状態に戻す必要がある他、珪藻等の汚れが付くため定期的に洗浄しなければなりません（図 3-6）。

防護網による食害対策の実施に当たっては、設置・管理に要する労力を考慮する必要があります。



図 3-6. 防護網の開閉及び洗浄作業の様子（岡山県海域）。

コラム6 有明海のカモ類による食害被害と防除対策の現状

有明海では以前からノリ芽が突然流出する現象が発生していましたが、近年の研究によりカモ類がノリを採食していることが確認され（図 3-7）、その食害が主な原因であることが明らかになっています。

有明海の福岡県養殖漁場における被害金額は年間約3,000万円と推計されていますが、食害で生産不能に追い込まれるケースや、漁業者が生産性が高い一方で食害の多い漁場を避けるケースも存在します。

食害が特にひどくなるのは、11月後半から1月にかけてで、ノリが伸長途上にあって、葉長が短い冷凍網入庫直前や秋芽網、冷凍網のそれぞれ摘採1回目の前に食害を受けると、網に付着したノリがほとんど食い尽くされ、その後の生産は不可能になるなど、深刻な被害が生じます。

対策として、福岡有明海漁業協同組合連合会では、この時期に重点的にカモ類の駆除を実施しています。ディストレスコール（※鳥や動物が危険にさらされたときに発する音声）発声器や爆音器の設置や、漁業者個人では、動物を模した大型の浮き輪を利用した海上かかしの設置（図 3-8）、反射テープなどを吊るす対策が取られています。

しかし、鳥は学習して視覚や音声の刺激に慣れてしまうため、これらの防鳥機器の効果は一時的であり、その実効性は不明です。

追い払いの方がより確実な効果があると考えられ、最近では漁業者が共同で花火等を利用し、発砲音を出しながら船でパトロールをする等の取り組みも行われています。また、深夜にも食害が発生していることが判明しており、夜通し船でパトロールを行う漁業者もいますが、労力的な負担が大きいことが課題となっています。

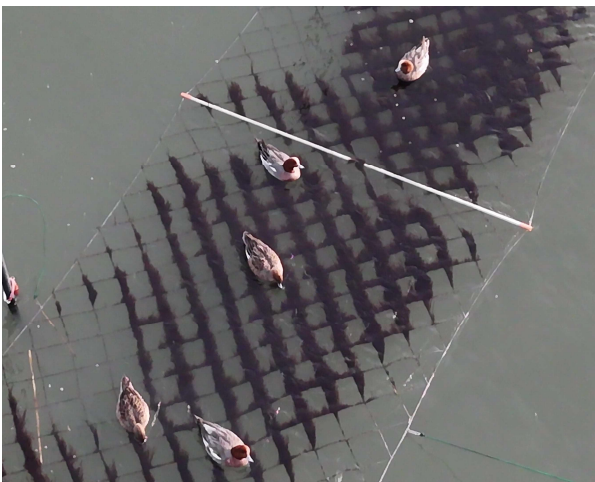


図 3-7. ノリ網に群がるカモ類.



図 3-8. 海上かかし.

コラム7 有明海における魚類による食害の拡大

長崎県の有明海沿岸では、毎年11月～12月頃の秋芽生産期に、ノリ芽の流出や短縮等の生育不良が発生し、長い間原因不明のまま、**バリカン症や高水温による生理障害等**が疑われていました。

そこで、2021年度にタイムラプスカメラ等による観察を行ったところ、**クロダイやカモ類が撮影され**、これらの現象が食害によるものとわかりました。

2023年度、ノリ網の周囲を刺網で囲む試験を行ったところ（図 3-9）、囲い網をしたノリは10日後に摘採サイズに伸長したのに対し、囲い網無しでは4 mmと短いままでした。

その後、囲い網区でも囲い網を外すと、数日で網全体のノリが藻長5 mmに短くなりました（図 3-10）。

2024年度、ノリ網にタイムラプスカメラを設置したところ、クロダイとカモ類は12月上旬の早朝から夕方の潮位の高い時間帯に毎日ノリ養殖場に出現していることがわかりました（図 3-11）。

長崎県では、クロダイやアイゴ等の魚類とカモ類による食害が、ノリその他、ワカメやカキ養殖でも発生しており、**貝・藻類全般における有効な食害対策が急務**となっています。



