

平成21年度

いか釣り漁業における発光ダイオード(LED)集魚灯の 実用化に関する試験結果報告書



平成22年3月31日
石川県水産総合センター

ISHIKAWA PREFECTURE FISHERIES RESEARCH CENTER

目次

第1章 背景と目的	1
第2章 調査方法	
1. 漁灯設備	2
2. 漁獲試験	2
3. 音響調査	3
4. 当業船周囲のスルメイカの集群状況	5
5. 燃油消費量	5
第3章 結果と考察	
1. 試験海域	6
2. 水中灯の有効性評価調査	6
2-1. 漁獲試験	6
2-2. 魚群探知機による対光行動観察	9
2-3. ソナーによる対光行動観察	12
2-4. 水中灯光の威嚇効果	13
2-5. いか釣り漁業の集魚機構と水中灯の有効性	15
3. スルメイカの集群密度と漁獲量の関係	16
3-1. 集群密度と漁獲量の関係モデル	16
3-2. 計量魚群探知機により測定した集群密度とCPUEの関係	17
3-3. 舷外方向におけるスルメイカの集群密度	21
4. 操業時の船体周囲におけるスルメイカの行動	23
5. 当業船周囲のスルメイカの集群状況	24
6. まとめ	26
謝辞	27
引用文献	27
付表	30

石川県水産総合センター 担当者

海洋資源部長 柴田 敏

専門研究員 四方 崇文（調査・とりまとめ）

白山丸船長 島 敏明（調査船運航）

第1章 背景と目的

現在、いか釣り漁業では、主にメタルハライド灯(MH: Metal Halide Lamp)が船上集魚灯(船上灯)として用いられているが、MH船上灯は多量の電力を消費するため、発電機関の燃油消費量も多く、中型いか釣り漁船では1隻あたり年間500kLものA重油を消費する¹⁾。このため、消費電力の少ない発光ダイオード(LED: Light Emitting Diode)の集魚灯への応用が注目されている。石川県水産総合センターでは、社団法人全国沖合いかつり漁業協会の委託を受けて、平成17年度から3年間、日本海沖合のスルメイカを対象として、調査船白山丸(総トン数167トン)を用いて青色LED船上灯の実証試験を行った²⁻⁴⁾。その結果、MH船上灯の2/3程度を青色LED船上灯に置き換えて操業することで、従来操業の9割程度の漁獲量を維持しつつ、操業中の燃油消費量を半減できることが実証された。しかし、MH船上灯の2/3を換装するのに必要なLED船上灯の導入費は中型いか釣り漁船1隻あたり約6千万円にものぼることから、多くの漁業者が容易に導入できる技術には至っていないと考えられた。

いか釣り漁業では、船上灯の他に水中集魚灯(水中灯)が用いられる場合があり、北太平洋沖合海域のアカイカの昼間操業で成果をあげているほか、ニュージーランドスルメイカの操業では昼夜とも水中灯が用いられている。現在、中型いか釣り漁船では、本邦周辺海域での水中灯の使用が禁止されており、小型いか釣り漁船でも使用実績がなく、スルメイカに対する水中灯の効果は明らかでない。しかし、海面反射による光の損失が大きい船上灯に比べて、水中灯は海中への光の入射効率が高く、効果的な使用方法を見いだすことができれば、エネルギー効率が非常に高い集魚技術になりうる。そこで、石川県水産総合センターでは、調光性や瞬間点灯性能などの操作性に優れたLED水中灯に着目し、昨年度、その有効性を評価するための試験を実施した⁵⁾。その結果、水中灯を船下に垂下して点灯すると、水中灯の光がスルメイカに対して威嚇刺激として作用し、むしろ漁獲成績を悪化させてしまう可能性のあることが判明した。調査2年目である本年度は、威嚇刺激の影響を抑えることを目的として、水中灯の垂下深度を適宜調節して試験操業を行った。

一方、現在のLED船上灯については、発光量はMH船上灯に匹敵する水準に達しているが、漁獲性能はMH船上灯より低い水準に留まっている。この原因として、いか釣り漁業の集魚・漁獲機構が未解明であり、技術改善の方向性が明確でないまま実用化試験が先行してしまったことが指摘されている^{6,7)}。このような観点から、平成21年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「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」(研究機関: 独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所、石川県水産総合センター、東京海洋大学、株式会社東和電機製作所)では、集魚・漁獲機構を解明しつつ、LED船上灯の性能向上をはかる研究が進められることになった⁷⁾。石川県水産総合センターは、スルメイカの集群密度と漁獲量の関係を解明する研究を担当しており、この試験結果についても本報告書に記載した。なお、灯光には集魚機能だけでなく、スルメイカを船下に駆集したり、釣り具を視認させたりする機能もあるため、同研究事業では「集魚灯」を「漁灯」と表記することとしており、本報告書でもこれに準じて「漁灯」と表記した。

第2章 調査方法

1. 漁灯設備

調査船白山丸には、船上灯として3kWのMH灯78灯、5kWのハロゲン(HG)灯10灯、400Wの水銀灯12灯が装備されている。水中灯の有効性評価調査では、これらの船上灯と水中灯を併用して漁獲試験を行った(図1)。本調査には、(株)拓洋理研製の600W型青緑色LED水中灯2灯と5kW型白色MH水中灯1灯を用いた。LED水中灯1灯の電源部は船首楼内に、もう1灯のLED水中灯とMH水中灯の電源部は機関室入口に設置した(図2)。船首側の水中灯は船首ローラーから、船尾側の水中灯は船尾ダビットから垂下して試験を実施した。

本調査に用いたLED水中灯は、ピーク波長:499nm、波長半値巾:±15nm(LEDメーカーの仕様書のグラフ読み取りによる)であり、操作盤によって0~100%(順電流最大値)の範囲で連続的に光量の調節が可能で、ストロボ点灯(光量100%;点灯時間0.05秒)の間隔も0.1~10秒の範囲で設定可能であった。5kW型MH水中灯についても、最大光量である「全光」から「減光1」~「減光5」まで6段階の光量調節が可能であった。



図1 調査船白山丸の船上灯、水中灯、釣り機および音響機器送受波器的配置

2. 漁獲試験

2009年5月19日から5月27日(第1次航海)、8月18日から8月27日(第2次航海)、9月9日から9月18日(第3次航海)、10月14日から10月23日(第4次航海)に日本海で漁獲試験を行った。出港前には、表面水温画像(漁業情報サービスセンター提供:NOAA/AVHRR画像)や中層水温図((独)水産総合研究センター提供:日本海海況予測システムJADE)を入手し、夜間可視光画像(農林水産研究情報センター提供:DMSP/OLS画像)や聞き取り

により漁船の動向を把握したうえで試験に適した海域を選定した。各航海の日中には、魚群探知機とソナーを用いて漁場探索を行い、操業位置を決定した。各操業点では、シーアンカー投入後に漁灯を点灯し、日没後から日出前の夜間に漁獲試験を行った。自動いか釣り機14台((株)東和電気製作所製 MY-3DP:右舷7台;EX-1PBX:左舷7台)を用い、テグスには110cm間隔で釣り針24本を連結し、釣り具ラインの垂下深度を75mに設定して操業した。釣り機の運転台数や操業時間は海況や漁獲状況により適宜調整した。操業中は1時間毎に漁獲尾数と釣り機の運転台数を記録し、その結果からCPUE(釣り機1台1時間あたりの漁獲尾数)を算出した。漁獲したスルメイカの外殻背長を適宜測定し、階級幅1cmの外殻背長組成を求めた。各操業点では、気象、海象、透明度を観測するとともに、アレック電子(株)製のSTD(AST1000)を用いて深度300mまでの水温と塩分を測定した。



図2 点灯時のLED水中灯(左)、各種水中灯(中央)および電源・安定器・操作盤(右)

3. 音響調査

操業中のスルメイカの集群状況や行動を把握するために、フルノ電気(株)製の魚群探知機(FCV-1200L:周波数;88kHz,107kHz)とソナー(CSH-81:周波数;81kHz)を用いて音響反応の変化を調べた。音響画像の記録装置は図3のとおりで、魚群探知機(魚探)とソナーのRGB出力信号をPC・TVコンバーター(BUFFALO:SC-1)でビデオ信号に変換し、それをビデオ・キャプチャ(I-O DATA:GV-MVP/RZ3)でデジタル変換して、ノートパソコンに接続したハードディスクに動画ファイルとして保存する構成とした。音響画像の変化から船体周囲におけるスルメイカの行動を推察するにあたって、魚探とソナーの送受波器の取付位置を正確に把握しておく必要がある。調査船の一般配置図と船底機器装備要領図から取付位置を読み取ったところ、魚探の送受波器は船首から16.4m、船尾から25.1mの位置に、ソナーの送受波器はそれぞれ11.5mおよび30.0mの位置に取り付けられていた(図1)。

第2次航海と第3次航海では、SIMRAD社製の計量魚群探知機(EK60システム:送受波器;ES70-11,周波数;70kHz)を用いて、操業中の船下のスルメイカの分布密度を調べた。具体的には、送受波器をステンレス製のフ

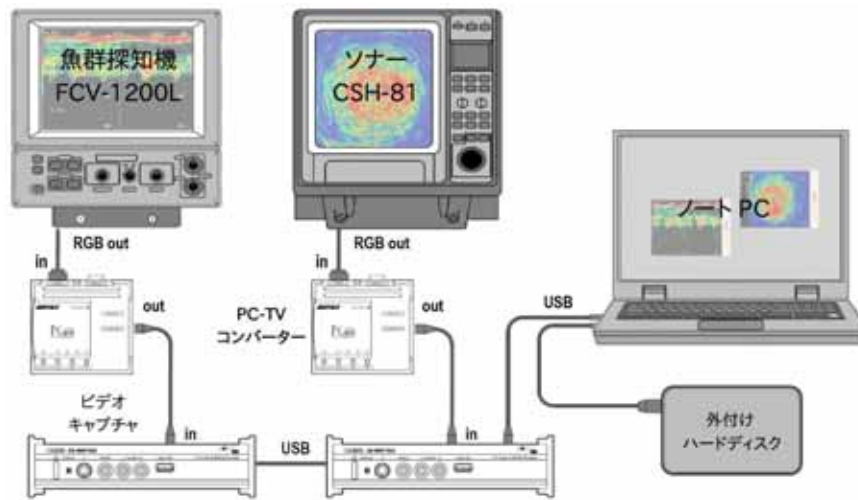


図3 魚群探知機とソナーの画像記録装置の構成



図4 SIMRAD社製計量魚群探知機 (EK60)

レームに装着し(図4)、送受波面を下にして船体中央付近の左舷側ダビットから深度5mに垂下した(図1)。音響データは計量魚探のオペレーション・ソフトウェア(ER60)を用いてノートパソコンに収録した。釣り機運転中には、釣り具の音響反応がデータに含まれるため、スルメイカの音響反応を正確に測定することができない。昨年度までの調査により、スルメイカは釣り機を停止すると船下での行動が沈静化し、魚探には深度20~100m付近に層状の反応として映ることが分かっており、計量魚探でスルメイカの分布密度を測定するうえで好都合と考えた。このため、本調査では、1時間毎に10分間、釣り具を巻き揚げて、釣り機を停止する時間を設けた。第2次航海の8月24日と第3次航海の9月14日の日中には、計量魚探の較正用標準球(タングステンカーバイド:直径38.1mm)を送受波器の直下10mにテグスを用いて懸垂し、ER60のキャリブレーション機能によりシステム較正を行った。スルメイカの体積散乱強度(Sv)は、Myriax社の音響解析ソフトウェア(Echoview)を用いて測定した。

4. 当業船周囲のスルメイカの集群状況

夜間操業中のいか釣り漁船周囲のスルメイカの集群状況を調べた。独立行政法人水産総合研究センター開発調査センターが用船する第二吉丸(図5:総トン数164トン)を調査対象とし、第2次航海の8月25日から26日と第3次航海の9月10日から11日の夜間に一定時間毎に白山丸が吉丸に接近し、魚探とソナーを用いて吉丸周囲のスルメイカの分布状況を調べた。本調査は「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」において、水産工学研究所が担当しており、詳細な分析は同研究所が行う予定である。本報告書では、白山丸の調査記録として、その概要のみ記述した。



図5 開発調査センターが用船する中型いか釣り漁船「第二吉丸」

5. 燃油消費量

調査船白山丸には1,300PSの主機関(主機)が1台、360PSの補機関(補機)と300kVAの発電機が各2台搭載されている。操業時には、主機を停止し、漁灯の点灯条件や冷凍機の運転状況にあわせて、補機を1台または2台運転し、その間の燃油消費量を1時間毎に記録した。また、航行時や非操業時にも主機と補機の燃油消費量を定時に記録した。これらの結果は付表2・3に示した。

第3章 結果と考察

1. 試験海域

第1次航海では、沖合漁場へのスルメイカの来遊状況を調べる目的もあり、能登半島沖から日本海中央部の大和堆の南側を経て、隠岐堆に至る海域で調査を実施した(図6)。第2次航海では、北緯40度46分・東経136度20分から調査を開始し、漁場探索を兼ねて南西方向に移動しながら操業を行った。この航海では、漁獲成績が極めて良好であったため、それまで道西日本海で操業していた漁船の多くが白山丸が調査した海域に移動して操業するようになり、優良漁場への漁船の誘導という面でも成果をあげることができた。第3次航海では、北緯39度55分・東経135度00分から調査を開始し、南西方向に移動しながら操業を行った。この航海では、エチゼンクラゲが非常に多く見られ、操業中にはクラゲの体の一部が釣り針に掛かってくることも多かった。第4次航海では、初日、北緯40度49分・東経137度05分で調査したが、漁業者の要望により、翌日は南西方向へ約124海里移動して操業した。その後は、大時化となり、操業できない日や操業を途中で打ち切った日もあり、漁場移動はほとんどできなかった。

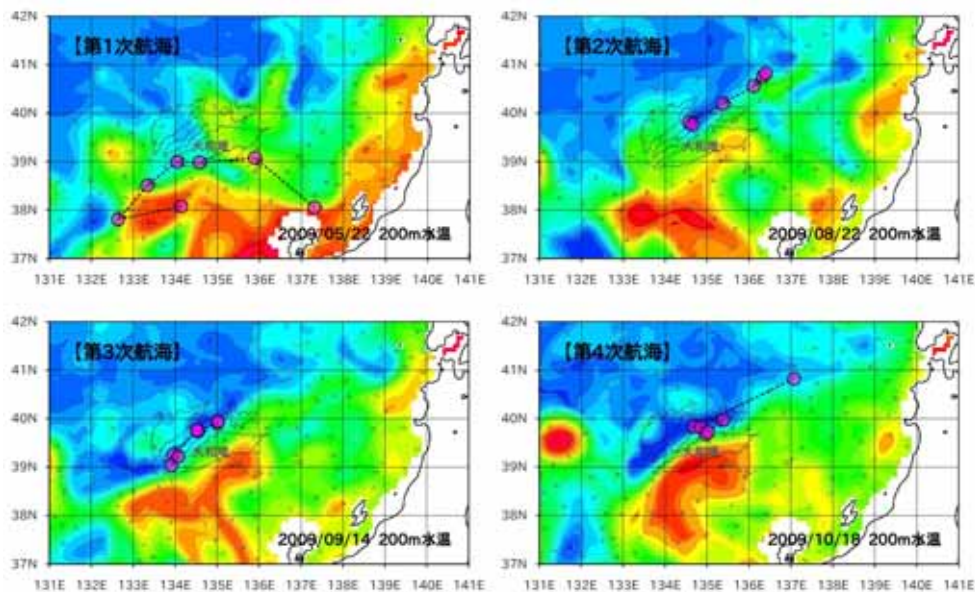


図6 各航海の操業位置とJADEによる深度200m水温

2. 水中灯の有効性評価調査

2-1. 漁獲試験

本年度は、第1次航海と第4次航海で水中灯の有効性を評価する試験を行った。昨年度は、水中灯の併用による漁獲量増加を期待して、船上灯の点灯数を減らして操業したが、水中灯の有効性を示す明らかな結果は得られなかった。そこで、本年度は、MH船上灯を全灯点灯して操業するなかで、水中灯の有効性を評価することにした。

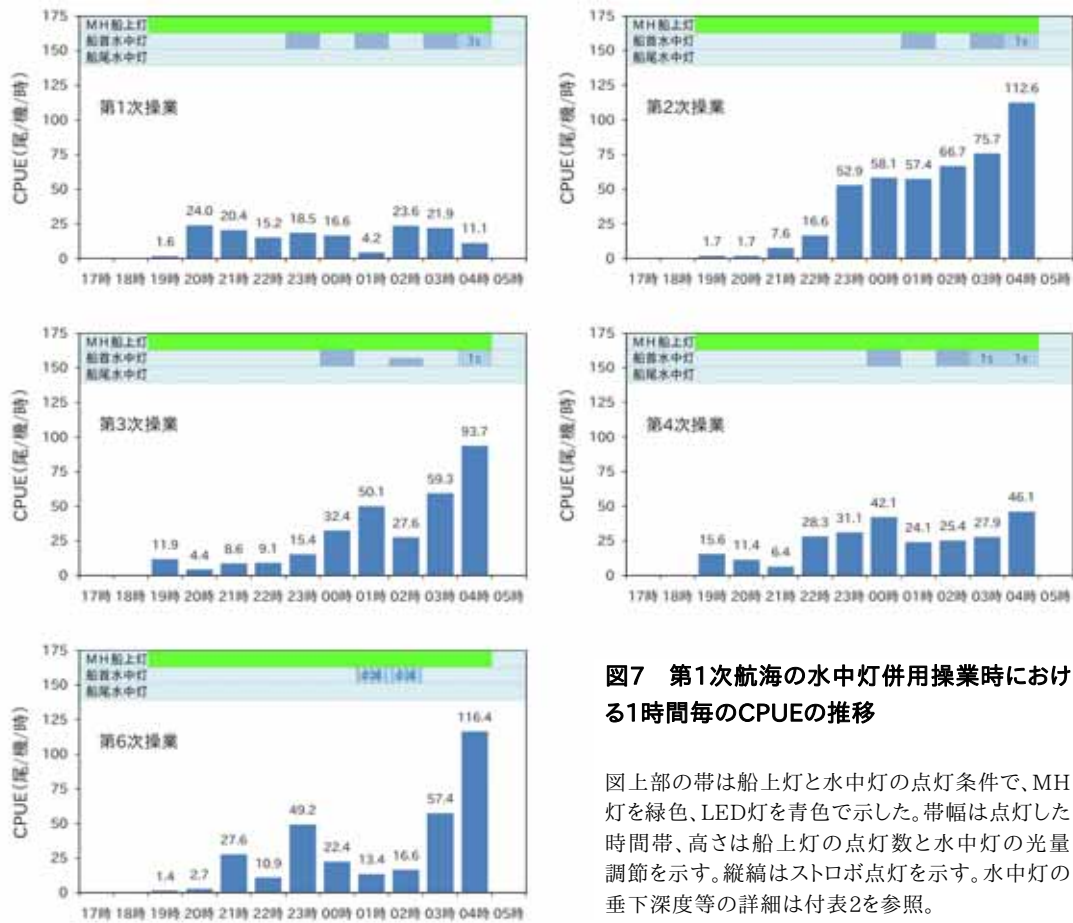


図7 第1次航海の水中灯併用操業時における1時間毎のCPUEの推移

図上部の帯は船上灯と水中灯の点灯条件で、MH灯を緑色、LED灯を青色で示した。帯幅は点灯した時間帯、高さは船上灯の点灯数と水中灯の光量調節を示す。縦縞はストロボ点灯を示す。水中灯の垂下深度等の詳細は付表2を参照。

第1次航海では、水中灯を用いた試験操業を5回実施した(図7:詳細は付表1・2)。第1次操業では、LED水中灯を深度10mに垂下して、23時から1時間毎に点灯(光量100%)と消灯を繰り返した。その結果、CPUEは水中灯を点灯した01時から02時に低かったものの、それ以外では水中灯を点灯した時間帯と消灯した時間帯で大きな差は認められなかった。第2次操業では、LED水中灯を深度40mに垂下し、01時から1時間毎に点灯(光量100%)と消灯を繰り返したが、CPUEに大きな変動はみられなかった。第3次操業では、LED水中灯を深度30mに垂下して操業を行った。00時から01時に水中灯を光量100%で点灯したところ、CPUEは32.4尾に上昇したが、22時頃から既にCPUEは上昇傾向にあったため、水中灯を点灯したことで、CPUEが上昇したとは考え難かった。一方、水中灯を光量50%で点灯した02時から03時には、CPUEは低下した。昨年度の調査でも、光量30%以上になると漁獲成績が低下するという結果が得られており、これについては水中灯の影響を受けた可能性が高いと考えられた。第4次操業では、LED水中灯を深度20mに垂下し、00時から1時間毎に点灯と消灯を繰り返したが、CPUEに顕著な変動はみられなかった。第1次操業から第4次操業の操業終了前には、LED水中灯をストロボ点灯したが、その影響と考えられるようなCPUEの変動は認められなかった。昨年度の調査では、スルメイカの遊泳深度付近にLED水中灯を垂下して大光量で点灯すると、船下からスルメイカが逃避・離散してCPUEが大きく低下し、その後に水中灯を消灯すると、直ちにイカが船下に集群してCPUEが急上昇することを明らかにした⁵⁾。この結果から、水中灯にはスルメイ

