

박사학위논문

제주도 남방 마라도 주변해역의
방어어장형성기구에 관한 연구



제주대학교 대학원
어업학과

김 준 택

110-767

2001년 6월

제주도 남방 마라도 주변해역의 방어어장형성기구에 관한 연구

지도교수 노 홍 길

김 준 택

이 논문을 수산학 박사학위 논문으로 제출함

2001년 6월

김준택의 수산학 박사학위 논문을 인준함



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

심사위원장

安長榮



위 원

金東守



위 원

安瑛化



위 원

金碩鏡



위 원

盧洪吉



제주대학교 대학원

2001년 6월

**A STUDY ON THE ASSEMBLING MECHANISM OF THE
YELLOW TAIL, *Seriola quinqueradiata*, AT THE FISHING
GROUND OF ADJACENT SEA IN THE MARADO
OF THE SOUTH JEJU ISLAND**

Jun-Teck Kim

(Supervised by professor Hong-Gil Rho)



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
DOCTOR OF FISHERIES SCIENCE**

**DEPARTMENT OF FISHERY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY**

2001. 6

목 차

LIST OF FIGURES	i
LIST OF TABLE	v
SUMMARY	vi

I. 서 론

1

1. 연구의 배경과 의의	1
2. 제주도 방어어업의 개요 및 연구사	2
3. 방어의 생태학적 특성	5
4. 연구목적과 구성	8

II. 방어 어획량 변동

10

1. 서 언	10
2. 자료 및 방법	10
3. 결 과	11
1) 연도별 어획량 변동	11
2) 어업별 어획량 변동	11
3) 지역별 정치망 어장의 월별 어획량 빈도분포	15

4) 어류 총어획량과 방어 총어획량 변동	15
5) 우리나라 방어 총어획량과 제주도 방어 총어획량의 변동	17
6) 제주도 지역별 방어 어획량 비교	17
7) 추자도와 마라도 방어 채낚기어업에 의한 월별 평균어획량 변화	17
8) 추·동계 추자도와 마라도 방어 채낚기어업에 의한 년별 평균어획량 변화	20
9) 제주도 주변 정치망어장의 월별 방어어획량 변화	20
4. 고 찰	23
5. 요 약	28

III. 제주도 서부해역 및 마라도 주변해역의 해황특성 .. 30

1. 서 언	30
2. 자료 및 방법	30
1) 제주해협내의 해양환경 조사	30
2) 제주도 서부해역의 해양환경 조사	31
3) 마라도 주변해역의 해양환경 조사	33
4) 마라도 주변해역의 해수유동 조사	33
3. 결 과	35
1) 제주도 주변해역의 추·동계 해양환경	35
(1) 제주해협의 수온 및 염분분포 특성	35
(2) 제주도 서부해역의 수온 및 염분분포 특성	38
2) 마라도 주변해역의 동계 해양환경	41



(1) 마라도 주변해역의 수온 및 염분분포 특성	41
(2) 마라도 주변 해역의 동계 연직분포	46
(3) 마라도 주변해역에서의 해수유동	49
4. 고 찰	52
5. 요 약	57

IV. 제주도 서부해역 및 마라도 주변해역의 해황과

어황	59
1. 서 언	59
2. 자료 및 방법	59
1) 황해남동부 및 한국남해서부, 제주도 주변해역의 해황조사 및 어획량조사	59
2) 마라도 주변해역의 해저지형 및 방어 채낚기어선의 위치조사	60
3) 마라도 주변해역의 년별 수온변동과 어획량변동	60
3. 결 과	62
1) 제주도 주변해역의 해황과 어황	62
(1) 추자도 주변해역의 해황과 어황	62
(2) 마라도 주변해역의 해황과 어황	65
2) 마라도 주변해역의 어장형성기구	68
(1) 마라도 주변해역의 해저지형과 방어채낚기 어선의 분포	68
(2) 마라도 주변해역의 년별정점수온과 어획량 변동	71
(3) 마라도 주변해역의 어장환경	72

4. 고찰	73
5. 요약	78
v. 결론	80
참고문헌	84

감사의 글

LIST OF FIGURES

Fig. I -1. Bottom topography of around Jeju Island and the East China Sea.	3
Fig. I -2. Mean catch of Yellow tail by the fishing methods during 1991 ~ 2000.	4
Fig. I -3. Migration path and spawning ground of Yellow tail around sea of Japan(ENAMI, 1975).	6
Fig. I -4. The bodily appearance of Yellow tail.	7
Fig. II-1. Annual catch of Yellow tail in Korea during 1970 ~ 2000.	11
Fig. II-2. Annual catch of Yellow tail by the fishing methods during 1991 ~ 2000.	12
Fig. II-3. Total catch of Yellow tail at the locals in Korea during 1991 ~ 2000.	13
Fig. II-4. Ratio of monthly catch to total catch of Yellow tail by Set net in Korea during 1991 ~ 2000.	16
Fig. II-5. Fluctuation of annual catch of fishes and Yellow tail in Korea during 1978 ~ 1998.	16
Fig. II-6. Fluctuation of annual catch of Yellow tail in Jeju Island and Korea during 1991 ~ 2000.	18
Fig. II-7. Frequency of annual of Yellow tail in each fisheries cooperation of Jeju Island during 1991 ~ 2000.	18
Fig. II-8. Fluctuation of monthly mean catch of Yellow tail caught by the Handline fishing in Jeju Island during 1991 ~ 2000.	19
Fig. II-9. Fluctuation of catch of Yellow tail by Handline fishing at	

the Chujado and Marado in September~December, in 1991~2000.	20
Fig. II-10. Fluctuation of monthly mean catch of Yellow tail by Set net in the west of Jeju Island during 1998~1999.	21
Fig. II-11. Fluctuation of monthly mean catch of Yellow tail by Set net in the east of Jeju Island during 1998~1999.	22
Fig. II-12. Monthly distributions of Yellow tail caught by Purse seine in Korea during 1991~1999.	26
Fig. II-12. Continued.	27
Fig. II-13. The estimated migration path of Yellow tail in Korea.	27
Fig. III-1. Location of oceanographic stations at the Jeju strait.	31
Fig. III-2. Location of oceanographic stations at the study area in Oct. 25~26, 1999.	32
Fig. III-3. Location of oceanographic stations at the study area in Jan. 11~13, 2001.	32
Fig. III-4. Location of oceanographic stations around Marado in Dec. 13, 15, 2000.	34
Fig. III-5. Current meter Mooring positions observed by the National Oceanographic Research Institute(NORI) in Jun. 13~14 and Aug. 17~18, 1996.	34
Fig. III-6. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m and bottom in Jeju strait in Oct. 10~11, 1995.	36
Fig. III-7. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m and bottom in Jeju strait in Nov. 27~28, 1995.	37
Fig. III-8. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m and bottom in Jeju strait in Dec. 13~14, 1995.	39

Fig. III-9. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m in the study area in Oct. 25~26, 1999.	40
Fig. III-10. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m and bottom in the study area in Jan. 11~13, 2001.	42
Fig. III-11. Horizontal distributions of temperature and salinity at the surface, 50m and bottom in the study area in Dec. 13, 2000.	43
Fig. III-12. Horizontal distributions of temperature and salinity at the surface, 50m and bottom in the study area in Dec. 15, 2000.	44
Fig. III-13. Vertical distributions of temperature and salinity of line A~D around Marado in Dec. 15, 2000.	47
Fig. III-14. Drift track of TGPS Buoy around Marado in Jan. 30~31, 2001.	50
Fig. III-15. Current speed and direction at the westsouth sea of Jeju Island in Jun.(Sta. 13) and Aug. (Sta. 21), 1996(NORI).	51
Fig. III-16. Horizontal distributions of temperature and salinity at the surface and bottom in the study area in Sep. 13~16, 1993 (Kim, 1996).	53
Fig. III-17. Horizontal distributions of temperature and salinity at the surface and bottom in the study area in Oct. 11~18, 1991 (Kim, 1996).	54
Fig. III-18. Horizontal distributions of temperature(a) and salinity(b) at the surface and bottom in the study area in May, 1989 (Kim, 1996).	55
Fig. IV-1. Location of oceanographic stations in the study area observed	

by the NFRDA in Oct. 1991~1999.	61
Fig. IV-2. Annual catch of Yellow tail in Chujado during 1991~2000.	63
Fig. IV-3. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m in Oct., 1994 and 1999.	63
Fig. IV-4. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m in Oct., 1993 and 1998.	64
Fig. IV-5. Annual catch of Yellow tail in the around sea of Marado during 1991~2000.	66
Fig. IV-6. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m in Oct., 1991 and 1998.	66
Fig. IV-7. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m in Oct., 1992 and 1997.	68
Fig. IV-8. Bottom topography around Marado.	70
Fig. IV-9. Distributions of Handline Fishing boat around Marado.	70
Fig. IV-10. Annual variation of mean temperature and catch of Yellow tail around Marado in Dec. during 1990~2000.	71
Fig. IV-11. Current pattern around Marado during Flood tide.	76
Fig. IV-12. Distributions of Handline Fishing boat in the Northwest sea of Jeju Island(□ ○ : Handline fishing boat).	76

LIST OF TABLE

Table 1. Frequency of local catch of Yellow tail by the fishing methods during 1991~2000.	14
---	----



SUMMARY

The fishing ground of a Yellow tail from autumn to winters is formed near Chujado on the northwest from Jeju Island, through Hwado on Jeju Straits, to Marado on the southwest of Jeju Island.

We analyze the relationship between the fishing condition of a Yellow tail and characteristics of oceanographic in these seasons to investigate why a poor or good catch is produced. Also we investigate the mechanism of fishing ground around Marado, which shows the best catch of Yellow tails near Jeju island.

In addition, in order to explain the reason, we investigate statistical analyses on a catch of Yellow tails in Korea and oceanographic characteristics of the southeastern Yellow Sea, the southern coastal sea in Korea, surroundings of Jeju Island and the mechanism of fishing ground around Marado. All these studies are summarized systematically as follows:

1. The changes of a Yellow tail production in Korea are like the followings: From 1970 to 1985 it was the same level with the 31-year-old low catch under average. After this period, in spite of an increase and a decrease in the amount, the total catch of Yellow tails recorded above average. During this period, the resource of a Yellow tail changed with a five or six-year cycle, especially a catch increased greatly from 1995 to 1998.

2. The large powered purse seines get the best catch in Korea because

they are operated all over the country. This is followed by Set net, Handline fishing. Excluding the Large powered purse seines, if we look at operation styles classified by areas, Yellow tails are mostly caught by Set net in the East sea. In the South sea by Trawl and Handline fishing, in the West sea by Stow net and around Jeju Island by Handline fishing.

3. The tendency of catching the fish according to Set net in areas is like the followings: In Kangwon and Kyoungbuk they get a good catch in May, June and October. Among these months, the amount of a catch is peaked in October. In Kyoungnam province, they get a good catch in May; December and the former is the better. In Jeonnam province, they get a good catch in April, May, and August, and the last is the best.

4. In the sea around Korea, migration of a Yellow tail shows a following aspect. It begins to migrate toward the north such as the Yellow sea, the South sea and the East sea of Korea from the south of Jeju Island and Tsushima current where they passed winter and spawned.

This migration continues until September or October. After October, it begins to migrate southward. In November and December, it comes down to seas around Jeju Island from the Yellow sea and the East sea, and it stays in these area to winter and spawn until February or March. Therefore. the fishing ground of a Yellow tail by Handline fishing around Marado targets a school of Yellow tails which migrates southward so as to winter and spawn.

5. Low temperature water about 11.0~14.0℃ in the middle or bottom

of the Jeju Straits generally appears from July to October and is distributed from the western entrance of the Jeju Straits to the middle of the Straits. However, the area is sometimes enlarged to the coast of Sorido.

6. In autumn and winter, the environmental condition which is suitable to form fishing ground of a Yellow tail is created around Marado. The reasons are like the followings: Firstly, a front of lukewarm water temperature and salinity is created between inshore water and Tsushima current. Secondly, small-size eddies are developed due to fast tide and irregular configuration of underwater ground and island. Thirdly, high water temperature of 16.0~20.0℃ is maintained by excellent horizontal and vertical mix.



7. Around Marado. The tide fluctuation is explained like the followings: During the flood tide, there is the northwest tide whose flowing average speed is 1.6knot. During the ebb tide, there is the south-southwest tide of 0.8knot. Therefore the flood tide is faster than the ebb tide. Momentarily fast running fluid of 1.4~2.8knot, and 0.18knot north-west residul current are also measured by a current meter in the coast.

8. In autumn and winter around Chujado. Fishermen get a good catch in the year when high water temperature about 15.0~18.0℃ is distributed and the isothermal lines range rarely around Chujado, in the Jeju Straits and the southern sea coast of Korea. On the contrary, they get a poor catch in the year when low temperature water of 11.0~14.0℃

is distributed widely around Chujado, in the Jeju Straits and the southern sea coast of Korea. The reason is that high temperature water of 15.0~18.0℃ from the southeast of the Yellow Sea and the South sea coast of Korea doesn't have any effect on coasts around Chujado.

9. In autumn and winter around Marado. When the coast around Marado is connected with high temperature water of 15.0~21.0℃ from the southeastern Yellow sea and the southern sea coast of Korea, fishermen get a good catch. This is due to distribution of water suitable for a Yellow tail to migrate to. On the other hand, when low temperature water under 14.0℃ is distributed widely from the southeast of the Yellow Sea through the southern sea coast of Korea to Marado, high temperature water can't reach to Marado. Though the southern sea coast of Korea is connected with the Jeju Straits, there is a case when the sea around Marado is affected by oceanic water whose temperature is over 21.0℃. Under this impact, a Yellow tail has a difficulty in migrating from the southern sea coast of Korea to the sea around Marado. Fishermen get a poor catch in the year when these phenomena appears .

10. Although low temperature water under 14.0℃ is distributed, and it results in a poor catch at the fishing ground around Chujado, fishermen can get a good catch at the fishing ground around Marado, if high temperature water of 15.0~18.0℃ from the southern sea coast of Korea is connected with the sea around Marado through the eastern and western coast of Jeju Island. Therefore, fishing grounds are formed by a school of Yellow tails which migrate southward from the southern sea of Korea

to winter and spawn in the sea around Marado in autumn and winter.

11. Around Marado in autumn and winter. Fishing grounds of Yellow tails by handline fishing are formed with a school of Yellow tails migrating southward from the coastal sea and staying around Marado to winter and spawn due to following factors. Firstly, a front of temperature and salinity is formed between inshore water and oceanic water around Marado. Secondly, small-size eddies. Thirdly, excellent horizontal and vertical mix which is created by strong tide and geographical features including irregular underwater ground and an isolated island. An abundant school of Yellow tails stays in front of the tide where a good fishing ground was made.



I. 서 론

1. 연구의 배경과 의의

제주도주변은 쿠로시오(黑潮)로부터 분파된 대마난류계수, 황해저층냉수계수 및 연안계수(중국대륙연안수, 한국남해연안수)등의 여러 이질수괴가 계절에 따라 서로 다른 상으로 출현하고 있다. 그러므로 제주도 주변의 해황을 크게 동계형과 하계형으로 대별할 수 있고 동계형은 11월부터 익년 5월까지, 하계형은 6월부터 10월까지 지속된다. 동계형의 특징은 고온고염의 대마난류수가 제주도 동방해역은 물론 제주도 서방해역 및 제주해협의 넓은 범위까지 분포함으로 제주도 주변해역은 완전히 대마난류수로 둘러쌓이게 되며, 표층에서 저층까지 같은 성질의 해수로 채워지게 된다. 이에반해, 하계형은 6월부터 서쪽에서 확장해 오는 중국대륙연안수의 영향을 받아 제주도 서방해역 및 제주해협에 출현하는 대마난류수의 분포범위가 축소하기 시작하여 8, 9월에는 이해역의 대마난류수는 거의 소멸하고 이때 소멸된 대마난류수 대신 제주도 서방해역과 제주해협 서쪽의 중·저층에 중간난류수 및 혼합수가 그 자리를 메우게 되고 표층(0~30m)은 저염분, 저밀도수인 중국대륙연안수로 덮이게 된다. 이와 같은 하계의 상황은 제주도 서방해역에 대마난류수가 다시 출현하는 10월까지 지속된다. 따라서 제주도 주변해역은 이들 여러수괴에 서식하는 회유성 어종인 고등어, 전갱이, 방어, 삼치, 갈치, 복어, 오징어 등과 같은 여러 어종이 시기별로 출현상황을 달리하고 있다(노, 1985; Nakao, 1977; 김·노, 1994; 김, 1995).

이들 회유성 어종중 방어(*Yellow tail, Seriola quinqueradiata*, TEMMINCK et SCHLEGEL)는 우리나라 남·동·서해전역에 출현하며 4~7월의

봄~여름 어기는 자·치어나 어린 방어의 색이를 위한 북상회유기로서 어획 밀도는 그다지 높지 않으며 9~익년 1월경까지의 가을~겨울 어기는 성어(3세~6세, 체장 69~95cm, 체중 4~12kg)들의 월동 및 산란을 목적으로 하는 남하회유기이다(해양생물생태자료집, 1987. 국립수산진흥원, 1994. 김, 1999).

제주도 주변에서의 방어어업은 9월말부터 제주도 북서부에 위치한 추자도로부터 시작하여 화도(속칭: 관탈도) 주변해역과 제주도 서부해역 및 남서부해역의 마라도 주변해역에서 10월부터 익년 2월까지 방어 채낚기 어업이 이루어지고 있다. 그중 주로 11~12월 사이에 가장 많이 어획되며 이 시기의 어획량은 전국 방어 채낚기 어업의 어획량의 대부분을 차지하고 있을 정도로 그 규모가 크다. 또한, 이때 어획되는 “겨울방어”는 최고급 횡감으로서 유명할 뿐만 아니라 일본에서는 “정월어(正月魚)”라고 부를 정도로 그 인기가 년중 가장 높다. 특히, 마라도는 지리적으로 우리나라 최남단에 위치하고 있어 제주도와 연계한 관광객의 수가 점차 늘면서 최근에는 마라도 주변의 방어낚시가 큰 인기상품이 되고 있다. 이처럼 산업적으로 중요한 어종이며 제주도의 중요 관광자원이기도 한 방어에 관한 연구는 우리나라의 경우 1974년 국립수산진흥원에서 동해에 내유하는 방어에 대한 연구가 있을 뿐 한국주변해역에서 어획되는 방어어장 및 그 형성기구에 관한 연구가 거의 이루어져 있지 않은 실정이다.

2. 제주도 방어어업의 개요 및 연구사

한국 남해와 황해, 동중국해에 접해있는 제주도 주변해역은 Fig. I-1의 등심선 분포도와 같이 모두 대륙붕해역으로 이루어져 있으며 그중 제주해협은 제주도를 연안에서 약 5해리를 벗어나면 남북방향으로 수심의 기복이 심하며, 제주해협의 동쪽입구를 통하여 삼입되는 해저골(120m)이 서쪽으로

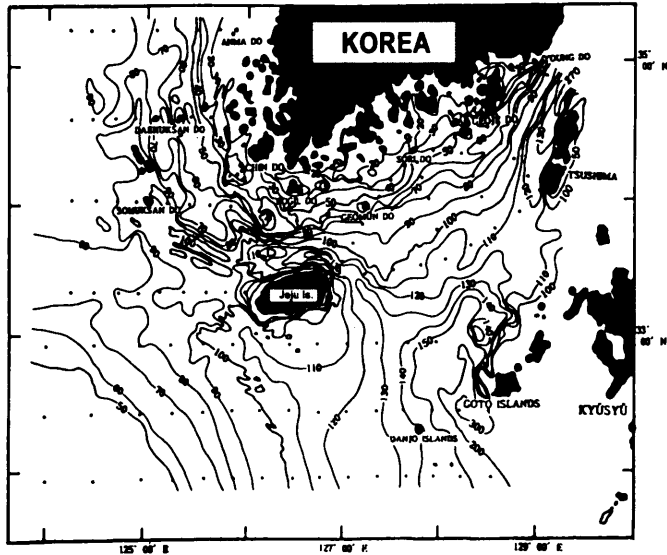


Fig. I -1. Bottom topography of around Jeju Island and the East China Sea.



뺨어있고 한국남해는 연안에서 외해로 나올수록 수심이 완만하며 등심선이 해안선과 거의 평행하게 분포하고 있으며 황해는 50~100m의 골이 제주도 북서해역에서 소흑산도, 홍도, 대흑산도쪽을 향하여 북서 방향으로 뺨어 있을 뿐 그 외의 해역은 모두 50m 미만의 천해역이다.

황해 및 한국남해, 동중국해의 전 해역에서 대형선망(Large Powered Purse Seine)으로 많이 어획되고 있지만 그 외의 어법으로는 남해안에서는 정치망(Set net), 저인망(Trawl Fishing), 연승(Long Line)이며, 서해안은 안강망(Stow net), 자망(Gill net), 제주도는 채낚기(Hand Line Fishing)등이 주로 사용되고 있다(Fig. I -2).

10년간(1991~2000년) 어업별 어획량은 대형선망이 26,711M/T, 정치망 8,000M/T, 채낚기 4,069M/T, 소형선망 1,330M/T, 연안자망 909M/T, 대형기선저인망 774M/T 등의 수준으로 가장 많이 어획하고 있는 어법은 대형선망

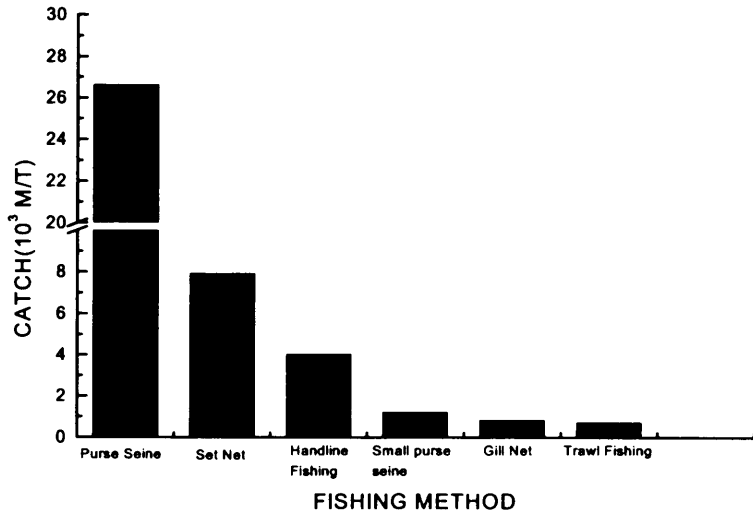


Fig. I -2. Mean catch of Yellow tail by the fishing methods during 1991~2000.



이고 다음으로 정치망과 채낚기 등의 수준이다.

우리나라의 방어에 관한 연구는 1974년 국립수산진흥원에서 정치망 어획자료를 이용하여 동해중부 연안에 내유하는 방어군의 회유경로에 대한 연구가 있을뿐 그 외 방어에 관한 어장환경적인 측면에서의 연구는 전무한 실정이다.

그러나 인접국가인 일본에서는 많은 연구가 이루어져 있으며 그중, 三谷(1960)과 일본동해구수산연구소(1966, 1970)는 대마난류역과 일본의 태평양측 연안역의 방어 생태와 어황을 포괄적으로 연구했는데 이것에 의하면, 방어는 북해도에서 일본남부, 한국, 동중국해 및 대만에 이르는 연안수역에 분포하며 주산란장은 동중국해 중부의 대륙붕 연변부 및 일본 四國근해라고 보고함과 더불어 치어에서 성어에 이르기까지 생태와 회유에 대해서도 보고했다. 江

波(1975)는 방어가 봄에서 여름까지 북상하고 가을과 겨울에 남하하며 산란장은 2~4월경 薩南해역에서 黑潮주변 전선와류역이 된다고 보고하면서 대마난류 주변의 방어회유와 어장에 대해 Fig. I-3과 같이 회유도를 작성하였다.

또한 Uda와 Honda(1933)는 長崎縣과 伊豆半島에서의 정치망에서 어획되는 방어 어황에 대해 보고했고, Mitani(1959)는 대마도에 내유하는 방어군에 대해 보고했으며, Hara(1990)는 한국동해의 일본연안측에 있어서 방어 미성어 어획량의 년변동에 관한 연구에서 대마난류의 유량변동과 수심 100m층의 10℃ 등온선 위치가 방어의 년어획량 변동에 강하게 영향을 준다고 보고했다. 그리고, Kitahara와 Hara(1990)는 회유성 자원의 내유량 지수에 관한 연구에서 방어에 관한 연구를 하였으며, Murayama(1992)는 표식방류 결과로부터 한국동해의 일본측 연안역의 방어 회유에 관해 분석하면서 0세어는 추·동계에 수온저하로 남하하고, 1~2세어는 큰회유를 하지 않으며 4세이상의 대형어는 동중국해와 북해도 연안역 사이를 회유한다고 했다. 이와 같이 일본에서는 방어의 생태와 회유, 어장환경학적 측면의 많은 연구가 1990년대 초반까지 꾸준히 지속되어 일본 주변해역에서의 방어에 관한 지식이 많이 축적되어 있는 상태이다.

3. 방어의 생태학적 특성

방어는 어류의 분류학상

脊索動物門 Phylum Chordata

脊椎動物亞門 Subphylum Vertebrata

顎口上綱 Superclass Gnathostomata

硬骨魚綱 Class Osteichthyes

硬骨上目 Superorder Teleostei

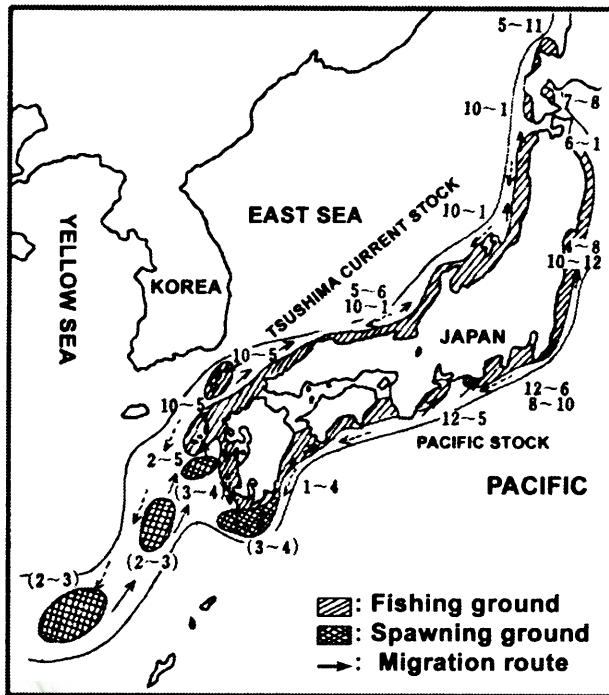


Fig. I -3. Migration path and spawning ground of Yellow tail around sea of Japan(ENAMI, 1975).

