

平成 21 年 05 月 26 日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19780148
 研究課題名 (和文) あなご筒漁を利用した同一時間における貧酸素水とマアナゴ分布のモニタリング
 研究課題名 (英文) Monitoring of distribution patterns of white spotted conger eel (*conger myriaster*) and oxygen-deficient water by using conger eel tube fishery.
 研究代表者 内田 圭一 (UCHIDA KEIICHI)
 東京海洋大学・海洋科学部・助教
 研究者番号：50313391

研究成果の概要：マアナゴは溶存酸素量が 2ml/L を下回る水域を避けて分布する傾向がみられた。この境目となる水域はマアナゴが集まる傾向が見られた。一方で潮位差が大きく水塊移動が大きい時にこのような水域で操業すると、筒に入ったマアナゴが多数死亡することも確認された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,800,000	0	2,800,000
2008 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	150,000	3,450,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：水圏環境・保全、貧酸素水、あなご筒漁業、マアナゴ、東京湾

1. 研究開始当初の背景

東京湾では、初夏から秋にかけて貧酸素水塊が広く発生する。東京湾における主要な漁獲対象魚である、マコガレイやシャコ、スズキ、マアナゴなどは、これらの貧酸素水塊を避けるように、漁場を形成すると考えられている。そのため、貧酸素水塊の分布の把握は、漁獲の成果に大きく影響し、判断を誤ると漁家経営を圧迫する結果となる。同じような現象は、大阪湾や伊勢湾でも確認されており、貧酸素水の分布と漁場形成の関係が議論されている。しかし、これらの多くの研究では、観測日の関係から漁獲情報を得られた日時に近い貧酸素水塊の情報を解析に使用した

り、各月の代表的な溶存酸素の分布と月毎の漁獲量を比較するなど、溶存酸素の分布と漁獲情報には時間的なずれが含まれている。また、データの解析は、操業位置の中間地点を代表位置としたり、緯度経度 1 分や 0.5 分といった区画毎に解析を行ったりと、空間的な精度も粗いのが現状である。そのため、従来の研究は実際の漁場で起こっている、溶存酸素分布に対する漁獲対象魚の分布特性を表しているとは言い難かった。

2. 研究の目的

(1) 漁獲と環境の関係解明

近年、沿岸の水産資源の回復と持続的な利

用を目指した管理計画が各地で推進されている。より高度な資源管理を行うためには、漁場環境と対象となる資源の分布に関する詳細な情報が必要不可欠となる。そこで本研究では、延縄式漁具の一つである東京湾のあなご筒漁業を対象に（図-1）、漁具浸漬中の漁場環境を連続モニタリングし、環境と漁獲の情報を同じ場所で同時にかつ詳細に取得を試みた。得られたデータを解析することで、同一空間上における溶存酸素量とマアナゴの分布の関係を明らかにしていく。

さらに、海底の環境がどのような時に、マアナゴが筒に入るかを明らかにすることを目的としてマアナゴの入筒時間の記録を試みた。

3. 研究の方法

東京湾の貧酸素水塊は、6月ごろより湾中央から発生し、7月～8月にかけて最も拡がり、9月頃より縮小し始め、10月～11月には収束する。そこで、フィールド調査は貧酸素水塊が発生する6月～9月を中心とし、特に貧酸素水塊の影響が顕著となる7月と8月に集中的に実施した。それ以外の季節は、月に1回程度とした。調査は、2007年6月から2008年12月の間に合計23回行った。調査には、神奈川県横浜市漁業協同組合柴支所所属のあなご筒漁船を用いた。

(1) 漁獲情報

漁具投入時にGPSで測位したあなご筒の投入位置を漁場における漁具の位置としてPCに記録した。そして漁具回収時にそれぞれの筒の漁獲尾数と漁獲物のコンディション（生、死、噛み痕の有無）を、混獲があった場合はその魚種と尾数を記録すると共に、死亡した状態で漁獲されたマアナゴについては、すべてデジタルカメラにて記録した。

(2) 環境モニタリング

環境の測定は次の方法で行った。水温記録計（HOBOPRO water temp pro.）を等間隔になるように10箇所取り付けすることで、漁具投入から回収までの漁場の水温を連続モニタリングした。また、北端と南端に位置する漁具には、光学式メモリー溶存酸素計（COMPACT-OPTDE）を取り付けることで、漁場の北と南の溶存酸素量を連続モニタリングした（図-1）。

