

상하식과 그리드식 새우조망 어구의 전개성능과 선택성

장충식 · 조윤희 · 안영수*

경상대학교 해양생산공학과/해양산업연구소

Opening efficiency and selectivity of Double-level type and Grid type in the shrimp beam trawl net

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

*Institute of Marine Industry, Department of Marine Production Technology, Graduate School,
Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea*

The experiments were carried out to decide the selective fishing gear of the shrimp beam trawl fishery. The model nets were made of General type, Double-level type and Grid type. The model experiments were carried out to test opening efficiency and towing tension. The experimental tanks were the flume tank [8.0L × 2.8W × 1.4H (m)] and the towing tank [85L × 10W × 3.5H (m)] in National Fisheries Research and Development Institute. The full scale experiments were carried out to compare the selectivity of General type net, Double-level type net and Grid type net in the southern sea of Korea.

The vertical opening (net height) of the model nets can be expressed as a function of the towing velocity as the straight line.

The towing tension of the model nets can be expressed as a function of the towing velocity as the parabola.

The shrimp catching rates of upper cod end in Boryeong and Tongyeong were 78%, 9% respectively, but the rates of lower cod end were 23%, 91% respectively. The number bycatch rates of General type and Grid type were 23%, 11% respectively, and the weight bycatch rates were 34%, 31% respectively. A selective shrimp beam trawl net is Grid type in Korea coastal sea.

Keywords : Catching efficiency, General type, Double-level type, Grid type, vertical opening

서 론

연안의 일정한 구획에서 새우만을 어획하도록 되어 있는 조망어업은 Jang et al., (2009)에서와 같이 새우와 어류들이 많이 어획되고 있으므로 새우만을 어획할 수 있는 선택적 어구를 개발하여 하루빨리 보급할 필요가 있다.

일반적으로 예망어법에 속하는 어업들의 부수어획률이 다른 어법들에 비하여 월등히 높는데 그 중에서도 우

리나라에서 사용하고 있는 새우 조망어구는 유럽식 빔 트롤로 끝자루의 그물코가 매우 작기 때문에 부수어획률이 어느 어업보다도 높은 실정이다.

그러므로 세계 각국에서는 부수어획률을 낮추기 위하여 여러 가지 방안들을 채택하고 있는데, 현재 새우만을 선택적으로 어획하기 위하여 사용하고 있는 어구는 자루그물을 상하로 분리하여 새우는 아래쪽 자루에서 어획되도록 하는 새우의 서식수층을 활용하는 것과

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

끝자루 입구에 그리드를 설치하여 새우만 그리드를 통과하도록 하고 타 어종들은 들어갈 수 없도록 그리드를 설치하는 방안들이 있다. 전자에 관한 연구로는 자루그물을 여러 층으로 나누어 행동특성을 이용하여 어종별로 선택하여 어획할 수 있도록 한 Garry D et al. (2000)이, 후자에 관한 다각적인 연구들이 Broadhaust et al. (1994; 2004), Day and Eayrs (2001), Eayrs et al. (1997)과 Fonseca et al. (2005)에 의하여 진행되어 왔다. 그러나 이들의 연구는 대부분 우리나라에서 사용하고 있는 새우 조망어구보다는 훨씬 크고 어획되는 새우도 대형이므로 그대로 우리나라에 적용하기란 문제가 많을 것이다.

어구를 개량하기 위해서는 먼저 여러 가지 형태의 모형어구를 가지고 수조실험을 통하여 타당성을 검토한 후 그 결과들을 바탕으로 실물어구를 제작하여 현장 시험 조업을 실시한 후 최종 개량어구를 결정하여 보급하는 것이 일반적이다.

새우 조망어구와 같이 자루그물의 형태를 가진 어업에 대한 모형어구에 대한 연구들은 Kim (1995a; 1995b; 1997a; 1997b; 1997c), Ko and Kim (1979), Youm (1984)과 Song et al. (1981)에 의하여 진행되어 왔는데, 이들의 연구들을 이론적으로 검토한 것들이거나 축소비가 1/40 이상이 되므로 이에 따른 문제점들이 있는 것으로 생각된다.

그러므로 본 연구에서는 새우조망 어업에 있어서 우리나라 실정에 맞는 선택적 어구의 형태인 상하식과 그리드식, 그리고 이들과 비교하기 위하여 현재 사용 중인 일반형의 3가지 형태의 모형어구를 제작하였다. 모형어구는 실물어구의 1/4로 축소 제작하였으며, 수조 실험을

통하여 유속에 따른 어구 전개 성능과 끌줄에 걸리는 장력 등의 변화를 살펴본 후, 현장에서 실물어구를 이용한 시험 조업을 통하여 어획한 어획물을 분석하여 어구의 선택성을 검토함으로써 우리나라 실정에 맞는 새우 조망어구의 선택적 어구의 방향을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

시험어구

본 연구에 사용된 시험어구 중에서 상하식 어구는 경남 통영에서 사용되고 있는 남해안식 (Fig. 1a)과 충남 보령에서 사용되고 있는 서해안식 (Fig. 1b)을 일반적인 트롤어구의 원리를 따라 자루그물 뒤끝으로 갈수록 일정하게 축소하여 제작한 것이며, 그리드식 어구는 현재 거제에서 사용되고 있는 Fig. 2a와 같은 남해안식으로 어선의 기관마력이 서해안식과 비슷하여 어구크기도 비슷한 것을 Fig. 2b와 같은 형태로 제작한 것이다.

