

北西太平洋 꽁치棒受網 漁獲量과 水溫과의 關係

조현수 · 이주희* · 공 영 · 김종빈 · 김태익 · 문대연

국립수산진흥원, *부경대학교

(1996년 6월 24일 접수)

Relationship between the Catch of the Pacific Saury and the Water Temperature in the Northwest Pacific Ocean

Hyun - Su JO, Ju - Hee LEE*, Yeoung Gong, Jong - Bin KIM

National Fisheries Reserch and Development Agency

*Pukyong National University

(Received June 24, 1996)

Abstract

The saury stick - held dip net fishery of Korea in the Northwest Pacific Ocean began in 1985 with 3 vessels. Since then the fishery has grown so rapidly year by year that the number of vessels increased to 34 and the catch to 40 thousands M/T in 1993. In the present study, the monthly situation and the movement of the fishing ground for the pacific saury in the Northwest Pacific were investigated and the monthly optimum fishing temperatures were estimated, from the relationship between the catch and the sea surface temperature.

In the beginning of the fishing season, June to August, the fishing ground is formed in the very wide range, mainly in the northward area of the front meandering, as the pacific saury migrate northward. In the main season, September to November, the ground is formed in the southward area of the front, off the east coast of Japan. Andd then, the fishing season ends in December with the ground coming near to the east coast of Japan.

The monthly optimum fishing temperatures showed 11~13℃ in June to July, 13~17℃ in August to November, and 15~17℃ in December in general.

The profiles of water temperature were much different in accordance by net casting position in the fishing ground, regardless of season. So, the MLD and CPUE was analyzed to find out the relation between the water temperature and the catch. Then, it is found that the CPUE shows over 0.7M/T/haul as the MLD 40~70m.

緒 論

전 세계에 분포하는 꽁치과 어류는 Pacific saury, *Cololabis saira*(Brevoort), Atlantic

saury, *Scomberesox saurus*(Walbunm), Atlatic - Indian saury, *Nanichthys simulans*(Hubbs and Wisner), Dwarf saury, *Elassichhtys adoce-tus*(Bölke)의 4속 4종이 있다. 이들 중 *Cololabis*

saira는 북태평양에, *Scomberesox saurus*는 북대서양과 남태평양에, *Nanichthys simulans*는 대서양 및 인도양의 온대수역에 각각 분포하며, *Elasticthys adocetus*는 동부 열대태평양과 하와이 군도 서방에 분포한다(孔, 1990). 본 연구에서는 우리나라 원양어업의 하나인 쾡치붕수망어업에서 어획되고 있는 북태평양 쾡치, *Cololabis saira*를 대상으로 붕수망어업의 어장형성에 관계되는 해양환경 요인을 구명하고자 하여, 주로 한국 쾡치붕수망어업의 어획량과 수온과의 관계를 검토 분석하였다.

한국의 쾡치붕수망어업은 1985년 3척이 북서태평양 공해어장에 출어하면서 시작되어, 1993년 현재에는 출어척수 34척에, 어획량은 약 4만M/T에 달하고 있다.

본래 우리나라에서 어획하던 동해안 쾡치에 관한 연구로는 어황과 해황에 관한 許(1958), 한과 공(1965, 68)의 연구, 분포회유에 관한 金(1973), Gong (1984, 86)의 연구 그리고 분포회유 및 산란에 관한 徐(1970)의 연구 등이 있다. 그리고 본 연구의 대상인 북해도 및 일본 동부 주변해역의 북서태평양에 분포하는 쾡치에 관한 연구로는 堀田(1967)의 쾡치자원의 수량변동에 관한 연구, 相澤 등(1978)의 쾡치 어군성상과 어황변동에 관한 연구, 福島(1979)의 회유기구에 관한 연구, 林 등(1981)의 분포 형태에 관한 연구, Sablin 등(1982)의 해수 열 조건에 따른 어획량과 회유에 관한 연구, 小坂 등(1984)의 어획량 경년변동에 관한 연구, 目黒 등(1987)의 북서태평양에서의 남북분포에 관한 연구 등이 있다.

