J. Kor. Soc. Fish. Tech., 49 (1), 001－017, 2013
DOI: http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2013.49.1.001

FISHERIES TECHNOLOGY
www.fishtech.or.kr

삼중자망에 의한 동해 심해 수산자원의 망목별 어획특성

박 해 훈*
국립수산과학원 수산공학과

Fishing investigation with trammel nets by mesh size in the Korean deep-water of the East Sea

Hae-Hoon PARK*
Fisheries Engineering Division, NFRDI, Busan 619-705, Korea

The investigation for species composition and catch in the Korean deep-water of the East Sea (also known as Sea of Japan) was carried out with trammel nets of 7 mesh sizes (6.1～24.2cm) offshore Donghae (2006) and Yangyang (2007) of Korea. The catches were 1,268kg and composed of 37 species between 200m and 1,200m in depth. The principal species caught were Taknka′s snailfish, salmon snailfish, red snow crab, hunchback sculpin, snow crab, spinyhead sculpin, Tanaka′s eelpout, Alaska cod and so on. Those were target fish for commercial value except salmon snailfish. The mesh sizes for the largest catch were 10.6cm and 15.2cm in the fishing ground of Donghae and Yangyang, respectively. The habitat of snow crab was shallower than that of red snow crab in both areas. Trammel net enabled to investigate fish in deep-water with small fishing vessel and rather cheap expenses in contrast to bottom trawl that required too much of it. With increasing inner mesh size of trammel net the mean size of some principal species such as Taknka′s snailfish, spinyhead sculpin, hunchback sculpin, Pacific cod, snow crab, red snow crab and hybrid between snow crab and red snow crab tended to be large in certain range of mesh size.

Keywords: Species composition, Trammel net, ANOVA, Deep sea, East Sea

서 론

동해는 수심이 매우 깊은 (평균 수심 1,700m) 반면에 해안선은 단조로우며 조수간만의 차는 아주 적고, 한류와 난류가 교차하여 수산생물의 기초 생산력이 높은 해역이다. 수산자원을 조사할 때 트롤, 자망, 연승, 통발, 정치망 등 여러 가지 어구를 사용한다. 이것은 수산 생물이 어떤 수심에 서식하느냐에 따라 사용하는 도구가 달

*Corresponding author: hhpark54@korea.kr, Tel: 82-51-720-2571, Fax: 82-51-720-2586

라질 수 있고, 또 해저 지형이 평탄한가 거친가에 따라 다를 수 있다. 평탄한 해저에 서식하는 수산생물에 대해서는 트롤어구로 조사하는 것이 효과적이지만, 거친 해저에 서식하는 생물조사에 대해서는 자망이나 통발 등의 어구로 조사가 가능하고 효과적일 수 있다. 심해 수산자원은 회유성 어종 만큼 큰 변화는 없는 편이나 연근해 어업자원의 감소에 대비하여 심해 미이용 수산자원의 파악과 미래의 수산자원 확보를 위해서도 조사할 필요가 있다.

동해의 수산생물에 관한 조사로는 연안 해역의 얕은 수심에서 저층 트롤이나 정치망, 홑자망, 삼중자망을 이용하여 종조성과 계절변동을 조사하거나 (Lee et al., 2008; Yoon et al., 2008; Ryu et al., 2005), 깊은 수심에서는 저층트롤로 250~1,300m 수심에서 종조성과 계절변동 (Sohn et al., 2010; (Park et al., 2007), 통발 어구로 수심 200～1,000m에서 통발종류별 수심별 어획특성에 대해 보고된 것이 있다 (Park and Bae, 2011). 외국의 심해 조사나 수산업과 관련된 보고서에는 오렌지라피 등 심해에 서식하는 여러 어종들에 대해 수심 250～1,500m에서 사용하는 어구로서 트롤 (중층, 저층), 통발, 연승, 자망, 채낚기 등을 이용하여 조사한 예를 보고하고 있다 (Elliot et al., 1990; Tuner and Newton, 1992; Allain and Lorance, 2000; MOMAF, 2002; FAO, 2007). 삼중자망을 이용하여 수산자원을 조사할 때, 일반적으로 망목크기에 의한 선택성이 있고 선택영역은 삼중자망이 홑자망 보다 넓다고 알려져 있다 (Cho et al., 2000; Kim and Lee, 2002; Park et al., 2011).

따라서 본 연구에서는 동해 심해에 서식하는 다양한 생물과 다양한 크기의 수산자원을 조사하기 위해 망목크기가 다른 7종의 삼중자망 어구를 사용하여 민간어선으로 수심 200～1,200m 범위에서 2006～2007년에 조사한 결과에 대해 삼중자망에 의한 어획물의 종조성과 망목크기별, 수심별 어획특성을 분석하고 다른 어구로 심해 수산자원을 조사했던 결과와 비교하여 심해 수산자원 조사에 대한 기본 특성자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

동해 심해의 수산자원을 조사하기 위해 삼중자망 어구를 이용하여 Table 1에서 보는 바와 같이 동해와 양양 연근해 해역의 수심 200～1,200m에 서식하는 수산생물을 대상으로 동해 해역에서 민간 어선 2척, 양양 해역에서 1척을 사용하여 조사하였다. 제작한 삼중자망 어구의 내망은 망목크기가 7종류로서 망목크기가 6..1, 7.6, 9.1, 10.6cm인 그물은 PE 경심3호로 구성하였고, 망목 15.2cm는 PE 경심4호, 망목 21.2cm, 24.2cm는 PE 경심5호로 구성하였으며, 외망은 51.5cm로 Nylon Td210 15합사로 만들었다. 그물은 7종류의 망목크기를 순차적으로 3번 연결하여 1회에 총 21폭을 사용하였다. 그물의 성형률은 내망의 망목크기 6.1, 7.6, 9.1, 10.6cm은 0.39이었고, 망목 15.2cm, 21.2cm, 24.2cm의 성형률은 0.35였다. 뜸줄은 직경 8mm인 PP 2가닥으로

Table 1. Details of the experiment with trammel net in the Korean deep-water of the East Sea between 2006 and 2007

Year	2006	2007
Fishing ground	Offshore Donghae	Offshore Yangyang
Fishing gear	Trammel net	
Inner mesh size (cm)	6.1, 7.6, 9.1, 10.6, 15.2, 21.2, 24.2	
Outer mesh size (cm)	51.5	
Number of panels	21	
Depth (m)	200～1,000	400～1,200
Soaking days	1～3	1～3
Fishing vessel (ton)	5.6, 5.75	6.1
Number of haul	5	13

길이는 70m였으며, 뜸 간격은 103cm였고, 발줄 길이는 90m, 발돌의 1개 무게는 37.5g, 발돌의 간격은 36cm였다. 외망은 망목크기가 51.5cm인 것을 깊이 (세로) 방향으로 5코 이었고 가로 방향의 성형률은 0.52였으며 형성된 삼중자망의 1폭 크기는 가로 70m, 세로 2.2m였다. 조사는 2006년에는 동해 대진항, 2007년에는 양양 수산항에서 총 18회 어획시험을 실시하였으며, 수산항에서 2회의 어구 파손이 있었다. 투망은 오후 늦게 투망하였고 양망은 새벽에 하였다. 침지일수는 대부분 2일이었으나 해상상황에 따라 1~3일이었다 (Table 2). 어획물은 망목크기별로 나누어 어종별로 개체의 크기와 중량을 측정하였으며, 대부분의 어종에 대해서 체장조성을 조사하였다.

