J. Kor. Soc. Fish. Tech., 47 (4), 403－410, 2011
DOI:10.3796/KSFT.2011.47.4.403

FISHERIES TECHNOLOGY
www.fishtech.or.kr

흑산도 근해연승어업의 참홍어 (*Raja pulchra*) 어획 특성

조현수* · 황학진[1] · 권대현 · 정경숙 · 최광호[2] · 차병열 · 임양재
국립수산과학원 서해수산연구소 자원환경과, [1]수산자원사업단,
[2]국립수산과학원 자원관리과

Fishing characters of skate ray, *Raja pulchra* by the offshore longline fishery in Heuksan-do, Korea

Hyun-Su JO*, Hak-Jin HWANG[1], Dae-Hyeon KWON, Gyeong-Suk JEONG, Kang-Ho CHOI[2], Byung-Yeul CHA and Yang-Jae IM

Fisheries Resources and Environment Division, West Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Incheon 400-420, Korea
[1]*Korea Fisheries Resources Agency, Busan 612-020, Korea*
[2]*Fisheries Resources Research and Management Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-705, Korea*

Catches, CPUE, fishing season, disc width composition and fishing ground were studied to rebuild skate ray, *Raja pulchra* resource by the offshore longline fishery in Heuksan-do, Korea. Annual catches and CPUE of skate ray were increased from 2003 to 2010 (CPUE: from 2007 to 2010) continuously. The main fishing season of the skate ray was from December to next May. Disc width at 50% maturity for *Raja pulchra* by sex were estimated to be 65.83cm, 57.01cm by female and male respectively. The range of disc width was 22.3－112.0cm and the average disc width was 66.9cm, 60.0cm by female and male of *Raja pulchra* respectively during 2007－2010. Annual average of disc width of female skate ray was decreased from 2007 to 2010. The fishing grounds were formed from the coastal water off Hong-do to the coastal water off Gyeogyeolbiyeol-do, Korea. The center of fishing ground in October was formed in the northwestern coastal water off Gyeogyeolbiyeol-do and separated from that of the other months.

Keywords: *Raja pulchra*, Longline fishery, Catch, Group maturity, Fishing ground

*Corresponding author: hsjo@nfrdi.go.kr, Tel: 82-32-745-0610, Fax: 82-32-745-0569

서 론

참홍어 (*Raja pulchra*)는 우리나라 서해를 비롯하여 남해와 동해에 그리고 외국에서는 오호츠크해에서부터 동중국해까지 분포하는 어종으로서 (Chyung, 1977; Ishihara, 1990; Jeong, 1999) 2008년부터 총허용어획량 (TAC; Total Allowable Catch) 제도의 대상 어종이다 (NFRDI, 2009). 우리나라 참홍어 TAC 제도는 흑산도 근해연승어선 7척, 대청도 근해연승어선 및 연안복합어선 13척 등 총 20척에만 적용되고 다른 어업 및 지역에는 적용되지 않고 있다.

우리나라 참홍어는 1990년대 초반까지 연간 2,000톤 이상이 어획되었으나 1994년부터 급격히 감소하여 2001년에는 211톤이 어획되어 최저치를 기록하였으며 최근에는 어획량이 조금씩 증가하고 있다 (National Statistical Office, 2011). 참홍어는 연승어업, 쌍끌이기선저인망어업 및 안강망어업에 주로 어획되고 있으며 어획된 참홍어는 주로 신안군수협 흑산지점, 수협중앙회 인천공판장 및 대청도에서 주로 위판 또는 판매되고 있다.

어류의 시공간적 분포를 비롯한 생물학적 특성치 등을 구명하는 것은 지속가능한 생태계 기반 수산자원관리를 위하여 중요하나 (Guisan and Thuiller, 2005; Maxwell et al, 2009), 참홍어에 대한 어장, 회유경로 및 생물학적 특성치 등을 비롯한 자원생물학적 연구가 매우 부족한 실정이다. 다만, 국내에서 한국산 홍어류 어류의 분류학적 연구 (Jeong et al., 1995; Jeong, 1999; Jeong, 2000) 및 식성과 생식에 관한 연구 (Hong et al., 2000; Yeon et al., 1997)와 난각 특징과 자어의 형태에 관한 연구 (Jo et al., 2010) 등이 이루어졌을 뿐이다.

