

태평양 수역 우리나라 다랑어선망어업의 선박 역량에 따른 조업 효율성 분석

이미경 · 이성일* · 김두남 · 구정은 · 권유정
국립수산과학원 원양자원과

Fishing efficiency by vessel capacity of Korean tuna purse seiners operating in the western and central Pacific Ocean

Mi Kyung LEE, Sung Il LEE*, Doo Nam KIM, Jeong Eun KU and Youjung KWON

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

Tuna purse seine fishery in the western and central Pacific Ocean (WCPO) has been rapidly developed since early 1980s due to massive investment of major distant water fishing nations, and catch by purse seine fishery operating in the WCPO accounts for nearly half of the world's tuna total catch. As fishing efficiency is reflected by not only improving of individual vessel's capacity but also increasing number of active vessel, it is essential to understand vessel capacity for reliable assessment result on how fishery affects stock status of target species. In this study, fishing efficiency was analyzed by main factors which are representative of vessel capacity using fishing data and vessel information related to Korean tuna purse seine fishery operating in the western and central Pacific Ocean from 1992 to 2014. It showed that fishing efficiency of vessel tends to be higher when having larger vessel tonnage, higher engine power, lower vessel age and larger length of vessel. As for fishing efficiency by set type, CPUE of associated set with floating objects was generally higher than that of free school set, and CPUE of free school set seemed to have a greater effect on engine power and vessel age compared to other factors.

Keywords : Tuna purse seine fishery, Fishing efficiency, Fishing capacity, Vessel capacity

서론

다랑어류는 전 대양에서 어획되는 상업성이 높은 어종 중 하나이고, 중서부태평양에서의 다랑어선망어업은 세계에서 가장 큰 규모의 어업으로 전 세계 다랑어 총 생산량의 40% 이상을 차지하고 있다 (Harley et al., 2014). 중서부태평양 수역에서 우리나라와 함께 미국,

일본, 대만이 다랑어선망어업의 주요 조업국으로 꼽히고 있으며, 2000년대부터 태평양 도서국을 포함한 일부 국가들도 선망어업에 투자하기 시작하면서 선망어업의 초창기인 1980년대 대비 선박 규모가 두 배 이상 증가하였다 (Williams and Terawasi, 2015). 선망어업은 때를 지어 유명한 어군 또는 자연유목이나 인공유목장치

*Corresponding author: k.sungillee@gmail.com, Tel: +82-51-720-2331, Fax: +82-51-720-2337

(fish aggregating device, FAD)에 유집된 어군 주위를 그물로 둘러싼 후 어획물을 퍼서 올리는 방법으로, 다양한 첨단 조업지원 장비를 이용하는 일시 다회성의 적극적인 어법을 통해 높은 생산성을 가진다 (Lee, 2016). 이와 같은 선망어업의 주요 어장은 대부분 연안국 EEZ에 속하지만, 다른 어업에 비해 초기 비용이 높음에 따라 막대한 자본의 투자가 가능했던 원양조업국들에 의해 주도적으로 운영되고 있는 실정이다.

이에 따라 연안국들은 자국 수역에서 조업하고자 하는 원양조업국들에게 입어료를 부가하였으며, 그 가격은 해마다 크게 증가해 왔다. 또한 선망어업의 높은 효율성으로 인한 대상 어종의 자원 감소를 우려하여 (Hampton et al., 2005; Tidd et al., 2016), 지역수산물관리기구 (regional fisheries management organization, RFMO)와 연안국들은 자원 보존과 자국 이익 강화를 위하여 다양한 보존관리조치를 설정하고 이를 모든 선단에 의무적으로 이행토록 하고 있다.

중서부태평양수산물위원회 (western and central pacific fisheries commission, WCPFC)와 나우루 협정 당사국 (parties to the Nauru agreement, PNA)은 선망어업에 대해 어획노력제한 (effort limit) 조치를 채택하여 조업활동을 직접적으로 관리하고 있으며, 2007년부터 PNA는 자국 EEZ 내에서 조업할 수 있는 일수를 기국별로 할당하여 어획노력을 조정하는 선박일수관리제도 (vessel day scheme, VDS)를 채택하여 원양조업국을 더욱 압박하고 있다 (Lee et al., 2016; Tidd et al., 2016).

이와 같이 불리해진 선망어업의 조업 환경을 극복하기 위하여 주요 원양조업국들은 노후 선박을 고출력 대용량의 신조선으로 대체하고 최신의 조업 지원 장비를 도입함과 더불어 이에 적합한 조업 전략을 개발하는 등 (Torres et al., 2014; Maufroy et al., 2015)의 다양한 노력을 통해 각 선박이 가지는 조업 능력 (catchability)을 증가시켰다. 즉 조업 선박의 척수, 조업 일수와 같은 어획노력을 제한하더라도 선박의 규모 확대와 인공유목장치, 새레이더 (Bird ladar), 에코사운더 부이 (echosounder buoy), 지원선 (tender vessel or support vessel), 위성 지도 등과 같은 조업 지원 장비의 도입을 통해 고기를 잡는 선박의 능력은 향상되고 있는데, 이러한 현상을 ‘effort creep’이라고 한다 (Tidd et al., 2015; Pilling et al., 2016).

