

平成19年度

日本海沖合海域におけるいか釣り用青色発光ダイオード 船上集魚灯試験結果報告書

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



平成20年2月28日
石川県水産総合センター

ISHIKAWA PREFECTURE FISHERIES RESEARCH CENTER

目次

第1章 目的と背景	1
第2章 調査方法	2
1. LED集魚灯の設置	2
2. 漁獲試験	2
3. 燃油消費量調査	4
4. 海洋観測	5
5. 海中照度測定	5
6. 経済性調査	6
7. その他	6
第3章 結果と考察	7
1. 操業海域の海況と水温	7
2. 集魚灯点灯パターン別の漁獲成績	8
3. 漁獲モデルと漁獲成績	10
4. 集魚灯切り換え操業の漁獲成績	12
5. 燃油消費量	13
6. 船体周囲の海中照度	14
7. 操業時の魚探反応	31
8. 漁船の動向	43
9. 漁獲成績と海中光量の関係	43
10. 光源特性と集魚効果の関係	44
11. LED集魚灯の導入効果と経済性	47
12. その他	48
13. むすび	48
引用文献	50
付図・付表	52
資料	64

石川県水産総合センター 担当者
海洋資源部 四方 崇文 (調査・とりまとめ)
調査船白山丸 山下 邦治 (調査船運航)

第1章 目的と背景

現在、いか釣り漁業ではメタルハライド灯(MH: Metal Halide Lamp)が集魚灯として用いられているが、MH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、燃油価格高騰による漁業経営への影響が深刻な問題となっている。

発光ダイオード(LED: Light Emitting Diode)には、寿命が長い、指向性が強い、消費電力が少ないなどの特徴があり、近年、高輝度化にともない照明用光源としての利用が急速に増えている。漁業分野でも、集魚灯としての利用が期待されており、特に、発光波長が青色から緑色の高輝度LEDについては、放射される光が海水中で透過しやすく、イカ類の最大視感度波長に近いことから、いか釣り漁業用の集魚灯に適していると考えられている¹⁻³⁾。既に、小型いか釣り漁船では、青色、緑色および白色のLEDを用いた集魚灯の実証試験が実施されており、MH灯と同等の漁獲と高い燃油節減効果が確認されている^{1, 4-7)}。一方、日韓暫定水域を含む日本海沖合海域で長期間連続して操業する中型いか釣り漁船には、集魚灯設備に高い集魚性能と高い経済効率が求められるが、これまで沖合漁場でのLED灯の実用性は調べられていなかった。

このため、平成17年度および平成18年度に日本海沖合海域において、中型いか釣り漁船に近い装備を有する漁業調査指導船白山丸(総トン数167トン)を用い、スルメイカ(*Todarodes pacificus*)を対象として青色LED灯の実証試験を行った^{8, 9)}。その結果、試験に用いたLED灯については、光量が不足しており、LED灯単用操業ではMH灯と同等の漁獲は困難であると判断された。しかし、LED灯の設置枚数を2倍に増やし、MH灯を併用することにより、漁獲を維持しつつ操業時の燃油消費量を半減することが可能と考えられた。本事業の最終年に当たる本年度は、青色LED灯を216枚(前年度の約2倍)設置し、MH灯と併用して試験操業を実施した。さらに、過去3年間の調査で得られた結果を総合して、LED灯の性能を評価するとともに、今後の実用化に向けた改良点および課題について検討した。

本調査は、(財)日韓・日中新協定対策漁業振興財団の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の一環として、(社)全国沖合いかつり漁業協会の委託により実施した。本調査に使用したLED集魚灯の一部は、(社)マリノフォーラム21から借り受けた。記して謝意を表する。

第2章 調査方法

1. LED集魚灯の設置

本調査には、高木綱業(株)製の青色LED灯を用いた。青色LED灯1枚には日亜化学工業(株)製の青色LED(NSPB510S)が平面状に950個取り付けられており、その仕様は、外形寸法:771×250×51mm、重量:3.0kg、消費電力:0.07kWであった。

この青色LED灯を調査船白山丸の前甲板上に52枚、ブリッジ横に10枚、ファンネル横に18枚、後甲板上に52枚、釣り機の受台下に84枚(合計216枚)設置した。前甲板上、ブリッジ横、ファンネル横および後甲板上のLED灯132枚のうち、102枚については、トラス構造の鋼管フレームを介して水平面に対して60度の角度で設置し、残り30枚については、前後甲板上の左右舷側寄りにワイヤーを張り、水平面に対して65度の角度で設置した。また、釣り機の受台下のLED灯については、鋼管フレームを用いて水平面に対して50度の角度(操業時)で取り付けした(図1, 2)。



図1 調査船白山丸のLED灯設置状況

2. 漁獲試験

平成19年8月20日から29日(第1次航海)、9月18日から27日(第2次航海)、10月9日から19日(第3次航海)に大和堆付近の海域で試験操業を行った(図3)。調査船白山丸には、MH灯234kW(3kW×78灯)が通常装備されており、図4に示す3種類の点灯パターンで操業を行った。各点灯パターンについて、本報告書では、MH灯78灯による操業を「M78操業」、MH灯24灯と青色

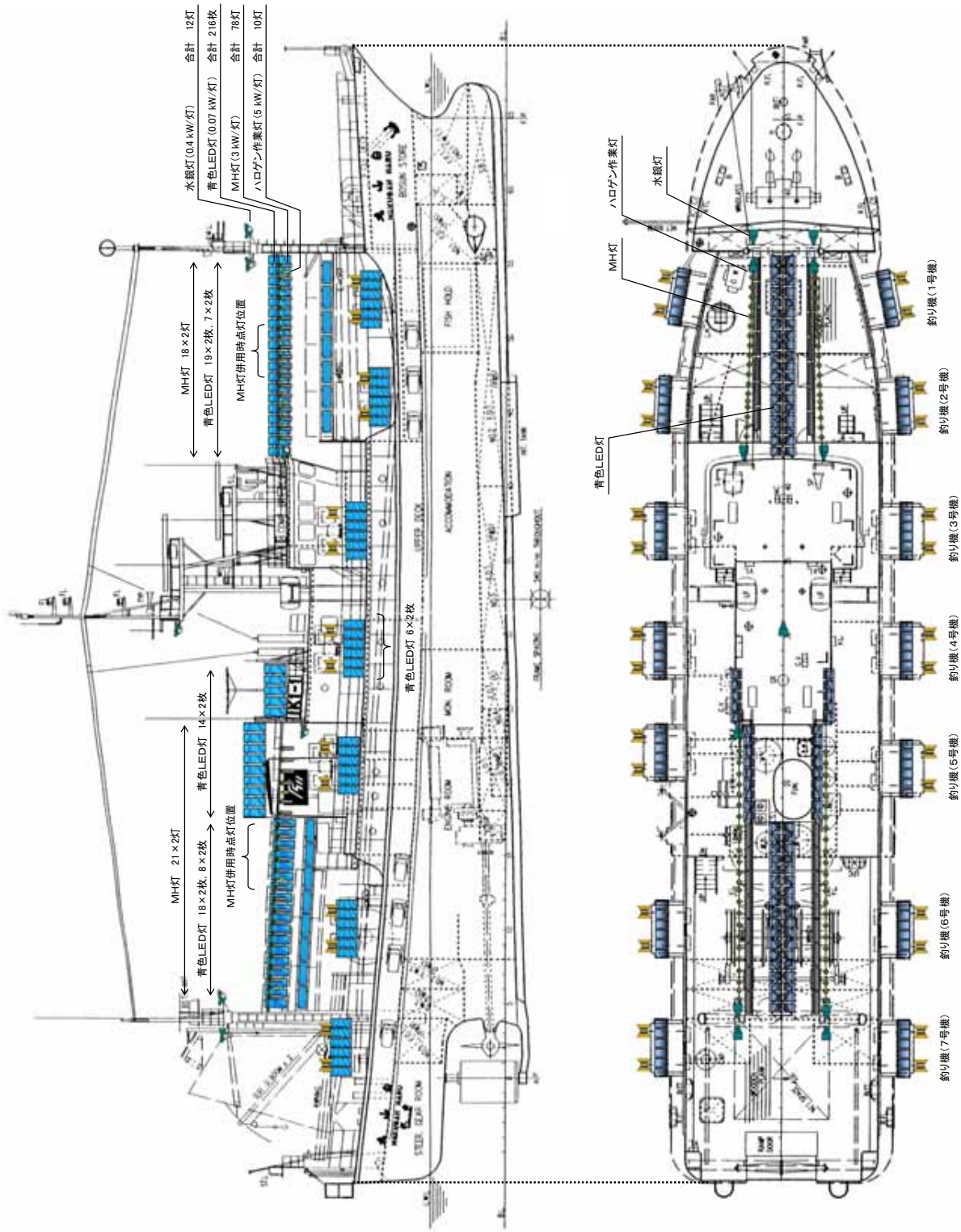


図2 調査船白山丸のいか釣り用集魚灯(MH灯・青色LED灯), 作業灯および水銀灯の配置

LED灯216枚による操業を「M24B216操業」、青色LED灯216枚による操業を「B216操業」とそれぞれ略記した。MH灯24灯の点灯位置は前甲板中央の12灯とファンネル後方の12灯とした(図2)。MH灯は点灯後光量が最大に達するまでに約15分間を要するため、操業15分前に点灯した。LED灯については、5分後に光量が最大になるように電源装置を設定し、操業5分前に点灯した。また、船上での作業性を確保するため、操業中は水銀灯(0.4kW)12灯を常時点灯した。

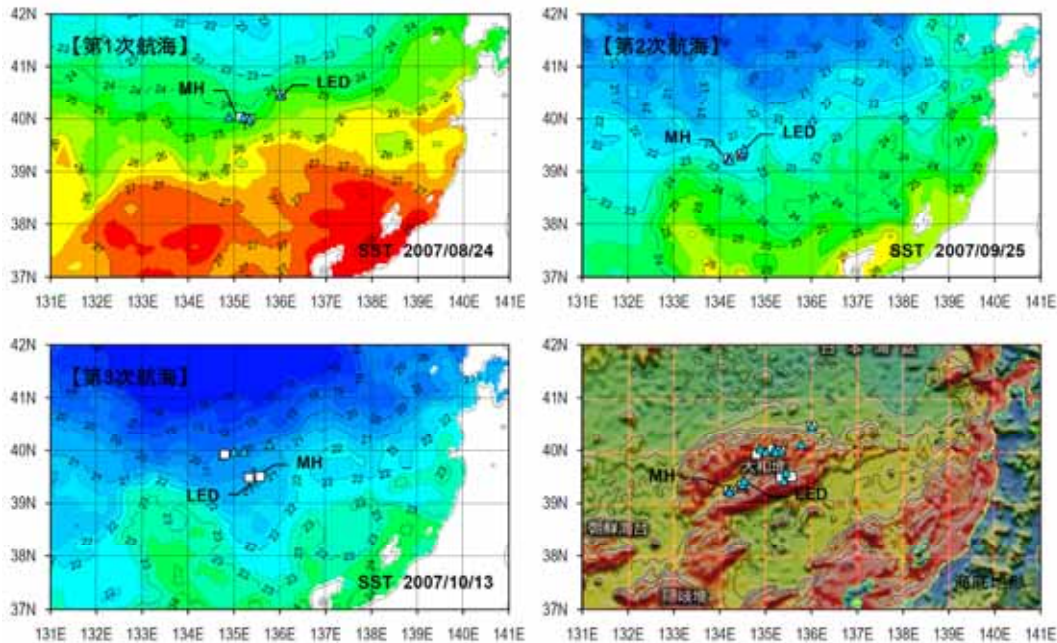


図3 操業位置, 海面水温および海底地形

(水温データ:<http://www.ocean.caos.tohoku.ac.jp/%7Emerge/sstbinary/actvalbm.cgi>)

各航海では、魚群探知機を用いて漁場探索を行ったが、操業結果の比較を容易にするため、好漁場発見後はあまり移動せずに操業するようにした。操業点では、パラアンカー投入後に集魚灯を点灯し、日没後から日出前までの夜間に漁獲試験を行った。テグスには、110cm間隔で釣り針24本を連結し、自動いか釣り機((株)東和電気製作所製 MY-3DP)14台を用い、釣り針の垂下水深を75~85mに設定した。なお、海況や漁獲状況にあわせて、釣り機の運転台数や操業時間を適宜調整した。操業中は、1時間毎にスルメイカの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については、200尾の外套背長を測定し、階級幅1cmの外套背長組成を求めた。操業中には、フルノ電気(株)製の魚群探知機(FVC-780, 周波数:88kHz)を用いて魚群反応を調べた。

3. 燃油消費量調査

調査船白山丸は、1,300PSの主機関を1台、360PSの補機関(補機)と300kVAの発電機を各2台搭載している。操業時は、主機関を停止して補機のみを運転するが、M78操業時には、電力消費量

が多いため補機2台、B216操業時には、電力消費量が少ないため補機1台を運転した。M24B216操業時については、第1次航海と第2次航海では補機1台、第3次航海では補機2台を運転し、燃油消費量に及ぼす運転台数の影響を調べた。操業中は、1時間毎に補機の燃油消費量を記録し、非操業時にも主機関と補機の燃油消費量を記録した。



図4 集魚灯各パターン点灯時の写真

4. 海洋観測

各操業点では、気象や海象を記録するとともに、アレック電子(株)製のSTD (AST1000)を用いて水深300mまでの水温と塩分濃度を測定した。航海中は、人工衛星観測による海面水温図、海面高度図、夜間可視光図を適宜入手し、海洋環境と漁場の把握に努めた。

5. 海中照度測定

平成19年8月6日の夜間、石川県能登町沖(測定開始位置:37-13.0N, 137-13.8E)で調査船の集魚灯を各パターンで点灯し、船外機船を用いて、図5の測定位置からアレック電子(株)製の分光光量子計(AL8W-CMP)と水温深度計(ATD-HR)を水深50mまで垂下して水深別の照度を測定した。平成19年10月24日の夜間にも、同海域(測定開始位置:37-15.2N, 137-10.8E)において、M78操業時と釣り機受台下のLED灯84枚点灯時(B84操業)の海中照度を測定した。

本調査に用いた光量子計のフィルター特性は図6に示したとおりである。このうち分光波長488nmのバンドパスフィルターはスルメイカの視物質の吸収スペクトル(提供:清道正嗣博士)に近い透過特性を有しているため、この波長帯の測定値がスルメイカに対する明るさの指標として適当と考えられる。本調査に用いた光量子計はバンドパスフィルターを通過した光の強度をフォトダイオードで検出

するものであるが、分光波長帯の間で光子数やエネルギー量に基づいたデータ補正はされていない。このため、異なる分光波長帯のデータは相互に比較できない。しかし、同一波長帯のデータについては、光のエネルギー量の指標値として比較が可能である。

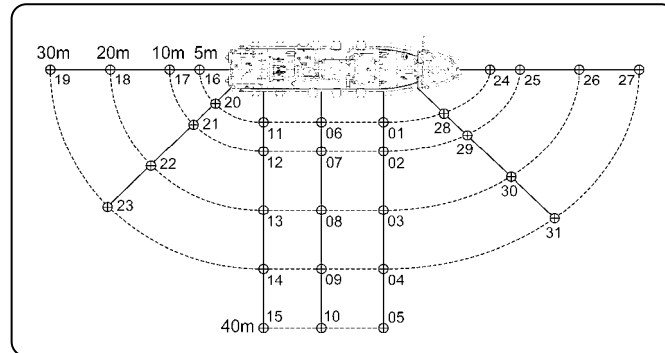


図5 船体周囲の海中照度の測定位置

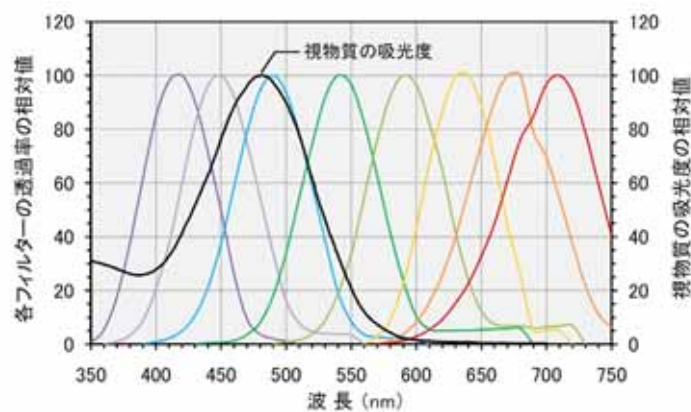


図6 光子計の分光特性と視物質の吸収スペクトル

6. 経済性調査

漁獲成績、燃油消費量、燃油価格、集魚灯導入コスト等から、LED灯導入による省エネルギー効果・省コスト効果を試算し、その経済性を評価した。さらに、二酸化炭素の排出抑制効果についても試算し、その社会的意義について考察した。

7. その他

石川県の中型いか釣り漁船の操業位置と漁獲状況を聞き取りにより調べた。船体安定性に及ぼすLED灯設置の影響については、乗船者が体感的に影響がないか意識するようにした。

第3章 結果と考察

1. 操業海域の海況と水温

調査期間中の風力、波浪、月輝面比(月の輝く部分の割合)の変化を図7に示した。第1次航海と第2次航海は、運行計画の都合もあり、満月にさしかかる時期に実施した。いか釣り漁業では、満月頃に不漁になることが多いため、両航海とも漁獲成績は徐々に低下する傾向にあった。一方、第3次航海は新月頃に調査することができた。各航海とも、風が強くて波の高い日はあったものの全般的には海況は良好であり、当初の計画どおりの操業回数を確保できた。

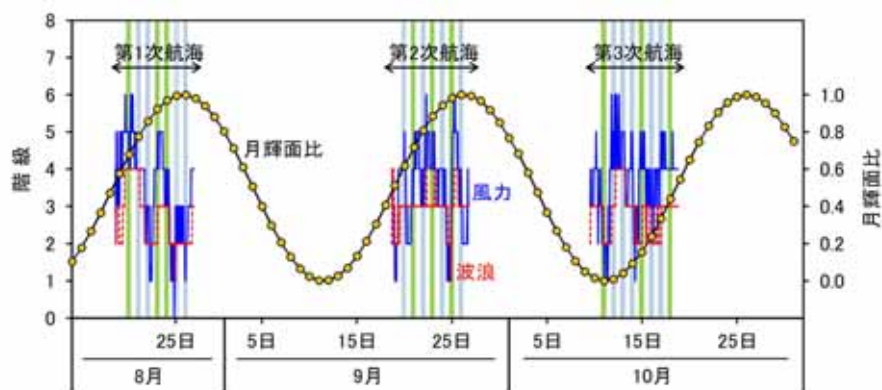


図7 調査期間中の風力、波浪および月輝面比の変化

(図中の緑色と青色の帯はそれぞれMH灯操業とLED灯操業を示す)

各航海とも大和堆付近の海域で操業を行った(図3)。第1次航海では、主に北緯40度00分・東経135度10分付近で操業したが、途中、漁場探索のため北東へ移動し、北緯40度30分・東経136度00分付近でも操業した。第2次航海では、北緯39度20分・東経136度30分付近で操業し、大きく移動することはなかった。第3次航海では、北緯40度00分・東経135度00分付近で調査を開始し、徐々に東へ移動しながら操業したものの好漁場を見出せなかったため、後半は30海里ほど南下して北緯39度30分・東経135度30分付近で操業した。本年は前年に比べて、大和堆海域におけるスルメイカの分布密度が低く、魚探反応も弱かったため漁場移動することが多かった。

操業位置の水温の鉛直分布を調べたところ(図8)、第1次航海時には、水深10m以浅に表層混合層、水深10~40m付近に水温躍層が形成されていた。第2次航海時と第3次航海時には、表面水温の低下とともに上層の鉛直混合が進み、水深30m以浅に混合層、水深30~50m付近に水温躍層が形成されていた。第1次航海と第2次航海では、各操業位置の水温鉛直分布は類似しており、同一水塊であったと考えられる。第3次航海では、前半4回と後半4回の操業間で30海里ほど位置が異なっていたため、水温鉛直分布に違いが認められた。

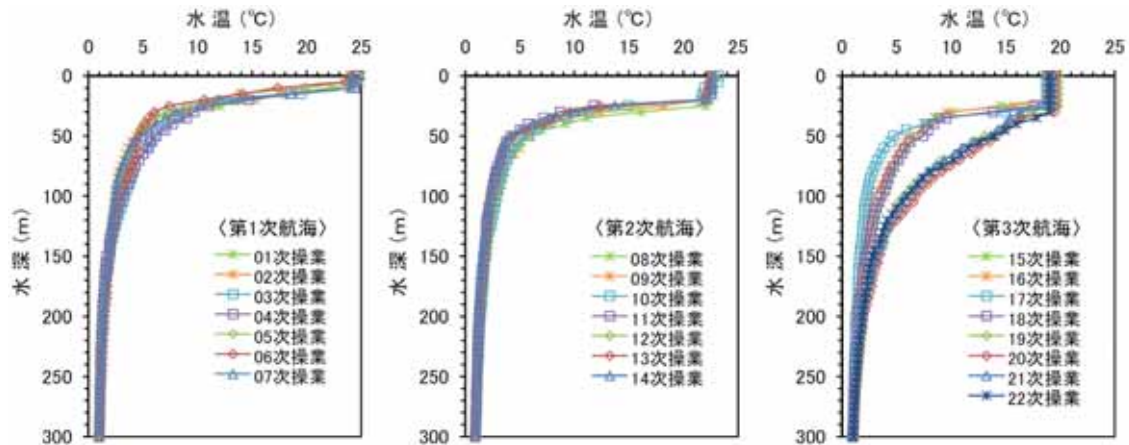


図8 操業位置における水温の鉛直分布

2. 集魚灯点灯パターン別の漁獲成績

試験操業の結果は表1(詳細は付表1~3)に示したとおりである。前年度の結果から、LED灯単用操業ではMH灯78灯に匹敵する漁獲は難しいと考えられた。このため、本年度はMH灯とLED灯を併用し、燃油消費を抑えつつ、MH灯78灯と同等の漁獲成績を得ることを目指して試験を行った。

スルメイカの分布域は常に変化しているため、操業する海域や時期によって分布密度は大きく異なる。このような条件下で集魚灯点灯パターン別に漁獲成績を適正に比較するには、海域と時期が

表1 試験操業の漁獲成績と補機の燃油消費量

航海	操業	調査日	調査位置	集魚灯	漁獲尾数(尾)	努力量(時・機)	CPUE(尾/機/時)	燃油消費(L/時)
第1次航海	第01次	H19.08.21	39-59.2N 135-20.0E	M78	5,395	140.0	38.5	82.1
	第02次	H19.08.22	39-59.3N 135-20.0E	M24B216	2,083	140.0	14.9	38.8
	第03次	H19.08.23	40-27.3N 136-00.4E	M24B216	6,539	140.0	46.7	39.4
	第04次	H19.08.24	40-27.5N 136-01.1E	M78	1,133	140.0	8.1	81.0
	第05次	H19.08.25	40-01.7N 135-09.0E	M78	5,413	140.0	38.7	82.0
	第06次	H19.08.26	40-01.8N 135-11.8E	M24B216	1,096	70.0	15.7	39.4
	第07次	H19.08.27	40-01.6N 134-53.1E	※1	1,423	129.5	11.0	29.9
第2次航海	第08次	H19.09.19	39-13.8N 134-11.7E	M24B216	6,897	76.7	90.0	43.1
	第09次	H19.09.20	39-14.4N 134-11.3E	M78	6,410	108.5	59.1	83.8
	第10次	H19.09.21	39-13.2N 134-13.2E	B216	3,421	140.0	24.4	22.3
	第11次	H19.09.22	39-17.9N 134-27.8E	M78	7,473	80.5	92.8	82.0
	第12次	H19.09.23	39-20.9N 134-29.8E	M24B216	2,278	147.0	15.5	38.8
	第13次	H19.09.24	39-19.9N 134-29.8E	M78	2,485	140.0	17.8	79.4
	第14次	H19.09.25	39-25.6N 134-32.0E	B216	653	133.0	4.9	20.7
第3次航海	第15次	H19.10.10	39-55.2N 134-48.3E	M78	3,121	161.0	19.4	79.6
	第16次	H19.10.11	39-58.1N 134-53.4E	※2	1,520	126.0	12.1	58.6
	第17次	H19.10.12	39-58.8N 135-13.5E	※3	756	161.0	4.7	65.8
	第18次	H19.10.13	40-06.5N 135-46.9E	M24B216	465	168.0	2.8	43.9
	第19次	H19.10.14	39-29.0N 135-20.2E	M78	3,235	168.0	19.3	80.4
	第20次	H19.10.15	39-25.4N 135-24.1E	M24B216	1,435	168.0	8.5	42.1
	第21次	H19.10.16	39-35.0N 135-26.8E	M24B216	1,154	168.0	6.9	41.8
	第22次	H19.10.17	39-30.0N 135-34.6E	M78	2,508	147.0	17.1	78.6

※1: 点灯条件: B216(19:00~23:00), M24B216(23:00~01:00), M24B132(01:00~04:15)

※2: 点灯条件: M24B216(21:00~02:00), M78(02:00~06:00)

※3: 点灯条件: M24B216(18:00~23:00), M78(23:00~05:30)

近接したデータの組み合わせが必要である。以上の理由から、本試験では、航海毎にM78操業を数回実施し、M78操業を対照として他操業の結果を評価した。漁獲成績に及ぼす月齢(月輝面比)の影響を除くため、各航海でM78操業を実施するに当たっては、実施日が期間の前半、或いは後半に偏らないようにした。さらに、漁場移動した場合には、対照であるM78操業を必ず実施するようにした。

操業中は漁獲状況にあわせて、釣り機の運転台数や運転時間を適宜調整した。このため、漁獲尾数を努力量(釣り機の運転台数×運転時間)で除して求めたCPUEが漁獲成績の指標として最適と考えられる。M78操業とM24B216操業のCPUEの平均値は図9に示したとおりである。前年度までは、点灯パターン別の総漁獲尾数を総努力量で除してCPUEを計算していたが、この方法では、努力量が低い操業(大量漁獲により、釣り機の運転台数を制限、或いは操業時間を短縮した場合)が多いほど、重み付けの関係でCPUEが低めに算出されてしまうという問題があった。このため、本年度は、各操業のCPUEを相加平均する方法に改めた。平均CPUEを求めるに当たって、第1次航海と第2次航海では、M78操業とM24B216操業の結果を全て用いた。しかし、第3次航海については、前半は好漁場を見出せず不漁の日も多かったため、比較的安定した漁場で操業できた後半4回の結果を用いた。

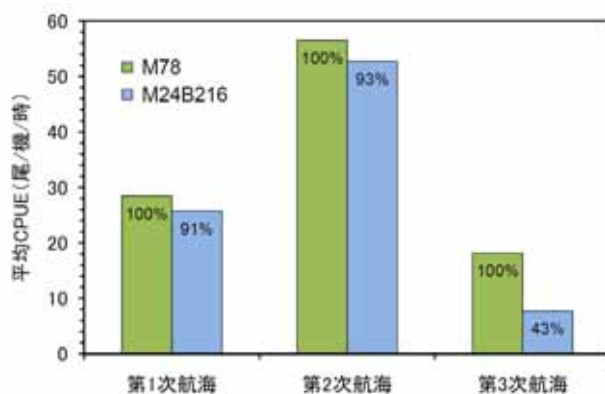


図9 集魚灯点灯パターン別の平均CPUEの比較

(図中の数字は各航海におけるM78操業のCPUEを100%としたときの相対値を示す)

第1次航海と第2次航海で実施したM24B216操業の平均CPUEは、M78操業の90%以上に達した(図9)。操業毎のCPUEに着目した場合(表1)、第1次航海では、M24B216操業(第3次操業)のCPUEが最も高く、第2次航海でも、M24B216操業(第8次操業)で最高値に匹敵するCPUEが得られた。これらの結果から、第1次航海と第2次航海では、M24B216操業の漁獲成績はM78操業とほぼ同水準であったと評価できる。しかし、第3次航海では、M24B216操業の平均CPUEはM78操業の43%と低かった。第3次航海は、第1次航海や第2次航海に比べて、M78操業の平均CPUEが低く、調査海域におけるスルメイカの分布密度が低かったと考えられる。このことから、分布密度が低い漁場では、漁獲成績に差が生じやすい可能性が考えられた。この点については、次節で漁獲モデルを用

いて考察する。一方、第2次航海の第10次操業と第14次操業ではB216操業を行った(表1)。第10次操業のCPUEは、操業の時期と海域が近い第9次のM78操業の41%であった。また、第14次操業のCPUEは、時化のため漁場探索できなかつたことと満月であったことが影響して著しく低かつた。いずれにしても、LED灯単用操業では、MH灯に匹敵する漁獲は困難であった。

3. 漁獲モデルと漁獲成績

いか釣り漁業では、船下に蝟集したイカ(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に針から外れて(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、全体の漁獲過程が定常状態にあると仮定すると、JSの形成速度と分離速度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、集魚灯の効果により、イカは絶えず船下に補給されており、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(J_t)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。

$$\begin{aligned} k_1([J_t] - [JS])[S] - k_2[JS] - k_3[JS] &= 0 \\ k_1[J_t][S] - k_1[JS][S] - k_2[JS] - k_3[JS] &= 0 \\ [JS](k_1[S] + k_2 + k_3) &= k_1[J_t][S] \\ [JS] &= \frac{k_1[J_t][S]}{k_1[S] + k_2 + k_3} \\ [JS] &= \frac{[J_t][S]}{[S] + (k_2 + k_3)/k_1} \end{aligned} \quad (4)$$

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。一方、CPUEの最大値(A)は全ての釣り針にイカが掛かつたとき、すなわち $JS = J_t$ 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 と表記とすることで式(6)が得られる。

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

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

漁獲モデル(1)から導き出された式(6)では、イカの蛸集量(S)とCPUEの関係は図10のような双曲線型になる。この曲線から、蛸集量が少ないときには、蛸集量に比例してCPUEは上昇するが、蛸集量が非常に多いときには、蛸集量が増加しても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、蛸集量が非常に多いときに、CPUEの上昇が鈍くなる理由である。また、図10から、 B が高くなると蛸集量が同じでもCPUEは低下することが分かる。