농어目 Order Percida

숭어亞目 Suborder Mugilina

꼬치고기上科 Superfam. Sphyracnidae

전갱이科 Family Carangidae

방어亞科 Subfam. Naucratinae

방어속 *Seriola* CUVIER

에 속하는 방어는 영명으로 Yellow tail, 일명으로는 Buri라고 부르며, 학명은 *Seriola quinqueradiata*(TEMMINCK et SCHLEGEL)으로 그 외형은 Fig. I -4와 같다(정, 1988; 해양생물생태자료집, 1987).



Fig. I -4. The bodily appearance of Yellow tail.

방어는 몸이 긴 방추형으로 약간 측편되어 있다. 몸 빛깔은 등쪽이 자색을 띤 청색이고 복부는 은백색이다. 주둥이에서 꼬리지느러미 기저까지 세로로 그어진 선명하지 않은 황색띠가 있다. 주둥이는 원추형으로 두 눈 사이의 길이보다 길며 입은 크고 비스듬히 찢어져 있다. 상악 후골의 상각부(上角部)는 네모져 있다. 체장은 300mm까지의 치어는 등지느러미 6가시, 300~600mm의 치어는 전신에 황갈색의 금속 광택이 있고 배쪽은 은백색이며 체측에 6~11조의 적갈색 가로띠가 있다(정, 1988).

습성은 5월 초순부터 하계에 걸쳐 북쪽으로 회유해가며 이 시기는 자·치어나 어린 방어의 섭이회유기이며, 늦은 하계부터 동·춘계에 이르는 동안 남쪽으로 회유해 오는데 이 시기는 성어의 산란회유기이다. 산란기는 동중국해 남쪽이 2~4월경이고, 북방지역은 6~7월경에 시작되며 성기는 남방이 늦은 봄이고 북쪽이 한여름 동안이며 산란수온은 20.0℃(17~23℃내외), 산란장은 먼 외해이고 알은 분리부성란이다. 숙란을 가진 친어는 일본 남녀군도(男女群島), 오도열도근해(五島列島近海)에서 4월 중순~5월 하순경에 채집된다. 부화시간은 수온 18.0~23.0℃때에 48~75시간이 걸리나 16.0℃이하나 24.0℃이상일 때는 부화된 유어에 기형어가 많고 사망이 많다. 산란수는 6

0~300만개며, 생후 수개월간은 30~50마리가 유조(流藻) 사이에서 생활하면서 쿠로시오(黑潮)나 대마난류를 따라 북상하는데 이때의 방어새끼를 일본에서는 Mojako라고 부르며 방어양식의 종묘가 된다. 이들은 1.5~15cm 까지 성장하게되면 유조환경에서 이탈하여 암초부근의 생활로 옮긴후 11~12월경에 체장 약 21~24cm가 되면 외해로 나가 회유생활에 들어가며, 먹이는 주로 정어리, 멸치, 고등어, 전갱이, 숭어, 꽂치 등의 어류와 오징어류를 새벽과 야침에 많이 포식하며, 서식수층은 유어기가 5~50m, 성어기는 40~120m정도에서 주로 활동하며, 수명은 7년이다(정, 1988; 해양생물생태자료집, 1987).

4. 연구목적과 구성

본 연구는 인접국인 일본에 비하여 거의 초보적 단계에 머물러 있는 우리나라 주변해역에 분포하고 있는 방어에 관한 수산해양학적 지식향상을 위해 전국 방어어획량 통계자료와 제주도 주변해역의 해양환경자료를 이용하여 우리나라 연근해에서 어획되는 방어의 회유경로, 어획량변동특성을 규명함과 더불어 추·동계에 제주도 남방 마라도 주변해역에서 우리나라에서는 가장 좋은 방어채낚기 어장이 형성되는 형성기구를 해명하고 풍·흉어년의 주변환경 특성등을 분석하여 방어의 어황예보와 어장탐색에 필요한 기초자료를 제공하는데 본 연구의 주목적을 두고 있으며 본 논문의 구성은 다음과 같다.

제 I 장 서론에서 연구배경과 의의, 방어에 대한 국내외의 연구실태와 방어어업의 개요, 방어의 생태학적 특성, 연구목적등에 관해 총괄적으로 기술했다.

제 II 장에서는 제주도 주변해역에서는 추자도-화도-마라도로 이어지는 방어 어장이 추·동계에 집중적으로 형성되고 있기 때문에 이러한 어장형성기구를 규명하기 위한 방어어업의 실태파악을 위해 전국 방어어획량 통계자료

를 이용하여 전국의 연별, 지방별, 어업별 방어어획량 변동경향을 분석함과 더불어 제주도의 방어어획량이 전국 방어어획량 변동과의 관계, 제주도의 월별, 지역별 어획량 변동 등을 종합적으로 분석했다.

제 III장에서는 제주해협, 제주도 서부해역, 마라도 주변해역의 수괴분포, 전선, 국부적인 와류형성, 수온, 염분분포, 조류 및 향류 등과 같은 해황특성을 방어의 주어획수층인 50m층과 저층을 중심으로 분석했다.

제 IV장에서는 II, III장의 결과를 바탕으로 어황과 해황과의 관계를 분석하고 제주도 주변해역의 풍·홍년의 방어어장 특성과 함께 마라도 주변해역의 어장기구를 규명하고자 하였고 마지막으로 제 V장에서 결론을 도출하여 본 논문을 총 5장으로 구성했다.



II. 방어 어획량 변동

1. 서 언

제주도 주변해역에는 추·동계에 추자도-화도-마라도로 이어지는 방어어장이 형성되는 특성이 주년 나타나고 있기 때문에 이러한 방어어장형성기구를 규명하기 위한 방어어업의 실태파악을 위해 각 지방의 어획량 통계자료를 이용하여 전국의 연별, 지방별, 어업별 변동상황을 종합적으로 분석하여 제주도 주변해역의 방어자원의 동태를 파악함과 더불어 우리나라 주변해역의 계절별 방어회유도를 추정하였다.

2. 자료 및 방법



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

1970~2000년까지 31년간 통계청의 연별 어업생산량 통계자료를 이용하여 우리나라 방어어획량의 장기변동특성을 파악하였으며, 또한 전국적인 방어의 어획량 변동특성과 각 지방의 월별 출현상황을 파악하기 위하여 최근 10년간 지역별, 수협별 어획량자료를 이용하여 단기변동특성을 파악하였다. 그리고 지역적으로는 제주도 추자도 주변해역에서 어획된 방어를 위판하는 추자도수협과 마라도 주변해역에서 어획된 방어를 위판하는 모슬포수협의 어획량 자료를 분석하여 제주도 주변해역의 방어 어획량 변동특성을 분석하였다.

3. 결 과

1) 연도별 어획량 변동

1970년부터 2000년까지 31년간의 우리나라 연근해에서 어획된 방어의 연도별 총어획량 변동을 Fig. II-1에 나타내었다. 최저어획은 1971년에 761M/T 이고 최고어획은 1998년에 9,620M/T으로 나타나 전체적으로 증가추세를 나타냈고 전 기간 평균어획량은 약 3,600M/T이었다.

1970~1984년 사이에는 평균어획량에 비해 저조한 어획량을 나타냈고 1985~2000년 사이에는 1992~1994년도를 제외하고는 모두 높게 나타났다. 그리고 전체기간중 방어어획량 변동은 5~6년을 주기로 증감이 반복되었고 1997~2000년 사이에 변화가 가장 크게 나타났다.

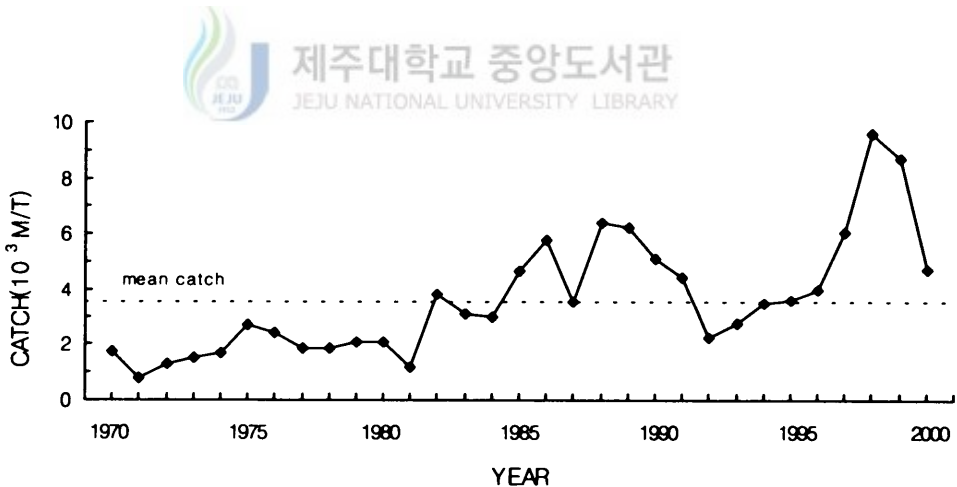


Fig. II-1. Annual catch of Yellow tail in Korea during 1970~2000.

2) 어업별 어획량 변동

Fig. II-2는 1991년부터 2000년까지 10년간 우리나라의 연도별, 주요어업

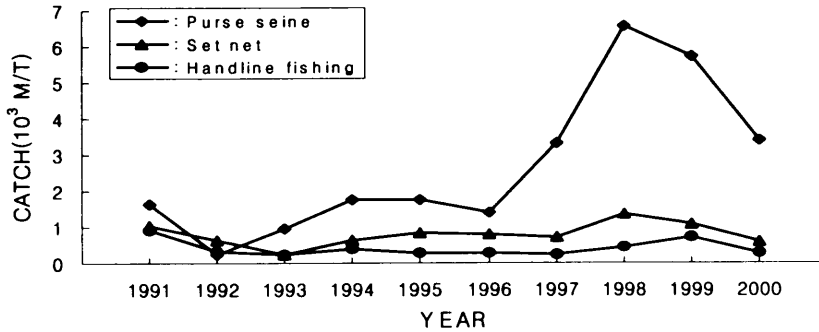


Fig. II-2. Annual catch of Yellow tail by the fishing methods during 1991~2000.

별 방어 어획량 변동을 나타낸 것으로서 총어획량(46,355M/T)중 방어 어획량은 대형선망(26,711M/T)에 의해 가장 많이 어획되었고 다음으로 정치망(8,000M/T), 연안채낚기(4,069M/T)등의 순으로 어획되었다.

대형선망은 우리나라 전해역에서 조업이 이루어지며 정치망은 동해안, 채낚기는 제주도 연근해를 중심으로 이루어지고 있다.

대형선망의 어획량 변동은 1991~1996년까지는 그 외 어업의 어획량 변동과 비슷하였으나 1997년부터는 총어획량이 증가하면서 대형선망 어획량도 급속히 증가했다. 한편, 대형선망 어획량이 급속히 증가하는데 비해 정치망과 연안채낚기는 큰 변동이 없으므로 대형선망과의 어획량 차이는 커졌다.

Fig. II-3은 1991년부터 2000년까지 10년간 계통판매된 우리나라 지방별 어획량을 나타낸 것으로서 총어획량 41,763M/T중 부산이 26,613M/T(63.7%)으로 가장 높게 나타났지만 이것은 지역적인 생산량보다는 대형선망에 의한 위판이 집중되는 곳이기 때문으로 부산을 제외하면 경상북도가 6,321M/T(15.1%)로 가장 높고 다음으로 강원도 4,157M/T(10%), 제주도 3,099M/T(7.4%), 경상남도 1,008M/T(2.4%), 전라남도 504M/T(1.2%) 등의 순으로 나타나 동

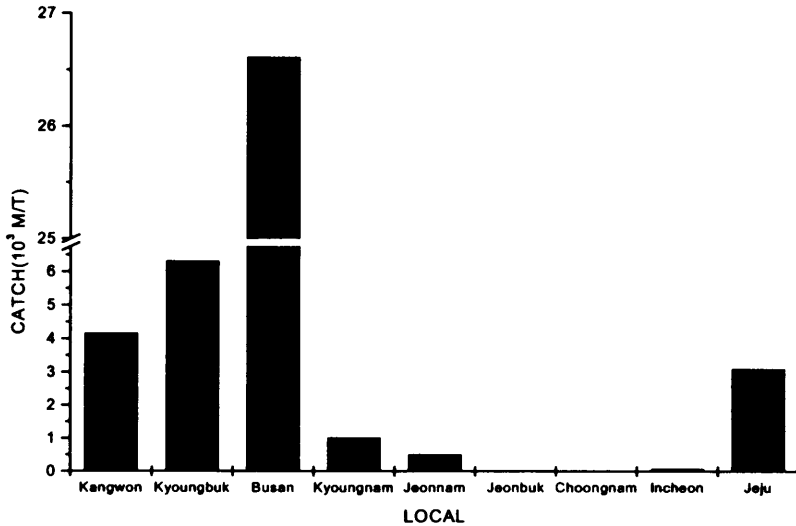


Fig. II-3. Total catch of Yellow tail at the locals in Korea during 1991~2000.



해안에 위치한 경상북도와 강원도가 높은 어획량을 나타냈고 다음으로 제주도 순이었다.

Table 1은 1991년부터 2000년까지 10년간 우리나라 지방에서 어획되는 방어의 어업별 빈도를 나타낸 것으로서 동해안쪽의 강원도는 단일어업으로 정치망(74.2%)이 가장 높고 다음으로 자망(4.8%)등의 순서로 나타났으며, 경상북도는 정치망(79.7%)이 가장 높고 다음으로 연안자망(9.2%), 선망(7.3%) 등의 순서로 두 지역 모두 정치망에 의한 어획이 대부분을 차지하고 있었다.

남해안쪽의 경상남도는 기선저인망(39.0%)이 가장 높고 다음으로 채낚기(24.0%) 등의 순이었으며, 전라남도는 연승(42.9%)이 가장 높고 기선저인망(32.8%), 채낚기(8.7%) 등의 순서로 나타났다. 서해안쪽은 안강망(95.4%)이 가장 높고 자망(2.2%), 기선저인망(1.8%) 등의 순서로 나타났으며 제주도는 채낚기(95.6%)가 가장 높게 나타났다.

Table 1. Frequency of local catch of Yellow tail by the fishing methods during 1991 ~ 2000.

LOCATIONS	LOCALS	FISHING METHOD	FREQUENCY(%)	TOTAL
EAST SEA	Kangwon	set net	74.2	100
		gill net	4.8	
		purse seine	1.3	
		long line	0.4	
		swing net	0.2	
		others	19.1	
	Kyoungbuk	set net	79.7	100
		gill net	9.2	
		purse seine	7.3	
		handline fishing	0.1	
		others	3.7	
	SOUTH SEA	Kyoungnam	trawl	39.0
handline fishing			24.0	
gill net			13.7	
purse seine			6.1	
set net			5.6	
longline			3.8	
Jeonnam		longline	42.9	100
		trawl	32.8	
		handline fishing	8.7	
		set net	2.9	
WEST SEA	Incheon	purse seine	2.5	100
		gill net	1.8	
		others	8.4	
		staw net	95.4	
		gill net	2.2	
		trawl	1.8	
JEJU ISLAND		purse seine	0.4	100
		gill net	0.6	
		longline	0.5	
		handline fishing	95.6	
		otter trawl	2.7	
		others	0.2	

3) 지역별 정치망 어장의 월별 어획량 빈도분포

Fig. II-4는 1991년에서 2000년까지 10년간 총어획량에 대한 지역별 정치망어장의 월별 어획량 비율을 나타낸 것으로 각 지역에서 어기의 시종 및 대략적인 어장변천 상황을 파악 할 수 있다. 이중 서해안은 정치망 자료가 없고, 제주도는 정치망에서 소량 어획되고 있으나 수협위판자료가 없어 분석에서 제외하였으며 지속적으로 수협위판자료가 있는 강원도, 경상북도, 경상남도, 전라남도를 대상으로 분석하였다.

강원도는 5월에 어기가 시작된후 6월에 급속히 어획이 증가하였다가 7~8월에 감소하였으며, 9월부터 다시 급속히 증가하여 10월에 최고어획을 나타낸후 12월에 최소어획이 나타났다. 경상북도는 5~6월에 높은 어획을 나타내면서 7~8월까지 큰 변동없이 지속되다가 9월부터 증가하여 10월에 최고어획을 나타낸후 12월에 최소 어획을 나타냈다. 남해안의 동쪽에 위치한 경상남도는 동해안에 비해 5월에 최고어획이 나타난후 6월부터 감소하여 계속 유지되다가 12월에 다시 소폭으로 높은 어획이 나타났다. 전라남도는 동해안보다 1개월 빠른 4~5월에 어획이 높게 나타났다가 6월에 감소를 나타냈다.

그리고 7월부터 다시 증가하여 8월에 최고 어획량을 나타낸후 점차 감소하여 12월까지 지속되었다.

4) 어류 총어획량과 방어 총어획량 변동

1978년부터 1998년까지 21년간 우리나라 어류의 총어획량과 방어 총어획량의 변동 경향을 Fig. II-5에 나타냈다.

연근해에서 어획된 어류의 총어획량은 1978년부터 1990년까지 연간 1백만 M/T 이상의 어획고를 유지하였으나 1991년부터는 연간 90만 M/T정도로 어획량이 감소하는 추세를 보이고 있다. 이에 비해 방어의 어획량은 해에 따라 증감의 변동은 있으나 점진적으로 증가하는 추세를 보이고 있으며 1998년에는 21년간 가장 높은 어획량(9,620M/T)을 나타냄으로서 우리나라 방어 자원

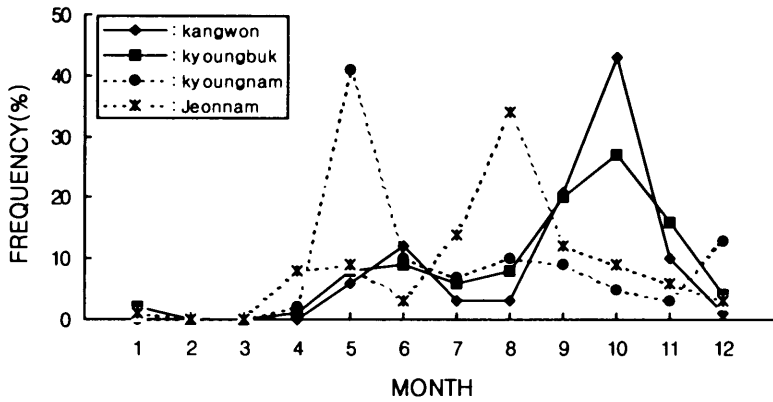


Fig. II-4. Ratio of monthly catch to total catch of Yellow tail by Set net in Korea during 1991~2000.

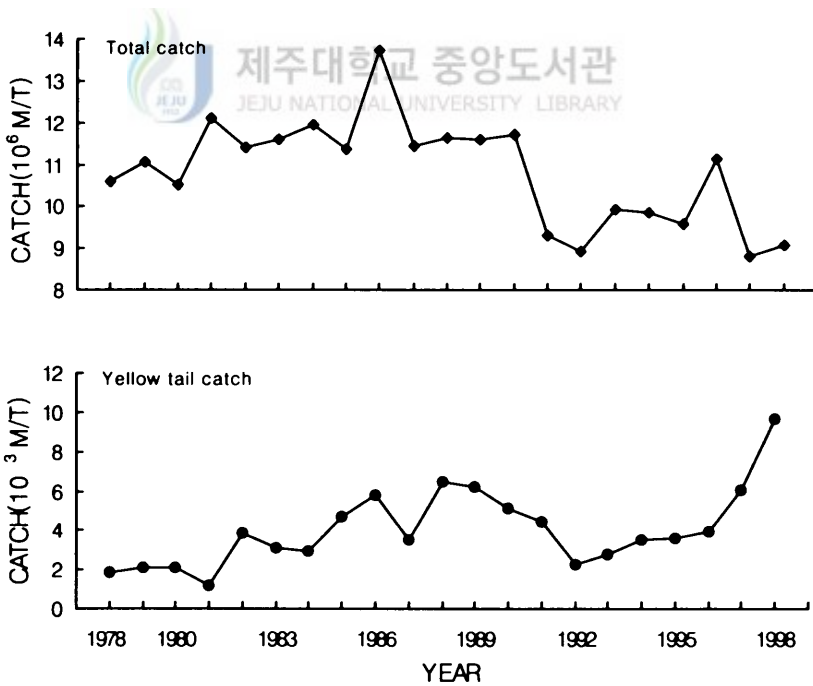


Fig. II-5. Fluctuation of annual catch of fishes and Yellow tail in Korea during 1978~1998.

량은 전체 어획량 변동경향과 약간 다른 양상을 나타내고 있다.

5) 우리나라 방어 총어획량과 제주도 방어 총어획량의 변동

Fig. II-6은 1991년부터 2000년까지 10년동안 우리나라 방어 총어획량과 제주도의 방어 총어획량과의 관계를 비교한 것으로서 우리나라 총어획량 변동은 최고어획이 1998년 9,300M/T이었고 최소어획은 1993년 1,800M/T이었다. 그리고 전년대비 큰 어획량 변동을 보인 해는 1991~1992년, 1993~1994년, 1997~1998년으로 나타났다. 제주도는 1991~1992년에 각각 900M/T과 300M/T으로 급속한 감소를 보인 후 1998년까지 큰 변동은 없다가 다시 1999~2000년에 각각 900M/T에서 400M/T으로 2.4배의 큰 감소가 나타났다.

따라서 제주도 방어 어획량은 우리나라 총어획량의 변동과 비슷하게 나타났다.

6) 제주도 지역별 방어 어획량 비교

제주도의 지역별 방어 어획량을 비교하기 위해 1991년부터 2000년까지 10년간의 지구별 수협에 위판된 어획량 자료를 비교한 결과를 Fig. II-7에 나타냈다. 그 결과 마라도 주변해역에서 어획된 방어를 전량 위판하는 모슬포 수협(마라도 어장)과 추자도 주변해역에서 어획된 방어를 전량 위판하는 추자도수협의 어획량은 각각 총어획량의 57.3%, 31.7%로 두 수협에서 89%를 차지하고 있고, 다음으로 제주시가 7.6%, 서귀포 2.5%등의 순으로 나타났다. 따라서 제주도 주변해역에서 방어 어획은 주로 마라도와 추자도를 중심으로 이루어지고 있음을 알 수 있고 특히, 제주도 남서쪽에 위치한 마라도는 제주도 방어 어획량의 50% 이상을 차지하고 있다.

7) 추자도와 마라도 방어 채낚기어업에 의한 월별 평균어획량 변화

1991년부터 2000년까지 10년간 제주도의 연안채낚기 어선에 의해 어획된

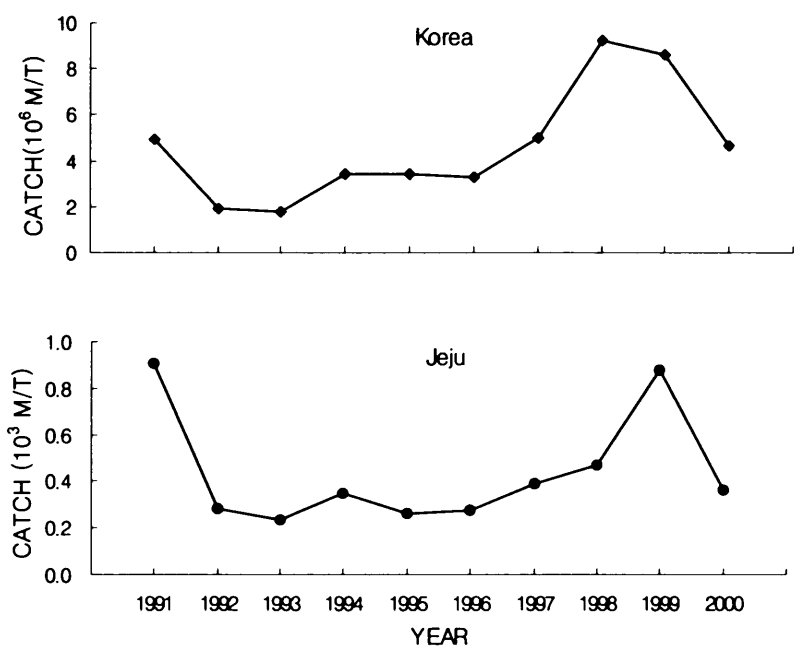


Fig. II-6. Fluctuation of annual catch of Yellow tail in Jeju Island and Korea during 1991~2000.

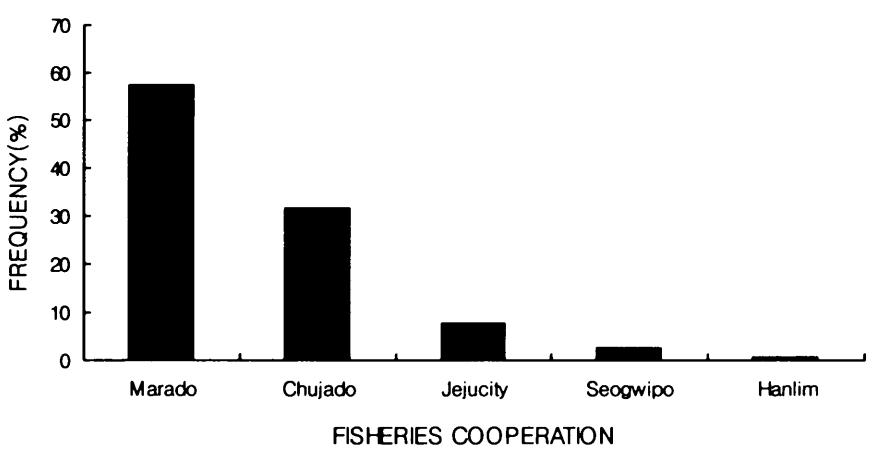


Fig. II-7. Frequency of annual catch of Yellow tail in each fisheries cooperation of Jeju Island during 1991~2000.

방어의 월별 평균 어획량 변화를 Fig. II-8에 나타내었다.

제주도에서 방어는 Table 1에서와 같이 연안채낚기 어업에 의해 95% 이상 어획되며 어장이 집중되는 곳은 추자도와 마라도로 나타났다(Fig. II-7참조).

