

남서대서양 오징어채낚기어업에서 달빛이 어획에 미치는 영향

임영경 · 이재봉¹ · 이종희² · 조현수³ · 장호영³ · 황보규³ · 최석관^{2*}

군산대학교 수산과학과, ¹국립수산과학원 연근해자원과, ²국립수산과학원 원양자원과,
³군산대학교 해양생산학과

Influence of moon light to the fishing of squid jigging fishery in the Southwest Atlantic Ocean

Yeong-Gyeong IM, Jae-Bong LEE¹, Jong-Hee LEE², Hyun-su JO³, Ho Young CHANG³,
Bo-Kyu HWANG³ and Seok-Gwan CHOI^{2*}

Dept. of Fisheries Science, Kunsan National University, Kunsan 573-400, Korea

¹*Coastal Water Fisheries Resources Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea*

²*Distant Water Fisheries Resources Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea*

³*Dept. of Marine Science & Production, Kunsan National University, Kunsan 573-400, Korea*

The aim of this study is to investigate influence of moon light to the fishing of squid jigging fishery in the southwest Atlantic Ocean based on analyses of date taken from 127 vessels in Falkland fishing ground by squid jigging fishery from 2010 to 2015. Catch and CPUE were analyzed between the new moon and full moon phases. Catches of the new moon phase were higher than those of the full moon phase by 7.6% and CPUE expressed in mt/day-vessels and mt/line-day were also higher by 18.2%, 18.2% respectively. However, as a result of statistical analysis at a significance level of $p > 0.05$, no significant statistical differences in catch, mt/day-vessels and mt/line-day were found between the new moon and the full moon as a result of statistical analysis at a significance level of $p > 0.05$.

Keywords : Southwest Atlantic Ocean, Squid jigging fishery, Moon light

서론

이탈리아와 스페인 황새치 유자망어업의 경우 어민들은 달의 형상이 어획에 어떤 영향을 미치는지 매우 잘 알고 있기 때문에 달빛이 밝은 월명기에는 어획노력량을 현저히 줄인다고 하였다(Di Natale and Mangano, 1995; De la Serma et al., 1992). 즉, 달빛이 어군의 집어에 방해 작용을 하여 달빛이 밝은 월명기에는 어획량이

감소한다고 알려져 있기 때문이다(Jo et al., 2005). 마찬가지로 오징어채낚기어업은 주광성을 가지는 오징어를 대상으로 집어등을 이용해 어로활동을 하는 어법으로서, 오징어채낚기어업의 어획은 집어등의 광원 출력 및 선박의 톤수 등과 같은 어획성능뿐만 아니라 달빛과 같은 광환경의 영향을 받게 된다. 이와 같이 달빛과 같은 광환경이 어획에 큰 영향을 줄 수 있음에도 불구하고,

*Corresponding author: sgchoi@korea.kr, Tel: +82-51-720-2320, Fax: +82-51-720-2337

오징어채낚기어업에서 달빛과 어획과의 관계에 관한 연구는 찾아보기 어려운 실정이다. 달빛과 어획의 관계에 관한 다른 어업의 연구로는 Akyol(2013)과 Akyol and Ceyhan(2012)이 유자망 조업 시 달의 형상에 따른 황새치 어획량 및 CPUE의 관계에 관해 보고하였으며, 연승어업에 대해서는 Moreno et al.(1991)이 달의 형상과 황새치의 일별 CPUE에 대해 보고한 바 있다. 그리고 콩치붕수망어업의 경우 Jo et al.(2005)이 달의 형상에 따른 콩치의 어획량, 어획노력량 및 CPUE의 관계에 대해 보고하였다. 다른 어업과 같이 오징어채낚기어업에서 광환경에 의한 어획의 영향을 규명하는 것은 어획량 자료로부터 자원의 동태를 보다 정확하게 파악하기 위해 필요할 뿐만 아니라, 오징어채낚기어업 조업에 중요한 정보로 활용될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 달빛이 오징어채낚기어업의 어획량과 CPUE에 미치는 영향을 규명함으로써 원양 오징어채낚기어업에 종사하는 어업인들의 조업효율을 높일 수 있는 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

