

# 제주도 연안해역의 해황 및 기상이 어획생산량의 변동에 미치는 영향\*\*\*\*

양성기\* · 노홍길\*\* · 손태준\*\* · 박원배\*\*\*

Variability of Oceanic and Atmospheric Condition in the Neighbouring Seas  
of Cheju Island and its Influence to the Fishery Production\*\*\*\*

*Yang Sung-kee\*, Roh Hong-kil\*\*, Son Tae-joon\*\*, Park Won-bae\*\*\**

## Summary

Long-term time series data of water temperature and surface meteorological elements are used to investigate effects on the fishery production in the neighboring seas of Cheju island. Long-term (more than 12 months) and the seasonal variations between the sea surface temperature and the air temperature are highly correlated excepting the phase difference by the unusual cold period. Also the ocean conditions in the shallow water of Cheju island are easily affected by meteorological conditions and have a large variation in comparison with the open ocean. The sea conditions in the near seas of Cheju island are related to the variation in sea-air relation on the large scale, so when the sea temperature is decreased, the fishery productions are increased. The fishery productions by the set-net are shown the maximum value in the Fall, radiating from the ocean to the air, and it was shown that the optimum temperature was 19°C, salinity 32.0~32.6 and density 22.6~23.2. The maximum catches of fish were appeared to be related to the times before and after the passing of typhoon or of a cyclone, the sea surface temperature decreased, turbidity was increased and fishery production was significantly increased.

---

\* 해양과학대학 해양토목공학과

\*\* 해양과학대학 어업학과

\*\*\* 해양과학대학 해양학과(대학원)

\*\*\*\*이 논문은 1990년도 교육부 지역개발연구비에 의해 연구되었음.

## 서론

인간은 어업이 해상 및 기상 변화에 의해 직접적으로 영향을 받는다고 오랫동안 생각해 왔다. 또한, 어업의 큰 변동은 확실적인 원인 또는 기상 변동을 조정하는 제현상들에 의해 야기된다고 하였다. 기상과 해양은 서로 조절하는 어떤 힘을 각각 가지고 있는 한쌍의 에너지 체제이다. 기상변동에 영향을 미치는 제현상의 요인에는 열, 수증기, 운동량 등이 있다. 해양의 변화는 기상에서의 과정처럼 거의 동일한 시공간에서 일어난다. 그러므로, 장기간 해양에서 생기는 환경의 대규모 변화는 기상에 영향을 받은 결과이며, 이들의 변화는 해양생물자원의 개발 및 이용과 적절한 관리를 위해서도 이에 대한 연구의 필요성과 중요성이 절실히 요구되고 있다.

해양자원 중에서도 해양생물자원은 인류의 단백질 공급원으로서 매우 큰 비중을 차지하고 있다. 이러한 단백질 자원의 공급면을 고려할 때 제주도 연안 어업은 중요한 산업적 위치를 점하고 있다. 또한 이 어업은 이 해역의 해양 및 기상 변동의 요인으로 인해 직접적으로 큰 영향을 받는데, 해양생물자원의 영구적인 이용과 적절한 관리를 위해서도 서식처에 대한 해양 변동의 발생과정과 이에 대한 기상조건의 영향을 명확히 할 필요가 있다. 특히, 해양과 대기 사이에 상호작용하는 요소 중 대기의 기온과 해양의 표면수온과는 매우 밀접한 관계를 가지며 변동하고 있다.

최근, 해양 및 어업의 변동과 예측에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다(杉本, 1984; 杉本 등, 1987). Uda(1974)는 우리나라 동해에 있어서 상업어종의 이용도 사이에는 일반적인 관계가 있다고 하였으며, 또 해양 및 기상에 의한 어업의 장기변동 예보를 제안한 바 있다. Lee(1956)는 Barents Sea의 대구어장은 기상변동에 의해 크게 영향을 받는다고 하였으며, Uda and Okamoto(1936)는 동해 주요 어장의 형성은 장기 수온변동과 관계가 있다고 하였고, Hempel(1978)과 Holdern(1978)은 북해의 어업변동에 미치는 가장

중요한 요인은 기상과 해양의 변동이라고 하였다. 또한, 최근에는 해양환경의 제반 요소들을 선정한 해양생태계의 모델도 실현되고 있다.

삼면이 바다로 둘러 쌓인 우리나라는 1915년부터 당시 중앙행정부 수산과가 전국 12개소에서 연안 정지 해양관측을 실시한 이래, 현재 약 40개소에서 관측을 계속하고 있다. 한반도 주변의 수온과 기온의 계절변동에 대한 연구로서는 대부분이 조화분석 방법에 의해 이루어 졌으며(Yi, 1966; Kim, 1983; Kim and Yun, 1986), 한반도 연안 기온의 계절변동은 해양 표면수온과 높은 상관성을 가진다고 하였다(Kang, 1984; Kang and Such, 1986; Suh, 1988).

사면이 바다인 제주도는 자동 해상·기상관측 부위와 같은 역할을 수행할 수 있는 천혜의 지리적 해역에 위치하고 있어서, 우리나라의 수산, 해양 및 기상학적으로 매우 중요할 뿐만 아니라, 최근에 이르러서는 경제, 통신, 군사학적 측면에서도 그 중요도가 점차 높아지고 있다. 제주도 주변해역에는 흑조(Kuroshio)의 지류로 알려진 대마난류(Tsushima Warm Current)와 황해난류(Yellow Sea Warm Water), 황해저층냉수(Yellow Sea Bottom Cold Water) 및 각종 연안수(China Coastal Water, Korea Coastal Water) 등의 이질 수체가 상호 복잡하게 혼합하며 경계를 이루고 있어서 해양학적으로 대단히 중요한 field가 될 뿐만 아니라, 이들 수체의 소장은 다양한 유용 생물자원의 서식환경을 지배하는 중요한 요인으로 되고 있다. 이 해역의 해양 및 기상의 장·단기 변동 현상은 각종의 시간 및 공간 스케일을 가지고 서로 상호작용한 결과이며, 이러한 인과관계의 논의를 행할 때는 변동의 시공간장에 대한 특성을 조사하여야 한다.

제주도 연안 정점에 대한 수온 및 염분변동의 극지적 경향을 비교, 조사하여(Rho, 1977) 연중 북쪽 연안역은 남쪽 연안역보다 외양수의 영향을 받는 시기가 길다고 하였다. 그러나, 제주도 연안 해역의 해양 및 기상의 변동에 대한 연구는 충분하게 이루어지지 않은 실정이며, 더구나 이들의 장·단기 변동이 제주도 연안 어획생산량의 변동에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 찾아볼 수 없

다.

본 연구에서는 제주도 연안해역에서 관측된 장기간의 해황 및 기상과 어획량자료를 사용하여 이들 상호간의 장·단기 변동기구를 검토하고, 제주도 연안기상 및 해황이 어획생산량에 미치는 영향을 조사코져 한다.

## 자료 및 방법

제주도 주변해역의 해상 및 기상 관측은, 중앙수산시험장이 제주는 1921년, 마라도는 1923년부터 처음으로 실시한 이래 제2차세계대전을 전후한 시기를 제외하고는 장기간에 걸쳐 현재까지 측정되고 있다. 또한, 서귀포에서도 1964년부터 조사되고 있다. 측정 항목은 1일 1회의 기온 및 수온의 연안 정기관측 자료와 풍향, 풍속, 기온, 습도, 기압, 강우량 등의 해양기상 관측자료가 있다. 장기간에 대한 해황의 평균된 자료는 일본 기상청해양부(1989, 1992)가 전세계 해양을 대상으로 과거30년(1956~1985, 1961~1990)간 수집한 해양표면의 수온분포도를 사용하였다.

한편, 장기간(1926~1989)의 어획량자료는 국립수산진흥원의 자료(연근해 주요어종의 생태와 어장, 1985)와 농림수산부의 자료(90년 상반기 어업생산량 통계, 1990)를 사용하였다. 제주도 연안역을 북안과 남안으로 나누어 각각 어장의 특성 및 어획통계를 비교, 검토하기 위하여 3개의 연안 정치망 어장이 선정되었고, 어획통제는 함덕과 북촌 연안역, 서귀포 연안역의 현장에서는 매일 매일의 어종별 어획량과 기상 및 해상 자료를 수집하여 file화 하였으며, 이때 제주도 연안 정치망의 어구, 어업 및 어업특성 등도 동시에 조사되었다. 조사기간은 제주도 북안이 4년(1988~1991)이었고, 서귀포는 1990년에 한하여 조사되었으나 그후 철폐하여 조업이 중단되었다.

이들 각종 자료를 1일 평균하여 file화하고, 장·단기 변동을 조사하기 위해 월평균화 및 12개월 이동 평균하여 장기간에 걸친 평균적인 특성과 계절변동 및 경년변동을 조사하여 전체적인 경향을 분석하였다. 일일별로 현장에서 조사된 제주도

연안 정치망 어획량은 어종별, 시기별, 어장별로 각각 구분되어 해황과 기상과의 상관성에 대해서 조사되었다.

제주도 북안과 남안에 위치한 중요 어장의 해양환경을 규명하기 위하여 함덕연안해역의 정밀 해양관측을 1991년 4월부터 11월까지 실시하여 수온, 염분, 해수밀도, 투명도 등을 조사하였으며, 서귀포의 정치망 어장환경의 조사는 1990년 11월에 관측한 자료를 사용하였다. 이때 제주도 주변해역의 정치망어장의 해양환경과 어획생산량의 변동 관계를 분석하여 기상조건 및 어장환경의 특성을 규명코져 하였다. 특히, 기상과 어획량 변동과의 관계를 조사하기 위해 태풍이나 은대저기압의 접근과 어획량 변화와의 관계를 조사하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 제주도 연안 해역의 해황 및 기상의 변동 특성

제주도 주변해역은 대만난류계수, 황해냉수, 중국대륙 연안수 및 한국 연안수 등의 이질 수계가 주년을 통해 상접하여 복잡한 해황을 나타내고 있다. 이러한 수계들의 소장은 제주도 연안역의 수산생물에 대한 서식환경을 지배하는 중요한 요인으로 되며, 수산자원량의 증감에 직접적으로 영향을 미친다. 특히, 저온이며 저염분으로 특징 지워지는 황해냉수 및 한국남안 연안수괴의 소장은 수년을 주기로 하여 이상적으로 발달하는 것이 알려져 왔으며(Nakao, 1977; 양 등, 1984), 이러한 때 한국연안 일대에서 일어나는 어황의 이변 현상들이 산업적으로 문제가 되고 있다(近藤, 1963; 大塚, 1964).

해황변동의 발생과정이 기상조건에 의해 정성적인 설명은 가능하지만, 정량적인 관점을 포함한 의미에서는 아직 충분히 해명되지 않았다. 기상조건으로서는 태평양의 동북지방축을 중심으로 동계의 이상저온에 의한 산업재해의 발생이 이전부터 문제로 되어 왔다. 그와 거의 같은 원인으로 인하

여 우리나라에서도 연안역 해황에 이변 현상이 일어난다고 볼 수 있지만, 상세한 인과관계는 아직 명확하지 않다. 해황·기상의 변동현상은 각양 각색의 시간 및 공간 스케일을 가지고 상호 작용한 결과로 보여지는데, 이러한 원인으로 인과관계의 논의를 행하는 데에는 변동의 시공간장에 대한 특성의 기술이 전제로 된다. 여기서는 수세보다 긴 시간 스케일의 장기 변동과 장기간에 걸친 계절변동을 검토 대상으로 한다.

제주도 연안 정점에서는 기온과 기압 등의 기상 요소와 수온의 연속관측을 수 10년간에 걸쳐 장기간 행해지고 있어 수년 스케일의 변동장 해석이 가능하다. 또한, 해상·기상의 측정요소를 사용하여 대기·해양간의 상호작용의 과정중에서 중요한 요소의 하나인 해면의 heat flux장 및 그 변동장의 도출도 가능하다. 여기서는 우선 제주도 연안 정점 (Fig. 1) 들에서 장기간 관측되어온 해상·기상 관측자료를 토대로 제주도 주변해역의 해황·기상

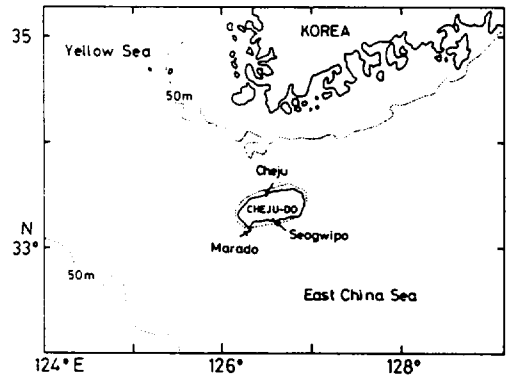


Fig. 1. Location of water temperature and surface meteorological elements which have been measured by Cheju, Seogwipo and Marado.

의 변동 과정을 검토하고, 시간 스케일에 의한 제주도 연안역 해황의 국소적인 공간변동의 특성과 제주도를 중심으로한 동중국 해역 전체의 해황변동 특성과의 관계를 조사하였다.

