

実証試験報告書

課題名

135 t 大型旋網附属船灯船によるLED水中集魚灯の点滅周期を利用した省エネルギー化実証試験

実施主体名

共和水産株式会社

実証試験の内容

1 目的

実施主体の有する 135 t 大型旋網船は境港を拠点にサバ・アジなどを対象魚種としている。沿岸漁業と違い海区的に外国船と漁場を共有することがある。特に晩秋から晩冬にかけての黄海サバ漁期において、他国の漁船は無秩序に燃油を消費して集魚灯を焚いている。漁業先進国としての規制に従い操業している本船が、LED 水中集魚灯で他国漁船に獲り負けずに集魚できれば、現在消費している集魚中の燃油消費を抑え他の漁業国の模範となるべく新しい漁業を構築する事ができる。本船の技術導入前集魚はメタルハライド灯(5 kw × 2 本) とハロゲン灯 (1 kw × 1 0 本) の合計 1 2 本を使い分け、集魚作業時には光力の大きいメタルハライド灯を使用するが、メタルハライド灯は調光や瞬時点灯ができないので、魚群の移動や密集作業をする時にハロゲン灯を 5 本入れてメタルハライド灯を 1 本揚げる。この作業を 2 回繰り返してハロゲン灯 × 1 0 本としていた。

本実証試験では光力の強くなった 1 2 本の LED を搭載し、LED の特徴の 1 つである点滅機能を向上させた水中集魚灯を新たに設備する (1 本あたりの消費電力 / 3 8 0 w) 。従来設備を LED 水中集魚灯に変更することのみでも燃油消費量削減が見込まれるが、細かな光の周期を判別しにくいといわれる魚の視覚を利用した、集魚効果に支障のない点滅周期を見出し、点滅をもって LED の消費電力の減少を目指すことにより、燃油消費量のさらなる削減を検討する。

2 導入技術の概要

(1) 導入技術

共和水産株式会社所属 第 2 海幸丸 (トン数 : 85 t) の既存の集魚装置を 次の仕様の LED 水中集魚灯設備に置き換えた。

点滅機能向上型高光度 LED 水中集魚灯 (図 1)

LED 水中集魚灯 本体 外装 砲金・ステンレス他

寸法 外径 126mm , 長さ 637mm

本体重量 約 13.0kg, 電源電圧 AC220V

消費電力 380W , LED 構成 パワーLED

光 色 緑色 (ピーク波長 520 ~ 535nm) × 8 本 , 電球色 × 2 本

白色（連続スペクトル）×2本

点滅周期範囲 フォトボル(FETドライバ)FET(FIELD EFFECT TRANSISTOR)を
ON - OFF する方式を採用 0.1～9.9 秒間隔で点灯時間と消灯時間を
それぞれ自由に設定可能

