

**서해구 자원관리형 자망·통발 어구어법
기술개발에 관한 연구***
- 민어 *Miichthys miiuy* 자망의 망목선택성 -

장호영[†] · 조봉곤 · 박종수 · 두성균

군산대학교

**Study on the Improvement of Gill Nets and Trap Nets Fishing for
the Resource Management at the Coastal Area of Yellow Sea***
- Mesh Selectivity of Gill Nets for Croaker, *Miichthys miiuy* -

Ho Young CHANG[†], Bong Kon CHO, Jong Soo PARK and Sung Kyun DOO
Kunsan National University

Abstract

In order to examine the mesh selectivity and optimum mesh size of gill nets for croaker, *Miichthys miiuy*, the field experiments were carried out during Aug. 10 to 14, 2002 and Aug. 10 to 17, 2003 at the coastal area of Imja-Do, Shinan, Jeonnam province.

The experimental fishing gears were used in two set of gill nets, which one set was consisted of 12 sheets of gill nets, and each set was connected alternatively 4 different sheets that were 129mm, 135mm, 144mm and 150mm in mesh size.

The analysis of mesh selectivity curve was done by Kitahara's method.

The results obtained are summerized as follows :

1. The total number of catch by the experimental fishing of gill nets for croaker was 719, and it was consisted of 526 croakers (73.1%), 168 blue crabs (23.4%), 17 harvest fishes (2.4%) and 8 other fishes (1.1%).
2. The value of maximum $//m$ on the mesh selectivity curve was estimated at 6.91.
3. The value of $//m$ on the 50% selection range was estimated at 5.62~8.03, and the selection width was 2.41.
4. The optimum mesh size of gill nets for croaker was estimated 142mm, and the 50% selection range of total length of croaker was 798~1,140mm.

Key words : croaker(민어), gill nets(자망), mesh selectivity(망목선택성), optimum mesh size(적정 망목), Kitahara's method(키타하라의 방법)

* 이 논문은 2002년도 수산특정연구개발 제 1 위탁과제의 연구 결과의 일부임.

[†] corresponding author : hyjang@kunsan.ac.kr

서론

민어 *Müchthys müuy*는 우리나라 서해에서 생산되는 대표 어종 중의 하나로서 2000년도 일반해면어업에 의한 민어의 어획량은 2,156M/T였으며, 업종별로는 연승어업 1,024M/T(47.5%), 저인망어업 726M/T(33.7%), 자망어업 318M/T(14.8%), 기타 어업 89M/T(4.0%) 등으로서(장 등, 2003), 어획량은 그다지 많지 않으나 자망어업에서 어획되는 민어는 저인망어업이나 기타 어업에서 어획되는 민어에 비해 대형어로서 주로 횡감용으로 고가에 판매되므로 부가가치가 높다.

자망에서는 어체의 크기가 망목의 크기에 의해 선택되기 때문에 어획성능을 높이기 위해서는 어장에 내유하는 고기의 크기에 망목의 크기를 맞추어 필요가 있으며, 일반적으로 자망으로 잡은 어획물의 체장조성은 어장에 내유한 어군의 체장조성과 망목의 어체의 선택작용과 관련이 있으므로(高, 1975), 자망어업에서 적정 망목을 추정하는 것은 어획성능을 높이기 위한 것 뿐만 아니라 자원보호적인 측면에서도 중요한 의미를 가진다.

자망의 망목선택성에 관한 연구는 Olsen(1959), McCombie and Fry(1960), 石田(1961; 1962)의 연구를 시작으로, Regier and Robson(1966), Kitahara(1968), Hamley and Regier(1973), Wulff(1986), 藤森 등(1990), Helster and Condrey(1991), Petrakis and Stergiou(1996), 東海(1997), Psuty and Borowski(1997), Madsen 등(1999) 등의 연구가 계속되었으며, 우리나라에서는 삼치 유자망에 대하여 金(1971), 멸치 자망에 대하여 孫(1985), 전어 자망에 대하여 鄭 등(1992), 서대 3중자망에 대하여 조 등(2000), 가자미 3중자망에 대하여 김·이(2002), 대게 자망에 대하여 박 등(2003) 등의 망목선택성에 관한 연구가 있었으나, 민어 자망의 망목선택성에 관하여서는 연구된 바가 없다.

