

남서대서양 아르헨티나 짧은지느러미오징어(*Illex argentinus*)의 어획변동

구정은 · 최석관 · 안두해 · 김은정*

국립수산과학원 원양자원과

Catch Variations of Argentine Shortfin Squid *Illex argentinus* in the Southwest Atlantic

Jeong Eun Ku, Seok-Gwan Choi, Doo-Hae An and Eunjung Kim*

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

The spatial and temporal catch variations of Argentine shortfin squid *Illex argentinus* in the Southwest Atlantic Ocean (SWA) were analyzed using Korean squid-jigging fishery data collected through electronic reporting system (ERS) from 2016 to 2020. The ERS linked with GPS has been implemented for collecting fishing data from all Korean fishing vessels operating in international waters since November 2015. The fishing period of the Korean squid-jigging fishery in the SWA runs from early summer to autumn (December to June) in the Southern Hemisphere. The fishing ground was extended from 42°S to 48°S along the Patagonian continental shelf and slope, and the main fishing ground was formed around the Falkland Islands. The yearly catch per unit effort (CPUE) of *I. argentinus* fluctuated between 1.69 and 7.53 tons/day. In this study, during the fishing season, a south and westward shift on the fishing ground was observed indicating the feeding migration of the south Patagonian stock. The shift in monthly fishing centroids differed according to fishing season. The gradual southward shifts of fishing centroids were observed in the catch years (2017 and 2018), whereas unapparent shifts in fishing centroids were observed in the low catch years (2016 and 2019).

Keywords: Squid-jigging fishery, *Illex argentinus*, Southwest Atlantic ocean, CPUE, Electronic reporting system (ERS)

서론

최근 해양식량자원 중 두족류 어획량은 전 세계적으로 증가하고 있으며(Jereb and Roper, 2010), 그 중에서 약 25%는 남서대서양에서 어획된다(Agnew et al., 2005). 두족류 중 오징어는 최근 30년간 연간 100만톤 이상이 어획되는 상업적으로 가장 중요한 식량자원 중 하나이다(FAO, 2019). 이는 어법의 발달, 어선수의 증가 및 어류의 감소로 인해 두족류인 오징어에 대한 어획강도가 전세계적으로 증가했기 때문이다(Arkhipkin et al., 2015; Doubleday et al., 2016). 그 중 아르헨티나 짧은지느러미 오징어는 지난 30년간 연간 20-115만톤이 어획되었으며(Fig. 1) 상업적으로 중요한 두족류이다(INIDEP, 2016, Avigliano et al., 2020). 아르헨티나 짧은지느러미오징어[*Illex argentinus*

(Castellanos, 1960)]는 분류학적으로 개안아목(Order Oegopsida) 살오징어과(Family Ommastrephidae)에 속하며, 남서대서양에서 주로 어획되는 종이다. 남서대서양의 대륙붕과 대륙사면을 따라 약 22°S-54°S까지 분포하며, 특히 35°S-52°S 범위에서 어장이 형성된다(Castellanos, 1964; Leta, 1981; Haimovici and Pérez, 1990). 분포해역은 남극환류에서 분화된 말비나 한류와 브라질 난류가 만나는 해역과 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Fig. 2; Brunetti, 1988; Rodhouse and White, 1995; Brunetti et al., 1998). 아르헨티나 짧은지느러미오징어는 산란시기와 회유경로에 따라 여름 산란군, 남파타고니아 산란군, 그리고 북파타고니아 산란군으로 나뉘며(Haimovici et al., 1998; Perez et al., 2009), 수명은 약 1년으로 성적으로 성숙하기 시작하는 미성어(ML>230 mm)시기에 산란회유를 시작하여 산란

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 720. 2328 Fax: +82. 51. 720. 2337

E-mail address: eunjungkim@korea.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0934>

Korean J Fish Aquat Sci 53(6), 934-941, December 2020

Received 27 October 2020; Revised 13 November 2020; Accepted 2 December 2020

저자 직위: 구정은(연구원), 최석관(연구관), 안두해(과장), 김은정(연구사)

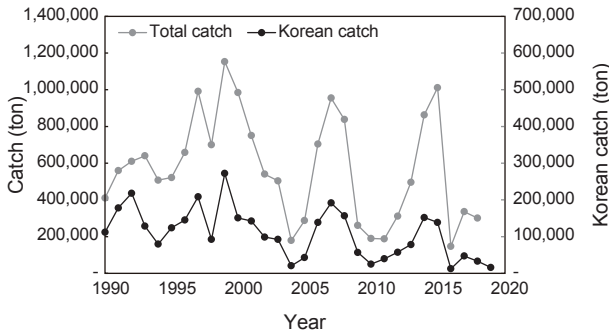


Fig. 1. Total catch of Argentine shortfin squid *Illex argentinus* in the Southwest Atlantic Ocean (FAO, 2019) and Korean squid catch by jigging and trawl fisheries in the Southwest Atlantic Ocean.

활동 후 사망하는 것으로 알려져 있다(Hatanaka, 1986; Rodhouse and Hatfield, 1990; Parfeniuk et al., 1992).

