

새우조망 어업에서 그리드와 윈도우 네트의 선택효과

장충식 · 조윤희 · 안영수*

경상대학교 해양생산공학과/해양산업연구소

A selective effect of grid and window net in the shrimp beam trawl fishery

Choong-Sik JANG, Youn-Hyoung CHO and Young-Su AN*

Department of Marine Production / Institute of Marine Industry, College of Marine Science, Gyeongsang National University, Cheondaegukchi-Gil 38, Tongyeong 650-160, Korea

The study aims at a selective effect of the Grid and Window net in the shrimp beam trawl.

The experimental trawling of the Proto type, Grid type and Grid and Window net type was performed in a sea area of Geo-je and Tong-yeong from Mar, 2006 to Apr, 2010. The obtained results are as follows; Catch per unit area (Number) of the Proto type net and Grid type net were 0.18/m², 0.23/m², respectively. The Grid type demonstrated 2.4% lower bycatch rate than the proto type (6.6% vs 4.2%, respectively). In addition, in terms of total weight, the bycatch rate of Grid type was 7.6% lower than the proto type (50.2% vs 42.6%, respectively). In the comparison of shrimp catch, the Proto type demonstrated better haul outcome (0.02 case/m²) than the Grid & Window type (0.02 case/m²). The Grid & Window net type demonstrated 16.4% lower bycatch rate than the Proto type (32.2% vs 48.6%, respectively). In addition, in terms of total weight, the bycatch rate of Grid & Window net type was 8.3% lower than the Proto type (85.9% vs 94.2% respectively).

Keywords: Grid net type, Window net type, Proto type

서론

새우 조망어업은 자루그물 입구에 빙을 달아 좌우로 벌리고 임의시간 동안 해저를 예망하여 해저 또는 해저 근처에 서식하는 새우류를 주 어획 대상으로 하는 어업이다. 그러나 저층에 서식하는 어류, 갑각류 등이 혼획되어 자원을 감소시키는 어업으로 일정한 장소만을 구획하여 일정한 기간에만 조업하도록 제한하고 있다.

현재 우리나라에서의 새우 조망어업은 서해안의 충남과 전북, 남해안의 전남과 경남을 중심으로 성황리에 이루어지고 있으나 대부분의 어민들은 새우보다는 어

류 등을 어획하고 있는 실정으므로 다른 어업들과 분쟁을 발생시키는 원인이 되고 있다.

Jang et al. (2009)은 우리나라 새우조망 어업의 실태로 보령, 통영 거제해역에 대해 어구, 부수 어획물에 대해 해상 실험한 결과를 발표 하여, 어류들이 많이 어획되고 있으므로 새우만을 어획할 수 있는 선택적 어구를 개발하여 하루빨리 보급할 필요가 있다고 제시 하였고, Jang et al. (2014)은 새우조망 어업에 있어서 우리나라 실정에 맞는 선택적 어구의 형태인 상하식과 그리드식 새우조망 어구의 전개성능을 비교하였고, Eayrs et

*Corresponding author: yosuan@gnu.ac.kr, Tel: 82-55-772-9041, Fax: 82-55-772-9189

al. (1997)은 새우트롤에서 부수어획을 줄이기 위한 방안, 새우조망 어구를 사용하여 투기된 어획물을 생존율에 대하여 Depestele et al.(2014)이 북해 해역에서 연구한 바 있고, 새우조망의 혼획감소 방법이나 장치에 관해서는 Broadhurst and Kennelly (1994), Broadhurst et al. (2002, 2004), Day and Eayrs (2001), Eayrs et al. (1997), Fonseca et al. (2005)과 Cha et al. (2012)에 의해 연구한 바 있다.

이들 참고문헌에서 연구한 결과를 토대로 많은 어업국에서는 새우조망어업 및 새우트롤어업에서 널리 활용되고 있는 선택적 어구는 끝자루 앞에 그리드를 부착하여 새우보다 큰 어류나 갑각류 등이 어획되지 않고 있으며, 일부 국가에서는 반드시 사용하도록 의무화하고 있는 실정이다.

그러나, 그리드식 어구에서도 어류의 체형에 따라 취약한 부분이 관찰되었으며, 그것은 그리드 바의 간격보다 작은 소형어류나 연체동물류는 탈출하지 못하고 끝자루에 어획되는 것이다.

그러므로 본 연구에서는 우리나라 실정에 맞는 새우만을 어획할 수 있는 선택적 어구를 개발하기 위하여 끝자루 앞에 그리드를 붙여 제작한 시험어구를 거제 연안 해역에서 현용어구와 함께 해상시험 조업을 하여 그리드의 선택효과를 밝히고, 체형에 따라 그리드를 통과하여 끝자루에 어획되는 어류들과 소형어류가 탈출할 수 있도록 끝자루 등판의 그리드 후면 상부에 윈도우네트를 부착한 시험어구를 통영 연안 해역에서 현용어구와 함께 해상시험 조업을 실시하여 그리드 및 윈도우네트의 선택효과를 밝히어 새우만을 어획할 수 있는 선택적 어구의 개량 방향을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

시험어구

본 연구에 사용된 어구는 경남 및 전남해역의 새우조망어선들이 사용하고 있는 어구를 현용어구로 하고, 그리드를 부착할 수 있으면서 어획효율을 현용어구에 떨어지지 않도록 개량한 어구를 그리드식 어구라 하였으며, 이들의 설계도를 나타내면 Fig. 1과 같다.

