

표지방류조사에 의한 참홍어 (*Beringraja pulchra*)의 이동 및 성장률

임양재 · 조현수^{1*}

국립수산물연구원 서해수산연구소 자원환경과, ¹군산대학교 해양생산학과

Migration and growth rate of Mottled skate, *Beringraja pulchra* by the tagging release program in the Yellow Sea, Korea

Yang-Jae IM and Hyun-Su JO^{1*}

Fisheries Resources and Environment Division, West Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Incheon 400-420, Korea

¹Department of Marine Science & Production, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

To obtain geographical range and growth-kinetics parameters of mottled sake (*Beringraja pulchra*) populations in the Yellow Sea, three mark-recapture experiments were carried out. Overall, 991 tagged individuals were released, and 4.1% of them were recaptured with the mean release period of 339 d (range, 8-1,420 d) and the mean growth rate of 1.4 cm mon⁻¹ (female, 1.5 cm mon⁻¹; male 1.3 cm mon⁻¹). In the first experiment, 667 individuals were released at Heuksan Island from April to June, 2007-2009, and 30 individuals were recaptured mainly at the north and the north-east coasts of the island, indicating absence of migration to the south of the island. In the second experiment, 323 individuals were released at several fishing grounds scattered in the Yellow Sea in 2010-2013, and 11 individuals were recaptured at points deviated to all directions from the releasing points. As the last, one individual was released with pop-up satellite archival tag at a costal point (34°37.2'N, 124°59.3'E) off Hong Island on May 21, 2010. The tagged individual migrated to a north-east location (35°50.4'N, 126°03.6'E) of Eocheong Island by Aug. 25, 2010. The data archived for the three months in the tag indicated that the migration path had depths of 48-80 m and temperature of 12.6-14.4°C. The results indicated that mottled sake populations had a localized habitat ranges at the north of Heuksan Island and the west of Hong Island while growing at the rate of 1.4 cm mon⁻¹.

Keywords: *Beringraja pulchra*, Spaghetti tag, Pop-up satellite archival tag, Growth rate, Migration

서론

참홍어 (*Beringraja pulchra*)는 우리나라 서해를 비롯하여 남해와 동해에 그리고 외국에서는 오후츠크해에서부터 동중국해까지 분포하며 (Chyung, 1977; Ishihara,

1990; Jeong, 1999), Ishihara et al. (2012)에 의해 Raja속에서 *Beringraja*속으로 속명이 변경되었다. 참홍어는 2008년부터 총허용어획량 (TAC; Total Allowable Catch) 제도의 대상 어종이면서 2009년부터는 수산자원회복

*Corresponding author: hyunsujo@kunsan.ac.kr, Tel: 82-63-469-1817, Fax: 82-63-469-7445

대상종으로 관리되고 있는 어업적으로 중요한 어종이다 (NFRDI, 2009).

표지방류 연구는 수산생물의 이동이나 사망률, 자원량 등을 추정하기 위하여 오래전부터 이용 되었는데 우리나라에서도 재래식 표지표라고 불리는 화살형표지표나 띠형표지표를 다랑어류, 넙치, 대구 등을 대상으로 연구가 수행되었으며 (Oh et al., 2002; Hwang et al., 2012), 한국연안의 푸른바다거북에 전자표지표에 속하는 인공위성표지표 (SPOT-5, Wildlife Computer Inc., USA)를 부착하여 이동경로를 파악하기도 하였다 (Moon et al., 2011). 외국에서도 악상어에 전자표지표 (Pop-up Satellite Archival Tag: PAT4, Wildlife Computer Inc., USA)를 부착하여 이동거리와 유영수심 등에 관한 연구 (Pade et al., 2009), 북대서양의 어업적 조업 및 유어낚시에 어획된 새치류에 전자표지표 (PTT-100 HR model PSAT tag, Microwave Telemetry, Inc., USA)를 부착하여 서식장소 이용 및 연직이동에 관한 연구 (Horodysky et al., 2007), 호주 해역에서는 대형 남방참다랑어에 전자표지표 (Pop-up satellite archival tags model PAT2, Wildlife Computers Inc., USA)를 부착하여 이동경로와 행동 양식 연구 (Patterson et al., 2008) 등 최근에는 전자표지표를 이용하여 표지방류조사를 다양하게 수행하고 있는 실정이지만, 우리나라는 아직까지 전자표지표를 이용한 표지방류조사가 미약한 실정이다.