제주도 북쪽에 위치한 추자도는 1월에 11M/T로 높은 어획을 보인 후 5월까지 어획이 되었다가 8월부터 다시 어획이 시작되면서 10월에 급속히 증가하기 시작하여 11월에 45M/T으로 최고어획을 나타낸후 다시 감소하였다.

마라도는 1월에 28M/T로 추자도보다 높은 어획을 보이면서 6월까지 지속되었다. 그리고 9월부터 어획이 시작되면서 10월에 35M/T으로 급증하기 시작하여 12월에 88M/T의 최고어획을 나타냈다. 따라서 추자도와 마라도의 어획지속기간 및 최고어획이 나타나는 시기 등을 비교해 볼 때 마라도가 추자도에 비해 1개월 늦은 어황을 보이고 있다.

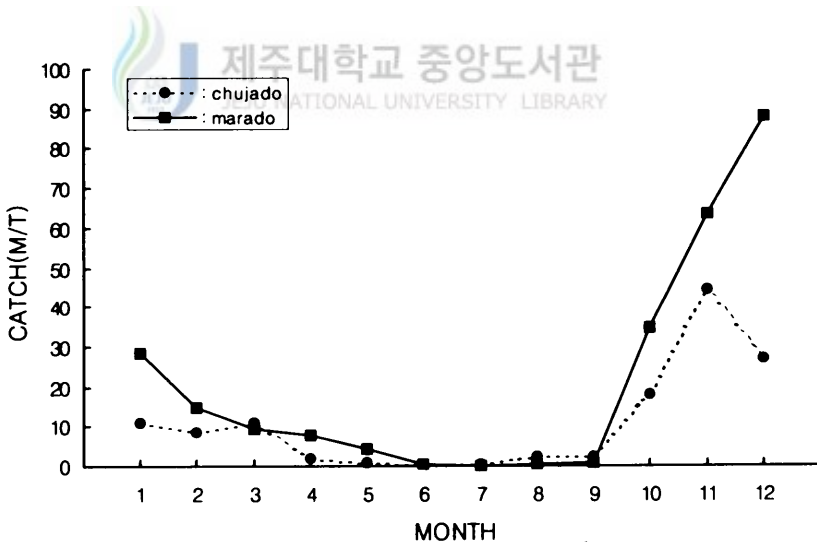


Fig. II-8. Fluctuation of monthly mean catch of Yellow tail caught by the Handline fishing in Jeju Island during 1991~2000.

8) 추·동계 추자도와 마라도 방어 채낚기어업에 의한 년별 평균어획량 변화

추자도와 마라도 주변해역에서 어획이 활발하게 이루어지는 추·동계(9~12월) 채낚기어선에 의해 어획된 방어 어획량의 10년(1991~2000년)간 년변동을 Fig. II-9에 나타냈다. 그 결과 추자도에서 최고어획은 1999년에 260M/T이었고 최저어획은 1991년에 150M/T이었다. 그리고 어획량이 급속히 변동할때는 1993~1994년과 1998~2000년 사이에 나타났다.

마라도의 최고어획은 1991년에 640M/T이었고 최소어획은 2000년에 40M/T이었다. 그리고 어획량이 급속히 변동할때는 1991~1992년, 1997~2000년 사이에 나타났다. 두 지역간에 가장 큰 어획량의 차이는 1991년에 나타났으며 1998~1999년에도 큰 차이를 나타내 서로 일치하지 않았다. 그러나 추자도와 마라도는 1991년과 1998~1999년을 제외하면 전체적으로 거의 비슷한 어획량 변동경향을 보였다.

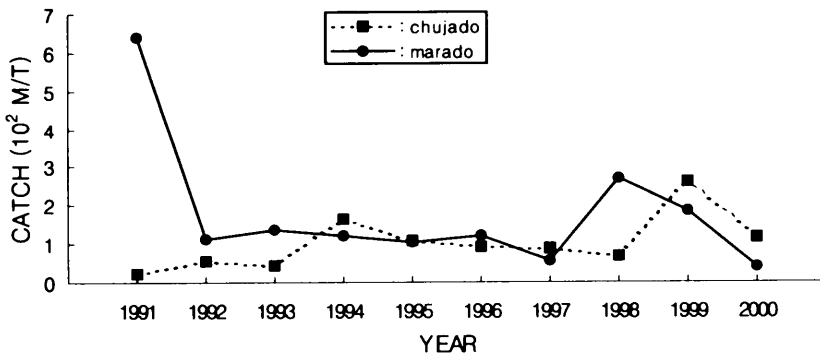


Fig. II-9. Fluctuation of catch of Yellow tail by Handline fishing at the Chujado and Marado in September~December, in 1991~2000.

9) 제주도 주변 정치망어장의 월별 방어어획량 변화

제주도 주변해역에 부설된 정치망 어장의 어업일지에서 1998~1999년 2년간 방어 총어획량 자료를 월별 평균하여 지역별로 비교 분석한 결과를 Fig. II-10, Fig. II-11에 나타냈다.

가. 제주도 서부 정치망 어장의 월별 방어어획량 변화

제주도 주변 정치망 어장 중 제주도 남서쪽에 부설된 강정, 대평, 하예 정치망 어장은 5~7월은 비교적 높은 어획이 유지되다가 8~11월에 최고어획이 나타났으며 12월 및 1월(대평)까지 어획되었다. 반면 서쪽 및 북서쪽에 부설된 두모, 금동, 구엄 정치망 어장에서는 6~8월 및 높은 어획이 나타날 뿐 동계에는 전혀 어획되지 않았는데 이러한 결과는 동계 이 부근 해역의 정치망 어장은 북서계절풍에 의해 조업을 중단하기 때문이라고 해석된다.

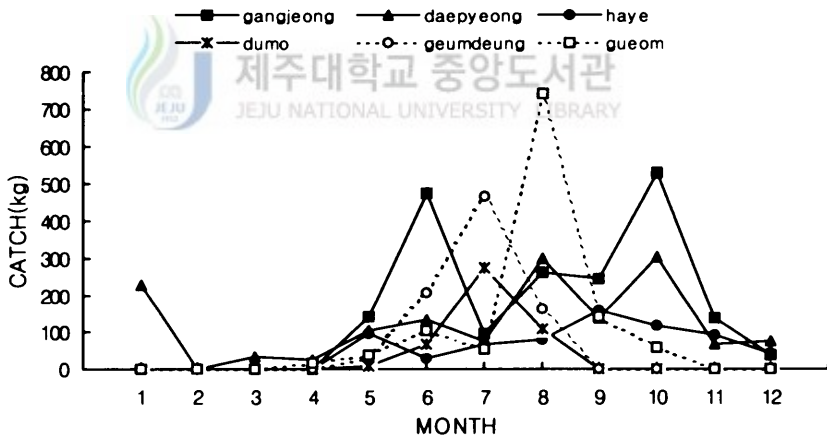


Fig. II-10. Fluctuation of monthly mean catch of Yellow tail by Set net in the west of Jeju Island during 1998~1999.

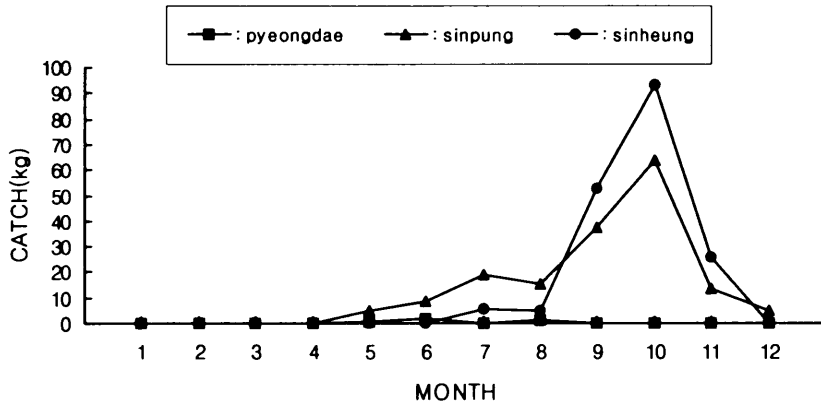


Fig. II-11. Fluctuation of monthly mean catch of Yellow tail by Set net in the east of Jeju Island during 1998~1999.

나. 제주도 동부 정치망 어장의 월별 방어 어획량 변화

제주도 동부지역 정치망 어장 중 북동쪽에 위치한 평대어장의 방어 어획량은 6월에만 소량의 어획이 나타날 뿐 그 외는 거의 어획되지 않지만 남동쪽에 부설된 신평과 신흥어장에서는 5월부터 어획이 시작되어 12월까지 지속되며 그중 10월에 최고어획이 나타났다.

4. 고 찰

31년(1970~2000년)간 우리나라의 방어어획량의 장기변동은 1971년부터 2000년까지 전체적으로 증가경향을 나타냈으며 이기간 평균 어획량은 3,600M/T으로 나타났다. 그리고, 이 기간의 어획량 변동은 5~6년 주기로 나타났으며 1992~2000년 사이에 그 변동폭이 크게 나타났다. 이러한 현상은 자원량이 증가와 더불어 어획노력량의 증가에 따른 것으로 사료되며 비슷한 시기에 일본해에서도 1970년대 어획량은 80~90%가 0세어(모자코 제외)였고 2세어 이상은 수 %에 지나지 않았다는 보고가 있다(檜山, 1990). Hara와 Murayama(1992)는 1980년대에 방어자원량의 변동을 일본해~규슈서해연안역 및 태평양 연안역으로 구분하여 분석한 결과 5~7년 주기로 변동하고 있다고 보고했다. 그리고 原(1990)은 일본해에 방어자원이 1975~1986년에 계속 감소추세로 나타났지만 1990년 이후에는 증가 추세였다고 보고했다. 그러므로 우리나라의 1970~2000년까지의 방어자원량 변동은 일본의 자원량 변동 경향과 거의 같은 양상을 나타내고 있다.

지방별 정치망 어획량 빈도분포에서는 동해안에 위치한 강원도와 경상북도에서 5~6월에 비교적 높은 어획이 나타나고 최고어획이 10월에 나타났으며 강원도에 비해 경상북도쪽이 7~8월 어획이 높게 유지되고 있는 것은 경상북도쪽은 남쪽으로부터 춘~하계의 북상어군이 계속 공급되거나 잔류할 가능성을 시사하고 있다. 이와 같은 결과는 한과 이(1974)가 보고한 동해안으로 내유하는 방어의 출현시기와도 일치한다. 남해안의 동쪽에 위치한 경상남도는 동해안에 비해 1개월 빠른 5월에 최고어획이 나타나고 그후 6월부터 어획량이 감소하여 소량으로 유지되다가 12월에 다시 약간 높은 어획이 나타나고 있어 제주도 남쪽 월동장 및 산란장으로부터 춘계북상군이 한국남해연안을 따라 먼저 경상남도 연안정치망에 도달하고 이후 경상북도와 강원도쪽으로 이동하는 경향을 잘 반영하고 있으며, 강원도나 경상북도보다 늦은 12월에

어획량이 증가하는 것은 추·동계 동해안으로부터 남하회유하는 방어군의 공급에 따른 것으로 판단된다. 남해안의 서쪽부근에 위치한 전라남도는 4~5월에 높은 어획이 나타난 후 6월에 감소를 보였다. 그리고 7월부터 다시 증가하여 8월에 최고어획을 나타낸 후 점차 감소하여 12월까지 지속되고 있다.

이처럼 경상남도나 동해안보다 가장 빨리 춘계호어가 나타나고 하계에 최고 어획량이 나타나 동해안의 양상과도 다른점을 고려하면 전라남도의 어획양상은 전자와 구별된다. 즉 경상남도와 동해안은 월동장 내지는 산란장으로부터 동해안쪽으로 회유하는 방어군을 대상으로 하는 정치망 어장이고 전라남도의 어장은 황해쪽으로 회유하는 어군과 동해쪽으로 회유하는 어군들이 혼합되고 있는 곳 이라고 판단된다.

제주도 주요 수협인 방어어획량 변동에서는 추자도와 모슬포수협(마라도어장)에서 89%를 차지하며 두 지역 모두 채낚기어업에 의해 어획이 이루어지고 있다. 그리고, 수협별 월별 변동에서 추자도는 11월에 최고어획을 나타내고 모슬포수협은 1개월 늦은 12월에 최고 어획이 나타나므로 북측에 위치한 추자도에서 추·동계 남하하는 어군이 모슬포수협의 어획량을 대표하는 마라도어장까지 이동하는 시간적 차이라고 판단된다.

또, 두 수협의 연별 어획량변동에서 추자도는 1999년에 최고어획이 나타날 때 모슬포수협은 어획량이 감소하는 경향을 보였고, 1991년과 1998년에 모슬포수협의 경우는 많은 어획량이 나타났으나 추자도수협은 적은 어획량이 유지되는 등 두 수협의 어획량변동 경향이 일치하지 않는 경우가 있다. 이와 같은 현상은 마라도 주변해역에 내유하는 방어군은 추자도 주변어장으로부터 공급되는 어군 이외에 다른 경로를 통하여 공급되는 어군이 있음을 시사하고 있다.

제주도 주변 정치망에서 방어가 어획되는 양상을 보면 제주도의 남동쪽인 신흥과 신흥어장과 남서쪽인 강정, 평대, 하예어장에서는 동계를 제외한 거의 모든 계절에 방어가 어획되고 있다. 그러나 북서쪽인 두모, 금동, 구업 정치

망에서는 5월에서 1월사이에 주로 어획되고 동계에는 전혀 어획되지 않지만 이것은 동계에는 북서계절풍 때문에 정치망이 부설되지 않기 때문이라고 했다. 이상과 같은 제주도 연안정치망 어장의 어획상황으로 보아 제주도 주변에는 추·동계에만 방어가 내유하는 것이 아니라 거의 주년 방어가 분포서식하고 있지만 추·동계 이외의 다른 계절에는 갈치, 오징어, 삼치 등의 다른 채낚기 어업에 집중되고 맛이 없어 어가가 낮은 방어를 어획하는 것을 기피하는 경향과 추·동계 이외의 계절은 방어군의 농밀도가 낮기 때문인 것으로 판단된다.

Fig. II-12은 우리나라의 최근 9년간(1990~1992년, 1994~1996년, 1997~1999년) 국립수산진흥원에서 선망어선의 3년단위로 해구별 어획량을 정리하여 나타낸 자료(연근해 주요어종의 생태와 어장, 1991~1999)를 참고하여 월별로 나타난 어획량을 모두 겹쳐 해구별로 정리한 자료이다. 이 자료와 각 지방의 정치망어장의 계절별 어획자료를 참고하여 우리나라의 방어회유경로 모식도를 Fig. II-13에 나타냈다. 그 결과 동계인 11월~익년 3월까지 주로 제주도 주변에서 어장이 집중되어 있고 분포범위는 대한해협과 대마도부근 및 규슈서부해역에까지 미치고 있다. 그리고 4~9월에 걸쳐 황해와 한국 남·동해쪽으로 북상하며 10월에 북상한계에 다다른 후 다시 황해와 한국동해로부터 남하가 시작되어 11~12월에 제주도 주변해역까지 대부분이 남하하므로 이때 이 해역에서 높은 어획이 나타나고 있다. 이 남하군은 익년 2월에 제주도 남부해역의 남하한계에 이른후 3월까지 제주도 주변해역에서 월동을 하는 것으로 판단된다.

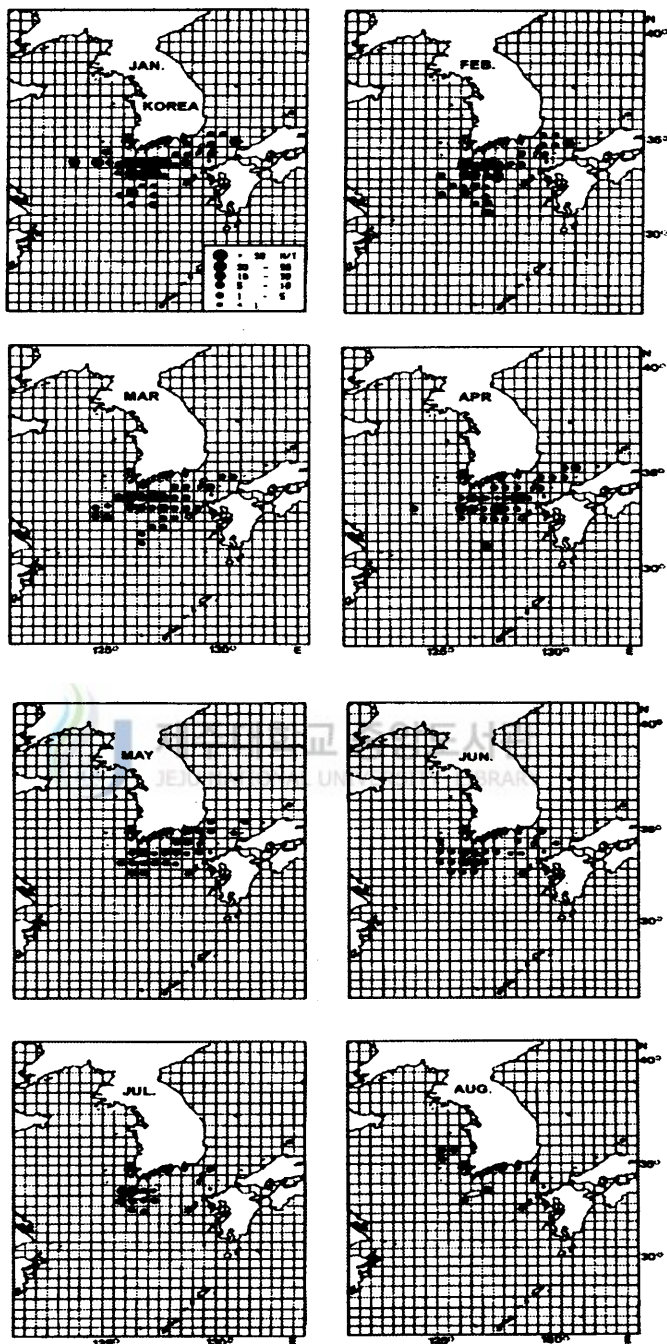


Fig. II-12. Monthly distributions of Yellow tail caught by Purse seine in Korea during 1991 ~ 1999.

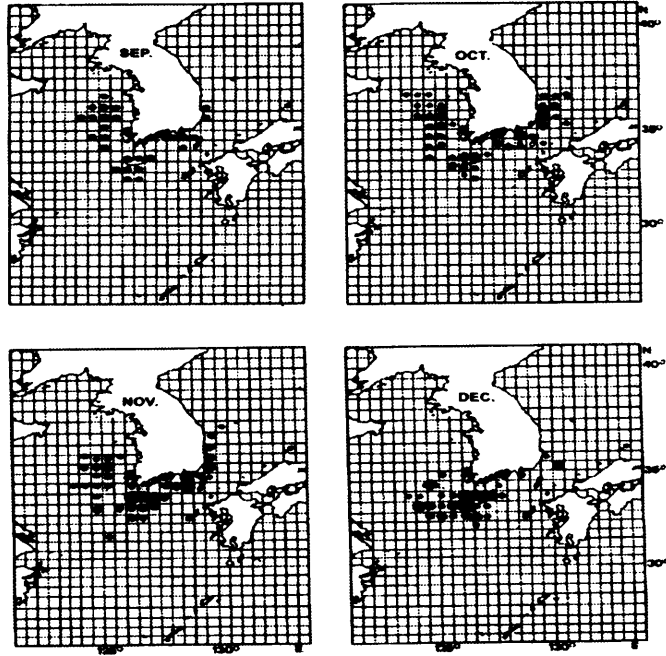


Fig. II-12. Continued.

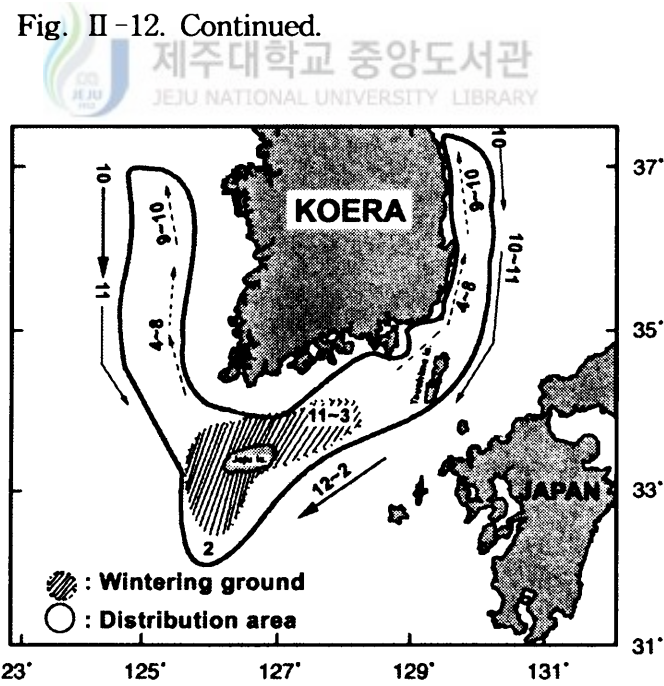


Fig. II-13. The estimated migration path of Yellow tail in Korea.

5. 요약

방어의 자원동태를 구명하기 위하여 31년간(1970~2000년)의 통계청 년별 어업생산량자료와 최근 10년간(1991~2000년)의 지역별, 수협별, 어획량 자료 등을 이용하여 장기 어획량변동 경향, 어업에 따른 지방별, 어업별, 연도별, 월별 어획량과 그 변화 경향을 비교 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 우리나라 방어의 전체 자원량 변동은 1970~1985년까지는 31년간의 평균어획량보다 낮은 저조한 어획량이 유지되었으며 그후 연간어획량의 증감은 있지만 전체적으로 증가경향을 나타내고 있으면서 평균 어획량보다 높은 어획량이 유지되었다. 이 기간중 방어자원량은 5~6년 주기로 변동하는 경향을 나타냈고 특히 1995년부터 1998년까지 어획량이 크게 증가했다.

2. 어업별로는 대형선망의 경우는 우리나라 전역에서 조업이 이루어져 어획량도 가장 높았고 다음으로 정치망, 채낚기 등의 순이며 대형선망을 제외한 지역별 조업특성을 보면 동해안에서는 정치망, 남해안에서는 저인망, 정치망, 채낚기, 서해안에서는 안강망, 제주도에서는 채낚기에 의해 주로 어획되었다.

3. 정치망에 의해 지방별로 어획되는 경향을 보면 강원도와 경상북도는 5~6월과 10월의 어획량이 많고 그중 10월에 최고 어획이 나타나며 경상남도는 5월과 12월에 어획량이 많고 그중 5월에 최고어획량, 전라남도는 4~5월과 8월의 어획량이 많고 그중 8월에 최고어획량이 나타난다.

4. 우리나라 주변해역의 방어회유양상은 제주도 남쪽 및 대마난류역의 월동장내지는 산란장으로부터 3~4월부터 황해 및 한국남·동해쪽으로 북상하

기 시작하여 9~10월까지 이 회유가 지속되다가 10월이후 남하하기 시작하여 11~12월에 양해역으로부터 제주도 주변해역까지 이동해와 2~3월까지 월동장 및 산란장에서 체유하고 있다. 그러므로 마라도 주변해역의 추·동계 방어채낚기 어장은 월동장내지는 산란장으로 이동하는 남하기의 방어군을 대상으로 하는 어장이다.

5. 제주도 남쪽연안에 설치된 정치망에서는 거의 주년 방어가 어획되고 있다.



Ⅲ. 제주도 서부해역 및 마라도 주변해역의 해황 특성

1. 서 언

Ⅱ장에서 나타난 바와 같이 제주해협내의 추자도 주변해역은 추·동계 방어어장의 시작되는 해역이면서 제주도 연안쪽으로 남하회유하는 출구가 되고 화도를 경유하여 마라도까지 어장이 형성되므로 이곳에 영향을 미치는 해황 및 제주도 서부연안에까지 연결되는 해황을 분석하여 제주도 주변해역에서 방어어장이 형성되는 특성을 파악하고자 하였다. 이러한 제주도 주변해역의 방어어장형성과 관련한 해황특성을 파악함에 있어 방어의 주어획수층인 50m~저층의 수괴분포와 방어의 회유 및 어획 적수온인 15.0~18.0℃(해양생태자료집, 1987), 15.0℃(宇田, 1964), 월동장 지표수온 16.0~17.0℃(村山, 1992)의 수괴의 거동에 중점을 두고 분석하였다.

2. 자료 및 방법

1) 제주해협내의 해양환경 조사

Ⅱ장에서 서술한 바와 같이 제주해협내의 추자도 주변해역은 추·동계 방어어장의 시작되는 해역이면서 제주도 연안쪽으로 남하회유하는 출구가 되고 화도를 경유하여 마라도까지 어장이 형성되므로 이곳에 영향을 미치는 해황 및 제주도 서부연안에까지 연결되는 해황을 분석하기 위하여 Fig. III-1과 같이 제주해협내에 남북방향으로 횡단하는 4개의 해양관측 정선을 설정하여 정선상의 23개 정점에서 1995년 10월 10~11일, 11월 27~28일, 12월 13~14일에 제주도 어업지도선 삼다호(250G/T)에 의해 조사된 CTD(SBE-19) 관측자료 중 방어의 주어획수층에 해당하는 50m층과 저층의 수온, 염분의 분

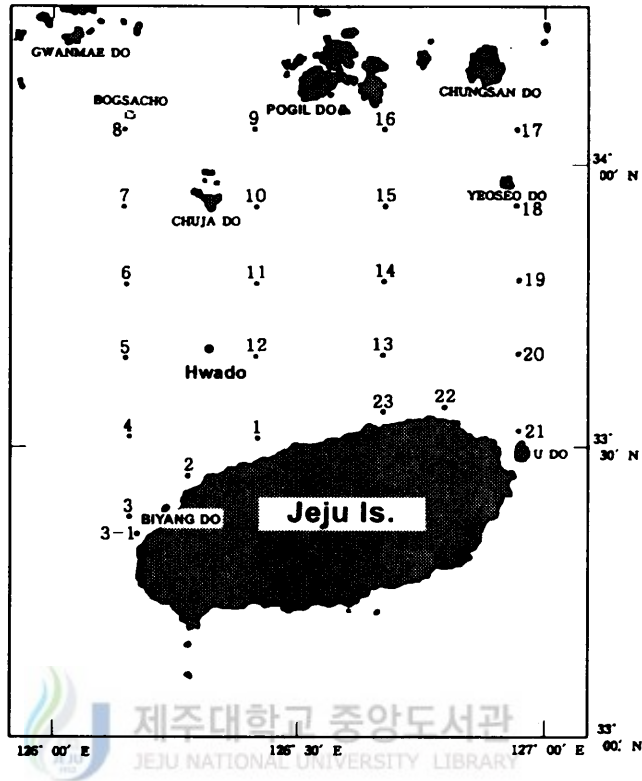


Fig. III-1. Location of oceanographic stations at the Jeju strait.