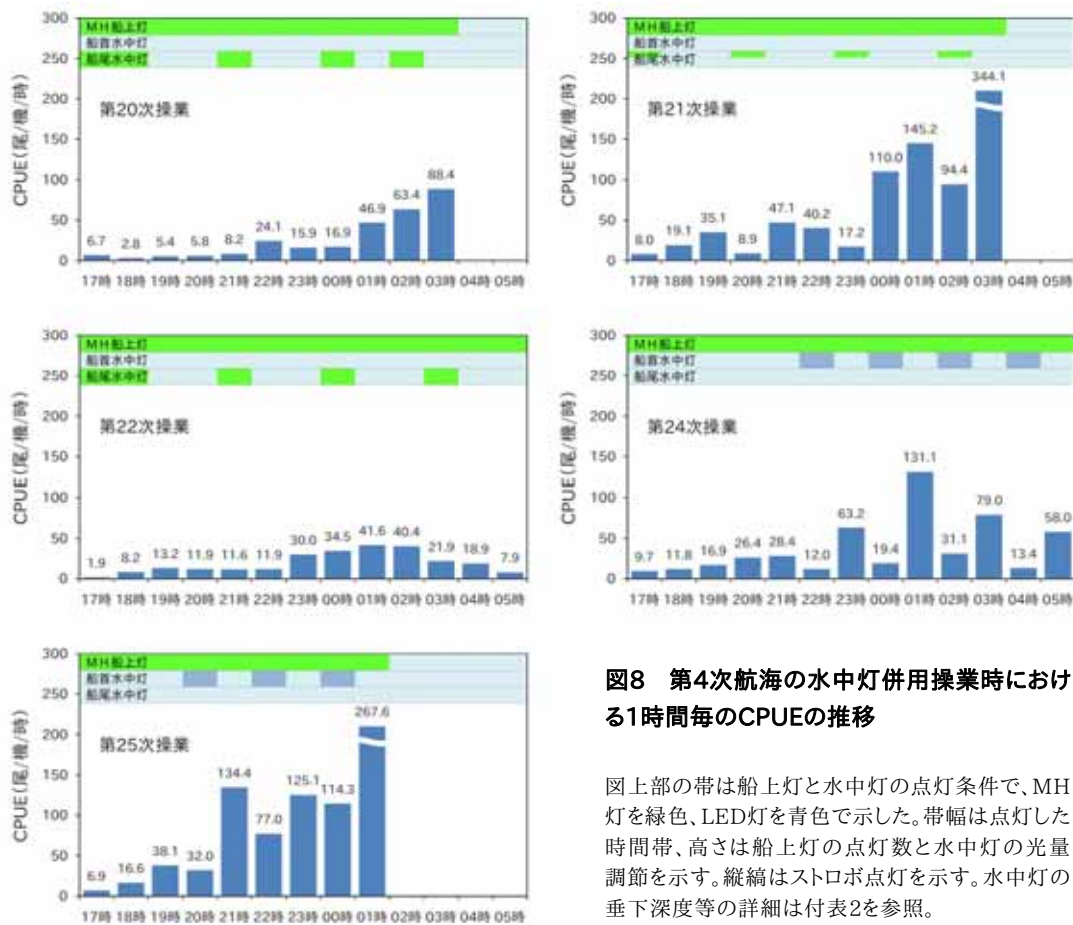


図8 第4次航海の水中灯併用操業時における1時間毎のCPUEの推移

図上部の帯は船上灯と水中灯の点灯条件で、MH灯を緑色、LED灯を青色で示した。帯幅は点灯した時間帯、高さは船上灯の点灯数と水中灯の光量調節を示す。縦縞はストロボ点灯を示す。水中灯の垂下深度等の詳細は付表2を参照。

力を捕捉する一定の効果があり、水中灯を長周期で点滅することで、スルメイカを効率的に船下に誘導できる可能性があるのではないかと考えた。そこで、第6次操業では、LED水中灯を深度30mに垂下し、01時から03時まで、30分間隔で点灯と消灯を繰り返した。しかし、この時間帯のCPUEはむしろ低く、水中灯を長周期で点滅することの有効性を示すことはできなかった。

第4次航海では、水中灯を用いた試験操業を5回実施した(図8:詳細は付表1・2)。第20次操業と第22次操業では、MH水中灯を深度10mに垂下し、操業中に最大光量の「全光」で点灯したが、水中灯の影響と考えられるようなCPUEの変動は認められなかった。MH水中灯を深度50mに垂下した第21次操業では、光量を「減光4」(「全光」の約30%のランプ消費電力:メーカー資料による)にして点灯したところ、CPUEは大きく低下した。第24次操業では、LED水中灯を深度50mに垂下して、22時から1時間毎に点灯(光量100%)と消灯を繰り返したところ、点灯時にはCPUEは大きく低下した。昨年度の魚探による調査では、LED水中灯を深度80mに垂下して、光量100%で点灯すると、点灯直後にはスルメイカのほとんどが船下から逃避するものの、その後、しばらくすると深度20~50mの船下にスルメイカが戻ってくる様子が観察された⁵⁾。そこで、第25次操業では、LED水中灯を深度80mに垂下し、20時から1時間毎に点灯(光量100%)と消灯を繰り返した。その結果、LED水中灯を深度50mに垂下した第24次操業の場合ほど顕著でなかったものの、点灯時にはCPUEは低下する傾向にあった。

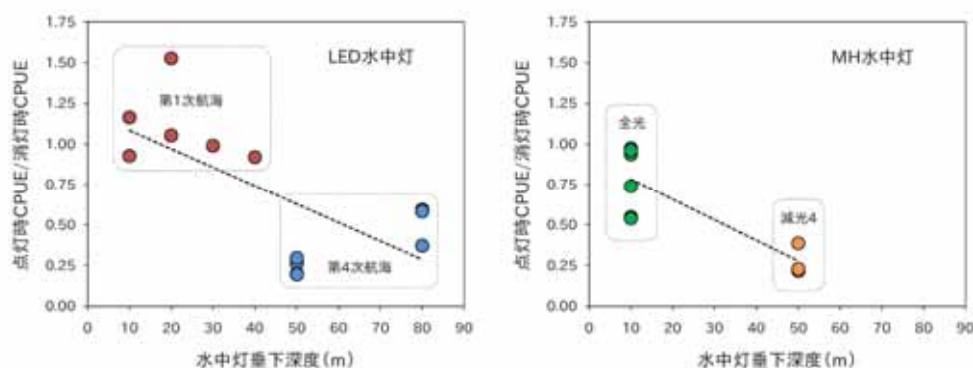


図9 水中灯点灯時と消灯時のCPUE比と水中灯垂下深度の関係

昨年度と本年度の調査結果から、水中灯点灯時におけるCPUEの低下と水中灯の垂下深度の間には、密接な関係があることが明らかである。そこで、水中灯消灯時のCPUEに対する点灯時のCPUEの比を求め、水中灯の垂下深度との関係を調べた(図9)。操業中には、CPUEが上昇傾向になることもあったため、消灯時のCPUEについては、水中灯を点灯した時間帯前後の消灯時におけるCPUEの平均値を用いた。点灯時のCPUEについては、LED水中灯では光量100%、MH水中灯では「全光」か「減光4」に調節して点灯した時間帯のCPUEを用いた。その結果、全体としては、水中灯の垂下深度が大きいほど点灯時におけるCPUEの低下も大きいことが分かった。この関係は、LED水中灯とMH水中灯の両方でみられ、CPUE比が1を大きく上回るような深度がなかったことから、垂下深度を調節することで漁獲量増加につなげることは困難であると考えられた。また、LED水中灯はMH水中灯に比べて発光波長域が狭いが、水中灯点灯時における漁獲成績の変化は類似しており、LED水中灯の光源特性に由来するような問題はないと考えられた。

2-2. 魚群探知機による対光行動観察

水中灯の点灯条件が漁獲成績に大きく影響することは明らかであるが、この現象をより深く理解するには水中灯光に対するスルメイカの反応行動を調べる必要がある。そこで、水中灯点灯時の魚探反応の変化から行動を観察することにした。釣り機運転中には、釣り具が魚探反応として映り、スルメイカの行動観察が困難になるので、本調査では、釣り具ラインを巻き上げ、釣り機を停止したうえで反応の変化を調べた。

第10次操業では、LED水中灯を船首から深度50mに垂下して反応の変化を観察した(図10)。水中灯消灯時には深度15~90mに分散してスルメイカの反応がみられたが、水中灯を光量100%で点灯した直後に深度60m以浅の反応が消失し、同条件で点灯中には、深度50m以浅に反応はほとんど現れなかった。水中灯点灯直後に反応が消失することから、スルメイカが船下から逃避・離散していることは明らかであり、水中灯光はスルメイカに対して威嚇刺激となり、その刺激は水中灯より上層を遊泳する個体に対して強く、下層を遊泳する個体に対して弱と考えられた。昨年度の調査でも、これと同じ現象がみられており、再現性のある現象であった。さらに、水中灯を1秒間隔でストロボ点灯したところ、一時的に深度15~70mに反応が現れ、その後、深度30m以深に反応はほとんど現れな

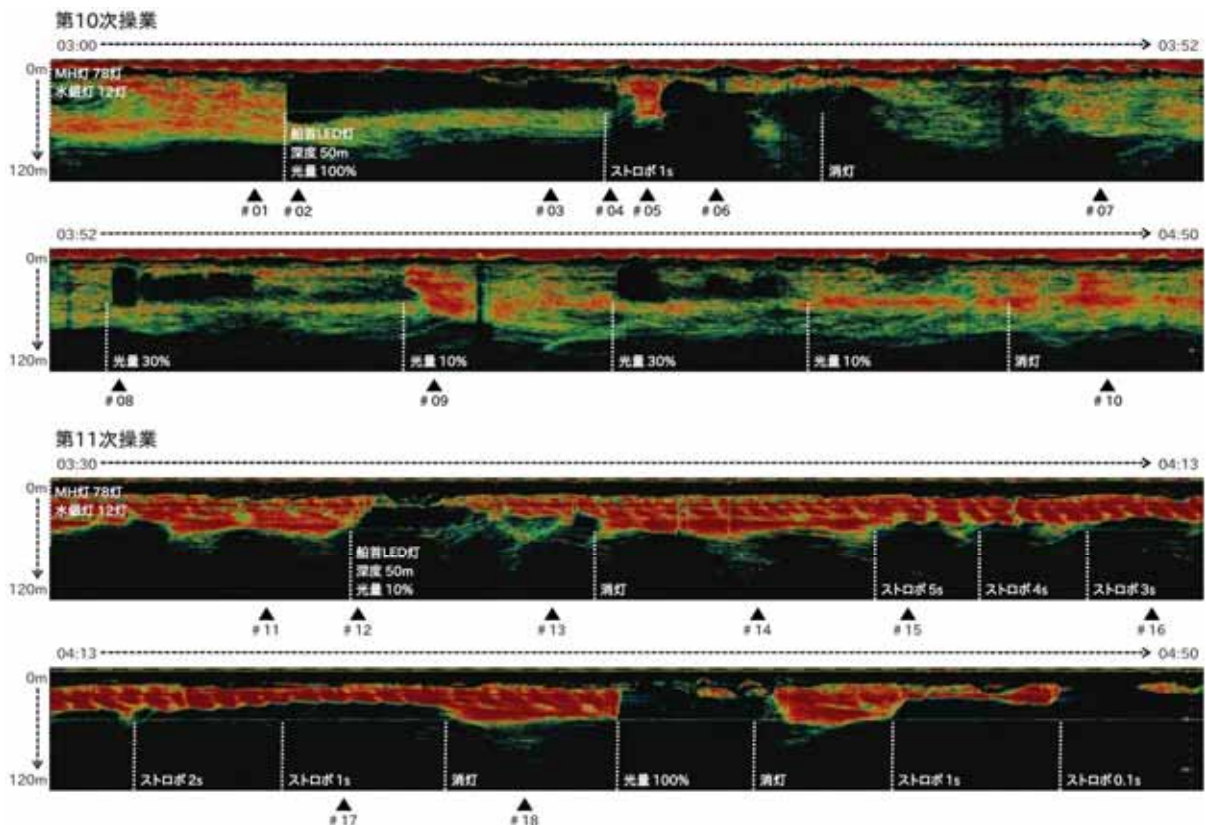


図10 水中灯の点灯・消灯にともなう魚群探知機画像の変化（第2次航海）

三角印の位置と数字は図12のソナー画像の記録時刻と画像番号を示す。

った。昨年度の調査では、1秒以下の間隔でストロボ点灯すると、魚探反応に威嚇の影響が現れることが確認されており⁵⁾、スルメイカが逃避する過程で一時的に船下に迷い込んだものと考えられた。次に、水中灯を消灯して、再びスルメイカの反応が深度15～90mに現れることを確認したうえで、水中灯を光量30%で点灯したところ、深度20～60mの反応が消失し、続いて光量を10%に下げると、深度20～90mに反応が現れた。この結果から、水中灯が明るいほど威嚇刺激も強いことが明らかであった。

第11次操業でも、LED水中灯を船首から深度50mに垂下して反応の変化を調べた(図10)。この操業では、水中灯消灯時には深度15～60mの範囲に反応が集中しており、水中灯を光量10%で点灯した直後に深度30m以深の反応が消失する様子がみられ、光量をかなり落としても水中灯光は威嚇刺激になることが分かった。次に、水中灯を消灯して、深度15～60mに反応が現れることを確認したうえで、水中灯を5秒間隔でストロボ点灯したところ、深度50m以深の反応が弱くなり、ストロボ間隔を5秒から1秒へと短くしたところ、下層側から徐々に反応が消失した。この結果から、ストロボ間隔が短いほど威嚇刺激も強いことが明らかであった。

第21次操業では、漁獲物処理のために釣り機を停止した01時35分から02時30分の間と操業終了後の04時00分以降にMH水中灯を用いて対光行動を調べた(図11)。漁獲物処理中の水中灯消灯時には、スルメイカの反応は深度30～80mにみられた。MH水中灯を深度50mに垂下して光量調節を「減光4」にして点灯したところ、4分

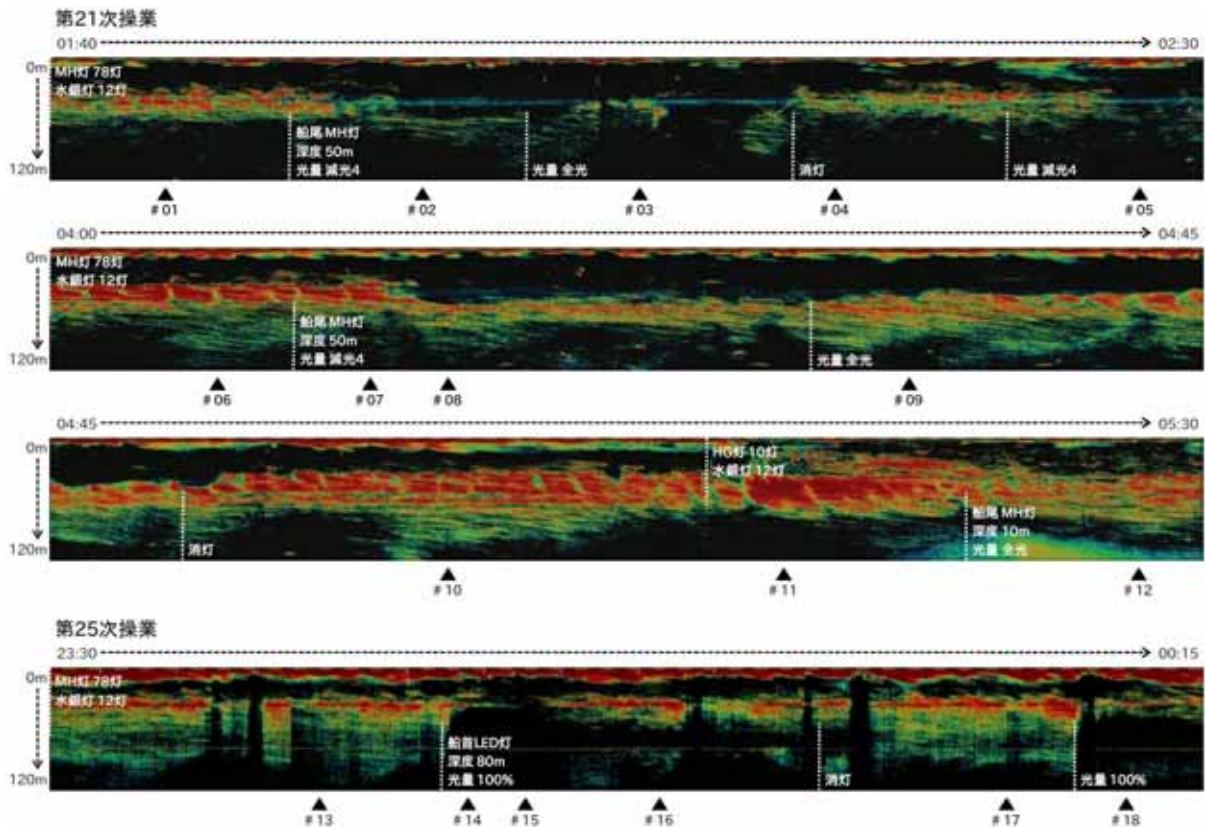


図11 水中灯の点灯・消灯とともに魚群探知機画像の変化（第4次航海）

三角印の位置と数字は図13のソナー画像の記録時刻と画像番号を示す。

程度経過してから深度50m以浅の反応が消失し、その後、光量を「全光」にしたところ、深度50m以深の反応は断続的になった。操業終了後の水中灯消灯時には、スルメイカの反応は深度30～100mにみられ、水中灯を「減光4」で点灯したところ、4分程度経過してから深度50m以浅の反応が消失した。光量調整を「減光4」のまま20分間点灯し、その後に「全光」で点灯したが、このときには顕著な変化はみられなかった。MH水中灯では、点灯してから魚探反応が変化するまでに時間がかかるが、これは通電してから所定の光量に達するまでに時間を要するMH灯の特性によるものと考えられた。また、本調査に用いたMH灯は出力5kWと大光量であり、「減光4」でもスルメイカに対してはかなり明るく、このため「減光4」から「全光」にしたときの変化が顕著でなかったと考えられた。以上の調査結果から、MH水中灯の光はスルメイカに対して威嚇刺激として作用し、その刺激は水中灯より上層を遊泳する個体に対して強く、下層を遊泳する個体に対して弱いことが明らかであった。従って、LED水中灯とMH水中灯のいずれを用いても、水中灯光に対するスルメイカの行動は基本的に同じであり、光源の光スペクトルの違いは行動にあまり影響しないと考えられた。

第25次操業では、LED水中灯を船首から深度80mに垂下して魚探反応の変化を調べた(図11)。水中灯消灯時には深度20～100mの範囲に分散してスルメイカの反応がみられたが、水中灯を光量100%で点灯すると、深度40m以深の反応が消失し、その後、深度30～60mの反応が徐々に強くなる様子がみられた。このような魚探反応の

変化は昨年度の調査でも観察されており、スルメイカが主に分布する深度より深い位置で水中灯を点灯した場合、スルメイカと水中灯の距離が離れているため、水中灯より上層を遊泳する個体に対する威嚇作用も小さくなると考えられた。実際、LED水中灯を深度80mに垂下して点灯した場合には、深度50mに垂下した場合よりも、CPUEの低下割合が小さいことが確認されている(図9)。

2-3. ソナーによる対光行動観察

水中灯の点消灯にともなう魚探反応の変化から、スルメイカの対光行動の概要が明らかになった。しかし、魚探では送受波器下の個体しか捉えられないため、船体周囲に分布する個体の多くが魚探で観察されたのと同じ行動をとっているか明らかでない。スルメイカの行動を広く捉えるため、ソナーによる行動観察を行った。

第10次操業では、LED水中灯を船首から深度50mに垂下して試験を行った。ソナーの俯角を60度に設定して反応を観察したところ(図12)、水中灯消灯時には、概ね深度80m以浅・半径50m以内に反応がみられた。そして、水中灯を光量100%で点灯したところ、深度60m以浅・半径40m以内の反応が消失した。同条件で点灯中には、反応が浮上・接近する傾向がみられ、この傾向は水中灯を垂下した船首側より船尾側で強かった。続いて、水中灯を1秒間隔でストロボ点灯したところ、直後に反応のほとんどが消失し、一時的に深度70m以浅・半径40m以内に現れたものの、その後は深度35m以浅・半径20m以内の一部のみとなった。これらの結果から、LED水中灯を光量100%で点灯したり、1秒間隔でストロボ点灯した場合には、かなり広い範囲に渡ってスルメイカが逃避する(威嚇される)と考えられた。次に、光量を下げて点灯したときの変化を観察したところ、光量30%の場合には、深度50m以浅・半径30m以内の反応が消失し、光量10%の場合には、反応の消失はほとんど認められなかった。このことから、水中灯の光量が低いほど威嚇範囲も狭くなることが明らかであった。

第11次操業でも、LED水中灯を深度50mに垂下し、ソナーの俯角を60度に設定して反応を調べた(図12)。水中灯消灯時には、概ね深度60m以浅・半径30m以内に反応がみられたが、水中灯を光量10%で点灯したところ、船首側の反応が部分的に弱くなった。この時には、魚探反応の消失も観察されており、光量をかなり落としても水中灯の近くではスルメイカは逃避することが分かった。次に、ストロボ光の影響を調べたところ、ストロボ間隔が短いほど反応が全体的に小さくなり、1秒間隔では反応は深度40m以浅・半径25m以内に縮小した。このことから、魚探調査の結果と同様、ストロボ間隔が短いほど威嚇刺激が強いことが明らかであった。

第21次操業では、MH水中灯を船尾から深度50mに垂下し、ソナーの俯角を60度に設定して反応の変化を調べた(図13)。漁獲物処理中の水中灯消灯時には、概ね深度70m以浅・半径40m以内に反応がみられ、水中灯を「減光4」で点灯したところ、船尾側の反応が広く消失した。引き続き、光量を「全光」に上げたが、より広く反応が消失することはなかった。操業終了後の水中灯消灯時には、反応は概ね深度100m以浅・半径60以内にあり、水中灯を「減光4」で点灯したところ、船尾側の反応が徐々に弱まる様子がみられた。その後、光量を「全光」にしたが、この時もより広く反応が消失することはなく、むしろ反応の消失した範囲が縮小する傾向がみられた。光量を上げてても威嚇効果が増大しなかった理由は明確でないが、MH水中灯の場合、所定の光量に達するまで時間がかかることから、光量が増大する一方でスルメイカの光に対する馴れが進んだためではないかと考えられた。

