
碩士學位論文

濟州島 翰林 沿岸 定置網 漁場의
環境特性과 漁獲量 變動에 關한 研究

濟州大學校 大學院

漁業學科



金 俊 澤

1996年 12月

濟州島 翰林 沿岸 定置網 漁場의 環境特性과 漁獲量 變動에 關한 研究

指導教授 盧 洪 吉

金 俊 澤

이 論文을 水産學 碩士學位 論文으로 提出함.

1996년 12월

金俊澤의 水産學 碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長	박 정 식
委 員	노 홍 길
委 員	안 영 화



濟州大學校 大學院

1996년 12월

**Environmental Characteristic and Catch Fluctuation
of Set Net Ground in the Coastal Water of Hanlim
in Cheju Island**

Jun-Teck Kim

(Supervised by professor Hong-kil RHO)

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



**DEPARTMENT OF FISHERIES SCIENCE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY**

1996. 12

目 次

Summary	1
I. 서 론	4
II. 자료 및 방법	6
1. 조사해역 및 어구	6
2. 해황조사	6
1) 정선조사	6
2) 정점조사	6
3. 시계열 분석	6
4. 해수유동조사	11
1) 정치관측(定置觀測)	11
2) TGPS Buoy추적	11
5. 어획량 통계 자료	11
III. 결 과	14
1. 제주도 서부연안역의 해황특성	14
1) 수온과 염분의 수평분포	14
2) A단면의 수온·염분 연직분포	17
3) 서부해역내 일정점의 시계열분석결과	23
4) 어장의 수온·염분 단기변화	25
2. 해수유동조사	28
1) 정치측류(定置測流)	28
2) TGPS Buoy 관측	30
3. 어획량 및 그 변동	34
1) 년변동	34
2) 월변동	34
3) 일변동	38

4. 환경 특성과 어획량과의 관계	40
1) 일별 수온, 염분과 어획량 변동과의 관계	40
① 수온, 염분과 어획량과의 관계	40
② 수온, 염분과 전갱이 어획량과의 관계	42
③ 수온, 염분과 오징어 어획량과의 관계	42
2) 해수유동과 어획량과의 관계	42
3) 월령과 어획량과의 관계	42
4) 풍향, 풍속과 어획량과의 관계	48
 IV. 고 찰	 50
1. 어장주변의 환경변화 특성	50
1) 제주도 서부 연안역의 동계 고온수 및 하계 저온수 출현 현상	50
2) 한림 정치망 어장에서 수온, 염분의 일교차가 큰 원인	50
2. 정치망 어장환경과 어획량과의 관계	51
 V. 요 약	 54
 참 고 문 헌	 56
 감사의 말씀	 56



List of Figures

Fig. 1. The bottom topography and location of set net investigated in this study. —> : set net.	7
Fig. 2. Outline and scale of Hanlim set net.	8
Fig. 3. Location of oceanographic stations around Biyang Do.	9
Fig. 4. Location of oceanographic stations in the Cheju Strait.	10
Fig. 5. Mooring position in set net and moored feature of current meter (AICM-2F).	12
Fig. 6. Structure of TGPS Buoy and receiver parts	13
Fig. 7. Horizontal distributions of temperature($^{\circ}\text{C}$) and salinity(‰) at the surface, 10m and bottom in Jul. 24~25, 1996.	15
Fig. 8. Vertical distributions of temperature($^{\circ}\text{C}$) and salinity(‰) of line A in the west entrance of the Cheju Strait.	18
Fig. 9. The result of time serial analysis in the sta. 1 from May 1995 to August 1996.	24
Fig. 10. Daily variation of temperature($^{\circ}\text{C}$) and salinity(‰) at Hanlim set net from June 17 to August 10, 1996.	26
Fig. 11. Vector diagrams of current at Hanlim set net.	29
Fig. 12. Progressive vector graph of currents at Hanlim set net in summer of 1996 and autumn of 1995.	31
Fig. 13. Tidal current ellipse derived from harmonic analysis calculated by the current data observed at Hanlim set net ground.	32
Fig. 14. Drift track of TGPS Buoy in July 25~27, 1996.	33
Fig. 15. Annual total catch variation of Hanlim set net in 1994 and 1995.	35
Fig. 16. Monthly mean catch variation of Hanlim set net in 1994 and 1995.	36
Fig. 17. Monthly mean catch composition rates(%) of dominant species caught by Hanlim set net in 1994 and 1995.	37
Fig. 18. Daily catch variations of Hanlim set net from June to August in 1994	

~ 1996.	39
Fig. 19. Daily variation of mean temperature(°C), mean salinity(‰) and total catch at Hanlim set net from June 17 to July 24, 1996.	41
Fig. 20. Daily variation of mean temperature(°C), mean salinity(‰) and horse mackerel catch at Hanlim set net from June 17 to July 24, 1996.	43
Fig. 21. Daily variation of mean temperature(°C), mean salinity(‰) and squid catch at Hanlim set net from June 17 to July 24, 1996.	44
Fig. 22. Relation between the catch(a), current speed and direction(b) at Hanlim set net from Jun. 20 to 29 and from Aug. 20 to 31 in 1996.	45
Fig. 23. Relation between total catch and lunar day at Hanlim set net from June 15 to August 31, 1996.	47
Fig. 24. Relation between wind direction, speed(a) and catch(b) at Hanlim set net from June 20 to July 24, 1996.	49
Fig. 25. Relation between temperature(°C, a), current speed and direction(b) at Hanlim set net from August 1 to 7, 1996.	52



List of Tables

Table 1. Annual mean catch composition rates(%) of dominant species caught by Hanlim set net in 1994 and 1995.	35
Table 2. Monthly mean catch composition rates(%) of dominant species caughtby Hanlim set net in 1994 and 1995.	36



Summary

To investigate the relation of ocean environmental characteristics, the change of the catch and so on, the data of oceanic environment properties, time series, the state of sea water from 1995 to 1996 and catches at Hanlim set net from 1994 to 1996 are analyzed and the results are as follow ;

1) Main axis of Thusima Current appeared in westcoastal area of Cheju-Do was off 2~3mile the west coast of Cheju-Do from November to May. So, high temperature over 14°C and high salinity of 34.40~34.60‰ were distributed homogeneously from surface to bottom. Coastal Water of the China that is low salinity water appeared in Cheju Strait from Jun to October. Thus, surface water has high temperature and low salinity, and middle and bottom water has the temperature from 11°C to 14°C and the salinity of 33.50‰. It makes thermocline and halocline.

In surface water, temperature and salinity were lower and higher respectively than in middle of strait. In bottom water, temperature and salinity were higher and lower, respectively than in strait. So, tidal front appeared in temperature and salinity.

On the whole year, surface temperature and salinity were from 14 to 23°C and from 30.60 to 34.60‰, respectively, and annual range of temperature and salinity were within 9°C and 4.00‰, respectively. Thus, annual range in this sea area is much more narrow than in Cheju Strait.

In bottom water, temperature ranges from 14 to 20°C through the year. Thus, the range of temperature is narrow and the low temperature water of from 11°C to 13°C in west entrance of cheju strait was not shown. But the salinity of bottom water was from 33.40‰ to 34.60‰ in 1995, but in 1996, low salinity water below 32.00‰ appeared all depth from June. Thus, the variation range hydrographic conditions in this area is narrow in winter, but wide in summer due to the input of Coastal Water of the China.

2) In summer, surface cold water, local eddy and the front of temperature and salinity showed around the west coasts within 2mile from the coast due to vertical mixing by tidal current. Especially, temperature and salinity of bottom water changed due to depth change around Biyang-Do. Thus, the front of temperature and salinity appeared clearly between shallow area of the depth under 10m and deep area of the depth of 50m. Surface in the area water in outside where high temperature and low salinity water appear intrude between Worlreong-Ri and Geumreung-Ri. Thus, the front of temperature and salinity was made along the line that connects from this coast to Biyang-Do. The temperature of the bottom water decrease in 2°C to 4°C than of the surface water and its salinity increase in 0.02‰ to 0.08‰ than of the surface water even in shallow area.

3) In hanlim set net, the diurnal range of temperature and salinity in summer is very wide and the change of temperature and salinity is remarkable in short period. That is, not only the water of the mid and bottom layers(low temperature and high salinity) but also the coastal water(high temperature and low salinity) appear alternatively by current direction

4) By the result of mooring for 22 days in Hanlim set net, the mean speed and direction of tidal current in neap tide were 9.1cm/sec, and south westerly in ebb time, and 11.6cm/sec, and north or noresterly in flood time, respectively. The highest speed of the current was 15cm/sec in ebb time, and 22.6cm/sec in flood time.

The mean speed and direction of tidal current in spring tide were 10.4cm/sec, and southwesterly in ebb time, and 12.3cm/sec, and north or northeasterly in flood time, respectively. The highest speed of the current was 19.4cm/sec in ebb time, and 20cm/sec in flood time.

The mean speed of the current in flood time was faster than that in ebb time. The speed vector along the major axis of semidiurnal tide(M2) component was 1.5 times larger than that of diurnal tide(K1). The major directions of two compornants were northwesterly and east-southeastly and residual current appeared

in 3.25cm/sec northwesterly.

By the result of TGPS Buoy tracer for 3days between Biyang-Do and Chgui-Do, the mean speed was 1.6knot in ebb time and 1.3knot in flood time. Direction of tidal was southwesterly in ebb time and northeasterly in flood time. The maximum current speed was 4.8knot in ebb time and 3.7knot in flood time. The mean speed and direction of tidal in offshore were 1.7knot and northwesterly in flood time. The residual current appeared 0.3knot northeasterly. It is suggests that variation range of temperature and salinity is wide according to mixing current or wind.

5) The fishes caught abundantly in hanlim were, in the order, Horse mackerel(69.2%), Common mackerel(18.4%), Hair tail(5.6%), Squid(2.7%) and Rabbit fish(1.4%). The peak of the amount of caught fishery appeared in June and October in the operation period of May to December.

6) North current in flood and southwesterly current in ebb time appeared apparently around hanlim set net. Thus, the vertical mixing of sea water was harmonious and continuous over 3hours. In addition to that, mean daily temperature was low owing to middle and bottom water in offshore. Salinity increase or high salinity water was related to good catches.

Catches in the first quarter and the last quarter of the moon were larger than that in full moon and the last day of the month. Especially, when south or southeasterly wind velocity is about 3~6.5m/sec. There is a good possibility of good catches.

I. 서론

정치망어업은 어군을 쫓아 적극적으로 어획하는 어법이 아니라 연안으로 내유한 어군을 대상으로 하는 소극적어법이다. 따라서 정치망의 어획량에 영향을 미치는 요소는 어구 구조, 어군의 행동, 어장 및 주변의 환경 등 그 요소가 다양하다. 특히 정치망의 어획량과 관련이 있는 어군의 내유량은 환경에 반응하는 어군행동에 크게 좌우된다.

제주도 연안은 굴곡이 적어 해안선이 단조로운 구조로 되어 있어 외양수가 직접 영향을 미치므로 대규모 정치망을 설치하는데 위험성이 높아 소규모 정치망이 많다. 현재 제주도 연안 정치망 면허의 총수는 66통이며 이중 제주시가 2통, 서귀포시 7통, 북제주군 43통, 남제주군 14통인데 특히 제주도 북부 연안에 많이 부설되어 있다. 그리고 어구의 형태는 각망 64통, 소대망 1통, 낙망 1통으로 대부분 소형의 각망 어구이다.

특히, 제주도 주변해역에는 대마난류수, 황해난류수, 중국대륙연안수, 황해저층냉수, 한국남해안 연안수, 혼합수 등의 여러 이질수괴가 분포해, 이들 상호간의 세력 변화에 따라 해황이 매우 달라지며, 이들 수괴들의 분포상황은 계절에 따라서도 크게 달라지므로 제주도 주변해역의 해양환경은 매우 복잡하다. 제주도 주변해역에 출현하는 수괴들의 분포상황은 대체적으로 동계형과 하계형으로 대별될 수 있고, 동계형은 11월부터 익년 5월까지, 하계형은 6월부터 10월까지 지속된다.

동계형의 특징은 고온, 고염의 대마난류수가 제주도 동방해역은 물론 제주도 서방 및 제주해협이 넓은 범위에 분포함으로 제주도 주위는 완전히 대마난류수로 둘러싸이게 되며, 또 표층부터 저층까지 모두 같은 성질의 해수로 채워지므로, 해황이 비교적 단순하다. 이에 반해 하계형은 6월부터 서쪽에서 확장해오는 중국대륙연안수의 영향을 받아 제주도 서방해역 및 제주해협에 출현하는 대마난류수의 분포범위가 축소하기 시작하여 8, 9월의 하계에는 이 해역의 대마난류수는 거의 소멸한다. 이때 소멸된 대마난류수 대신에 제주도 서방해역과 제주해협 서쪽의 중·저층에는 황해난류수 및 혼합수가 그 자리를 메우게 되고, 제주도 주변해역의 표층(0~30m)은 저염분, 저밀도수인 중국대륙연안수로 덮이게 된다. 제주도 연안쪽에는 하계에 제주도로부터 유입되는 육수와 해안에서 용출되는 용천수의 영향을 받아 제주도 고유의 연안수가 극히 한정된 연안역에 형성된다. 이와같은 하계의 상황은 제주도 서방해역에 대마난류수가 다시 출현하는 10월까지 지속된다. 따라서 제주도 주변 해역은 이들 여러 수괴에 서식하는 회유

성 어종인 고등어, 전갱이, 갈치, 방어, 복어, 오징어, 삼치, 가다랭이 등의 여러 어종들이 시기별 출현상황을 달리하고 있으며 연안역에는 각종 정착성 어류 및 미성숙어의 생육장 및 서식장이 되고있다(노, 1993). 또, 동계라 하더라도 13℃이하로 수온이 하강하지 않으며 연안역에는 조석, 파랑 등에 의한 강제혼합이 지속되어 주변해역은 생산력을 높고 외해수가 연안역까지 직접 영향을 미치고 있으므로 제주도 연안역은 정치망어장으로서 좋은 조건을 갖추고 있다.

최근 연근해 어장은 해양오염이 점점 심각해지고 있지만 제주도는 아직도 청정해역이 유지되고 있고 국제 관광섬으로 급성장하므로써 수산물의 수요가 증가하고 있어 정치망에 대한 관심이 높아져 가고 있다. 따라서 정치망어업의 어획성능을 향상시키기 위해서는 우선적으로 정치망 어장 및 그 주변해역에 대한 환경과 어획량 변동과의 관계 등이 밝혀져야 한다. 이와 관련된 연구로서는 노(1985)의 제주도 주변해역의 어장 환경에 관한 연구, 노, 정(1975)의 제주해협의 하계 해황에 관한 연구, 노(1974)의 제주도 서방해역의 난수괴에 관한 연구, 노, 정(1976, 1977)의 제주도 연안의 수온, 염분의 변동에 관한 연구, 양 등(1992)의 제주도 연안해역의 해황 및 기상이 어획생산량에 미치는 영향에 관한 연구, 김(1987)의 제주해협내 해수유동에 관한 연구, 김(1986), 김, 노(1994)의 제주도 주변 해역에 출현하는 중국대륙연안수에 관한 연구, 김(1979)의 제주해협의 조류와 해류에 관한 연구, 방 등(1994)의 제주도 북서해역의 해수분포와 순환에 관한 연구 등이 있다. 또한, 김, 노(1993, 1994, 1995)의 정치망 어장의 환경요인과 어획변동에 관한 연구, 김 등(1988)의 정치망 어장의 해황과 어황에 관한 연구, 김 등(1989) 정치망 어장의 어장학적 특성에 관한 연구, 이 등(1988)의 정치망 어장의 어도형성에 관한 연구, 장 등(1987)의 정치망 어장의 어획량 변동에 관한 연구, 小池(1972)의 정치망 어장의 어군행동에 관한 연구, 飯塚 등(1989)의 정치망 어장의 어획물 조성으로 본 해역특성에 관한 연구, 石戸谷 등(1995)의 급조현상과 정치망의 거동에 관한 연구, 原 등(1990)의 정치망 어장 주변해역의 해수유동에 대한 연구 등의 많은 연구보고가 있다. 그럼에도 불구하고 제주도 연안 정치망에 대한 구체적인 연구가 거의 없다. 따라서 본 연구는 제주도 주변해역에 부설되어 있는 정치망중 서쪽연안인 한림 정치망 어장을 선택하여 어장주변의 환경특성과 단기적 해황변동을 명확히 하고 이들 환경과 어획량과의 관계를 여러가지 측면에서 검토, 분석하여 제주도 연안 정치망의 어획량 향상에 필요한 어장환경학적 연구를 주 목적으로 했다.

II. 자료 및 방법

1. 조사해역 및 어구

이 연구대상 해역은 Fig. 1에 나타낸 제주도 서부인 한수리~월령리까지의 해역을 포함한 제주도 서부 연안역이다. 조사에 사용된 정치망 어구는 Fig. 2와 같은 규모의 낙망으로 설치위치는 비양도에서 북동쪽으로 0.7km 떨어진 곳에 부설되어 있다. 이 어구는 4~5명이 목선 2척(5ton, 12ton)을 사용하여 1일 1회 조업하며 양망시간은 오전 7~8시경에 시작하여 약 2시간정도 소요되고 주어기는 6월부터 10월까지이다.

2. 해황조사

1) 정선조사

연구대상 해역의 수온과 염분분포 및 변화경향을 파악하기 위하여 Fig. 3과같이 한수리~월령리까지의 연안에서 2.5mile 범위내에 44개의 관측점을 설정하여 CTD(Conductivity and Temperature Depth Recorder, SBE 19-01)로 1996년 7월 24일~25일에 조사하였다. 그리고 시기별 수온, 염분변화 경향과 하계 중국대륙연안수의 확장상황을 파악하기 위하여 제주도청소속 어업지도선 삼다호(250ton)를 이용하여 제주해협에서 Fig. 4의 정선을 1995년부터 월별 조사한 자료중 제주도 서쪽입구인 A line(Sta. 1~7)의 수온·염분의 연직분포를 분석하였다.

2) 정점조사

정치망어장의 단기 해황변동을 파악하기 위해 1996년 6월~8월(3개월)간 Memory CT(Conductivity and Temperature Recorder, SBE16-03)를 정치망의 어포부 외측 고정줄에 수심 12m 깊이에 매달아 10분간격으로 수온·염분을 측정하였다.

3. 시계열 분석

연구대상 해역의 시기별 해황특성과 변동상황을 파악하기 위하여 정치망 설치 해역에서 가장 가까운 Fig. 4의 Sta. 1에 대한 1995년 5월~1996년 8월까지의 수온, 염분자료로부터 시계열 분석을 실시하여 정치망 설치 해역의 시기별 수온·염분변화, 연직적인 수괴분포, 중국대륙연안수의 출현시기, 수온·염분약층상태 등을 파악하였다.

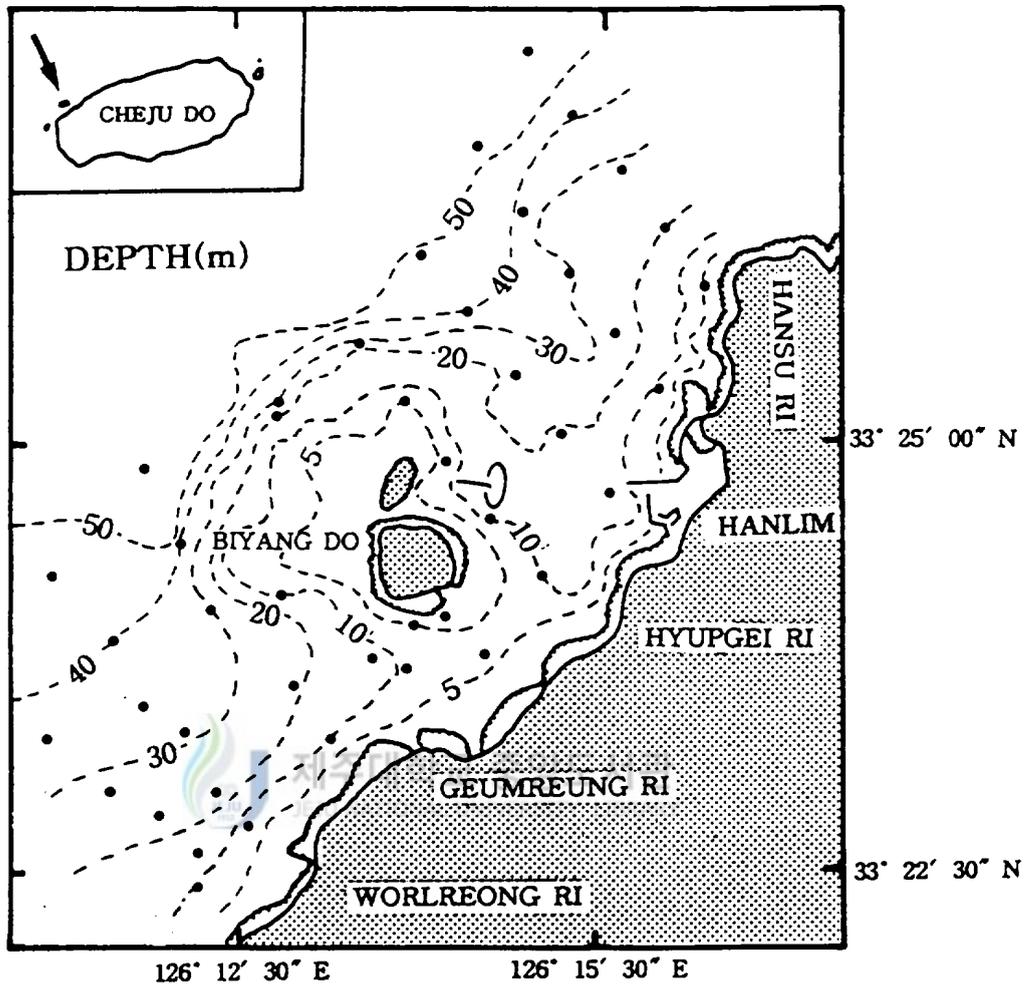


Fig. 1. The bottom topography and location of set net investigated in this study. \rightarrow : set net.