결과 및 고찰

어획물의 종조성

망목크기가 7종류인 삼중자망으로 동해 (2006) 및 양양 (2007) 해역의 심해에서 어획시험한 결과, 어획종수는 총 37종 (어류 18종, 갑각류 7종, 연체류 11종, 기타 1종)이었다. 총어획량은 Table 3에서 보는 바와 같이 1,268kg이었고, 해역별 어획량 비율은 동해 해역에서 어류 (Pisces), 갑각류 (Crustacea), 연체류 (Mollusca)의 비율이 각각 71%, 28%, 2%였고, 양양 해역에서는 79%, 19%, 2%로서 두 해역 모두 어류의 어획이 많았으나, 갑각류는 동해 해역이 양양 해역보다 상대적으로 많이 어획되었다. Table 2와 3에서 단위일수당 어획량은 동해 해역이 55.0kg, 양양 해역은 23.7kg으로 동해 해역에서 2.3배 더 많이 어획되었는데, 이것은 자원량 분포 및 선장의 어획능력

Table 2. Specification of the experiment with trammel nets offshore Donghae (2006) and Yangyang (2007)

No.	Date	Depth (m)	Soaking days	Catch (g)	Fishing port	Remark
1	2006. 6. 22	400	2	54,267	Donghae	
2	7. 24	800	3	99,501	Donghae	
3	8. 10	600	2	81,353	Donghae	
4	8. 23	1,000	2	261,456	Donghae	
5	10. 13	200	2	107,905	Donghae	
	Subtotal			604,482		
6	2007. 3. 15	400	2	25,247	Yangyang	
7	3. 26	600	2	82,343	Yangyang	
8	4. 05	800	3	6,598	Yangyang	Gear broken
9	4. 19	800	1	20,213	Yangyang	
10	4. 24	1,000	2	18,777	Yangyang	
11	5. 10	1,200	3	94,840	Yangyang	
12	6. 01	400	2	56,830	Yangyang	
13	6. 15	600	2	35,575	Yangyang	
14	6. 21	800	2	86,115	Yangyang	
15	7. 06	1,000	2	141,825	Yangyang	
16	7. 26	1,200	2	–	Yangyang	Gear broken
17	10. 02	1,200	2	13,395	Yangyang	
18	10. 18	1,200	3	88,810	Yangyang	
	Subtotal			670,568		

Table 3. Total catch with trammel net by fishing area

Species	Donghae (2006)	Yangyang (2007)	Abundance (g)	Dominance rate (%)
Pisces (Fish)	427,083	524,135	951,218	75.0
Crustacea	167,151	124,191	291,342	23.0
Mollusca	10,213	15,644	25,857	2.0
Total	604,482	663,970	1,268,452	100

Table 4. Catch with trammel net by species offshore Daonghae and Yangyang

Species	Common name	Donghae (2006)	Yangyang (2007)	Abundance (g)	Dominance rate (%)
Pisces (Fish)					
Lumpenella longirostris	Black snakeblenny	397	765	1,162	0.1
Dasycottus setiger	Spinyhead sculpin	49,878	13,905	63,783	5.0
Giyptocephalus stelleri	Korean flounder	7,510	3,280	10,790	0.9
Liparis tanakae	Taknka's snailfish	121,945	283,972	405,917	32.0
Dexistes rikuzenius	Rikuzen flounder	210		210	
Gadus macrocephalu	Pacific cod		46,385	46,385	3.7
Arctoscopus japonicus	Sailfin sandfish	290		290	
Theragra chalcogramme	Alaska pollack	390	640	1,030	0.1
Crystallias matsushimae	Barred snailfish	225	5,285	5,510	0.4
Lycodes tanakai	Tanaka's eelpout	24,539	28,420	52,959	4.2
Careproctus rastrinus	Salmon snailfish	181,966	80,754	262,720	20.7
Liparis agassizii	Agassiz's snailfish	4,506	10,475	14,981	1.2
Eumicrotremus birulai	Round lumpfish		220	220	
Malacocottus gibber	Hunchback sculpin	26,404	48,299	74,703	5.9
Agonidae		1,825		1,825	0.1
Allolepis hollandi	Porous-head eelpout		345	345	
Petroschmidtia toyamensis	Blackedged-fin eelpout	2,358	1,390	3,748	0.3
Hippoglossoides dubius	Red halibut	4,640		4,640	0.4
Crustacea					
(−)	Hybrid between snow crab and red snow crab	5,125	15,820	20,945	1.7
Chionoecetes opilio	Snow crab	45,870	23,375	69,245	5.5
Pandalus eous Makarov	Northern shrimp	24	100	124	
Chionoecetes japonicus	Red snow crab	115,624	84,282	199,906	15.8
Argis lar	Kuro shrimp	506	404	910	0.1
Diogenidae			210	210	
Eualus biunguis		2		2	
Mollusca					
Buccinum tenuissimum			520	520	
Buccinum bayani			40	40	
Volutopsius middendorffi			330	330	
Neptunea constricta			160	160	
Buccinum striatissimum	Finely-striate buccinum	3,040	2,103	5,143	0.4
Neptunea (Neptunea) eulimata		4,304	985	5,289	0.4
Turbinidae			615	615	
Enoploteuthidae		90		90	
Euprymma morsei	Mimika bobtail	100		100	
Berryteuthis magister	Schoolmaster gonate squid	2,679	10,721	13,400	1.1
Paraoctopus dofleini	Giant Pacific octopus		170	170	
other					
Sagartiidae		35		35	−
Total		604,482	663,970	1,268,452	100

과 관계되기에 절대적인 자원량 차이는 아니다. 삼중자망에 어획된 어종별 지역별 어획량은 Table 4에서 보는 바와 같이 꼼치 (*Liparis tanakai*)가 전체 어획의 32%로 가장 많이 어획되었고, 두 번째로 분홍꼼치 (*Careproctus rastrinus*)가 20.7%로 어획되었지만 이 어종은 상품으로 쓰이지 않는 어종이었다. 그 다음으로 붉은대게 (*Chionoecetes japonicus*), 주먹물수배기 (*Malacocottus gibber*), 대게 (*Chionoecetes opilio*), 고무꺽정이 (*Dasycottus setiger*), 벌레문치 (*Lycodes tanakai*), 대구 (*Gadus macrocephalus*), 너도대게 (Hybrid between snow crab and red snow crab), 북방명주매물고둥 (*Neptunea* (*Neptunea*) *eulimata*), 기름가자미 (*Giyptocephalus stelleri*), 홍가자미 (*Hippoglossoides dubius*), 물미거지 (*Crystallias matsushimae*), 칠성갈치 (*Petroschmidtia toyamensis*), 가시베도라치 (*Lumpenella longirostris*), 새우류, 고둥류 등이 어획되었다.

망목크기별 어종별 어획량

동해 (2006) 해역에서 삼중자망의 망목크기별 어획량은 Table 5에서 보는 바와 같이 망목 (그물코) 크기가 15.2, 10.6, 24.2cm에서 이 해역 어획량의 65%를 어획하였다. 가장 어획이 많았던 망목크기 15.2cm인 삼중자망에서의 주요 어획종은 꼼치, 분홍꼼치, 붉은대게, 고무꺽정이였으며, 이 4종이 망목 15.2cm 어획량의 89%를 차지하였다. 그 다음으로 망목크기 10.6cm의 주요 어획종은 붉은대게, 꼼치, 분홍꼼치, 고무꺽정이, 주먹물수배기였으며, 이 5종이 어획의 85%를 차지하였다. 세 번째로 망목크기 24.2cm에서의 주 어획종은 분홍꼼치, 붉은대게였는데, 이 2종이 90%를 차지하였다. (나머지 망목크기에 대해선 Table 5 참조).

