

# 왕돌초 해역에서 홑자망과 삼중자망에 의한 어획물의 종조성 및 계절 변동

이성일\* · 황선재<sup>1</sup> · 양재형 · 심정민<sup>2</sup>

국립수산과학원 동해수산연구소 어업자원과, <sup>1</sup>국립수산과학원 해외자원과,  
<sup>2</sup>국립수산과학원 동해수산연구소 환경연구과

**Seasonal Variation in Species Composition of Gill Net and Trammel Net Catches in the Coastal Waters off Wangdol-cho, Korea by Sung Il Lee\*, Seon Jae Hwang<sup>1</sup>, Jae Hyeong Yang and Jeong Min Shim<sup>2</sup>** (Fisheries Resources Division, East Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Gangneung 210-861, Korea; <sup>1</sup>Distant-Water Fisheries Resources Division, NFRDI, Busan 619-705, Korea; <sup>2</sup>Environment Research Division, East Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Gangneung 210-861, Korea)

**ABSTRACT** Seasonal variation of species composition in the coastal waters off Wangdol-cho were investigated using the catches by gill net and trammel net from 2002 to 2004. A total of 58 species was collected and classified into 15 orders and 34 families. Of the 58 species identified, Scorpaeniformes and Perciformes accounted for 62.1% of the species. 35 species in 11 orders and 22 families were collected by gill net and 51 species in 15 orders and 30 families were collected by trammel net. The number of species was high in summer and autumn and lowest in winter. Catches were correlated with sea water temperature. The numbers of individuals and their biomass were 5,295 inds. and 1,890 kg, with the highest values achieved in summer and the lowest in spring. The most dominant species were *Pleurogrammus azonus* and *Gadus macrocephalus*. The seasonal species community showed a high similarity between summer and autumn.

**Key words** : Wangdol-cho, species composition, seasonal variation

## 서 론

우리나라 동해에 위치한 왕돌초는 왕돌암, 왕돌잠이라고 불리는 곳으로 경북 울진군 후포 연안에서 약 13마일 해상에 위치하고, 3개의 수중암초로 구성되어 있으며, 남북으로는 약 54 km, 동서로는 21 km 정도의 암반으로 형성되어 있는 퇴(bank) 형태를 하고 있다. 이 곳은 1950년대부터 어업 활동이 이루어져 인근 지역 어민들의 삶의 터전으로 이용되어 오고 있다.

왕돌초 어장 주변은 한류 및 난류가 계절마다 교차하는 조경수역일 뿐만 아니라 수중암초가 웅기되어 있는 용승어장으로서 각종 플랑크톤이 풍부하여 동해안 주요 어종들의

산란처이자 서식처로 활용되고 있어 수산생물이 풍부한 반면 해황이 거친 특성을 가지고 있다(이와 명, 2003).

동해안 생물상 및 군집구조에 관한 연구로는 고성(유 등, 2005), 울릉도(명 등, 2005), 독도(명, 2002), 홍해(황 등, 1997), 영일만(한 등, 1997; 이, 1999), 울산연안(한 등, 2002) 등 동해 주요 어장들에 대해서 많은 연구가 수행되었다. 왕돌초에 관한 연구로는 1976년 국립수산과학원에서 왕돌초 어장개발조사(국립수산진흥원, 1977)가 최초로 이루어졌고, 최근에는 동해 왕돌초 어장의 지속적 이용 및 관리 방안에 관한 연구(이와 명, 2003)가 수행되었으나, 국립수산진흥원(1977)의 보고서는 수협위판 자료에 의한 어류분포조사 자료이고, 이와 명(2003)은 단지 어류상에 관한 연구로 양적 변동에 대해서는 언급되어 있지 않다.

왕돌초 주변해역은 연중 한·난류가 계절마다 교차하여

\*교신저자: 이성일 Tel: 82-33-660-8524, Fax: 82-33-661-8513,  
E-mail: silee@nfrdi.go.kr

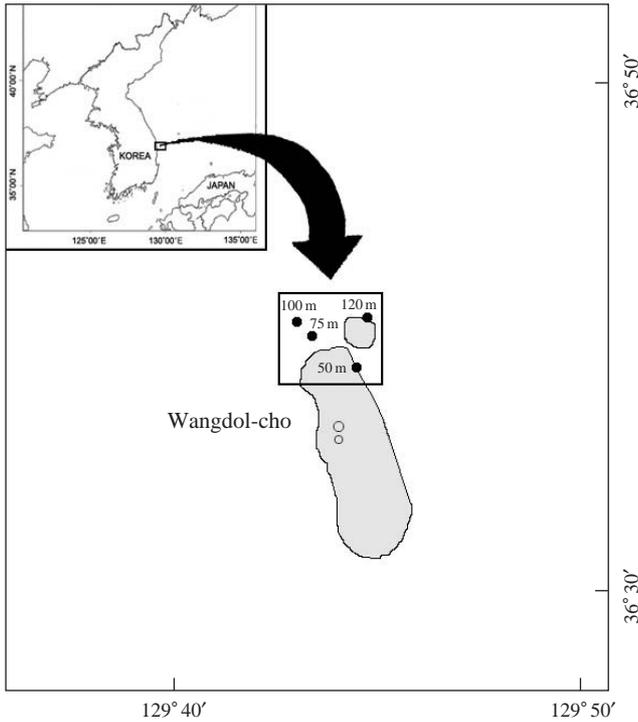


Fig. 1. Map showing the sampling area in the coastal waters off Wangdol-cho, Korea.

어업생산성이 높아 과거에는 동해안의 주요 어장이었다. 그러나 최근에는 자망과 통발어업 등 여러 어업들에 의해 과도한 어획노력이 투입됨으로써 어장이 황폐화되고 수산자원이 지속적으로 감소하고 있는 실정이다(이와 명, 2003).

따라서 본 연구에서는 왕돌초 해역에서 활자망과 삼중자망어구를 이용하여 계절별 출현종 및 양적 변동을 분석하고 구명함으로써 수산자원의 합리적 이용과 관리방안 모색에 필요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

### 재료 및 방법

왕돌초 해역에 출현하는 어종의 계절 변동을 조사하기 위해 2002년부터 2004년까지 3년간 계절별(2, 5, 8, 11월)로 12차례에 걸쳐 자망어구를 사용하여 어획물의 종조성과 양적 변동을 분석하였다. 자망어구는 활자망(폭 길이 50 m, 폭 높이 2.5 m, 망목크기 9.09 cm)과 삼중자망(폭 길이 50 m, 폭 높이 2.5 m, 망목크기 9.09 cm)을 사용하였으며, 어구별로 수심 50, 75, 100, 120 m에 각 3폭씩 투망하여 1~2일 후 양망하였다(Fig. 1).

왕돌초 해역에 출현하는 어종의 계절 변동요인을 분석하기 위해 환경특성을 파악하고자 2002년부터 2004년까지 계절별로 CTD (SBE 9 plus)를 사용하여 수심 0, 20, 50, 100

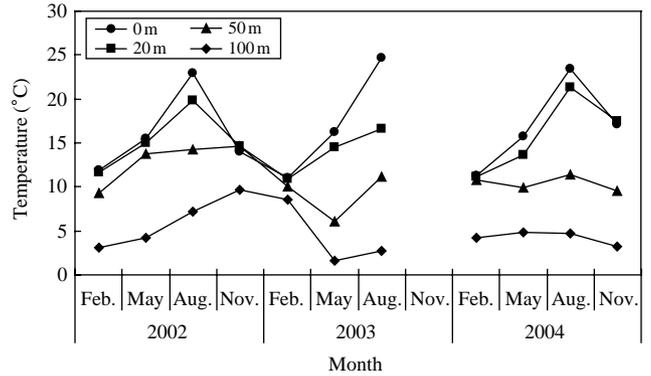


Fig. 2. Seasonal variation of sea temperature in the coastal waters off Wangdol-cho, Korea.

m의 수온을 측정하였다.

자망어구에 의해 채집된 어획물은 어구별로 나누어 어종별 개체수와 생체량을 측정하였고, 주요 우점종에 대해서는 체장조성조사를 실시하였다.

어획물에 대한 중동정, 분류체계 및 학명은 정(1977), 최등(2003), 국립수산과학원(1999a,b, 2004, 2005), Kim and Lee(1993) 등을 참고하였다.

