

# スルメイカの釣獲状況の連続モニタリング手法の開発

四方崇文（石川県水産総合センター）・高山剛（水産工学研究所）・三木智宏（東和電機製作所）

イカ釣り漁業における発光ダイオード（LED）漁灯の実用化事業において、著者は、灯光によるスルメイカの誘集・釣獲のメカニズムについて研究しており、これまでに、船上灯光によって形成された船底下陰影部には船体周囲に集めたイカを船底下に誘導・集約して釣獲に結びつける機能があることを明らかにした。しかし、イカが船底下に入る経路など釣獲に至るまでの具体的なプロセスは未解明である。このことを解明するには、イカの行動と釣獲の変化を関連付ける必要があるが、刻々と変化する釣獲を連続的に捉える技術がなかった。そこで、釣獲状況を連続モニタリングする技術として、自動イカ釣機のモーター負荷を連続記録する装置と釣獲の様子をビデオ録画する装置を作製した。これらの装置で取得したデータの信頼性を評価するとともに、それらをイカの行動研究に応用した成果について報告する。

## 1. 材料および方法

本研究には石川県水産総合センターの漁業調査指導船白山丸（167トン）を用いた。白山丸には東和電機製作所製の自動イカ釣機が14台装備されている。これに各釣機のモーター負荷や錘深度のデータを1秒毎にPCに記録する装置（図1）を付加し、2010年6月から翌年5月の間に日本海沖合で34回の操業を行った。操業前にシーアンカーを投入し、日没後から日出前の夜間に3kWのメタルハライド灯78灯を点灯し、イカを釣獲して負荷データ

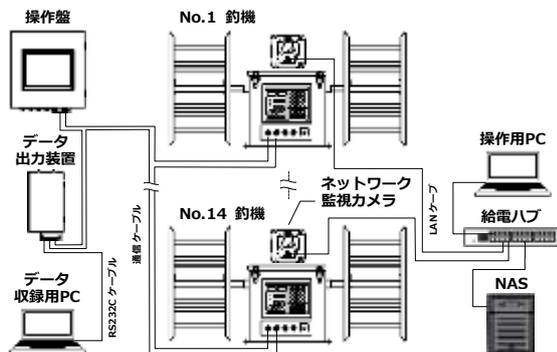


図1 釣機負荷記録装置とビデオ記録装置。釣機と負荷記録装置は東和電機製作所製、ネットワーク監視カメラはMOBOTIX社製。

を取得した。釣具ラインには、ナイロンテグスを用いて擬餌針24本を1.05m間隔で連結し、約5.4mのテグスを介して下端に錘を取り付けた。錘の最大垂下深度は75mとし、釣具ライン引き上げ時には、錘深度39~75mでシャクリ、同25~39mで巻上、同0~25mで擬餌針の巻き取り動作になるよう釣機を設定した。実際の釣獲については、手作業で釣獲尾数を1時間単位で計数し、釣機1台1時間当たりの釣獲尾数（CPUE）を算出した。これよりも短時間の釣獲については、釣機上部に設置したネットワーク監視カメラで操業時の様子を録画し（図1）、適宜画像再生して釣獲尾数を目視計数した。操業時には魚群探知機とソナーを稼働させてその画像を録画した。

## 2. 結果および考察

### 2-1. 釣機負荷と釣獲の関係

釣機の負荷から釣獲尾数を推定するには、釣獲を反映する深度帯のデータを用いる必要がある。釣具ライン引き上げ時の負荷の変動を調べたところ、負荷は釣具ラインを引き上げ始めてから徐々に上昇し、錘深度30m付近で最大に達することがわかった。計量魚群探知機でイカの分布密度を調べたところ、深度10~25m付近の分布密度が高く、この深度帯を擬餌針が通過しているときに負荷が最大に達することがわかった。また、錘深度30m付近の負荷は手作業計数で求めたCPUEとともに変動していることも確認できた。これらの結果から、釣獲を反映

