水産研究・教育機構 機関リポジトリ
FRA Japan Fisheries Research and Education Agency Institutional Repository

遠洋まぐろ延縄漁船におけるLED(Light Emitting Diode)照明導入による省エネルギー効果

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2024-08-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 横田, 耕介, 上原, 崇敬, 澤田, 克彦, 大島, 達樹, 伏島, 一平, 半澤, 良一 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2010569

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

短　報

遠洋まぐろ延縄漁船におけるLED（Light Emitting Diode）照明導入による省エネルギー効果

横田耕介[*1]・上原崇敬[*1]・澤田克彦[*1]・大島達樹[*1]・伏島一平[*1]・半澤良一[*2]

Energy-saving effect of introducing LED (Light-Emitting Diode) lights on a large-distant-water type tuna longline vessel

Kosuke YOKOTA, Takayoshi UEHARA, Katsuhiko SAWADA, Tatsuki OSHIMA, Ippei FUSEJIMA and Ryoichi HANZAWA

We examined the energy-saving effect of introducing LED (Light-Emitting Diode) light bulbs on a large-distant-water type tuna longline vessel. We compared the consumption of electrical energy for lighting using conventional incandescent bulbs and LED light bulbs. The use of LED light bulbs reduced electrical energy consumption for lighting by 84.2 % compared with that of conventional incandescent bulbs. We used LED light bulbs in all bulb-type lights (85 points) on the vessel, and conducted a fishing trip for 325 days. During this period, only three bulbs stopped working. No bulb stopped working in the engine room (under high-temperature conditions) or in the fish holds (below -55 ℃). The use of LED light bulbs can thus contribute to energy-saving on large-distant-water type tuna longline vessels.

キーワード：省エネルギー，LED照明，まぐろ延縄
2013年12月12日受付　2015年6月4日受理

近年，燃料油価格の高騰，不安定化は，多くの漁船漁業と同様に，遠洋まぐろ延縄漁業においても経営を圧迫するひとつの要因となっている。これを受けて，水産総合研究センター開発調査センターでは，魚倉保冷温度を従来の超低温から-45℃程度に上げることによる燃料油の削減手法の検討や急速凍結室の凍結ファンのインバータ制御の検討等，省エネルギーに係わる調査を進めてきた（上原ら2009, 上原ら2010，上原ら2012，横田ら2011）。遠洋まぐろ延縄漁船の燃料油消費構造の中で，単一の手法だけで大きな省エネルギー効果を得ることは難しい。そのため，遠洋まぐろ延縄漁船における省エネルギー方策を進めるには，多くの手法の組み合わせによって，大きな省エネルギー効果へと繋げることが重要であろう（上原ら2009, 上原ら2010，上原ら2012）。

著者らは，このような省エネルギーに係わる調査の一環として，遠洋まぐろ延縄漁船において，船内照明の白熱電球を発光ダイオード（Light Emitting Diode，以下LEDという）電球に交換することによる省エネルギー効果の検討を行うこととした。LED電球は，従来の白熱電球に比べて，非常に高い省エネルギー効果を持ち，かつその寿命は数万時間で，白熱電球のそれを大幅に上回るとされている（白熱電球；1,000時間，LED電球；40,000時間）（LED照明推進協議会2011）。また，近年では販売価格も低下しており，導入，メンテナンスも含めたトータルコスト面でも白熱電球に勝る効果が期待されている。こうしたことから陸上においては，企業のみ

[*1] 国立研究開発法人水産総合研究センター開発調査センター
〒220-6115　神奈川県横浜市西区みなとみらい2-3-3クイーンズタワーB棟15階
Marine Fisheries Research and Development Center, Fisheries Research Agency, 15F Queen's Tower B, 2-3-3 Minatomirai, Nishi-ku, Yokohama, Kanagawa 220-6115, JAPAN
yokotaks@affrc.go.jp
[*2] 元株式会社前川製作所

ならず一般家庭においてもLED電球の普及が急速に進んでいる。一方，漁船への導入にあたっては陸上とは異なり，省エネルギー効果のみならず，耐振動等の耐久性に関する検証及び白熱電球使用時と同程度の明るさが確保されているかといったこともより重要となってくる。さらに，遠洋まぐろ延縄漁船においては，超低温（-55 ℃程度）となる魚倉内や急速凍結室においても白熱電球が使用されており，そうした環境下でのLED電球の耐久性及び明るさも検証する必要がある。

