

黃海底層冷水가 底魚類 漁場에 미치는 影響*

曹 圭 大**

On the Influence of the Yellow Sea Bottom Cold Water on the Demersal Fishing Grounds*

Kyu-Dae CHO**

The secular fluctuations of catches and fishing grounds and their relations to the bottom temperature are examined by using data of catches of the Yellow Croaker and the Kang-dal-li by stow net in the Yellow Sea and the East China Sea during recent ten years, 1970-1979.

The phase of the secular fluctuations of the catches was delayed about two years to that of temperature. That is, the catches were reduced during 1970-1973 and were increased rapidly during 1974-1975, and thereafter were balanced up to the end of 1976. However, after 1976, such tendency was not distinct because of an increase in fishing efforts.

The fishing ground in 1977, in which temperatures were lower than other years, was found in the southern part of the fishing grounds of warmer years, for example, 1972.

서 론

동지나해·황해의 水系는 黑潮系水和 黃海底層冷水를 포함한 大陸系 沿岸水로 크게 들로 나눌 수 있으나, 이 해역은 中國 大陸의 河川水 影響이 크고 淺海라는 특수성으로 인하여 海況, 氣象 등의 영향을 받아 단기변동, 계절변동, 장기변동 등의 현상을 나타내고 있어 어장환경 조건은 대단히 복잡하다.

多獲高價 어종인 참조기·강달이는 이 해역에서 주로 汽船底引網과 鮫網으로 어획된다. 참조기의 어획량은 1964~1968년, 1974~1976년과 1980년에 약 5萬%이며 다른해는 약 2萬%으로서 주기적인 변동을 보이고, 강달이는 1975년에 총어획량 약 5萬%을 기록한 후 점차 감소되는 경향을 보이고 있다. 안강망에 의한 참조기·강달이의 어획량은 이들 어종의 총어획량과 비슷한 經年變化를 나타내고 있다(Fig. 1).

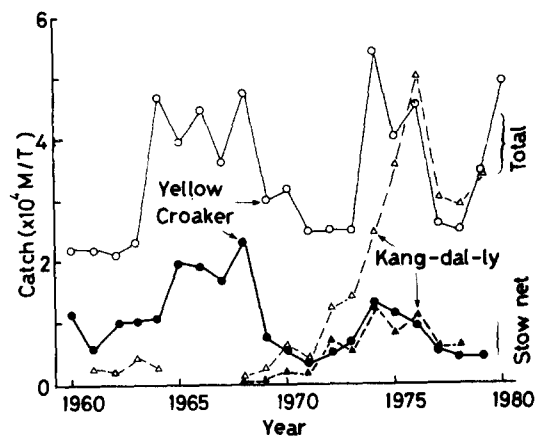


Fig. 1 Catches of the Yellow Croaker and the Kang-dal-li in the Yellow Sea and the East China Sea during 1960-1979.

* 이 논문은 1981년도 문교부 학술조성 연구비에 의하여 연구되었음.

** 부산수산대학 : National Fisheries University of Busan.

이 해역에 서식하는 참조기는 1,2월에 황해 중남부로부터 제주도 서방에 이르는 해역에서 월동하며, 4,5월경부터 황해 서부해역으로 북상을 시작하여 수온 降下期인 10월 이후에는 다시 越冬場으로 회유한다고 한다(大瀧·庄島 1978, 青山 1980). 강달이의 회유에 대한 조사보고는 없으나, 참조기와 같은 민어과에 속하므로 회유경로는 참조기와 비슷할 것으로 생각된다.

한편, 長崎海洋气象台(1964)와 近藤·玉井(1974)는 10°C 등온선을 指標水溫으로 하여 황해저층냉수의 消長을 조사 하였다. 大瀧·庄島(1978)는 참조기의 어획량 감소에 따라 그 분포역도 移行하였다고 했으며, 추(1971)는 참조기가 산란을 한 뒤에는 황해 전역으로 분산한다고 했다. 曺(1960)와 楊·曹(1982)는 참조기의 好漁場의 수온범위를 10~15°C로 추측

하였다. 그러나 이들 연구는 참조기의 어획량으로부터 어장분포를 조사한 것에 지나지 않고 장기간에 걸친 어획량의 변동과 어장환경의 변동과의 관계, 그리고 특히 강달이에 관하여는 거의 언급하지 않았다.

본 연구는 최근 10개년간의 안강망에 의한 어획 통계 및 수온자료로써 동지나해·황해에 있어서 참조기·강달이의 어획량과 어장에 있어서의 저층수온의 경년변화의 관계 및 그에 따른 어장의 해황 특성을 조사코저 하였다.