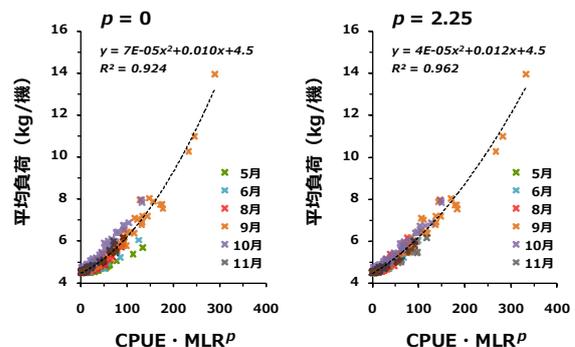


図2 手作業計数値から求めたCPUEと釣機巻上時の平均負荷の関係、外套長の違いを考慮しない場合（左）と考慮した場合（右）。

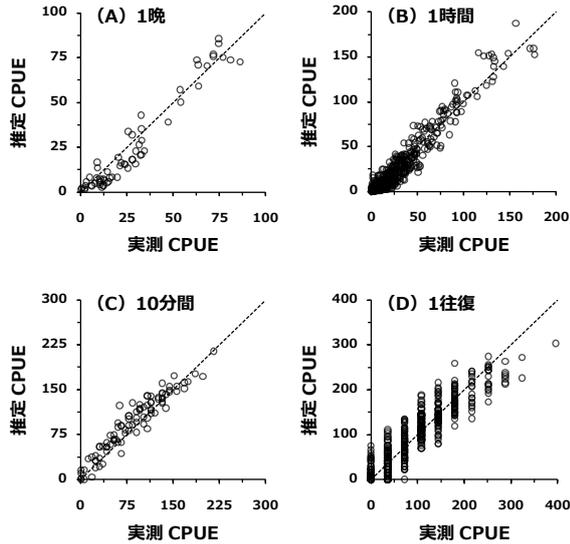


図3 CPUEの実測値と負荷から求めた推定値の比較。AとBでは手作業、CとDではビデオ画像でそれぞれ計数した釣獲尾数から実測CPUEを計算した。

したデータとして錘深度30m付近の負荷が適当であると判断し、本研究では錘深度25~39mの巻上時の平均負荷とCPUEの関係を調べることにした。

手作業計数により求めたCPUEと同時間帯の平均負荷の関係をみたところ、魚体が小さい5~6月に比べて魚体が大きい9~11月の操業では、CPUEは同程度でも負荷は高い傾向にあった。そこで、外套長を考慮して負荷とCPUEの関係を調べた。即ち、盛漁期である8~10月に釣獲したイカの平均外套長(24cm)を基準長とし、これに対する各操業の平均外套長の比(MLR)を求め、さらにMLRの $p$ 乗とCPUEの積を求めて負荷との関係を調べた(図2)。関係式としては1次式よりも2次式のあてはまりが良く、釣獲のない時間帯の平均負荷は4.5kgであったことから  $y=ax^2+bx+4.5$  を回帰式とし、この回帰曲線と各プロットの残差平方和が最小になる指数  $p$  を係数  $a$ 、 $b$  とともにエクセルのソルバーで求めた。その結果、最適解として  $p=2.25$  が得られ、外套長を考慮しない場合( $p=0$ )に比べてプロットのばらつきが小さくなり、回帰式のあてはまりも向上した。

前述の負荷とCPUEの関係式は1時間単位のデータから得たものであり、それ以外の時間幅についても負荷からCPUEが推定できるかどうか検証した。1時間以上の時間幅については手作業計数値、1時間未満の時間幅についてはビデオ画像による目視計数値を用い、それらの計数値から計算したCPUEを実測値とし、同時間帯の平均負荷から求めた推定値と比較した。その結果、1晩、1時

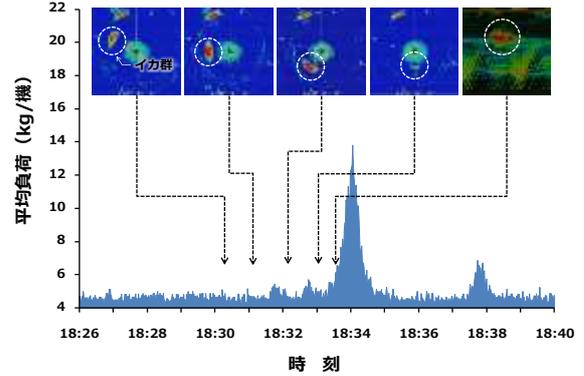


図4 2010年10月18日操業時の釣機負荷が急上昇する前のソナーと魚群探知機の画像。点線円で囲んだ反応がイカ群と思われる反応。

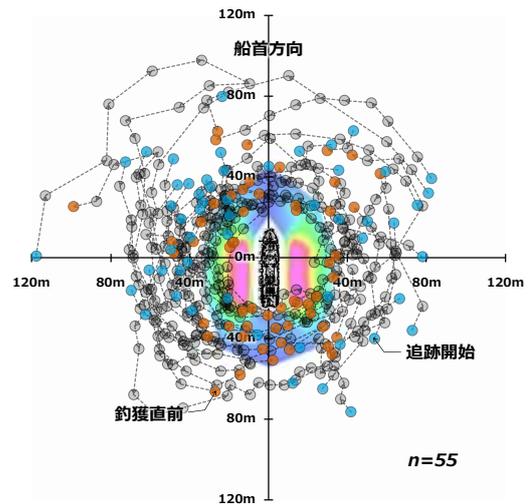


図5 釣機負荷上昇前のイカ群と思われるソナー反応の中心の水平位置。青丸は追跡開始位置、橙丸は釣獲直前の位置を示す。漁灯点灯時の深度2mにおける488nm帯の照度分布を背景に示した。