図 3-9. 防鳥ネットでカバーしたノリ網部分は生長が改善された。

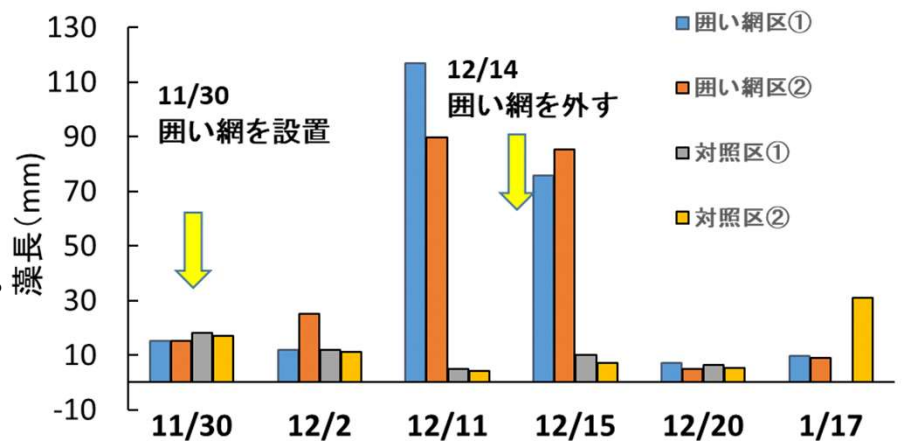


図 3-10. 囲い網無しの対照区と囲い網設置の試験区のノリ藻長の変化。試験区では途中で囲い網を外した。

※囲い網（刺網：長さ 80m、高さ 5m、目合 8cm）

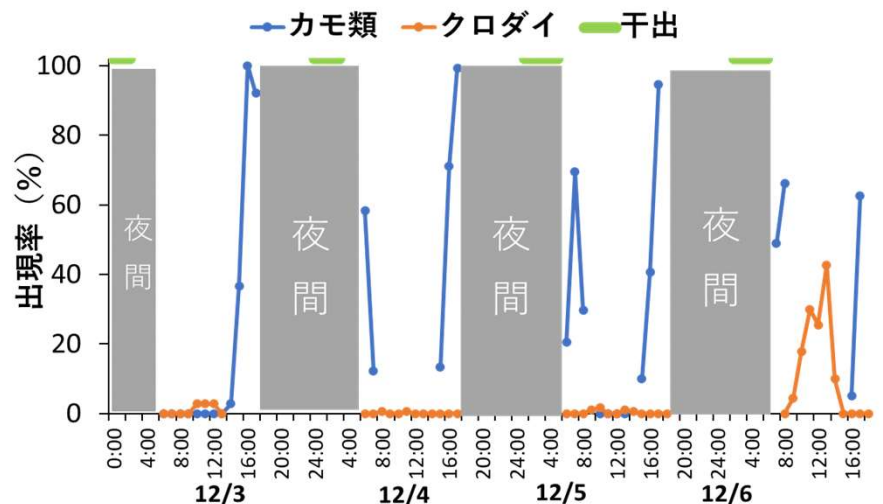


図 3-11. ノリ漁場に設置したタイムラプスカメラ画像におけるクロダイとカモ類の1時間あたり出現率（出現枚数/撮影枚数×100）。

3-2. 「追い払い」による防除

3-2-1. 防鳥カイトによる食害対策

- カモ類への追い払い効果は、日中に限定され、夜間は効果が見られません。
- クロダイへの追い払い効果は不明であり、今後の検証が必要です。

ミサゴなどの猛禽類は、クロダイやカモ類の天敵です（p. 12参照）

そこで、農業分野での食害対策として市販されている猛禽類を模した防鳥カイト（図 3-12）を、クロダイとヒドリガモによる食害が確認されている支柱式養殖場に設置し（図 3-13）、食害軽減効果を検討しました。

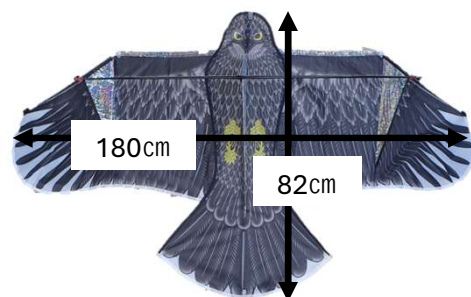


図 3-12. 農業用防鳥カイト。

【結果】 2022年度調査では防鳥カイトの設置直後に、それまで滞っていたノリの生長が確認されました（図 3-14）。

タイムラプスカメラの映像から、この間のカモ類の蛸集は顕著に減少しており、食害が軽減していたことが示唆されました。

防鳥カイトを長期間設置した2023年度調査では、ノリの生長は鈍化傾向が続きました。

IoT観測機器による観測ではヒドリガモの蛸集が確認され、時間帯別に調べてみると、日中における蛸集は防鳥カイト設置後に半分程度まで減少したものの、夜間は減少はみられませんでした（図 3-15）。