상하식 어구는 Fig. 1과 같이 자루그물을 상하로 2등분 되도록 등판과 똑같은 망지를 양 옆판의 중간에 있는 봉합선을 따라 붙여 제작하였으며, 끝자루는 상하가 서로 완전히 분리되도록 옆판을 길이방향으로 2등분하고 등판과 똑같은 2장의 망지를 붙여 제작하였다.

그리드식 어구는 Fig. 2b의 자루그물과 끝자루가 연결되는 부분에 45°의 각도로 그리드를 붙여 제작하였는데, 위쪽에는 어류들이 도피할 수 있도록 등판부분을 연결하지 않았으며, 그리드는 발의 간격이 50mm인 직사각형 (Fig. 3)의 형태로 제작한 것이다.

모형어구는 Fig. 1b와 Fig. 2의 것을 크기가 1/2과 1/4이 되도록 축소하여 제작하였는데, 망지의 그물코 크기

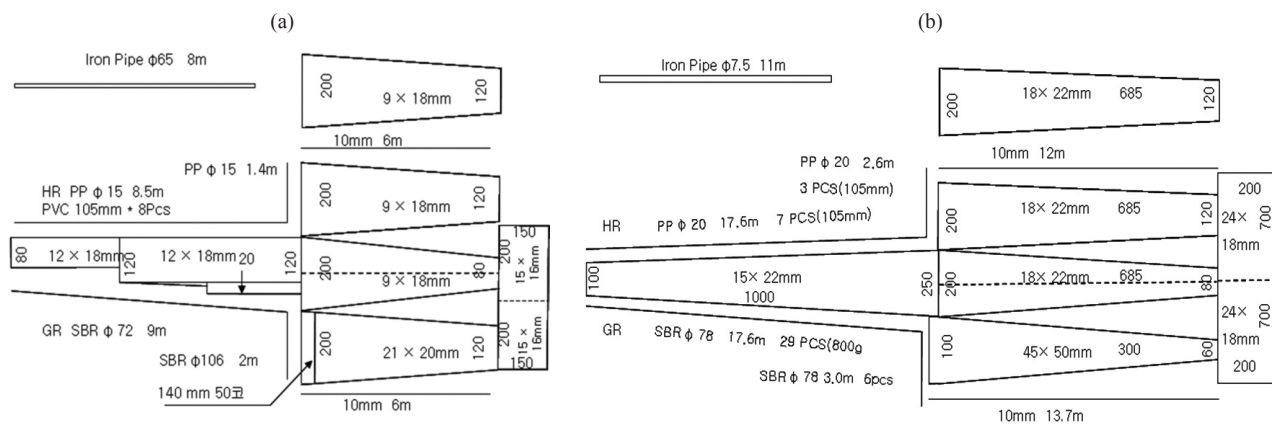


Fig. 1. A developed drawing of Double-level type shrimp beam trawl net.

(a) southern type, (b) western type, - - - : seaming line

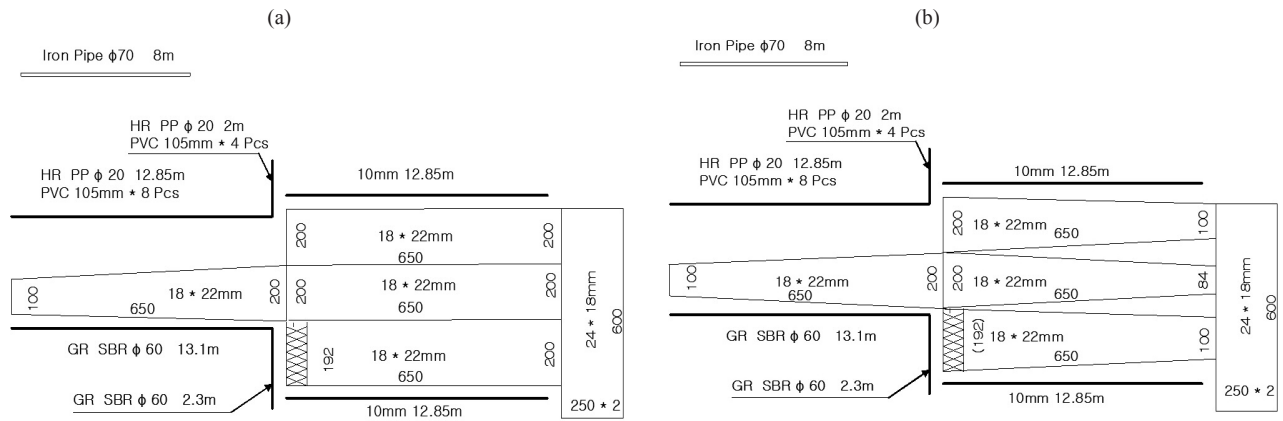


Fig. 2. Developed drawing of the prototype shrimp beam trawl. (a) General type, (b) Grid type