아르헨티나 짧은지느러미오징어의 어획량은 1980년대 이후 꾸준히 증가하였지만, 다른 오징어류의 어획량과 같이 연도별 어획량의 변동이 매우 큰 편이다(Fig. 1; FAO, 2019). 포클랜드 제도에서는 오징어 어획량의 변화에 의한 낮은 가입율을 고려하여, 낚시 노력량 제한을 시행하기도 했다(Barton, 2002). 최근 몇 년 동안 연간 어획량의 큰 변동이 관찰됨에도 불구하고, 남서대서양의 아르헨티나 짧은지느러미오징어를 관리하는 지역수산기구(regional fisheries management organization, RFMO)는 아직 없으며(Chang et al., 2016), 현재는 아르헨티나와 영국의 과학자들로 이루어진 남서대서양수산위원회(South Atlantic fisheries commission, SAFC)가 과학적 자료 교환과 공동해양 탐사에 목적을 두고 활동하고 있다. SAFC는 아르헨티나 짧은지느러미오징어 등과 같은 남서대서양 해역의 자원 보존관리조치나 관리협약을 통한 자원관리가 목적이 아니므로, 남서대서양의 수산자원 보존과 지속 가능한 어업을 위한 국제수산기구의 필요성이 계속하여 대두되고 있다.

우리나라 원양어선이 생산하는 오징어류의 약 90%는 남서대서양에서 어획된다. 우리나라는 1985년 처음으로 남서대서양 포클랜드 근해에서 4척의 채낚기 어선이 아르헨티나 짧은지느러미오징어를 대상으로 조업한 이후, 지금은 매년 29-31척의 채낚기 어선과 8-10척의 트롤선이 남서대서양에서 아르헨티나 짧은지느러미오징어를 어획하고 있으나, 최근 5년간 어획량은 과거 어획량과 비교했을 때 매우 낮은 수준이다(Fig.1). 우리나라의 모든 원양어선은 2015년 11월부터 GPS (global positioning system)와 연동된 전자조업보고시스템(electronic reporting system, ERS)를 통해 조업위치 및 어획량 등을 실시간으로 보고하기 시작하였으며 보고된 정보는 전자조업감시시스템(electronic monitoring system, EMS)을 통해 관리되고 있다. 본 연구는 전자조업감시시스템이 도입된 이후의 2016년부터 2020년까지 남서대서양 해역에서 조업하는 우리나라 모든

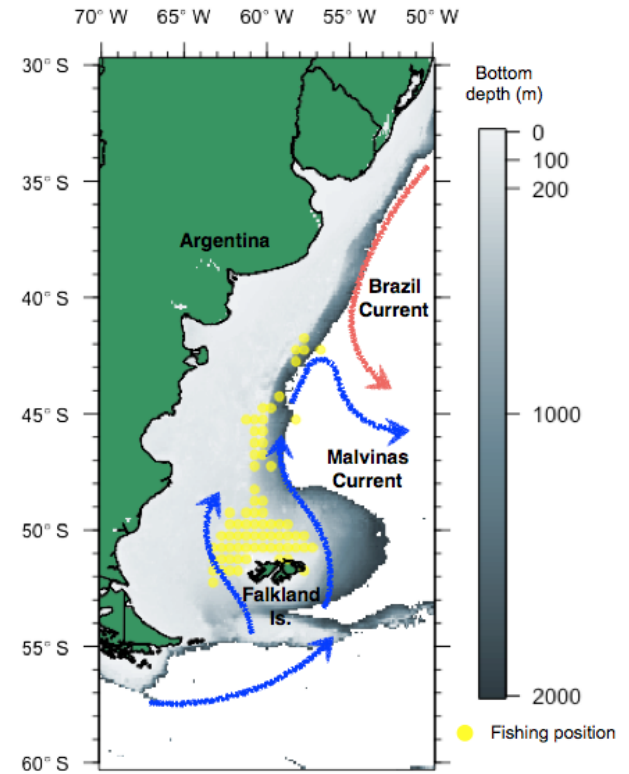


Fig. 2. Spatial distribution of Korean squid-jigging fishing position (2016-2020) on the Argentinean continental shelf with the warm Brazil Current (red) and the cold Malvinas Current (blue) (Currents flow modified from Pierini et al., 2016). The bathymetry of the continental shelf indicated by gray color gradient from 0 to 2000 m.

채낚기 어선의 어획실적보고 정보를 바탕으로 조업특성을 파악하고, 목표종인 아르헨티나 짧은지느러미오징어의 어획량 및 노력량 자료로 어획 변화를 분석하였으며 이를 토대로 아르헨티나 짧은지느러미오징어의 분포 및 어획특성을 확인하고자 한다. 이는 아르헨티나 짧은지느러미오징어의 분포 및 자원상태를 이해하여, 향후 자원관리 방안 마련과 자원평가에 필요한 기초자료를 제공하기 위함이다.

자료 및 방법

남서대서양에서 아르헨티나 짧은지느러미오징어를 대상으로 조업하는 우리나라 채낚기어업의 어획변동을 파악하기 위해 2016-2020년 ERS를 통해 수집된 어획실적 자료를 사용하였다. ERS의 어획실적자료는 선박별 어획활동에 대한 시공간적 정보를 비롯한 어종별 어획량 등이 포함되어 있으며, 이는 GPS정보와 연결되어 실시간으로 보고되어 어획정보의 신뢰도가 매우 높은 편이다. 본 연구에서는 지난 5년간 남서대서양에

