

황해 동부해역 참홍어의 지리적 분포특성과 어획량 변동

장명훈 · 조현수¹ · 권대현 · 차병열 · 황자혜 · 한경남² · 임양재*

국립수산물연구원 서해수산연구소, ¹군산대학교 해양생산학과, ²인하대학교 해양과학과

Geographical Distribution and Catch Fluctuations of Mottled Skate, *Beringraja pulchra* in the Eastern Yellow Sea by Myunghun Jang, Hyun-soo Jo¹, Dae-hyun Kweon, Byung-yul Cha, Jahye Hwang, Kyung-nam Han² and Yang-jae Im* (West Sea Fisheries Institute, NFRDI, Incheon 400-420, Korea; ¹Department of Marine Science and Production, Kunsan Univ., Gunsan 573-701, Korea; ²Department of Ocean Sciences, Inha Univ., Incheon 402-751, Korea)

ABSTRACT Mottled skates, *Beringraja pulchra*, mainly found in the Yellow Sea were caught by otter trawl at 30 stations from 2002 to 2013 to identify the distribution patterns and ecology of the fish in the eastern Yellow Sea. A total of 442 individuals of mottled skate were caught at the 112 hauls of the total 892 hauls. The fish was widely distributed in the entire survey area in spring and autumn, and mainly caught in the northern offshore in summer and in the southern part in winter. The under-yearlings of the mottled skate were mainly caught in the offshore in spring and autumn. The mottled skates were found at the temperature ranges of 3.8~14.5°C, and the salinity of 31.2~34.2. The catch data of the fish suggested that water temperature be a critical factor for the distribution with the optimal ranges of 5~14°C. Salinity and water depth were not critical as much as the water temperature for the distribution of the mottled skates in the Yellow Sea. Also, the annual fluctuations of the fish catch were reviewed using the catch data from Korea fisheries cooperative and national statistics from 1991 to 2009.

Key words : Distribution, mottled skate, *Beringraja pulchra*, otter trawl, Yellow Sea

서 론

황해와 동중국해에서 어획되는 어류의 대부분은 봄에 상승하는 수온을 따라 회유하여 황해 연안을 주요 산란 및 성육장으로 이용하고 가을에 수온이 하강하면서 수심이 깊은 황해중부 및 동중국해로 이동하여 월동하는 것으로 알려져 있다 (국립수산물연구원, 2010). 황해에는 여름에 강한 태양복사열에 의한 계절적 수온약층의 형성으로 수직혼합이 제한되어 저층에 저온고염의 황해냉수가 형성되며 (Seung, 1987; Seung *et al.*, 1990), 이에 따라 대구와 같은 냉수성 어종들이 황해에서 여름을 지낼 수 있다. 황해의 수산자원은 해양환경의 변화와 남획 등으로 인하여 자원이 점차 감소하고 있다. 특히 서해지역 (인천, 경기, 충남 및 전북)

의 강달이류, 기타조기류, 가오리류, 갯장어 및 준치 등 어류의 2011년 이후 3년간 평균 생산량은 1990년대보다 10% 이하의 수준으로 감소하였으며, 서해의 수산자원에 대한 진단과 관리가 요구된다.

참홍어 (*Beringraja pulchra*)는 황해, 동해, 오후츠크해, 동중국해 및 일본 중남부 이남의 수심 40~100 m 사이에 서식하는 난생으로 알려져 있다 (Ishihara, 1990; 김 등, 2005). 분류학적으로도 중요한 종으로 눈가오리에서 참홍어로 국명이 변경되었으며 (정, 1999), 최근 홍어류 난각의 형태비교를 통해 *Raja* 속에서 새로운 *Beringraja* 속으로 변경되었다 (Ishihara *et al.*, 2012). 우리나라 수산업에서 차지하는 비중도 큰 편으로 이전부터 우리나라 서해 어업인의 주요 어획대상이었으나, 어종별 어업생산량 통계에 참홍어를 별도로 표기하기 시작한 시점이 2010년으로 생산량에 대한 정보조차 빈약한 실정이다. 더욱이 가오리류, 홍어류, 참홍어로 대별된 통계량이 연도별 지역별로 자료의 신뢰에 문제

*Corresponding author: Yang-jae Im Tel: 82-32-745-0620, Fax.: 82-32-745-0569, E-mail: ocean1982@korea.kr

가 있어 이에 대한 검토가 필요하다.

수산 생물의 자원관리 정책 수행을 위하여 참홍어에 관한 생물, 생태 및 자원학적 자료가 요구되어 우리나라 홍어류의 분류(정, 1999) 생식특성(연 등, 1997), 난각과 자어의 형태(조 등, 2010), 어획특성(조 등, 2011), 식품 영양(조 등, 2012, 2013) 등이 연구되었으나, 시공간적 분포나 연령과 성장 등의 생태 연구는 아직까지 보고된 바 없다.

따라서 본 연구는 우리나라 서해연안의 지역별 가오리류와 홍어류에 대한 어업생산통계 정보를 검토하고, 황해 동부해역에서 오테트럴을 이용하여 채집된 참홍어와 각 정점의 환경 특성을 분석하여 참홍어의 분포 특성을 파악하였다.

