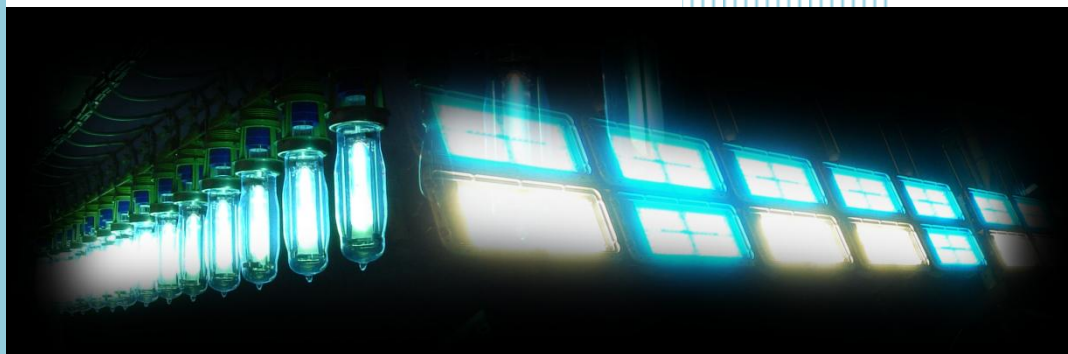


農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業委託事業」
イカ釣り漁業におけるLED漁灯の応用による効率的生産技術の開発

イカ釣りLED漁灯活用ガイド



独立行政法人 水産総合研究センター 水産工学研究所
国立大学法人 東京海洋大学
株式会社 東和電機製作所
石川県水産総合センター

2013年3月

まえがき

イカ釣り漁業の集魚灯(漁灯)は大光量化・大消費電力化の歴史をたどってきました。このため、本漁業は燃油依存度の高い産業となり、近年の燃油高騰を背景に厳しい経営を余儀なくされています。このような状況から、発光ダイオード(LED)を用いた漁灯が省エネルギー技術として注目されるようになり、2004年以降、本格的な実用化研究が進められるようになりました。当初、燃油消費量が激減するというふれこみもあってLED漁灯には大きな期待が寄せられましたが、研究が進むにつれてLED漁灯だけで操業すると漁獲量が目減りしてしまうことが分かってきました。しかし、漁獲が少なくなる理由是不明であり、その後も具体的な対策がないまま試行錯誤の実用化研究が進められていました。

そこで私たちは、夜間操業するイカ釣り漁船にイカが集まり、そして漁獲されるまでの仕組み(誘集・漁獲過程)を解き明かし、この仕組みを土台にしてLED漁灯の技術改善の方向性を見出そうと考えました。2009年度から4年間実施した研究事業によって、誘集・漁獲過程の解明が大きく進展し、さらに新設計のLED漁灯を漁船に装備して操業することができました。本ガイドはこれらの成果をとりまとめたものです。「イカ釣りLED漁灯活用ガイド」と題していますが、誘集・漁

獲過程についてはメタルハライド灯を装備した調査船で研究した内容であり、メタルハライド灯やハロゲン灯などの従来漁灯の活用方法にも触れています。さらに、LED漁灯の特長を知ることによって従来漁灯の長所と短所を知ることができるので、LED漁灯を使用していない漁業者にも参考にしていただけたらと思います。イカ釣り漁業者の皆さんが省エネルギー操業を考える上で本ガイドが多少なりとも役に立てば幸いです。

2013年3月

編集担当者・執筆者一同

- 注1 本ガイドでは、集魚灯を「漁灯」、LED漁灯を「LED灯」、魚群探知機を「魚探」、省エネルギーを「省エネ」と略称しました。
- 注2 本ガイドでは「イカ」はスルメイカを指しています。
- 注3 本ガイドで紹介する研究成果の一部は、農林水産省委託プロジェクト研究「有用水産生物の光応答メカニズムの解明及び高度利用技術の開発」によるものです。

執筆者・編集担当者

渡部俊広	研究総括(編集)
稲田博史	1-12・2-5・2-10・2-11・2-12執筆(編集)
四方崇文	1-1・1-2・1-4・1-5・1-7・1-8・1-10・1-11・2-1・2-3執筆(編集)
高山剛	1-2・1-6・1-12・2-5執筆
高尾芳三	1-3・1-9執筆
長谷川英一	2-2・2-4執筆
柴田玲奈	2-2・2-4執筆
佐野栄作	2-6・2-7・2-8・2-9・2-13執筆
田丸修	トピック1・トピック3・トピック4執筆
三木智宏	トピック2執筆

目 次

まえがき	1
第1章 イカが集まる仕組み	9
1-1 イカが集まる仕組みを明らかにせよ!	10
1-2 操業船周囲の光の分布	12
1-3 漁灯は広範囲からイカを集めている	14
1-4 イカは魚探やソナーにどのように映るか	16
1-5 船影の役割	18
1-6 釣機の観察から分かったイカの行動	20
1-7 船体前後の暗いところはイカの「入り口」	22
1-8 イカを集めるほど漁獲も増えるとは限らない	24
1-9 集まったイカは減灯しても逃げない	26
1-10 漁船周囲には漁獲されないイカも多くいる	28
1-11 一時的な減灯で漁獲は増える	30
1-12 水槽実験で調べたイカの光に対する反応	32
トピック1 イカと燃油の価格水準の変化	34
トピック2 釣機で漁獲の状況をいち早く察知しよう	36

トピック3	LED灯操業の燃油費削減と水揚金額	38
トピック4	減速航行による燃油削減の効果	40
第2章	LED灯の活用に向けて	43
2-1	LED灯を有効に活用するためのヒント	44
2-2	イカが感じる光と漁灯の光	46
2-3	海水中に透過しやすい光	48
2-4	何色の光に照らされた擬餌針が見えやすいか	50
2-5	波長の異なる光に対するイカの反応	52
2-6	LED灯の特長	54
2-7	LED灯の装備要領	56
2-8	LED灯の導入例	58
2-9	LED灯の操法例(1)	60
2-10	LED灯の操法例(2)	62
2-11	LED灯の操法例(3)	64
2-12	LED灯の操法例(4)	66
2-13	漁船の燃油消費とLED灯による燃油削減	68
第1章まとめ	イカが集まる仕組みと漁灯活用の方向性	70
第2章まとめ	イカ釣り漁業におけるLED灯の基礎と活用	71



LED灯を点灯した小型船



LED灯を用いた作業の様子



調査船白山丸(167トン)



調査船船底下に集群したイカ

第1章

イカが集まる仕組み

漁灯はどれくらいの範囲からどの程度の割合でイカを集めているのか？ 集まったイカはどのようにして船底下に入り、漁獲されるのか？ イカを多く集めるほど漁獲量も多くなるのか？ 漁灯が明るいほどイカは良く釣れるのか？ 調査船による最近の研究から、イカが集まり、漁獲されるまでの仕組みが明らかになってきました。

1-1 イカが集まる仕組みを明らかにせよ!

光でイカを集めて釣るイカ釣り漁業は、江戸時代にさかのぼることができるほど長い歴史を持っています。しかし、イカがどのように集まり、釣られるのかは謎のままでした。漁灯をうまく使いこなし、漁獲量の維持・向上と省エネを両立させるには、イカが集まる仕組みを理解しなければなりません。

イカが集まる仕組みは謎でしたが、それを知る手がかりはありました。私たちは、①イカは光に向かって遊泳する、②イカは夜間表層付近に分布する、③漁獲したイカの目は暗いところに順応した状態にある、④操業時にはイカは船影に多く分布するという事実に着目し、一つの仮説を立てました(右図)。つまり、夜間、表層付近にいるイカに漁灯の光が届くとイカは光の方向に遊泳し、やがて操業船周囲の明るいところに到達します。しかし、イカは明るい環境に順応していないので、この段階では明るいところを避けようとしています。この時、船底下の船影が明るいところを避けるうえで手近な場所になります。このようにして船底下に入ったイカが擬餌針に飛びつき漁獲されると考えました。

遠くに光を届けてより多くイカを集めるために漁灯は大光量化しました。しかし、仮説のようにイカが集まるのであれば、大光量化で漁船周囲が過剰に明るくなり、イカが近づきにくくなっている可能性があります。遠くに光を届けつつ漁船周囲の明るさを適度に保つには配光調節が容易なLEDが適しています。イカが集まる仕組みを知ること、これまでの漁灯より優れたLED灯が設計できるはずです。

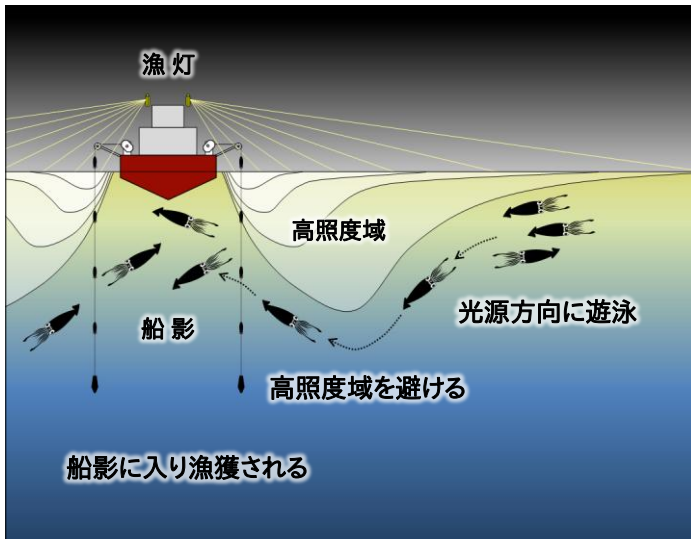


図 イカが集まる仕組みの仮説

1-2 操業船周囲の光の分布

イカが光に集まる仕組みを考えるうえで、操業船周囲の光の分布がどのようになっているのか知っておくことが大切です。そこで、メタルハライド灯(234kW)点灯時の海中照度を調べました。

海面下40cmの水平分布をみると(右図)、照度は船体左右で高く、船体前後で低い蝶型の分布になっています。これは、漁灯が船体前後方向に並んで配置されているために左右方向への光が強くなること、そしてバウデッキやスパンカーが前後方向への光を遮るためです。船体横断面方向の分布をみると、照度は船体中央から5~10mの海面で最も高く、そこから遠方には緩やかに、船底下の方向には急激に低下しており、船底下に船影があることや船体から離れたやや深いところの照度が微弱であることが分かります。このように、漁灯点灯時には複雑な光の場が作り出されているのです。

それでは、海中から灯光はどのように見えるのでしょうか？ 魚眼レンズ付きの水中カメラを海中におろして海面方向を撮影したところ、海中から光源の方向が識別できることが分かりました。このような光分布や灯光の見え方がイカを集めて船底下へ誘導するうえで重要な役割を果たしています。

