

쓰시마 난류역에서의 선망 어장 환경***

조 규 대*** · 양 용 립***

Environment of the Purse-seiner Fishing Ground in the Tsushima Current**

Kyu-Dae CHO*** and Yong-Rhim YANG***

The purse-seine fishery is very important in the coastal fishery of Korea and the main fish species of this fishery are mackerals and also the main fishing grounds are Tushima Current region, To investigate the relationship between the fishing grounds of mackerals and oceanographic condition, the distribution of mean catches of mackerals of each size (1974~1982) was firstly examined and the oceanographic observation carried out in eastern and western area of Cheju island, being main fishing grounds, in July and October, 1983. The results are as follows:

The main fishing grounds of mackerals were also in the Tsushima Current region in southern sea of Korea and the season of the good catches are in May and September to October. The small and medium size of mackerals of which the body lengths are 27 cm to 31 cm, about 2-3 ages, occupied about 90% but the smaller size mackerals of which body length is 22 cm (1 age) were about 40 to 70% in February to March.

The locations of seasonal fishing grounds could founded by 15°C isotherm which indicates the Tsushima Current Water. With trace of this isotherm it was founded that the fishing grounds near the Korean Strait than that of south of Cheju island moves faster northward and/or later southward.

The main fishing grounds eastward and westward of Cheju island were the front areas formed between the Tsushima Current Water and the southern coastal water of Korea or Yollow Sea Bottom Cold Water. And also the distributions of transparences, water colors and the penetration of sun light of this fishing grounds were similar to that of the temperature, the salinity or volume of planktonic organism.

서 론

한국의 남해안은 수심 100 m 이하의 얕은 해역이며, 난류계의 쿠로시오로부터 기원한 쓰시마 난류 및 황해 난류와 한류계인 한국 남안 연안수 및 황해 저층 냉수의 영향을 크게 받는다. 여름에는 중국 양자강의 유출수의 저염한 물이 이 해역을 거쳐 대한 해협을 통하여 동해로 흘러간다. 이때 쓰시마

난류와 황해 냉수 및 한국 남안 연안수와의 사이에는 현저한 전선을 형성하고 있다.

동지나해에 있어서의 고등어의 어획량은 1968년부터 서서히 증가하여 1974년에 일본은 약 30만톤에 까지 달하였으나, 그후 차츰 감소하였고, 1979년에는 한국은 약 10만톤에까지 달하였다가 다시 감소하고 있다.

고등어 어장의 분포와 해황에 관한 연구로서는 황

* 이 논문은 1982~1983년 한국과학재단 일반연구비에 의하여 연구 되었음.

** 부산수산대학 해양과학 연구소 연구업적 제120호 (Contribution No. 120 of Institute of Marine Science, National Fisheries University of Pusan)

*** 부산수산대학 : National Fisheries University of Pusan

(1981)는 위도, 경도 30분 상당의 면적에 대한 어획량을 정리하여 동지나해 전체에 가장 좋은 어장이 일본의 사카이(境) 연안에서 제주도 서방에 이르는 쓰시마 난류역임을 밝혔다. 일본국의 서해구 연구소(1974, 1977)는 선망 어업 어장도(1971~1975) 및 전갱이, 고등어류에 대한 각 체장별 어장도를 발표하고 있다. 그러나 이들 보고는 모두 년별, 월별의 어획량을 6단계로 나누어 표시한 것으로, 대략적인 분포 사항을 알수있으나 보다 상세한 어장 판단에는 부적합하다.

한편, 동지나해에 있어서 선망 어장의 해양 구조에 관하여는 현재 까지 辻田(1957), 近藤(1969), 近藤·玉井(1974)등에 의해서 연구가 행하여져 있다. 또 선망 어장에 있어서의 전갱이·고등어류등의 개개의 어종에 대하여 그 어장의 해황과의 관계를 연구한 것은 적고, 이러한 어군의 연직 분포와 수온 구조와의 관계를 논한 것으로 Gong(1972), 桑野(1975), 盧·入江(1973), 山田(1969)등이 있다.

그래서 이 연구에서는 우선 동지나해 고등어류의 가장 좋은 어장인 쓰시마 난류역에 있어서 위도·경도 10분에 상당하는 면적에 대하여 고등어의 크기별(대·중·소·콩 고등어) 어획량에 대한 계절별 분포를 규명하였다. 그리고 쓰시마 난류의 변동과 어장의 이동을 조사하였고 특히 제주도 주변 어장에 대한 어장 환경을 중점적으로 조사하였다.

아울러 선망에서 사용하는 집어등의 성능 및 수중 조도를 조사하여 선망의 조업에 있어서 보다 효과적인 집어 방법에 대하여도 검토하였다.

자료 및 방법

1. 어획량의 자료와 그 해석 방법

이 연구에 사용된 어획 자료는 우리 나라 연안에 서 조업한 대형 선망의 매일의 어획량을 소해구(위도·경도 10분 상당의 면적 이하 소해구 라고 함)별로 정리한 어획 일보(1974~1982)를 사용하였다. 이 어획 일보의 어획량은 선망에서 보통 부르고 있는 대, 대중, 중, 중소, 소중, 소, 콩사바(콩같이 적은 고등어의 뜻) 및 남킹으로 고등어의 크기가 구분되어 있고, 또 15kg들이의 상자수를 단위로 한 암호로 표시되어 있다. 이러한 자료를 대·대중은 대로, 중·중소는 중으로, 소중, 소는 소로, 콩사바 및 남킹은 콩 고등어로 구분 하였고, 또 이를 월별 소해구별로 정리하여 어획 분포도를 그려 고등어류의 체장별 어

장 특성을 조사하였다. 이외에 수산 통계 연보(수산청, 1967~1981) 및 일본국 농림 수산 통계 연보(農林省 統計調査部, 1951~1981)의 어종별 어획량을 이용하여 고등어류의 누년 어획량 변화를 조사하였다. 그리고 가령이 체장(fork length) 및 체중은 1983년 10월~1984년 11월에 부산 공동 어시장에서 위판되는 고등어를 대, 중, 소, 콩 고등어로 구분하여 측정후 측정치 전체를 합쳐서 체장 및 체중의 조성에 나타난 모드(mode)를 그 등급의 체장 및 체중의 대표치로 보았다.

2. 해양 관측 자료

우리 나라 대형 선망에 의해 어획되는 고등어류의 어장의 평균적인 해양 구조와 그 계절적인 변동 특성을 조사하기 위하여 한국해양편람(국립 수산진흥원, 1979)의 표면 평균 수온 분포도를 이용하였다. 그리고 특정 어장에 대해서는 Fig. 1에 표시한 관측 측정도 상의 해역에서 부산 수산대학 실습선 402호(300톤급)과 부산 403호(250톤급)로 1983년 7월 20일~21일과 1983년 10월 28일~11월 3일의 2차에 걸쳐 수온·염분·해수의 표면 및 수중의 조도·수색·투명도와 플랑크톤을 5~7마일의 정점 간격으로 관측하였다. 그리고 관측선 B, D, F, I 및 L에서는 연

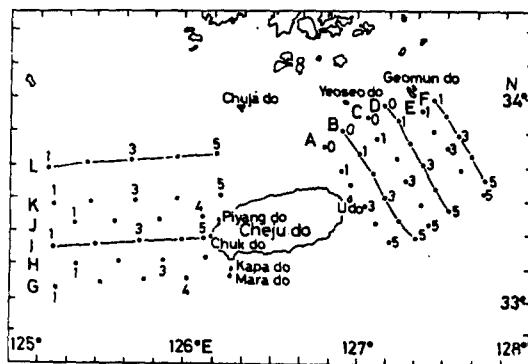


Fig. 1. Location of sampling stations around Cheju island.

직 구조를 살펴 보았다. 수온 및 염분은 T-S meter (Tsurumi Seiki)로서 표면에서 저층까지 기준층에서 측정하였다. 표면 및 수중의 조도는 Underwater Irradiometer(Kahlsico #268 WA360)로서 수심 0~70m 사이를 5m 간격으로 4 가지색(clear : 400~720nm, red : 600~700nm, green : 475~600nm, blue : 400~475nm)을 측정 하였으며, 각 색광에 대한 해수의 흡수 계수는 관측된 수심별 수중 조도를 Lambert의 방

쓰시마 난류역에서의 선망 어장 환경

정식 $I=I_0 \exp(-k_x)$ 로서 구하였다. 또 흡수 계수가 다를 경우의 표면 조도에 대한 수심별 수중 조도의 백분율을 산출하여 각 색광별 태양광의 해중 투과율을 조사하였다. 태양 고도는 관측 시각과 정점의 위치에 의한 천측력의 적위(赤緯)와 계산 고도 방위각 표(H.O. 214표)로서 산출하였다. 수색은 Forel 수색제로 투명도는 Secchi disc를 사용하였다. 플랑크톤은 xx13, 48cm의 네트(net)를 사용하여 30 m에서 표층까지 연직 채집하여 24시간 침전량을 측정하였다.

3. 집어등의 성능 조사

우리나라 선망 어선에서 사용하는 집어등의(성능을 조사하기 위하여 문화 전구 220V, 2KW 전구를 사용하였다. 실습선 부산 402호(300톤급)에 승선하여 부산 감천만에서 수상 집어등의 경우 수면위 3m 높이에서 2KW 집어등 3개를 설치하여, 1개, 2개 그리고 3개를 켜는 경우에 대하여 조사하였다. 수중집어등의 경우에는 수심 1m에서 2KW 집어등을 1개 및 2개 켜는 경우에 대하여 상기의 방법으로 조도를 측정하였다.

결 과

1. 고등어류의 체장 및 체중의 조성

Fig. 2는 체장(윗 그림)과 체중(아래 그림)의 빈도 분포 조성을 나타낸 것이며, 표본수는 884로 그중에 대 고등어가 308로 가장 많았고 콩 고등어는 55로 가장 적었다. 그림속에 표는 콩 고등어, 표는 소 고등어 표는 중고등어 그리고 표는 대 고등어를 나타낸다.

콩 고등어의 체장은 20~24cm로 모드(mode)는 22cm에 나타났으며, 소 고등어의 체장은 23~34cm로 모드는 27cm, 중 고등어의 체장은 28~35cm로 모드는 31cm로서 가장 크다. 그러나 대·중고등어의 체장은 그 모드가 불과 2cm 밖에 차이가 없으나, 체중은 중 고등어는 280~620g, 대 고등어는 320~780g으로 나타나 대 고등어가 중 고등어보다 무거워 비만도(coefficient of fatness)가 큰 편 이었다.

2. 고등어류의 평균 어획량 분포

Fig. 3은 1974~1982년 사이에 대형 선망에 의한 월별 평균 어획량(상자)을 대(■) 중() 소() 및 콩 고등어()의 크기별로 표시한 것이다. 그리고 table 1은 Fig. 3에 표시한 것을 어획 비율 및 고등어가 어획된 해구수(海區數)를 각각 표시한 것이다. 이것을

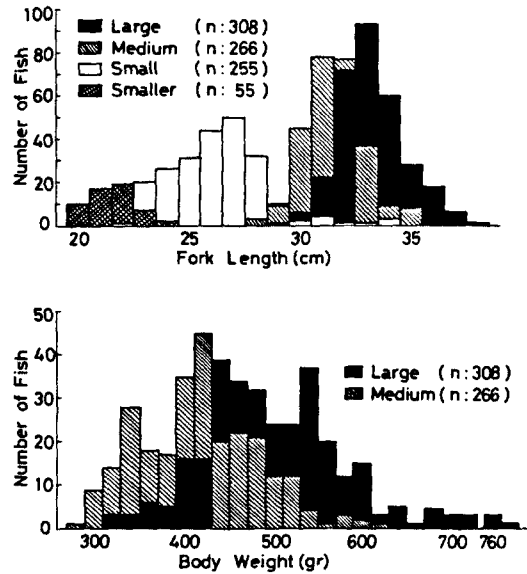


Fig. 2. Length (upper) and body weight (lower) frequency distributions of mackerels caught by the middle and large Korean purse-seiner 1983-1984.

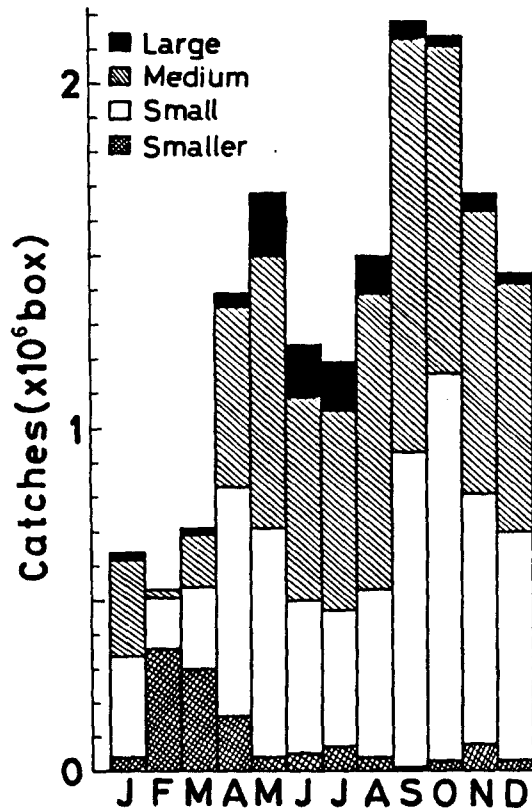


Fig. 3. Seasonal fluctuation of catches of mackerels according to four body sizes during 1972-1984.