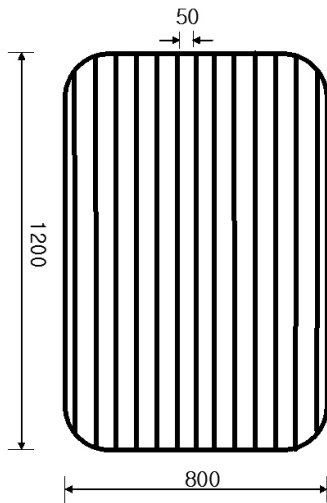


Fig. 3. A drawing of the Grid.

는 축소하기가 곤란하여 실물어구와 같은 것을 사용하였으며, 상하식은 그리드식의 것을 상하식 시험어구 제작방법과 같이 자루와 끝자루가 2등분 되도록 제작한 것이다.

실험수조 및 방법

조망어구의 전개성능을 파악하기 위하여 국립수산물시험연구소의 회류수조와 예인수조를 사용하였으며, 회류수조 (8L×2.8W×1.4H (m)) 에서는 1/4의 모형어구를 가지고 유속을 0.26~1.03m/sec의 범위에서 변화시킬 때 망고와 장력의 변화를 측정하였고, 예인수조 [85L×10W×3.5H (m)] 에서는 1/2의 모형어구를 가지고 예인속도를 실제 작업선들의 예인속도와 비슷한 속도로 예인할 때 어구의 전개 상태와 조작상의 문제점

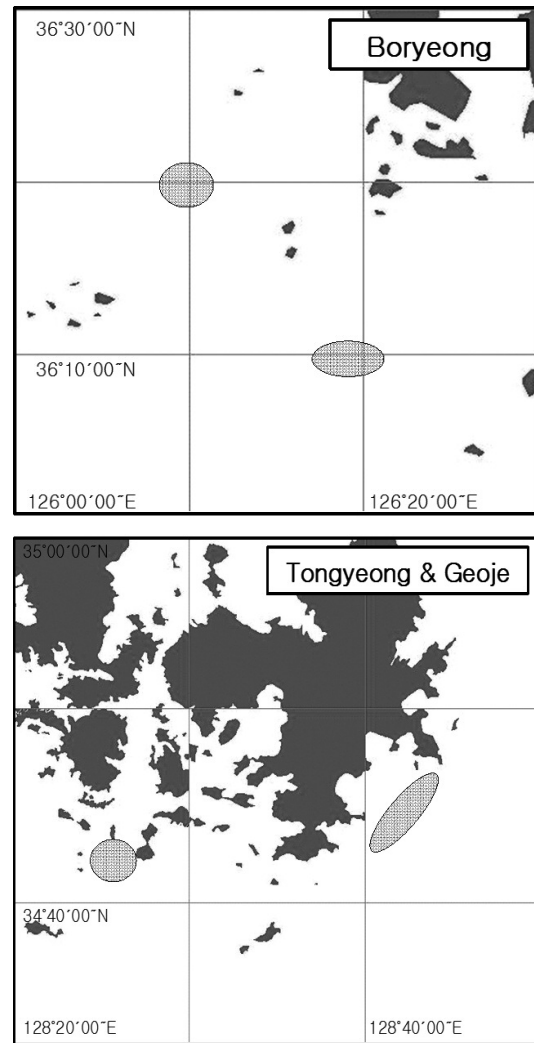


Fig. 4. Experimental fishing ground of the shrimp beam trawl (●: fishing ground).

Table 1. Specification of the experimental Shrimp beam trawlers

Area	Ship's Name	G/T (ton)	Engine power (HP)	Frequency of fishing operation
Tongyeong	Jongsung	3.43	128	3
Boryeong	Bosung	6.93	320	3
Geoje	Gwangmyeong	4.97	294	6
	No 2. Gwangmyeong	4.99	265	4

이 있는지를 조사하였다.

조망어구의 선택성을 조사하기 위하여 현장 시험조업을 하였는데, 상하식의 시험 조업은 Fig. 1의 것을 가지고 2005년 4월 30일-11월 13일까지 보령과 통영해역 (Fig. 4)에서 각각 3회씩 실시하였고, 그리드식의 시험 조업은 Fig. 2의 것을 가지고 2006년 3월 1일-2006년 7월 31일까지 거제해역 (Fig. 4)에서 어선 2척을 사용하여 일반형은 6회, 그리드식은 4회 실시하였으며, 어선은 현장조업선 (Table 1)을 이용하였다.