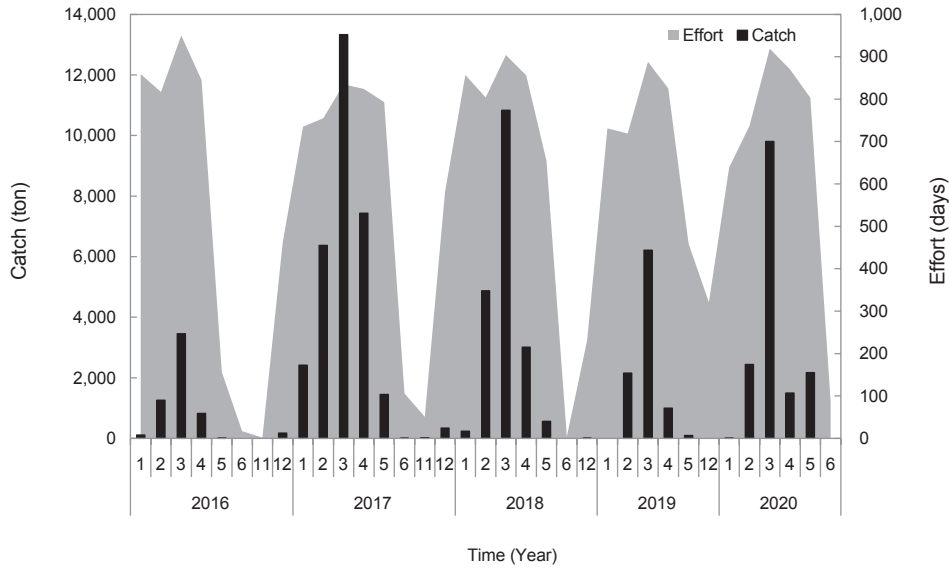


Fig. 3 Monthly catch on Argentine shortfin squid *Illex argentinus* and fishing effort (fishing days) from the Korean squid-jigging fishery.

서 조업한 채낚기 어선, 총 34척의 선박이 보고한 19,503건의 조업위치 별 어획정보가 분석되었다.

본 연구에서 단위노력당어획량(catch per unit effort, CPUE)은 총 어획량(ton)을 실제 조업일(day)로 나눈 것으로 계산하였다.

$$CPUE = \frac{Catch}{Effort(days)}$$

본 연구에서는 최근 5년간의 아르헨티나 짧은지느러미오징어의 변화를 바탕으로 연도별·월별 어획자료와 노력량 자료를 분석하였으며, 이 기간 동안 어획은 남서대서양의 대륙붕과 대륙사면 해역에서 수행되었다(Fig. 2). 구체적인 어업특성을 확인하기 위해 위치별 어획시기, CPUE, 어장분포의 변화를 분석하였다.

아르헨티나 짧은지느러미오징어의 월별 어획분포의 변화를 추정하기 위해 무게중심법을 이용하여 어장중심을 계산하였다. 이는 넓게 분포한 어장의 어획자료에서 어획종의 분포중심을 추정하는 방법으로 월별 어장중심(\bar{X}_m, \bar{Y}_m)은 각 선박에서 ERS로 보고된 어획위치(longitude x , latitude y)에 그 위치의 어획량(C_i)을 가중하여 계산한다.

$$(\bar{X}_m, \bar{Y}_m) = \left(\frac{\sum_{i=1}^n C_i X_i}{\sum_{i=1}^n C_i}, \frac{\sum_{i=1}^n C_i Y_i}{\sum_{i=1}^n C_i} \right)$$

어장중심 계산 및 조업어장의 위도와 경도 분석과 도식화는 R program (R Core Team, 2017)을 이용하였다.

결 과

어획량 및 노력량의 변화

최근 5년간 남서대서양에서 조업한 우리나라 채낚기 어선은 연간 29-31척으로 안정적이었으나, 연간 어획량은 변동이 매우 큰 편이었다(Table 1). 어획량이 가장 높은 연도(2017)와 어획량이 가장 낮은 연도(2016)는 그 차이가 5배 이상이었다. 각 연도별 어획량 및 노력량(조업일)을 비교하였을 때(Fig. 3), 노력량이 가장 높은 시기는 어획량이 가장 높은 2017년으로 4,681일이었으며, 가장 낮은 시기는 2019년 3,943일이며, 5년 평균 4,219일이었다. 여기는 남반구의 초여름인 11-12월에 시작하여 이듬해 가을인 5-6월에 종료된다(Fig.3). 연도별로 어기의 시작과 종료시기에서 약간의 차이가 있었으나 주 조업시기인 1-5월은 일정하게 높은 노력량을 유지하였으며 전 어기 모두 3월에

Table 1. Catch, number of vessel, catch per unit effort (CPUE) and mean distance between monthly fishing centroid of jigging fishery by fishing season [December (November) to June (May)] in the Southwest Atlantic

Fishing Season	2016	2017	2018	2019	2020	Mean
No. of vessel	31	28	30	29	30	30
CPUE (ton/day)	1.69	7.53	4.50	2.95	4.49	1.69
Mean distance between monthly centroids (km)	142.52	76.02	114.51	175.39	155.121	132.71

