

남서대서양 한국 원양 저연승 어선의 조업 분포 및 비막치어(*Dissostichus eleginoides*) CPUE 변화

박겸준* · 최석관 · 안두해

국립수산과학원 원양자원과

Distribution of Fishing Grounds of Korean Bottom Longline and Annual Change of CPUE of the Patagonian Toothfish *Dissostichus eleginoides* in South West Atlantic

Kyum Joon Park*, Seok-Gwan Choi and Doo-Hae An

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

This study used the commercial fishing data of Korean high sea bottom longline vessels in the South West Atlantic Ocean from 2013 to 2019 to identify the distribution of fishing grounds of Korean longline vessels. We estimated the CPUE of the Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides* and the changes in its stock status. The fishing grounds of Korean longline vessels were observed to concentrate on the exclusive economic zone (EEZ) boundary between Argentina, Uruguay, and Falkland owing to the high seas of 41-55 °S in the south and 49-60 °W in the west. A high intensity of fishing was seen in the middle area, which was horizontal from the 3.1 subarea. In all the three subareas, CPUEs have had the tendency to decline since 2013. Although the CPUEs in the 3.2.1-2 subareas were the highest in each subarea, there was no significant difference in each subarea ($P>0.05$). It is believed that the establishment of a regional fisheries organization or the strengthening of the management of FAO is necessary for the management of Southwest Atlantic fisheries and sustainable fishing, because the portion and scope of Korean longline vessels are very low in the Southwest Atlantic; however, the CPUE is estimated to have declined.

Keywords: Longline fishery, Patagonian toothfish, *Dissostichus eleginoides*, South West Atlantic, CPUE

서론

남서대서양은 아르헨티나와 우루과이, 브라질을 접하고 있는 대서양으로 아르헨티나 연안으로부터 포클랜드까지 200해리에 이르는 넓은 대륙붕(196만 km²)이 있는 것이 특징이다. 이 해역은 공해상에서 저층 어업을 관리하는 지역수산기구(regional fisheries management organization/agreement, RFMO/A)가 존재하지 않는 유일한 해역으로 세계식량농업기구(food and agriculture organization of the united nations, FAO)가 어업 관리 및 통계자료 수집을 목적으로 나눈 기준에 따라 FAO 41 해역으로 불린다(FAO, 2004). FAO는 2009년에 저층영향평가와 취약해양생태계 보호를 위한 가이드라인을 제시하며 조업국들

에게 자국법 마련 및 저층영향평가, 저층생태계 보호 조치 등의 실행을 요청했다(FAO, 2009a). 그러나 같은 해에 발표된 FAO 세계 저층어업 현황 보고서에 한국은 2003년부터 매년 3척에서 9척의 원양 저연승 어선이 조업을 한 것으로 보고되었고, 그 외에도 우크라이나 저연승 어선이 2척이 2006년에 남서대서양에서 조업한 내용만 있을 뿐 RFMO관리하에 있는 대부분의 해역에서 수행하는 조업 지역과 조업 강도 등 저층영향평가와 종별 자원평가 결과는 없었다. 그리고 현재까지 구체적인 남서대서양에서 조업척수와 조업지역까지 알 수 있는 보고서는 발행되지 않았다(FAO, 2009b). 다만 Arrizabalaga et al. (2019)는 선박자동식별장치(automatic identification system, AIS)의 자료를 이용해 2017년에 남서대서양에서 조업한 어선의 수를 추정

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 720. 2321 Fax: +82. 51. 720. 2337

E-mail address: mogas@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.2021.0129>

Korean J Fish Aquat Sci 54(1), 129-134, February 2021

Received 20 October 2020; Revised 19 November 2020; Accepted 7 January 2021

저자 직위: 박겸준(연구사), 최석관(연구관), 안두해(연구관)

