

제주도 동부 먼바다 어장에서 겨울철에 어획된 저서생물의 분포특성

김 종 화*
(부경대학교)

Winter Composition and Abundance of Demersal Fishes in the Fishing Ground off Eastern Jeju Island, Korea

Jong-Hwa KIM†
(Pukyong National University)

Abstract

This study was analysed the species composition of demersal fishes caught by a bottom trawler, KAYA, in the winter season during 4 years and the study area was the eastern fishing ground in depth of about 110m, 40 miles eastward from Jeju Island, Korea.

A total of 54 species were collected, including 40 species of *Pises*, 9 species of *Mollusks*, 5 species of *Crustaceans*. The number of individuals and biomass of unit area was 7,978 ind/km² and 1,800 kg/km², respectively.

The dominant species in winter season were *Dentex tumifrons*, *Carangoides equula*, *Callanthis japonicus*, *Thamnaconus modestus* and *Pagrus major*. And these also were caught every year.

The ranges of the diversity index(H') were 1.97 to 2.40, the richness(R) 1.91~4.59, the evenness(E) 0.54~0.83 and the dominance(D) 0.42~0.61.

Key words : Species composition, Demersal fishes, Winter season, Dominant species, Diversity indices etc.

I. 서론

제주 근해 해역은 적도에서 발원하여 태평양 서안을 따라 대만 동쪽으로 올라온 난류가 대마도를 거쳐 동해로 유입되는 대마난류의 길목에 위치하여 각종 어류들의 회유와 산란 및 서식을 통해 어선어업이 활발한 좋은 어장으로 알려져 있다. 조경과 같은 해양환경의 입지조건으로 풍부한 어족자원이 형성되어 있어서 다양한 어업의 형태로 조업이 이뤄지고, 이와 함께 어구, 어법

등의 어업에 관한 조사와 연구도 활발하다. 특히 자원조사적 측면에서 서식 어종의 종조성, 군집 정도 등 어업생물자원의 조사보고가 다양하다고 볼 수 있다. (Parker et al.,2007; Jeong et al.,2014; Sohn et al.,2015).

어업생물자원의 조사와 연구는 여러가지 어획 방법으로 생물의 개체수와 어획량을 채집하고 있지만, 본 연구조사에서는 일반적으로 많이 이용되는 저층 예망 어구를 사용함으로써 저층에 서식하고 이동하는 생물의 동태와 자원량을 가장

† Corresponding author : 051-629-5993, kimjh@pknu.ac.kr

* 이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2016년)에 의하여 연구되었음.

적절하게 나타낼 수 있을 것으로 사료된다.

다행하게도 이러한 연근해 어업자원조사는 이미 국립수산물과학원에서 2004년부터 매년 정기적으로 시행되고 있으며, 소규모 어선을 이용하여 연안에 한정된 국지적 조사를 진행 중이다. 따라서 수심이 100m 이상되는 근해어장의 연구조사는 여러 가지 제약조건으로 그 연구가 잘 이루어지지 않고 있으며, 대형 어선을 통해 일부 해역에 조사된 것을 볼 수 있다(Kim et al.,2010a, 2010b & 2011;Yoon et al.,2008).

그러므로 본 조사연구는 우리나라 제주도 동쪽 부근 해역으로 수심 110m 정도의 깊은 해저에서 서식하는 어업어종을 대상으로 하고, 저층 트롤어법에 의해 4년간 겨울철에 서식하는 저서생물의 종조성, 출현종별 어획량 변동 등을 조사하여 그 변동 실태를 연구함으로써 이 해역의 어업 자원 추정과 서식 환경변화에 따른 종조성과 어획량 변동 등을 파악하고자 한다.

