



태양광 발전장치 도입에 따른 소형어선 출어경비 절감 연구

이동길[†] · 정성재 · 김성훈 · 김병관 · 양용수
(국립수산과학원)

Analysis of Cost Effectiveness on Fishing Trip Cost by Adopting Photovoltaic Power Generation System in a Small Fishing Vessel

Donggil LEE[†] · Seongjae JEONG · Seonghun KIM · Pyungkwan KIM · Yongsu YANG
(National Institute of Fisheries Science)

Abstract

In fisheries, studies on development of technologies for reducing fuel consumption of fishing boat to reduce greenhouse-gas emissions have been extensively conducted. In particular, technologies for minimizing hull Resistance and electric ship propulsion with an electric motor have been being studied. Recently, a leisure boat propelled by electric power which is generated by solar power system has been developed. In this study, we investigate maximum daily energy and consumption energy of normal load and surplus power for a test fishing vessel equipped with 200-wattage photovoltaic power generation system. We suggest that maximum dump energy method based on result analysis of surplus energy by test fishing vessel and way of working should be used to reduce the cost of fishing trip effectively.

Key words : Fishing trip, Fishing vessel, Photovoltaic power generation system, Cost effectiveness

I. 서론

1992년부터 UN 산하 국제기구에서 유엔기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC)이 중심이 되어 국제적으로 논의해 온 온실가스 감축 방안으로 온실가스 배출권 거래제(Emission Trading Scheme: ETS)라는 국제협약이 체결되었다. 우리나라의 경우는 2015년 1월부터 이 제도를 시행함으로써 중요 기업들은 새로운 제도에 따라 온실가스 감축을 위한 자국적인 노력을 하지 않으면 안 되게 되었다. 이러한 분위기 속에 각 산업분야에서는 온실

가스 배출량을 줄이기 위한 노력으로 수소자동차, 전기자동차, 자기부상열차, 전기추진선박, 태양광에너지 등과 같은 친환경에너지기술 등을 지속적으로 개발하고 있다.

이와 같은 각 산업들 중 수산업에서는 온실가스 배출량을 줄이기 위한 노력으로 어업에서 발생하는 온실가스를 정량적으로 분석하는 방법(Yang et al., 2015), 어선의 선체 저항을 최소화하여 유류소모량을 절감하는 선형(Sterling and Goldsworthy, 2007; Sterling and Klaka, 2007), 전기모터 힘으로 추진하는 전기추진선박(Choi et al., 2016; Zahedi et al., 2014)과 가스, 전기에너지, 유

[†] Corresponding author : 051-720-2572, donggil@korea.kr

* 이 논문은 해양수산부 정책과제(연근해어선 온실가스 배출저감 장치 산업화) 및 2017년 국립수산과학원 수산시험연구사업(R2017041)의 지원에 의해 수행되었습니다.

류 등을 복합적으로 사용하는 하이브리드 선박 등의 연구가 수행되고 있다(Alfonsin et al., 2014).

특히 어선의 선형에 대한 연구는 많은 인력과 예산이 필요할 뿐만 아니라, 연구결과가 사회에 적용이 되기 위해서는 정책과 제도적으로 많은 시간이 요구된다. 따라서 기존의 어선 형태 및 구조를 최대한 유지하고, 엔진에서 배출되는 배기가스의 열에너지와 같이 어선 내에서 버려지는 에너지(Elsheikh et al., 2014; Zhang et al., 2016; Date et al., 2015; Twaha et al., 2016)를 활용하는 한편, 태양광, 풍력 등 해상에서 활용 가능한 에너지를 찾아, 유류절감을 통해 온실가스배출량을 줄일 수 있는 방안을 강구하여야 한다.

그 방안으로 최근에는 선미 후위에 설치된 전기모터로 추진하는 레저보트를 태양광 발전장치로부터 생산된 전기에너지로 추진시키는 기술(Oh Kyoung-Gun et al., 2016)이 개발되는 한편, 3톤급 연안어선에 설치된 태양광 발전장치의 전원공급 성능을 분석한 연구가 수행되었다(Jeong Seong-Jae et al., 2014). 또한 태양광 발전장치가 설치된 선박의 복원성능 등을 분석하는 연구도 수행되었다(Choi Han-Kyu et al., 2012).