하였는데 중국과 대만, 스페인 등 여러 나라가 이 해역에서 저층 조업을 하였으며, 그 숫자는 트롤 어선만으로도 한국의 저연승 어선 척수보다 많은 100여 척에 이르는 것으로 추정했다. 비막치어(*Dissostichus eleginoides*)는 남위 20°이상의 아남극 해역의 대륙붕과 대륙붕 사면 그리고 이와 비슷한 수심을 가진 섬과 해저면에 분포한다(De Witt et al., 1990). 비막치어는 남서대서양에서 상업적 가치가 매우 높은 종으로 저연승 어선의 주요 어획 목표종이며 트롤 어선에서도 어획된다(Collins et al., 2010). 한국에서는 비막치어가 일반적으로 파타고니아아미빨고기라고 불린다. 비막치어는 몸무게가 200 kg 이상까지 성장하며 최고 54세의 비막치어가 발견되기도 했다(Horn, 2002). 이와 같이 비막치어는 수명이 길고 성장이 느리기 때문에 남획에 취약하다고 할 수 있는데 남서대서양 공해상의 비막치어에 대한 자원평가는 전무한 상태다. 본 연구에서는 남서대서양에서 한국 저연승 어선의 조업 분포와 특징을 통해 주요 어장을 밝혀내고 비막치어의 CPUE (catch per unit effort)를 추정해 비막치어 자원의 변동과 현황에 대한 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

조사 해역은 남서대서양(FAO 41)의 공해상으로 한국 원양 저연승 어선에서 2013년부터 2015년까지는 국립수산물학원에 보고한 월간조업보고와 2016년부터 2019년까지는 전자조업시스템에 보고된 자료를 사용했다. 수집된 자료는 저연승의 양승 위치를 나타내는 위도, 경도, 양승수 및 비막치어 어획량이었다.

수집된 자료는 Table 1과 같다. 2013년부터 2019년까지 총 11척의 저연승어선에서 보고한 조업정보가 수집되었는데 2013년부터 2015년까지는 일부 선박에서만 자료가 수집되었고 2016년부터는 남서대서양에서 조업한 모든 저연승어선의 자료가 사용 가능했다. 어선별로 앞날과 뒷날에 실시된 조업 위치와 5도

이상 차이가 나거나 보고오류로 보이는 양승 자료는 분석에서 제외하였다.

조업해역은 FAO에서 정한 구획을 기준으로 3개로 구분이 되었는데, 우루과이와 아르헨티나의 EEZ (exclusive economic zone)에 인접한 최상부의 FAO 41.3.1 해역(이하 3.1해역)과 포클랜드 EEZ의 북동쪽을 둘러싼 FAO 41.3.2.1과 FAO 41.3.2.2 해역(이하 3.2.1-2해역), 그리고 포클랜드 EEZ의 남동쪽을 둘러싸며 남극해와 인접한 52°S 이남의 FAO 41.3.2.3 해역(이하 3.2.3해역)이었다(FAO, 2004). 한국 저연승 조업의 분포 및 어획량의 차이와 변화를 추정하기 위해 조업 지역을 위의 3개 세부해역으로 나누었으며, 각 양승의 위도와 경도를 30'×30' 단위의 블록으로 통합하였다. 각 블록의 양승수를 연도별로 계산하여 세부해역별 조업 강도의 분포와 변화를 추정했다. 또한 비막치어 자원의 동향을 추정하기 위해 단위노력당어획량(CPUE)을 양승당 어획량으로 계산하고 세부해역별 분포와 변화를 추정했다. 세부해역별 CPUE의 차이를 알아보기 위해 세부해역별 CPUE의 분산분석(ANOVA)을 실시했다.

결 과

저연승 조업 분포 및 밀도

남서대서양에서 우리나라 저연승어선이 조업한 해역은 남위 41-55°S와 서경 49-60°W의 공해상으로 아르헨티나와 우루과이의 배타적경제수역(EEZ) 경계해역(3.1 해역)과 포클랜드 배타적경제수역의 북동 경계해역(3.2.1-2 해역), 남동 경계해역(3.2.3 해역)에 집중되어 있었다(Fig. 1). 3.2.3 해역에서 조업 지역은 EEZ로부터 240해리 밖까지 멀게 분포했지만, 나머지 두 해역의 조업 지역은 EEZ로부터 180해리 이내에 분포했고, 특히 3.2.1-2 해역에서는 대부분 90해리 이내에 분포했다.

