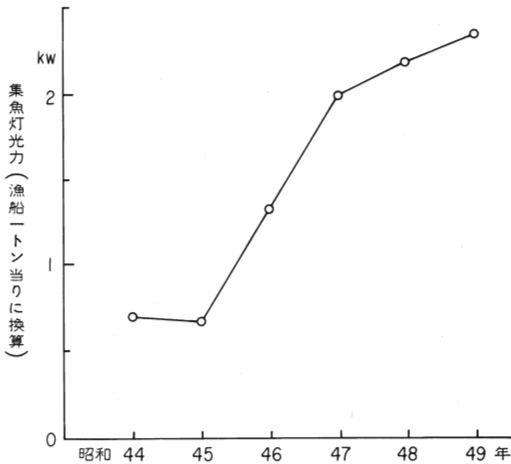
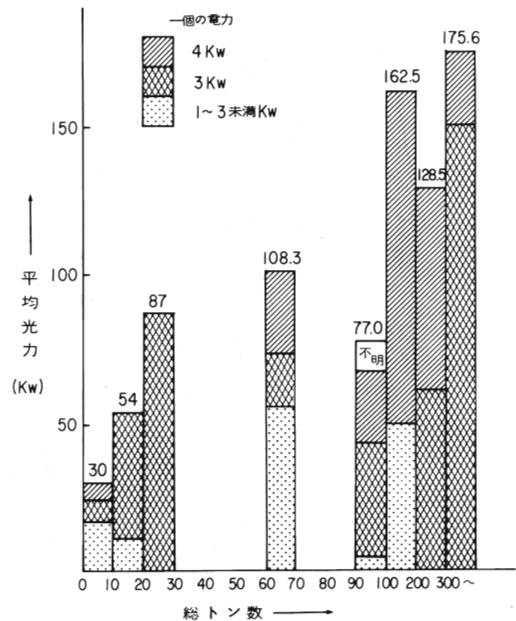


1 特別講演

スルメイカの光に対する生理反応と集魚灯の
省エネ対策について鈴木 恒 由
(北大水産学部)

はじめに

昭和42年頃から自動イカ釣り機が普及しだしたが、それにつれて集魚灯の光力は急速に増大した。図1はその推移を示す¹⁾、光力の増大は必然的に燃油の消費をうながすが、第一次オイルショックに続く第二次オイルショック以後魚価の低迷もあり、漁家の経営は著しく圧迫された。その結果、従来使われていた白熱灯も比較的寿命の永いハロゲン灯に、さらには光効率のよい放電灯（主としてメタルハライド灯）に変わっていった。図2は56年の函館港、八戸港におけるトン数別平均光力を示し、図3は同じくトン数別の使用光源を示したもので、これ以後放電灯が急速に普及し、現在では大型船は70~80%、中型船でも50%の普及になっていると思われる。ここでは、与えられた演題に関して、以下の項目にそって述べてみる。

図1 中型イカ釣漁船の集魚灯光力の増加傾向
(平山1982)図2 トン数別集魚灯平均光力
(1981函館, 八戸港)

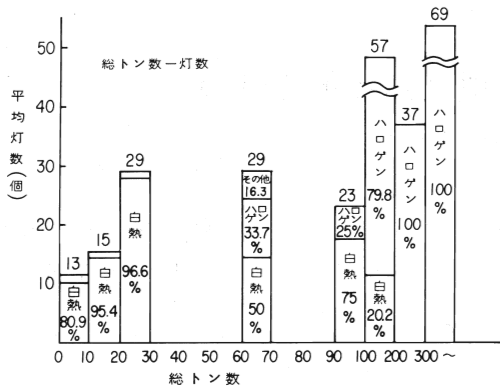


図3 トン数別使用光源 (1981函館, 八戸港)

1. 従来の白熱灯と放電灯の 水中照度の比較について

筆者は新しい光源である放電灯 (メタルハライド灯) が従来の白熱灯と比較し, 単位消費電力当りに
ついて水中での照度域にどの位の差があるかについて, 青森県水産試験場東奥丸 (134.47トン) を用い
て, その舷側の水中照度を測定した。図4は水面上
の, 図5は正横垂直面の何れも1ルクスの等照度
線を示したものであり, 表1はこの結果から1ルッ
クス以上の水中容積を求め, 消費電力が異なるので,

1 km当りの容積に換算し, さらに白熱灯との比を求めたものである。グリーン系統の色は水中での透過
が最もよい (1 cmに対する吸収係数緑0.0003, 青0.0001, 橙0.025, Kreusler 等²⁾による) ので, 比較
のため特にこの色を選んだが, 白熱灯に比較して約13倍もの容積をもっていることがわかる。従って放
電灯を適正に利用すれば, 省エネ効果は充分あげられる。

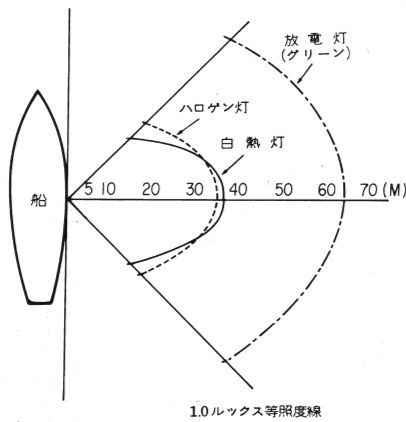


図4 ハロゲン灯, 白熱灯, 放電灯 (メタルハ
ライド灯) 各1灯の水面上の拡がりの比
較 (曲線は1ルクスの等照度線)

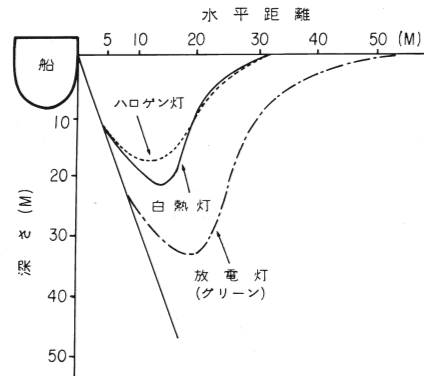


図5 ハロゲン灯, 白熱灯, 放電灯 (メタルハ
ライド灯) 各1灯の水中照度比較
(曲線は1ルクスの等照度線)

表1 各種ランプの水中照度容積 (1 lux 以上) 比較

種類	規格	消費電力 (Kw)	1.0 lux 以上 垂直断面積 (m ²)	1.0 lux 以上 水平面上面積 (m ²)	1.0 lux 以上 容積 (m ³)	1Kw当り (消費電力) 容積 (m ³)	対白熱 容積比
白熱灯	180V, 3Kw	1.98	306	1,313	11,419	5,767	1
ハロゲン灯	200V, 3Kw	2.50	297	1,325	10,829	4,332	0.75
メタルハライド灯 (グリーン)	200V, 1.5Kw	1.36	900	5,327	99,550.5	73,198.9	12.7

2. 笠による光の有効利用について³⁾

放電灯はその設備費が過大であるので、筆者らは経費も安い従来の灯火を利用し、笠を利用することでより光の有効利用から省エネ効果をあげるための笠を試作し実験を行った。

実験はハロゲン灯で行った。白熱灯は点灯中フィラメントからタングステンが蒸発し、これがランプの内壁に付いて黒化現象を起し、効率が悪くなるのに対し、ハロゲン灯は白熱灯に少量の沃素を入れると、蒸発したタングステンを再び戻すことが出来——これをハロゲン効果という——電球の黒化を防ぎ、寿命も長く、ガラス管が石英のため耐熱性もあって、小型で破損が少く経済的であるのでこれを使用した。

