

南東 太平洋의 참치 漁獲量과 海洋環境과의 關係

曹圭大 · 金潤愛 · 朴星宇 · 金在哲* · 朴敏植**
釜山水產大學 海洋學科, *東遠産業 株式會社, **(株) 鮪進物產
(1987년 6월 9일 수리)

Relationship between the Catches of Tuna and Oceanographic Conditions in the South-East Pacific

Kyu-Dae CHO, Yun-Ae KIM, Sung-Woo PARK, *Jae-Chul KIM, and **Min-Sik PARK

Department of Oceanography, National Fisheries University of Pusan, Nam-gu, Pusan, 608 Korea

*Dongwon Industries Company, **Youjin Industries Company

(Received June 9, 1987)

The relationship between the catches of tuna and hydrographic conditions in South-East Pacific region (latitude 5°N—12°S, longitude 145°W—115°W) was investigated by using the catch data of tuna and Digital Bathythermograph (DBT) data from December 9, 1980 to April 2, 1981. The results are as follows:

The study area were located in South Equatorial Current regions including equatorial upwelling regions in 5°N to 12°S. The horizontal mean temperature at the depth of 10m on the first quarter months in the study area was about 25°C and the salinity of those fishing areas ranged from 34.8 to 35.0‰.

Yellowfin tuna and bigeye tuna were mainly caught in SW vertical temperature profile type, which the depth of thermocline ranged from 100m to 300m, and temperature difference of thermocline was about 12°C. The deeper the depth of thermocline, the more the catches of tuna. While albacore tuna was caught well in SS vertical temperature profile type which the temperature of thermocline ranged from 9°C to 26°C and its gradient was very smooth.

The depth of 1 ml/l surface of dissolved oxygen content ranged from 100 m to 200 m in the South-East Pacific between longitude 140°W-100°W, but it was shallower than 100 m near the North-South American continent. The catches of bigeye tuna were larger than those of yellowfin tuna in South Equatorial Current region.

As approaching to the South and North American continent, the catches of yellowfin tuna and bigeye tuna decreased because the thermocline becomes shallower and steeper and the depth of the 1 ml/l surface of dissolved oxygen content became shallower.

序 論

은 外洋性 魚類의 分布에 따른 그 環境의 特性은 대부분 海表面 水溫 分布圖와 漁獲 및 棲息 適水溫 스 펙트럼을 基礎로 하여 파악하고 있는 정도이다. 그
농어목 고등어아과 다랑어과에 속하는 참치와 같

런데 다랑어는 魚種에 따라 棲息 適水溫 및 漁獲 適水溫이 각각 差異가 있기 때문에(Uda, 1952) 漁場 探索에 있어서 水溫의 水平 및 鉛直 分布를 파악하는 것은 아주 중요한 要素가 된다. 南太平洋에서 다랑어 漁場의 연직 水溫을 DBT로 測定해보면 일반적으로 표층은 25~30°C 인데 비해 水深 300m 부근에서는 10°C 前後인 것으로 알고있다. 그리고 魚群探知機로 참치의 遊泳層을 조사해보면 短時間내에 水溫 10°C 부근에서 水溫 25°C 되는 곳까지 上昇 또는 下降한다는 것이 쓰카고시(塚越)의 다랑어 어장 탐색법에 의해서 확인되었다(노, 1980).

즉, 참치는 漁獲되는 適水溫의 범위는 좁지만 棲息 水溫 範圍는 비교적 넓은 편이어서 廣溫性 魚種이라 하겠다. 그러므로 표층수온만을 이용하여 다랑어 어장분포와 환경의 特性을 나타내는데에는 미흡한 점이 많이 있다고 하겠다.

또한, 다랑어에 대한 연구는 漁獲量의 地理的 分布에 관한 것이 대부분이며 水溫 連직 구조와 그 분포에 대한 어획량과의 관계나 海洋學的 特性에 따른 어획량 분포에 관한 연구는 매우 빈약한 실정이다.

다랑어의 鉛直 分布나 地理的 分布에 대한 연구를 살펴보면, Uda (1935)는 어획량의 地理적 분포와 等溫線과의 관계로 어획 적수온에 대한 연구를, Nakagome (1958)는 다랑어의 漁獲 水深 調査, Yoneta and Saito (1973)는 남서 태평양에서 Long-line 과 Vertical long-line 에 의해 각각 어획된 대형 날개 다랑어와 水溫 鉛直分布와의 관계를 조사하였다.

