

서부태평양에서 다랑어 旋網漁業의 漁獲分布와 漁場環境

金 炯 碩

釜慶大學校

(1999년 6월 28일 접수)

Distribution of Catches and Condition of Fishing Ground for Tuna Purse Seine in the Western Pacific Ocean

Hyung-seok KIM

Pukyong National University

(Received June 26, 1999)

Abstract

Temperal and spacial analysis for catches have been after drawing up a catch distribution chart and analysing catches and CPUE(Catch Per Unit Effort) using catch data with purpose of obtaining basic data to establish a selective method of effective fishing the tuna purse seine fishing grond.

The temperature profile section and catch was surveyed to analyse the effect of catch in relation to the fishing ground environment.

The results are as follows ;

1. As for the catch variation between 1983 and 1984, the catch mainly took place on 150° E, and after that it moved eastward enlarging the range of catch. In the monthly catch variation between January and February, the catches mainly happened on 135° ~ 155° E, and then moved to the gradually westward. However, from July it moved to the South and from October Southeast.

2. As to the eatch ratio for the school associated with the drifted object, the pelagic migrating school and the school associated with the biological objects, the catch ratio for the school associated with the drift objects was the highest. The catch ratio for the school associated with the drifted object was high in June, July and November whiles between January and March for the pelagic migrating school.

3. SST (Sea Surface Temperature) was around 28~29℃ on the observing line of 137° E and the catches took place in the north equatorial counter-current situated on around 5° ~ 6° N. SST in the northern summer was 1℃ higher than winter and it was about 29~30℃. The catch happened with the center of north equatorial counter-current.

The reason why the catch mainly took place on the north equatorial counter-current is that main catch of tuna purse seine was the school associated with drift objects. It is thought that the fishing grounds are made in waters that have many drift objects like drift logs from the coast.

序 言

최근의 원양어업은 각국에 있어서 1994년 해양법의 발효이후 더욱 더 어장이 축소되어 가고 있는 어려운 상황이 계속되고 있다. 이러한 상황 속에서도 서부태평양해역에서 조업하는 다랑어 선망어업은 고도 회유성어류인 다랑어류를 어획의 대상으로 하고 있기 때문에 특정의 연안국과의 어업협정이 실패를 해도 조업을 계속할 수 있으며, 비교적 200해리 경제수역의 영향이 적으므로 주목받고 있는 어업이다.

다랑어류를 대상으로 어획분포와 어장환경에 관한 연구는 여러 연구(花本, 1986; 久田, 1979; 井上等, 1971; 鈴木, 1971; 川合, 1969; Yamanaka et al., 1969)가 있으나 대부분이 다랑어 주낙어업을 대상으로 한 연구였다. 다랑어 주낙어업은 주 어획 대상어류가 눈다랑어(*Thunnus Obesus*, LOWE), 황다랑어(*Thunnus Albacares*, BONNATERRE) 등이므로 이들 어류를 중심으로 한 연구(花本, 1986; 久田, 1979; 鈴木, 1971)가 대부분이다. 다랑어 선망의 주 어획대상어류는 가다랑어(*Katsuwonus Pelamis*, LINNAEUS), 황다랑어이나 선망어구로 어획되는 황다랑어의 경우는 어군을 이루어 표층을 회유하는 군을 어획의 대상으로 하므로 같은 어종이라도 다랑어주낙에서 어획되는 것과는 개체의 크기도 다르다. 다랑어 주낙어업을 대상으로 한 연구 결과를 다랑어 선망어업에 적용시키기에는 무리가 있을 것으로 생각된다.

다랑어 선망어업은 고도회유성의 다랑어류를 어획의 대상으로 하기 때문에 어느 어업보다도 어장탐색에 많은 시간과 경비를 필요로 하고 있다. 따라서 어장선정의 효율을 올리는 것이 어업생산성의 향상과 바로 연결되고 어장선정의 효율을 높이는 것이 무엇보다도 중요시되고 있다.

본 연구에서는 우리 나라 다랑어 선망어업에 있어서 효율적인 조업위치 선정방법을 확립하기 위한 기초자료를 얻는 것을 목적으로 하여 우리보다 먼저 어장을 개척한 일본 다랑어선망어업의 어획 자료를 이용하여 어획분포를 파악하고 그 요인에 대하여 분석하였다. 또, 수온의 분포를 어획과 대응시켜 어장환경이 어획에 미치는 영향을 검토하

였다.

資料 및 方法

자료는 어획자료로 1983년부터 1989년까지의 서부태평양해역에서 조업한 일본 다랑어선망어선(32척)이 각 항차 별로 작성한 大中型旋網漁業漁獲成績報告書を 이용하였다. 해황자료로는 海上保安廳 水路部 日本海洋Data Center(JODC)가 소장하는 각종 관측 Data file(提供番號92-125) 중에서 1983년부터 1989년까지 자료의 해면에서 수심400m까지의 각종 관측 자료를 이용하였다.

위도 10°S~15°N, 경도 130°E~170°E의 해역을 조사해역으로 하여, 년별·월별변동을 파악하기 위하여 위도 1°×경도1°구획의 어획량을 구하여 어획분포도를 작성하였다.

