

平成18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19年5月25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. 事業の目的	1
2. LED集魚灯の特徴と種類	1
第2章 調査の方法	
1. LED集魚灯の設置	3
2. 漁獲試験	5
3. 燃油消費量調査	6
4. 海洋観測	6
5. 水中光強度測定	7
6. その他	7
第3章 結果と考察	
1. 操業海域の海況と水温	8
2. 漁獲成績	9
3. 燃油消費量	11
4. 船体周囲の水中光強度	11
5. 操業時の魚探反応	29
6. 漁船の動向	39
7. 漁獲成績と水中光の関係	39
8. 沖合漁場におけるLED集魚灯の実用性と可能性	40
9. LED集魚灯の導入による省エネ・省コストと二酸化炭素排出抑制	41
10. その他	42
11. 次年度の調査計画	42
引用文献	43
付図・付表	44

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

1. 事業の目的

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灯は電力の消費が大きいことから、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。

小型いか釣り漁船では、電力消費量の少ない青色発光ダイオード(LED: Light Emitting Diode)を用いた集魚灯の実証試験が実施されており、MH灯と遜色ない漁獲と高い燃油節減効果が確認されている¹⁾。一方、日韓暫定水域を含む日本海沖合で操業する中型いか釣り漁船には、集魚システムに高い漁獲能力と高い経済効率が求められるが、沖合でのLED灯の実用性については、これまで明らかにされていなかった。

そこで、昨年度、日本海沖合において、中型いか釣り漁船に近い装備を持つ調査船白山丸(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^{2, 3)}。その結果、青色LED灯操業時における発電機関の燃油消費量はMH灯操業時の3割以下で、高い燃油節減効果が実証されたが、漁獲量はMH灯操業時の4割程度にとどまり、漁獲成績は振るわなかった。昨年度の調査では、平成16年度に(社)マリノフォーラム21が示したMH灯に対する青色LED灯の総合効率¹⁾に基づいて、同集魚灯を102枚設置して試験操業を行った。しかし、試験実施後に詳細な検討を加えたところ、総合効率は、従来考えられていた値の1/3程度であると試算された。従って、青色LED灯操業時に漁獲成績が振るわなかったのは、LED灯の設置枚数不足による光量不足が主な原因であると考えられた。また、青色LED灯は光の指向性が強く、発光スペクトルの幅が狭いため、集魚灯点灯時の水中光の分布パターンやスペクトルがMH灯点灯時とは異なっており、このことも漁獲成績に悪影響を及ぼした可能性が考えられた。

青色LED灯とは対象的に、MH灯は指向性が弱く、発光スペクトルの幅が非常に広い(図1, 2)。このため、青色LED灯操業時における光量不足や水中光の分布パターンとスペクトルの問題を改善する手段として、青色LED灯とMH灯の併用が有効であると予想される。また、青色LEDよりも指向性が弱く、発光スペクトルの幅が広い白色LEDを用いた集魚灯も試作されている。そこで本年度は、青色LED灯の取付角度や取付位置を調整するとともに、白色LED灯を追加装備し、両LED灯とMH灯を併用して操業試験を行った。それらの結果に基づき、LED灯の性能と実用性を評価するとともに、その効果的な使用方法や可能性について検討した。

2. LED集魚灯の特徴と種類

LEDには、寿命が長い、指向性が強い、電力消費量が少ない、紫外線を放射しない(紫外線LEDを除く)、放電灯に必要な制御用安定器が不要であるなどの特徴がある。このため、集魚灯をMH

灯からLEDに代替することにより、①集魚灯の交換回数が少なくなる、②海に向かって光を照射できるので光の無駄がない、③電力消費量が少なく発電用の燃油を節約できる、④紫外線による健康への悪影響がない、⑤安定器が不要なため船内スペースが増加する、などのメリットが生ずる。また、燃油消費量の減少にともない、CO₂、SO_x、NO_xなどの排出も減少する。このようにLEDは数多くのメリットを持ち、石油資源の節約や環境保全の観点からも好ましく、次世代の集魚灯として実用化が期待されている。

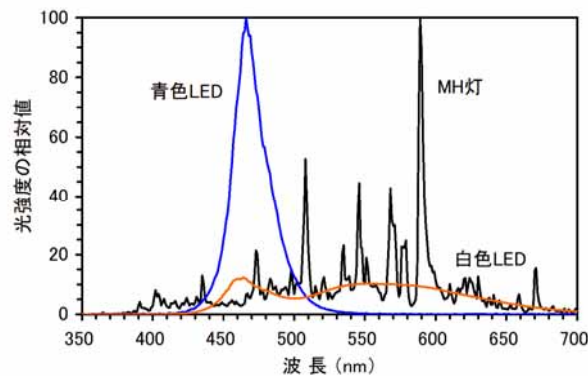


図1 MH灯、青色LEDおよび白色LEDの発光スペクトル

(MH灯と青色LEDは両スペクトルの最大値を100とする相対値、白色LEDは青色LEDに対する相対値)

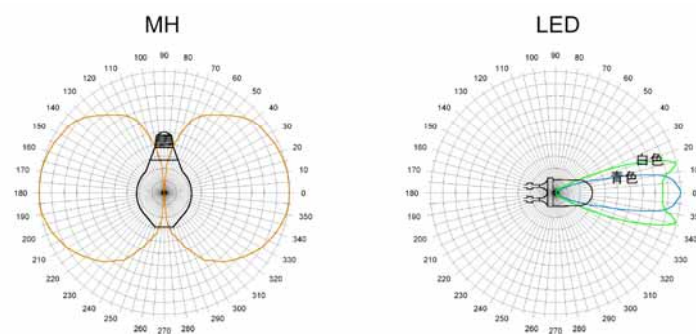


図2 MH灯、青色LEDおよび白色LEDの配光特性⁴⁻⁶⁾

青色LEDが発する450～500nmの青色光は水中での消散・減衰が少なく、スルメイカの最大視感度波長⁷⁾に一致することから、青色LEDはいか釣り用の集魚灯として優れていると考えられており、集魚灯には、これまで主に高輝度の青色LEDが用いられてきた。しかし、スルメイカの棲息場所や視物質の光吸収スペクトルから考えると、500～550nm付近の青緑色光もスルメイカの漁獲には有効であると考えられる³⁾。このような観点から、近年、発光スペクトルの幅が広い高輝度白色LEDを用いた集魚灯が試作されている。また、高輝度LEDよりも電力消費量は大きいものの、より明るい青緑色や白色のパワーLEDを用いた集魚灯も試験されている^{8, 9)}。現在、いか釣り用の集魚灯に用いられているLEDについては、高輝度タイプとパワータイプがあり、色については、青色、青緑色および白色に分類できる。

第2章 調査の方法

1. LED集魚灯の設置

本調査には、高木鋼業(株)製の青色LED灯と白色LED灯を用いた。両集魚灯1枚には日亜化学工業(株)製の青色LED(NSPB510S)又は白色LED(NSPW510S)が平面状に950個取り付けられており、仕様は、いずれも外形寸法:771×250×51mm, 重量:3.0kg, 消費電力:0.07kWであった。調査船白山丸には、青色LED灯を102枚(前甲板上:38枚, ブリッジ横:10枚, ファンネル横:18枚, 後甲板上:36枚), 白色LED灯を30枚(前甲板上:14枚, 後甲板上:16枚)設置した(図3, 4)。青色LED灯は、トラス構造の鋼管フレームを介して水平面に対して60度と70度の角度で交互に取り付けた。白色LED灯については、前甲板上と後甲板上の左右舷側寄りにワイヤーを各2本張り、水平面に対して65度の角度になるように取り付けられた。



図3 調査船白山丸のLED灯設置状況

昨年度の調査では、青色LED灯を水平面に対して60度の角度で取り付けられた。この条件で水中光の分布パターンを調べたところ、MH灯点灯時よりも遠方を照らす光が弱いことが明らかとなった。このため、本年度の調査では、青色LED灯の取付角度を60度と70度とし、前甲板上と後甲板上については、MH灯のソケットがLED灯の光を極力遮らないようにするため、鋼管フレーム全体の取付位置を20cm下げた。また、白色LED灯の取付角度は65度とし、60度と70度で取り付けられた青色LED灯の光軸の中間付近に白色LED灯の光軸が位置するようにした(付図1)。

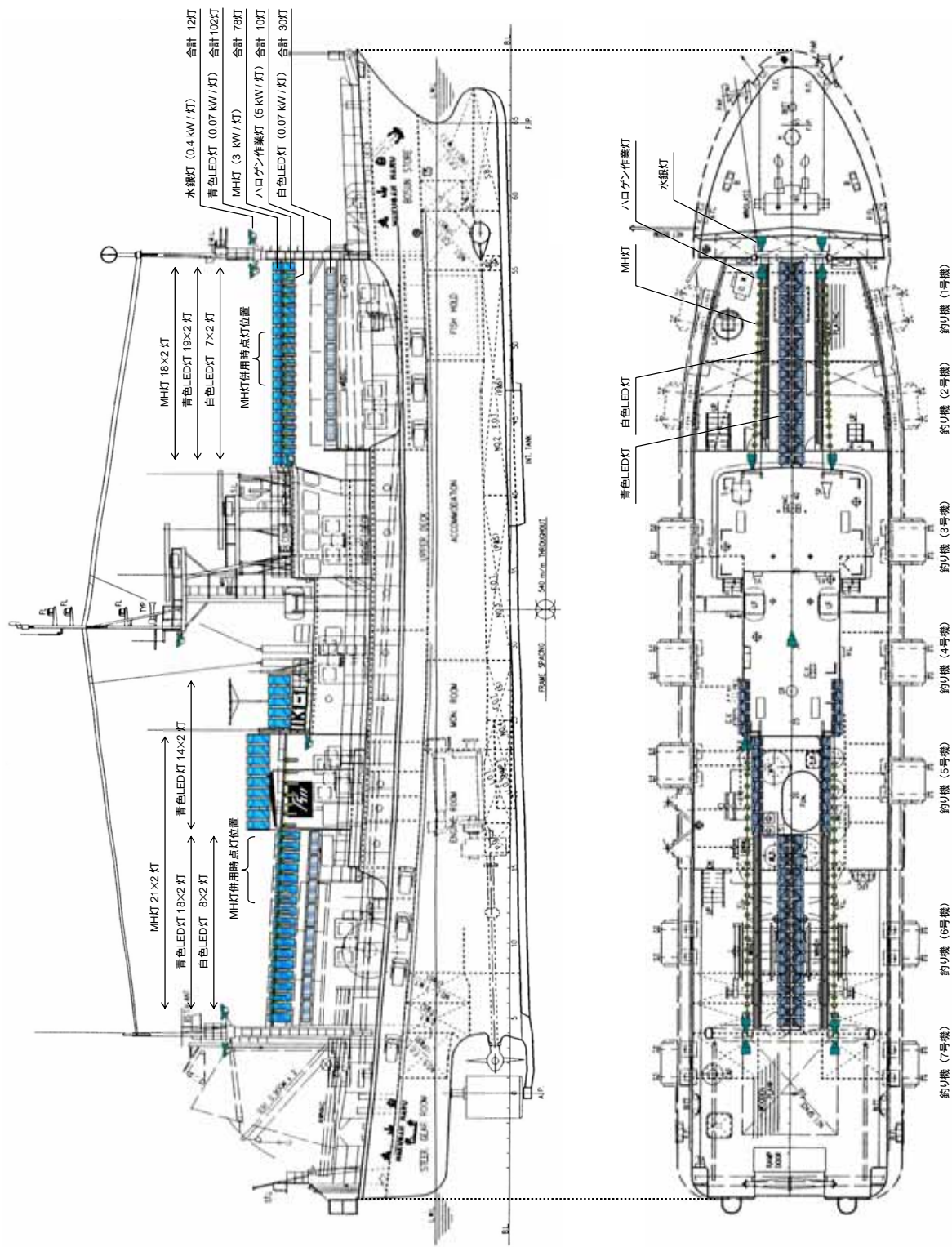


図4 調査船白山丸のⅴか釣り用集魚灯(MH灯・青色LED灯・白色LED灯), 作業灯および水銀灯の配置

2. 漁獲試験

平成18年8月21日から30日(第1次航海), 9月21日から29日(第2次航海), 10月18日から29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5)。調査船白山丸には, MH灯234kW(3kW×78灯)が通常装備されており, これに青色LED灯と白色LED灯を組み合わせ, 図6に示す5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「MH操業」, MH灯24灯+青色LED灯102枚+白色LED灯30枚による操業を「MHBLWL操業」, MH灯24灯+青色LED灯102枚による操業を「MHBL操業」, 青色LED灯102枚+白色LED灯30枚による操業を「BLWL操業」, 青色LED灯102枚による操業を「BL操業」とそれぞれ略記する。MH灯24灯の点灯位置は, 前甲板上中央の12灯とファンネル後方の12灯とした(図4)。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, 水銀灯12灯を常に点灯して操業を行った。

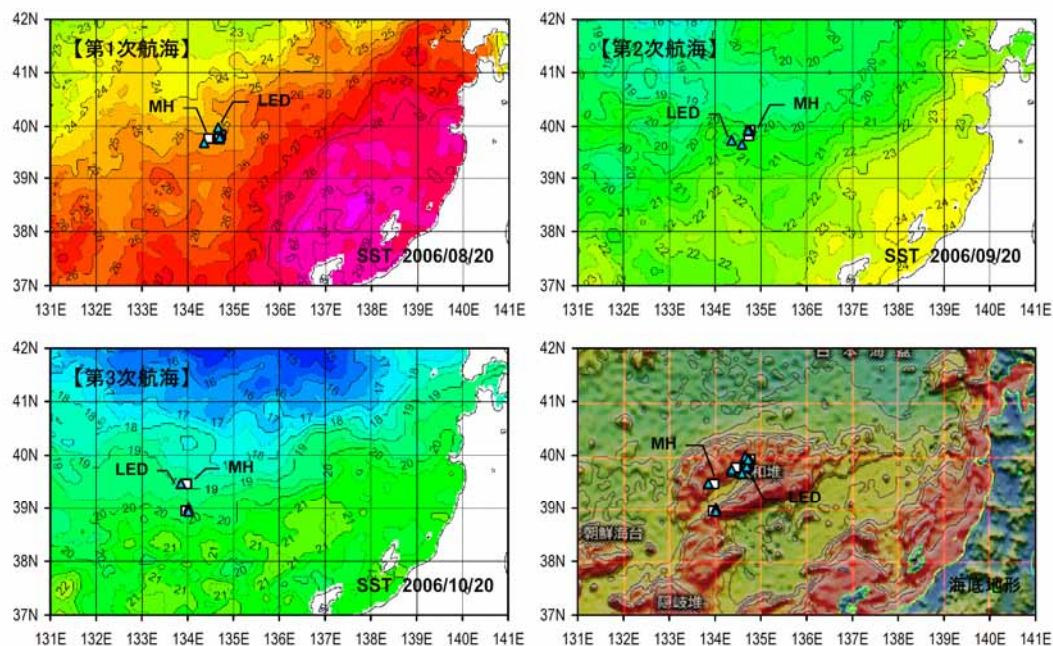


図5 操業位置, 海面水温および海底地形

(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65~75m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。作業中には、フルノ電気(株)製の魚群探知機(FVC-780)を用いて魚群反応を調べた。

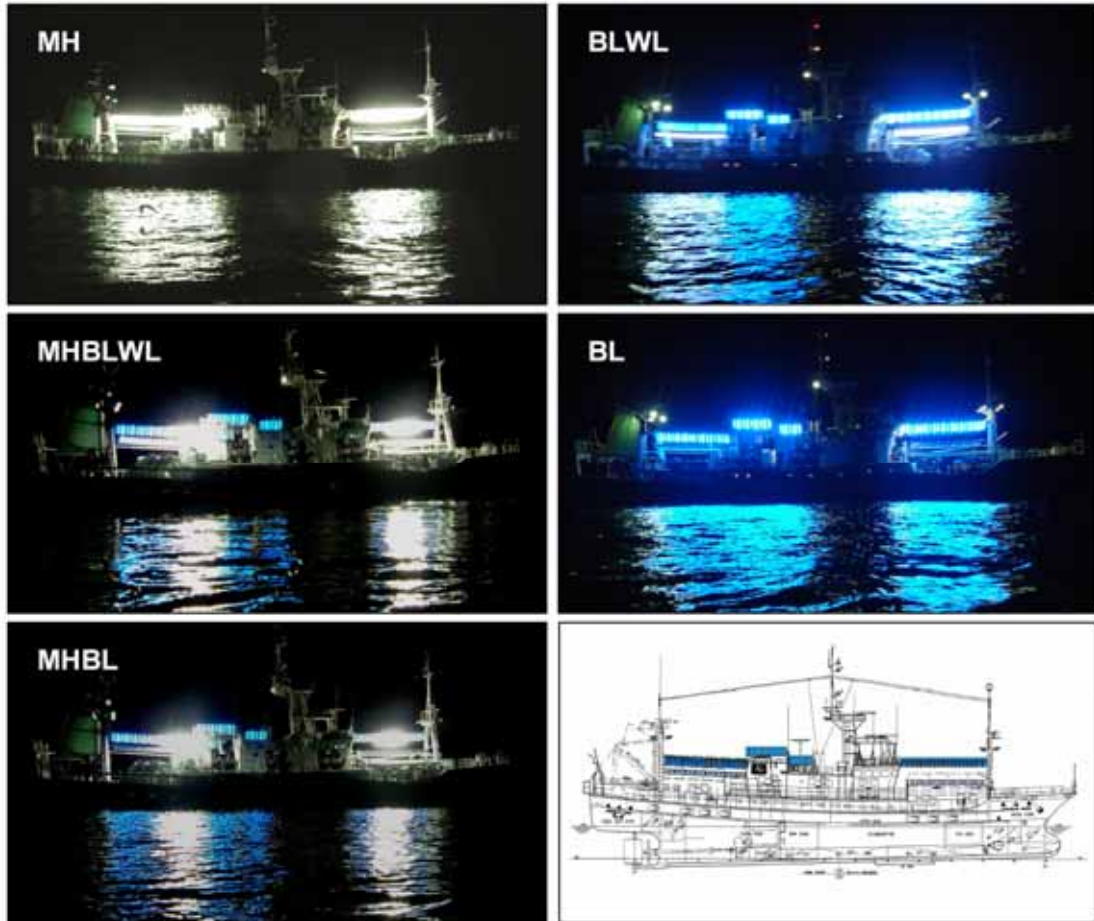


図6 集魚灯各パターン点灯時の写真

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。作業時は、主機関を停止して補機のみを運転するが、MH灯78灯点灯時には、電力消費量が多いため補機を2台、それ以外の点灯パターンの場合には、電力消費量が少ないため補機1台を運転した。作業中は、1時間毎に補機の燃油消費量を記録し、非作業時にも主機関と補機の燃油消費量を記録した。

4. 海洋観測

各作業点では、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。調査期間中は、人工衛星観測による海面水温図や海面高度図を適宜入手して、海洋環境の把握に努めた。

5. 水中光強度測定

平成18年11月10日の夜間に石川県能登町沖(測定開始位置:37-13.4N, 137-10.5E)において、各点灯パターンで集魚灯を点灯し、図7に示した位置で船外機船からアレック電子(株)製の分光光量子計(AL8W-CMP)と水温深度計(ATD-HR)を水深50mまで垂下して光強度を測定した。本調査に用いた光量子計のフィルター特性は図8に示したとおりである。このうち分光波長488nmのフィルターは、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)に近い特性を有しているため、このフィルターで分光された光の強度値はスルメイカの光感覚に近いと考えられる。なお、分光波長398nmのフィルター特性を調べたところ、長波長側(760nm)にもう一つの透過率極大が認められ、その特性に問題があることが判明したが、本報告書には、このデータも参考として記載した。

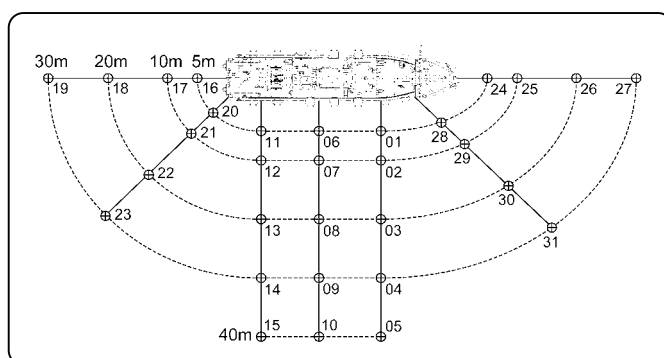


図7 船体周囲の水中光強度の測定位置

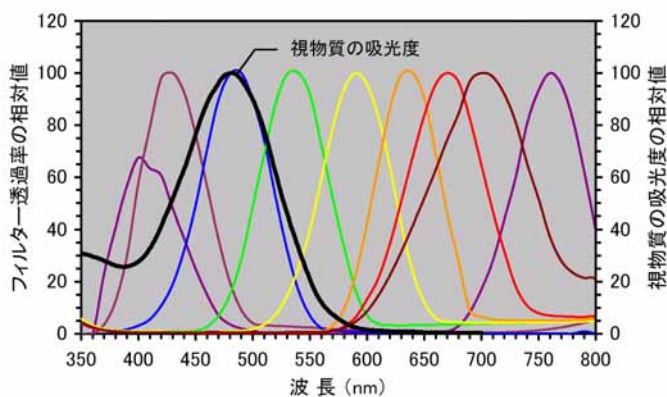


図8 光量子計のフィルター特性と視物質の吸収スペクトル

6. その他

調査期間中、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どうか意識するようにした。また、各操業中の24時00分頃、改良型ノルパックネット(Nytaal 52GG; 0.335mm)の100m鉛直曳きにより動物プランクトンを採集し、ホルマリン固定した標本の種組成と質重量を調べた。

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、波浪および月輝面比(月の輝く部分の割合)の変化を図9に示した。いか釣り漁業では、満月頃に不漁になることが多いが、本年度は新月頃に調査することができた。第1次航海中と第2次航海中は、風力階級、波浪階級とも低く、第3次航海中は、多少風が強くて波の高い日もあった。しかし、全般的には良好な海況条件下で操業を行うことができた。

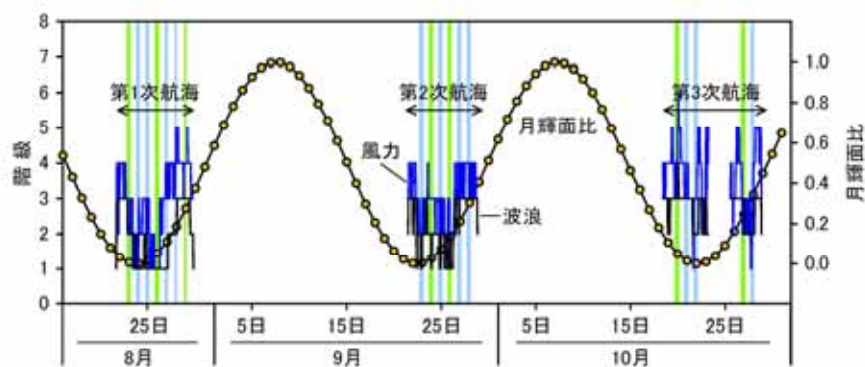


図9 調査期間中の風力、波浪および月輝面比の変化

(図中の緑色と青色の帯はそれぞれMH操業とLED操業を示す)

北大和堆と南大和堆の中間付近で試験操業を行った(図5)。今年の夏から秋には、大和堆から若狭湾沖に向かって冷水域の張り出しがみられたため、出港後、冷水域の張り出し付近を北上しながら漁場探索を行い、好漁場発見後はあまり移動せずに連日操業を行った。第1次航海と第2次航海では、北緯39度30分以上の同一海域で操業した。海面水温が低下した10月の第3次航海では、北緯39度30分以南で操業したが、荒天避難のため隠岐島西郷港に途中入港したため、前半3回と後半2回では30海里ほど操業位置が異なった。

操業位置の水温の鉛直分布を調べたところ(図10)、第1次航海時には、水深15m以浅に表層混合層、水深15~40m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。操業毎に水温分布をみると、第1次航海では、第1次操業と第2次操業を行った位置の水深50~150mの水温が他操業のそれよりも高かった。両操業は他操業よりもやや南西側で実施しており、他操業海域との間に潮境があったと考えられる。第2次航海では、各操業位置の水温分布は概ね類似しており、同一水塊であったと考えられる。第3次航海では、前半3回と後半2回の間で30海里ほど操業位置が異なっていたため、前半3回の操業位置の水深50~100mの水温は後半2回のそれよりも低かった。

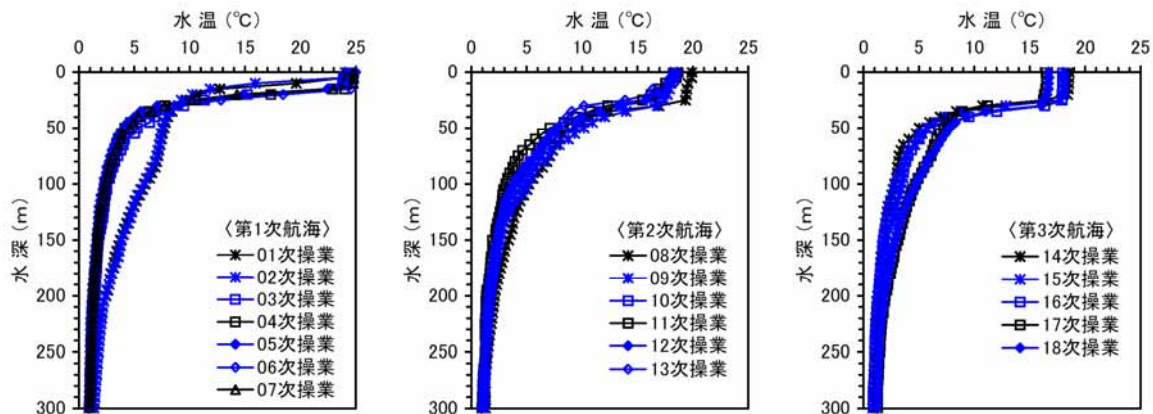


図10 操業位置における水温の鉛直分布

2. 漁獲成績

試験操業の結果を表1(詳細は付表1~3)に示した。前述のように、本年は海況条件が良好で、なおかつ資源密度の高い漁場で操業することができたため、全般的に漁獲成績は良好であった。特に第1次航海では、CPUEが100以上の操業日も多く、1時間毎の集計ではCPUEが200以上に達する漁獲もみられた(付表3)。