세부해역별 양승수는 3.1 해역이 25,119 (77.4%) 양승으로 가장 높은 비중을 차지했고, 그 다음으로 3.2.1-2 해역이 3,675

Table 1. Fishing effort (Haul) and catch (kg) of Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides* by 11 Korean bottom longline vessels from 2013 to 2019 in Southwest Atlantic which collected from vessel reports and electric reporting system

Year	Sample Vessels	Coverage* (%)	FAO 3.1		FAO 3.2.1-2		FAO 3.2.3		Sum	
			Hauls	Catch	Hauls	Catch	Hauls	Catch	Hauls	Catch
2013	3	16	163	136,914	131	132,335	66	44,464	360	313,713
2014	4	66	1,679	985,175	45	18,067	245	188,194	1,969	1,191,436
2015	9	42	1,497	628,347	252	124,190	225	88,870	1,974	841,407
2016	9	100	5,856	1,764,074	575	282,079	135	43,278	6,566	2,089,431
2017	10	100	5,130	1,514,133	968	452,664	1,017	431,532	7,115	2,398,329
2018	10	100	5,724	1,680,723	971	438,544	1,087	353,385	7,782	2,472,652
2019	10	100	5,070	1,565,744	733	312,195	883	361,327	6,686	2,239,266
Sum	11**		25,119	8,275,110	3,675	1,760,073	3,658	1,511,049	32,452	11,546,232

*Coverage is estimated by catch of sample vessel/ statistical catch of Korean bottom longline in Southwest atlantic. **Totally, 11 individual vessels operated in the Southwest Atlantic from 2013 to 2019

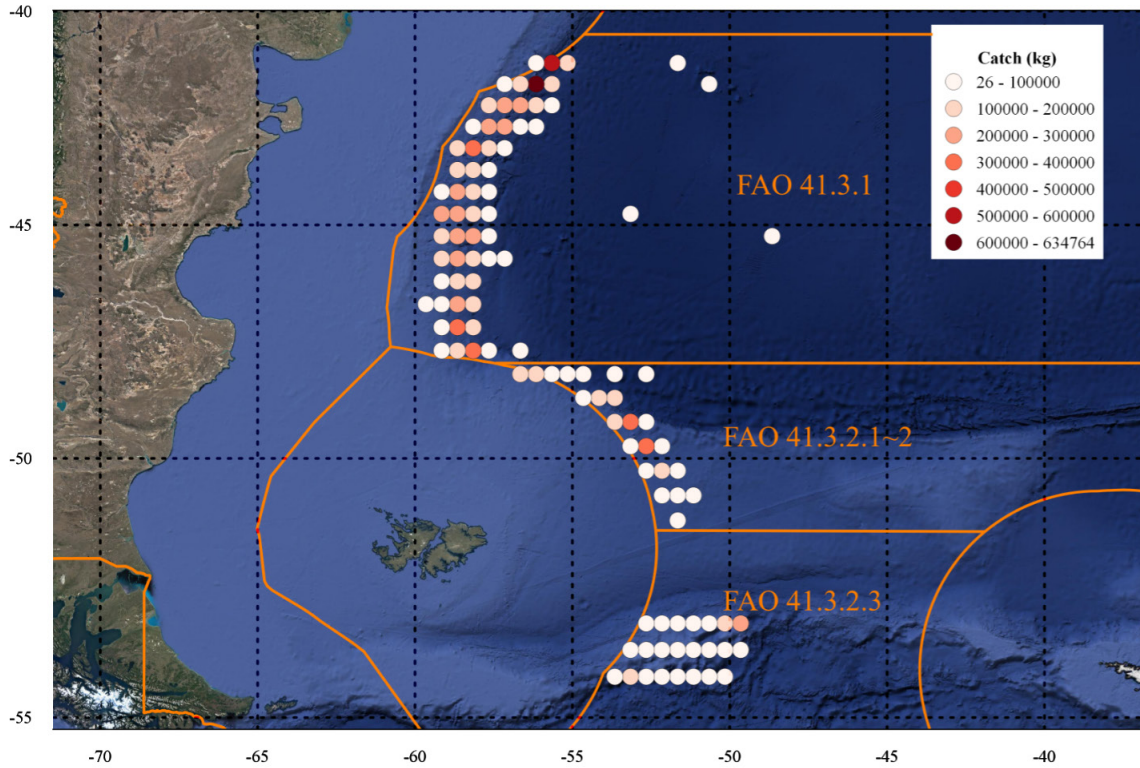


Fig. 1. Spatial distribution of fishing ground and catch of Korean bottom longline vessels catching Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides* in South West Atlantic from 2013 to 2019.

(11.3%) 양승으로 3.2.3 해역보다 17 양승이 많았다. 전체 조업 자료가 확보된 2015년 이후를 기준으로 3.1 해역에서 매년 양승수는 5,000양승 이상이었으나 3.2.1-2 해역은 1,000양승 미만이었으며, 3.2.3 해역도 2017년과 2018년을 제외하고 1,000 양승 미만이었다(Table 1).