재료 및 방법

어획량 자료는 가오리류, 홍어류 및 참홍어 3개 품종에 대하여 통계청에서 제공하는 우리나라 어업생산동향(www.kosis.kr) 자료를 1990년부터 2013년까지 연도별 지역별로 구분하여 분석하였으며, 지역별 품종별 생산비율은 서해연안에서 수집된 수산업협동조합 위탁판매 자료를 이용하였다.

참홍어는 2002년부터 2013년까지 동경 124° 30' 부터 126° 30', 북위 34° 00' 부터 37° 30' 사이의 30개 해구에서 계절별로 오테트럴을 사용하여 2006년까지는 4계절, 2007년 이후에는 봄과 가을에만 채집하였다(Fig. 1). 조사에 이용된 오테트럴은 망폭 12~18 m, 끝자루망폭 18 mm이었다. 조사 기간 동안 총 892회의 오테트럴 채집 결과 112회의 채집에서 총 442개체의 참홍어를 채집하였으며, 채집된 참홍어는 전량 실험실에서 체반 폭과 중량을 각각 mm와 g 단위까지 측정하였다.

참홍어가 채집된 각 정점에서 CTD(Seabird, model 911)로 저층의 수온과 염분을 측정하였으며, 각 정점에서 채집된 참홍어의 개체수와 수심, 수온 및 염분과의 관계로부터 참홍어의 서식환경 특성을 분석하였다. 또한 계절별로 개체 크기에 따른 성장과 회유에 관한 생태적 특성을 파악하기 위하여 조사해역의 중앙지점인 동경 125° 30', 북위 35° 30' 을 기준으로 연안과 외해, 남부와 북부로 구분하여 분석하였다.

결 과

1. 어획생산통계

품종별 어업생산동향 자료는 1990년까지는 가오리류 한 품종만 구분하였다가 1991년부터 가오리류와 홍어류로 구

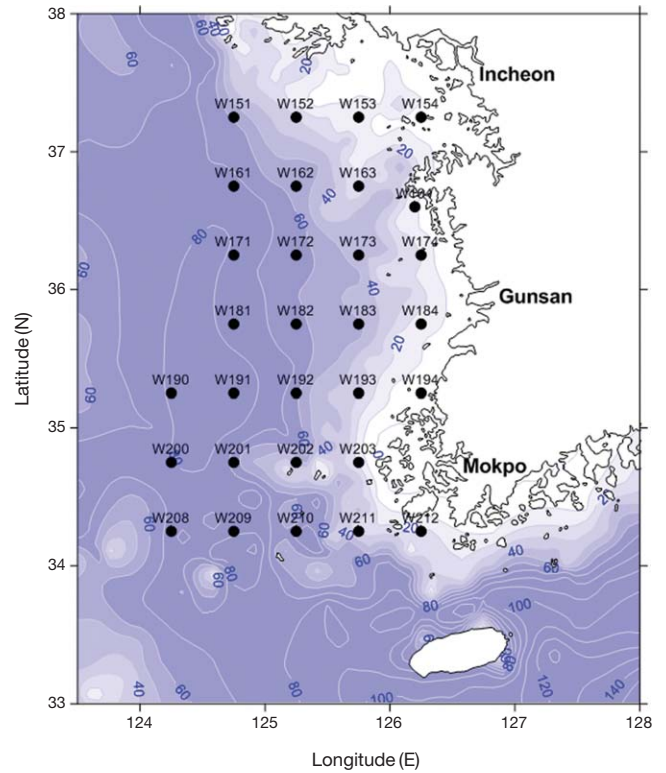


Fig. 1. Map showing the sampling stations with bathymetry for collecting mottled skate by an otter trawl in the eastern Yellow Sea from 2002 to 2013.

분하였으며, 2010년부터 참홍어를 별도로 어획생산량 통계를 등재하기 시작하여 현재 3개의 품종으로 구분하고 있다(Table 1).

인천지역의 가오리류 어획량이 1990년 3,846톤에서 1992년 507톤으로 급격하게 감소한 후 2009년까지 400톤 내외에서 변동하다 2010년 이후 100톤 이하로 감소하였다(Fig. 2-a). 충남지역은 2007년까지 가오리류의 어획량이 대부분을 차지하고 있으며 홍어류의 어획량은 10톤 이하로 매우 적은 편이었으나, 2008년 이후 가오리류와 홍어류의 어획량 비율이 역전 되었다(Fig. 2-b). 전라북도의 가오리류 어획량은 1990년 305톤에서 1991년 725톤으로 가장 많았다가 1996년 25톤으로 급격히 감소하여 최근까지 2007년과 2008년을 제외하고 100톤 이하로 어획되었으며, 홍어류의 어획량은 1995년부터 1999년까지 200톤 이상으로 비교적 많았다가 2000년대 초반 다시 감소하였고 2008년 이후 어획량이 다시 증가하였다(Fig. 2-c). 전라남도의 가오리류 어획량은 384톤에서 1,242톤의 범위였으며, 홍어류의 어획량은 200톤 이하로 가오리류에 비하여 적은 어획을 보이고 있다(Fig. 2-d).