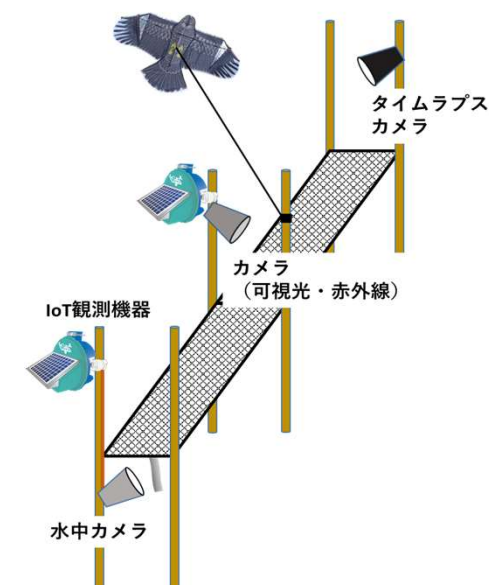


図 3-13. 防鳥カイトの設置状況。

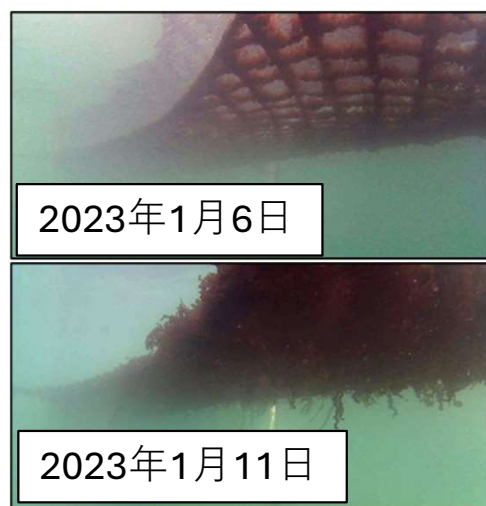


図 3-14. 防鳥カイト設置後のノリの生長。食害軽減効果と考えられる。

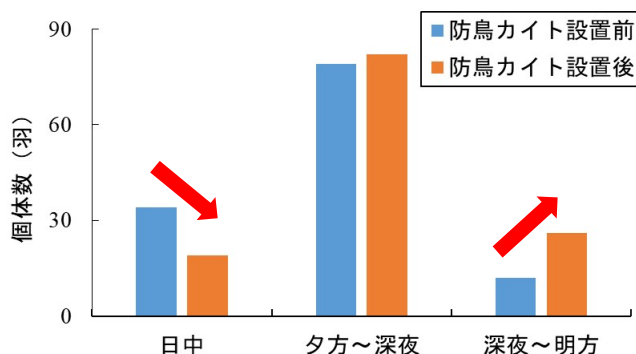


図 3-15. 防鳥カイト設置前後における時間帯別のヒドリガモの蛸集状況。

3-2-2. ドローンによる食害対策

三重県では、2023年12月から翌年1月にかけて、ノリ養殖場においてドローンによる食害把握と防除策について検討したところ、次のことがわかりました。

【クロダイの場合】

- ・ 浮き流し養殖場では、**養殖網の上下からノリを摂食している**様子が確認されたこと
- ・ 体長40 cm以上が多いこと（図 3-16）
- ・ **ドローンを高度約10 mまで降下すると、クロダイが一斉に忌避行動をとったこと**



図 3-16. ドローンで観察されたクロダイによる食害。

クロダイは、ドローンによる追い払い効果が期待できると考えられました。

【カモ類の場合】

- ・ **ヒドリガモ**では、ドローンを上空から徐々に降下させながら接近すると、**高度10 m付近で一斉に忌避行動を示した**こと（図 3-17）
- ・ マガモでは、垂直方向からの接近に対してヒドリガモのような明確な忌避行動は見られなかったこと
- ・ ドローンで猛禽類の音声を再生しながら接近した場合、**マガモはヒドリガモほど強い忌避反応は見られなかった**こと

カモ類は種類によってドローンへの忌避反応が異なりました。

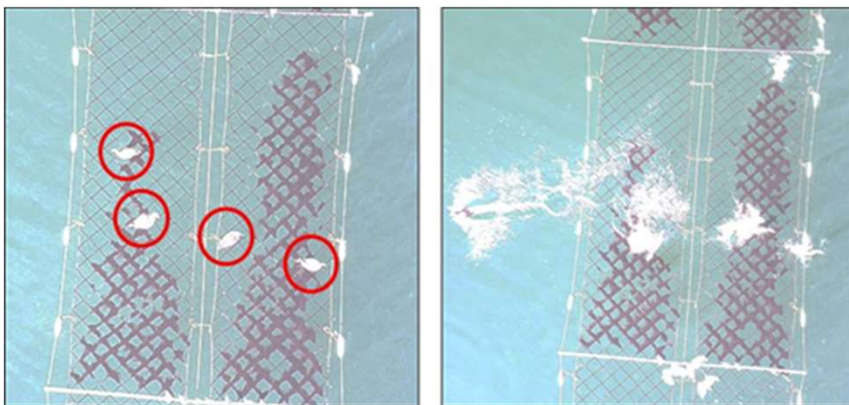


図 3-17. ドローンの接近によって逃げるヒドリガモ。
※左図の○がノリを摂食中のヒドリガモ

ノリ養殖場の食害被害は広範囲に及ぶことから、**局所的な対策ではなく、面的な対応が求められます。**

ドローンの利活用に向けた技術開発が進展し、ノリの食害対策に応用されることで、コストや労力の軽減など、実用上の課題解決に寄与することが期待されます。

3-2-3. 光による「追い払い」

- 浮き流し養殖場では、囲い網をしてもわずかな隙間からクロダイが侵入しています。
- 隙間への水中光照射は、特に夜間の侵入防止効果がありますが、晴天下では光の効果が弱まるため、高光量が必要・コスト高などの課題が残ります。