연도별 조업 분포와 양승수에 따른 조업 밀도는 Fig. 2와 같다. 매년 모든 세부해역에서 조업이 이루어졌으며, 전체적으로 조업이 가장 많이 이루어진 3.1 해역에서의 2016년부터 조업 밀도가 두드러지게 높게 나타나기 시작했다. 그 중에서도 세로로 이어지는, 좌우 끝 블록을 제외한 중간 블록 지역들의 조업 강도가 더 높았다. 특히 우루과이와 인접한 41°30′-42°S와 56°30′-57°W 블록은 2016년부터 매년 500 양승 가까이 조업이 이루어지는 가장 강도 높은 블록이었다. 2016년까지 3.2.3해역에서 조업 밀도는 블록별로 30양승 미만이었으나 2017년부터 90 양승까지 밀도가 올라가는 블록들이 보이기 시작했으며 조업이 이루어지는 블록도 더 많아졌다(Fig. 2).

비막치어 어획량 분포

2013년부터 2019년까지 수집된 자료에서 매년 최대 10척의 저연승어선이 남서대서양에서 조업을 했으며 총 11,546톤의 비막치어를 어획했다. 세부해역별 어획량은 3.1해역이 8,275톤으

로 가장 많았고, 3.2.1-2해역이 1,760톤, 3.2.3해역이 1,511톤 순이었다(Table 1). 블록별 어획량은 3.1해역의 가운데 블록들이 비교적 많았으며 3.2.1-2해역에서도 같은 경향을 보였다. 3.2.3 해역에서는 북동 끝단에 있는 블록의 어획량이 가장 많았다. 어획량이 가장 많은 블록은 조업 밀도가 가장 높았던 41°30′-42°S, 56°30′-57°W블록과 동일했으며 이 블록에서만 총 635톤의 비막치어가 어획되었다. 이 블록의 북동에 바로 인접한 블록에서 그 다음으로 많은 526톤의 비막치어가 어획되었다(Fig. 1)

CPUE의 변화

2013년부터 2019년까지 남서대서양에서 조업한 조연승어선의 CPUE (kg/haul) 변화는 Fig. 3과 같다. 모든 세부해역에서 2013년 CPUE의 사분위수 범위가 가장 넓고 2015년의 3.2.1-2 해역을 제외하고 그 다음해인 2014년이 그 다음으로 넓었다. 3.1 해역에서 연도별 평균 CPUE는 2013년에 869.5로 가장 높았고 그 다음해에 614.6을 기록했다가 2015년 423.5를 기록한 후 계속 300 이하를 유지했고 CPUE의 변동폭도 다른 세부 해역에 비해 크지 않았다. 3.2.1-2해역에서 연도별 평균 CPUE가 2013년에 1,073.3으로 모든 해역을 통틀어 가장 높은 값을 기록했으나 그 다음해에는 400 이하로 떨어졌으며 그 이후로는 계속 400대를 오르내렸다. 3.2.3 해역에서는 평균 CPUE가 2014