본 연구는 화살형표지표를 이용하여 우리나라 서해에서 서식하는 참홍어의 이동 및 성장률을 분석하고, 인공위성을 이용하는 전자표지표 (Pop-up Satellite Archival Tag)를 이용하여 화살형표지표를 이용한 표지방류 조사에서 획득할 수 없는 참홍어의 이동경로와 서식수심 및 서식수온을 파악하였다.

재료 및 방법

참홍어 표지방류 조사는 화살형표지표와 전자표지표 2 가지를 이용하였다 (Fig. 1). 이 중 화살형표지표는 스파게티처럼 생겼다고 해서 영어로는 Spaghetti tag로 불리는 것으로써 지름 2.65 mm × 길이 152 mm 크기의 노란색 원주형 플라스틱으로 만들어졌다. 화살형표지표의 표면에는 고유번호와 전화번호를 기재하여 방류한 참홍어를 다시 잡았을 경우에 신고를 할 수 있도록 하였다.

2007-2013년 화살형표지표를 이용하여 흑산도 연안 및 서해에서 참홍어 총 990마리를 표지방류한 후 2013년 12월까지 재포획 결과를 조사하였다. 표지방류조사에 사용한 화살형표지표는 참홍어의 왼쪽 또는 오른쪽 지느러미 중앙에 1개를 부착하였다 (Fig. 2). 표지방류 첫해인 2007년에는 128마리, 2008년에는 309마리, 2009년에는 230마리, 2010년에는 173마리, 2011년에는 77마리, 2012년에는 51마리 그리고 2013년에는 22마리에 화살형표지표를 부착하여 방류하였다 (Table 1). 이 중 2007-2009년에 방류한 참홍어 667마리는 서해 참홍어 연승어장 (Jo et al., 2011)에서 흑산도 선적의 참홍어 잡이 근해연승어선이 4-6월에 어획한 참홍어를 조업선이 직접 전라남도 신안군 흑산항으로 이송한 후 연구원이 화살형표지표를 부착하여 흑산도 연안에서 방류한 것이다. 그리고 2010-2013년에 방류한 참홍어 325마리는 2010년 7월 흑산도 연승어선 7척 선장들이 주축이 되어 발족한 참홍어 표지방류 자원봉사단 (KN, 2010)이 방류한 것이었다. 참홍어 표지방류 자원봉사단인 7명의 선장들은 금어기인 6월 1일부터 7월 15일을 제외한 조업기간 동안 어획된 참홍어 중에서 포획 금지체장인 체반폭 42.0 cm 이하의 소형 참홍어를 어장에서 직접 표지방류 하였다. 그리고 참홍어 표지방류조사를 어업인들과 수협 관계자들에게 홍보하여 표지방류어 발견시 신고할 수 있도록 포스터를 제작하여 어업인과 수협 등 관계 기관에 배부하였다. 재포획된 참홍어는 각 개체별로 표지방류 시점과 재포획 시점의 체반폭 차이를 재포획까지의 경과일수로 나눈 다음 30을 곱하여 월 단위 성장률을 구하였으며, 성별에 따른 성장률 차이가 있는지 R 프로그램의 two sample t-test로 검정하였다.

전자표지표 (Pop-up Satellite Archival Tag: MK-10 PAT, Wildlife Computer Inc., USA)는 몸체 길이 17 cm (안테나 제외), 최대 지름 20 mm 무게 75 g으로써 최소 10초 간격으로 수심, 수온 및 조도를 저장하였다가 사용자가 설정한 시점에 자동으로 표지방류어의 몸체에서 자동으로 탈락하여 수면으로 부상한 후 Argos 위성으로 자료를 송신하게 된다. 이 때 저장된 조도 정보는 표지방류어가 이동한 경·위도 위치를 계산되는데 사용되며, 조도를 이용한 경·위도 좌표의 계산은 전자표지표 제작사가 직접 계산하여 사용자에게 제공한다.