현용어구의 규모는 Fig. 1과 같이 빔 $\phi 70$ mm, 길이는 8 m이고, 뜰줄은 PP $\phi 20$ mm, 길이는 27.7 m이며, 부력은 직경이 $\phi 105$ mm인 구형 플라스틱 뜰 20개를

부착하여 9.8 kg 정도 되었고, 발줄은 PP 로프에 낚은 그물과 현 로프를 덧감기하여 직경이 $\phi 60$ mm로 28.5 m이며, 침강력은 자루그물의 입구가 들리지 않게 하기 위해 500 g짜리 납을 18개 달아 8.2 kg 정도 되도록 하였다. 날개그물의 길이는 12.85 m, 자루그물의 망목크기는 22 mm, 끝자루 망목크기는 18 mm로 구성하였다.

그리드식 어구와 그리드 및 윈도우 네트식 선택적 어구의 기본 형태는 현용어구와 같으며, 개량어구에서는 자루그물의 좌우 중간부분에 폭 방향으로 100코의 그물코를 삽입부착하여 그리드 설치 시 움살에 의한 저항 및 자루그물의 전개가 원활하면서 끝자루로 갈수록 좁아지는 삼각뿔 모양이 되도록 하였다.

또한, 그리드는 자루그물과 끝자루 연결부에 설치하였고, 어류 등이 탈출할 수 있도록 끝자루 앞부분은 그리드에 연결하였지만 등판 뒷부분은 연결하지 않아 어류 등이 도피할 수 있도록 하였으며, Fig. 3과 같이, 800W×1200H (mm)의 스테인리스 재질로 그리드를 제작하였고, 발의 굽기는 10 mm이며, 발의 간격은 새우의 크기 등을 고려하여 50 mm로 하였고, 그리드의 부착각도는 예망시 안정성과 각종 쓰레기 등이 원활하게 빠져 나갈 수 있도록 30°로 부착하였다.

윈도우 네트는 그리드의 트임 부분 뒤쪽, 즉 끝자루의 상부에 800W×800H (mm)의 크기에 100 mm의 사각 망지로 Fig. 3과 같이 제작하여 부착하였다.

시험 조업방법

그리드식 어구

현장 시험 조업은 2006년 3월 1일부터 2006년 7월 31일까지 5개월 동안 Fig. 2와 같이 거제도 해역에서 Table 1과 같이 크기와 기관마력이 비슷한 새우 조망어선 광명호와 제 2광명호를 이용하여 (10)회 실시하였다.

시험 조업은 현용어구를 가지고 광명호가 Fig. 4와 같이 투망한 후에 1.2~1.4 knots의 속력으로 1시간 예망 후 Fig. 5와 같이 양망을 하였으며, 시험어구를 가지고 시험 조업한 제 2광명호도 예망속도와 예망시간은 현용어구와 같게 하였다. 조업 조건을 동일하게 하기 위하여 2척의 어선을 서로 평행하게 위치시켰으며, 서로 조업상황을 지켜 볼 수 있도록 하여 동일 해역에서 동시에 투망을 하였다.

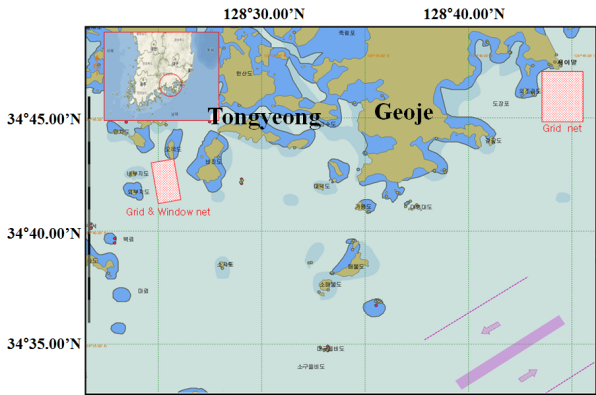


Fig. 2. A fishing ground operated the experimental fishing gear.

Table 1. Specification of the experimental trawlers

Area	Name	G/T (ton)	Engine (HP)	No. of fisherman
Geoje	Gwangmyeong	4.97	294	3
Geoje	No 2. Gwangmyeong	4.99	265	3
Tongyeong	Geunwon	4.65	260	2

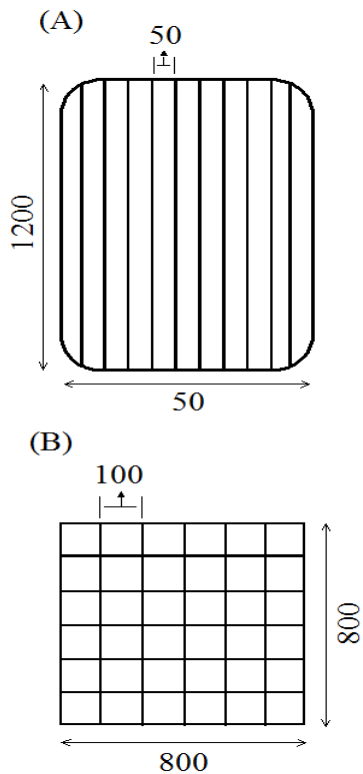


Fig. 3. A drawing of the Grid & Window net (A: Grid, B: Window net).

