

전라북도 연안개량안강망어업의 현황과 어획량 분석

신수정 · 안정은 · 김창수 · 류동기* · 김제건** · 최종덕†

국립군산대학교(학생 · *교수) · **오션코리아(대표) · †한국수산자원연구원(대표)

The Analysis of Catches and the Current State of Coastal Stow Net Fishery in Jeollabuk-do, Korea

Su Jeong SHIN · Jung Eun AN · Chang Su KIM · Dong Ki RYU* · Jae Gun KIM** · Jong Deok CHOI†

Kunsan National University(student · * professor) · **Ocean Korea Inc(CEO) ·

†Korea Fishries Resouce Institute(CEO)

Abstract

The maximum sustainable yield (*MSY*) of coastal stow net fishery in Jeollabuk-do was estimated based on the catches of all species and anchovy (mesh size: 25mm under). The maximum sustainable yield (*MSY*) for all species was estimated at 5,114 MT and 5,581 MT, and for the dominant species *Engraulis japonicus*, it was estimated at 2,445 MT and 2,274 MT, based on the Schaefer and Fox models, respectively. Therefore, the total fisheries production of the coastal stow net fishery in Jeollabuk-do should be maintained at the present level. To maintain the continuous production of anchovy (*E. japonicus*) resources, it is necessary to control the fishing intensity with the goal of *ABC* (2,006 MT) estimated in this study.

Key words : Costal stow net, Catch, *MSY*, *ABC*

I. 서 론

우리나라의 연안개량안강망어업은 서해안과 같이 조류가 빠른 곳에서 닻으로 어구를 고정시킨 후, 어군이 조류에 떠밀려 끝자루까지 이동하도록 하여 어획하는 어업이다(NIFS, 2018). 전라북도 연안에서의 업종별 어획비율은 연안개량안강망이 54.5%, 연안자망 21.1%, 연안복합 11.3%로 연안개량안강망어업이 가장 큰 비중을 차지하고 있었다. 연안개량안강망어업의 우점종인 멸치는 연안개량안강망(45%), 근해안강망(29%), 근해자망(12%), 장망류(11%)에서 주로 어획되고 있었으며, 전라북도 지역의 주 대상 어종으로 업종 간의 분

쟁을 야기하고 있었다(NIFS, 2010). 하지만 최근 이상고온 현상, 수산 자원의 고갈으로 인한 주 어획종의 변화로 어획량 변동이 매우 심한 것으로 나타났다(MOF, 2018). 우리나라 안강망어업의 연구에는 어구개량에 관한 연구(Kim and Ko, 1980; Kim et al., 1994; Kim et al., 2015)와 종조성(Ryou, 1997; Hwang et al., 2005; Oh et al., 2012)에 관한 연구가 있으나, 연안개량안강망어업의 현황에 관한 연구는 부재한 실정이다.

따라서 본 연구는 전라북도 연안개량안강망의 현 어업실태를 파악하고, 통계청 어획자료를 이용하여 어획수준의 변동을 분석하였으며, 주 어획대상종인 멸치 자원이 전라북도 연안개량안강

† Corresponding author : 063-910-3386, E-mail address : introsky@kunsan.ac.kr

망어업에 미치는 영향을 파악하여 멸치 자원의 자원관리와 지속적 생산 유지를 위한 기초자료를 마련하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 방법

전라북도 연안개량안강망의 어업실태를 파악하기 위하여 시, 군에서 받은 자료와 연안개량안강망어업에 종사하는 어민들을 대상으로 직접 설문한 자료를 이용하였다.

또한 전라북도 연안개량안강망어업의 총 어획량 변동을 파악하기 위하여 통계청의 총 19년(1997~2015년)간의 데이터베이스(D/B) 통계자료를 분석하였다. 본 자료 중 최근 어업 현황을 파악하기 위하여 최근 6년(2010~2015년)의 연도별 생산량과 적당 어구수를 이용하여 단위노력당어획량(CPUE, 톤/gear)을 구하였다. 이때 어구수는 수산업법 시행령 [별표 1의2]과 전라북도 연안개량안강망 어업의 실태조사 결과를 기반으로 총 어획량(2010~2015년)은 5톤, 멸치(2010~2015년)는 2톤을 기준으로 산정하였다.

