



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

이학석사 학위논문

대서양 한-가나 합작법인 다랑어  
선망어선의 조업실태 분석



2021년 8월

부경대학교 글로벌수산대학원

어업생산학과

권기준

이학석사 학위논문

대서양 한-가나 합작법인 다랑어  
선망어선의 조업실태 분석

지도교수 이 춘 우

이 논문을 이학석사 학위논문으로 제출함.



2021년 8월

부경대학교 글로벌수산대학원

어업생산학과

권기준

# 권기준의 이학석사 학위논문을 인준함.

2021년 8월 27일

주 심 수산학박사 이 유 원   
위 원 이 학 박사 류 경 진   
위 원 수산학박사 이 춘 우 

# 목 차

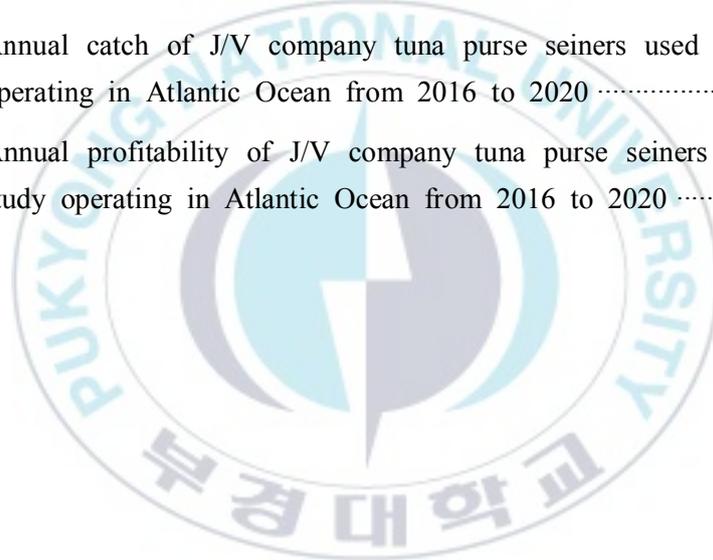
목 차 .....	i
List of figures .....	ii
List of tables .....	iii
Abstract .....	iv
I. 서 론 .....	1
II. 재료 및 방법 .....	3
1. 대상 해역 및 선박 .....	3
2. 분석 방법 .....	5
III. 결과 및 고찰 .....	6
1. ICCAT의 주요 자원보존관리조치 .....	6
2. 어구의 특성 .....	9
3. FAD의 구조 및 특성 .....	14
4. 어획량의 변화 .....	17
IV. 요약 .....	24
참고문헌 .....	26
감사의 글 .....	29

## List of figures

Fig. 1. Geographical position of fishing ground admitted by operating of Korean-Ghana joint venture tuna purse seiners in the Atlantic Ocean. ··	3
Fig. 2. Area closure (red rectangle) in relation with the protection of juveniles. ·	5
Fig. 3. Comparison of a general design of purse seine fishing gear between the Atlantic Ocean and the Western and Central Pacific Ocean. ....	10
Fig. 4. FAD specifications used in the in the Atlantic Ocean. ....	14
Fig. 5. Two types of FAD's raft in the Atlantic Ocean. ....	16
Fig. 6. Comparison of horizontal distribution of surface water temperature in July 2018 (upper) and July 2019 (lower) of Atlantic Ocean. ....	18
Fig. 7. Annual catch by fishing ground of analyzed tuna purse seiners in Atlantic Ocean. ....	20

## List of tables

Table 1. Specification of six Korea-Ghana joint venture tuna purse seiners in the Atlantic Ocean .....	4
Table 2. Summary of recommendation 16-01 by ICCAT on a multi-annual conservation and management programme for tropical tuna .....	6
Table 3. Comparison of specification of purse seine fishing gear between Atlantic Ocean and Pacific Ocean .....	11
Table 4. Annual catch of J/V company tuna purse seiners used in the study operating in Atlantic Ocean from 2016 to 2020 .....	17
Table 5. Annual profitability of J/V company tuna purse seiners used in the study operating in Atlantic Ocean from 2016 to 2020 .....	22



Analysis on the Fishing Conditions of a Joint Venture Company between Korea and  
Ghana Tuna Purse Seiner in the Atlantic Ocean

Ki-Jun KWON

*Department of Fishery Production,  
Pukyong National University*

**Abstract**

The research was analyzed the catch data of the five years (2016~2020) for six joint venture company tuna purse seiners in the Atlantic Ocean, with the aim of suggesting improvement measures for responsible and sustainable fishing according to changes of recommendation by ICCAT on the tropical tunas.

ICCAT's recommendation on a multi-annual conservation and management program for tropical tunas is based on Rec. 16-01. The catch limits (Total Allowable Catch: TAC) for bigeye tuna was at 65,000 tons per year between 2016 and 2018, but reduced to 65,000 tons in 2019, 62,000 tons in 2020 and 61,500 tons in 2021. However, TAC for yellowfins is maintains the 110,000 tons set during the 2012 and multi-year programs.

The most effective FAD management is the FAD closure area and designation of FAD closure area. Fishing for, or supported fish for tropical tunas in association with objects that could affect fish aggregation, including FADs, shall be prohibited during the period 1 January to 28 February in the area Southern limit is parallel 4°, Northern limit is parallel 5°, Western limit is meridian 20° and Eastern limit is the African coast with FADs limited up to 500 EA. The revised recommendation on 2019, Rec 19-02 also reduced the number of FAD limit from 500 to 350 in 2020, 300 in 2021,

expanding FADs closure area to throughout the ICCAT Convention area in 2020, and extended by one month from 1 January to 31 March in 2021, from the previous two months. And it was strengthened to allow only the non-entangled FAD from 2020.

There was no difference in the composition and layout of traditional tuna fishing gear. It was compared to the fishing gear used same size purse seiner in the Western and Central Pacific Oceans to check the characteristics of fishing gear by the oceans. The overall size of the fishing gear was small in the Atlantic Oceans, which mainly catches the aggregated FAD, thermocline layer was shallow and depth of the sinking also shallow. The replacement cycle of the fishing gear is longer than the Western and Central Pacific Oceans which takes into durability.

FAD set fishing is main fishing method for tuna purse seiner in the Atlantic fishing industry. However, the FAD used in the fishing industry has been a constant problem with incidental fishing, ghost fishing, and marine pollution, and continuous expansion of regulations is expected. Recently, the use of non-entangling FAD has been enforced to prevent fishing of non-target species due to the entanglement of shark and turtle species, further recommending the use of non-entangling biodegradable FAD with biodegradable materials.

In the last five years (2016~2020), the average catch of six tuna purse seiner gradually increased to 7,745 tons, 8,364 tons, and 9,053 tons from 2016 to 2018, and decreasing to 7,761 tons in 2019 and 6,214 tons in 2020. The reason for the decrease in fishing volume in 2019 was the fluctuation of the formation of the cold water zone (22~23°C), and in 2020, the total ICCAT convention area of FAD closure in January and February due to the expansion of the FAD closure area and poor free school catching during two months period. On the other hand, the analysis by fishing area showed that the percentage of fishing in the high sea was about 85%, although the FAD closure area included the EEZ zone in coastal countries, but the rise of the fishing license in coastal countries is also believed to be a factor.

In order to overcome such situations and improve catching volume, it will be

possible if excellent manpower is secured, school fishing is expanded, and the production of high value-added catch (Purse seine Special: PS).



# I. 서론

다랑어 선망어업은 어군탐색부터 어획까지 전 과정이 계획적이고 적극적인 어법 특성을 가지며, 특히 헬리콥터, 레이더, 소나, 윈치, 파워블럭 등 다양한 어로장비에 의한 생력화된 조업시스템을 갖추고 있어서 어획성능이 높은 현대식 어업이다.

우리나라 다랑어 선망어선의 출어 해역은 1972년 동부태평양 해역을 중심으로 조업하기 시작하여 현재는 중서부태평양에서 대부분의 조업이 이루어지고 있으며, 2011년부터 인도양으로 진출하여 어장을 확대하고 있다. 한편, 연안국 합작회사의 형태로 태평양, 인도양, 대서양에 출어하고 있다(Ryu, 2020).