II. 재료 및 방법

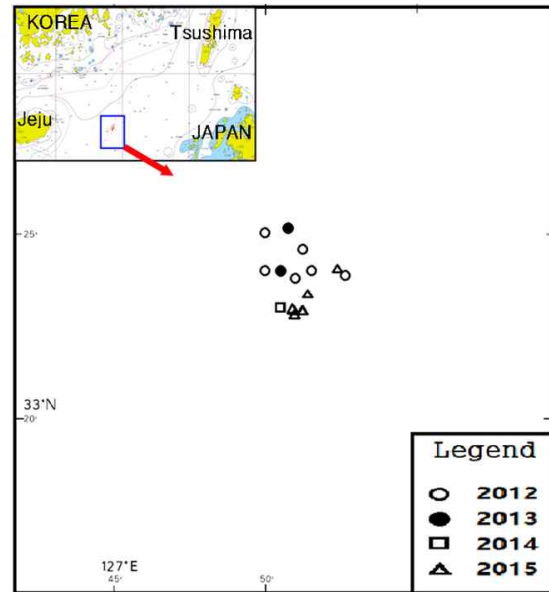
본 조사연구는 2012 ~ 2015년 4년간 부경대학 실습선 가야호(총톤수 1,737톤, 2,976마력)를 이용하여 [Fig. 1]에 나타난 것처럼, 제주도 동쪽 약 40마일을 중심으로 한 수심 110m 전후에서 총 14회의 저층트롤 조업을 행하였다. [Fig. 1]에서 표시된 정점들은 매 조업횟수에서 예망된 거리의 중앙을 나타내었고, 예망방향은 NNE 또는 SSW 이었다.

[Fig. 1]의 조사 어장에서 행해진 어획조건은 <Table 1>과 같다. 여기서 수온의 분포를 보면 4년동안 16.3 ~ 18.8℃ 로 나타났고 연도별 변동차는 2.5℃였다. 예망속력은 평균적으로 3.4kn이며, 평균 예망시간은 약 90분이었고, 저질 상태는 조개껍질(Sh)이나 빨(M)로 나타났다.

단위면적당 개체수 N과 생체량 W는

$$N \text{ or } W(\text{ind./km}^2 \text{ or } \text{kg/km}^2) = \frac{N_f \text{ or } W_f}{S_a \cdot C_e} \dots\dots (1)$$

로 나타내었다. 여기서 N_f or W_f 는 어획된 개체수 또는 어획된 생체량을 의미하는 어획수, S_a 는 예망된 소해면적, C_e 는 어획효율을 의미하여 통상 0.5(Prado,1990)로 설정하였다.



[Fig. 1] Map showing the bottom trawl survey stations of winter season during 4 years.

종의 풍부도와 개체수의 균등 분포를 나타내는 생물학적 수질 지표는 담수역과 기수역 및 해양의 오염 상태를 조사하는 데 이용된다. 수역에 서식하고 있는 생물의 종류가 많고 안정된 생물 군집을 형성하고 있을 때는 청수역이 되고, 반대로 생물의 종류가 적고 특정한 생물이 다량으로 번식하고 있을 때는 오염 수역을 나타낸다. 생물 조사에서 이 지수가 높을 때는 청수역을 의미한다. 이와 관련된 계산식은 다음과 같다.

종다양성지수(H')는

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \times \ln P_i)$$

$$= - \sum_{i=1}^S \left(\frac{N_i}{N} \times \ln \frac{N_i}{N} \right) \dots\dots\dots (2)$$

이다(Shannon & weaver, 1949). 여기서, S 는 군집의 총 종수, $P_i = N_i/N$ 으로 확률을 나타내며, N_i 는 어떤 한 종류의 개체수, N 은 총 개체수이다.

<Table 1> The bottom trawl' s operating condition in the winter season

Operating conditions	2012	2013	2014	2015
Atmosphere temp.(℃)	10.9	9.2	9.2	9.0
Sea water temp.(℃)	17.6	16.5	16.3	18.8
Air pressure(hpa)	1,022	1,029	1,029	1,029
Fishing depth(m)	115	112	110	111
Warf length(m)	408	400	400	420
Trawling speed(kn)	3.3	3.5	3.5	3.3
Trawling time(h)	1.46	1.50	1.50	1.58
Trawling distance (naut. mile)	4.8	5.2	5.2	5.2
No. of fishing	6	2	1	5
Bottom sediment	Sh,Sr	Sh	Sh	M

종풍부도 지수(R)는

$$R = (S-1)/\ln N \dots\dots\dots (3)$$

으로(Margalef, 1969),

중균등도 지수(E)는

$$E = H' / \ln S \dots\dots\dots (4)$$

로 표현된다(Pielou, 1966).

그리고 우점도 지수(D)는 생물 군집 내 종의 우점화 비율을 나타내는 척도(McNaughton, 1968)로서

$$D = (N_1 + N_2)/N \dots\dots\dots (5)$$

으로 계산된다. 여기서, N_1, N_2 는 각각 첫 번째 우점종과 두 번째 우점종의 개체수를 나타낸다. 일반적으로 부영양 또는 오염 수역은 다양한 생물의 분포가 제한되고 내성도가 높은 생물의 우점화 경향으로 종다양도는 감소하고 특정종의 우점화 경향이 뚜렷하게 나타난다. 상기 종다양

도 지수의 계산식은 확률적 의미와 상관관계성을 내포하고 있으므로 현장 조사량에 따라 변동될 수 있으며, 그 이론적 검토는 많은 연구자들에 의해 진행 중이다(Peet,1974).