자료 및 방법

본 연구에 사용한 참조기·강달이의 어획자료는 韓國水産統計年報(水産廳, 1957~1980), 韓國統計年

Table 1 Data Sources

Data sources	Volume number, date	Institution, ships
Annual report of oceanographic observations	Vol. 18-28, 1969-1979	Fisheries research and development agency of Korea(Chi Ri San, Han Ra San, Back Du san)
The research of marine meteorological and oceanographic observations	Vol. 51, 61 Feb. 1972, Feb. 1977	Japan meteorological agency (Chofu Maru)

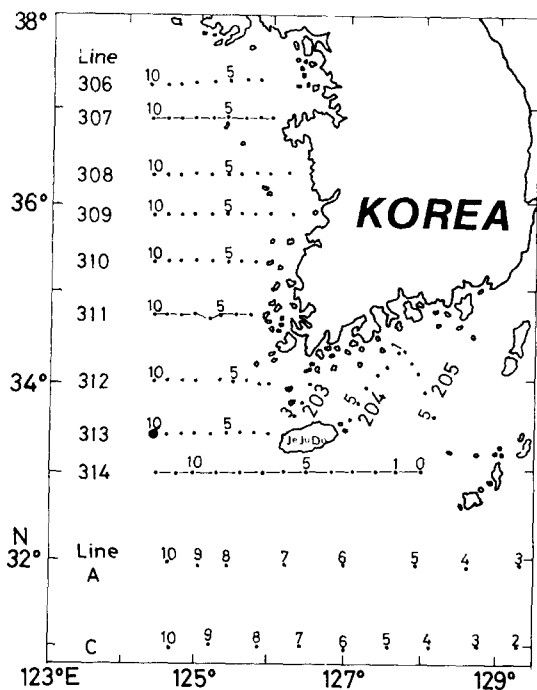


Fig.2 Stations of oceanographic observation.

報(經濟企劃院, 1980) 및 海況漁況月刊豫報(國立水産振興院, 1970~1979)의 안강망 어업에 의한 어획량이다. 해양관측자료는 Table 1에 표시한 것을 사용하였으며, 관측선 및 정점은 Fig.2와 같다.

어획량의 경년변화는 다음과 같은 두가지 방법으로 처리했다. 하나는 매년의 총어획량을 年別로 처리하였고, 다른 하나는 각년, 각월의 CPUE(양당당어획량) $x_{i,j}$ 를 구한 뒤 다음과 같은 식으로 CPUE의 편차를 각월별 積算 혹은 표준화 하여 경년변화를 구했다. i 를 어획월, j 를 어획년, n 를 총어획년수로 할 때 매월의 평균 CPUE \bar{x}_i 는

$$\bar{x}_i = \sum_{j=1}^n x_{i,j} / n, \quad i=1, 2, \dots, 12 \quad \dots \dots (1)$$

매월의 \bar{x}_i 로부터의 편차 CPUE Δx_i 및 표준화한 CPUE S_i 는 각각

$$\Delta x_i = x_i - \bar{x}_i \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$S_i = \Delta x_i / \sigma_i \quad \dots \dots \dots (3)$$

여기서 σ_i 는 매월의 표준편차를 나타낸다.

어장을 위도·경도 30분 면적과 같은 海區別로 나누어 참조기와 강달이의 CPUE의 비를 구하고, 합계의 크기를 5등급으로 나누어서 어군밀집 정도를 표시했다. 또한 고수온년(高水溫年)인 1972년과 저

黄海底層冷水가 底魚類 漁場에 미치는 影響

수온년(低水溫年)인 1977년에 대하여, 이들 어종의 월동기(越冬期)인 겨울(2월)과 북상기(北上期)인 봄(6월)에 대해 어장분포를 조사했다.

한편, 해양관측자료의 해석에 있어서, 우선 Fig. 2의 313선의 10점에 대한 1969~1979년의 50m층 수온의 각 월별 평균치를 구한 후 CPUE와 같은 방법으로 수온편차의 경년변화를 조사하였다. 여기서 고수온년과 저수온년을 구한 후, 이들 年에 대해서 Fig. 2의 각 정점에 대한 50m 및 저층의 수온분포와 307선 및 311선(6월)과 314선(2월)의 연직수온단면도(鉛直水溫斷面圖)를 조사했다.

결 과

1. 어획량과 저층 수온의 계절 변화

최근 10개년간(1970~1979) 안강망에 의한 참조기·강달이의 월별 단위노력당어획량(CPUE)의 평균치 및 표준편차를 Fig. 3에 나타내었다.

참조기의 평균 CPUE는 3~48kg/haul으로서 4월과 10월에 각각 극대치를 나타내고 있으나, 최대치를 나타내는 시기는 5월이고 그 값은 10월에 비해 약 15배이다. 한편, 강달이의 평균 CPUE는 11~65 kg/haul으로서 극대치의 시기는 참조기보다 1~3개월 빠른 3월과 7월이고, 1, 3월의 최대치는 7월의 약 2배이다. 이들 어종의 CPUE와 표준편차는 성어기(겨울과 봄)에 크고 한어기(여름)에는 작은 경향이 있다.

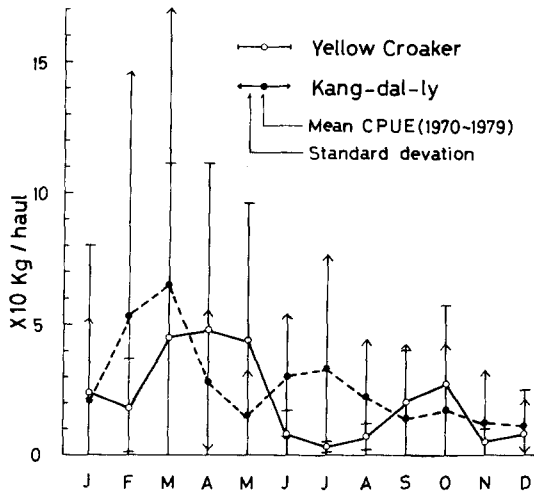


Fig. 3 Monthly mean CPUE's and their standard deviations by stow net in the Yellow Sea and the East China Sea.