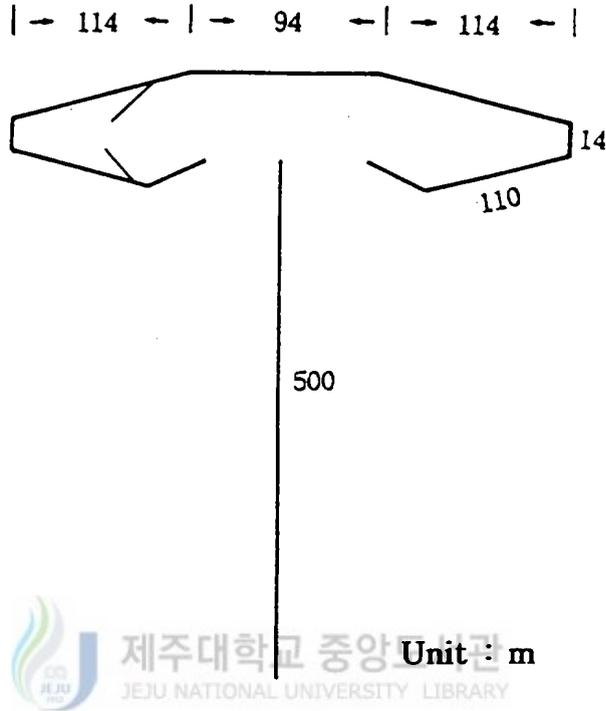


Fig. 2. Outline and scale of Hanlim set net.

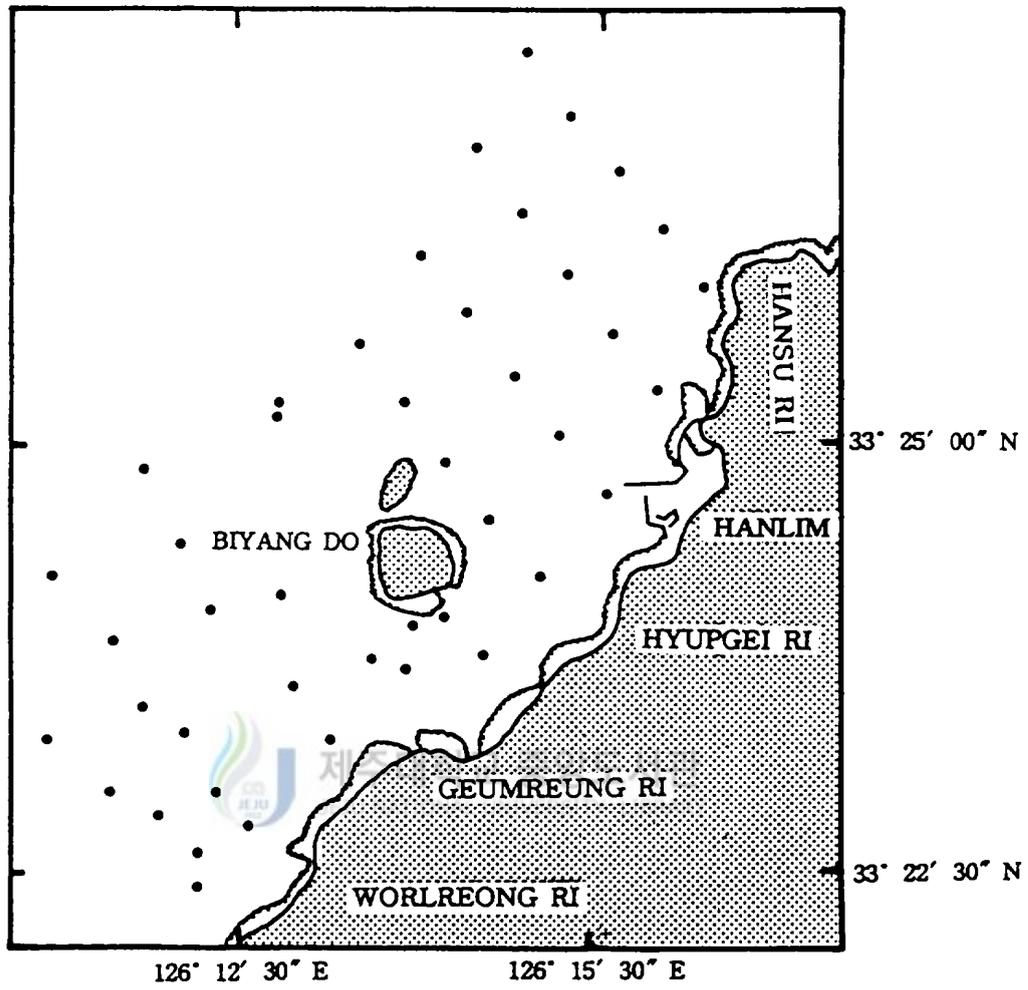


Fig. 3. Location of oceanographic stations around Biyang Do.

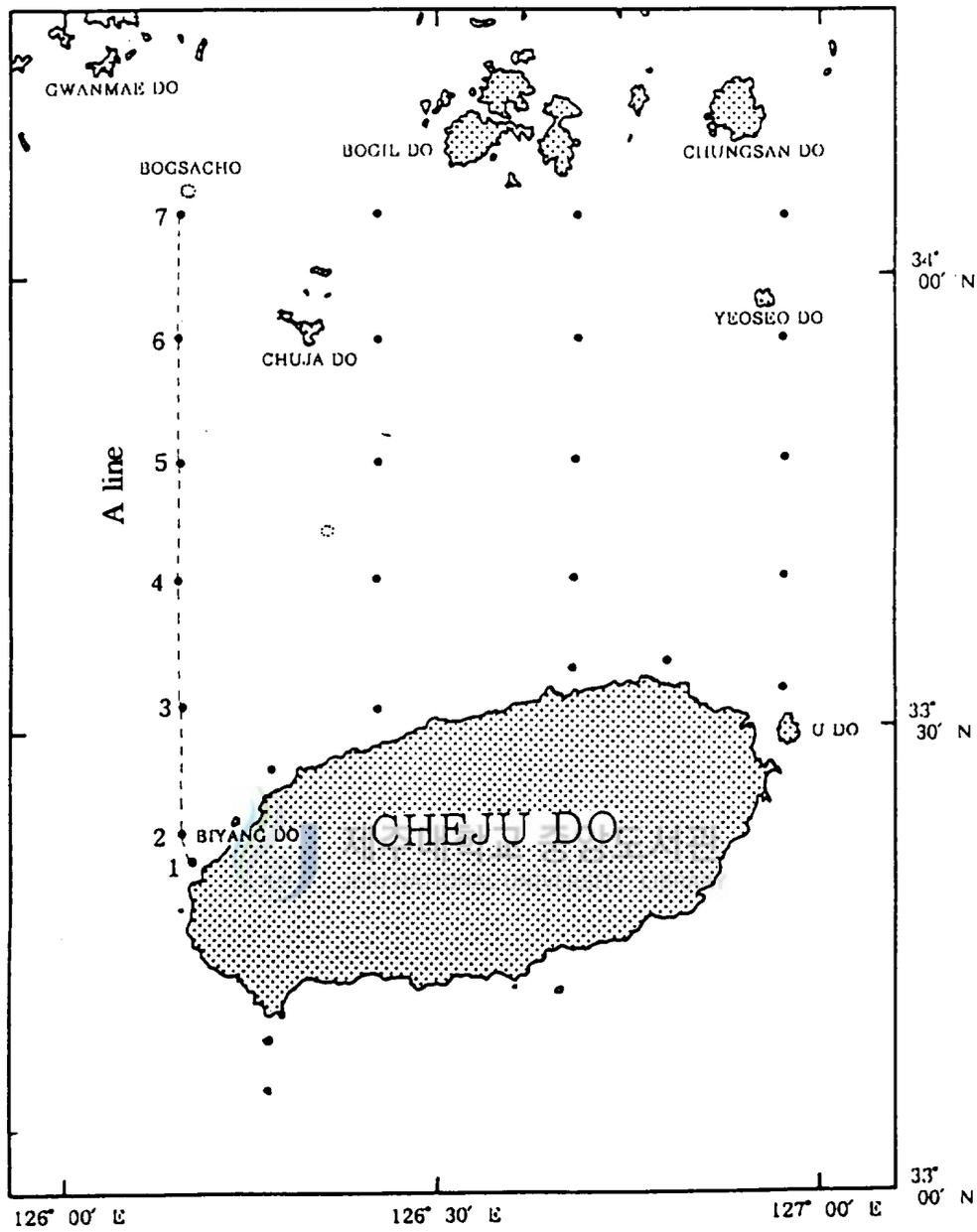


Fig. 4. Location of oceanographic stations in the Cheju Strait.

4. 해수유동조사

1) 정지관측(定置觀測)

연구대상 정치망어장 주변의 유향·유속을 파악하기 위하여 정치망어구의 고정줄에 해류계(AICM-2F, Acoustic IC Memory Current Meter)를 수면하 12m에 부착시켜 평균 15일단위로 유황(流況)을 연속관측하였으며, 이때 유속계의 부설위치는 Fig. 5과 같다.

2) TGPS Buoy추적

연구대상 해역의 전체적인 해수유동 상태를 파악하기 위해 비양도에서 남서쪽으로 7mile 떨어진 위치(34° 20' N, 126° 06.8' E)에서 1996년 7월 25일(12:00)에 Buoy를 투하하여 7월 27일(15:20)까지 약 50시간정도 Buoy를 추적하였으며 이때 Buoy이동위치는 3분간격으로 수신하였고 수신기지는 비양도 등대에 설치하였다. 사용된 TGPS Buoy(Transmitter Global Positioning System)의 구조는 Fig. 6와 같다.

5. 어획량 통계 자료

연구대상으로 한 한림 정치망의 연간 총어획량과 월별 및 일별어획량, 어종별 조성비는 1994년~1996년까지 조업한 어획일지를 사용하여 구했다.



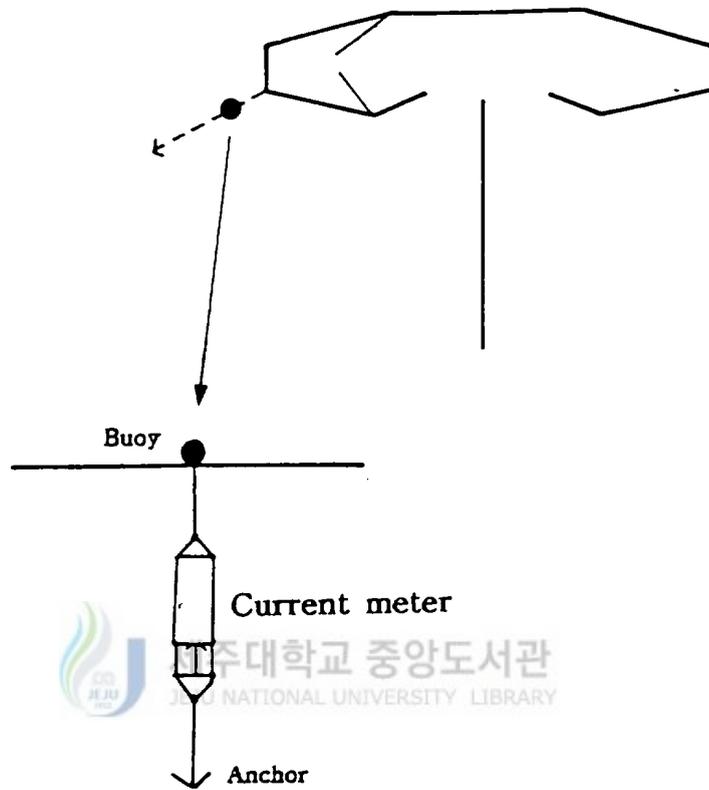


Fig. 5. Mooring position in set net and moored feature of current meter(AICM-2F).

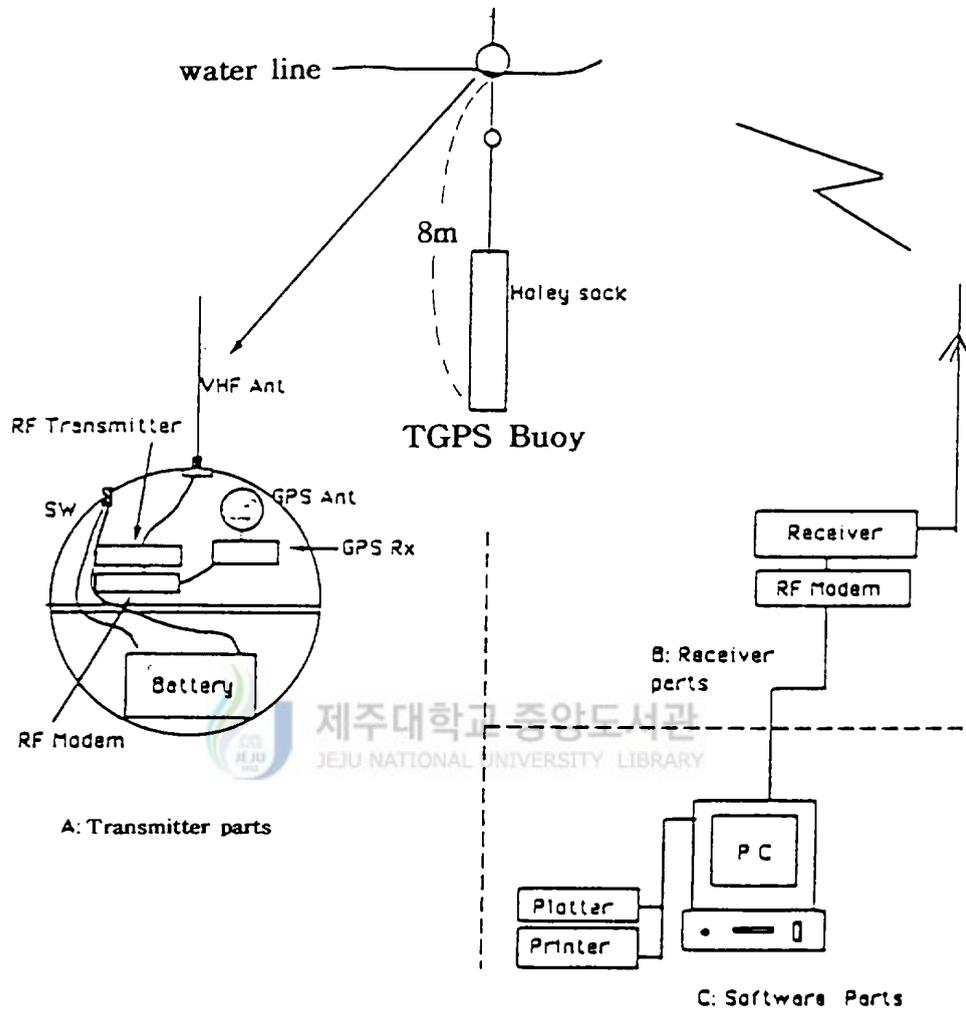


Fig. 6. Structure of TGPS Buoy and receiver parts .

III. 결 과

1. 제주도 서부연안역의 해양특성

1) 수온과 염분의 수평분포

연구대상해역의 환경특성을 파악하기 위해 1996년 7월 24일~25일에 조사된 결과로 표층, 10m층, 저층의 수온·염분 수평분포는 Fig. 7(a, b, c, d, e, f)과 같다.

표층수온(Fig. 7 a)은 22.0℃~26.5℃범위로 비양도 북서쪽 외해에 22℃의 저온수를 핵으로 한 냉수와(冷水渦)가 발달되어 있는 것을 제외하면 외해역의 표층은 26℃이상의 고온수가 분포하여 있고 이 고온수는 비양도 남쪽을 통하여 금릉리와 월령리 사이의 연안까지 침입하고 있다. 이와는 대조적으로 금릉리와 협제리 사이의 연안역에 25℃의 저온수를 핵으로 한 25℃~26℃의 저온수가 비양도에서 한림 연안역에 넓게 분포하고 월령리 연안역에도 24~25℃의 저온수가 출현하고 있다.

표층염분(Fig. 7 b)은 29.80‰~30.40‰ 범위로 전체적으로는 중국대륙연안수의 영향으로 저염분화 된 상태이다. 그러나 비양도를 중심으로 북동쪽과 한수리사이의 연안에는 30.20‰~30.40‰범위의 고염분수가 넓게 분포해 있고, 외해수의 고온수가 연안역까지 침입한 비양도 남서쪽 및 월령리와 금릉리 사이의 연안가까이까지는 30.00‰이하의 외해의 저염분수가 설상으로 침입하고 있으나 월령리 연안에는 30.40‰의 국지적인 와(渦)가 출현하고 있다.

이상의 결과로부터 외해수는 비양도 남쪽을 통하여 월령리와 금릉리 사이의 연안가까이까지 변질되지 않고 침입하지만 그외의 연안역은 외해수보다 저수온, 고염분의 변질된 해수가 나타나고 있다. 즉 월령리와 금릉리사이를 제외하면 정치망이 설치된 비양도 주변을 포함한 연안역은 조류에 의한 연직혼합이 활발히 이루어지고 있으며 국지적인 냉수와(冷水渦)도 형성되고 있다.

10m층의 수온 (Fig. 7 c)은 19℃~26℃범위로 비양도 북서쪽 외해에서 26℃의 고온수가 비양도를 향해 깊숙히 파고드는 세력과 북동쪽 연안을 따라 설상으로 삽입되는 19℃를 축으로 한 저온수의 세력, 그리고 남서쪽에서 월령리 연안을 따라 올라오는 21℃의 저온수의 세력이 비양도를 중심으로 서로 마주치고 있어 비양도를 중심으로 한 연안역에는 북서방향으로 형성된 원시한 수온전선이 나타나고 있다. 이중 비양도를 향해 한수리 및 한림연안을 따라 남서방향으로 남하하는 저온수와 월령리 남서쪽에서 북

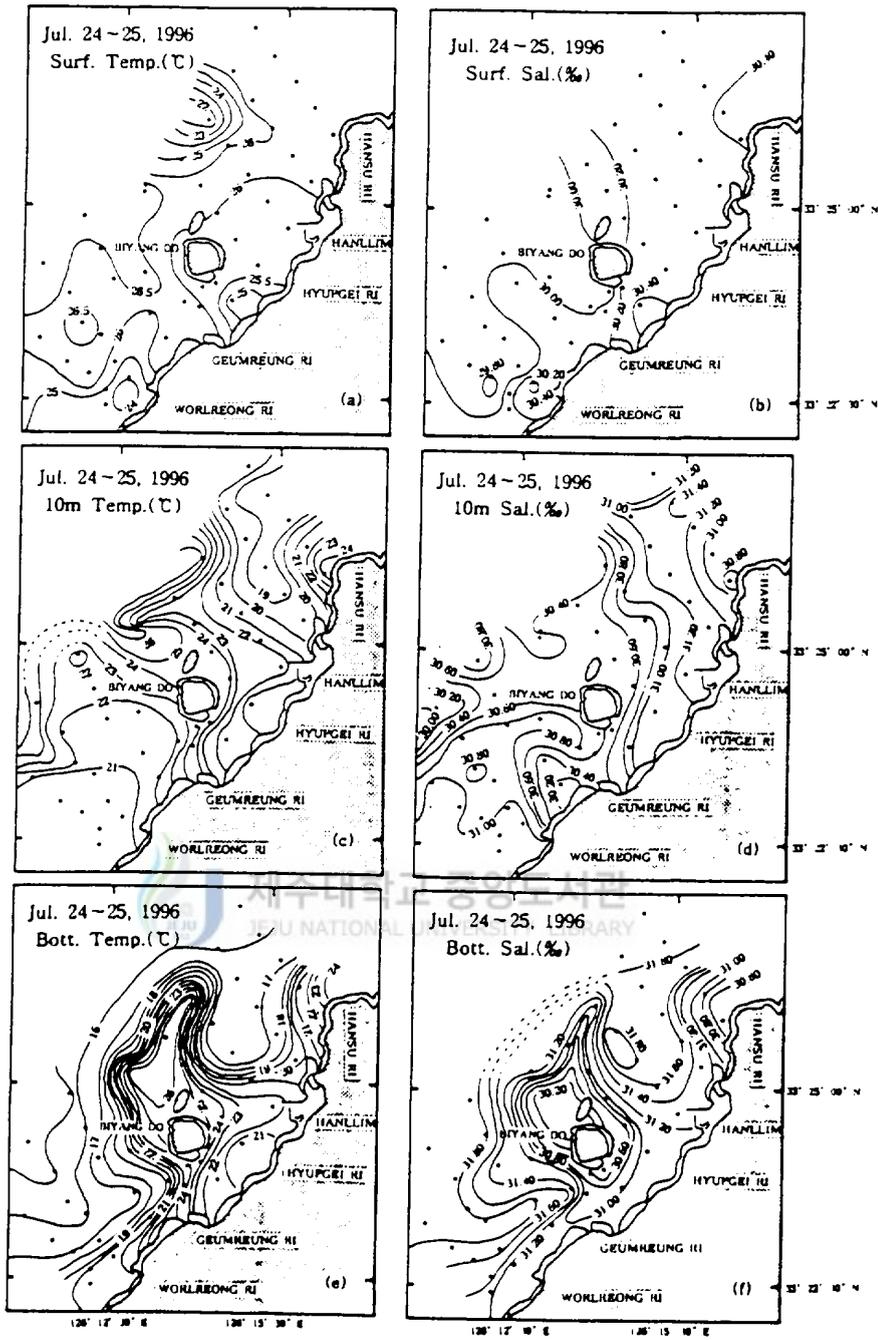


Fig. 7. Horizontal distributions of temperature(°C) and salinity(‰) at the surface, 10m and bottom in Jul. 24~25, 1996.

동방향으로 북상하는 저온수는 이 해역의 들물 때 조류방향과 잘 일치하고 있다. 즉 이 해역에는 들물때는 제주해협에서는 서류, 제주도 서쪽연안에서는 북류가 나타나 비양도 외해에서 서로 만나 북서류가 되므로 상술한 수온분포가 나타나고 비양도 주변해역은 들물 때 제주해협과 제주도 서쪽해역의 해수가 수렴하여 심한 수온전선이 비양도를 중심으로 북서방향으로 형성되는 것 같다. 그러므로 대상 정치망 설치장소를 포함한 비양도 주변은 특히 북상류(제주도 서쪽해역)와 서류(제주해협)가 나타나는 시기는 주변의 해수가 수렴하여 심한 수온전선이 형성되는 복잡한 해황이 나타나는 해역이라 할 수 있다.