우리나라 다랑어 선망어업에 대한 연구는 태평양 해역에서 조업한 국적선 어획자료 등을 활용하여 어획 및 조업 특성(Kim et al., 1995; Moon et al., 1996; Moon et al., 2005; Lee et al., 2016; Lee et al., 2017; Park et al., 2016)에 대한 연구가 주로 이루어졌고, 그 외 선망어업의 발달과정(Hyun et al., 1992), 선망어구의 변화(Ryu et al., 2015)와 중서부태평양수산위원회(Western and Central Pacific Fisheries Commission: WCPFC) 보존관리조치가 우리나라 다랑어선망어업에 미친 영향과 향후 대응 방안(Lee et al., 2016) 등 다랑어 선망어업에 대한 다양한 연구가 이루어졌으나, 대부분 우리나라 국적선들이 조업하는 태평양 해역에 관한 것으로 국적선이 조업하지 않은 대서양 해역에서의 다랑어 선망어업에 관한 정보는 거의 찾아보기 어렵다.

대서양 해역 선망어업은 1980년대 중반부터 출어하기 시작하여, 초기 EU 국가에서 가나 Tema항 및 코트디부아르 Abidjan항을 기지로 하여 합작회사를 설립하여 운항하였으며, 현재도 주로 스페인, 프랑스 등의 EU 국적

선박 척수가 많고 그 외 가나, 세네갈, 벨리제 국적 등의 선박들이 조업하고 있다. 한편, 대서양에서 우리나라 선망어업은 1990년대까지 EU국가 선박에 선장을 비롯한 선원들의 송출 형태로 조업이 진행되다가 어획 저조에 따른 경영난과 선박 노후로 인해 일부 선박은 중국인 회사로 매각 또는 폐선되었다. 대서양 선망어업이 활기를 띠기 시작한 것은 2000년 초 EU국가들의 2000톤급 이상 신조선들이 출어하면서이고, 2003년 우리나라 S사가 출자한 합작회사 소속의 선박들이 출어하면서부터이다.

본 연구에서는 대서양 해역에서 합작회사 소속 선망어선을 대상으로 대서양 다랑어보존위원회(International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas: ICCAT)의 규제 변화에 따른 선망어선의 조업 및 어장 등에 대한 정보를 분석하고, 책임있고 지속가능한 어업을 위한 개선방안을 제시하고자 한다.



## II. 재료 및 방법

### 1. 대상 해역 및 선박

대서양다랑어보존위원회(ICCAT)의 관리대상 해역은 Fig. 1과 같이 대서양과 인접 해역이고, 대상어는 참다랑어(*Thunnus thynnus*), 눈다랑어(*Thunnus obesus*), 황다랑어(*Thunnus albacares*), 가다랑어(*Katsuwonus pelamis*), 새치류 등 고도회유성 어종 약 30여 종이다.

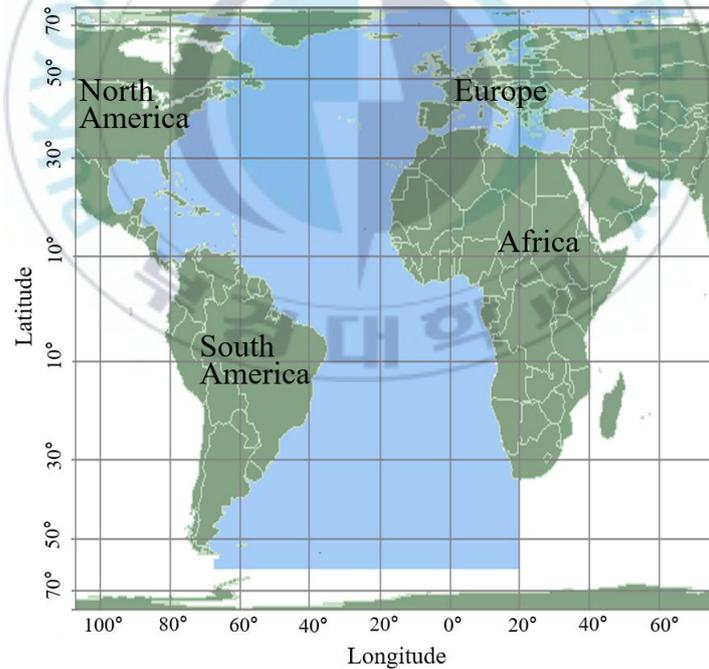


Fig. 1. Geographical position of fishing ground admitted by operating of Korean-Ghana joint venture tuna purse seiners in the Atlantic Ocean.

동 해역에서 우리나라 다랑어 연승어선 6척이 조업을 하고 있고, 국적 다랑어 선망어선은 조업하지 않고 있으나(<https://www.iccat.int/en/Vessels/Record.asp>), Eu 국가(주로 스페인, 프랑스) 30여 척, 가나 17척, 세네갈 7척, 벨리즈 7척, 라이베리아 2척 등 약 80여 척이 조업 중에 있다. 가나 17척 중 S사가 출자한 가나합작회사 소속의 선박 6척이 포함되어 있으며, 이들 선박의 제원은 Table 1과 같다. 조사에 이용된 선망어선 총톤수는 994.59~1,100톤, 선령은 13~37년으로 다양하였다.

Table 1. Specification of six Korea-Ghana joint venture tuna purse seiners in the Atlantic Ocean

	Gross tonnage (ton)	Length (m)	Breadth (m)	Depth (m)	Engine power (hp)	Fish well capacity (m <sup>3</sup> )	Age (year)
A	994.59	57.52	12.20	7.20	2,800	1,327	35
B	994.59	57.52	12.20	7.20	2,800	1,327	37
C	994.59	57.52	12.20	7.20	2,800	1,327	33
D	1,100	61.94	12.30	7.25	3,155	1,579	13
E	1,100	61.94	12.30	7.25	3,155	1,579	13
F	1,100	61.94	12.30	7.25	3,155	1,579	13

## 2. 분석 방법

본 연구에서는 ICCAT의 열대 다랑어 자원보존관리조치에 관한 권고인 Rec. 16-01, Rec. 17-01, Rec. 19-02를 살펴보고, 대서양 어장에서 사용하는 선망어구 및 FAD의 특징을 분석하였다(ICCAT, 2016; ICCAT, 2017; ICCAT, 2019). 또한 ICCAT의 권고 조치에 따른 수역별 어획량 변동 분석을 위하여 대서양에서 합작회사 선망어선이 조업 가능한 수역인, High sea, Ghana, Cote d'Ivoire, Benin, Liberia, Other와 같이 6개 수역에 대하여 조사하였다 (Fig. 2).

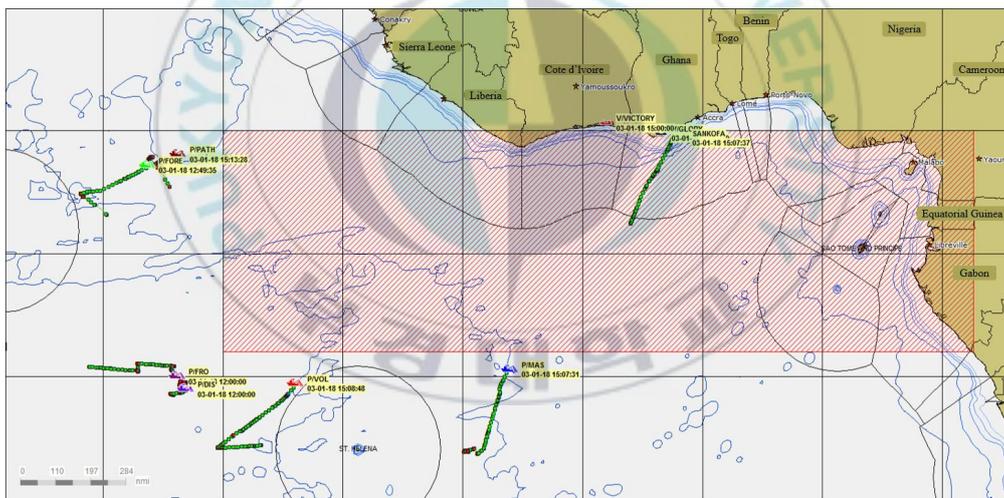


Fig. 2. Area closure (red rectangle) in relation with the protection of juveniles.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. ICCAT의 주요 자원보존관리조치

대서양 다랑어 선망어업의 주 대상어종인 가다랑어와 황다랑어의 자원보존 관리를 위한 ICCAT의 권고는 주로 Rec. 16-01을 기반으로 하고 있으므로 Rec. 16-01을 요약하면 Table 2와 같다(ICCAT, 2016).