달빛이 오징어채낚기어업의 어획에 미치는 영향을 분석하기 위해 2010~2015년 남서대서양 포클랜드어장에서 조업한 우리나라 원양 오징어채낚기어선 총 127척(Table 1)의 어획실적보고서에 기재된 주 조업위치(위도 및 경도)와 어획량, 신호부자, 상자 중량, 어획일자, 천후 및 물레대수를 이용하여 그믐기와 월명기의 어획량, CPUE(Catch per unit effort)인 조업일당어획량(mt/day-vessels)과 물레당어획량(mt/line-day)을 연도별, 월별로 비교 및 분석하였다. 여기서 월명기는 음력 15일 전·후 3일인 총 7일로서 음력 12~18일에 해당되

며, 그믐기는 음력 1일 전·후 3일인 총 7일로서 27~익월 4일(또는 28~익월 4일)에 해당된다. 연도별, 월별 비교 시 월별의 경우에는 연도별 자료를 월별로 누계하여 사용하였다.

천후는 달의 밝기를 고려하여 쾌청(Blue sky, B) 또는 맑음(Blue sky with detached clouds, BC)에 해당하는 날의 자료만 이용하였고, 구름이나 안개로 인해 달빛이 없을 때의 자료는 제외하였다. 이는 CPUE가 총 어획량을 총 노력량으로 나눈 표준화된 상대적 지수이므로 달빛의 영향이 있는 날의 그믐기 자료와 월명기 자료만을 비교함으로써 달빛이 오징어채낚기어업의 어획에 미치는 영향을 보다 더 분명하게 나타낼 수 있기 때문이다.

그믐기와 월명기의 어획량 및 CPUE의 차이를 통계학적으로 비교하기 위해 Min(2015)의 방법과 같이 Student's t-test(t-검정)를 이용하여 유의성 검정을 실시하였다.

결과

그믐기와 월명기 어획량 비교

조사기간인 2010~2015년의 6년간 연도별 어획량을 그믐기와 월명기로 비교한 결과, 연도별 어획량은 특별한 경향 없이 증감을 반복하여 전 기간에 걸쳐 큰 차이를 나타내지 않았지만, 2011년에는 다른 연도에 비해 차이가 다소 크게 나타나 그믐기의 어획량이 월명기의 어획량보다 59.6% 낮게 나타났다. 또한 2014년과 2015년은 반대로 그믐기의 어획량이 월명기의 어획량보다 각각 16.9% 및 13.2% 높아 비교적 큰 차이를 나타내었다. 전체적으로 그믐기와 월명기의 연도별 평균 어획량은 그믐기가 월명기보다 7.6% 높게 나타났으나(Fig. 1), 그믐기와 월명기에 따른 연도별 어획량의 통계적

Table 1. Comparison of statistics date and sample date of the Korean squid jigging fishery in the southwest Atlantic Ocean from 2010 to 2015

Year	Licensed vessel (N*)	Sample vessel (N*)	Sample proportion (%)	Statistics catch (mt)	Sample catch (mt)	Sample proportion (%)
2010	30	10	033.3	016,718	007,698	046.0
2011	31	14	045.2	027,246	023,330	085.6
2012	32	11	034.4	041,991	016,401	039.1
2013	32	29	090.6	054,636	054,442	99.6
2014	32	32	100.0	112,812	112,812	100.0
2015	31	31	100.0	108,288	108,288	100.0
Total	188	127	67.6	361,691	322,971	89.3

* N : Number of vessel

차이를 알아보기 위해 Student's t-test(t-검정)를 실시한 결과, 그믐기의 어획량 평균(±표준오차)은 5.88(±2.22)로서 월명기의 어획량 평균(±표준오차) 5.43(±1.77)과 평균(±표준오차) 0.45(±0.45)의 차이가 났으나, $p > 0.05$ 수준에서 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다.

