

석사학위논문

황해저층냉수의 분포범위와  
안강망에 의해 어획되는 참조기  
어장형성기구에 관한 연구



제주대학교 대학원

어업학과

안 켜 마

2004년 12월

석사학위논문

황해저층냉수의 분포범위와  
안강망에 의해 어획되는 참조기  
어장형성기구에 관한 연구



제주대학교 대학원

어업학과

안젼마

2004년 12월

황해저층냉수의 분포범위와  
안강망에 의해 어획되는 참조기  
어장형성기구에 관한 연구

지도교수 서 두 옥

안 켜 마

이 논문을 수산학 석사학위 논문으로 제출함



안켄마의 수산학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 안 장 영

위 원 김 석 종

위 원 서 두 옥

제주대학교 대학원

2004년 12월

THE STUDIES ON THE DISTRIBUTION  
PATTERN OF YELLOW SEA BOTTOM COLD  
WATER AND MECHANISM FORMED FISHING  
GROUND OF YELLOW CROAKER, *Pseudosciaena*  
*polyactis* CAUGHT BY STOW NET ON ANCHOR

Gem-Ma Ahn

(Supervised by professor Du-Ok Seo)



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF FISHERIES SCIENCE

DEPARTMENT OF FISHERY  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

2004. 12

# 목 차

LIST OF FIGURES .....	ii
LIST OF TABLES .....	iii
SUMMARY .....	1
I. 서론 .....	3
1. 연구배경 및 목적 .....	3
2. 참조기의 계군과 습성 .....	5
II. 자료 및 방법 .....	8
1. 참조기의 생태 및 어획량 .....	8
2. 해황 .....	8
III. 결과 .....	11
1. 참조기의 어획량 .....	11
1) 한국 근해어업에서 참조기의 연도별 어획량 변동 .....	11
2) 참조기의 연도별·어업별 어획량에 대한 평균 비율 변동 .....	12
3) 근해 안강망 어업에 대한 참조기의 연도별 어획량 변동 .....	13
2. 황해 및 제주도 북·서부해역의 해황 특성 .....	15
1) 황해저층냉수의 특성 .....	15
2) 저층 수온 및 염분의 수평분포 .....	22
3) 황해 및 제주도 북·서해역의 수온·염분의 수직구조 .....	27
3. 황해저층냉수와 동계기온 .....	35

1) 동계기온의 년·월변동 .....	35
2) 10℃ 등수온선의 분포범위와 기온과의 관계 .....	36
3) 황해저층냉수의 저층 수온과 동계 기온과의 상관관계 .....	42
4. 황해저층냉수의 세력소장과 어황 특성 .....	43
1) 해구별 참조기 어장의 계절 분포 .....	43
2) 황해저층냉수의 세력소장과 참조기 어황과의 관계 .....	49
 IV. 고찰 .....	 58
 V. 요약 .....	 62
 참고문헌 .....	 63
감사의 글 .....	65



## LIST OF FIGURES

Fig. 1. The picture showing the yellow croaker .....	5
Fig. 2. Schematic diagram of distribution and migration routes of yellow croaker, <i>Pseudosciaena polyactis</i> in the yellow Sea and the East China Sea(Shojima and Otaki, 1982). .....	6
Fig. 3. Location of seablock of number in the Yellow Sea and the around sea of the Jeju Island. ....	9
Fig. 4. Location of oceanographic stations of the National Fisheries Research and Development Institute. ....	10
Fig. 5. Annual catch of yellow croaker in Korea from 1985 to 2003 .....	11
Fig. 6. Frequency of yellow croaker amount of catch in Korea by the fishing methods from 1985 to 2003. ....	12
Fig. 7. Yearly variation of mean catch of yellow croaker caught by stow net on anchor in Korea from 1985 to 2003. ....	15
Fig. 8-a. T-S diagram of oceanographic section 308 line by NFRDI during 13 years ('85~'02) in February. ....	17
※ NFRDI : National Fisheries Research and Development Institute.	
Fig. 8-b. T-S diagram of oceanographic section 311 line by NFRDI during 13 years ('85~'02) in February. ....	17
Fig. 8-c. T-S diagram of oceanographic section 312 line by NFRDI during 13 years ('85~'02) in February. ....	18
Fig. 8-d. T-S diagram of oceanographic section 313 line by NFRDI during 13 years ('85~'02) in February. ....	18
Fig. 9-a. T-S diagram of oceanographic section 308 line by NFRDI during 13 years ('85~'02) in August. ....	19

Fig. 9-b. T-S diagram of oceanographic section 311 line by NFRDI during 13 years ('85~'02) in August. ....	19
Fig. 9-c. T-S diagram of oceanographic section 312 line by NFRDI during 13 years ('85~'02) in August. ....	20
Fig. 9-d. T-S diagram of oceanographic section 313 line by NFRDI during 13 years ('85~'02) in August. ....	20
Fig. 10(a-d). Horizontal distributions of bimonthly mean temperature (°C) and salinity (psu) in the bottom layer of the Yellow Sea and the around sea of Jeju Island during 18 years (1985~2002). February (a), (b) : April (c), (d). ....	24
Fig. 10(e-h). Horizontal distributions of bimonthly mean temperature (°C) and salinity (psu) in the bottom layer of the Yellow Sea and the around sea of Jeju Island during 18 years (1985~2002). June (e), (f) : August (g), (h). ....	25
Fig. 10(i-l). Horizontal distributions of bimonthly mean temperature (°C) and salinity (psu) in the bottom layer of the Yellow Sea and the around sea of Jeju Island during 18 years(1985~2002). October (i), (j) : December (k), (l). ....	26
Fig. 11(a-f). Vertical distributions of bimonthly mean temperature (°C) and salinity (psu) of A-Line of during 18 years (1985~2002). February (a), (b) : April (c), (d) : June (e), (f). ....	30
Fig. 11(g-l). Vertical distributions of bimonthly mean temperature (°C) and salinity (psu) of A-Line of during 18 years (1985~2002). August (g), (h) : October (i), (j) : December (k), (l). ....	31
Fig. 12(a-f). Vertical distributions of bimonthly mean temperature (°C) and salinity (psu) of B-Line, C-Line and D-Line in February during 18 years (1985~2002).	



	B-Line (a), (b) : C-Line (c), (d) : D-Line (e), (f). .....	32
Fig. 13(a-f).	Vertical distributions of bimonthly mean temperature (°C) and salinity (psu) of B-Line, C-Line and D-Line in August during 18 years (1985~2002).	
	B-Line (a),(b) : C-Line (c),(d) : D-Line (e),(f). .....	33
Fig. 14.	Bimonthly variation of mean water temperature(°C) in bottom layer over 13 years (1985~1997) at station from 308-7 to 313-7. ....	34
Fig. 15.	Yearly variation of the mean air temperature of winter (Dec.~Feb.) in Incheon, Gunsan and Mokpo from 1985 to 1997. ....	35
Fig. 16(a-d).	Horizontal distributions of bottom temperature (°C) in April and June of 1986 and 1987. ....	38
Fig. 16(e-h).	Horizontal distributions of bottom temperature (°C) in August and October of 1986 and 1987. ....	39
Fig. 17(a-d).	Horizontal distributions of bottom temperature (°C) in April and June of 1992 and 1993. ....	40
Fig. 17(e-h).	Horizontal distributions of bottom temperature (°C) in August and October of 1992 and 1993. ....	41
Fig. 18.	Horizontal distributions of monthly mean catch of yellow croaker by stow net on anchor in the Yellow Sea and the south-western sea of the Jeju Island from 1985 to 1997. ....	45
Fig. 19.	Monthly total catch of yellow croaker caught by stow net on anchor in study area (32°~37°N, 124°~127° 50'E) from 1985 to 2003. ....	48
Fig. 20(a-d).	Horizontal distributions of bottom temperature (°C) and seablock catch (M/T) of yellow croaker in February and April of 1986 and 1987. ....	52
Fig. 20(e-h).	Horizontal distributions of bottom temperature (°C) and seablock	

catch (M/T) of yellow croaker in June and August of 1986 and 1987. ....	53
Fig. 20(i-l). Horizontal distributions of bottom temperature (°C) and seablock catch (M/T) of yellow croaker in October and December of 1986 and 1987. ....	54
Fig. 21(a-d). Horizontal distributions of bottom temperature (°C) and seablock catch (M/T) of yellow croaker in February and April of 1992 and 1993. ....	55
Fig. 21(e-h). Horizontal distributions of bottom temperature (°C) and seablock catch (M/T) of yellow croaker in June and August of 1992 and 1993. ....	56
Fig. 21(i-l). Horizontal distributions of bottom temperature (°C) and seablock catch (M/T) of yellow croaker in October and December of 1992 and 1993. ....	57



## LIST OF TABLES

Table 1. The identification of water characteristics of the yellow Sea Bottom Cold Water .....	21
Table 2. Bimonthly correlation coefficients between the air temperature and mean water temperature at bottom layer during 13 years (1985~1997). .....	42



## SUMMARY

This study analyzed the trend of changes in yellow croaker catch, the pattern of fishing ground of yellow croaker caught by offshore stow nets, and the characteristics and the expansion or contraction of Yellow Sea Bottom Cold Water by using catch date of yellow croaker caught in Korean offshore sea area from 1985 to 2003 and the data recorded on temperature (°C) and salinity (psu) by National Fisheries Research Development Institute's from 1985 to 2002. The findings are as follows.

1. Yellow croaker catch had not been less than 10,000M/T until 1986, but since then it has gradually increased and peaked in 1992 with 40,000 M/T. The catch continuous fall less than 10,000M/T after 2000. The average percentage of yellow croaker by fishing method is 40.5 % and 38.7 % by large bottom pair seines and offshore stow net respectively. These two methods cover the majority of the catch, followed by offshore drift gill nets, large boat seines, and large trawls in order.
2. The Yellow Sea Bottom Cold Water is a water mass with 10°C or lower water temperature and 32.0~34.4 psu of salinity. The lowest water temperature occurs in February at the region of north Line 311, and in August at the region of south Line 312.
3. While yellow croaker can be caught by offshore stow nets in the

Yellow Sea and the western sea area of the Jeju Island whole year, the main fishing period is from Autumn to Spring, and the summer experiences the poorest catch. A good fishing ground is formed mixed in the frontal zone around the Yellow Sea Bottom Cold Water. The center of the fish school distribution lies between the north-western sea area and the south-western sea area of the Jeju Island.

4. The distribution range of the Yellow Sea Bottom Cold Water in the years of 1986 and 1993 was southward, where the winters were severely cold compared to the warm winter period of 1987 and 1992. Fishing grounds in the cold period were formed southward and spread widely and the catch was decreased, compared to the warm winter period. However, in 1987 and 1993, reverse phenomenon happened.



# I. 서 론

## 1. 연구배경 및 목적

황해 및 제주도 북·서해역은 수심이 대부분 100m미만으로 해저면 경사가 완만하고 수심이 얕아 계절에 따라 해황변화가 심한 해역이며, 대마난류, 황해저층냉수, 황해난류수, 중국대륙연안수, 한국남해연안수, 혼합수와 같은 이질 수괴들이 출현한다. 또한, 중국대륙으로부터 많은 양의 하천수가 이 해역으로 유입되어 저온·저염의 냉수세력과 고온·고염의 난수세력, 그리고 연안수들 사이에서 수온·염분 전선이 형성된다(노, 1985; Nakao, 1977; 김·노, 1994; 김, 1995).

그러므로 서로 다른 이질수괴가 부딪히는 전선부근에서는 와동현상의 발달이나 전선의 굴곡 및 장벽효과 등으로 인해 난수성화(暖水性渦)는 물질의 집적효과, 냉수성화(冷水性渦)는 용승현상에 의해 영양염류가 풍부한 저층수를 상층에 공급하여 참조기, 갈치, 부세, 옥돔, 참돔, 돌돔, 뽕에돔 등의 저서 어류와 고등어, 전갱이, 방어, 삼치 등의 부어류 등 유용 수산생물자원이 서식하는 생산성이 높은 해역으로 이들은 시기별로 출현상황을 달리하고 있다(Yang, 1997).

이 해역에서 서식하는 어업동물자원 중 참조기 *Pseudosciaena polyactis*는 9월부터 이듬해 3월까지 황해도 연안, 연평도, 흑산도, 제주도 서쪽해역, 동중국해 남부해역 등 수심이 40-160m인 바닥이 모래나 빨린 곳에 분포하고, 난류성·저서 어업동물자원으로 우리나라에서 전통적으로 가장 많이 선호하고 소비되고 있는 고가의 어종으로 호평을 받고 있다. 참조기를 대상으로 어획하는 어구는 대형 쌍끌이 기선저인망, 근해 안강망, 근해 유자망, 대형 외끌이 기선저인망, 대형 트롤 등이 있는데, 어획량은 대형 쌍끌이 기선저인망에

의해 가장 많이 어획되고, 다음으로 근해 안강망 어업이 2위이며, 근해 안강망의 어선세력(척수, 톤수)은 1위이다.

황해·제주도 북서해역 및 동중국해의 해황에 관한 연구로는 노와 平野(1983), 노(1985), 김(1986), 조(1988), 노와 김(1989), 김과 노(1994) 등이 있고, 황해저층냉수에 관한 연구로는 윤(1985, 1991), Lie(1984), Park(1985, 1986a), 안(1986) 등이 있다. 또한, 황해·제주도 북서해역 및 동중국해 해역에 출현하는 전선과 어장형성에 관한 연구로는 여러 학자들에 의해 이루어지고 있는데, 그 중 이 연구의 대상 어종인 참조기의 어장형성과 해황에 관한 연구로는 신(1975), 양과 조(1982), 백(1991, 2004) 등의 연구가 있다. 이들 중 양과 조(1982), 조(1982)는 황해저층냉수가 참조기와 강달이 같은 저서어류의 어황변동에 많은 영향을 미친다는 결과를 나타내면서 황해저층냉수의 세력소장과 저서어류의 어황과의 관계에 대해 중요성을 시사했다. 그리고 황해저층냉수는 전년도 동계의 기온이 현저히 낮은 해의 여름철에 제주도 북·서부해역까지 남하한다는 양(1984)과 윤 등(1991)의 연구가 수행된 바 있는데, 이러한 황해저층냉수에 대한 연구는 1991년 이후 이루어지지 않았고, 또한, 이들의 정의는 1985년 이전의 자료를 중심으로 이루어져 있다.

따라서 이 연구에서는 1985년 이후 좀더 정밀한 해양관측장비(CTD)에 의해 얻어진 자료를 이용하여 황해저층냉수가 참조기의 어획량 변동 및 어장 분포에 미치는 영향을 알아보고자 한다. 이때 참조기의 서식수층인 저층에 주안점을 두고 황해·제주도 북서해역 및 동중국해에서 황해저층냉수의 세력확장에 따른 참조기의 어장형성 양상을 근해 안강망어구에 의해 조업된 어획량의 년변동과 해황·기상변동과의 관계를 분석하여 참조기 어장형성기구를 황해저층냉수의 세력소장으로부터 예측가능한지의 여부에 대해 규명해 보려고 했다.

## 2. 참조기의 계군과 습성

참조기는 어류의 분류학상

脊索動物門 Phylum Chordata

脊椎動物亞門 Subphylum Vertebrata

顎口上綱 Superclass Agnatha

硬骨魚綱 Class Osteichthyes

硬骨上目 Superorder Teleostei

농어目 Order Percida

민어科 Family Sciaenidae

조기속 Genus *Pseudosciaena*

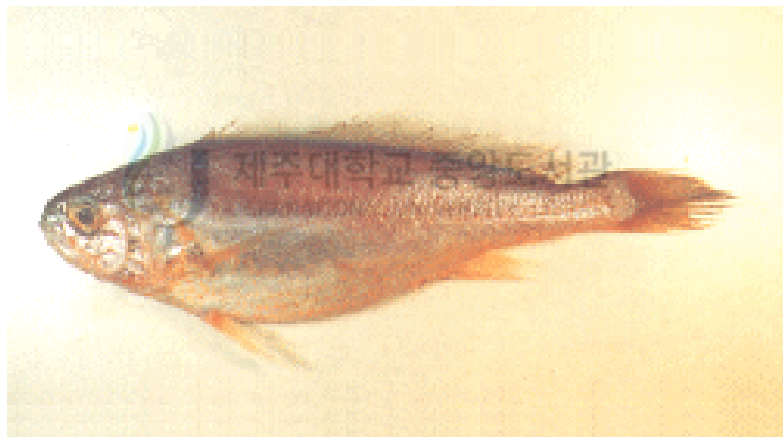


Fig. 1. The picture showing the yellow croaker.

에 속하고 영명으로 yellow croaker, 일명으로는 Kiguchi라고 부르며, 학명은 *Pseudosciaena polyactis*, 제주방언으로는 노란조기라 불리고, 그 외형은 Fig. 1과 같다(정, 1998).

참조기 *Pseudosciaena polyactis*는 황해혼합군(黃海混合群), 강소군(江蘇(jiang su)群) 및 절강군(浙江(zhe jiang)群) 등 3개의 계통군이 있는데,



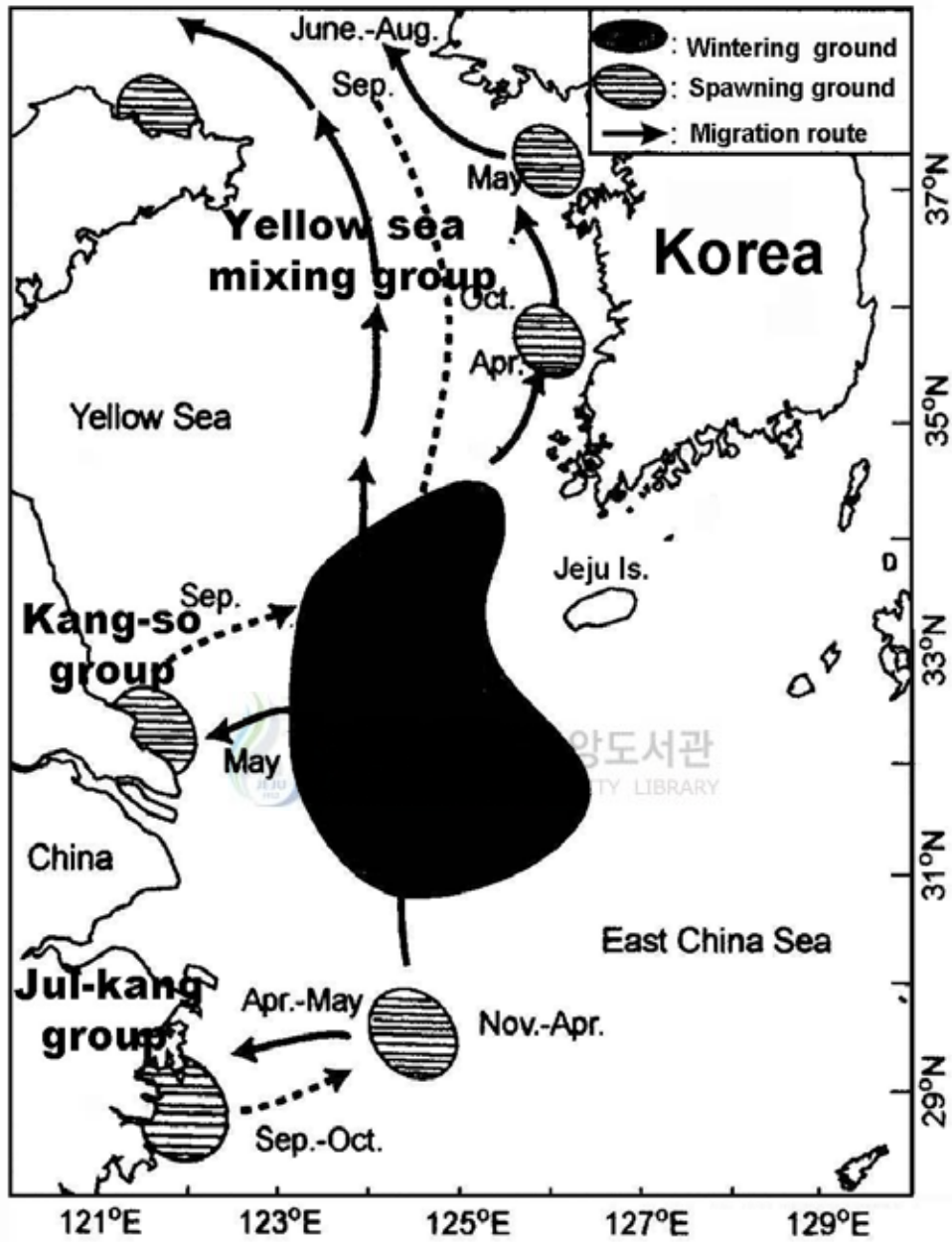


Fig. 2. Schematic diagram of distribution and migration routes of yellow croaker, *Pseudosciaena polyactis* in the Yellow Sea and the East China Sea(Shojima and Otaki, 1982).

Fig. 2는 이들 계통군의 회유도를 나타내고 있다. 황해혼합군은 발해연안 압록강 하구역 및 한국서해안의 각지에서 산란한 후 9월부터 외해측으로 이동하여, 황해 중·남부에서 제주도 서부 및 서남측 수역으로 남하하고, 강소군은 양자강 하구역의 북측에서 산란한 후 8~9월경에 이동하여, 12월에서 이듬해 3월에 황해 중·남부로부터 동중국해의 깊은 수심에서 월동을 한다. 또한, 4, 5월부터 수온이 점차 상승하면 산란장으로 이동을 한다. 절강군은 2~3월에 중국남부의 절강근해에 출현한 후 4~5월에 연안역에서 산란하고 9월경부터 외해측으로 이동하여 동계에 깊은 수심에서 월동하고 있으며(Shojima and Otaki, 1982), 3개의 계통군 중 우리나라 황해로 회유하는 어군인 황해혼합군의 산란기는 4월에서 늦으면 8월로 남쪽일수록 빠르고, 산란기 중에는 산란장에 모여 개구리 울음소리와 비슷한 소리를 내거나 물 위로 튀어 오르는 습성이 있다(국립수산과학원 한국연근해 유용어류도감, 2004).



## II. 자료 및 방법

### 1. 어획량

참조기의 년·월별 어획량은 1985년부터 2003년까지 해양수산부 어업생산량 통계연보 자료에서 참조기의 어업별 현황과 어획량 변동의 특성을 알아보았다. 또한, 참조기는 대형 쌍끌이 기선 저인망, 근해 안강망, 근해 유자망, 대형 외끌이 기선저인망, 대형 트롤 등에 의해서 어획되고 있으나, 제주도 북서해역을 포함한 황해의 한국측 연근해에서 안강망어구에 의해 어획된 해구별 어획량 자료는 1985부터 1997년까지 13년간의 국립수산물과학원에서 발간되는 해구별(Fig. 3) 어획량 통계연보 자료를 이용하여 분석했다.