그러나, 북서태평양 쾡치붕수망어업은 한국에서는 최근에 이루어진 어업으로서, 어장의 이용방법이 일본과는 상이한 점이 많고, 쾡치붕수망어업을 전제조건한 북서태평양에서의 해양환경적인 연구 분석이 아직까지 구체화되고 있지 않으므로, 본 연구에서는 조업선의 어획실적 자료와 국립수산진흥원의 4차에 걸친 과학자 승선조사 자료를 이용하여 북서태평양 쾡치어장의 수온분포와 어장형성과의 관계를 구명하고자 하였다.

資料 및 方法

본 연구에서는 북서태평양에서 조업한 한국 쾡치붕수망 어선(1989년 : 6척, 1990년 : 24척, 1991년 : 24척, 1992년 : 25척, 1993년 : 28척)이 국립수산진흥원에 제출한 1989~1993년간의 쾡치붕수망 어획실적보고서와 일본 기상청에서 발행한 같은 기간의 북서태평양 순별 표면수온 분포도를 이용하여, 월별의 어장형성 위치와 이동, 표면수온 분포와 어장형성과의 관계, 그리고 쾡치의 월별 어획적수온을 분석하였다. 또한 1992~1994년간의 4차에 걸쳐 실시한 국립수산진흥원의 한국 쾡치붕수망 어선에 대한 과학자 승선조사(1차 : 1992. 8. 22~10. 8, 2차 : 92. 11. 1~12. 4, 3차 : 93. 5. 27~6. 30, 4차 : 94. 7. 12~7. 21) 결과에서 얻어진 어장환경 및 어획자료를 이용하여, 어장의 수온 연직구조와 어획량과의 관계를 검토하고자 상부혼합층(mixed layer depth ; MLD)의 깊이에 따른 CPUE (M/haul) 변동 및 어획물 조성을 분석하였다.

어장의 중심위치와 분포를 나타내는 월별 어장의 重心 및 分散은 Gong (1984), 백 등(1992)이 사용한 방법으로 계산하였으며, 그 식은 다음과 같다.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{si} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n C_{si}} \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{si} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n C_{si}} \quad (1)$$

$$X = \left(\frac{\sum_{i=1}^n C_{si} \cdot x_i^2}{\sum_{i=1}^n C_{si}} \right) - \bar{x}^2 \quad Y = \left(\frac{\sum_{i=1}^n C_{si} \cdot y_i^2}{\sum_{i=1}^n C_{si}} \right) - \bar{y}^2 \quad (2)$$

여기서 C_{si} 는 어획량, x_i, y_i 는 x, y 의 경·위도 좌표, \bar{x}, \bar{y} 는 漁場重心의 경·위도 좌표, X, Y 는 어장의 分散 즉, 橢圓의 x, y 방향의 지름을 해리로 나타낸 것이다.

표면수온 분포와 어장형성과의 관계는 1989~1993년간의 어획량을 연별, 월별, 순별 및 해구별로 집계하고 순별 표면수온 분포도에 도시하여 그 관계를 해석하였다. 이때 해구 구분은 경·위도 1° 구획으로 하였다.

어획적수온은 Uda(1961), 한과 공(1968) 및 백

과 박(1986)이 사용한 방법으로 추정하였으며, 그 식은 다음과 같다.

$$f(x) = f(0)e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\bar{x}}{\sigma}\right)^2} \quad (3)$$

단,

$$f(0) = \frac{\sum_{i=1}^n f_i}{\sigma \sqrt{2\pi}}$$

이다. 또한, 여기서 f_i 는 어획량, σ 는 수온의 표준편차, x 는 수온, \bar{x} 는 평균수온이고, 어획적수온은 $\bar{x} \pm \sigma$ 의 범위로 정의하였다.

罾치붕수망 어선의 과학자 승선조사를 통한 해양환경 관측에서는 어장 이동이 없는 날에, 연직수온 자동기록기인 ABT-1을 사용하여 1일 1회, 63개 조업위치의 연직수온을 조사하였으며, 이 중 조업 시간 및 위치가 일치하는 36개의 연직수온 측정자료를 이용하여 어획량과 상부혼합층과의 관계를 분석하였다. 여기서 상부혼합층(mixed layer depth, MLD)은 Wyrтки (1964)의 정의에 따라서 표면수온과 0.5℃ 차이 나는 수심까지로 하였다.