조사기간 동안 그믐기와 월명기의 월별 누계 어획량을 비교한 결과, 연도별 어획량과 마찬가지로 그믐기와 월명기의 월별 누계 어획량은 전 기간에 걸쳐 큰 차이를 보이지 않았지만, 여기 초인 12월과 2월 및 성어기인 4월에는 다른 월에 비해 그믐기와 월명기의 어획량이 다소 큰 차이를 보여 그믐기의 어획량이 월명기의 어획량보다 각각 94.8%, 48.5% 및 21.1% 높게 나타났다. 또한 6월에는 반대로 그믐기의 어획량이 월명기의 어획량보다 709.8% 낮아 큰 차이를 보였다. 결과적으로 그믐기와 월명기의 월별 누계 평균 어획량은 그믐기가 월

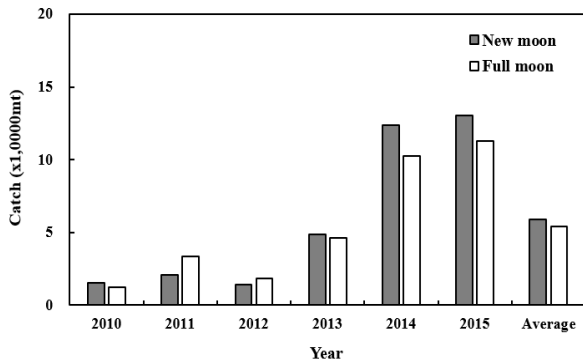


Fig. 1. Annual variation in catch of the Korean squid jigging fishery by the moon phases in the southwest Atlantic Ocean from 2010 to 2015.

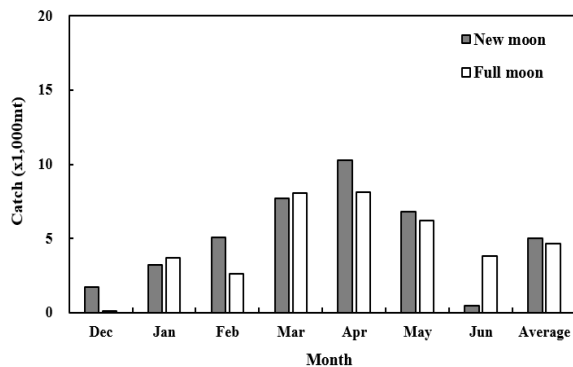


Fig. 2. Monthly variation in catch of the Korean squid jigging fishery by the moon phases in the southwest Atlantic Ocean from 2010 to 2015.

명기보다 7.6% 높게 나타났다(Fig. 2). 그러나 그믐기와 월명기에 따른 월별 누계 어획량의 통계적 차이를 알아보기 위해 Student's t-test(t-검정)를 실시한 결과, 그믐기의 어획량 평균(±표준오차)은 5.04(±1.32)로서 월명기의 어획량 평균(±표준오차) 4.66(±1.12)과 평균(±표준오차) 0.38(±0.20)의 차이가 났으나, $p > 0.05$ 수준에서 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다.

그믐기와 월명기 CPUE 비교

조사기간인 2010~2015년의 6년간 연도별 조업일당 어획량(mt/day-vessels)을 그믐기와 월명기로 비교한 결과, 그믐기와 월명기의 조업일당어획량은 전 기간에 걸쳐 특별한 경향 없이 증감을 반복하였다. 하지만 2011년에는 다른 조사대상 연도에 비해 그 차이가 다소 크게 나타나 그믐기의 조업일당어획량이 월명기의 조업일당 어획량에 비해 59.6% 높게 나타났다. 또한 2013~2015

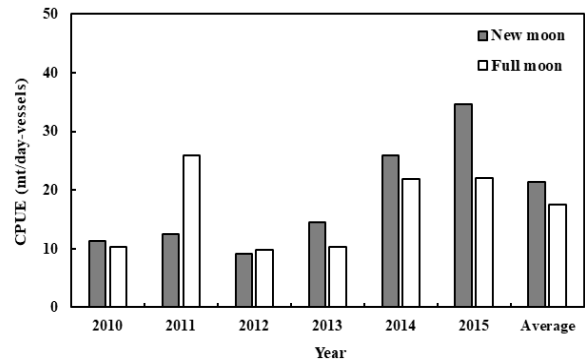


Fig. 3. Annual variation in CPUE(mt/day-vessels) of the Korean squid jigging fishery by the moon phases in the southwest Atlantic Ocean from 2010 to 2015.

