

# 인도양 해역 우리나라 원양 연승어업의 어획물 종조성과 어획동향(2010-2015년)

구정은 · 이성일\* · 김두남

국립수산과학원 원양자원과

## Species Composition and Catch of Korean Tuna Longline Fisheries in the Indian Ocean from 2010 to 2015

Jeong Eun Ku, Sung Il Lee\* and Doo Nam Kim

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

We analyzed scientific observer data to identify species composition and catch trends of Korean tuna longline fisheries in the Indian Ocean. The data were collected by Korean scientific observers onboard Korean tuna longline fishing vessels in the Indian Ocean from 2010 to 2015. The observers identified 94 species including 5 tuna, 6 billfish, 11 shark, 7 other fish, 5 seabird and 1 sea turtle. Albacore tuna *Thunnus alalunga* and southern bluefin tuna *Thunnus maccoyii* were the dominant tuna species, and swordfish *Xiphias gladius* were the most commonly captured billfish. During the survey periods, 87 seabirds were incidentally bycaught. Black-browed albatross *Diomedea melanophrys* was the dominant seabird species in bycatch, especially in 2010. Cluster analysis showed difference in the species composition of catches between the eastern and western Indian Ocean.

Key words: Scientific observer, Korean tuna longline fishery, Indian ocean, Species composition

### 서 론

UN 해양법 협약과 경제 왕래 및 고도 회유성 어종에 대한 UN 해양법 관련 조항 이행 협정에는 해양생물자원의 관리 및 지속적 이용을 위해 과학조사 자료 수집의 중요성을 강조하고 있다. 이러한 자료 수집을 위해 지역수산관리기구(RFMOs, regional fisheries management organizations) 또는 여타 기구에서는 조업선들이 어획량 및 노력량 등의 조업정보를 조업일지(logbook)를 통해 작성·보고토록 의무화하고 있다. 그러나 선박들에 의해 보고되는 정보는 쿼터종 또는 목표종에 국한되었고, 최근 부수어획종에 대한 자료 수집이 강화되었으나 미보고 및 종식별에 대한 정확도 문제 등으로 인해 조업일지를 통한 정보 수집에는 아직도 한계가 있다. 따라서 이러한 문제점을 보완하기 위해 지역수산관리기구 등에서는 과학옵서버 프로그램을 운영해오고 있으며, 아울러 과학옵서버 승선조사에 의한 신뢰도 높은 자료 수집을 강조하고 있다.

국제옵서버프로그램(international observer program)이란 양자 혹은 다자간의 관련국에서 자원의 공동관리에 필요한 자료

및 정보 수집을 위하여 조업선에 조사원 혹은 감시원을 승선시켜 어획활동과 어획물에 관한 조사를 실시하는 제도를 말한다(Sim, 2005). 즉, 옵서버란 해상 모니터링을 위해 전문적으로 훈련된 생물학자로서, 옵서버 프로그램을 통해 자원의 보전 및 관리에 필요한 자료를 조업선에 승선하여 직접 조사·수집한다(NOAA, 2017). 옵서버는 그 목적에 따라 크게 2가지로 분류할 수 있는데, 하나는 수산규범 등 보존관리조치의 이행사항을 모니터링 하기 위한 감시·감독 옵서버이고, 다른 하나는 조사·연구에 필요한 정보를 수집하는 과학 옵서버이다. 이 중에서 과학 옵서버는 정확한 종식별을 통해 신뢰할 수 있는 어획자료를 수집하고, 또한 선박에서 작성하는 조업일지(logbook)로 얻을 수 없는 다양한 생물학적 정보까지 어업 활동과 관련한 과학적 사항을 관찰하기 위한 것이다(An et al., 2008).

우리나라는 지역수산관리기구의 과학옵서버 이행을 위해 원양어업에 대한 과학옵서버 프로그램을 2002년부터 체계적으로 운영하기 시작하였고(An et al., 2008), 이후 관련 기구의 조치 사항에 따라 자료 수집 시스템 개선 등 많은 부분들이 개발되었다. 이 프로그램을 통해 옵서버들이 승선하여 조사하는 내용은

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0286>



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.

Korean J Fish Aquat Sci 51(3) 286-297, June 2018

Received 15 May 2018; Revised 18 June 2018; Accepted 20 June 2018

\*Corresponding author: Tel: +82. 51. 720. 2331 Fax: +82. 51. 720. 2337

E-mail address: k.sungillee@gmail.com

어구사용 실태, 조업위치, 노력량, 목표종 및 부수어획종의 어획량, 폐기량·방류량, 보호종 혼획실태 조사와 더불어 국제수산기구의 보존관리조치 이행여부 등이다.

과학옵서버 조사와 관련한 연구를 살펴보면, 우리나라 다랑어 연승어업에 의한 상어류 부수어획에 관한 연구(Moon et al., 2007), 인도양 해역 대만연승선단의 부수어획 및 폐기 실태에 관한 연구(Huang and Kwang, 2010), 하와이 연승선단에서 부수어획 되는 청새리상어(*Prionace glauca*)에 대한 옵서버 관찰자료와 조업일지 자료 간의 비교 연구(Walsh et al., 2002) 등 옵서버 조사자료를 이용한 부수어획실태에 대한 연구가 많이 수행되었다. 또한, 스코틀랜드 은대구(*Merluccius bilinearis*) 어업의 어획물 변동 연구(Gillis, 1999), 옵서버 조사자료를 이용한 멕시코 연승어업의 황다랑어(*Thunnus albacares*) 어획량 표준화 연구(González-Ania et al., 2001) 등은 조업일지로부터 얻을 수 없는 과학적 정보를 옵서버가 조사하여 어획물 등을 분석한 연구들이다. 중서부태평양수산위원회에서 연구한 2007년 태평양 해역 한국 다랑어 어업의 옵서버 프로그램에 관한 연구(An et al., 2008)도 수행된 바 있다. 이렇듯 과학옵서버 조사 자료는 어획활동에 대한 조업정보를 파악하는데 활용될 수 있을 뿐만 아니라 부수어획종에 대한 정확한 실태파악이 가능하며, 어획물 분석 등에도 중요한 정보로 활용될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 인도양 해역의 우리나라 연승어업의 조업특성을 파악하고, 주요 어획물의 자원지수를 분석하기 위하여 2010년부터 2015년까지 우리나라 과학옵서버가 수집한 자료를 토대로 어획물에 대한 종조성 및 어획동향을 분석하였다.

## 자료 및 방법

인도양 수역 우리나라 연승어업의 어획물의 종조성과 어획동향을 파악하기 위해 사용된 자료는 2010-2015년 우리나라 과학옵서버가 승선하여 조사한 자료로, 2011년은 승선가능 옵서버의 부재로 조사를 수행하지 못하였다. 조사기간 동안 총 12명의 옵서버들이 626회의 승선조사를 수행하였고, 분석에 사용된 자료는 조업별(set by set) 어획위치, 노력량(관찰한 낚시수: 총 1,856,676개), 어획마리수로 Table 1과 같다. 여기서 어획마리수는 조업에 의해 우발적으로 부수어획된 상업적 거래 금지종 및 보호종까지 모든 종들의 정보를 포함한다.