結果 및 考察

1. 漁獲量 動向

우리나라 원양 罾치붕수망어업은 1985년에 3척이 조업을 시작하여 1990년 이후부터 어선척수와 어획량이 크게 증가하였으며 1993년에는 어선척수 34척, 어획량은 약 4만M/T에 달했다.

한국 罾치붕수망어업이 본격화되기 시작한 1989~1993년간의 5년 동안의 월별 어획량 및 CPUE (M/T/haul)는 Fig. 1에서와 같이 어기초기인 6월에는 어획량이 1,547M/T(전체의 1.2%), CPUE가 1.58M/T/haul이었고, 7월에는 각각 3,633M/T(전체의 2.9%), 1.01M/T/haul, 8월에는 8,610M/T(전체의 6.8%), 1.34M/T/haul, 9월에는 35,922M/T(전체의 28.6%), 2.53M/T/haul, 10월에는 38,444M/T(전체의 30.6%), 2.73M/T/haul, 11월에는 27,724M/T(전체의 22.0%), 2.04M/T/haul, 12월에는 9,937M/T(전체의 7.9%), 2.46M/T/haul로 나타났다(孔 등, 1993).

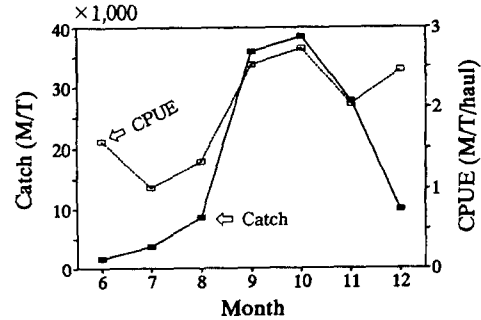


Fig. 1. Monthly catch and CPUE(M/T/haul) of pacific saury by the Korean stick-held dip netters during 1985~1993.

이처럼, 총어획량과 CPUE의 면에서 볼 때 罾치붕수망어업의 주어기는 9~11월로 추정할 수 있다. 그리고 시기별 어획량을 한국 동해에서의 罾치어획량과 비교하여 보면, 한국 동해에서의 罾치어획량은 북상기에 해당하는 4월~8월까지의 어획량이 전체의 약 70%를 차지하나(공 등, 1974; Han et al., 1970), 북서태평양에서는 남하기에 해당하는 8월 중순~12월까지의 어획량이 전체의 약 95%를 차지하여 서로 상반되는 시기에 주어기가 형성됨을 알 수 있다.

2. 漁期 및 漁場

한국 罾치붕수망어업의 어기는 어군이 북상하는 6~7월부터 시작하여 12월까지이다. 본 연구기간인 1989년부터 1993년까지 한국 罾치붕수망어선이 조업한 어장은 35°~45° N, 140° E~160° W의 범위에 있었으며, 이중 서경어장에서의 조업은 1990년과 1991년에 약간 실시되었으나 어획시기가 주어기에 들어가기 직전의 6월~8월 초로서 어획량이 저조하고 어장탐색의 목적으로 이루어진 것으로 보이며, 그 이전과 이후에는 전혀 조업이 없었다.

표면수온 분포와 어장형성과의 관계를 알아보기 위하여 1989~1993년간의 어획량을 연별, 월별, 순별 및 해구별로 집계하여 순별 표면수온 분포도에 도시한 결과 중, 한국 罾치붕수망어업의 어획량이 가장 많았던 1993년도를 표본으로 하여 매월 중순의 순별 어장도를 Fig. 2에 나타내었다.

이 그림에서 보면, 6월 중순의 어장은 Kuroshio

난류와 Oyashio 한류의 전선대 주변에서 특히, 표면수는 12~15℃의 등온선이 북측으로 돌출된 해역에서 형성되었으며, 39°~41°N, 154°~161°E 사이의 4개 해구에서 조업이 이루어졌다. 어획량은 서쪽의 2개 해구에서 100~499M/T, 동쪽의 2개 해구에서 10M/T 이하였고 조업범위는 그다지 넓지 않았다. 7월 중순에는 표면수는 11~15℃의 등온선이 조밀하게 분포하고 있는 전선대 및 그 북측 해역인 41°~44°N, 154°~161°N 사이의 13개 해구에서 형성되어 6월에 비하여 어장이 북쪽으로 약간 이동하고 많이 분산되었으며, 해구별 어획량