지역별 가오리류, 참홍어 및 홍어류의 어획비율 변화는 수협 위탁판매 자료를 품종별로 구분하여 나타내었다

Table 1. Annual production of rays, mottled skate and skates from the Statistics Korea in the western province of Korea

Year	Incheon			Chungnam			Jeonbuk			Jeonnam		
	Rays	<i>B. pulchra</i>	Skates	Rays	<i>B. pulchra</i>	Skates	Rays	<i>B. pulchra</i>	Skates	Rays	<i>B. pulchra</i>	Skates
1990	3,846			249			305			1,129		
1991	2,614		2,392	219		6	725		0	1,372		90
1992	507		3,298	468		3	550		46	1,202		40
1993	485		1,916	359		10	437		71	961		53
1994	163		1,735	326		0	502		55	1,006		21
1995	255		1,179	412		0	308		339	659		17
1996	94		665	381		0	25		425	789		4
1997	99		578	556		0	7		196	699		15
1998	112		411	53		0	38		322	553		19
1999	449		266	63		0	9		371	843		22
2000	578		106	92		0	36		124	712		26
2001	669		106	44		1	13		47	847		57
2002	530		132	195		0	15		31	487		64
2003	381		69	762		0	18		78	384		75
2004	269		74	707		2	40		113	402		70
2005	332		99	703		1	24		40	719		115
2006	400		145	1,217		3	22		92	753		152
2007	438		191	1,626		5	220		23	920		156
2008	336		366	0		455	149		233	756		152
2009	490		230	1		2,424	7		401	1,103		184
2010	115	395	318	2	40	3,285	13	93	464	997	182	45
2011	23	197	409	143	28	2,129	6	15	234	1,242	118	85
2012	15	128	461	14	38	1,286	54	20	270	833	135	93
2013	13	188	363	8	35	708	2	47	390	748	126	143

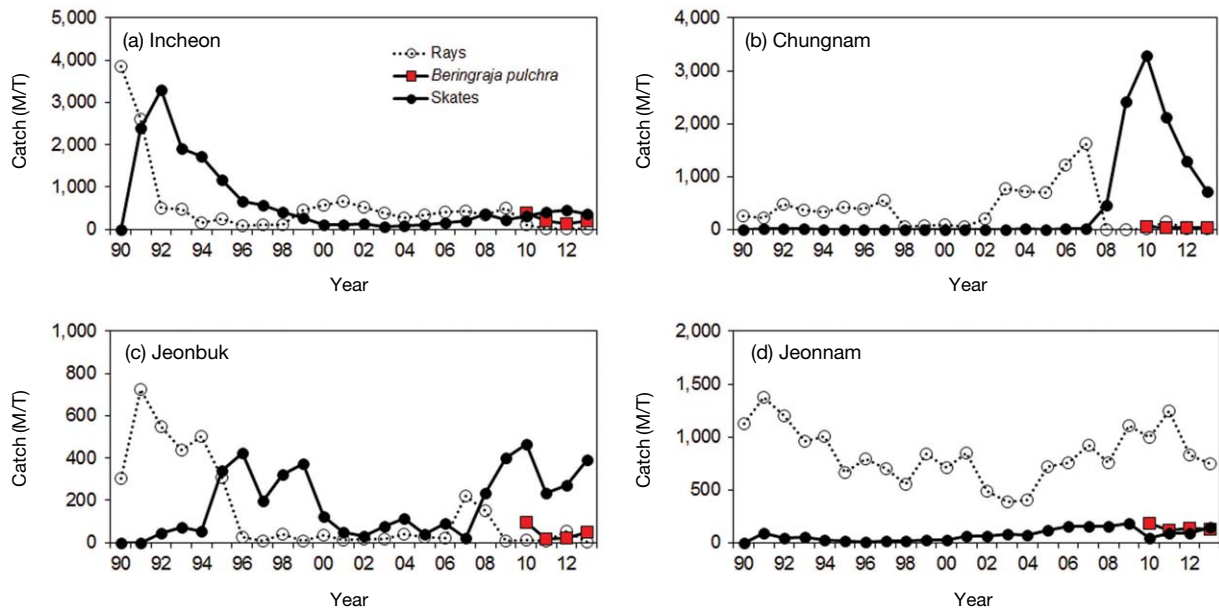


Fig. 2. Annual variation of catch statistics of rays, mottled skate and skates in the western province of Korea.

(Fig. 3). 인천지역은 참홍어와 홍어류의 생산량이 많았고 가오리류의 어획량은 아주 적으며, 2010년 이후 홍어류보다 참홍어의 어획 비율이 높아졌다(Fig. 3-a). 충남과 전북 지역은 홍어류의 어획량이 참홍어와 가오리류보다 많으며

전체적으로 가오리류의 생산량은 참홍어와 홍어에 비하여 적다(Fig. 3-b, c). 전남 목포지역은 홍어류의 비율이 가장 많았고, 2007년부터 2009년까지는 가오리류의 비율이 참홍어보다 높았다(Fig. 3-d).