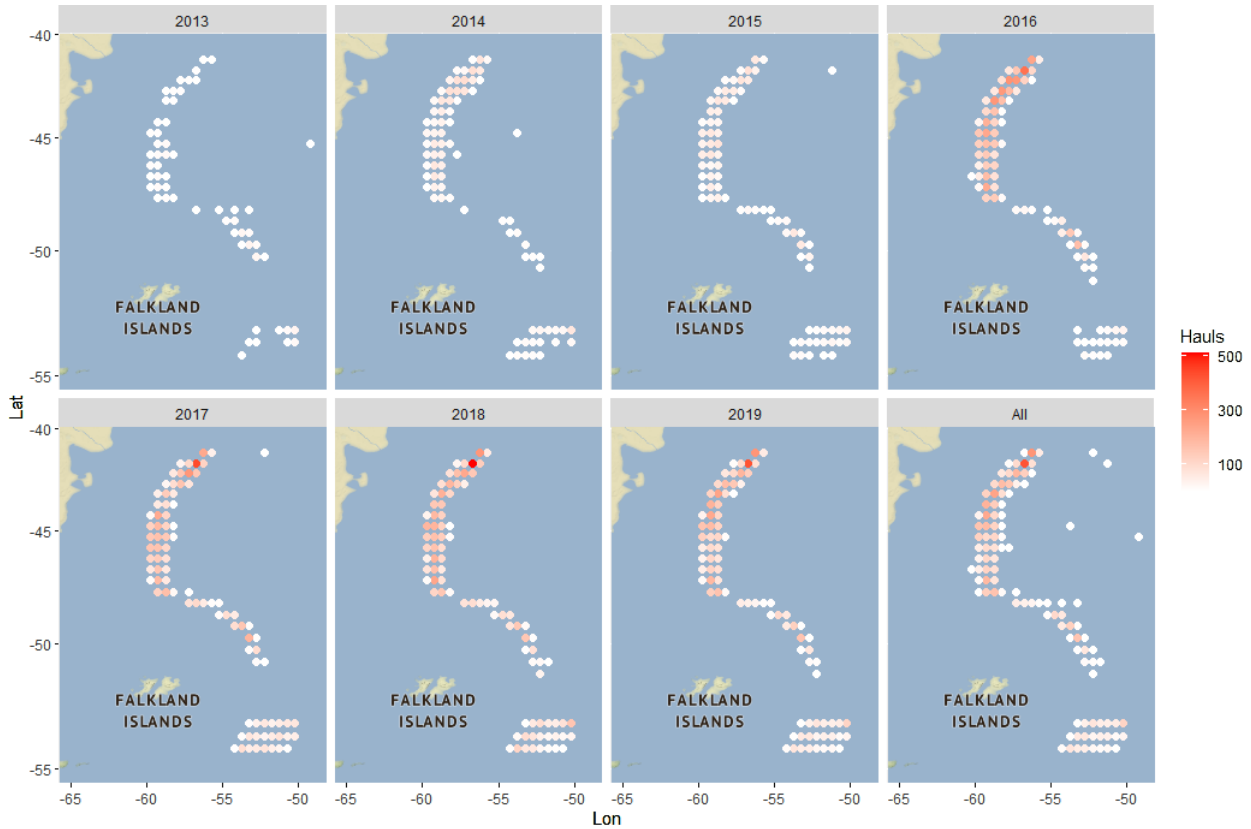


Fig. 2. Annual fishing ground and fishing concentration by haul numbers in 30' by 30' definition in the South West Atlantic from 2013 to 2019.

년에 790.7로 가장 높았고 그 다음으로 2013년이 709.0으로 높았다. 그 이후로 평균 CPUE는 400에서 300대 사이를 오르내렸다. 모든 세부해역에서 2013년과 2014년의 CPUE의 평균이 중앙값보다 높았다. 세부해역별로 CPUE의 차이를 분석한 결과 유의하지 않은 것으로 추정되었다($P>0.05$).

고 찰

남서대서양에서 한국 저연승 어선의 저연승 양승수와 비막치어의 어획량을 볼 때, 가장 중요한 어장은 FAO 3.1해역에서 아르헨티나 EEZ를 따라 길게 뻗어 있는 대륙사면이었다(Fig. 1). 특히, 2016년부터 3.1해역 어장에서 좌우 각 끝 블록을 제외한 중간의 블록에 어업이 집중되었고 있는 것을 알 수 있는데, 그 중에서도 우루과이와 인접한 북단 블록인 $41^{\circ}30' - 42^{\circ}S$, $56^{\circ}30' - 57^{\circ}W$ 블록에서 매년 가장 높은 양승수를 기록하고 어획량도 가장 많았다. 그 이유는 한국 저연승 어선들이 우루과이를 물류 및 정비 기지로 이용하며 남서대서양 공해에 출입하는데 가장 가까우면서도 해저가 대륙사면 지형이기 때문인 것으로 여겨진다(Fig. 1). 3.2.1-2해역과 3.2.3해역은 3.1해역에 비해 CPUE가 다소 높았지만 유의한 차이는 없었고 우루과이를

기점으로 이동하는 어선들에게는 거리가 멀어 경제성이 높지 않을 것으로 생각된다(Fig. 2; Fig. 3).