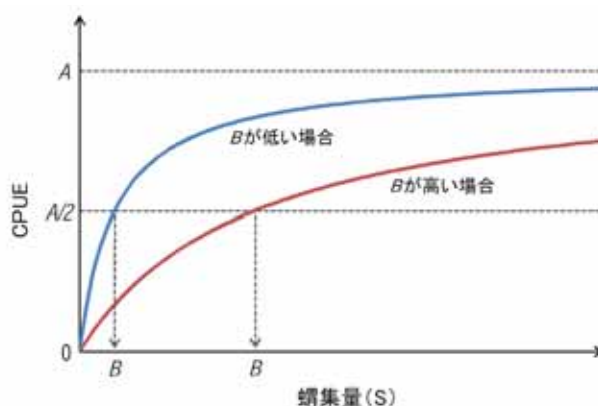


図10 漁獲モデルから求めた蛸集量とCPUEの関係

イカの分布密度が低い漁場では、集魚灯の違いによって漁獲成績に差が生じやすい可能性があることを前節で指摘した。このことは、上記の漁獲モデルからうまく説明できる。つまり、第1次航海と第2次航海では、調査海域におけるイカの分布密度が高く、M78操業とM24B216操業のいずれでも蛸集量が非常に多くなる場合があったため、集魚効果(蛸集量)の高低にかかわらず、CPUEには大きな差が生じなかったと推察される。これに対して、第3次航海では、イカの分布密度が低く、蛸集量もさほど増加しなかったため、M78操業とM24B216操業における集魚効果(蛸集量)の違いがCPUEの差として明瞭に現れたと考えられる。このように、M78操業に比べてM24B216操業では、集魚効果が低かったと考えることで、各航海の操業結果が合理的に説明できる。

一方、 B が大きくなった場合(イカが針に掛かり難い場合)にもCPUEは低下する。しかし、第1次航海と第2次航海では、M78操業とM24B216操業の漁獲成績はほぼ同水準で、M24B216操業の漁獲

成績がむしろ優れている場合もあったことから、LED灯を使用することでイカが針に掛かり難くなることはないと考えられる。

これまで実施されたLED灯の試験操業では^{1, 4-7)}、年、季節、海域などにより様々な結果が得られているが、漁獲成績(CPUEや漁獲量)が蛸集量に比例するという前提で集魚灯の性能が評価されている。しかし、前述のように、むしろ好漁場において、漁獲成績と蛸集量が比例しなくなる可能性が考えられ、このことにより評価を誤る恐れもある。LED灯の性能評価に当たっては、時期別・海域別の比較に加えて、比較対照(船)の漁獲水準に着目した検討が必要である。実際に蛸集量とCPUEの間に漁獲モデルで示した関係があるかどうかについては、計量ソナー等で蛸集量を調べてみなければ分からない。両者の関係は漁獲成績を評価するうえで非常に重要であり、今後、研究しなければならない課題である。

4. 集魚灯切り換え操業の漁獲成績

本年度は、LED灯の光量を増すために釣り機受台下にもLED灯を設置した。しかし、このことで船下が明るくなり過ぎ、漁獲可能な範囲からイカを遠ざけてしまうことが懸念された。このため、操業中に集魚灯点灯パターンを切り換える試験を行った(図11)。

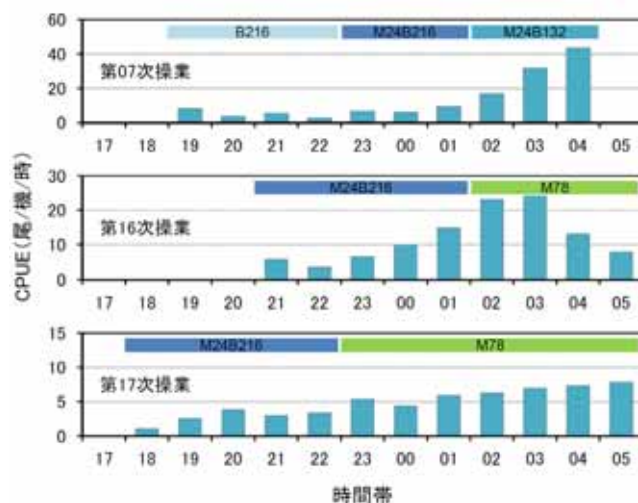


図11 集魚灯切り換え操業時の1時間毎のCPUEの推移

第1次航海の第7次操業では、B216操業、M24B216操業、M24B132操業(受台下のLED灯を消灯)の順に切り換えたところ、CPUEはM24B132操業以降に上昇した。しかし、第1次航海では、月没後の未明から明け方にかけて漁獲成績が良くなるが多かった(付表3)。このことから、M24B132操業に切り換えたことが原因でCPUEが上昇したのではないと考えられる。第3次航海の第16次操業と第17次操業では、M24B216操業からM78操業に切り換えた。第16次操業では、切り換え後の2時間はCPUEが比較的高かったものの、切り換え前からCPUEの上昇傾向がみられ、この場合もM78操

業への切り換えによりCPUEが上昇したとは考え難い。また、第17次操業では、切り換え前後でCPUEに大きな変化は認められなかった。さらに、M24B216操業を行った第20次操業と第21次操業では、一時的に受台下のLED灯を片舷のみ消灯してソナーで魚群反応を観察した。しかし、船体左右のどちらかに反応が偏るようなことはなく、CPUEにも大きな変化は認められなかった。以上のようにより、受台下のLED灯の点灯・消灯にともなう、漁獲成績や魚群反応はほとんど変化しないことから、本試験の条件下においては、受台下のLED灯が漁獲に対して負に作用することはなかったと考えられる。

5. 燃油消費量

操業中の補機の燃油消費量について、集魚灯点灯パターン別に平均値を求めた。その結果、燃油消費量は、M78操業時には81.0L/時、M24B216操業の補機2台運転時には42.6L/時、M24B216操業の補機1台運転時には39.9L/時、B216操業時には21.5L/時であり、LED灯を使用することによって燃油消費量を大幅に削減できることが確認できた。また、M24B216操業では、補機の運転台数を1台から2台に増やしても、燃油消費量は大きく増加しないことが分かった。

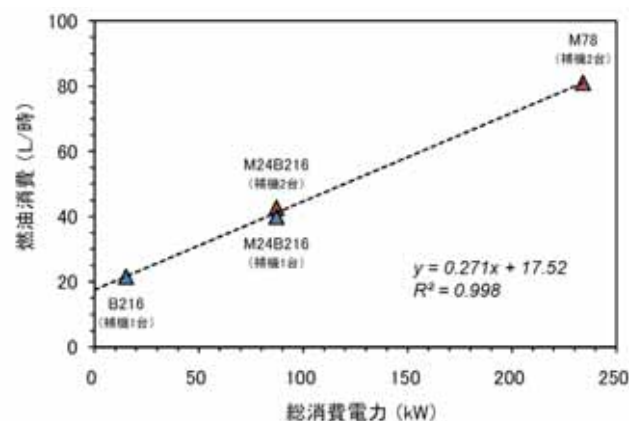


図12 集魚灯の総消費電力と補機の燃油消費量の関係

MH灯1灯の消費電力を3kW、LED灯1枚の消費電力を0.07kWとして、点灯パターン別の集魚灯の総消費電力と燃油消費量の関係を調べた(図12)。その結果、総消費電力と燃油消費量の間には正の相関関係が認められ、その関係式から集魚灯消灯時の燃油消費量は17.5L/時と算出された。これは、集魚灯以外の電気機器と補機本体の稼働によって消費される燃油量に相当すると考えられる。従って、集魚灯によって消費される燃油量は、MH灯78灯では63L/時、LED灯216枚では4L/時であり、LED灯による燃油消費量は極めて少ないことが確認された。

6. 船体周囲の海中照度 ※)

集魚灯点灯パターン別の海中照度の鉛直分布を分光波長帯別に図13～20に示した。スルメイカの最大視感度波長は482nmであり¹⁰⁾、その可視光域は概ね400～550nmであると考えられる⁸⁾。本調査で使用した光量子計のバンドパスフィルターのうち、分光波長488nmのフィルター特性が本種の視感度特性に類似することから、この分光波長帯の測定値に基づいて照度を評価した。

分光波長488nmの照度の鉛直分布データ(図15)から、水深1～45mの照度の積算値(光量)を求め、M78操業に対する他操業の光量比を計算したところ、M24B216操業では124%、B216操業では92%であった。前年度の調査では、MH灯24灯とLED灯132枚(白色LED灯30枚を含む)を併用した場合の光量比は48%であった⁹⁾。従って、釣り機受台下にLED灯を設置したことで、海中光量は大幅に増加したことが分かった。そこで、受台下のLED灯84枚を点灯して照度を測定したところ(B84操業)、光量比は64%であった。よって、受台下のLED灯に由来する光の割合はM24B216操業では52%、B216操業では70%であり、受台下のLED灯の光は他の位置に設置したLED灯の光よりも効率良く海中に入射していることが分かった。これには、受台下のLED灯は他のLED灯に比べて水平面に対する迎角が小さく、その前方に遮蔽物がなかったことが関係している。

青色LEDは波長470nmをピークとする450～500nmの光を放射している¹¹⁾。このため、B216操業やB84操業では、488nm以外の波長帯で光はほとんど測定されなかった。一方、MH灯は幅広い波長の光を放射しており、M24B216操業では488nm以外の波長帯でも光が測定された。そこで、488nm以外の波長帯について光量比を計算したところ、M24B216操業の光量比はM78操業の29～40%であった。従って、M24B216操業時の海中光量は、488nmの波長帯ではM78操業を上回るものの、それ以外の波長帯ではM78操業の3分の1程度であることが分かった。

本調査では、船首前方、船首斜め前方、船尾後方、船尾斜め後方の照度も測定した。そのデータに基づいて、照度の水平分布図を作成した(図21～28)。分光波長488nmの水深2mにおける分布をみると、いずれの点灯パターンでも照度分布は舷外方向で強く船首尾方向で弱いバタフライ型であったが、光の広がり方には大きな違いがみられた(図23)。すなわち、M78操業では、光は舷側から5～10mの位置を中心として40mの位置まで広範囲に広がっていたが、B216操業では、光は舷側から5mの位置で強かったものの20m以遠では急速に弱まっており、M24B216操業では、M78操業とB216操業の中間的な分布がみられた。また、B84操業では、光は舷側から5mの位置に集中していた。分光波長488nmの水深5mおよび10mでも、光の照射範囲はM78操業で広く、B216操業では狭いことが観察され、集魚灯の光の指向性が船体周囲の照度分布に影響することが確認された。

※：前年度までの報告書では、ヒトの視感度に基づいた測光量としての「照度」と区別するために、海中の明るさを「光強度」と記述した。本報告書では、光源の「輝度」について考察(後述)するので、混乱を避けるため「照度」と記述することにした。本報告書でいう「照度」は、ヒトの視感度で重み付けされていないエネルギー量としての照度である。

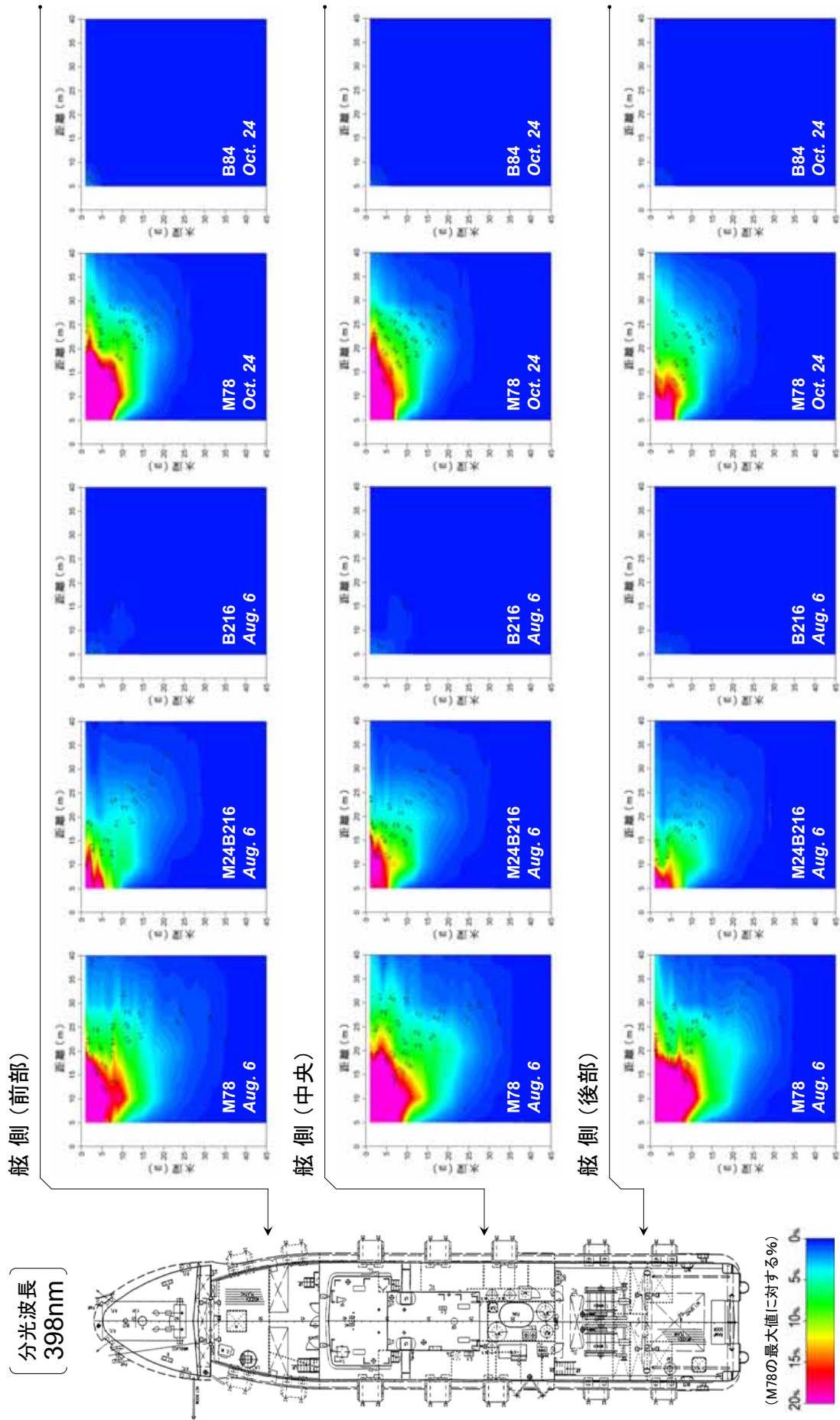


図13 集魚灯点灯パターン別の海中照度の鉛直分布 (分光波長: 398nm)

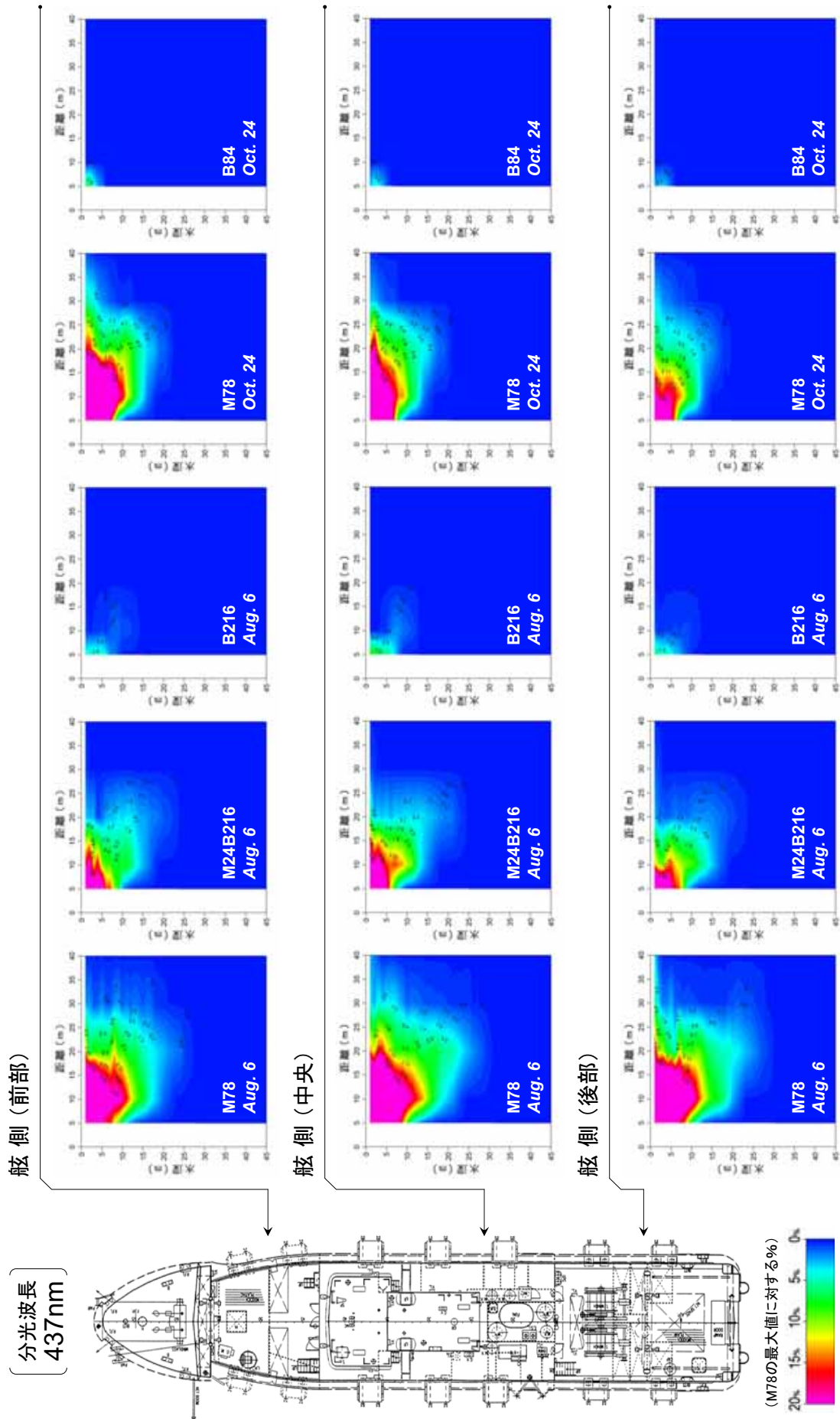


図14 集魚灯点灯パターン別の海中照度の鉛直分布 (分光波長: 437nm)

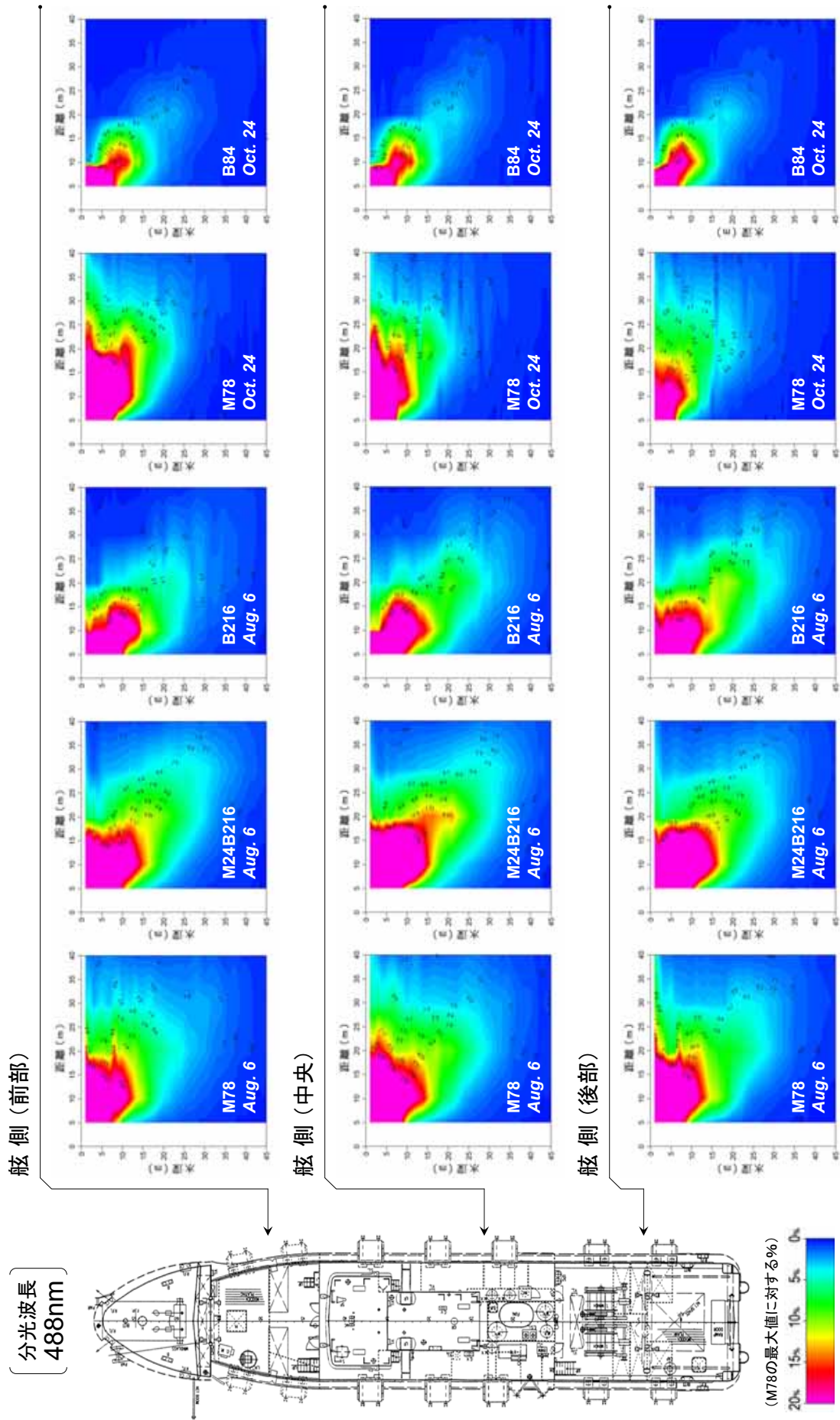


図15 集魚灯点灯パターン別の海中照度の鉛直分布 (分光波長: 488nm)

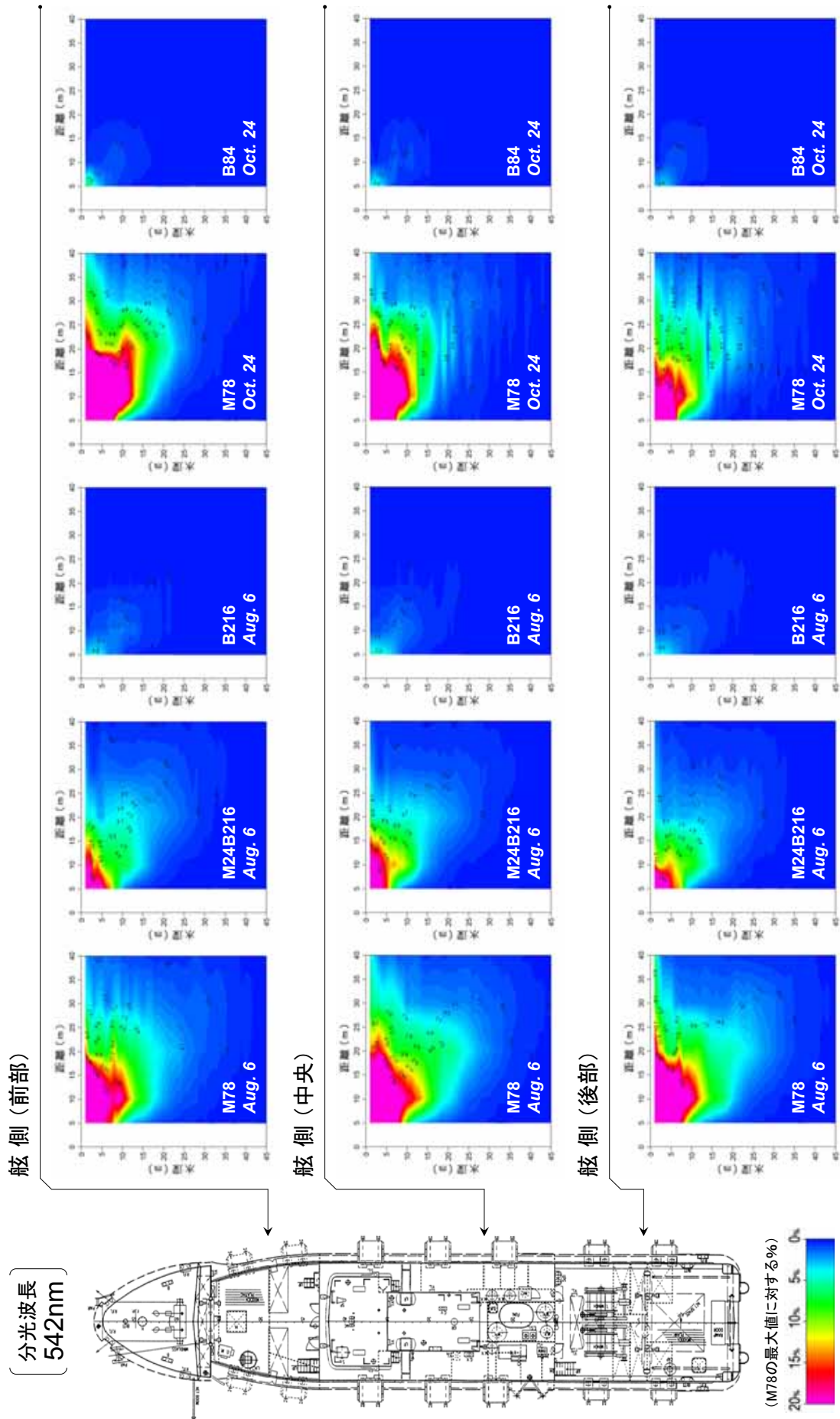


図16 集魚灯点灯パターン別の海中照度の鉛直分布 (分光波長: 542nm)

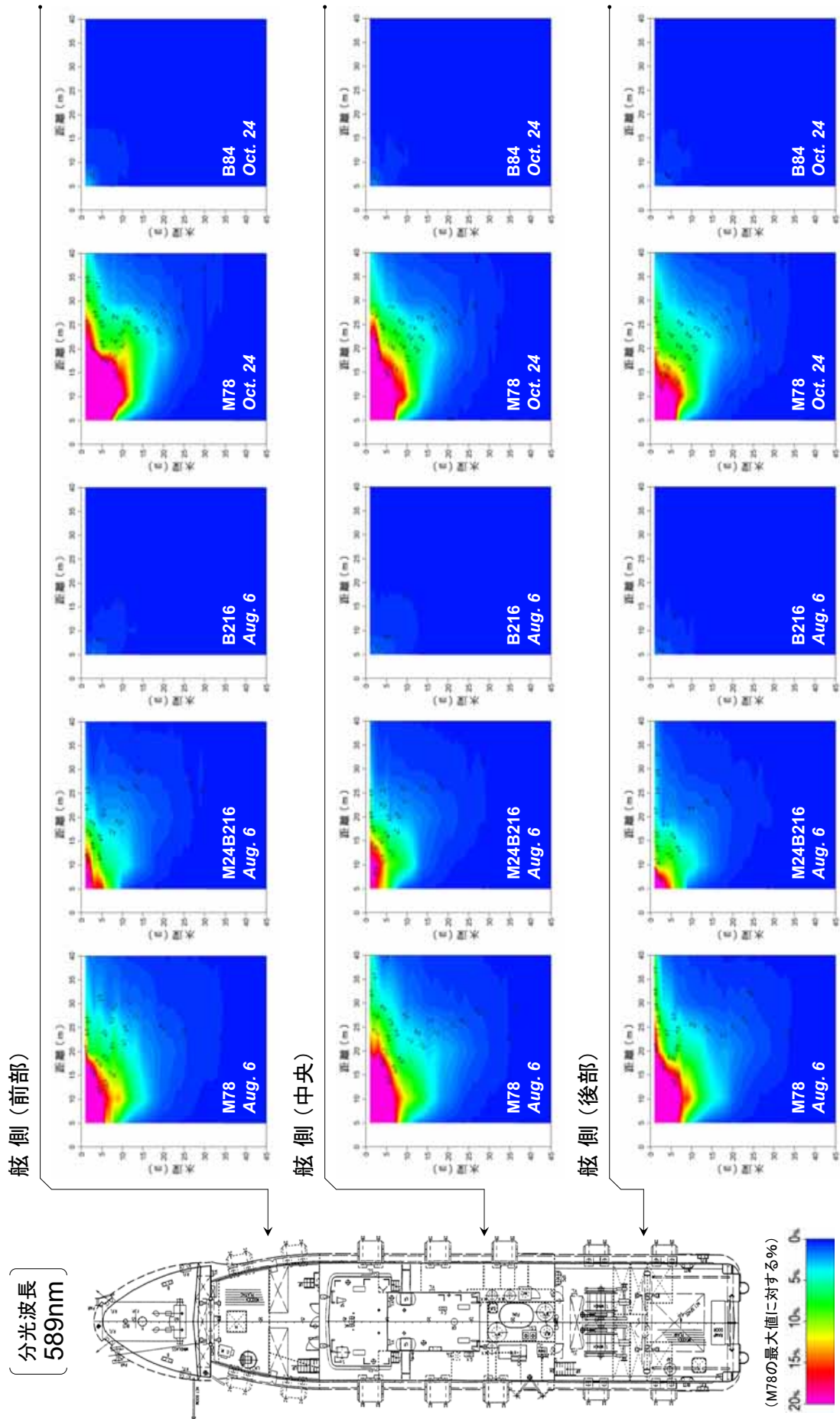


図17 集魚灯点灯パターン別の海中照度の鉛直分布 (分光波長: 589nm)