보면 고등어류의 평균 어획량의 최대치는 9월의 218, 437상자였으며, 5월 167, 608상자의 극치 모드가 나타났고 최소치는 2월의 52, 966상자였다. 어획장 별로 보면 콩 고등어가 1년중 가장 많이 어획되는 2월에는 어획 비율이 67.1%, 3월에는 42.9%나 되었으며, 소 고등어는 10월에 어획 비율이 52.7%로 최고치를 나타내었다. 1월, 4월에 어획 비율이 많았다. 중 고등어의 어획 비율은 8월(87.7%)과 9월(55.2%)이 최고치를 보였고 5, 6, 7, 11, 12월에 다른 크기의 고등어 보다 많았다. 대 고등어 어획 비율의 최고치는 11.9%인 7월에 나타났으며, 5월에도 역시 많았다.

중과 소 고등어의 어획 비율이 각각 45.9와 41.7

%로 전체의 약 87%를 차지함으로써 선망에 어획되는 고등어는 체장 27~33cm라 할수있다. 고등어류의 크기별 어획량의 계절적 분포를 명확하게 하기 위하여 1974~1982년까지(1976년 제외) 콩 고등어(⊙표), 소 고등어(○표), 중 고등어(⊗표) 그리고 대 고등어(●표)를 소해구내에서 가장 어획량이 많았던 크기로 표시하되 같은량이 2개 있을 때는 2등분하여 표시하고 3개 이상일때는 체장이 가장 큰 고등어를

Fig. 4에 월별로 표시하였다. 그림중에 어획량은 1000 상자이상, 999~500상자, 499~100상자 및 99상자 이하의 4개의 등급으로 표시하였으며, 전 어획량의 56~87%가 1000상자 이상에 속하였으므로 이러한 해구에 주목하여 보아야 하겠다.

1월은 대마도와 제주도를 연결하는 남해안의 중앙 부부근에서 소·중 고등어가 대부분이었으나, 대마도 동쪽에는 중 고등어가, 제주도 남서 해역에는 소 고등어가 많았으며, 제주도 동쪽에는 소와 중 고등어가 혼합되어 있으나, 중 고등어가 많이 어획되었다.

2월과 3월에는 콩 고등어가 제주도 서방에서 남서방, 대마도 남서 및 북서방에 각각 분포하고 있었으나 그 양의 면에서 2월이 많았다. 그리고 3월에 대마도 동북방에 소 고등어의 어획량이 많은 반면 제주도 주변역에 콩 고등어가 1000상자 미만에서 100상자로 급격히 준것이 특징 이었다.

5월과 6월에는 1000상자 이상의 중 고등어가 제주도 동쪽에서 대마도를 거쳐 동해의 일본, 시마네현 연안 60마일 해상에 까지 많이 분포하였고, 그 다음은 소 고등어가 많았다. 반면에 제주도 서방역에는

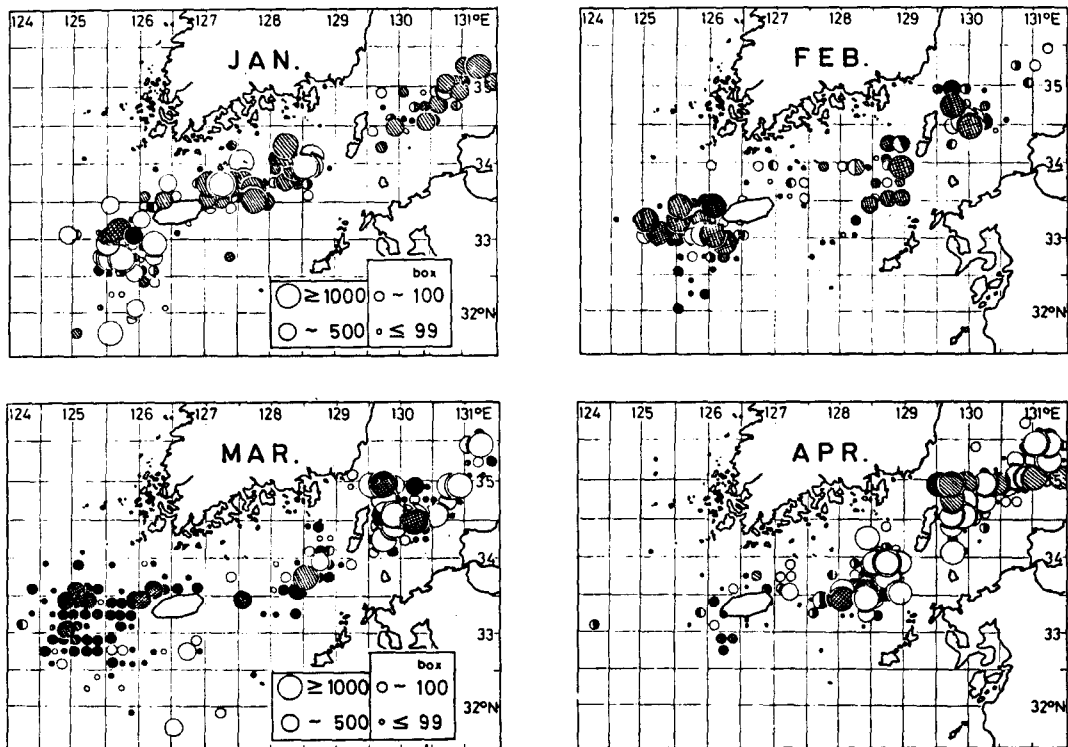


Fig. 4. Distributions of monthly mean catches (box) of mackerels in 1974-1982.

⊙ : Smaller size ○ : Small size ⊗ : Medium size ● : Large size

쓰시마 난류역에서의 선망 어장 환경

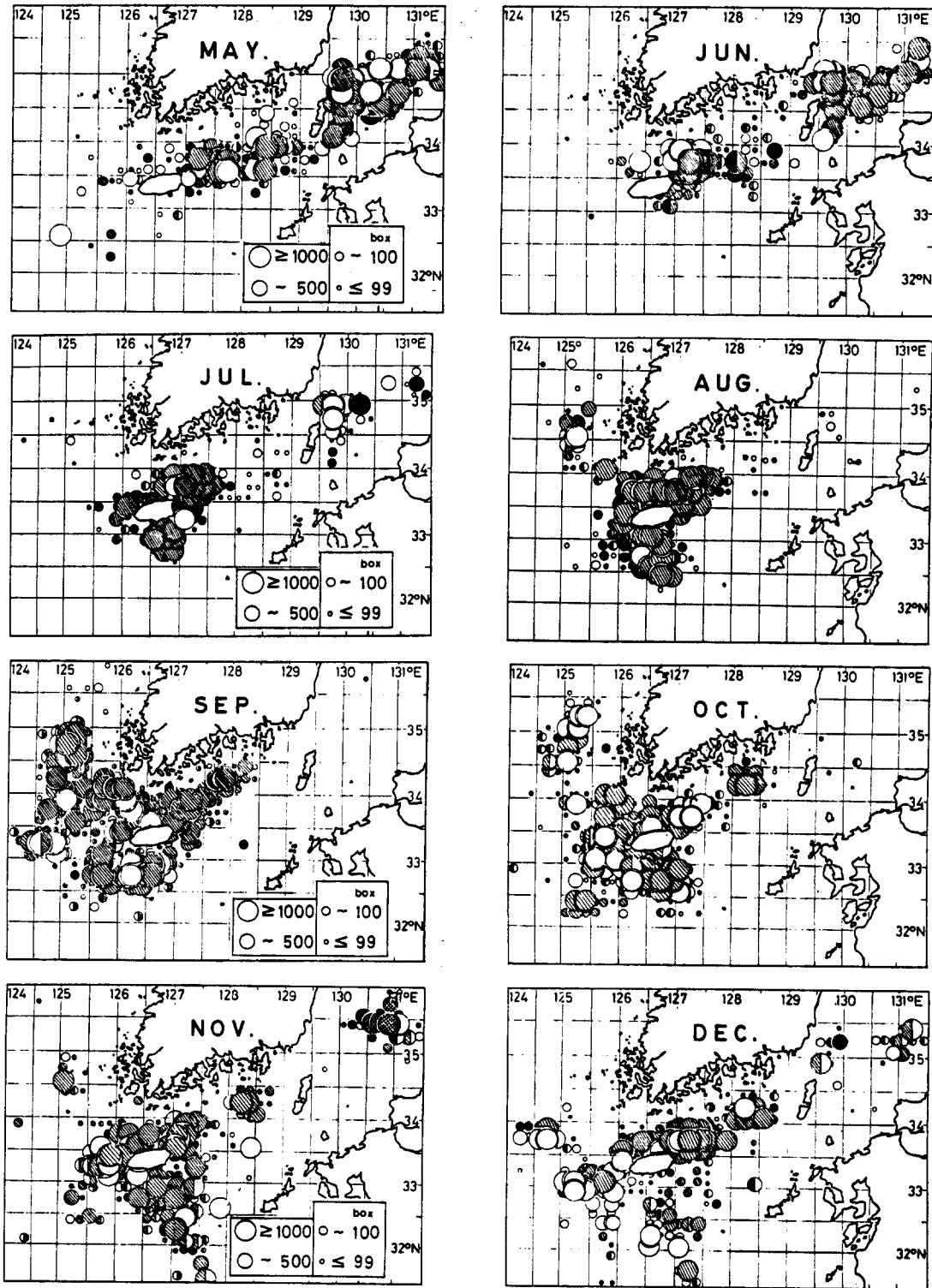


Fig. 4. Continued.

Table 1. Monthly mean catches (1974~1982) of the mackerels according to body size

Month	Mean Catches (Box)	Percent of Catches				Number of fished area				
		L	M	S	Sr	ALL	L	M	S	Sr
1	64,054	2.9	43.5	46.5	7.0	105	22	75	89	37
2	52,966	0.2	4.4	27.7	67.1	105	4	25	77	81
3	70,894	2.9	20.2	33.9	42.9	146	18	53	85	111
4	139,115	2.5	38.1	48.1	11.2	122	31	76	95	52
5	167,608	10.7	46.8	39.9	2.6	157	84	130	135	53
6	124,205	12.4	47.8	36.0	3.7	122	63	111	101	26
7	118,896	11.9	48.8	33.5	5.6	111	49	98	97	31
8	150,513	7.2	57.7	31.5	2.5	130	33	106	112	33
9	218,437	2.2	55.2	42.0	0.4	210	42	201	190	11
10	214,285	1.5	44.2	52.7	1.5	189	27	177	171	189
11	167,686	3.1	48.9	43.4	4.5	179	30	158	160	28
12	144,977	1.9	49.6	46.1	2.2	174	21	139	143	23
Mean	136,136	5.0	45.9	41.7	7.4	146	35	112	121	56

* L: Large Size, M: Medium Size, S: Small Size, Sr: Smaller Size

어획량의 분포가 급격히 줄었다.

그러나 7월에는 1000상자 이상의 중 고등어가 제주도 주변, 그리고 소 고등어는 대마도 동북쪽에 분리하여 분포하였으나 그 양은 제주도쪽이 월등히 많았다. 8월에 대마도 주변 해역에서는 어획량의 분포가 거의 없어지고 제주도 주변역에서는 급격히 증가하여 9월에는 이 현상이 흑산도 북방에 까지 확장하게 된다.

10월부터는 차츰 1000상자 이상의 중 고등어 분포역에 소 고등어가 많아지면서 제주도 주변과 서남방에서 거제도 서남에 까지 확장된다. 그리고 11월에는 다시 중 고등어가 제주도 북방의 제주 해협에서 제주도 남방 해역으로 분포역이 남하하게 된다. 한편, 대마도 약 70마일 동북방에도 1000상자 이상의 중 고등어 분포역이 출현한다.

12월에는 1000상자 이상의 소 고등어는 주로 제주 북서방 약 90마일 해역에서 남방 약 90마일 해역에 걸쳐 퍼모양으로 분포하게 된다.

이상에서 고등어의 분포역은 쓰시마 난류와 한국 남해안 연안수와 황해 냉수역과의 사이에 형성되는 조경역이고 그 분포의 계절 변동은 한국 동해안과 서해안을 남북으로 이동하고 있다.