따라서, 이 연구에서는 우리나라 서해에서 주로 행해지고 있는 대표적인 어업 중의 하나인 민어 자망어업을 대상으로 혼획율, 체장조성, 망목선택성 등을 분석하여 민어의 자원관리 및 최적 어획을 위한 적정 망목에 대한 기초 자료를 제시하고자 한다.

자료 및 방법

1. 시험어구

민어 자망은 어업자의 경험과 조업 해역의 특성

에 따라 적절하게 변형하여 사용하고 있으나, 주로 사용되고 있는 현용 어구의 구성과 배치는 Fig. 1과 같다.

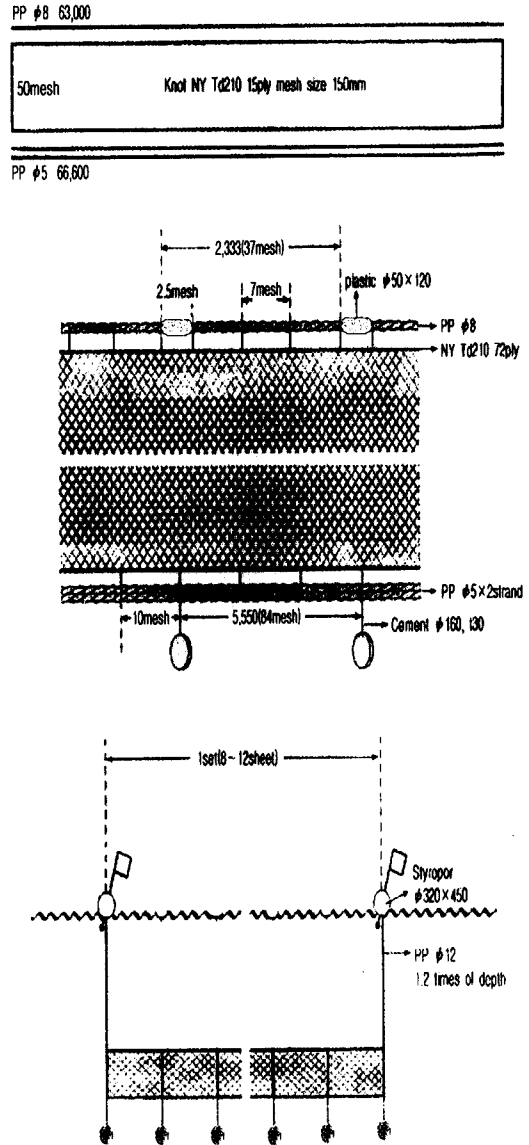


Fig. 1. Construction of gill nets for croaker.

한편, 민어 자망의 망목선택성을 추정하기 위하여 구성된 시험어구의 배열은 Fig. 2와 같이 나일론 결질망지 Td210 15합사 망목 129mm, 135mm, 144mm 및 150mm의 4가지를 각 1폭씩 교호로

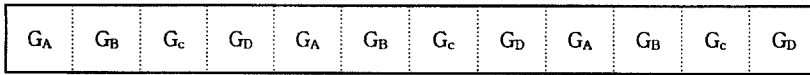


Fig. 2. Arrangement of experimental gill net for croaker.

G_A : mesh size 129mm, G_B : mesh size 135mm,

G_C : mesh size 144mm, G_D : mesh size 150mm.