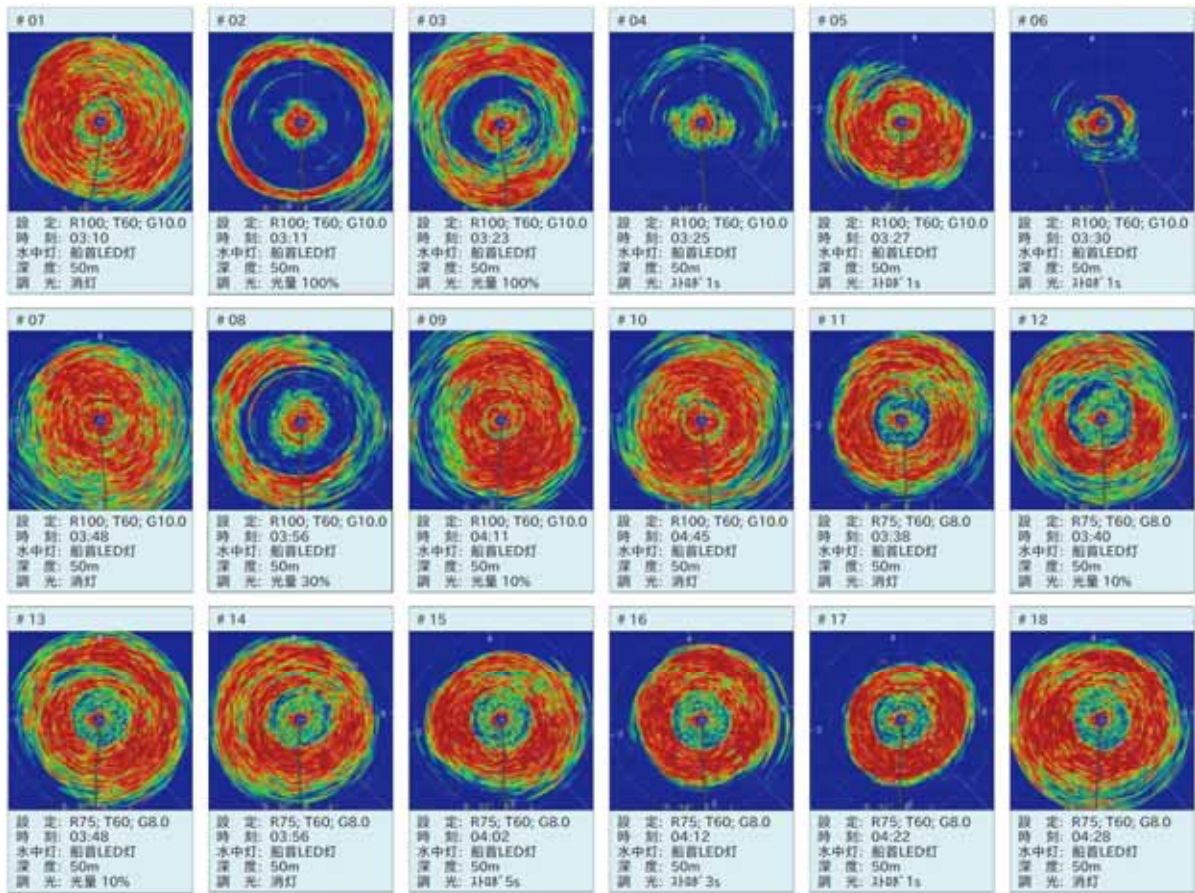


図12 水中灯の点灯・消灯にともなうソナー画像の変化（第2次航海）

第25次操業では、LED水中灯を船首から深度80mに垂下し、ソナーの俯角を60度に設定して反応の変化を調べた(図13)。水中灯消灯時には、概ね深度100m以浅・半径60m以内に反応がみられたが、水中灯を光量100%で点灯したところ、深度40m・半径25m以遠の反応が消失し、その後、深度60m以浅・半径30m以内に徐々に反応が現れる様子がみられた。

ソナーを用いた行動観察により、スルメイカの遊泳深度以深に水中灯を垂下して大光量で点灯すると、水中灯光が威嚇刺激として作用するため、水平方向に広い範囲に渡ってスルメイカが逃避することが分かった。従って、水中灯点灯時に漁獲成績(CPUE)が低下するのは、スルメイカが釣り具の操作範囲にまで接近できないためであると結論できる。また、光量をかなり下げても、水中灯の近くではスルメイカが逃避するため、漁獲量の増加にはつながらないと考えられた。

2-4. 水中灯光の威嚇効果

魚探とソナーによる観察によって、水中灯の光が強い威嚇刺激になることが分かった。ここで、威嚇刺激になる理由を考えることは、いか釣り漁業における灯光の機能について、理解を深めるうえで重要である。本調査に用いた

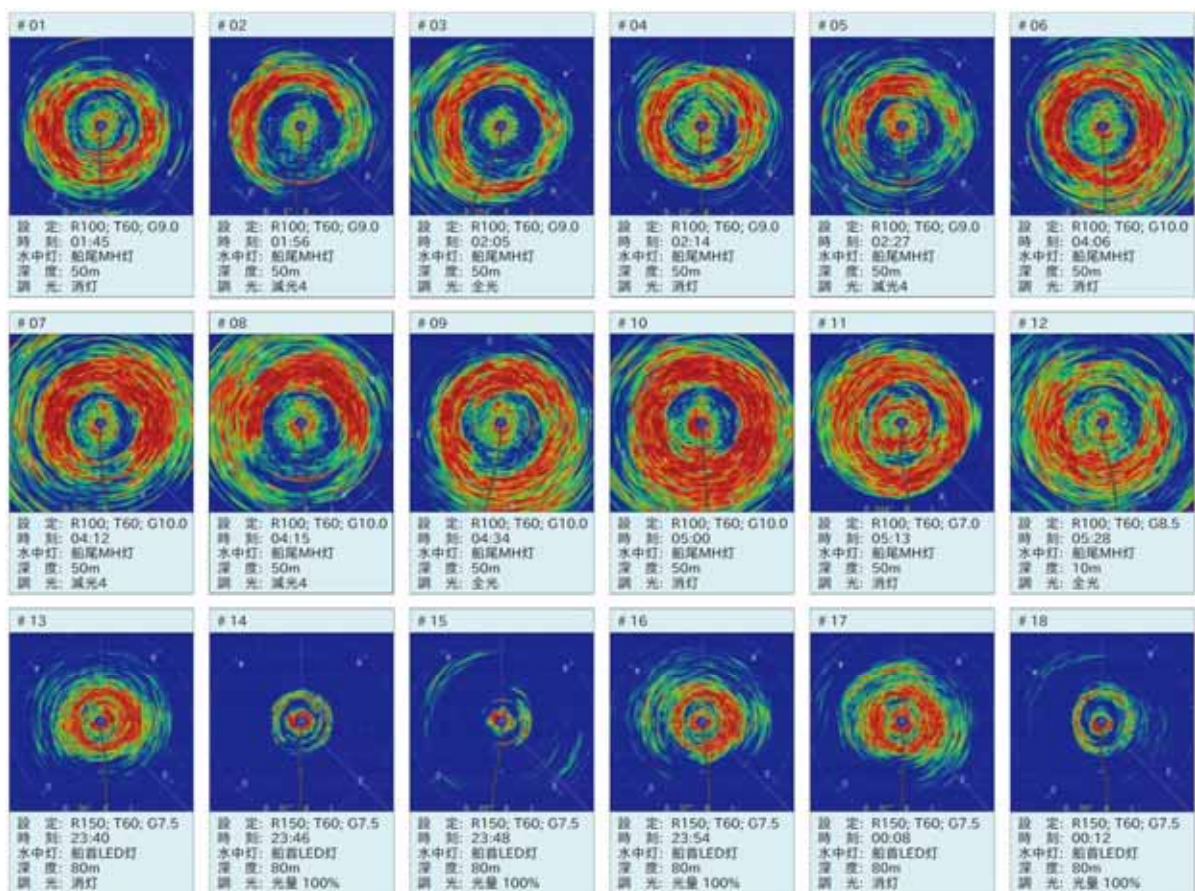


図13 水中灯の点灯・消灯にともなうソナー画像の変化（第4次航海）

LED水中灯の配光を測定した結果では、放射される光の強さは水中灯の上下で差がなかった⁵⁾。しかし、水中灯の威嚇刺激は、水中灯よりも上層を遊泳する個体に対して強く、下層を遊泳する個体に対して弱かった。この現象について、スルメイカは生得的に下方向からの光に対して強い忌避反応を示すという考え方もできるが、水中灯の上下で刺激の強さが異なる可能性も考えられる。

水中灯点灯時にスルメイカが逃避するのは水中灯の光が眩しいためと考えられる。照明設計の観点から、人間では、眩しさ感 (glare「グレア」という) について詳しく研究されており、眩しさ感は光源の輝度だけでなく、光源と背景の輝度差、視野中に占める光源の立体角などの要素に左右され、光源の輝度や大きさが同じであれば、背景が暗いほど眩しさを感じやすくなる。このような考え方を当てはめると、水中灯よりも下層を遊泳するスルメイカが水中灯を見上げたときは、船上灯の光で照らされて明るくなった海面方向が背景になるため、水中灯の光をあまり眩しく感じない。しかし、水中灯よりも上層を遊泳する個体が水中灯を見下ろしたときには、暗い深海方向が背景になるため、水中灯の光がより眩しく感じられることになる。このような眩しさ感の違いがスルメイカの対光行動に影響している可能性が考えられる。漁灯を効果的・効率的に活用するには、灯光の機能を解明することが重要であり、照度や輝度、光の照射方向などの要素に対するスルメイカの反応行動を実験的に明らかにしておく必要がある。

2-5. いか釣り漁業の集魚機構と水中灯の有効性

いか釣り漁業では、船上灯の出力が大きい(明るい)ほど漁獲量も多くなる傾向がある^{8,9)}。荒川ら¹⁰⁾は、MH船上灯の出力(点灯数)と海中照度の関係を調べ、深いところでは海水による吸収減衰の影響を強く受けるため、光源出力を上げて照度もあまり上昇しないが、浅いところでは吸収減衰の影響が少ないため、光源出力が大きいほど照度も高くなることを明らかにした。このことから、船上灯の出力が大きいほど、水平方向への光の広がりが大きく、集魚効果が高くなる可能性を指摘している。いか釣りはスルメイカの正の走光性を利用した漁業であり^{11,12)}、スルメイカは夜間には表層付近に分布していること¹³⁻¹⁶⁾を考慮すると、光の広がりが大きいほど集魚に有利になる可能性は高い。一方、船上灯点灯時には、船体近くの海面下に高照度域、船下に低照度域が形成され、スルメイカは主に船下の低照度域に分布し¹⁷⁾、釣獲個体の網膜は暗順応状態にあること¹⁸⁾が明らかにされている。これらの事実、スルメイカには高照度域を避ける習性があり、強い光は威嚇刺激になることを示している。これらの知見から、いか釣り漁業の集魚機構について、次のような仮説を立てることができる(図14)。つまり、漁船からある程度離れたところで船上灯の光を感知したスルメイカはその走光性によって漁船に向かって遊泳し、やがて漁船周囲の高照度域に到達する。しかし、この高照度域は威嚇刺激として作用するため、スルメイカは高照度域を避けて、船下の低照度域に捕捉され滞留する。即ち、船上灯の光にはスルメイカを誘引・威嚇・駆集する作用があり、これらの作用が連続することによってスルメイカが船下に誘導されるのではないかと考えられる。

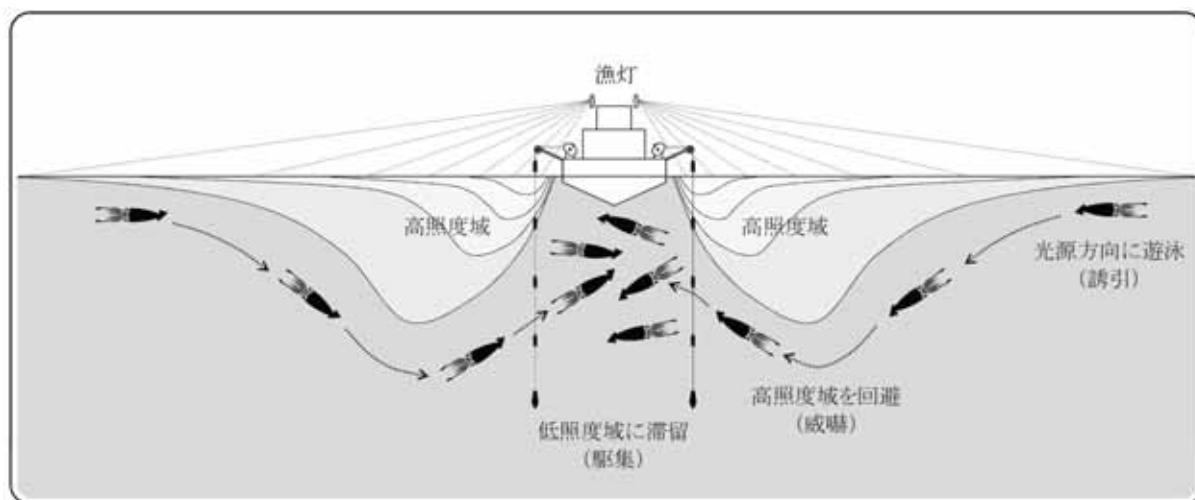


図14 いか釣り漁業における集魚機構の概念図

この集魚機構については、昨年度から実施している本研究の結果によっても支持される。本研究では、MH船上灯と水中灯を併用したが、昨年度の海中照度測定の結果から、水中灯を点灯すると船下の低照度域が消失することが明らかになっている⁵⁾。魚探とソナーによる行動観察では、船下に垂下した水中灯を点灯すると、直ちに船下からスルメイカが逃避・離散し、強い光が威嚇刺激になることが明らかになった。また、漁獲成績は水中灯を点灯すると大きく低下し、点灯中に向上することはなかった。次に、水中灯を消灯して船下に低照度域を出現させると、それまで

水中灯よりも深いところに分散していたスルメイカが船下の低照度域に浮上・集群し、漁獲成績も回復することが確認された。これらの結果は、船上灯点灯時に形成される高照度域と低照度域には、スルメイカを威嚇・駆集する作用があり、この作用が船下の釣獲しやすい場所にスルメイカを誘導するうえで重要であることを示している。

以上のような集魚機構を踏まえると、船体近くから水中灯を垂下する方法は低照度域を損なうため合理的でないと考えられる。実際、この2年間の試験でも水中灯の有効性を示す結果はほとんど得られなかった。従って、沖合漁場では、水中灯の実用化は困難であると判断せざるを得ない。本研究では、水中灯の実用面での成果は得られなかったが、集魚機構の一部を実証したことの意義は大きい。本研究で得られた知見を足がかりとして、今後、いか釣り漁業の技術改善が進むことが期待される。

3. スルメイカの集群密度と漁獲量の関係

いか釣り漁業では、巻き網やさんま棒受網の網漁業と同様、漁獲量の多寡で漁灯の性能を評価している。しかし、いか釣り漁船の釣り機の台数と釣り針の個数は有限であるため、スルメイカの集群密度が極めて高い条件下では、集群密度と漁獲量が比例しなくなる可能性がある。さらに、漁灯により集魚したスルメイカのうちのどの程度を漁獲しているのかも明らかでない。集群密度と漁獲量の関係を明らかにすることは、漁灯の性能を評価したり、効率的な操作方法を考えるうえで重要である。このような観点から、本研究では、両者の関係モデルを検討するとともに、操業時におけるスルメイカの集群密度を計量魚探で測定して、漁獲量との関係を調べた。

3-1. 集群密度と漁獲量の関係モデル

いか釣り漁業では、船下に集群したイカ(S)が釣り針(J)に食いついて複合体(JS)を形成し、これが船上に引き上げられ、イカと釣り針が分離し、イカは漁獲物(C)となる。イカが引き上げられる途中で針から外れて(分離して)海に戻ることはあるが、漁獲物となったイカが再び海に戻ることはない。この漁獲過程をモデルとして表現すると以下のようになる。 k_1, k_2, k_3 は各過程の速度定数とする。



漁獲が行われている一定空間において、全体の漁獲過程が安定した状態にあれば、JSの形成と分離は互いに均衡しているため、JSの単位時間あたりの数量変化は見かけ上0であり、下記の式(2)を導くことができる。なお、漁灯の効果により、イカは船下に補給されるため、漁獲によってSが有意に減少することはないと考える。一方、釣り針の総数(Jt)は一定であるため、JSの形成はJの数量を減少させる。この関係は式(3)で示される。

$$\frac{d[JS]}{dt} = k_1[J][S] - k_2[JS] - k_3[JS] = 0 \quad (2)$$

$$[J] = [J_t] - [JS] \quad (3)$$

式(3)を式(2)に代入して書き換えることにより、式(4)が得られる。

$$k_1([J_t] - [JS])[S] - k_2[JS] - k_3[JS] = 0$$

$$k_1[J_t][S] - k_1[JS][S] - k_2[JS] - k_3[JS] = 0$$

$$[JS](k_1[S] + k_2 + k_3) = k_1[J_t][S]$$

$$[JS] = \frac{k_1[J_t][S]}{k_1[S] + k_2 + k_3}$$

$$[JS] = \frac{[J_t][S]}{[S] + (k_2 + k_3)/k_1} \quad (4)$$

単位時間あたりの漁獲量(CPUE)は $k_3[JS]$ であるから、式(4)より式(5)が得られる。CPUEの最大値(A)は全ての釣り針にイカが掛かったとき、即ち $JS = J_t$ のときに得られるため、 $A = k_3[J_t]$ である。また、 $(k_2 + k_3)/k_1$ は速度定数から求められる値で、この値が小さいほど複合体が形成されやすい(イカと釣り針の親和性が高い)ことを示しており、イカが釣られやすいことを意味している。これを B と表記することで式(6)が得られる。

$$CPUE = k_3[JS] = \frac{k_3[J_t][S]}{[S] + (k_2 + k_3)/k_1} \quad (5)$$

$$CPUE = \frac{A[S]}{[S] + B} \quad (6)$$

漁獲モデル(1)から導き出された式(6)では、イカの集群密度([S])とCPUEの関係は図15のような双曲線型になる。この曲線から、集群密度が低いときには、密度に比例してCPUEは上昇するが、集群密度が非常に高いときには、密度が上がってもCPUEはさほど上昇しないことが分かる。作業中の漁船から海中に降ろされる釣り針の数は一定であるため、複合体(JS)の増加とともに複合体を形成していない釣り針(J)の数が減少するため、実質的な漁獲能力(CPUEの上昇率)は低下する。このことが、集群密度が非常に高いときに、CPUEの上昇が鈍くなる理由である。また、図15から、Bが高くなる(イカが釣られ難くなる)と集群密度が同じでもCPUEは低下することが分かる。

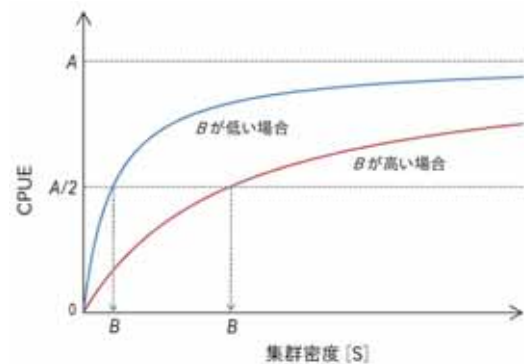


図15 漁獲モデルによる集群密度と漁獲量の関係

3-2. 計量魚群探知機により測定した集群密度とCPUEの関係

第2次航海と第3次航海では、計量魚探を用いて船下におけるスルメイカの集群密度を測定した。釣り機運転中には、釣り具とスルメイカのエコーが重なるため、スルメイカの体積散乱強度(Sv)を正確に測定することができない。これまでの調査から、スルメイカは釣り機を停止すると船下での行動が沈静化し、魚探には層状の反応として映

ることが分かっている。このような現象は計量魚探でも確認できたことから(図16)、1時間毎に10分間、釣り機を停止する時間を設け、このときのデータを積分して Sv を求めた。釣り機停止中には、スルメイカの反応は概ね深度15m以深にみられたため、深度15~70mの範囲を積分した。目視により魚類(シイラ、サバ、ブリ、サンマ)も遊泳していることが確認されたが、魚探では魚類と思われる反応は概ね深度15m以浅に分布しており、スルメイカの反応と重なることはほとんどなかった。稀に魚類の反応が深度20m付近にまで達することがあったが、このような時間は避けてデータを積分した。対馬暖流の影響が強い(深度50m水温が高い)海域で調査した第19次操業では、プランクトンと思われる反応がやや強くみられたが、それ以外の操業ではプランクトンの反応はほとんど認められなかった。