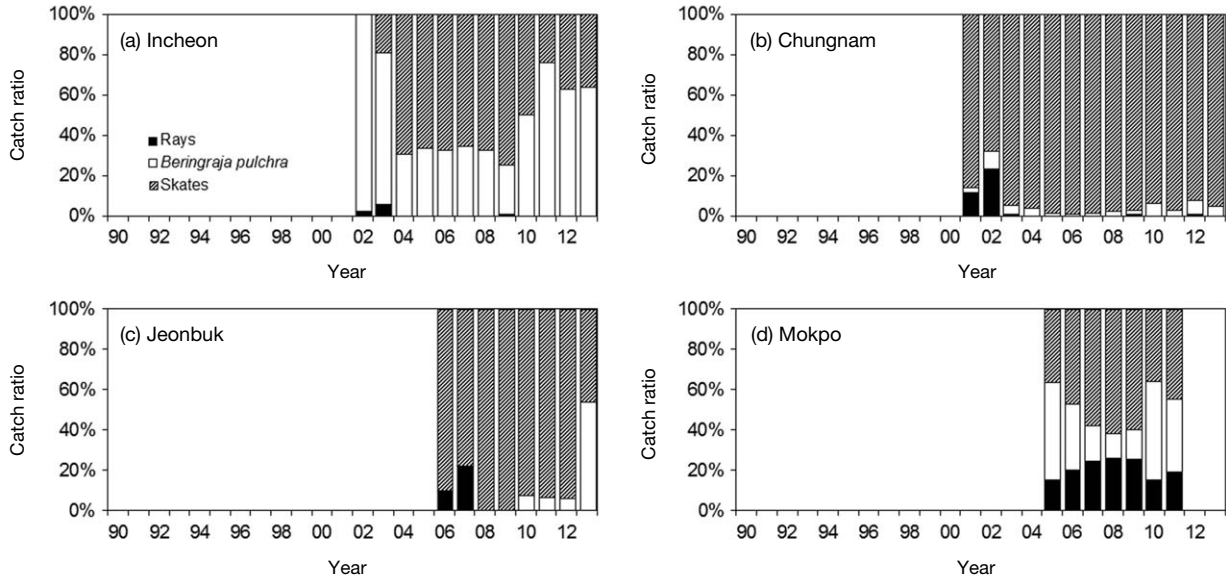


Fig. 3. Annual variations of catch ratio of rays, mottled skate and skates obtained from the fisheries cooperatives consignment sales data in the western province of Korea.

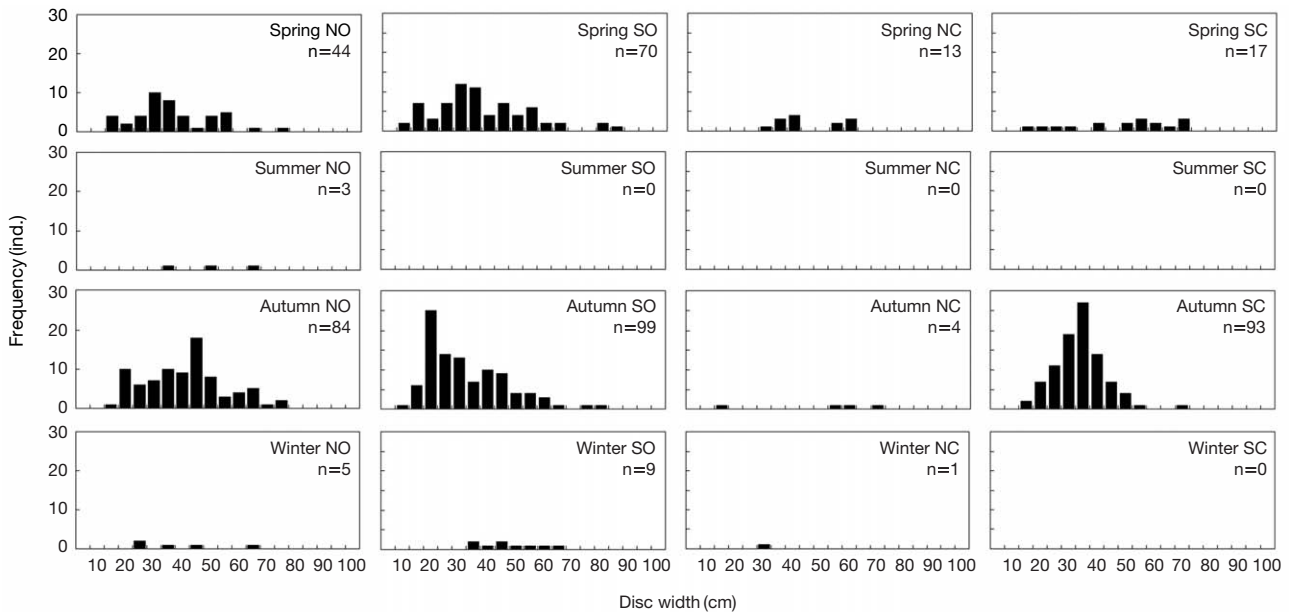


Fig. 4. Seasonal changes of length frequency distribution of mottled skate caught by an otter trawl in the eastern Yellow Sea from 2002 to 2013. Abbreviations are follows: NO (north offshore), SO (south offshore), NC (north coast) and SC (south coast).

