

이 학 박 사 학 위 논 문

참조기 유자망어업의 실태와
적정 망목 추정



2013년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

수 산 물 리 학 과

조 영 복

이 학 박사 학 위 논 문

참조기 유자망어업의 실태와
적정 망목 추정

지도교수 이 주 희

이 논문을 이학박사학위논문으로 제출함.

2013년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

수산물리학과

조 영 복

조영복의 이학박사 학위논문을 인준함.

2013년 2월 22일



주 심 수산학박사 이 춘 우 (인)

위 원 수산학박사 김 형 석 (인)

위 원 수산학박사 신 종 근 (인)

위 원 수산학박사 오 태 윤 (인)

위 원 수산학박사 이 주 희 (인)

목 차

Contents	i
List of Figures	iv
List of Tables	v
Abstract	vii
I. 서론	1
II. 재료 및 방법	5
1. 참조기 유자망어업의 실태와 자원이용 현황	5
1.1. 자료 조사 및 분석방법	5
1.2. 어획물의 조사 및 생물학적 특성	7
2. 참조기 유자망의 적정 망고 추정	8
2.1. 시험어구	8
2.2. 시험해역	10
3. 참조기 유자망 망목선택성 및 망목확대에 따른 경제 분석	12
3.1. 망목선택성의 시험어구 및 실험방법	12
3.2. 망목선택성 분석방법	18
3.3. 경제적 효과분석	20
III. 결과 및 고찰	21
1. 참조기 유자망어업 및 자원이용 현황	21
1.1. 참조기 어획량 변동	25
1.2. 참조기 유자망어업 현황	25

1.2.1. 어구어법	25
1.2.2. 유자망어선 현황	28
1.3. 어장 분포	30
1.3.1 해구별 어획량 분포	30
1.3.2. 중심어장	32
1.4. 근해 참조기 유자망 어업의 어획량	35
1.4.1. 근해 참조기 유자망 어업의 수협별 위판량	35
1.4.2. 유자망어업의 어종별 어획량	37
1.5. 참조기의 생물학적 특성	39
1.5.1. 체장조성	39
1.5.2. 군 성숙도	43
1.6. 결론	45
2. 참조기 유자망의 적정 망고	48
2.1. 기존 유자망의 어획물조성	48
2.2. 기존 유자망의 수층별 참조기 어획량	50
2.3. 기존 유자망의 수층별 참조기 체장조성	52
2.4. 시험용 광폭 유자망에 의한 어구 부위별 어획물 조성	55
2.5. 시험용 광폭 유자망의 어구 부위별 참조기 어획량	58
2.6. 광폭 유자망의 수층별 참조기 체장조성	60
2.7. 유자망 종류별 참조기의 단위노력당 어획량	63
2.8 결론	65
3. 참조기 유자망의 망목선택성과 망목크기에 따른 경제적 효과 분석	67
3.1. 참조기 유자망의 망목별 체장조성	67
3.2. 망목 선택성 곡선의 추정	71
3.3. 적정망목의 추정	74

3.4. 참조기 유자망어업의 망목 크기별 어업수입 분석	76
3.5. 참조기 유자망어업의 망목 크기별 어업비용 분석	78
3.6. 어업수입 대비 어업비용 분석	78
3.7. 결론	81
IV. 종합고찰	82
V. 참고문헌	86
감사의 글	92



List of Figures

- Fig. 2-1. Schematic diagram of gill net used experimental fishing by water layer for catching (top: traditional net, bottom: survey net).
- Fig. 2-2. Location of the sites of test for optimum net height.
- Fig. 2-3. Location of the sites of selectivity experiments.
- Fig. 2-4. Construction of the drift net for yellow croaker.
- Fig. 2-5. Arrangement of experimental nets for selectivity experiments. C*: Commercial gears.
- Fig. 3-1. Annual catch of the yellow croaker, *Larimichthys polyactis* in the Korea.
- Fig. 3-2. Catch composition by fishery of yellow croaker in Korea.
- Fig. 3-3. The current layout of gill net and schematic view of fishing operation.
- Fig. 3-4. Yellow croaker catch and temperature (°C) at the bottom by drift gill net fishery in 2010.
- Fig. 3-5. The distribution annual catch and center of fishing grounds of the yellow croaker by drift gill net fishery in 2010.
- Fig. 3-6. The monthly center of fishing grounds of the yellow croaker by drift gill net fishery in 2010.
- Fig. 3-7. The ratio of drift gill net fishery auction by species in Jeju island.
- Fig. 3-8. I, II, III, IV and V indicate the article grade.
- Fig. 3-9. The distribution annual catch of the yellow croaker by drift gill net fishery and stow fishery in 2010.
- Fig. 3-10. Logistic functions fitting the cumulative proportion of maturing and mature female of the yellow croaker.
- Fig. 3-11. Distribution of catches by water layer caught from gill net of commercial

fishing vessel.

Fig. 3-12. Length distribution of yellow croaker by water layer caught from traditional drift gill net of commercial fishing vessel.

Fig. 3-13. Catches of yellow croaker by water layer caught from extension drift gill net.

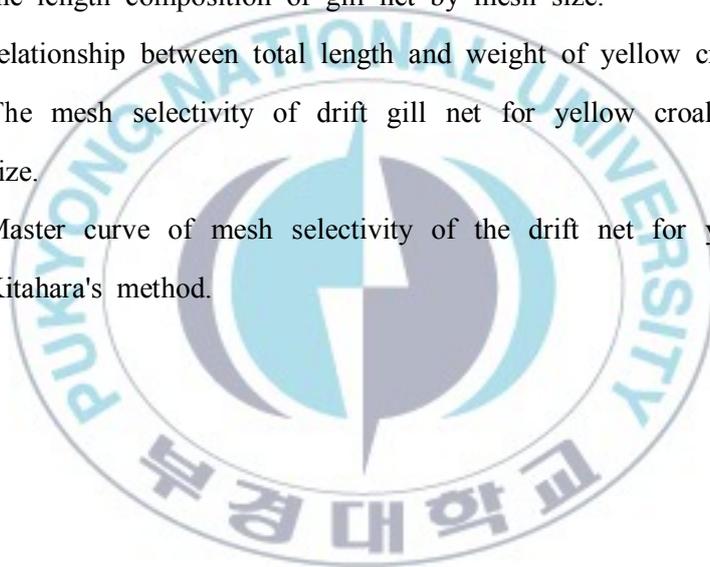
Fig. 3-14. Length distribution of yellow croaker by water layer caught from extension drift gill net of Araho.

Fig. 3-15. The length composition of gill net by mesh size.

Fig. 3-16. Relationship between total length and weight of yellow croaker.

Fig. 3-17. The mesh selectivity of drift gill net for yellow croaker in each mesh size.

Fig. 3-18. Master curve of mesh selectivity of the drift net for yellow croaker by Kitahara's method.



List of Tables

- Table 2-1. Composition of the experiment fishing gears for mesh size selectivity experiments
- Table 3-1 The number of vessels by tonnage in the Korea
- Table 3-2. Catch of yellow croaker caught by offshore gill net fisheries by National Federation of Fisheries Cooperatives
- Table 3-3. Catch composition of traditional drift gill net
- Table 3-4. Number of yellow croaker catch individuals by water layer and length class of traditional drift gill net
- Table 3-5. Catch composition of survey drift gill net
- Table 3-6. Number of yellow croaker catch individuals by water layer and length class of extension drift gill net
- Table 3-7. CPUE (no./100m²) of croaker by kinds of drift gill net type
- Table 3-8. Length frequency distribution of yellow croaker caught of mesh size by drift gill net
- Table 3-9. The values of 25%, 50%, 75% selection and the mesh sizes for Minimum landing size (MLS) of yellow croaker in Master Curve by Kitahara's method.
MLS: 186mm
- Table 3-10. Price list of yellow croaker per ton
- Table 3-11. Average fishing cost per vessel of gill net for fishing yellow croaker
- Table 3-12. Rate of average fishing cost per fishing income by vessels of gill net for fishing yellow croaker

Status and estimation of the optimum mesh size of a drift gill net for yellow croaker,
Larimichthys polyactis

Young Bok Cho

Department of Fisheries Physics, The Graduate School,
Pukyong National University

Abstract

A yellow croaker is a straddling fish stock inhabiting Exclusive Economic Zone (EEZ) of Korea, China and Japan. For this reason, cooperation between the states which has the fishery targeting a yellow croaker is essential to manage this stock. But in case a joint management between interested countries is not made, not only stock status could be deteriorating as utilizing the target species in its own waters depending on the benefits of each country, but also a relationship between those countries could be worse. Therefore, Korea should consider to find our own proper measure to manage yellow croaker which takes most of catch in our EEZ.

In this study, it was analyzed the catch status of yellow croaker and status of fishery and its catch on drift gill net fishery in Korea which is a major fishery for yellow croaker for effective use of this stock. Also, the optimum height of drift gill net for catching the stock effectively and appropriate mesh size for preventing juvenile catch were estimated. Finally, the fishing profitability by mesh size was analyzed so that these results could contribute to manage and use of stock effectively.

First of all, the catch of yellow croaker had maintained the range of 20,000 to 50,000 ton from 1950s to 1970s. However it showed the lowest level of catch, 7,000 ton, in 1985 since then it had increased to 40,000 ton in 1992, and it recorded the lowest level again which had 7,000 ton in 2003. And it has shown the increasing trend of catch up to 31,900 ton in 2010 thereafter. The major fisheries for yellow croaker are a stow net fishery before 1960's, a dragnet fishery from 1969 to 1990, a stow net fishery from 1991 to 2000 again

and a drift gill net which caught 12,800 ton of the average catch during recent 10 years, 21,363 ton, and accounts for 60% of total catch from 2001 to 2010. With regard to the catch trends of yellow croaker, it marked big catch in 1948, 1980, 1992 and 2009, and poor catch in 1984 and 2003. As seen these trends, it showed big fluctuations of catch at regular intervals. 146 vessels of drift gill net catching yellow croaker are operating in Jeju island, Jeollanam-do and Gyeongsangnam-do, and the catch of yellow croaker takes 70~73% of the total catch from drift gill net, and hairtail, flat head, other croakers in sequence. And main fishing ground of drift gill net fishery is 220, 221 area inside of the Korea's EEZ. Even though the catch of yellow croaker caught by drift gill net has been increasing since 2004, it has been considered to need appropriate management on the amount of catch of this stock.

Second, through the test for estimating optimum height of drift gill net to catch yellow croaker effectively, it is judged that the depth where is 6~18m above the sea bottom is the best to catch large size fishes and improve amount of catch whereas there is more number of bycatch species and amount of bycatch but less amount of yellow croaker catch near the sea bottom. As the catch per net is proportional to filtering area of net, the regulation on the amount of usage for offshore drift gill net under the clause 1, article 10 of the Fisheries Resource Management Act an enforcement ordinance should be controlled by not only length of a net but also filtering area considering height of a net.

Lastly, in estimating optimum mesh size to prevent juvenile catch, 50% selectivity based on the minimum mature length, 186mm, was estimated to 51.2mm which is quite different from 50mm, the legal mesh size under the present ordinance. Therefore, it is considered to need proper management measure reflecting this result. In the economic analysis according to the mesh size, the production price per ton of vessel was higher 2,604 thousand won in the vessels using a mesh size over 52mm than general other vessels in the drift gill net fishery since it shows significant difference of production price depending on the size. In addition, the effect of fishing cost reduction was also larger in the vessels using a mesh size over 52mm than that in the vessels using a mesh size less than 50mm. To sum it up, it is judged that using a mesh size over 52mm and deploying net where is 6~18m above the sea bottom would be economical and contribute to the stock management.

I. 서 론

참조기는 우리나라의 전통 식문화와 밀접한 관련이 있는 고급 어종으로서 2010년도에 연근해에서 31,900톤을 생산하고 약 2,000억 원을 위판하여 어가 소득에 크게 기여하는 어종이다.

참조기 (Yellow croaker, *Larimichthys polyactis*)는 부세, 황강달이, 민태 등과 같은 농어목 (Order Perciformes) 민어과 (Family Sciaenidae) 어종으로서 특히, 부세와는 비슷해서 구별하기가 어렵다. 참조기의 형태적 특징은 등지느러미가 2개이며 제 1등지느러미에 6~13개, 제 2등지느러미에 1개의 극조가 있고, 꼬리지느러미 뒤 가장 자리는 뾰족한 삼각형을 이룬다.

전 세계적으로 민어과 어류는 70속 270여 종이, 우리나라에는 9속 11종이 알려져 있다. 그 중 참조기는 우리나라 동해 남부, 서해 및 남해안과 일본 서부, 동중국해 등 광범위한 해역에 분포하며 수심 40~120m 의 모랫바닥이나 개펄 지역의 저층부에 서식한다. 참조기는 체장 30cm 정도로 성장하면 춘계인 3~6월에 3만~7만 개의 알을 산란한다 (NFRDI, 2004b; NFRDI, 2010).

참조기에 대한 연구는 우리나라와 일본에서 주로 수행되었는데, 참조기 계군에 관하여 NFRDI (1979)과 Lee et al. (1983)은 절강군, 강소군, 한국군, 발해군 등 네 개의 계군으로 보고한 바 있고, 山田 (1939), 本部崎·眞子 (1954), Bae (1960), 大龍·廣島 (1978) 등은 세 개의 계군으로 보고하였으나 최근 Kim et al. (2012)은 유전학적 분석으로 단일 개체군이라고 추정하고 있다.

성숙과 산란에 관한 연구로는 山田 (1940)이 전남의 참조기와 부세에 대하여, 松井·高井 (1949)은 참조기의 생태, 矢部 (1951)는 한국근해에 있어서 참조기의 산란습성, Bae (1960)는 한국근해 참조기 산란군의 산란 생태, Park (1981)의 성숙과 산란에 관한 연구 등이 있다. 참조기의 어장과 어황에 관해서는 Yang and Cho (1982)의 참조기 어장의 분포와 해황에 관한 연구, Baik *et al.* (2004)의 참조기 어장의 해황 특성, Baik *et al.* (2005)의 참조기 어장의 어황 변동에 대한 연구가 있다.

또한 참조기의 연령과 성장 및 자원량 추정에 관해서는 Bae (1960), Ikeda (1964), Chung (1970), Hwang and Choi (1980), Lee *et al.* (2000), Kim *et al.* (2006)의 연구, 자원평가에 관해서는 Hwang (1977)의 연구, 생산을 추정에 관해서는 Lee (1977)의 연구 등이 있다. 참조기 자원 관리에 관해서는 Kim (1977)의 연구를 위시하여, 한국 연근해 참조기 자원의 자원량 변동, 자원생태학적 특성치 추정, 그리고 자원관리 방안에 관한 다양한 연구 (Zhang *et al.*, 1992a, 1992b, 1992c)가 있다. 이 외에도 어업관리를 위한 참조기 유자망의 망목선택성 등에 관한 Kim *et al.* (2009, 2011)의 연구가 자원관리를 위한 자료로 활용되고 있다.

북서태평양의 넓은 해역에 분포하는 참조기는 한국을 비롯한 중국, 일본 및 대만에서 공동으로 이용하는 자원이다. 이 해역에서의 자원이용 현황을 보면, 1950년대 중반까지는 100,000톤 이하였던 참조기 어획량은 이후 점진적으로 증가하여 1990년대 초반에는 200,000톤에 이르렀고, 1990년대 후반부터 급격히 증가하여 2010년에는 438,837톤 이었다 (FAO, 2011, 2012). 참조기 자원을 공동 이용하는 한국, 중국, 대만 및 일본의 연도별 어획 추세를 보면, 중국의 경우 1980년대까지는 50,000톤 미만을 어획하였으나 1990년 이후부터 증가하여 2010년에는 이 해역

의 참조기 전 어획량의 92.7% 점하여, 406,868톤을 어획하였다. 대만은 1990년대 말까지 1,000~3,000톤이었으나 2000년대 이후에 1,000톤 미만으로 어획이 감소하여 최근에는 100톤 내외에 불과하고, 일본은 1950~1960년대에는 연평균 55,000톤 정도를 꾸준히 어획하였으나 1977년 7,389톤을 정점으로 감소하여 1995년 이후에는 어획하지 않는 것으로 나타났다. 우리나라는 농림수산통계연보의 어획량 자료와 통계청에서 운영하고 있는 어업생산통계시스템 자료를 기초로 살펴보면, 1950년대 약 28,000톤 1960년대 약 33,000톤으로 점차 증가하여 1974년에는 54,000톤으로 최고 수준에 이른 후 1985년에는 7,000톤까지 감소하였다. 그러나 이후 점차 어획량이 증가하여 1992년에 40,000톤까지 증가하였으나 다시 감소하여 2003년에는 7,000톤으로 최저 수준까지 떨어졌다가 그 후 다시 점차 증가하여 2010년 현재 31,900톤에 이른다.

이와 같이 중국, 한국, 대만 및 일본 등 북서태평양 인접국들의 다수 어선들이 참조기를 공동으로 이용함으로써 1950년대 이후 어획량은 그 변동 폭이 매우 크게 나타났다. 특히 최근에는 일본과 대만은 참조기 어획이 매우 적어서 실질적으로 이 자원을 이용하는 국가는 우리나라와 중국이 되었고, 전체자원의 90%를 중국이 어획하고 있고, 우리나라는 10% 내외를 어획하는 것으로 추산할 수 있다. 따라서 자원의 상태와 관리에 대한 종합적인 접근은 중국과의 공동노력과 협조를 통해서 가능할 것이나, 중국과의 어업협력이 실질적으로 어렵고, 자원상태를 추정하기 위한 자료의 공유도 가까운 장래에는 불가능한 상황이다. 그러나 참조기 자원이 가지는 상징성과 실질적으로 어민소득에 기여하는 중요성을 고려할 경우 이 자원에 대한 실태를 파악하고 지속가능한 이용을 위한 관리방안 도출은 시급한 과제이다. 그리고 우리나라가 비록 10%내외의 자원을 이용하고 있지만, 한중어업협정 체결 이후 우리나라의 생산량

은 대부분이 우리나라 배타적경제수역 (EEZ)에서 어획된 것이므로 참조기 자원의 계
군은 같을 지라도 지리적으로는 비교적 독립되었다는 가정을 하면 우리나라만이라도
자원관리를 위한 노력이 필요하고 또한 유효하다고 볼 수 있다.

본 논문은 참조기 자원을 중국에 이어 가장 많이 이용하고 있는 우리나라에 있
어서 현재 참조기를 가장 많이 어획하고 있는 유자망어업의 실태를 분석함과 아울러
적정 망고와 망목 등을 추정하여 자원관리를 위한 기초 자료를 제공하고자 하는 것
이다. 본 논문은 서론, 재료 및 방법, 결과 및 고찰, 종합고찰로 구성하였다. 주요 연
구내용은 참조기 유자망어업의 실태분석, 참조기 유자망의 적정 망고 추정, 망목선택
성의 규명과 망목 확대에 따른 경제성 분석에 관한 것이다.

참조기 유자망어업의 실태분석에서는 참조기 유자망어업의 어구어법, 어장분포,
어획량의 변동 및 어획물의 생물학적 특성 분석 등을 실시하였다. 참조기 유자망의
적정망고는 유자망어업의 가장 적정한 어획수층을 파악하는 것으로서 유자망의
어획물 조성, 수층별 어획량, 체장 조성 및 단위노력당 어획량 등을 분석하여 추정
하였다. 참조기 유자망의 망목 선택성은 망목 크기별 참조기 체장별 어획 효율을 규
명하여 적정망목을 추정하는 것으로서 부가가치가 높은 성숙 개체의 어획율을 높
이고 재생산성을 확보하기 위한 기초자료가 된다. 본 연구에서는 망목선택성 곡
선의 추정을 위하여 시험어구에 의한 현장 실험 및 분석을 행하였다. 망목 크기별 경
제성의 분석에서는 망목 크기별 어업수익 및 비용을 분석하여 적정망목의 추정을 통
하여 얻을 수 있는 경제성을 규명하였다.