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 어획물의 종조성(출현종)

<Table 2>는 4년간 동절기에 어획된 각 어종과 단위면적당(km^2) 마리수(N)와 무게(W)를 나타내었다. 제주도 동부 먼바다 어장에서 어획된 어종은 4년동안 총 54종이며, 어류 40종(74.1%), 연체류 9종(16.7%) 및 갑각류 5종(9.2%)으로 조성되어 있다. 이들 어종은 연도별로 보면 2012년 31종, 2013년 18종, 2014년 13종, 2015년 40종 이었으며, 세부적으로 분류하면 <Table 3>과 같이 분포하였다.

연도별 어종수의 변화와 1회의 양망횟수당 어종수 및 해수 온도 변동을 [Fig. 2]에 나타내었다.

[Fig. 2]의 윗쪽 그림은 연도별 어종수를 4년동안 1년만 어획된 것, 2~3년간 어획 된 것 그리고 4년 계속 어획된 어종으로 나누어 표시하였다. 1년만 어획된 어종을 살펴보면, 2012년에 11종(갈치, 도화돔, 돌돔, 민달고기, 밀달갱이, 붉벤자리, 봉장어, 삼치, 아귀, 연불돔, 잣방어)으로 당해연도 31종 중에서 35.5%를 차지하였다. 2013년도만 어획된 어종은 1종(두툽상어)으로 당해 어종 18종의 5.6%에 불과하였다. 2014년에만 어획된 어종은 없었으며, 2015년에만 어획된 어종은 19종(개상어, 구갈돔, 꼴뚜기, 네동가리, 노랑촉수, 달강어, 돛돔, 두점박이민꽃게, 범돔, 복상어, 부시리, 갈살치, 소라게, 아홉니부채새우, 얼룩통구멍, 에보시감펍, 은밀복, 참꼴뚜기, 창꼴뚜기)으로 당해연도 40종의 47.5%를 점유하였다. 이와 같은 어종의 급격한 많은 변동은 <Table 2>에서 나타난 수온의 상승과 밀접한 연관이 있는 것으로 추정된다.

<Table 2> Species composition of demersal fishes caught by a bottom trawl in the eastern sea of Jeju Island in the winter season