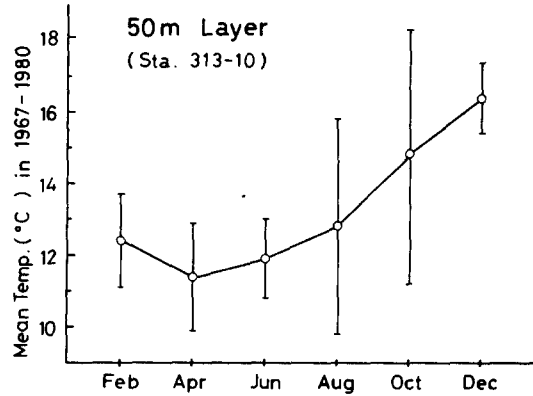


Fig. 4 Monthly mean temperatures and their standard deviations.

Fig. 4는 313선의 정점10에 있어서 1967년부터 1980년까지의 격월로 관측된 자료로부터 계절변화를 나타낸 것이다. 그림 중에 평균수온의 양측에 이어놓은 중선은 표준편차를 나타낸 것이다. 이 그림에서 최저수온은 11.4°C로서 4월에 나타나고, 최고 수온은 16.4°C로서 12월에 나타나나 12월이 8월 보다 높은 것은 황해난류의 이류(移流)에 의한 것으로 생각된다. 표준편차는 12월~6월까지 ±0.9~1.5°C로서 작으나, 8월과 10월은 ±2.0~3.5°C로서 변동이 클을 알 수 있다.

이상의 결과로서, 양 어종의 성어기인 2~5월은 평균수온이 11~12°C로서 비교적 낮은 수온을 나타내고 있으나, 그 외의 달은 한어기로서 수온이 13~16°C의 높은 수온을 나타내는 경향이다.

2. 어획량과 저층수온의 경년변화

Fig. 1에서 보인 바와 같이 안강망에 의한 참조기의 어획량은 1968년 이후, 강달이의 어획량은 1976년 이후 각각 감소하고 있다.

Fig. 5의 윗부분은 식(2)의 방법으로 구한 313선의 정점10(Fig. 2)에서의 50m층의 수온 편차(●표), 참조기(□표)와 강달이(△표)의 CPUE 편차를 월별로 적산하여, 중간부분은 월별 조업면적(경위도 30분에 상당하는 면적의 해수)의 평균에서의 편차(■표)를 구하여 경년변화를 나타낸 것이다. 이것에서 수온은 1969~1971년과 1977년을 하강기, 1972년과 1979년 이후를 상승기, 1973~1976년을 평형기라고 할 수 있고, CPUE는 1970~1973년과 1978년 이후를 감소기, 1974~1976년을 증가기, 1975~1976년을 평형기

라고 할 수 있다. 어획노력량은 평년치를 갖는 1976년을 중심으로 하여 그 이전은 평년치보다 적고, 그 이후는 급격히 증가한 해라고 할 수 있다. 어장면적의 경우, 1976~1971년과 1974~1976년은 평균치보다 적으며, 1972~1973년은 평균치보다 크고, 1977년 이후에는 다소 기복은 있으나 평균치를 보인 해이다.

여기서, 재미있는 현상은 CPUE가 수온보다 약 2년~2년반 늦은 시차(Time delay)를 가지고 있으나, 1976년 이후는 이러한 경향이 보이지 않는 점, 어획노력량이 1976년 이후 급격히 증가한 점, 그리고 CPUE의 감소기 중의 1971~1974년은 어장면적이 넓으나 CPUE의 증가기인 1974년과 1975년은 어장 면적이 줄어 들고 있는 점 등이다.

Fig. 6은 이상년(異常年)을 알아 보기 쉽도록 Fig. 5에서 사용한 자료를 표준차로 나누어 경년변화를 무차

원화 하여 표시한 것이며, 굵은 선은 12개월 이동평균(移動平均)한 것이다. 편이상 표준편차가 ± 1.0 이상의 것은 이상년이라고 볼 수 있다. 어획량의 경우 참조기는 1970년, 1974년과 1975년은 호어년(好漁年), 1977년과 1978년은 불어년(不漁年)이며, 강달이는 1972년과 1974년~1976년은 호어년이라고 할 수 있다. 그리고 참조기와 강달이의 어획량은 약 5~6년의 주기가 있는 것 같이 보였다.

3. 고수온년과 저수온년의 해황

어군의 집산, 회유 및 어종간의 분포상태와 수온 분포 및 변동과의 관계를 조사하여, 어장의 형성, 이동상황을 파악 코져 Fig. 6의 수온 경년변화로 부터 이상수온년에 대해서 조사했다.