전자표지표를 이용한 참홍어 표지방류는 Table 2와

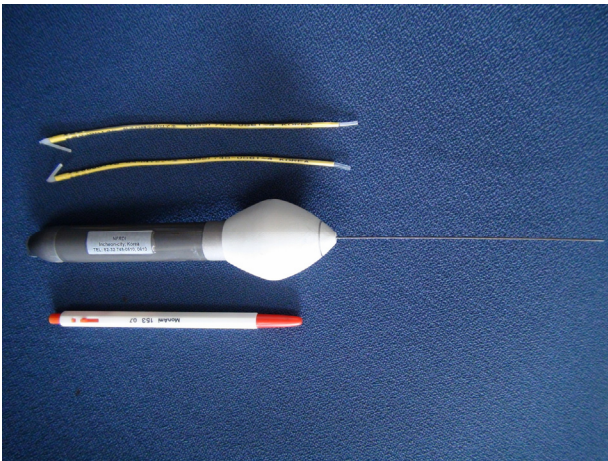


Fig. 1. Spaghetti tags (upper) and Pop-up satellite archival tag (below) using for the tagging release program of *Beringraja pulchra* in the Yellow Sea, Korea in 2007-2013.



Fig. 2. Tagging activity for *Beringraja pulchra* using by spaghetti tag in the Yellow Sea, Korea in 2007-2013.



Fig. 3. Tagged female *Beringraja pulchra* using by pop-up satellite archival tag in the Yellow Sea, Korea in 2010.

같이 2010년 5월 21일에 흑산도 서쪽에 위치하고 있는 홍도 연안에서 조업하고 있는 참홍어 연승어선에 연구원이 직접 승선하여 실시하였으며, 전자표지표는 방류 후 3개월 후에 표지방류어의 몸체에서 자동으로 탈락되어 부상하도록 설정하였다. Fig. 3과 같이 전자표지표를 부착한 참홍어는 체반폭 71.0 cm인 대형 암컷으로서 방류 위치는 전라남도 신안군 홍도 서쪽 연안인 위도 34° 37.2' N, 경도 124° 59.3' E이었다.

Table 1. Number of released *Beringraja pulchra* using by spaghetti tags in the Yellow Sea, Korea in 2007-2013

Year	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
No. of released fish	128	309	230	173	77	51	22	990

Table 2. Information of released *Beringraja pulchra* using by pop-up satellite archival tag in the Yellow Sea, Korea in 2010

Date	Release information			Period of release time (month)	Pop-up date
	Position	Sex	Disc width (cm)		
2010. 5. 21.	34° 37.2' N 124° 59.3' E	female	71.0	3	2010. 8. 25.

결 과

재포획 현황

2007-2013년 화살형표지표를 부착하여 방류한 참홍어 990마리 중에서 2013년 말까지 재포획된 참홍어는 Table 3과 같이 총 41마리로서 재포획률은 4.1%이었다. 이중 2007년에 방류한 128마리 중에서는 4마리가, 2008년에 방류한 309마리 중에서는 6마리가, 2009년에 방류한 230마리 중에서는 20마리가, 2010년에 방류한 173마리 중에서는 6마리가, 2011년에 방류한 75마리 중에서는 4마리가 재포획 되었으나 2012-2013년에 방류한 73마리는 한 마리도 재포획 되지 않았다. 재포획된 참홍어는 Fig. 4와 같이 화살형표지표가 부착된 몸체 부분의 지름 약 3 cm 정도의 피부 색깔이 약간 검게 변해 있었다.

Table 3. Number of recaptured *Beringraja pulchra* using by spaghetti tags in the Yellow Sea, Korea in 2007-2013

Release year	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
No. of recaptured fish	4	6	20	7	4	0	0	41



Fig. 4. Recaptured *Beringraja pulchra* (left) and black color of tagging point on the body using by spaghetti tag right in the Yellow Sea, Korea in 2013.

방류기간 및 성장률

2007-2013년 재포획된 참홍어 41마리의 방류 후 재포획 되기까지의 방류기간은 최소 8일부터 최대 1,420 일로써 평균 방류기간은 339일이었다. 암수 개체별 최대 성장률을 살펴보면, 암컷의 경우에는 체반폭 53.5 cm를 방류하여 83일 후에 61.0 cm가 재포획 되어 월평균 2.7 cm 성장한 것이 최대로 나타났고, 수컷의 경우에는 체반폭 28.0 cm를 방류하여 271일 후에 54.5 cm가 재포획 되어 월평균 2.9 cm 성장한 것이 최대로 나타났다 (Table 4). 월평균 성장률은 암컷 1.5 cm, 수컷 1.3 cm 이었으나 성별에 따른 월평균 성장률은 유의한 차이가 없었고 ($P=0.784$), 암수 전체의 월평균 체반폭 성장률은 1.4 cm 이었다.