어군의 성상은 田中(1989)와 Matsumoto et al.(1984)과 같이 유목군(the school associated with the drift objects-부유물군, 인공유목군, 선부군), 부상군(the pelagic migrating school-잔파도군, 식이군, 점핑군), 생물군(the school associated with the biological objects-상어군, 고래군, 돌고래군), 으로 크게 3그룹으로 나누어 주어획 대상어종인 가다랑어 *Katsuwonus Pelamis*, LINNAEUS, 황다랑어 *Thunnus Albacares*, BONNATERRE의 어군성상별 어획량과 투망회수로 어획량을 나눈 단위노력당 어획량(이하 CPUE)을 구하였다.

또, 관측시기에 맞추어 각 년의 북반구의 겨울철인 1월과 2월(이하 겨울철), 여름철인 6월과 7월(이하 여름철)의 각각의 2개월간의 자료를 이용하여, 위도1° 간격으로 관측선의 중심으로 동경5°와 서경5°의 경도10도구간의 어획량을 (1)식과 같이 구하고, 투망회수를 (2)식과 같이 구하여 CPUE를 (3)식과 같이 구하여, 각각의 어획분포도를 작성하였다.

$$CATCH_{Lat} = \sum_{Long=St.Line-5}^{St.Line+5} Catch_{Long} \quad (1)$$

$$No.FISHING_{Lat} = \sum_{Long=St.Line-5}^{St.Line+5} No.Fishing_{Long} \quad (2)$$

$$CPUE_{Lat} = \frac{CATCH_{Lat}}{No.FISHING_{Lat}} \quad (3)$$

結果 및 考察

여기서 Lat : 위도

- $Long$: 경도
- $St.Line$: 관측선
- $Catch_{Lat}$: 어떤 위도 Lat 에서의 어획량
- $No.Fishing_{Lat}$: 어떤 위도 Lat 에서의 조업회수

관측 자료는 관측시기에 맞추어 겨울철과 여름철의 두 계절로 나누어서 관측선상의 수온의 연직 분포도를 년별로 작성하였다.

1. 어획의 시공간적분포

조사해역에서의 어획의 시공간적분포를 분석하기 위하여 년별 월별의 어획분포도를 작성하여 Fig.1 과 Fig.2와 같이 각각 나타내었다.

년별 어획의 변화는 1983~1984년은 150° E 이서 해역에서 주로 어획이 이루어졌고, 그 이후 서서히 동쪽으로 이동하면서 확대되는 경향을 나타내었다. 또 이와 동시에 155° E 이동에서는 적도를 넘어서 남반구의 해역까지 확대되는 경향을 나타

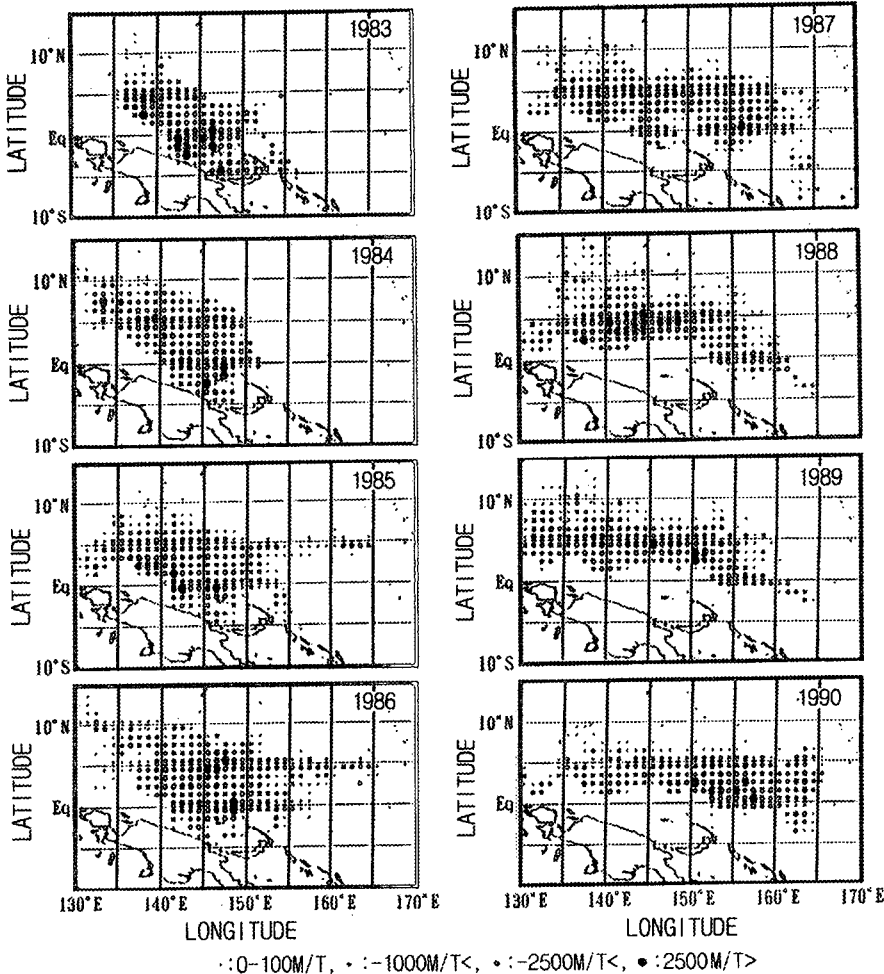


Fig. 1. The annual distribution of catches by Japanese tuna purse seiner.