10m층 염분(Fig. 7 d)은 30.20‰~31.40‰범위로 비양도 북서쪽 외측에 있는 것으로는 30.60‰이하의 저염분수는 비양도 주변을 거쳐 월령과 금릉리 사이의 연안역까지 유입되고 있다. 그러나 비양도 북동쪽 연안을 따라 31.00‰이상의 고염분수 세력과 월령리 남서쪽 연안을 따라 북상하는 30.80‰이상의 고염분수가 비양도를 중심으로 수온전선 형성에 설명한 바와 같은 원리에 의해 수렴하여 염분전선을 형성하고 있다.

이상의 결과로 보아 10m층은 비양도를 중심으로 북동쪽과 남서쪽 연안에는 저온, 고염수가 분포하고 비양도 북서측 외해쪽에는 고온, 저염한 외해수가 분포하고 있으며, 이 외해수는 월령과 금릉리사이의 연안역까지 유입하고 있으므로 이들 수괴가 마주치는 비양도 주변해역에는 현저한 수온·염분전선을 형성하고 있다. 또, 연안에는 국지적으로 소규모 와(渦)가 생성되거나 조류에 의한 연직혼합에 의해 만들어진 저온, 고염분수가 조류방향과 같은 방향으로 비양도를 향해 수렴되고 있다.

저층수온(Fig. 7 e)은 15℃~26℃의 범위로 비양도 북서쪽 천해역(10m 미만)에는 표층수의 영향을 받는 고온수가 분포하지만 그 주변 10~50m(Fig. 1 참조)의 저층에는 등심선 경도와 같이 수심이 깊어질수록 15~25℃의 범위에서 수온이 하강하여 심한 수온전선이 나타나고 있다. 즉 50m층에는 15℃, 10m의 저층에는 25℃의 수온이 분포해, 수심의 변화에 따라 깊은곳에서 얇은 곳으로 갈수록 수온이 상승하여 등심선 변화와 같은 경향으로 심한 수온변화가 이루어지고 있으므로 수온 분포양상은 등심선 분포상태를 잘 반영하고 있다. 그러나 10m미만이 제주도 서부 연안역에는 비양도 부근과는 대조적으로 저층에는 표층수보다 2~4℃ 낮은 20~24℃의 수온이 분포하고 있다. 이중 금릉리와 비양도를 잇는 해역과 한수리 북동쪽 연안역의 저층에 고온수가 나타나고 그 외의 연안역 저층에는 20~21℃의 저온수가 분포하므로 월령리와 금릉리사이 연안과

비양도를 잇는 선 부근과 한수리 연안역에서는 수온전선이 형성되고 있다.

저층염분(Fig. 7 f)은 30.20~31.80‰의 범위로 수온분포와 같이 비양도 북서쪽 10m미만의 천해역에 30.20‰의 저염분수, 50m층에 31.80‰ 고염분수가 분포해 이들 사이에는 등심선 변화와 같은 경향으로 심한 염분전선이 형성되어 있고 연안역 저층에는 31.00~31.20‰의 염분이 분포하고 있다.

이상의 결과로 보아 제주도 서부연안역은 하계의 경우 조류에 의한 연직혼합 및 국지적인 와(渦), 수온·염분전선이 나타나는 매우 복잡한 해황이 출현하는 해역이다. 특히 비양도 주변해역의 저층수는 수심변화와 같은 경향으로 수온, 염분이 변해 10m미만의 천소에서 50m의 심소사이에는 심한수온, 염분전선이 형성되어 있는 것이 특징이며 10m이하의 연안역이라 할지라도 저층수는 표층수보다 수온은 2~4℃ 낮고 염분은 0.2~0.8‰ 정도 높다. 또 월령리와 금릉리사이 연안에서 비양도를 잇는 선을 중심으로 고온수가 나타나 주변 연안수와 수온전선을 형성하고 있어 표·저층 모두 이 해역에 외해수의 영향이 연안역까지 미치고 있다.

2) A단면의 수온·염분 연직분포

정치망이 설치된 비양도 부근 해역이 제주해협내에서도 어떠한 해황특성을 갖고 있는 곳인가를 파악하기 위하여 1995년 5월부터 1996년 8월까지 월별로 조사된 제주해협의 서쪽입구인 A line(Fig. 4)의 수온, 염분 연직분포는 Fig. 8(a~x)과 같다.

제주해협의 5월(Fig. 8 a)은 중앙 저층부의 13℃ 이하의 냉수와 제주도 연안쪽에 15℃, 34.40‰ 이상의 고온·고염분수가 분포해 있어 제주도 연안인 비양도 부근해역에 제주도 서방해역으로 부터 제주해협으로 유입되는 대마난류수의 주류부가 분포하고 있다.

7월(Fig. 8 e)은 6월(Fig. 8 c)부터 제주해협 표층에 영향을 미친 중국대륙연안수의 유입으로 표층은 고온·저염분수(22~24℃, 30.40~32.00‰)가 해협중앙부에 나타나고 50m이심의 중·저층에는 13~15℃, 33.80~34.20‰의 저온, 고염분수가 분포해 이들 수괴사이에는 심한 수온, 염분약층이 형성되고 있다. 저층에는 6월에 나타난 12℃의 냉수기둥이 사라지고 해협 북쪽으로 지온수가 분포해 있지만 염분은 그 반대로 제주연안쪽에 고염분수가 분포해 있어 6월에 저층 선단면에 나타난 34.00‰ 이상의 고염분수 범위가 매우 축소되어 제주도 북쪽연안인 Sta. 1~3까지의 저층에만 나타나고 있다. Sta. 1, 2의 비양도 부근의 표층에는 해협중앙부에 나타나는 고온, 저염분의 중국대륙연안수가 조류에 의한 강제혼합 때문에 변질되어 중앙부 표층보다 저수온, 고염분이 된다.

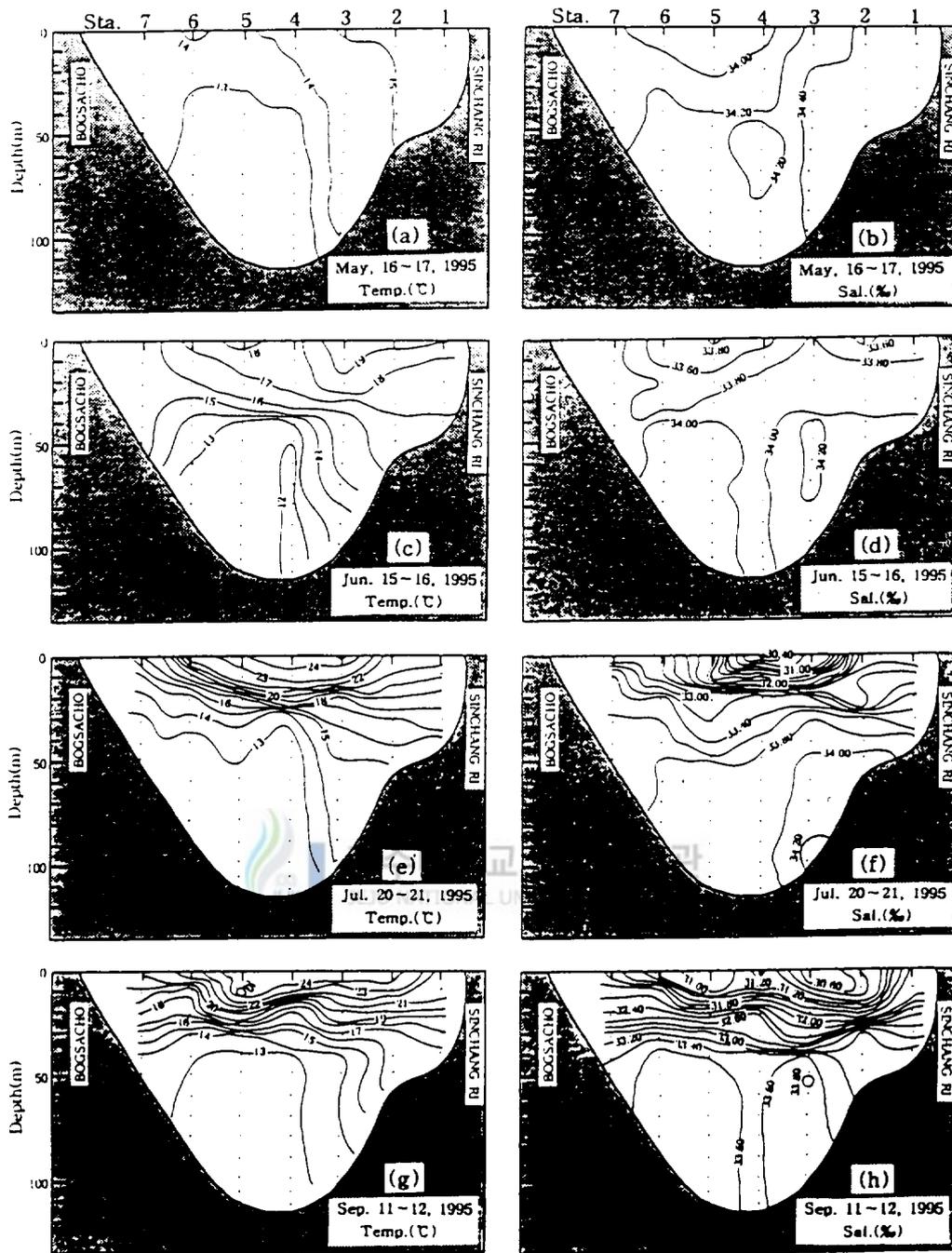


Fig. 8. Vertical distributions of temperature(°C) and salinity(‰) of line A in the west entrance of the Cheju Strait.

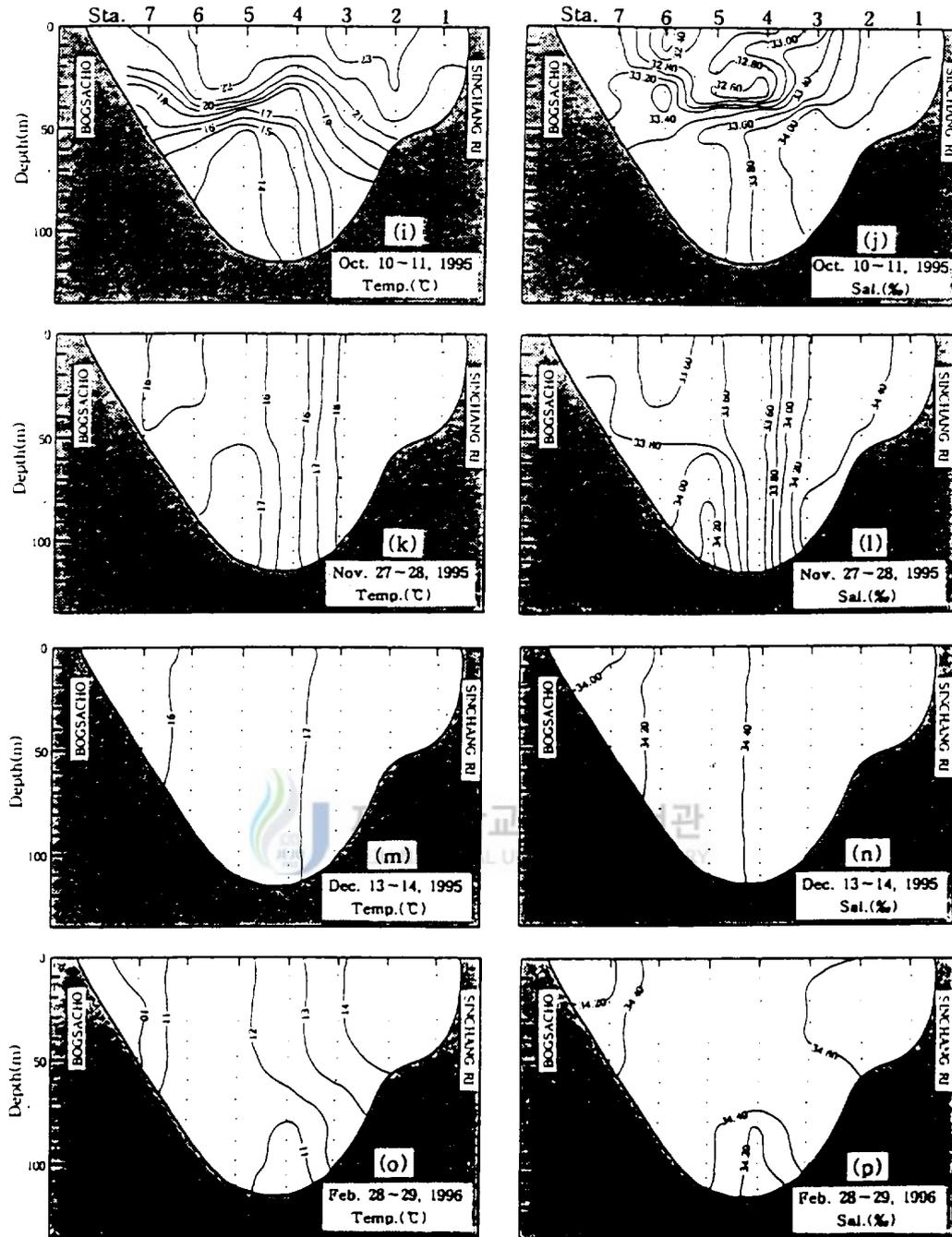


Fig. 8. Continued.

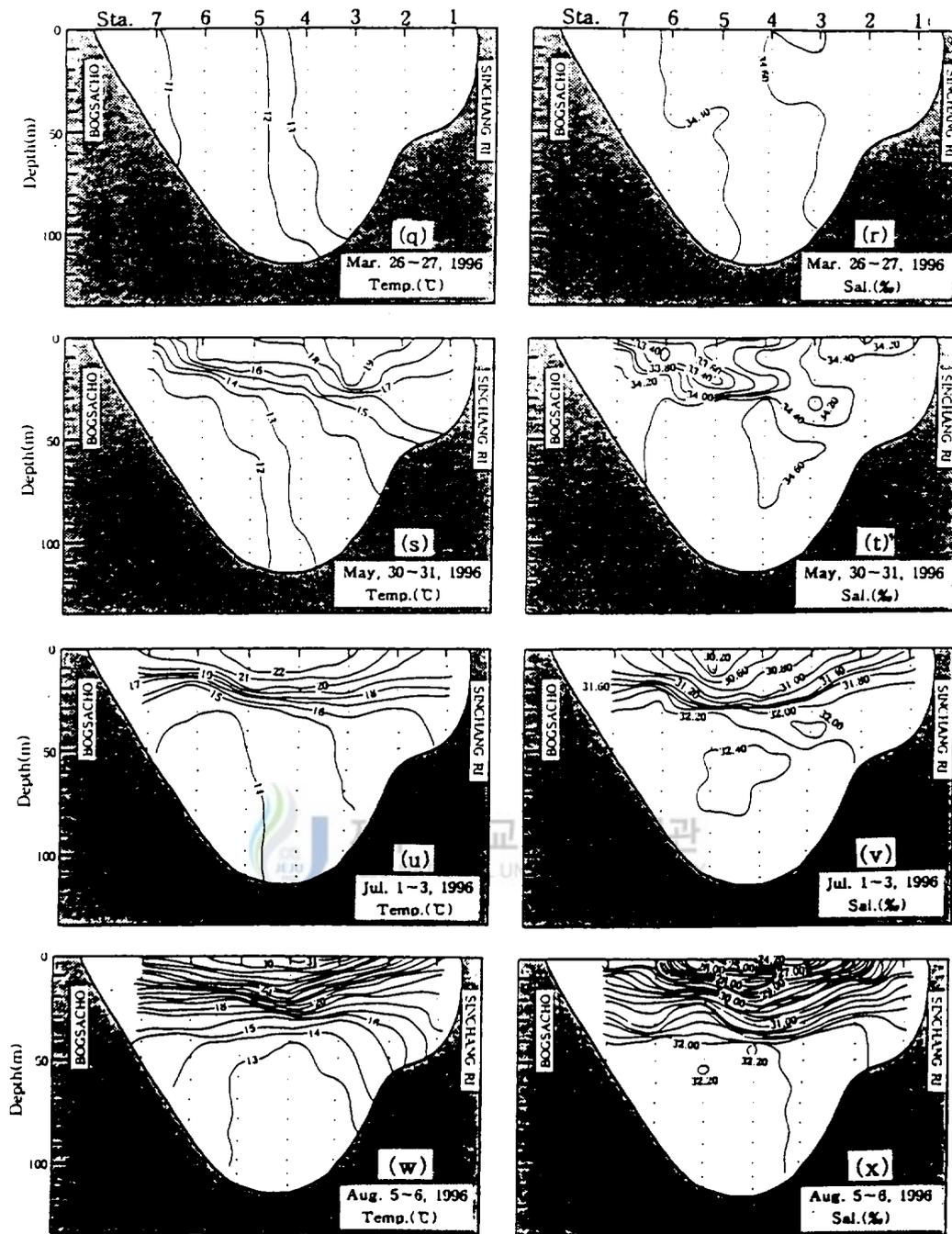


Fig. 8. Continued

9월(Fig. 8 g, h)에는 중국대륙연안수의 세력이 표층 넓은 범위에 확산되어 소규모 와(渦)를 형성시키기도 하며 표·중층에는 수온·염분약층이 7월보다 발달되지만 중·저층에는 34.00% 이상의 대마난류수인 고염분수가 소멸하고 33.60%~33.80%의 변질된 난류수괴가 해협전체에 분포하고 있다. Sta. 1, 2의 비양도 주변 해역은 표·중층간의 연직혼합이 잘 이루어져 해협의 중앙역보다 저수온, 고염분수가 표층에 나타나고 있다.

10월(Fig. 8 j)부터 중국대륙연안수의 세력약화로 표층수의 염분은 32.00% 이상으로 높아지고 연직방향의 성층도 하계보다 약화되며 제주도 연안쪽의 중·저층에 다시 34.00% 이상의 고염분수가 출현한다. 특히 비양도 부근인 Sta. 1, 2의 표층에는 염분 33.80%, 수온 22℃~23℃의 단면중 최고수온·염분이 출현하여 제주도 서방해역에 나타나는 대마난류수가 하계에 소멸되었다가 추계가 되면서 다시 이 해역을 통하여 제주 해협으로 유입하고 있는 양상이 잘 나타나고 있다.

11월(Fig. 8 k, l)에는 제주해협의 표층에 중국대륙연안수가 소멸되고 기온저하에 따른 대류냉각작용에 의해 표층부터 저층까지 균질수가 되므로 하계에 형성된 현저한 성층은 사라지게 된다. 특히, 단면중 제주도 북부연안인 Sta. 1, 2, 3에 수온 18℃(Fig. 8 k)이상, 염분 34.20%이상(Fig. 8 l)의 대마난류수가 분포해 있으며 Sta. 1의 전층과 Sta. 2, 3의 저층에 34.40%의 최고염분수가 분포해 있다. 또 이와같은 동계형은 익년 4월까지 지속된다. 다만 12월(Fig. 8 n)부터 제주해협전역의 염분농도가 높아져 해협북부 한국남부연안역까지 34.00%이상의 고염분이 되며 제주도 북부연안역은 34.40~34.60%의 년중 최고염분수가 나타난다. 그러므로 제주해협은 정치망이 설치된 비양도 주변해역을 비롯한 제주도 서부 및 북부연안역을 통과하는 대마난류의 주류부를 축으로 해협전역이 표층부터 저층까지 대마난류수에 의해 지배되고 있다. 이때 수온은 대마난류의 주류부가 있는 제주도 서부 및 북부연안역은 13℃(3월)~17℃(12월)의 고온수가 나타나지만 해협의 북부인 한국남해연안역으로 갈수록 수온이 낮아져 10~11℃가 된다.

1996년 5월(Fig. 8 s)에는 12℃~19℃의 수온범위로 제주도 연안의 표층에 고온수가 분포해 있고 해협의 북부 한국 남해 연안역에 12℃~14℃의 저온수가 분포하고 있으며 이 저온수는 해협의 중·저층의 대부분을 차지하고 있다. 이와는 대조적으로 Sta. 1, 2의 제주도 서부연안역에는 저층까지 15℃ 이상의 고온수가 분포해 1995년 5월과 같이 제주도 서방해역에 출현하는 대마난류수의 주류부가 이 연안역을 통과하고 있다.

염분(Fig. 8 t)은 해협의 대부분은 34.00%~34.60%의 고염분수가 분포하고 있지만

해협북측인 Sta. 5, 6, 7의 표층에 국지적으로 33.40~34.00%의 저염분수가 출현하며 이 저염분수는 표층에서 20m깊이까지 남쪽을 향해 쇄기모양으로 침투하고 있다. 제주연안 Sta. 1에는 전층에 34.40% 이상의 고염분수가 거의 분포해 있다.

7월(Fig. 8 u)에는 5월말(Fig. 8 s)에 나타났던 중앙골의 12℃~13℃의 냉수가 소멸되고 14℃의 최저수온이 해협북부 30m 이심의 중·저층에 나타나 1995년 7월(Fig. 8. e)보다 중·저층수온이 높다. 한편, 해협 중앙부인 Sta. 3, 4, 5의 표층에는 최고수심 12m까지 22℃의 최고수온이 나타나 중·저층의 저온수 사이인 수심 20~30m층에 현저한 수온약층이 형성되고 있다. 제주도 서부연안인 Sta. 1, 2에는 해협중앙부보다 표층수온은 낮고(19℃) 저층수온은 높아(16℃) 조석전선역의 수온분포 양상을 나타내고 있다.

염분(Fig. 8 v)은 최고수온이 나타난 해협중앙부 Sta. 5에 최저염분(30.20%)이 표층에서 수심 10m까지 유지되 중국대륙연안수의 주축이 되고 있으며 수심 30m 이심의 중·저층에는 32.00%~32.40% 최고염분이 전 해협을 매우고 있어 이 고염분수와 표층의 저염분수 사이에는 수온에서와같이 심한 염분약층이 형성되고 있다. 1995년 7월의 염분분포와 비교해보면 표층염분은 별로 차이가 없으나 중·저층염분은 1995년보다 현저하게 낮은 것이 특징이다. 일반적으로 제주해협의 중·저층에는 하계에도 33.50% 이상의 고염분수가 출현하는 것이 정상적인 염분분포 경향이다 (노, 1985. 김, 1995). 그러므로 1996년의 경우는 예년에 비해 중·저층의 염분이 현저하게 낮다.