Fig. 7은 이상고수온년인 1972년 2월과 6월의 50m 층의 수온, 참조기(검은부분)와 강달이(흰부분)의

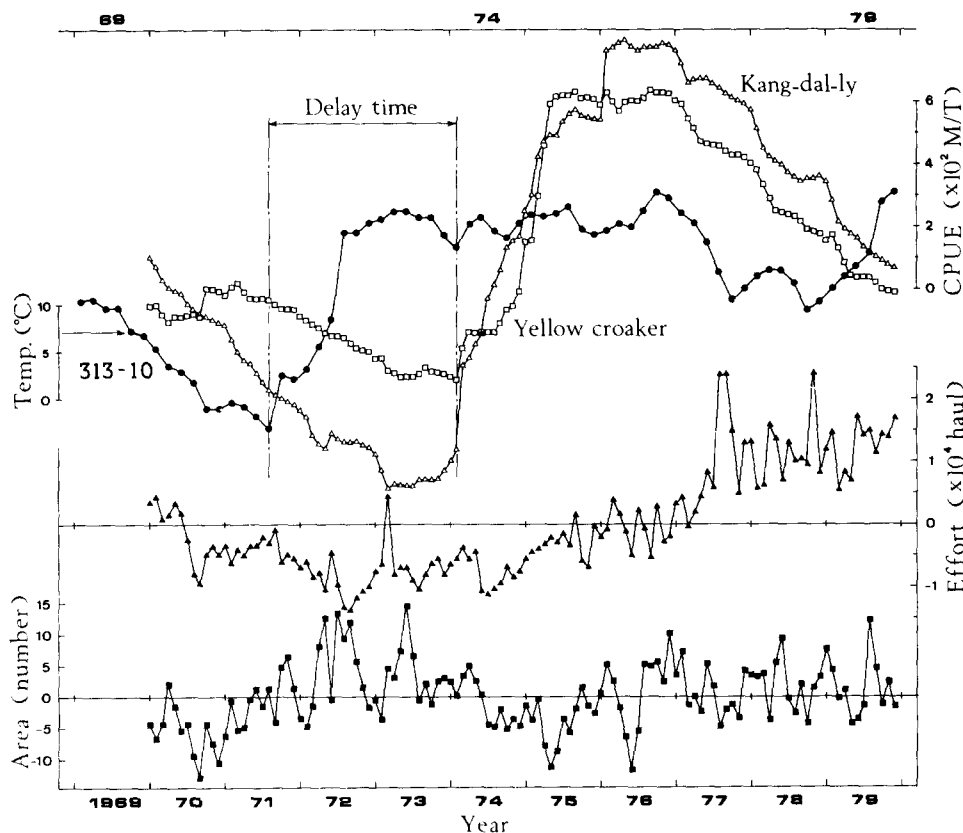


Fig. 5 Secular fluctuations of temperature, CPUE of the Yellow Croaker and the Kang-dal-li, fishing efforts and fishing areas by stow net in the East china Sea and the Yellow Sea . Temperature and CPUE indicate integral deviations from the mean values. The fishing area is in units of rectangles of 30' latitude by 30' longitude.

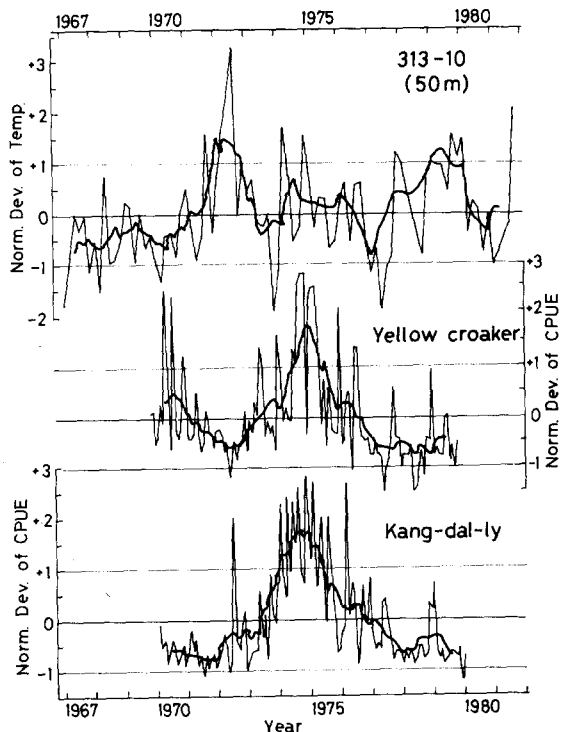


Fig. 6 Secular fluctuations of normalized deviation of temperature and CPUE for the Yellow Croaker and the Kang-dal-ly by these monthly values. Normalized deviations are divided by their standard deviations.

CPUE의 비를 표시한 것이며, Fig. 8은 이상저수년인 1977년의 2월과 6월의 경우를 표시한 것이다. 이것에서 황해저층냉수의 지표인 10°C 등온선(2월)과 난류의 지표수온인 15°C 등온선(6월)에 주목하여 보면, 2월의 경우 저수온년인 1977년에는 고수온년인 1972년보다 10°C 등온선이 약 30 해리 남하하여 거의 제주도 북서방에 동서로 펼쳐 있고 수온수평경도(horizontal temperature gradient)도 1977년 쪽이 크다. 6월의 경우 1977년에는 10°C 등온선은 큰 차가 없었으나 15°C 등온선이 제주도에 동서로 걸쳐 있는데 비하여 1972년은 북상하여 제주해협(34° 36'N선)의 동서로 펼쳐있다.

