

여수 돌산도 연안 낭장망에 부수어획된 어류 종조성

정재묵 · 유준택 · 김희용¹ · 이선길 · 고우진 · 김영혜*

국립수산과학원 남해수산연구소 자원환경과, ¹국립수산과학원 연구기획과

Species Composition of Bycatch Fishes Collected by a Gape Net with Wings in the Coastal Waters of Dolsan-do, Yeosu, Korea

Jae Mook Jeong, Joon-Taek Yoo, Heeyong Kim¹, Sun-Kil Lee, Woo-Jin Go and Yeonghye Kim*

Fisheries Resources and Environment Division, South Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Institute of Fisheries Science, Yeosu 59780, Korea

¹Research and Development Planning Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

The species composition of bycatch species in the coastal waters of Yeosu were determined by monthly sample collection using a gape net with wings in 2014. Of a total of 32 fishes collected, the dominant species were *Ammodytes personatus*, *Conger myriaster leptocephali*, *Sebastes inermis*, *Trichiurus lepturus*, *Thryssa kammalensis*, *Leiognathus nuchalis*, *Syngnathus schlegeli*, *Thryssa adelae* and *Hexagrammos otakii*. These 9 species accounted for 95.2% of the total number of individuals collected. Most of the fish caught were juveniles and small fishes. Based on the results of multidimensional scaling (MDS) analysis, the bycatch fishes were divided into five group.

Key words: Yeosu, Gape net with wings, Bycatch species, Species composition

서론

우리나라에서 어류를 대상으로 행해지는 어업의 대부분은 계절과 일정 시기를 기준으로 주요 어획목표종(target species)이 있다. 어류의 회유는 색이, 산란, 성숙, 월동 등 계절적으로 규칙성을 가지고 분포하므로 연중 특정 시기와 해역에서 어업이 이루어진다(Chang and Lee, 2002). 여수, 완도, 진도를 비롯한 전남 연안에서 이루어지는 낭장망 어업의 주요 어획목표종은 멸치(*Engraulis japonicus*)이다. 지금까지 남해안 일대에서 수행된 낭장망에 관한 연구를 살펴보면 대부분 멸치의 우점율이 매우 높다고 보고 되었는데(Kim and Kang, 1995; Huh and Kwak, 1998; Yoo et al., 2014; Cho et al., 2014), 이러한 결과들은 멸치를 주요 대상으로 하는 조업특성상 예측 가능한 결과일 것으로 생각된다. 전남 지역의 낭장망 어업에서는 부수어획종의 개체수가 많을 경우, 어획물 분류작업을 포기하고 전량 투기하기도 한다. 이는 목표어종인 멸치를 어획 즉시 자숙 후 건조해야 하는데, 부수어획물이 높으면 물리적 시간과 경제적 이익 측면에서 손해가 발생하기 때문이다. Stobutzki (2003) 등은

이렇게 어획된 어류 중, 경제적 가치가 없거나 식용으로 적합하지 않은 종은 생체 폐기물로 다시 바다로 투기(discards)되어, 해당 생태계내 어류 군집의 영양단계에 직·간접적으로 영향을 미칠 확률이 높다고 하였다. 이러한 측면에서 부수어획(bycatch)된 어류만으로 종조성을 파악한 연구는 해양생태계 보전 및 관리의 측면에서 반드시 필요하며, 부수어획물의 출현양상 및 출현량에 대한 정성·정량적 파악은 낭장망 어업의 관리를 위한 과학적 근거자료가 될 것이다. 본 연구의 목적은 낭장망에 채집된 부수어획 어종의 종조성과 월변동 양상을 파악하여, 향후 낭장망 어업의 최대 쟁점인 세목망 허용 망목 크기에 대한 정책 수립에 관한 근거 자료를 제공하여 효율적인 자원관리와 보전을 위함이다.