연결하여 1조의 폭수를 12폭으로 구성하였다. 깊이 방향의 길이(설)는 현용 어구에서 주로 사용하고 있는 망목 150mm의 50코를 기준으로 하여 깊이 방향의 길이가 동일하도록 망목 129mm는 58코, 망목 135mm는 55.5코, 망목 144mm는 52코로 조정하였다.

2. 시험방법

시험조업은 목포 선적의 자망어선인 명선호(4.99톤)를 용선하여 2002년 8월 10일~8월 14일 및 2003년 8월 10일~8월 17일까지 Fig. 3에 나타난 바와 같이 민어 주어장인 전남 신안군 임자도 인근의 수심 25~30m인 해역에서 망목선택성 추정 을 위한 현장조사를 실시하였다. 조업은 장 등(2003)에서와 같이 사리 때를 전후하여 1주일 정도 하루에 1~2회 창조시에 투망하여 1~2시간 정도 조류에 그물이 표류하도록 한 후 양망하였다.

조업에 사용한 시험어구는 망목 129mm, 135mm, 144mm 및 150mm의 4가지 망목의 자망을 Fig. 2와 같이 교호로 각각 1폭씩 연결해서 12폭을 1조로 구성하여 2개조를 사용하였으며, 어획물의 혼획율과 체장조성을 조사하였다.

3. 적정 망목과 망목선택성의 추정

일반적으로 적정 망목은 자원관리적인 측면에서 최소성숙체장(FML : First Maturity Length)을 기준으로 하여 50%의 선택율을 가지는 망목으로 추정하나, 자망에 의해 어획되는 민어는 대형어를 어획대상으로 하기 때문에 최소성숙체장을 기준으로 하여 적정 망목을 추정하는 것에는 문제가 있다. 따라서, 이 연구에서는 민어 자망의 적정 망목은 시험조업 결과 어획된 민어의 mode 체장계급에 대해 50%의 선택율을 가지는 망목을 적정 망목(OMS : Optimum Mesh Size)으로 하고, 선택성곡선의 50% 선택점에 mode 체장계급을 대입하여 계산하였으며, 망목선택성은 Kitahara(1968)의 방법으로 추정하였다.

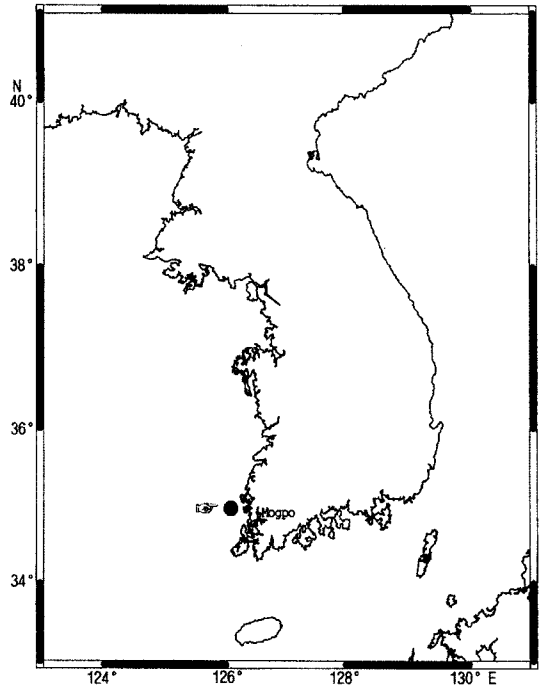


Fig. 3. Map showing the location of fishing experiments.

결과 및 고찰

1. 시험조업 결과

시험어구에 어획된 어종은 Table 1에서 나타난 바와 같이 민어, 꽃게, 병어, 농어, 노랑가오리 등의 5종이었으며, 총 어획미수는 719마리였다. 이 중에서 주어획대상 어종인 민어는 526마리로서 약 73.1%를 차지하였다.