은 전반적으로 100M/T 이하의 낮은 값을 나타내었다. 8월 중순에는 표면수는 13~18℃의 등온선이 분포하는 북해도 연안쪽인 남서쪽으로 매우 빨리 이동하여 40°~44°N, 141°~147°N 사이의 8개 해구에서 형성되었으며 어획량은 41°N, 143°E 해구에서 500M/T 이상의 매우 높은 값을, 나머지 해구에서는 100M/T 이하의 낮은 값을 나타내었다. 그런데, 그림에서 제시하는 1993년 이외의 해에는 8월의 어장은 대단히 광범위하였으며 북해도 연안으로부터 동쪽으로 멀리 분산된 경향을 나타내고 있었다. 9월 중순에는 어장의 이동은

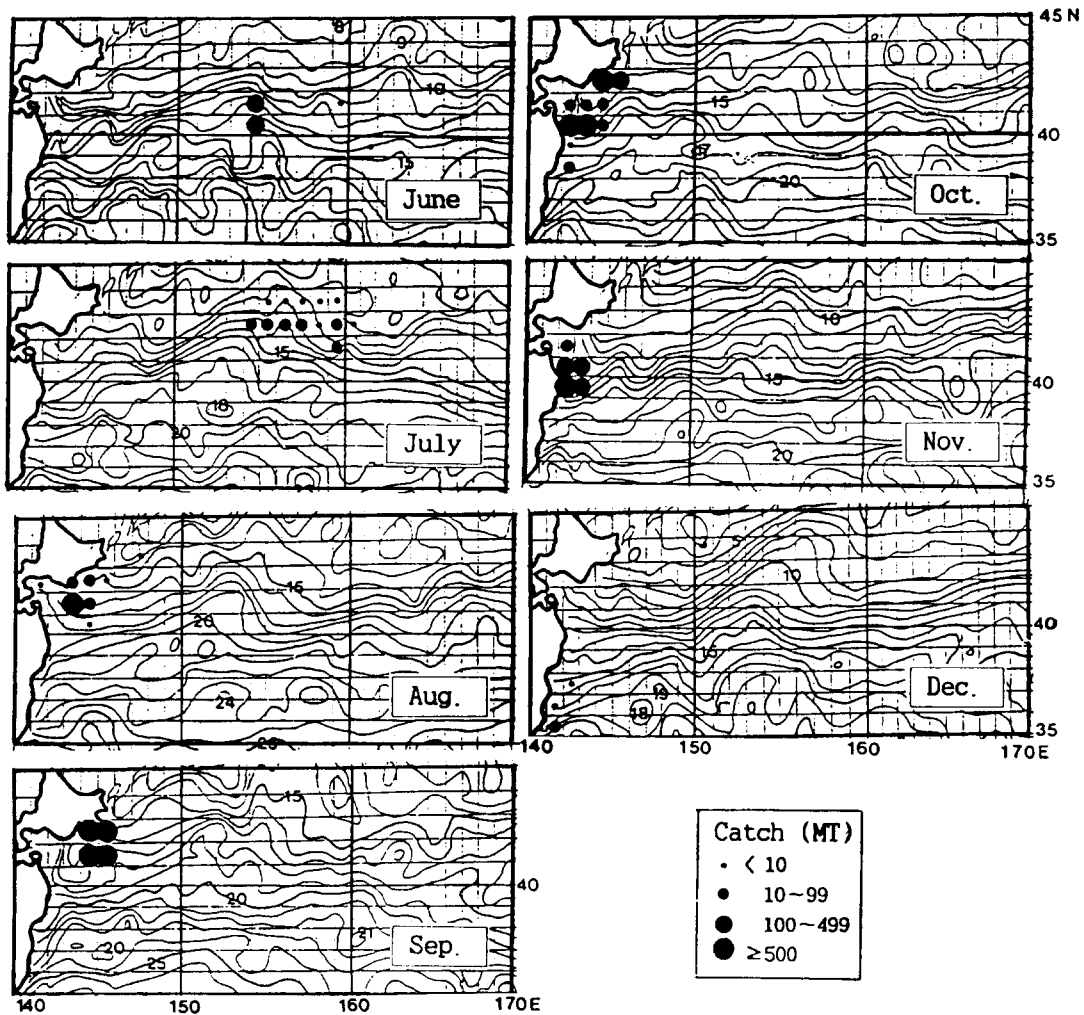


Fig. 2. Distribution of catch in middle 10 days (11~20th) of every month by every statistical sea block by the Korean stick-held dip netters in the Northwest Pacific in 1993.