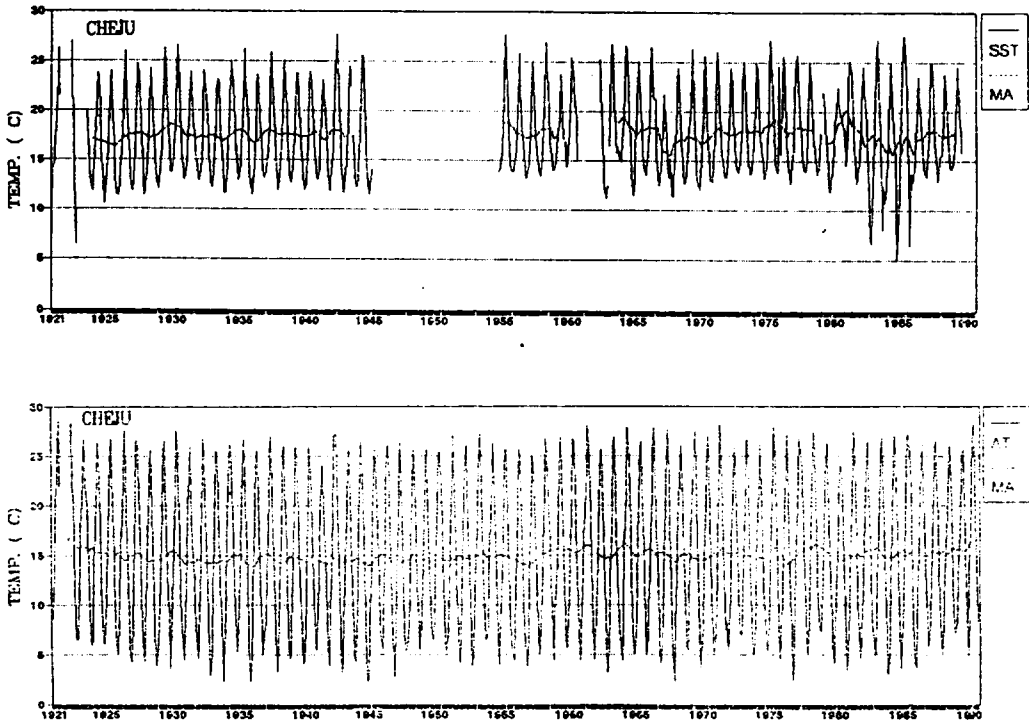


Fig. 2. The seasonal cycle and 12-month mean time series of SST (upper) and AT (lower) at Cheju during the past 70 years (1921~1990).

가. 제주도 주변해역의 해황(수온)과 기온의 계절 및 경년변동 특성

제주도 연안역(제주, 서귀포, 마라도)에 대한 해상·기상의 장기간(1921~1990)에 대한 자료를 file화하여 통계처리한 결과를 Fig.2, Fig.3, Fig.4에 각각 나타내었다. 각 요소의 시계열은 모두 계절변동이 탁월하며, 12개월 이동 평균된 시계열은 5~6년 이상의 주기를 가진 장기변동을 나타내고 있다. 기온의 계절 및 장기변화의 진폭은 수온에 비해 크게 나타나고 있다. 지역적으로 서귀포의 계절 및 장기변동값이 마라도와는 거의 같게 나타나고 있는데, 이것은 수온과 기온이 제주보다 모두 1~2°C 높다.

다음은 수온과 기온의 평균적인 계절 사이클에 주목한다. Fig.5는 각각의 관측기간별로 평균화된 제주(1921~1945, 1955~1990), 서귀포(1964~1990) 및 마라도(1923~1945, 1955~1979)의 표면수온과 기온의 계절 사이클을 나타내고 있다. 이 그림으로부터, 시공간적인 계절변화의 특성 비교

가 가능하다. 즉, 수온의 계절변화는 기온에 비해 진폭이 작고 위상이 1~2개월 늦게 나타나고 있다. 수온에 비해 기온은 수개월 정도의 단주기 변동이 탁월한 상이점도 나타나지만, 모두 거의 같은 변화 양상을 보이고 있다. 최고치의 수온은 제주가 서귀포보다 약 2.5°C, 마라도 보다 약 1.5°C 낮으며, 기온의 위상은 1~2월에 극소, 7~8월에 최대치를 가지고 있으나 두 요소의 계절변화는 거의 일치하여 나타나고 있다. 이것으로부터 제주도 연안수의 계절변동에 관한 열의 이동은 해면을 통하여 발생하는 가열 및 냉각효과에 의해 설명이 가능하게 된다.

Fig.6은 제주도 연안역의 해상 및 기상의 경년변동 특성을 파악하기 위해 12개월 이동 평균된 수온과 기온의 시계열을 나타내고 있다. 기온과 수온의 경년변화 사이에는 상관성이 매우 높고, 위상차가 거의 없는 것이 명확한데, 이러한 사실로부터 대기와 해양(제주도 연안수)이 거의 일체로 변동하고 있고, 경년변동에 있어서도 해면을 통하여 열 flux의 중요성이 시사되고 있다. 또한 제주

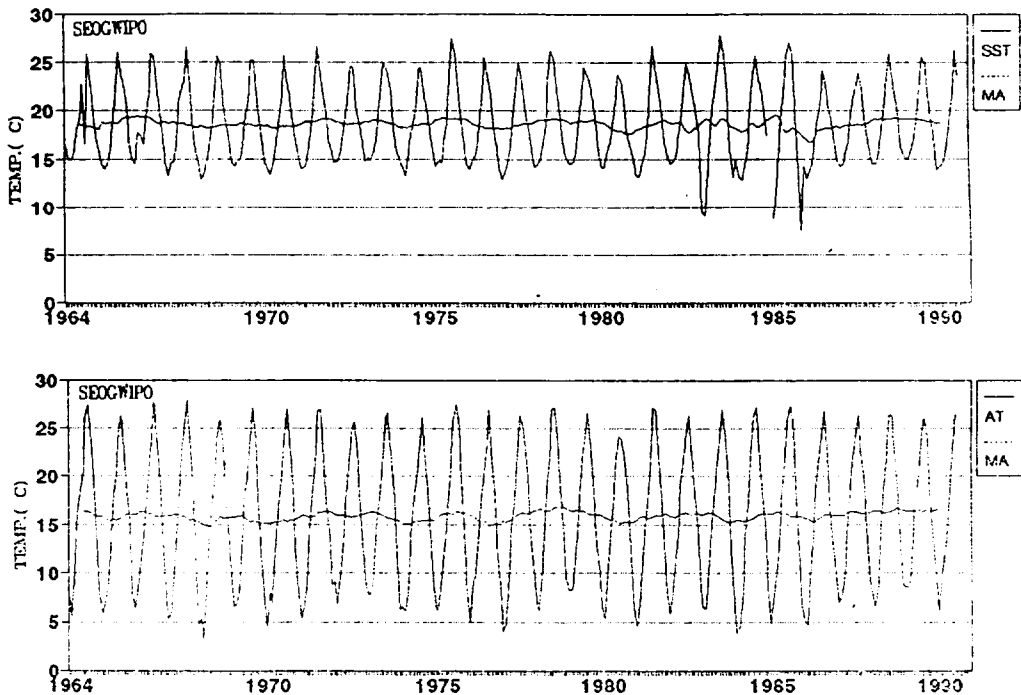


Fig.3. Same as Figure 2 except for location at Seogwipo during 27years (1964~1990).

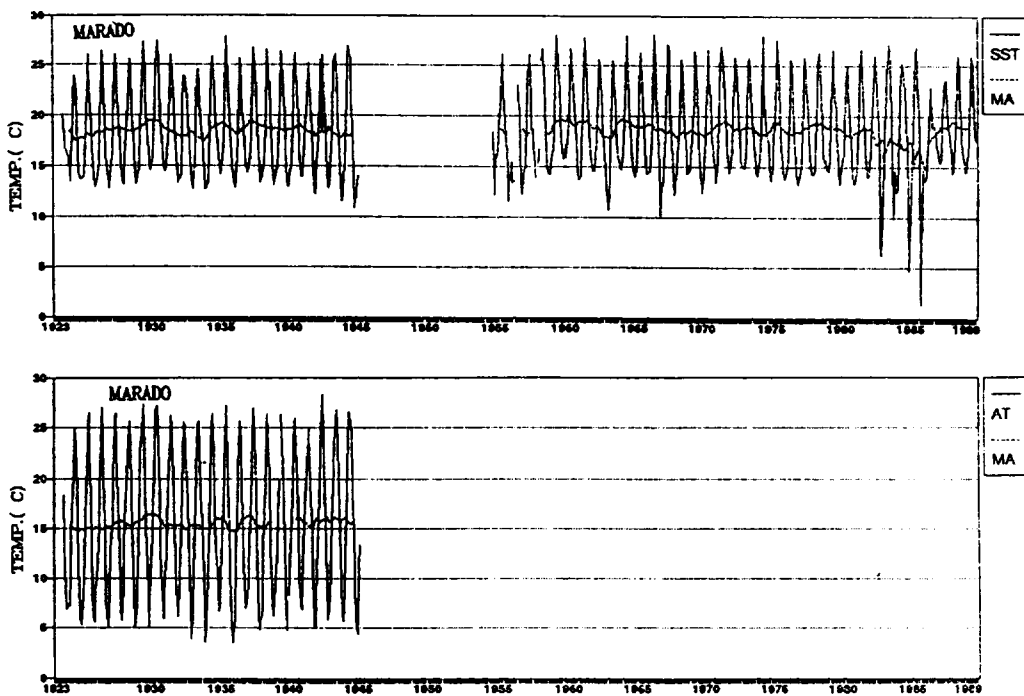
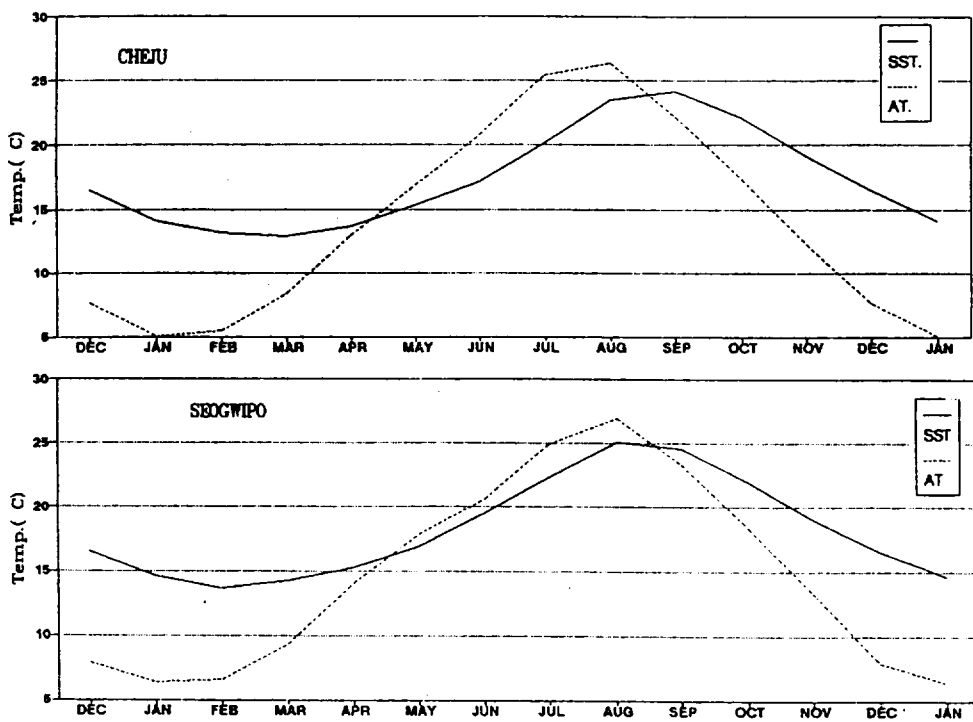


Fig. 4. Same as Figure 2 except for location at Marado during 67years(1923~1989).



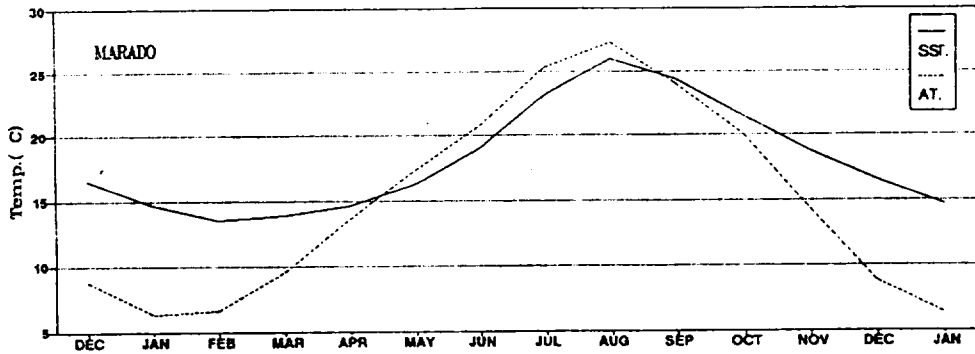


Fig. 5. Long-term mean seasonal cycle of SST(solid line) and AT(dotted line) at Cheju(upper), Seogwipo(middle) and Marado(lower).