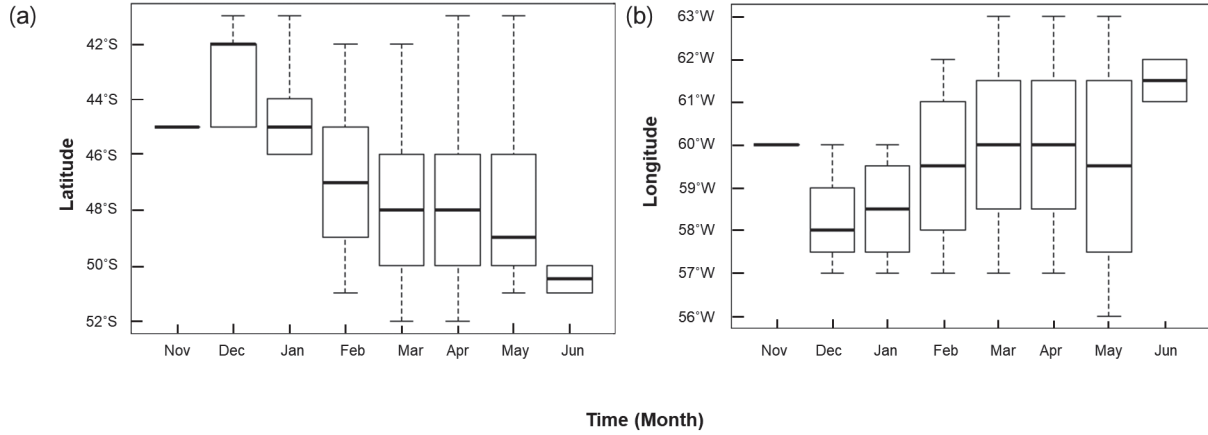


Fig. 4 The boxplot of the latitudinal and longitudinal components on the fishing locations in the Korean squid-jigging fisheries in the South-west Atlantic during 2016-2020.

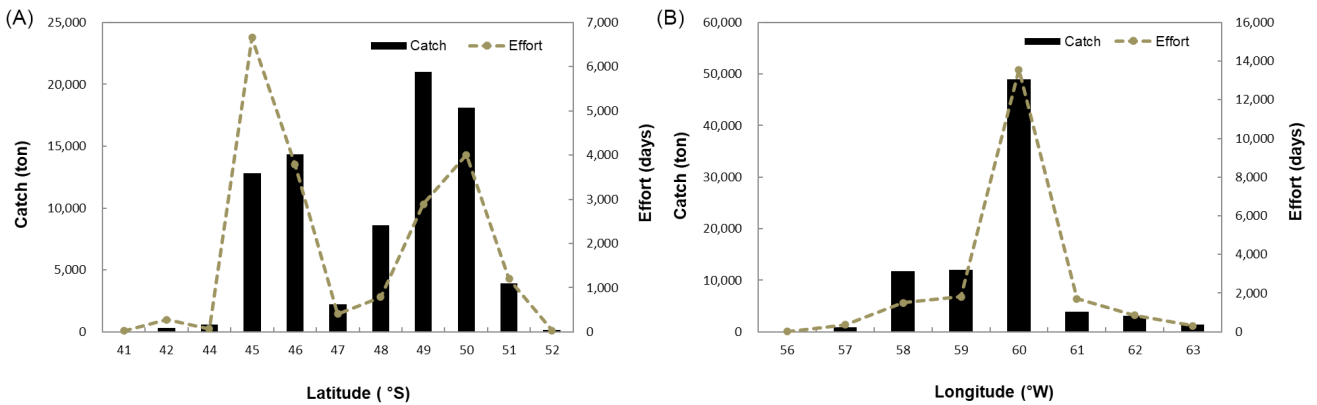


Fig. 5 Total catch (tonnes) and effort (fishing days) by fishing locations in the Korean squid-jigging fishery from 2016 to 2020.

가장 높은 어획량을 보였다(Fig. 3).

어장의 위·경도 변화

남서대서양 아르헨티나 짧은지느러미오징어의 어장분포는 위도 41°S-52°S, 경도 56°W-63°W 범위에서 형성되었다(Fig. 4). 주어기가 시작되는 12월과 1월에는 42°S-45°S에서 조업이 시작되어, 조업이 진행되는 3월-5월에는 어장이 남하하여 52°S 까지 확대되었다(Fig. 4a). 반면, 어장의 경도분포는 어기가 시작된 이후 동쪽에서 서쪽으로 이동하는 경향을 나타내었다. 3-4월은 경도분포가 거의 동일하며, 5월은 동서로 가장 넓게 분포하다가 6월에는 가장 서쪽에 편중되어 나타났(Fig. 4b).

각 위도와 경도 별 어획량과 노력량을 분석하였을때, 45°S에서 노력량(33%)이 가장 높았으나, 어획량은 49°S-50°S에서 가장 높았다(Fig. 5a). 경도별 노력량 분포는 60°W에서 전체 노력량의 67%를 나타냈고 어획량도 가장 높았다. 60°W 이서에서

는 급격하게 노력량과 어획량이 감소하였다(Fig. 5b).

단위노력당 어획량 (Catch per unit effort, CPUE)

남서대서양 채낚기어업의 CPUE는 연도별 변동이 매우 컸다. 어획이 가장 저조하였던 2016년의 CPUE는 1.69톤/일이었으며, 어획량과 노력량이 가장 높았던 2017년의 CPUE는 7.53톤/일로 가장 높았다(Table 1). 그 후 차츰 감소하여 2019년 2.95톤/일, 2020년에는 4.49톤/일을 기록하였다. 월별 CPUE는 어기가 시작된 후 3월까지 꾸준히 증가하여 가장 높은 값(9.71톤/일)을 나타내었으며, 6월에 0.03톤/일로 가장 낮았다(Fig. 6). 위도에 따른 CPUE를 산출하였을 때 최고값은 48°S에서 10.5톤/일, 최소값은 42°S에서 0.8톤/일로 나타났(Fig. 7). 누적 어획량이 높았던 45°S-46°S, 49°S-50°S에서의 CPUE 보다 44°S, 48°S의 CPUE가 높았으며, 모든 위도에서 산출된 CPUE의 편차가 큰 편이었다. 반면 포클랜드 제도 북쪽해역인 51°S-52°S

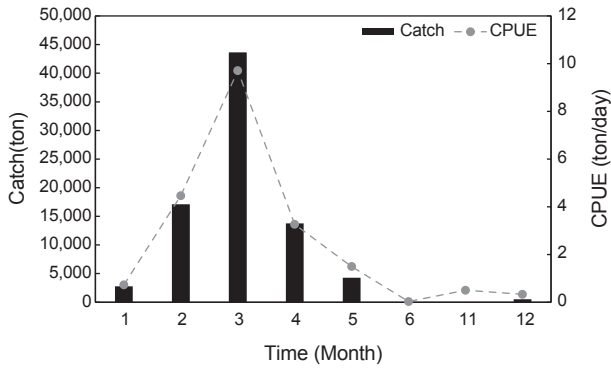


Fig. 6 Monthly catch per unit effort (CPUE) of jigging fisheries in the Southwest Atlantic during 2016-2020.