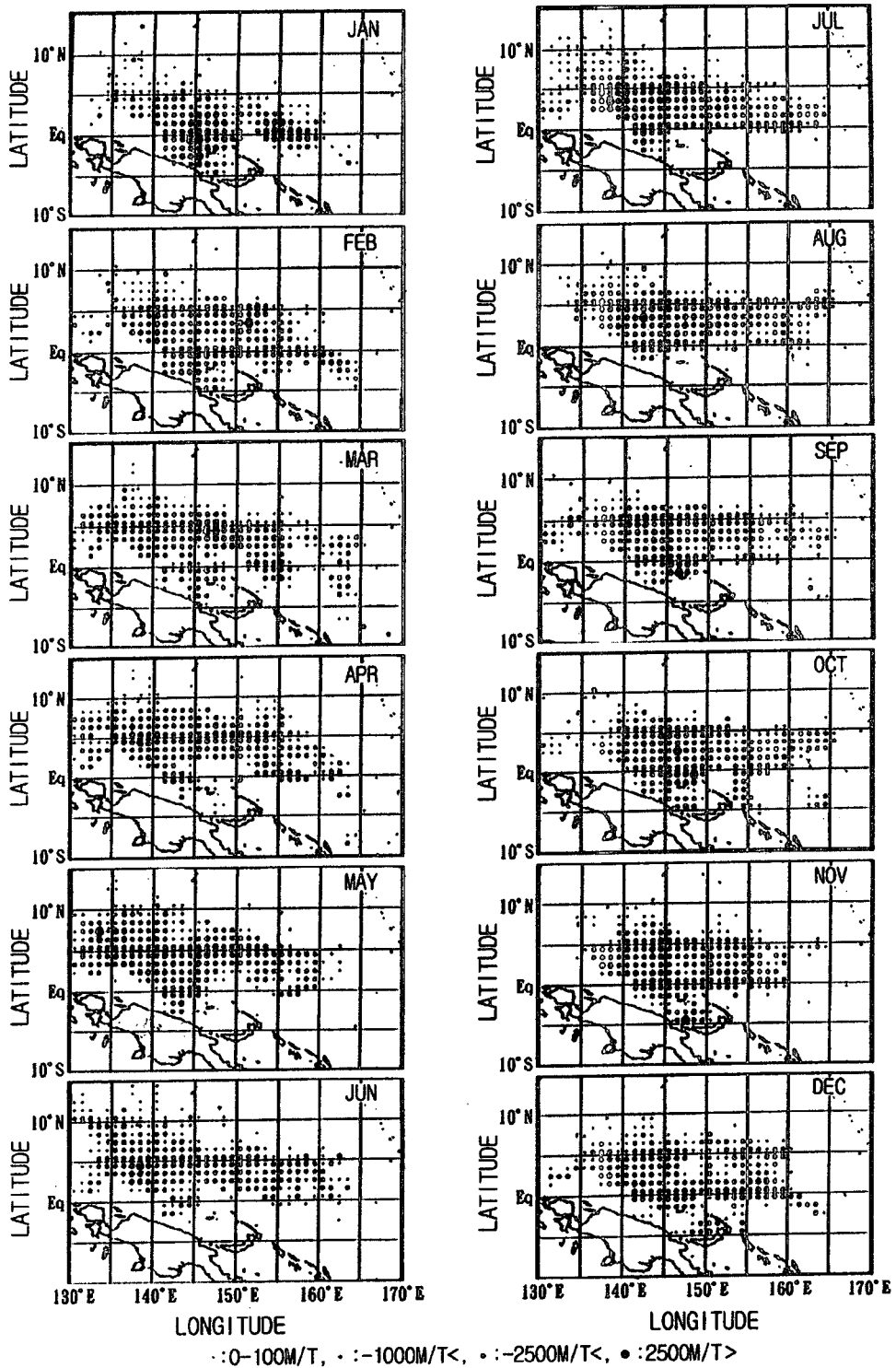


Fig. 2. The monthly distribution of catches by Japanese tuna purse seiner, between 1983 and 1990.

내었다. 전반적으로 어획은 동쪽으로 이동하는 경향을 나타내고, 동서방향으로 길게 형성되었다.

년별 어획의 변화는 1986년까지는 155° E 이동을 어획이 이루어졌으나, 1987년부터 동쪽으로의 확대와 함께 Papua New Guinea 주변 수역에서 조업이 금지됨에 따라 Micronesia 주변 수역과 공해를 중심으로 조업이 이루어졌다. 이는 金 등(1996)이 어장의 중심과 CPUE 중심의 이동을 주변수역의 조업규제와 타국의 어선과의 경쟁에 따른 변화로 고찰하였으나, 어획의 공간적인 변화는 서부태평양해역에서 1983년부터 본격적으로 시작된 다랑어 선망어업이 어로기술의 향상과 새로운 어장으로의 개척 등으로 인하여 보다 동쪽으로 확대되면서 남북의 폭은 좁아지는 경향으로 해석된다.