II. 재료 및 방법

1. 참조기 유자망어업의 실태와 자원이용 현황

1.1. 자료 조사 및 분석 방법

유자망어업의 실태와 자원이용 현황을 파악하기 위하여 조업선을 대상으로 톤수와 마력수 등 어선어업의 현황 자료와 현재 사용 중인 유자망 그물에 대하여 망목 크기, 발줄 길이, 뜰줄 길이, 뜰 배치 등에 대한 실측 조사 자료를 분석하였다.

참조기에 대한 어업별 연도별 및 월별 생산량은 농림수산통계연보 (농림수산부, 1961~1986), 해양수산통계연보 (1987~1990), 통계청 어업생산통계시스템 (1991~2010)의 통계자료를 활용하여 분석하였다 (MOMAF, 1950-2004). 특히 근해 유자망어업에 대해서는 2006~2011년까지 6년간 근해유자망 조업선이 어획하여 양륙한 지구별수산업협동조합 위판장 (목포, 여수, 영광, 추자도, 성산포, 한림, 제주시, 서귀포 및 모슬포)의 어종별 위판량 자료를 조사하여 분석하였다.

참조기의 어장 분포에 관해서는 국립수산과학원의 2010년 해양정선관측자료, 2010년 유자망 조업선이 어업무선국에 보고한 위치보고 자료, 유자망어업에서 위판장에 위판한 해구별 (30'Lat.×30'Long.) 어획량 자료를 활용하여 분석하였다. 여기서 해구별 어획량 분포 및 어장 중심과 분산 정도에 대해서는 Sokal and Rohlf

(1981)의 방법을 활용하였다. 즉 어군 분포의 중심 (\bar{X}, \bar{Y}) 는 참조기가 어획된 각 해구의 중심 지점 (Long. X_i , Lat. Y_i)에 각 해구별 어획량을 가중하여 추정하였다.

$$(\bar{X}, \bar{Y}) = \left(\frac{\sum_i CPUE_i \cdot X_i}{\sum_i CPUE_i}, \frac{\sum_i CPUE_i \cdot Y_i}{\sum_i CPUE_i} \right)$$

어군이 어획된 위치 (Long. X_i , Lat. Y_i)에 대한 통계적 공동 신뢰영역은 장축과 단축의 타원형 (Ellipse)으로 표시하였고, 타원의 장축 (λ_1)과 단축 (λ_2)은 아래의 식과 같다.

$$\lambda_1 = 0.5 \cdot \left[s_1^2 + s_2^2 + \sqrt{(s_1^2 + s_2^2)^2 - 4 \cdot (s_1^2 \cdot s_2^2 - s_{12}^2)} \right]$$

$$\lambda_2 = s_1^2 + s_2^2 - \lambda_1$$

여기서 s_1 , s_2 및 s_{12} 는 각각 X, Y에 대한 표준편차, 공분산으로 구하였고 타원의 방향성을 나타내는 장축 및 단축의 기울기 b_1 , b_2 는 아래와 같다.

$$b_1 = \frac{s_{12}}{\lambda_1 - s_1^2}, b_2 = \frac{-1}{b_1}$$

한편, 참조기의 회유는 월별 해구별 어획량의 이동상황과 참조기 어획위치에 대한 통계적 공동 신뢰영역을 나타내는 타원의 방향성을 고려하여 추정하였다.

1.2. 어획물의 조사 및 생물학적 특성

참조기의 생물학적 특성을 파악하기 위하여 2009년 1월부터 2010년 12월까지 매월 유자망 또는 저인망에서 어획된 참조기를 대상으로 체장, 체중, 성별, 생식선 중량 등을 조사하였다. 특히 참조기의 군성숙도는 산란기인 2월에서 6월의 암컷 개체에 대한 생식소 크기, 색조, 난의 투명상태, 난립의 분리 상태 등을 육안으로 관찰하였다. 미숙기 (immature stage), 중숙기 (maturing stage), 완숙기 (mature stage), 휴지기 (spent stage)의 4단계로 구분하는 난 속도조사는 2009년 367마리, 2010년 438마리 총 805마리에 대해서 체장 0.5cm 단위별로 성숙개체의 비율을 구하여 조사하였으며, 50% 성숙체장은 logistic식에 의해 구하였다.

참조기 어획물의 체장조성은 2010년 12월 222해구에서 유자망으로 어획되어 제주 한림수협 위판장에 위판된 참조기 중에서 위판 등급별 (75마리, 100마리, 130마리, 160마리 및 깡치)로 각 1상자씩에 대하여 체중, 체장측정을 실시하였다. 그리고 상품별 체장조사와 2010년 제주 한림수협에 위판한 유자망 어선의 등급별 위판량 자료를 조사하여 각 등급별 마리수와 등급별 어획량을 환산하여 어획물 체장곡선을 분석하였다.

2. 참조기 유자망의 적정 망고 추정

2.1. 시험어구

참조기 유자망의 적정 망고 추정을 위하여 조업선에서 일반적으로 사용하는 높이 12m인 유자망과 이 높이를 24m로 확대한 시험용 광폭 유자망을 각각 Fig. 2-1과 같이 제작하여 시험 조업에 사용하였다.

기존 유자망 어구는 나일론 모노필라멘트 3호로 망목이 52mm이고, 그물감 1폭은 980코×250코로 뜬줄 길이는 22.7m, 발줄 28m이다. 뜬줄에는 플라스틱 뜬 (직경 65mm, 길이 10cm)을 약 100cm 마다 1개씩 부착하고, 발줄은 낚이 포함된 연심 PP로프 직경 10mm로 제작하였으며, 유자망의 높이방향으로 4m씩 구분하여 발줄 쪽부터 I, II, III구간으로 3개 구간으로 구분하여 각 구간별 어종별 어획 마리수와 어획물의 크기 및 중량을 조사하였다 (NFRDL, 1966, 1967, 2004a).

시험용 광폭 유자망도 기존 유자망과 동일한 그물감을 사용하여 제작하였고, 다만 높이방향으로 6m씩, 발줄 쪽부터 I, II, III, IV구간의 4개 구간으로 구분하여 각 구간별 어종별 어획 마리수와 어획물의 크기 및 중량을 조사하였다.

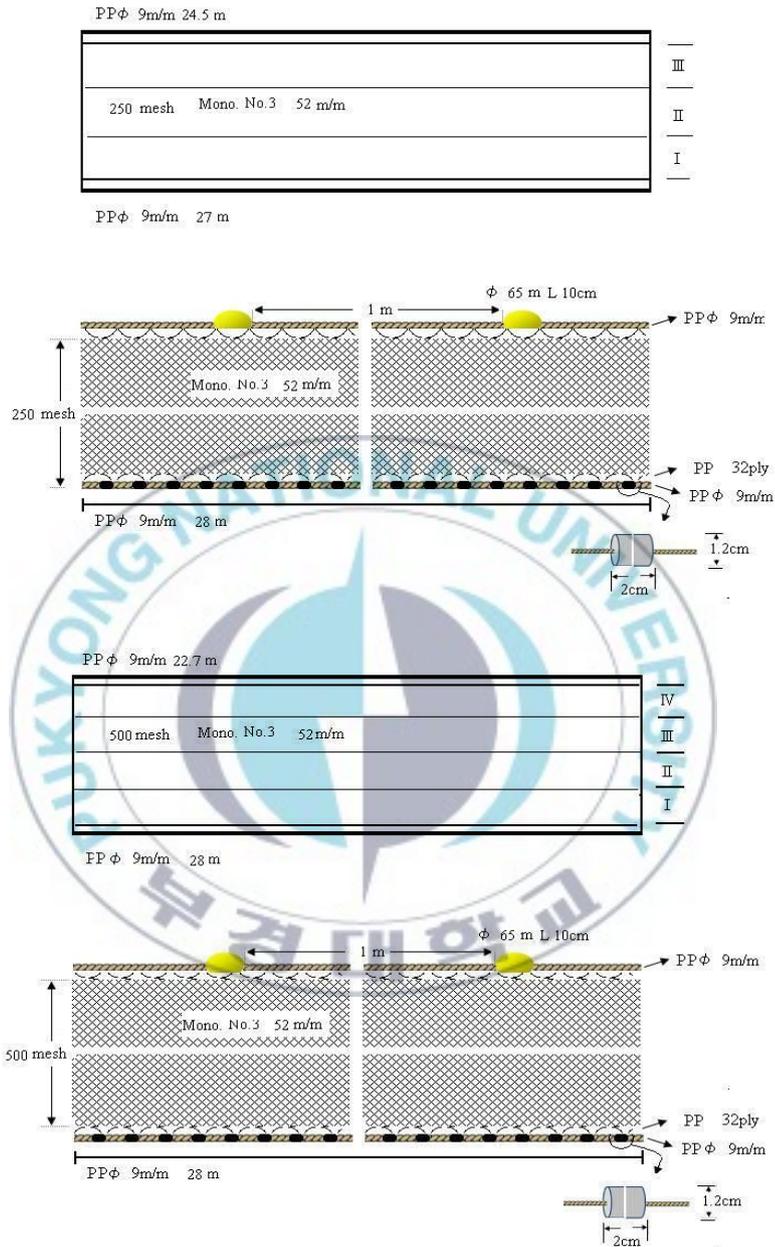


Fig. 2-1. Schematic diagram of gill net used experimental fishing by water layer for catching (top: traditional net, bottom: survey net).

참조기 유자망의 투망은 해가 뜨기 약 2시간 전에 수심에 따라 부표줄을 조정 한 후 해·조류에 따라 선박을 전진하면서 선수 우현에서 투망하고 양망은 오 후에 실시하였다.

어획된 종의 분류는 Nelson (2006)의 분류체계를 따랐으며 Kim *et al.* (2005) 및 Nakabo (2002)의 방법에 따라 동정하였고, 기존 유자망 어획물의 참조기는 조업선에서 어획 개체수를 확인하고 체장과 중량은 무작위 샘플을 채집하여 측정 하였다. 부수어획종은 전량 샘플 채집하여 연구실에서 측정하였고, 광폭 유자망 은 조사선 아라호 선상에서 전체 어획물에 대해 체장과 중량을 각각 1mm, 0.1g 단위까지 조사하였다.

2.2. 시험해역

적정 망고 추정을 위한 어획시험은 Fig. 2-2의 정점에서, 기존 유자망에 대해서는 제주선적 조업선 한림호 (37톤)를 이용하여 2010년 11월 24일부터 27일까지 221해구와 222해구에서 40폭씩 4회 어획실험을 실시하였으며, 광폭 유자망에 대해서는 제주대학교 실습선 아라호 (G/T 990)를 이용하여 2010년 11월 17일과 18일 양일간 221해구와 222해구에서 50폭씩을 사용하여 2회 실시하였다.

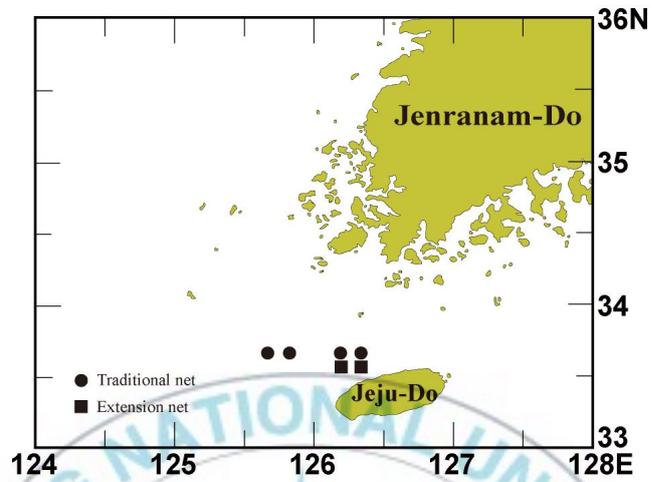
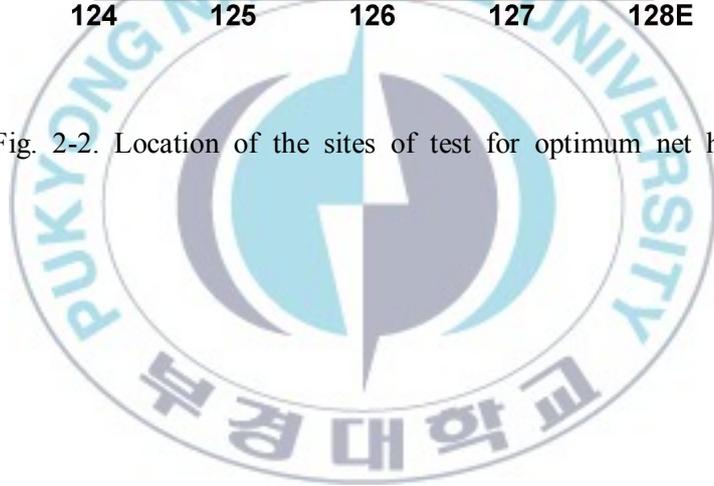


Fig. 2-2. Location of the sites of test for optimum net height.



3. 참조기 유자망 망목선택성 및 망목확대에 따른 경제 분석

3.1. 망목선택성의 시험어구 및 실험방법

참조기 유자망에 대한 망목선택성 실험은 목포선적 유자망 조업선 203광명호 (30.8톤)를 이용하여 조업수심 70m~95m인 목포 남서방 해역 210해구에서 2012년 11월 15일부터 22일까지의 기간 중 4일과 제주도 추자도 서방해역인 220해구에서 11월 28일 하루 동안 Fig. 2-3의 위치에서 실시하였다.

시험어구는 목포 지역의 참조기 유자망어선에서 사용하고 있는 망목 50mm, 250코×1000코의 유자망 1폭을 기준으로, 전개면적과 어구 구성은 동일하면서 망목의 크기만을 50mm, 51.5mm, 53.0mm의 3가지로 구성한 시험용 유자망을 첨가하여 제작하였으며, 시험용 망지의 구성은 Table 2-1에 나타내었다.

유자망 1폭의 뜰줄 길이는 약 24.6m로 PP재질의 직경 12mm 한 가닥을 사용하여 뜰줄을 구성하고 뜰 (길이 95mm, 외경 63mm)을 1m 간격으로 부착하였다. 발줄 길이는 약 28.5m, PP재질의 연심복합의 직경 10mm 한 줄을 사용하여 구성하였으며 납 발돌 (길이20mm, 외경 12mm)을 30cm 간격으로 부착하였고, 직경 120mm, 두께 20mm인 시멘트 추는 투망 시 2폭 당 1개 씩 추가로 부착하였다.

시험어구의 설계도는 Fig. 2-4와 같으며, 가로성형률은 51%로 하였고, 각 망목 크기별로 10폭씩을 제작하여 총 30폭을 현용 어구 600폭의 가운데 부분에 연결하여 어구를 구성하였다 (NFRDI, 1966, 1967, 2004a).

시험어구는 Fig. 2-5와 같이 배치하여 시험 조업을 실시하였다. 조업방법은

일출 전 투망하여 조류를 따라 4~5knot로 전진하며 투망하고 약 5~6 시간 침지 후 선수 양망기를 이용하여 양망하였으며, 시험어구의 어획물은 망목 종류별로 분리하여 입항 후 체장 및 체중을 측정하였다.



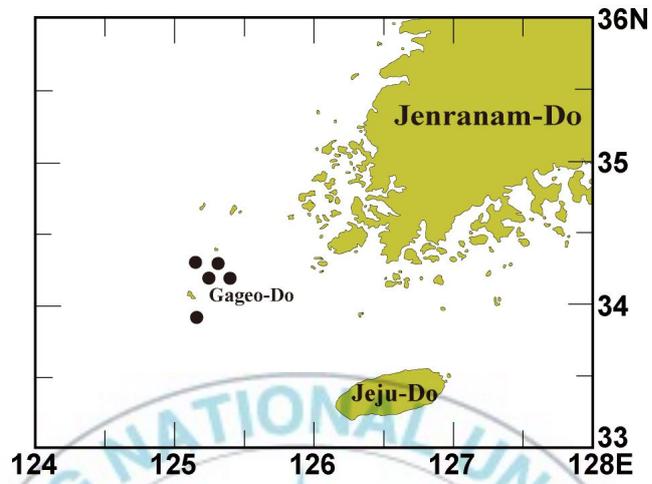
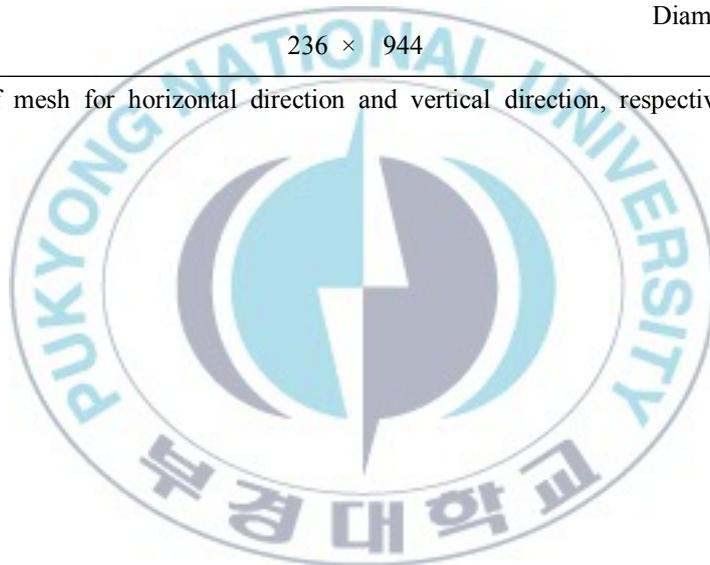


Fig. 2-3. Location of the sites of mesh size selectivity experiments.

Table 2-1. Composition of the experimented fishing gears for mesh size selectivity experiments

Mesh size (mm)	Composition		Material
	Horizontal mesh	Vertical mesh* (mesh)	
50.0	250	1,000	Knot NY No.3 (Monofilament) Diameter: 0.284mm
51.5	242	970	
53.0	236	944	

* Number of mesh for horizontal direction and vertical direction, respectively.



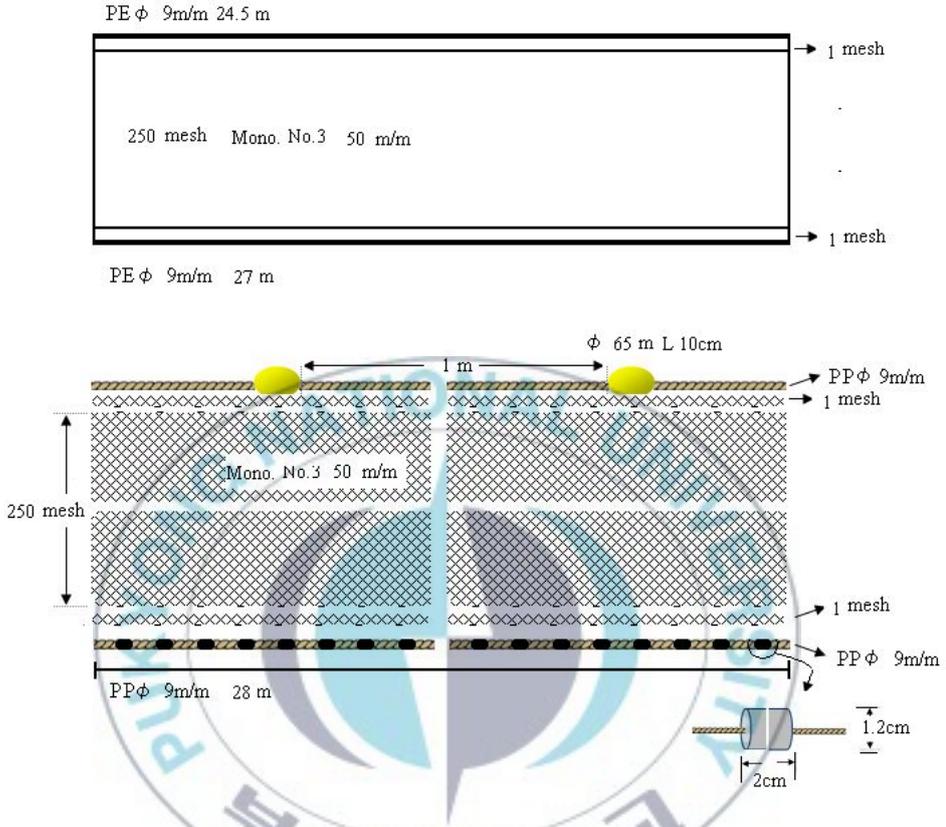


Fig. 2-4. Construction of the drift net for yellow croaker.

