

병어(*Pampus argenteus*) 자망의 망목선택성

장호영* · 조봉곤 · 박종수 · 이왕래¹

군산대학교 해양생산학전공 · ¹충남해양과학고 해양생산과

Mesh selectivity of gill nets for silver promfret, *Pampus argenteus*

Ho Young CHANG*, Bong Kon CHO, Jong Soo PARK and Wang Lae LEE¹

Marine Science & Production Program, Kunsan National University, Jeonbuk, 573-701, Korea

¹Dept. of Marine Production, Chungnam Marine Science High School, Chungnam, 355-944, Korea

To examine the mesh selectivity and optimum mesh size of gill nets for silver promfret *Pampus argenteus*, the field experiments were carried out during June 27th to July 3rd, 2005 at the coastal area of Imja island. The experimental gill nets for silver promfret were used in two set, which one set was consisted of 12 sheets, and each set was connected alternatively four defferent sheets those were 141mm, 148mm, 155mm and 164mm in mesh size. The analysis of mesh selectivity curve was done by Kitahara's method. The total number of fishes caught by experimental fishing of gill nets for silver promfret was 1,409, and it was consisted of 1,022 silver promfrets(72.5%), 123 croakers(8.7%), 70 red tongue soles(5.0%), 67 blue crabs(4.8%), 22 red seabreams(1.6%), and 105 other fishes(7.4%). The number of fishes caught by the mesh size was 244 at mesh 141mm(mean 6.8/sheet), 261 at mesh 148mm(mean 7.3/sheet), 295 at mesh 155mm(mean 8.2/sheet) and 222 at mesh 164mm(mean 6.2/sheet). The body weight of fishes caught by the mesh size was 102.1kg at mesh 141mm(mean 2.8kg/sheet), 112.9kg at mesh 148mm(mean 3.1kg/sheet), 132.8kg at mesh 155mm(mean 3.7kg/sheet), and 100.4kg at mesh 164mm(mean 2.8kg/sheet). The value of maximum l/m on mesh selectivity curve and the value of l/m on the selection range of 50% was estimated at 1.91 and from 1.63 to 2.23, respectively. Therefore, the optimum mesh size of gill nets for silver promfret was estimated 135mm, and the total length at the selection range of 50% was from 220mm to 301mm. But, it will be useful to use the mesh size of gill nets which is about 10-15% larger than the estimated optimum mesh size of gill nets considering the number of fishes caught, body length and body weight etc.

Key words : Silver promfret, Gill nets, Mesh selectivity, Optimum mesh size

*Corresponding author: hyjang@kunsan.ac.kr, Tel: 82-63-469-1819, Fax: 82-63-469-1811

서 론

병어(*Pampus argenteus*)는 서·남해구에서 주로 어획되는 어종으로서 2005년도 일반해면어업에 의한 병어의 총어획량은 11,448M/T이었으며, 어업 종류별 어획량은 기선저인망어업 4,207 M/T (36.7%), 자망어업 2,628M/T(23.0%), 안강망어업 2,460M/T(21.5%), 트롤어업 600M/T(5.2%) 및 기타 어업 1,553M/T(13.6%) 등이었다(MOMAF, 2006). 그리고 자망어업에 의한 병어 어획량은 기선저인망어업 다음으로 많은 양을 차지하고 있으며, 자망에 의해 어획된 병어는 타 업종으로 어획되는 병어에 비해 비교적 어체가 크고 선도가 좋기 때문에 주로 횡감용 선어로 고가에 판매되므로 어가(漁家)의 중요한 소득원이 되고 있다. 또한, 병어 자망어업은 민어나 농어 자망어업과 조업 시기에 따라서 교대로 행해지고 있으며, 어종별 어기는 병어의 경우 4월 초순부터 7월 초순까지, 민어의 경우 7월 중순부터 9월 초순까지, 농어의 경우 6월 초순부터 7월 중순 및 9월 초순부터 10월 말까지이며, 각각 2-3개월씩 번갈아 조업이 이루어지고 있다.