### 2. 해황

해황 자료는 황해 및 제주도 서부 해역의 전체적인 해황을 알아보기 위해 국립수산물과학원 정선해양관측자료 중 203, 204, 307~314정선 등 10개 정선에 대해 1985년부터 2002년까지 18년간의 격월별 수온·염분 자료를 이용하여 T-S Diagram과 수평분포도를 작성했다. 또한, 참조기의 어황에 영향을 미치는 황해 및 제주도 북·서부해역에 출현하는 여러 수괴 중 황해저층냉수의 세력 소장을 좀 더 자세히 알아보기 위해 307정선의 7, 308-7, 309-7, 310-7, 311-7, 312-7, 313-7, 314-10정점의 8개 정점을 택하여 황해중앙해역의 남북을 가로지르는 수직단면을 A-Line, 제주도 북서해역 및 추자도 주변해역의 동서방향에 대한 311정선의 수직단면을 B-Line, 312 정선의 수직단면을 C-Line, 313정선의 수직단면을 D-Line이라 하고 이 Line에 대한 수직구조를 분석했다(Fig. 4).

기상자료는 황해의 해황에 영향을 미치는 기상상태를 가장 잘 대표 할 수 있다고 생각되는 인천, 군산, 목포 기상대(Fig. 4)에서 관측한 자료 중 1985년부터 1997년까지 동계(12월, 1월, 2월)의 일별평균기온을 이용하여 황해저층냉수의 세력소장과 관계 분석했다.

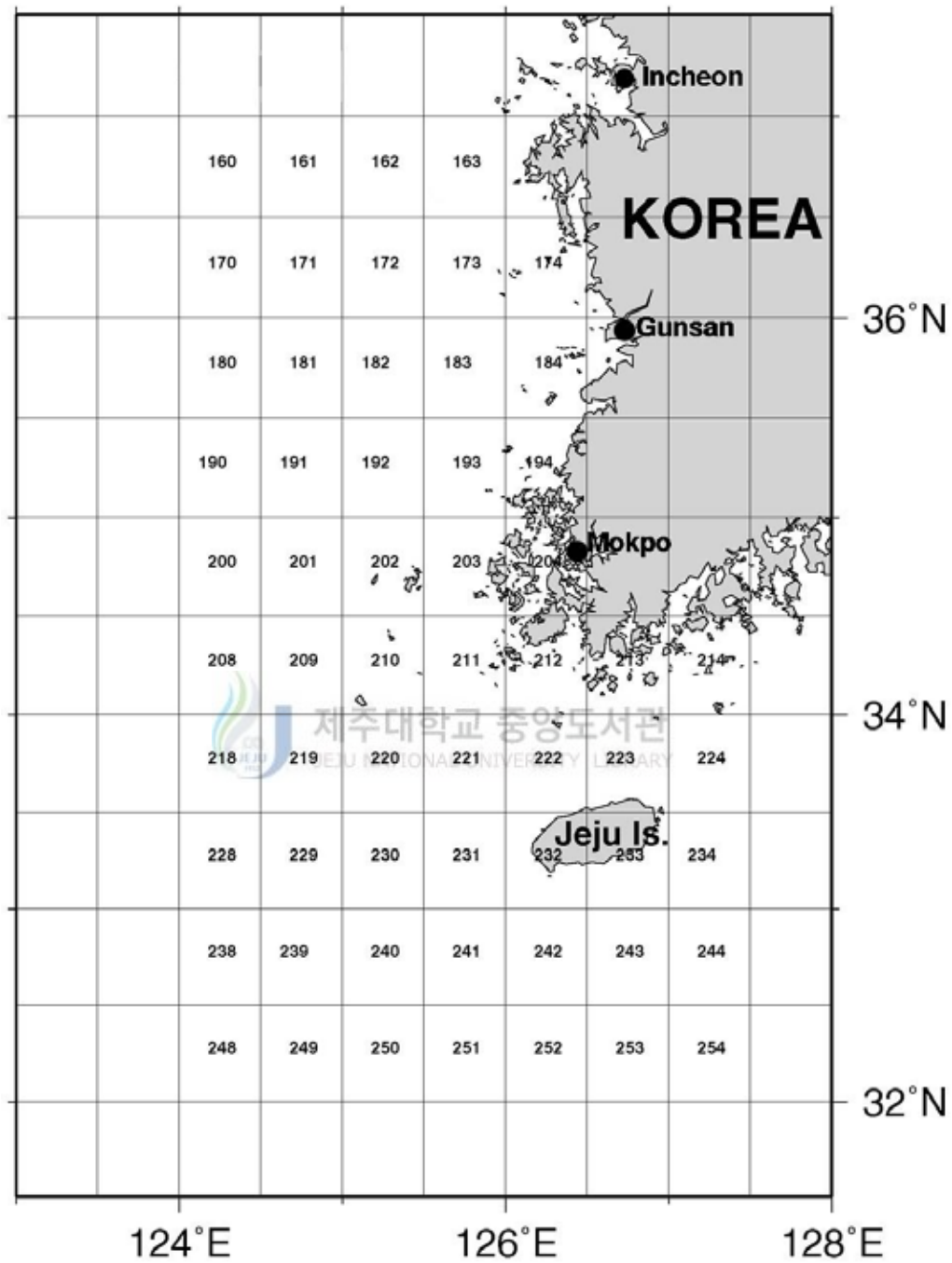


Fig. 3. Location of seablock of number in the Yellow Sea and the around sea of the Jeju Island.

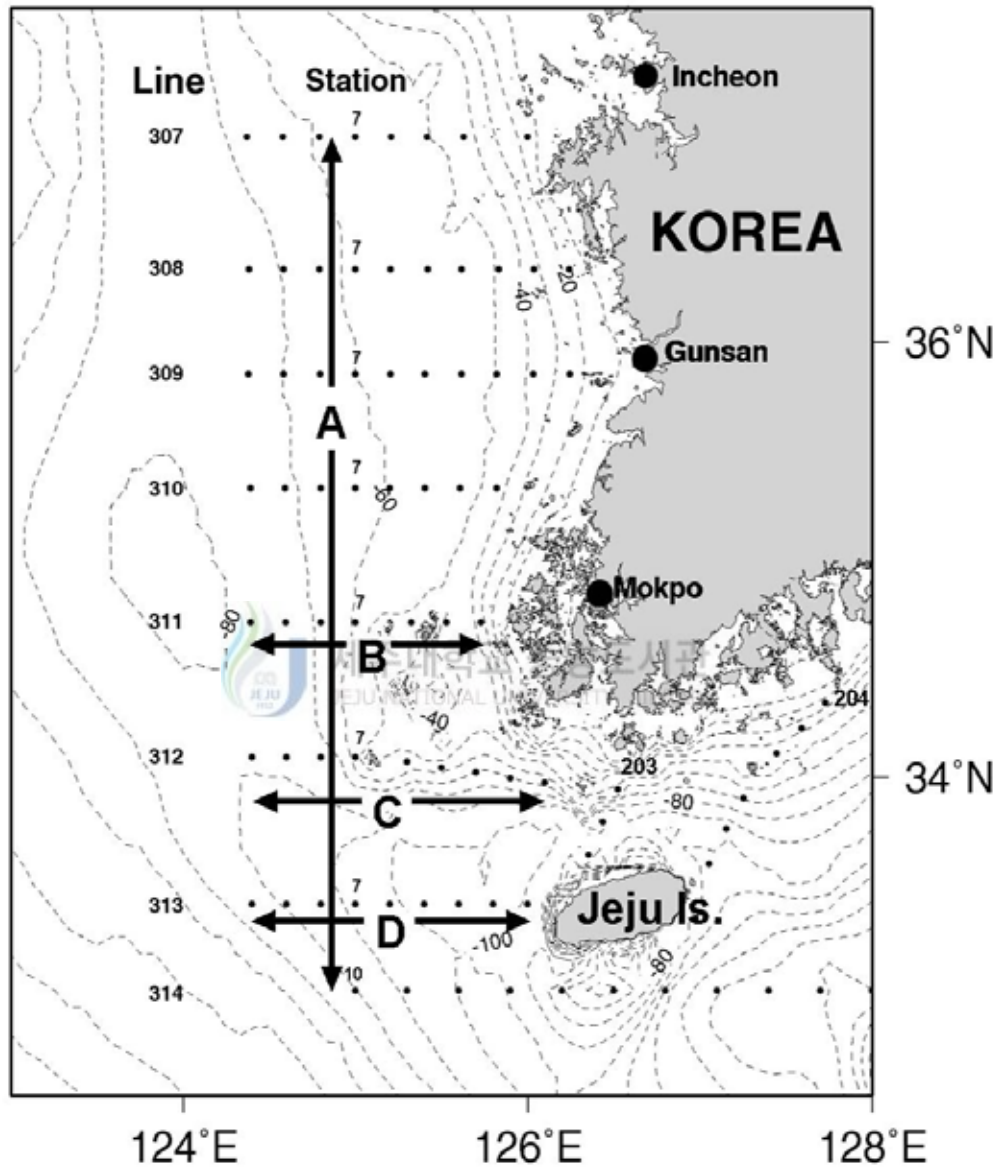


Fig. 4. Location of oceanographic stations of the National Fisheries Research and Development Institute.

### III. 결 과

#### 1. 참조기의 어획량 변동

##### (1) 한국 근해어업에서 참조기의 연도별 어획량 변동

황해 및 제주도 서부해역에서 대형 쌍끌이 기선저인망, 근해 안강망, 근해 유자망, 대형 외끌이 기선저인망, 대형 트롤 등으로 어획된 19년(1985~2003년) 간의 참조기에 대한 연도별 어획 동향을 Fig. 5에 나타내었다. 참조기의 어획량 변동 추이를 보면, 1985년에는 1만M/T이하인 6,872M/T으로 비교적 낮은 수준을 보이다가 1988년 이후 참조기의 자원량이 점차 회복세를 보이면서 1990년에 27,890M/T을 기점으로 급속히 증가하여 1992년에는 39,672M/T인 4만M/T정도 수준으로 비교적 높은 어획을 나타내었다. 그러나 그 후부터 최근 까지 다시 감소 추세를 나타내고, 2000년에는 19,630M/T의 어획량을 기점으로 다시 1만M/T 이하의 수준으로 감소하여 2003년에는 6,842M/T으로 최소의 어획량을 나타내었다.

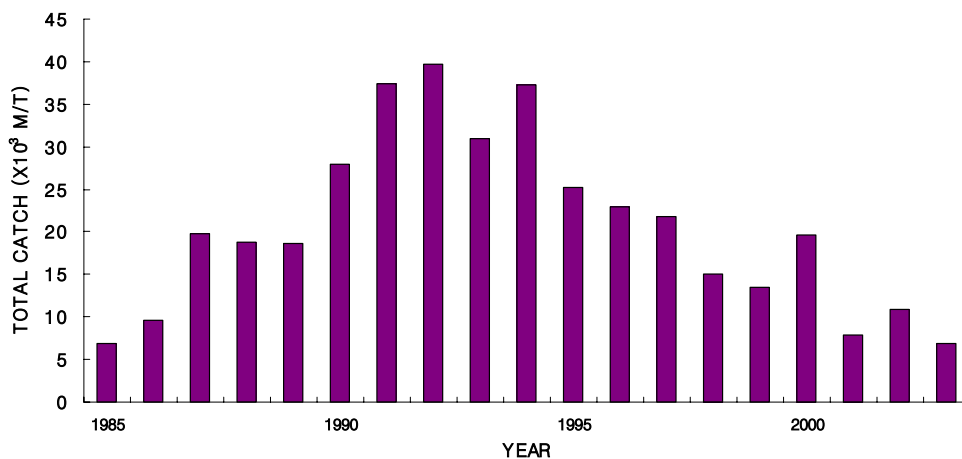


Fig. 5. Annual catch of yellow croaker in Korea from 1985 to 2003.

(2) 참조기의 연도별·업종별 어획량에 대한 평균 비율 변동

근해어업에서 19년간(1985~2003년) 어획된 참조기의 주요 업종별 평균비율 변동 동향을 Fig. 6에 나타내었다. 참조기의 업종별 어획량에 대한 평균비율 변동 추이를 보면, 대형 쌍끌이 기선저인망이 40.5%로 가장 많은 비율을 차지하였고, 다음으로 근해 안강망이 38.7%로 대형 쌍끌이 기선저인망과는 1.8% 차이로 비슷한 비율을 나타내고 있어 참조기는 대부분 대형 쌍끌이 기선저인망과 근해 안강망에 의해 어획된다고 볼 수 있다. 근해 유자망은 10.7%, 대형 외끌이 기선저인망 2.9%, 대형 트롤 2.0% 순으로 어획되었으며, 그 외 기타어업(근해 채낚기, 근해 및 연안연승, 선망 등)이 5.2% 수준을 나타내었다.

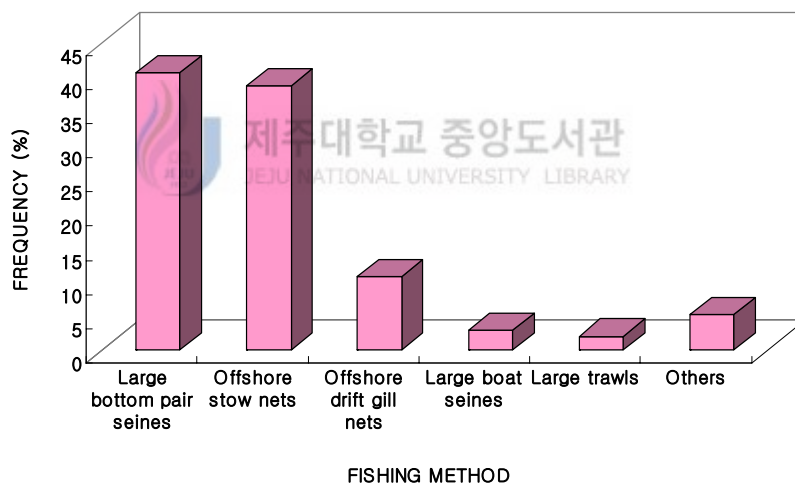


Fig. 6. Frequency of yellow croaker amount of catch in Korea by the fishing methods from 1985 to 2003.

(3) 근해 안강망 어업에 대한 참조기의 연도별 어획량 변동

황해, 제주도 북·서부해역 및 동중국해의 북위 26°에서부터 38°까지, 동경 121°에서부터 129° 범위에 속하는 총 170개 해구 (30'×30')에서 19년간 (1985~2003년) 근해 안강망에 의해 어획된 참조기의 어획량 변동과 이 연구의 조사 대상 해역인 북위 32°에서부터 37°까지, 동경 124°에서 127° 범위의 총 59개 해구 (30'×30')에 대한 13년간 (1985~1997년)의 연도별 어획량 변동을 Fig. 7에 나타내었다.

참조기의 170개의 해구에 대한 19년간 (1985~2003년)의 어획량 변동은 1985년부터 1989까지는 7,000M/T 이하의 비교적 낮은 수준에서 점차 증가하여 1990년대 급속한 증가 추세를 보이면서 1994년에는 23,610M/T으로 최고의 어획수준을 보였다. 그 후 1995년에 다시 감소하여 1996년에는 12,649M/T으로 일시적인 증가치를 보였지만, 그 후 최근까지 어획량은 급격한 감소추세를 나타내었고, 최근 2003년의 어획량은 1,853M/T으로 2002년에 비해 감소하였다. 또한, 53개 해구에 대한 참조기의 어획량은 170개 해구에 대한 13년간(1985~1997년)의 어획량의 약 80~90%를 차지하고, 1997년까지 지속적으로 거의 비슷한 경향의 곡선 형태를 보였다. 어획량은 1985년부터 1989년까지 5,000M/T 이하의 어획수준을 보이다가 이후 증가하기 시작하여 1994년에는 21,472M/T으로 높은 어획을 보였으나, 다시 감소하여 1997년의 어획량은 7,648M/T으로 1986년에 비해 감소하였다.



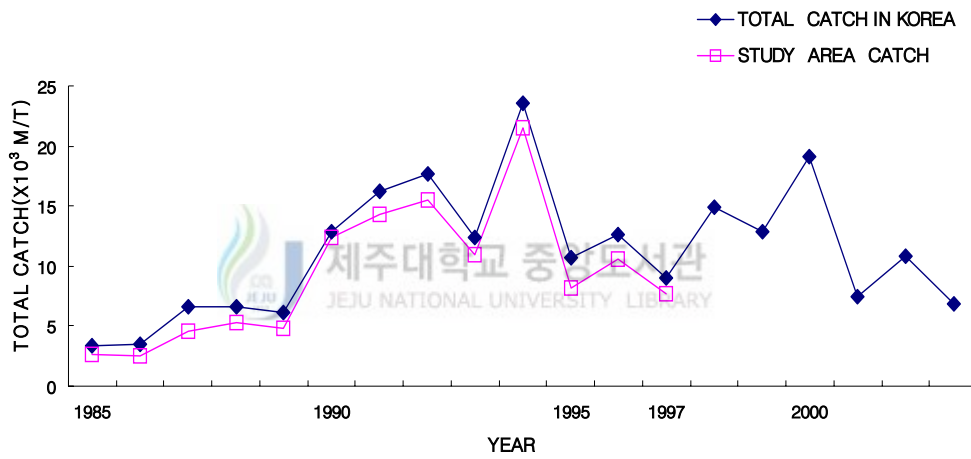


Fig. 7. Yearly variation of mean catch of yellow croaker caught by stow net on anchor in Korea from 1985 to 2003.

## 2. 황해 및 제주도 북·서부해역의 현황

### (1) 황해저층냉수의 특성

황해는 동계에 한랭·건조한 북서계절풍에 의해 기온이 하강하여 표층수온부터 침강하기 시작하므로 대류작용에 의해 상·하층이 혼합되면서 수온·염분이 수직적으로 거의 균질한 냉수의 특성을 띠게 된다. 동계에 형성된 이 냉수는 봄부터 여름철에 표층수온이 상승하지만, 중층에 형성되는 강력한 수온약층에 의해 대기의 열교환이 거의 차단되어져 수온약층 하부인 중층이심에는 동계에 형성되었던 냉수가 년 중 거의 변질되지 않고 저층에 남아있는데 이러한 수괴를 황해저층냉수라 한다(Uda, 1934; 大塚, 1964; 近藤, 1969; Nakao, 1977). 황해저층냉수는 Nakao(1977), Lie(1984), Rho(1985) 등의 연구 결과에 의하면 수온의 범위는 10℃ 이하, 염분은 Nakao(1977)와 Lie(1984)는 32.0~33.0psu, Rho(1985)는 33.0~33.2psu 이하로 정의하였다.

그러므로 이 연구에서는 황해저층냉수를 10℃ 이하의 수온을 기준으로 황해 및 제주도 서부해역에 위치한 308, 311, 312, 313정선에 대한 T-S diagram을 분석하여 염분범위를 알아보고, 참조기의 서식수층인 저층을 중심으로 수온·염분의 수평 및 수직구조를 분석하였다.

Fig. 8(a-d)는 308정선(33° 19.8' N), 311정선(34° 43.0' N), 312정선(34° 05.4' ~34° 58.5'), 313정선(33° 24.4' N)의 T-S diagram으로 2월(동계)에는 표층에서 저층까지 전 수층이 잘 혼합되어 있기 때문에 수온·염분 분포범위가 매우 좁다. 황해중앙부에 위치한 308정선의 경우는 수온 3.0~9.0℃, 염분 32.0~33.0psu의 범위이고, 308정선보다 남쪽에 위치한 311정선에서는 수온은 5~10℃, 염분은 32.2~33.2psu의 분포 범위를 보인다. 또한, 312정선은 6~13℃의 수온과 32.6~34.6psu의 염분범위로 분산범위가 북쪽정선보다 넓어지며, 제주도 서부해역에 위치한 313정선에서는 312정선보다 높은 10℃ 이상의 수온이고, 33.5~34.6psu의 염분으로 고온·고염분수가 나타났다.

Fig. 9(a-d)는 308, 311, 312 그리고 313정선에 대한 8월(하계)의 T-S

diagram이다. 하계에는 표층수의 가열과 담수의 유입으로 수층에 따른 수온, 염분변화가 현저하다. 8월에 10℃ 이하 수온의 염분범위는 가장 북쪽인 308정선에서 31.9~32.8psu, 311정선은 32.3~33.4psu, 312정선에서는 32.4~33.4psu로 나타났는데, 313정선에서는 황해저층냉수의 지표수인 10℃ 이하의 저온수는 거의 출현하지 않았다.

즉, Fig. 8(2월)과 Fig. 9(8월)의 T-S 범위는 3℃, 31.9psu의 저온·저염분수에서 15℃, 34.6 psu의 고온·고염분수사이였는데, 그 중 황해중앙부(308, 311정선)에서는 10℃ 이하 수온의 염분분포는 32.0~33.4psu의 범위이고, 제주 서부해역(312, 313정선)에서는 31.9~34.6psu의 범위였다. 이는 Nakao(1977), Lie(1984), Rho(1985)가 제시한 상한값 33.2psu와 비교할 때, 311정선의 32.2~33.4psu의 염분은 황해저층냉수의 특성을 비교적 잘 보존하고 있는 것으로 볼 수 있으나, 제주도 서부해역의 312정선과 313정선에서는 10℃ 이상의 고온·고염(10~16℃, 33.4~34.6psu)의 수괴가 나타나는 것으로 보아 제주도 남부해역으로부터 제주해협내로 유입된 고온·고염분수가 황해역으로 유입되는 황해난류수의 북상과 관계된 것으로 판단되나, 이에 대한 구체적인 규명이 필요할 것으로 판단된다. 또한, 312정선과 313정선에서 중간값을 갖는 수괴(10<T(℃)<13, 33.5<S(psu)<34.2)는 황해저층냉수 및 중국대륙연안수와 대마난류수 사이의 혼합수에 해당하는 것으로 판단된다. 따라서 이 연구에서는 지금까지 제시된 여러 연구의 결과(Table. 1)와 크게 모순되지 않으므로, 10℃ 이하의 수온, 32.0~33.4psu의 염분 범위를 황해저층냉수의 지표수로 보고 황해저층냉수의 확장에 따른 참조기 어장과의 관계를 알아보았다.

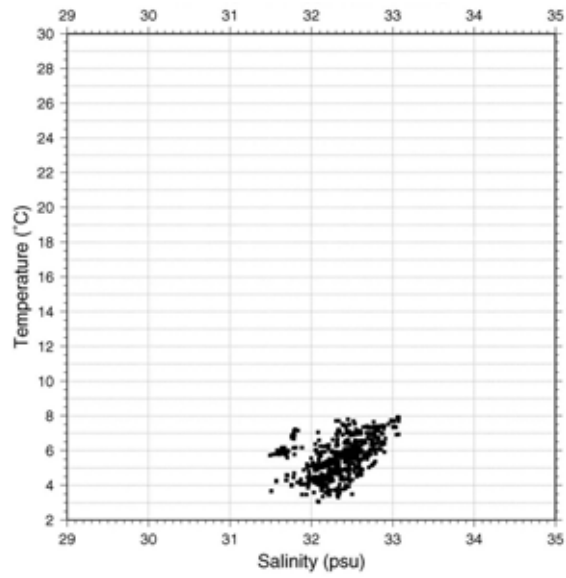


Fig. 8-a. T-S diagram of oceanographic section 308 line by NFRDI during 13 years ('85~'02) in February.

