

통영 바다목장에서 새우조망, 자망, 주낙에 어획된 수산생물의 자원량 추정

조유희 · 장충식^{1*} · 안영수¹ · 고은혜²

경상대학교 실습선 교직원, ¹경상대학교 해양산업연구소 교수, ²국립수산과학원 연근해자원과 연구원

The estimation of fishery resources collected by shrimp beam trawl, gill net and longline near marine ranching area, Tongyeong, Korea

Youn-Hyoung CHO, Choong-Sik JANG^{1*}, Young-Su AN¹ and Eun-Hye KOH²

Second Officer, Training ship, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

¹Professor, Institute of Marine Industry, College of Marine Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

²Researcher, Fisheries Resource Management Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

The species composition and abundance variations of fishery resources in the adjacent marine ranching area, Tongyeong, Korea, were investigated by shrimp trawl, gill net, and longline during the period of July, September, and October in 2016. During the study period, the total catch were 8,522.9 kg with 34 species from the shrimp trawl, 32 species from the gill net, and nine species from the longline. The dominant species were different by gear, which were *Hypodytes rubripinnis* and *Parapercis sexfasciata* in the shrimp trawl, *Platycephalus indicus* and *Raja kenoei* in the gill net, and *Conger myriaster* and *Scomber Japonicus* in the longline. In terms of spatial distribution, Yongchodo showed the highest total catch in number as well as of in weight while Jukdo showed the lowest total catch in number and Bijindo showed the lowest total catch in weight. The amount of demersal fish resources in the survey area estimated as 301 ha, was 99,396 individuals which was converted to be 8,552.9 kg. The amount of demersal fish resources by gear were of trawling area, which area is 127 ha, were 76,251 and 3,489.5 kg, 74 ha in the gill net and longline survey area was 16,213 and 3,457.3 kg, and the other 100 ha area was 6,932 and 1,606.1 kg. In this study, the minimum resources for demersal fish is 61,687 and 4,265.2 kg, and the maximum is 149,439 and 14,197.9 kg.

Keywords : Dominant species, Resources estimation, Marine ranching area

서론

우리나라 남해안 연안은 굴곡과 사니질의 저질이 잘 발달되어 주요 어류의 산란장과 성육장으로 알려져 있

다(Yamada et al., 1986; Lee, 1996; Lee et al., 2000; Kim et al., 2003a, b; Baeck et al., 2005). 특히, 남해에 위치한 통영 바다목장 해역은 사방이 섬으로 둘러싸인

*Corresponding author: jangcs@gnu.ac.kr, Tel: +82-55-772-9181, Fax: +82-55-772-9189

내만으로 육상으로부터 풍부한 영양염이 유입될 뿐만 아니라 외양역과 연결되어 있어 다양한 어족자원의 회유경로로 활용되며, 수심이 얇은 청정해역이기에 각종 연안 양식장 및 다양한 수산생물을 대상으로 하는 어업이 발달되어 어민들이 소득증대에 일익을 담당해오고 있다.

그러나 지속적으로 감소하는 어업자원에 따른 문제점을 극복하기 위하여 연안 양식 산업의 발전과 동시에 바다에 갖고 있는 생산 잠재력을 극대화 시켜 바다에서 얻을 수 있는 필요한 자원의 지속적인 생산을 위해 노력하고 있다(Lee, 2001; 2007; NFRDI, 2009). 그에 따른 노력의 일환으로 우리나라는 지난 1970년대를 시작으로 인공어초 시설사업 등을 통해 인위적으로 서식공간을 조성하여 연근해 어업의 생산성을 향상시키기 위하여 노력하였고, 경남 통영의 경우 1998년 9개년 계획으로 시범사업으로 먼저 실시되어 현재는 5개 지역으로 확대 추진되고 있다. 바다목장은 특정한 연안에 인공어초, 해중립어초 등을 투하하여 인위적인 수산자원의 산란 및 서식장을 조성하고 건강한 종묘를 대량방류와 이동통제로 대상 연안어장의 자원증대를 도모하는 것으로 어업인의 어업소득 향상과 어촌의 활성화를 기여하는 미래지향적이고 종합적인 바다목장 어업시스템이다.

바다목장 구성에 수산자원 기초실태 파악을 위한 연구 및 종조성과 관련된 기존 연구들은 저인망, 유자망, 통발어구, 새우조망, 주낙 등 다양한 어구를 이용한 어류의 계절별 종조성 변화 및 양적 변동에 관한 내용들이 대부분을 차지하고 있다(Kim and Kang, 1991; Lee, 2001; Kim, 2006; Oh, 2006; Kim et al., 2010; Yoon et al., 2017; Song et al., 2018).

따라서 본 연구는 통영 바다목장인 비진도, 용초도, 죽도 해역에서 새우조망, 자망, 주낙 어구를 이용하여 연안바다목장 조성해역의 수산생물의 자원량 추정을 통한 효과 분석 및 자원량 추정조사 방법의 방안을 모색하고자 하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

조업방법

통영 한산면 주변 어초지역에 대한 수산자원량 추정을 위한 시험 조업은 Fig. 1에 나타난 바와 같이 통영 앞바다 비진도(a), 용초도(b), 죽도(c)에서 2016년 7월

23일 부터 동년 10월 13일까지 각각 3회씩 실시하였다. 수산자원조사를 위해 본 연구에서는 해저 지형이 완만하여 트롤조업이 가능한 해역에서는 트롤 조사를 실시하였고, 어초 주변에 해저 경사가 심하고 돌출물들이 많아 트롤 조사가 불가능한 해역에서는 자망과 주낙을 사용하여 어획조사를 실시하였다. 조사에 사용한 어선의 재원은 통영 선적 총톤수 4.8 ton, 기관마력 269 HP이며 사용어구만 변경하여 조사를 실시하였다.

조망어구는 Fig. 2와 같이 구획어업 중 새우조망 어선에서 사용하고 있는 것으로서 어구의 형태는 날개그물을 자루보다 약간 길게 한 4매식으로 폭의 콧수는 앞부분과 뒷부분이 같도록 구성하였고, 어획물은 끝자루 뒤 끝으로 꺼내도록 되어 있다. 조망어구의 빔은 철제 파이프 ϕ 65 mm, 길이 7 m이고, 끝자루의 망목은 16 mm, 뜰줄은 ϕ 15 mm의 PP로 18.4 m 길이로 하였으며, 발줄은 PP로프에 낚은 그물이나 현 로프를 덧감기를 하여 ϕ 70 mm가 되도록 구성하였다. 부력은 구형 플라스틱 뜰(ϕ 120 mm)을 8개를 부착하여 전체 부력은 5.6 kg으로 구성하였으며, 침강력은 자루그물의 입구가 들리지 않도록 납(500 g)을 18개 부착하여 전체 침강력을 9.0 kg으로 하였다. 조업은 어구를 투망하고 뜰줄을 수심의 4-5배 정도 내어주어 1.2~1.6 kT 정도의 예망속력으로 30분 이내로 예망하였다. 이후 어획물을 상자에 담아 육지에서 종 구분을 하여 체장(mm)과 체중(g)을 측정하였다. 종 동정은 Okiyama (1988), Kim and Han (1990), Kim et al. (1993), Lee and Go (2003) 등을 이용하였고, 학명은 Kim et al. (2005)을 따랐다.

자망어구는 Fig. 3과 같이 그물길이 60 m, 높이 1.4 m를 1폭으로 5폭을 사용하였으며, 그물감은 NY Td210, 그물코 크기는 300 mm인 2겹의 망지 안에 그물코 크기가 75 mm인 망지를 가운데에 삽입한 3중 자망을 사용하였다. 뜰줄의 굵기는 3 mm PP줄이며, 여기에 직경과 길이가 20 mm인 원기둥 스티로폼 뜰을 30 cm 간격으로 부착하였고, 발줄은 굵기가 3 mm인 2가닥의 PP줄로 구성하였다. 또한 무게가 25 g인 도넛 모양의 납으로 된 발돌을 20 cm 간격으로 부착하였고, 1폭의 시작부분과 끝부분에는 5 kg 정도의 돌을 부착하여 발줄이 해저에 닿도록 하였다. 투망은 저녁 무렵에 시작하여 새벽에 양망 하였고 그물은 선박 현측에 있는 사이드 드림으로 감아올렸으며 그물이 올라오는 과정에서 어획물을 그물

로부터 떼어내어 상자에 담아 육지로 와서 종을 구분하여 조망 어획물과 동일한 방법으로 측정하였다.