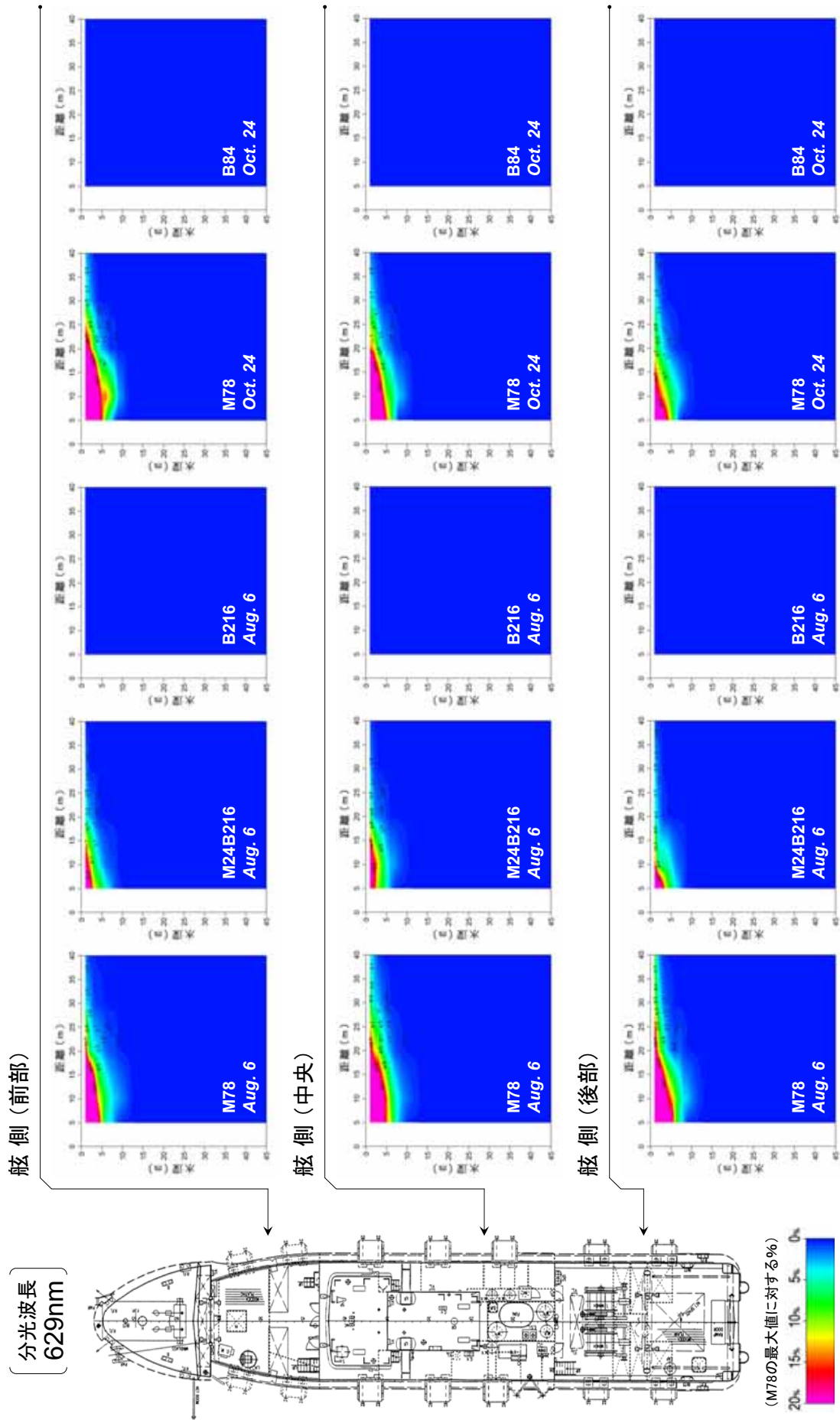


図18 集魚灯点灯パターン別の海中照度の鉛直分布 (分光波長: 692nm)

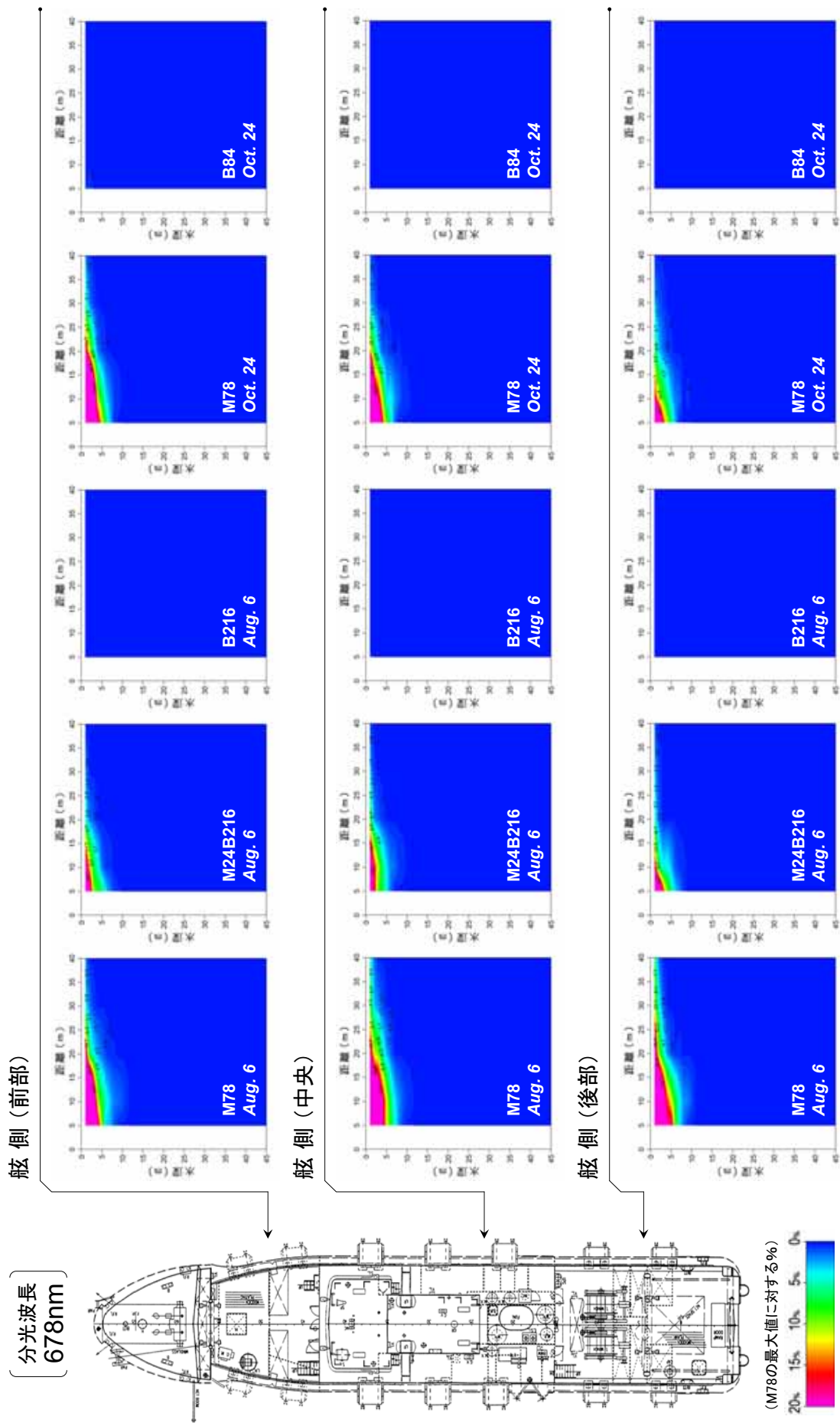


図19 集魚灯点灯パターン別の海中照度の鉛直分布 (分光波長: 678nm)

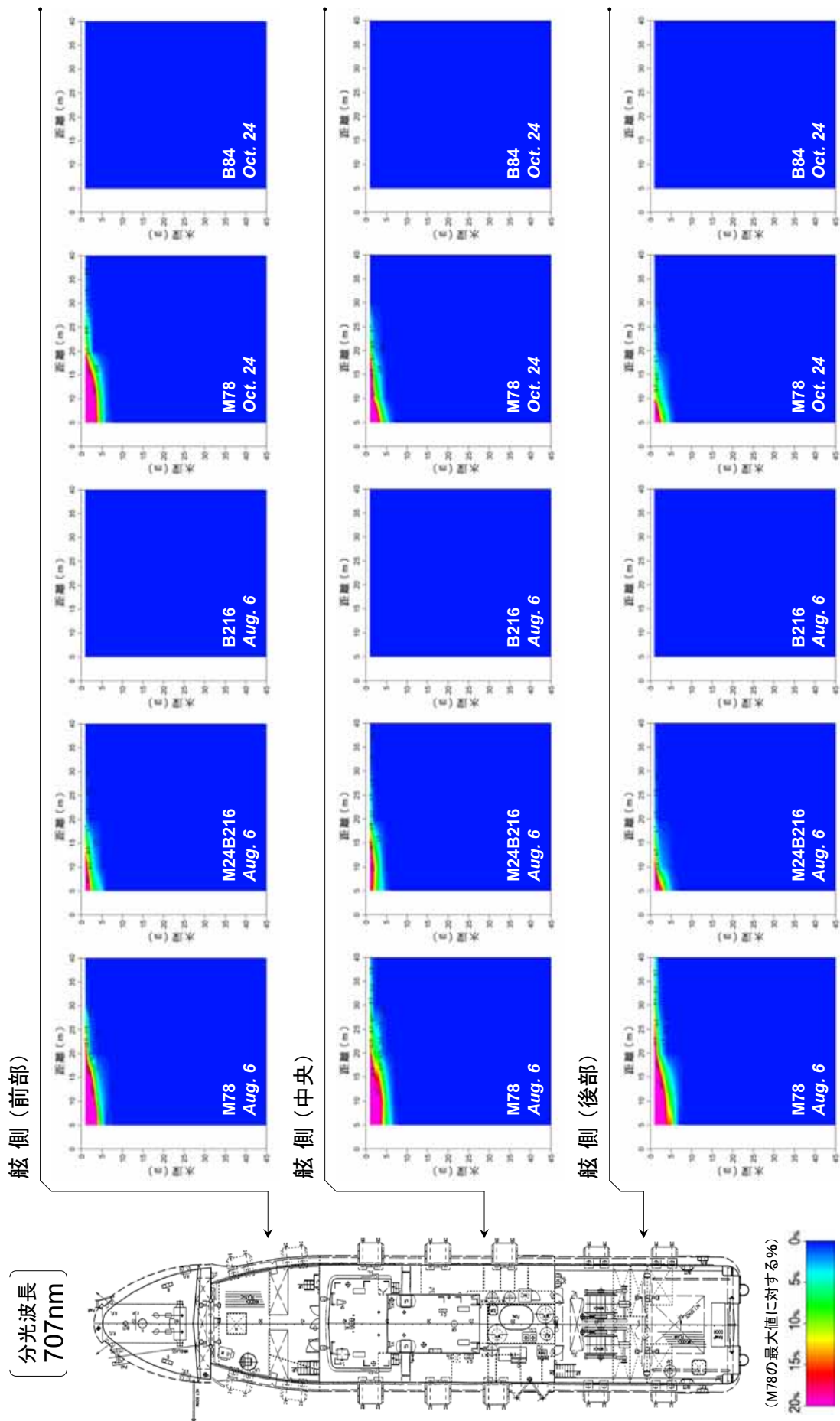


図20 集魚灯点灯パターン別の海中照度の鉛直分布 (分光波長: 707nm)

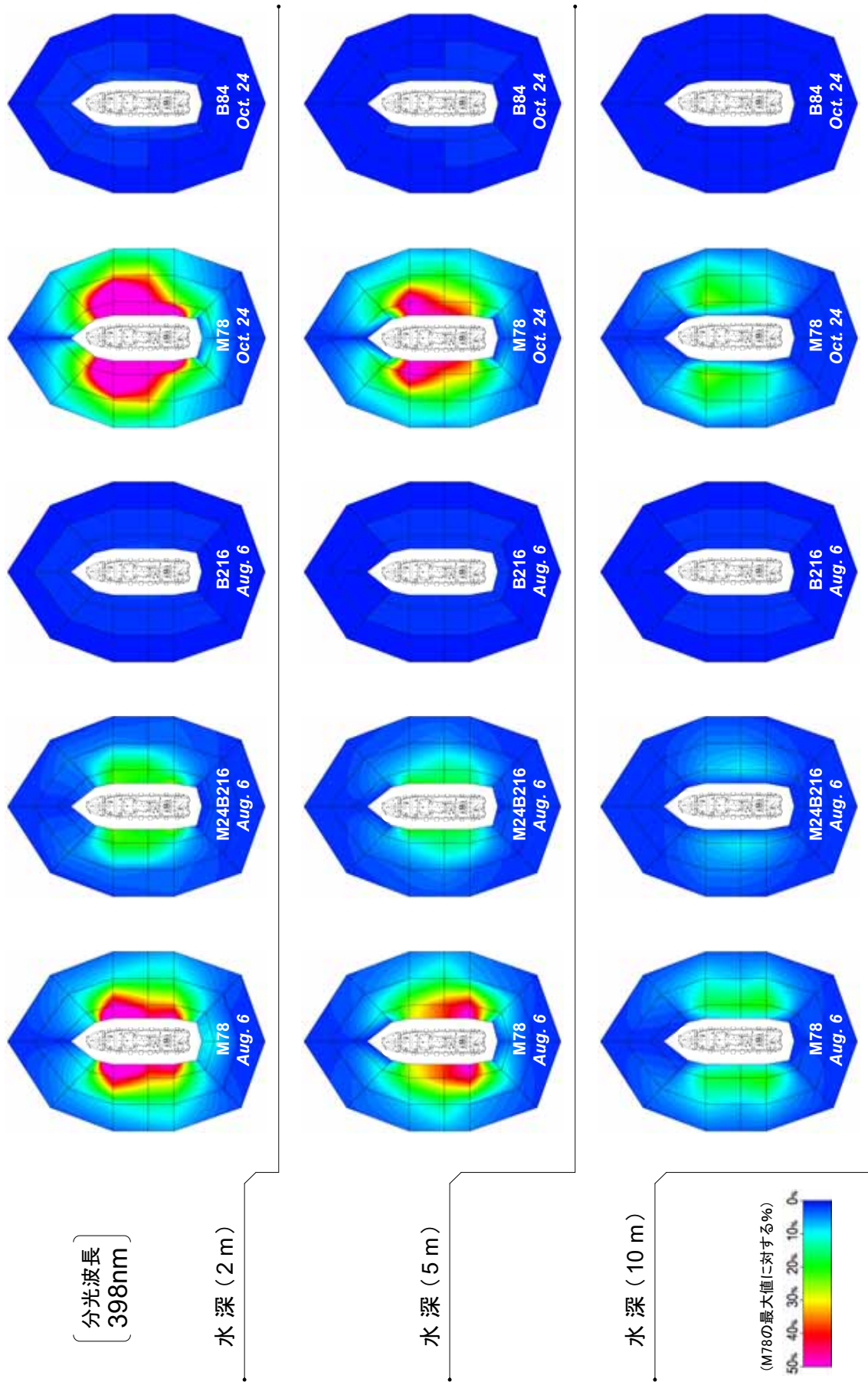


図21 集魚灯点灯パターン別の海中照度の水平分布 (分光波長: 398nm)

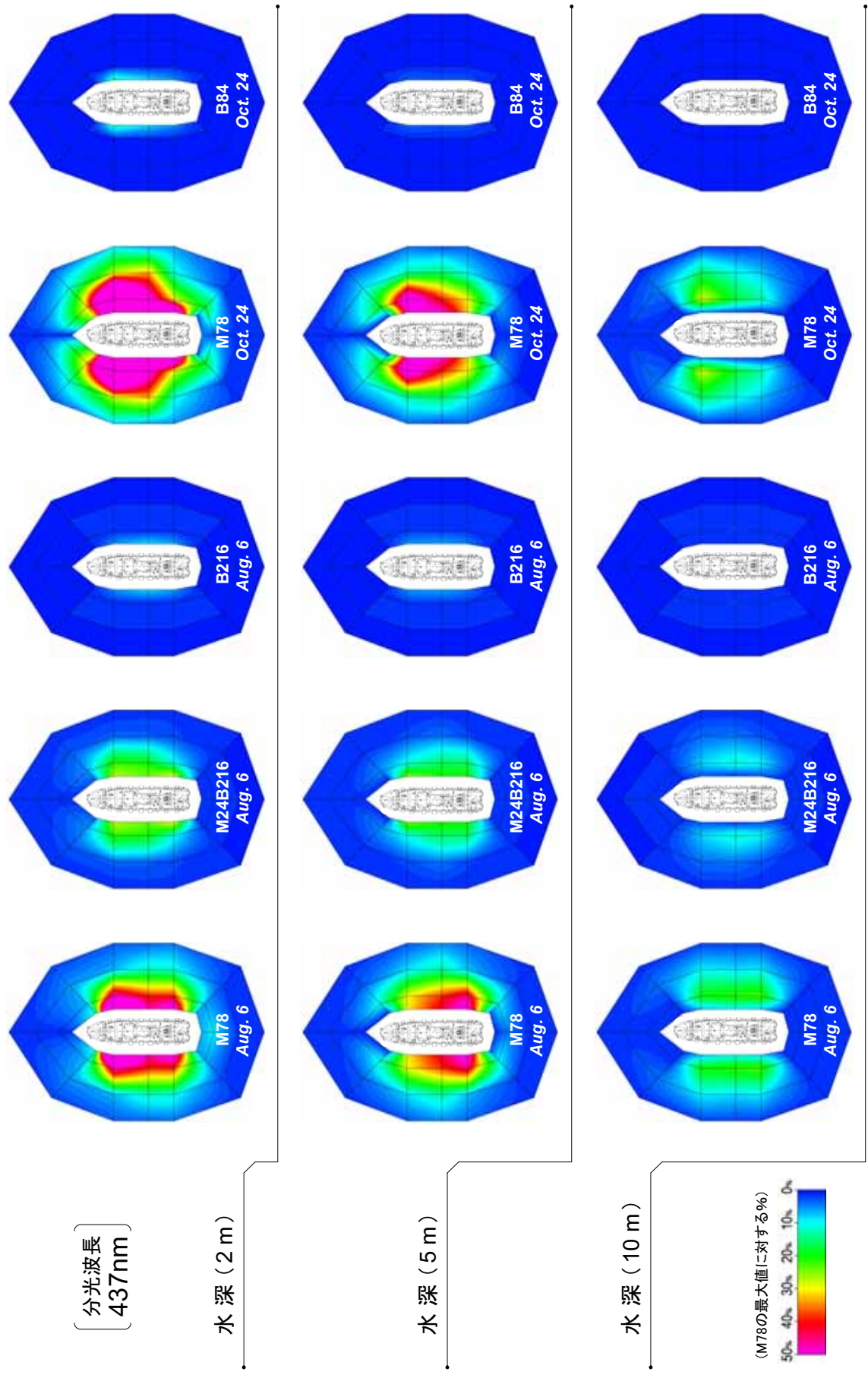


図22 集魚灯点灯パターン別の海中照度の水平分布 (分光波長: 437nm)

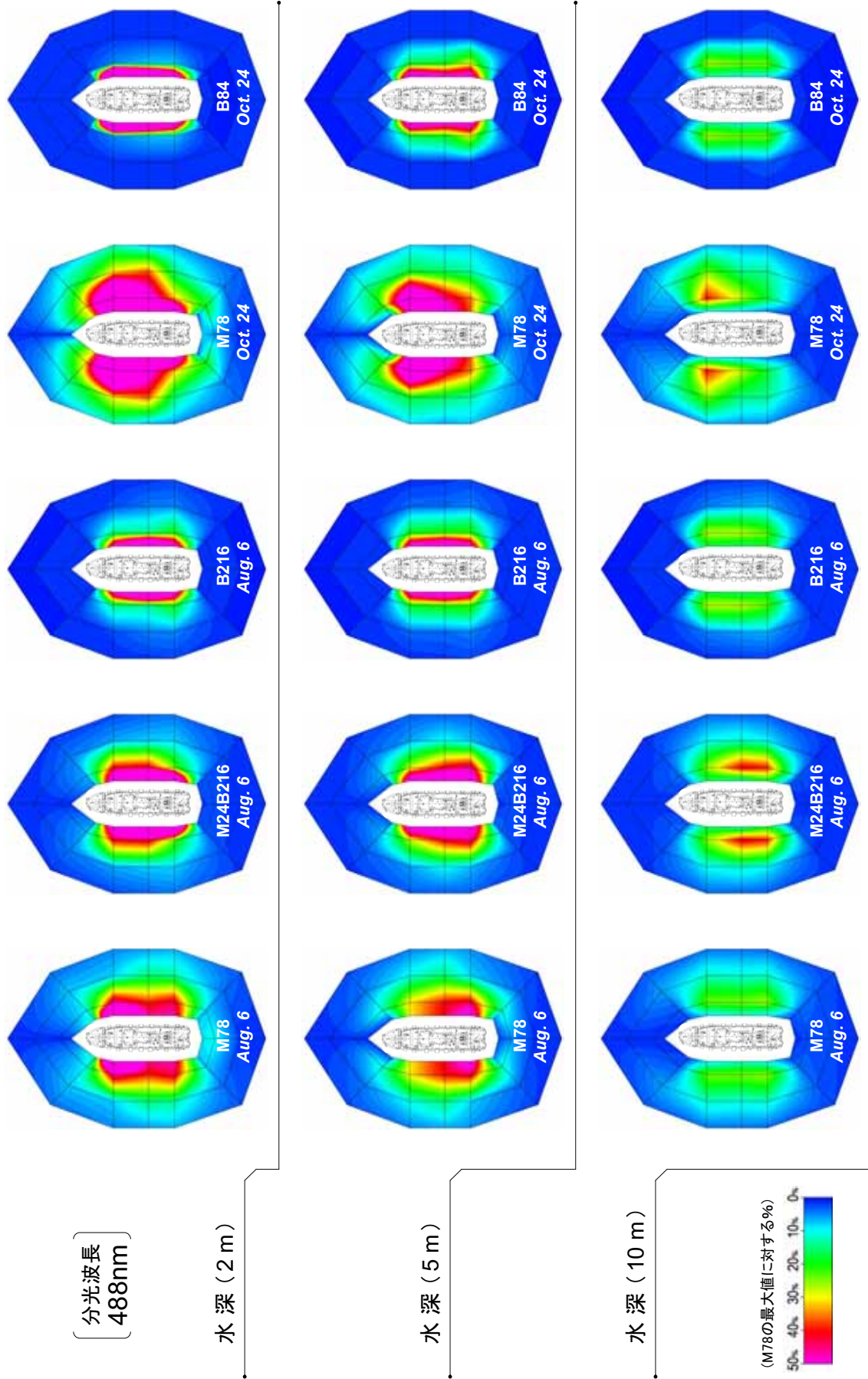


図23 集魚灯点灯パターン別の海中照度の水平分布 (分光波長: 488nm)

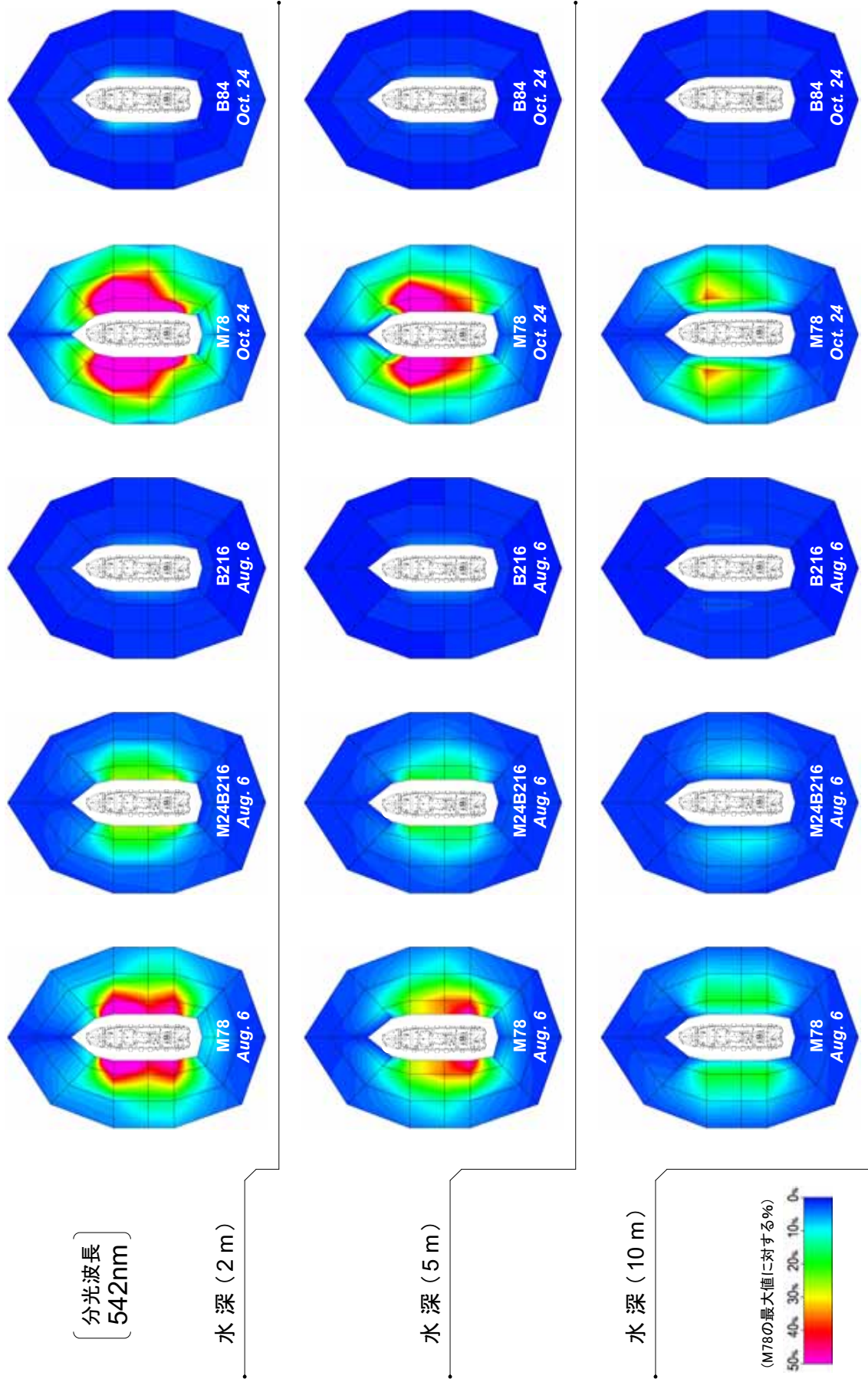


図24 集魚灯点灯パターン別の海中照度の水平分布 (分光波長: 542nm)

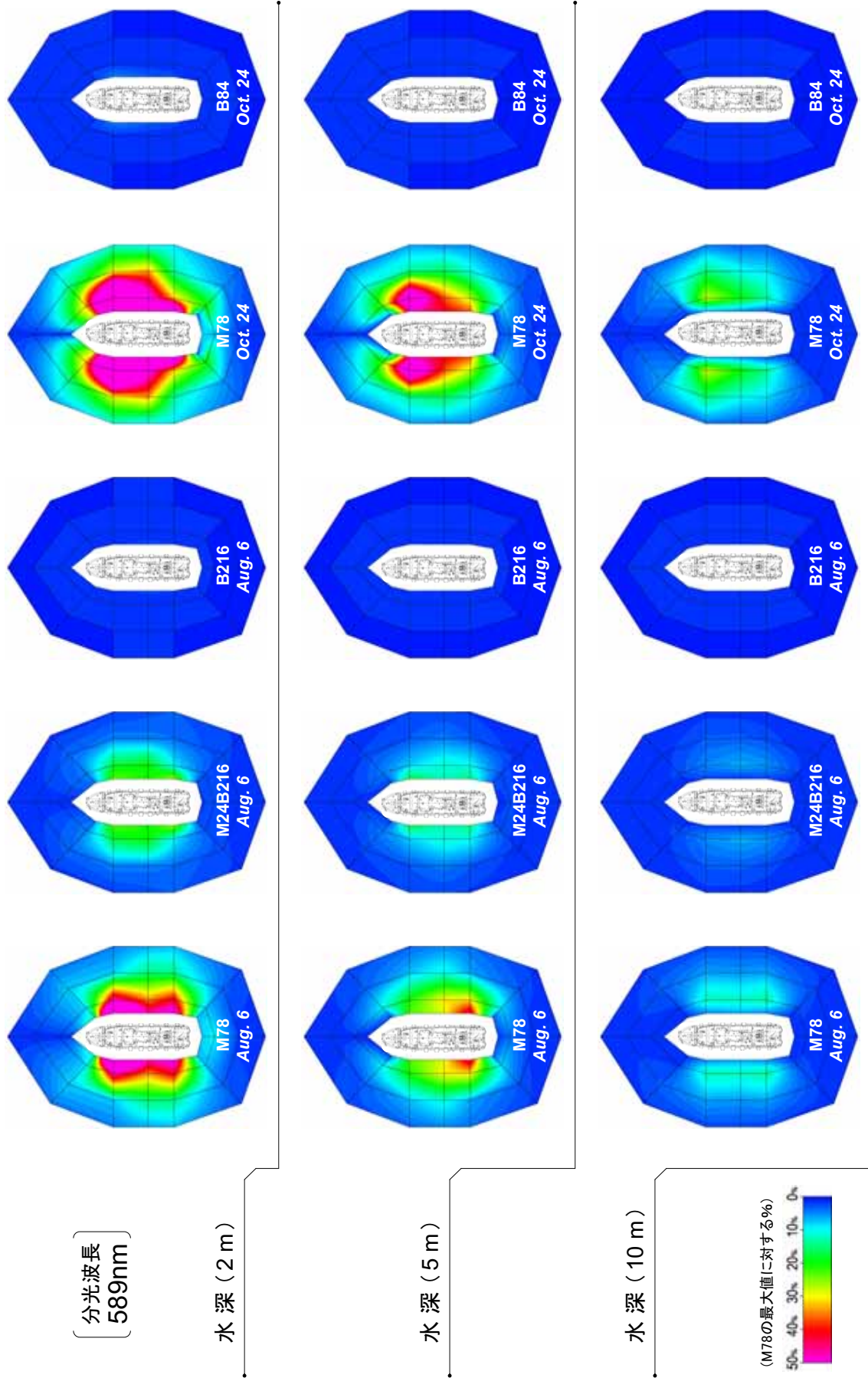


図25 集魚灯点灯パターン別の海中照度の水平分布 (分光波長: 589nm)