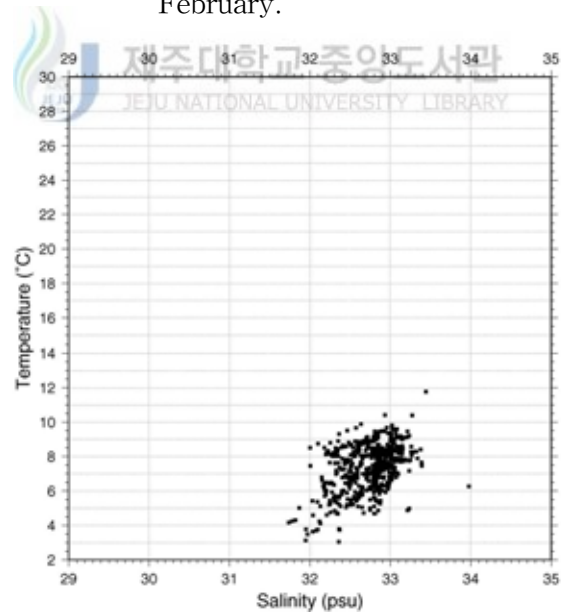


Fig. 8-b. T-S diagram of oceanographic section 311 line by NFRDI during 13 years ('85~'02) in February.

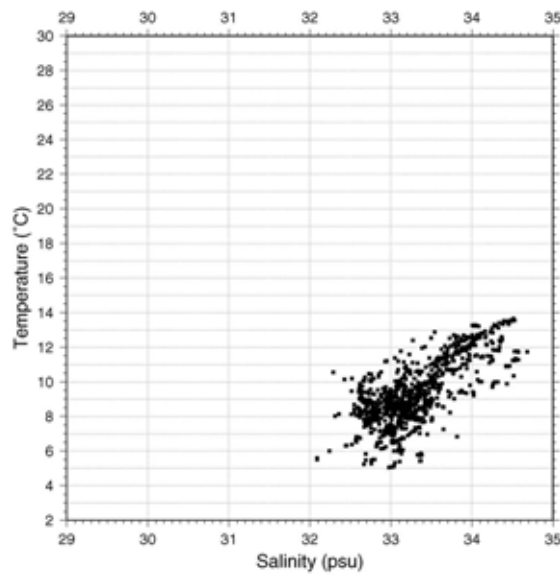


Fig. 8-c. T-S diagram of oceanographic section 312 line by NFRDI during 13 years ('85~'02) in February.

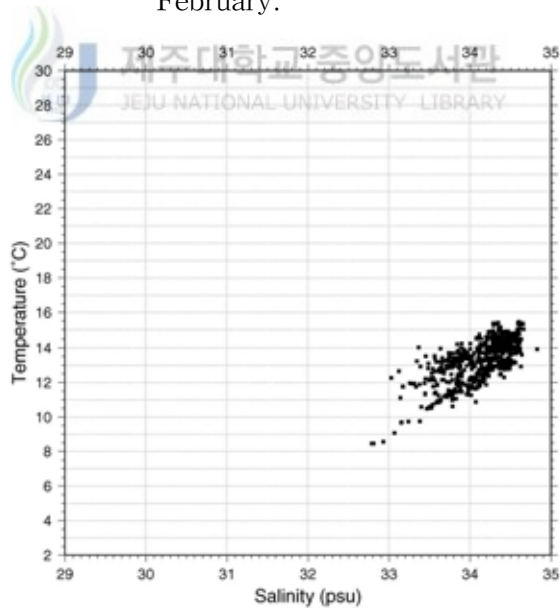


Fig. 8-d. T-S diagram of oceanographic section 313 line by NFRDI during 13 years ('85~'02) in February.

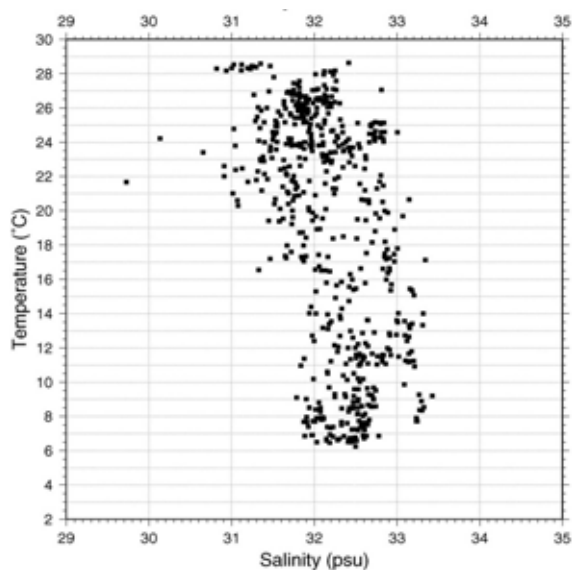


Fig. 9-a. T-S diagram of oceanographic section 308 line by NFRDI during 13 years ('85~'02) in August.

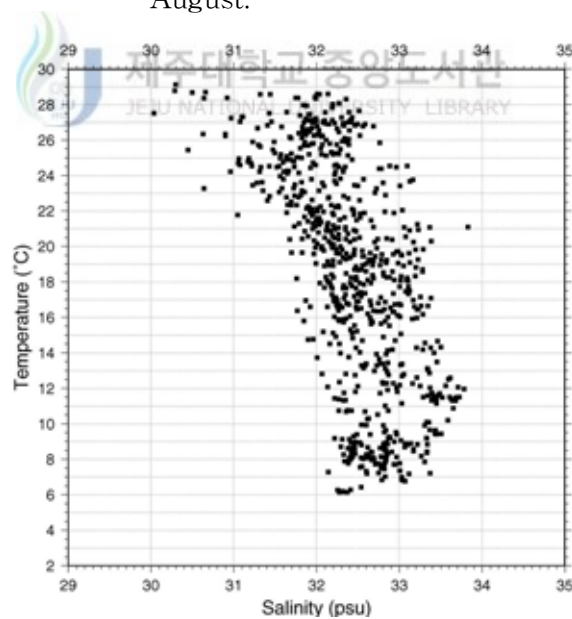


Fig. 9-b. T-S diagram of oceanographic section 311 line by NFRDI during 13 years ('85~'02) in August.

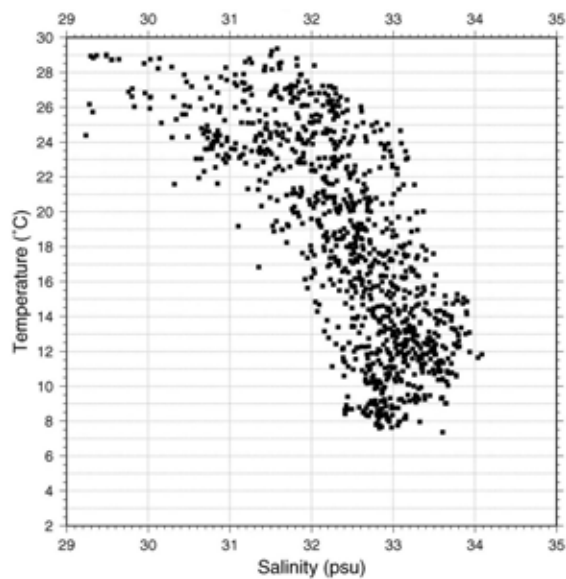


Fig. 9-c. T-S diagram of oceanographic section 312 line by NFRDI during 13 years ('85~'02) in August.

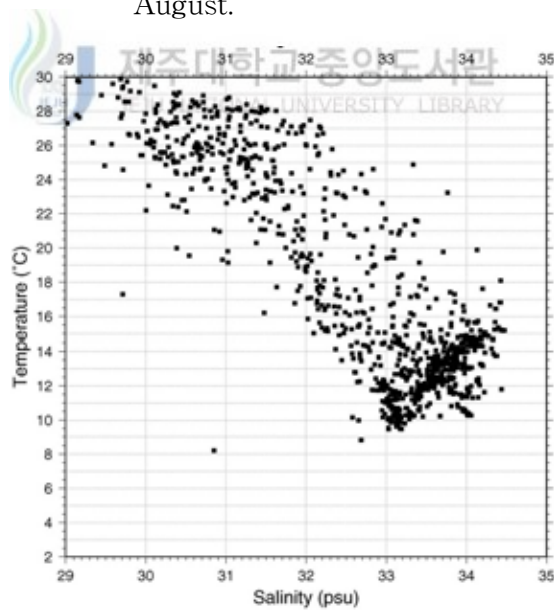


Fig. 9-d. T-S diagram of oceanographic section 313 line by NFRDI during 13 years ('85~'02) in August.

Table 1. The identification of water characteristics of the Yellow Sea  
Bottom Cold Water

	Season	Temperature range(℃)	Salinity range(psu)	Applied Sea area
Nakao(1977)	Winter - Summer	T<10℃	32.0<S<32.5	Yellow Sea
Lie(1984)	Winter - Summer	T<10℃	32.0<S<33.0	Yellow Sea
Rho(1985)	Winter - Summer	T<10℃	S<33.0~33.2	Around Jeju Island
Present study	Winter - Summer	T<10℃	S<33.4	Yellow Sea and western sea area of the Jeju Island



## (2) 저층의 수온 및 염분의 수평분포

저층에 설치한 근해 안강망에 의해 어획된 참조기 어획과의 관계를 알아보기 위해 황해 및 제주도 북·서부해역에서 18년간(1985~2002년)의 저층의 평균 수온·염분의 수평분포를 격월로 분석하여 Fig. 10(a-1)에 나타내었다.

Fig. 10(a-d)는 2월과 4월의 수평분포를 나타낸 것으로 2월(Fig. 10(a, b))은 표·저층간의 수온·염분 차가 거의 없는 시기로 제주도 주변해역은 수온 14℃, 염분 34.2psu 이상의 대마난류수에 의해 지배되고 있다. 제주도 북·서부해역에서 9℃~13℃, 33.2~34.2psu 범위의 전선대가 조밀하게 나타나는데, 해역별로 나누어 살펴보면 이 전선은 한국 남해의 경우 한국 남해 천해역의 냉수와 14℃, 34.2psu 이상의 고온·고염의 대마난류 사이에 형성되는 전선이고, 한국 남서해역에서는 황해에서 출현하는 10℃이하, 33.2psu 이하의 냉수와 제주도 서방해역에서 출현하는 난류계수(13℃, 34.1psu 이상)사이에 전선이 형성되며, 이 난류계수는 대마난류수 중 약간 변질된 일부가 제주도 서부해역에 출현하는 것으로 해석된다. 또한, 황해 저층냉수의 지표 수온인 10℃ 등수온선은 동서방향으로 312정선과 거의 평행하게 나타난다. 4월의 저층 해황(Fig. 10(c, d))은 2월보다 오히려 저온이 되어 제주도 주변해역에 나타나는 14℃이상의 고온수 분포범위가 축소되었다. 그러나 제주도 주변해역에는 2월과 같이 대마난류수가 출현하고 있고, 12℃의 저온수가 추자도 해역까지 확장하고 있다. 그러므로 4월에도 제주도 북서해역까지 동계의 상황이 지속되며, 제주도 주변해역에서는 오히려 수온이 낮아져 4월의 수온이 년 중 최저가 되고 있고, 12℃이하의 저온수가 저층에서 313정선 이남까지 2월보다 조금 더 확장하고 있다.

6월부터 10월까지의 수온이 상승하는 시기로 수온전선대가 남북방향으로 나타난다. 그러나 6월(Fig. 10(e, f))에도 4월과 비슷한 9~13℃의 범위에 수온전선대가 형성되고, 10℃ 등수온선도 남북방향으로 분포하면서 312정선 이남까지 확장하고, 황해저층냉수역의 염분도 32.2~33.2psu의 범위이다. 수온이 좀더 상승하는 8월(Fig. 10(g, h))에는 전체적으로 9℃~17℃의 범위에 수온전선대가 남북방향으로 형성되어 6월보다 수온이 상승하고 좀더 조밀한 수온전선대가 형성되나, 수온이

상승하는 하계임에도 불구하고, 저층에서는 10℃ 등수온선이 6월과 비슷한 위치에 나타나고 있다. 10월(Fig. 10(i, j))까지도 수온이 상승하는 시기로 6월, 8월과 마찬가지로 10℃~17℃의 수온전선이 남북으로 분포하지만, 반면 10℃이하의 황해저층 냉수는 8월보다 축소되어 312정선 이북 해역에 분포하고 있다.

12월(Fig. 10(k, l))은 한국측 연안역에 형성되던 남북방향의 수온전선대가 소멸하고, 동계와 같이 제주도 북서해역인 312와 313정선사이에 동서방향으로 전선대가 형성된다. 이와 같은 전선대는 제주도 서쪽해역에 다시 출현하는 대마난류 세력과 황해의 저온수 사이에 형성되는 전선이다. 한편 312정선 이북 해역에는 6월부터 10월 사이에 출현했던 연안역의 고온수는 사라지고 10~12℃의 저온수가 나타나는 것이 특징이며, 10℃ 이하의 저온수 분포범위는 년 중 가장 좁아지고, 312정선 이북 해역의 염분범위는 31.8~33.0psu 였다.

이상의 결과를 요약하면, 12월부터 이듬해 4월까지의 수온전선대가 제주도 북서쪽 해역인 312와 313정선 사이에서 동서방향으로 형성되고, 이북 해역은 12℃이하의 낮은 수온이 전 해역에 분포하지만 6월부터 10월까지는 황해의 한국측 연안역에 남북방향으로 전선대가 형성되고 10℃이하의 황해저층냉수는 312정선 이북의 황해 외해측에 분포하고, 연안역의 수온은 매우 높아진다. 그러므로 황해저층냉수의 분포범위의 소장관계는 6월부터 10월까지 황해 중앙해역에 나타나는 10℃이하의 저층수 분포범위의 해에 따른 소장문제라고 할 수 있다.

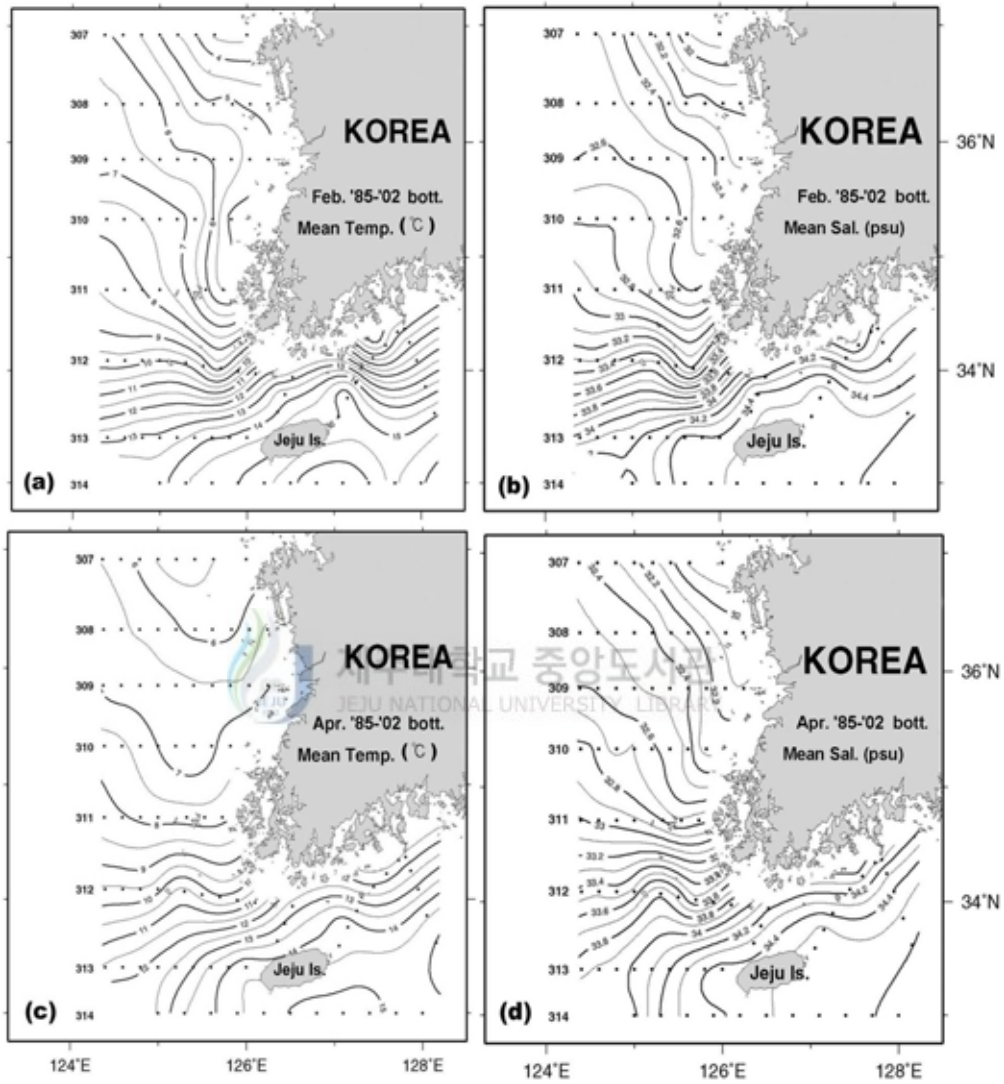


Fig. 10(a-d). Horizontal distributions of bimonthly mean temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) and salinity (psu) in the bottom layer of the Yellow Sea and the around sea of Jeju Island during 18 years (1985~2002). February (a), (b) : April (c), (d).

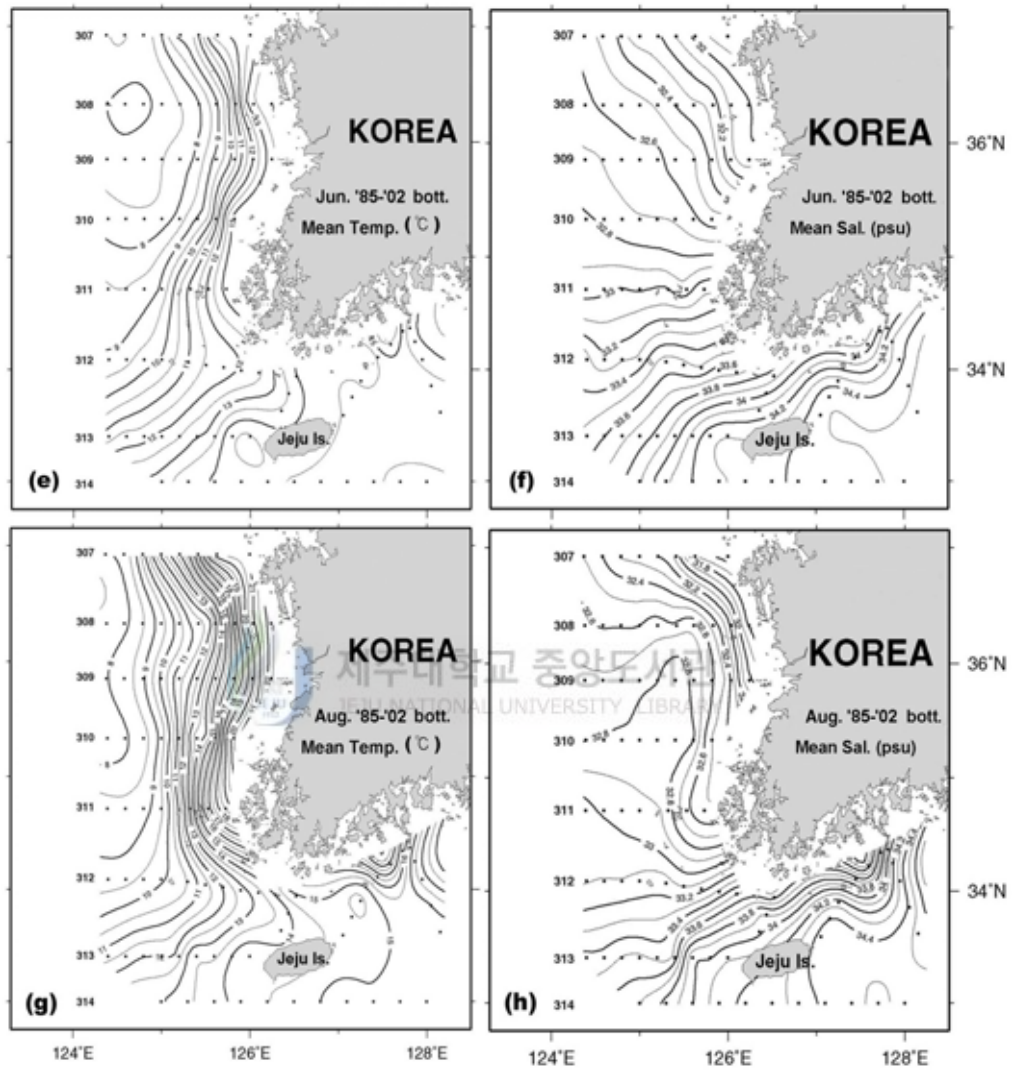


Fig. 10(e-h). Horizontal distributions of bimonthly mean temperature (°C) and salinity (psu) in the bottom layer of the Yellow Sea and the around sea of Jeju Island during 18 years (1985~2002). June (e), (f) : August (g), (h).