왕돌초 해역에 대한 계절 변동을 알아보기 위해서 출현종수, 개체수 및 생체량을 산출하여 계절별 수적·양적 변동을 비교하였고, 종다양도지수(Shannon and Wiener, 1963)를 다음과 같은 식으로 구하였다.

$$\text{종다양도지수}(H') : H' = -\sum P_i \times \ln(P_i)$$

$P_i$  :  $i$ 번째 종의 점유율

공간 출현시기 유사성을 분석하기 위해 조사기간 동안 3회 이상 출현한 20종을 대상으로 Bray and Curtis (1957)의 백분유사도(percent similarity)지수를 계산하여 수상도(dendrogram)를 작성하였다. 또한, 계절별 종조성 변동을 파악하기 위해 각 채집 월의 종조성 자료를 표본 단위(sampling unit)로 보고 조사기간 동안 출현횟수가 3회 이상인 20종을 대상으로 주성분 분석(principal component analysis)을 실시하였다.

### 결 과

#### 1. 해양환경 특성

왕돌초 해역의 계절별 수온 분포는 Fig. 2와 같다. 계절별 표층 수온은 겨울철 11.0~12.0°C, 봄철 15.4~16.2°C, 여름철 22.9~24.6°C 및 가을철 14.0~17.1°C의 분포를 나타내어 겨울철에 가장 낮고 여름철에 가장 높았으며, 연도별로

**Table 1.** The number of individuals and biomass of species collected by gill net and trammel net in the coastal waters off Wangdol-cho from 2002 to 2004 (unit: kg)

Species	Gill net				Trammel net				Total			
	N	%	B	%	N	%	B	%	N	%	B	%
<i>Gymnocanthusintermedius</i>	7	0.2	1.8	0.1	7	0.4	0.8	0.1	14	0.3	2.6	0.1
<i>Chelidoperca hirundinacea</i>	5	0.1	0.7	0.1					5	0.1	0.7	<0.1
<i>Sebastes pachycephalus</i>	4	0.1	1.4	0.1	2	0.1	0.8	0.1	6	0.1	2.1	0.1
<i>Scombrops boops</i>	3	0.1	1.7	0.1	1	0.1	0.5	0.1	4	0.1	2.2	0.1
<i>Scomber japonicus</i>	2	0.1	0.3	0.0					2	<0.1	0.3	<0.1
<i>Dasycottus setiger</i>	3	0.1	0.6	0.0	4	0.2	0.4	0.1	7	0.1	1.0	0.1
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	108	3.1	9.0	0.7	276	15.3	22.9	3.7	384	7.3	31.9	1.7
<i>Paralichthys olivaceus</i>					1	0.1	0.6	0.1	1	<0.1	0.6	<0.1
<i>Sebastes steindachneri</i>	5	0.1	2.3	0.2	3	0.2	0.7	0.1	8	0.2	3.0	0.2
<i>Pterogobius zonoleucus</i>					1	0.1	<0.1	<0.1	1	<0.1	0.0	<0.1
<i>Zeus faber Linnaeus</i>	2	0.1	0.4	<0.1					2	<0.1	0.4	<0.1
<i>Gadus macrocephalus</i>	710	20.3	294.4	23.1	304	16.9	136.4	22.1	1,014	19.2	430.8	22.8
<i>Gymnocanthus herzensteini</i>	42	1.2	7.5	0.6	20	1.1	3.9	0.6	62	1.2	11.4	0.6
<i>Pampus echinogaster</i>	1	<0.1	0.1	<0.1					1	<0.1	0.1	<0.1
<i>Arctoscopus japonicus</i>	1	<0.1	0.1	<0.1	1	0.1	0.1	<0.1	2	<0.1	0.1	<0.1
<i>Kareius bicoloratus</i>					2	0.1	1.4	0.2	2	<0.1	1.4	0.1
<i>Thamnaconus modestus</i>	27	0.8	7.5	0.6	22	1.2	5.6	0.9	49	0.9	13.1	0.7
<i>Ditrema temminckii</i>	3	0.1	0.3	<0.1	1	0.1	0.2	<0.1	4	0.1	0.5	<0.1
<i>Engraulis japonicus</i>					2	0.1	0.0	<0.1	2	<0.1	0.0	<0.1
<i>Eopsetta grigorjewi</i>	8	0.2	3.0	0.2	19	1.1	5.8	0.9	27	0.5	8.7	0.5
<i>Liparis tessellatus</i>	5	0.1	0.7	0.1	4	0.2	0.8	0.1	9	0.2	1.5	0.1
<i>Crystallias matsushimae</i>					4	0.2	0.7	0.1	4	0.1	0.7	<0.1
<i>Zenopsis nebulose</i>					1	0.1	0.1	<0.1	1	<0.1	0.1	<0.1
<i>Seriola quinqueradiata</i>					5	0.3	19.6	3.2	5	0.1	19.6	1.0
<i>Verasper variegatus</i>					1	0.1	0.7	0.1	1	<0.1	0.7	<0.1
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	1	<0.1	0.3	<0.1					1	<0.1	0.3	<0.1
<i>Sebastes inermis</i>					1	0.1	0.1	<0.1	1	<0.1	0.1	<0.1
<i>Seriola lalandi</i>					1	0.1	6.5	1.1	1	<0.1	6.5	0.3
<i>Sebastes thompsoni</i>	598	17.1	113.2	8.9	281	15.6	51.1	8.3	879	16.6	164.2	8.7
<i>Sebastiscus albofasciatus</i>					1	0.1	0.3	<0.1	1	<0.1	0.3	<0.1
<i>Sebastiscus tertius</i>	1	<0.1	0.1	<0.1					1	<0.1	0.1	<0.1
<i>Alcichthys alcicornis</i>	98	2.8	18.6	1.5	158	8.8	24.7	4.0	256	4.8	43.2	2.3
<i>Cookeolus japonicus</i>					1	0.1	0.2	<0.1	1	<0.1	0.2	<0.1
<i>Psenopsis anomala</i>	2	0.1	0.3	<0.1					2	<0.1	0.3	<0.1
<i>Erythrocles schlegelii</i>					3	0.2	0.4	0.1	3	0.1	0.4	<0.1
<i>Chelidonichthys spinosus</i>					2	0.1	0.5	0.1	2	<0.1	0.5	<0.1
<i>Sebastiscus marmoratus</i>	1	<0.1	<0.1	<0.1	1	0.1	0.5	0.1	2	<0.1	0.6	<0.1
<i>Hyperoglyphe japonica</i>	3	0.1	1.9	0.1	16	0.9	15.2	2.5	19	0.4	17.1	0.9
<i>Neoditrema ransonneti</i>	4	0.1	0.2	<0.1	2	0.1	0.1	<0.1	6	0.1	0.3	<0.1
<i>Pleurogrammus azonus</i>	1,690	48.3	749.8	58.8	497	27.6	224.0	36.3	2,187	41.3	973.7	51.5
<i>Seriola dumerili</i>					2	0.1	15.8	2.6	2	<0.1	15.8	0.8
<i>Sebastes schlegeli</i>	89	2.5	25.3	2.0	74	4.1	21.9	3.6	163	3.1	47.2	2.5
<i>Clidoderma asperrimum</i>					3	0.2	3.1	0.5	3	0.1	3.1	0.2
<i>Hexagrammos otakii</i>	6	0.2	3.7	0.3	4	0.2	3.8	0.6	10	0.2	7.5	0.4
<i>Scorpaena miostoma</i>					1	0.1	0.2	<0.1	1	<0.1	0.2	<0.1
<i>Microstomus achne</i>					3	0.2	1.2	0.2	3	0.1	1.2	0.1
<i>Pleuronectes herzensteini</i>	1	<0.1	0.1	<0.1	1	0.1	0.3	0.1	2	<0.1	0.4	<0.1
<i>Monocentris japonica</i>	2	0.1	0.2	<0.1	2	0.1	0.2	<0.1	4	0.1	0.4	<0.1
<i>Clupea pallasii</i>	1	<0.1	0.3	<0.1	1	0.1	0.4	0.1	2	<0.1	0.7	<0.1
<i>Fistularia commersonii</i>					2	0.1	0.9	0.1	2	<0.1	0.9	<0.1
<i>Okamejei kenojei</i>	1	<0.1	9.0	0.7	2	0.1	1.3	0.2	3	0.1	10.3	0.5
<i>Pseudolabrus japonicus</i>					1	0.1	0.1	<0.1	1	<0.1	0.1	<0.1
<i>Sebastes owstoni</i>	10	0.3	1.6	0.1	15	0.8	7.4	1.2	25	0.5	9.0	0.5
<i>Lophius litulon</i>					5	0.3	5.6	0.9	5	0.1	5.6	0.3
<i>Sepia esculenta</i>					1	0.1	0.8	0.1	1	<0.1	0.8	<0.1
<i>Paroctopus dofleini</i>					6	0.3	14.9	2.4	6	0.1	14.9	0.8
<i>Todarodes pacificus</i>	42	1.2	14.7	1.2	25	1.4	10.6	1.7	67	1.3	25.3	1.3
<i>Loligo chinensis</i>	10	0.3	3.8	0.3	6	0.3	2.4	0.4	16	0.3	6.2	0.3
Total	3,496	100	1,274	100	1,799	100	616	100	5,295	100	1,891	100
Number of species		35				51				58		

