

ORIGINAL ARTICLE

## 한국주변해역 살오징어(*Todarodes pacificus*)의 회유 및 분포특성

김윤하 · 최광호 · 이충일<sup>1)\*</sup>

국립수산과학원, <sup>1)</sup>강릉원주대학교 해양자원육성학과

### Migration and Distribution of the Common Squid (*Todarodes pacificus*) in Korean Waters

Yoon-Ha Kim, Kwangho Choi, Chung Il Lee<sup>1)\*</sup>

National Institute Fisheries Science, Busan 46083, Korea

<sup>1)</sup>Department of Marine Bioscience, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea

#### Abstract

Catch data for the common squid (*Todarodes pacificus*), classified by squid-jigging fisheries per grid (size: 0.5° latitude × 0.5° longitude), and the water temperature values KODC (Korea Ocean Data Center) were collected for the 1980–2009 period to study the changes in squid distribution and migration with climate regimes (1980s, 1990s, and 2000s). The primary fishing period in the 1990s and 2000s was approximately 2–3 months earlier than that in the 1980s. Especially in the East Sea, the fishing grounds in the 1980s stayed longer at high latitudes than those in the other decades. Moreover, in the 1980s, centers of the fishing ground were located near the Yamato bank (central East Sea), whereas in the 1990s and 2000s, they were situated near the southeastern coast of the Korean peninsula.

**Key words** : *Todarodes pacificus*, Climate regime shift, Migration, Distribution, Fishing ground

#### 1. 서론

살오징어, *Todarodes pacificus* STEENSTRUP는 빨강오징어과(Ommastrephidae)에 속하는 연체동물로서 동해를 비롯한 동중국해, 일본 태평양측 연안 및 오키나와 해까지 널리 분포하는 단년생의 회유성 어종이다(Okutani, 1983; Roper et al., 1984; Murata, 1990). 회유 경로는 주로 동중국해를 중심으로 형성되

는 산란장에서 동해, 서해, 남해 뿐만 아니라 일본의 태평양쪽 연근해에 이르는 색이.성육장까지 이어진다(Roper et al., 1984). 연중산란을 하나 산란시기에 따라 여름, 가을, 겨울의 주요 3개 계절계군으로 나뉜다(Hatanaka et al., 1985). 우리나라의 주요 상업어종 중 하나로서, 주어장은 동해남부연안에 위치하는 울릉도 근해의 수온전선역 부근이며, 주로 남하회유기에 조업이 이루어진다(Choi, 2005; Choi et al., 1997, 2003,

Received 28 October, 2016; Revised 10 January, 2017;

Accepted 31 January, 2017

\*Corresponding author: Chung Il Lee, Department of Marine Bioscience, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea

Phone : +82-33-640-2855

E-mail : leeci@hanmail.net

본 논문은 2015년도 부경대학교의 박사 학위논문의 축약본입니다.

The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.

© 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.

2008).

살오징어의 어획량은 우리나라를 비롯한 북서태평양 전체적으로 수년-십수년 주기로 진폭이 큰 변동이 있었다. 이는 일정부분 조업기술발달에 의한 어획강도증가의 영향도 있으며, 단기적인 해양환경변화와 더불어 기후체제전환과 같은 기후변화도 밀접한 관련이 있다(Sakurai et al., 2000; Kim, 2015).

기후체제전환(climate regime shift)은 장기간의 평균적인 대기상태의 변화를 의미하는데, 1970년 이후 주요 기후체제전환은 1976/77, 1988/89 그리고 1998/99 등 3차례 있었으며, 기후체제전환에 따라 온난했던 시기(1990년대, 2000년대)와 한랭했던 시기(1980년대)로 구분된다(Minobe, 1997; Francis et al., 1998; Mantua and Hare, 2000, 2002; Sakurai et al., 2000, 2002; Overland et al., 2008). 이러한 기후의 체제전환은 해양환경변화 뿐만 아니라, 해양생태계의 생산력과 구조 변화에도 영향을 미친다(Francis et al., 1998).

이러한 기후체제전환에 따른 해양환경변화는 살오징어의 산란장 환경을 변화시켜 초기 생활사에 영향을 미칠 수 있으며, 이로 인한 가입가능한 자원량의 변화는 북서태평양 살오징어 어획량의 급변을 초래할 수도 있다(Sakurai et al., 2000). 이를 1980년대 후반 이후 우리나라의 살오징어 어획량이 급증한 주요 원인이라 볼 수 있다. 그러나 자원량의 변화만으로는 해역별 어획량 변동을 설명하기는 쉽지 않다.

일례로 서해의 어획량은 우리나라의 주어장인 동해를 비롯한 북서태평양의 어획량이 적었던 1980년대에 오히려 더 많은 경향을 보였으며(Kim, 2015), 일본 서안(동해 동부해역)에서는 어획량의 증감폭이 여타 해역에 비해 현저히 적었다(Kidokoro, 2009). 이는 어획에는 자원량뿐만 아니라 어장환경 또한 반드시 고려되어야 함을 의미한다.