포 특성을 분석하였다.

2) 제주도 서부해역의 해양환경 조사

추·동계 제주해협 북서쪽에 위치한 추자도를 시작으로 화도를 경유하여 마라도로 연결되는 어장이 형성되므로 이와 같은 광해역에 대한 해황을 분석하기 위해 Fig. III-2, 3과 같이 황해남동부해역 및 한국남부해역과 제주도 서부해역에 대한 해황을 1999년 10월 25~26일, 2001년 1월 11~13일 각각 추계와 동계에 제주대학교 실습선 아라호(990G/T)를 이용하여 관측된 CTD 자

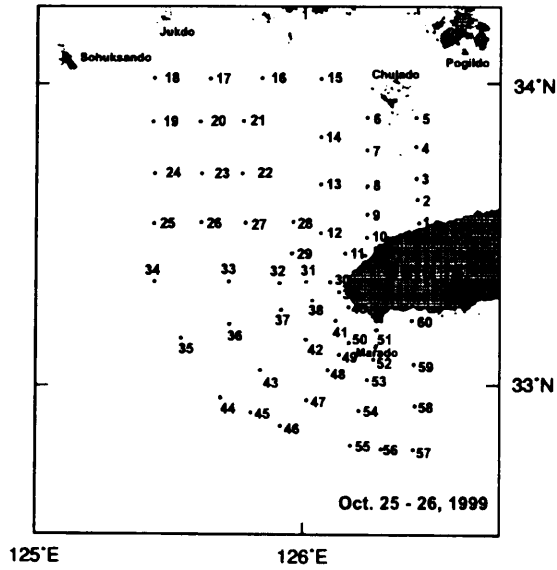


Fig. III-2. Location of oceanographic stations at the study area in Oct. 25~26, 1999.

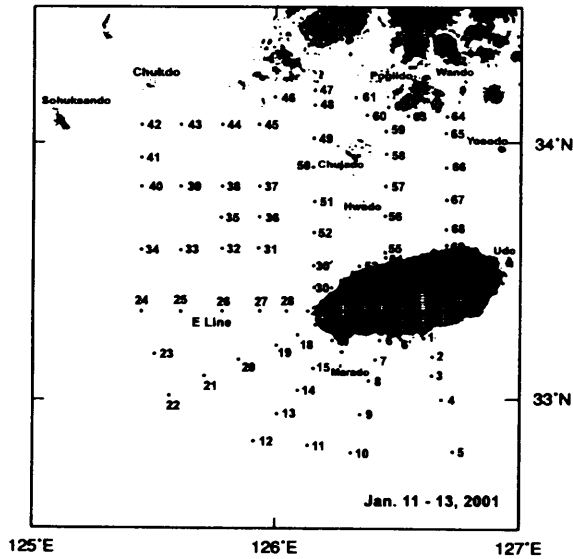


Fig. III-3. Location of oceanographic stations at the study area in Jan. 11~13, 2001.

료 중 제주해협내의 해양환경분석과 같이 방어의 주어획수층에 해당하는 50m층과 저층의 수온, 염분 분포특성을 분석하였다.

3) 마라도 주변해역의 해양환경 조사

어획통계 분석결과에서 살펴본 바와 같이 마라도 주변 해역의 방어어장은 추·동계에 걸쳐서 형성되지만 그 중에서도 12월에 가장 피크를 나타내는 시기의 해양환경을 조사하기 위해 2000년 12월 13일과 15일에 남제주군 어업지도선 마라호(40 G/T)를 이용하여 Fig. III-4와 같이 마라도를 중심으로 방사형의 관측정선을 설정하여 총 36개 정점의 CTD 관측자료에서 얻어진 수온, 염분의 표층, 50m층 및 저층에 대한 수평분포 및 각 정선에 대한 연직분포 특성(2000년 12월 15일)을 분석하였다.

4) 마라도 주변해역의 해수유동 조사

마라도 주변해역에서 국지적인 방어어장이 형성되고 있으므로 이 해역에 대한 해수유동 측면의 어장형성 원인을 분석하기 위하여 라그랑지식 TGPS Buoy추적을 2001년 1월 30일, 31일의 창조류와 낙조류 때 관측을 행하였으며 Buoy 위치를 1분마다 수신하여 분석하였다. 또한 오일러식 관측방법으로 마라도 주변해역에서의 유향, 유속을 파악하기 위해 Fig. III-5와 같이 국립해양조사원(NORI)에서 1996년도 하계에 제주도 남서부 해역에 해류계를 Mooring한 자료 중 정점 13(6월 16~17일), 21(8월 17~18일)에서 얻어진 자료를 활용하여 분석하였다.

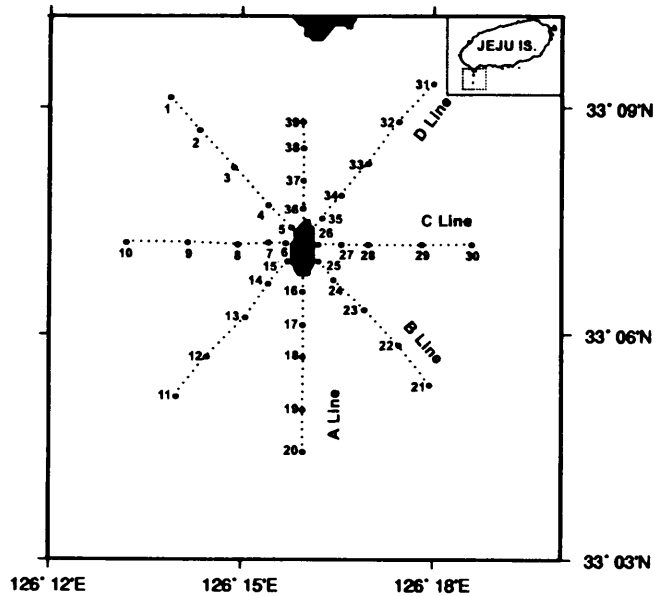


Fig. III-4. Location of oceanographic stations at the around Marado in Dec. 13, 15, 2000.

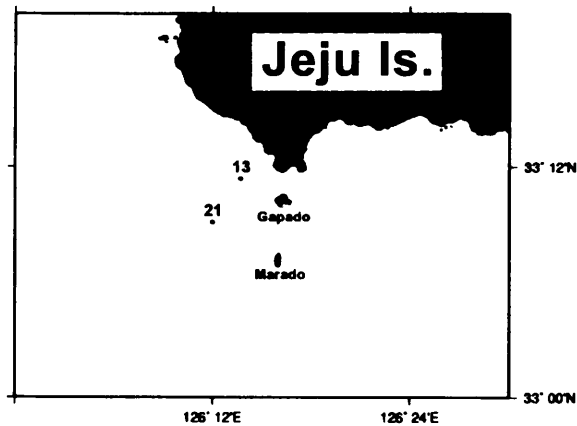


Fig. III-5. Current meter Mooring positions observed by the National Oceanographic Research Institute(NORI) in Jun. 13~14 and Aug. 17~18, 1996.

3. 결 과

1) 제주도 주변해역의 추·동계 해양환경

(1) 제주해협 수온 및 염분분포 특성

추·동계에 방어어장이 형성되는 제주해협내 해황특성을 파악하기 위해 1995년 10월, 11월, 12월의 50m층과 저층의 수온, 염분 수평분포 특성을 분석한 결과에서 10월의 해황을 Fig. III-6에 나타냈다.

50m층의 수온, 염분분포는 제주해협 북동쪽에서 16.0~17.0℃, 33.6psu의 비교적 저온저염한 한국남해연안수가 제주해협쪽으로 확장하고 있으며 제주도 서쪽 연안역에서는 20.0~21.0℃, 34.0psu의 대마난류수 세력이 제주해협 중앙부까지 확장하고 있고, 제주해협 서쪽입구의 중앙부에는 14.0℃, 33.8psu의 저온고염수가 설상으로 삽입되어 있다.

저층에서는 보길도와 추자도 사이의 해역을 통하여 남동쪽을 향해 확장하는 16.0~17.0℃, 33.0~33.4psu의 한국남해연안수가 제주해협 서쪽입구의 중앙부에서 제주해협 깊숙히 삽입되어 있는 14.0~15.0℃, 33.6~33.8psu의 저온고염수 세력과 마주치고 있으며, 남쪽으로는 제주도 서쪽 및 동쪽연안에서 확장하는 19.0~22.0℃, 34.0psu이상의 대마난류수 세력이 제주해협 중앙부의 저온수 세력과 마주쳐 이들 사이에 약한 전선이 형성되고 있다.

Fig. III-7은 1995년 11월의 해황특성을 나타낸 것으로서 50m층은 추자도와 여서도를 연결하는 해역까지 15.0~16.0℃, 33.4~33.8psu의 한국남해연안수가 동서로 넓게 확장하고 있으며, 11월이 되면서 10월에 제주해협 서쪽입구에 출현했던 14.0℃의 저온수는 소멸하고 16.0℃, 33.6psu의 비교적 고온고염수가 설상으로 남아있다. 그리고 제주해협 중앙부에는 제주도연안 서쪽과 동쪽에서 18.0℃, 34.0psu이상의 대마난류수가 해협의 전체에 영향을 미치고 있다.

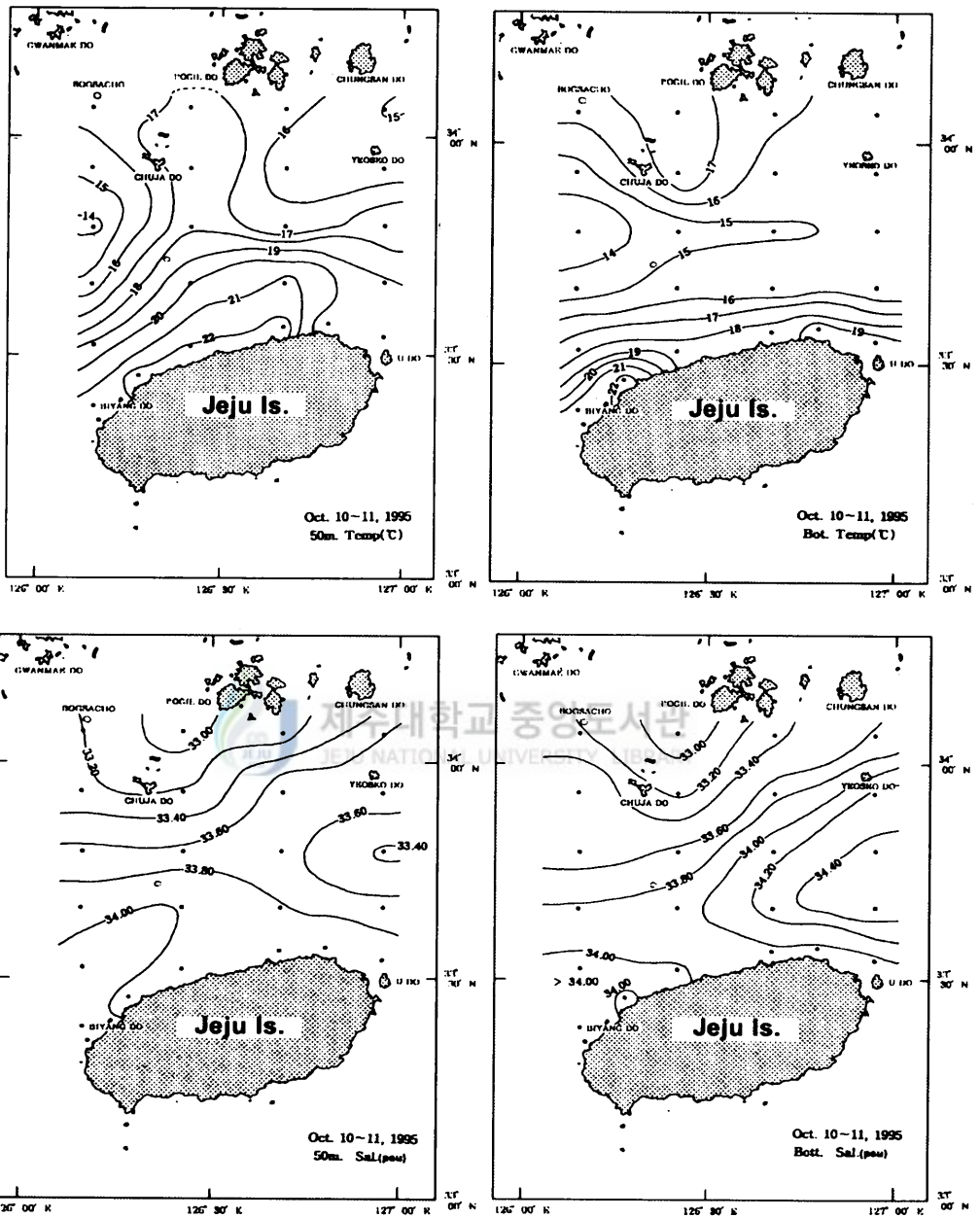


Fig. III-6. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m and bottom in Jeju strait in Oct. 10~11, 1995.

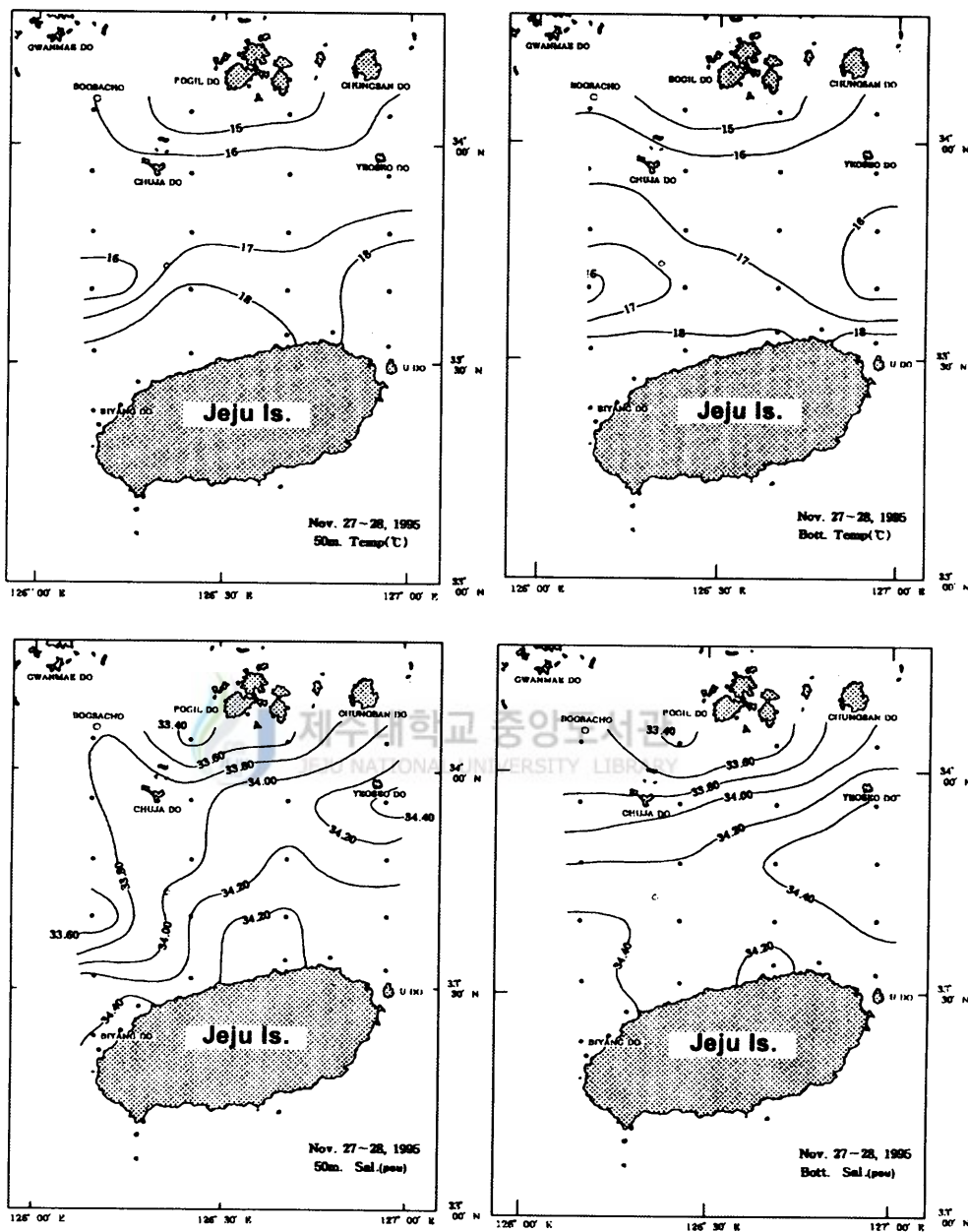


Fig. III-7. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m and bottom in Jeju strait in Nov. 27~28, 1995.

저층해황은 50m층과 비슷한 분포를 보이며 해협내의 중앙부에서는 17.0℃ 이상, 34.0psu이상의 대마난류수가 폭넓게 분포해 있다.

Fig. III-8은 12월의 해황특성을 나타낸 것으로서 11월까지 제주해협의 해황은 50m층 및 저층이 서로 다른 해황을 나타냈으나 12월부터 동계해황이 시작되면서 제주도 주변해역은 대류냉각작용에 의해 표·저층이 거의 균질한 상태가 되므로 50m층과 저층의 해황은 거의 유사한 상태가 되었다. 분포특성은 보길도와 청산도 사이 해역에서 동계 냉각되어진 13.0℃, 33.4psu의 한국남해연안수의 선단부가 제주해협쪽으로 확장하면서 제주해협 서쪽입구를 통하여 유입되는 16.0℃, 34.2psu 이상의 대마난류수 세력과 마주치면서 추자도 및 여서도를 연결하는 동서방향의 전선대를 형성하였다. 따라서 상당히 냉각되어진 한국남해연안수가 추자도 주변해역으로 확장하는 시기가 12월부터 시작되고 있으며 동서방향의 전선대가 뚜렷하게 나타났다.

(2) 제주도 서부해역의 수온 및 염분분포 특성

제주도 서부해역의 추·동계 해황특성을 파악하기 위해 추계인 1999년 10월 25~26일과 동계인 2001년 1월 11~13일의 50m층과 저층의 수온, 염분분포 특성을 분석한 결과에서 10월의 해황특성을 Fig. III-9에 나타냈다.

50m층의 해황은 소흑산도 남쪽해역에서 12.0~14.0℃, 33.2~33.6psu의 저온수 세력이 제주해협의 서쪽입구를 통하여 유입되는 17.0~19.0℃, 33.8~34.4psu의 대마난류계수 세력과 마주쳐 전선과 와를 형성하고 있다. 제주도 남서쪽에는 13.0~14.0℃, 33.2~33.6psu의 저온저염수가 제주도 남서쪽에 출현하고 그 세력의 일부는 제주도 연안역까지 영향을 미치고 있으며 이 세력과 제주도 남서부 외해에서 북쪽으로 확장하는 20.0~24.0℃, 33.6~34.0psu의 고온고염수와 마주쳐 제주도 연안에는 굴곡이 심한 전선 및 소규모 와를 형성하고 있다.

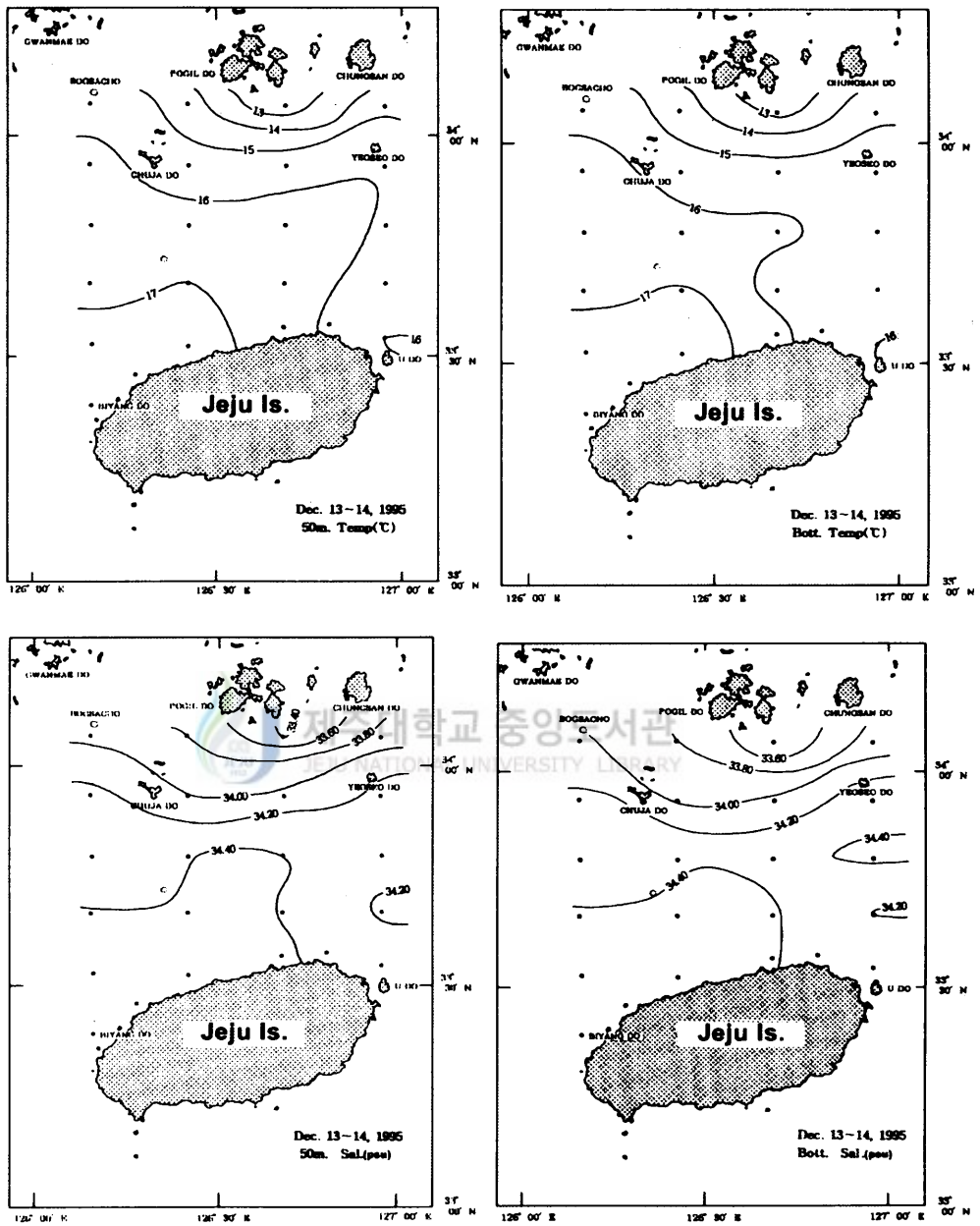


Fig. III-8. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m and bottom in Jeju strait in Dec. 13~14, 1995.

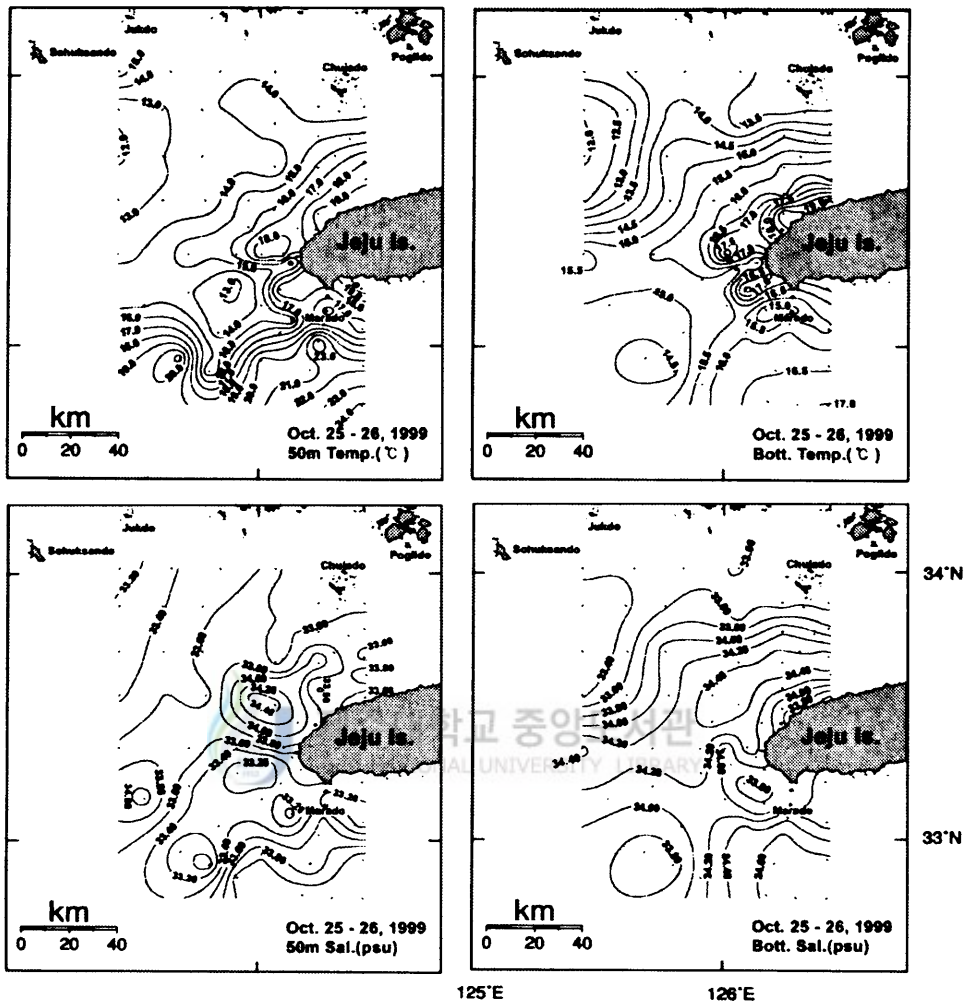


Fig. III-9. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m in the study area in Oct. 25~26, 1999.