C*	50.0mm	51.5mm	53.0mm	50.0mm	51.5mm	53.0mm	C
----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---

Fig. 2-5. Arrangement of experimental nets for selectivity experiments. C*: Commercial gears.



3.2. 망목선택성 분석방법

일반적인 자망의 망목선택성 추정에는 다양한 방법들이 있으나 본 연구에서는 Kitahara 방법을 이용하였으며, Kitahara의 망목선택성곡선 추정법은 Baranov가 가정한 기하학적인 상사를 바탕으로 구하였다. 즉, 식 (1)에 표현한 것과 같이 망목의 크기가 k 배 증가하면 어획되는 체장 또한 k 배가 된다는 가정이다. Kitahara는 이러한 가정을 기본을 하여 체장 l 을 망목 크기 m 으로 표준화한 상대체장 l/m 을 변수로 하여 선택성 곡선 $S(l_j/m_i)$ 을 다음과 같이 구하였다 (Kitahara, 1968).

$$\begin{aligned} S(m, l) &= s(l_j/m_i) \\ S(km, kl) &= s(kl_j/km_i) = s(l_j/m_i) \end{aligned} \quad (1)$$

여기서, k 는 비례상수이며, 단위노력당 어획마리수 c_{ij} 는 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$c_{ij} = C_{ij}/X_i = s(l_j/m_i) \cdot q_i \cdot d_j \quad (2)$$

여기서, C_{ij} 는 망목 크기가 m_i 인 그물에 체장 l_j 인 고기가 어획된 마리수, X_i 는 어구의 어획노력량이다. q_i 는 어구구조의 차이나 침지시간 등 조업조건의 영

항을 나타내는 어획효율을 나타내며, d_j 는 체장 l_j 의 상대적인 자원밀도를 나타낸다. 식 (2)의 양변에 대수를 취하여 정리하면 다음식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\ln s(l_j/m_i) = \ln c_{ij} - \ln(q \cdot d_j) \quad (3)$$

식 (3) 우변의 두 번째 항은 어획효율이나 자원밀도와 관련된 보정치이다. Kitahara의 방법에 있어서 각각의 망목에 대한 선택성 곡선을 하나의 Master Curve로 표현하기 위해 Fujimori *et al.* (1996)는 식 (4)과 같은 다항식의 Master Curve 함수식을 Kitahara 방법에 적용하였다.

$$\ln s(R) = a_n R^n + a_{n-1} R^{n-1} + a_{n-2} R^{n-2} + \dots + a_0 \quad (4)$$

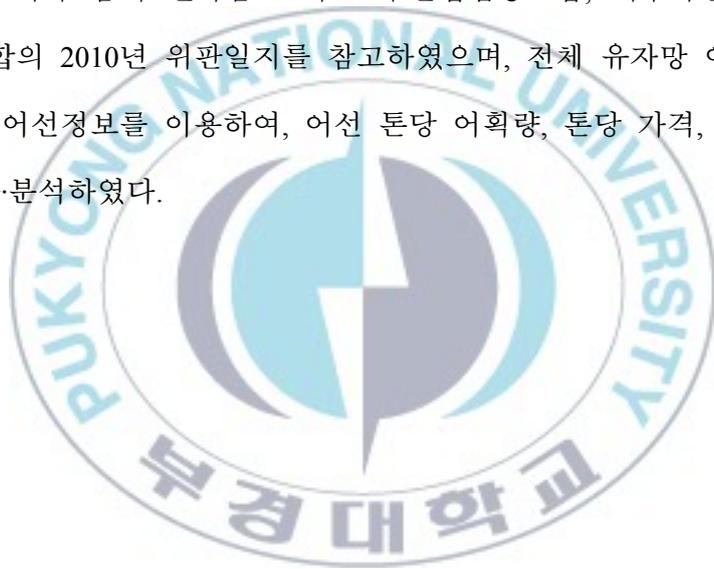
여기서, $R = l_j/m_i$ 이다. 상대효율의 최대값을 1로 둘 때, 선택성 곡선 $s(R)$ 은 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$s(R) = \exp(a_n R^n + a_{n-1} R^{n-1} + a_{n-2} R^{n-2} + \dots + a_0) - F_{\max} \quad (5)$$

여기서, F_{\max} 는 식 (4)의 최대값이며, 미분법을 통해 간단히 구할 수 있다. 함수 각각의 파라미터들은 최소자승법을 이용하여 구하였으며, 오차의 불편추정량 (ρ)을 구하여 모델의 적합도를 판단하였다.

3.3. 경제적 효과 분석

근해 참조기 유자망 어업의 망목 확대에 따른 경제성을 망목크기 50mm 이하 및 52mm 이상을 기준으로 분석하였다. 분석 자료는 망목크기 50mm 이하의 경우 목포의 어선 4척, 52mm 이상인 경우 제주지역 32척의 2010년 재무제표를 이용하였다. 이와 함께 전라남도 목포 수산업협동조합, 제주특별자치도 한림 수산업협동조합의 2010년 위관일지를 참고하였으며, 전체 유자망 어업의 현황은 수산정보포탈 어선정보를 이용하여, 어선 톤당 어획량, 톤당 가격, 평균 어업수입에 관하여 조사·분석하였다.



Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 참조기 유자망어업 및 자원이용 현황

1.1. 참조기 어획량 변동

1944년부터 2011년까지의 참조기 어획량은 Fig. 3-1과 같이 1948년 (59,000톤), 1980년 (48,000톤), 1992년 (40,000톤) 및 2011년 (59,000톤)에는 많았고, 1984년 (6,800톤)과 2003년 (7,000톤)은 적었다.

참조기를 주로 어획하는 안강망, 유자망, 저인망 (쌍끌이, 외끌이 및 트롤류) 및 기타 어업에 대해서 1967~2011년까지의 연도별 어업별 참조기 어획량 변동을 Fig. 3-1에, 연도별 어업별 참조기 어획비율을 Fig. 3-2에 나타내었다.

10년 단위로 업종별 어획량 비중을 보면, 1950년대에는 안강망이 71.3%를, 1960년대에는 저인망이 41.0%, 안강망이 20.7%를, 1970년대에는 저인망이 48.1%, 유자망이 22.0%, 안강망이 20.7%를, 1980년대에는 저인망이 51.0%, 안강망이 19.7%, 유자망이 8.2%를, 그리고 1990년대는 안강망이 49.0%, 저인망이 45.8%, 유자망이 4.5%를 차지하였다.

2001년부터 2010년의 기간 동안에는 참조기의 연평균어획량이 21,363톤으로 이중 유자망이 12,800톤을 어획하여 59.9%로 가장 높고, 그 다음이 안강망으로 4,775톤을 어획하여 22.4%이고 저인망은 3,296톤으로 15.4%를 차지하여 업종별의

생산순위가 바뀌었다. 이와 같이 연대별 참조기의 주 어획업종은 1950년대에는 안강망, 1960년대에는 저인망과 안강망, 1970년대에는 저인망과 유자망, 1980년대와 1990년대에는 저인망과 안강망으로 변하였고, 2000년대에는 유자망에서 어획비율이 크게 증가하여 절반 이상을 어획하는 것으로 나타났다.

이상과 같은 연대별의 업종별 참조기 어획비율의 변화는 크게 다음과 같은 세 가지 원인에 기인하는 것으로 판단된다. 첫 번째 1950년대까지는 어선의 동력화가 이뤄지지 않아 흑산도와 연평도에 걸쳐 비교적 연안 가까이에서 조업하던 안강망어선이 10톤 미만의 소형 범선으로 연안의 산란장으로 회유하는 참조기 어군을 대상으로 주로 어획하였기 때문이다.

두 번째는 MAF (1960)가 보고한 바와 같이 1960년대 들어서 산업화의 영향으로 어선이 무동력선에서 동력선으로 전환되고, 1980년대 들어서는 Han *et al.* (1981)과 Jo *et al.* (1983)이 개발한 어구가 보급되면서 어장 및 어기가 확대되어 저인망이 주도하게 된 것이다. 그 결과 저인망과 안강망의 어획비율이 증가하여 1990년대 말까지 높은 어획비율을 나타내었다 (Baik *et al.*, 1992; Kim, 1997).

세 번째는 1999년 한·일 어업협정과 2001년 한·중 어업협정의 체결에 따라 저인망 어선의 동중국해 어장 상실과 함께, 1994년부터 정부가 추진한 어업 구조조정사업에 따라 저인망 (쌍끌이, 외끌이 및 트롤류)어업 및 안강망어업의 대규모 감척사업이 이루어졌고, 1990년대부터 저인망의 중·저층 겸용 어구가 보급되면서 저층에 서식하는 참조기 자원에 미치는 어획강도가 감소하면서 참조기 자원량이 증가하고 이를 근해 유자망어업에서 주로 어획한 것으로 판단된다.

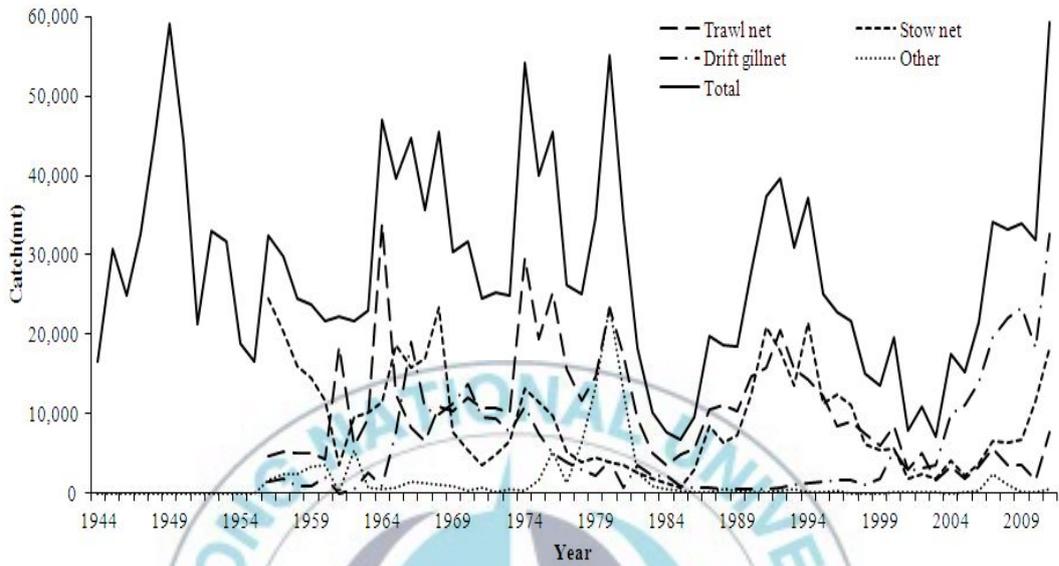


Fig. 3-1. Annual catch of the yellow croaker, *Larimichthys polyactis* in the Korea.

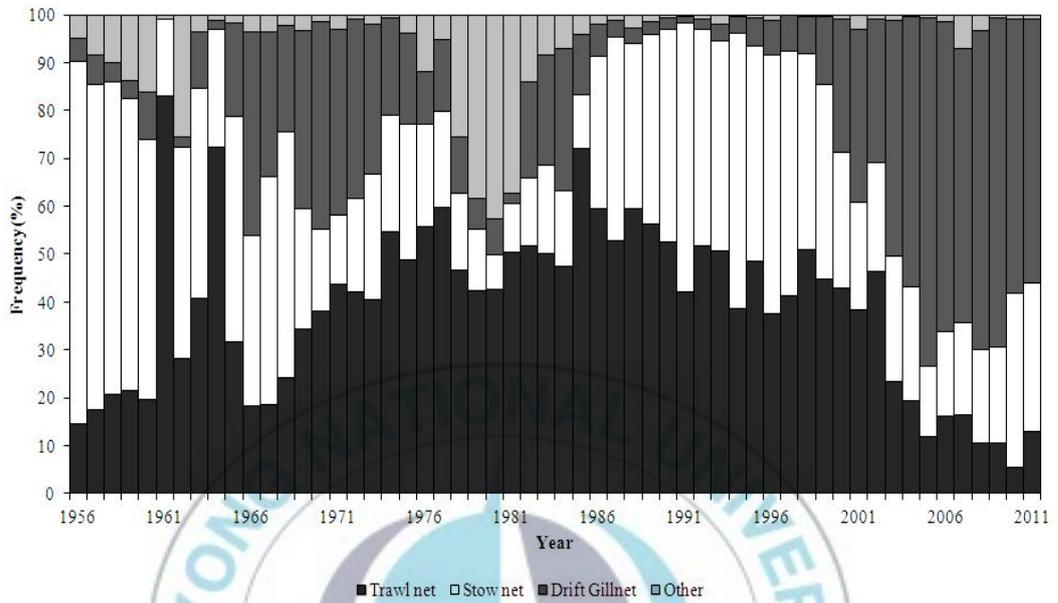


Fig. 3-2. Catch composition by fishery of yellow croaker in Korea.

1.2. 참조기 유자망어업 현황

1.2.1. 어구어법

유자망어구는 Fig. 3-3과 같이 나일론 망지 210d 3합사 303mm 3코를 발쪽에 붙이고, 그 윗부분에 나일론 모노필라멘트로 망목 50mm 그물감에 뜬줄 22.7m, 발줄 28m, 그물감 980코×200코 (뜬줄 성형을 48%, 발줄 55%), 뜬줄에는 플라스틱 뜬 (직경 65mm, 길이 10cm)을 약 100cm 마다 1개씩 달아서 구성하고, 발줄은 납이 포함된 연심 PP 로프를 사용하였다.

그리고 조업 시에는 조류의 흐름이나 어장 특성을 고려하여 필요시 시멘트로 제작한 도우넛형 발돌 (직경 140mm, 높이 30mm, 250g)을 폭당 1~2개씩 더 부착하여 사용하기도 한다. 그물의 폭과 폭은 PE 6mm 로프를 이용하여 연결하였다. 2000년대에는 유자망의 조업이 활발해지면서 유자망 1폭의 그물감을 980코×200코에서 980코×250코 또는 980코×300코로 하여 망고를 높이고 있다 (NFRDI, 1966, 1967, 2004a).

현재 사용하고 있는 유자망 어구는 조업선의 대형화, 기계화와 더불어 다양한 양망시스템이 개발, 도입되면서 변천되어 왔다. 1950~1960년대 연안 가까이 회유한 산란군을 대상으로 조업할 당시에는 나일론 6합사에 망목 75.8mm 폭 100코 길이가 150m인 망지로 1폭의 완성 길이가 75m인 유자망을 사용하였다. 그러나 1970~1990년대에는 조업선이 대형화, 기계화되면서 뜬줄에 돛줄을 부착하여 인력에 의해 양망하던 작업을 사이드 드럼으로 유자망에 부착된 돛줄을 감

아 들어 양망하는 조업방법으로 전환되었다. 2000년대에 들어서는 사이드 드럼 대신 생력화된 유압 5단 롤러와 4단 나선형 양망기가 공급되면서 양망시스템은 더욱 고도화되었다.

유자망 조업 시, 투망은 일출 1~2 시간 전에 조류의 흐름 방향과 수직 방향으로 6-8 노트 속력으로 배가 전진하면서 투망하고, 투망이 완료되면 어구의 마지막 끝 부분에 배잡이 줄 (돛줄)을 길게 내어 조업선을 고정시키는데, 이는 어구의 감시뿐만 아니라 조류 및 풍향 풍속에 의해 어구와 조업선이 함께 흘러가면서 투망 시에 느슨하던 어구가 조류와 풍압에 의해 떠밀리는 조업선으로 인해 곧게 뻗어짐으로써 어획효율이 높아지는 효과도 있다. 양망은 일출 1~2시간 전에 시작하고, 어구의 사용량은 어획물의 손상이 적은 동계에는 600~700폭, 어획물의 손상이 우려되는 추계에는 200~300폭을 사용하였다.

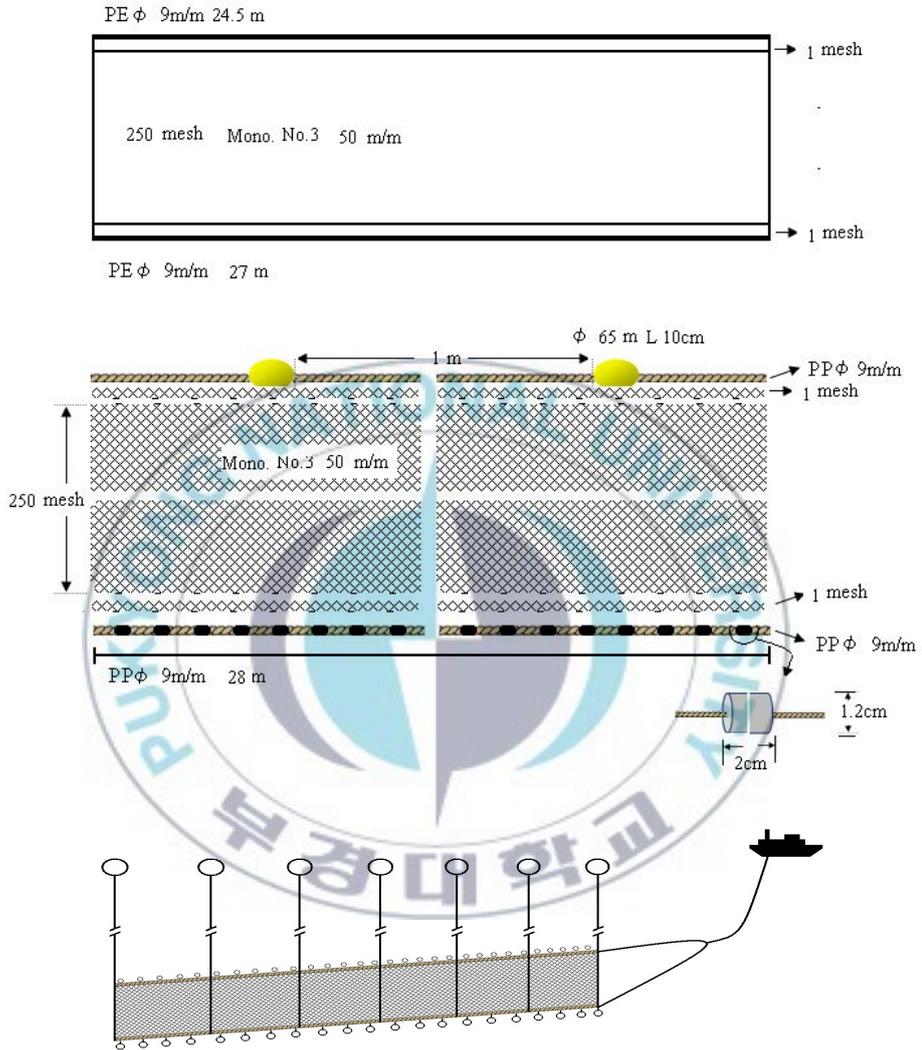


Fig. 3-3. The drawing plan of gill net and schematic view of fishing operation.

1.2.2. 유자망어선 현황

2010년 현재 우리나라 근해 유자망 어선 중에서 참조기 유자망어업에 종사하는 척수는 총 146척이다. 이중 제주지역이 69척 (47.3%), 전남지역이 71척 (48.6%), 경남 6척 (4.1%)으로 Table 3-1과 같이 나타났다. 이를 지역별 수협별로 보면 제주지역은 총 69건 중 추자도 수협이 52척 (75.0%)으로 대부분을 차지하고 있으며 한림수협이 8척, 제주시수협이 7척, 성산포, 서귀포 수협이 각 1척으로 나타났다. 전남지역은 총 71척 중 목포 수협이 41척 (57.7%), 여수수협이 14척 (19.7%), 영광 수협 10척 (14.1%), 그 외 고흥 수협 3척, 신안 수협 2척이다. 경남지역은 삼천포 수협 6척이 조업하는 것으로 나타났다.