화살형표지표에 의한 이동

2007-2009년 4-6월에 우리나라 서해 참홍어 연승어장에서 흑산도 참홍어 연승어선에 어획된 667마리를 흑산항으로 운반하여 화살형표지표를 부착한 후 흑산도 연안에 방류한 결과, 이 중 30마리가 재포획 되었다. 재포획된 참홍어는 흑산도 남쪽에서 재포획된 것은 보고되지 않았으며, 주로 서쪽에서부터 북동쪽까지 넓은 범위에서 재포획 보고되었다. 이동 거리는 가깝게는 흑산도 서쪽에 있는 홍도 서쪽 연안까지 이동하였으며, 멀리는 전라북도 군산시 어청도 해상까지 이동한 것으로 나타났다 (Fig. 5).

2010-2013년 동안 우리나라 서해 참홍어 연승어장에서 323마리를 선장들이 직접 화살형표지표를 부착하여 방류한 결과, 이 중 11마리가 재포획 되었다. 재포획된 참홍어는 표지방류한 곳에서부터 동서남북 전 방향으로 이동한 것으로 나타났다 (Fig. 6).

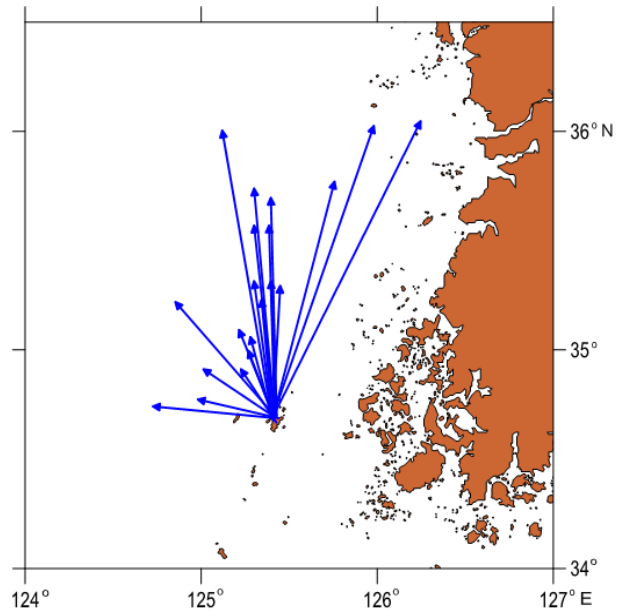


Fig. 5. Movement route of *Beringraja pulchra* using by spaghetti tags in the Yellow Sea, Korea in 2007-2009.

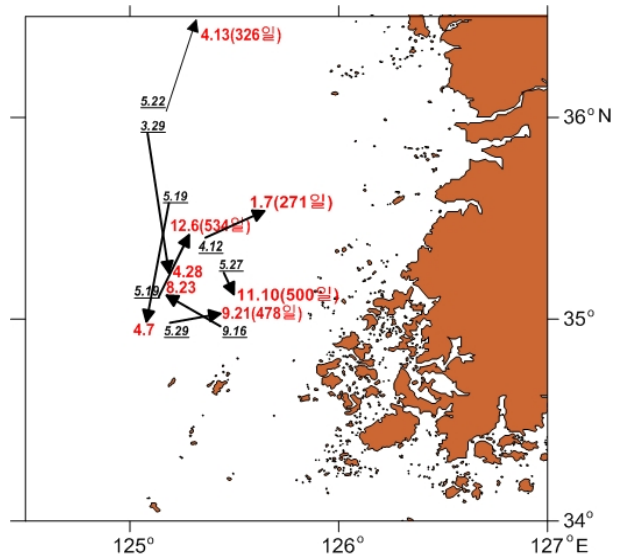


Fig. 6. Movement route of *Beringraja pulchra* using by spaghetti tags in the Yellow Sea, Korea in 2010-2013.

전자표지표에 의한 이동 경로, 서식수심 및 서식수온

2010년 5월 21일 전라남도 신안군 홍도 서쪽 연안에서 참홍어에 전자표지표를 부착하여 방류한 결과, Fig. 7과 같이 8월 18일과 20일에는 안마군도 서쪽의 위도 35° 24.3' N, 경도 125° 30.8' E 및 위도 35° 34.8' N, 경도 125° 28.5' E으로 각각 이동하였으며 8월 25일에는 군산

시 어청도 남쪽인 위도 35° 50.4' N, 경도 126° 03.6' E로 이동한 후 전자표지표가 부상하였다. 3개월의 방류기간

동안 참홍어가 이동한 서식 수심은 48-80 m이었고, 서식 수온은 12.6-14.4℃이었다.