저층의 해황은 제주도 북서쪽 해역에서 50m층의 분포와 비슷하게 나타나고 있으며 제주도 남서쪽 외해에서는 14.5~15.0℃, 33.8~34.0psu의 비교적 저온고염한 해수와 16.0~16.5℃, 34.4~34.6psu의 대마난류수가 마주쳐 조밀한 전선과 소규모 와들이 형성되어 있다. 그러므로 1999년 10월의 해황을 종합해 볼 때 제주해협 북서쪽의 소흑산도 남쪽해역에는 저온수(12.0℃ 중심)계가 동쪽으로 확장하고 있고, 제주도 서쪽해역에는 제주도 남서쪽을 유과하여 제주해협내로 유입되는 대마난류수가 확장하면서 두 수괴의 사이에는 조밀한 전선이 형성되고 있다. 따라서 추계(10월) 제주도 서부해역에는 서로 다른 이질수괴에 의해 복잡한 해황이 형성되어 있으며 제주도를 중심으로 한 서쪽해역에서도 복잡한 해황이 나타났다.

Fig. III-10은 2001년 1월 동계 해황특성을 나타낸 것으로서 대류냉각작용으로 전층이 균질한 해황특성을 나타내고 있다. 50m층과 저층의 분포특성은 소흑산도 동쪽과 보길도 서쪽에서 9.0~11.0℃, 32.4~33.0psu의 한국남해연안수가 남하하여 제주도 주변해역에 넓게 분포하고 있는 15.0~17.5℃, 34.2~34.35psu의 대마난류수 세력과 마주쳐 화도를 중심으로 북동에서 남서방향으로의 비교적 조밀한 전선을 형성하고 있다.

2) 마라도 주변해역의 동계 해양환경

(1) 마라도 주변해역의 수온 및 염분분포 특성

마라도 주변해역의 동계해황을 파악하기 위해 2000년 12월 13일과 15일에 2회 CTD 관측을 실시한 수온, 염분의 표층, 50m 및 저층의 수평분포 특성을 각각 Fig. III-11, 12에 나타냈다. 그 결과 12월 13일의 표층수온과 염분 분포는 18.2~18.6℃의 범위로 수온은 마라도 북동과 남서방향을 경계로 북서쪽에서 18.4℃의 고온수가 마라도쪽으로 설상으로 분포해 있고 마라도 연안 가까이 18.2℃의 와가 나타났다. 반대인 남동쪽에는 18.6℃의 대규모 와가 북동과 남서방향으로 길게 형성되어 있으며 외측으로 18.2~18.4℃의 외해수

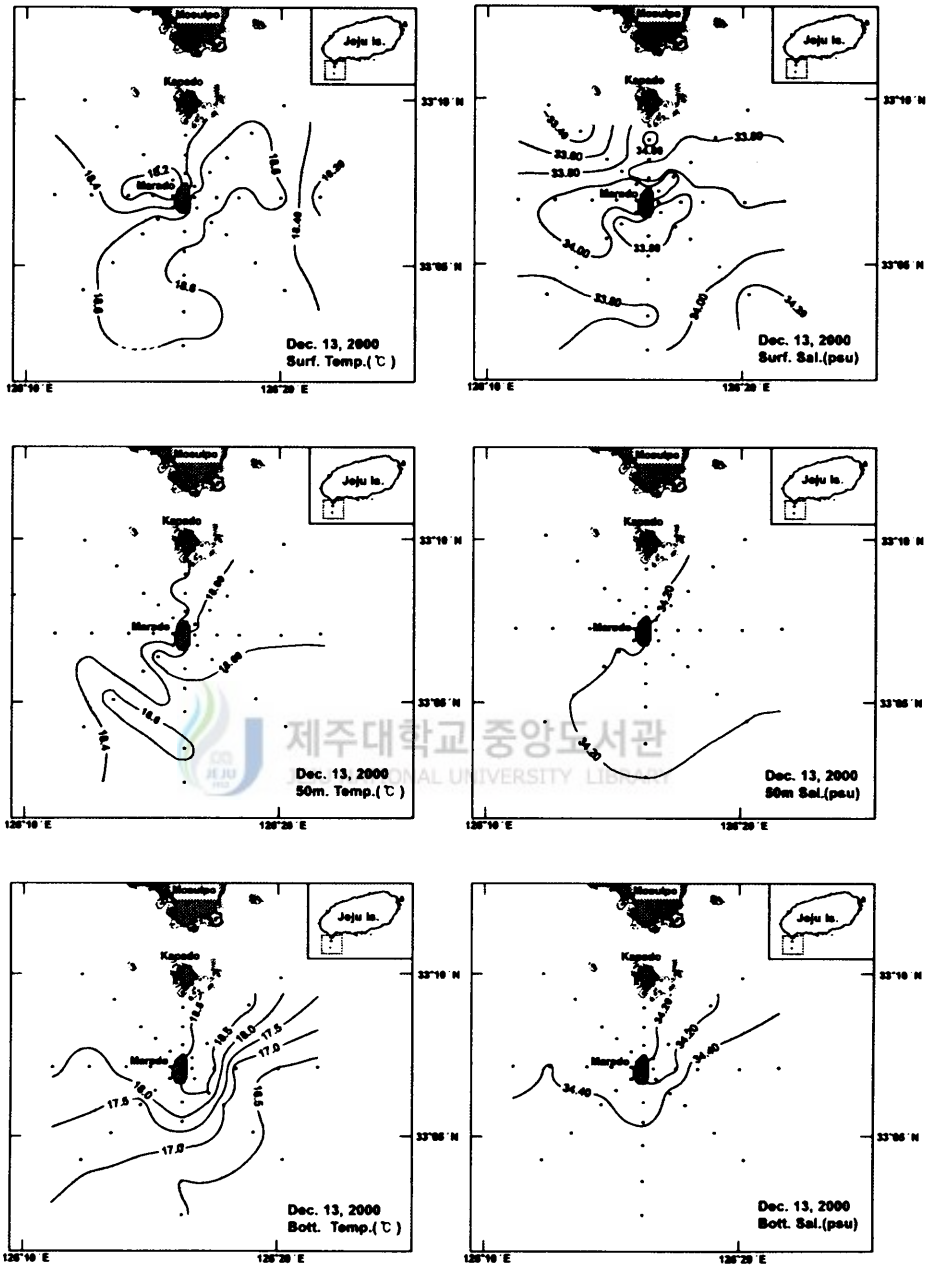


Fig. III-11. Horizontal distributions of temperature and salinity at the surface, 50m and bottom in the study area in Dec. 13, 2000.

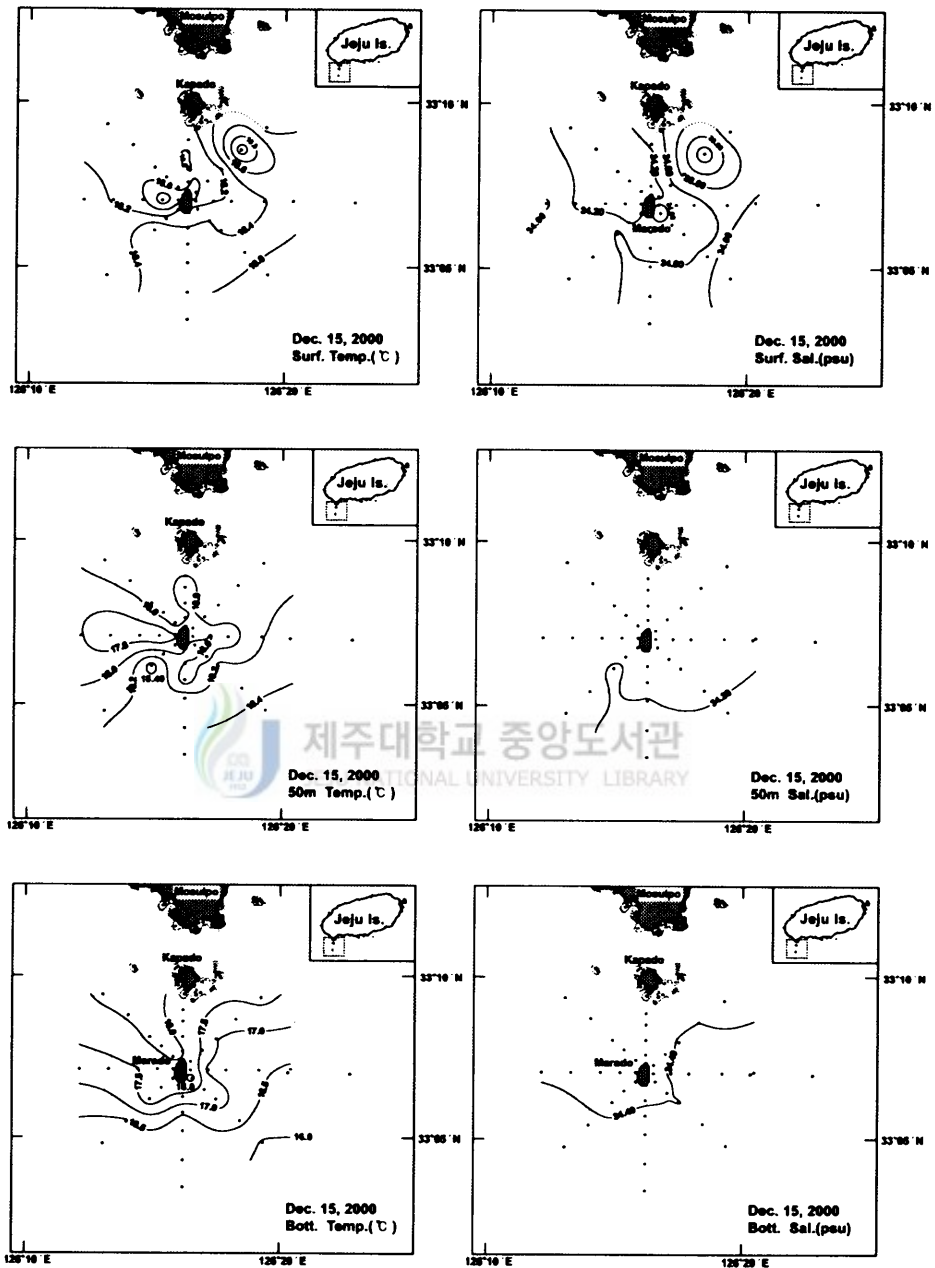


Fig. III-12. Horizontal distributions of temperature and salinity at the surface, 50m and bottom in the study area in Dec. 15, 2000.

가 분포해 있다. 염분분포는 수온보다 복잡한 형태로 마라도 주변 및 가파도(加波島) 사이에 33.8~34.0psu의 와들이 다양하게 규모를 달리하며 형성되어 있다. 그리고 마라도 북서쪽 외해측에서 33.4~33.8psu의 저염수와 반대 방향인 남동쪽 외해에서 34.0~34.2psu의 대마난류수가 마라도 방향으로 서로 마주보며 분포해 있다.

50m층의 수온과 염분분포는 18.4~18.6℃, 34.2psu의 범위로 표층해황에 비해 단순한 형태로서 그 양상은 북서쪽에는 18.4℃ 이하, 34.2psu 이상의 저온고염수가 넓게 분포해 있고 남동쪽에는 18.6℃, 34.2psu 이하의 고온저염수가 마라도 연안까지 설상으로 깊숙이 삽입되어 있다.

저층의 수온과 염분 분포는 16.5~18.5℃, 34.2~34.4psu의 범위로서 가파도와 마라도 사이 동쪽으로 18.5℃의 고온수가 설상으로 삽입하고 남동쪽 외해에는 16.5~18.0℃ 범위의 전선이 분포해 있는 반면 마라도 남쪽 연안역 및 북서쪽에는 18.0~18.5℃의 비교적 균질수가 넓게 분포해 있다. 염분은 남~남동쪽 외해의 34.4psu의 대마난류수 주류가 마라도 연안 가까이까지 넓게 분포해 있고 남쪽연안과 북서쪽 외해에서도 34.2~34.4psu의 고염분 균질수가 분포해 있다.

따라서 마라도주변 및 가파도 사이에는 북서쪽에서 남동쪽으로 확장하는 연안수와 남동쪽 외해에서 북서쪽으로 확장하는 대마난류수가 만나 소규모 와 및 전선이 나타나고, 50m층은 약간의 차이는 있으나 양쪽 모두 균질수가 분포해 있으며 저층은 50m층에 비해 복잡한 형태로서 남동쪽 외해의 대마난류수가 마라도 주변 연안에 분포해 있는 18.0~18.5℃의 수괴와 마주쳐 외해 쪽으로 전선이 형성된 반면 마라도 주변과 가파도 사이에는 비교적 표층~저층까지 18.0~18.5℃의 균질수가 나타났다.

Fig. III-12는 2000년 12월 15일의 수온, 염분분포 특성을 나타낸 것으로서 표층은 18.0~19.0℃, 33.4~34.2psu 범위로서 마라도 북동쪽과 남서쪽을 기준으로 마라도 연안에서 18.0~18.2℃, 34.2psu의 연안수가 마라도 주변을 감싸

고 있으며 마라도 서쪽연안에 냉수성 와가 형성되어 있고, 가파도 남쪽에는 고온저염수(18.6~19.0℃, 33.4~33.8psu)의 난수성 와가 나타났다.

50m층과 저층은 16.0~18.4℃, 34.2~34.4psu 범위로서 수온은 50m층에서 마라도 서쪽에 17.8℃, 34.2psu의 저온고염의 냉수성 와가 분포해 있고 마라도 주변에는 18.0℃의 수괴가 사방에 분포해 있다. 그러나 남쪽과 남동쪽 외해에서는 18.2~18.4℃, 34.2psu의 대마난류계수가 분포해 있다.

저층에서는 외해수의 마라도쪽 접근이 잘 나타나 있는 형태로 마라도 주변에는 17.5~18.0℃, 34.4psu의 대마난류수가 분포하며 남동쪽 외해에는 16.0~17.5℃의 고온수가 분포해 있다. 따라서 마라도 주변 연안역에는 남동쪽은 북서쪽에 비해 수온분포가 크게 나타났지만 북서쪽은 전층이 수온변화가 큰 차이가 없는 균질수가 나타나 혼합이 잘되고 있으며 남동쪽 외해쪽에는 전층이 수온범위가 16.0~18.4℃의 범위로서 대마난류수가 변질되지 않고 연안에 까지 접근하고 있었다. 그러므로 마라도 주변해역은 미세한 수온, 염분변화를 보이면서 연안수와 외해수의 경계역을 중심으로 미세한 전선 및 지형성 와가 출현하는 해역으로 나타났다.

(2) 마라도 주변 해역의 동계 연직분포

마라도 주변해역의 연직해황구조를 파악하기 위하여 2000년 12월 15일에 마라도주변 해역에서 조사된 자료를 4개정선(A, B, C, D)으로 나누어 그 결과를 Fig. III-13에 나타내었다.

정선 A는 마라도를 중심으로 남북방향을 나타낸 것으로 관측정점중 19, 20, 39는 결측되어 분석에서 제외 시켰다. 수온, 염분 범위는 16.5~18.5℃, 34.2~34.4psu로서 남쪽 외해측 정점 18 부근에서 표층부터 30m까지 18.5℃의 고온수가 한정되어 있고 그 외 수역에서는 표층부터 50~70m까지 18.0℃, 34.2psu 범위의 수괴가 분포해 있다. 그리고 외해측 수심 70m 부근의 18.0℃의 고온수는 마라도 연안역에서 수심 50m까지 상승분포해 있다.

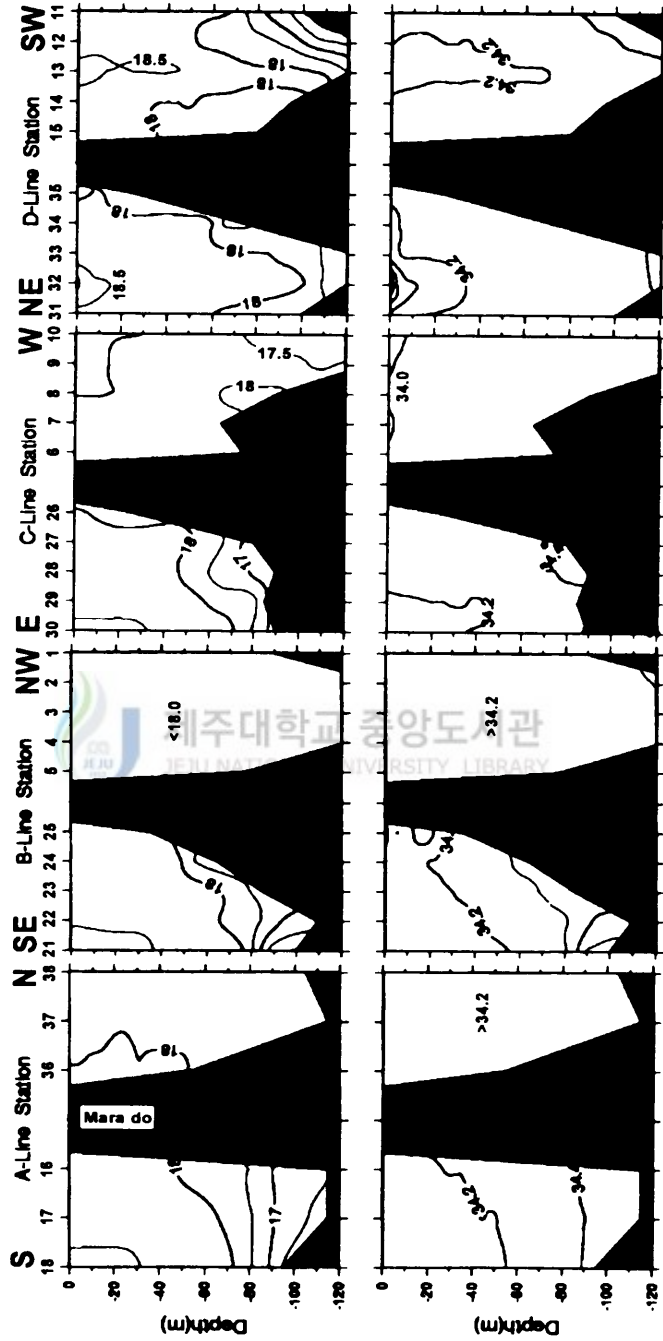


Fig. III-13. Vertical distributions of temperature and salinity of line A ~ D around Marado in Dec. 15, 2000.

그러나, 반대쪽의 수괴분포는 마라도 해저경사를 따라 18.0℃ 이하의 수괴가 정점 36 부근에서 연직방향으로 수심 약 50m층까지 분포한 반면 외해측은 그 이상의 수괴가 전층에 균질하게 분포하고 있다.

정선 B는 마라도를 중심으로 북서쪽에서 남동쪽으로 설정된 해역으로써 북서쪽 정점 1~5와 남동쪽 정점 21~25로 나누었다. 남동쪽 해황은 정선 A와 비슷한 분포를 보이며 외해측 정점 21~22사이에 18.5℃의 고온수가 수심 35m층에서 나타나며 중·저층인 80~90m층 부근의 17.5~18.0℃ 고온수는 마라도 연안쪽에서 경사면을 따라 상승하여 수심 40~50m까지 분포해 있으나 85m층 이심에서는 17.0℃의 수괴가 해저골을 따라 저층에 분포해 있고, 염분은 수온의 분포형태와 비슷하게 각각 34.2~34.3psu 범위의 수괴가 표층에서 30~60m층까지 출현하고 있다. 이와 반대로 북서쪽 해황은 수온과 염분이 각각 18.0℃이하, 34.2psu의 수괴가 전층에 균질하게 분포해 있어 남동쪽 해황이 마라도 지형요인에 의해 용승작용이 형성된 반면 반대쪽에는 연직으로 혼합된 균질수가 분포하고 있다. 정선 C는 마라도를 중심으로 동서방향의 관측선으로써 동쪽 정점 26~30과 서쪽 정점 6~10의 수괴분포의 범위는 동쪽이 서쪽에 비해 조금 크게 나타나고 있으나 정선 A, B에 비해 양쪽 방향이 비슷한 수괴분포 특성을 나타내고 있다. 동쪽은 저층골에 용기부와 경사진 골을 따라 17.0℃, 34.4psu의 대마난류수가 분포하고 있으며 상층부에는 17~18℃, 34.2psu의 수괴가 마라도 경사면을 따라 상승분포하는데 80m층의 18.0℃의 고온수는 경사면을 따라 표층까지 확장해 있는 반면, 서쪽은 수온과 염분에서 각각 17.0~18.0℃, 34.0psu 범위의 수괴가 전층에 나타나며 17.5℃의 수온은 저층부터 표층까지 외해측으로 연결되어 있다.

정선 D는 마라도를 중심으로 북동과 남서쪽으로 구분되는데 양쪽방향이 비슷한 분포를 보이고 있다. 수괴분포 특성은 북동쪽 정점 32 부근에 18.2~18.6℃, 33.4~34.0psu의 범위로 수심 10m 부근까지 와가 형성되어 있으며 최저층의 골에는 17.5℃, 34.4psu의 수괴가 얇게 덮여있다. 그리고 중·저층의

18.0℃의 고온수는 최저수심 90m층부터 마라도 경사면을 따라 정점 35 부근의 표층까지 상승분포해 있다. 한편, 남서쪽에서는 해저골을 따라 확장된 16.5~17.5℃, 34.4psu의 수괴가 해저골의 바깥측 경사면을 따라 하강분포해 있는 반면 연안쪽으로는 정점 14~15 사이에는 18.0℃ 이하의 수괴가 마라도 남서쪽 경사면을 따라 수심 30m층까지 상승분포하여 있어 분포는 매우 비슷하다.

(3) 마라도 주변해역에서의 해수유동

가. TGPS Buoy 추적

마라도 주변 해역의 해수입자 유동상황을 파악하기 위해 2001년 1월 30일, 31일의 창조류와 낙조류때 TGPS Buoy를 추적한 결과를 Fig. III-14 나타내었다. 1월 30일의 부이추적은 창조때 1시간 50분 추적한 결과로 총 2.5mile을 북서쪽으로 이동하였으며 이때 평균 이동속도는 1.6knot였다. 낙조류때 1시간 50분 추적한 결과 남~남서방향으로 1.25mile이동하였으며 이때 평균 이동속도는 0.8knot였다. 1월 31일의 부이추적은 창조때 3시간 10분 추적한 결과로 이동방향은 북서방향으로 약3.8mile 이동하였으며 도중 평균 이동속도는 1.42knot였고 관측기간중 나타난 최고유속은 2.8knot였다.

나. 해류계에 의한 정점관측

마라도 주변해역의 유향, 유속을 파악하기 위하여 국립해양조사원(NORI)에서 실시한 해류계의 Mooring 관측자료중 정점 13(1996년 6월 15~16일)과, 정점 21(1996년 8월 17~18일)의 결과를 Fig. III-15에 나타내었다. 그 결과 정점 13은 마라도 연안쪽의 자료로서 유향은 북-북서와 남-남동방향이 주류를 이루며 순간 최고유속은 남동방향으로 90.9cm/sec, 순간 최저유속은 북서방향으로 8.3cm/sec, 향류는 동쪽방향으로 7.5cm/sec로 나타났다.

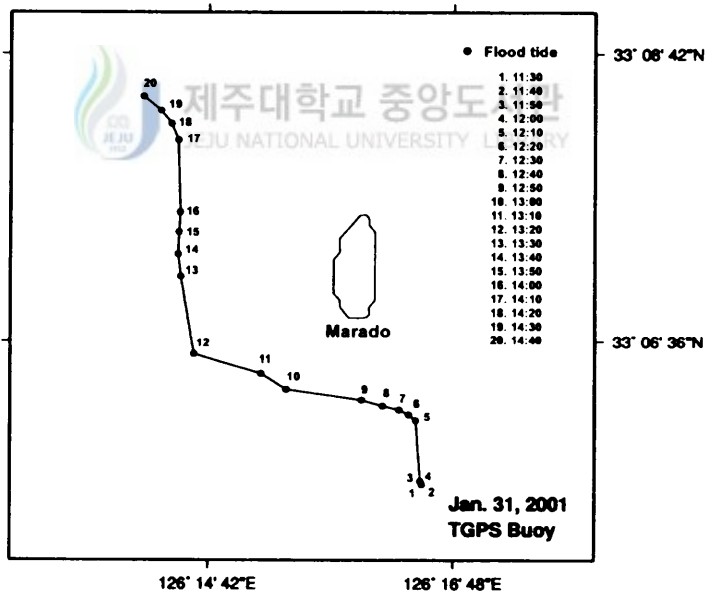
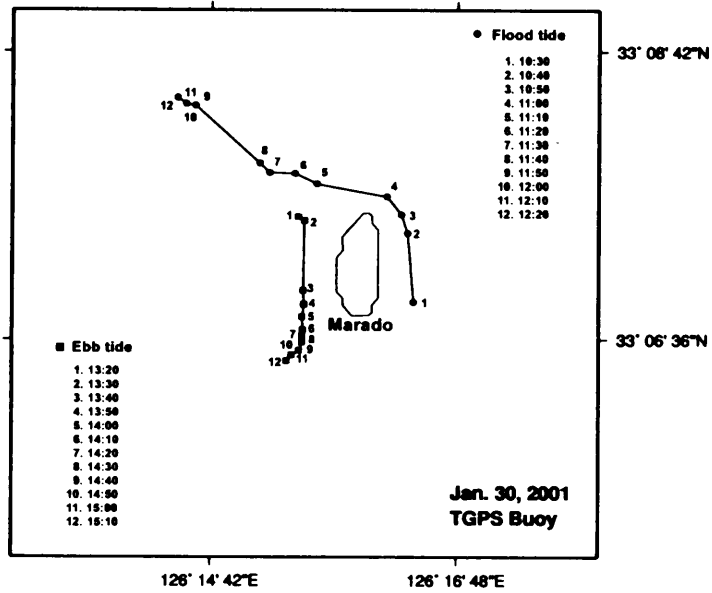


Fig. III-14. Drift track of TGPS Buoy around Marado in Jan. 30~31, 2001.