우리나라에서 자망의 망목선택성에 관한 연구는 멸치 자망에 대하여 Sohn(1985), 서대 삼중 자망에 대하여 Cho et al.(2000), 가자미 삼중자망에 대하여 Kim and Lee(2002), 대게 자망에 대하여 Park et al.(2003), 민어 자망에 대하여 Chang et al.(2004) 등의 연구가 있었으나, 병어 자망의 망목선택성에 관하여서는 연구된 바가 없다.

따라서, 이 연구에서는 서·남해구에서 주로 행해지고 있는 병어 자망을 대상으로 폭당 어획량, 체장조성, 망목선택성 등을 분석하여 병어의 자원관리 및 최적 어획을 위한 적정 망목에 대한 기초자료를 제시하고자 한다.

재료 및 방법

시험어구

병어 자망은 어업자의 경험과 조업 해역의 특성에 따라 적절하게 변형하여 사용하고 있으나, 주로 사용되고 있는 어구의 구성과 배치는 Fig. 1과 같으며, 어구 1폭당 뜸의 총부력은 4,590g/폭(170g/개×27개)이고, 침자의 총침강력은 6,500g/폭(650g/개×10개)이다.

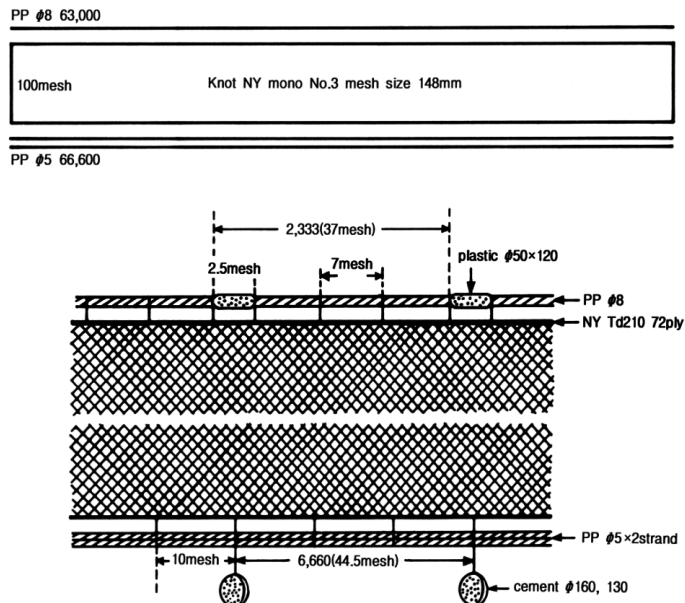


Fig. 1. Construction of gill nets for silver promfret.

병어 자망의 망목선택성을 추정하기 위한 시험어구의 배열은 Fig. 2와 같이 나일론 경심 3호, 망목 141mm, 148mm, 155mm 및 164mm의 4가지 자망을 각 1폭씩 교대로 연결하여 1조의 폭수를 12폭으로 구성하였다. 깊이 방향의 길이(설)는 현용 어구에서 주로 사용하고 있는 망목 148mm의 100코를 기준으로 하여 깊이 방향의 길이가 동일하도록 망목 141mm는 105코, 망목 155mm는 95.5코, 망목 164mm는 90코로 조정하였다.

시험조사 방법

시험조업은 목포 선적의 자망어선인 명선호(4.99G/T)를 용선하여 2005년 6월 27일부터 7월 3일 사이에 전남 신안군 임자도 부근의 수심 20-30m인 해역(Fig. 3)에서 12회를 실시하였다. 시험조업은 일반 조업선의 조업방법과 같이 조금 때

를 전후하여 1주일 정도 하루에 1-2회 창조시에 투망하여 1-2시간 정도 그물이 조류를 따라 바닥을 쓸면서 표류하도록 한 후 양망하였다.

