

## 강원 연안에서 삼중자망에 의한 어획물의 종조성 및 분포특성

손명호 · 윤병선\* · 박정호 · 최영민<sup>1</sup> · 양재형<sup>2</sup>

국립수산과학원 동해수산연구소, <sup>1</sup>서해수산연구소, <sup>2</sup>독도수산연구소

# Species Composition and Distribution of Trammel Net Catches in the Coastal Waters of Gangwon Province, Korea

Myoung Ho Sohn, Byoung Sun Yoon\*, Jeong-Ho Park, Young Min Choi<sup>1</sup>

and Jae Hyeong Yang<sup>2</sup>

*Fisheries Resources and Environment Division, East Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Gangnung 210-861, Korea*

<sup>1</sup>*Fisheries Resources and Environment Division, West Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Incheon 400-420, Korea*

<sup>2</sup>*Dokdo Fisheries Research Center, National Fisheries Research and Development Institute, Pohang 791-110, Korea*

This study was conducted to provide basic data for optimal fisheries management through the accurate understanding the catches, fishing level, species composition, distribution characteristics and fisheries status of trammel net in Gangwon Province. As the results of trammel net survey, Pisces were collected 77 species, 1,983.0 kg, Crustacea 9 species, 569.0 kg, Cephalopoda 5 species, 75.3 kg, Gastropoda 12 species, 16.5 kg in the coastal waters of Sokcho and Pisces 55 species, 3,681.5 kg, Crustacea 6 species, 2,229.8 kg, Gastropoda 10 species, 72.8 kg, Cephalopoda 4 species, 10.1 kg in the coastal waters of Donghae, respectively. The catches of important species with season and depths showed that the main target species is Pleuronectidae spp. at all depth and *Aptocyclus ventricosus* at <100 m in Sokcho, *Liparis* spp. and *Dasycottus setiger* at 200-500 m in Donghae, respectively. The mean total length (cm) of *Gadus macrocephalus* and *Aptocyclus ventricosus* didn't appear significant difference, but the mean total length of Pleuronectidae spp., *Liparis* spp. and *D. setiger* in Donghae is bigger than in Sokcho. From the cluster and MDS analysis based on Bray-Curtis similarity matrix of fourth root transformed, catches data of dominant species in the coastal waters of Sokcho and Donghae was divided into three different groups of the demersal organisms community in 12 survey of Donghae (Group A) and Jul., Oct.-Dec. survey of Sokcho (Group B) and Jan.-Jun. and Aug.-Sep. survey of Sokcho (Group C).

Key words: Trammel net, Species composition, Distribution characteristics, Similarity index, SIMPER analysis

### 서 론

동해는 북한한류가 대륙붕 연안을 따라 남하하고 남쪽에서 고온고염의 대마난류가 대한해협을 통해 유입되어 약 37°N 부근에서 강한 수온전선이 형성되어 기초생산력이 높고 다양한 먹이생물이 번식하면서 동해 수산자원의 중요한 어장과 성육장 역할을 하는 중요한 해역이다(Kawai, 1991). 또한 수심이 깊고 해안선이 단조로운 해양환경적 특성을 가진 연안역은 수많은

해양생물의 산란과 성육장으로 이용되고 있어 어장으로서 가치가 매우 높은 곳이다(Chun et al., 2004).

강원도 연안을 북부인 속초와 남부인 동해를 조사해역으로 구분하였는데, 강원 북부해역은 북한 연안을 따라 내려오는 저온 저염의 북한한류의 영향을 크게 받으며, 100 m 이후 수심이 급격하게 깊어지는 지형적 특성이 있고 상대적으로 강원 남부지역에 비해 니질 퇴적물의 분포범위가 좁은 특징을 가지고 있다(Choi et al., 2012). 반면 강원 남부해역은 표층과 중층은 북상

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0945>



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.

Kor J Fish Aquat Sci 47(6) 945-959, December 2014

Received 21 November 2014; Revised 17 December 2014; Accepted 17 December 2014

\*Corresponding author: Tel: +82. 33. 660. 8565 Fax: +82. 33. 661. 8513

E-mail address: mzmzmz@nate.com

하는 동한 난류, 저층은 북한한류의 영향을 받는 것으로 알려져 있으며 강원 북부에 비해 수심의 변화가 적고 니질 퇴적물이 넓게 분포하는 특징을 가지고 있어 해양환경적 특성에서 차이를 보인다(Kim and Kim, 1983).

삼중자망은 홑자망과는 달리 그물코가 큰 2장의 외망과 그물코가 작은 1장의 내망으로 구성된 어구이며, 홑자망에서 어획되기 어려운 어종이나 갑각류뿐만 아니라 자치어를 포함한 크고 작은 여러 대상 생물을 동시에 어획하는 기능을 가지고 있다. 삼중자망어업은 자원보호적인 측면에서 일부 해역과 특정 어종을 제외하고는 법적으로 허가가 금지된 어구이지만 강원도 전체 어선어업의 약 38%인 980여척이 관행적으로 조업하고 있는 생계형 어업으로 알려져 있다(Kim and Lee, 2012; Choi et al., 2012). 삼중자망에 의해 주로 어획되는 어종은 대구(*Gadus macrocephalus*), 꼼치류(*Liparis* spp.), 뚝지(*Aptocyclus ventricosus*), 가자미류(*Pleuronectidae* spp.), 고무꺼정어(*Dasycottus setiger*), 벌레문치(*Lycodes tanakae*)로 연안에서 수심 500 m까지 다양한 수심에서 조업을 실시하고 있다.

현재까지 우리나라에서 수행된 삼중자망에 관한 연구로는 삼천포 신수도 연안 천해어류 군집의 구조(Kim and Kang, 1991), 가자미 망목선택성(Kim and Lee, 2002), 서대의 망목선택성에 관한 연구(Cho et al., 2000), 동해 흥해 연안어류의 종조성(Hwang et al., 1997), 삼중자망어업의 합법적인 조업 등에 관한 연구(Yoo et al., 2001), 어획 특성과 혼획 및 투기 현황(Bae et al., 2010) 등이 대표적이다.

본 연구는 강원도 해역을 북부와 남부로 구분하여 각 해역의 해양특성에 따른 어류의 종조성 및 계절별, 수심별 서식 분포특성의 차이를 파악하는데 주 목적이 있으며, 또한, 향후 삼중자망어업이 주요 대상자원에 미치는 영향을 분석하고 합리적 자원관리방안을 모색하기 위한 기초자료를 제공하기 위하여 수행되었다.

## 재료 및 방법

강원도 연안을 북부해역인 속초와 남부해역인 동해를 구분하여, 2011년 12월부터 2012년 11월까지 12개월 동안 각 해역별로 3척씩 총 6척의 삼중자망어업 어선을 이용하여 월 1회씩 승선조사를 실시하였다(Fig. 1).

본 조사에서 사용된 어구의 크기는 폭당 70 m, 높이 2 m, 외망망목 200 mm, 내망망목 95 mm였으며, 승선조사 시 투망위치의 위·경도, 투망폭수, 투망수심 등을 기록하였다. 채집된 생물 전량을 즉시 실험실로 운반하여 동정, 분류하였고, 채집된 어류의 체장은 0.1 cm 단위까지 중량은 1.0 g 단위까지 측정하였다. 어류 동정은 Kim et al. (2005), 갑각류는 Kim (1973, 1977)과 NFRDI (2001) 그리고 연체동물은 Min et al. (2004)을 참고하였다.

강원도 삼중자망에 출현한 전체 수산생물을 어류, 갑각류, 두족류, 복족류 및 기타의 5개 분류군으로 구분하여 해역, 계절, 수

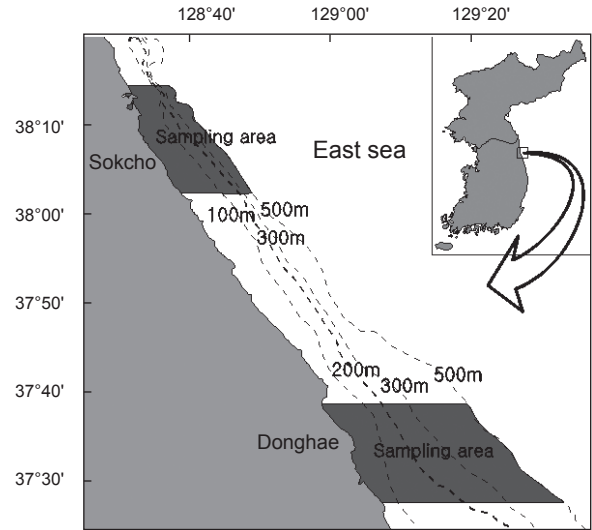


Fig. 1. Map showing the trammel net survey area in the coastal waters of Sokcho and Donghae in Gangwon Province of Korea.