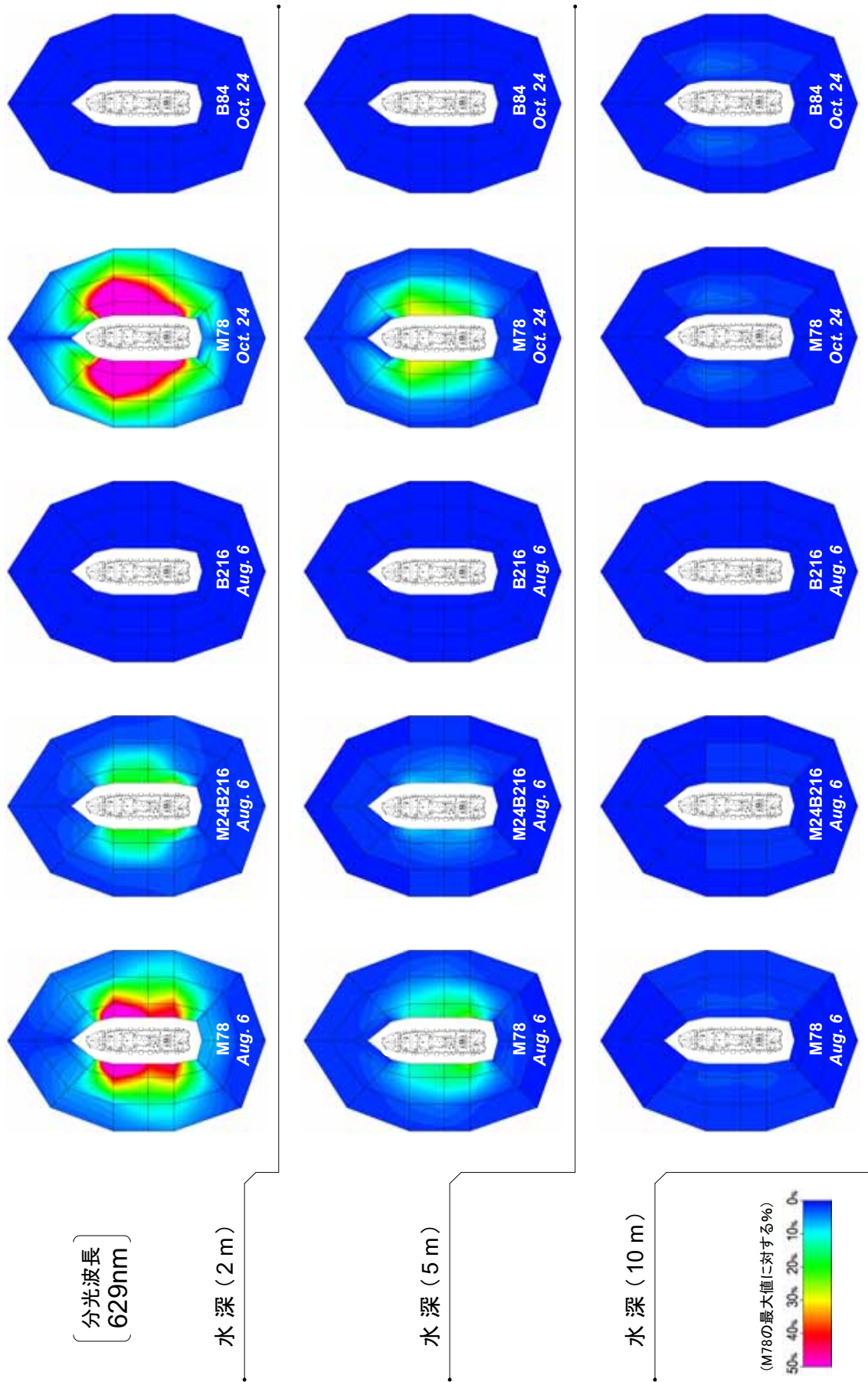


図26 集魚灯点灯パターン別の海中照度の水平分布 (分光波長: 629nm)

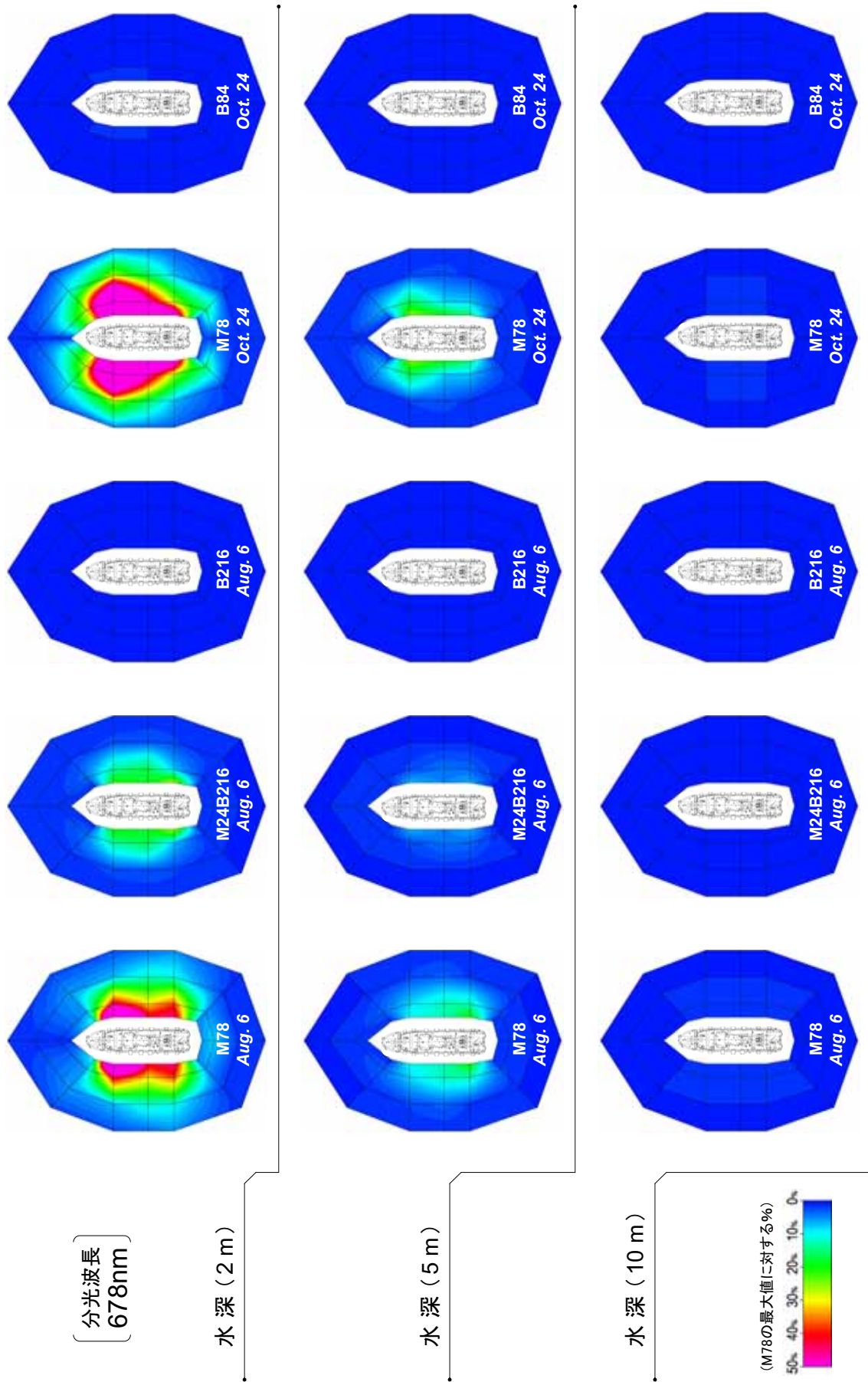


図27 集魚灯点灯パターン別の海中照度の水平分布 (分光波長: 678nm)

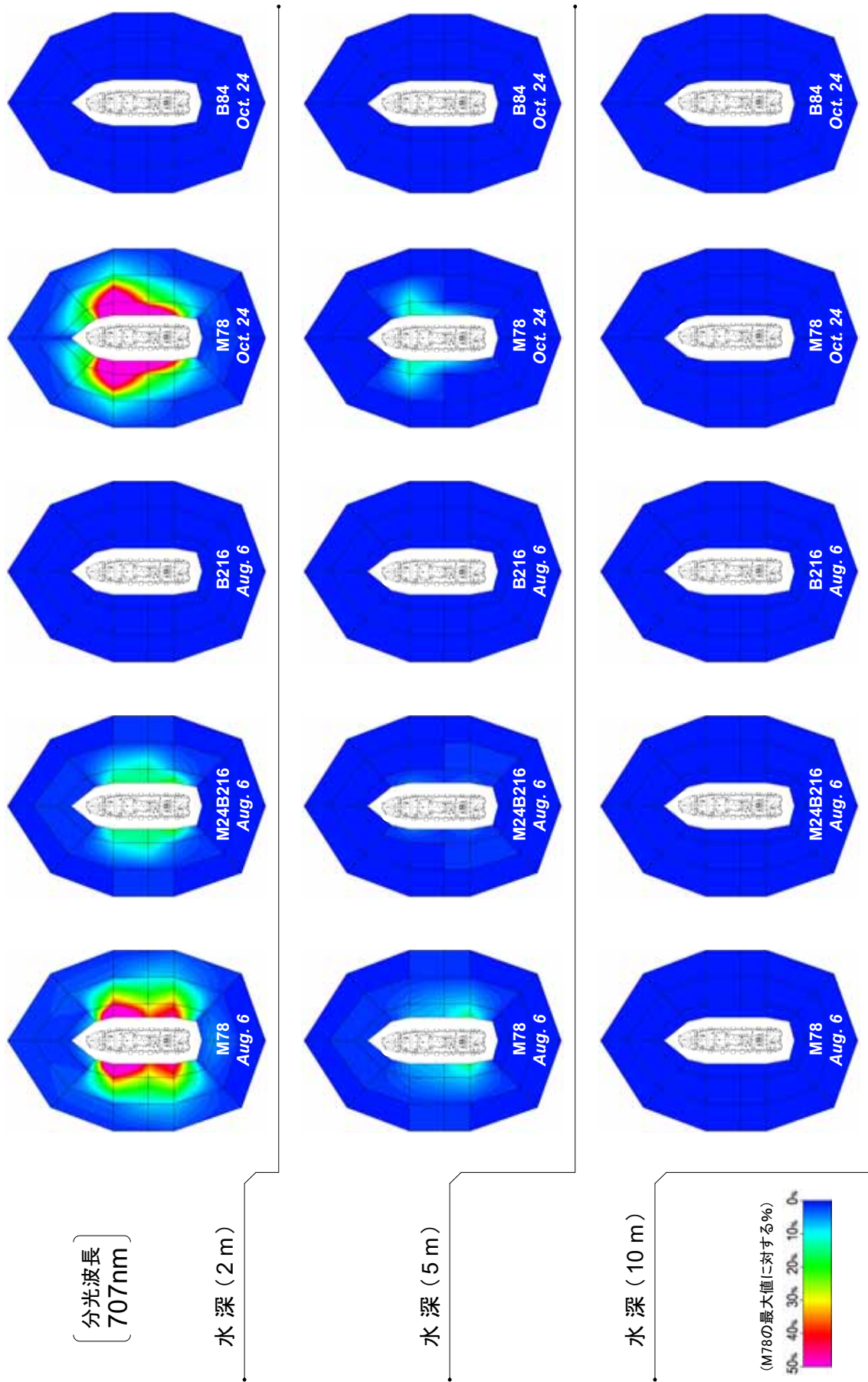


図28 集魚灯点灯パターン別の海中照度の水平分布 (分光波長: 707nm)

7. 操業時の魚探反応

操業中のスルメイカの分布水深を魚群探知機(魚探)を用いて調べた(図29～50)。魚探画像に見られるV字型の反応は釣り針の軌跡であり、水深15m以浅の反応にはノイズが含まれていると思われる。画像の中で横方向や斜め方向に映る筋状の反応がスルメイカと考えられる。

第1次航海では、漁獲成績が最も優れていた第3次のM24B216操業において、未明から明け方にかけて水深50～130m付近を活発に浅深移動するイカの反応がみられた。これと類似の反応は漁獲成績の良かった第1次と第5次のM78操業でも観察された。これに対して、漁獲成績があまり良好でなかった第2次のM24B216操業、第4次のM78操業、第6次のM24B216操業では、イカの反応はみられるものの浅深移動はほとんど観察されなかった。前年夏期の調査でも、好漁時に反応の浅深移動が観察されており⁹⁾、船下に蝟集したスルメイカが釣り針を追跡しているものと考えられる。

第2次航海では、漁獲成績が良かった第8次のM24B216操業、第9次のM78操業、第11次のM78操業において、夜遅くから明け方にかけて水深30m付近に強い帯状の反応があり、その下から水深150mまで筋状の反応が多数みられた。このうち、第8次操業と第11次操業の画像を比べると、第11次操業のほうが全般的に反応が強く、蝟集量も多かったと考えられる。しかし、両操業のCPUEはいずれも92尾前後であった。この結果は、蝟集量が非常に多い状態では、蝟集量の違いがCPUEの差として現われ難いとした本章第3節の漁獲モデルを支持している。一方、第10次のM24B216操業、第12次のM24B216操業、第13次のM78操業では、水深30m以深に筋状の反応が少なく、漁獲成績も良好ではなかった。

第3次航海では、前半4回の操業は不漁で魚探反応も非常に弱かった。比較的安定した漁場に移動した後半4回の魚探反応についてみると、第19次と第22次のM78操業では、未明から明け方にかけて水深30～100m付近に筋状の反応が多数みられた。この筋状の反応は、第20次と第21次のM24B216操業ではあまり観察されず(雲状の反応はイカでないと考えられる)、両操業の漁獲成績は良好でなかった。第3次航海は、第1次航海や第2次航海に比べてスルメイカの分布密度が低く、操業中の蝟集量もさほど増加しなかったため、魚探反応の強度(蝟集量)と漁獲成績が相関したものと考えられる。