남서대서양 비막치어의 정확한 자원평가 연구가 전무하지만 Parkers et al. (1996)은 태평양을 접한 사우스조지아섬에서 비막치어를 잡는 저연승어업 자료의 절반이 CPUE가 감소하는 경향을 보였다고 했다. 본 연구에서도 연도별 CPUE 변화로 볼 때, 남서대서양 비막치어 자원이 많이 감소한 상태인 것으로 추정된다. 세 세부해역 모두 CPUE가 급격히 감소하였고 2016년 이후의 CPUE가 2013년에 비해 절반 수준으로 떨어진 뒤로 그 수준이 지속되고 있기 때문이다. 또한 연도별 CPUE 박스플롯에서 2015년 이전에는 CPUE 사분위분포가 높고 넓었으며, 평균 CPUE가 중앙값 CPUE보다 큰 차이로 높아 어황이 좋았지만, 2015년부터는 CPUE 사분위분포가 낮고 협소해졌기 때문에 경제성도 매우 낮아졌을 것으로 보인다(Fig. 3).

Arrizabalaga et al. (2019)는 AIS (auto identification system)를 통해 남서대서양 대륙붕 사면의 조업 강도가 높은 것으로 추정했으며 공해에서는 3.1해역을 가장 조업 강도가 높은 지역으로 나타냈다. 그러나 3.1해역에 비해 조업 강도가 낮기는 하지만 비슷한 강도의 저연승 조업이 이루어지고 있는 나머지

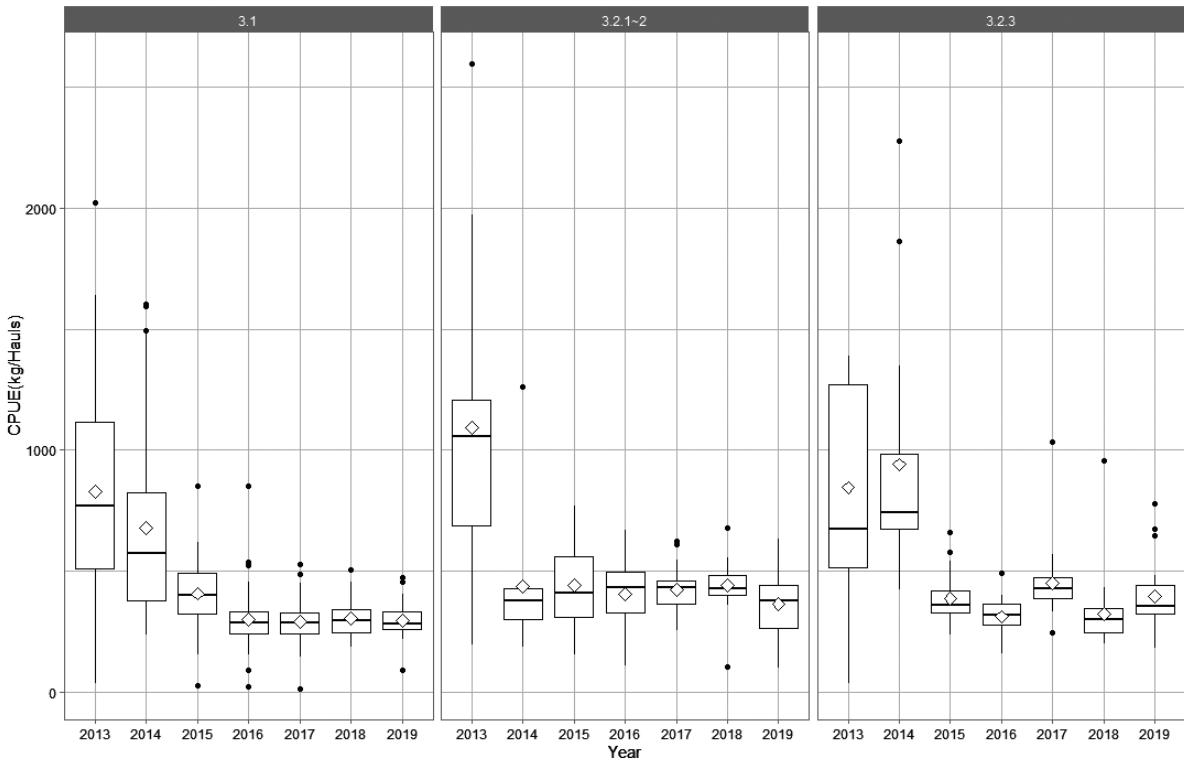


Fig. 3. Boxplots of CPUE(kg/hauls) for Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides* by FAO subareas in South West Atlantic from 2013 to 2019($P>0.05$). Diamonds indicate means of CPUE by year.