현재 모든 다랑어 RFMOs에서는 선단의 조업 효율성 증가, 즉 effort creep이 다랑어 자원에 미치는 직·간접적 영향에 대한 우려를 나타내고 있으며 (Fonteneau et al., 1999; Marsac et al., 2000; Tidd et al., 2015), 이와 관련하여 WCPFC에서는 열대다랑어에 관한 보존관리조치 (WCPFC CMM 2015-01)를 통해 각 기국별로 조업에 투입되는 선박의 수를 제한하고 선박이 교체될 경우 교체 전의 선박 능력 (vessel capacity)보다 낮거나 같은 등급의 선박으로만 교체할 것으로 규제하고 있다.

이와 같이 선박 능력을 포함한 조업 역량은 실제 조업 활동이 자원에 미치는 영향을 평가하기 위한 필수적 요소이지만, 선망어업의 복잡한 조업특성으로 인해 본 개념에 대한 정의와 영향 정도가 제대로 잘 알려져 있지 않다 (Gillett and Lewis, 2003). 이에 따라 주요 RFMOs에서는 선망 조업기술의 역사적 변천과 발전에 따른 어획노력의 증가에 관한 다양한 연구를 진행중이며 (Gillett and Lewis, 2003; Lopez et al., 2014; Torress et al., 2014; Maufroy et al., 2015; Tidd et al., 2015; Pilling et al., 2016; Tidd et al., 2016), 이러한 선박 능력의 영향을 반영한 자원 지수 개발에 힘쓰고 있다.

따라서 본 연구는 중서부태평양 수역의 우리나라 다랑어선망어업에 대해 가용한 선박 정보와 조업 자료를 이용하여, 선박 능력을 반영하는 것으로 알려진 주요 요소들에 대하여 각 요소에 대한 조업 선박의 계급별 비율 동향과 함께 조업 효율성을 분석하여 선박 능력의 변화가 어업에 미치는 영향을 확인하고자 한다.

재료 및 방법

조업 자료

중서부태평양 수역 우리나라 다랑어선망어업의 조업 효율성 분석을 위한 어획 자료는 선박에서 보고한 조업 일지 (logbook) 자료 중 어종별 어획량과 조업 횟수 정보를 사용하였다. 어획량은 선망어업의 주요 목표종인 가다랑어 (Skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*), 황다랑어 (Yellowfin tuna, *T. albacares*)와 목표종 다음으로 가장 많이 어획되고 있는 눈다랑어 (Bigeye tuna, *Thunnus obesus*)의 연도별 합산 어획량을 사용하였다.

우리나라 다랑어선망어업의 조업 정보는 1980년도부터 존재하지만, 조업 정보 기재 방법 변화로 인한 정보의 불확실성을 보정하는 작업이 진행중임에 따라 조업 효

율성을 확인하기 위한 단위노력당어획량 (catch per unit effort, CPUE) 분석에서는 정확한 정보가 확인된 1992년부터 2014년까지의 자료만을 사용하였다.

선박 능력 요소 선정

선박의 조업 효율성 (fishing efficiency)에 관한 다양한 연구에서 조업 역량에 영향을 미치는 대표적인 선박 능력의 요소로 선박 톤수 (gross tonnage, GT), 용적량 (storage capacity), 엔진 출력 (engine power, HP), 전장 (length of vessel, LOA), 선령 (vessel age), 선원 수 (number of crew) 등이 사용되고 있다 (Gillett and Lewis, 2003; Maufroy et al., 2015; Pilling et al., 2016; Tidd et al., 2016). 본 연구에서는 위의 요소 중 우리나라 원양어업 통계자료에서 확인이 가능한 정보인 선박 톤수, 엔진 출력, 전장, 선령에 대한 시대별 자료를 분석에 사용하였다. 선박 톤수, 엔진 출력 및 선령은 각 4개의 등급으로 나누었으며 (Table 1), 관련 정보는 1982년부터 2014년까지의 원양어업생산통계(출처) 자료를 사용하였다. 전장에 대한 정보는 2010년 통계자료로부터 보고됨에 따라 정보 확인이 가능한 선박의 자료만을 고려하여 2014년 조업한 선박을 대상으로 분석하였다.