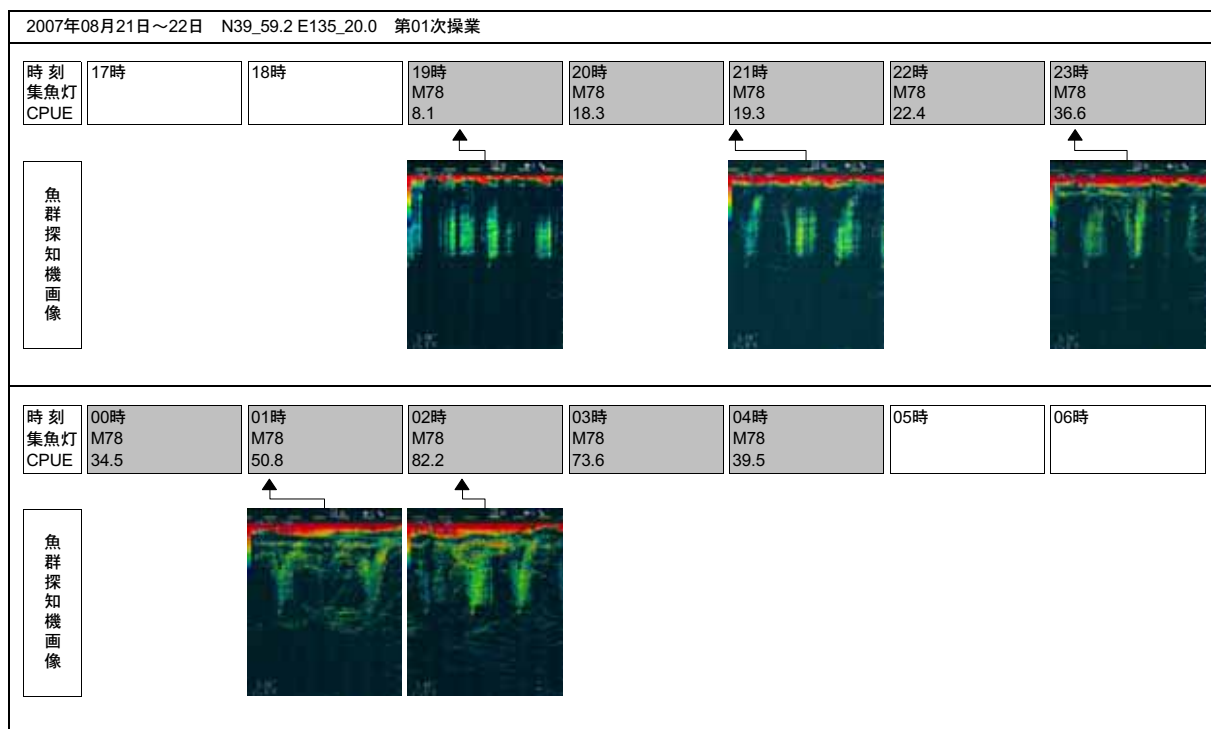


図29 第1次操業時の魚群探知機画像

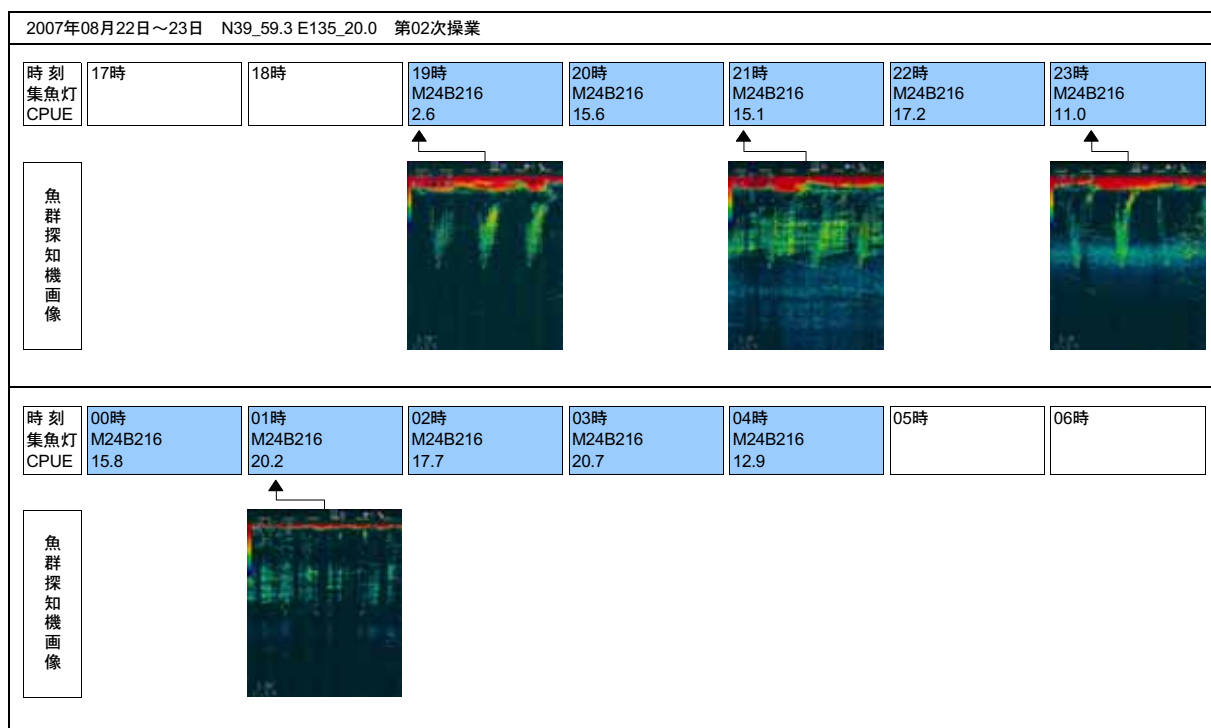


図30 第2次操業時の魚群探知機画像

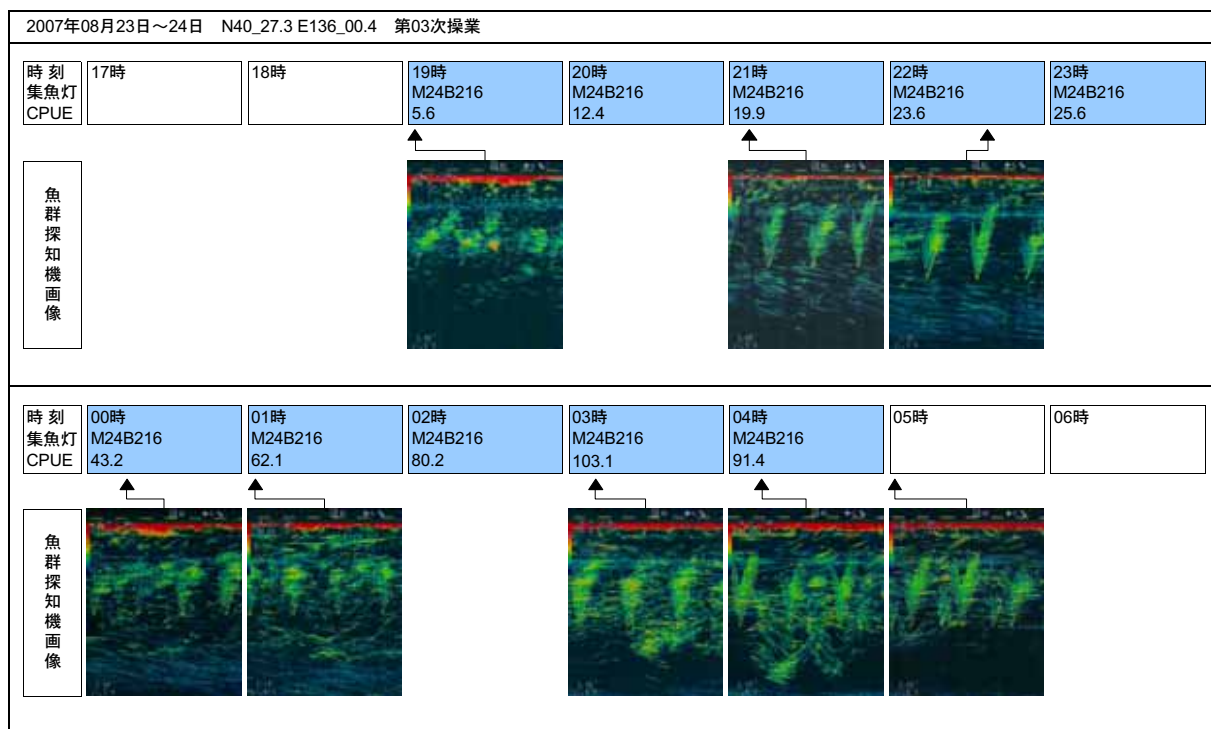


図31 第3次操業時の魚群探知機画像

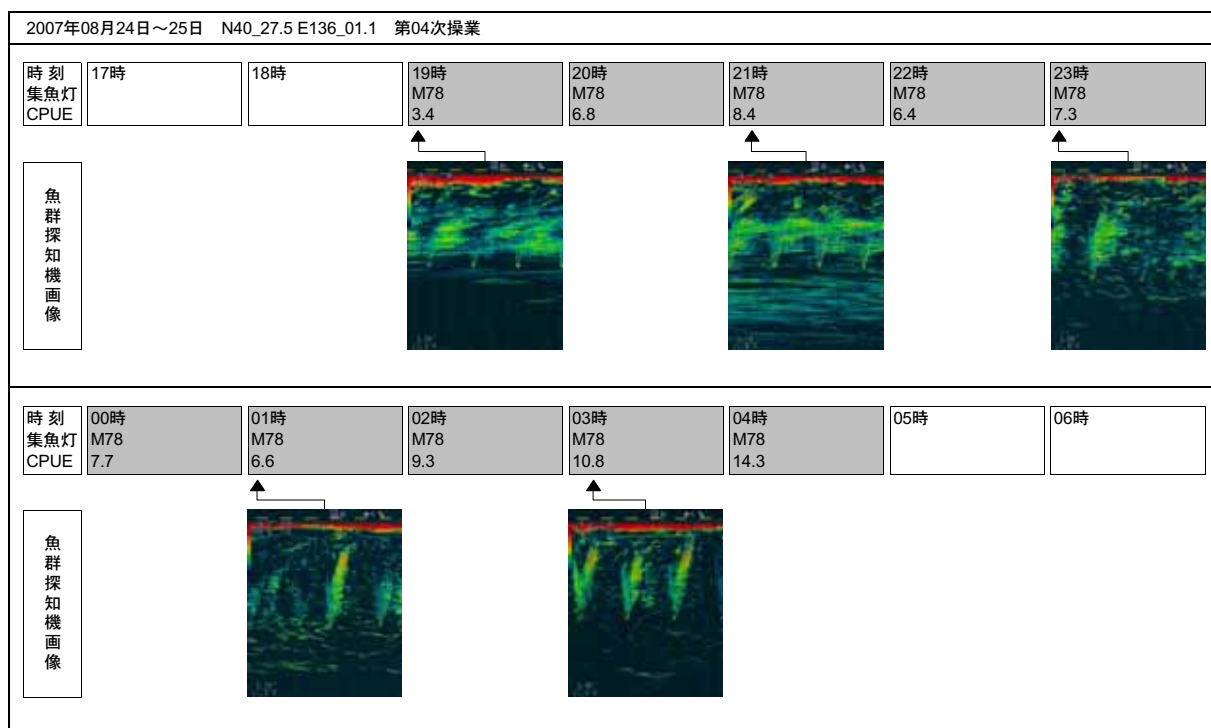


図32 第4次操業時の魚群探知機画像

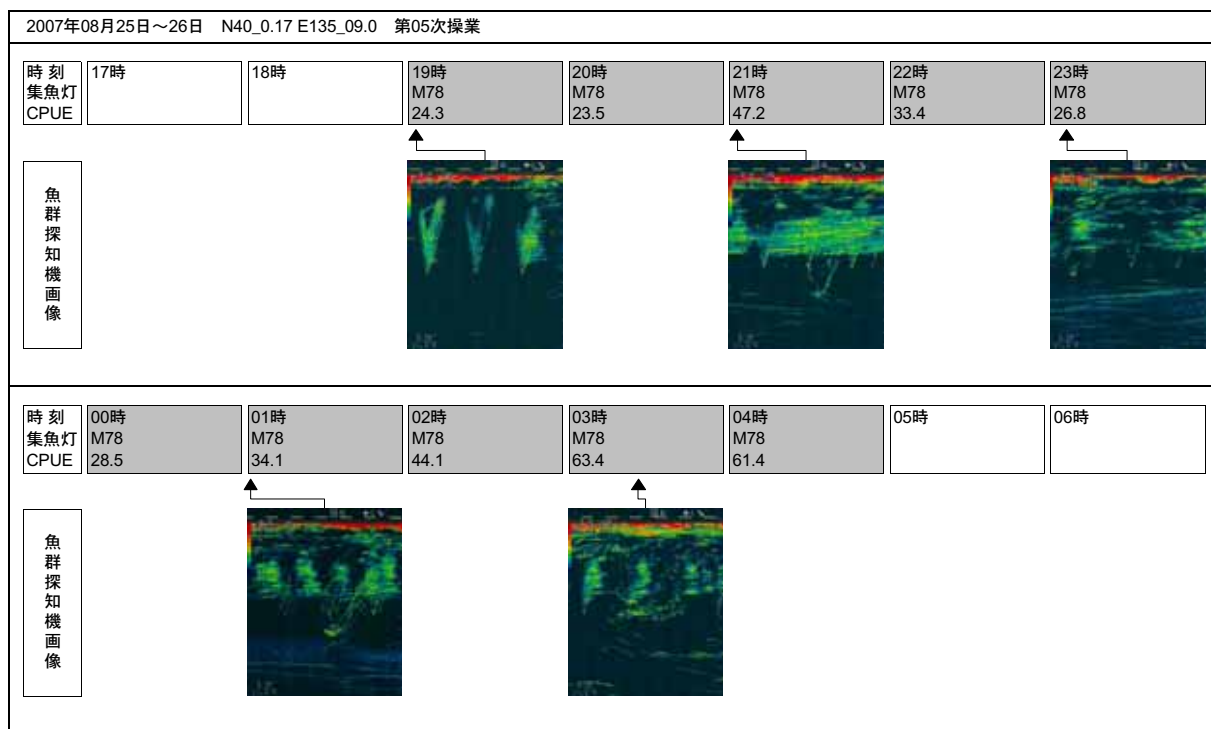


図33 第5次操業時の魚群探知機画像

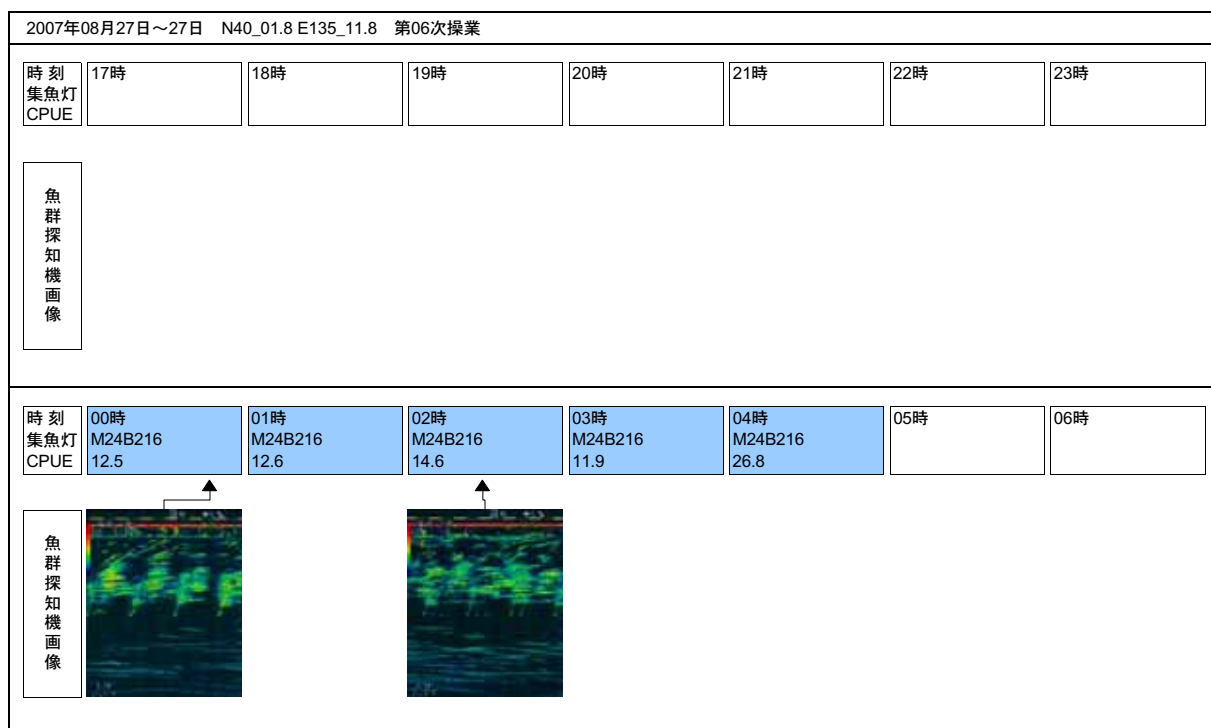


図34 第6次操業時の魚群探知機画像

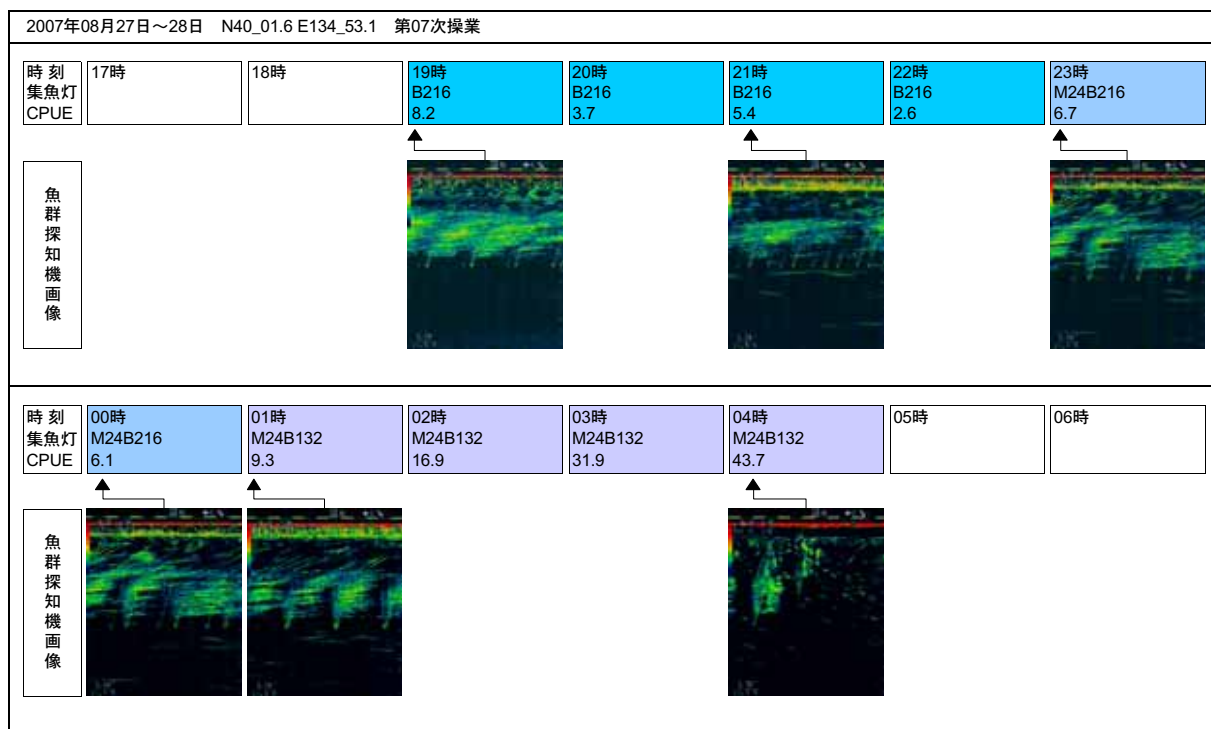


図35 第7次操業時の魚群探知機画像

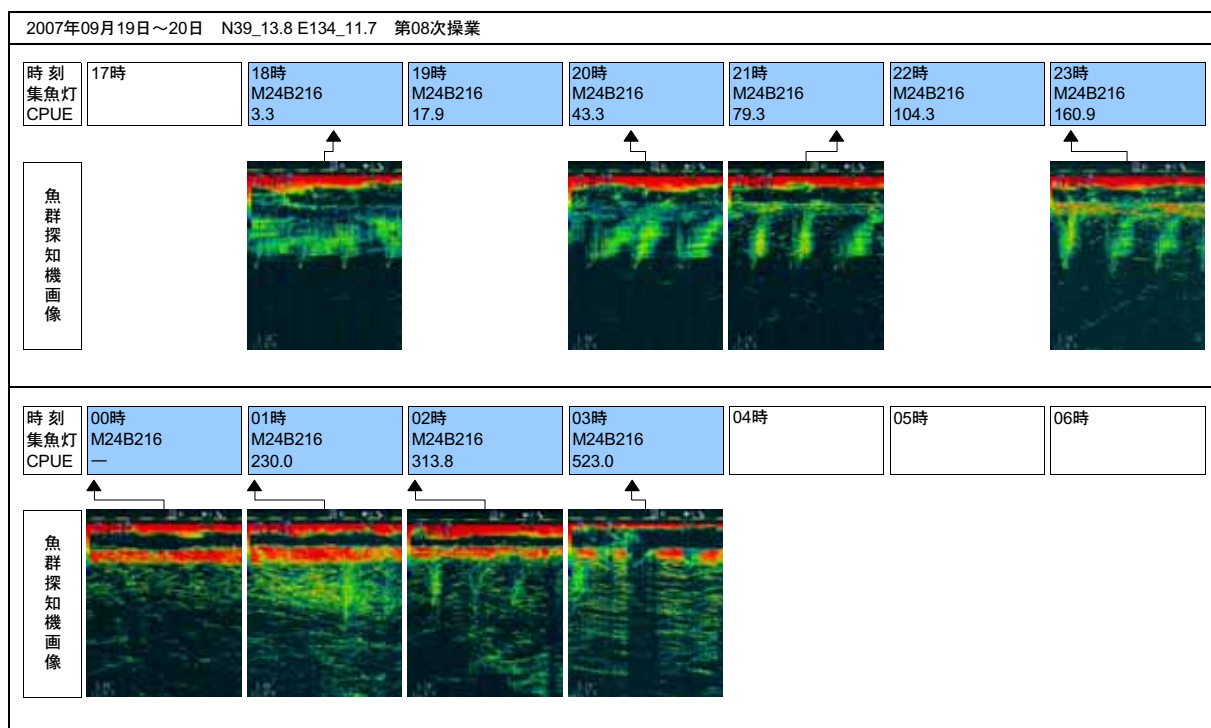


図36 第8次操業時の魚群探知機画像

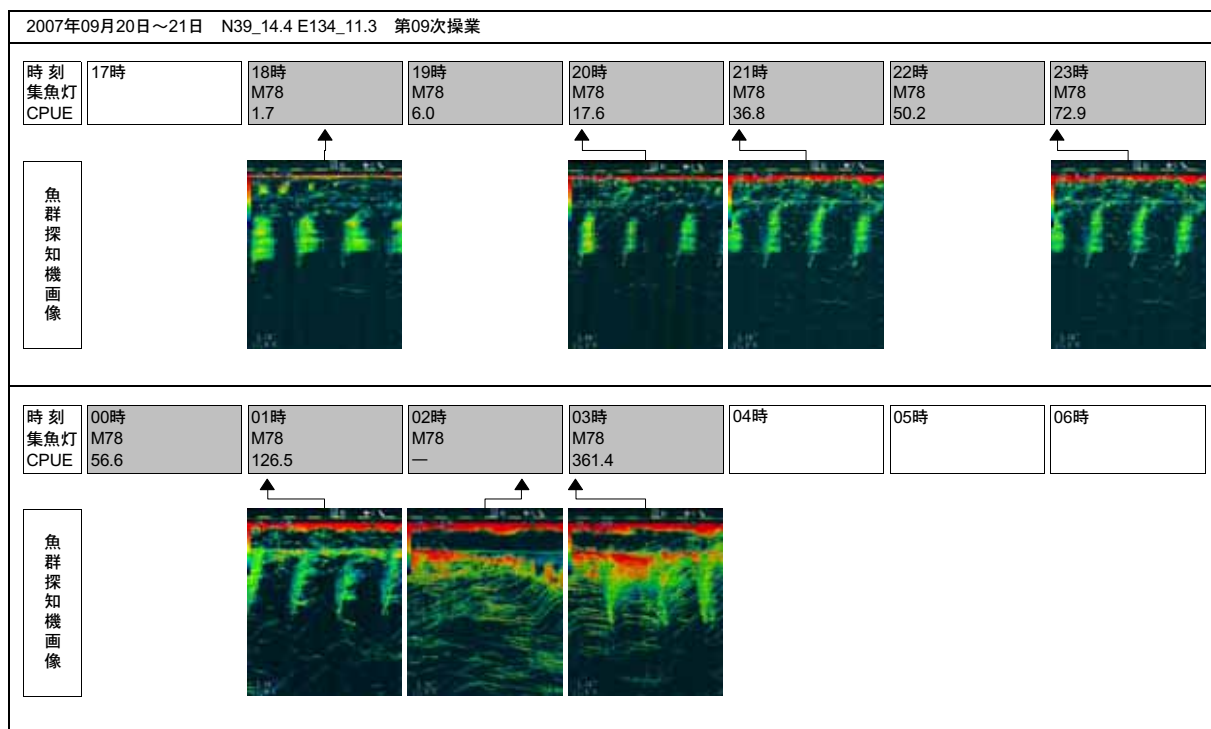


図37 第9次操業時の魚群探知機画像

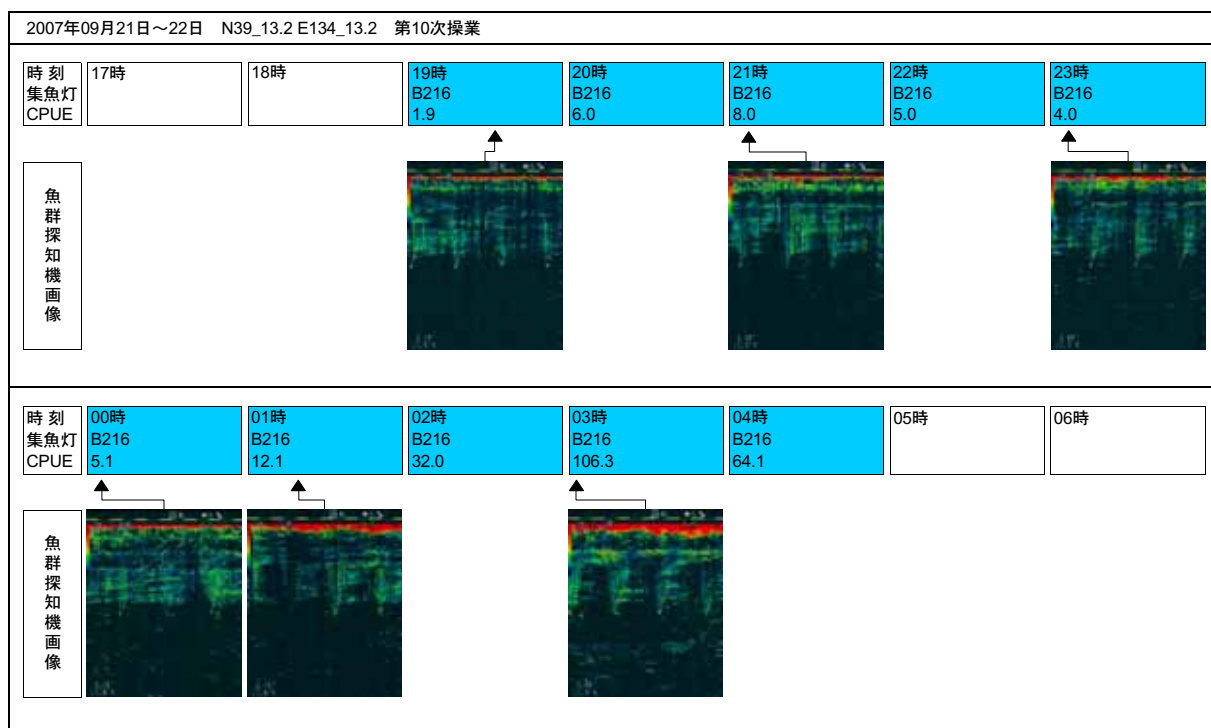


図38 第10次操業時の魚群探知機画像

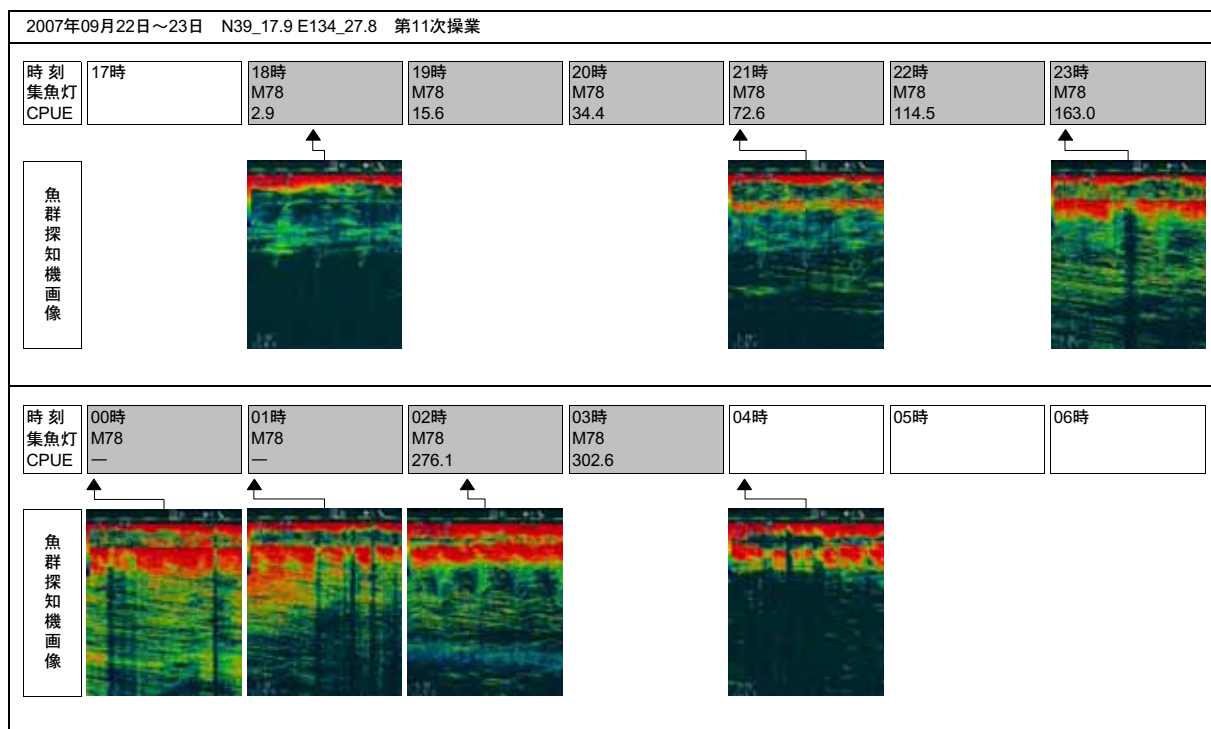


図39 第11次操業時の魚群探知機画像

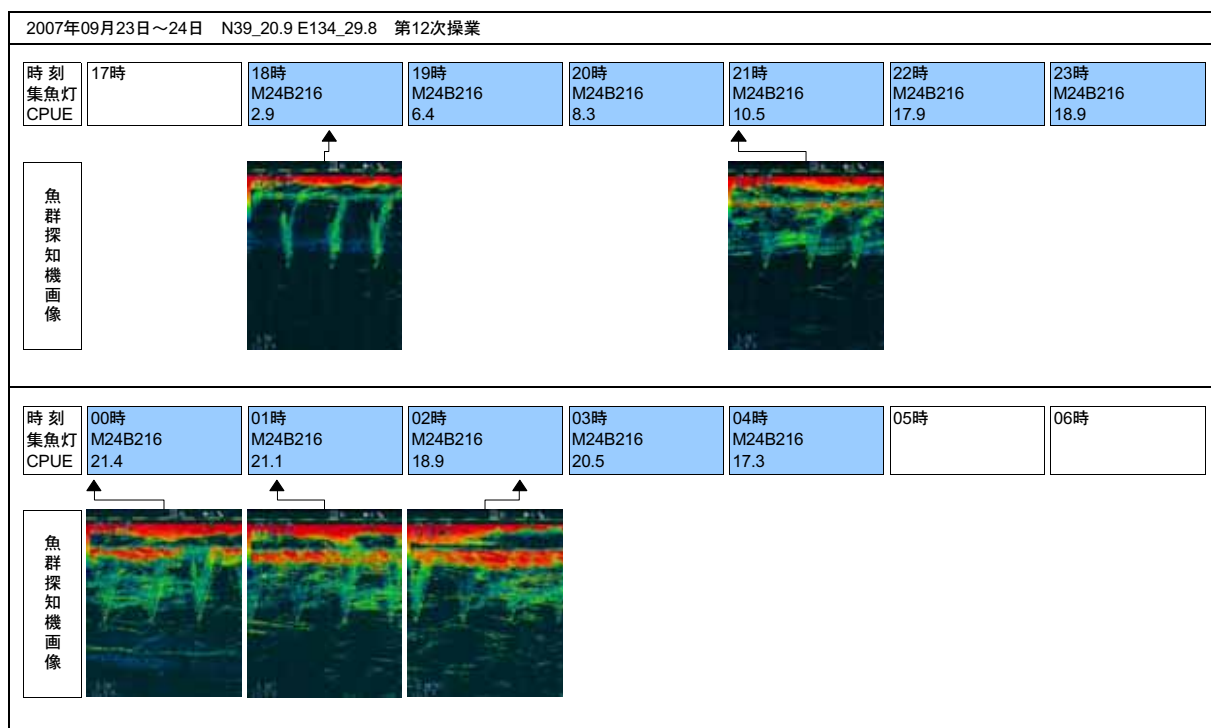


図40 第12次操業時の魚群探知機画像

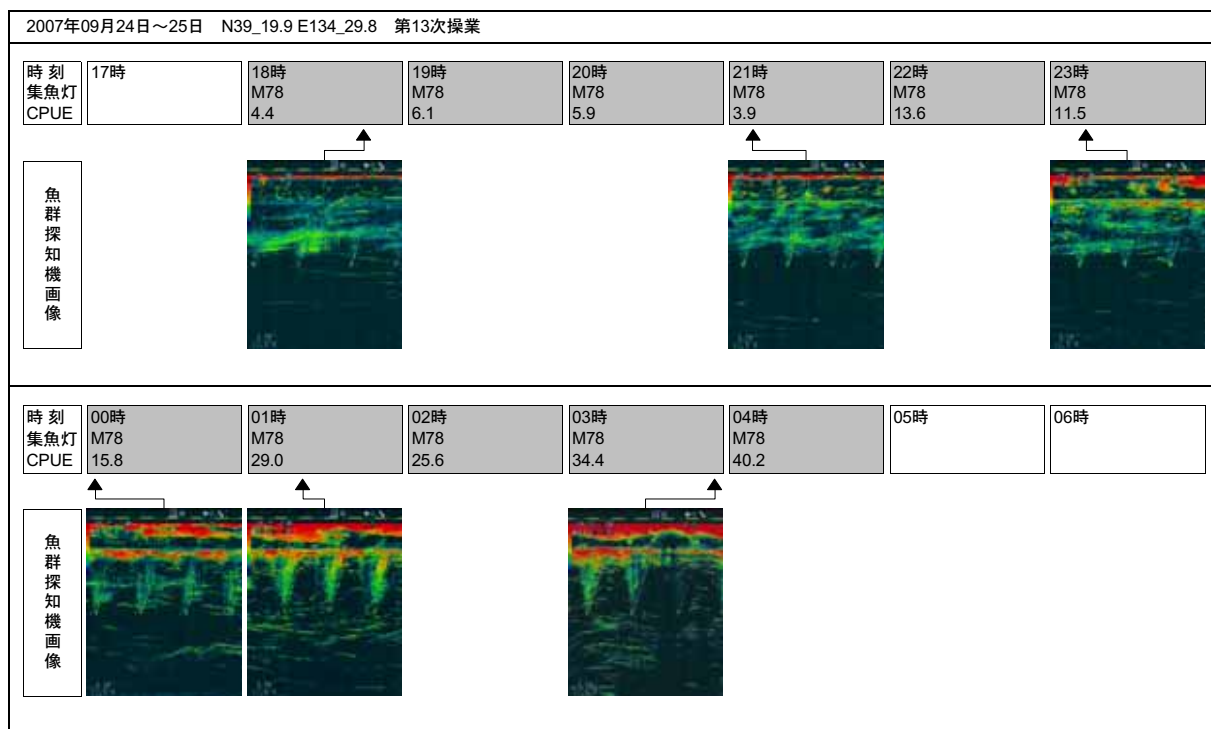


図41 第13次操業時の魚群探知機画像

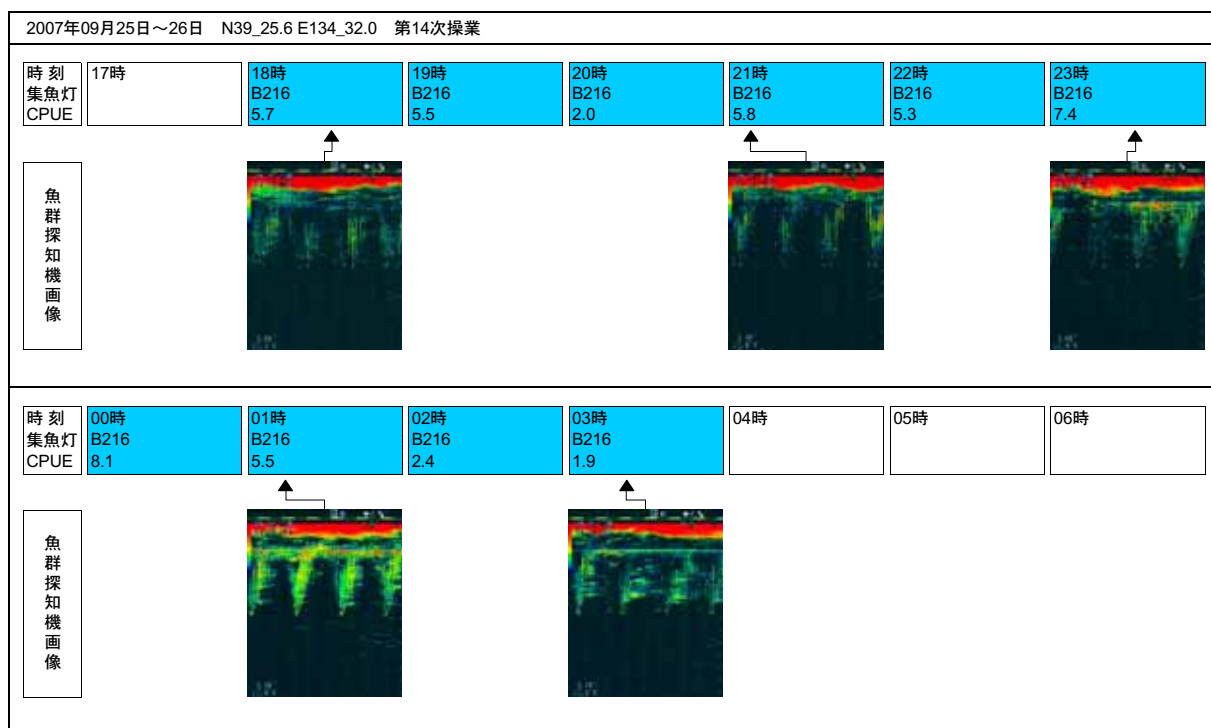


図42 第14次操業時の魚群探知機画像

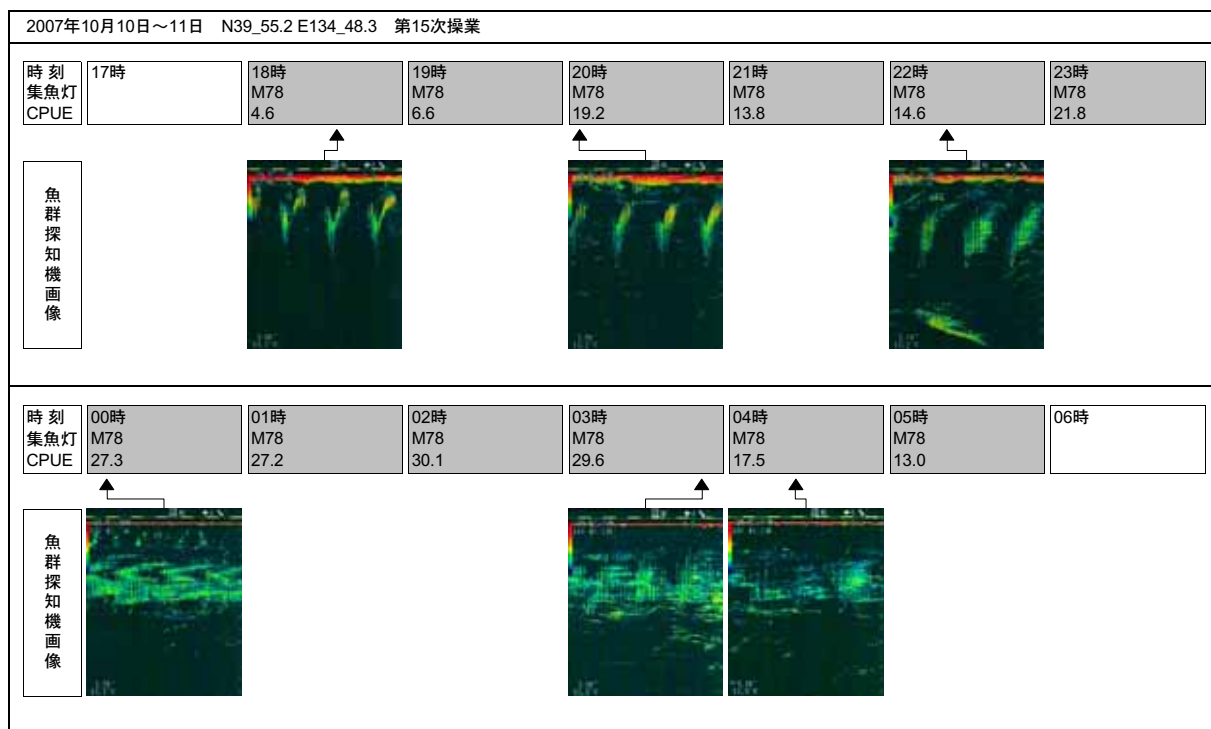


図43 第15次操業時の魚群探知機画像

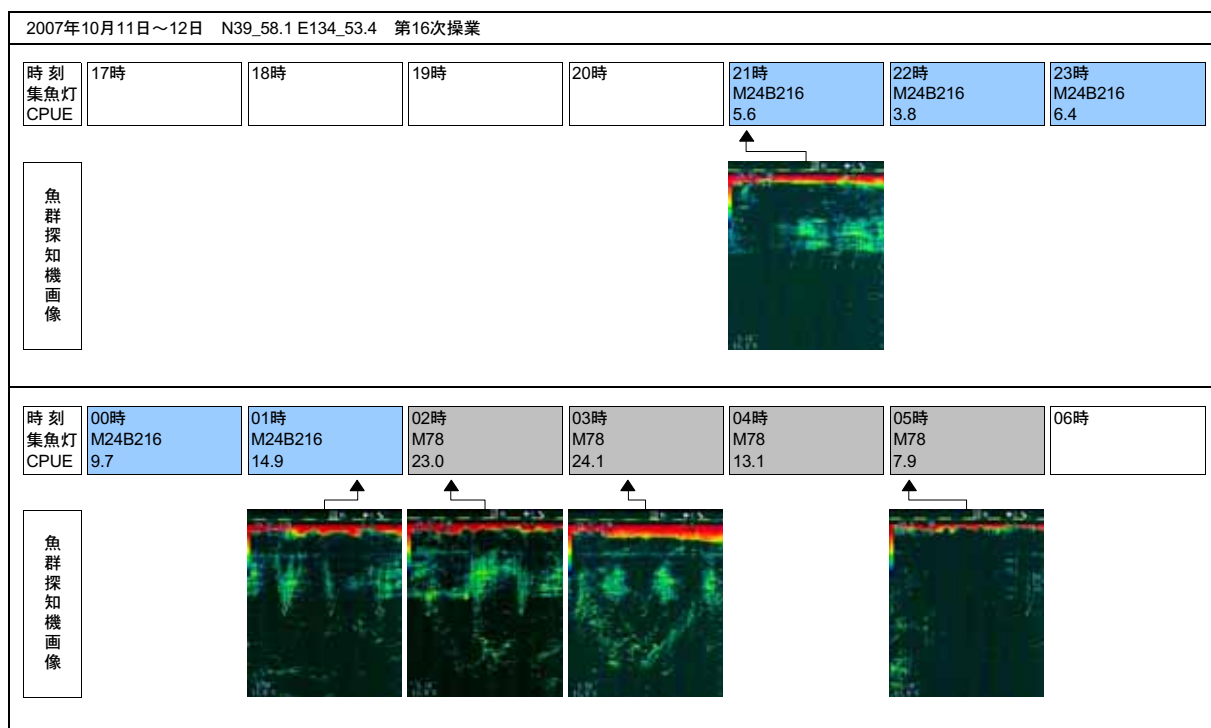


図44 第16次操業時の魚群探知機画像

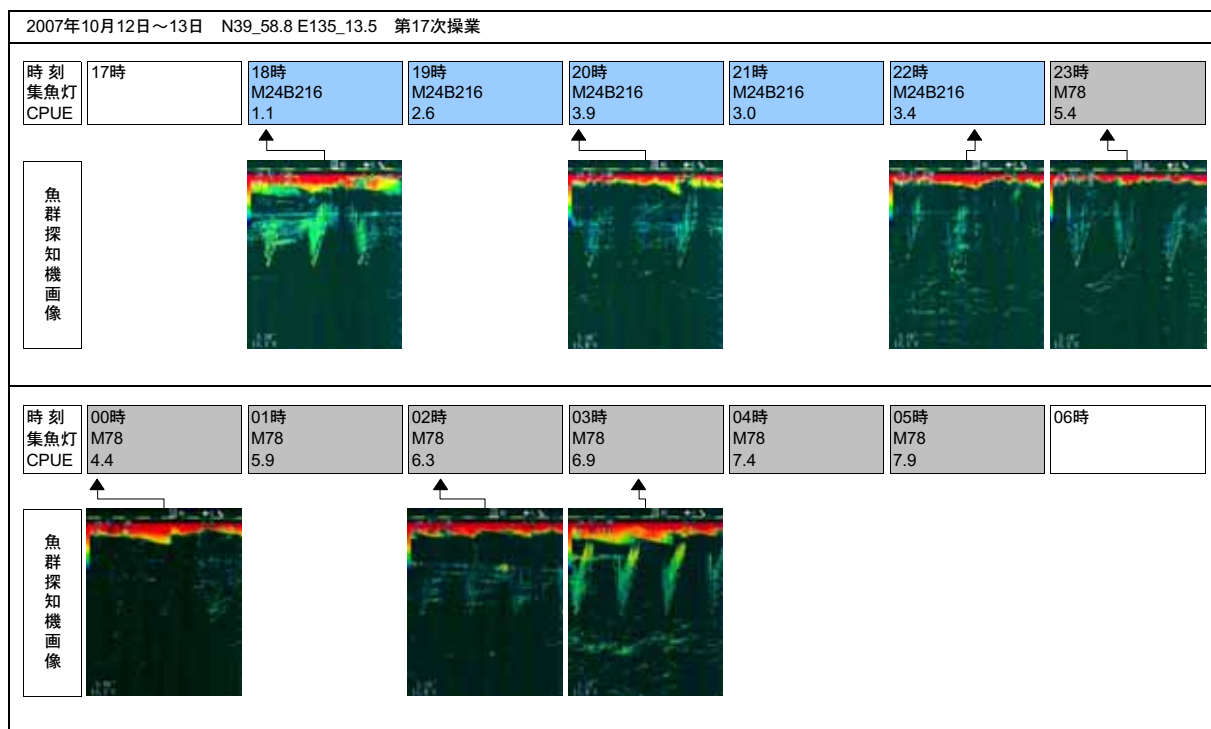


図45 第17次操業時の魚群探知機画像

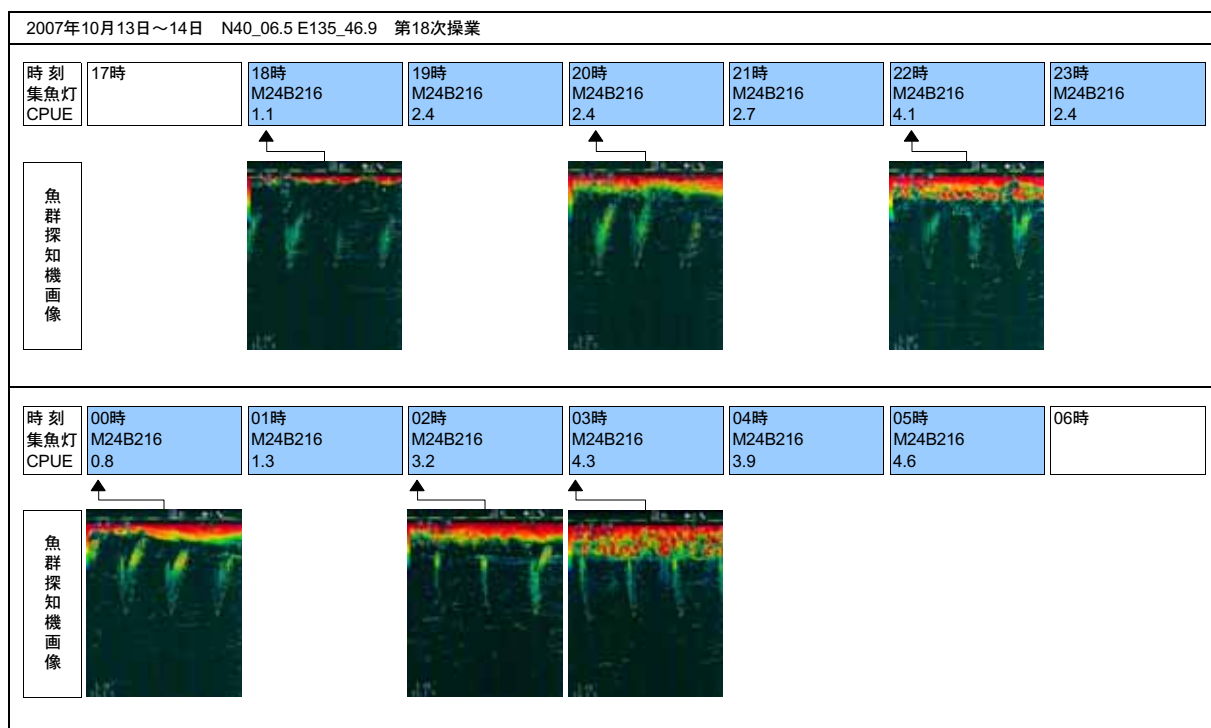


図46 第18次操業時の魚群探知機画像

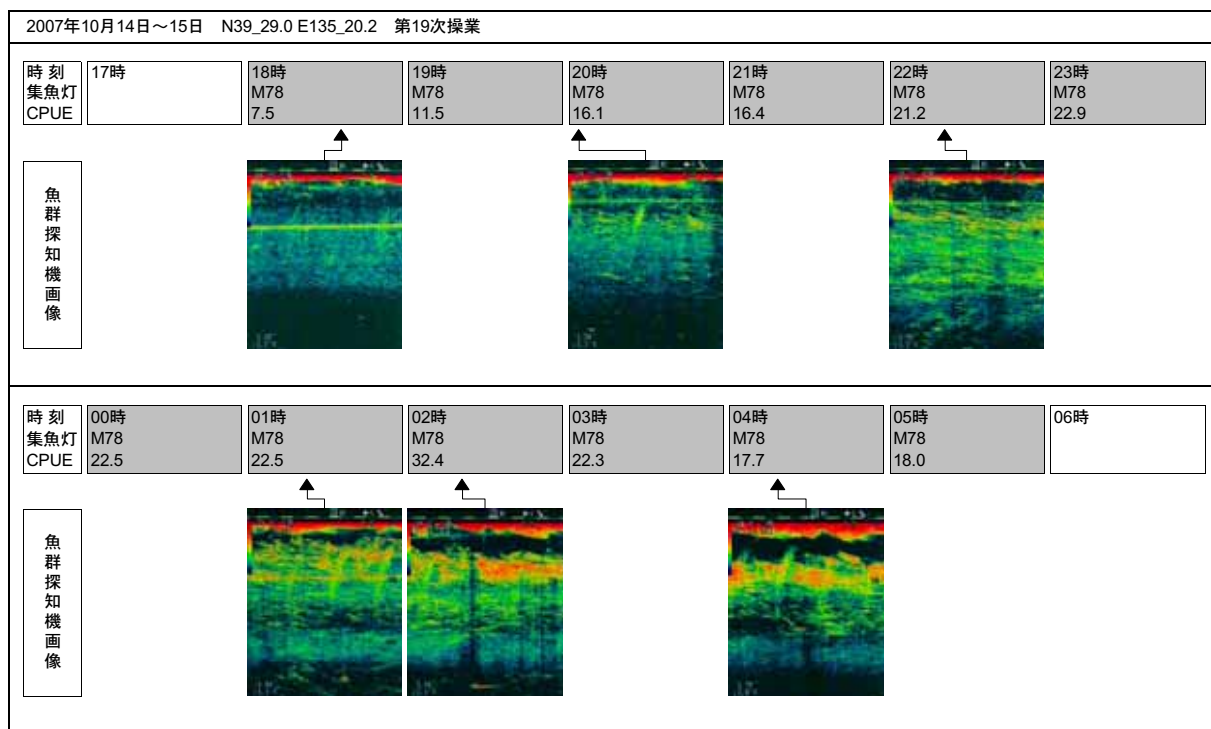


図47 第19次操業時の魚群探知機画像

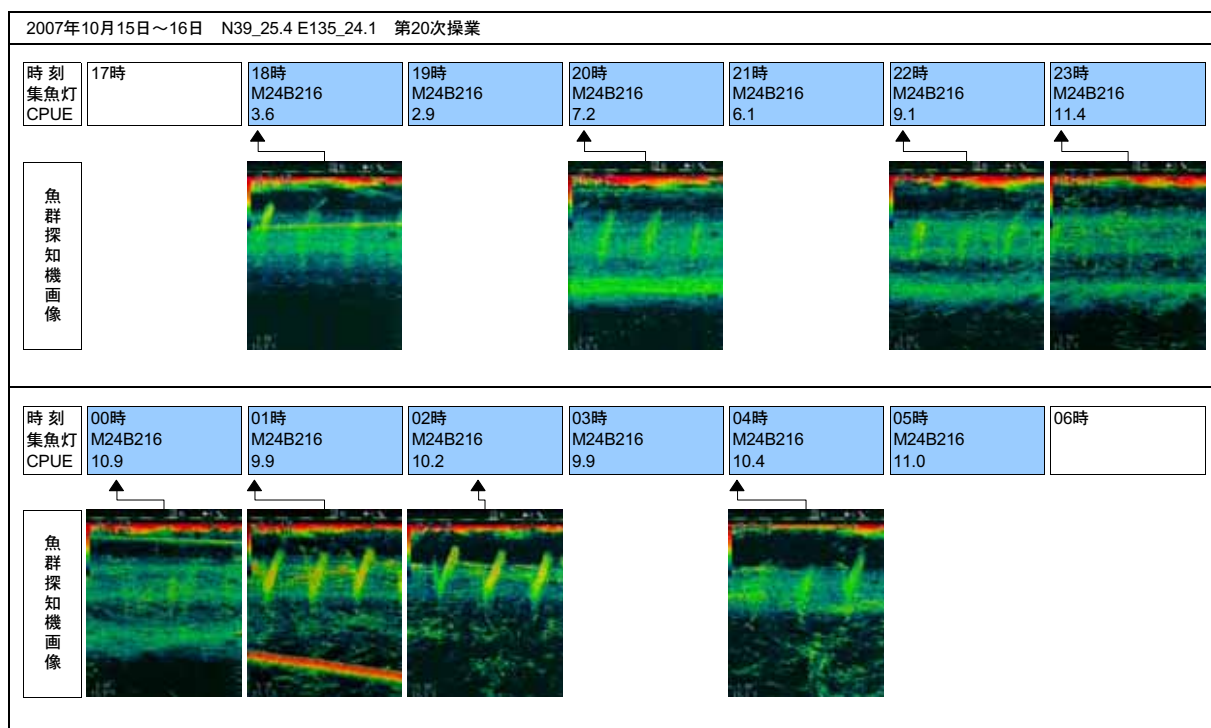


図48 第20次操業時の魚群探知機画像

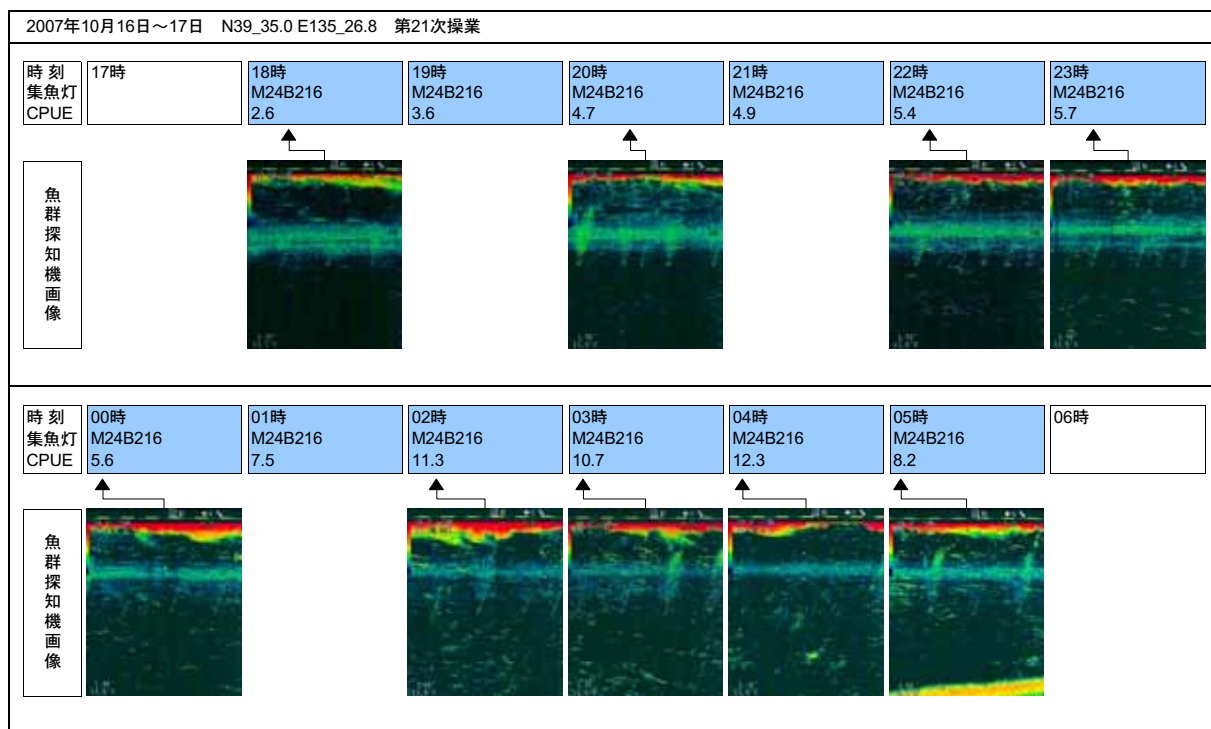


図49 第21次操業時の魚群探知機画像

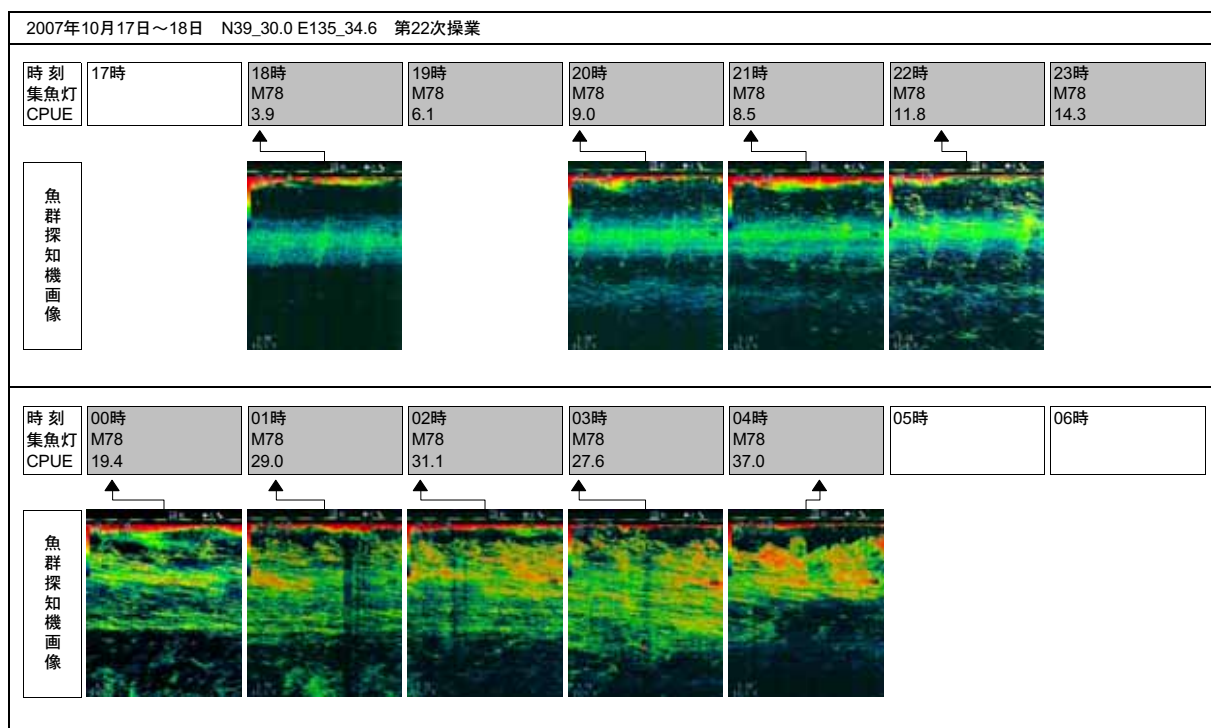


図50 第22次操業時の魚群探知機画像

8. 漁船の動向

平成19年8月20日から28日，9月18日から25日，10月9日から18日の間に石川県の中型いか釣り漁船の操業状況を無線による聞き取りで調べた(図51)。それによると，8月には全ての漁船が太平洋側で操業していた。9月には多くの漁船が北海道西海域で操業しており，大和堆付近で操業する漁船は少なかった。10月には漁船は道西海域から大和堆に至る日ロ中間ライン沿いで操業しており，大和堆での操業も比較的多かった。しかし，本年は前年に比べて，9月以降の漁場の南下が遅かったため，試験実施海域の近くで操業する漁船は少なかった。

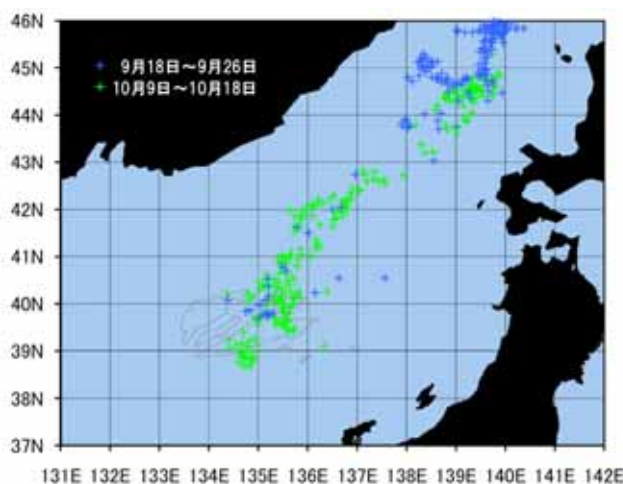


図51 調査航海中の石川県中型いか釣り漁船の操業位置

9. 漁獲成績と海中光量の関係

漁獲成績と海中光量の関係を把握することは，集魚灯の性能を評価するうえで非常に重要である。そこで，平成17年度以降の調査結果を用いて，M78操業に対する他操業のCPUE比と分光波長488nmの海中光量比の関係を調べた(図52)。その結果，相関係数は有意でなかったものの全般的には海中光量比が高いほど漁獲成績も良くなる傾向が認められた。さらに，本年度の第2次航海と第3次航海でそれぞれ実施したB216操業とM24B216操業の結果から，LED灯単用操業では，海中光量を増大させても漁獲成績は向上しないこと，MH灯とLED灯の併用操業では，海中光量を増大させることでMH灯78灯と同等の漁獲成績が得られるものの時期や漁場によっては漁獲成績が低下することが明らかになった。従って，漁獲成績という観点では，LED灯の性能はMH灯よりも低いと判断される。これについては，既に述べたように，LED灯の集魚効果がMH灯よりも低いことに原因があると推測される。

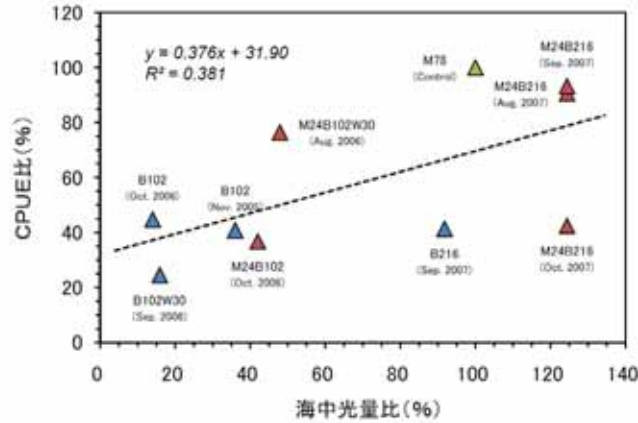


図52 分光波長488nmの海中光量比とCPUE比の関係

(MH灯をM, 青色LED灯をB, 白色LED灯をWとし, その種類と点灯数で点灯パターンを示した)

10. 光源特性と集魚効果の関係

本章第3節の漁獲モデルから, 資源密度が高い漁場では, 集魚灯の集魚効果が多少低くても十分な蛸集量が確保されるため漁獲成績はあまり低下しないが, 資源密度が低い漁場では, 集魚効果が低いと十分な蛸集量が確保できず, 漁獲成績の低下が顕著になると考えられる。つまり, 集魚効果が低いと漁獲成績は不安定になる。

本年度の第1次航海と第2次航海では, 調査海域の資源密度は比較的高く, M24B216操業の平均CPUEはM78操業の90%以上に達した。しかし, 資源密度が低かった第3次航海では, M24B216操業の平均CPUEはM78操業の43%であった。従って, M24B216操業はM78操業に比べて漁獲成績が不安定であり, 集魚効果も低かったと考えられる。一方, M24B216操業の海中光量比は124%であり, M78操業を上回る海中光量が得られていた(本章第6節)。これらの結果は, 船体周囲の海中への青色光の入射量の他に集魚効果を左右する要素があることを示唆している。このことを明らかにするには, より詳細な調査を積み重ねる必要があるが, 以下に述べる理由から, 配光と輝度が重要な要素として挙げられる。