결과 및 고찰

어구의 전개성능

어구의 전개성능을 알아보기 위하여 국립수산물학원의 회류수조에서 실물어구 1/4 크기의 일반형, 상하식과 그리드식 모형어구를 가지고 유속을 0.26m/sec에서 1.03m/sec로 증가시킬 때 자루그물 입구의 망고와 끌줄에 걸리는 예인장력을 측정하였으며, 예인수조에서는 실물어구 1/2 크기의 모형어구를 가지고 어구의 전개 상태와 조작상의 문제점 등을 파악하였다.

모형어구의 망고는 Fig. 5와 같이 예인속도를 증가시키면 따라 어구의 형태와 상관없이 일정하게 직선적으로 낮아지는 경향을 보였으며, 이를 실험식으로 나타내면 유속을 V (m/sec)라 하고 망고를 H (m)라 하면 일반형, 상하식과 그리드식 모형어구의 망고는 각각

$$H_{(Ge)} = 0.43 - 0.22 \cdot V \quad (R^2 = 0.9377)$$

$$H_{(D)} = 0.45 - 0.16 \cdot V \quad (R^2 = 0.9756)$$

$$H_{(Gr)} = 0.40 - 0.17 \cdot V \quad (R^2 = 0.9000)$$

와 같다. Fig. 5에서 어구의 형태에 따라 살펴보면, 초기 상태의 망고는 상하식이 0.45m로 제일 높았고, 다음으로 일반형은 0.43m이었으며, 그리드식은 0.4m로 제일 낮았고, 속도의 증가에 따른 망고의 감소 정도는 일반형이 0.22로 큰 반면에 상하식과 그리드식은 각각 0.16과 0.17로 거의 같았다. 이와 같이 유속의 증가에 따라 망고가 직선적으로 일정하게 낮아지는 것과 Jang (1996)이

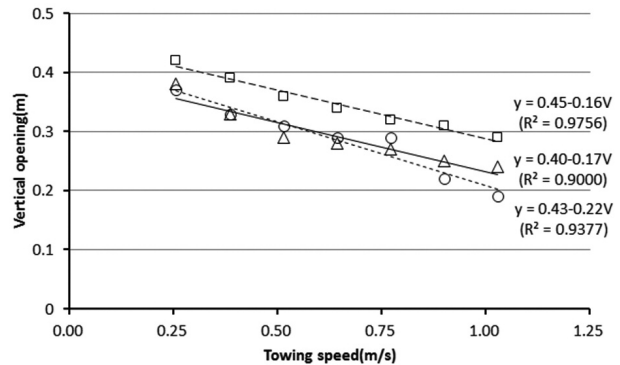


Fig. 5. Vertical opening of the model net according to the increase of the towing speed. (○ General type, □ Double-level type, △ Grid type)

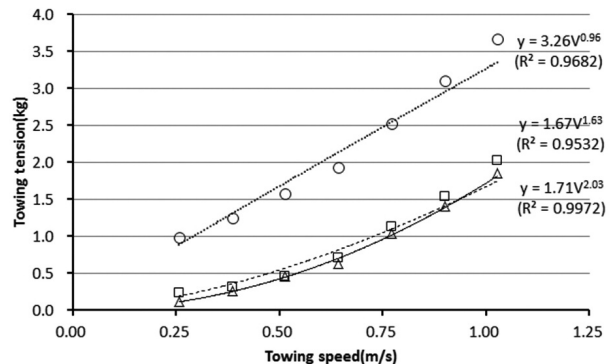


Fig. 6. Towing tension of the model net according to the increase of the towing speed. (○ General type, □ Double-level type, △ Grid type)

중층트롤의 연구에서 지수곡선식으로 감소한다는 것과 비교할 때 새우 조망어구의 감소정도가 작았는데, 그 이유는 중층트롤은 전개판의 전개 성능으로 인한 것과 그물의 저항으로 상하로 망고가 줄어들기 때문에 망고의 감소 정도가 큰 반면에, 본 어구는 발줄이 해저에 닿는 이유로 뜰줄만 낮아지기 때문으로 보인다. 일반적으로 유속을 빠르게 하면 끌줄에 걸리는 장력이 급격히 증가하기 때문에 망폭이 넓어지는 경향이 있어 망고를 더욱 낮추게 하는데 반하여 새우 조망어구는 빙에 의하여 망

폭이 고정되기 때문에 낮아지는 정도가 작은 것 같다. 또한, 초기 상태의 망고가 상하식이 높은 것은 수중 중량 및 자루그물의 가운데에 붙인 그물감이 PE이므로 부력이 작용하였기 때문이고, 그리드식이 제일 낮은 것은 45°로 붙인 그리드의 무게로 인하여 낮아진 것 같으며, 유속의 증가에 따라 망고의 감소정도가 일반형은 큰 반면에 상하식과 그리드식이 작은 것은 유속의 범위에서 물의 여과가 순조롭게 되었기 때문인 것으로 생각된다.