본 연구에서는 200 W급 태양광 발전장치가 설치된 시험선별로 일일 기준으로 최대 사용할 수 있는 전력량, 사용부하가 소비하는 전력량, 그리고 잉여전력량을 조사하였다. 출어경비 절감 방안은 시험선별로 잉여전력량과 조업방식을 분석한 결과를 바탕으로 최대한 잉여전력을 활용할 수 있는 방법으로 마련하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험대상 선박

시험대상 선박은 [Fig. 1]과 같이 해상에서 태양광 모듈의 내구성과 전원공급 효율분석 등에 관련한 연구를 수행하기 위해 이미 태양광 발전장치가 설치된 연안어선 2척(진주호, 동삼호)을

대상으로 시험선 I과 시험선 II로 선정하였다(Jeong Seong-Jae et al., 2014).

시험선 I, II는 표선 인근해역에서 조업하며, 시험선 I은 3톤급 연안복합어선(진주호)으로 참돔, 방어, 뽕에돔 등 회유성 어종을 대상으로 하는 낚시어업 어선이다. 시험선 II는 4톤급 연안복합어선(동삼호)으로, 옥돔을 주 어종으로 하는 주낙어업 어선이다.



[Fig. 1] Fishing vessels for experiments I (a) Jinju-ho and II (b) Dongsam-ho equipped with photovoltaic power generation system

2. 태양광 발전장치

가. 선박별 태양광 발전장치 사양

시험선 I, 시험선 II에 설치된 태양광 발전장

치 사양은 <Table 1>과 같다.

시험선 I의 경우 배터리 12 V/200 Ah를 병렬로 결선하여 시스템 전압 12 V, 배터리 용량 400 Ah로 구성하였다. 시험선 II는 12 V/200 Ah를 직렬로 결선하여 시스템 전압 24 V, 배터리 용량 200 Ah로 구성하였다.

<Table 1> Specifications of photovoltaic power generation system

Composition	Test fishing vessel	
	I	II
PV module	200 W	200 W
Battery	12 V/400 Ah	24 V/200 Ah
Charge controller	12 V/30 A	12 V/30 A
System voltage	12 V	24 V

시험선별로 일일 최대 사용할 수 있는 소비전력은 수식1, 2를 이용하여 산정할 수 있으며, 설치된 태양광 모듈 용량을 기준으로 산정결과, 약 583.3 Wh임을 알 수 있다.

PV module (W) (1)
 = 1일 필요한 발전량 × 1.2 (출력손실보존 계수)

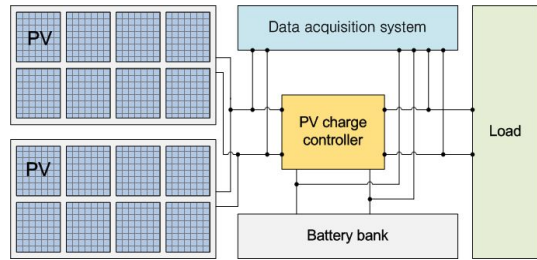
1일 필요한 발전량 (W) (2)
 = 1일 소비전력 (Wh) / 3.5 h (한국의 평균일조시간)

배터리 용량은 일일 최대 사용할 수 있는 소비전력을 기준으로 수식 3을 이용하여 산정할 수 있다. 부조일수는 하루 종일 태양이 비치지 않는 날의 수를 의미하며, 통상적으로 3일에서 7일 정도로 계산한다. 부조일수를 5일로 가정하여 배터리 용량을 산정해 보면 시험선 I, II 각각의 배터리 용량은 약 364, 182 Ah임을 알 수 있다. 이와 같이 산정된 배터리 용량은 시험선별로 이미 설치된 배터리 용량 대비 91%로 충분히 사용가능한 용량으로 설치되어 있음을 알 수 있다.

배터리 용량 (Ah) (3)
 = 1일 소비전력(Wh) / 배터리 전압 × 부조일수 × 1.25 (배터리 방전 손실 보정계수)

나. 태양광 발전장치 구성

태양광 발전장치 [Fig. 2]와 같이 조업과정 또는 정박 중에 태양광 모듈, 배터리 및 부하의 전압, 전류를 각각 측정하여 태양광 모듈에서 생산하는 전력량, 배터리로 충전되는 전력량, 그리고 부하가 소비하는 전력량을 측정할 수 있도록 설계하여 시험선별로 설치하였다.