青色LED灯に関する試験研究では, LED灯は指向性が強く, 光の大部分を船体周囲の海面に向けて放射させることができるため, 上空や海面反射の著しい水平方向にも光を放射するMH灯に比べて光の損失が少なく, 効率の良い集魚灯設備が設計できるとされてきた^{1, 4-6)}。この発想の基本には, 水平方向への光は大部分が海面反射されるので, 集魚にはほとんど寄与しないという認識がある。この考えを受けて, 本事業では, 青色LED灯を船体周囲の海面に向けて設置した。その結果, M78操業に比べてM24B216操業やB216操業では, 船体周囲の海中における水平方向への光の広がり小さくなった(図15, 23)。荒川ら¹²⁾ は, MH灯の出力(点灯数)を変えて舷外方向における波長510nmの海中照度を測定し, 消散の影響が少ない表層では, 照度は舷側から90m離れていても光源出力に大きく影響されることを報告している。そのうえで, 一般に集魚灯の出力が大きいほど漁獲量が多くなる^{13, 14)} 理由として, 水平方向への光の広がりが集魚効果を左右する可能性を

指摘している。この指摘によれば、船体周囲の海面に向けて配置したLED灯は光の広がり小さいため集魚効果も低いことになる。M24B216操業とB216操業の結果を比較すると、MH灯を併用したM24B216操業では光の照射範囲が広く、漁獲成績も改善しており、水平方向への光の広がりが重要な要素であることを示唆している。

スルメイカは日周鉛直移動し、夜間は表層付近に分布する。中層トロール網を用いた調査によると、本州北部および北海道の太平洋沿岸では、夜間、スルメイカは表層付近に分布することが確かめられている¹⁵⁾。大和堆海域では、計量魚探による調査が行われ、夜間の主な分布水深は10～40mであると報告されている¹⁶⁻¹⁸⁾。魚探では表層付近が測定できないことを考慮すると、10m以浅に分布する可能性も考えられる。同様に、アカイカ¹⁹⁾ やソデイカ^{20, 21)} も日周鉛直移動し、いずれも夜間には表層付近に浮上することが明らかにされている。図53は海中照度測定時に舷側下水深20mから海面方向を写した画像であり、海面反射光で照らし出された釣り機受台の形状がはっきり確認できる。これは、表層付近では散乱の累積的な影響が比較的少ないためである。従って、漁船から離れた海面に集魚灯の光が入射した場合でも、遊泳水深が表層付近であれば、散乱の影響が少ないため、スルメイカは集魚灯の光を直視することができると考えられる。そして、このような場合、以下で説明するように、集魚灯の輝度が重要な要素となる可能性がある。



図53 M78操業時に水深20mから見上げた舷側の様子

一般的に、海中の明るさを測定する場合、照度計(放射照度計など、本調査で用いた光量子計も照度センサーである)が用いられる。照度は光源から物体に放射される光の量(光束)を示す指標であり、その値は空中では光源からの距離の2乗に反比例して低下する。一方、輝度は光源自体の明るさの指標であり、その値は距離が変わっても変化しない。これは、生物(或いは輝度計)が光源を見たとき、視野における光源の面積(立体角)も距離の2乗に反比例して小さくなり、結局、立体角あたりの光束(すなわち輝度)は距離にかかわらず一定になるからである²²⁾。一方、生物が物を見る場合、物体と背景の輝度の差(可視度)が大きいほど視認性は良くなる²³⁾。いか釣り漁業は、スルメイカの正の走光性を利用した漁業であるが^{24, 25)}、集魚の初期段階では光源の光がスルメイカに視認されることが重要である。つまり、輝度が高いほど集魚灯の視認性は向上し、集魚効果も高まること

が考えられる。集魚灯の発光面の面積を比較すると、M78操業の総面積(MH灯は直径11cm×高さ30cmの円筒として計算)はB216操業の27%であるが、488nmの波長帯の海中光量比はB216操業のそれを上回る。このことから、MH灯はLED灯に比べて極めて高輝度であることが明らかである。従って、本試験でも、集魚灯の輝度の差が集魚効果に影響した可能性が考えられる。

いか釣り漁業によって漁獲されたスルメイカの網膜はほぼ暗順応状態であり、スルメイカは船下の低照度域に分布することが明らかにされている^{26, 27)}。このことは、本種は高照度域を避ける習性があり、強い光は威嚇刺激として作用することを示唆している。これらの事実と前述の考察に基づくと、いか釣り漁業用集魚灯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54)。すなわち、第1段階として、漁船からある程度離れた場所の海面に集魚灯の光が到達すると、表層付近に分布するスルメイカは光の刺激を受けて光源に向かって遊泳を開始(走光性)すると考えられる。この段階では、集魚灯の特性として、水平方向への光の広がりが大きく、高輝度であることが求められる。第2段階として、光源に向かって遊泳するスルメイカは舷外海面下に形成された高照度域に遭遇し、これを回避すると考えられる。この段階では、集魚灯には、高照度域の形成に必要な一定以上の発光量が求められる。さらに最終段階では、高照度域を回避したスルメイカが船下の低照度域に捕捉され、滞留すると考えられる。船下の低照度域を安定させるには、舷外海面下における明暗境界が比較的明瞭に形成されていること、すなわち光の回り込みが少ないことが重要であり、これには発光面の面積が小さい集魚灯が適している。さらに、船下の低照度域では、上下運動する疑似針がスルメイカを滞留させるうえで重要な役割を果たしていると考えられる³⁾。

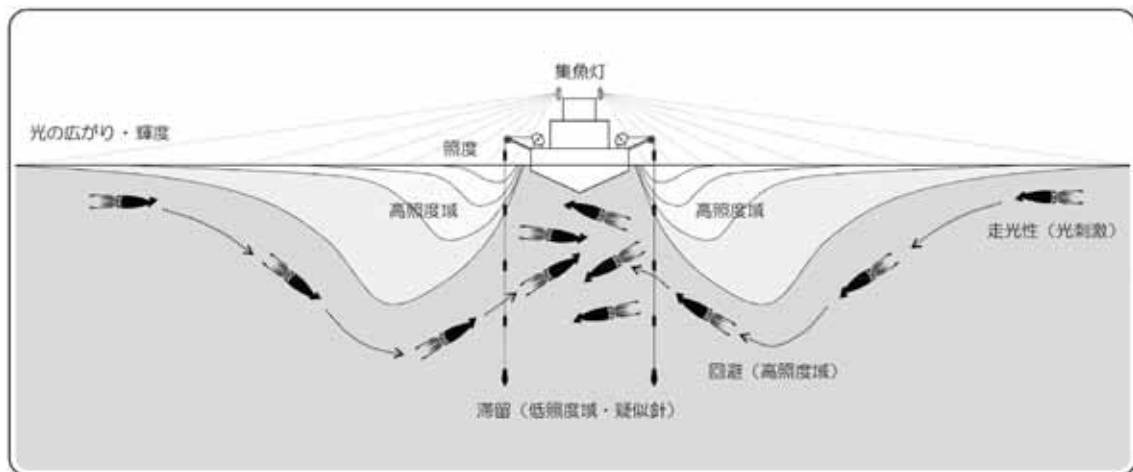


図54 いか釣り漁業における集魚機構の概念図

いか釣り漁業用集魚灯は、電化されて以降、白熱灯、ハロゲン灯、MH灯へと変遷し、高輝度化してきた。これらはいずれも光の指向性が弱く、舷外海面下の高照度域と光の広がりを確保するのに適していたと考えられる。しかし、光源の高輝度化は、同時に大光量化をもたらしたため、舷外海面下における高照度域を拡大し、イカの漁獲層を深くしてしまうという問題を招いた²⁸⁾。ここには、集魚