千葉県（東京湾）では、2015年からクロダイによる食害が顕在化したことから、ノリ網を防除ネットで囲う対策を行っています。囲い網式の防除ネットは、支柱式、浮き流し式の両方において、水面から海底までをカバーするように設置されています（図 3-18）。

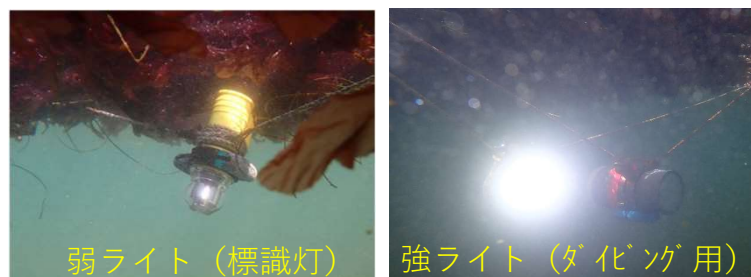


図 3-18. 支柱式養殖場における囲い網。

しかし、浮き流し式では、水面とノリ網を囲うネットの間に生じた隙間からクロダイが侵入しやすい（図 3-19）、隙間に水中光を照射し、クロダイを威嚇できるか実験しました。支柱式においても、防除ネットの一部を開放し、水中光を照射することで、侵入防止効果を評価しました（2022年度）。



図 3-19. 浮き流し式養殖場における囲い網（左）。隙間からクロダイが侵入する瞬間（右）。



無照射及び弱ライト（図 3-20）の場合、多数のクロダイの食害でノリは極端に短くなりました。一方、強ライトでは多少の侵入はあったものの、短くなりませんでした（図 3-21、22）。