어획 측정

어획물 중 새우류에 대해서는 종류별 어획마리수와 중량을 측정하고, 어류와 기타에 대해서도 종류별 어획마리수와 중량을 측정하였다.

어획물 조사는 매회 조업시마다 실시하였으며, 어획물을 일정 두께로 펼친 후 5개소 이상의 곳에서 일정량을 추출하여, 새우류 및 부수어획종의 개체수 및 중량의 실측을 행한 후 어획물을 일정 크기의 바스켓에 담아 총중량을 측정하였다.

어획한 어종의 분류는 국립수산과학원의 해양생물종정보시스템(<http://portal.nfrdi.re.kr/oceanlife>)의 기준을 따랐다.



Fig. 4. Casting the shrimp beam trawl.



Fig. 5. Hauling the shrimp beam trawl.

결과 및 고찰

현용어구와 그리드식 어구의 어획성능

현용어구와 그리드식 어구의 어획성능을 비교·검토하

기 위하여 거제도 부근의 해역에서 시험 조업한 결과를 어획물의 조성으로 나타내면 Table 2, 3과 같다.

현용어구로 10회 시험 조업한 어획물 중에서 새우류는 35,363마리, 120.6 kg이었고, 어류는 1,133마리, 86.3 kg이었으며, 기타는 1,349마리, 35.6 kg으로 총 37,845마리, 242.5 kg이었다.

그리드식 어구의 경우 새우류는 44,927마리, 157.6 kg이었고, 어류는 1,117마리, 78.1 kg이었으며, 기타는 835마리, 39.1 kg으로 총 46,879마리, 274.8 kg이었다.

현용어구와 Grid식 어구의 어획성을 단위소해면적당 (m²) 어획 마리수로 나타내면 현용어구는 0.18마리 이었고, 그리드식 어구는 0.23마리로 현용어구보다 단위소해면적당 (m²) 0.05마리 많았다.

이와 같이 단위소해면적당 (m²) 새우의 밀도가 Jang et al. (2009)의 0.66마리보다 0.18마리, 0.23마리로 월등히 적은 것은 어황과 어장의 조건이 다른 것이 한 원인으로 생각된다. 그리고 그리드식 어구가 단위소해면적당 (m²) 당 0.05마리 더 많이 어획한 것은 망폭은 같은데 비하여 망고가 그리드식이 다소 높고, 그리드를 자루와 끝자루 사이에 부착하고 윗부분으로 어류가 탈출할 수 있도록 개방하였기 때문에 자루그물을 통한 물의 여과능력이 다소 좋았기 때문인 것으로 생각된다.

또한, 새우의 예망 당 어획량이 12.1~15.7 kg인데, 이를 건조시키면 4~5 kg밖에 되지 않으므로 새우만을 어획하도록 하는 경우에는 수입이 생산비의 절반 정도밖에 되지 않는 실정이다.

현용어구와 그리드식 어구의 선택효과

현용어구를 이용하여 10회 시험 어획한 새우류와 기타어획물 (어류 및 연체동물 등)의 구성은 Table 2와 같이 각각 35,363마리, 2,482마리로 나타났으며, 이들 마리수에 대한 부수어획율을 나타내면 Fig. 6과 같이 현용어구는 6.6%였고, 그리드식 어구의 경우에는 Table 3과 같이 새우류와 기타 어획물의 구성은 각각 44,927마리, 1,952마리로 마리수에 대한 부수어획율은 Fig. 6과 같이 그리드식 어구는 4.2%로 현용어구보다 2.4% 낮았다.

현용어구를 이용하여 10회 시험 어획한 새우류와 기타어획물 (어류 및 연체동물 등)의 구성은 Table 2와 같이 각각 120.6 kg, 121.9 kg으로 중량에 대한 부수어획율을 나타내면 Fig. 6과 같이 현용어구는 50.2%였고,

그리드식 어구의 경우에는 Table 3과 같이 새우류와 기타 어획물의 구성은 각각 157.6 kg, 117.2 kg으로 중량에 대한 부수어획율은 Fig. 6과 같이 그리드식 어구는 42.6%로 현용어구보다 7.6%가 낮았다.

이와 같이 그리드식 어구의 부수어획율이 낮은 것은 그리드의 선택효과에 의해 기인된 것으로 생각된다.

현용어구와 그리드식 어구의 체형에 따른 선택효과

체형에 따른 선택 효과를 살펴보기 위하여 어류의 경우 5가지 체형으로 나누고, 기타는 갑각류와 연체동물로 나누어 10회 평균 1회 예망 당 어획 마리수로 나타내면 Fig. 7과 같다.