심에 따른 분포 특성을 분석하였으며, 삼중자망의 주요 어획 대상종인 대구, 꼼치류, 뚝지, 가자미류, 고무꺼정어, 벌레문치의 6종은 종별로 수심별, 계절별 분포특성을 분석하였다.

수심별, 계절별 자원분포의 특성을 조사하기 위하여 해역별로 100 m 이천, 100-200 m, 200-300 m, 300-500 m까지의 4개 수심을 설정하고 삼중자망어구를 설치하여 조사를 수행하였으며, 출현종의 중량은 10쪽을 기준으로 환산하여 분석하였다. 월별 조사자료는 계절별 분석을 위하여 봄(4-6월), 여름(7-9월), 가을(10-12월), 겨울(1-3월)로 구분하였다.

속초와 동해에서 어획되는 주요 6종의 수심과 지역별 출현의 유사성을 분석하기 위하여 월별, 해역별, 수심별로 어획된 어획량을 바탕으로 유사도 분석을 실시하였으며, 분석시 생물자료간의 편중을 피하기 위하여 모든 자료는 fourth root로 변환하였고 Bray-Curtis 지수(Bray and Curtis, 1957)를 사용하여 유사도를 percentage (%)로 나타내었다. 군집분석을 실시할 때 그룹간의 연결 방식에는 complete linkage를 사용하였으며, 그룹간 유사도를 바탕으로 수지도(Dendrogram)와 다차원척도법(non-metric multidimensional scaling, MDS)을 이용하여 집괴분석(Cluster analysis)을 실시하였다. 군집분석 결과 분리된 정점군 간의 생물군집 차이를 유발하는 종을 분석하고 이들이 군집의 차이에 기여하는 정도를 파악하기 위하여 SIMPER 분석을 실시하였으며, 분석에는 PRIMER v6 statistical package를 이용하였다(Clarke and Gorley, 2001). 또한 속초와 동해에서 월별 중수와 어획량의 차이를 비교하기 위해 paired t-test를 수행하였고, 계절별 어획량의 변동과 주요 우점종의 평균체장 비교를 위해 t-test 분석을 실시하였으며, 통계프로그램은 SPSS V.14을 이용하였다.

## 결 과

### 해역별 월별 출현종 및 어획량

강원해역을 북부인 속초와 남부인 동해로 구분하여 월별로 삼중자망 어획시험조사를 실시한 결과(Table 1), 속초에서는 총 20목, 45과, 108종, 2,697.8 kg이 어획되었고, 동해에서는 18목, 36과, 78종, 5,997.3 kg이 어획되어 상대적으로 속초에서 많은 출현 종수를 나타냈다(paired t-test,  $P=0.004$ ). 분류군별 종수와 어획량은 속초에서 어류가 77종, 1,983.0 kg으로 가장 많이 어획되었고, 다음으로 갑각류 9종, 569.0 kg, 두족류 5종, 75.3 kg, 복족류 12종, 16.5 kg, 기타 5종 54.0 kg의 순이었다. 동해에서는 어류가 55종, 3,681.5 kg로 가장 많이 어획되었고, 다음으로 갑각류 6종, 2,229.8 kg, 복족류 10종, 72.8 kg, 두족류 4종, 10.1 kg, 기타 3종, 3.3 kg의 순으로 각각 어획되었다.

출현종수의 월별 변화를 보면, 속초에서는 9월에 51종으로 가장 많은 종수가 출현하였고, 12월에 18종으로 가장 적은 종수를 보였다. 동해에서는 2월에 33종으로 가장 많은 종수가 출현하였고, 1월과 6월에 각각 22종으로 가장 적은 종수를 나타내었다(Fig. 2).

월별 어획량의 평균은 속초 112.6 kg, 동해 166.6 kg으로 동해의 어획량이 많은 것으로 나타났으며(paired t-test,  $P=0.003$ ),

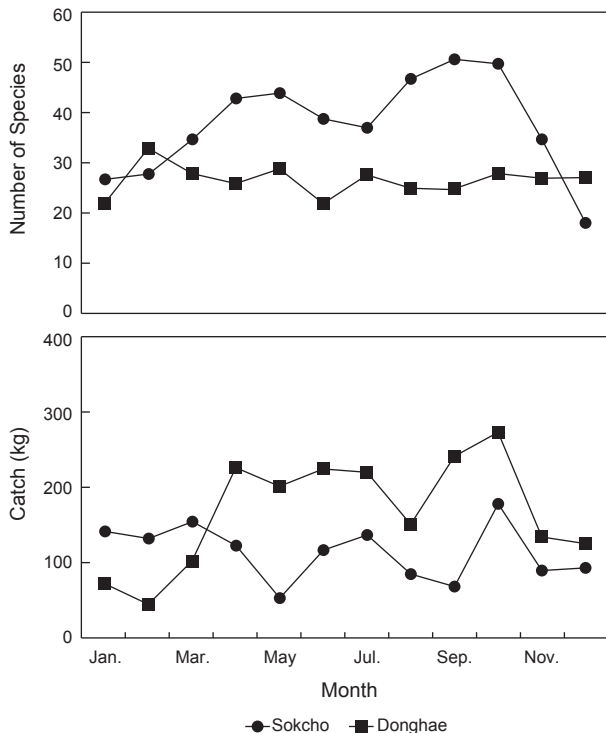


Fig. 2. Monthly variation of species number (upper) and catch (lower) collected by trammel net in the coastal waters of Sokcho and Donghae in Gangwon Province of Korea.

속초의 월별 어획량의 변동을 살펴보면 10월에 176.6 kg으로 가장 높았고 5월에 51.3 kg으로 가장 낮았으며, 동해는 10월에 273.1 kg으로 가장 높았고 2월에 42.6 kg으로 가장 낮은 어획량을 보였다(Fig. 2).

### 계절별 어획량 변동

어류의 계절별 어획량 변동을 보면, 속초는 평균 674.4 kg, 동해는 평균 1499.0 kg으로 동해에서 어획량이 더 많았고(t-test,  $P=0.034$ ), 속초에서는 가을(10-12월)에 667.3 kg으로 어획량이 가장 많았고, 다음으로 겨울(1-3월) 607.4 kg, 여름(7-9월) 420.2 kg의 순이었으며, 봄(4-6월)에 288.1 kg으로 가장 적었다. 동해는 여름에 1,361.4 kg으로 가장 많았고, 다음으로 겨울 1,124.7 kg, 봄 867.0 kg의 순이었으며 겨울에 328.4 kg으로 가장 적었다(Fig. 3).

주요 우점종의 계절별 어획량 변동을 보면, 속초에서는 가자미류가 평균 248.8 kg으로 모든 계절동안 비교적 높은 어획량을 보였고, 꼼치류는 여름에 115.2 kg, 푼지는 가을철에 250.0kg으로 높은 어획량을 보이는 것으로 나타났다. 동해에서는 속초에 비해 가자미류의 어획량이 평균 92.9 kg으로 적었던 반면 꼼치류가 평균 382.3 kg으로 매우 높은 어획량을 보였는데, 특히 여

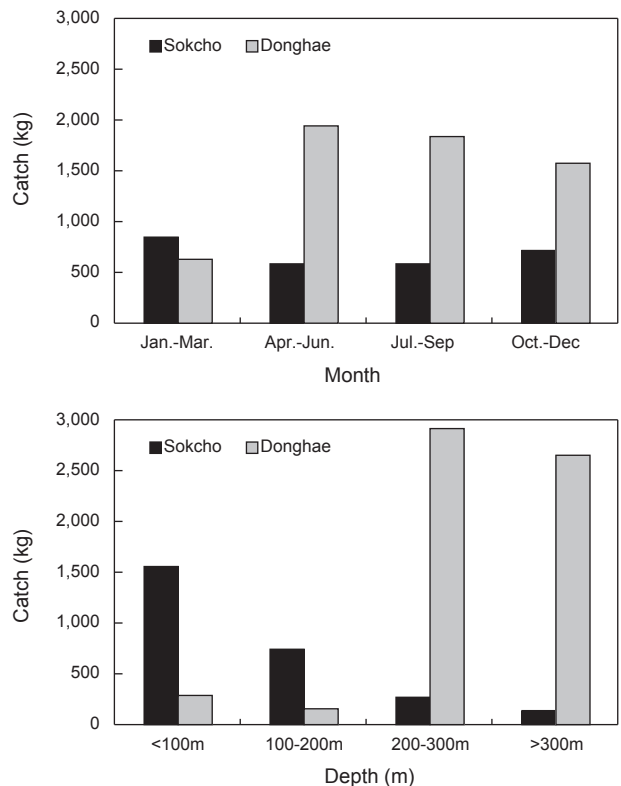


Fig. 3. Seasonal variation of total catches collected by trammel net in the coastal waters of Sokcho and Donghae with season (upper) and depths (lower) in Gangwon Province of Korea.