図6は笠がない場合、どれだけの光が水中に照射されるかを、6mの高さに取り付けた実験船の実角で求めたものである。図7は海面に入射した光の入射角と反射率の関係を示したものである²⁾が、入射角が70°以上になると反射率が急激に増大する。実角値では光源を通る水平面から俯角8°以上を有効角とした。これはこの角度が水面を切る距離が舷側から35～6mに相当し、しかもハロゲン灯の水面上の照度が1ルクスに減少した距離にも相当したので、この角度を用いた。

図6より $\frac{55^\circ+37^\circ}{360^\circ} \times 100 = 25\%$ (甲板照射部分を除く) すなわち、実際に海面を照射する光は25%しか利用していないことになる。

図8は、ハロゲン灯で一般商業船に使用されている笠で、平板笠と呼ぶが、これだと上方104°の光が笠により反射される。笠の反射率を0.8とし、同様に甲板上を照射する部分を削除すると、利用率は図9より

$$\left\{ \frac{92^\circ}{360^\circ} + \left(\frac{104^\circ}{360^\circ} \times 0.8 \times \frac{92^\circ}{164^\circ} \right) \right\} \times 100 = 38.6\% \text{ となる。}$$

図10・11・12は試作した笠で、図10は上方の笠を二重にし、さらに首尾線方向に向う光を舷側方向に向かわせるための反射板をつけたもので、二重笠と呼ぶ。この利用率は図13より

$$\left\{ \frac{92^\circ}{360^\circ} + \left(\frac{200^\circ}{360^\circ} \times 0.8 \times \frac{92^\circ}{164^\circ} \right) + \left(\frac{140^\circ}{360^\circ} \times 0.8 \times \frac{92^\circ}{164^\circ} \right) \right\} \times 100 = 67.7\% \text{ となる。}$$

図11は、上部は前記二重笠と同様であるが、下部の反射板は、片舷方向のみに反射させるもので、二重片舷笠と呼ぶ。これは集魚灯を二列配置にした場合、反射舷側に向う光は空中の距離が長く、減衰が大きいのでこれを防ぐためである。これだと利用率は図14のごとく

$$\left\{ \frac{55^\circ}{360^\circ} + \left(\frac{200^\circ}{360^\circ} \times 0.8 \times \frac{55^\circ}{82^\circ} \right) + \left(\frac{180^\circ}{360^\circ} \times 0.8 \times \frac{55^\circ}{82^\circ} \right) \right\} \times 100 = 71.95\% \text{ となる。}$$

図12はスポットと呼び、光源を容器の中に入れ、後面に凹型の反射板を取り付け光の無駄をなくしたもので、この利用率は図15のごとく

$$\left\{ \left(\frac{120^\circ}{360^\circ} + \frac{240^\circ}{360^\circ} \times 0.8 \right) \right\} \times 100 = 86.6\% \text{ となる。計算上ではスポットにすると平板笠の2倍強の利用率といえる。}$$

筆者らは、平板笠を含め試作した笠について水中照度を実測した。図16は水面上の、図17は舷側垂直面の1ルクスの等照度線を示したもので、表2は、図16・17の結果から1ルクス以上の容積を求め、さらにスポットは他と消費電力が異なるので、消費電力1kw当りの体積に換算し、平板笠に対する各笠の容積比を求めたものである。この結果からスポットは平板笠に対し消費電力1kw当りで約4倍の照度域

表2 各種笠による水中照度容積（1 lux 以上）比較

光源	規格	消費電力 (Kw)	笠種類	垂直断面積 (m ²)	水平面拡がり面積 (m ²)	1.0 lux 以上の水中容積 (m ³) (1Kw当り)	対平板笠容積比
ハロゲン灯	200V, 3Kw	2.5	平板笠	297	1.325	4,331.6	1
ハロゲン灯	200V, 3Kw	2.5	二重笠	297	1.454	4,653.1	1.07
ハロゲン灯	200V, 3Kw	2.5	二重片笠 反射笠	300	1.604	5,330.6	1.23
ハロゲン灯	220V, 1.5Kw	1.2	スポット型	399	1.583	17,556.0	4.05

をもっていることがわかる。前述の計算値は両舷についての光利用率であり、実測値が片舷だけであるので、片舷のみについて同様の利用率を求めると、平板笠23.0%、二重笠40.5%、二重片笠側56.9%、スポットは同じく86.6%で、スポットは計算上も平板笠の約4倍の利用率となり、実測値と計算値がほぼ一致している。従って密閉式のスポット式は光の利用率が高いので、従来の平板笠に対し約1/4の消費電力で同等の照度域を確保出来ることが判明し、充分省エネ効果をあげられるものと考えられる。

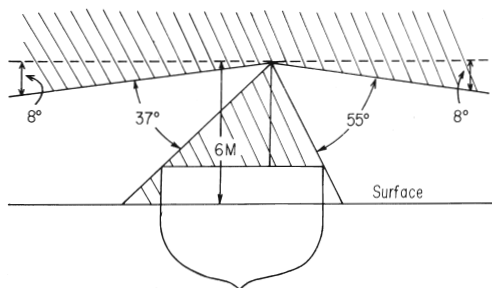


図6 笠がない場合の海面を照射する光 (斜線部分は集魚灯として利用されていない)

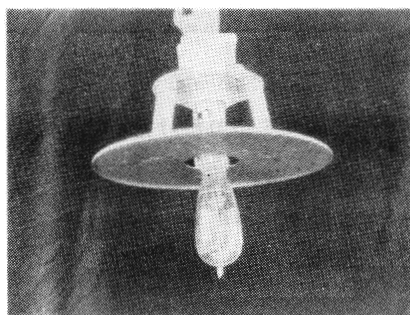


図8 商業船で使用されているハロゲン灯とその笠 (平板笠と呼ぶ)

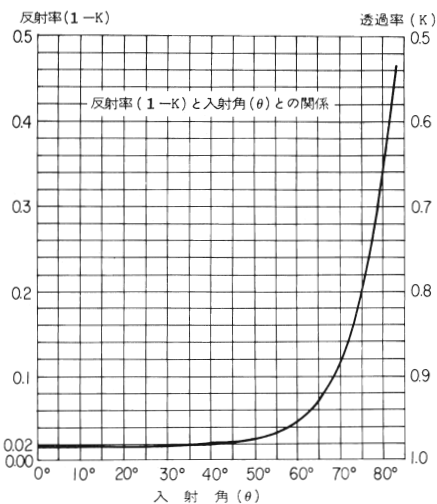


図7 海面に入射する光の入射角と反射率 (透過率) との関係

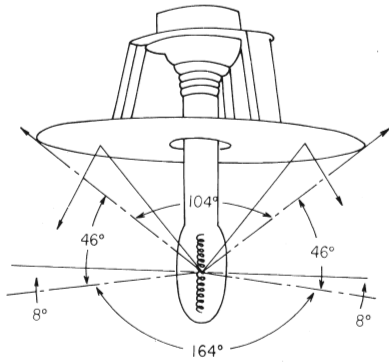


図9 平板笠による反射

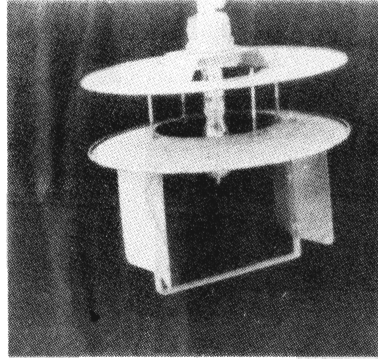


図10 試作した笠，二重笠と呼ぶ
(ハロゲン用)