어획물의 종조성과 어획동향은 우리나라 연승어업의 조업특성을 고려하여 어획물을 크게 5가지 그룹, 다랑어류, 새치류, 기타어류, 상어류, 그리고 생태계관련종(ecologically related species)으로 분류하여 분석하였다. 일반적으로 지역수산관리기구(RFMOs)에서는 상어류, 바다새류, 바다거북류 등을 생태계관련종으로 정의하여 관리하고 있지만, 본 연구에서는 상어류를 하나의 그룹으로 분류하여 분석하였다. 어획물에 대한 종동정, 분류체계 및 증명(학명, 영명, 국명)은 국제옵서버 교육교재(NFRDI, 2007), 원양어업 부수어획종 필드 가이드(NFRDI, 2008), 원양어류도감(NFRDI, 2010) 등을 참고하였고, 어획물

이 원양산인 관계로 국명이 명확하지 않거나 아직 명명되지 않은 어종은 영명과 학명으로 표기하였다. 주요어종의 체장조성 자료는 옵서버의 업무지침의 의거하여 측정 가능한 모든 개체의 체장을 1 cm단위로 측정하였다.

과학옵서버 조사자료를 사용하여 인도양 수역 우리나라 연승어업의 시기별 해역별 주요 어획종을 파악하고자 조업위치를 5°×5°로 어획량을 합산하여 어장분포를 분석하였다. 또한, 주요 목표종에 대해서는 옵서버가 수집한 생물학적 조사자료를 이용하여 체장빈도를 구하였다. 그리고 해역별 어종간 유사성을 분석하기 위해 조사지역 전체를 각 위도·경도별로 10°씩 세분화하여 정점을 7곳으로 나눠 Bray and Curtis (1957)의 백분유사도(percent similarity)지수를 계산하여 도식화(dendrogram)하였다.

## 결 과

### 옵서버 조사현황

과학옵서버가 우리나라 다랑어 연승선에 승선하여 조사를 실시한 수역은 14-42°S, 20-107°E 사이의 수역으로 Fig. 1과 같다. 연도별로는 2010년과 2012년에는 35-42°S, 20-35°E 사이의 인도양 서부해역에서, 2013년에는 29-39°S, 99-107°E 사이의 인도양 동부해역에서 수행하였고, 2014년과 2015년은 각각 14-39°S, 36-103°E와 19-38°S, 20-106°E 사이 해역으로 이전에 비해 조사해역이 보다 광범위하였다.

### 연도별 어획물의 종조성 및 어종별 어획비율

조사기간 동안 옵서버가 관찰한 어종은 다랑어류 5종, 새치류 6종, 기타어류 7종, 상어류 11종, 바다새 5종 그리고 바다거북 1종을 포함하여 총 94종으로, 연도별 출현종수는 2013년에 35종

Table 1. Summary of fishing information observed by Korean scientific observer programs in the Indian Ocean, 2010-2015

Year	Observer	Location		No. of sets observed	No. of hooks observed
2010	Obs A	38-42 S	22-28 E	46	154,670
	Obs B	39-41 S	25-35 E	64	208,912
	Obs C	37-39 S	27-30 E	37	111,210
2012	Obs D	35-39 S	27-33 E	24	67,848
	Obs E	35-39 S	28-33 E	28	88,209
2013	Obs F	29-36 S	99-107 E	105	334,220
	Obs G	30-39 S	101-107 E	66	212,707
2014	Obs H	19-38 S	36-100 E	47	152,020
	Obs I	14-39 S	72-103 E	64	213,225
2015	Obs J	19-36 S	31-37 E	96	215,100
	Obs K	30-38 S	87-106 E	45	93,270
	Obs L	38 S	20-21 E	4	5,285

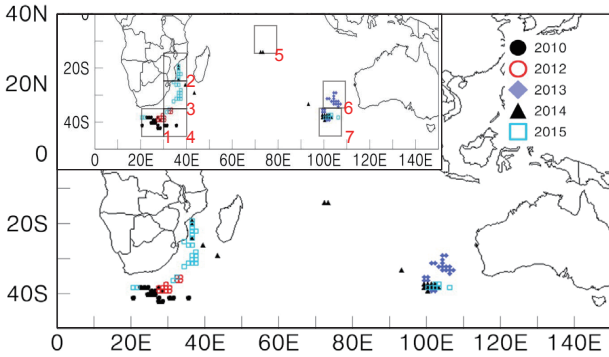


Fig. 1. Locations where conducted survey by Korean scientific observers in the Indian Ocean. St1: 35°-45°S, 20°-30°E; St2: 15°-25°S, 30°-40°E; St3: 25°-35°S, 30°-40°E; St4: 35°-45°S, 30°-40°E; St5: 05°-15°S, 70°-80°E; St6: 25°-35°S, 100°-110°E; St7: 35°-45°S, 99°-109°E.

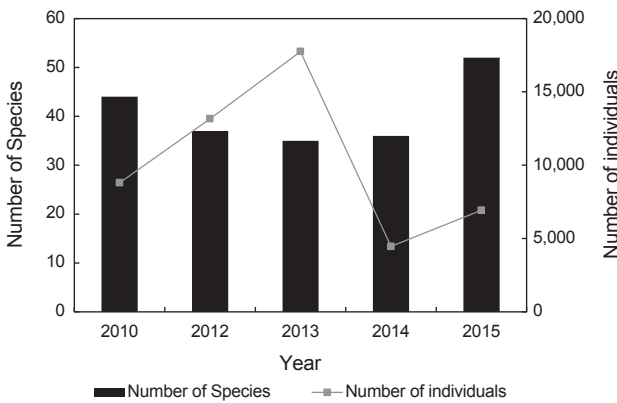


Fig. 2. Number of species and number of fish observed by Korean scientific observer in the Indian ocean.

으로 가장 낮았고, 2015년에 52종으로 가장 높았다. 어획개체 수는 2014년에 4,458마리로 가장 적었으며, 2013년에 17,744마리로 가장 많았다(Fig. 2). 어획물의 연도별 어획비율을 살펴보면(Fig. 3, Table 2), 우리나라 연승선에서 상업적으로 이용하고 있는 다랑어류와 새치류의 어획비율은 39.6-81.0%로 2010년에 가장 낮았고, 2013년도에 가장 높았는데, 특히 2012년과 2013년에는 80% 이상으로 높은 비율을 보였다. 기타어류의 어획비율은 10.6-23.6%로 연도별로 큰 차이가 없었으나, 상어류는 2010년에 44.8%로 가장 높았고, 2012년과 2013년에는 8.4-9.1%로 낮은 수준을 보여 연도별로 차이를 보였다.