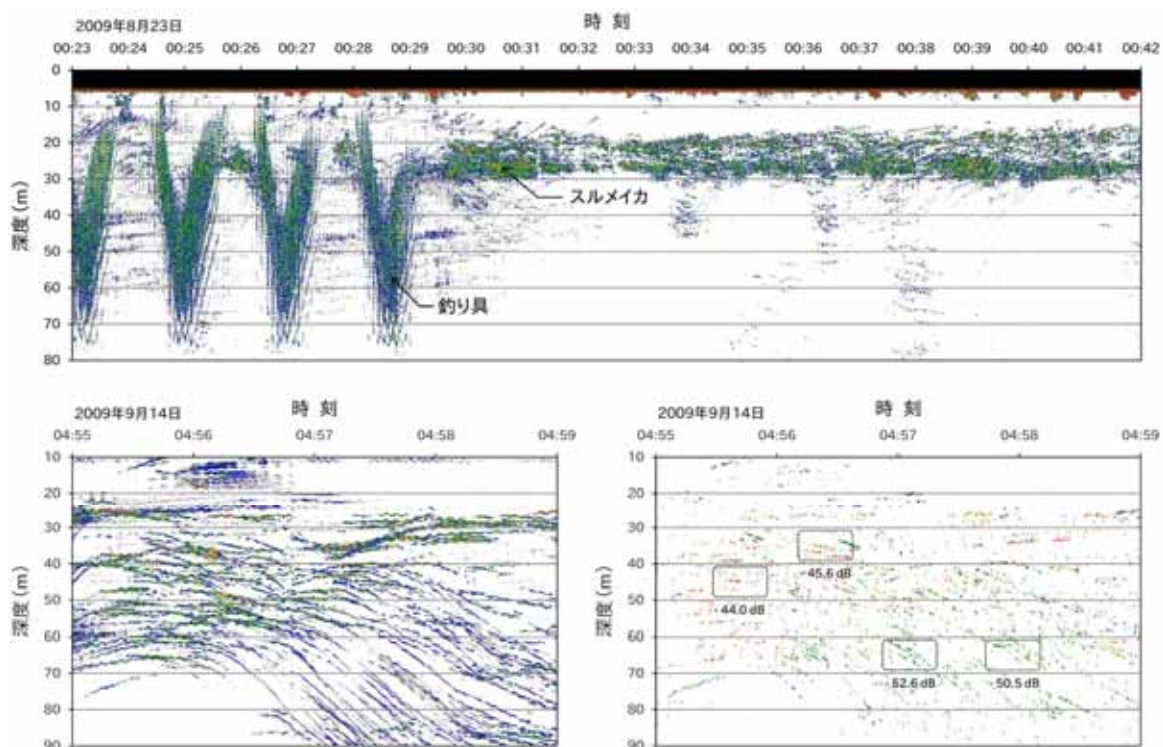


図16 計量魚群探知機のエコーグラム

釣り機停止前後のエコーグラム(上)。スルメイカが一定深度を遊泳後、鉛直下方向に移動したときのエコーグラム(左下)とそのときに検出された単体エコーのTS(右下)。左下図:紐状反応の1本がスルメイカ1尾に相当すると考えられる。右下図:赤色~黄色の単体エコーに比べて緑色~青色の単体エコーはTSが低い。図中に記載した値は枠内のTSの平均値。

集群密度を求めるには、スルメイカのターゲットストレングス(TS)を測定する必要がある。TSの測定方法には、送波器下に懸垂した標本個体のエコーを測定する方法やスプリットビーム式計量魚探を用いて自然に遊泳する個体の単体エコーを検出する方法(*in situ* 推定法)がある。本調査では、スプリットビーム式計量魚探を用いており、後者の方法でTSを測定した。スルメイカのTSは遊泳姿勢によって大きく変動することが水槽実験で明らかにされており^{19,20)}、本調査でも反応の鉛直移動が著しいときにTSが大きく低下した(図16)。そこで、各操業について、スルメイカの反応が疎らで単体エコーがある程度連続し、なおかつ鉛直移動が少ないと考えられる部分のTSを4箇所

計測し、それらの平均値を当該操業の TS とした。このようにして求めた操業毎の平均 TS は $-42.5 \sim -44.4$ dB であった。スルメイカの TS は幾つかの方法で調べられており(表1)、本調査の漁獲物サイズに近い外套長 23 cm 前後の個体では $-37.2 \sim -48.2$ dB(測定周波数: 28.5~120 kHz)の値が報告されている²⁰⁻²⁵)。測定周波数は異なるものの本調査で得られた TS はこれらの文献値の範囲内にあった。理論的には、TS は対象生物の大きさ(体長の二乗)に比例する。操業毎のスルメイカの平均外套長と TS の関係を調べたところ(図17)、平均外套長が大きいほど TS も高い傾向はみられたが、その関係はあまり明瞭でなかった。第2次航海に比べて第3次航海では、外套長の平均値は高かったもののばらつきが大きく、このことが外套長と TS の関係を不明瞭にした一因であると考えられた。

表1 スルメイカのターゲットストレングスの文献値

文献	測定方法	周波数 (kHz)	外套長 (cm)	TS (dB)
Arnaya et al. (1988)	水槽内でイカを懸垂して測定	50.0	23.0	-37.2
Arnaya et al. (1989)	洋上で籠に収容したイカを懸垂して測定	28.5	23.7	-45.7
"	"	50.0	23.7	-46.5
"	"	96.2	23.7	-48.0
Arnaya et al. (1990)	水槽内でイカの姿勢・移動速度を制御して測定	50.0	23.0	-48.2 ~ -45.2
川端 (1999)	洋上でイカを懸垂して測定	38.0	20.0 ~ 29.0	-42.6 ~ -41.0
"	スプリットビーム式魚探で単体エコーを測定	38.0	23.0	-38.5
川端 (2002)	スプリットビーム式魚探で単体エコーを測定	38.0	21.6 ~ 23.0	-46.4 ~ -45.9
Kang et al. (2005)	水槽内でイカを懸垂して測定	38.0	23.0	-45.0
"	"	120.0	23.0	-39.0
"	理論モデルにより計算	38.0	23.0	-45.1
"	"	120.0	23.0	-40.3

以上のようにして測定した Sv と TS からスルメイカの集群密度を計算し、各操業時の時間帯別 CPUE との関係調べた(図18)。なお、釣り機を停止して測定した Sv から求めた密度の各時間帯の前後の平均値を各時間帯における集群密度とした。第2次航海では、左舷側の釣り機が新型で設置直後であったため、巻き上げ力等の調整を随時行った。この関係で、第2次航海では左舷側の新型機の CPUE は右舷側の旧型機よりもやや(平均 10.3%)低く、調整後の第3次航海では新型機の CPUE は旧型機よりもやや(平均 10.2%)高くなった。来年度以降の調査結果との整合の

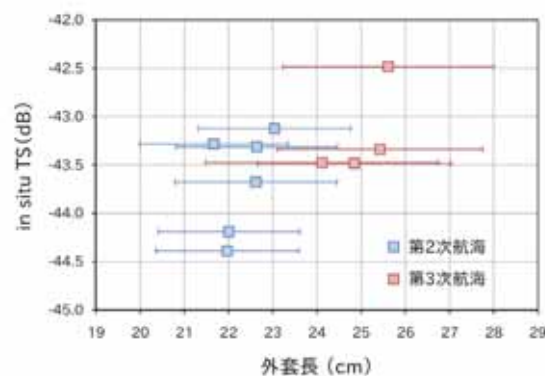


図17 各操業で漁獲したスルメイカの外套長の平均値(±標準偏差)と in situ TS の関係

ため、調整前の新型機と旧型機の CPUE について、調整後の新型機の CPUE に近似するように数値補正した。第2次航海は極めて好漁であり、特に第8次・第10次・第11次操業では、時間帯によっては CPUE は 300 尾を超えた。これらの操業では CPUE は上昇傾向にあり、集群密度も上昇していることが確認された。これ以外の操業では、CPUE の上昇はあまり顕著でなく、集群密度も低かった。調査全体を通してみると、集群密度は 0.01 尾/ m^3 未満の場合がほとんど(全体の 73%)で、最も高かったときでも 0.16 尾/ m^3 であった。この密度で船首から船尾まで(船体長さ: $40m \times$ 釣り具ライン垂下位置の両舷間距離: $10m$ の範囲)スルメイカが分布したと考えると、合計尾数は $240 \sim$

3,840尾であり、面積あたりの密度では60~960尾/100m²であった。川端²⁶⁾は、CPUEが12.8尾の操業点におけるスルメイカの密度は10~120尾/100m²であったと報告しており、本調査における密度はこれよりも高かった。しかし、船下におけるスルメイカの尾数はそれほど多くなく、釣り機全機を1時間稼働させれば全て釣り上げることができる程度であった。つまり、いか釣り漁業では、集魚して船下に貯えたスルメイカを徐々に漁獲しているのではなく、船下に入ったスルメイカを比較的速やかに漁獲していることになる。このことから、操業中に漁獲量を維持するには漁灯でスルメイカを継続的に集める必要があり、集魚と漁獲を同時進行させることが重要と考えられる。

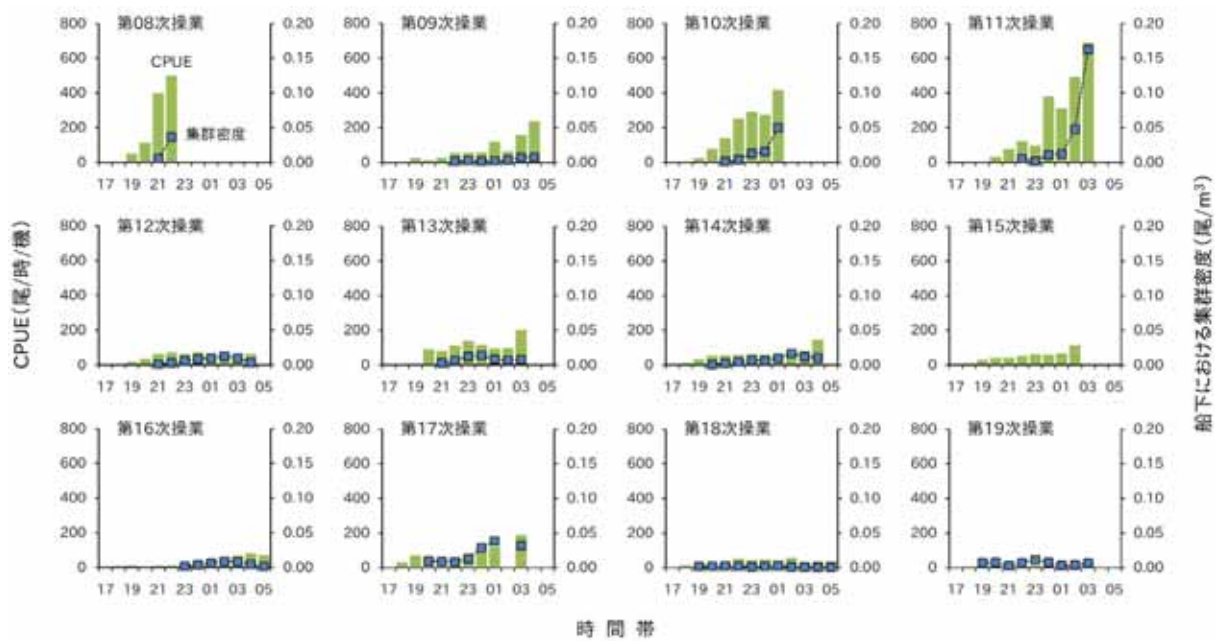


図18 各操業時の時間帯別のCPUEと船下におけるスルメイカの集群密度

船下におけるスルメイカの集群密度とCPUEの相関関係をみたところ、両者の間には概ね集群密度と漁獲量の関係モデルで予想された双曲線型の関係がみられた(図19)。総合的には、集群密度:0.025尾/m³以上、CPUE:400尾以上では、CPUEは集群密度に比例しないと考えられた。しかしながら、個別のデータをみると、集群密度が0.006尾/m³でCPUEが400尾のように、密度が低いにも関わらずCPUEがかなり高い場合、逆に集群密度が0.039尾/m³でCPUEが121尾のように、密度の割にCPUEが低い場合もあった。前者の場合、密度から計算した船体直下の合計尾数(A)は144尾、釣り機14台を1時間運転したときの総漁獲尾数(B)は5,600尾であり、1時間あたりの回転率(B/A)は38.9回となり、船下に入ったスルメイカを極めて速やかに釣り上げていると考えられた。これに対して後者では、船体直下の合計尾数は936尾、釣り機14台を1時間運転したときの総漁獲尾数は1,694尾であり、回転率は1.8回と極めて食いが悪いと考えられた。後者は第17次操業で得られた結果であり、同操業の魚探エコーグラムには、魚類と思われる反応が深度20m付近に比較的頻繁に現れ、その直後にスルメイカの反応の深度が変化したり、反応そのものが消失する現象がみられた(図20)。恐らく、スルメイカの捕食者が被捕食者となる魚類が分布していたため、釣り針に対するスルメイカの食いが低下したものと推測される。第17次操業の値を除い

た調査データに対して、最小二乗法により前項の式(6)をあてはめた結果、 $CPUE = 905 \times [S] / ([S] + 0.05)$ の回帰式が得られた。白山丸の釣り機の設定では、1時間あたりの釣り針の上げ下ろし回数は約36回であり、釣り機1台の釣り針本数は48本であることから、全ての釣り針にスルメイカが掛かるとCPUEは1,728尾になる。一方、回帰式ではCPUEの最大値は905尾であることから、実質的には釣り針の半分程度しか漁獲に寄与していない可能性も考えられる。調査1年目である本年度の段階では、集群密度が非常に高い条件下でのデータがまだ十分でない。次年度以降も調査を継続し、データを充実させる必要がある。

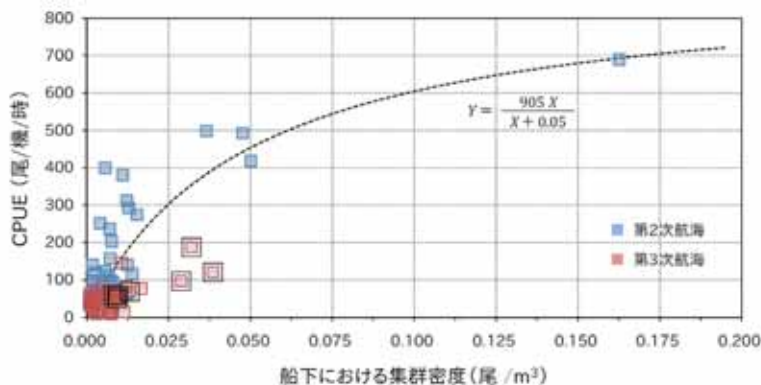


図19 船下におけるスルメイカの集群密度とCPUEの関係

黒枠で囲んだプロットは第17次操業の値。図中の曲線は、第17次操業の値を除いた調査データに対して、最小二乗法により前項の式(6)をあてはめた結果。

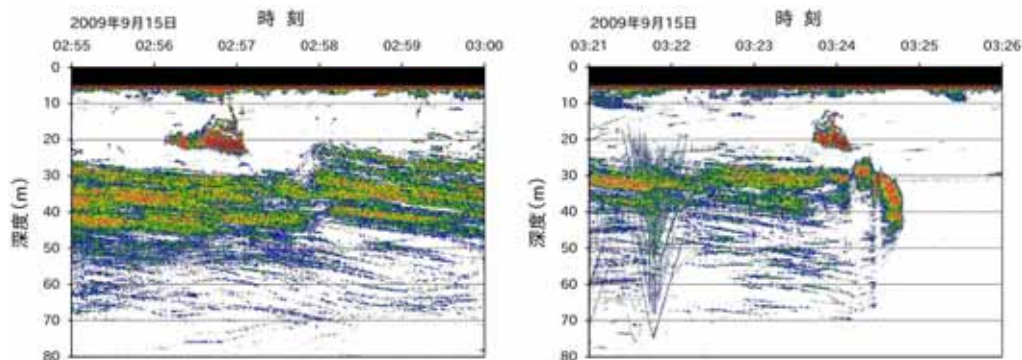


図20 計量魚群探知機のエコーグラム (第17次操業)

3-3. 舷外方向におけるスルメイカの集群密度

第15次操業では、計量魚探の送受波器を装着したフレームを横向きにして左舷から深度30mに垂下し、右舷方向のスルメイカの集群密度を測定した。この操業では、左舷の5号・6号釣り機の運転を止め、フレーム垂下位置の前後の船縁からロープでフレームを引っ張り、送受波器の向きが変わらないようにした。計量魚探には、距離12m付

次に右舷側の釣り具の反応が継続してみられ(図21)、送受波器の向きは安定していると考えられた。操業開始後数時間の分布密度は低かったが、船下に向かって接近するスルメイカの群れと思われる反応が確認できた。前項の図16に示したように、紐状反応1本がスルメイカ1尾に相当すると考えられることから、スルメイカの群れは数尾～十数尾程度と推測された。川端²³⁾は、水中ビデオカメラや洋上目視による観察では、スルメイカは個体か数個体の群れで分布すると報告しており、本調査結果と概ね一致する。操業中に魚探反応をみながら漁獲の様子を観察すると、スルメイカの集群密度が高くないときには、一部の釣り機に偏ってスルメイカが掛かり、しかも漁獲は断続的であることが多い。このような事例からも、スルメイカの群れの個体数はそれほど多くないことが考えられる。

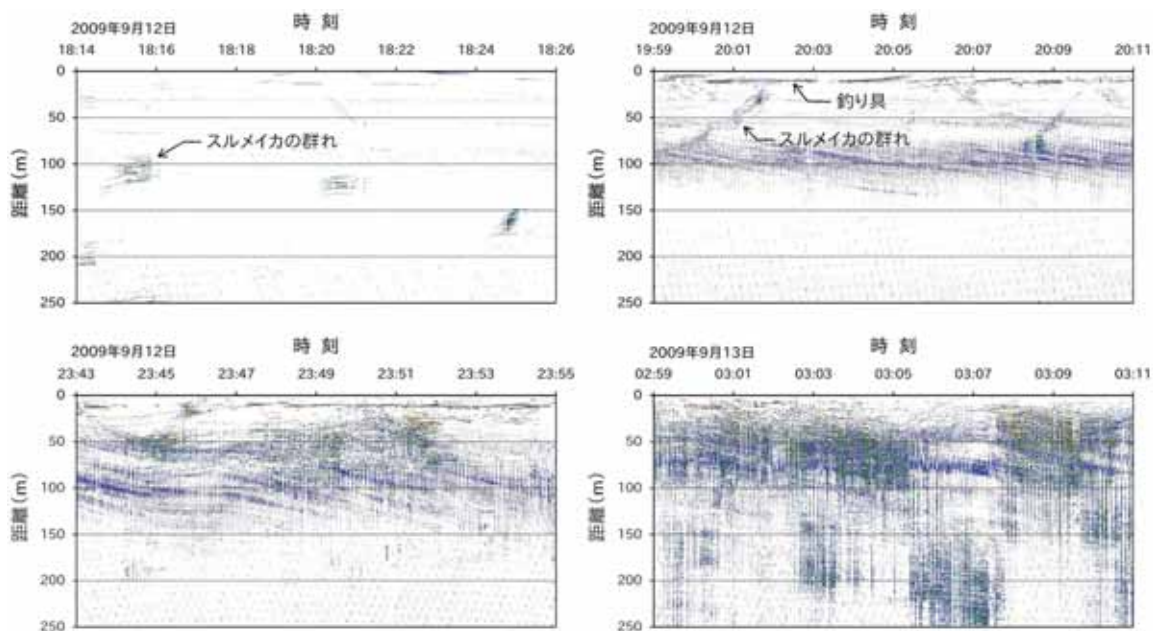


図21 計量魚群探知機のエコーグラム（第15次操業）

送受波器からの距離別の集群密度とCPUEの推移を図22に示した。集群密度は船体に近いほど高く、いずれの距離でも時間とともに上昇した。CPUEも時間とともに上昇したが、集群密度ほど著しい上昇ではなかった。この操業では、CPUEは115尾以下、集群密度は船体に最も近い20～40mの距離で0.0037尾/m³以下であり、先に議論した集群密度の上昇にともなう漁獲能力の低下（CPUEの上昇率の低下）はほとんど生じないと考えられる。

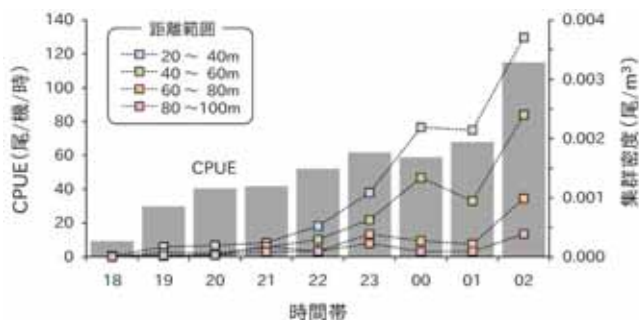


図22 第15次操業のCPUEとスルメイカの右舷方向の距離別集群密度の推移

分布密度とCPUEが正比例しなかった理由は明らかでないが、本調査の測定条件では、集群状況をうまく捉えていない可能性があり、測定条件の再検討が必要である。なお、第16次操業では、最初、送受波器を深度30m

に垂下して船尾方向の集群密度を調べようとしたが、潮が悪くて送受波器装着フレームと船縁を繋いだロープに釣り針が掛かるトラブルがあり、同方法での調査を途中で中止した。送受波器を深く垂下する場合には、送受波器やそのケーブルを傷める可能性があり、十分に注意しなければならない。

4. 操業時の船体周囲におけるスルメイカの行動

船体周囲におけるスルメイカの行動特性を明らかにするために、記録したソナー画像からスルメイカと考えられる反応を抽出した。船体周囲にスルメイカが多数集群した状態では、多数の反応が錯綜するため、その動きを目視で追跡するのは困難である。むしろ、操業開始後の集群途上のほうが反応が少なく、個々の反応の動きを追跡するのに適している。ここでは、第7次・第12次・第13次操業について、CPUEが上昇し始めた時間帯に着目して反応の動きを調べた。