Table 4. Result of tagging program for *Beringraja pulchra* using by spaghetti tags in the Yellow Sea, Korea in 2007-2013

No.	Release information			Recapture information		Period of release time (day)	Total growth (cm)	Rate of growth (cm/month)
	Date	Sex	Disc width (cm)	Date	Disc width (cm)			
1	2007. 4. 10.	male	59.2	2007. 5. 25.	59.2	45	0.0	0.0
2	2007. 4. 11.	male	50.7	2007. 5. 16.	52.3	35	1.6	1.4
3	2007. 4. 14.	female	52.0	2007. 5. 3.	52.0	19	0.0	0.0
4	2007. 4. 29.	male	52.8	2007. 5. 7.	52.8	8	0.0	0.0
5	2008. 5. 16.	female	62.5	2008. 6. 14.	N/A	30	N/A	N/A
6	2008. 5. 18.	female	61.0	2008. 6. 3.	61.0	17	0.0	0.0
7	2008. 6. 13.	female	59.2	2008. 9. 24.	62.8	103	3.6	1.0
8	2008. 6. 13.	female	58.9	2009. 1. 19.	64.0	229	5.1	0.7
9	2008. 6. 14.	female	59.2	2009. 1. 21.	71.0	220	11.8	1.6
10	2008. 6. 14.	female	58.5	2009. 4. 16.	75.2	306	16.7	1.6
11	2009. 4. 18.	female	41.0	2009. 6. 13.	45.0	56	4.0	2.1
12	2009. 4. 19.	male	49.8	2009. 9. 14.	59.0	148	9.2	1.9
13	2009. 4. 19.	female	56.8	2010. 1. 1.	68.0	266	11.2	1.3
14	2009. 4. 19.	male	50.1	2010. 2. 20.	60.0	308	9.9	1.0
15	2009. 4. 19.	female	50.8	2010. 2. 24.	70.0	312	19.2	1.8
16	2009. 4. 19.	female	46.0	2010. 5. 1.	66.2	377	20.2	1.6
17	2009. 4. 19.	female	47.8	2010. 7. 31.	70.2	461	22.4	1.5
18	2009. 4. 19.	male	55.5	2010. 10. 1.	70.0	523	14.5	0.8
19	2009. 4. 19.	male	40.8	2011. 1. 13.	69.0	627	28.2	1.3
20	2009. 4. 19.	female	50.2	2011. 1. 27.	72.5	641	22.3	1.0
21	2009. 4. 22.	female	57.5	2009. 12. 26.	68.0	251	10.5	1.3
22	2009. 4. 22.	female	48.7	2010. 2. 20.	70.0	305	21.3	2.1
23	2009. 4. 22.	male	50.2	2010. 5. 13.	60.0	386	9.8	0.8
24	2009. 4. 23.	female	36.4	2013. 3. 8.	75.0	1,420	38.6	0.8
25	2009. 5. 21.	male	56.2	2010. 1. 2.	67.8	226	11.6	1.5
26	2009. 5. 21.	male	54.4	2010. 2. 26.	59.8	282	5.4	0.6
27	2009. 5. 21.	female	48.2	2010. 4. 26.	62.0	341	13.8	1.2
28	2009. 6. 17.	female	53.5	2009. 9. 8.	61.0	83	7.5	2.7
29	2009. 6. 17.	male	57.6	2009. 9. 29.	60.0	94	2.4	0.8
30	2009. 6. 19.	female	50.3	2010. 1. 24.	62.5	220	12.2	1.7
31	2010. 5. 15.	female	32.0	2013. 12. 23.	82.0	1,317	50.0	1.1
32	2010. 5. 19.	female	44.0	2011. 4. 7.	58.0	323	14.0	1.3
33	2010. 5. 19.	female	42.0	2011. 12. 6.	68.0	534	26.0	1.5
34	2010. 5. 20.	female	30.0	2012. 7. 28.	69.0	801	39.0	1.5
35	2010. 5. 27.	male	38.0	2011. 11. 10.	64.0	500	26.0	1.6
36	2010. 5. 29.	female	32.0	2011. 9. 21.	59.0	478	27.0	1.7
37	2010. 9. 16.	female	28.0	2011. 8. 23.	58.0	340	30.0	2.6
38	2011. 3. 29.	female	45.0	2011. 4. 28.	45.5	29	0.5	0.5
39	2011. 4. 12.	male	28.0	2012. 1. 7.	54.5	271	26.5	2.9
40	2011. 5. 3.	female	47.0	2013. 2. 22.	68.0	661	21.0	1.0
41	2011. 5. 22.	female	41.0	2012. 4. 13.	65.0	326	24.0	2.2