주낙어구는 Fig. 4와 같이 굵기가 4 mm인 모릿줄에 1.6 m 간격으로 160가닥의 아릿줄을 매달아 1 Basket로 하였고, 아릿줄의 굵기가 2 mm이고, 길이가 60 cm인 줄 끝에 도래를 달고 30 cm인 나일론 줄에 낚시 규격은 14호를 이용하였으며, 미끼는 냉동 살오징어를 사용하였다. 투승은 저녁 무렵에 시작하여 새벽에 양승 하였고 모릿줄 및 아릿줄은 선박 현측에 있는 사이드 드럼으로 감아올렸으며 어획물은 상자에 담아 육지로 와서 종을

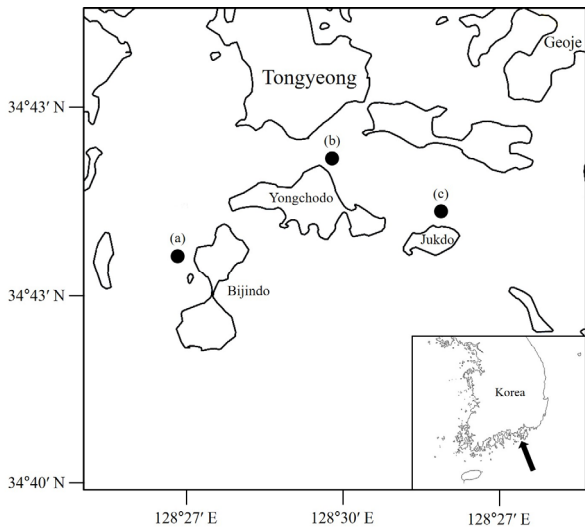


Fig. 1. Survey locations at the (a) Bijindo, (b) Yongchodo, (c) Jukdo in Tongyeong from Jul. 2016 to Oct. 2016.

구분하여 조망어획물과 동일한 방법으로 측정하였다.

해역에 따른 세부적인 조사 위치 및 조업수심은 Table 1과 같다. 자망 및 주낙 조사는 어구 설치 후 바다 속에서 12~14시간 침적시간을 가졌고 다음 날 새벽에 어구를 회수하였다.

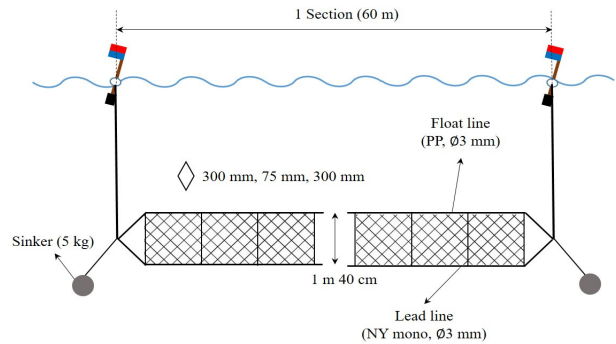


Fig. 3. Drawing of the experimental gill net.

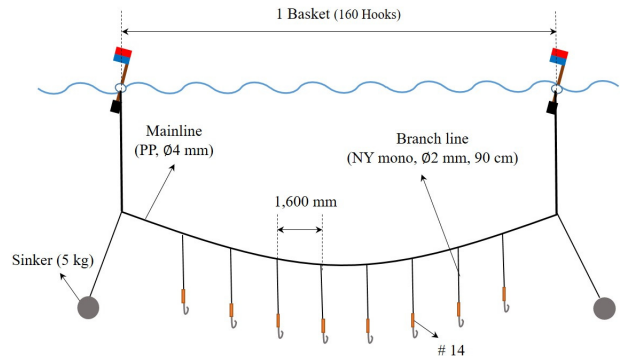


Fig. 4. Drawing of the experimental longline gear.

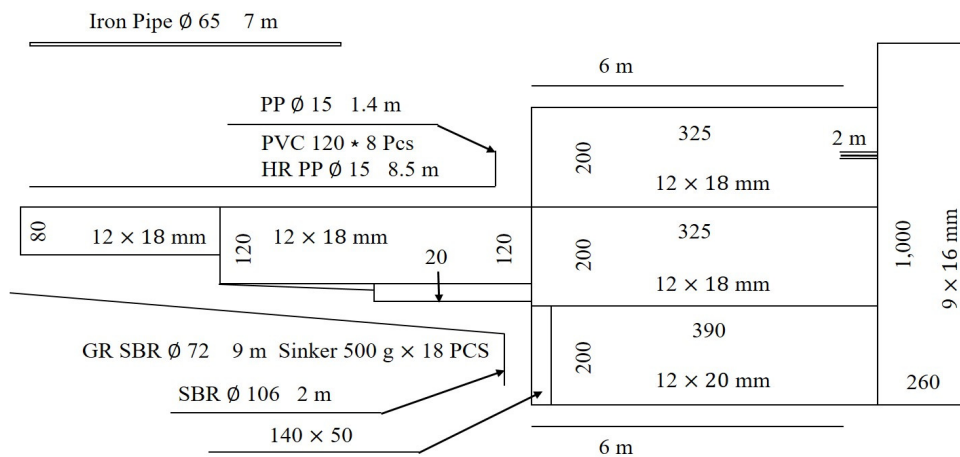


Fig. 2. Drawing of the experimental shrimp beam trawl net.

Table 1. Detailed survey locations and depth by gear and by area

Shrimp beam trawl survey						Gill-net survey						Longline survey								
Date & Time	Loc. of Casting	Loc. of Hauling	Depth	Station	Date & Time	Casting start loc.	Casting end loc.	Depth	Station	Date & Time	Casting start loc.	Casting end loc.	Depth	Station	Date & Time	Casting start loc.	Casting end loc.	Depth	Station	
2016. 7.23 09:56-10:11	34°44.25N 128°31.88E	34°44.59N 128°31.73E	15~20	Jukdo	2016. 7.23 17:05-17:24	34°44.10N 128°32.07E	34°44.09N 128°31.00E	15~20	Jukdo	2016. 7.23 16:50-17:01	34°44.07N 128°32.12E	34°44.07N 128°32.12E	15~20	Jukdo						
2016. 7.23 11:05-11:15	34°45.08N 128°29.10E	34°45.11N 128°29.52E	35~40	Yong chodo	2016. 7.23 18:19-18:33	34°44.83N 128°28.65E	34°44.86N 128°28.60E	6~11	Yong chodo	2016. 7.23 17:56-18:09	34°44.78N 128°28.87E	34°44.78N 128°28.87E	6~10	Yong chodo						
2016. 7.23 09:56-10:11	34°43.50N 128°26.90E	34°42.59N 128°26.77E	25~37	Bijindo	2016. 7.23 19:05-19:20	34°43.02N 128°27.39E	34°42.96N 128°27.32E	6~11	Bijindo	2016. 7.23 18:50-18:59	34°43.38N 128°27.14E	34°43.38N 128°27.14E	15~17	Bijindo						
2016. 9. 2 11:13-11:22	34°44.39N 128°31.70E	34°44.23N 128°32.03E	25~30	Jukdo	2016. 9. 2 16:56-17:05	34°44.11N 128°31.98E	34°44.07N 128°31.59E	8~10	Jukdo	2016. 9. 2 16:44-16:56	34°44.06N 128°32.16E	34°44.06N 128°32.16E	7~10	Jukdo						
2016. 9. 2 09:54-10:05	34°45.14N 128°29.11E	34°45.06N 128°29.47E	35~40	Yong chodo	2016. 9. 2 17:34-17:37	34°44.82N 128°28.71E	34°44.84N 128°28.63E	6~11	Yong chodo	2016. 9. 2 17:21-17:33	34°44.79N 128°28.88E	34°44.79N 128°28.88E	6~10	Yong chodo						
2016. 9. 2 12:11-12:32	34°43.31N 128°26.84E	34°42.50N 128°26.67E	23~37	Bijindo	2016. 9. 2 18:01-18:04	34°43.00N 128°27.39E	34°42.98N 128°27.31E	7~11	Bijindo	2016. 9. 2 17:50-17:58	34°43.38N 128°27.14E	34°43.38N 128°27.14E	15~18	Bijindo						
2016.10.13 11:03-11:13	34°44.54N 128°31.52E	34°44.36N 128°31.90E	28~30	Jukdo	2016.10.13 16:13-16:23	34°44.10N 128°31.69E	34°44.09N 128°31.59E	8~10	Jukdo	2016.10.13 16:00-16:11	34°44.06N 128°32.19E	34°44.06N 128°32.19E	7~10	Jukdo						
2016.10.13 10:04-10:14	34°45.14N 128°29.04E	34°45.08N 128°29.43E	34~39	Yong chodo	2016.10.13 16:46-16:53	34°44.84N 128°28.73E	34°44.86N 128°28.65E	6~11	Yong chodo	2016.10.13 16:39-16:45	34°44.80N 128°28.89E	34°44.80N 128°28.89E	6~10	Yong chodo						
2016.10.13 12:02-12:22	34°44.30N 128°31.88E	34°42.67N 128°26.60E	23~49	Bijindo	2016.10.13 17:22-17:27	34°43.03N 128°27.42E	34°43.00N 128°27.32E	7~11	Bijindo	2016.10.13 17:09-17:16	34°43.24N 128°27.10E	34°43.24N 128°27.10E	15~18	Bijindo						

수산자원량 추정방법

수산자원량을 추정하기 위하여 Fig. 5와 같은 조사해역(직선 내의 해역)을 크게 3가지로 구분하였는데, 첫째는 새우조망 조업이 가능한 해역, 둘째는 자망과 주낙조업이 가능한 해역, 셋째는 수심이 5 m 미만이거나 부두가 있는 해역으로 나누었으며, 이들 해역에 대한 면적은 Table 2와 같다. 이들의 면적은 전자해도 상에서 각 위치의 경위도를 기점하여 선을 그린 후에 B₄용지로 출력한 다음 새우조망 조업이 가능한 해역을 저질상태, 수심, 해저의 경사도 등을 고려하여 현지 어업인들과 상의하여 일정한 색을 칠한 다음, 수심 5 m 선을 기준으로 하고 부두가 있는 곳은 그 주변 해역까지 다른 색을 칠한다. 그 다음 비닐 종이로 복사한 후 조사해역을 가위로 오려내어 전자저울(분해능 : 0.001 g)로 무게를 측정하였으며, 다음은 새우조망 조업이 가능한 해역을 오려내어 무게를 측정하며, 수심 5 m 선과 부두가 있는 곳을 포함한 주변 해역을 오려내어 무게를 측정한 후 무게 비율에 따라 면적을 배분하였다.