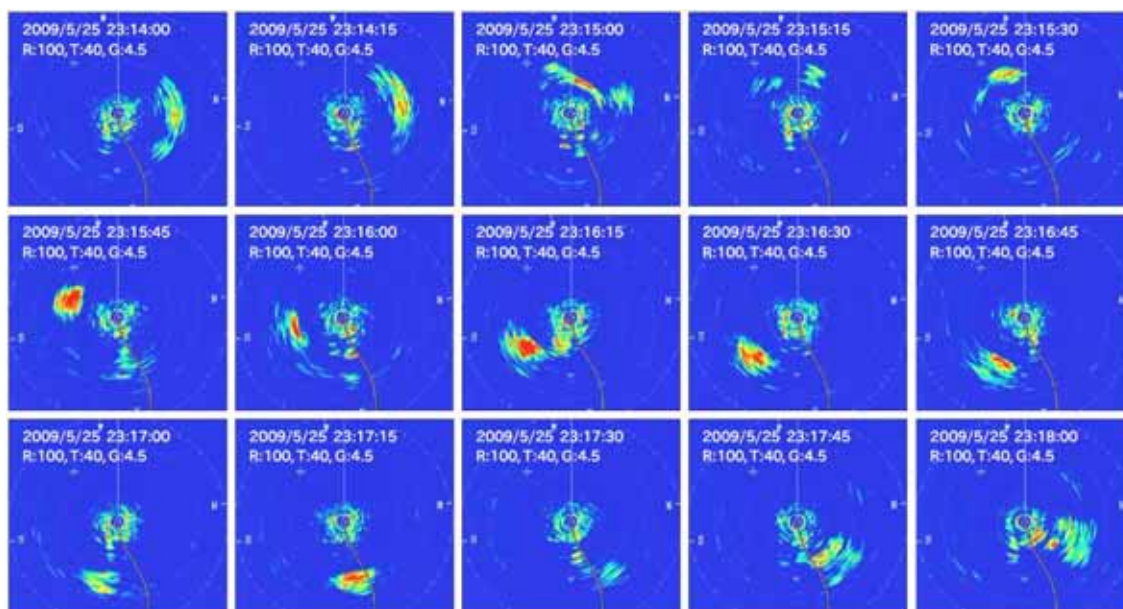


図23 船体周囲を移動するスルメイカとみられる反応（第7次操業）

一例として、図23に第7次操業のソナー画像を示した。この操業では、右舷側に現れた反応が船首側を経て左舷側に移動し、再び船尾側から右舷側にもどる様子がみられた。この反応が現れてから漁獲尾数が増加し始めたことから、この反応はスルメイカであると考えられた。このような反応の動きを総合的に捉えるため、パソコン画面上にソナー画像を15秒間隔で順次表示させて、連続移動していると思われる反応の概ねの中心位置を記録し、ソナーのレンジと俯角を考慮して反応の水平位置を求め、図24に模式図として示した。その結果、いずれの操業でも、船体周囲を回るように移動する反応が多く、反応の数もCPUEの上昇ともなって増加することが分かった。また、操業中には、反応が船体に接近した直後に多数のスルメイカが釣り針に掛かって上がってくる様子も観察された。ソナーの特

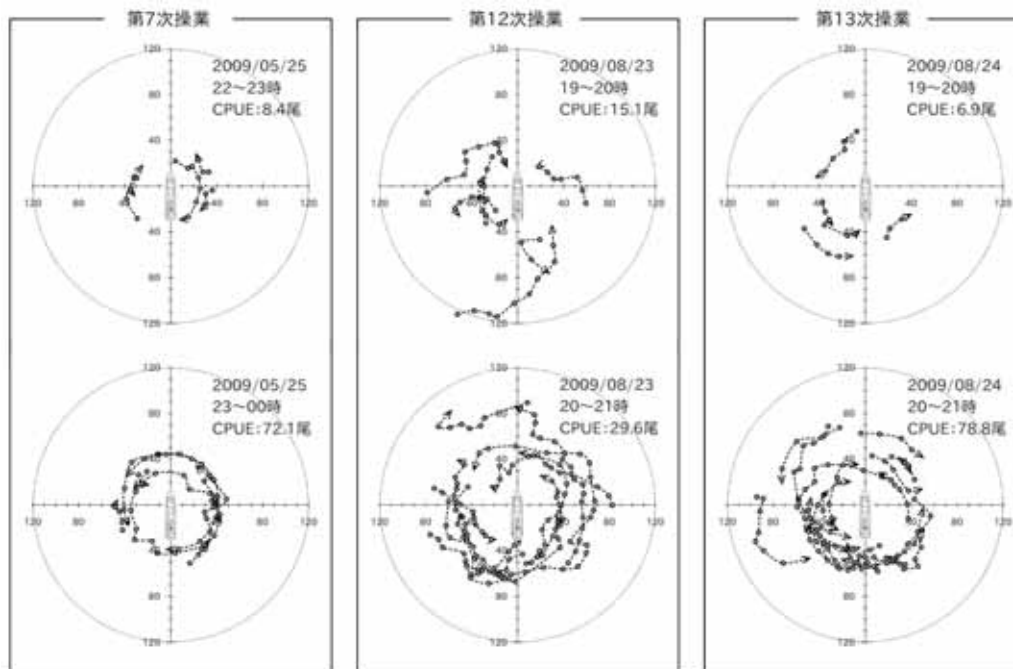


図24 ソナー画像から抽出したスルメイカとみられる反応の水平位置とその動き

性上、同心円上の反応が捉えられやすいこともあるが、スルメイカが船下に入る前には船体を周回する行動をとることが分かった。船体と反応の位置関係に注目すると、船首側と船尾側で反応が船体に最も接近することが多かった。MH船上灯点灯時の水平方向の海中照度は舷外方向に高く、船首尾方向に低いことから^{3,4)}、船首尾方向の低照度域がスルメイカが船下に入る際の入口として機能している可能性がある。

5. 当業船周囲のスルメイカの集群状況

独立行政法人水産総合研究センター開発調査センターが用船する第二吉丸(総トン数164トン)を対象とし、第2次航海の8月25日から26日と第3次航海の9月10日から11日の夜間に一定時間毎に白山丸が吉丸に接近し、魚探とソナーを用いて吉丸周囲のスルメイカの分布を調べた。本調査は「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」において、水産工学研究所が担当しており、詳細な分析は同研究所が行う予定であるため、本報告書では、白山丸の調査記録として、その概要のみ記述した。

第2次航海では、日没後から2時間毎に4回、吉丸の船尾側を往復通過した(図25)。第3次航海では日没後から2時間毎に7回、吉丸の船首方向から接近して右舷を通過し、船尾でUターンして左舷船首側にぬける方法で調査した。できるだけ広い範囲を探知するため、ソナーの設定は俯角15度・レンジ300mとしたが、第3次航海では多少波があったため、ソナー画像に波の影響が現れることもあった。聞き取りでは、第2次航海と第3次航海の両調査日における吉丸の漁獲量はそれぞれ550箱および275箱であった。ソナーによる調査では、両調査日とも時間とともに漁船周囲の反応が増大し、最接近時には魚探でもスルメイカの反応がみられた(図26・27)。白山丸と吉丸の位置

関係とソナー反応の広がりから、漁船の周囲200~300mにはスルメイカが分布していると考えられた。第2次航海の4回目の接近時のソナー画像を図28に示した。接近時には、距離600m付近から小さい反応が現れはじめ、徐々に反応の出現頻度が増加した。この反応がスルメイカかどうかは明らかでないが、少なくとも600mの範囲にわたって船上灯の光が海洋生物に影響していることを窺わせる結果であった。

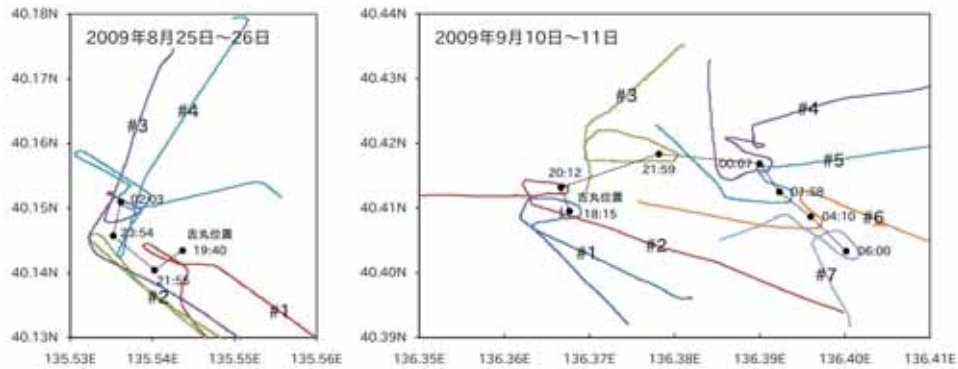


図25 第二吉丸接近時の白山丸の航跡と第二吉丸の操業位置

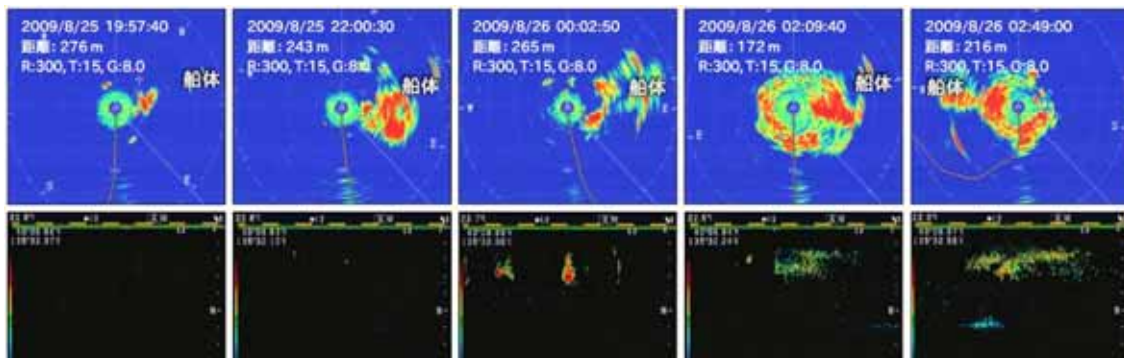


図26 第二吉丸の船尾通過時のソナーと魚群探知機の画像（第2次航海）

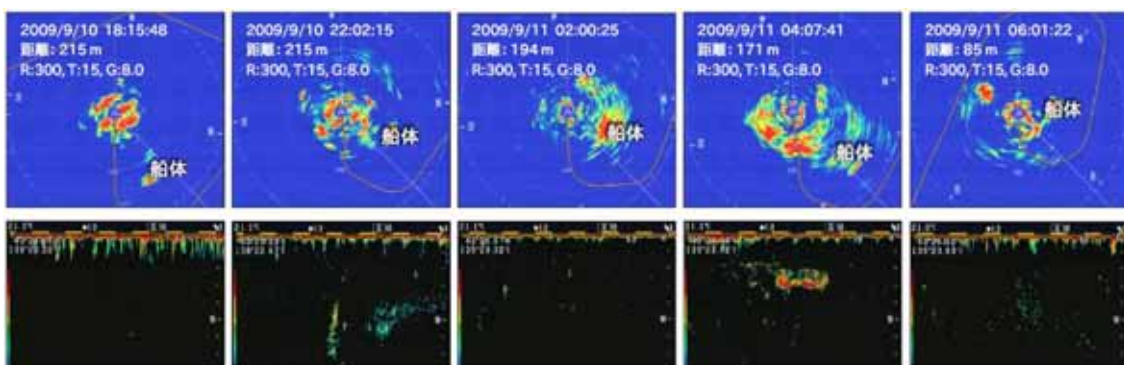


図27 第二吉丸の左舷通過時のソナーと魚群探知機の画像（第3次航海）

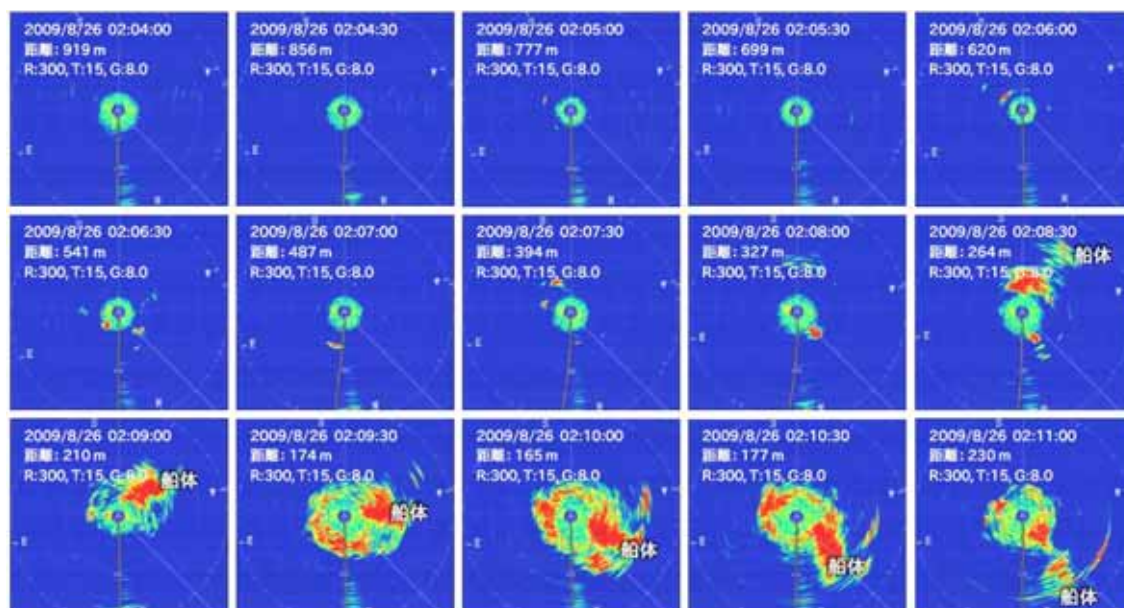


図28 第二吉丸接近ともなうソナー画像の変化(第2次航海)

6. まとめ

本報告書では、いか釣り漁業における水中灯の有効性評価調査の結果に加えて、本年度から始まった平成21年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「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」のうち、石川県水産総合センターが担当・関係する調査の結果についても記載した。それらの要点をまとめると以下のとおりである。

1. 船上灯点灯時には、船体近くの海面下に高照度域、船下に低照度域が形成される。この明暗環境には、船下の釣獲しやすい位置にスルメイカを駆集する作用がある。
2. 船上灯と水中灯を併用すると、水中灯の光によって船下の低照度域が損なわれ、船上灯の持つ駆集機能が低下する。さらに、水中灯の光がスルメイカに対して威嚇刺激として作用するため、漁獲成績は悪化する。
3. スルメイカの集群密度が低いときには、集群密度に比例してCPUEは上昇するが、集群密度が非常に高いときには、集群密度とCPUEは比例しなくなる。
4. いか釣り漁業では、集魚して船下に貯えたスルメイカを徐々に漁獲しているのではなく、船下に入ったスルメイカを比較的速やかに漁獲している。このため、操業中に漁獲量を維持するには漁灯でスルメイカを継続的に集める必要がある。
5. スルメイカは船下に入る前に船体を周回する行動をとる。船上灯点灯時には、舷外方向に比べて船首尾方向の海中照度が低く、この低照度域がスルメイカが船下に入る際の入口として機能している可能性がある。

謝辞

本調査の実施にあたって、独立行政法人水産総合研究センター水産工学研究所の貞安一廣氏(現所属:水産総合研究センター開発調査センター)には計量魚探調査に協力を頂いた。また、株式会社東和電気製作所の菊田悟氏には自動いか釣り機の調整にご努力頂いた。記して謝意を表す。本研究の一部は、平成21年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「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」の一環として実施されたものであり、関係各位に深く感謝する。

引用文献

- (1) 北陸農政局統計情報部: 石川県農林水産統計年報(水産編), 2003, p.118-119.
- (2) 四方崇文: 平成17年度日本海漁業操業効率化支援事業・漁場形成状況等調査事業・青色発光ダイオード実証化試験報告書, 石川県, 2006, 41p.
- (3) 四方崇文: 平成18年度日本海漁業操業効率化支援事業・漁場形成状況等調査事業・青色発光ダイオード実証化試験報告書, 石川県, 2007, 56p.
- (4) 四方崇文: 平成19年度日本海漁業操業効率化支援事業・漁場形成状況等調査事業・青色発光ダイオード実証化試験報告書, 石川県, 2008, 64p.
- (5) 四方崇文: 平成20年度日本海沖合漁場におけるいか釣り漁業用発光ダイオード水中集魚灯試験結果報告書, 石川県, 2009, 44p.
- (6) 水産業エネルギー技術研究会: 水産業における省エネルギー対策と合理的なエネルギー消費の在り方について, 独立行政法人水産総合研究センター, 2009, 38p.
- (7) 水産総合研究センター水産工学研究所, 東京海洋大学, 石川県水産総合センター, 東和電機製作所: 平成21年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業研究計画書・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, 2009, 11p.
- (8) 崔漸珍, 荒川久幸, 有元貴文, 中村善彦: 小型イカ釣り漁船の光力の適正化に関する照明経済面からの検討, 平成8年度小型いかつり光力適正化検討事業実態調査・実証調査報告書(総集編), 1996, p.193-207.
- (9) 高山剛: 小型いか釣り漁船における集魚灯運転コストと漁獲量の関係について, 平成15年度イカ類資源研究会議報告, 日本海区水産研究所, 2004, p.17-20.
- (10) 荒川久幸, 崔漸珍, 有元貴文, 中村善彦: 小型イカ釣り漁船の集魚灯光の海中放射照度分布, 日本水産学会誌, 1996, 62(3), p.420-427.
- (11) 井上実: 視覚, 魚の行動と漁法(井上実著), 恒星社厚生閣, 1978, p.63-100.

- (12) 小倉通男: イカ釣り漁業と火光, 昭和47年度日本水産学会春期大会シンポジウム, 日本水産学会誌, 1972, 38(8), p.881-889.
- (13) A.Kawabata, A.Yatsu, Y.Ueno, S.Suyama, Y.Kurita: Spatial distribution of the Japanese common squid *Todarodes pacificus*, during its northward migration in the western North Pacific Ocean, *Fisheries Oceanography*, 2006, 15(2), p.113-124.
- (14) 海洋水産資源開発センター: 昭和63年度沖合漁場総合整備開発基礎調査日本海大和堆海域報告書 (本文編), 海洋水産資源開発センター, 1989, p.71-72.
- (15) 海洋水産資源開発センター: 平成元年度沖合漁場総合整備開発基礎調査日本海大和堆海域報告書 (本文編), 海洋水産資源開発センター, 1990, p.72-73.
- (16) 海洋水産資源開発センター: 平成2年度沖合漁場総合整備開発基礎調査日本海大和堆海域報告書 (本文編), 海洋水産資源開発センター, 1991, p.80-81.
- (17) H.Arakawa, S.Choi, T.Arimoto, Y.Nakamura: Relationship between underwater irradiance and distribution of Japanese common squid under fishing lights of squid jigging boat, *Fisheries Science*, 1998, 64(4), p.553-557.
- (18) H.Inada: Retinomotor response and retinal adaptation of Japanese common squid *Todarodes pacificus* at capture with jigs, *Fisheries Science*, 1996, 62(5), p.663-669.
- (19) I.Arnaya, N.Sano, K.Iida: Studies on acoustic target strength of squid II, Effect of behavior on averaged dorsal aspect target strength, *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 1989, 40(2), p.83-99.
- (20) I.Arnaya, N.Sano: Studies on acoustic target strength of squid V, Effect of swimming on target strength of squid, *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 1990, 41(1), p.18-31.
- (21) I.Arnaya, N.Sano, K.Iida: Studies on acoustic target strength of squid I, Intensity and energy target strengths, *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 1988, 39(3), p.187-200.
- (22) I.Arnaya, N.Sano, K.Iida: Studies on acoustic target strength of squid IV, Measurement of the mean target strength of relatively large-sized live squid, *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 1989, 40(3), p.169-181.
- (23) 川端淳: スルメイカのターゲットストレングスの測定, 東北水研研報, 1999, 61, p.29-40.
- (24) 川端淳: 計量魚探を使った1996~2001年の三陸北部海域におけるスルメイカの現存量推定, 平成14年度イカ類資源研究会議報告, 北海道区水産研究所, 2003, p.77-82.
- (25) D.Kang, K.Iida, T.Mukai, J.Kim: Density and sound speed contrasts of the Japanese common squid *Todarodes pacificus* and their influence on acoustic target strength, *Fisheries Science*, 2006, 72, p.728-736.

- (26) 川端淳：計量魚探調査結果からみた三陸北部海域におけるスルメイカの分布，平成10年度イカ類資源研究会議報告，北海道区水産研究所，1999，p.23-30.

