

북태평양 한국 꽁치봉수망어업의 현황 분석

조현수[†] · 문대연 · 김영승 · 이주희* · 김형석*

국립수산과학원 · *부경대학교

Analysis on the Present Condition of the Korean Stick-held Dip Net Fishery for Pacific Saury in the North Pacific Ocean

Hyun-Su Jo[†] and Dae-Yeon MOON and Yeong-Seung KIM,

Ju-Hee LEE*, Hyung-seok KIM*

National Fisheries Research and Development Institute,

*Pukyong National University

Abstract

This paper presents a general overview of the Korean stick-held dip net fishery for Pacific saury operated in the North Pacific Ocean since 1985.

Annual catches, annual centroids distribution of fishing ground, and optimum fishing temperatures were compared between the periods before and after the new Korea-Japan bilateral fishery arrangement established in 1998.

Fishing usually began in May and ended by December, during which major catches were taken in the months September~November before the bilateral fishery arrangement between Korea and Japan, whereas in August~October after the arrangement. It was observed that after the arrangement the centroids of fishing ground was shifted from the usual fishing area off the east coast of Japan to the east of South Kuril Islands, 45°N and 151°E.

Optimum fishing temperatures appeared to be different by month; 12.5~14.4°C in May, 12.0~14.2°C in June, 11.4~13.9°C in July, 11.4~15.9°C in August, 12.9~16.9°C in September, 12.7~17.3°C in October, 13.1~17.6°C in November, and 15.0~19.1°C in December.

A total of 13 species were caught during scientific observation periods but the target species, Pacific saury, accounted for about 99.9% of the total catch.

Although there was no difference in fishing days between those vessels equipped with the sonar and those without sonar, number of set, total catch, and CPUE of those with sonar were higher than those without sonar by 13%, 26%, and 12%, respectively.

Key words : Pacific saury(꽁치), stick-held dip net(봉수망), fishing ground(어장), fishing temperature(어획수온), sonar(소나)

서론

우리나라에서는 꽁치를 1985년 이전까지는 자망

어업 등에 의해 동해안에서만 어획하였지만, 1985년부터 꽁치봉수망어업의 시작으로 북서태평양에서도 어획하게 되었다. 꽁치봉수망어업이 본격적인 조업

[†]Corresponding author : hsjo@nfrdi.re.kr

이 이루어진 1990년도 이후에는 출어선의 증가와 함께 어획량도 증가하여 1997년의 경우 30척이 출어하여 5만톤을 어획하여 최고치를 기록하였다. 그러나 최근에는 어획량이 감소하여 연간 2만톤 수준을 유지하고 있다.

우리나라에서 어획하던 동해안 쾡치에 관한 연구로는 어황과 해황에 관한 허와 김(1958), 한과 공(1965, 1968)의 연구, 분포회유에 관한 김(1973), Gong (1984)의 연구 그리고 분포회유 및 산란에 관한 서(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(1978)의 쾡치 어군성상과 어황변동에 관한 연구, 福島(1979)의 회유기구에 관한 연구, Sablin 등(1982)의 해수 열 조건에 따른 어획량과 회유에 관한 연구, 小坂 등(1984)의 어획량 경년 변동에 관한 연구, 日黒 등(1987)의 북서태평양에서의 남북분포에 관한 연구, 조 등(1996)의 어획량과 수온과의 관계 연구, Tian 등(2002)의 쾡치 풍도와 해양 기후 변동과의 관계 연구 등이 있다.

본 연구에서는 조 등(1996)의 연구 이후 일본 산리쿠 수역 어장 상실과 러시아 남쿠릴 수역 입어 등 조업 환경이 많이 변화하였음에도 불구하고 추가 연구가 없었던 우리나라 쾡치붕수망어업의 어획량과 어장 중심 및 어획적수온 등의 변동을 비교·검토하고, 조업시 소나 사용에 따른 어획 효과 등을 분석하였다.

