

イカ釣り漁業用 LED 漁灯の研究は 2000 年に始まり、マリノフォーラム 21 が小型イカ釣り漁船を対象に 2004～2006 年に実施した研究事業によって本格化しました。この研究では、MH 漁灯は上空や甲板、海面反射の強い遠方海面にも光を放射するため、海中に入射する光は全体の 1 割以下であるが、LED 漁灯は指向性が強く、海面に向けて設置することにより、放射された光の 8 割程度を海中に入射させることが可能とされました。また、青色 LED の発光効率は MH ランプの 4 割程度であるが、放射される光に占める青色光の割合が MH ランプの 10 倍もあり、スルメイカに光を感知させるうえで有効な光源であるとされました。これらに基づいて、青色 LED 漁灯では MH 漁灯の 1/32 の消費電力で同等に釣獲できる可能性があるとの試算が示され、実際に操業試験が行われました。その結果、LED 漁灯を用いることで燃油消費量を大幅に節減できることが実証されました。しかし、LED 漁灯装備船の漁獲量は MH 漁灯を装備した近隣船よりも少なく、LED 漁灯の釣獲性能は当初の想定よりも低いことが分かりました。

中型イカ釣り漁船を対象とした研究については、全国沖合いか釣り漁業協会（現、全国いか釣り漁業協会）が 2005～2007 年に実施した委託事業から始まりました。当時、沖合漁場での LED 漁灯の釣獲性能が不明であったことから、中型イカ釣り漁船と同規模の県調査船で試験が行われました。小型イカ釣り漁船の手法に準じて青色 LED 漁灯を船体近傍の海面に向けて設置し、LED 漁灯 102 灯（7.1 kW）による操業と MH 漁灯 78 灯（234 kW）による操業が行われま

した。その結果、LED 漁灯による操業の漁獲量は MH 漁灯による操業の 4 割程度であり、小型イカ釣り漁船と同様、LED 漁灯の釣獲性能は当初の試算よりも低いことが確認されました。その後、LED 漁灯による操業では船体近傍の海中照度が低いことが判明したため、海中照度を MH 漁灯による操業と同等とするために LED 漁灯を 216 灯に増設し、さらに MH 漁灯 24 灯を併用して操業が行われました。しかし、漁獲量は MH 漁灯 78 灯による操業の 9 割程度に留まり、季節によっては 4 割程度に落ち込むことが分かりました。LED 漁灯による操業では MH 漁灯に比べて船体から離れたところの海中照度が低く、このことが漁獲成績の劣る要因である可能性が指摘され、釣獲性能を高めるには船体近傍だけでなく、水平方向にも広く光を放射する必要があるとの考えが示されました。



図 2-1 最初期の LED 漁灯(左)と最新の LED 漁灯(右)

前述の研究が進むなか、2006～2010年に水産庁の省エネルギー技術導入効果実証試験事業の支援を受けて漁業者とメーカーによる実証試験が多数行われました。前述の研究では、指向性の鋭い砲弾型LEDが漁灯に用いられていましたが、釣獲性能を高めるには、広範囲に光を放射することが可能な、より明るく指向性の広い光源を用いる必要があるとの考えから、多くの実証試験で表面実装型LEDを用いた漁灯が使用されるようになりました。これらについては、海洋水産システム協会によって試験結果が総括され、小型イカ釣り漁船、中型イカ釣り漁船ともにLED漁灯を導入して消費電力を抑えることで燃油消費量が節減できること、LED漁灯とMH漁灯を併用するとMH漁灯装備船並み（9割以上）の漁獲が確保できること、MH漁灯の併用灯数が少ないと漁獲量が減少すること、LED漁灯による操業の漁獲成績は秋以降に低下しやすいことが明らかになりました。

実証試験が多数行われたことでLED漁灯の性能評価は進みましたが、青色に加えて青緑色や白色のLED漁灯も用いられるようになったこと、漁灯の設置角度や明るさを変えるとスルメイカの行動や釣獲が変化する事例が認められたこと、漁業者によって試験方法が異なったことなどから、LED漁灯の使いこなしや要求性能について様々な意見が出てくるようになり、かえって技術改善の方向性が定まらなくなるといった問題が生じました。一方、イカ釣り漁業では、スルメイカが集まり、釣獲されるまでの仕組み（誘集・釣獲過程）に関する知見が十分でないまま、漁業者の経験や漁獲競争を背景に大光量化・大消費電力化が進み、その結果としてイカ釣り漁業はエネルギー多消費型の漁業へと変貌しました。LED漁灯の技術改善の方向性を見出し、省エネルギー技術として確立するには、誘集・釣獲過程の解明が必須であるとの考えから、2009～2012年に水産工学

研究所・東京海洋大学・東和電機製作所・石川県水産総合センターによる共同研究が行われました。一連の研究により、スルメイカは広範囲から操業船に集まること、船体周囲に集まったスルメイカは高照度域を避けて船体前後の低照度域から船底下に入ること、船底下に入ったスルメイカは陰影部に集約されて釣獲されることなどが明らかになり、誘集・釣獲過程の全貌が初めて明らかになりました。さらに、スルメイカは水平に広がる光の光源に向かって遊泳すること、青緑色の光源に誘引されやすいこと、操業船に集まったスルメイカは減灯しても逃げないことも分かりました。そして、これらの知見からLED漁灯を設計・使用する際の方向性として、スルメイカを広く集めるために水平方向を強く照らすようにすること、集めたスルメイカを船底下に誘導するために船体周囲を明るくし過ぎないようにして船底下の陰影部と船体前後の低照度域を確保すること、省エネルギー操業を積極的に進めるためにスルメイカの集群状態を魚群探知機やソナーで確認し、適宜、漁灯を操作（減灯）することなどが示されました。

以上のように、LED漁灯の性能は着実に向上しており、スルメイカの誘集・釣獲過程に基づいた技術改良の方向性も示されています。2013年から始まった開発調査センターによる長期用船調査では、これまで積み重ねられた技術と知見が活かされており、配光を綿密に設計・調節することでLED漁灯単独でもMH漁灯装備船に近い釣獲が得られるようになっていきます。次項から開発調査センターによる長期用船調査の結果を詳しく紹介します。