어장환경에 중요한 역할을 하는 인자는 수온으로서 가입된 개체가 가장 빈번히 어획되는 수온, 즉 어획적수온은 15~19°C인데(Lee et al., 1985), 이 수온범위는 암컷 살오징어 성숙수 최대수온 15-18°C(Kidokoro and Sakurai, 2008)와 거의 일치한다. 따라서 성숙 혹은 성숙 전단계의 살오징어는 난류의 흐름을 거슬러 산란장으로 남하회유하는 것으로 생각된다. 따라서

난류분포에 따른 수온전선역의 위치변화는 최대성숙수온과 같은 특정수온을 따라 남하하는 살오징어의 회유경로를 변화시킬 수 있으며, 이에 따라 어군이 밀집하는 장소가 변화할 수 있다는 것을 의미한다.

특히, 동해에서는 대한해협을 통과한 난류가 특정한 시기에 따라 강도가 달라지며, 그에 따라 그 경로가 변화한다(Hong and Cho, 1983; Lee, 2003). 이러한 난류변화에 따라 수온전선의 수직적·수평적 구조가 변화하며, 살오징어의 밀집되는 위치 및 그 정도가 달라져 어획량의 변화가 생긴다(Mokrin et al., 2002; Cho et al., 2004; Choi, 2005; Choi et al., 1997, 2003, 2008; Kim et al., 2010).

어장형성에 관계된 난류의 변화는 지구규모의 대기-해양순환변화에 영향을 받는다. 기후체제전환 혹은 기후변화를 파악하기 위해 사용되는 기후지수들 중 태평양 20°N의 표층수온을 지수화한 Pacific Decadal Oscillation (PDO)는 동해로의 난류유입량과의 상관성이 있을 뿐만 아니라 동해의 살오징어 어획량 변화와 유의한 상관성을 보인다(Miller et al., 2004; Jung, 2013; Kim, 2015). 이는 기후-해양환경변화가 살오징어의 어장형성에 영향을 미치는 회유 및 분포역의 변화와도 밀접한 연관이 있다는 것을 암시하며, 이에 대한 연구가 이루어져야 자원에 대한 보다 정밀한 평가 및 중장기적인 어획량 예측이 가능할 수 있다.

따라서 본 연구는 해구별 어획자료를 이용하여 어장형성역의 환경특성(수온, 전선의 위치, 동물플랑크톤 등)을 분석하고, 이를 토대로 어장형성원인과 변동을 분석한 기존 살오징어 어장에 관한 연구들을 토대로 하여 기후-해양환경변화가 살오징어의 어장형성변화에 미치는 영향을 통해 회유 및 분포의 변화특성을 고찰하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

본 연구에서는 기후체제전환에 따른 해양환경변화 파악을 위해 1980-2009년의 수온자료를 기후체제별로 시기를 구분하였으며, 해양환경변화에 따른 살오징어 어획량 변화를 알기위해 어획량 자료도 같은 시기로 구분하였다. 시기구분은 북서태평양에서 기후

체제전환이 있었던 1976/77, 1988/89, 1998/99년의 3차례를 기준으로 하였다(Minobe, 1997; Francis et al., 1998; Mantua and Hare, 2002; Overland et al., 2008). 또한 앞선 기후체제전환에 대한 정의에 의해 편의상 1980-1987년까지는 1980년대(cold regime), 1988/89 이후 다시 warm regime으로 기후체제전환이 일어난 1988-1997년까지는 1990년대(warm regime) 그리고 1990년대의 warm regime과 성격이 다른 1998-2009년까지는 2000년대(warm regime)로 규정하였다.

## 2.1. 어항

우리나라에서 살오징어 어획은 주로 채낚기 의해 이루어져 왔다. 1980년대부터 1990년대 중후반까지 채낚기 어업이 살오징어 어획량의 60%를 차지할 정도로 우세하였으나 1990년에 접어들어 트롤어업이 증가하면서 2000년대에는 채낚기 어업의 비율을 추월하였다(Kim, 2015). 그러나 채낚기 어업은 30년간 가장 낮은 비율을 보였던 2009년에도 35% 이상의 비율을 유지하였다. 따라서 살오징어 어획특성에 대한 대표성이 있다고 판단하였으며, 본 연구에서 쓰인 월별 해구별 채낚기 어업 자료로서 전반적인 어장 및 어획분석이 가능하다고 할 수 있다.

살오징어 어획량 및 어장분석을 위해 1980-2009년까지 국립수산물자원연구소 어항조사연보의 연근해 채낚기 어업 자료를 사용하였다. 이 자료는 어민의 어항보고에 근거하여 어획량을 해구별(위경도 30'×30')로 정리한 것이다. 기후체제별(1980-1987년, 1988-1997년, 1998-2009년)로 나누어 해역별 어획시기변화를 파악하기 위해 월별어획량을 나타내었으며, 또한 기후체제별로 해역별, 해구별 어획량을 알기위해 수평분포도를 작성하였다.

살오징어의 분포 및 회유를 파악하기 위해 Sokal and Rohlf (1981), Choi(2005)의 방법을 이용하여 동해와 서해의 어장분포중심을 구하였다. 1980-2009년까지 우리나라 어선에 의해 어획이 이루어진 영역에 대해 연구하였으며, 특히 남하 또는 북상하는 살오징어의 회유특성을 반영하기 위해 남해를 128°E를 기준으로 하여 동해와 서해의 일부로 편제하였다(Fig. 1). 또한 기후체제별로 해구별 어획량 가중치를 두어 기후체제별 및 기후체제별 월별 어장의 중심을 구하였다.