름철에 1,010 kg으로 매우 높았다. 고무క్క정이는 봄과 여름에 각각 208.5 kg과 186.4 kg으로 우점하는 경향을 보였으며, 벌레문치는 속초에서는 거의 어획이 되지 않았던 반면 동해에서는 평균 27.7 kg의 어획량을 나타냈다(Fig. 4).

수심별 어획량 변동

속초와 동해에서 삼중자망에 의한 수심별 어획량은 200-300 m에서 3,167.4 kg (36.4%)으로 가장 높은 어획량을 보였고, 다음으로 300 m 이심에서 2,783.5 kg (32.0%), 100 m 이천에서 1,840.3 kg (21.2%)의 순으로 나타났고, 100-200 m에서 902.6 kg (10.4%)으로 가장 낮은 어획량을 보였다(Fig. 3).

주요 우점종의 수심별 어획량 변동을 보면, 속초의 경우 벌레문치는 전 수심에서 거의 어획되지 않았고, 가자미류는 100 m 이천과 100-200 m에서 각각 555.2 kg (64.3%)와 267.0 kg (67.7%)으로 높은 어획비율을 보였고, 뚝지는 100 m 이천에서 278.2 kg (32.2%)으로 높은 어획량이 보였지만 수심이 깊어지

면서 어획량이 크게 감소했다. 꼼치류는 100-200 m와 200-300 m에서 각각 70.7 kg (17.9%)과 90.5 kg (36.2%)으로 높은 어획량을 보였고 고무క్క정이는 100-200 m에서 30.4 kg(7.7%)의 어획량을 보였다. 동해의 수심별 어획량을 살펴보면 100 m 이천에서는 뚝지가 43.1 kg (80.8%)으로 극우점하는 현상을 보였고, 100-200 m와 200-300 m에서는 고무క్క정리와 꼼치류의 어획량이 가장 높았고, 300 m 보다 깊은 곳에서는 꼼치류가 1,691.8 kg(87.6%)으로 극우점하는 현상을 나타냈다(Fig. 4).

주요 우점종의 공간분포 특성

주요 종의 해역별 어획량의 차이와 수심에 따른 어획량의 분포특성을 알아보기 위하여 해역과 수심에 따라 어획량을 조사한 결과, 대구는 속초와 동해에서 각각 총 72.4 kg과 53.9 kg이 어획되어 큰 차이를 보이지 않았는데, 속초에서는 모든 수심에서 고른 분포특성을 보였던 반면 동해에서는 200-300 m에서 40.7 kg이 어획되었고 다른 수심에서는 어획량이 매우 적은 특

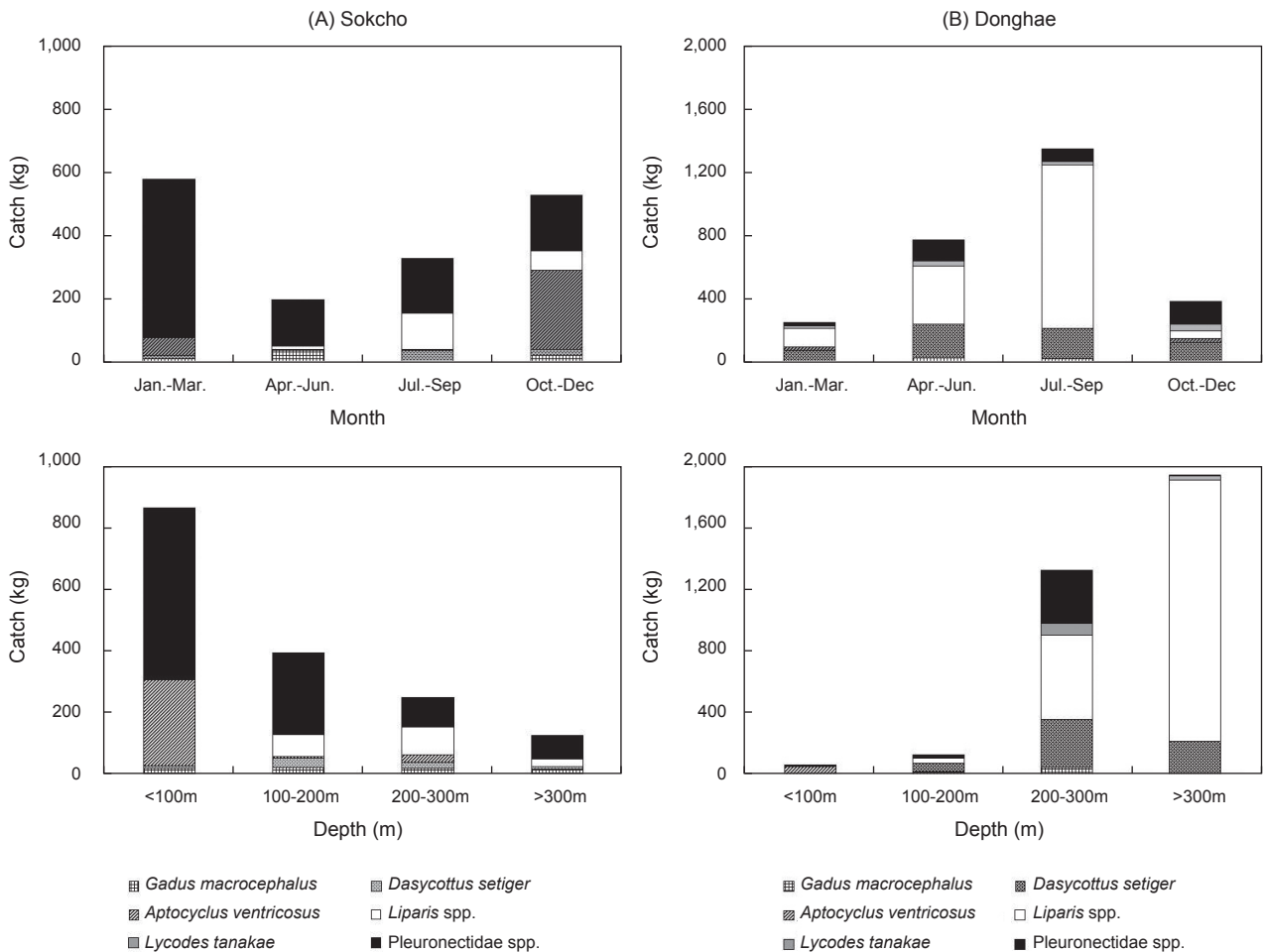


Fig. 4. Variation of important species compositions collected by trammel net with season (upper) and depths (lower) in the coastal waters of Sokcho (A) and Donghae (B) in Gangwon Province of Korea.



징을 보였다. 고무껍정이는 속초에서는 총 64.8 kg의 적은 어획량을 보였던 반면 동해에서는 총 572.0 kg이 어획되어 속초에 비해 동해에서 어획량이 8.8배 많았다. 분포특성을 살펴보면 속초에서는 100-200 m에서 30.4 kg으로 가장 많은 어획량을 보였고 동해에서는 200-300 m에서 309.2 kg으로 가장 높은 어획량을 나타냈다. 뚝지는 속초 307.6 kg, 동해 45.8kg으로 속초에서 6.7배 높은 어획량을 보였는데, 속초와 동해 모두에서 100 m 보다 얕은 수심에서 어획량이 가장 높은 공간분포 특성을 보였다. 꼼치류는 속초 187.3. kg, 동해 2,272.0 kg이 어획되어 동해의 어획량이 12.1배 높은 것으로 나타났으며 속초에서는 100-300 m에서 높은 어획량을 보였던 반면 동해에서는 200 m보다 깊은 수심에서 수심이 증가할수록 어획량이 증가하는 경향을 나타냈다. 벌레문치는 동해에서 111.0 kg이 어획되었고 200-300 m에서 79.3 kg으로 가장 높은 어획량을 보였다. 가자미류는 속초 995.1 kg, 동해 371.6 kg으로 속초의 어획량이 2.7배 높은 것으로 나타났으며, 공간분포 특성을 살펴보면, 속초에서는 수심이 얕을수록 높은 어획량을 보였는데 특히 100 m 이하에서 555.2 kg으로 어획량이 매우 높았고 동해에서는 200-300 m에서 339.9 kg의 높은 어획량을 보였을 뿐 다른 수심에서 어획되는 가자미류는 매우 적은 것으로 나타났다(Fig. 5).