본 연구에서는 우리나라 2011년도 참홍어 TAC 230톤 중에서 195톤이 할당되어 있는 흑산도 근해연승어업에 어획되는 참홍어의 어획량, CPUE, 체장조성, 어기 및 어장 등을 분석하여 참홍어 자원회복 및 자원관리 방안을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

우리나라의 1991－2007년 및 2010년 참홍어 생산량은 통계청에서 운영하고 있는 어업생산통계시스템 (National Statistical Office, 2011)의 홍어 생산량 자료를 이용하였고, 2008－2009년 참홍어 생산량은 통계청 자료에 오류가 있는 것으로 확인되어 참홍어가 위판되는 것으로 확인된 인천수협, 태안군수협, 보령군수협, 군산수협, 신안군수협 위판량 자료를 이용하여 추정하였다.

흑산도 근해연승어업의 연도별 월별 어획량, 어종별 어획중량 및 위판금액은 2003－2010년 신안군수협 흑산지점 위판 자료를 이용하여 분석하였고, 단위노력당어획량 (CPUE: 마리/9,000낚시)은 흑산도 근해연승어선 6척의 조업일지를 이용하여 분석하였다. 이때 월별 어획량은 참홍어 주어기를 추정하기 위하여 포획금지기간이 설정되기 이전인 2003－2006년 위판량 자료만을 이용하였고, 어획중량 및 위판액 비율은 신안군수협 흑산지점에 전산시스템이 도입된 2009－2010년 자료를 이용하여 분석하였다.

참홍어의 성숙체장은 2007－2010년 신안군수협 흑산지점에서 월별로 구입한 1,028마리 시료 중에서 Yeon et al. (1997)의 방법으로 생식소의 성숙단계를 조사한 암컷 456마리, 수컷 310마리 자료를 이용하여 분석하였다. 성숙체장은 조사개체수에 대한 성숙된 개체수의 비를 나타내는 군성숙도를 분석하여 생물학적 최소형인 50% 개체수가 성숙되어 있는 체장 (체반폭: Disc wide)을 성숙체장으로 간주하였다. 체장조성은 성숙체장 분석에 사용한 1,028마리 자료와 2007－2010년에 신안군수협 흑산지점 위판장에서 연구원과 수산자원조사원이 일별로 체반폭을 0.1cm 단위까지 측정한 17,397마리 자료 등 암컷 11,125마리, 수컷 7,300마리 총 18,425마리 자료를 이용하여 분석하였다.

참홍어 근해연승어업의 해구별 어획량 분포는 2008－2009년 흑산도 근해연승어선 3척의 조업일지를 이용하여 분석하였다. 이 때 해구별 어

획량 분포는 경도와 위도 각각 10마일 간격으로 표시하였다.

결 과

어획량 및 CPUE

우리나라 참홍어의 연도별 어획량은 1990년대 초반까지만 해도 2,000톤 이상이 어획되었다. 특히 1992년에는 3,387톤이 어획되어 최고치를 기록하였으나 그 후 급격히 감소하여 2001년에는 211톤이 어획되어 최저치를 기록하였다. 2002년부터 2005년까지는 227－255톤을 유지하다가 2006년부터 조금씩 증가하기 시작하여 2006년에는 392톤, 2007년에는 375톤이 어획되었다. 2008년과 2010년에도 증가하여 각각 472톤, 437톤이 어획된 것으로 추정되었고, 2010년에는 540톤이 어획되었다. 해역별 참홍어 어획량은 1991－1994년 대청도 해역에서 어획한 인천지역 어획량이 1,735－3,298톤으로써 우리나라 참홍어 어획량의 92.6－97.4%를 차지하였을 뿐만 아니라 2002년까지 50% 이상을 항상 유지하였다. 전라남도의 참홍어 어획량은 1991－1999년에는 1.1－3.5톤이 어획되어 우리나라 참홍어 어획량의 0.4－3.5% 밖에 차지하지 못하였다. 그러나 우리나라 참홍어 어획량이 급격히 감소한 2000년부터 오히려 우리나라 참홍어 어획량에 대한 전라남도의 참홍어 어획비율은 증가하기 시작하여 2005년에는 115톤이 어획되어 45.1%를 차지하였고 2008년과 2009년에는 각각 184톤, 182톤을 어획하여 42.1%와 33.7%를 차지하였다 (Fig. 1).