(3) 貧酸素水塊分布予測図との比較

得られた漁獲データを千葉県水産総合研究センターがWeb上で公開している貧酸素水塊予測分布図（<http://www.pref.chiba.lg.jp/laboratory/fisheries/>）に重畳することで、これらの予測図と漁獲の関係について検討した。

(4) マアナゴの入筒時刻計測

耐水ケースに小型の時計を挿入することで作成した記録計を筒の入り口に装着する

ことで、マアナゴが筒に入る時間の記録を試みた。また、記録計によって得られるデータを補完するために、小型の水中ビデオカメラを使用することで、マアナゴが筒に入る姿を直接記録することも行った。

(5) 水槽実験

エアレーションを行っていない水槽に、マアナゴを入れ、マアナゴの行動と溶存酸素量の変化を記録した。溶存酸素量の変化は、溶存酸素記録計とポータブル溶存酸素記録計を使用した。マアナゴの行動に変化が見られた際には、その様子と溶存酸素量を随時記録した。

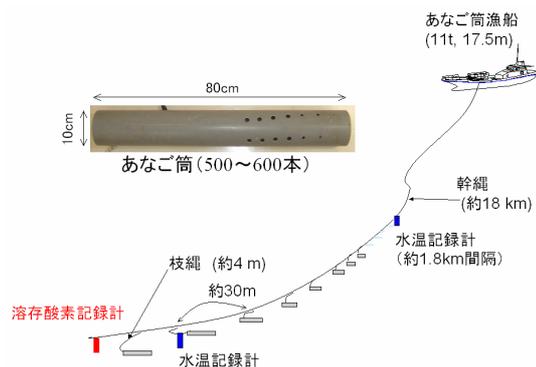


図-1 あなご筒漁と環境記録計設置の概略

4. 研究成果

(1) 漁場環境の特徴

漁具浸漬中の水温や溶存酸素量の変動について注目すると、水温、D0共に潮汐周期に近い周期で変動していた。特に、貧酸素水塊が発生する夏季で潮位差の大きいときにその変動は顕著に見られた。一方で、潮位差の少ない小潮のときや、成層構造がなくなり湾内の底層の溶存酸素量が広い範囲で一様になってくると、水温やD0の変化は小さくなった。

(2) 漁場の地形の特徴

漁場として利用された場所の地形は、等深線が密な水深変化の大きな場所と、等深線の間隔が広く平坦な場所に分けられた。貧酸素水塊の発達してくる夏季になると、等深線の密な中ノ瀬の縁や、中ノ瀬航路周辺での操業が多く見られた。そして、貧酸素水塊が消滅してくると、中ノ瀬の西方や東京湾横断道路周辺、川崎シーバースの周辺など、平坦な場所での操業が多く見られる。また貧酸素水塊が消滅する冬季の特徴として、岸近くの漁場での操業も多くなる。岸近くの漁場は水深変化が大きい特徴のある地形の場所が多かった。

(3) 漁具投入場所とD0分布図の関係

漁業者の間では、貧酸素水塊の境目は貧酸素水塊から忌避してきたマアナゴが集まり、好漁場となることが多いと考えられている。しかし、操業場所を DO 分布図にプロットした結果、必ずしもそのような場所を狙って漁具を入れているような傾向は見られなかった。また、日によっては、DO 分布図上では溶存酸素量が 2ml/L を下回る、明らかに貧酸素水塊と想定されるような場所での操業もあった。今回の調査から、漁業者はここで言う DO 分布図（貧酸素水塊予測分布図）の存在を知ってはいるものの、漁場選択に利用している傾向は見られなかった。

(4) CPUE の偏りの有無

CPUE は、偏りの無い日とある日に分けられた。CPUE に偏りが無かったり小さかったりしたのは、貧酸素水塊が発生していない冬季や貧酸素水塊の未発達な初夏に多くみられた。このような操業日は、実測した環境データの変化は小さかった。また、DO 分布図の等値線の間は広く表示され、同じような性質の水塊が広い範囲に分布していたと考えられた。さらに CPUE の偏りが無かった時は、等深線の間隔が広い平坦な海底での操業日が多かった。

これに対して、CPUE が偏る操業日は、貧酸素水塊が発達している夏季の操業に多く見られた。CPUE に偏りが無い日と比較すると、実測した水温や DO は、潮汐周期にあわせて明確に変化していた。DO 分布図では、等値線の間隔が密で、DO の勾配が大きいと推測される場所での CPUE がより高くなる傾向がみられた。さらに、同じ操業内で比較すると水温や DO の変化量大きい場所ほど、CPUE が高くなった。これらは、マアナゴが溶存酸素の低下によりこれを避けて移動し、潮押しされた結果と考えられた。中ノ瀬航路などの特殊な地形では、高い CPUE が頻繁に記録されたが、これは地形的にも潮の通りが良く環境が変化しやすかったものと考えられる。