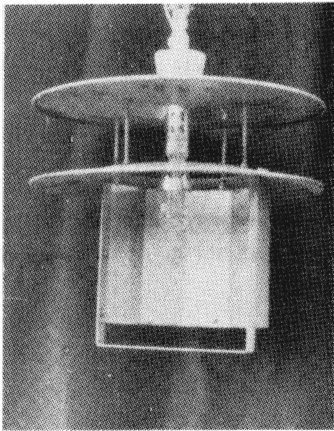


図11 試作した笠，二重片舷笠と呼ぶ
(ハロゲン用)

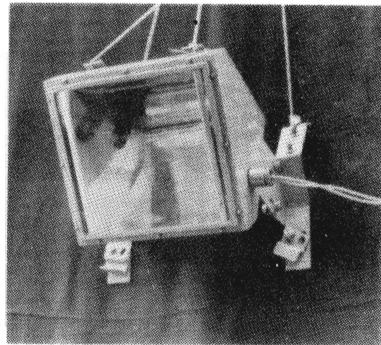
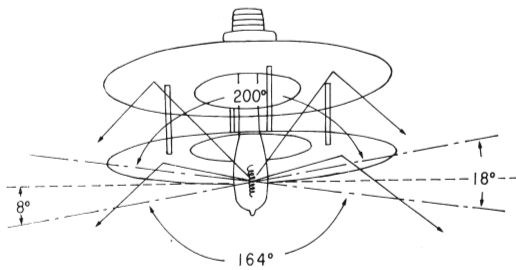
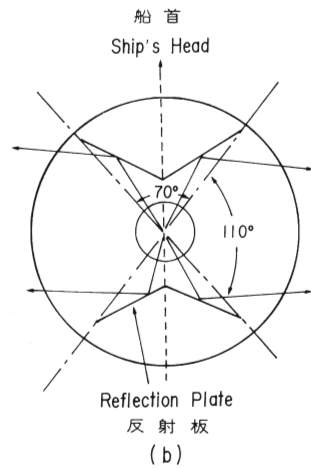


図12 試作した笠，スポット型と呼ぶ
(ハロゲン用)



(a)



(b)

図13 試作した二重笠の笠による反射 [(a)横より, (b)上面より]
(b)は二重笠の下に取り付けられた反射板と反射を示す

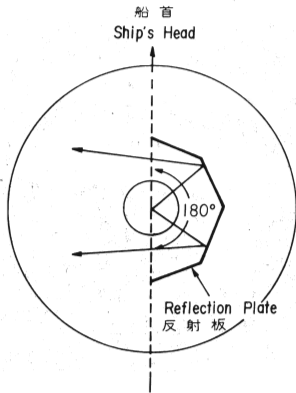


図14 試作した片舷二重笠の二重笠下部の反射板による反射

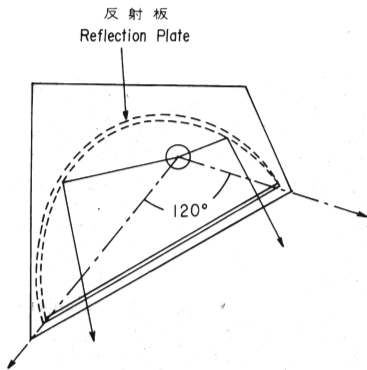


図15 試作したスポット型による反斜

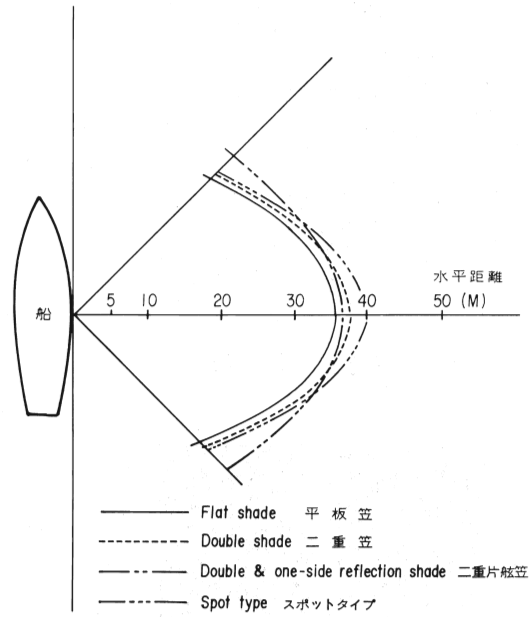


図16 平板笠及び試作した笠の水平面の拡がりの比較 (各1灯) 曲線は1ルクス等照度線を示す

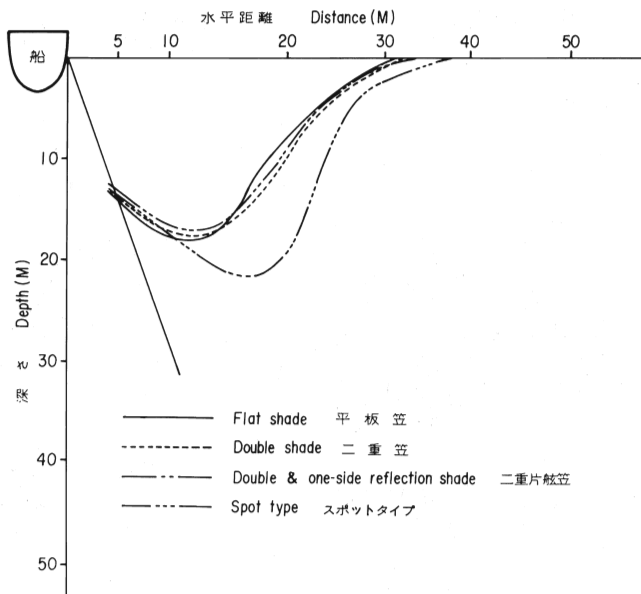


図17 平板笠及び試作した笠の垂直面水中照度の比較 (各1灯) 曲線は1ルクス等照度線を示す

3. スポット式集魚灯の実地試験⁴⁾

イ) 燃油節減率

青森県水産試験場では、同場試験船東奥丸（134トン）と開運丸（299トン）を用いて、スポット式集魚灯（S灯）と従来の平板ハロゲン灯（H灯）による燃料消費と漁獲試験を行った。表3は試験船の要目で、S灯は1.5Kw、H灯は3Kwのいずれもハロゲン灯であるが、水中照度が同じになるよう表2の結果を参考にしスポット灯の個数を調節した。

図18・19はそれぞれ東奥丸、開運丸のH灯、S灯点灯時の時間と燃油消費量を示したものである。東奥丸の場合、H灯を48灯、144kwを点灯するが、スポット灯だと51Kwでたり、開運丸の場合も同様H灯104Kwに対しS灯66Kwでたり、両船ともH灯の場合発電用補機が2台に対し、S灯の場合は1台ですみ、燃料消費は極めて少くなる。実際の燃油節減率は1操業を10時間とすると、

試験船	東奥丸	開運丸
操業時間	10時間	10時間
H灯	464.9ℓ	412.2ℓ
S灯	121.6ℓ	117.5ℓ
燃油節減率	73.8%	71.5%

実に70%の節減率といえる。しかし、これは補機2台を1台でまかなう事による効果を含んでいる。沿岸の小型船の場合補機はなく、集魚灯の電力は主機の回転で行っているため前記とは少し異ってくる。開運丸について時間当りの燃費消費量から求めると、