**Table 2.** Seasonal variation in species composition of the catches collected by gill net and trammel net in the coastal waters off Wangdol-cho from 2002 to 2004

(A) 2002 year

Species	Feb.		May		Aug.		Nov.		Total	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Chelidoperca hirundinacea</i>					5	0.7			5	0.7
<i>Sebastes pachycephalus</i>			5	2.0					5	2.0
<i>Scombrops boops</i>			2	1.2					2	1.2
<i>Scomber japonicus</i>					1	0.1			1	0.1
<i>Dasycottus setiger</i>					5	0.8			5	0.8
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	50	4.1	11	0.9	53	4.4	1	0.1	115	9.4
<i>Sebastes steindachneri</i>			1	0.6	2	1.3			3	1.8
<i>Pterogobius zonoleucus</i>			1	0.0					1	0.0
<i>Zeus faber Linnaeus</i>							2	0.4	2	0.4
<i>Gadus macrocephalus</i>	436	188.2	20	12.9	28	12.7	9	5.2	493	219.1
<i>Gymnocanthus herzensteini</i>	2	0.5			13	5.1			15	5.6
<i>Arctoscopus japonicus</i>					2	0.1			2	0.1
<i>Kareius bicoloratus</i>					1	0.4			1	0.4
<i>Thamnaconus modestus</i>							48	13.0	48	13.0
<i>Ditrema temminckii</i>							3	0.4	3	0.4
<i>Engraulis japonicus</i>							1	0.0	1	0.0
<i>Eopsetta grigorjewi</i>	5	0.8	4	0.5	7	2.2	8	3.7	24	7.2
<i>Liparis tessellatus</i>					8	1.2			8	1.2
<i>Crystallias matsushimae</i>	1	0.1							1	0.1
<i>Zenopsis nebulose</i>					1	0.1			1	0.1
<i>Seriola quinqueradiata</i>			3	7.7					3	7.7
<i>Verasper variegatus</i>					1	0.7			1	0.7
<i>Sebastes thompsoni</i>	22	4.9	103	23.7	13	2.0	354	65.6	492	96.2
<i>Sebastes albofasciatus</i>					1	0.3			1	0.3
<i>Alcichthys alcicornis</i>	6	0.5	6	0.4	52	4.3	17	3.0	81	8.2
<i>Cookeolus japonicus</i>							1	0.2	1	0.2
<i>Erythrocles schlegelii</i>	3	0.4							3	0.4
<i>Hyperoglyphe japonica</i>					15	8.9			15	8.9
<i>Neoditrema ransonneti</i>					1	0.0	3	0.1	4	0.2
<i>Pleurogrammus azonus</i>	37	17.1	5	2.7	69	23.0	36	25.5	147	68.3
<i>Seriola dumerili</i>			2	15.8					2	15.8
<i>Sebastes schlegeli</i>					7	1.2	123	33.3	130	34.5
<i>Clidoderma asperrimum</i>	1	1.8							1	1.8
<i>Hexagrammos otakii</i>							8	5.2	8	5.2
<i>Scorpaena miostoma</i>							1	0.2	1	0.2
<i>Microstomus achne</i>					1	0.7			1	0.7
<i>Pleuronectes herzensteini</i>	1	0.1			1	0.3			2	0.4
<i>Monocentris japonica</i>			1	0.1	3	0.3			4	0.4
<i>Clupea pallasii</i>	2	0.7							2	0.7
<i>Fistularia commersonii</i>							2	0.9	2	0.9
<i>Okamejei kenojei</i>			1	0.0			1	9.0	2	9.0
<i>Pseudolabrus japonicus</i>							1	0.1	1	0.1
<i>Lophius litulon</i>					2	2.4	2	2.6	4	5.0
<i>Sepia esculenta</i>			1	0.8					1	0.8
<i>Paroctopus dofleini</i>	1	2.0			2	3.7			3	5.7
<i>Todarodes pacificus</i>					14	4.1	2	0.3	16	4.5
<i>Loligo chinensis</i>							16	6.2	16	6.2
Total	567	221	166	69	308	81	639	175	1,680	547
Number of species	13		15		26		21		47	

(B) 2003 year

Species	Feb.		May		Aug.		Nov.		Total	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Sebastes pachycephalus</i>			1	0.1					1	0.1
<i>Scombrops boops</i>			2	1.0					2	1.0
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	26	2.1	126	10.8	57	4.4	28	2.2	237	19.5

Table 2. (B) 2003 year Continued.

Species	Feb.		May		Aug.		Nov.		Total	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Sebastes steindachneri</i>	4	1.0			1	0.2			5	1.2
<i>Gadus macrocephalus</i>	2	0.8			247	106.2	29	13.7	278	120.7
<i>Gymnocanthus herzensteini</i>	15	1.5					3	0.6	18	2.0
<i>Pampus echinogaster</i>					1	0.1			1	0.1
<i>Eopsetta grigorjewi</i>	2	1.2							2	1.2
<i>Crystallias matsushimae</i>	2	0.4			1	0.1			3	0.5
<i>Parapristipoma trilineatum</i>							1	0.3	1	0.3
<i>Seriola lalandi</i>			1	6.5					1	6.5
<i>Sebastes thompsoni</i>	135	28.0	6	0.8			8	1.7	149	30.5
<i>Alcichthys alcicornis</i>			3	0.3	33	7.1	96	22.0	132	29.4
<i>Psenopsis anomala</i>							2	0.3	2	0.3
<i>Sebastiscus marmoratus</i>			1	0.5			1	0.0	2	0.6
<i>Hyperoglyphe japonica</i>							1	5.3	1	5.3
<i>Neoditrema ransonneti</i>	1	0.1							1	0.1
<i>Pleurogrammus azonus</i>	24	9.6	104	39.9	873	366.8	409	169.9	1,410	586.1
<i>Sebastes schlegeli</i>	12	5.5	1	0.2	2	0.3			15	5.9
<i>Clidoderma asperrimum</i>	1	0.3							1	0.3
<i>Hexagrammos otakii</i>			1	0.3					1	0.3
<i>Sebastes owstoni</i>					21	8.2			21	8.2
<i>Paroctopus dofleini</i>	2	9.0			1	0.2			3	9.2
<i>Todarodes pacificus</i>					29	11.5	10	4.2	39	15.8
Total	226	59	246	60	1,266	505	588	220	2,326	845
Number of species	12		10		11		11		24	

(C) 2004 year

Species	Feb.		May		Aug.		Nov.		Total	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Gymnocanthusintermedius</i>					14	2.6			14	2.6
<i>Scomber japonicus</i> Houttuyn							1	0.2	1	0.2
<i>Dasycottus setiger</i>			2	0.3					2	0.3
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	7	0.6	23	2.2	1	0.2	1	0.1	32	3.0
<i>Paralichthys olivaceus</i>			1	0.6					1	0.6
<i>Gadus macrocephalus</i>	6	1.4	17	4.0	153	55.9	67	29.6	243	91.0
<i>Gymnocanthus herzensteini</i>			3	0.4	26	3.4			29	3.8
<i>Kareius bicoloratus</i>					1	1.0			1	1.0
<i>Thamnaconus modestus</i>					1	0.1			1	0.1
<i>Ditrema temminckii</i>			1	0.1					1	0.1
<i>Engraulis japonicus</i>	1	0.0							1	0.0
<i>Eopsetta grigorjewi</i>	1	0.4							1	0.4
<i>Liparis tessellatus</i>			1	0.2					1	0.2
<i>Seriola quinqueradiata</i>			1	3.6			1	8.3	2	11.9
<i>Sebastes inermis</i>							1	0.1	1	0.1
<i>Sebastes thompsoni</i>	7	1.4	2	0.4	4	0.7	225	35.0	238	37.5
<i>Sebastiscus tertius</i>							1	0.1	1	0.1
<i>Alcichthys alcicornis</i>	10	1.0	12	2.3	5	0.9	16	1.5	43	5.6
<i>Chelidonichthys spinosus</i>			1	0.3	1	0.2			2	0.5
<i>Hyperoglyphe japonica</i>							3	2.9	3	2.9
<i>Neoditrema ransonneti</i>			1	0.0					1	0.0
<i>Pleurogrammus azonus</i>	266	112.3	5	3.2	223	135.4	136	68.5	630	319.4
<i>Sebastes schlegeli</i>	5	1.3	1	0.5	7	2.5	5	2.4	18	6.8
<i>Clidoderma asperrimum</i>			1	1.0					1	1.0
<i>Hexagrammos otakii</i>	1	2.0							1	2.0
<i>Microstomus achne</i>	2	0.5							2	0.5
<i>Okamejei kenojei</i>			1	1.3					1	1.3
<i>Sebastes owstoni</i>					3	0.7	1	0.2	4	0.8
<i>Lophius litulon</i>					1	0.6			1	0.6
<i>Todarodes pacificus</i>					2	0.6	10	4.4	12	5.1
Total	306	121	73	20	442	205	468	153	1,289	499
Number of species	10		16		14		13		30	