8월(Fig. 8 w)의 수온은 13~31℃의 범위로 전달(7월)의 최고수온보다 9℃나 높아져 평년에는 좀처럼 나타나지 않는 30℃ 이상의 고수온이 해협의 중앙부에 나타나고 있다. 그러므로 표층의 고수온과 중·저층의 14℃~15℃의 저온수 사이에는 7월(Fig. 8 u)보다 현저히 발달한 수온약층이 수심 35m까지 형성되어 있다. 제주도 서부 연안역에는 해협 중앙부의 고수온과는 대조적으로 23℃~25℃의 저온수가 표층에 분포하고 있다.

염분(Fig. 8 x)은 24.20%~32.20% 범위로 최고염분과 최저염분 사이에 약 8% 차이가 있으며 특히 해협중앙부인 Sta. 4에서 최저염분 24.20%가 나타난 것은 예년에는 볼 수 없는 특수한 저염분현상으로 표층부터 수심 40m층까지 심한 염분전선이 형성되어 있다. 이처럼 표층수온·염분이 예년에 볼 수 없는 고온(31℃), 저염분(24.20%)이 나타나고 중·저층염분도 현저하게 낮은 것은 중국대륙의 강수량 증가에 의한 양자강수의 대량유입때문에 현저하게 저위화된 중국대륙연안수의 영향이라고 해석된다.

이상의 결과를 정리하면 제주도 서부 연안역(Sta. 1, 2)은 동계의 경우는 제주도 서쪽해역에 출현하는 대마난류수의 주류부가 통과하여 고수온, 고염분수가 나타나며 하계에는 제주해협에 저염분수인 중국대륙연안수가 출현하여 해협전체가 표층은 고수온, 저염분화 되고 중, 저층은 11℃~14℃의 저수온, 고염분이 나타나지만 이 해역은 해협 중앙역보다 표층은 수온이 낮고 염분은 높으며 저층은 수온이 높고 염분이 낮은 조선전선역의 수온·염분분포가 나타나는 해역이다.

3) 서부해역내 일정점의 시계열분석결과

연구대상 해역의 시기별 해황특성과 변동상황을 파악하기위해 정치망에서 가장 가까운 Fig. 4(A line)의 Sta. 1(비양도 남서쪽 3mile 지점)정점을 선정하여 1995년 5월~1996년 8월까지 조사된 수온, 염분에 대한 시계열분석 결과를 Fig. 9에 나타냈다. 그 결과 조사기간동안에 나타난 수온은 14~23℃로 수온의 년교차는 9℃ 정도로 연안역임에도 불구하고 수온의 년교차가 외해역의 19℃(Fig.8)정도보다 매우 작다. 특히 외해역의 표층수온이 하계 31℃까지 상승하는데 반해 이 관측점에서는 표층수온이 최고 23℃에 불과 한것도 이 해역의 해황 특성이라 할 수 있다.

이처럼 하계 표층수가 외해보다 현저하게 낮은 것은 빠른 조류에 의한 연직혼합에 기인하는 것 같다. 또 저층의 수온은 년중 14~20℃의 범위로 수온 변화폭이 작고 동계에도 14℃ 정도의 고온이 유지되며, 하계 제주해협 서쪽입구에 출현하는 11~13℃의 저수온도 나타나지 않는다. 이처럼 동계에 저층수온이 높은 것은 제주도 서쪽 해역에 출현하는 대마난류수의 주류부(主流部)가 이 연안역을 통과하고 있기 때문이라고 해석된다. 또 제주도 주변 해역 해황의 동계형이 나타나는 11월부터 익년 5월까지의 표층부터 저층까지 거의 균질한 수온 연직분포를 하고 있으며 6월부터 성층이 형성되어 10월까지 지속되지만 표·저층간의 수온차가 2~4℃에 불과한 점으로 보아 연직혼합이 비교적 잘 이루어지고 있는 해역이라고 판단된다. 최고 수온은 1995년에는 10월, 그리고 1996년은 8, 9월에 나타났다.

염분은 11월부터 익년 5월까지의 표층에서 저층까지 거의 같은 균질수가 되며 염분 범위는 34.40~34.60‰의 최고염분이 나타나 제주도 서쪽해역에 나타나는 대마난류수의 주류부가 이 연안역을 통과하고 있음을 잘 나타내고 있다. 그러나 6월부터 염분이 저하하기 시작하여 10월까지 심한 성층이 형성되므로 표·저층간의 염분차가 심해진다.

이처럼 6월부터 염분이 저하하고 심한 성층이 형성되는 것은 앞에서 설명한 저염분

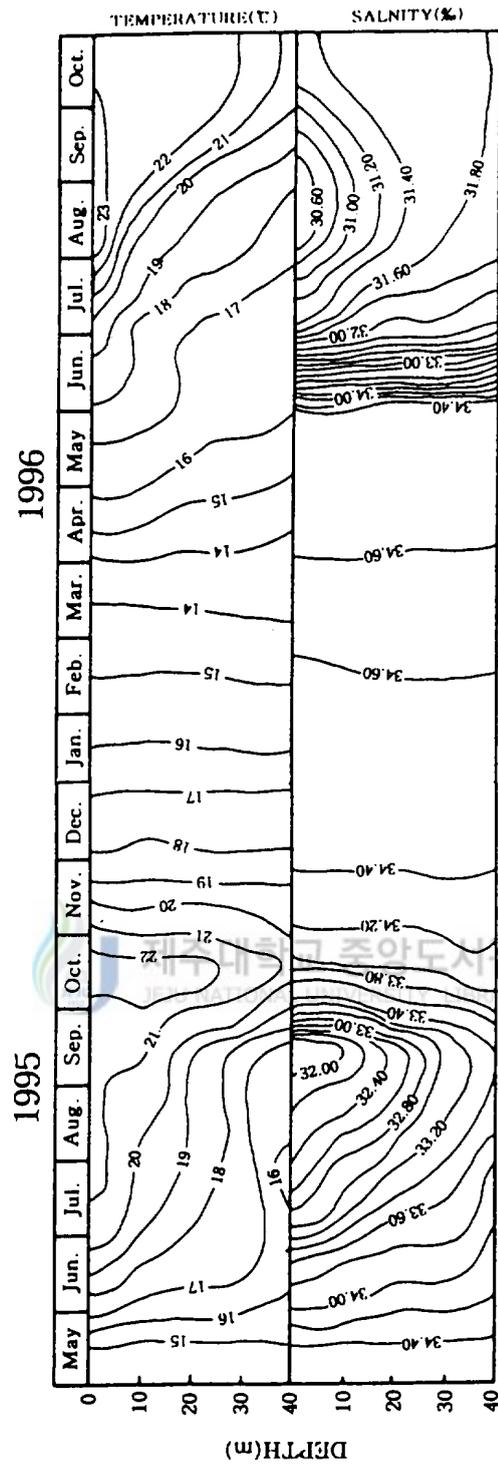


Fig. 9. The result of time serial analysis in the sta. 1 from May 1995 to August 1996.

수인 중국대륙연안수가 제주도 서방해역을 거쳐 제주해협내로 유입되고 이 저염분수는 대체로 수심 30m 이천의 표층수에 영향을 주기 때문이다. 그러므로 1995년의 경우는 표층부터 수심 30m층까지는 32.00~33.00% 이하의 저염분수가 나타났지만 저층에는 하계에도 33.40% 이상의 고염분수가 출현했다. 이와 같은 경향은 이 해역의 일반적인 하계 해황이다.

그러나 1996년의 경우는 6월부터 표·저층 모두 현저하게 염분이 저하하여 표층부터 저층까지 32.00%의 저염분수가 출현하고 있다. 즉 1996년의 경우는 중국대륙연안수가 예년에는 영향을 미치지 않는 저층까지 영향을 미쳐 표층부터 저층까지 전층이 예년에 비해 현저하게 저염화되고 표층염분도 95년보다 낮아 최저 30.60%의 저염분수가 8월에 나타나고 있다. 그러므로 이 해역은 동계의 해황은 년별 변화가 적지만 하계에는 중국대륙연안수의 영향 정도 즉 양자강수의 유출량의 년별 변화에 따라 해황의 년별 변화가 심한 해역이라고 할 수 있다.

4) 어장의 수온·염분 단기변화

1996년 6월 17일~8월 10일(54일) 사이에 정치망어장의 수온, 염분의 단기 변동을 파악하기 위해 Memory CT(Conductivity and Temperature Recorder, SBE 16-03)를 사용하여 10분간격으로 연속관측한 결과를 일별 평균치와 최고, 최저값을 구하여 그 변화경향을 Fig. 10(a, b)에 나타냈다.

이것에 의하면 관측기간동안 일평균수온(Fig. 10 a)은 16~25℃의 범위로 9℃의 차이를 보이며 불규칙적이기는 하지만 시간이 지나면서 점차 상승하여 8월에 최고수온(25℃)을 나타냈다.

월별 변화는 6월에 17~19℃, 7월에 17~22℃로 6월보다 7월의 최고수온이 3℃정도 상승하였고 8월에는 19~25℃범위로 7월보다 평균 2℃정도 상승하였다. 그리고 일별 변화가 큰 날은 6월 24일 18℃, 25일 19℃, 7월 4일 17℃, 5일 19℃, 7월 6일 17℃로 하루사이에 1~2℃가 상승 또는 하강 하였다. 특히 8월 5일(19℃)~7일(25℃)에는 2일 사이에 6℃나 급상승하여 조사기간중 가장 큰 변화를 보였다.

일평균염분은 27.70~31.70% 범위로 시일이 지나면서 완만한 저하현상을 보이다가 8월 5일(31.70%)부터 급히 하강하기 시작하여 8월 7일의 염분은 27.70%로 약 4.0%정도 저하하였다. 이처럼 염분이 크게 저하한 시기와 수온 급상승 시기가 잘 일치하고 있다.

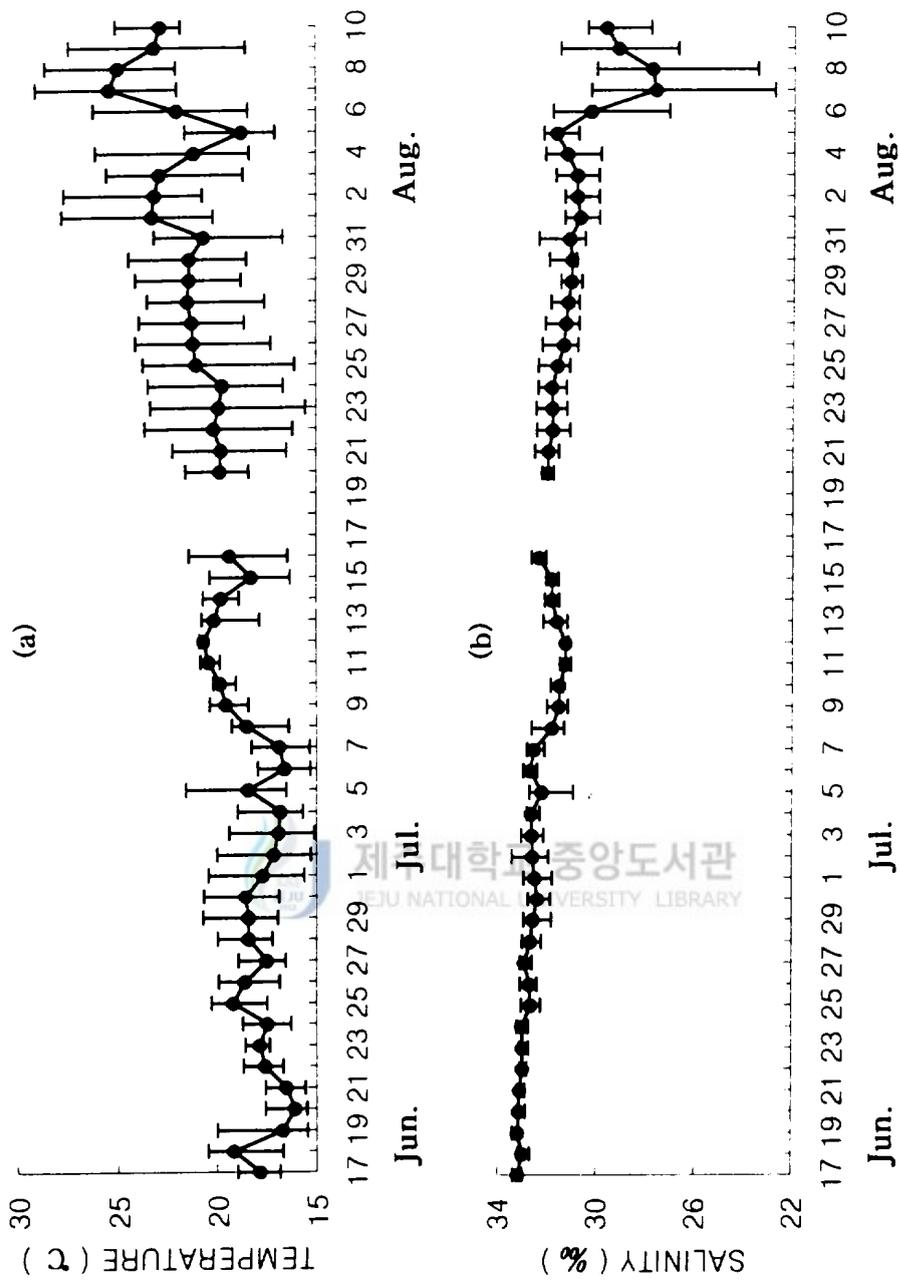


Fig. 10. Daily variation of temperature(°C) and salinity(‰) at Hanlim set net from June 17 to August 10, 1996.

수온, 염분의 일중 단기변화가 심해 조사기간동안 최저·최고수온 범위가 15℃~29℃로 14℃의 차이를 나타내 평균적 단기변화보다 훨씬 큰 폭이 수온 변화가 나타나고 있다. 월별로는 6월의 최저, 최고수온 범위가 15~21℃로 이때의 일교차는 2~5℃로 보통 2~3℃ 정도이나 19일, 29일, 30일에는 4~5℃의 큰 일교차가 나타났다. 특히 19일에는 평균수온이 매우 낮은데도 일교차가 큰 것은 어장 외측의 중, 저층에 나타나는 15~17℃의 저온수가 어장에 많은 영향을 미침과 더불어 표층의 고온수(20℃)도 일시적으로 출현하고 있기 때문이라고 해석된다.

7월의 최저·최고수온 범위는 15~24℃로 9℃의 차이를 보이며, 일교차는 0.4~8℃로 6월(2~5℃)에 비해 일교차가 훨씬 크다. 그러나 7월 11일에 20℃~20.8℃, 12일에 20.5~20.9℃로서 1℃ 미만의 매우 작은 일교차가 나타나고 평균수온도 7월중에 최고가 된 것은 외측의 중, 저층수가 이 해역에 거의 유입되지 않고 표층수만 유입되었기 때문이라고 해석된다. 이와는 대조적으로 7월 21일에서 27일에는 16℃내지 24℃로 6~8℃의 수온차를 보여 7월 중 가장 큰 일교차가 나타났다. 이처럼 큰 일교차가 나타나는 것은 조류방향에 따라 외측의 중, 저층에 있는 저온수와 연안역의 고온수가 교호(交互)로 나타나기 때문이라고 생각된다.

8월의 최저·최고수온 범위는 17~29℃이고 일교차는 3~9℃정도이며 1일, 6일, 9일에는 8월 중 최고 일교차(9℃)가 나타났다. 특히 5일에는 최고 수온(22℃)과 평균수온(18.8℃) 및 최저수온(17℃)이 모두 전날인 4일보다 현저하게 내려 갔다가 뒷날인 6일에는 다시 4일 수준으로 수온이 상승하고 있다. 이와같이 하루사이에 수온이 급히 내려가거나 올라가는 것이 이 어장의 하계 단기변동특성 중의 하나이다.

염분은 조사기간중 최저·최고염분이 22.80~33.40‰ 범위로 0.20~7.50‰의 일교차를 나타냈다. 월별로는 6월에 31.80~33.40‰의 최저, 최고 범위로 일교차는 0.20~1.20‰이며 특히 29일에는 31.80~33.40‰로 1.20‰의 가장 큰 일교차를 나타냈으며 이때 수온도 최고의 일교차가 나타났다.

7월의 최저·최고염분 범위는 30.80~32.10‰로 0.20~1.50‰ 범위의 일교차를 나타냈고, 그중 31일에는 30.50~32.40‰로 1.90‰의 가장 큰 일교차를 나타냈으며 2, 5, 6, 8, 21, 26, 27일에도 1.40~1.5‰의 비교적 큰 일교차를 나타냈다. 또한 10일~12일 사이에는 일교차(0.20~0.50‰)가 가장 작았으며 이때 수온의 일교차도 7월중 가장작게 나타났다.

8월의 최고·최저염분 범위는 23.50~32.20‰이며 일교차는 1.40~7.50‰ 범위로 매우 크게 나타났다. 특히 6일~9일에는 4.80~7.50‰ 범위의 일교차를 나타냈으며 7일에는 22.80~30.30‰로 7.50‰의 가장 큰 일교차를 나타냈다. 수온도 이 시기에 비슷한 경향을 보였다.

이상의 결과로부터 한림 정치망 어장은 하계에 수온, 염분의 일교차가 매우 크고 단기적인 수온, 염분변화가 심한 곳으로 해석된다. 즉 이 어장은 외측의 중, 저층에 있는 저온수와 연안역의 고온수가 조류방향에 따라 교호로 출현하고, 조류의 강약이나 바람 등에 의한 연직혼합의 정도에 따라 수온, 염분 변화가 크게 달라지는 해역이라고 할 수 있다.

2. 해수유동조사

1) 정치측류(定置測流)

정치망어장 주변의 해수유동을 파악하기 위해 1996년 8월 19일~9월 10일(20일간) 10분간격으로 연속 조사한 결과중 소조기인 8월 22일 03:07~23일 04:07(25시간)과 대조기인 8월 29일(06:07)~30일 07:07(25시간)의 자료를 정리한 결과는 Fig. 11과 같다.

소조기 때의 25시간 전체 평균유속은 7.2cm/sec이며 썰물 때의 평균유속은 9.1cm/s, 밀물 때의 평균유속은 11.6cm/sec로 밀물 때가 2.5cm/sec 빠르다. 썰물 때 유향은 주로 남서쪽이며 제주항의 간조시(03:01)보다 약 3시간 후에 전류하기 시작하여 밀물이 되면 주로 북, 북동쪽으로 흐른다. 썰물 때 최강유속은 유향 261° 에서 15cm/s이며, 밀물 때 최강유속은 유향 09° 에서 22.6cm/s이므로 최강유속도 밀물 때가 강하다.

대조기 때의 25시간 평균유속은 8.1cm/sec이고, 썰물 때의 평균유속은 10.4cm/sec, 밀물 때는 12.3cm/sec로 밀물 때가 1.9cm/sec 빠르다. 유향은 썰물 때 남서쪽이며 제주항의 간조시(05:03) 보다 약 3시간 후에 전류하기 시작하여 밀물 때는 북, 북동쪽으로 흐른다. 최강유속은 썰물 때 유향 219° 에서 19.4cm/sec, 밀물 때 유향 47° 에서 20cm/sec로 밀물 때가 강하게 나타나고 있다.

이상 결과에서 보면 대조기와 소조기 때는 평균유속이 각각 8.1cm/s, 7.2cm/s로 대조기와 소조기의 차가 크지 않은 것이 특징이며 대조기와 소조기때 모두 밀물 때 유속이 빠르다. 이와같은 현상은 제주도 서쪽 해역을 북상하여 제주해협으로 유입하는 외해쪽의 해류 영향을 받아 북쪽으로 흐르는 밀물 때 유속이 남향류인 썰물보다 강하게 나타나는 것으로 해석된다.

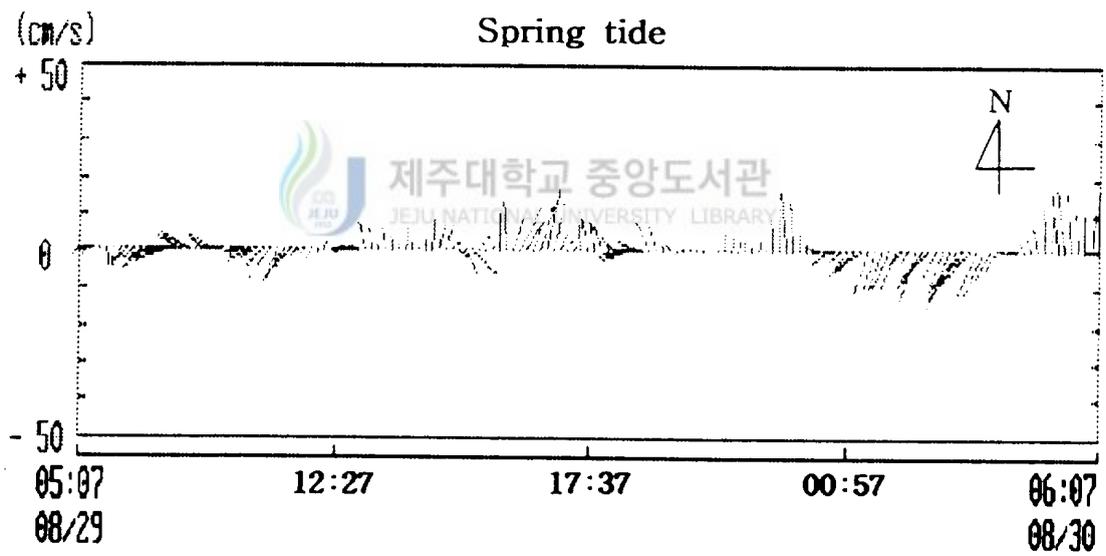
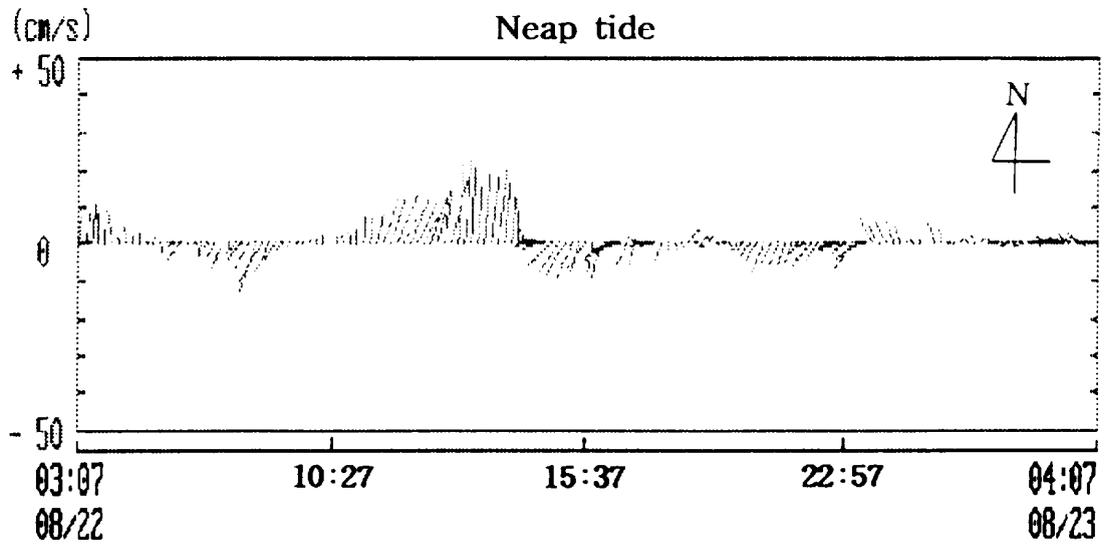


Fig. 11. Vector diagrams of current at Hanlim set net.