Table 2. Summary of recommendation 16-01 by ICCAT on a multi-annual conservation and management programme for tropical tuna

Item	Specification
Catch limit	TAC<65,000 for bigeye tuna TAC<110,000 for yellowfin tuna
Capacity management measures	Capacity limitation for bigeye tuna - Number of purse seiners: Eu 34/ Ghana 17
Management of FADs	Area/time closure on relation with the protection of juveniles - Area Southern limit: parallel 4°/South latitude Northern limit: parallel 5°/North latitude Western limit: meridian 20°/West longitude Eastern limit: the African coast - Time During the period 1 January to 28 February  Limitation of FADs - No more than 500 FADs  FAD management plans FAD logbook and list of deployed FADs Reporting obligations of FADs and on support vessels Non-entangling and biodegradable FADs

ICCAT에서 열대 다랑어(tropical tuna)라 함은 눈다랑어(Bigeye tuna, *Thunnus obesus*), 황다랑어(Yellowfin tuna, *Thunnus albacares*), 가다랑어(Skipjack, *Katsuwonus pelamis*)를 말하며, Rec. 16-01의 열대다랑어 다년 보존 관리 프로그램에 관한 ICCAT 권고는 Table 2에 나타낸 것과 같이 어획한도 설정, 어획능력 관리 조치, FAD (Fishing Aggregatin Devices) 관리 등이다.

어획한도는 과학평가에 의한 TAC (Total Allowable Catch, 총허용어획량)를 통하여 눈다랑어의 2016~2018년까지 연간 총허용어획량을 65,000톤으로 설정하였다. 국가별로 배정된 어획량은 대서양 해역에서 조업하는 Eu 등 7개국에 대하여 가중치(relative shares)를 두어 필리핀 286톤에서 일본 17,696톤 등 각국별로 상이하였고, 합작법인회사가 소속된 가나는 4,250톤이었다. 한편, 황다랑어의 연간 TAC는 2012년과 다년 프로그램 기간 중에 설정한 110,000톤이었다.

어획능력 관리조치로는 눈다랑어를 어획할 수 있는 어선 척수를 제한 함으로써 어획능력을 관리하였는데, 선망선은 EU 34척, 가나 17척 등 총 80여척이었고, 연승선은 우리나라 6척을 포함하여 총 659척이 동 해역에서 조업할 수 있도록 하였다.

대부분 FAD 조업이 이루어지는 대서양 선망어업에 가장 영향을 미치는 것은 FAD 관리에서 금어수역과 금어기간의 지정으로 판단된다. 금어수역은 Fig. 2에 나타낸 것과 같이 남쪽 한계는 4°S, 북쪽 한계는 5°N, 서쪽 한계는 20°W, 동쪽 한계는 아프리카 연안이고, 동 수역에서 1월 1일부터 2월 28일까지(2개월) FAD를 포함하여 어류군집에 영향을 미치는 물체를 동반한 열대 다랑어류 어획을 금지하고 있다.

그 외에 FAD의 최대개수를 500개로 제한하고, 유집장치 사용에 관한 FAD 관리계획을 수립하고 ICCAT 사무국에 보고하도록 하였으며, FAD 조업 시 FAD의 배치(위치, 일자, 유형, 식별표시, 설계 특성 등), FAD와의 접촉,

투망 여부, 각 FAD의 분실에 대하여 데이터를 수집하고 보고하여야 한다. 또한 FAD의 생태학적 영향과 상어, 거북 및 다른 비목표 어종 어획의 감소와 합성 해양쓰레기의 방출을 최소화하기 위해 영키지 않으면서 생분해성 FAD로 교체하기 위한 연구도 진행되고 있다.

Rec. 17-01에서는 2020년까지 열대 다랑어 폐기량을 상당한 정도로 줄이는 것을 목표로 선망선에 의해 어획된 열대 다랑어의 폐기 금지에 관한 권고를 하였다(ICCAT, 2017). 한편 Rec. 19-02는 열대 다랑어자원이 과다 어획되고 있어서 Rec. 16-01을 대체하기 위하여 권고되었는데, 눈다랑어의 TAC를 2019년 65,000톤, 2020년 62,000톤, 2021년 61,500톤으로 단계적으로 감축하고, FAD의 사용수도 기존 500개에서 2020년 350개, 2021년 300개로 줄였으며, FAD 금어수역도 Fig. 2의 구간에서 대서양 전수역으로 확대하고, 금어기간도 기존 2개월에서 2021년부터 1개월이 추가되어 3개월간 FAD조업을 할 수 없으며 (단 부상어군 조업은 가능), 2020년부터 비영김 FAD만 사용할 수 있도록 강화하였다(ICCAT, 2019).

## 2. 어구의 특성

대서양에서 조업 중인 합작법인 다랑어 선망선에서 일반적으로 사용되는 어구의 도면은 Fig. 3의 (a)와 같다.

어구의 전체 규모는 그물의 길이 1,850 m, 22폭(1,012 FL×22 strips)의 어구를 사용하고 있으며, 뜬줄의 길이는 1,382 m로 평균 주름율은 25.3%, 발줄의 길이는 1,680 m 평균 주름율 9.2%이다.

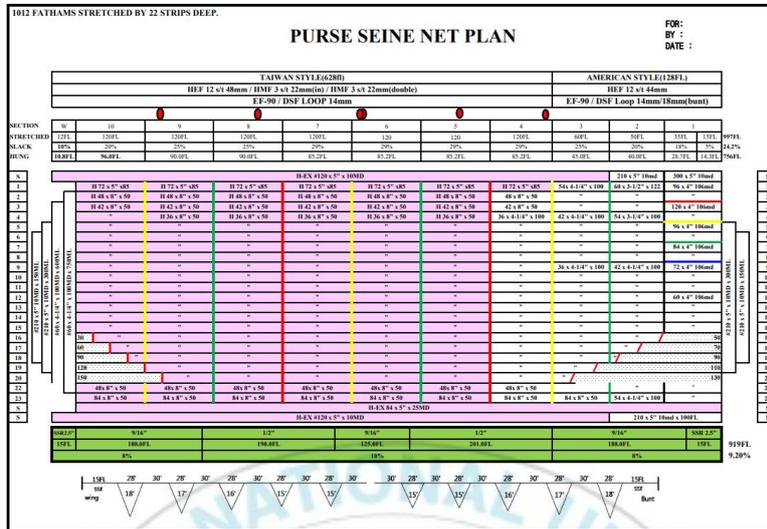
뜬줄은 어포부를 제외한 모든 부분을 Two-rope type으로 구성하여 사용하고 있으며, 이는 강조류로 인하여 줍줄죄기(pursing)가 완료되기 전에 양망을 진행하는 일이 자주 발생하므로 양망 작업 중 뜬줄과 그물의 말림을 방지하기 위한 것과 어구의 장기 사용에 따른 뜬의 보수 작업의 용이성 때문에 Two-rope type으로 구성하는 것으로 판단된다.

그물부는 총 10 Section으로 구성되어 Main pannel의 망목은 8" (인치) 그물이 배치되어 있으며 2~4번 Section에는 4 1/4", 어포부는 4"로 구성이 되어 있다. 현재 대서양 해역 선망 어구의 망목은 4" 이상 사용으로 제한되어 있다.