는 큰 수온 차이를 보이지 않았다. 50m층은 2월 9.3~10.8°C, 5월 6.1~13.7°C, 8월 11.1~14.2°C 및 11월 9.5~14.6°C의 분포로 5월과 11월에 연도별로 5°C 이상의 큰 수온 차이를 보였다. 따라서 표층에 비해서 50m층의 연도별 수온 차이가 큰 것으로 나타났으며, 이는 북한한류의 세기에 영향을 받은 것으로 나타났다.

## 2. 종조성 및 계절 변동

왕돌초 해역에서 홀자망과 삼중자망에 의해 어획된 어종은 총 15목 34과 58종으로, 어류가 54종이었고, 두족류가 4종이었다. 어획된 어종 중에서 썸뱅이목(Scorpaeniformes) 어종이 19종으로 가장 많았고, 다음으로 농어목(Perciformes) 어종이 17종으로 많았으며, 이들이 전체 출현종수의 62.1%로 대부분을 차지하였다. 개체수는 조사기간 동안 총 5,295개체가 어획되었는데, 이 중에서 임연수어(*Pleurogrammus azonus*)가 41.3%로 가장 많이 어획되었고, 다음으로 대구(*Gadus macrocephalus*)가 19.2%, 불볼락(*Sebastes thompsoni*)이 16.6%가 어획되어 이들 3종이 총 개체수의 77.1%를 차지하였으며, 나머지 55종이 22.9%를 차지하였다. 생체량에 있어서는 총 1,891 kg 중에서 임연수어가 51.5%로 절반 이상을 차지하였고, 다음은 대구가 22.8%로 이들 2종이 총 생체량의 74.3%를 차지하였으며, 나머지 56종이 25.7%를 차지하였다(Table 1).

종별 출현 빈도를 살펴보면, 기름가자미(*Glyptocephalus stelleri*), 임연수어는 전 조사기간 동안 출현하였고, 대구, 불볼락, 빨간횃대(*Alcichthys alcicornis*), 조피볼락(*Sebastes schlegeli*)은 9~11회 출현하였으며, 대구횃대(*Gymnocanthus herzensteini*), 물가자미(*Eopsetta grigorjewi*), 살오징어(*Todarodes pacificus*)는 6회, 노랑볼락(*Sebastes steindachneri*), 인상어(*Neoditrema ransonneti*), 문어(*Paroctopus dofleini*), 물미거지(*Crystallias matsushimae*), 방어(*Seriola quinqueradiata*), 연어병치(*Hyperoglyphe japonica*), 줄가자미(*Clidoderma asperimum*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*), 홍어(*Okamejei kenojei*), 황볼락(*Sebastes owstoni*), 황아귀(*Lophius litulon*)는 3~4회, 개볼락(*Sebastes pachycephalus*), 게르치(*Scombrops boops*), 고등어(*Scomber japonicus*), 고무걱정어(*Dasycottus setiger*), 돌가자미(*Kareius bicoloratus*), 말취치(*Thamnaconus modestus*) 등은 1~2회로 출현 빈도가 낮았다(Table 2).

홀자망에 의해 어획된 어종은 총 11목 22과 35종으로, 어류가 33종이었고, 두족류가 2종이었다. 조사기간 동안 어획된 개체수는 총 3,496개체로, 이 중에서 임연수어가 48.3%로 가장 많았고, 다음으로 대구가 20.3%, 불볼락이 17.1%를 차지하였으며, 나머지 어종들은 5% 미만이었다. 생체량에 있어서는 총 1,274 kg 중에서 임연수어가 58.8%로 가장

많이 어획되었으며, 다음으로 대구가 23.1%, 불볼락이 8.9%를 차지하였고, 나머지 어종들은 5% 미만이었다(Table 1).

삼중자망에 의해 어획된 어종은 총 15목 30과 51종으로, 어류가 47종, 두족류가 4종이었으며, 홀자망에 의한 어획물보다 높은 출현종수를 나타내었다. 삼중자망에 의한 어획물은 홀자망보다 낮은 출현량을 보였는데, 조사기간 동안 어획된 개체수는 1,799개체로 이 중에서 임연수어가 27.6%로 가장 많았고, 다음으로 대구가 16.9%, 불볼락이 15.6%, 기름가자미가 15.3%, 빨간횃대가 8.8%를 차지하였으며, 나머지 어종들은 5% 미만이었다. 생체량에 있어서는 총 616 kg 중에서 임연수어가 36.3%로 가장 많이 어획되었고, 다음으로 대구가 22.1%, 불볼락이 8.3%를 차지하였으며, 나머지 어종들은 5% 미만이었다(Table 1).

계절별로는 2002년 8월에 26종으로 가장 많은 어종이 출현하였고, 2003년 5월과 2004년 2월에 각각 10종으로 출현종수가 가장 적었다. 2003년에는 계절별 출현종수가 10~12종으로 큰 차이가 없었으나, 2002년과 2004년에는 수온이 상승하는 봄철 이후 출현종수가 증가하였다가 수온이 낮은 겨울철에는 출현종수가 감소하였다. 조사기간 동안 출현한 계절별 총 출현종수는 여름철에 32종으로 가장 많은 어종이 출현하였고, 가을철에 31종, 봄철에 27종이 출현하였으며, 겨울철에 19종으로 출현종수가 가장 적었다. 개체수 및 생체량은 2003년 여름철에 1,266개체, 505 kg으로 가장 높았고, 2004년 봄철에 73개체, 20 kg으로 가장 낮았다. 조사기간 동안 출현한 계절별 총 개체수 및 생체량은 여름철에 2,016개체, 791 kg으로 가장 높았고, 봄철에 485개체, 150 kg으로 가장 낮았다. 개체수 및 생체량 역시 수온이 상승함에 따라 증가하여 여름철과 가을철에 높은 출현량을 나타내었고, 수온이 낮은 겨울철과 봄철에는 출현량이 낮아지는 경향을 보였다(Table 2, Fig. 3).

조사기간 동안의 종다양도지수(H')는 2002년 여름철과 2004년 봄철에 각각 2.44, 2.04로 높은 값을 나타내었고, 임연수어의 출현율(87%)이 높았던 2004년 겨울철이 가장 낮았다. 종다양도지수 역시 수온이 낮은 겨울철에 상대적으로 낮은 값을 나타내었다(Fig. 3).

계절별 주요 우점종은 2002년 겨울철에는 대구, 기름가자미, 임연수어, 불볼락이었으며, 봄철에는 불볼락, 대구, 기름가자미, 여름철에는 임연수어, 빨간횃대, 가을철에는 불볼락, 조피볼락, 말취치, 임연수어이었다. 2003년에는 겨울철에 불볼락, 기름가자미, 임연수어이었고, 봄철에는 기름가자미, 임연수어, 여름철에는 임연수어, 대구, 가을철에는 임연수어, 빨간횃대, 대구이었다. 2004년에는 겨울철에 임연수어, 빨간횃대, 봄철에는 기름가자미, 대구, 빨간횃대, 여름철에는 임연수어, 대구, 대구횃대, 가을철에는 불볼락, 임연수어, 대구이었다.