한편, 어장의 분포는 2월의 경우 저수온년인 1977년은 고수온년인 1972년에 비하여 훨씬 남하하여 있고 어군밀도도 크다. 6월의 경우는 10°C 등온선 주변의 수온전선 부근이 어군밀도가 높은 경향을 보이고 있으며, 특히 1972년에는 참조기가 강달이 보다 북상이 빨라 어청도 부근에 어군밀도가 큰 주 어장을 형성하고 있다. 반면에 강달이는 양년 모두 36°N 이남의 한국연안전선역에 주 어장을 형성하고 있는 것이 특징적이다. 이러한 참조기·강달이의 주 어장역에 있어서 수온연직구조를 조사하기 위하여, Fig. 2의 314선, 311선 및 307선에 대한 1972년과 1977년을 비교하였다.

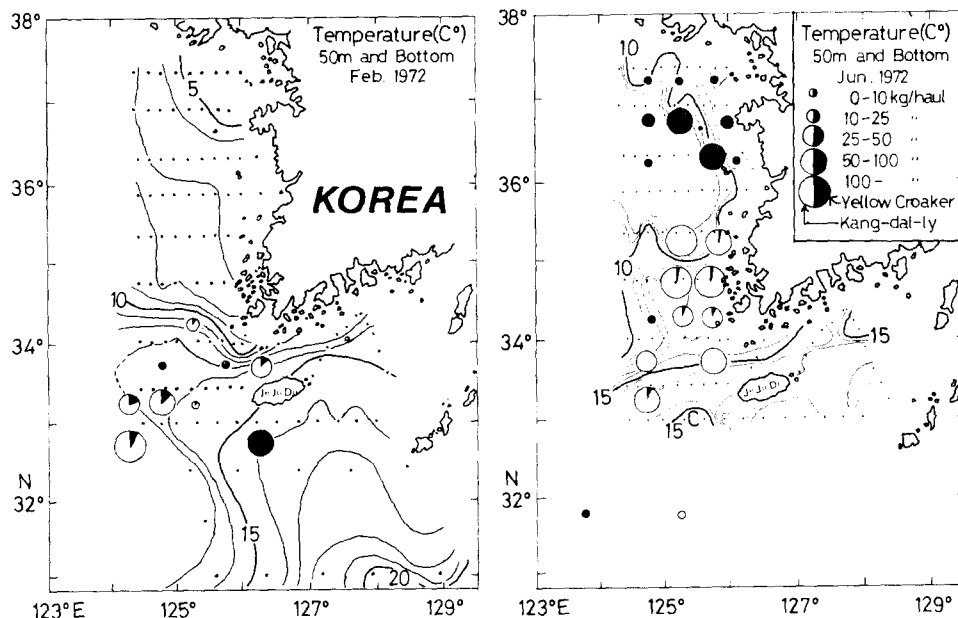


Fig. 7 Ratio of the CPUE for the Yellow Croaker and the Kang-dal-ly for each of rectangle 30' latitude by 30' longitude in warmer year, 1972. The size of circles indicates the grade of catches.

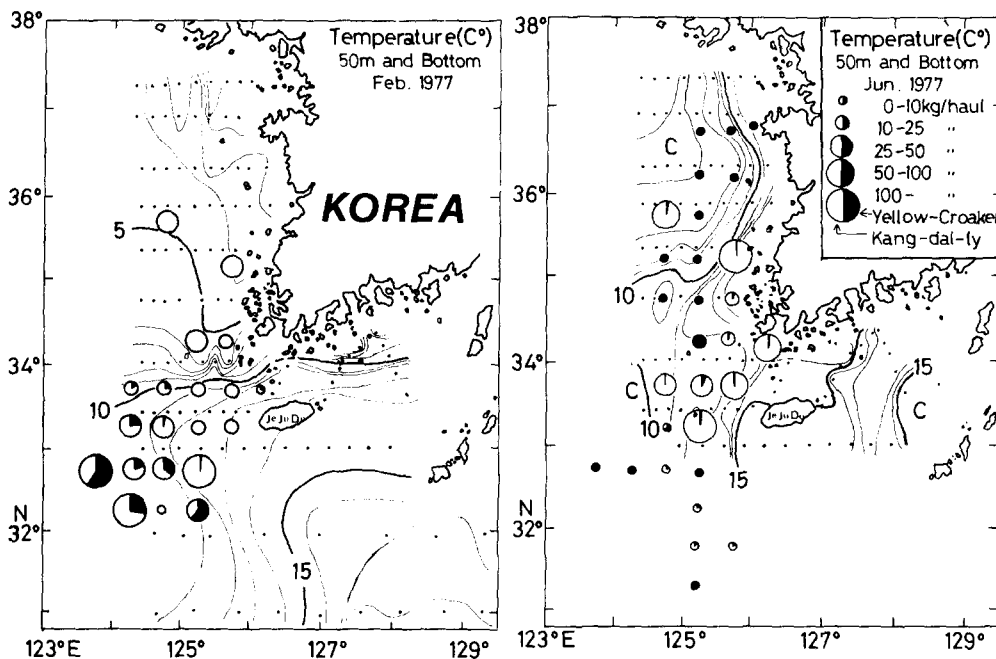


Fig. 8 Ratio of the CPUE for the Yellow Croaker and the Kang-dal-ly for each rectangle 30' latitude by of 30' longitude in colder year, 1977. The size of circles indicates the grade of catches.