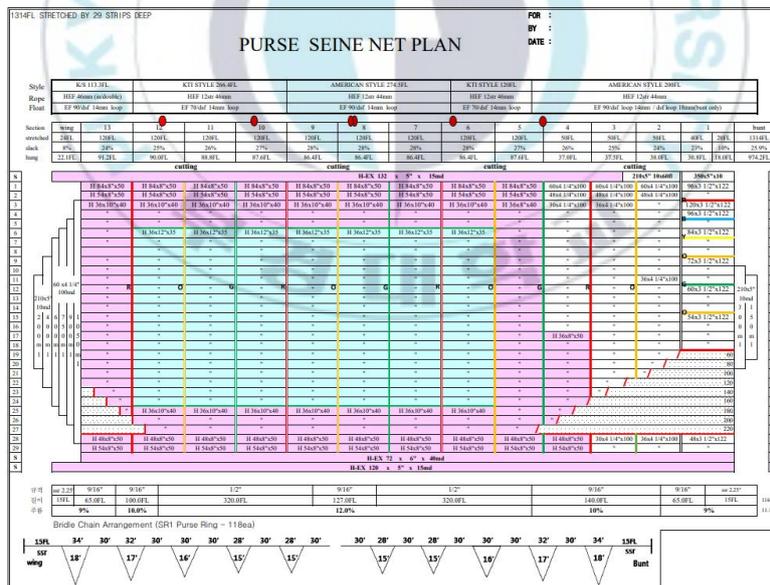
발줄부는 본선의 줍줄원치의 용량을 고려하여 9/16", 1/2" 체인을 적절히 배치하고, 줍고리 줄의 배열도 다른 선망 어구와 비교하여 특이성은 없다.

선망어구는 두리어구류의 긴착망에 속하며, 긴 네모꼴의 어구로 어군을 둘러쳐 조임줄을 신속하게 조여 어군을 그물 안에 가둔 후 어획하는 어법으로, 어구는 대상 어군의 행동과 어장 환경을 고려하여 설계되어야 한다.

선망어구의 규모와 형태의 결정은 대상 어종의 분포 수층, 습성, 유영 속도, 어군의 크기, 조업시간과 어선의 설비 등이 고려되어야 한다. 또한, 조업활동이 원거리 공해나 타국의 어장에서 조업이 이루어지므로 국제기구의 규제나 연안국의 사회적 환경도 어구 설계에 반영되어야 한다.



(a) Atlantic Ocean



(b) Western and Central Pacific Ocean

Fig. 3. Comparison of a general design of purse seine fishing gear between the Atlantic Ocean and the Western and Central Pacific Ocean.

Table 3. Comparison of specification of purse seine fishing gear between Atlantic Ocean and Pacific Ocean

Item	Atlantic Ocean	Pacific Ocean
Stretched length of net (m)	1,850	2,403
Number of strips	22	29
Stretched depth of net (m)	234.8	314.4
Designed depth of net (m)	157.0	210.6
Length of float line (m)	1,382	1,781
Average slack ratio of float line (%)	25.3	25.9
Length of sinker line (m)	1,680	2,134
Average slack ratio of sinker line (%)	9.2	11.2
Stopper net	None	None

대서양 어장 환경 중 다랑어류의 서식에 영향을 주는 것은 수온약층이다. Castano-Tierno et. al (2018)이 20℃ 등온선을 모델링하여 수온약층을 추정 한 결과에 따르면 태평양의 적도 주변 수온약층의 형성은 동쪽에서부터 서쪽으로 갈수록 깊어지고, 대서양의 적도 주변 수온약층은 태평양보다 평균적으로 얇은 것으로 보고하였다.

대서양 다랑어 선망 어장은 일반적으로 중서부 태평양 수역 어장에 비하여 수온약층이 얇고, 강조류에서 조업하는 것으로 알려져 있다. 대서양 다랑어군의 유영 수층이 표층에서부터 30~50 m 사이로 유영하는 것으로 어군탐지기에 주로 탐지되고, 중서부태평양 수역의 어군 유영층 30~100 m 보다 얇게 형성되어 요구되는 어구의 최대 침강 깊이는 얇다.

다랑어 선망어선의 조업형태는 부상군(unassociated school fish) 조업과 FAD (associated school fish) 조업으로 나뉜다. 부상군은 어획적수온이나 먹이생물의 분포에 따라 섭이 회유를 하는 어군은 목시 관측, 새 떼 탐지용레이더 및 소나 등에 의해 탐지된 자연 군집 어군을 대상으로 한다. FAD조업은 유목군 조업이라고 부르기도 하며, 자연적 또는 인위적으로 투척되어 표류

하는 부유물에 유집된 어군을 대상으로 조업하는 방법이다(Park et. al., 2016).

조업 형태는 중서부태평양은 조업 횟수의 약 80%정도 부상군 조업으로 이루어지고, FAD군 조업은 1일 1회 아침 박명시 전후에만 이루어지는 반면, 대서양 어장에서는 대부분 FAD군 조업이 이루어지고, FAD의 분포와 어군의 유집 상황에 따라 주간에 계속적으로 조업하며 부상군 조업은 극히 드물게 이루어지는 것으로 알려져 있다.

본 연구의 대상 선박과 동일한 규모의 중서부태평양 다랑어 선망어구(Fig. 3의 (b))와 비교 결과는 Table 3과 같다. 선망어구에서 어군의 포위면적을 결정하는 뜰줄의 길이는 이동하는 부상군 보다 유집되어 있는 FAD군을 주로 조업하는 대서양 선망어구의 길이가 553m 짧았고, 최대 침강 깊이를 유추할 수 있는 깊이 방향의 폭수도 태평양의 29폭보다 7폭이 적은 22폭으로 구성되어 있다.

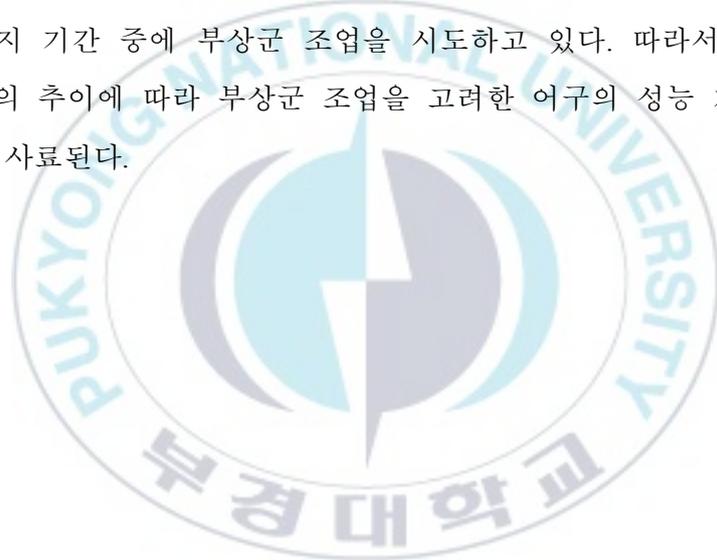
일반적으로 선망어구로 다랑어류의 포획은 어구로 어군을 1차적으로 포위하는 것이 매우 중요하고, 포위된 어군이 뜰줄이 완전히 조여질 때까지 탈출하지 않도록 충분한 유영공간을 유지하는 것이 어획 성공률을 높일 수 있다고 알려져 있다. 따라서 부상군 조업 위주의 태평양 선망어구는 뜰줄과 발줄의 주름울을 크게 하여 수중에서의 어구에 의한 포위 공간을 키우는 반면, 대서양 선망어구는 유집되어 있는 비교적 활동성이 떨어지는 어군을 어획함으로써 뜰줄과 발줄의 주름울을 크게 하지 않고, 어구의 양망의 편리성을 고려한 설계로 판단된다.

또한, Main pannel, 테두리 및 어포부의 그물감의 재질과 두께는 유사하게 구성되나, 어구의 전반적인 내구성을 높이기 위하여 망목은 대서양 어구가 작았다. 대서양에서 사용되는 어구의 교체 주기는 평균 3년으로 어구당 약 1,500회 조업 횟수를 어구 교체 주기로 평가하는 반면에, 중서부태평양은

평균 18~20개월로 어구의 교체 주기가 짧고 어구당 평균 작업 횟수도 500회 내외로 차이가 있다.

따라서 대서양 어장에서 사용되는 선망 어구는 수온약층의 깊이가 얇고, 강조류에서 조업이 이루어지는 어장 환경과 조업 형태의 특성에 따라 어구 깊이와 빠른 침강력이 요구되지 않고, 강조류와 다 회 작업에 어획 성능이 유지될 수 있는 내구성에 중점을 두고 설계 및 제작이 이루어지는 특징이 있다.

최근 FAD 조업에 대한 규제와 조업 금지 기간의 설정 등으로 일부 선사에서 금지 기간 중에 부상군 조업을 시도하고 있다. 따라서 향후 FAD 관련 규제의 추이에 따라 부상군 조업을 고려한 어구의 성능 개선이 필요할 것으로 사료된다.