흑산도 근해연승어업의 연도별 참홍어 어획량은 2003년에 14,781마리이었으나 계속 증가하여 2006년에는 24,146마리, 2009년에는 34,782마리, 2010년에는 36,588마리까지 도달하였다. CPUE도 2007년에는 2.4이었으나 2008년에는 2.7, 2009년에는 4.0, 2010년에는 5.1로 계속 증가하였다 (Fig. 2).

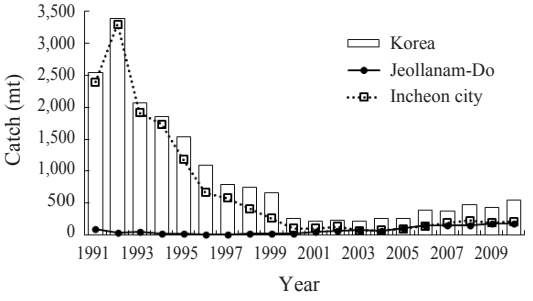

Fig. 1. Annual catches of skate ray, *Raja pulchra* by region in Korea, 1991－2010.

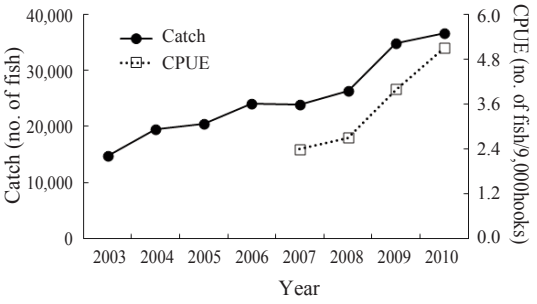

Fig. 2. Annual catches and CPUE of skate ray, *Raja pulchra* by the offshore longline fishery in Heuksan-do, Korea, 2003-2010.

주어기

참홍어 포획금지기간이 설정되기 이전인 2003－2006년 동안 흑산도 근해연승어업에 어획된 참홍어는 총 78,949마리이었다. 이 중에서 1월에 2,856마리가 어획되어 전체 어획량의 14.5%를 차지하여 연중 최고치를 기록하였고 2－5월에도 2,204－2,547마리가 어획되어 전체 어획량의 11.2－12.9%를 차지하였다. 그러나 6

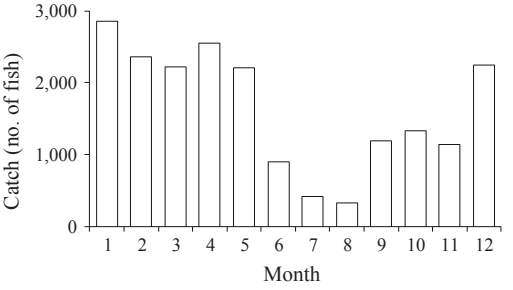

Fig. 3. Monthly catches of skate ray, *Raja pulchra* by the offshore longline fishery in Heuksan-do, Korea, 2003－2006.

월부터 어획량이 급격히 감소하여 6－8월에는 각각 899마리, 412마리, 322마리가 어획되어 전체 어획량의 1.6－2.1%를 차지하였다. 9－11월에는 다시 증가하여 1,135－1,338마리가 어획되어 5.7－6.8%를 차지하였고 12월에는 9－11월에 비하여 급격히 증가하여 2,251마리가 어획되어 전체 어획량의 11.4%를 차지하였다 (Fig. 3). 따라서 흑산도 근해연승어업의 참홍어 주어기는 12월부터 익년 5월까지로 추정되었다.