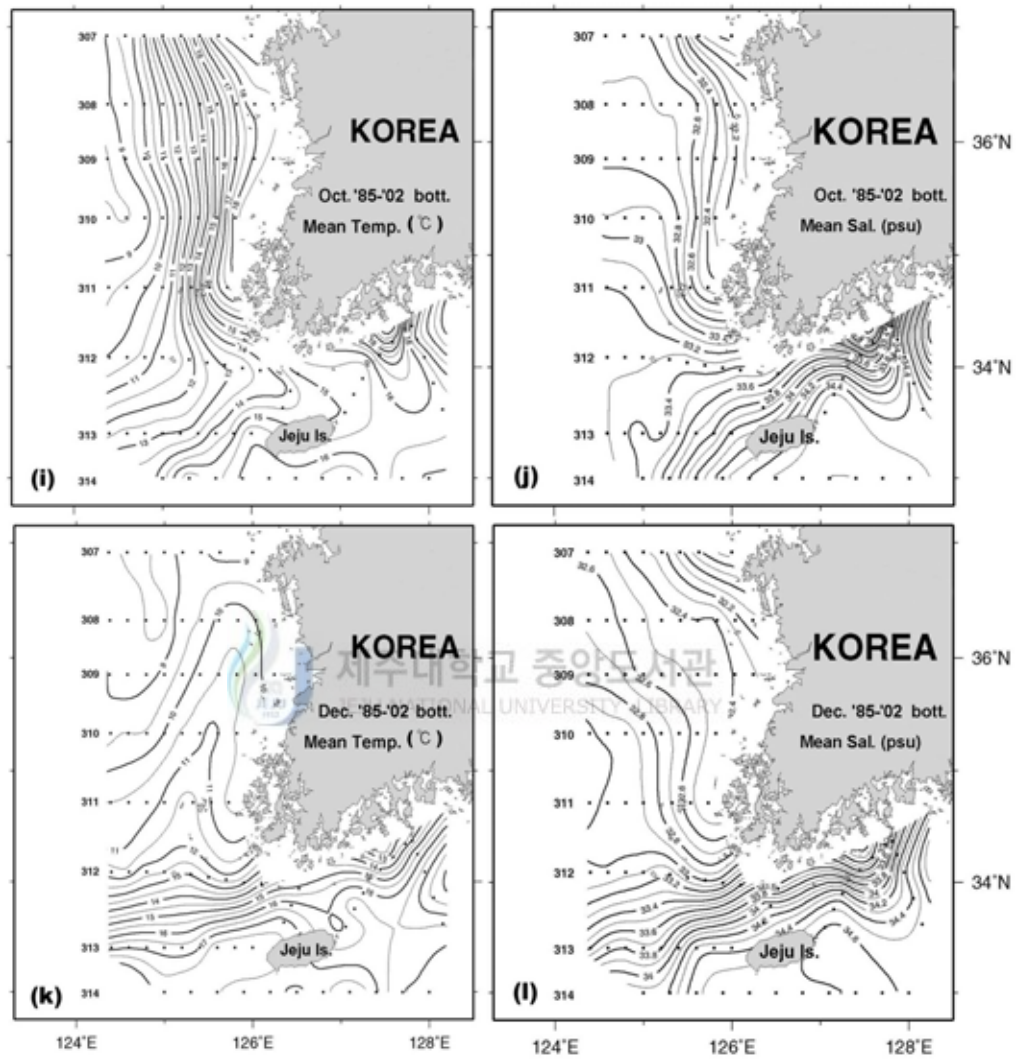


Fig. 10(i-l). Horizontal distributions of bimonthly mean temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) and salinity (psu) in the bottom layer of the Yellow Sea and the around sea of Jeju Island during 18 years(1985~2002). October (i), (j) : December (k), (l).

### (3) 황해 및 제주도 북·서해역의 수온·염분의 수직구조

이 절에서는 1985년부터 2002년까지 18년간의 황해 중앙부에서 남하하는 황해저층냉수의 수직구조를 파악하기 위해 평균 수온·염분을 황해중앙해역을 가로지르는 8개의 정점(307-7, 308-7, 309-7, 310-7, 311-7, 312-7, 313-7, 314-10정점)을 택한 A-Line(Fig. 11(a-1))의 격월별 수직구조와 황해 남부 및 제주도 서부해역을 동서로 가로지르는 B-Line(311정선), C-Line(312정선), D-Line(313정선)의 동계(2월)와 하계(8월)의 수직구조로부터 분석하였다.

A-Line은 황해 중앙을 가로지르는 단면으로 2월에는 313-7정점 이남으로 저층에 상대적으로 고온( $13^{\circ}\text{C} \sim 14^{\circ}\text{C}$ ), 고염(34.2psu)분수를 볼 수 있는데, 이것은 대마난류의 영향으로 사료 되어지고, 그 북쪽 해역에 있는 정점들은 수직적으로 완전히 혼합된 수층을 보인다(Fig. 11(a, b)). 4월에 접어들면서 311정선의 7정점 이북에는 20m층 부근에서 서서히 수온 약층을 형성하기 시작하고(Fig. 11(c, d)), 2월에 313정선의 10정점 저층에서 보여졌던  $13^{\circ}\text{C}$ 이상의 고온수는 4월에 나타나지 않는 것으로 보아 대마난류수의 북상은 4월 이후에는 약화되며, 대신 저층 냉수가 차츰 313정선의 10정점 이남해역으로 남하하는 것으로 해석할 수 있겠다. 이와 같은 사실은 앞 장에서 언급한 것과 같이 4월의 수온이 2월보다 낮게 나타나는 사실과 잘 일치하고 있다. 6월에는 표층수온이  $17 \sim 18^{\circ}\text{C}$ 로 상승하여 표층에서부터 약 30m층까지 수온약층이 형성되므로 냉수는 수온약층 하부에 한정되어지기 때문에 표층의 대기와 직접적인 열 교환이 차단되어진다(Fig. 11(e, f)). 하계(8월)에는 표층수온이  $26^{\circ}\text{C}$ 까지 올라가 년 중 가장 강한 수온약층이 40m층까지 두텁게 형성되고, 특히 황해저층냉수의 지표수인  $10^{\circ}\text{C}$  등수온선은 6월보다 수직적으로는 좁아지지만 6월과 같이 312정선의 7정점까지 확장하고 있다(Fig. 11(g, h)). 반면 10월에 접어들면서 표층은 8월에 비해 냉각되어 수온약층이 비교적 약화되지만, 312선까지 확장되었던  $10^{\circ}\text{C}$  등수온선은 309정선의 7정점과 311정선의 7정점 사이의 저층에 좁은 범위로 한정되어 있다(Fig. 11(i, j)). 12월에는 차가운 북서계절풍이 불어오기 시작하면서 대류 작용에 의해 313정선의 7정점 이북에는 전 수층이 완전히 혼합되어 있지만, 313이남에서는 저층에 비교적 고온( $17^{\circ}\text{C}$ ), 고염(34.0psu)의 대



마난류수가 다시 나타나기 시작했다(Fig. 11(k, l)).

Fig. 12(a-f)는 311정선, 312정선, 313정선인 B, C, D-Line에 대해 동계(2월)의 수직구조를 평균하여 나타낸 그림으로 311정선, 312정선, 313정선 모두 전 수층이 표층에서 저층까지 잘 혼합되어 있고 남쪽으로 갈수록 고온( $13^{\circ}\text{C}$  이상)·고염(34.0psu 이상)분수가 되며, 311정선에서  $6\sim 8^{\circ}\text{C}$ , 32.6~32.9 psu의 최저 수온·염분범위이고, 312정선에서  $9\sim 10^{\circ}\text{C}$ , 33.2~33.4psu의 수온·염분이 출현하며, 313정선에서는  $13\sim 14^{\circ}\text{C}$ , 34.0~34.4psu의 수온·염분이 분포하고 있다. 그러므로  $10^{\circ}\text{C}$  이하, 33.4psu 이하의 황해저층냉수는 동계 추자도와 소흑산도를 잇는 312정선까지 분포하고 제주도 서부해역인 313정선에는 대마난류수가 출현하는 양상이 잘 나타나 있다.

8월(Fig. 13(a-f))의 수직구조를 살펴보면, 311, 312, 313정선에서 표층부터 약 50m층까지 두꺼운 수온·염분약층이 형성되면서 대기와의 열 교환이 차단되어져 있다. 311정선에서는 정점 7에서부터 서쪽의 50m 이십층에  $10^{\circ}\text{C}$ , 32.8psu 이하의 황해저층냉수가 출현하지만, 이 냉수의 범위는 312정선에서 점차 축소되고, 313정선에서는  $10^{\circ}\text{C}$  이하의 냉수는 보이지 않고,  $12^{\circ}\text{C}$  이하의 저온수가 나타난다. 이처럼 동계에 형성된 황해저층냉수는 그 성질이 잘 보존되어 하계에도 312-7정점이 서해역의 중·저층에 잔존하고 있음을 보여주고 있다. 또한, 추자도 서쪽해역인 312-3정점의 저층에 표층보다 상대적으로 높은 33.2psu의 염분이 출현하고, 제주도 서쪽의 313정선에서는 312정선보다 높은 33.6psu인 고염분수가 제주도 서쪽 313정선의 5정점까지 분포하고 있는데, 이들 고염분수의 수온범위가  $12\sim 14^{\circ}\text{C}$  이상인 것을 고려하면 이들 수괴는 대마난류수 근원의 수괴라 해석된다. 또한, 위의 3개의 정선에서 표층 직하의 20~30m층에 최저 염분층이 나타나는 것은 증발에 의한 표층역의 염분 증가와 관련이 있는 것으로 해석되고, 311정선의 연안측 해역은 조석전선역의 수온수직구조를 갖고 있다.

Fig. 14는 황해에 위치한 308정선에서 311정선과 제주도 서부해역의 311정선에서 313정선의 각 7정점과 314정선의 10정점에서 50m 이십층의 격월 수온변동은 308과 309정선의 각 7정점에서 최저수온은 약  $6.5^{\circ}\text{C}$ 로 2월에 나타나고, 310정선

이남에서는 4월에 최저수온이 나타나며, 최고수온은 312정선 이북에서는 10~12℃로 10월에 나타나지만, 반면 312정선 이남에 위치한 313정선에서는 약 16.5℃로 12월에 나타난다. 그리고 4월에서 8월까지의 수온상승을 보면 북쪽에 위치한 308, 309, 310정선의 각 7정점에서는 6℃에서 10℃로 약 4℃ 상승하였으나, 남쪽에 위치한 312정선과 313정선의 7정점에서는 수온의 증가폭이 좁아져 약 1℃이하를 나타내고 있다. 특히 8월의 경우 전 해역에 걸쳐 수온변화가 작고 312정선 이남의 313정선에서는 2월보다도 수온이 낮게 나타나는 반면 12월의 수온 변동은 남쪽으로 갈수록 증가폭이 커지고 312정선 이북에서는 2월보다 수온이 3℃정도 높게 나타나며, 313정선에서는 5℃정도 높게 나타나는데, 이는 동계에 제주도 서부해역에 출현하는 대마난류수와 관련이 있는 것으로 해석된다.





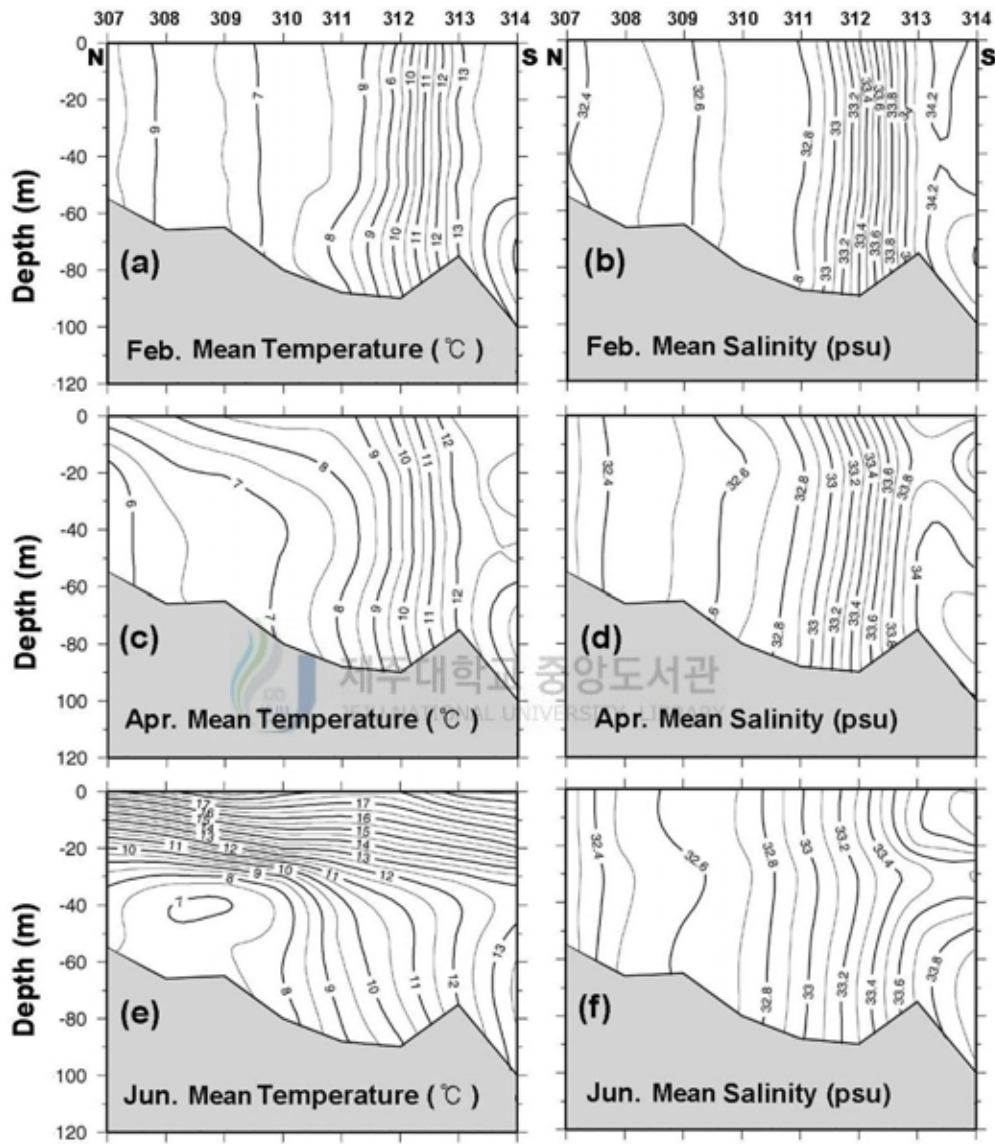


Fig. 11(a-f). Vertical distributions of bimonthly mean temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) and salinity (psu) of A-Line of during 18 years (1985~2022). February (a), (b) : April (c), (d) : June (e), (f).

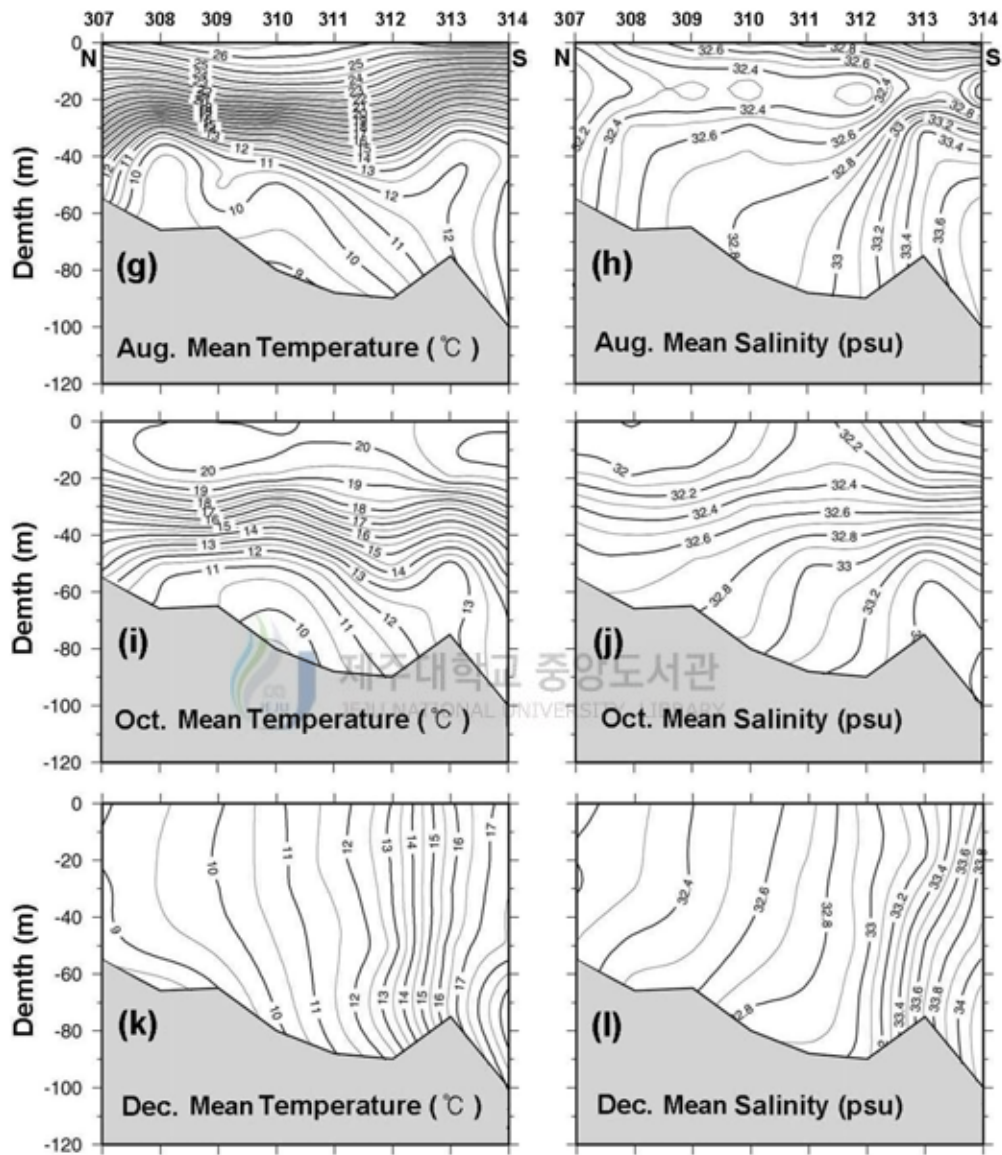


Fig. 11(g-l). Vertical distributions of bimonthly mean temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) and salinity (psu) of A-Line of during 18 years (1985~2002).  
August (g), (h) : October (i), (j) : December (k), (l).

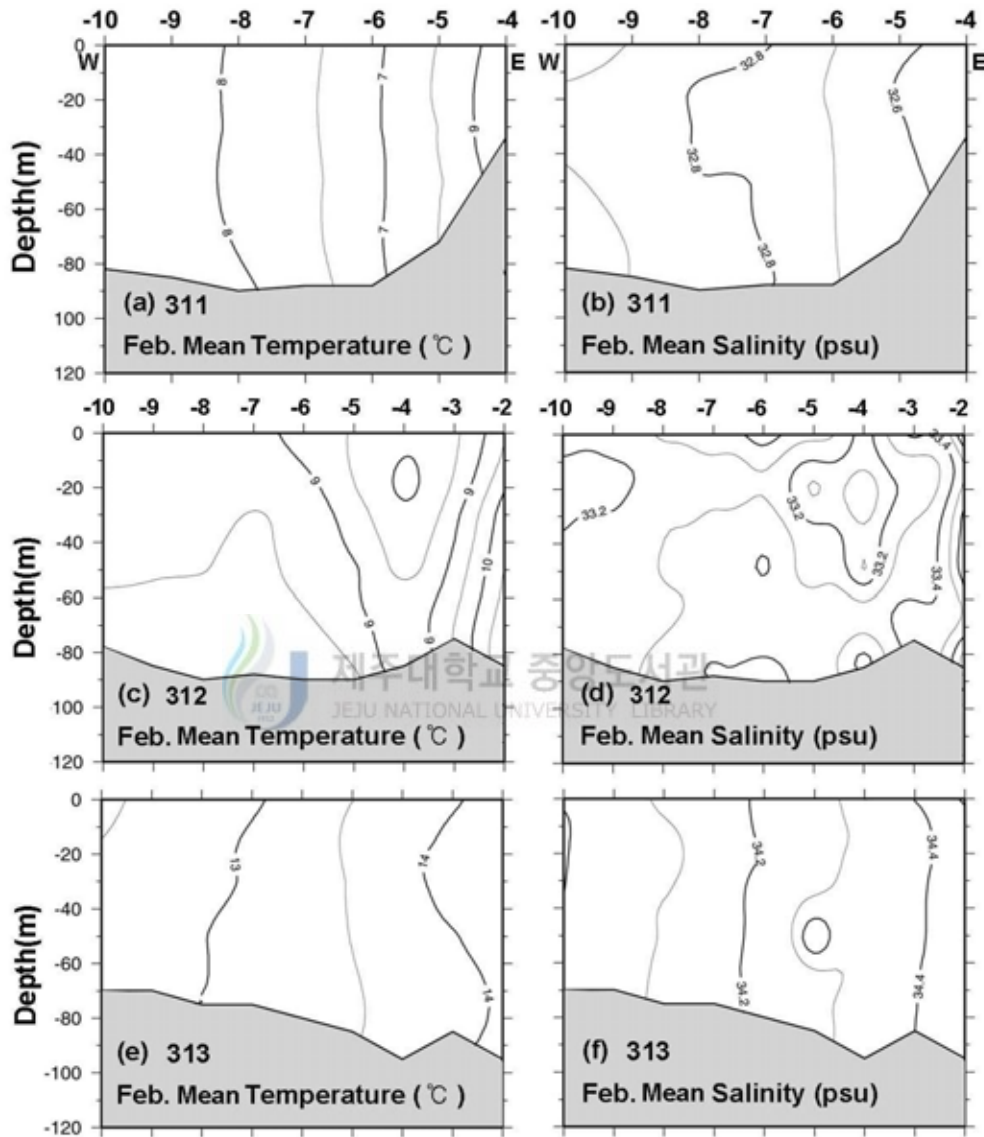


Fig. 12(a-f). Vertical distributions of bimonthly mean temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) and salinity (psu) of B-Line, C-Line and D-Line in February during 18 years (1985~2002).

B-Line (a), (b) : C-Line (c), (d) : D-Line (e), (f).

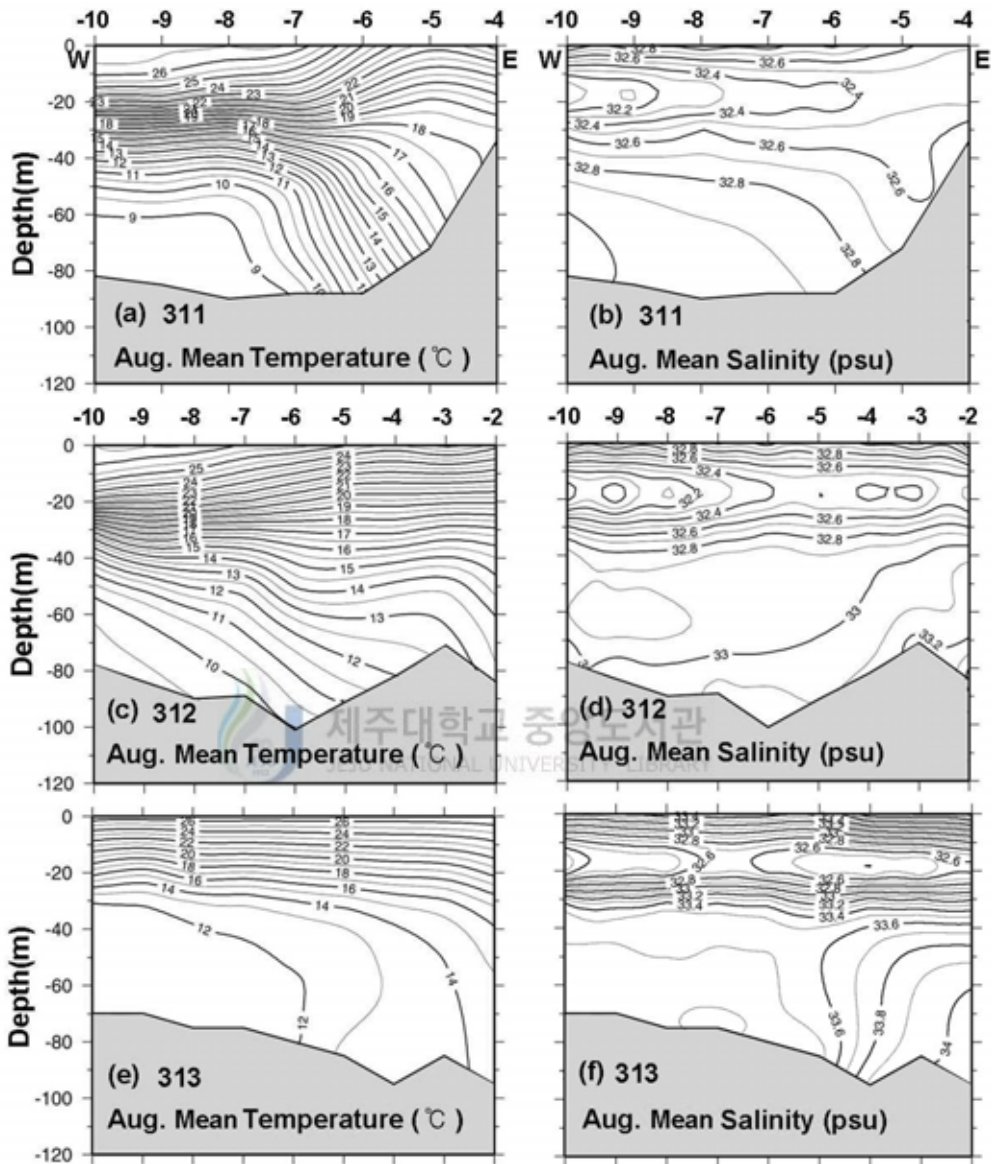


Fig. 13(a-f). Vertical distributions of bimonthly mean temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) and salinity (psu) of B-Line, C-Line and D-Line in August during 18 years (1985~2002).