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 (※1)	第01次	H18.08.22	39-46.3N 134-27.0E	MH	4,827	140.0	34.5	78.8
	第02次	H18.08.23	39-41.4N 134-21.2E	MHBLWL	1,746	140.0	12.5	29.1
	第03次	H18.08.24	39-58.6N 134-39.5E	MHBLWL	9,559	108.5	88.1	39.7
	第04次	H18.08.25	39-50.5N 134-42.9E	MH	9,730	74.5	130.6	81.9
	第05次	H18.08.26	39-49.8N 134-42.9E	MHBLWL	8,803	101.5	86.7	41.5
	第06次	H18.08.27	39-47.4N 134-41.5E	MHBLWL	6,622	56.0	118.3	40.9
	第07次	H18.08.28	39-45.8N 134-41.2E	MH	7,502	60.0	125.0	80.1
第2次航海	第08次	H18.09.22	39-44.1N 134-21.6E	BLWL	1,330	147.0	9.0	19.4
	第09次	H18.09.23	39-55.7N 134-46.1E	MH	5,450	147.0	37.1	76.7
	第10次	H18.09.24	39-55.0N 134-45.8E	BLWL	4,409	147.0	30.0	21.7
	第11次	H18.09.25	39-49.4N 134-44.2E	MH	6,921	85.0	81.4	78.3
	第12次	H18.09.26	39-39.7N 134-35.3E	BLWL	1,319	147.0	9.0	22.4
第3次航海 (※2)	第14次	H18.10.19	38-56.9N 133-57.7E	MH	5,490	154.0	35.6	77.8
	第15次	H18.10.20	38-59.8N 134-01.2E	MHBL	1,803	154.0	11.7	37.5
	第16次	H18.10.21	38-56.2N 134-01.1E	BL	2,397	150.5	15.9	19.3
	第17次	H18.10.26	39-27.9N 133-58.6E	MH	6,736	108.5	62.1	77.1
	第18次	H18.10.27	39-28.3N 133-51.2E	MHBL	3,393	140.0	24.2	38.2

※1: 第02次操業については、クジラの影響で不漁となり、0:00以降、BLWL操業に変更した。

※2: 第3次航海では、荒天避難のため隠岐島西郷港に途中入港した。

操業中は海況や漁獲状況にあわせて、釣り機の運転台数や運転時間を調整しているため、漁獲成績を比較する場合は、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を用いる必要がある。一方、スルメイカの分布域は常に変化するため、操業する海域や時期によ

て資源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できるだけ正確に比較するには、海域と時期が近接したデータを用いる必要がある。以上の理由から、本調査では、好漁場発見後はあまり移動せずに操業を行い、さらに資源密度の影響を除去するために、航海毎にMH操業を2～3回実施し、MH操業を対照として他操業の結果を評価することにした。具体的には、航海毎に集魚灯点灯パターン別に合計した総漁獲尾数と総努力量からCPUEを求め、MH操業に対する他操業のCPUEの比率(CPUE比)を計算した(表2)。このCPUE比を指標として漁獲成績を評価した。なお、第1次航海では、第1次操業と第2次操業を実施した位置の水温鉛直分布が他操業位置のそれとは異なり、加えて第2次操業では、クジラが調査船周囲を遊泳して不漁となったため、両操業はCPUE比の計算対象から除いた。また、第3次航海では、西郷港入港前後で操業海域が異なったため、このことを考慮して集計を行った。

表2 集魚灯点灯パターン別の漁獲成績

航海	操業	集魚灯	総漁獲尾数(A)	総努力量(B)	CPUE(A/B)	MH操業のCPUEに対する比率
第1次航海	第04次, 第07次 (※1)	MH	17,232	135	128.1	100 %
	第03次, 第05次, 第06次 (※2)	MHBLWL	24,984	266	93.9	73.3 %
第2次航海	第09次, 第11次	MH	12,371	232	53.3	100 %
	第08次, 第10次, 第12次, 第13次	BLWL	8,389	574	14.6	27.4 %
第3次航海	第14次, 第17次 (※3)	MH	12,226	263	46.6	100 %
	第15次, 第18次 (※3)	MHBL	5,196	294	17.7	37.9 %
	第14次 (※4)	MH	5,490	154	35.6	100 %
	第16次	BL	2,397	151	15.9	44.7 %

- ※1: 第01次操業については、他操業とは水温環境が異なり、CPUEも低かったため計算対象外とした。
- ※2: 第02次操業については、クジラの影響で不漁となり、途中で集魚灯の点灯パターンを変えたため計算対象外とした。
- ※3: 西郷港入港前後で操業位置が異なったが、入港前後で各1回ずつ操業しており、入港前後の計2回の結果を用いた。
- ※4: 西郷港入港前後で操業位置が異なったため、BL操業と位置に近い第14次操業を比較対照とした。

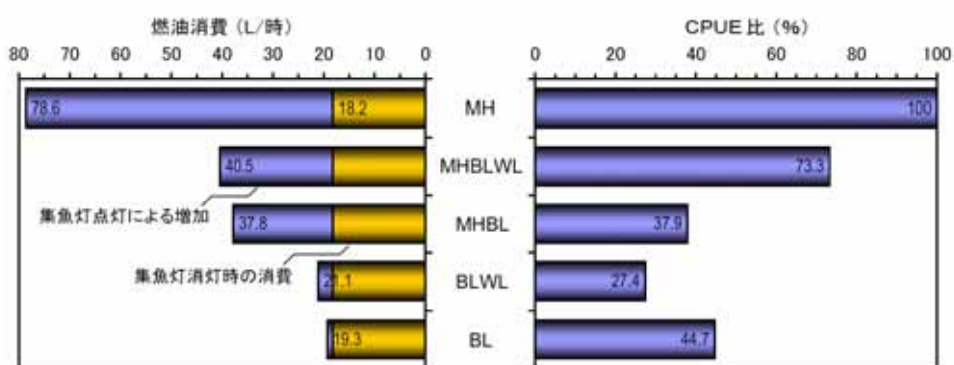


図11 集魚灯点灯パターン別のCPUE比と補機の燃油消費量

以上によりデータ解析を行った結果、CPUE比は、MHBLWL操業では73.3%、MHBL操業では37.9%、BLWL操業では27.4%、BL操業では44.7%であり(図11)、LED灯を使用した操業の漁獲成績はMH操業時のそれよりも劣ることが明らかとなった。

3. 燃油消費量

作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ところ、燃油消費量は、MH作業では78.6L/時、MHBLWL作業では40.5L/時、MHBL作業では37.8L/時、BLWL作業では21.1L/時、BL作業では19.3L/時であり、LED灯を使用することにより燃油消費量を大幅に削減できることが分った(図11)。

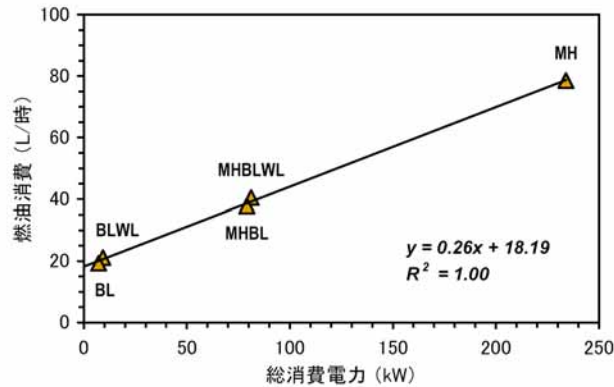


図12 集魚灯の総消費電力と補機の燃油消費量の関係

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、各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直線的な正の相関関係が認められ、この関係式から集魚灯消灯時の燃油消費量は18.2L/時と計算された。この値は、集魚灯以外の電気機器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、集魚灯点灯のために実質消費される燃油量は、MH灯78灯では約60L/時、青色LED灯と白色LED灯の合計132灯では3L/時以下であり(図11)、LED灯点灯のために消費される燃油量は極めて少ないことが分かった。

4. 船体周囲の水中光強度

集魚灯点灯パターン別の船体周囲の水中光強度の鉛直分布を分光波長別に図13～20に示した。スルメイカの最大視感度波長は482nmであり⁷⁾、その可視光域は概ね400～550nmであると考えられる³⁾。本調査で使用した分光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スルメイカの視感度特性に最も近いことから、この分光波長の測定値に基づいて光強度を評価した。

分光波長488nmの鉛直分布をみると(図15)、光強度はMH作業で最も強く、次いでMHBLWL作業とMHBL作業で強く、BLWL作業とBL作業では弱いことが明らかである。そこで、右舷側各測定位置の水深1～45mの光強度の積算値(光量)を求め、MH作業に対する他作業の積算値の比率(光量比)を求めたところ、光量比は、MHBLWL作業では47.9%、MHBL作業では42.0%、BLWL作業では15.9%、BL作業では14.0%となった。昨年度の調査では、BL作業の光量比はMH作業の36%

という結果(水深1～45mの範囲で再計算)が得られており、本年度のBL操業の光量比は昨年度よりも低かった。これについては、本年度は青色LED灯の取付角度を60度と70度にして広範囲を照らすようにしたため、海面反射によって水中へ入射する光量が減少したことが原因と考えられる。また、洋上調査であるため、ある程度の測定誤差を含んでいることも考えられる。

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ため、BL操業では分光波長488nm以外の波長帯では光はほとんど測定されなかった。一方、白色LEDでは、青色LEDの青色光の一部を蛍光剤によって長波長の光(緑色～黄色の光)に変換し、青色光との混合により白色光を得ている。従って、白色LED灯が十分な量の光を放射していれば、BLWL操業では、488nmよりも長波長側で光が測定されるはずである。しかし、BLWL操業では、488nmよりも長波長側で光はほとんど測定されなかった。一方、MHBL操業では、542nm, 589nm, 629nm, 678nm, 707nmの各分光波長帯で光が測定された。これらの結果は、白色LED灯から放射された光のうち、青色光よりも長波長側の光は、MH灯に比べて極めて弱く、水中では測定限界値以下であったことを意味している。従って、白色LED灯については、集魚灯としての実用性は低いと考えられる。

本調査では、船首前方、船首斜め前方、船尾後方、船尾斜め後方の光強度も測定した。その結果に基づき、船体周囲の光強度の水平分布図を分光波長別に作成した(図21～28)。分光波長488nmの水深2mにおける分布をみると(図23)、MH操業では、光強度は船縁から5～10mの位置で強く、船首前方や船尾後方では弱かった。これは、船首のバウデッキと船尾のスパンカーがMH灯の前後方向への光を遮るためである。また、MH灯は船首から船尾の方向に列状に並べて配置されている。このように配置された集魚灯は線光源としての配光特性を持ち、海面付近の光強度は船体左右よりも船首前方と船尾後方で弱いバタフライ型の分布になることが理論的に証明されている⁴⁾。一方、BLWL操業とBL操業でも、LED灯が船体左右の海面を照らすように配置されているため、光強度は船縁から5～10mの位置で強く、船首前方や船尾後方では弱く、基本的にはMH操業に類似した分布であった。

従来のいか釣り用LED灯の試験研究では、船体を取り囲むようにMH灯の光が水中に入射しているとして、LED灯搭載船についても、船首前方と船尾後方への光の照射が必要と考える場合が多かった。本調査では、MH灯とLED灯のいずれを点灯した場合でも、船首前方と船尾後方の光強度は弱く、それにも関わらずMH操業の漁獲成績は優れていた。このことから、船体前後方向への光の照射は漁獲成績を向上させるための必須条件ではなく、それよりはむしろ船体左右の水中への青色光の入射量が漁獲成績に大きく影響すると考えられる。

分光波長
398nm

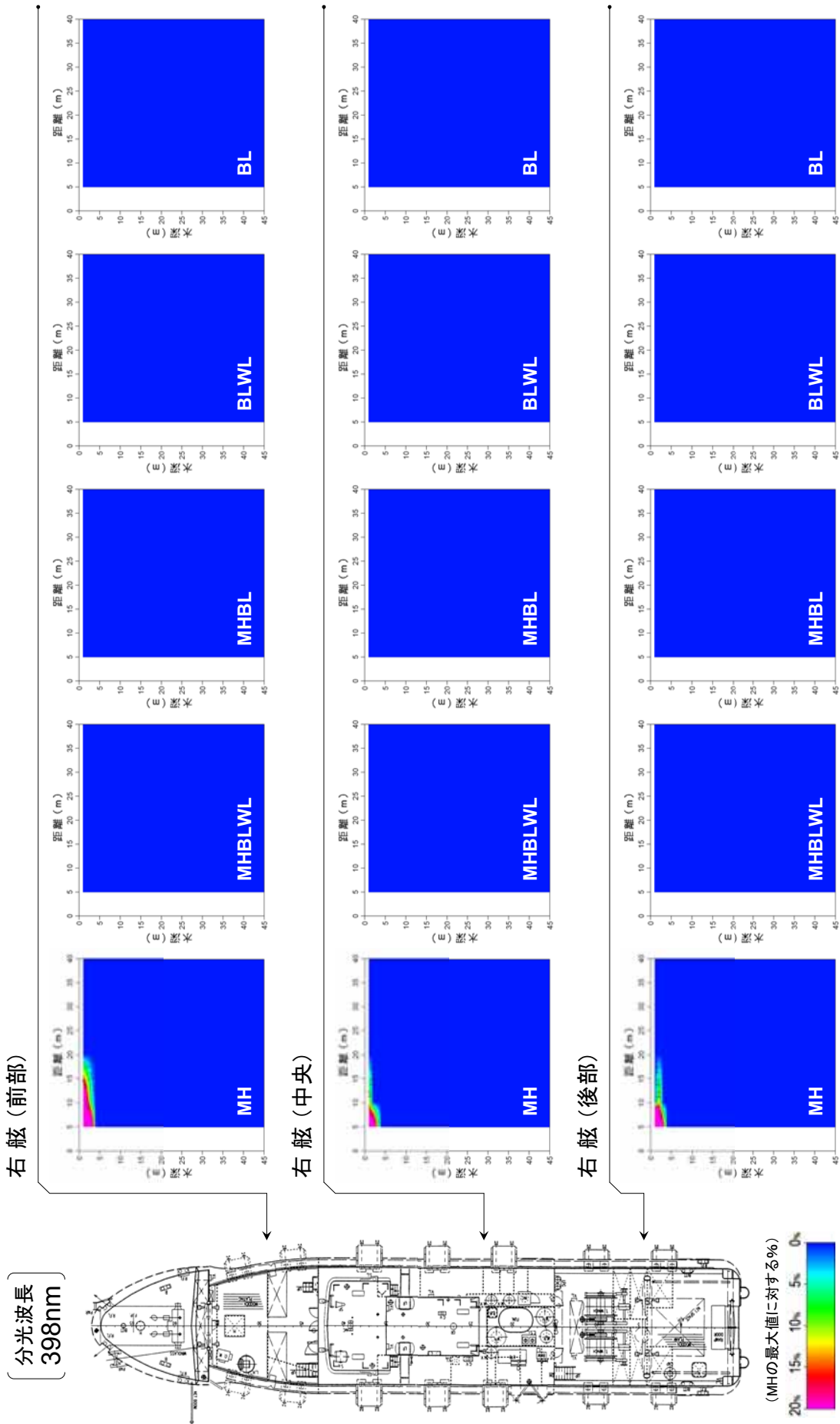


図13 集魚灯点灯パターン別の水中光強度の鉛直分布 (分光波長: 398nm)

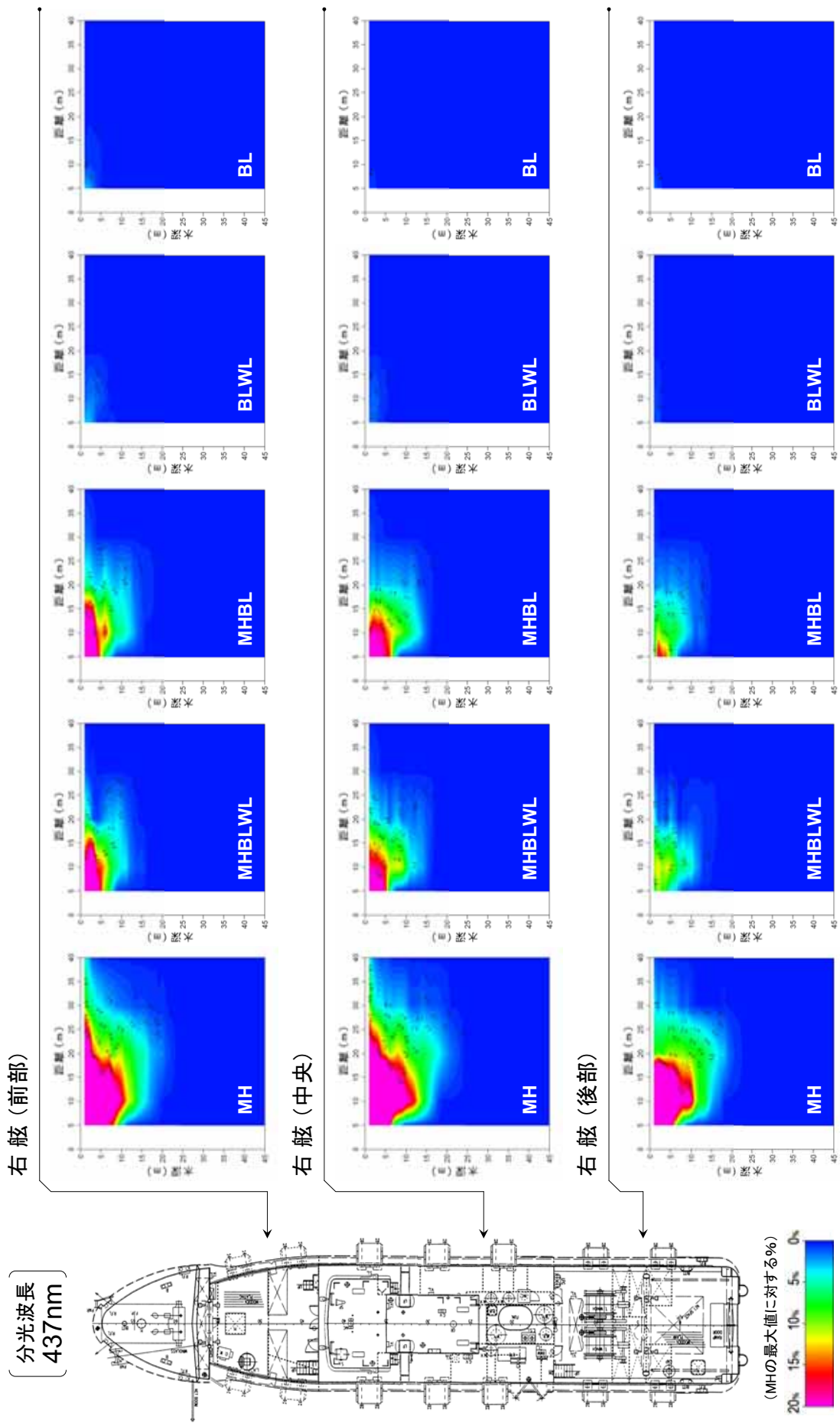


図14 集魚灯点灯パターン別の水中光強度の鉛直分布 (分光波長: 437nm)

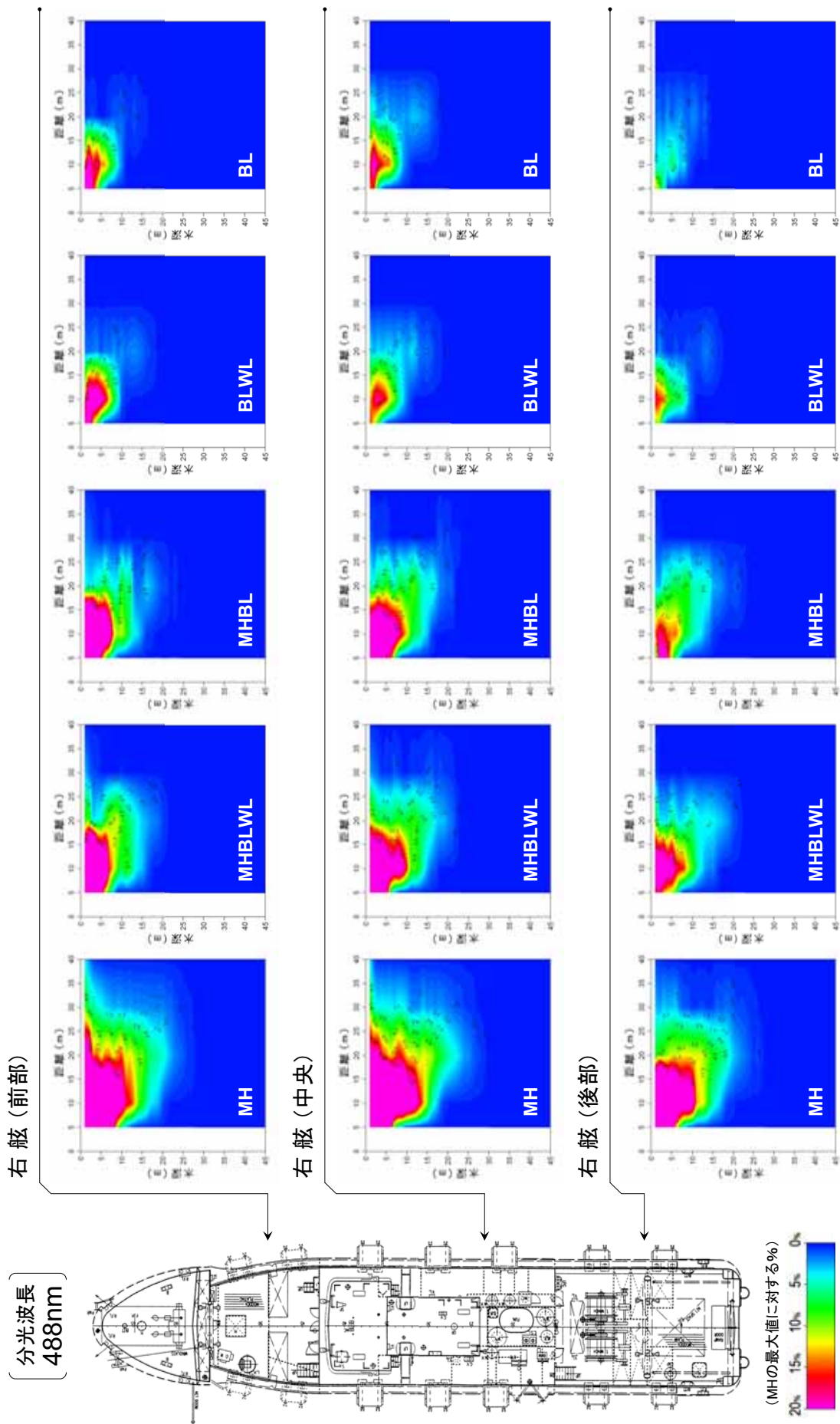


図15 集魚灯点灯パターン別の水中光強度の鉛直分布 (分光波長: 488nm)

分光波長
542nm

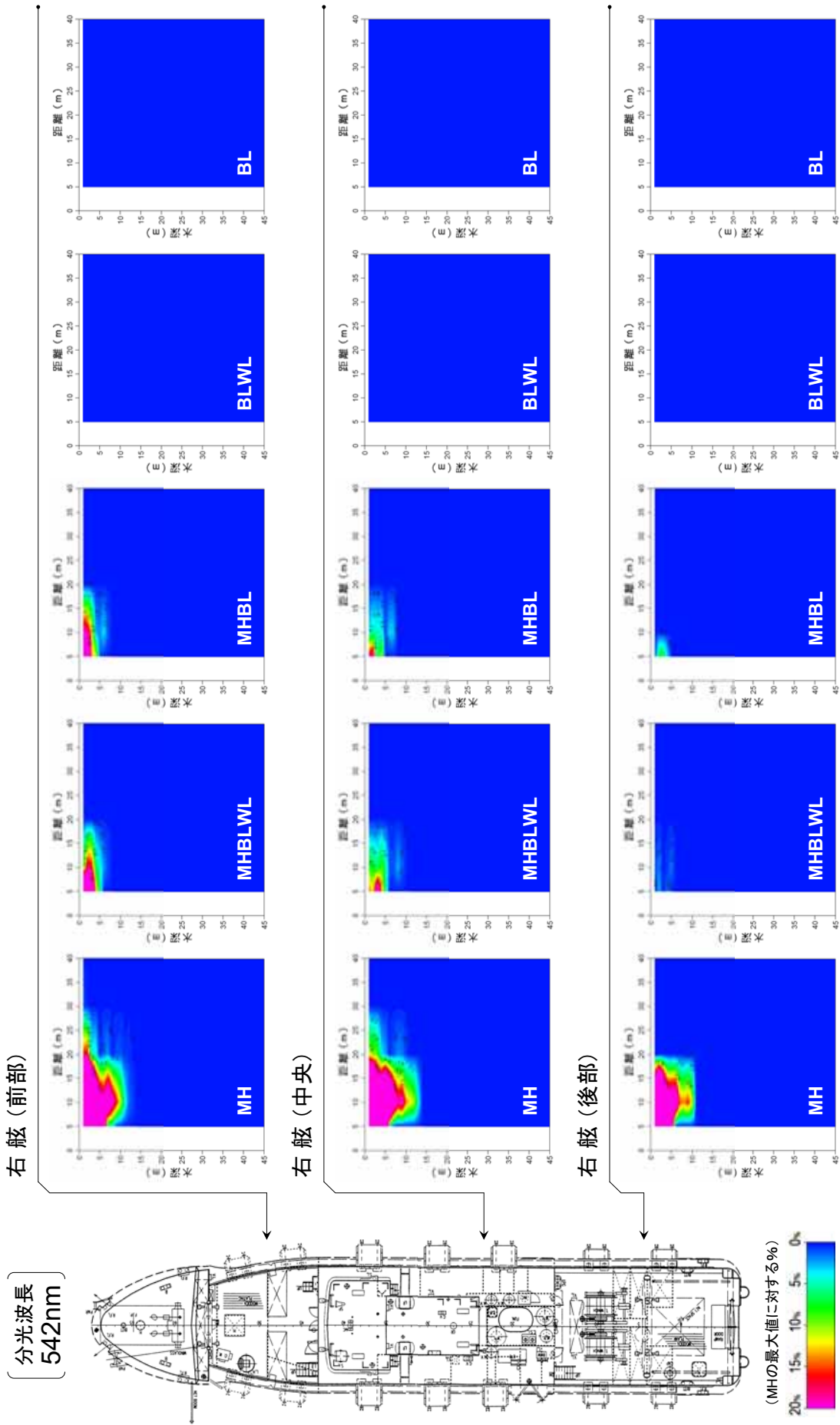


図16 集魚灯点灯パターン別の水中光強度の鉛直分布 (分光波長: 542nm)