모형어구의 끌줄에 걸리는 장력은 Fig. 6과 같이 예인속도를 증가시키에 따라 어구의 형태와 상관없이 급격하게 증가하는 경향을 보였으며, 이를 실험식으로 나타내면 유속을 V (m/sec)라 하고 장력을 T (kg)라 하면 일반형, 상하식과 그리드식 모형어구의 예인장력은 각각

$$T_{(Ge)} = 3.26 \cdot V^{0.96} \quad (R^2 = 0.9682)$$

$$T_{(D)} = 1.67 \cdot V^{1.63} \quad (R^2 = 0.9532)$$

$$T_{(Gr)} = 1.71 \cdot V^{2.03} \quad (R^2 = 0.9972)$$

과 같다. Fig. 6에서 어구의 형태에 따라 살펴보면, 저속인 0.26m/sec로 예인할 때의 예인장력은 일반형이 0.99kg으로 제일 높았고, 다음으로 상하식이 0.24kg이었으며, 그리드식은 0.11kg로 제일 낮았고, 고속인 1.03m/sec로 예인할 때의 예인장력도 일반형이 3.67kg으로 제일 높았고, 다음으로 상하식이 2.02kg이었으며, 그리드식은 1.85kg로 제일 낮았다. 유속의 증가에 따른 장력의 증가정도는 일반형은 0.96으로 직선적인 형태를 보였으나 상하식과 그리드식은 각각 1.63과 2.03으로 정상적인 포물선식에 가까웠다. 이와 같이 유속의 증가에 따라 장력이 급격하게 증가하는 것은 Jang (1996)이 중

층트롤의 연구에서 포물선식으로 증가한다는 것과 거의 일치하였고, 0.26 – 1.03m/sec 범위에서 항상 일반형의 예인장력이 제일 높았고, 다음으로 상하식이었으며, 제일 낮은 것이 그리드식인 것은 일반형의 경우 물의 여과가 순조롭지 못하였기 때문이고, 그리드식은 어류가 도피하도록 터놓은 곳으로 물의 여과가 매우 순조롭게 이루어졌기 때문인 것 같다. 따라서 어구의 전개성능은 일반형보다 상하식과 그리드식이 좋았다.

또한, 예인수조에서 1/2의 모형어구를 가지고 실험한 결과 어구의 형태와 관계없이 전개상태가 양호하였으나 그리드식의 경우 그물의 투·양망 시에 그리드의 무게로 인하여 약간의 불편함이 있었다.

어구의 선택성

어구의 선택성을 알아보기 위하여 상하식 어구는 보령의 서해안식과 통영의 남해안식을 가지고 현장에서 시험조업 한 결과 Table 2와 같고, 그리드식은 거제에서 일반형과 함께 현장 시험조업 한 결과 Table 3, 4와 같다.

상하식의 경우 Table 1과 같이 3회씩 시험조업 한 결과 통영의 경우에는 위쪽 끝자루에서는 새우가 7,444마리 어획되었고, 어류를 비롯한 기타가 350마리가 어획되어 새우의 어획률이 95% 정도 되었다. 아래쪽 끝자루에서는 새우가 2,088마리가 어획되었고, 어류를 비롯한 기타가 110마리가 어획되어 새우의 어획률이 95% 정도 되었다. 따라서 상하에 따른 부수어획률의 차이는 없으나 위쪽 끝자루에서의 새우 어획률이 78%로 아래쪽 끝자루보다 3배 정도나 많았다. 반면에 보령의 경우에는 위쪽 끝자루에서 새우가 2마리 어획되었고, 어류를 비

Table 2. Species composition of the catch caught by Double-level type net

Area	Code end	Species	Range of body length (mm)	Number of catch	Total catch (g)
Tongyeong	Upper	Shrimps	40 – 50	7,444	33,500
		Others	70 – 400	350	11,500
	Lower	Shrimps	40 – 50	2,088	9,400
		Others	90 – 480	110	3,300
	Subtotal			9,992	57,700
	Boryeong	Upper	Shrimps	80	2
Others			120 – 400	84	5,942
Lower		Shrimps	50 – 100	20	67
		Others	80 – 420	167	17,020
Subtotal			273	23,053	
Total			10,265	80,753	