Table 1. Classification of vessel factors on gross tonnage (GL), engine power (HL) and vessel age (AL)

Level	Gross tonnage (GL, ton)	Engine power (HL, hp)	Vessel age (AL, year)
1	< 700	< 3,000	< 10
2	700 ~ < 1,000	3,000 ~ < 4,000	10 ~ < 20
3	1000 ~ < 1,500	4,000 ~ < 5,000	20 ~ < 30
4	1,500 <	5,000 <	30 <

조업 효율성 분석

각 선박 능력 요소에 따른 조업 효율성을 분석하기 위하여 선박 톤수와 엔진 출력은 등급별 CPUE를 시계열로 분석하였고, 전장과 선령은 각 전장 (m)과 선령 (vessel age)의 CPUE를 분석하였다. 또한 선박 능력 외에 조업 효율성에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 알려진 유목 및 인공유목장치의 영향을 확인하기 위하여 각 선박 능력 요소에 대하여 부상군 조업 (free school set, FS)과 유목군 조업 (associated set with floating device,

FAD)으로 분리하여 조업 효율성을 분석하였다.

결 과

선박 톤수에 따른 조업 효율성 분석

연도별 선박 톤수 등급별 조업 척수 비율에 대한 분석 결과, 700톤 이상 1,000톤 미만 (GL 2)과 1,000톤 이상 1,500톤 미만 (GL 3) 등급의 선박이 전 연도에 걸쳐 평균 87% 이상으로 가장 큰 비중을 차지하였다. 700톤급 이하의 선박 (GL 1)은 조업 시작 이후 1980년대 후반으로 가면서 40%에서 5%로 급격히 감소하였으며, 1990년대부터 2000년대 중반까지 4% 수준으로 유지되다가 2009년에 다시 증가하여 최근 3개년 평균 (2012~2014) 15% 이상을 차지하고 있다. 1,500톤 이상의 선박 (GL 4)은 2007년에 처음으로 도입되었으며, 2014년 기준 5척으로 전체의 약 18%를 차지하였다 (Fig. 1).

선박 톤수 등급별 조업형태에 따른 CPUE 분석 결과, 유목군 조업의 CPUE가 부상군보다 평균 22 (mt/no. of set) 가량 높게 나타났다. 부상군 조업의 경우 유목군에 비해 등급별 CPUE 차이가 크지 않았으며 선박이 클수록 CPUE 역시 다소 높은 값을 보였다. 반면 유목군 조업에서는 GL 1에서 가장 낮고 GL 4에서 가장 높은 CPUE를 보였으나 연도별로 편차가 크게 나타났으며, GL 2와 GL 3는 등급에 따른 명확한 차이 없이 변동과 함께 유사한 수준을 보였다 (Fig. 2).

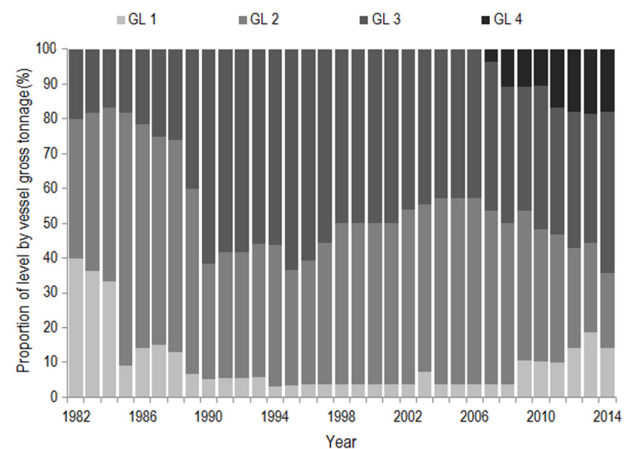


Fig. 1. Proportion on level by gross tonnage of active vessels belonging to Korean tuna purse seine fishery operating in the Pacific Ocean, 1982-2014.

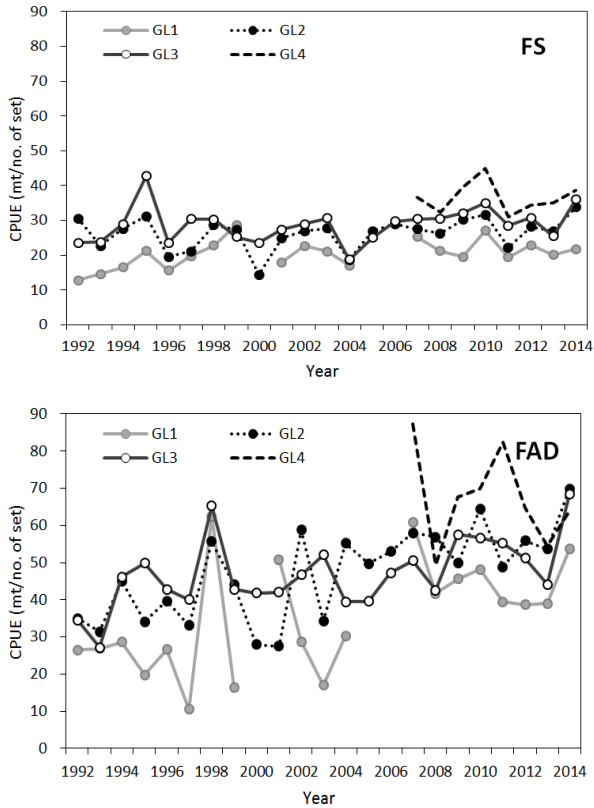


Fig. 2. Comparison of trends in CPUEs by gross tonnage level of active vessels belonging to Korean tuna purse seine fishery operating in the western and central Pacific Ocean, 1992-2014 (left : free school set; right : FAD set).