付表1 試験操業・生物測定・海洋観測結果(1)

		第01次操業		第02次操業		第03次操業		第04次操業		第05次操業		第06次操業		第07次操業				
試験 操業 結果	操業の種別	水中灯		水中灯		水中灯		水中灯		船上灯		水中灯		船上灯				
	操業開始位置	N	38 3.1	39 4.7	38 59.0	39 0.0	38 30.6	37 48.5	38 4.7	E	137 18.6	135 53.6	134 34.6	134 2.6	133 20.0	132 38.2	134 8.4	
	操業終了位置	N	38 10.4	39 8.5	38 58.8	39 0.3	38 30.6	37 53.2	38 6.1	E	137 30.0	135 55.2	134 30.0	134 0.1	133 27.3	132 35.9	134 10.0	
	操業開始時刻	05/19 19:30		05/20 19:30		05/21 19:30		05/22 19:30		05/23 19:30		05/24 19:30		05/25 19:30				
	操業終了時刻	05/20 04:30		05/21 04:30		05/22 04:30		05/23 04:30		05/24 04:30		05/25 04:30		05/26 04:30				
	操業時間(時)	9.00		9.00		9.00		9.00		9.00		9.00		9.00				
	釣機台数(機)	14.0		14.0		14.0		14.0		14.0		14.0		14.0				
	努力量(時・機)	126.0		126.0		126.0		126.0		126.0		126.0		126.0				
	釣獲尾数(尾)	2,111		5,515		3,636		3,185		3,997		3,629		3,284				
	CPUE(尾/時/機)	16.75		43.77		28.86		25.28		31.72		28.80		26.06				
	補機運転台数	2		2		2		2		2		2		2				
	燃油消費(L/時)	77		74		72		73		76		73		75				
	生物 測定 結果	外套 背長 組成	<15 cm	24	12%	79	40%	76	38%	3	2%							
			15 cm	40	20%	46	23%	52	26%	6	3%	1	1%	13	7%	2	1%	
16 cm			49	25%	36	18%	40	20%	17	9%	14	7%	62	31%	9	5%		
17 cm			57	29%	28	14%	16	8%	28	14%	62	31%	64	32%	32	16%		
18 cm			23	12%	8	4%	13	7%	40	20%	68	34%	34	17%	54	27%		
19 cm			6	3%	3	2%	3	2%	49	25%	34	17%	12	6%	52	26%		
20 cm									42	21%	9	5%	6	3%	31	16%		
21 cm									13	7%	11	6%	7	4%	9	5%		
22 cm			1	1%					2	1%	1	1%	2	1%	8	4%		
23 cm															3	2%		
24 cm																		
25 cm																		
26 cm																		
27 cm																		
28 cm																		
29 cm																		
30 cm																		
31 cm																		
32 cm																		
合計	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%				
平均体重(g)	80		91		86		134		150		104		126					
海洋 観測 結果	海洋観測位置	N	38 2.9	39 3.8	38 59.9	38 59.1	38 30.4	37 47.8	38 4.9	E	137 17.9	135 53.5	134 35.8	134 3.5	133 16.4	132 38.4	134 7.7	
	観測日時	05/19 19:05		05/20 18:00		05/21 16:50		05/22 16:30		05/23 16:30		05/24 16:30		05/25 16:30				
	天気	C		BC		R		C		C		BC		C				
	雲量・雲形	10	As	10	As	10	Sc	10	Sc	10	Sc	9	Ci	10	Ac			
	風向・風速(m/s)	SSW	2.6	S	4.5	S	6.5	W	9.9	NNW	1.3	N	6.1	W	2.0			
	気温(°C)	15.5		16.1		16.9		14.0		16.1		20.1		15.5				
	気圧(hpa)	1010.9		1014.0		1012.9		1006.4		1009.6		1012.1		1015.7				
	波・うねり	1	2	2	2	2	2	3	4	2	1	2	2	1	3			
	透明度(m)	-		11		9		7		12		12		10				
	水温・ 塩分%	0 m	14.8	34.29	15.1	34.11	13.3	34.15	12.7	34.09	15.4	34.29	16.1	34.25	16.4	34.34		
		10 m	14.37	34.21	13.11	34.04	12.32	34.06	12.65	34.06	15.21	34.27	15.58	34.18	15.52	34.26		
		20 m	14.05	34.22	12.18	34.08	11.83	34.06	12.14	34.04	14.44	34.21	15.43	34.20	15.26	34.24		
		30 m	12.79	34.17	11.65	34.06	11.61	34.07	11.38	34.08	12.80	34.18	15.24	34.21	14.98	34.23		
		50 m	12.17	34.20	9.56	34.10	8.53	34.10	9.70	34.12	12.11	34.17	11.86	34.22	12.50	34.18		
		75 m	10.84	34.11	7.53	34.09	6.19	34.08	7.17	34.11	11.25	34.12	10.96	34.16	12.10	34.14		
		100 m	9.62	34.12	5.96	34.04	5.21	34.03	5.51	34.02	10.97	34.14	8.90	34.14	11.26	34.10		
		150 m	8.20	34.08	3.38	34.01	2.98	34.00	3.41	34.02	7.44	34.03	4.54	34.01	11.04	34.10		
200 m	6.47	34.08	1.99	33.97	2.17	33.98	2.05	34.00	3.32	33.99	2.04	33.97	8.70	34.10				
300 m	1.56	33.98	0.98	33.99	1.10	34.00	1.08	34.00	1.15	33.99	0.85	34.00	1.62	33.98				
備 考	日没 /19 18:58	日没 /20 19:07	日没 /21 19:12	日没 /22 19:17	日没 /23 19:18	日没 /24 19:21	日没 /25 19:14	日没 /26 04:44	日没 /27 04:45	日没 /28 04:50	日没 /29 04:53	日没 /30 04:53	日没 /31 04:53	日没 /01 04:53	日没 /02 04:53			
	日出 /20 04:35	日出 /21 04:38	日出 /22 04:41	日出 /23 04:45	日出 /24 04:50	日出 /25 04:53	日出 /26 04:44	日出 /27 04:45	日出 /28 04:50	日出 /29 04:53	日出 /30 04:53	日出 /01 04:53	日出 /02 04:53	日出 /03 04:53	日出 /04 04:53			
	月没 /19 13:17	月没 /20 14:26	月没 /21 15:36	月没 /22 16:52	月没 /23 18:07	月没 /24 19:23	月没 /25 20:25	月没 /26 05:50	月没 /27 16:52	月没 /28 18:07	月没 /29 19:23	月没 /30 19:23	月没 /01 19:23	月没 /02 19:23	月没 /03 19:23			
	月出 /20 01:34	月出 /21 02:40	月出 /22 02:37	月出 /23 03:09	月出 /24 04:02	月出 /25 04:56	月出 /26 05:50	月出 /27 05:50	月出 /28 03:09	月出 /29 04:02	月出 /30 04:56	月出 /01 04:56	月出 /02 04:56	月出 /03 04:56	月出 /04 04:56			
	月齢 24.0	月齢 25.0	月齢 26.0	月齢 27.0	月齢 28.0	月齢 29.0	月齢 0.6	月齢 0.6	月齢 0.6	月齢 0.6	月齢 0.6	月齢 0.6	月齢 0.6	月齢 0.6	月齢 0.6			

付表1 試験操業・生物測定・海洋観測結果(2)

試験操業結果	操業	第08次操業	第09次操業	第10次操業	第11次操業	第12次操業	第13次操業							
	操業の種別	船上灯	船上灯	船上灯	船上灯	船上灯	船上灯							
	操業開始位置	N 40 45.8	40 49.4	40 33.6	40 12.1	39 48.7	39 45.9							
	E	136 20.2	136 24.2	136 6.9	135 22.9	134 33.9	134 39.4							
	操業終了位置	N 40 47.5	40 49.4	40 33.3	40 12.2	39 47.0	39 45.6							
	E	136 20.8	136 30.3	136 6.3	135 21.7	134 35.4	134 43.6							
	操業開始時刻	08/19 19:00	08/20 19:00	08/21 19:00	08/22 19:00	08/23 19:00	08/24 19:00							
	操業終了時刻	08/19 22:55	08/21 05:00	08/22 02:00	08/23 03:20	08/24 05:00	08/25 03:45							
	操業時間(時)	2.83	8.83	4.25	5.56	8.67	7.58							
	釣機台数(機)	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0							
	努力量(時・機)	39.7	123.7	59.5	77.9	121.3	106.2							
	釣獲尾数(尾)	6,889	8,600	7,902	8,304	5,708	9,118							
	CPUE(尾/時/機)	173.67	69.54	132.81	106.64	47.04	85.88							
	補機運転台数	2	2	2	2	2	2							
燃油消費(L/時)	67	82	83	82	84	86								
生物測定結果	外套背長組成	14 cm												
		15 cm												
		16 cm								1	1%	4	2%	
		17 cm	1	1%	2	1%	4	2%		6	3%	9	5%	
		18 cm			2	1%	10	5%	3	2%	10	5%	5	3%
		19 cm	4	2%	12	6%	14	7%	19	10%	21	11%	13	7%
		20 cm	17	9%	38	19%	42	21%	34	17%	31	16%	25	13%
		21 cm	33	17%	57	29%	61	31%	53	27%	48	24%	38	19%
		22 cm	47	24%	46	23%	30	15%	47	24%	41	21%	43	22%
		23 cm	43	22%	22	11%	17	9%	19	10%	26	13%	38	19%
		24 cm	29	15%	13	7%	17	9%	15	8%	12	6%	16	8%
		25 cm	14	7%	5	3%	5	3%	8	4%	4	2%	7	4%
		26 cm	10	5%	1	1%			1	1%				
		27 cm	2	1%	2	1%			1	1%			1	1%
		28 cm												
29 cm											1	1%		
30 cm														
31 cm														
32 cm														
合計	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%		
平均体重(g)		252		262		263		226		258		242		
海洋観測結果	水温℃・塩分‰	海洋観測位置	N 40 45.7	40 48.5	40 33.4	40 12.3	39 49.5	39 46.1	40 8.6					
		E	136 19.9	136 22.5	136 5.5	135 23.8	134 34.9	134 38.3	135 32.2					
		観測日時	08/19 16:30	08/20 16:35	08/21 16:30	08/22 16:25	08/23 16:20	08/24 17:30	08/25 15:25					
		天気	C	C	BC	BC	BC	BC	BC					
		雲量・雲形	10 Ci	10 St	2 Ci	3 Ci	3 Ac	1 Ci	3 Ci					
		風向・風速(m/s)	WSW 2.8	S 12.0	WSW 7.6	WSW 6.0	NW 9.5	N 6.7	NW 2.9					
		気温(℃)	23.5	23.6	23.8	23.5	23.1	23.9	24.5					
		気圧(hpa)	1014.2	1001.7	1001.4	1004.3	1007.5	1013.5	1014.5					
		波・うねり	1 2	3 4	2 3	2 2	3 2	3 2	2 2					
		透明度(m)	19	13	19	19	14	15	27					
		0 m	23.4 33.25	22.9 33.31	22.9 33.18	22.5 33.28	23.1 33.19	23.0 33.09	22.9 33.33					
		10 m	19.15 33.49	20.16 33.13	22.65 33.14	22.15 33.21	22.94 33.19	22.94 33.19	22.03 33.30					
		20 m	14.93 33.71	13.94 33.70	13.35 33.88	14.64 33.76	17.40 33.36	18.59 33.37	15.65 33.58					
		30 m	9.26 33.97	8.43 33.71	8.62 33.92	7.12 33.68	10.68 33.87	10.82 33.93	7.94 33.92					
		50 m	5.47 33.92	5.64 34.05	5.27 34.03	3.69 34.01	5.54 34.01	4.94 33.99	3.62 33.96					
75 m	4.08 34.00	4.22 33.99	3.85 34.00	2.53 33.99	3.64 33.97	3.28 33.99	2.50 33.96							
100 m	3.40 33.98	3.16 33.98	2.91 34.00	2.00 33.97	2.45 33.97	2.41 33.98	1.98 33.99							
150 m	2.28 33.98	1.89 33.97	2.10 33.99	1.29 33.97	1.65 33.97	1.51 33.97	1.35 33.99							
200 m	1.62 33.97	1.44 34.00	1.47 33.98	1.04 33.99	1.30 34.00	1.30 34.00	1.07 33.98							
300 m	1.05 33.99	0.99 34.00	1.02 34.00	0.72 33.99	0.92 34.00	0.90 34.02	0.76 34.00							
備考		日没 /19 18:48 日出 /20 05:10 月没 /19 17:56 月出 /20 04:31 月齢 28.0	日没 /20 18:49 日出 /21 05:11 月没 /20 18:29 月出 /21 05:53 月齢 29.0	日没 /21 18:45 日出 /22 05:13 月没 /21 18:57 月出 /22 07:10 月齢 0.7	日没 /22 18:45 日出 /23 05:17 月没 /22 19:27 月出 /23 08:24 月齢 1.7	日没 /23 18:50 日出 /24 05:23 月没 /23 19:57 月出 /24 09:42 月齢 2.7	日没 /24 18:46 日出 /25 05:23 月没 /24 20:26 月出 /25 10:49 月齢 3.7	※観測補間点 ※第二吉丸操業 位置付近						

付表1 試験操業・生物測定・海洋観測結果(3)

操業		第14次操業		第15次操業		第16次操業		第16次操業		第17次操業		第18次操業				
		船上灯		船上灯		船上灯		船上灯		船上灯		船上灯				
試験 操業 結果	操業の種別															
	操業開始位置	N	39	54.8	39	56.5	39	44.3	39	45.6	39	15.9	39	13.0		
		E	135	0.7	135	1.2	134	32.9	134	31.1	133	57.8	134	4.3		
	操業終了位置	N	39	55.0	39	56.3	39	44.0	39	45.2	39	16.9	39	15.1		
		E	135	0.6	135	1.2	134	32.5	134	26.0	134	0.5	134	19.5		
	操業開始時刻	09/11 18:30		09/12 18:30		09/13 18:30		09/13 21:00		09/14 18:30		09/15 18:30				
	操業終了時刻	09/12 04:20		09/13 03:00		09/13 20:15		09/14 05:30		09/15 03:20		09/16 05:30				
	操業時間(時)	8.30		8.50		1.75		7.19		6.75		8.95				
	釣機台数(機)	14.0		12.0		10.0		14.0		14.0		14.0				
	努力量(時・機)	116.2		102.0		17.5		100.7		94.5		125.3				
	釣獲尾数(尾)	6,572		5,366		170		4,205		6,960		4,562				
	CPUE(尾/時/機)	56.57		52.61		9.71		41.77		73.65		36.41				
	補機運転台数	2		2		2		2		2		2				
燃油消費(L/時)	81		84		80		83		81		86					
生物 測定 結果	外套 背長 組成	14 cm														
		15 cm														
		16 cm						1	1%				1	1%		
		17 cm								2	1%		1	1%		
		18 cm						1	1%	2	1%	1	1%	5	3%	
		19 cm								2	1%	3	2%	12	6%	
		20 cm	2	1%								6	3%	8	4%	
		21 cm	5	3%	5	3%	4	2%	11	6%	12	6%	12	6%	6	3%
		22 cm	14	7%	14	7%	19	11%	21	11%	23	12%	23	12%	14	7%
		23 cm	22	11%	29	15%	17	10%	20	10%	35	18%	29	15%	29	15%
		24 cm	30	15%	41	21%	19	11%	29	15%	26	13%	43	22%	43	22%
		25 cm	31	16%	45	23%	26	15%	32	16%	39	20%	32	16%	32	16%
		26 cm	31	16%	32	16%	26	15%	36	18%	28	14%	23	12%	23	12%
		27 cm	28	14%	17	9%	25	15%	29	15%	11	6%	13	7%	13	7%
		28 cm	13	7%	9	5%	13	8%	12	6%	11	6%	4	2%	4	2%
		29 cm	13	7%	5	3%	15	9%	2	1%	4	2%	7	4%	7	4%
		30 cm	7	4%	3	2%	2	1%	2	1%	1	1%	1	1%	1	1%
31 cm	4	2%			2	1%							1	1%		
32 cm																
合計	200	100%	200	100%	170	100%	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%		
平均体重(g)	362		319		-		337		295		273					
海洋 観測 結果	海洋観測位置	N	40	20.9	39	54.3	39	56.5	39	45.5	39	45.5	39	15.9	39	12.4
		E	136	24.1	135	0.1	135	1.7	134	32.1	134	32.1	133	56.4	134	0.9
	観測日時	09/10 15:30		09/11 16:05		09/12 16:15		09/13 16:15		09/13 16:15		09/14 12:40		09/15 16:10		
	天気	BC		BC		C		BC		BC		BC		BC		
	雲量・雲形	4	Ac	2	Ci	10	Sc	2	Ci	2	Ci	4	Ci	7	Ci	
	風向・風速(m/s)	NW	8.6	SW	5.9	S	4.3	WNW	7.5	WNW	7.5	SSW	3.2	NW	4.9	
	気温(℃)	20.0		22.9		19.2		20.9		20.9		22.9		23.9		
	気圧(hpa)	1008.2		1010.9		1001.6		1013.9		1013.9		1016.2		1008.5		
	波・うねり	3	4	2	2	2	3	3	4	3	4	2	1	2	2	
	透明度(m)	14		16		16		15		15		18		15		
	水温 ℃・ 塩分 ‰	0 m	20.8	33.49	22.0	33.10	21.4	33.07	20.8	33.51	20.8	33.51	22.5	32.66	22.2	32.67
		10 m	20.90	33.49	21.78	33.11	21.59	33.12	20.57	33.54	20.57	33.54	21.57	32.74	22.10	32.65
		20 m	20.27	33.47	21.73	33.13	16.97	33.41	20.25	33.50	20.25	33.50	21.52	32.78	18.12	32.70
		30 m	9.82	33.99	12.72	33.81	11.20	33.91	12.55	33.94	12.55	33.94	14.43	33.58	14.01	33.69
		50 m	5.85	34.04	6.53	34.00	6.18	33.98	7.04	33.89	7.04	33.89	7.35	34.01	10.32	33.76
		75 m	3.58	33.97	4.13	33.99	3.90	34.00	4.41	34.01	4.41	34.01	5.02	34.01	6.78	33.96
		100 m	2.54	33.99	2.72	33.96	2.84	34.00	3.07	33.95	3.07	33.95	3.41	33.98	4.22	33.98
150 m		1.69	33.97	1.70	33.98	1.77	33.99	1.73	33.97	1.73	33.97	1.81	33.96	2.04	33.98	
200 m	1.38	33.99	1.31	33.98	1.38	33.99	1.19	33.98	1.19	33.98	1.31	33.98	1.40	33.97		
300 m	0.98	34.02	0.95	33.98	0.95	33.98	0.80	34.00	0.80	34.00	0.90	33.98	0.79	34.01		
備 考	※観測補間点 ※第二吉丸操業 位置付近		日没 /11 18:14 日出 /12 05:36 月没 /12 13:28 月出 /11 21:39 月齢 21.7		日没 /12 18:14 日出 /13 05:39 月没 /13 14:26 月出 /12 22:40 月齢 22.7		日没 /13 18:13 日出 /14 05:40 月没 /13 14:27 月出 /14 00:16 月齢 23.7 ※潮悪いため操 業中止・潮登り		日没 /13 18:13 日出 /14 05:40 月没 /13 14:27 月出 /14 00:16 月齢 23.7 ※潮登りして操 業再開		日没 /14 18:14 日出 /15 05:44 月没 /14 15:15 月出 /15 01:09 月齢 24.7		日没 /15 18:13 日出 /16 05:45 月没 /15 15:56 月出 /16 02:26 月齢 25.7			

付表1 試験操業・生物測定・海洋観測結果(4)

試験操業結果	操業	第19次操業		第20次操業		第21次操業		第22次操業		第23次操業		第24次操業				
	操業の種別	水中灯		水中灯		水中灯		水中灯		船上灯		水中灯				
試験操業結果	操業開始位置 N	39	2.0	40	49.2	39	50.0	39	40.7	39	49.5	39	43.1			
	E	133	54.4	137	4.7	134	42.0	134	57.8	134	51.0	135	1.6			
	操業終了位置 N	39	3.6	40	50.4	39	47.9	39	38.9	39	47.7	39	41.6			
	E	134	8.8	137	8.4	134	41.9	135	4.2	134	54.0	135	7.8			
	操業開始時刻	09/16 18:30		10/15 17:30		10/16 17:30		10/18 17:30		10/19 17:30		10/20 17:30				
	操業終了時刻	09/17 03:55		10/16 04:00		10/17 03:10		10/19 06:00		10/19 23:00		10/21 06:00				
	操業時間(時)	7.80		10.50		8.75		12.50		5.50		12.50				
	釣機台数(機)	14.0		14.0		14.0		14.0		10.0		14.0				
	努力量(時・機)	109.2		147.0		122.5		175.0		55.0		175.0				
	釣獲尾数(尾)	1,696		3,935		6,593		3,542		593		6,936				
	CPUE(尾/時/機)	15.53		26.77		53.82		20.24		10.78		39.63				
	補機運転台数	2		2		2		2		2		2				
	燃油消費(L/時)	82		81		82		83		78		81				
	生物測定結果	外套背長組成	14 cm													
15 cm																
16 cm			1	1%					1	1%	2	1%				
17 cm			5	3%												
18 cm			13	7%			2	1%					2	1%		
19 cm			17	9%	9	5%	2	1%			2	1%	1	1%		
20 cm			9	5%	9	5%	6	3%			2	1%	3	2%	1	1%
21 cm			16	8%	12	6%	6	3%			6	3%	4	2%	2	1%
22 cm			32	16%	28	14%	13	7%			9	5%	14	7%	11	6%
23 cm			27	14%	63	32%	22	11%			26	13%	32	16%	33	17%
24 cm			31	16%	45	23%	36	18%			46	23%	30	15%	43	22%
25 cm			18	9%	14	7%	43	22%			43	22%	49	25%	49	25%
26 cm			15	8%	11	6%	24	12%			33	17%	37	19%	33	17%
27 cm			10	5%	5	3%	19	10%			14	7%	16	8%	17	9%
28 cm	2	1%	3	2%	17	9%			8	4%	11	6%	4	2%		
29 cm	3	2%	1	1%	9	5%			1	1%	1	1%	3	2%		
30 cm	1	1%			1	1%			1	1%			1	1%		
31 cm									1	1%			1	1%		
32 cm																
合計	200	100%	200	100%	200	100%			200	100%	200	100%	200	100%		
平均体重(g)	240		313		366		329		346		329					
海洋観測結果	海洋観測位置 N	39	1.8	40	48.1	39	50.8	39	45.3	39	41.2	39	50.2	39	43.2	
	E	133	51.5	137	4.5	134	42.2	134	46.2	134	56.9	134	50.5	135	0.9	
	観測日時	09/16 16:05		10/15 16:05		10/16 16:05		10/17 21:25		10/18 16:05		10/19 16:10		10/20 16:05		
	天気	BC		BC		BC		C		BC		C		C		
	雲量・雲形	3	Ci	9	Ci	9	Ci	—	—	9	Ci	10	Sc	9	Sc	
	風向・風速(m/s)	NNW	5.6	W	6.1	SSW	4.3	WSW	12.5	WNW	10.8	W	17.8	WNW	5.4	
	気温(°C)	23.5		18.5		19.0		16.8		17.5		19.0		14.0		
	気圧(hpa)	1015.0		1016.1		1011.6		999.5		1003.4		997.2		1012.7		
	波・うねり	2	2	2	2	2	2	7	5	4	4	6	5	4	5	
	透明度(m)	14		19		22		—		18		14		16		
	水温・塩分‰	0 m	23.2	32.75	18.6	33.19	18.3	33.70	17.8	33.69	17.6	33.73	17.7	33.63	17.2	33.65
		10 m	22.96	32.66	18.60	33.20	18.21	33.66	17.93	33.69	17.71	33.71	17.71	33.59	17.31	33.64
		20 m	22.57	32.65	18.58	33.20	18.12	33.67	17.93	33.69	17.71	33.71	17.71	33.60	17.32	33.63
		30 m	15.88	33.09	12.50	33.75	18.02	33.69	17.88	33.69	17.69	33.70	17.70	33.61	17.32	33.64
50 m		15.61	34.30	6.89	34.04	11.79	34.08	10.05	33.88	10.53	33.71	10.66	34.00	9.15	33.94	
75 m		11.52	34.15	4.00	34.03	5.97	34.03	5.45	34.03	5.51	33.95	5.13	33.98	4.86	33.98	
100 m		9.08	34.10	2.41	34.00	4.05	34.00	3.47	33.99	3.37	34.01	3.24	33.98	3.07	34.02	
150 m		4.26	33.98	1.59	33.99	2.30	33.98	1.91	33.99	1.86	33.98	1.78	33.98	1.74	33.98	
200 m	2.17	33.98	1.29	34.01	1.34	33.97	1.35	34.00	1.29	33.99	1.20	33.99	1.25	33.98		
300 m	0.92	34.00	0.94	34.02	0.88	34.00	0.95	34.01	0.84	33.99	0.88	34.00	0.82	33.99		
備考	日没 /16 18:11 日出 /17 05:46 月没 /16 16:32 月出 /17 03:40 月齢 26.7		日没 /15 17:16 日出 /16 06:08 月没 /15 15:23 月出 /16 03:38 月齢 26.3 ※21:30頃周囲クジラ遊泳		日没 /16 17:21 日出 /17 06:14 月没 /16 15:56 月出 /17 04:56 月齢 27.3		日没 /17 17:15 日出 /18 06:14 月没 /17 16:23 月出 /18 06:05 月齢 28.3 ※大時化のため操業できず		日没 /18 17:17 日出 /19 06:15 月没 /18 16:52 月出 /19 07:15 月齢 29.3		日没 /19 17:17 日出 /20 06:17 月没 /19 17:25 月出 /20 08:25 月齢 0.9 ※大時化のため途中で操業中止		日没 /20 17:14 日出 /21 06:16 月没 /20 18:01 月出 /21 09:27 月齢 1.9			