연도별 종별 출현 빈도를 살펴보면, 2002년에는 기름가

자미, 대구, 물가자미, 불볼락, 빨간횃대, 임연수어가 4회 출현하였고, 2003년에는 기름가자미, 임연수어, 대구, 불볼락, 빨간횃대, 조피볼락이 3~4회, 2004년에는 기름가자미, 대구, 불볼락, 빨간횃대, 임연수어, 조피볼락이 4회 출현하였으며, 나머지 어종들은 2회 이하로 연도 및 계절에 따른 종조성 변동이 심하였다.

따라서 왕돌초 해역에는 기름가자미, 대구, 불볼락, 빨간횃대, 임연수어, 조피볼락 등과 같은 어종들이 주거종(resident species)인 것으로 보이며, 또한 주요 우점종들이었다.

수심별 출현종수는 50m에서 40종으로 가장 많았고, 120m에서 15종으로 가장 적어 수심이 깊어질수록 출현종수가 감소하였다. 개체수 및 생체량은 수심 75m에서 2,037개체, 725kg으로 가장 많이 출현하였고, 수심 50m에서 905개체, 266kg이 출현하여 가장 적었다. 수심별 주요 우점종을 살펴보면, 수심 50m에서는 불볼락, 조피볼락, 임연수어가, 수심 75m에서는 임연수어, 대구, 불볼락이, 수심 100m에서는 임연수어, 대구, 빨간횃대가, 수심 120m에서는 임연수어, 대구, 기름가자미, 살오징어가 가장 우점하는 것으로 나타났다(Fig. 4).

### 3. 중간 유사성

조사기간 동안 3회 이상 출현한 20종의 중간 유사성을

나타낸 수상도는 Fig. 5와 같으며, 유사도 지수 40 수준에서 3개의 무리로 구분할 수 있었다. 무리 'A'는 살오징어, 황볼락, 연어병치 등으로 수온이 높은 시기인 여름철과 가을철에 주로 출현한 종들이었다. 무리 'B'는 임연수어, 대구, 빨간횃대, 기름가자미, 불볼락, 조피볼락, 대구횃대 등으로, 이 종들은 조사기간 동안 거의 지속적으로 출현한 종들로 왕돌초 해역의 주거종인 것으로 판단된다. 그리고 무리 'C'는 문어, 물미거지, 노랑볼락, 줄가자미 등으로 이 종들은 주로 수온이 낮은 겨울철과 봄철에 주로 출현한 종들이었다.

### 4. 종조성 주성분 분석

조사기간 동안 3회 이상 출현한 20종을 대상으로 계절별 종조성 자료를 사용하여 주성분 분석한 결과, 제I 및 제II성분의 분산이 각각 64.3%, 10.8%로 총 분산의 75.1%를 차지하였다. 계절별 PC score를 제I-II주성분축에 대해 그래프로 나타낸 결과(Fig. 6), 수온이 감소하여 낮은 수온을 나타내는 2002년 2월, 2003년 11월, 2004년 2월, 11월에 제I성분축의 양의 방향으로 멀리 떨어져 위치하였다. 제I성분축에 양의 가중치를 준 종들은 임연수어, 대구, 불볼락, 기름가자미, 빨간횃대, 조피볼락 등으로 Fig. 5에서 무리 'B'에 속하는 왕돌초 해역의 주거종들이었다.

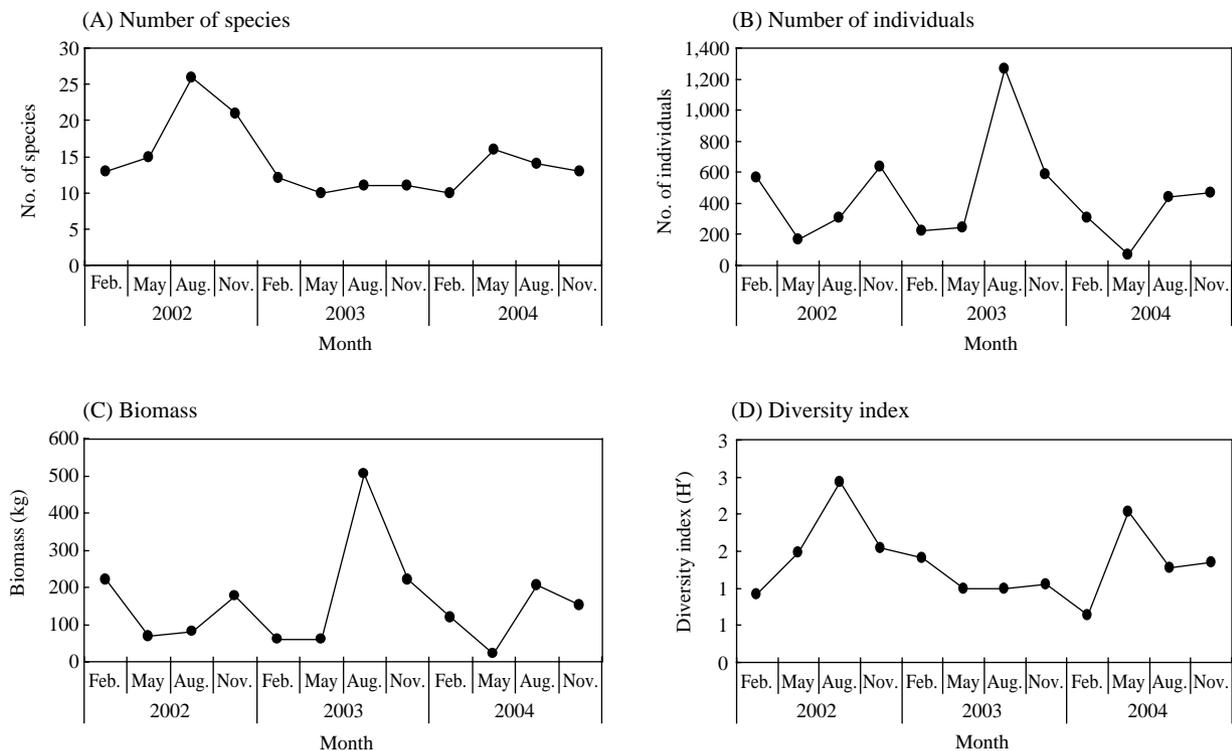
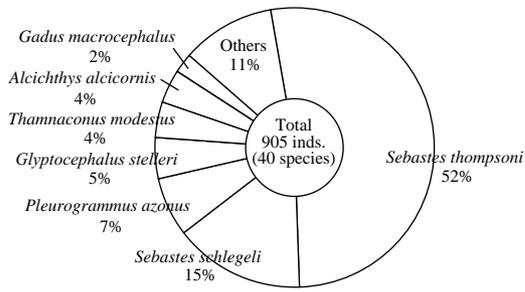
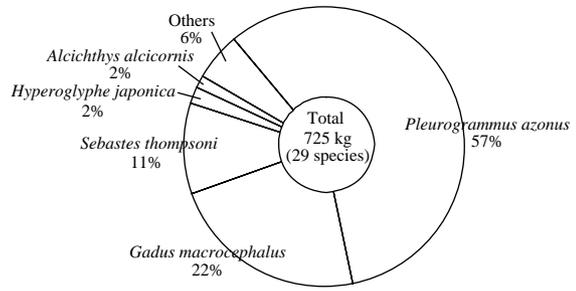
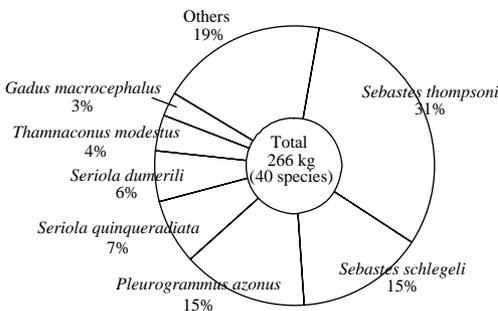
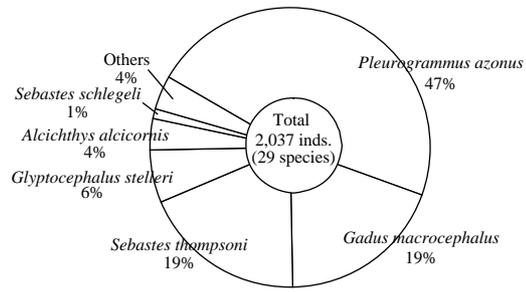


Fig. 3. Seasonal variations of number of species (A), number of individuals (B), biomass (C), and diversity index (D) collected by gill net and trammel net in the coastal waters off Wangdol-cho from 2002 to 2004.