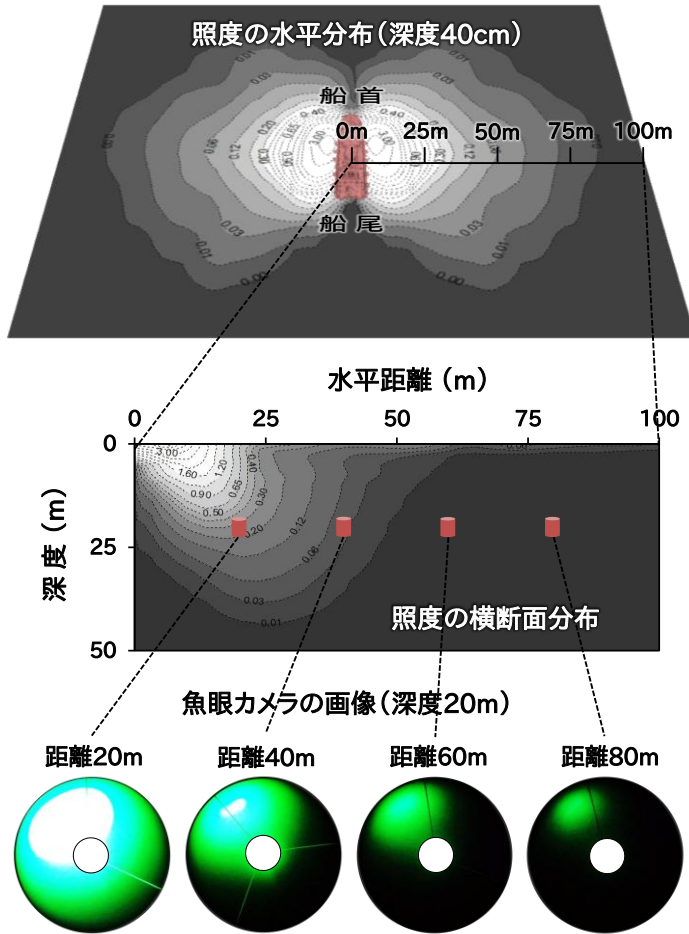


図 メタルハライド灯点灯時の照度分布と海中写真

1-3 漁灯は広範囲からイカを集めている

漁灯はどのくらいの範囲からイカを集めているのでしょうか？ 調査船で手釣りしたイカに小型の音響発信機を取り付け(右図1)、メタルハライド灯(234kW)を点灯した操業船から0.25~2海里離れたところで放流しました。そして、両船で音響信号を受信し、放流したイカが調査船を離れて操業船に到達するまでの時間や放流したイカのうち何尾が操業船に到達するのかを調べました。

日本海沖合で実施した7回の操業中に放流した81尾のうち43尾の信号が操業船側で受信され、概ね半数が操業船に到達したことが分かりました。調査船側で受信が途絶えてから操業船側で受信されるまでの時間は1~3時間、操業船に到達したイカを放流したときの船間距離は最大で2海里でした(右図2)。また、操業船に到達したイカの多くは操業終了まで操業船から離れることはありませんでした。

イカ釣り操業では、どのくらいの距離からどの程度の割合でイカを集めているのか分っていませんでした。操業船が流される向きや速さにもよりますが、この調査では操業船から2海里範囲に分布するイカのうち半分程度を集めていたこととなります。このことから、漁灯の光はイカを広範囲から集めていることが分ります。



図1 小型の音響発信器を付けたイカ

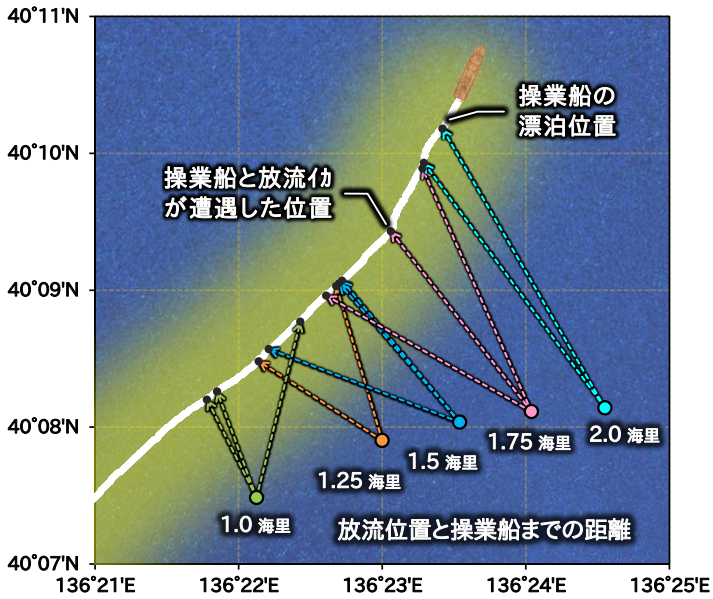


図2 イカの放流位置と操業船との遭遇位置

1-4 イカは魚探やソナーにどのように映るか

漁場探索を行う上で魚探やソナーはなくてはならない道具になっています。しかし、操業時には漁撈作業等が忙しくなるため、これらの機器の電源を切っている漁業者も多いのではないのでしょうか？ しかし、操業時に魚探やソナーを活用することでイカの集群状況を的確に知ることができます。

イカの群れは比較的まばらで移動速度も遅いので、魚探には筋状の反応として映ります(右図1)。操業開始後、漁獲が良くなり、中盤以降も好漁が続く操業では、筋状の反応が増えて重なり、やがて帯状の反応になります。このような操業では、船体周囲にもイカが集群しており、ソナーには環状の反応が見られます。また、魚探に帯状反応がみられるようになると、船底下には極めて多数のイカが分布しています(右図2)。これに対して、漁獲が断続的で突発的にしかイカが釣れない操業では、魚探にはイカは塊状の反応として時折映り、船体周囲にはイカが集群していないので、ソナーに環状反応は見られません。操業時に魚探やソナーを活用することで、イカが十分集群しているかどうか確認でき、さらに漁獲状況も勘案することでイカの食い(針掛かり)の良し悪しも判断できます。

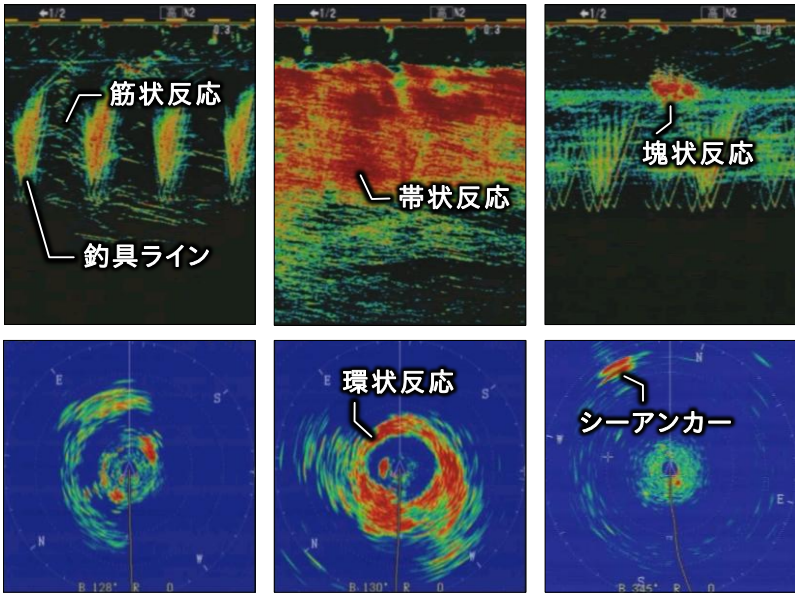


図1 操業時の魚探画像(上)とソナー画像(下)

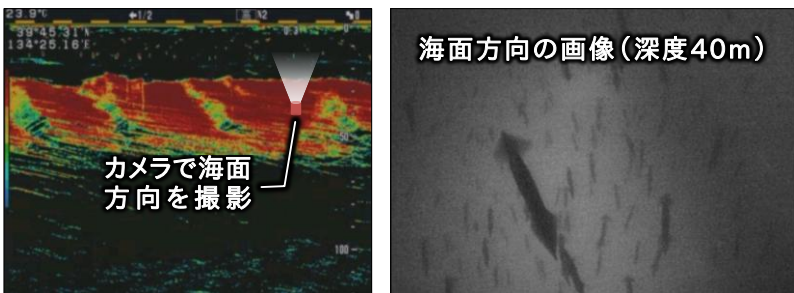


図2 魚探の帯状反応と船底下のイカの分布状況

1-5 船影の役割

昔からイカ釣り漁業者はその豊富な経験によって船底下の船影が大切だと考えてきました。魚探などが発達し、船影にイカが多く集まることも調べられています。しかし、これだけで船影の大切さが証明されたことにはなりません。船影が本当に必要かどうかは、船影をなくしてみなければ分からないのです。そこで、船底下に下ろした水中灯の光で船影をなくす実験を行いました。

水中灯を点灯して船影をなくすと、船底下からイカが逃げる様子が魚探やソナーで観察でき(右図)、漁獲量も大きく減少しました。次に、水中灯を消灯して船影をつくると、イカが船底下に集群し、再び漁獲量も増加することが分かりました。この結果は、操業船の付近ではイカは明るいところを避ける性質があり、船影には集めたイカを船底下に誘導・集約し、漁獲に結びつける役割があることを示しています。つまり、イカ釣り漁業では船影は不可欠の要素になっています。

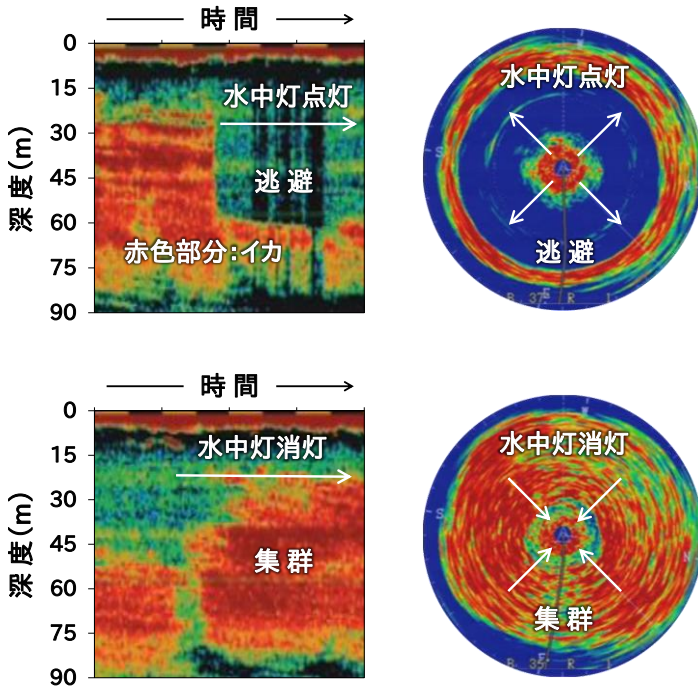


図 水中灯点灯・消灯時の魚探・ソナー画像

1-6 釣機の観察から分かったイカの行動

漁灯に集まったイカはどのように釣られるのでしょうか？ このことを調べるため魚探やソナーでイカの群れの行動を観察するとともに、釣機をビデオカメラで撮影し、釣機毎に擬餌針の下降から上昇までの1往復で釣れたイカの尾数を数えました。

右図1の事例では、群れが船底下に入ってくる様子がソナーと魚探によって観察され、その直後の短時間に多数のイカが釣れました。この後、群れが逃げてゆく様子はみられず、この群れのほとんどが漁獲されたと考えられます。このときの漁獲尾数から群れを構成するイカの尾数を推定することができ、この事例では70尾前後でした。右図2はある操業の2時間にわたる漁獲尾数の変化を示しています。前半には小さな群れが断続的に漁獲されており、群れが断続的に船底下に入ってきたことが分ります。また、後半には連続的に漁獲されるようになっていますが、それでも漁獲尾数の急増が数回みられ、やはりイカは群れで船底下に入っていると考えられます。

集めたイカの中には船底下に入らずに漁獲されないものも多いと考えられます(1-10参照)。従って、漁獲を増やすには、イカを集めるだけでなく、群れを船底下に誘導することが大切です。