그다지 없었으며 Oyashio 한류 세력의 확장으로 인하여 표면수온 15~18℃의 등온선이 남쪽으로 치우친 41°~42°N, 144°~145°E 사이의 4개 해구에서 형성되었고, 어획량은 모든 해구에서 500M/T 이상의 매우 높은 값을 보였다. 10월 중순에는 어장이 북해도 및 일본 동부연안을 따라 남쪽으로 이동하여 한·난류의 전선대 중에서도 표면수온 13~18℃의 등온선이 매우 조밀하면서 남쪽으로 치우쳐 있는 38°~42°N, 142°~145°E 사이의 10개 해구에서 형성되었으며, 어획량은 3개 해구에서는 500M/T 이상으로 매우 높았고, 6개 해구에서는 100M/T 이하의 낮은 값을 보였다. 11월 중순에는 10월에 이어 계속 남하하였으며, 표면수온 12~15℃의 등온선이 매우 조밀하면서 남쪽으로 치우친 39°~42°N, 142°~143°E 사이의 일본 동부연안 가까이에서 형성되었다. 어획량은 5개 해구 중 4개 해구가 100M/T 이상의 값을 나타내었다. 12월 중순에도 계속 남하하여 표면수온은 15~20℃의 등온선이 남쪽으로 치우친 35°~37°N, 140°~142°E 사이의 4개 해구에서 100M/T 이하의 낮은 어획량을 나타내었다.

福島(1979)는 북서태평양 罾子の 회유에 대해서 춘계~8월 초순을 북상 및 색이기로, 8월 중순~추계를 남하기로 그리고 추·동계를 산란 및 월동기로 구분하고 있는데, 본 연구에서 보면, 북상 및 색이기에 해당하는 6~8월 초순에는 표면수온의 해양전선이 북측으로 돌출된 곳에서 중심어장이 형성되고 있으며, 8월 중순 이후의 남하기에는 일본 동부연안에서 Oyashio 해류가 남측으로 확장된 해역 전단부의 전선대에서 중심어장이 형성되고 있었다. 이는 북상 및 색이기의 罾치는 왕성한 색이활동으로 인해 전선역이 북쪽으로 돌출된 해역으로 집중되고 있음을 나타내며, 역으로 남하기의 罾치는 산란을 위해서 연안으로 접근하면서 한류에 의해 강하게 억압되는 전선대의 전단부에 집중되고 있음을 보여준다.

또한, Fig. 2에서 나타난 어장의 이동과 분포를 보다 구체적으로 알아보기 위하여, 1989~1993년의 5년간의 전어획실적 자료로부터 Gong(1984)과 백 등(1992)이 사용한 방법으로 어장중심 및 어장의 분산을 구하여 Fig. 3에 나타내었다.

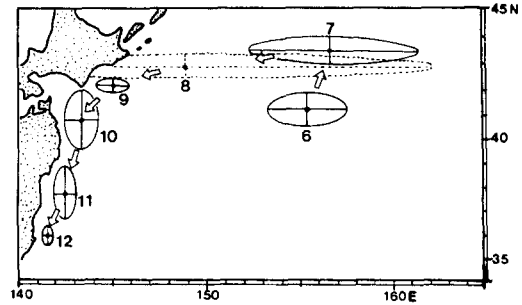


Fig. 3. Monthly centroids and associated ellipses of the distribution of Pacific saury by the Korean stick-held dip netters in the north-west Pacific during 1989~1993.