시험조업에 사용한 어구는 망목 141mm, 148mm, 155mm 및 164mm의 4가지 망목의 자망을 Fig. 2에서와 같이 교대로 각각 1폭씩 연결해서 12폭을 1조로 구성하여 2개조를 사용하였다.

어획물의 체장은 stainless steel ruler(Tajima, Japan)로 가랑이체장(fork length)을 측정하였으며, 체중은 전자저울(Cas, Korea)을 사용하여 조사하였다.

망목선택성과 적정 망목의 추정

망목선택성은 Kitahara(1968)의 방법으로 추정하였으며, 적정 망목은 수산자원보호령 제6조(그물코 규격의 제한) 및 제10조(수산동물의 포획금지체장 및 체중)에서 병어 자망에 대하여 특별히 제한하는 규정은 없으나, 자원관리적인 측면에서 최소성숙체장(FML: first maturity length)에 대해 50%의 선택율을 가지는 망목을 적정 망목(OMS: optimum mesh size)으로 하고

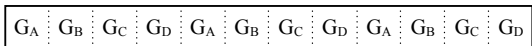


Fig. 2. Arrangement of experimental gill net for silver pomfret.

GA : mesh size 141mm, GB : mesh size 148mm,
GC : mesh size 155mm, GD : mesh size 164mm.

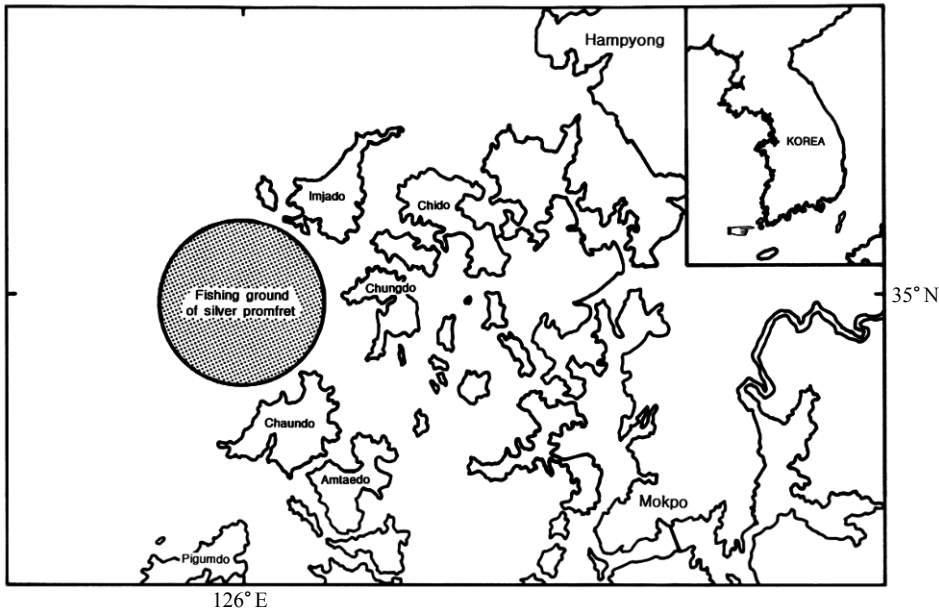


Fig. 3. Map showing the location of fishing experiments.

있으므로, 망목선택성 곡선의 50% 선택점에 최소성숙체장 220mm(NFRDI, 2000)를 대입하여 적정 망목을 계산하였다.

결과 및 고찰

시험조업 결과

시험조업에서 어획된 어종은 Table 1에서 나타낸 바와 같이 병어, 민어, 참서대, 꽃게, 참돔 및 기타 17종으로 총 22종이었으며, 총어획미수는 1,409마리였다. 이 중에서 주어획대상 어종인 병어는 1,022마리로서 약 72.5%를 차지하였다.