B-Line (a), (b) : C-Line (c), (d) : D-Line (e), (f).

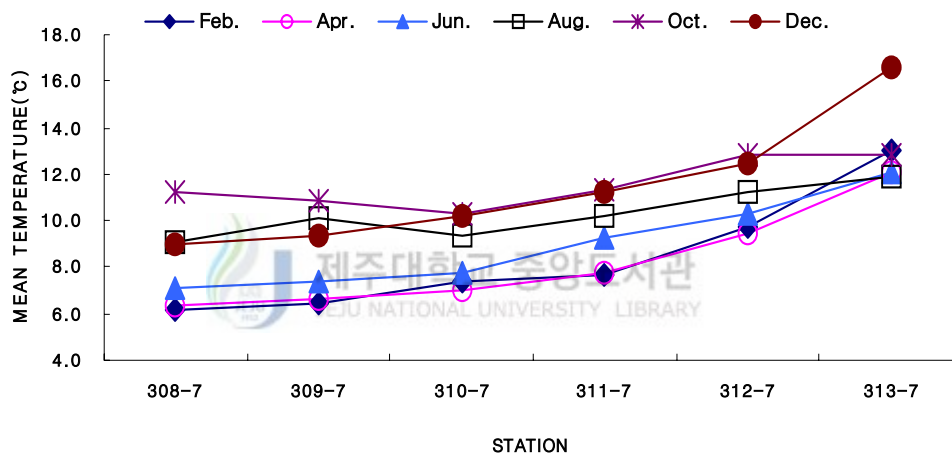


Fig. 14. Bimonthly variation of mean temperature(°C) in bottom layer over 13 years (1985~1997) at station from 308-7 to 313-7.

### 3. 황해저층냉수와 동계기온

#### (1) 동계기온의 년·월변동

동계(12, 1, 2월)의 기온변동과 황해저층냉수의 관계를 알아보기 위해 서해 연안에 위치한 인천, 군산, 목포 등 3개 기상대의 1985년부터 1997년까지 13년간의 동계 기온자료를 이용하였고, 각 지역의 일별 평균을 기준으로 3개월의 평균기온을 구하고, 위 3개 지역의 3개월을 평균기온을 계산하여 이를 Fig. 15에 나타냈다.

이 Fig. 15에서 최고 영상 2.6°C에서 최저 영하 1.5°C의 범위에서 약 4°C의 폭으로 년별 변화가 나타났고, 최저기온은 1986년에 영하 1.5°C로 13년의 조사기간 중 가장 낮은 기온을 보였으며, 그 다음해(1987년)에는 약 영상 1.7°C까지 급격히 증가하였다. 그 후 증감을 반복하다 1989년에는 영상 2.5°C를 기록했고, 1992년에는 영상 2.6°C로 가장 높은 기온을 보여 조사기간(13년간) 중 최고기온을 보였다. 전체적으로 80년대에 평균 기온이 낮고 기온 변동이 심한 반면, 1990년대에는 1980년대에 비해 변동도 적고, 평균 기온도 높다.

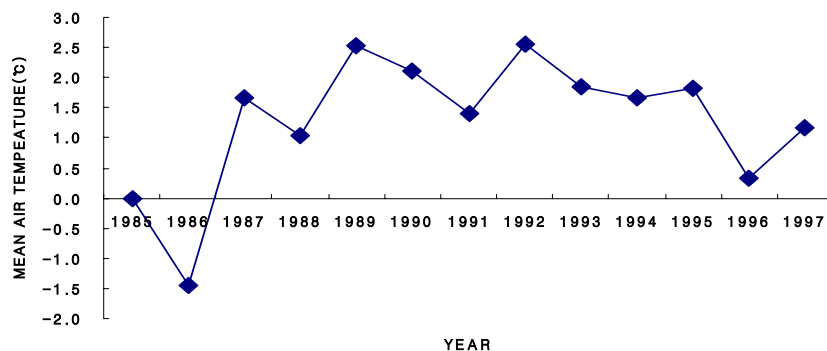


Fig. 15. Yearly variation of the mean air temperature of winter (Dec.~Feb.) in Incheon, Gunsan and Mokpo from 1985 to 1997.

(2) 10℃ 등수온선의 분포범위와 기온과의 관계

Fig. 16(a-h)는 조사기간 중 최저기온이 나타난 1986년과 1986년보다 기온이 높았던 1987년의 4월부터 10월까지의 저층 수평분포이다. 4월부터 수온이 점차 상승하여 6월에 황해 연안역과 외해역 사이에 남북방향으로 수온전선대가 형성하는데, 4월에는 전체적으로 남서방향으로 기울어져 분포하고, 혹한이었던 1986년의 경우 10℃ 등수온선이 313정선까지 확장한 반면, 상대적으로 난동이었던 1987년의 경우는 312정선까지 축소되어 있다. 일반적으로 6월이 되면 전선대가 황해의 한국 연안측에 거의 남북방향으로 분포하지만, 1986년의 경우는 6월이 되어도 수온 전선은 형성되지 않고, 황해 전체에 10℃이하의 저온수가 분포하며, 그 선단부는 313정선 이남까지 확장하였다. 1987년 6월은 황해의 한국측 연안에 한정되어 수온전선대가 형성되었고, 1986년의 10℃ 등수온선보다 북쪽으로 축소하여 분포한다. 그 후 1986년 8월에는 10℃ 등수온선이 대부분 황해 중앙부에 한정되면서 6월과 비슷한 분포로 313정선 이남까지 확장했고, 12℃이하의 저온수가 설상으로 제주해협 서쪽 입구까지 확장했다. 그러나 1986년보다 난동이었던 1987년에는 6월과 비슷한 분포를 보이고, 10℃ 등수온선은 1986년보다 축소하여 312정선까지 분포해 있다. 10월에는 황해저층냉수가 점차 축소하는 시기로 혹한이었던 1986년의 10℃ 등수온선은 6월보다 축소하여 312정선까지 분포하고, 1987년에는 1986년보다 10℃ 등수온선은 축소하지만 12℃의 저온수는 오히려 1986년보다 확장하여 제주도 서부 주변해역까지 확장하였다.

Fig. 17(a-d)는 기온이 높았던 1992년과 그 다음해의 기온이 낮았던 1993년의 4월과 6월의 저층 수온수평분포도이다. 4월에 따뜻한 겨울을 보낸 1992년의 경우 10℃ 등수온선은 북동방향으로 311정선의 8정점에 걸쳐 분포하는 반면, 추운 겨울을 보낸 1993년에는 1992년보다 더 확장하여 311정선 이남까지 확장되어 있다. 6월에 접어들면서 1992년과 1993년의 4월에 황해 전체에 형성되었던 10℃이하의 수온이 연안역의 높아진 수온과 수온전선을 형성하였고, 추운겨울을 보낸 1993년에는 311정선이남 312정선 가까이까지 10℃ 등수온선



이 확장하였지만, 따뜻한 겨울을 보낸 1992년에는 311정선 이북에 한정되어 분포하였다.

Fig. 17(e-h)는 8월과 10월의 저층 수온수평분포도로 1992년과 1993년 8월에는 6월보다 축소하여 분포하면서, 황해 연안역까지 분포하던 10°C이하의 저온수는 황해 중앙부로 후퇴하여 나타난다. 황해저층냉수가 거의 사라지는 10월에는 1993년보다 기온이 높았던 1992년에는 310정선을 중심으로 8정점까지 설상으로 나타나지만, 기온이 낮았던 1993년에는 308정선에서 310정선 이남까지 황해중앙부에 길게 설상으로 10°C 등수온선이 분포하고 있다.

이상의 사실을 종합해 보면, 동계의 기온이 이례적으로 낮았던 1986년과 1993년에는 황해저층냉수의 세력이 강해지며, 동계의 기온이 높았던 1987년과 1992년에 비해 훨씬 더 남쪽으로 나타나고 냉수의 확장범위도 넓었다. 즉 동계의 기온과 황해저층냉수의 수온 및 세력 확장의 분포 범위는 밀접한 연관이 있음을 알 수가 있다.





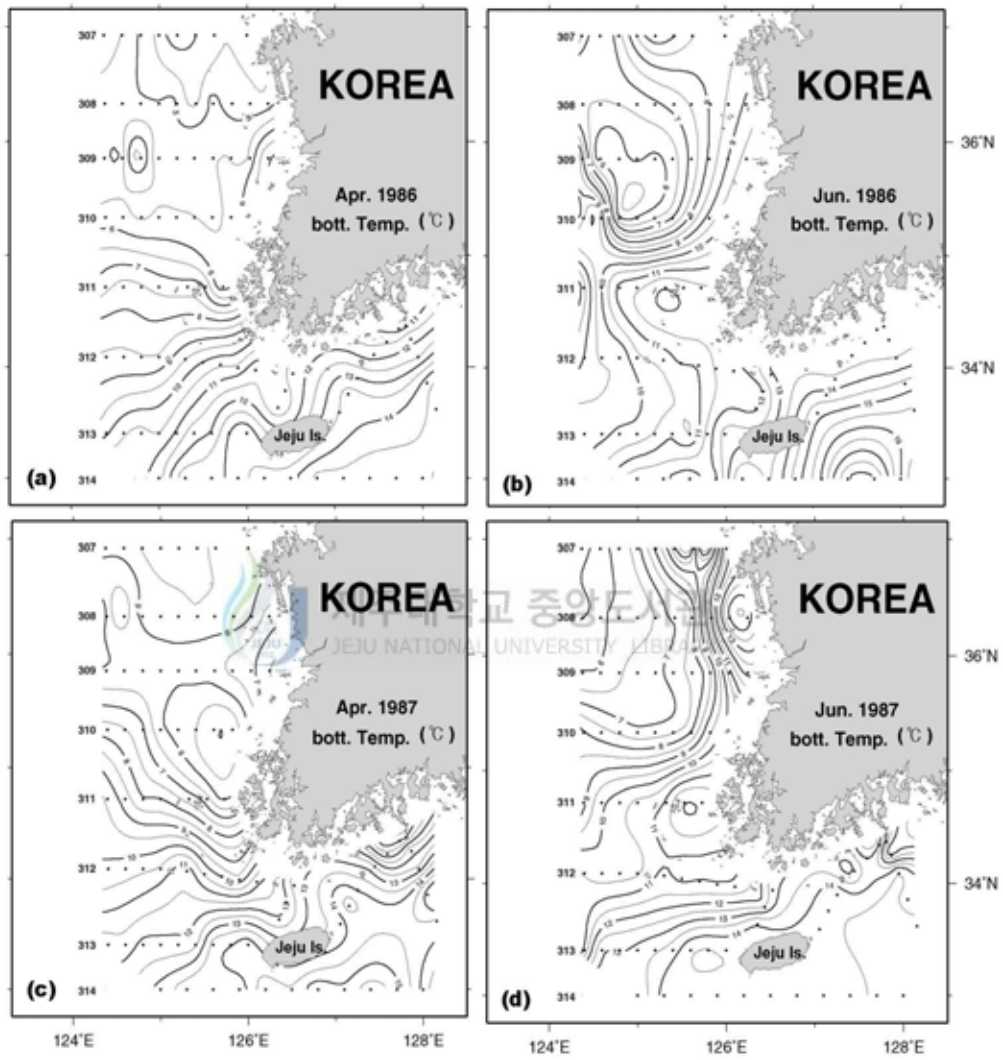


Fig. 16(a-d). Horizontal distributions of bottom temperature (°C) in April and June of 1986 and 1987.

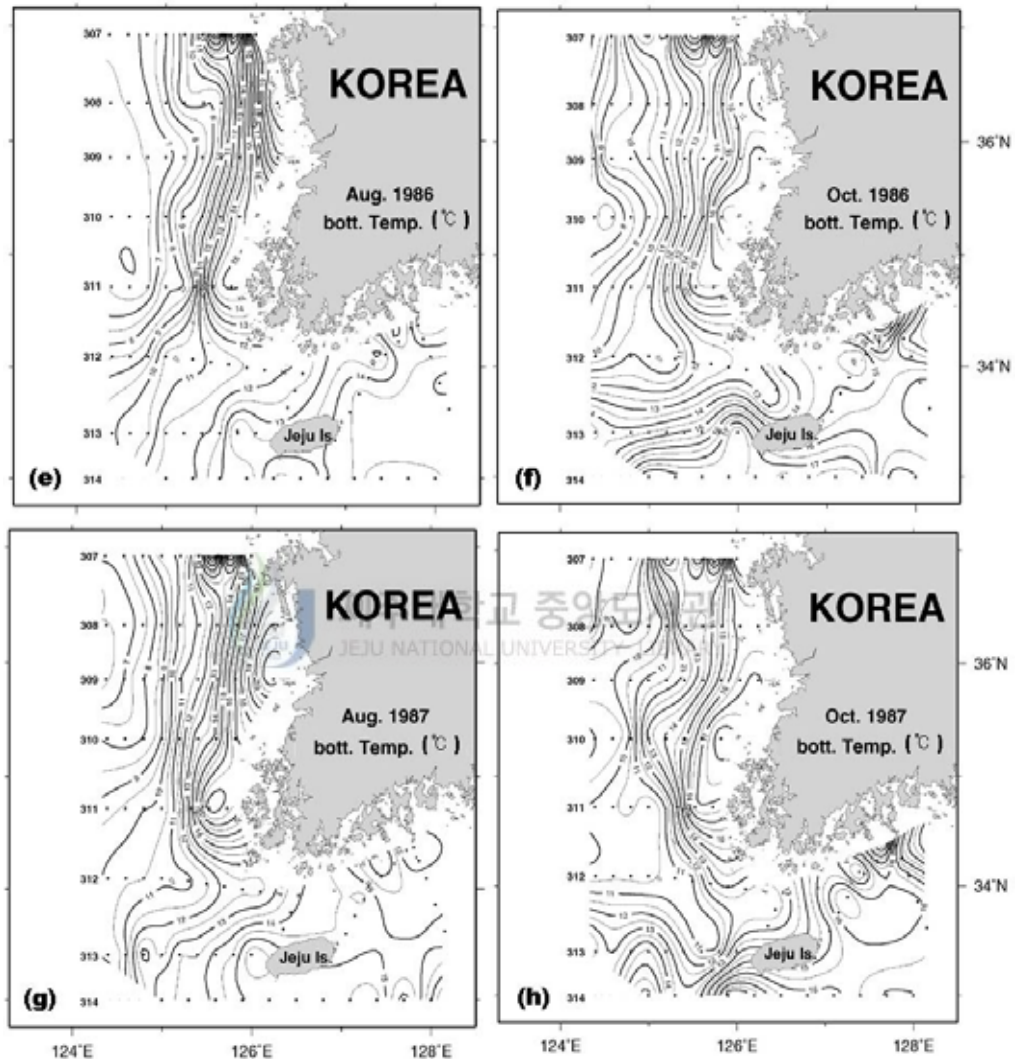


Fig. 16(e-h). Horizontal distributions of bottom temperature (°C) in August and October of 1986 and 1987.

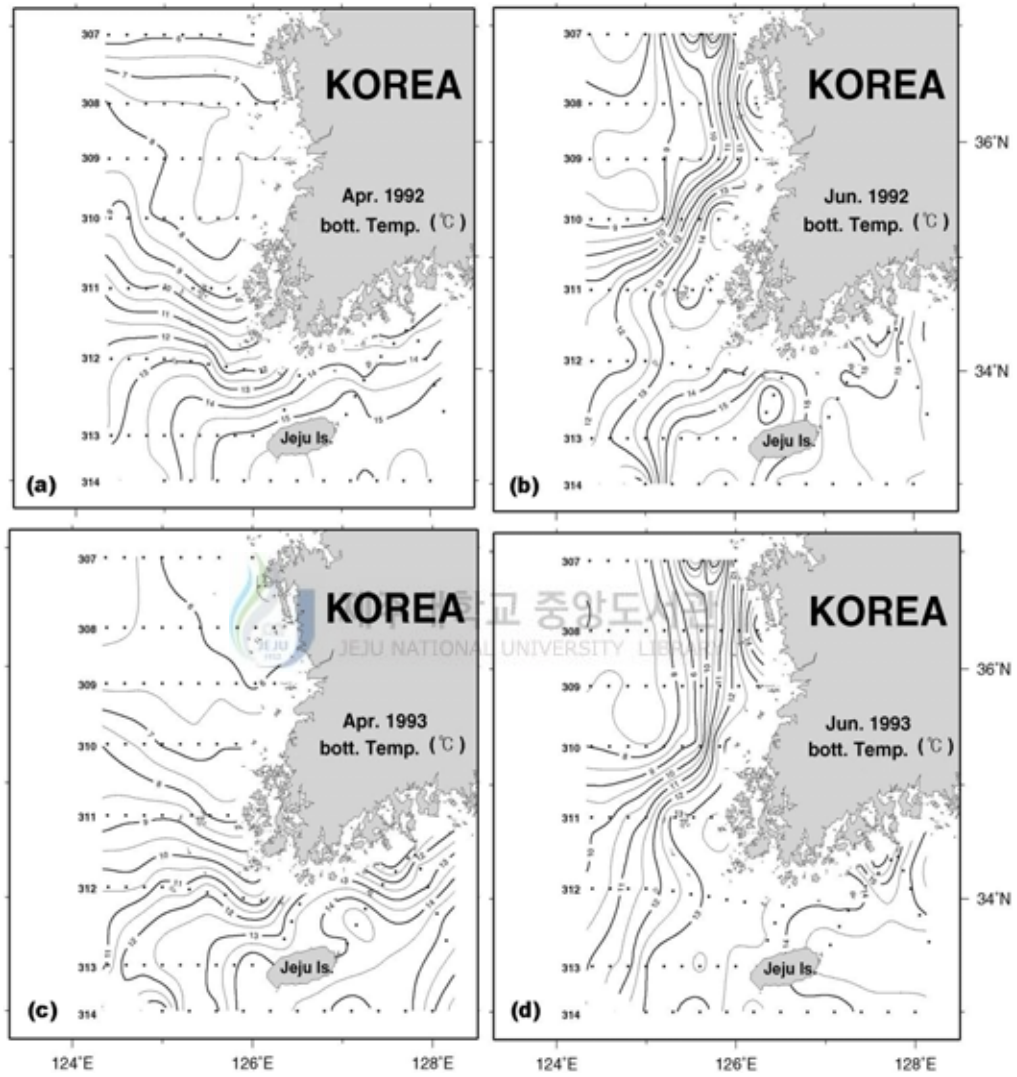


Fig. 17(a-d). Horizontal distributions of bottom temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) in April and June of 1992 and 1993.

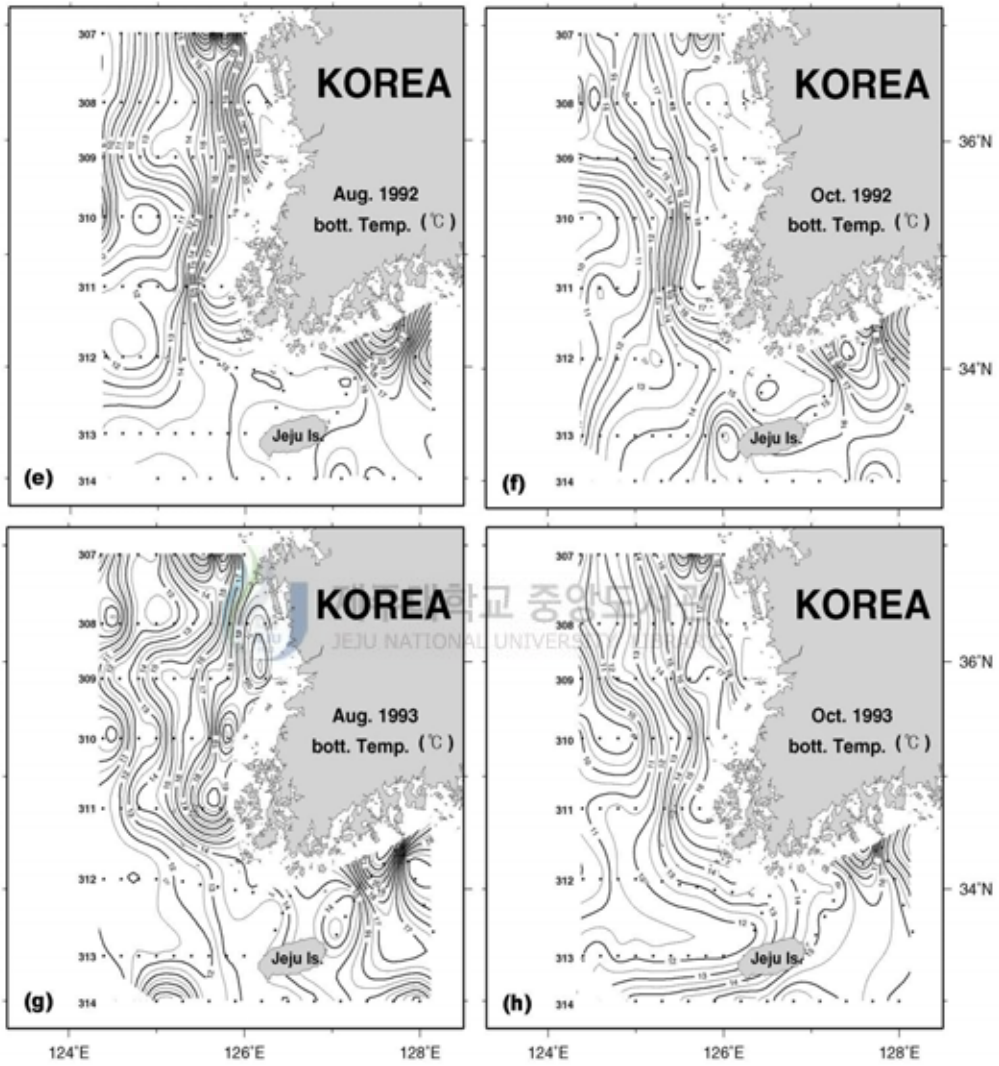


Fig. 17(e-h). Horizontal distributions of bottom temperature (°C) in August and October of 1992 and 1993.