Species of fish Winter	2012		2013		2014		2015		Sum		Mean	
	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)	N	W(g)
Carangoides equula	352	66167	121	6875	202	11987	792	77896	1467	162925	366.75	40731.25
Trichiurus lepturus	2	363							2	363	0.5	90.75
Sepia esculenta	60	42065					26	8314	86	50379	21.5	12594.75
Mustelus griseus							2	1201	2	1201	0.5	300.25
Lethrinus haematopterus							14	6163	14	6163	3.5	1540.75
Lepidotrigla quentheri	15	1204	40	3654	60	5746	32	2589	147	13193	36.75	3298.25
Loliolus beka							60	780	60	780	15	195
Parascopopsis inermis							2	200	2	200	0.5	50
Callanthias japonicus	767	111971					270	33331	1037	145302	259.25	36325.5
Upeneus japonicus							2	12	2	12	0.5	3
Epinephelus septemfasciatus			5	1613	10	3024	2	46020	17	50657	4.25	12664.25
Lepidotrigla microptera							6	880	6	880	1.5	220
Zeus faber	53	13597	40	8927	50	9688	98	21041	241	53253	60.25	13313.25
Ostichthys japonicus	2	762							2	762	0.5	190.5
Oplegnathus fasciatus	13	14784							13	14784	3.25	3696
Stereolepis doederleini							2	200	2	200	0.5	50
Charybdis bimaculata							2	172	2	172	0.5	43
Scylliorhinus torazame			121	54238					121	54238	30.25	13559.5
Thamnaconus modestus	143	61640	20	10737	40	19255	88	35067	291	126699	72.75	31674.75
Saurida undosquamis	9	6474	5	8065	10	11594	62	67330	86	93463	21.5	23365.75
Okamejei acutispina	5	3120	55	16044	10	4436	14	4192	84	27792	21	6948
Zenopsis nebulosus	2	689							2	689	0.5	172.25
Lepidotrigla abyssalis	5	580							5	580	1.25	145
Loligo japonica			30	3433	60	7914			90	11347	22.5	2836.75
Microcanthus strigatus							8	1861	8	1861	2	465.25
Daicocus peterseni	2	562					2	606	4	1168	1	292
Cephaloscyllium iasbaellum							2	340	2	340	0.5	85
Seriola lalandi							4	5202	4	5202	1	1300.5
Ibacus ciliatus	4	256	5	736					9	992	2.25	248
Caprodon schlegeli	9	9650							9	9650	2.25	2412.5
Conger myriaster	2	2721							2	2721	0.5	680.25
Heteropricacanthus cruentatus	15	2643					12	2241	27	4884	6.75	1221
Scorpaena neglecta							40	270	40	270	10	67.5
Todarodes pacificus	116	22981	5	1411			48	10479	169	34871	42.25	8717.75
Scomberomorus nipponius	5	12879							5	12879	1.25	3219.75
Hermit crab							6	602	6	602	1.5	150.5
Lophiomus setigerus	2	608							2	608	0.5	152
Lbacus novemdentatus Gibbes							6	768	6	768	1.5	192
Uranoscopus japonicus							54	980	54	980	13.5	245
Ebosia bleekeri							4	138	4	138	1	34.5
Plectranthias japonicus	45	32578							45	32578	11.25	8144.5
Branchiostegus japonicus	2	1034	5	2520			4	666	11	4220	2.75	1055
Lagocephalus wheeleri							2	400	2	400	0.5	100
Seriola dumerili	11	12788							11	12788	2.75	3197
Trachurus japonicus			5	202	10	807	96	8120	111	9129	27.75	2282.25
Loligo beka							18	2041	18	2041	4.5	510.25
Pagrus major	40	42646	20	15596	40	26615	36	41320	136	126177	34	31544.25
Loligo edulis							992	40908	992	40908	248	10227
Doryteuthis kensaki	76	14644					4	3009	80	17653	20	4413.25
Loligo chinesis	9	798					6	1960	15	2758	3.75	689.5
Okamejei kenojei	15	21731	30	27925			30	28292	75	77948	18.75	19487
Dentex tumifrons	34	9462	50	14038	10	2672	1979	423664	2073	449836	518.25	112459
Sepioteuthis lessoniana	129	96973	15	9376	30	14719	8	4302	182	125370	45.5	31342.5
Aulopus japonicus	9	363	10	313	10	302	66	3289	95	4267	23.75	1066.75
Total	1953	608733	582	185703	542	118759	4901	886846	7978	1800041	1994.5	450010.3

<Table 3> Specification of collected fishes 's species and rates

Species	2012	2013	2014	2015
Pisces	24(77.4%)	13(72.2%)	11(84.6%)	28(65.1%)
Mollusks	5(16.1%)	4(22.2%)	2(15.4%)	8(18.6%)
Crustacea	2(6.5%)	1(5.6%)	0	4(9.3%)
Sum	31	18	13	40

4년동안 계속 어획된 어종은 10종(갈전갱이, 꼬마달래, 달고기, 말퀴치, 메통이, 무늬홍어, 참돔, 황돔, 흰꿀뚜기, 히메치)이었다. 그래서 남은 2~3년동안 어획된 어종은 2012년 11종, 2013년 7종, 2014년 3종 그리고 2015년 11종으로 나타났다.

그 중에서 3년동안만 어획된 어종은 5종(능성어, 살오징어, 옥돔, 전갱이, 홍어)이었다. 3년이상 출현된 어종을 이 어장의 서식어종으로 본다면 모두 15종이 되므로 총 54종 중 27.8%를 차지하였다.

[Fig. 2]의 중간 그림은 1회 양망획수당 어종수로서 2015년이 17.6 species/trawling으로 4년 동안 가장 높았고, 2013년에 12 species/trawling로 가장 적었다.

[Fig. 2]의 아래쪽 그림은 수온 변화를 나타내었고, 수온의 증감에 비례하여 어종수도 함께 변하였다. 또한 현저히 눈에 띄는 현상은 2012년과 2015년의 어종을 보면, 그 해 1년 만 어획된 종수가 각각 10종과 19종이었다. 이 어종은 그 해에만 어획된 것으로 서로 다른 종임을 알 수 있었다. 당해 연도 타 어종에 비하여 차지하는 비율도 매우 높아 각각 35.5%, 47.5%를 보였다.