시험어구에 의한 망목별 체장계급별 병어의 어획미수는 Table 2에 나타낸 바와 같이 망목 141mm에서는 244마리(평균 6.8마리/폭), 148mm에서는 261마리(평균 7.3마리/폭), 155mm에서는 295마리(평균 8.2/폭), 164mm에서는 222마리(평균 6.2마리/폭)였다.

어체의 크기는 Fig. 4에서와 같이 대체로 망목이 클수록 큰 경향을 나타내었으며, mode는 망목 141mm에서 체장계급 260 - 270mm, 148mm에서 체장계급 270 - 280mm, 155mm 및 164mm에서 각각 체장계급 280 - 290mm로 나타났다.

또한, Table 3 및 Fig. 5에 나타낸 바와 같이 시

Table 2. Fork length of silver promfret caught by different mesh sizes of experimental gill nets

Fork length class (mm)	Number of catch				Total
	141mm*	148mm*	155mm*	164mm*	
170 - 180	3	0	0	0	3
180 - 190	3	1	1	0	5
190 - 200	3	2	1	0	6
200 - 210	4	2	2	0	8
210 - 220	5	3	2	1	11
220 - 230	7	4	3	2	16
230 - 240	17	12	4	3	36
240 - 250	27	25	20	7	79
250 - 260	34	26	18	12	90
260 - 270	44	34	28	20	126
270 - 280	33	45	38	27	143
280 - 290	27	33	49	41	150
290 - 300	21	27	35	22	105
300 - 310	9	18	28	20	75
310 - 320	3	14	20	16	53
320 - 330	2	4	12	18	36
330 - 340	1	3	9	10	23
340 - 350	1	2	10	5	18
350 - 360	0	2	8	7	17
360 - 370	0	3	3	5	11
370 - 380	0	1	2	2	5
380 - 390	0	0	1	3	4
390 - 400	0	0	1	1	2
Total	244	261	295	222	1,022

* 141mm, 148mm, 155mm and 164mm represent mesh size of gill nets for silver promfret used in the experiments, respectively.

Table 1. Catch ratio in accordance with the species of fish caught in gill nets for silver promfret

Species	Number of catch				Total	Ratio (%)
	141mm*	148mm*	155mm*	164mm*		
silver promfret <i>Pampus argenteus</i>	244	261	295	222	1,022	72.5
croaker <i>Miichthys miiuy</i>	25	31	40	27	123	8.7
red tongue sole <i>Cynoglossus joyneri</i>	15	19	24	12	70	5.0
blue crab <i>Portunus trituberculatus</i>	9	14	27	17	67	4.8
red seabream <i>Pagrus major</i>	5	8	6	3	22	1.6
others	24	26	33	22	105	7.4
Total	322	359	425	303	1,409	100

* 141mm, 148mm, 155mm and 164mm represent mesh size of gill nets for silver promfret used in the experiments, respectively.

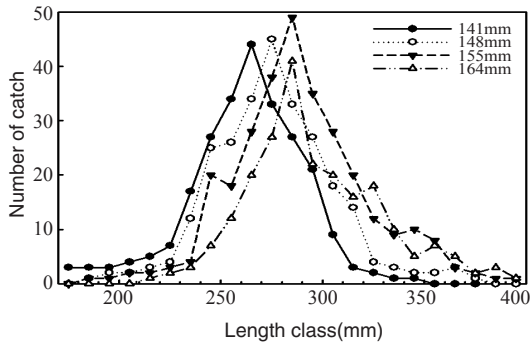


Fig. 4. Length distribution of silver promfret caught by four different mesh sizes of gill nets.