주요 종의 체장분포

속초와 동해에서 삼중자망에 어획된 주요 어종인 대구, 꼼치류, 뚝지, 가자미류, 고무껍정이, 벌레문치의 체장조성 특성을 지역별로 분석하였는데(Fig. 6), 가자미류는 어종에 따라 평균 체장의 큰 차이를 보이기 때문에 높은 개체수를 보였던 기름가자미(*Glyptocephalus stelleri*), 홍가자미(*Hippoglossoides dubius*)와 기타 가자미류로 구분하여 분석하였다(Fig. 7).

대구류의 평균체장은 속초 40.6 cm, 동해 39.0 cm로 유의한 차이를 보이지 않았으며(t-test,  $P>0.05$ ), 주 모드는 속초에서는 37-40 cm, 동해에서는 31-35 cm 범위를 보였고 성숙체장인 56.3 cm 이하의 미성어의 비율은 속초와 동해에서 각각 88.1%와 91.3%로 매우 높게 나타났다. 꼼치류의 평균체장은 속초 48.5 cm, 동해 58.0 cm로 동해의 평균체장이 더 컸으며(t-test,  $P=0.001$ ), 속초에서는 26-32 cm, 56-62 cm의 범위에서 주 모드를 보였던 반면 동해에서는 56-64 cm에서 주 모드를 나타내 큰 개체들의 출현 비율이 높은 특징을 보였다. 뚝지의 평균체장은 속초 32.2 cm, 동해 32.7 cm로 서로 유의한 차이를 보이지 않았으며(t-test,  $P>0.05$ ) 속초와 동해 모두에서 31-35 cm 범위에서 주 모드를 보였다. 고무껍정이의 평균체장은 속초 18.8

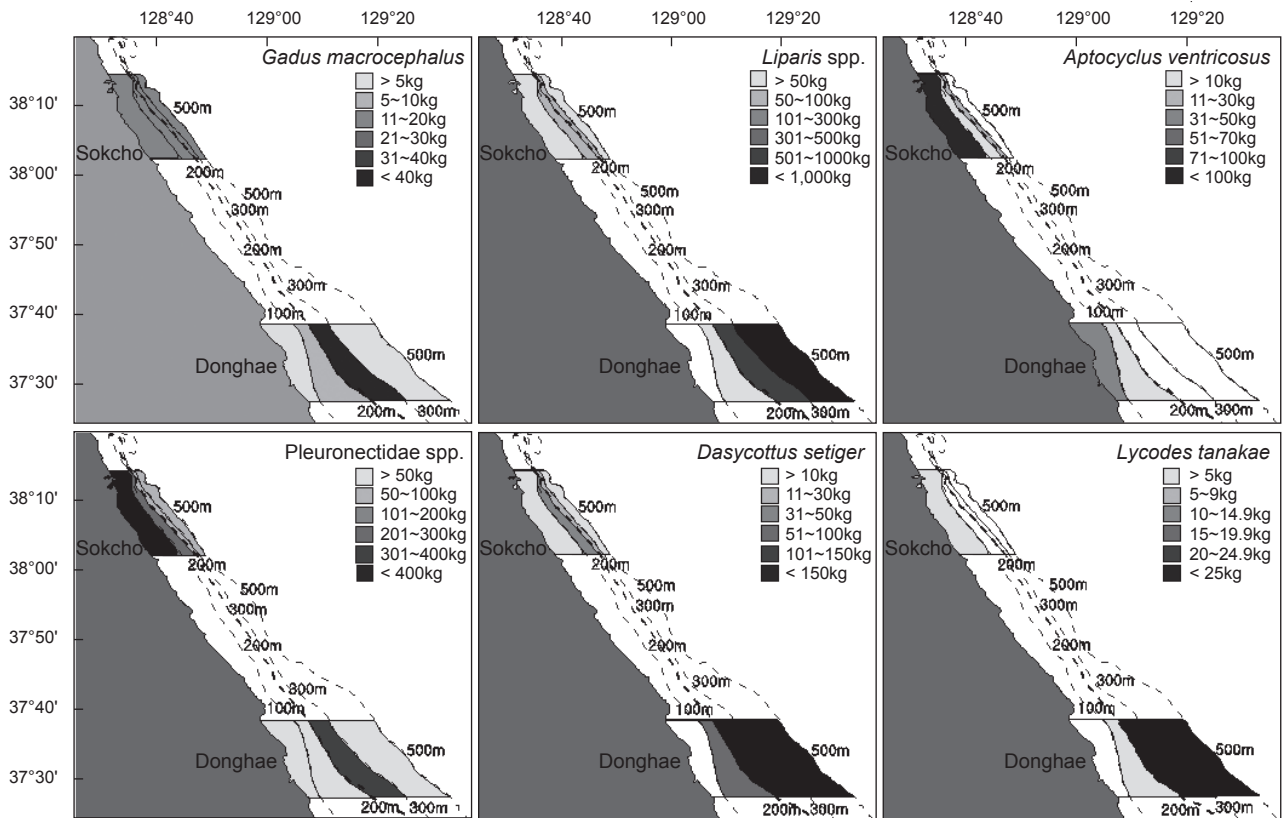


Fig. 5. Total catches of six important species collected by trammel net with depths in the coastal waters of Sokcho and Donghae in Gangwon Province of Korea.

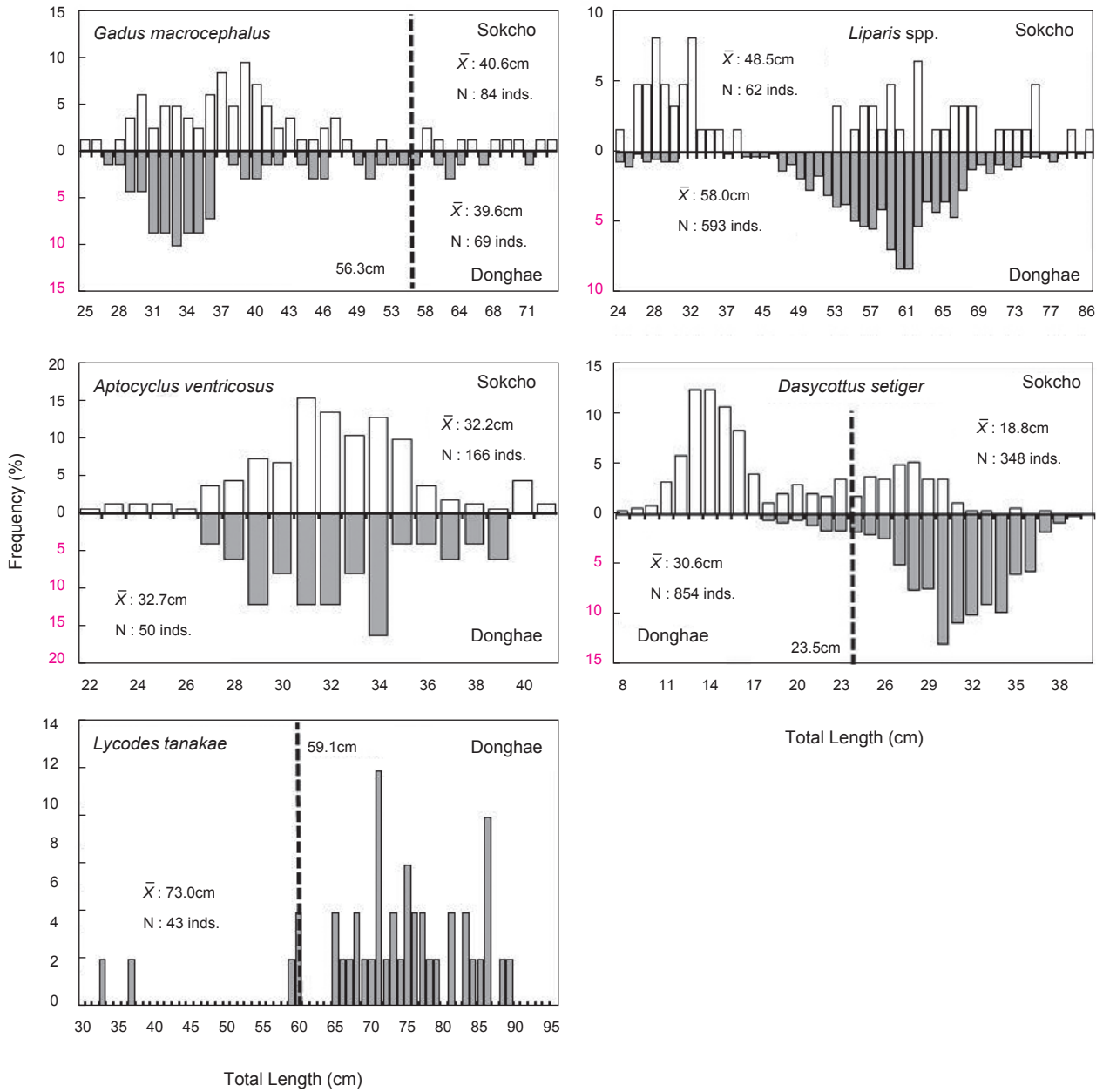


Fig. 6. Size frequency of the important species collected by trammel net in the coastal waters of Sokcho and Donghae in Gangwon Province of Korea. The dot line denotes the age of 50% group maturity.