Fig. 12(a, b)는 하계인 1996년 8월 19일~9월 10일(20)과 추계인 1995년 10월 23일~11월 12일(19일)에 정치망 어장에서 연속 조사한 유향·유속의 진행벡터이다. 하계에는 처음에 서쪽방향의 흐름이 지속되다가 그후 북, 북서쪽으로 이동하여 총체적으로 22일간에 북서방향으로 약 25km정도 이동한 약한 항류성분이 나타나 앞의 조석벡터도 (Fig. 11) 분석결과와도 대체적으로 일치한다. 그러나 추계에는 관측 기간동안 진행벡터 방향이 거의 남쪽으로 약 17km정도 이동할 수 있는 흐름이 나타나 하계와 반대 방향의 약한 항류성분이 나타났다.

이처럼 추계에 약한 남하류가 나타나는 것은 계절풍에 의한 일시적인 현상인지 동계 제주도 서방해역의 외해에 강하게 나타나는 대마난류의 영향에 의해 나타나는 연안역의 반류현상인지 그 원인에 대한 연구가 필요하다.

Fig. 13은 정치망 어장에 있어서의 조류성분을 파악하기 위하여 1996년 8월 19일~9월 10일(22일)에 조사된 자료를 분석한 결과를 나타낸 것으로, 반일주조(M2) 성분의 장축방향의 유속벡터가 일주조(K1)의 그것에 비해 약 1.5배정도 크며, 두 성분의 장축방향은 서북서~동남동 방향으로 해안선에 수직방향의 조류성분이 강하다. 또한, 항류성분은 북서쪽으로 3.25cm/sec로 반일주조(M2)의 3.55cm/sec와 거의 같다. 이와같은 결과는 들물 때 제주해협에서 서쪽으로 흐르는 조류 성분과 제주도 서쪽연안에서 북상하는 북동방향의 조류성분이 비양도 부근해역에서 서로 마주치어 외해쪽으로 빠져나간다고 한 노(1990)의 보고와도 잘 일치하고 있다.

2) TGPS Buoy 관측

조사지역의 해수립자(海水粒子)의 이동상황을 파악하기 위하여 1996년 7월 25일~27일(3일)에 비양도 남서쪽 약 7mile떨어진 위치에서 TGPS Buoy(Fig. 5, 저항판의 최대수심 약 8m)를 투하하여 약 50시간정도 추적한 결과는 Fig. 14와 같다.

그 결과 조사기간동안에 나타난 전체 유속은 0.2~4.8knot 범위이고 평균유속은 1.5knot였다. 그중 썰물 때 순간 최고유속과 최저유속은 각각 4.8knot, 0.2knot이고 밀물 때 순간 최고유속과 최저유속은 각각 3.7knot, 0.3knot이다.

Buoy의 이동경향을 해역별로 세분하여 살펴보면 Fig. 14에서 표시한 구간 ①~②의 연안역에서는 밀물 때 평균유속 1.3knot로 북동방향으로 이동했으며 구간 ②~③에서는 썰물 때 평균유속 1.6knot으로 남서방향으로 이동했다. 그러나 연안에서 2mile정도 외측의 들물 때 평균유속은 1.7knot로 이동하였는데 연안에서보다 0.4knot 빠르며 유향은

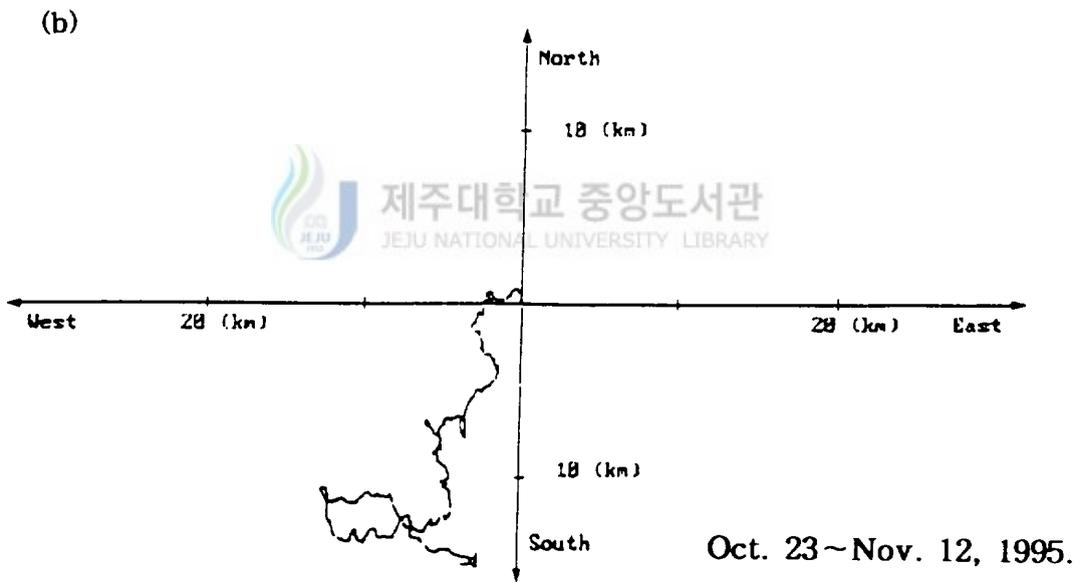
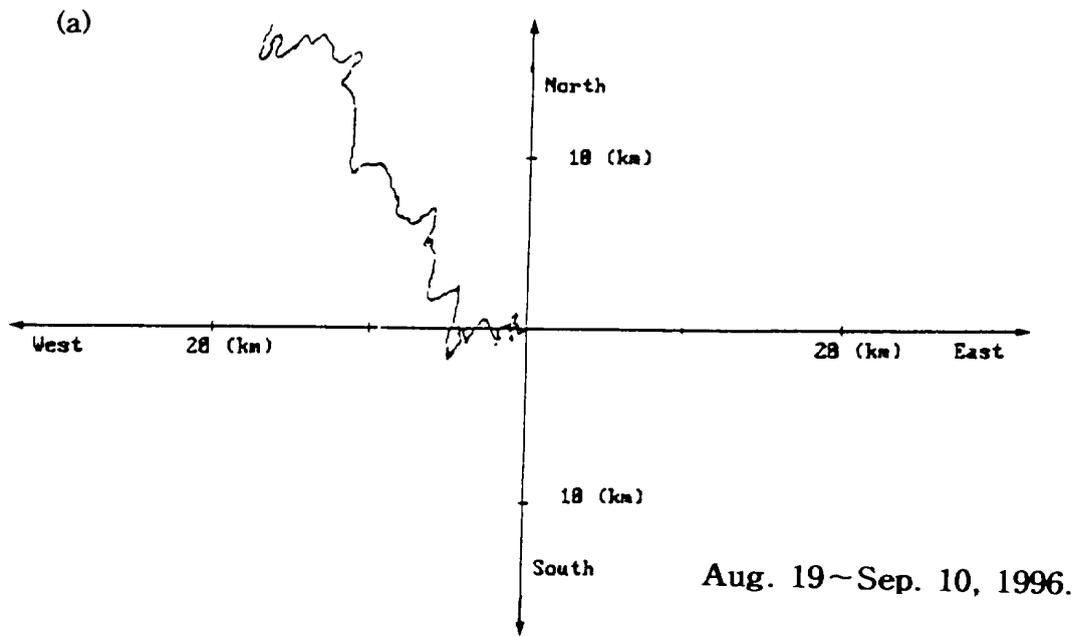


Fig. 12. Progressive vector graph of currents at Hanlim set net in summer of 1996 and autumn of 1995.

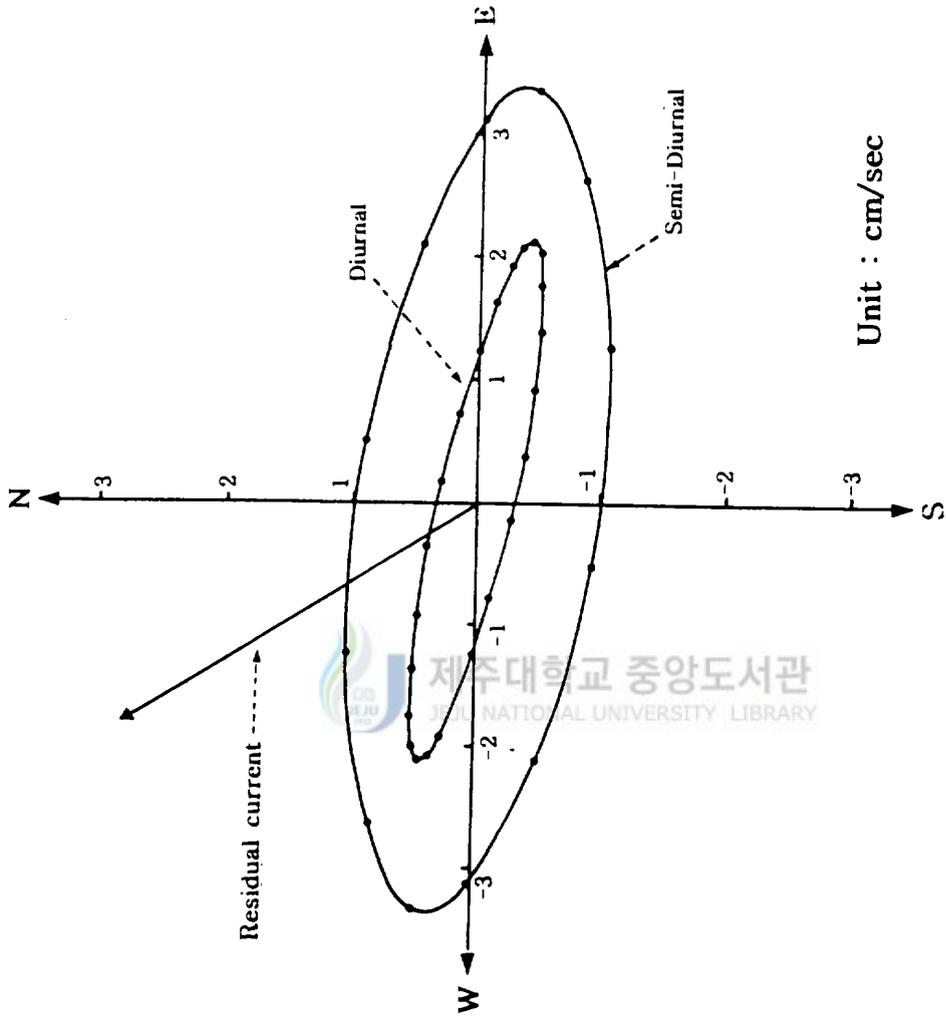


Fig. 13. Tidal current ellipse derived from harmonic analysis calculated by the current data observed at Hanlim set net ground.

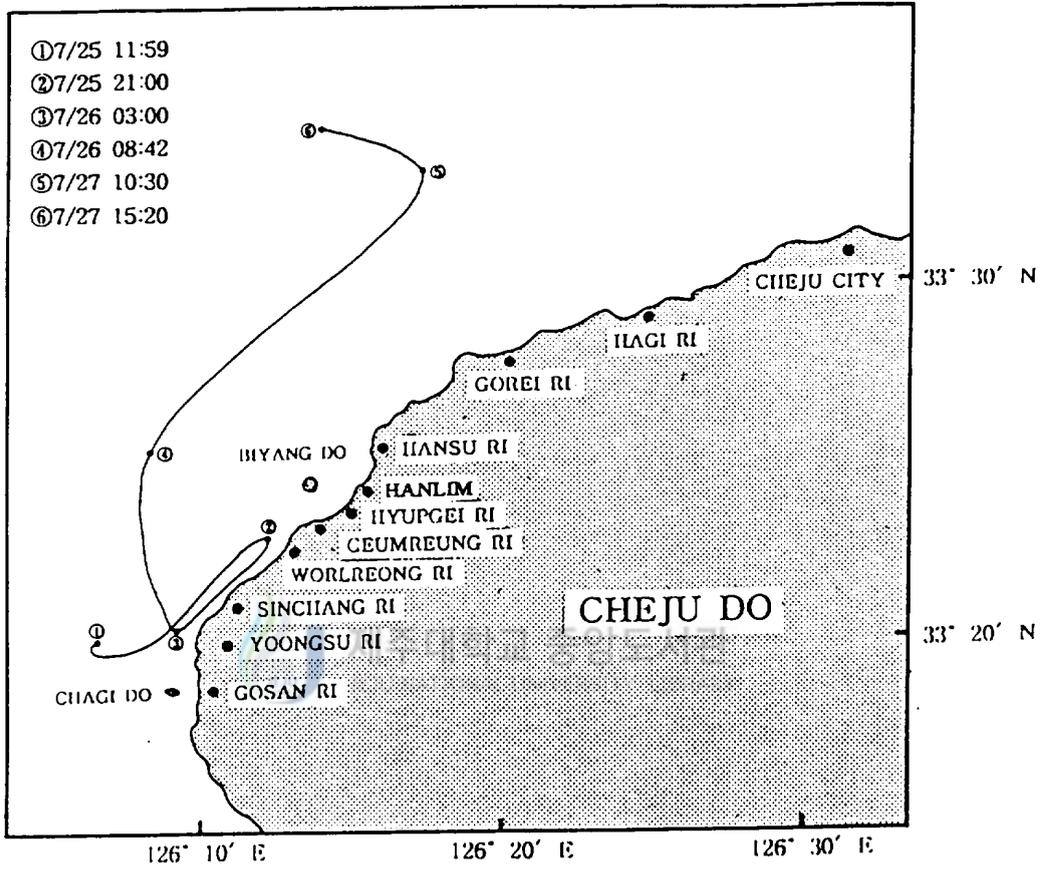


Fig. 14. Drift track of TGPS Buoy in July 25~27, 1996.

복서에서 북동방향이었다. 또한 조사기간동안 비양도와 차귀도간의 제주도 서부연안역의 항류는 북동쪽으로 0.3knot정도였다.

3. 어획량 및 그 변동

1) 년변동

1994년~1995년의 한림 정치망의 총어획량은 Fig. 15와 같다. 이것에 의하면 1994년에는 약 69ton이고 1995년에는 약 89ton으로 1995년에 20ton정도가 증가했으며 년별 어종조성비를 나타낸 Table 1에 의하면, 전갱이는 1994년 59.7%, 1995년 78.6%로 두 해 평균이 69.2%로 가장 많고, 다음이 고등어로 18.4%, 갈치 5.6%, 오징어 2.7%, 독가시치 1.4%의 순이며 나머지는 1% 미만이다. 전갱이가 가장 많이 어획된 1995년의 총어획량은 전년보다 증가했으나 고등어를 제외한 다른 어종의 어획량은 3% 미만으로 아주 저조했다. 그러나 1994년에는 전갱이 어획이 적은 반면 고등어가 21.5%, 갈치 8.3%, 오징어 3.8%, 독가시치 2.2%, 가다랭이 1.5%, 눈큰볼락 1.3%로 다양한 어종이 어획되었다.

2) 월변동

한림 정치망어구에서 1994년과 1995년의 월별 평균 어획량은 Fig. 16과 같다. 어획량은 초여기인 5월에 어획량이 적었다가 6월에 급속히 증가하는 경향을 나타냈으며 7, 8월에 감소하고, 9월에 다시 증가하기 시작하여 10월에 최고어획을 나타냈으며 그후 급속히 감소하여 12월에 어획량이 최저가 되면서 종어기가 된다. 따라서 이 정치망의 어획 특성은 5월에 초어기가 되고 6월에서 11월까지 주어기가 되며 12월에 종어기가 된다. 또한 이 기간중 봄철인 6월과 추계인 10월에 어획량이 피크가 나타나며 이중 10월에 년중 최고 어획량을 보였다.

Table 2 및 Fig. 17은 1994년~1995년의 월별 어획량의 어종조성비를 나타낸 것이다. 이것에 의하면 5월에는 전갱이가 90.7%로 조업기간동안 최고높은 조성비를 보였고 오징어 3.0%, 고등어 2.0%, 쥐치 2.0%, 광어 1.0%, 독가시치 0.2%, 방어 0.2% 등으로 독가시치, 방어가 가장 낮은 조성비를 보였다. 6월에는 전갱이 80.7%, 고등어 9.9%, 오징어 2.7%, 갈치 2.0%, 독가시치 1.9% 등의 순으로 독가시치, 갈치가 증가했다. 7월에는 전갱이 57.9%, 고등어 30.3%, 독가시치 5.3%, 오징어 2.2%로 전갱이의 조성비가 현저히 낮아진 반면 고등어와 독가시치의 조성비는 현저하게 증가했다. 8월에는 전갱이가

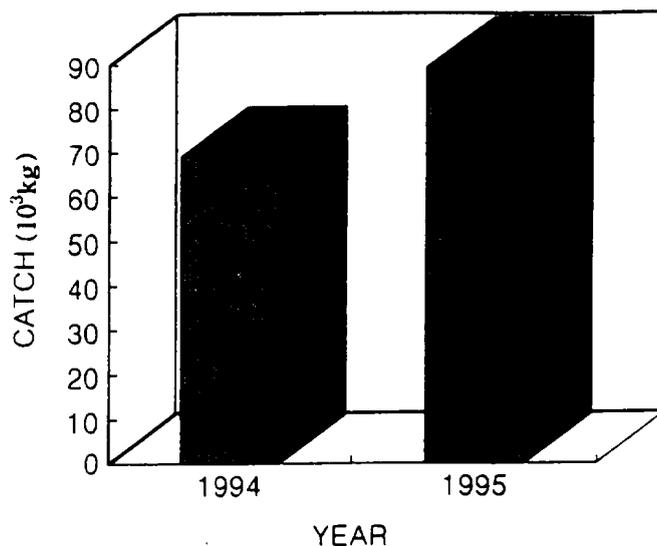


Fig. 15. Annual total catch variation of Hanlim set net in 1994 and 1995.

Table 1. Annual mean catch composition rates(%) of dominant species caught by Hanlim set net in 1994 and 1995.

Species	1994	1995
Horse mackerel	59.7	78.6
Common mackerel	21.5	15.4
Squid	3.7	1.7
Rabbit fish	2.2	0.6
Hair tail	8.3	2.9
Red sea bream	0.2	0.1
Yellow tail	0.9	0.3
File fish	0.5	0.2
Bastard halibut	0.1	0.1
Flying fish	0.1	0.1
Skipjack tuna	1.5	0.0
Armorclad rockfish	1.3	0.0
Total(%)	100	100

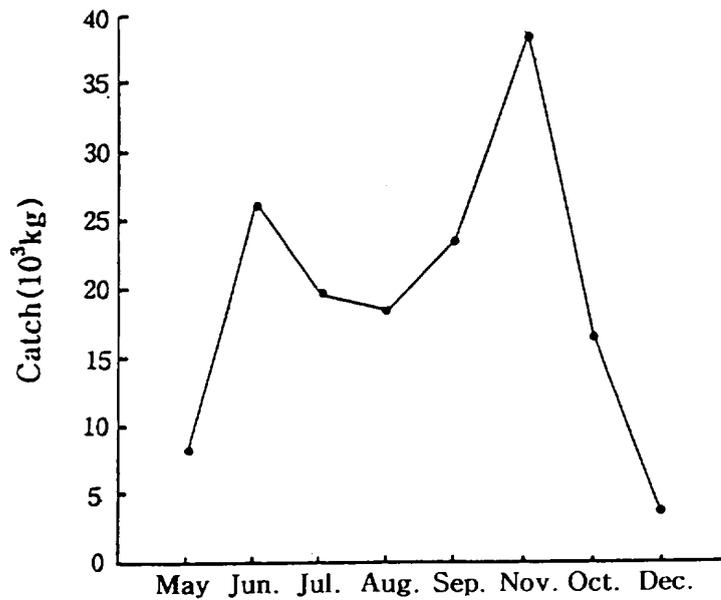


Fig. 16. Monthly mean catch variation of Hanlim set net in 1994 and 1995.

Table 2. Monthly mean catch composition rates(%) of dominant species caught by Hanlim set net in 1994 and 1995.