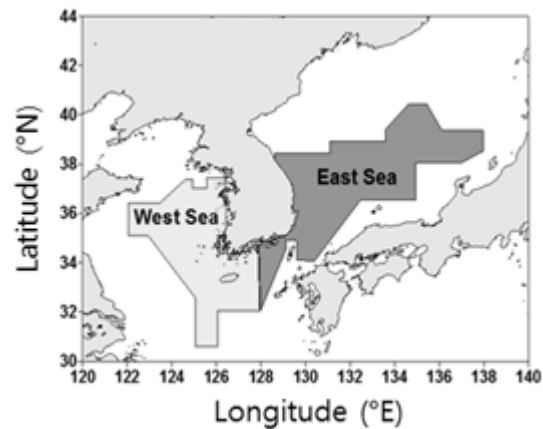


Fig. 1. Study area of the Korean waters.

## 2.2. 수온

해양자료센터(KODC: <http://kodc.nfrdi.re.kr>)의 1980-2009년의 표준수심자료를 이용하였으며, 기후체제별, 수심별로 수온의 분포양상을 알아보기 위해 시기별(1980-1987년, 1988-1997년, 1998-2009년) 월별로 50 m와 100 m의 수온 수평분포도를 작성하였다.

## 3. 결과

### 3.1. 어획시기의 변화

동해와 서해의 채낚기 어업 어획량은 월별 기후체제별로 차이가 있으며, 월별 채낚기 어업 어획량 비율의 변화로서 기후체제별 주 어획시기의 변화를 확인할 수 있다(Fig. 2). 동해의 경우, 월별 어획비율이 cold regime이었던 1980년대에는 12월에 최고어획비율을 보였으나 warm regime으로 기후체제전환이 일어난 1987/88 이후부터 10월에 최고어획비율을 보였다. 또한 12월에 어획비율이 줄어드는 경향은 서해에서도 나타났는데 1980-1987년에는 12월에 최고어획비율이 나타났으나, 1987/88 이후 12월의 어획비율은 감소하는 반면 7-9월의 어획비율이 급증한 것으로 나타났다.

### 3.2. 시기별 어장분포 및 수온의 변화

한국 주변해역의 기후체제별 어획분포양상을 알아보기 위해 1980-2009년까지 살오징어 채낚기 어업의 기후체제별 해구별 총어획량을 Fig. 3에 도시하였다.

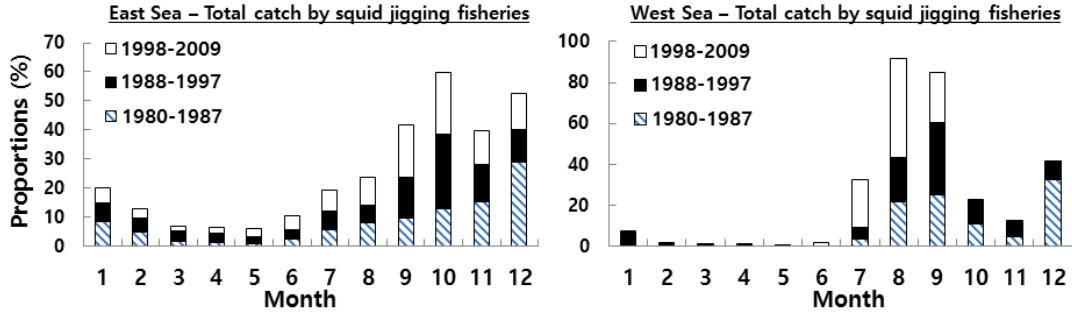


Fig. 2. Monthly catch ratio for the common squid by climate regime in the East Sea (left) and the West Sea (right) from 1980 to 2009.

cold regime이었던 1980-1987년은 동해보다 서해에 어획량이 많은 해구가 밀집되어 있었다. 특히, 목포-태안반도 근해(34.5-37°N, 125.5-126°E)에서 높은 어획 분포를 보였으며, 주로 수심 50 m의 10°C 등수온선에 위치하고 있었다. 반면 동해에서는 동해 연안보다 울릉도 부근 및 대화퇴 부근의 외해에 밀집된 어획 분포가 나타났다. warm regime(1990년대, 2000년대)

의 경우는 서해에는 하나의 해구에서만 많은 어획량이 나타난 반면, 동해에서는 연안을 따라 많은 어획량 분포가 나타나 전반적으로 서해보다 많은 어획량을 보였다.