Fig. 9는 참조기·강달이의 월동어장인 314선의 2월 Fig. 10은 북상 회유기의 강달이 주 어장인 311선의 6월, Fig. 11은 북상 회유기의 참조기의 주 어장인 307선의 6월에 대한 수온연직구조를 나타낸 것이다. 이것에서 1977년이 1972년보다 전반적으로 수온이 낮은 경향을 나타내고 있고, 어장별로 보면 월동어장(314선)은 수온이 낮은 해인 1977년 쪽이 어군밀집도가 높고, 북상기인 6월의 경우에는 수온이 높은 해인 1972년이 어군밀집도가 높은 경향을 보였다.

고 찰

1. 어획량의 변동과 수온의 관계

기상변화, 내부 증력과, 연안용승, 이류 등과 같은 물리적 현상에 의한 해양수온변화는 어군의 분포, 분산, 회유와 자원량의 변동에 깊은 관계를 가지고 있다. 渡部(1970)에 의하면 1962~1968년간 참고등어 배양양계군의 산란량의 변화현상은 월동어장이 있어서 수온변동에 의한 영향 때문이라고 했다. 특히 1963년의 이상냉수온년에는 산란기가 늦어지므로 성숙계수가 적어져 산란량이 감소되어 자원량 감

소가 많았다고 했다. 또한 小川·中原(1979)은 부어류의 어종교대에 있어서 三井田(1967)의 대마 동수도의 수온편차의 누적곡선을 이윤라이 권경이·멸치는 고온경향시대를 중심으로, 정어리·고등어는 저온경향시대를 중심으로 번영하는 경향이 있다고 하였다.

Fig. 5에서 볼 때 1967년~1976년 간의 어획량 변동이 수온변동보다 2~2.5년의 늦은 位相差를 가지고 변동하고 있다. 이러한 현상은 참조기·강달이의 채생산 연령이 2세 이상이란 것을 감안할 때(青山, 1980)수온이 저하 할 때는 어획량이 감소하고, 상승할 때는 증가하는 경향이 어종의 산란·부화 및 치어의 성육에 영향을 미친 결과라 생각된다.

그러나, 1977년 이후에는 어획량과 수온은 뚜렷한 상관관계가 보이지 않는다. 이것은 1977년 이후의 어획노력량의 급격한 증대현상과 어장면적의 변동과 관계가 있는 것 같다. Cushing(1975)에 의하면 1810~1968년간의 갈래이 정어 어획량의 경년 변화에서, 1820~1870년의 어획량의 증가는 기후변화(수온)에 의한 것이고, 1910~1953년은 어획노력량의 증가에 의한 남획으로 인한 것으로 알려졌다. 大瀧·庄島(1978)은 황해·동중국해의 참조기

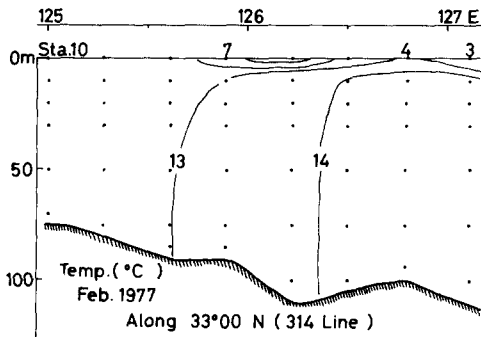
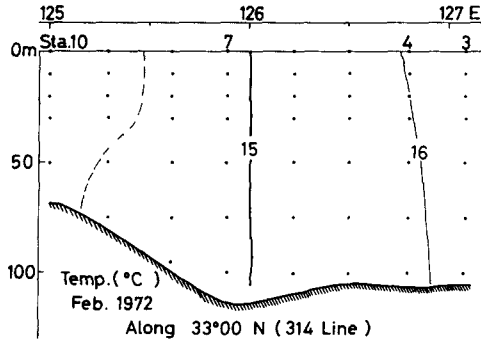


Fig. 9 Temperature sections in February 1972 (upper) and 1977(lower).

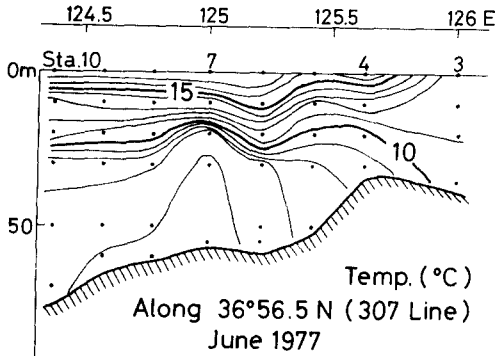
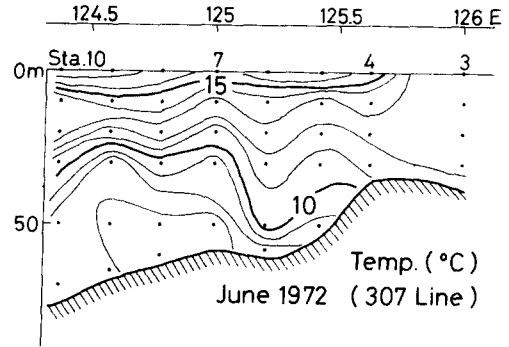


Fig. 11 Temperature sections in June 1972 (upper) and 1977(lower).