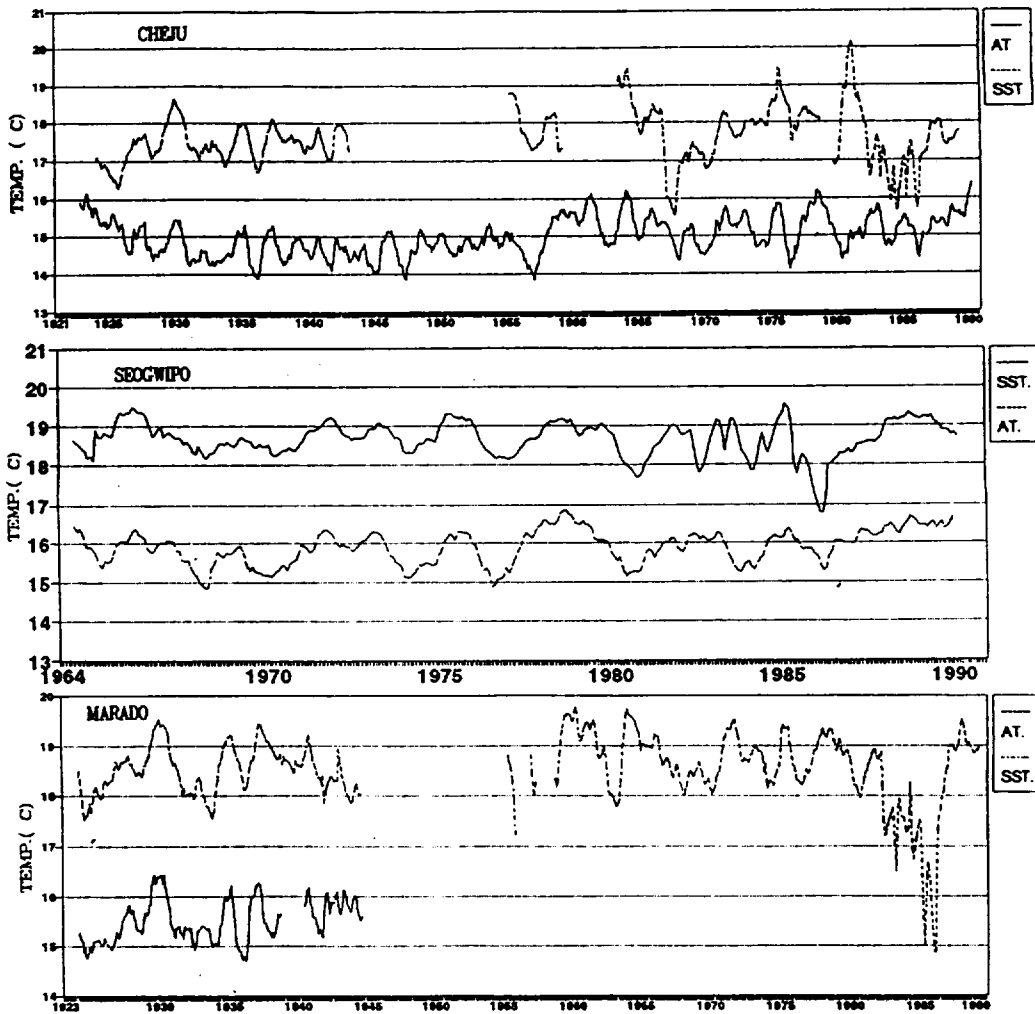


Fig. 6. 12-month running mean time series of SST(dotted line) and AT(Solid line) at Cheju(upper), Seogwipo(middle) and Marado(lower).

의 기온은 1958년 이전에 저온화 경향이 현저하다.

여기서, 연에 따라서는 해면열 flux와 열함유량에 의한 해면과 대기사이에서 1984~1986년에는 상관성이 보이지 않는 곳도 보이는데, 이것은 해면열 flux의 경년변동에 기온 이외의 요소에 의한 변동이 중요하게 작용한 현상임을 시사하고, 동시에 연안수의 경년변동에는 수계의 소장과 이류등과 같은 다른 해양내부의 환경요소 요인이 있음을 말해주고 있다.

나. 제주도 연안해역의 해황특성

제주도 연안수의 경년변동에 미치는 기상 이외의 변동 요인으로서 외양 해황으로부터의 영향을 고려할 수 있다. 제주도 연안 즉, 제주해협과 동중국해역에 대한 수온과 염분의 모니터링은 국립수산시험장, 국내 해양계대학 및 일본의 수산청과

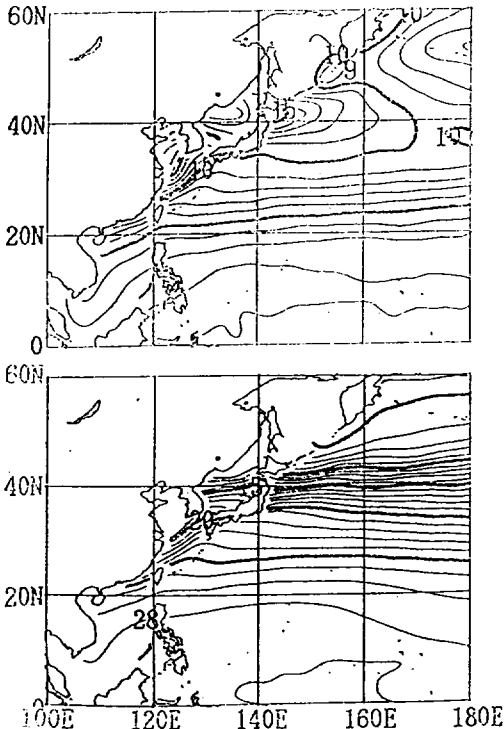


Fig. 7. 30-year normal of annual mean (upper) and range (lower) of monthly mean sea surface temperature (°C) (after Japan Meteorological Agency, 1989).

해양기상대 등에서 오랫동안 실시되고 있지만, 여기서는 일본해양기상청에서 과거 30년(1956~1985, 1961~1990)간 관측한 해면 수온자료를 토대로 작성된 해황의 자료를 발췌하여 우리나라 주변해역의 평균적인 해황의 특성을 조사하였다.

Fig. 7은 북서태평양 해면수온의 연평균 수온 및 연교차를 나타낸 것이다. 등온선의 분포는 위도 방향과 거의 평행하게 분포하고 있으나, 우리나라 동해 주변해역과 동중국해 및 황해 부근해역은 태평양 중앙부의 같은 등온선역 보다 위도가 약 5° 정도 낮게 나타나고 있다. 이것은 제주도를 중심으로 한 해역이 북태평양 중앙부에 비해 기상의 영향을 쉽게 받는 천해역의 해양특성을 잘 나타내주고 있다. 따라서 해면과 대기와의 열교환 및 열함유량이 대양과는 상이하게 나타날 수 있고, 연교차가 제주도 부근해역이 약 10~14°C로서 타해역에 비해 비교적 큰 값을 보이고 있다. 특히 황해 북부는 연교차가 약 20°C 정도로 나타나고 있는데, 이 값은 세계적으로도 연교차가 보기 드물게 큰 해역으로 대기와 해양간의 열교환이 활발함을 나타낸다.

제주도 주변 해역의 해표면 수온이 극치를 가지는 2월과 8월의 평균적인 해황을 파악하기 위하여 각각의 30년간의 평균적인 표면 수온의 분포를 Fig. 8에 나타내었다. 해면 수온이 최저치를 나타내는 2월은 제주도 주변 해역이 10~15°C로서 같은 위도의 일본 동부 해역에 비해 2~4°C 낮게 나타나고 있다. 이때의 표준편차는 약 1.5°C로서 대양에 비해 큰 편이다. Fig. 5에서 연중 최대치를 보이는 8월의 해면수온의 분포를 보면, 제주도 주변해역이 27°C 전후를 나타내고 있으며, 표준편차는 약 1.0°C를 보이고 있다. 제주도 주변해역의 평균적인 해황은 대양에 비해 안정되지 못한 편이며, 변동은 주변해역에서 일체적으로 일어나는 경년변동의 일환으로서 연안역에서도 일어나고 있다고 판단된다.

또한, 여기서 주의해야만 하는 것은 1981년과 1984년을 전후하여 황해냉수 및 한국남안 연안수의 남하·확산 현상이 현저하고, 그 영향으로 제주도 연안수온의 저온화 경향이 현저하였다. 이러한 결과는 황해(양 등, 1984)와 일본 동부 연안역



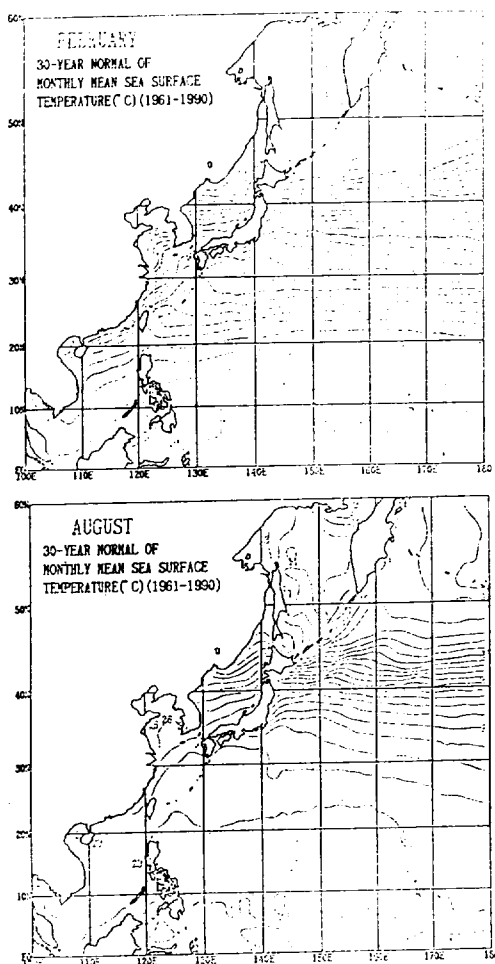


Fig. 8. 30-year normal of monthly mean sea surface temperature(°C) distribution in February(upper) and August(lower) (after Japan Meteorological Agency, 1991).

(Kutsuwada, 1990)의 이상저수온 현상과도 유사한 것으로 판단된다. 즉, 이상저수온 및 이상고수온이 나타나는 현상은 이류에 의한 현상과 국소적이며 일시적인 현상으로 나누어 검토할 필요가 있는데, 이러한 영향은 어느 쪽도 연안역의 해양환경 및 어획생산량에 큰 영향을 미칠 수 있다. 우리나라 및 일본 근해에서 공통적으로 나타난 1984년을 전후한 동계 이상저온 현상은 다음해의 춘·하계에 냉수괴의 세력이 이상적으로 발달, 남하하

여 중요어장에 심각한 영향을 미친 바가 있다. 특히 제주도 주변해역에서는 동계 이상저온으로 인해 발달하는 황해냉수괴 및 남안연안수의 현저한 남하와 확장이 있었음을 알 수 있다. 이상의 결과는 제주도 주변해역 해황의 경년변화가 EL NIÑO와 ENSO를 포함한 전지구 규모의 대기·해양계의 변동과도 연동하여 일어날 수 있는 가능성이 있으며, 이문제는 장래 더욱 연구해야 할 문제로 생각된다.

## 2. 어획생산량의 변동 특성

해양생물의 생산량이 해황, 기상, 해저지형 등의 환경조건에 현저하게 지배 받는다는 것은 널리 알려졌다. 그러나 이러한 관련성은 주로 국지적인 어업종사자들의 경험에 기반을 둔 것이 대부분이었으나, Laevastu and Hayes(1981)와 Cushing(1982)이 이 분야의 연구결과를 정리하여 어장의 형성 및 어획의 변동과 해양환경 요인과의 밀접한 관계가 있음을 밝히게 되었다.

### 가. 한국 연안역 어획 생산량의 경년변동 특성

한국 주변해역의 어획에 대한 장기변동의 특성을 조사하기 위하여, 한국 연근해에서 조업된 일반 해면어업의 어획량을 Fig.9에 나타냈다. 제2차 세계대전 이전의 어획량 자료는 당시 중앙수산시험장에서 1926년부터 1945년까지 조사된 자료를 사용하였고, 그 후는 수산통계 연보에 의한 1946년부터 1989년까지의 어획자료를 분석한 것이다. 여기서 어획량은 반드시 자원량을 대표하는 것이 아니며, 우리나라와 같이 어획규제를 하지 않는 해역에서의 어획량의 경년변화는 자원량의 경년변화를 나타내는 지표로 사용될 수도 있다.

우리나라의 어획통계로 부터 1936~1940년에는 어획량이 급증하고 있다. 그러나 2차세계대전 후 부터 1964년 이전까지는 어획량이 극히 적고, 그 후 점차 증가하여 1986년에 최대치인 약 2,300천 ㄱ을 기록한 후 최근에는 약간 감소 추세에 있다. 여기서 어선의 세력이나 단위노력당 어획량 등을 고려하지 않은 총어획량은 2차세계대전 전에 증가

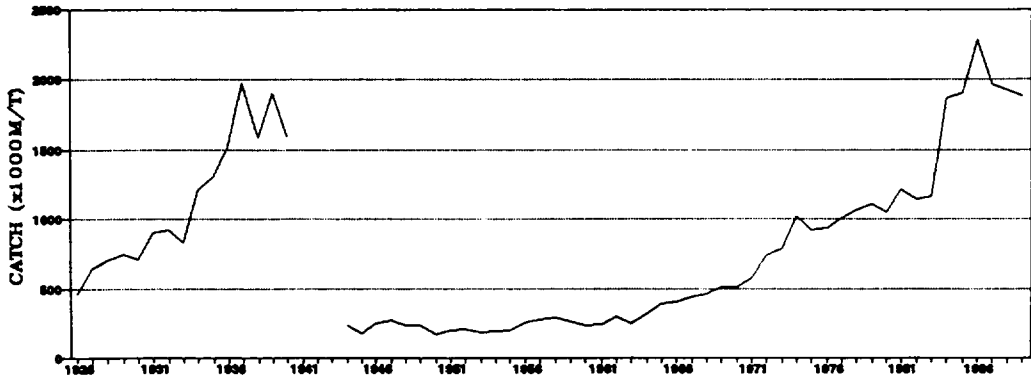


Fig. 9. Annual change of total fish catches in the coastal water of Korea during 1926~1989.

하였던 시기인 1936~1940년은 Fig. 6에서 제주도 주변역의 기온 및 수온이 저온화 하였던 시기에 해당되며 (Fig. 6) 또한, 1984년 전후에 어획량이 증가하였던 시기에도 해면수온이 극히 하강하는 시기로서 이상적인 기상 및 냉수현상과 호어황간에 상호 연관성이 있는 것으로 보인다.

Fig. 10은 최근 우리나라 근해의 일반 해면어업에서 생산된 어류의 어획량을 해역별로 나타낸 것

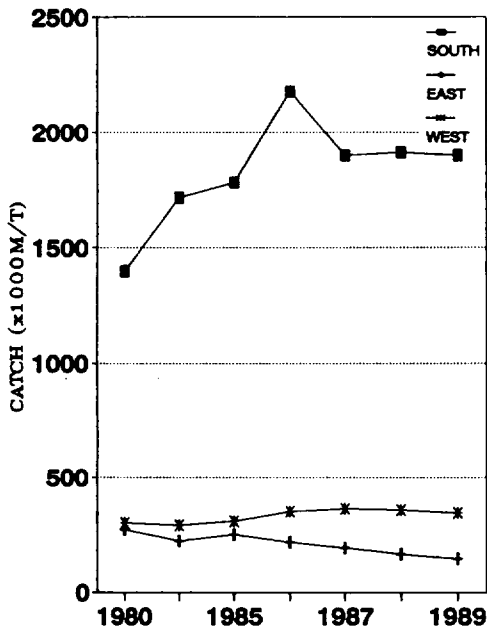


Fig. 10. Total fish catches in the south Sea, East Sea and West Sea during 1980~1989.