[Fig. 2] Schematic diagram of the photovoltaic power generation system

III. 실험결과 및 고찰

1. 조업방식과 태양광 발전장치 사용현황

가. 시험선 I

시험선 I은 선착장에서 출항하여 제주도 표선 인근해역에서 참돔, 방어, 뽕에돔 등과 같은 어종이 서식하는 어장에 도착한 후, 닻을 내려놓고 엔진을 꺼놓은 상태에서 낚시대를 이용하여 조업하는 방식이다. 어선의 규모와 조업인원에 따라 사용하는 낚시대 수는 다르지만 시험선 I의 경우는 조류에 의한 낚시줄 엉킴을 방지하기 위해 현측에 수동 낚시 릴 1대와 선미에 전동낚시 릴 2대를 사용하는 것이 보편적이다. 조업시간은 어종과 계절에 따라 차이가 있지만 보통은 오전 5시에 출항하여 오후 12시까지 총 7시간 동안 조업한다.

시험선 I이 태양광 발전장치를 전원공급원으로 사용하는 부하는 전동낚시 릴(SHIMANO, 9000 Beast master ZB) 2대이다. 전동낚시 릴은 기어박스과 모터로 구성되어 있어, 모터가 소비

하는 전력량은 어종, 어류의 중량, 조업시간, 시험선과 어획되는 지점과의 거리, 수심, 조류의 세기 및 방향 등에 따라 복합적으로 영향을 받기 때문에 정량적인 데이터 수집과 분석이 어렵다.

따라서 본 연구에서는 전동낚시 릴의 일일 최대 소비전력량을 추정하기 위해서 <Table 2>와 같이 실제 해상에서 3일간을 조업하여, 어획물 중량(kg)과 전동낚시 릴이 사용한 소비전력(Wh)을 측정한 후, 수식 4와 같이 어획물 단위 중량

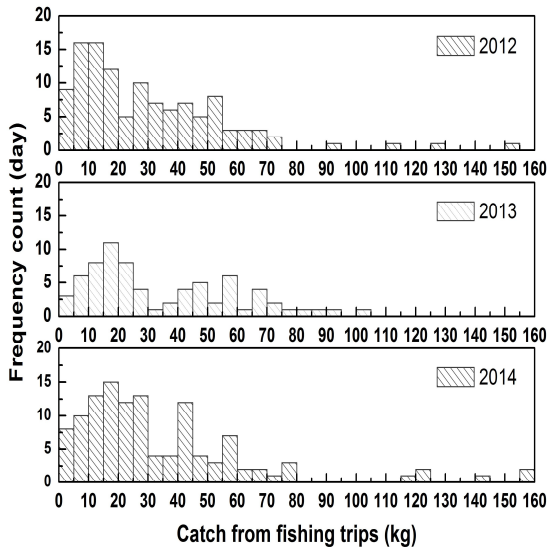
당 전동낚시 릴이 소비하는 전력량을 환산하여 일일 최대 어획량을 기준으로 추정하였다.

일일 최대 어획량은 [Fig. 3]과 같이 시험선 I이 2012년 8월부터 2014년 12월까지 전동낚시 릴로 어류를 어획하고 판매한 실적자료를 활용하였다.

$$\begin{aligned} & \text{일일 최대 소비전력 (Wh)} \\ & = \text{소비전력 (Wh)} / \text{어획물 단위 중량 (kg)} \\ & \times \text{일일 최대 어획량 (kg)} \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

<Table 2> Catch composition of test fishing vessel I: Fish species, distance(between test fishing vessel and fishing area), weight, power consumption of electric fishing reels

Date	Fishing species	Distance(m)	Weight(kg)	Power consumption(Wh)
2016-06-16	Red seabream	45	0.3	0.49
	Chicken grunt	56	1	0.59
	Girella	52	1	0.55
	Girella	62	0.5	0.61
	Girella	69	0.6	0.61
	Filefish	60	1	0.79
	Chicken grunt	78	0.8	0.67
	Red seabream	109	0.3	0.95
	Chicken grunt	80	0.6	0.68
	Chicken grunt	78	1.5	0.86
2016-06-26	Girella	150	0.5	1.23
	Chicken grunt	80	0.4	0.52
	Girella	65	0.7	0.51
	Girella	34	1	0.38
	Chicken grunt	78	0.8	0.78
	Chicken grunt	67	0.5	0.53
2016-06-29	Goldstriped amberjack	119	1	1.67
	Girella	156	1.2	1.48
	Girella	168	0.4	1.43
	Girella	156	0.9	1.31
	Chicken grunt	146	0.3	1.07
	Girella	216	0.4	2.17
	Red seabream	120	1	1.11
	Filefish	120	0.8	1.91
Total			17.5	22.9