図 3-20. ノリ網の下に設置したライト。

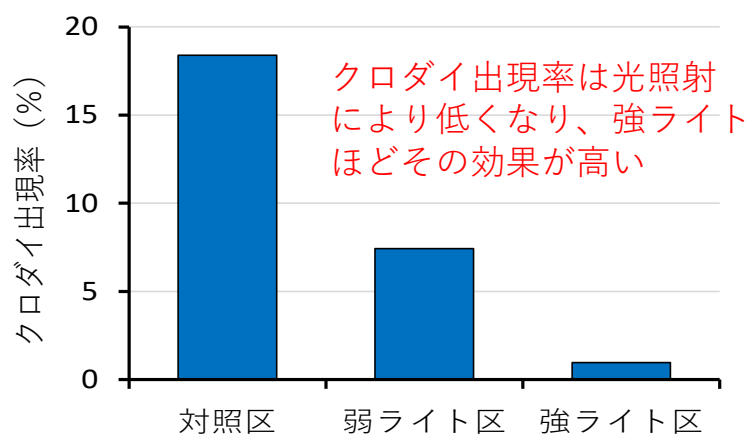


図 3-21. ライト照射期間（48時間）におけるクロダイ出現率（夜間は除く）。

* 出現率はタイムラプスカメラ撮影における「実験期間における出現画像数/総画像数×100」で算出

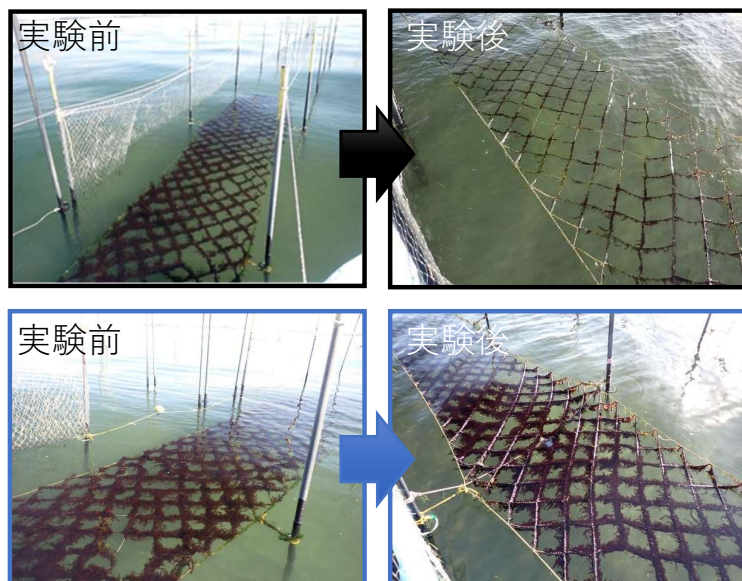


図 3-22. 水中光照射実験前後の食害状況。上段；無照射区，下段；照射区。29

3-3. 漁獲による防除

- 各地で海域の特徴やクロダイの行動パターンを踏まえた方法でクロダイの効率的な漁獲に取り組んでいます。

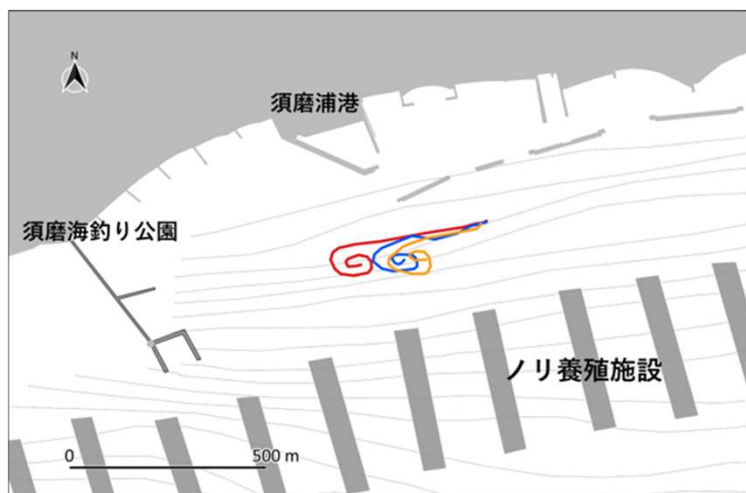
資源量が増えているクロダイによる食害防除を促進するためにも、クロダイの漁獲が必要です。各地におけるクロダイの効率漁法を紹介します。

3-3-1. うず刺網（兵庫県）

【調査】神戸市地先の行動調査（p.18-19）で、ノリを摂食するクロダイはノリ養殖場と沿岸の構造物周辺とを1日のうちに往復することが明らかとなったため、2022～23年に移動ルートを遮る形で刺網を設置し漁獲試験を行いました（図 3-23）。

【漁法】クロダイは元来刺網に掛かりにくい魚種であるため、刺網の片端をうず状に設置してクロダイをうず部分に迷い込ませる工夫を施しました。

【結果】一網につき10尾程度のクロダイが漁獲され、そのうちの約8割の個体の消化管からノリが確認されました（図 3-24）。



クロダイの移動ルートを把握し、うず刺網で遮ることで、ノリを食べて岸に帰ってくるところを、狙い通り漁獲できました。しかし、大量に漁獲するには、より効率性の改善が必要です。

図 3-23. うず刺網設置時の航跡（色線）。



図 3-24. うず刺網による漁獲結果. 漁獲された多くのクロダイの消化管からはノリが確認された。

3-3-2. 底びき網（香川県）

香川県の漁法のうち、主として営む経営体が最も多い小型機船底びき網漁業（以下、底びき網）は、他の漁法と比較してクロダイの漁獲量も多い漁法です。

【試験】底びき網がクロダイの有効な漁獲手法として期待されることから、2024年に県内備讃瀬戸東部海域（図 3-25）において、底びき網によるクロダイ漁獲試験を実施しました（図 3-26）。

【結果】漁獲されたクロダイの平均体長はオスが32.8 cm、メスが約34.0 cm、平均年齢はオスが14歳、メスが12歳と大型の高齢魚が多く、特に4～6月の産卵期頃にメスが多く漁獲されました（表 3-2）。

底びき網により、産卵期を中心に大型のメスのクロダイを漁獲することで、産卵による再生産を抑制できる可能性が考えられました。

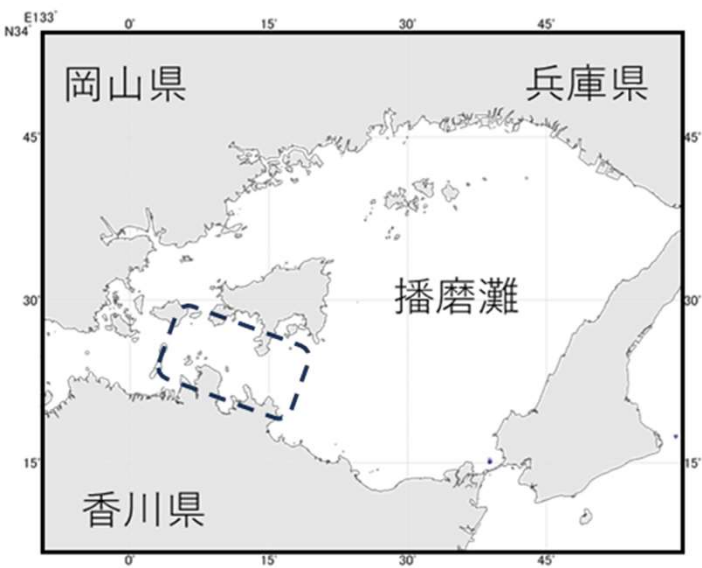


図 3-25. 底びき網試験区域.