근해 참조기 유자망 어선을 톤급별로 보면 146척 중 20~30톤이 64척 (44%)으로 가장 많고, 그 다음으로 30~40톤이 43척 (29%)이고, 40~50톤은 20척 (14%), 50톤 이상이 11척 (8%), 20톤 미만이 8척 (5%)으로 구성되어 있다.

근해 참조기 유자망어업 어선 146척에 대한 평균 톤수 및 마력수를 보면, 35톤, 566마력으로 나타났다. 이 중 제주지역은 평균 톤수와 마력수가 34톤, 530마력이고 전남지역은 35톤, 601마력이며, 경남지역은 35톤, 605마력으로 나타났다.

Table 3-1 Vessels used in yellow croaker gill net fishery

(unit : Number of vessels)

Classification (ton)	Total	Below 20	20~30	30~40	40~50	over 50
Total	146	8	64	43	20	11
Jeju island	69	2	28	33	3	3
Jeonnam	71	6	33	9	16	7
Gyeongnam	6		3	1	1	1



1.3. 어장 분포

1.3.1 해구별 어획량 분포

2010년의 유자망어업에 의한 참조기의 해구별 어획량 분포를, 조업선이 어업 무선국에 보고한 위치자료와 그 조업선이 수협에 위판한 어획량 자료 그리고 국립수산과학원의 2010년 해양정선관측자료 중 저층의 연평균 수온을 기초로 분석하여 나타내면 Fig. 3-4와 같다.

이 그림에서 보면, 참조기는 남북방향으로는 제주 남부에서 서해 남부까지, 동서방향으로는 동경 124도에서 동경 128도까지 총 33개 해구에서 어획되고 있는 것으로 나타났고, 주 어장은 연평균 저층 수온이 10~15°C범위인 제주도과 목포의 중간 해역에서 형성되었다. 이는 Baik *et al.* (1992)이 기선저인망, 안강망, 유자망어업을 종합하여 참조기 어획 적수온을 14.27°C, 표준편차 (σ) 3.21로 보고한 11.06~17.48°C 보다는 낮은 수온에서 어장이 형성되는 것으로 나타났다. 이처럼 본 연구에서 어장 수온이 Baik *et al.* (1992)이 보고한 적수온보다 낮은 이유로는 업종을 유자망 어업으로 한정하였고, 또한 앞의 연구에서는 어장이 지금보다 남쪽 해구에서 주로 이루어졌기 때문으로 볼 수 있다.

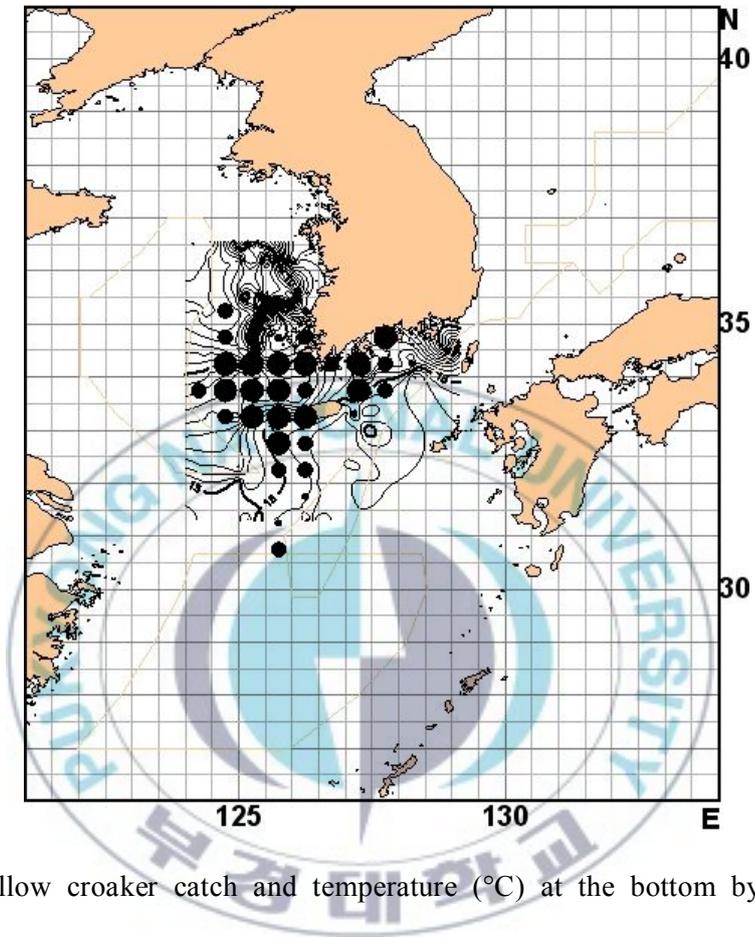


Fig. 3-4. Yellow croaker catch and temperature (°C) at the bottom by drift gill net fishery in 2010.

1.3.2. 중심어장

전술한 어업무선국의 조업선 위치 자료와 수협 위판자료를 근거로 2010년도의 참조기 유자망어업의 중심어장을 분석한 결과 Fig. 3-5에서 나타낸 바와 같이 위도 33°54'N, 경도 125°22'E를 중심으로 남북방향으로 61마일, 동서 방향으로 5마일 내에 분포하는 것으로 나타났다. 특히 추자도 서방 해역인 220, 221해구는 어장이 가장 집중적으로 형성된 것으로 나타났다.

이와 같은 2010년의 참조기의 중심어장은 과거와 비교해 볼 때 상당히 남하고 있음을 알 수 있다. 즉 참조기 중심어장은 1950년대와 1960년대에는 서해중부의 흑산도와 연평도 부근으로 Hwang (1977)이 보고한 바 있고, 1970년에는 위도 34°15'N, 경도 124°59'E, 1980년에는 32°50'N, 경도 124°40'E, 1986년에는 위도 32°58'N, 경도 124°50'E, 1999년에는 제주도 서남부해역과 서부해역으로 Baik *et al.* (1992, 2005)이 보고한 연구결과들과는 차이가 있다.

전술한 자료들로부터 분석한 유자망어업의 월별 중심어장은 Fig. 3-6과 같다. 1월과 2월에는 제주도와 해남반도 사이에서 중심어장이 형성되었고, 3월에는 황해 쪽으로 이동하여 소흑산도 부근해역, 8월에는 제주도 남부해역에서 형성된 후 점차 북상하여 11월과 12월에는 추자도 서쪽해역에서 중심어장이 형성되는 것으로 나타났다.

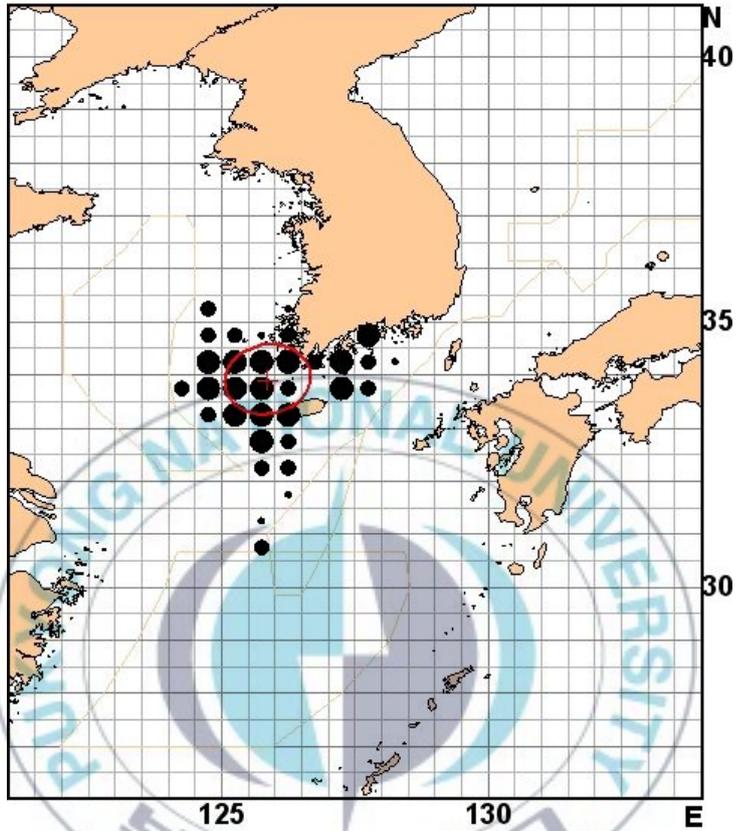


Fig. 3-5. The distribution annual catch and center of fishing ground of the yellow croaker by drift gill net fishery in 2010.

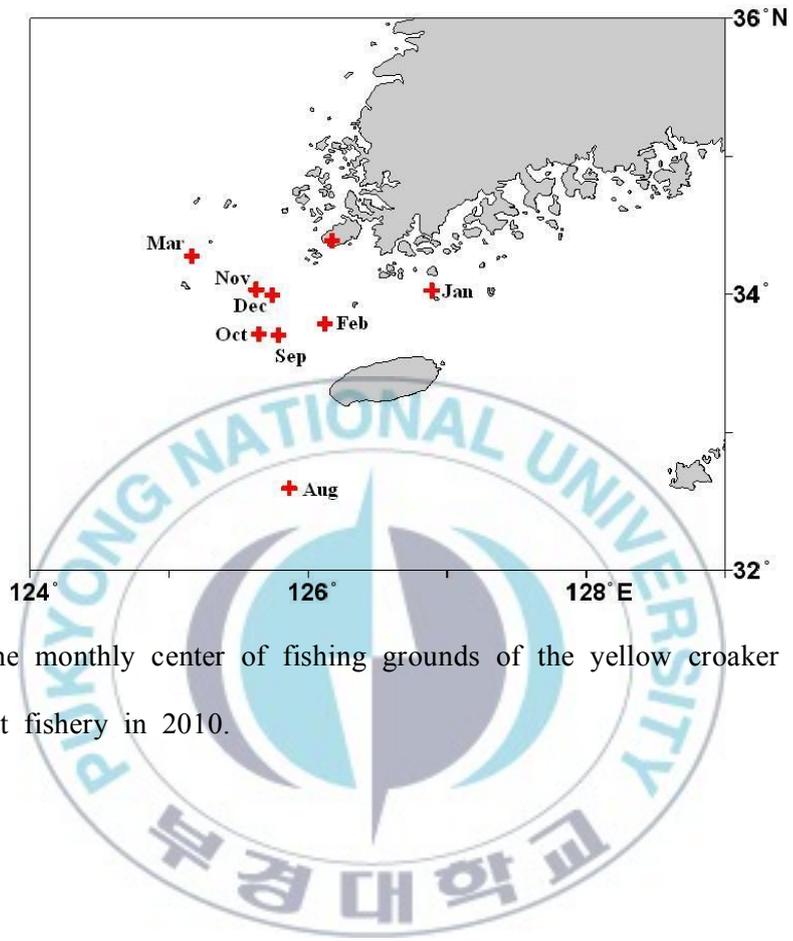


Fig. 3-6. The monthly center of fishing grounds of the yellow croaker by drift gill net fishery in 2010.

1.4. 근해 참조기 유자망 어업의 어획량

1.4.1. 근해 참조기 유자망 어업의 수협별 위판량

2006년부터 2011년까지 6년간 근해 유자망 조업선이 지역 수협에 위판한 참조기 위판량은 Table 3-2와 같이 2010년을 제외하고 전체적으로 증가하는 경향을 나타내고 있다. 수협별로 보면 총 5개 수협에 위판하고 있었는데 목포수협이 42,970톤으로 가장 많고 다음이 한림수협으로 30,291톤 그리고 영광수협이 세 번째로 11,775톤이며 추자수협과 여수수협이 그 뒤를 잇고 있다.

목포수협 위판량은 해마다 감소 없이 꾸준한 증가를 보였고, 제주도의 한림수협의 위판량도 2010년에 감소한 것 외에는 꾸준한 증가를 보이고 있다. 다만 여수수협의 경우는 해에 따라 위판량이 많은 차이를 보이고 있었다.

Table 3-2. Catch of yellow croaker caught by offshore gill net fisheries by regional of Fisheries Cooperatives

(Unit: ton)

Year	Jeonnam			Jeju island			Total
	Mokpo	Yeosu	Yeong-gwang	Chuja island	Sungsanpo	Hanlim	
2006	5,522	170	848	549	-	1,510	8,602
2007	6,684	95	1,741	2,008	-	5,051	15,580
2008	7,208	1,688	1,673	2,040	-	6,177	18,787
2009	7,584	2,967	1,843	2,220	-	6,178	20,792
2010	6,255	931	1,453	1,947	-	4,154	15,041
2011	9,717	2,325	4,217	2,442	-	7,221	28,967
Total	42,970	8,176	11,775	11,206	0	30,291	

※ Total by year includes catch (amount of landing) of Moslpo and Seogwipo.

1.4.2. 유자망어업의 어종별 어획량

참조기 유자망어업의 어종별 어획량을 파악하기 위하여 제주도 한림, 제주, 서귀포, 모슬포, 추자도, 성산포 수산업협동조합에 2004년부터 2009년까지 6년간 참조기 유자망어업에서 위판한 자료를 분석하였다. 그 결과 Fig. 3-7과 같이 참조기가 72%로 가장 많고, 갈치가 8%, 고등어와 옥돔이 각각 5% 순이었으며, 나머지는 아귀, 돔, 우럭, 삼치, 양태, 민어 등이 어획되는 것으로 나타났다.

전남지역과 제주지역의 유자망어업에서는 참조기를 주어획 대상종으로 하고 있는 것으로 나타났고, 그 중에서 제주도 지역에서는 일부 유자망 조업선에 의해 참조기 포획금지기간인 4월부터 8월까지 옥돔을 대상으로 별도의 조업이 실시되는 것으로 나타났다.

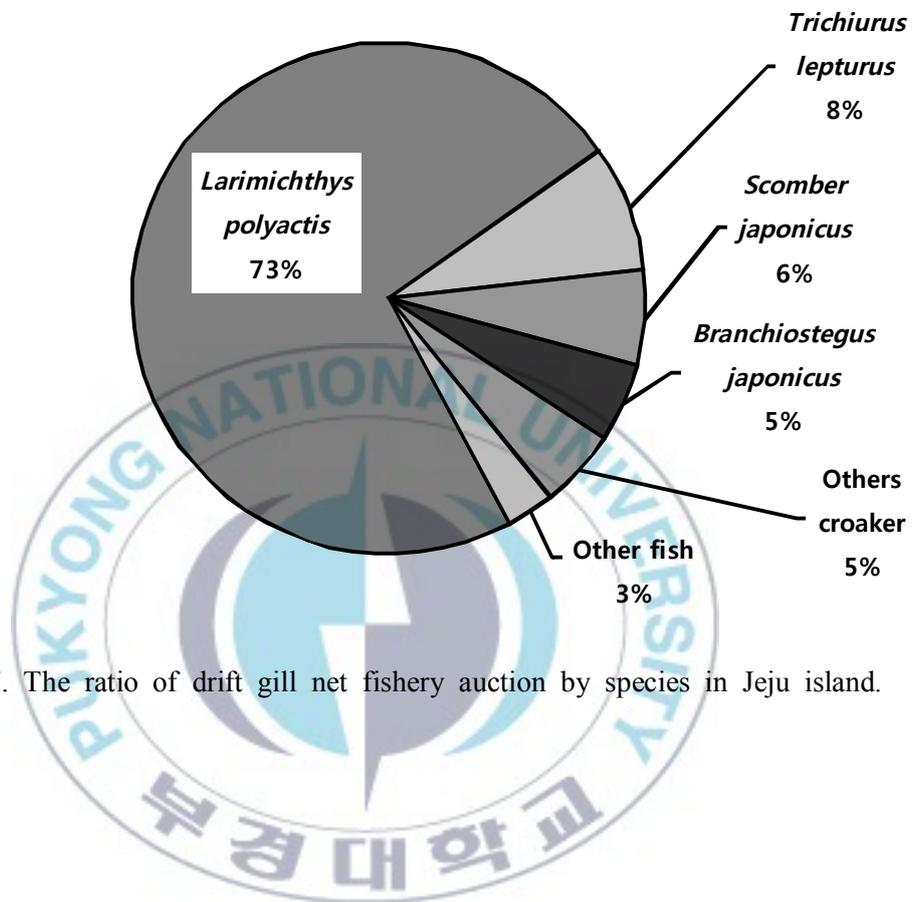


Fig. 3-7. The ratio of drift gill net fishery auction by species in Jeju island.

1.5. 참조기의 생물학적 특성

1.5.1. 체장조성

유자망어업에서 어획되어 위판되는 참조기를 대상으로 체장조사를 실시하였다. 재료는 수협위판장에서 분류한 상품 등급기준인 I 등급 (75마리/1상자), II 등급 (100 마리/1상자), III 등급 (130마리/1상자), IV 등급 (160마리/1상자) 그리고 V 등급 (나머지 소형어/1상자)의 참조기를 대상으로 하였다. 그 결과는 Fig. 3-8과 같다.

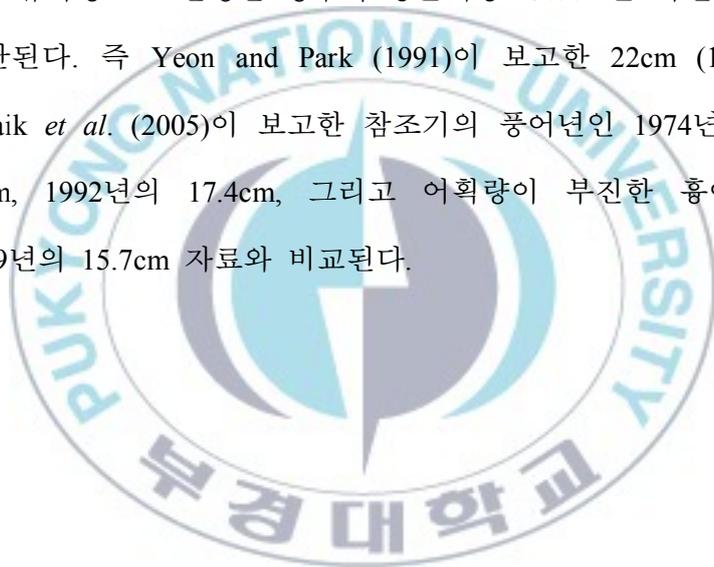
I 등급의 체장범위는 99%가 22cm 이상으로 평균체장은 25.9cm로 나타났고, II 등급의 체장범위는 99%가 19~26cm이고 평균체장은 24.1cm, III 등급의 체장범위는 99%가 19~24cm 범위였으며 평균체장은 21.9cm, IV 등급의 체장범위는 99%가 18~22cm 범위였으며 평균체장은 20.5cm로, 마지막으로 V 등급의 체장범위는 99%가 21cm 이하였으며 평균체장은 18.9cm로 나타났다.

이와 같이 각 상품등급별 체장범위가 중복되는 것은 조업선 내에서 어획물을 제품으로 처리하는 선별과정이 계량화가 되어 있지 않은 것이 원인인 것으로 판단되며, 이러한 문제는 제품에 대한 신뢰도와 공정한 제품 가격을 산정하는데 걸림돌로 작용할 것으로 여겨진다. 따라서 조업선 내에서 제품으로 선별 처리시 간단하게 이용할 수 있는 선별 처리용 자와 같은 도구 또는 장치의 개발 보급이 필요한 실정이다.

참조기 상품별 각 상자의 어획물 전량 795마리에 대해 실시한 상품별 체장

조사와 한림수협에 위판한 유자망 어선의 위판 등급별 어획량 자료로 환산한 참조기 체장조성은 Fig. 3-9와 같으며, 체장범위는 14.4-29.5cm (조사 개체수 795마리)이고, 어획물 주 모드는 19cm대로 나타났으며 평균체장은 19.7cm로 나타났다.