동해 해역에서 어종별로 망목크기별 어획량을 보면, 가장 많이 어획된 어종은 상품성 없는 어종인 분홍꼼치가 어획량의 30.1% 차지하였고, 상품성 있는 어종으로서 많이 어획된 꼼치는 어획량의 20.2%를 차지하였는데, 망목크기 15.2cm에서 특히 많이 어획되었으며, 망목 7.6~21.2cm 사이에서도 골고루 어획되었다. 세 번째로 많이 어획된 붉은대게는 어획량의 19.1%를 차지하였으며, 망목 10.6cm에서 가장 많이 어획되었다. 고무꺽정이는 망목 15.2cm에서, 대게는 망목 21.2cm에서 많이 어획되었다. 주먹물수배기는 망목 10.6cm에서 많이 어획되었으며, 벌레문치는 망목 7.6cm에서 잘 어획되었다. 이들 7개의 어종이 동해 해역 어획량의 94%를 차지하였다.

양양 (2007) 해역에서 삼중자망의 망목크기별 어종별 어획량은 Table 6에서 보는 바와 같이 망목크기 10.6, 9.1, 15.2cm에서 이 해역 어획량의 65%를 어획하였다. 가장 어획이 많았던 망목크기 10.6cm에서 많이 어획된 어종은 꼼치였고, 그 다음으로 분홍꼼치, 붉은대게, 주먹물수배기, 대구가 어획되었으며, 이 5종이 이 망목크기 어획량의 85%를 차지하였다. 두 번 째로 많이 어획된 망목크기 9.1cm에서는 꼼치, 분홍꼼치, 대구, 주먹물수배기, 붉은대게, 고무꺽정이 6종이 어획의 81% 차지하였다. 그 다음으로 망목크기 15.2cm에서는 꼼치, 붉은대게, 대게, 대구, 벌레문치 4종이 어획의 88%를 차지하였다.

양양 해역에서 어종별로 망목크기에 따른 어획량을 보면, 가장 많이 어획된 어종은 꼼치로 양양 해역 어획량의 42.8%를 차지하였는데, 망목 15.2cm에서 가장 많이 어획되었고, 그 다음으로 10.6, 21.2, 9.1, 7.6cm의 망목에서도 상당량이 어획되었다. 두 번째로 많이 어획된 붉은대게는 어획량의 12.7% 차지하였으며, 망목크기 15cm에서 많이 어획되었다. 분홍꼼치는 어획량의 12.2% 차지하였으나 이것은 상품성 없는 어종이었다. 주먹물수배기는 망목 10.6cm에서, 대구는 망목 9.1cm에서, 벌레문치는 망목 6.1cm에서, 대게는 망목 24.2cm에서, 너도대게는 망목 9.1cm에서, 고무꺽정이는 망목크기 10.6cm에서 많이 어획되었다. 이들 9개 어종은 양양 해역 어획량의 84%를 차지하였다.

Table 5. Catch with trammel net by mesh size offshore Donghae (2006)

Scientific name	Common name	Mesh size (cm)							Total (g)
		6.1	7.6	9.1	10.6	15.2	21.2	24.2	
Pisces (Fish)									
Lumpenella longirostris	Black snakeblenny	164		233					397
Dasycottus setiger	Spinyhead sculpin	2,991	4,426	10,283	13,980	14,607	2,011	1,580	49,878
Giyptocephalus stelleri	Korean flounder	1,020	2,190	2,360	1,585	295		60	7,510
Liparis tanakai	Taknka's snailfish		12,800	11,165	22,880	53,100	22,000		121,945
Dexistes rikuzenius	Rikuzen sole				210				210
Arctoscopus japonicus	Sailfin sandfish	260	30						290
Theragra chalcogramme	Alaska pollack		390						390
Crystallias matsushimae	Barred snailfish			225					225
Lycodes tanakai	Tanaka's eelpout	2,301	8,088	4,000	6,450	3,700			24,539
Careproctus rastrinus	Salmon snailfish	580	560	7,139	35,847	62,840		75,000	181,966
Liparis agassizii	Agassiz's snailfish				2,706	1,800			4,506
Malacocottus gibber	Hunchback sculpin	3,807	3,865	7,820	10,811	101			26,404
Agonidae		905	620	190	110				1,825
Petroschmidtia toyamensis	Blackedged-fin eelpout	593	1,765						2,358
Hippoglossoides dubius	Red halibut		580	1,375	2,000	685			4,640
Crustacea									
(−)	Hybrid between snow crab and red snow crab			550		965	1,880	1,730	5,125
Chionoecetes opilio	Snow crab	7,318	9,282	1,790	4,435	8,580	8,825	5,640	45,870
Pandalus eous Makarov	Northern shrimp	24							24
Chionoecetes japonicus	Red snow crab	6,788	12,612	17,149	26,495	18,587	20,041	13,952	115,624
Argis lar	Kuro shrimp	283	83	96		44			506
Eualus biunguis			2						2
Mollusca									
Enoploteuthidae						90			90
Euprymma morsei	Mimika bobtail	100							100
Buccinum striatissimum	Finely-striate buccinum	904	778	548	223	312	125	150	3,040
Berryteuthis magister	Schoolmaster gonate squid	760	1,299	620					2,679
Neptunea (Neptunea) eulimata		228	340	402	1,121	1,291	335	587	4,304
Other									
Sagartiidae			35						35
Total		29,026	59,745	65,945	128,853	166,997	55,217	98,699	604,482

Table 6. Catch with trammel net by mesh size offshore Yangyang (2007)

Scientific name	Common name	Mesh size (cm)							Total (g)
		6.1	7.6	9.1	10.6	15.2	21.2	24.2	
Pisces (Fish)									
Lumpenella longirostris	Black snakeblenny	385	200	180					765
Dasycottus setiger	Spinyhead sculpin	1,040	2,720	4,265	4,840	1,040			13,905
Glyptocephalus stelleri	Korean flounder	150	385	1,055	820	700	170		3,280
Liparis tanakai	Taknka's snailfish	10,318	32,656	36,075	62,215	86,708	42,100	13,900	283,972
Gadus macrocephalus	Pacific cod	3,325	11,655	15,600	10,060	4,355	1,390		46,385
Theragra chalcogramme	Alaska pollack			640					640
Crystallias matsushimae	Barred snailfish			890	2,185	1,110	1,100		5,285
Lycodes tanakai	Tanaka's eelpout	11,830	3,260	6,230	3,900	3,200			28,420
Careproctus rastrinus	Salmon snailfish	6,130	15,420	32,278	23,909	1,737	1,280		80,754
Liparis agassizii	Agassiz's snailfish			4,360	2,335	3,780			10,475
Eumicrotremus birulai	Round lumpfish	220							220
Malacocottus gibber	Hunchback sculpin	2,914	12,389	14,225	18,131	640			48,299
Allolepis hollandi	Porous-head eelpout	345							345
Petroschmidtia toyamensis	Blackedged-fin eelpout	50	550	790					1,390
Crustacea									
(−)	Hybrid between snow crab and red snow crab	740	1,780	3,520	3,340	3,340	2,860	240	15,820
Chionoecetes opilio	Snow crab	2,070	1,775	2,895	3,865	4,915	2,610	5,245	23,375
Pandalus eous Makarov	Northern shrimp	35	40			25			100
Chionoecetes japonicus	Red snow crab	2,636	12,365	13,653	18,510	21,625	9,757	5,736	84,282
Argis lar	Kuro shrimp	134	70	50	30	20		100	404
Paguridae			110		40	60			210
Mollusca									
Buccinum bayani					40				40
Turbinidae		50	245	180	140				615
Volutopsius middendorffi emphaticus			330						330
Neptunea constricta				160					160
Paraoctopus dofleini	Giant Pacific octopus		170						170
Buccinum striatissimum	Finely-striate buccinum	493	740	335	225	25	125	160	2,103
Berryteuthis magister	Schoolmaster gonate squid	400	2,561	4,750	2,230	780			10,721
Neptunea (Neptunea) eulimata				685	130		170		985
Buccinum tenuissimum			150		180	190			520
Other									
Sagartiidae		2	−				−	−	
Total (g)		43,265	99,571	142,816	157,125	134,250	61,562	25,381	663,970

다양한 어종이 어획된 망목크기는 Tables 4～6에서 보는 바와 같이 동해 (2006) 및 양양 (2007) 해역에서 모두 7.6cm와 9.1cm의 망목이였다. 동해, 양양 두 심해 해역에서 상품성 있고 많이 어획된 공통된 어종은 꼼치, 붉은대게였으며, 그 다음으로 동해 해역에서는 고무꺽정이, 대게, 주먹물수배기, 벌레문치가 많이 어획되었고, 양양 해역에서는 주먹물수배기, 대구, 벌레문치, 대게, 너도대게, 고무꺽정이가 많이 어획되었다.