操業時間	10時間
H灯	248.4ℓ
S灯	117.5ℓ
燃油節減率	52.7%

主機直結の発電機を使用する場合でも約50%の節減率になる。すなわち、電力の消費は燃油消費と大きく関係している。イカ釣り船は小型（30トン未満）、中型（30～100トン未満）、大型（100～500トン未満）と多数あり、その装備もまちまちで、年間、集魚灯のために消費される燃料もまちまちであるが、円高に加え原油価格の下落により、燃油が安くなったとはいえ、それが50～70%節減されるとすれば、経営安定上更に貢献することは、今更いうまでもない。

表3 試験船の要目

要目	東奥丸(134トン)	開運丸(299トン)
集魚灯光力(H)	3Kw×48灯=144Kw	2Kw×52灯=104Kw
(S)	1.5×34=51	1.5×44=66
発電機	250馬力、2台	360馬力、2台
発電機	AC225V	AC225V
電力供給能力	200KVA2台	300KVA2台
	200KVA×0.8×2 =320Kwh	300KVA×0.8×2 =480Kwh

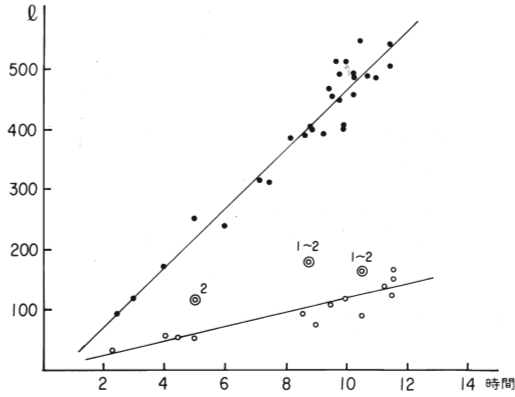


図18 時間と燃油消費量の関係 (東奥丸)
 黒丸はH灯補機2台, 白丸はS灯補機1台, 二重丸は例外で数字は補機台数

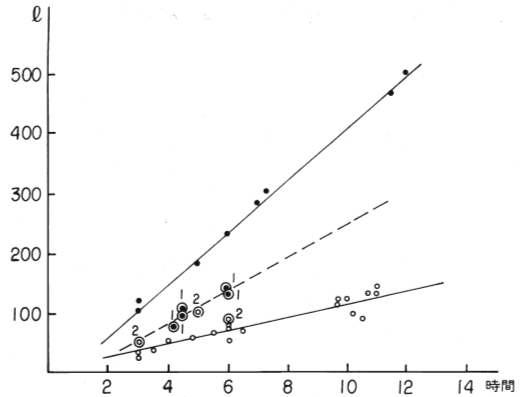


図19 時間と燃油消費量の関係 (開運丸)
 黒丸はH灯補機2台, 白丸はS灯補機1台, 二重丸は例外で数字は補機台数

ロ) 釣獲効果について

スポット灯による燃油節減効果がいかに大きくとも、漁獲効果が悪ければ集魚灯として使用することは出来ない。図20・21は青森県水産試験場の東奥丸と開運丸が3表に掲げた集魚灯により釣獲試験を行った結果である(釣機1台1時間当りの釣獲尾数に換算しCPUEとしてある)。試験の方法は、0時を境にしてS灯とH灯を切り換えて釣獲試験を行った。最初に夕刻からさきにS灯を0時まで点灯すると、0時から朝まではH灯を点灯し、翌日はこの逆を行うという方法で、時間による漁獲効率に差がないよう配慮した。この結果について統計的に有意の差があるかないかについて検定を行った結果、両灯について漁獲には差のないことが判明した。

以上のように試作したスポット式集魚灯は、漁獲率の上からも従来の集魚灯と比べ遜色はなく、また燃費節減の上からも充分効果のあることが判明した。これからの厳しい漁業経営に少しでも無駄をなくし、安定経営のために大いに利用を期待するものである。

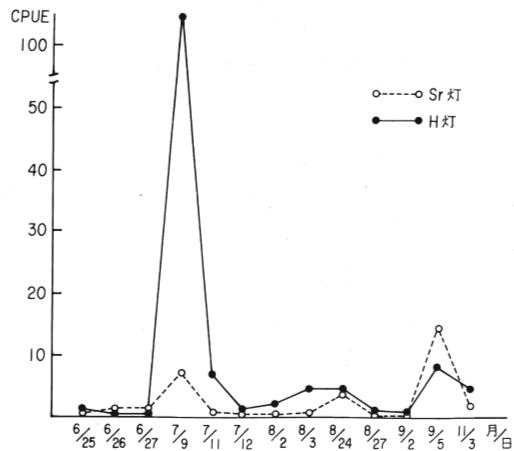


図20 東奥丸によるS灯, H灯の釣獲試験結果

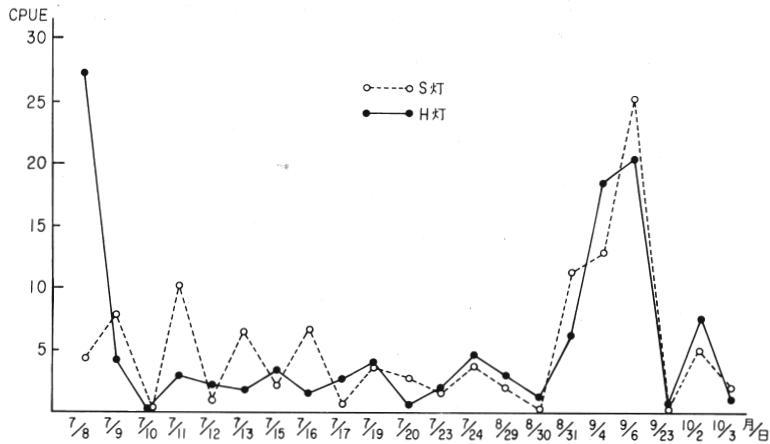


図21 開運丸によるS灯，H灯の釣獲試験結果

4. 過電圧に対する電球の寿命と水中照度域の拡大効果について

電球は定格電圧で使用すべきであるにもかかわらず、漁業者は一般に2割～3割の過電圧で使用している。理由は電圧をあげると白い光が出て、これが集魚効果によいと知っている。これは正式には色温度を高めることであるが、果して本当に効果があるのであろうか。まず電球の寿命であるが、表4は⁵⁾、白熱球の特性を示したもので、定格電圧よりも電圧を2割アップすると寿命は1/10以下になってしまう。すなわち、過電圧にするとフィラメントも高温になり、蒸発速度も増すので、断線寿命が短くなるのである。

筆者らは、定格電圧と過電圧で使用した場合、水中照度がどの位増加するかを実測した。図22は、定格200Vの白熱灯とハロゲン灯をそれぞれ200Vにしたときの10ルクスと0.1ルクスの等水中照度線を示したものである。この結果は定格時の面積を100とすると過電圧時の白熱灯では、0.1ルクスで面積増加率は115.7%、10ルクス以上だと225.5%、ハロゲン灯では0.1ルクス以上では119%、10ルクス以上だと153.5%となり、過電圧で使用した場合は両灯とも高照度域での増加率は大きいですが、低照度域の増加率は極めて少い。これは水中での光の減衰は、図23のごとく2次曲線で減衰するので（距離の2乗に逆比例）光源に近い高照度域での増加はある程度有効であるが、光源より遠い低照度域ではさほど有効ではない。これは理論と実測値が一致している。従って電球の寿命を1/10にするような過電圧で点灯しても、実際、水中での照度域は期待するほど拡大しないことを認識すべきである。

表4 一般照明用ガス入単コイル100V, 60W電球の特性

電 圧[V]	色温度[K]	効率[lm/W]	寿命[h]
70	2400	5.03	—
80	2540	7.22	33400
90	2660	4.60	4700
100	2780	12.20	1000
110	2890	14.90	230
120	3000	17.65	74
130	3090	20.38	28