3. 평균 수온의 월별 변화

Fig. 5는 국립수산진흥원(1979) 발행의 월별 평균 수온을 재작성한 것이다. 고등어류가 일반적으로 난류성이고 표층 회유성이므로 표면 수온을 선택하였다.

1월에는 15°C 등온선이 제주도 남방 90마일의 동지나해 중앙부에서 서북방을 거쳐 원호상을 그리면서 제주 해협에 까지 이르는 사이에는 황해 및 동지나해의 냉수피와 조경을 이루고 있다. 다시 제주 동방으로 벌어져 남해안 중앙부에서는 남쪽으로 활모양으로 휘어 나온 뒤 대한 해협 서수도를 거쳐 울산 앞에서 다시 남쪽으로 굽어 일본 연안에 이르고 있다. 제주도 남동 해역은 16°C~17°C 이상의 고온의 쿠로시오계의 난류수로 볼수 있다.

2월과 3월은 1월과 비슷한 수온 분포 양상을 나타내고 있으나 수온의 절대온도가 1월보다 2~3°C 낮고 조경역의 수온 수평 경도가 커졌다.

15°C 등온선을 주목해 보면 4월에는 다시 온도가 상승하여 제주도 남방에서 대마도 남쪽에 까지 이르고 있으며 한국 남해 연안역의 수온 수평 경도도 3월과 비슷하다. 5월은 수온이 4월보다 약 4°C 상승하여 15°C 선이 제주 북방의 한국 연안의 남서에서 북동으로 이어져 울산 앞에 까지 이르고 있고 이 해역의 조경역의 수온 수평 분포도 3월과 비슷하다. 5월은 수온이 4월보다 약 4°C 상승하여 15°C 선이 제주 북방의 한국 연안의 남서에서 북동으로 이어져 울산 앞에 까지 이르고 있고 이 해역의 조경역의 수온 수평 경도도 4월보다 적어졌다.

6~8월은 5월보다 수온이 약 5~9°C 상승하여 한국 남해안은 18~27°C였으나, 조경역의 위치는 거의 같은 역에 형성되어 있고 수온 수평 경도는 점점 적어지고 있다. 9월부터 수온이 차츰 하강하기 시작하여 한국 남해 연안은 8월보다 1~2°C 낮아 24~27°C

쓰시마 난류역에서의 선망 어장 환경

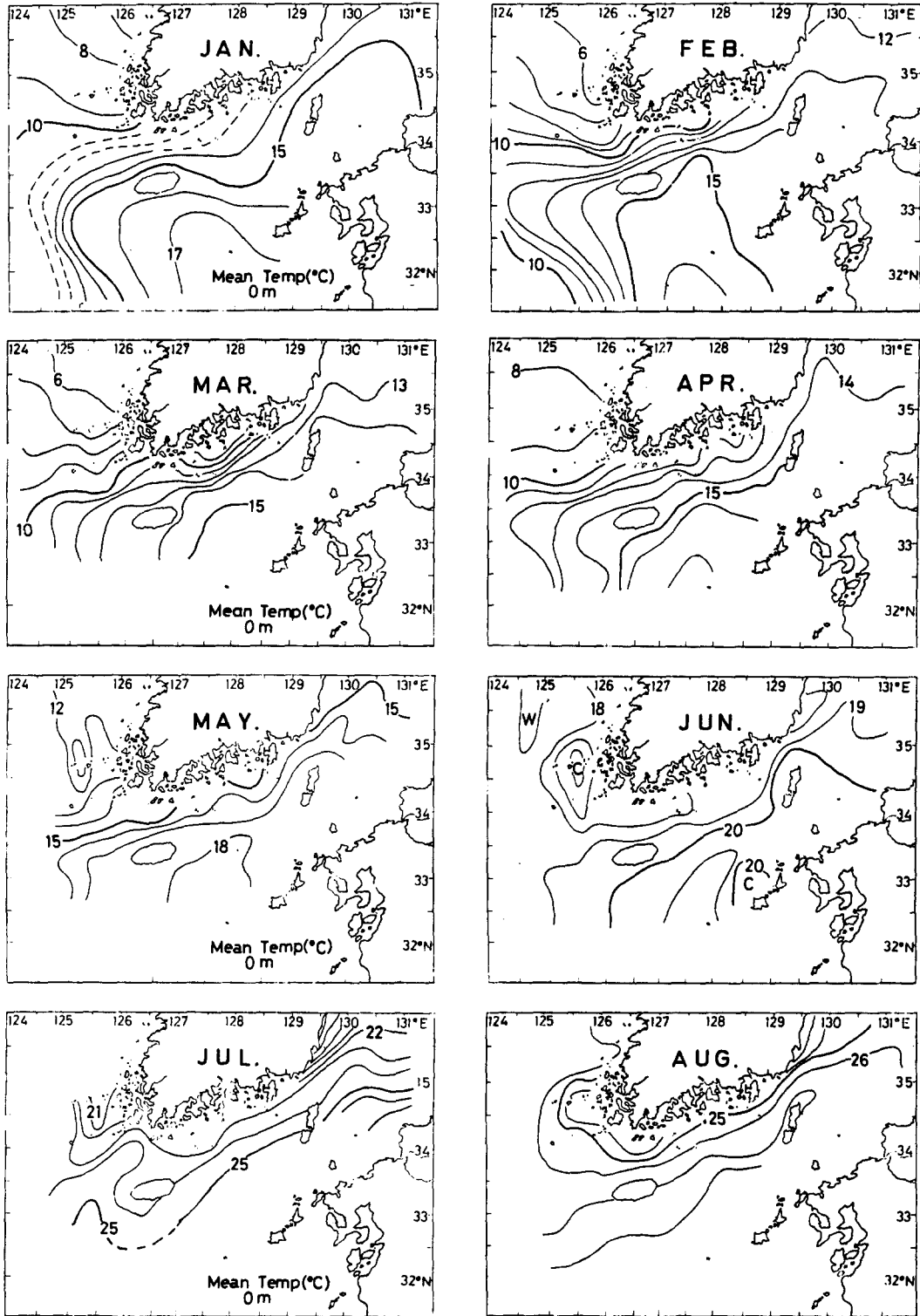


Fig. 5. Distributions of monthly mean sea surface temperature (Fisheries Research and Development Agency, 1979).

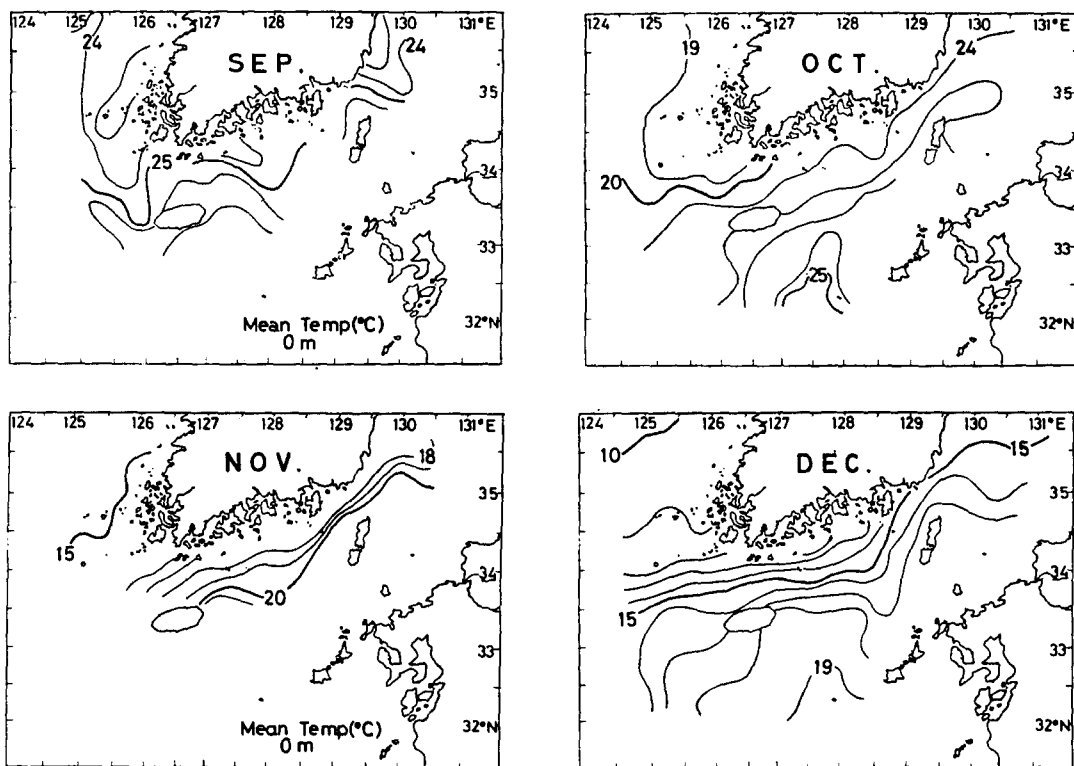


Fig. 5. Continued.

였으며 비교적 강한 조경역은 제주 서북방과 제주 해협과 동쪽 해역에 형성되었다.

10월은 9월과 비슷한 분포를 보이나 수온이 3°C 정도 낮아 졌으며, 11월과 12월에는 수온이 1월과 비슷한 분포 양상을 보이게 되어 한국 남해안 연안역에 15~20°C 이하로서 강한 수온 수평 경도를 가진 조경역을 형성하고 있다.

일반적으로 수온의 상승은 대한 해협쪽 즉 쓰시마 난류의 주류역이 제주도 서방역 보다 빠르고 수온의 하강은 반대로 제주도 서방역이 쓰시마 난류 주류역인 대한 해협 보다 빨랐다.

4. 주요 어장의 환경 조사

(1) 제주 동쪽 어장

제주도 주변 해구가 고등어류의 주요 어장인 것을 Fig. 4 에서 이미 보았다. 특히 제주 동쪽은 5월~12월의 7개월간, 서북쪽은 9월~12월의 4개월간의 주요 어장이어서 이 두 해역에 대하여 어장의 환경을 정밀히 조사하였다.

Fig. 6과 Fig. 7은 제주도 동방 해역(Fig. 1)에서 1983년 7월 20일~21일에 실시한 표면 및 수온 약층의 하층인 수심 50m의 수온, 염분 및 thermosteric anomaly(δ_T)에 대한 수평 분포도이다.

우도 바로 동북쪽은 23°C, 32.0‰ 그리고 δ_T 600 cl/t의 비교적 따뜻하고 고염분인 우도 연안수와 23°C이하, 31.5‰이하 그리고 δ_T 600 cl/t 이상의 무거운 연안수가 존재하고 있다. 이들 양수괴 사이에 생성된 δ_T 가 약 650 cl/t 인 물이 연안 전선의 혼합수로 존재하고 있어 D-4와 D-5(D-line의 st. 5의 뜻)에는 24°C 이상 31.8‰이하 δ_T 680 cl/t 이상의 고온 저염의 가벼운 쓰시마 난류수가 서북 방향으로 밀려 들어오고 있는 것으로 나타났다(Fig. 6).