새우조망어구의 망고는 1 m 정도 밖에 되지 않아 조업이 가능한 해역의 저층(해저에서 1 m 이내)에서 서식하는 어류만을 대상으로 하였고, 자망조사 또한 조사에 사용한 어구의 높이가 1.4 m이나 조류의 영향을 받으면 1 m 정도로 저서 어종을 대상으로 자원량 추정하였다. 주낙조사에 의한 자원량 추정은 조업이 가능한 해역의 저층에서 서식하는 붕장어만을 대상으로 하여 추정하였다.

어구조사에 의한 어획량을 C(마리수, g), 어획효율을 f, 그리고 자원량을 N(또는 P)라고 한다면, 어획량은 다음식으로 표현할 수 있다.

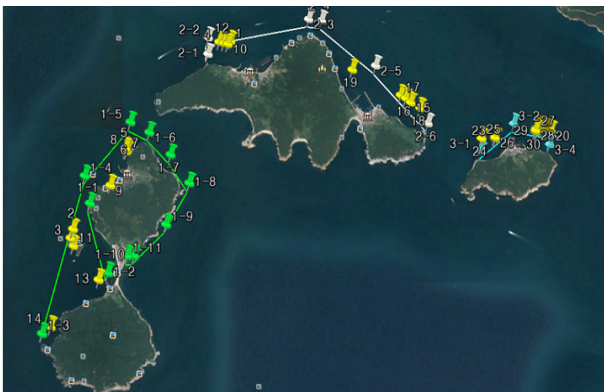


Fig. 5. Detailed location of survey areas.

$$C = N(\text{or } P) \times f \tag{1}$$

여기서 N은 자원량을 마리수로 나타낸 것이고, P는 자원량을 중량(생체량)으로 나타낸 것이다. 그러므로 조사해역의 면적(a)의 자원량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$N(\text{or } P) = \frac{C}{F} \tag{2}$$

따라서 조사해역의 단위면적당(m²) 자원량은 조사해역의 면적(a)을 고려하여 아래와 같다.

$$n(\text{or } p) = \frac{C}{F} \div a \tag{3}$$

여기서 a는 조사해역의 면적을 나타낸 것으로, 새우조망의 경우 그물 입구의 폭 B (Beam의 길이, m)와 예망거리 L(예망속도×예망시간, m)의 곱으로 나타낼 수 있다. 자망의 경우 자망의 길이(300 m)와 자망이 있는 곳을 지나갈 수 있는 거리 10 m(양쪽이므로 5 m × 2)의 곱으로 나타내어 3,000 m²로 산정하였다. 주낙의 경우 주낙의 길이(260 m)와 낚시가 있는 곳으로 올 수 있는 거리(5 m × 2)의 곱으로 나타내어 2,600 m²로 산정하였다. 따라서 어업별 조사 가능 해역의 면적을 A (m²)라 할 때, 이 해역의 총 자원량은 아래와 같다.

$$N(\text{or } P) = n(\text{or } p) \times A \tag{4}$$

조사해역(301 ha)의 총 자원량 N_T(또는 P_T)는 3개 조사해역의 자원량을 합산하여 구하였다. 각 조사해역의 자원량은 “트롤조사 가능 해역의 자원량 + 자망과 주낙조사 가능 해역의 자원량 + 수심 5 m 미만이거나 부두와 부두 주변의 해역의 자원량”으로 하였다. 수심 5 m 미만이거나 부두와 부두 주변 해역의 자원량은 위의 식으로 계산하되 위 지역의 어획 효율은 자망과 주낙조사 가능 해역의 단위면적당 자원량의 합에 대한 수심 5 m 미만이거나 부두와 부두 주변의 해역의 자원량의 비인 0.3으로 하였고, 조업가능 해역의 면적은 수심 5 m 미만이거나 부두와 부두 주변의 해역의 면적(m²)이다.

Table 2. Survey area that can be operated using each fisheries by station

Station	Area (ha)	shrimp beam trawl fishing area		Gill-net and longline fishing area		Rest area (ha)
		Ratio of operable area (%)	Area (ha)	Ratio of operable area (%)	Area (ha)	
Jukdo	20	23.1	5	15.4	3	12
Yongchodo	137	40.0	55	20.0	27	55
Bijindo	144	46.8	67	30.6	44	33
Total	301		127		74	100

결과 및 고찰

어획량

조망어구로 3개 조사해역에서 3차에 걸쳐 조사한 어획량은 Table 3과 같다. 1차 조사 결과 총 21종에 503마리, 18,223 g이 어획되었는데, 어류가 18종에 499마리, 18,085 g, 기타가 3종에 4마리, 138 g이었다. 해역별로 살펴보면, 죽도에서는 어류 13종에 103마리, 6,365 g이 어획되었고, 기타 새우와 오징어가 1마리씩 어획되었다. 용초도에서는 어류 10종에 102마리, 4,960 g이 어획되었고, 기타 오징어 1마리가 어획되었다. 비진도에서는 어류 13종에 294마리, 6,760 g이 어획되었는데, 이 중 멸치 250마리는 대부분이 양망 중에 자루와 날개의 그물코에 낚힌 상태로 어획되었으므로 자원량 추정 시에는 제외하였고, 기타 낙지 1마리가 어획되었다. 2차 조사 결과 총 20종에 269마리, 14,454 g이 어획되었는데, 어류가 14종에 255마리, 13,912 g, 기타가 6종에 14마리, 542 g이었다. 해역별로 살펴보면, 죽도에서는 어류 10종에 55마리, 2,733 g이 어획되었고, 기타 오징어 3마리, 새우 2마리, 갯가재와 소라가 각각 1마리씩 어획되었다.

용초도에서는 어류 7종에 194마리, 10,935 g이 어획되었고, 기타 오징어 1마리, 새우 1마리, 꽃게 3마리가 어획되었다. 비진도에서는 어류 3종에 6마리, 244 g이 어획되었고, 기타 오징어와 새우가 1마리씩 어획되었다. 3차 조사 결과 총 17종에 336마리, 9,718 g이 어획되었는데, 어류가 15종에 326마리, 9,693 g, 기타 2종에 10마리, 25 g이었다. 해역별로 살펴보면, 죽도에서는 어류 4종에 5마리, 319 g이 어획되었고, 기타 오징어 4마리가 어획되었다. 용초도에서는 어류만 10종에 238마리, 9,007 g이 어획되었다. 비진도에서는 어류 6종에 83마

리, 367 g이 어획되었고, 기타 오징어 5마리, 새우 1마리가 어획되었다.

따라서 조망어구로 3차에 걸쳐 3개 조사해역에서 조사한 어획량은 총 34종에 1,108마리, 42,395 g이 어획되었는데, 어류가 23종(70%)에 1,080마리(97%), 41,690 g (98%)으로 절대적인 비중을 차지하고 있다. 가장 우점하는 종은 미역치(342마리)였고, 다음은 쌍동가리(124마리)였으며, 그 다음은 열동가리돔(72마리)였고, 다음의 순으로 불볼락(53마리), 달고기(43마리), 홍어(37마리), 붕장어(23마리)의 순이었다.

Jang et al. (2009)은 2005년 4월부터 11월까지 통영 비진도 주변에서 조망어구에 총 14종에 952마리가 어획되었는데, 이 가운데 어류가 9종(64%)에 485마리(51%)가 어획되어, 어류의 비율은 본 연구 결과와 비슷하게 나왔다. 조사기간별로 어획량을 마리수 기준으로 살펴보면 1차에 가장 많았고, 3차가 중간이며, 2차가 가장 적었고, 중량 기준으로는 1차가 가장 많았고, 2차가 중간이며, 3차가 가장 적었다. 조사해역별로 어획량을 마리수 기준으로 살펴보면 용초도가 가장 많았고, 죽도가 가장 적었고, 중량 기준으로 살펴보면 용초도가 가장 많았고 비진도가 가장 적었다.