Table 3. Species composition of the catch caught by General type net

Species	Scientific name	Number of catch	Range of body length (mm)	Range of body weight (mm)	Total catch(g)	
Shrimps	<i>Crangon Hakodatei</i>	36,027	40-90	3-5	144,108	
	<i>Palaemon gravieri</i>	44,303	30-70	2-3	127,518	
	<i>Rhynchocinetes uritai</i>	4,403	30-70	2-4	13,210	
	<i>Matapenaeus joyneri</i>	16	50-90	7-10	168	
	<i>Trachysalambria curvirostris</i>	21	120-150	10-15	290	
Subtotal		84,770			285,294	
Fishes		2	180	490	490	
		9	280	750	6,750	
		39	320	900	35,100	
	<i>Lophiomus setigerus</i>		14	320	900	12,600
			1	360	1,100	1,100
			1	370	1,200	1,200
			5	380	1,300	6,500
			2	600	1,500	3,000
		50	110	15-16	775	
		15	190	25	375	
	<i>Liparis tessellatus</i>		35	200	20-29	970
			2	240	23	46
			3	260	32	96
			8	280	42	336
	<i>Cynoglossas joyneri</i>		2	160	170	340
			10	270	250	2,500
		4	250	28	112	
		6	300	30	180	
	<i>Conger myriaster</i>		3	320	32	96
			7	360	45	315
			6	380	70-71	421
			1	400	98	98
		10	160	35	350	
	<i>Sillago sihama</i>		4	210	65	260
			6	280	90	540
	<i>Platycephalus indicus</i>	5	110	10	50	
	<i>Raja pulchra</i>	5	150	210	1,050	
	<i>Leiognathus nuchalis</i>	24,000	30-60	1-3	4,800	
	<i>Sebastiscus marmoratus</i>	230	70-90	12-15	3,220	
	<i>Inimicus japonicus</i>	1	200	94	94	
<i>Paralichthys olivaceus</i>	1	540	3,500	3,500		
	1	190	55	55		
<i>Eopsetta grigorjewi</i>		6	200-210	110-112	662	
		7	230	127-130	907	
		1	280	218	218	
<i>Herklotsichthys zunasi</i>	1	70	12	12		
	3	100	20	60		
	2	150	25	50		
<i>Pholis nebulosa</i>		18	160	36	648	
		3	180	29	87	
		2	280	45	90	
		10	130-150	35-35	500	
<i>Pleuronectes herzensteini</i>		3	200	90	270	
		34	220	110	3,740	
	3	50	90	180		
<i>Zeus japonicus</i>		1	250	310	310	
		1	280	350	350	

Table 3. Continued

Species	Scientific name	Number of catch	Range of body length (mm)	Range of body weight (mm)	Total catch(g)
Fishes	<i>Pleuronichthys cornutus</i>	3	310	200	600
		3	360	220	660
		3	500	410	1,230
	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	10	200	140	1,400
		3	260	155	465
34		280	260	8,840	
		2	330	280	560
Subtotal		24,641	—	—	109,158
Others	<i>Watasenia scintillans</i>	240	150	21	5,040
		140	200	50	7,000
		30	220	70	2,100
		85	280	100	8,500
		35	300	110	3,850
	<i>Charybdis bimaculata</i>	70	L : 50 W : 60	40	2,800
		50	L : 10 W : 12	10	500
	<i>Oratosquilla oratoria</i>	3	110	13	39
		8	120	11	88
	<i>Octopus dofleini</i>	1	250	500	500
2		500	1,100	2,200	
1		600	1,200	1,200	
1		700	1,300	1,300	
7		450	158 – 60	1,113	
<i>Octopus minor</i>	1	480	210	210	
	1	L : 80 W : 140	25	25	
<i>Octopus ocellatus</i>	3	170 – 180	80 – 90	260	
Subtotal		678	—	—	36,725
Total		110,089	—	—	431,177

못한 기타가 84마리가 어획되어 새우의 어획률이 2%에 불과하였다. 아래쪽 끝자루에서는 새우가 20마리 어획되었고, 어류를 비롯한 기타가 167마리가 어획되어 새우의 어획률이 11% 정도 되었다. 따라서 상하에 따른 부수어획률의 차이가 다소 크나 어획량 자체가 매우 적었으며, 아래쪽 끝자루에서의 새우 어획률이 91%로 위쪽 끝자루보다 월등히 높았다.

일반적으로 새우 트롤어구에서는 망고를 1m 이상 높일 필요가 없다고 하는데, 통영에서 사용한 어구는 규모가 작아 망고가 낮기 때문에 상하의 차이가 적어 위쪽으로도 새우가 많이 어획되었고, 보령에서는 어구가 어느 정도 크기 때문에 새우가 아래쪽에서 많이 어획된 것으로 생각된다.

일반형은 Table 3과 같이 6회 시험조업 한 결과 새우류가 5종에 84,770마리 어획되었고, 어류가 18종에

24,641마리 어획되었으며, 기타가 7종에 678마리 어획되어 새우의 어획률은 77%였다. 그리드식은 Table 4와 같이 4회 시험조업 한 결과 새우류가 5종에 11,816마리 어획되었고, 어류가 15종에 1,362마리 어획되었으며, 기타가 4종에 74마리 어획되어 새우의 어획률은 89%나 되었다. 일반형과 그리드식의 부수어획률은 Fig. 7과 같이 마리 수에 대한 것은 각각 23%, 11%이었고, 중량에 의한 것은 각각 34%, 31%로 마리 수와 중량 면에서 그리드를 사용할 경우 부수어획률을 각각 12%, 3%를 줄일 수 있었다. 이와 같이 그리드식과 일반형과 비교할 때 어획된 새우의 종수는 5종으로 같았으나 어류와 기타의 종수는 각각 3종씩 감소하였고, 마리 수와 체중의 부수어획률도 각각 12%, 3%가 감소한 것은 그리드의 선택 효과인 것으로 생각된다. 여기서 마리 수의 부수어획률이 12%나 줄어든 것은 어류의 어획률이 12% 감소한 반