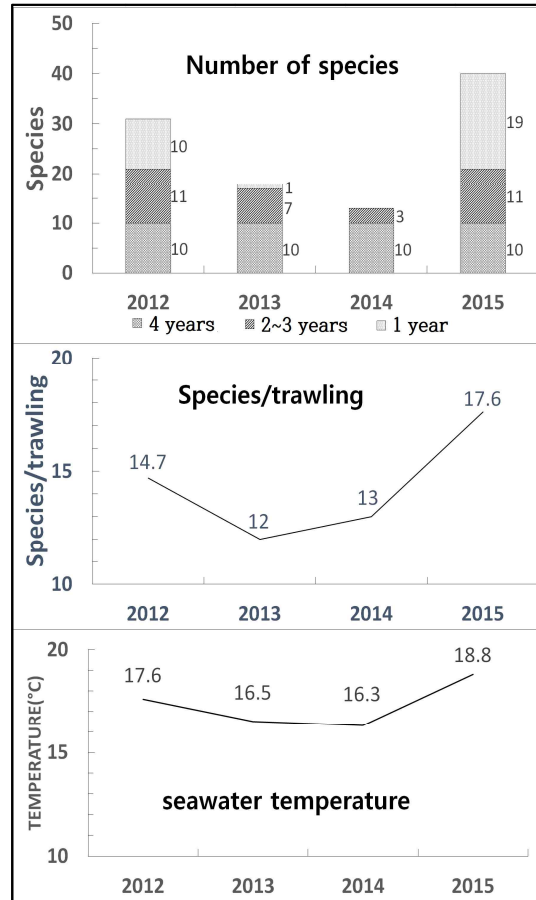
이 현상들의 뚜렷한 이유는 계속 조사하여야겠으나, <Table 1>의 여러 조건 중에서 찾는다면, 수온의 연도별 차로 인하여 출현종의 변동과 점유비율이 증가하는 것으로 추정된다.

2. 개체수와 어획량

1) 개체수(ind./km²)

단위 면적당 개체수(ind./km²)는 조사기간 4년

동안 총 7,978 ind./km²을 어획했고, 이 중 황돔 (*Dentex tumifrons*)이 2,073 ind./km²(26.0%)으로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 갈전갱이 (*Carangoides equula*) 1,467 ind./km²(18.4%), 노랑벤자리(*Callanthias japonicus*), 창꼴뚜기(*Loligo edulis*)의 순으로 높은 개체수를 나타내었다 (<Table 2>).



[Fig. 2] Annual variations in number of species, species per each trawling and seawater temperature.

여기서 가장 많은 개체수를 갖는 황돔과 갈전갱이는 매년 어획되었으며, 총 개체수의 44%를 차지하였다. 따라서 조사 어장에서 서식하는 어종 중에서 황돔과 갈전갱이가 주된 어획 대상 어종

임을 알 수 있었다. 또한 개체수로 본 연도별 우점종은 2012년에 노랑벤자리 767 ind./km², 2013년 갈전갱이와 두툽상어가 각각 121 ind./km²로 같았고, 2014년 갈전갱이 202 ind./km², 2015년 황돔 1,979 ind./km²로 나타났다. 이들 우점종은 매년 다르게 출현하는 경향이 있고, 그 개체수도 연도별로 현저한 변동폭을 보였다.

2) 어획 생체량(kg/km²)

단위 면적당 어획량은 총 1,800 kg/km² 중에서 황돔이 449.8 kg/km²(25.0%)으로 가장 많은 생체량을 나타냈으며, 다음으로 갈전갱이, 말쥐치, 참돔의 순으로 높은 생체량을 나타냈다. 연도별 단위면적당 생체량은 4년 중 2015년이 886.8 kg/km²으로 가장 많았으며, 2014년 118.7 kg/km²으로 가장 적었다. 따라서 개체수와 마찬가지로 모든 연도에서 동일어종이 가장 많은 생체량을 계속 유지한 어종이 없는 것으로 보아, 다양한 어종들이 혼재하는 어장으로 보인다.

3. 종의 다양성 변동(군집구조)