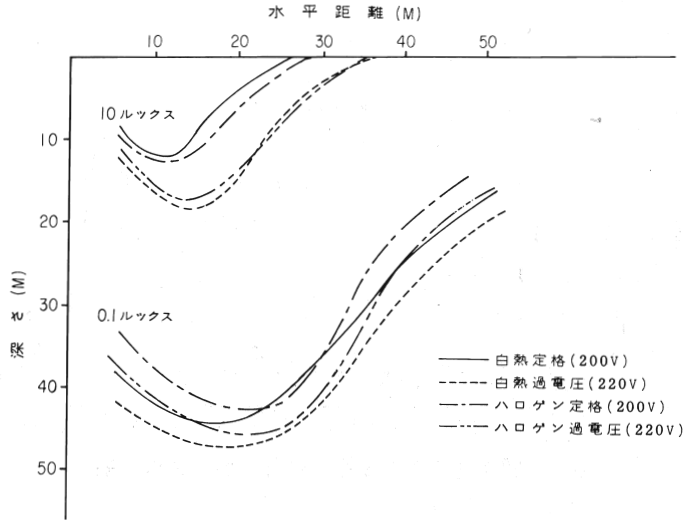


図22 白熱灯，ハロゲン灯を定格及び過電圧で使用した場合の水中照度の増加状態

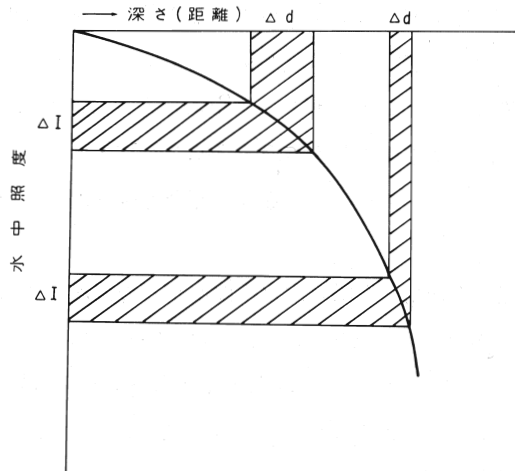


図23 電圧増 (光力) にともなう透過距離の増加率について

5. スルメイカの光に対する網膜の反応について

頭足類は感覚器官としては視覚が最も発達している。それは網膜に含まれている視細胞の数が多いことからいえる。網膜 1 mm^2 当たりタコ類が6.4万個，甲イカ類10.5万個，イカ類 (スルメイカ，ヤリイカ) が16.2万個で，特にイカ類は人間の16万個に相当している⁷⁾。しかも視細胞は，網膜の全域に同密度で分布しているので，視精度もよいと考えられている。

このように，視覚が発達しているスルメイカは，従来から集魚灯により漁業が行われているが，光に対してどのように反応しているかの研究は少い。筆者らは，光の強度を種々変えて，これに対し網膜が

どのように反応するかの研究を行った。

図24a⁸⁾ はイカの眼球を示し、図24bは網膜の構造⁹⁾を示したものである。光に対する網膜の順応は、人間とか魚類の場合は、錐体が明るい場合（明順応、昼間視または明視という）、桿体が暗い場合（暗順応、薄明視または暗視という）にそれぞれ入れ変って働き、桿体と錐体が入れかわる明るさは人では0.03~0.1ルクス、サケで $1\sim 10^{-2}$ ルクス¹⁰⁾、スズキで 10^{-2} ルクス¹¹⁾と報告されている。ところが、頭足類の場合はこのような組織はない。頭足類は図24bで示したごとく、境界膜のやや前面に黒色色素層があり、この中に黒色色素が含まれていて、露光に応じてこの黒色色素が前方（眼球側の方）に移動し、視覚感度や分解能を調節している^{12).13).14).15)}。図25はスルメイカの網膜で黒色色素の移動状況を示したものである。図の(A)は、いまだ黒色色素が黒色色素層の中に沈んでおり、暗視の状態を示している。(B)は黒色色素が網膜の上辺に達していて、明視の状態を示している。(C)はその中間を示している。筆者は黒色色素の位置から順応の状態を示すのに図26のごとく、網膜の厚さ（境界膜の底辺から網膜の表面まで）aに対し、黒色色素上辺までの高さbの比の百分率 $b/a \times 100$ で示した。すなわち、0%は黒色色素が黒色色素層の中にあつて（Aの状態）暗視の状態を示し、(B)のごときは100%で明視の状態を示すものである。