최대지속적생산량(MSY)과 최대지속어획노력량(f_{MSY})을 추정하기 위하여 Schaefer와 Fox 모델을 사용하였으며, 최대지속적생산량(MSY) 산정은 최근 6년간의 자료를 이용하였다. 또한 전라북도 연안개량안강망어업의 총 어획량의 구성비 중 약 58.4%로 최우점하는 멸치 어종은 따로 구분하여 최대지속적생산량(MSY)을 산정하였다.

Schaefer 모델은 어획량(Y)을 어획노력량(f)으로 나눈 단위노력당어획량($U=Y/f$)이 어획노력량과 반비례의 관계가 있다고 가정하여 아래의 식(1)에 제시하였다(Schaefer, 1954).

$$Y^* = U_{\infty} \cdot f - (U_{\infty} \cdot \frac{q}{r}) f^2 \dots\dots\dots (1)$$

여기서 Y^* 는 연간평균생산량, U_{∞} 는 이론적 최대 단위노력당어획량, q는 어획능력계수, r은 자원의 내적증가율, f는 어획노력량이다.

위 식을 f에 대하여 미분하면

$$\frac{dY^*}{df} = U_{\infty} - 2[U_{\infty}(\frac{q}{r})]f \dots\dots\dots (2)$$

가 되며, 최대치를 구하기 위하여 $\frac{dY^*}{df} = 0$ 으로

하면 $f = \frac{r}{2q}$ 이고 Y^* 는 $U_{\infty}(\frac{r}{4q})$ 가 된다.

이때의 Y^* 가 최대지속적생산량(MSY)이고, f가 최대지속어획노력량(f_{MSY})이다.

다음으로 Fox 모델은 Schaefer 모델과 달리 비대칭성장곡선으로 표현된다. 어획노력량이 증가하면 CPUE는 곡선 형태로 감소한다고 가정하였다(Fox, 1970).

$$Y^* = U_{\infty} \exp(-\frac{qf}{r})f \dots\dots\dots (3)$$

위 식을 f에 관하여 미분하여 최대치를 구하기 위하여 $\frac{dY^*}{df} = 0$ 으로 놓고, 그때의 어획노력량(f)

과 연간평균생산량(Y^*)을 구하면, $f = \frac{r}{q}$,

$Y^* = U_{\infty} \frac{r}{eq}$ 이 되며, 이때의 Y^* 가 최대지속적생산량(MSY)이고, f가 최대지속어획노력량(f_{MSY})이다.

생물학적허용어획량(ABC) 산정은 Zhang and Lee (2001)이 제시하고 있는 이용 가능한 정보의 질적 수준에 따른 단계별 ABC 추정시스템을 이용하여 산정하며, 본 연구에서는 4단계 방법으로 추정하였다(<Table 1>). 제4단계에서는 단위노력당어획량 자료를 사용하여 현재의 수준과 비교하여 생물학적허용어획량을 추정하였다.

<Table 1> Tiers used to determine the acceptable biological catch (ABC) in Korean TAC fisheries management system (Zhang and Lee, 2001)

Tier 1. Information available: Reliable estimates of B , B_{MSY} , F_{MSY} and $Fx\%$