엔진 출력에 따른 조업 효율성 분석

선망선의 엔진 출력 등급별 조업 척수 비율은 조업 초기 50% 이상을 차지하던 3,000마력 미만의 선박 (HL 1)이 급격히 감소하여 1990년대 중반에 들어서면서 완전히 사라졌다. 1990년대부터 2000년대 중반까지 3,000마력 이상 4,000 마력 이하 등급의 선박 (HL 2)이 평균 80% 이상이었으나 2000년대 중반부터 최근까지 계속적으로 감소하여 2014년 기준 37%를 차지하고 있는 반면, 4,000마력 이상 5,000마력 미만의 선박 (HL 3)은 전체 기간 동안 평균 18% 수준을 유지하였다. 5,000마력 이상의 선박 (HL 4)은 2007년에 처음 도입되었으며, 이후 계속적으로 증가하여 2014년 기준 전체 조업 선박의 45%를 차지하고 있다 (Fig. 3).

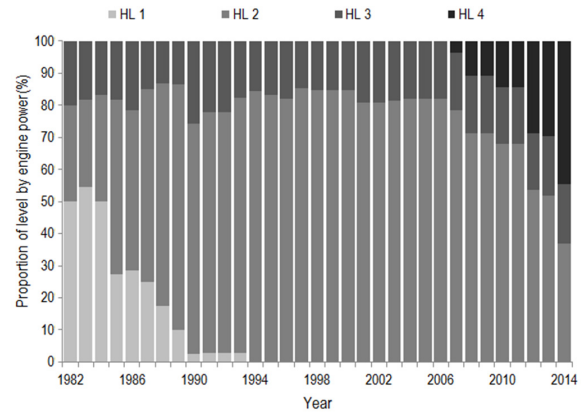


Fig. 3. Proportion on level by engine power of active vessels belonging to Korean tuna purse seine fishery operating in the Pacific Ocean, 1982-2014.

엔진 출력 등급별 조업형태에 따른 CPUE 분석 결과, 유목군 조업의 CPUE가 부상군보다 평균 18 (mt/no. of set) 높았다.

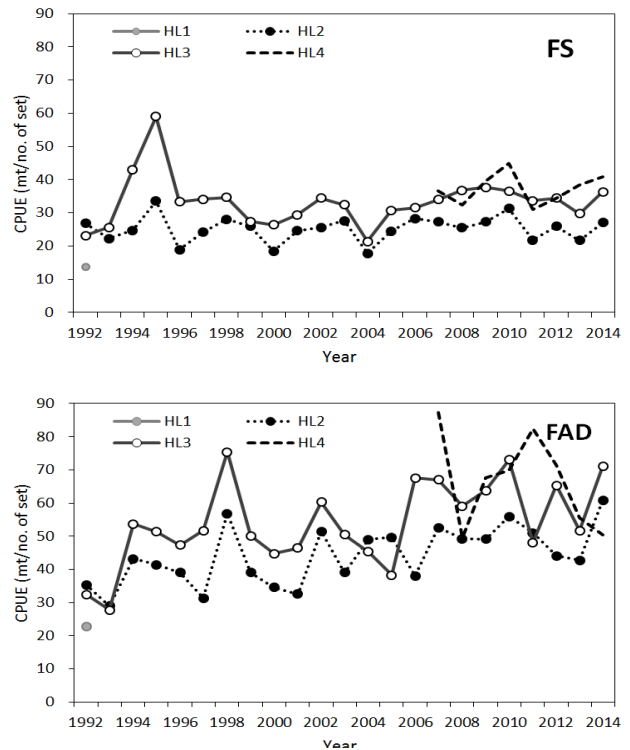


Fig. 4. Comparison of trends in CPUEs by engine power level of active vessels belonging to Korean tuna purse seine fishery operating in the western and central Pacific Ocean, 1992-2014 (left : free school set; right : FAD set).

두 조업형태 모두 일부 연도를 제외한 대부분의 연도에서 엔진 출력 등급이 높을수록 CPUE가 높은 경향을 보였으며, 특히 HL 2와 HL 3 간에 다소 명확한 차이가 나타났다. HL 1에 해당하는 선박효율성은 1992년 정보만 확인되었는데, 이는 동 등급에 속하는 대부분의 선박이 1990년대 이전에 엔진 출력이 높은 선박으로 대체되었기 때문이다. 또한 조업 효율성 분석에 사용된 정보는 선박에서 제공한 조업일지의 자료를 기반으로 분석되었으며, 연도별 자료 수집률에 따라 모든 선박에 대한 조업 정보가 포함되지 못함에 따라 1992년 1개년 정보만이 본 분석에 반영되었다 (Fig. 4).