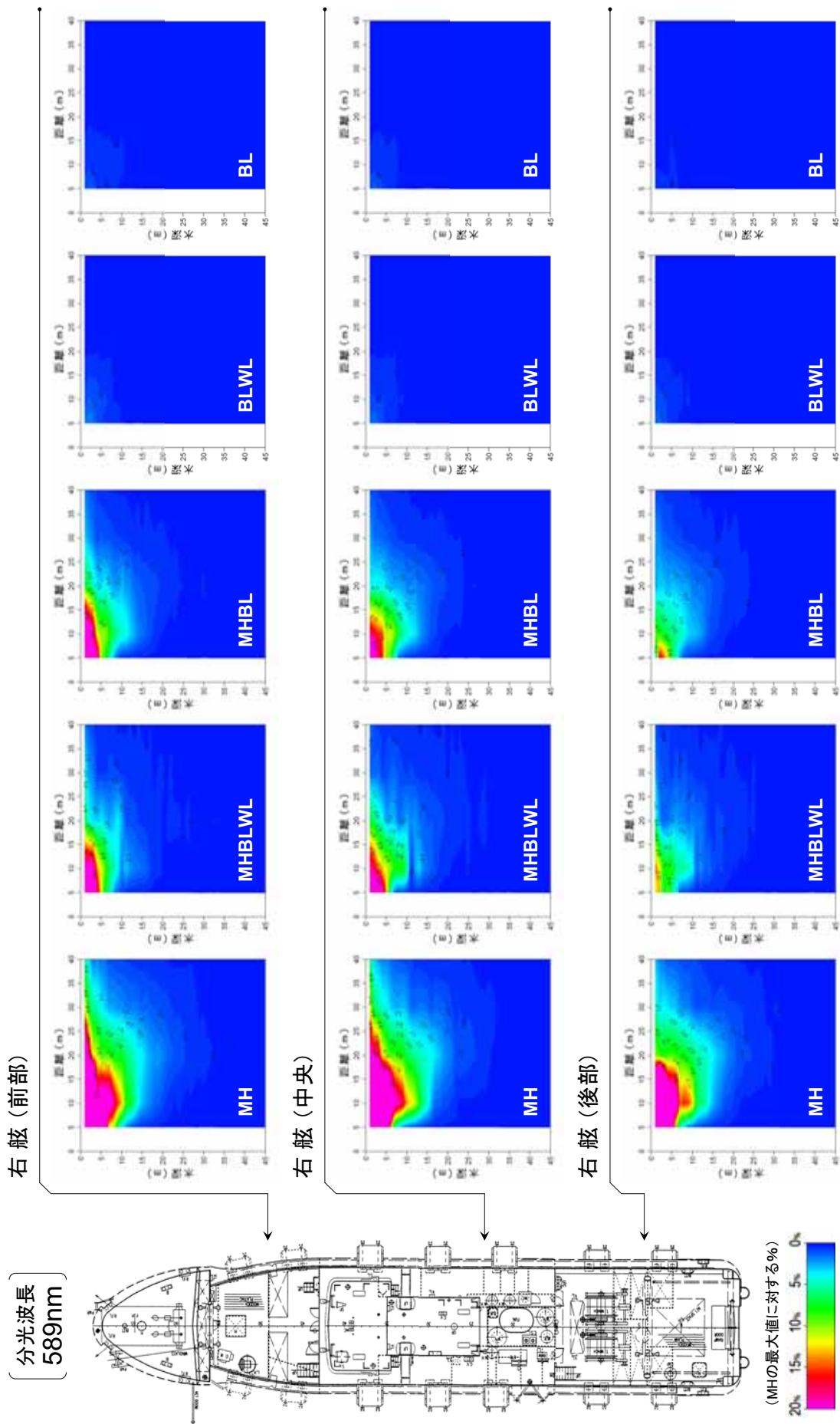


図17 集魚灯点灯パターン別の水中光強度の鉛直分布 (分光波長: 589nm)

分光波長
629nm

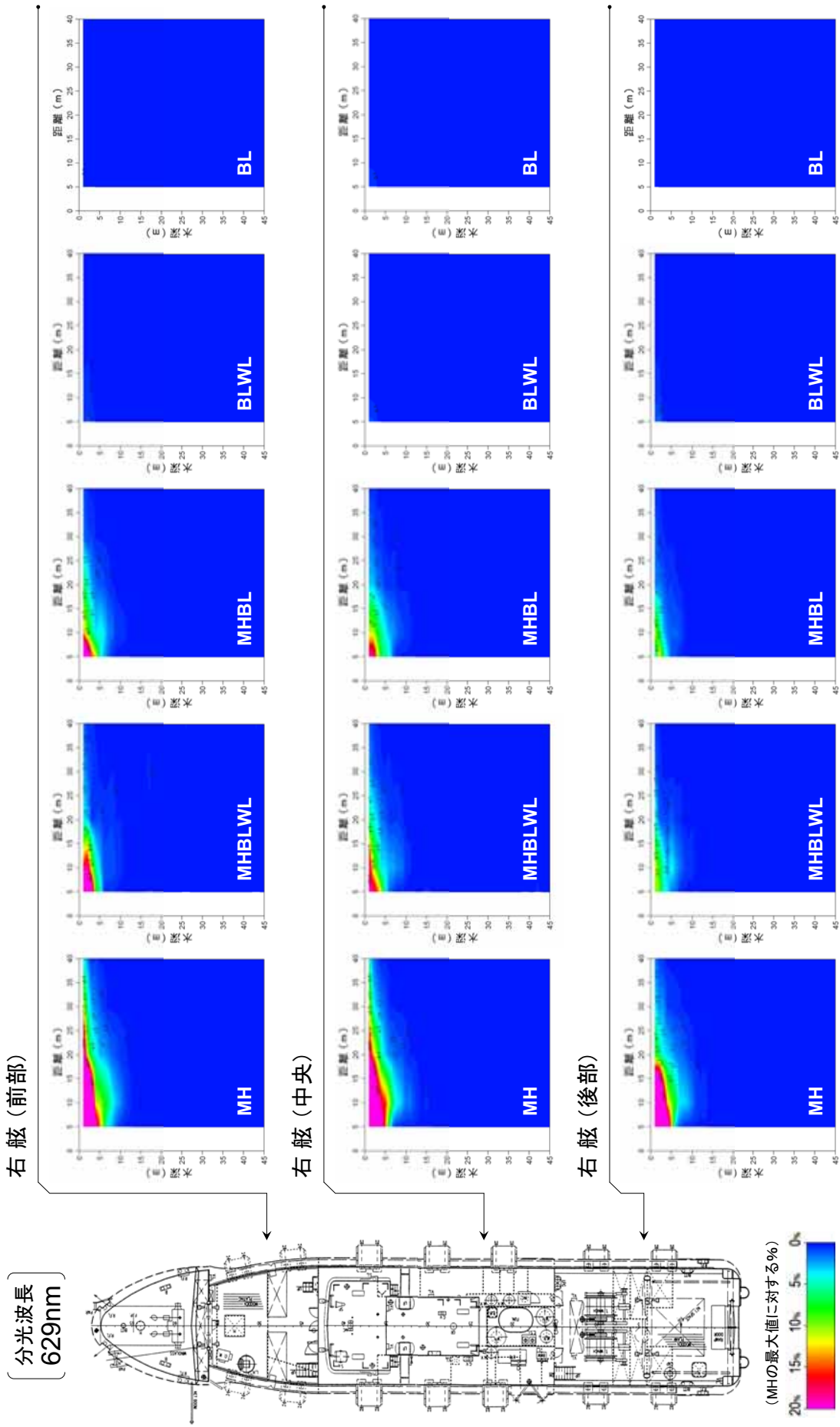


図18 集魚灯点灯パターン別の水中光強度の鉛直分布 (分光波長: 692nm)

分光波長
678nm

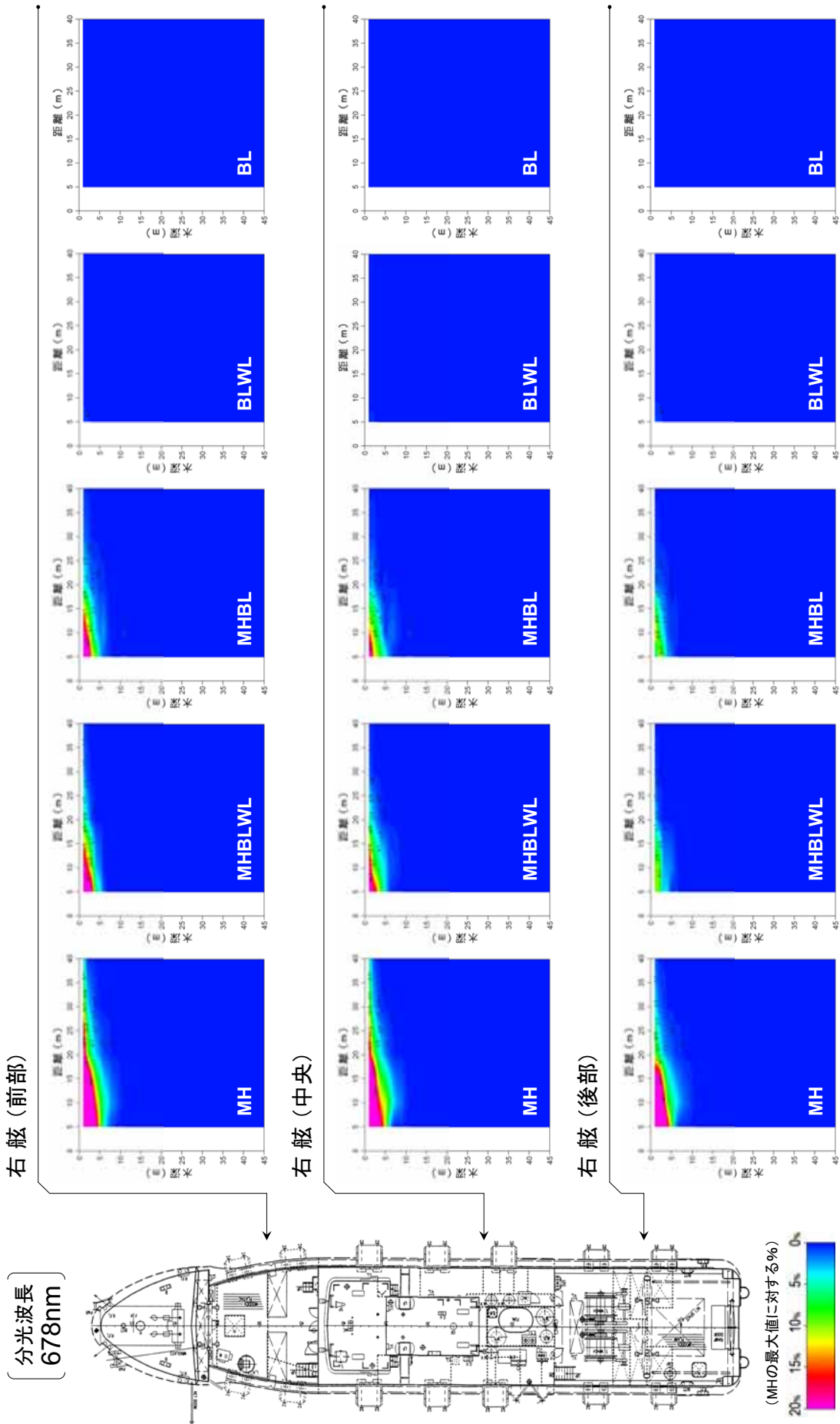


図19 集魚灯点灯パターン別の水中光強度の鉛直分布 (分光波長: 678nm)

分光波長
707nm

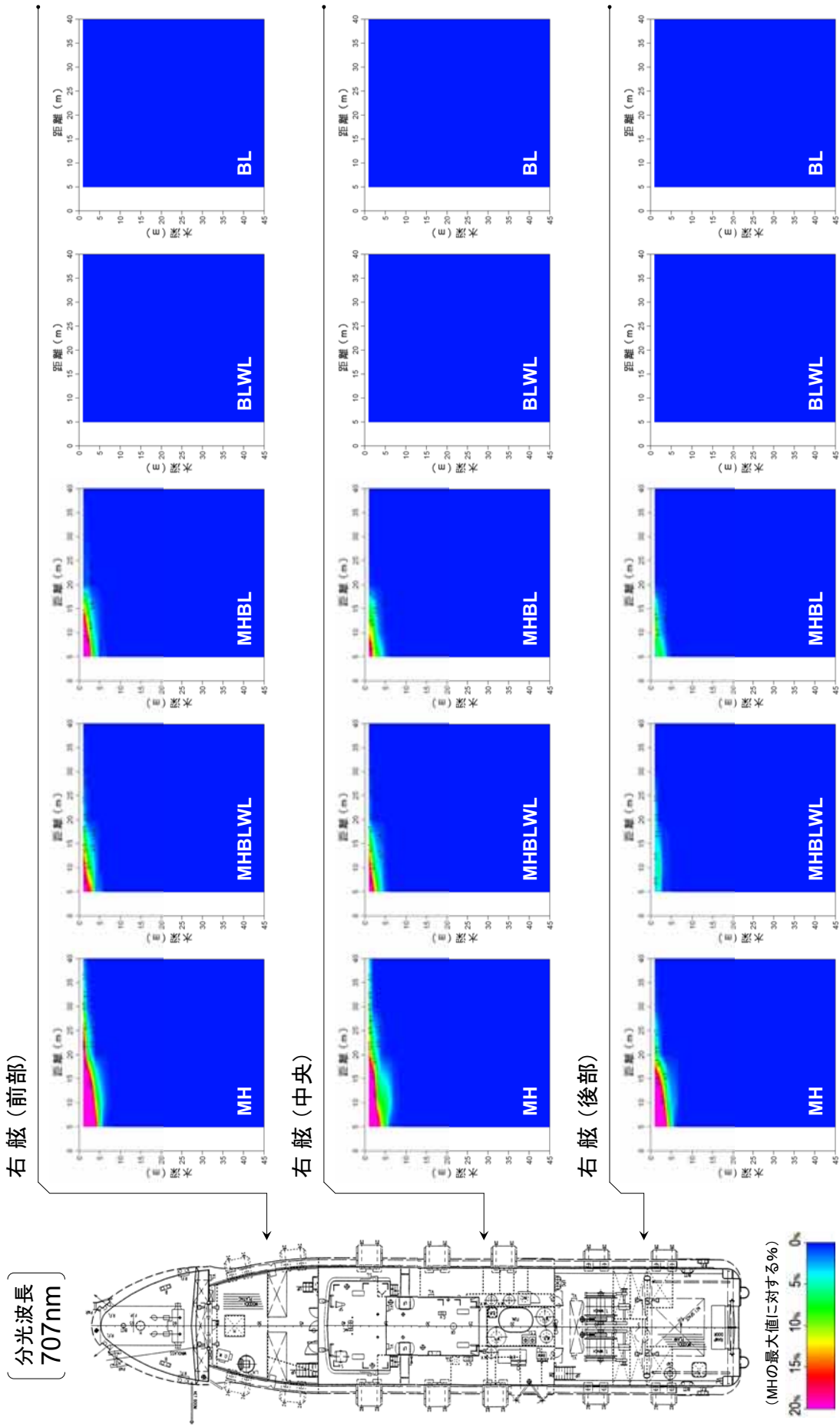


図20 集魚灯点灯パターン別の水中光強度の鉛直分布 (分光波長: 707nm)

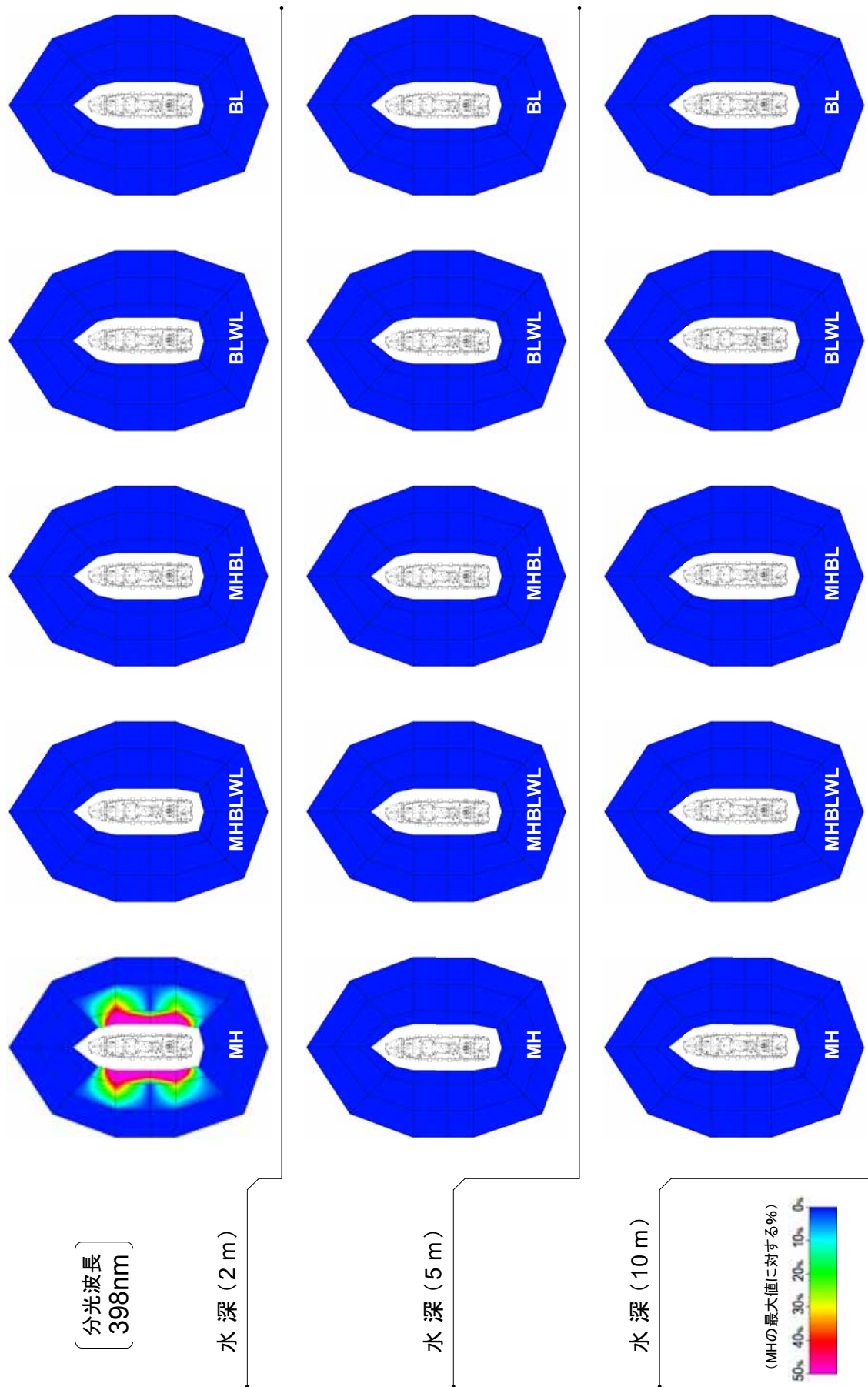


図21 集魚灯点灯パターン別の水中光強度の水平分布 (分光波長: 398nm)

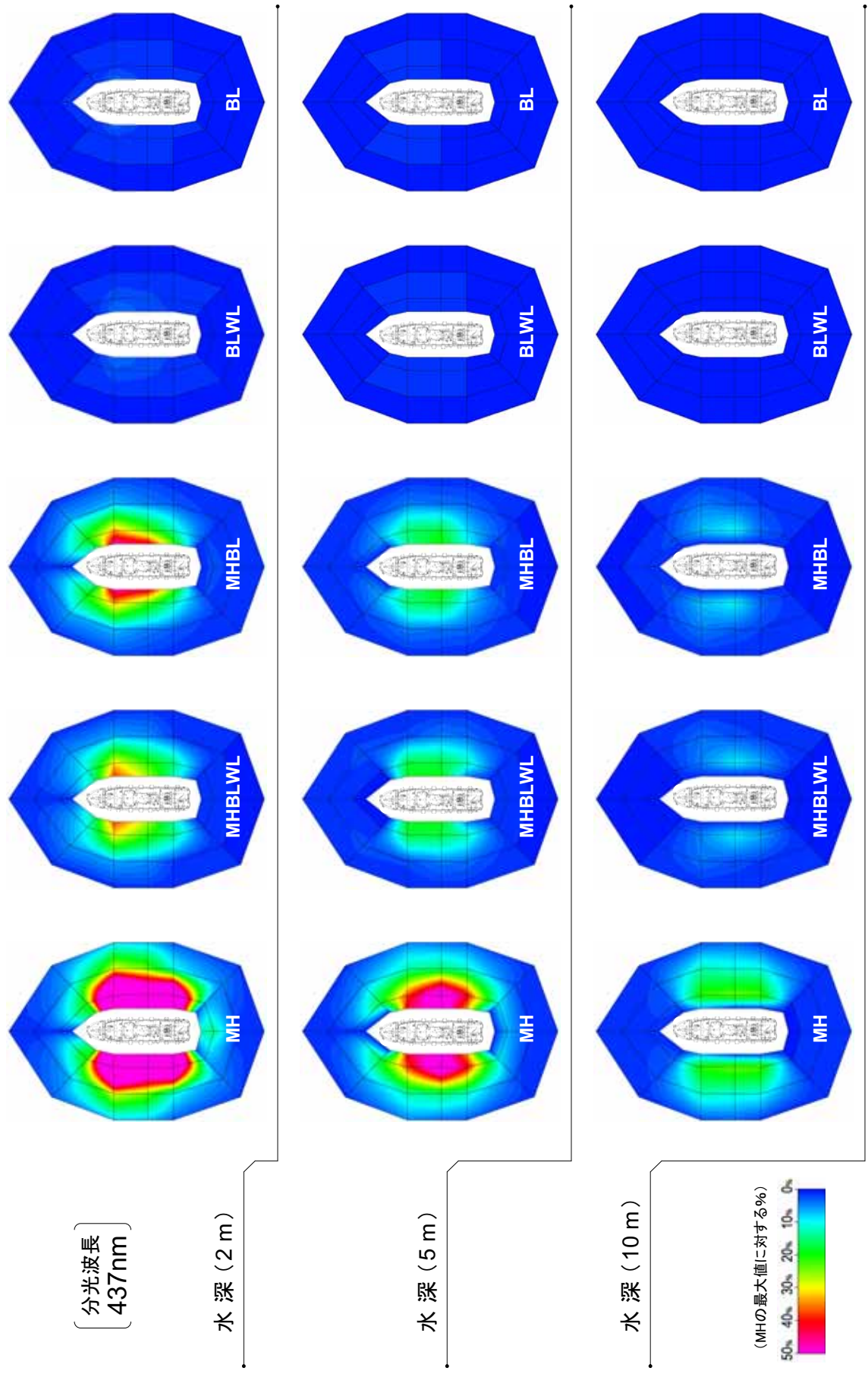


図22 集魚灯点灯パターン別の水中光強度の水平分布 (分光波長: 437nm)

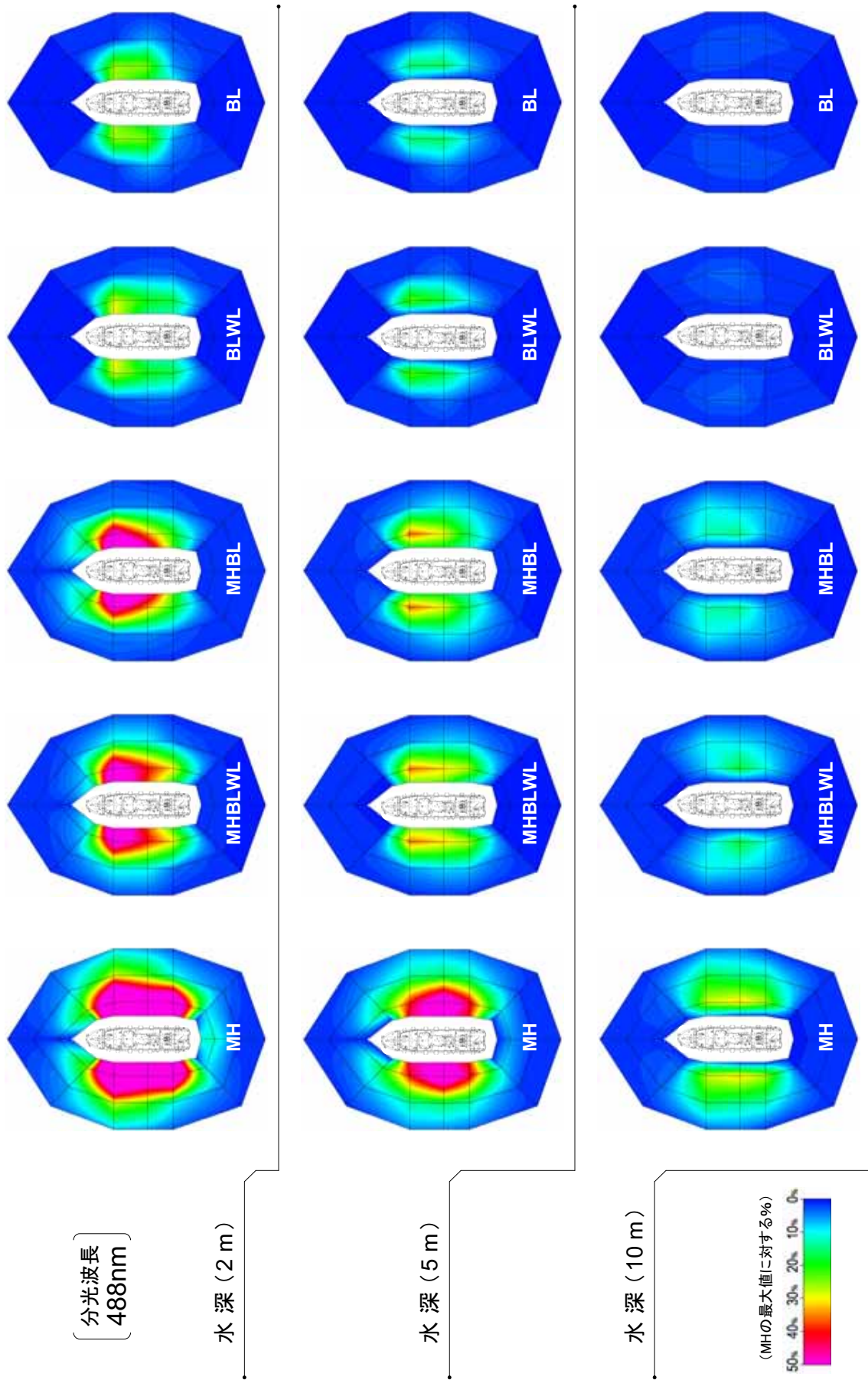


図23 集魚灯点灯パターン別の水中光強度の水平分布 (分光波長: 488nm)