本報では，遠洋まぐろ延縄漁船において，通常の白熱電球とLED電球の消費電力量を比較することによって，LED電球使用による省エネルギー効果を検討した。さらに，約1年間の航海で船内各所においてLED電球を実際に使用して，その消耗度，耐久性の調査を行った。LED電球使用時の明るさの検討のため，新品の白熱電球とLED電球を同じ区画に交互に設置して照度の比較を行なった。LED電球については継続使用している電球が設置されている状態の照度も測定して新品のそれと比較した。船上での諸作業及び生活への影響についても検討した。

材料と方法

省エネルギー効果の検討に関する実験は，平成24年5月7日に静岡県静岡市の株式会社三保造船所において定期検査中の遠洋まぐろ延縄漁船開発丸（489GT）において実施した。実験には，通常の白熱電球として舶用電球株式会社製（60W, 590lm）を，LED電球としてマルチョウ製（8.5W, 500lm）をそれぞれ用いた。このLED電球は，防湿仕様となっている。また，事前に-60˚C環境下で24時間の点灯試験で動作を確認したものである。

開発丸船内の電球型照明器具の設置箇所は，合計85箇所であった。実際の電力量の測定には，電機系統図のL1回路という電気系統を対象とした。この系統は，照明と通信関係が主であり，照明系統を独立して測定できる。測定時は，通信系統のサーキットブレーカーを落とすことによって，照明系統のみを測定した。ここで対象となる電灯系統は，主に魚倉，凍結室，船橋外灯関係であり，対象となる電球設置箇所は55箇所であった。測定時の供給電源としては，船内発電機を停止していたため，陸上電源を用いた。

まず，通常の白熱電球使用時の電力量（kWh）を16:45~17:45（1時間）の間に測定した。次に，全ての白熱電球をLED電球に変更した後，同様に，LED電球使用時の電力量を18:45~19:45の間に測定した。電力量の測定には，東芝製の電力計KK-11Aを用いた。それぞれの電球使用時の電力量の差を取ることによって，LED電球使用による省電力量を算出した。また，得られた省電力量データを元に，まぐろ延縄漁船1隻の1航海（ここでは330日とする。）あたりの省電力量を，さらに過去の開発丸の調査で得られている消費電力量（x）と燃料油消費量（y）の関係式 y (kL) = 0.000296x (kWh) を用いて（上原ら2009），燃料油消費削減量をそれぞれ推定した。

耐久性に関する調査に関しては，電力量測定時に交換したLED電球（85個）をそのまま継続使用し，実際に延縄操業を行った太平洋中部・東部海域における約1年間の航海（平成24年5月11日～平成25年3月31日の325日間）における故障や不具合の発生を記録することによって実施した。

明るさに関する調査は，平成26年7月29日，補給のためパペーテ港（仏領ポリネシア・タヒチ島）に入港した際に実施した。ここでは，使用時の周囲温度が異なる3区画，保冷魚倉（電球の周囲温度-45˚C，長さ3.0 m×幅8.5m×高さ2.2 m，電球数4個），機関室倉庫（+30˚C，3.3 m×2.4 m×2.3 m，電球数3個）及び野菜庫（+5˚C，3.0 m×3.0 m×2.2 m，電球数2個）において，新品の白熱電球とLED電球を交互に設置して，照度を比較した。測定には，デジタル照度計（Digital Lux Meter AR813A，使用温度0～+40˚C，SMARTSENSOR製）を用いた。庫内の照度は保管品の配置等によって変化するので，測定場所は保管品の出し入れのために常に一定の空間を空けてある出入口部とし，床面から80cmの高さにおいて水平面照度を測定した。なお，保冷魚倉の温度は使用可能温度より低いが，魚倉内での測定時間を1分未満として測定器自体の温度が使用温度以下となる前に測定を完了した。本航海の詳細に関しては，横田ら（2014）を参照されたい。

結果と考察

電球55個あたりの消費電力量の測定値を表1に示す。実測された1時間当たりの省電力量は2.23 kWhであり，白熱電球をLED電球に替えることによって，84.2%の省エネルギー効果となった。この測定結果を元に，船内全ての電球（85個）に対して，1航海（330日）当たりの省電力量を推定した。ここでは，実際の使用方法に合わせて常時点灯状態と仮定した。その結果，27,295.20 kWhの電力量が削減されると推定された（表1）。これを，燃料油消費削減量に換算したところ8.1 kLとなり，燃料油代を85,000円/kLとした場合，年間688,500円の燃料油代の削減効果と推定された。

表1. LED電球換装による省電力量の測定値及び推定値

電球種類	消費電力量 測定値 (kWh) *1	1航海当たり消費電力量 推定値 (kWh) *2
白熱電球	2.65	32,436.00
LED電球	0.42	5,140.80
省電力量 Δ	2.23	27,295.20

*1 電球55個（測定箇所数），1時間当たりの電力量.
*2 電球85個（全設置箇所数），330日当たりの電力量.