성숙체장 및 체장조성

흑산도 근해연승어업에 어획된 참홍어 암컷 456마리, 수컷 310마리의 성숙체장을 분석한 결과, 암컷에서 완숙 개체가 처음 나타나는 체급은 체반폭 55cm급이었고 체반폭 79cm급 이상에서는 100%가 모두 완숙 개체이었다. 그리고 50%가 성숙하는 체장 즉, 생물학적 최소형(군성숙체장)은 체반폭 65.83cm로 추정되었으며, 이때의 체반폭－을 전장 (Total length)으로 환산하면 89.27cm이었다. 수컷에서 완숙 개체가 처음 나타나는 체급은 체반폭 51cm급이었고 체반폭 69cm급 이상에서는 100%가 모두 완숙 개체이었다. 군성숙체장은 체반폭 57.01cm으로 추정되었으며, 이때의 체반폭을 전장으로 환산하면 79.02cm이었다 (Fig. 4).

2007－2010년 흑산도 근해연승어업에 어획된

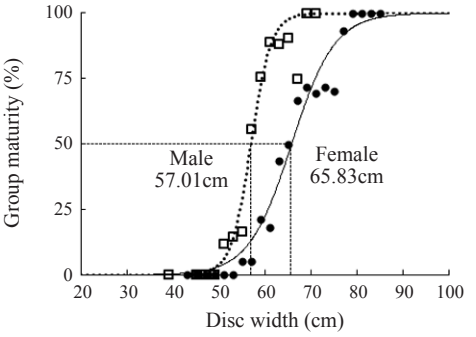

Fig. 4. Logistic estimates fitted the cumulative proportion of maturing and mature skate ray, *Raja pulchra*.

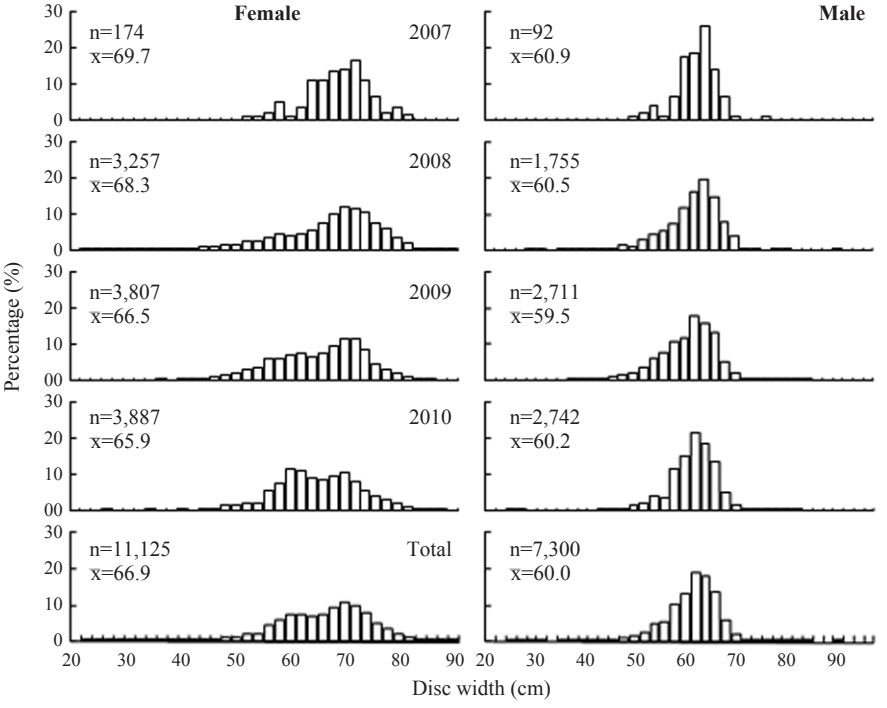

Fig. 5. Annual disc width composition of skate ray, *Raja pulchra* by the offshore longline fishery in Heuksan-do, Korea, 2007－2010.

참홍어 암컷 11,125마리의 체반폭 범위는 22.3－112.0cm, 평균 체반폭은 66.9cm로써 생물학적 최소형 이하의 소형개체 어획비율은 30.4%이었다. 2007－2010년 연도별 평균 체반폭은 각각 69.7cm, 68.3cm, 66.5cm, 65.9cm로써 2007년 이후 계속 감소하였으며, 생물학적 최소형 이하의 연도별 소형개체 어획비율은 각각 9.7%, 23.5%, 32.6%, 34.7%로써 2007년 이후 계속 증가하였다. 2007－2010년 흑산도 근해연승어업에 어획된 참홍어 수컷 7,300마리의 체반폭 범위는 25.0－88.7cm, 평균 체반폭은 60.0cm로써 생물학적 최소형 이하의 소형개체 어획비율은 29.2%이었다. 2007－2010년 연도별 평균 체반폭은 각각 60.9cm, 60.5cm, 59.5cm, 60.2cm로써 연도별 차이가 크게 나타나지 않았으나, 생물학적 최소형 이하의 연도별 소형개체 어획비율은 각각 20.4%, 26.9%, 34.2%, 26.1%로써 2007년 이후 2009년까지는 증가하였다가 2010년에는 다시 감소하였다 (Fig. 5).