재료 및 방법

1985~2002년 북태평양에서 조업한 우리나라 쾡치붕수망어선 연 327척이 국립수산물학원에 제출한 어획실적보고서를 이용하여 단위노력당어획량(CPUE : mt/haul), 어획량, 어기, 어장중심 및 어획적수온 등을 분석하였다. 그리고 1992년도 25척(소나 보유 15척)의 어획실적보고서를 이용하여 소나 사용에 따른 어획 효과를 비교하기 위하여 두 종류의 조업선간 조업일수, 투망횟수 및 어획량 등을 1척당으로 표준화하여 분석하였다. 일부 조업선의 자료 불량 및 보고 누락 등으로 본 연구에 사용된 자료의 표본율은 전체 조업선의 77% 수준이었다. 또한, 국립수산물학원에서 1992~1994년 4차례에 걸쳐 실시한 쾡치붕수망어선 승선조사(1차 : '99. 8. 22~10. 8, 2차 : '92. 11. 1~12. 4, 3차 : '93. 5.

27~6. 30, 4차 : 94. 7. 12~7. 21) 결과에서 얻어진 어획자료를 이용하여 어획물 조성을 조사하였다.

어장의 분포 중심 및 범위는 Sokal and Rohlf (1981)의 방법으로 추정하였다. 이 방법에서 분포의 중심(\bar{X} , \bar{Y})은 쾡치가 어획된 각 해구의 중심점(Long. X_i Lat. Y_i)에 각 해구별 어획량(Catch $_i$)을 가중하여 추정하였다. 여기서 분포중심(\bar{X} , \bar{Y})은 아래 식(1)과 같다.

$$(\bar{X}, \bar{Y}) = \left(\frac{\sum_i \text{Catch}_i \cdot X_i}{\sum_i \text{Catch}_i}, \frac{\sum_i \text{Catch}_i \cdot Y_i}{\sum_i \text{Catch}_i} \right) \dots(1)$$

쾡치가 어획된 위치(Long. X_i , Lat. Y_i)에 대한 통계적 공동신뢰영역(joint confident region)은 장축과 단축을 지니는 타원(ellipse)으로 표현된다. 여기서, 타원의 장축(λ_1)과 단축(λ_2)은 아래 식(2) 및 식(3)과 같다.

$$\lambda_1 = 0.5 \cdot [s_1^2 + s_2^2 + \sqrt{(s_1^2 + s_2^2)^2 - 4 \cdot (s_1^2 \cdot s_2^2 - s_{12})}] \dots\dots\dots(2)$$

$$\lambda_2 = s_1^2 + s_2^2 - \lambda_1 \dots\dots\dots(3)$$

위 식에서 s_1 , s_2 및 s_{12} 는 각각 X , Y 에 대한 표준편차, 공분산으로 구할 수 있다. 타원의 방향성을 나타내는 장축 및 단축의 기울기 b_1 , b_2 는 아래 식(4)와 같다.

$$b_1 = \frac{s_{12}}{\lambda_1 - s_1^2}, b_2 = \frac{-1}{b_1} \dots\dots\dots(4)$$

쾡치 어군의 회유는 해구별 월별 어획량의 이동 상황과 쾡치 어획위치에 대한 통계적 공동신뢰영역을 나타내는 타원의 방향성을 고려하여 추정하였다. 어획적수온은 Uda(1961) 및 한과 공(1968)이 사용한 방법으로 추정하였으며, 그 식은 아래와 같다.

$$f(x) = f(0) e^{-\frac{1}{2} \left[\frac{x - \bar{x}}{\sigma} \right]^2} \dots\dots\dots(5)$$

단, $f(0) = \frac{\sum_i f_i}{\sigma \sqrt{2\pi}}$ 이다. 여기서 f_i 는 어획량, σ 는 수온의 표준편차, x 는 수온, \bar{x} 는 평균수온이고, 어획적수온은 $\bar{x} \pm \sigma$ 의 범위로 정의하였다.

결과 및 고찰

1. 어획량 및 CPUE

우리나라는 1985년에 3척을 시작으로 원양 꽂치붕수망어업에 참가하여 2년의 시험조업 기간을 거쳐 1987년부터 정식 허가어업으로 전환된 후 1990년 이후부터 출어척수의 증가와 함께 어획량이 크게 증가하였다. 1997년에는 31척이 조업, 50,227톤을 어획하여 최고치를 나타내었으나, 이후 어획량이 감소하여 현재는 약 2만톤 수준을 유지하고 있다.

한·일 어업협정이 발효된 1999년 이전과 이후의 월별 어획 비율과 CPUE는 Fig. 1에서와 같이 1985~1998년에 어획비율의 15%를 초과한 기간은 9~11월로서 연간 어획량의 80.7%를 차지하였고, 같은 기간에는 CPUE도 2.1~2.9mt/haul로서 5~7월의 1.1~1.7mt/haul 보다는 높은 것으로 나타났다. 반면 1999~2002년에는 월간 어획량이 연간 어획량의 15%를 초과한 기간이 8~10월로서 연간 어획량의 77.9%를 차지하였다.