한편, 시험어구의 망목별 체장계급에 따른 민어의 어획미수는 Table 2에 나타난 바와 같다. 민어의 어획미수는 망목이 클수록 적었으나, 어체의 크기는 Fig. 4와 같이 망목이 클수록 큰 경향을 나타내었으며, mode는 체장계급 800mm였다.

Table 1. Catch ratio in accordance with species of fish caught in gill nets

| Species | Number of catch | | | | Total number of catch | Ratio (%) |
|--|-----------------|--------|--------|--------|-----------------------|-----------|
| | 129mm* | 135mm* | 144mm* | 150mm* | | |
| croaker <i>Miichthys miiuy</i> | 151 | 134 | 118 | 123 | 526 | 73.1 |
| blue crab <i>Portunus trituberculatus</i> | 23 | 32 | 45 | 68 | 168 | 23.4 |
| harvest fish <i>Pampus argenteus</i> | 3 | 5 | 3 | 6 | 17 | 2.4 |
| seabass <i>Lateolabrax japonicus</i> | 2 | - | 1 | 2 | 5 | 0.7 |
| red skate <i>Dasyatis akajei</i> | - | 1 | 1 | 1 | 3 | 0.4 |
| Total number of catch | 179 | 172 | 168 | 200 | 719 | 100 |

* 129mm, 135mm, 144mm and 150mm represent mesh size of gill nets used in experiments, respectively.

Table 2. The number of croaker caught by different mesh size of gill nets

| Total length class (mm) | Middle size (T.L.*, mm) | Number of catch | | | | Total |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|---------|---------|---------|-------|
| | | 129mm** | 135mm** | 144mm** | 150mm** | |
| 300~400 | 350 | 15 | 12 | 2 | - | 29 |
| 400~500 | 450 | 13 | 18 | 5 | 4 | 40 |
| 500~600 | 550 | 35 | 25 | 16 | 9 | 85 |
| 600~700 | 650 | 28 | 18 | 23 | 16 | 85 |
| 700~800 | 750 | 23 | 23 | 28 | 13 | 87 |
| 800~900 | 850 | 19 | 18 | 19 | 29 | 85 |
| 900~1,000 | 950 | 12 | 12 | 11 | 16 | 51 |
| 1,000~1,100 | 1,050 | 6 | 7 | 9 | 22 | 44 |
| 1,100~1,200 | 1,150 | - | 1 | 5 | 14 | 20 |
| Total | | 151 | 134 | 118 | 123 | 526 |