LED 水中集魚灯調光用操作パネル

燃油測定用燃油流量計

技術提供メーカー 日東製網株式会社，ヤマヤ産業株式会社

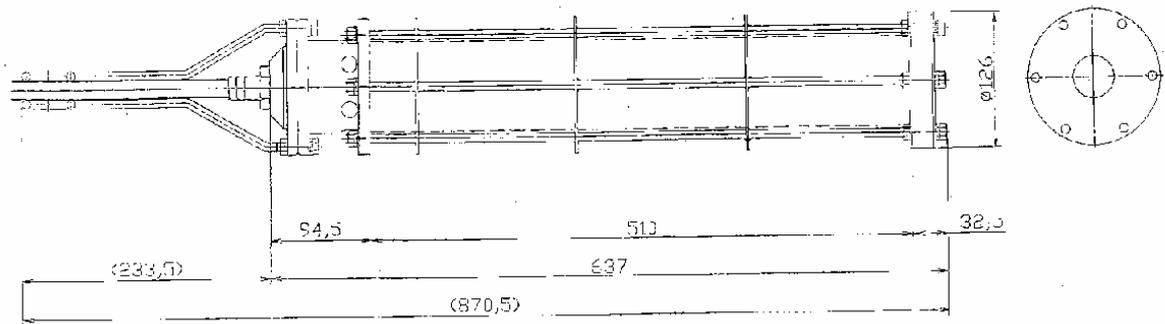


図 1

(2) 技術導入の方法

技術導入前の巻揚装置（図 2）とメタルハライド 5 kw 灯，ハロゲン 1 kw 灯（図 3）



図 2



図 3

技術導入後の巻き揚げ装置およびLED灯



図 4



図 5

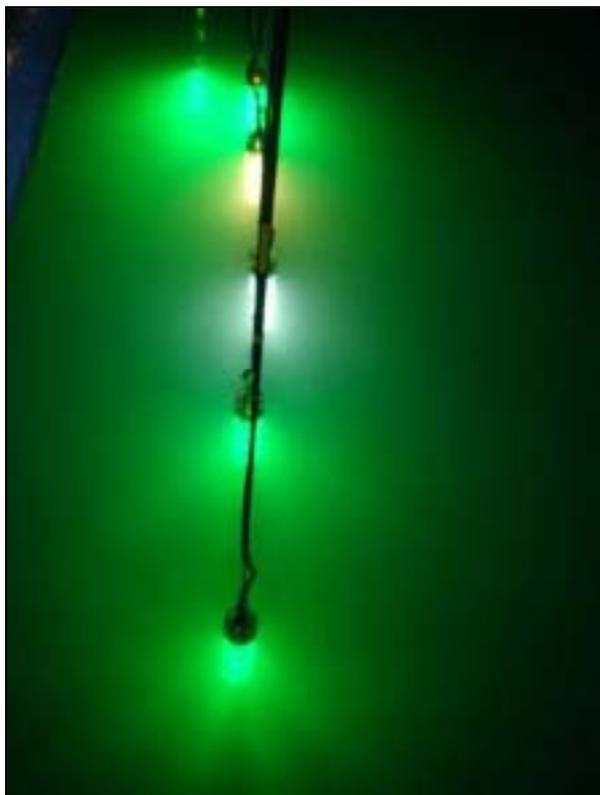


図 6 . 技術導入後 夜間試験点灯

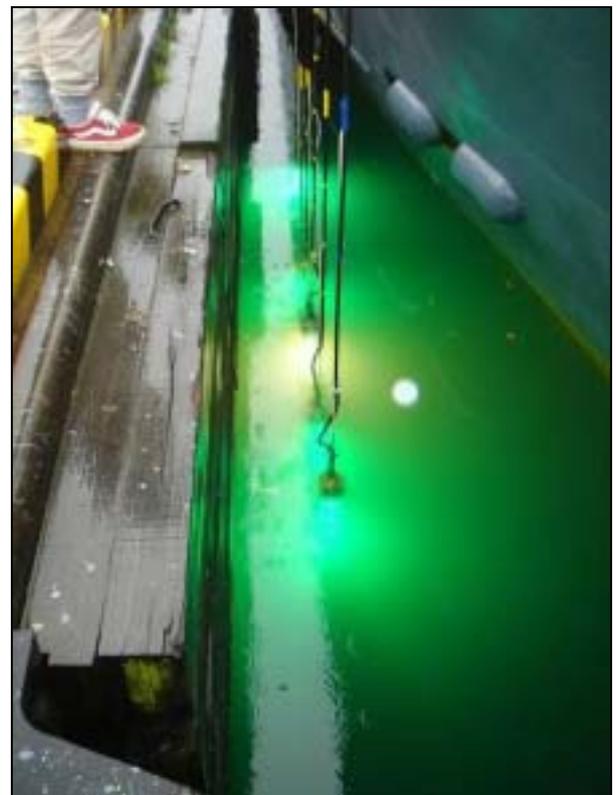


図 7 . 技術導入後 日中試験点灯



図 8 技術導入後 電源装置



図 9 技術導入後 燃油流量計



図 10 技術導入後 燃油消費量計



図 11 ジョイントボックス



図 12 LED 水中集魚灯調光用操作パネル

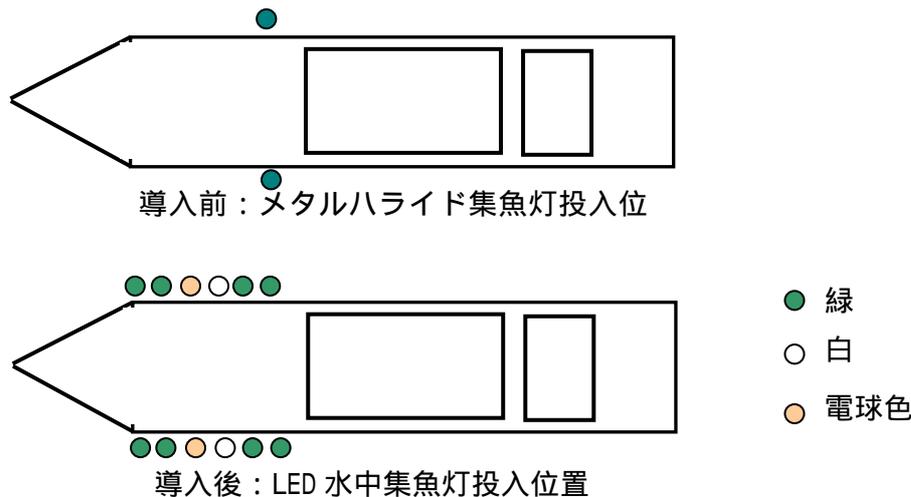


図 13 水中集魚灯配置図

3 実証試験の方法

(1) 試験運転時燃油消費量測定

接岸時に従来形態と技術導入後の実証形態の両条件において一定時間、燃料消費量を測定。

(2) 実操業中燃油消費量測定

集魚中の燃油消費量を従来形態の燃油消費量と技術導入後の実証形態での燃油消費量を測定。加えて本実証試験では点滅周期サイクルと集魚効果の関係を検証し、魚には点灯していると認識され光に誘引されるが、実際には点滅機能により集魚時の消費電力の低減・燃油消費量の削減を実証する。

(3) 漁獲への影響評価

実証船による LED 水中集魚灯による漁獲量データと、同一船団の LED 水中集魚灯を搭載していない灯船（メタルハライド灯船）の漁獲量を集計し比較することにより導入技術による漁獲量を評価します。

4 実証試験結果