図 3-26. 操業中の底びき網.

表 3-2. 小型機船底びき網試験漁獲尾数（尾）.

調査月	クロダイ				
		オス	メス	不明	合計
2024 年	4 月	2 (13%)	13 (87%)	0	15
	5 月	4 (15%)	23 (85%)	0	27
	6 月	10 (32%)	20 (65%)	1	31
	7 月	0 (0%)	0 (0%)	0	0
	8 月	0 (0%)	2 (100%)	0	2
	9 月	0 (0%)	0 (0%)	0	0
	10 月	1 (100%)	0 (0%)	0	1
	11 月	3 (100%)	0 (0%)	0	3
	12 月	3 (60%)	2 (40%)	0	5
	合計	23 (27%)	60 (71%)	1	84

3-3-3. 延縄（熊本県）

熊本県八代海域では、延縄によるクロダイの漁獲が行われています。

【漁法】 漁場は干潮になると干潟域が見える浅い場所にあり、クロダイは上げ潮と一緒に回遊してくるため、上げ潮時に出航し仕掛けを投入します。すべての仕掛けを投入後、最初に仕掛けたものから順に回収します（図 3-27、28）。潮周りを考慮する必要があるため、操業は昼夜問わず行われ、水温が低下しクロダイが来遊しない時以外は、ほぼ周年操業されています。

【漁具】 漁具は全長約1,700 mで、針は150本～180本ついているものを1セットとして使用しています。多いときは、漁具4セットで約200匹漁獲することもあります（図 3-29）。

エサは季節により変わりますが、コノシロやイカ、マテ貝など様々なものを使用しており、クロダイのほかに、キビレやヘダイも漁獲されています。



図 3-27. 使用する漁具（1カゴで1セット）。



図 3-28. 延縄による操業の様子。



図 3-29. 延縄による漁獲結果。

八代海では、ノリの他にも、アサリ等の二枚貝への食害も問題となっており、効率的な漁獲によるクロダイの防除が必要となっています。

3-3-4. 蛸集場所（魚類養殖場）での釣り・たも網すくい（香川県）

香川県ではクロダイを効率的に漁獲するため、延縄による漁獲試験を実施しましたが不調に終わったことから、他の方法を模索しました。

【試験】県内の魚類養殖業者への聞き取りや環境DNA調査により、魚類養殖場周辺で、**養殖餌をねらったクロダイが蛸集している**ことが示唆されたため、魚類養殖場において、釣り・たも網すくいによるクロダイ漁獲試験を実施しました。

【結果】香川県高松市屋島湾（図 3-30）において、2023～24年の5月から11月にかけて、1月に1回2時間の試験を合計7回実施したところ、2023年は計217尾、2024年は184尾を短時間で漁獲することができました。

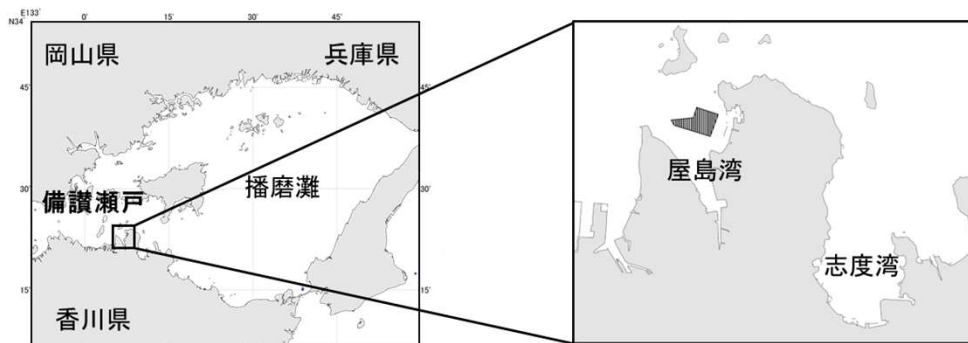


図 3-30. 試験を実施した魚類養殖漁場.