Table 2. Fork length of silver promfret caught by different mesh sizes of experimental gill nets

Fork length class(mm)	Number of catch				Total
	141mm*	148mm*	155mm*	164mm*	
170-180	3	0	0	0	3
180-190	3	1	1	0	5
190-200	3	2	1	0	6
200-210	4	2	2	0	8
210-220	5	3	2	1	11
220-230	7	4	3	2	16
230-240	17	12	4	3	36
240-250	27	25	20	7	79
250-260	34	26	18	12	90
260-270	44	34	28	20	126
270-280	33	45	38	27	143
280-290	27	33	49	41	150
290-300	21	27	35	22	105
300-310	9	18	28	20	75
310-320	3	14	20	16	53
320-330	2	4	12	18	36
330-340	1	3	9	10	23
340-350	1	2	10	5	18
350-360	0	2	8	7	17
360-370	0	3	3	5	11
370-380	0	1	2	2	5
380-390	0	0	1	3	4
390-400	0	0	1	1	2
Total	244	261	295	222	1,022

* 141mm, 148mm, 155mm and 164mm represent mesh size of gill nets for silver promfret used in the experiments, respectively.

협어구에 어획된 병어의 체중범위는 200-700g이었으며, 망목별 총어획중량은 망목 141mm에서 102.1kg(평균 2.8kg/폭), 148mm에서 112.9kg(평균

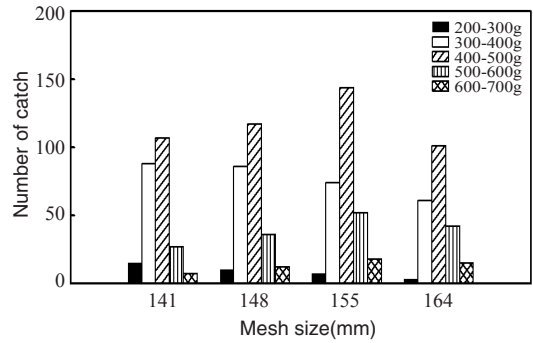


Fig. 5. Weight distribution of silver promfret caught by different mesh sizes of experimental gill nets.

Table 3. Body weight of silver promfret caught by different mesh sizes of experimental gill nets

Body weight class(mm)	Number of catch				Total
	141mm*	148mm*	155mm*	164mm*	
200-300	15	10	7	3	35
300-400	88	86	74	61	309
400-500	107	117	144	101	469
500-600	27	36	52	42	157
600-700	7	12	18	15	52
Total	244	261	295	222	1,022

* 141mm, 148mm, 155mm and 164mm represent mesh size of gill nets for silver promfret used in the experiments, respectively.

균 3.1kg/폭), 155mm에서 132.8kg(평균 3.7kg/폭), 164mm에서 100.4kg(평균 2.8kg/폭)이었다.

망목선택성 곡선의 추정

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

$$s(R) = \exp \{ (3.310R^3 - 26.939R^2 + 66.698R - 49.214) - 2.970 \} \quad (1)$$

여기서, $s(R)$ 은 선택율이고, R 은 l/m 의 값이다.

이에 따라 시험용 자망의 망목 크기별 망목선택성은 Fig. 6에 나타난 바와 같고, 식 (1)에 의한 망목선택성 곡선은 Fig. 7과 같다. Fig. 7에서 선택율이 1이 되는 최대 체장/망목(max. l/m)의 값은

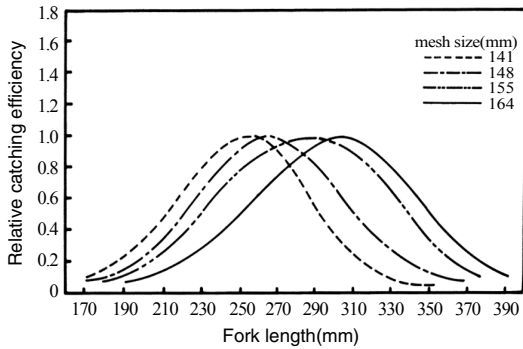


Fig. 6. Mesh selectivity of four different mesh sizes of gill nets for silver promfret.