약층 아래인 50m에서의 수온분포 상태는 표면과 거의 비슷한 분포 양상 이지만, 수온 16°C 이하의 찬물이 우도 동방 약 12 마일상에서 허모양으로 남진하고 있고 그보다 약 12마일 동쪽에는 18°C 이상인 따뜻한 물이 반대로 북상하고 있다. 이 두 수괴가 수온 전선을 이루고 있다. 염분의 경우는 수온과

쓰시마 난류역에서의 선망어장 환경

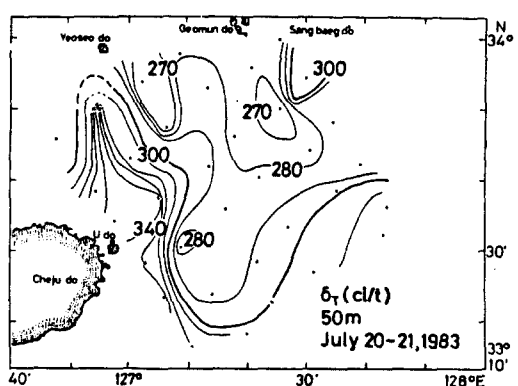
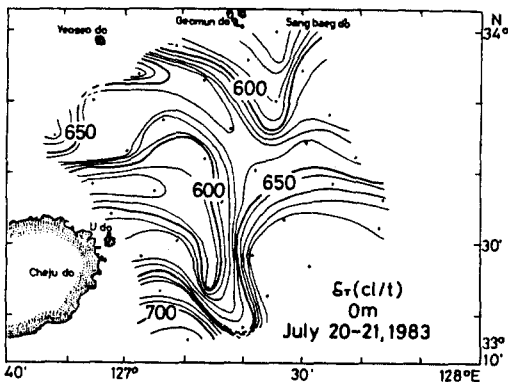
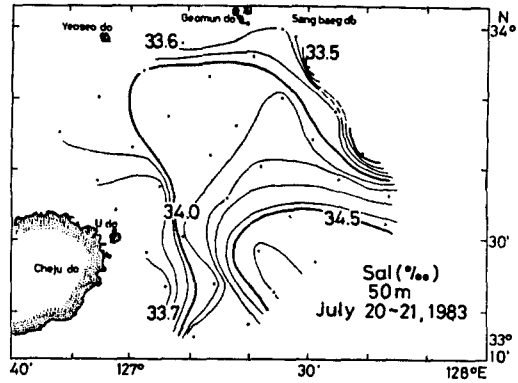
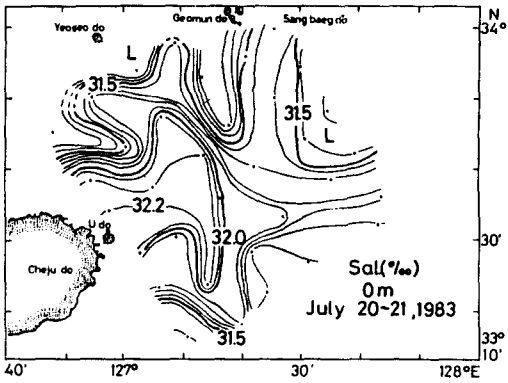
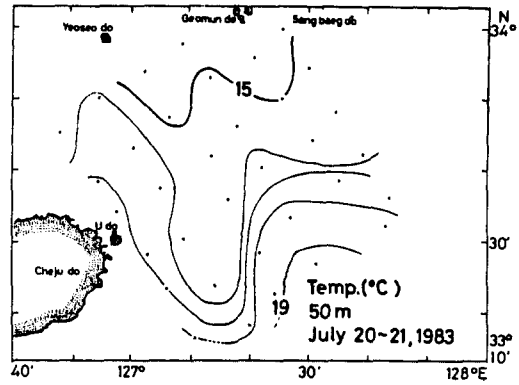
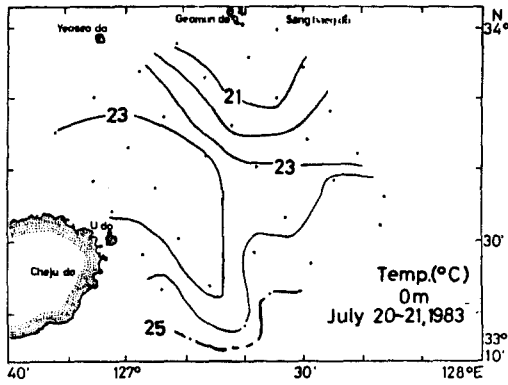


Fig. 6. Distributions of sea surface temperature (upper), salinity (middle) and thermosteric anomaly (lower) in July 20-21, 1983

Fig. 7. Distributions of the temperature (upper), salinity (middle) and thermosteric anomaly δ_T (lower) at the depth of 50m in July 20-21, 1983.

는 달리 34.0‰ 이상의 고 염분수가 여소도 남동 약 7마일 해상까지 혀모양으로 진입하여 있고 주변의 33.5‰이하의 연안수와와 사이에 염분 전선을 형성하고 있다. δ_T 의 분포도는 오히려 염분보다는 수온 분포 상태와 비슷하여 우도 바로 동방에는 340 cl/t의 가벼운 물이 북상하고 그 외양에는 300 cl/t 보다 무거

운 물이 혀모양으로 남쪽으로 진출하고 있어 우도 동방에는 강한 전선을 형성하고 있다.

한편 수온의 연직 구조를 살펴보면 Fig. 8, Fig. 9와 Fig. 10은 Fig. 1에 표시한 제주도 동방 해역의 B, D와 F선에 대한 수온, 염분 및 δ_T 에 대한 연직 단면도이다. 3선 모두 수심 20~30 m에 수온 약층이 강하게

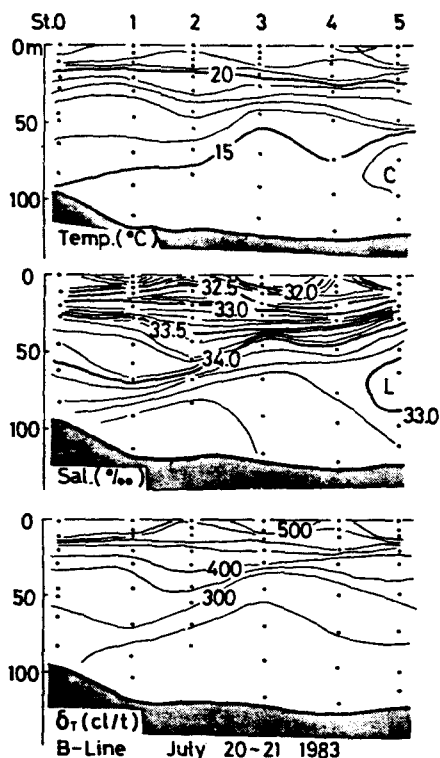


Fig. 8. Vertical sections of the temperature(upper), salinity (middle) and thermosteric anomaly (lower) along B-line in July, 1983.

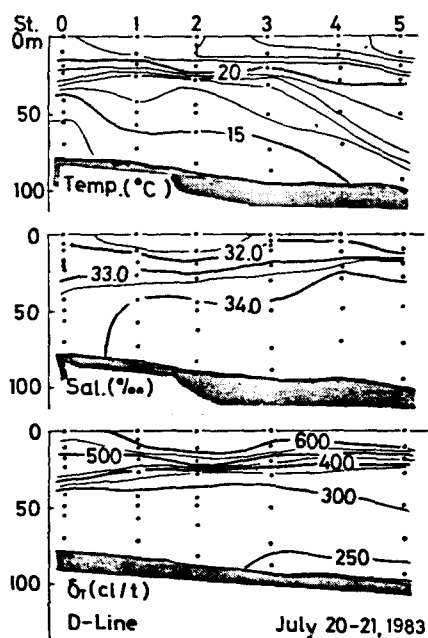


Fig. 9. Vertical sections of the temperature (upper), salinity (middle) and thermosteric anomaly (lower) along D-line in July, 1983.

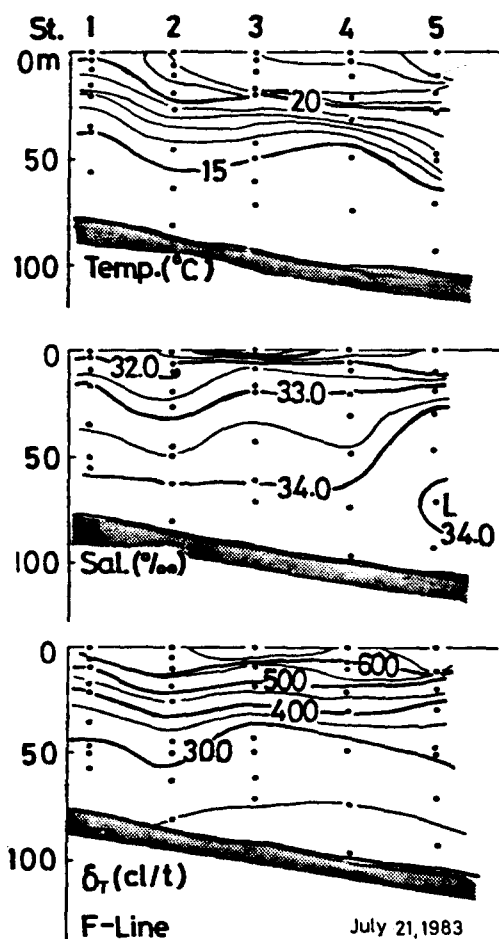


Fig. 10. Vertical sections of the temperature (upper) salinity (middle) and thermosteric anomaly δ_T (lower) along F-line in July, 1983.

형성되어 있고 그 하층에는 15°C 이하의 냉수가 존재하고 있으나 가장 외양쪽인 F선이 15°C 이하 냉수가 많으며 14°C 이하의 냉수는 정점 D-1에만 보인다.

염분은 3선 모두 50 m 이층에는 31.8~34.0‰의 저염분이고, 50m 이층은 34.0‰ 이상의 고염분이었다. 이로 인하여 δ_T 가 표면 600 cl/t 이상이었으며 50 m 이층은 300 cl/t 이상을 나타내었다.

Fig. 11은 제주도 동쪽 해역의 투명도 분포를 나타낸 것이고, Table 2는 B, D 및 F선의 각 정점에서의 수색이다. 투명도가 가장 컸던 정점은 D-5에서 17 m, F-5에서 16 m와 정점 B-0의 15 m 이었고, 작았던 정점은 F-1과 F-2에서 9 m 이었다. 그 외의 정점은 12~14 m 이었다. 수색은 정점 B-0, B-5, D-1, D-2, F-3와 F-4가 4이었고, 그 외의 정점은 3 이었다. 일반적

쓰시마 난류역에서의 선망 어장 환경

Table 2. Color of the sea according to the Forel scale at the eastern part of Cheju island (Fig.1) on July 20-21, 1983

St.	Sea Color	St.	Sea Color	St.	Sea Color
B-0	4	D-0	3		
B-1	3	D-1	4	F-1	5
B-2	3	D-2	4	F-2	4
B-3	3	D-3	3	F-3	4
B-4	3	D-4	3	F-4	4
B-5	4	D-5	3	F-5	3

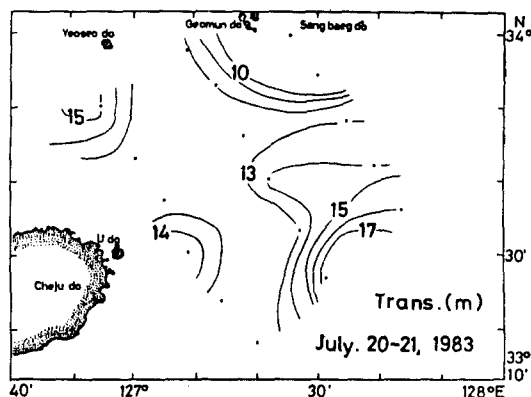


Fig. 11. Distribution of the transparency in July, 1983.

Table 3. Absorption coefficient of the sea water, irradiance at transparency layer and sun altitude on July 20-21, 1983

Station	Color	Depth (m)	κ	θ	Station	Color	Depth (m)	κ	θ
B-0	Clear	0-70	0.091	49.43	D-3	Clear	0-70	0.153	33.15
	Red	0-70	0.121			Red	0-70	0.179	
	Green	0-70	0.081			Green	0-70	0.127	
	Blue	0-70	0.085			Blue	0-70	0.134	
1	Clear	0-70	0.142	59.41	4	Clear	0-70	0.145	22.73
	Red	0-70	0.183			Red	0-70	0.181	
	Green	0-70	0.124			Green	0-70	0.124	
	Blue	0-70	0.130			Blue	0-70	0.131	
2	Clear	0-70	0.130	63.51	5	Clear	0-70	0.106	13.04
	Red	0-70	0.162			Red	0-70	0.132	
	Green	0-70	0.113			Green	0-70	0.091	
	Blue	0-70	0.119			Blue	0-70	0.096	
3	Clear	0-70	0.129	77.24	F-1	Clear	0-70	0.182	76.48
	Red	0-70	0.167			Red	0-70	0.234	
	Green	0-70	0.112			Green	0-70	0.159	
	Blue	0-70	0.118			Blue	0-70	0.167	
4	Clear	0-70	0.126	74.26	2	Clear	0-70	0.168	71.51
	Red	0-70	0.163			Red	0-70	0.216	
	Green	0-70	0.111			Green	0-70	0.147	
	Blue	0-70	0.115			Blue	0-70	0.154	
5	Clear	0-70	0.143	63.30	3	Clear	0-70	0.142	61.57
	Red	0-70	0.178			Red	0-70	0.171	
	Green	0-70	0.123			Green	0-70	0.120	
	Blue	0-70	0.129			Blue	0-70	0.126	
D-0	Clear	0-70	0.153	65.92	4	Clear	0-70	0.149	50.12
	Red	0-70	0.197			Red	0-70	0.179	
	Green	0-70	0.134			Green	0-70	0.125	
	Blue	0-70	0.140			Blue	0-70	0.132	
1	Clear	0-70	0.111	54.63	5	Clear	0-70	0.123	38.55
	Red	0-70	0.143			Red	0-70	0.148	
	Green	0-70	0.037			Green	0-70	0.103	
	Blue	0-70	0.101			Blue	0-70	0.109	
2	Clear	0-70	0.120	43.23					
	Red	0-70	0.155						
	Green	0-70	0.105						
	Blue	0-70	0.110						

κ : absorption coefficient, θ : sun altitude

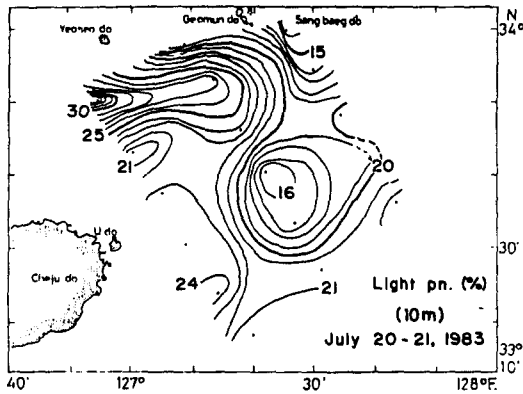


Fig. 12. Distribution of irradiance rate by surface irradiance at the depth of 10m in July, 1983.