* T.L. : Total length,

** 129mm, 135mm, 144mm and 150mm represent mesh size of gill nets used in experiments, respectively.

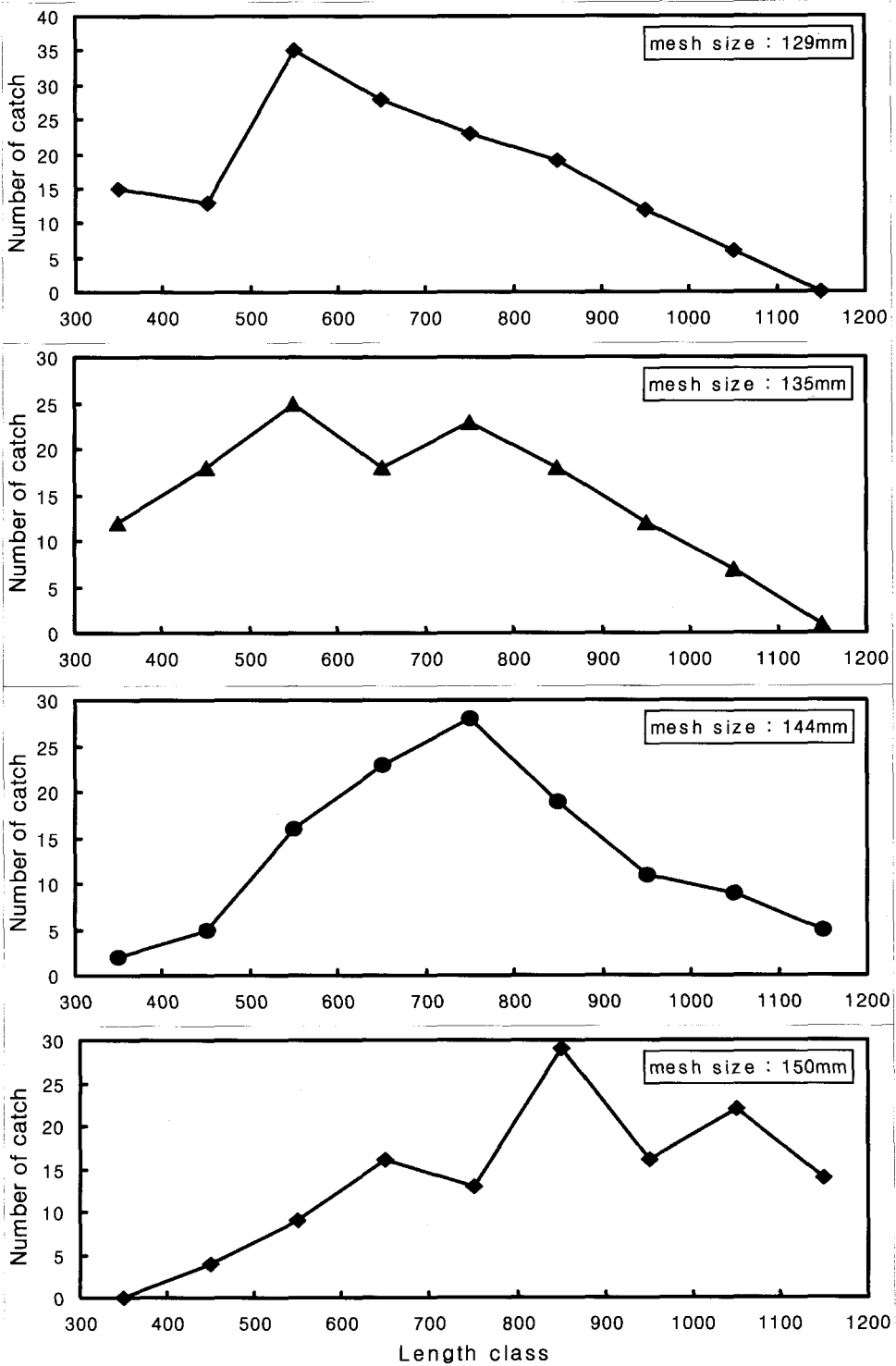


Fig. 4. Length distribution of croaker caught by four different mesh size of gill nets.

2. 망목선택성 곡선의 추정

Kitahara(1968)의 방법에 의한 망목선택성 곡선(Master curve)은 Table 2의 자료를 이용하여 최소자승법으로 추정하면 식 (1)과 같다.

$$s(R) = \exp(-0.060R^3 + 0.761R^2 - 1.867R + 1.752) - 5.273 \quad (1)$$

여기서, $s(R)$ 은 선택율이고, R 은 l/m 의 값이다.

식 (1)을 이용하여 망목선택성 곡선을 나타낸 것은 Fig. 5와 같으며, 선택율이 1이 되는 최대 전장/망목(max. l/m)의 값은 6.91이고, 50% 선택구간은 5.62~8.03으로서 선택폭이 2.41로 나타났다.

민어의 50% 선택폭은 Kitahara의 방법을 이용하여 망목선택성 곡선을 추정한 조 등(2000)의 서대와 김·이(2002)의 가자미에 대한 50% 선택폭이 각각 1.33과 1.02인 것과 비교하면 상당히 큰 것으로 나타났는데, 이것은 민어가 서대나 가자미에 비해 어체가 훨씬 크기 때문으로 생각된다.