월별 어획의 분포는 1~2월은 135°~160° E에서 주로 어획이 이루어졌다. 3월부터는 조금씩 서쪽으로 이동하여 경도 130°~160° E의 해역에서 어획이 이루어졌고, 전반적으로 북서방향으로 이동하는 경향을 보였다. 5월에는 북쪽으로 확대되어, 위도 10° N 부근까지 확대되었고, 6월에는 전반적으로 동쪽으로 이동하여, 135°~160° E의 해역에서 어획이 이루어졌다. 7월부터는 어장의 북단이 남하하여 10월부터는 다시 동쪽과 남쪽으로 이동하여, 140°~160° E의 해역에서 주로 어획이 이루어졌다.

한편 월별 어획은 金 등(1996)은 어획량과 CPUE가 한해를 기준으로 전반부(1~5월)에는 높고, 후반부(6~12월)에는 낮은 경향을 보이며, 이

는 조업위치의 계절풍의 영향과, 주 어획대상인 가다랑어의 회유가 한 원인으로 고찰하고 있다. 田中(1989)는 해류에 의한 영향으로 동쪽의 흐름이 강해지는 시기에 동쪽으로 어장이 이동하는 것으로 보고하고 있다. Matsumoto (1974)이 다랑어 주낙어업의 자료로부터 가다랑어는 4~6월에는 주로 Papua New Guinea의 북쪽해역으로 이동하는 것으로 보고하고 있는 바 계절풍과 해류의 영향뿐만 아니라 생물학적인 요인도 관계하는 것으로 사료된다. 조업이 이루어지는 구획수는 金 등(1996)은 전반부에 높고 후반부에는 낮은 것으로 나타나 있고, 이는 어획의 월별변화에서도 동일한 경향을 보이고 있다. 조업이 이루어지는 구획수를 실제로 조업을 하기 위하여 어장탐색에 소요되는 면적, 즉 노력으로 본다면 어장탐색이 후반부 보다 전반부에 활발히 이루어지고 이는 CPUE와 어획량에도 영향을 미쳐, 어장탐색이 어획량에 영향을 미침을 알 수 있다.

2. 어군성상별 어획변화

가다랑어와 황다랑어의 어군성상별 연별어획량을 Table 1과 같이 나타내고, 월별어획량을 Table 2와 같이 각각 나타내었다.

연평균어획비율은 가다랑어를 어획한 경우에 어획대상 어군이 유목군인 비율이 73%(72,093M/T), 부상군인 비율이 25%(24,246M/T), 생물군인 비율이 2%(1,977M/T)로 유목군인 비율이 높았다. 황다랑어를 어획한 경우는 어획대상 어군이 유목군인

Table 1. Annual Catches by school types of Japanese tuna purse seine in the western Pacific Ocean, 1983-1990

year	skipjack <i>Katsuwonus Pelamis</i>			yellowfin Tuna <i>Thunnus Albacares</i>		
	type I	type II	type III	type I	type II	type III
1983	69909.9	25904.1	1336.5	16468.8	6474.9	642.0
1984	62579.1	29100.3	2130.0	19830.5	9261.8	927.6
1985	65086.4	18406.7	5349.0	18565.4	9620.3	3964.0
1986	78586.6	18449.6	1106.0	25008.6	11950.7	1398.0
1987	67683.2	16919.6	1875.0	22358.4	14977.8	2039.0
1988	93083.4	29229.1	1114.0	20921.4	1915.0	589.0
1989	55615.3	32939.0	1876.0	21489.4	7697.2	1441.0
1990	84197.4	23016.0	1026.0	14150.9	10733.2	1171.0

Remark : type I : the school associated with drift objects
 type II : the pelagic migrating school
 type III : the school associated with biological objects

Table 2. Monthly Catch by school types of Japanese tuna purse seine in the western Pacific Ocean, 1983-1990

month	skipjack <i>Katsuwonus Pelamis</i>			yellowfin Tuna <i>Thunnus Albacares</i>		
	type I	type II	type III	type I	type II	type III
JAN	34636.0	19892.0	3490.0	10499.8	11600.4	2461.0
FEB	40021.7	19659.1	1820.0	9844.2	6658.6	2139.0
MAR	49271.5	17854.8	2491.0	12212.0	7671.1	2032.5
APR	60459.3	18703.2	1689.0	13411.9	4958.4	877.0
MAY	56671.1	21023.2	401.0	13486.3	5090.3	602.0
JUN	42577.1	16400.9	392.0	14228.0	3297.0	498.0
JUL	51483.3	12830.5	396.0	17409.3	4231.8	261.0
AUG	49822.1	11620.0	480.5	15479.3	4314.0	376.0
SEP	37951.4	15568.2	638.0	14590.2	9185.6	499.0
OCT	47119.3	14399.0	827.0	13182.9	7470.7	618.1
NOV	57597.9	11222.0	875.5	13261.7	2959.5	681.5
DEC	49130.6	14791.5	2312.5	11187.8	5193.5	1126.5

Remark : Type I, type II and type III are the same as in Table 1.

비율이 65%(19,849M/T), 부상군인 비율이 30%(9,079M/T), 생물군인 비율이 5%(1,522M/T)로 유목군을 어획의 대상으로 한 비율이 높으나 가다랑어의 경우에 비하여 그 비율은 낮았다.