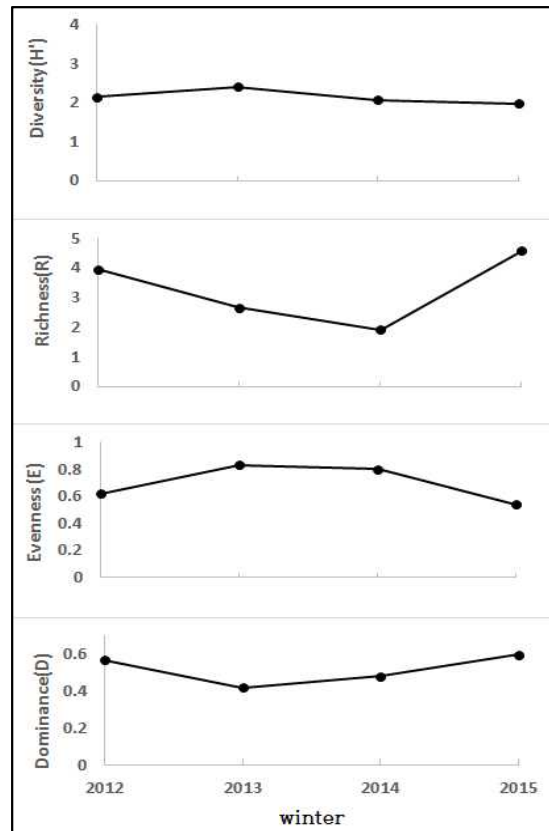
조사기간동안 출현한 종수와 개체수를 기준으로 연도별 생태지수를 분석한 결과, 종다양도지수(H')는 1.97 ~ 2.40의 범위이며, 출현종이 다양하게 많이 나타난 2015년이 가장 낮은 1.97로 나타났다. 따라서 출현종수가 많다고하여 종다양도지수가 높은 것이 아님을 알 수 있다.

그리고 종풍부도지수(R)는 1.91 ~ 4.59의 범위로 나타났으며, 2015년이 가장 높고 2011년이 가장 낮았다. 종풍부도지수는 어종의 수에 비례하여 그 값이 높았다.

종균등도지수(E)는 0.54 ~ 0.83의 범위로 나타났고, 2013년이 가장 높고 2015년이 가장 낮았다. 4년동안의 종균등도지수의 변화의 폭은 그리 크지 않았다.

우점도지수(D)는 0.42 ~ 0.61의 범위로 나타났으며, 2015년이 가장 높고 2013년이 가장 낮으며, 우점도지수 역시 종균등도지수처럼 그 변화의 폭

이 크지 않았다.



[Fig. 3] Annual variations in diversity, richness, evenness and dominance.

4. 주된 어종의 체장변동

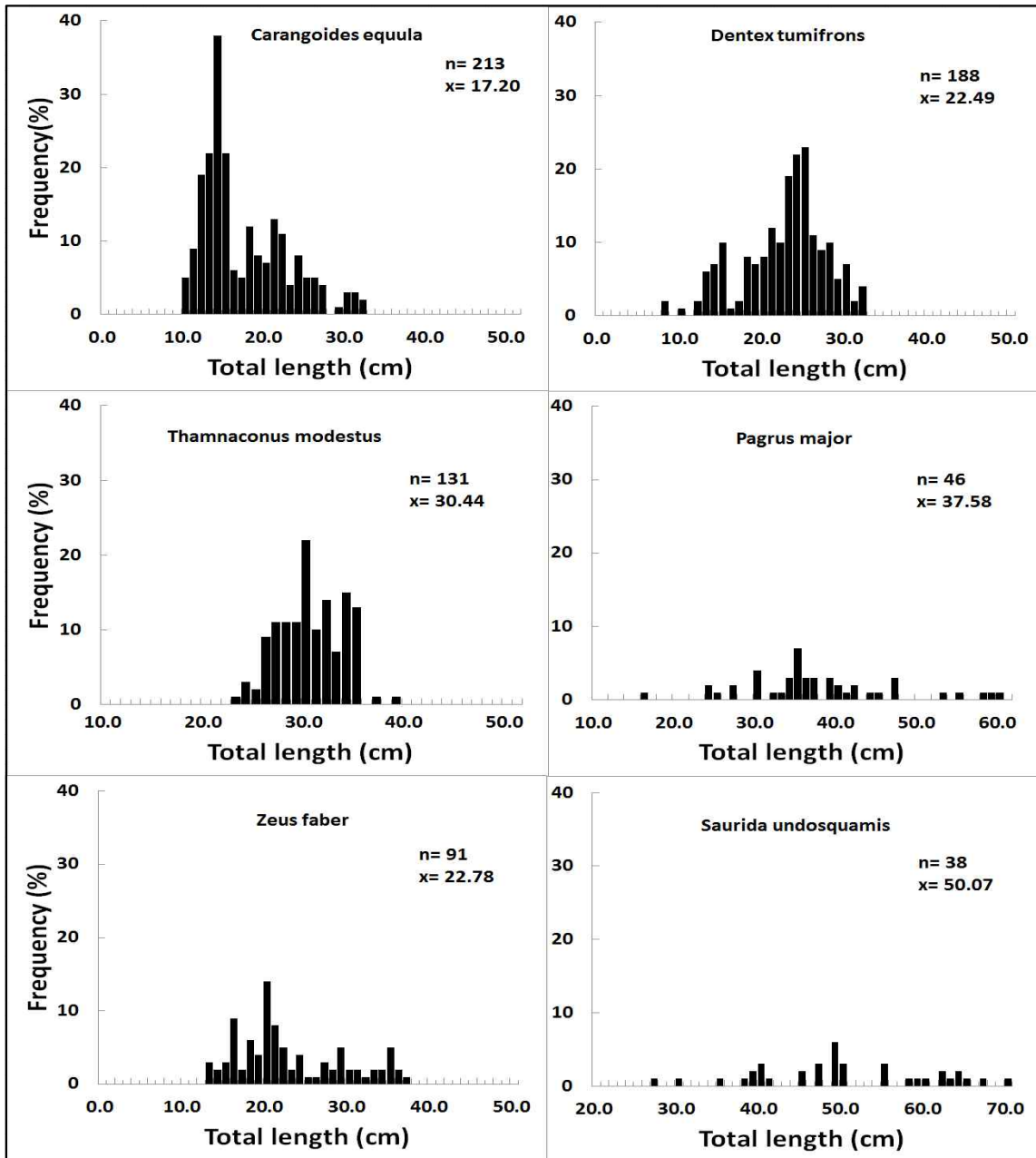
4년 연속 어획된 10개 어획종 중에서 개체수와 생체량이 많은 어종부터 6번째까지를 주요 어종이라고 하면, 이들이 차지하는 비율은 총 개체수의 55%, 총 생체량의 58%에 해당된다. 이들 6개 어류를 어종별로 체장에 대한 분포 빈도를 나타내면 [Fig. 4]와 같다.