3. 적정 망목의 추정

민어에 대한 자망의 적정 망목은 Fig. 5에서와 같이 망목선택성 곡선의 50% 선택점의 값이 5.62이므로, 시험조업에서 어획된 민어의 mode 800mm에 대한 적정 망목은 142mm로 추정되었다.

이것은 자원관리적인 측면에서 망목선택성 곡선을 이용하여 적정 망목을 추정할 때에는 일반적인

로 최소성숙체장을 기준으로 적정 망목을 추정하나, 자망에 의해 어획되는 민어는 저인망이나 기타 어업에서 어획되는 민어에 비해 대형어이므로(장 등, 2003), 최소성숙체장으로 적정 망목을 추정하게 되면 극단적으로 적정 망목이 작게 추정되어 조업 현장의 실정을 반영할 수 없게 된다. 즉, 민어의 최소성숙체장 500mm(국립수산진흥원, 2000)에 대한 적정 망목은 89mm로 추정되므로, 이와 같은 망목은 대형의 민어를 주어획대상으로 하는 자망어업에서는 사용할 수 없을 정도로 작은 크기의 망목이 된다.

한편, 적정 망목으로 추정된 142mm의 자망으로 조업할 경우, 민어의 50% 선택체장 범위는 798~1,140mm로 나타났다.

요 약

민어 자망의 망목선택성 및 적정 망목을 추정하기 위하여 전남 신안군 임자도 인근의 해역에서 2002년 8월 10일~8월 14일 및 2003년 8월 10일~8월 17일까지 시험조업을 실시하였다.

시험어구는 망목 129mm, 135mm, 144mm 및 150mm의 4종류의 자망을 각각 1폭씩 교호로 연결해서 12폭을 1조로 구성하여 2개조를 사용하였으며, 망목선택성 곡선의 분석에는 Kitahara(1968)의 방법을 이용하였다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 민어 자망의 시험조업 결과 총어획미수는 719마리였으며, 민어 526마리 (73.1%), 꽃게 168마리 (23.4%), 병어 17마리 (2.4%)

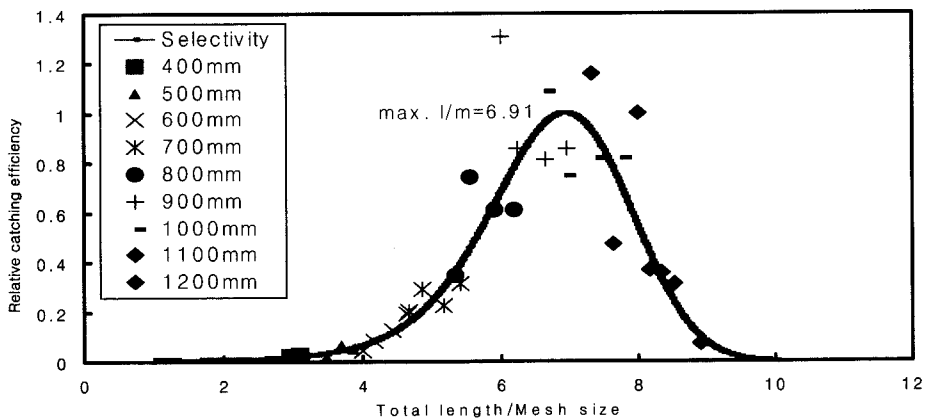


Fig. 5. Master curve of mesh selectivity of the gill net for croaker by Kitahara's method.

- 기타 8마리 (1.1%) 등이었다.
2. 망목선택성 곡선의 추정에서 최대 전장/망목 (max. l/m)의 값은 6.91으로 추정되었다.
 3. 50% 선택구간에 대한 전장/망목(l/m)의 값은 5.62~8.03으로 추정되었으며, 그 선택폭은 2.41이었다.
 4. 민어 자망의 적정 망목은 약 142mm로 추정되었으며, 민어의 50% 선택체장 범위는 798~1,140mm로 나타났다.