재료 및 방법

표본은 여수 돌산도 주변 연안(34°35'13.90"N, 127°45'5.52"E)에서 2014년 4월부터 11월까지(낭장망 조업기간) 매월 1회 전 체길이 64 m, 끝자루 망목(세목망)크기 4.0 mm의 낭장망(gape net with wings)에 어획된 어획물을 매월 5 kg씩 무작위로 표본

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2015.0805>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Korean J Fish Aquat Sci 48(5) 805-809, October 2015

Received 14 September 2015; Revised 19 October 2015; Accepted 20 October 2015

*Corresponding author: Tel: +82. 61. 690. 8941 Fax: +82. 61. 686. 1588

E-mail address: fishmail@korea.kr

채집하였으며, 시료의 부패를 방지하기 위하여 쿨러(cooler)에 빙장 보관하여 연구실로 운반하였다. 채집된 어류의 종 동정은 Nakabo (2002), NFRDI (2005), Kim et al. (2005)을 이용하였으며, 종별로 개체수를 계수하였다. 최우점종인 멸치는 분석에서 제외하였다. 100개체 이상 출현한 종을 주요 출현종으로 정하고, 체장(standard length, SL; total length, TL; fork length, FL), 중량(Body weight, BW), 성장단계를 확인하였다. 통계분석을 위한 자료의 정규화(normality)와 분산을 동질화(homocedasticity) 시키고 우점종의 bias를 줄이기 위하여 어류 출현량의 로그변환[logarithmic transformations, $\log_{10}(x+1)$]을 수행하였다. 월별 어류군집의 변화를 분석하기 위하여 분산분석(one-way ANOVA)를 실시하였고, Tukey test를 통하여 검정하였다.

계절변동에 대한 유사도는 Pianka (1973)의 중복도지수를 이용하여 확인하였다.

$$A_{ij} = \frac{\sum (P_{ih} - P_{jh})}{\sqrt{\sum P_{ih}^2 \times \sum P_{jh}^2}}$$

(P_{ih} : 채집시기 h에 채집된 전체 개체수에 대한 어종 i의 개체수의 비율)

(P_{jh} : 채집시기 h에 채집된 전체 개체수에 대한 어종 j의 개체수 비율)

구해진 유사도를 이용하여 출현시기의 유사성을 나타내기 위하여 다차원척도법(MDS, Multi-dimensional scaling)을 이용하였다. MDS분석은 극우점종인 멸치를 포함시켰을 때와 그렇지 않을 때의 출현시기 유사성을 비교하기 위해 2회 시행하였다. 통계분석을 위하여 PRIMER v5 statistical package를 이용하였으며(Clarke and Gorley, 2001), 이때 비우점종(10개체 이하)은 오류를 증가시킬 확률이 높기 때문에 분석에서 제외시켰다.

결 과

종조성

조사기간 동안 총 7목 27과 32종 1,410개체의 어류가 채집되었다(Table 1). 분류군별(Order) 출현 어종수를 살펴보면 농어목(Perciformes) 어류가 17과 18종으로 가장 많이 채집되었으며, 그 다음으로 청어목(Clupeiformes) 어류가 2과 4종, 솜뱅이목(Scorpaeniformes) 어류는 3과 3종, 복어목(Tetraodoniformes) 어류는 1과 3종이 채집되었다. 그 외, 뱀장어목(Anguilliformes), 큰가시고기목(Gasterosteiformes), 홍매치목(Aulopiformes), 셋비늘치목(Myctophiformes) 어류는 1과 1종씩 채집되었다.

개체수에서 가장 많이 채집된 어종은 까나리(*Ammodytes*

personatus)로 644 개체가 채집되어 전체 채집 개체수의 45.7%를 차지하였다. 그 다음으로는 붕장어 *leptocephalus* (*Conger myriaster*)와 볼락(*Sebastes inermis*)이 각각 247, 129 개체가 채집되어 전체개체수의 17.5%, 9.1%를 차지하였다. 갈치(*Trichiurus lepturus*)는 112개체가 채집되었으며, 전체 개체수의 7.9%를 차지하였다. 그 외에 청멸(*Thryssa kammalensis*), 주둥치(*Leiognathus nuchalis*), 실고기(*Syngnathus schlegeli*), 풀반대이(*Thryssa adela*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*) 등 다양한 어류가 채집되었으며, 상기 언급한 9종은 전체 개체수의 95.2%를 차지하였다.