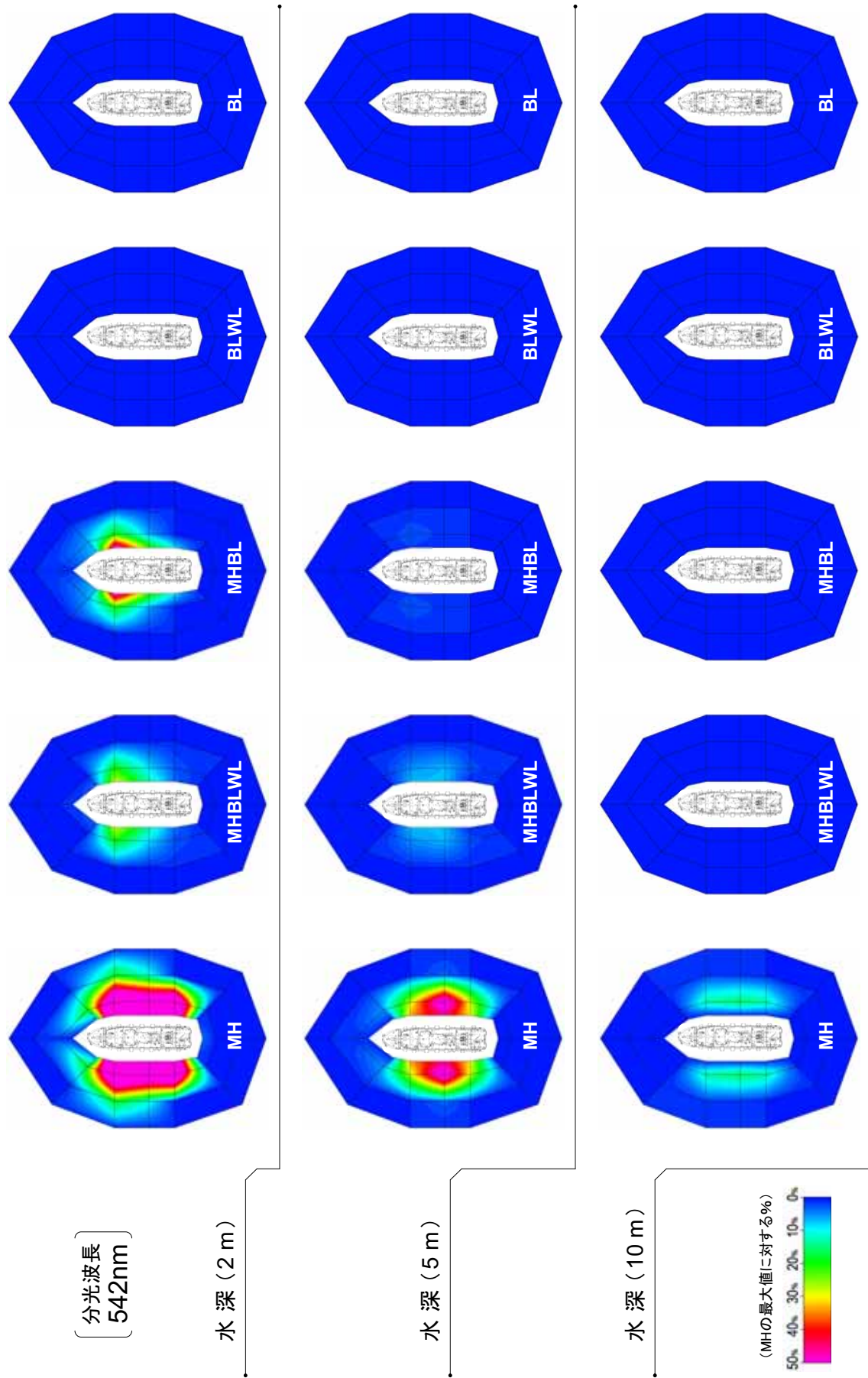


図24 集魚灯点灯パターン別の水中光強度の水平分布 (分光波長: 542nm)

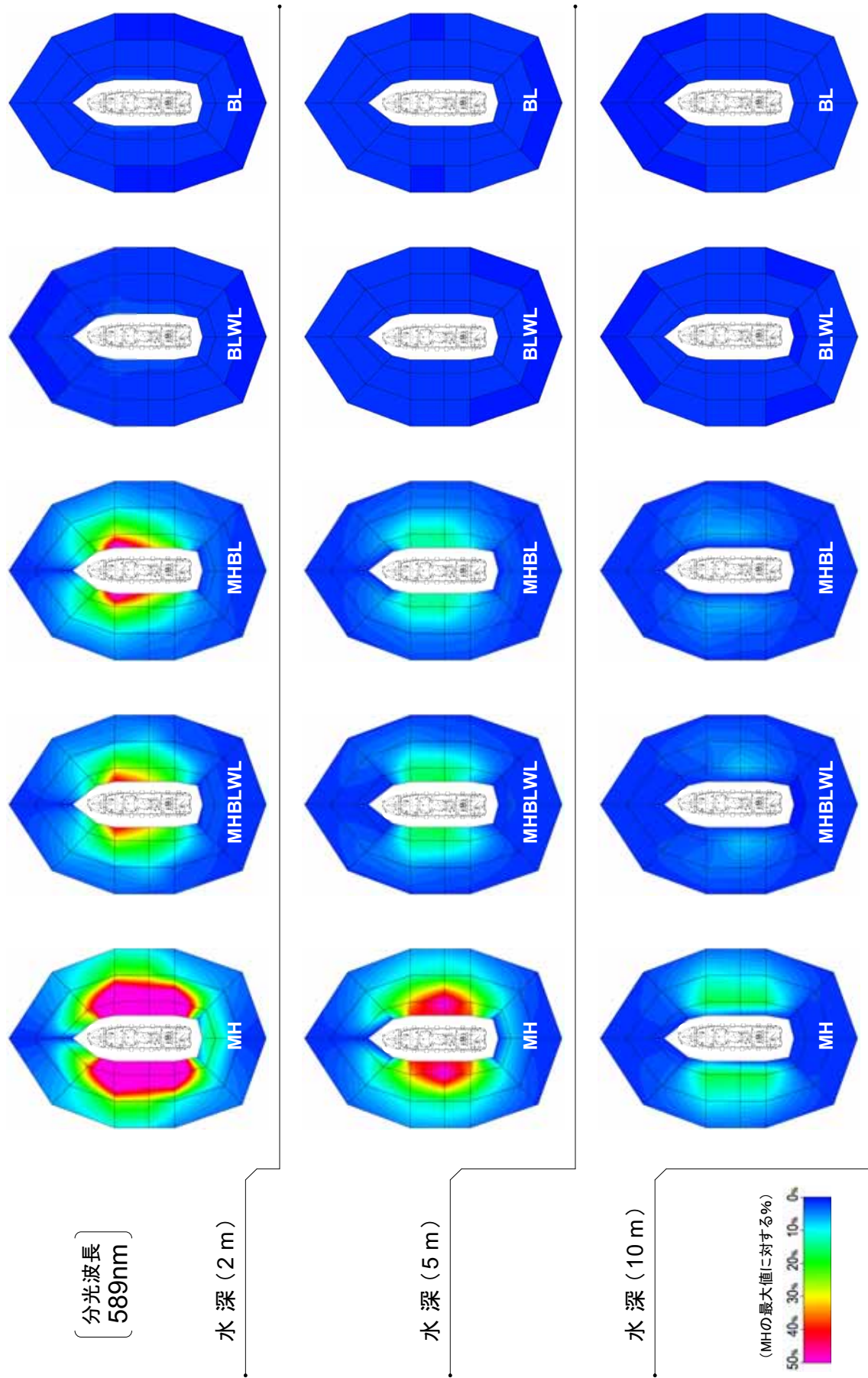


図25 集魚灯点灯パターン別の水中光強度の水平分布 (分光波長: 589nm)

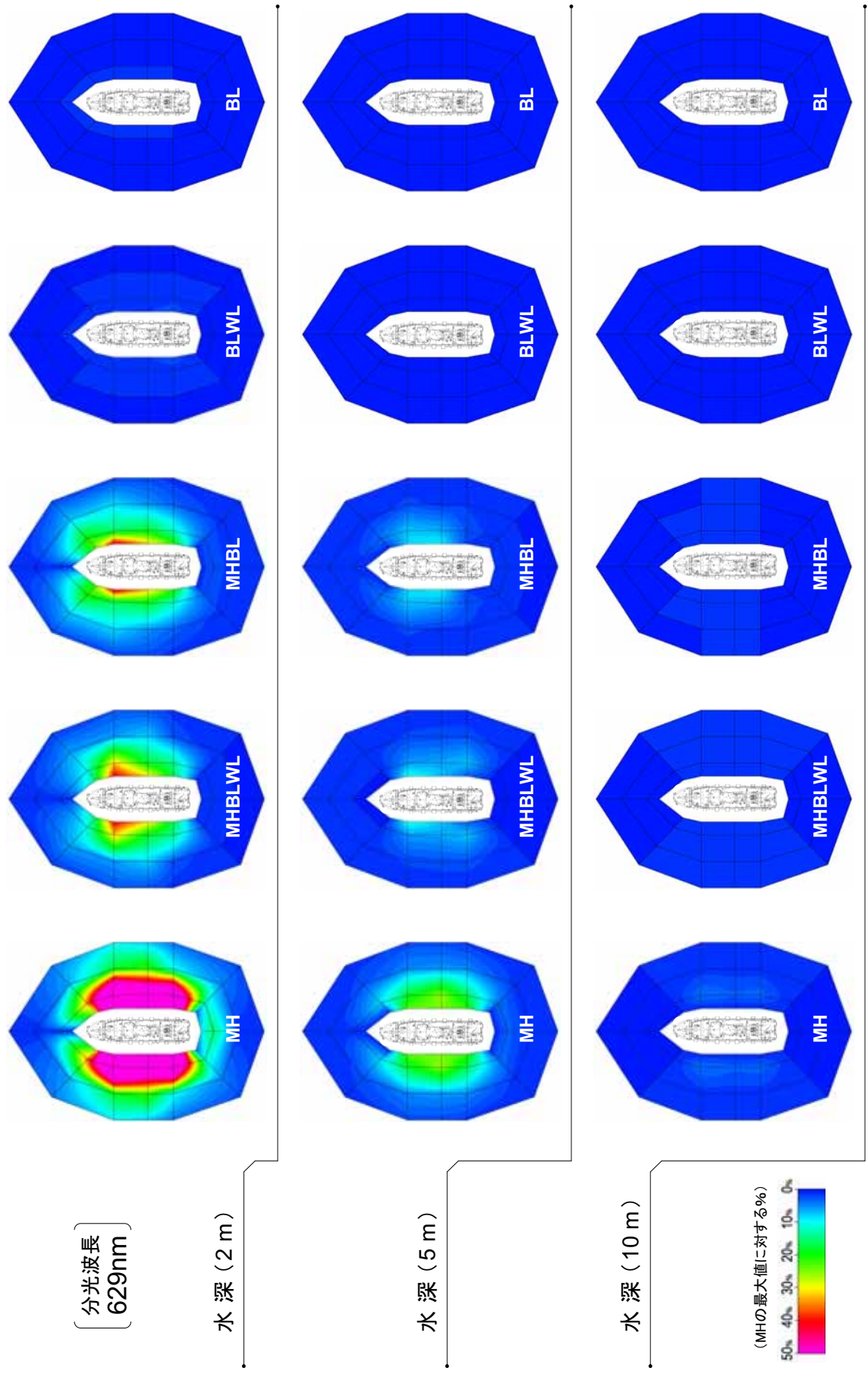


図26 集魚灯点灯パターン別の水中光強度の水平分布 (分光波長: 629nm)

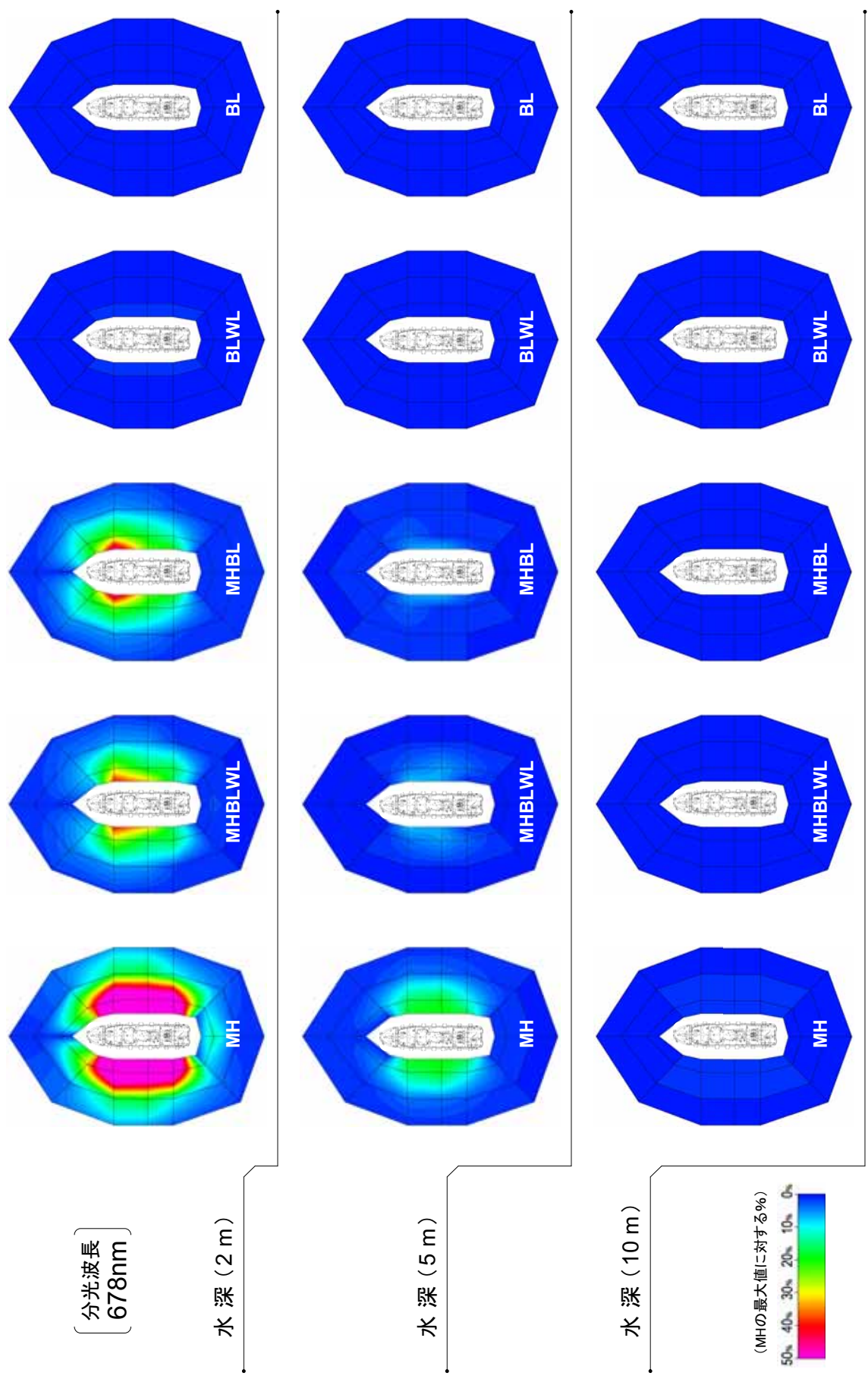


図27 集魚灯点灯パターン別の水中光強度の水平分布 (分光波長: 678nm)

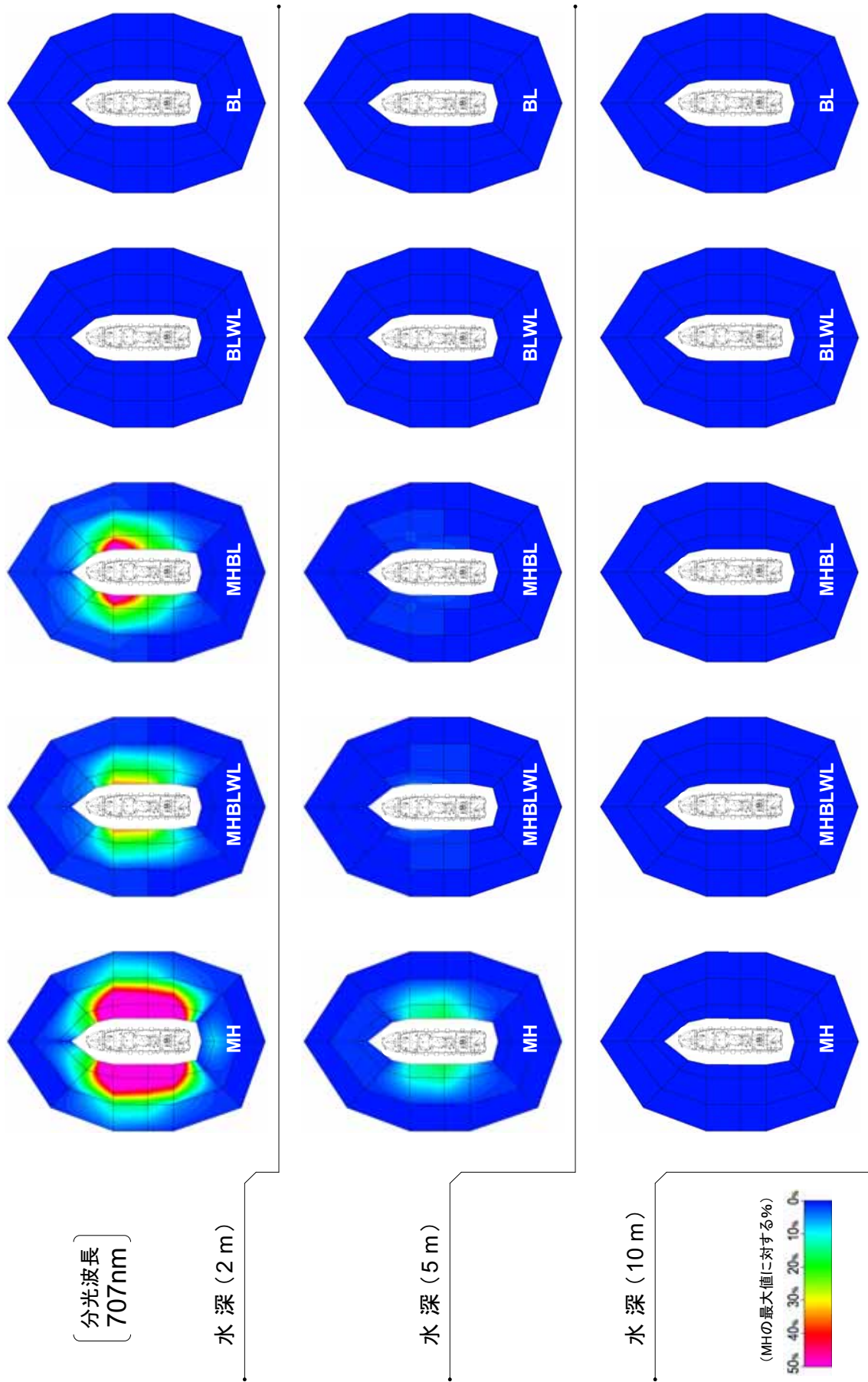


図28 集魚灯点灯パターン別の水中光強度の水平分布 (分光波長: 707nm)

5. 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(周波数:88kHz)を用いて調べた(図29～46)。魚群探知機の画像に見られる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。本調査では、魚群探知機の画像を多数記録したが、反応は様々であり、容易に類型分けできなかった。そのため、特徴的な反応について以下に記載した。

第1次航海の第2次操業では、反応は70m以深にみられ、それ以浅には浮上しなかった。この操業では、クジラが調査船の周囲を遊泳していたため、スルメイカは浮上しなかったと考えられる。第3次操業から第7次操業では、反応の多くは水深20～40m付近にあったが、このうち第3次操業と第4次操業では、水深20～40m付近から水深80～110m付近の間に急激な浅深移動を繰り返す反応がみられた。この時には、CPUEが300を超える漁獲となり、反応の浅深移動に呼応してスルメイカが多獲される現象が観察された。このことから、この反応は釣り針を追跡するスルメイカであると判断できる。これらの操業では、スルメイカが短時間に大量漁獲されたため、漁獲物処理のために釣り機の運転を途中停止したが、興味深いことに、釣り機を停止した状態でも反応の周期的な浅深移動がみられた。この原因は不明であるが、摂餌活性が非常に高い時には、スルメイカは90mにも達する急激な浅深移動を繰り返しながら索餌していることが明らかとなった。

第2次航海の第11次操業は極めて好漁であり、21時30分頃に水深40m以浅に濃密な反応が認められ、水深50m以深には浅深移動するスルメイカと思われる反応がみられた。その後、徐々に反応の厚みが増し、02時10分頃には水深20～80mに非常に濃密な反応が確認された。一方、第3次航海では、全般的に反応は弱く、反応の浅深移動もあまり観察されなかった。

本調査では、魚群探知機の反応が強くて安定し、なおかつ浅深移動が顕著なときに好漁であることが多かった。このことから、好漁時、船体下に蟄集したスルメイカが活発に索餌している様子を想像することができる。また、第3次航海では、反応の浅深移動は観察されなかったことから、操業時におけるスルメイカの行動は、季節、水温、成長段階等によって変化する可能性が考えられる。