자망어구로 3개 조사해역에서 3차에 걸쳐 조사한 어획량은 Table 4와 같다. 1차 조사 결과 총 22종에 87마리, 17,635 g이 어획되었는데, 어류가 16종에 70마리, 15,730 g, 기타가 6종에 17마리, 1,905 g이었다. 해역별로 살펴보면, 죽도에서는 어류 9종에 23마리, 5,085 g이 어획되었고, 기타 오징어 1마리가 어획되었다. 용초도에서는 어류 10종에 22마리, 6,505 g이 어획되었고, 기타 꽃게 1마리가 어획되었다.

Table 3. Monthly species composition of catches by the shrimp beam trawl from July to October, 2016

Mon.	Species	Scientific name	Jukdo				Yongschodo				Biindo				Total				
			No.	Range of B.L. (mm)	Range of B.W (g)	Total catch (g)	No.	Range of B.L. (mm)	Range of B.W (g)	Total catch (g)	No.	Range of B.L. (mm)	Range of B.W (g)	Total catch (g)	No.	Weight	No.	Weight	%
7		<i>Paraperca seifasciata</i>	42	130-190	20-70	1,890	1	160	50	50	1	150	20	20	44	1,960	8.75	10.76	
		<i>Hypodytes rubripinnis</i>	18	90-110	10-20	390	81	90-110	10-20	1,000	2	90	10	20	101	1,410	20.08	7.74	
		<i>Pholis nebulosa</i>	9	150-240	10-50	315	1	220	50	50	1	180	30	30	11	395	2.19	2.17	
		<i>Sebastes schlegelii</i>	1	270	240	240					1	270	240	240	2	480	0.40	2.63	
		<i>Zebrias fasciatus</i>	1	150	40	40					5	130-140	15-30	90	6	130	1.19	0.71	
		<i>Pseudotaenia japonica</i>	3	70-140	10-30	70									3	70	0.59	0.38	
		<i>Chelidonicichthys spinosus</i>	1	260	180	180	1	180	50	50	2	230	0.40	1.26	2	230	0.40	0.93	
		<i>Sebastes inermis</i>	2	160	80, 90	170					2	170	0.40	0.93	2	170	0.40	0.93	
		<i>Pleuronectes yokohamae</i>	2	160, 190	40, 50	90	3	80-240	10-200	225	3	130-140	20-30	80	8	395	1.59	2.17	
		<i>Trachurus japonicus</i>	5	70-110	10-20	80	1	90	5	5	5	70-110	10-30	80	11	165	2.19	0.91	
		<i>Raja kenjei</i>	8	120-270, 210-400	60-450	2,160					5	220-270, 350-420	350-500	2,200	13	4,360	2.58	23.92	
		<i>Zeus faber</i>	7	70-150	10-50	250	5	150-350	60-410	1,300	5	80-130	15-40	170	17	1,720	3.38	9.44	
		<i>Conger myriaster</i>	4	220-510	20-400	490	1	300	40	40	4	220-510	20-400	490	9	1,020	1.79	5.60	
		<i>Hexagrammos agrammus</i>					6	270-350	250-450	1,940					6	1,940	1.19	10.64	
		<i>Inimicus japonicus</i>					2	180, 210	100, 200	300					2	300	0.40	1.65	
		<i>Engraulis japonicus</i>									250	120-130	10	2,500	250	2,500	49.7	13.72	
		<i>Pleuronichthys cornutus</i>									3	230-260	200-300	700	3	700	0.59	3.84	
		<i>Trichurus lepturus</i>									9	310-340	10-20	140	9	140	1.79	0.77	
		<i>Palaemon granieri</i>	1	70	3	3									1	3	0.20	0.02	
		Others	1	100, 190	30	30	1	90, 170	15	15					2	45	0.40	0.25	
	<i>Octopus minor</i>									1	700	90	90	1	90	0.20	0.49		
	Subtotal (July)		105		6,398	103			4,975	295			6,850	503	18,223	100	100		
9		<i>Paraperca seifasciata</i>	10	130-190	20-70	266	64	130-195	15-90	2,105	3	80-135	3-30	58	77	2,429	28.62	16.81	
		<i>Hypodytes rubripinnis</i>	1	90	12	12									86	1,407	31.97	9.73	
		<i>Pholis nebulosa</i>	1	155	14	14									1	14	0.37	0.10	
		<i>Pagrus major</i>	9	60-65	6-9	69									9	69	3.34	0.48	
		<i>Zebrias fasciatus</i>	1	140	74	74									1	74	0.37	0.51	
		<i>Pseudotaenia japonica</i>	7	105-175	10-32	167									7	167	2.60	1.16	
		<i>Chelidonicichthys spinosus</i>	14	90-100	8-12	120					2	150	31	31	16	151	5.95	1.04	
		<i>Raja kenjei</i>	6	145-305, 245-405	105-500	1,917	10	130-205, 220-310	70-240	1,513					16	3,430	5.95	23.73	
		<i>Zeus faber</i>	1	95	14	14									15	1,483	5.58	10.26	
		<i>Trachurus japonicus</i>	5	70-110	10-20	80									5	80	1.86	0.55	
		<i>Pleuronectes yokohamae</i>									1	225	155	155	1	155	0.37	1.07	
		<i>Conger myriaster</i>					10	310-385	43-140	618					10	618	3.72	4.28	

Table 3. continue

Mon.	Species	Scientific name	Jukdo				Yongchodo				Bijindo				Total			
			No.	Range of B.L (mm)	Range of B.W (g)	Total catch (g)	No.	Range of B.L (mm)	Range of B.W (g)	Total catch (g)	No.	Range of B.L (mm)	Range of B.W (g)	Total catch (g)	No.	Weight	No.	Weight
9	Fishes	<i>Hexagrammos agrammus</i>	10	255-360	210-600	3,490	10	255-360	210-600	3,490	10	255-360	210-600	3,490	3,490	3.72	24.15	
		<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	1	280	345	345	1	280	345	345	1	280	345	345	345	0.37	2.39	
		<i>Watasenia scintillans</i>	3	100-115, 140-145	15-20	55	1	105, 145	14	14	1	700	90	90	159	1.86	1.10	
		<i>Oratosquilla oratoria</i>	1	100	13	13	1	100	13	13	1	700	90	90	13	0.37	0.09	
		<i>Baillus cornutus</i>	1	150	175	175	1	150	175	175	1	700	90	90	175	0.37	1.21	
		<i>Metapenaeus joyneri</i>	2	90	7	14	1	120	14	14	3	75-165	3-39	61	28	1.12	0.19	
		<i>Charybdis acuta</i>	3	45-70, 55-75	25-95	155	3	45-70, 55-75	25-95	155	3	120	12	12	155	1.12	1.07	
		<i>Trachysalambria</i>	62			2,990	199			11,118	8			346	269	14,454	100	100
		Subtotal (September)																
	10	Fishes	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	1	100	11	11	153	90-110	10-20	2,095	1	95	12	12	155	2,118	46.13
		<i>Pagrus major</i>	1	95	17	17	1	95	17	17	1	95	17	17	1	17	0.30	0.18
		<i>Trachurus japonicus</i>	2	140	23	46	5	75-165	3-39	61	7	75-165	3-39	61	7	107	2.08	1.10
		<i>Zeus faber</i>	1	230	245	245	10	195-265	140-310	2,390	11	195-265	140-310	2,390	11	2,635	3.27	27.11
		<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	2	140, 150	60, 80	140	2	140, 150	60, 80	140	2	140, 150	60, 80	140	2	140	0.59	1.44
		<i>Hemiripiterus villosus</i>	1	260	245	245	1	260	245	245	1	260	245	245	1	245	0.30	2.52
		<i>Haplogerys mucronatus</i>	1	200	210	210	1	200	210	210	1	200	210	210	1	210	0.30	2.16
		<i>Sebastes thompsoni</i>	53	70-190	5-115	425	53	70-190	5-115	425	53	70-190	5-115	425	53	425	15.77	4.37
		<i>Paraperca sexfasciata</i>	2	130	23, 29	52	2	130	23, 29	52	1	150	19	19	3	71	0.89	0.73
		<i>Conger myriaster</i>	4	205-355	15-65	195	4	205-355	15-65	195	4	205-355	15-65	195	4	195	1.19	2.01
	<i>Hexagrammos agrammus</i>	4	220-320	140-360	1,095	4	220-320	140-360	1,095	4	220-320	140-360	1,095	4	1,095	1.19	11.27	
	<i>Raja kenget</i>	8	165-245, 270-375	160-410	2,160	8	165-245, 270-375	160-410	2,160	3	145-215	22-105	149	8	2,160	2.38	22.23	
	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	3	145-215	22-105	149	3	145-215	22-105	149	3	145-215	22-105	149	3	149	0.89	1.53	
	<i>Pseudorhombus penophthalmus</i>	1	180	58	58	1	180	58	58	1	180	58	58	1	58	0.30	0.60	
	<i>Apoгон lineatus</i>	72	40-60	0.6-1	68	72	40-60	0.6-1	68	72	40-60	0.6-1	68	72	68	21.43	0.70	
	<i>Watasenia scintillans</i>	4	60-80, 115-140	1-2	6	5	85-100	1-3	8	5	85-100	1-3	8	9	14	2.68	0.14	
	<i>Trachysalambria</i>	9			325	238			9,007	89			386	336	9,718	100	100	
	Subtotal (October)																	
	Total	176			9,713	540			25,100	392			7,582	1,108	42,395			