Species \ Month	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Horse mackerel	90.7	80.7	57.9	74.4	76.1	36.4	42.6	50.8
Common mackerel	2.0	9.9	30.3	0.0	1.6	58.6	19.5	35.8
Squid	3.0	2.7	2.2	7.5	7.0	0.6	0.2	0.2
Rabbit fish	0.2	1.9	5.3	5.6	0.1	0.0	0.9	0.0
Hair tail	0.0	2.0	0.0	3.2	14.4	4.4	27.9	0.1
Red sea bream	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Yellow tail	0.2	1.3	1.8	0.4	0.3	0.2	0.6	0.0
File fish	2.0	0.6	0.9	0.2	0.5	0.0	0.2	0.0
Bastard halibut	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Flying fish	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0
Skipjack tuna	0.0	0.0	1.2	0.3	0.0	0.0	7.6	2.1
Armorclad rockfish	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0	0.5	0.0
Total(%)	100	100	100	100	100	100	100	100

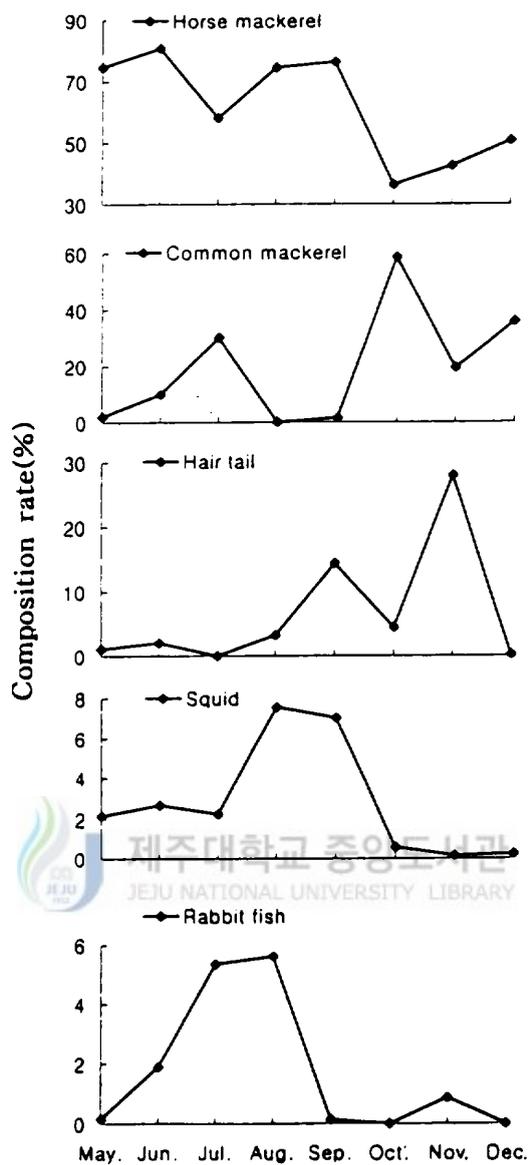


Fig. 17. Monthly mean catch composition rates(%) of dominant species caught by Hanlim set net in 1994 and 1995.

74.4%, 오징어 7.5%, 독가시치 5.6%로 고등어는 어획되지 않았으며 오징어가 현저하게 증가했다. 9월에는 전갱이가 76.1%, 갈치 14.4%, 오징어 7%, 고등어 1.6%로 갈치의 조성비가 크게 증가했다. 10월에는 고등어가 58.6%, 전갱이 36.40%, 갈치 4.4%로 고등어의 조성비가 조업 기간중에 가장높게 나타났다. 11월에는 전갱이가 42.6%, 갈치 27.9%, 고등어 19.5%, 가다랭이 7.6%로 고등어의 조성비가 현저히 낮아지고 갈치와 가다랭이의 조성비가 조업기간중에 가장높게 나타났다. 12월에는 전갱이 50.8%, 고등어 35.8%, 날치 11.0%, 가다랭이 2.1%로 전갱이와, 고등어의 어획이 증가했다.

이상과 같은 결과를 정리해 보면 전갱이가 10월, 11월을 제외하면 조업기간중 50%이상의 어획이 되므로 이 정치망의 주어획대상어종이 되고 있으며 성어기는 5월, 6월이다. 고등어는 7월, 10월, 11월에 많이 잡히며 8월에 거의 잡히지 않는다. 오징어는 5월부터 어획되기 시작하여 8, 9월에 가장 많이 잡히다가 10월부터 거의 잡히지 않게 된다. 독가시치는 5월부터 어획되기 시작하여 7월, 8월에 성어기가 되었다가 9월부터 종어기가 된다. 갈치는 5월부터 어획되기 시작하여 11월에 성어기가 되었다가 12월에 종어기가 된다. 이러한 어종은 정치망에서 어획되는 대표적인 어종이며 전체 어종중 전어기간에 어획이 가능한 어종은 전갱이 오징어이고, 봄철에 성어기를 맞는 어종은 전갱이, 쥐치, 광어 등 이였다. 여름철에 성어기를 맞는 어종은 오징어, 독가시치, 방어, 눈큰볼락 등 이였고, 가을에 성어기를 맞는 어종은 고등어, 갈치 등 이였다. 이처럼, 각 어종의 계절별 및 월별 어획 조성비가 달라지는 것은 어장환경변화나 내유어군의 회유경로 등에 의해 제주도 연안 정치망 어획량이 달라질 수 있음을 의미하는 것으로 해석된다.

3) 일변동

하계에 단기적인 일별 어획변동을 파악하기위해 1994년부터 1996년까지 6월~8월 사이에 한림정치망에서 어획된 일별 어획량 변동은 Fig. 18과 같다. 이것에 의하면 1994년 6월에는 14일~25일에 걸쳐 1~2일 간격으로 높은 어획이 유지되었다가 30일에 최고 어획을 나타냈다. 7월에는 11일경에 최고어획을 나타냈고, 31일경에 높은 어획을 나타냈다. 8월에는 9일~16일 사이에 2회에 걸친 태풍의 내습 등 기상악화로 9일~24일까지 조업이 중단되었지만 7일과 29일에 높은 어획이 나타났다.

1995년 6월에는 전체적으로 어획량이 저조하다가 26, 28일에 높은 어획이 나타났으며, 7월에도 마찬가지로 저조한 어획량을 보이다가 7월 22일과 26~29일에 최고어획을

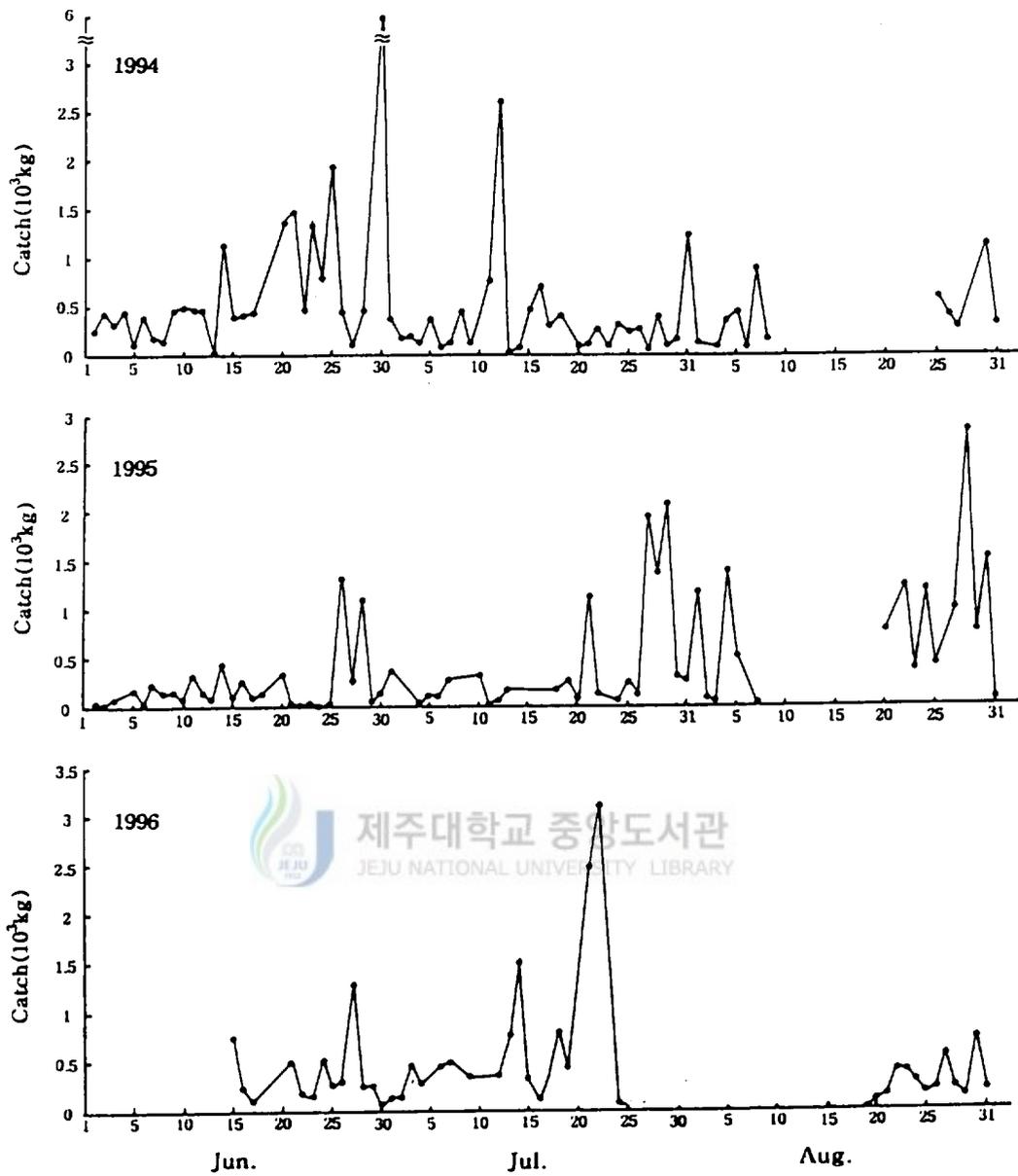


Fig. 18. Daily catch variations of Hanlim set net from June to August in 1994~1996.

나타났다. 8월에는 1일과, 4일에 높은 어획량이 나타났지만 7일경부터 기상악화로 조업을 중단하였다가 조업이 개시된 8월 20일~30일에 계속 좋은어획이 유지되었으며 그중 28일에 최고어획이 나타났다.

1996년에는 어구 부선이 지연되어 6월 27일, 7월 14일경에 큰 어획량이 나타났으며, 7월 23일에는 최고어획량을 나타냈으나 그후 8월 20일까지 정치망의 보수관계로 조업이 중지 되었다가 8월 20일부터 다시 조업이 시작되었지만 예년에 비해 어획이 저조했다.

4. 환경 특성과 어획량과의 관계

1) 일별 수온, 염분과 어획량 변동과의 관계

수온, 염분 단기변동(10분간격)과 일별 어획량 변동자료가 동시에 얻어진 1996년 6월 17일부터 7월 24일까지의 일별 평균 수온, 염분과 총어획량, 전갱이 어획량, 오징어 어획량 등을 각각 대응시켜 환경과 어획량과의 관계를 비교 분석하였다. 전갱이와 오징어를 선정한 것은 이 기간동안에 두어종은 지속적으로 어획되었으나 그외 어종의 어획량은 불규칙하여 지속적인 자료가 없기 때문이다. 또한, 어획기간중 조업을 하지않은 6월 18, 19, 20일, 7월 5, 8, 10, 11, 23일의 어획량은 제로(0)로 하였다.

① 수온, 염분과 어획량과의 관계

일별 평균수온, 염분과 총어획량과을 대응시켜 그 변화양상을 나타내면 Fig. 19와 같다.

수온과 어획량과의 관계에서 1일 500kg이상 어획된 날은 13회 나타으며 이중 9회(6월 21, 24, 27일, 7월 3, 6, 7, 13, 14, 18일)는 수온이 급격히 낮아지거나 낮아지고 있는 저온기에 나타났으며 그외 3회(7월 20, 21, 22일)는 비교적 수온이 높을때 나타났다. 그러므로 연구대상 정치망의 하계 어획량은 7월 20일~22일 사이의 예외는 있지만 일일 평균수온이 낮을 때 좋은 어획이 나타날 확률이 높다.

염분과 어획량과의 관계에서는 수온과는 반대로 염분이 상승하는 시기(6월 21일, 24일, 27일, 7월 3일, 6일, 7일, 13일, 14일)에 좋은 어획이 나타났으며 염분이 현저하게 낮아진 때(6월 25, 30일)에는 모두 어획량이 낮았다.

이상의 결과는 한림 정치망의 하계 어획량은 저수온과 고염분이 출현할 때 많은 어획이 기대되는 어상임을 시사하고 있다.

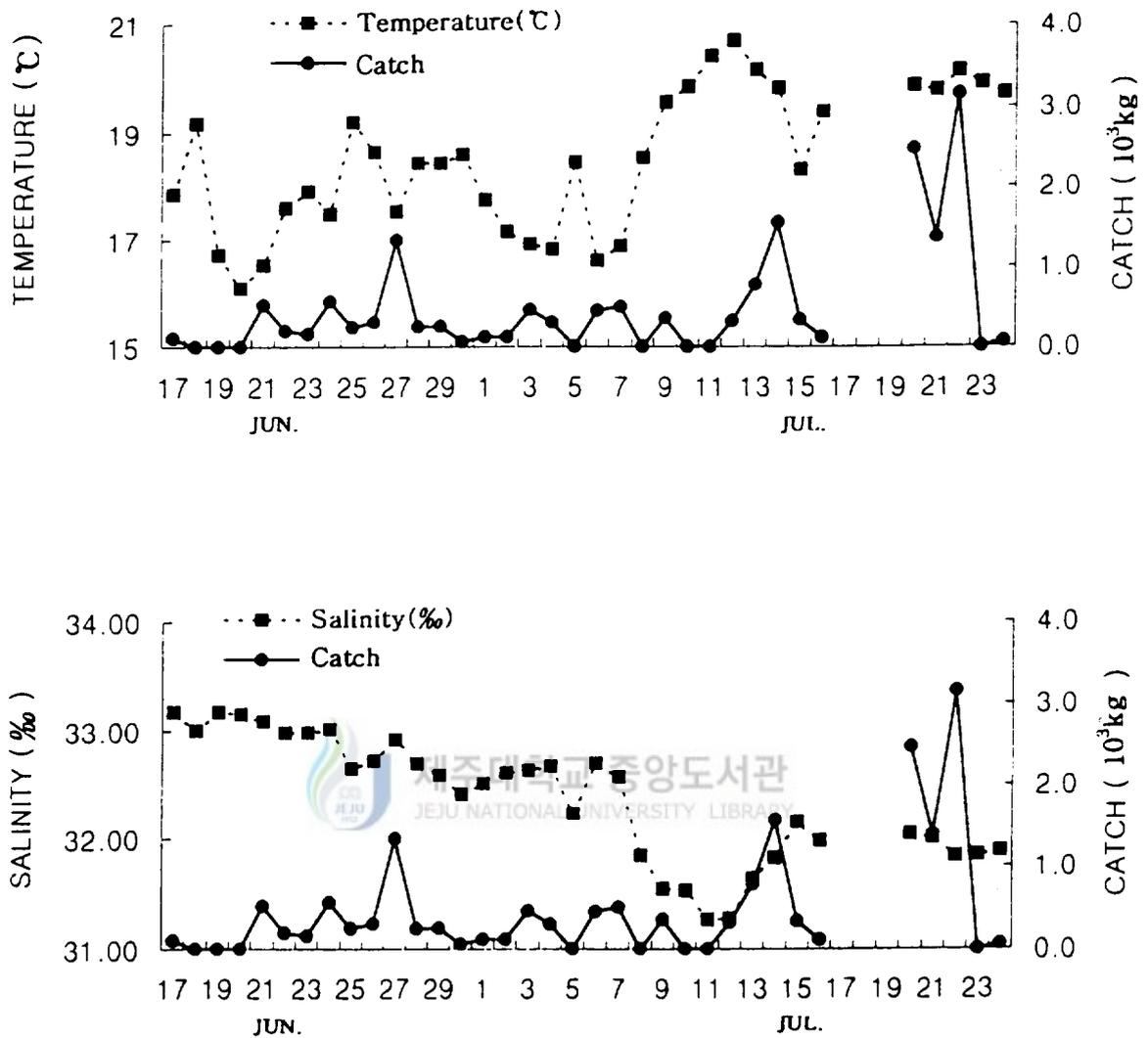


Fig. 19. Daily variation of mean temperature(°C), mean salinity(‰) and total catch at Hanlim set net from June 17 to July 24, 1996.

② 수온, 염분과 전갱이 어획량과의 관계

전체어획량의 70% 이상을 차지하는 전갱이의 일별 어획량과 일별 평균수온, 염분을 대응시켜 나타내면 Fig. 20과 같다.

전갱이 어획량 역시 총어획량과 같이 저수온이 나타난 시기에 좋은 어획량(6월 21, 24, 27일, 7월 3, 6, 7, 13, 14, 18일)이 있었다. 다만 7월 20일~22일에 나타난 대어기의 수온은 총어획량에서와 같이 뚜렷한 저온기가 아닌 예외적인 현상이다. 일별 평균 염분과 어획량의 관계에서도 염분 상승내지 고염분기에 좋은 어획이 나타나고 있다.

③ 수온, 염분과 오징어 어획량과의 관계

Fig. 21은 일별 오징어 어획량과 평균수온, 염분과의 관계를 나타내고 있다. 오징어의 일별 어획량도 총어획량, 전갱이 어획량과 같이 저수온기, 고염분기에 좋은 어획이 나타나고 있다.

2) 해수유동과 어획량과의 관계

한림 정치망 어장의 유향, 유속과 어획량과의 관계를 파악하기 위해 1996년 6월 21~29일과 8월 20~30일 사이의 결과는 Fig. 22와 같다.

6월의 경우 높은 어획이 나타난 21, 24, 27일에는 전일 양망이 끝난 12시부터 익일 양망 직전의 06시 사이에 강한 남류성분이 나타나거나 남류성분의 지속시간이 길었고, 어획량이 낮은 22, 23, 25, 28, 29일에는 앞에서 지적한 시간대에 강한 북류성분 나타나거나 남류성분의 지속시간이 짧았다.

8월의 경우도 6월과 비슷한 경향을 보이고 있으며 전일에 강한 북류성분이 나타난 26, 29일에는 어획량이 낮았고, 강한 남류성분이 나타난 27, 30일에는 어획량이 높았다. 그외 22일에는 전날 강한 북류성분이 나타났지만 남류성분이 '명료히 나타나고 남류성분의 지속시간이 다른 것에 비해 길고 3시간 이상 평균유속이 10~12cm/sec일때 좋은 어획이 나타나는 경향이 있으며 북류성분은 강하지만 남류성분이 강하지 않아 썰물의 약할때는 어획량이 좋지 않은 경향이 나타났다

3) 월령과 어획량과의 관계

1996년 6~8월의 월령과 어획량과의 관계를 나타내면 Fig. 23과 같다. 대체로 대조기인 망(望, 6월 17일, 7월 16일)이나 삭(朔, 7월 1일, 8월 29일)에 어획량이 낮았고 소조기인 상현(上弦, 7월 24일, 8월 23일)이나 하현(下弦, 7월 7일)에 어획량이 높았다. 이처럼 대조기에 어획량이 지조한 것은 강한 조류에 의한 어구의 형상변형과 관련이

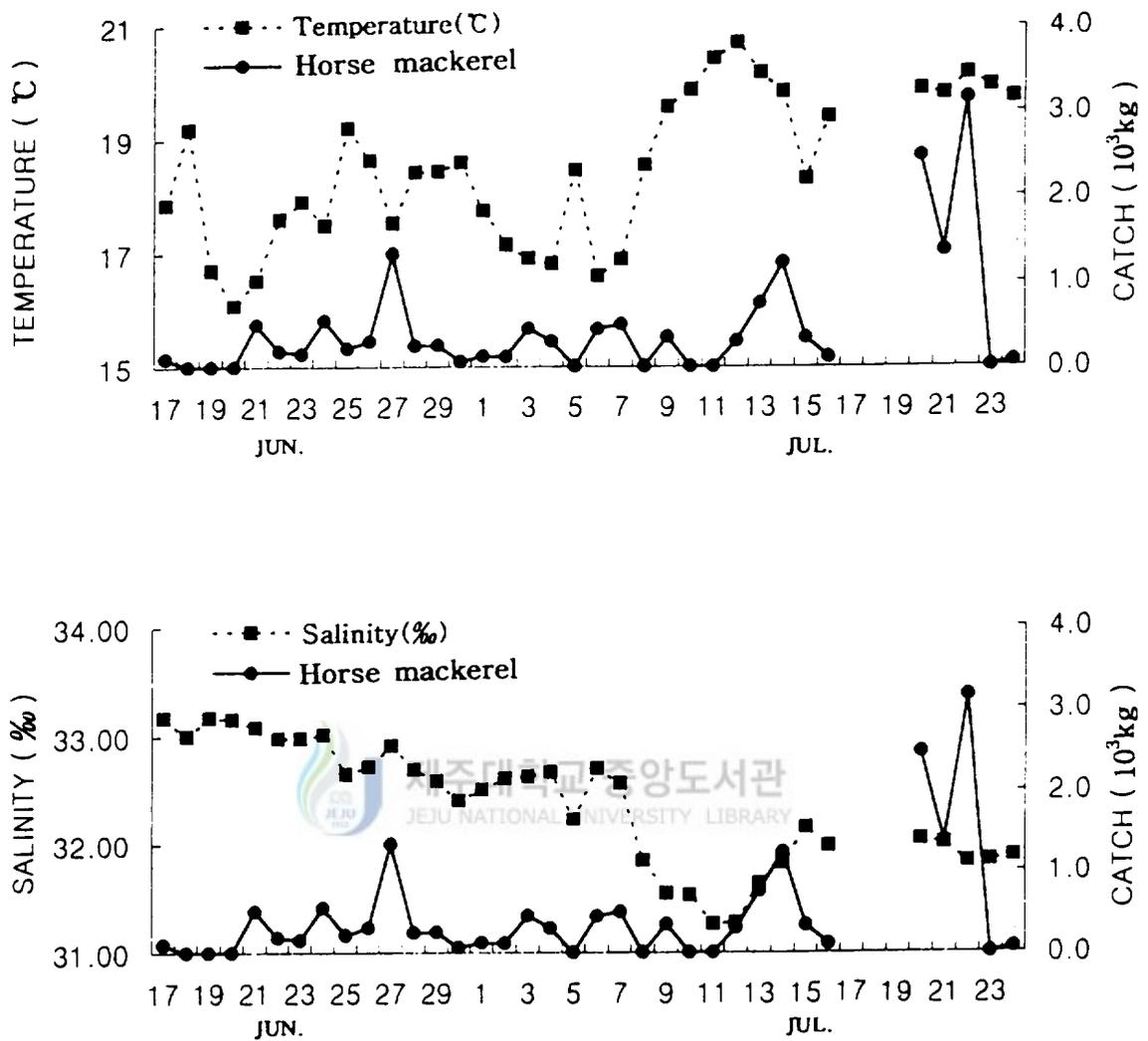


Fig. 20. Daily variation of mean temperature(°C), mean salinity(‰) and horse mackerel catch at Hanlim set net from June 17 to July 24, 1996.