월별 어장

2008－2009년 흑산도 근해연승어선이 조업한 어장은 전라남도 신안군 홍도 연안에서부터 충

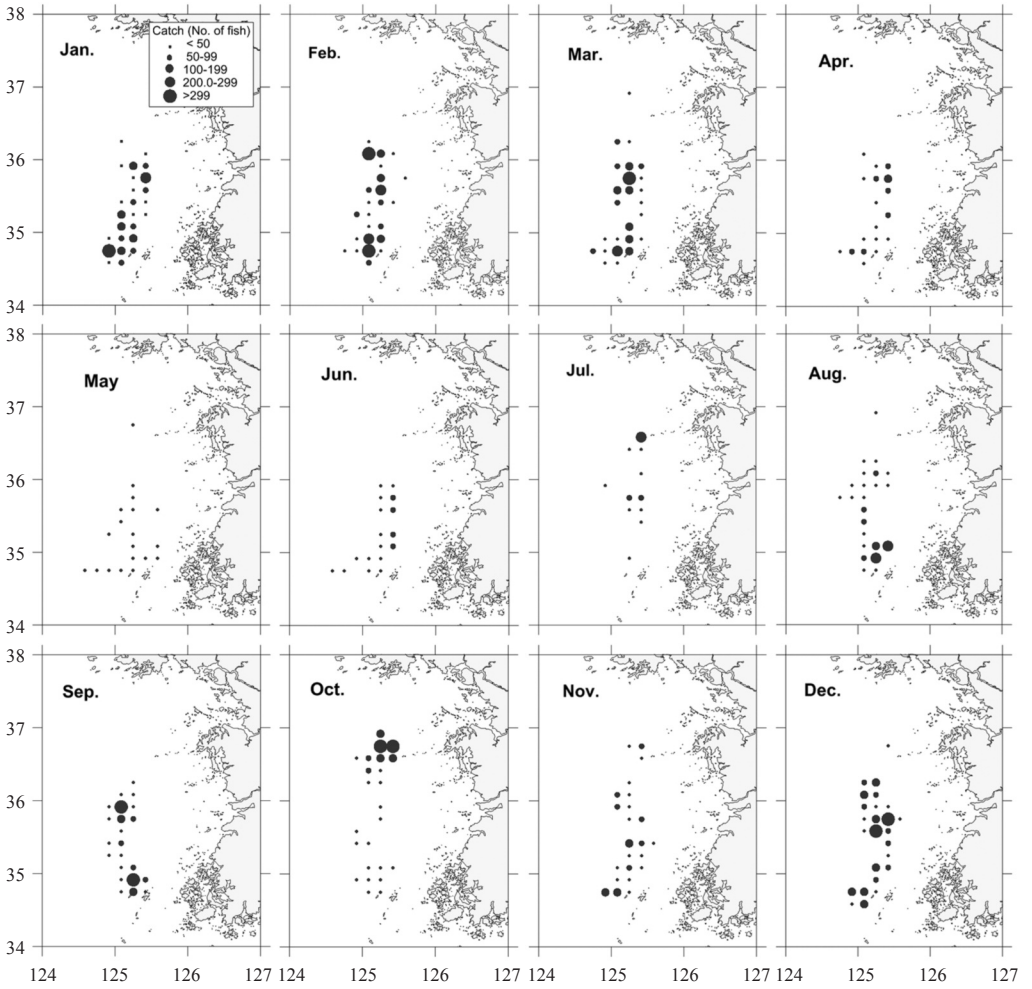

Fig. 6. Monthly catch distribution by statistical sea block (10′ ×10′) of skate ray, *Raja pulchra* by the offshore longline fishery in Heuksan-do, Korea, 2008－2009.