이다. 제주도가 위치한 한국 남해안은 동해 및 서해에 비해 약 6배의 어획량을 보이고 있으며, 1986년에 최대값을 보인 후 최근에는 약 1,900천 톤 정도를 나타내고 있다.

나. 제주도 연안역 어획생산량의 계절 및 경년변동 특성

어떤 해역의 어획을 판단할 경우 그 이용자원의 생활권이 몇 개의 해역을 거쳐서 넓은 곳으로 회유경로를 취하는지, 또는 해역전체가 하나의 어장이 되어서 제통군을 형성하고 있는지에 따라 크게 들로 나누어 생각할 수 있는데, 제주도 연안역에서 생육하는 생물자원량과 어획은 주변해역의 해황에 따라 크게 달라질 수도 있다.

제주도의 일반 해면어업에서 제주도 북부 중앙부에 위치한 함덕 연안해역에 고정설치하여 조업하고 있는 정치망의 최근 4년(1988~1991)간 어획량의 경년 변화와 연도에 따른 계절별 변화를 Fig. 11에 나타내었다.

정치망어업은 은용어구가 아닌 고정어구의 어법으로서 수산생물이 시공간적인 해양환경의 변화에 따라 색이·이동하는 자발적인 어업의 성격을 가진다. 또한, 제주도 연안역의 정치망어업은 매년 5월부터 시작하여 10~11월까지 외해에서 내유해오는 어류를 대상으로 조업하고 있다.

연도별 총어획량은 1989년을 제외하고는 거의 비슷한 경향을 보이고 있으며, 월별 어획량은 1988년 7월을 제외하고는 10월에 최대치를 보이고 있다. 이들 자료로 부터 장기적인 경향을 분석하

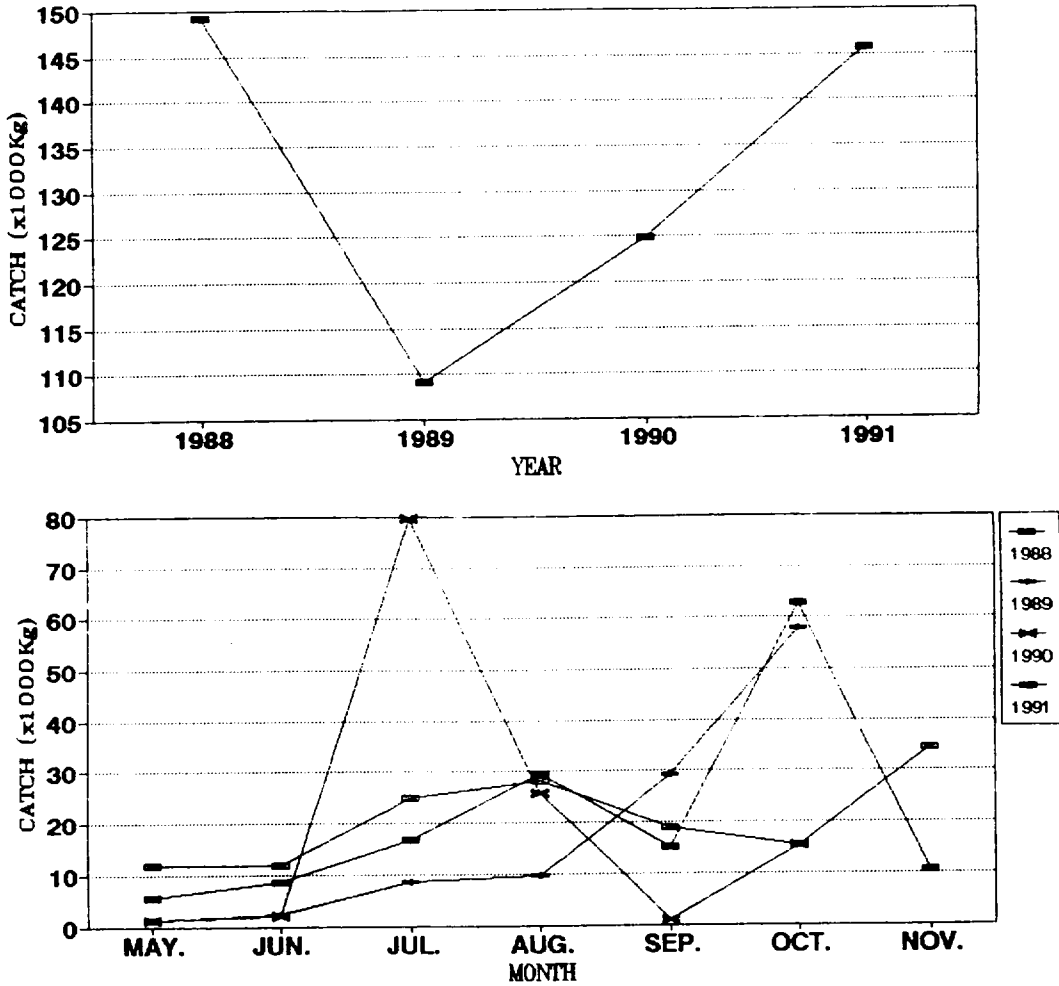


Fig. 11. Annual total fish catches(upper) and Seasonal change of total fish catches(lower) at Ham-Duck fyke net fishery during 1988~1991.

는대는 자료의 부족 등으로 충분히 검토되지 못하였다. 어획 생산량이 장기간에 걸쳐 정확한 과학적 자료를 구축하기 위해서는 민·관·학이 일체가 되어 체계적으로 조사할 필요성이 절실히 요구된다. 선진국에서는 이미 수십년 전부터 이들의 통계자료가 정확히 조사되고 있는 것에 비하면 우리나라는 아직도 실시되지 못하고 있는 어려운 실정이다.

### 3. 제주도 연안의 정치망어업의 특성과 어획량 변화

제주도를 중심으로한 우리나라 남해안은 대륙붕으로 된 천해역으로서 기상변화의 영향을 쉽게 받아 해양환경 및 수산업의 변동이 일어나기 쉬우며, 각종 유용 수산생물들의 중요한 산란장 및 색이장이 되고, 정치망어업을 중심으로 많은 어업이 성행되고 있다. 정치망어업과 해양환경과의 관계에 대해서는 황과 김(1977), 염과 장(1986), 장과 정(1987), 김과 이(1988), 이와 염(1988), 방 등(1990) 등이 있다. 여기서는 제주도 연안역에 부설하여 조업을 하고 있는 망형이 다른 두개의 각 망어구에 대한 어획량 자료를 해석하여 어획성능

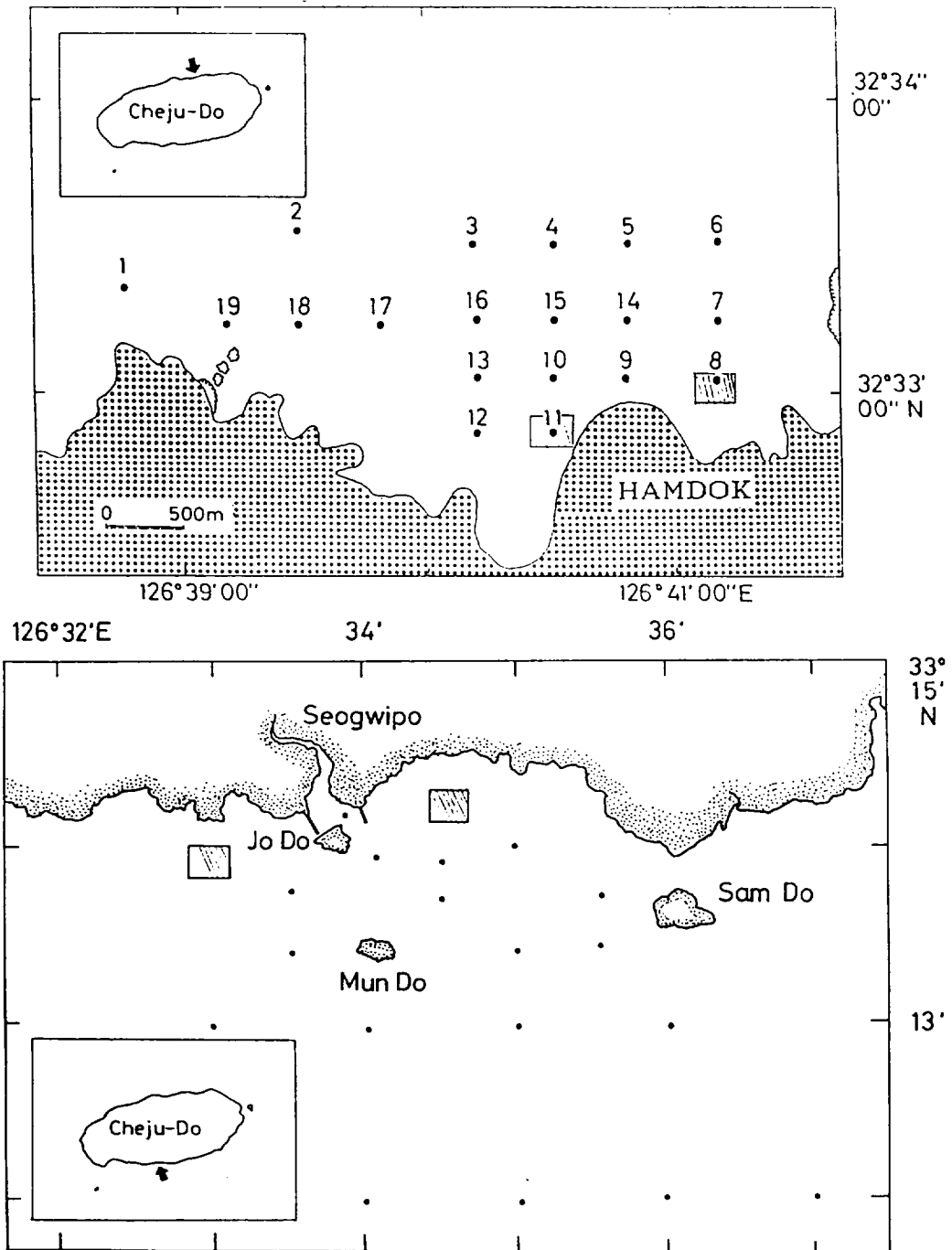


Fig. 12. Oceanographic observation stations around the fyke net fishing ground at Ham-duck (upper) Rectangular parts with shaded area are shown the fyke net at Ham-Duck and Buk-chon(upper), and Seogwipo(lower) area.

의 차를 비교하고, 어획량의 변동 특성을 조사하였다.

연안역에서 조업되는 정치망어업은 어군을 적극적으로 쫓아서 조업하는 운용어법과는 달리 연안역으로 내유해 오는 어군을 대상으로 하는 소극적 어업이다. 따라서 정치망어업은 지역적인 해양환경 및 기상의 영향을 크게 받는 어업으로서, 지리적인 위치와 지형적인 특성 등이 해황의 변동과 함께 어획이 변동하게 된다. 그러나, 최근 연근해 어업의 급속한 발전으로 수산생물자원의 감소, 임해 공업단지의 조성, 무분별한 연안어장의 매립공사 등으로 인해 연안수질이 오염과 부영양화가 촉진되고 정치망어업권의 정비로 어장이 감소되어 사양화되고 있다.

우리나라 일반 해면어업의 총어획량중에서 정치망어업이 차지하는 비율은 약 5~6%에 불과하지만 근년들어 문화생활의 향상으로 신선도가 높은 활선어의 수요가 급증하게 되어 고급어를 안정적으로 공급할 수 있는 어업으로 재평가를 받고 있다(신, 1984; 장 등, 1987). 정치망어업은 지역적인 환경의 영향을 크게 받는 어업이며, 특히 지리적인 특성이 해황의 변동과 더불어 내유어군의 접근과 이동에 직접적으로 작용하고 있다. 그러나, 어장환경의 특성이 잘 갖추어진 어장에서도 정치망 어구의 구조에 따라 어획이 변동될 수 있다.

제주도 연안의 정치망어업은 대모망, 소모망, 각망어구를 이용하여 정치망어업을 행하고 있다. 통 면허건수는 현재 67건으로 이중 각망이 65건, 소모망 1건, 대모망 1건으로 거의 각망어구를 부설하여 조업하고 있다.

정치망 어획량의 자료를 분석하기 위하여, 최근 4년간(1988~1991) 매월 현장에서 조사된 합덕 및 북촌의 작업일지를 분석하여 어획자료로 사용하였다. 조사지역 어장에서 어획되는 어종은 전갱이 *Trachurus japonicus*, 고등어 *Scomber japonicus*, 오징어 *Sepia esculenta*, 독가시치 *Siganus fuscescens*, 방어 *Seriola quirqueradiata*, 갈치 *Trichiurus lepturus*, 자리돔 *Chromis notatus*, 돌돔 *Oplegnathus fasciatus*, 멸치 *Engraulis japonica*, 넙치 *Paralichthys olivaceus* 등이 어획되고 있으나, 어획량 분석에 이용한 어종은 연평균 100kg 이상 어획된 전갱이, 고등어, 독가시치, 오징어, 방어 5종을 분석 대상으로 하였다.