Table 4. Monthly species composition of catches by the gill-net from July to October, 2016

Mon.	Species	Scientific name	Jukdo					Yongchodo					Bijindo					Total		
			No.	Range of B.L. (mm)	Range of B.W. (g)	Total catch (g)	No.	Range of B.L. (mm)	Range of B.W. (g)	Total catch (g)	No.	Range of B.L. (mm)	Range of B.W. (g)	Total catch (g)	No.	Weight	No.	Weight	%	
7		<i>Sillago sihama</i>	1	195	55	55	1	210	80	80							2	135	2.30	0.77
		<i>Hexagrammos agrammus</i>	1	430	990	990	3	315-400	440-760	1,800							4	2,790	4.60	15.82
		<i>Platycephalus indicus</i>	1	380	400	400	4	390-430	400-550	1,930							7	3,140	8.04	17.81
		<i>Hemirhamphus villosus</i>	1	180	120	120					2	190, 240	130, 250	380	3	500	3.45	2.84		
		<i>Sebastes schlegelii</i>	1	280	310	310					2	195, 205	125, 155	280	3	590	3.45	3.35		
		<i>Platyonichthys cornutus</i>	2	280, 290	240, 350	590					2			590	2	590	2.30	3.35		
		<i>Platyonectes yokohamae</i>	6	165-320	50-500	1,390	3	225-360	190-650	1,085					9	2,475	10.34	14.03		
		<i>Trachurus japonicus</i>	5	70-110	10-20	80					5			80	5	80	5.75	0.45		
		<i>Raja kenojei</i>	5	120-260, 210-390	60-470	1,150	2	190-230, 290-370	160, 320	480					7	1,630	8.04	9.24		
		<i>Direna temminckii</i>					1	220	200	200	2	210, 230	135, 175	310	3	510	3.45	2.89		
		<i>Zedrus fasciatus</i>					2	170	80, 85	165	3	155-180	45-75	185	5	350	5.75	1.98		
		<i>Pagrus major</i>					1	200	130	130					1	130	1.15	0.74		
		<i>Stephanolepis carthijer</i>					4	160-200	100-170	540					4	540	4.60	3.06		
		<i>Halichoeres poecilopterus</i>					1	180	95	95	9	170-250	55-200	1,175	10	1,270	11.49	7.20		
		<i>Chromis notata</i>									2	125	40	80	2	80	2.30	0.45		
		<i>Pseudolabrus sieboldi</i>									3	255-265	275-335	920	3	920	3.45	5.22		
		<i>Scopelogadus aoteanus</i>																		
	<i>Charybdis acuta</i>					1	72, 94	130	130	3	57-66, 81-89	60-95	230	4	360	4.60	2.04			
	<i>Halocynthia roretzi</i>									4			250	4	250	4.60	1.42			
	<i>Anthracidaris crassipinna</i>									1			50	1	50	1.15	0.28			
	<i>Battus cornutus</i>									2	155, 330		485	2	485	2.30	2.75			
	<i>Hemifusus terranatus</i>									5	85-150		590	5	590	5.74	3.35			
	Subtotal (July)		24			5,255	23		6,635	40		5,745	87	17,635	100	100				
9		<i>Saurida elongata</i>	1	385	448	448										1	448	1.18	2.15	
		<i>Platycephalus indicus</i>	5	390-465	383-668	2,772	2	370, 460	312, 563	875	6	400-445	410-550	2,800	13	6,447	15.29	31.00		
		<i>Sebastes schlegelii</i>	3	165-290	87-326	655	1	160	55	55	4	170-245	90-250	740	8	1,450	9.41	6.97		
		<i>Hemirhamphus villosus</i>	1	180	149	149	1	210	184	184					2	333	2.35	1.60		
		<i>Platyonectes yokohamae</i>	2	225, 255	168, 208	376									2	376	2.35	1.81		
		<i>Paralichthys olivaceus</i>	1	235	168	168					1	330	315	315	2	483	2.35	2.32		
		<i>Scomber japonicus</i>	1	225	114	114									1	114	1.18	0.55		
		<i>Pagrus major</i>	2	220, 240	238, 254	492	2	230, 245	198, 242	440	2	170	100	200	6	1,132	7.06	5.44		
		<i>Direna temminckii</i>	2	215, 225	168, 188	356	2	235, 240	168, 178	346	10	185-250	110-200	1,550	14	2,252	16.47	10.83		
		<i>Hexagrammos agrammus</i>					2	310, 355	374, 518	892					2	892	2.35	4.29		
		<i>Oplegnathus fasciatus</i>					2	180, 190	124, 161	285					2	285	2.35	1.37		
		<i>Stephanolepis carthijer</i>					5	145-235	68-287	752	1	170	115	115	6	867	7.06	4.17		

Table 4. continue

Mon.	Species	Scientific name	Jukdo				Yongchodo				Bijindo				Total			
			No.	Range of B.L. (mm)	Range of B.W. (g)	Total catch (g)	No.	Range of B.L. (mm)	Range of B.W. (g)	Total catch (g)	No.	Range of B.L. (mm)	Range of B.W. (g)	Total catch (g)	No.	Weight	No.	Weight
9		<i>Sebastes longispinis</i>																
		<i>Takifugu paradalis</i>																
	Fishes	<i>Halichoeres poecilopterus</i>																
		<i>Pseudolabrus seboldi</i>																
		<i>Charybdis acuta</i>																
	Others	<i>Hemifysus tematanus</i>																
		<i>Enterocoptus dofleini</i>																
		<i>Battilus cornutus</i>																
		Subtotal (September)	18			5,530	22			5,396	45			9,874	85	20,800	100	100
	10		<i>Raja kenojei</i>	9	165-275, 260-430	140-530	2,845	1	235, 370	340	340	3	165-260, 270-375	105-390	640	13	3,825	22.42
		<i>Pogras major</i>	1	230	240	240	6	215-265	155-290	1,455	1	210	165	165	8	1,860	13.79	15.33
		<i>Cheilodichthys spinosus</i>	1	180	60	60				60	2	160, 210	45, 90	135	3	195	5.17	1.61
		<i>Chromis notatus</i>	1	165	90	90	1	160	60	60					2	150	3.45	1.24
		<i>Parapercis seefasciata</i>	1	150	40	40				40					1	40	1.72	0.33
Fishes		<i>Trachurus japonicus</i>																
		<i>Diprena temminckii</i>																
		<i>Stephanolepis cirriifer</i>																
		<i>Hemiripienus villosus</i>																
		<i>Pleuronectes yokohamue</i>																
	<i>Sebastes schlegelii</i>																	
	<i>Microcanthus strigatus</i>																	
	<i>Hemifysus tematanus</i>	6		45-245	555					4		165-255	850	10	1,405	17.25	11.58	
Others	<i>Sepia officinalis</i>					2	235-275, 360-365	360, 540	900	2	220, 310-315	240, 325	565	4	1,465	6.90	12.08	
	<i>Enterocoptus dofleini</i>					1	460	560	560					1	560	1.72	4.62	
	Subtotal (October)	19			3,830	24			5,479	15			2,820	58	12,129	100	100	
	Total	61			14,615	69			17,510	100			18,439	230	50,564			

Table 5. Monthly species composition of catches by the longline from July to October, 2016

Mon	Species	Scientific name	Jukdo				Yongehodo				Bijindo				Total	%		
			No.	Range of B.L (mm)	Range of B.W (g)	Total catch (g)	No.	Range of B.L (mm)	Range of B.W (g)	Total catch (g)	No.	Range of B.L (mm)	Range of B.W (g)	Total catch (g)				
7		<i>Hemirhamphus villosus</i>	1	240	250	250									1	250	5.26	3.59
		<i>Sebastes schlegelii</i>	1	290	350	350									1	350	5.26	5.02
	Fishes	<i>Conger myriaster</i>	12	400-800	100-960	3,780	4	370-515	100-240	590	16	4,370	84.22	62.70				
		<i>Pagrus major</i>					1	480	2,000	2,000	1	2,000	5.26	28.69				
	Subtotal (July)		14		4,380	5		2,590		19	6,970	100	100					
9		<i>Hexagrammos agrammus</i>	1	430	1,032	1,032									1	1,032	3.85	9.75
	Fishes	<i>Conger myriaster</i>	21	400-860	55-1,165	8,674	3	415-465	147-208	542	1	610	340	340	25	9,556	96.15	90.25
		Subtotal (September)	22		9,706	3		542	1	100	26	10,588	100	100				
		<i>Sebastes hubbsi</i>	1	220	190	190									1	190	2.78	2.16
	<i>Scomber japonicus</i>	2	245, 270	110, 160	270	4	220-250	70-140	470	6	740	16.66	8.43					
	<i>Conger myriaster</i>	20	350-770	20-810	5,560	3	415-465	147-208	542	3	6,472	72.22	73.74					
Fishes	<i>Takifugu paradalis</i>					1	295	510	510	1	510	2.78	5.81					
	<i>Pagrus major</i>					1	375	660	660	1	660	2.78	7.52					
	<i>Argyrosomus argentatus</i>					1	260	205	205	1	205	2.78	2.34					
	Subtotal (October)	23		6,020	8		1,522	5	1,235	36	8,777	100	100					
	Total	59		20,106	16		4,654	6	1,575	81	26,335							