부상군을 어획의 대상으로 한 가다랑어의 어획 비율은 1989년에는 약 36%(32,939M/T)를 차지하여 어획비율과 어획량이 높으며, 황다랑어는 1987년과 1990년에 각각 약 38%(14,978M/T), 41%(10,733M/T)로 어획비율이 약 40%로 높고, 1988년에는 8%, 어획량은 1,915M/T으로 매우 낮았다. 생물군을 어획의 대상으로 한 가다랑어의 어획비율은 1985년에는 약 6%(5,349M/T)을 차지하였고, 황다랑어의 어획비율은 1984년에는 12%, 어획량은 3,964M/T으로 가장 높았다.

년별로 본 가다랑어의 어획은 유목군을 어획의 대상으로 한 경우의 어획의 비율은 해마다 조금씩 증가하는 경향을 나타내었으나, 반대로 황다랑어의 어획은 그 비율이 조금씩 감소하는 추세를 보였다. 한편, 田中(1989)는 조업의 대상어군이 유목군이 점점 감소함에 따라 부상군을 어획의 대상으로 한 조업이 조금씩 증가하는 경향을 보였다고 보고하였다. 이것은 조업회수를 비교한 것으로 어획량은 증가하는 경향을 나타내었다. 또, 關根 등(1991)에 의하면 부상군을 어획대상으로 한 경우의 성공률이 조금씩 증가하는 경향을 보였다고 보고하고 있으나, 이는 최근에는 하나의 유목을 여

러 번 이용하는 경우도 있고, 인공유목을 이용하기도 하여, 유목군을 대상으로 한 조업의 어로기술의 향상에 의하여 유목군을 대상으로 한 조업의 성공률이 높아짐으로서 유목군을 어획의 대상으로 한 어획량도 증가한 것으로 사료된다.

월별변화를 보면 가다랑어를 어획한 경우는 유목군을 어획의 대상으로 한 비율은 7월, 8월, 11월에는 약 80%를 차지하였고, 어획량은 4월(60,459M/T)과 5월(56,671M/T) 그리고 12월(57,598M/T)이 높았다. 한편, 유목군을 어획의 대상으로 어획량과 그 비율이, 1월에는 60%(34,636M/T), 2월에는 65%(40,022M/T)로 낮은 경향을 보였다. 생물군을 어획의 대상으로 한 어획의 비율은 약 2%정도이고, 5월~8월은 약 0.6%로 어획량도 500M/T 미만으로 어획이 없는 것으로 나타났다. 황다랑어를 어획한 경우를 보면 유목군을 어획의 대상으로 한 어획의 비율은 6월, 7월 그리고 11월에는 약 80%를 차지하였고, 6월~9월에는 14만M/T 이상의 어획을 보였다. 한편 1~2월에는 유목군을 어획의 대상으로 한 경우의 어획의 비율은 각각 43%(10,500M/T), 53%(9,844M/T)을 차지하였다. 부상군을 어획의 대상으로 한 경우의 어획의 비율은 1~3월에 각각 47%, 36%, 35%였고, 특히 1월에는 부상군을 어획의 대상으로 한 경우의 어획의 비율이 유목군을 어획의 대상으로 한 경우의 어획의 비율보다 높게 나

타났으며, 어획량도 11,600M/T으로 가장 높았다. 생물군을 어획의 대상으로 한 경우의 어획의 비율은 약 4%정도 이고, 1~3월에는 약 10%로 어획량도 2,000M/T이상으로 높은 비율을 차지하였다.

월별의 유목군을 어획의 대상으로 한 어획의 비율은 가다랑어와 황다랑어 모두 북반구의 여름철인 6월과 7월이 제일 높게 나타나는 경향을 보였다. 田中(1989)와 關根 등(1991)에 의하면, 6월부터 7월에 걸쳐 유목군을 어획의 대상으로 한 조업이 증가하는 것은 이시기에 인도네시아의 섬들에서 유목 등의 부유물을 태평양으로 나르는 북적도 반류의 흐름이 약하고, 또 이 구역의 복잡해지므로 유목군을 어획의 대상으로 하는 조업이 적어지는 것으로 생각된다. 한편, 유목군을 어획의 대상으로 한 어획량은 가다랑어를 어획한 경우는 4월~5월, 황다랑어를 어획한 경우는 6월~9월에 높은 것으로 나타났다. 이는 두 어종 간에 어느 한쪽이 많이 어획되면, 어느 한쪽의 어획에 영향을 미치는 것으로 보이며, 유목주위에 모이는 시기가 두 어종 간에 다른 것으로 생각된다.

이상과 같이 어군성상별 어획의 비율은 유목군을 어획의 대상으로 한 어획기술의 향상과 이 해역의 해류, 먹이생물 등의 여러 가지 어장환경과의 관계가 영향을 미치는 것으로 생각된다.

3. 수온의 연직분포와 어획분포

관측선 137°E선을 중심으로 동서방향 각 5°에서의 연도별 어획회수, 어획량, CPUE를 겨울철과 여름철로 나누어 Table 3과 같이 나타내었다. 또 같은 방법으로 관측선 137°E선의 위도 1°구획의 어획량, CPUE 및 수온의 연직분포를 겨울철과 여름철로 나누어 Fig. 3와 같이 나타내었다.