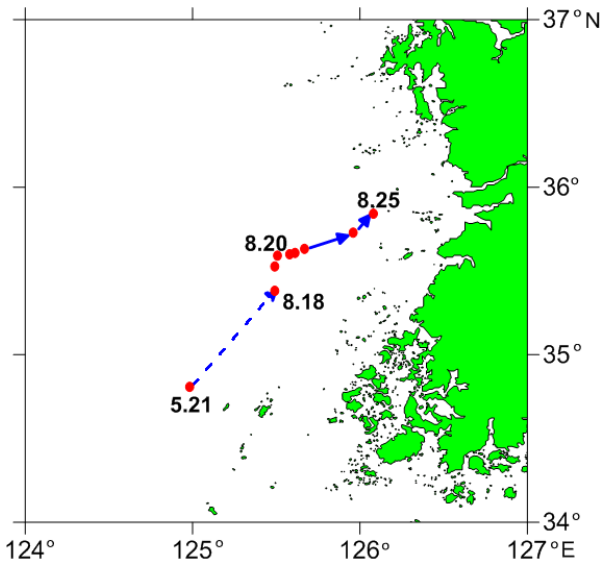


Fig. 7. Movement route of *Beringraja pulchra* using by pop-up satellite archival tag in the Yellow Sea, Korea in 2010.

고찰

2007-2013년 참홍어 990마리에 화살형표지표를 부착하여 우리나라 서해안에 방류한 결과, 2013년까지 총 41마리가 재포획되어 재포획률은 4.1%이었다. 이 결과는 Hue (1980)가 보고한 1968-1977년 북대서양산 날개다랑어 표지방류조사 재포획률 2.0% 보다는 높았으나 Pollock et al. (2002)이 보고한 호주의 1991-2003년 남방참다랑어 표지방류조사 재포획률 5.3% 보다는 낮게 나타났다. 그리고 우리나라에서 참홍어와 같이 7년간이라는 장기간에 걸쳐 표지방류조사를 실시한 연구가 거의 없으므로 의의가 있다고 하겠다. 재포획된 참홍어는 화살형표지표가 부착된 몸체 부분에 동전크기 정도의 피부 색깔이 약간 검게 변해 있는 것으로 조사되었으나 위판가격에는 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었다. 그러나 표지표가 부착된 부분의 피부 색깔이 검은 색으로 변한 원인에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 암컷이 수컷보다 월평균 성장률이 0.2 cm 더 빠르게 성장하는 것으로 나타났는데 이는 흑산도 근해연승어업에 어획된 참홍어의 평균체장의 경우 암컷이 수컷보다 크다고 보고한 Jo et al. (2011)의 연구결과와도 일치하였다. 그러나 암수 개체별 최대 성장률에서는 체반폭 53.5 cm 암컷을 방류한 경우에는 월평균 2.7 cm 성장하였으나 체반폭 28.0 cm 수컷을 방류한 경우