선령에 따른 조업 효율성 분석

선령 등급별 조업 척수 비율은 건조년도 기준 10년 미만인 선박의 경우 1980년대에는 평균 40% 이상의 상대적으로 높은 비율을 보이다가 1990년대 들어서면서 감소하였으나, 2007년부터 다시 증가하여 2014년 기준 전체 선박의 절반에 가까운 수준을 차지하고 있다. 반면 10년 이상 20년 미만의 선박은 1980~1990년대에 평균 60% 이상으로 가장 큰 비율을 차지하였으나, 2000년대에 들어서면서 크게 감소하여 2010년대에는 4% 미만의 비율을 나타내었다. 20년 이상 30년 미만의 선박은 계속적으로 증가하여 2000년대 중반 70% 수준까지 증가하였으나 이후 감소하기 시작하였으며, 2010년대에 들어서 크게 감소하였다. 30년 이상의 선박은 2000년대부터 나타났으며, 2012년에는 전체 선박의 절반 이상까지 차지하였으나 이후 감소하고 있다 (Fig. 5).

선령에 따른 조업 효율성을 분석하기 위하여 선령별 CPUE를 전체 조업 그리고 조업형태별로 분류하여 분석하였다. 전체 CPUE의 경우 6년차 선박에서 약 52 (mt/ no. of set)의 가장 높은 값을 기록한 후 감소하다가 12년차 이후 다소 증가하여 평균 37 (mt/no. of set) 수준에서 변동을 보였으며, 30년차 이후 감소하는 경향을 보였다. 부상군 조업에 대한 CPUE 역시 6년차에서 가장 높은 값인 50.6 (mt/ no. of set)을 기록하였으나 이후 지속적인 감소가 나타났다. 반면 유목군 조업의 경우 2년차에서 가장 높은 값인 61.2 (mt/no. of set)을 기록한 후 크게 감소하였다가 12년차부터 30년차까지 증가하는 추세를 보였으며 이후 감소하였다 (Fig. 6)

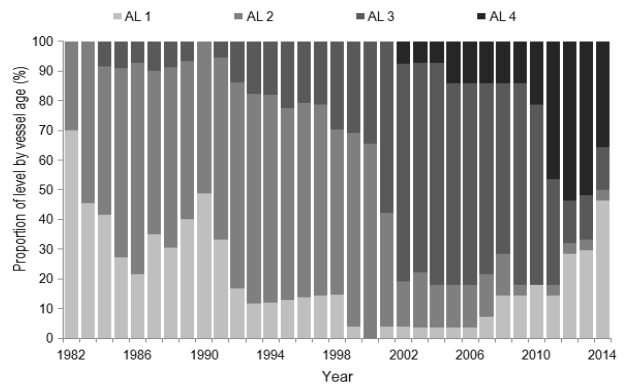


Fig. 5. Proportion on level by vessel age of active vessels belonging to Korean tuna purse seine fishery operating in the Pacific Ocean, 1982-2014.

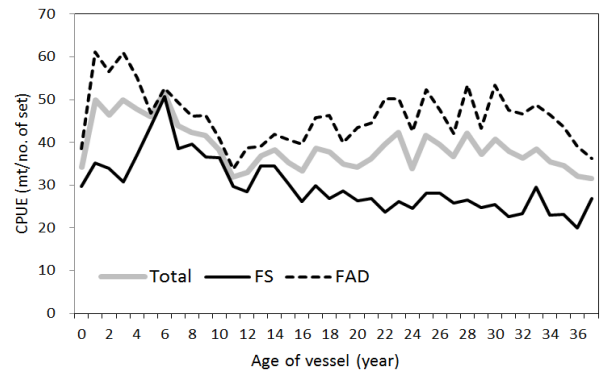


Fig. 6. Comparison of trends in average CPUEs by set type on vessel age of active vessels belonging to Korean tuna purse seine fishery operating in the western and central Pacific Ocean, 1992-2014.

선박 전장에 따른 조업 효율성 분석

2014년 기준 중서부태평양 우리나라 다랑어선망어업에 속한 조업 선박 척수는 28척으로 전체 선박의 전장 범위는 60~75 m이며, 70 m 미만의 선박 16척, 70 m 이상의 선박 12척으로 구성되어 있다 (Table 2).

선박 전장에 따른 조업 효율성 분석 결과, 전장이 클수록 CPUE가 증가하였으며 특히 70 m 이상의 선박에서 CPUE 변화가 다소 크게 나타났다 (Table 2). 조업형태별 CPUE 분석에서도 부상군과 유목군 조업 모두에서 전장이 커질수록 CPUE가 증가하는 경향이 나타났으며, 부상군 조업의 경우 전장 70 m 선박을 기준으로 평균

CPUE가 27.9 (mt/ no. of set)(70 m 미만), 35.5 (mt/ no. of set)(70 m 이상)로 나타났는데 비해, 유목군 조업에서는 각각 52.7 (mt/ no. of set), 70.6 (mt/ no. of set)으로 큰 편차를 보였다 (Fig. 7).