Uda and Nakamura(1973)는 태평양과 인도양에서 다랑어 漁業과 海況과의 관계를 조사한 결과 赤道 漁昇域 주위의 海洋 前線域, 赤道 反流域 및 南赤道 海流域이 다랑어의 좋은 漁場이라고 했으며, Yamana (1978)는 다랑어 魚種이 特別한 海流界(current system)에 살고 있다는 海流系 理論을 제창하였다. 박(1972)은 인도양의 다랑어 漁獲 水深과 漁獲 水溫과의 關係에서 황다랑어가 가장 많이 어획되는 水深과 水溫은 水深 132.4m 와 水溫 27.0°C 이고, 눈다랑어는 水深 139.2m 와 水溫 26.7°C 임을 밝힌바가 있다. 그리고 Hanamoto(1986)는 태평양에서 海洋環境이 눈다랑어의 分布에 미치는 영향을 연구하였다.

다랑어 어업에 관한 연구는 그 대부분이 어획량의 地理적 분포에 관한 것이며, 水溫의 수평 및 連직 분포, 기타 해양학적 특성과 다랑어 어종별 어획량

과의 관계는 거의 없다. 다랑어 어업은 많이 행하고 있는 日本에서는 다랑어에 대한 연구가 활발하나 우리나라에서는 基礎的인 연구도 드문 실정이다(김, 1986).

따라서 본 논문에서는 남동 태평양에서 조업한 참치 어업 야장과 DBT 기록 테이프를 정리하여 어획된 海區의 각 定點마다의 水溫 連직 구조 및 남동 태평양의 海洋環境과 그에 따른 어획량의 분포를 알아본다.

資料 및 方法

본 논문에서 사용한 資料는 思潮産業 株式會社의 漁船 제78 五龍號가 1980年 12월 9일부터 1981年 4월 2일에 걸쳐 南東 太平洋 海區(위도 5°N-12°S, 經度 145°W-115°W)에서 조업한 관측야장을 정리하였다(Fig. 1).

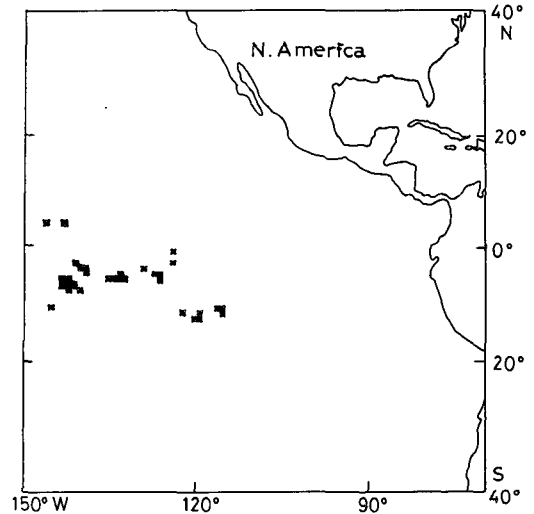


Fig. 1. Location of fishing area.

水溫資料는 현장에서 DBT를 사용하여 관측한 기록 테이프를 정리하여 사용하였다. 操業回數와 DBT 測定數는 64번 이었다.

그 解析 方法으로 먼저 操業한 각 정점마다의 水溫資料를 이용하여 水溫 鉛直 構造를 조사한 후 4개의 대표 type을 정하였다. 먼저 50m 간격의 溫度差가 약 2.5~4°C를 이루며 水溫 躍層의 傾斜가 제일 완만한 水溫 鉛直 構造를 SS type, 表층에서 100m까지가 混合層이고 水深 100m에서 250m까지가 水溫 약층인 連직 구조를 SW type, 混合層은 水深 100m