계절변동

계절별 종수는 8월에 12종으로 가장 많았으며, 6월에 4종으로 가장 적었다(Table 1.). 그 외 4월과 11월에는 각각 10종과 11종, 7월과 10월에는 각각 5종과 6종이 채집되어 비슷한 종수를 보였다. 월별출현량은 4월에 1,014개체로 가장 많았으며, 9월 11개체로 가장 적은 개체수를 보였다. 8월과 11월에는 각각 209, 108개체가 채집되어 월별 군집 간 유의한 차이를 보였다(ANOVA, $P < 0.05$).

최우점종인 까나리는 채집기간 동안 4월에 644개체가 채집되어 일시적으로 대량 출현하는 양상을 보였다. 아우점종인 붕장어 유생은 4월에 172개체로 높은 출현량을 보였으며, 이 후 점차 감소하는 양상을 보였다. 볼락은 까나리와 마찬가지로 4월에 129개체가 출현한 이후 출현하지 않았으며, 갈치는 8월을 제외한 나머지 기간에는 소수 출현하였다. 계절에 따른 출현시기 유사성 비교를 위해 10개체 이상 출현한 9종(멸치 제외)과 10종(멸치 포함)으로 다차원척도법(MDS)을 이용해 분석한 결과, 5개의 그룹으로 구분할 수 있었다. 전자에서는 Group I, Group IV, Group V는 각각 4월, 9월, 7월로 하나의 달만이 속하였다. Group II와 Group III에서는 각각 8월과 11월, 6월과 10월이 속했으며, 후자에서도 그룹간 거리가 변했을 뿐 뚜렷한 차이는 없었다.

주요 출현종의 크기 및 성장단계

까나리(*A. personatus*)의 체장과 체중은 각각 12.0-14.4 cm (FL), 6.82-12.71 g 의 범위를 보여, 전량 성어(adult stage)였으며, 붕장어 *leptocephalus* (*C. myriaster*)는 각각 8.6-9.5 cm (TL), 0.89-1.25 g 의 범위를 보였다. 볼락(*S. inermis*)은 각각 1.3-2.6 cm (SL), 0.05-0.47 g, 갈치(*T. lepturus*)는 각각 7.1-10.3 cm (TL), 0.23-0.43 g의 범위를 보여 전 개체가 치어(juvenile stage)였다(Tabla 2.).

고 찰

본 연구에서는 낭장망 어업의 어획목표종인 멸치를 제외한 후 종조성을 분석한 결과, 가장 우점한 종은 까나리(*A. personatus*)였다. 까나리는 남해안 일대에서 뿐 아니라, 서해안에서 흰베도

Table 1. Species composition of fish collected in the coastal waters of Dolsan-do, Yeosu, Korea