어종별 어획비율

다랑어류

우리나라 연승어업의 목표종인 다랑어류의 어종별 종조성 및 어획비율을 살펴보면(Fig.4), 2010년에는 남방참다랑어(*Thun-*

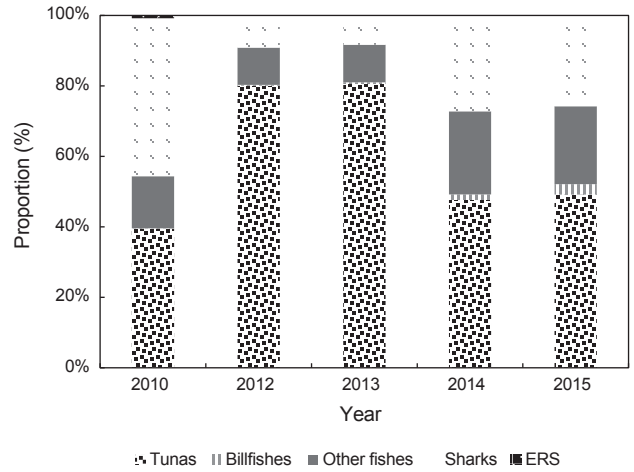


Fig. 3. Species group composition observed by Korean scientific observers in the Indian ocean.

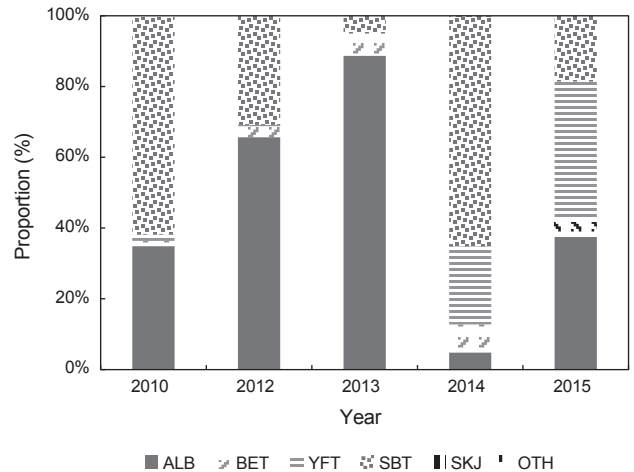


Fig. 4. Species composition of tuna group observed by Korean scientific observer in the Indian ocean. ALB, Albacore; BET, Bigeye; YFT, Yellowfin tuna; SBT, Southern Bluefin tuna; SKJ, Skipjack; OTH, Other tuna.

*nus maccoyii*)의 비율이 61.6%로 가장 높은 값을 나타내었으며, 그 다음으로는 날개다랑어(*Thunnus alalunga*)가 34.9%였다. 전체 어종에서 다랑어의 비율이 약 80%로 높았던 2012년과 2013년에는 날개다랑어가 주 목표종이었는데, 2012년도에는 날개다랑어가 65.7%였고, 다음으로는 남방참다랑어가 30.8%, 그리고 눈다랑어(*Thunnus obesus*)가 일부 어획되었다. 2013년도에는 날개다랑어가 88.7%로 대부분을 차지하였고, 눈다랑어와 남방참다랑어가 각각 6.2%, 5.0%를 차지하였다. 2014년에는 남방참다랑어가 64.9%로 가장 높으며, 다음으로는 황다랑어(*Thunnus albacares*) 22.1%, 눈다랑어 7.9%, 날개다랑어 4.9% 순이었고, 2015년은 황다랑어와 날개다랑어의 비율

Table 2. Catch number and percentage by species observed by Korean scientific observer programs in the Indian ocean, 2010 -2015

Species	Scientific name	2010		2012		2013		2014		2015	
		inds	(%)	inds	(%)	inds	(%)	inds	(%)	inds	(%)
<b>Tunas</b>											
Albacore tuna	<i>Thunnus alalunga</i>	1,210	13.8	6,918	52.5	12,670	71.4	103	2.3	1276	18.4
Bigeye tuna	<i>Thunnus obesus</i>	52	0.6	327	2.5	884	5.0	167	3.7	190	2.7
Yellowfin tuna	<i>Thunnus albacares</i>	61	0.7	38	0.3	3	<0.1	469	10.5	1304	18.8
Southern bluefin tuna	<i>Thunnus maccoyii</i>	2,138	24.3	3,248	24.7	719	4.1	1377	30.9	633	9.1
Skipjack tuna	<i>Katsuwonus pelamis</i>			5	<0.1	5	<0.1	5	0.1	1	<0.1
Other tunas		10 (1)	0.1					1 (1)	<0.1		
<b>Bilfishes</b>											
Black marlin	<i>Makaira indica</i>							14	0.3	5	0.1
Blue marlin	<i>Makaira mazara</i>	1	<0.1					1	<0.1	18	0.3
Sailfish	<i>Istiophorus platypterus</i>							5	0.1	3	<0.1
Shortbill spearfish	<i>Tetrapturus angustirostris</i>			1	<0.1	3	<0.1	20	0.4	145	2.1
Striped marlin	<i>Tetrapturus audax</i>							4	0.1	10	0.1
Swordfish	<i>Xiphias gladius</i>	6	0.1	31	0.2	89	0.5	26	0.6	25	0.4
<b>Sharks</b>											
Bignose shark	<i>Carcharhinus altimus</i>									10	0.1
Blacktip shark	<i>Carcharhinus limbatus</i>							1	<0.1	28	0.4
Blue shark	<i>Prionace glauca</i>	3,458	39.3	925	7.0	967	5.4	971	21.8	1539	22.2
Crocodile shark	<i>Pseudocarcharias kamoharai</i>					116	0.7			3	<0.1
Longfin mako shark	<i>Isurus paucus</i>					16	0.1				
Oceanic whitetip shark	<i>Carcharhinus longimanus</i>									17	0.2
Porbeagle	<i>Lamna ditropis</i>	397	4.5	48	0.4	282	1.6	178	4.0	38	0.5
Shortfin mako shark	<i>Isurus oxyrinchus</i>	80	0.9	210	1.6	91	0.5	43	1.0	120	1.7
Silky shark	<i>Carcharhinus falciformis</i>	1	<0.1					13	0.3	10	0.1
Thresher shark	<i>Alopias vulpinus</i>	1	<0.1	14	0.1	1	<0.1				
Velvet dogfish	<i>Zameus squamulosus</i>					8	<0.1	2	<0.1	9	0.1
Other sharks		7 (3)	0.1			2 (2)	<0.1	3 (1)	0.1	13 (5)	0.2
<b>Other fishes</b>											

Figure in ( ) indicates the number of species not elsewhere included in the species list. ERS indicates Ecologically Related Species.

Table 2. Continued

Species	Scientific name	2010		2012		2013		2014		2015	
		inds	(%)	inds	(%)	inds	(%)	inds	(%)	inds	(%)
Atlantic pomfret	<i>Brama brama</i>	155	1.8	52	0.4	70	0.4	3	0.1	65	0.9
Butterfly kingfish	<i>Gasterochisma melampus</i>	119	1.4	7	0.1	340	1.9	575	12.9	96	1.4
Black gemfish	<i>Nesiarchus nasutus</i>	79	0.9	546	4.1	385	2.2	54	1.2	234	3.4
Long snouted lancetfish	<i>Alepisurus ferox</i>					9	0.1	54	1.2	605	8.7
Oilfish	<i>Ruvettus pretiosus</i>	160	1.8	518	3.9	2	<0.1	1	<0.1	77	1.1
Opah	<i>Lampris guttatus</i>	428	4.9	205	1.6	1020	5.7	104	2.3	235	3.4
Sickle pomfret	<i>Taractichthys steindachneri</i>	154	1.8	4	<0.1	14	0.1	173	3.9	39	0.6
Others		208 (13)	2.4	58 (13)	0.4	48 (10)	0.3	88 (8)	2.0	179 (15)	2.6
ERS											
Black browed albatross	<i>Thalassarche melanophris</i>	24	0.3	5	<0.1			2	<0.1		
Buller's albatross	<i>Thalassarche bulleri</i>	9	0.1								
Grey head albatross	<i>Thalassarche chrysostoma</i>	2	<0.1								
Wandering albatross	<i>Diomedea exulans</i>	9	0.1	3	<0.1					1	<0.1
Yellow nosed albatross	<i>Thalassarche carteri</i>	14	0.2							1	<0.1
Other seabirds		14 (4)	0.2	3 (2)	<0.1						
Olive ridley turtle	<i>Lepidochelys olivacea</i>							1	<0.1		
Tunas		3,471	39.5	10,536	80.0	14,281	80.5	2,122	47.6	3,404	49.1
Bilfishes		7	0.1	32	0.2	92	0.5	70	1.5	206	3.0
Sharks		3,944	44.8	1,197	9.1	1,483	8.4	1,211	27.2	1,787	25.8
Other fishes		1,303	14.8	1,390	10.6	1,888	10.6	1,052	23.6	1,530	22.1
ERS		72	0.8	11	0.1			3	0.1	2	<0.1
Total		8,797	100.0	13,166	100.0	17,744	100.0	4,458	100.0	6,929	100.0

Figure in ( ) indicates the number of species not elsewhere included in the species list. ERS indicates Ecologically Related Species.



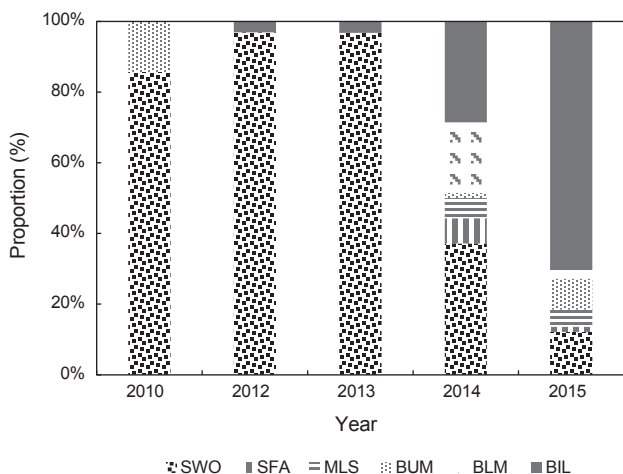


Fig. 5. Annual species composition of billfish group observed by Korean scientific observers in the Indian ocean. SWO, Swordfish; MLS, Striped marlin; BIL, Shortbill spearfish; SFA, Sailfish; BUM, Blue marlin; BLM, Black marlin.

이 38.3%, 37.5%로 높았고, 다음으로 남방참다랑어(18.6)와 눈다랑어(5.6%) 순이었다. 그리고 기타 다랑어류로 2010년과 2014년에 slender tuna (*Allothunnus fallai*)와 몽치다래(*Auxis rochei*)가 관찰되었다.

새치류

연도별 새치류의 어획비율을 살펴보면(Table 2), 2010년과 2012-2013년에는 새치류가 거의 어획되지 않았으며, 2014-2015년에는 약 1.5-3.0%로 어획비율이 이전에 비해 높았다. 새치류의 어획비율이 낮았던 시기에는 출현종수도 2종으로 낮았고, 어획물의 대부분이 황새치(*Xiphias gladius*)였으며, 어획비

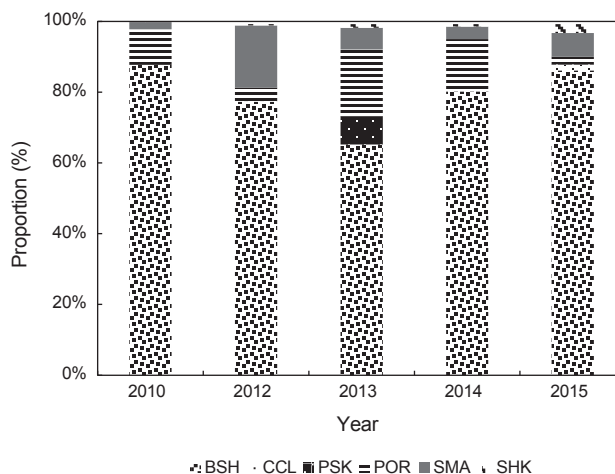


Fig. 6. Annual species composition of shark group observed by Korean scientific observers in the Indian ocean. CCL, Blacktip shark; BSH, Blue shark; PSK, Crododile shark; POR, Porbeagle; SMA, Shortfin mako shark; SHK, Other shark.

율이 높았던 시기에는 보다 다양한 종들이 출현하였는데, 2014년에는 황새치, 단문청새치(*Tetrapturus angustirostris*), 흑새치(*Makaira indica*), 그리고 2015년에는 단문청새치, 황새치, 녹새치(*Makaira mazara*), 청새치(*Tetrapturus audax*)가 많이 어획되었다(Fig.5).

기타어류

기타어류는 2010년 및 2012-2013년에는 어획비율이 10.6-14.8%였고, 2014-2015년에는 22.1-23.6%로 이전에 비해 어획비율이 높았다(Table 2). 기타어류에서 가장 많이 부수어획된 종은 붕평치(*Lampris guttatus*)이며, 전체 기타어류 7,163마리

Table 3. Annual percentage of retained catch and discard by shark species observed by Korean scientific observers in the Indian Ocean

Species	Scientific name	2010		2012		2013		2014		2015	
		R	D	R	D	R	D	R	D	R	D
Bignose shark	<i>Carcharhinus altimus</i>										
Blacktip shark	<i>Carcharhinus limbatus</i>							100		100	
Blue shark	<i>Prionace glauca</i>	98.8	1.2	84.6	15.4	41.8	58.2	55.2	44.8	40.3	59.7
Crododile shark	<i>Pseudocarcharias kamoharai</i>						100				
Longfin mako shark	<i>Isurus paucus</i>					81.2	18.8				
Oceanic whitetip shark	<i>Carcharhinus longimanus</i>										100
Porbeagle	<i>Lamna ditropis</i>	98.2	1.8	60.4	39.6	1.1	98.9	98.9	1.1		100
Shortfin mako shark	<i>Isurus oxyrinchus</i>	97.5	2.5	98.1	1.9	86.8	13.2	72.1	27.9	49.2	50.8
Silky shark	<i>Carcharhinus falciformis</i>	100							100		100
Thresher shark	<i>Alopias vulpinus</i>	100		100		100					
Velvet dogfish	<i>Zameus squamulosus</i>						100		100	11.1	88.9
Other sharks		71.4	28.6			50.0	50.0		100		100

R, retained catch; D, discard.

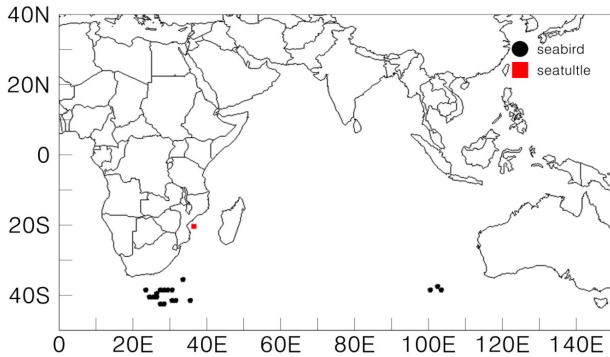


Fig.7. Locations where incidentally seabirds and Seaturtle by Korean scientific observers in the Indian Ocean.

중에서 27.8% 비율이었다. 그 다음으로는 흑갈치꼬치(*Nesiar-chus nasutus*) 18.1%, Butterfly kingfish(*Gasterochisma melampus*) 15.9%, 기름치(*Ruvettus pretiosus*) 10.6% 순이었다.

상어

조사기간 동안 상어류는 총 11종이 부수어획되었는데(Table 3), 이 중에서 청새리상어(*Prionace glauca*), 악상어(*Lamna ditropis*), 청상아리(*Isurus oxyrinchus*)는 매년 부수어획 되었고, 상어류 중에서 청새리상어가 매년 65.2-87.7% 를 차지하여 가장 많이 어획되었다(Fig. 6). 환도상어(*Alopias vulpinus*)는 2010-2013년에는 부수어획 되었지만, 2014-2015년에는 부수어획 되지 않았다.

생태계 관련종

조사한 기간 동안 조업 중에 우발적으로 부수어획된 바닷새는 9종(미확인 종 제외)으로 총 78마리였고, 바다거북은 2014년에 꼬마바다거북 1마리가 부수어획 되었으며, 2013년에는 어떠한

바닷새나 바다거북도 부수어획 되지 않았다(Table 4). 연도별 바닷새 부수어획실태를 살펴보면, 2010년에 8종 63마리로 가장 많이 부수어획 되었으며, 2012년에는 4종 11마리, 2014년과 2015년에는 각각 1종 2마리, 2종 2마리가 부수어획되었다. 어종별로는 조사기간 동안 검은눈썹알바트로스(Black-browed albatross)가 총 31마리 부수어획되어 가장 많았고, 다음으로는 노란코알바트로스(Yellow nosed albatross) 15마리, 큰알바트로스(Wandering albatross) 13마리 순이었다. 꼬마바다거북은 20°S, 36°E 해역에서 부수어획되었으며, 바닷새는 35-42°S, 23-35°E 해역에서 주로 어획되었는데, 37-38°S, 100-103°E에서도 검은눈썹알바트로스, 인도양 노란코알바트로스, 큰알바트로스 등 4마리가 부수어획되었다(Fig.7).

주요어종에 대한 어장분포

위도 25-45°S 사이의 남아프리카 남부의 인도양 서부해역과 호주 서부의 인도양 동부해역에서는 날개다랑어와 남방참다랑어가 주로 어획되었고, 25°S 이북의 남아메리카 연안에서는 황다랑어와 눈다랑어가 주로 어획되었다(Fig. 8).

주요 어종의 체장조성

조사기간 동안 매년 어획된 날개다랑어와 남방참다랑어에 대한 체장조성을 분석하였다. 2010년-2015년간 조사된 날개다랑어의 체장범위는 50-134 cm로 2010년과 2012년에 평균체장이 약 83 cm로 가장 작았고, 2014년에 110 cm급 개체의 어획비율이 증가하여 평균체장이 101.0 cm로 가장 컸었다(Fig.9a). 남방참다랑어 어획물의 체장범위는 65-220 cm로, 2010년과 2012년의 평균체장이 130 cm 이하로 작았으며, 이후 점차 증가하여 2014년과 2015년에는 평균체장이 약 147 cm로 증가하였다(Fig. 9b). 날개다랑어의 경우 평균체장이 연도별로 다소 증감하였으나, 두 어종 모두 2010년 이후 대형화 된 것으로 나타

Table 4. Annual number of release or discard by ecologically related species observed by Korean scientific observers in the Indian Ocean, 2010 -2015

Taxa	Species	Scientific name	2010		2012		2013		2014		2015	
			A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
Seabirds	Black-browed albatross	<i>Thalassarche melanophrvs</i>	24		5				2			
	Buller's albatross	<i>Thalassarche bulleri</i>	9									
	Grey headed albatross	<i>Alassarche chrysostoma</i>	2									
	Cape petrel	<i>Daption capense</i>	1		2							
	Shy albatross	<i>Thalassarche cauta</i>	3									
	Southern giant petrel	<i>Macronectes giganteus</i>	1		1							
	Wandering albatross	<i>Diomedea exulans</i>	9		3							1
	Yellow nosed albatross	<i>Thalassarche carteri</i>	14									1
	Unidentified Sea bird	-	9									
Turtles	Olive ridley turtle	<i>Lepidochelys olivacea</i>							1			

A, alive release; D, discard.

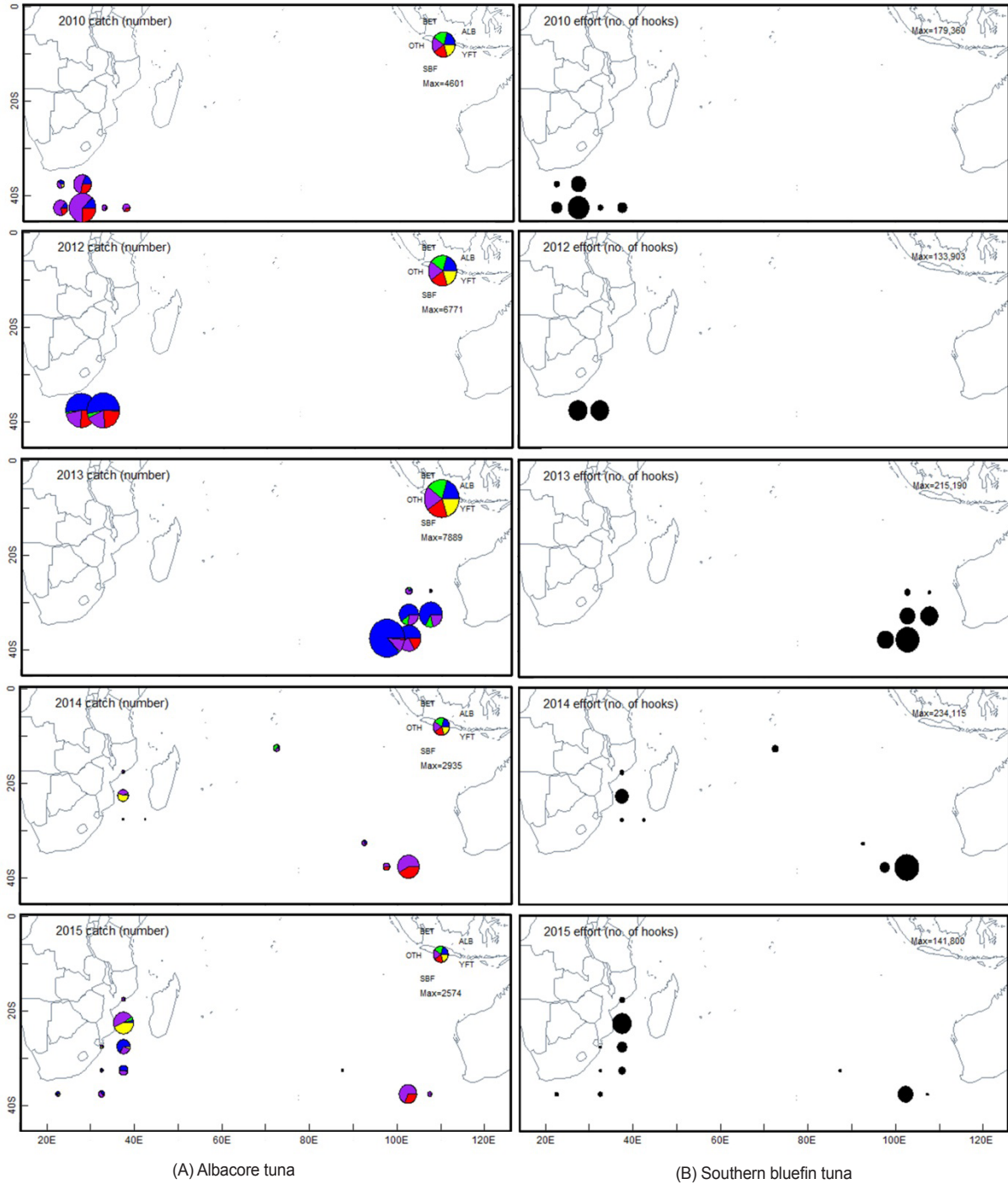


Fig. 8. Map showing the distribution of catch by major species (left) and effort (right) observed by year.

났다.

유사도 분석

조사기간 동안의 모든 자료에서 위도·경도별로 10°씩 나누어 7곳의 중간 유사성을 나타낸 dendrogram는 Fig. 10와 같으며,

유사도 지수 65 수준에서 4개의 그룹으로 구분되었다. 그룹 'A'는 조사위치 1, 4, 7번으로 위도 35-45°S 사이의 해역으로, 날개다랑어와 남방참다랑어가 가장 많이 출현하였고, 그룹 'B'는 조사위치 3, 6번으로 위도 25-35°S 사이의 해역으로, 날개다랑어와 청새리상어가 가장 많이 출현하였다. 그룹 C와 D는 각각



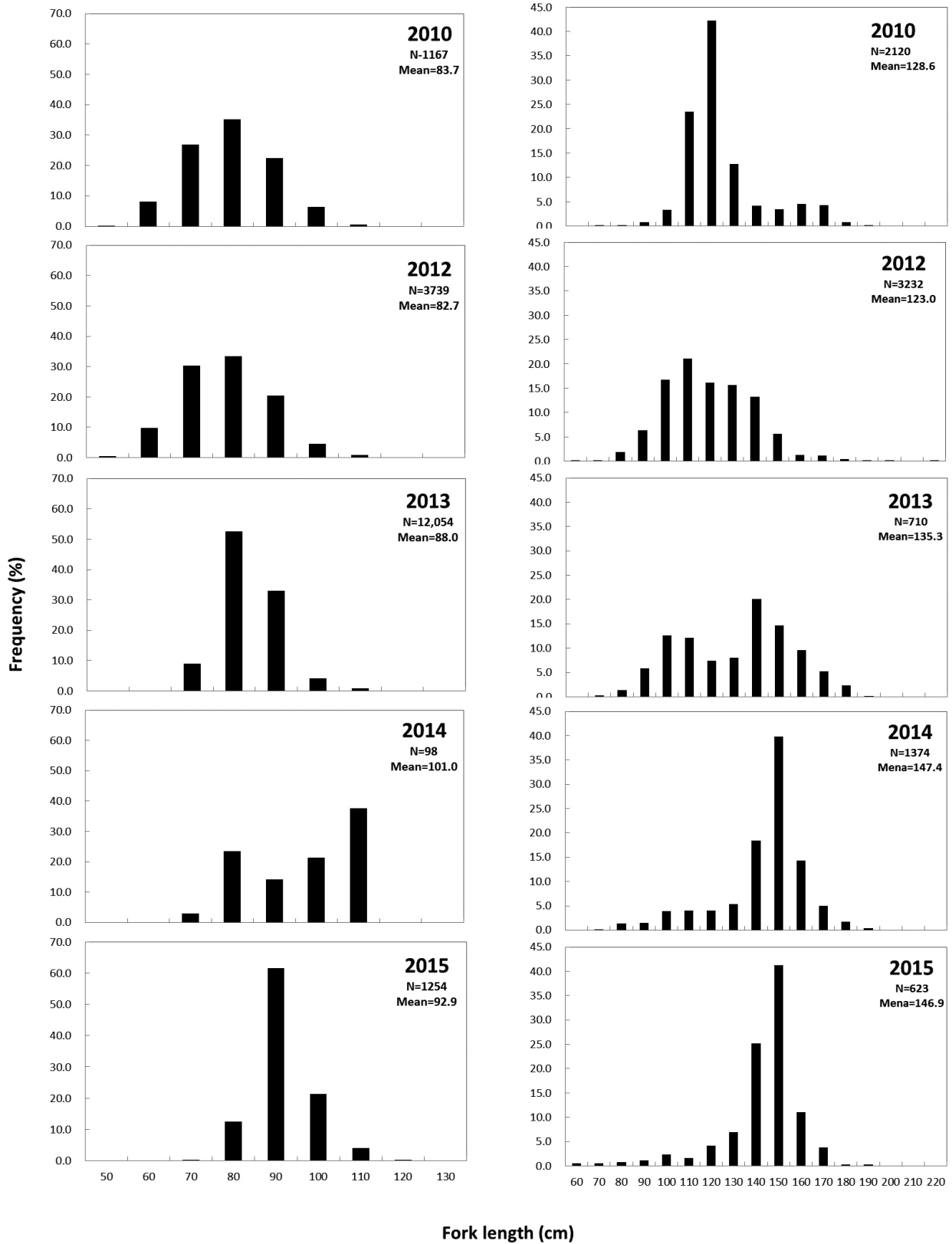


Fig. 9.Length frequency of major tuna species observed by Korean scientific observers in the Indian Ocean.

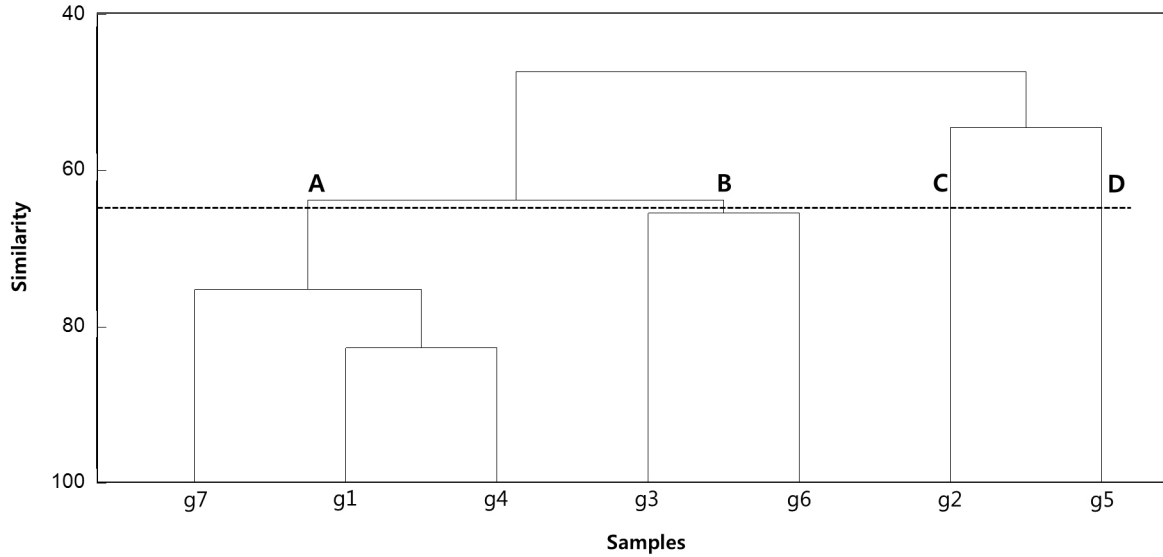


Fig. 10. Dendrogram based on cluster analysis of species composition of catches observed by Korean observer programs in Indian Ocean.

15-25°S, 05-15°S 해역으로 조사 위치가 전혀 다르고, 그룹 C는 눈다랑어가 우점하였으며, 그룹 D는 황다랑어가 우점하여 각각 그룹으로 구분되었다.

### 고찰

본 연구는 우리나라가 운용하고 있는 과학옵서버 프로그램의 일환으로, 2010-2015년간 인도양 수역에서 과학옵서버가 승선하여 조사한 자료를 사용하여 우리나라 다랑어 연승어업의 어획물의 종조성과 어획동향을 분석하였다. 조사기간 동안 출현한 어종은 다랑어류 5종, 새치류 6종, 기타어류 7종, 상어류 11종으로 총 94종이었다. 연도별 출현종수는 2013년에 35종으로 가장 낮았고, 2015년에 52종으로 가장 높았다. 그러나 인도양 수역에서의 우리나라 연승어업의 어획실태 보고서(Kim et al., 2016)에 의하면, 다랑어류 5종, 새치류 5종, 상어류 8종으로 총 18종에 대한 어획량만이 보고되고, 나머지는 기타로 분류되었는데, 이 자료는 조업일지에 의해 수집된 어획량이다.

Huang and Kwang (2010)은 대만의 인도양 수역 연승선단에 대한 2004-2008년간의 과학옵서버 조사자료를 이용하여 부수어획에 관한 연구를 수행하였고, 조사기간 동안 다랑어 6종, 새치류 7종, 상어 10종, 기타어류 7종 등 30여종의 어류와 바닷새 6종, 바다거북 4종이 출현하였다고 보고하였다. 주요 목표종인 다랑어 중에서 날개다랑어, 눈다랑어, 황다랑어, 남방참다랑어와 가다랑어 이외에도 대서양 참다랑어(*Thunnus thynnus*)도 조사되었다. 이는 본 연구에서는 볼 수 없는 다랑어 종으로 본 연구의 조사위치가 남위 19-42°로 한정적이었다. 하지만 Huang and Kwang (2010)의 조사위치는 북위 20°까지 조사하였으며, 위도상 넓은 범위를 포함한 만큼 보통 북쪽지역에 많이

분포하는 대서양 참다랑어가 출현하였다.

Romanov (2002)은 본 연구의 조사해역과 유사한 해역(20°S-10°N, 40-70°E)인 서부인도양 해역에서 수행한 과학옵서버 조사자료를 이용하여 다랑어 선망어업에 대한 부수어획실태에 관한 연구를 수행하였다. 그 조사결과에 의하면, 총 40종 이상이 관찰되었으며, 상어류가 가장 많이 부수어획되었고, 다음으로는 rainbow runners, dolphinfishes, triggerfishes, wahoo, billfishes, mantas 등이 부수어획되었다. 또한, 생태계관련종으로 바다거북과 고래도 부수어획되는 것이 확인되었다. 이와 같이 선망선에 의해 다양한 어종들이 부수어획되고 있지만, 대부분의 조업선들이 부수어획량을 기록하지 않아, 어업활동이 인도양의 생태계에 미치는 영향을 평가할 수 없었다. 이에 Romanov (2002)는 동 연구를 통해 이 문제를 해결하고자 인도양 다랑어위원회(IOTC, Indian ocean tuna commission)에 과학옵서버 프로그램의 수립 필요성을 언급하였다.

FAO (2003)에 의하면, IOTC (2016)에 보고된 1970-2002년의 상어 어획량 자료는 어종별로 분류된 자료가 10% 미만이고, 그 외는 모두 미분류 어획량(unidentified sharks)으로 보고되었다. 그 후 개선된 2000-2002년 자료는 36%의 자료만 종 식별을 했으며, 나머지 64%는 "Sharks"으로 보고되었다. 종 식별된 36%의 상어는 청새리상어(19%)가 가장 많이 부수어획되었고, 그 다음으로는 미흑점상어(9%), 장완홍상어(2%), 강남상어(2%), 귀상어(1%), 환도상어(1%), 청상아리(1%) 순이었다(Camhi et al., 2009). 본 연구에서 부수어획된 상어류 11종 중에서 가장 높은 비율을 차지한 것은 청새리상어였고, 그 다음으로는 악상어, 청상아리, 강남상어, 흑단상어였다. Moon et al. (2007)의 상어류의 부수어획연구에서도 인도양에는 청새리상어(48.4%), 미흑점상어(22.2%), 청상아리(13.7%), 장완홍상

어(4.9%), 환도상어(3.4%) 순이었다. Moon et al. (2007)에 의한 연구결과에서도 청새리상어가 인도양 해역에서 48.4%의 비율을 차지하여 가장 우점하였고, Camhi et al. (2009)의 결과에서도 청새리상어가 가장 많이 부수어획되었다. Moon et al. (2007), Camhi et al. (2009), 본 연구에서도 청새리상어가 가장 많이 부수어획되어 인도양 수역에서는 상어류 중에서 청새리상어가 우점종인 것을 확인 할 수 있었다. 청새리상어를 제외한 나머지 종들은 비율의 차이는 있지만 거의 비슷한 종들이 출현하였다.

부수어획된 상어류의 연도별 폐기량은 2010년과 2012년에는 2% 이하로 낮았지만, 2013년과 2015년에는 10% 이상으로 높았다. 이는 인도양 다랑어 위원회(IOTC)의 결의안 13/06(IOTC 관리어업에 의해 어획되는 상어보존을 위한 과학 및 관리체제에 관한 보존관리조치)의 영향으로 최근에는 우리나라 연승선에서 상어류를 어획물로 이용하지 않기 때문이다.

본 연구에서 관찰된 바닷새는 35-42°S, 23-35°E 와 37-38°S, 100-103°E 사이 수역에서 총 78마리가 부수어획되었으며, 가장 많이 출현한 종은 검은눈썹알바트로스(*Thalassarche melanophris*)였다. Huang and Kwan (2010)의 연구결과에서는 바닷새가 29-32°S, 70-90°E 사이 해역에서 총 61마리가 부수어획되었고, 그 중에서 95%가 남방참다랑어 연승선단에 의해 부수어획 되었으며, 부수어획된 바닷새는 주로 노랑코 알바트로스(*Thalassarche carteri*)였다. 따라서 두 연구에서 바닷새가 관찰된 수역은 25°S 이남 해역으로, 동 수역은 바닷새의 출현율이 높아 IOTC에서 바닷새의 혼획을 저감시키기 위한 조치를 취해야 하는 수역이다.

본 연구에서 조사된 주요 어종의 체장자료 범위는 날개다랑어가 50-134 cm이고, 남방참다랑어는 65-220 cm로 조사되었다. 조사된 전체의 범위는 최소 체장에서 최대체장까지 골고루 조사가 되었으나, 조사된 마리수를 확인하여 보면 날개다랑어의 경우 집중적으로 80-90 cm 대의 개체들이 주로 조사되었고, 50-70 cm급과 100 cm급 이상의 개체수가 현저히 작게 조사되었다. 이는 상업어선에 옹서버가 승선하여 각 어종별로 상품성이 있는 크기대만 조사되었기 때문이다.

인도양 해역에 있어서 위치에 따른 출현종의 차이를 알아보기 위해 수행한 군집분석결과(Fig. 10)에서 유사도 지수 65에서 위도에 따라 35-45°S, 25-35°S, 15-25°S, 05-15°S로 4개의 그룹으로 구분되었다. Pillai and Honma (1978)의 연구인 다랑어 연승에 의한 인도양 해역 상어의 계절 및 면적 분포에 관한 연구를 살펴보면, 인도양 북쪽에서 남쪽으로 어장의 위도가 바뀔 때 따라 청새리상어의 부수어획량이 증가한다고 했다. 청새리상어는 10°N 에서 30-40°S로 이동하면서 점차 증가하여 30-40°S에서 가장 많이 부수어획 되었다. Pillai and Honma (1978)의 연구에서 인도양 해역 청새리상어가 위도(0-10°S, 10-20°S, 20-30°S, 30-40°S) 에 따라 구성비율이 15%-92%까지 증가하는 것을 확인하였다. 청새리상어, 장완홍상어, 기타상어 등이

위도 변화에 따라 증가 혹은 감소하는 경향을 확인했다. 본 연구와 Pillai and Honma (1978)의 연구에서 인도양 해역 어종의 종조성은 위도의 차이에 따라 그룹화 되는 것을 확인 할 수 있다. 추후 인도양 해역 전체의 종간 유사성을 확인하기 위하여 수직적 범위인 인도양 남위·북위를 포함하는 폭넓은 조사가 필요하다.

## 사 사

이 논문은 2018년도 국립수산물과학원 수산시험연구사업(R2018025)의 지원으로 수행된 연구입니다.

## References

- An DH, Kim SS, Moon DY, Hwang SJ and Kwon YJ. 2008. A Summary of the Korean Tuna Fishery Observer Program for the Pacific Ocean in 2007. In: 4<sup>th</sup> Regular Session of the Scientific Committee on Western and Central Pacific Fisheries Commission. Port Moresby, Papua New Guinea.
- Bray JR and Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol Monogr 27, 325-349. <https://doi.org/10.2307/1942268>.
- Camhi MD, Pikitch EK and Babcock EA. 2009. Sharks of the open ocean: biology, fisheries and conservation. University of Miami, Coral Gables, FL, U.S.A.
- Davies SL and Reynolds JE. 2003. Guidelines for developing an at sea fishery observer programme. FAO Fisheries Technical paper 414, 116.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2003. Fishstat Plus, Version 2.3. Capture Production Database, 1970-2002, and Commodities Trade and Production Database, 1976-2002. FAO, Rome, Italy.
- Gillis DM. 1999. Behavioral inferences from regulatory observer data catch rate variation in the Scotian Shelf silver hake (*Merluccius bilinearis*) fishery. Can J Fish Aquat Sci 56, 288-296. <https://doi.org/10.1139/F98-166>.
- González-Ania LV, Brown CA and Cortés E. 2001. Standardized catch rates for yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the 1992-1999 Gulf of Mexico longline fishery based upon observer programs from Mexico and the United States. IC-CAT Coll Vol Sci 52, 222-237.
- Huang HW and Kwang ML. 2010. Bycatch and discards by Taiwanese large-scale tuna longline fleets in the Indian Ocean. Fish Res 106, 261-270. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.08.005>.
- IOTC (Indian Ocean Tuna Commission). 2016. Report of the 19<sup>th</sup> Session of the IOTC Scientific Committee. Scientific Committee, Mahe, Seychelles.
- Kim DN, Lee SI, Kwon YJ, Ku JE, Lee MK and An DH. 2016. Korea National Report to the Scientific Committee of the Indian Ocean Tuna Commission, 2016. In: 19<sup>th</sup> Scientific

- Committee. Mahe, Seychelles, 1-14.
- Moon DY, Hwang SJ, An DH and Kim SS. 2007. Bycatch of sharks in Korean tuna longline fishery. *J Korean Soc Fish Technol* 43, 329-338.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2017. National Observer program. Retrieved from <http://www.st.nmfs.noaa.gov/observer-home/index> on Jan 1, 2018.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2007. Observer Guide Book for Korean Distant Water Fisheries. NFRDI, Busan, Korea.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2008. Field Guide to Bycatch Species in Korea Distant-Water Fisheries. NFRDI, Busan, Korea.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2010. Fishes of the Ocean. hanguel Publ Co., Busan, Korea.
- Pillai PP and Honma M. 1978. Seasonal and areal distribution of the pelagic sharks taken by the tuna longline in the Indian Ocean. *Bull Far Seas Fish Res Lab* 16, 33-49.
- Romanov EV. 2002. Bycatch in the tuna purse-seine fisheries of the western Indian Ocean. *Fish Bull* 100, 90-105.
- Sim JH. 2005. Oceanographical terms. Academy book, Busan, Korea. 262.
- Walsh WA, Kleiber P and McCracken M. 2002. Comparison of logbook reports of incidental blue shark catch rates by Hawaii based longline vessels to fishery observer data by application of a generalized additive model. *Fish Res* 58, 79-94. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(01\)00361-7](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00361-7)