1a) Stock status: $B/B_{MSY} > 1$

$$F_{ABC} = F_{MSY}$$

1b) Stock status: $\alpha < B/B_{MSY} \leq 1$

$$F_{ABC} = F_{MSY} \times (B/B_{MSY} - \alpha) / (1 - \alpha)$$

1c) Stock status: $B/B_{MSY} \leq \alpha$

$$F_{ABC} = 0$$

Tier 2. Information available: Reliable estimates of B , $Bx\%$ and $Fx\%$

2a) Stock status: $B/Bx\% > 1$

$$F_{ABC} = Fx\%$$

2b) Stock status: $\alpha < B/Bx\% \leq 1$

$$F_{ABC} = Fx\% \times (B/Bx\% - \alpha) / (1 - \alpha)$$

2c) Stock status: $B/Bx\% \leq \alpha$

$$F_{ABC} = 0$$

Tier 3. Information available: Reliable estimates of B and $F_{0.1}$

$$F_{ABC} = F_{0.1}$$

Tier 4. Information available: Time-series catch and effort data

4a) Stock status: $CPUE/CPUE_{MSY} > 1$

$$ABC = MSY$$

4b) Stock status: $\alpha < CPUE/CPUE_{MSY} \leq 1$

$$ABC = MSY \times (CPUE/CPUE_{MSY} - \alpha) / (1 - \alpha)$$

4c) Stock status: $CPUE/CPUE_{MSY} \leq \alpha$

$$ABC = 0$$

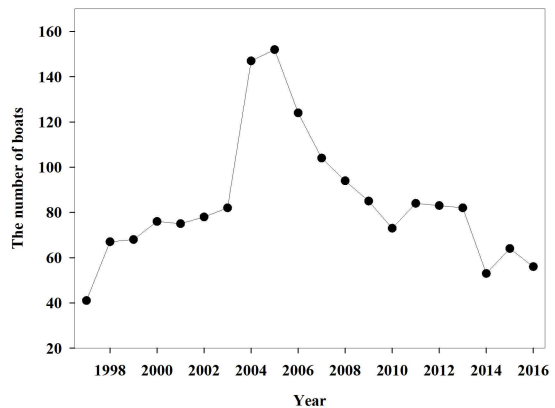
Tier 5. Information available: Reliable catch history
 $ABC = P \times YAM$ (average catch over an appropriate time period),
 $0.5 \leq P \leq 1.0$

III. 연구 결과

1. 전라북도 연안개량안강망어업의 어업실태

2016년 기준 전라북도 연안개량안강망어업의 허가건수는 총 103건이었으며, 허가정수는 2013년에서 2016년까지는 105건을 유지하고 있었다.

또한 어선척수는 2005년에 152척으로 가장 많았으며, 1997년에 41척으로 가장 적었고 2005년 이후 불규칙한 변동을 보이며 점차 감소하였다 (Jeonbuk, 2016; FIPS, 2018)(Fig. 1).

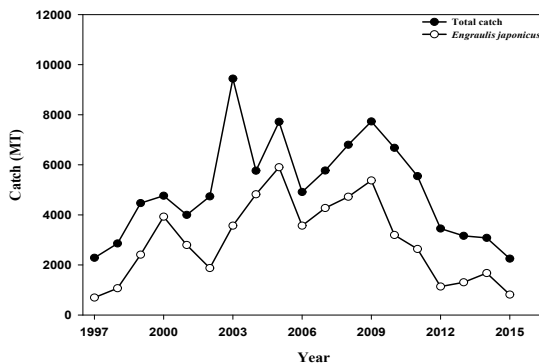


[Fig. 1] Variation in the number of boats for coastal stow net fishery in Jeollabuk-do from 1997 to 2016.

전라북도 연안개량안강망어업의 실태 조사 결과 연중 포획 어종에 따라 망목 25mm 어망과 세목망을 사용하고 있었다. 망목 25mm 어망의 사용 시기는 7월 금어기를 제외하고 연중 허가된 5통의 어구를 이용하여 조업하고 있었다. 세목망을 사용하는 시기는 8월부터 10월까지 총 3개월로 나타났으며, 주 대상종인 멸치의 신선도 때문에 2통의 어구를 이용하여 조업하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 전라북도 연안개량안강망어업의 조업 시기는 대부분 1월과 2월은 휴어기를 보내고 있었으며, 6~8월까지의 해파리 출현으로 조업률이 낮은 것으로 나타났다.

2. 연도별 어획량 변동

전라북도 연안개량안강망어업의 어획량 변동은 1990년대 후반부터 점차 증가하여 2003년에 9,475톤으로 가장 많은 어획량을 나타냈다. 이후 2009년까지 연간 어획량 변동이 심하였다가 2010년 이후 현재까지 평균 4,030톤 수준으로 점차 감소하는 경향을 보였다([Fig. 2]). 또한 전라북도 연안개량안강망어업의 멸치 자원의 구성비는 전체 어종 중 58.4%를 차지하여 최우점종으로 나타났다(FIPS, 2017).