付表1 試験操業・生物測定・海洋観測結果(5)

試験 操業 結果	操業	第25次操業																	
	操業の種類	水中灯																	
	操業開始位置	N	39	58.4															
		E	135	23.1															
	操業終了位置	N	39	58.9															
		E	135	22.3															
	操業開始時刻	10/21 17:30																	
	操業終了時刻	10/22 01:15																	
	操業時間(時)	6.95																	
	釣機台数(機)	14.0																	
	努力量(時・機)	97.3																	
	釣獲尾数(尾)	7,034																	
	CPUE(尾/時/機)	72.33																	
補機運転台数	2																		
燃油消費(L/時)	79																		
生物 測定 結果	外套 背長 組成	14 cm																	
		15 cm	1	1%															
		16 cm	1	1%															
		17 cm	1	1%															
		18 cm																	
		19 cm	1	1%															
		20 cm																	
		21 cm	3	2%															
		22 cm	9	5%															
		23 cm	23	12%															
		24 cm	44	22%															
		25 cm	44	22%															
		26 cm	34	17%															
		27 cm	20	10%															
		28 cm	13	7%															
		29 cm	4	2%															
		30 cm	1	1%															
	31 cm	1	1%																
32 cm																			
合計	200	100%																	
平均体重(g)	342																		
海洋 観測 結果	海洋観測位置	N	39	58.8															
		E	135	23.3															
	観測日時	10/21 16:00																	
	天気	BC																	
	雲量・雲形	2	Sc																
	風向・風速(m/s)	NW	8.3																
	気温(℃)	14.1																	
	気圧(hpa)	1018.5																	
	波・うねり	3	4																
	透明度(m)	13																	
	水温 ℃ 塩分 ‰	0 m	16.8	33.78															
		10 m	16.67	33.73															
		20 m	16.67	33.73															
		30 m	16.66	33.70															
		50 m	7.39	34.02															
		75 m	4.49	33.98															
		100 m	3.02	33.96															
		150 m	1.67	33.96															
		200 m	1.27	34.00															
300 m	0.91	34.01																	
備 考			日没 /21 17:08 日出 /22 06:13 月没 /21 18:41 月出 /22 10:19 月齢 2.9																

付表2 試験操業時間帯別結果(1)

第01次操業															
操業開始:2009/5/19 19:30 38-03.1N 137-18.6E; 操業終了:2009/5/20 04:30 38-10.4N 137-30.0E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総合
釣獲尾数(尾)				11	336	286	213	259	232	59	330	307	78		2,111
努力量(時・機)				7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	7.0		126.0
CPUE(尾/時・機)				1.6	24.0	20.4	15.2	18.5	16.6	4.2	23.6	21.9	11.1		16.75
燃油消費(L)				76	60	80	76	78	88	72	81	75	79		77
補機運転台数				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
船上水銀灯(灯)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		-
船上作業灯(灯)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
船上MH灯(灯)				78	78	78	78	78	78	78	78	78	78		-
種類				-	-	-	-	LED*	-	LED*	-	LED*	LED*		-
水中灯 (船首・舳)				-	-	-	-	10m	-	10m	-	10m	10m		-
調光				-	-	-	-	100%	-	100%	-	100%	100% 3s		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
水中灯 (船尾・舁)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
備考	LED*=600W青緑LED水中灯														

第02次操業															
操業開始:2009/5/20 19:30 39-04.7N 135-53.6E; 操業終了:2009/5/21 04:30 39-08.5N 135-55.2E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総合
釣獲尾数(尾)				12	24	107	232	740	814	804	934	1,060	788		5,515
努力量(時・機)				7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	7.0		126.0
CPUE(尾/時・機)				1.7	1.7	7.6	16.6	52.9	58.1	57.4	66.7	75.7	112.6		43.77
燃油消費(L)				74	57	76	75	75	82	77	70	74	76		74
補機運転台数				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
船上水銀灯(灯)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		-
船上作業灯(灯)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
船上MH灯(灯)				78	78	78	78	78	78	78	78	78	78		-
種類				-	-	-	-	-	-	LED*	-	LED*	LED*		-
水中灯 (船首・舳)				-	-	-	-	-	-	40m	-	40m	40m		-
調光				-	-	-	-	-	-	100%	-	100%	100% 1s		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
水中灯 (船尾・舁)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
備考	LED*=600W青緑LED水中灯														

付表2 試験操業時間帯別結果(2)

第03次操業														夜操業 総合
操業開始:2009/5/21 19:30 38-59.0N 134-34.6E; 操業終了:2009/5/22 04:30 38-58.8N 134-30.0E														
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06
釣獲尾数(尾)				83	61	121	128	216	454	701	386	830	656	
努力量(時・機)				7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	7.0	
CPUE(尾/時/機)				11.9	4.4	8.6	9.1	15.4	32.4	50.1	27.6	59.3	93.7	
燃油消費(L)				68	57	72	73	73	77	78	78	66	75	
補機運転台数				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
船上水銀灯(灯)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
船上作業灯(灯)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
船上MH灯(灯)				78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	
種類				-	-	-	-	-	LED*	-	LED*	-	LED*	
水中灯 (船首・船)				-	-	-	-	-	30m	-	30m	-	30m	
調光				-	-	-	-	-	100%	-	50%	-	100% ^{1s}	
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
水中灯 (船尾・艙)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
備考	LED*=600W青緑LED水中灯													

第04次操業														夜操業 総合
操業開始:2009/5/22 19:30 39-00.0N 134-02.6E; 操業終了:2009/5/23 04:30 39-00.3N 134-00.1E														
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06
釣獲尾数(尾)				109	160	89	396	436	590	337	355	390	323	
努力量(時・機)				7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	7.0	
CPUE(尾/時/機)				15.6	11.4	6.4	28.3	31.1	42.1	24.1	25.4	27.9	46.1	
燃油消費(L)				72	70	74	73	72	78	69	76	73	74	
補機運転台数				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
船上水銀灯(灯)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
船上作業灯(灯)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
船上MH灯(灯)				78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	
種類				-	-	-	-	-	LED*	-	LED*	LED*	LED*	
水中灯 (船首・船)				-	-	-	-	-	20m	-	20m	20m	20m	
調光				-	-	-	-	-	100%	-	100% ^{1s}	100% ^{1s}	100% ^{1s}	
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
水中灯 (船尾・艙)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
備考	LED*=600W青緑LED水中灯													

附表2 試驗操業時間帶別結果(3)

第05次操業															
操業開始:2009/5/23 19:30 38-30.6N 133-20.0E; 操業終了:2009/5/24 04:30 38-30.6N 133-27.3E															
時間帶:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 總合
釣獲尾數(尾)				18	574	479	381	519	337	508	322	430	429		3,997
努力量(時·機)				7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	7.0		126.0
CPUE(尾/時·機)				2.6	41.0	34.2	27.2	37.1	24.1	36.3	23.0	30.7	61.3		31.72
燃油消費(L)				76	73	77	78	75	90	65	75	78	77		76
補機運轉台數				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
船上水銀灯(灯)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		-
船上作業灯(灯)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
船上MH灯(灯)				78	78	78	78	78	78	78	78	78	78		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
水中灯 (船首:船)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
深度				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
深度				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
備考															

第06次操業															
操業開始:2009/5/24 19:30 37-48.5N 132-38.2E; 操業終了:2009/5/25 04:30 37-53.2N 132-35.9E															
時間帶:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 總合
釣獲尾數(尾)				10	38	387	152	689	314	188	232	804	815		3,629
努力量(時·機)				7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	7.0		126.0
CPUE(尾/時·機)				1.4	2.7	27.6	10.9	49.2	22.4	13.4	16.6	57.4	116.4		28.80
燃油消費(L)				71	56	76	76	74	77	75	81	68	75		73
補機運轉台數				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
船上水銀灯(灯)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		-
船上作業灯(灯)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
船上MH灯(灯)				78	78	78	78	78	78	78	78	78	78		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
水中灯 (船首:船)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
深度				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
備考															

LED*=600W青緑LED水中灯; 点滅*=30分点灯(100%)-30分消灯

付表2 試験操業時間帯別結果(4)

第07次操業															
操業開始:2009/5/25 19:30 38-04.7N 134-08.4E; 操業終了:2009/5/26 04:30 38-06.1N 134-10.0E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総 合
釣獲尾数(尾)				71	506	149	117	1,010	374	285	326	282	164		3,284
努力量(時・機)				7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	7.0		126.0
CPUE(尾/時/機)				10.1	36.1	10.6	8.4	72.1	26.7	20.4	23.3	20.1	23.4		26.06
燃油消費(L)				73	60	79	76	75	90	64	81	73	77		75
補機運転台数				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
船上水銀灯(灯)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		-
船上作業灯(灯)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
船上MH灯(灯)				78	78	78	78	78	78	78	78	78	78		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
水中灯 (船首・舳)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
水中灯 (船尾・舻)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
備考	22:25 ツアーカー-収容、以後ツアーカーなしで操業; 左舷側に釣り具ラインがなびく														
第08次操業															
操業開始:2009/8/19 19:00 40-45.8N 136-20.2E; 操業終了:2009/8/19 22:55 40-47.5N 136-20.8E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総 合
釣獲尾数(尾)				610	1,271	2,010	2,998								6,889
努力量(時・機)				14.0	12.8	5.8	7.0								39.7
CPUE(尾/時/機)				43.6	99.0	344.6	428.3								173.67
燃油消費(L)				77	81	63	65	60	62	65	87	47			67
補機運転台数				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
船上水銀灯(灯)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		-
船上作業灯(灯)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
船上MH灯(灯)				76	56	56	56	56	56	56	56	56	56		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
水中灯 (船首・舳)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
水中灯 (船尾・舻)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
備考	安定器不調のため、23:30以降、MH灯56灯で操業; 計量魚探送受波器を左舷中央より深度5m又は25mに垂下 20:55~21:05、21:30~22:25 全釣機停止; 23:35~23:45 LED水中灯点灯時の魚探ソナー画像を調査														

付表2 試験操業時間帯別結果(5)

第9次操業															
操業開始:2009/8/20 19:00 40-49.4N 136-24.2E; 操業終了:2009/8/21 05:00 40-49.4N 136-30.3E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総合
釣獲尾数(尾)				310	158	301	562	568	584	1,214	658	1,611	2,634		8,600
努力量(時・機)				14.0	14.0	12.8	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	12.8		123.7
CPUE(尾/時・機)				22.1	11.3	23.5	48.2	48.7	50.1	104.1	56.4	138.1	205.2		69.54
燃油消費(L)				78	87	88	85	77	90	83	72	84	75		82
補機運転台数				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
船上水銀灯(灯)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		-
船上作業灯(灯)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
船上MH灯(灯)				76	76	76	76	76	76	76	76	76	76		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
水中灯 (船首・船)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
水中灯 (船尾・船)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
備考	安定器不調のため、MH灯76灯で操業; 操業前半は時化のため漁獲不調、後半はやや風が弱くなり明け方にかけて漁獲好調、計量魚探送受波器を左舷中央より深度4mに垂下 21:55~22:05、22:55~23:05、23:55~00:05、00:55~01:05、01:55~02:05、02:55~03:05、03:55~04:05 全釣機停止														
第10次操業															
操業開始:2009/8/21 19:00 40-33.6N 136-06.9E; 操業終了:2009/8/22 02:00 40-33.3N 136-06.3E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総合
釣獲尾数(尾)				305	853	1,413	1,265	1,167	1,646	1,253					7,902
努力量(時・機)				14.0	12.8	11.7	5.8	4.7	7.0	3.5					59.5
CPUE(尾/時・機)				21.8	66.5	121.1	216.9	250.1	235.1	358.0					132.81
燃油消費(L)				79	93	84	85	78	88	72	86	81	82		83
補機運転台数				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
船上水銀灯(灯)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		-
船上作業灯(灯)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
船上MH灯(灯)				76	76	76	76	76	76	76	76	76	76		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
水中灯 (船首・船)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
水中灯 (船尾・船)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
備考	安定器不調のため、MH灯76灯で操業; 計量魚探送受波器を左舷中央より深度5mに垂下 20:55~21:05、21:55~22:05、22:30~23:00、23:20~00:00、00:15~00:45、01:00~01:45 全釣機停止; 03:10~04:50 LED水中灯点灯時の魚探・ソナー画像を調査														

付表2 試験操業時間帯別結果(6)

第11次操業															
操業開始:2009/8/22 19:00 40-12.1N 135-22.9E; 操業終了:2009/8/23 03:20 40-12.2N 135-21.7E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総合
釣獲尾数(尾)				55	370	831	1,239	981	1,897	925	1,489	517			8,304
努力量(時・機)				14.0	14.0	12.8	11.7	11.7	5.8	3.5	3.5	0.9			77.9
CPUE(尾/時/機)				3.9	26.4	64.8	106.2	84.1	325.2	264.3	425.4	596.5			106.64
燃油消費(L)				76	97	87	72	71	105	96	73	73	68		82
補機運転台数				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
船上水銀灯(灯)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		-
船上作業灯(灯)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
船上MH灯(灯)				76	76	76	76	76	76	76	76	76	76		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
水中灯 (船首:船)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
水中灯 (船尾:船)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
備考	安定器不調のため、MH灯76灯で操業;計量魚探送受波器を左舷中央より深度5mに垂下 21:55~22:05, 22:55~23:05, 23:55~00:05, 00:30~01:15, 01:30~02:00, 02:15~03:07 全釣機停止; 03:40~04:50 LED水中灯点灯時の魚探・ソナー画像を調査														
第12次操業															
操業開始:2009/8/23 19:00 39-48.7N 134-33.9E; 操業終了:2009/8/24 05:00 39-47.0N 134-35.4E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総合
釣獲尾数(尾)				212	380	629	718	642	727	510	633	557	700		5,708
努力量(時・機)				14.0	12.8	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	12.8		121.3
CPUE(尾/時/機)				15.1	29.6	53.9	61.5	55.0	62.3	43.7	54.3	47.7	54.5		47.04
燃油消費(L)				77	97	70	90	80	84	84	101	75	78		84
補機運転台数				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
船上水銀灯(灯)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		-
船上作業灯(灯)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
船上MH灯(灯)				76	76	76	76	76	76	76	76	76	76		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
水中灯 (船首:船)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
水中灯 (船尾:船)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
備考	安定器不調のため、MH灯76灯で操業;計量魚探送受波器を左舷中央より深度5mに垂下 20:55~21:05, 21:55~22:05, 22:55~23:05, 23:55~00:05, 00:55~01:55, 01:55~02:05, 02:55~03:05, 03:55~04:05 全釣機停止														

付表2 試験操業時間帯別結果(7)

第13次操業															
操業開始:2009/8/24 19:00 39-45.9N 134-39.4E; 操業終了:2009/8/25 03:45 39-45.6N 134-43.6E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総合
釣獲尾数(尾)				97	1,011	808	1,133	1,401	1,147	931	980	1,610			9,118
努力量(時・機)				14.0	12.8	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	9.3			106.2
CPUE(尾/時・機)				6.9	78.8	69.3	97.1	120.1	98.3	79.8	84.0	172.5			85.88
燃油消費(L)				76	94	86	74	94	88	106	75	79			86
補機運転台数				2	2	2	2	2	2	2	2	2			2
船上水銀灯(灯)				12	12	12	12	12	12	12	12	12			-
船上作業灯(灯)				-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
船上MH灯(灯)				76	76	76	76	76	76	76	76	76			-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
水中灯 (船首・船)				-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
種類				-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
水中灯 (船尾・艙)				-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
調光				-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
備考	安定器不調のため、MH灯76灯で操業;計量魚探送受波器を左舷中央より深度5mに垂下 20:55~21:05, 21:55~22:05, 22:55~23:05, 23:55~00:05, 00:55~01:05, 01:55~02:05, 02:55~03:05 全釣機停止														
第14次操業															
操業開始:2009/9/11 18:30 39-54.8N 135-00.7E; 操業終了:2009/9/12 04:20 39-55.0N 135-00.6E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総合
釣獲尾数(尾)			71	416	612	631	649	694	668	630	858	924	419		6,572
努力量(時・機)			7.0	12.8	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	3.0		116.2
CPUE(尾/時・機)			10.1	32.4	52.5	54.1	55.6	59.5	57.3	54.0	73.5	79.2	139.7		56.57
燃油消費(L)			79	79	70	79	82	84	92	71	86	73	98	84	81
補機運転台数			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
船上水銀灯(灯)			12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	-
船上作業灯(灯)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
船上MH灯(灯)			78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	-
種類			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
水中灯 (船首・船)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
調光			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
種類			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
水中灯 (船尾・艙)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
調光			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
備考	計量魚探送受波器を左舷中央より深度5mに垂下 19:55~20:05, 20:55~21:05, 21:55~22:05, 22:55~23:05, 23:55~00:05, 00:55~01:05, 01:55~02:05, 02:55~03:05, 03:55~04:05 全釣機停止														

付表2 試験操業時間帯別結果(8)

第15次操業															
操業開始:2009/9/12 18:30 39-56.5N 135-01.2E; 操業終了:2009/9/13 03:00 39-56.3N 135-01.2E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総合
釣獲尾数(尾)			53	339	458	479	589	702	669	775	1,302				5,366
努力量(時・機)			6.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0				102.0
CPUE(尾/時・機)			8.8	28.3	38.2	39.9	49.1	58.5	55.8	64.6	108.5				52.61
燃油消費(L)			83	91	77	83	82	82	88	86	88	76	85	85	84
補機運転台数			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
船上水銀灯(灯)			12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	-
船上作業灯(灯)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
船上MH灯(灯)			78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	-
種類			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
水中灯 (船首・船)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
調光			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
種類			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
水中灯 (船尾・船)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
調光			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
備考	計量魚探送受波器を左舷中央より深度30mに垂下; 操業中は左舷5・6号釣機停止; 00時頃より強風・時化														
第16次操業															
操業開始:2009/9/13 18:30 39-44.3N 134-32.9E; 操業終了:2009/9/13 20:15 39-44.0N 134-32.5E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総合
釣獲尾数(尾)			40	120	10										170
努力量(時・機)			5.0	10.0	2.5										17.5
CPUE(尾/時・機)			8.0	12.0	4.0										9.71
燃油消費(L)			80	80	80										80
補機運転台数			2	2	2										2
船上水銀灯(灯)			12	12	12										-
船上作業灯(灯)			-	-	-										-
船上MH灯(灯)			78	78	78										-
種類			-	-	-										-
水中灯 (船首・船)			-	-	-										-
調光			-	-	-										-
種類			-	-	-										-
水中灯 (船尾・船)			-	-	-										-
調光			-	-	-										-
備考	計量魚探送受波器を左舷中央より深度30mに垂下; 操業中は左舷4・5・6・7号釣機停止 操業開始前より潮悪く、計量魚探送受波器および釣り具ラインが主に船尾側に強くなびくため、操業を中止して潮上り														

付表2 試験操業時間帯別結果(9)

第16次操業															
操業開始:2009/9/13 21:00 39-45.6N 134-31.1E; 操業終了:2009/9/14 05:30 39-45.2N 134-26.0E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総合
釣獲尾数(尾)						126	124	274	378	573	646	762	917	405	4,205
努力量(時・機)						12.0	12.8	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	5.8	100.7
CPUE(尾/時/機)						10.5	9.7	23.5	32.4	49.1	55.4	65.3	78.6	69.4	41.77
燃油消費(L)						78	82	80	89	95	80	68	93	85	83
補機運転台数						2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
船上水銀灯(灯)						12	12	12	12	12	12	12	12	12	-
船上作業灯(灯)						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
船上MH灯(灯)						78	78	78	78	78	78	78	78	78	-
種類						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
水中灯 (船首・船)						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
種類						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
深度						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
調光						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
水中灯 (船尾・艙)						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
種類						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
深度						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
調光						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
備考	湖上りして操業再開; 計量魚探送受波器を左舷中央より深度5mに垂下 22:55~23:05.23:55~00:05.00:55~01:05.01:55~02:05.02:55~03:05.03:55~04:05.04:55~05:05 全釣機停止														

第17次操業															
操業開始:2009/9/14 18:30 39-15.9N 133-57.8E; 操業終了:2009/9/15 03:20 39-16.9N 134-00.5E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総合
釣獲尾数(尾)			200	851	661	558	659	770	1,078	1,350		833			6,960
努力量(時・機)			7.0	12.8	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7		4.7			94.5
CPUE(尾/時/機)			28.6	66.3	56.7	47.8	56.5	66.0	92.4	115.7		178.5			73.65
燃油消費(L)			82	82	77	80	85	84	88	89	69	88	73	81	81
補機運転台数			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
船上水銀灯(灯)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	-
船上作業灯(灯)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
船上MH灯(灯)			78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	-
種類			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
水中灯 (船首・船)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
種類			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
深度			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
調光			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
水中灯 (船尾・艙)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
種類			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
深度			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
調光			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
備考	計量魚探送受波器を左舷中央より深度5mに垂下 19:55~20:05.20:55~21:05.21:55~22:05.22:55~23:05.23:55~00:05.00:55~01:05.01:55~03:00 全釣機停止														