Scientific name	Month	Apr.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Total	
		N	N	N	N	N	N	N	N	%N
<i>Ammodytes personatus</i>		644							644	45.7
<i>Conger myriaster leptocephalus</i>		172	15	2	57		1		247	17.5
<i>Sebastes inermis</i>		129							129	9.1
<i>Trichiurus lepturus</i>		3		4	101	1		3	112	7.9
<i>Thryssa kammalensis</i>					3			76	79	5.6
<i>Leiognathus nuchalis</i>		48			5			14	67	4.8
<i>Syngnathus schlegeli</i>			21		2		7	3	33	2.3
<i>Thryssa adalae</i>					20				20	1.4
<i>Hexagrammos otakii</i>		11							11	0.8
<i>Trachurus japonicus</i>		1			8				9	0.6
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>		4	1	3			1		9	0.6
<i>Saurida elongata</i>					4	2	1		7	0.5
<i>Setipinna tenuifilis</i>								6	6	0.4
<i>Chaetodon modestus</i>				5		1			6	0.4
<i>pholis nebulosa</i>		1					4		5	0.4
<i>Rudarius ercodes</i>					3				3	0.2
<i>Upeneus japonicus</i>					3				3	0.2
<i>Psenopsis anomala</i>						2		1	3	0.2
<i>Sphyaena pinguis</i>					2				2	0.1
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>						2			2	0.1
<i>Siganus fuscescens</i>			1			1			2	0.1
<i>Decapterus maruadsi</i>								1	1	0.1
<i>Aluterus monoceros</i>				1					1	0.1
<i>Benthoosema pterotum</i>		1							1	0.1
<i>Lateolabrax japonicus</i>						1			1	0.1
<i>Pampus echinogaster</i>								1	1	0.1
<i>Oplegnathus fasciatus</i>								1	1	0.1
<i>Sardinella zunasi</i>								1	1	0.1
<i>Microcanthus strigatus</i>								1	1	0.1
<i>Pennahia argentata</i>					1				1	0.1
<i>Repomucenus koreanus</i>							1		1	0.1
<i>hyporhamphus sajori</i>						1			1	0.1
Total		1,014	38	15	209	11	15	108	1,410	100.0

Table 2. Standard length and weight range in the coastal waters of Dolsan-do, Yeosu, Korea

Scientific name	Length range (cm, SL, TL)	Average length, ±SD	Weight range (g)	Average weight, ±SD
<i>Ammodytes personatus</i>	12.0-14.4	13.2±0.31	6.82-12.71	10.42±0.49
<i>Conger myriaster</i> (<i>leptocephalus</i>)	8.6-9.5	9.1±0.24	0.89-1.25	1.02±0.12
<i>Sebastes inermis</i>	1.3-2.6	2.0±0.26	0.05-0.47	0.17±0.07
<i>Trichiurus lepturus</i>	7.1-10.3	8.6±1.31	0.23-0.43	0.31±0.08

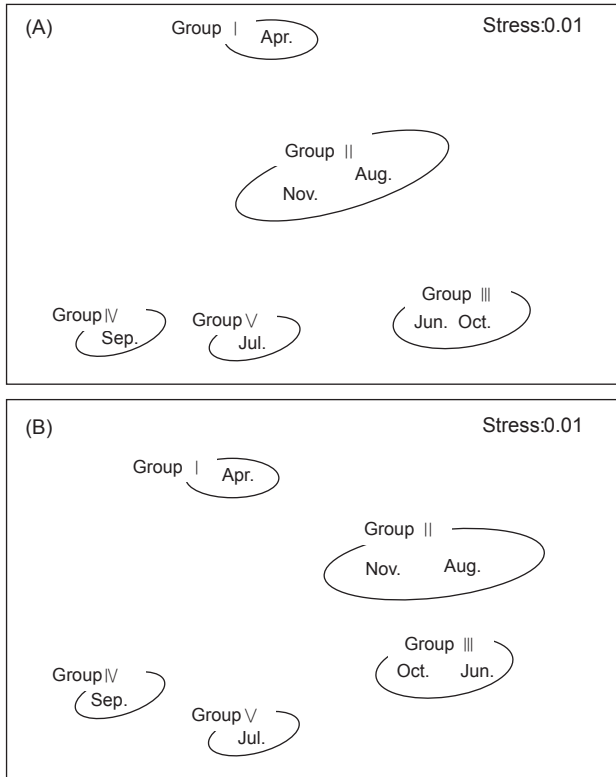


Fig. 1. A multi-dimensional scaling (MDS) analysis the classification of 9 most numerous bycatch species (A), including *Engraulis japonicas* of MDS analysis (B) collected by a gape net with wing in the coastal waters of Dolsan-do, Yeosu, Korea.