이 그림에서 보면, 어기 초기인 6월에는 어장중심이 41° 06'N, 155° 30'E에서 형성된 후 7월에는 북상하여 43° 30'N, 156° 54'E에서 형성되고 있다. 8월에는 漁場重心이 다시 남서쪽으로 이동하여 42° 54'N, 149° 00'E에서 형성되었으며, 9월에는 어장중심이 같은 방향으로 계속 이동하여 42° 06'N, 145° 12'E에서 형성되었다. 9월 이후에는 어장중심이 일본 동부연안에 매우 접근하여 남하 이동하였으며, 10월에는 40° 42'N, 143° 30'E, 11월에는 37° 48'N, 142° 36'E, 12월에는 36° 00'N, 141° 36'E로 그 중심이 계속 남하하고 있다.

어장의 분산은, 동서방향으로는 8월에 1,866 miles로 가장 컸고, 12월에 18miles로 가장 작았으며, 남북 방향으로는 10월에 138miles로 가장 컸고, 12월에 18miles로 가장 작았다. 그 이유로는, 6~8월간에는 Kuroshio 난류와 Oyashio 한류가 접촉하면서 동서로 길게 형성되는 아한대수렴선(subarctic boundary)을 따라 어장이 형성되었기 때문에 동서 방향으로 넓게 분산된 것으로 추측되며, 10~12월간에는 Oyashio 해류가 일본 동부연안 가까이 접근하여 남쪽으로 확장된 해역의 전선대에서 어장이 형성되었기 때문에 남북 방향으로 넓게 분산된 것으로 추측된다.

3. 漁獲適水溫

북서태평양에서 罾子の 어획적수온을 추정하기 위하여, 1985~1993년간의 월별 어획량을 수온 0.5℃ 간격으로 구분하여, 어획량과 수온과의 관계를 분석하였다. 이때 수온별 어획량이 정규분포

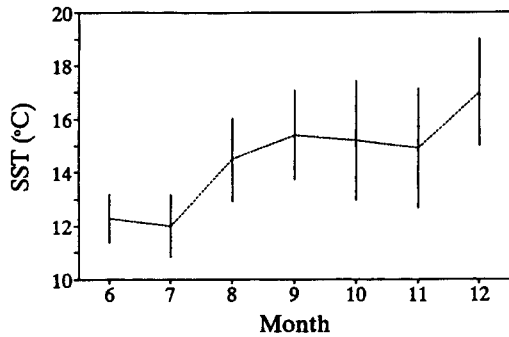


Fig. 4. Optimum temperature at the sea surface for pacific saury fishing in the Northwest Pacific. The vertical lines represents $\bar{x} \pm \sigma$, the range of optimum temperature and the dotted line, the most optimum temperature.

한다고 가정하여, Uda(1961), 한과 공(1968) 및 백과 박(1986)이 사용한 방법으로 어획적수온을 추정하면, 6월 어획적수온은 11.4~13.2°C, 7월은 10.8~13.2°C, 8월은 12.9~16.1°C, 9월은 13.7~17.1°C, 10월은 13.0~17.4°C, 11월은 12.7~17.1°C이며, 12월의 어획적수온은 15.0~19.0°C로서, 이들을 도시하면 Fig. 4와 같다.

이 그림에서, 어획최적수온은 6, 7월에는 12.3°C, 12.0°C로 낮았다가 8월에 급격히 증가하여 14.5°C에 달하며 그 이후 9월에서 11월까지의 14.9~15.4°C 범위를 유지하다가 12월에는 또다시 급격한 증가를 나타내어 17.0°C에 달했다.

여기서, 북상 및 색이기에 해당하는 6~7월의 어획적수온이 대단히 낮은 것은 福島(1979)가 지적한 바와 같이 색이기의 쾡치 분포역은 해양 전선대의 북측에 나타나고 있다는 점과 밀접한 관계를 갖는 것으로 보인다. 한편, 12월의 어획최적수온이 가장 높았던 것은 쾡치의 산란장이 전선대의 남측 난수역에 있다는 福島(1979)의 지적에 비추어 볼 때 남하한 어군은 이 시기에 산란장에 도착한 것으로 추측된다. 따라서, 한국 쾡치붕수망 어기의 어획적수온은 남하기에 해당하는 8~11월의 14.5~15.4°C에 비하여 북상 및 색이기에 해당하는 6~7월에는 12.0~12.3°C로서 매우 낮고, 산란기인 12월에는 17.0°C로서 매우 높게 나타났던 것으로 판단된다.