(3) 황해저층냉수의 저층 수온과 동계 기온과의 상관관계

황해저층냉수의 수온과 동계 기온의 상관관계는 1985년부터 1997년까지의 13년간의 자료이고, 황해저층냉수의 수온분포는 310정선에서 314정선까지 5개 정선의 7정점 및 10정점의 2, 4, 6, 8, 10, 12의 저층수온을 평균한 것이다. 동계(1, 2, 12월)의 기온은 인천, 군산, 목포 등 3개 기상대의 각 지역의 일별평균기온을 기준으로 하여 동계기온의 평균기온을 구하고, 위 3개의 지역의 평균기온을 평균한 것이다. 각 정점별 저층의 평균 수온과 동계의 평균 기온과의 상관관계수는 Table. 2에 나타내었다. 동계(2월)에는 310정선의 정점 7과 10에서는 0.89~0.95의 높은 상관관계를 보였고, 314정선의 10정점에서는 0.69정도의 상관관계가 있다. 동계에 가장 상관도가 떨어지는 312정선의 7과 10정점에서는 0.35~0.37의 낮은 상관관계를 보이는데, 이는 이들 정점이 동계에 황해난류나 대마난류의 영향권에 있기 때문에 이들 정점의 수온은 기온의 영향뿐만 아니라 이들 난류의 영향도 받기 때문이라고 해석된다. 4월은 2월보다 전체적으로 높은 상관관계를 보이며, 특히 308정선의 7과 10정점, 그리고 309정선의 7과 10정점에서는 2월보다 상당히 높은 값을 갖는다.

Table 2. Bimonthly correlation coefficients between the air temperature and mean water temperature at bottom layer during 13 years (1985~1997).

Station	Month					
	Feb.	Apr.	Jun.	Aug.	Oct.	Dec.
308-7	0.47	0.86	0.66	0.65	0.44	0.09
308-10	0.55	0.81	0.56	0.59	0.37	0.09
309-7	0.62	0.78	0.82	0.62	0.32	0.72
309-10	0.54	0.70	0.44	0.53	0.46	0.62
310-7	0.95	0.78	0.72	0.46	0.23	0.59
310-10	0.89	0.68	0.59	0.27	0.43	0.76
311-7	0.49	0.56	0.35	0.46	0.21	0.65
311-10	0.51	0.61	0.38	0.61	0.48	0.46
312-7	0.35	0.68	0.59	0.33	0.60	0.10
312-10	0.37	0.53	0.49	0.57	0.55	0.11
313-7	0.52	0.58	0.59	0.62	0.26	0.10
313-10	0.36	0.38	0.65	0.64	0.04	0.03
314-10	0.69	0.39	0.13	0.70	0.24	0.21

#### 4. 황해저층냉수의 확장과 어장형성과의 관계

##### (1) 해구별 참조기 어장의 계절 분포

1985년부터 1997년까지 13년간 이 연구의 조사해역(32°~37°N, 124°~127° 50'E)에서 근해 안강망에 의해 어획된 참조기의 해구별 평균 어획량의 월 변동 및 어장 분포는 Fig. 18과 같다.

동계(1월)의 경우, 참조기의 주 어장은 황해 남부 및 제주도 남·서부해역인 32개의 해구에서 어획되고, 어장의 분포는 100M/T 이상의 어획량을 보이는 15개(208, 209, 212, 218, 219, 220, 221, 222, 228, 229, 230, 238, 239, 240, 250) 해구에 집중되어 있다. 그 중 제주도 서부 근해의 5개 해구(218, 219, 220, 229, 230)에서 1,000M/T 이상의 높은 어획이 이루어졌고, 황해 중앙해역 일부(181, 190, 200)에 어장이 형성되어 있다. 2월에도 1월과 비슷한 양상으로 29개의 해구에서 어장이 형성되었으나, 황해 남부 및 제주도 남·서부해역까지 100M/T 이상의 어군이 넓게 분포하고, 어군 밀도도 높아졌으며, 1월에 황해 중앙해역에서 보이던 일부 어군은 보이지 않았다.

3월에는 2월보다 어획량이 감소하면서 어장의 분포 중심은 남쪽으로 이동하나, 2월에는 보이지 않았던 1M/T 미만의 어군이 한국 서해 연안의 163과 183해구에 나타나기 시작했다.

4월부터는 3월보다 많은 어군이 한국 서해 연안을 따라 북쪽으로 이동하여 어장이 북쪽으로 길게 확장하고, 어군의 분포 밀도도 높게 나타났는데, 특히 마라도 서남쪽 149km 해상 북위 32° 07' 동경 125°에 위치한 소코트라암초(socotra rock) 주변해역에서 1,000M/T 이상으로 높은 어획량을 보였다. 또한, 3월까지 보였던 제주도 북쪽해역에서의 어군은 보이지 않았다. 5월에도 4월과 비슷한 분포를 보이지만 4월보다 어장이 분산되고 있었으며, 북상 선진군의 북쪽으로는 회유가 뚜렷하여 북위 37°까지 북상하였다. 그러나 제주도 서부해역에서는 비교적 100M/T 이상의 높은 분포 밀도를 보이고 1,000M/T 이상의 어획량을 보이는 해구는 230과 238 해구 2개의 해구에서만 나타났다.



6월의 경우, 어장 분포에 있어 뚜렷한 중심이 없이 해구의 수는 증가하였지만, 어획량이 5월보다 감소하고, 어군의 분포밀도도 전체 해구에서 다소 낮게 나타났다. 7월에는 6월보다도 어장의 분포범위는 비슷하지만, 어군 밀도는 1M/T 미만의 어획량을 보이는 해구가 171, 181, 183, 208, 210, 211, 219, 220, 224, 229, 251로 11개의 해구로 년 중 가장 낮은 값을 보이고, 어획량도 가장 적었다. 8월에는 7월보다 어획량이 증가하고, 어장 범위는 7월과 비슷한 범위를 보이지만, 제주도 주변해역에서 100M/T 이상으로 비교적 높은 어군 밀도를 보였다.

9월이 되면 한국 서해연안을 따라 높은 어군 밀도를 보이고, 8월에 비해 어군의 밀도가 전체적으로 점차 증가되며, 10월부터는 한국 서해연안을 따라 대부분의 해구에서 100M/T 이상의 높은 어획량을 보이지만, 어장의 중심은 제주도 북서해역의 8개 해구(210, 212, 218, 219, 220, 221, 224, 230)에서 해구별 1,000M/T 이상의 높은 어군밀도를 보여, 년 중 가장 높게 나타나고 있다.

11월부터는 어장분포의 중심이 황해 남부, 제주해협 및 제주도 서부해역으로 밀집되어 나타나고, 125° E선을 따라 남쪽으로 이동하여 해구별 1,000M/T 이상의 높은 어획량을 보인다. 12월에 어장의 분포는 대부분이 흑산도이남 제주도 서부해역으로 이동하고 전체적으로 어군의 밀도도 증가한다.

이상의 결과를 요약하면, 1985년부터 1997년까지 13년간 근해 안강망에 의해 어획된 참조기의 월별 어획량은 1월에 약 20,000M/T으로 높은 어획량을 보이다 2월부터 점차 낮아져 6월부터 8월에는 년 중 가장 낮은 1,200M/T을 보였으나, 9월부터는 참조기 어군이 남하하기 시작하여 10월에 약 14,000M/T, 11월에 년 중 최고 어획량인 22,000M/T을 보이다가 12월에는 17,000M/T으로 감소하였다(Fig. 19).

따라서 황해 및 제주도 남·서해역에서 근해 안강망에 의해 어획되는 참조기는 년 중 전 계절에 걸쳐 어획되나, 주 어기는 추계부터 이듬해 봄까지 이어지는데, 4월부터 절강 근해, 양자강 하구역 북측, 한국 서해 연안의 산란장으로 이동하기 시작하여 어장이 분산되지만, 어획량은 2~3월보다 약간 많아진다. 이러한 경향이 5월까지 지속되다가 6월부터 8월까지 년 중 최저의 어획량으로 나타났고, 그 후 9월부터 다시 월동을 위해 제주도 서·남서해역으로 이동한다(Fig. 1).

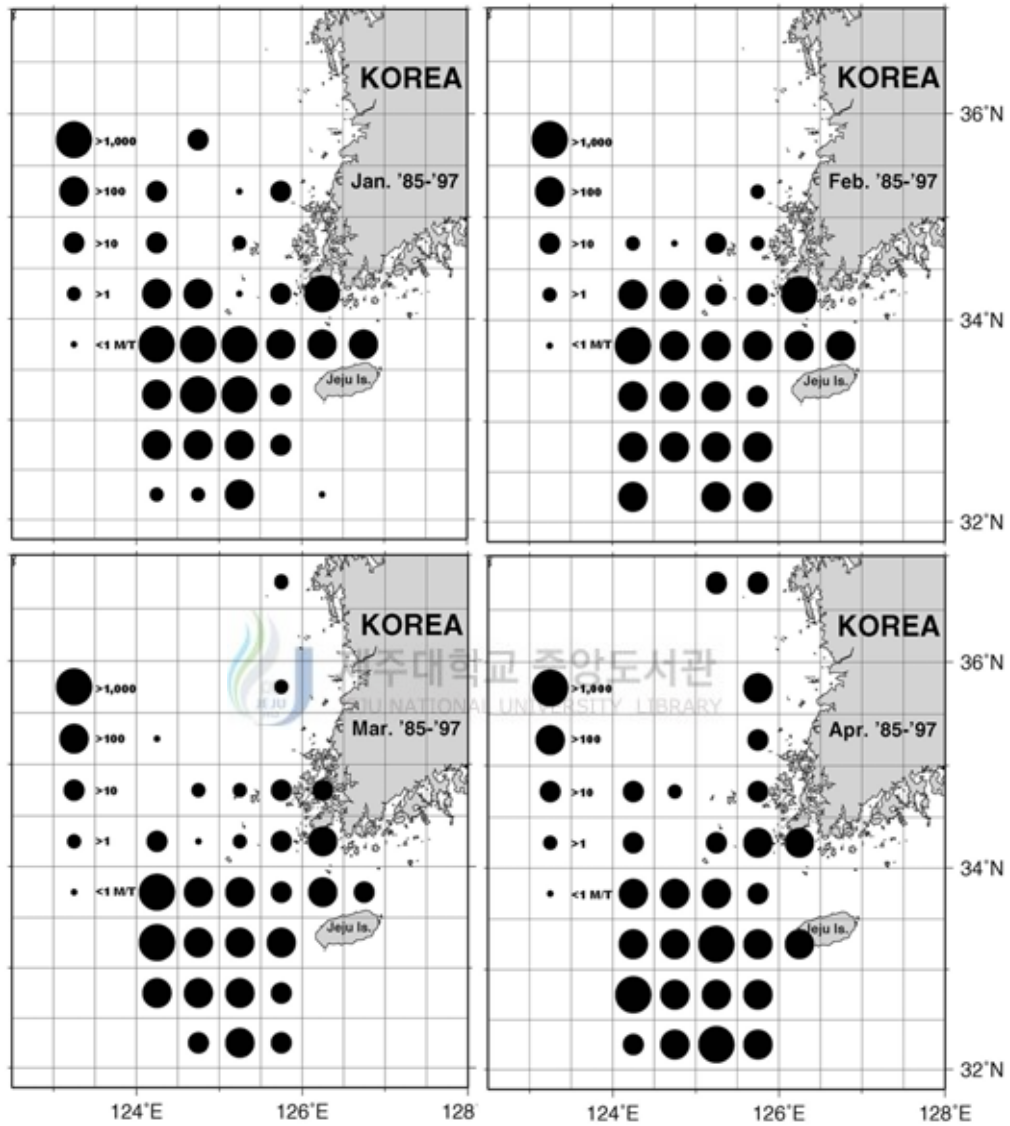


Fig. 18. Horizontal distributions of monthly mean catch of yellow croaker by stow net on anchor in the Yellow Sea and the south-western sea of the Jeju Island from 1985 to 1997.



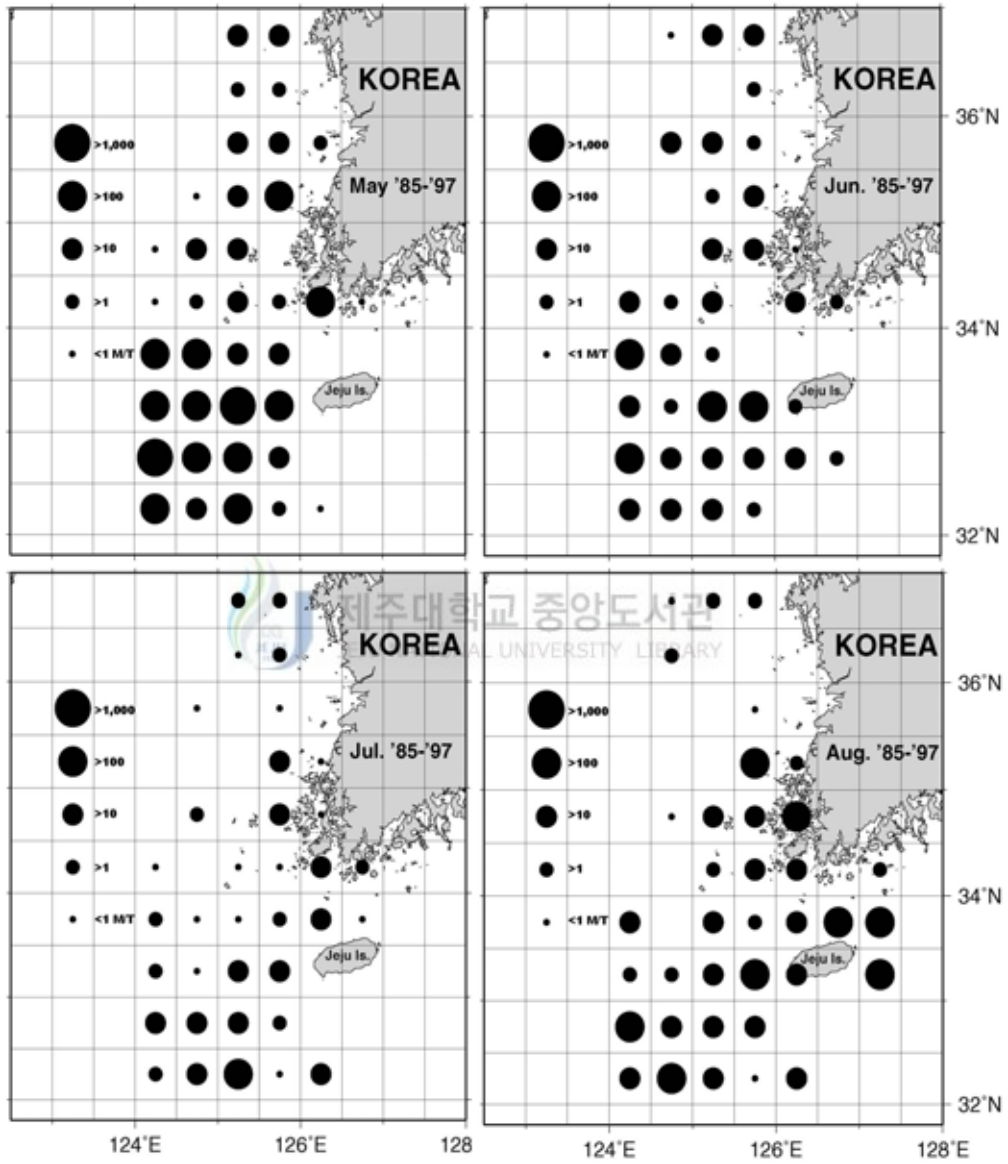


Fig. 18. (continued)

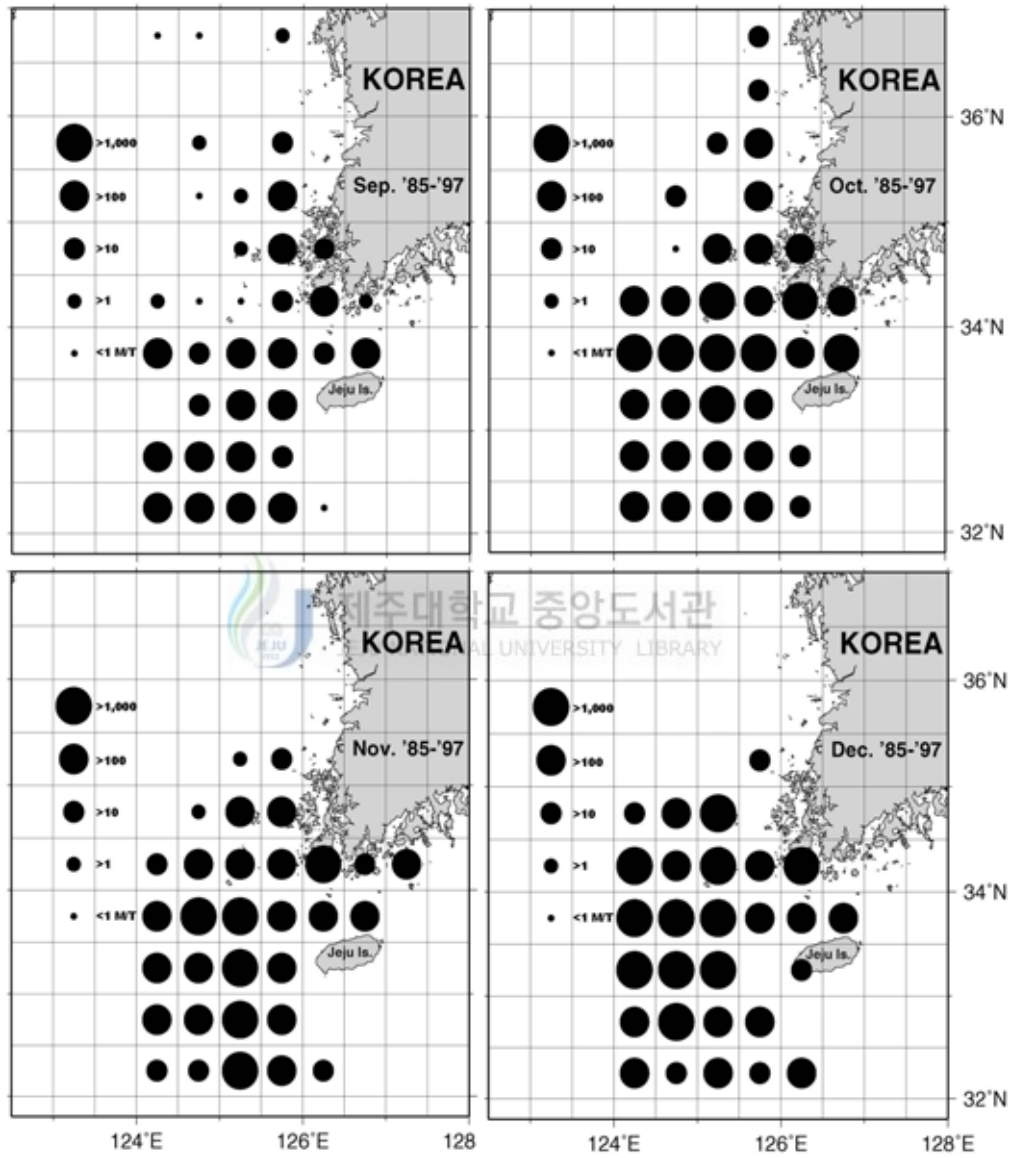


Fig. 18. (continued)

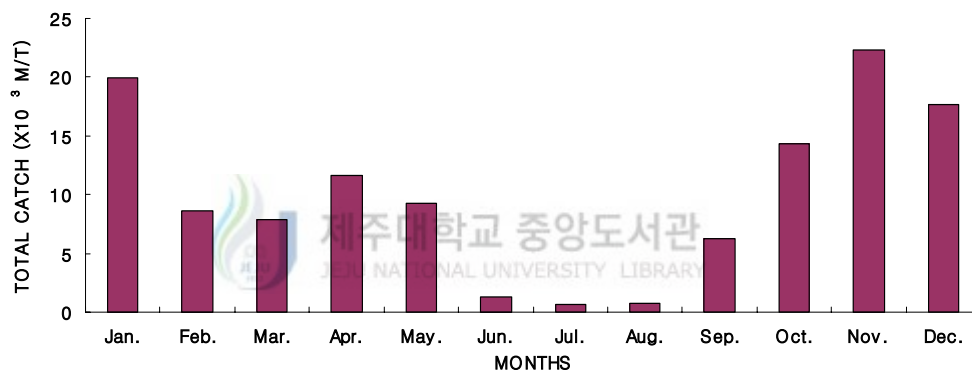


Fig. 19. Monthly total catch of yellow croaker caught by stow net on anchor in study area(32°~37°N, 124°~127° 50'E) from 1985 to 2003.

(2) 황해저층냉수의 세력소장과 어황과의 관계

황해저층냉수의 지표수온인 10℃이하의 등수온선을 중심으로 어장의 분포 및 어획량과의 관계를 파악하고자 Fig. 20에서는 황해저층냉수의 세력이 강하게 남하했던 1986년과 축소했던 해인 1987년을 비교하여 나타내었고, Fig. 21에서는 황해저층냉수의 세력이 강했던 1993년과 약했던 1992년을 택하여 각각 저층의 격월수온과 어장분포를 비교·분석하였다.

Fig. 20에 의하면 1986년에는 1987년보다 황해저층냉수가 확장한 시기로 2월의 경우 1987년보다 10℃ 등수온선은 312정선 이남으로 확장되어 있고, 어군밀도도 크다. 4월에는 2월보다 두 해 모두 어획량과 어군밀도가 증가하고, 1986년에는 313정선까지 황해저층냉수가 확장하여 어획량은 308,815M/T으로 1987년 432,479M/T보다 감소하였고, 어장의 분포도 1987년에는 제주도 서남해역에서 집중하여 분포함과 동시에 제주도 북서해역까지 어장이 형성되지만, 1986년의 경우는 제주도 서남해역에만 어장의 중심이 있고, 제주도 북서해역에는 어장이 거의 이루어지지 않고 있다(Fig. 20(a-d)).