라치(*Pholis fangi*)의 후기 자어(post larvae)인 실치를 어획목 표종으로 하는 낭장망 어업에서도 부수어획종으로 높은 출현량을 보인다고 알려져 있다(Hwang, 1998). 일반적으로 요각류(copepods)를 비롯한 부유성 단각류(pelagic amphipods)와 같은 소형 무척추동물은 섭식하는 소형어류들은 연안에 서식하는 중·대형어류들의 중요한 먹이생물로 알려져 있다(Gerking, 1994). 이와 같이 까나리가 우점한 이유는 연안역에서 무리를 이루는 특성과 함께 해양생태계 내에서 2차소비자로 멸치와 유사한 생태적 지위를 가지고 있어, 대량 출현을 보인 것으로 판단된다. 아우점한 붕장어 *leptocephalus*는 4월부터 8월까지 출현하는 양상을 보였는데, 이는 일본 남부해 대륙붕 주변에서 순차적으로 부화된 자어가 해류의 수송에 의해 연구 해역으로 유입되었기 때문인 것으로 판단된다(Kim et al., 2004). Lee와 Byun (1996)은 붕장어 *leptocephalus*의 일련을 분석하여 산란기를 역추정할 결과, 12-2월로 추정된다고 하였다. 이와 같은 결과로 볼 때, 낭장망 어업시기에 부유생활을 하는 붕장어는 부수어획에 의한 초기 사망률이 증가할 가능성이 높은 것으로 추측된다. 하지만 낭장망 어획목표종인 멸치의 주 어획시기와 붕장어 *leptocephalus*의 연안가입 시기가 중복되는 양상을 보여 자치

어 보호를 위해서는 지속적인 모니터링과 정확한 산란기 연구가 필요할 것으로 판단되었다. 볼락 또한 까나리와 마찬가지로 4월에 일시적으로 높은 출현량을 보였는데, 채집된 개체는 모두 치어였다. 이는 볼락의 주 산출시기는 겨울로 알려져 있는데 (Lee and Kim, 1992; Kim et al, 2010), 이 후 성장한 개체들이 유영력이 약한 시기에 조류에 의해 채집된 것으로 생각된다. 갈치는 여름철에 집중적으로 출현하였는데, 채집된 개체는 모두 치어로 부수어획 어류 중, 가장 경제적 가치가 높은 어종이었다. 갈치 치어의 연안 가입시기인 여름철에 낭장망과 다른 어구에 혼획과 투기에 의해 발생하는 사망율을 고려 해볼 때, 장기적인 측면에서 자원감소 요인 중 중요한 인자가 될 것이라고 판단된다. 월별 종조성을 살펴보면, 봄철인 4월에 부수어획종의 비율이 높은 것으로 나타났는데, 지속적인 모니터링을 통하여 낭장망 어업의 금어기를 적절하게 설정해야 할 것으로 생각된다. 세목망의 경우에는 현행 4 mm에서 확대 시행하거나 금지시키는 것이 바람직하다고 판단되지만, 이에 따른 어획량, 어획물조성, 경제적 수입 변동 등을 파악하여 수산자원 보호 정책과 어업인 의견 사이에서 합의점을 찾아야 할 것이다.

부수어획 어종들의 월별 유사성을 MDS로 분석한 결과, 4월은 단독으로 group I로 구분되었는데, 이는 우점한 까나리의 산란기는 11-3월(Kim et al., 1999), 붕장어는 11-2월(Kim et al., 2011), 볼락의 산출시기는 12-2월(Lee and Kim, 1992)로 비슷한 산란기를 가지고 있기 때문에 출현시기가 같은 것으로 판단되었다. 그리고 까나리는 4월 이후 서식지를 이동하거나, 여름 잠에 돌입하여(Kim et al., 2005) 더 이상 채집되지 않은 것으로 추측되었다. group II는 갈치, 청멸, 주둥치, 실고기가 중복적으로 출현하였으며, 8월과 11월이 속했는데, 이는 산란기가 5-8월인 갈치와 7-8월인 청멸(NFRDI, 2005), 주걱종인 주둥치와 실고기 때문인 것으로 판단되었다. 그리고 Group III에서는 6월과 10월이 속했는데, 이는 부수어획된 어류의 종수와 개체수가 적었기 때문이었다. 9월과 7월 또한 단독으로 각각 Group IV, V로 구분된 것으로 나타났다. 이는 소수 출현한 기타 종수가 많았으며, 까나리와 볼락, 붕장어 *leptocephalus*같은 우점종이 출현하지 않았기 때문인 것으로 판단되었다. 그리고 멸치가 포함된 MDS 분석은 큰 차이가 없었는데, 이는 월별로 전체개체수의 90.0% 이상으로 극우점 했기 때문인 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 2015년도 국립수산물학원 수산과학연구소(남해 연안어업 및 환경생태조사, 15-FE-04)의 지원으로 수행된 연구이며 연구비 지원에 감사드립니다.