Table 4. Species composition of the catch caught by Grid type net

Species	Scientific name	Number of catch	Range of body length (mm)	Range of body weight (mm)	Total catch(g)
Shrimps	<i>Crangon Hakodatei</i>	9,811	40–90	3–5	39,244
	<i>Palaemon gravieri</i>	1,681	30–70	2–3	4,203
	<i>Rhynchocinetes uritai</i>	220	30–70	2–4	660
	<i>Matapenaeus joyneri</i>	91	50–90	7–10	758
	<i>Trachysalambria curvirostris</i>	13	120–150	10–15	176
Subtotal		11,816	–	–	45,041
Fishes	<i>Leiognathus nuchalis</i>	1,190	30–60	1–3	2,380
		3	200	100	300
		2	220	140	280
	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	10	250	145	1,450
		1	270	120	120
		1	300	200	200
		1	310	200	200
	<i>Ammodytes personatus</i>	35	120	7	245
	<i>Liparis tessellatus</i>	20	150	43	860
		13	160	50	650
	<i>Eopsetta grigorjewi</i>	3	210	200	600
	<i>Zeus japonicus</i>	1	300	1,000	1,000
		2	150	46	92
	<i>Sillago sihama</i>	10	170	50	500
		30	210	50	1,500
	<i>Cynoglossus robustus</i>	3	140	160	480
	<i>Prralichthys olivaceus</i>	1	200	100	100
		2	280	160	320
	<i>Pleuronichthys cornutus</i>	1	340	220	220
		1	360	240	240
	<i>Thachurus japonicus</i>	5	120	30	150
		2	200	60	120
	<i>Conger myriaster</i>	13	250	45	585
	2	350	75	150	
	4	420	100	400	
<i>Lophiomus setigerus</i>	3	290	800	2,400	
<i>Zeus japonicus</i>	1	200	600	600	
<i>Pholis nebulosa</i>	2	250	48	96	
Subtotal		1,362	–	–	16,238
Others	<i>Octopus minor</i>	1	160	110	110
	<i>Octopus dofleini</i>	1	370	420	420
	<i>Portunus trituberculatus</i>	2	L : 50 W : 90	12	24
	<i>Watasenia scintillans</i>	13	100	27	351
		57	230	48	2,736
Subtotal		74	–	–	3,641
Total		13,252	–	–	64,920

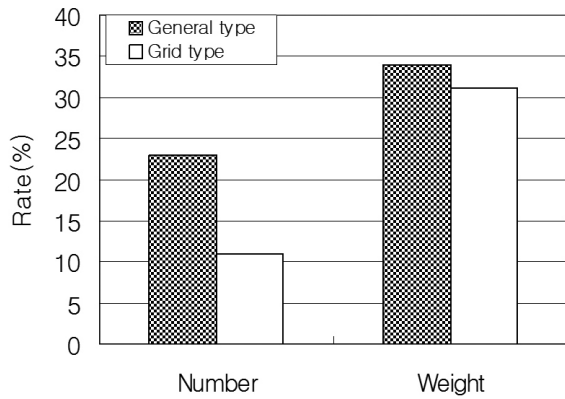


Fig. 7. Bycatch ratio of the experimental full scale net.

면에 목적이인 새우류의 어획률은 증가하였기 때문이며, 체중의 부수어획률은 3%밖에 줄어들지 않은 것은 그리드식으로 어획한 어류의 마리당 중량이 크기 때문인데, 이러한 결과는 어장의 차이에서 기인된 것 같고, 부수어획률이 높았던 어장에서 시험조업을 하였다면 부수어획률의 차이는 더 클 것으로 생각된다.

선택적 어구

새우 조망어업은 수명이 1년 정도로 짧은 새우류를 어획강도가 높은 어구로 일정한 구획 내에서만 어획하여 연승어업의 미끼를 공급하도록 허가하여 준 것이다. 그러므로 우리나라에서도 새우만을 선택적으로 어획할 수 있는 조망어구는 상하식보다는 그리드식이 적절하다고 생각된다. 상하식의 경우에는 앞서 살펴본바와 같이 선택효과가 떨어지고, 어종을 선별하는 데에는 다소 도움이 될 수 있지만 새우만을 어획하기 위해서는 어류 등이 어획되지 않고 탈출할 수 있도록 하는 것이 타당할 것으로 생각된다. 그리고 미국과 노르웨이 등에서도 새우 트롤에 그리드 부착을 의무화 하여 어류의 혼획을 감소시키고 있으므로 우리나라에서도 새우만을 어획하도록 하기 위해서는 그리드 부착을 의무화시켜야만 할 것이다. 또한, 본 연구에서는 소형인 그라비 새우와 마루 자주 새우가 거의 대부분을 차지하는 어장에서 그리드 발의 간격을 5cm로 하였는데, 이보다 다소 작게 하거나 그리드의 부착각도를 조정한다면 선택효과를 더 높일 수 있을 것으로 생각된다.