2. 계절별 참홍어의 분포

본 연구기간 동안 오토트럴에 채집된 참홍어의 체반폭 범위는 8.5~81.2 cm의 범위였다. 조사해역의 중앙인 동경 125° 30', 북위 35° 30'을 기준으로 남부와 북부, 연안과 외해로 구분하여 체반폭의 도수분포를 나타내었다(Fig. 4). 조사기간 동안 가을에 280개체의 참홍어가 채집되어 가장 많았

으며, 다음으로 봄에 144개체, 겨울에 15개체 및 여름에 3개체의 순이었다. 봄에는 연안에 비하여 외해에서 채집 개체수가 많았고, 남부해역에서 북부해역에 비하여 채집 개체수가 많았다. 여름에는 북부 외해역에서만 소수 채집되었고, 가을에는 북부 연안을 제외한 나머지 해역에서 비슷한 개체수의 참홍어가 채집되었으며, 겨울에는 주로 외해역에 분포하고 북부 연안역에서는 조사기간 동안 한 개체만 채

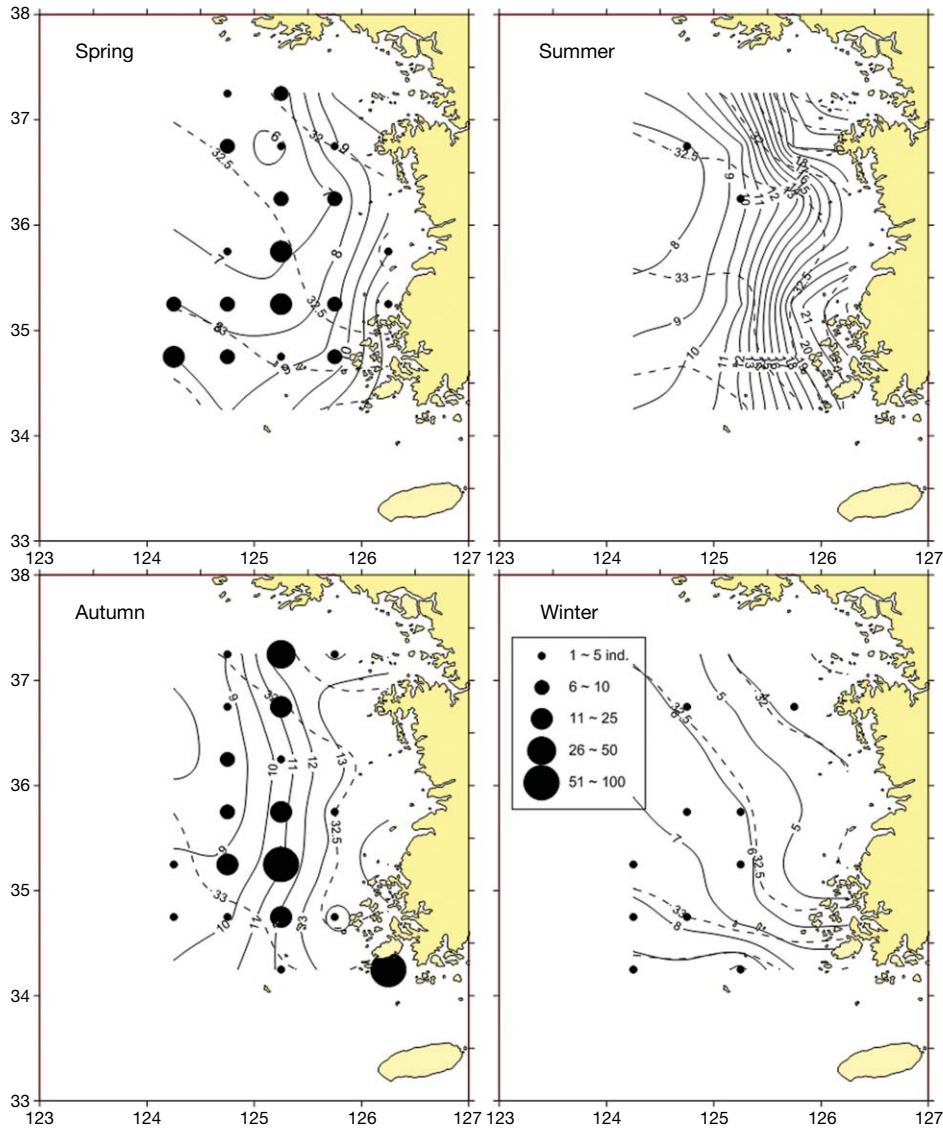


Fig. 5. Spatio-temporal distribution of total number of individuals of mottled skate collected by an otter trawl with bottom temperature (solid line) and salinity (dotted line) in the eastern Yellow Sea from 2002 to 2013.

집되었다 (Fig. 4). 체반폭 10 cm 이하의 어린 참홍어는 봄과 가을의 남부 외해역에서만 채집되었으며, 20 cm 이하의 작은 참홍어도 연안보다 외해에서 많이 채집되었다.

참홍어의 계절별 정점별 트롤어획에 채집된 개체수를 저층의 평균 수온과 염분 분포와 같이 나타내었다 (Fig. 5). 봄에는 조사해역의 전역에 걸쳐 참홍어가 채집되었으며, 저층 수온은 3.8~14.9°C 범위였고 염분은 30.00~34.54 사이였다. 채집된 개체수는 북쪽에 비하여 남쪽에서 다소 많았으나 조사해역의 가장 남쪽 부분의 정점들에서 참홍어가 채집되지 않았다. 여름에는 조사해역의 저층 수온은 7.0~24.2°C 범위였고, 염분은 28.57~33.99 사이였으나, 참홍어는 수온 10°C 이하 염분 33 이하의 격렬비제도 서쪽에서만 5개체 이하로 채집되었다. 가을에는 조사해역의 저층 수온

은 6.0~20.9°C 범위였고, 염분은 30.18~33.84 사이였으나, 참홍어는 14.5°C 이하 염분 34 이하에서 채집되었다. 참홍어는 진도 남쪽 W212 정점과 흑산도 북쪽 W192 정점에서 51개체 이상으로 가장 많이 채집되었고 동경 126° 동쪽과 북위 35°도 이북의 연안에서는 참홍어가 채집되지 않았다. 겨울에는 조사해역의 저층 수온은 2.8~12.0°C 범위였고, 염분은 30.94~34.17 사이였으나, 조사해역의 가장 북쪽의 W151부터 W154까지 정점에서는 참홍어가 채집되지 않았으며, 채집 개체수는 각 정점마다 5개체 이하로 채집되었다.