가. 계절별 평균 어획량

Fig. 13은 합덕에서 조업된 4년(1988~1991)간의 월별평균 어획량을, Fig. 14는 서귀포에서 1990년에 조업된 어획량을 나타낸 것이다. 여기서 서귀포 연안의 정치망은 어구의 규모가 작을뿐만 아니라 조업시기도 6~8월에 지나지 않는다. 그러나

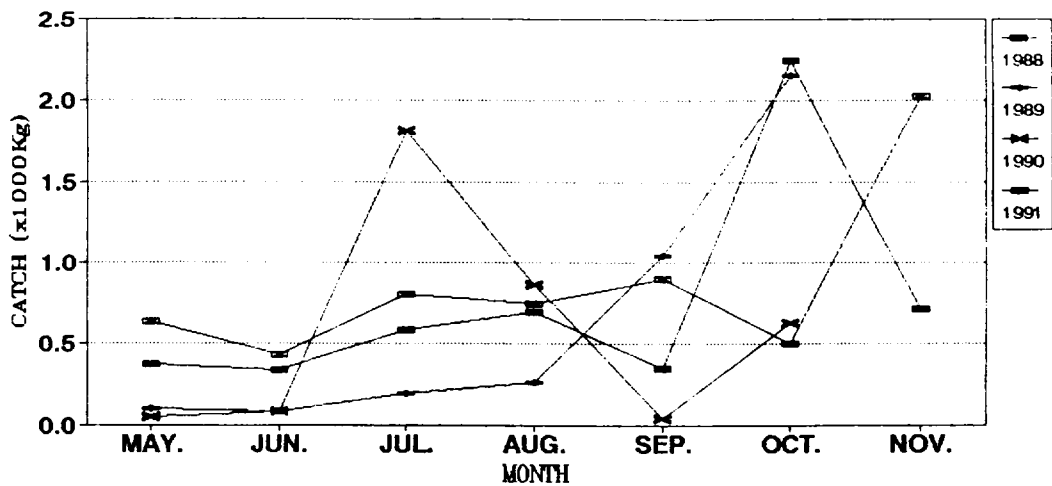


Fig. 13. Monthly mean catches for the fyke net fishery at the coastal area of Ham-Duck during 1988~1991.

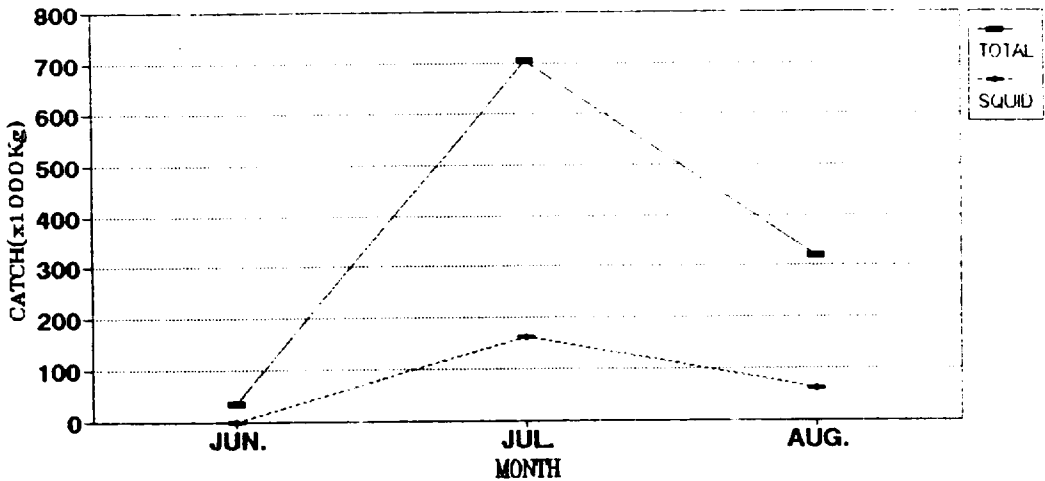


Fig. 14. Same as Figure 13 except for location at Seogwipo in 1990.

합력 연안역은 Fig.13과 같이 주 어기가 7월과 10~11월로 나타나고 있다. 이것은 해양에서 해양성층이 형성되는 시기와 소멸되는 시기와 거의 일치하고 있다.

나. 어종별 어획량

최근 4년(1988~1991)간 5월~11월 까지의 어획 일지를 분석하여 망형에 따른 어획성능의 차이를 비교 검토하였다. 여기서 각망(A)는 犀牛籠 서쪽에 부설된 정치어구이고, 각망(B)는 犀牛籠 동쪽에 부설된 정치어구이다.

어획성능의 차를 비교하기 위하여 각망(A)와 각망(B)가 양망한 조업회수, 어획된 회수, 각망에 입망한 회수 및 입망률(입망회수/어획된 회수), 각망의 어획량, 입망 1회당 어획량을 어종별로 Table 1에 나타냈다. 또한 서귀포의 정치망에서 조업된 결과는 Table 2에 나타내었으며, 어장별, 어종별 어획성능은 다음과 같다.

1) 전갱이(Horse mackerel) : 4년간의 총 양망회수(1265회)에 대한 전갱이의 입망회수는 622회로 49% 정도이다. 각 망에 대한 입망률은 각망(A)가 53%, 각망(B)는 43%로 입망률은 별차이가 없으나, 어획량은 각망(A)가 4년간 총 어획량의 75%를 차지하고 있다(Table 1). 또한, 각망(A)와 각망(B)의 어종별 일일 어획량은 각망(A)가 각망(B)보다 월등히 많다.

2) 고등어(Mackerel) : 4년간의 총 양망회수(1265회)에 대한 고등어의 입망회수는 306회로 24%이다. 각 망에 대한 입망률은 각망(A)가 22%, 각망(B)는 30%로 입망률은 각망(B)가 높게 나타나고, 고등어 어획량도 각망(B)가 총 어획량의 51%를 차지하고 있다. 여기서 각망(A)는 연도별 입망률 및 어획량의 변화폭이 심하게 나타나고 있다. 일일의 어획량에서는 전갱이와 마찬가지로 각망(A)가 '88년과 '90년에는 어획량이 많지만 '88년에는 각망(B)가 훨씬 많다.

3) 오징어(Squid) : 4년간의 총 양망회수(1265회)에 대한 오징어의 입망회수는 823회로 65%이고, 타어종들 보다 월등히 많은 입망회수를 보이고 있다. 각망에 대한 입망률은 각망(A)가 67%, 각망(B)는 76%로 입망률은 각망(B)이 조금 높으면 어획량은 총 어획량의 49%로 각망(B)와 큰 차이가 없다. 연도별 일일 어획량에서 오징어는 다른 어종들과는 달리 각망(B)가 대체로 어획이 많고, 특히 1989년도는 더욱 많은 회수를 보이고 있다.

4) 독가시치(Rabbit fish) : 4년간의 총 양망회수(1265회)에 대한 독가시치의 입망회수는 423회로 33%이다. 각 망에 대한 입망률은 각망(A)가 34%, 각망(B)는 36%로 입망률은 각망(B)가 조금 높으나, 어획량은 각망(A)가 총 어획량의 64%로 각망(B)보다 조금 높다. 각망(A)와 각망(B)의

Table 1. Catch ratio and amount of catch by set net at Ham-Duck(A) and Buk-Chon(B) during 4 years(1988~1991).

Species	Year	Net type	Number of fishing effort	Number of fishing catch	Catch ratio	Amount of catch (kg)	Mean catch per fishing effort (kg)
Horse mackerel	1988	Fyke net (A)	198	100	0.51	75,292	752.9
		Fyke net (B)	192	99	0.52	49,236	497.3
	1989	Fyke net (A)	176	96	0.55	95,940	999.4
		Fyke net (B)	184	77	0.42	32,047	416.2
	1990	Fyke net (A)	167	50	0.30	45,594	911.9
		Fyke net (B)	163	55	0.34	29,892	543.5
1991	Fyke net (A)	185	144	0.78	125,035	868.3	
Mackerel	1988	Fyke net (A)	183	55	0.30	67,923	1,235.0
		Fyke net (B)	192	59	0.31	50,201	850.9
	1989	Fyke net (A)	176	30	0.17	9,325	310.8
		Fyke net (B)	184	64	0.35	58,239	987.1
	1990	Fyke net (A)	167	42	0.25	71,460	1,701.0
		Fyke net (B)	163	40	0.25	42,168	1,054.2
1991	Fyke net (A)	117	16	0.14	10,677	667.3	
Squid	1988	Fyke net (A)	198	161	0.81	3,152	19.6
		Fyke net (B)	192	149	0.78	2,724	18.3
	1989	Fyke net (A)	176	124	0.70	1,692	13.6
		Fyke net (B)	184	160	0.87	3,074	19.2
	1990	Fyke net (A)	167	99	0.60	1,460	14.7
		Fyke net (B)	163	101	0.62	1,923	19.0
1991	Fyke net (A)	185	105	0.57	1,571	15.0	
Rabbit fish	1988	Fyke net (A)	183	43	0.23	1,813	42.2
		Fyke net (B)	192	59	0.31	1,429	24.2
	1989	Fyke net (A)	176	63	0.36	2,021	32.1
		Fyke net (B)	184	69	0.38	2,301	33.3
	1990	Fyke net (A)	167	73	0.44	3,682	50.4
		Fyke net (B)	163	65	0.40	2,543	39.1
1991	Fyke net (A)	164	51	0.31	3,399	66.6	
Yellow tail	1988	Fyke net (A)	183	36	0.20	1,084	30.1
		Fyke net (B)	192	67	0.35	2,392	35.7
	1989	Fyke net (A)	176	83	0.47	3,156	38.0
		Fyke net (B)	184	90	0.49	6,774	75.3
	1990	Fyke net (A)	167	64	0.38	2,659	41.5
		Fyke net (B)	163	65	0.40	3,081	47.4
1991	Fyke net (A)	185	20	0.11	268	13.4	

Table 2. Catch ratio and amount of catch by set net at Seogwipo, 1990

Species	Net type	Number of fishing effort	Number of fishing catch	Catch ratio	Amount of catch (kg)	Mean catch per fishing effort (kg)
Squid	Fyke net	31	15	0.48	224	14.9
Small Fish	Fyke net	32	30	0.94	834	27.8
Total Catch	Fyke net	63	45	0.71	1,058	23.5

일일 어획량의 관계에서는 큰 차이가 보이지 않는다.

5) 방어 (Yellow tail) : 4년간의 총 양망회수 (1265회)에 대한 방어의 입망회수는 425회로 34%이다. 각망에 대한 입망률은 각망(A)가 29%, 각망(B)는 41%로 입망률은 각망(B)가 높게 나타나고 있다. 어획량은 각망(A)가 총 어획량의 37%를 차지하고 있다. 일일의 어획량이 각망(B)가 각망(A)보다 약간 많다.

다. 어장에 따른 월별 어획량 변화

제주도 연안의 정치망어업은 주로 5월에 어구를 부설하여 11월에 어망을 철망하고 있다. Fig.13은 함덕 및 북촌의 정치망의 경년별 월별 어획량을 나타낸 것이다. 최대어획량은 10~11월에 최대값을 나타내고 있으나, 1990년도에는 7월에 가장 많은 양을 보이고 있다. 서귀포의 정치망의 총어획량은 7월에 최대치를 나타내며, 오징어의 어획량의 최대치도 일치하고 있다(Fig.14). 그러므로 본 연구에서의 어획량 관계는 5~11월까지의 어획된 어종에 대해서 취급하였고, 연간 어획이 1000kg미만의 어종에 대해서는 제외시켰다.

Fig.15는 4년간 전갱이, 고등어, 오징어, 독가시치 및 방어의 어획량을 각망의 망형에 따라 계절별로 나타냈다. 전갱이의 서식수온은 10~25°C(최적수온 : 15~18°C)이며, 어획수온 및 염분은 19.2~22.7°C, 18.24~18.63°C이다. 여기는 7~10월이나 주 어기는 8월이다. 전갱이의 어획량은 5~6월에 최소치를 보이고 10월에 가장 높다. 전갱이의 어획시기는 주로 7~10월이라고 할 수 있고, 주 어획시기는 가을철인 10~11월이다. 전체적으

로 망형에 따른 어획량은 거의 같은 경향으로 변화하고 있다. 각망(A)가 각망(B)보다 약 2배의 어획량 보이고 있다.