また、このような環境の変化は、中ノ瀬航路以外でも、中ノ瀬周辺や沿岸部、浅海域などの特徴的な地形でもしばしば見られ、CPUE が偏ることがあった。本調査では、1m 単位の水深で CPUE に偏りが見られることがあった。

(5) 漁場として成立するための溶存酸素量

水槽実験では、溶存酸素量 1.5ml/L あたりからマアナゴが狂奔行動や噛み付き行動を起こし、死に至る様子が確認された。漁場でのモニタリングの結果からは、溶存酸素量が 2ml/L を下回ると死亡する個体が増える傾向が見られた。特に、このような海域では、「ヌタウンナギと混獲によりヌタウンナギが発した粘液」や、「筒内への泥の大量混入」、「筒内での過密」などが原因でマアナゴが死亡する可能性が示唆された。本研究結果からは、あなご筒漁の漁場として利用可能な水域の溶

存酸素量は 2.0ml/L 以上と考えられた。

以上、(1) から (5) をまとめると図 - 2 のようになる。

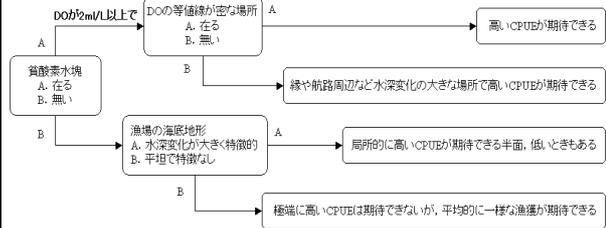


図-2 漁場形成の特徴

(6) 漁場環境の変化と漁獲状況

貧酸素水塊は発生する夏場は、潮位差が大きくなる大潮やその前後に、死亡状態で漁獲されるマアナゴが多く見られた。これは、潮位差が大きいほど貧酸素水塊の境界が大きく移動し、筒内に入ったマアナゴがこれを避けられずに筒内で死亡したと考えられた（図 - 3）。潮位差が小さい場合には、死亡個体数は少なかったものの、貧酸素水塊の分布する場所に投入されたと考えられた場所では、漁獲の得られなかった筒が多く見られた（図 - 4）。

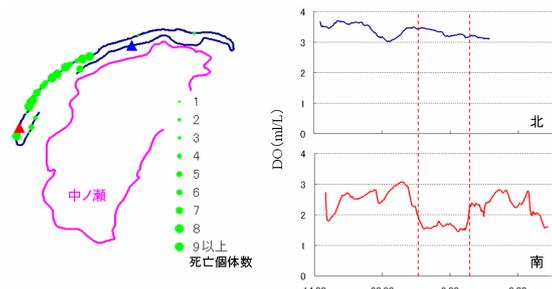


図 - 3 潮位差が大きかった際の死亡個体の分布と溶存酸素量の変化

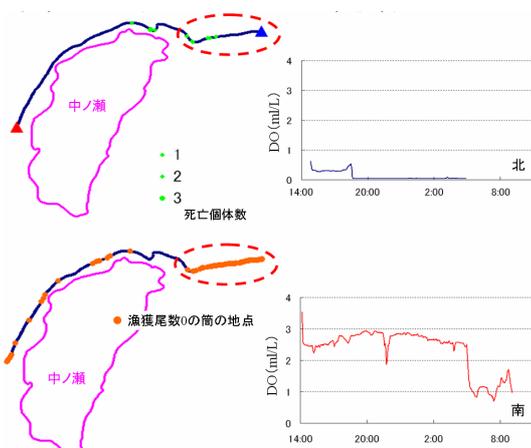


図 - 4 潮位差が小さかった際の死亡個体および漁獲 0 の筒の分布と溶存酸素量の変化

(7) マアナゴの入筒時刻

実験の結果、69 件の入筒時刻の記録に成功した。69 件のうち 25 件が漁具投入後 1 時間以内にマアナゴが筒に入っていた。この 25 件についても 20 件が 30 分以内であった (図-4)。これまでマアナゴは夜行性といわれてきたが、これらの結果から、マアナゴは日没前の明るい時間帯からも摂餌を行なっていることが示唆された。また、今回調査結果からは、環境とマアナゴが筒に入る時間帯について明確な関係は見られなかった。