[Fig. 3] Comparison between catch amount and composition of fishing days from fishermen's logbook

<Table 2>는 2016년 6월 16, 26, 29일 총 3일간 어획한 어종, 어획물 중량, 소비전력량을 나타낸다. 기간 중 어종은 부시리, 참돔, 벤자리, 뽕어돔, 쥐치였으며, 총 어획량과 전동낚시 릴에서 각각의 어종별로 소비하는 전력량은 각각 17.5 kg, 22.9 Wh 이었으며, 어획물 단위 중량 당 전동낚시 릴이 소비하는 전력량을 환산하면 약 1.3 Wh임을 알 수 있었다.

어획량은 [Fig. 3]과 같이 조업기간 중 기상과 어장상태가 좋지 않아 어획량이 없는 경우도 있었으며, 이와 반대로 방어가 많이 어획되는 시기인 겨울철에는 일일 최대 어획량이 160 kg임을 알 수 있었다.

전동낚시 릴이 일일 기준으로 최대 소비하는 전력량은 어획물 단위 중량 당 전동낚시 릴이 소비하는 전력량 1.3 Wh와 조업기간 중 일일 최대 어획량인 160 kg을 기준으로 산정해 보면 약 208 Wh임을 알 수 있었다.

나. 시험선 II

옥돔주낙어업의 조업기간 및 시간은 규모에 따

라 다르다. 대규모 옥돔주낙어업은 어장마다 다소 차이가 있겠지만, 일반적으로 1항차에 약 4~5일이 소요되며, 실제 조업일수는 약 2~3일이다. 1일 2회 조업을 하며, 1회 투승 소요시간은 약 1시간 30분, 양승 소요시간은 약 4~5시간이다.

실험대상 선박인 시험선 II는 부부가 소규모로 옥돔주낙어업을 하는 형태로 대규모 옥돔주낙어업과 조업방식은 동일하며, 조업량과 조업시간에서 차이가 난다. 시험선 II의 경우, 조업 1일전 미끼가 끼어진 주낙을 준비한다. 미끼를 끼는 시간은 30통 기준으로 약 1시간 30분이다. 그 다음 날 해가 뜨기 전 약 30분전에 조업어장에 도착하여 전날 미끼를 끼운 주낙을 투승과 양승을 6회 반복한다. 투승 소요시간은 약 2시간, 양승 소요시간은 약 5시간이다.

시험선 II는 태양광 발전장치에서 충전된 배터리는 엔진을 끈 상태에서 조업 전날 야간에 미끼를 끼우기 위해 30 W 작업등 2개를 켤 때와 조업 후, 선내를 청소하기 위해서 190 W 수중펌프 1대를 사용하는데 이용되고 있다. 작업등, 수중펌프를 일일 평균적으로 사용한 시간은 각각 1시간 30분, 15분이었다. 작업등과 수중펌프를 소비하는 전력량은 일일 기준 각각 90 Wh, 47.5 Wh이고, 총 소비 전력량은 137.5 Wh이었다.

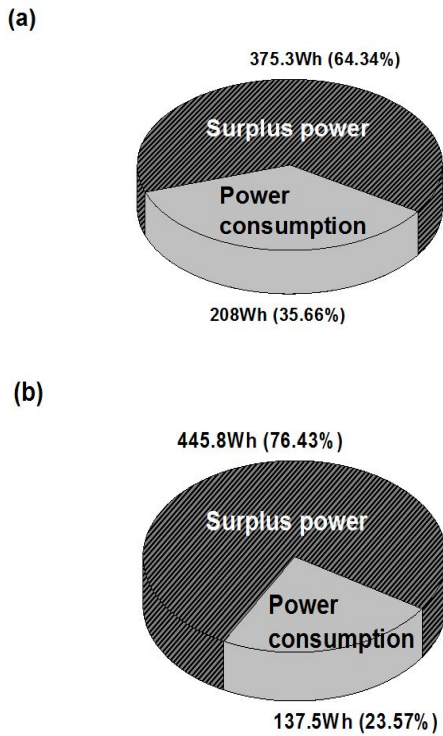
2. 잉여전력 분석결과

[Fig. 4] 는 시험선별로 일일 최대 사용할 수 있는 전력량을 기준으로 소비전력량(Power consumption)과 잉여전력량(Surplus power)을 나타낸 것이다.