実験はこの黒色色素の移動が明るさの変化に対しどのように変化するかを測定した。

灯火は定格電圧100Vの10W, 20W, 40Wの白熱灯を使用し、FRP水槽（110×68×39cm）の中央で、水面上50cmの位置に固定した。

個体から採取した眼球網膜の黒色色素の位置は、左右で数%から10%の差がみられたので、左右の平均をとった。

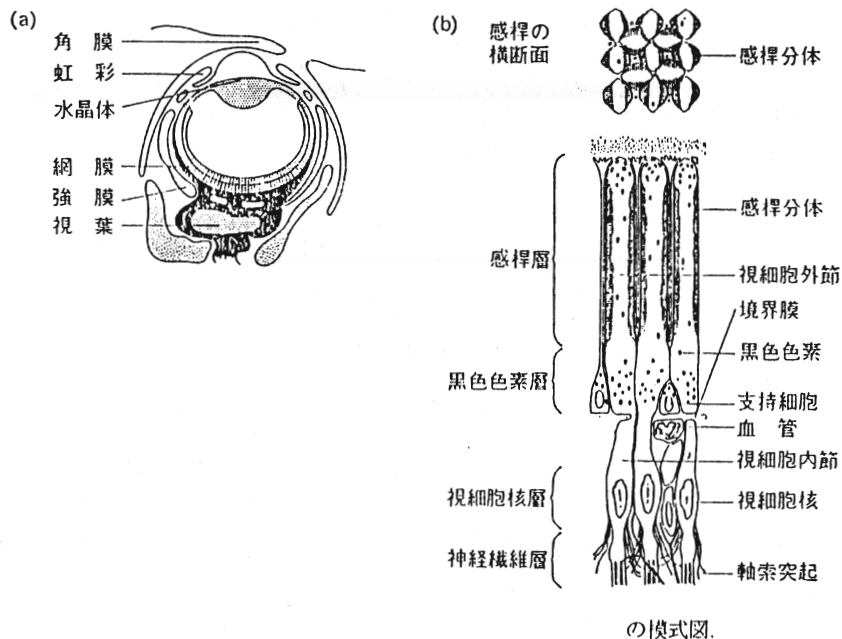


図24 頭足類の眼(a), 網膜(b)の模式図（それぞれ, Duke-Elder, 1958; 田崎）

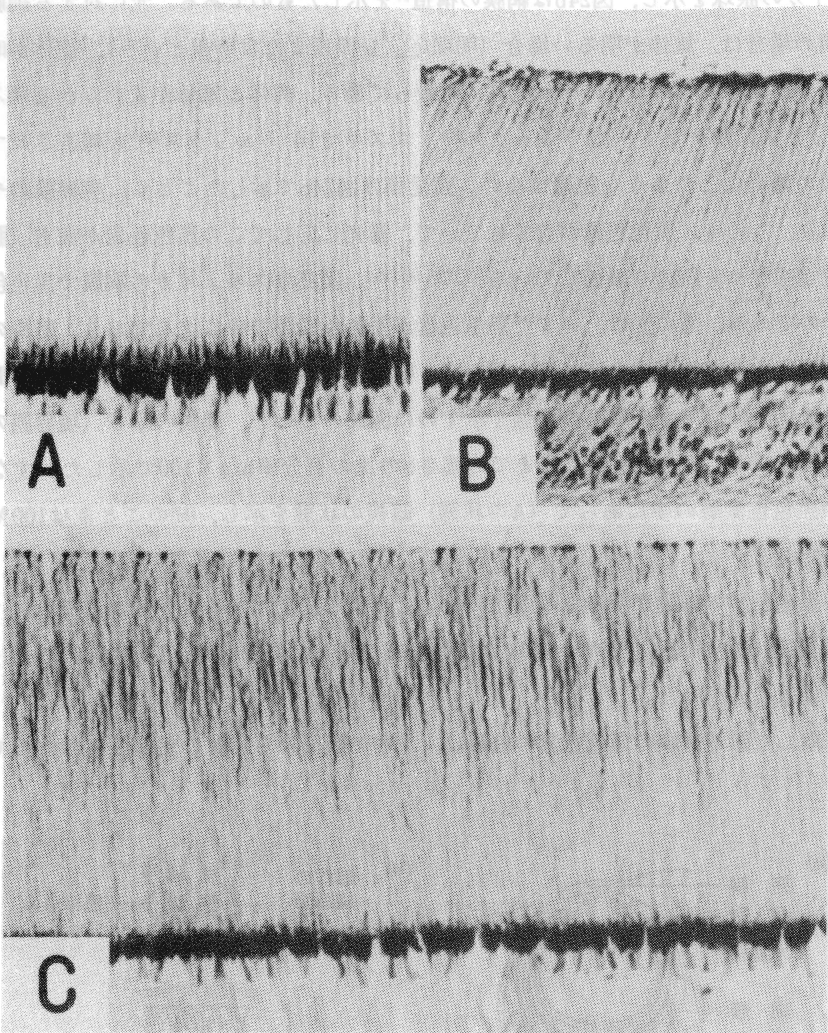
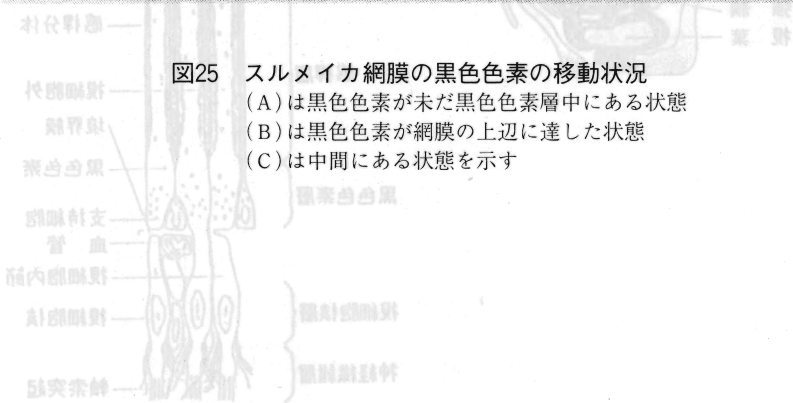


図25 スルメイカ網膜の黒色素の移動状況
 (A)は黒色素が未だ黒色素層中にある状態
 (B)は黒色素が網膜の上辺に達した状態
 (C)は中間にある状態を示す



(神田 1928, Duke-Elder, 1928) 図25

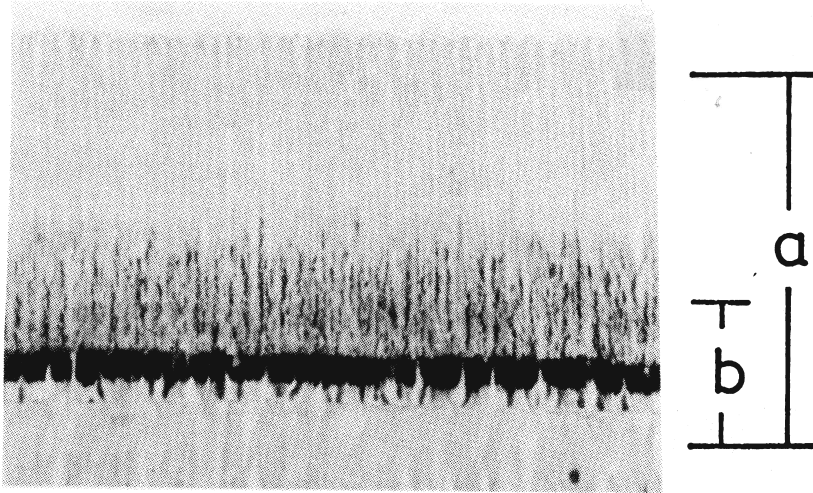


図26 網膜の光に対する順応度を、網膜の厚さaに対し黒色色素の上辺までの高さbの比の百分率 ($b/a \times 100$) で示す

図27は、暗黒状態下の水槽で4時間飼育した前後の黒色色素の状態である。時間0は、実験水槽に入れる直前の網膜の状態であり、暗黒下4時間で黒色色素は30~40%下降し、暗視の状態に移行中の状態である。図28, 29, 30, 31は4時間暗黒状態下で飼育したのち、それぞれの光力下においた後の網膜の状態を示した。先ず図28は10Wの白熱灯で定格100Vのものを電圧を30Vに降下して点灯、図30は定格100Vで点灯したもので、図31は20Wの白熱灯を定格100Vで点灯したものである。