cm, 동해 30.6 cm로 동해의 평균체장이 매우 큰 것으로 나타났는데(t-test,  $P=0.001$ ), 속초에서는 13-15 cm 범위의 개체들이 가장 많았고, 동해는 30-34 cm 범위의 개체들이 우점하였다. 고무꺼정이의 성숙체장은 23.5 cm로 미성어 비율은 속초 73.3%, 동해 8.2%로 속초의 미성어 비율이 매우 높은 것으로 나타났다. 벌레문치는 거의 어획되지 않았지만, 동해에서 어획된 개체는 대부분 60 cm 이상이었으며, 성숙체장은 59.1 cm로 미성어 비율은 7.0%로 매우 낮아 대부분의 개체들이 성숙체장이

상이었다(Fig. 6).

기름가자미는 속초에서 평균 22.6 cm, 동해에서는 28.7 cm로 동해에서 출현한 개체들의 평균체장이 큰 것으로 나타났으며(t-test,  $P=0.001$ ), 미성어의 비율은 속초 90.5%와 동해 19.9%로 속초에서 더 높은 특징을 보였다. 홍가자미의 평균체장은 속초 25.9 cm 동해 36.6 cm로 동해에서 출현한 개체들의 평균체장이 큰 것으로 나타났으며(t-test,  $P=0.001$ ), 미성의 비율은 속초 96.7%, 동해 19.8%로 속초에서 매우 높은 비율을 나타냈다.

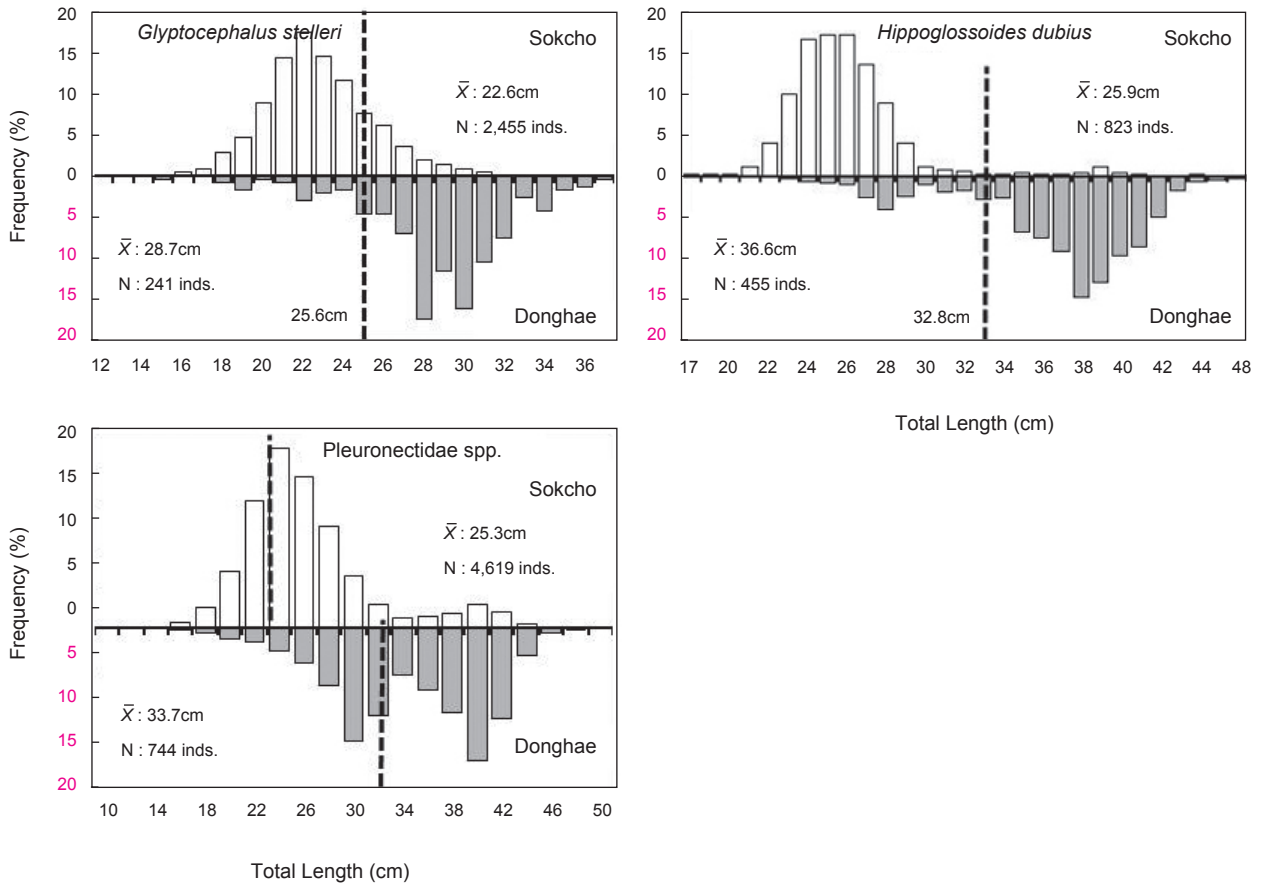


Fig. 7. Size frequency of Pleuronectidae spp. collected by trammel net in the coastal waters of Sokcho and Donghae in Gangwon Province of Korea. The dot line denotes the age of 50% group maturity.

기타 가자미류의 평균체장은 속초에서 25.3 cm였고, 동해에서는 33.7 cm로 동해에서 어획된 기타 가자미류의 평균체장이 크게 나타났다(t-test,  $P=0.001$ , Fig. 7).

군집구조 분석

속초와 동해에서 출현한 주요 6종의 수심과 해역별 출현의 유사성을 분석하기 위하여 월별, 지역별, 수심별로 어획된 어획량을 바탕으로 유사도를 분석을 한 결과 크게 3개의 Group으로 분리되는 경향을 보였다. 동해에서 1-12월까지 주요 우점종의 분포특성이 유사하게 나타나며 Group A로 분리되었고, 속초에서 7, 10-12월의 분포 특성이 높은 유사성을 보이며 Group B로 분리되었고, 속초에서 1-6월, 8월과 9월의 분포 특성이 유사성을 보이며 Group C로 분리되었다(Fig. 8). Group B는 Group C와 같은 속초지역의 조사였지만 nMDS 분석 결과 동해해역의 분포와 유사한 경향을 보이는 것으로 나타나 Group B는 해역적 특징보다는 수심과 계절에 따른 어획량이 크게 작용하는 것으로 나타났다.