동시기 50 m와 100 m 수심의 평균수온은 전 해역에서 cold regime이었던 1980년대보다 warm regime이었던 1987/88 이후 등수온선이 전반적으로 북상하는

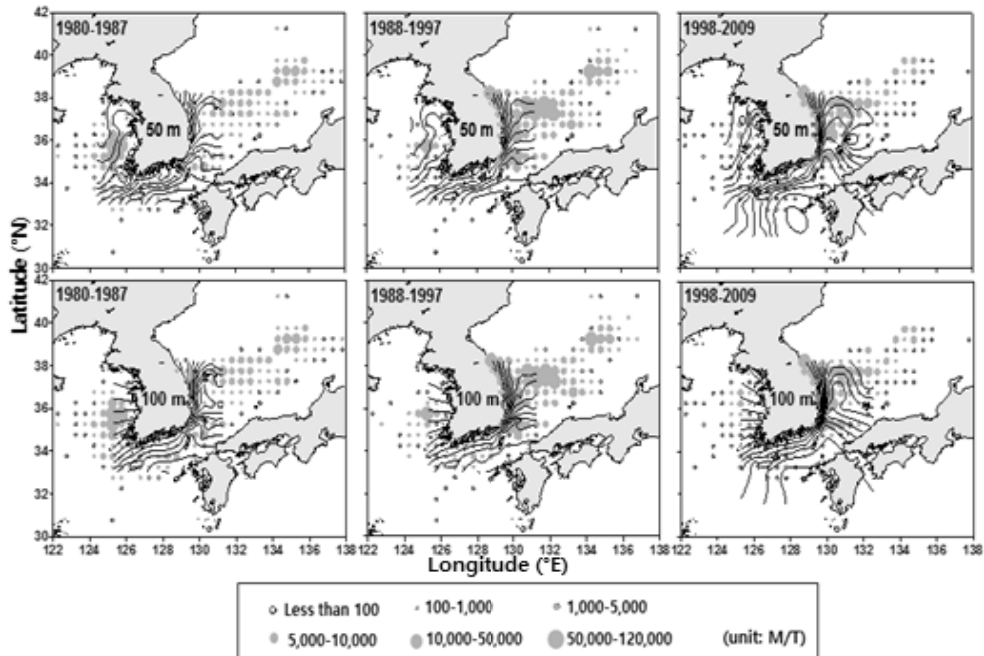


Fig. 3. Mean temperature (upper: 50 m depth, lower: 100 m depth) and fishing ground distribution of the common squid by climate regime (1980-1987, 1988-1997 and 1998-2009).

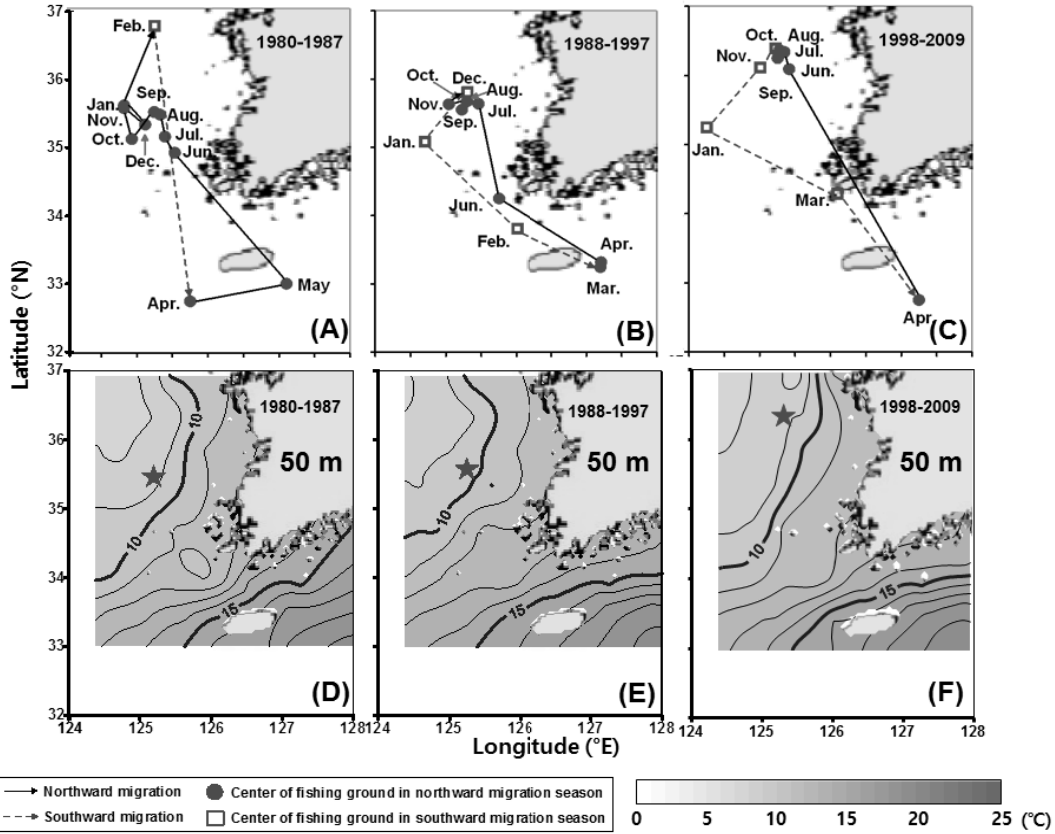


Fig. 4. Monthly migration of centers of fishing grounds (A, B, C), and center (★) of fishing ground for the common squid by the squid jigging fishery and mean temperature at 50 m depth (D, E, F) in the West Sea by climate regime (1980-1987, 1988-1997 and 1998-2009).