表5は、前記白熱灯を点灯した時の水面上の明るさである。

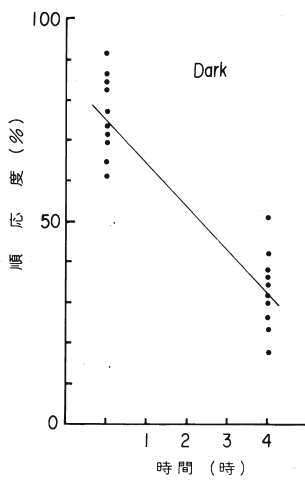


図27 4時間暗黒状態後の黒色色素の状態を示す

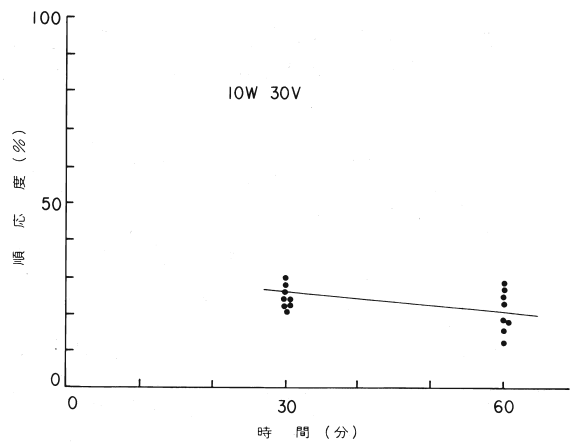


図28 10W, 30V (定格100V) 白熱灯下で30分, 60分後の黒色色素の状態を示す

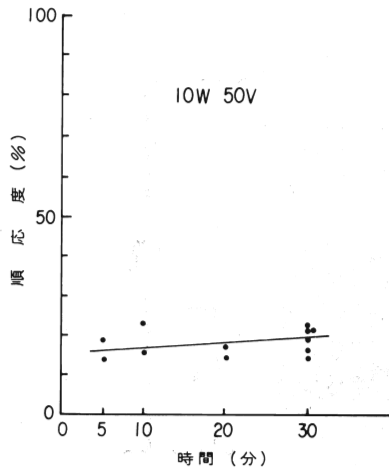


図29 10W, 50V (定格100V) 白熱灯下で30分間の黒色色素の状態

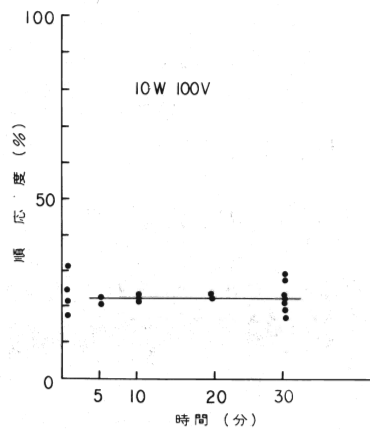


図30 10W, 100V (定格) 白熱灯下で30分間の黒色色素の状態

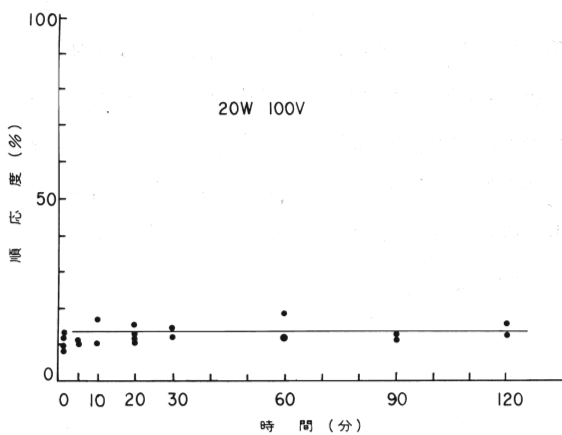


図31 20W, 100V (定格) 白熱灯下で120分間の黒色色素の状態

表5 水面上50cmに白熱灯を点灯したとき水面上の照度

白熱灯 (定格100V)	10W			20W	40W
電圧(V)	30	50	100	100	100
照度(lux)	0.2	1.9	25.3	85	170

この結果によると、図30,31の定格電圧で10W, 20Wの白熱灯を点灯したとき、すなわち、水面照度25ルクス以上だと黒色色素の移動は起っていない(少なくとも2時間以内は)。図28によると、照度0.2ルクスの場合は黒色色素は暗視をさらに強める方向に下降しているが、図29の照度約2ルクスになると明視に近づく方向に上昇している。何れの場合も移動速度は極めて遅い。図30, 31の黒色色素が移動しない原因について種々調査したところ、24図(a)で示した紅彩を閉じていることが判明した。すなわち、強い光の場合は黒色色素の移動によらず直接紅彩の開閉により受光量の調節を行っている。従って、黒色色素の移動による網膜感度の調節は、極めて低照度域で行っていることがわかる。これは、スルメイカが日中低照度域の深層に生息し、夕方暗くなるにつれて浅層に浮上してくるという日周期垂直移動の生態とも合致している。山陰では日中150~200mの底層に分布する¹⁶⁾とか釧路沖120mの水深で北大水

産学部練習船が9月に着底トロールで1網約1トンを漁獲¹⁷⁾したとか、秋の津軽海峡、青森県白糠沖の昼イカ釣りなどの水深を水中照度に換算すれば、何れも $10^{-2} \sim 10^{-5}$ ルクスという低照度である。生物はその生息環境に最も適応した機能をもっているが、スルメイカの視覚機能はまさに極低照度域適応器といえる。また、黒色色素の移動による暗視と明視の相互転換の明るさは、実験結果によると10ルクス前後と考えられる。

6. 集魚灯の光力と漁獲効率

漁業者の間では、集魚灯の光力が大きい程漁獲効率がよいと信じられている。図32は、新潟県水産試験場が10～20トン級の小型船を対象に行った調査結果¹⁸⁾であり、図33は、小倉¹⁹⁾が兵庫県の60～80トン級のイカ釣り船について漁獲効率と有効光力との関係を求めたものであり、図34は、平山¹⁾が兵庫県香住港所属のイカ釣り船20隻（58～99トン）について光力と漁獲効率指数との関係について求めたものである。何れの場合をみても、ある一定以上の光力になると漁獲の増加は最早認められなくなっている。いいかえれば、漁獲増加が認められなくなる限界の光力以上は無駄な光力といえる。新潟県水試の結果だと船の長さ1m当りで3～4Kwで漁獲性能指数が最も高くなるとし、平山は新潟県両津港のイカ釣り船の適正光力を試算し、10～20トン級で40Kwと推定している。同じく平山は香住港漁船の結果について、釣り機1台当りに換算して、光力が6Kw以上だと漁獲の増加は認められない。従って、光力を増して漁獲の増加が期待出来るのは、せいぜい5～7Kwまでと報告している。これらは何れも白熱灯による調査結果である。

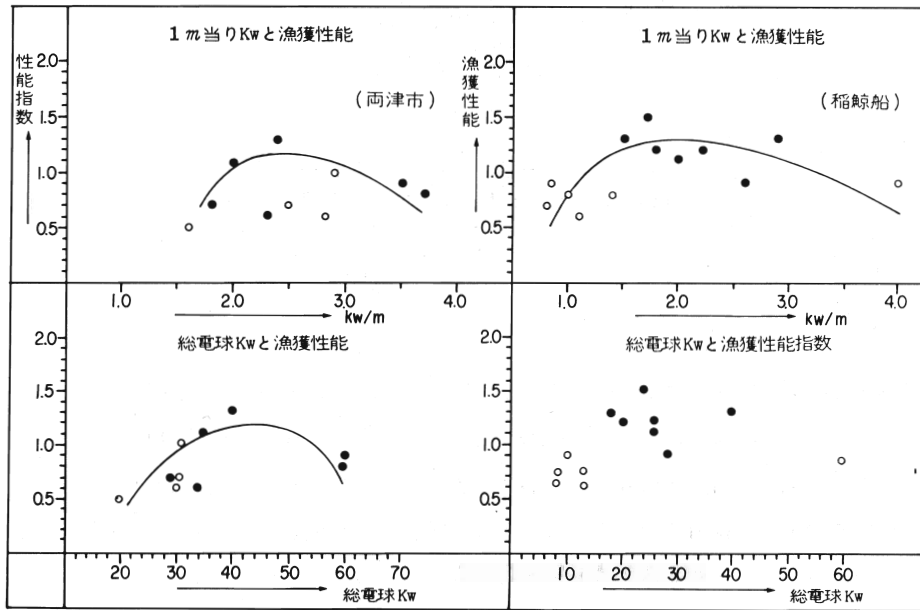


図32 電球容量と漁獲性能との関係 (荏部・石川・本間1974)

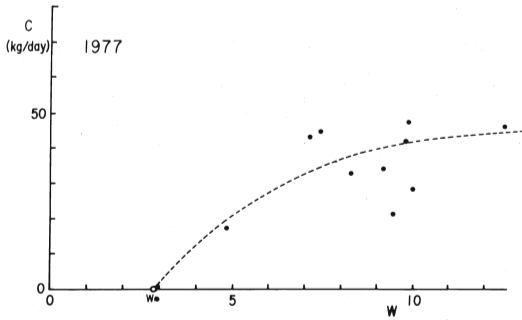


図33 漁獲能率 (C: kg/日) と有効光力 (W: Kw) との関係 (小倉他1979)