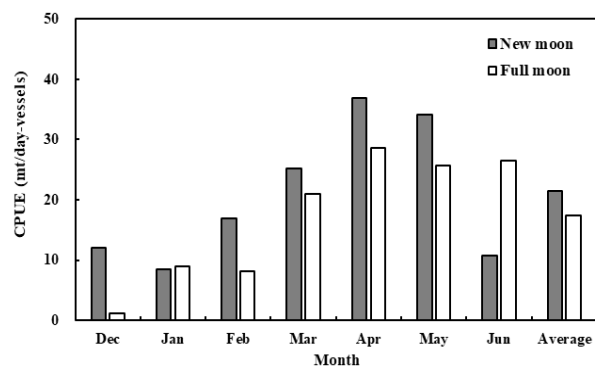


Fig. 4. Monthly variation in CPUE(mt/day-vessels) of the Korean squid jigging fishery by the moon phases in the southwest Atlantic Ocean from 2010 to 2015.

년에는 반대로 그믐기의 조업일당어획량이 월명기의 조업일당어획량보다 각각 28.3%, 15.7% 및 36.1% 높아 비교적 큰 차이를 나타내었다. 따라서 연도별 평균 조업일당어획량은 그믐기가 월명기보다 18.2% 높게 나타났 다(Fig. 3). 그러나 그믐기와 월명기에 따른 연도별 조업 일당어획량의 통계학적 차이를 알아보기 위해 Student's t-test(t-검정)를 실시한 결과, 그믐기의 조업일당어획량 평균(±표준오차)은 17.96(±4.11)로서 월명기의 조업 일당어획량 평균(±표준오차)인 16.72(±3.00)와 평균 (±표준오차) 1.24(±1.11)의 차이가 나타났으나, $p > 0.05$ 수준에서 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다.

조사기간 동안 그믐기와 월명기 두 기간의 월별 누계 조업일당어획량을 비교하면, 연도별 조업일당어획량과 마찬가지로 비슷한 양상을 보였으나, 여기 초인 12월과 2월 및 6월에는 다른 월에 비해 그믐기와 월명기의 조업

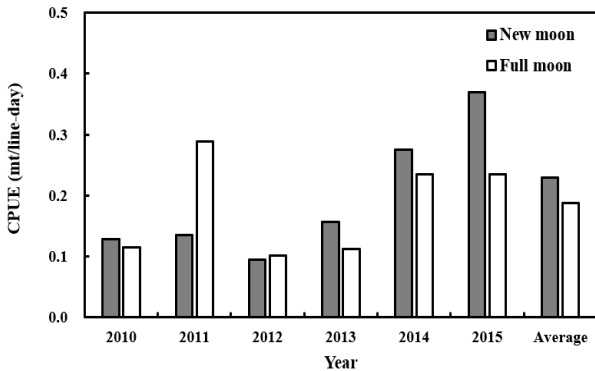


Fig. 5. Annual variation in CPUE(mt/line-day) of the Korean squid jigging fishery by the moon phases in the southwest Atlantic Ocean from 2010 to 2015.

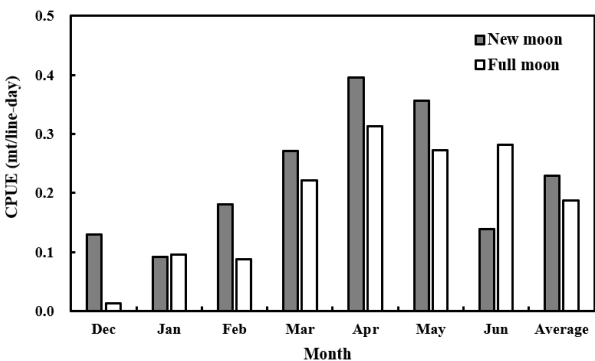


Fig. 6. Monthly variation in CPUE(mt/line-day) of the Korean squid jigging fishery by the moon phases in the southwest Atlantic Ocean from 2010 to 2015.

일당어획량이 비교적 큰 차이를 보였다. 12월과 2월에는 그믐기의 조업일당어획량이 월명기의 조업일당어획량에 비해 각각 90.7% 및 51.8% 높게 나타났으나, 6월에는 반대로 역전하여 그믐기의 조업일당어획량이 월명기의 조업일당어획량보다 147.4% 낮아 큰 차이를 나타내었다. 따라서, 그믐기와 월명기의 월별 누계 평균 조업일당어획량은 그믐기가 월명기보다 18.2% 높았다(Fig. 4). 그러나 그믐기와 월명기에 따른 월별 누계 조업일당어획량의 통계학적 차이를 알아보기 위해 Student's t-test(t-검정)를 실시한 결과, 그믐기의 조업일당어획량 평균(±표준오차)은 20.64(±4.36)로서 월명기의 조업일당어획량 평균(±표준오차)인 17.14(±4.11)와 평균(±표준오차) 3.50(±0.25)의 차이가 나타났으나, $p > 0.05$ 수준에서 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다.