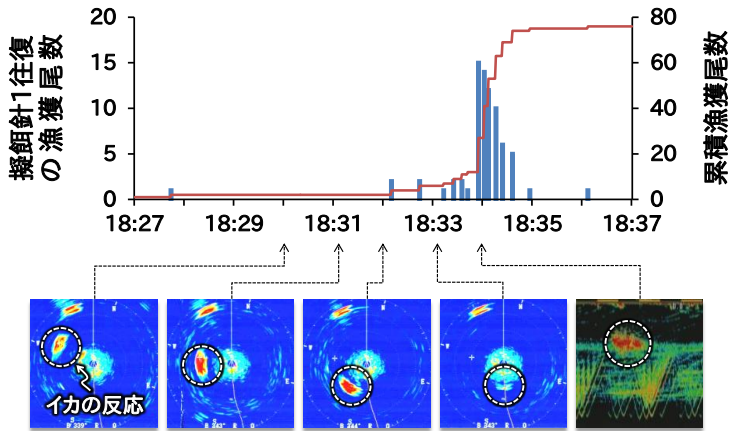


図1 擬餌針1往復の漁獲尾数と魚探・ソナー画像

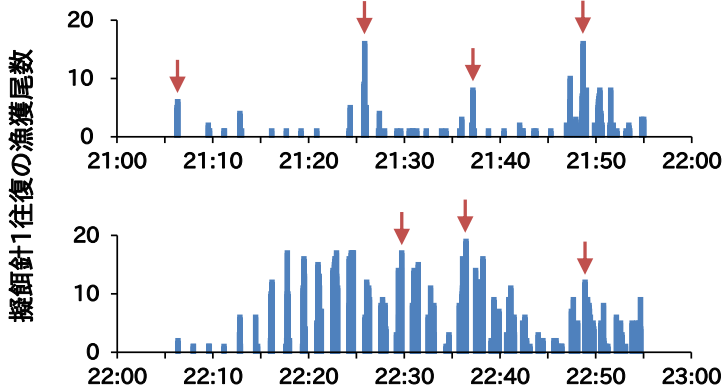


図2 漁獲量の変化から推定した群れの進入
(矢印は群れが船底下に侵入したタイミングを示す。)

1-7 船体前後の暗いところはイカの「入り口」

イカはどのような経路をたどって船底下に入り、漁獲されるのでしょうか？ 操業中には突発的にイカが多数漁獲されることがあります(1-6参照)。このように漁獲が急増する前のソナー反応からイカの群れの動きを追跡してみました。

群れは船体周囲の30～80m付近に分布しており、周回するように移動しながら徐々に船体に接近し、漁獲される前には船体前後に偏って分布していました(右図)。さらに、漁獲尾数は船首・船尾に近い釣機ほど多いことも分かりました。漁灯点灯時の海面下は、船体左右では明るく、船体前後では暗くなっています(1-2参照)。従って、イカの群れは船体前後の暗いところから船底下に入り、釣機によって順次漁獲されると考えられます。つまり、船体前後の暗いところはイカが船底下に入る際の「入り口」として機能していると考えられるのです。漁灯を設計・配置するときには、この「入り口」を損なわないように注意する必要があります。

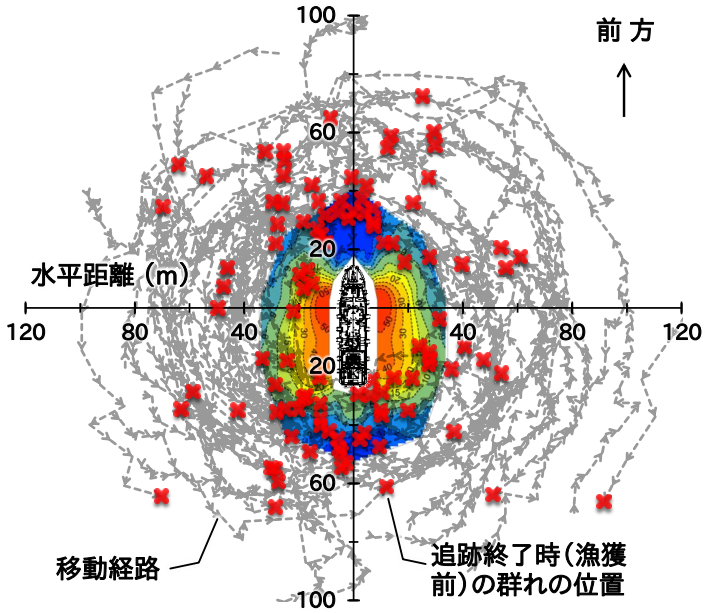


図 イカの群れの移動と海中照度
(船体周囲の等値線は海中照度を示す。)

1-8 イカを集めるほど漁獲も増えるとは限らない

大光量の漁灯でイカを多く集めることが漁獲量の増大に直結するのでしょうか？ 計量魚探で船底下のイカの分布密度を測定し、漁獲量との関係を調べてみました。その結果、好漁となった操業では分布密度はしだいに増加しますが、分布密度が非常に高くなると時間当たりの漁獲量が頭打ちになることが分かりました(右図)。これは釣機の漁獲能力を上回るペースでイカが船底下に入ってくるためです。また、イカの分布密度が高いにもかかわらず、漁獲が伸びない操業もありました。これはイカの食い(針掛かり)が悪いためと考えられます。

このように漁獲能力の限界や食いが漁獲に影響するため、イカを多く集めるほど漁獲量も多くなるとは限らないことが分かりました。これは省エネ操業の手掛りになります。つまり、極めて好漁になった操業では、漁獲量の上昇が頭打ちになっているので、漁灯を減灯して分布密度が多少下がったとしても、漁獲量はほとんど減りません。一方、イカが十分集まっているにもかかわらず漁獲が伸びない操業で

は、イカをさらに集めても漁獲量はあまり増えません。このような場合には、漁灯を明るくしてイカを多く集めるよりも、針掛かりを良くする工夫が必要になります。

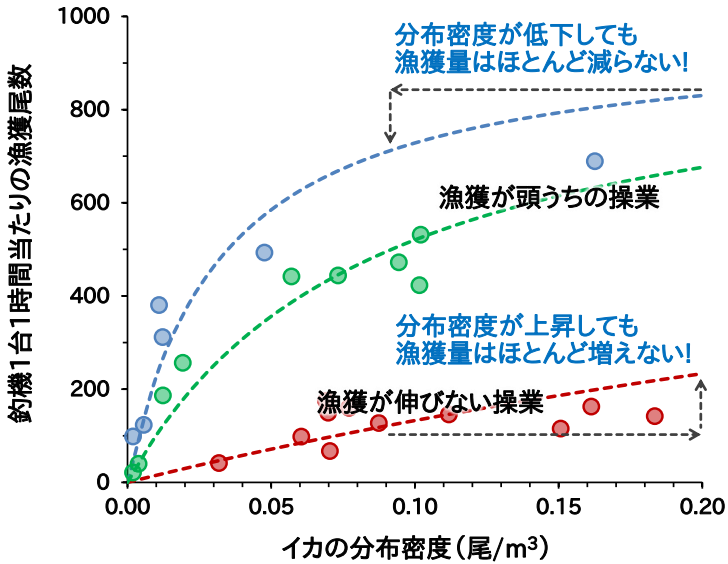


図 船底下のイカの分布密度と漁獲量の関係

1-9 集まったイカは減灯しても逃げない

操業船で漁獲したイカに深度センサー付きの小型の音響発信機を取り付けて放流し、その信号を受信することで、漁灯減灯時にイカが操業船周囲に留まっているかどうかを調べました。

右図Aは放流したイカの遊泳深度を示しています。操業開始直後の18時30分に放流したイカはメタルハライド灯78灯(234kW)を点灯していた3時まで操業船から離れることなく、深度25m付近を遊泳していました。3時に漁灯を消灯してしばらくするとイカは操業船周囲からいなくなりましたが、4時に再点灯したところ、その約30分後に再び操業船近くに現れ、操業終了まで付近に留まっていました。さらに別の日の操業途中にメタルハライド灯24灯(72kW)やハロゲン灯10灯(50kW)に減灯したときのイカの行動を調べたところ(右図B・C)、減灯してもイカは操業船から離れることはありませんでした。

これらの結果から、漁灯の光はイカを操業船周囲に留めておくのに不可欠ですが、集まったイカを留めておくうえでは、漁灯はそれほど明るくなくてもよいことが分ります。

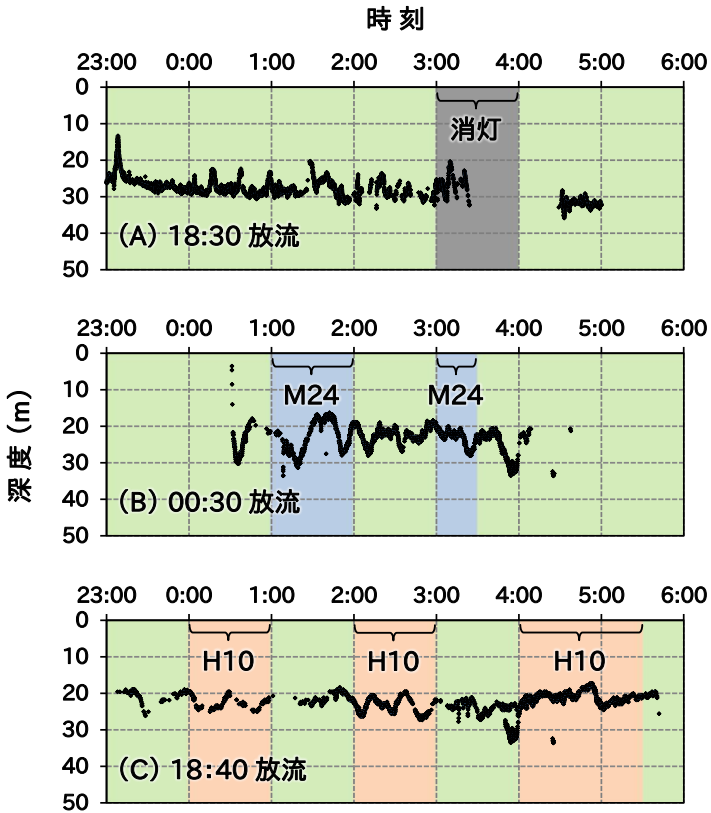


図 放流イカの遊泳深度と漁灯の点灯条件 (メタルハライド灯78灯で操業し、途中、消灯、もしくはメタルハライド灯24灯 (M24)・ハロゲン灯10灯 (H10)に減灯した。)

1-10 漁船周囲には漁獲されないイカも多くいる

灯光に集まったイカは直ちに漁獲されるのでしょうか？ ソナー反応と漁獲量の経過を調べると、操業中にはイカの反応が徐々に増え、これとともに漁獲量も増加する傾向がみられます(右図)。

集まったイカが直ぐに漁獲されるのであれば、反応が増えることはなく、漁獲量に増加傾向はみられないはずです。このような経過をたどるのは、集めたイカのうち漁獲されなかったイカが徐々に蓄積し、蓄積(集群)したイカの一部(一定割合)を漁獲しているためと考えられます。また、魚探やソナーによる調査では、明け方に急速にイカが逃げてゆく様子がみられます。これらのことから、集まったイカの中には直ちに漁獲されず、夜明けとともに逃げてしまうものも多いと考えられます。