해면수온(SST, Sea Surface Temperature)는 겨울철이 약 28°~29℃이고, 여름철은 약 29°~30℃로, 겨울철보다는 약 1℃ 높았다.

겨울철에는 대략 5°~6°N부근에서 남적도해류와 북적도반류의 조경역이 나타났다. 한편 10°N부근에서는 북적도반류와 북적도해류의 조경역이 나타났다. 관측선 137°E선상에서의 어획은 2°~6°N에서 높았고, 이 구역에서의 CPUE는 약 30~50M/T이었다. 이 구역은 북적도반류와 북적도해

류의 조경역 및 남쪽의 표층혼합층의 폭이 얇은 구역이었고, 또, 수심 150~250m에 수온 15°~20℃의 차가운 수괴가 존재하고, 수온약층이 50~150m로 다른 구역과 비교하여 얇은 곳에 존재하는 경향을 보였다.

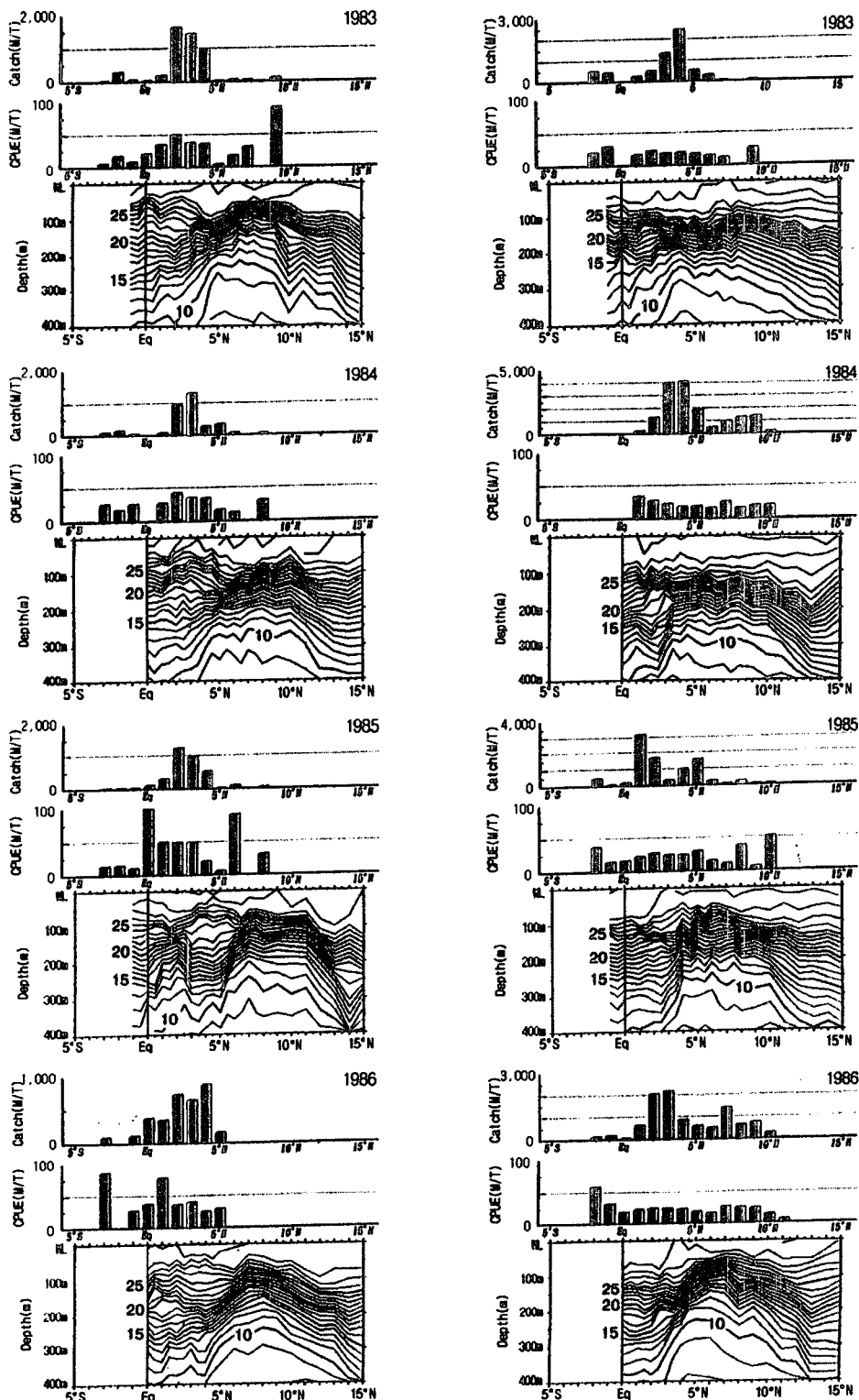
여름철은 남적도해류와 북적도해류의 조경은 겨울철에 비교하여, 확실히 나타나지는 않았다. 관측선 137°E선상에서의 어획은 적도부터 7°N부근에서 높고, 이 구역에서의 CPUE는 약 20~45M/T이었다. 어획의 분포는 겨울철보다 남북으로 폭넓게 어획이 이루어지는 경향을 보였다. 수심 250m에는 10℃이하의 차가운 수괴가 존재하고, 수온의 연직구조는 겨울철보다 남북으로 폭넓게 형성되어 나타났다.