Table 2. Number of active vessels and average CPUE by the range of length of active vessels belonging to Korean tuna purse seine fishery operating in the western and central Pacific Ocean in 2014

Vessel length (m)	No. of active vessel	Average CPUE (mt/no. of set)
60~65	8	38.1
65~70	8	49.0
70~75	12	54.5

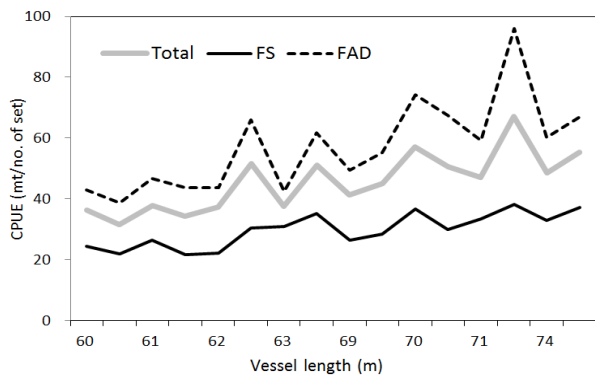


Fig. 7. Comparison of trends in average CPUE by set type on vessel length of active vessels belonging to Korean tuna purse seine fishery operating in the western and central Pacific Ocean, 2014.

고 찰

어업 초기인 1980년대 초반 다랑어선망어업에 대한 정부의 지원이 강화됨에 따라 많은 원양선사들이 외국에서 선망어선을 도입하여 선망어업에 뛰어들었으나, 1980년대 중반에 들어 일부 선사들이 경영 부진으로 경제난을 극복하지 못하고 퇴출되었다 (NIFS, 2007). 이때 소형선박을 보유하고 있던 선사들의 선박이 빠지게 된 반면, 안정적인 경영을 유지하던 대형 선사들은 정부의 지원을 통해 1,000톤급 이상의 대형 선박을 매년 점진적으로 도입함에 따라 우리나라 선망선단의 선박 규모는 점차 대형화되는 추세가 나타났다. 엔진 마력의 경우 톤수 등급에서 나타난 경향과 같이 1980년대 중반부터 선박 역량이 가장 낮은 선박 (3,000마력 미만) 비율

이 크게 감소하였으나, 700톤급 미만의 선박 (GL 1)이 현재까지도 조업활동을 하고 있는 반면, 3,000마력 미만에 속하는 선박 (HL 1)은 1990년대 중반 이후 사라지게 되었다. 이는 선박의 효율성을 향상시키기 위해 기존 조업 선박의 엔진을 더 높은 출력의 엔진으로 교체하였기 때문으로 보이며, 이에 따라 1,000톤급 이하의 선박에서 3,600마력 수준의 엔진을 가장 많이 사용하고 있다. 1990년대 들어서면서 1,000톤급 이상의 선박 (GL 3)이 크게 증가하였는데, 이러한 현상의 원인 중 하나로 부상군 조업 비중의 증가를 들 수 있다. 1980년대에는 자연 유목물체 등에 유집된 어군을 대상으로 하는 유목군 조업의 비중이 컸는데, 당시 유목군 조업은 하루 중 조업이 가능한 시간대 (박명시)와 이에 따라 조업 횟수가 제한적이었던 반면, 부상군은 다양한 방법을 이용한 어탐을 통해 여러 번의 조업을 시도할 수 있음에 따라 일당 어획량 역시 증가하게 되었다. 따라서 한 번에 저장할 수 있는 어획량이 큰 선박일수록 더 많은 조업이 가능하기 때문에 선박의 용적량 (storage capacity) 확보를 위한 어창 공간의 증가가 선박이 대형화되는 것에 일조했을 것으로 보인다.

1990년대 초반부터 2000년대 중반까지 700톤급 이상 1,000 톤급 미만 (GL 2) 및 1,000톤급 이상 1,500톤급 미만 (GL 3)인 선박의 조업 척수가 전체 선박의 95%를 차지하며 이들 등급에 속한 선박 간에서만 척수의 변화를 보이다가, 2007년 이후 1,500톤급 이상의 선박이 처음으로 도입되었으며, 동시에 5% 미만이었던 700톤급 미만의 선박 (GL 1) 비율이 증가하였다. 조사 결과, 다시 나타난 700톤급 미만의 선박은 새로 도입된 선박이 아니라 기존 선박을 개조하면서 톤수가 감소된 것으로 확인되었다. 이와 같은 현상에는 다양한 이유가 있겠지만 현재 WCPFC와 PNA에서 채택한 각 기국별 선단의 조업 역량 제한에 따라 대형의 신조선 도입에 대한 우리나라 선망선단의 조업 역량 수준을 유지하기 위하여 노후선의 용적량을 낮추어 개조한 것으로 보인다. 선령에 대한 분석에서 10년 미만의 선박 (AL 1) 비율은 조업 시작 이후 계속적으로 감소하다가 2000년대 중반부터 다시 증가한 반면, 10년 이상 30년 미만의 선박 (AL 2, AL 3) 비율이 크게 감소하는 경향이 확인되었는데, 이는 2007년부터 우리나라 대표 선망 선사들이 여러 척의 신조선을 조업에 투입하기 시작하면서 조업 효율성

이 떨어지는 선박을 매각하였기 때문으로 고려된다. 또한 최근 건조된 신조선들의 경우 톤수의 증가보다는 엔진 출력의 증가폭이 더 크게 나타났는데, 이는 빠른 기동력을 필요로 하는 부상군 조업을 중심으로 하는 우리나라 선망선단의 특성이 반영된 것으로 보인다.