이와 같은 유자망 참조기 어획물의 평균 체장은 기존의 연구보고 자료와 비교해 볼 때 어획량이 부진하면 어획물의 체장도 작아지는 것을 알 수 있었으며, 본 연구에서 유자망으로 한정할 경우의 평균체장 19.7cm는 자원상태가 호전되는 것으로 판단된다. 즉 Yeon and Park (1991)이 보고한 22cm (1966년) 및 16cm (1986년), Baik *et al.* (2005)이 보고한 참조기의 풍어년인 1974년의 23.7cm, 1980년의 20.5cm, 1992년의 17.4cm, 그리고 어획량이 부진한 흉어년인 1985년의 16.2cm, 1999년의 15.7cm 자료와 비교된다.



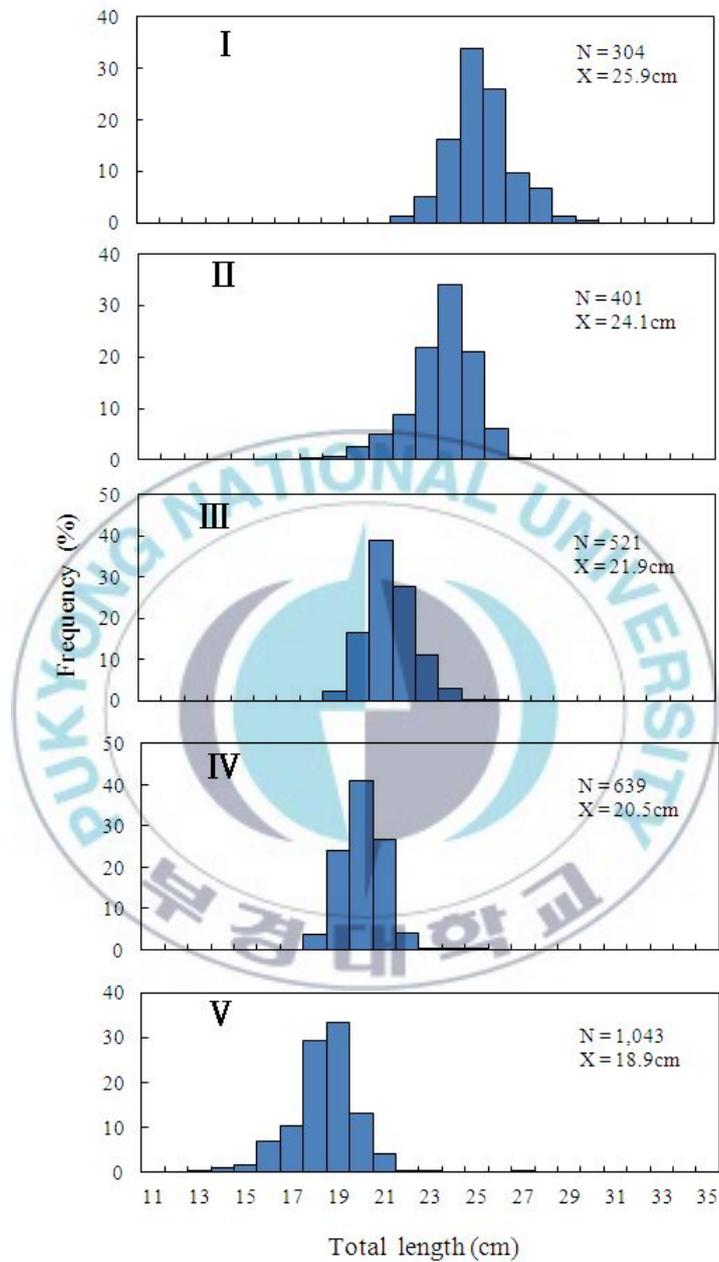


Fig. 3-8. I , II , III , IV and V indicate the article grade.

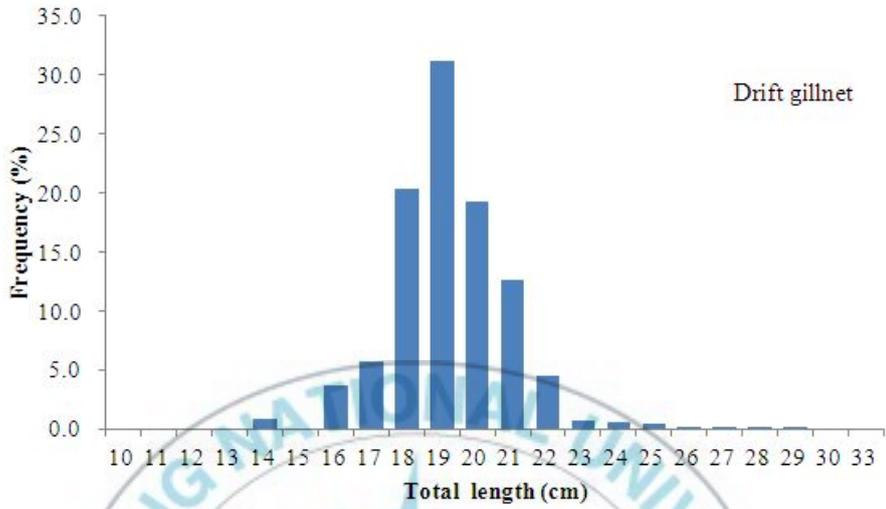


Fig. 3-9. The length distribution of annual catch of the yellow croaker by Drift gill net fishery and stow fishery 2010.

1.5.2. 군 성숙도

참조기의 재생산에 참여하는 성숙체장을 파악하기 위하여 주 산란기로 추정되는 2~6월 사이의 암컷을 대상으로 0.5cm단위로 구분하여 중숙단계 이상의 성숙개체의 체장별 출현 비율을 분석하였다. 전장 15.5cm 이하의 개체에서는 성숙한 개체가 출현하지 않았고, 24cm 이상의 개체에서는 대부분 성숙한 개체로 판명되었다. 이들 체급별 성숙개체의 출현 비율을 logistic식에 적용하여 암컷의 50% 성숙체장을 추정한 결과는 Fig. 3-10에서 나타낸 바와 같이 전장 (Total length) 18.6cm로 추정되었다.

군 성숙 체장을 Kim *et al.*, (2006)과 Chung (1970)이 보고한 성장식에서 연령으로 추정하면 1.5세에 해당하는 것으로 나타났다. 이 결과는 1981년 보고된 전장 19.1cm보다 작은 개체에서 성숙하는 것으로 나타나고 있으며 (Park, 1981), 이는 동일한 종에서 성숙체장이 작아지는 현상으로 자원의 상태가 감소하여 자원량이 부족할 때 나타나는 성숙개체의 소형화 현상으로 판단할 수 있다. 그리고 Fig. 3-9의 유자망 참조기 체장조성을 이용하여 가입군의 50%가 산란에 참여하는 체장, 즉 18.6cm 이하의 미성어의 어획비율은 30.5%임을 확인할 수 있었다.

이와 같은 결과를 종합해보면, 1999년의 평균체장 15.7cm일 때보다 mode가 우경화하는 현상을 보이고, 어획물에서 미성어가 차지하는 비율이 참조기 어획량이 9,600톤으로 흥어기인 1986년에는 80% 이상이었던 것이 2010년에는 30.5%로 낮아지는 것으로 보아 자원 상태가 호전되었다고 판단할 수 있다.

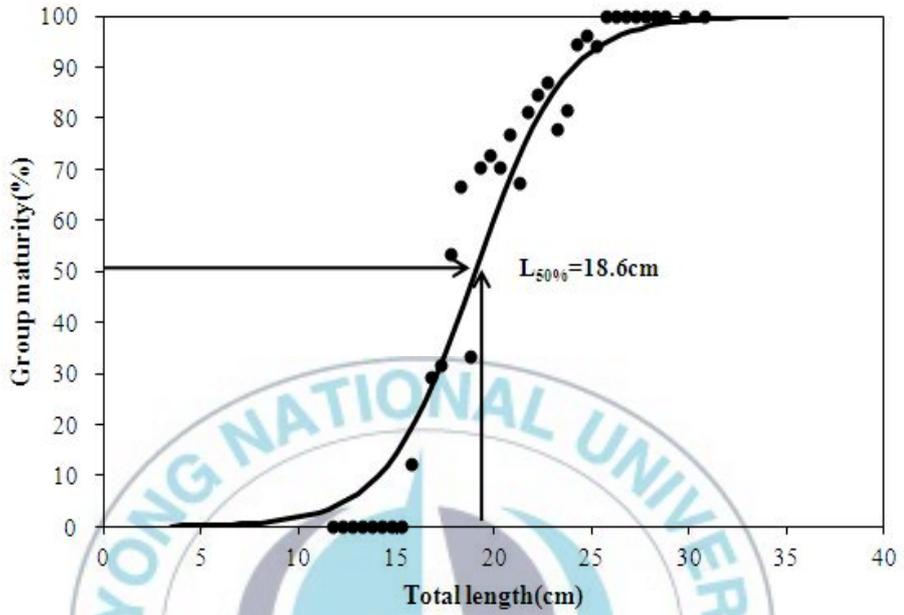


Fig. 3-10. Logistic functions fitting the cumulative proportion of maturing and mature female of the yellow croaker.

1.6. 결 론

우리나라에서 산업적으로 가치가 매우 큰 참조기의 자원이용 현황과 최근 들 어 참조기를 주로 어획하는 참조기 유자망어업에 대하여 그 실태와 현황을 조사·분 석하였다. 연도별 참조기의 어획량을 보면, 1948년 (59,000톤), 1980년 (48,000톤), 1992년 (40,000톤), 2011년 (59,000톤)에는 어획량이 많았고, 1984년 (6,800톤), 2003년 (7,000톤)에는 낮은 어획량을 나타내는 등 어획량 변동이 심하였다. 이처럼 연도에 따라 어획량의 변동이 극심한 것은 합리적인 자원관리가 필요하다는 것을 반증하고 있다고 할 수 있다.

한편 연대별로 업종별 참조기의 어획비율을 보면 1960년 이전에는 안강망어 업, 1969년부터 1990년까지는 저인망어업, 1991~2000년간에는 안강망에서 가장 어획비율이 높은 것으로 나타났다. 하지만 최근 2001년 이후에는 연 평균어획량 21,363톤 중 12,800톤을 유자망에서 어획하여 59.9%의 어획비율을 보이고 있고, 그 다음이 안강망 (4,775톤, 22.4%)과 저인망 (3,296톤, 15.4%)순으로 주요 업종이 유자망으로 바뀌었다.

연대별로 월별 어획 비율을 보면, 1960년대에는 4~6월, 1970년대에는 3~5 월, 1980년대와 1990년대에는 6~7월, 2000년대에는 10~11월에 어획비율이 가장 높게 나타났다. 이와 같이 연대별로 어획이 높게 나타나는 달이 달라지는 현상은 연대에 따라 참조기를 주로 어획하는 업종이 달라졌기 때문이다.

참조기의 중심어장은 1950년대와 1960년대에는 서해중부의 흑산도와 연평도 부 근, 1970년에는 위도 34°15'N, 경도 124°59'E, 1980년에는 32°50'N, 경도 124°40'E,

1999년에는 제주도 서남부해역과 서부해역이었고 (Baik *et al.*, 1992, 2005), 2010년에는 추자도 서쪽 220, 221해구로 나타났다. 그리고 2010년의 중심어장을 저층 수온 분포도와 함께 나타내어 보면, 참조기 어장은 저층 수온 10~15°C 범위에서 형성되는 것으로 나타났다.

최근 들어 참조기를 가장 많이 어획하는 유자망어업은 연안 가까이에서 산란군을 대상으로 무동력선으로 어획하던 1950년대와 1960년대를 거쳐, 1970~1990년대에는 조업선이 대형화 및 기계화되어 뜰줄을 이용한 양망방식이 도입되고, 그 후 2000년대 초부터는 생력화된 유압5단 양망기가 공급되면서 현재와 같은 유자망 조업체계를 구축하게 되었다.

2010년 현재 근해 유자망 총 415척 중에서 제주지역 69척, 전남지역이 77척 등 총 146척이 평균톤수 35톤, 평균마력수 566마력으로 참조기 조업에 종사하는 것으로 나타났다. 2006~2011년에 걸쳐 참조기 유자망 어획물의 위판 실적을 보면 목포수협이 4만톤 이상으로 가장 많고 한림수협, 추자도수협, 영광수협, 여수수협 순이었다.

근해 참조기 유자망의 어획물 구성을 보면, 참조기가 70~73% 범위였고 그 외 기타조기, 갈치, 양태 등이 일정 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 유자망 어획물의 참조기 평균체장은 19.7cm로 나타났으며, 성 성숙체장은 전장 18.6cm로 나타났다. 이 성 성숙체장에 볼 때 30.5%가 미성숙개체로 어획되고 있었다. 과거의 연구 결과와 비교하여, 미성어의 어획비율의 감소와 평균체장의 증가에서 예측할 수 있는 현재의 자원상태는 최근 들어 호전된 것으로 판단할 수 있다.

하지만 1999년 한·일 신어업협정 및 2001년 한·중 어업협정에 따라 동중국에서 조업하던 저인망과 안강망은 어장이 상실되었고, 그 후 우리나라의 배타적 경

제수역 내에서 북상 회유 자원을 주로 어획하고 있는 현 시점에서 볼 때, 참조기의 연간 어획량 동향과 업종별 어획동향은 아주 유사한 형태로 변동하고 있다. 또한 업종별 어획비율이 가장 높고, 참조기 단일 어종을 주로 어획하고 있는 유자망어업에 대하여 적정어획량과 적정 노력량의 관리가 필요할 것으로 판단된다.



2. 참조기 유자망의 적정 망고

2.1. 기존 유자망의 어획물구성

제주 선적 유자망 조업선 한림호에서 사용하는 높이 12m의 기존 유자망에서 어획한 어획물을, 유자망 높이 4m 간격으로 구분하여 부위별 어획물의 구성을 Table 3-3에 나타내었으며, 총 20종 1,180마리 총 99.9kg이 어획되었다. 그 중 어획 목표종인 참조기는 1,103마리 87.0kg로서 어획중량비율이 87.1%였으며, 그 외 부수적으로 어획된 종은 19종 77마리 총 12.9kg으로 나타났다.

유자망 부위별 참조기의 어획 비율과 부수어획종 수를 보면, 유자망 발줄에 가까운 부분인 I 구역에서는 참조기 228마리 15.78kg으로 어획중량비율이 79.7%였으며, 그 외 부수적으로 성대 외 10종 3.9kg이 어획되었고, II 구역에서는 참조기 321마리 22.5kg으로 어획중량비율이 81.3%였으며, 그 외 부수적으로 성대 외 6종 5.1kg이 어획되었고, III 구역에서는 참조기 554마리 48.8kg으로 어획중량비율이 92.8%였으며, 그 외 부수적으로 갈치 외 4종 3.7kg이 어획되었다.

참조기의 어획중량비율은 뜰줄 쪽에 가까울수록 높고, 부수어획종 수는 발줄 쪽에 가까울수록 증가하는 것으로 나타났다.

Table 3-3. Catch composition of traditional drift gill net

Division	species name	no. of individual	weight (g)
III	<i>Larimichthys polyactis</i> 참조기	554	48,829
	<i>Trichiurus lepturus</i> 갈치	10	2160
	<i>Trachurus japonicus</i> 전갱이	2	176
	<i>Seriola quinqueradiata</i> 방어	2	696
	<i>Doederleinia berycoides</i> 눈볼대	1	101
	<i>Trachurus japonicus</i> 전갱이	5	630
Sub total	6	574	52,592
II	<i>Larimichthys polyactis</i> 참조기	321	22,470
	<i>Muraenesox cinereus</i> 갯장어	1	285
	<i>Raja</i> spp. 가오리류	1	298
	<i>Scomber japonicus</i> 고등어	1	171
	<i>Sphyraena pinguis</i> 꼬치고기	4	1020
	<i>Trichiurus lepturus</i> 갈치	7	1715
	<i>Saurida elongata</i> 날매통이	1	289
	<i>Trachurus japonicus</i> 전갱이	3	195
	<i>Chelidonichthys spinosus</i> 성대	8	624
	<i>Scorpaenidae</i> 볼락류	2	124
	<i>Todarodes pacificus</i> 살오징어	2	436
Sub total	11	351	27,627
I	<i>Larimichthys polyactis</i> 참조기	228	15,732
	<i>Miichthys miiuy</i> 민어	1	700
	<i>Chelidonichthys spinosus</i> 성대	11	968
	<i>Sphyraena pinguis</i> 꼬치고기	2	404
	<i>Saurida elongata</i> 날매통이	1	276
	<i>Cynoglossus joyneri</i> 서대	1	48
	<i>Lophiomus setigerus</i> 아귀	1	326
	<i>Lophius litulon</i> 황아귀	2	596
	<i>Raja</i> spp. 가오리	1	314
	<i>Todarodes pacificus</i> 살오징어	1	224
	Crab spp. 게류	1	84
Shrimp spp. 새우류	5	55	
Sub total	12	255	19,727
Total	20	1,180	99,946

2.2. 기존 유자망 어구 부위별 참조기 어획량

유자망 조업선이 사용하고 있는 높이 12m인 유자망의 부위별 참조기의 어획량은 Fig. 3-3에서와 같이 발줄에 가까운 아래 부분 (0-4m)인 I 구간에서는 228마리 15.7kg이 어획되었고, 유자망의 중간 부분 (4-8m)인 II구간에서 321마리 22.4kg 어획되었으며, 뜰줄에 가까운 위쪽 부분 (8-12m)인 III구간에서 554마리 48.8kg 어획된 것으로 나타났다. 이 결과에서 보면 참조기는 유자망의 발줄쪽 부분보다 뜰줄쪽 부분에서 참조기가 주로 어획된다는 것을 알 수 있다.



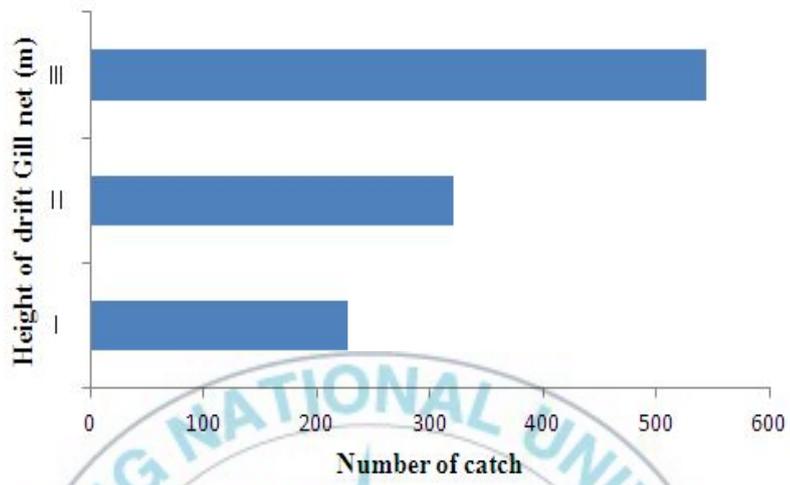
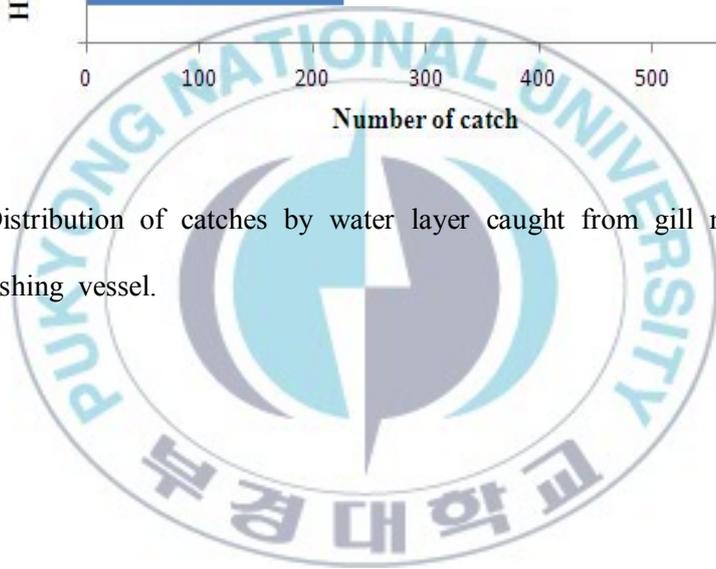


Fig. 3-11. Distribution of catches by water layer caught from gill net of commercial fishing vessel.