山中(1973)가 다랑어주낙의 부표의 이동으로부터 나타난 서부태평양해역의 표면해류의 분포형태를 보면 에 의하면 1~3월과 6~9월의 상태는 각 관측선의 상태와 거의 일치하여 나타났다. 각 관측선상의 수온연직분포의 차는 관측시기에 따라 차이도 있을 것으로 생각이 되나, 북적도해류와 북적도반류의 조경, 북적도해류와 남적도해류의 조경에서의 사행현상에 의한 각 관측선상의 수온의 연직분포의 형태에 조금의 차이가 있는 것으로 사료된다.

서부태평양해역에서의 표면해류에 대해서 山中(1973)가 인용한 Morskoi Atlas에는 계절별의 흐름의 차는 겨울철에는 북적도해류와 북적도반류의 흐름의 세력이 강해지고, 여름철에는 남적도해류와 북적도반류가 강해지기 때문에 계절적인 변

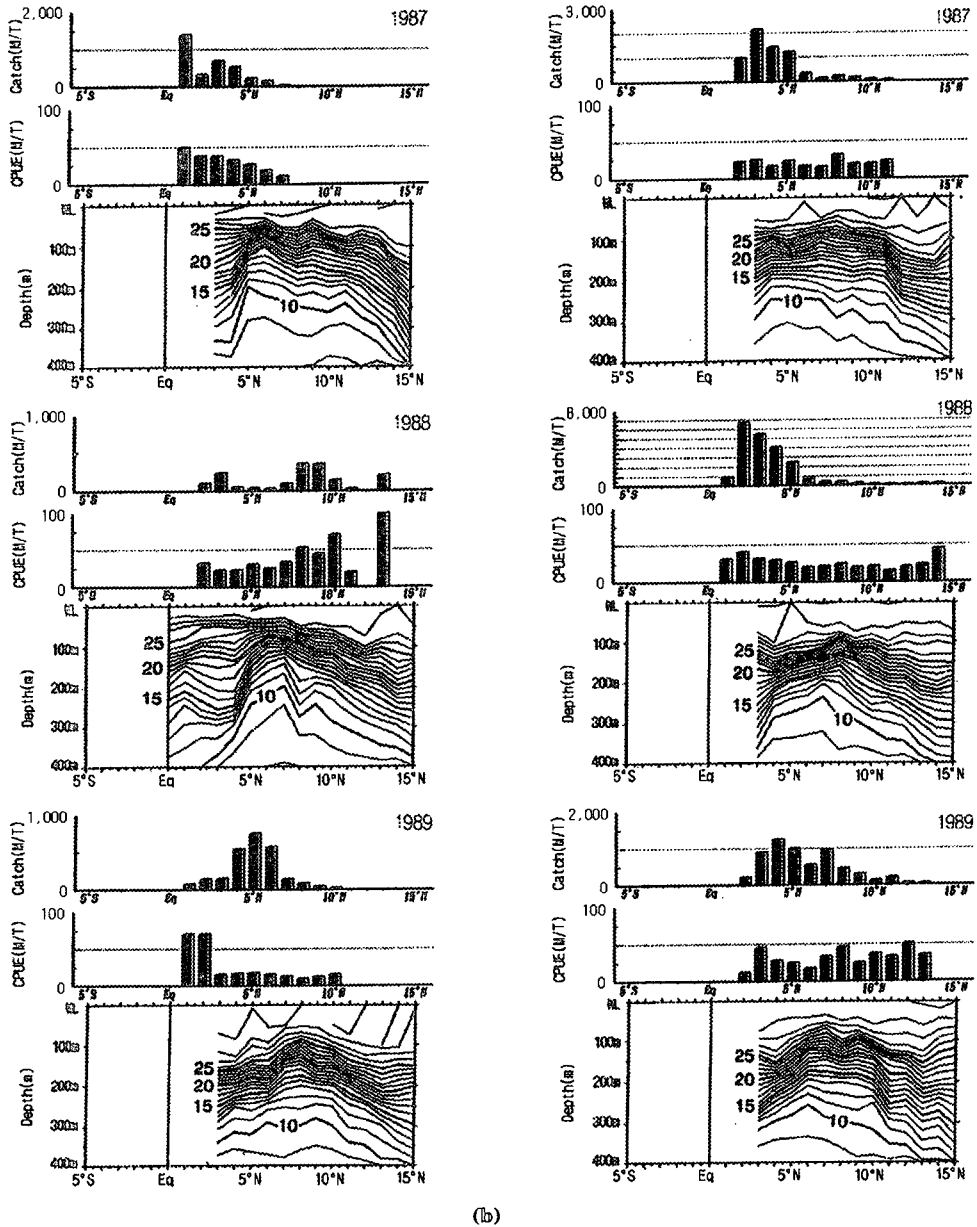
Table 3. Annual catches, no. of operating and CPUE at 137°E±5° by 1° latitude

Year	Northern Winter			Northern Summer		
	Catch (M/T)	No. of Operating (times)	CPUE (M/T)	Catch (M/T)	No. of Operating (times)	CPUE (M/T)
1983	4,680	128	34.79	6,130	326	18.80
1984	3,148	125	25.18	15256	741	18.80
1985	3,233	93	34.76	8717	334	26.10
1986	3,267	83	39.36	9844	425	23.16
1987	3,301	83	39.77	6607	325	20.33
1988	1,572	38	41.36	21395	647	33.06
1989	2,490	145	17.17	5988	216	27.72



(a)

서부태평양에서 다랑어 旋網漁業의 漁獲分布와 漁場環境



(b)

Fig. 3. The latitudinal distribution of catches, CPUE and the temperature profile section at 137° E. Left side is northern winter and right side is northern summer.