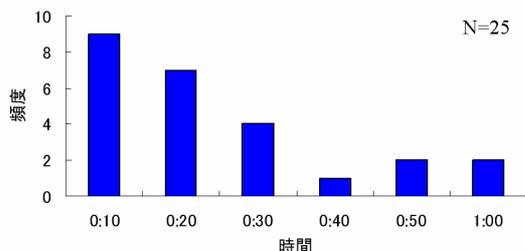


図-5 1時間以内の入筒時刻の頻度分布

(8) 今後の展望

従来の環境モニタリングは、一部の係留ブイなどによる連続モニタリングを除き、船舶による定点観測が一般的である。この場合、複数の観測点を同時に観測することはできず、ある程度の時間差が発生してしまう。また、こうした調査点は東京湾の場合を例に挙げると約 5km ごととなっており、広範囲はカバーしているものの、漁業者が漁場として活用するような局所的な環境を把握するためには精度が粗い。また、入手した漁獲データを比較する際、必ずしも同日の同時刻のデータがあるとは限らなかった。

これに対して、一回の操業で 15~18km にかけて漁具を投入するあなご筒漁は、広い範囲を対象に 30~40m 間隔でマアナゴの分布状況をモニタリングすることが可能な漁法である。そして、この漁具に環境記録計を取り付け環境測定しながら操業することで、マアナゴの分布変化と環境変化を同時に把握する事が可能になった。

その結果、海底付近の溶存酸素量が潮汐変動に合わせて変化する様子を捉えることに成功するとともに、それに呼応するマアナゴの資源の分布状態を明らかにすることができた。今回得られた結果というのは、高度な資源管理を実施するうえで、マアナゴに限らずその他の魚種についても重要と考える。今後も調査を継続し、多くのデータを蓄積することは、内湾の資源管理において極めて重要なことと考える。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 10 件)

①南場敬志 (内田圭一)、東京湾あなご筒漁業における漁獲過程でのマアナゴの死亡要因について、日本水産学会春季大会、2009 年 3 月 28 日、東京

②南場敬志 (内田圭一)、あなご筒漁業における漁獲過程での死亡要因について、第 12 回アナゴ漁業資源研究会 2009 年 2 月 17 日、福井

③Takahisa YOSHIDA, Keiichi UCHIDA, Trial Measurement on fishing time in case of conger eel tube fishery in Tokyo Bay, 5th World Fisheries Congress, 2008 年 10 月 23 日、横浜

④吉田空久 (内田圭一)、東京湾あなご筒漁業におけるマアナゴの入筒時刻の計測、日本水産工学会学術講演会、2008 年 5 月 30 日、長崎

⑤柳沢光範 (内田圭一)、東京湾あなご筒漁業におけるマアナゴの入筒時刻計測の試み、第 11 回アナゴ漁業資源研究会 2007 年 12 月 13 日、福岡

⑥南場敬志 (内田圭一)、マアナゴの酸欠死と死亡時刻推定の試み、第 11 回アナゴ漁業資源研究会、2007 年 12 月 13 日、福岡

⑦金澤誠 (内田圭一)、Web 情報を活用したあなご筒漁の漁場選択の効率化の可能性について、第 11 回アナゴ漁業資源研究会、2007 年 12 月 13 日、福岡

⑧吉田空久 (内田圭一)、東京湾マアナゴ漁場の溶存酸素量調査の経過報告、第 11 回アナゴ漁業資源研究会、2007 年 12 月 13 日、福岡

⑨内田圭一、夏季の東京湾におけるマアナゴの分布特性、日本水産学会秋季大会、2007 年 9 月 27 日、函館

⑩吉田空久 (内田圭一)、溶存酸素分布情報を利用した東京湾あなご筒漁の漁場選択の効率化の可能性について、日本水産学会春季大会、2007 年 03 月 30 日、静岡

[図書] (計 2 件)

①内田圭一 (分担)、平凡社、東京湾魚類図鑑 (マアナゴ)、校正中

②内田圭一 (分担)、京都通信社、バイオロギングで解き明かす動物の不思議 (IC タグを用いてアナゴ資源管理)、校正中

〔その他〕

①内田圭一、東京湾あなご筒漁の漁場形成の特徴、一都二県アナゴ一都二県あなご筒漁業者交流会、平成 20 年 11 月 19 日、東京都漁連会館

②内田圭一、東京湾あなご筒漁の漁場形成の特徴、伊勢湾における小底漁業資源回復のための漁場診断技術開発の研究計画等再検討会議、平成 21 年 1 月 19 日、三重県水産研究所鈴鹿研究室

6. 研究組織

(1) 研究代表者

内田 圭一

東京海洋大学・海洋科学部・助教

研究者番号：50313391

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし