

태평양 수역 우리나라 다랑어선망어업의 어획특성

이미경 · 이성일* · 김장근 · 구정은 · 박희원 · 윤상철
국립수산과학원 자원관리과

The fishing characteristics of Korean tuna purse seine fishery in the Pacific Ocean

Mi Kyung LEE, Sung Il LEE*, Zang Geun KIM, Jeong Eun KU, Hee Won PARK, Sang Chul YOON

Fisheries Resources Management Division, National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-705, Korea

Fishing trend and characteristics of Korean tuna purse seine fishery in the Pacific Ocean were investigated using logbook data compiled from captain onboard and the statistical data from 1980 to 2013. The historical catch of this fishery had sharply increased since mid-1980s, and it has shown fluctuations with about 2-3 hundred thousands, whereas the catch per number of vessel has steadily increased with fluctuations since commencing this fishery. As for the proportion of catch by set type, unassociated type had increased from the mid-1980s to the end of 1990s, and then has decreased up to 2010s. Associated type had decreased continually to the end of 1990s, however, it started to increase since the beginning of 2000s. As for the catch proportion of set type by main species, those of skipjack tuna and bigeye tuna showed higher in the associated type, whereas that of yellowfin tuna has the highest proportion in the unassociated type. Fishing distribution of Korean tuna purse seine fishery was concentrated on the area of 5°N~10°S and 140°E~180° through the decades. The monthly catch distribution by longitudinal zone of Korean tuna purse seine fishery expanded the most further to the eastward in September to October.

Keywords : Tuna purse seine fishery, Pacific Ocean, Skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, Yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, Bigeye tuna, *Thunnus obesus*

서론

세계 다랑어 생산량은 1960년 약 70만 톤에서 현재 약 450만 톤으로 지속적으로 증가해 왔으며, 이 중에서 약 70%가 태평양에서 어획되고 있다 (Williams and Terawasi, 2014). 특히 1980년부터 1990년 초반에 태평양에서의 다랑어 생산량이 80만 톤에서 160만 톤으로

크게 증가하였는데, 이는 한국, 일본, 대만 등과 같은 원양 조업국들이 선망어업을 도입하면서 본격적으로 어획이 이루어졌기 때문이다. 이후 선망어업에 첨단 어로장비가 탑재되고 대형 선단을 구성하면서, 현재 선망어업은 태평양 수역 다랑어 총 생산량의 70% 이상을 차지하는 주요 어업으로 대두되었으며, 우리나라는 일

*Corresponding author: k.sungillee@gmail.com, Tel: 82-51-720-2325, Fax: 82-51-720-2337

본, 미국, 대만과 함께 주요 선망조업국으로서 중서부 태평양 선망어업 총 어획량의 약 14%를 차지하고 있다 (Williams and Terawasi, 2014).

선망어업은 그물로 어군을 둘러싸서 아래부분의 짐줄을 쥘 후 그물 안의 어획물을 퍼서 올려 어획하는 방법으로, 어군의 유무와 크기가 조업 성공여부에 가장 중요한 영향을 미친다. 선망어업은 조업방법에 따라 부상군 (Unassociated type with floating objects, 이후 ‘unassociated type’)과 유목군 (Associated type with floating objects, 이후 ‘associated type’) 조업으로 나뉘며, 유목군 조업에는 육지에서 떠내려 온 자연 유목물체를 이용한 자연유목군 (Log school)과 인공 집어장치를 이용한 인공유목군 (FAD school)이 포함된다. 유목군 조업은 부유물체에 유집된 어군을 대상으로 조업하기 때문에 부상군 조업에 비해 어획에 실패할 확률이 적으며, 어군을 찾아 항해할 필요가 없으므로 연료 소비를 줄일 수 있는 경제적인 어법이다 (Marsac et al., 1999; Fonteneau et al., 2000). 그러나 이러한 유목군 조업은 목표종 뿐만 아니라 목표종의 자치어 및 상어와 같은 비목표종들까지 남획하여 일부 표층성 어종들의 자원량 감소의 주요 원인으로 지적되고 있다. 이에 지역수산관리기구 (RFMOs)에서는 다양한 보존관리조치를 통해 선망어업의 어획노력, 특히 유목군 조업에 대하여 강력히 규제하고 있다.

다랑어선망어업은 우리나라 원양어업 전체 생산량의 약 48%를 차지하는 중요한 어업 (Korea Overseas Fisheries Association, 2014)으로, 현재 강화되고 있는 지역수산관리기구의 보존관리조치에 적절히 대응하기 위해서 먼저 우리나라 선망어업의 조업특성에 관한 이해가 선행되어야 한다.

우리나라 선망어업에 관한 연구는 다랑어선망어업의 역사와 발달과정 (Hyun et al., 1992), 유목군 조업 특성에 관한 연구 (Park, 1984; Kim, 1999; Moon et al., 1996), 헬기 사용에 따른 어획 효과 (Park et al., 1998), 해양환경에 의한 선망어업의 어장변동 (An et al., 2003), 어획량 분포 및 조업 특성 (Kim and Kim, 1995; Moon et al., 2005), 어획물 종조성 분석 (Lee et al., 2011), 가다랑어의 연령과 성장 (Ku et al., 2015)과 선망어구의 구성 변화 (Ryu, 2015) 등에 대한 연구가 수행되었다. 이 중 선망어업의 조업특성 분석에 관한 이전 연구들은 대부분이 5년 이하의 단기간 자료를 사용

하였거나 과거 1990년대 중반까지 분석한 결과로 우리나라 선망어업에 대한 역사적인 동향을 파악하는 데는 한계가 있다.

따라서 본 연구에서는 태평양 수역에서 우리나라 다랑어선망어업이 본격적으로 시작된 1980년부터 2013년까지 선박으로부터 수집된 모든 조업자료와 관련 통계 자료를 이용하여 우리나라 다랑어선망어업의 역사적인 어업동향과 특성을 확인하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구에서는 우리나라 태평양 다랑어선망어업의 어획량 동향을 파악하기 위하여 1980~2013년까지 총 34년간의 어획통계자료를 사용하였다. 먼저 연도별 어획동향 분석을 위해서는 원양어업생산통계로부터 어종별 어획량을 이용하였고, 어획노력량과 조업형태별 특성을 분석하기 위해서는 조업선박에서 선장들이 직접 기재한 조업일지 (logbook) 자료를 사용하였다. 조업일지에는 조업별 (set by set) 위치, 조업형태, 어종별 어획량 등의 정보가 기록되어 있다. 또한 조업형태 (set type)에 대한 정보가 기재되어 있지 않고, 투망망 시간만이 기록된 1980년대 자료를 분석에 포함시키기 위하여 Moon et al. (2005) 및 옵서버 보고 자료를 바탕으로 투망시작시간이 오전 6시 이전인 경우는 유목군, 이후는 부상군으로 구분하였다. 그러나 1980~81년도 자료는 조업시간이 기재되어 있지 않아 조업형태별 분석에서 제외하였다.

단위노력당 어획량 (CPUE)은 노력량 (조업척수, 조업횟수)과 어획량 자료를 사용하여 분석하였다. 이때 조업횟수에 대한 노력량은 어획에 실패한 투망망 (어획량이 없거나 매우 적은 경우)도 포함하였다.

조업일지의 연간 수집율이 100% 미만인 경우에는 총 노력량을 추정하기 위해 조업일지로부터 수집된 어획량 및 노력량, 그리고 원양어업생산통계의 총 어획량을 사용하여 다음과 같은 식으로 환산하였다.

$$TE_i = (TC_i \times LE_i) / LC_i$$

여기서 TE_i 는 i 연도의 총 어획량, TC_i 는 i 연도의 원양어업생산통계자료에 의한 총 어획량, LE_i 및 LC_i 는 i 연도에 조업일지로부터 수집된 노력량 및 어획량

이다. 연도별 조업일지 자료의 수집율은 Fig. 1과 같다.

우리나라 다랑어선망어업의 어장 분포를 확인하기 위하여 환산된 어획량 및 노력량 자료를 연대별 (10년 단위)로 평균하여 경위도 1°×1° 단위로 나타내었고, 월별 어획량 분포 변화를 확인하기 위하여 월별 총 어획량의 경도별 분포를 분석하였다.

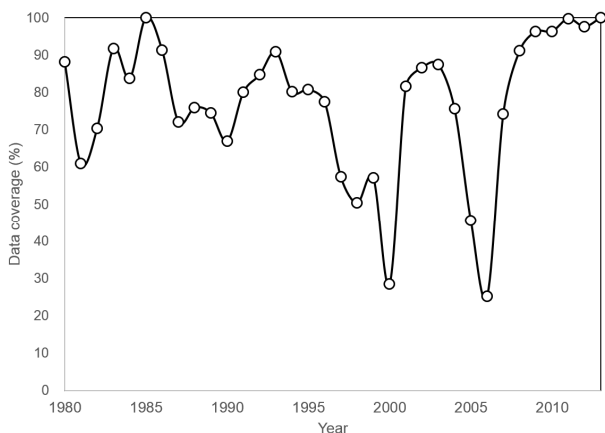


Fig. 1. Data coverage of Korean tuna purse seine fishery compiled from logbook by year.

결 과

태평양 수역 우리나라 다랑어선망어업에 의한 어획량은 1980년대 후반부터 급증하기 시작하여 1991년 약 23만 톤까지 증가하였다. 그러나 1990년대와 2000년 초까지 변동과 함께 감소한 후 유지되다가 2006년 이후부터는 약 25만 톤의 높은 수준의 어획량을 나타냈으며, 특히 2009년에는 역대 최고인 28만 톤을 기록하였다. 이후 증감을 반복하여 2013년에는 약 23만 톤의 어획량을 기록하였다 (Fig. 2).

태평양 다랑어선망어업에 투입된 선박 수는 1980년대 후반부터 급격히 증가하여 1990년에는 39척을 기록하였다. 1991년부터 매년 2척 씩 감척되어 오다가 1996년 28척이 조업한 이후 현재까지 26~29척 수준에서 변동·유지되고 있다 (Fig. 2).

선망어업에 의한 어획물의 종조성에서 가다랑어는 1980~1990년대에는 총 어획량의 75%를 차지하였으나 2000년대 들어서면서 증가하여 현재에는 80% 이상을 차지하고 있다. 반면 황다랑어의 어획비율은 1990년대까지 증가하다가 2000년대부터 감소하여 2000~2010년대 평균 18%를 기록하였다. 눈다랑어의 어획량은 매우

미미하여 1~2%를 차지하고 있다 (Fig. 3).

단위노력당 어획량 (CPUE)는 1980년대에 역사 상 최저 (10) 및 최고 (41) 수준의 값을 모두 기록하며 큰 폭으로 변동하였다. 1990년대에서 2000년대 중반까지 평균 30의 수준에서 증감하였으며, 2000년대 후반에는 평균 37로 증가하였다가 최근에는 다시 감소하여 약 32 이상의 수준을 나타내고 있다 (Fig. 4).

연도별 조업선박 척 수당 어획량은 변동은 있었으나 조업 시작부터 계속적으로 증가하는 경향을 보였으며, 2009년 척당 만 톤의 최고값을 기록한 후 감소하는 추세를 보이고 있다 (Fig. 4).

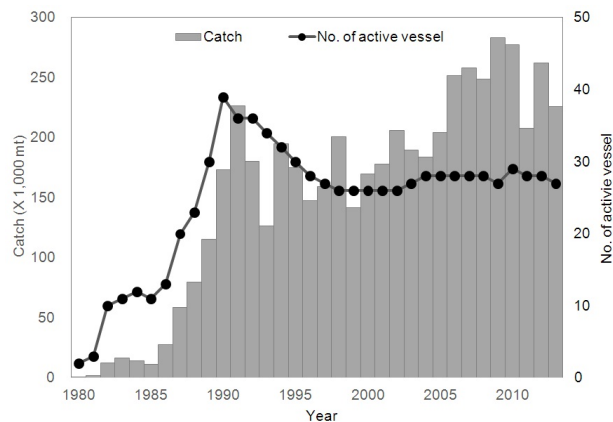


Fig. 2. Total catch of main species (Skipjack tuna, Yellowfin tuna, Bigeye tuna) and number of vessel of Korean tuna purse seine fishery operating in the Pacific Ocean.

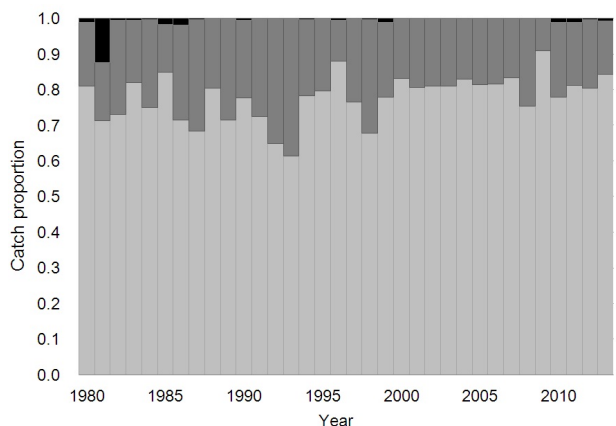


Fig. 3. Species composition of main species (Skipjack tuna, Yellowfin tuna, Bigeye tuna) caught by Korean purse seiner operating in the Pacific Ocean.

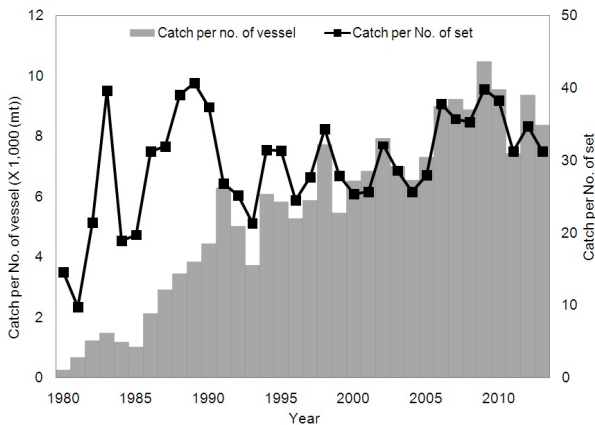


Fig. 4. CPUE (catch per number of active vessel, catch per number of set) of Korean tuna purse seine fishery operating in the Pacific Ocean.

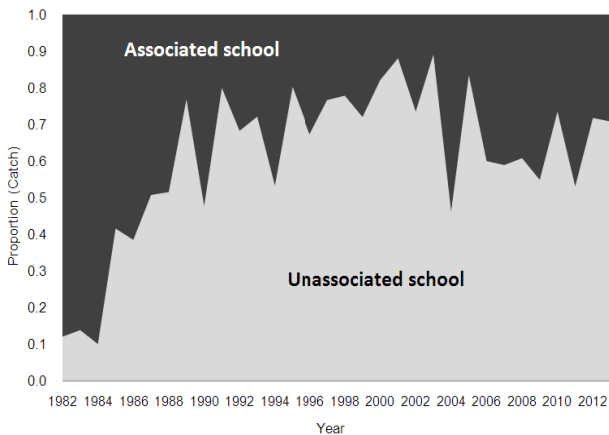


Fig. 5. Catch proportion by set type of Korean tuna purse seine fishery in the Pacific Ocean.

조업형태별 어획 비중은 1980년대 초반에는 약 90%가 유목군 조업이었으나 중반 이후 부상군 조업이 급격히 증가하여 1990~2000년대에는 30%로 감소되었으며, 최근에는 다소 증가한 33%를 차지하고 있다. 부상군 조업에 의한 어획 비중은 1980년대 37%, 1990~2000년대 70%, 2010년대에는 67%를 기록하였다 (Fig. 5).

Fig. 6은 어종별 조업형태에 따른 어획 비중을 나타내고 있다. 가다랑어의 부상군 조업에 의한 어획 비중은 1980년대 중반 이후 계속적으로 증가하여 2000년대 초 최고 수준인 평균 80%를 기록하였다가 중반 이후 큰 폭의 증감을 반복하며 평균 60%로 감소하였다. 유목군 조업은 1980년대 중반 이후 2000년대 초반까지

변동과 함께 급격히 감소하다가 2000년대 중반부터 증가하여 최근 평균 40%를 기록하였다. 황다랑어의 부상군 조업에 의한 어획 비중은 1990년대 78%, 2000년대 89%로 경년변동과 함께 계속적으로 증가해오고 있다. 유목군 조업은 1990년대까지 계속적으로 감소하다가 2000년대 이후 현재까지 약 10% 수준에서 유지되고 있다. 눈다랑어는 조업형태별 어획 비중의 변화가 가장 크게 나타나는 어종으로, 부상군 조업에 의한 평균 어획 비중은 1980년대 31%, 1990년대 63%로 다른 어종들에 비해 낮았다. 특히 2000년대에는 유목군의 어획 비중이 부상군에 비하여 크게 높았으며 2006년 이후 평균 80% 이상의 눈다랑어가 유목군 조업으로 생산되었다.

Fig. 7은 태평양 수역 우리나라 다랑어선망어업에 대한 연대별 총 어획량 및 어획노력 분포를 나타내고 있다.

1980년대에는 주로 파푸아뉴기니 북동부 5°S~5°N, 135°~160°E 수역에서 조업이 발생하였으나, 1987~89년에는 멕시코 남부 연안의 동부 태평양에서도 조업하였다. 1990년대에는 대부분의 조업이 180° 이서 수역에서 이루어졌으며, 조업어장이 150°W 부근까지 확장되었다. 특히 적도 부근의 160~165°W 수역에서 높은 어획량과 노력량을 보였다. 2000년대에는 이전까지 어획량의 상당부분을 생산했던 파푸아뉴기니 북동부 연안 배타적 경제 수역 (Exclusive economic zone, EEZ) 내 조업이 크게 감소하였으며, 어장이 140°E 이동, 15°S 이남으로 더욱 확대되었다. 2010년대에는 마이크로네시아, 파푸아뉴기니, 솔로몬 제도, 키리바시 등의 연안국의 EEZ 수역으로 둘러싸여 있는 포켓공해 특별관리 수역 내 조업금지에 대한 규정에 따라 조업이 발생하지 않았으며, 어장 범위가 크게 축소되어 165°E 이서 수역에서 조업이 집중적으로 이루어졌다.

Fig. 8은 월별 어획량에 대한 경도상 분포를 나타내고 있다. 1~3월에는 어획량이 전반적으로 150~160°W 수역에서 집중적으로 나타났으며, 4~6월에는 점차 감소하면서 어장 범위가 170°E 이서로 축소되었다. 7~9월은 어장 범위가 140°E까지 확대되었으며 어획량은 다른 월에 비해 경도별로 고르게 나타났고, 10월부터는 어장 범위가 이서 방향으로 축소되기 시작하면서 150~175°E에서 조업 중심수역이 나타났다.

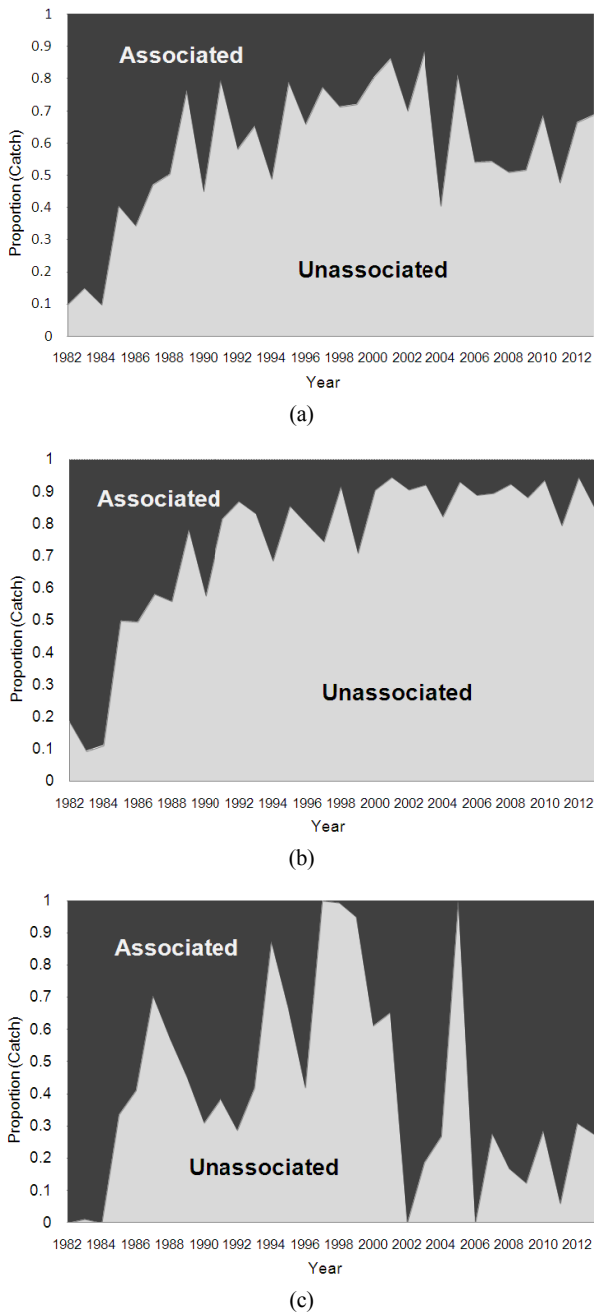


Fig. 6. Catch proportion of set type by species of Korean tuna purse seine fishery in the Pacific Ocean.
 (a) Skipjack tuna (b) Yellowfin tuna (c) Bigeye tuna

고찰

본 연구에서는 태평양 수역 우리나라 다랑어선망어업의 역사적인 어업동향을 확인하기 위하여 1980~2013년간의 원양어업생산통계자료와 선박으로부터 수집된 조업일지 (logbook) 자료를 사용하여 분석하였다.

다랑어선망어업의 어획량은 1980년대 후반부터 급격히 증가하였는데, 1980년대 중반 국민들의 생활수준이 높아지면서 고급 어종으로 만든 동물성 단백질 식품의 국내 수요 증가 (Hyun et al., 1992)가 주요 원인인 것으로 보인다. 대표적인 고급 어종인 다랑어에 대한 소비 증가는 해당 어종의 대량 어획이 가능한 선망어업에 대한 본격적인 투자를 이끌었고, 이로 인해 조업 개시 10년 후 약 20배 증가한 39척의 선박이 조업에 참여하면서 우리나라는 태평양 수역의 주요 선망조업국으로 부상하게 되었다. 그러나 1990년 이후 우리나라 다랑어선망어업의 주 어장인 파푸아뉴기니와 마이크로네시아의 과도한 입어로 요구 (NFRDI, 2007)에 의해 1990년대 후반에는 조업선박이 26척까지 감척되었으며 이후 현재까지 26~29척 수준에서 유지되고 있다. 반면 어획량은 감척이 발생한 1990년대에 17만 톤 수준에서 증감을 보였으나, 2000년대 후반부터는 조업횟수가 감소되었음 불구하고 어획량이 다시 증가하는 경향을 보였다. 선박당 어획량 분석에서도 1990년대에는 약 5,500 톤/척 수준에서 증감을 보이다가 2000년대부터 다시 증가하는 경향을 보였는데, 특히 2006년부터 2009년까지 선박당 어획량이 크게 증가하였다. 조업에 투입된 선박의 수가 줄어들었음에도 어획량은 증가하였는데, 이러한 현상은 헬리콥터, 첨단 어탐 및 어로장치 등 조업을 지원하는 다양한 장비들의 성능 향상 (Park et al., 1998; Ariz et al., 2001)에 의한 조업효율성 증가에 따른 것으로 고려된다. 이에 따라, 해 뜨기 전 유목 물체에 유집되어 있는 어군을 어획하는 단순한 어법과 함께 조업 시간의 구애 없이 적극적 어탐을 통해 유명하고 있는 어군을 어획하는 어법이 병행되면서 하루당 가능한 조업 횟수가 증가한 것으로 보인다.

어획동향에서 2000년대 후반은 어획량이 가장 높았고, CPUE 역시 최고 수준을 보였다. 그러나 이러한 어획량 및 CPUE 증가를 단순히 대상어종의 절대적인 자원량 증가로 보기는 어렵다. 실제 2000년대 중반부터 중서부태평양수산위원회 (Western and Central Pacific Fisheries Committee, WCPFC) 과학위원회에서는 가다랑어, 눈다랑어, 황다랑어의 자원상태에 대하여 우려를 표명하며 관련 보존관리조치를 채택 및 강화하여 조업을 규제하고 있다 (WCPFC CMM2005-01; CMM2006-01; CMM2008-01; CMM2012-01; CMM2013-01; CMM2014-01). 2000년대 후반 어획량의 증가는 우리나라 어로 기

술의 발달과 더불어 유목군 조업의 증가와도 고려해 볼 수 있을 것이다. 초창기 유목군 조업은 해양으로 떠내려 온 통나무, 나뭇가지 및 야자수 잎과 같은 부유물체 (Hallier, 1990; Bromhead et al., 2003)를 이용하였지만, 2000년대 이후에는 유목 설치위치 및 개수 조정이 가능하고 위성 표지 등의 첨단장비가 구비된 인공유목을 이용한 조업이 전 대양에서 활발하게 이루어지고 있다

(Fonteneau et al., 2000; Moron et al., 2001; Bromhead et al., 2003). 이 조업방법은 유목 아래의 수중 구조물에 모인 소형 생물체를 섭이하기 위하여 유집된 어군을 대상으로 조업하기 때문에 빠른 속도로 유평하는 어군을 어획하는 부상군 조업보다 어획성공률이 높다. 특히 자원이 감소하고 있는 상황에서 어획효율이 높은 유목군 조업 비중이 높아지는 현상은 당연한 것으로 보인다.

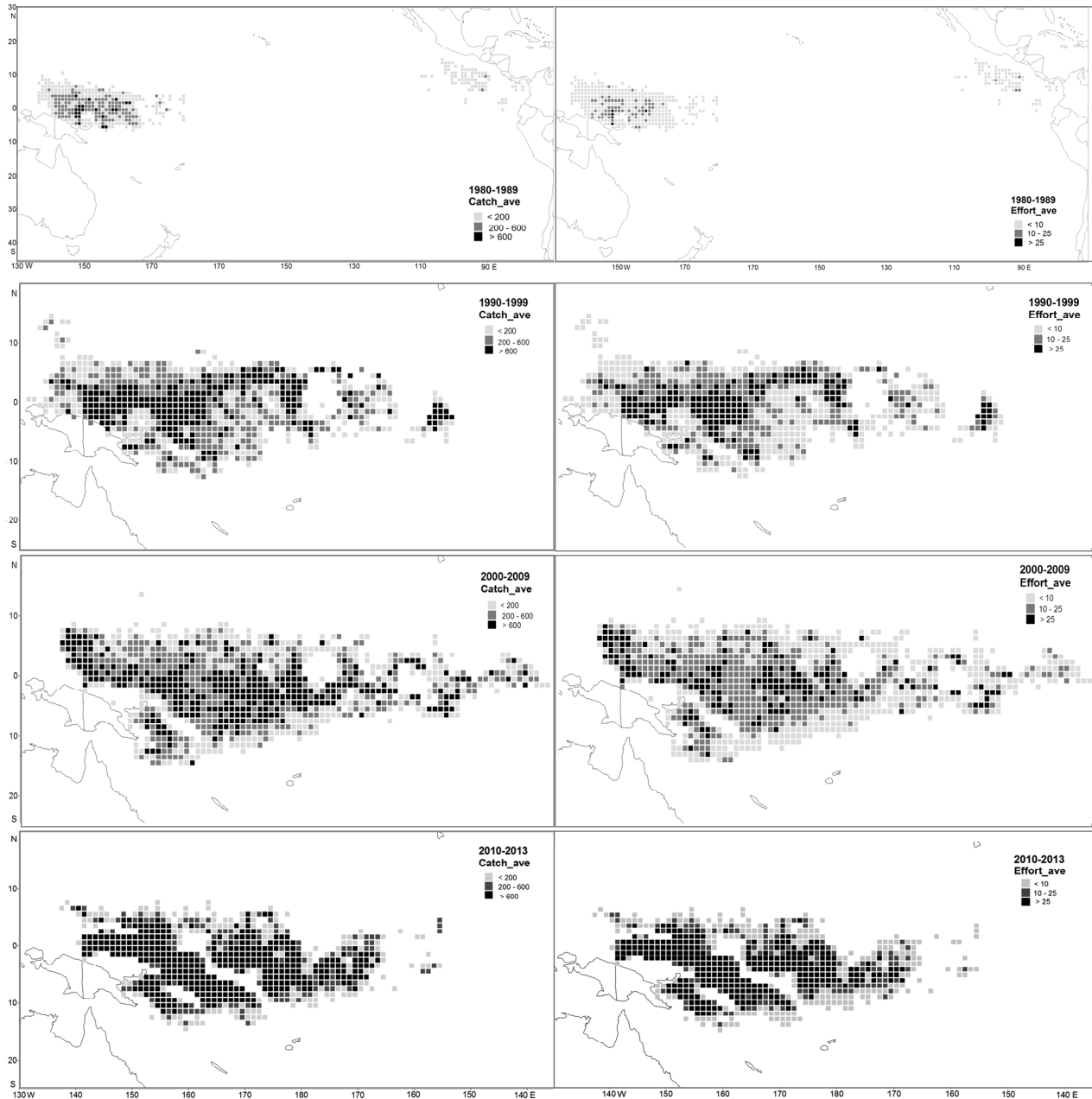


Fig. 7. Distributions on interdecadal average of catch and effort by Korean tuna purse seine fishery in the Pacific Ocean.

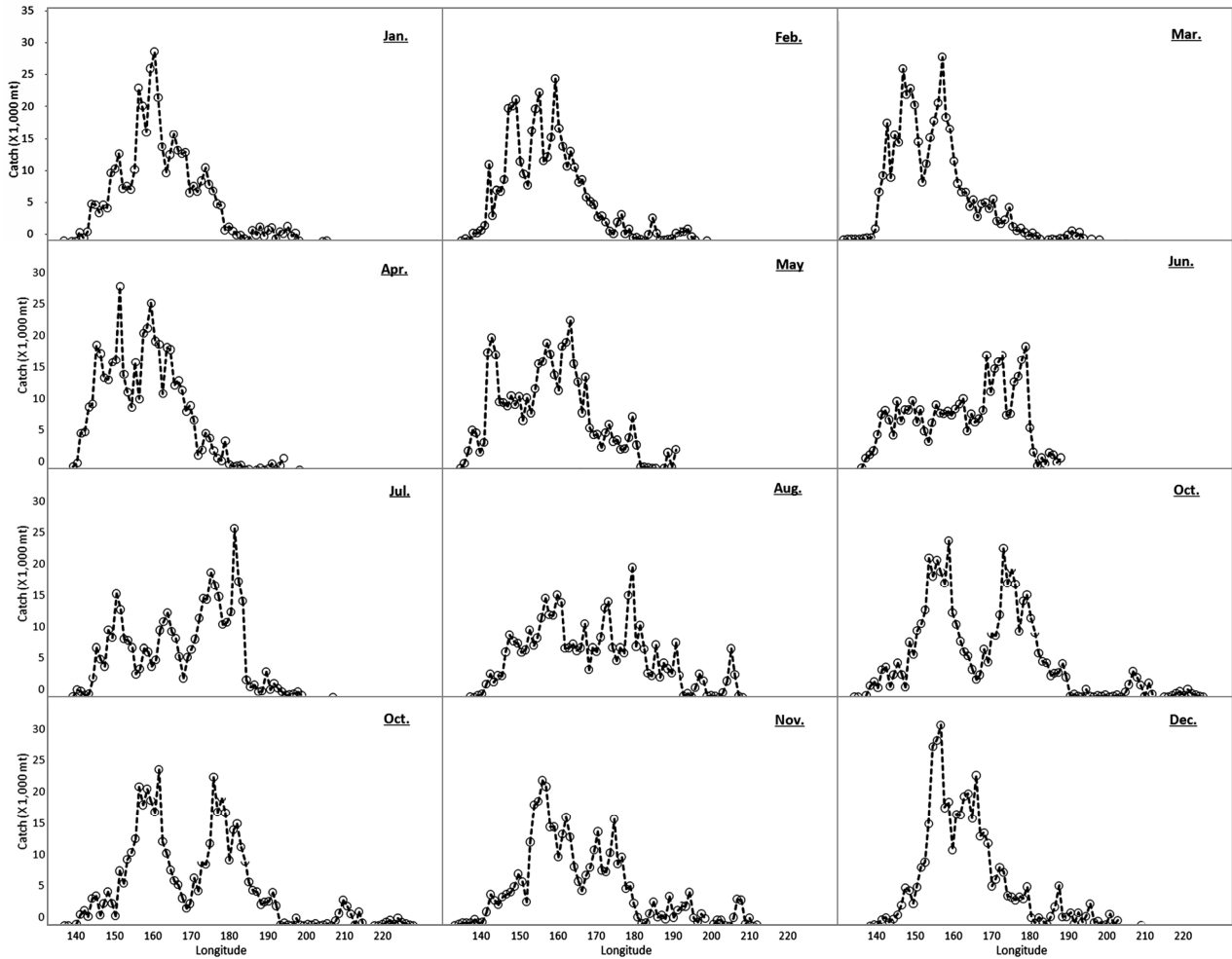


Fig. 8. Monthly catch distribution by longitudinal zone of Korean tuna purse seiner fishery in the Pacific Ocean.

우리나라에서도 1980년대 중반부터 계속적으로 증가하던 부상군 조업 비중이 2000년대에 들어서면서 감소한 반면, 유목군의 비중은 증가하여 2000년대 후반에는 평균 40% 이상을 차지하였다. 이러한 조업비중의 변화는 어획물의 종조성에도 영향을 미쳤는데, 다른 어종들에 비하여 눈다랑어는 유목군 조업에 큰 영향을 받는 것으로 나타났다 (Fig 6).

일반적으로 유목물체의 수면 아래에 설치되어 있는 나뭇가지, 잎 또는 폐그물 등의 수중 구조물은 주 대상 어종인 가다랑어가 서식하는 표층 혼합층 보다 깊은 수심까지 도달하여, 혼합층의 하부 또는 수온약층에서 유영하는 황다랑어와 눈다랑어 자치어들이 유집된다 (Lennert-Cody et al., 2008). 특히 눈다랑어는 현재 어획량이 최대지속적생산량 (Maximum Sustainable Yield

(MSY))을 초과하였으며 (Harley et al., 2014), Leroy et al., (2013)에 의하면, 유목군 조업은 눈다랑어 자치어의 어획 사망을 증가시킴으로 눈다랑어의 MSY를 감소시킨다고 하였다. 이러한 문제로 인하여 이미 외국의 여러 학자들을 통해 인공유목장치가 눈다랑어 황다랑어 자치어에 미치는 영향에 관한 연구가 활발히 진행중이며 (Itano et al., 2005; Schaefer and Fuller, 2005; Schaefer et al., 2011), 우리나라에서도 2008년 국립수산과학원 (Moon et al., 2008)이 인공유목의 구조와 어획개체 크기 간 상관관계 분석을 위한 시험조사를 실시하였으나 현재까지 이들 간의 상관관계를 명확하게 규명하지 못하고 있다. 그리고 본 연구에서 제시된 유목군 조업에 대한 결과는 자연 유목군과 인공 유목군에 대한 자료를 합쳐 분석한 것으로, 이에 대한 정확한 실

태를 파악하기 위해서는 향후 이를 분리하여 분석해 볼 필요가 있다.

선망 어획물의 종조성에 있어서, 어업생산통계자료에 의한 우리나라 선망어업에 의한 눈다랑어 어획비율은 1%도 되지 않으나, Lee et al. (2011)에 따르면 조사선박의 조업일지에 기록된 어획량과 가공공장에서의 종식별 조사로부터 파악된 실제 어종별 어획량 간에는 다소 차이를 보였다고 보고하였다. 특히 눈다랑어의 경우, 실제 어획량이 조업일지에 기록된 어획량 보다 높게 나타났는데, 이는 소형개체의 경우 어종간 식별이 어려워 눈다랑어가 황다랑어 또는 가다랑어로 분류되었기 때문으로 보인다. 그러므로 조업방법과 어종간의 상관관계에 대한 정도 높은 분석을 위해서는 정확한 어획물의 종조성 분석과 어종별 체장자료가 필수적이다. 이를 위해서는 교육 및 식별 지침서 등을 통하여 어업인들의 종식별에 대한 이해를 개선하고, 체장자료를 위한 개체 선별 시 조업별로 다양한 크기의 개체를 선택하여 자료가 편중되는 것을 방지해야 한다. 양륙항 모니터링 연구의 일환으로 가공공장에서의 지속적인 샘플링 연구는 신뢰성 있는 혼획율을 도출하여 정확한 어종별 어획량 추정을 가능케 할 것이다.

어획량과 노력량에 대한 어장분포는 조업 초기 파푸아뉴기니 북동부 수역에 집중되어 있었으나 점차 동남부로 확장되었다. 시대별에 따라 중심어장에도 변화는 있었으나 대부분이 적도부근에서 10°S, 140°E~180° 이서의 중서부태평양에 집중되어 나타났다. 특히 남북의 수직적 확장보다는 동서의 수평적 확장이 크게 나타났는데, 이러한 원인으로 몇 가지 가설을 들 수 있다. 첫 번째는 선단 확장으로 어로 및 어탐장비 개선이다. 조업 초기에는 연안국 수역에서 육지로부터 떠내려 온 자연 유목물체에 유집된 어군을 대상으로 하는 유목군 조업을 주로 하였으나, 1980년대 중반 이후 대대적인 조업선박 투입으로 대형 선단이 구성되어 선단 내 선박간 어장 환경 등에 대한 정보 공유와 협업이 가능해졌고, 첨단 어탐장비를 이용한 부상군 조업을 통하여 조업 어장 범위가 확대될 수 있었다. 두 번째는 해양환경적 영향으로 선망어업의 대상어종인 열대다랑어는 수온에 매우 민감하여 엘니뇨, 라니냐와 같은 해양환경 조건에 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있다 (Lehodey et al., 1997; An et al., 2003). 즉 엘니뇨 시기에는 중서부태평

양의 따뜻한 해수가 동부로 이동하면서 조업 어장 역시 동부로 확대되며, 라니냐 시기에는 반대로 서부태평양 수역에 집중된다. 우리나라 조업 어장 역시 역사적으로 강한 엘니뇨가 나타난 1997년과 2002년, 2004년이 포함된 1990년대 및 2000년대의 어장 분포에서 다른 연도에 비해 동부로 확장되어 있음을 확인할 수가 있다. 따라서 향후 연구에서는 해양환경적 영향을 고려 연도별 어장분포에 대한 연구를 통해 이들 간의 상관관계를 구명하고자 한다.

월별 분포에서 8~10월까지 어장범위가 확대되었다가 11월부터 다음 해 7월까지 축소되는 패턴을 보였으며, 특히 10월에는 160~170°W 수역에서 어획량과 노력량이 크게 감소하였다. 이는 포켓공해에서의 조업금지에 의한 영향으로 고려되나, 정확한 동향을 파악하기 위하여 시대별 분석이 필요할 것으로 보인다.

결론

태평양 수역 우리나라 다랑어선망어업의 어업 동향과 특성을 확인하기 위하여 1980년부터 2013년까지 선박으로부터 보고된 조업일지 자료와 원양어업생산통계 자료를 사용하였다. 선망어업에 의한 어획량은 1980년대 중반부터 1990년대 초반까지 급격하게 증가하여 현재 20~30만 톤 수준에서 증감을 보이고 있으며, 선박당 어획량은 계속적으로 증가하고 있다. 조업형태별 어획 비중에서 부상군은 1980년대 중반부터 1990년대 말까지 증가하다가 2000년대부터 감소하였다. 유목군 조업은 1990년대 후반까지 계속적으로 감소하였으나 2000년대 초부터 다시 증가하였다. 주요 어종별 조업형태별 어획 비중은 가다랑어와 눈다랑어는 유목군 조업에서 조업 비중이 높았으나 황다랑어는 부상군에서 가장 높았다. 어장분포는 전 연대에 걸쳐 5°N~10°S, 140°E~180° 수역에 집중되었다. 월별 어획량의 정도별 분포는 9~10월에 가장 동부로 확장되었다.

사사

이 논문은 2015년도 국립수산물과학원 수산과학연구소 사업 (R2015026)의 지원으로 수행된 연구이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

References

- An DH, Moon DY, Koh JR, Cho KD and Kim DS. 2003. Effect of El Nino event on the distribution of Korean tuna purse seine fishery in the Western Central Pacific Ocean. *J. Korean Soc Fish Res* 6(1), 32-40.
- Ariz J, Delgado M, Pallares A and Santana JC. 2001. Preliminary information of the activities of supply vessels in the Indian Ocean from observer data. Indian Ocean Tuna Commission, Third Meeting of the Working Party on Tropical Tunas, Victoria, Seychelles.
- Bromhead D, Foster J, Attard R, Findlay J and Kalish J. 2003. A review of the impact of fish aggregating devices (FADs) on tuna fisheries. Final report to Fisheries Resources Research Fund, Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. Australia.
- Fonteneau A, Pallarés P and Pianet R. 2000. A worldwide review of purse seine fisheries on FADs. In: Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons, Actes Coll IFREMER 28, 15-35.
- Hallier JP. 1990. Tuna fishing on log associated schools in the Western Indian Ocean: an aggregation behavior. Expert Consultation on the stock assessment of tuna in the Indian Ocean, Bangkok, Thailand.
- Harley S, Davies N, Hampton J and Mckechnie S. 2014. Stock assessment of bigeye tuna in the Western and Central Pacific Ocean. WCPFC-SC10-2014/SA-WP-01.
- Hyun JS, Lee BG, Kim HS and Yae YH. 1992. Development of Tuna Purse seine Fishery in Korea and the Countries Concerned. *Kor soc Fish Mar Sci Edu* 4(1), 30-46.
- Itano D, Fukofuka S and Brogan D. 2005. The development, design and recent status of anchored and drifting FADs in the WCPO. 17th Meeting of the Standing Committee on Tuna and Billfish Working paper, INF-FTWG-3.
- Kim HS. 1999. Property of fish school and vertical temperature profile of tuna purse seine in the Western Pacific Ocean. *Bull Korean Soc Fish Tech* 35(3), 237-242.
- Kim SW and Kim JK. 1995. The distribution of Catch by Korean tuna purse seiners in the Western Pacific Ocean. *Kor soc Fish Mar Sci Edu* 4(1), 30-46.
- Korea Overseas Fisheries Association. 2014. Statistical year book of overseas fisheries, Samchang Press, 100-246.
- Ku JE, Lee SI, Kim JK, Park HW, Lee MK, Kim ZG and Lee DW. 2015. Age and growth of the Skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* in the Western and Central Pacific Ocean. *Korean J Fish Aquat Sci* 48(3), 1-10. (doi:10.5657/KFAS.2015.0377)
- Lee SI, Kim ZG, Shon HS, Yoo JT, Kim MJ, Lee DW, Kim DN and Moon DY, 2011. Pilot research on species composition of Korean purse catch at cannery. *J Kor Soc Fish Tech* 47, 390-402. (doi:10.3796/KSFT.2011.47.4.390)
- Lehodey P, Bertignac M, Hampton J, Lewis A and Picaut J. 1997. Impacts of the El Nino Southern Oscillation on tuna populations and fisheries in the tropical Pacific Ocean. *Nature* 389, 715-718.
- Lennert-Cody CE, Roberts JJ and Stephenson RJ. 2008. Effects of gear characteristics on the presence of bigeye tuna in the catches of the purse-seine fishery of the Eastern Pacific Ocean. *ICES J Mar Sci* 65, 970-978. (doi:10.1093/icesjms/fsn075)
- Leroy B, Phillips JS, Nicol S, Pilling GM, Harely S, Bromhead D, Hoyle S, Caillot S, Allain V and Hampton J. 2013. A critique on the ecosystem impacts of drifting and anchored FADs use by purse-seine tuna fisheries in the Western and Central Pacific Ocean. *Aquat Living Resour* 26, 49-61. (doi: 10.1051/alr/2012033)
- Marsac F, Fonteneau A and Ménard F. 1999. Drifting FADs used in tuna fisheries : an ecological trap? Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons. Edition Ifremer. Actes Colloq 28:36-54, pp. 537-552.
- Miyake M, Guillotreau P, Sun CH and Ishimura G. 2010. Recent developments in the tuna industry : Stocks, fisheries, management, processing, trade and markets. FAO Fisheries and Aquaculture Technical paper. No. 543. Rome, FAO, xvi-xvii.
- 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 Kor Soc Fish Tech* 41(4), 263-270.
- Moon DY, An DH, Hwang SJ and Kim SS. 2008. Preliminary information on the catch of small-sized tuna by set type of Korean tuna purse seine fishery in the WCPO. WCPFC-SC-04-2008/FT-IP-5.
- Moron J, Areso J and Pallares P. 2001. Statistics and technical information about the Spanish purse seine fleet in the Pacific. The 14th Meeting of the Standing Committee on Tuna and Billfish, Noumea, New Caledonia.
- National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI). 2007. Development of distant water fishing ground 50 years. Haein Press, Busan, p20-21.
- Park SW. 1984. On the tuna schools associated with the drift objects or animals in the western equatorial Pacific waters. *Bull korean Fish Soc* 17(1), 47-54.
- Park YC, Lee JW, Kim JB and Moon DY. 1998. Fishing grounds and fishing efficiency by using of helicopter for the Korean tuna purse seine fishery in the Western tropical Pacific Ocean. *J Korean Soc Fish Res* 1(1), 59-66.
- Ryu KJ. 2015. A change of rigging method for Korea tuna purse

- seine gear in the Western and Central Pacific Ocean. Ph.D. Thesis, Pukyong National University, Korea.
- Schaefer KM and Fuller DW. 2005. Behavior of bigeye (*Thunnus obesus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) tunas within aggregations associated with floating objects in the equatorial eastern Pacific. *Mar Biol* 146, 781-792. (doi:10.1007/s00227-004-1480-x.)
- Schaefer KM, Fuller DW and Block BA. 2011. Movements, behavior and habitat utilization of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Pacific Ocean off Baja California, Mexico, determined from archival tag data analyses, including unscented Kalman filtering. *Fish Res* 112, 22-37. (doi:10.1016/j.fishres.2011.08.006.)
- Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC). 2005. Conservation and Management for Bigeye and Yellowfin. CMM 2005-01.
- Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC). 2006. Conservation and Management Measures for Bigeye and Yellowfin Tuna in the Western and Central Pacific Ocean. CMM 2006-01.
- Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC). 2008. Conservation and Management Measure for Bigeye and Yellowfin Tuna in the Western and Central Pacific Ocean. CMM 2008-01.
- Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC). 2012. Conservation and Management Measure for bigeye, yellowfin and skipjack tuna in the Western and Central Pacific Ocean. CMM 2012-01.
- Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC). 2013. Conservation and Management Measure for bigeye, yellowfin and skipjack tuna in the Western and Central Pacific Ocean. CMM 2013-01.
- Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC). 2014. Conservation and Management Measure for bigeye, yellowfin and skipjack tuna in the Western and Central Pacific Ocean. CMM 2014-01.
- Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC). 2014. Estimates of annual catches in the WCPFC statistical area. WCPFC-SC-10-2014/ST IP-1.
- Williams P and Terawasi P. 2014. Overview of tuna fisheries in the Western and Central Pacific Ocean, including economic conditions - 2013. WCPFC-SC-10-2014/ GN WP-1.

2015. 8.03 Received

2015. 8.22 Revised

2015. 8.24 Accepted