선박 요소별 조업 효율성에 대한 분석 결과 선박 톤수가 커질수록, 엔진 출력이 높을수록, 선령이 낮을수록, 전장이 클수록 조업 효율성이 높은 경향을 보였으며, 선박 톤수보다 엔진 출력에서 등급 간 CPUE의 다소 명확한 차이가 나타났는데, 이러한 결과는 중서부태평양에서 조업하는 전체 선망선단에 대하여 어획량, 어획 노력량, 어획 효율성, 선박 요소 등에 관한 지표의 상대적 동향에 대한 연구 (Pilling et al., 2016) 결과와 유사하였다. 조업 효율성을 조업형태별로 분류하여 분석한 결과, 모든 요소에서 유목군 조업이 부상군 조업보다 높은 CPUE를 보였다.

특히 선령에 따른 분석에서 유목군 조업은 5년차 미만에서 높은 CPUE 수준을 보인 후 감소하다가 10년차 이후 다시 증가하는 경향을 보인 반면, 부상군 조업은 6년차 선박에서 가장 높은 값을 보인 후 계속적으로 감소하는 경향이 나타나 부상군 조업이 유목군 조업보다 선령 변화에 더 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. 이는 빠르게 유평하는 어군을 대상으로 조업하는 부상군 조업의 경우 기동력이 매우 중요하며, 동일한 엔진 출력을 가진 선박이라 할지라도 노후 정도에 따른 차이가 발생하기 때문에, 유직되어 있는 어군을 어획하는 유목군 조업보다 부상군에서 더욱 큰 변화가 나타나는 것으로 고려된다.

본 연구에서는 선박의 조업 역량을 대표하는 4가지의 요소에 대하여 CPUE를 분석하여 조업 효율성을 확인하였다. 그러나 유엔식량농업기구 (united nations food and agriculture organization, FAO)는 ‘조업 역량은 아직 정확히 정의되지 않은 용어이며, 이것을 어떻게 정의 내려야하며 추정할 수 있는지에 대하여 상당한 의견차가 존재’ (FAO, 1997)한다고 언급하였으며, 선박 특성에 관련된 정보 부족과 자료의 불확실에 의해 조업 역량을 정의하고 범위를 설정하여 이를 수량화하는데는 많은 어려움이 있다 (Bez et al., 2011; Maufroy et al., 2015). 이에 따라 본 연구에서도 선박 정보의 신뢰성과 자료 수집율의 문제로 전체 선박에 대한 조업 정보 사용이

불가함에 따라 분석 결과에 불확실성이 내재되어 있을 것으로 판단된다. 또한 선박 역량은 각 요소들에 대한 단일 영향이 반영된 것이 아니라 모든 요소들의 복합적인 영향에 의한 것이므로 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 조업 효율성은 선단의 역량 증가와 함께 조업 지원 장비의 도입, 특히 인공유목장치와 수중음향장비가 구비된 위성부이 사용 및 설치 개수 등에 따라 선단의 어획가능성과 성능이 증가하여 전체적인 조업 효율성에 영향을 주는 것으로 알려져 있다 (Sakagawa, 2000; Lopez et al., 2014). 뿐만 아니라 선망어업은 투망 위치, 시점, 그물을 둘러치는 방향 및 포위 범위 결정 등과 같은 어로장의 조업 기술 및 전략에 따라 조업 성공률이 크게 달라진다. 따라서 향후 연구에서는 선박 요소뿐만 아니라 대표적인 조업 지원 장비 및 어로장의 능력 등에 의한 영향 확인과 이에 따른 조업 효율성 분석 및 요소들 간의 관계를 분석하기 위한 작업이 필요하다.

결론

중서부태평양 수역 다랑어선망어업은 1980년대 이후 주요 원양 선망조업국들의 적극적인 조업 참여를 통해 비약적인 발전을 이루었으며, 현재 전 세계 다랑어 총 어획량의 절반에 가까운 수준을 생산하고 있다. 조업 척수의 증가뿐만 아니라 개별 선박의 능력 강화는 선망선단의 조업 효율성을 증가시킴에 따라 어업이 자원에 미치는 영향에 대한 신뢰성 있는 평가를 위해서는 선박 능력에 대한 이해가 필수적이다. 본 연구에서는 우리나라 다랑어선망어업의 조업 자료와 선박 정보에 대한 자료를 이용하여 선박 능력을 대표하는 요소들에 대한 조업 효율성을 분석하였다. 분석 결과 선박 톤수가 클수록, 엔진 출력이 높을수록, 선령이 낮을수록, 전장이 클수록 조업 효율성이 높았다. 또한 조업형태별 분석 결과 모든 요소에서 유목군 조업이 부상군 조업보다 효율성이 높았으며, 부상군 조업의 경우 유목군 조업에 비해 엔진 출력과 선령에 의한 영향이 더욱 크게 나타났다.