조사기간인 2010~2015년의 6년간 연도별 물레당어획량(mt/line-day)을 그믐기와 월명기 로 비교한 결과, 조업일당어획량과 마찬가지로 그믐기와 월명기의 연도별 물레당어획량은 특별한 경향 없이 증 감을 반복하여 큰 차이를 보이지 않았지만 2011년에는 다른 조사대상 연도와 달리 그 차이가 다소 크게 나타나 그믐기의 물레당어획량이 월명기의 물레당어획량에 비해 113.6%로 매우 낮게 나타났다.

또한 2013~2015년에는 반대로 그믐기의 물레당어획량이 월명기의 물레당어획량보다 각각 28.0%, 15.1% 및 36.6% 높아 비교적 큰 차이를 나타내었다. 결과적으로 그믐기와 월명기의 연도별 평균 물레당어획량은 그믐기가 월명기보다 18.2% 높게 나타났 다(Fig. 5). 그러나 그믐기와 월명기에 따른 연도별 물레당어획량의 통계학적 차이를 알아보기 위해 Student's t-test(t-검정)를 실시한 결과, 그믐기의 물레당어획량 평균(±표준오차)은 0.20(±0.04)로서 월명기의 물레당어획량 평균(±표준오차)인 0.18(±0.03)와 평균(±표준오차) 0.02(±0.01)의 차이가 나타났으나, $p > 0.05$ 수준에서 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다.

조사기간 동안 그믐기와 월명기의 월별 누계 물레당어획량을 비교하면, 그믐기와 월명기의 월별 누계 물레당어획량은 연도별 물레당어획량과 마찬가지로 경향을 나타내었다. 하지만 여기 초인 12월과 2월 및 6월에는 다른 월에 비해 그믐기와 월명기의 물레당어획량 차이가 다소 크게 나타났다.

12월과 2월에는 그믐기의 물레당어획량이 월명기의 물레당어획량에 비해 각각 89.9% 및 51.8% 높게 나타났으며, 6월에는 반대로 그믐기의 물레당어획량이 월명기의 물레당어획량보다 103.4% 낮아 다소 큰 차이를 나타내었다. 따라서 그믐기와 월명기의 월별 누계 평균 물레당어획량은 그믐기가 월명기보다 18.2% 높게 나타났었다 (Fig. 6). 그러나 그믐기와 월명기에 따른 월별 누계 물레당어획량의 통계학적 차이를 알아보기 위해 Student's t-test(t-검정)를 실시한 결과, 그믐기의 물레당어획량 평균(표준오차)은 $0.22(\pm 0.05)$ 로서 월명기의 물레당어획량 평균(±표준오차)인 $0.18(\pm 0.04)$ 와 평균(±표준오차) $0.04(\pm 0.01)$ 의 차이가 나타났으나, $p > 0.05$ 수준에서 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다.

고찰

조사기간인 2010~2015년의 6년간 그믐기와 월명기의 어획량 및 CPUE인 조업일당어획량(mt/day-vessels)과 물레당어획량(mt/line-day)이 통계학적 차이가 없는 것으로 나타난 결과를 미루어보아 남서대서양 오징어채낚기어업에서 달빛은 어획에 영향을 주지 않는 것으로 생각된다. 달빛과 어획과의 관계에 대한 다른 어업의 경우 Di Natale and Mangano(1995)와 De la Serna et al.(1992), Akyol(2013), Akyol and Ceyhan(2012)의 보고에 의하면 황새치 유자망어업은 어민들이 달의 형상이 어업활동에 어떤 영향을 미치는지 매우 잘 알고 있으며, 실제 그믐기의 CPUE가 월명기의 CPUE보다 높는데 이는 어민들이 어획량비율을 예측가능하기 때문에 월명기에는 어획노력량을 현저하게 줄인다고 하였다.