2.3. 기존 유자망 어구 부위별 참조기 체장조성

기존 유자망에서 어구 부위별로 어획된 참조기의 체장조성을 보면, Fig. 3-12와 같이 유자망의 위쪽 부분 (8-12m)인 Ⅲ구간에서 평균 체장이 19.7cm이었고, 중간 부분 (4-8m)인 Ⅱ구간에서 평균체장 19.5cm, 아래 부분 (0-4m)인 Ⅰ구간에서 평균체장 19.5cm로 나타났다. 이와 같이 유자망의 어구 부위별로 어획된 참조기의 평균 체장은 구간에 따라 큰 차이는 보이지 않았다. 그러나, 유자망의 어구 부위별로 어획된 참조기의 체장조성을 보면 Table 3-4에서와 같이 유자망 어구의 Ⅲ구간인 위쪽 부분 (8-12m)에서 22cm 이상의 대형 개체가 많이 어획되는 것으로 나타났다.

이와 같은 결과에서 종합하면 대형개체가 유자망의 위쪽 부위인 Ⅲ구간에서 주로 어획되는 것으로 나타났다.

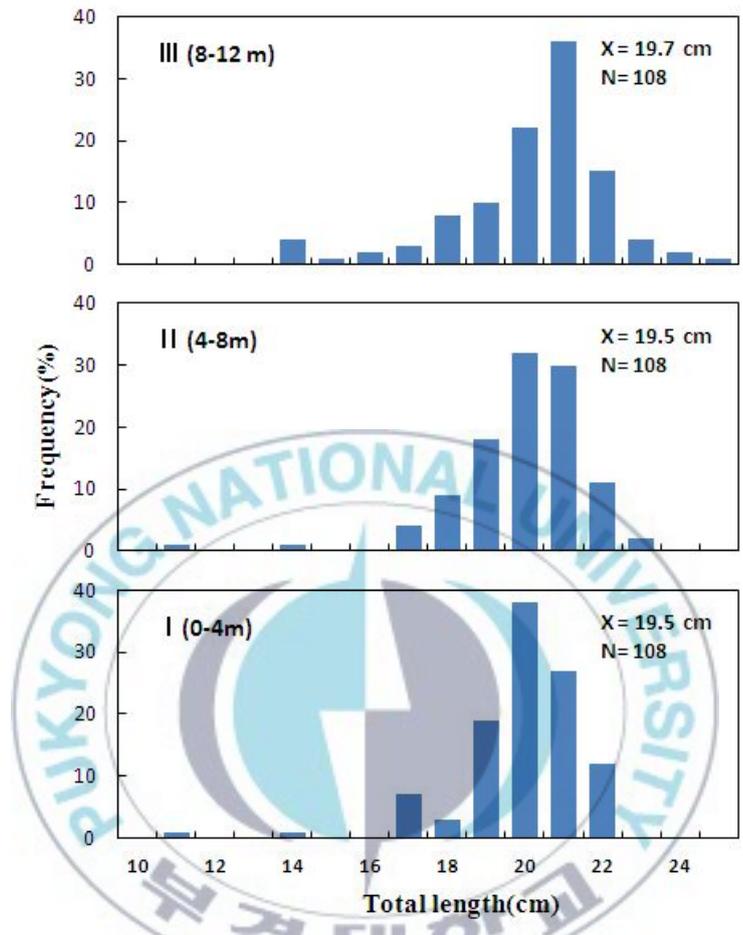


Fig. 3-12. Length distribution of croaker by water layer caught from traditional drift gill net of commercial fishing vessel.

Table 3-4. Number of yellow croaker catch individuals by water layer and length class of traditional Drift gill net

Division	<19cm	19cm≤	20cm≤	21cm≤	22cm≤	23cm≤	24cm≤
Ⅲ (8-12m)	18	90	80	58	22	7	3
Ⅱ (4-8m)	15	93	75	43	13	2	
Ⅰ (0-4m)	12	96	77	39	12	0	



2.4. 시험용 광폭 유자망에 의한 어구 부위별 어획물 조성

제주대학교 실습선 아라호에 의한 높이 24m의 시험용 광폭 유자망에 의한 어구부위별 어획시험 결과는 Table 3-5와 같다. 총 28종 2,030마리 151.7kg이 어획되었고 그 중 참조기는 1,394마리 85.6kg이 어획되어 참조기의 어획중량비율은 56.4%였으며, 그 외 부수적으로 어획된 종은 27종 636마리 66.1kg 으로 나타났다.

이와 같이 어구 부위별 참조기의 어획중량 비율과 부수어획종의 수는 유자망 위쪽 부분인 IV구역에서 참조기 77.3%와 성대 외 6종 4.2kg, III구역에서는 참조기 61.4%와 성대 외 8종 15.0kg, II구역에서는 참조기 67.3%와 성대 외 18종 12.2kg, I 구역에서는 참조기 39.0%와 참돔 외 18종 34.6kg이 부수적으로 어획되어 유자망 발줄 쪽에 가까울수록 부수어획종의 수와 중량이 증가하는 것으로 나타났다.

이 시험 조업에서 주어획종인 참조기의 어획비율이 전체 어획중량의 56.4%로 앞 장에서 보고한 제주특별자치도 유자망어선의 참조기 어획비율 73%보다는 낮게 나타났다. 이와 같이 유자망어선 보다 시험 조업에서 참조기 어획비율이 낮은 것은 시험 조사선인 아라호의 어장에 대한 정보 부족과 투·양망하는 조업기술이 미숙함으로서 발생하는 차이인지 아니면 어구 높이가 높아짐에 따라 부수어획종이 증가한 것인지에 대해서는 별도의 연구가 필요한 것으로 판단된다.

하지만 시험용 광폭 유자망에서도 기존 유자망과 같이 참조기의 어획비율은 뜰 쪽에 가까울수록 높고, 부수어획종의 수는 발줄 쪽에 가까울수록 증가하는 것으로 나타났다.

Table 3-5. Catch composition of survey drift gill net

Division	species name	no. of individual	weight (g)
IV	<i>Larimichthys polyactis</i> 참조기	224	14,491.0
	<i>Trichiurus lepturus</i> 갈치	1	188.3
	<i>Scomber japonicus</i> 고등어	3	430.9
	<i>Saurida elongata</i> 날매통이	3	960.1
	<i>Saurida undosquamis</i> 매통이	1	194.6
	<i>Chelidonichthys spinosus</i> 성대	15	1,170.6
	<i>Pagrus major</i> 참돔	6	306.2
	<i>Lophius litulon</i> 황아귀	7	1,041.5
Sub total	8	36	18,783.2
III	<i>Larimichthys polyactis</i> 참조기	439	23,832.5
	<i>Trichiurus lepturus</i> 갈치	1	232.7
	<i>Saurida elongata</i> 날매통이	2	491.4
	<i>Doederleinia berycoides</i> 눈볼대	2	157
	<i>Larimichthys crocea</i> 부세	2	240
	<i>Chelidonichthys spinosus</i> 성대	138	10,543.5
	<i>Lophiomus setigerus</i> 아귀	1	197.6
	<i>Trachurus japonicus</i> 전갱이	1	56.8
	<i>Pagrus major</i> 참돔	59	2787
	<i>Lophius litulon</i> 황아귀	1	263.4
Sub total	10	207	38,802.0
II	<i>Larimichthys polyactis</i> 참조기	399	25,172.5
	<i>Trichiurus lepturus</i> 갈치	10	2,162.2
	<i>Scomber japonicus</i> 고등어	4	586.3
	<i>Cociella crocodila</i> 까치양태	1	401.8
	<i>Sphyraena pinguis</i> 꼬치고기	2	370.3
	<i>Saurida elongata</i> 날매통이	3	839
	<i>Doederleinia berycoides</i> 눈볼대	7	515.5
	<i>Saurida undosquamis</i> 매통이	1	384.7
	<i>Pempheris japonica</i> 보구치	1	61
	<i>Todarodes pacificus</i> 살오징어	1	217.7
	<i>Scomberomorus niphonius</i> 삼치	1	382.6

Table 3-5. Continued

Division	species name	no. of individual	weight (g)
II	<i>Psenopsis anomala</i> 새돔	1	91
	<i>Chelidonichthys spinosus</i> 성대	50	4,340.9
	<i>Platycephalus indicus</i> 양태	1	619.8
	<i>Pagrus major</i> 참돔	16	721.3
	<i>Cynoglossus joyneri</i> 참서대	1	28
	<i>Xenocephalus elongatus</i> 푸렁통구멍	1	73.1
	<i>Helicolenus hilgendorfi</i> 홍감팽	2	110.6
	<i>Lophius litulon</i> 황아귀	2	341.6
Sub total	19	105	37,419.9
I	<i>Larimichthys polyactis</i> 참조기	332	22,115.4
	<i>Sepia esculenta</i> 참갯오징어	2	229.5
	<i>Muraenesox cinereus</i> 갯장어	1	308
	<i>Scomber japonicus</i> 고등어	3	497.9
	<i>Glyptocephalus stelleri</i> 기름가자미	1	34.6
	<i>Cociella crocodila</i> 까치양태	4	684.0
	<i>Sphyræna pinguis</i> 꼬치고기	2	413.7
	<i>Saurida elongata</i> 날매통이	38	10,205.9
	<i>Doederleinia berycoides</i> 눈볼대	3	279.6
	<i>Hoplobrotula armata</i> 붉은메기	1	69.3
	<i>Todarodes pacificus</i> 살오징어	2	537.7
	<i>Chelidonichthys spinosus</i> 성대	27	1,881.5
	<i>Platycephalus indicus</i> 양태	3	1,154.5
	<i>Minous monodactylus</i> 일지말락솔치	2	65.7
	<i>Trachurus japonicus</i> 전갱이	2	259.5
	<i>Pagrus major</i> 참돔	166	7,742.4
	<i>Cynoglossus joyneri</i> 참서대	3	138.3
	<i>Xenocephalus elongatus</i> 푸렁통구멍	1	298.6
	<i>Lophius litulon</i> 황아귀	27	9,822.2
Sub total	19	288	56,738.3
Total	27	636	151,743.3

2.5. 시험용 광폭 유자망 어구 부위별 참조기 어획량

시험용 광폭 유자망의 어획수층별 어획비율은 Fig. 3-13과 같다. 어획 수층별 어획량과 참조기 어획비율은 유자망의 발줄 쪽 아래 부분 (0-6m)인 I 구간에서는 참조기 332마리 22.1kg, 중간 아래쪽 부분 (6-12m)인 II 구간에서는 439마리 23.8kg, 중간 위쪽 부분 (12-18m)인 III 구간에서는 399마리 25.1kg, 뜰줄에 가까운 제일 위쪽 부분 (18-24m)인 IV 구간에서 224마리 14.5kg 어획된 것으로 나타났다.

이와 같이 어구 부위별 참조기의 어획개체수를 보면, 해저에 가장 먼 맨 위 쪽 부분인 IV 구간 (18-24m)과 해저에 가장 가까운 아래 부분인 I 구간 (0-6m)보다는 중간 아래쪽인 II 구간과 중간 위쪽 부분인 III 구간에서 참조기 많이 어획되는 것으로 나타났다. 기존 유자망에서 해저에 가장 가까운 아래 부분 I 구간 보다는 III 구간이 어획량이 많이 나타난다는 것과 조사용 광폭 유자망에서는 중간 아래쪽인 II 구간과 중간 위쪽 부분인 III 구간에서 참조기 많이 어획되고 IV 구간에서 어획이 부진한 것으로 보아서 참조기를 많이 어획하기 위한 유자망의 적정 수층은 6~18m인 것으로 추정할 수 있다.

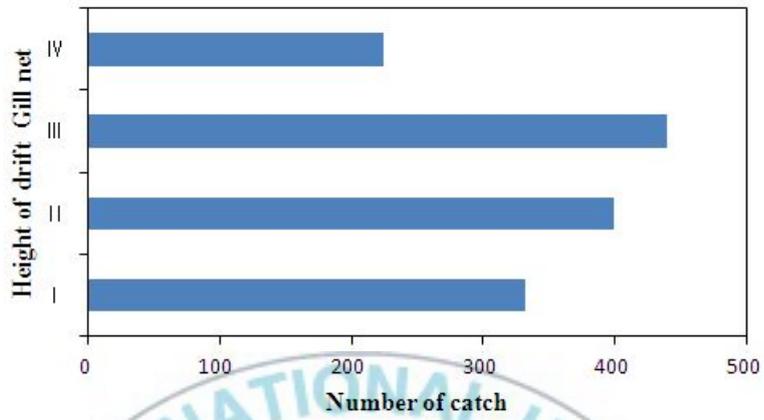
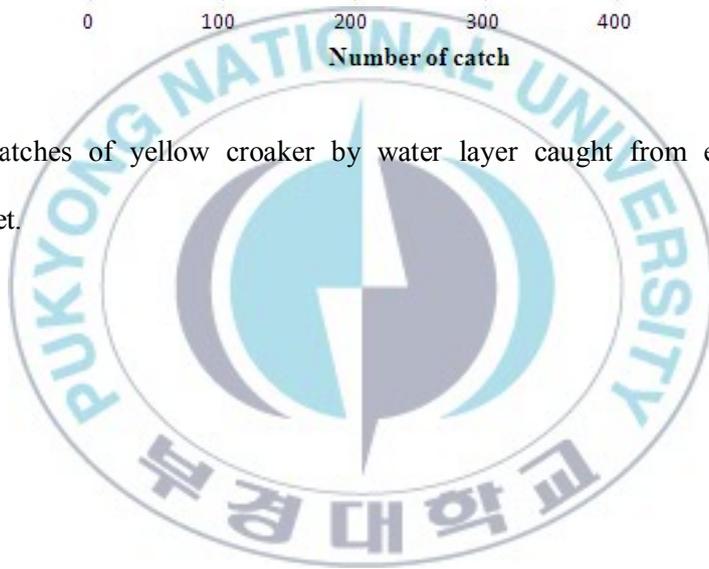


Fig. 3-13. Catches of yellow croaker by water layer caught from extension drift gill net.



2.6. 광폭 유자망의 어구 부위별 참조기 체장조성

조사용 광폭 유자망에 어획된 참조기의 어획수층별 체장조성은 Fig. 3-14와 같으며, 유자망의 맨 아래 부분 (0-6m)인 I 구간에서 평균 체장이 18.7cm, 중간 아래 부분 (6-12m)인 II구간에서 평균체장이 18.6cm, 중간 윗쪽 부분 (12-18m)인 III구간에서 평균체장 17.7cm, 맨 윗쪽 부분 (18-24m)인 IV구간에서 평균체장이 19.0cm로 나타났다.

광폭 유자망 어구 부위별 참조기의 평균 체장은 맨 윗쪽 부분인 IV구간, 맨 아래쪽 부분인 I 구간, 중간 아래쪽 부분인 II구간 그리고 중간 윗쪽부분인 III구간 순으로 체장이 작아지고 있으나, 앞 장에서 성숙체장으로 보고한 18.6cm와 박 (1981)이 보고한 19.1cm보다 큰 개체에 대해서 광폭 유자망 어구 부위별로 어획된 참조기의 체장조성을 보면 Table 3-6과 같이 유자망 어구의 III구간인 윗쪽 부분 (12-18m)의 참조기 평균체장이 17.7cm로 가장 작은 값을 나타내지만, 22cm 이상의 대형 개체수는 오히려 많이 어획되는 것으로 나타났다.

이와 같은 결과에서 판단하면, 무동력선이 주로 조업하였던 1950~1960년대에는 유자망의 높이가 약 5.2m인 어구를 사용하던 것이, 2000년대 초에는 높이 약 8.7m, 지금은 높이 12m의 어구를 주로 사용하여 어구 높이를 점차 높이는 것은 오랜 조업 경험에 의하여 많은 어획량과 고가의 대형 개체를 어획하기 위하여 어구 높이를 확대한 것으로 판단된다.

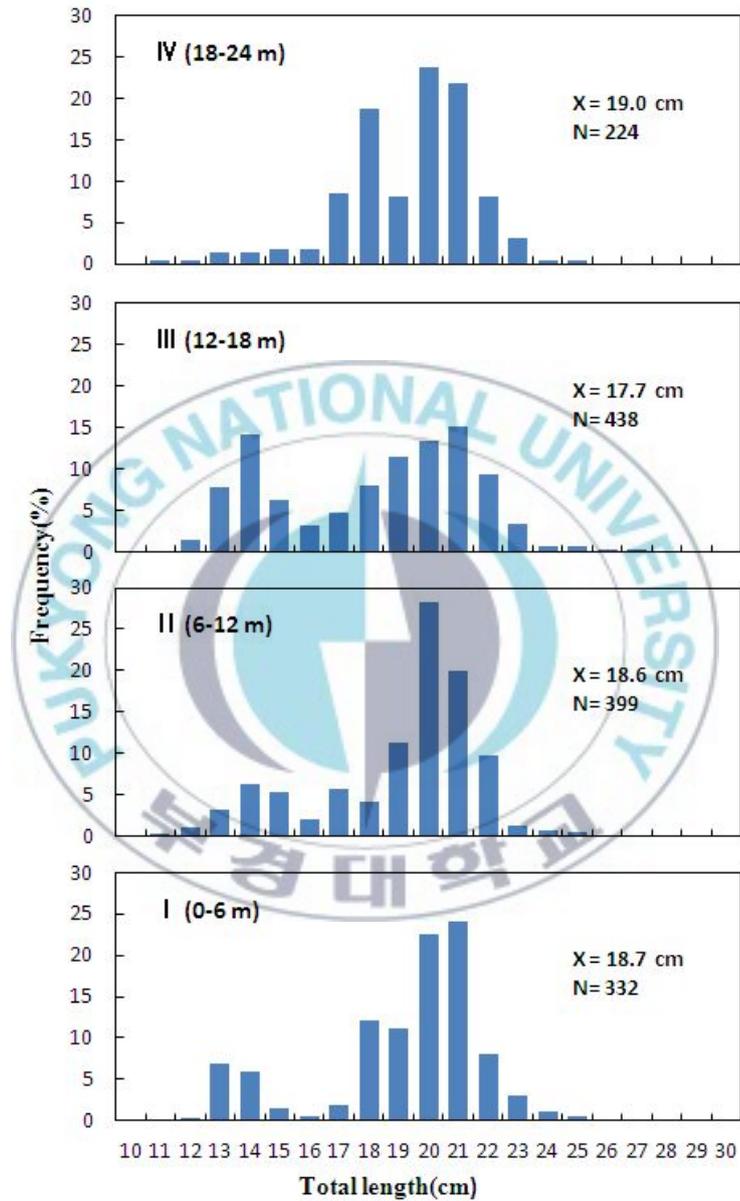


Fig. 3-14. Length distribution of croaker by water layer caught from extension drift gill net of Araho.

Table 3-6. Number of yellow croaker catch individuals by water layer and length class of extension drift gill net

Division	> 19cm	19cm≤	20cm≤	21cm≤	22cm≤	23cm≤	24cm≤	25cm≤	26cm≤
IV (18-24m)	77	147	129	76	27	9	2	1	0
III (12-18m)	199	239	189	130	64	23	8	5	2
II (6-12m)	122	287	242	129	49	10	5	2	0
I (0-6m)	97	235	198	123	43	16	6	2	0



2.7. 유자망 종류별 참조기의 단위노력당 어획량

현재 조업선에서 주로 사용하고 있는 높이 12m인 유자망과 높이 24m인 시험용 광폭 유자망에 대하여 참조기의 단위노력당 어획량을 비교하여 Table 3-7에 나타내었다. 기존 유자망에서의 CPUE는 폭당 6.8마리 전개 면적 100m²당 2.3마리였고, 시험용 광폭 유자망의 CPUE는 폭당 13.9마리와 전개 면적 100m²당 2.3마리로 나타났다. 두 종류의 유자망의 CPUE 값은 시험용 광폭 유자망에서 폭당 어획량은 많이 나타나지만, 전개 면적 100m²당 CPUE는 2.3마리로 차이가 없는 것으로 나타났다.