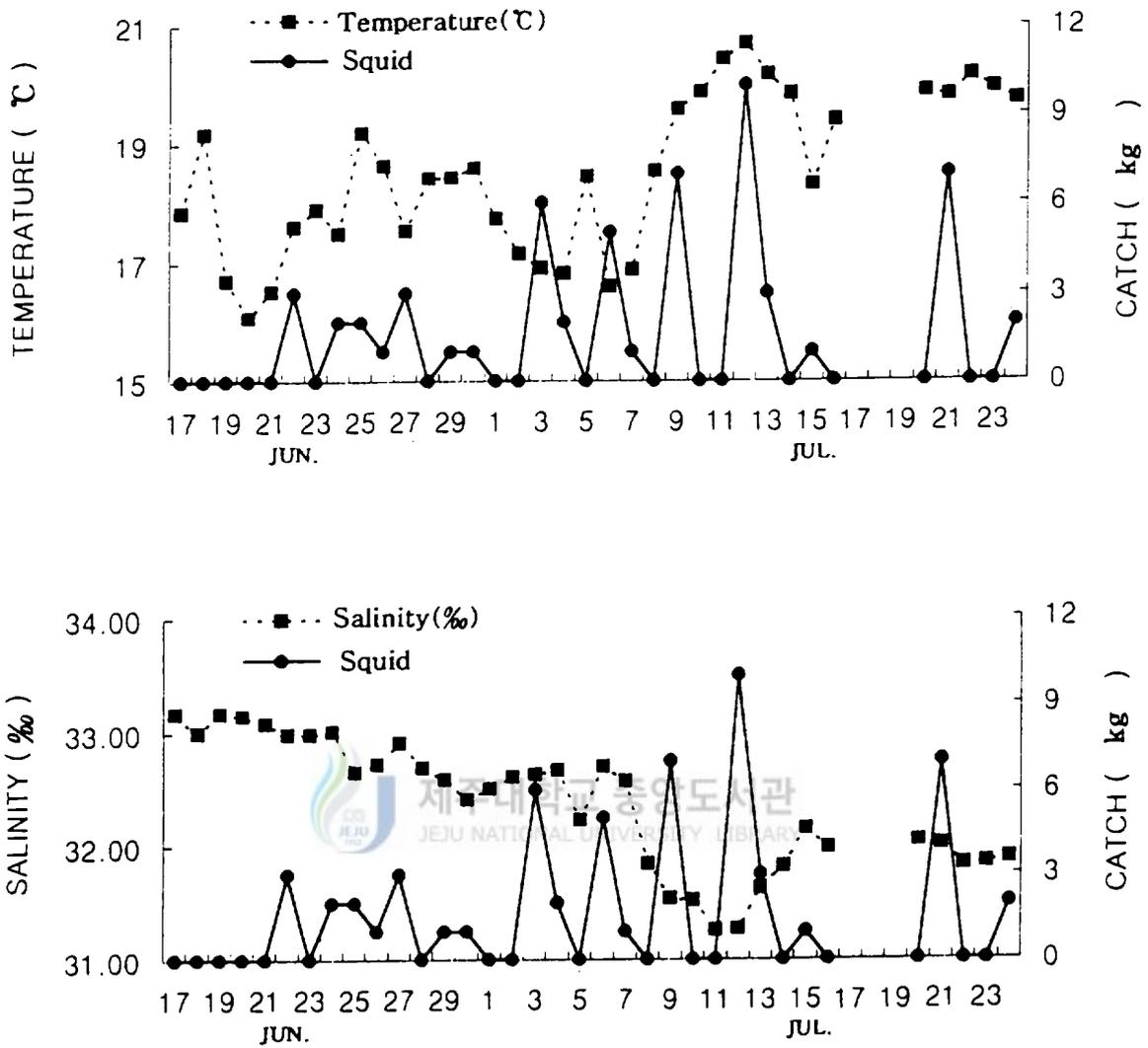


Fig. 21. Daily variation of mean temperature(°C), mean salinity(‰) and squid catch at Hanlim set net from June 17 to July 24, 1996.

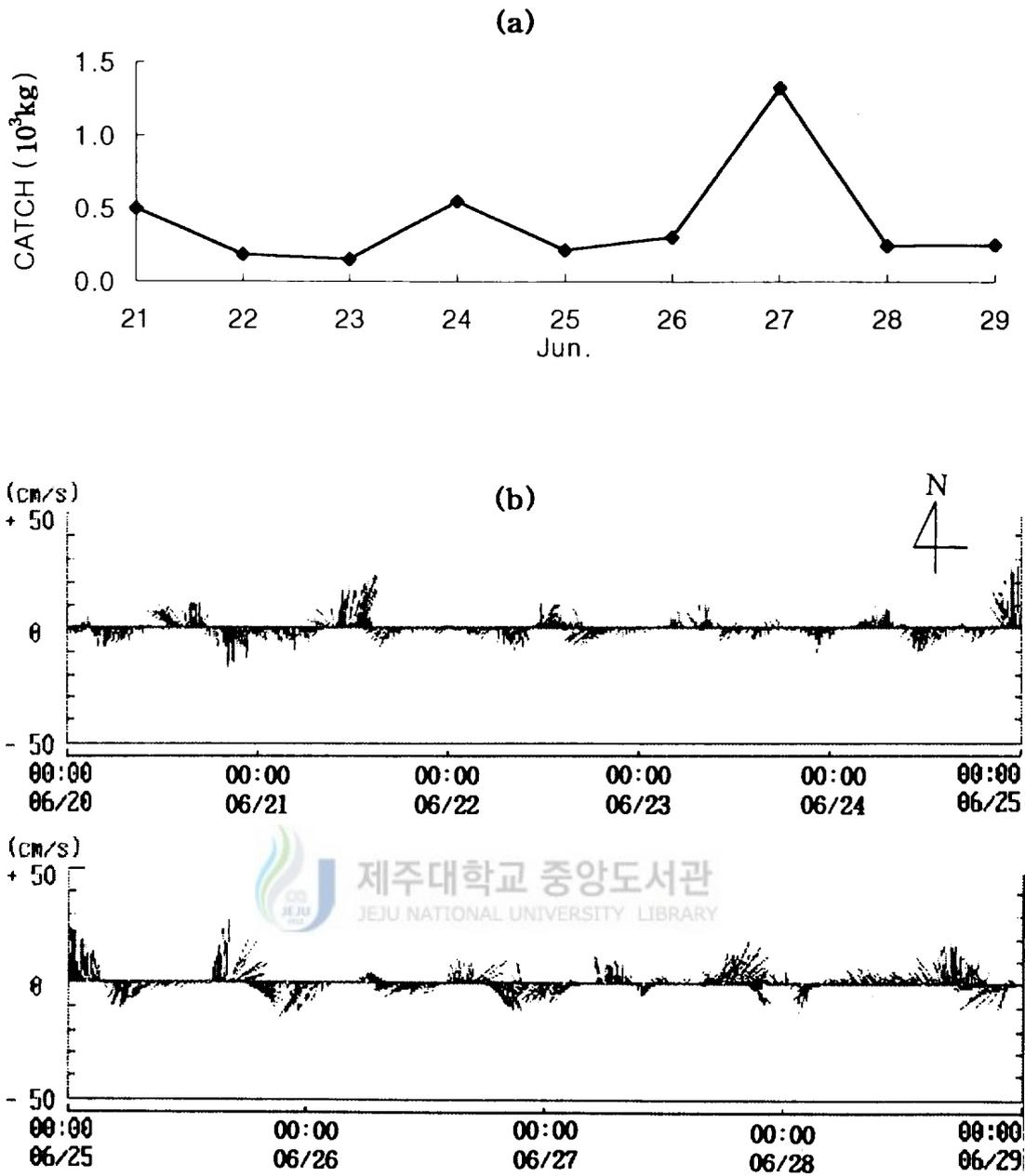


Fig. 22. Relation between the catch(a), current speed and direction(b) at Hanlim set net from Jun. 20 to 29 and from Aug. 20 to 31 in 1996.

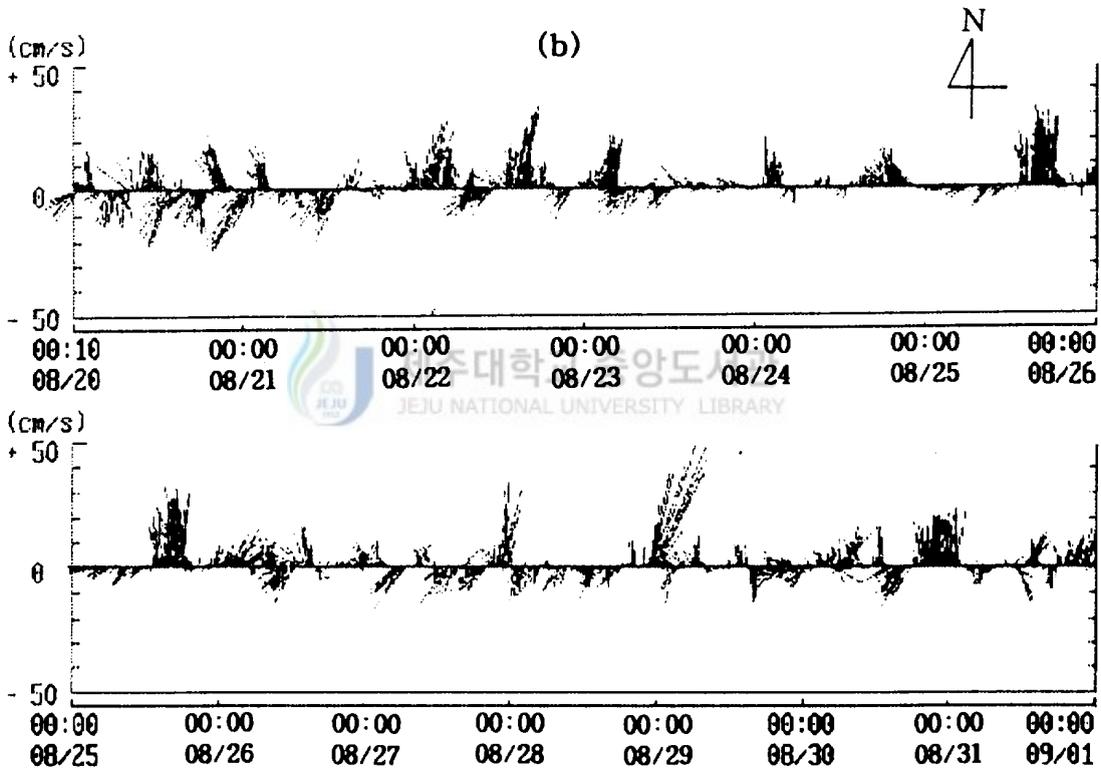
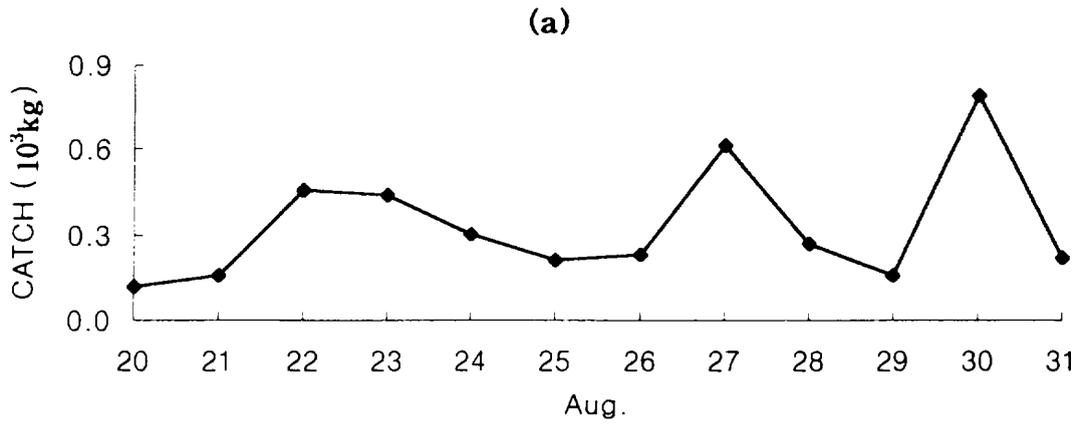


Fig. 22. Continued.

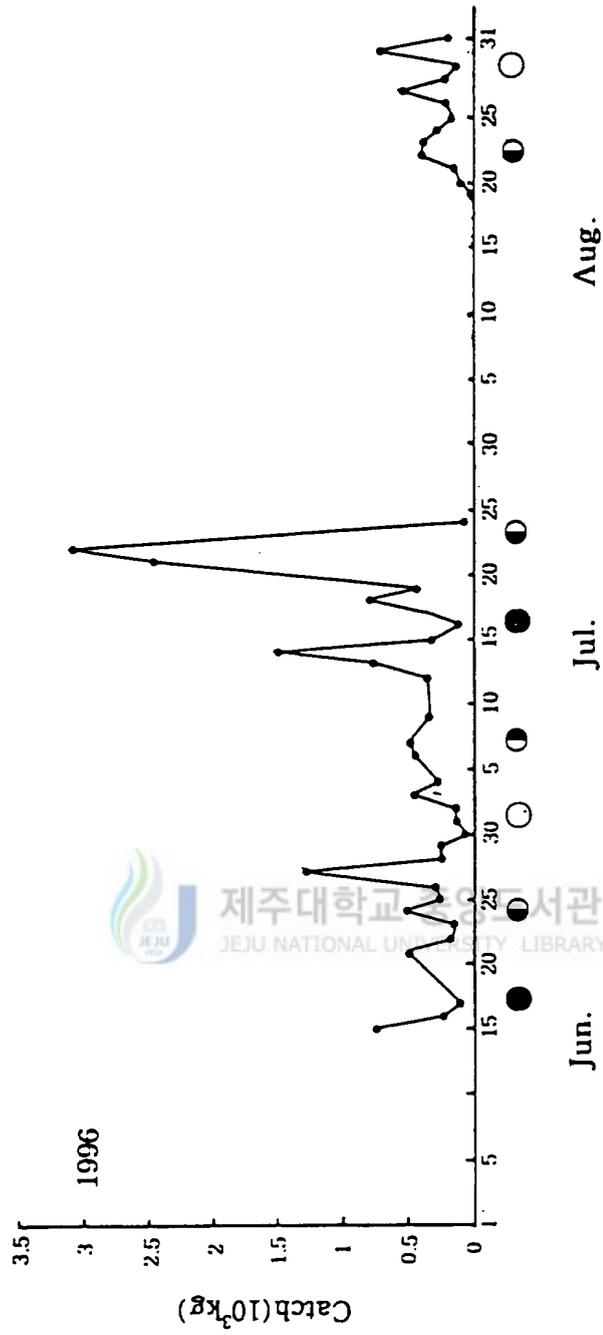


Fig. 23. Relation between total catch and lunar day at Hanlim set net from June 15 to August 31, 1996.

있을 것으로 사료된다.

4) 풍향, 풍속과 어획량과의 관계

제주도 서쪽끝단에 위치한 고산 측후소에서 조사한 1996년 6월 20일~7월 24일까지의 평균풍향, 풍속과 어획량과의 관계를 분석한 결과는 Fig. 24와 같다. 평균풍향은 동, 동남동, 남, 남서풍으로 전체적으로 남풍 계열이 많았으며, 풍속은 2.6~10.5m/sec범위이다. 풍향, 풍속과 어획량과는 뚜렷한 경향은 없으나 어획이 높은 7월 20일, 22일에는 평균풍향·풍속이 각각 남동, 5.4~6.5m/sec로 나타났고, 그외에도 남풍내지 남동풍계통의 바람이 3~6m/sec정도 불 때 좋은 어획(6월 15일, 27일, 7월 14일, 18일)이 나타났다. 그러므로 이 정치망에서는 하계의 경우 남~남동풍이 3~6.5m/sec정도로 불 때 좋은 어획이 나타날 가능성이 높다.

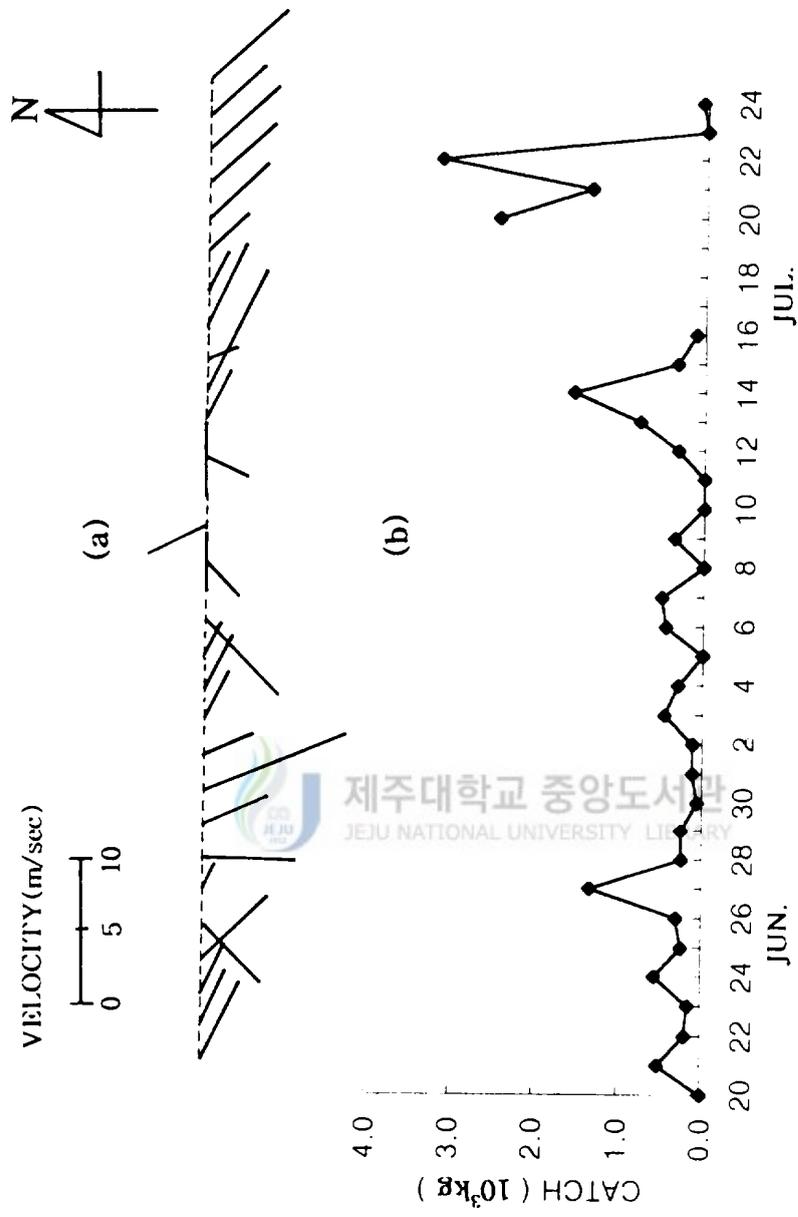


Fig. 24. Relation between wind direction, speed(a) and catch(b) at Ilanlim set net from June 20 to July 24, 1996.

IV. 고찰

1. 어장주변의 환경변화 특성

1) 제주도 서부 연안역의 동계 고온수 및 하계 저온수 출현 현상

제주도 서부 연안역에는 11월부터 이년 5월까지 제주도 서쪽해역중 가장 고온, 고염분수가 출현하고 하계에는 제주해협의 중앙부 및 서쪽 외해측의 표층수보다 저온수가 출현하고 있음을 이 연구에서 지적하고 있다. 이처럼 동계에 제주도 서부 연안역에 고온, 저염분수가 출현하는것에 대해 노(1985), 김(1991), 장(1995) 등은 제주도 서쪽해역에는 동계에 제주도 남쪽에서 공급되는 대마난류수가 년중 가장 넓게 분포하며, 이 대마난류수의 주류부는 제주도 서부 연안쪽을 통과하고 있기 때문에 제주도 서쪽 해역은 연안쪽에 고온, 고염분수가 출현하고 이 연안역으로 부터 서쪽으로 갈수록 수온, 염분이 저하하며, 이 대마난류수는 5월 이후 서쪽에서 접근하는 중국대륙연안수의 영향으로 그 분포 범위가 축소되어 하계에는 소멸되거나 제주도 서부연안 외측에 흔적만 남게 된다고 했다.

또 하계에 제주도 서부연안역에 저온수가 출현하는 것에 대해 김, 이(1982)는 제주도 서쪽 해역에서 제주해협으로 유입하는 해류가 비양도 주변해역에서 시계방향으로 선회하므로 그것을 보존하기 위해 반산성 와(渦)가 생겨 용승이 나타나기 때문이라고 해석했다. 또, 방, 김(1993)은 김, 이(1982)의 보고를 바탕으로 기타 물리적인 현상이 보완되어야 한다고 지적하면서 이 해역의 용승은 등심선의 간격이 좁은 곳에서 넓어지는 곳을 따라 해류가 흐르기 때문이라고 지형적인 원인에 의해 생기는 용승으로 해석했다. 이외에도 이 해역의 용승현상은 최, 문(1991), 강 등(1996)의 영양염류의 분포상태로 부터 지적한 바 있다.