수심별 어종별 어획량

동해, 양양 해역에서 어구의 침지일수가 대부분 2일이었으나 기상, 해상 또는 현지의 타 선박 조업, 심해조사 등의 상황 때문에 1일 또는 3일 침지한 경우가 있었다. 심해어의 변동이 크지 않다고 보면, 각 해역에서 수심별 어종별 어획량은 다음과 같았다. Table 7에서 보는 바와 같이 동해 해역 (2006)에서의 조사 수심은 200～1,000m 사이였고, 수심 1,000m에서 주 어획종은 상품성이 없는 분홍꼼치 (*Careproctus rastrinus*)였고, 상품성 있는 어종으로는 붉은대게 (*Chionoecetes japonicus*), 고무꺽정이 (*Dasycottus setiger*), 주먹물수배기 (*Malacocottus gibber*)가 상당량 어획되었으며, 이 4종이 이 수심 어획량의 98%를 차지하였다. 800m 수심에서는 붉은대게, 꼼치 (*Liparis tanakai*), 주먹물수배기, 벌레문치 (*Lycodes tanakai*), 고무꺽정이가 많이 어획되었으며, 이 5종이 어획의 91%를 차지하였다. (나머지 수심에 대해선 Table 7 참조).

양양 해역 (2007)에서는 Table 8에서 보는 바와 같이 조사 수심이 400～1,200m 사이였고, 수심 1,200m에서 주 어획종은 꼼치 (*Liparis tanakai*), 붉은대게 (*Chionoecetes japonicus*), 주먹물수배기 (*Malacocottus gibber*), 분홍꼼치 (*Careproctus rastrinus*), 갈고리흰오징어 (*Berryteuthis magister*)였으며, 이 5종이 어획의 95%를 차지하였다. 그 다음으로 수심 1,000m에서의 주 어획종은 꼼치, 분홍꼼치, 붉은대게, 대게, 주먹물수배기였고, 이 5종이 어획의 95% 차지하였다. 수심 800m에서의 주 어획종은 꼼치, 대구, 벌레문치, 분홍꼼치, 대게, 붉은대게였고, 이 6종이 어획의 87% 차지하였다.

상품성 있는 어종으로서 어획량이 가장 많았던 꼼치는 동해, 양양 해역에서 전반적인 수심에 분포하였다. 동해 해역에서 대게는 400m 이천 수심에서, 붉은대게는 600m 이심 수심에서 많이 어획되었으나, 양양 해역에서 대게와 붉은대게는 동해 해역에 비해 분포 수심층이 뚜렷하게 구분되지는 않았으나, 동해 해역보다 상대적으로 더 깊은 수심에 분포하였다. 고무걱정이는 동해 해역에서 전반적인 수심에서 어획되었으나 양양 해역에서는 상대적으로 얕은 수심에서 어획되었다. 주먹물수배기는 두 해역에서 모두 상대적으로 깊은 수심에서 많이 어획되었다. 대구는 양양 해역에서 400～800m 수심에서 어획되었고, 벌레문치는 동해, 양양 두 해역에서 400～800m 수심에서 많이 어획되었다. 이러한 결과는 각 해역별로 충분히 많은 횟수의 시험조업을 하지는 못했으나 개괄적인 정보를 제공해준다.

어획량이 침지일수에 정확히 비례하는 것은 아니지만, 수심별로 상대비교하기 위해서 침지일수를 1일로 환산하여 1일당 어획량을 해역별로 나타낸 것이 Fig. 1의 (a)와 (b)에 나타나 있다. 동해 해역에서 수심 1,000m에서 단위 침지일수당 어획량이 많았으나 이것은 상품성 없는 어종인 분홍꼼치가 매우 많이 어획되었다. 이것을 제외하면 동해 해역과 양양 해역의 수심별 단위침지일수당 어획량은 특별한 차이를 보이지 않았고, 동해 해역에서는 수심이 얕은 200m 해역에서 상대적으로 어획이 많았으며, 양양 해역은 조사수심 범위 중 600～1,000m에서 어획이 다소 많은 경향이 있었다.

주요 어획종의 체장조성

삼중자망으로 어획한 주요 심해 어획물의 체장조성이 Fig. 2에 나타나 있다. 어획량이 많았

Table 7. Catch with trammel net by depth offshore Donghae (2006)

Scientific name	Common name	Depth (m)					Total (g)
		200	400	600	800	1,000	
Pisces (Fish)							
Lumpenella longirostris	Black snakeblenny		397				397
Dasycottus setiger	Spinyhead sculpin	17,305	7,985	5,965	8,748	9,875	49,978
Giyptocephalus stelleri	Korean flounder	7,510					7,510
Liparis tanakai	Taknka's snailfish	39,900	7,900	50,645	19,100	4,400	121,945
Dexistes rikuzenius	Rikuzen sole	210					210
Arctoscopus japonicus	Sailfin sandfish	290					290
Theragra chalcogramme	Alaska pollack					390	390
Crystallias matsushimae	Barred snailfish	225					225
Lycodes tanakai	Tanaka's eelpout	2,500	7,789	4,450	9,800		24,539
Careproctus rastrinus	Salmon snailfish		2,476	6,435	4,980	168,075	181,966
Liparis agassizii	Agassiz's snailfish		2,706		1,800		4,506
Malacocottus gibber	Hunchback sculpin		5,218	1,313	11,888	7,985	26,404
Agonidae		1,825					1,825
Petroschmidtia toyamensis	Blackedged-fin eelpout		1,878		415	65	2,358
Hippoglossoides dubius	Red halibut	4,640					4,640
Crustacea							
(−)	Hybrid between snow crab and red snow crab			5,125			5,125
Chionoecetes opilio	Snow crab	32,730	13,140				45,870
Pandalus eous Makarov	Northern shrimp		24				24
Chionoecetes japonicus	Red snow crab		353	4,264	41,257	69,750	115,624
Argis lar	Kuro shrimp		412	31	10	53	506
Eualus biunguis					2		2
Mollusca							
Enoploteuthidae						90	90
Euprymma morsei	Mimika bobtail	100					100
Buccinum striatissimum	Finely-striate buccinum	550	381	1,205	166	738	3,040
Berryteuthis magister	Schoolmaster gonate squid		564	1,010	1,105		2,679
Neptunea (Neptunea) eulimata		120	3,044	910	230		4,304
Other							
Sagartiidae						35	35
Total		107,905	53,987	81,353	99,501	261,456	604,482

Table 8. Catch with trammel net by depth offshore Yangyang (2007)