6월과 8월에는 10℃ 등수온선이 남북방향으로 분포하는데, 1986년 6월의 경우 313정선 이남까지 확장하면서 어장은 황해의 수온전선과 제주도 서남해역에서 10℃이상의 수온이 형성되었고, 8월의 경우는 10℃ 이하의 수온이 314정선 이남까지 확장하여 어장은 10℃ 등수온선 연변부를 따라 길게 형성되어 있다. 반면, 1987년 6월에는 참조기가 어획된 해구 수(22개)도 1986년의 해구 수(8개)에 비해 현저히 증가하고, 어획량도 42,628M/T으로 1986년의 3,738M/T보다도 증가하였다. 어장은 10℃ 이하의 수온역에는 형성되지 않았지만 10℃ 등수온선의 남쪽으로 10℃ 등수온선보다 높은 11℃~13℃ 범위의 수온역에서 어장이 분포되어져 있으며, 8월에는 6월보다 10℃이하의 수온이 더 확장하고 황해 및 제주도 북·서해역에서는 어장이 거의 이루어지지 않았다.

9월부터는 참조기 어군이 월동을 위해 다시 황해 중앙해역을 통해 남하하고 그 이후 10월에는 어획량이 점차 증가하며, 황해저층냉수는 점차 축소하는 시기이다. 1987년에는 10℃ 등수온선이 310정선 부근에 어장이 형성되어 있는 반면, 1986년

에는 10℃ 등수온선이 311정선 이남으로 확장하고, 어장의 분포는 1987년에 12℃ 이하의 저온수를 중심으로 제주도 서남해역에 집중적으로 분포하고, 1986년에도 12℃ 등수온선을 중심으로 비슷한 해역에 분포하지만, 어군의 밀도는 낮은 경향을 보이고 있다. 12월에도 1986년과 1987년에 12℃ 등수온선을 중심으로 그 이남에 어장이 분포하는데, 전체적으로 1987년보다 약 2℃의 낮은 수온을 보인 1986년에는 56,014M/T으로 1987년 925,391M/T에 비해 어획량도 현저히 감소하면서 해구별 어군 밀도도 낮고, 어군은 분산되는 경향을 보였다(Fig. 20(i-1)). 또한, 좋은 어장이 형성된 해역의 해황 특성은 황해저층냉수와 대마난류수 내지 황해난류수 사이의 전선역, 황해저층냉수와 서해연안수사이의 전선역, 대마난류수와 중국대륙연안수 사이에 형성되는 전선 등의 수온이 11~13℃ 범위에 분포하는 혼합수역이다.

Fig. 21은 동계 기온이 낮아 황해저층냉수의 세력이 확대된 1993년과 반대로 따뜻한 겨울을 보낸 1992년에 대해 저층의 10℃ 등수온선과 어장분포 및 어획량과의 관계를 나타낸 그림으로 1980년대보다 전체적으로 높은 어획량을 보였다.

2월과 4월에는 10℃ 등수온선이 동서방향으로 분포하여 있고, 어장의 분포도 10℃ 등수온선을 경계로 이남에 분포해 있다. 2월의 경우 황해 중앙해역의 냉수대와 제주도 남동해역의 15℃의 고수온과 수온전선이 형성되면서 그 전선역에 어군이 밀집해 있고, 4월에는 2월에 비해 10℃ 등수온선이 북쪽으로 조금 축소하지만 2월과 비슷한 어장 분포를 보였으며, 서해 연안의 163해구에서 2월에는 보이지 않았던 어군이 출현하고 그 어획량은 해구별로 1992년에는 100M/T 이상으로 높고 1993년에는 10M/T 이상을 보였다(Fig. 21(a-d)).

6월부터 8월까지의 전체적으로 어획량이 감소하고, 2월과 4월에 어장이 밀집되어 있던 제주도 서남해역에서도 몇 개의 해구에서만 어장이 형성되었다. 또한, 6월부터는 수온이 상승되는 시기이지만, 저층에서는 1993년에 1992년보다 312정선까지 10℃의 냉수가 확장하였고 어획된 해구의 수는 1992년에 비해 많지만 어획량은 적었다. 8월에는 1992년과 1993년에 6월보다 10℃ 등수온선이 황해 중앙역으로 후퇴하였고, 그 분포는 비슷하였지만 1993년의 경우 1992년에 비해 12℃ 이하의 저온수가 제주도 근해까지 확장하는데 어장의 분포는 12℃ 등수온선을 중심으

로 13℃~16℃사이의 수온전선역의 한국 서해연안을 따라 분산되어 어장을 형성하고 있다(Fig. 21(e-h)).

참조기의 어기가 시작되는 9월 이후에는 어획량이 점차 증가하여 10월에는 황해저층냉수가 축소하고, 산란을 위해 이동했던 어군이 다시 남하하면서 1992년의 경우 황해 남부 및 제주도 북서해역에 어장이 형성되고 212해구와 220해구, 그리고 제주도 서부해역 주변의 231해구에서는 해구별 어획량이 1,000M/T 이상으로 높게 밀집되어 있는 반면, 추운겨울을 보낸 1993년의 해구별 어획량이 1,000M/T 이상의 높은 어군밀도를 보이는 해구는 1992년보다 남쪽(230, 240, 250해구)으로 이동하였다(Fig. 21(i-l)).

이상의 결과를 요약하면 전체적으로 2월과 4월에는 어장이 밀집하여 분포하고 있고, 6월부터 8월에는 수온전선이 형성됨에도 불구하고 어획량이 감소하고 어군의 밀도도 낮다. 그 후 10월부터는 다시 어획량이 증가하여 2월과 비슷한 어장 분포를 보이고, 저온수에 대한 영향도 받는 것으로 보였다. 또한, 황해저층냉수의 분포범위가 남쪽까지 확장한 해인 1986년과 1993년에는 1987년과 1992년보다 어장이 남쪽으로 치우쳐 분포하고 어획량도 감소하였으며, 어장이 분산되어 분포하였지만, 1987년과 1993년에는 그 반대의 현상이 나타났다.

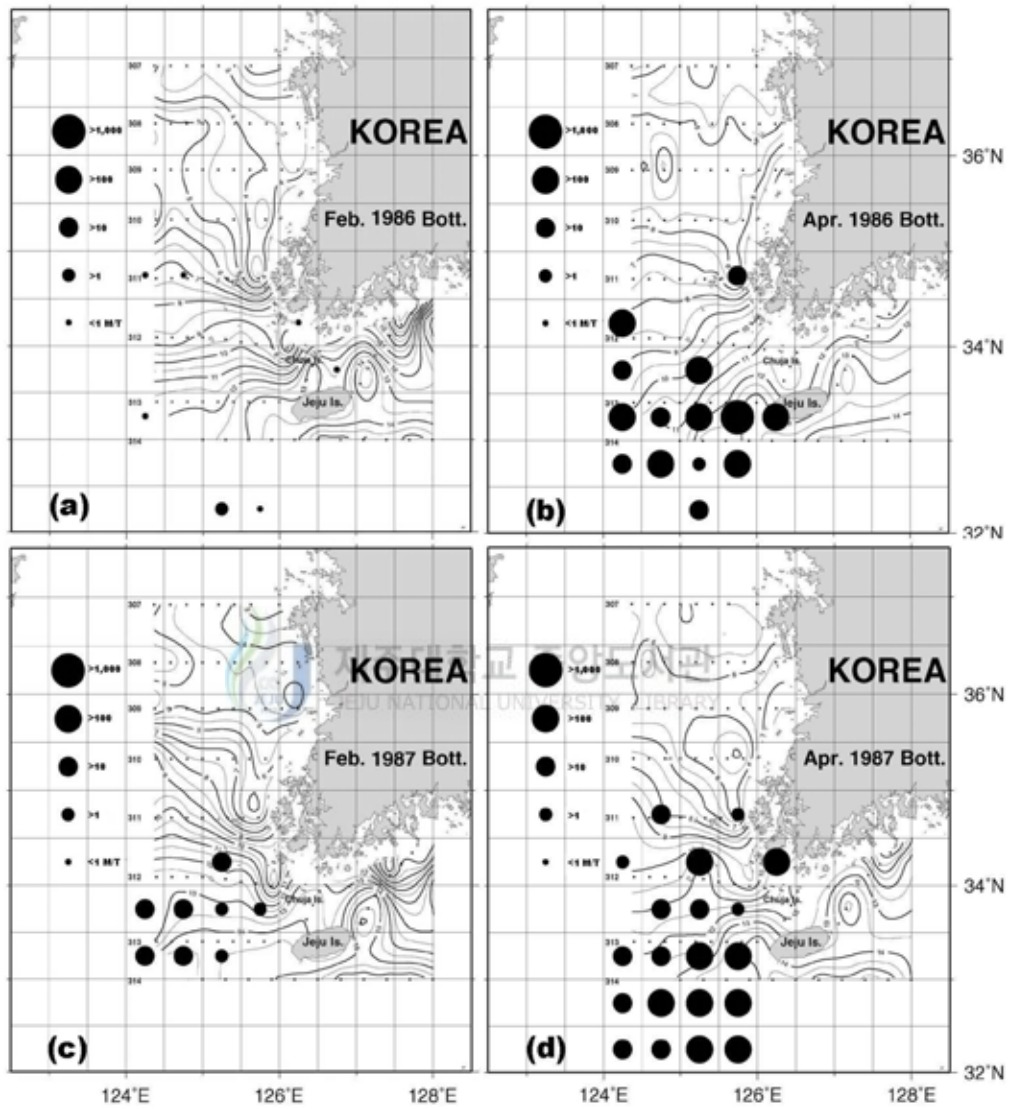


Fig. 20(a-d). Horizontal distributions of bottom temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) and seablock catch (M/T) of yellow croaker in February and April of 1986 and 1987.

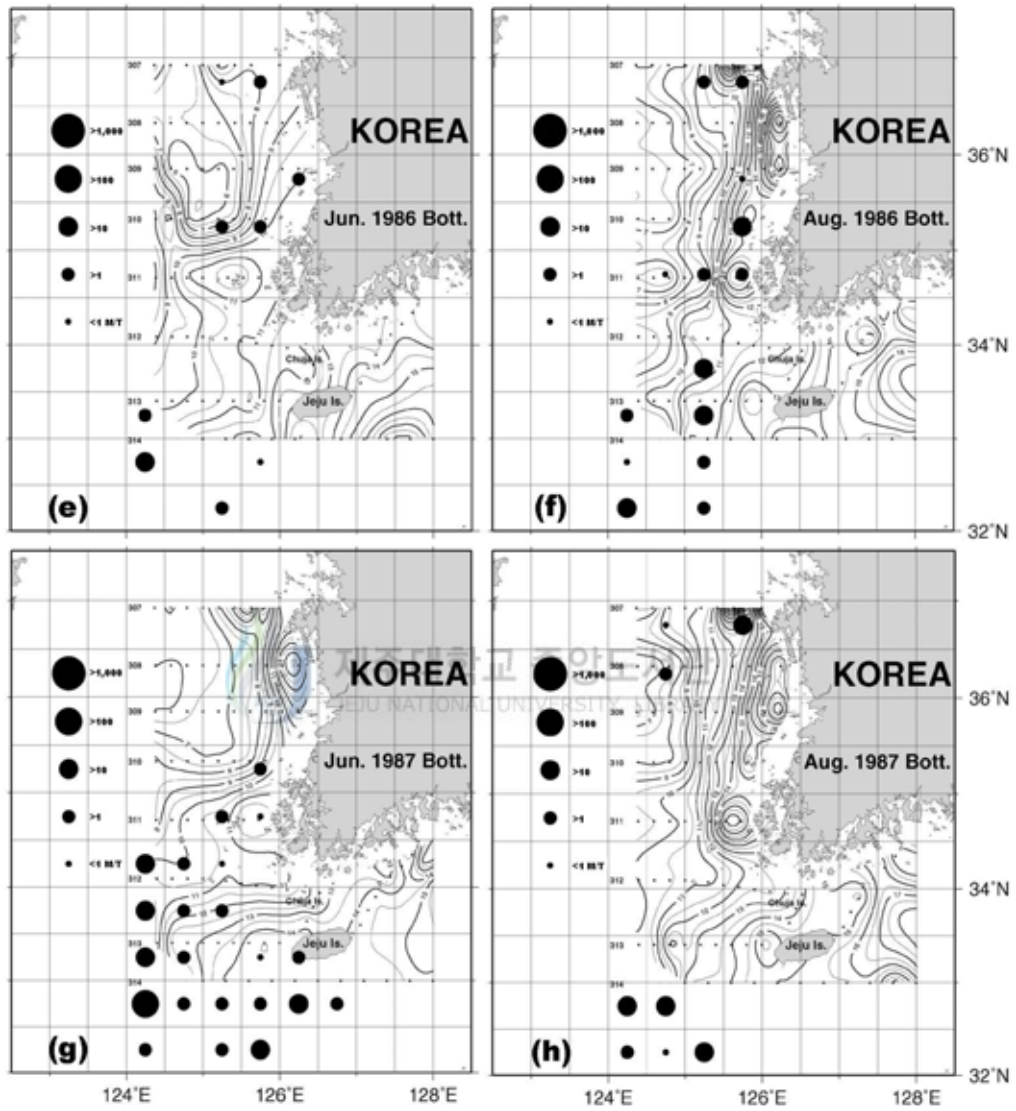


Fig. 20(e-h). Horizontal distributions of bottom temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) and seablock catch (M/T) of yellow croaker in June and August of 1986 and 1987.



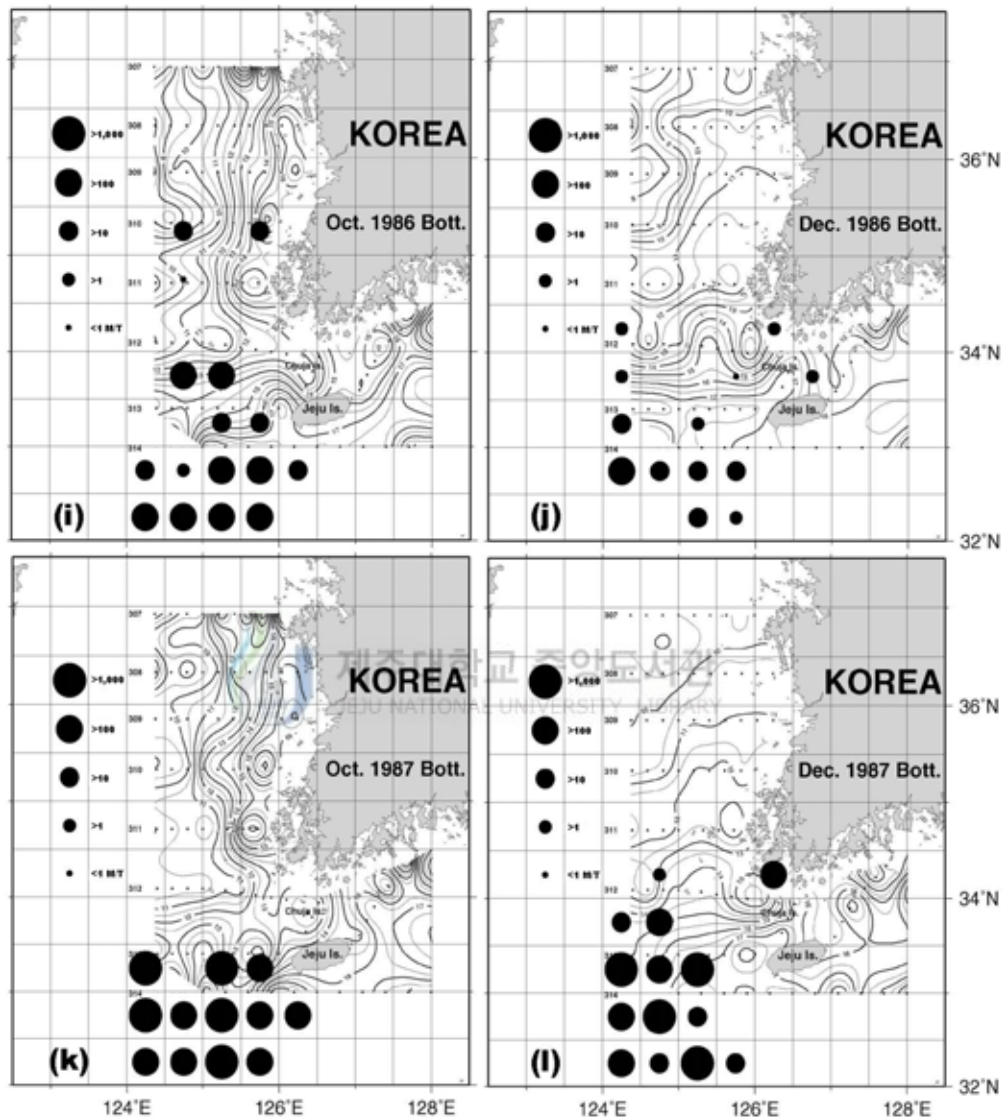


Fig. 20(i-l). Horizontal distributions of bottom temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) and seablock catch (M/T) of yellow croaker in October and December of 1986 and 1987.

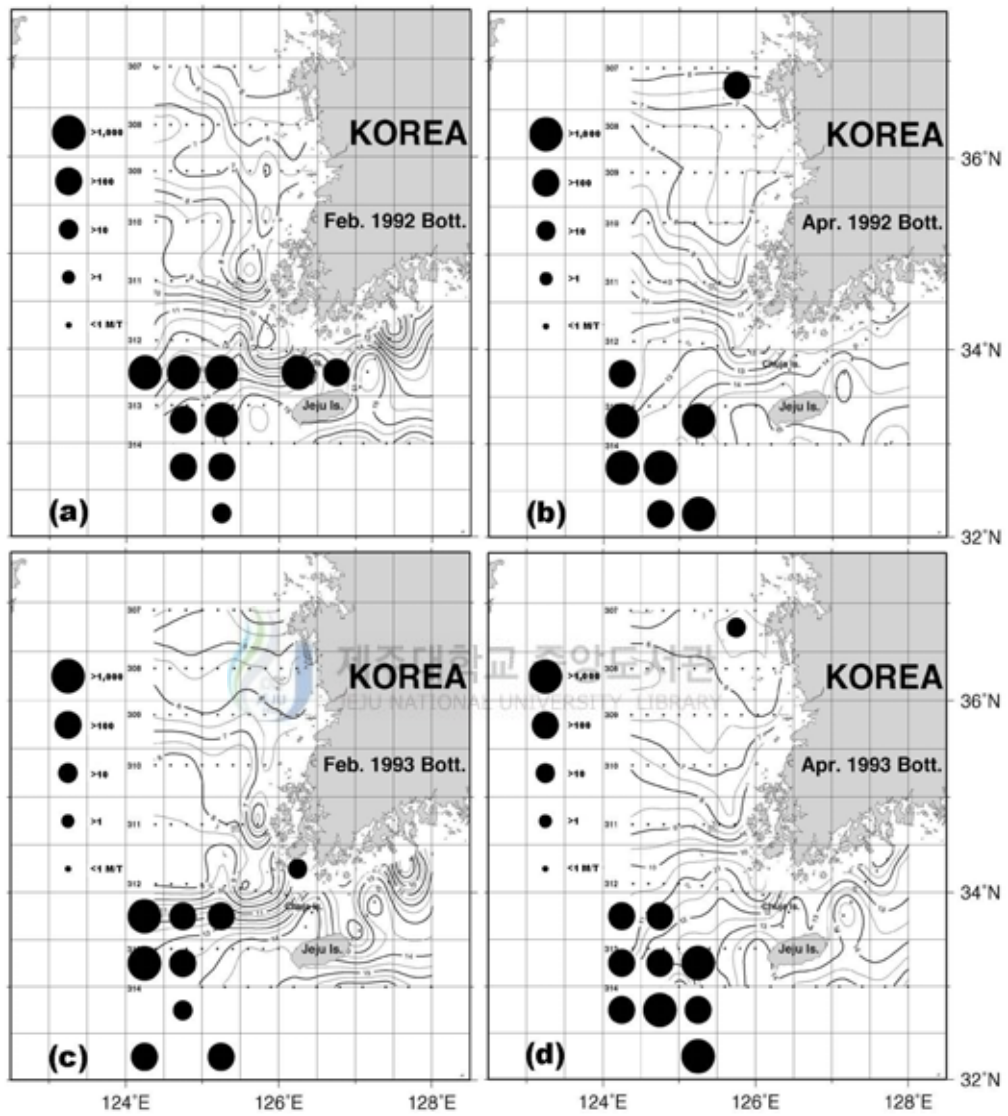


Fig. 21(a-d). Horizontal distributions of bottom temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) and seablock catch (M/T) of yellow croaker in February and April of 1992 and 1993.

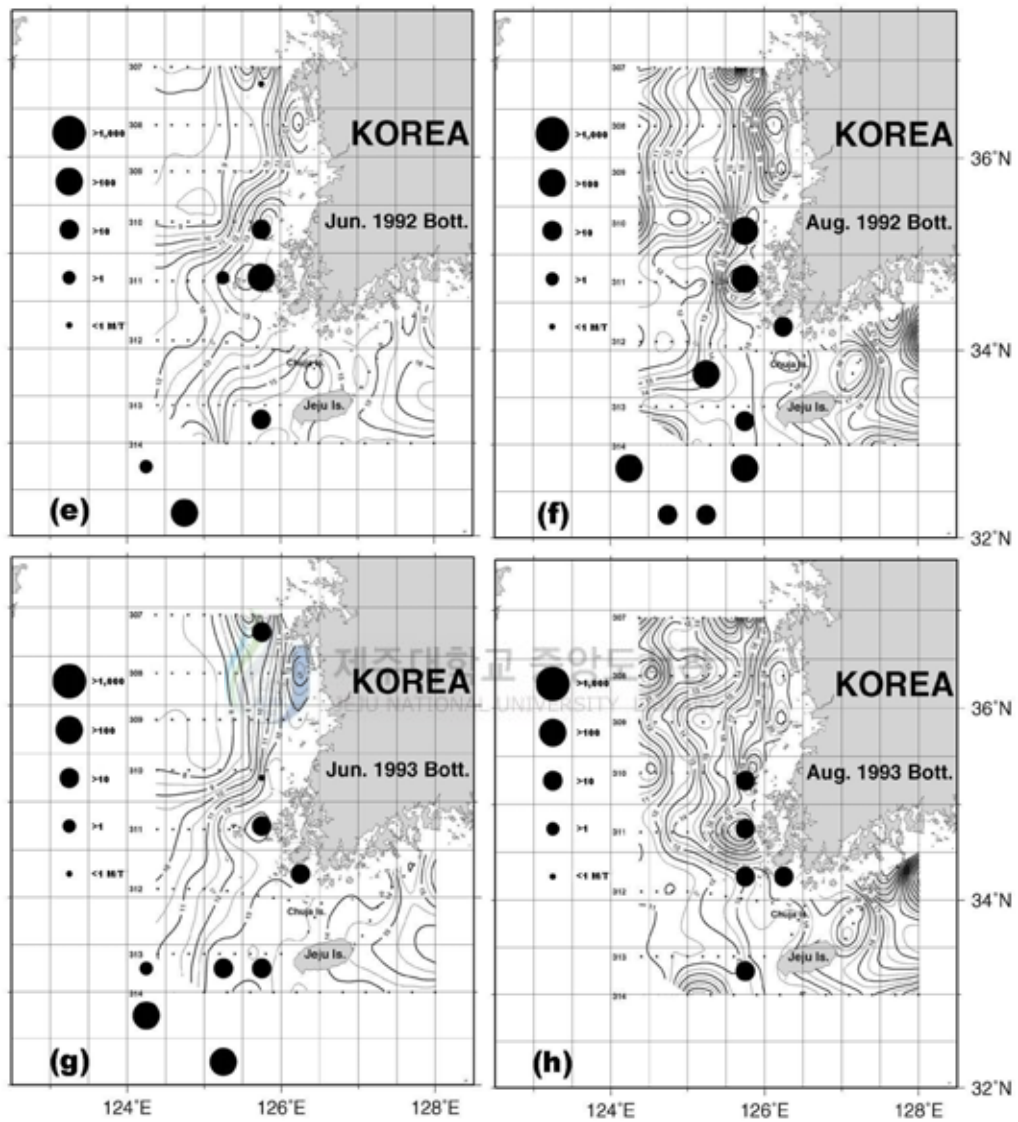


Fig. 21(e-h). Horizontal distributions of bottom temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) and seablock catch (M/T) of yellow croaker in June and August of 1992 and 1993.