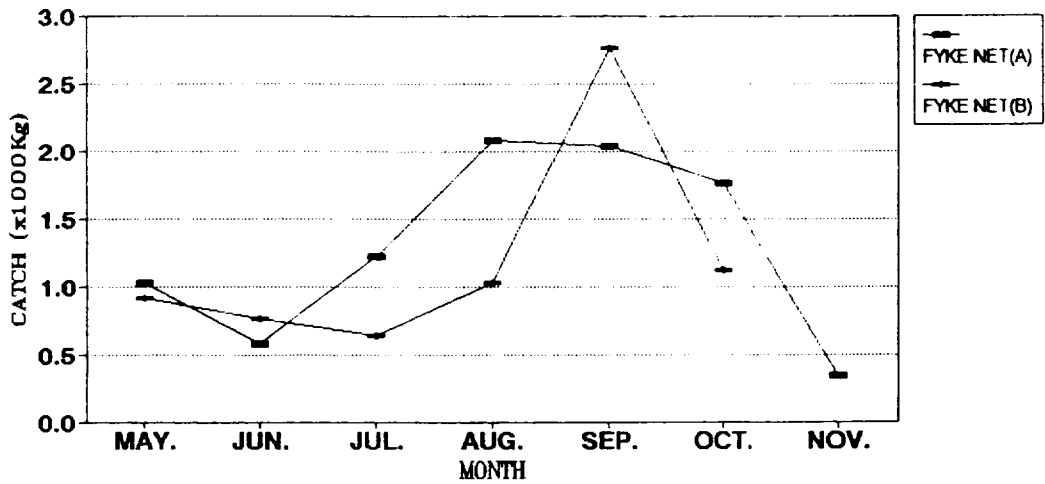
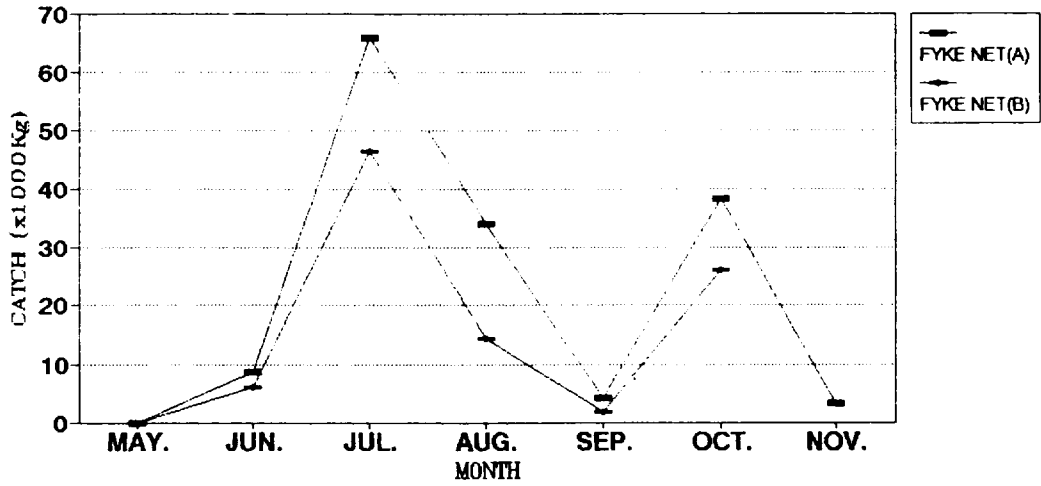
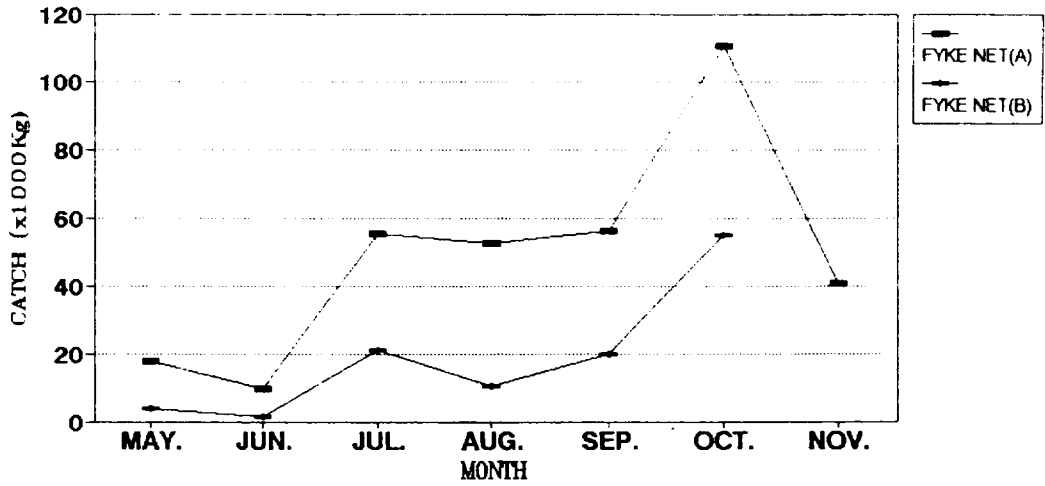
고등어의 어획시기도 7~10월이고, 5월에는 전혀 어획이 없었다. 그리고 어획이 가장 많은 달은 7월이고, 그 이후로 점차 감소하여 10월부터 다시 어획량이 많아지고 있다. 고등어의 주 어획시기는 7~8월이다. 고등어의 서식수온은 7~25°C(최적수온 : 15~19°C)이며, 어획수온 및 염분은 13~20°C, 18.5~19.4°C이다. 여기는 11월전후이다. 망형에 따른 어획변화는 거의 같은 경향을 보이며, 각망(A)가 약간 높은 어획량을 나타내고 있다.

오징어의 어획시기는 5~10월이며, 9월을 중심으로 하여 8~10월에 가장 많은 어획량을 보이고 있다. 망형에 따른 어획변화도 서로 거의 같으나, 여기서는 각망(B)가 조금 높은 어획량을 보이고 있다.

독가시치의 어획량은 타어종에 비하여 뚜렷한 어획변화를 보이고 있는데 주 어획시기는 7~8월이며, 5~6월과 9~10월에는 어획이 거의 없다. 독가시치의 서식수온은 10~10.5°C이다. 여기는 5~11월이나 주 어기는 7월이다. 망형에 따른 어획변화는 일치하고 있고, 각 망에 따른 어획량은 각망(A)가 각망(B)보다 조금 높게 나타나고 있다.

방어도 독가시치와 같이 7월에 가장 많은 어획량을 보이며, 각망(B)가 각망(A)보다 약간 많은 어획량을 보이나 월별 변화값은 거의 같다. 방어의 서식수온은 9~20°C(최적수온 10°C)이며, 여기는 3~4월과 11~12월이다.





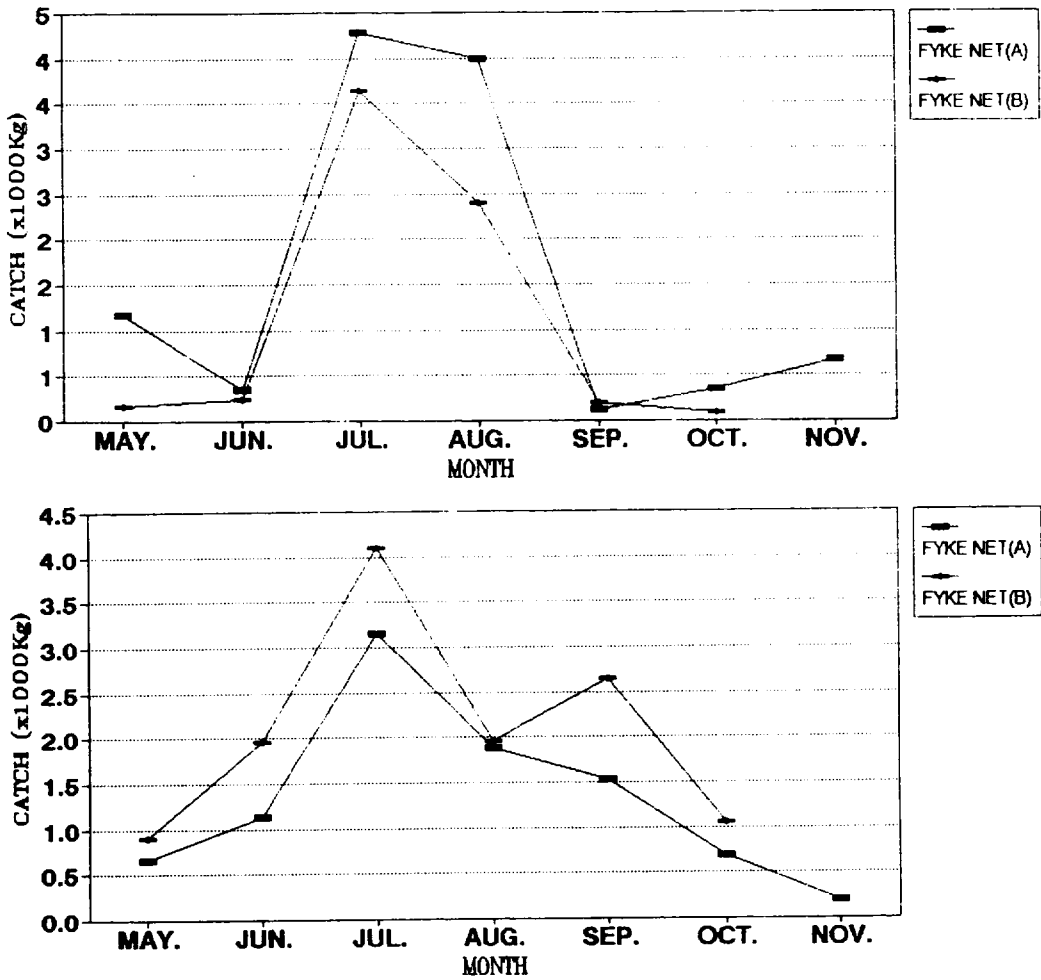


Fig. 15. Monthly mean catches of Mackerel, Horse Mackerel, Squid, Rabbit Fish, Yellow Tail caught by fyke net fishery at Ham-Duck(A) and Buk-Chon(B)

라. 어종별 어기

제주도 연안에 부설하여 조업하고 있는 정치망 어업은 해양환경 등의 이유 때문에 대부분 5월 초순에 망에 부설하고, 10월 하순에 철망하기 때문에 어획일지로 정치망어업의 어황을 정확히 예측하기 어려우나, 대체적인 어종별 어획시기를 알 수 있다. 장 등(1987)에 의하면 우리나라 정치망 어업의 주 어기는 10~11월이라고 하고 있는데, 제주도 연안에서는 Fig.13에서 알 수 있듯이 5~10월까지 어획이 계속 이루어지나 주 어기는 10~

11월, 부 어기는 7월이다. 이렇게 우리나라 남해 및 서해 그리고 동해의 정치망어업의 주 어기와 다른 것은 정치망에 내유하는 어종은 거의 회유성 어종이라 먼저 제주도를 거쳐 쓰시마 난류와 병행하여 북상하기 때문에 제주도 연안 정치망어업의 주 어기보다 늦은 이유라고 추정된다.

제주도 연안 정치망어업의 어종별 어획시기 및 주 어기를 명확히 파악하기 위해서는 정치망을 1년 내내 부설하여 어획변화 및 내유하는 어군의 조성 그리고 체장, 체중 등의 조사를 통해서 회유시기 및 명확한 어획시기를 알 수 있으리라 여겨

진다. 또한 이런 자료를 토대로 하여 우리나라의 남해, 서해, 동해에서 어획되는 어획자료와의 비교를 함으로서 좀더 자세한 어군의 회유경로 등을 알 수 있어 자원보호 측면에서도 중요한 연구라고 여겨진다.

대체적으로 어종별 제주도 연안 정치망어업의 어획시기는 Fig.15에서 알 수 있듯이 전갱이의 어획시기는 7~10월, 고등어 7~10월이고, 오징어는 5~10월 내내 안정적으로 어획이 계속되고 있으나, 특히 어획량이 많은 시기는 9월이다. 山本(1942)는 오징어가 4~6월에 산란을 위하여 내만에 회유 이동하며, 성어기는 만쪽이 빠르고, 서해안을 북상할수록 늦다고 하였다. 독가시치는 7~8월 사이에만 어획되고, 그의 달에는 거의 어획이 없었다. 방어도 오징어와 마찬가지로 5~10월까지 일정하게 어획이 이루어지고 있으며, 특히 7월에 어획량이 가장 많다.

#### 4. 제주도 연안역의 해황 및 기상이 어획에 미치는 영향

어획 대상에 관련되는 생물에는 크게 나누어 자원량 변동에 관한 측면과 어장형성에 관계되는 측면이 있다. 그러나 이 두가지의 측면은 서로 독립되지 않고 자원량의 증감에 따른 어장의 확대 및 축소와 이동 등이 어류에 관계되는 환경 문제로 알려져 있다(Nakai, 1962).

어장형성에 관련한 어장환경이란 기본적으로 어획대상 생물을 둘러싸고 있는 자연 환경을 말하며, 여기에는 이료와 같은 생물환경, 수온 및 염분 또는 해류와 같은 무기환경이 포함된다. 이들은 어느것도 불변의 것, 또는 랜덤적으로 변동하지 않고 각종의 시공간의 변동 스케일이 복합적인 양상으로 나타난다. 따라서 어획 대상 생물의 자연적 환경에 대한 관계는 어업 대상 생물이 어장에의 내유, 분포, 회유 등의 원인으로 특정지워진다.

해양 생물환경도 수온, 염분, 용존산소 등 물질 대사에 관계하는 해수의 특성과 물질의 집적, 발산에 관계하는 해양의 유동구조, 산란상태에 관련

하는 해저지형 구조 등의 무기환경에 지배되고 있다. 또한 무기 환경중에서 해양전선, 약층, 해저 등의 경계역에서는 운동능력이 약하고 먹이 생물의 수축과 발산이 물리적으로 구동되어 생물 환경의 경계역으로 구분된다.

어군은 일반적으로 조경부근에 군집하는 경향이 있는데, 조경이란 해수의 특성(수온, 염분, 영양염류 등)이 급변하고, 그 특성의 수평구배가 큰 곳이 해양전선이다. 격수온대란 어군이 온도 전선 부근에 편재하여 호어장을 형성한다. 또한 해양구조에 관계하는 약층은 해수의 연직적인 전선에 해당된다. 따라서, 시공간적으로 해양전선의 분포와 변동, 수계특성치의 변동은 크다.

해황과 어황과의 대응관계를 조사하는 방법으로 해면의 해수특성인 표면수온을 들 수가 있는데, 최근에는 표층 0.02m의 표면수온을 열적의 화상으로 나타내고 있다. 즉, 해황과 어황과의 관계는 인공위성의 열적의 화상을 사용하여 어장형성, 이동, 소멸의 단기에측정과 해양전선의 형성과 유지 기구 등을 일체적으로 파악하여야 한다.

제주도 주변 해역에서는 한국 근해 고등어 어획량의 약 70%가 어획되는데(蘆, 1985), 이 좁은 해역에서도 특히 연안역에 집중되고 있다. 이러한 현상은 제주도 연안역의 국지적인 해양구조의 변화가 어장의 형성에 중요함을 시사하고, 이러한 해양구조에는 계절별 기상조건이 깊은 관계가 있다. 또 해양전선의 구조에 대응한 영양염, 칼로로 필이나 마이크로플랑크톤 등의 분포 구조와 그 동태도 상세히 검토할 필요가 있다.

이외에도 해양표층 및 연안역의 해상은 기상의 영향을 직접적으로 강하게 받으며, 또 해중조도는 구름의 두께와 운량에 좌우되는 등 기상은 수산생물에게 있어서 중요한 환경조건으로 되어 있다. 다음은 Fig.12에서 나타난 제주도 북촌연안역과 서귀포 연안역에서 어획된 정치망 어획량의 주 어기에 대한 해양환경을 요소별로 조사하였다.