으로 제주 해협쪽과 쓰시마 난류쪽은 물이 맑았고, 우도와 거문도 연안은 흐렸다.

수색·투명도와 병행하여 B, D 및 F선에서 측정된 태양 광선의 백, 적, 녹, 청색광에 대한 흡수 계수는 table 3 과 같다.

조사 기간 중에 관측된 각 색광별 흡수 계수(κ)는

정점 B-0 에서 최소값이 나타났으며, 그 값은 백색광(400~720 nm)은 0.091, 적색광(600~700 nm)은 0.121, 녹색광(475~600nm)은 0.081, 청색광(400~475nm)은 0.085 이었다. 최대값은 정점 F-1에 나타났으며 그 값은 백색광은 0.182, 적색광은 0.234, 녹색광은 0.159, 청색광은 0.167 이었다. 일반적으로 제주 해협쪽과 쓰시마 난류쪽은 흡수 계수 값이 작고 우도와 거문도 쪽은 크게 나타났다.

Fig. 12는 Table 3 에 표시한 각 정점에 대한 흡수 계수와 태양 고도하에서 깊이 10 m에 대한 백색광의 투과율의 수평 분포도이다. 투과율이 가장 컸던 곳은 이어도에 가까운 정점 B-0 에서 33.01%였고, 가장 작은 곳은 상백도에 가까운 정점 F-1에서 13.84%였다. 또한 우도 동방 25마일의 정점 D-3에서는 15.8%로 역시 작았고 쓰시마 난류역에 가까운 정점인 D-5에서는 21.83% 로서 큰 값을 보였다.

Fig. 13은 Fig. 11과 Fig. 12 에서 물이 가장 맑아서 태양의 백색광이 잘 투과 되었던 정점 B-0와 D-5 그리고 가장 흐렸던 정점 F-0와 D-3에서의 백, 적, 녹 및 청색광의 깊이에 대한 투과율을 나타낸 것이

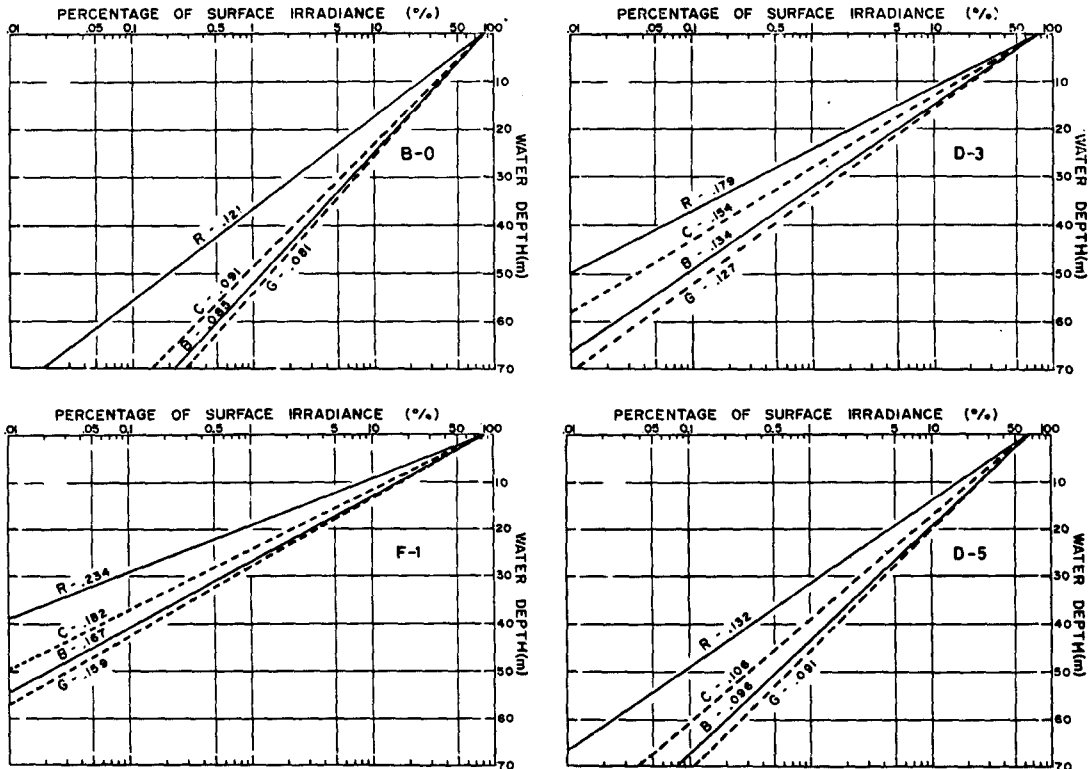


Fig. 13. Vertical distributions of downward irradiance at the station B-0, F-1, D-3 and D-5 in July, 1983. (Clear : 400-720 nm, Red : 600-700 nm, Green : 475-600 nm, Blue : 400-475 nm)

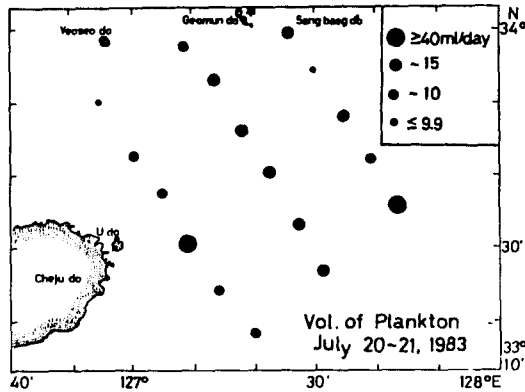


Fig. 14. Distribution of the volume of planktonic organism at the depth of 0-30m in July, 1983.

다. 그림속의 숫자는 각 색광에 대한 흡수계수이다. 물이 가장 흐린 정점 F-1의 수심 10 m에서는 적, 녹, 청색광의 투과율은 각각 8.23, 17.24, 16.08%이었으나, 가장 맑았던 정점 B-0에서는 24.25, 36.48, 35.05%로서 정점 F-1에 비해 투과율이 무려 2~3배나 컸다. 또 정점 D-3는 정점 F-1 보다 약간 큰 값을 정점 D-5는 정점 B-0보다 약간 작은 값을 나타냈다.

Fig. 14는 1983년 7월 20일 21일에 제주도 동방 해역(Fig. 1)의 B, D 및 F선에서 채집한 플랑크톤을 24시간 칩진 시킨 양을 나타낸 것이다. 여기에서 정점 B-3와 F-5에서는 각각 48.5 ml와 43.8 ml로서 가장 양이 많았고, 그다음은 정점 F-3, D-1과 D-5 사이에서 19.0~15.5 ml 이었고 가장 적었던 정점은 B-1과 F-2의 8.3 ml과 9.5 ml 이었다. 일반적으로 물이 맑았던 정점들에서는 플랑크톤이 적었고 물이 흐렸던 정점에서는 양이 많았다.

(2) 제주 서쪽 어장

Fig. 15와 Fig. 16은 제주도 서방 해역(Fig. 1)에서 1983년 10월 28~30일에 실시한 표면 및 수온약층의 하층인 수심 75 m의 수온, 염분 및 δ_T 에 대한 수평 분포도이다.

표면 분포도에서는 죽도를 중심으로 반경 약 18마일의 북에서 서, 남서쪽에는 수온 20°C, 염분 33.5%, δ_T 450 cl/t의 등치선을 경계로 하여 전선이 형성되어 있다. 이 전선의 남서쪽은 고온·고염의 약간 무거운 물이고, 그 외해쪽은 약간 저온이고 33.00%이하의 저염인 비교적 가벼운 물이 었다(Fig. 15).

그리고 수온 약층의 하부에 해당하는 제주도 연안

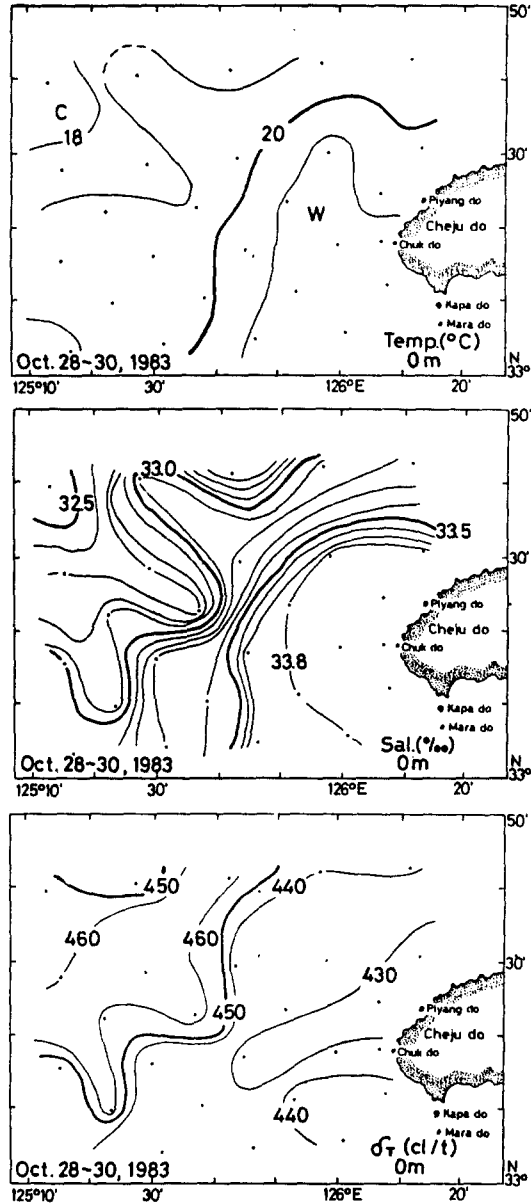


Fig. 15. Distributions of sea surface temperature (upper) salinity (middle) and thermocline anomaly (lower) in October, 1983.

쪽이 외해쪽보다 물이 가벼운 점이 표면과는 차이가 있었다. 죽 죽도 서방 5 마일역에 수온 15°C, 염분 34.0%, δ_T 300 cl/t의 가벼운 물과 수온 11°C이하, 염분 33.5%이하, δ_T 250 cl/t 이하의 무거운 물사이에 강한 전선을 형성하고 있다.

일반적으로 표면은 제주 연안쪽이 고온·고염의 가벼운 물이고, 약층 아래에 해당하는 깊이 75m에서는 제주 연안쪽이 고온·고염의 가벼운 물이었다. 이는

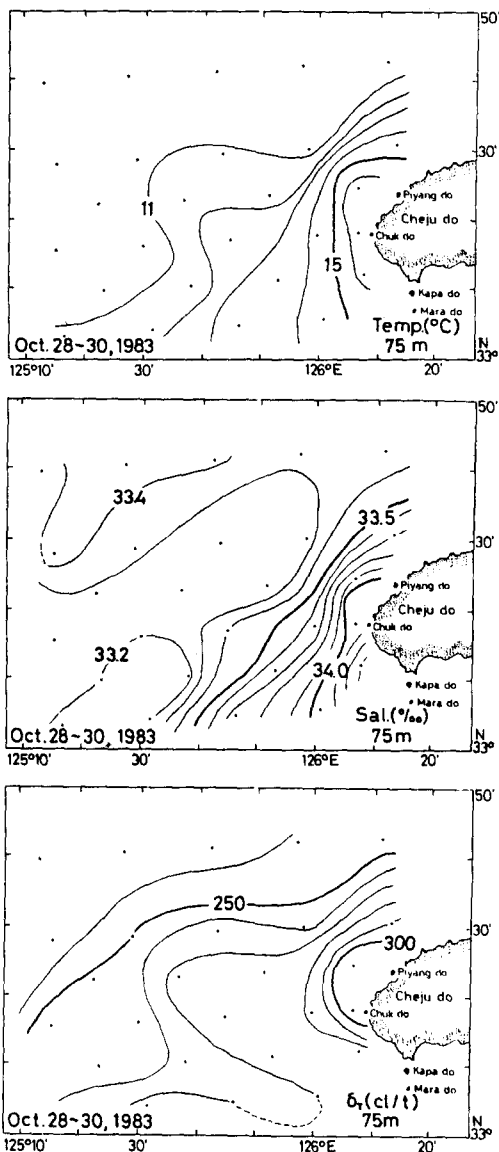


Fig. 16. Distributions of the temperature (upper), salinity (middle), and thermosteric anomaly δ_T (lower) at the depth of 75m in October, 1983.