### 3. FAD의 구조 및 특성

대서양 선망선이 사용하는 FAD의 구조 및 각부 크기는 Fig. 4와 같다. FAD의 구성은 뗏목(raft), 그물(캔버스)과 뺨침대(대나무 또는 야자잎)로 이루어진 테일(tail), 그물을 수직방향으로 전개하기 위한 추(weight)로 이루어져 있다.

뗏목은 주로 대나무를 이용하여 길이 2.5~3.0m×폭 1.2~1.5m의 뗏목을 만들고, 뗏목 표시 및 회수를 용이하도록 하기 위하여 부표줄 10~15m를 연결하여 부표를 설치한다.

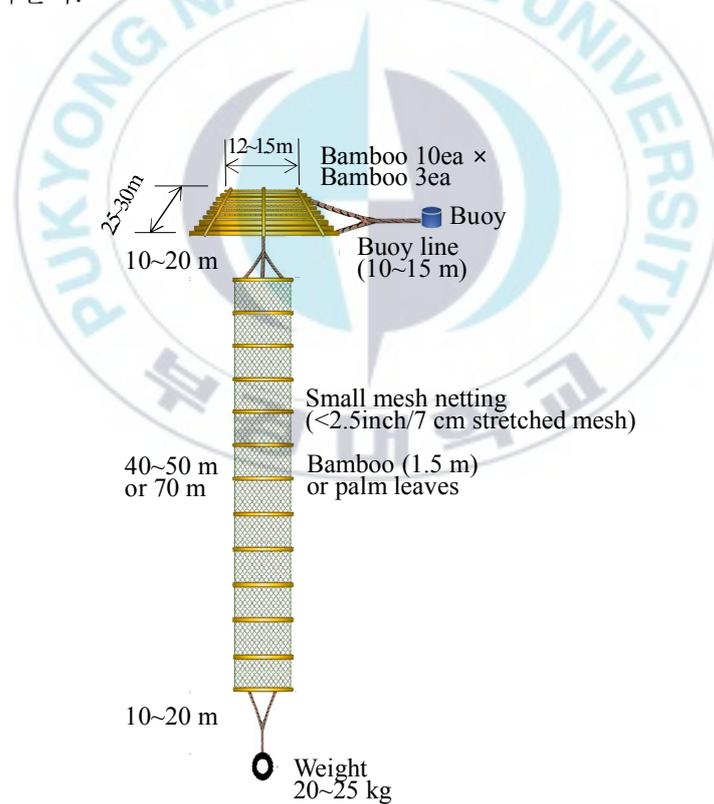


Fig. 4. FAD specifications used in the Atlantic Ocean.

뗏목에 연결되어 수중에 펼쳐지는 테일은 비대상어종의 얽힘과 부수어획을 방지하기 위하여 2.5' (7 cm)이하의 그물 또는 캔버스, 로프류를 사용하고, 그물 중간에 뺨침대로 대나무(약 1.5 m) 또는 야자잎을 일정 간격으로 배치하며, 뗏목과 테일을 연결하는 로프는 약 10~20 m이고, 테일은 사용하는 선박마다 규모가 상이하지만, 약 40~50 m와 70 m 2가지 종류가 사용되고 있다. 테일을 수직방향으로 전개하기 위하여 약 20~25 kg의 추를 사용하며, 테일과 추사이에는 약 10~20 m의 로프로 연결되어 있다.

대서양 선망선은 앞에서 기술한 것과 같이 주로 FAD로 조업이 이루어지고 FAD와 관련된 다양한 논의와 규제, 연구가 진행되고 있다. 투척되어 있는 FAD의 수는 급격하게 증가하고 있으며, 이로 인하여 수산자원 및 해양환경 오염 등 다양한 문제가 발생하여, FAD 사용 개수의 제한과 FAD 조업 금지 구역 및 기간이 설정되어 있다.

승선 중인 옵서버 보고 자료에 따르면 지난 2015년부터 2017년까지 대서양 선망어선이 투척한 FAD의 총 개수는 49,721개이고, 회수된 것은 36,439개로 평균 73.2%가 회수되었으나, 2017년도에는 22,002개가 투척되고, 14,252개가 회수(64.7%)된 것으로 조사되어, FAD의 관리에 대하여 다양한 논의가 있다 (Grande et. al., 2019). 특히, FAD에 상어와 거북이류의 얽힘과 비대상어종의 어획으로 인한 유령어업(ghost fishing)과 부수어획(bycatch)에 대한 문제는 지속적으로 제기되어 왔고, 유실되는 FAD는 해양환경오염 문제도 야기하게 된다.

과거에는 대표 FAD에만 Radio buoy나 GPS buoy를 설치하고, 주변 FAD는 목시 관측으로 찾아서 조업이 이루어져, FAD의 유실률이 매우 높았을 것으로 추정되고, 현재는 모든 FAD에 위치추적이 가능한 GPS buoy를 부착하고 있으나, 기상 불량과 해수의 유동 변화 등으로 FAD 유실은 계속 발생하고 있다.

Fig. 5는 과거 주로 제작하여 사용하였던 FAD 뗏목과 현재 스페인 선박들이 주로 사용하는 FAD 부력재를 나타내고 있다. FAD의 뗏목(raft)은 주로 선망 어구의 뜰줄에 사용되는 EVA Float, 대나무 등을 페그몰과 엮어서 제작하여, FAD에 부력 작용과 수면상 노출부의 은신의 기능을 부가하여 제작하였다. 그러나 그물감으로 둘러싸인 부력재에 산란하는 어종과 치어들의 유집으로 인하여 이를 포식하려는 상어 및 바다거북의 걸림의 문제로 부력재에 그물을 썬을 수 없고, 기타 해양 생물의 얽힘을 방지하는 FAD (non-entangling FAD) 사용을 강제하고 있다.



(a) Entanglement risk (b) Non-entangling risk

Fig. 5. Two types of FAD's raft in the Atlantic Ocean.

이러한 FAD의 문제를 해결하고자 ISSF (International Seafood Sustainability Foundation)에서는 뗏목 하부 FAD의 테일은 전통적으로 PE 또는 PA 계통의 페그몰을 사용하였으나, 최근에는 얽힘이 없도록 캔버스 또는 로프류로만 구성하도록 하여 FAD로 인한 유령어업(ghost Fishing)과 해양환경오염을 줄이기 위하여 생분해 재질의 얽힘없는 FAD (non-entangling biodegradable FAD)를 사용하도록 권고하고 있다.

## 4. 어획량의 변화

### 4.1. 총어획량의 연변화

분석에 이용한 6척의 최근 5년간의 어획량은 Table 4와 같다. 본 선박들에 대한 2016년부터 2018년까지 평균 어획량은 각각 7,475톤, 8,364톤, 9,053톤으로 점진적으로 증가하였으나, 2018년을 정점으로 2019년 7,761톤, 2020년 6,214톤으로 감소하는 경향을 나타내었다.

Table 4. Annual catch of J/V company tuna purse seiners used in the study operating in Atlantic Ocean from 2016 to 2020

Ship \ Year	2016	2017	2018	2019	2020	Average (mt)
A	5,779	7,350	8,820	6,910	5,675	6,907
B	6,751	7,100	8,355	7,730	4,578	6,903
C	7,114	6,623	7,883	6,725	5,140	6,697
D	7,951	9,680	9,447	7,938	6,463	8,296
E	8,597	9,460	9,210	8,890	8,100	8,851
F	8,655	9,970	10,605	8,370	7,325	8,985
Average (mt)	7,475	8,364	9,053	7,761	6,214	7,773

2018년 이후 어획량이 감소하는 경향을 나타내었는데, 그것은 Fig. 6 위의 그림과 같이 예년의 경우 7~8월에 남위 20~30°에 있는 냉수대(22~23°C)가 적도까지 올라오면서 소형 어군들이 따라 올라와 FAD에 집어되었는데, 2019년도에는 Fig. 6의 아래 그림과 같이 냉수대가 남위 5°까지밖에 올라오지 못하여 어군들 또한 주조업지인 적도까지 올라오지 못한 것이 주요 원인으로 추정되었다. 그리고 2020년은 FAD 금어수역이 Fig. 2에 나타낸 수역에서

대서양 전수역으로 확대되어 1~2월 FAD 조업이 금지되고, 부상군 조업은 거의 이루어지지 못 함으로써 어획량이 저조하였다.