##### 가. 어장의 해황특성

제주도 연안역의 정치망어업에서 형성되는 어기는 5월부터 11월까지였으며, 주 어기는 7월과 10~11월에 형성되나 주 어기는 10월이었다

(Fig.13). 따라서, 제주도 정치망 어장형성에 미치는 해양환경으로서의 수온, 염분, 용존산소, 영양염류, 해저지형 및 저질 등의 이화학적 특성과 어류의 생활공간조건, 먹이량 등의 생물학적 특성을 고려하여야 한다. 그러나 본 연구에서는 자료 수집의 제한 등으로 인해 이들 중 수온, 염분 및 해수밀도의 분포 특성과 어장형성과의 관계를 검토코져 한다.

Fig.12에서 제주도 북안(함덕)과 남안(서귀포)의 정치망 어장에 대한 지리적 위치와 해양관측점을 나타내었다. 이들 관측점들에 대해 주 어기의 해양구조를 다음과 같이 조사하였다. 수온은 수산생물의 환경조건중에서 가장 중요하며, 또한 해양생물은 염분에 적응하여 생활하고 있는 것이 특징이다. Fig.16은 주어기보다 1개월 이른 1991년 9월 함덕연안역의 표층수온 및 염분의 수명분포를 나타낸 것이다. 이때 해수는 22°C 전후의 수온이고, 염분이 33.0 전후를 나타내어 아한대역의 32.0 정도와 아열대 고압대 해역 35.0 사이의 값

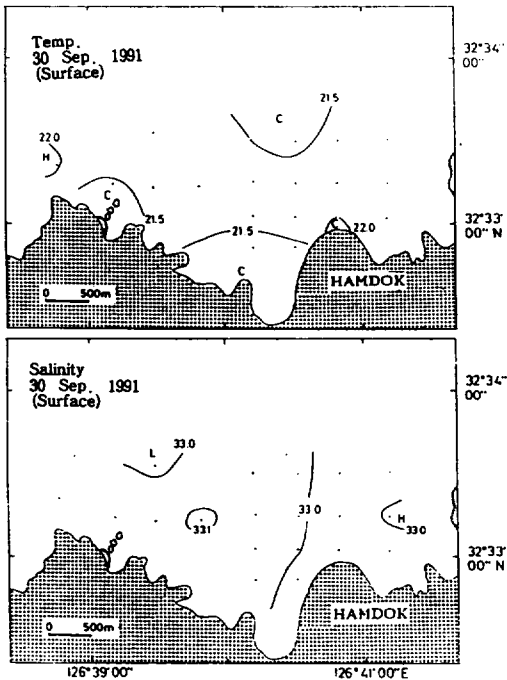


Fig. 16. Horizontal distributon of sea surface temperature (°C, upper) and salinity (lower) in September, 1991.

을 보이고 있다.

한편, 이와같은 시기의 저층에 대한 수온 및 염분과 밀도분포를 Fig.17, 정치망이 부설된 해역에서 의해로 향하는 관측선과 연안에 평행한 관측선을 보이고 있다.

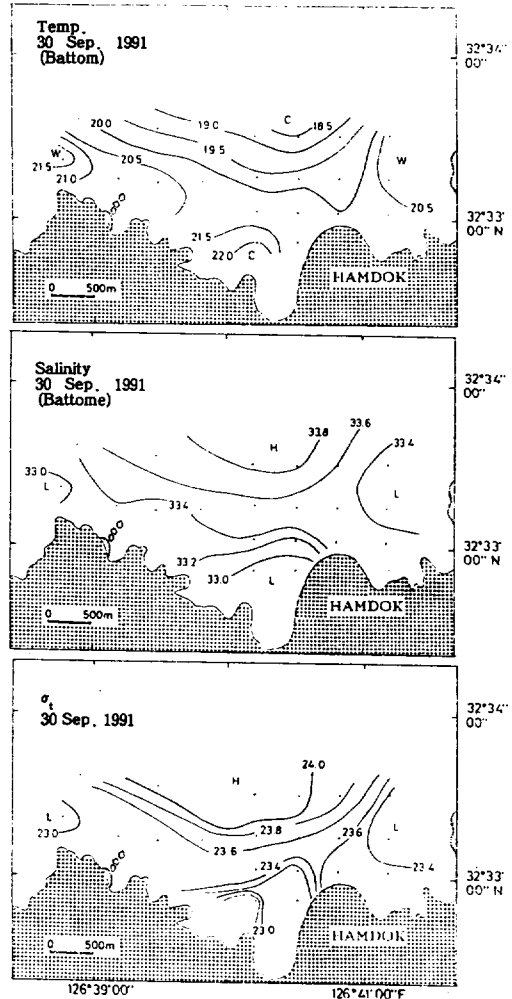


Fig. 17. Same as Figure 16 except for bottom layer and added density distribution (lower).

의 연직단면의 해양구조를 Fig.18과 Fig.19에 나타내었다. 저층에서는 표층에서 볼 수 없었던 수온 및 염분의 전선이 보이기 시작하며, 함덕의 정치망 부설해역 부근에서는 약한 밀도전선이 형성되고 있다. 정치망은 수심 15m 전후인 Sta. 11부근에 설치되어 있는데, 이 시기의 수온 : 21.5°C,

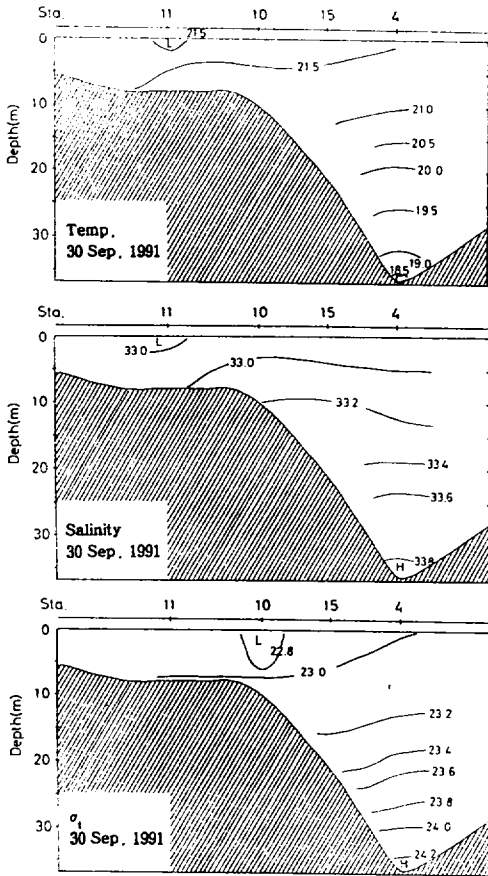


Fig. 18. Vertical profiles of temperature (°C, upper), salinity (middle) and density (lower) in September, 1991.

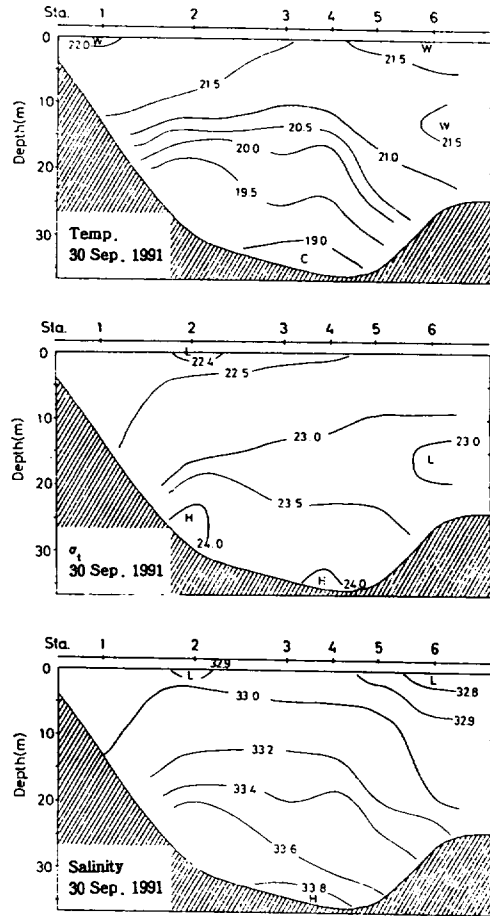


Fig. 19. Same as Figure 18 except observation stations.

염분 : 33.0 및 밀도 : 23.0이었다.

주 어기인 10월의 해수특성에 대한 표·저층의 수평분포와 연직구조를 Fig. 20, Fig. 21, Fig. 22 및 Fig. 23에 나타내었다. 표층과 저층수온은 9월에 비해 각각 약 2°C와 1°C 정도 낮은 19.5°C 전후였으며, 염분은 약 1.0 정도 낮아진 32.0였다. 따라서 정치망어장이 위치한 Sta. 11 부근의 수온, 염분 및 밀도는 각각 19°C, 32.2 이하 및 23.0 이하였으며, 특히 어장 부근 해역에는 저온, 저염이며 저밀도수인 연안수와 상대적으로 고온 고염인 외해수의 고밀도수와의 사이에 비교적 강한 해양전선이 연직적으로 발달하여 형성되고 있음을 알 수 있다 (Fig. 22, Fig. 23). 이러한 해양전선의 형

성과정과 해양구조에 의해 외해에서 서식, 최유하던 어군이 호적수온 (Optimum temperature)의 범위가 형성되고 있는 제주도 연안역으로 내유하고 있는 것으로 추측된다. 또, 서귀포 연안역에서의 1990년 11월의 표층 수온 및 염분의 수평분포를 Fig. 24에 나타내었다. 정방폭포 앞 해역에 부설된 정치망 (Fig. 12) 주변의 표층수온 및 염분은 제주시에 비해 수온이 약 2°C 높고, 염분이 1.5 정도 높게 나타나고 있다. 이러한 시기의 분포양상은 제주시의 해황보다 1~2월 정도 늦은 상태를 나타내고 있다.

나. 어획량의 변동에 미치는 기상의 영향

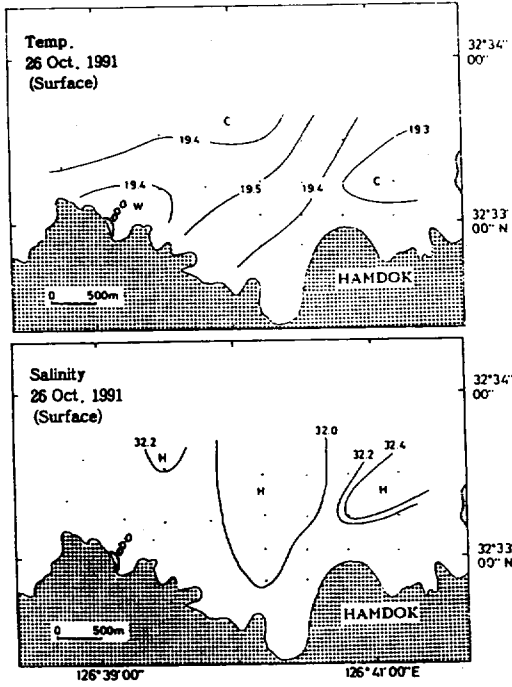


Fig. 20. Horizontal distribution of sea surface temperature ( $^{\circ}\text{C}$ , upper) salinity (lower) in October, 1991.

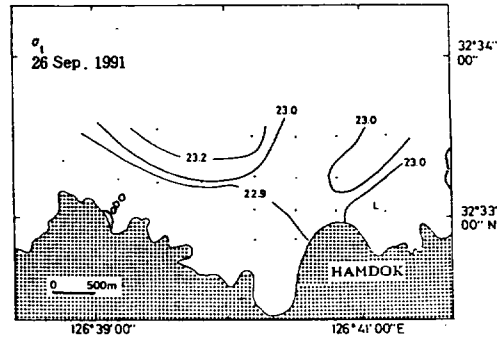
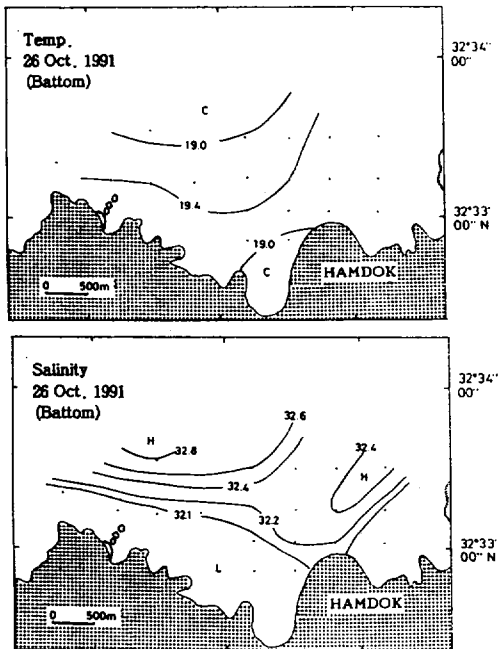


Fig. 21. Same as Figure 20 except bottom layer and added density distribution (lower)

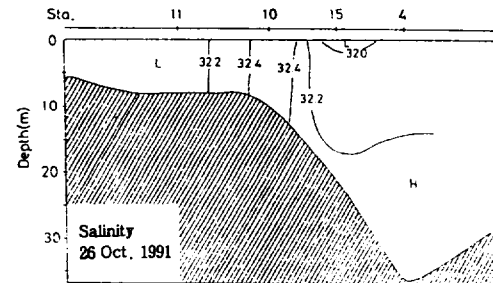
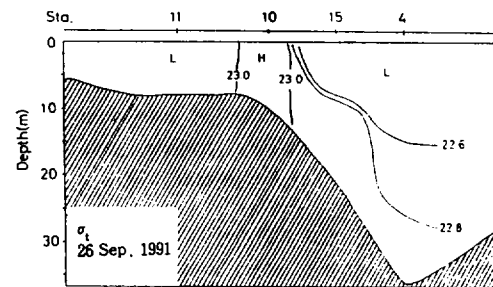
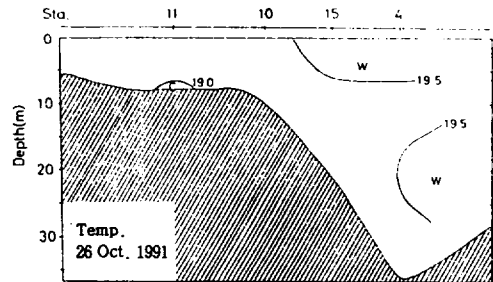


Fig. 22. Vertical profiles of temperature ( $^{\circ}\text{C}$ , upper), salinity (middle) and density (lower) in October, 1991.