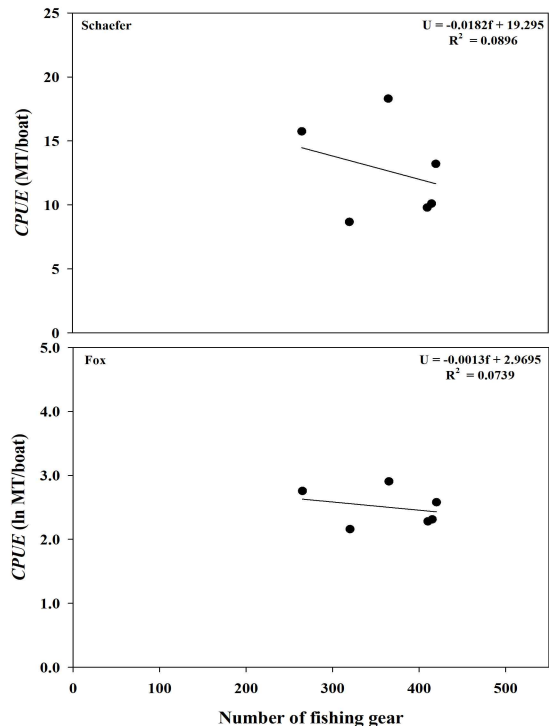
[Fig. 2] Annual change of the catch and *Engraulis japonicus* for the coastal stow net in Jeollabuk-do from 1997 to 2015.

3. 최대지속적생산량(MSY)과 최대지속어획 노력량(f_{MSY}) 추정

통계청의 총 어획량(2010~2015년) 자료의 CPUE 변동은 2010년에 18.3 톤/gear로 가장 높았으며, 2015년에 8.7 톤/gear로 가장 낮았다. 분석된 CPUE 자료를 이용한 총 어획량의 MSY 와 f_{MSY} 는 Schaefer 모델에서 MSY 는 5,114톤, f_{MSY} 는 530통으로 산정되었으며, Fox 모델에서 MSY 는 5,581톤, f_{MSY} 는 779통으로 산정하였다.

주 우점종인 멸치 자원의 최근 6년(2010~2015년)의 자료를 이용하여 CPUE를 분석하면 2014년 26.1 톤/gear으로 가장 높았으며, 2015년 10.5 톤

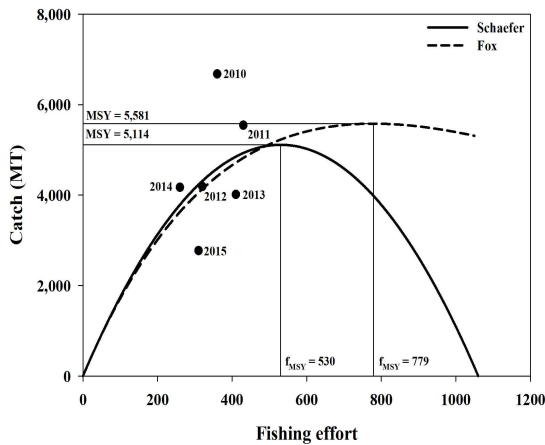
/gear으로 가장 낮았다. 분석된 CPUE 자료를 이용한 멸치 자원의 MSY 와 f_{MSY} 는 Schaefer 모델에서 MSY 는 2,445톤, f_{MSY} 는 130통으로 산정되었으며, Fox 모델에서 MSY 는 2,274톤, f_{MSY} 는 138통으로 산정하였다([Fig. 3~6], <Table 2~3>).



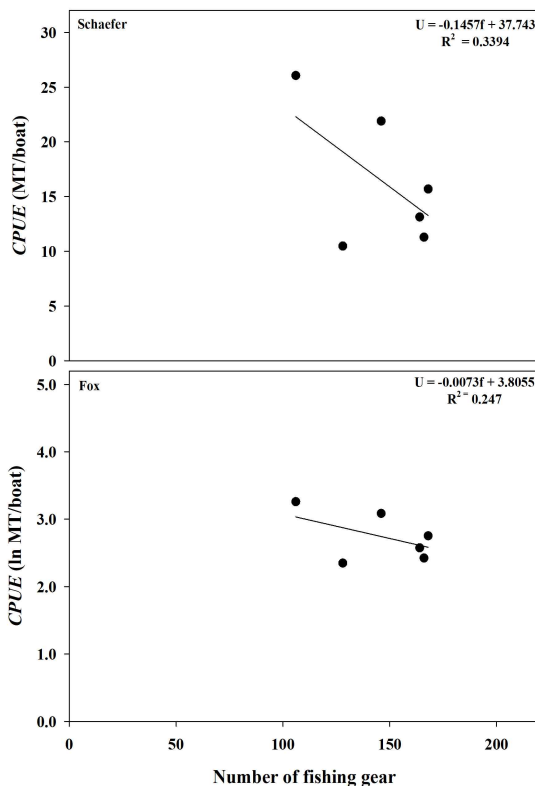
[Fig. 3] The relationship between fishing effort and CPUE for coastal stow net from 2010 to 2015.