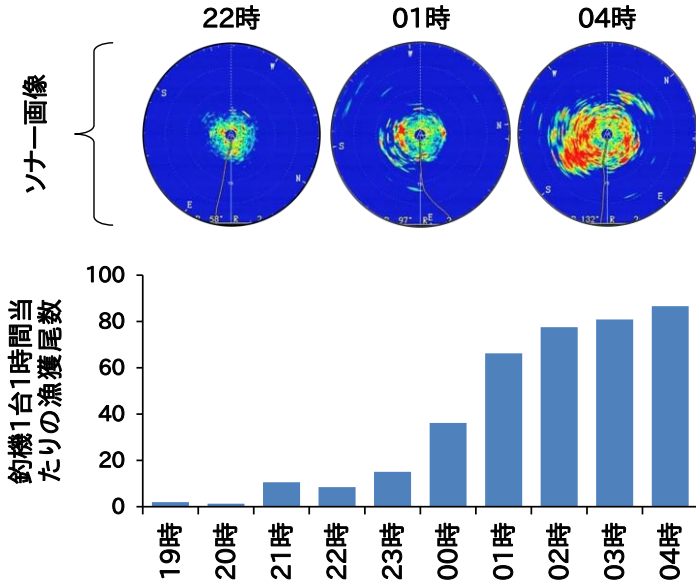


図 漁獲量とソナー反応の経過の一例

1-11 一時的な減灯で漁獲は増える

操業時にイカが集群していることを確認したうえで、夜半頃から漁灯を減灯したり、全点灯したりする操作を1時間毎に繰り返し、船底下のイカの分布密度と漁獲量の変化を調べました(右図)。メタルハライド灯78灯を全点灯(234kW)したときと比べると、メタルハライド灯24灯(72kW)やハロゲン灯10灯(50kW)に減灯したときには、イカの分布密度がやや上昇し、多くの場合で漁獲量が増加しました。さらに、音響発信器を付けたイカの追跡調査では(1-9参照)、減灯してもイカは逃げないことが明らかになっています。このように、イカが十分に集まった段階では、一時的に減灯しても漁獲量が減ることはあまりなく、増加することが多いのです。

現在の漁船には大出力のメタルハライド灯が多数取り付けられており、昔に比べて漁灯は格段に明るくなっています。しかし、集めたイカを周囲に留めて釣り上げるうえでは、それほど明るい必要はなく、逆に過剰に明るいことで船底下にイカが溜まりにくくなっている可能性があります。漁灯を一時的に減灯することは漁獲面で効果が

期待できるだけでなく、省エネにもなります。皆さんも漁獲の維持・向上と省エネを両立するスマート・フィッシング(賢い漁業)を目指してみませんか？

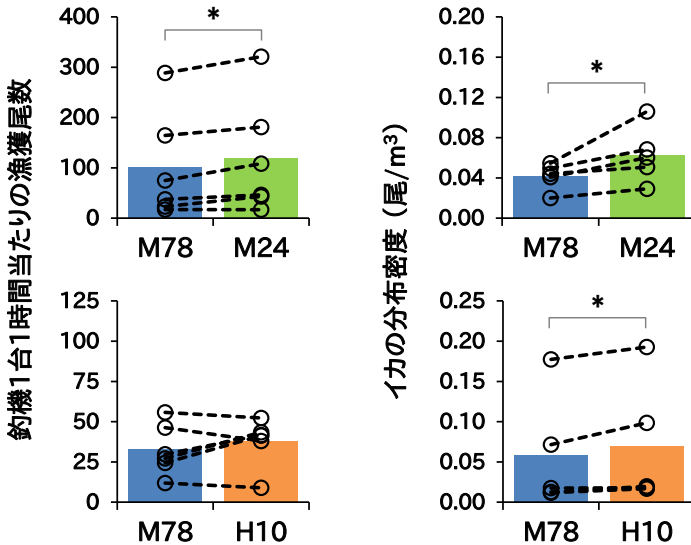


図 メタルハライド灯78灯 (M78)、同24灯 (M24)、ハロゲン灯10灯 (H10) 点灯時の漁獲量と船底下のイカの分布密度 (点線で結んだ値は同一操業の値。縦棒は平均値。*印は統計的に差があることを示す。)

1-12 水槽実験で調べたイカの光に対する反応

イカが光に向かう性質は昔からよく知られています。一方、漁灯にイカが集まるのは、餌生物に集まるのだという解釈もあります。餌生物の影響がない条件下でイカの光に対する反応を調べるため、暗室内に設置した水槽にイカを収容し、暗視カメラを使って光に対するイカの行動を観察しました(右図1)。

その結果、ほぼ真っ暗な状態では、イカは着底したり、壁や別個体にぶつかるなどし、群れを作れないことが分かりました。ところが、水槽の縁や中央から水平方向に光を照射するとイカはヒレの方から一斉に光源に向かい、光源の直下付近に群れて留まりました(右図2)。これらの結果から、イカは水平に近い方向からやってくる光に引寄せられ、餌生物がいなくても光源の付近に留まることが分かりました。実際の漁場でも、このようにしてイカが集まると考えられます。

以上のように、水平に近い方向に向けて照射される光(操業船から遠方を照らす光)がイカを集めるうえで特に重要な働きをしていると考えられます。LED灯はメタルハライド灯に比べて指向性が強く、水平方向に集中して光を照射することも可能であり、このような特性を利用することで効率的にイカを集められる可能性があります。

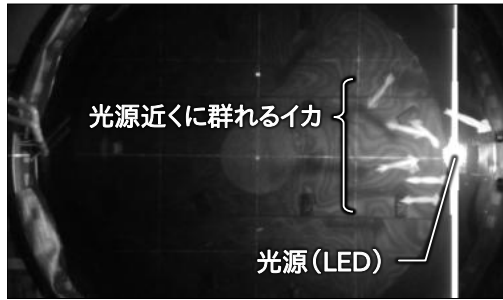


図1 暗視カメラで見た水槽内の様子

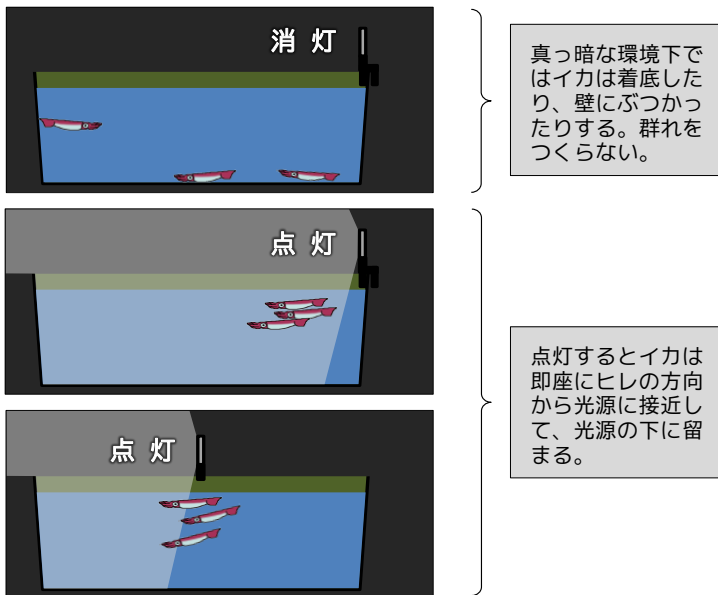


図2 消灯・点灯時のイカの様子

ピックアップ 1 イカと燃油の価格水準の変化

燃料が高騰している現在は、よく第2次オイルショック期の状況と比較されます。イカ釣り漁業において、第2次オイルショック期と近年の状況は似ているのでしょうか？ 右図はイカと燃油の価格水準を年毎にまとめてグループ分けしたものです。第2次オイルショック期にはA重油、生鮮イカともに高値であったものが、同オイルショック後にはA重油のみ価格が下がり、生鮮イカの価格は据え置かれていることが分かります。その後、A重油価格は徐々に上昇し、生鮮イカの価格は徐々に下落していくことが分かります。近年はA重油が高値で生鮮イカが安値というグループに分けられ、第2次オイルショック期とは情勢が異なります。

水揚増加と経費節減のどちらを重視するべきかという経営判断は燃油価格や魚価によって変化します。現状は魚価安で燃油価格は高い傾向にあり、このような中では燃油を含めた経費節減の努力が特に重要です。

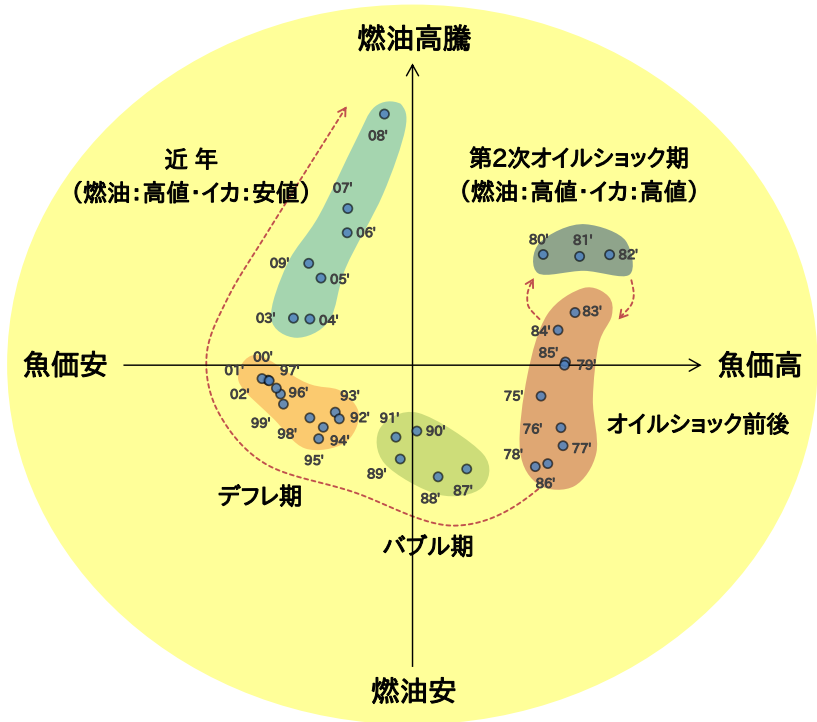


図 生鮮イカと燃油の価格水準の変化

トピック 2 釣機で漁獲の状況をいち早く察知しよう

漁撈長はどの釣機でどの程度のイカが釣れているのかブリッジから眺めています。しかし、漁撈長の目に入らない釣機もありますし、同時に稼働する釣機全体の漁獲状況を一目で把握することは困難です(右図1)。ところが、現在の釣機システムには釣機にかかる負荷を検出・表示する機能があります。擬餌針にイカが掛かると負荷が上昇します。この負荷上昇と漁獲量の間には強い正の相関関係があり、負荷から漁獲状況が正確に把握できることが実験的に明らかになっています。これを利用することで漁撈長の目に入らない釣機を含めた全体の漁獲状況を画面上で知ることができます(右図2)。

この機能を利用することで、光量や照射域の調節などの漁灯操作にともなう釣機全体の漁獲状況の変化をいち早く確認でき、さらに魚探やソナーによる観察も行うことでイカの行動を知ることができます(1-6参照)。LED灯の効果的な操作方法を工夫するには、漁獲の変化やイカの行動を的確に把握することが重要であり、そのような場面でこの釣機システムは有用です。

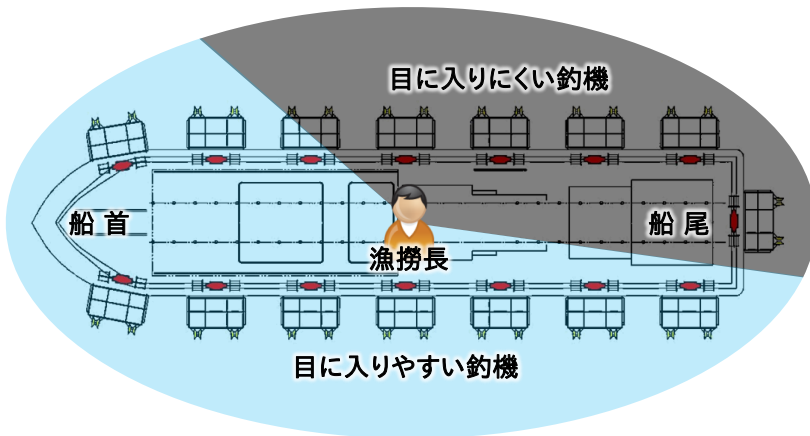


図1 ブリッジからの視界と釣機の配置



図2 操作盤に表示された釣機毎の漁獲状況

トピック 3 LED灯操業の燃油費削減と水揚金額

イカ釣り漁業では、LED灯を導入することで発電用の燃油消費量を削減できることが分かっています。一方、LED灯を用いた操業では漁獲が目減りしてしまうこともあり、どのくらいの漁獲があれば収益を損なわないのかを考えておかなければなりません。