図 3-31. クロダイの魚類養殖漁場における蛸集（左）とたも網による捕獲（右）。

魚類養殖場において、釣りとたも網により、1時間あたり13～16尾の大型のクロダイを漁獲できました（図 3-31）。**蛸集場所の特定は、効率的な漁獲のためにも有効と考えられます。**

4. クロダイの利用促進

4-1. 旬・おいしさの解明と評価

- クロダイは春（産卵期）はあっさり味、冬は脂が乗ってうま味が増します。
- クロダイの魅力を伝え、利用促進することが食害の低減にもつながります。

クロダイはかつて、西日本を中心に高級魚として扱われてきましたが、地域や時期によって需要の差がある他、養殖マダイの流通量の増加等により価格が低迷し、漁業者による水揚げが減少しました。その結果、クロダイ資源が各地で増加することにつながり、ノリ養殖にとっては負のスパイラルの状態にあります。

このような状況の改善には、消費者へクロダイのおいしさを伝え、漁業者が漁獲し、利用促進が図られるようにすることも一つのアプローチです。

成分① 脂質含量

産卵期の魚類は脂質やうま味成分のバランスが大きく変わり、特に脂質の量は著しく減少すると言われています。また、魚のおいしさには脂質が影響します。東京湾・瀬戸内海で採集したクロダイの筋肉に含まれる脂質の割合を調べると、産卵盛期である春（4～5月）に比べ、冬に脂がのることがわかりました（図 4-1）。

成分② うま味

味覚センサー（「コラム 8」を参照）で魚のおいしさに影響を及ぼすうま味成分を調べたところ、食べた直後に感じるうま味（うま味先味）は秋から上昇し冬に高く、飲み込んだ後にも続くうま味（うま味後味）は秋に高い傾向でした（図 4-2）。

なお、旬以外（脂やうま味成分が少ない時期）でも、調理の工夫でおいしく食べられることが分かりました（「コラム 9」参照）

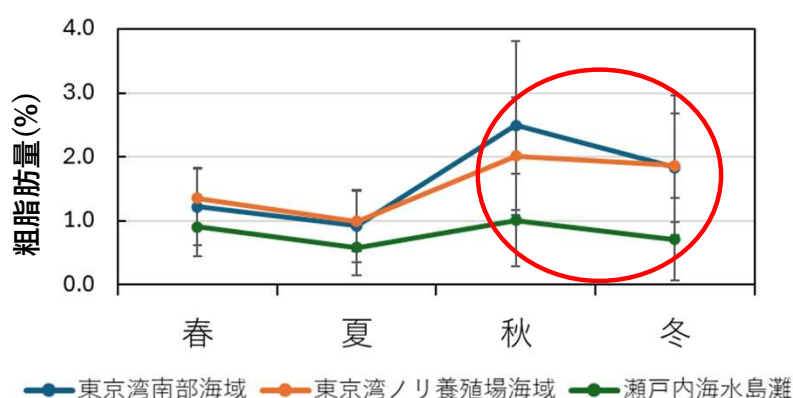


図 4-1. クロダイの脂質（粗脂肪量）の季節変化。

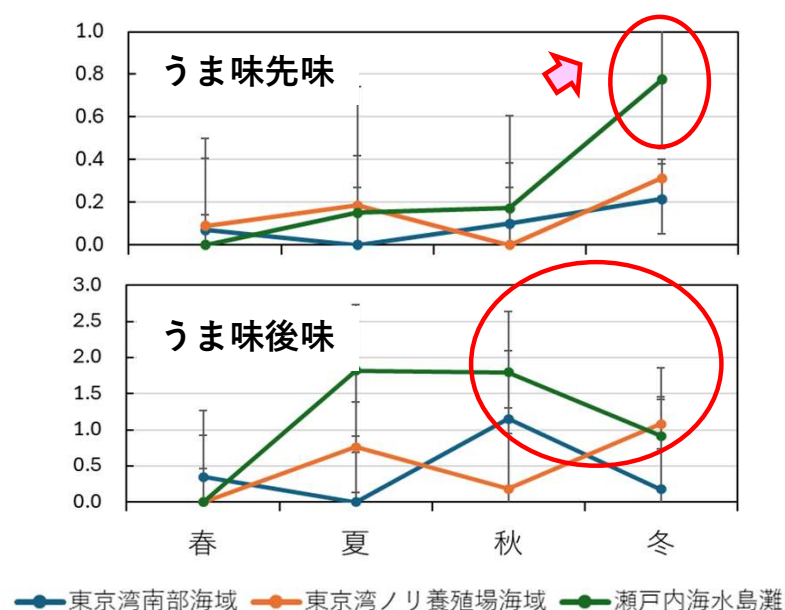


図 4-2. クロダイのうまみ先味、後味の季節変化。

コラム8 おいしさの調べ方 ～味覚センサーと官能評価～

味覚センサー（図4-3）

人間の舌の構造を模した特殊なセンサーにより、うま味、塩味、苦味、酸味などの味の濃淡を数値で表すことができます。

官能評価

おいしさは人の主観的な感覚のため機器分析だけでは評価できないこともあります。人の感覚でおいしさを科学的に測る試験方法である官能評価を使えば、おいしさを評価できます。試験的に小規模な官能評価を行ったところ、冬のクロダイはマダイに劣らぬおいしさであることが示唆されました（図4-4）。

おいしさの評価を行う際は大規模な試験を行う必要がありますが、このような方法により人の主観的な感覚であるおいしさを客観的に評価することができ、クロダイの利用促進のための対策を検討するために役立つと考えられます。