에는 월평균 2.9 cm 성장한 것으로 나타났다. 위의 두 가지 결과를 종합해 보면, 성별 성장률은 암컷이 수컷보다 빨랐고, 크기별 성장률은 작은 개체가 큰 개체보다 빠르다는 결론을 얻을 수 있었다. 그리고 월평균 성장률을 이용하여 연간 평균 성장률을 계산하면 암컷이 체반폭 18.0 cm, 수컷이 체반폭 15.6 cm이었다. 따라서 Jo et al. (2011)이 보고한 참홍어의 생물학적최소형 체반폭인 암컷 65.8cm, 수컷 57.0 cm까지 성장하는 데는 암수 모두 3.7년이 소요되는 것으로 계산되었다. 하지만 거의 모든 수산생물의 성장이 어릴수록 빠르다는 점을 감안하면 실제로는 이보다 더 빨리 생물학적최소형에 이를 것으로 추정된다. 화살형표지표를 이용하여 흑산도 연안에서 표지방류한 결과에 의하면, 참홍어는 주로 자기가 어획되었던 장소로 추정되는 어장 (Jo et al., 2011)으로 또는 Jang et al. (2014)보고한 바와 같이 참홍어가 주로 분포하는 곳으로 이동한 것으로 나타났다. 그러나 참홍어가 흑산도 남쪽으로 이동하였더라도 그곳에서는 참홍어 연승조업이 전혀 이루어지지 않기 (Jo et al., 2011) 때문에 재포획될 가능성이 거의 없다. 따라서 참홍어가 남쪽으로 전혀 이동하지 않았다고 단정할 수는 없을 것이다.

동 연구에서는 전자표지표의 한 종류인 Pop-up Satellite Archival Tag를 국내에서 처음으로 사용하여 3개월의 방류기간 동안 참홍어의 이동경로와 함께 서식수심이 48-80 m로 밝혀졌는데, 이 결과는 참홍어가 이동한 해역의 수심과 유사한 것으로 나타나 참홍어는 주로 저층에서 서식한 것으로 판단되었다. 서식 수온이 12.6-14.4°C라는 사실을 밝혔다. 그러나 방류기간이 3개월로 짧고 방류일자부터 82일간의 자료는 수신되지 않고 8일간의 자료만 수신되었으며, 사용한 수량도 1개에 불과하기 때문에 참홍어의 회유경로와 서식환경을 구명하는 데는 부족하다. Pop-up Satellite Archival Tag 1개 구입단가가 USD \$7,000에 달하고, 전자표지표의 크기가 비교적 커서 소형어에 사용하기 곤란하다는 단점이 있기 때문에 국내에서는 아직 활용이 보편화 되어 있지 않은 실정이지만 향후 전자표지표를 이용한 표지방류조사를 추가적으로 더 많이 수행하여 우리나라 연근해에 서식하고 있는 수산생물의 이동경로, 주야 연직이동 및 서식환경 등을 더 많이 밝힐 필요가 있을 것이다.

결론

2007-2013년 우리나라 서해에서 화살형표지표 990개 및 전자표지표 1개를 이용한 참홍어 표지방류조사를 실시하여 참홍어의 이동, 성장률, 서식수온 및 수식수심을 구명하였다. 화살형표지표 표지방류조사 결과, 재포획된 참홍어는 총 41마리로서 재포획률은 4.1%이었다. 재포획된 대부분의 참홍어는 화살형표지표가 부착된 몸체 부분의 지름 약 3 cm 정도의 피부 색깔이 약간 검게 변해 있는 것으로 조사되었다. 방류기간은 최소 8일부터 최대 1,420일이었고 평균 방류기간은 339일이었으며, 방류기간 동안의 암수 전체 월평균 성장률은 1.4 cm이었고 암컷의 월평균 성장률이 1.5 cm로써 수컷의 월평균 성장률 1.3 cm보다 0.2 cm 더 빠르게 성장하였지만 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 2007-2009년 4-6월에 어획된 667마리를 화살형표지표를 부착한 후 흑산도 연안에 방류한 결과, 30마리가 재포획되었으며 재포획된 참홍어는 흑산도 남쪽으로는 이동하지 않고 주로 서쪽에서부터 북동쪽으로 위도상 북쪽으로 이동한 것으로 나타났다. 2010-2013년 조업어장에서 어획한 체반폭 42.0 cm 이하 참홍어 323마리를 선장들이 화살형표지표를 부착하여 현장에서 직접 방류한 결과, 11마리가 재포획 되었으며 재포획된 참홍어는 표지방류된 곳에서부터 동서남북 사방으로 이동한 것으로 나타났다. 2010년 5월 21일에 홍도 연안인 위도 34° 37.2' N, 경도124° 59.3' E에서 전자표지표를 부착한 후 방류한 참홍어는 북동쪽으로 이동하여 2010년 8월 25일에 어청도 남쪽인 위도 35° 50.4' N, 경도126° 03.6' E에서 전자표지표가 부상하였으며 3개월의 방류기간 동안 참홍어가 서식한 수심은 48-80 m이었고, 서식 수온은 12.6-14.4°C이었다.