군집분석 결과 분리된 주요 우점종의 분포 특성의 차이에 기

여하는 특징을 분석하기 위해 SIMPER 분석을 실시한 결과 Group A에서는 수심 300 m 이상에서 높은 어획량을 보이는 꼼치의 분포 특성이 군집의 유사성에 17.97%를 기여하는 것으로 나타났고, 다음으로는 200-300 m에서 높은 어획량을 보였던 고무꺼정리와 꼼치류가 각각 15.90%와 15.53%의 기여도를 보이는 것으로 나타났다. 다음으로는 200-300 m에 출현하는 가자미류가 14.80%의 기여도를 보여 동해 해역에서는 200 m 이심에서 높은 생체량을 보이는 꼼치류, 고무꺼정리, 가자미류가 중요한 분포 특성으로 작용했다. Group B에서는 200-300 m에서 높은 생체량을 보였던 가자미류가 25.62%의 기여도를 보였고, 다음으로 200-300 m에서 꼼치류와 고무꺼정리의 높은 어획량이 각각 18.21%와 17.45%의 기여도를 나타냈다. 또한 100 m 이하에서 출현하는 가자미류와 뚝지는 각각 14.10%와 13.50%를 보여 깊은 수심에서는 출현하는 가자미류, 꼼치류와 고무꺼정리와 함께 연안에서 출현하는 가자미류와 뚝지가 중요한 분포 특성을 나타냈다. Group C에서는 100-200 m에서 높은 어획량을 보였던 가자미류의 분포가 37.69%의 높은 기여도를 보이는 것으로 나타났으며, 또한 100 m 이전에서 높은 가

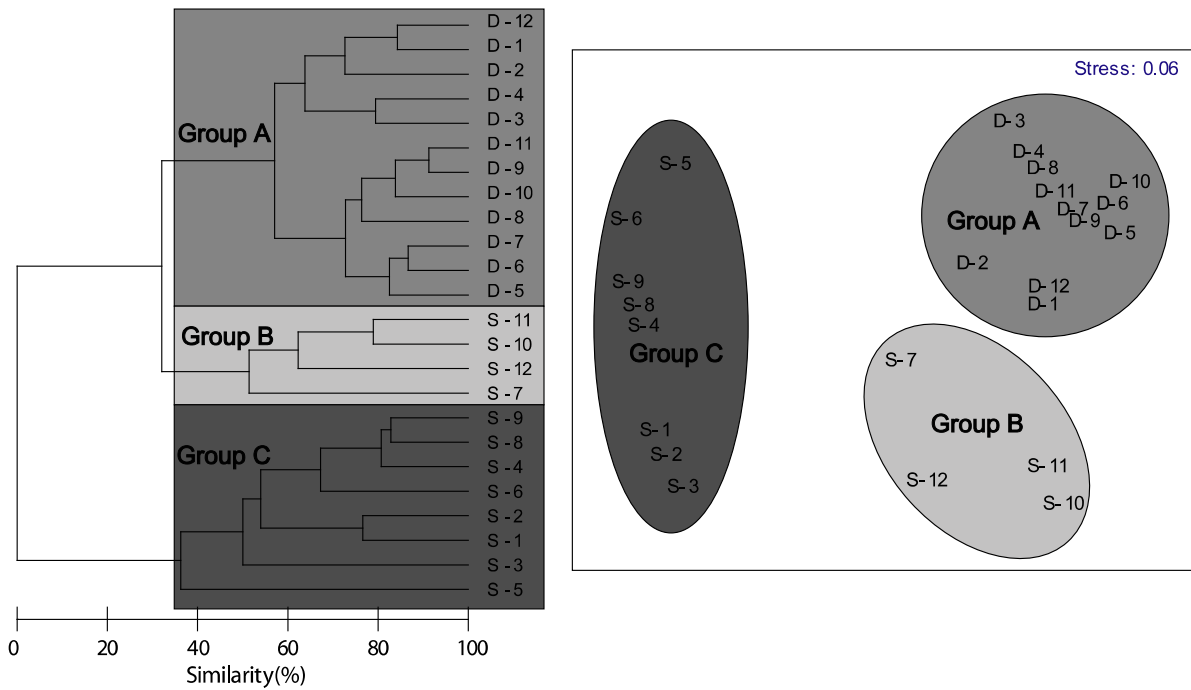


Fig. 8. Dendrogram and nMDS plot based on Bray-Curtis similarity matrix of fourth root transformed catch data of dominant species in the coastal waters of Sokcho and Donghae in Gangwon Province of Korea.

자미류의 어획량 또한 20.53%의 높은 기여도를 보였다. 다음으로 100-200 m에서 높은 어획량을 보였던 고무걱정어와 꼼치류는 각각 13.90%와 13.08%의 기여도를 보이는 것으로 나타나 Group A와 B에 비해 낮은 수심에서 고무걱정어와 꼼치류의 어획량이 높은 특징을 보였다.

### 고 찰

동해안은 중형기선저인망, 근해트롤, 채낚기, 자망, 통발, 연승, 연안복합, 정지망 등 다양한 어업이 이루어지고 있는데, 그중 자망어업 비중은 1990년대에 평균 19% 정도를 차지하였으나 2003년 이후 최근까지 12% 정도로 감소하고 있으며 연간 평균 어획량은 21,500톤이었다(KOSIS, 2012).

본 연구에서 어획된 종수는 강원북부 해역인 속초에서는 108종(어류 77종)이었고 강원 남부해역인 동해에서는 77종(어류 55종)으로 나타나, 강원 북부가 30종(어류 20종) 이상 더 많이 출현하였다.

다른 조사의 어류 종수와 비교하면 강원 고성 20종(Choi et al., 2012), 경북 울진 17종(Choi et al., 2012), 왕돌초 47종(Lee et al., 2008), 흥해 28종(Hwang et al., 1997)이 출현하여 본 조사에 비해 적은 종수를 보였고, 영일만은 63종(Hong et al., 2008)이 출현하여 본 연구결과인 속초 77종에 비해 적은 종이었지만 동해 55종에 비해서는 많은 종수를 보였다.

본 연구에서 출현한 종수가 많았던 것은 다른 조사에 비해 횡

수가 많았고 다양한 수심에서 조사를 실시하였기 때문에 판단된다. 또한 본 조사에서는 강원 해역에서 주로 서식하는 것으로 알려진, 뽕횃대(*Enophrys diceraus*), 송곳횃대(*Taurocottus bergi*), 개구리걱정어(*Myoxocephalus stelleri*), 송어(*Oncorhynchus masou*) 등 한류성 어종들이 많이 출현하여(Choi et al., 2012) 경북 해역에 비해 종수가 많았던 것으로 판단된다 (Table 2).

이러한 특징은 속초와 동해의 종수 차이에서도 나타나는데, 속초는 동해에 비해 수심이 급격하게 깊어지는 특징을 가지고 있으며 북한한류의 영향을 상대적으로 많이 받아, 강원 남부 해역인 동해에서는 출현하지 않았던 한류성 어류인 실줄고기(*Podothecus thompsoni*), 팔각줄고기(*Podothecus hamlini*), 흑줄고기(*Tilesina gibbosa*), 얼룩괴도라치(*Ascoldia variegata*), 송곳횃대 등이 많이 출현하면서 종수의 차이를 보였던 것으로 판단된다(Choi et al., 2012).

월별 어획량의 평균은 속초 112.6 kg, 동해 166.6 kg이었고, 계절별 어획량의 평균은 속초 674.4 kg, 동해는 평균 1499.0 kg으로 나타나 속초에 비해 동해에서 더 높은 어획량을 보였는데, 속초의 해저지형은 수심 100 m 이후 급격하게 깊어지고 퇴적물의 입도조성에서 니질의 함량이 적은 특징을 보여 퇴적물의 표면에 높은 서식밀도를 보이는 벌레문치, 미거지류, 고무걱정어류의 어획량이 적었던 반면 동해는 상대적으로 수심의 변화가 완만하고 퇴적물에 니질의 함량이 많아 퇴적물의 표면에 서식하는 어류들의 서식밀도가 높아 어획량이 상대적으로 높았던 것



Table 2. Comparison of fish collected by trammel net in the East Sea

Study area	Study period	Number of species
Heunghae (Hwang et al., 1997)	1989 (May, Jul., Sep., Dec.) 1990 (May, Jul., Oct.)	28
Youngil Bay (Hong et al., 2008)	Jan. 2001-Dec. 2002	63
Wangdol-cho (Lee et al., 2008)	2002-2004 (Feb., May, Aug., Nov.)	47
Goseong Uljin (Choi et al., 2012)	2001-2012 (Feb., May, Aug., Nov.)	20 17
This study Sokcho	Dec. 2011-Nov. 2012	77
Donghae		55

으로 판단된다.

수심별 어획량의 차이를 보면 200-300 m에서 총 3,167.4 kg (36.4%)으로 어획량이 가장 높았고, 300 m 이상에서 2,783.5 kg (32.0%)으로 높은 어획량을 보였고 100-200 m에서 가장 낮은 어획량을 보였다. 강원 연안에 서식하는 저서성 어류들은 대부분 깊은 수심을 성육장으로 이용하는 특성을 가지고 있으며 산란기가 되면 연안으로 이동하여 산란하는 것으로 알려져 있는데(Choi et al., 2013a, b; Sohn et al., 2014), 본 조사에서도 산란시기에는 100 m이하에서 높은 어획량을 보였지만 대부분의 시기에는 200 m 이상의 깊은 수심에서 높은 어획량을 보였던 반면 100-200 m에서는 제일 낮은 어획량을 보여 이러한 특성을 잘 반영하고 있다.