비진도에서는 어류 8종에 25마리, 4,140 g이 어획되었는데, 기타 5종에 15마리가 어획되었다. 2차 조사 결과 총 20종에 85마리, 20,800 g이 어획되었는데, 어류가 16종에 72마리, 17,784 g, 기타가 4종에 13마리, 3,016 g이었다. 해역별로 살펴보면, 죽도에서는 어류만 9종에 18마리, 5,530 g이 어획되었다. 용초도에서는 어류 8종에 17마리, 3,829 g이 어획되었고, 기타 3종에 5마리가 어획되었다. 비진도에서는 어류 10종에 37마리, 8,425 g이 어획되었고, 기타 꽃게 7마리와 소라가 1마리가 어획되었다. 3차 조사 결과 총 15종에 58마리, 12,129 g이 어획되었는데, 어류가 12종에 43마리, 8,699 g, 기타 3종에 15마리, 3,430 g이었다. 해역별로 살펴보면, 죽도에서는 어류 5종에 13마리, 3,275 g이 어획되었고, 기타 고등 6마리가 어획되었다. 용초도에서는 어류가 9종에 21마리, 4,019 g이 어획되었고, 기타 오징어 2마리, 문어 1마리가 어획되었다. 비진도에서는 어류 6종에 9마리, 1,405 g이 어획되었고, 기타 고등 4마리, 오징어 2마리가 어획되었다.

따라서 자망어구로 3차에 걸쳐 3개 조사해역에서 조사한 어획량은 총 32종에 230마리, 50,564 g이 어획되었는데, 어류가 26종(81%)에 185마리(80%), 42,213 g (83%)으로 절대적인 비중을 차지하고 있다. 가장 우점하는 종은 양태(20마리)와 홍어(20마리)였고, 다음은 망상어(18마리)와 털타고등(18마리)였으며, 그 다음은 용치놀래기(15마리), 참돔(15마리)와 쥐치(15마리)이었다. 조사기간별로 어획량을 마리수 기준으로 살펴보면 1차에 가장 많았고, 2차가 중간이며, 3차가 가장 적었고, 중량 기준으로는 2차가 가장 많았고, 1차가 중간이며, 3차가 가장 적었다. 조사해역별로 어획량은 마리수 및 중량 기준 모두 비진도가 가장 많았고, 죽도가 가장 적었다.

주낙어구로 3개 조사해역에서 3차에 걸쳐 조사한 어획량은 Table 5와 같다. 1차 조사 결과 총 4종에 19마리, 6,970 g이 어획되었는데, 모두가 어류였다. 해역별로 살펴보면, 죽도에서는 어류 3종에 14마리, 4,380 g이 어획되었고, 용초도에서는 어류 2종에 5마리, 2,590 g이 어획되었으나 참돔 1마리(2,000 g)는 병에 들어있는 것으로 보아 인근 양식장에서 버려진 것으로 추정되어 자원량 추정 시에는 제외하였으며, 비진도에서는 아무것도 어획되지 않았다. 2차 조사 결과 총 2종에 26마리, 10,588 g이 어획되었는데, 모두가 어류였다. 해역별로 살펴

면, 죽도에서는 어류 2종에 22마리, 9,706 g이 어획되었고, 용초도에서는 어류 1종에 3마리, 542 g이 어획되었으며, 비진도에서는 어류 1종에 1마리, 340 g이 어획되었다. 3차 조사 결과 총 6종에 36마리, 8,777 g이 어획되었는데, 모두가 어류였다. 해역별로 살펴보면, 죽도에서는 어류 3종에 23마리, 6,020 g이 어획되었고, 용초도에서는 어류 3종에 8마리, 1,522 g이 어획되었으며, 비진도에서는 어류 3종에 5마리, 1,235 g이 어획되었다.

따라서 주낙어구로 3차에 걸쳐 3개 조사해역에서 조사한 어획량은 총 9종에 81마리, 26,335 g이 어획되었는데, 모두가 어류였다. 가장 우점하는 종은 봉장어(67마리)였고, 다음은 고등어(6마리)였으며, 그 다음은 참돔(2마리)이었고, 나머지 조피볼락, 노래미, 우럭볼락, 졸복과 보구치 등은 1마리씩이었다. 조사기간별로 어획량을 마리수 기준으로 살펴보면 3차에 가장 많았고, 2차가 중간이며, 1차가 가장 적었고, 중량 기준으로 살펴보면 2차가 가장 많았고, 1차가 가장 적었다. 조사해역별로 어획량은 마리수 및 중량 기준 모두 죽도에서 가장 많았고, 비진도가 가장 적었다.

어획효율의 추정

일반 트롤의 경우 전개판 간격 내의 어류들이 50% 정도 어획될 것으로 보아 어획효율을 0.5로 한다. 그러나 유럽식 새우트롤인 조망어구는 빙의 양 끝에 자루그물이 바로 연결되어 빙 길이 내에 있는 어류들은 거의 어획이 가능하다. 보통 트롤그물은 발줄에 바로 그물감을 연결하는 것이 아니라 Hanging chain (30~60 cm)으로 연결되어 있어 그 사이로 돌들이 빠져나갈 수 있도록 되어 있으나 조망어구는 해저에 붙어살거나 빨 속에 살짝 묻혀 서식하는 새우들을 어획하기 위하여 만들어진 어구이므로 f 값이 보통 트롤보다는 훨씬 크다고 판단된다. 예를 들어 f 값이 1.0, 0.5인 경우의 자원량은 $N_{1.0} = 53,375$ 마리, $N_{0.5} = 106,751$ 마리이고, $P_{1.0} = 2,442.7$ kg, $P_{0.5} = 4,885.3$ kg이 된다. 즉, $f = 1.0$ 인 경우는 소해면적 내의 어류 모두가 어획되는 경우로써 이 값은 최소 자원량을 의미하며, $f = 0.5$ 인 경우는 일반 트롤과 같이 절반만 어획되는 경우로 여기서는 최대 자원량을 의미하게 되는데 이들 값의 차이는 2배나 된다. 그런데 실제의 f 값은 어장에 따라 계절에 따라 항상 달라지므로 평균값으로 하는 것이 합리적이므로 0.7로 산정하였다.

자망어구의 경우 해저에 설치하여 놓고 12~14시간 동안 어류들이 이곳을 지나가다가 그물에 걸려 어획될 확률을 의미하는데, 어느 정도까지 떨어진 어류들이 얼마나 올 수 있을지와 지나가는 어류가 어느 정도까지 그물에 걸릴지의 문제이다.

전자의 경우 5 m로 보아 양쪽이므로 폭을 10 m로 하여 이 곳 어류들의 50%가 그물을 지나가다가 80% 정도 걸린다고 보았다. 여기서 후자의 경우 3중망이므로 80% 이상 될 것이라고 누구나 생각할 수 있으나 전자의 경우 50%는 논쟁의 여지가 있다. 하지만 본 조사해역의 어장은 경사가 다소 심하고 돌출물들이 많아 5 m 이내의 어류들이 50% 정도는 올 것이라 판단하였다. 예를 들어 f 값이 1.0, 0.2인 경우의 자원량은 $N_{1.0} = 5,451$ 마리, $N_{0.2} = 27,256$ 마리이고, $P_{1.0} = 1,159.9$ kg, $P_{0.2} = 5,799.3$ kg이 되므로 최대 자원량과 최소 자원량 간의 차이는 5배나 된다. 따라서 해저지형 및 그동안 어업인들과의 탐문조사 등을 고려하여 0.4로 산정하였다.

주낙어구의 경우 해저에 설치하여 놓고 12~14시간 동안 붕장어가 이곳을 지나가다가 그물에 걸려 어획될 확률을 의미하는데, 어느 정도까지 떨어진 붕장어가 얼마나 올 수 있을지와 미끼 냄새를 맡고 온 붕장어가 어느 정도까지 낚시를 물 것인지의 문제이므로 전자의 경우 5 m로 보아 양쪽이므로 폭을 10 m로 하여 이곳의 붕장어 60%가 낚시가 있는 곳으로 와 50%가 낚시를 문다고 보았다. 여기서 전자의 경우에는 붕장어가 후각이 매우 발달하였으므로 60% 이상 될 것이라고는 누구나 생각할 수 있으나 본 조사해역의 어장이 경사가 다소 심하고 돌출물들이 많아 5 m 이내의 붕장어가 60% 정도 올 것이라고 판단하였으며, 후자의 경우에도 논쟁의 여지가 있으나 붕장어의 식이본능이 강하여 50% 정도는 된다고 판단하였다.