機構が十分理解されないまま、技術革新が急速に進む陸上用光源を転用してきたことに根本的な原因があったと考えられる。これまでの大光量化・大消費電力化の歴史を繰り返さないためには、集魚機構の解明が不可欠であり、その理論に基づいた集魚灯設備の設計・実証が必要である。LEDは従来の光源に比べて発光波長や指向性を自在に調節することが可能であり、集魚機構を解明するうえで適した光源である。また、このようなLEDの特性をうまく利用すれば、漁獲層が浅く、なおかつ集魚範囲が広い配光も可能になると考えられる。

1 1 . LED集魚灯の導入効果と経済性

中型いか釣り漁船がLED灯を導入した場合の省エネルギー・省コスト効果を試算した(表2)。中型いか釣り漁船では、集魚灯の消費電力は250kW以下に制限されているため、LED灯導入前については、既存設備として3kWのMH灯83灯(合計249kW)が装備されているものとした。LED灯導入後については、MH灯とLED灯の併用を前提とし、MH灯を26灯に減らして、新規にLED灯234枚を装備することを想定した。

表2 LED灯導入による燃油消費量削減効果等の試算

	LED灯 導入前 ※1	LED灯 導入後 ※1	増 減
燃油消費量 ※2 (kL/隻/年)	522	421	▲ 101
うち集魚灯による消費量 ※3 (kL/隻/年)	162	61	▲ 101
燃油費 (A) ※4 (千円/隻/年)	44,370	35,801	▲ 8,569
MH灯維持費 (B) ※5 (千円/隻/年)	2,790	874	▲ 1,916
水揚金額 (C) (千円/隻/年)	120,000	108,000	▲ 12,000
収支(C-A-B) (千円/隻/年)			▲ 1,515
二酸化炭素排出量 ※6 (ト/隻/年)	1,408	1,136	▲ 272

※1: 導入前:MH灯83灯(249kW), 導入後:MH灯26灯(78kW)+LED灯234枚(16kW)

※2: 平成16年 小木漁業協同組合調べ

※3: 消費量(L/時):集魚灯消費電力(kW)×0.271, 操業時間:12時間/日, 操業日数:200日/年

※4: 燃油単価 85.0 円/L

※5: MH灯:39,000円, ソケット:8,600円, 安定器(2灯用):135,000円

※6: 二酸化炭素排出係数 2.6977 kg-CO²/L

集魚灯の総消費電力と燃油消費量の関係(図12)に基づき、集魚灯による年間の燃油消費量を求めた。その結果、LED灯の導入により、漁船1隻あたり年間101kLの燃油が節減でき、年間8,569千円の燃油費削減が可能であると試算された。また、MH灯の耐用年数を1.5年、安定器とソケットの耐用年数を10年として、MH灯の維持費を計算すると、LED灯の導入により1,916千円/隻/年の節約になる。従って、漁船1隻あたり年間10,485千円の経費節減が可能である。本調査で用いたLED灯は試験用に作成されたものであり、商品化された場合の販売価格は未定である。試験用LED灯の価格で計算すると、LED灯234枚の導入費用は57,210千円(工事費3,000千円を含む)となる。従って、経費節減分によるLED灯導入費の償却年数は5.5年となる。しかし、現状では、LED灯の性能はMH灯よりも低く、漁獲量は少なくとも1割程度減少する。LED灯導入前の漁船1隻あたりの年間水揚

金額を120,000千円とした場合、LED灯の導入により、12,000千円の減収となり、結果的には経費節減の効果は相殺されてしまう。従って、LED灯の普及を推進するには、LED灯のさらなる性能向上と低価格化に加えて、導入費負担の軽減策が不可欠である。

LED灯導入による燃油節減量を二酸化炭素量に換算²⁹⁾すると272トン/隻/年に相当する。石川県の中型いか釣り漁船(100～185トン)は28隻であり、全船がLED灯を導入した場合、7,615トン/年の二酸化炭素の排出抑制がもたらされる。石川県環境総合計画³⁰⁾では、産業部門の2010年における二酸化炭素排出量を2001年実績比-3.7%(抑制量:112,000トン/年)とする目標が掲げられている。従って、上記の中型いか釣り漁船の二酸化炭素排出抑制量は県産業部門の抑制量の約7%に相当する。以上の試算から、LED灯導入による燃油節減は地球温暖化の原因である二酸化炭素の排出抑制に貢献することが明らかである。

1 2. その他

船体の安定性に及ぼすLED灯設置の影響については、航行中および操業中とも全く感じられなかった。一方、調査中、何枚かのLED灯で数個から数10個のLEDが点灯しない故障が確認され、耐久性・性能安定性の点で課題が残った。

1 3. むすび

平成17年度以降の本事業で得られた結果を要約すると以下のとおりである。

- (1) 沖合漁場でも、青色LED灯は集魚灯として有効であることが実証できた。
- (2) LED灯を使用することで、燃油消費量を大幅に削減できることが確認できた。
- (3) 中型いか釣り漁船では、青色LED灯を200枚以上装備する必要があると判断された。
- (4) 青色LED灯とMH灯の併用操業により、従来のMH灯操業と概ね同等の漁獲が可能であった。
- (5) 青色LED灯とMH灯を併用した場合でも、漁場によっては漁獲が落ち込むことがあった。
- (6) 青色LED灯単用操業では、従来のMH灯操業と同等の漁獲は困難であった。
- (7) LED灯の性能を高めるには、発光面の面積当たりの光量増大(高輝度化)が必要である。

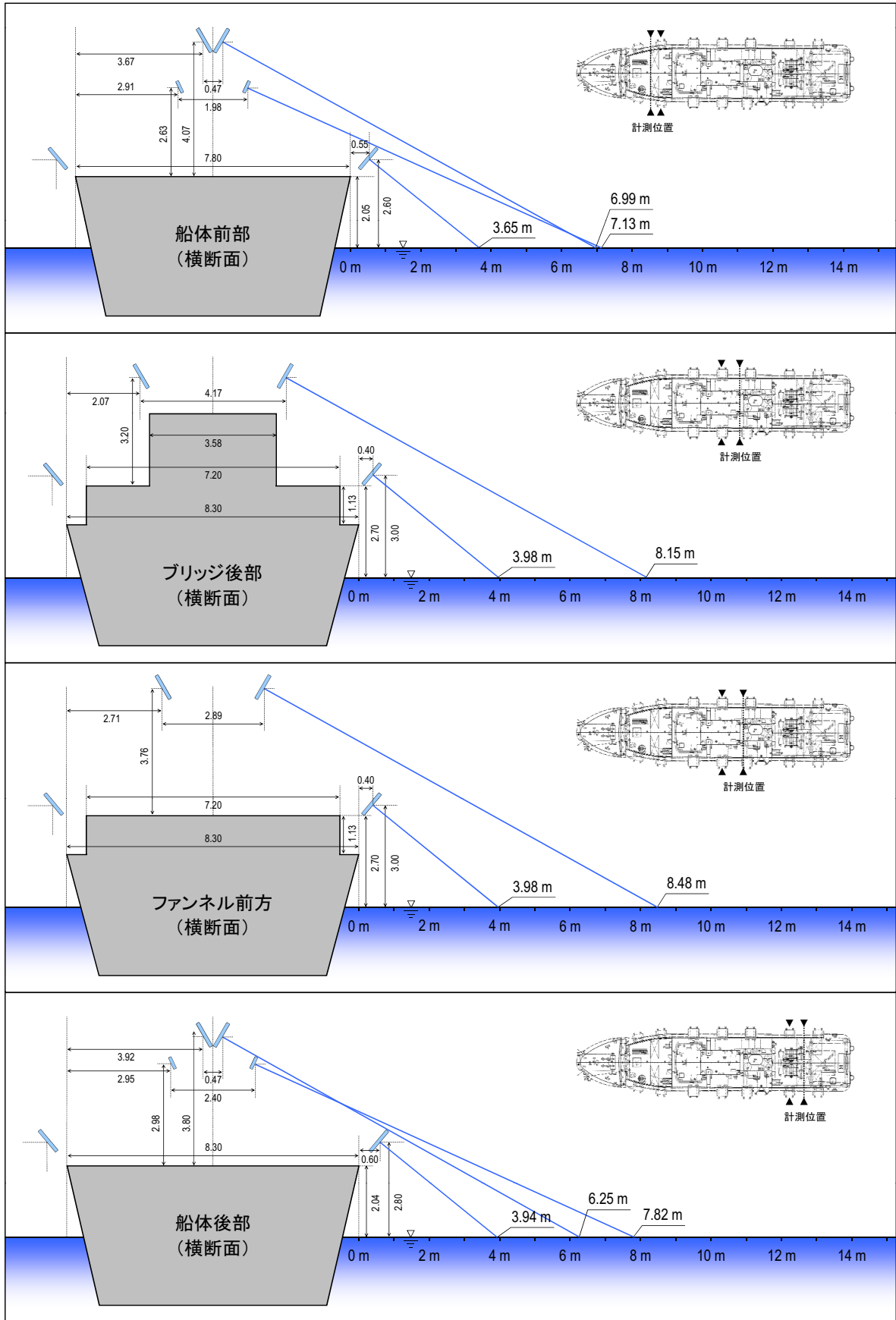
上記については、試験用のLED灯から得られた結果であり、固定的に捉えるべきでない。今後の技術改善によってLED灯の性能が向上し、いずれはLED灯単用操業で十分な漁獲を得ることが可能になると考えられる。原油価格は過去4年間で約3倍に上昇し、この影響で国内の燃油価格も高騰している。気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第4次評価報告書では、①気候の温暖化は疑う余地がないこと、②20世紀後半からの気温上昇は人為起源の温室効果ガスが原因である可能性がかなり高いこと、③温暖化によるリスクを軽減するには、今後20～30年の対策が極めて重要であることが報告されている。さらに、消費者レベルでは、フードシステムで生じる二酸化炭素がより少な

い食品を購入しようとする意識が高まっている。このような社会的状況を踏まえれば、いか釣り漁業が存続するうえで、省エネルギー化が不可欠であることは明らかである。LED灯の性能向上はもちろん、さらにエネルギー効率の高い漁業技術の開発・導入に向けた一層の努力が必要である。

引用文献

- (1) 社団法人マリノフォーラム21 海域総合開発研究会 青色発光ダイオード集魚灯によるイカつり漁業革命事業グループ:平成16年度 青色発光ダイオード集魚灯によるイカつり漁業革命事業に関する報告書, 社団法人マリノフォーラム21, 2005, 37p.
- (2) 岡本研正:高輝度LEDの集魚灯への応用, OplusE, 2004, 26(3), p.286-294.
- (3) 稲田博史, 崔漸珍:イカを釣る技術とシステムの展望, スルメイカの世界(有元貴文, 稲田博史編), 成山堂書店, 2003, p.85-134.
- (4) 社団法人マリノフォーラム21 海域総合開発研究会 青色発光ダイオード集魚灯によるイカつり漁業革命事業グループ:平成17年度 青色発光ダイオード集魚灯によるイカつり漁業革命事業に関する報告書, 社団法人マリノフォーラム21, 2006, 50p.
- (5) 社団法人マリノフォーラム21 海域総合開発研究会 青色発光ダイオード集魚灯によるイカつり漁業革命事業グループ:平成18年度 青色発光ダイオード集魚灯によるイカつり漁業革命事業に関する報告書, 社団法人マリノフォーラム21, 2007, 43p.
- (6) 社団法人マリノフォーラム21 海域総合開発研究会 青色発光ダイオード集魚灯によるイカつり漁業革命事業グループ:青色発光ダイオード集魚灯によるイカつり漁業革命事業技術資料, 社団法人マリノフォーラム21, 2007, 51p.
- (7) 株式会社東和電気製作所:小型イカ釣り漁業における9.7トン型漁船でのLED集魚灯導入実証化試験, 平成18年度 省エネルギー技術導入促進事業報告書, 社団法人海洋水産システム協会, 2007, p.23-39.
- (8) 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.
- (9) 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.
- (10) 清道正嗣, 鬼頭勇次:ホタルイカの眼, ホタルイカの素顔(奥谷喬司編著), 東海大学出版会, 2000, p.85-134.
- (11) 日亜化学工業株式会社:LED標準仕様書 NSPB510S, 日亜化学工業株式会社, p.9.
- (12) 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.
- (13) 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.
- (14) 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.

- (15) 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.
- (16) 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.
- (17) 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.
- (18) 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.
- (19) 中村好和: バイオテレメトリーによるアカイカの行動特性, アカイカの高選択性漁獲技術の開発, 農林水産技術会議研究成果, 1995, vol.301, p.7-15.
- (20) 矢野和成, 小菅丈治: 沖縄県八重山諸島近海におけるソデイカのバイオテレメトリー調査, 平成16年度イカ類資源研究会議報告, 日本海区水産研究所, 2005, p.2-8.
- (21) 光永靖, 太田太郎, 宮原一隆: 日本海におけるソデイカのバイオテレメトリー調査, 平成17年度イカ類資源研究会議報告, 日本海区水産研究所, 2007, p.53-55.
- (22) 安藤幸司: 光と光の記録—光編, <http://www.anfoworld.com/LightsMF.html>, 2007.
- (23) 社団法人建設電気技術協会: 基礎講座 道路照明における視認性の考え方, 建設電気技術, 2004, 144, p.18-19.
- (24) 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.
- (25) 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.
- (26) 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.
- (27) 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
- (28) 稲田博史: イカ釣り漁業における漁獲技術に関する研究(田内賞受賞者総説), 日本水産学会誌, 2005, 71(5), p.717-720.
- (29) 環境省: 地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条(平成18年3月24日一部改正) 排出係数一覧表, http://www.env.go.jp/earth/ondanka/santei_keisuu/keisuu.pdf, 2006.
- (30) 石川県: 石川県環境総合計画, 石川県, 2005, p.95.



付図1 調査船白山丸のLED灯取付位置, 光軸および海面の関係

付表1 試験操業・生物測定・海洋観測結果(1)

操業		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				
		M78		M24B216		M24B216		M78		M78		M24B216				
試験 操業 結果	集魚灯の種別	M78		M24B216		M24B216		M78		M78		M24B216				
	操業開始位置 N	39	59.2	39	59.3	40	27.3	40	27.5	40	1.7	40	7.8			
	E	135	20.0	135	20.0	136	0.4	136	1.1	135	9.0	135	16.9			
	操業終了位置 N	39	58.2	39	58.5	40	29.5	40	33.4	40	2.4	40	8.2			
	E	135	19.1	135	20.0	136	5.8	136	4.3	135	8.9	135	17.7			
	操業開始時刻	08/21 19:00		08/22 19:00		08/23 19:00		08/24 19:00		08/25 19:00		08/26 19:00				
	操業終了時刻	08/22 05:00		08/23 05:00		08/24 05:00		08/25 05:00		08/26 05:00		08/26 22:00				
	操業時間 (t)	10.00		10.00		10.00		10.00		10.00		3.00				
	釣機台数 (n)	14.0		14.0		14.0		14.0		14.0		14.0				
	漁獲努力 (t・n)	140.0		140.0		140.0		140.0		140.0		42.0				
	釣獲尾数 (尾)	5395		2083		6539		1133		5413		116				
	CPUE	38.54		14.88		46.71		8.09		38.66		2.76				
	補機運転台数	2		1		1		2		2		1				
	補機燃料消費 (L)	821		388		394		810		820		111				
生物 測定 結果	外套 背長 組成	12 cm														
		13 cm														
		14 cm														
		15 cm														
		16 cm			2	1%										
		17 cm	5	3%	1	1%	1	1%								
		18 cm	12	6%	16	8%	1	1%			5	3%	2	2%		
		19 cm	27	14%	27	14%	7	4%	8	4%	12	6%	5	4%		
		20 cm	22	11%	31	16%	49	25%	22	11%	43	22%	19	16%		
		21 cm	61	31%	47	24%	55	28%	62	31%	62	31%	32	28%		
		22 cm	40	20%	42	21%	51	26%	52	26%	49	25%	32	28%		
		23 cm	21	11%	27	14%	23	12%	29	15%	22	11%	15	13%		
		24 cm	7	4%	7	4%	11	6%	18	9%	6	3%	6	5%		
		25 cm	4	2%			2	1%	5	3%	1	1%	3	3%		
		26 cm	1	1%					2	1%			2	2%		
		27 cm														
		28 cm							2	1%						
		29 cm														
		30 cm														
31 cm																
32 cm																
合計	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%	116	100%				
平均体重 (g)	210		195		227		246		207		—					
海洋 観測 結果	海洋観測位置 N	39	59.4	39	59.6	40	10.0	40	26.7	40	27.4	40	1.7	40	7.8	
	E	135	20.0	135	20.4	135	5.1	135	58.9	136	0.7	135	8.9	135	16.9	
	観測日時	08/21 17:30		08/22 17:35		08/23 08:55		08/23 17:30		08/24 17:50		08/25 18:40		08/26 17:20		
	天気	C		BC		B		B		BC		BC		C		
	雲量・雲形	10	As	3	Cs	1	Ci	1	Ci	8	Ci	8	Ci	10	St	
	風向・風速 (m/s)	WSW	9.5	WNW	8.1	NW	5.8	NW	4.1	SSW	5.4	SW	4.9	N	2.4	
	気温 (°C)	26.0		24.0		25.1		23.0		25.4		24.5		23.9		
	気圧 (hpa)	1000.4		1007.4		1012.3		1014.6		1017.2		1013.8		1013.7		
	波・うねり	4	3	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	
	透明度 (m)	12		13		21		18		18		17		19		
	水温 °C ・ 塩分 ‰	0 m	25.1	33.46	24.0	33.61	23.2	33.67	24.6	33.68	25.0	33.65	24.1	33.69	24.0	33.67
		10 m	22.25	33.67	23.94	33.62	22.93	33.63	24.32	33.67	24.42	33.62	19.85	32.54	22.79	33.36
		20 m	15.34	33.51	13.80	33.58	13.64	33.63	13.46	33.45	14.70	33.68	11.72	33.69	10.09	33.84
		30 m	8.74	33.75	8.64	33.79	7.54	33.83	9.68	34.07	9.68	34.08	7.26	33.78	6.60	33.88
50 m		4.44	33.92	4.47	33.91	4.63	33.87	6.20	34.01	6.11	33.96	4.54	33.89	4.74	33.91	
75 m		3.11	33.92	2.99	33.92	3.47	33.88	4.29	34.01	4.28	33.96	3.55	33.87	3.70	33.90	
100 m		2.51	33.94	2.43	33.91	2.80	33.90	3.31	33.99	3.16	33.98	2.64	33.91	2.80	33.90	
150 m		1.86	33.96	1.98	33.98	2.02	33.96	1.88	33.98	1.67	33.96	2.00	33.96	1.98	33.94	
200 m	1.36	33.97	1.32	33.97	1.48	33.97	1.26	33.97	1.24	33.97	1.36	33.97	1.51	33.96		
300 m	0.90	33.98	0.89	33.99			0.96	33.97	0.96	34.00	0.94	34.00	1.02	33.98		
備 考	月齢 8.2	月齢 9.2		観測補間点		月齢 10.2		月齢 11.2		月齢 12.2		月齢 13.2				
	※イカの蛸集が殆どないため操業中止して移動															

付表1 試験操業・生物測定・海洋観測結果(2)

		第06次操業		第07次操業		第08次操業		第09次操業		第10次操業		第11次操業				
試験操業結果	操業	M24B216		(備考参照)		M24B216		M78		B216		M78				
	集魚灯の種別	M24B216		(備考参照)		M24B216		M78		B216		M78				
	操業開始位置 N	40	1.8	40	1.6	39	13.8	39	14.4	39	13.2	39 17.9				
	E	135	11.8	134	53.1	134	11.7	134	11.3	134	13.2	134 27.8				
	操業終了位置 N	40	1.2	40	2.1	39	12.3	39	13.4	39	10.6	39 17.8				
	E	135	11.3	134	50.8	134	15.7	134	15.9	134	16.9	134 25.4				
	操業開始時刻	08/27 00:00		08/27 19:00		09/19 18:30		09/20 18:30		09/21 19:00		09/22 18:30				
	操業終了時刻	08/27 05:00		08/28 04:15		09/20 03:15		09/21 03:15		09/22 05:00		09/23 03:30				
	操業時間 (t)	5.00		9.25		7.08		7.75		10.00		5.75				
	釣機台数 (n)	14.0		14.0		10.8		14.0		14.0		14.0				
	漁獲努力 (t・n)	70.0		129.5		76.7		108.5		140.0		80.5				
	釣獲尾数 (尾)	1096		1423		6897		6410		3421		7473				
	CPUE	15.66		10.99		89.97		59.08		24.44		92.83				
	補機運転台数	1		1		1		2		1		2				
補機燃料消費 (L)	197		269		399		796		223		779					
生物測定結果	外套背長組成	12 cm														
		13 cm														
		14 cm														
		15 cm											1	1%		
		16 cm														
		17 cm	1	1%			1						1	1%		
		18 cm	3	2%					1	1%	3	2%	3	2%		
		19 cm	15	8%	2	1%	1	1%			3	2%	16	8%		
		20 cm	38	19%	10	5%	2	1%	4	2%	12	6%	18	9%		
		21 cm	41	21%	44	22%	12	6%	14	7%	14	7%	27	14%		
		22 cm	50	25%	51	26%	15	8%	14	7%	15	8%	31	16%		
		23 cm	28	14%	42	21%	23	12%	23	12%	20	10%	32	16%		
		24 cm	15	8%	23	12%	29	15%	18	9%	29	15%	25	13%		
		25 cm	4	2%	18	9%	36	18%	29	15%	33	17%	17	9%		
		26 cm	5	3%	9	5%	34	17%	27	14%	22	11%	7	4%		
		27 cm			1	1%	17	9%	25	13%	23	12%	11	6%		
		28 cm					15	8%	24	12%	12	6%	4	2%		
		29 cm					7	4%	12	6%	10	5%	4	2%		
		30 cm					6	3%	8	4%	4	2%	2	1%		
31 cm					1	1%	1	1%								
32 cm					1	1%										
合計	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%				
平均体重 (g)	202		260		352		341		347		294					
海洋観測結果	海洋観測位置 N	40	2.0	40	1.6	39	13.9	39	14.4	39	13.2	39	40.0	39	18.1	
	E	135	11.6	134	53.4	134	11.5	134	10.9	134	12.8	134	7.0	134	27.9	
	観測日時	08/26 23:10		08/27 17:05		09/19 17:45		09/20 17:30		09/21 17:30		09/22 11:20		09/22 17:30		
	天気	O		C		BC		BC		R		C		C		
	雲量・雲形	—		10 St		7 Ci		8 Ci		10 St		10 Sc		10 Sc		
	風向・風速 (m/s)	NNW	5.2	W	3.8	N	6.9	SW	1.9	WSW	5.1	NE	8.8	NE	7.3	
	気温 (°C)	23.2		22.0		25.0		25.0		24.2		21.1		21.5		
	気圧 (hpa)	1013.9		1012.4		1014.2		1015.7		1016.0		1023.2		1023.8		
	波・うねり	1	1	2	1	2	3	2	2	4	3	3	2	3	2	
	透明度 (m)	—		18		18		27		14		15		15		
	水温・塩分%	0 m	24.0	33.64	24.3	33.53	22.7	33.61	23.2	33.54	23.5	33.35	21.9	33.63	22.5	33.50
		10 m	17.37	33.26	24.08	33.58	22.38	33.57	22.16	33.55	21.91	33.62	21.83	33.63	22.59	33.49
		20 m	10.61	33.67	12.07	33.65	22.13	33.57	21.85	33.64	21.63	33.65	20.68	33.46	22.09	33.52
		30 m	6.02	33.83	7.96	33.88	16.11	32.47	12.41	33.77	11.33	33.45	6.98	33.89	8.70	33.71
50 m		4.60	33.90	5.01	33.79	6.03	33.83	5.49	33.81	5.82	33.86	4.60	33.88	5.77	33.79	
75 m		3.83	33.91	3.08	33.83	3.67	33.97	3.66	33.97	3.54	33.95	3.91	33.89	2.94	33.92	
100 m		2.75	33.89	2.42	33.95	2.97	33.95	2.93	33.96	2.87	33.95	3.12	33.92	2.39	33.98	
150 m		1.97	33.95	1.88	33.96	1.86	33.94	1.81	33.94	1.86	33.94	2.19	33.95	1.69	33.97	
200 m	1.49	33.96	1.33	33.98	1.40	33.97	1.40	33.97	1.39	33.96	1.58	33.98	1.25	33.98		
300 m	0.98	33.99	0.95	33.98	0.96	34.00	0.97	33.98	0.95	33.98			0.89	33.99		
備考	月齢 13.2	※約7海里移動して操業を再開		月齢 14.2	※下記のとおり点灯した B216 (19:00~23:00) M24B216 (23:00~01:00) M24B132 (01:00~04:15)		月齢 7.6		月齢 8.6		月齢 9.6	観測補間点		月齢 10.6		
															※17海里以内他船4隻操業	

付表1 試験操業・生物測定・海洋観測結果(3)

試験操業結果	操業	第12次操業		第13次操業		第14次操業		第15次操業		第16次操業		第16次操業				
	集魚灯の種別	M24B216		M78		B216		M78		M24B216		(備考参照)				
	操業開始位置 N	39	20.9	39	19.9	39	25.6	39	55.2	39	58.5	39	58.1			
	E	134	29.8	134	29.8	134	32.0	134	48.3	135	0.2	134	53.4			
	操業終了位置 N	39	21.9	39	22.5	39	29.0	39	56.4	39	58.7	39	56.8			
	E	134	28.8	134	31.6	134	33.4	134	45.6	135	0.3	134	56.3			
	操業開始時刻	09/23 18:30		09/24 18:30		09/25 18:30		10/10 18:30		10/11 18:00		10/11 21:00				
	操業終了時刻	09/24 05:00		09/25 05:00		09/26 04:00		10/11 06:00		10/11 19:00		10/12 06:00				
	操業時間 (t)	10.50		10.00		9.50		11.50		1.00		9.00				
	釣機台数 (n)	14.0		14.0		14.0		14.0		14.0		14.0				
	漁獲努力 (t・n)	147.0		140.0		133.0		161.0		14.0		126.0				
	釣獲尾数 (尾)	2278		2485		653		3121		56		1520				
	CPUE	15.50		17.75		4.91		19.39		4.00		12.06				
	補機運転台数	1		2		1		2		2		2				
	補機燃料消費 (L)	407		834		197		915		46		527				
生物測定結果	外套背長組成	12 cm											1	1%		
		13 cm														
		14 cm								1	1%					
		15 cm														
		16 cm												1	1%	
		17 cm	1	1%			1	1%		2	1%	1	2%	3	2%	
		18 cm		0%	3	2%	2	1%						1	1%	
		19 cm	12	6%	8	4%	3	2%						3	2%	
		20 cm	11	6%	9	5%	6	3%		3	2%			2	1%	
		21 cm	25	13%	21	11%	18	9%		6	3%	3	5%	5	3%	
		22 cm	20	10%	23	12%	22	11%		11	6%	5	9%	4	2%	
		23 cm	30	15%	41	21%	27	14%		22	11%	7	13%	16	8%	
		24 cm	26	13%	23	12%	30	15%		35	18%	8	14%	20	10%	
		25 cm	25	13%	29	15%	21	11%		21	11%	13	23%	32	16%	
		26 cm	20	10%	20	10%	32	16%		39	20%	7	13%	22	11%	
		27 cm	14	7%	11	6%	18	9%		28	14%	8	14%	39	20%	
		28 cm	9	5%	8	4%	9	5%		20	10%	3	5%	26	13%	
		29 cm	5	3%	2	1%	7	4%		9	5%			17	9%	
		30 cm	1	1%	2	1%	4	2%		3	2%	1	2%	7	4%	
	31 cm	1	1%										1	1%		
32 cm																
	合計	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%	56	100%	200	100%			
	平均体重 (g)	320		306		348		364		—		399				
海洋観測結果	海洋観測位置 N	39	20.3	39	19.8	39	25.1	39	58.0	39	55.4	39	58.2	39	58.1	
	E	134	30.2	134	29.8	134	32.2	134	50.0	134	49.3	135	0.0	134	53.3	
	観測日時	09/23 17:30		09/24 17:30		09/25 17:25		10/10 16:05		10/10 17:20		10/11 16:45		10/11 20:30		
	天気	BC		BC		C		C		C		BC		C		
	雲量・雲形	3	Ci	5	Ac	10	Ac	9	Ci	9	Ci	2	Ci	—	—	
	風向・風速 (m/s)	ENE 6.9		N 1.5		N 6.1		NW 5.6		NW 3.8		NW 6.7		NW 6.5		
	気温 (°C)	23.1		23.0		19.5		16.5		16.5		17.5		17.0		
	気圧 (hpa)	1022.2		1016.0		1017.5		1018.1		1018.1		1015.8		1017.6		
	波・うねり	2	2	2	2	4	3	3	2	2	3	2	2	3	2	
	透明度 (m)	18		20		16		17		17		14		—		
	水温・塩分%	0 m	22.9	33.43	22.8	33.59	22.7	33.46	18.8	33.78	19.0	33.79	19.0	33.79	18.7	33.80
		10 m	22.71	33.44	22.28	33.52	22.67	33.46	18.72	33.78	18.80	33.80	18.75	33.77	18.64	33.79
		20 m	22.42	33.48	21.93	33.36	22.18	33.50	18.71	33.79	18.74	33.80	18.69	33.77	18.64	33.80
		30 m	10.38	33.76	9.57	33.78	10.08	33.92	11.35	33.97	10.17	34.03	17.56	33.55	9.55	34.01
		50 m	4.37	33.95	4.29	33.82	4.13	33.88	7.10	34.04	6.58	34.01	5.44	33.78	6.25	34.05
		75 m	3.01	33.94	3.04	33.94	2.97	33.94	4.81	33.99	4.84	34.00	3.87	33.85	4.33	34.00
		100 m	2.45	33.95	2.29	33.93	2.33	33.97	3.53	33.98	3.70	34.02	3.07	33.91	2.79	33.91
150 m		1.78	33.96	1.77	33.97	1.56	33.98	2.11	33.95	2.05	33.99	2.03	33.97	2.00	33.96	
200 m		1.31	33.98	1.30	33.97	1.18	33.97	1.46	34.00	1.44	33.98	1.44	33.98	1.50	33.97	
300 m	0.89	33.99	0.89	33.99	0.90	34.00			0.97	34.01	1.00	33.99	1.02	33.98		
備考	月齢 11.6	※12海里以内4隻操業 ※LED灯12枚点灯せず		月齢 12.6	※5海里付近1隻操業		月齢 13.6	※接触不良のLED灯1枚を撤去、215枚点灯して操業		観測補間点	月齢 28.6	※24海里以内9隻操業		月齢 29.6	※12海里以内11隻操業 ※クジラ回遊のため操業中止して移動	
														月齢 29.6	※約6海里移動して操業を再開 ※下記のとおり点灯したM24B216 (21:00~02:00) M78 (02:00~06:00)	