間、10分間、釣具ライン1往復(約100秒)の各時間幅について、実測値と推定値は概ね一致することが確認された(図3)。従って、様々な時間幅について負荷データから釣獲状況が把握できることがわかった。

## 2-2. 釣獲と音響反応の時系列からみたイカの行動

操業中、ソナーにパッチ状の反応が現れ、それが船体に接近した直後にイカが多数釣獲されることがある。負荷記録装置を用いることで、釣獲の急激な変化を的確に捉え、音響反応の動きと関連付けることができるようになった。その実例は図4に示したとおりで、ソナー画面上の船体左舷前方に出現した音響反応が船尾側に移動

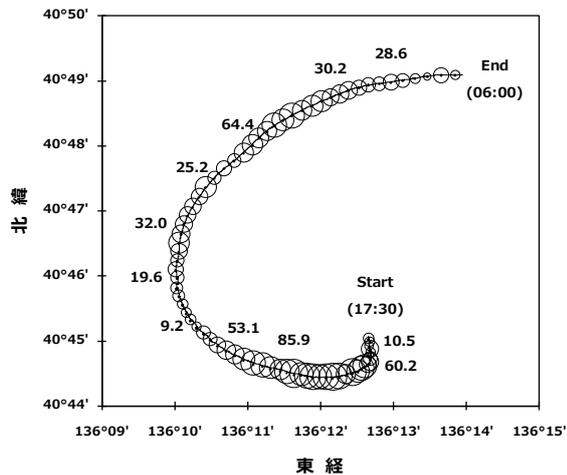


図6 2010年10月15日操業時の10分毎の白山丸の位置とCPUEの変化. 円の面積はCPUEに比例する. 図中の数字は釣機負荷から推定したCPUEを示す.

して消失し、その直後に魚群探知機に反応が現れ、同時に釣機負荷が急上昇してイカが多数釣獲された。この結果から、ソナー画面に現れた音響反応はイカの群れであり、その群れが左舷側を移動して船尾から船底下に入り釣獲されたことがわかる。

このように釣獲と音響反応の時系列から、釣獲される前のイカの行動を知ることができる。そこで、釣機負荷が急上昇する前のイカの群れと考えられるソナー反応の動きを調べた(図5)。イカの群れはソナーの送受波器を中心とした水平距離20~80m付近(海面下20~50m付近)を周回するように移動しており、船体から離れた低照度の環境下に分布することがわかった。イカの群れは周回しながら徐々に船体に接近し、釣獲直前には船体左右よりも船体前後に位置する傾向がみられた。漁灯点

灯時の海中照度は船体の左右で高く前後で低いことから、イカの群れは船体前後の低照度域を利用して船底下陰影部に入り、釣獲されるものと考えられた。また、釣獲尾数は船体中央よりも船体前後付近に設置した釣機で多い傾向がみられた。これはイカの群れが船体前後から船底下に入るため、船体前後の釣機ほどイカに遭遇しやすいためと考えられた。

### 2-3. 今後の技術展開

漂流操業では、船は流されながらイカを集魚・釣獲しており、CPUEの変動を空間的に捉えることはイカの分布特性を理解するうえで重要である。釣機負荷から10分間毎のCPUEを推定して操業中の航跡上にプロットした例を図6に示した。この例から、船の位置や移動方向によってCPUEは複雑に変化していることがわかる。イカ釣り漁場では十数隻から数十隻の漁船が数海里の船間距離で漂流操業しており、それら漁船に負荷記録装置を設置し、位置・水温・潮流・水深等も自動記録できるようにしておけば、漁場におけるスルメイカの分布構造を極めて緻密に把握できるようになると考えられる。

但し、漁船で取得した負荷データからCPUEを推定する場合、漁船毎に釣機の運転条件や釣具ラインの仕様が異なるので本研究で求めた負荷とCPUEの関係式をそのまま適用することはできない。さらに、多数の漁船について釣獲尾数を手作業で計数して関係式を求めるのも困難である。このような場合、ビデオ画像から釣獲尾数を自動計数する技術があれば、釣機負荷とCPUEの関係を容易に調べることができる。ビデオ画像による釣獲尾数の自動計数について、現在、検討中である。