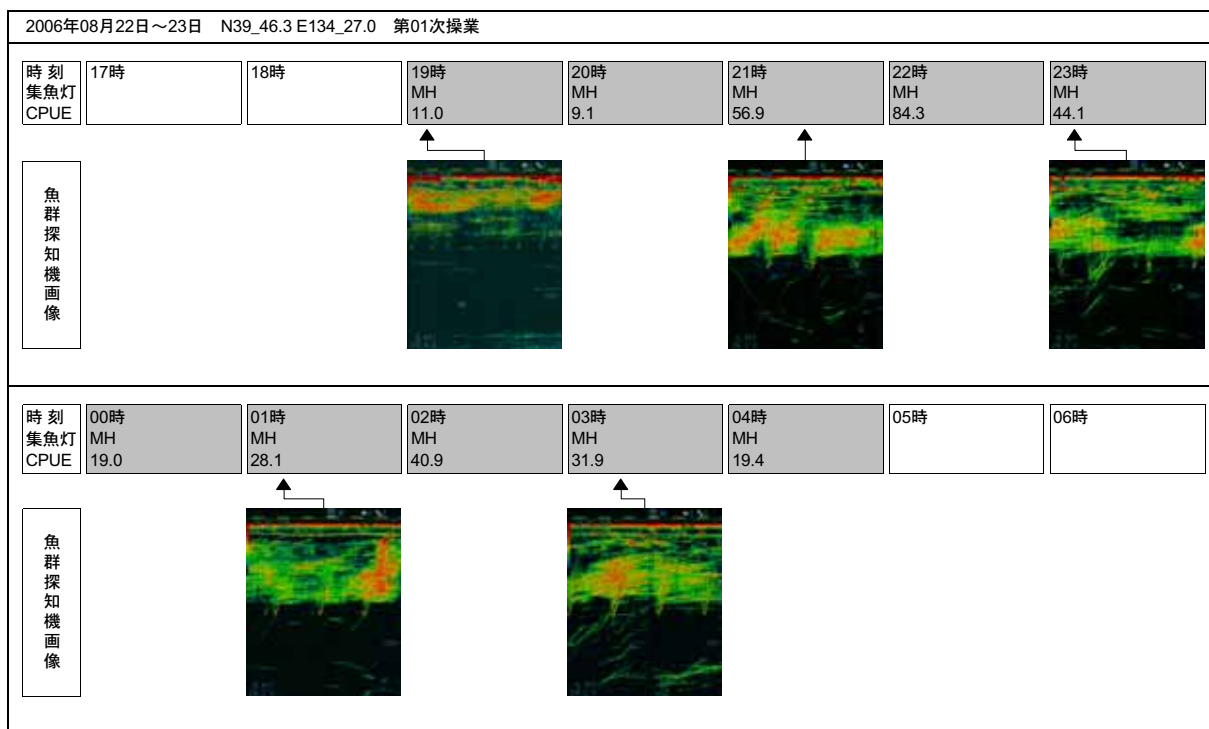


図29 第1次操業時の魚群探知機画像

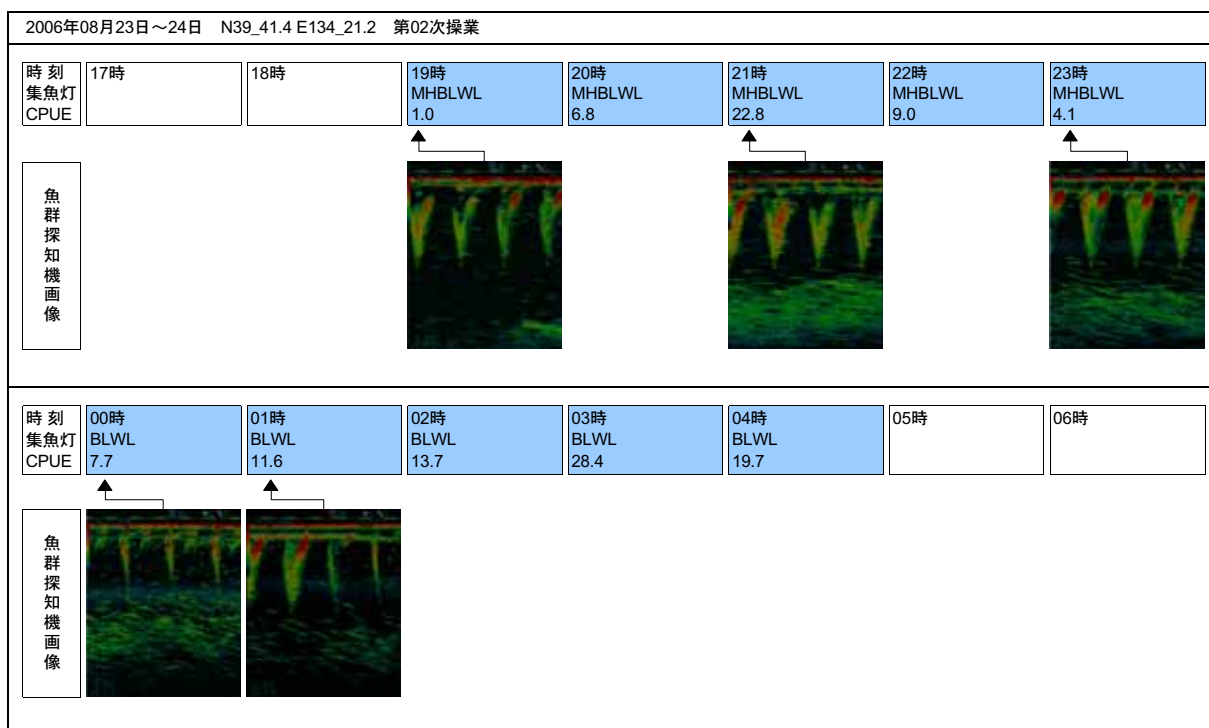


図30 第2次操業時の魚群探知機画像

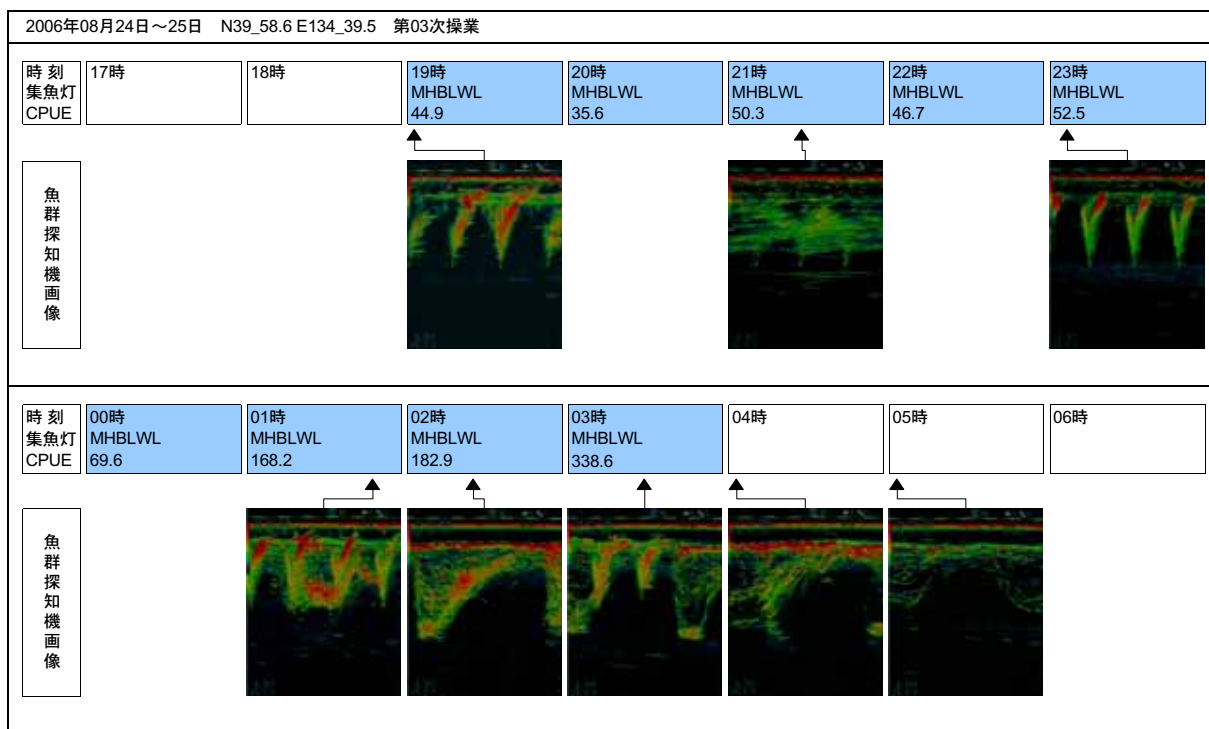


図31 第3次操業時の魚群探知機画像

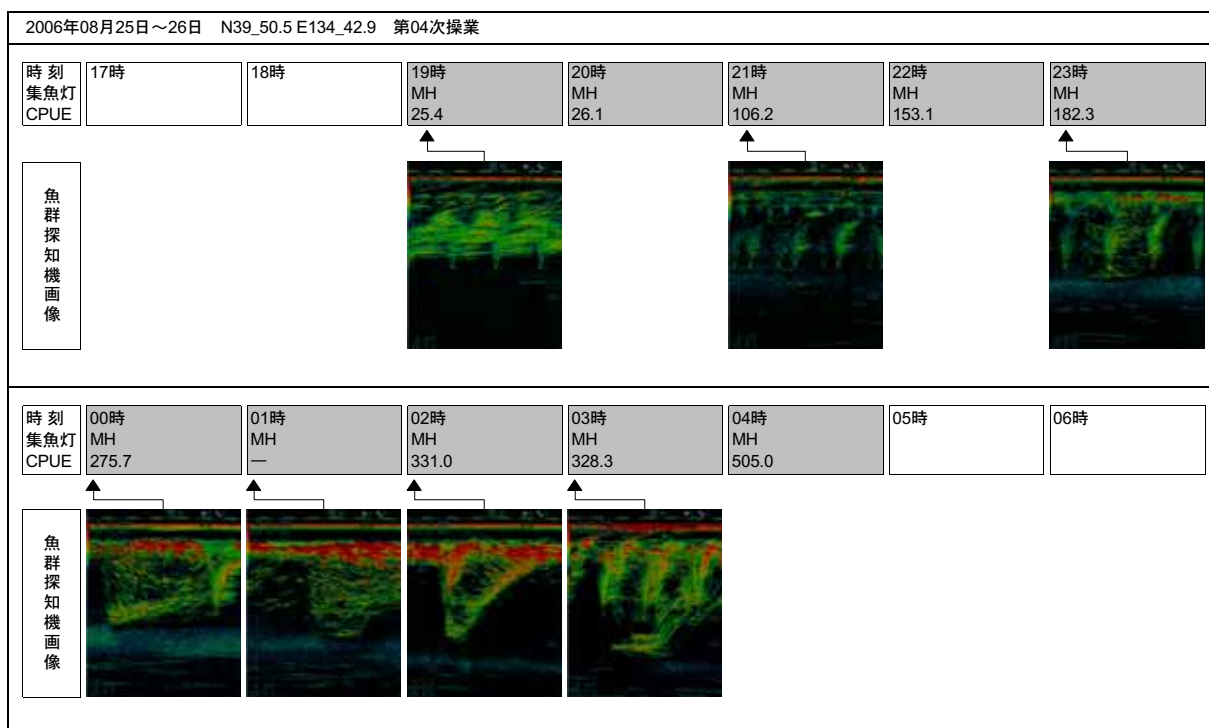


図32 第4次操業時の魚群探知機画像

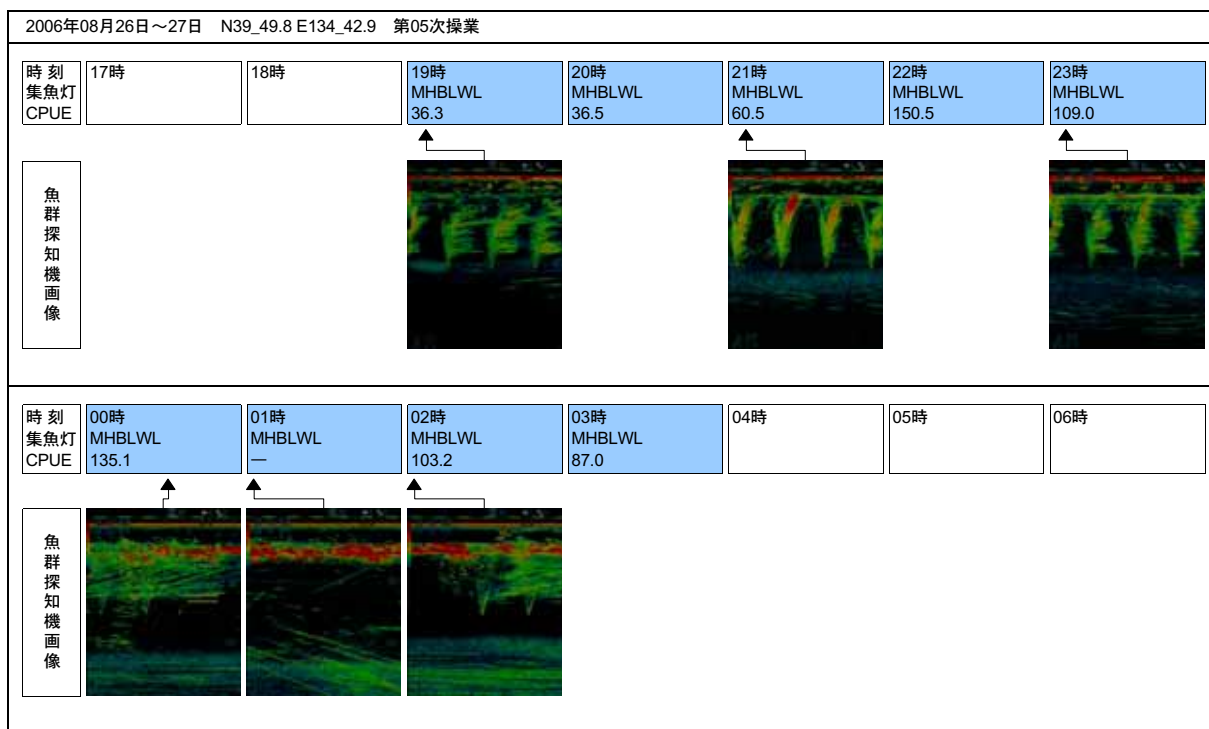


図33 第5次操業時の魚群探知機画像

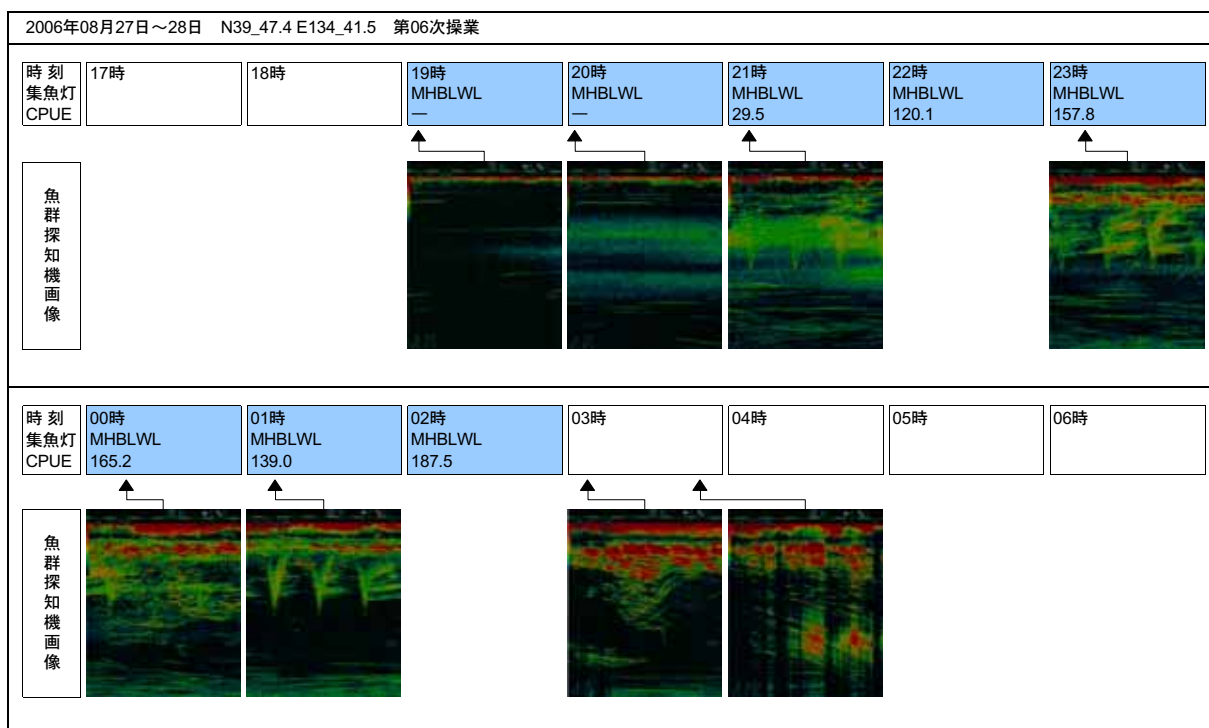


図34 第6次操業時の魚群探知機画像

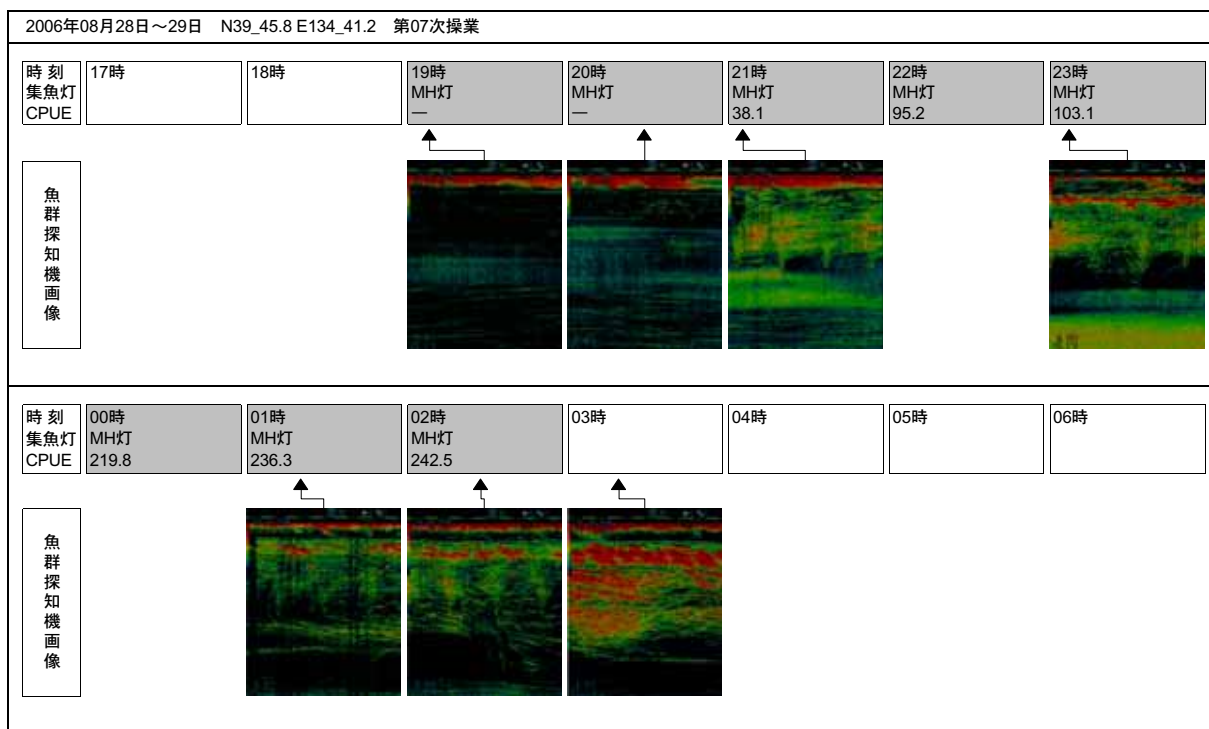


図35 第7次操業時の魚群探知機画像

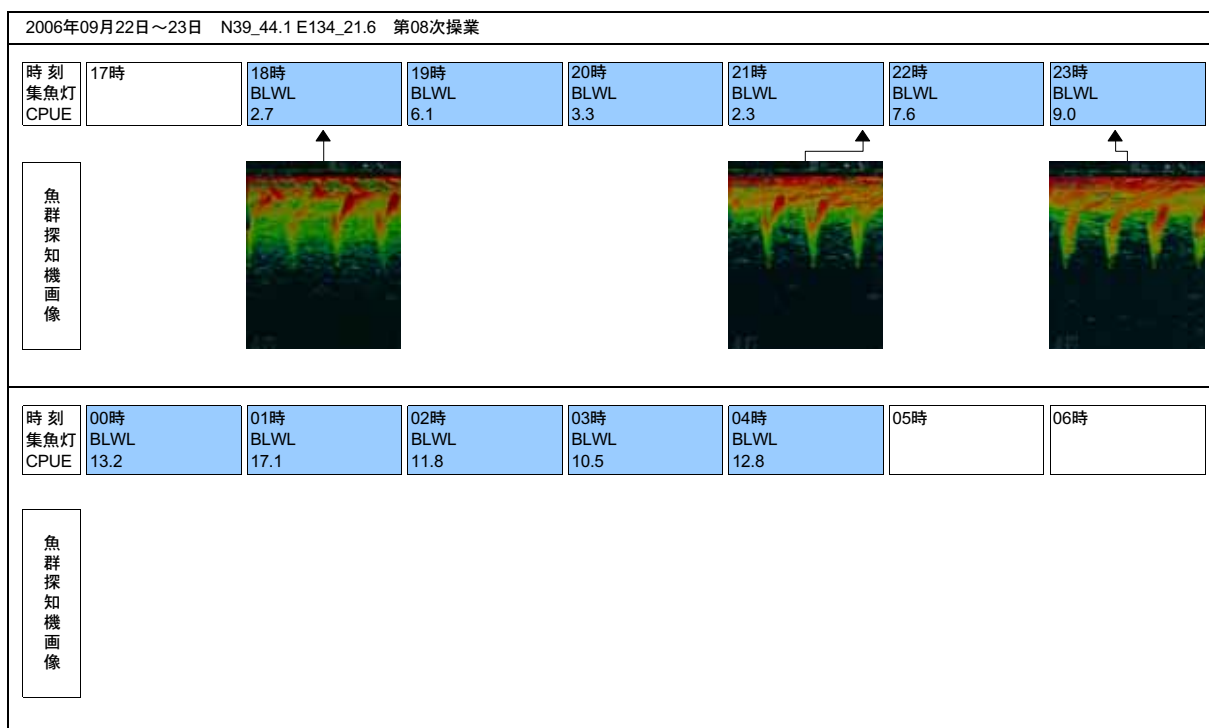


図36 第8次操業時の魚群探知機画像

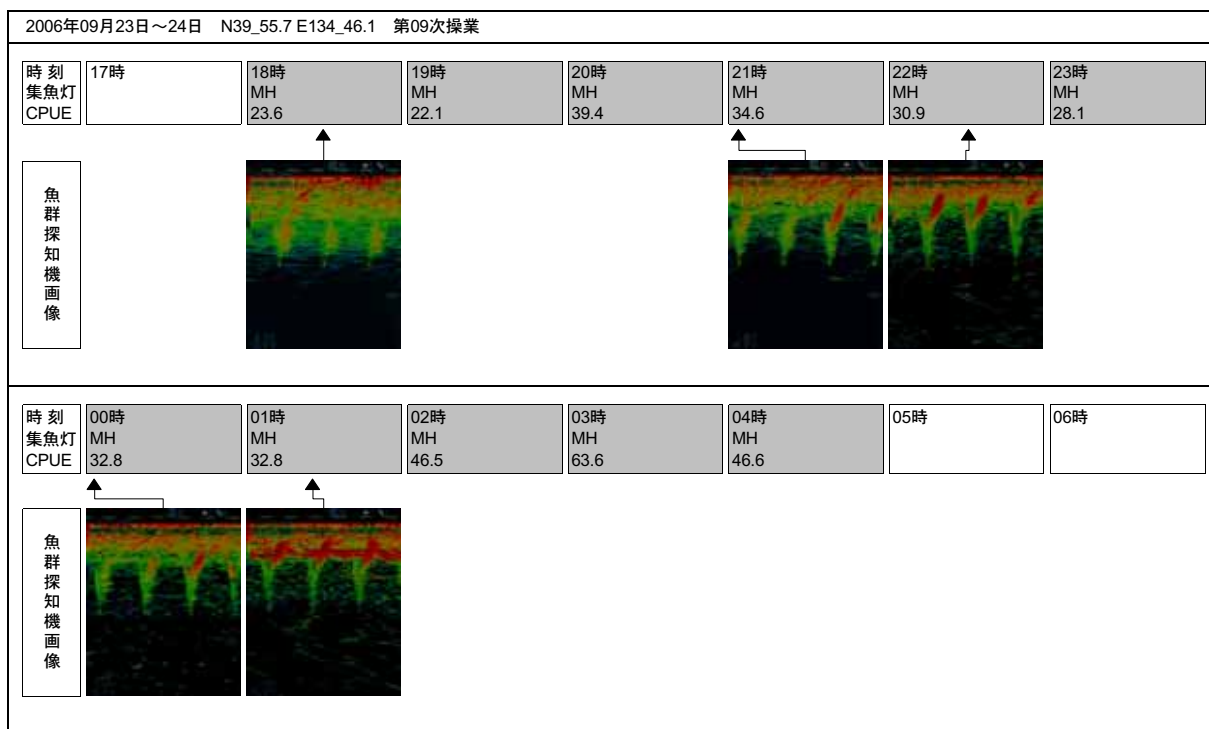


図37 第9次操業時の魚群探知機画像

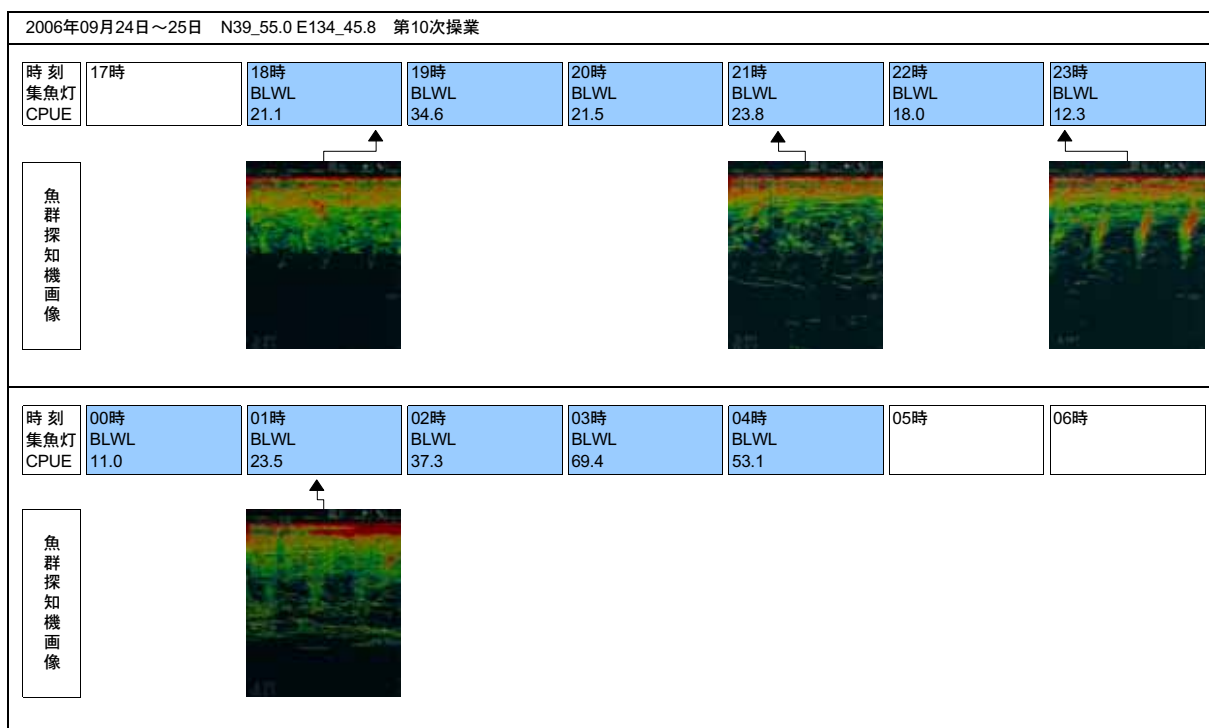


図38 第10次操業時の魚群探知機画像

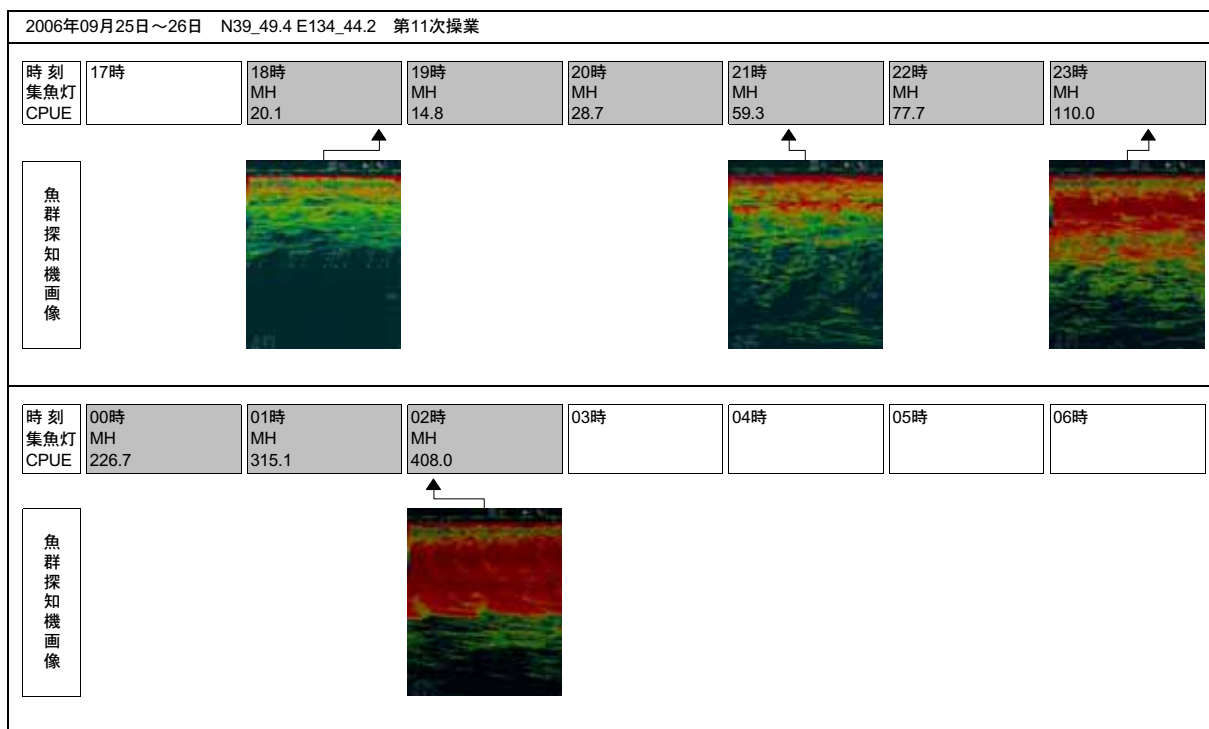


図39 第11次操業時の魚群探知機画像

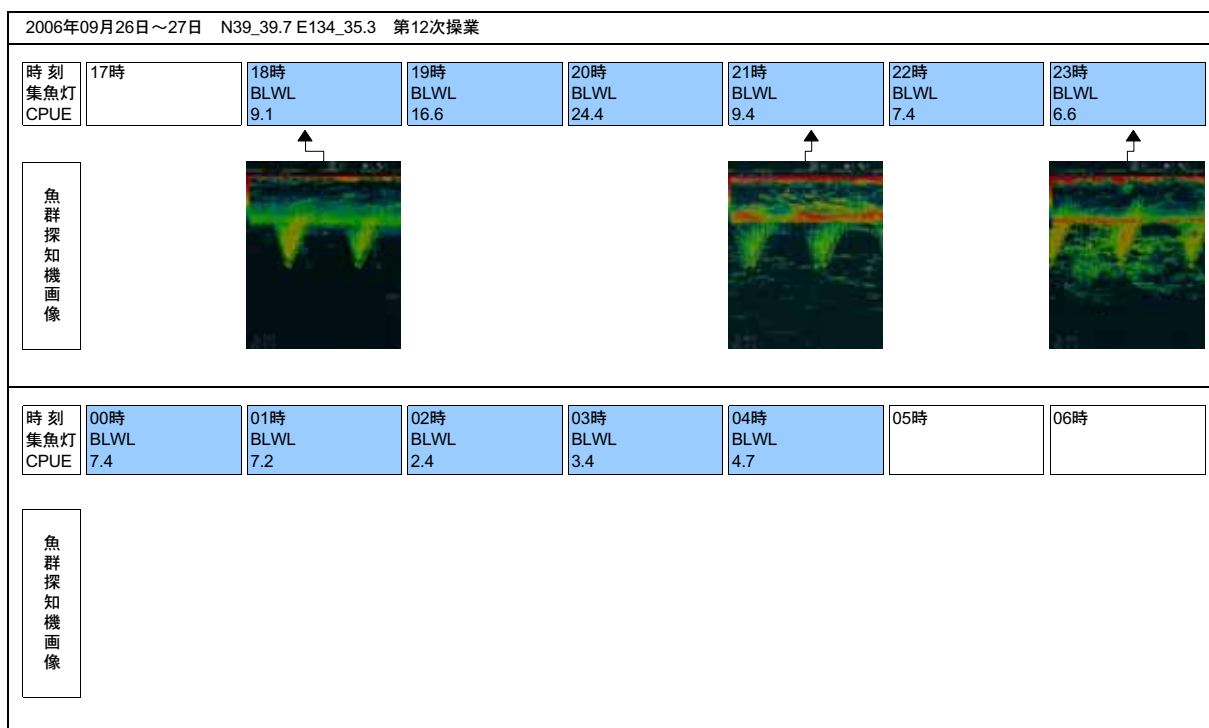


図40 第12次操業時の魚群探知機画像

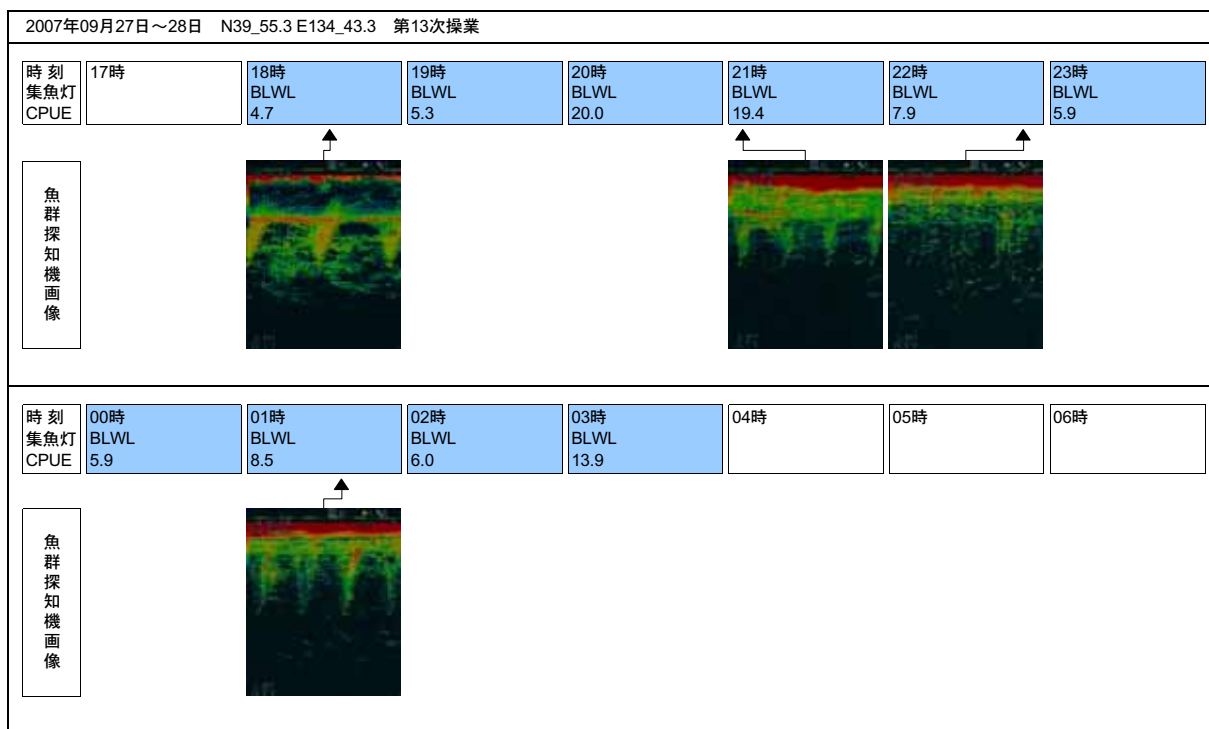


図41 第13次操業時の魚群探知機画像

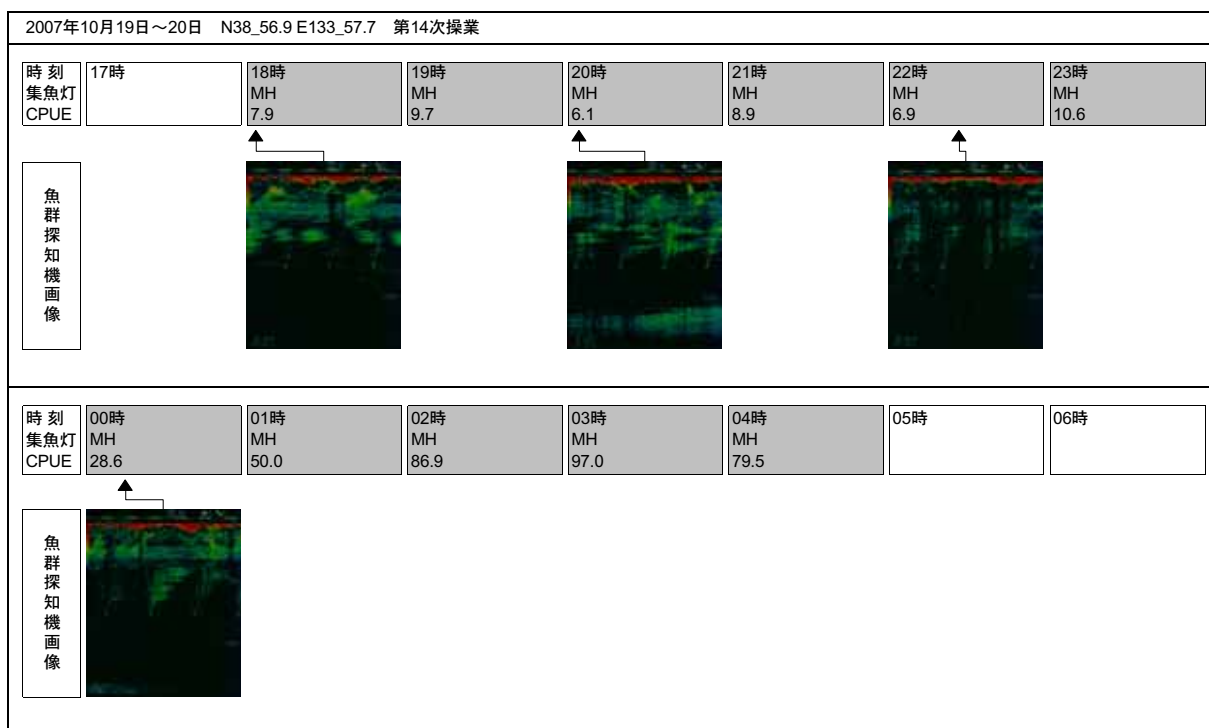


図42 第14次操業時の魚群探知機画像

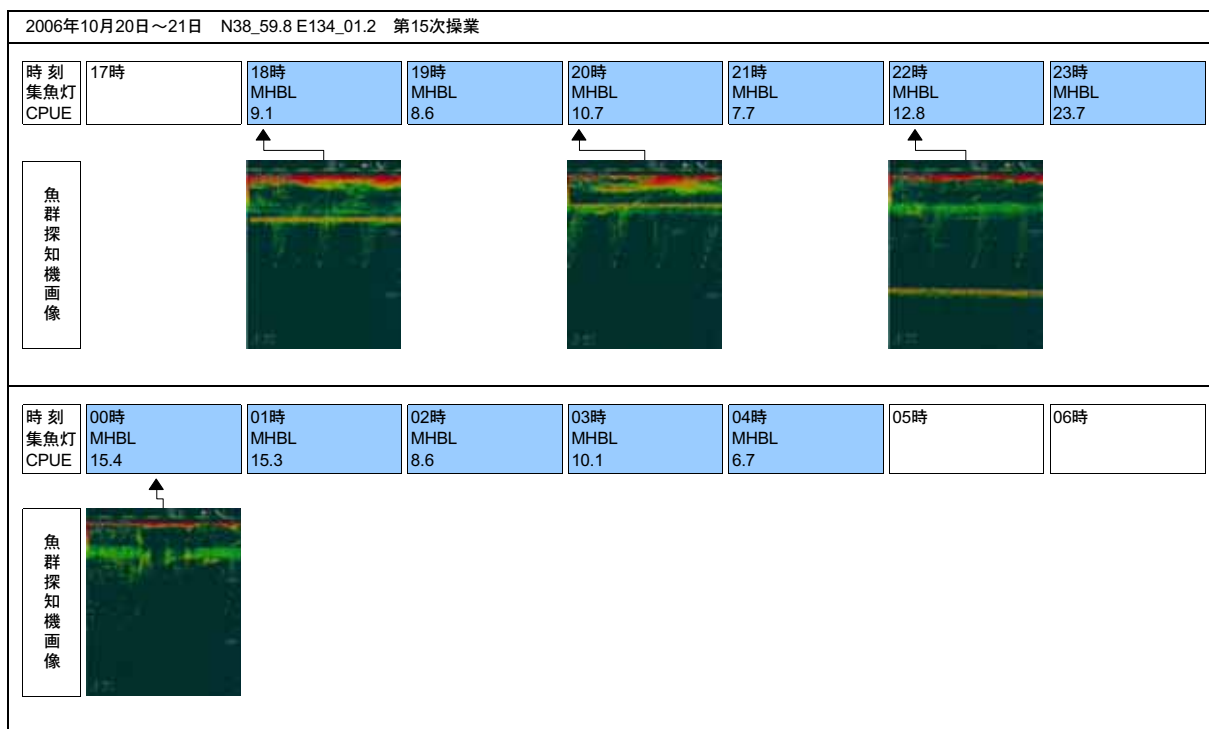


図43 第15次操業時の魚群探知機画像

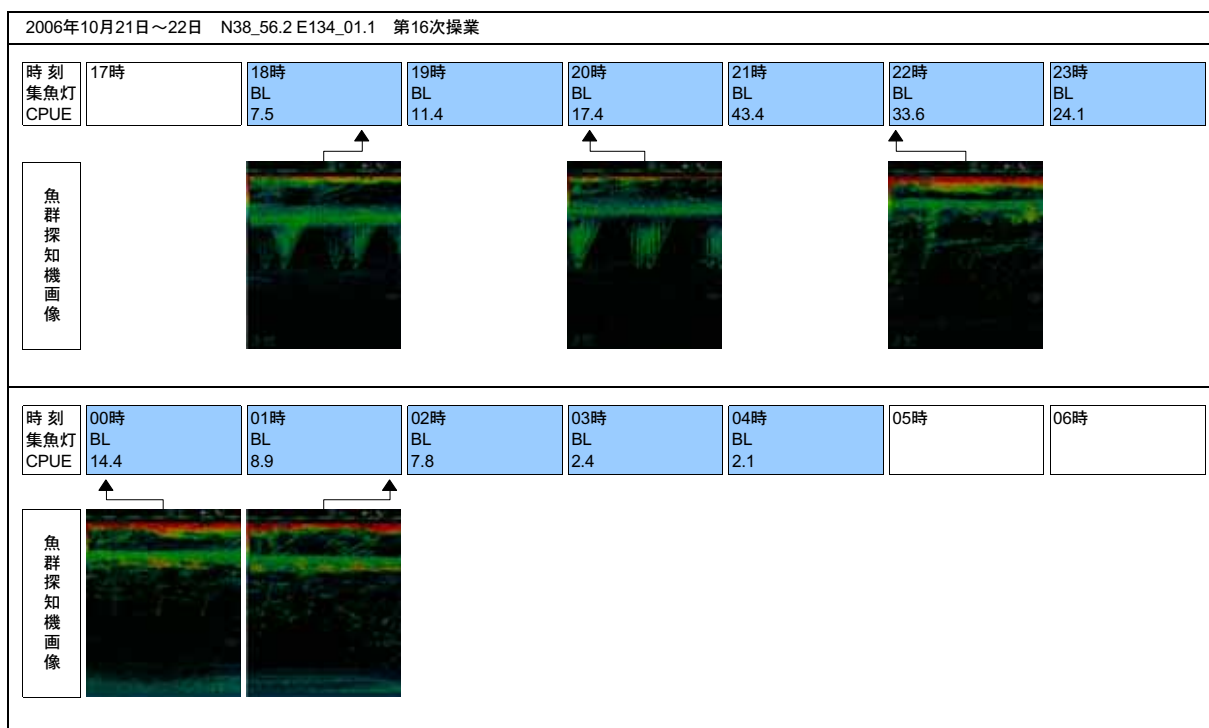


図44 第16次操業時の魚群探知機画像

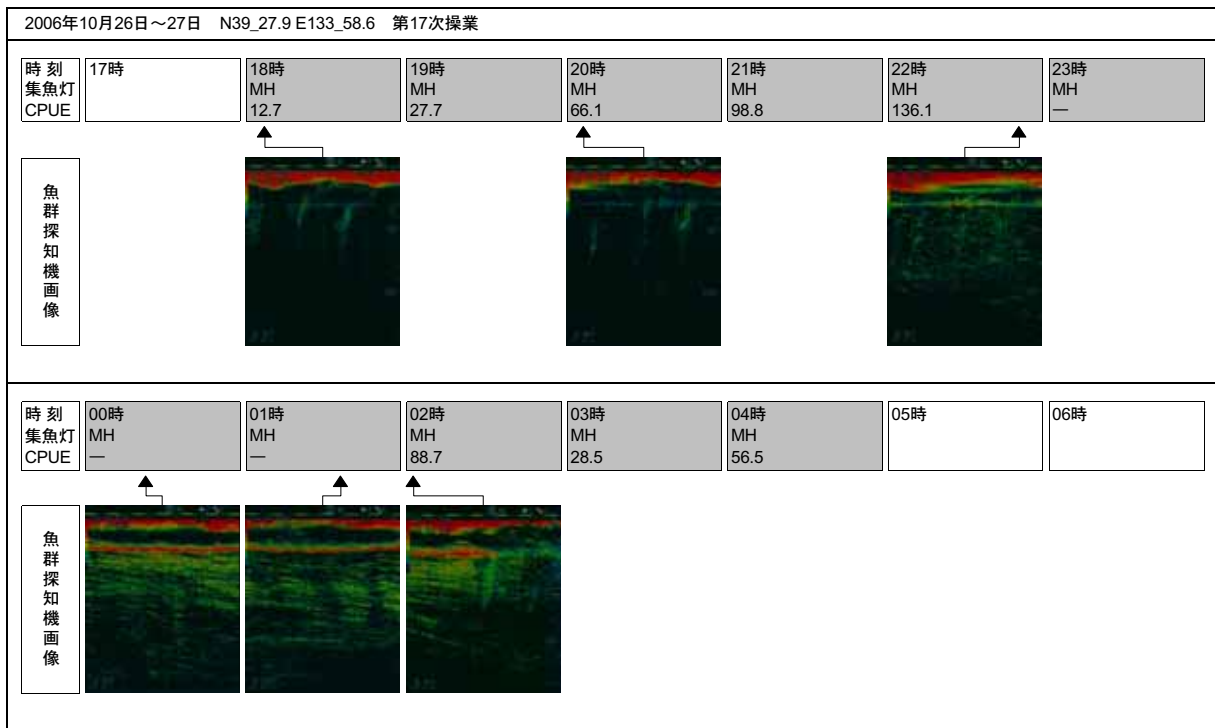


図45 第17次操業時の魚群探知機画像

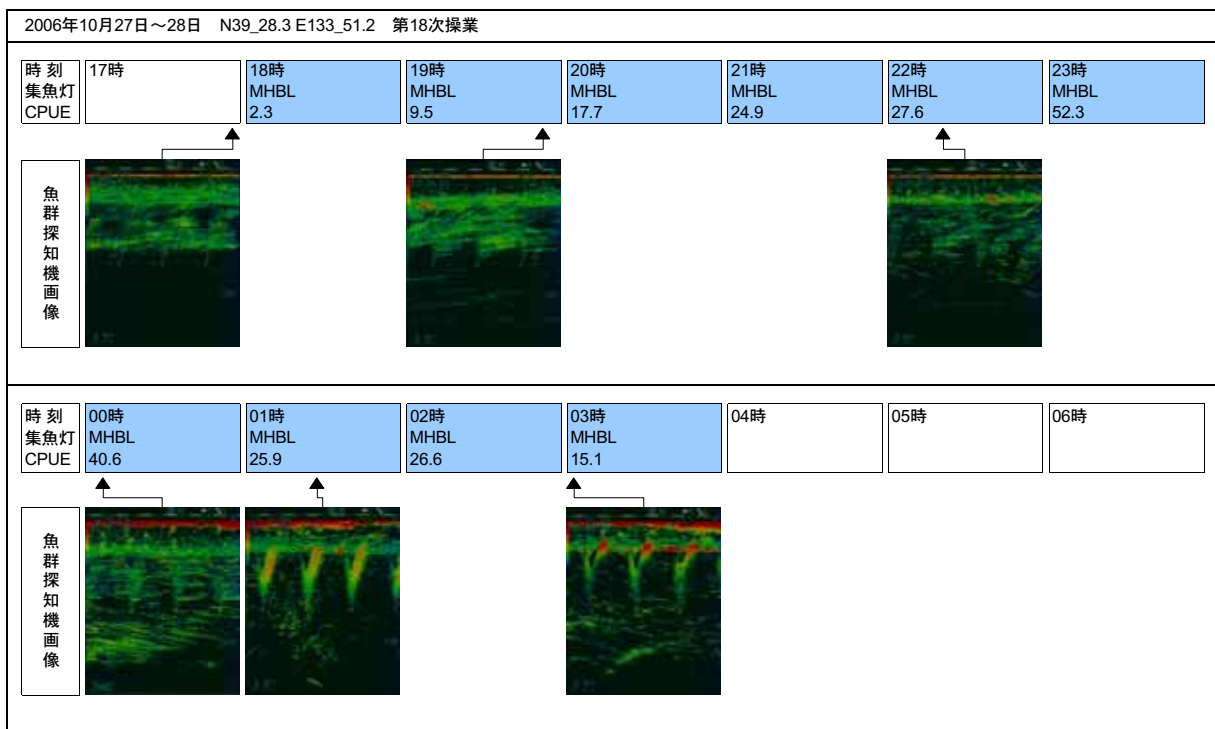


図46 第18次操業時の魚群探知機画像

6. 漁船の動向

平成18年8月21日から9月4日、9月21日から10月2日、10月18日から11月1日（本調査と各月海洋観測時）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47）。8月下旬には、多くの漁船が北緯43度以北の日本海道西海域で操業していたが、8月28日から大和堆付近に移動する漁船が現れ、9月上旬には多くの漁船が大和堆北方のロシア海域で操業するようになった。9月下旬には、当初、ロシア沿海州沖と大和堆海域に漁場が分かれていたが、9月23日以降は全船が大和堆海域に移動し、調査船白山丸に近い位置で操業する漁船も多かった。10月下旬には、太平洋道東海域と大和堆海域で多くの漁船が操業しており、道東海域で操業した後、道西海域に移動して操業する漁船もみられた。

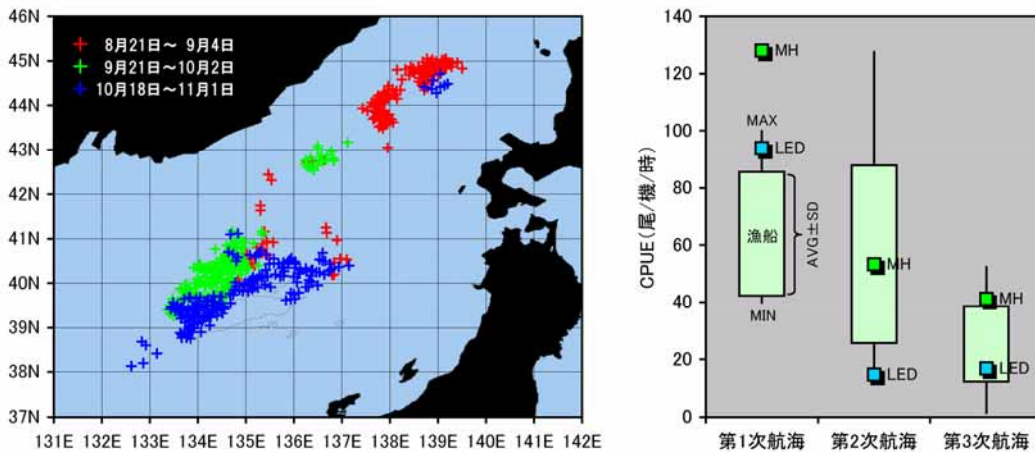


図47 調査期間中の中型いか釣り漁船の操業位置，漁船と白山丸のCPUEの比較