<Table 2> Catch (MT) and CPUE (MT/gear) of coastal stow net in Jeollabuk-do for all species from 2010 to 2015

Year	Catch (MT)	Fishing gear	CPUE (MT/gear)
2010	6,681	365	18.3
2011	5,546	420	13.2
2012	4,191	415	10.1
2013	4,015	410	9.8
2014	4,173	265	15.7
2015	2,774	320	8.7



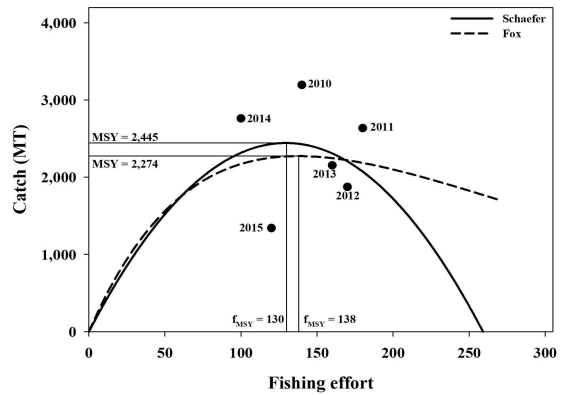
[Fig. 4] The relationship between fishing effort and catch by Schaefer model and Fox model during 2010-2015.



[Fig. 5] The relationship between fishing effort and CPUE of *Engraulis japonicus* for coastal stow net.

<Table 3> Catch (MT) and CPUE (MT/gear) of coastal stow net in Jeollabuk-do from 2010 to 2015 with *Engraulis japonicus*

Year	Catch (MT)	Fishing gear	CPUE (MT/gear)
2010	3,197	146	21.9
2011	2,637	168	15.7
2012	1,874	166	11.3
2013	2,155	164	13.1
2014	2,762	106	26.1
2015	1,341	128	10.5



[Fig. 6] The relationship between fishing effort and catch of *Engraulis japonicus* by Schaefer model and Fox model.

4. 생물학적허용어획량(ABC)

전라북도 연안개량안강망어업의 생물학적허용어획량(ABC)은 이용 가능한 정보를 통하여 제4 단계를 적용하였으며, 총 어획량과 최우점종인 멸치 자원으로 구분하여 추정하였다.

생물학적허용어획량(ABC) 4단계에서는 $CPUE/CPUE_{MSY} > 1$ 이면 $ABC = MSY$, $\alpha < CPUE/CPUE_{MSY} \leq 1$ 이면 $ABC = MSY \times (CPUE/CPUE_{MSY} - \alpha)/(1 - \alpha)$, $CPUE/CPUE_{MSY} \leq \alpha$ 이면 $ABC = 0$ 으로 하였다.

전체어종의 $CPUE/CPUE_{MSY}$ 를 추정된 결과

Schaefer와 Fox 모델 모두 1.0 이상이므로 각 모델에서 추정된 최대지속적생산량(MSY)을 현 추정량을 그대로 반영한 후 각각의 결과 값에 평균을 적용하여 최종적인 ABC 는 5,348톤으로 추정하였다. 또한 멸치 자원의 $CPUE/CPUE_{MSY}$ 를 추정한 결과 Schaefer와 Fox 모델 모두 1.0 이하이므로 각 모델에서 추정된 최대지속적생산량(MSY)의 85%를 적용한 후 그 결과 값의 평균을 적용하여 최종적인 ABC 는 2,006톤으로 추정하였다(<Table 4>).