화가 나타나는 것으로 사료된다. 한편 서부태평양 해역에서의 다랑어 선망어선은 유목군을 주로 대상으로 하여 조업을 하기 때문에 연안에서 흘러오는 유목 등의 부유물이 많은 북적도반류역과 그 조경역을 중심으로 어획이 이루어지고 있는 것

로 판단된다.

어획은 주로 조경역에서 행하여지고, 수온의 연직분포에 의한 영향도 있으나 각 해류의 세기와 그에 따른 서부태평양 주변해역에 분포하는 부유물 분포와의 관계도 있을 것으로 생각된다.

要 約

參考文獻

다랑어 선망어업에 있어서 효율적인 조업위치 선정방법을 확립하기 위한 기초자료를 얻는 것을 목적으로 어획자료를 이용하여 어획의 분포도를 작성하고 어군성상별의 어획량과 CPUE를 분석하여 어획의 시공간적분석을 하였다. 어장환경이 어획에 미치는 영향을 분석하기 위하여 수온 연직 단면과 어획과의 관계를 분석하였다.

1. 어획의 변화는 1983년~1984년에는 150° E 이서의 해역에서 주로 어획이 이루어졌고, 그후 서서히 동쪽으로 확대되는 경향을 보이면서, 전반적으로 어획의 범위가 확대되면서, 동쪽으로 이동하였다. 월별어획의 변화는 1~2월에는 135° ~ 155° E에서 주로 어획이 이루어졌고, 그후 조금씩 서쪽으로 이동하다가, 7월부터는 남쪽으로 이동하고, 10월부터는 동남쪽으로 이동하였다.

2. 유목군, 부상군, 생물군으로 나누어 어획된 비율을 보면 유목군을 어획의 대상으로 한 어획의 비율이 가장 높았다. 유목군을 어획의 대상으로 한 어획의 비율이 6월과 7월, 그리고 11월에 높고, 1월~3월에는 부상군을 어획의 대상으로 한 어획의 비율이 높았다.

3. 관측선 137° E선에서의 겨울철의 해면수온은 약 28~29℃였고, 5° ~6° N부근의 북적도반류 해역의 남쪽을 중심으로 어획이 이루어 졌다. 여름철의 해면수온은 약 29~30℃로 겨울철보다 1℃ 높았고, 북적도반류 해역을 중심으로 겨울철보다 남북으로 폭넓은 범위에서 어획이 이루어졌다.

북적도반류 해역에서 주로 어획이 형성되는 것은 다랑어 선망어업은 유목군을 어획의 중심으로 하기 때문에 연안으로부터 흘러오는 유목과 같은 부유물이 많은 해역에서 주로 어장이 형성되기 때문으로 사료된다.

金炯碩·竹内正一·根本雅生(1996) : 西部太平洋海域におけるかつお・まぐろまき網漁業の漁獲變動, 東京水大研報 84, 13-23.

川合英夫(1969) : 熱帯太平洋における水温構造とマグロはえなわ漁場分布との關係について-I, 遠洋水研報 2, 275-303.

久田幸一(1979) : 中東部熱帯太平洋ではえなわによって漁獲されたメバチの成熟状態と水温構造, 遠洋水研報 17, 159-175.

田中 有(1989) : 南方海域における海外まき網漁業の漁場の推移と漁獲対象群の性状, 東北水研研報 51, 75-88.

鈴木治郎(1971) : 太平洋のキハダについて求められた成長係數に關する考察, 遠洋水研報 5, 89-105.

關根 淳·根本雄生·竹内正一(1991) : 海外まき網漁業におけるカツオ魚群性状と漁獲の季節變化との關係, 東京水産大學研報, 78(2), 243-252.

井上元男·岩崎行神(1971) : 表面水温とマグロ漁場, 水産海洋研究會報 19, 129-134.

山中 一(1973) : マグロ延繩の漂流からみた西部太平洋の表面海流分布, 遠洋水研報 9, 19-43.

花本英二(1986) : 海洋環境がメバチの分市に与える影響, 神水試論文集 2, 1-61.

Matsumoto W.M.(1974) : The skipjack tuna *Katsuwonus pelamis*, an underutilized resource, Mar. Fish.Rev. 36(8), 26-33.

Matsumoto W.M., Skillman R.A. and Dizon A.E. (1984) : Synopsis of Biological Data on Skipjack Tuna, *Katsuwonus pelamis*, NOAA Technical Report NMFS Circular 451, 41-53.

Yamanaka H., Morita J. and Anraku N.(1969) : Relation between the distribution of tunas and water types of the north and south Pacific ocean, Bull. Far Seas Fish. Res. Lab. 2, 257-273.