約1年間の航海におけるLED電球の不具合，故障の状況を表2に示す。通常の使用状態における故障の発生は2回のみであり，8月24日以降はいかなる問題も発生しなかった。高温となる機関室及び超低温となる魚倉や急速凍結室の使用においてもLED電球の自然切断は発生しなかった。なお，本調査終了後の航海でも引き続き本試験で設置したLED電球を使用しているが，2年以上を経過した平成26年7月29日現在においても新たな不具合，故障は発生していない。調査開始初期のみに電球の不具合が発生していたことは，製品自体が不良品であったことに起因すると考えられる。

表2. 1航海（325日間：平成24年5月11日～平成25年3月31日）におけるLED電球の消耗状況

設置場所	切断原因	切断日	備考
上部甲板倉庫	自然	6月19日	
機関室倉庫	破損	7月14日	作業中にぶつかる
船尾甲板倉庫	自然	8月8日	
乾物庫	自然	8月24日	

保冷魚倉，機関室倉庫及び野菜庫において，新品の白熱電球及びLED電球を設置した場合の照度比較結果，並びに本調査開始時から現在まで継続使用しているLED電球を設置した場合の照度との比較結果を表3に，それぞれ示す。新品の場合，いずれの区画においてもLED電球使用時の照度の方が白熱電球使用時のそれよりもやや高い傾向があった。また，設置後2年以上を経過したLED電球を使用している時の各区画における照度は，新品の白熱電球のそれの75%～121%であった。これらより，白熱電球からLED電球に交換した場合でも，従来と同様，明るさを確保できること，LED電球を長期間使用しても設置区画の明るさが保たれていることが示された。また，LED電球使用に起因する作業事故や船内生活における不都合は発生しておらず，魚倉における漁獲物の積み付け作業や水揚げ作業にも問題はみられなかった。これらのことから，LED電球使用下においても従来と同様に船内における諸作業及び生活を行えると考えられた。

この様に，LED電球使用による省エネルギー効果を示すことが出来，さらに遠洋まぐろ延縄漁船という環境下においても耐用性や明るさに問題が無いことが明らかとなった。比較的厳しい環境下である遠洋まぐろ延縄漁船において，LED電球使用による有用性が示されたことから，他の漁業種の漁船においても同様にLED電球導入による省エネルギー効果が期待される。

年間（330日間）に削減される燃料油代を今回試算した688,500円，またLED電球の1個あたりの価格を4,500円，85個で382,500円として試算すると，LED電球導入のコストは約6ヶ月の使用で回収可能である。今回の試験結果から，使用期間に関しては，全体として6ヶ月をはるかに上回ることが確認できており，導入コストの面でも問題はみられない。さらに，LED電球は寿命も長いため，船内予備品の在庫数を大幅に減らせる利点もある。また，電球の取り付け金具はE26の口金で統一されているので，蛍光灯の様にサークル型や直管型等の形状，ワット数，灯数等によって器具を変える必要も無く，この点での設置コストが掛からない利点もある。

さらに考えられる利点として，LED電球への換装による消費電力量の減少は，すなわち発熱量の減少であることが挙げられる。これによって，魚倉・凍結用冷凍機，空調機，食糧庫用冷凍機等の負荷の減少に繋がることから，副次的な省エネルギー効果も期待される。また，乗組員からの聞き取りによると，機関室や投縄作業を行う船尾甲板の倉庫の狭所において，白熱電球ではその発熱により，特に熱帯域での操業時に非常な暑さを感じていたが，LED電球に交換後はその暑さが軽減されているとのことであった。しいてLED電球導入の問題点を挙げるとすれば，急速凍結室及び魚倉において，白熱電球に比べるとLED電球では発熱が少ないために，電球設置箇所に霜が付きやすくなり，霜を落とす作業が増えたことである。しかし，それほど負担が掛かる作業ではないので大きな問題ではない。

遠洋まぐろ延縄漁船では，白熱電球だけでなく，蛍光灯や水銀灯等も使用されている。白熱電球のLED電球への換装は，比較的省エネルギー効果が高く，また照明設置器具等の変更が必要ないことから設置コストも低く，LED照明の導入の第一歩としては最も適している。その上で，更なる省エネルギー効果を求める際に，他の照

表3. 保冷魚艙，機関室倉庫及び野菜庫において，新品の白熱電球及びLED電球を設置した場合の照度比較結果，並びに本調査開始時から現在まで継続使用しているLED電球を設置した場合の照度との比較結果

測定区画	設置電球種類及び設置区画の水平面照度[*1] (lx)			*a/b*	*a/c*
	白熱電球（新品）*a*	LED電球（新品）*b*	LED電球（継続使用品[*2]）*c*		
保冷魚艙	12	17	16	71%	75%
機関室倉庫	72	88	70	82%	103%
野菜庫	40	44	33	91%	121%

[*1] 水平面照度，各測定区画の出入口の床面から80cmの高さで測定.