3. 참홍어 분포 해역의 특성

참홍어는 봄과 가을의 조사에서 수심이 낮은 연안해역의

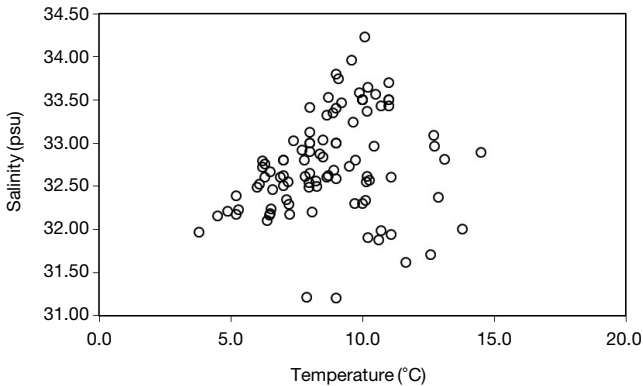


Fig. 6. Plot of positive stations collected mottled skate on the bottom temperature and salinity.

지점에서 비교적 높은 밀도로 분포하고 있음이 확인되어 분포해역과 수심과의 관계는 큰 상관성이 없었다. 참홍어가 채집된 정점들의 수온과 염분에 따른 채집정점의 분포를 보면 평균 수온은 8.8(3.8~14.5)°C, 염분은 평균 32.7(31.2~34.2)이었다. 여름에 연안 해역의 저층 수온이 20°C 이상 상승하는 지점이 있으나 전 조사기간 동안 15°C 이상의 정점에서 참홍어는 전혀 출현하지 않았다(Fig. 6).

고 찰

어업생산동향 통계는 어업관리 정책을 판단하는 중요한 지표로 매우 중요한 자료이나 각 품종의 정확한 자원평가 및 관리를 위하여 어업생산통계 자료를 사용하기 전에 어획량의 변동 원인에 대한 면밀한 검토가 필요하다. 어업생산변동 통계에 참홍어를 별도 품종으로 조사하기 시작한 2010년 이전에 우리나라 가오리류의 품종별 어획생산통계는 가오리류와 홍어류의 두 종류로 구분되어 있었으며, 1990년 까지는 가오리류 한 품종으로 어획량 통계가 집계되었다. 서해안에서 가오리류 중에서 가장 많이 어획되는 홍어(*Okamejei kenojei*)는 ‘간재미’ 또는 ‘갱개미’ 등으로 불리고 있으며, 참홍어는 정(1999)에 의하여 눈가오리에서 참홍어로 국명이 변경된 이후에도 일반적으로 홍어로 알려져 왔다. 2008년 정부조직 개편에 의하여 어업생산 통계 업무가 해양수산부(농림수산식품부)에서 통계청으로 이관되며 품종 이름에 대한 검토가 있기 이전까지 어업생산변동 통계의 홍어류는 참홍어 한 종의 생산량이며, 가오리류는 가오리류와 기타 홍어과 어류의 어획량으로 추정된다. 충남과 전북 지역의 홍어류 어획량(Fig. 2-b, 2-c)이 수협 위판자료(Fig. 3-b, 3-c)와는 다르게 2008년 이후에 가오리류 보다 많아진 것도 이전의 가오리류에 홍어류가 포함되었음을 판단할 수 있다. 그러나 1999년부터 수산물에 대한 임의상장

제도 도입으로 어획물의 많은 양이 개인 간에 자유로이 매매되어 수협의 위탁판매 자료만으로는 정확한 생산량을 파악하기 어렵다. 또한 가오리류나 참홍어가 많이 어획되는 대형 어선은 대부분 수협에 위탁판매 비율이 높은 반면 홍어가 많이 어획되는 소형 어선은 일반인이나 전문 상인들과 거래가 많지만 정확한 비율은 알 수가 없다. 일부 수협 자료만 취합된 전남을 제외하고 수협의 위탁판매 자료가 대부분 수집된 인천, 충남, 전북 지역의 가오리류와 홍어류의 평균 어획비율과 근해어업 어선 비중을 고려하여 가오리류 어획량을 인천지역은 5%, 충남 1%, 전북 2%로 하여 1991년부터 2010년까지 가오리류, 참홍어, 홍어류의 지역별 추정량을 Table 2에 제시하였다.