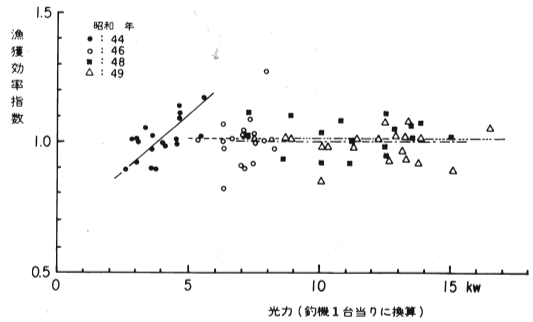


図34 集魚灯光力と漁獲効率の関係 (平山1982)

図35は、筆者が函館水産試験場光洋丸 (113.18トン) の魚探機とソナーを用いて、同船が日本海でスルメイカを釣獲中、集魚灯下でスルメイカがどのようなところにいるかを記録したものである²²⁾。この結果によると、船底下のいわゆる船陰の暗い部分と、ライトが直接海面を照射する高照度域の外縁の暗い部分で、高照度域に集っているものではない。このことは、集魚灯の光力を増せば増すほど船底下の暗い部分は遠ざかり、イカを深い方においやる結果になることを意味すると考えられる。

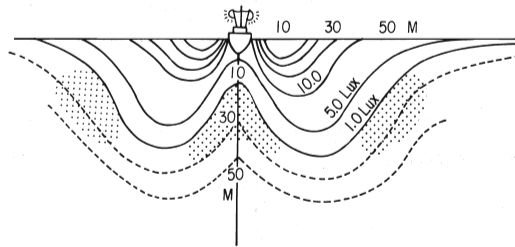


図35 ソナーによる集魚灯下のスルメイカの探知位置
砂目はスルメイカ、曲線は等照度線を示す。

7. む す び

厳しい漁業状況の下でいかに健全な経営をするかは、一に経費を少くし、漁獲効率をあげることに外ならないが、イカ釣り漁業についていえば、前述のように先ず光の有効利用と適正光力により燃費を少くし、さらに電球も定格電圧で使用し、その消耗を少くして経費の節減をはかることが肝要である。

スルメイカは光に対しては前述の網膜実験とか、生態からみて極低照度域適応種と考えられる。すなわち、弱い光の中で視覚を働かせる機能をもっている。

スルメイカに対して、集魚灯漁業が成立している以上、この場合、光に対しては正の走光性と釣鉤の動きによる視覚刺激が行動の支配的要因になっていることは否めないが、高照度の集魚灯がつくる急激な照度勾配は、眼の機能から考えて逆に“幻惑”状態をつくる可能性がある。それは前述の網膜実験と

か、集魚灯下に集る部位が低照度域であるとか、集魚灯の光力を増してもある光力以上は漁獲増と結びついていないという結果がこれを裏付けているものと考え。スルメイカ網膜の感光色素には、ロドプシンとレチノクロームの二種類あり、図36はレチノクロームの光吸収スペクトルを示す⁷⁾。

レチノクロームの吸収最大波長は490~495nm付近にあり、何れも青色系統に吸収極大値をもっている。青色系統の光は水中での透過もよく遠方まで到達する。しかも網膜の分光感度波長と一致していることから、一部では集魚灯の誘引効果に有効だとする人もいるが、少くとも現段階では、吸収極大値と誘引効果が一致すると結論づけることは早急だと思われる。逆に、白熱灯などの集魚灯と比較すれば、透過がよいだけに、さらに船底下から遠ざける効果をもたらすのではないかと危惧している。

なお、スルメイカの色覚については、色覚のある魚類は網膜の水平細胞が関与しているとされている。スルメイカについては、今のところ、網膜に水平細胞が発見されていないことから、色覚はほとんどないと考えるのが妥当であろうというのが現状であり、感光色素の光吸収スペクトルは色としてではなく、光の周波数に対する視感度と考えるべきであろう。

以上集魚灯の光の有効利用、光に対するスルメイカの行動、網膜反応などについて述べたが、これが集魚灯光力の過当競争をなくし、適正光力で健全経営をするという漁業者の意識改革の一助になれば幸せである。

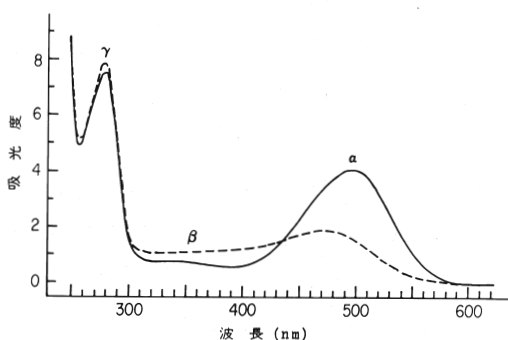


図36 スルメイカのレチノクロームの吸収曲線、PH6.5 (原1975) 実線はレチノクローム、破線は光退色産物

参考文献

- 1) 平山信夫 (1982). 集魚灯の適正光力について. 全国沖合いかつり漁業組合, 43-54.
- 2) 佐々木忠義 (1953). 集魚灯. イラア書院, 168pp.
- 3) 鈴木恒由・稲田博史・飯田浩二・赤羽光秋 (1985). スルメイカ集魚灯の笠による光の有効利用について. 北大水産学部研究彙報, 36(1), 69-77.
- 4) 赤羽光秋 (1983). いか釣用省エネルギー集魚灯開発研究. JAMARC, (26), 60-74.
- 5) 照明のデータブック (1961). 照明学会, ホーム社, 733pp.
- 6) Suzuki, T., H. Inada and H. Takahashi (1985). Retinal Adaptation of Japanese Common Squid (*Todarodes pacificus* Steenstrup) to light changes. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 36(4), 191-199.
- 7) 原富之 (1975). 頭足類網膜の感光色素. 光感覚, p.53-88. 日本動物学会, 東京大学出版会, 241pp.
- 8) Duke-Elder, S (1958). The Eye in Evolution. Itenvy Kimpton, London. 144pp.
- 9) Tazaki, K., (1967). Science for Living Body, (18), 166-176.
- 10) Ali, U. A., (1959). The Ocular structure, retinomotor and photo behavioral responses of juvenile

- pacific salmon. *Can. J. Zool.* (37), 985–996.
- 11) 田村保 (1957). 魚類の網膜の明暗順応の状態と照度との関係. *日水誌*, (22), 742–746.
 - 12) Dew, N. W. and Peariman, A. L. (1974). Pigment migration and adaptation in the eye of the squid, *Loligo pealei*. *J. Gen. Physiol.* (63), 22–36.
 - 13) Cohen, A. L. (1973). An ultrastructure analysis of the photoreceptors of the squid and their synaptic connections. *J. Comp. Neur.* (147), 351–378.
 - 14) Young, J. Z. (1962). Light and dark adaptation in the eyes of some cephalopods. *Proc. Zool. Soc.*, (140), 255–283.
 - 15) Hara, T. and Hara, R. (1965). New photosensitive pigment found in the retina of the squid *Ommastrephes*. *Nature*, (206), 1331–1334.
 - 16) 浜部基次 (1964). 月令に伴うスルメイカの生態行動. *日水誌*, 30(3), 209–215.
 - 17) 北大水産学部 (1970). 海洋調査漁業試験要報, 14, 147–148.
 - 18) 菊部信二・石川義美・本間喜代志 (1974). 新潟県における小型イカ釣漁船の現状について. *新潟水試研報*, (3), 29–43.
 - 19) 小倉通男 (1979). イカ釣漁業における集魚灯の適正光力と漁獲効率に関する研究. 昭和52・53年度科学研究費補助金研究成果報告書.
 - 20) 鈴木恒由・田代征秋・山岸吉弘 (1973). ソナーでみた集魚灯下のスルメイカ集群状況. 昭和48年度日本水産学会秋季大会講演要旨集.