3.2.1-2 해역과 3.2.3. 해역에서는 조업이 거의 없는 것으로 추정했다. 이로 미루어 볼 때 3.1 해역은 한국뿐만 아니라 다른 나라의 트롤 등 저층에서 조업하는 어선들이 매우 높은 강도로 조업하는 곳이며, 남서대서양 저층어업에서 한국 저연승 어선의 조업 비중은 높지 않은 것으로 여겨진다. 따라서 이 해역의 자원관리 및 보존을 위해서는 중국, 대만, 스페인과 같이 이 해역 어선의 비율이 높은 나라들의 자료가 매우 중요할 것으로 판단된다.

저층어업과 관련된 지역수산기구에서 조업자료와 어획량 자료를 이용해 저층영향평가와 자원평가를 실시하는데, 가장 처음에 실시하는 것이 조업 위치 맵핑과 CPUE 추정이다. 남서대서양에서 한국 저연승 어선의 조업 비중과 조업 범위가 매우 낮은 편이지만 본 연구에서 비막치어의 CPUE가 감소한 것으로 추정되기 때문에 비막치어의 자원량이 감소하고 다른 나라의 조업 환경도 열악해졌을 것으로 생각된다. 남서대서양 어업의 관리와 지속적 어업을 위해 중국, 대만, 스페인과 같이 한국보다 큰 저층 어업 비중을 차지하는 국가들이 모두 참여하는 지역수산기구 설립 또는 이들 국가의 어업 관리 행동을 요청하는 FAO의 관리강화가 필요한 것으로 생각된다.

본 연구에서 사용된 자료는 2016년 이전 자료의 전체 조업자료가 확보되지 않아 직접적인 어획량 비교가 어려웠다. 따라서 CPUE의 연도별 변화를 비교하기 위해 양승수를 노력량으로

사용해 추정했다. 저연승어업은 양승 별로 낚시바늘의 수가 다른 경우가 많기 때문에 양승수보다 낚시바늘수가 더 정확한 노력량이 될 수 있다. 그러나 본 연구에서 수집된 자료는 2017년 이전 자료에서 낚시바늘수의 누락이 많아 사용할 수 없었다. 향후 연구에는 명확한 자료 수집을 기반으로 낚시바늘수와 침적 시간을 반영한 CPUE 추정 및 조업 위치, 수온, 선박 크기 등을 고려해 CPUE를 표준화하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 한국 저연승 어선의 조업 지역을 밝혀내고 조업 강도를 추정해 한국 저연승 어선의 조업에 의한 저층 영향평가 자료를 제공하는 동시에 다른 나라의 조업 자료의 필요성을 제안하였으며, 남서대서양 공해상, 특히 FAO 3.1 해역과 FAO 3.2 해역에서의 비막치어 CPUE를 처음으로 추정하였다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원 2021년도 수산시험연구사업「원양어업 자원평가 및 관리 연구」(R2021029)의 지원을 받았습니다.

References

Arrizabalaga H, Granado I, Kroodsma D, Miller NA, Taconet M and Fernandes JA. 2019. FAO Area 41-AIS-based fishing

- activity in the Southwest Atlantic. In: Taconet M, Kroodsma D, Fernandes JA. Eds. Global Atlas of AIS-based fishing activity - Challenges and opportunities. FAO, Rome, Italy.
- Collins M, Brickle P, Brown J and Belchier M. 2010. The Patagonian toothfish. Biology, Ecology and Fishery. *Adv Mar Biol* 58, 227-300. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381015-1.00004-6>
- De Witt HH, Heemstra PC and Gon O. 1990. Nototheniidae. In: Fishes of the Southern Ocean. O Gon and PC Heemstra. Eds. J L B Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown, Republic of South Africa, 279-331.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2004. FAO major fishing areas. Atlantic, Southwest (Major Fishing Area 41). CWP Data. Retrieved from <http://www.fao.org/fishery/area/Area41/en#FAO-fishing-area-41.3>.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2009a. International guidelines for the management of deep-sea fisheries in the high seas. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy, 73.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2009b. Worldwide review of bottom fisheries in the high seas. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy, 145.
- Horn PL. 2002. Age and growth of Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides* and Antarctic toothfish (*D. mawsoni*) in waters from the New Zealand subantarctic to the Ross Sea, Antarctica. *Fish Res* 56, 275-287. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(01\)00325-3](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00325-3)
- Parkes G, Moreno CA, Pilling G and Young Z. 1996. Use of the Leslie stock depletion model for the assessment of local abundance of Patagonian toothfish *Dissostichus eleginoides*. *CCAMLR Sci* 3, 55-77.