付表1 試験操業・生物測定・海洋観測結果(4)

操業		第17次操業		第18次操業		第19次操業		第20次操業		第21次操業		第22次操業			
集魚灯の種別	(備考参照)			M24B216		M78		M24B216		M24B216		M78			
操業開始位置	N	39	58.8	40	6.5	39	29.0	39	25.4	39	35.0	39	30.0		
	E	135	13.5	135	46.9	135	20.2	135	24.1	135	26.8	135	34.6		
操業終了位置	N	39	57.0	40	9.3	39	30.9	39	22.7	39	30.7	39	27.2		
	E	135	14.2	135	49.0	135	23.7	135	29.4	135	29.0	135	34.8		
操業開始時刻		10/12 18:00		10/13 18:00		10/14 18:00		10/15 18:00		10/16 18:00		10/17 18:00			
操業終了時刻		10/13 05:30		10/14 06:00		10/15 06:00		10/16 06:00		10/17 06:00		10/18 04:30			
操業時間 (t)		11.50		12.00		12.00		12.00		12.00		10.50			
釣機台数 (n)		14.0		14.0		14.0		14.0		14.0		14.0			
漁獲努力 (t・n)		161.0		168.0		168.0		168.0		168.0		147.0			
釣獲尾数 (尾)		756		465		3235		1435		1154		2508			
CPUE		4.70		2.77		19.26		8.54		6.87		17.06			
補機運転台数		2		2		2		2		2		2			
補機燃料消費 (L)		757		505		924		503		502		825			
生物測定結果	外套背長組成	12 cm						1	1%	2	1%				
		13 cm					2	1%	2	1%	3	2%			
		14 cm	1	1%			5	3%	8	4%	3	2%			
		15 cm					9	5%	6	3%	12	6%	1	1%	
		16 cm					12	6%	13	7%	18	9%	7	4%	
		17 cm	1	1%	1	1%	24	12%	16	8%	28	14%	14	7%	
		18 cm			2	1%	10	5%	8	4%	16	8%	9	5%	
		19 cm	1	1%	3	2%	9	5%	7	4%	4	2%	5	3%	
		20 cm	1	1%	7	4%	16	8%	11	6%	5	3%	21	11%	
		21 cm	5	3%	29	15%	37	19%	21	11%	16	8%	25	13%	
		22 cm	7	4%	51	26%	30	15%	33	17%	21	11%	39	20%	
		23 cm	12	6%	55	28%	23	12%	29	15%	25	13%	35	18%	
		24 cm	27	14%	26	13%	11	6%	21	11%	19	10%	22	11%	
		25 cm	40	20%	6	3%	5	3%	10	5%	7	4%	8	4%	
		26 cm	40	20%	9	5%	3	2%	6	3%	12	6%	8	4%	
		27 cm	34	17%	6	3%	1	1%	3	2%	5	3%	3	2%	
		28 cm	21	11%	1	1%	3	2%	4	2%	2	1%	1	1%	
		29 cm	8	4%	3	2%			1	1%	1	1%	2	1%	
30 cm	2	1%	1	1%					1	1%					
31 cm															
32 cm															
合計		200	100%	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%		
平均体重 (g)		354		244		188		260		238		248			
海洋観測位置	N	39	58.7	40	6.8	39	29.4	39	24.8	39	34.9	39	31.0		
	E	135	13.2	135	46.8	135	20.3	135	24.7	135	25.1	135	33.9		
観測日時		10/12 16:25		10/13 16:25		10/14 17:20		10/15 16:20		10/16 16:15		10/17 16:20			
天気		BC		BC		C		BC		C		BC			
雲量・雲形		2	Ci	3	Ci	10	Sc	3	Ac	10	Sc	4	Ci		
風向・風速 (m/s)		NNW	7.7	W	5.9	N	7.1	NNE	6.1	NNE	5.9	NE	5.9		
気温 (°C)		14.0		15.1		15.2		15.5		14.2		14.5			
気圧 (hpa)		1022.2		1024.0		1020.2		1025.4		1024.1		1024.5			
波・うねり		3	4	2	3	3	2	3	2	2	3	2	3		
透明度 (m)		14		17		—		16		17		16			
水温・塩分	°C	0 m	18.8	33.78	19.1	33.79	19.8	33.55	19.5	33.54	19.2	33.57	19.0	33.53	
		10 m	18.75	33.77	19.17	33.80	19.83	33.52	19.54	33.54	19.28	33.55	18.99	33.52	
		20 m	18.74	33.77	19.00	33.79	19.82	33.52	19.55	33.54	19.28	33.56	18.99	33.53	
		30 m	14.95	32.89	13.81	33.74	17.32	34.21	19.50	33.55	16.33	34.26	18.99	33.53	
		50 m	4.72	33.84	7.43	34.03	13.06	34.18	14.16	34.26	13.61	34.22	13.93	34.27	
		75 m	3.02	33.97	4.76	33.94	8.59	34.07	9.87	34.12	8.55	34.07	9.16	33.99	
		100 m	2.26	33.95	3.58	33.98	5.70	34.01	6.73	34.02	5.70	34.01	5.96	33.97	
		150 m	1.61	33.97	2.20	33.98	3.21	34.01	3.31	33.99	2.87	33.96	2.85	33.97	
		200 m	1.25	33.96	1.46	33.97	1.93	33.98	1.91	33.98	1.81	33.98	1.90	33.99	
300 m	0.88	34.00	0.98	33.99	1.03	33.97	1.08	34.00	0.99	34.00	1.04	34.00			
備考	月齢 0.9	※24海里以内 20隻操業 ※下記のとおり 点灯した M24B216 (18:00~23:00) M78 (23:00~05:30)		月齢 1.9	※24海里以内 13隻操業 ※操業終了後 クジラ2頭視認		月齢 2.9	※24海里以内 14隻操業		月齢 3.9	※24海里以内 12隻操業		月齢 4.9	※24海里以内 8隻操業	
	月齢 5.9	※24海里以内 7隻操業													

付表2 機関燃油消費量調査結果(1)

	主機関				捕機関				捕機関(操業時)※1				捕機関(非操業時)※2				
	消費量 (L)	運転時間 (H)	消費速度 (L/H)		消費量 (L)	運転時間 (H)	消費速度 (L/H)		消費量 (L)	運転時間 (H)	消費速度 (L/H)		消費量 (L)	運転時間 (H)	消費速度 (L/H)		
H19/08/20	午前	—	—	—	48	3.17	15.16	—	—	—	—	—	48	3.17	15.16	—	
	午後	1370	11.33	120.88	245	12.00	20.42	—	—	—	—	—	245	12.00	20.42	—	
H19/08/21	午前	1654	12.00	137.83	230	12.00	19.17	—	—	—	—	—	230	12.00	19.17	—	
	午後	550	4.42	124.53	542	12.00	45.17	—	—	—	—	—	134	7.00	19.14	—	
H19/08/22	午前	—	—	—	602	12.00	50.17	—	—	—	—	—	189	7.00	27.00	—	
	午後	119	1.33	89.25	321	12.00	26.75	—	—	—	—	—	129	7.00	18.43	—	
H19/08/23	午前	573	5.33	107.44	352	12.00	29.33	—	—	—	—	—	156	7.00	22.29	—	
	午後	571	4.58	124.58	326	12.00	27.17	—	—	—	—	—	137	7.00	19.57	—	
H19/08/24	午前	177	1.67	106.20	353	12.00	29.42	—	—	—	—	—	148	7.00	21.14	—	
	午後	518	4.42	117.28	570	12.00	47.50	—	—	—	—	—	157	7.00	22.43	—	
H19/08/25	午前	234	2.08	112.32	551	12.00	45.92	—	—	—	—	—	154	7.00	22.00	—	
	午後	793	6.58	120.46	554	12.00	46.17	—	—	—	—	—	154	7.00	22.00	—	
H19/08/26	午前	—	—	—	595	12.00	49.58	—	—	—	—	—	175	7.00	25.00	—	
	午後	496	4.75	104.42	341	12.00	28.42	—	—	—	—	—	230	9.00	25.56	—	
H19/08/27	午前	220	2.00	110.00	354	12.00	29.50	—	—	—	—	—	157	7.00	22.43	—	
	午後	537	4.67	115.07	272	12.00	22.67	—	—	—	—	—	143	7.00	20.43	—	
H19/08/28	午前	1329	7.58	175.25	344	12.00	28.67	—	—	—	—	—	195	7.75	25.16	—	
	午後	1659	9.50	174.63	187	12.00	15.58	—	—	—	—	—	187	12.00	15.58	—	
H19/08/29	午前	107	1.17	91.71	166	9.42	17.63	—	—	—	—	—	166	9.42	17.63	—	
	午後	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
M24B216操業時の合計 ※3																	
													1090	28.00	38.93		
M78操業時の合計 ※3																	
													2451	30.00	81.70		
総計																	
		10907	83.42	130.75	6953	216.58	32.10						3819	67.25	56.79	2920	136.75
													3134	149.33	20.99		

※1※2: 非操業時、M24B216操業時、B216操業時、M24B132操業時には捕機関1台、M78操業時には捕機関2台を運転

※3: 8月20日午後から8月28日午後までの集計結果

付表2 機関燃油消費量調査結果(2)

	主機関				捕機関				捕機関(操業時)※1				捕機関(非操業時)※2			
	消費量 (L)	運転時間 (H)	消費速度 (L/H)	消費量 (L)	運転時間 (H)	消費速度 (L/H)	消費量 (L)	運転時間 (H)	消費速度 (L/H)	消費量 (L)	運転時間 (H)	消費速度 (L/H)	消費量 (L)	運転時間 (H)	消費速度 (L/H)	
H19/09/18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	1332	9.42	141.45	195	11.17	17.46	—	—	—	—	—	195	11.17	17.46		
H19/09/19	1125	9.00	125.00	429	12.00	35.75	—	—	—	—	—	229	9.75	23.49		
	920	5.42	169.85	346	12.00	28.83	200	2.25	88.89	2.25	88.89	229	9.75	23.49		
H19/09/20	—	—	—	344	12.00	28.67	224	5.50	40.73	5.50	40.73	122	6.50	18.77		
	345	3.25	106.15	616	12.00	51.33	175	4.00	43.75	4.00	43.75	169	8.00	21.13		
H19/09/21	—	—	—	547	12.00	45.58	462	5.50	84.00	5.50	84.00	154	6.50	23.69		
	102	1.25	81.60	256	12.00	21.33	334	4.00	83.50	4.00	83.50	213	8.00	26.63		
H19/09/22	534	4.67	114.43	250	12.00	20.83	120	5.00	24.00	5.00	24.00	136	7.00	19.43		
	610	5.42	112.62	601	12.00	50.08	103	5.00	20.60	5.00	20.60	147	7.00	21.00		
H19/09/23	—	—	—	567	12.00	47.25	449	5.50	81.64	5.50	81.64	152	6.50	23.38		
	171	1.83	93.27	354	12.00	29.50	330	4.00	82.50	4.00	82.50	237	8.00	29.63		
H19/09/24	—	—	—	331	12.00	27.58	216	5.50	39.27	5.50	39.27	138	6.50	21.23		
	149	1.58	94.11	582	12.00	48.50	191	5.00	38.20	5.00	38.20	140	7.00	20.00		
H19/09/25	—	—	—	577	12.00	48.08	440	5.50	80.00	5.50	80.00	142	6.50	21.85		
	—	—	—	232	12.00	19.33	394	5.00	78.80	5.00	78.80	183	7.00	26.14		
H19/09/26	1330	8.08	164.54	237	12.00	19.75	116	5.50	21.09	5.50	21.09	116	6.50	17.85		
	1446	8.17	177.06	166	12.00	13.83	81	4.00	20.25	4.00	20.25	156	8.00	19.50		
H19/09/27	96	1.25	76.80	164	9.25	17.73	—	—	—	—	—	166	12.00	13.83		
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	164	9.25	17.73		
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
B216操業時の合計 ※3																
M24B216操業時の合計 ※3							420	19.50	21.54	19.50	21.54					
M78操業時の合計 ※3							806	20.00	40.30	20.00	40.30					
非操業時の合計 ※3							2409	29.50	81.66	29.50	81.66					
総計	8160	59.33	137.53	6794	212.42	31.98	3835	71.25	53.82	71.25	53.82	2600	120.75	21.53	20.96	

※1※2: 非操業時、M24B216操業時、B216操業時には捕機1台、M78操業時には捕機2台を運転

※3: 9月19日午前から9月26日午後までの集計結果

付表2 機関燃油消費量調査結果(3)

	主機関				捕機関				捕機関(操業時)※1				捕機関(非操業時)※2			
	消費量 (L)	運転時間 (H)	消費速度 (L/H)		消費量 (L)	運転時間 (H)	消費速度 (L/H)		消費量 (L)	運転時間 (H)	消費速度 (L/H)		消費量 (L)	運転時間 (H)	消費速度 (L/H)	
H19/10/09	午前	100	1.17	85.71	51	3.33	15.30		—	—	—	51	3.33	15.30		
	午後	1420	10.92	130.08	210	12.00	17.50		—	—	—	210	12.00	17.50		
H19/10/10	午前	1583	12.00	131.92	195	12.00	16.25		—	—	—	195	12.00	16.25		
	午後	716	5.17	138.58	563	12.00	46.92		428	5.50	77.82	135	6.50	20.77		
H19/10/11	午前	—	—	—	635	12.00	52.92		487	6.00	81.17	148	6.00	24.67		
	午後	428	4.17	102.72	359	12.00	29.92		173	4.00	43.25	186	8.00	23.25		
H19/10/12	午前	—	—	—	549	12.00	45.75		400	6.00	66.67	149	6.00	24.83		
	午後	218	2.17	100.62	396	12.00	33.00		286	6.00	47.67	110	6.00	18.33		
H19/10/13	午前	288	2.58	111.48	569	12.00	47.42		471	6.00	78.50	98	6.00	16.33		
	午後	414	3.50	118.29	368	12.00	30.67		256	6.00	42.67	112	6.00	18.67		
H19/10/14	午前	246	2.50	98.40	358	12.00	29.83		249	6.00	41.50	109	6.00	18.17		
	午後	637	5.42	117.60	578	12.00	48.17		442	6.00	73.67	136	6.00	22.67		
H19/10/15	午前	—	—	—	624	12.00	52.00		482	6.00	80.33	142	6.00	23.67		
	午後	—	—	—	357	12.00	29.75		250	6.00	41.67	107	6.00	17.83		
H19/10/16	午前	—	—	—	361	12.00	30.08		253	6.00	42.17	108	6.00	18.00		
	午後	376	3.33	112.80	375	12.00	31.25		253	6.00	42.17	122	6.00	20.33		
H19/10/17	午前	—	—	—	344	12.00	28.67		249	6.00	41.50	95	6.00	15.83		
	午後	—	—	—	573	12.00	47.75		462	6.00	77.00	111	6.00	18.50		
H19/10/18	午前	1084	7.33	147.82	536	12.00	44.67		363	4.50	80.67	173	7.50	23.07		
	午後	1276	7.42	172.04	152	12.00	12.67		—	—	—	152	12.00	12.67		
H19/10/19	午前	101	1.33	75.75	157	8.67	18.12		—	—	—	157	8.67	18.12		
	午後	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—		
M24B216操業時の合計 ※3																
M78操業時の合計 ※3																
非操業時の合計 ※3																
総計	8887	69.00	128.80	8310	240.00	34.63	5504	92.00	59.83	2598	136.00	19.10	2806	148.00	18.96	

※1※2: 非操業時には補機1台、M24B216操業時、M78操業時には補機2台を運転

※3: 10月9日午後から10月18日午後までの集計結果

付表3 試験操業時間帯別結果(1)

時間帯	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~24	24~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	総合
第01次操業														
釣獲尾数			113	256	270	314	513	483	711	1151	1031	553		5395
努力量			14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0		140.0
操業開始 08/21 19:00														
操業終了 08/22 05:00			8.1	18.3	19.3	22.4	36.6	34.5	50.8	82.2	73.6	39.5		38.54
集魚灯: M78			82	81	82	82	81	81	84	83	82	83		821
補機燃油消費(L)			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
補機運転台数			36	219	211	241	154	221	283	248	290	180		2083
第02次操業														
釣獲尾数			14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0		140.0
努力量			2.6	15.6	15.1	17.2	11.0	15.8	20.2	17.7	20.7	12.9		14.88
操業開始 08/22 19:00														
操業終了 08/23 05:00			42	37	36	40	37	38	37	38	41	42		388
集魚灯: M24B216			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
補機燃油消費(L)			78	174	278	331	358	605	870	1123	1443	1279		6539
補機運転台数			14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0		140.0
第03次操業														
釣獲尾数			5.6	12.4	19.9	23.6	25.6	43.2	62.1	80.2	103.1	91.4		46.71
努力量			38	36	39	37	39	37	41	42	43	42		394
操業開始 08/24 05:00			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
操業終了 08/24 05:00			47	95	117	90	102	108	93	130	151	200		1133
集魚灯: M24B216			14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0		140.0
補機燃油消費(L)			3.4	6.8	8.4	6.4	7.3	7.7	6.6	9.3	10.8	14.3		8.09
補機運転台数			84	81	83	81	84	80	78	79	79	81		810
第04次操業														
釣獲尾数			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
努力量			340	329	661	467	375	399	477	617	888	860		5413
操業開始 08/24 19:00			14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0		140.0
操業終了 08/25 05:00			24.3	23.5	47.2	33.4	26.8	28.5	34.1	44.1	63.4	61.4		38.66
集魚灯: M78			83	78	80	79	80	82	83	87	82	86		820
補機燃油消費(L)			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
補機運転台数			49	51	16									116
第05次操業														
釣獲尾数			14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0		140.0
努力量			3.5	3.6	1.1									42.0
操業開始 08/26 19:00														
操業終了 08/26 22:00			37	37	37									2.76
集魚灯: M24B216			1	1	1									111
補機燃油消費(L)			1	1	1									1
補機運転台数														

付表3 試験操業時間帯別結果(2)

時間帯	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~24	24~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	総計
第06次操業														
釣獲尾数								175	176	204	166	375		1096
努力量								14.0	14.0	14.0	14.0	14.0		70.0
操業開始 08/27 00:00								12.5	12.6	14.6	11.9	26.8		15.66
操業終了 08/27 05:00								43	35	38	41	40		197
集魚灯: M24B216								1	1	1	1	1		1
補機燃油消費(L)														
補機運転台数														
第07次操業			115	52	76	36	94	85	130	236	446	153		1423
釣獲尾数														
努力量			14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	3.5		129.5
操業開始 08/27 19:00			8.2	3.7	5.4	2.6	6.7	6.1	9.3	16.9	31.9	43.7		10.99
操業終了 08/28 04:15			22	20	21	21	45	30	36	36	38	—		269
集魚灯: B216→								1	1	1	1	1		1
M24B216→M24B132														
補機燃油消費(L)														
補機運転台数			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
第08次操業		23	250	606	1110	1460	750	—	920	1255	523			6897
釣獲尾数														
努力量		7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	4.7	—	4.0	4.0	1.0			76.7
操業開始 09/19 18:30		3.3	17.9	43.3	79.3	104.3	160.9	—	230.0	313.8	523.0			89.97
操業終了 09/20 03:15		19	39	39	39	43	45	46	44	43	42			399
集魚灯: M24B216		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1
補機燃油消費(L)														
補機運転台数														
第09次操業		12	84	247	515	703	1021	792	1771	—	1265			6410
釣獲尾数														
努力量		7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	—	3.5			108.5
操業開始 09/20 18:30		1.7	6.0	17.6	36.8	50.2	72.9	56.6	126.5	—	361.4			59.08
操業終了 09/21 03:15		43	84	85	84	83	83	82	84	84	84			796
集魚灯: M78		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			2
補機燃油消費(L)														
補機運転台数														
第10次操業			26	84	112	70	56	71	169	448	1488	897		3421
釣獲尾数														
努力量			14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0		140.0
操業開始 09/21 19:00			1.9	6.0	8.0	5.0	4.0	5.1	12.1	32.0	106.3	64.1		24.44
操業終了 09/22 05:00			24	25	24	23	24	21	22	20	19	21		223
集魚灯: B216			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
補機燃油消費(L)														
補機運転台数														
第11次操業		20	219	481	1017	1603	1141	—	—	1933	1059			7473
釣獲尾数														
努力量		7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	7.0	—	—	7.0	3.5			80.5
操業開始 09/22 18:30		2.9	15.6	34.4	72.6	114.5	163.0	—	—	276.1	302.6			92.83
操業終了 09/23 03:30		40	82	82	80	82	83	82	84	83	81			779
集魚灯: M78		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			2
補機燃油消費(L)														
補機運転台数														

付表3 試験操業時間帯別結果(3)

時間帯	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~24	24~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	総計
第12次操業														
釣獲尾数			90	116	147	251	265	300	296	264	287	242		2278
努力量		7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0		147.0
CPUUE		2.9	6.4	8.3	10.5	17.9	18.9	21.4	21.1	18.9	20.5	17.3		15.50
集魚灯: M24B216		14	42	41	41	41	37	37	38	36	41	39		407
補機燃油消費(L)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
補機運転台数														
第13次操業														
釣獲尾数		31	85	83	54	143	161	221	305	358	481	563		2485
努力量		7.0	14.0	14.0	14.0	10.5	14.0	14.0	10.5	14.0	14.0	14.0		140.0
CPUUE		4.4	6.1	5.9	3.9	13.6	11.5	15.8	29.0	25.6	34.4	40.2		17.75
集魚灯: M78		41	83	80	79	77	80	82	83	82	79	68		834
補機燃油消費(L)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
補機運転台数														
第14次操業														
釣獲尾数		40	77	28	81	74	104	113	77	33	26			653
努力量		7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0			133.0
CPUUE		5.7	5.5	2.0	5.8	5.3	7.4	8.1	5.5	2.4	1.9			4.91
集魚灯: B216		12	23	23	20	19	19	21	20	19	21			197
補機燃油消費(L)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1
補機運転台数														
第15次操業														
釣獲尾数		32	93	269	193	204	305	382	381	421	414	245	182	3121
努力量		7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	161.0
CPUUE		4.6	6.6	19.2	13.8	14.6	21.8	27.3	27.2	30.1	29.6	17.5	13.0	19.39
集魚灯: M78		40	76	79	78	77	78	79	81	83	83	81	80	915
補機燃油消費(L)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
補機運転台数														
第16次操業														
釣獲尾数		56												56
努力量		14.0												14.0
CPUUE		4.0												4.00
集魚灯: M24B216		46												46
補機燃油消費(L)		2												2
補機運転台数														
第16次操業														
釣獲尾数					79	53	90	136	208	322	338	184	110	1520
努力量					14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	126.0
CPUUE					5.6	3.8	6.4	9.7	14.9	23.0	24.1	13.1	7.9	12.06
集魚灯: M24B216→M78					43	42	42	42	42	76	79	79	82	527
補機燃油消費(L)					2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
補機運転台数														

付表3 試験操業時間帯別結果(4)

時間帯	17~18	18~19	19~20	20~21	21~22	22~23	23~24	24~01	01~02	02~03	03~04	04~05	05~06	総計
第17次操業														
釣獲尾数		15	36	54	42	47	75	61	83	88	97	103	55	756
操業開始 10/12 18:00		14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	7.0	161.0
操業終了 10/13 05:30		1.1	2.6	3.9	3.0	3.4	5.4	4.4	5.9	6.3	6.9	7.4	7.9	4.70
集魚灯: M24B216→M78		44	42	41	42	43	74	79	76	75	76	77	88	757
補機燃油消費(L)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
補機運転台数														
第18次操業														
釣獲尾数		15	34	33	38	58	34	11	18	45	60	55	64	465
操業開始 10/13 18:00		14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	168.0
操業終了 10/14 06:00		1.1	2.4	2.4	2.7	4.1	2.4	0.8	1.3	3.2	4.3	3.9	4.6	2.77
集魚灯: M24B216		43	43	41	43	43	43	43	41	41	41	40	43	505
補機燃油消費(L)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
補機運転台数														
第19次操業														
釣獲尾数		105	161	226	230	297	320	315	315	454	312	248	252	3235
操業開始 10/14 18:00		14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	168.0
操業終了 10/15 06:00		7.5	11.5	16.1	16.4	21.2	22.9	22.5	22.5	32.4	22.3	17.7	18.0	19.26
集魚灯: M78		56	78	77	77	77	77	79	76	82	82	79	84	924
補機燃油消費(L)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
補機運転台数														
第20次操業														
釣獲尾数		50	40	101	85	128	159	152	139	143	138	146	154	1435
操業開始 10/15 18:00		14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	168.0
操業終了 10/16 06:00		3.6	2.9	7.2	6.1	9.1	11.4	10.9	9.9	10.2	9.9	10.4	11.0	8.54
集魚灯: M24B216		42	42	41	41	41	43	41	41	41	43	44	43	503
補機燃油消費(L)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
補機運転台数														
第21次操業														
釣獲尾数		36	50	66	68	75	80	79	105	158	150	172	115	1154
操業開始 10/16 18:00		14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	168.0
操業終了 10/17 06:00		2.6	3.6	4.7	4.9	5.4	5.7	5.6	7.5	11.3	10.7	12.3	8.2	6.87
集魚灯: M24B216		44	43	41	41	42	42	40	40	40	42	45	42	502
補機燃油消費(L)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
補機運転台数														
第22次操業														
釣獲尾数		55	85	126	119	165	200	271	406	435	387	259		2508
操業開始 10/17 18:00		14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	7.0		147.0
操業終了 10/18 04:30		3.9	6.1	9.0	8.5	11.8	14.3	19.4	29.0	31.1	27.6	37.0		17.06
集魚灯: M78		76	77	78	77	77	77	78	79	82	85	39		825
補機燃油消費(L)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
補機運転台数														

漁獲に及ぼす釣り針の色の影響（資料）

平成17年度調査では、釣り針の色が漁獲に及ぼす影響について調査した。この結果について、同年度報告書では記載していなかったため、以下のとおり報告する。

【目的】 スルメイカは色覚を持たないため、釣り針の色を見分けることはできないが、色の違いから生じる明度の差は認識できる。このため、釣り針の色が漁獲に影響する可能性が考えられる。また、青色LED灯とMH灯は発光スペクトルが全く異なるため、それぞれの光源の下では、好適な色が異なる可能性もある。以上の理由から、釣り針の色と漁獲の関係について調査した。

【方法】 調査船白山丸では、本県の中型いか釣り漁船が一般的に使用している台和漁具(株)製の緑色と蛍光紫色の釣り針(ニュー海王針)を使用している(図1)。通常の釣具仕様では、ステンレスワイヤー100mにサルカンを介して、30号、26号、20号のテグスを結び、各テグスには1.1m間隔で6個の釣り針(合計24個)を取り付けており、その下に20号のテグス3mと300匁の鉛分銅を取り付けている。このうち、30号と20号のテグス部分には緑色、26号のテグス部分には蛍光紫の釣り針を配置している。本試験では、2号機の片側のドラムだけ、全ての釣り針を(株)浅利研究所製のピンク色の釣り針(アサリ新生針:図1)に交換し、2号機のドラム別に毎時30分間、目視により漁獲尾数を計数した。



図1 試験に用いた釣り針

【結果】 青色LED灯102枚点灯時とMH灯78灯点灯時について、緑・蛍光紫針とピンク針の漁獲尾数を比較した(図2)。相関分析の結果、青色LED灯点灯時には、ピンク針は緑・蛍光紫針に比べて1.44倍、MH灯点灯時には、同1.77倍多く釣れるという結果が得られた。但し、データ数が少ないこと、2号機の片側ドラムにしかピンク針を取り付けてい

ないこと、当業漁船が緑・蛍光紫針で実績をあげていることから、ピンク針が緑・蛍光紫針よりも優れているのは危険である。むしろ、MH灯点灯時には、漁獲に及ぼす針色の影響が大きく、青色LED灯点灯時には、針色の影響が現われにくいと捉えたほうがよいと思われる。さらに、釣具ラインが左右になび

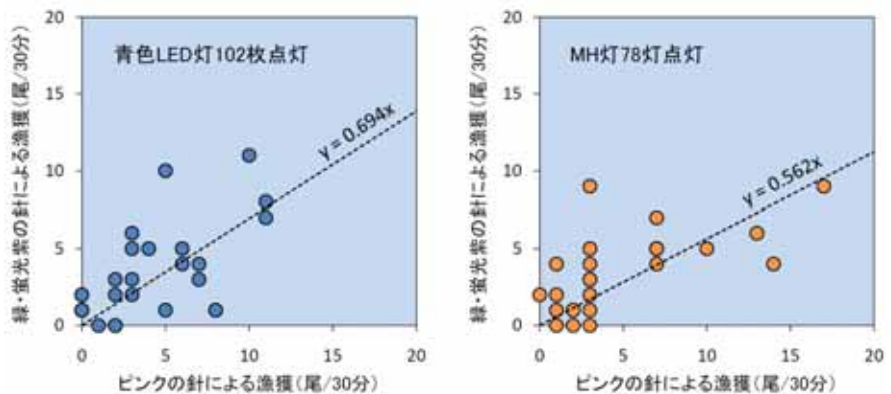


図2 緑・蛍光紫針とピンク針の漁獲尾数の比較

いたような状況では、緑・蛍光紫針とピンク針による漁獲尾数の比率が右舷と左舷で大きく異なる場合も観察されている。このことから、船下の明暗境界と釣具ラインの位置関係によって、漁獲に及ぼす針色の影響は変化すると考えられる。



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/>