시험선 I, II가 일일 최대 사용할 수 있는 전력량은 583.3 Wh로 동일하며, 일일 소비전력량은 각각 208 Wh, 137.5 Wh로 일일 최대 사용할 수 있는 전력량 대비 약 35.7%, 23.6% 수준으로 파악되었다. 시험선별로 잉여전력량은 각각 375.3 Wh, 445.8 Wh임을 확인할 수 있었다.

이와 같이 현재 시험선들은 선내 설치되어있는

태양광 발전장치를 최대로 이용하지 못하고 있는 수준으로 파악되었다. 따라서 시험선별로 조업 또는 정박 중에 태양광 발전장치를 전원공급원으로 사용할 수 있는 부하들을 파악하는 한편, 잉여전력을 최대한 활용하여 출어경비를 절감할 수 있는 방안 마련이 필요하다.



[Fig. 4] Power consumption and surplus power by each test fishing vessel: (a) test fishing vessel I and (b) II

3. 출어경비 절감 방안

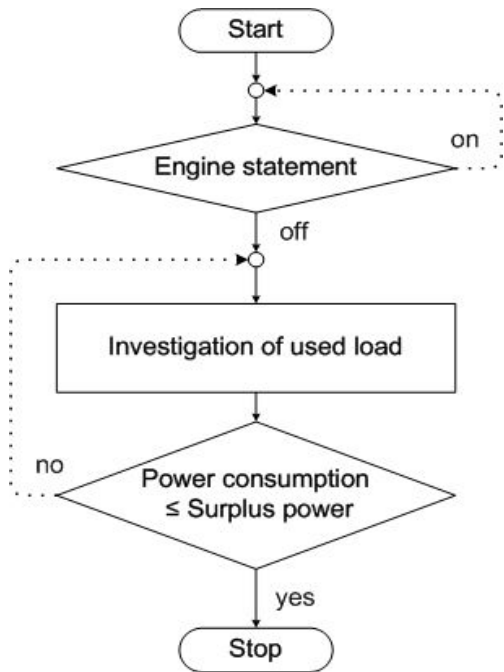
어선의 출어경비를 효과적으로 절감하는 방법은 유류 사용량을 줄이는 것이며, 유류 사용량을 최대한 줄일 수 있는 방법은 엔진 사용시간을 줄이는 것이다.

본 연구에서는 출어경비를 절감하는 방안으로 [Fig. 5]와 같이 시험선별로 엔진이 꺼진 상태에

서 설치된 태양광 발전장치의 잉여전력을 최대한 사용할 수 있는 부하를 조사하였다.

가. 시험선 I

시험선 I은 평소 유류비 절감과 엔진 소음 때문에 엔진을 꺼놓은 상태에서 태양광 발전장치로부터 충전된 배터리와 전동낚시 릴을 이용하여 낚시어업을 한다. 그리고 조업 중, 통신장비, 현등, 정박등, 어탐기와 같이 선내 설치된 전기부하들도 함께 꺼놓고 조업한다. 특히, 통신장비와 현등 그리고 정박등은 선박 안전사고와 관계되는 부하인 동시에 필수적으로 사용해야함에도 불구하고 조업 중에 꺼놓는 것으로 파악되었다.



[Fig. 5] Investigation method for electric load

이러한 이유는 엔진을 꺼놓은 상태에서 장시간 부하를 사용하게 되면 선내 배터리가 과방전 되어, 엔진 시동불량으로 해상에서 표류될 수 있는 상황이 발생하기 때문에 이들 부하들을 조업 중에 사용하기 위해서는 항상 엔진이 켜져 있는 상태에서 사용해야 한다.

따라서 시험선 I의 경우는 조업 중 엔진을 꺼놓은 상태에서 태양광 발전장치의 잉여전력을 선박 안전사고와 관계되는 부하들을 사용할 수 있도록 하여, 유류절감과 온실가스 배출 저감은 물론 선박 안전사고를 미연에 예방할 수 있을 것이라고 기대된다.