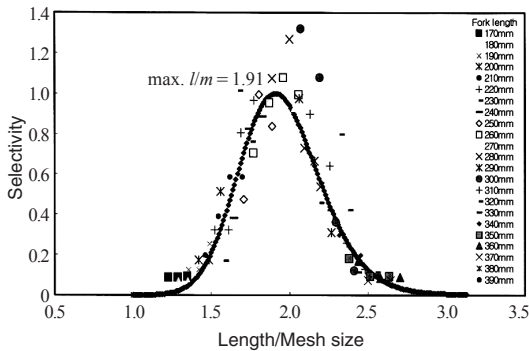


Fig. 7. Master curve of mesh selectivity of the gill net for silver promfret by Kitahara's method.

1.91이고, 50% 선택구간은 1.63 - 2.23이며, 선택 폭이 0.60으로서 그 폭이 매우 좁은 것으로 나타났다. 병어의 50% 선택폭은 서대(Cho et al., 2000) 및 가자미(Kim and Lee, 2002)에 대한 50% 선택폭이 각각 1.33과 1.02인 것과 비교하면 다소 작은 것으로 나타났는데, 이것은 어체의 체형, 체장조성, 망목 크기 등의 차이에 의한 것으로 생각된다.

적정 망목의 추정

병어에 대한 자망의 적정 망목은 Fig. 7에서 망목선택성 곡선의 50% 선택점의 값이 1.63이므로, 병어의 최소성숙체장 220mm(NFRDI., 2000)에 대한 적정 망목은 135mm로 추정되었다. 또한, 적정 망목으로 추정된 135mm의 자망으로 조업할 경우, 병어의 50% 선택체장 범위는

220 - 301mm으로 추정되었다.

자원관리적인 측면에서 망목선택성 곡선을 이용하여 적정 망목을 추정할 때에는 일반적으로 최소 성숙체장을 기준으로 적정 망목을 추정하나, 민어 자망어구(Chang and Cho, 2005)에서와 같이 조류를 따라 저층을 쓸면서 어구가 흘러가도록 하는 조업하는 경우에는 자망어구의 상층과 하층의 경사로 인하여 자망의 수중전개망목이 축소되는 경향이 있으며, 어획과정을 고려하면 작은 망목을 사용하면 그물에 움살이 적게 생기므로 대체로 작은 어체가 망목에 꽂혀서 어획되고, 큰 망목을 사용하면 장력의 변화에 따라 움살이 생기기 쉬우므로 대체로 큰 어체가 그물에 얽혀서 어획되는 경향이 있기 때문에, 적정 망목으로 추정된 망목보다 10 - 15% 정도 큰 망목을 사용할 필요가 있다.

따라서, 조업방법에 따른 수중전개망목과 어획과정, 어획된 병어의 체장조성, 폭당 어획미수, 폭당 어획중량 등을 고려하면, 적정 망목으로 추정된 135mm 망목 보다 148mm 또는 155mm 망목을 사용하는 것이 더 경제적인 것으로 생각된다.

결 론

병어 자망의 망목선택성 및 적정 망목을 추정하기 위하여 전남 신안군 임자도 인근 해역에서 2005년 6월 27일부터 7월 3일까지 12회에 걸쳐 시험조업을 실시하여 혼획율, 체장조성, 망목선택성 등을 분석하였다. 시험어구는 망목 141mm, 148mm, 155mm 및 164mm의 4종류의 자망을 각각 1폭씩 교대로 연결해서 12폭을 1조로 구성하여 2개조를 사용하였으며, 망목선택성의 추정에는 Kitahara (1968)의 방법을 이용하였다.

병어 자망의 시험조업 결과 총어획미수는 1,409마리였으며, 어종별 어획량은 병어 1,022마리(72.5%), 민어 123마리(8.7%), 참서대 70마리(5.0%), 꽃게 67마리(4.8%), 참돔 22마리(1.6%) 및 기타 어종 105마리(7.4%)였으므로, 혼획율은

30% 미만으로 나타났다. 시험어구에 의한 망목별 병어 어획미수는 망목 141mm에서는 244마리(평균 6.8마리/폭), 148mm에서는 261마리(평균 7.3마리/폭), 155mm에서는 295마리(평균 8.2마리/폭), 164mm에서는 222마리(평균 6.2마리/폭)로 나타나 망목 155mm의 어획효율이 가장 좋은 것으로 나타났다.