Scientific name	Common name	Depth (m)					Total (g)
		400	600	800	1,000	1,200	
Pisces (Fish)							
Lumpenella longirostris	Black snakeblenny	90	235	310	130		765
Dasycottus setiger	Spinyhead sculpin	4,670	5,265	3,100	260	610	13,905
Giyptocephalus stelleri	Korean flounder	1,090	1,880		310		3,280
Liparis tanakai	Taknka's snailfish	28,790	16,860	48,670	111,450	78,202	283,972
Gadus macrocephalus	Pacific cod	19,660	9,930	15,135	1,660		46,385
Theragra chalcogramme	Alaska pollack					640	640
Crystallias matsushimae	Barred snailfish	1,780	785	1,520	1,200		5,285
Lycodes tanakai	Tanaka's eelpout	8,580	6,420	7,360	1,260	4,800	28,420
Careproctus rastrinus	Salmon snailfish	5,237	32,593	10,630	20,375	11,919	80,754
Liparis agassizii	Agassiz's snailfish		5,890	2,680		1,905	10,475
Eumicrotremus birulai	Round lumpfish				220		220
Malacocottus gibber	Hunchback sculpin	665	4,015	4,845	5,710	33,064	48,299
Allolepis hollandi	Porous-head eelpout	135		210			345
Petroschmidtia toyamensis	Blackedged-fin eelpout		790	290		310	1,390
Crustacea							
(−)	Hybrid between snow crab and red snow crab	120	15,700				15,820
Chionoecetes opilio	Snow crab	2,270	9,305	5,610	6,190		23,375
Pandalus eous Makarov	Northern shrimp	45	10	20	25		100
Chionoecetes japonicus	Red snow crab	8,220	4,535	5,518	8,447	57,562	84,282
Argis lar	Kuro shrimp	60	40	30	10	264	404
Paguridae	Hermit crab	210					210
Mollusca							
Buccinum bayani						40	40
Turbinidae		35	210			370	615
Volutopsius middendorffi emphaticus						330	330
Neptunea constricta					160		160
Paraoctopus dofleini	Giant Pacific octopus		170				170
Buccinum striatissimum	Finely-striate buccinum		670	20	485	928	2,103
Berryteuthis magister	Schoolmaster gonate squid		2,285	210	2,315	5,911	10,721
Neptunea (Neptunea) eulimata		420		170	395		985
Buccinum tenuissimum			330			190	520
Other							
Sagartiidae							
Total		82,077	117,918	106,328	160,602	197,045	663,970

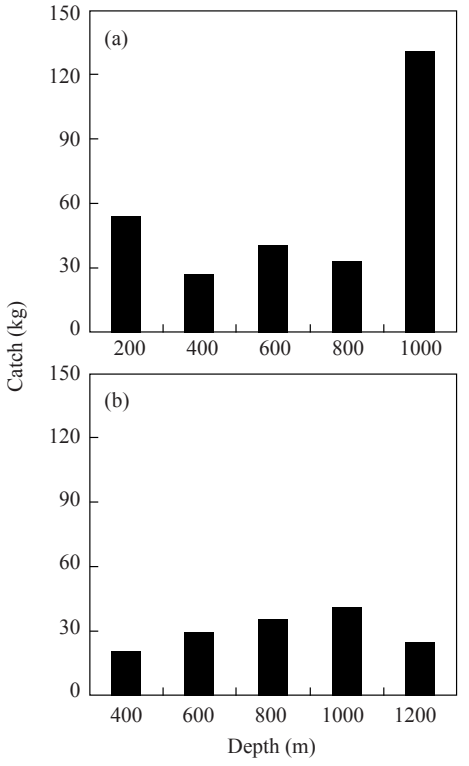

Fig. 1. Catch per day with trammel net by depth: (a) Donghae (2006), (b) Yangyang (2007).

던 상품성 있는 어종 (8종) 중 어류로서는 꼼치, 주먹물수배기, 고무걱정이, 대구, 벌레문치에 대해 전장 범위 (평균 전장)를 나타내었고, 갑각류로서는 대게, 붉은대게, 너도대게에 대해 갑장 범위 (평균 갑장)를 측정한 결과는 다음과 같았다. 어획량이 가장 많았던 꼼치의 전장 범위는 25.3～82.0cm (53.6cm)였으며, 주먹물수배기의 전장 범위는 15～37cm (23.5cm)였다. 고무꺽정이는 13～39.7cm (25.7cm)범위였고, 대구는 28～67cm (43.6cm)였으며, 벌레문치는 34.2～95.0cm (60.9cm)였다. 대게의 갑장 범위는 2.7～11.8cm (6.5cm)였고, 붉은대게의 갑장은 3.0～13.6cm (6.8cm)였으며, 너도대게의 갑장은 4.0～12.3cm (7.1cm)범위였다. 조사 해역에서 어류 중 평균 전장이 가장 큰 것을 꼼치였고, 갑각류 중에서 평균 갑장이 상대적으로 컸던 것은 너도대게였다.

주요 어획종 중 삼중자망의 망목크기별 체장조성이 Fig. 3에 나타나 있다. 망목크기의 변화에 대한 체장조성의 변화를 보면, 꼼치는 Fig. 3 (a)에서 보는 바와 같이 망목이 7.6～21.2cm로 커지는 동안 큰 어체가 어획되었으나, 망목이 6.1cm, 24.2cm인 경우는 어획량이 아주 적었다. 고무꺽정이와 주먹물수배기의 경우는 망목크기가 6.1～10.6cm 범위에서 망목이 커지는 동안 어획된 어체의 크기가 약간 커지는 경향을 나타내었다 (Fig. 3 (b), (c)). 대게가 망목크기 6.1～21.2cm 범위에서 커지는 동안 큰 개체가 어획되는 경향을 나타낸 반면에, 붉은대게는 큰 개체가 어획되는 경향이 약했는데 이것은 조사기간 중 1년에 걸친 전 기간의 자료를 얻지 못해 다양한 크기의 개체가 충분히 어획하지 못했던 것이 한 원인으로 사료되었다.

망목크기별 어체의 평균 크기

동해 심해의 주요 어획종에 대해 삼중자망의 내망의 망목크기별로 어체 크기의 평균에 차이가 있는지에 대해 분산분석 (ANOVA)을 실시한 결과가 Table 9에 나타나 있다. 각 어종에 대해 어획마리수가 아주 적었던 망목크기는 분석에서 제외하였다. Table 9에 의하면 꼼치, 고무꺽정이, 주먹물수배기, 대구, 대게, 붉은대게, 너도대게는 망목크기가 커질 때 어획된 어체의 평균크기에 통계적으로 유의한 차이가 있었으나 ($P<0.001$, 대구는 $P=0.026$), 벌레문치는 통계적으로 유의한 차이는 없었다 ($P=0.24$). 꼼치는 삼중자망의 내망의 망목이 9.1cm에서 24.2cm로 커지는 동안 어체의 평균 전장은 45.4cm에서 65.0cm로 커졌다. 그러나 망목이 6.1, 7.6cm인 그물에서 어획량은 아주 적었으나, 어획된 개체의 평균전장은 망목 9.1cm에서 어획된 개체들의 평균전장 보다 작지 않았다. 고무꺽정이는 망목이 커지는 동안 통계적으로 유의한 차이가 있었으나, 내망 망목 6.1cm에서 어획된 고무꺽정이의