청남도 태안반도 앞바다인 격렬비열도 주변 해역까지 동서 방향에 비하여 남북 방향으로 길게 분포 하였다. 월별 누계 어획량을 살펴보면, 1월에는 25개 해구에서 총 2,179마리, 2월에는 24개 해구에서 총 2,342마리, 3월에는 25개 해구에서 총 1,932마리가 어획되었다. 4－7월까지는 금어기 및 한어기가 겹쳐서 정상적인 조업이 이루어지지 않았기 때문에 790마리, 307마리, 452마리 및 514마리가 각각 어획되었다. 8월에는 23개 해구에서 1,057마리, 9월에는 22개 해구에서 1,508마리, 10월에는 24개 해구에서 3,418마리, 11월에는 23개 해구에서 1,148마리 그리고 12월에는 25개 해구에서 2,589마리가 어획되었다. 해구별 어획량은 7월과 10월을 제외하면 흑산도 서쪽인 홍도 연안 해구와 전라남도 군산 서쪽인 35° 40′－36° 00′ N, 125° 00′－125° 20′ E 해구가 다른 해구보다 어획량이 높게 나타났다. 10월에는 충청남도 태안반도 서쪽인 격렬비열도 북서쪽인 36° 40′－36° 50′ N, 125° 10′－125° 20′ E 해구에서 1,970마리가 어획되어 월별 해구별 어획량이 가장 높았다. 월별 어장의 중심은 7월과 10월을 제외하면 큰 차이점을 보이지 않고 비슷하게 나타났고, 어장은 동서에 비하여 남북으로 길게 분산하는 경향을 보여주었다. 그리고 7월과 10월 특히, 10월의 어장 중심은 다른 월과 분리되었다 (Fig. 6).

고 찰

흑산도 근해연승어업에 어획된 참홍어의 월별 참홍어 어획량을 기준으로 볼 때 참홍어의 주어기는 12월부터 익년 5월까지로 추정되었다. 2003－2010년 어획량과 2007－2010년 CPUE가 계속 증가하였기 때문에 최근의 참홍어 자원량도 증가할 것이라고 생각되지만 1990년대 초반에 비해서는 자원량 수준이 매우 낮을 것으로 추정된다. 참홍어의 군성숙체장은 암컷이 체반폭 65.83cm (전장 89.27cm), 수컷이 체반폭 57.01cm (전장 79.02cm)로 추정되었다. 이것은 Yeon et al. (1997)이 보고한 우리나라 최북단인 대청도 연안에서 대형쌍끌이기선저인망어업에 어획된 참홍어의 군성숙체장인 암컷 체반폭 68.53cm, 수컷 최반폭 47.27cm에 비하여 암컷은 2.70cm 작게, 수컷은 9.74cm 크게 나타났다. 이와 같이 군성숙체장에 차이가 발생한 원인이 지리적 차이 즉, 계군이 서로 달라서 발생한 것인지 또는 조사시기의 차이에 의해서 발생한 것인지에 대하여 계속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 그리고 McFarlane and King (2006)은 캐나다 서부인 북태평양의 British Columbia 해역에 서식하는 참홍어와 같은 Raja속의 Big skate, *Raja binoculata*와 Longnose skate, *Raja rhina*의 군성숙체장은 암컷이 각각 전장 90.0cm, 83.0cm 그리고 수컷이 각각 전장 72.0cm, 65.0cm로 보고하였다. 또한, Gallagher et al. (2004)은 영국 서쪽의 Irish Sea에서 상업적으로 어획되는 *Raja*속 4종 어류의 군성숙체장을 조사한 결과, *Raja brachyura*은 암컷이 전장 83.56cm, 수컷이 전장 81.92cm로, *Raja clavata*은 암컷이 전장 71.81cm, 수컷이 전장 65.7cm로, *Raja montagui*은 암컷이 전장 57.44cm, 수컷이 전장 53.65cm 그리고 *Raja naevus*은 암컷이 전장 56.16cm, 수컷이 전장 56.87cm로 보고하였다. 위와 같이 *Raja*속 어류는 암컷의 군성숙체장이 수컷에 비하여 대부분 큰 것으로 보고되었다. 우리나라에 서식하는 참홍어의 군성숙체장은 Big skate, *Raja binoculata*와는 비슷하였으나 나머지 5종에 비해서는 월등히 큰 것으로 나타났다. 그런데 2007－2010년 흑산도 근해연승어업에 어획된 참홍어 암컷의 연도별 평균 체반폭이 매년 감소하는 경향을 나타내었고, 2010년 참홍어 수컷을 제외하면 암컷과 수컷 모두 군성숙체장 이하의 미성어 어획비율이 매년 증가하는 경향을 나타낸다는 것은 참홍어 자원회복에 나쁜 영향을 미칠 것이다. 따라서 미성어를 보호하여 참홍어 자원량을 증강시키기 위해서는 수산자원관리법 제14조 및 동법 시행령 제6조 ②항에 명시되어 있는 참홍어 포획