부수어획물 중에서 어류는 현용어구에서는 19종, 그리드식 어구에서는 20종이었는데, 이들 중에서 방추형은 성대 (*Chelidonichthys spinosus*), 멸치 (*Engraulis japonicus*), 쭈기미 (*Inimicus japonicus*), 물메기 (*Liparis tessellatus*), 썸뱅이 (*Sebastes marmoratus*), 보리멸 (*Sillago sihama*), 전갱이 (*Thachurus japonicus*) 등 7종이고, 측편형은 갈전갱이 (*Caranx equula*), 눈볼대 (*Doederleinia berycoides*), 밴댕이 (*Herklotsichthys zunasi*), 주둥치 (*Leiognathus nuchali*), 쌍둥가리 (*Parapercis sexfasciata*), 달고기 (*Zeus japonicus*) 등 6종이며, 편평형은 넙치 (*Paralichthys olivaceus*), 참서대 (*Cynoglossus joyneri*), 물가자미 (*Eopsetta grigorjewi*), 아귀 (*Lophiomus setigerus*), 참가자미 (*Pleuronectes herzensteini*) 등 5종이고, 장어형은 붕장어 (*Conger myriaster*), 베도라치 (*Pholis nebulosa*) 등 2종이다. 여기서 넙치와 가자미는 측편형으로 분류하여야 하나 생후 몇 개월 후부터는 해저에 붙어서 생활하므로 편평형으로 분류하였다.

현용어구에 의한 체형에 따른 예망당 어획 마리수를 나타내면 방추형은 34.1마리, 측편형은 67.5마리, 편평형은 8.1마리, 장어형은 3.6마리, 갑각류는 111.3마리, 연체동물은 23.6마리 였다. 그리드식 어구의 경우에는 방추형은 37.3마리, 측편형은 63.0마리, 편평형은 4.6마리, 장어형은 6.8마리, 갑각류는 24.9마리, 연체동물은 58.6마리 였다. 현용어구보다 방추형, 장어형과 연체동물은 각각 3.2마리, 35.0마리 오히려 많았으며, 반대로 측편형, 편평형과 갑각류는 각각 4.5마리, 3.5마리, 86.4마리가 적어 체형에 따른 선택효과가 있었다고 할 수 있다.

Table 2. Species composition of catch by shrimp beam trawl net in Geoje (Proto type)

Species	Scientific name	Number of catch	Range of body length(mm)	Range of body weight(g)	Total catch(g)
Shrimps	<i>Crangon Hakodatei</i>	18,767	30 - 90	3 - 5	75,068
	<i>Metapenaeus joyneri</i>	16	90 - 120	11 - 12	168
	<i>Palaemon gravieri</i>	14,040	30 - 80	2 - 3	37,510
	<i>Rhynchocinetes uritai</i>	2515	30 - 70	2 - 4	7,545
	<i>Trachysalambria curvirostris</i>	25	120 - 150	10 - 15	325
Total		35,363			120,616
Fishes	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	40	250 - 280	150 - 260	9,920
	<i>Conger myriaster</i>	18	300 - 360	30 - 45	625
	<i>Cynoglossas joyneri</i>	14	160 - 270	170 - 250	3,260
	<i>Doederleinia berycoides</i>	236	25 - 100	70 - 180	33,680
	<i>Eopsetta grigorjewi</i>	10	230 - 280	127 - 218	1,452
	<i>Inimicus japonicus</i>	1	230	110	110
	<i>Leiognathus nuchalis</i>	431	30 - 80	1 - 3	800
	<i>Liparis tessellatus</i>	74	60 - 280	12 - 42	1,972
	<i>Lophiomus setigerus</i>	18	260 - 380	740 - 1,300	15,840
	<i>Nibea albiflora</i>	3	150 - 250	190 - 420	1,030
	<i>Pholis nebulosa</i>	18	160	36	648
	<i>Platycephalus indicus</i>	5	110	10	50
	<i>Pleuronectes herzensteini</i>	20	220 - 230	110 - 130	2,460
	<i>Pleuronichthys cornutus</i>	9	310 - 500	200 - 410	2,490
	<i>Raja pulchra</i>	5	150	210	1,050
	<i>Sebastiscus marmoratus</i>	200	70 - 90	40 - 60	9,300
	<i>Sillago sihama</i>	9	160 - 280	35 - 90	645
<i>Thachurus japonicus</i>	17	80	5	85	
<i>Zeus japonicus</i>	5	50 - 280	90 - 350	930	
Subtotal		1,133			86,347
Others	<i>Crustacean</i>	1,113		10 - 30	22,632
	<i>Mollusk</i>	236	110 - 700	20 - 1,300	12,920
Subtotal		1,349			35,552
Total		2,482			121,899

Table 3. Species composition of catch by shrimp beam trawl net in Geoje (Grid type)