경향이 나타났다. 특히 동해의 경우, 수심 100 m의 등수온선이 1987/88을 기점으로 10℃ 등수온선이 동해 연안에 접근해있는 양상을 보였다(Fig. 3).

### 3.3. 회유경로의 변화

#### 3.3.1. 서해의 회유경로 변화

서해의 월별 어장분포로부터 Sokal and Rohlf (1981), Choi(2005)의 방법을 이용하여 어장중심을 계산하여 기후체제별로 나타낸 결과(Fig. 4), 서해에서는 1980년대에는 2월에 어장중심이 최북단, 4월에 최남단에 존재하였다. 1990년대에는 3월의 어장중심이 최남단, 12월의 어장중심은 최북단에 위치하였으며, 7-12월까지 어장중심이 서로 근접해있었다. 또한

2000년대에는 6-11월까지 어장중심이 밀집해있었으며, 4월에 어장중심이 최남단, 8월에 어장중심이 최북단에 위치했다.

월별어장중심의 최북단에서 최남단까지 거리가 짧은 시기는 1990년대였으며, 길었던 시기는 1980년대와 2000년대였으며, 각 기후체제별 전체 어장 중심은 2000년대에 가장 높은 위도에 위치해있었으며, 1980년대와 1990년에는 어장중심이 서로 인접해있었다(Fig. 4).

#### 3.3.2. 동해의 회유경로 변화

서해와 같은 방법으로 동해의 월별 어장분포로부터 어장중심을 계산하여 기후체제별로 나타낸 결과(Fig. 5), 1980년대와 2000년대의 8월에 어장중심이

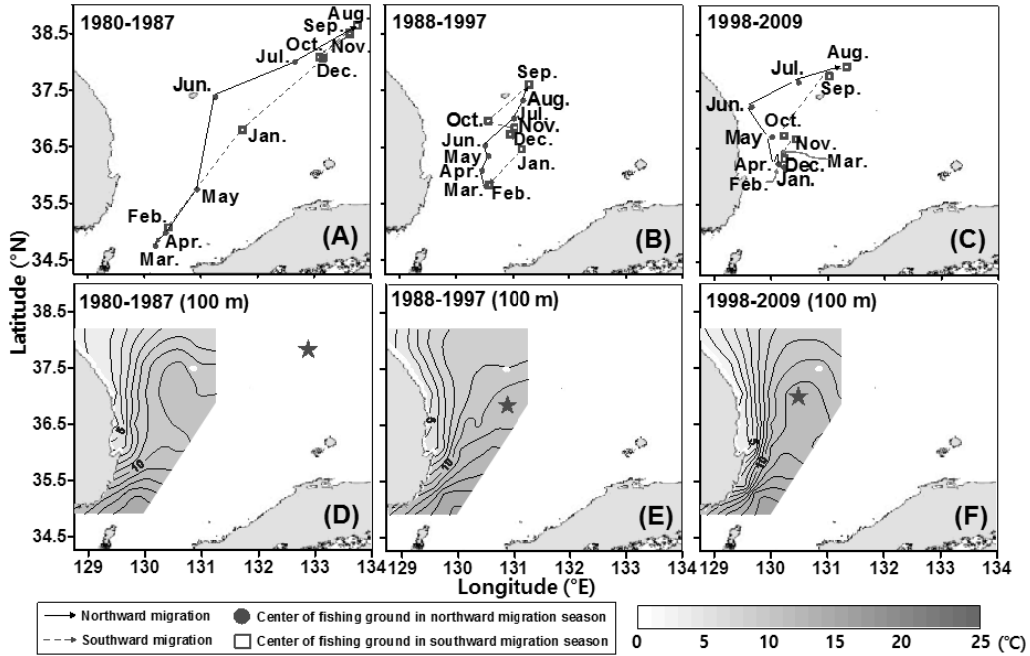


Fig. 5. Monthly migration of centers of fishing grounds (A, B, C), and center (★) of fishing ground for the common squid by the squid jigging fishery and mean temperature at 50 m depth (D, E, F) in the East Sea by climate regime (1980-1987, 1988-1997 and 1998-2009).

최북단에 위치했고 1990년대에는 9월에 어장중심이 가장 북쪽에 위치했다. 1980년대의 3월, 1990년대의 2월 그리고 2000년대의 1월에 어장중심이 최남단에 위치했다. 어장중심의 최북단에서 최남단까지의 거리가 짧은 시기는 1990년대였으며, 길었던 시기는 1980년대였다.

시기별 어장중심이 10°C 등온선의 위치와 가까웠다. 월별어장중심변화로 1980년대에는 어장중심이 대체로 동해안에서 멀리 형성되었으며, 월별어장이동 거리가 멀었다. 반면, 1990년대와 2000년대에는 동해안 가까이에서 어장중심이 형성되었으며, 월별어장이동 거리가 가까웠다. 또한 월별어장이동에서 세 시기 모두 3-9월까지 북상기에는 연안에 인접하여 북상하는 반면, 남하기에는 외양 쪽에서 남하하였다.

1980년대에 어장중심이 가장 높았으며, 제일 외양 쪽에 위치했다. 2000년대에 어장중심이 가장 연안에 가까웠으며, 1990년대에 가장 남쪽에 위치했다 (Fig. 5).