Table 3-7. CPUE (no./100m²) of yellow croaker by kinds of drift gill net type

	Effort		Catch (no.)	CPUE	
	Sheets	Spread (m ²)		no./sheet	no./100m ²
Traditional net	160	48,000	1,093	6.8	2.3
Extension net	100	60,000	1,394	13.9	2.3



2.8 결 론

본 연구에서는 기존 유자망과 시험용 광폭 유자망으로 참조기의 어구 수층별 어획성능을 분석하였다. 높이 12m인 기존 유자망을 3개로 나눈 부위별 참조기 어획개체수는 뜰줄 쪽인 Ⅲ구간에서 가장 많았고, Ⅱ구역, I 구역 순으로 나타났으며, 참조기 어획중량비율은 Ⅲ구역에서 92.8%, Ⅱ구역에서 81.3%, I 구역에서 79.7%였다. 구간별 체장조사에서 평균 체장은 큰 차이를 나타나지 않았지만, 큰 개체는 Ⅱ구간에서 많이 어획되는 것으로 볼 때, 기존 유자망에서는 비교적 높은 수층에서 참조기가 많이 어획되며 저층에 가까울수록 부수 어획이 많았다.

높이 24m인 시험용 광폭 유자망을 4개로 나눈 어구 부위별 참조기 어획개체수는 중간 위쪽인 Ⅲ구역에서 어획개체수가 많았고, Ⅱ구역, I 구역, IV구역 순으로 나타났으며, 어획중량비율은 유자망 뜰줄 쪽 부분인 IV구역에서는 77.3%, Ⅲ구역에서는 61.4%, Ⅱ구역에서는 67.3%, I 구역에서는 39.0%순으로 나타났다. 구역별 체장조사에서 평균 체장은 큰 차이를 나타나지 않았지만, 23cm 이상의 대형 개체는 Ⅲ구간에서 많이 어획되었으며, 부수어획량은 발줄 쪽에 가까울수록 어획종수와 중량이 증가하는 것으로 나타났다.

이와 같은 수층별 참조기 어획조사 결과를 종합하면 해저 가까이에서는 부수어획종이 다른 구간 보다 많이 어획되고, 부위별 참조기 어획량은 기존형은 Ⅲ구간 (8-12m)에서 그리고 광폭형 시험용도 Ⅲ구간 (12-18m)에서 많이 어획되고, 대형 개체의 어획마리수가 많은 것으로 나타났다. 따라서 해저 가까이에서 많이 어획되는 부수어획종을 감소시키고, 큰 개체의 참조기를 많이 어획하기 위해서는

해저에서 6~18m 수층에서 어획하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 그리고 폭당 어획량은 시험용 광폭 유자망에서 높게 나타나지만, 전개면적당 어획량은 기존형과 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 수산자원관리법 시행령에 10조 1항의 근해자망 어구 사용량은 유자망 길이로만 규제할 것이 아니라 폭의 높이를 고려하여 사용량을 산정하여야 할 것으로 판단된다.



3. 참조기 유자망의 망목선택성과 망목 크기에 따른 경제적 효과 분석

3.1. 참조기 유자망의 망목별 체장조성

유자망 어업에 사용하는 망목 50mm, 51.5mm, 53mm 망지에 의한 어획시험 결과를 Table 3-8에 나타내었다. 어획 마리수는 망목 50mm 망지에서 920마리로 가장 많았고, 망목 51.5mm 망지에서 592마리로 그 다음을, 망목 53mm 망지에서는 245마리로 가장 적었다.

망목별로 어획물의 체장조성을 Fig. 3-15에 나타내었으며, 망목 50mm 망지에서 어획물의 평균체장은 20.2cm, 망목 51.5mm 망지에서는 평균체장이 20.4cm, 망목 53mm 망지에서는 평균체장이 20.8cm로 나타났다. 이와 같이 망목이 클수록 어획물의 평균 체장은 증가 하였으나, 어획개체수는 감소하는 것으로 나타났다.

한편, 이들 세 가지 망목으로 행한 어획시험의 어획물의 체장과 체중간의 상관관계를 나타내면 Fig. 3-16과 같다.

Table 3-8. Length frequency distribution of yellow croaker caught of mesh size by drift gill net

Length class (cm)	Mesh size			Total
	50mm	51.5mm	53mm	
~15.5	1	0	0	1
16.0	0	0	0	0
16.5	3	3	0	6
17.0	2	2	5	9
17.5	14	9	2	25
18.0	39	20	5	64
18.5	46	20	10	76
19.0	72	45	7	124
19.5	117	59	20	196
20.0	129	97	27	253
20.5	177	103	34	314
21.0	101	65	26	192
21.5	87	57	38	182
22.0	50	44	19	113
22.5	41	35	12	88
23.0	17	18	22	57
23.5	14	7	9	30
24.0	4	2	2	8
24.5	3	1	5	9
25.0	1	1	1	3
25.5	2	1	0	3
26.0	0	1	1	2
26.5	0	0	0	0
27.0	0	0	0	0
27.5	0	1	0	1
28.0	0	0	0	0
28.5	0	1	0	1
29.0~	0	0	0	0
Total	920	592	245	1,757

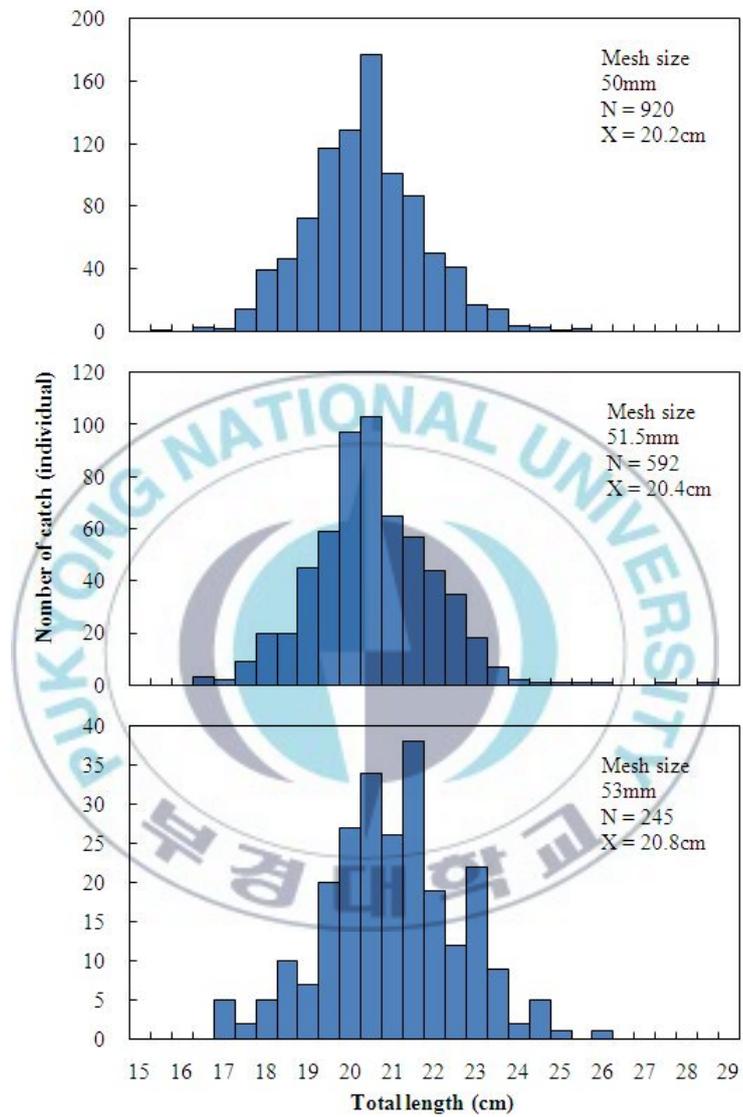


Fig. 3-15. The length composition of gill net by mesh size.

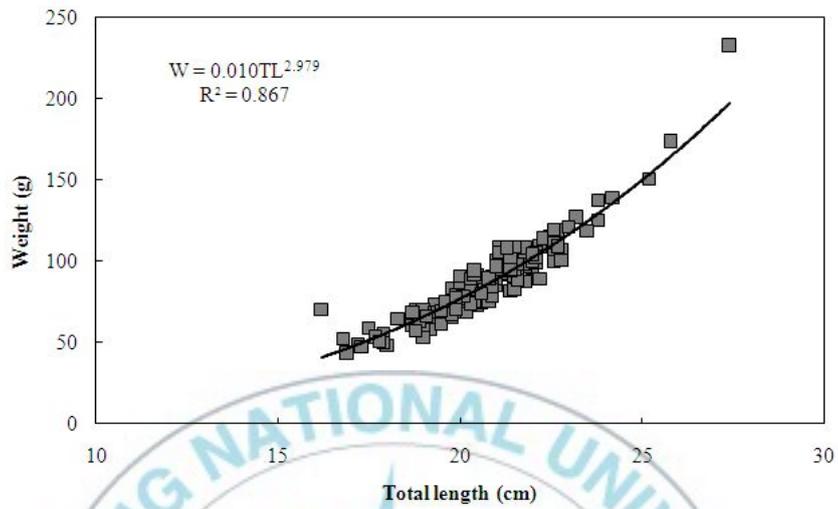


Fig. 3-16. Relationship between total length and weight of yellow croaker.

3.2. 망목 선택성 곡선의 추정

망목선택성곡선은 Kitahara (1968)의 방법에 의해서 추정 하였으며, Table 3-8의 체장계급별 어획마리수의 자료를 이용하여 선택성 곡선을 2차식과 3차식으로 가정하였을 경우의 곡선식 파라미터를 최소자승법으로 각각 추정하였다. 2차식과 3차식에 의한 선택성 곡선의 Master Curve를 식으로 나타내면 식 (6)과 같다.

$$\begin{aligned}
 s(R) &= \exp\{(-0.552R^3 + 4.927R^2 - 11.591R + 9.320) - 6.717\} \\
 s(R) &= \exp\{(-1.655R^2 + 9.855R - 11.591) - 4.340\}
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

여기서, $s(R)$ 은 선택률을 나타내며, R 은 l/m 의 값이다. 또한 두 곡선식 중에서 적합한 모델을 선정하기 위하여 오차분산의 불편추정량 σ^2 을 산출한 결과, 2차식의 경우 $\sigma^2 = 0.0772$, 3차식의 경우 $\sigma^2 = 0.0674$ 로 3차식의 오차분산의 불편추정량이 2차식보다 적은 것을 알 수 있었으므로, 본 연구에서는 3차식으로 선택성 곡선을 추정하였다. 3차식에 의한 망목선택곡선을 그래프로 나타내면 Fig. 3-17과 같으며, 이것을 Master Curve로 나타낸 것이 Fig. 3-18이다.

Fig. 3-17에서 망목의 크기가 커짐에 따라 선택성곡선은 우측으로 이동하는 것을 알 수 있으며, 이것은 망목의 크기가 커질수록 어획되는 개체의 체장도 커진다는 것을 나타낸다. 이들 망목크기별 망목선택성곡선을 대표하는 Master Curve (Fig. 3-18)에서는 망목이 커질수록 동일한 선택율을 나타내는 체장도 커지므로, 망목 크기별로 선택성곡선을 별도로 작성할 필요가 없어진다.

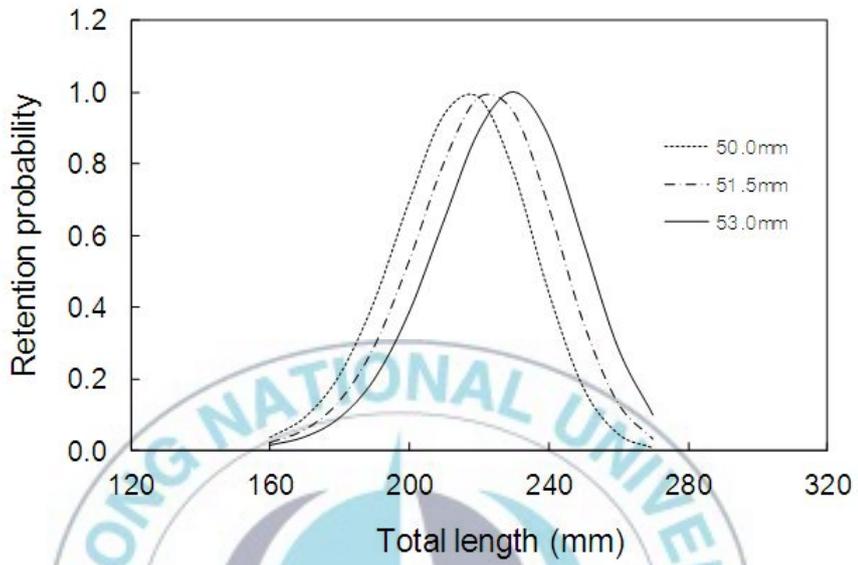


Fig. 3-17. The mesh selectivity of drift gill net for yellow croaker in each mesh size.

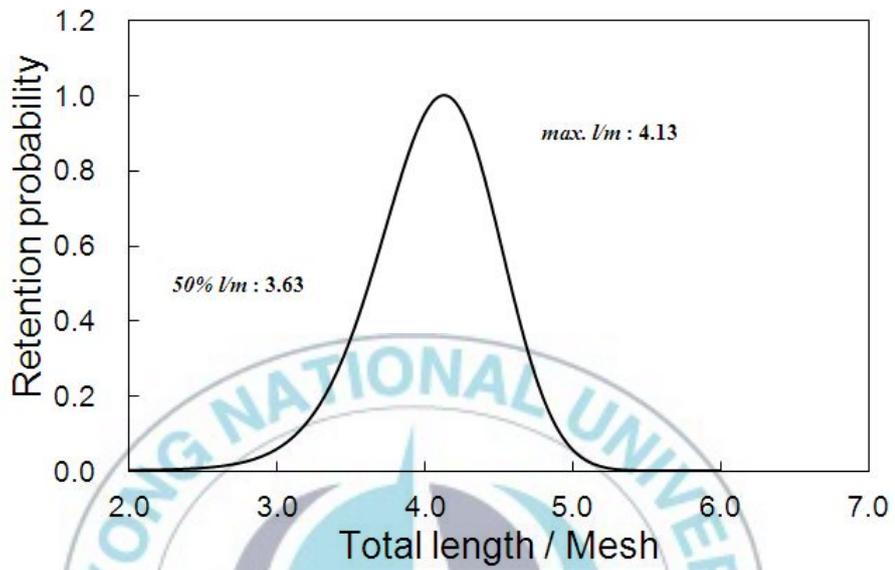


Fig. 3-18. Master curve of mesh selectivity of the drift net for yellow croaker by Kitahara's method.

3.3. 적정망목의 추정

참조기에 대한 유자망의 적정망목을 추정하기 위하여 Fig. 3-18에서 최소성속체장 186mm의 개체가 25%, 50%, 75% 선택어획이 되는 망목 크기를 산출하여 비교하였다. Master Curve로부터 구한 25% (L_{25}), 50% (L_{50}), 75% (L_{75}) 선택값과 각각 값에 대한 망목크기, 그리고 선택성 범위 ($S.R$, Selection Range)를 Table 4-3에 나타내었다.

Kitahara 방법의 Master Curve에 의해 최소성속체장 (186mm)의 참조기가 50% 선택이 되는 망목의 크기는 51.2mm로 산출되었다. 현재 목포 지역의 근해 유자망에서 사용하고 있는 망목크기 50mm~51mm는 본 연구에서 이론적으로 추정한 51.2mm와 거의 유사한 값을 나타내었다.

Table 3-9. The values of 25%, 50% and 75% selection and the mesh sizes for Minimum Landing Size (MLS) of yellow croaker in master curve by Kitahara's method. MLS: 186mm

Item	L_{25}	L_{50}	L_{75}	$S.R$
Value	3.39	3.63	3.81	0.42
Mesh size(mm)	54.9	51.2	48.8	



3.4. 참조기 유자망어업의 망목 크기별 어업수입 분석

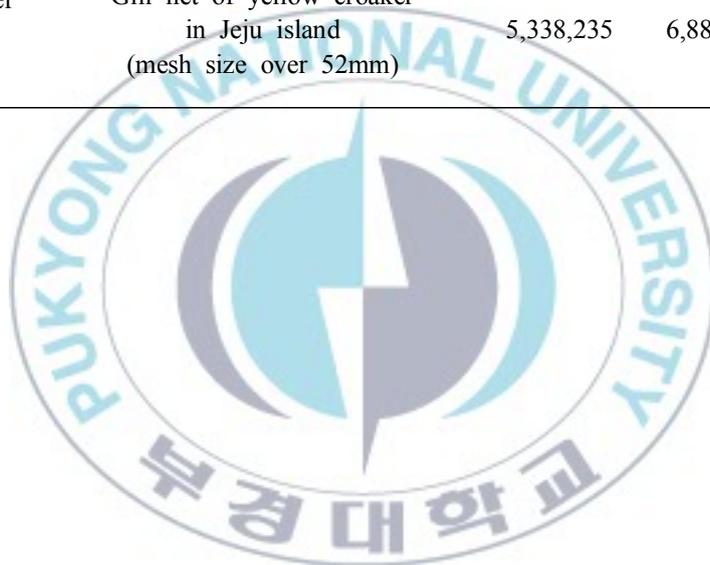
참조기 근해 유자망의 전 어선과 제주지역에서 52mm 이상의 큰 망목을 사용하는 참조기 근해 유자망 어선간의 참조기 톤당 생산가격을 비교하여 Table 3-10에 나타내었다. 이 표에서 유자망 전체 어선의 참조기 톤당 생산가격은 2008년에 3,545,696원이었으나, 2009년에는 4,851,819원으로 36.6% 증가하였고, 2010년에는 6,798,233원으로 2009년에 비해 40% 증가하였다. 이와 같이 근해 참조기 유자망어업에서는 참조기 톤당 평균가격은 연평균 38.2% 정도 증가하고 있으며, 3개년간의 톤당 평균생산가격은 5,065,249원이었다. 그리고 제주지역에서 52mm 이상의 망목을 사용하는 근해 참조기 유자망어선의 참조기 톤당 생산가격은 2008년에 5,338,235원, 2009년에는 6,884,354원으로 전년에 비해 30% 증가하고 있으며, 2010년에는 9,394,495원으로 전년에 비해 36.5% 증가하여 참조기 톤당 생산가격은 매년 연평균 32.7%씩 증가하는 것으로 나타났으며, 3개년간의 참조기 톤당 평균생산가격은 7,205,695원 이었다.

이는 2008년부터 2010년까지 제주지역에서 52mm 이상의 망목을 사용하는 참조기 유자망어선이 참조기 1톤당 평균 2.1백만 원 이상의 수입을 더 올렸다는 것을 의미하며, 이는 큰 망목으로 큰 개체를 어획하여 높은 단가를 받기 때문인 것으로 판단된다.

Table 3-10. Price list of yellow croaker per ton

(Unit: won)

Classification		2008	2009	2010
Average fishing income per vessel	Gill net of yellow croaker in offshore	3,545,696	4,851,819	6,798,233
	Gill net of yellow croaker in Jeju island (mesh size over 52mm)	5,338,235	6,884,354	9,394,495



3.5. 참조기 유자망어업의 망목 크기별 어업비용 분석

52mm 이상의 망목을 사용하는 참조기 유자망 어선과 52mm 미만의 망목을 사용하는 유자망 어선의 어업비용을 비교 분석해 보면, 52mm 이상 망목의 2008년부터 2010년까지의 평균 어업비용은 Table 3-11과 같이 937백만 원으로 조사되었다. 이에 반해 52mm 미만 망목의 경우에는 864백만 원으로 분석되어 52mm 이상의 망목을 사용하는 참조기 유자망 어선에 비해 52mm 미만의 망목을 사용하는 유자망 어선의 어업비용이 다소 적은 것으로 평가되었다. 이와 같이 52mm 이상의 망목을 사용하는 어선보다 52mm 미만의 망목을 사용하는 어선의 어업비용이 낮은 것은 52mm 이상을 사용하는 제주지역의 유자망어선은 52mm 이하의 망목을 사용하는 다른 지역보다 조업기간이 길고, 어기 중에도 단기간에 조업을 마치고 2~3일 간격으로 자주 입항함으로써 유류비 등 제반 경비를 많이 지출하기 때문이다.