그러나 본 연구결과에 의하면 하계에 제주도 서부 연안역에 주변 해역보다 표층에 저온수가 출현하는 것은 용승현상이라기보다 빠른 조류(TGPS 추적결과 평균유속 1.5knot, 순간최대유속 4.8knot)에 의한 연직혼합 때문에 생기는 연안조석전역에서 나타나는 표층수온 저하 현상이라고 해석하는 것이 옳은 것 같다. 즉 제주도 서부연안역의 수온 연직구조가 용승현상을 뒷받침할만한 양상이 나타나지 않기 때문이다.

2) 한림 정치망 어장에서 수온, 염분의 일교차가 큰 원인

한림 정치망 어장은 하계에 수온, 염분의 일교차가 수온은 0.4~9℃, 염분은 0.20~

7.20%의 범위로 수온, 염분의 일교차가 매우크고 단기적인 수온, 염분변화가 심한 곳으로 본 연구에서 처음으로 밝혀졌다.

이처럼 수온, 염분변화가 큰 것은 기본적으로 한림 정치망 부설 주변의 수심 변화가 심해(Fig. 1) 어장이 설치되어 있는 장소와 비양도 연안역은 10m미만의 천소(淺所)가 넓게 분포되어 있는데 반해 이 천소 바로 외측은 수심이 급히 깊어져 50m이상의 수심역이 되고 특히 정치망 부설위치 바로 북동쪽가까이까지 20m 이상의 골이 외측으로부터 정치망쪽으로 파고 들어와 있어 이들 천소(淺所)역의 연안 고온, 저염분수와 심소(深所)역의 중, 저층에 분포하는 저온, 고염분수가 들물(북, 북동류)과 썰물(남서류)의 조류 방향에 따라 교호(交互)로 정치망에 영향을 미치고 있기 때문이다. 이처럼 조류 방향에 따라 수온의 단기변화가 크게 나타나는 것을 입증하는 구체적 예를 Fig. 25에 제시했다. Fig. 25는 1996년 8월 1~7일까지의 한림 정치망 어장의 수온과 조류변화를 10분간격으로 조사한 결과를 나타내고 있다.

수온의 단기변화는 조류의 유향변화와 잘 일치하고 있으며 썰물인 남류성분이 나타나면 수온은 하강하고 들물인 북류성분이 나타나면 수온은 상승한다. 특히 8월 1~3일까지 북류와 남류성분이 강하고 뚜렷이 나타났을 때 수온의 일교차는 크며, 4~7일의 북류성분이 강하지 않고 남류성분이 강할 때 평균수온은 낮아지고 일교차도 크지않다. 이처럼 이 어장의 수온 단기변화는 조류방향에 따라 외측의 중, 저층에 분포하는 저온수가 남류성분에 의해 어장쪽으로 이동해 올때는 수온이 낮아지고 염분은 높아지며 이 와는 반대로 10m미만 연안 천소의 고온, 저염분수가 북류성분에 의해 어장으로 공급되면 수온은 올라가고 염분은 낮아지게 된다. 또 어떤 원인에 의해 북류 성분이 약해지거나 남류성분의 지속시간이 길어질 때는 어장 주변의 평균수온은 낮아지고 염분은 올라가며 수온, 염분의 일교차는 작아지게 된다.

2. 정치망 어장환경과 어획량과의 관계

한림 정치망에서는 인인 평균수온이 낮고 인인 평균염분이 높을 때 좋은 어획량이 나타나는 경향이 있다. 이처럼 인인 평균수온이 낮고 염분이 높아지는 경우는 앞에서 설명한 바와 같이 어장주변 심소의 중, 저층에 분포하는 저온수가 썰물 때 어장 주변에 공급될 경우이며 특히 어떤 원인에 의해 들물인 북류성분이 약화되거나 썰물인 남류성분이 장시간 지속될 때 이 해역의 평균수온이 낮아졌다. 그러므로 좋은 어획량이 나타

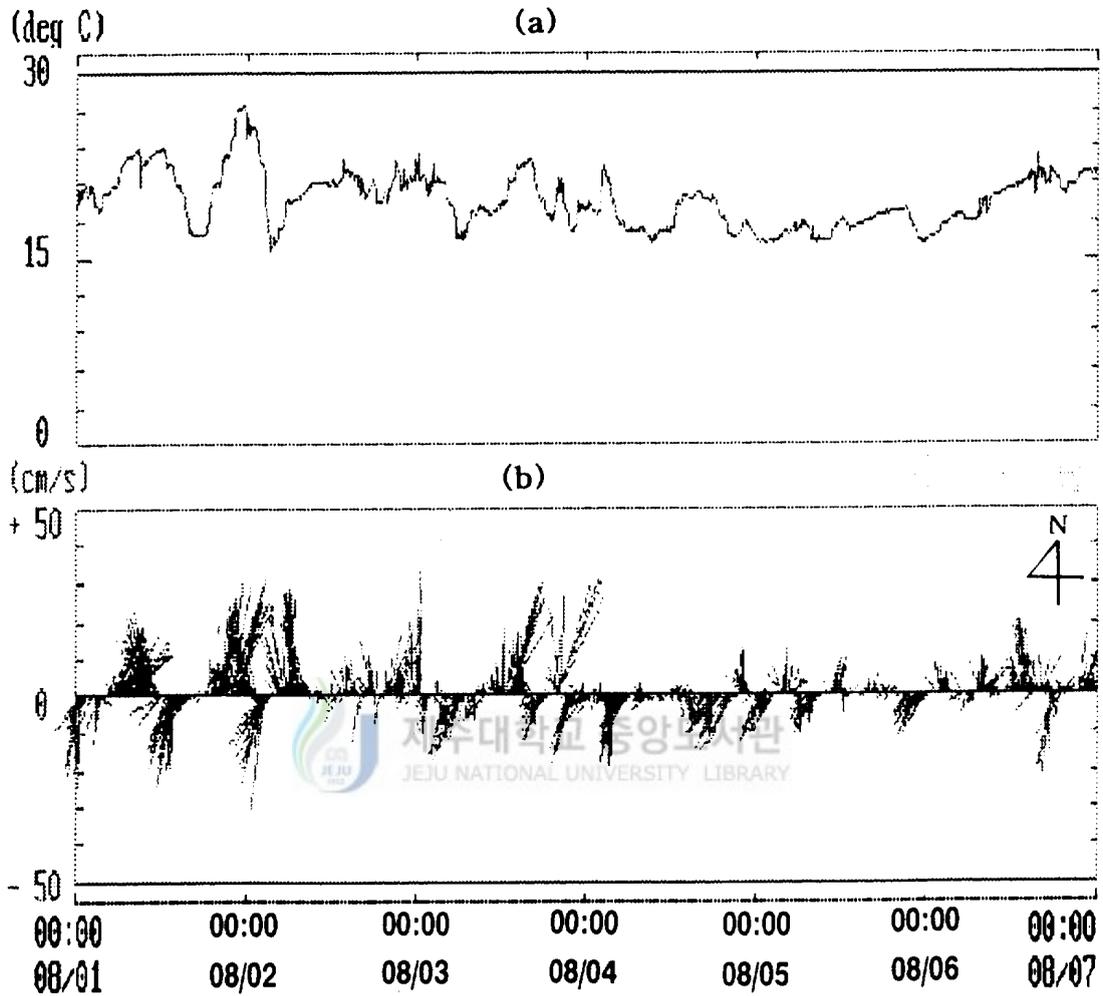


Fig. 25. Relation between temperature($^{\circ}\text{C}$, a), current speed and direction(b) at Hanlim set net from August 1 to 7, 1996.

나기 위해서는 정치망 주변 외해측의 중, 저층수가 정치망까지 장시간 공급되는 조건이 구비되어야 한다. 이러한 조건이 갖추어지기 위해서는 바람이나 향류성분이 중요하다. 즉 이해역에 북 내지 북서풍 계통의 바람이 강하게 불면 연안에서 외측으로 향하는 흐름을 조장하게 되므로 외해수가 연안쪽으로 강하게 유입하는 것을 방해하지만 남풍계열의 바람이 불면 외해수를 연안쪽으로 유입시키는 흐름을 조장하게 되므로 썰물인 남류성분이 강해지거나 장시간 지속될 수 있다.

실제로 바람과 어획량과의 관계에서 3~6.5m/sec의 남 내지 남동풍이 불 때 좋은 어획량이 나타나는 경향이 본 연구결과에서도 나타나 위의 가설과도 잘 일치하고 있다. 이때 풍속의 문제는 강한 바람이 불면 남향류 성분의 흐름이 강해질 수는 있지만 어구 형상 유지나 조업에 지장을 주므로 좋은 어획량이 나타나기 어렵고 조업하기 적당한 바람이 불 때 호어(好漁)가 나타나는 것 같다. 또 남향류성분이 우세해질 수 있는 여건으로는 제주도 서부 연안역을 북상하는 향류성분이 약해지는 경우인데 이 문제도 바람과 깊은 관계가 있는 요인이다. 그러므로 한림 정치망 어장에서는 수온이 낮은 외측의 중, 저층수가 정치망까지 장시간 공급될 때 좋은 어획량이 나타나고 이러한 조건은 바람이나 향류성분에 의해 크게 좌우 될 것으로 판단된다.



V. 요약

제주도 서부 연안역인 한림 정치망어장의 해황특성, 어획량변동, 해황과 어획량 변동과의 관계 등을 규명하기 위해 1995년과 1996년에 실시한 정선, 정점조사의 수온, 염분자료, 시계열분석, 해수유동상황과 1994~1996년의 한림 정치망의 어획량 자료 등을 정리 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 제주도 서부연안역중 해안에서 2~3mile 떨어진 외측(Sta. 1, 2)은 11월부터 익년 5월까지의 제주도 서쪽해역에 출현하는 대마난류수의 주류부가 통과하여 14℃ 이상의 고수온과 34.40~34.60%의 고염분이 표층부터 저층까지 균질하게 분포하지만 6월부터 10월까지의 제주해협에 저염분수인 중국대륙연안수가 출현하여 표층은 고수온, 저염분수가 되고 중, 저층은 11~14℃의 저수온, 33.50% 이상의 고염분이 유지되므로 심한 수온, 염분약층이 나타는데 반해 이 해역은 해협 중앙역보다 표층은 수온이 낮고 염분은 높으며 저층은 수온이 높고 염분이 낮은 조석전선역의 수온, 염분분포가 나타난다. 그러므로 년중 표층수온은 14~23℃, 염분은 30.60~34.60%로 수온의 년교차는 9℃, 염분의 년교차는 4.00%정도로 연안역임에도 불구하고 제주해협 중앙부의 년교차(14~20℃, 4.00~10.40%)보다 매우 작다.

저층수온은 년중 14~20℃의 범위로 수온 변화폭이 작고 제주해협 서쪽입구에 출현하는 11~13℃의 저온수도 나타나지 않는다. 그러나 저층 염분은 1995년에 33.40~34.60%이지만 1996년의 경우는 6월부터 표, 저층모두 현저하게 염분이 저하하여 전층이 32.00%이하의 저염분수가 출현하고 있어 이 해역의 동계의 해황은 년별 변화가 적지만 하계에는 중국대륙연안수의 영향, 즉 양자강수의 년별 유출량 변화에 따라 해황의 년별 변화가 심한 해역이다.

2. 해안에서 2mile 이내의 제주도 서부 연안역은 하계의 경우 조류에 의한 연직혼합으로 표층 저온수, 국지적인 와(渦), 수온, 염분전선 등이 나타나 비교적 복잡한 해황이 출현하며, 특히 비양도 주변 해역의 저층수는 수심변화와 더불어 수온, 염분이 변해 10m미만의 천소(淺所)에서 50m의 심소(深所)사이에는 심한 수온, 염분전선이 형성되고, 월령리와 금릉리 사이에는 고온, 저염분수인 외측의 표층수가 연안 가까이까지 침입하므로 이 연안에서 비양도를 잇는 선을 중심으로 수온, 염분전선이 형성된다. 또, 수심 10m이하의 연안 천소라 한지라도 저층수는 표층수보다 수온은 2~4℃ 낮고 염분은

0.20~0.80%정도 높다.

3. 한림 정치망어장은 하계에 수온, 염분의 일교차(수온: 0.4~9℃, 염분: 0.20~7.50‰)가 매우 크고 단기적인 수온, 염분변화가 심하다. 즉 이 어장은 외측의 중, 저층수(저온, 고염분수)와 연안수(고온, 저염분수)가 조류 방향에 따라 교호(交互)로 출현하고, 조류의 강약이나 바람 등에 의한 연직혼합의 정도에 따라 수온, 염분변화의 크기에 차가 나기 때문이라고 해석된다.

4. 한림 정치망에서 실시한 22일(1996년 8월 19일~9월 10일)간의 Mooring 결과에 의하면 소조기의 썰물과 밀물의 평균유속과 유향은 각각 9.1cm/sec의 남서류, 11.6cm/sec의 북 또는 북동류이며 최강유속은 썰물 때 15cm/sec, 밀물 때 22.6cm/sec이다. 대조기의 썰물과 밀물의 평균유속과 유향은 각각 10.4cm/sec의 남서류, 12.3cm/sec 북 또는 북동류이며 최강유속은 썰물 때 19.4cm/sec, 밀물 때 20cm/sec로 대조기와 소조기의 유속차가 크지않고 밀물의 유속이 썰물의 유속보다 약간 크다.

반일주조(M2)의 장축방향의 유속벡터가 일주조(K1)의 그것에 비해 1.5정도 크며 두 성분의 장축방향은 서북서~동남동이고 북서방향으로 3.25cm/sec의 향류성분이 나타났다.

비양도와 차귀도사이의 제주도 서부 연안역에서 3일간(1996년 7월 25일~27일)실시한 TGPS Buoy 추적결과에 의하면 연안역의 평균유속과 유향은 썰물 때 1.6knot의 남서류, 순간 최대 유속은 4.8knot, 밀물 때 1.3knot의 북동류, 순간최대유속은 3.7knot였으며 외해측(연안에서 2mile정도)의 들물 때 평균유속과 유향은 1.7knot의 북서내지 북동류였고 0.3knot정도의 북동방향의 향류가 나타났다.

5. 한림 정치망에 가장 많이 잡히는 어종은 전갱이(69.2%)이고 그 다음으로 고등어(18.4%), 갈치(5.6%), 오징어(2.7%), 독가시치(1.4%)순이며 조업기간은 5월에서 12월까지로 6월과 10월에 어획량의 피크가 있고 이중 10월에 년중 최고 어획량이 나타난다.

6. 한림 정치망에서는 밀물인 북류성분과 썰물인 남류성분이 명료히 나타나 해수의 연직혼합이 원활하고 남류성분의 지속시간(3시간 이상)이 길어 외측의 중, 저층수가 어장까지 공급되어 일별 평균수온이 낮고 염분상승내지는 고염분수가 출현할 때 좋은 어획량을 보이는 경향이 있다. 또 대조기인 망(望)이나 삭(朔)보다 소조기인 상, 하현(上, 下弦)에 어획량이 많으며 남~남동풍이 3~6.5m/sec 정도 불 때 호어(好漁)가 나타날 가능성이 높다.

참 고 문 헌

- 방익찬·김태희, 1993. 제주도 서부 연안역의 용승. 제주대 해양연보, 17: 1~12.
- 방익찬·노홍길·김태희, 1994. 제주도 북서해역의 해수순환. 제주대 해양연구소 연구보고, 18: 1~14.
- 濟州大學校 海洋研究所, 1990. 한림항, 성산포항 어업권 피해보상 조사. pp 175~225.
- 濟州大學校 海洋研究所, 1995. 1996 漁村綜合開發事業 豫定區域 基本調査書, pp 32~55.
- 최영찬·문영석, 1991. 제주도 남방연안역의 4월달 해수특성. 제주대 해양연보, 15: 73~80.
- 韓國漁具圖鑑(2호), 1967. pp 26~35.
- 飯塚 覺·宗清 正廣·河岸 賢·和田 洋藏, 1989. 京都府沿岸域における定置網漁場特性に関する研究-I, 漁獲物組成からみた 海域特性について. 東京海洋センター報告. 12: 53~60.
- 石戸谷 博 範·岩田 靜夫·松山 優治, 1995. 1994년 1월 9일에起こった急潮と定置網の 暴動. 日本水産海洋研究, 59(2): 190~195.
- 장경일·김 구·이석우·심태보, 1995. Hydrography and Sub-tidal Current in the Cheju Strait in Spring, 1983. 한국해양학회지, 30(3): 203~215.
- 강태현·최영찬·고유봉, 1996. 제주도 주변 용승역의 생물생태학적 기초연구(I)-제주도 남서부 연안해역의 해수화학적 특성과 용승현상. 한국수산학회지, 29(5):603~613.
- 小池 篤, 1972. 定置網に對する魚群の行動. 日水誌, 37(3): 242~248.
- 金福起, 1979. 濟州海峽의 海流와 潮流에 關하여. 水質研究報告, 21: 7~21
- Kim, K. and S. H. Lee, 1982. Vertically homogeneous water along the west coast of Jeju Island. J. Oceanol. Soc. Korea, 17(2): 59~68.
- 김 구·노홍길·이상호, 1991. 夏季 濟州道 周邊 海域의 水系 및 海水循環. 韓國海洋學會誌, 26(3): 262~277.
- 金東守·李朝出·朴容石, 1988. 麗水 沿岸 定置網 漁場의 海況과 漁況에 關한 研究. 漁業技術學會誌, 24(4): 150~157..
- 金東守·李朝出·金大安·朴容石, 1989. 麗水 海灣의 漁場學的 特性-定置網 漁場을 中心으

- 로. 漁業技術學會誌, 25(2): 44~53.
- 金東守, 盧洪吉, 1993. 麗水 沿岸 定置網 漁場의 環境 要因과 漁況 變動에 關한 研究-1. 漁場 周邊 海域의 海況 特性. 韓國漁業技術學會誌, 29(1): 1~10.
- 金東守, 盧洪吉, 1994. 麗水 沿岸 定置網 漁場의 環境 要因과 漁況 變動에 關한 研究-2. 漁場 周邊 海域의 海水 流動. 韓國漁業技術學會誌, 31(1): 142~149.
- 金東守, 盧洪吉, 1995. 麗水 沿岸 定置網 漁場의 環境 要因과 漁況 變動에 關한 研究-3. 基礎生産者의 出現과 漁獲量의 變動. 韓國漁業技術學會誌, 31(1): 15~23.
- 金東守, 1995. 麗水 沿岸 定置網 漁場의 環境 要因과 漁獲量況 變動에 關한 研究. 博碩學位論文, 濟州大學: 1~97.
- 金文官·朴正植, 1992. 濟州道における定置網漁業の現状と課題について. 日本定置網漁業協會, pp 11~16.
- 金仁鈺, 1986. 濟州島 周邊 海域에 出現하는 中國大陸沿岸水에 關한 研究. 碩士學位論文, 濟州大學: 1~46.
- 김인옥·노홍길, 1994. 제주도 주변해역에 출현하는 중국대륙연안수에 관한 연구. 한국수산학회지, 27(5): 515~528.
- 金尙賢, 1995. 濟州海峽의 갈치漁場 形成機構에 關한 研究. 博士學位論文, 濟州大學: 1~168.
- 金尙鉉, 1987. 濟州海峽內의 海水流動에 關한 研究. 碩士學位論文, 濟州大學: 1~63.
- 李珠熙·廉末九·金三坤, 1988. 定置網 漁場의 魚道 形成에 關한 基礎 研究(2)-海底 地形과 海水 流動. 韓國漁業技術學會誌, 27(5): 515~528.
- 李珠熙·廉末九·朴秉洙, 1988. 定置網 漁場의 魚道 形成에 關한 基礎 研究(3)-漁獲資料의 統計的分析. 韓國漁業技術學會誌, 24(2, 3): 71~77.
- 原 哲之·和田 洋藏·河岸 賢·宗清正廣, 1990. 夏季における若狹灣 西部海域の流動について. 日本水産海洋研究, 54(2): 123~128.
- 盧洪吉, 1985. 濟州島 周邊 海域의 漁場環境에 關する 研究. 博士學位論文, 東京大學: 1~215.
- 노홍길, 1993. 제주도 수산 발전과 해양자원개발. 제주대 지역사회 발전연구소(사회발전연구), 9: 323~341.

- 盧洪吉, 鄭公斡, 1975. 濟州海峽의 夏季 海況에 關하여. 濟州大 漁業研究誌, 7: 13~20.
- 盧洪吉, 1974. 濟州島 西方海域의 暖水塊에 關하여. 濟州大 漁業研究誌, 6: 19~30.
- 盧洪吉, 鄭公斡, 1976. 濟州島 沿岸의 水溫·鹽分 變動에 關한 研究-I. 一般的인 變動의 傾向. 濟州大學校 論文集, 8: 115~122.
- 盧洪吉, 鄭公斡, 1977. 濟州島 沿岸의 水溫·鹽分 變動에 關한 研究-II. 地域的인 變動特性. 濟州大學校 論文集, 9: 131~136.
- 양성기·노홍길·손태준·박원배, 1992. 제주도 연안해역의 해황 및 기상이 어획생산량의 변동에 미치는 영향. 제주대 논문집, 34: 51~76.



감사의 말씀

이 논문을 수행함에 있어 시종일관 지도와 편달을 아끼지 않으신 지도교수 노홍길 교수님께 진심으로 깊은 감사를 드리며, 논문작성에 유익한 조언을 해주신 박정식 교수님, 안영화 교수님, 그리고 이수과정 중 가르침을 주신 서두옥 교수님, 안장영 교수님, 김석중 교수님께도 감사를 드립니다. 그리고 자료분석에 많은 도움을 주신 정동근 선배님, 김문관 선배님, 해양토목공학과 이병걸 교수님과 일본에서 많은 격려를 해주신 김상현 선배님께도 감사를 드리며, 해양관측에 협조해 준 아라 2호, 삼다호 선장님 이하 선원들께도 감사를 드립니다.

또한 자료정리를 정성껏 도와준 이창현 선배님, 후배 영진, 종범, 미경과 조사기간동안 항상 같이해준 한림 정치망업자 한범창 선생님과 사모님에게도 감사를 드립니다.

끝으로 석사과정 수행기간동안 물심양면으로 뒷바라지 해주신 아버님, 어머님과 사랑스런 동생 준영, 준규에게 이 영광을 드립니다.