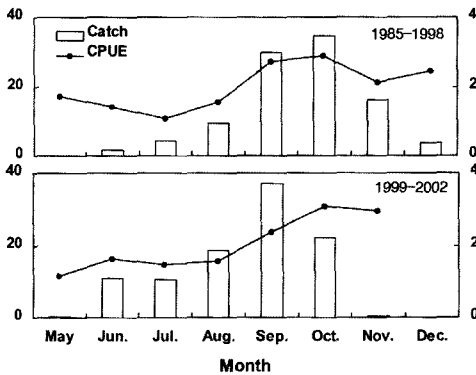


Fig. 1. Monthly percentage of catch and CPUE of Pacific saury by the Korean stick-held dip net fishery in the North Pacific Ocean, 1985~2002.

이처럼, 월별 어획 비율과 CPUE 측면에서 볼 때, 한·일 어업협정이 발효되기 이전인 1985~1998년의 주어기는 9~10월로 추정되어 조 등(1996)이 보고한 주어기와 일치하였으며, 협정 발효 이후인 1999~2002년의 주어기는 8~10월로 추정되어 협정 발효 이전보다 주어기가 1개월 앞당겨졌다. 이와 같이 1999년부터 주어기가 1개월 앞

당겨진 원인은 꽂치붕수망어업 전업선의 증가로 인해 5월부터 조업이 시작되어 출어 시기가 앞당겨졌고 또한, 한·일 어업협정 발효에 따라 10월 이후 우리나라 주 조업장인 일본 산리쿠 수역 35miles 안쪽 어장의 상실로 인하여 11월에 조업이 불가능하게 되어 어기가 단축되었기 때문으로 사료된다.

2. 어장 중심 및 분포

1985~2002년 동안 우리나라 꽂치붕수망 어장은 34°~46° N, 140° E~160° W로서 광범위하게 형성되었다. 처음 출어를 시작한 1980년대의 어장은 주로 일본 EEZ 내측에서 형성되었으나, 1990~1991년에는 어장이 서경수역의 공해상 160° W까지 확대되기도 하였다. 어장 중심과 이동을 알아보기 위하여 Sokal and Rohlf(1981)이 사용한 방법을 이용하여 어장 중심과 분산을 Fig. 2와 3에 나타내었다.

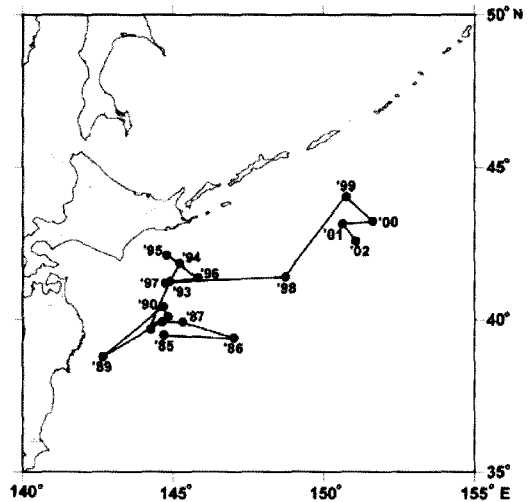


Fig. 2. Annual centroids distribution of Pacific saury fishing grounds by the Korean stick-held dip net fishery in the North Pacific Ocean, 1985~2002.

연도별 어장 중심은 Fig. 2에서와 같이 1986년과 1989년을 제외하면 1992년 이전에는 40° N와 145° E 부근에서 형성되었으며, 1993~1997년에는 북쪽으로 이동하여 북해도 동남쪽인 40° 30'N와 145° E 부근에서 형성되었다. 1999년 이후에는 북동쪽으로 조금 더 이동하여 러시아의 남쿠릴열도

동쪽인 43°N와 151°E 부근에서 어장 중심이 형성되었는데, 이는 한·일 어업협정 발효 결과, 일본 연안으로부터 35miles 내측 조업이 금지되면서 러시아 EEZ인 남쿠릴 수역에 입어를 하였기 때문으로 사료된다.