(1) 技術導入前後の燃油消費量比較

試験運転時燃油消費量測定結果

LED 水中集魚灯を導入前後の船を岸壁につけた状態での試験運転の燃油消費率を測定した結果を表 1 にまとめた。船内電源のみの燃油消費率 8.7L/h、メタルハライド 5Kw 灯 × 2 本 = 10kw の燃油消費率は 11.4L/h であり、LED 水中集魚灯 (380w × 12 本 = 4.56kw) による燃油消費率は 9.0L/h となり、操業における集魚状態を模した停船状態の試験において、集魚に必要な燃油消費量の減少率は 21.0%であった。

表 1 . 集魚灯の違いによる燃油消費量測定結果（試験運転時）

第1回	船内電源のみ	メタルハライド灯(5Kw)×2灯*	LED水中集魚灯(380W)×12灯*
消費電力		10KW	4.56KW
計測時間(分)	38.85	33.9	38.5
燃油消費量(L)	5.6	6.4	5.7
燃油消費率(L/時間)	8.6	11.3	8.9
燃油低減量(L)	-	-	2.4
燃油減少率(%)	-	-	21.24%

第2回	船内電源のみ	メタルハライド灯(5Kw)×2灯*	LED水中集魚灯(380W)×12灯*
消費電力		10KW	4.56KW
計測時間(分)	120.3	120.2	120.3
燃油消費量(L)	17.5	22.8	18.1
燃油消費率(L/時間)	8.8	11.4	9.1
燃油低減量(L)	-	-	2.4
燃油減少率(%)	-	-	20.61%

* 各々の集魚灯燃油消費量には船内電源分を含む

実操業中燃油消費量測定

2008年1月20日から3月13日までの出漁35日間のLED水中集魚灯を用いた実操業における集魚時の燃油消費量の測定結果を表2に示した。

測定期間内の燃油消費率の平均は9.03L/hとほぼ接岸時試験運転の結果と同様の値となったことから、技術導入前のメタルハライド灯10kw使用時に対して20.7%の燃油を削減することが出来た。