<Table 4> ABC of coastal stow net in Jeollabuk-do, Korea

Tier	Division	Stock status (MT)		ABC (MT)
		Schaefer	Fox	
4th	All species	5,114	5,581	5,348
	<i>Engraulis japonicus</i>	2,445	2,274	2,006

IV. 결 론

서해연안의 연안개량안강망어업은 안강망어구인 닻을 고정 부설하여 자루그물 속으로 들어가는 수산 동물을 포획하며 조업하고 있으며, 현재까지 전라북도 및 서해연안에서 어업활동이 지속되고 있다.

전라북도 연안개량안강망의 어업 실태를 조사한 결과 허가건수는 2016년 이후부터 허가정수를 충족하고 있었으며, 주로 위도와 고군산군도 부근에서 조업하고, 어종에 따라 연근해에 어구를 설치하는 것으로 나타났다. 조업 시 사용되는 망목은 2종류로 어업허가 규정상 합법적인 25mm 망목과 멸치 자원을 포획하기 위한 세목망을 혼용하여 사용하는 것으로 나타났다. 그러나 세목망은 실질적으로 연안개량안강망어업에서 사용할 수 없는 망목이나 전라북도 연안지역 어종의 다

양성 감소와 수산자원의 지속적인 감소 추세가 반영된 결과로 사료된다.

통계청의 총 6년(2010~2015년)의 어획량자료를 중심으로 전라북도 연안개량안강망어업의 최대지속적생산량(MSY)을 추정한 결과 총 어획량 자료를 이용한 MSY 는 Schaefer 모델에서 5,114톤, Fox 모델에서 5,581톤으로 이를 통하여 생물학적허용어획량(ABC)은 5,348톤으로 추정하였다. 즉, 최근 6년의 평균 연간어획량은 4,563톤으로 추정된 생물학적허용어획량(ABC) 5,348톤의 약 85.3% 수준으로 현 전라북도 연안개량안강망의 어업 실태를 고려하였을 때 적정 수준에서 어획하고 있는 것으로 판단되었다.

하지만 주 우점종인 멸치의 생물학적허용어획량(ABC)은 2,006톤으로 최근 6년간 멸치 자원의 연간 평균어획량 2,328톤 대비 약 116.0%로 어획강도가 매우 높게 나타났다. 즉, 전라북도 연안개량안강망어업이 멸치 자원을 주 어획 대상으로 강도 높게 어획하고 있는 것을 알 수 있었다. 또한 2010년 이후 멸치의 어획량은 연도별로 변화가 심하였으며, 2015년의 경우 어획량이 1,341톤으로 생물학적허용어획량(ABC)의 66.8%에 불과하여 어획량이 감소하고 있는 것을 알 수 있었다. 이는 전라북도 연안개량안강망어업이 멸치 자원을 과다하게 어획하여 나타나는 결과로 판단된다.

멸치 자원은 회유성 어종으로 연간 생산량은 많은 문헌자료에서 그 해의 산란량과 가입량 정도(Ricker, 1954; Nakata, 1991), 산란기 및 어장의 해양환경요인 변동(Lee et al., 2009), 해양 수온의 변동(Im and Ok, 1997)에 따라 많은 영향을 받는 것으로 연구되어져왔다. 즉, 다양한 해양환경의 변화로 인하여 멸치가 서해안까지 회유하지 않거나 대량 어획 등의 자원 고갈로 인하여 생산량이 감소하게 된다면 전라북도 연안개량안강망어업의 생산량에도 매우 막대한 영향을 줄 것으로 판단된다. 또한 멸치는 단년생 어종으로 자연 사망률이 높아 자원의 감소에 미치는 어획의 영향이 낮

아 거의 남획의 상태에 이르지 않는다고 알려져 있지만(Chang et al, 2009), 우리나라 서해안의 경우 안강망어업, 자망어업, 장망어업 등 여러 업종 간 경쟁이 심하고 전라북도 연안개량안강망어업의 어업실태에서 확인한 바와 같이 현재 수준으로 매년 지속적으로 대량 어획한다면 다음해에 적정수준의 가입량을 꾸준히 유지할 수 없을 것으로 판단된다.