나. 시험선 II

시험선 II는 주로 엔진을 꺼놓고 태양광 발전장치를 전원공급원으로 사용하는 부하는 정박 상태에서 야간에 미끼 끼울 때와 입항 이후 선내 청소할 때 사용하는 작업등과 수중펌프였다. 따라서 본 연구에서는 현재 태양광 발전장치의 잉여전력을 최대한 활용하여 출어경비를 절감할 수 있는 방안을 마련하기 위해 조업과정을 조사하는 한편, 엔진을 꺼놓고 태양광 발전장치의 잉여전력으로 사용할 수 있는 부하를 조사하였다.

조사결과, 시험선 II는 조업과정에서 엔진을 꺼놓은 상태에서 주낙을 투승한 후, 주낙의 침지와 옥돔이 어획되기까지 해상에서 대기하는 것으로 파악되었다. 그리고 대기하는 시간동안에는 작업등, 정박등, 현등 그리고 통신장비 등을 항상 켜놓고, 식사해결 또는 수면을 취한 것으로 파악되었다.

이러한 조업과정에서 시험선 II의 경우는 주낙의 침지와 옥돔이 어획되기까지 해상에서 대기할 때 닻을 놓고, 엔진을 꺼놓은 상태에서 태양광 발전장치의 잉여전력으로 평소 조업에 사용하는 작업등, 정박등, 현등, 그리고 통신장비 등의 사용이 가능할 수 있을 것으로 기대된다. 단지, 닻을 내리고 올리는 작업이 힘들 수 있을 것으로 판단되지만, 엔진을 사용하지 않기 때문에 유류절감으로 인한 가계부담과 온실가스 배출 저감으로 환경오염을 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 그리고 매연 및 소음발생을 원천적으로 막을 수 있어 어업환경을 개선할 수 있을 것이라고 판단된다.

4. 태양광 발전장치 설치 효과

가. 시험선 I

최근 들어 시험선 I 처럼 생계수단 목적으로 낚시어업 행위를 하는 어업인들은 수동낚시 릴보다 전동낚시 릴의 사용을 선호하는 추세이다. 전동낚시 릴의 경우 어류 입질 시 모터의 순간적인 큰 힘을 이용해 어류를 낚아 올리기 때문에 어류가 이탈하거나 탈출하는 빈도수는 수동낚시 릴보다 적고 반복적인 어획 작업으로 인한 피로감을 덜어 줄 수 있기 때문이다. 또한 어군형성시, 짧은 시간에 많은 어류를 낚을 수 있는 장점도 있다.

시험선 I의 경우 태양광 발전장치를 설치하기 이전에는 전동낚시 릴을 사용하기 위해서 일반적으로 자동차에 사용하는 배터리를 2~3개씩 가정에서 충전하여 사용해왔다. 그리고 사용 후에는 배터리를 충전하기 위해서 무거운 배터리를 어선과 가정으로 운반하는 작업들의 불편함이 많았지만, 현재 태양광 발전장치 설치 이후로는 이러한 애로사항이 해결되었다. 그리고 고용량 배터리 여러 개를 장시간 충전하는 문제뿐만 아니라, 전기요금도 발생하던 부분까지 해결할 수 있게 되었다.

나. 시험선 II

태양광 발전장치 설치 전, 시험선 II는 미끼를 끼울 때와 선내 청소할 때 필요한 작업등, 수중펌프를 사용하기 위해서 엔진을 공회전 상태로 켜놓고, 어선의 발전기(Alternater)로부터 생산된 전기에너지를 사용하였다. 이러한 이유는 선내 설치된 배터리의 수명유지와 과방전을 방지하여 엔진 시동불량 상황을 미연에 대비하기 위한 것이다. 이와 같은 이유는 시험선 I, II를 포함하는 모든 선박들이 해당된다. 이 때문에 미끼를 끼는 작업이나 선내 청소작업을 하는 시간동안 엔진은 유류를 소모하게 되고, 엔진사용에 의한 소음과 매연이 발생했다. 현재, 태양광 발전장치 설치 이후에는 엔진을 꺼놓은 상태에서 작업등,

수중펌프를 수시로 사용할 수 있으며, 또한 유류 절감과 작업 중에 소음과 매연으로 인한 인체의 피해를 줄일 수 있게 되었다.

5. 활용방안

태양광 발전장치는 유류절감 및 온실가스 배출 저감 등의 환경적인 문제 해결뿐만 아니라, 선박 안전에 관련된 문제, 어업환경 개선 등에 활용이 가능할 것으로 기대된다.