참고문헌

- 高冠瑞 (1975) : 漁具漁法學, 高麗出版社. 서울, pp 363.
- 국립수산진흥원 (2000) : 배타적 경제수역(EEZ) 주요 어업자원의 생태와 어장, pp. 134-142.
- 金東植 (1971) : 삼치 유자망 어구의 선택성에 관하여. 韓水誌, 5(1), 11-16.
- 김성훈·이주희 (2002) : 가자미 삼중자망의 망목 선택성. 韓國漁業技術學會誌, 38(2), 91-100.
- 朴倉斗·安熙琿·趙三光·白哲仁 (2003) : 刺網에 대한 대게 수컷의 網目 選擇性. 韓國漁業技術學會誌, 39(2), 143-151.
- 孫泰俊 (1985) : 멸치 刺網의 망목선택성에 관하여. 韓水誌, 18(6), 506-510.
- 조영복·박창두·이주희 (2000) : 서대 3중자망의 망목 선택성에 관한 연구. 韓國漁業技術學會誌, 36(2), 89-95.
- 장호영·조봉곤·박종수·두성균 (2003) : 서해구 자원관리형 자망·통발 어구어법 기술개발에 관한 연구-서해구 자망·통발어업의 현황과 주어획물의 체장분포. 韓國漁業技術學會誌, 39(1), 50-55.
- 鄭義哲·安熙琿·辛鍾根·高冠瑞 (1992) : 전어 刺網의 漁獲選擇性. 수진연구보고 46, 209-215.
- 東海 正 (1997) : MS-Excel의 솔버에 의한 曳網의 網目選擇性 Logistic 式 파라미터의 最尤推定. 水産海洋研究, 61, 288-298.
- 藤森康澄·松田 皎·Loel P. Losanes·小池 篤 (1990) : 水槽實驗による 刺網의 漁獲效率と 網目選擇性. 日水誌, 56, 2019-2027.
- 石田昭夫 (1961) : サケ・マス刺網の體長に對する選擇性. 北水試月報, 18, 12-13.
- 石田昭夫 (1962) : 刺網の網目選擇性について. 北水研報告, 25, 20-25.
- Hamley, J. M. and H. A. Regier (1973) : Direct estimates of gillnet selectivity to walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*). *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 30, 817-830.
- Helser, T. E. and R. E. Condrey (1991) : A new method of estimating gillnet selectivity, with an example for spotted sea trout, *Cynoscion nebulosus*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48, 487-492.
- Kitahara, T. (1968) : Mesh selectivity curve of sweeping trammel net for Branguillos. *Bull. Hokkaido Reg. Lab.*, 25, 20-25.
- Madsen, N., R. Holst, D. Wileman and T. Moth-Poulsen (1999) : Size selectivity of sole gill nets fished in the North Sea. *Fisheries Research*, 44, 59-73.
- McCombie, A. M. and F. E. J. Fry (1960) : Selectivity of gill nets for lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 89, 176-184.
- Olsen, S. (1959) : Mesh selection in herring gill nets. *J. Fish. Res. Bd. Canada* 23(3), 423-455.
- Petrakis, G. and K. I. Stergiou (1996) : Gill net selectivity for four fish species (*Mullus barbatus*, *Pagellus erythrinus*, *Pagellus acarne* and *Spicara flexuosa*) in Greek waters. *Fisheries Research*, 27, 17-27.
- Psuty, I. and W. Borowski (1997) : The selectivity of gill nets to bream (*Abramis brama* L.) fished in the Polish part of Vistula Lagoon. *ibid.*, 32, 249-261.
- Regier, H. A. and D. S. Robson (1966) : Selectivity of gill nets, especially to lake whitefish. *ibid.*, 23, 423-454.
- Wulff, A. (1986) : Mathematical model for selectivity of gillnets. *Arch. Fish. Wiss.*, 37, 101-106.

2004년 6월 14일 접수

2004년 7월 20일 수리