4. 漁獲 水層

북서태평양의 수온 연직구조 중, 수온약층은 춘계~하계에는 얇은 곳에서 형성되고, 추계~동계에는 깊은 수심에서 형성되는 것으로 알려져 있다. 그러나, 본 연구의 대상 어종인 쾡치는 표층회유성 어종으로서 Kuroshio와 Oyashio가 접촉하면서 형성되는 아한대수렴선(subarctic boundary)에 분포하므로서(孔, 1990), 과학자 승선조사를 실시한 쾡치 어장의 수온 연직구조는 계절에 관계없이 같은 해구(30'×30')일지라도 조업위치에 따라 현저한 차이가 있었다. 때문에 수온의 연직구조에 따라 어획량의 변화가 있을 것으로 추정하고, 수온 연직구조와 어획량과의 관계를 구명하고자, 수온약층이 시작되는 수심 바로 위쪽에 위치한 상부혼합층(mixed layer depth; MLD)의 깊이와 CPUE(M/T/haul)의 관계를 분석하였으며, 그 결과를 Fig. 5에 나타내었다.

이 그림에서 보면, 조사기간 중의 MLD는 표면에서부터 4~90m까지 형성되었다. MLD에 따른 CPUE 변동을 보면 MLD가 35m 이천의 해역에서는 0.7M/T/haul 이하의 낮은 수준을 보였고, 40~70m되는 해역에서는 0.7M/T/haul 이상의 높은 수준을 보였다. 그러나 70m 이십의 해역에서는 다시 감소하였다.

이 결과는, 탐조등을 이용하여 수평적으로 멀리 분산되어 있는 어군을 그물쪽으로 모으고 또한, 집어등을 이용하여 그물 밑 깊은 수심에 있는 어군까지 부상시켜서 어획할 수 있는 붕수망 어법의 특성과 관계가 있는 것으로 추측된다. 즉, 쾡치는 수온

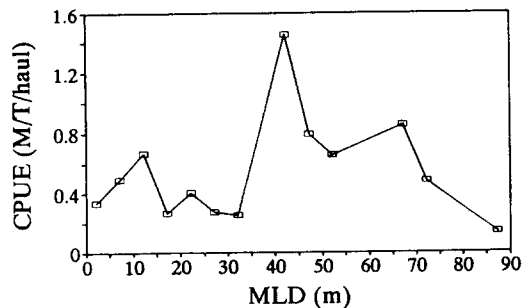


Fig. 5. Relationship between mixed layer depth (MLD) and CPUE(M/T/haul) of pacific saury during 1992~1994.

약층의 상부인 MLD에 분포하므로, MLD가 35m 이천의 해역에서는 집어등 불빛이 도달하는 수심에 있는 어군의 분포 공간 즉, MLD가 좁으므로 CPUE가 낮은 것으로 사료되며, MLD가 70m 이십의 해역에서는 어군의 분포 공간이 너무 넓어 집어등의 효과가 미치지 않는 MLD가 존재하므로 CPUE가 낮은 것으로 사료된다.

要 約

1989~1993년간의 북서태평양 한국 쫄농수망 어획실적보고서와 일본 기상청에서 발행한 같은 기간의 북서태평양 순별 표면수온 분포도 그리고, 1992~1994년간 4차에 걸쳐 한국 쫄농수망 어선에 직접 승선하여 조사한 자료를 이용하여 어기 및 어장, 쫄농의 월별 어획적수는 그리고 MLD와 CPUE와의 관계를 연구한 결과를 요약하면 다음과 같다.

한국 쫄농수망어업의 어기는 어군이 북상하고 있는 6~7월부터 시작하여 12월까지였으며, 어장은 35°~45°N, 140°E~160°W에서 형성되었다.

표면수온 분포에 따른 어장 형성은 북상 및 색이기에 해당하는 6~8월 초순에는 Kuroshio 해류가 위도상 다른 지역보다 북측으로 돌출된 전선대에서 중심어장이 형성되었고, 8월 중순 이후의 남하기에는 일본 동부연안에서 Oyashio 해류가 남측으로 확장된 해역 전단부의 전선대에서 중심어장이 형성되었다.

쫄농의 월별 어획적수온은 6월에 11.4~13.2℃, 7월에 10.8~13.2℃, 8월에 12.5~16.6℃, 9월에 13.7~17.0℃, 10월에 13.0~17.4℃, 11월에 12.8~17.0℃, 12월에 15.0~19.0℃이었다.