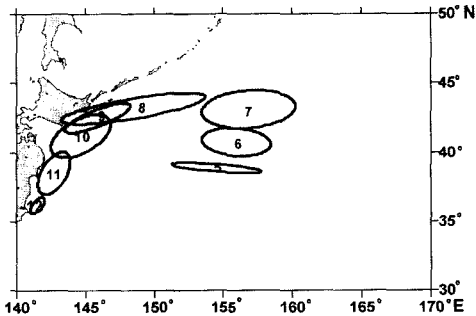


Fig. 3. Bivariate ellipses determined from the monthly catch distribution of Pacific saury by the Korean stick-held dip net fishery in the North Pacific Ocean, 1985~2002.

월별 어장은 Fig. 3에서와 같이 여기 초기인 5월에는 어장 중심이 공해상인 38° 53'N, 154° 32'E에서 형성된 후 계속 북상하여 6월과 7월에는 어장 중심이 각각 40° 45'N, 155° 57'E와 43° 07'N, 156° 51'E에서 형성되었으나 조업 위치는 160°W인 서경 수역까지 광범위하게 형성되었다. 8월에는 어장 중심이 다시 서쪽으로 이동하여 러시아 남쿠릴열도 동쪽인 43° 11'N, 148° 28'E에서 형성되

었으며 어장범위는 6~7월과 마찬가지로 175°W인 서경 수역까지 광범위하게 이루어졌다. 9월에는 어장 중심이 남서쪽으로 이동하여 북해도 동쪽 연안인 42° 31'N, 145° 52'E에서 형성되었다. 9월 이후에는 어장 중심이 북해도 및 일본 동부연안에 아주 가까이 접근하면서 남하 이동하여, 10월에는 41° 12'N, 144° 39'E, 11월에는 38° 30'N, 142° 44'E, 12월에는 36° 12'N, 141° 31'E에서 형성되었다. 어장의 분산은, 동서방향으로는 8월에 1,672마일로 가장 컸고, 12월에 6.9마일로 가장 작았으며, 남북 방향으로는 10월에 341마일로 가장 컸고, 5월에 4마일로 가장 작았다. 그 이유로는, 5~8월간에는 Kuroshio 난류와 Oyashio 환류가 접촉하면서 동서로 길게 형성되는 아한대 수렴선(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. 어획물 조성

승선조사시 이루어진 493회의 조업에서 어획된 어종별 어획량은 Table 1과 같다. Table 1에서 보면 총 13종이 어획되고 있으나, 어종별 어획 비율은 목표종인 꽁치의 어획량이 전체 어획량의 99.9%를 차지하였으며 고등어, 오징어류, 멸치가 각각 0.05% 미만, 그리고 나머지 어류가 아주 소량 어획되었다.

일반적으로 트롤어업, 자망어업 등에서는 혼획어

Table 1. Species composition of the Korean stick-held dip fishery in the North Pacific Ocean, 1992~1994

Common name	Scientific name	Korean name	No. of caught	Percentage
Pacific saury	<i>Cololabis saira</i>	꽁치	10,575,162*	99.86
Pacific mackerel	<i>Scomber japonicus</i>	고등어	5,682*	0.05
Squids		오징어류	5,477*	0.05
Japanese anchovy	<i>Engraulis japonicus</i>	멸치	3,934*	0.04
Others		기타	164	+
Total			10,590,419	100.00

* : Estimated, + : Less than 0.01

The others consists of amberjack, frigate mackerel, Pacific pomfret, daggertooth, chum salmon, salmon shark, prowfish, sardine and ocean sunfish.

종의 비율이 높아, 어획물 선별에 많은 노력이 요구되나, 북서태평양의 꽁치붕수망 어업에서는 혼획어종의 비율이 낮아서 별도의 어획물 선별 작업이 필요 없다는 점이 하나의 특징이 되고 있다.

4. 어획적수온

꽁치 어획량이 수온에 따라 정규분포 한다고 가정하여 추정된 5월부터 12월까지의 어획적수온은 Fig. 4에서와 같이 12.5~14.4°C, 12.0~14.2°C,

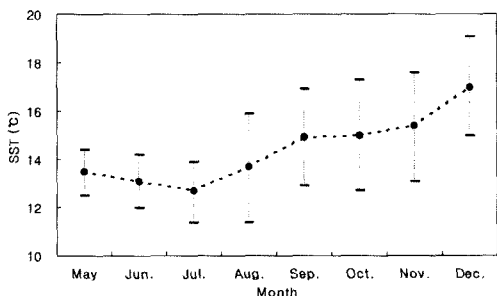


Fig. 4. Optimum sea surface temperature for pacific saury fishing in the North Pacific Ocean, 1985~2002.