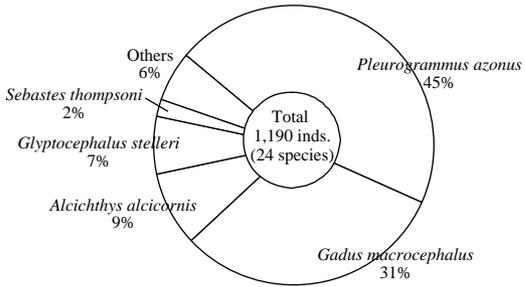
(A) 50 m



(B) 75 m



(C) 100 m



(D) 120 m

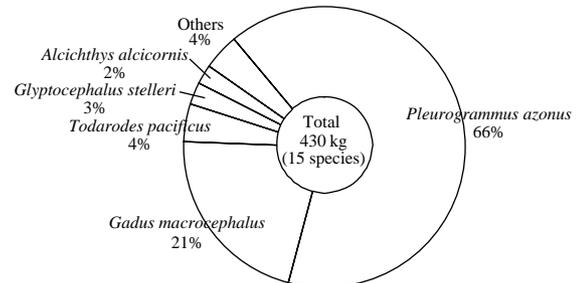
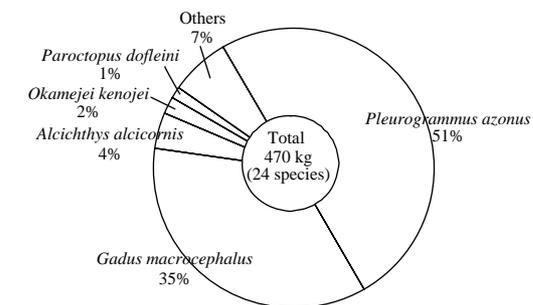
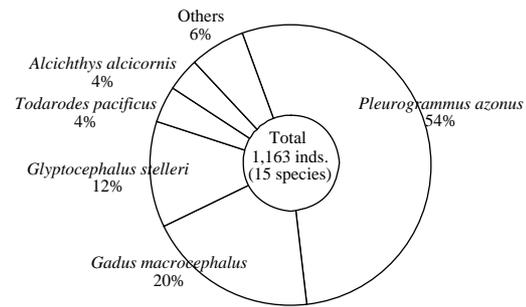


Fig. 4. The dominant species by depth in the coastal waters off Wangdol-cho from 2002 to 2004.

5. 주요 우점종의 체장조성

Fig. 7은 홀자망과 삼중자망에서 채집된 주요 우점종의 체장조성을 나타낸다. 홀자망과 삼중자망에 의해 어획된 임연

수어의 평균체장(FL)은 각각 32.4 cm와 32.6 cm로 큰 차이가 없었고, 28 cm 미만의 미성숙개체(국립수산과학원, 2004)는 거의 어획되지 않았다. 대구는 홀자망과 삼중자망에 의해 어획된 개체의 평균체장(TL)이 각각 34.3 cm와 35.6 cm

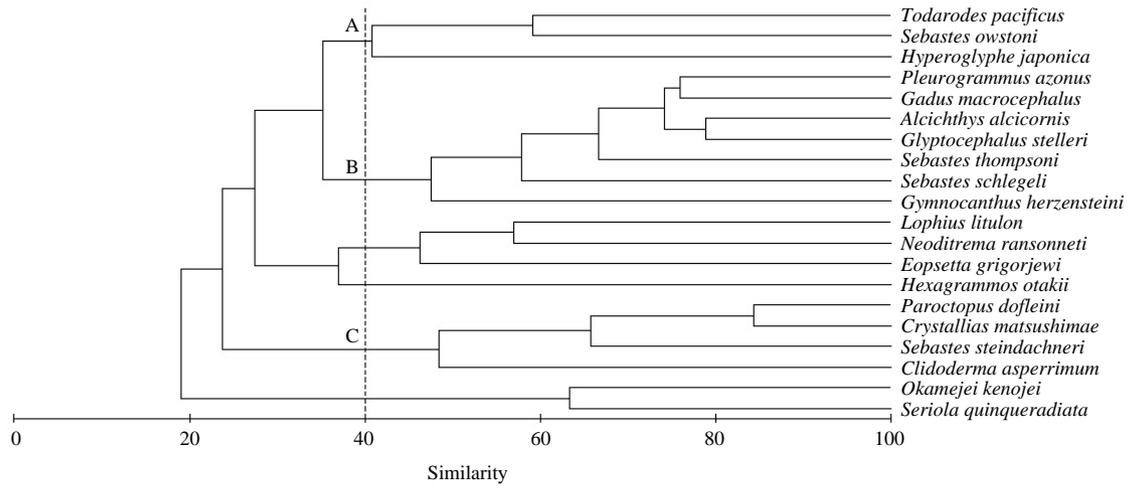


Fig. 5. Dendrogram based on cluster analysis of species composition of catches collected by gill net and trammel net in the coastal waters off Wangdol-cho.

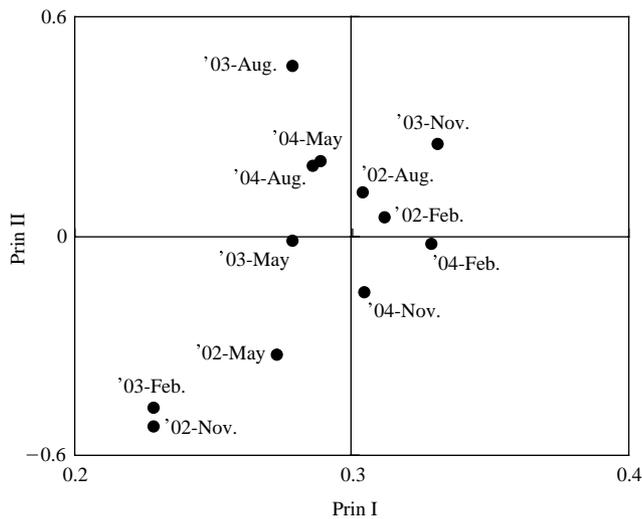


Fig. 6. Scattered diagram showing the sampling months on the principal component axes determined by principal component analysis of species composition.

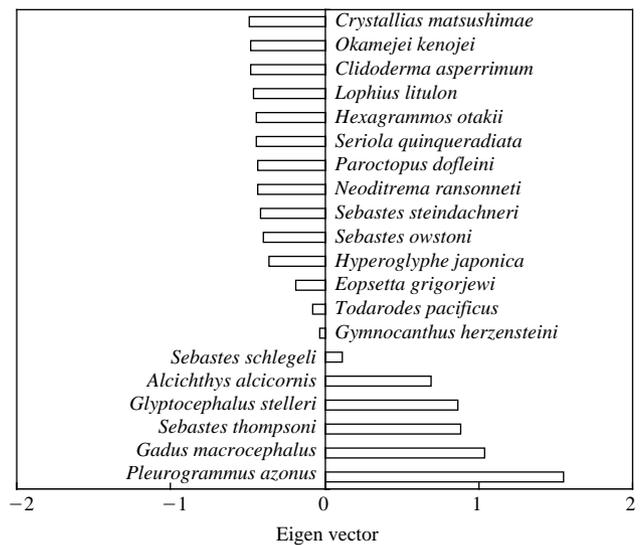


Fig. 7. Loadings of variables (Eigen vectors) on the first principal component.

로 삼중자망에 의한 어획물이 약 1 cm 정도 컸으며, 대부분 56 cm 미만의 미성숙개체(차 등, 2007)가 어획되었다. 불볼락은 홑자망에 의해 어획된 개체의 평균체장(TL)이 23.0 cm로 삼중자망보다 약 1 cm 정도 컸으며, 22 cm 미만의 미성숙개체(국립수산과학원, 2004)의 어획비율은 삼중자망이 35%로 홑자망보다 높았는데, 특히 19 cm 이하의 소형개체들이 많이 어획되었다. 기름가자미는 홑자망과 삼중자망에 의한 어획개체의 평균체장(TL)이 각각 23.1 cm와 22.9 cm로 큰 차이가 없었으나, 23 cm 미만의 미성숙개체(권, 2007)의 어획비율은 삼중자망이 52%로 홑자망보다 다소 높았다.