또한 그믐기에는 유자망 그물이 물속에서 어획대상물의 눈에 띄는 것을 줄여주기 때문에 그믐기가 월명기보다 어획량이 높다고 보고하였다. 그리고 Draganik and Cholyst(1998)와 Santos and Garcia(2005)는 월명기에는 연승의 미끼가 물속에서 어획대상물의 눈에 띄기 쉽기 때문에 그믐기가 월명기보다 어획량이 낮다고 보고하였다. Jo et al.(2005)은 콩치붕수망어업의 경우 표층에서 유영하는 주광성이 매우 강한 콩치를 집어등으로 집어한 후 어획하기 때문에 그믐기가 월명기보다 어획량이 낮다고 보고하였다.

오징어채낚기어업의 경우 달빛과 어획의 관계는 유자망어업, 연승어업 및 콩치붕수망어업과는 달리 달빛과

관계없는 상이한 결과를 나타내었다. 이와 같이 각각의 어업에 대해 달빛이 어획에 미치는 영향이 다르게 나타난 주요 원인은 대상어종과 어구어법의 차이 때문인 것으로 추정된다.

오징어채낚기어업의 경우 오징어의 주광성을 이용하는 어법으로서 조업 시 집어등을 사용하여 오징어 어군을 유집해 어획하는 어법이다. 마찬가지로 집어등을 사용하는 콩치붕수망어업과 선망어업의 어획대상 어종인 콩치와 고등어는 빛이 직접 도달하는 표층 부분에 모이는 것과 달리(Choi, 2002), 오징어 어군은 조업 시 빛의 영향이 직접적으로 미치지 않는 선저를 중심으로 좌우 35° 이내의 선체에서 만들어진 그림자 부분 아래에 분포한다(Arakawa et al., 1998; Choi and Arakawa, 2001). 이때 오징어 어군의 분포 수심은 60~80 m의 약 $10^{-2} \sim 10^{-3}$ lx 빛이 비치는 부분에 모여(Arakawa et al., 1998; Choi and Arakawa, 2001; Choi, 2002), 달빛이 가장 밝은 월명기의 달의 조도는 약 $10^{-1} \sim 10^{-2}$ lx이다(Uchibashi and Ito, 1955). 따라서 오징어가 군을 형성하는 수심까지 달빛이 미치지 않기 때문에 달빛이 어획수층에 미치는 영향이 미미하여 어획과 관계없는 결과가 나타난 것으로 추정된다. 또한 Jo(2004)의 보고에 따르면 콩치를 어획하는 콩치붕수망어업에서는 탐조등과 어탐장치를 이용하여 어군을 탐색하고 투망 가치가 있다고 판단되면 투망하여 어획하는 반면, 오징어채낚기어업의 경우 콩치붕수망어업과 마찬가지로 어탐장치를 이용하여 어군을 탐색하기는 하지만, 어군의 크기 및 밀도에 관계없이 집어등으로 오징어 어군을 유집해 자동조획기를 연속적으로 작동시켜 어획하므로 달빛이 오징어의 어획량 및 CPUE에 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 남서대서양 오징어채낚기어업에 있어 어획량 및 CPUE에 영향을 미치는 요인을 달빛 이외에는 배제하였다. 그러나 Kim and Kim(2004)이 보고한 것과 같이 남서대서양에서 우리나라 원양 오징어채낚기어선의 조업이 주로 이루어지는 포클랜드어장의 경우 남하하는 브라질 해류와 북상하는 포클랜드해류가 만나 연중 호어장을 이루는 곳으로 알려져 있다. 따라서 동해역에서 어획되는 오징어 어획량 및 CPUE에 영향을 미치는 요인으로 달빛뿐만 아니라 수온의 변동을 고려한 연구의 보완이 필요한 것으로 판단된다.