의 CPUE는 크게 높지 않았으나 편차가 작은 편이었다.

어기별 어장분포의 변화

각 어기별 어장분포의 변화를 확인하기 위해 어획이 시작되는 12월부터 어기가 종료되는 다음 해 6월까지 매월 어획중심을 나타내었다(Fig. 8). 2016년 어기의 월별 어획중심은 뚜렷한 변화의 경향이 없이 어획중심이 45°S-46°S, 61°W에 위치하였으나, 2017-2018년은 어획중심이 어기의 시작인 12월부터 45°S 부근에서 뚜렷하게 남하하여 포클랜드 북서쪽까지 근접하여 어기가 종료하는 경향을 보였다. 2019년은 12월에 45°S보다 북쪽에서 시작하여 급격히 남하하고, 2월에서 5월까지 포클랜드 북쪽해역에서 59°W-62°W 사이에 분포하였으며, 2020년은 1월부터 남하하는 경향을 보이다가 어기 후반인 5월 북쪽으로 다시 이동하는 경향을 보였다. 이 어기의 5월 어획량은 다른 어기의 5월 어획량에 비해 큰 편임을 알 수 있다(Fig. 3).

월별 어획중심 간의 평균거리는 2019년에 가장 높았으며, 2017년에 가장 적은 평균거리가 관찰되었다(Table 1). 전체 연구기간 동안 월별 어획중심의 간의 평균 거리는 132.7 km였고, CPUE가 가장 높았던 2017년의 어획중심간 평균 거리는 76.02 km였으며, 그 후 증가하여 2019년 175.39 km로 가장 높았다.

고 찰

본 연구에서는 남서대서양에서 조업하는 우리나라 원양 오징어 채낚기어업의 어획실적 자료를 이용하여 아르헨티나 짧은지느러미오징어 풍도의 시·공간적 변화를 분석하였다.

우리나라 채낚기 어선의 아르헨티나 짧은지느러미오징어의 어획시기는 12월에 시작되어 6월까지 지속되며 어획량은 2월부터 서서히 증가하기 시작하여 3월에 가장 높은 어획량을 보였다. 또한 어획위치는 위도의 변화에서 뚜렷하게 나타났으며 어장은 어기 초기부터 서서히 남하하여 포클랜드 제도까지 도달하는 것을 확인하였다. 이러한 경향은 Hatanaka et al. (1985)에서 연구된 아르헨티나 짧은지느러미오징어의 생애주기와 일

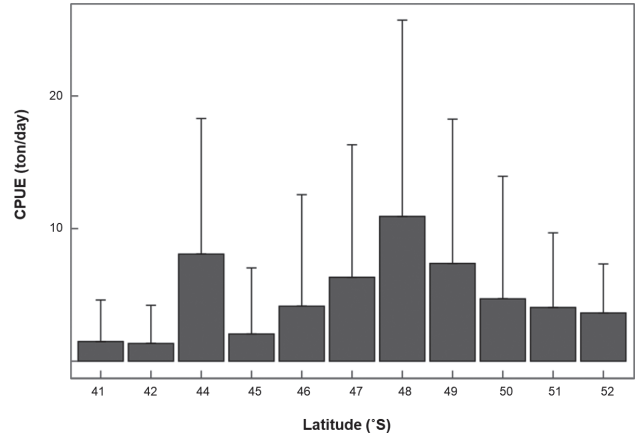


Fig. 7 Catch per unit effort (CPUE) by latitude in Korean squid-jigging fishery in the Southwest Atlantic during 2016-2020.

치한다. 남반구 겨울에 부화된 아르헨티나 짧은지느러미오징어는 봄에 북파타고니아 대륙붕에 도달하여 남쪽으로 회유를 시작하여 보통 2-3월에 섬이장인 포클랜드 제도 근처에 도착한다. 이 시기에 동 해역에서 어획량과 CPUE가 급격히 증가하는 현상은 이전 연구결과(Rodhouse et al., 1995)에서도 밝혀진 바 있다. 6월에 어획량이 급격히 감소하는 것은 오징어가 산란 활동을 위해 포클랜드 제도를 떠나 이동을 시작하기 때문이다(Rodhouse et al., 1995). 오징어 어장의 위도 변동성은 본 연구뿐만 아니라 대만의 오징어 채낚기어업과 스페인 트롤어업에서도 관찰되었다(Sacau et al., 2005; Chiu et al., 2017). 반면, 어장의 경도변동은 어장 남하에 따른 대륙붕과 아르헨티나 배타적경제수역(exclusive economic zone, EEZ)의 위치에 기인한 것으로 보인다. 아르헨티나 짧은지느러미오징어는 연안성 두족류로 대륙붕과 대륙사면에 서식하므로 어장의 위치도 대륙붕에서 크게 벗어나지 않는다(Fig. 2). 어장의 북쪽에서는 공해인 아르헨티나 EEZ 바깥 대륙붕과 대륙사면에 좁고 길게 분포하다가 남쪽 포클랜드 제도 주변으로 어장이 동과 서로 넓게 형성되는 것은 우리나라 채낚기 어선이 포클랜드 EEZ로 입어하기 때문이다. 본 연구에서 어획 위치 변동은 아르헨티나 짧은지느러미오징어의 남쪽으로 회유를 나타내며 또한 인위적인 경계를 반영하기도 한다. 오징어와 같이 이동성이 큰 어종의 시공간적 어장분포의 변동은 어종의 이동을 나타내는 지표로 사용될 수 있으며, 이는 CPUE 표준화 과정에서 중요한 요인으로 선택된다(Cao et al., 2011).