· 채취금지 체반폭 42cm이하를 생물학적 최소형인 군성숙체장에 근접한 체반폭으로 상향하여 다시 설정하여야 할 필요가 있다.

일반적으로 흑산도 참홍어는 흑산도 연안에서 어획되고 있는 것으로 인식되고 있으나 참홍어를 목표종으로 하는 흑산도 근해연승어선에서 제공한 조업일지를 분석한 결과, 어장은 흑산도 서쪽에 있는 홍도 연안 해역에서부터 충청남도 태안반도 서쪽의 격렬비열도 연안 해역까지 분포하는 것으로 밝혀졌다. 그러나 동 연구결과를 근거로 흑산도 근해연승어업 조업어장 전체를 정확히 논하기는 다소 부족한 점이 있는 것으로 생각된다. 왜냐하면 흑산도 근해연승어선 총 7척 중에서 3척의 조업일지만 조업어장을 분석하는데 사용되었고 수산자원보호령 및 수산자원관리법에 참홍어의 포획금지기간이 2007－2009년에는 4월 1일부터 6월 30일까지로, 2010년부터는 6월 1일부터 7월 15일까지로 설정되어 동 기간에는 상업적 조업이 전혀 이루어지지 않았기 때문에 2008－2009년 4－6월간의 어획 자료는 서해수산연구소에서 흑산도 근해연승어선 7척을 이용하여 매월 10일간씩 상업적 조업과 동일한 방법으로 실시한 시험어업 조업일지를 이용하였기 때문이다. 격렬비열도 북서쪽 해구의 10월 어획량이 연중 가장 높게 나타났고, Fig. 6에 나타난 바와 같이 10월 어장 중심이 다른 월과 크게 분리된 것으로 나타났다. 이와 같은 결과가 나타난 원인으로는 회유로와 산란장 등이 서로 다른 참홍어가 서해에 서식하여 2개의 참홍어 계군이 존재하기 때문에 조업어장이 분리될 수 있다는 점과 타 어업과의 조업 경쟁으로 인하여 투승하고자 하는 위치에서 조업을 할 수 없었던 점을 들 수 있겠다. 그러나 흑산도 근해연승어선 선장들에게 확인해 본 결과, 후자는 원인이 아님이 밝혀졌다. 우리나라에서 참홍어가 많이 어획되는 해역은 크게 흑산도와 대청도 두 곳이다. 이 두 해역에서 어획되는 참홍어는 조업어장은 분리되어 있으나 어획되는 어종은 동일어종으로 알려져 있다 (Jeong, 1999; Yeon et al., 1997). 그리고 흑산도산 참홍어는 대청도산 참홍어에 비하여 일반인들에게 더 많이 알려져 있을 뿐만 아니라 판매가격도 2－5배 높게 판매되고 있다. 향후 DNA 분석, 표지방류조사 등을 통하여 두 해역에서 어획되고 있는 참홍어의 계군분리 여부와 이동경로 등에 대한 연구를 추가로 수행하여 참홍어 계군이 2개로 분리될 경우에는 참홍어가 단일 계군이라는 전제하에 TAC를 같이 적용하고 있는 흑산도 근해연승어업과 대청도 근해연승어업 및 연안복합어업에 대한 현행 참홍어 TAC 산정 및 배정 등에 관한 자원관리를 별도로 적용하여야 할 것이다.