이들 주요 어종의 체장 조성을 살펴보면, 갈전갱이 평균 체장은 17.2 cm, 체장의 범위는 10 ~ 32 cm,로 나타났다. 황돔은 평균 체장이 22.49 cm, 체장의 범위 8 ~ 32 cm로 나타났다.

말쥐치는 평균 체장이 30.44 cm, 체장의 범위

는 23 ~ 39 cm로 나타났다. 참돔은 평균이 37.58 cm, 체장의 분포 범위는 16 ~ 60 cm였다. 달고기는 평균 체장이 22.78, 체장 분포 범위는 13 ~ 37

cm로 나타났다. 그리고 메돱이는 평균 체장 50.07 cm, 체장의 분포 범위는 27 ~ 70 cm로 나타났다.



[Fig. 4] Length frequency distribution of the major species caught by a bottom trawl in the winter season from 2012 to 2015.

IV. 요약 및 결론

본 조사연구는 2012 ~ 2015년 4년간 부경대학교 실습선 가야호를 이용하여 제주도 동쪽 약 40 마일에 위치한 수심 110m을 중심으로 총 14회의 저층트롤 조업을 행하였다.

어획된 어종은 총 54종(어류 40종(74.1%), 연체류 9종(16.7%), 갑각류 5종(9.2%))이었다. 4년 동안 계속 어획된 어종은 10종(갈전갱이, 꼬마달재, 달고기, 말쥐치, 메통이, 무늬홍어, 참돔, 황돔, 흰 꼴뚜기, 히메치)이었고, 3년 동안 어획된 어종은 5종(능성어, 살오징어, 옥돔, 전갱이, 홍어)이었다. 이들 15종은 총 어종의 27.8%를 차지하여 주된 서식어종으로 추정된다. 또한 어느 한 해만 어획된 어종수도 당해 연도의 어종수의 비율로 보면 35.5~47.5%를 차지하며 매년 출현어종의 변동이 큼을 알 수 있다.

단위면적당 개체수는 4년동안 총 7,978 ind./km²을 어획했고, 이 중 황돔이 2,073 ind./km² (26.0%)으로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 갈전갱이 1,467 ind./km²(18.4%), 노랑벤자리, 창꼴뚜기의 순으로 높은 개체수를 나타내었다. 황돔과 갈전갱이는 매년 어획되어 이 두 어종의 개체수가 총 개체수의 약 44%를 차지하였다.

단위면적당 생체량은 총 1,800 kg/km² 중에서 황돔이 449.8 kg/km²(25.0%)으로 가장 많은 생체량을 나타냈으며, 다음으로 갈전갱이, 말쥐치, 참돔의 순이었다. 모든 연도에서 동일어종이 가장 많은 생체량을 계속 유지하지는 못하였다.