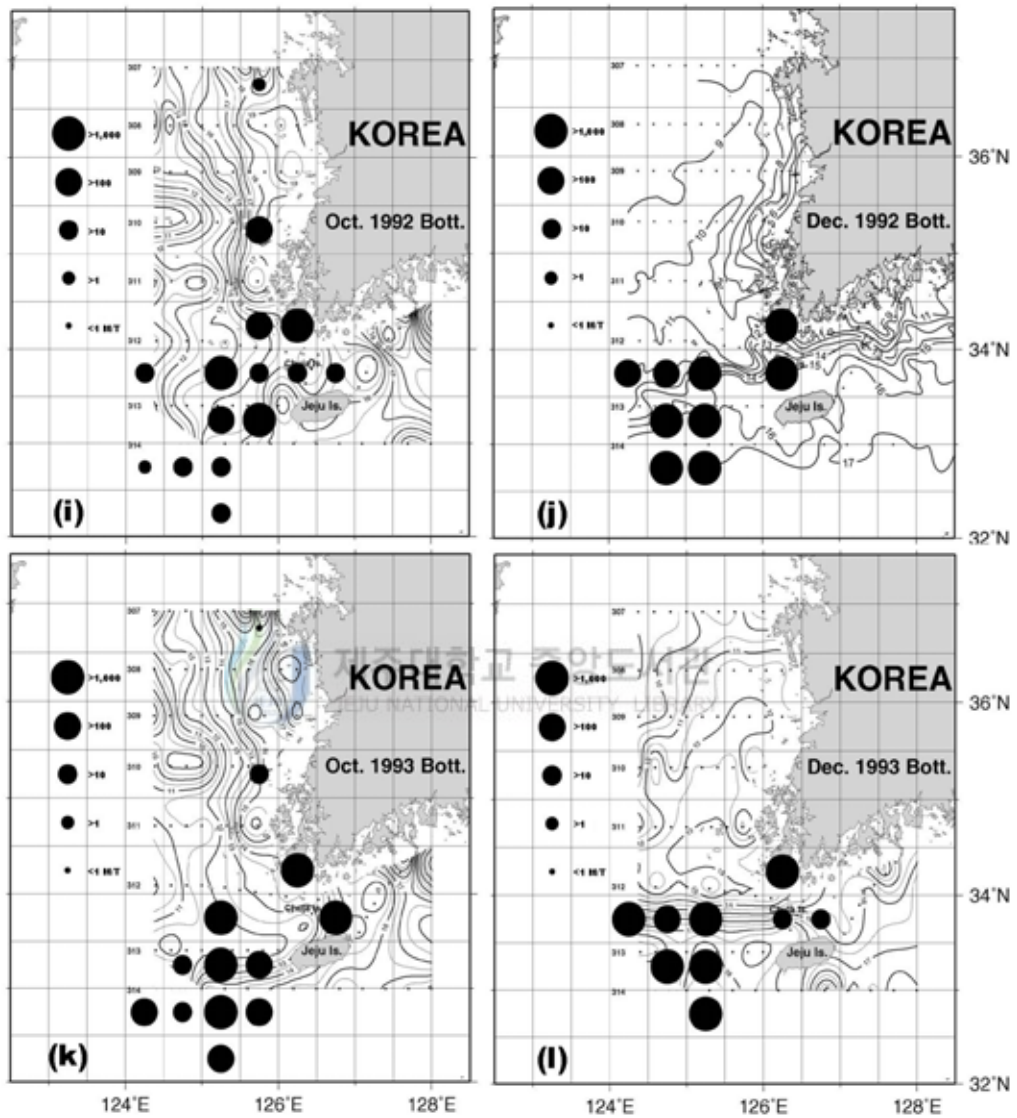


Fig. 21(i-l). Horizontal distributions of bottom temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) and seablock catch (M/T) of yellow croaker in October and December of 1992 and 1993.

## IV 고 찰

### 1. 참조기의 어획량 변동특성

한국의 참조기는 대형 쌍끌이 기선저인망, 근해 안강망, 근해 유자망 대형 외끌이 기선저인망 등에서 주로 어획 되어지고 있다. 어획 동향은 1985년 전·후로 1만M/T 이하의 수준으로 감소하였다가, 이후 1992년도에 4만M/T, 2000년 이후는 1만M/T 이하의 어획 수준을 보였다. 1990대말(10년)까지는 대형 쌍끌이 기선저인망이 46%, 근해 안강망이 45%로 대부분 이 두 업종에서 가장 많은 어획 비율을 보였고, 그 다음으로 근해 유자망이 4%, 대형 외끌이 기선저인망이 2%순의 수준을 보였으나, 최근 2000년대 들어서 3년간의 업종별 어획비율은 대형 쌍끌이 기선저인망이 36%, 근해 유자망이 28%, 근해 안강망이 24%, 대형 외끌이 기선저인망이 18% 순으로 근해 안강망이 2순위에서 3순위로 대형 쌍끌이 기선저인망과 비중이 감소한 반면, 근해 유자망, 대형 외끌이 기선저인망의 어획비율이 증가하는 경향을 알 수 있다.

근해 안강망인 경우는 1980년대 중반까지 10~20%정도의 추이를 보이고 있었지만, 이후 증가하여 1990년대 중반에는 50% 이상을 점유하게 되었고, 최근에는 20% 수준의 추이를 보이고 있다. 최근 근해 유자망에 의한 어업비율이 크게 증가하고 있는 것은 자원이 회복하고 있다기보다는 비슷한 어기에 거의 유사한 어장에서 경합관계에 있었고, 참조기의 어획이 가장 많았던 근해 안강망 어선의 감소가 가장 큰 요인으로 들 수 있고, 근해 안강망과 대형 쌍끌이 기선저인망의 어획비중이 낮아진 또한, 하나의 이유는 제주도 주변해역, 동중국해 남부의 중국수역을 주 어장으로 폭넓게 이용하여 왔으나, 이들 수역에서 국내외적인 어업 경합이 치열하게 전개되는 한편, 최근 EEZ 체제의 성립에 의해 조업어장이 크게 축소되면서 어선세력이 급격히 감소되었기 때문으로 사료된다.

## 2. 황해저층냉수의 특성

황해저층냉수에 대한 정의는 많은 학자들에 의해 정의되어 졌는데, Nakao (1977)와 Lie(1984)는 계절과 위치에 상관없이 황해저층냉수에 대해 각각 전자는 봄에서 가을동안 황해저층에 자리잡은  $10^{\circ}\text{C}$ 이하의 수온과 32.0~32.5psu의 염분을 갖는 수괴로 정의하고, 후자는 염분이 32.5psu보다 높은 32.0~33.0psu와  $10^{\circ}\text{C}$ 이하의 수온으로 정의하였다. Rho(1985)는 황해저층냉수를 Nakao (1977)나 Lie(1984)가 제시한 수온과는 대체로  $10^{\circ}\text{C}$ 이하로 일치하나, 염분에 있어서는 시기에 따라 상한치를 Nakao(1977)와 Lie(1984)보다 높은 33.0~33.2psu 이하의 수괴로 정의하였는데, 이는 황해저층냉수를 고온·고염의 대마난류수의 영향을 받는 제주도 주변해역으로 적용하였기 때문에 염분에 있어서 Nakao(1977)와 Lie(1984)보다 높은 값으로 정의되어진 것으로 보인다. 또한, Park(1984)은  $12^{\circ}\text{C}$  이하의 수온과 33.5psu 이하의 염분으로 정의하였으며, 윤(1985)은  $12^{\circ}\text{C}$  이하의 수온, 32.0~33.5psu의 염분으로 정의하였는데, 이 연구에서는 황해 및 제주도 서부해역에서 전체적으로 황해저층냉수를  $10^{\circ}\text{C}$ 이하의 수온을 지표로 T-S diagram을 분석한 결과 32.0~33.4psu의 염분범위를 나타내었고, 이러한 염분범위는 Rho(1985)의 연구결과보다 0.2psu 높고 Park (1984), 윤(1985)보다는 0.1psu 낮다.

## 3. 황해저층냉수와 동계의 기온

기상조건을 고려하여 동계의 기온이 황해저층냉수의 분포범위에 영향을 미치고 있음을 Nakao(1977), Asaoka and Moriyasu(1966), 양(1984), 윤(1985) 등이 제시하였다. 윤(1985)은 동계의 기온과 황해저층냉수, 즉 정점별 50m층 수온과 동계기온과의 관계에서 2월에 가장 높은 상관관계를 보이고, 점차 상관관계가 낮아졌는데, 이는 50m층이 여름철 표층의 가열로 수온이 상승할 때 어느 정도 영향을 받을 수 있고, 황해 남부해역에서는 저층으로 유입되는 난류수의 영향을 받을 수 있는 수심이기 때문에 이 연구에서는 50m 이심층인 저층을 중심으로 동계 기온과의 상관관계를 알아본 결과, 2월보다 오히려 4월에



상관관계가 더 높았다. 즉, 12월에서 이듬해 1월, 2월의 동계 기온이 그 해의 동계에 바로 저층에 영향을 주기보다 어느 정도 시차를 두고 저층수온에 영향을 주기 때문이라고 생각된다. 이례적으로 기온이 낮았던 해와 높았던 해에 대해 저층의 수온수평분포도를 분석한 결과 추운 겨울을 보낸 1986년과 1993년에는 황해저층냉수의 분포범위가 비교적 따뜻한 겨울을 보낸 1987년과 1992년에 비해 훨씬 더 남쪽까지 나타나고 그 범위도 넓었다. 즉, 동계의 기온은 황해저층냉수의 분포범위에는 밀접한 연관이 있음을 알 수가 있다.

#### 4. 참조기 어장형성과 수온전선

참조기의 주 어기는 9월부터 이듬해 4월까지로 황해저층냉수가 발달하는 시기인 1~3월은 참조기의 월동기로서 제주도 북서해역에서는 10℃ 이하의 황해저층냉수의 세력과 14℃ 이상의 고온수인 대마난류 사이에 동서방향으로 수온전선이 형성되고, 제주도 남서해역에는 고온의 대마난류수와 중국대륙연안수 사이에 남북방향의 전선이 형성(양과 조, 1982)되는데, 이 시기에 참조기의 주 어장은 이러한 전선대에서 형성되며, 이 이외에도 춘계(3~5월)의 산란기에서 서해 연안으로 접근하는 시기이나 하계(6~8월)의 북상기에도 황해저층냉수와 난류계수 및 한국 남서연안수 사이의 전선대(춘계), 황해저층냉수와 서해 연안천해역에 나타나는 고온수 사이에 형성되는 남북방향의 전선대 사이에서 어장이 형성된다. 그러므로 참조기 어장은 황해저층냉수 주변에 형성되는 전선대인 혼합수에서 주로 형성된다고 할 수 있다.

#### 5. 황해저층냉수와 참조기 어장형성과의 관계

참조기의 어장분포 및 어군의 밀집은 황해저층냉수의 세력소장에 의해 변화하는데, 조(1982), 백(2004) 등은 황해저층냉수가 강하게 확장하면 어황이 불황을 보였고, 그 반대인 경우는 평년수준 이상의 호황을 나타내었으며, 저층역을 주조업구역으로 하는 안강망 어업에서 저수온에 의한 영향이 크게 나타났고, 수온과 어획량 사이에는 약 1년 정도의 위상차를 보인다고 했다. 그러나 이 연구에서는

수온과 어획량 사이에 조(1982) 백(2004) 등이 지적한 위상차는 나타나지 않았지만, 황해저층냉수의 세력이 강하게 나타난 해인 1986년과 1993년에는 그 반대의 해인 1987년과 1992년보다 어장이 남쪽으로 치우쳐 분포하고 어획량도 감소하였으며, 어장이 분산되어 분포하고, 1987년과 1993년에는 그 반대의 현상이 나타났고, 10월 이후에는 황해저층냉수의 세력소장도 어느 정도 영향을 주지만, 12℃이하의 저층 저온수가 넓게 분포 하면 그렇지 않은 해에 비해 어장이 분산되고 어획량도 감소하는 경향이 나타났다.

이 연구에서는 황해저층냉수의 세력소장에 따라 참조기의 어획량과 어장의 분포를 근해 안강망어업에 의한 자료를 이용하였다. 그러나 황해저층냉수는 저어류의 어장에 많은 영향을 미침으로 근해 안강망어업 뿐만이 아니라 우리나라 다른 어업에 대한 자료를 이용하여 좀더 많은 저서 어종을 대상으로 황해저층냉수와 연계시켜 분석할 필요가 있다고 사료된다.





## V. 요약

한국 근해해역에서 어획된 참조기의 1985년부터 2003년까지의 어획량 자료 및 1985년부터 2002년까지 국립수산과학원 수온·염분 자료 등을 이용하여 참조기 어획량 변동경향과 근해 안강망 어선에 의한 참조기 어장형성 양상, 황해저층 냉수의 특성 및 세력 소장 등을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 참조기의 어획량은 1986년까지 1만M/T 이하였지만, 그 후 점차 증가하여 1992년에 4만M/T까지 증가했다가 다시 감소하기 시작하여 2000년 이후에는 1만M/T이하까지 감소하였다. 참조기를 어획하는 업종별 평균 어획비율은 대형 쌍끌이 기선저인망이 40.5%, 근해 안강망이 38.7%로 이들 업종에 의해 대부분 어획되며, 그 다음으로 근해 유자망, 대형 외끌이 기선저인망, 대형 트롤 순이다.

2. 황해저층냉수는 수온 10℃이하, 염분 32.0~33.40psu의 수괴이며, 각 정점별 최저수온은 311정선 이북에서는 2월에 대부분 나타났지만, 312정선 이남에서는 오히려 8월에 최저수온이 나타났다.

3. 황해 및 제주도 남·서해역에서 근해 안강망에 의해 어획되는 참조기는 연중 어획되나, 주 어기는 추계(9월)에서 이듬해 봄(4월)까지 지속되며, 하계에 어획량이 가장 낮다. 또한, 좋은 어장은 황해저층냉수 주변에 나타나는 전선대인 혼합수에서 형성되며, 어군분포의 중심은 제주도 북서해역에서 남서해역에 형성한다.

4. 황해저층냉수의 분포범위와 어장형성의 관계에서 황해저층냉수는 혹한기(1986, 1993년)가 난동기(1987년, 1992년)에 비해 남쪽으로 치우쳐 나타나고, 어장형성도 분산되거나 남쪽으로 치우쳐 분포하였으며, 어획량도 감소하였다.

## 참 고 문 헌

- 김상현, 1995. 제주해협을 갈치어장 형성기구에 관한 연구. 박사학위논문, 제주대학교 : 5~162p
- 김상현 · 노홍길, 1998. 제주해협 갈치(*Hairtail, Trichiurus lepturus*)자원의 어장 형성기구에 관한 연구. 한국어업기술학회지, 34(2) : 117~134p
- 김인옥 · 노홍길, 1994. 제주도 주변해역에 출현하는 중국대륙연안수에 관한 연구. 한국수산학회지, 27(5) : 515~528p
- 김준택, 2001. 제주도 남방 마라도 주변해역의 방어어장형성기구에 관한 연구. 박사학위논문, 제주대학교 : 1~83p
- 박중화 · 백철인 · 조규대, 1992. 한국근해 참조기 어장의 어황변동과 해양특성. 수진연구보고, 46p
- 백철인, 조규대, 이충일, 최광호, 2004. 한국연근해 참조기 어장의 어황 특성. 한국수산학회지, 37(3): 232-248p
- 연인자 · 박차수, 1991. 참조기, *Pseudosciaena polyactis* Bleeker 자원의 변동에 따른 분포역 변화. 수진연구보고, 45p
- 양성기 · 조규대, 1982. 동중국해 · 황해의 참조기 어장분포와 어황과의 관계. 한국수산학회지, 15(1), 26~34p
- 양성기 · 조규대 · 홍철훈, 1984. 1981년 하계 황해저층냉수의 이상저수온현상. 한국해양학회지, 19(2) : 125~132p
- 양영진, 1997. 한국 남·서해 및 동중국해 북부해역에 출현하는 전선과 어황. 석사학위논문, 제주대학교 : 4~62p
- 윤용훈, 1985. 황해저층냉수의 특성규명과 남하증거. 제주대학교 대학원 석사학위논문, 52p.
- 윤용훈 · 박용향 · 봉중헌, 1991. 황해저층냉수의 특성과 남하에 대한 재조명. 한국지구과학학회지, 12(1) : 25~37p

- 조규대, 1982. 황해저층냉수가 저어류 어장에 미치는 영향. 한국수산학회지, 18(1) : 25~33p
- 조양기·김구, 1994. 여름철 남해 저온수의 특성과 기원. 한국해양학회지, 29(4) : 414~421p
- 차병열, 1999. 한국 근해 고등어, *Scomber japonicus*의 계절별 분포와 해황과의 관계. 부경대학교 대학원 박사학위논문, 19~25p.
- Baik, C. I. 1991. The variations of fishing conditions of yellow croaker *Pseudosciaena polyactis* Bleeker in relation to the oceanographic conditions of Korea waters. MS. Thesis, National Fisheries University of Pusan, Busan. Korea : 22p
- Cho, K. D·Cho, K. W. 1988. Vertical temperature profile in the Yellow Sea according to the variations of air temperature. Bull. Korean Fish. Soc. 21(1) : 1~10p
- Nakao, T. 1977. Oceanic Variability in Relation to Fisheries in the East China Sea and the Yellow Sea. J. Fac. Technol. Univ. Spec. No, 190~367p
- Lie, H. J. 1984. A note on Water Masses and General Circulation in the Yellow Sea(Hwanghae). J. Oceano. Soc. Korea, 19(2), 187-194
- Park, Y. H. 1985. Some important summer oceanographic phenomena in the East China Sea. J. Oceano. Soc. Korea, 20(1), 22~31
- Rho, 1985. Studies on the marine environments of fishing ground in the waters around Cheju Island, Ph. D. Thesis, Univ. of Tokyo : 225.
- 국립수산과학원, 1985 ~ 2002, 해양조사연보.
- 국립수산과학원, 1992. 12월 NOAA-16(SST).
- 해양수산부, 1985 ~ 2003, 어업생산량 통계연보
- 기상청, 1985 ~ 2002, 기상연보.

## 감사의 글

“이젠 학생이 아니라 일반인으로 네가 한 일에 책임질 줄 알아야 한다.”

이 말을 가슴속에 새기며 시작한 대학원 생활의 2년이라는 시간이 시작함에 있어서는 긴 시간이지만, 끝날 때는 결코 긴 시간이 아님을 새삼 느끼며, 아쉬움을 뒤로한 채 지나온 시간 속에 나를 되돌아봅니다.

이 논문을 준비하는 동안 지치고 힘들 때, 내 주위 고마운 분들의 도움과 따뜻한 관심, 정성어린 말 한마디가 오늘의 이 열매를 맺을 수 있게 한 물과 거름이라 생각합니다.

부족한 점이 많은 이 제자를 끊임없는 충고와 격려로 돌봐주시고 지혜를 가르쳐 주신 서두옥 교수님께 크나큰 고마움을 마음 속 깊이 간직하면서 감사드립니다.

바쁘신 와중에도 논리적이지 못한 문장들을 꼼꼼히 읽어주시고 다듬어 주신 노홍길 교수님께 진심으로 감사드립니다.

항상 따뜻한 관심과 함께 미흡한 논문을 세심하게 심사해 주신 안장영 교수님과 김석중 교수님께 깊은 감사를 드리며, 지도와 편달을 아끼지 않으신 안영화 교수님, 정용진 교수님, 최찬문 교수님께도 감사를 드립니다.

대학원 생활을 하는 동안 아버지처럼 때론 친 오빠처럼 항상 기댈 수 있는 버팀목이 되어 주신 김병엽 선배님과 이창현, 김병기 선배님, 제가 철없던 대학생 시절부터 대학원 생활을 지내는 동안 학문의 가르침과 함께 논문을 다듬어 주신 김상현 선생님, 이 논문을 위해 소중한 자료를 내어주신 김인옥 선배님과 김준택, 고준철 선배님, 대학원 생활을 함께한 양정훈, 구명성 선배님, 지칠 때 나의 얼굴에 웃음을 담아준 사랑스런 임종철, 오승호 후배님에게도 고마운 마음을 전합니다.

그리고 바쁜 직장 생활가운데서도 논문을 쓸 수 있도록 조언과 힘을 북돋워준 제주지방해양수산청 김대환 과장님을 비롯한 직원 여러분과 이 논문이 완성

되기까지 많은 조언을 해주신 제주수산연구소 이정의 소장님, 장대수 팀장님, 유준택 박사님 그리고 이창훈, 양문호, 남명모 박사님과 직원 여러분에게 감사드리며, 6년 남짓 제주에서 생활하는 동안 나의 기쁨과 슬픔을 함께한 동생이지만 항상 친구처럼 언니처럼 나의 곁을 지켜 준 경임이, 친오빠 같은 정호오빠, 동훈오빠를 비롯한 동아리 선후배님들에게 감사하다고 이 자리를 빌어 전합니다.

마지막으로 내가 느끼지 못하는 곳에서도 매순간 나를 보살펴 주시고, 지식으로는 알 수 없는 마음의 지혜를 볼 수 있는 눈과 귀, 입, 육신을 주신 하느님과 누구보다도 이 논문을 기다리시며 멀리서 기도하고 계시는 부모님, 철없는 나를 이해해주고 가끔은 나보다 더 어른스러운 남동생 도현이에게도 내 마음속 깊숙이 담아둔 고마운 마음을 꺼내 이제는 보여드리고자 합니다.

논문을 탈고하면서 끝냈구나하는 안도감보다는 많은 미련과 아쉬움으로 형언할 수 없는 허전함과 공허함을 느끼는 것은 다 익은 열매를 수확 한 후 다음해까지 다시 가꾸어 열매를 얻듯 이 논문이 배움의 끝이 아니라 다시 새롭게 시작하여 더 크고 실한 열매를 얻도록 인내와 끈기, 성실함을 갖고 열심히 노력하려합니다.