수는 약층 아랫쪽은 11°C 이하의 황해 저층 냉수가 δ_T 에 크게 작용한 결과이다.

Fig. 17는 제주도 서방 해역의 I선과 그리고 Fig. 18은 L선에서의 수온·염분 및 δ_T 에 대한 연직 단면도이다.

두선 모두 50 m 부근에 강한 수온(15°C), 염분(33.0‰) 및 δ_T (400~500cl/t)을 중심으로 한 강한 약층이 형성되어 있다. 이 약층의 상부에는 수온 18~21

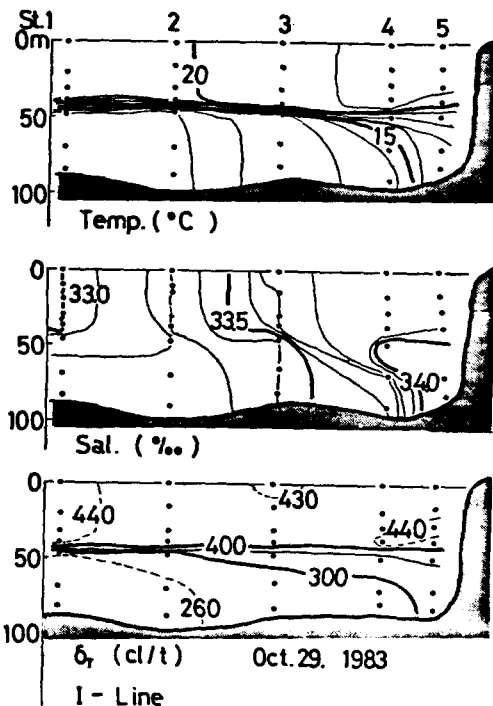


Fig. 17. Vertical sections of the temperature (upper) salinity (middle) and thermosteric anomaly δ_T (lower) along I-line in October, 1983.

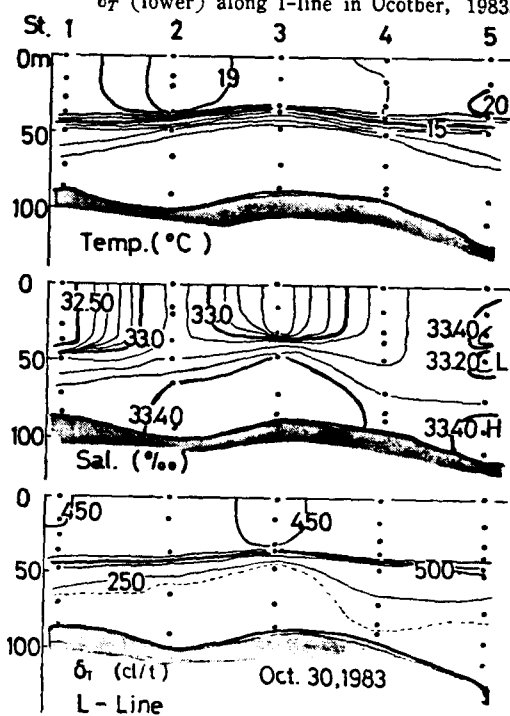


Fig. 18. Vertical sections of the temperature (upper), salinity (middle) and thermosteric anomaly δ_T (lower) along L-line in October, 1983.

쓰시마 난류역에서의 선망 어장 환경

°C, 염분 33.0%이하, δ_T 400~500 cl/t이하의 고온 저염의 가벼운 물이었고, 약층의 하층에는 수온 15~11°C 이하, 염분 33.4% 이상, δ_T 300 cl/t 이상의 차고 염분이 많으며 무거운 물이었다. 그리고 일반적으로 남쪽의 I선보다는 북쪽의 L선이 물이 차고 저 염분이었고, 제주쪽이 외양쪽보다 고온·고염이었다. table 4는 1983년 10월 29일 30일에 제주 서방의 I 및 L선에서 투명도(m) 및 수색이다. 투명도의 범위는 10~15.5 m 이었고, 수색은 4~5의 범위였다. 가

Table 4. Transparency and color of the sea according to Secchi disc and the Forel scale at the western part of Cheju island(Fig. 1) on October 29-30, 1983

St.	Sea Color	Trans. (m)	St.	Sea Color	Trans. (m)
I-1	5	10	L-1	4	10
I-2	4	12	L-2	5	14
I-3	4	15.5	L-3	5	11
I-4	4	12	L-4	5	13
I-5	4	13	L-5	5	15

장 맑았던 정점은 I-3과 L-5에서 투명도 15~15.5m 수색 4~5 이었고, 가장 흐렸던 정점은 I-1과 L-1에서 투명도 10 m 수색 4~5 이었다. 일반적으로 연안 쪽이 물이 맑고 외해쪽이 물이 흐렸다.

table 5는 I 및 L선에서 측정된 태양 광선의 백, 적, 녹 및 청색광에 대한 흡수계수(κ)이다. 정점 I-

3에서의 흡수계수가 최소치로서 각색 광별 흡수계수는 백색광은 0.126, 적색광은 0.152, 녹색광은 0.116 이었고, 청색광은 I-1에서 0.110으로 조사 해역에서 최소치였다. 최대치는 정점 L-1에서 백색광은 0.149, 적색광은 0.202, 녹색광은 0.146, 청색광은 0.143, 이었다. 일반적으로 투명도 값이 큰 곳은 흡수계수 값이 작고, 투명도 값이 작은 곳은 크게 나타났다.

Fig. 19는 table 4에서 투명도 값이 작았던 정점 L-1과 투명도 값이 컸던 정점 I-3에 대한 table 5에 표시한 흡수계수와 태양 고도하에서 표면 태양 광선의 백, 적, 녹 및 청색광에 대한 수심별 투과율을 나타낸 것이다. 해양에서는 태양 광선이 거의 표층에서 흡수되므로 수심 약 10 m에 대한 것을 보면 가장 물이 흐렸던 정점 L-1에서는 백색광은 13.82%, 적색광은 8.13%, 녹색광은 27.37%, 청색광은 14.67% 였고, 물이 가장 맑았던 정점 I-3에서 백색광은 22.41%, 적색광은 17.28%, 녹색광은 27.37%, 청색광은 25.78%로서 정점 L-1에 비해 정점 I-3는 1.6~2.1배나 투과 깊이가 컸다.

Fig. 20은 1983년 10월 28~30일에 제주도 서방 해역 (Fig. 1)에서 채집한 플랑크톤을 24시간 침전 시킨량을 나타낸 것이다. 여기서 정점 G-2와 G-3에서는 각각 162.8 ml와 156.8 ml로서 가장 양이 많았고 그 다음은 정점 J-2, K-3, K-4, L-5의 전선역과 정점 G-4에서는 100 ml 이상 이었다. 한편 정점 L-1을 중심으로한 북서 냉수역에서는 3.5~14.9 ml로서 플

Table 5. Absorption coefficient of the sea water, irradiance at transparency layer and sun altitude on October 29-30, 1983

Station	Oolor	Depth (m)	κ	θ	Station	Color	Depth (m)	κ	θ
I-1	Clear	0-70	0.152	7.83	L-1	Clear	0-70	0.149	11.27
	Red	0-70	0.201			Red	0-70	0.202	
	Green	0-70	0.120			Green	0-70	0.146	
	Blue	0-70	0.110			Blue	0-70	0.143	
2	Clear	0-70	0.148	34.65	2	Clear	0-70	0.128	28.77
	Red	0-70	0.188			Red	0-70	0.169	
	Green	0-70	0.127			Green	0-70	0.106	
	Blue	0-70	0.133			Blue	0-70	0.115	
3	Clear	0-70	0.126	42.95	3	Clear	0-70	0.143	40.79
	Red	0-70	0.152			Red	0-70	0.175	
	Green	0-70	0.106			Green	0-70	0.138	
	Blue	0-70	0.112			Blue	0-70	0.141	
4	Clear	0-70	0.131	39.95	4	Clear	0-70	0.146	43.02
	Red	0-70	0.168			Red	0-70	0.186	
	Green	0-70	0.112			Green	0-70	0.120	
	Blue	0-70	0.119			Blue	0-70	0.133	
5	Clear	0-70	0.139	32.43	5	Clear	0-70	0.128	34.67
	Red	0-70	0.161			Red	0-70	0.169	
	Green	0-70	0.111			Green	0-70	0.108	
	Blue	0-70	0.113			Blue	0-70	0.117	

κ : absorption coefficient θ : sun altitude

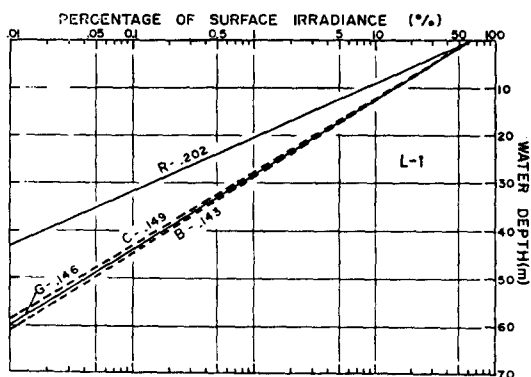
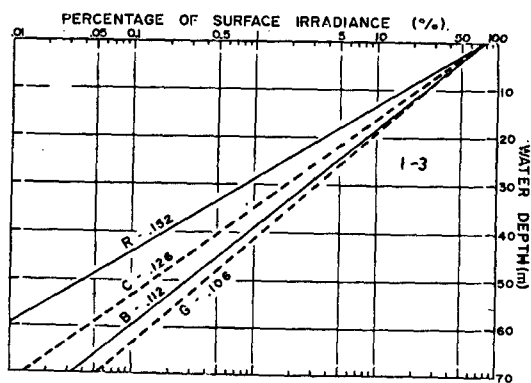


Fig. 19. Vertical distributions of downward irradiance of surface irradiance at the stations I-3 and L-1 in October, 1983.
(Clear : 400-720 nm, Red : 600-700 nm, Green : 475-600 nm, Blue : 400-475 nm)

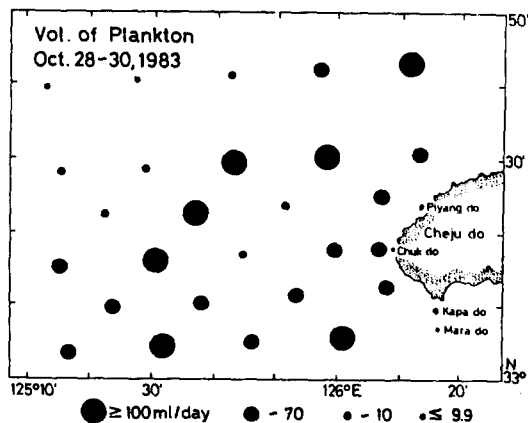


Fig. 20. Distribution of the volume of planktonic organism at the depth fo 0-30m in October, 1983.

량크른량이 현저히 적었다.

5. 집어등의 성능 조사 결과

한국 남해 연안과 동지나해에 있어서 고등어류를 선망으로 어획하는데 있어서는 탐어와 집어의 두가지 어법을 사용하고 있다. 특히 집어는 선망의 조업 투망의 성패를 좌우하는 중요한 작업의 하나이다. 이는 집어등의 성능에 크게 좌우되고 있다.

Fig. 21은 1984년 8월 4일 부산 감천만에서 해수의 흡수 계수(κ)가 약 0.2일때 220 V, 2 KW의 집어등을 수면상 3 m 높이에서 1개(파선), 2개(가선) 및 3개(굵은선)을 설치하여 그때의 수중 조도의 등 조도면을 나타낸 것이다. 이경우 집어등의 수가 증가함에 따라 수중에서의 밝기는 다소 증가하나 집어등의 숫자에 비례하여 밝아지지 않는 것으로 나타났다. 특히 수심 9 m 부근에서는 수상등 1개와 2개 켜올 때의 차는 불과 0.2 m 정도의 차밖에 없었으며 3개를 켜올 경우와는 겨우 1 m 정도 밖에 차이가 나지 않았다.

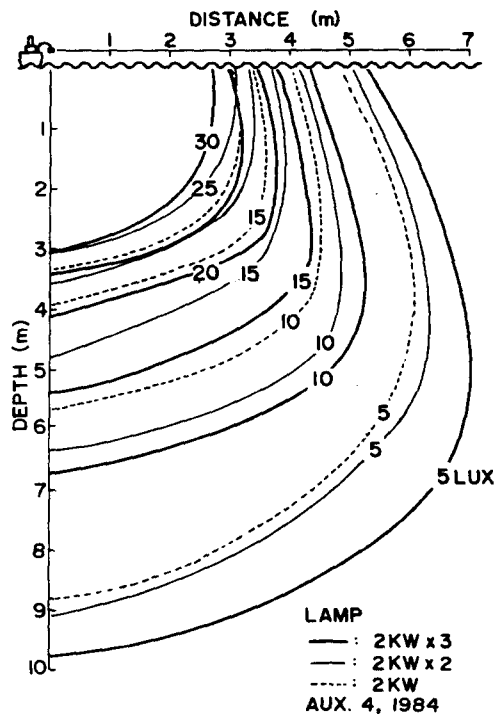


Fig. 21. Distribution of underwater irradiance of the electric lamps(2KW) which located at the height of 1m above in Gamchun port, Pusan.