#### 4. 고찰

기후변화는 해양환경변화에 직간접적으로 영향을 미치며, 이에 따라 살오징어를 비롯한 수산생물들은 크고 작은 영향을 받게 된다. 살오징어의 경우, 기후변화에 기인한 산란장 환경변화가 자원량 및 어획량의 변화를 초래한다. 또한 기후변화에 기인된 해류변화 및 해양환경변화에 의해 회유 분포가 변화하게 된다. 이에 따라 어획가능한 해역에 자원의 내유시기 및 내유기간, 내유량 등이 영향을 받게 된다(Choi et al., 1997). 이러한 기작에 의해 어장의 형성시기 및 형성 위치에도 변화가 발생할 수 있다.

어장형성시기변화는 월별어획량 비율로 알 수 있는데, 1980-2009년까지 월별어획량의 비율은 기후체제전환을 거치면서 해역마다 달라졌다(Fig. 1). 동해의 경우, 1980년대에는 월별 어획비율이 높은 달이 12월이었으나, 1990년대 이후 10월에 어획비율이 높은 것으로 나타났다. 서해의 경우, 1980년대에는 12월에

가장 어획비율이 높았으나, 1990년대 이후 8월과 9월의 어획비율이 높아졌다.

이러한 우리나라 연근해의 동시적인 어획시기 변화는 단년생인 살오징어의 생물학적 특성상 계군의 변화로 보는 것이 타당한 것으로 생각된다. 만약 우점하는 계군의 변화없이 수온변화로 우리나라 주변해역에서 살오징어 자원의 내유시기가 변화했다고 가정할 시, 추계군일 경우, 1980년대(저수온기)에는 생식을 위해 성성숙수온대가 위치한 남쪽으로 더 일찍 남하회유가 진행되어야 하며, 또한 단년생이기 때문에 최대 어획시기도 12월보다는 더 빨라야 한다. 동계군일 경우, 고수온기인 1990년대와 2000년대에는 10월보다는 더 늦게 남하회유가 진행되어야 한다. 성성숙수온에서 개체는 성성숙과 함께 근육량이 감소하는 쇠약현상이 나타나기 때문에(Kidokoro and Sakurai, 2008), 이 쇠약현상을 견딜만큼의 개체의 성장이 이루어지지 않는 한 성성숙수온에 접근하기 힘들 것이다. 따라서 자신이 부화한 계절보다 이른 시점에 산란장에 가까운 지점에서 서식하기 힘들 것으로 생각된다.

물론 조업시 항상 성숙개체만이 어획되는 것은 아니지만 미성숙 개체보다는 성숙개체가 더 상업적 가치가 있기 때문에 성숙한 개체가 어획량에 포함될 가능성이 더 높다. 또한 어획은 조업이 진행되는 시기에 존재하는 자원으로 인해 발생하기 때문에 어획된 계군의 어획시기와 그 계군의 발생계절이 완벽히 일치하지는 않을지라도 발생계절의 차이는 크지 않으리라 생각된다.

이런 가정하에서 1980년대의 한국 주변역의 주요 계군은 동계군이었으나, 1990년대에 동계군의 비율이 줄어들고 추계군의 비율이 늘어나 주요 계군의 비율에 변화가 생겼다고 생각된다.

그러나 성성숙도 조사 등 생물학적 고려없이 어획시기만으로 계군을 구분하는 것에는 분명한 한계가 존재한다. 다만 예외로서 서해의 살오징어 주어획시기가 초여름-가을까지인데 반해 대부분의 계군이 추계군과 동계군이라는 Choi(2005)의 생물학적 계군분석을 따를 필요가 있다.

기후체제별로 어획시기뿐만 아니라 어장형성위치에도 변화가 있었다. 서해의 경우(Fig. 3), 또한 1980년대보다 2000년대에 어획 중심의 위도가 약 1° 올라

가 있으나 동해에 비해 위치변동이 심하지 않았다. 서해의 시기별 월별어장중심의 변화는 어황이 나뉘던 1990년대의 7월-12월과 2000년대 6월-11월의 어장분포는 몰려있는데 반해, 어황이 좋았던 1980년대의 6월-12월의 분포는 흩어져 있었다. 이는 어황이 나뉘던 시기에는 특정한 해역에서만 어획이 되었던 반면, 어황이 좋았던 시기에는 여러 지점에서 어획이 일어났다는 것을 의미한다. 그리고 10월이후부터 3월까지의 어장중심은 모두 외측에 위치하였다. 특히 1980년대 2월의 어장중심이 세 시기 중 가장 높은 위도에 있는 것으로 보아 이 시기에는 타 시기에 비해 비교적 높은 위도에도 어획이 가능한 환경이 조성되었던 것으로 생각된다. 이는 쓰시마 난류의 변화로 인해 난류수 유입량이 달라진 결과라 생각된다.