点滅機能を導入することによる燃油消費量については、1秒点灯1秒消灯の点滅を実施してみたが、魚が散ってしまいその後点滅による集魚を試す機会はなかった。

表2．実証船における集魚時間および集魚時燃油消費量

操業日	集魚時間1	集魚時間2	集魚時間3	集魚時間合計 (時間)	燃油消費量 (L)*	燃油消費率 (L/h)*
1月20日	2.50	3.42		5.92	52.90	8.94
1月21日	6.00			6.00	53.58	8.93
1月22日	0.58	0.33	5.92	6.83	62.18	9.10
1月26日	8.75			8.75	79.45	9.08
1月27日	6.83			6.83	61.77	9.04
1月28日	6.75	3.75		10.50	95.10	9.06
1月29日	7.25			7.25	65.80	9.08
1月31日	3.33	7.20		10.53	95.40	9.06
2月1日	4.00			4.00	35.82	8.96
2月2日	5.67	3.00		8.67	77.62	8.96
2月3日	0.50	1.83	4.00	6.33	56.85	8.98
2月4日	6.08	4.87		10.95	98.20	8.97
2月5日	7.67			7.67	68.73	8.97
2月7日	7.63	2.03		9.67	88.26	9.13
2月8日	1.67	8.83		10.50	96.02	9.15
2月10日	9.95			9.95	91.01	9.15
2月11日	9.95			9.95	89.55	9.00
2月14日	9.17			9.17	82.89	9.04
2月15日	1.17			1.17	10.53	9.02
2月17日	6.83	5.25		12.08	109.22	9.04
2月18日	2.28	1.58		3.87	36.95	9.56
2月19日	3.62			3.62	32.41	8.96
2月25日	5.83	2.97		8.80	78.80	8.95
2月28日	8.42	1.25		9.67	86.73	8.97
3月1日	5.75	1.67		7.42	66.32	8.94
3月2日	0.53	6.47		7.00	62.74	8.96
3月3日	9.70			9.70	87.69	9.04
3月4日	8.17			8.17	73.91	9.05
3月5日	8.08			8.08	72.75	9.00
3月6日	4.83			4.83	43.79	9.06
3月7日	7.88			7.88	71.30	9.05
3月9日	3.50	0.30	1.25	5.05	45.73	9.06
3月10日	7.67			7.67	69.46	9.06
3月11日	6.00	4.75		10.75	96.17	8.95
3月12日	2.80	1.33		4.13	36.96	8.94
3月13日	7.13			7.13	64.51	9.04
			平均集魚時間	7.68		9.03

*集魚灯燃油消費量に船内電源分を含む

(3) 省エネ評価

1月20日から3月13日までの出漁期間35日間の集魚時間(表2)を集計したところ、平均集魚時間は7.68時間、最大で12.08時間、最小で1.17時間となり漁獲対象とした魚群の性質や海況など環境条件によって大きく変動しており通年で集魚時間を集計すれば申請の際の10時間に近づくと想定し、集魚時間：10時間、年間操業日数：280日間、A重油を80円/L、メタルハライド灯燃油消費率：11.4L/h、LED水中集魚灯燃油消費率：9.0L/hとしてそれぞれの年間燃油費用を次のように算出した。

メタルハライド灯年間燃油費用

$$11.4\text{L/h} \times 10\text{h} \times 280\text{日} \times 80\text{円/L} = 2,553,600\text{円}$$

LED水中集魚灯年間燃油費用

$$9.0\text{L/h} \times 10\text{h} \times 280\text{日} \times 80\text{円/L} = 2,016,000\text{円}$$

から を減じた537,600円が年間にコストダウンされる。

本申請の機械設備費には開発費・技術者派遣費用・工賃等を含んでいるので51,600,000円を必要としているが、陸上分野におけるLED商品の普及の速さを考えるとLED水中集魚灯もまた急速に普及すると考えられ製造コストも大幅に抑えられると思われる。近い将来LED水中集魚灯の1セット当たりの価格が2,000,000円になるとすると12本をフル装備したとして24,000,000円。既存の水中灯設備は約3,500,000円、電球破損、安定器の故障などのランニングコストが約3,000,000円、補機発電機2台をパラランしていたが、補機1台で電力を賄うことができるため新船への導入の際には10,000,000円削減されると見積もり、24,000,000 - 16,500,000 = 7,500,000円。7,500,000円を年間の燃油消費削減費(537,600円)で除すると14.0年となり、燃油の下落が考えられない現状では十分に見合うと考えられる。

(3) 漁獲および操業への影響

表3は1月20日から3月13日までの本実証船(LED水中集魚灯)と同船団のメタルハライド灯を使用している灯船2隻の漁獲量を集計したものであり、特に2月5日から3月5日の17日間の操業では漁場を同一にしている。35日間(38回集魚)の実証船の漁獲総量は3365tであり1集魚平均で89tとなる、他方A丸では22回の集魚の漁獲量合計は2270tで1集魚あたりの平均は103t、B丸については同様に23回集魚で2856t、1集魚の平均で124tであった。次に漁場を同じくした2月5日から3月5日までの17日間を比較すると、実証船の合計は1399tで1集魚平均78t、対してA丸は合計2166tで1集魚平均108t、B丸では合計1676tで1集魚平均105tであり、実証船に対してA丸で約1.4倍、B丸で約1.3倍とメタルハライド灯を使用している灯船の方が漁獲量が多いという結果になった、しかしながら漁労長からの聞き取りにより、本実証船が当たった魚群がA丸、B丸に対して小さいためこのようになったとのコメントがあり、光力による焚き負けではないと考えられます。またLED光に対する魚種の反応の違いが漁獲におよぼす影響もないと考えられます。