MLD와 CPUE와의 관계를 보면 MLD가 35m 이천의 해역에서는 0.7M/T/haul 이하의 낮은 수준을 보였고, 40~70m되는 해역에서는 0.7M/T/haul 이상의 높은 수준을 보였다. 그러나 70m 이십의 해역에서는 다시 감소하였다.

參考文獻

- 孔泳(1990) : 북태평양의 쫄농 어업자원. 수산계, 제 6권 제 3호, 20~42.
- 공영, 이장욱, 박영철, 문대연, 양원석, 김종빈, 조현수, 김태익, 권정노(1993) : 쫄농수망어업 어획통계 및 어장도(1985~1992). 수진사업보고, 제 107호, 138pp.
- 공영, 이장욱, 허장봉(1974) : 한국 동해 쫄농어장의 해양학적 특성. 수진연구보고, No. 4, 69~91.
- 金基柱(1973) : 쫄농의 漁業生物學的 研究, 2. 回遊. 韓水誌, 6(1,2), 49~57.
- 백철인, 박종화(1986) : 안강망어업에 있어서 갈치의 어황과 해황. 수진연구보고, No. 39, 29~41.
- 백철인, 박종화, 조규대(1992) : 한국근해 참조기 어장의 어황변동과 해양특성. 수진연구보고, No. 46, 69~80.
- 徐學根, 金奉安(1970) : 한국 동해 쫄농의 분포, 회유 및 산란. 수산자원보고, No. 8, 31~47.
- 한희수, 공영(1965) : 쫄농의 어황에 대하여. 수산자원보고, No. 6, 13~35.
- 한희수, 공영(1968) : 쫄농의 어황과 해황과의 관계. 수진연구보고, No. 3, 45~56.
- 許宗秀, 金鍾斗(1958) : 쫄농 자원조사 보고. 수산자원보고, No. 3, 55~69.
- 孔泳, 平野敏行(1986) : 韓國近海におけるサンマの分布 回遊と海洋環境. 水産海洋環境論.
- 相澤幸雄, 福島信一(1978) : 東北海區におけるサンマ魚群 性狀と漁況變動との關係. 東北水研 研究報告, No. 39.
- 福島信一(1979) : 北西太平洋系サンマの回遊機構の綜 觀的解析. 東北水研研究報告, No. 41, 1~70.
- 林 小八, 小達繁(1981) : サンマの分布様式について. 日 水誌, 47(6), 705~711.
- 堀田秀之(1967) : 東北海 區におけるサンマ資源の數量變動に關する研究 (Ⅵ). 東北水研研究報告, No. 27, 1~10.
- 小坂 淳, 丹野信一(1984) : 惣野灘におけるサンマ漁獲量 の變動についての一, 二の知見. 東北水研 研究報告, No. 46, 21~26.
- 目黒敏美, 安間元, 梶原善之, 山口秀一, 山本昭一, 島崎健 二(1987) : 北西太平洋におけるサンマの南北分布. 北大水産業報, 38(2), 126~138.
- Gong, Y. (1984) : Distribution and Movement of Pacific saury, *Cololabis saira*(Brevoort), in the Relation to Oceanographic Conditions in Waters

- off Korea. Submitted to the University of Tokyo for the degree of Doctor of Agriculture, 160pp.
- Han, H. S. and Gong, Y. (1970) : Relation between oceanographical conditions and catch of saury in the eastern sea of Korea. In The Kuroshio - A Symposium on the Japan Current (Ed. J. C. Marr). East - West Center Press, Honolulu, 585 ~592.
- Sablin, V. V. and Pavlychev, V. P. (1982) : Dependence of migration and catch of Pacific saury upon thermal conditions. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., No. 44, 109~117.
- Uda, M. (1961) : Fisheries Oceanography in Japan Calif Coof. Oceanogr. Fish. Invest. Reports, VIII.
- Wyrcki, K. (1964) : The thermal structure of the eastern Pacific Ocean. Ergä nzungsheft Reihe A(80), Nr. 6, Deutscher Hydrographischen Zeitschrift, 84p. (In English with german and French summaries.).