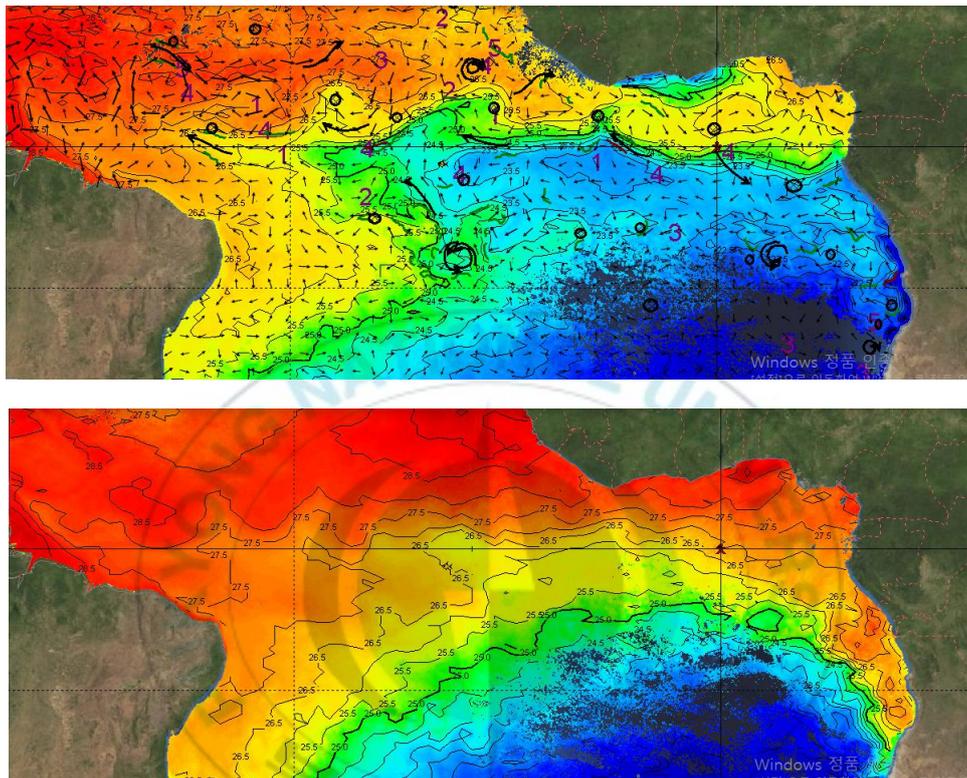


Fig. 6. Comparison of horizontal distribution of surface water temperature in July 2018 (upper) and July 2019 (lower) of Atlantic Ocean.

우리나라와 합작법인 소속의 다랑어 선망어선의 조업실적이 2018년도 이후 감소하는 경향을 나타내었으나, WCPFC(2020)의 보고에 따르면, 대서양 해역에서 다랑어 어획실적은 2016년 534,267톤, 2017년 527,962톤, 2018년 563,250톤, 2019년 563,250톤으로 2017년은 다소 감소하였으나, 2018년부터 증가하여 유지되는 것을 확인할 수 있었다.

이와 같은 이유는 합작법인 소속의 다랑어 선망어선 6척은 위에서 설명한 것과 같이 냉수대를 따라 소형 어군들이 주 조업지인 적도 수역까지 올라 오지 못해 조업이 저조한 것에 반해, EU 선박이나 세내갈 선망어선들은 적도 수역이 아닌 세내갈, 기니비사우, 시에라리온 등 연안국 EEZ에서 조업이 이루어졌고, 또한 2019년 ICCAT (<http://iccat.int/en/>) 선박등록척수가 가나 국적 1척, 파나마 국적 2척, 벨리즈 국적 1척 등 총 4척의 출어어선 증가에 따른 영향도 있었을 것으로 판단된다.



#### 4.2. 수역별 어획량 비교

수역별 어획량은 Fig. 7과 같다. Fig. 7에서 가장 많은 조업이 이루어진 공해(High sea)는 2016년 51.8%로 다소 낮게 나타났으나, 2017년에서 2020년까지 81.8~87.0%로 평균 78.5%이었고, 최근 4년으로 기간을 줄여서 보면 평균 84.8%로 그 비율은 더욱 높아지는 경향을 나타내었다.

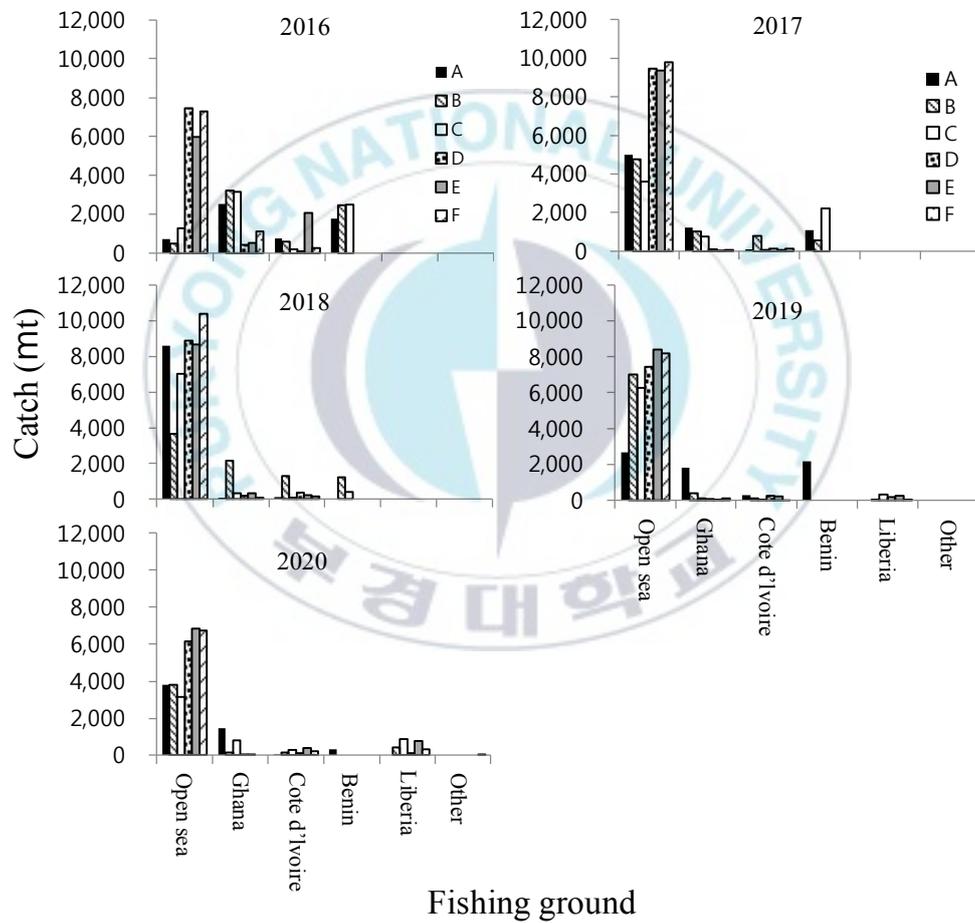


Fig. 7. Annual catch by fishing ground of analyzed tuna purse seiners in Atlantic Ocean.

공해 다음으로 조업이 많이 이루어진 수역은 가나의 배타적 경제수역 내로 2016년 24.4%를 나타내었으나, 점차 그 비율이 감소하여 2017년부터 2020년까지 5.5~6.8%를 나타내었다. 배닌, 코트디부아르, 라이베리아 등의 순이었다.

최근 4년간의 공해조업 어획량이 약 84.8%를 나타낸 것은 1~2월 FAD 금어수역이 가나를 비롯한 연안국 EEZ수역이 포함되어 공해수역에서 주로 조업이 이루어진 결과로 판단된다.