調査期間中、白山丸の操業海域の周辺10マイル以内で操業した漁船について、その漁獲箱数に白山丸の1箱あたりの平均尾数を乗じて総漁獲尾数を概算した。そして、漁船の釣り機台数を25台、操業時間を11.5時間(8月)、12.0時間(9月)および13.0時間(10月)としてCPUEを算出し、白山丸のCPUEと比較した。その結果、第1次航海のMH操業とLED操業はいずれも漁船を凌ぐ漁獲成績であった。また、第2次航海および第3次航海のMH操業についても、漁船と同等かむしろ上位に位置する漁獲成績であった。これらの結果から、白山丸の漁獲能力は高く、操業結果の信頼性も高いことは明らかである。

7. 漁獲成績と水中光の関係

漁獲成績と水中光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特に重要である。そこで、CPUE比と分光波長488nmの水中光量比の関係を調べた結果(図48)、両者の間に強い正の相関が認められた。この関係から、LED灯操業時の漁獲成績がMH操業時のそれよりも劣る原因は水中における青色光の光量不足にあると考えられる。

BL操業の光量比は昨年度と本年度の調査で異なっていたが、その平均値は25%である。この時のCPUE比は図48式から40%であり、実際のCPUE比に近い値が得られる。このBL操業のCPUE比をMH操業と同等に引き上げるには、水中の光量を約4倍に増やす必要がある。青色LED灯の取付位置や角度を調整することにより、昨年度と同水準の光量比が確保できたとしても、MH操業と同等の漁獲成績を得るには、光量を約3倍に高めなければならないと考えられる。

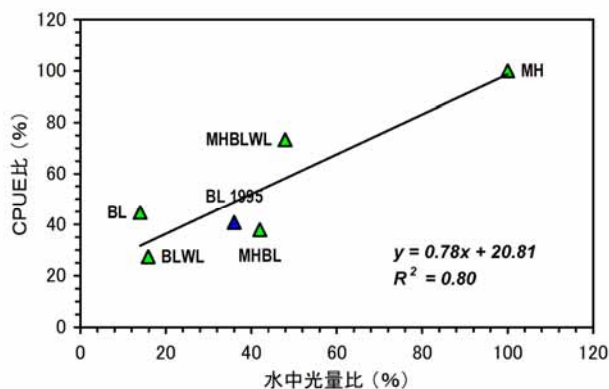


図48 分光波長488nmの水中光量比とCPUE比の関係

8. 沖合漁場におけるLED集魚灯の実用性と可能性

前述のように、青色LED灯単独でMH操業と同じ漁獲成績を得ようとした場合、水中の光量を少なくとも3倍に高めなければならず、現在の青色LED灯では300枚以上必要となる。調査船白山丸に装備できる青色LED灯は200枚程度であり、中型いか釣り漁船でも装備枚数の限度は同程度と考えられる。従って、青色LED灯の単独使用を前提とした場合、現在の青色LED灯は実用レベルに達していないと判断できる。実用化には、青色LED灯1枚あたりの光量アップが不可欠である。

現在の青色LED灯単独ではMH灯に匹敵する漁獲は困難であるが、MH灯と青色LED灯を併用することにより、漁獲を維持しつつ燃油節減を図ることは可能と考えられる。前述のように、青色LED灯102枚により得られる光量はMH灯78灯の36% (昨年度データ) であり、MH灯24灯の光量はMH灯78灯の31%である。従って、青色LED灯を現状の2倍 (204枚) 設置し、これにMH灯24灯を併用することにより、MH灯78灯点灯時の103%の光量が得られ、MH操業と同水準の漁獲 (CPUE比:101%) が達成できることが期待される。この時の集魚灯の総消費電力は86kWであり、図12式より燃油消費量は41L/時となり、MH灯78灯点灯時の52%の燃油消費となる。このような方法で青色LED灯とMH灯を併用することにより、従来の漁獲を維持しつつ操業時の燃油消費量を半減させることが可能であると予想される。

9. LED集魚灯の導入による省エネ・省コストと二酸化炭素排出抑制

石川県農林水産統計年報¹⁰⁾によると、平成13年の中型いか釣り漁船1隻あたりの燃油費は1,730万円/年である。この年のA重油価格¹¹⁾は30,630円/kLであることから、燃油消費量は565kL/年となる。一方、平成18年のA重油価格は57,460円/kLに高騰しており、燃油消費量が平成13年と同等として計算すると、平成18年の燃油費は3,246万円/年となる。平成18年漁期のある漁船からの聞き取りでは、年間の燃油消費量はドラム缶2,500本程度で、このうち操業に約1,800本、操業以外に約700本が消費されている。この割合で上記の年間燃油消費量を按分すると、操業に407kL/年、操業以外に158kL/年が消費されている。この割合で上記の年間燃油消費量を按分すると、操業に407kL/年、操業以外に158kL/年が消費されたことになる(図49)。