## 고찰

왕돌초 주변해역에서 행해지는 어업으로는 자망어업, 통발어업, 채낚기어업, 트롤어업, 저인망어업, 연승어업, 잠수기어업 등이 있는데, 이 중에서 주요 어업은 자망, 통발 그리고 채낚기어업이다(이와 명, 2003). 또한, 왕돌초 주변해역은 이중이상자망어업의 사용율 허용(면적 약 361 km<sup>2</sup>)하고 있다. 일반적으로 대상해역에 대한 어류상 조사에서는 정치망, 트롤 또는 자망 등이 많이 사용되고 있는데, 왕돌초 해역의 경우 압초지대라는 해저지형의 특성상 정치망이나 트

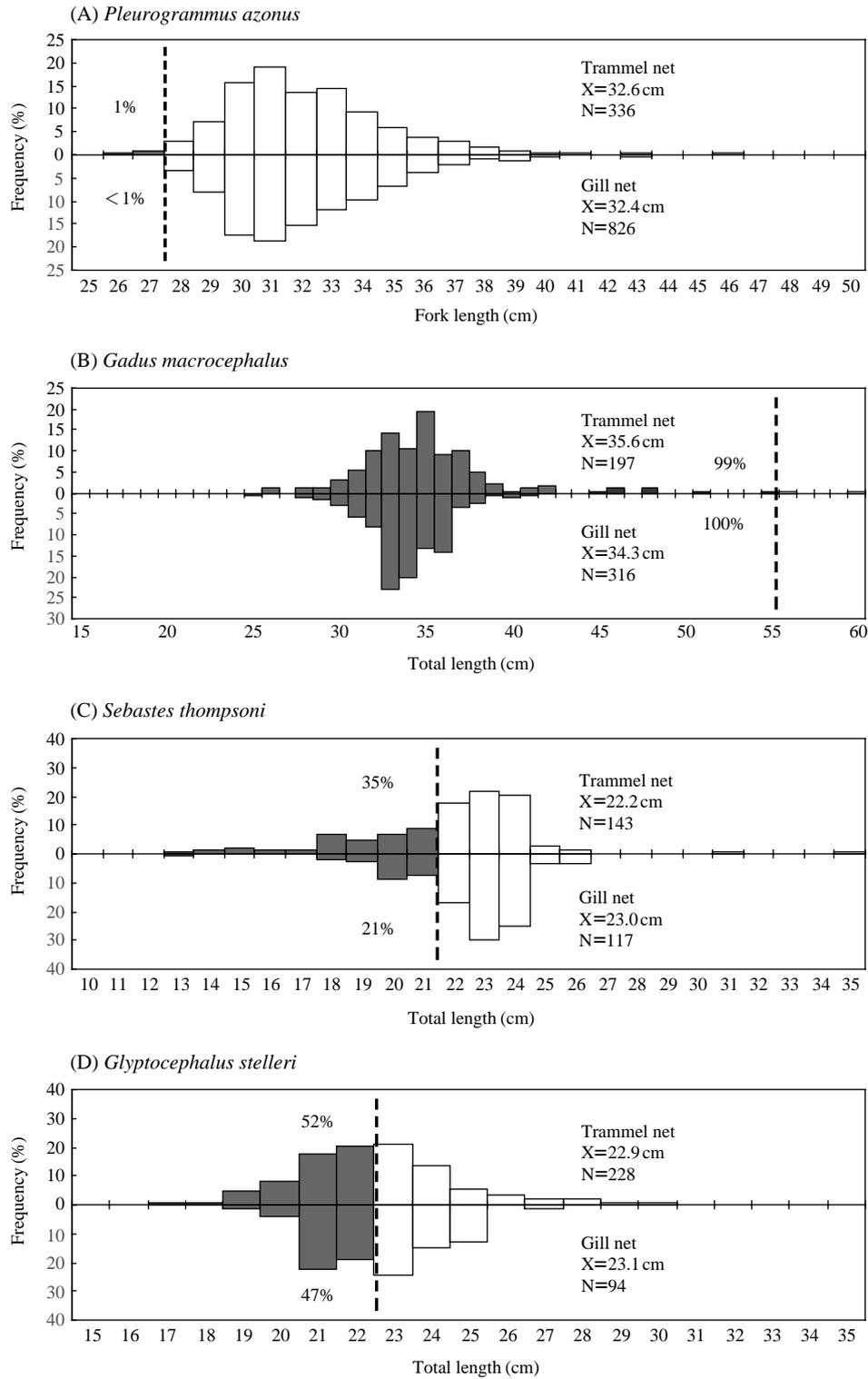


Fig. 8. Size frequency distribution of the dominant species in the coastal waters off Wangdol-cho. A black indicates an immature individual and a white indicates a mature individual.

를 이용하여 조사하기에는 무리가 있었다. 따라서 본 연구에서는 왕돌초 주변해역에서의 주 어업인 홀자망과 삼중

자망을 사용하여 채집된 어종의 종조성 및 계절 변동을 비교·분석하였다.

조사기간 동안 홀자망과 삼중자망에 의해 채집된 어종은 총 15목 34과 58종으로, 이 중에서 썸뱅이목과 농어목 어종이 36종으로 가장 많았다. 홀자망에서 채집된 어종은 11목 22과 35종이었고, 삼중자망에서 채집된 어종은 15목 30과 51종으로 홀자망보다 삼중자망에서 다양한 어종들이 어획되었다. 이러한 요인은 어획 메카니즘상 홀자망은 대상어종이 그물에 낚히게 됨으로써 포획되는 어구이고, 삼중자망은 그물에 얽히게 됨으로써 포획되는 어구이므로, 홀자망의 경우는 반저서성 어종인 임연수어, 대구 등과 같은 특정어종이 다획되었고, 삼중자망은 암초지역과 같은 곳에 주로 부설되므로 저서성 어종 뿐만 아니라 암초지대에 서식하는 어종까지 어획되었기 때문으로 생각된다. 따라서 왕돌초 주변해역에 대한 생물상은 홀자망보다 삼중자망에 의한 결과가 더 잘 반영하는 것으로 사료되고, 본 연구에서는 부어류에 대한 생물상 조사는 이루어지지 않았다.

본 연구에서 채집된 어종들은 왕돌초 해역에 주거하는 것으로 판단되는 종들이 주를 이루었고, 시기에 따라 회유성 어종과 난류성 어종들이 소량 채집되었다. 계절별 출현종수에서 나타난 바와 같이, 출현종수는 수온이 상승하는 봄철 이후 증가하였다가 수온이 하강하여 저수온을 나타내는 겨울철에 감소하는 경향을 보였다. 즉, 북쪽에서 남하는 북한한류의 영향을 강하게 받는 겨울철에는 주로 한류성 어종 또는 정착성 어종인 대구, 횡대류, 볼락류, 가자미류, 임연수어 등의 어종들이 출현하였는데, 이들은 전 조사기간 동안 지속적으로 출현한 종들로 중간 유사성의 수상도(Fig. 5)에서 무리 'B'에 속하는 종들이었다. 그리고 남쪽에서 북상하는 대마난류의 영향을 받는 여름철과 가을철에는 이러한 어종들 외에도 난류성 어종 또는 주로 남쪽에 서식하는 각시돔(*Chelidoperca hirundinacea*), 고등어, 멸치(*Engraulis japonicus*), 방어, 벤자리(*Parapristipoma trilineatum*), 뽕돔(*Cookeolus japonicus*), 셋돔(*Psenopsis anomala*), 덕대(*Pampus echinogaster*), 붉감쟁(*Sebastes albofasciatus*), 주굴감쟁(*Scorpaena miostoma*), 연어병치, 홍대치(*Fistularia commersonii*) 등의 어종들이 출현하였다.

국립수산진흥원(1977)의 조사 자료에 의하면, 왕돌초 주변해역에는 어류가 26종, 두족류는 1종이 분포하는 것으로 확인되었고, 주요 우점종은 볼락(*Sebastes inermis*), 임연수어, 대구 등으로, 특히 이 시기에 명태(*Theragra chalcogramma*)가 2~8월까지 어획된 것으로 보고하였다. 주요 우점종은 본 연구에서도 임연수어와 대구로 시대별 큰 차이가 없었다. 그러나 국립수산진흥원(1977)의 연구결과는 수협위판 자료에 의한 조사결과이기 때문에 시대별 어종변화에 대해서는 직접적으로 비교하기가 어려웠다.

이와 명(2003)에 의해 2002년 8월과 11월에 수행한 잠수조사 결과에서는 본 연구에서 출현한 종 외에 미역치(*Hypodytes rubripinnis*), 가시망둑(*Pseudoblennius cottoides*),

능성어(*Epinephelus septemfasciatus*), 자리돔(*Chromis notatus*), 흑돔(*Semicossyphus reticulatus*) 등 17종이 더 확인되었으며, 2001년 춘, 추계 조사시에는 벵에돔(*Girella punctata*), 참치방어(*Elagatis bipinnulata*), 잭방어(*Seriola dumerili*), 줄도화돔(*Apogon semilineatus*), 파랑돔(*Pomacentrus coelestis*), 거북복(*Ostracion immaculatus*) 등이 확인되어 왕돌초 주변해역에 출현한 종은 80종 이상 되는 것으로 추정된다.