예를 들어 f 값이 1.0, 0.2인 경우의 자원량은 $N_{1.0} = 550$ 마리, $N_{0.2} = 3,878$ 마리이고, $P_{1.0} = 127.2$ kg, $P_{0.2} = 836.4$ kg이 되므로 최대 자원량과 최소 자원량 간의 차이는 약 5배나 된다. 따라서 위의 사항들을 고려하여 어획효율을 0.3으로 산정하였다.

육지와 접해있는 수심이 5 m 미만이거나 부두와 그 주변 해역의 자원량을 어떻게 구할 것인가 하는 문제는 바로 옆에 부설하였던 자망과 주낙조업 가능한 해역의 자원량을 가지고 추정하기로 하였다. 즉, 이곳의 단위면

적당 생산량을 자망과 주낙조업 가능한 해역의 단위면 적당 생산량의 30%로 보았다. 이 해역의 면적이 100 ha나 되어 전체 조사해역 301 ha의 1/3이나 되므로 무시할 수가 없다. 즉, 해변에 설치된 자망들의 어획량을 보더라도 어느 정도는 존재한다고 판단되므로 최소 10%, 최대 50% 정도는 된다고 생각되어 그 중간인 30%로 하였다. 예를 들어 f 값이 0.1, 0.5인 경우의 자원량은 $N_{0.5} = 11,554$ 마리, $N_{0.1} = 2,311$ 마리이고, $P_{0.5} = 2,676.9$ kg, $P_{0.1} = 535.4$ kg이 되므로 최대 자원량과 최소 자원량 간의 차이는 약 5배나 된다.

수산자원량 추정

각 조사에 의한 단위면적당 자원량은 Table 6과 같으므로 3차에 걸쳐 조사한 값의 평균치로 하여 각 조사해역의 자원량을 구하면 Table 7과 같다.

조망어구에 의한 단위면적당 자원량은 마리수로는 총 76,251마리인데 이 중에서 죽도가 1,566마리, 용초도가 66,803마리, 비진도가 7,906마리였다. 또한 자원량을 중량으로 나타내면 총 3,489.5 kg인데, 이 중에서 죽도가 89.7 kg, 용초도가 3,146.2 kg, 비진도가 253.6 kg이었다.

자망조사에 의한 단위면적당 자원량은 마리수로는 총 13,628마리인데 이 중에서 죽도가 450마리, 용초도가 4,500마리, 비진도가 8,678마리였다. 또한 자원량을 중량으로 나타내면 총 2,899.7 kg인데, 이 중에서 죽도가 115.8 kg, 용초도가 1,076.5 kg, 비진도가 1707.4 kg이었다.

주낙조사에 의한 단위면적당 붕장어 자원량은 마리수로는 총 2,585마리인데 이 중에서 죽도가 679마리, 용초도가 1,154마리, 비진도가 752마리였다.

또한 자원량을 중량으로 나타내면 총 557.6 kg인데, 이 중에서 죽도가 230.9 kg, 용초도가 193.2 kg, 비진도가 133.5 kg이었다.

기타 해역의 단위면적당 자원량은 마리수로는 총 6,932마리인데 이 중에서 죽도가 1,355마리, 용초도가 3,455마리, 비진도가 2,122마리였다. 또한 자원량을 중량으로 나타내면 총 1,606.1 kg인데, 이 중에서 죽도가 416.0 kg, 용초도가 775.9 kg, 비진도가 414.2 kg이었다.

따라서 조사해역(301 ha)의 총 자원량 N_T 는 99,396마리, P_T 는 8,552.9 kg이다.

Table 6. Abundance per unit area according to each survey method

Station	Month	Shrimp beam trawl						Gill-net						Longline																																																																																																																																				
		Sweep Area (m^2)		Catch		Abundance per unit area (g/m^2)		Sweep Area (m^2)		Catch		Abundance per unit area (g/m^2)		Sweep Area (m^2)		Catch		Abundance per unit area (g/m^2)		Sweep Area (m^2)		Catch		Abundance per unit area (g/m^2)																																																																																																																										
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W																																																																																																																							
Jukdo	7	2,652	103	6,365	0.05548	3,42868	3,000	23	5,085	0.01917	4,23750	2,600	12	3,780	0.01538	4,84615	Yong chodo	7	1,904	102	4,960	0.07653	3,72149	3,000	22	6,505	0.01833	5,42083	2,600	4	590	0.00513	0.75641	9	2,205	55	2,733	0.03563	1,77065	3,000	18	5,530	0.01500	4,60833	2,600	21	8,674	0.02692	11,12051	10	2,499	5	319	0.00286	0.18236	3,000	13	3,275	0.01083	2,72917	2,600	20	5,560	0.02564	7,12821	Ave.	2,452	54	3,139	0.03133	1,79390	3,000	18	4,630	0.01500	3,85833	2,600	18	6,005	0.02265	7,69829	Bijindo	7	6,300	44	4,260	0.00998	0.96599	3,000	25	4,140	0.02083	3,45000	2,600	0	0	0.00000	0.00000	9	5,390	6	244	0.00159	0.06467	3,000	37	8,425	0.03083	7,02083	2,600	1	340	0.00128	0.43590	10	4,998	83	367	0.02372	0.10490	3,000	9	1,405	0.00750	1,17083	2,600	3	370	0.00385	0.47436	Ave.	5,563	44	1,624	0.01176	0.37852	3,000	24	4,657	0.01972	3,88056	2,600	1	237	0.00171	0.30342
	9	2,205	55	2,733	0.03563	1,77065	3,000	18	5,530	0.01500	4,60833	2,600	21	8,674	0.02692	11,12051		10	2,499	5	319	0.00286	0.18236	3,000	13	3,275	0.01083	2,72917	2,600	20	5,560	0.02564	7,12821	Ave.	2,452	54	3,139	0.03133	1,79390	3,000	18	4,630	0.01500	3,85833	2,600	18	6,005	0.02265	7,69829	Bijindo	7	6,300	44	4,260	0.00998	0.96599	3,000	25	4,140	0.02083	3,45000	2,600	0	0	0.00000	0.00000	9	5,390	6	244	0.00159	0.06467	3,000	37	8,425	0.03083	7,02083	2,600	1	340	0.00128		0.43590	10	4,998	83	367	0.02372	0.10490	3,000	9	1,405	0.00750	1,17083	2,600	3	370	0.00385	0.47436	Ave.	5,563	44	1,624	0.01176	0.37852	3,000	24	4,657	0.01972	3,88056	2,600	1	237	0.00171	0.30342																															
	10	2,499	5	319	0.00286	0.18236	3,000	13	3,275	0.01083	2,72917	2,600	20	5,560	0.02564	7,12821		Ave.	2,452	54	3,139	0.03133	1,79390	3,000	18	4,630	0.01500	3,85833	2,600	18	6,005	0.02265	7,69829	Bijindo	7	6,300	44	4,260	0.00998	0.96599	3,000	25	4,140	0.02083	3,45000	2,600	0	0	0.00000		0.00000	9	5,390	6	244	0.00159	0.06467	3,000	37	8,425	0.03083	7,02083	2,600	1	340	0.00128	0.43590	10	4,998	83	367	0.02372	0.10490	3,000	9	1,405	0.00750	1,17083	2,600	3	370		0.00385	0.47436	Ave.	5,563	44	1,624	0.01176	0.37852	3,000	24	4,657	0.01972	3,88056	2,600	1	237	0.00171	0.30342																																														
	Ave.	2,452	54	3,139	0.03133	1,79390	3,000	18	4,630	0.01500	3,85833	2,600	18	6,005	0.02265	7,69829		Bijindo	7	6,300	44	4,260	0.00998	0.96599	3,000	25	4,140	0.02083	3,45000	2,600	0	0	0.00000		0.00000	9	5,390	6	244	0.00159	0.06467	3,000	37	8,425	0.03083	7,02083	2,600	1	340		0.00128	0.43590	10	4,998	83	367	0.02372	0.10490	3,000	9	1,405	0.00750	1,17083	2,600	3	370	0.00385	0.47436	Ave.	5,563	44	1,624	0.01176	0.37852	3,000	24	4,657	0.01972	3,88056	2,600	1		237	0.00171	0.30342																																																													
Bijindo	7	6,300	44	4,260	0.00998	0.96599	3,000	25	4,140	0.02083	3,45000	2,600	0	0	0.00000	0.00000	9		5,390	6	244	0.00159	0.06467	3,000	37	8,425	0.03083	7,02083	2,600	1	340	0.00128	0.43590		10	4,998	83	367	0.02372	0.10490	3,000	9	1,405	0.00750	1,17083	2,600	3	370	0.00385		0.47436	Ave.	5,563	44	1,624	0.01176	0.37852	3,000	24	4,657	0.01972	3,88056	2,600	1	237	0.00171	0.30342																																																																															
	9	5,390	6	244	0.00159	0.06467	3,000	37	8,425	0.03083	7,02083	2,600	1	340	0.00128	0.43590	10		4,998	83	367	0.02372	0.10490	3,000	9	1,405	0.00750	1,17083	2,600	3	370	0.00385	0.47436		Ave.	5,563	44	1,624	0.01176	0.37852	3,000	24	4,657	0.01972	3,88056	2,600	1	237	0.00171	0.30342																																																																																																
	10	4,998	83	367	0.02372	0.10490	3,000	9	1,405	0.00750	1,17083	2,600	3	370	0.00385	0.47436	Ave.		5,563	44	1,624	0.01176	0.37852	3,000	24	4,657	0.01972	3,88056	2,600	1	237	0.00171	0.30342																																																																																																																	
	Ave.	5,563	44	1,624	0.01176	0.37852	3,000	24	4,657	0.01972	3,88056	2,600	1	237	0.00171	0.30342																																																																																																																																		