図49 LED灯導入による燃油消費量削減効果の試算※

(※:LED灯とMH灯の併用により操業中の燃油消費量が半減した場合の試算)

(A重油単価:57,460円/kL, A重油二酸化炭素排出係数:2.71kg-CO₂/L)

前述のように、青色LED灯とMH灯を併用することにより、従来の漁獲を維持しつつ操業中の燃油消費量を半減させることであれば、燃油量にして203kL/年、燃油費にして1,169万円/年の節減になると試算される。この燃油節減量は二酸化炭素排出量に換算¹²⁾すると551トン/年に相当する。

石川県の中型いか釣り漁業許可隻数(100~185トン)は28隻であり、これら全てがLED灯を導入して操業中の燃油消費量を半減できれば、燃油量では5,695kL/年、金額では32,732万円/年の節約になり、二酸化炭素量では15,434トン/年の排出抑制につながる。石川県環境総合計画¹³⁾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:1120,00トン/年)とする目標¹²⁾が掲げられている。LED灯導入による本県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14%に相当する。以上の試算から、LED灯導入による燃油節減は漁業経営の改善につながるだけでなく、地球温暖化の原因である二酸化炭素の排出抑制にも大きく貢献することが明らかである。

10. 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。調査期間中、LED灯1枚のうち半分のLEDが点灯しなくなる故障が発生したため、メーカーで修理を行った。

ノルパックネットにより採集した動物プランクトンについて、種査定と湿重量測定を行ったが、集魚灯点灯パターンとの関係は明らかでなかった(付表4)。本調査では、ノルパックネットの100m鉛直曳きを実施したが、表層付近を水平曳きした方が集魚灯の影響をより明確にできる可能性が高い。

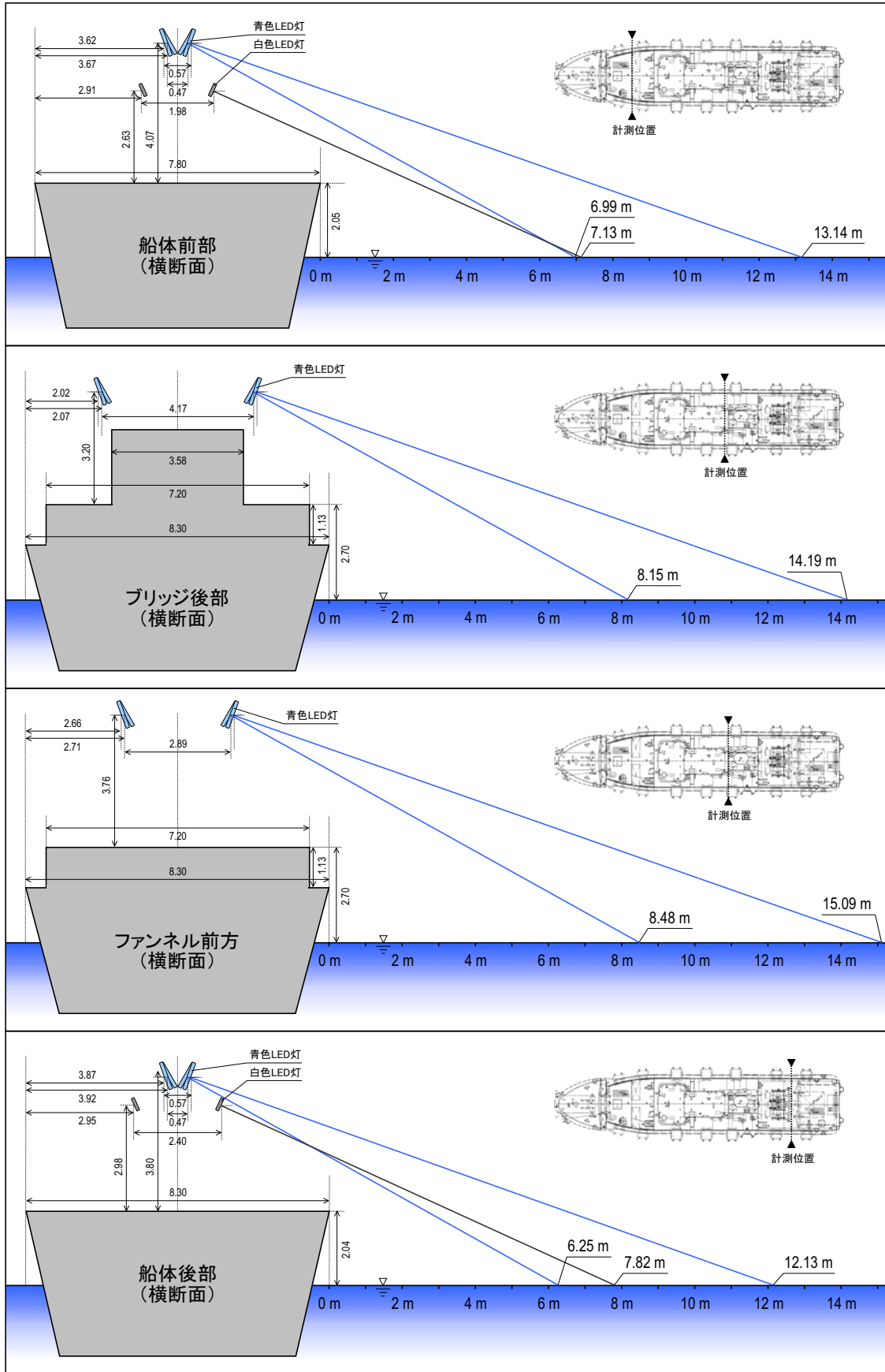
11. 次年度の調査計画

本年度は、青色LED灯を60度と70度の角度で設置して広範囲の海面を照らすようにしたが、海面反射によって水中に入射する光はむしろ減少した。漁獲成績を向上させるには、海中への青色光の入射量をできるだけ多くすることが重要であり、この観点から、LED灯の取付角度は70度よりも60度が好ましいと考えられる。また、白色LED灯については、光量が少なく集魚灯としての実用性は低いと考えられる。一方、本調査結果では、青色LED灯の設置枚数を約2倍に増やし、MH灯24灯を併用することにより、MH灯78灯と同等の漁獲が得られる可能性が示された。

以上の検討結果を踏まえ、次年度は、鋼管フレームを用いて設置するLED灯の取付角度を全て60度とし、白色LED灯を青色LED灯に交換し、さらに釣り機の受け台下にも設置するなどして、青色LED灯を合計200枚以上装備する。そして、LED灯とMH灯24灯を併用することにより、MH灯78灯と同等の漁獲成績が得られるかどうかを試験操業で明らかにする。

引用文献

- (1) (社)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釣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釣り漁業革命事業に関する報告書, (社)マリノフォーラム21, 2005, 37p.
- (2) 石川県水産総合センター:平成17年度青色発光ダイオード実証化試験報告書(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), (財)日韓・日中新協定対策漁業振興財団・漁場形成状況調査計画検討委員会, 2006, p.11-25.
- (3) 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.
- (4) 崔漸珍, 中村善彦, 有元貴文:集魚灯による小型イカ釣り漁船周辺の海面照度分布, 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, 全国漁業協同組合連合会, 1996, p.138-152.
- (5) 日亜化学工業(株):LED標準仕様書 青色LED NSPB510S, 13p.
- (6) 日亜化学工業(株):LED標準仕様書 白色LED NSPW510S, 13p.
- (7) 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.
- (8) (株)東和電気製作所, 東京海洋大学稲田研究室:いか釣用LED集魚灯の試験経過, 平成17年度第2回発光ダイオード普及協議会資料, 2005.
- (9) (社)海洋水産システム協会:省エネルギー技術導入促進事業・中間報告, 平成18年度第3回発光ダイオード普及協議会資料, 2006.
- (10) 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.
- (11) (財)経済調査会:主要資材の価格推移, 積算資料, 2007, p.33.
- (12) 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.
- (13) 石川県:石川県環境総合計画, 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)

試験操業結果				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		
		集魚灯の種別		MH		MHBLWL		MHBLWL		MH		MHBLWL		MHBLWL		
試験操業結果	操業開始位置 N	39	46.3	39	41.4	39	58.6	39	50.5	39	49.8	39	47.4			
	E	134	27.0	134	21.2	134	39.5	134	42.9	134	42.9	134	41.5			
試験操業結果	操業終了位置 N	39	42.2	39	35.5	39	55.2	39	48.2	39	48.7	39	47.1			
	E	134	24.3	134	16.0	134	40.9	134	43.0	134	42.3	134	41.8			
試験操業結果	操業開始時刻	08/22 19:00		08/23 19:00		08/24 19:00		08/25 19:00		08/26 19:00		08/27 21:00				
試験操業結果	操業終了時刻	08/23 05:00		08/24 05:00		08/25 03:30		08/26 04:15		08/27 03:45		08/28 03:00				
試験操業結果	操業時間 (t)	10.00		10.00		7.75		6.75		7.25		6.00				
試験操業結果	釣機台数 (n)	14.0		14.0		14.0		11.0		14.0		9.3				
試験操業結果	漁獲努力 (t・n)	140.0		140.0		108.5		74.5		101.5		56.0				
試験操業結果	釣獲尾数 (尾)	4827		1746		9559		9730		8803		6622				
試験操業結果	CPUE	34.48		12.47		88.10		130.60		86.73		118.25				
試験操業結果	補機運転台数	2		1		1		2		1		1				
試験操業結果	補機燃料消費 (L)	788		291		357		819		415		327				
生物測定結果	外套背長組成	12 cm														
		13 cm														
		14 cm														
		15 cm														
		16 cm	1	1%	1	1%			1	1%					3	2%
		17 cm														
		18 cm	1	1%	5	3%									1	1%
		19 cm	1	1%	5	3%	1	1%	5	3%	1	1%				
		20 cm	6	3%	17	9%	8	4%	11	6%	20	10%	4	2%		
		21 cm	26	13%	25	13%	49	25%	46	23%	47	24%	13	7%		
		22 cm	30	15%	52	26%	54	27%	71	36%	56	28%	32	16%		
		23 cm	39	20%	40	20%	47	24%	33	17%	45	23%	36	18%		
		24 cm	36	18%	23	12%	18	9%	25	13%	19	10%	36	18%		
		25 cm	34	17%	20	10%	18	9%	7	4%	6	3%	29	15%		
		26 cm	15	8%	7	4%	4	2%	1	1%	5	3%	22	11%		
		27 cm	8	4%	2	1%	1	1%					14	7%		
		28 cm	1	1%	2	1%							1	1%	7	4%
		29 cm	2	1%	1	1%									3	2%
		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)	336		260		258		247		251		312					
海洋観測結果	海洋観測位置 N	39	46.0	39	46.9	39	42.1	39	59.3	39	50.7	39	50.0	39	47.6	
	E	134	16.0	134	26.9	134	21.7	134	40.1	134	42.8	134	43.0	134	41.3	
海洋観測結果	観測日時	08/22 13:05		08/22 18:00		08/23 18:00		08/24 17:40		08/25 18:00		08/26 18:00		08/27 18:00		
海洋観測結果	天気	BC		BC		BC		C		C		BC		C		
海洋観測結果	雲量・雲形	3	Ac	4	Ac	1	Ci	9	Ac	9	Ac	2	Ac	10	Ci	
海洋観測結果	風向・風速 (m/s)	N	5.5	NNW	4.9	N	1.9	W	4.9	W	1.1	SE	4.0	SSE	5.1	
海洋観測結果	気温 (°C)	27.0		25.3		26.1		25.2		26.9		26.3		27.0		
海洋観測結果	気圧 (hpa)	1011.7		1011.8		1012.0		1013.8		1015.6		1015.4		1008.7		
海洋観測結果	波・うねり	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	3	
海洋観測結果	透明度 (m)	21		15		20		20		25		22		21		
海洋観測結果	水温・塩分 %	0 m	24.3	33.70	24.3	33.68	24.4	33.61	24.5	33.58	25.6	33.74	25.1	33.63	25.1	33.66
		10 m	23.72	33.66	19.62	33.07	15.91	33.92	23.78	33.60	24.22	33.62	24.23	33.57	24.73	33.65
		20 m	11.89	34.00	10.60	34.10	10.23	34.10	15.21	33.88	17.31	33.17	14.86	33.67	18.42	33.44
		30 m	8.96	34.14	9.01	34.16	8.56	34.15	9.47	34.00	7.74	33.92	7.07	33.96	9.04	33.73
		50 m	7.74	34.14	7.69	34.15	7.51	34.14	5.26	34.00	4.13	33.97	4.07	34.02	4.41	33.99
		75 m	7.05	34.11	7.13	34.14	7.03	34.12	3.52	33.99	3.14	33.97	2.82	34.01	3.71	33.98
		100 m	6.22	34.09	5.99	34.09	5.88	34.08	2.53	33.99	2.34	33.98	2.25	34.01	2.45	34.00
		150 m	4.59	34.06	3.73	34.10	3.84	34.02	1.76	34.00	1.67	33.99	1.59	34.00	1.60	34.01
		200 m	3.84	34.03	2.45	34.02	2.41	34.02	1.43	34.02	1.27	34.02	1.20	34.00	1.20	34.00
		300 m	2.21	34.03	1.37	34.03	1.33	34.02	1.06	34.03	0.93	34.02	0.90	34.03	0.94	34.05
備考	観測補間点	月齢 27.9 ※12海里以内 他船 7隻操業		月齢 28.9 ※12海里以内 他船 4隻操業 ※クジラ遊泳 のため不漁 ※0:00よりBL WL操業に変更		月齢 0.3		月齢 1.3		月齢 2.3		月齢 3.3				

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07次操業								第08次操業									
	集魚灯の種類	MH								BLWL									
	操業開始位置 N	39	45.8									39	44.1						
	E	134	41.2									134	21.6						
	操業終了位置 N	39	45.6									39	41.2						
	E	134	42.3									134	24.0						
	操業開始時刻	08/28 21:00								09/22 18:30									
	操業終了時刻	08/29 03:00								09/23 05:00									
	操業時間 (t)	6.00								10.50									
	釣機台数 (n)	10.0								14.0									
	漁獲努力 (t・n)	60.0								147.0									
	釣獲尾数 (尾)	7502								1330									
	CPUE	125.03								9.05									
補機運転台数	2								1										
補機燃料消費 (L)	641								213										
生物測定結果	外套背長組成	12 cm																	
		13 cm																	
		14 cm																	
		15 cm																	
		16 cm																	
		17 cm	1	1%									2	1%					
		18 cm	2	1%									3	2%					
		19 cm	1	1%									8	4%					
		20 cm	8	4%									14	7%					
		21 cm	21	11%									20	10%					
		22 cm	45	23%									41	21%					
		23 cm	54	27%									47	24%					
		24 cm	29	15%									27	14%					
		25 cm	26	13%									18	9%					
		26 cm	9	5%									9	5%					
		27 cm	3	2%									4	2%					
		28 cm	1	1%									6	3%					
		29 cm											1	1%					
		30 cm																	
		31 cm																	
32 cm																			
合計	200	100%									200	100%							
平均体重 (g)			277										271						
海洋観測結果	海洋観測位置 N	39	45.6	39	0.0	39	35.0	39	50.0	40	0.0	39	43.3	40	0.0				
		E	134	41.1	134	0.0	134	0.0	134	20.0	134	50.0	134	21.1	135	0.0			
	観測日時	08/28 17:55		09/22 05:20		09/22 08:40		09/22 10:55		09/22 13:20		09/22 17:10		09/23 13:45					
	天気	C		BC		B		B		B		B		B					
	雲量・雲形	10	St	—	—	—	Ci	1	Ci	1	Ci	1	Ci	1	Ci				
	風向・風速 (m/s)	W	6.2	N	7.3	N	5.5	NNW	2.5	NW	4.0	NW	3.4	NE	4.2				
	気温 (°C)	25.1		19.5		22.2		25.1		25.5		21.0		21.0					
	気圧 (hpa)	1006.2		1021.3		1022.5		1022.8		1021.7		1021.6		1022.2					
	波・うねり	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
	透明度 (m)	21		—		17		20		21		16		17					
	水温・塩分	0 m	25.1	33.60	21.7	32.62	19.2	33.64	18.6	33.82	18.8	33.90	20.0	33.70	18.1	33.56			
		10 m	24.76	33.57	21.56	32.63	18.98	33.59	17.82	33.76	17.99	33.89	19.56	33.64	17.80	33.54			
		20 m	14.26	33.53	21.56	32.63	18.97	33.60	17.38	33.82	17.69	33.93	19.40	33.66	17.59	33.53			
30 m		7.73	33.82	14.76	34.16	11.96	34.15	10.62	34.20	11.79	34.32	16.95	33.52	14.21	33.67				
50 m		4.54	33.95	11.05	34.26	7.96	34.18	7.89	34.15	7.69	34.17	9.40	34.23	4.94	34.02				
75 m		3.01	33.98	7.35	34.17	5.71	34.08	7.11	34.14	5.13	34.08	7.09	34.15	3.13	34.00				
100 m		2.37	34.01	5.21	34.08	3.95	34.02	6.18	34.13	3.32	34.01	5.20	34.07	2.26	34.00				
150 m		1.65	34.01	2.87	34.03	2.49	34.01	3.95	34.05	2.24	34.01	3.38	34.03	1.63	34.03				
200 m	1.28	34.01	1.87	34.02	1.63	34.00	2.74	34.01	1.56	34.01	2.10	34.01	1.37	34.04					
300 m	0.97	34.05	1.12	34.04	1.03	34.02	1.38	34.02	1.06	34.03	1.30	34.04	0.96	34.04					
備考	月齢	4.3		観測補間点	観測補間点	観測補間点	観測補間点	観測補間点	観測補間点	観測補間点	観測補間点	観測補間点	観測補間点	観測補間点	観測補間点				
												月齢 29.3 ※12海里以内 他船13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09次操業		第10次操業		第11次操業		第12次操業		第13次操業		第14次操業		第15次操業			
	集魚灯の種別	MH		BLWL		MH		BLWL		BLWL		MH		MHBL			
	操業開始位置 N	39	55.7	39	55.0	39	49.4	39	39.7	39	55.3	38	56.9	38	59.8		
	E	134	46.1	134	45.8	134	44.2	134	35.3	134	43.3	133	57.7	134	1.2		
	操業終了位置 N	39	47.9	39	52.7	39	46.9	39	33.9	39	50.2	38	59.6	39	3.1		
	E	134	42.1	134	43.2	134	43.9	134	31.8	134	35.9	133	58.5	134	7.7		
	操業開始時刻	09/23 18:30		09/24 18:30		09/25 18:30		09/26 18:30		09/27 18:30		10/19 18:00		10/20 18:00			
	操業終了時刻	09/24 05:00		09/25 05:00		09/26 03:00		09/27 05:00		09/28 04:00		10/20 05:00		10/21 05:00			
	操業時間 (t)	10.50		10.50		6.25		10.50		9.50		11.00		11.00			
	釣機台数 (n)	14.0		14.0		13.6		14.0		14.0		14.0		14.0			
	漁獲努力 (t・n)	147.0		147.0		85.0		147.0		133.0		154.0		154.0			
	釣獲尾数 (尾)	5450		4409		6921		1319		1331		5490		1803			
	CPUE	37.07		29.99		81.42		8.97		10.01		35.65		11.71			
	補機運転台数	2		1		2		1		1		2		1			
	補機燃料消費 (L)	844		239		783		246		209		856		412			
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											5	3%			
		18 cm					3	2%			2	1%	8	4%	3	2%	
		19 cm	4	2%	1	1%			3	2%	4	2%	13	7%	7	4%	
		20 cm	1	1%	4	2%	3	2%	9	5%	12	6%	12	6%	4	2%	
		21 cm	16	8%	7	4%	5	3%	19	10%	16	8%	8	4%	5	3%	
		22 cm	37	19%	16	8%	23	12%	26	13%	23	12%	9	5%	3	2%	
		23 cm	30	15%	29	15%	38	19%	35	18%	42	21%	29	15%	13	7%	
		24 cm	27	14%	46	23%	35	18%	27	14%	34	17%	35	18%	31	16%	
		25 cm	24	12%	35	18%	36	18%	31	16%	22	11%	30	15%	42	21%	
		26 cm	27	14%	32	16%	24	12%	15	8%	14	7%	25	13%	44	22%	
		27 cm	21	11%	20	10%	20	10%	15	8%	13	7%	16	8%	29	15%	
		28 cm	8	4%	7	4%	6	3%	9	5%	10	5%	7	4%	14	7%	
		29 cm	3	2%	2	1%	3	2%	8	4%	3	2%	2	1%	4	2%	
		30 cm	2	1%	1	1%	2	1%	2	1%	5	3%	1	1%	1	1%	
	31 cm					2	1%										
32 cm																	
合計	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%	200	100%			
平均体重 (g)	322		336		335		316		307		297		358				
海洋観測結果	海洋観測位置 N	39	56.4	39	55.5	39	49.4	39	39.7	39	55.9	38	57.1	38	59.3		
	E	134	45.5	134	45.9	134	47.8	134	35.9	134	43.3	133	57.7	134	0.8		
	観測日時	09/23 17:25		09/24 17:55		09/25 17:30		09/26 16:30		09/27 17:30		10/19 17:05		10/20 16:30			
	天気	B		BC		BC		C		C		C		C			
	雲量・雲形	1	Ci	9	Ci	3	Ci	8	Ci	5	Ci	10	St	10	Sc		
	風向・風速 (m/s)	NE	5.1	WNW	4.9	ENE	4.0	NE	5.0	NNE	7.1	SSW	5.1	N	6.2		
	気温 (°C)	19.0		19.1		20.5		21.9		18.5		20.0		15.3			
	気圧 (hpa)	1020.8		1017.9		1019.2		1016.7		1013.9		1017.6		1024.7			
	波・うねり	2	3	2	2	1	1	3	2	3	4	2	3	2	4		
	透明度 (m)	12		14		16		12		14		18		16			
	水温・塩分	0 m	18.5	33.85	18.3	33.78	18.7	33.80	18.9	33.77	18.5	33.63	18.8	33.43	17.9	33.49	
		10 m	18.02	33.88	17.60	33.88	17.54	33.68	17.68	33.86	18.30	33.44	18.53	33.36	18.08	33.47	
		20 m	17.70	33.91	17.36	33.91	16.24	33.93	17.02	33.87	16.08	33.64	18.42	33.39	18.06	33.47	
		30 m	16.79	33.96	13.42	34.04	12.31	34.26	13.27	34.13	10.18	34.03	10.75	34.01	12.84	33.54	
		50 m	10.17	34.24	9.07	34.23	7.11	34.08	7.75	34.01	7.66	34.15	5.02	34.05	5.67	34.09	
75 m		6.98	34.14	5.88	34.10	4.25	34.06	5.86	34.08	6.09	34.12	3.20	34.03	3.95	34.03		
100 m		5.04	34.10	3.61	34.00	3.11	34.01	3.81	34.02	4.46	34.04	2.79	34.03	3.52	34.04		
150 m		2.60	34.02	2.35	34.01	1.94	34.00	2.34	34.02	2.37	34.00	1.78	34.02	1.96	34.00		
200 m		1.59	34.02	1.65	34.02	1.37	34.02	1.56	34.01	1.77	34.03	1.26	34.03	1.34	34.02		
300 m	1.10	34.04	1.06	34.03	0.96	34.04	0.94	34.03	1.17	34.02	0.82	34.04	0.85	34.05			
備考	月齢 0.6		月齢 1.6 ※12海里以内 他船 2隻操業		月齢 2.6 ※他船3隻操業		月齢 3.6 ※ 8海里以内 他船13隻操業		月齢 4.6		月齢 26.6 ※他船 3隻操 業		月齢 27.6 ※12海里以内 他船16隻操業				

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16次操業		第17次操業		第18次操業															
	集魚灯の種類	BL		MH		MHBL															
	操業開始位置 N	38	56.2	39	27.9	39	28.3														
	E	134	1.1	133	58.6	133	51.2														
	操業終了位置 N	38	59.3	39	29.7	39	29.6														
	E	134	3.2	133	54.0	133	47.3														
	操業開始時刻	10/21	18:15	10/26	18:00	10/27	18:00														
	操業終了時刻	10/22	05:00	10/27	05:00	10/28	04:00														
	操業時間 (t)	10.75		7.75		10.00															
	釣機台数 (n)	14.0		14.0		14.0															
	漁獲努力 (t・n)	150.5		108.5		140.0															
	釣獲尾数 (尾)	2397		6736		3393															
	CPUE	15.93		62.08		24.24															
	補機運転台数	1		2		1															
補機燃料消費 (L)	212		848		382																
生物測定結果	外套背長組成	12 cm																			
		13 cm																			
		14 cm																			
		15 cm																			
		16 cm																			
		17 cm			1	1%															
		18 cm	1	1%	1	1%															
		19 cm	5	3%	10	5%	7	4%													
		20 cm	6	3%	7	4%	10	5%													
		21 cm	4	2%	8	4%	5	3%													
		22 cm	7	4%	3	2%	5	3%													
		23 cm	24	12%	9	5%	11	6%													
		24 cm	28	14%	26	13%	26	13%													
		25 cm	41	21%	39	20%	45	23%													
		26 cm	46	23%	46	23%	43	22%													
		27 cm	25	13%	26	13%	22	11%													
		28 cm	10	5%	18	9%	21	11%													
		29 cm	3	2%	1	1%	4	2%													
		30 cm			5	3%															
	31 cm					1	1%														
32 cm																					
合計	200	100%	200	100%	200	100%															
平均体重 (g)	349		355		358																
海洋観測結果	海洋観測位置 N	38	56.0	39	27.6	39	27.6														
	E	134	0.8	133	59.2	133	51.8														
	観測日時	10/21	17:20	10/26	16:35	10/27	16:35														
	天気	BC		C		C															
	雲量・雲形	3	Ci	8	Ci	9	Ac														
	風向・風速 (m/s)	ESE	1.2	E	6.3	NW	2.5														
	気温 (°C)	14.5		14.5		16.0															
	気圧 (hpa)	1028.4		1024.4		1022.0															
	波・うねり	2	1	4	3	2	2														
	透明度 (m)	18		15		15															
	水温・塩分	0 m	18.0	33.48	16.6	33.61	16.9	33.52													
		10 m	17.95	33.47	16.50	33.59	16.69	33.51													
		20 m	17.93	33.49	16.31	33.63	16.54	33.54													
		30 m	16.37	33.45	11.20	33.70	16.04	33.68													
50 m		5.95	34.04	7.23	34.13	7.77	34.16														
75 m		4.03	34.04	6.08	34.09	6.04	34.11														
100 m		2.89	34.01	4.68	34.06	4.74	34.05														
150 m		1.79	34.03	3.09	34.02	2.85	34.03														
200 m	1.32	34.05	1.96	33.99	1.86	34.01															
300 m	0.85	34.02	1.25	34.03	1.18	34.03															
備考		月齢 28.6 ※12海里以内 他船 3隻操業		月齢 3.9 ※12海里以内 他船 7隻操業		月齢 4.9 ※12海里以内 他船 8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)
H18/08/21	午前	—	—	46	3.17	14.53	—	—	—	46	3.17	14.53
	午後	1264	10.50	120.38	242	12.00	20.17	—	—	242	12.00	20.17
H18/08/22	午前	1578	12.00	131.50	222	12.00	18.50	—	—	222	12.00	18.50
	午後	261	2.50	104.40	536	12.00	44.67	400	5.00	136	7.00	19.43
H18/08/23	午前	—	—	—	593	12.00	49.42	388	5.00	205	7.00	29.29
	午後	232	2.17	107.08	336	12.00	28.00	196	5.00	140	7.00	20.00
H18/08/24	午前	249	2.75	90.55	229	12.00	19.08	95	5.00	134	7.00	19.14
	午後	689	6.08	113.26	348	12.00	29.00	201	5.00	147	7.00	21.00
H18/08/25	午前	—	—	—	334	12.00	27.83	156	4.00	178	8.00	22.25
	午後	193	1.92	100.70	560	12.00	46.67	409	5.00	151	7.00	21.57
H18/08/26	午前	—	—	—	554	12.00	46.17	410	5.00	144	7.00	20.57
	午後	48	0.75	64.00	337	12.00	28.08	203	5.00	134	7.00	19.14
H18/08/27	午前	—	—	—	340	12.00	28.33	212	5.00	128	7.00	18.29
	午後	—	—	—	332	12.00	27.67	202	5.00	130	7.00	18.57
H18/08/28	午前	—	—	—	320	12.00	26.67	125	3.00	195	9.00	21.67
	午後	—	—	—	534	12.00	44.50	399	5.00	135	7.00	19.29
H18/08/29	午前	1335	8.25	161.82	522	12.00	43.50	242	3.00	280	9.00	31.11
	午後	1488	9.08	163.82	188	12.00	15.67	—	—	188	12.00	15.67
H18/08/30	午前	103	1.58	65.05	176	9.75	18.05	—	—	176	9.75	18.05
	午後	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
MHBLWL操業時の合計 ※3												
MH操業時の合計 ※3												
非操業時の合計 ※3												
総計	7440	57.58	129.20	6749	216.92	31.11	3638	65.00	55.97	3111	151.92	20.48