어기에 따른 월별 오징어 어장 변동은 이 해역의 아르헨티나 짧은지느러미오징어의 산란군과 관련된 것으로 보인다. 남서대서양 아르헨티나 짧은지느러미오징어는 연중 산란을 하며(Rodhouse and Hatfield, 1990; Rodhouse et al., 1995), 산란시기와 회유경로에 따라 크게 43°S 북쪽의 북파타고니아 산란군, 42°S-45°S 사이 대륙붕에 서식하며 산란장을 가지는 여름

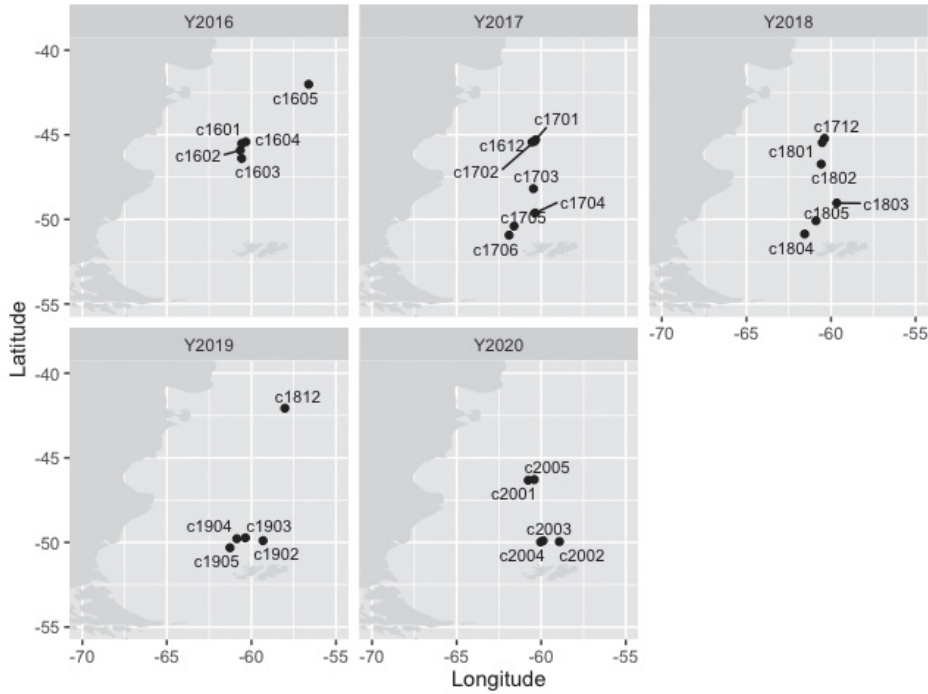


Fig. 8. Monthly distributions of fishing centroid by each fishing seasons (2016-2020) in Korean squid-jigging fishery in the Southwest Atlantic. The first two numbers indicate the fishing season (2016 → 16) and second two letter indicate the month (March → 03).

산란군, 45°S 남쪽에 주 어장이 형성되며 가장 큰 산란군을 형성하여 상업적으로 가장 중요한 남파타고니아 산란군으로 나뉜다(Haimovici et al., 1998; Agnew et al., 2005; Perez et al., 2009). 월별 어장중심은 여기 초인 12-1월과 그 이후와는 확연히 구별되며, 이는 목표 산란군인 남파타고니아 산란군의 회유 경로와 연관이 있어 보인다. 12월과 1월은 46°S 부근에서 섭이장으로 남하하는 남파타고니아 산란군의 미성숙개체를 주로 어획하며, 3월부터는 포클랜드섬 북쪽에 형성된 섭이장에서 남파타고니아 산란군의 성체를 목표로 어획하는 것으로 생각된다. 이는 다른 나라 채낚기어선의 이동 경향과 비슷하다(Hatanaka, 1986; Brunetti and Ivanovic, 1992; Leta, 1992; Rodhouse et al., 1995; Arkhipkin, 2000). 남파타고니아 산란군의 주요어장인 포클랜드 제도의 북서쪽해역은 남파타고니아 산란군의 섭이장이며 채낚기어업의 주어장으로 다양한 국적의 어선이 아르헨티나 짧은지느러미오징어를 어획하기 위해 2-6월 포클랜드 해역에 입어한다. 따라서 어획량이 가장 높은 3월의 어획중심은 포클랜드 북쪽해역에서 주로 형성되었다(Fig. 8). 여기 중 월별 어획중심의 이동은 어획의 효율성과도 연관성이 있는 듯하다. 어획중심간 평균 거리가 가장 짧은 여기인 2017년의 월별 어획중심은 뚜렷하게 남하하는 경향을 보이며 이는 알려진 남파타고니아 산란군의 회유경로와 비슷한 경향을 보였다(Fig. 8). 반면 어획량이 가장 낮았던 2019년의 어획중심은 뚜렷한 경향 없이 포클랜드 근해에 위치하였으며 이는 어군의 이동변화보다는