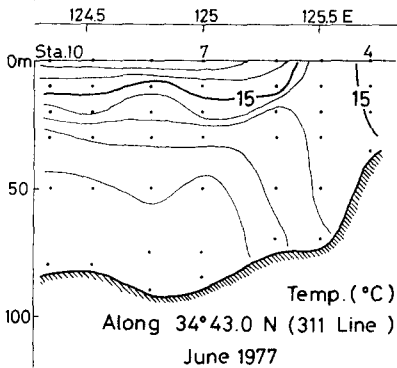
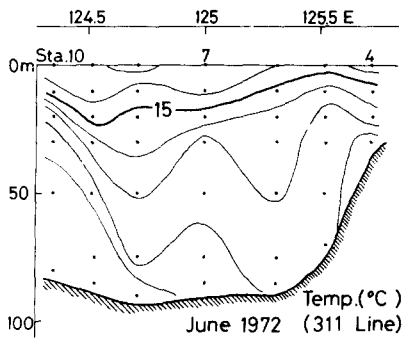


Fig. 10 Temperature sections in June 1972(upper) and 1977(lower).

자원량이 어획노력량의 증가로 인하여, 1955년 대형어가 많이 분포하는 제주도 서방역에서 1971년에는 소형어가 주로 분포하는 제주도 남서방으로 분포역이 移行하였다고 하였다. 이와같이 볼 때 1977년 이후의 어획량의 감소현상은 어획노력량의 급격한 증가로 인한 자원량의 감소라 생각되며, 이로 인하여 수온과 재생산 관계에 의한 어획량과의 관계가 분명하게 된 것 같다.

2. 참조기·강달이 어장의 해양특성

참조기·강달이를 보다 많이 어획하기 위해서는 이들 어종의 漁期에 대한 어장의 해양구조를 파악하는 것이 새로운 어장의 발견, 개발 및 어획의 예보에 큰 도움이 된다고 생각된다.

참조기의 주어기는 3~5월과 10월이고, 강달이의 주어기는 2, 3월과 6, 7월이며(Fig. 3), 주어장은 월동기의 경우 제주도 서방 및 남서방역, 북상 회유기의 경우는 한국연안측의 흑산도와 어청도 근해이었다(Fig. 7, Fig. 8).

년저 월동기인 2월의 경우를 보면, 고수온년(1972)과 저수온년(1977)중 저수온년 쪽이 전선의 수온수평경도가 크고, 황해저층냉수의 지표인 10°C 등온

선(長崎海洋气象台, 1964)이 많이 남하하여 어군밀도가 크다. 또한 월동장의 수온연직분포도 역시 저수온년이 고수온년보다 약 2°C 낮은 $13\sim 14^{\circ}\text{C}$ 를 나타내고 있다(Fig. 10).

이러한 현상은 수온이 수평 및 연직적으로 급격히 변화하는 해양온도전선역이 어류에 미치는 수온자극에 의한 장벽효과로 인하여 참조기·강달이의 서식 적수온 영역을 좁게 함으로써, 어군의 밀집현상이 일어나 좋은 어장을 형성한다고 생각된다.

Bull(1952)에 의하면 경골어류는 0.03°C 의 수온변화물 지각(知覺)할 수 있다고 하였다. 이러한 어류의 신경을 자극하는 요소로서 수온의 공간적인 변화보다 시간적 변화가 훨씬 더 큰 효과가 있다(黒木 1967, 1970). 그러므로 동계 황해·동지나해에 한냉한 북서 계절풍이 내습할 때에는 단시간에 수온이 급격히 하강하므로 이러한 장벽효과가 더욱 클 것이라고 예상된다.

다음에 북상 회유기인 6월의 경우를 보면, 고수온년(1972)과 저수온년(1977) 모두 10°C 등온선을 중심으로 한 황해저층냉수와 한국연안수와의 사이에 형성되는 대륙붕전선(Shelf front)역에 CPUE의 분포가 크다. Kang(1982)에 의하면, 하계 태양복사열과 수온의 상승등으로 인하여 표면 수온이 급격히 상승할 때, 비교적 수심이 얇은 전해역에서는 강한 조류에 의한 해저난류로 인해서 찬 저층수와 따뜻한 표층수와의 강한 혼합을 일으키게 된다. 이 결과, 표면은 외양보다 연안쪽이 수온이 내려가고, 저층은 거꾸로 연안쪽이 수온상승현상을 일으키게 되어, 외양수와 연안수와의 사이에 대륙붕전선을 형성하게 된다.

하계 황해중앙부의 저층에는 동계에 형성된 10°C 이하의 황해저층냉수가 잔존하며, 한국 연안측은 조류에 의한 혼합작용으로 대륙붕전선이 형성되므로(Fig. 10, Fig. 11), 그 경계역(10°C 등온선)의 한국연안측은 참조기·강달이의 좋은 어장을 형성하고 있다. 또, 수온이 높은 고수온년인 1972년이 저수온년(1977)보다 CPUE가 큰 경향을 나타 내었다(Fig. 7, Fig. 8). 이것은 수온이 높은 해 일수록 대륙붕전선의 형성과정에서 수온이 낮은 해보다 연안측의 저층수온이 높아져 황해저층냉수와의 수온수평경도가 크기 때문에 전선역의 수온장벽효과가 커지기 때문이라고 생각된다(Fig. 7의 June).

