

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。

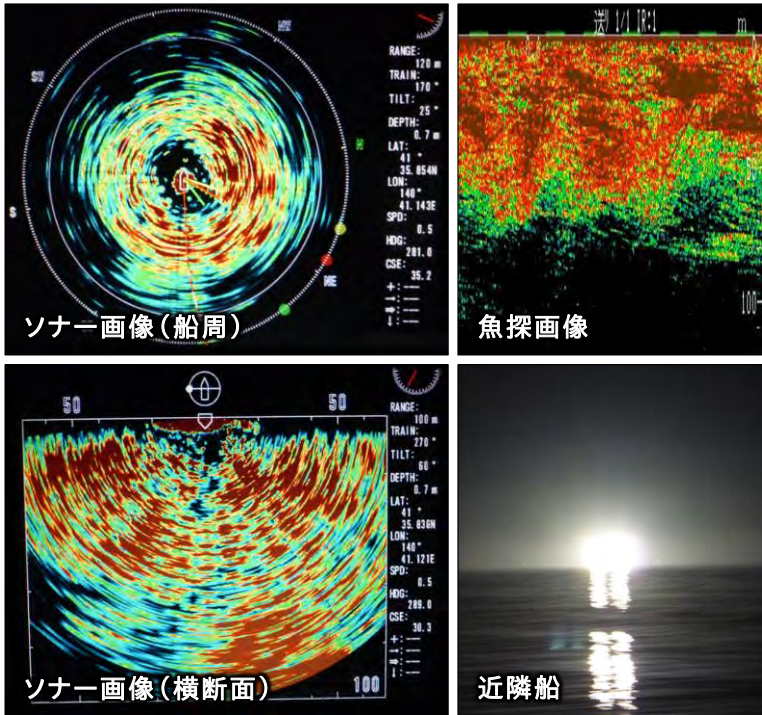


図 作業時の魚探・ソナー・近隣船の写真

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。

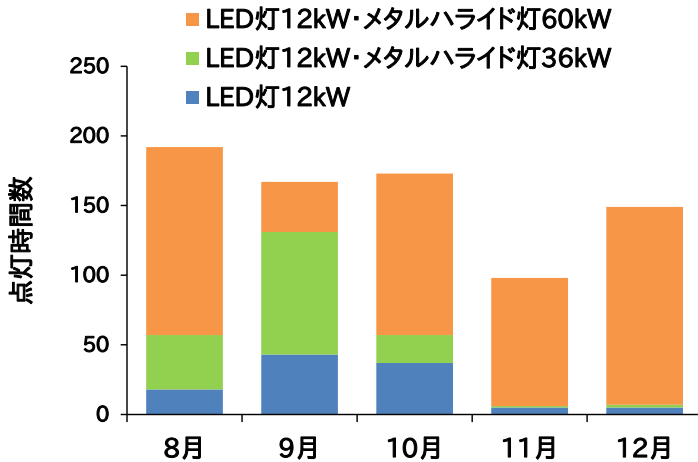


図 月別点灯条件別の作業時間数

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

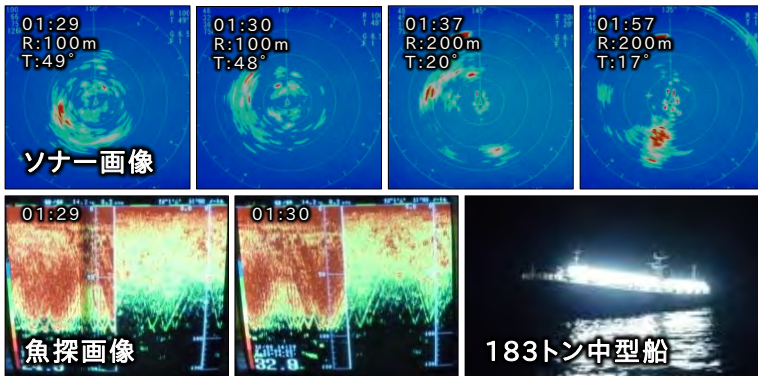


図 魚探・ソナー画像と中型船の外観

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、操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、操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。