중서부태평양수산위원회(Western and Central Pacific Fisheries Commission: WCPFC)의 어획통계 자료에 따르면 10년간(2010~2019) 세계 다랑어어획량 연간 평균은 4,810,998톤으로 중서부태평양수역(WCPFC)에서 55.36%인 2,663,251톤으로 가장 많았고 그 다음이 인도양수역(Indian Ocean Tuna Commission: IOTC)이 20.49%인 985,642톤 그리고 동부태평양수역(Inter-American Tropical Tuna Commission: IATTC)이 13.78%인 663,032톤, 대서양수역(ICCAT)이 10.37%인 499,072톤 순으로 집계되었다(WCPFC, 2020).

ICCAT 수역의 다랑어 어획량은 전체 10% 내외이나 세계 5대 다랑어기구 중 보존관리조치 도입의 선도적 역할을 하고 있으며, 특히 8개 어종(참다랑어, 눈다랑어, 북방, 남방 날개다랑어, 북방, 남방 황새치, 녹새치, 백새치)의 어획쿼터 설정을 통하여 체계적으로 어족자원을 관리하고 있다.

우리나라 다랑어연승선의 ICCAT 수역 출어 척수가 줄어들음에 따라 참다랑어와 눈다랑어 위주의 어획량 또한 급격히 줄어들고 있으나, 선망어업에 있어서는 가나를 기지로 한 S교역 합작사와 세네갈을 기지로 한 D산업의 합작사 소속 선박들이 늘어나면서 어획량 또한 증가 추세에 있다.

한편, 다랑어선망어업에서 한국 국적의 선박들이 WCPFC수역에서 최당 가장 많은 어획을 기록하고 있으나, ICCAT 수역과 마찬가지로 주요 연안국 EEZ 및 공해에서 3개월간(7~9월) FAD 조업 금지기간을 설정하였고, 추가로

2개월간(4~5월과 11~12월 중 택1) 공해에서 FAD 조업이 금지되고 있다. 또한, 척당 사용 가능한 FAD 개수는 350개로 점차 감소 추세이며, 대만, 중국 및 연안국의 척수 증가와 입어료 증가 등 조업 여건이 날로 열악해지는 상황이다. 한편, WCPFC수역의 FAD 사용 금지기간이 5개월로 ICCAT수역의 3개월보다 길다고 하더라도, Park et al. (2016)의 보고에 의하면 부상군 조업이 전체 조업의 69.2~78.1%를 차지하므로 FAD 조업 금지기간 중에는 부상군 조업으로 FAD조업 금지에 따른 어획량 감소를 최소화할 수 있지만, ICCAT수역은 거의 대부분 FAD 조업에 의존하고 있으므로 FAD 조업 금지기간에는 정상적인 조업이 이루어지지 않고 있다.

위에서 기술한 것과 같이 ICCAT의 FAD 개수 제한, FAD 금지수역 확대 등의 규제는 매년 강화되고 있으며, 더욱이 연안국 입어료의 상승과 선박의 수리비, 인건비 등의 상승으로 인해 조업 여건 또한 점점 열악해져 가고 있다.

분석에 이용된 합작법인 소속의 다랑어 선망어선 6척에 대한 수익성의 변화는 Table 5와 같다.

Table 5. Annual profitability of J/V company tuna purse seiners used in the study operating in Atlantic Ocean from 2016 to 2020

Item \ Year	2016	2017	2018	2019	2020
Catch (mt)	44,487	50,183	54,320	46,563	37,281
Average price (\$)	1,135	1,389	1,211	1,120	1,148
Sales revenue (\$)	50,492,745	69,704,187	65,781,520	52,150,560	42,798,588
Cost (\$)	46,097,961	64,632,915	60,045,156	51,666,140	46,052,849
Business profits (\$)	4,394,784	5,071,272	5,736,364	484,420	-3,251,261
Business profit rate (%)	8.70	7.27	8.72	0.93	-7.60

Table 5에서 나타낸 것과 같이 2016년에서 2018년까지는 어획량이 증가하고, 매출액도 증가하여 영업이익율이 7.27~8.72%로 수익성이 있었으나, 2019년에는 BEP 수준이었고 2020년에는 어획량 저조와 비용의 증가 등으로 적자로 전환되었다.

한편, 주요 연안국 입어료는 가나의 경우, 2017년도 \$245,850(6척 합계)에서 2020년도 \$847,620으로 약 345% 인상이 되었으며, 코트디부아르는 2017년도 \$732,520(6척 합계)에서 2020년도 \$944,200로 약 28.9% 인상되었다. 다른 연안국들 또한 매년 입어료를 높게 책정하여 라이선스를 발급해 주고 있다.

이와 같은 상황을 극복하고 현대화된 EU 선박들과의 경쟁에서 이기고 생산성을 향상시키기 위해서는 WCPFC수역에서 부상군 조업 경험을 가진 우수 해기인력의 확보, 선망 투망 항적표시 및 제어시스템 등을 이용한 부상군(school fish) 조업 성공률 제고와 고부가가치어획물(Purse seine Special: PS)을 생산해야만 가능할 것이다(Lee et al., 2018). 또한, 한국 정부에서는 한국국제협력단의 ODA (Official Development Assistance) 사업과 FAO WFU (FAO World Fisheries University) 시범 사업에서 연안 개발도상국간의 협력 증진을 통하여 각 국가의 수산 개발을 주도할 수 있는 역량을 구축할 수 있도록 어업전문가를 육성하고, 수산 정책을 위한 싱크 탱크 역할을 할 수 있는 교육과 훈련, 네트워크를 제공하는 등의 노력이 필요할 것으로 판단된다.

## IV. 요약

본 연구에서는 대서양 해역에서 합작회사 소속 선망어선을 대상으로 ICCAT의 열대 다랑어 자원보존관리조치에 관한 권고 조치 변화에 따른 선망어선의 조업 및 어장을 분석하고, 책임있고 지속가능한 어업을 위한 개선방안에 대한 결과는 다음과 같다.

ICCAT의 열대 다랑어 자원보존관리조치에 관한 권고는 Rec. 16-01을 기반으로 하고 있는데, 어획한도는 과학평가에 의한 TAC를 통하여 눈다랑어는 2016~2018년까지 연간 65,000톤으로 설정하였으나, 자원감소에 따라 2019년 65,000톤, 2020년 62,000톤, 2021년 61,500톤으로 단계적으로 감축하였고, 황다랑어의 TAC는 2012년과 다년 프로그램 기간 중에 설정한 110,000톤을 유지하고 있다. FAD관리에 있어서 가장 영향을 미치는 것은 금어수역과 금어기 지정인데 금어수역은 남쪽 한계는 남위 4°, 북쪽 한계는 북위 5°, 서쪽 한계는 서경 20°, 동쪽 한계는 아프리카 연안이고, 동 수역에서 1월1일부터 2월28일까지(2개월) FAD를 포함하여 어류군집에 영향을 미치는 물체를 동반하여 열대 다랑어류를 어획하는 것을 금지하고 FAD 개수 또한 최대 500개로 제한하였다. 2019년 개정된 Rec. 19-02에서는 FAD의 사용개수도 기존 500개에서 2020년 350개, 2021년 300개로 축소하였으며, FAD 금어수역도 대서양 전 수역으로 확대하고, 금어기간도 기존 2개월에서 2021년에는 1월1일부터 3월 31일까지 1개월 연장되었으며, 2020년부터는 비앵킴 FAD만 사용할 수 있도록 강화하였다.

대서양 선망 어구의 구성과 배치는 전통적인 다랑어 선망 어구의 구성과 배치의 차이는 없었다. 해역별 선망 어구의 특성을 확인하기 위하여 동일 규모의 중서부태평양 다랑어 선망어선에서 사용하는 어구와 비교하였다.

어구의 전체적인 규모는 유집된 FAD군을 주로 어획하는 대서양 선망어구가 작았으나, 수온약층이 얕아 침강 깊이가 얕았으며, 어구 전체의 교체 주기가 중서부태평양 선망 어구보다 길어 내구성을 고려한 특징이 있다.

FAD군 조업은 대서양 선망어업의 주요 방법으로써 매우 중요한 역할을 한다. 그러나 선망어업에서 사용되는 FAD는 부수어획, 유령어업, 해양오염 등과 관련하여 지속적으로 문제 제기가 되어 왔으므로 지속적인 규제 확대가 예상된다. 최근 상어류와 거북이류의 FAD에 얽힘으로 인한 비대상어종의 어획을 예방하기 위하여 얽힘 방지 FAD (non-entangling FAD)의 사용을 강제하고 있으며, 더 나아가 생분해 재질의 얽힘 없는 FAD (non-entangling biodegradable FAD) 사용을 권고하고 있다.