References

Cho SG, Song DH, Yoo JT, Choi MS and Cha BJ. 2014. Compari-

- son of fishing gears and catches by areas in the gape net with wings in Jeonnam, Korea. Bull Korean Soc Fish Tech 50, 301-309. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2014.50.3.301>.
- Clarke KR and Gorley RN. 2001. Getting Started with PRIMER v5: User Manual/Tutorial. Primer-E, Plymouth.
- Gerking S.D. 1994. Feeding Ecology of Fish. Academic Press. USA.
- Hwang SD. 1998. Diel and Seasonal Variations in Species Composition of fishery Resources Collected by a Bag Net off Kogunsan-gundo. Korean J Ichthyol 10, 155-163.
- Huh SH and Kwak SN. 1998b. Seasonal Variation in Species Composition of Fishes Collected by Winged Stow Nets on Anchors off Namhae Island. Bull Korean Soc Fish Tech 34, 309-319.
- Kim HY, Kim SH, Huh SJ, Seo YI, Lee SG, Ko JC, Cha HK and Choi MS. 2010. Age and growth of the black rockfish, *Sebastes inermis*, in the Jeonnam marine ranching area in the southern Sea of Korea. Bull Korean Soc Fish Tech 46, 346-357. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2010.46.4.346>.
- Kim YH and Kang YJ. 1995. Community structure and variation of juveniles in coastal water, Shinsudo, Samchonpo. Korean J Ichthyol 7, 177-186.
- Kim YH, Kang YJ and Ryu DK. 1999. Growth of *Ammodytes personatus* on Korean waters. J Korean Fish Soc 32, 550-555.
- Kim YH, Lee EH, Kim JN, Choi JH, Oh TY and Lee DW. 2011. Age and Growth of Whitespotted Conger *Conger myriaster* in the Southern Coastal Waters of Korea. J Korean Fish Soc 44, 689-694. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2011.0689>.
- Kim IS, Choi Y, Lee CH, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyohak Publ., Seoul, Korea.
- Lee TW and Byun JS. 1996. Microstructural growth in otoliths of conger eel (*Conger myriaster*) leptocephali during the metamorphic stage. Mar Biol 125, 259-268.
- Lee TY and Kim SY. 1992. Reproduction and embryonic development within the maternal body of ovoviviparous teleost, *Sebastes inermis*. Bull Korean Soc Fish Tech 25, 413-431.
- Nakabo T. 2002. Fishes of Japan with Pictorial Keys to the Species. Tokai Univ. Press.
- NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2005. Commercial Fishes of the Coastal and Off shore Water in Korea. Hangul Graphics Busan, Korea.
- Pianka ER. 1973. The structure of lizard communities. Ann Rev Ecol Syst 4, 53-74.
- Stobutzki I, Jones P and Miller M. 2003. A comparison of fish bycatch communities between areas open and closed to prawn trawling in an Australian tropical fishery. ICES J Mar Sci 60, 951-966.
- Yoo JT, Kim JG and Choi MS. 2014. Change of Structure Community of Fish Collected by a Gape Net with Wings after 12 Years in the Coast of Wando Island, Korea. J Korean Fish Soc 47, 659-666. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0659>.
- Zhang CI and Lee SG. 2002. Fisheries management. Sejong Press, Busan, Korea.