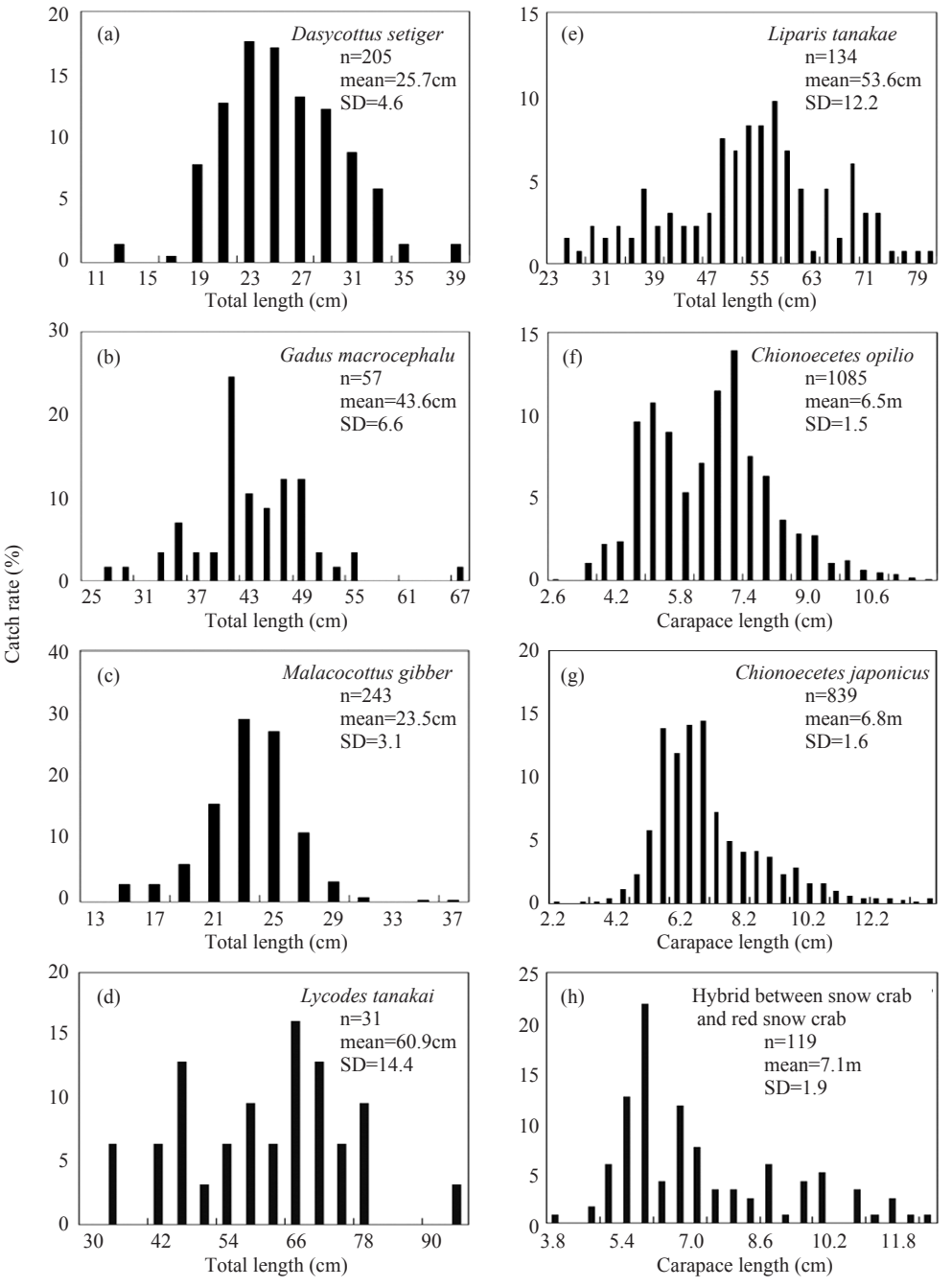

Fig. 2. Length frequency distribution of the species caught in the Korean deep-water of the East Sea: (a) Spinyhead sculpin, (b) Pacific cod fish, (c) Hunchback sculpin, (d) Tanaka's eelpout, (e) Taknka's snailfish, (f) Snow crab, (g) Red snow crab, (h) Hybrid between snow crab and red snow crab. SD means standard deviation.

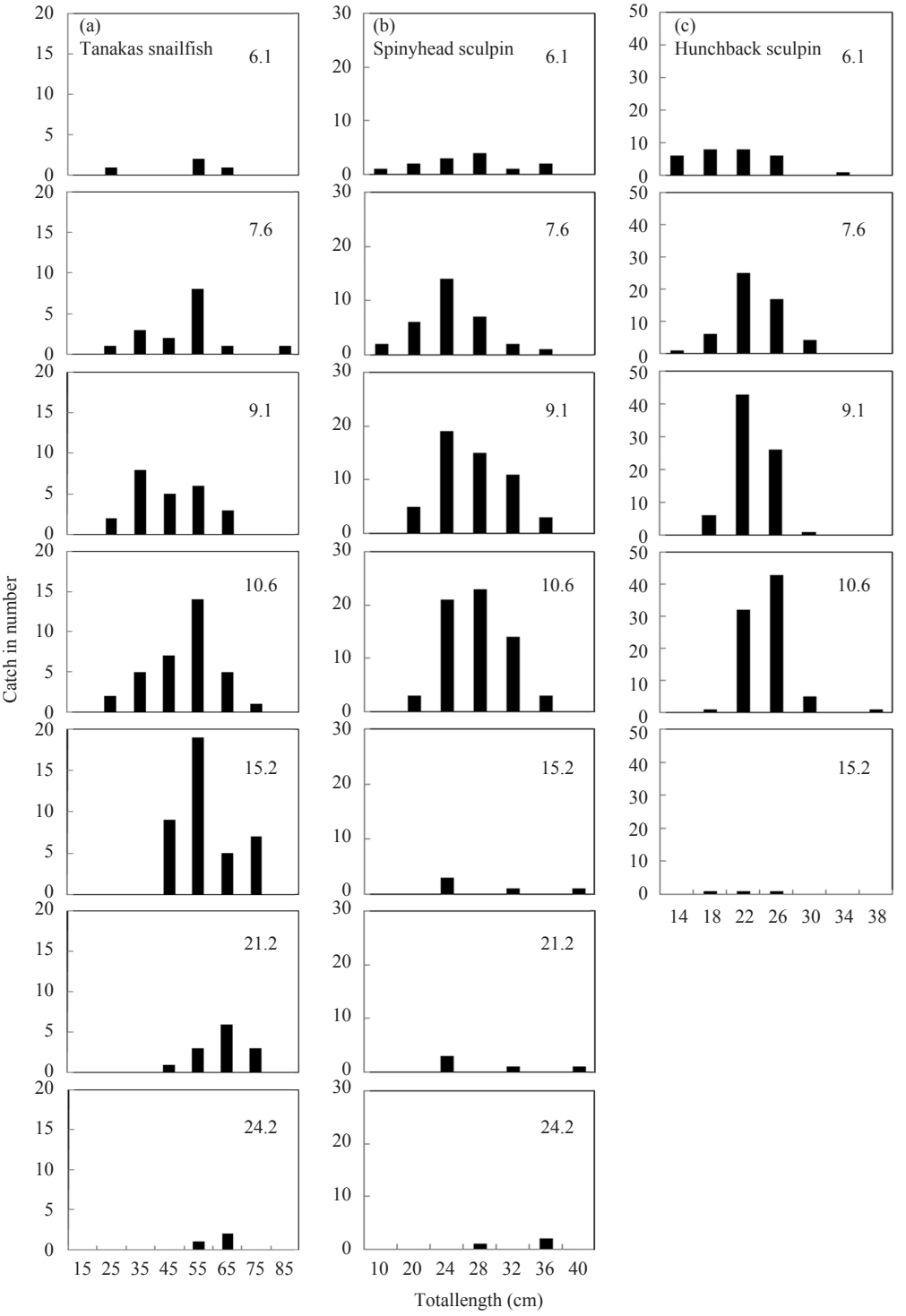

Fig. 3. Length frequency distribution by mesh size of the species caught in the Korean deep-water of the East Sea: (a) Taknka's snailfish, (b) Spinyhead sculpin, (c) Hunchback sculpin, (d) Snow crab, (e) Red snow crab.