※1※2: 非操業時、MHBLWL操業時およびBLWL操業時には補機1台、MH操業時には補機2台を運転。

※2※3: 船上作業のため操業終了後も引き続きMH灯を点灯している場合があり、それらは「非操業時の合計」から除いた。

※3: 8月22日午後から8月29日午前までの集計結果。

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)
H18/10/18	午前	240	2.42	99.31	41	3.17	—	—	—	41	3.17	12.95
	午後	1460	12.00	121.67	199	12.00	—	—	—	199	12.00	16.58
H18/10/19	午前	1537	12.00	128.08	211	12.00	—	—	—	211	12.00	17.58
	午後	579	4.67	124.07	567	12.00	47.25	6.00	76.00	111	6.00	18.50
H18/10/20	午前	—	—	—	624	12.00	52.00	5.00	80.00	224	7.00	32.00
	午後	—	—	—	339	12.00	28.25	6.00	37.67	113	6.00	18.83
H18/10/21	午前	—	—	—	322	12.00	26.83	5.00	37.20	136	7.00	19.43
	午後	415	3.42	121.46	205	12.00	17.08	6.00	17.83	98	6.00	16.33
H18/10/22	午前	—	—	—	243	12.00	20.25	5.00	21.00	138	7.00	19.71
	午後	1661	12.00	138.42	200	12.00	16.67	—	—	200	12.00	16.67
H18/10/23	午前	521	4.75	109.68	172	12.00	14.33	—	—	172	12.00	14.33
	午後	—	—	—	166	12.00	13.83	—	—	166	12.00	13.83
H18/10/24	午前	—	—	—	138	12.00	11.50	—	—	138	12.00	11.50
	午後	—	—	—	176	12.00	14.67	—	—	176	12.00	14.67
H18/10/25	午前	—	—	—	143	12.00	11.92	—	—	143	12.00	11.92
	午後	1186	10.42	113.86	200	12.00	16.67	—	—	200	12.00	16.67
H18/10/26	午前	1473	12.00	122.75	182	12.00	15.17	—	—	182	12.00	15.17
	午後	135	1.25	108.00	582	12.00	48.50	6.00	76.17	457	6.00	20.83
H18/10/27	午前	4	0.17	24.00	626	12.00	52.17	5.00	78.20	235	7.00	33.57
	午後	38	0.67	57.00	340	12.00	28.33	6.00	37.17	117	6.00	19.50
H18/10/28	午前	1240	8.33	148.80	328	12.00	27.33	4.00	39.75	169	8.00	21.13
	午後	1855	11.17	166.12	199	12.00	16.58	—	—	199	12.00	16.58
H18/10/29	午前	109	1.25	87.20	126	9.08	13.87	—	—	126	9.08	13.87
	午後	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BL操業時の合計 ※3												
MHBL操業時の合計 ※3												
MH操業時の合計 ※3												
非操業時の合計 ※3												
総計		12453	96.50	129.05	6329	264.25	23.95	2710	54.00	50.19	210.25	17.21

※1※2: 非操業時、MHBL操業時およびBL操業時には補機1台、MH操業時には補機2台を運転。

※2※3: 船上作業のため操業終了後も引き続きMH灯を点灯している場合があり、それらは「非操業時の合計」から除いた。

※3: 10月19日午後から10月22日午前、10月26日午後から10月28日午前までの集計結果。

付表3 試験操作時間帯別結果(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			154	128	797	1180	617	266	393	573	447	272		4827
MH	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
08/22 19:00 操業開始	CPU			11.0	9.1	56.9	84.3	44.1	19.0	28.1	40.9	31.9	19.4		34.48
08/23 05:00 操業終了	補機燃油消費(L)			80	80	80	80	80	78	78	78	78	78		788
第02次操業	補機運転台数			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2.0
	釣獲尾数			14	95	319	126	57	108	162	192	397	276		1746
MHBLWL→BLWL	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
08/23 19:00 操業開始	CPU			1.0	6.8	22.8	9.0	4.1	7.7	11.6	13.7	28.4	19.7		12.47
08/24 05:00 操業終了	補機燃油消費(L)			40	37	39	39	41	21	17	19	18	20		291
第03次操業	補機運転台数			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1.0
	釣獲尾数			629	498	704	654	735	974	2355	640	2370			9559
MHBLWL	努力量			14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	3.5	7.0			108.5
08/24 19:00 操業開始	CPU			44.9	35.6	50.3	46.7	52.5	69.6	168.2	182.9	338.6			88.10
08/25 03:30 操業終了	補機燃油消費(L)			40	37	37	39	48	37	41	39	39			357
第04次操業	補機運転台数			1	1	1	1	1	1	1	1	1			1.0
	釣獲尾数			355	366	1487	2143	638	1930	—	993	1313	505		9730
MH	努力量			14.0	14.0	14.0	14.0	3.5	7.0	—	3.0	4.0	1.0		74.5
08/25 19:00 操業開始	CPU			25.4	26.1	106.2	153.1	182.3	275.7	—	331.0	328.3	505.0		130.60
08/26 04:15 操業終了	補機燃油消費(L)			83	81	81	82	82	83	79	84	82	82		819
第05次操業	補機運転台数			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2.0
	釣獲尾数			508	511	847	2107	1526	946	—	1445	913	—		8803
MHBLWL	努力量			14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	7.0	—	14.0	10.5	—		101.5
08/26 19:00 操業開始	CPU			36.3	36.5	60.5	150.5	109.0	135.1	—	103.2	87.0	—		86.73
08/27 03:45 操業終了	補機燃油消費(L)			40	41	39	40	43	43	41	44	41	43		415
第06次操業	補機運転台数			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1.0
	釣獲尾数			—	—	413	1681	1578	991	834	1125				6622
MHBLWL	努力量			—	—	14.0	14.0	10.0	6.0	6.0	6.0				56.0
08/27 21:00 操業開始	CPU			—	—	29.5	120.1	157.8	165.2	139.0	187.5				118.25
08/28 03:00 操業終了	補機燃油消費(L)			40	42	41	39	40	38	42	45				327
第07次操業	補機運転台数			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1.0

付表3 試験操作時間帯別結果(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07次操業	釣獲尾数			—	—	534	1333	1443	1319	1418	1455				7502
	努力量			—	—	14.0	14.0	14.0	6.0	6.0	6.0				60.0
08/28 21:00 操業開始	CPU			—	—	38.1	95.2	103.1	219.8	236.3	242.5				125.03
08/29 03:00 操業終了	補機燃油消費(L)			80	76	81	82	80	77	79	86				641
	補機運転台数			2	2	2	2	2	2	2	2				2.0
第08次操業	釣獲尾数		19	85	46	32	107	126	185	239	165	147	179		1330
	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
09/22 18:30 操業開始	CPU		2.7	6.1	3.3	2.3	7.6	9.0	13.2	17.1	11.8	10.5	12.8		9.05
09/23 05:00 操業終了	補機燃油消費(L)		19	21	22	21	21	20	19	17	17	18	18		213
	補機運転台数		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1.0
第09次操業	釣獲尾数		165	310	551	485	433	394	459	459	651	891	652		5450
	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
09/23 18:30 操業開始	CPU		23.6	22.1	39.4	34.6	30.9	28.1	32.8	32.8	46.5	63.6	46.6		37.07
09/24 05:00 操業終了	補機燃油消費(L)		60	75	75	76	79	81	81	80	79	80	78		844
	補機運転台数		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2.0
第10次操業	釣獲尾数		148	484	301	333	252	172	154	329	522	971	743		4409
	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
09/24 18:30 操業開始	CPU		21.1	34.6	21.5	23.8	18.0	12.3	11.0	23.5	37.3	69.4	53.1		29.99
09/25 05:00 操業終了	補機燃油消費(L)		22	22	21	22	22	22	22	21	21	22	22		239
	補機運転台数		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1.0
第11次操業	釣獲尾数		141	207	402	830	1088	1155	1587	1103	408	—	—		6921
	努力量		7.0	14.0	14.0	14.0	14.0	10.5	7.0	3.5	1.0	—	—		85.0
09/25 18:30 操業開始	CPU		20.1	14.8	28.7	59.3	77.7	110.0	226.7	315.1	408.0	—	—		81.42
09/26 03:00 操業終了	補機燃油消費(L)		67	80	77	81	78	83	79	78	80	80	80		783
	補機運転台数		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2.0
第12次操業	釣獲尾数		64	233	342	132	104	92	104	101	34	47	66		1319
	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
09/26 18:30 操業開始	CPU		9.1	16.6	24.4	9.4	7.4	6.6	7.4	7.2	2.4	3.4	4.7		8.97
09/27 05:00 操業終了	補機燃油消費(L)		22	22	23	22	22	22	24	24	23	20	22		246
	補機運転台数		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1.0

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13次操業	釣獲尾数		33	74	280	271	110	82	83	119	84	195			1331
	努力量		7.0	14	14	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0			133.0
09/27 18:30 操業開始	CPU		4.7	5.3	20.0	19.4	7.9	5.9	5.9	8.5	6.0	13.9			10.01
09/28 04:00 操業終了	補機燃油消費(L)		16	20	18	20	22	23	22	23	23	22			209
	補機運転台数		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1.0
第14次操業	釣獲尾数		111	136	86	125	96	148	400	700	1217	1358	1113		5490
	努力量		14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0		154.0
10/19 18:00 操業開始	CPU		7.9	9.7	6.1	8.9	6.9	10.6	28.6	50.0	86.9	97.0	79.5		35.65
10/20 05:00 操業終了	補機燃油消費(L)		77	76	76	75	74	78	85	78	79	79	79		856
	補機運転台数		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2.0
第15次操業	釣獲尾数		128	120	150	108	179	332	215	214	121	142	94		1803
	努力量		14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0		154.0
10/20 18:00 操業開始	CPU		9.1	8.6	10.7	7.7	12.8	23.7	15.4	15.3	8.6	10.1	6.7		11.71
10/21 05:00 操業終了	補機燃油消費(L)		37	40	36	38	38	37	37	38	36	38	37		412
	補機運転台数		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1.0
第16次操業	釣獲尾数		79	159	243	607	471	338	202	125	109	34	30		2397
	努力量		10.5	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0		150.5
10/21 18:15 操業開始	CPU		7.5	11.4	17.4	43.4	33.6	24.1	14.4	8.9	7.8	2.4	2.1		15.93
10/22 05:00 操業終了	補機燃油消費(L)		22	16	17	18	18	16	20	20	21	22	22		212
	補機運転台数		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1.0
第17次操業	釣獲尾数		178	388	926	1383	1429	—	—	—	1242	399	791		6736
	努力量		14.0	14.0	14.0	14.0	10.5	—	—	—	14.0	14.0	14.0		108.5
10/26 18:00 操業開始	CPU		12.7	27.7	66.1	98.8	136.1	—	—	—	88.7	28.5	56.5		62.08
10/27 05:00 操業終了	補機燃油消費(L)		73	79	76	77	74	78	82	77	84	71	77		848
	補機運転台数		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2.0
第18次操業	釣獲尾数		32	133	248	349	386	732	568	362	372	211			3393
	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
10/27 18:00 操業開始	CPU		2.3	9.5	17.7	24.9	27.6	52.3	40.6	25.9	26.6	15.1			24.24
10/28 04:00 操業終了	補機燃油消費(L)		34	38	39	37	38	37	39	37	40	43			382
	補機運転台数		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1.0

付表4 動物プランクトン査定結果(1)

(単位:個体/m³)

サイズ	門	綱(亜綱)	目	学名	第01次 MH	第02次 MHBLWL	第03次 MHBLWL	第04次 MH	第05次 MHBLWL	第06次 MHBLWL	第07次 MH	第08次 BLWL	第09次 MH				
10mm 以下	刺胞動物	ヒトロムシ	ヒトロムシ	1 Hydroida													
			カタクラゲ	2 Aglantha digitale					8.5								
			クダクラゲ	3 Dimophyes arctica						8.5				2.7			
				4 Agalma elegans ※										+			
	軟体動物	腹足	-	5 Gastropoda		2.7		3.9				2.7	17.8				
	環形動物	ゴカイ	-	6 Polychaeta (larva)							3.4	2.7	8.9				
	節足動物	甲殻(鰓脚)	ミジンコ	7 Penilia avirostris													
				8 Evadne spinifera			15.2			5.6	47.6						
				9 Evadne tergestina													
				10 Ostracoda		13.7	11.4	3.9					13.6				
				甲殻(介形)	カイムシ	11 Acartia omorii											
						12 Acartia pacifica											8.2
						13 Acartia spp. (copepodite)											
						14 Cosmocalanus darwini											
						15 Calanus pacificus									3.4		
		16 Calanus sinicus															
		17 Calanus spp. (copepodite)	9.0			2.7	22.8	11.8	51.3	27.8	23.8	16.3	8.9				
		18 Neocalanus spp. (copepodite)	139.0			41.2	117.7	117.9	213.7	133.3	115.7	27.2	17.8				
		19 Undinula vulgaris															
		20 Mesocalanus tenuicornis	22.4			33.0								13.6			
		21 Mesocalanus sp. (copepodite)	44.8			13.7		3.9						16.3	44.6		
		22 Calocalanus plumulosus															
		23 Calocalanus sp. (copepodite)															
		24 Clausocalanus furcatus															
		25 Clausocalanus pergens													8.2	17.8	
		26 Clausocalanus sp.															
		27 Clausocalanus spp. (copepodite)															
		28 Pseudocalanus newmani															
		29 Ctenocalanus vanus															
		30 Ctenocalanus vanus (copepodite)															
		31 Eucalanus sp. (copepodite)												3.4			
		32 Euchaetidae (copepodite)	9.0			8.2	3.8	7.9	8.5								
		33 Metridia pacifica	26.9			2.7	15.2	27.5	94.0	22.2	20.4	27.2	8.9				
		34 Metridia sp. (copepodite)	40.3			49.4	30.4	39.3	25.6	72.2	34.0	70.8	44.6				
		35 Paracalanus parvus												3.4	17.8		
		36 Paracalanus sp. (copepodite)					3.8							3.4			
		37 Labidocera japonica															
		38 Scolecithricella minor	4.5			11.0	11.4	7.9	34.2	11.1	10.2	13.6	35.7				
		39 Scolecithricella sp. (copepodite)	13.4			2.7	3.8	11.8			3.4	16.3	17.8				
		キクロソ					40 Oithona plumifera	58.3	19.2	3.8		8.5		6.8	92.5	294.1	
				41 Oithona similis					7.9				8.2				
				42 Oithona spp. (copepodite)	4.5								8.2	71.3			
				43 Microsetella norvegica									2.7				
				44 Microsetella sp. (copepodite)													
		ホエキロストム			45 Corycaeus affinis									2.7			
					46 Corycaeus sp.												
					47 Corycaeus spp. (copepodite)									8.9			
					48 Oncaea media												
					49 Oncaea venusta												
					50 Oncaea spp. (copepodite)												
		甲殻(軟甲)	ヨコエビ	51 Copepoda (nauplius)										8.9			
				52 Vibia australis										2.7			
				53 Themisto japonica	13.4	2.7	19.0			5.6		13.6	8.9				
	54 Primno macropa																
	55 Amphipoda											35.4					
	56 Euphausiacea (metanauplius)																
	57 Euphausiacea (calyptopsis)																
	58 Lucifer sp.																
	59 Sagitta elegans																
	60 Sagitta enflata																
	毛顎動物	ヤムシ	ヤムシ	61 Sagitta nagae									5.4				
				62 Sagitta spp. (juvenile)									19.0	35.7			
				63 Oikopleura longicauda	76.2	22.0	41.8	86.5	119.7	33.3	95.2	76.2	178.3				
				64 Oikopleura sp.				3.9									
				65 Fritillaria sp.			3.8						16.3	26.7			
				66 Doliolum denticulatum													
10mm以下小計				461.7	225.2	303.8	334.2	572.7	311.1	374.2	522.5	873.5					
10mm 以上	刺胞動物	ヒトロムシ	カタクラゲ	67 Aglantha digitale		0.1						0.1	1.1				
			68 Gastropoda														
	軟体動物	腹足	-	69 Themisto japonica					0.3	0.2							
	節足動物	甲殻(軟甲)	ヨコエビ	70 Primno macropa			0.1										
				71 Euphausia pacifica				0.6	0.2		0.2		0.3				
				72 Thysanoessa inermis													
				73 Thysanoessa longipes	0.1		0.3						0.1				
				74 Sagitta elegans	0.7	1.2	1.2	3.3	4.1	1.9	3.4	0.5	0.4				
	毛顎動物	ヤムシ	ヤムシ	75 Sagitta enflata													
				76 Sagitta nagae													
77 Pegea sp.										0.2		1.0	2.1				
原索動物	サルハ	サルハ	78 Helicosalpa virgula		1.2				0.1								
			79 Cyclosalpinax														
10mm以上小計				0.8	2.5	2.1	3.5	4.4	2.7	3.5	3.0	2.5					
合計				462.5	227.7	305.9	337.6	577.2	313.8	377.7	525.5	876.0					
出現種類数				15	18	17	15	12	12	16	31	21					
湿重 (g/m ³)				0.274	0.216	0.432	0.502	0.855	1.329	0.381	0.321	0.485					

※: 群体の一部が出現したため「+」で表記

付表4 動物プランクトン査定結果(2)

(単位:個体/m³)

サイズ	門	綱(亜綱)	目	学名	第10次 BLWL	第11次 MH	第12次 BLWL	第13次 BLWL	第14次 MH	第15次 MHL	第16次 BL	第17次 MH	第18次 MHL				
10mm 以下	刺胞動物	ヒトロムシ	ヒトロムシ	1 Hydroida						2.8							
			カタクラゲ	2 Aglantha digitale								2.1					
			クダクラゲ	3 Dimophyes arctica	4.5	4.8						2.8					
				4 Agalma elegans ※	+	+				+	+			+	+		
	軟体動物	腹足	-	5 Gastropoda	4.5	4.8	2.2	8.3			2.1	1.4	2.8				
	環形動物	ゴカイ	-	6 Polychaeta (larva)			4.3	4.2				2.9	4.3				
	節足動物	甲殻(鰓脚)	ミジンコ	7 Penilia avirostris						2.2							
				8 Evadne spinifera					6.3	4.4							
				9 Evadne tergestina					2.1								
				10 Ostracoda	31.8	9.7	6.5	8.3	2.2	5.7							
				甲殻(介形)	カイムシ	11 Acartia omorii		4.8		2.1	17.6	2.8	8.4				
						12 Acartia pacifica				2.1	2.2				1.4	1.4	
						13 Acartia spp. (copepodite)					2.2			2.1	1.4		
						14 Cosmocalanus darwini								2.1			
						15 Calanus pacificus											
		16 Calanus sinicus								2.2		2.1					
		17 Calanus spp. (copepodite)	4.5					4.2		2.8	8.4	1.4	1.4				
		18 Neocalanus spp. (copepodite)	27.3			48.4	19.6	20.9	11.0	8.5	12.6	4.3	4.3				
		19 Undinula vulgaris										2.1					
		20 Mesocalanus tenuicornis	27.3			9.7	6.5	6.3	11.0	17.0	31.6	7.2	1.4				
		21 Mesocalanus sp. (copepodite)	122.7			82.3	78.3	50.1	30.7	65.3	96.9	24.6	4.3				
		22 Calocalanus plumulosus								2.2							
		23 Calocalanus sp. (copepodite)										2.1					
		24 Clausocalanus furcatus								2.2							
		25 Clausocalanus pergens	18.2			14.5	13.0	12.5	11.0	14.2	10.5	2.9	1.4				
		26 Clausocalanus sp.					2.2										
		27 Clausocalanus spp. (copepodite)												1.4			
		28 Pseudocalanus newmani						2.1		2.8	2.1	1.4					
		29 Otenocalanus vanus	4.5			4.8	2.2		2.2								
		30 Otenocalanus vanus (copepodite)				4.8	2.2	2.1				2.1					
		31 Eucalanus sp. (copepodite)												1.4			
		32 Euchaetidae (copepodite)	40.9			14.5	4.3	6.3		8.5	2.1	7.2	1.4				
		33 Metridia pacifica				14.5	6.5	16.7	13.2	5.7	2.1	4.3					
		34 Metridia sp. (copepodite)	50.0			164.7	41.3	64.7	61.5	34.0	52.6	56.4	51.1				
		35 Paracalanus parvus					30.4	27.1	2.2	8.5	21.1	2.9	1.4				
		36 Paracalanus sp. (copepodite)	9.1			9.7	19.6					2.1	1.4				
		37 Labidocera japonica	4.5														
		38 Scolecithricella minor	13.6			4.8	10.9	12.5	11.0	2.8	4.2	8.7	8.5				
		39 Scolecithricella sp. (copepodite)	31.8			33.9	21.7	8.3	17.6	22.7	16.8	27.5	7.1				
		キクロブス					40 Oithona plumifera	200.0	179.2	102.2	58.4	28.5	45.4	54.7	52.1	24.1	
				41 Oithona similis	13.6		14.5	2.2			2.8	4.2	1.4	2.8			
				42 Oithona spp. (copepodite)	77.3		72.6	23.9	4.2	15.4	5.7	8.4	4.3	1.4			
				43 Microsetella norvegica													
		ハルハクチクス			44 Microsetella sp. (copepodite)			4.3									
					45 Corycaeus affinis	18.2	4.8	2.2		4.4		6.3	4.3				
					46 Corycaeus sp.					2.2							
					47 Corycaeus spp. (copepodite)					2.2							
					48 Oncaea media								1.4				
					49 Oncaea venusta				4.2	4.4	2.8	8.4	1.4	2.8			
					50 Oncaea spp. (copepodite)	4.5											
					51 Copepoda (nauplius)					2.2							
					甲殻(軟甲)	ヨコエビ	52 Vibilia australis				2.1						
							53 Themisto japonica	22.7	24.2	8.7	16.7	4.4	8.5	4.2	1.4	4.3	
		54 Primno macropa					4.3			2.8							
		55 Amphipoda					4.3										
		56 Euphausiacea (metanauplius)									2.1						
		57 Euphausiacea (calyptopsis)		4.8							2.1						
	毛頭動物	ヤムシ	ヤムシ	58 Lucifer sp.									1.4				
				59 Sagitta elegans						2.8							
				60 Sagitta enflata					13.2	2.8	2.1						
				61 Sagitta nagae						2.8							
				62 Sagitta spp. (juvenile)	27.3	14.5	19.6	4.2	22.0	22.7	6.3	41.9	12.8				
	原索動物	オタマホヤ	オタマホヤ	63 Oikopleura longicauda	159.1	164.7	41.3	64.7	74.7	141.9	122.1	40.5	61.0				
				64 Oikopleura sp.													
				65 Fritillaria sp.	22.7	19.4	8.7		4.4	2.8	8.4	2.9					
				66 Dolioletta denticulatum							8.4						
10mm以下小計																	
			941.0	929.9	493.5	421.5	386.4	451.1	526.4	312.4	201.4						
10mm 以上	刺胞動物	ヒトロムシ	67 Aglantha digitale			0.1	0.5	0.8	0.3								
			68 Gastropoda			0.1											
	軟体動物	腹足	-	69 Themisto japonica	0.2		0.1	0.3									
				70 Primno macropa	0.5												
	節足動物	甲殻(軟甲)	ヨコエビ	71 Euphausia pacifica	0.2		0.1										
				72 Thysanoessa inermis							0.1						
				73 Thysanoessa longipes	0.2		0.1	0.2	0.1	0.1							
				74 Sagitta elegans	0.2	0.2	0.2	0.3	0.8	0.9	0.7	0.6	0.1				
	毛頭動物	ヤムシ	ヤムシ	75 Sagitta enflata							0.6						
				76 Sagitta nagae	0.5	0.6			0.4		0.7	0.2	0.9				
77 Pegea sp.										0.1							
原索動物	サルハ	サルハ	78 Helicosalpa virgula														
			79 Cyclosalpinx								0.1						
			10mm以上小計	1.5	0.8	0.6	1.4	2.0	1.3	2.2	0.9	1.0					
合計				942.5	930.7	494.1	422.9	388.5	452.5	528.5	313.3	202.4					
出現種類数				30	28	32	31	36	31	39	33	24					
湿重 (g/m ³)				0.303	0.379	0.196	0.270	0.320	0.149	0.253	0.102	0.253					

※: 群体の一部が出現したため「+」で表記



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/>