따라서 주 포획대상종인 멸치 자원의 지속적 생산량 유지를 위하여 본 연구에서 산정된 생물학적허용어획량(ABC) 2,006톤 수준을 목표로 어획하여야 하며, 이를 위하여 멸치 자원의 어획시기에는 어업허가 통수를 제한하고 현 실정에 맞도록 어구 개량을 통하여 멸치 자원의 어획강도를 조절해야 할 것으로 사료된다. 또한 추후 현장조사를 통하여 전라북도 연안개량안강망어업의 대표어종에 관한 생태학적 연구가 필요할 것으로 판단되며, 멸치어종을 어획하는 다른 업종에 관한 추가 조사가 필요할 것으로 사료된다.

References

Chang HY, Lee SH, Jeong BG, Rye DK, JO SG, Park SW, Kim YS, Koo JG and Kim SK(2009). Introduction to Science of Fisheries. Bioscience.

FIPS(2017). Fisheries production statistics. Retrieved from : <http://www.potal.fips.go.kr>. on April 29, 2017.

FIPS(2018). Fishing boat statistics. Retrieved from : <http://www.potal.fips.go.kr>. on April 02, 2018.

Fox WW(1970). An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. Transaction of American Fisheries Society. 90. 80~88.

Hwang SW, Hwang HB, Noh HS and Lee TW(2005). Seasonal variation in Species Composition of Fish Collected by a Bag Net in the Geum River Estuary, Korea. J. Kor. Fish. Soc, 38(1), 39~54.

Im JY and Ok IS(1997). Study on the distribution and appearance of anchovy egg and larvae in the

Korean coastal water. Research Report of National Fisheries Research and Development Agency, 16, 73~85.

Jeonbuk(2016). Statistial yearbook of jeonbuk-do. Coastal Boat Fishing (Under 10 tons). Jeonbuk. 277~278.

Kim PK, Lee KH, Kim DH, Lee GH, An HC, Kim SH and Yang YS(2015). Estimation of fishing power and fishing capacity on coastal stow net fishery in the Korean waters. J. Korean Soc. Fish. Tech, 51 (4), 583~591.
<http://doi.org/10.3796/KSFT.2015.51.4.583>

Kim TO, Lee B.G and Kim J.K(1994). Comparative analysis on the Fishing Efficiency of Stow nets, Traditional and Improved. Bull. Korean Soc. Fish. Tech, 30(1).

Kim Y.H. and Ko K.S(1980). An experiment of Improved Stow net. Bull. Korean Fish. Tech. Soc, 16(2).

Lee CI, Jang LH and Park SE(2009). Influence of Water Temperature During the Main Spawning Period on Anchovy Catch. Kor J Fish Aquat Sci, 42(3), 297~301.

Ministry of oceans and fisheries (MOF)(2018). Statistics of ships and catches. Retrieved from : <http://www.fips.go.kr>. on April 2-5, 2018.

Nakata H(1991). Coastal processes related to the transport, survival and recruitment of fish larvae. Bull. on Coastal Oceanography, 28, 195-220.

National Institute of Fisheries Science(NIFS)(2010). Korean coastal and offshore fishery census. NIFS. 65~70.

National Institute of Fisheries Science (NIFS)(2018). Fishing gears and methods. Retrieved from : <http://www.nifs.go.kr>. on April 14, 2018.

Oh TY, Lee JB, Seo YI, Lee JH, Choi JH, Kim JY and Lee DW(2012). Seasonal variations in species composition by the stow nets and the stow net on boat fisheries in the Han River Estuary, Korea. J. Korean Soc. Fish. Tech, 48(4), 452~468.
<http://doi.org/10.3796/KSFT.2012.48.4.452>

Ricker, W.E(1954). Stock and recruitment, H. Fish. Res. Board can., 11, 559~623.

Ryou DK(1997). Species composition of Fisheries Resources by small scale stow net off Cholla-puk Do, Korea. Fish sci, Research 13 : 21~34.

- Schaefer MB(1954). Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. Bull Int. Am. Trop. Tuna Commun. 1, 27~56.
- Zhang CI and Lee JB(2001). Stock assessment and management implications of horse mackerel (*Trachurus japonicus*) in Korean waters, based on the relationships between recruitment and the ocean environment. Progress in Oceanography. 49, 513~537
-
- Received : 22 April, 2025
 - Revised : 14 May, 2025
 - Accepted : 20 May, 2025