어획된 병어의 크기는 대체로 망목이 클수록 큰 경향을 나타내었으며, mode는 망목 141mm에서 체장계급 260 - 270mm, 148mm에서 체장계급 270 - 280mm, 155mm 및 164mm에서 각각 체장계급 280 - 290mm로 나타났다. 또한, 시험어구에 어획된 병어의 체중범위는 200 - 700g이었으며, 망목별 어획중량은 각각 망목 141mm에서는 102.1kg(평균 2.8kg/폭), 148mm에서는 112.9kg(평균 3.1kg/폭), 155mm에서는 132.8kg(평균 3.7kg/폭), 164mm에서는 100.4kg(평균 2.8kg/폭)이었다.

망목선택성 곡선의 추정에서 최대 체장/망목(max. l/m)의 값은 1.91이고, 50% 선택구간은 1.63 - 2.23, 선택폭이 0.60으로서 서대(Cho et al., 2000)와 가자미(Kim and Lee, 2002)에 대한 50% 선택폭 1.33과 1.02와 비교하면 다소 작은 것으로 나타났는데, 이것은 어체의 체형, 체장조성, 망목의 크기 등의 차이에 의한 것으로 생각된다.

병어의 최소 성숙체장 220mm(NFRDI, 2000)에 대한 적정 망목은 135mm로 추정되었으며, 병어의 50% 선택체장 범위는 220 - 301mm로 나타났다. 그러나, 민어 자망어구(Chang and Cho, 2005)에서와 같이 수중전개망목과 어획과정, 어획된 병어의 체장조성, 폭당 어획미수, 폭당 어획중량 등을 고려하면, 적정 망목으로 추정된 망목보다 10 - 15% 정도 큰 망목을 사용하는 것이 효과적일 것으로 생각된다.

사 사

이 연구는 군산대학교 수산과학연구소의 연구비 지원에 의한 자망 어구의 선택성 조사의 일환으로 수행되었습니다. 또한, 시험어구의 제작

과 시험조업에 조언과 협조를 아끼지 않으신 명선호 문승갑 선장님께 감사드립니다.

참고문헌

- Chang, H.Y., B.K. Cho, J.S. Park and S.K. Doo, 2004. 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 croacker, *Miichthys miuy*. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 40(3), 169 - 175.
- Chang, H.Y. and B.K. Cho, 2005. Study on the improvement of gill nets and trap nets fishing for the resource management at the coastal area of Yellow Sea-Improvement of gill nets for croacker, *Miichthys miuy*. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 41(2), 95 - 100.
- Cho, Y.B., C.D. Park and J.H. Lee, 2000. A study on the selectivity of the mesh size in trammel net for *Cynoglossidae spp.* Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 36(2), 89 - 95.
- Kim, S.H. and J.H. Lee, 2002. Mesh selectivity in trammel net for falt fish. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 38(2), 91 - 100.
- Kitahara, T., 1968. Mesh selectivity curve of sweeping trammel net for Branguillos. Bull. Hokkaido Reg. Lab., 25, 20 - 25.
- Ministry of Maritime Affairs & Fisheries(MOMAF), 2006. Fishery production survey. <http://fs.fips.go.kr/main.jsp>.
- National Fisheries Research & Development Institute (NFRDI), 2000. Ecology and fishing ground of main fisheries resouce in exclusive economic zone. pp. 149.
- Park, C.D., H.C. An, S.K. Cho and C.I. Baik, 2003. Size selectivity of gill net for male snow crab, *Chionoecetes opilio*. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 39(2), 143 - 151.
- Sohn, T.J., 1985. About mesh selectivity of gill nets for anchovy. J. Korean Fish. Soc., 18(6), 506 - 51

2007년 5월 4일 접수
2007년 6월 20일 수리