7월 부터 11월까지의 황해저층냉수가 차츰 약화되므로, 10°C 등온선은 한국연안측에서 황해 중앙

부 및 북부역으로 퇴거하게 된다(楊·曹, 1982). 이렇게 되면 이 냉수는 수온장벽의 역할이 상실되어 어군이 한국연안역에서 황해 전역으로 분산하여 환어가 된다(Fig. 3). 주(1971)는 6~12월의 안강망에 의한 어획강도가 큰 데도 불구하고 참조기의 CPUE가 미미한 것으로 보아 산란 후의 참조기군이 서해안에 잔존하지 않는다고 한 것은 본 연구의 결과와 같다. 그러나, 강달이의 유효도의 진폭이 큰 것으로 보아 안강망 어업의 주 대상어가 아니라고 한 점은 본 연구의 결과와 차이가 있다. 이는 Fig. 6에서 1971년은 강달이의 CPUE가 작았으나, 1973~1975년은 CPUE가 큰 것으로 보아 1971년에는 자원량이 적었으나 그후 자원량의 증가로 인하여 안강망의 대상어족이 된 것으로 생각된다.

일반적으로 생활양식이 유사하고, 환경에 대한 요구가 거의 일치하는 근사종이 공간적 혹은 시간적으로 생활영역을 달리 할 경우, 이러한 현상을 "Habitat Segregation(서식지 분리현상)"라고 한다(沼田 1974 등). 참조기·강달이 두 종은 모두 민어과에 속하여 그 생태적인 특성이나 환경에 대한 요구가 비교적 유사함에도 불구하고, Fig. 7과 Fig. 8에서 보는 바와같이 그 분포역을 달리하고 있다. 따라서, 황해에 있어서 이 두 어종의 분포역의 상위는 "Habitat Segregation" 현상으로 보아도 좋으리라 생각된다.

最首(1963)는 동지나해·황해에 서식하는 저서어류의 공간거점 관계에서 산란후가 "Habitat Segregation"이 심하다고 지적 하였으며, 曹(1981)는 고등어·전갱이의 수온에 의한 분포역의 상위률 "Habitat Segregation"이라고 추정했다.

본 연구에서는 산란기간에 있어서 분포역을 달리하는 "Habitat Segregation" 현상임을 볼 수 있었으나 수온에 의한 이 현상은 분명하지 않았다.

요 약

동지나해·황해의 최근 10개년간(1970~1979) 안강망에 의한 참조기·강달이 어획자료를 이용하여 어획량·어장의 경년변동과 저층수온과의 관계를 조사하였다.

그 결과, 1970~1976년간의 어획량은 수온보다 2~3년 늦은 위상(Time lag)을 가지고 변화하였다. 1970~1973년은 감소, 1974년초~1975년말은 급격한 증가, 그리고 그후 1976년말까지는 평형상태이었다.

그러나 1976년 이후에는 어획노력량의 증가로 인

黃海底層冷水가 底魚類 漁場에 미치는 影響

하여 이러한 위상을 가지는 경향은 명확하지 않았다.

또한, 수온이 평년 보다 낮았던 저수온년인 1977년의 어장분포는 수온이 높았던 고수온년인 1972년 보다 남쪽으로 치우쳐 있는 경향을 보였다.

문 헌

青山運雄(1950): 底魚資源, 恆星社厚生閣, 117-166.

裴東煥(1960): 韓國近海에 있어서 참조기 漁業의 資源生物學的 研究. 中央水産試驗場 資源調査報告 4, 1-106.

Bull. H. O. (1952): An evaluation of our knowledge of fish behaviour in relation to hydrography. Rapp ICES 131, 8-23.

曹圭大(1981): 東支那海의 海況과 施網漁場의 分布·變動에 관한 研究.

1. 그늘어·전갱이의 分布, 韓水誌 14(4), 239-252.

D. H. Cushing (1975): Marine Ecology and Fisheries. Cambridge. University Press, 201-219.

國立水産振興院(1970~1979): 海況漁況月刊豫報, 1-12(1970~1979).

주우일(1971): 한국 서해안 안강망 어업의 대상자원에 대한 연구, 국수진연보 7, 79-93.

Kang, Yong Q. (1982): Personnal Communication.

黒木敏郎(1967): 日本水産學會誌 33(3), 264-274.

黒木敏郎(1970): 水溫, 魚類生理(川本信之編), 恆星社厚生閣版, 279-290.

經濟企劃院調査統計局(1980): 韓國統計年鑑 27, 143-148.

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.

三井田恒博(1967): 對馬東水島中央部における水溫の周年變化と長期變動について, 福岡縣水試調査研究報告 13, 1-8.

長崎海洋氣象台(1964): 東シナ海·黃海の旬表面水溫10年報 (1953-1962), 氣象廳技術報告 31, 1-132.

沼田眞(1974): 生態學辭典, 築地會館, 196.

小川嘉彦·中原民田(1979): 浮魚類における卓越種の交替-II, 水産海洋研究會報 35, 1-13.

大瀧英夫·庄島悦子(1978): 資源の減少に伴うキグチ分布域の縮小について, 西水研研報 51, 111-122.

最首光三(1963): 黃海·東シナ海における底棲魚類の空間占據關係, 西水研研報, 156, 1-63.

水産廳(1959-1980): 韓國水産統計年報(1961-1979).

楊城基·曹圭大(1982): 東支那海·黃海의 참조기 漁場分布와 海況과의 關係, 韓水誌15(1), 26-34.

渡部泰輔(1970): マサバの發育初期における形態·生態ならびに資源變動に関する研究, 東水研研報 62, 1-283.