결 론

참홍어 자원회복사업에 이용하기 위하여 통계청 자료, 조업일지, 수협 위판량, 어체측정 자료를 분석하여 흑산도 근해연승어업에 어획되는 참홍어의 어획 특성을 구명하였다. 흑산도 근해연승어업에 어획되는 참홍어의 주 어기는 12월부터 익년 5월까지로써 최근 어획량과 CPUE는 계속 증가하는 경향을 나타내었다. 참홍어의 군성숙체장은 암컷이 체반폭 65.83cm, 수컷이 체반폭 57.01cm로 추정되었으며, 군성숙체장 이하의 미성어 어획비율은 암컷, 수컷 모두 매년 증가하는 것으로 나타났고, 암컷의 연도별 평균 체반폭은 매년 감소하였다. 흑산도 근해연승어업 어장은 홍도 연안 해역에서부터 격렬비열도 연안 해역까지 남북으로 길게 분포하였고, 10월의 어장 중심은 격렬비열도 북서쪽에 위치하였으며 다른 월의 어장 중심과 분리되었다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원 (서해 연안어업 자원조사 및 참홍어 자원회복연구, RP-2011-FR-029)의 지원으로 수행되었으며, 연구의 수행에 도움을 주신 직원 여러분들과 흑산도 근해연승어선 선장님들에게 감사드립니다.

참고문헌

Chyung, M.K., 1977. The fishes of Korea. IL JI SA Publishing Co., Seoul, pp. 727.

Gallagher, M.J., C.P. Nolan and F. Jeal, 2004. Age, growth and maturity of the commercial ray species from the Irish Sea. J. Northw. Atl. Fish. Sci., Vol. 35, 47－66.

Guisan, A. and W. Thuiller, 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. Ecol. Letters, 8, 993－1009.

Hong, S.H., I.J. Yeon, Y.J. Im, H.J. Hwang, T.S. Ko and Y.C. Park, 2000. Feeding habits of *Okamejei kenojei* in the Yellow Sea. Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst. Korea, 58, 1－9.

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.

Jeong, C.H., 1999. A review of taxonomic studies and common names of Rajid fishes (Elasmobranchii, Rajidae) from Korea. Korean J. Ichthyol., 11, 198－210.

Jeong, C.H., 2000. Fauna and geographical distribution of batoid fishes (Pisces, Chondrichthyes) from Korea. J. Korean. Soc. Fish. Res., 3, 97－106.

Jeong, C.H., Y.C. Lee, J.H. Kim and S.Y. Yang, 1995. Systematic study on the fishes of the genus *Raja* (Pisces, Rajidae) from Korea. Korean J. Syst. Zool., 11 (2), 207－221.

Jo, H.S., E.J. Kang, Y.R. Cho, H.C. Seo, Y.J. Im and H.J. Hwang, 2010. Characteristics of multi-embryo egg capsule and larvae of mottled skate *Raja pulchra* from Korea. Korean J. Ichthyol., 22 (4), 217－224.

Maxwell, D.L., V. Stelzenmüller, P.D. Eastwood and S.I. Rogers, 2009. Modelling the spatial distribution of plaice (*Pleuronectes platessa*), sole (*Solea solea*) and thornback ray (*Raja clavata*) in UK waters for marine management and planning. J. Sea Res. 61, 258－267.

McFarlane, G.A. and J.R. King, 2006. Age and growth of big skate (*Raja binoculata*) and longnose skate (*Raja rhina*) in British Columbia waters. Fish. Res. 78, 169－178.

National Statistical Office, 2011. Fishery production survey. Retrieved from http://fs.fips.go.kr.

NFRDI., 2009. Status and recommendation on the fisheries resources under rebuilding plan in 2009. TR－2009－FR－010, pp. 309.

Yeon, I.J., S.H. Hong, Y.C. Park, J.S. Lee, S.T. Kim and H.K. Cha, 1997. The reproduction of *raja pulchra* Liu in the Yellow Sea. Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Institute, 53, 23－36.

2011년 8월 16일 접수
2011년 10월 4일 1차 수정
2011년 10월 25일 2차 수정
2011년 11월 7일 3차 수정
2011년 11월 10일 수리