쓰시마 난류역에서의 선망 어장 환경

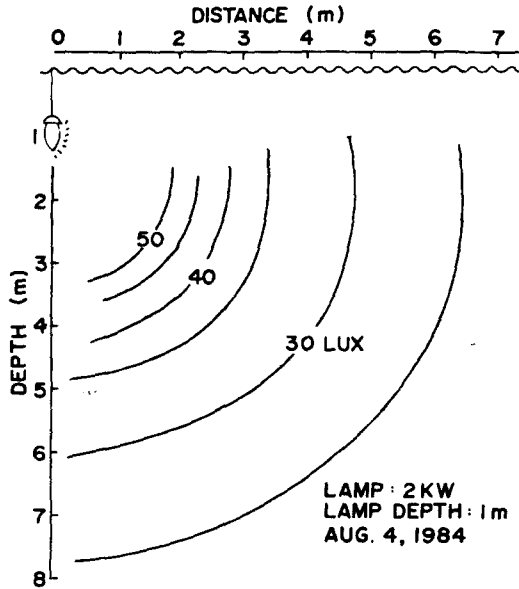


Fig. 22. Distribution of underwater irradiance of a electric lamps(2KW) which located at the depth of 1m under sea surface in Gamchun port, Pusan.

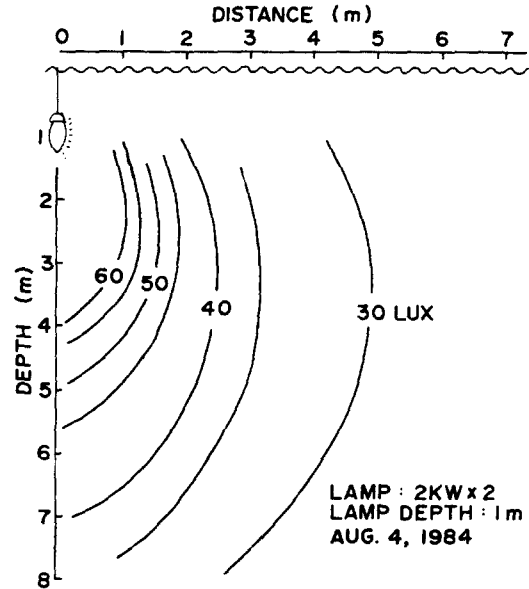


Fig. 23. Distribution of underwater irradiance of two electric lamps(2KW) which located at the depth of 1m under sea surface in Gamchun port, Pusan.

Fig. 22와 Fig. 23은 Fig. 21과 같은 날에 표면 1m에 220 V, 2 KW 수중 집어등 1개(Fig. 22)와 2개(Fig. 23)을 켜었을 때의 수중 조도를 측정 한 결과를 그림으로 표시한 것이다. 이때 등을 2개 켜었을 경우 등의 간격은 3m가 되도록 하였다. 이 경우 수상등에 비하여 수중 조도가 밝게 나타났으며, 등을 1개 켜었을 때와 2개 켜었을 때의 등 조도 곡선의 모양은 다소 다르게 나타났다. 이것은 등이 2개 일때 등 사이의 간격이 멀어져 있기 때문인 것으로 생각된다. 수중등 1개의 경우 30 Lux의 등 고도면이 약 6m이었으나 2개의 경우 약 9m로서, 1개의 경우보다 2개 켜었을때는 등조도 범위가 약 3m나 더 연장 되었다.

고 찰

동지나해 및 황해에 있어서 일본의 대·중형 선망(旋網) 어업에 의한 고등어류 어획량은 1968년 이후 점점 증가하고 있었으나 1975년부터 다시 감소하고 있다(Fig. 24). 일본의 고등어 어획량은 한국의 어획량에 2~3배나 되므로 이 해역에 있어서의 고등어 어장을 판단하는 데는 일본의 어획량을 무시하고서는 그 의미가 없을 정도이다.

그러나 曹(1981)에 의하면 동지나해 및 황해에서

고등어류 총 어획량의 약 70%가 일본의 시카이(境) 연안에서 제주도 남서 연안에 이르는 쓰시마 난류의 조경(oceanic front)역에 집중하고 있다. 쓰시마 난류역이 고등어류 중에 특히 참고등어, *Scomber japonicus*(HOUTTUAYA)의 산란장(박, 1977; 大内, 1978)이 되므로 좋은 어장을 이룰 요소를 가지고 있다. 또한 고등어류의 생활 년주기, 즉 산란, 월동, 색이 회유에 따른 어장환경의 차이를 밝히는 것은 어장 탐색에 있어 대단히 중요한 문제이다.

1. 어획량의 계절 변화

우리 나라에서 선망으로 어획되는 고등어류의 어획량의 월별 분포를 보면 봄(4~5월)과 가을(9~10월)의 주어기가 두개 있다(Fig. 3). 이는 동지나해 및 제주도 근해에서 겨울(1~3월)과 봄(5~6월)에 산란을 마친 참 고등어군이 동해 및 황해로 북상하고 가을과 겨울철에 다시 남하할때 어획이 많이 되는 것으로 생각된다. 그러나 일본측의 어획량에 의하면 우리나라와 반대로 주어기는 이보다 1개월 늦은 12~2월이고 여름철에는 한어기가 된다(曹, 1981). 이는 일본의 고등어 선망 어업은 수온의 하강과 함께 월동중인 쓰시마 난류역 및 쿠로시오 안쪽에 흐르는 겨울철에 주로 조업이 이루어져 주어기가 된다. 그

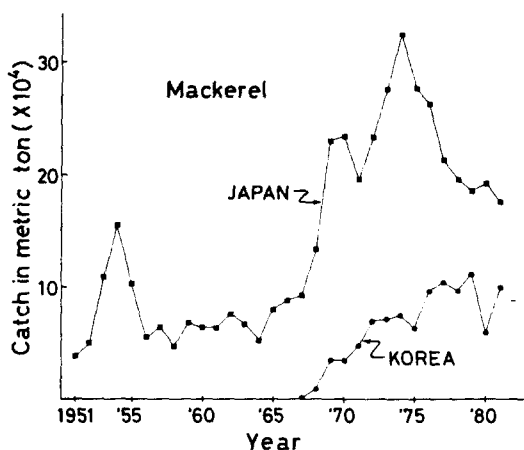


Fig. 24. Fluctuations of annual catches of mackerals caught by the middle and large class Korean and Japanese purse-seiner in the East China Sea and the western part of the Japan Sea during 1951 to 1981.

러나 여름철에는 어획이 잘되는 북해도 동남 해역에 고등어의 태평양 계군을 대상으로 조업하고 동지나 해에서는 거의 조업하지 않기 때문인 것으로 생각된다.

그리고 고등어의 체장별 어획량의 계절 변동을 보면 콩 고등어는 2, 3월 소고등어는 4, 5월과 9~12월에, 중 고등어는 4~12월에, 대 고등어는 5~8월에 각각 비교적 많이 어획된다(Fig. 3), 大内(1978)와 박등(1983)에 의하면 참고등어의 1세어는 체장이 20 cm 체중 89g, 2세어는 27 cm 232g, 3세어는 31 cm 384g, 4세어는 34 cm 527g, 5세어는 36 cm 631g로 밝혀졌다. 여기서 콩 고등어는 체장모드(mode)가 22 cm 인점으로 보아 1세어로, 소 고등어의 체장 모드가 27cm이므로 2세어, 중 고등 체장 모드가 31 cm이므로 3세어, 대 고등어 체장 모드가 33 cm 인 점으로 보아 4세어 이상인 것으로 판단된다. 그러므로 우리나라 선망에서 어획되는 고등어는 약 87%가 소와 중 고등어로서 이는 체장 27~31cm의 모드를 가진 2, 3세어가 대부분임을 알 수 있다(Table 1, Fig. 2, Fig. 3).

한편 고등어 체장별 어장의 계절분포를 보면(Fig. 4), 1월에는 쓰시마 난류의 조경역에 주로 떠모양으로 분포하고 있고, 이때의 어획 대상 고등어는 체장 31cm 이상의 중 고등어가 대부분을 차지하고 있다(Fig. 4와 Fig. 5의 1월). 이때는 여름철에 복상하였던 참 고등어가 대한 해협을 통하여 월동장 및 산란장으로 남하하고 있음을 알 수 있다,

2~3월에는 체장 21cm의 1세어인 콩 고등어가 주 어획 대상이 되고 그 분포역은 제주도 서방역과 대마도 동방역으로 크게 분리된다. Fig. 5의 2~3월에서 보면 한국 남안의 쓰시마 난류의 지표 수온이 15 °C 선(曹, 1981)이 제주도 동남 및 남방으로 후퇴하였음을 알 수 있다. 4월이 되면 고등어의 체장이 27cm 이상의 소 및 중 고등어로 바뀌고, 또 어장은 제주도 서방에서 대마도 동북방 100 마일에 이르는 쓰시마 난류역에 1000 상자 이상이 어획되는 해역이 집중 되어있다. 이 현상은 6월까지 계속된다. 이는 참 고등어인 산란기가 5~6월이며 그 해역이 산란장이므로 산란 참가군이 되는 2~3세어 이상의 고등어가 주 대상군이 되므로 어획이 많았다고 생각된다. 또한 수온의 상승과 함께 쓰시마 난류가 강화여지기 때문에 고등어군이 동해로 북상함을 알 수 있다.

7월부터 9월에 걸쳐 어장이 주로 제주도 주변역으로 바뀌는 것은 동지나해의 서부에 분포하는 참 고등어군이 제주도 해역에 회유하기 때문에 어획이 많아짐을 알 수 있다(Fig. 4의 7~9월).

大川(1975)에 의하면 쿠로시오 안쪽과 쓰시마 난류역에 3~5월에 고등어를 표지 방류한 결과 그 대부분이 동해안쪽으로 북상하였고, 제주도 부근에는 중공에서 방류한 것이 제주도 남방 및 서해안 흑산도 부근에서 8, 9월에 재포(再捕)되었다. 이는 동계 및 춘계에 쿠로시오와 쓰시마 난류역의 고등어는 대부분이 일본해쪽으로 북상하고 그 후에는 남쪽 및 서남쪽의 남방계 참 고등어 및 멍치 고등어군이 7~9월에 제주도 부근에 북상하여 하계의 어장을 형성하는 것을 뒷받침하여 준다(辻田·近藤, 1957).

10~12월의 수온 하강기에는 수온의 하강과 더불어 황해에서 남하하는 중, 소 고등어군이 제주도 서북방에서 동남방으로 서서히 이동하여 어장이 쓰시마 난류 및 쿠로시오역으로 이동하게 된다(Fig. 4와 Fig. 5의 10~12월).

이와 같이 우리나라 남해안의 고등어는 주로 체장 27~31 cm인 2, 3세의 소·중 고등어가 어획량의 약 90%를 차지하고 2~6월에는 고등어군이 난류역에서 동해로 북상 회유하고 12월경에 남하한다. 그리고 5월 이후에는 제주도 주변 해역이 주어장을 형성하며, 이는 남방계의 2, 3세의 소·중 고등어가 대부분이고, 황해로의 북상은 동해쪽보다 늦으며 남하는 반대로 1~2 개월 빨라서 10월부터 일어난다. 이러한 현상은 부유성 어족인 고등어가 표층 수온의 상승 하강과 밀접한 관계를 가져 황해쪽이 동해보다 수온

상승이 늦고 하강은 빠르기 때문인 것으로 보인다.

2. 어장의 해황 특성

봄에 쓰시마 난류를 따라 북상하고 가을과 겨울에 남하하는 고등어군의 계절 변화와 표면 수온과의 관계를 검토하고 또한 주요 어장인 제주도의 주변 어장의 해황 특성을 조사 하였다.

(1) 쓰시마 난류와 고등어 어장

쓰시마 난류의 지표 수온인 15°C 등온선(曹, 1981)의 북상과 남하는 동지나해의 고등어군의 동해로 색이 회유와 월동장인 동지나해로의 남하와 밀접한 관계를 가지고 있다.