주요 우점종의 분포 특성을 살펴보면 가자미류는 속초에서는 모든 수심에서 비교적 유사한 어획량을 보이는 것으로 나타났는데, 가자미류에서 높은 어획량을 보였던 종들은 100 m 이하의 낮은 수심에서 참가자미(*Pleuronectes herzensteini*)와 용가자미(*Hippoglossoides pinetorum*)로 나타났고, 100-200 m에서는 기름가자미의 어획량이 가장 높고 200 m 이상에서는 홍가자미의 어획량이 높은 특징을 보였다. 반면 동해에서는 100 m 이하에서는 참가자미가 소량 어획되었고, 100-200 m에서는 기름가자미의 어획량도 낮았던 반면 200-300 m에서는 홍가자미와 기름가자미의 어획량이 비교적 높게 나타났다. 이러한 경향은 참가자미와 용가자미의 경우 주로 소형 갑각류를 주로 섭이하는 것으로 알려져 있는데, 속초는 동해에 비해 상대적으로 소형 갑각류가 높은 서식밀도를 보여 낮은 수심에서 가자미류의 어획량이 비교적 높았던 반면, 동해의 경우, 깊은 수심에서 어획량이 높았던 것은 산란을 위해 낮은 수심으로 이동하는 시기와 유어기 때에는 200 m 보다 얕은 수심에서 서식하지만 성장할수록 깊은 수심으로 이동하는 홍가자미의 특성 때문에 상대적으로 깊은 수심에서 높은 어획량을 보였던 것으로 판단된다(Choi et al., 2013b). 고무걱정어, 꼼치류와 벌레문치 또한 이와 유사한 분포특성을 보였는데, 이들 3 어종들은 강원 연안의

깊은 수심에서 높은 어획량을 보이는 것으로 잘 알려져 있는데(Yang et al., 2007; Sohn et al., 2010), 본 조사에서는 속초에 비해 동해에서 더 높은 어획량을 보이는 특징을 보였다. 이들 세 어종은 가자미류와 달리 비늘이 없고 피부가 부드러운 젤리 형태를 가진 어종들로 니질 퇴적물에 잠입하거나 표면에 붙어서 움직이는 특성을 가지고 있는데, 본 조사에서도 니질 퇴적물의 함량이 높은 동해에서 어획량이 높았고, 대부분 200 m 보다 깊은 수심에서 높은 어획량을 보여 이들의 성육장은 강원 남부연안의 수심이 깊은 곳으로 판단된다. 반면 뚝지의 분포특성은 속초와 동해 모두에서 100 m보다 얕은 수심에서 높은 어획량을 보였지만, 지역적으로는 동해보다 속초에서 높은 어획량을 보였다. Choi et al. (2012)에 따르면 뚝지는 강원 연안에서 10월부터 이듬해 2월까지 50 m 미만의 암반이 잘 발달된 수심에서 어획량이 높으며 남쪽으로 갈수록 어획량이 감소하는 경향을 보이고 주 산란기는 12월에서 2월까지라고 언급하였는데, 본 조사에서도 속초에서 10월부터 이듬해 2월까지 높은 어획량을 보였으며 동해에 비해 상대적으로 한류의 영향을 크게 받는 속초에서 높은 어획량을 보여 한류성 어종의 분포 특성과 일치하는 것으로 나타났다.

주요 우점종의 체장분포에서 대구는 두 지역간에 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났는데, 대구는 산란기인 겨울이 되면 수심이 낮은 연안으로 이동하여 산란하고 다시 깊은 수심으로 이동하는 특성을 가지고 있지만, 두 지역의 서식 수심이 200 m 내외로 유사하여 두 지역간 차이를 보이지 않았던 것으로 판단된다. 또한 뚝지도 두 지역간 차이를 보이지 않는 것으로 나타났는데, 뚝지는 겨울철에 산란을 위해 깊은 수심에서 50 m 보다 얕은 연안으로 이동하는 특성을 가지고 있어 대부분의 개체들이 10월 이후부터 이듬해 2월까지 어획되며, 대부분 성숙체장 이상의 대형 개체들이기 때문에 두 지역간의 평균체장 차이가 거의 없었던 것으로 판단된다. 꼼치류와 벌레문치는 산란기인 1월과 2월에는 비교적 얕은 수심인 200 m까지 이동하여 산란하고 부화된 개체들은 얕은 수심에서 서식하다가 점차 깊은 수심

으로 이동하는 특징을 가지고 있으며, 큰 개체들은 일반적으로 300m보다 깊은 수심에서 주로 서식하며 수심이 깊어질수록 큰 개체들의 비율이 높아지는 것으로 알려져 있는데(Balanov et al., 2011; Seveliev et al., 2011, 2012), 본 조사에서도 속초에서는 100-300m에서 주로 성숙체장보다 작은 개체들이 어획된 반면 동해에서는 300m 이심에서 대부분 성숙체장 이상의 개체들이 출현하는 경향을 보여 이들의 분포 특성을 잘 나타내었다. 또한 고무껍정어도 이와 유사한 분포특성을 나타내었는데, 속초에서는 100-200m에서 가장 높은 어획량을 보이며 대부분 성숙체장 보다 작은 개체들이 출현하는 특징을 보였지만 동해에서는 200-300m에서 가장 높은 어획량을 보이며 대부분의 개체들이 성숙체장 이상의 체장분포를 보였다. Sohn et al. (2010)에 따르면 고무껍정어는 300-500m에서 높은 어획량을 보여 본 조사에 비해 깊은 수심에서 높은 어획량을 보였고, Park et al. (2007)의 조사에서는 300m에서 가장 높은 어획량을 보여 본 조사와 유사한 분포 특성을 보였으며 체장분포 또한 평균 25.6cm로 동해의 평균체장에 비해 작았지만 대부분의 개체들이 성숙체장 이상으로 본 조사의 분포 특성과 유사하게 나타났다.

기름가지미는 연안에서 최대 700m까지 서식하며 주로 200-300m에서 가장 높은 서식밀도를 보이며, 산란기가 되면 100m보다 낮은 수심에서 산란을 하고 다시 깊은 수심으로 이동하는 것으로 알려져 있는데(Park et al., 2007; Sohn et al., 2010), 일반적으로 100-150m에서는 크기가 작은 개체들이 어획되는 특성을 보이지만, 200m보다 깊은 수심에서는 성숙체장 이상의 개체들이 주로 어획된다. 본 조사에서 속초에서 기름가지미 어획량이 높았던 수심은 주로 연안에서 200m보다 얇은 수심으로 미성숙개체의 비율이 90% 이상으로 높게 나타났던 반면 동해에서는 주로 200-300m에서 높은 어획량을 보였으며 미성숙개체의 비율이 20% 미만으로 분포특성에 따른 체장분포 차이를 보였다. 홍가자미는 Choi et al. (2013b)에 따르면 산란기인 2월과 3월에는 150-200m에서 성숙체장 이상의 개체들과 크기가 작은 개체들이 같이 어획되는 특징을 보였지만, 산란을 마치면 크기가 큰 개체들은 300m 수심으로 이동하는 생태적 특성을 나타냈는데, 속초에서는 주로 200m보다 얇은 수심에서 평균 25.9cm의 작은 개체들이 주로 어획되었고, 동해에서는 주로 200-400m에서 평균체장 36.6cm 이상 개체들의 어획량이 높게 나타나 수심에 따른 서식분포의 차이를 보였다.