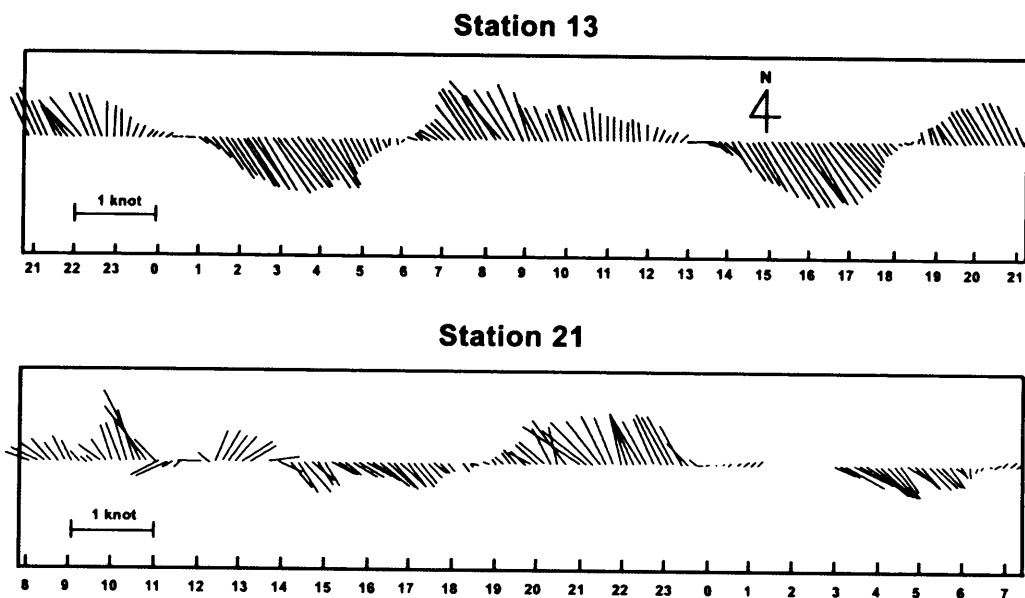


Fig. III-15. Current speed and direction at the westsouth sea of Jeju Island in Jun.(Sta. 13) and Aug.(Sta. 21), 1996(NORI).

정점 21은 유향이 북서쪽과 남동쪽으로 나타나며 순간 최고유속은 남동방향으로 74.2cm/sec, 순간 최저유속은 북쪽방향으로 6.8cm/sec, 항류는 북서쪽으로 9.5cm/sec로 나타났다. 따라서 두지점 모두 북서쪽과 남동쪽 방향이 주류가 나타났고 항류는 연안쪽에서 동쪽, 외해쪽에서는 북-북서류가 나타났다.

4. 고 찰

제주해협에는 한국남해연안에서 추자도 부근해역으로 한국남해안연안수가 남하하고, 소흑산도 남쪽에서 동~남동쪽으로 확장하는 저온저염수가 출현하며 제주도 서쪽해역에서 대마난류수가 해협의 남쪽으로 유입되므로서 이들 이질수괴 사이에서는 수온, 염분 전선이 형성된다. 일반적으로 한국남해연안수는 동계북서계절풍의 영향을 받아 그 남하범위가 가장 넓어 제주해협내에 큰 영향을 미치지만 그 외의 계절에는 그 분포범위가 좁아 대체로 추자도-장수도-여서도를 잇는 선 이북해역에 한정되고 있다(김, 1996).

제주해협의 서쪽입구 중앙부에 설상으로 출현하는 저온수는(Fig.Ⅲ-6~8) 10월과 11월에 걸쳐 출현하지만 11월은 10월에 비해 그 범위가 매우 축소되고 12월에는 소멸되었다. 이러한 저온수($12.0\sim 13.5^{\circ}\text{C}$, $33.2\sim 33.4\text{psu}$)는 1999년 10월(Fig. Ⅲ-9 참조)의 해황조사 결과에서도 소흑산도 남쪽에서 동쪽방향으로 삽입되어 있지만 제주도 서부해역에 나타나는 고온고염수에 의해 그 세력이 위축되어 있는 양상이다. 노(1985)에 의하면 이 저온수는 6월부터 10월까지 거의 매년 제주해협 서쪽입구에서 제주해협내의 중·저층에 설상으로 삽입되고 있으며 그 분포범위는 대체로 해협의 동서방향 중앙부까지이지만 Fig. Ⅲ-16~18 경우와 같이 때에 따라서는 그 범위가 거문도내지는 소리도 부근까지 영향을 미치는 경우도 있다. 또, 이 저온수의 근원은 10.0°C 이하 33.0psu 내외인 황해저층냉수(宇田, 1934; Nakao, 1977)인 것처럼 보이지만 수온과 염분($11.0\sim 13.0^{\circ}\text{C}$, $33.4\sim 34.0\text{psu}$)이 황해저층냉수보다 항상 높으므로 노(1985)나 김 등(1996)은 대마난류수와 중국대륙연안수가 혼합하여 만들어진 혼합수이고 이 혼합수가 Socotra부근에서부터 대마난류수의 서쪽연변을 따라 북상하여 제주해협내로 삽입되고 있다고 해석하고 있다.

마라도 주변해역은 강한 조류와 불규칙한 해저지형 및 도서로 인해 연직적

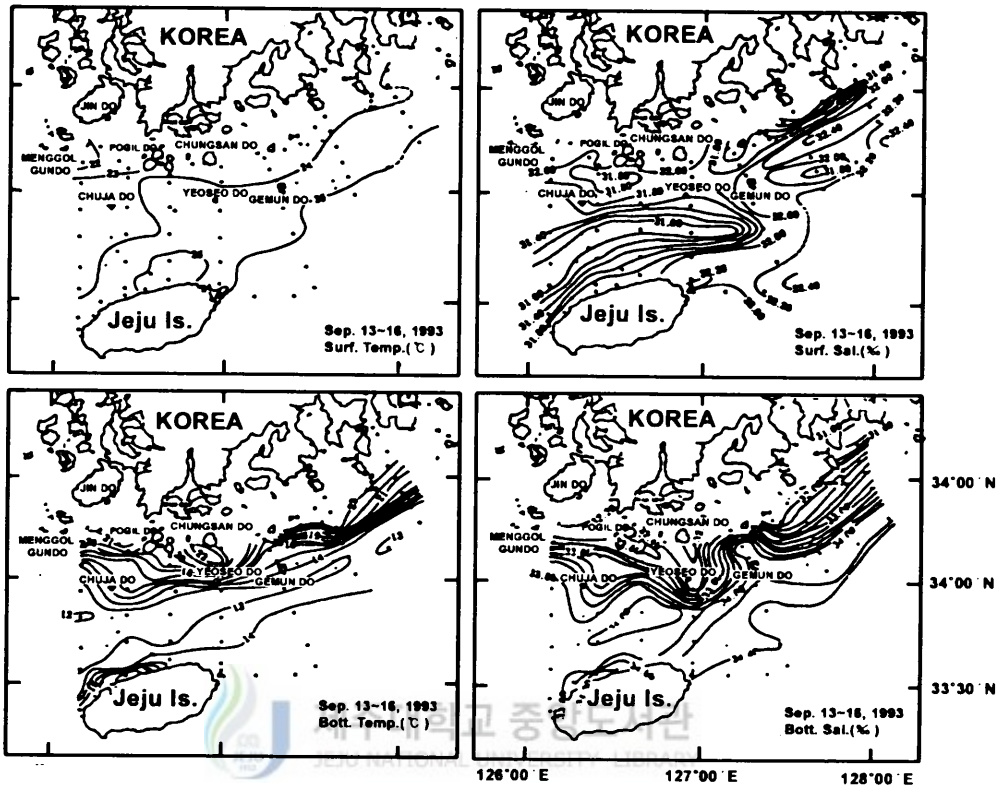


Fig. III-16. Horizontal distributions of temperature and salinity at the surface and bottom in the study area in Sep. 13~16, 1993 (Kim, 1996).

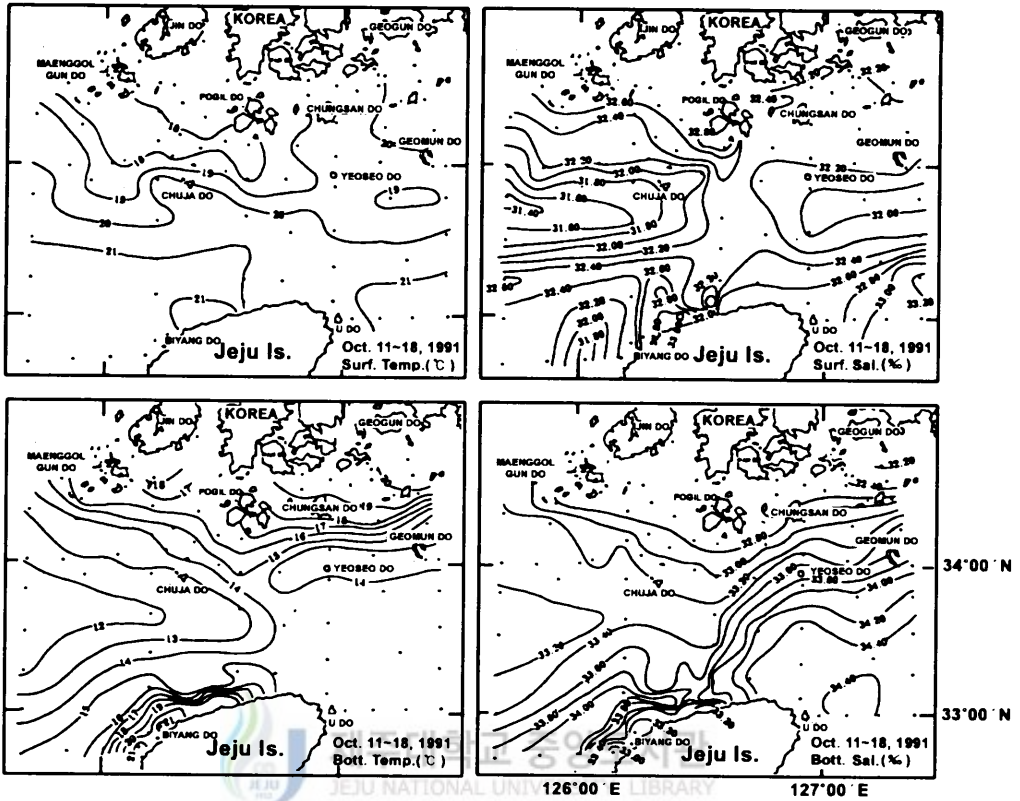


Fig. III-17. Horizontal distributions of temperature and salinity at the surface and bottom in the study area in Oct. 11~18, 1991 (Kim, 1996).

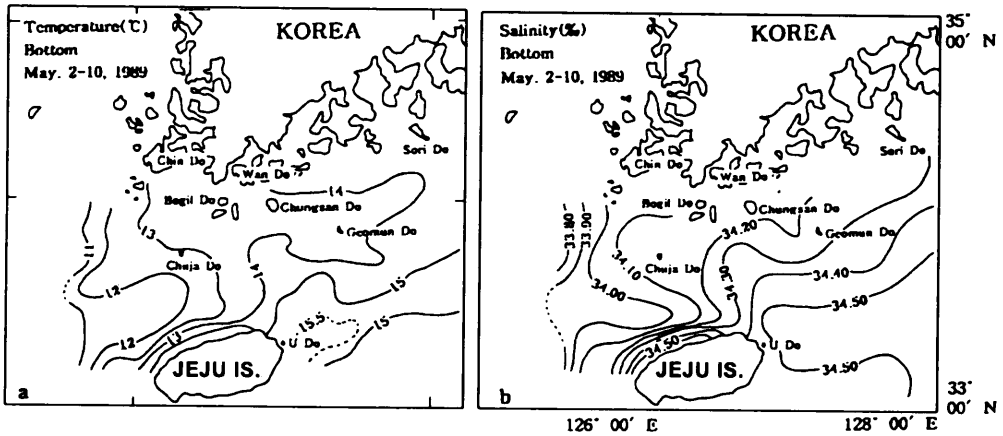


Fig. III-18. Horizontal distributions of temperature(a) and salinity(b) at the surface and bottom in the study area in May, 1989(Kim, 1996).

제로 혼합이 잘 이루어지며 소규모 지형성 와가 형성되고 있고 대마난류수와 연안계수가 마주쳐 약한 전선이 형성되고 있다. 또한 이 해역의 해수유동은 북서방향의 창조류가 낙조류인 남-남동방향에 비해 빠르게 나타나고 있어 추·동계에 제주도 남쪽 및 남서부에서 제주도 서부연안쪽으로 대마난류수를 유입시켜 제주도 서쪽해역의 대마난류수가 넓게 분포하게 만드는 근원이 되며 마라도나 가파도 주변에 지형성 와를 만드는데 큰 역할을 하는 것 같다.

이처럼 도서주변에 지형성 와가 형성되는 곳은 울릉도, 흑산도, 일본주변해역의 IZU제도 등 그 예가 매우 많으며 남조지아 섬(South georgia Is.)의 고래어장은 그 대표적인 예가 된다(김, 1997).

따라서 마라도 주변해역은 연안계수와 대마난류수간에 형성되는 약한 전선, 빠른 조류와 불규칙한 해저지형 및 도서에 의해 만들어지는 섬주위의 지형성 와, 수평 및 연직방향의 강한 혼합 등과 같은 어장학적인 물리적 호조건을 두루 갖추고 있는 해역이다. 그러나 이러한 물리적 호조건이 기초생산

및 이료생물생산에 직접 영향을 미치고 있는지에 대한 실제적 조사가 본 연구에서는 이루어지지 않았기 때문에 이러한 연구가 앞으로 추가 되어야 한다고 판단된다.



5. 요약

1. 제주해협 의 10~12월의 해황특성은 추·동계의 특성이 나타나는 시기로 서 한국남해안연안수가 추자도와 여서도 사이를 통하여 제주해협쪽으로 남하하고 제주해협 서쪽입구로부터 삽입되는 설상의 저온수가 추계(11월)에서 동계(12월)로 갈수록 세력이 점차적으로 서쪽방향으로 쇠퇴하며 그 자리에는 제주도 서쪽연안에서 확장하는 대마난류수가 분포하게 되므로 이들 이질수괴 사이에는 수온, 염분전선이 형성된다.

2. 제주해협내의 중·저층에 나타나는 11.0~14.0℃의 설상의 저온수는 일반적으로 6월부터 10월까지 출현하고 그 분포범위도 해협서쪽입구에서 해협의 동서방향 중앙부까지이지만 때에 따라서는 그 분포범위가 소리도 연안까지 확장되는 경우가 있다.

3. 제주해협 및 제주도 서부해역의 1999년 10월의 수온, 염분분포 특성은 제주도 서쪽과 추자도 주변에 12.0~14.0℃, 33.2~33.6psu의 저온수가 분포하고 제주해협남부 및 제주도 서부연안역에는 15.0~19.0℃(50m층)의 고온수가 분포하여 마라도 주변해역까지 연결되고 있다. 또, 제주도 북부, 서부연안과 마라도 주변해역에는 여러개의 소규모 와가 형성되어 어장학적인 호조건을 갖추고 있다.

4. 추·동계 마라도 주변해역에는 연안계수와 대마난류수간에 약한 수온, 염분전선이 형성되고 빠른 조류와 불규칙한 해저지형 및 도서에 의한 소규모의 지형성 와의 발달, 왕성한 수평 및 연직혼합이 16.0~20.0℃의 고수온의 유지 등 방어어장형성에 알맞은 환경조건이 갖추어져 있다.

5. 마라도 주변해역의 해수유동은 창조류때는 평균유속 1.6knot의 북서류가 있고 낙조류때는 평균유속 0.8knot의 남-남서류가 흐르고 있어 창조류가 낙조류보다 빠르며 이 해역에는 1.4~2.8knot의 빠른 순간유속이 나타나고 유속 0.18knot의 북서방향의 향류가 해류계에 의해 관측되었다.



IV. 제주도 서부해역 및 마라도 주변해역의 해황 과 어황

1. 서 언

제주도 북서부에 위치한 추자도는 황해의 한국연안측 및 한국남해안에서 추·동계에 제주도 남쪽으로 이동하는 월동군 내지는 산란회유기의 방어군이 모여드는 길목으로서 제주도 주변 해역중에서는 처음으로 추계 방어어장이 형성되는 곳이며 이 어장은 다시 제주해협의 화도를 거쳐 제주도 남부에 위치한 마라도로 이어져 한국연안에서는 가장 늦게까지 추·동계 어장이 형성되고 있다. 그러므로 추자도에 내유하는 방어 어군은 마지막 어장인 마라도 주변해역의 어황에도 중요한 영향을 줄 수 있다. 따라서 추자도에 영향을 미치는 해양환경은 제주해협의 화도어장이나 제주도 남부 마라도 어장의 풍·흉 판단에 영향을 줄 수 있고 이들 제주도 주변 방어어장은 전체적으로 한국 남·서해 및 제주도 주변해역의 해황변동과도 밀접한 관계가 있기 때문에 제주도 주변 해역 어장중 추자도 및 마라도 주변어장의 어획량 변동과 황해남동해역, 한국남해를 포함한 제주도 주변해역의 해황특성에 대응시켜 제주도 주변 방어어장의 풍·흉년의 해황특성과 마라도 주변해역의 방어어장 형성기구를 규명하고자 하였다.

2. 자료 및 방법

1) 황해남동부 및 한국남해서부 제주도 주변해역의 해황조사 및 어획량 조사

추·동계 방어어군이 추자도를 통해 제주도 남부 마라도까지 연결되는 어장의 해황특성을 거시적으로 파악하기 위해 국립수산진흥원 해양관측정선 중

Fig. IV-1에 나타난 것과 같이 204, 203, 310~314까지의 해양관측 자료를 이용했다. 분석방법은 Fig. IV-1에서 표시한 관측정선의 수온, 염분자료 중 10년(1991~2000년)사이엔년별 어획량변동이 심한 1991~1994년과 1997~1999년의 10월 50m층과 저층의 해황과 어황과의 관계를 중점적으로 분석하였으며, 이때 어획량자료는 추자도와 마라도수협 의 계통판매자료를 이용하였다.

2) 마라도 주변해역의 해저지형 및 방어 채낚기어선의 위치조사

마라도 주변해역의 해저지형을 파악하기 위해 Fig. III-4의 관측정점에서 어군탐지기에 나타난 수심을 정리하여 해저지형을 도시하였다. 그리고 마라도 주변해역에서 방어채낚기어업을 하는 어민들에게 조석변화에 따른 어선조업위치 표시한 것을 정리하여 나타냈다.

3) 마라도 주변해역의 년별 수온변동과 어획량 변동

마라도 주변해역은 매년 우리나라에서 가장 좋은 방어 채낚기 어장이 10월부터 익년2월까지 장기간에 걸쳐 형성되므로 이 해역의 년별 수온변동과 어획량변동과의 관계를 파악하기 위해 1991~2000년까지의 마라도 주변해역에서 어획이 평균적으로 높은 12월 어획량자료와 마라도 등대에서 매일 정지관측한 수온자료를 월별로 평균하여 비교하였다.

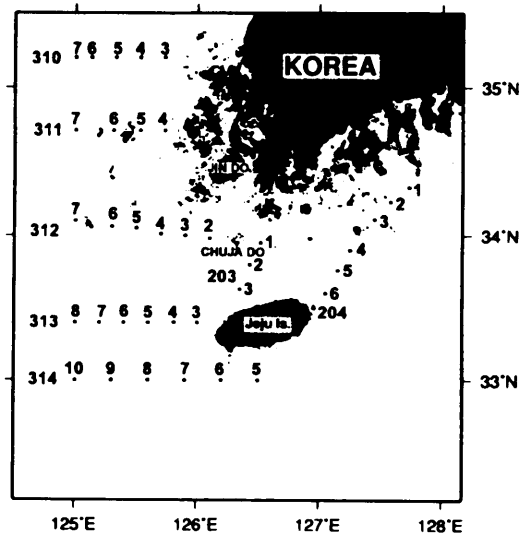


Fig. IV-1. Location of oceanographic stations in the study area observed by the NFRDA in Oct. 1991~1999.



3. 결 과

1) 제주도 주변해역의 해황과 어황

(1) 추자도 주변해역의 해황과 어황

Fig. IV-2는 추자도수협에 위판된 1991~2000년 9~12월의 채낀기 어획량의 년변동을 나타낸 것이다. 추자도에서 상기어기에 어획된 10년간 평균어획량은 100M/T이며 평균어획량보다 어획이 많았던 해는 1994, 1995, 1999, 2000년이었으며 그 밖의 해는 모두 평균어획량 보다 낮게 나타났다. 특히 이 기간 중 평균어획량보다 높게 나타나면서 전년대비 어획량이 크게 증가한 해는 1994년과 1999년이었으며 이때의 50m층 수온, 염분특성은 Fig. IV-3과 같다.

1994년은 어획량이 많았던 해로 12.0~14.0℃의 저온수가 대흑산도 서쪽에서 소흑산도 부근으로 이어지는 외해측에 남북방향으로 길게 분포하고 추자도 주변에는 15.0~17.0℃, 33.2~33.6psu의 고온고염수가 분포해 있고 이 고온수는 황해남동부와 한국남해연안에서 추자도까지 연결되어 있다. 1999년은 10년동안 최고어획이 나타난 해로서 12.0~14.0℃의 저온수는 소흑산도 남쪽의 제주도 서방외해쪽에 분포하고 있어 추자도 주변해역과 제주해협에는 15.0~16.0℃, 33.4~33.6psu의 고온고염수가 광범위하게 분포하고 있으며 황해남동부에도 15.0~20.0℃의 고온수가 대흑산도 서쪽까지 나타나고 한국남해연안에도 16.0~18.0℃의 고온수가 분포하고 이 고온수는 제주해협까지 이어져 있으며 이때의 등온선 간격도 비교적 넓어 연안역으로부터 제주해협내로의 방어이동이 매우 쉽게 이루어 질 수 있는 수온분포상태이다.

이와 대조적으로 어획량이 낮았던 1993년과 1998년의 50m층 수온, 염분특성을 Fig. IV-4에 나타냈다.

1993년은 황해남동부의 15.0~17.0℃의 고온수는 대흑산도와 소흑산도 주변

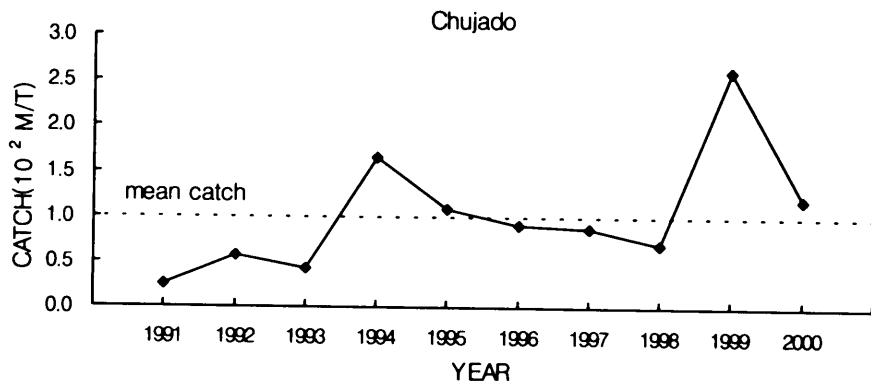


Fig. IV-2. Annual catch of Yellow tail in Chujado during 1991~2000.

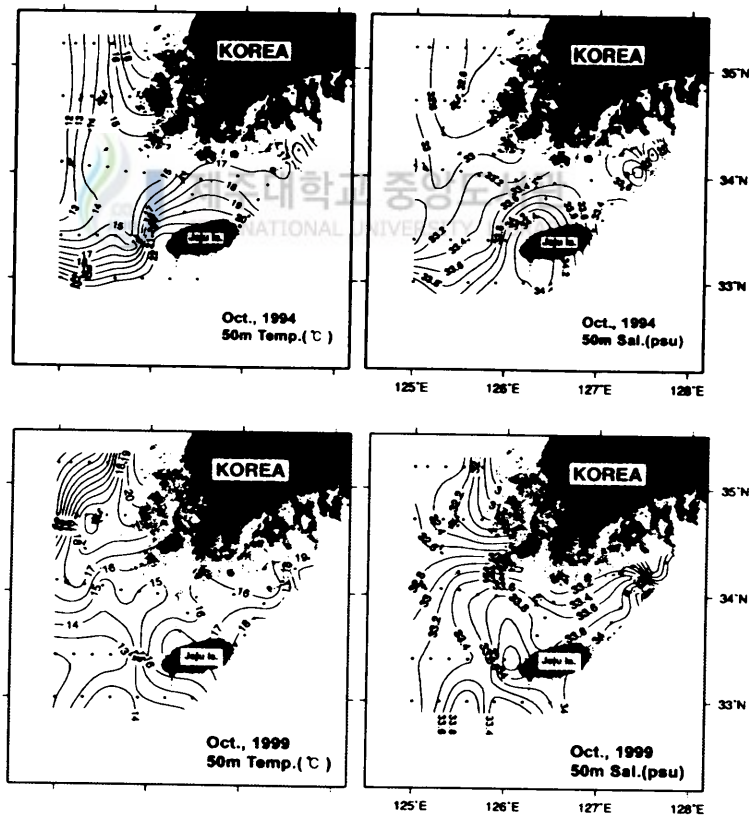


Fig. IV-3. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m in Oct., 1994 and 1999.

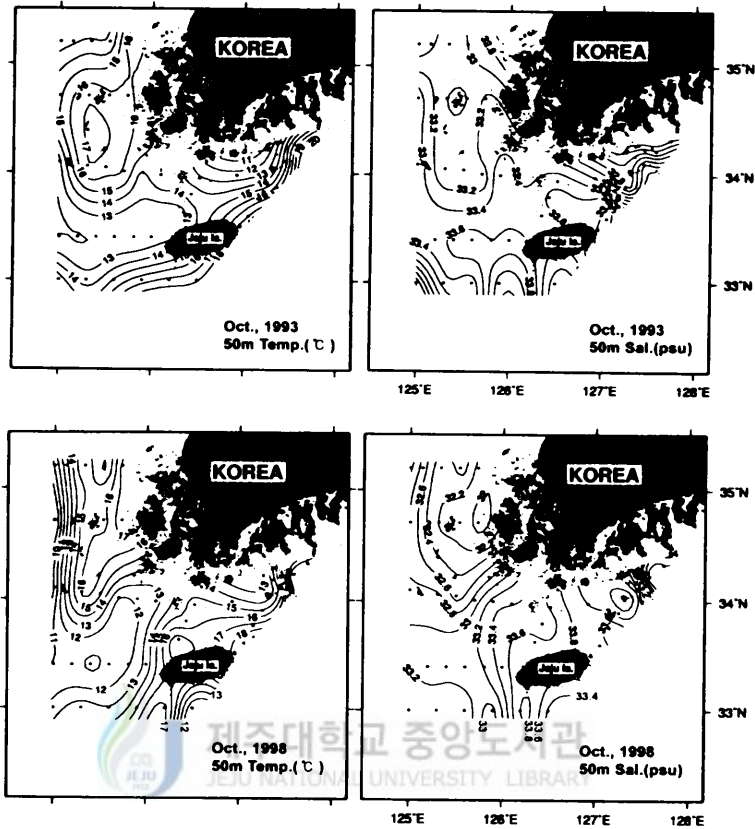


Fig. IV-4. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m in Oct., 1993 and 1998.