동해의 경우(Fig. 4), 중장기적으로 1980년대에는 월별어장중심이 대체로 동해안에서 멀리 형성되었으며, 월별어장이동거리가 길었다. 특히 최북단 어장중심에서 최남단 어장중심까지의 거리가 다른 시기에 비해 멀었다. 반면, 1990년대와 2000년대에는 동해안 가까이에서 어장중심이 형성되었으며, 월별어장이동거리가 가까웠다. 이러한 원인은 난류의 경로 변화로 인한 것으로 보인다. 쓰시마 난류가 강한 시기에는 이 동 경로가 동해연안에 근접한 반면 약한 시기에는 동해 중부로 이동하게 된다(Hong and Cho, 1983; Lee, 2003). 동해로 유입되는 난류의 강약은 PDO의 위상에 따라 달라질 수 있는데 다른 시기보다 PDO가 컸던 1980년대에 동해로의 난류수송량이 줄었으며, 1980년대 이후부터 PDO가 작아지면서 동해로의 난류수송량도 늘어났다(Miller et al., 2004; Jung, 2013). 이러한 난류수송량의 변화가 난류유로의 변화를 일으켜 어장의 위치변화에 영향을 미친 것으로 판단된다.

Kim(2015)은 PDO가 동해의 살오징어 어획량과 유의한 상관성이 있다고 보았는데, 이는 PDO가 ‘- (+)’ 시기에는 동해로의 난류유입량 증대(감소)로 난류가 강(약)해져 어장이 육지로부터 가까운(먼) 거리에 생성되어 어장접근도에 따른 어업채산성이라는 측면에서 어획량에 영향을 미칠 수 있다고 보았다.

단기적인 월별어장이동에서 세 시기 모두 3-9월까지 북상기에는 연안에 인접하여 북상하는 반면, 남하기에는 외양 쪽에서 남하하였다. 이 또한 북상기에는

쓰시마 난류가 강했기 때문에 연안에 인접하여 어장이 형성된 반면, 남하기에는 쓰시마 난류가 약화되었기 때문에 외양 쪽으로 어장이 형성되었던 것으로 보인다.

동해에서는 어획시기 또한 변화가 있었는데, 이는 한국 주변역의 주요 계군이 동계군(1980년대)에서 추계군(1990년대 이후)으로 동계군의 비율이 줄어들고 가을에 어획되는 추계군의 비율이 늘어난 것과 상관이 있다. 어획량이 적으며, 주로 동계군이었던 시기인 1980년대에 주어장이 7-12월까지 대화퇴 부근에서 형성되었던 반면, 어획량이 많으며, 추계군의 비율이 증가하였던 1990년대 이후에는 울릉도 남방의 동해안 쪽으로 9월-이듬해 1월까지 주어장이 형성되었다.

이처럼 1980년대에 다른 시기보다 어장이 비교적 고위도에 오래 머물러 있었던 원인은 우세한 계군의 변화에 있다. 즉, 색이장(오호츠크 해 및 동해 북부)에서 산란장(동중국해)로 남하회유종일 경우, 먼저 성숙한 추계군이 먼저 남하할 것이며, 그 이후 성숙한 동계군이 남하할 것이다. 이를 예를들어, 10월같은 특정한 시기에 동계군은 비교적 고위도에 추계군은 비교적 저위도에 어군이 머물러 있으리라 판단할 수 있다. 따라서 1980년대에 다른 시기보다 어장이 비교적 고위도에 오래 머물러 있었다는 것은 다른 시기의 계군보다 산란을 위해 동중국해로 남하할 시기에 도달하지 않은 계군인 동계군의 비율이 높았기 때문인 것으로 추론할 수 있다.

## 5. 결론

본 연구는 해구별 어획자료를 이용하여 기후-해양 환경변화에 따른 살오징어 어장형성변화를 분석하였으며, 이를 통해 기후-해양환경변화가 우리나라 주변해역의 살오징어 회유 및 분포 변화에 미치는 영향에 대해 고찰하였다.

동해와 서해 모두 기후체제전환이 일어난 1987/88 이후 주어획시기가 2달~4달가량 앞당겨졌는데 이는 우점한 계군이 변화되었기 때문인 것으로 보이며, 이러한 우점계군비율변화는 남하회유시기를 변화시켜 어장형성시기 변화에 관여한 것으로 생각된다.

또한 PDO의 위상과 관련있는 쓰시마 난류의 경로

변화는 어장분포 및 어장중심이동과 관련성이 높으며, 이는 살오징어 분포 및 회유경로의 변화를 의미한다. 따라서 PDO에 따라 살오징어 분포 및 회유경로 변화될 수 있다고 생각된다. 그러나 난류경로변화에 따른 어장의 위치변동이 서해보다 동해에서 더 크게 나타나 해역에 따라 회유 및 분포변화에 차이가 있는 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 해양수산부 재원으로 해양과학기술진흥원(MICT기반 명태 수산자원 회복·관리기술 개발, 강원씨그랜트사업)의 지원으로 수행되었습니다.