속초와 동해에서 출현한 주요 6종의 분포 특성을 이용하여 군집분석을 실시한 결과 동해에서 1-12월의 분포 특성(Group A), 속초에서 7, 1-12월의 분포 특성(Group B)과 속초에서 1-6월, 8월과 9월의 분포 특성(Group C)의 3개의 Group으로 분리되었다 Group A는 수심 300m 이상에서 높은 어획량을 보이는 꼼치류와 벌레문치와 200-300m에서 높은 어획량을 보였던 고무껍정어, 꼼치류 및 홍가자미가 군집 유사성을 높이는데 기여하는 것으로 나타났는데, 이러한 분포 특성을 보이는 것은 동해의 완만한 경사와 니질의 함량이 높은 퇴적물이 비늘이 없고 피부가

젤리형태를 가지는 종들의 서식에 적합하기 때문으로 판단된다. Group B는 Group A와 유사한 분포 특성을 보이는 것으로 나타났는데, 200-300m 수심에서 꼼치류와 고무껍정어가 높은 어획량을 보이는 것은 유사했지만 홍가자미에 비해 기름가지미의 어획량이 많은 차이를 보였다. 또한 동해의 분포특성과 달리 100m보다 얇은 수심에서 가자미류와 뚝지가 높은 어획량을 보여 분포특성에서 차이를 보였는데 한류의 영향을 크게 받는 속초의 경우 가을철 뚝지의 어획량이 높게 나타났지만 상대적으로 남쪽에 위치한 동해에서는 어획량이 적은 차이를 보여 2개의 그룹이 분리되는 것으로 판단된다. 반면 Group C는 200m이하의 수심에서 용가자미와 기름가지미와 같은 가자미류의 높은 어획량을 보였으며, 100-200m에서 크기가 작은 고무껍정어와 꼼치류가 많이 어획되는 특징을 보이며 다른 Group들과 상이한 분포 특성을 나타냈다.

속초와 동해의 어획특성을 분석한 결과, 속초 지역은 얇은 수심에서 주요 어종들의 소형 개체들이 높은 어획량을 보였던 반면 동해에서는 깊은 수심에서 큰 개체들의 어획량이 높은 특징을 보였다. 이는 산란을 위해 북쪽의 속초연안으로 이동한 개체들이 점차 성숙하면서 동해의 깊은 수심으로 남하 이동하는 특징을 나타낸 것으로 판단된다.

최근 과도한 어획으로 인한 전반적인 수산자원의 감소와 속초해역의 낮은 수심에서 작은 개체들이 주로 서식하는 특징을 고려할 때, 작은 크기의 남획의 방지를 위해서 그물코의 제한과 같은 어획 방법의 개선이 요구되며 각 어종들의 산란시기에 따른 이동을 고려한 조업으로 수산자원의 보존과 관리를 수행하여야 할 것으로 판단된다.

## 사 사

본 연구는 국립수산과학원(2014 동해 연안어업 및 환경생태 조사, RP-2014-FR-057)의 지원으로 수행되었으며, 연구의 수행에 도움을 주신 분들께 감사드립니다.

## References

- Bae BS, An HC, Park HH, Park CD and Yang YS. 2010. Catch characteristic and present condition of by-catch and discard of trammel nets fishery in the East Sea. J Kor Soc Fish Tech 46, 103-114.
- Balanov AA, Kalchugin PV, Yoon SC and Saveliev PA. 2011. New data on Eelpouts (Pisces: Zoarcidae) from the South-western part of the Sea of Japan. J Ichthyol 51, 36-41.
- Bray JR and Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol Monogr 27, 325-349.
- Cho YB, Park CD and Lee JH. 2000. A study on the selectivity of the mesh size in trammel net for Cynoglossidae spp. Bull Kor Soc Fish Tech 36, 89-95.

- Choi KH, Han MH, Kang CK, Park JM, Choi JW, Park JH, Sohn MH, Baeck GW, Choy EJ and Lee CI. 2012. Seasonal variations in species composition of fish assemblage collected by trammel net in coastal waters of the East Sea. *J Kor Soc Fish Tech* 48, 415-427.
- Choi YM, Park JH, Yoon SC, Lee JB, Sohn MH, Park JH, Yang JH, Yoon BS. 2012. Final Report on the Research of Fisheries Resources by Trammel Net in Gangwon Province. East Sea Fisheries Research Institute, Gangung, Korea, 93.
- Choi YM, Yoon BS, Kim HS, Park JH, Park KY, Lee JB, Yang JH and Sohn MH. 2013a. Feeding Habits of *Lycodes tanakae* in the coastal waters of the middle east sea, Korea. *Kor J Fish Aquat Sci* 46, 843-850. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0843>.
- Choi YM, Yoon BS, Park JH, Park KY, Sohn MH, Lee JB and Kim JW. 2013b. Maturation and spawning of the flathead flounder *Hippoglossides dubius* off the coast of Gangwon province, East Sea of Korea. *Kor J Fish Aquat Sci* 46, 835-842. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0835>.
- Chun YY, Hwang SJ, Hur YH and Han KH. 2004. Characteristics of the distribution of ichthyoplankton along the eastern coast of Korea. *J Kor Soc Fish Res* 6, 33-45.
- Clarke KR and Gorley RN. 2001. Getting started with PRIMER v5, user manual tutorial. Primer-E, Plymouth.
- Hong BK, Kim JG, Park KD, Jeon KA, Chun YY, Hwang KS, Kim YS and Park KY. 2008. Species composition of fish collected in gill nets from Youngil Bay, East Sea of Korea. *J Kor Fish Soc* 41, 353-362.
- Hwang SD, Park YJ, Choi SH and Lee TW. 1997. Species composition of fish collected by trammel net off Heunghae, Korea. *J Kor Fish Soc* 30, 105-113.
- Kawai H. 1991. Structure of synoptic scale in the Tsushima warm current and impact on fisheries. *Ocean Current and Biological*, Ed. Kawai Hideo, Kyoto University Academic Press, Kyoto, Japan, 35-48.
- Kim CH and Kim K. 1983. Characteristics and origin of the cold water mass along the east coast of Korea. *J Ocean Soc Kor* 18, 73-83.
- Kim CK and Kang YJ. 1991. Fish assemblage collected by gill net in the coastal shallow water off Shinsudo, Samchonpo. *Bull Kor Fish Soc* 24, 99-110.
- Kim HS. 1973. Illustrated encyclopedia of fauna and flora of Korea. Anomura, Brachyura, 14, Sam-Hwa Publ. Co. Ltd., Seoul, Korea, 694.
- Kim HS. 1977. Illustrated encyclopedia of fauna and flora of Korea. Anomura, Brachyura, 14, Sam-Hwa Publ. Co. Ltd., Seoul, Korea, 414.
- Kim SH and Lee JH. 2002. Mesh Selectivity in Trammel Net for Flat Fish. *Bull Kor Soc Fish Tech* 38, 91-100.
- Kim YE, Myoung JG, Kim YS, Han KH, Kang CB, Kim JK and Ryu JH. 2005. Marine fishes of Korea. Second Edition, Han-Guel Publ. Co. Ltd., Busan, Korea, 397.
- KOSIS (Korea Statistical Information Service). 1990-2012. Statistic Database for Fisheries Production. Retrieved from <http://www.kosis.kr/>
- Lee SI, Hwang SJ, Yang JH and Shim JM. 2008. Seasonal variation in species composition of gill net and trammel net catches in the coastal waters off Wangdol-cho, Korea. *Kor J Ichthyol* 20, 291-302.
- Min DK, Lee JS, Koh DB and Je JG. 2004. Mollusks in Korea. Han-Geul Publ. Co. Ltd., Busan, Korea, 566.
- NFRDI. 2001. Shrimps of the Korean waters. Han-Geul Publ. Co. Ltd., Busan, Korea, 188.
- Saveliev PA, Solomatov SF, Pushchina OI and Balanov AA. 2011. Distribution and some traits of biology of *Lycodes tanakae* (Perciformes: Zoarcidae) in Primor'e waters (Sea of Japan). *J Ichthyol* 51, 745-757.
- Saveliev PA, Balanov AA and Solomatov SF. 2012. Distribution and Some features of the Biology of the Eelpout *Lycodes tanakae* Jordanet Thompson, 1914 (Perciformes: Zoarcidae) in the Tatar Strait, Sea of Japan. *Rus J Mar Bio* 38, 279-284.
- Sohn MH, Lee HW, Hong BK and Chun YY. 2010. Seasonal variation of species composition by depths in deep sea ecosystem of the East Sea of Korea. *J Kor Soc Fish Tech* 46, 376-391.
- Sohn MH, Yoon BS, Park JH, Choi YM, Lee JB, Lee HW, Cha HK and Yang JH. 2014. Maturity and spawning of *Lycodes tanakae* in the coastal waters of the middle East Sea. *Kor J Fish Aquat Sci* 47, 255-263. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0255>.
- Yang JH, Lee SI, Hwang SJ, Park JH, Kwon HC, Park KY and Choi SH. 2007. Maturity and spawning of spinyhead sculpin, *Dasycottus setiger* (Bean) in the East Sea, Korea. *Kor J Ichthyol* 19, 179-184.
- Yoo JM, Jung CH, Park KY, Lee JH and Kown BK. 2001. The final report on the research of legal trammel net fisheries. KORDI, 129.