Species	Scientific name	Number of catch	Range of body length(mm)	Range of body weight(g)	Total catch(g)
Shrimps	<i>Crangon Hakodatei</i>	27,124	40 - 90	3 - 5	108,496
	<i>Metapenaeus joyneri</i>	365	50 - 120	7 - 12	3,908
	<i>Palaemon gravieri</i>	14,587	30 - 70	2 - 3	36,478
	<i>Rhynchocinetes uritai</i>	2,838	30 - 70	2 - 4	8,514
	<i>Trachysalambria curvirostris</i>	13	120 - 150	10 - 15	176
Total		44,927			157,572
Fishes	<i>Paralichthys olivaceus</i>	1	540	3,500	3,500
	<i>Caranx equula</i>	1	60	3	3
	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	29	200 - 330	135 - 280	4,525
	<i>Conger myriaster</i>	47	140 - 380	28 - 70	1,627
	<i>Cynoglossas joyneri</i>	13	130 - 270	140 - 250	2,580
	<i>Doederleinia berycoides</i>	237	45 - 130	70 - 180	29,060
	<i>Engraulis japonicus</i>	3	140 - 280	24 - 190	404
	<i>Eopsetta grigorjewi</i>	7	280	218	1,526
	<i>Herklotsichthys zunasi</i>	1	70	12	12
	<i>Inimicus japonicus</i>	6	200 - 230	94 - 110	614
	<i>Leiognathus nuchalis</i>	370	30 - 50	1 - 3	755
	<i>Liparis tessellatus</i>	78	60 - 260	12 - 180	7,105
	<i>Lophiomus setigerus</i>	17	180 - 600	490 - 1,500	13,260
	<i>Parapercis sexfasciata</i>	20	130 - 180	25 - 65	995
	<i>Pholis nebulosa</i>	21	100 - 280	20 - 62	821
	<i>Pleuronectes herzensteini</i>	8	200 - 230	90 - 115	935
	<i>Sebastiscus marmoratus</i>	230	70 - 90	40 - 45	9,200
	<i>Sillago sihama</i>	17	160 - 210	35 - 65	715
	<i>Thachurus japonicus</i>	10	80	5	50
	<i>Zeus japonicus</i>	1	310	420	420
Subtotal		1,117			78,107
Others	<i>Crustacean</i>	249		10 - 40	5,962
	<i>Mollusk</i>	586	110 - 500	18 - 1,100	33,127
Subtotal		835			39,089
Total		1,952			117,196

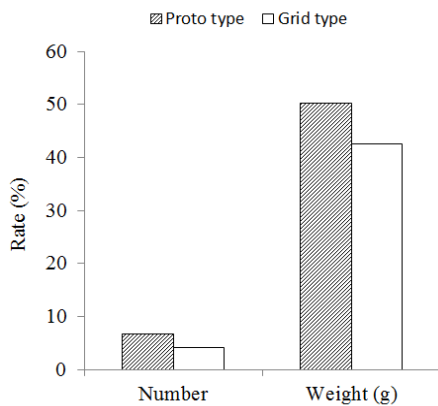


Fig. 6. Bycatch rate of the catches caught by shrimp beam trawl net.

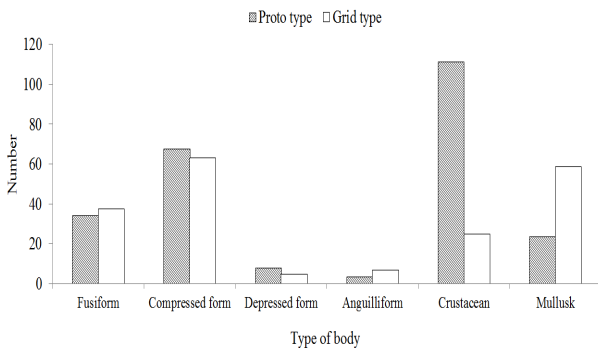


Fig. 7. A comparison of catch per unit hauling according to body type.

현용어구와 그리드 및 윈도우 네트식 어구의 어획가능

현용어구와 그리드 및 윈도우 네트식 어구의 어획가능성을 비교·검토하기 위하여 통영 부근의 해역에서 시험 조업한 결과를 어획물의 조성으로 나타내면 각각 Table 4, 5와 같다.

현용어구로 10회 시험 조업한 어획물 중에서 새우류는 6,314마리, 38.8 kg이었고, 어류는 4,922마리, 527.5 kg이었으며, 기타는 1,039마리, 106.1 kg으로 총 12,275마리, 672.4 kg이었다.

그리드 및 윈도우 네트식 어구의 경우 새우류는 6,444마리, 38.0 kg이었고, 어류는 2,544마리, 191.1 kg이었으며, 기타는 523마리, 40.3 kg으로 총 9,511마리, 269.4 kg이었다.

현용어구와 그리드 및 윈도우 네트식 어구의 어획가능성을 단위소해면적당 (m²) 어획 마리수로 나타내면 모두 0.02마리로 같았다.

이러한 마리수가 낮은 것은 Jang et al. (2009)의 의하

면 통영 부근의 해역은 새우 서식량이 우리나라 새우 조망어업을 실시하고 있는 다른 해역보다 적다는 사실과 일치하였고, 단위소해면적당 (m²) 어획 미수가 현용어구와 같은 것은 새우의 서식량이 적었기 때문인 것으로 생각된다.