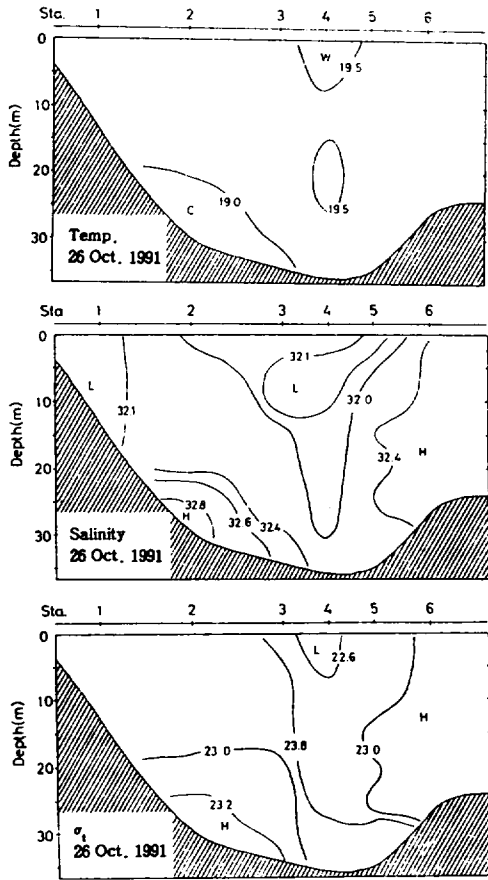


Fig. 23. Same as Figure 22 except for observation line.

단위 시간당 어획량은 여러 요인에 의해 변동하고 있다. 여기서 어획량 논의를 행할때 자원생물 자체에 어종교대나 어구, 어업 및 어선성능 등 기술적인 요인이나 정치·경제적인 측면 등에 의한 어획량의 증감은 고려하지 않는다. 그래서 우선 기상이 자원변동에 미치는 영향에 대해서 검토한다.

해양 및 수산자원의 장기변동을 상세하게 논하는 것은 매우 어렵고 또 검토하기에는 자료가 매우 적은 편이다. 일본 북해도 청어자원은 난수의 소장과 관계를 가지며 중요자원은 해황변동에 따라 장기의 자원변동이 일어나고 있다. 또한 Fig.9에서 나타낸 우리나라 근해의 어획량과 캘리포니아 외해, 스페인 외해, 아드리아드해의 멸치 어획

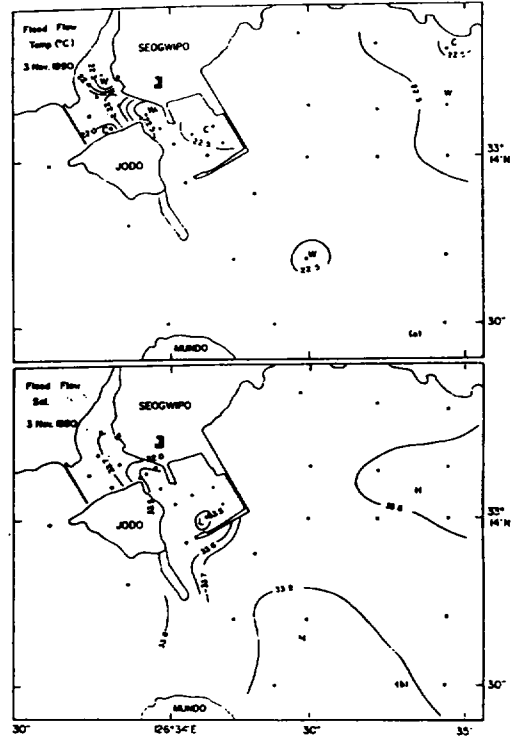


Fig. 24. Same as Figure 20 except for location at Seogwipo in 1990.

량이 모두 1930년대에 최대를 나타내 수산자원의 변동이 지구규모의 기후변동에 기인하고 있음을 시사하고 있다. 특히 이때는 Fig.2 및 Fig.4에서 나타낸 표면수온과 기온이 다같이 낮았던 시기에 속한다.

제주 북안에서 조업되는 정치망의 어기는 7월과 10~11월이었다 (Fig. 13). 이때 7월과 10~11월의 해면수온은 약 20°C 전후로 나타나며, 어획되는 어종은 주로 난수성 어종인 전갱이 (최적수온: 15~18°C), 고등어 (최적수온: 15~19°C), 오징어 (최적수온: 12~18°C), 독가시치 및 방어 등이었다. 제주 연안역은 4월중순부터 8월중순까지 대기로 부터 해양이 수열되기 시작하여 해수의 온도가 상승되며, 9월부터는 반대로 해양에서 대기로 방열하는 시기가 된다 (Fig.5).

이외에도 기상우란이 어장형성에 미치는 영향을 고려할 수 있다. 즉, 발달한 온대저기압, 태풍의 통과여부, 저기압의 접근여부, 강풍에 의한 풍랑

및 표층혼합층과 취송류의 발달, 증발 잠열 방출에 의한 수온 저하, 강수에 의한 염분저하 등 여러가지 해황변동이 생긴다. 또 연안역에서는 하천으로 부터 유입되는 오수의 증가 등이 해양생물에 적지않게 작용한다. 정치망의 주요어획 대상종이 연안역으로 회유·이동하는 것은 어종특유의 생태적인 습성 때문으로 생각된다. 여기서는 제주도 연안의 일일 어획량과 기상요소중 저기압의 발달하여 어장에 접근하여 오는 일수의 상관에 대하여 조사코져 한다.

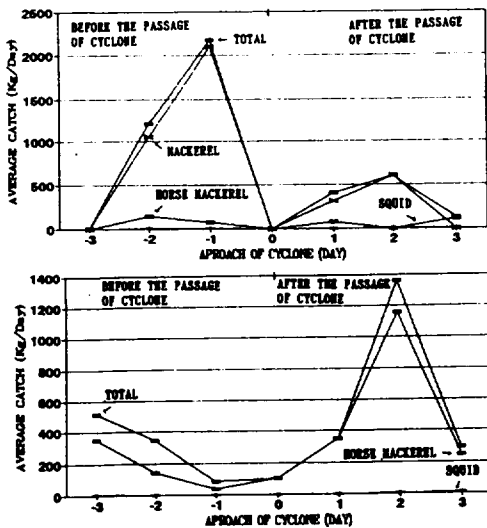


Fig. 25. Catch of Mackerel and Horse Mackerel as related to the passage of cyclon during the period in June, 1988 (upper) and in July, 1989 (lower).

Fig. 25는 저기압 중심이 정치망 어장을 통과한 일일 0으로 하여 통과 전후의 일평균 어획량과 고등어, 전갱이 및 오징어의 어획량을 비교하였다. 저기압은 1988년 6월 22일에 중심 저기압이 997.7mb이었고(Fig. 25의 윗쪽), 1989년 7월 25일

에는 998.1mb(Fig. 25의 아랫쪽)였다. 총어획량은 저기압 통과전후에 최대치가 나타나고 있다. 여기서 고등어는 저기압 통과 하루전에, 전갱이는 저기압 통과 2일후에 최대치를 나타내고 있다. 그 이유로서는 폭풍우에 의해 저층의 저질에 의한 해수의 탁도가 증가되고, 고등어와 전갱이가 접안하여 입망하기 때문으로 추측된다. 또한, 태풍 및 온대 저기압이 통과할 때 해면수온은 1~3°C 급강하 하며, 이때문에 전갱이, 고등어 등의 어장이 남하하거나 연안역으로 이동하기 때문으로 생각된다.

## 요 약

제주도 연안해역의 해황과 기상이 어획생산량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 연안역에서 관측된 장·단기간의 해황 및 기상과 어획량의 자료가 사용되었다. 제주도 주변해역의 해황과 기상은 계절변동이 탁월하며, 이상 냉수년을 제외하고는 수온과 기온의 경년변화와의 사이에 위상차가 거의 없이 매우 높은 상관을 가진다. 제주도 주변해역의 해황은 기상의 영향을 쉽게 받는 천해역으로서 대양에 비해 주년에 따른 변동이 큰 편이다. 또한, 제주도 주변 해황의 장기변동은 대규모의 대기·해양계의 변동과 연동하여 일어나며, 이때 어획량이 많았던 시기는 기온 및 수온이 저온화되었던 시기에 해당된다. 제주도 연안역의 정치망 어획량은 해양에서 대기로 방열되기 시작하는 추계에 최대치를 보였으며, 이때 어획의 최적수온은 약 19°C, 염분 32.0~32.6과 22.6~23.2의 밀도를 보였다. 또한, 태풍이나 온대저기압의 통과 전후에는 해면수온이 하강하고 해수의 탁도가 증가될 때 어획량이 최대치를 보였다.

## 참 고 문 헌

Asaoka, O. and Moriyasu S., 1966. On the circulation in the East China Sea and the Yellow Sea in winter. Ocean. Mag. 18(1~

2), 73~81.  
Cushing, D., 1982. Climate and Fisheries. Academic Press Inc., London, 377.



- Hempel, G., 1978. Synopsis of the symposium on North Sea fish stocks recent changes and their causes. Rapp. P. R. ICES, 1972 : 445 ~ 449.
- Holden, M. J., 1978. Long-term changes in landings of fish from the North Sea. Rapp. P. R. ICES, 172, 11~26.
- 황찬, 김완수, 1977. 멸치 정치망 어획고와 환경과의 관계, 한국 해양학회지 12(1), 1~6.
- 장호영, 정흥기, 1987. 정치망어업의 어획량변동에 관한 연구, 어업기술학회지 23(4).
- Kang, Y. Q., 1984. Influence of sea surface temperature on the annual variation of air temperature in Korea. J. Korean Meteorol. Soc., 20(2), 73~81.
- Kang, Y. Q. and Y. S. Suh., 1986. Relationships between air temperature and sea surface temperature anomalies in Korea. J. Korean Meteorol. Soc., 22(3), 7~13.
- Kim, B. K., 1983. Periodic and correlation analysis between water temperature and air temperature in the Korean waters. J. Oceanol. Soc. Korea, 18(1), 55~63 (in Korean)
- 김동수, 이조출, 1988. 여수연안 정치망어장의 해황과 어획에 관한 연구, 어업기술학회지, 24(4), 150~157.
- 近藤正人, 1963. 西日本海域における今冬(1963年)異常海況による魚類のへい死現象について. 西水研報 29, 99~109.
- Kutsuwada, K., 1990. Long-term variability of Oceanic and atmospheric condition off Sanriku coast, Umi to Sora, 66(1), 15~25 (in Japanese)
- Laevastu, T and Hayes, M., 1981. Fisheries Oceanography and Ecology. Fishing News books Ltd., London, 199.
- Lee, A. J., 1952. "The influence of hydrography on the Bear Island cod fishery." Rapp. Proces-Verb. Cons. intern. Explor. Mer 131, 74~102.
- 이주희, 염말구, 1988. 정치망어장의 어도형성에 관한 기초연구(어획자료의 통계적분석), 어업기술학회지, 24(3).
- Nakai, Z., 1962. Studies relevant to mechanisms underlying the fluctuation in the catch of the Japanese sardine, *Sardinops melanosticta* (Temminck & Schlegel). Japan. J. Ichthy. 9, 1~115.
- Nakao, T., 1977. Oceanic variability in relation to fisheries in the East China Sea and the Yellow Sea, J. Fac. Sci. Technol., Univ. of Tokai, 366pp.
- Nakao, T., 1977. Oceanic variability in relation to fisheries in the East China Sea and Yellow Sea, J. Faculty of Marine Science Technology, Tokai Univ., Special Number, 199~367.
- 大塚一志, 1964. 熱収支から見た1963年冬季の東江海異常低水温について, 研交時報 16(6), 14~21.
- 방익찬, 노홍길, 김유근, 김택희, 1990. 제주도 북방 함덕해역에서의 기상과 해황의 관계, 제주대학교 논문집, 30, 31~52.
- Rho, H. K. and C. H. Chung, 1977. Studies on the fluctuation of temperature and salinity in the coast of Jeju Island-II. Bull. Jeju National Univ., 131~136 (in Korean)
- 盧洪吉, 1985. 濟州道 周邊海域の漁場環境に關する研究. 東京大學 農學系研究科 博士論文, 215pp.
- 신봉석, 1984. 정치망어업권의 사적고찰과 정치어업권 제도론. 경남정치수협, 7~59.
- Suh, Y. H., 1988. Relationships between air temperature and sea surface temperature at coastal stations of Korea. Sc. M. thesis, National Fish. Univ. of Pusan, 28pp. (in Korean)
- Sugimoto, t., 1984. Prediction of oceanic and fishing condition. Marine Sc. Monthly, 173, 614~617.
- Uda, M., 1934. The results of simultaneous

- oceanographical investigation in the Japan Sea and its adjacent waters in May and June, 1932. *J. Imp. Fish. Exp. Sta.*, 5, 57~190.
- Uda, M. and Okamoto, G., 1936. Effect of Oceanographic condition on 'Iwashi' (Sardine) fishing in the Japan Sea. *Journ. Imp. Fish. Exper. Sta.*, 7, 19~49.
- Uda, M., 1960. Fisheries Oceanography. *Suisangakuzensho* 16, Koseisha Koseigaku, Tokyo, 347.
- Uda, M., 1974. Fishery oceanography of the western pacific; application of oceanographic information to forecast natural fluctuations in the abundance of certain commercially importance pelagic fish stocks. *Proc. IPFS*, 15(3), 56~65.
- 양성기, 조규대, 홍철훈, 1984. 1981년 하계 황해 저층냉수의 이상저수온현상. *한국해양학회지*, 19(2), 125~132.
- Yi, S. U., 1966. Seasonal variations of sea water and temperature along the coast of Korea, *Korea Hydrogr. Off. Tech. Rep.*, H. O. Pub. No. 1101, 141~149 (in Korean)