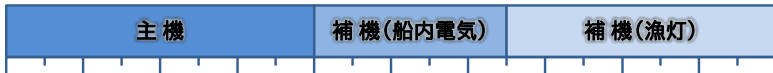
9.7トン小型船（メタルハライド灯 120 kW装備）

⇒ 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

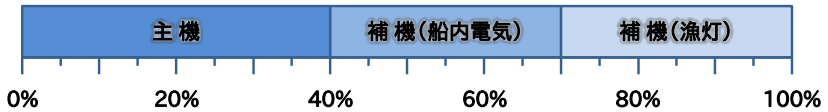


図 漁期当たりの燃油消費の内訳

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!

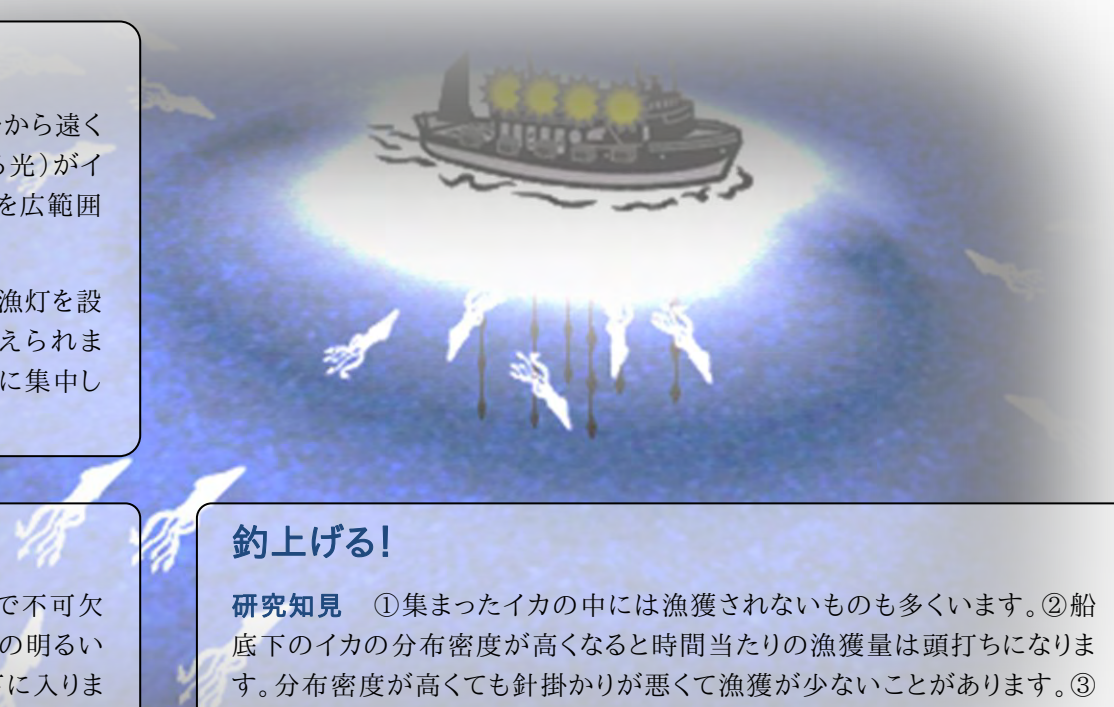
研究知見 ①船影はイカを船底下に誘導して漁獲につながるうえで不可欠です。②操業船周囲ではイカは群れで行動しており、船体左右の明るいところを避けるように移動して船体前後の暗いところから船底下に入ります。③船体周囲に集まったイカは漁灯を一時的に減灯しても逃げません。

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 海水中では青色～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)