현용어구와 그리드 및 윈도우 네트식 어구의 선택효과

부수어획율은 현용어구를 가지고 10회 시험 조업하여 어획한 새우류와 어류 및 기타는 Table 4와 같이 각각 6,314마리, 5,961마리로 마리수에 대한 부수어획율을 나타내면 Fig. 8과 같이 48.6%였고, 그리드 및 윈도우 네트식 어구의 경우에는 Table 5와 같이 새우류와 어류 및 기타는 각각 6,444마리, 3,067마리로 마리수에 대한 부수어획율은 Fig. 8과 같이 32.2%로 현용어구보다 16.4% 낮았다.

현용어구를 가지고 10회 시험 조업하여 어획한 새우류와 어류 및 기타는 Table 4와 같이 각각 38.8 kg, 633.6 kg으로 중량에 대한 부수어획율을 나타내면 Fig. 8과 같이 94.2%였고, 그리드식 어구의 경우에는 Table 5와 같이 새우류와 어류 및 기타는 각각 38.0 kg, 231.4 kg으로 중량에 대한 부수어획율은 Fig. 8과 같이 85.9%로 현용어구보다 8.3%가 낮았다.

이와 같이 그리드 및 윈도우 네트식 어구의 부수어획율이 낮은 것은 그리드 및 윈도우 네트의 선택효과라고 생각되고, 마리수에 의한 부수어획율이 16.4%나 줄어든 것은 선택 효과는 34%나 된다. 또한, 거제도 부근의 해역과 비교하여 볼 때 선택효과는 뚜렷하게 나타난 것은 통영 부근의 해역이 Jang et al. (2009)의 결과에서와 같이 부수어획율이 높았기 때문이다.

현용어구와 그리드 및 윈도우 네트식 어구의 체형에 따른 선택효과

체형에 따른 선택 효과를 살펴보기 위하여 어류의 경우 5가지 체형으로 나누고, 기타는 갑각류와 연체동물로 나누어 10회 평균 1회 예망 당 어획 마리수로 나타내면 Fig. 9와 같다.

부수어획물 중에서 어류는 현용어구에서는 17종, 그리드 및 윈도우 네트식 어구에서는 16종이었는데, 이들 중에서 방추형은 성대 (*Chelidonichthys spinosus*), 썩기미 (*Inimicus japonicus*), 물메기 (*Liparis tessellatus*), 청보리멸 (*Sillago japonica*) 등 4종이고, 측편형은 보구치

(*Argyrosomus argentatus*), 열동가리돔 (*Apogon lineatus*) 등 2종이며, 편평형은 개서대 (*Cynoglossus robustus*), 노랑각시서대 (*Many-banbed sole*), 문치가자미 (*Limanda yokohaamae*), 아귀 (*Lophiomus setigerus*), 물가자미 (*Eopsetta grigorjewi*), 기름가자미 (*Glyptocephalus stelleri*), 눈가오리 (*Rajapul chra*), 도다리 (*Pleuronichthys cornutus*) 등 8종이고, 장어형은 갈치 (*Trichiurus lpturus*), 붕장어 (*Conger myriaster*), 베도라치 (*Pholis nebulosa*) 등 3종이다.

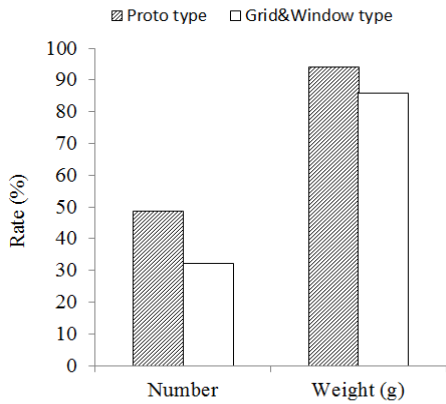


Fig. 8. Bycatch rate of the catches caught by shrimp beam trawl net.

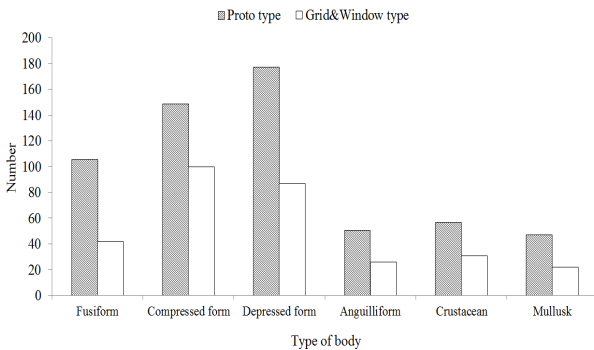


Fig. 9. A comparison of catch per unit hauling according to body type.

현용어구에 의한 체형에 따른 예망 당 어획 마리수를 나타내면 방추형은 105.8마리, 측편형은 148.6마리, 편평형은 177.3마리, 장어형은 60.5마리, 갑각류는 56.9마리, 연체동물은 47.0마리였고, 그리드 및 윈도우 네트식 어구의 경우에는 방추형은 41.7마리, 측편형은 99.9마리, 편평형은 87.1마리, 장어형은 25.7마리, 갑각류는 30.6마리, 연체동물은 21.7마리로 현용어구보다 각각 64.1마리, 48.7마리, 90.2마리, 34.8마리, 26.3마리, 25.3

마리가 적었으므로 모든 체형에 선택효과가 있었고, 방추형이 선택효과가 61%로 가장 크고, 측편형이 33%로 가장 작았는데, 측편형의 경우 통영 부근의 해역에서 어획되는 크기에서는 유영하는 자세로 그리드 발의 간격 50 mm를 통과 할 수 있었기 때문인 것으로 생각 된다.