사사

본 연구는 국립수산물과학원 (서해 연안어업 자원조사 및 참홍어 자원회복연구, RP-2015-FR-015)의 지원으로 수행되었으며, 연구의 수행에 도움을 주신 직원 여러분들과 참홍어 표지방류 자원봉사단인 흑산도 근해 연승어선 선장님들에게 감사드립니다.

참고문헌

Chyung MK. 1977. The fishes of Korea. IL JI SA Publishing Co.,

Seoul, pp. 727.

- Horodysky AZ, Kerstetter DW, Latour RJ and Graves JE. 2007. Habitat utilization and vertical movements of white marlin (*Tetrapturus albidus*) released from commercial and recreational fishing gears in the western North Atlantic Ocean: inferences from short duration pop-up archival satellite tags. *Fish Oceanogr* 16(3), 240-256. (doi:10.1111/j.1365-2419.2006.00419.x)
- Hue SB. 1980. Growth and Mortality of Albacore (*T. alalunga*) in the North East Atlantic Measured by tagging Data. *Biol Oceanogr Lab* 2(1), 57-61.
- Hwang KS, Choi IS and Jung SG. 2012. Estimating the abundance and fishing mortality of Pacific cod, *Gadus macrocephalus* during the spawning season in Jinhae bay, Korea, using a mark-recapture method. *Kor J Fish Aquat Sci* 45(5), 99-506.
- 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, Treloar M, Bor PHF, Senou H and Heong CH. 2012. The comparative morphology of skate egg capsules (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes). *Bull Kanagawa prefect Mus (Nat Sci)* 41, 9-25.
- Jang MH, Jo HS, Kweon DH, Cha BY, Hwang JH, Han KN and Im YJ. 2014. Geographical Distribution and Catch Fluctuations of Mottled Skate, *Beringraja pulchra* in the Eastern Yellow Sea. *Korean J Ichthyol* 26(4), 295-302.
- Jeong CH. 1999. A review of taxonomic studies and common names of Rajid fishes (Elasmobranchii, Rajidae) from Korea. *Korean J Ichthyol* 11, 198-210.
- Jo HS, Hwang HJ, Kwon DH, Jeong KS, Choi GH, Cha BY and Im YJ. 2011. Fishing characters of skate ray, *Raja pulchra* by the offshore longline fishery in Heuksan-do, Korea. *J Kor Soc Fish Technol* 47(4), 403-410. (DOI:10.3796/KSFT.2011.47.4.403)
- KN (Kwangju News). 2010. Volunteers for the tagging release program of Mottled skate, *Beringraja pulchra* in Heuksan-do, Korea. Retrieved from <http://www.kwangju.co.kr/read.php3?aid=1280156400402031154&search>.
- Moon DY, An YR, Jung MM, Kim SY, Choi SG, Lee HY, Yoo JT and Kim MJ. 2011. Satellite tracking of Green sea turtles *Chelonia mydas* in Korean Water. *Kor J Fish Aquat Sci* 44(6), 709-716. (DOI: 10.5657/KFAS.2011.0325).
- NFRDI. 2009. Status and recommendation on the fisheries resources under rebuilding plan in 2009. TR-2009-FR-010, 309 pp.
- Oh TY, Kim JI, Baik CI, Sohn HS, Koh JL and Cha BY. 2002. Evaluation of various tags used in tagging experiment with the young Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *J Kor Soc Fish Res* 5, 64-72.
- Pade NG, Queiroz N, Humphries NE, Witt MJ, Jones CS, Noble LR and Sims DW. 2009. First results from satellite-linked

archival tagging of porbeagle shark, *Lamna nasus*: Area fidelity, wider-scale movements and plasticity in diel depth changes. *J Exp Marine Biol & Ecol* 370, 64–74. (doi:10.1016/j.jembe.2008.12.002)

Patterson TA, Evans K, Carter TI and Gunn JS. 2008. Movement and behaviour of large southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*) in the Australian region determined using pop-up satellite archival tags. *Fish Oceanogr* 17(5), 352–367. (doi:10.1111/j.1365-2419.2008.00483.x)

Pollock KH, Hearn WS and Polacheck T. 2002. A general model for tagging on multiple component fisheries: an integration of age-dependent reporting rates and mortality estimation. *Environ & Ecol Stat* 9, 57–69.

2015. 5. 05 Received

2015. 5. 29 Revised

2015. 5. 29 Accepted