조사기간 동안 참홍어는 겨울에 가장 북쪽인 W151~W154 정점과, 봄에 조사해역의 가장 남쪽인 W208~W212 정점에서 한 개체도 채집되지 않아 겨울에 약간 남하했다가 봄에 북쪽으로 이동하는 것으로 추정되며, 조사해역에서 참홍어의 계절별 채집 결과 봄과 가을에만 연안에 참홍어가 출현하고 있다. 연 등(1997)은 참홍어의 주 산란기가 가을부터 이듬해 봄까지 집중되고 있으며 여름에는 성숙된 암컷이 없는 것으로 보고하였고, 조 등(2010)은 참홍어의 난각난에서 부화에 소요되는 기간은 평균 수온 18.9°C에서 약 6개월로 추정하였다. 홍어류의 부화기간은 수온에 따라 차이가 있고 참홍어의 분포지역 수온이 15°C 이하인 것을 감안하면 부화에 소요되는 기간은 조 등(2010)의 결과보다 더 길어질 수 있을 것으로 추정된다. 본 조사에서 체반폭 10 cm 이하의 어린 개체들은 봄과 가을에 남부 외해에서 주로 채집되었고, 봄에 남부 연안에서 일부 어린 개체가 채집되어 참홍어는 연안보다 수심이 깊은 곳을 산란장으로 이용할 가능성이 높아 추후 정확한 산란장에 대한 조사가 필요하다.

참홍어는 형태적으로 아주 납작하고 유영하지 않을 때는 해저면에 붙어 있거나 지느러미를 이용하여 바닥에 약간 몸을 숨길 수 있어서 오터트롤에 의한 어획효율이 다른 어류보다 낮을 것으로 추정된다. 본 연구에서 여름과 겨울에 채집지역의 일부 정점을 제외하고 참홍어가 채집되지 않았으며 채집양도 매우 적었으나, 조 등(2011)에 의한 연승어업의 어장분포를 보면 비교적 넓은 범위에서 양적으로도 많이 어획되는 것을 알 수 있다. 이러한 원인은 본 연구에서 여름과 겨울의 채집이 2006년 까지만 이루어져 발생한 것으로 추정되며, 봄과 가을의 채집에서도 2008년 가을 이후에 참홍어의 채집량이 급격하게 증가한 것과 일치한다. 그러나 연승어업의 조업어장이 흑산도에서 격렬비열도 사이에서 남북으로 길게 연장되어 있지만 동서로 매우 좁게 형성되어 우리나라 서해의 시기별 참홍어의 분포해역으로 단정하기는 어렵다. 본 연구에서는 조사해역 전체에서 오터트롤을 이용하여 인망하여 비록 채집된 양은 적지만 각 시

Table 2. Recalculated annual production of rays, mottled skate and skates using the landing statistics obtained from the fisheries cooperatives in the western province of Korea

Year	Incheon			Chungnam			Jeonbuk		
	Rays	<i>B. pulchra</i>	Skates	Rays	<i>B. pulchra</i>	Skates	Rays	<i>B. pulchra</i>	Skates
1991	131	2,392	2,483	2	6	217	15	0	710
1992	25	3,298	482	5	3	463	11	46	539
1993	24	1,916	461	4	10	355	9	71	428
1994	8	1,735	155	3	0	323	10	55	492
1995	13	1,179	242	4	0	408	6	339	302
1996	5	665	89	4	0	377	1	425	24
1997	5	578	94	6	0	550	0	196	7
1998	6	411	106	1	0	52	1	322	37
1999	22	266	427	1	0	62	0	371	9
2000	29	106	549	1	0	91	1	124	35
2001	33	106	636	0	1	44	0	47	13
2002	27	132	503	2	0	193	0	31	15
2003	19	69	362	8	0	754	0	78	18
2004	13	74	256	7	2	700	1	113	39
2005	17	99	315	7	1	696	0	40	24
2006	20	145	380	12	3	1,205	0	92	22
2007	22	191	416	16	5	1,610	4	23	216
2008	17	366	319	0	5	450	8	19	355
2009	25	230	465	1	24	2,400	7	20	381
2010	22	395	411	2	40	3,285	13	93	464
2011	23	197	409	143	28	2,129	6	15	234
2012	15	128	461	14	38	1,286	54	20	270
2013	13	188	363	8	35	708	2	47	390

기의 참홍어 분포해역을 더 잘 설명할 수 있다. 겨울에 북쪽과 연안은 수온이 낮아 참홍어가 서식하기에 적합하지 않고 연승어업의 주 어장과도 일치한다. 여름에는 연안의 저층수온이 높아 참홍어가 황해저층냉수대 쪽에 분포할 것으로 추정되나 본 연구에서 격렬비열도 남쪽 일부 정점에서만 채집되어 조 등(2011)의 연승어업 어장과는 차이가 있어 추후 확인이 필요하다.