付表2 試験操業時間帯別結果(10)

第18次操業															
操業開始:2009/9/15 18:30 39-13.0N 134-04.3E; 操業終了:2009/9/16 05:30 39-15.1N 134-19.5E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総合
釣獲尾数(尾)		86	243	256	427	589	483	531	354	617	353	413	210	4,562	
努力量(時・機)		5.8	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	8.6	11.7	11.7	11.7	11.7	5.8	125.3
CPU(尾/時・機)		14.7	20.8	21.9	36.6	50.5	41.4	45.5	41.0	52.9	30.3	35.4	36.0	36.41	
燃油消費(L)		82	88	74	85	82	83	99	75	88	74	108	89	86	
補機運転台数		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
船上水銀灯(灯)		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
船上作業灯(灯)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
船上MH灯(灯)		78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	
種類		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
水中灯 (船首・船)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
調光		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
種類		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
水中灯 (船尾・船)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
調光		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
備考	計量魚探送受波器を左舷中央より深度5mに垂下; 18:55~19:05, 19:55~20:05, 20:55~21:05, 21:55~22:05, 22:55~23:05, 23:55~00:05, 00:55~01:05, 01:29~01:42, 01:55~02:05, 02:55~03:05, 03:55~04:05, 04:55~05:05 全釣機停止														

第19次操業															
操業開始:2009/9/16 18:30 39-02.0N 133-54.4E; 操業終了:2009/9/17 03:55 39-03.6N 134-08.8E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総合
釣獲尾数(尾)		41	175	103	101	101	167	252	200	205	351				1,696
努力量(時・機)		5.8	11.7	11.7	11.7	11.7	10.0	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7			109.2
CPU(尾/時・機)		7.0	15.0	8.8	8.7	10.1	14.3	21.6	17.1	17.6	30.1				15.53
燃油消費(L)		81	81	79	82	82	81	90	75	83	81				82
補機運転台数		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				2
船上水銀灯(灯)		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12				
船上作業灯(灯)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
船上MH灯(灯)		78	78	78	78	78	78	78	78	78	78				
種類		LED*	LED*	LED*	LED*	LED*	LED*	LED*	LED*	LED*	LED*				
水中灯 (船首・船)		10m	10m	10m	10m	10m	10m	10m	10m	10m	10m				
調光		30%	30%	30%	30%	20%	20%	20%	20%	20%	20%				
種類		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
水中灯 (船尾・船)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
調光		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
備考	LED*=600W青緑LED水中灯; 計量魚探送受波器を左舷中央より深度5mに垂下; 18:55~19:05, 19:55~20:05, 20:55~21:05, 21:55~22:05, 22:38~22:45, 22:55~23:05, 23:55~00:05, 00:55~01:05, 01:55~02:05, 02:55~03:05 全釣機停止														

付表2 試験操業時間帯別結果(11)

第20次操業															
操業開始:2009/10/15 17:30 40-49.2N 137-04.7E; 操業終了:2009/10/16 04:00 40-50.4N 137-08.4E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総合
釣獲尾数(尾)	47	39	75	81	115	338	223	236	236	656	888	1,237			3,935
努力量(時・機)	7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0			147.0
CPU/E(尾/時・機)	6.7	2.8	5.4	5.8	8.2	24.1	15.9	16.9	16.9	46.9	63.4	88.4			26.77
燃油消費(L)	82	84	83	82	87	82	76	76	76	78	82	82			81
補機運転台数	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			2
船上水銀灯(灯)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12			-
船上作業灯(灯)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
船上MH灯(灯)	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78			-
種類	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
水中灯 (船首・舳)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
調光	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
種類	MH*	MH*	MH*	MH*	MH*	MH*	MH*	MH*	MH*	MH*	MH*	MH*			-
水中灯 (船尾・舯)	10m	10m	10m	10m	10m	10m	10m	10m	10m	10m	10m	10m			-
調光	全光	全光	全光	全光	全光	全光	全光	全光	全光	全光	全光	全光			-
備考	MH*=5000W白色LED水灯; 21:30頃 船体周囲クジラ遊泳														

第21次操業															
操業開始:2009/10/16 17:30 39-50.0N 134-42.0E; 操業終了:2009/10/17 03:10 39-47.9N 134-41.9E															
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	夜操業 総合
釣獲尾数(尾)	56	267	491	125	660	563	241	241	1,540	1,186	661	803			6,593
努力量(時・機)	7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	8.2	7.0	2.3			122.5
CPU/E(尾/時・機)	8.0	19.1	35.1	8.9	47.1	40.2	17.2	110.0	110.0	145.2	94.4	344.1			53.82
燃油消費(L)	82	98	73	81	81	81	78	78	82	88	79	82			82
補機運転台数	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			2
船上水銀灯(灯)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12			-
船上作業灯(灯)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
船上MH灯(灯)	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78			-
種類	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
水中灯 (船首・舳)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
調光	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
種類	MH*	MH*	MH*	MH*	MH*	MH*	MH*	MH*	MH*	MH*	MH*	MH*			-
水中灯 (船尾・舯)	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m	50m			-
調光	減光4	減光4	減光4	減光4	減光4	減光4	減光4	減光4	減光4	減光4	減光4	減光4			-
備考	MH*=5000W白色LED水灯; 01:35~02:30 全釣機停止; 01:40~02:30 MH水中灯点灯時の魚探・ソナー画像を調査														

付表2 試験操業時間帯別結果(12)

第22次操業		操業開始:2009/10/18 17:30 39-40.7N 134-57.8E; 操業終了:2009/10/19 06:00 39-38.9N 135-04.2E												夜操業 総 合	
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	
釣獲尾数(尾)		13	115	185	167	162	167	420	483	583	565	306	265	111	3,542
努力量(時・機)		7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	175.0
CPU(尾/時/機)		1.9	8.2	13.2	11.9	11.6	11.9	30.0	34.5	41.6	40.4	21.9	18.9	7.9	20.24
燃油消費(L)		82	90	84	83	78	79	80	80	79	82	85	90	91	83
補機運転台数		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
船上水銀灯(灯)		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	-
船上作業灯(灯)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
船上MH灯(灯)		78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	-
種類		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
水中灯 (船首・船)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
調光		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
種類		MH*	MH*	-	-	MH*	-	-	MH*	-	-	MH*	-	-	-
水中灯 (船尾・艙)		10m	10m	-	-	10m	-	-	10m	-	-	10m	-	-	-
調光		全光	全光	-	-	全光	-	-	全光	-	-	全光	-	-	-
備考	MH*=5000W白色LED151'水中灯														
第23次操業		操業開始:2009/10/19 17:30 39-49.5N 134-51.0E; 操業終了:2009/10/19 23:00 39-47.7N 134-54.0E												夜操業 総 合	
時間帯:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	
釣獲尾数(尾)		21	93	105	148	126	100								593
努力量(時・機)		5.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0								55.0
CPU(尾/時/機)		4.2	9.3	10.5	14.8	12.6	10.0								10.78
燃油消費(L)		78	91	75	70	78	74								78
補機運転台数		2	2	2	2	2	2								2
船上水銀灯(灯)		12	12	12	12	12	12								-
船上作業灯(灯)		-	-	-	-	-	-								-
船上MH灯(灯)		78	78	78	78	78	78								-
種類		-	-	-	-	-	-								-
水中灯 (船首・船)		-	-	-	-	-	-								-
調光		-	-	-	-	-	-								-
種類		-	-	-	-	-	-								-
水中灯 (船尾・艙)		-	-	-	-	-	-								-
調光		-	-	-	-	-	-								-
備考	時化のため1・2号機停止; 大時化のため23:00で操業中止														

附表2 試驗操業時間帶別結果(13)

第24次操業		操作開始:2009/10/20 17:30 39-43.1N 135-01.6E; 操作終了:2009/10/21 06:00 39-41.6N 135-07.8E														夜操業 總合
時間帶:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06		
釣獲尾數(尾)	68	165	236	370	397	168	885	271	1,835	436	1,106	187	812	6,936		
努力量(時·機)	7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	175.0		
CPU/E(尾/時·機)	9.7	11.8	16.9	26.4	28.4	12.0	63.2	19.4	131.1	31.1	79.0	13.4	58.0	39.63		
燃油消費(L)	81	91	72	79	74	84	83	68	80	85	85	84	86	81		
補機運轉台數	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
船上水銀灯(灯)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	—		
船上作業灯(灯)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
船上MH灯(灯)	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	—		
種類	—	—	—	—	—	LED*	—	LED*	—	LED*	—	LED*	—	—		
水中灯 (船首:船)	—	—	—	—	—	50m	—	50m	—	50m	—	50m	—	—		
調光	—	—	—	—	—	100%	—	100%	—	100%	—	100%	—	—		
種類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
水中灯 (船尾:艙)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
調光	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
備考	LED*=600W青緑LED水中灯														—	

第25次操業		操作開始:2009/10/21 17:30 39-58.4N 135-23.1E; 操作終了:2009/10/22 01:15 39-58.9N 135-22.3E														夜操業 總合
時間帶:	16~17	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~00	00~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06		
釣獲尾數(尾)	48	232	534	448	1,882	1,078	876	1,200	736	7,034	97.3	72.33	79	2		
努力量(時·機)	7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	7.0	10.5	2.8	267.6	79	2	2	—		
CPU/E(尾/時·機)	6.9	16.6	38.1	32.0	134.4	77.0	125.1	114.3	267.6	79	2	2	2	—		
燃油消費(L)	82	59	79	83	102	69	98	61	79	79	2	2	2	—		
補機運轉台數	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—		
船上水銀灯(灯)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	—		
船上作業灯(灯)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
船上MH灯(灯)	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	—		
種類	—	—	—	—	—	LED*	—	LED*	—	LED*	—	LED*	—	—		
水中灯 (船首:船)	—	—	—	—	—	80m	—	80m	—	80m	—	80m	—	—		
調光	—	—	—	—	—	100%	—	100%	—	100%	—	100%	—	—		
種類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
水中灯 (船尾:艙)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
調光	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
備考	LED*=600W青緑LED水中灯														—	

付表3 機関燃油消費量調査結果(1)

		主機関			補機関			補機関(操業時)※1			補機関(非操業時)※2		
		消費量 (L)	運転時間 (時)	消費速度 (L/時)	消費量 (L)	運転時間 (時)	消費速度 (L/時)	消費量 (L)	運転時間 (時)	消費速度 (L/時)	消費量 (L)	運転時間 (時)	消費速度 (L/時)
2009/05/19	午前	89	1.33	66.75	53	3.42	15.51	—	—	—	53	3.42	15.51
	午後	715	6.17	115.95	482	12.00	40.17	370	5.00	74.00	482	12.00	40.17
2009/05/20	午前	731	6.25	116.96	515	12.00	42.92	395	5.00	79.00	120	7.00	17.14
	午後	620	4.92	126.10	464	12.00	38.67	357	5.00	71.40	107	7.00	15.29
2009/05/21	午前	498	4.33	114.92	497	12.00	41.42	379	5.00	75.80	118	7.00	16.86
	午後	527	4.17	126.48	457	12.00	38.08	343	5.00	68.60	114	7.00	16.29
2009/05/22	午前	3	0.25	12.00	514	12.00	42.83	374	5.00	74.80	140	7.00	20.00
	午後	484	4.17	116.16	466	12.00	38.83	361	5.00	72.20	105	7.00	15.00
2009/05/23	午前	636	5.25	121.14	496	12.00	41.33	370	5.00	74.00	126	7.00	18.00
	午後	391	3.00	130.33	477	12.00	39.75	379	5.00	75.80	98	7.00	14.00
2009/05/24	午前	612	5.33	114.75	524	12.00	43.67	385	5.00	77.00	139	7.00	19.86
	午後	371	2.67	139.13	465	12.00	38.75	353	5.00	70.60	112	7.00	16.00
2009/05/25	午前	758	6.17	122.92	533	12.00	44.42	376	5.00	75.20	157	7.00	22.43
	午後	507	3.83	132.26	468	12.00	39.00	363	5.00	72.60	105	7.00	15.00
2009/05/26	午前	970	7.75	125.16	521	12.00	43.42	385	5.00	77.00	521	12.00	43.42
	午後	1113	7.67	145.17	191	12.00	15.89	—	—	—	191	12.00	15.89
2009/05/27	午前	88	1.08	81.23	125	9.58	13.08	—	—	—	125	9.58	13.08
	午後												
水中灯操業時の合計											3678	50.00	73.56
船上灯操業時の合計											1512	20.00	75.60
総計		9113	74.33	122.60	7248	193.00	37.55	5190	70.00	74.14	2813	133.00	21.15

※1※2: 非操業時には補機1台、操業時には補機2台を運転

付表3 機関燃油消費量調査結果(2)

	主機関			補機関			補機関(操作時)※1			補機関(非操作時)※2		
	消費量 (L)	運転時間 (時)	消費速度 (L/時)	消費量 (L)	運転時間 (時)	消費速度 (L/時)	消費量 (L)	運転時間 (時)	消費速度 (L/時)	消費量 (L)	運転時間 (時)	消費速度 (L/時)
2009/08/18	午前	179	2.25	79.56	64	3.42	18.73	—	—	64	3.42	18.73
	午後	1510	12.00	125.83	235	12.00	19.58	—	—	235	12.00	19.58
2009/08/19	午前	1471	12.00	122.58	205	12.00	17.08	—	—	205	12.00	17.08
	午後	53	0.50	106.00	482	12.00	40.17	5.00	69.20	136	7.00	19.43
2009/08/20	午前	228	2.17	105.23	452	12.00	37.67	4.00	65.25	191	8.00	23.88
	午後	—	—	—	572	12.00	47.67	5.00	83.00	157	7.00	22.43
2009/08/21	午前	8	0.25	32.00	628	12.00	52.33	5.00	80.80	224	7.00	32.00
	午後	414	3.33	124.20	573	12.00	47.75	5.00	83.80	154	7.00	22.00
2009/08/22	午前	502	4.42	113.66	579	12.00	48.25	5.00	81.80	170	7.00	24.29
	午後	229	1.92	119.48	551	12.00	45.92	5.00	80.60	148	7.00	21.14
2009/08/23	午前	466	4.25	109.65	608	12.00	50.67	5.00	83.00	193	7.00	27.57
	午後	182	1.50	121.33	559	12.00	46.58	5.00	82.80	145	7.00	20.71
2009/08/24	午前	—	—	—	641	12.00	53.42	4.22	84.40	219	7.00	31.29
	午後	—	—	—	564	12.00	47.00	4.24	84.80	140	7.00	20.00
2009/08/25	午前	38	0.75	50.67	604	12.00	50.33	348	4.00	256	8.00	32.00
	午後	587	6.42	91.48	237	12.00	19.75	—	—	237	12.00	19.75
2009/08/26	午前	1340	10.92	122.75	198	12.00	16.50	—	—	198	12.00	16.50
	午後	1198	8.08	148.21	221	12.00	18.44	—	—	221	12.00	18.44
2009/08/27	午前	93	1.17	79.71	131	8.67	15.12	—	—	131	8.67	15.12
	午後	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
水中灯操作時の合計												
船上灯操作時の合計										4680	58.00	80.69
総計	8498	71.92	118.16	8104	216.08	37.51		4680	58.00	80.69	158.08	21.66

※1※2: 非操作時には補機1台、操作時には補機2台を運転

付表3 機関燃油消費量調査結果(3)

	主機関				補機関				補機関(操作時)※1				補機関(非操作時)※2				
	消費量(L)	運転時間(時)	消費速度(L/時)		消費量(L)	運転時間(時)	消費速度(L/時)		消費量(L)	運転時間(時)	消費速度(L/時)		消費量(L)	運転時間(時)	消費速度(L/時)		
2009/09/09	午前	80	1.25	64.00	56	3.42	16.39						56	3.42	16.39		
	午後	1433	12.00	119.42	219	12.00	18.25						219	12.00	18.25		
2009/09/10	午前	1087	11.92	91.22	215	12.00	17.92						215	12.00	17.92		
	午後	176	3.58	49.12	185	12.00	15.42						185	12.00	15.42		
2009/09/11	午前	839	8.00	104.88	206	12.00	17.17						206	12.00	17.17		
	午後	496	3.92	126.64	531	12.00	44.25		473	6.00	78.83		58	6.00	9.67		
2009/09/12	午前				611	12.00	50.92		504	6.00	84.00		107	6.00	17.83		
	午後				583	12.00	48.58		498	6.00	83.00		85	6.00	14.17		
2009/09/13	午前	176	1.92	91.83	580	12.00	48.33		507	6.00	84.50		73	6.00	12.17		
	午後	277	2.58	107.23	549	12.00	45.75		480	6.00	80.00		69	6.00	11.50		
2009/09/14	午前	405	3.58	113.02	624	12.00	52.00		510	6.00	85.00		114	6.00	19.00		
	午後	55	0.42	132.00	578	12.00	48.17		489	6.00	81.50		89	6.00	14.83		
2009/09/15	午前				601	12.00	50.08		488	6.00	81.33		113	6.00	18.83		
	午後	364	3.17	114.95	597	12.00	49.75		494	6.00	82.33		103	6.00	17.17		
2009/09/16	午前	726	6.08	119.34	642	12.00	53.50		533	6.00	88.83		109	6.00	18.17		
	午後	417	3.25	128.31	580	12.00	48.33		486	6.00	81.00		94	6.00	15.67		
2009/09/17	午前	1355	8.00	169.38	545	12.00	45.42		329	4.00	82.25		216	8.00	27.00		
	午後	1707	9.50	179.68	213	12.00	17.75						213	12.00	17.75		
2009/09/18	午前	104	1.42	73.41	133	8.83	15.06						133	8.83	15.06		
	午後																
水中灯操作時の合計													815	10.00	81.50		
船上灯操作時の合計													4976	60.00	82.93		
総計				9697	80.58	120.34		8248	216.25	38.14			5791	70.00	82.73	146.25	16.80

※1※2: 非操作時には補機1台、操作時には補機2台を運転

付表3 機関燃油消費量調査結果(4)

	主機関				補機関				補機関(操作時)※1				補機関(非操作時)※2				
	消費量(L)		運転時間(時)		消費速度(L/時)		運転時間(時)		消費速度(L/時)		消費量(L)		運転時間(時)		消費速度(L/時)		
	消費量(L)	運転時間(時)	消費速度(L/時)	運転時間(時)	消費量(L)	運転時間(時)	消費速度(L/時)	運転時間(時)	消費量(L)	運転時間(時)	消費速度(L/時)	消費量(L)	運転時間(時)	消費速度(L/時)	消費量(L)	運転時間(時)	消費速度(L/時)
2009/10/14	午前	77	1.08	71.08	54	3.42	15.80	—	—	—	—	54	3.42	15.80	—	—	
	午後	1384	11.58	119.48	220	12.00	18.33	—	—	—	—	220	12.00	18.33	—	—	
2009/10/15	午前	1501	12.00	125.08	199	12.00	16.58	—	—	—	—	199	12.00	16.58	—	—	
	午後	128	1.00	128.00	602	12.00	50.17	6.50	82.31	6.50	82.31	67	5.50	12.18	5.50	12.18	
2009/10/16	午前	1352	8.17	165.55	524	12.00	43.67	4.00	79.50	4.00	79.50	206	8.00	25.75	8.00	25.75	
	午後	613	3.33	183.90	622	12.00	51.83	6.50	82.00	6.50	82.00	89	5.50	16.18	5.50	16.18	
2009/10/17	午前	—	—	—	573	12.00	47.75	5.00	82.80	5.00	82.80	159	7.00	22.71	7.00	22.71	
	午後	—	—	—	212	12.00	17.67	—	—	—	—	212	12.00	17.67	—	—	
2009/10/18	午前	—	—	—	215	12.00	17.92	—	—	—	—	215	12.00	17.92	—	—	
	午後	—	—	—	585	12.00	48.75	6.50	82.31	6.50	82.31	50	5.50	9.09	5.50	9.09	
2009/10/19	午前	274	2.58	106.06	654	12.00	54.50	6.00	84.50	6.00	84.50	147	6.00	24.50	6.00	24.50	
	午後	321	2.67	120.38	557	12.00	46.42	5.50	84.73	5.50	84.73	91	6.50	14.00	6.50	14.00	
2009/10/20	午前	—	—	—	178	12.00	14.83	—	—	—	—	178	12.00	14.83	—	—	
	午後	—	—	—	589	12.00	49.08	6.50	80.62	6.50	80.62	65	5.50	11.82	5.50	11.82	
2009/10/21	午前	355	3.17	112.11	683	12.00	56.92	6.00	81.33	6.00	81.33	195	6.00	32.50	6.00	32.50	
	午後	274	2.17	126.46	653	12.00	54.42	5.50	81.69	5.50	81.69	122	5.50	22.18	5.50	22.18	
2009/10/22	午前	1332	10.83	122.95	360	12.00	30.00	2.00	70.00	2.00	70.00	220	10.00	22.00	10.00	22.00	
	午後	928	6.42	144.62	169	12.00	14.08	—	—	—	—	169	12.00	14.08	—	—	
2009/10/23	午前	87	1.08	80.31	158	8.83	17.89	—	—	—	—	158	8.83	17.89	—	—	
	午後	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
水中灯操作時の合計																	
												4525	55.50	81.53			
船上灯操作時の合計																	
												466	5.50	84.73			
総計		8626	66.08	130.53	7807	216.25	36.10	61.00	81.82	61.00	81.82	2816	155.25	18.14			

※1※2: 非操作時には補機1台、操作時には補機2台を運転



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丁目7番地

TEL 0768-62-1324 FAX 0768-62-4324

<http://www.pref.ishikawa.jp/suisan/center/>