Table 7. Abundance of resources by area according to each survey method

ST	Survey area (ha)	Shrimp beam trawl						Gill-net						Longline						Etc. area																																																															
		Abundance of resources		Survey area (ha)		Abundance per unit area (g/m^2)		Abundance of resources		Survey area (ha)		Abundance per unit area (g/m^2)		Abundance of resources		Survey area (ha)		Abundance per unit area (g/m^2)		Abundance of resources		Survey area (ha)		Abundance per unit area (g/m^2)		Abundance of resources																																																									
		N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W																																																								
Jukdo	5	0.03133	1.79390	1,566	89,695	3	0.01500	3,85833	450	115,750	3	0.02265	7,69829	679	230,949	12	0.01130	3,46699	1,355	416,038	Yong chodo	55	0.12146	5,72037	66,803	3,146,206	27	0.01667	3,98694	4,500	1,076,475	27	0.00427	0.71538	1,154	193,154	55	0.00628	1,41070	3,455	775,884	Bijindo	67	0.01176	0.37852	7,882	253,607	44	0.01972	3,88056	8,678	1,707,444	44	0.00171	0.30342	752	133,504	33	0.00643	1,25519	2,122	414,213	Total	127			76,251	3,489,508	74			13,628	2,899,669	74			2,585	557,607	100			6,932	1,606,135
Bijindo	67	0.01176	0.37852	7,882	253,607	44	0.01972	3,88056	8,678	1,707,444	44	0.00171	0.30342	752	133,504	33	0.00643	1,25519	2,122	414,213		Total	127			76,251	3,489,508	74			13,628	2,899,669	74			2,585	557,607	100			6,932	1,606,135																																									
Total	127			76,251	3,489,508	74			13,628	2,899,669	74			2,585	557,607	100			6,932	1,606,135																																																															

결론

본 연구는 어초 투입 효과를 수산자원량 추정을 통하여 판단하기 위한 조사로 직접조사 방법인 새우조망, 자망과 주낙 어구를 사용하여 죽도, 용초도와 비진도의 어초 부근 해역에서 3차(7~10월)에 걸쳐 시험조업하여 어획한 자료를 토대로 수산자원량을 추정된 결과는 다음과 같다.

본 연구의 조사해역인 죽도, 용초도와 비진도 인근 해역 301 ha의 저서어류 자원량 N_T 는 99,396마리, P_T 는 8,552.9 kg이다. 이 중에서 트롤조사해역 127 ha의 자원량은 76,251마리, 3,489.5 kg이고, 자망과 주낙조사해역 74 ha의 자원량은 16,213마리, 3457.3 kg이며, 기타 해역 100 ha의 자원량은 6,932마리, 1,606.1 kg이었다.

우점 종은 미역치(342마리), 쌍동가리(125마리), 봉장어(90마리), 열동가리돔(72마리), 홍어(57마리) 등이었다.

본 연구에서 어류의 최소 자원량 N_{min} 는 61,687마리, P_{min} 는 4,265.2 kg이고, 최대 자원량 N_{max} 는 149,439마리, P_{max} 는 14,197.9 kg이다. 이 중에서 트롤조사 해역 127 ha의 최소 자원량은 53,375마리, 2,442.7 kg이고, 최대 자원량은 106,751마리, 4,885.3 kg이며, 우점 종은 미역치(342마리), 쌍동가리(124마리), 열동가리돔(72마리), 불불락(53마리), 달고기(43마리)의 순이다. 자망과 주낙조사 해역 74 ha의 최소 자원량은 6,001마리, 1287.1 kg이고, 최대 자원량은 31,134마리, 6,635.7 kg이며, 우점 종은 봉장어(67마리), 양태(20마리), 홍어(20마리), 망상어(18마리)의 순이다. 기타 해역 100 ha의 최소 자원량은 2,311마리, 535.4 kg이고, 최대 자원량은 11,554마리, 2,676.9 kg이다.

References

Baeck GW, Kwak SN and Huh SH. 2005. Seasonal variations in abundance and species composition of fishes on an eelgrass bed in Myoungjuri of Jindong Bay. *Kor J Ichthyol* 17(1), 8-18.

Kim CK and Kang YJ. 1991. Fish assemblage collected by gill net in the coastal shallow water off Shinsudo, samchonpo. *Bull Kor Fish Soc* 24(2), 99-110.

Kim IS, Choi Y, Lee CH, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyohak Publ, Seoul, Korea, 1-615.

Kim JB, Kang CK, Change DS, Kim YH and Cho KD. 2003a. Fish assemblage collected using a beam trawl in a sheltered shallow water of Doam Bay in southern coast of Korea. 「The Sea」 *J Kor Soc Oceanogr* 8, 307-316.

Kim JB, Kang CK, Change DS, Kim YH and Cho KD. 2003b. Seasonal variation in abundance and species composition of fishes collected by a beam trawl around Naro-do, Korea. *J Kor Fish Soc* 36(4), 378-388. (DOI:10.5657/kfas.2003.36.4.378).

Kim SJ. 2006. Fishes fauna in coastal waters of Samchonpo, Korea. MS Thesis Yeosu National University, Korea, 32.

Kim YS, Choi JH, Kim JN, Oh TY and Choi KH. 2010. Seasonal variation of fish assemblage in Sacheon marine ranching, the southern coast of Korea. *J Korean Soc Fish Technol* 46(4), 335-345. (DOI:10.3796/ksft.2010.46.4.335).

Kim YU and Han KH. 1990. Early life history and spawning behavior of the gobiid Fish, *Tridentiger trigonocephalus* (Gill) reared in the laboratory. *Kor J Ichthyol* 2(1), 53-62.

Kim YU, Han KH and Kim BH. 1993. The embryonic and larval development of the Greenling, *Hexagrammos otakii* Jordan et Starks. *Kor J Ichthyol* 5(2), 151-159.

Lee HW. 2001. Species composition of fish collected by trammel net off the coastal waters, Shinsudo, Sacheon. MS Thesis, Pukyong National University, 41.

Lee SJ and Go YB. 2003. Development of trunk musculature and fins in the early growth of anchovy, *Engraulis japonica*. *Kor J Ichthyol* 15(1), 45-52.

Lee TW. 1996. Change in species composition of fish in Chonsu Bay 1. Dermersal fish. *J Kor Fish Soc* 29(1), 71-83.

Lee TW, Moon HT, Hwang HB, Huh SH and Kim DJ. 2000. Seasonal variation in species composition of fishes in the eelgrass beds in Angol Bay of southern coast of Korea. *J Kor Fish Soc* 33(5), 439-447.

NFRDI (National Fisheries Research & Development Institute). 2009. Report of fisheries research monitoring of small scale marine ranch in Sacheon, Gyongnam. 122.

Oh YS. 2006. Fluctuation in abundance and species composition of fishes collected by a fish pot and a gill net in the Samchonpo, Korea. MS Thesis, Yosu Nat Univ, 1-33.

Okiyama M. 1988. An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai University Press Tokyo, 1-1154.

Song SH, Jeong JM, Yoo JT and Kim HY. 2018. Species composition of bycatch in the shrimp beam trawl fishery

of coastal Sacheon, Korea. J Korean Soc Ocean Technol 54(3), 204-216. (DOI:10.3796/ksft.2018.54.3.204).
Yamada U, Tagawa M, Kishida S and Honjo K. 1986. Fishes of the East China sea and the Yellow Sea, Seikai Reg. Fish Res Lab Japan, 1-501.
Yoon EA, Hwang DJ, Min EB, Cho NK and Han YM. 2017. Species composition and abundance of fishery resources

collected by gill net, trap net, and longline near Oenarodo, Go-heung Peninsula, Korea. J Korean Soc Fish Technol 53(3), 246-255. (DOI:10.3796/ksft.2017.53.3.246).

2019. 01. 03 Received

2019. 02. 18 Revised

2019. 05. 21 Accepted