LED灯を導入して発電用燃油を55%削減することができた19トン小型船について、LED灯導入前(メタルハライド灯で操業)と収支が同じになる漁獲の水準を計算してみました(右図)。A重油価格が80円/L、生鮮イカ価格が2,200円/箱の不漁時にはLED灯導入前の81%以上の漁獲があれば収益の向上が期待できます。また、A重油価格が120円/Lまで高騰し、さらに生鮮イカ価格が2,000円/箱に下落した不漁時にはLED灯導入前の70%以上の漁獲があれば収益の向上が期待できます。

このように、経済面でのLED灯の導入効果は燃料価格、イカ価格、漁獲水準等に影響されます。不漁時には漁獲収入が減少するので、収支に占める燃油費の割合が大きくなります。このため、経済面では不漁時ほどLED灯を積極的に使用して燃油使用量を抑えた方が良いことになります。

1. 燃油価格が維持したとき (燃油:80円/L)		メタルハライド灯 操業と 収支が同じになる漁獲水準
不漁時 (50 箱 × 2,200 円/箱)	.....	81%
好漁時 (350 箱 × 1,300 円/箱)	.....	95%以上
2. 燃油価格が高騰したとき (燃油:100円/L)		メタルハライド灯 操業と 収支が同じになる漁獲水準
不漁時 (50 箱 × 2,200 円/箱)	.....	76%
好漁時 (350 箱 × 1,300 円/箱)	.....	95%
3. 燃油価格が超高騰し (燃油:120円/L) なおかつイカの単価が下落したとき		メタルハライド灯 操業と 収支が同じになる漁獲水準
不漁時 (50 箱 × 2,000 円/箱)	.....	70%
好漁時 (350 箱 × 1,100 円/箱)	.....	95%

図 LED灯導入後の収益維持のための漁獲水準

ピックアップ 4 減速航行による燃油削減の効果

2008年の燃油高騰以降、減速航行して燃油節減に努めている漁業者も多いと思います。しかし、小型漁船には燃費計が設置されていないことも多く、燃油削減の効果が正確に分からないまま、減速航行を続けている漁業者もいるのではないのでしょうか。

右図は19トン小型船が減速航行したときの航行距離当たりの燃油消費量を測定した結果です。船速13ノットで航行したときを基準に比較すると、減速航行による燃油削減率は船速12ノットでは18%、同11ノットでは40%、同10ノットでは46%にも達します。LED灯の導入に加えて、減速航行も実践することで一層の燃油削減が達成できることが分かります。

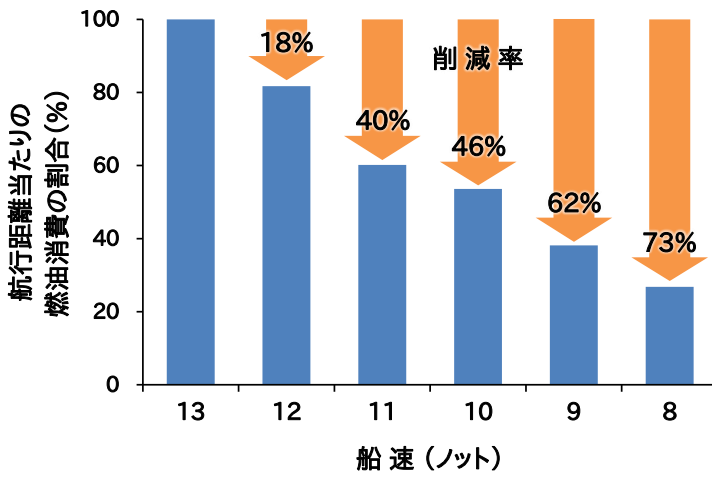


図 減速航行による燃油削減の効果

第2章

LED灯の活用に向けて

イカ釣り漁業の漁灯にLEDを使用しようとする本格的な試みが始まってから約10年が経過しました。この間、LED灯の耐久性や漁獲性能は向上し、LED灯を使用する漁船も着実に増えています。ここでは、なぜ青緑色や白色のLEDが漁灯に用いられるのかを解説したうえで、イカ釣り用LED灯の特長や使用上の注意点、実際の導入事例や操業事例を紹介します。

2-1	LED灯を有効に活用するためのヒント
-----	--------------------

LED灯の実用研究が始まった当時、操業船から遠く離れた海面を照らす光は海面で反射して海中にほとんど入らないため無駄であり、この無駄を少なくするには、光の指向性が強いLED灯を操業船近くの海面に向けて設置すれば良いと考えられていました。ところが、LED灯を漁船に装備して操業してみると、そのような方法ではメタルハライド灯を装備した漁船より漁獲が少なくなることが多く、漁撈長が試行錯誤するうち、操業船から遠く離れた海面（水平横向き）を照らしたほうが良いことが分かってきました。このような実用研究の結果を検証するため、私たちはイカが光に集まる仕組みに関する基礎研究を行い、メタルハライド灯の光はイカを広範囲から集めていること（1-3参照）、水面上から水平横向きを照らすようにするとイカが光源近くに集まること（1-12参照）を明らかにしました。この結果は、操業船から遠く離れた海面を照らす光は、海面反射による無駄は多くとも、イカを集めるうえで必要不可欠であることを意味しています。実用研究の経験から、現在、水平横向きを照らすようにLED灯を設置する方法が主流になっています。これは基礎研究の結果に照らしても合理的な設置方法であったのです。また、初期のLED灯の実用研

究では、船体の前後も明るくするようにLED灯を配置した例がありました。しかし、漁獲は良くなかったようです。第1章で紹介したように、船体前後の暗いところはイカが船底下に入るときの「入り口」になっています(1-7参照)。船体前後も明るくしたために「入り口」が損なわれ、イカが漁獲されにくくなったと考えられます。

一方、現用のメタルハライド灯やハロゲン灯の活用法として、操業途中や夜明け前に減灯することが多くの漁船で行われています。このような操作の有効性を調べたところ、減灯しても集まったイカが逃げることはなく(1-9参照)、むしろ船底下のイカの分布密度が上昇して漁獲量も増える場合が多いこと(1-11参照)が分かりました。LED灯は自在に光量調節できるので、このような場面では現用漁灯よりも積極的な使いこなしができる可能性があります。

以上のように、LED灯の実用研究ではどのような使い方が良くなかったか、イカが集まる仕組みに照らして合理的な使い方であるか、現用漁灯ではどのような使いこなしをしているかなどを考えることがLED灯を活用するうえで大切です。つまり、過去の失敗や現在の操業上の工夫、そしてイカが集まる仕組みの中にLED灯を有効に活用するためのヒントがあると行ってよいでしょう。次項以降では、LED灯の設計上の考え方や特長、実際の装備と操法を紹介します。これらも参考にしながら自分なりの活用方法を思い描いてみて下さい。

2-2 イカを感じる光と漁灯の光

ヒトの目は光を紫色から赤色まで色の違いとして感じる事ができ、この範囲は右図のように波長400～700nmに相当します。漁灯を利用するイカ釣り操業では、イカが光に集まる性質を利用していますが、イカは何色の光を強く感じるのでしょうか？ ヒトとイカの目の光に対する感度（視感度：明るく感じる度合い）を波長毎に比べると（右図）、ヒトは明るい環境下では波長555nm付近の黄緑色の光に感度が高く、イカは波長480～490nm付近の青色～青緑色の光に感度が高いことが分かります。

従来から漁灯として利用されてきたメタルハライド灯とハロゲン灯、そして省エネ光源として注目されている青緑色LED灯と白色LED灯の光の強さを比べてみました（右図）。メタルハライド灯は紫色から赤色まで様々な波長の光を放射します。ハロゲン灯は黄色～赤色の光を放射します。これに対して、青緑色LED灯は青緑色の光だけを放射するという特徴があります。白色LED灯は青色と黄緑色の光を放射するよう（ヒトには白色に見えるように）設計されています。

青緑色LED灯はヒトの視感度が低い青緑色の光を放射しているため、ヒトが甲板上で作業する際には暗く見えますが、イカの視感度

にはよく適合しており、イカにとっては明るく見えます。一方、白色LED灯はイカの視感度が高い青色の光とヒトの視感度が高い黄緑色の光を放射しており、イカとヒトの両方にとって明るく見えます。これに対して、メタルハライド灯とハロゲン灯はイカの目にはほとんど見えない紫色や黄色～赤色の光を多く放射しており、漁灯としてエネルギーの無駄が多いことが分かります。

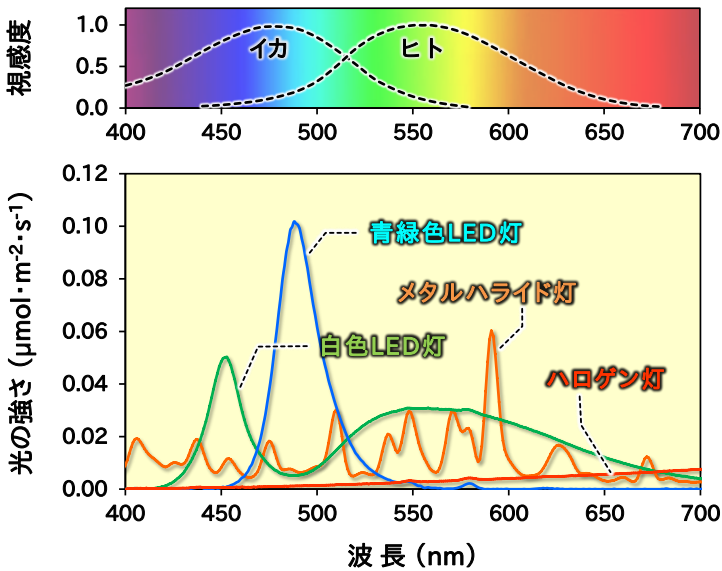


図 イカとヒトの視感度と各漁灯の波長別の光の強さ(漁灯を点灯した漁船の舷側から5m離れたところで光強度を測定した。各漁灯を20kWで点灯したときの光強度に換算。)

2-3 海水中に透過しやすい光

太陽光のような白い光にはさまざまな色（波長）の光が含まれています。海水中を透過する光は距離とともにしだいに弱くなりますが、透過の度合いは波長によって大きく異なります。そこで、イカ釣り漁業が営まれる海域の太陽光の透過状態を調べてみました（右図）。

沖合と沿岸では海水の濁りなどの影響で光の透過の程度は異なりますが、いずれの場合でも海水中に入った太陽光のうち紫色や黄色～赤色の光は急激に弱まり、深度50mでは波長450～500nmの青色～青緑色の光が主体になります。このように青色～青緑色の光は他の色の光よりも透過しやすい性質があります。

太陽光と同様、メタルハライド灯やハロゲン灯の光にもさまざまな色の光が含まれています（2-2参照）。しかし、紫色や黄色～赤色の光はイカが遊泳する深度に届くまでにほとんど失われてしまいます。これに対して、青緑色LED灯や白色LED灯は海水中に透過しやすい青色～青緑色の光を主に放射しており、イカの遊泳する深度に光が届きやすいのです。