The vertical lines represent $\bar{x} \pm \sigma$, the range of optimum temperature and the dotted line, the most optimum temperature.

11.4~13.9°C, 11.4~15.9°C, 12.9~16.9°C, 12.7~17.3°C, 13.1~17.6°C, 15.0~19.1°C로 각각 나타났다.

그리고 어획최적수온은 조업을 시작하는 5월에 13.5°C에서 시작하여 6월과 7월에는 13.1°C, 12.7°C로 낮아졌다가 8월 이후에는 13.7°C로 다시 높아졌다. 8월 이후 9월에서 11월까지 14.9~15.4°C 범위를 유지하다가 12월에는 다시 급격히 올라가 17.0°C까지 높아졌다.

이 결과는 조 등(1996)이 보고한 어획적수온과 비교하면, 6, 7월에는 각각 0.8°C, 0.6°C 높게 나타났고, 8, 9월에는 각각 0.9°C, 0.5°C 낮게 나타났다. 이는 출어시기와 어장이 다르기 때문에 나타난 결과라고 생각되며 특히, 8월과 9월에 어획적수온이 낮았던 원인은 Fig 2와 같이 한·일 어업협정 결과에 따라 러시아 수역에 입어함으로써 어장의 중심이 북쪽으로 이동하였기 때문으로 사료된다.

또한, 북상 및 색이기에 해당하는 6~7월의 어획최적수온이 낮은 것은 福島(1979)가 지적한 바와 같이 색이기의 꽁치 분포역은 해양 전선대의 북측에 나타나고 있다는 점과 밀접한 관계를 갖는 것으로 보인다. 한편, 12월의 어획최적수온이 가장 높았던 것은 꽁치의 산란장이 전선대의 남측 난수역에 있다는 福島(1979)의 지적에 비추어 볼 때 남하한 어군은 이 시기에 산란장에 도착한 것으로 추측된다.

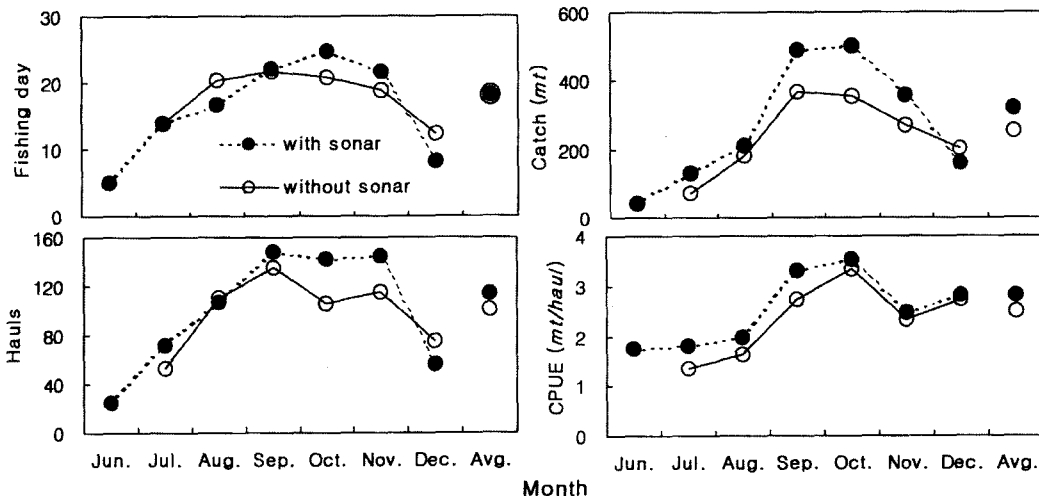


Fig. 5. Comparison of fishing days, number of set, catch, and CPUE between the vessels with sonar and without sonar in 1992.

5. 소나 사용에 따른 어획 효과

꽂치붕수망어선의 조업일수는 소나를 보유한 조업선과 소나를 보유하지 않은 조업선 사이에 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으나 투망횟수 및 어획량은 소나를 보유한 조업선이 각각 13%와 26% 높게 나타났으며 특히, 어획량이 적은 월에 비하여 어획량이 많은 9~11월 동안에 투망횟수 및 어획량이 높았다. 그리고 CPUE는 Fig. 5에서와 같이 소나를 보유하고 있는 조업선이 모든 월에서 항상 높았으며, 평균 12% 높게 나타났다.