최근 5년(2016년~2020년)간 6척의 평균 어획량은 2016년부터 2018년까지는 7,475톤, 8,364톤, 9,053톤으로 점진적으로 증가하다가 2019년 7,761톤, 2020년 6,214톤으로 감소하였다. 2019년 어획량 감소 요인으로는 냉수대(22~23℃) 형성의 변동, 2020년은 FAD 금어수역이 대서양 전 수역으로 확대되고 1~2월 FAD조업이 금지되고 부상군 조업은 거의 이루어지지 못해 어획량이 저조하였다. 한편, 조업 수역별 분석에서는 공해에서 조업하는 비율이 약 85% 정도로 높게 나타났는데, 이것은 FAD 금어수역이 연안국 EEZ수역이 포함된 것도 있지만, EEZ내 입어료의 상승도 한 요인으로 판단된다.

이와 같은 상황을 극복하고 생산성을 향상시키기 위해서는 우수 해기인력 확보, 부상군(unassociated school fish) 조업 확대와 고부가가치어획물(Purse seine Special: PS)을 생산해야만 가능할 것이다.

## 참고문헌

- Castano-Tierno A, Mohino E, Rodriguez-Fonseca B and Losada T. 2018. Revisiting the CMIP5 thermocline in the Equatorial Pacific and Atlantic Oceans. *Geophysical Research Letters* 23(45), 12,963-12,971.
- Grande M, Ruiz J, Murua H, Murua J, Goni N, Krug I, Arregi I, Zudaire I and Santiago J. 2019. Progress on the code of good practices on the tropical tuna purse seine fishery in the Atlantic Ocean. SCRS/2019/057. 1-41.
- Hyun JS, Lee BG, Kim HS and Yae YH. 1992. Development of tuna purse seine fishery in Korea and the countries concerned. *J Fish Mar Sci Edu* 4(1), 30-46.
- International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT), 2016. Recommendation by ICCAT on a multi-annual conservation and management programme for tropical tunas. Rec. of ICCAT. 1-2.
- International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT), 2017. Recommendation by ICCAT on prohibition of discards of tropical tunas caught by purse seiners. Rec. of ICCAT. 1-22.
- International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT), 2019. Recommendation by ICCAT to replace recommendation 16-01 by ICCAT on a multi-annual conservation and management programme for tropical tunas. Rec. of ICCAT. 1-21.
- Kim EJ, Moon DY and Kim SA. 2015. Effects of climate-induced variation in the catch distribution and biological characteristics of skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* in the Western and Central Pacific Ocean. *Korean J Fish Aquat Sci* 48(4), 484-497.

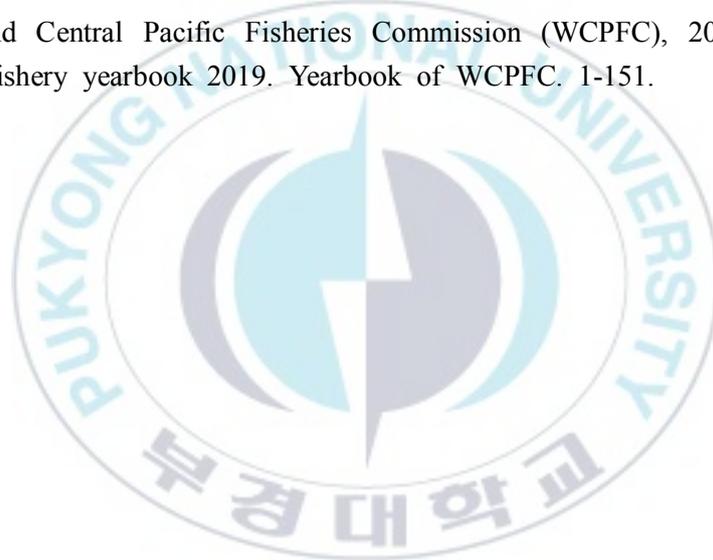
- Kim SW and Kim JK. 1995. The distribution of catch by Korean tuna purse seiners in the Western Pacific Ocean. *J Fish Mar Sci Edu* 7(2), 182-200.
- Lee CW, Lee JH and Park SB. 2018. Prediction of shooting trajectory of tuna purse seine fishing. *Fisheries Research* 208, 189-201.
- Lee MK, Lee SI, Kim DN, Ku JE and Kwon YJ. 2017. Fishing efficiency by vessel capacity of Korean tuna purse seiners operating in the western and central Pacific Ocean. *J Korean Soc Fish Technol* 53(2), 169-176.
- Lee MK, Lee SI, Kim ZG, Ku JE, Park HW and Yoon SC. 2015. The fishing characteristics of Korean tuna purse seine fishery in the Pacific Ocean. *J Korean Soc Fish Technol* 51(3), 414-423.
- Lee MK, Lee SI, Lee CW, Kim ZG and Ku JE. 2016. Changes in fishing characteristics and distributions of Korean tuna purse seine fishery by oceanographic conditions in the Pacific Ocean. *J Korean Soc Fish Technol* 52(2), 149-161.
- Lee MK, Lee SI, Lee CW, Kim DN and Ku JE. 2016. Study on effects and strategies of Korean tuna purse seine fishery affected by conservation management measures of Western and Central Pacific Fisheries Commission. *J Korean Soc Fish Technol* 52(3), 197-208.
- Ministry of Oceans and Fisheries (MOF). 2019. Statistic database of deep sea fishery. Retrieved from <http://www.mof.go.kr/statPortal/cate/statView.do> on Nov 22.
- Moon DY, Lee JU and Kim JB. 1996. On the log-associated school fishery of Korean tuna purse seiners. *J Korean Fish Soc* 29(2), 197-207.
- Moon DY, Yang WS, Kim SS, Koh JR and Kim EJ. 2005. Characteristics of the Korean tuna purse seine fishery in the Western and Central Pacific Ocean. *J Korean Soc Fish Technol* 41(4), 263-270.
- National Competency Standards (NCS). 2020. Deep-sea fishery. <https://ncs.go.kr/unity/th03/ncsSearchMain.do>. Accessed 25 Feb 2020.

National Institute of Fisheries Science (NIFS). 2007. 50years of overseas fishing ground development. Haein Printing Company, Busan, Korea, 14-21.

Park YE, Lee YW and Lee DJ. 2016. Analysis on fishing conditions of the Korean tuna purse seiner operating in the western and central Pacific Ocean. J Korean Soc Fish Technol 52(4), 356-363.

Ryu KJ, Lee YW and Kim HS. 2015. A change of rigging method for purse seine gear of Korea tuna purse seine fishery in the Western and Central Pacific Ocean. J Korean Soc Fish Technol 51(1), 50-60.

Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC), 2020. WCPFC tuna fishery yearbook 2019. Yearbook of WCPFC. 1-151.



## 감사의 글

석사 과정을 무사히 마칠 수 있게 보듬어 주시고 따뜻하게 지도해 주신 이춘우 교수님께 존경과 감사의 인사를 드립니다. 대학원 석사과정에서 논문이 나오기까지 많은 분들의 도움을 받았습니다. 그분들의 도움이 없었다면 학위를 마무리할 수 없었기에 이 자리를 빌려 감사의 인사를 드립니다.

부족한 부분을 지적해 주시고 조언과 방향성을 잃지 않도록 용기를 주신 이유원 교수님과 류경진 교수님께 감사의 마음을 전합니다.

직장 생활을 하면서 학업을 한다는 것이 생각만큼 쉽지 않았지만, 마무리 할 때까지 응원해 준 아내와 두 딸에게도 사랑하는 마음을 전하고 싶습니다.

본 논문은 태평양 선망어선에 승선했던 경험과 오랫동안 선망어선 관련 업무를 진행하면서 보고 익힌 노하우를 토대로 대서양 선망어선의 조업 실태를 분석한 내용이므로 승선 중인 선장을 비롯한 선원들 그리고 후배 직원들에게 조금이나마 도움이 되었으면 하는 바람입니다.