그러나 여름철과 가을철에 출현한 어종들은 주로 대마난류의 확장시기 및 시기에 따라 왕돌초 주변해역으로의 출현 및 지속 여부가 결정되고, 또한 최근 동해안 수온상승으로 인해 아열대성 어종들이 빈번하게 출현하고 있어 이러한 현상들에 대해서는 지속적인 모니터링을 통해 그 현상을 구명하는 종합적인 연구가 필요할 것이다.

시기별 출현종수에 있어서 강원 고성연안에서는 8월과 10월에 각각 20종과 21종(유 등, 2005), 경북 흥해연안에서는 9월에 17종(황 등, 1997), 울산연안에서는 6월과 8월에 각각 50종과 46종(한 등, 2002), 그리고 본 연구에서는 8월과 11월에 각각 32종과 31종으로 높은 출현종수를 나타내어 지역간 출현종수에는 차이가 있지만, 동해안의 경우 주로 여름철과 가을철에 많은 어종들이 출현함을 알 수 있었다.

지역별 출현종수는 강원 고성연안에서 59종(유 등, 2005), 경북 흥해연안에서는 28종(황 등, 1997), 울산연안에서 89종(한 등, 2002), 그리고 본 연구에서는 58종으로 울산연안에서 가장 높은 출현종수를 보였고, 주요 출현종은 강원 고성연안에서는 대구, 전갱이(*Trachurus japonicus*), 참가자미(*Pleuronectes herzensteini*)가(유 등, 2005), 경북 흥해연안에서는 볼락, 쥐노래미, 쥐치(*Stephanolepis cirrifer*)가(황 등, 1997), 울산연안에서는 고등어, 전갱이, 멸치가(한 등, 2002), 그리고 본 연구에서는 임연수어, 대구가 우점하였는데, 이러한 차이는 조사어구 및 방법에 따른 차이도 있겠지만 해양환경의 차이에서도 기인한 것으로 생각된다. 즉, 동해 중부해역의 경우 북한한류의 강한 영향으로 비교적 출현어종이 단순하고 한류성 어종이 우점을 차지하고 있는 반면, 동해 남부해역은 출현어종이 다양하고 난류성 어종이 우점을 차지하고 있으며, 왕돌초 해역은 한류성 어종이 우점을 차지하고 있으나, 난류성 어종의 왕래가 동해 중부지역보다는 활발히 이루어지고 있는 것으로 보인다.

과거 출현하였던 명태가 과도한 어획 및 해양환경 변화 등으로 사라지고, 주요 출현종들의 어체크기가 특히 대구의 경우 어획물의 대부분이 미성숙개체인 점으로 미루어보아 왕돌초 주변어장 내 수산자원을 효과적으로 이용하기 위해서는 적절한 자원보호 및 관리가 시급한 것으로 생각된다.

왕돌초 해역은 지리적 여건상 연안과 근해의 중간적 위치에 있고, 각종 플랑크톤이 풍부하여 먹이생물이 원활히

공급되어 동해 연근해 어족자원의 성육장 및 산란장으로서 매우 중요한 역할을 제공할 뿐만 아니라 다양한 생물들이 왕래할 수 있는 서식환경까지 제공하고 있다. 따라서 이러한 어장으로부터 안정적이고 높은 어업생산성 확보를 도모하기 위해서는 지속적인 모니터링을 통해 해양환경을 고려한 종합적인 연구가 추진되어야 할 것이다.

## 요 약

왕돌초 해역에 출현하는 어종들의 계절 변동을 알아보기 위해 2002년부터 2004년까지 혼자망과 삼중자망어구를 사용하여 어획물의 종조성과 양적 변동을 분석하였다.

조사기간 동안 출현한 어종수는 총 15목 34과 58종으로 썸뱅이목(Scorpaeniformes)과 농어목(Perciformes) 어종이 전체 출현종수의 62.1%를 차지하여 가장 많았고, 혼자망에서는 11목 22과 35종이, 삼중자망에서는 15목 30과 51종이 출현하였다. 계절별 출현종수는 수온이 높은 여름철과 가을철에 각각 32종과 31종으로 많았고, 수온이 낮은 겨울철에 19종으로 가장 적었다. 채집된 개체수 및 생체량은 각각 총 5,295개체, 1,891 kg으로, 여름철과 가을철에 높았고 겨울철과 봄철에 낮았으며, 주요 우점종은 임연수어(*Pleurogrammus azonus*)와 대구(*Gadus macrocephalus*), 기름가자미(*Glyptocephalus stelleri*), 불볼락(*Sebastes thompsoni*), 빨간횃대(*Alcichthys alcicornis*), 조피볼락(*Sebastes schlegeli*)으로 이 종들은 조사기간 동안 거의 지속적으로 출현하여 본 해역의 주거종으로 나타났다.

## 사 사

이 연구는 국립수산물과학원(동해연안어업자원조사, RP-2008-FR-029)의 지원에 의해 수행되었습니다. 본 논문의 자료 분석에 도움을 주신 부경대학교 김진구 교수님께 감사드립니다.

## 인 용 문 헌

국립수산물과학원. 1999a. 태평양산 원양어류도감. 한글그라픽스.

부산, 912pp.  
 국립수산물과학원. 1999b. 한국연근해 유용연체동물도감, 도서출판 구덕, 부산, 197pp.  
 국립수산물과학원. 2004. 한국연근해 유용어류도감. 제2판. 한글출판사, 부산, 333pp.  
 국립수산물과학원. 2005. 세계 유용두족류도감. 예문사, 부산, 212pp.  
 국립수산물진흥원. 1977. 울진근해 왕돌암 어장 개발 조사보고. 사업보고 제38호. 58pp.  
 권혁찬. 2007. 동해안 기름가자미, *Glyptocephalus stelleri*의 성숙과 산란. 강릉대학교대학원 석사학위논문, 91pp.  
 명정구. 2002. 독도 주변의 어류상. 해양극지연구, 24: 449-445.  
 명정구 · 박병호 · 조선행 · 김종만. 2005. 다이빙 조사에 의한 여름철 울릉도 연안의 어류상. 한국어류학회지, 17: 84-87.  
 유정화 · 김병기 · 김진구 · 김현주. 동해 중부 연안에서 자망과 정치망에 어획된 어류 종조성의 계절변동. 한국어류학회지, 17: 279-286.  
 이광남 · 명정구. 2003. 동해 왕돌초 어장의 지속적 이용 및 관리 방안. 해양극지연구, 25: 331-345.  
 이태원. 1999. 영일만 저어류 종조성의 계절 변동. 한국수산학회지, 32: 512-519.  
 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 서울, 727pp.  
 차형기 · 이성일 · 윤상철 · 김영섭 · 전영열 · 장대수 · 양재형. 2007. 한국 동해안 대구, *Gadus macrocephalus* TILESIIUS의 성숙과 산란. 한국어업기술학회지, 43: 320-328.  
 최 윤 · 김지현 · 박종영. 2003. 한국의 바닷물고기. 2판. 교학사, 서울, 646pp.  
 한경호 · 김중현 · 백승록. 2002. 울산연안 定置網에 어획된 魚類의 종조성 및 양적변동. 한국어류학회지, 14: 61-69.  
 한경호 · 최수하 · 김복기 · 박종화 · 정달상. 1997. 영일만 연안 정치망 어장에 출현한 어류군집의 종조성 및 양적변동. 수진연구보고, 53: 13-54.  
 황선도 · 박영조 · 최수하 · 이태원. 1997. 삼중자망에 채집된 동해 홍해 연안어류의 종조성. 한국수산학회지, 30: 105-113.  
 Bray, J.R. and J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol. Monogr., 27: 325-349.  
 Kim, I.S. and W.O. Lee. 1993. Taxonomic revision of the scorpionfishes (Pisces: Scorpaenidae) with four new records from Korea. Korean J. Zool., 36: 452-475.  
 Shannon, C.E. and W. Wiener. 1963. The Mathematical Theory to Communication. Urbana, Univ. of Illinois Press, 125pp.

국립수산물과학원. 1999a. 태평양산 원양어류도감. 한글그라픽스.