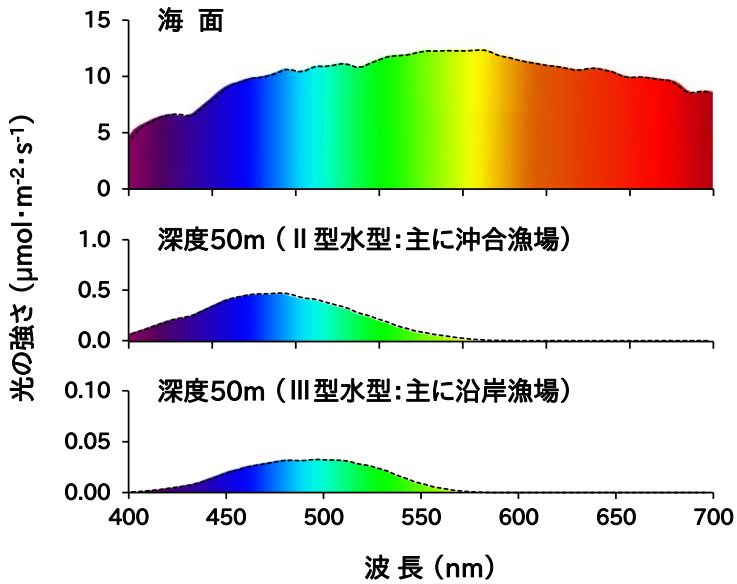


図 海面と深度50mにおける波長別の太陽光の強さ
(沖合に比べて沿岸では濁りの影響で光が透過しにくい。)

2-4 何色の光に照らされた擬餌針が見えやすいか

イカが最も明るく感じるのは波長480～490nm位の青色～青緑色の光です。イカは色彩感覚に関わる視細胞を持たないので、外界を明暗のコントラストで見ていると考えられています。このようにヒトと違う目を持つイカから擬餌針はどのように見えるのでしょうか？ 様々な色の擬餌針に対して波長400nmの紫色光から波長600nmの赤色光まで50nm刻みで同じ強さの光を照射し、イカの視感度特性に類似したフィルターを付けたカメラで擬餌針を撮影しました。

右図のようにどの色の擬餌針についても、イカの視感度が高い波長500nmの光を照射したときに、擬餌針のコントラストが最も高いことが分かります。他の波長の光を照射した場合には、コントラストは低くなっています。従って、イカの視感度が高い波長の光(2-2参照)で照らされた擬餌針がイカにとって最も見えやすいと推測されます。このことから、イカに擬餌針を視認させるうえで、青緑色LED灯の有効性が高いと考えられます。

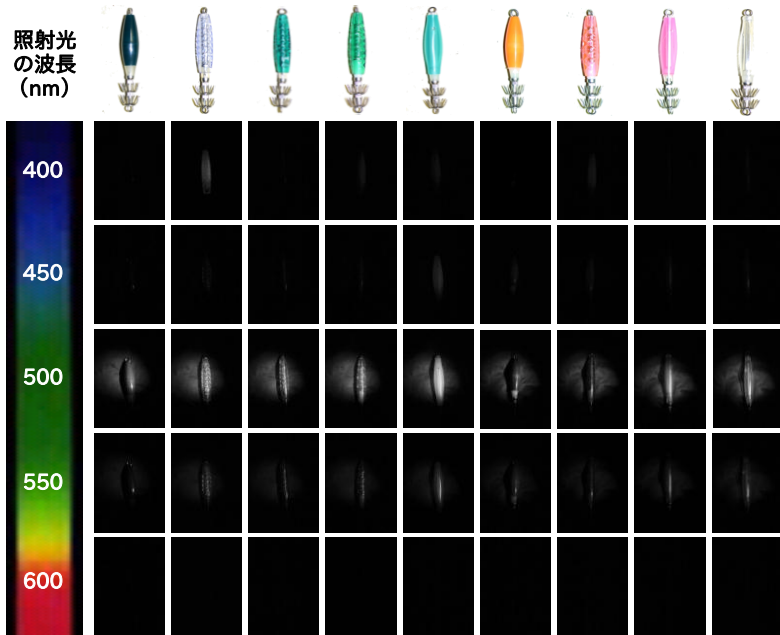


図 様々な色光下で撮影した擬餌針のコントラスト

2-5 波長の異なる光に対するイカの反応

LED灯の発光色(発光波長)によってイカを集める効果は異なるのでしょうか? このことを調べるため、円形水槽にイカを収容し、水槽の縁に光の強さが同じで発光色が異なるLED灯を横向きに設置し、点灯時のイカの行動を調べました。

発光色が青緑色、白色および赤色のLED灯を個別に点灯したところ、イカはどの発光色でも光源近くに集まりましたが、特に青緑色のLED灯の場合にイカが光源近くに密集する傾向が強く認められました(右図1)。次に、水槽の向い合う縁に青緑色と赤色のLED灯、もしくは青緑色と白色のLED灯を設置し、両LED灯を同時に点灯して、イカの行動を観察しました。その結果、いずれの実験でもイカは青緑色のLED灯の近くに集まりました(右図2)。

以上の実験から、イカは青緑色の光に強くひきつけられることが分かります。青緑色の光は海中に透過しやすい(2-3参照)、イカの視感度にもよく適合していることから(2-2参照)、青緑色LED灯はイカ釣り用の省エネ漁灯として有用性が高いと考えられます。

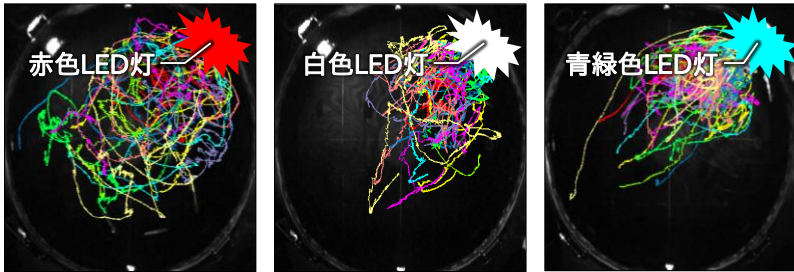


図1 赤色・白色・青緑色の光に対するイカの行動
(図中の線はイカの移動軌跡を示す。)

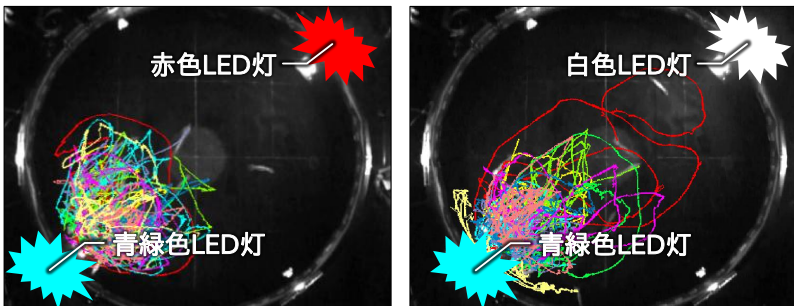


図2 2種類の異なる色の光に対するイカの行動

2-6	LED灯の特長
------------	----------------

現在漁船に導入されているLED灯の構成例を右図に示しました。LED灯は1灯当たりの消費電力が小さい(1灯当たり100W)ので、1台の電源装置でLED灯16灯を点灯させることができます。また、電源装置は電子制御されているので1台の操作盤で全てのLED灯を操作することができます。電源装置は40台まで接続できます。このLED灯の主な特長は以下のとおりです。

- ① メタルハライド灯は全周に光を照射しますが、LED灯はパネル型で発光面方向にしか光を照射しません。
- ② メタルハライド灯に比べて1灯当たりの消費電力が小さく設計されています。
- ③ 点灯直後に定格光量に達し、点灯・消灯がすみやかです。
- ④ 光量調節が容易であるため、操法を工夫できます。
- ⑤ 青緑色、白色、電球色など発光色を選べるので、海水中での光の透過性、イカの視感度特性、船上での作業に合わせた漁灯設計が可能です。
- ⑥ 長寿命なので灯具交換等のコストを抑えることができます。

- ⑦ 電球のように割れて破損せず、壊れにくい構造です。
- ⑧ 灯具表面が高温にならないので周囲への熱の影響を気にせず設置できます。
- ⑨ 紫外線を放射しないので甲板上の労働環境が改善されます。

以上の特長を活用して省エネ操業を推進することができます。

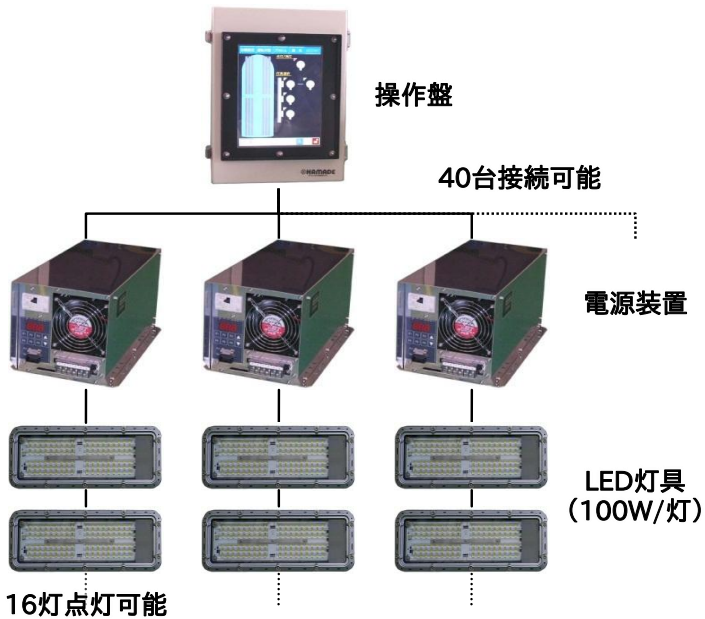


図 LED灯の構成例

2-7 LED灯の装備要領

現状では、LED灯だけで操業すると近隣船よりも漁獲が少なくなることが多く、漁獲を維持しつつ省エネ操業を行うにはメタルハライド灯とLED灯を併用する必要があります（LEDの発光効率は年々高くなっているため、将来的にはLED灯の使用割合が高くなると予想されます）。このため、既存のメタルハライド灯を残したままLED灯を追加装備することになります。この場合、以下の点に注意してLED灯を設置してください。

- ① メタルハライド灯を固定するには、船上にワイヤーを張ります。しかし、LED灯はパイプ材に固定する方式が多いので、事前にパイプを取付ける必要があります。
- ② LED灯は片面発光なので両舷に設置します。
- ③ メタルハライド灯の光を遮らない位置に設置しなければなりません。また、LED灯の光が他の構造物に遮られないように設置してください。
- ④ メタルハライド灯の熱の影響を受けないよう、ガラス表面から40cm以上の間隔をあけて設置してください。

- ⑤ 灯具がブリッジ窓からの前方視界を遮らないよう、漁船運用上の安全に留意して設置してください。
- ⑥ 灯具の総重量と設置位置を考慮し、漁船の横振れに対する復元性を十分に確保して配置してください。
- ⑦ LED灯はパネル形が多くメタルハライド灯より風圧抵抗を受け易いので、⑥同様に風に対する安全性にも配慮してください。
- ⑧ LED灯の配線に際しては、ノイズ対策として通信機器の配線ケーブルと経路を分けるなどしてください。
- ⑨ 甲板の作業性を考慮し、通路、頭上等の障害にならない位置に設置してください。