이와 같이, 소나를 탑재하여 조업할 경우에 투망횟수, 어획량 및 CPUE는 증가함에도 불구하고 조업일수가 차이가 나지 않은 이유는, 어탐 장비인 소나는 어군을 탐색하는데는 많은 역할을 하지만, 어장을 찾는 데는 그다지 중요한 역할을 하지 못하기 때문으로 생각된다. 이것은 꽂치붕수망 어선들이 어장을 찾을 때에는 여러 척이 선단을 형성하여 정보를 교환하면서 단체 행동을 취하지만, 어장을 찾은 후 어군을 어획할 때에는 '타넘기 조업'이라 하여 빠르게 이동하는 꽂치 어군을 따라 가면서 여러 척의 조업선이 경쟁적으로 조업을 하기 때문에, 소나를 보유한 조업선이 소나를 이용하여 얻은 어군 분포 상황에 관한 정보를 타 조업선에게 제공하지 않는 것이 일반적이다. 따라서 소나의 사용은 투망횟수, 어획량 및 CPUE를 증가에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

요 약

북태평양에서 조업하는 우리나라 꽂치붕수망어선의 어획량과 시기별 어장 중심 및 어획적수온 등을 검토하고 조업시 소나 사용에 따른 어획 효과를 분석하였다.

조업 시기는 5~12월이었고 어획 비율과 CPUE 측면에서 볼 때, 한·일 어업협정 발효 이전인 1985~1998년의 주어기는 9~11월로, 발효 이후인 1999~2002년의 주어기는 8~10월로 추정되었다. 한·일 어업협정 이후 어장 중심은 일본 동쪽 연안 측으로부터 러시아 남쿠릴열도 동쪽인 43°N와 151°E 부근으로 이동하였다.

꽂치의 어획적수온은 5월에는 12.5~14.4℃, 6월은 12.0~14.2℃, 7월은 11.4~13.9℃, 8월은 11.4~15.9℃, 9월은 12.9~16.9℃, 10월은 12.7~17.3℃, 11월은 13.1~17.6℃ 그리고 12월에는

15.0~19.1℃이었다.

어획종은 총 13종으로서 목표종인 꽂치가 99.9% 어획되어 대부분을 차지하였다.

조업일수는 소나를 보유한 조업선과 소나를 보유하지 않은 조업선 사이에 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으나 투망횟수, 어획량 및 CPUE는 소나를 보유한 조업선이 각각 13%, 26%, 12% 높게 나타났다.

참고문헌

- 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.
- 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.
- Sokal, P. R. and Rohlf, F. J. (1981) : biometry, 2nd. ed. W. H. Freeman and Company, NY, 859pp.
- Tian, Y., Akamine, T., Suda, M. (2002) : Variations in the abundance of Pacific saury (*Cololabis saira*) from the northwestern Pacific in relation to oceanic-climate changes. Fisheries Research. 1447, 1~16.
- Uda, M. (1961) : Fisheries Oceanography in Japan. Calif. Coop. Oceanogr. Fish. Invest. Reports, VIII.
- 目黒敏美, 安間元, 梶原善之, 山口秀之, 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. 北大水産彙報, 38(2), 126~138.
- 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.
- 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.
- 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

- 告, No. 27, 1~10.
- 小坂淳, 丹野信一(1984) : 態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.
- 김기주 (1973) : 풍치의 어업생물학적 연구, 2. 회유. 한수지, 6(1,2), 49~57.
- 서학근, 김봉안 (1970) : 한국 동해 풍치의 분포, 회유 및 산란. 수산자원보고, No. 8, 31~47.
- 조현수, 이주희, 공영, 김종빈, 김태익, 문대연 (1996) : 북서태평양 풍치붕수망 어획량과 수온과의 관계. 한국어업기술학회지, 32(3), 249~256.
- 한희수, 공영 (1965) : 풍치의 어황에 대하여. 수산자원보고, No. 6, 13~35.
- 한희수, 공영 (1968) : 풍치의 어황과 해황과의 관계. 수진연구보고, No. 3, 45~56.
- 허종수, 김종두 (1958) : 풍치 자원조사 보고. 수산자원보고, No. 3, 55~69.
-
- 2003년 10월 30일 접수
2003년 11월 19일 수리