결론

남서대서양 오징어채낚기어업에서 달빛과 어획과의 관계를 알아보기 위해 2010~2015년 남서대서양 포클랜드어장에서 조업한 우리나라 원양 오징어채낚기어선 총 127척의 어획실적보고서에 기재된 자료를 이용하여 그믐기와 월명기의 어획량, CPUE인 조업일당어획량(mt/day-vessels)과 물레당어획량(mt/line-day)을 연도별, 월별로 비교 및 분석한 결과, 평균 어획량은 그믐기가 월명기보다 7.6% 높게 나타났다. 평균 조업일당어획량 및 평균 물레당어획량은 그믐기가 월명기에 비해 각각 18.2% 및 18.2% 높았다. 그러나 그믐기와 월명기의 어획량, 조업일당어획량 및 물레당어획량을 통계 분석한 결과, $p > 0.05$ 수준에서 모두 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다. 따라서 남서대서양 오징어채낚기어업에서 달빛은 어획에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

사사

본 연구는 2018년 국립수산물연구원 수산과학연구소사업 원양어업 자원평가 및 관리연구(R2018025)의 지원으로 수행되었습니다.

References

- Akyol O and Ceyhan T. 2012. Moon phase's influence on CPUE of Turkish albacore gillnet fishery. Collect. vol. sci. pap. iccat 68(2), 499-502.
- Akyol O. 2013. The influence of the moon phase on the CPUEs of Swordfish gillnet fishery in the Aegean sea, Turkey. Turkish journal of fisheries and aquatic sciences 13, 355-358. (DOI:10.4194/1303-2712-v13_2_18)
- Arakawa H, Choi SJ, Arimoto T and Nakamura Y. 1998. Relationship between underwater and distribution of Japanese common squid under fishing lights of a squid jigging boat. Fisheries science 64(4), 553-557.
- Choi SJ and Arakawa H. 2001. Relationship between the catch of squid, *Todarodes pacificus* STEENSTRUP, according to the jigging depth of hooks and underwater illumination in squid jigging boat. J Korean fish Soc 34(6), 624-631.
- Choi JS. 2002. Relationship between the boat sizes, light source output for fishing lamps and the catch of squid, *Todarodes pacificus* STEENSTRUP, in coastal squid jigging fishery of Japan. J Korean fish Soc 35(6), 644-653.
- De la serna JM, Alot E and Rivera E. 1992. Analysis of CPUEs by size group of swordfish(*Xiphias gladius*) caught by drifting gillnets in the area of Gibraltar Strait, during the year 1989~1990. Relationship with lunar phases and other environmental factors. Collect. vol. sci. pap. iccat recl. doc. sci. cicta colecc. doc. cient. cicaa 39(2), 623-634(in Spanish).
- Di Natale A and Mangano A 1995. Moon phases influence on CPUE : A first analysis of swordfish driftnet catch data from the Italian fleet between 1990 and 1991. Collect. vol. sci. pap. iccat recl. doc. sci. cicta colecc. doc. cient. cicaa 44(1), 264-267.
- Draganik B and Cholyst J. 1988. Temperature and moonlight as stimulators for feeding activity by swordfish. Col. vol. sci. pap. iccat 27, 305-314.
- Jo HS. 2004. Fishing conditions and catch characteristics of pacific saury stick-held dip net fishery in the north Pacific Ocean. Pukyong national university. Korea. 138.
- Jo HS, Moon DY, Baik CI, Lee JH and Kim HS. 2005. Influence of moon light to the fishing of Pacific saury stick-held dip net fishery. Bull Korean Soc Fish 41(2), 107-112.
- Kim YS and Kim DN. 2004. Abundance of argentine shortfin squid, *Illex argentimus*(Castellanos) in relation to fluctuation of water temperature in the southwestern Atlantic Ocean. Bull Korean Soc Fish Technol 40(4), 282-294.
- Moreno S, Pol J and Munoz L. 1991. Influence of the moon on the abundance of swordfish. Collect. vol. sci. pap. iccat recl. doc. sci. cicta colecc. doc. cient. cicaa 35(2), 508-510(in Spanish).
- Santos MN and Garcia A. 2005. The influence of the moon phase on the CPUEs for the Portuguese swordfish(*Xiphias gladius* L., 1758) fishery. Col. vol. sci. pap. iccat 58(4), 1466-1469.
- Uchibashi kiyoshi and Ito yoo. 1955. Ecology of sardine and various problems related to sardine drift gill net fishery in Japan waters. Japan fisheries research survey document 5, 1-15.

2017. 01. 09 Received

2018. 02. 28 Revised

2018. 02. 28 Accepted