3.6. 어업수입 대비 어업비용 분석

망목 종류별 참조기 유자망 어선의 평균 어업수입 대비 어업비용의 비율은 Table 3-12와 같이 52mm 이상의 망목을 사용한 유자망 어선에서 지속적으로 감소되는 것으로 나타나 52mm 미만의 망목을 사용하는 유자망 어선에 비해 2008년부터 2010년까지 3년간 평균 약 2%의 비용절감 효과를 가져 온 것으로 판단된다.

Table 3-11. Average fishing cost per vessel of gill net for fishing yellow croaker

(Unit : Million won)

Classification	Fishing cost by year		
	2008	2009	2010
Vessel using a mesh size over 52mm	827	1,034	950
Vessel using a mesh size less than 52mm	686	948	958



Table 3-12. Rate of average fishing cost per fishing income by vessels of gill net for fishing yellow croaker

(Unit : %)

Classification	Rate of fishing cost per fishing income by year		
	2008	2009	2010
Vessel using a mesh size over 52mm	94.5	93.7	93.6
Vessel using a mesh size less than 52mm	96.3	95.8	95.8
Difference	1.8	2.2	2.3



3.7. 결 론

본 연구에서는 우리나라 참조기 유자망어업에서 성숙한 개체만 어획할 수 있는 적정 망목을 규명하기 위하여 망목선택성곡선을 추정하였으며, 망목 50mm를 사용하는 기존의 유자망과 그보다 큰 망목을 사용하는 유자망어선에 대하여 경제성을 비교 분석하였다.

유자망은 수산자원관리법 시행령상 미성숙개체의 남획을 방지하기 위해 망목 50mm 이하는 사용을 금지하고 있지만, 본 연구에서는 최소성숙체장 186mm를 기준으로 50% 선택어획을 나타내는 망목이 51.2mm로 추정되어 기존의 사용금지 망목인 50mm를 확대할 필요가 있었다. 그리고 52mm 이상의 망목을 사용하는 참조기 유자망어선에서 52mm 미만의 망목을 사용하는 다른 유자망어선과 비교하여 참조기 1톤당 평균 2.1백만 원 이상의 수입을 더 올리고 있으며, 어선당 어업비용에 있어서도 52mm 이상 망목의 어선에서 약 2%이상의 비용절감 효과가 있다는 것으로 분석되었다.

참조기의 경우는 크기에 따라 출하 금액에 상당히 차이를 보이고 있기 때문에 최소성숙체장을 기준으로 하는 적정망목도 중요하지만, 경제성이 높은 큰 개체의 어획이 유리한 적정망목의 크기를 산출할 필요가 있다. 이러한 관점에서 보면 최소성숙체장을 기준으로 한 적정망목 51.2mm보다는 좀 더 큰 망목이 경제성이 높을 수 있으나, 망목의 확대에 따른 어획량의 감소를 고려하여 적정망목을 결정할 필요가 있다.

VI. 종합고찰

우리나라 주변 수역인 남해, 황해, 및 동중국해를 중심으로 분포·회유하는 참조기는 1950년대 중반까지 북서태평양의 중국, 한국, 일본, 대만에서 100,000톤 이내에서 이용하였으나, 최근 2010년도에는 이들 국가들에 의해 약 44만 톤을 어획하여 이용하는 중요 자원으로서 우리나라에서는 근해유자망, 안강망, 저인망에서 주로 어획하고 있다. 이와 같이 한국, 중국, 일본, 대만이 공동으로 이용하는 자원은 유엔해양법협약 제63조 제1항인 “동일 어족이나 이와 관련된 어족이 2개국 이상 연안국의 배타적 경제수역에 걸쳐 출현하는 경우 연안국들은 이 협약의 다른 규정을 침해하지 아니하고, 직접 또는 적절한 소지역기구를 통하여 이러한 어족의 보존과 개발을 조정하고 보장하는데 필요한 조치에 합의하도록 노력한다.”라는 규정에 의해 공동 관리가 필요한 자원이다. 이에 따라 각 연안국은 배타적 경제수역과 어업관리제도와 관련하여 서식 회유범위에 따라 각기 다른 권리를 연안국에 부여하는 이른바 어종별 접근방식으로 경계분포 및 고도회유성과 같은 자원에 대해서는 특별한 관리 제도를 인정하고 있다.

우리나라의 배타적 경제수역 뿐만 아니라 중국 및 일본의 배타적 경제수역을 왕래하는 수산자원으로 참조기의 자원관리는 자원을 이용하는 국가 간의 협력이 요구된다. 그리고 북서태평양에서처럼 공동으로 이용하는 수산자원을 두고 주변국간의 이해가 상충할 경우에는 자국의 이익에 따라 협상이 평행선을 유지하거나, 아니면 잠정조치수역과 중간수역을 양분하여 각국에서 자국 수역의 수산

자원만을 관리할 것으로 예상된다. 따라서 우리나라 배타적 경제수역 내에서 대부분 어획을 하고 있는 참조기 자원에 대해서는 우리 스스로 그 관리를 강화해 가지 않을 수 없다.

우리나라에서 참조기 어획량은 1950년대부터 70년대까지는 20,000~50,000톤 수준을 유지하였으나, 1985년에는 7,000톤으로 최저 수준의 어획량을 보인 후, 1992년에 40,000톤으로 증가 한 후 다시 감소하여 2003년에는 다시 최저 수준인 7,000톤으로 다시 감소하였다. 그리고 그 후 어획량이 점차 증가하여 2010년에는 31,900톤을 어획하는 수준에 이르렀다. 참조기 자원은 1960년 이전에는 안강망어업, 1969년부터 1990년까지는 저인망어업, 1991~2000년간에는 안강망어업에서 어획해왔으나, 최근 2001~2010년의 10년간에는 평균어획량 21,363톤 중 유자망이 12,800톤을 어획하여 약 60%를 차지하는 것으로 나타났다.

따라서 본 연구에서는 참조기 자원의 합리적인 이용을 전제로 우리나라에서 참조기 자원을 주로 어획하는 참조기 유자망어업에 대하여 어업현황을 진단하고, 유자망 어구의 적정망고와 망목선택성을 규명하였으며, 유자망 어구의 망목 크기에 다른 어업의 채산성을 검토 분석하였다.

우리나라의 참조기의 연도별 어획량을 보면, 1948년, 1980년, 1992년과 2009년에는 풍어를, 1984년과 2003년에는 흉어를 나타냄으로써 어획량의 변동이 매우 크며, 2004년 이후에는 참조기가 유자망어업에 의해 대부분이 어획되고 있으며 어획량은 지속적인 증가 추세에 있으나 그 변동성이 심하였다.

참조기 유자망어업에 대한 현황을 살펴보면, 2010년 현재 참조기 유자망어선은 총 146척으로 제주지역 69척, 전남지역 71척, 경남지역 6척이 조업하고 있으며, 나일론 모노필라멘트 재질의 망목 50.0mm의 유자망을 유압5단 롤러와 4단나선형

양망기로서 양망하는 조업시스템으로서, 2004~2010년간의 참조기 총 어획량은 177,655톤의 66.6%인 118,375톤 어획하고 있다. 이 중 근해유자망의 생산량은 목포수협 40,876톤, 한림수협 28,732톤, 추자도수협 10,269톤 등이며, 나머지 영광, 여수 순으로 나타났다. 어획물의 구성은 참조기가 70~73% 이상 이었고 기타 조기, 갈치, 양태 등이 부수적으로 어획되는 것으로 나타났다.

참조기 유자망의 적정 망고를 살펴보면, 망고 12m의 기존 유자망에서는 어구의 상층인 뜰줄 가까이에서 참조기의 어획 개체수가 많고, 대형의 개체수도 많이 어획되었으며, 뜰줄 가까이에서는 상대적으로 부수 어획이 많았다. 유자망의 높이를 24m로 확대한 시험어구에서도 어구의 저층부에서 부수 어획종이 19종으로 가장 많았고, 유자망의 중상구간인 II구간 (12-18m)에서 어획개체수가 많고 22cm 이상의 대형 개체도 가장 많이 어획되었다. 따라서 대형개체와 어획량을 높이기 위해서는 해저에서 6~18m 수층에 어구를 부설하는 것이 가장 좋을 것으로 판단되었으나, 폭당 어획량은 유자망의 전개면적에 비례하는 것으로 나타남에 따라 수산자원관리법 시행령에 10조 1항의 근해유자망 어구의 사용량 규제는 유자망의 길이뿐만 아니라 망고까지를 고려하여야 할 것으로 판단된다.

망목선택성과 망목 크기에 따른 경제성에 대해 살펴보면, 최소성숙체장 186mm를 기준으로 50% 선택어획을 나타내는 망목은 51.2mm로 추정되어 현행 법령에서 제한하고 있는 50mm와는 차이를 나타내었으며, 참조기는 어체의 크기에 따라 출하금액에 상당히 차이를 보이고 있기 때문에 최소성숙체장을 기준으로 하는 적정망목보다는 경제성을 가지고 있는 개체를 어획하는 데에 유리한 망목의 크기를 산출할 필요가 있다. 52mm 이상의 망목을 사용하는 유자망어선이 일반 참조기 유자망어선에 비해 어선 톤당 생산가격이 2,604천원 높게 나타났으

며, 어업수입 대비 어업비용도 지속적으로 감소되어 망목 50mm를 사용하는 일반 어선보다 경제적으로 효과가 있는 것으로 나타남에 따라 52mm 이상의 망목을 사용하도록 유도할 필요가 있을 것으로 생각된다.



V. 참고문헌

- Bae, T.H., 1960. The biological study on the Yellow Sea corvenia in the adjacent sea of Korea. Rept. Res. Fish. Resource, 4, 1-89.
- Baik, C.I., J.H. Park and K.D. Cho, 1992. The Variations of Fishing Conditions of Yellow croaker *Pseudosciaena polyactis* Bleeker in Relation to the Oceanographic Conditions of Korean Waters. Natl. Fish. Res. Dev. Institute, Korea. 46. 69-80.
- Baik, C.I., K.D. Cho, C.I. Lee and K.H. Choi, 2004. Oceanographic conditions of fishing ground of yellow croaker (*Pseudosciaena polyactis*) in Korean Waters. J. Kor. Fish. Soc., 37 (3), 232-248.
- Baik, C.I., C.I. Lee, K.H. Choi and D.S. Kim, 2005. Variation of Fisheries Conditions of Fishing Ground of yellow croaker (*Pseudosciaena polyactis*) in the East China and the Yellow Sea. J. Kor. Fish. Soc., 38 (6), 413-424.
- Chung, S.C., 1970. Age and Growth of the yellow croaker, *Pseudosciaena manchurica* Jordan et Thompson, in the western Coastal waters of Korea Bull. Kor. fish. Soc., 3 (3), 154-160.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the united nations), 2011. Review of the state of world marine fishery resources. FAO Fisheries and Aquaculture

Technical Paper, No. 569, Rome, FAO. 334 pp.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2012. Dataset of the Global Production by production source 1950-2010 by FishStatJ version 2.0.0 - software for fishery statistical time series. Available from <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>.

Fujimori, Y., T. Tokai, S. Hiyama and K. Matuda, 1996. Selectivity and gear efficiency of trammel nets for kuruma prawn (*Penaeus japonicus*). Fish. Res., 26, 113-124.

Han, H.S., B.M. Kang, T.H. Jo, B.C. Kim and J.W. Chang, 1981. Studies on the improvement of stow net -II. Development of sheering vanvas. Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Institute, Korea. 27, 119-126.

Hwang, B.N., 1977. Stock Assessment of yellow croaker in the Yellow Sea and the East China Sea. Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Institute, Korea. 17, 87-97.

Hwang, B.N., and S.H. Choi, 1980. Age and Growth of Yellow Croaker, *Pseudosciaena manchurica* JORDAN ET THOMPSON, in the Yellow Sea and the East China Sea. Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Institute, Korea. 23, 171-178.

Ikeda, I., 1964. Estimation on the fishery biology of the yellow croaker in the East China Sea and the Yellow Sea. Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., 31, 49-81.

Jo, T.H., B.C. Kim, B.A. Kim and J.W. Chang. 1983. Studies on the improvement of stow net -III. model experiment on the improvement of anchor. Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Institute, Korea. 31, 61-68.

- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim, 1995. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyo Hak Publishing Co Ltd, 615pp.
- Kim, S.H., S.W. Park, J.H. Bae and Y.H. Kim, 2009. Mesh selectivity of drift gill net for Yellow croaker, *Larimichthys polyactis*, in the coastal sea of Gageo-do. J. Kor. Soc. Fish. Aquat. Sci., 42 (5), 518-522.
- Kim, S.H., S.W. Park, K. Lee and Y. Yang, 2012. The estimation of the optimum mesh size selectivity of a drift net for yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) using by the SELECT model. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 48 (1), 10-19.
- Kim, Y.M., 1977. Dynamical Study on Effective Method of the stock Management of yellow croaker, *Pseudosciaena manchurica* (JORDAN et THOMPSON), in the East China Sea and Yellow Sea. Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Institute, Korea. 16, 33-50.
- Kim, Y.H., S.K. Lee and J.B. Lee, 2006. Age and Growth of yellow croaker, *Larimichthys polyactis* in the South Sea of Korea. Korean Journal of Ichthology, 18 (1), 45-54.
- Kitahara, T., 1968. On sweeping trammel net (Kogisasiani) fishery along coast of the San'in District - III - Mesh selectivity curve of sweeping trammel net for branquillos. Bull. jap. Soc. Sci. Fish., 34 (9), 759-763.
- Lee, B.K., S.W. Park and J.K. Kim, 1983. Introduction of the coastal and inshore fisheries. Taehwa press, Seoul, 186-209.
- Lee, J.U., 1977. Estimation of age composition and survival rate of the Yellow croaker,

- Pseudosciaena manchurica* JORDAN et THOMPSON, in the Yellow Sea and the East China Sea. Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Institute, Korea. 16, 7-31.
- Lee, M.W., C.I. Zhang and J.W. Lee, 2000. Age determination and estimation of growth parameters using otoliths of small yellow croaker, *Pseudosciaena polyactis* Bleeker in Korean waters. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 36 (3), 222-233.
- MAF (Ministry of Agriculture and Forestry of Korea). 1960. Examination Rep. Marine Res., 4, 1-106.
- MOMAF (Ministry of Maritime Affairs and Fisheries). 1950-2004. Statistical Year Book of Maritime Affairs and Fisheries.
- Nakabo, T., 2002. Fishes of Japan with pictorial keys to the species (second edition). Tokai University Press, 1749pp.
- Nelson, J.S., 2006. Fishes of the world (4th edition). John Wiley and Sons, Inc., 624pp.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute), 1979. Oceanographic handbook of the neighbouring seas of Korea, 3rd edition. 650pp.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute), 1966. Korea Fishing Gear & Illustrations (vol 1)
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute), 1967. Korea Fishing Gear & Illustrations (vol 2)
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute), 2004a. Korea Fishing Gear & Illustrations (vol 1)
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute), 2004b. Commercial

- Fishes of the coastal & offshore waters in Korea. National Fisheries Research and Development Institute. Han-Geul Publsh. Co., 333pp.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute), 2010. Ecology and fishing ground of major commercial species in the Korean waters. National Fisheries Research and Development Institute. Ye-Moon Publsh. Co., 405pp.
- Park, C.S., 1981. Maturity and Spawning of Yellow Croaker, *Pseudosciaena manchurica* (JORDAN et THOMPSON), in the Western Waters of Korea. Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Institute, Korea. 27, 93-101.
- Sokal, P.R. and F.J. Rohlf, 1981. Biometry, 2nd. ed. W. H. Freeman and Company, NY, 859pp.
- Yang, S.K., and K.D. Cho, 1982. The Realationship between Oceanographic Codition and Fishing Ground Distribution of yellow croaker in the East China and the Yellow Sea. J. Kor. Fish. Soc., 15 (1), 26-34.
- Yeon, I.J., and C.S. Park, 1991. Changes in distribution area on the stock fluctuation of yellow croaker, *Pseudosciaena polyactis* Bleeker. Nat l. Fish. Res. Dev. Institute, 45, 85-100.
- Zhang, C.I., Y.M. Kim, S.J. Yoo, C.S. Park, S.A, Kim, C.K. Kwan and S.B. Yoon, 1992a. Estimation of population ecological characteristics of yellow croaker, *Pseudosciaena polyactis* off Korea. Bull. Korean Fish. Soc., 25 (1), 29-36.
- Zhang, C.I., Y.M. Kim, S.J. Yoo, C.K. Kwan and S.M. Ahn, 1992b. A study on fluctuation in biomass of yellow croaker, *Pseudosciaena polyactis* off Korea.

Bull. Korean Fish. Soc., 25 (1), 37-44.

Zhang, C.I., S. Kim and S.B. Yoon, 1992c. Stock assessment and management implication of yellow croaker in Korean waters. Bull. Korean Fish. Soc., 25 (4), 282-290.

大龍英未・廣島悦子, 1978. 資源の減少に伴うキグチ分布域の縮小について. 西水研報告, 51, 111-122.

本部崎・眞子, 1954. 東海・黄海에 있어서의 흥조기 (*Nibea nibe*)의 성숙에 관하여. 西海區水研報告, 第5號.

山田鐵雄, 1939. 참조기 회유와 潮流, 全南水試報告, 第12號.

山田鐵雄, 1940. 全南의 킹그치及 푸세魚에就て, 全南水試, 第13號, 98-99.

松井・高井, 1949. 東海・黄海産 重要 魚類의 生態學的 研究, 第1報 참조기의 生態學的 研究, 第2 水講 報告, 第1卷, 第1號.

失部博, 1951. 朝鮮近海に於けるキグチの産卵習性, 魚類學雜誌, 第1卷, 第5號, 285-291.

감사의 글

오늘이 결실이 있기까지 많은 고마운 분들의 도움이 있었기에 가능하였음을 감사드리며 앞으로 성실하게 살아가는 모습으로 고마움을 다하겠습니다. 무엇보다도 부족한 저에게 지도와 격려를 해주신 이주희 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

멀리 있어 많이 찾아뵙지도 못하였음에도 불구하고 바쁘신 가운데 논문을 자세히 읽으시고 정성껏 내용과 체계를 다듬어 주신 이춘우 교수님, 김형석 교수님, 국립수산과학원 신종근 소장님과 항상 격려와 조언을 아끼지 않으셨던 부경대학교 대학원 수산물리학과 교수님들께 진심으로 감사의 말씀을 올립니다. 또한, 바쁘신 업무 중에 깊은 관심을 가지고 논문의 시작부터 마무리까지 세심하게 배려해 주신 국립수산과학원 오택운 연구관님께 진심으로 감사의 말씀 올립니다.

논문에 필요한 여러 자료를 제공해 주시고 논문이 완성되기까지 아낌없는 배려와 격려를 해주신 국립수산과학원 이동우 과장님, 서영일 박사님, 김성훈 박사님, 양재형 박사님, 이종희 박사님, 이미경 연구원님과 국립수산과학원에 근무하시는 선후배님께 감사드리며, 제주대학교 서두옥 교수님, 김병엽 교수님께도 감사의 말씀을 드립니다. 특히 바쁘신 중에도 조언과 도움을 주신 한국해양수산개발원 류정곤 박사님과 함께 근무하면서 과중한 업무 속에서도 많은 배려를 해주신 김덕균 사무관님께도 고마운 마음을 전합니다.

항상 사랑으로 지켜봐주시고 보살펴 주시는 부모님과 형제, 든든한 지원군이 되어주셨던 장인어른과 장모님께 깊은 감사를 드리며, 어려운 생활 여건 속에서도 묵묵히 내조해 준 사랑하는 아내 김진아와 아들 인성이와 준성이에게 이 논문이 작은 선물이 되었으면 합니다.