결 론

새우 조망어업에서 새우만을 어획할 수 있는 선택적

어구를 개발하기 위하여 현재 세계적으로 새우 트롤의 선택적 어구에서 널리 사용되고 있는 상하식과 그리드식 어구 중에서 우리나라 실정에 맞는 것을 결정하기 위하여 모형어구를 가지고 수조실험을 통하여 예인속도에 따른 어구의 전개성능을 살펴본 후, 실물어구를 가지고 현장 시험조업을 통하여 어획한 어획물을 분석하여 어구의 선택성 및 문제점 등을 검토함으로써 우리나라 실정에 맞는 새우 조망어업의 선택적 어구를 결정하였다.

예망속도의 증가에 따른 망고는 일정하게 낮아지는 경향을 보였고, 일반형, 상하식과 그리드식 모형어구의 예인속도 ($V=m/sec$)와 망고 ($H=m$)와의 관계는 각각

$$H_{(Ge)}=0.43-0.22 \cdot V \quad (R^2=0.9377)$$

$$H_{(D)}=0.45-0.16 \cdot V \quad (R^2=0.9756)$$

$$H_{(Gr)}=0.40-0.17 \cdot V \quad (R^2=0.9000)$$

와 같다.

예망속도의 증가에 따른 끌줄의 장력은 급격하게 증가하는 경향을 보였으며, 예인속도 ($V=m/sec$)와 장력 ($T=kg$)과의 관계는 각각

$$T_{(Ge)}=3.26 \cdot V^{0.96} \quad (R^2=0.9682)$$

$$T_{(D)}=1.67 \cdot V^{1.63} \quad (R^2=0.9532)$$

$$T_{(Gr)}=1.71 \cdot V^{2.03} \quad (R^2=0.9972)$$

와 같다.

상하식 새우 조망어구의 현장 조업시험 결과 보령에서는 위쪽과 아래쪽 끝자루에서 새우의 어획률이 각각 78%, 9%인 반면에 통영에서는 각각 22%, 91%로 나타나 상하에 따른 선택성이 좋지 않았다. 일반형과 그리드식 새우 조망어구의 현장 시험조업 결과는 일반형의 경우 마리 수와 체중의 부수어획률이 각각 23%, 34%인데 반하여 그리드식은 각각 11%, 31%로 선택성이 좋았다. 따라서 우리나라 실정에 맞는 새우 조망어업의 선택적 어구는 그리드식이 타당한 것으로 생각된다.

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, 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
- Day G and S Eayars. 2001. NPF operators make gains in bycatch reduction but problems remain! *Professional Fisherman*. Vol. 23. No.4. February, 18 – 19.
- Eayrs S, N Rawlinson and D Brewer. 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.
- Garry D and E Steve. 2000. TED and BRD research in Australian prawn trawl fisheries. *Australian Maritime College*, pp 26 – 28.
- Jang CS, 1996. A Study on the opening efficiency and the operational character of midwater pair trawl. *National Fisheries University of Pusan, Korea*. pp. 1 – 122.
- 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.
- Kim DA. 1995a. Flow resistance and modeling rule of fishing net, 1. Analysis of flow resistance and its examination by data on plane nettings. *J. Kor Fish Soc* 28 (2), 183 – 193.
- Kim DA. 1995b. Flow resistance and modeling rule of fishing net, 2. Flow resistance of bag nets. *J. Kor Fish Soc.* 28 (2), 194 – 201.
- Kim DA. 1997a. Flow resistance and modeling rule of fishing net, 3. Establishment of modeling rule and its theoretical examination. *J. Kor Fish Soc* 30 (4), 543 – 549.
- Kim DA. 1997b. Flow resistance and modeling rule of fishing net, 4. Flow resistance of trawl nets. *J. Kor Fish Soc* 30 (5), 691 – 699.
- Kim DA. 1997c. Flow resistance and modeling rule of fishing net, 5. Total resistance of bottom trawl nets subjected simultaneously to the water flow and the bottom friction. *J. Kor Fish Soc* 30 (5), 700 – 707.
- Ko KS and Kim YH. 1979. Model experiment of stow net. *Bull. Kor Fish Soc* 12 (4), 201 – 207.
- Song JH, Lee KR and Kang GT. 1981. Studies on the improvement of stow net fishing gear and its method. *Bull. Gunsan Fish. coll.* 15 (1), 23 – 30.
- Youm MG. 1984. Efficiency of trawl net by the model experiment. *Bull. Kor Fish. Soc.* 17 (1), 9 – 14.

2014. 08. 04 Received

2014. 08. 21 Revised

2014. 08. 22 Accepted