포클랜드 해역의 입어시기(2-6월)가 되어 어장이 밀집하여 형성된 것으로 생각된다. 높은 어획량을 기록한 어기의 1-2월의 어획중심은 약 45°S 부근에 형성되고 어획량도 높은 경향을 보인다(Fig. 3, Fig. 8). 이는 섭이장으로 남하하는 미성숙 남파타고니아 산란군이 충분한 크기로 성장 후 어획으로 가입되어 높은 어획량을 나타내거나, 같은 위도상의 대륙붕에 서식하는 여름 산란군이 어획되었을 가능성도 있을 것이다. 두 산란군의 산란시기는 겨울과 여름으로 뚜렷하게 나누어져 있으므로 이 시기에 45°S 부근에서 어획되는 개체의 생식소 발달을 확인한다면 어획되는 주요 산란군의 식별이 가능할 것이다.

다른 오징어류와 같이 아르헨티나 짧은지느러미오징어의 풍도와 분포는 주변환경 조건에 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Waluda et al., 2001; Bazzino et al., 2005; Sacau et al., 2005; Chen et al., 2012). 남극 해류에서 분화된 말비나 한류는 포클랜드 제도와 부딪쳐 동쪽과 서쪽으로 나누어져 북상하고 적도에서 남하하는 브라질 난류와 만나 생산력이 풍부한 두 해류의 합류점을 형성한다(Fig. 2; Wang et al., 2018). 이 합류점은 아르헨티나 짧은지느러미오징어의 어장 형성에 중요한 역할을 하며, 두 해류 수렴대의 말비나 한류 쪽인 파타고니아 대륙붕과 포클랜드 제도의 근해에서 주어장을 형성하는 것으로 알려져 있다(Chen et al., 2007). 수명이 짧은 오징어의 경우 한 해의 가입량의 크기에 따라 어획변동이 매우 큰 편이며 이는 본 연구의 우리나라 채낚기 어획량에서도 뚜렷하게 나타난다. 비록 짧은

은 연구기간 동안에도 2017년의 어획량은 2016년의 어획량에 비해 5배로 증가한 것을 확인할 수 있었다. 따라서 아르헨티나 짧은지느러미오징어의 자원변동을 이해하기 위해서는 어장뿐만 아니라 이 자원의 생활사를 고려한 산란장 및 섭이장의 환경변동을 함께 분석하고 연구해야 할 것이다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원 2020년도 수산시험연구사업인 『원양어업 자원평가 및 관리 연구』(R2020023)의 지원으로 수행되었습니다.

References

- Agnew DJ, Hill SL, Beddington JR, Purchase LV and Wakeford RC. 2005. Sustainability and management of southwest Atlantic squid fisheries. *Bull Mar Sci* 76, 579-594.
- Arkhipkin AI. 2000. Intrapopulation structure of winter spawned Argentine shortfin squid *Illex argentinus* (Cephalopoda, Ommastrephidae), during its feeding period over the Patagonian Shelf. *Fish Bull* 98, 1-13.
- Arkhipkin AI, Gras M and Blake A. 2015. Water density pathways for shelf/slope migrations of squid *Illex argentinus* in the southwest atlantic. *Fish Res* 172, 234-242. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.07.023>.
- Avigliano E, Ivanovic M, Prandoni N, Méndez A, Pisonero J and Volpedo AV. 2020. Statolith chemistry as a stock tag in the Argentine shortfin squid *Illex argentinus*. *Reg Stud Mar Sci* 38, 101355. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101355>.
- Barton J. 2002. Fisheries and fisheries management in Falkland Islands Conservation Zones. *Aquatic Conserv Mar Freshwat Ecosyst* 12, 127-135. <https://doi.org/10.1002/aqc.482>.
- Bazzino G, Quiñones RA and Norbis W. 2005. Environmental associations of shortfin squid *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in the Northern Patagonian Shelf. *Fish Res* 76, 401-416. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2005.07.005>.
- Brunetti NE. 1988. Contribución al conocimiento biológico-pesquero del calamar argentine (*Cephalopoda: ommastrephidae: Illex argentinus*). Ph.D. Thesis, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.
- Brunetti NE and Ivanovic ML. 1992. Distribution and abundance of early life stages of squid *Illex argentinus* in the south-west Atlantic. *ICES J Mar Sci* 49, 175-183.
- Brunetti N, Ivanovic M, Rossi G, Elena B and Pineda S. 1998. Fishery biology and life history of *Illex argentinus*. Okutani T. (ed.), Large Pelagic Squid, Japan Marine Fishery Resources Center (JAMARC) Special, Tokyo, Japna, 216-231.
- Cao J, Chen X, Chen Y, Liu B, Ma J, Li S. 2011. Generalized linear Bayesian models for standardizing CPUE: an application to squid-jigging fishery in the northwest Pacific Ocean. *Sci Mar* 75, 679-689. <https://doi.org/10.3989/scimar.2011.75n4679>.
- Castellanos, ZA. 1960. Una nueva especie de calamari Argentino *Ommastrephes argentinus* sp. nov. (Mollusca, Cephalopoda). *Neotropica* 6, 55-58.
- Castellanos ZA. 1964. Contribución al conocimiento biológico del calamar argentine *Illex illecebrosus argentinus*. *Boletín del Instituto de Biología Marina* 8, 1-36.
- Chang KY, Chen CS, Chin TY, Huang WB and Chiu TS. 2016. Argentine shortfin squid *Illex argentinus* stock assessment in the Southwest Atlantic using geostatistical techniques. *Terr Atmos Ocean Sci* 27, 281-292. [https://doi.org/10.3319/TAO.2015.11.05.01\(Oc\)](https://doi.org/10.3319/TAO.2015.11.05.01(Oc)).
- Chen CS, Chiu TS, and Haung WB. 2007. The spatial and temporal distribution patterns of the Argentine short-finned squid, *Illex argentinus*, abundances in the Southwest Atlantic and the effects of environmental Influences. *Zool Stud*, 46, 111-122.
- Chen X, Lu H, Liu B. 2012. Forecasting fishing ground of *Illex argentinus* by using habitat suitability model in the southwest Atlantic. *J Shanghai Oce Uni* 21, 431-437.
- Chiu TY, Chin TS, Chen CS. 2017. Movement patterns determine the availability of Argentine shortfin squid *Illex argentinus* to fisheries. *Fish Res* 193, 71-80. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.03.023>.
- Doubleday ZA, Prowse TAA, Arkhipkin A, Pierce GJ, Semmens J, Steer M, Leporati SC, Lourenco S, Quetglas A, Sauer W and Gillanders BM. 2016. Global proliferation of cephalopods. *Curr Biol* 26, R406-R407. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.04.002>.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2019. Global capture production 1950-2017. Retrieved from <https://www.fao.org/fishery/statistics/global-capture-query-es> on September 28, 2020.
- Hatanaka H. 1986. Growth and life span of short-finned squid *Illex argentinus* in the waters off Argentina. *Nippon suisan Gakkaishi* 52, 11-17. <https://doi.org/10.2331/suisan.52.11>
- Hatanaka H, Kawahara S, Uozumi Y and Kasahara S. 1985. Comparison of life cycles of five ommastrephid squids fished by Japan: *Todarodes pacificus*, *Illex illecebrosus*, *Illex argentinus*, *Nototodarus sloani sloani* and *Nototodarus gouldi*. *NAFO Sci Coun Studes* 9, 59-68.
- Haimovici M, Brunetti NE, Rodhouse PG, Csirke J and Leta RH. 1998. *Illex argentinus*. FAO Fisheries Technical Paper No 376, 27-58.
- Haimovici M and Alvarez-Perez JA. 1990. Distribution and sexual maturation of the Argentinean squid *Illex argentinus* of southern Brasil. *Sci Mar* 54, 179-185.
- INIDEP (Inicio Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca). 2016. Calamar. *Pesquería* 2016. In: Ivanovic M, Aubone A, Rossi GR, Mc Innes M, Buono ML and Cozzolino E. eds. *Mar del Plata, Argentina*.