[*2] 継続使用品，平成24年5月11日～平成26年7月29日現在までドック期間を除き継続使用中.

明器具のLED化を進めるのが良いであろう。

遠洋まぐろ延縄漁船の全体の燃料油消費量は，年間1,000 kL程度である（上原ら2009, 上原ら2010，上原ら2012）。今回の試算からは，白熱電球をLED電球に交換することで削減できる燃料油量は年間約8 kLであり，全体に占める割合としては少ない。しかし，決して無視できる省エネルギー効果ではなく，他の機器の燃料油削減の取り組みと合わせて総合的な省エネルギーに取り組んでいくことが重要である（上原ら2009, 上原ら2010, 上原ら2012）。

謝　辞

日本鰹鮪漁業開発株式会社の中村泰博氏，元日本かつお・まぐろ漁業協同組合の小野達夫氏，水産総合研究センター水産工学研究所の溝口弘泰博士及び開発調査センターの高橋晃介氏，株式会社CT&Cの柏 俊行氏，男甫勇一機関長をはじめとした開発丸の乗組員の皆様，ならびに株式会社三保造船所の関係者の皆様には本調査にご協力頂いた。日新興業株式会社の川上 晶氏及び本誌2名の査読者の方々には，有益なご意見を賜った。これらの方々に厚くお礼申し上げる。

文　献

LED照明推進協議会（2011）LED照明ハンドブック（改訂版）．オーム社，東京，248 p.

上原崇敬・伊加　聖・大島達樹・伏島一平（2009）平成20年度海洋水産資源開発事業報告書（資源対応型：遠洋まぐろはえなわ〈太平洋中・東部海域〉）．（独）水産総合研究センター開発調査センター，横浜，125p.

上原崇敬・横田耕介・澤田克彦・大島達樹・伏島一平（2010）平成21年度海洋水産資源開発事業報告書（資源対応型：遠洋まぐろはえなわ〈太平洋中・東部海域〉）．（独）水産総合研究センター開発調査センター，横浜，133p.

上原崇敬・横田耕介・澤田克彦・村田昌一・金庭正樹・木宮　隆・今村伸太郎・鈴木道子・渡部俊広・山越康行・長谷川勝男・溝口弘泰・小田健一・大島達樹・伏島一平（2012）平成22年度海洋水産資源開発事業報告書（資源対応型：遠洋まぐろはえなわ〈太平洋中・東部海域〉）．（独）水産総合研究センター開発調査センター，横浜，136p.

横田耕介・上原崇敬・澤田克彦・伊加　聖・今村伸太郎・木宮　隆・鈴木道子・平岡芳信・金庭正樹・大島達樹・伏島一平（2011）遠洋まぐろ延縄漁業におけるメバチの販売価格に及ぼす潜在要因の影響：一般化線形混合モデルによる検討．日水誌，77，593-599.

横田耕介・上原崇敬・澤田克彦・佐々木安之・佐谷守朗・大島達樹・伏島一平・金庭正樹・大村祐治・木宮　隆・今村伸太郎・鈴木道子・明田定満・長谷川勝男・溝口弘泰・山越康行・小田健一（2014）平成24年度海洋水産資源開発事業報告書（遠洋まぐろはえなわ〈太平洋中・東部海域〉）．（独）水産総合研究センター開発調査センター，横浜，134p.

遠洋まぐろ延縄漁船における LED（Light Emitting Diode）照明導入による省エネルギー効果

横田耕介・上原崇敬・澤田克彦・大島達樹・伏島一平・半澤良一

遠洋まぐろ延縄漁船において，LED（Light Emitting Diode）電球導入による省エネルギー効果を検討するために，白熱電球使用時と LED 電球使用時の消費電力量を測定し，比較した。白熱電球を LED 電球に替えることによって，電球型電灯で消費する電力量を 84.2% 削減した。船内の全ての電球型電灯（85 個）に防湿仕様の LED 電球を使用して，325 日間の航海を実施したところ，自然切断した LED 電球は期間内で 3 個のみであった。高温となる機関室や超低温（-55°C 程度）となる魚倉及び急速凍結室においても，LED 電球の切断や不具合は発生しなかった。また，白熱電球から LED 電球に交換した場合でも，従来と同様，明るさを確保できた。LED 電球の使用は，遠洋まぐろ延縄漁船における省エネルギーへの一助となることが確認された。

水産技術，**8**（1），33-36，2015