결론

새우조망어업에서 혼획을 줄이고 어획성능은 현용어구와 대등하면서 (떨어지지 않으면서) 우리나라 실정에 맞는 새우만을 어획 할 수 있는 선택적 어구 개발을 위해 현용어구와 선택적 어구로 개발된 그리드식 어구 및 그리드 및 윈도우 네트식 어구를 가지고 거제도과 통영 부근의 해역에서 현장 시험 조업을 통한 어획성능과 선택효과를 비교·분석한 결과는 다음과 같다.

현용어구와 그리드식 어구의 어획성능을 단위소해면 적당(m²) 새우의 어획 미수로 나타내면 현용 어구는 각각 0.18마리였고, 그리드식 어구는 각각 0.23마리였고, 마리수와 중량에 대한 부수어획율을 나타내면 현용 어구는 각각 6.6%, 50.2%이고, 그리드식 어구는 각각 4.2%, 42.6%로 각각 2.4%, 7.6%가 낮았다. 어류의 체형에 따른 예망 당 어획 미수는 방추형은 각각 34.1마리, 37.3마리였고, 측편형은 각각 67.5마리, 63.0마리였으며, 편평형은 각각 8.1마리, 4.6마리였고, 장어형은 각각 3.6마리, 6.8마리였으며, 갑각류는 111.3마리, 24.9마리였고, 연체동물류는 23.6마리, 58.6마리로 선택효과는 측편형, 편평형과 갑각류만이 있었다.

현용어구와 그리드 및 윈도우 네트식 어구의 어획성능을 단위소해면적당(m²) 새우의 어획 미수로 나타내면 모두 0.02마리로 같았고, 어구의 마리수와 중량에 대한 부수어획율을 나타내면 현용어구는 각각 48.6%, 94.2%이고, 그리드 및 윈도우 네트식 어구는 각각 32.2%, 85.9%로 각각 16.4%, 8.3%가 낮았다. 어류의 체형에 따른 예망 당 어획 미수는 방추형은 각각 105.8마리, 41.7마리였고, 측편형은 각각 148.6마리, 99.9마리였으며, 편평형은 각각 177.3마리, 87.1마리였고, 장어형은 각각 60.5마리, 25.7마리였으며, 갑각류는 56.9마리, 30.6마리였고, 연체동물류는 47.0마리, 21.7마리로 그리드 및 윈도우 네트식 어구의 선택효과는 모든 체형에서 나타났다.

Table 4. Species composition of catch by shrimp beam trawl net in Tong-yeong (Proto type)

Species	Scientific name	Number of catch	Range of body length(mm)	Range of body weight(g)	Total catch(g)
Shrimps	<i>Crangon Hakodatei</i>	2,594	70	4	10,376
	<i>Palaemon gravieri</i>	556	80	4	2,224
	<i>Rhynchocinetes uritai</i>	222	40	3	666
	<i>Parapenaepsis tenella</i>	515	40	3	1,545
	<i>Alpheus japonicus</i>	104	45	4	416
	<i>Palaemon ortmanni</i>	354	50	5	1,770
	<i>Marsupenaeus japonicus</i>	6	150	38	228
	<i>Trachysalambria curvirostris</i>	1963	70 - 95	12 - 310	21,532
Total		6,314			38,757
Fishes	<i>Trichiurus lipturus</i>	20	350 - 400	130 - 150	2,120
	<i>Cynoglossus robustus</i>	275	150 - 220	110 - 190	41,930
	<i>Many - banbed sole</i>	122	260 - 270	230 - 240	28,350
	<i>Limanda uokohamae</i>	65	320	250	16,250
	<i>Eopsetta grigorjewi</i>	567	320	250	84030
	<i>Glyptocephalus stelleri</i>	462	170 - 190	120 - 160	65,160
	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	708	150 - 380	90 - 320	90,130
	<i>Conger myriaster</i>	461	200 - 600	25 - 700	47,560
	<i>Lophiomus setigerus</i>	93	200 - 370	270 - 650	39,990
	<i>Argyrosomus argentatus</i>	99	230	300	25,600
	<i>Inimicus japonicus</i>	26	180	250	6,500
	<i>Apogon lineatus</i>	1,387	65	5	6,935
	<i>Liparis tessellatus</i>	19	180	200	13,800
	<i>Sillago japonica</i>	305	150	60	18,300
	<i>Raja pulchra</i>	92	190	200	18,400
	<i>Pholis nebulosa</i>	124	150 - 180	25 - 40	3,980
<i>Pleuronichthys cornutus</i>	97	250	190	18,430	
Subtotal		4,922			527,465
Others	<i>Crustacean</i>	569		35 - 130	29,882
	<i>Mollusk</i>	470	220 - 600	85 - 1,200	76,215
Subtotal		1,039			106,097
Total		5,961			633,562