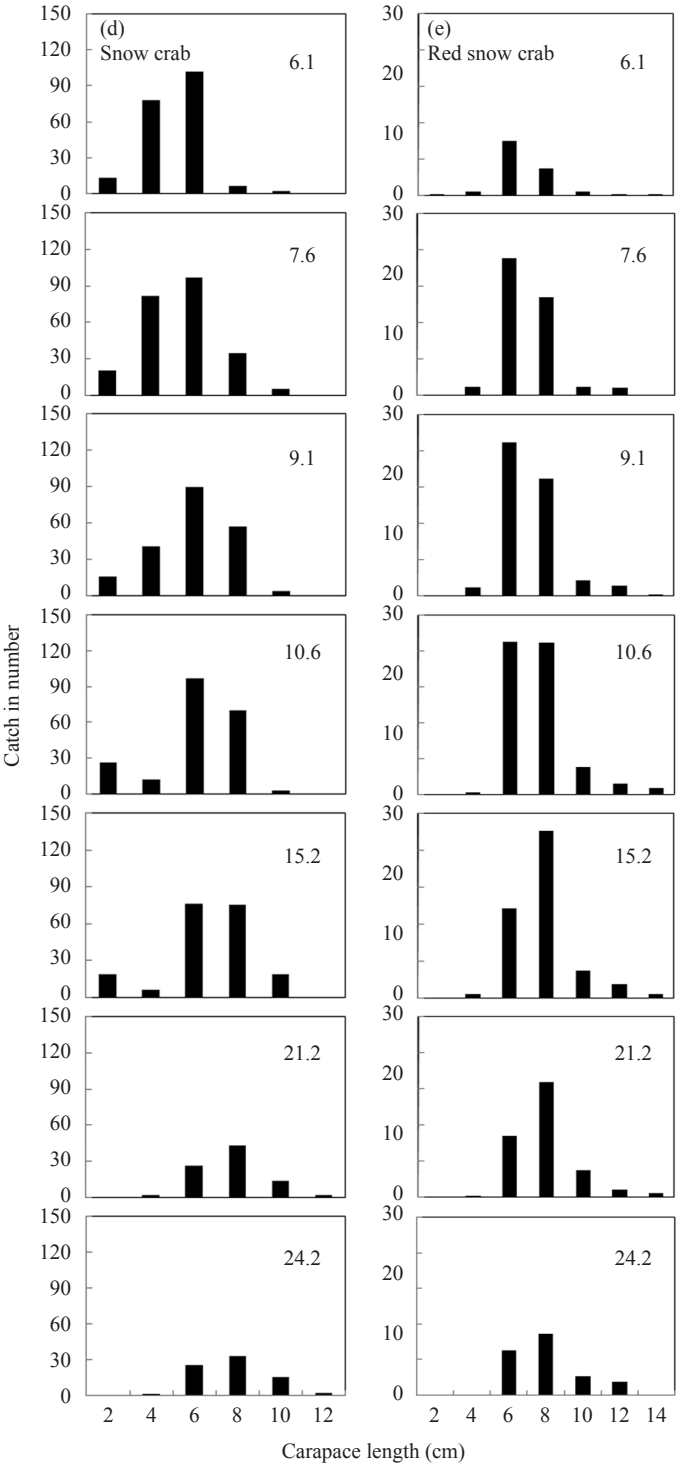

Fig. 3. continued.

Table 9. Difference in mean value of total (or carapace) length of some principal species by ANOVA analysis

Species	Inner mesh sizes (cm)	Mean total (or Carapace*) length (cm) P-value
Taknka's snailfish	9.1, 10.6, 15.2, 21.2, 24.2	45.4－65.0	< 0.001
Spinyhead sculpin	7.6, 9.1, 10.6, 15.2	22.8－29.3	< 0.001
Tanaka's eelpout	7.6, 9.1, 10.6, 15.2	55.3－73.3	P＝0.24
Pacific cod	6.1, 7.6, 9.1, 10.6	40.3－48.5	P＝0.026
Hunchback sculpin	6.1, 7.6, 9.1, 10.6	21.1－24.6	< 0.001
Snow crab*	6.1, 7.6, 9.1, 10.6, 15.2, 21.2, 24.2	5.4－7.9	< 0.001
Red snow crab*	7.6, 9.1, 10.6, 15.2, 21.2, 24.2	6.2－7.6	< 0.001
Hybrid between snow crab and red snow crab*	7.6, 9.1, 10.6, 15.2, 21.2, 24.2	5.9－10.2	< 0.001

Table 10. Results with some different kind of fishing gears for investigating marine animals in the Korean deep-water of the East Sea

Fishing gear	Bottom trawl[1]	Bottom trawl[2]	Trap[3]	Trammel net[4]
Period	2007～2009	2004～2006	2008～2009	2006～2007
Research vessel or Fishing vessel	Research vessels	Fishing vessels	Fishing vessel	Fishing vessels
Gross tonnage	2,550ton, 885ton	59ton	4ton	5.7ton, 6ton
Mesh size (or Inner net)	2.0cm	4.5cm	3.5 cm, 4.3cm	6.1～24.2cm
Catch (kg)	2,146	6,043	61	1,268
Number of species (total)	47	43	30	37
Number of species (detailed)	Pisces 23 Crustacea 9 Cephalopoda 6 Gastropoda 9	Pisces 24 Crustacea 9 Mollusca 10	Pisces 10 Crustacea 13 Mollusca 6 Other 1	Pisces 18 Crustacea 7 Mollusca 11 Other 1
Fishing depth (m)	300～1,300 (900)	250～1,000	200～1,000	200～1,200

1) Sohn et al. (2010) : Though fishing depth was 300~1,300m, the result reported in depth of 300~900m.
2) Park et al. (2007)
3) Park et al. (2011)
4) Current research

평균전장은 망목 7.6cm에서 어획된 것들보다 작지 않았다. 대게, 붉은대게 및 너도대게도 Table 9에서 보는 바와 같이 망목이 커질 때 두흉갑장이 커지는 것으로 나타났으나, 망목이 6.1cm에서 어획된 붉은대게와 너도대게의 두흉갑장은 망목 7.6cm에서 어획된 것보다 작지 않았다.

수산자원 조사 어구

동해 심해 수산자원에 대해 트롤 어구 (Sohn et al., 2010; Park et al., 2007)나 통발 어구 (Park et al., 2011)를 이용하여 조사한 예가 보고되어 있다. Table 10에서 보는 바와 같이 트롤조사에는 조사 전용선이었던 대형 트롤선 탐구1호 (2,550톤)와 탐구20호 (885톤)를 이용하여 3년간 47종, 2,145kg을 채집하였고, 민간 상용어선인 동해구 트롤선 (59톤)을 이용하여 3년간 43종, 6,043kg을 어획하였다. 통발어구로는 2년간 30종, 61kg을 채집하였다. 본 조사에서는 삼중자망 어구를 사용하여 2년간 37종, 1,268kg을 어획하였다. 망목 크기의 차이가 있지만 조사된 어종수는 트롤의 경우가 가장 많았으나, 갑각류는 통발어구에서 더 다양한 어종이 어획되었다. 통발의 경우 어획량이 적었던 것은 크기나 형태, 입구 위치 등 여러 가지 요소가 어획효율에 영향을 줄 뿐만

아니라, 당시 소형어선에서 큰 통발을 사용하였기 때문에 접는 스프링 통발 같은 형태가 아니면 차지하는 부피가 커서 사용할 수 있는 갯수가 적을 수밖에 없었다.