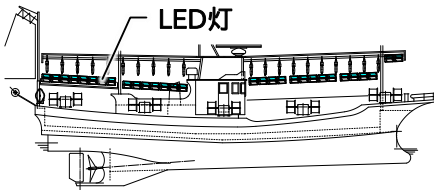


図 LED灯の設置例

2-8	LED灯の導入例
------------	-----------------

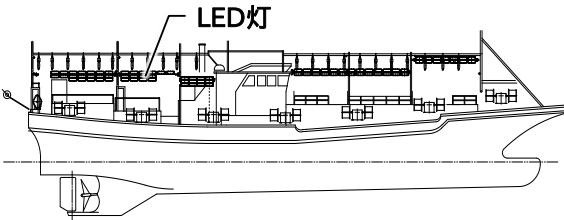
LED灯の導入にあたっては、どの程度の光量を確保するかという検討も重要ですが、LED灯はメタルハライド灯よりも灯具重量が重く、風圧抵抗を受けやすいことから、漁灯の電力規制枠内で安全性を十分考慮して装備しなければなりません(2-7参照)。特に装備重量の影響を受けやすい20トン未満の小型船では安全を優先して装備します。

右図はLED灯を2年以上使用している漁船の装備例です。この3隻は、記載した漁灯電力を上限とし、適宜、光量調節するなど省エネを意識した操業を続けています。



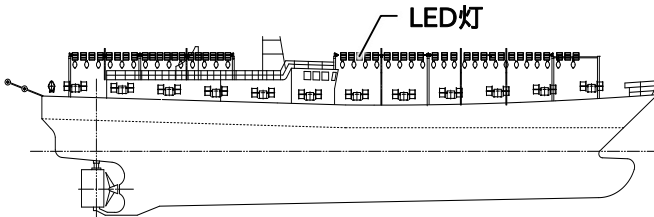
9.7トン小型船(漁灯電力規制:120 kW)

LED灯(0.1kW) × 120灯 + メタルハライド灯(3kW) × 20灯 = 72 kW



19トン小型船(漁灯電力規制:160 kW)

LED灯(0.1kW) × 180灯 + メタルハライド灯(3kW) × 46灯 = 156 kW



183トン中型船(漁灯電力規制:250 kW)

LED灯(0.1kW) × 276灯 + メタルハライド灯(3kW) × 72灯 = 244 kW

図 LED灯の装備例

2-9 LED灯の操法例（1）

LED灯とメタルハライド灯を併用している漁船の漁撈長は、省エネを意識して漁灯の操法を工夫しながら操業しています。ここでは、青緑色と白色のLED灯とメタルハライド灯を併用している漁撈長が漁獲を減らさずに燃油削減することを目指して試みている方法を紹介します。

1. 操業開始から夜半まで

- (ア) 漁灯を全点灯する。
- (イ) LED灯全点灯で開始し、イカの集群状況を見てメタルハライド灯を全点灯する。
- (ウ) LED灯全点灯で開始し、漁獲状況が安定するまでメタルハライド灯を段階的に増灯する。
- (エ) LED灯だけ全点灯する。
- (オ) LED灯のうち白色LED灯だけを全点灯する。

2. 夜半から操業終了まで

- (カ) 操業開始から夜半までの状態を維持する。
 - (キ) 漁獲状況を見ながら段階的にメタルハライド灯を減灯する。
-

- (ク) 漁獲状況を見ながら段階的にメタルハライド灯を減灯し、終盤はLED灯だけ点灯する。
- (ケ) 「エ」または「ク」において、状況に応じてLED灯を光量調節または減灯する。
- (コ) 「エ」または「ク」において、状況に応じて青緑色LED灯を光量調節または消灯する。



図 LED灯を用いた操業例

2-10 LED灯の操法例（2）

右図はLED灯を装備した9.7トン小型船の夏季の夜間操業時における魚探・ソナー等の画像です。19時に青緑色LED灯6kWと白色LED灯6kWを点灯して操業を始め、19時30分にメタルハライド灯36kWを追加点灯し、さらに20時45分にメタルハライド灯を60kWに増灯しました。その後、1時30分にメタルハライド灯を36kWに減灯し、2時以降はLED灯12kWのみ点灯して操業しました。

この操業の燃油消費量は往復23海里の航行に要した燃油も含めて302Lであり、漁獲量は氷蔵180箱、木箱70箱および活イカを合わせると約2トンでした。LED灯のみ点灯した2時以降には、メタルハライド灯160kWを点灯した漁船が距離0.8海里にまで接近しましたが（右図）、船周・船下には継続してイカが高密度で集群し、2時40分の操業終了まで好漁が続きました。漁場の条件にもよりますが、このようにLED灯だけでも自船周囲にイカを留めておくことが可能であり、この操業ではメタルハライド灯とLED灯を併用することにより、漁獲を損なうことなく省エネすることができました。

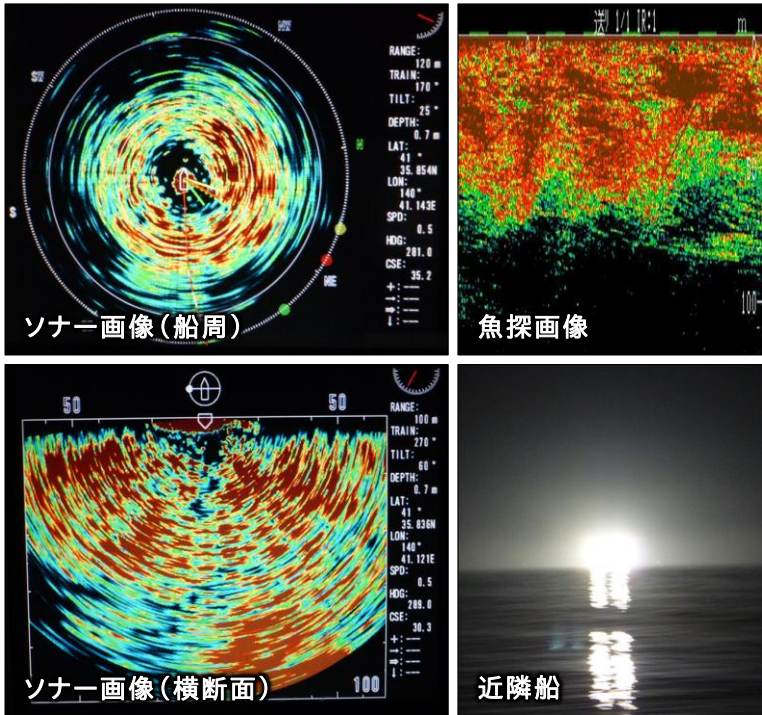


図 作業時の魚探・ソナー・近隣船の写真

2-11	LED灯の操法例（3）
------	-------------

LED灯12kWとメタルハライド灯60kWを装備した9.7トン小型船の漁撈長は、省エネ操業と例年並みの漁獲を目標にLED灯の操法を工夫しながら操業を続けています。その工夫の一端を知るため、2010年の操業記録から月別点灯条件別の操業時間数を調べてみました(右図)。日没から30分～1時間はLED灯のみ点灯し、その後、メタルハライド灯を36kW、60kWへと2段階に分けて追加点灯し、0時頃以降は逆にメタルハライド灯を減灯し、操業終了前の30分～1時間はLED灯だけ点灯するというパターンが多くみられました(2-10参照)。ただし、メタルハライド灯を併用する時間の割合は月によって大きく異なり(右図)、8・9・10月に比べて11・12月はLED灯だけで操業する割合が低く、逆にLED灯とメタルハライド灯を併用する割合が高くなっています。

この操法は漁撈長が魚探・ソナーの反応や漁獲の状況をみながら工夫して編み出したものですが、イカが十分集群した段階であれば

減灯しても漁獲量は減らず、むしろ増える傾向にあるという研究結果(1-11参照)に符合しています。また、盛漁期の夏から秋にはメタルハライド灯の併用割合を低くして省エネを重視する一方、イカの漁獲深度が深くなり、より光量が必要になると言われる晩秋から冬にはメタルハライド灯の併用割合を高めて漁獲の維持に努めるというように、季節に合わせた柔軟な使いこなしがうかがわれます。

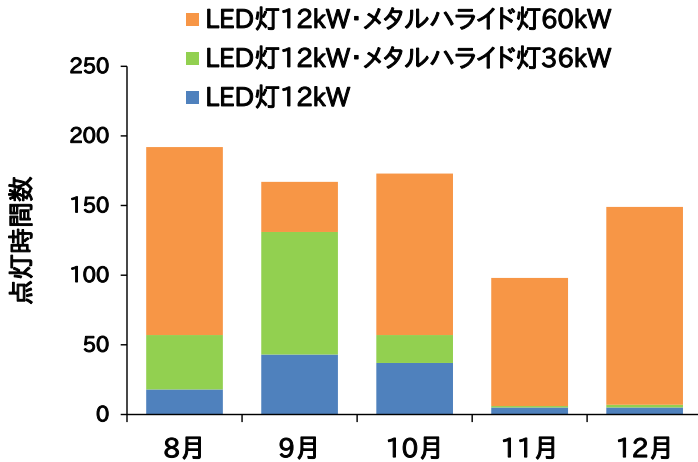


図 月別点灯条件別の作業時間数

2-12 LED灯の操法例（4）

晩秋の日本海積丹半島沖の漁場でLED灯40kWだけで好漁した183トン中型船の事例を紹介します。白色LED灯と青緑色LED灯（合計40kW）を水平方向を照らすように角度調節したうえで、17時に点灯して夜間操業に入りました。操業開始から3時頃まで漁獲はしだいに好調となり（右表）、1時間当たりの漁獲量は19時までは48箱、19時から0時32分には90箱前後、0時32分から2時42分には200箱前後に達しました。漁獲が好調であった1～2時に魚探・ソナーでイカの動きを調べたところ（右図）、イカの群れが船周を移動しながら船体に接近して漁獲される様子がみられ、メタルハライド灯操業時と同様の動きが観察されました（1-7参照）。3時頃以降、1時間当たりの漁獲量は減少しましたが、漁獲量は合計1,138箱に達しました。この操業時には4～10海里離れたところで中型船が4隻操業しており、これら漁船の漁獲量は320～780箱でした。

この操業（13時間）の燃油消費量は合計600Lであり、このうちLED灯の点灯に要した燃油は122Lでした。LED灯を装備していない中型船はメタルハライド灯を250kW装備（規制値）しており、これらの漁船も13時間操業したとすると、燃油消費量は合計1,288L（う

ちメタルハライド灯点灯に要する燃油は809L)になります。LED灯だけで操業すると近隣船より漁獲が少なくなることが多いようですが、この事例のように漁場によっては、LED灯だけでも近隣船を上回る漁獲をあげられることがあり、燃油の大幅な節減が可能です。

表 漁獲箱数と1時間当たりの箱数

時間帯	漁獲箱数(累計)	1時間当たり漁獲箱数
17:00~19:00	95 (95)	48
19:00~21:00	172 (267)	86
21:00~23:00	181 (448)	91
23:00~00:32	139 (587)	91
00:32~01:22	171 (758)	205
01:22~02:42	248 (1,006)	186
02:42~06:05	132 (1,138)	39