에 대형 와를 형성하여 분포해 있고 그 남측에 발달한 12.0~14.0°C의 저온수가 추자도 주변의 제주해협내로 서쪽으로부터 설상으로 삼입되어 있다.

또한 추자도 동쪽의 한국남해연안에도 11.0~14.0°C의 저온수가 외해쪽으로 넓게 분포해 있으므로 15.0~18.0°C의 고온수는 거문도 외해쪽으로 밀려나 있다. 이때의 추자도 주변 및 제주해협내의 염분은 33.2~33.8psu 범위로 풍어년인 1994년과 1999년의 추자도 주변역 염분범위와 거의 같다.

1998년은 황해남동부 15.0~16.0°C의 고온수가 대흑산도와 소흑산도 동쪽에

남북으로 길게 확장해 있으나 그 남측에서 발달한 11.0~14.0℃의 저온수가 가로막고 있다. 이 저온수의 세력과 한국남해연안에서 발달한 13.0~14.0℃의 저온수의 세력이 추자도 부근에 분포해 있으며 한국남해연안의 외측에는 15.0~16.0℃의 고온수가 제주도 서부연안역까지 연결되어 제주도 서부외해에 분포한 저온수와 조밀한 전선을 형성하고 있다. 따라서 추자도 주변해역에서 풍어를 보이는 해는 추자도 주변 및 제주해협과 한국남해연안역에 15.0~18.0℃의 고온수가 분포하는 때이며 특히, 이들 고온수의 등온선 간격이 넓을 때 추자도 주변해역에서 좋은 어장이 형성되었다. 이와는 대조적으로 추자도 주변해역에서 흉어를 보인해는 추자도 주변 및 제주해협과 한국남해연안역에 11.0~14.0℃의 저온수가 넓게 분포하여 황해남동부의 고온수 확장이 차단되고 한국남해연안쪽에 분포하던 15.0~18.0℃의 고온수가 외해쪽으로 밀려나 있는때이다.



(2) 마라도 주변해역의 해황과 어황

Fig. IV-5는 마라도 주변해역에서 채낚기어선에 의해 어획된 방어를 전량 위판하는 마라도 수협이 9~12월 사이의 10년간의 어획량 년변동을 나타낸 것으로서 평균어획량은 180M/T이다. 이 기간 평균어획량보다 어획이 높았던 해는 1991년과 1998년이었으며 그 외의 년도는 모두 평균어획량보다 낮게 나타났다. 이 기간 중 평균어획량보다 높게 나타나면서 전년대비 어획량이 크게 증가한 해는 1991년과 1998년이었으며 그때의 50m층 수온, 염분특성을 Fig. IV-6에 나타냈다.

1991년의 경우는 조사기간동안 최고어획이 나타난 해로서 제주도 서쪽외해에서 14.0℃ 이하의 저온수가 제주해협 서쪽입구를 향하여 설상으로 삼입되고 있지만 제주도 서부연안에는 16.0~21.0℃의 침강성 대형 와가 형성되어 있어 황해남동부와는 15.0℃이상의 고온수로 연결되어 있다. 한편 한국남해연안에는 14.0℃이하의 저온수가 분포하고 있어 추자도 남쪽부근까지 넓게

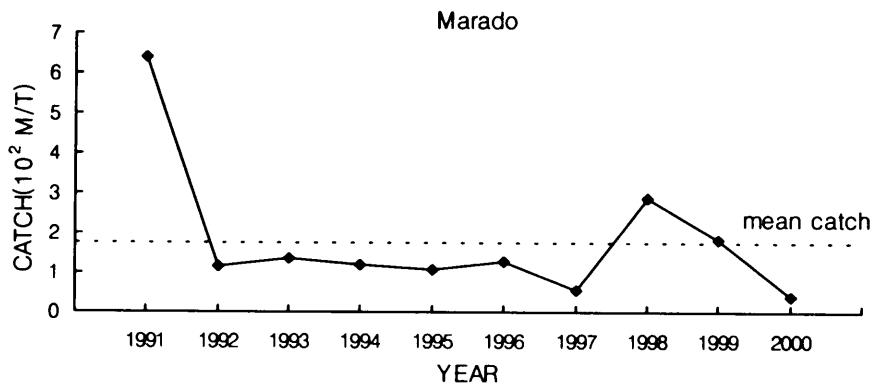


Fig. IV-5. Annual catch of Yellow tail in the around sea of Marado during 1991~2000.

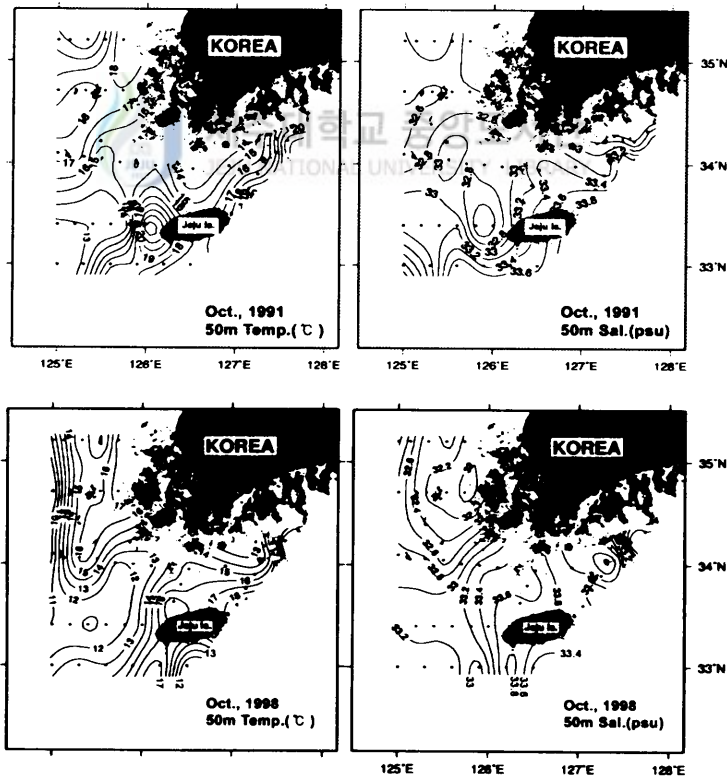


Fig. IV-6. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m in Oct., 1991 and 1998.

확장해 있어 15.0~18.0℃ 범위의 고온수는 제주해협 남쪽부분과 제주도 동쪽 및 거문도, 소리도를 연결하는 해역에 북동에서 남서방향으로 비슷하게 분포하고 있고 이 해역에는 등온선이 조밀한 전선이 형성되어 있다. 그러므로 마라도 주변해역은 황해남동부 및 한국남해로부터 15.0~21.0℃의 고온수로 연결되어 있어 황해남동부 및 한국남해로부터 방어가 마라도 주변해역까지 이동하기 알맞은 환경이 형성되어 있다. 또 마라도 주변은 제주도 서쪽 연안에 크게 발달한 침강성와의 연변부에 속해 있어 어장학적으로 좋은 조건이 갖추어져 있다.

1998년은 황해남동부 해역의 15.0~16.0℃의 고온수는 제주도 서부외해로부터 제주해협으로 삼입되어 있는 11.0~14.0℃의 저온수에 의해 남하가 차단되어 있지만 한국남해연안 중 거문도와 소리도 동쪽해역에 발달한 15.0~18.0℃, 33.2~33.8psu의 고온고염수가 제주해협 남부와 제주도 서부연안쪽으로 연결되어 있고 제주도 동쪽과 마라도 주변해역도 모두 15.0℃ 이상의 고온수가 분포하고 있어 한국남해로부터 제주해협 및 제주도 동부해역으로 방어가 마라도까지 이동하기 좋은 여건이 조성되어 있다.

이와 대조적으로 어획량이 낮았던 1992년과 1997년의 50m층의 수온, 염분수평분포 특성을 Fig. IV-7에 나타냈다. 1992년은 14.0℃ 이하의 저온수가 제주도 서부 외측에 분포하므로 마라도 주변을 포함한 제주해협은 15.0~16.0℃ 사이의 균질수가 넓게 분포하지만 황해남동부나 한국남해연안에서 발달하는 15.0~18.0℃ 전선이 마라도쪽으로 연결되지 않고 추자도와 제주도 동쪽연안에 머물러 있어 마라도 주변의 수온이 풍어년에 비해 2.0~3.0℃ 낮다.

1997년도는 예년에 비해 추자도를 포함한 황해남동부연안 및 한국남해 대부분의 연안역에 12.0~14.0℃의 현저히 낮은 저온수가 분포해 있지만 제주도 남쪽에서 20.0~21.0℃의 고온수가 예년에 비해 제주해협쪽으로 압박하고 있어 제주해협내는 15.0~19.0℃의 해수가 동서방향으로 조밀하게 분포해 있다.

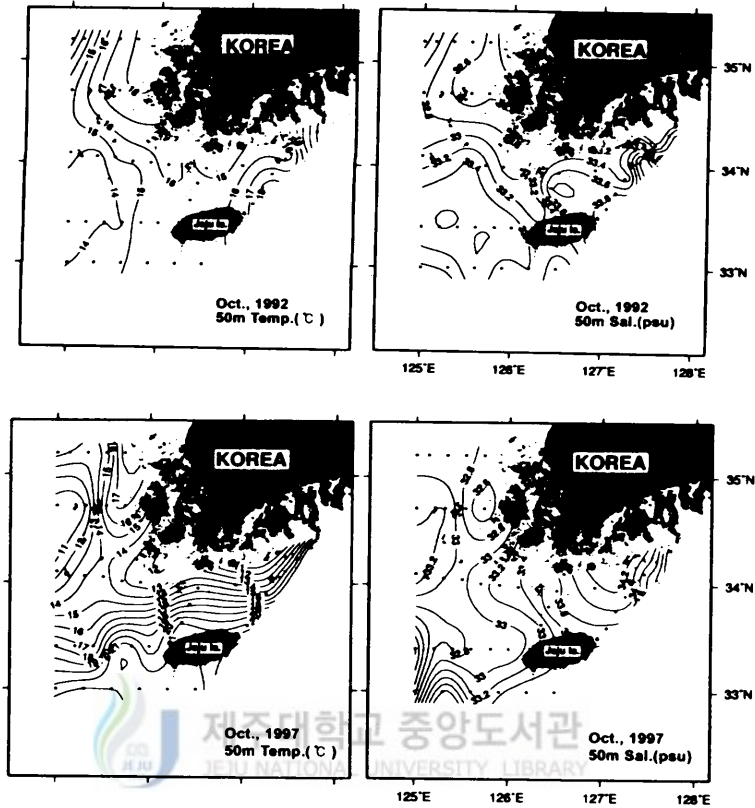


Fig. IV-7. Horizontal distributions of temperature and salinity at the 50m in Oct., 1992 and 1997.

따라서 한국남해연안으로부터 이들 고온수역을 따라 이동하는 방어가 마라도 주변해역으로 이동하기 어렵고 서쪽외해로 빠져나가기 쉬운 형상의 수온 분포이다. 또 이해의 마라도 주변에는 21.0℃ 이상의 고온수가 외해로부터 공급되고 있어 한국남해 및 황해남동부 연안수와 연결되기 어려운 여건을 갖추고 있다.

2) 마라도 주변해역의 어장형성기구

(1) 마라도 주변해역의 해저지형과 방어채낚기 어선의 분포

Fig. IV-8은 마라도 주변해역의 해저지형을 나타낸 것으로서 동쪽이 서쪽보다 해저면의 경사가 완만해 동쪽은 마라도로부터 멀어질수록 40m, 80m, 90m의 수심으로 변해 동쪽 외측은 90m를 넘는 수심이 없지만 서쪽은 마라도에서 외측으로 갈수록 80m, 100m, 120m의 수심으로 해저경사가 급히 변해 동쪽에 비해 급경사를 이루고 있다. 특히 제주도 남쪽의 대륙붕에는 대체로 100m를 넘는 수심이 거의 없는데(Fig. I-2 참조) 마라도 주위에는 수심 115~140m의 거의 원형으로 움푹 파인 심소가 마라도를 중심으로 방사상으로 5개나 분포해 있으며 특히 마라도 북서쪽의 120~140m에 달하는 원형심소는 제주도 남쪽 대륙붕에서는 지금까지 발견되지 않은 특기할 만한 국부적인 심소이다. 이처럼 마라도는 수심 90~100m의 해저로부터 급경사로 돌출되어 있는 고립된 섬으로서 여러 주변 극히 일부에만 40m미만의 천소가 있을 뿐이며 주변 여러 곳에는 100m를 넘는 국부적인 원형심소가 있어 매우 불규칙한 해저 지형을 이루고 있다.

Fig. IV-9는 마라도 주변해역에서 창조류와 낙조류때 방어채낚기 어선의 조업 위치를 나타낸 것으로서 창조류때는 동쪽과 남쪽에 집중 분포해 있고 낙조류때는 서쪽과 북동쪽 그리고 가파도 남서쪽에 분포해 있어 창조류, 낙조류때 각각 마라도의 조상(潮上)쪽에 주어장이 형성되는 특성을 잘 나타내고 있다. 그리고, 어장은 외해쪽보다 마라도주변의 수심 100m미만의 천해역 이면서 경사가 급한 마라도 연안역에 집중되어 있다. 따라서 마라도 주변의 방어채낚기 어장은 창조때는 마라도의 남·동쪽연안 가까이에서 어장이 형성되지만 낙조류때는 가파도 남서쪽 해저요철 해역과 마라도의 서쪽 및 북동쪽 연안의 해저급경사역에서 어장이 형성되고 있어 창조와 낙조의 조류방향에 따라 어장위치가 변하고 있다.

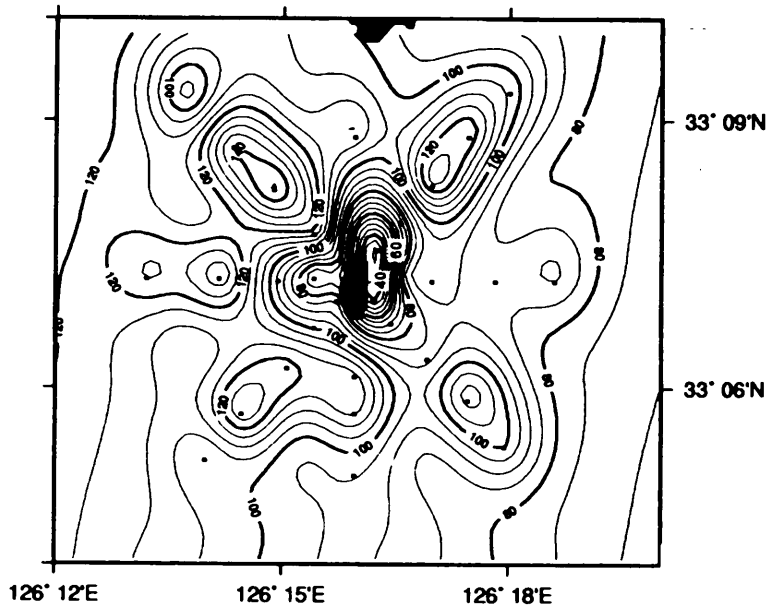


Fig. IV-8. Bottom topography around Marado.

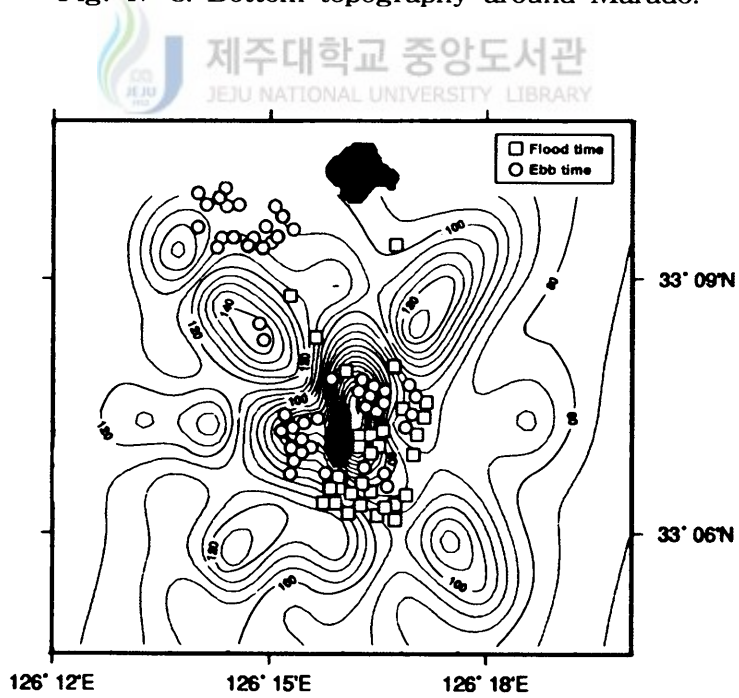


Fig. IV-9. Distributions of Handline Fishing boat around Marado.

(2) 마라도 주변해역의 년별정점수온과 어획량 변동

마라도 등대에서 정지관측한 수온자료중 1990~2000년까지 11년동안 각 년도의 12월의 평균수온과 이 시기에 마라도 주변해역에서 채낚기어선에 의해 어획된 방어 어획량과의 관계를 Fig. IV-10에 나타냈다. 11년(1990~2000년) 동안 12월의 평균수온 변동은 1990년을 제외하면 17.5~18.8℃ 범위로 마라도 주변해역은 12월에도 방어의 적수온역인 고수온이 유지되며 1992년과 1997년의 예외는 있지만 대체적으로 수온이 상승한 해는 어획량도 상승하고 수온이 하강한 해는 어획량도 하강하는 수온과 어획량 변화경향이 상당히 유사한 양상을 나타내고 있다. 특히 1991년과 1998년의 경우는 전년에 비해 수온이 크게 상승한 해로 그 때의 어획량도 크게 상승하였고, 반대로 1995년과 1999년의 경우는 전년에 비해 수온이 하강할 때 어획량도 하강했다. 즉 마라도 주변해역의 수온변화가 마라도 주변에서 방어채낚기 어획량변화에 중요한 영향을 미치는 요인임을 잘 나타내고 있다.

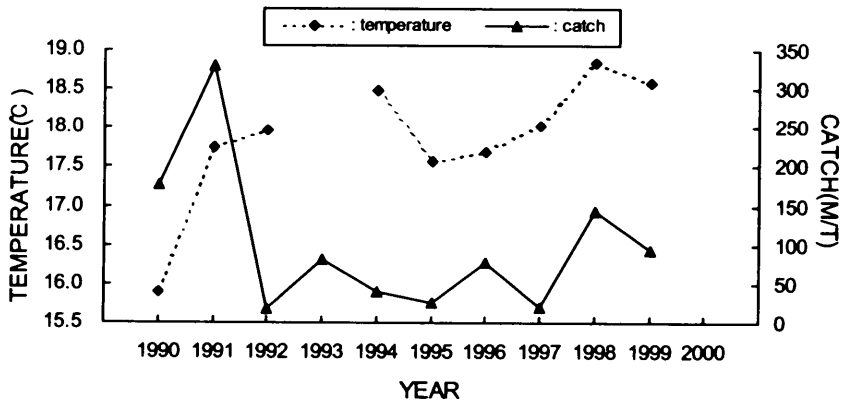


Fig. IV-10. Annual variation of mean temperature and catch of Yellow tail around Marado in Dec. during 1990~2000.

(3) 마라도 주변해역의 어장환경

마라도 주변해역에서 방어 어장형성기구를 규명하기 위하여 2000년 12월 13일과 15일 2회에 걸쳐 마라도 주변에 방사상으로 설정한 관측정선을 따라 국부적으로 조밀 관측한 결과를 나타낸 Fig. III-11과 Fig. III-12의 수온, 염분수평분포도에 의하면 표·중·저층 모두 마라도 주변해역에서 약간 저온인 연안계수와 고온의 외양계수가 마주쳐 수온전선이 형성되고, 소규모의 지형성 와도 마라도연안과 가파도 남동쪽에 나타나고 있다. 또 Fig. III-11의 표층에는 가파도 남서쪽에 33.40~33.80psu의 연안 저염분수가 출현해 마라도 주변의 34.0psu이상의 외양수와 염분전선을 형성하고 있을 뿐만 아니라 마라도 주위에 33.8psu와 34.0psu의 등염분선이 고립와의 형태로 복잡하게 분포하고 있어 마라도 주위에서 연안계수와 외양계수가 서로 혼합되고 있는 양상을 나타내고 있다. 이와 같은 해황특성은 규모는 작지만 마치 극전선 부근에서 한·난수의 와가 복잡하게 분포하고 있는 것과 같은 해황이다. 이와 유사한 해황이 Fig. III-12의 50m층 수온분포에서도 나타나고 있다.

마라도 주변해역은 창조류때 1.5~2.8knot 정도의 빠른 해조류가 나타났고 (Fig. III-14 참조) 마라도와 가파도 사이에도 1.3~1.8knot 정도의 강류가 관측되므로 마라도 주변해역은 제주도 주변해역중에서도 전반적으로 조류가 강한 해역이다. 빠른 조류는 Fig. III-13의 수온, 염분 연직분포에서 알 수 있듯이 상하층수의 연직혼합이 잘 이루어 질 수 있는 여건을 갖추고 있고 특히 이러한 연직혼합은 마라도 북쪽과 북서쪽인 연안역에서 더욱 왕성히 이루어지고 있다. 이처럼 마라도 주변해역은 연안계수와 외양계수간에 형성되는 수온·염분전선, 마라도 주위의 지형성 소규모와의 생성, 연안계수와 외양계수간의 복잡한 수평혼합 및 강한조류와 불규칙한 해저지형 및 고립도서로 특징지워지는 지형적 여건 등에 의한 표·저층간의 왕성한 연직혼합 등과 같은 어장학적인 호조건이 두루 갖추어져 있다.

4. 고 찰

추자도 및 마라도의 방어어황과 10월의 해황특성을 분석한 결과, 황해남동부와 한국남해연안 및 제주도 주변해역에서 15.0~18.0℃ 범위의 고온수 및 11.0~14.0℃의 저온수의 분포형태에 따라 풍·흉어가 결정되는 특성이 나타났다.

이러한 특성은 추자도와 마라도 두 해역에서 풍·흉이 같이 나타날 때도 있지만 각 각 다르게 나타나기도 했다. 즉, 황해남동부와 한국남해연안역에서 추자도와 마라도 주변해역으로 15.0~18.0℃의 고온수 등온선이 넓게 연결되거나 그 주변해역에 와가 형성될 때 풍어가 나타났다. 이와 반대로 11.0~14.0℃의 저온수가 추자도 주변해역 및 한국남해에 넓게 분포하여 황해남동부에 나타나는 고온수가 제주해협과 연결되는 것이 차단되고, 한국남해연안역의 고온수가 외해쪽으로 밀려나 추자도와 제주해협 남부 및 제주도 서쪽해역까지 고온수의 영향이 미치지 못할 때이다. 그리고, 추자도와 마라도 주변해역의 해황과 어황이 다르게 나타날 때의 경우는 1991년도로 추자도는 20M/T이고 마라도는 10년(1991~2000년)중에 최고어획량인 640M/T이 잡힌 해로서 추자도 어획량에 비해 32배에 달하는 풍어를 보였다. 이 해의 해황 특성은 추자도 주변해역에는 한국남해연안역에서 발달한 14.0℃이하의 저온수 세력이 분포하고 있지만 제주도 서부에 15.0~21.0℃의 침강성 대형 와가 형성되고, 이 와는 마라도 주변까지 영향을 미치고 있으며, 황해남동부 및 한국남해연안의 15.0~17.0℃의 고온수가 추자도 주변해역의 14.0℃의 저온수를 피해 제주도 서부에 형성되어 있는 대형 와에 연결되므로서 방어어군이 이 고온수를 따라 마라도주변까지 이동하기 쉬운 해황이 형성되고 있다. 또한 1998년의 경우에는 추자도의 어획량이 70M/T인데 비해 마라도는 290M/T으로서 추자도보다 약 4배정도 높은 어획량이 나타난 해이다. 이 시기의 해황

특성은 제주도 서부외해에서 발달한 11.0~14.0℃의 저온수가 추자도 주변해역까지 설상으로 삽입되고 있어 황해남동부에서 남하하는 15.0~16.0℃의 고온수를 차단시키고 있는 반면 마라도 주변해역에는 한국남해연안에서 출현하는 13.0~14.0℃ 저온수 외측에 나타나는 15.0~18.0℃의 고온수가 제주해협 남부를 통해 제주도 서쪽연안과 마라도까지 연결되어 있고 또 한국남해안의 고온수가 제주도 동쪽연안까지도 연결되어 있으므로 황해남동부보다는 한국남해연안에서 이동해온 방어어군이 제주도주변의 고온수역을 따라 마라도까지 회유해 올 수 있는 환경이 형성된 것으로 판단된다. 그러므로 마라도 주변해역의 방어어장은 한국남해와 황해남동부의 양해역으로부터 월동장내지는 산란장으로 이동하는 방어군에 의해 형성되는 어장이라고 판단된다. 따라서 추자도주변해역에 14.0℃이하의 저온수가 출현하여 추자도 주변해역에 흉어가 나타나더라도 황해남동부 및 한국남해로부터 15.0~18.0℃의 고온수가 제주도 서부 및 동부해역을 통하여 마라도 주변해역까지 연결되는 경우는 마라도 주변어장에 풍어가 나타날 수 있다. 이처럼 추자도 및 마라도 주변해역의 방어어장의 풍·흉은 제주도 주변해역의 수온분포 상태에 의해 크게 좌우되고 있다. 이와 같은 수온과 방어어장과의 관계에 관해서는 여러 연구가 있는데 橋本(1998)는 방어 1세어 이상의 어획량은 13.0℃이하의 냉수의 이·접안이 큰 영향을 미치고 있고 냉수역을 감싸듯이 흐르는 대마난류가 나타날 때 호어가 되는 경향이 있다고 보고하였고, 宇田(1961)는 외해수가 연안수인 방어 회유적수온대를 압박하는 것이 호어의 징후라고 보고했다. 그리고, Hara(1990)는 어장부근에 냉수역의 이·접안이 방어의 체류시간을 좌우할 가능성이 높고, 100m층에 한류계수가 접근하는 상태에 따라 어획량의 변화가 크게 나타난다고 보고했다.

또한, 해황특성중 염분분포와 방어어획량과의 관련성을 살펴보면 추자도와 마라도 주변해역에 풍·흉어가 나타날 때 염분은 모두 32.6~33.8psu 범위의 분포를 보이고 있어 제주도 주변해역의 염분분포는 방어어획의 풍·흉을 좌

우하는 결정적인 요인이 아닌 것 같고, 염분과 방어어획과의 관계에 관한 문헌도 거의 없다.