종다양성 변동지수를 보면, 종다양도지수(H')는 1.97 ~ 2.40의 범위였으며, 종풍부도지수(R)는 1.91 ~ 4.59의 범위로 나타나 어종의 수에 비례하여 그 값이 크게 변동하였다. 종균등도지수(E)는 0.54 ~ 0.83의 범위로, 우점도지수(D)는 0.42 ~ 0.61의 범위로 나타났으며 이들 지수는 크게 변동하지 않았다.

주된 어종의 평균 체장은 갈전갱이 17.2 cm,

황돔 22.49 cm, 말쥐치 30.44 cm, 참돔 37.58 cm, 달고기 22.78 cm이었다. 체장의 분포 범위에서 그 변동폭이 큰 어종은 참돔으로 16 ~ 60 cm로 나타났다.

감사의 글

본 논문의 자료조사에 참여한 부경대학교 실습선 가야호 항해사들과 해양생산시스템관리학부 실습생들에게 심심한 감사를 드립니다.

References

- Jeong, Gyeong-suk · Cha Byung-Yeul · Im, Yang-Jae · Kwon, Dae-Hyeon · Hwang, Hak-Jin and Jo, Hyun-Su(2014) : Comparison of Species Composition and Seasonal Variation of Demersal Organisms Caught by Otter Trawl in the Coastal Waters off the Taean Peninsula in the West Sea of Korea. *Kor. J. Fish. Aquat. Sci.*, 47(3), 264~273.
- Kim, Min-Seok · Kim, Dong-Su(2010a) : Distribution Characteristics of Fishes by a Bottom Trawl in the Jointly Controlled Waters of the East China Sea. *Jour. Fish. Mar. Sci. Edu.*, 22(3), 330~340.
- Kim, Min-Seok · Kim, Dong-Su · Kim, Min-Son · Lee, Jong-Gun(2010b) : A Variation of Fishes caught by a Bottom Trawl in the Boundary Zone between Busan and Tsushima. *Jour. Fish. Mar. Sci. Edu.*, 2(3), .341~353.
- Kim, Min-Seok · Kim, Dong-Su · Kim, Min-Son · Lee, Jong-Gun · Kim, Jong-Hwa · Kang, Il-Kwon (2011) : Distribution Characteristics Composition of Fishes by a Bottom Trawl in the Jointly Controlled Waters of the East China Sea. *Jour. Fish. Mar. Sci. Edu.*, 23(2), 141~152.
- Margalef, R.(1969) : Diversity and stability - a practical proposal and a model of interdependence. *Brookhaven Symp. Biol.* 22, 25~37.
- McNaughton, S. J.(1968) : Structure and function in California grassland. *Ecology*, 49, 962~972.
- Park, Hae-Hoon · Jeong, Eu-Cheol · Bae, Bong-Seong · Yang, Yong-Su · Hwang, Seon-Jae · Park, Jong-Hwa · Kim, Yeong-Sub · Lee, Sung Il and Choi, Soo Ha(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(3), 183~191.
- Peet, Robert K.(1974) : THE MEASUREMENT OF SPECIES DIVERSITY. Annual Review of Ecology & Systematics, Vol. 5, 285~307,
- Pielou, E. C.(1966) : The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theor. Biol. 13, 131 ~ 144.
- Prado J.(1990) : Fisherman's workbook. Fishing News Books, Oxford, U.K.,192.
- Shannon CE & weaver W.(1949) : The Mathematical Theory of Communication. Illinois University Press, Urbana, U.S.A.,117.
- Sohn, Myoung Ho · Yoon, Sang Chul · Lee, Sung Il · Yoon, Byung sun · Cha, Hyung kee · Kim, Jong Bin · Kalchugin, Pavel · Solomatov, Sergey(2015) : Variations in species composition of fishes caught by trawl survey in the northwestern East Sea of Russian EEZ and southwestern East Sea of Korean EEZ. J. kor. soc. Fish. Tech., 51(3), 355~369.
- Yoon, Sang Chul · Cha, Hyung Kee · Lee, Sung Il · Chang, Dae Soo · Hwang, Seon Jae and Yang, Jae Hyeong(2008) : Variation in species composition of demersal organisms caught by trawl survey in the East Sea. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 44 (4), 323~344.
-
- Received : 15 November, 2016
 - Revised : 08 February, 2017
 - Accepted : 13 February, 2017