어류의 생활사 연구는 어린 개체부터 성숙한 개체까지 전반적인 크기의 채집이 중요하지만, 연승어업에서 어획된 참홍어의 최소 크기는 22.3 cm 이었고 대체로 50 cm 이상의 큰 개체들만 어획되었으나, 본 연구에서는 최소 체반폭 8.5 cm의 유어부터 81.2 cm의 성어까지 모두 채집되어 참홍어의 생활사에 관한 연구를 위하여 연승어업에 의한 어획보다 오테트롤의 채집이 적당한 것으로 판단된다. 상업어업에 의하여 조사된 정보로도 많은 생태학적 정보를 획득할 수 있으나 실제 현장에서 조업하며 저층의 수온이나 염분 등 해양환경에 대한 정보를 획득하기는 쉽지 않다. 본 연구에서 채집된 지점들의 저층 수온과 염분 범위를 보면 3.8°C에서도 참홍어가 분포하며, 수온 범위 0.7~1.7°C에서도 분포하는 것으로 보고되어(Antonenko *et al.*, 2011) 참홍어는 낮은 수온에서도 서식 가능한 것으로 판단된다. 하지만 참홍어가 채집된 지점의 가장 높은 수온은 14.5°C이었으며, 15°C 이상의 수온에서는 참홍어가 한 번도 채집되지 않았다. 출현 정점의 수온범위에서 낮은 쪽과 높은 쪽의 10%를

제외하면 대체로 참홍어의 적정 서식 수온범위는 5~14°C로 판단된다.

요 약

황해에서 주로 어획되는 참홍어의 분포 특성을 파악하기 위하여 2002년부터 2013년까지 황해 동부 해역에 30개 정점을 선정하여 오테트롤을 이용하여 참홍어를 채집 분석하였다. 조사기간 동안 892번의 트롤 예망 중에서 112회에 442개체의 참홍어가 채집되었다. 참홍어는 봄과 가을에 전체 조사해역에 넓게 분포하였으나, 여름에 북부 외해 일부 해역과 겨울의 남부 외해에서 주로 분포하였다. 당년생의 참홍어는 봄과 가을에 조사해역의 연안역보다 외해에서 많이 출현하였다. 참홍어는 조사해역의 수온 3.8~14.5°C, 염분 31.2~34.2 범위에서 분포하였으며, 수온은 참홍어의 분포에 영향을 미치고 적정 서식 수온은 5~14°C이며 조사해역에서 수심과 염분은 참홍어 분포에 영향을 주지 않았다. 참홍어의 연도별 생산량은 어획생산변동 통계와 수협이 판매 자료를 이용하여 다시 산정하였다.

사 사

본 논문은 국립수산과학원 서해수산연구소의 『서해 연안

어업 자원관리연구(RP-2014-FR-012)』에 의하여 수행되었으며, 조사에 동승하여 동고동락했던 연구원들과 탐구2호, 탐구8호 및 탐구20호 승무원들께도 감사의 말씀을 드립니다.

인 용 문 헌

국립수산과학원. 2010. 연근해 주요 어업자원의 생태와 어장. 예문사, 384pp.

김익수 · 최 윤 · 이충렬 · 이용주 · 김병직 · 김지현. 2005. 한국어류대도감. 교학사, 74p.

연인자 · 홍승현 · 박영철 · 이정식 · 김성태 · 차형기. 1997. 황해 눈가오리, *Raja pulchra* Liu의 생식에 관한 연구. 수진연구보고, 53: 23-26.

정충훈. 1999. 한국산 홍어류 (관새아강, 홍어과) 어류의 분류학적 연구 현황과 국명검토. 한국어류학회지, 11: 198-210.

조현수 · 강언중 · 조영록 · 서형철 · 임양재 · 황학진. 2010. 한국산 참홍어 (*Raja pulchra*)의 다배성 난각 특징과 자어의 형태. 한국어류학회지, 22: 217-224.

조현수 · 황학진 · 권대현 · 정경숙 · 최광호 · 차병열 · 임양재. 2011. 흑산도 근해연승어업의 참홍어 (*Raja pulchra*) 어획 특성. 한국어업기술학회지, 47: 403-410.

조현수 · 김기현 · 김민지 · 김현정 · 임양재 · 권대현 · 허민수 ·

김진수. 2012. 어획 지역, 성별 및 중량에 따른 국내산 참홍어 (*Raja pulchra*)의 관능적 특성. 한국수산과학회지, 45: 619-626.

조현수 · 김기현 · 김민지 · 김현정 · 권대현 · 임양재 · 허민수 · 김진수. 2013. 지역, 성별, 및 중량에 따른 참홍어 (*Bering-raja pulchra*)의 맛 및 영양 성분 비교. 한국수산과학회지, 46: 129-138.

Antonenko, D.V., S.F. Solomatov, A.A. Balanov, S.T. Kim and P.V. Kalchugin. 2011. Occurrence of Skate *Raja pulchra* (Rajidae, Rajiformes) in Russian waters of the Sea of Japan. J. Ichthyol., 51: 426-431.

Ishihara, H. 1990. The skates and rays of the western North Pacific: an overview of their fisheries, utilization and classification. NOAA Tech. Rep. NMFS 90: 485-497.

Ishihara, H., M. Treloar, P.H.F. Bor, H. Senou and C.H. Jeong. 2012. The comparative morphology of skate egg capsules (Chondrichthys: Elasmobranchii: Rajiformes). Bull. Kanagawa prefect. Mus. (Nat. Sci.), 41: 9-25.

Seung, Y.H. 1987. A summer circulation inferred from the density (temperature) distribution in the eastern Yellow Sea. J. Oceanogr. Soc. Korea, 22: 63-70.

Seung, Y.H., J.H. Chung and Y.C. Park. 1990. Oceanographic studies related to the tidal front in the Mid-Yellow Sea off Korea: Physical aspects. J. Oceanogr. Soc. Korea, 25: 84-95.