첫 번째로 해상에서 배터리 수명 또는 배터리 과방전으로 인한 엔진 시동 불량문제를 해결할 수 있을 것으로 판단된다. 일반적으로 선내에 설치된 배터리의 충전과 사용하는 부하에 전력을 공급하기 위해서 선박에 발전기가 설치되고, 발전기는 엔진이 켜져 있는 상태에서만 전력을 생산한다. 필요에 의해 잠시 사용하는 부하에 대해서는 선내 충전된 배터리를 사용하지만, 장시간 동안 사용하는 부하는 엔진을 켜놓는다. 이러한 이유는 배터리 방전으로 인해 엔진 시동이 걸리지 않는 상황을 대처하기 위해서이며, 실제로 해상에서는 배터리 방전 또는 고장으로 인한 엔진 시동 불량문제로 표류되는 사건이 종종 발생한다. 이와 같이 배터리 문제로 인한 엔진 시동불량으로 실제 해상에서 표류 시에는 태양광 발전장치의 배터리를 엔진 시동용으로 사용할 수 있어, 선박 안전사고를 미연에 예방할 수 있을 것으로 기대된다.

두 번째로 선박안전과 관계되는 선박 화재, 침수뿐만 아니라, 어획물 도난사고와 관련된 문제를 해결하기 위한 사물인터넷(IoT) 기술이 적용 가능할 것으로 기대된다. 최근 사물인터넷 기술이 생활 속에서 급속도로 발전하고 있다. 특히, 구글은 홈 IoT 시스템을 개발하여 난방이나 조명을 음성으로 조절하고 음악을 트는 등 가정 내 기기들과 사물인터넷으로 연결되는 기술을 개발하였다. 이제는 사람과 사물의 연결을 넘어 모든 기계와 기계가 연결되는 사회로 변화하고 있다.

이와 같은 기술은 선박 안전사고 예방과 범죄예방 목적으로 적용가능하다. 특히, 선박의 화재 또는 침수 시 알람 전송, 선박 계류 상태 그리고 어획물 도난사고 등을 대비한 CCTV 운용과 실시간 모니터링을 모바일 기기에서 구현할 수 있다. 하지만 이러한 기술을 구현하기 위해서는 우선적으로 화재 및 침수 상태를 감지하는 센서, 그리고 CCTV에 전원을 항상 공급할 수 있는 방안이 마련되어야 한다. 따라서 선박 내 태양광 발전장치를 설치하여 활용함으로써, 선박 안전사고 예방과 범죄예방을 위해 필요한 각종 센서 전원을 상시 공급하는 한편, 어업인이 안전하게 조업할 수 있는 환경을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

세 번째로 어업인의 복지환경을 개선하는데 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 조업 중, 어업인들은 식사를 선내에서 해결한다. 일반적으로는 가스버너를 이용하여 밥을 해먹거나, 차를 마시기 위해서 물을 끓이는데도 가스버너를 사용한다. 가스버너는 선박 화재발생의 주요인으로 선박 화재사고에 노출되어 있고, 조업 중 가스통을 신고 다녀야 하는 번거로움과 위험 부담이 있다. 이러한 문제는 태양광 발전장치에서 충전된 배터리와 직류를 교류로 변환하는 인버터를 추가적으로 설치하여, 전기에너지로 요리할 수 기구 등을 활용함으로써 어업인의 복지환경을 개선하는 한편, 선박 안전사고 예방에 도움이 될 것이라고 판단된다.

네 번째로 태양광 발전시스템 장치의 배터리와 선내 설치된 배터리 계통을 연결하는 것이다. 엔진을 사용하지 않고 꺼놓은 상태에서 부하를 사용할 때는 태양광 발전장치의 배터리로 사용하고, 엔진이 켜진 상태에서는 선내 배터리를 이용할 수 있도록 구성하여 선내 사용하는 전력을 효율적으로 제어하는 한편, 유류절감과 온실가스 저감 효과도 극대화 할 수 있을 것으로 기대된다.