Fig. 15에서 보면 15°C 선이 1월에는 제주도 남서방 125° 30'E선에서 북상하여 제주 해협을 거쳐 제주 동쪽과 대한 해협 서수도를 지나 울산 남동방역에 이르고 있다. 이 등치선을 중심으로 하여 강한 연안전선, 즉 조경을 형성하고 있다. 이 해역에 고등어의 중요 어장이 집중되고 있다. 이는 曹(1981)의 결과와 일치한다. 이 15°C 선이 2~4월에는 제주도 남동방의 일본 고오도(五島) 열도와와의 사이에까지 남하하였다. 5월에 다시 우리나라 남해안 연안에 접근하게 된다. 이때 서해안 쪽은 15°C 이하의 냉수가 잔존하고 있으며 대한 해협 즉 동해쪽은 15°C선이 울산 북방까지 진출하여 있다(Fig. 15의 5월). 이로 인하여 고등어군은 황해쪽 보다는 대한 해협쪽으로 어군이 북상하므로 주어장이 제주에서부터 대마도 동북쪽에 이르는 사이에 형성된다.

6월~8월 사이에는 표면 수온의 상승으로 인하여 15°C 선 대신에 우리나라 남해안에는 20°C~25°C선이 쓰시마 난류 조경역의 지표로 바뀌게 된다. 이때 어장은 대한 해협쪽과 제주도 주변으로 양분되고 대마도쪽은 어황이 나빠지게 된다. 이는 참 고등어군의 주군(主群)이 동해로 북상하기 때문으로 생각된다.

9~10월 부터 황해쪽이 먼저 표면 수온이 하강하기 시작하여 20~25°C로 되고, 11월에는 20°C 이하역에 12월에는 15°C를 중심으로 한 강한 연안전선이 제주 해협에서 대한 해협 서수도에 나타나게 된다. 이때 고등어군은 황해에서 남하하여 제주도 남방역으로 이동이 일어나 주어장이 이 해역으로 이동된다.

이상에서 쓰시마 난류의 북상과 남하는 고등어군의 북상과 남하와 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다.

(2) 제주도 주변 어장 환경

제주도 동쪽 해역(Fig. 1)인 우도에서 거문도 사이

는 5~12월에는 선망에 의한 고등어 어장으로서 가장 중요한 해역이며 특히 7~9월 더욱 중요시 되는 어장이다(Fig. 4).

1983년 7월 20~21일에 관측한 결과에서 우도 바로 동쪽에서는 표면에는 23°C의 따뜻하고 32.2%이하의 저염한 가벼운 물이 제주도 연안역으로 북서쪽으로 향한다. 또 정점 D-5에서 북서쪽으로 향하는 24°C, 31.5%, δ_r 650 cl/t 이상의 고온, 저염의 가벼운 쓰시마 난류수가 외해에서 연안으로 향하고 있으나, 한편 거문도와 삼백도 쪽의 연안역에서는 21°C, 31.5%, δ_r 600 cl/t 이하의 저온, 저염의 비교적 무거운 연안수가 있다. 쓰시마 난류수계의 물과 한국 남안 연안수 및 제주 해협의 물과의 사이에 복잡한 조경역을 형성하고 있다(Fig. 6).

그리고 강한 약층이 수심 10~30 m 사이에 형성되어 있고(Fig. 8, 9, 10) 그 하층에는 16°C, 34.5%, δ_r 303 cl/t 을 중심으로한 한국 남안 연안수와 쓰시마 난류 계수와의 사이에 전선을 형성하고 있다(Fig. 7). 깊이 50 m의 염분 평면도에서 보면 34.0% 이상의 비교적 고염인 물이 여소도와 거문도 남방에까지 척모양으로 진입하고 있어 마치 쓰시마 난류수가 유입한 것 같아 보인다. 그러나 δ_r 평면도를 보면 오히려 수온과 비슷한 분포상을 보이고 있어 우도 바로 동방에는 북서쪽으로 향하는 흐름이 있고, 그 외부에는 남하류가 보인다. 鷹·平野(1983)은 이 척모양으로 제주 해협으로 향하고 있는 비교적 고염인 저층수 때문에 제주 해협 쪽에서 동쪽으로 나오는 물은 한국 연안쪽으로 향하는 연안수 형성에 영향을 미친다고 하였다. 이는 이 연구의 결과와 같았다.

한편 투명도의 수평 분포도(Fig. 11)에서도 역시 쓰시마 난류역에 가까운 정점 D-5와 제주 해협쪽 정점 B-0에서 15~17 m 이상으로 가장 맑았고, 한국 남안 연안 수역인 거문도에 가까운 F-1에서 9.0 m였고, 표면광의 투과율(Fig. 12, Fig. 13)도 이와같은 결과를 나타내어 한국 남안 연안수와 쓰시마 난류수와 뚜렷이 구별되었다. 그리고 플랑크톤의 침전량은 우도 동쪽의 정점 B-3와 쓰시마 난류역에 가까운 정점 F-5에서 48.5 ml/day 이상으로 가장 많았다.

일반적으로 물이 맑았던 정점 B-0는 플랑크톤량이 적었고, 물이 흐렸던 정점 F-1과 연안수가 척모양으로 진출했던 D선에서는 많았다.

이상으로 제주도 동쪽은 한국 남해안 연안수, 제주도 연안수 및 제주 해협에서 동쪽으로 흐르는 물과 쓰시마 난류수와의 사이에 형성되는 조경 어장이었다.

제주도 서쪽(Fig. 1)의 측도와 비양도 서방 해역에서는 1983년 10월 28~30일에 관측한 남쪽의 I선과 북쪽의 L선의 수온, 염분 및 δ_r 의 연직분포를 보면, 두선 모두 깊이 40~50 m에 15~20°C, 33.2~33.5%, δ_r 400~500 cl/t 의 강한 약층이 형성되어 있다. 이 약층의 상부에는 고온, 저염의 가벼운 물이 하부에는 15°C 이하의 비교적 고염(33.4~34.0%)이고 무거운 물이 있다(Fig. 16, Fig. 17).

그리고 수심 50m 이천에 해당하는 표층에는 제주도 쪽은 20°C 이상의 따뜻하고 33.5% 이상의 고염이고 δ_r 가 450 cl/t 이상의 물이 있으며, 이보다 서쪽(정점 I-2)에는 19°C 이하, 33.0%, δ_r 460 cl/t 이상의 차고 저염한 무거운 수괴 사이에 전선이 형성되고 있다(Fig. 15).

그리고 약층 아래쪽인 깊이 75 m에서는 표면보다 약 5°C 이상 수온이 낮아 16°C 이하였으며, 염분은 33.5%를 중심으로 한 제주도로 부터 약 10~20마일 떨어진 서북방에서 서남방으로 강한 전선이 형성되고 있다(Fig. 16). 또한 투명도는 남쪽인 I선보다는 L선이 대체로 크게 나타났으며, 수색(Table 4) 및 태양광선의 투과율도 같은 경향을 나타내었다(Fig. 19).

플랑크톤의 침점량은 Fig. 16과 Fig. 17의 전선역인 정점 G-2, I-2, J-2, K-3, 4 및 L-5를 중심으로 한 제주 연안역에 100 ml/day 이상으로 많았으며, 그 외 해측에서는 현저히 줄어 들었다(Fig. 20).

일반적으로 제주 서쪽 해역에서는 15°C, 33.5%, δ_r 270 cl/t 이하인 황해 저층 냉수가 이보다. 고온. 고염(15°C 이상, 34% 이상)이며 δ_r 300 cl/t 인 쓰시마 난류에서 파생된 가벼운 황해 난류와의 사이에 강한 전선이 제주도쪽에 형성된다. 그리고 이 전선역에서는 플랑크톤도 비교적 많이 분포하여 좋은 어장을 형성할 요건을 갖추고 있었다.

3. 집어등 성능 조사

부산 감천항에서 220V, 2 KW의 수상 및 수중 집어등을 이용하여 수중 조도 실험을 실시한 결과 수중 조도는 수면 1 m에 집어등에서 등의 수물 1개에서 3개까지 증가하였을 경우 수심 약 6 m 이내에서는 집어등수가 많으면 수중 조도의차가 커서 10 Lux가 되는 거리는 약 1.5 m나 차가 있었다. 또 수중조도가 5Lux인 곳에서는 집어등 1개와 2개의 차가 거의 없었다. 이는 수상 집어등의 경우 표면에서 빛이 거의 흡수되어 수심 약 10 m에서는 그 차가 없음을 나타내고 있다(Fig. 21).

수중등 (1개)의 경우에는 수중등을 깊숙이 내리는

경우에 따라서 그 효과가 각각 깊은 심도에 까지 미칠수 있는 것으로 나타났다(Fig. 22, Fig. 23). 이는 선망 어장에서 고등어군을 유집할때 수상 집어등 보다는 수중 집어등을 고등어 회유층부근 까지 내려서 집어등을 하는 것이 집어 효과를 증가 시킬수 있음을 나타내고 있다.

요 약

선망 어업은 우리나라 연안 어업에 있어서 매우 중요하며, 그 주 대상 어종은 고등어류이고 주 어장은 쓰시마 난류역이다. 이들의 어장과 해황과의 관계를 조사하기 위하여 크기별 고등어 어획량의 평균 분포(1974~1982)를 파악하고, 주요 어장인 제주도 동쪽 및 서쪽에 대한 해양 관측을 1983년 7월과 10월에 각각 실시 하였다. 그 결과,

고등어류의 주요 어장은 역시 한국 남해의 쓰시마 난류역이었으며, 주어기는 5월과 9~10월이 었다.

또 고등어류의 어획량은 체장 27~31cm(2~3세)인 소·중 고등어가 약 90%를 차지하였으나, 2~3월에는 체장 22 cm(1세)의 콩 고등어가 약 40~70% 이었다.

계절적인 어장의 위치를 쓰시마 난류의 지표수인 15°C 등온선의 북상 또는 남하 위치로 알 수 있었으며, 그 결과 대한 해협 부근의 어장이 제주도 서쪽 어장보다 빨리 북상하고 늦게 남하함을 알 수 있었다.

제주도 동쪽 및 서쪽의 주어장은 쓰시마 난류수와 한국 연안수 혹은 황해 저층 냉수와의 사이에 형성되는 조경역 이었다. 또 이들 어장의 투명도 및 수색, 태양광의 투과율의 분포는 수온과 염분의 분포 및 플랑크톤 습증량의 분포와 비슷하였다.

사 사

끝으로 이 연구에 있어서 귀중한 자료를 제공하여 주신 대형선망수산업협동조합의 이인섭 씨와 국립수산진흥원 연근해조사 과장 김용문 씨에게 감사사를 드립니다. 그리고 해양 관측에 도움을 준 국립부산수산대학 실습선 부산 402호, 403호 선장님께 심심한 사의를 표합니다.

參 考 文 獻

- 國立水產振興院(1979): 韓國海洋便覽 3, 650.
Gong, Y., Y. J. Kang, and S. Y. Cho (1972):

쓰시마 난류역에서의 선망어장 환경

- Fishery oceanographic studies on the mackeral purse-seine fishing grounds off the south-western coast of Korea. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, 9, 95-110.
- 盧洪吉·平野敢行(1983):濟州 東쪽 入口에 出現하는 舌狀의 暖水. 韓水誌 16(4), 299-304.
- 朴炳夏(1977):고등어 系統群에 關한 研究 수진 연구 보고 18, 43-83.
- 박병하·김용문·박영철·김진영·박종화·오철호·임정택·이인섭·최진오(1983):대형 선망 어업 대상 어종의 생태와 어장. 국립수산진흥원 대형선망수산업협동조합, 277.
- 水産廳 (1967~1981):韓國水産統計年報(1967~1981).
- 曹圭大 (1981):동지나해의 해황과 선망 어장의 분포·변동에 관한 연구 I. 고등어·진경이 어장 분포, 한수지 14(4), 239-252.
- 農林省統計調査部 (1951~1981):農林水産統計年報(1951~1981).
- 辻田時美·近藤正人 (1957):東シナ海のサバの生鰓と漁場の海洋學的研究. 日本西水研研究報告14, 39~43.
- 山田鐵雄 (1969):日本海におけるマアジの分布と漁場に関する研究. 長崎大學水産學部研究報告 28, 111-136.
- 近藤正人 (1969):黃海冷水とまき網漁長について. 水産海洋研究會報特別號, 279-285.
- 盧洪吉·入江春彦 (1973):五島西沖マアジ·サバ漁場の海洋學的特性に関する研究. 長崎大學水産學部研究報告 35, 67-84.
- 近藤正人·玉井一壽 (1974):東シナ海の海況變動と漁況. 水産海洋研究會報 25, 165-175.
- 桑野雪延·桑岡赤好·長谷川義信(1975):1973·1974年の黃海東部における夏季の海況とマサバ魚群分布. 長崎水産試驗場研究報告 1, 93-102.
- 西海區水産研究所 (1974):日本海西部および東シナ海における大中型まき網漁業による漁場圖. 日本西水研, 1-34.
- _____ (1977):日本海西部および東シナ海における大中小まき網漁業による漁種別. 銘柄別漁場圖, 日本西水研, 1-64.
- 大内明 (1978):九州西·對馬東沖におけるマサバの年齢と成長について. 西水研研報, 51, 97-110.