트롤조사가 가능한 곳에서 트롤 어구를 사용하면 조사 효과가 크고 다양한 어종을 어획할 수 있는 유리한 장점이 있으나, 소요되는 경비로서 트롤선 운영경비, 어구비, 소요 인력, 용선료 등이 매우 많이 들고, 해저가 거친 곳에서는 조사하기 힘든 면이 있다. 이에 비해 삼중자망이나 통발을 이용하면 소형 어선으로 해저가 거친 곳에서도 조사가 가능하고 경비가 적게 드는 장점이 있다. 조사에 사용되었던 두 저층트롤과 통발의 망목크기는 삼중자망의 망목보다 작았다. 트롤 조사시 끝자루의 망목크기는 어획물의 크기를 결정짓는 요소이고, 통발이나 삼중자망 (내망)의 망목크기는 채집할 수 있는 어획물의 크기에 영향을 준다. 따라서 본 시험의 삼중자망의 망목크기로는 작은 개체의 생물을 어획하기 힘든 면이 있었다고 사료된다. 예로서 상업어선을 이용한 트롤조사 (망목 4.5cm)에서 우점종이었던 청자갈치는 체형이 길쭉한 형태로 통발 (망목 3.5cm, 4.3cm)이나 삼중자망 (망목 6.1cm)에서는 거의 어획되지 않았기에 삼중자망을 사용할 때는 망목크기가 더 작은 것을 포함시킨 다양한 망목크기로 어구를 구성하여 조사해야 할 것이다.

트롤 (끌그물) 조사 때 마름모꼴 (다이아몬드) 끝자루 망목은 예망시 좁아져 어체의 크기가 그물코 보다 작더라도 어느 크기 이상의 대부분의 수산생물들은 잘 빠져나가지 못하고 어획된다. 이에 비해 삼중자망은 해당 망목크기를 중심으로 어구선택성이 있어 그물코 크기에 의해 어획되는 생물이 결정된다. 수산자원 조사시는 경비나 해저상태, 대상생물의 종류와 예상 크기 등 해당 해역의 특성을 살펴 어구조사 방법을 선택해야 할 것이다.

결 론

삼중자망 어구(내망 망목 7종, 6.1～24.2cm)를 사용하여 동해 심해의 수산자원을 조사한 결과 그물코크기 15.2, 10.6, 24.2cm에서 어획량이 많았다. 어류가 차지하는 비율이 75%로 가장 높았고, 전체 어획물 중 꼼치가 32%로 망목크기 10.6cm와 15.2cm에서 많이 어획되었다. 이들 망목에서의 주 어획종은 꼼치, 분홍꼼치, 붉은대게, 주먹물수배기, 대구 등이었다. 내망의 망목크기가 커질 때 망목의 어느 범위 내에서 주요 어획종인 꼼치, 고무꺽정이, 주먹물수배기, 대게, 붉은대게의 큰 개체가 큰 망목에서 어획되었다.

동해 해역의 수심 1,000m에서 분홍꼼치, 붉은대게, 고무꺽정이, 주먹물수배기 4종이 이 수심 어획량의 98%를 차지하였다. 양양 해역에서는 수심 1,200m에서 꼼치, 붉은대게, 주먹물수배기, 분홍꼼치, 갈고리흰오징어 5종이 이 수심 어획량의 95%를 차지하였다. 대게와 붉은대게의 분포는 동해 해역에서는 400m 이천 수심에서 대게가 많이 어획되었고, 붉은대게는 600m 이심 수심에서 많이 어획되었으나, 양양 해역에서는 동해 해역보다 상대적으로 더 깊은 수심에 분포하였다. 가장 다양한 어종이 어획된 망목크기는 2006년과 2007년 모두 7.6cm와 9.1cm의 망목크기에서였다. 망목크기별 어체의 평균 크기에 대해서는 꼼치, 고무꺽정이, 주먹물수배기, 대구, 대게, 붉은대게, 너도대게는 통계적으로 유의한 차이가 있었으나, 벌레문치는 유의한 차이가 없었다.

수산자원 조사시 저질이 평탄한 곳에서 대형 트롤어구를 사용하면 효과는 크겠지만 그 사용경비는 매우 많이 든다. 이에 비해 삼중자망이나 통발을 이용하면 소형 어선으로 저질이 거친 곳에서도 조사가 가능하고 경비도 적게 드는 잇점이 있으나, 삼중자망은 망목크기가 채집할 수 있는 어획물의 크기에 영향을 주므로 수산자원 조사시 여러 가지 망목크기로 구성하여 조사할 필요가 있다.

사 사

본 논문에 대해 세부적이고 간결하면서도 매우 중요한 지적으로 논문이 더욱 개선되도록 하여 주신 심사위원님들께 깊이 감사드립니다. 또한 저층트롤 조사와 관련하여 도움자료 보내주신 동해수산연구소의 손명호 박사님께 감사드리며, 그리고 어종분류명과 관련하여 도움주신 국립수산과학원의 연인자 연구관님과 조규태 박사님께 감사드립니다. 본 논문은 국립수산과학원 (RP-2013-FE-003)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

Allain V and Lorance P. 2000. Age estimation and growth of some deep-sea fish from the northeast Atlantic Ocean. Cybium, 7－16.

Cho YB, Park CD and Lee JH. 2000. A study on the selectivity of the mesh size in trammel net for Cynoglossidae spp. Bull Kor Soc Fish Tech 36, 89－95.

Elliott N, Skerratt J and Nichols P. 1990. Orange roughy oil proves its worth. Australian Fisheries (Aug.), 32－33.

FAO. 2007. Report and documentation of the expert consultation on deep-sea fisheries in the high sea. FAO Fisheries Report, No. 838. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 203.

Kim SH and Lee JH. 2002. Mesh selectivity in trammel net for flat fish. Bull Kor Soc Fish Tech 38, 91－100.

Lee SI, Hwang SJ, Yang JH and Shim JM. 2008. Seasonal variation in Species Composition of Gill Net and Trammel Net Catches in the Coastal Waters off Wangdol-cho, Korea. Korean Journal of Ichthyology 20, 291－302.

MOMAF (Ministry of Maritime Affairs and Fisheries). 2002. Research survey of deep-sea fisheries resources in the southwestern Indian Ocean. p. 260.

Park HH, Jeong EC, Bae BS, Yang YS, Hwang SJ, Park JH, Kim YS, Lee SI and Choi SH. 2007. Fishing investigation and species composition of the catches caught by a bottom trawl in the deep East Sea. J Kor Soc Fish Tech 43, 183－191.

Park HH, Millar RB, Bae BS, An HC, Chun YY, Yang JH and Yoon SC. 2011. Selectivity of Korean flounder (*Glyptocephalus stelleri*) by gillnets and trammel nets using an extension of SELECT for experiments with differing mesh sizes. Fish Res 107, 196－200.

Park HH and Bae BS. 2011. Catch and species composition with some different traps by depth in the deep-water of the East Sea. J Kor Soc Fish Tech 47, 300－315.

Ryu JH, Kim PK, Kim JK and Kim HJ. 2005. Seasonal variation of species composition of fishes collectected by gillnet and set net in the middle East Sea of Korea. Kor J Ichthyol 17, 279－286.

Sohn MH, Lee H, Hong BK and Chun YY. 2010. Seasonal variation of species composition by depths in deep sea ecosystem of the East Sea of Korea. J Kor Soc Fish Tech 46, 376－391.

Turner D and Newton G. 1992. Spawning roughy in the wild west. Australian Fisheries (Nov.), 8－10.

Yoon SC, Cha HK, Lee SI, Chang DS, Hwang SJ and Yang JH. 2008. variation in specoes composition of demersal organisms caught by trawl survey in the East Sea. J Kor Soc Fish Tech 44, 323 －344.

2012년 8월 6일 접수
2012년 11월 1일 1차 수정
2012년 11월 14일 2차 수정
2013년 2월 15일 수리