表3. 実証船および同船団メタハラ水中灯船の漁獲量

	灯船(1隻)にLED水中灯使用		灯船(2隻とも)にメハラ水中灯使用			
1/20	70 t	サバ(8)アジ(1)イカ他(1)	A丸	B丸		
1/21	57 t	アジ(7)サバ(2)イカ他(1)				
1/22	5 t	アジ(5)サバ(3)イカ他(2)				
1/23	19 t	アジ(8)青アジ・イカ他(2)				
1/27	18 t	アジ(8)サバ・イカ他(2)				
1/28	157 t	サバ(9)アジ他(1)				
1/29	182 t	サバ(7)アジ(2)イカ他(1)				
	194 t	サバ(8)アジ(1)イカ他(2)				
1/30	38 t	アジ(6)サバ(3)イカ・サゴシ他(1)				
2/1	20 t	アジ(8)サバ(1)イカ他(1)			漁場移動	
2/2	218 t	サバ(9)アジ他(1)			220 t	
	182 t	サバ(9)アジ他(1)				
2/3	173 t	サバ(8)アジ(1)イカ他(1)			125 t	
	58 t	サバ(7)アジ(2)サゴシ他(1)			240 t	
2/4	68 t	アジ(9)サバ他(1)			漁場移動	200 t
2/5	48 t	アジ(8)サバ(1)青アジ・ウルメ他(1)			30 t	
2/6	101 t	サバ(7)アジ(2)青アジ他(1)			146 t	15 t
					64 t	
2/8	103 t	アジ(9)サバ他(1)			95 t	140 t
			55 t			
2/9	90 t	アジ(9)サバ他(1)	102 t	110 t		
2/11	43 t	アジ(9)サバ他(1)	23 t	100 t		
2/12	93 t	アジ(9)サバ他(1)	42 t	121 t		
			128 t			
2/15	12 t	アジ(9)サバ他(1)	44 t	19 t		
2/18	196 t	サバ(8)アジ他(2)	235 t	160 t		
2/19	54 t	アジ(9)サバ他(1)	60 t	125 t		
2/20	10 t	アジ(9)サバ他(1)	200 t	173 t		
2/22				177 t		
2/26	121 t	アジ(9)サバ他(1)	176 t	70 t		
	53 t	アジ(9)サバ他(1)	243 t			
2/29	25 t	豆アジ	80 t	102 t		
	110 t	豆アジ	95 t			
3/2	90 t	豆アジ	202 t	160 t		
3/3	92 t	豆アジ		120 t		
3/4	72 t	豆アジ	96 t	24 t		
3/5	86 t	豆アジ	50 t	60 t		
3/6	35 t	豆アジ	漁場移動	漁場移動		
3/7	137 t	豆アジ				
3/8	63 t	豆アジ				
3/11	180 t	豆アジ		漁場移動		
3/12	92 t	豆アジ	漁場移動	120 t		
				85 t		
3/13			104	190 t		
	3365 t (89t/回)		2270 t (103t/回)	2856 t (124t/回)		
	1399 t (78t/回)	3隻同漁場の2/5～3/5平均	同左 2166 t (108t/回)	同左 1676 t (105t/回)		

5 導入のあり方

これまでのメタルハライド灯を使用した操業と比べて、取り扱いにおいてはやや重量があることを除き注意しなければならない点は少なく、むしろ消灯してからの放熱をメタルハライド灯の様に気にしなくて良いなど導入はスムーズと考えられます。

集魚においてはメタルハライド灯船に比して、記録をとった期間については漁獲量が少なくなったが、遭遇した魚群の大きさが小さかったことが要因として考えられます。

点滅機能を利用した集魚による消費電力の低減については、集魚対象魚群の性質は魚が同じでも異なっており、水温や海況によるところも大きく、今後も機会を見つけて点滅機能による集魚を実施することにより消費電力の低減に繋げることが出来ると考えます。