- Leta HR. 1981. Aspectos biológicos del calamar *Illex argentinus*. Proyecto URU 78, 50.
- Leta HR. 1992. Abundance and distribution of *Illex argentinus* rhynchoteuthion larvae (Cephalopoda, Ommastrephidae) in the waters of the Southwestern Atlantic (Argentine-Uruguayan common fishing zone). Afr J Mar Sci 12, 927-941. <https://doi.org/10.2989/02577619209504753>.
- Parfeniuk AV, Froerman YM and Golub AN. 1992. Particularidades de la distribución de los juveniles del calamar (*Illex argentinus*) en el área de la depression argentina. Frente Marít 12, 105-111.
- Perez JAA, Silva TN, Schroeder R, Schwarz R and Martins RS. 2009. Biological patterns of the Argentine shortfin squid *Illex argentinus* in the slope trawl fishery off Brazil. Lat Am J Aquat Res 37, 409-428.
- Pierini JO, Lovallo M, Gomez EA and Telesca L. 2016. Fisher-shannon analysis of the time variability of remotely sensed sea surface temperature at the Brazil-Malvinas confluence. Oceanologia 58, 187-195. <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2016.02.003>.
- R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrieved from <http://www.R-project.org/> on Oct 1, 2020.
- Rodhouse PG, Barton J, Hatfield EMC and Symon C. 1995. *Illex argentinus*: Life cycle, population structure, and fishery. ICES Mar Sci Symp 199 425-432.
- Rodhouse PG and Hatfield EMC. 1990. Dynamics of growth and maturation in the cephalopod *Illex argentinus* de Castellanos, 1960 (Teuthoidea:Ommastrephidae). Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 329 229-241. <https://doi.org/10.1098/rstb.1990.0167>.
- Rodhouse PG and White MG. 1995. Cephalopods occupy the ecological niche of epipelagic fish in the Antarctic Polar Frontal zone. Bio Bull 189, 77-80. <https://doi.org/10.2307/1542457>.
- Jereb P and Roper CF. 2010. Cephalopods of the world-an annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Volume 2. Myopsid and Oegopsid Squids. FAO, Rome, Italy.
- Sacau M, Pierce GJ, Wang J, Arkhipkin AI, Portela J, Brickle P, Cardoso X. 2005. The spatio-temporal pattern of Argentine shortfin squid *Illex argentinus* abundance in the southwest Atlantic. Aquat Living Resour 18, 361-372. <https://doi.org/10.1051/alr:2005039>.
- Waluda CM, Rodhouse PG, Trathan PN, Rierce GJ. 2001. Remotely sensed mesoscale oceanography and the distribution of *Illex argentinus* in the South Atlantic. Fish Oceanogr 10, 207-216. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2419.2001.00165.x>.
- Wang J, Chen X and Chen Y. 2018. Projecting distributions of Argentine shortfin squid *Illex argentinus* in the Southwest Atlantic using a complex intergrated model. Acta Oceanol Sin 37, 31-37.