마라도 주변해역은 연안계수와 외해계수간에 형성되는 수온·염분전선, 마라도 주위의 지형성 소규모 와의 생성, 연안계수와 외양계수(대마난류수)간의 복잡한 수평혼합, 강한 조류와 불규칙한 해저지형 및 고립도서로서 특징 지워지는 지형성 특성 등에 의한 표·저층간의 왕성한 연직 혼합등과 같은 어장학적인 호조건이 두루 갖추어져 있는 해역이다. Fig. IV-11은 마라도 주변해역의 창조류때의 흐름 모식도를 나타낸 것으로서 마라도의 남쪽(조상측)과 서쪽 및 북쪽(조하측)에 지형성 와가 형성 될 수 있는 유선분포가 나타나 있고, 이와같은 도서주변의 흐름에 따른 지형적인 와의 생성이나, 이러한 지형성 와와 도서주변의 방어어장 형성과의 관계를 설명한 많은 보고가 있다. 즉, 宇田(1961)는 섬주변에 어군이 집적되는 원인으로서 흐름의 앞부분에는 발산성 와를 생성시키고 이 부근에 유영력이 강한 어류가 모이며 흐름의 뒷부분에는 수속성 와가 만들어지므로 어장이 형성된다고 했고, 이와 같은 어장이 형성되는 곳으로 伊豆大島 동쪽의 방어와 고등어 어장등이 있으며, 佐渡와 對馬島부근에도 먹이생물과 함께 지형성 와류역에 방어, 오징어 어장이 형성되는 예를 제시했다. 또 우리나라의 경우도 울릉도, 흑산도 등에서 이와 같은 어장이 형성되고 있다는 보고(김, 1997)가 있으며 제주도 주변해역 중 추자도 주변해역의 크고 작은 섬주변과 제주해협의 화도 및 그 부근의 초 주변, 해암서 주위에서도 방어어장이 Fig. IV-12와 같이 형성되고 있다. 이처럼 도서 및 초 주변에 형성되는 지형성 와류역에 방어군이 체류하는 습성을 갖고 있으므로 마라도 주변해역의 어장에서도 이러한 현상이 Fig. IV-9의 선박의 조업위치에서도 나타나고 있다. 즉, 마라도 주위 어장에서는 조류방향의 변화에 따라 섬의 조상측(潮上側)에 방어어장이 형성되고 있다.

앞에서 지적한 여러 가지 어장학적 상황을 종합적으로 정리하면 추·동계에 형성되는 마라도 주변해역의 방어어장은 한국 동·서·남해 연안역으로부터

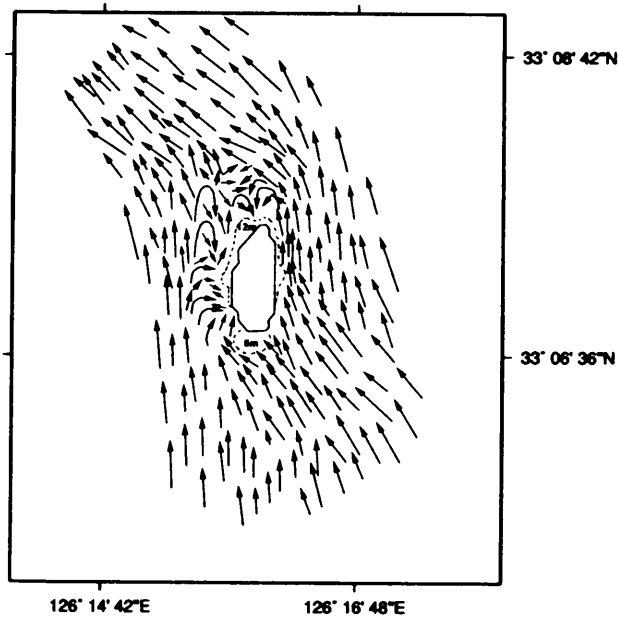


Fig. IV-11. Current pattern around Marado during Flood tide.

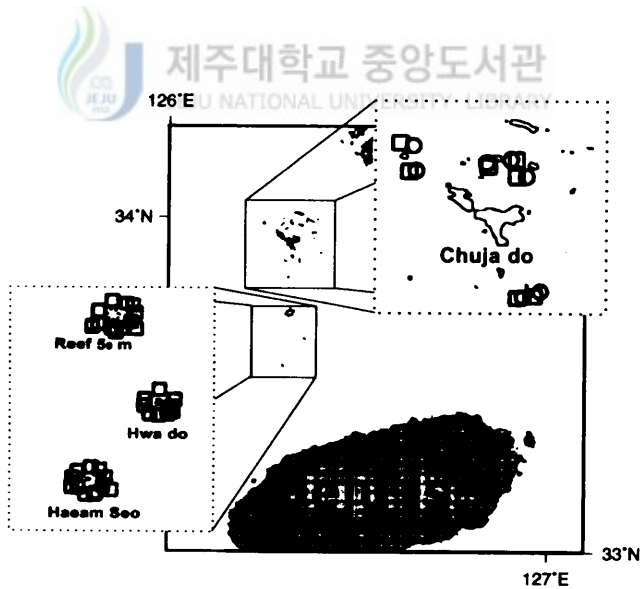


Fig. IV-12. Distributions of Handline Fishing boat in the Northwest sea of Jeju Island(□, ○ : Handline fishing boat).

터 월동과 색이 및 산란을 목적으로 남하하는 방어군이 제주도 서부 및 동부 해역을 거쳐 마라도 주변해역까지 이동해 오는 방어군을 대상으로 하는 어장이며 이 어장이 10월부터 2월까지 장기간에 걸쳐 형성되는 것은 한국연안역으로부터 이동해오는 어군들의 남하시기 내지는 이동거리, 이동속도에 차가 있기 때문이라고 판단된다. 이처럼 마라도는 동중국해의 월동장 내지는 산란장으로부터 한국연안역으로 북상회유하는 방어어군이 추·동계 남하경로에 해당되므로 이곳까지 이동해온 방어군이 마라도 주변에 나타나는 연안계수와 외양계수간에 형성되는 수온·염분전선, 섬주위의 소규모 와, 강한조류와 지형적 특성에 의한 수평 및 연직혼합 등과 같은 어장학적인 호조건에 의해 섬 주변에 체류하게 되고 이들 체류어군은 조류방향에 따라 섬의 조상측에 농밀군을 이루어 형성되는 조상측 어장이라고 판단된다.



5. 요약

1. 추·동계에 추자도 주변해역에서 풍어를 보이는 해는 추자도 주변 및 제주해협과 한국남해 연안역에 15.0~18.0℃의 고온수가 분포하고 이들 고온수의 등온선 간격이 넓을 때이며, 흥어를 보인 해는 추자도 주변 및 제주해협과 한국남해연안역에 11.0~14.0℃의 저온수가 넓게 분포하여 황해남동부 및 한국남해연안역으로부터 15.0~18.0℃의 고온수가 추자도 주변해역까지 영향을 미치지 못하는 해이다.

2. 마라도 주변해역에서 추·동계 풍어가 나타나는 해는 마라도 주변해역이 황해남동부 및 한국남해로부터 15.0~21.0℃의 고온수로 연결되어 있어 황해남동부 및 한국남해로부터 방어가 마라도 주변해역까지 이동하기 알맞은 수온분포를 하고 있을 때이고, 흥어가 나타나는 해는 제주해협에 14.0℃ 이하의 저온수가 넓게 분포하여 황해남동부 및 한국남해로부터 마라도 주변해역까지 15.0~18.0℃의 고온수가 연결되지 않거나 한국남해로부터 15.0~20.0℃의 고온수가 제주해협과는 연결되지만 마라도 주변해역은 21.0℃ 이상의 외양수 영향을 받고 있어 한국남해연안역으로부터 마라도 주변해역으로 방어군이 이동하기 어려운 수온분포를 하고 있을 때이다.

3. 추자도 주변해역에 14.0℃이하의 저온수가 분포하여 추자도 주변어장은 흥어가 나타나더라도 한국남해연안역으로부터 15.0~18.0℃의 고온수가 제주도의 동·서쪽 연안을 통하여 마라도 주변해역과 연결될 때는 마라도 어장에 풍어가 나타날 수 있다. 그러므로 마라도 주변해역의 추·동계어장은 한국남동부 및 한국남해로부터 월동장내지는 산란장으로 남하하는 방어군에 의해 형성되고 있다.

4. 추자도 및 마라도 주변해역의 추·동계 방어어장의 풍흉은 제주도 주변 해역의 수온분포에 의해 크게 좌우되지만 염분분포는 크게 영향을 미치지 않는 것 같다.

5. 마라도 주변해역의 추·동계 방어채낚기어장은 한국연안역으로부터 월동장내지 산란장으로 남하하는 방어어군이 마라도 주변에 나타나는 연안계수와 외양계수(대마난류) 간에 형성되는 수온·염분전선, 섬주변의 소규모 와, 강한조류 및 지형적 특성(불규칙한 해저지형 및 고립도서)에 의해 이루어지는 왕성한 수평 및 연직 혼합 등과 같은 어장학적 호조건에 의해 마라도 주변에 체류하게 되고 이들 체류어군은 조류방향에 따라 섬의 조상측에 농밀군을 형성하는 섬의 조상측 어장이다.



V. 결 론

제주도 주변해역에 추·동계가 되면 제주도 북서쪽 추자도를 시작으로 제주해협의 화도를 거쳐 제주도 남서부 마라도로 연결되는 방어어장이 주년 형성되는 특성이 나타난다. 그러므로 이 시기의 방어의 어황과 해황특성의 관계를 분석하여 풍·흉의 원인을 밝혀내고, 또한, 방어어군의 규모 및 어획량이 제주도에서 가장 높고, 어업이 활성화된 마라도의 어장형성기구를 규명하고자 하였다. 따라서 이러한 원인을 규명하기 위해 우리나라 방어어획량 통계분석, 황해남동부와 한국남해연안 및 제주도 주변해역의 해황조사, 마라도 주변해역의 어장형성기구 등을 종합적으로 분석정리한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 우리나라 방어의 전체 자원량 변동은 1970~1985년까지는 31년간의 평균어획량보다 낮은 저조한 어획량이 유지되었으며 그후 연간어획량의 증감은 있지만 전체적으로 증가경향을 나타내고 있으면서 평균 어획량보다 높은 어획량이 유지되었다. 이 기간 중 방어자원량은 5~6년 주기로 변동하는 경향을 나타냈고 특히 1995년부터 1998년까지 어획량이 크게 증가했다.

2. 어업별로는 대형선망이 우리나라 전역에서 조업이 이루어져 어획량도 가장 높았고 다음으로 정치망, 채낚기 등의 순이며 대형선망을 제외한 지역별 조업특성을 보면 동해안에서는 정치망, 남해안에서는 저인망, 정치망, 채낚기, 서해안에서는 안강망, 제주도에서는 채낚기에 의해 주로 어획되었다.

3. 정치망에 의해 지방별로 어획되는 경향을 보면 강원도와 경상북도는 5~6월과 10월의 어획량이 많고 그중 10월에 최고 어획이 나타나며 경상남도는 5월과 12월에 어획량이 많고 그중 5월에 최고어획량, 전라남도는 4~5월

과 8월의 어획량이 많고 그중 8월에 최고어획량이 나타났다.

4. 우리나라 주변해역의 방어회유양상은 제주도 남쪽 및 대마난류역의 월동장내지는 산란장으로부터 3~4월부터 황해 및 한국남·동해쪽으로 북상하기 시작하여 9~10월까지 이 회유가 지속되다가 10월이후 남하하기 시작하여 11~12월에 양해역으로부터 제주도 주변해역까지 이동해와 2~3월까지 월동장 및 산란장에서 체유하고 있다. 그러므로 마라도 주변해역의 추·동계 방어채낚기 어장은 월동장내지는 산란장으로 이동하는 남하기의 방어군을 대상으로 하는 어장이다.

5. 제주해협내의 중·저층에 나타나는 11.0~14.0℃의 설상의 저온수는 일반적으로 6월부터 10월까지 출현하고 그 분포범위도 해협서쪽입구에서 해협의 동서방향 중앙부까지이지만 때에 따라서는 그 분포범위가 소라도 연안까지 확장되는 경우가 있다.

6. 추·동계 마라도 주변해역에는 연안계수와 대마난류수간에 약한수온, 염분전선이 형성되고 빠른 조류와 불규칙한 해저지형 및 도서에 의한 소규모의 지형성 와의 발달, 왕성한 수평 및 연직혼합이 16.0~20.0℃의 고수온의 유지 등 방어어장형성에 알맞은 환경조건이 갖추어져 있다.

7. 마라도 주변해역의 해수유동은 창조류때는 평균유속 1.6knot의 북서류가 있고 낙조류때는 평균유속 0.8knot의 남-남서류가 흐르고 있어 창조류가 낙조류보다 빠르며 이 해역에는 1.4~2.8knot의 빠른 순간유속이 나타나고 유속 0.18knot의 북서방향의 항류가 해류계에 의해 관측되었다.

8. 추·동계에 추자도 주변해역에서 풍어를 보이는 해는 추자도 주변 및

제주해협과 한국남해 연안역에 15.0~18.0℃의 고온수가 분포하고 이들 고온수의 등온선 간격이 넓을 때이며, 흥어를 보인 해는 추자도 주변 및 제주해협과 한국남해연안역에 11.0~14.0℃의 저온수가 넓게 분포하여 황해남동부 및 한국남해연안역으로부터 15.0~18.0℃의 고온수가 추자도 주변해역까지 영향을 미치지 못하는 해이다.

9. 마라도 주변해역에서 추·동계 풍어가 나타나는 해는 마라도 주변해역이 황해남동부 및 한국남해로부터 15.0~21.0℃의 고온수로 연결되어 있어 황해남동부 및 한국남해로부터 방어가 마라도 주변해역까지 이동하기 알맞은 수온분포를 하고 있을 때이고, 흥어가 나타나는 해는 제주해협에 14.0℃ 이하의 저온수가 넓게 분포하여 황해남동부 및 한국남해로부터 마라도 주변해역까지 15.0~18.0℃의 고온수가 연결되지 않거나 한국남해로부터 15.0~20.0℃의 고온수가 제주해협과는 연결되지만 마라도 주변해역은 21.0℃ 이상의 외양수 영향을 받고 있어 한국남해연안역으로부터 마라도 주변해역으로 방어군이 이동하기 어려운 수온분포를 하고 있을 때이다.

10. 추자도 주변해역에 14.0℃이하의 저온수가 분포하여 추자도 주변어장은 흥어가 나타나더라도 한국남해연안역으로부터 15.0~18.0℃의 고온수가 제주도의 동·서쪽 연안을 통하여 마라도 주변해역과 연결될 때는 마라도 어장에 풍어가 나타날 수 있다. 그러므로 마라도 주변해역의 추·동계어장은 한국남동부 및 한국남해로부터 월동장내지는 산란장으로 남하하는 방어군에 의해 형성되고 있다.

11. 마라도 주변해역의 추·동계 방어채낚기 어장은 한국연안역으로부터 월동장내지 산란장으로 남하하는 방어어군이 마라도 주변에 나타나는 연안계수와 외양계수(대마난류) 간에 형성되는 수온·염분전선, 섬주변의 소규모

와, 강한조류 및 지형적 특성(불규칙한 해저지형 및 고립도서)에 의해 이루어지는 왕성한 수평 및 연직 혼합 등과 같은 어장학적 호조건에 의해 마라도 주변에 체류하게 되고 이들 체류어군은 조류방향에 따라 섬의 조상측에 농밀군을 형성하는 섬의 조상측 어장이다.



참고문헌

- 檜山義明, 1964. 日本海のブリ資源について. ていち, 87, 1~9(in Japanese).
- 추자도수협, 기간판매내역서 1996~2000.
- Chang-Ki Lee, 1974. The drift bottle experiments in the Southern Sea of Korea. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, 12, 7~26.
- 江波澄雄, 1975. 對馬暖流. 水産學シリーズ, 5, 69~114.
- Fumio Mitani, 1959. On shoals of the Yellow tail, *Seriola quinqueradiata* T. & S., migrating to the Tsushima Island. Bull. Japanese Soc. Sci. Fish. 24(11), 888~892(in Japanese).
- 한국과학기술원 해양연구소, 1987. 해양생물생태자료집. 82~88.
- Hi-Soo Han and Bo-Hweng Lee, 1974. On shoals of the Yellow tail migrating to the East Sea of Korea. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, 12, 27~36.
- Hong-kil Rho, 1985. Studies on marine environment of fishing grounds in the water around Jeju Island, Ph. D. Thesis, Univ. of Tokyo, 1~215(in Japanese)
- 橋本 寛, 1998. 潮流と水温分布およびブリ漁獲量との關係. 日本海區水産研究所報告, 38, 101~125.
- In-Ok Kim and Hong-Kil Rho, 1994. A study on China Coastal Water appered in the neighbouring sea of Cheju Island. Bull. Korean Fish. Soc., 27, 515~528.
- Ichmaru, T., Tashiro, M., Nagatani H., and Yamamoto, K., 1993. Migration of one year old Yellow tail and catch fluctuation in domesticated fishing around the Tsushima Islands. 西海ブロック漁海況研報, 2,

11~23.

日本海區水産研究所, ほか20機關, 1966. モジャコ採捕ブリ資源に及ぼす影響に
關する研究報告書. pp99.

日本海區水産研究所, ほか20機關, 1970. モジャコ採捕ブリ資源に及ぼす影響に
關する研究報告書(續報). pp99.

정문기, 1988. 한국어도보. 일지사, 385~388.

Gong Yeoung, 1971. A study on the South Korean coastal front. J.
Oceanol. Soc. Korea, 6(1), 25~36.

국립해양조사원, 1996. 제주도 남서부 1주야 조류조화상수

국립수산진흥원, 1994. 연근해 주요어종의 생태와 어장. 137~142.

국립수산진흥원, 1998. 연근해 주요어종의 생태와 어장. 137~142.

국립수산진흥원, 2000. 배타적 경제수역 주요어업자원의 생태와 어장. 143~
148.

김동수, 1997. 어장학. 여수대학교 어장학연구실, pp61.

Mititaka Uda and Koiti Honda, 1934. The catch of Keddle Nets in two
fishing grounds on the coasts of Nagasaki Prefecture and Idu
Peninsula. Nippon Suisan Gakkaishi. 2(5), 263~271(in Japanese).

宇田道隆, 1964. 海洋漁場學. 水産學全集, 16, 102~260.

宇田道隆, 1934. 日本海及び其の隣接海區の海況. 水産試驗場報告, 5, 57~190.

Noriyuki Hara, 1990. An abundance index of Yellow tail immigrating into
the sea of Japan and Its yearly variation. Nippon Suisan
Gakkaishi. 56(1), 19~24(in Japanese).

Noriyuki Hara, 1990. An abundance index of Yellow tail immigrating into
the sea of Japan and Its yearly variation. Nippon Suisan
Gakkaishi. 56(1), 25~30(in Japanese).

Noriyuki Hara, 1990. Yearly fluctuations of young Yellow tail catch in the

- coastal area of the sea of Japan. Nippon Suisan Gakkaishi. 56(12), 1933~1939(in Japanese).
- Noriyuki Hara and Tatsuro Murayama, 1992. Long-term fluctuations in abundance of the Yellow tail immigrants in the coastal areas of Japan. Nippon Suisan Gakkaishi. 58(12), 2219~2227(in Japanese).
- Takeru Kitahara and Noriyuki Hara, 1990. An abundance index of immigrants in exploited migratory populations. Nippon Suisan Gakkaishi. 56(12), 1927~1931(in Japanese).
- Tatsuro Murayama and Takeru Kitahara, 1992. Long-term trends in abundance of the Yellow tail *seriola quinqueradiata* immigrants in the coastal areas of Japan. Nippon Suisan Gakkaishi, 58(3), 409~416(in Japanese).
- Tatsuro Murayama, 1992. Migration of young Yellow tail in the Japan Sea estimated from tagging experiments. Nippon Suisan Gakkaishi, 58(3), 417~426(in Japanese).
- 三谷文夫, 1960. ブリの漁業生物學的研究. 近大農紀要, 1, 81~300.
- 村山達郎, 1991. 日本海におけるブリの資源生態に関する研究. 學位論文, 京都大學, 京都, 1~108.
- 모슬포수협. 기간판매내역서 1996~2000.
- Nakao, T., 1977. Oceanic variability in relation to fisheries in the East China Sea and Yellow Sea. J. Fac. Mar. Sci. Tech., Tokai Univ., Japan, Spec. P. 190~367.
- Sang-Hyan Kim, 1996. Studies on the assembling mechanism of the Hairtail, *Trichiurus lepturus*, at the fishing ground of the Cheju Strait. Ph. D. Thesis, Cheju National Univ., 1~168(in Korean).
- Osamu Ohtsuka, 1987. Stock assessment and migration of 0-year Yellow

tail(*Seriola quinqueradiata*) in Mano bay, Sado Island. Bull. Niigata. Pre. Fish. Exp. Sta., 12. 12~26

Syoiti Tanaka, 1972. Migration of Yellow tails along the Pacific Coast of Japan observed by tagging experiments- I. Bull. Japanese Soc. Sci. Fish., 38,(1), 29~32.

Tsutomu Kobata, 1986. On the tendency of long-term decreasing catch of adult Yellow tail *Seriola quinqueradiata* in its pacific sub-population. Bull. Japanese Soc. Sci. Fish., 52(7), 1181~1187.

Tomoyasu Kawai, 1969. Analysis of yellow tail abundance caught by set nets in Mie Prefecture, Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Labl., 58, 1~17.

Young-Jin Yang, 1998. Front and fishing conditions observed The South-west Sea of Korea and the Northern sea area of East China Sea. M. S. Thesis, Cheju National Univ., 27~45.

감사의 글

논문을 탈고하는 순간 무언가 끝났다는 기쁨도 있지만 무언가 할 수 있다는 용기가 가슴속 깊이 충만해짐을 느끼며, 연구실 창밖으로 보이는 제주밤 바다에 수놓아진 등불꼬리에 지나온 시간이 주마등처럼 흐르며 이 논문의 주인공이 나만이 아님을 세삼 깨닫습니다.

제가 성인이 되어 대학, 대학원 과정을 수학하는 동안 항상 그 자리에서 변치않는 모습으로 학문과 철학을 통해 큰 가르침을 주신 노홍길 교수님께서 이 자리를 빌어 깊은 감사를 드립니다.

논리적이지 못하고 부족한 점이 많은 논문을 꼼꼼히 정성스럽게 다듬어 주신 안장영 교수님, 안영화 교수님, 김석종 교수님 그리고 바쁘신 가운데 먼길 마다 하시지 않고 많은시간 배려해주신 여수수산대학 김동수 교수님께 깊은 감사를 드리며, 학위과정 중 많은지도와 격려를 아끼지 않으신 박정식 교수님, 서두욱 교수님께 감사를 드립니다. 또한, 연구에 많은 도움과 조언을 주시고 늦은밤 마다않고 논문을 다듬어 주신 김상현 교수님과 어장학 연구실 후배 고준철, 문승업, 그리고 매일밤 함께 동거동락하면서 자료정리에 도움을 준 우리 연구실의 막내 김병기에게 깊은 감사를 드립니다. 또한, 대학 및 대학원 생활을 함께하면서 자기의 길을 묵묵히 개척하여 지금은 수산사무관이 된 양영진후배, 신입대학원생으로 열의에 가득차 있는 정성실 조교 그리고 홍수, 경원 후배님들의 소리없는 도움은 제가 소리없이 갚아가야 할 몫인 것 같습니다.

여러 가지 악조건 속에서도 해양환경조사를 모두 마칠 수 있게 도와주시고 항상 격려를 아끼지 않으신 최찬문 교수님과 정용진 교수님의 아라호 선원들과 남제주군 어업지도선 마라호 선장님과 선원들에게도 감사의 말씀 전합니다. 바쁘시면서도 항상 격려를 아끼시지 않고 저에게 삶의 또 다른 의미를 전해주시는 국립수산진흥원 동해연구소 박성욱 연구사님, 지금도 눈코뜰새 없이 바쁘신게 눈에 훤히 국립수산진흥원의 김창길 연구관님, 김인옥 연구사님, 양용수 연구사님 등 수산공학과 여러분들의 격려는 저에게 또 다른 원동

력이 되었습니다.

막내가 아닌데 막내가 되버린 나에게 항상 마음을 열어주고 정겨운 가족같은 분위기로 뚝뚝뚝친 우리 노형클럽 강평구 회장님, 고승훈 전회장님 이하 클럽회원님들은 제가 논문을 마칠수 있도록 격려와 함께 끝까지 지켜봐 주신 분들이며, 거칠지만 마음은 비단같은 기호형, 영윤형, 기훈형, 태관형, 아빠가 된 기훈, 부록에서 본권으로 승진시켜 주신 현영희 형수님, 항상 파이팅 하는 내친구 애순 등 모두 셀 수 없지만 저를 위해 물심양면으로 도와주시는 분들께 심심한 감사의 말씀 전합니다. 또한 논문의 완성을 누구보다도 기다리며 보이지않는 곳에서 힘들고 지칠 때 한결같이 도움을 준 정미, 그리고 성희, 성신 쌍둥이 엄마와 아빠, 영주에게도 감사하다고 이 자리를 빌어 전합니다.

만나면 밤새도록 소주잔을 기울이며 학창시절 추억을 안주삼아 이야기 꽃을 피우던 코흘리개 모임인 다모양의 길민철 회장님 이하 회원여러분의 보이지 않는 응원엔 시간이 흐를수록 단단해져 가는 우리들의 우정을 다시금 느끼게 합니다. 고향으로 돌아와 열심히 생활하는 친구 지영과 멀리 부산에서 논문작성에 정신이 없는 친구이자 후배인 현민에게 깊은 감사의 마음 전합니다.

마지막으로, 이제는 걸음마를 하는 조카 효정이의 함박웃음은 온 가족을 행복하게 만드는 마술이 있고 그 속에 여동생부부의 행복을 빌며, 막내 준규와 사촌인 성희에게 고마운 마음 지면으로 전하며 항상 건강하길 바랍니다.

어쩌면 저와같이 모든 것을 같이 해주시고 항상 저로 인해 노심초사 하시는 아버님, 어머님의 늘어난 주름살을 보면 가슴이 아프지만 지금까지 지나온 시간들을 모두 모아 이 논문을 드립니다.