Table 5. Species composition of catch by shrimp beam trawl net in Tong-yeong (Grid % Window net type)

Species	Scientific name	Number of catch	Range of body length(mm)	Range of body weight(g)	Total catch(g)
Shrimps	<i>Crangon Hakodatei</i>	2,949	70	4	11,756
	<i>Palaemon gravieri</i>	610	80	4	2,440
	<i>Rhynchocinetes uritai</i>	226	40	3	648
	<i>Parapenaopsis tenella</i>	482	40	3	1,446
	<i>Alpheus japonicus</i>	66	45	4	264
	<i>Palaemon ortmanni</i>	303	50	5	1,515
	<i>Marsupenaeus japonicus</i>	5	150	38	114
	<i>Trachysalambria curvirostris</i>	1,803	70 - 95	10 - 12	19,866
Total		6,444			38,049
Fishes	<i>Trichiurus lipturus</i>	11	350	130	1,430
	<i>Cynoglossus robustus</i>	184	150 - 220	110 - 190	23,840
	<i>Many - banbed sole</i>	71	260 - 270	230 - 240	16,540
	<i>Eopsetta grigorjewi</i>	286	190 - 220	110 - 150	35,300
	<i>Glyptocephalus stelleri</i>	282	170 - 190	120 - 160	39,240
	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	205	150 - 210	90 - 120	20,630
	<i>Conger myriaster</i>	130	200 - 290	25 - 90	4,435
	<i>Lophiomus setigerus</i>	19	200	270	5,130
	<i>Argyrosomus argentatus</i>	42	230	300	12,600
	<i>Inimicus japonicus</i>	18	180	250	4,500
	<i>Apogon lineatus</i>	957	65	5	4,785
	<i>Liparis tessellatus</i>	14	180	200	2,800
	<i>Sillago japonica</i>	180	150	60	10,800
	<i>Raja pulchra</i>	21	190	200	4,200
	<i>Pholis nebulosa</i>	116	150 - 180	25 - 40	3,335
<i>Pleuronichthys cornutus</i>	8	250	190	1,520	
Subtotal		2,544			191,085
Others	<i>Crustacean</i>	306		35 - 65	12,580
	<i>Mollusk</i>	217	170 - 600	85 - 1,200	27,765
Subtotal		523			40,345
Total		3,067			231,430

References

- Broadhurst MK and Kennelly SJ. 1994. Reducing the bycatch of juvenile fish (mulloway) in the Hawkesbury River prawn-trawl fishery using square-mesh panels in codends. *Fish Res* 19, 321-331.
- Broadhurst MK, Kangas MI, Damiano C, Bickford SA and Kennelly SJ. 2002. Using composite square-mesh panels and the Nordmøre-grid to reduce bycatch in the Shark Bay prawn-trawl fishery, Western Australia. *Fish Res* 58 (3), 349-365. (doi:10.1016/S0165-7836(01)00390-3)
- Broadhurst MK, Millar RB, Kennelly SJ, Macbeth WG, Young DJ and Gray CA. 2004. Selectivity of conventional diamond and nove square-mesh codends in an Australian estuarine penaeid-trawl fishery. *Fish Res* 67, 183-194. (doi:10.1016/j.fishres.2003.09.043)
- Cha BJ, Cho SK, Ahn HC and Kim IO. 2012. Development of a bycatch reduction device (BRD) for shrimp beam trawl using flexible materials. *Iran J Fish Sci* 11(1), 89-104.
- Day G and Eayars S. 2001. NPF operators make gains in bycatch reduction but problems remain! *Professional Fisherman* 23, 18-19.
- Depestele J, Desender M, Benoit HP, Polet H and Vincx M. 2014. Short-term survival of discarded target fish and non-target invertebrate species in the "eurocutter" beam trawl fishery of the southern North Sea. *Fish Res* 154, 82-72. (doi:10.1016/j.fishres.2014.01.018)
- Eayrs S, Rawlinson S and Brewer D. 1997. Reducing bycatch in Australia's Northern Prawn Fishery. *Asia-Pacific Fishing* 97, Conference papers. Baird Publications, pp. 97-105.
- Fonseca P, Campos A, Larsen PB, Borges TC and Erzini K. 2005. Using a modified Nordmore grid for by-catch reduction in the Portuguese crustacean-trawl fishery. *Fish Res* 71, 223-239. (doi:10.1016/j.fishres.2004.08.018)
- Jang CS, Cho YH, Lim CR, Kim BY and An YS. 2009. An analysis on catch of the shrimp beam trawl fishery in Korea coastal sea. *J Kor Fish Soc Tech* 45(1), 1-13. (doi:10.3796/KSFT.2008.45.1.001)
- Jang CS, Cho YH, and An YS. 2014. Opening efficiency and selectivity of Double-level type and Grid type in the shrimp beam trawl net. *J Kor Fish Soc Tech* 50(3), 351-360. (doi:10.3796/KSFT.2014.50.3.351)

2015. 7.30 Received

2015. 8.18 Revised

2015. 8.25 Accepted