## REFERENCES

- Cho, K. D., Kim, S. W., Kang, K. H., Lee, C. I., Kim, D. S., Choi, Y. S., Choi, K. H., 2004, Relationship between fishing condition of common squid and oceanic condition in the East Sea, J. Kor. Soc. Mar. Env. Safety, 10, 61-67.
- Choi, K. H., 2005, Fishing conditions of common squid, *Todarodes pacificus* (STEENSTRUP) in relation to oceanic conditions in Korean waters, Ph. D. Dissertation, Pukyung National University, Busan, Korea.
- Choi, K. H., Cho, K. D., Kim, D. S., Kim, J. I., Kim, S. W., 2003, Fishing conditions of common squid (*Todarodes pacificus* Steenstrup) in the Yellow Sea, J. Kor. Fish. Soc., 6, 21-31.
- Choi, K. H., Hwang, S. D., Kim, J. I., 1997, Fishing conditions of common squid (*Todarodes pacificus* STEENSTRUP) in Korean Waters, J. Kor. Fish. Soc., 30, 513-522.
- Choi, K. H., Lee, C. I., Hwang, K. S., Kim, S. W., Park, J. H., Gong, Y., 2008, Distribution and migration of Japanese common squid, *Todarodes pacificus*, in the southwestern part of the East (Japan) Sea, Fish. Res., 91, 281-290.
- Francis, R. C., Hare, S. R., Hollowed, A. B., Wooster, W. S., 1998, Effects of interdecadal climate variability on the oceanic ecosystems of the NE Pacific, Fish. Oceanogr., 7, 1-21.
- Hatanaka, H., Kawahara, S., Uozumi, Y., Kasahara, S.,



- 1985, Comparison of life cycles of five ommastrephid squids fished by Japan : *Todarodes pacificus*, *Illex Illecebrosus*, *Illex argentinus*, *Nototodarus sloani sloani* and *Nototodarus sloani gouldi*, NAFO Sci. Coun. Studies, 9, 59-68.
- Hong, C. H., Cho, K. D., 1983, The northern boundary of the Tsushima warm current and its fluctuations, J. Oceanol. Soc. Kor., 28, 1-9.
- Jung, H. G., 2013, Regional differences in the response of ocean environment and fisheries resources in Korean waters to the North Pacific regime shifts and possible mechanisms, Master Dissertation, Gangneung-Wonju National University, Gangneung, Korea.
- Kidokoro, H., 2009, Changes in the fishing grounds and fishing season of Japanese common squid *Todarodes pacificus* around Japanese waters, Rep. Ann. Meeting and Squid Res., 3-10.
- Kidokoro, H., Sakurai, Y., 2008, Effect of water temperature on gonadal development and emaciation of Japanese common squid *Todarodes pacificus* (Ommastrephidae), Fish. Sci., 74, 553-561.
- Kim, Y. H., Moon, C. H., Choi, K. H., Lee, C. I., 2010, Relationship between squid (*Todarodes pacificus*) catch by sea block and marine environment in the East Sea during 1980s and 1990s, J. Kor. Soc. Mar. Env. Safty, 16, 259-268.
- Kim, Y. H., 2015, The population ecology of the common squid (*Todarodes pacificus*) in the northwest Pacific Marginal Seas, Ph. D. Dissertation, Pukyung National University, Busan, Korea.
- Lee, C. I., 2003, Relationship between variation of the Tsushima Warm Current and current circulation in the East Sea, Ph. D. Dissertation, Pukyung National University, Busan, Korea.
- Lee, S. D., Son, Y. S., Kim, Y. C., 1985, A Study on the vertical distribution of common squid, *Todarodes pacificus* (Steenstrup) in the eastern waters Korea, Bull. Fish. Res. Agency, 36, 23-28.
- Mantua, N. J., Hare, S. R., 2002, The pacific decadal oscillation, J. Oceanogr., 58, 35-44.
- Miller, A. J., Chai, F., Chiba, S., Moisan, J. R., Neilson, D., 2004, Decadal-scale climate and ecosystem interactions in the North Pacific Ocean, J. Oceano., 60, 163-188.
- Minobe, S., 1997, A 50-70 year climatic oscillation over the North Pacific and North America, Geophy. Res. Lett., 24, 683-686.
- Mokrin, N. M., Novikov, Y. V., Zuenko, Y. I., 2002, Seasonal migrations and oceanographic conditions for concentration of the Japanese flying squid (*Todarodes pacificus* STEENSTRUP, 1880) in the Northwestern Japan Sea, Bull. Mar. Sci., 71, 487-499.
- Murata, M., 1990, Ocean resources of squids, Mar. Behav. Physiol., 18, 19-71.
- Okutani, T., 1983, *Todarodes pacificus*, in: Boyle, P. R. (ed.), Cephalopod Life Cycles, Academic, London, U. K., 1, 201-214.
- Overland, J., Rodionov, S., Minobe, S., Bond, N., 2008, North Pacific regime shifts : Definitions, issues and recent transitions, Prog. in Oceanogr., 77, 92-102.
- Roper, C. F. E., Sweeny, M. J., Nauen, C. E., 1984, Family ommastrephidae, in: FAO species catalogue, 3, Cephalopods of the world, An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries, FAO Fisheries Synopsis, 227.
- Sakurai, Y., Kiyofuji, H., Saitoh, S., Goto, T., Hiyama, Y., 2000, Change in inferred spawning areas of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda : Ommastrephidae) due to changing environmental conditions, ICES J. Mar. Sci., 57, 24-30.
- Sokal, R. R., Rohlf, F. J., 1981, Biometry, 2nd ed. Freeman, New York, 859.