図4-3. 味覚センサー。

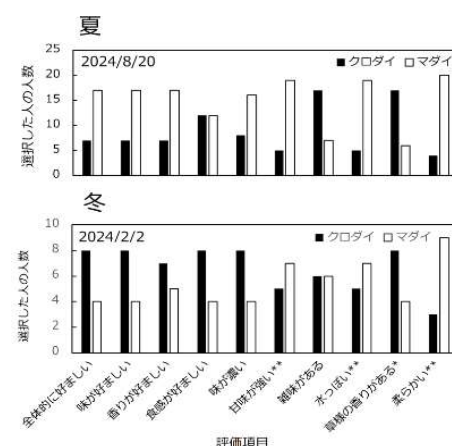


図4-4. 官能評価によるクロダイと天然マダイの比較。

コラム9 クロダイ利用促進のためのレシピ紹介中

図4-5. クロダイのレシピ
(千葉県)



図4-6. さかなe料理
ブックレシピカード
(岡山県)



図4-7. クロダイのおいしさ
認知向上プロジェクト
(水産庁)



4-2. クロダイの利用実態とその促進

- クロダイには一定の需要がある一方、需要には地域差があります。
- 消費者のニーズを踏まえた加工品の開発やクロダイ漁獲を促進する取組が行われています。

クロダイの利用促進を図る上で必要となる生産、流通及び消費に関する基礎情報を収集するため、漁獲量が多い愛知県、大阪府、兵庫県の漁業者、卸売業者、仲卸業者等にヒアリング調査を実施しました。

ヒアリングの結果

- ・ 愛知県では、小型底びき網漁業や改良備前網漁業で漁獲され、東京、大阪など県外向けのほか、県内の小売店（切り身、刺身、総菜等）や回転寿司店で提供されており、通年で消費されています（図4-8）。
- ・ 大阪府では、小型底びき網漁業や巾着網漁業で漁獲されます（図4-9）愛知県に比べ消費は少ないものの、餌代の高騰により単価が上がっている養殖マダイの代用品として利用する動きがあります。
- ・ 兵庫県では、小型底びき網漁業や建網漁業で漁獲され、一定の需要が存在するものの、需要に対して供給の方が多く、全体としては県内よりも県外（東京、名古屋、大阪など）に多くが仕向けられています。



図4-8. 愛知県内の小売店で陳列されていたクロダイ商品。



図4-9. 大阪府内の市場に並ぶクロダイ。

利用促進のための視点

クロダイは白身魚として一定の需要がありますが、その需要には地域差があります。クロダイの利用方法の普及を通じて、愛知県のように安定した需要を創出する取組も各地で行われています（コラム9参照）。

また、クロダイ加工品は同種のマダイ加工品に比べて安価であり、需要に対し原料供給が不足する状況も確認されました。単価や漁獲金額が他魚種に較べ劣ると判断されれば、漁業者はクロダイを積極的に漁獲しないため、クロダイを一定の単価（300円/kg）で買い支える取組が行われている地域もあります。

執筆担当機関一覧

0. ノリ養殖の作業工程	水産技術研究所 福岡県水産海洋技術センター有明海研究所
コラム1	水産技術研究所
1. 養殖ノリの食害	
1-1.	水産技術研究所、広島大学
1-2.	水産技術研究所、佐賀県有明水産振興センター
コラム2	水産技術研究所、千葉県水産総合研究センター
1-3.	愛知県水産試験場
1-4.	兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター 香川県水産試験場、千葉県水産総合研究センター 愛知県水産試験場
1-5.	千葉県水産総合研究センター 岡山県農林水産総合センター水産研究所
コラム3	水産技術研究所、熊本大学
コラム4	三重県水産研究所
2. ノリを食害するクロダイの生理・生態および行動	
2-1.	広島大学
2-2.	広島大学
2-3.	広島大学
2-4.	香川県水産試験場
2-5.	広島大学
2-6.	兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター 近畿大学、広島大学
コラム5	兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター
3. クロダイによる食害の防除	
3-1. 生産者による対策の実態と効果	
3-1-1.	愛知県水産試験場
3-1-2.	岡山県農林水産総合センター水産研究所
コラム6	福岡県水産海洋技術センター有明海研究所
コラム7	長崎県総合水産試験場
3-2. 「追い払い」による防除	
3-2-1.	三重県水産研究所
3-2-2.	三重県水産研究所
3-2-3.	千葉県水産総合研究センター
3-3. 漁獲による防除	
3-3-1.	兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター
3-3-2.	香川県水産試験場
3-3-3.	熊本県水産研究センター
3-3-4.	香川県水産試験場
4. クロダイの利用促進	
4-1.	水産技術研究所 千葉県水産総合研究センター 岡山県農林水産総合センター水産研究所
コラム8	水産技術研究所
コラム9	水産技術研究所
4-2.	水産大学校