사사

본 연구는 2017년도 국립수산과학원 수산과학연구소 (원양어업 자원평가 및 관리 연구, R2017027)의 지원으로 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

References

- Bez N, Walker E, Gaertner D, Rivoirard J and Gaspar P. 2011. Fishing activity of tuna purse seiners estimated from vessels monitoring system(VMS) data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 68(1), 1998-2010. (DOI:10.1139/f2011-114)
- FAO. 1997. Fisheries Management. Technical Guidelines for Responsible Fisheries, Vol 4, Food and Agriculture Organization, Rome.
- Fonteneau A, Gaertner D and Nordström V. 1999. An overview of problems in the CPUE - abundance relationship for the tropical purse seine fisheries. In: Meeting of the ICAAT Working Group on Tropical Tuna Abundance Indices, Miami(USA), 1998/05/11-15(Ed.), Collective Volume of Scientific Papers. ICCAT, Madrid, 259-276.
- Gillett R and Lewis A. 2003. A survey of purse seine fishing capacity in the Western and Central Pacific Ocean, 1988 to 2003. Administrative report AR-PIR-03-04, US department of Commerce.
- Hampton J, Sibert JR, Kleiber P, Maunder MN and Harley SJ. 2005. Fisheries: Decline of Pacific tuna populations exaggerated? *Nature*, 434:E1-E2, discussion E2.
- Harley S, Williams P, Nicol S, Hampton J and Brouwer S. 2015. The Western and Central Pacific Tuna Fishery: 2014 Overview and status of stocks. OFP Tuna Fisheries Assessment Report No. 15, 7.
- Lee MK. 2016. Study on fishing characteristics and strategies of Korean tuna purse seine fishery in the Western and Central Pacific Ocean. Doctor of Philosophy thesis. Pukyong National University.
- 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 (DOI:10.3796/KSFT.2016.52.3.197)
- Lopez J, Moreno G, Sancristobal I and Murua J. 2014. Evolution and current state of the technology of echo-sounder buoys used by Spanish tropical tuna purse seiners in the Atlantic, Indian and Pacific Oceans. *Fisheries Research* 155. 127-137. (DOI:10.1016/j.fishres.2014.02.033)
- Marsac F, Fonteneau A and Ménard F. 2000. Drifting FADs used in tuna fisheries: an ecological trap? In: *Pêche Thonière et Dispositifs de Concentration de Poissons*. Jean-Yves LG, Colloque Caraïbe-Martinique, Trois-Îlets. 537-552.
- Maufroy A, Gaertner D, Kaplan DM, Bez N, Soto M, Assan C, Lucas J and Chassot E. 2015. Evaluating the efficacy of tropical tuna purse seiners in the Indian Ocean: first steps towards a measure of fishing effort. IOTC-2015-WPTT17-14 Rev 1.
- National Institute of Fisheries Science (NIFS). 2007. Development of distant water fishing ground 50 years. Haein Press, Busan, 14-21.
- Sakagawa G. 2000. The impact of FAD innovation on the performance of US tuna purse seine operations in the Pacific Ocean. In: *Pêche Thonière et Dispositifs de Concentration de Poissons*. 371-388.
- Pilling G, Tidd A, the PNA Office, Norris W and Hampton J. 2016. Examining indicators of effort creep in the WCPO purse seine fishery. WCPFC-SC-2016/MI-WP-08.
- Tidd AN, Pilling G and Harley SJ. 2015. Estimating productivity changes within the tropical WCPO purse seine fishery. WCPFC2SC11-2015/MI-WP-06.
- Tidd AN, Reid C, Pilling GM and Harley SJ. 2016. Estimating productivity, technical and efficiency changes in the Western Pacific purse-seine fleets. *ICES Journal of Marine Science*, 73(4), 1226-1234. (DOI:10.1093/icesjms/fsv262)
- Torres-Irineo E, Gaertner D, Chassot and Dreyfus-León M. 2014. Changes in fishing power and fishing strategies driven by new technologies: The case of tropical tuna purse seiners in the eastern Atlantic Ocean. *Fisheries Research* 155, 10-19. (DOI:10.1016/j.fishres.2014.02.017)
- William P and Terawasi P. 2015. Overview of Tuna Fisheries in the Western and Central Pacific Ocean, Including Economic Conditions-2014. WCPFC-SC11-2015/GN WP-1.

2017. 02. 15 Received

2017. 05. 22 Revised

2017. 05. 22 Accepted