IV. 결론

본 연구에서는 200W급 태양광 발전장치가 설치된 낚시어업, 옥돔주낙어업 선박을 시험선으로 선정하여, 시험선별로 일일 최대 사용할 수 있는 전력량, 일일 소비전력, 잉여전력 등을 분석하였다. 분석결과 시험선 I 과 II 각각 일일 최대 사용할 수 있는 전력량 대비 35.7%, 23.6% 수준으로 태양광 발전장치의 활용도가 매우 낮은 것으로 확인되었다. 따라서 본 연구에서는 시험선별로 잉여전력을 최대한으로 활용하여 출어 경비를 절감할 수 있는 방안들을 제시하였다. 이뿐만 아니라, 시험선별로 조업방식과 태양광 발전장치 설치효과 분석 등을 통해 선박 안전사고 예방과 어업인 어업환경 개선을 위한 활용방안을 제시하였다.

향후 유류절감과 온실가스 배출 저감을 위해서는 어업별로 태양광 발전장치를 최대한 활용할 수 있는 방안뿐만 아니라, 출어 경비의 절감, 선박 안전사고의 예방, 어업인들의 어업환경까지 개선시킬 수 있는 방안들을 지속적이고 적극적으로 마련해야 할 것이다. 그리고 태양광 발전장치 이용을 확대하기 위해서는 태양광 발전장치 설치에 따른 경제성 및 사회적인 과급효과 등에 대한 연구도 추가적으로 되어야 할 것이다.

References

- Alfonsin, V. · Suarez, A. · Cancela, A. · Sanchez, A. & Maceiras, R.(2014). Modelization of hybrid systems with hydrogen and renewable energy oriented to electric propulsion in sailboats. *International Journal of Hydrogen Energy*, 39(22), 11763~11773.
- Choi, Choeng-Hoon et al.(2016). Development and demonstration of PEM fuel-cell-battery hybrid system for propulsion of tourist boat. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(5), 3591~3599.
- Choi, Han-Kyu · Kim, Hee-Je · Lee, Kyung-Jun (2012). A study on the development of solar hybrid generating system for ship, *Journal of the Korea Ship Safety Technology Authority* 32, 12~29.
- Date, A. · Gauci, L. · Chan, R. & Date, A.(2015). Performance review of a novel combined thermoelectric power generation and water desalination system. *Renewable Energy*, 83, 256~269.
- Elsheikh, M. H. et al. · Shnawah, D. A. · Sabri, M. F. M. · Said, S. B. M. · Hassan, M. H. · Bashir, M. B. A., & Mohamad, M.(2014). A review on thermoelectric renewable energy: Principle parameters that affect their performance. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 337~355.
- Jeong Seong-Jae · Dong-Gil Lee · Seong-Wook & Park, Hee-Jin Kim(2014). Power supply performance photovoltaic (PV) system for 3-ton class fishing vessel, *The Korean Society of Fisheries Technology* 51(4), 487~494.
- Oh, Kyoung-Gun · Moon Byung-Young & Lee Ki-Yeol(2016). Performance evaluation and technical development of eco-environmental photovoltaic leisure ship with sail-controlling device with respect to solar-hybrid generating system. *Journal of Ocean Engineering and Technology* 30(1), 57~67.
- Sterling D & Goldsworthy L.(2007). Energy efficient fishing: A 2006 review - Part A - Alternative fuels and efficient engines. Australian Government - Fisheries Research and Development Corporation report. 1~52.
- Sterling D & Klaka K.(2007). Energy efficient fishing: A 2006 review - Part B - Hull characteristics and efficiency. Australian Government - Fisheries Research and Development Corporation report. 1~27.
- Twaha, S. · Zhu, J. · Yan, Y. & Li, B.(2016). A comprehensive review of thermoelectric technology: Materials, applications, modelling and performance improvement. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 698~726.
- Yang Yong-su · Dong-gil Lee · Bo-Kyu Hwang, Kyoung-Hoon Lee & Jihoon Lee(2015). A qualitative analysis of greenhouse gases emissions from bottom pair trawl using a LCA method, *The*

- Korean Society of Fisheries Technology 51(1), 111~119.
- Zahedi, B. · Norum, L. E. & Ludvigsen, K. B. (2014). Optimized efficiency of all-electric ships by dc hybrid power systems. Journal of power sources, 255, 341~354.
- Zhang, Q. H. · Huang, X. Y. · Bai, S. Q. · Shi, X. · Uher, C. & Chen, L. D.(2016). Thermoelectric devices for power generation: recent progress and future challenges. Advanced Engineering Materials, 18(2), 194~213.
-
- Received : 21 April, 2017
 - Revised : 12 June, 2017
 - Accepted : 16 June, 2017