注:1箱は8kg冷凍ブロック換算

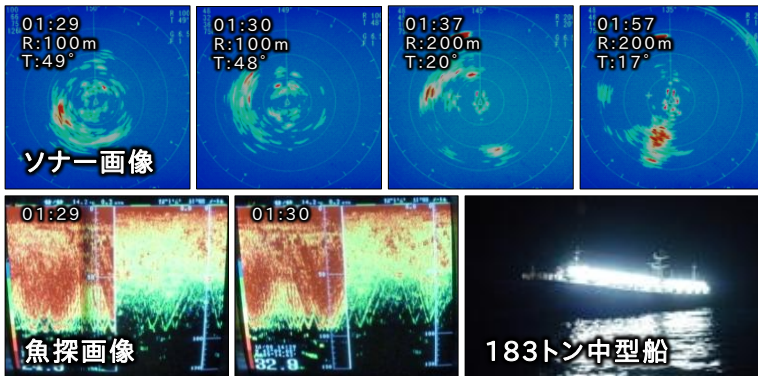


図 魚探・ソナー画像と中型船の外観

2-13	漁船の燃油消費量とLED灯による燃油削減
-------------	-----------------------------

メタルハライド灯を装備したイカ釣り漁船の漁期中の機関別燃油消費量を右図に示しました。漁船トン数が小さいほど、漁灯点灯に要する燃油の割合が高いことが分かります。このため、LED灯導入による燃油削減の効果は小型船ほど高くなります。

函館でLED灯を導入して省エネ操業を実践している9.7トン小型船(2-8参照)の場合、LED灯12kWとメタルハライド灯60kW(合計72kW)の併用により、例年どおりの水揚げを維持しつつ、作業時の燃油消費を約40%削減することに成功しており、その他の燃油消費を含む全体でも燃油削減率は約20%に達しています。

燃油削減効果は、漁船トン数、漁場までの距離、作業方法などで変化するので、この事例を全てのイカ釣り漁船にあてはめることはできません。しかし、燃油コストをかけて水揚げを増やすよりも、省エネ操業によって経営収支を改善する方が高効率で環境に良いのではないのでしょうか。

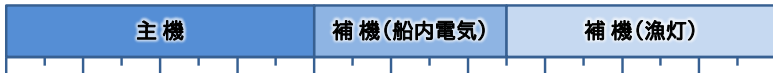
9.7トン小型船（メタルハライド灯 120 kW装備）

⇒ 漁期当たり 約73 kLの燃油を消費



19トン小型船（メタルハライド灯 160 kW装備）

⇒ 漁期当たり 約260 kLの燃油を消費



183トン中型船（メタルハライド灯 250 kW装備）

⇒ 漁期当たり 約510 kLの燃油を消費

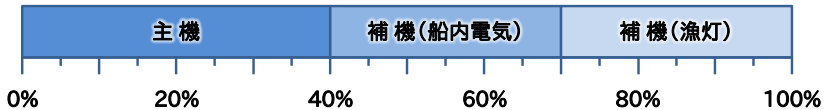


図 漁期当たりの燃油消費の内訳

第1章まとめ「イカが集まる仕組みと漁灯活用の方向性」

イカ釣り漁業の集魚・漁獲の仕組みがしだいに明らかとなり、効率的にイカを集めて漁獲するためのポイントが分かってきました。操業過程を「集める・留める・釣上げる」の3段階に分け、研究知見と効率的操業を行うための漁灯活用の方向性を以下のようにまとめました。

集める!

研究知見 ①イカは視覚をたよりに遊泳しています。②操業船から遠く離れた海面を照らす光(海面上のほぼ水平方向から海中に入る光)がイカを集めるうえで重要な役割を持っています。③漁灯の光はイカを広範囲から集めています。

漁灯活用の方向性 操業船から水平横向きを強く照らすように漁灯を設計・配置することでイカを効率よく集めることができると考えられます。LED灯はメタルハライド灯よりも指向性が強く、水平横向きに集中して光を照射することもできます。

留める!

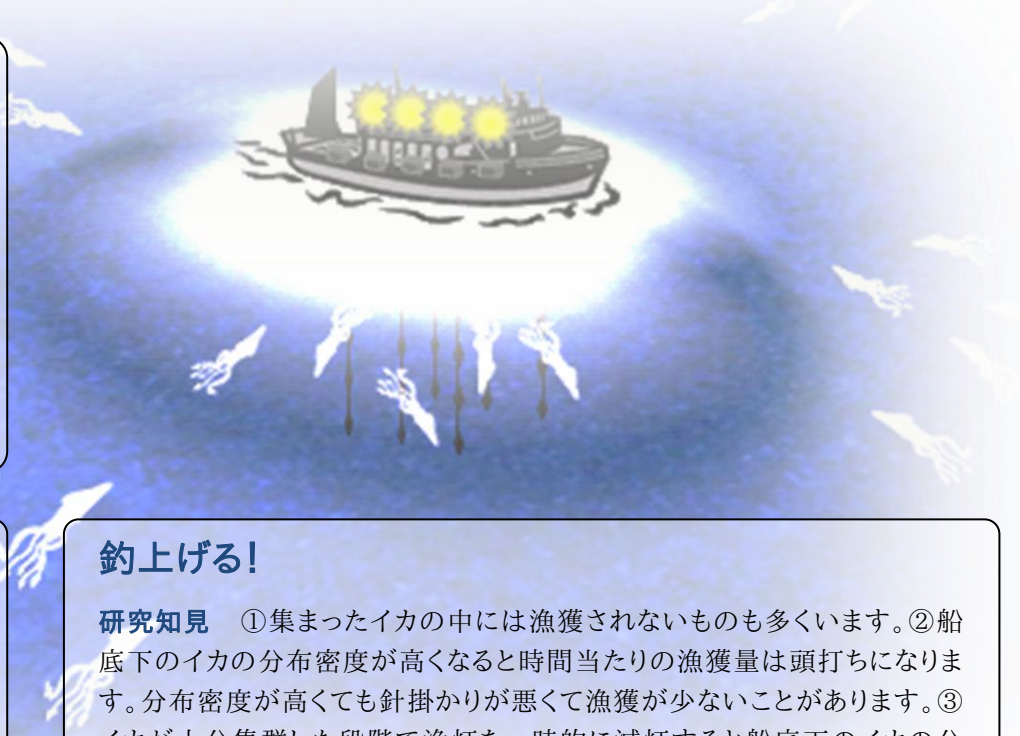
研究知見 ①船影はイカを船底下に誘導して漁獲につながるうえで不可欠です。②操業船周囲ではイカは群れで行動しており、船体左右の明るいところを避けるように移動して船体前後の暗いところから船底下に入ります。③船体周囲に集まったイカは漁灯を一時的に減灯しても逃げません。

漁灯活用の方向性 集めたイカを遠ざけず、船影を損なわないようにするために船体周囲を明るくし過ぎないほうが良いと考えられます。イカは船体前後から船底下に入るの、特に船体前後については明るくし過ぎないように注意して下さい。船体周囲に集まったイカは減灯しても逃げないので、イカが多数集群した段階で適宜減灯することにより、省エネ操業ができると考えられます。

釣上げる!

研究知見 ①集まったイカの中には漁獲されないものも多くいます。②船底下のイカの分布密度が高くなると時間当たりの漁獲量は頭打ちになります。分布密度が高くて針掛かりが悪くて漁獲が少ないことがあります。③イカが十分集群した段階で漁灯を一時的に減灯すると船底下のイカの分布密度がむしろ高まり、漁獲量も増加する傾向にあります。

漁灯活用の方向性 イカの分布密度が高くなった段階では漁灯を一時的に減灯しても漁獲量はあまり減少しません。操業途中に一時的に減灯することで集めたイカを効率的に漁獲できると考えられます。減灯するにあたっては、イカの集群状況を的確に把握する必要があります。このため魚探・ソナーを積極的に活用することが大切です。



第2章まとめ「イカ釣り漁業におけるLED灯の基礎と活用」

LED灯を導入し、漁業現場で活用するにあたって、光に対するイカの行動や集魚の仕組み、LED灯の特長と注意点などのポイントをおさえておくことが大切です。それらのポイントと実際の導入・活用事例は以下のとおりです。

LED灯の特長

①瞬間的な点灯・消灯や光量調節が可能、②漁灯設計時に発光色を選択できる、③長寿命・高耐久性、④紫外線を放射しないなどの高い環境性能。

生物特性等に合わせたLED灯の設計・設置

LED灯の発光色 海中では青色～青緑色の光がよく透過し、イカは青緑色の光に敏感です。水槽実験ではイカは青緑色の光に強くひきつけられることが分かっています。このことから、青緑色LED灯や青色光を多く含む白色LED灯が効果的と考えられます。

LED灯の設置 イカは海面上のほぼ水平方向から海中に入る光にひきつけられます。船体周囲ではイカは船体左右の明るいところを避けるように移動し、船体前後の暗いところから船底下に入ります。LED灯を設置する際には、広範囲からイカを集めることを意識して水平横向きを照らすようにし、船体周囲については明るくなりすぎないように注意する必要があります。

既存漁灯の併用 船体周囲にバランス良く光を照射したり、漁獲に不可欠な船影をつくるには従来のランプ型漁灯が適しています。このため現時点では、メタルハライド灯やハロゲン灯などの従来漁灯の併用が必要です。

作業性・安全性の確保

LED灯設置の際には次の点に注意して下さい。①視界や作業性を損なわないようパイプ材で固定する、②船体の安定性を損なわないよう重量や風圧抵抗を考慮する、③メタルハライド灯の光を遮ったり、熱の影響を受けない位置に設置する、④LED灯だけで操業するときの作業性を確保するため白色LED灯も併設する。

LED灯の装備事例

9.7トン小型船	LED灯(12kW) + メタルハライド灯(60kW)
19トン小型船	LED灯(18kW) + メタルハライド灯(138kW)
183トン中型船	LED灯(27.6kW) + メタルハライド灯(216kW)

LED灯による操業

LED灯の点灯方法 現状では、LED灯だけで操業すると近隣船よりも漁獲が少なくなることが多いようです。漁獲を落とさずに省エネ操業を行うには、操業前半はLED灯とメタルハライド灯を点灯し、操業後半には魚探・ソナーでイカの集群状況を確認しながらメタルハライド灯を減灯または消灯する方法が効果的です。

季節・漁場に合わせた漁灯操作 盛漁期の夏から秋にはメタルハライド灯を併用する時間を短くして省エネを重視する一方、より光量が必要になると言われる晩秋から冬にはメタルハライド灯の併用時間を長く(併用灯数を多く)して漁獲の維持に努めるというように、季節・漁場に合わせた柔軟な使いこなしが大切です。

燃油削減の効果 小型船ほど漁灯点灯に要する燃油の割合が高いため、小型船でより大きな燃油削減効果が期待できます。LED灯の使い方にもよりますが、ある小型船では例年どおりの漁獲を維持しつつ、年間の総燃油消費量を約20%削減することに成功した事例があります。

集群状況と漁獲状況の把握

イカが十分集まって漁獲が続く状態であれば、漁灯を一時的に減灯しても漁獲は減少しません。減灯による省エネ操業は漁獲面で不安がつきまっていますが、不安を払拭して省エネ操業を成功させるには、魚探・ソナーでイカの集群状況を適宜確認するとともに、漁獲が減少していないかどうか把握することが大切です。

～ 本書の内容に関する問い合わせ先 ～

独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所
〒314-0408 茨城県神栖市波崎7620-7
TEL:0479-44-5929

東京海洋大学海洋生物資源学科(生物資源学講座)
〒108-8477 東京都港区港南4-5-7
TEL:03-5463-0476

株式会社東和電機製作所
〒040-0077 北海道函館市吉川町6-29
TEL:0138-41-4410

石川県水産総合センター
〒927-0435 石川県鳳珠郡能登町宇出津新港3-7
TEL:0768-62-1324

イカ釣りLED漁灯活用ガイド

2013年3月印刷・発行

編集 「イカ釣り漁業におけるLED漁灯の応用による効率的生産技術の開発」共同研究機関

発行 独立行政法人水産総合研究センター
水産工学研究所

〒314-0408 茨城県神栖市波崎7620-7
TEL:0479-44-5929(代表)