까지이고 수온 약층은 100 m에서 150 m까지인 연직 구조를 SC type, 混合層은 50 m까지이고 수온 약층은 50 m에서 100 m까지인 연직 구조를 SE type 으로 分類하였다. 그리고 수온 type 에 따른 操業 海域의 水溫 水平分布圖를 作成하고 또 각각의 수온 연직 구조에 따른 다랑어 어획량 어획량을 histogram 으로 나타내고 이것을 기초로하여 緯度 經度를 30분으로 나누어 어획량을 조사하여 다시 漁獲量의 水平分布圖를 作成하였다. 또한, Barkely(1968)의 "Oceanographic Atlas of the Pacific Ocean"에서 발췌한 1930~1965년 까지의 자료에 의한 平均 水溫 分布圖 및 平均 鹽分 分布圖와 Hanamoto(1986)의 "Effect of Oceanographic Environment on Bigeye Tuna Distribution"에서 발췌한 水溫 鉛直 分布圖 및 酸素 分布圖등을 사용하였다. 마지막으로 赤道 海流系와 太平洋 참치 漁場圖 및 Dietrich 등(1980)의 資料와 본 연구에서 나타난 結果들과의 關係를 검토하였다.

여기서 주로 대상을 삼은 다랑어 魚種은 albacore tuna (날개 다랑어), bigeye tuna (눈다랑어), yellowfin tuna (황다랑어)이며 나머지 bluefin tuna(참다랑어), blackfin tuna (남 다랑어) 등은 기타로 나타내었다.

結 果

1. 水溫鉛直構造

Fig. 2는 南東 太平洋 操業 海域의 水溫 鉛直 構造

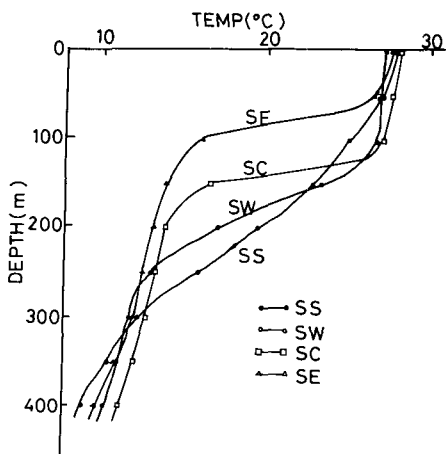


Fig. 2. Types of water temperature profiles at the fishing ground in the South-East Pacific Ocean.

를 몇가지 대표 type 으로 정하여 나타낸 것이다.

여기서 SS type 은 緯度 8°S 이하의 남쪽 부근에 위치하는 水溫 鉛直 構造로서 50 m 간격의 溫度差가 약 2.5~4°C 를 이루며 水溫 躍層의 傾斜가 제일 완만하고 混合層과 水溫 躍層의 구분이 뚜렷하지 않은, 즉 그 기울기가 아주 완만한 형태의 수온 연직 type 이다.

그리고 SW, SC, SE type 은 대부분 緯度 1°N~8°S 부근에 나타나는 水溫 鉛直 構造로서 SW type 에서 SE type 로 갈수록 水溫 躍層의 깊이는 얕아진다. 즉 SW type 은 표층에서 100 m 까지가 混合層 水深 250 m 까지가 水溫 躍層인데 비해 SC type 은 混合層의 깊이가 SW처럼 수심 100 m 까지이나, 水溫 躍層은 수심 150 m 까지이며, SC type 은 混合層이 50 m 까지이고 水溫 躍層이 100 m 까지로 나타나고 있다. 그림에서 나타난 것처럼 SE, SC, SW type 은 SS type 에 비해 水溫 躍層, 混合層, 永久 躍層이 비교적 뚜렷이 구별될 수 있는 一般의인 형태이다. 대체로 SE와 SC는 SW에 비해 水溫 躍層의 경사가 급하며, 두 type 모두 水溫 躍層間의 溫度差가 11.1°C로 거의 類似하게 나타난다.

Fig. 3은 Fig. 2의 水溫 鉛直 type 들이 주로 분포하고 있는 海域을 나타낸 水平分布圖이다.

그림에서 SW type 이 가장 광범하게 分布하고 있음을 알 수 있고, SS type 은 주로 10°S以南에서 分布하고 있음을 알 수 있다.

Fig. 4는 經度 135°W 를 南北으로 자른 40°N에서 20°S 사이의 水溫 鉛直 斷面圖이다.

50°N에서 20°S의 海域은 表層 水溫이 27°C에서 25°C의 범위를 가지며 北太平洋의 10~15°N 사이에서는 等溫線이 深層에서 수심 50 m 부근까지 올라온

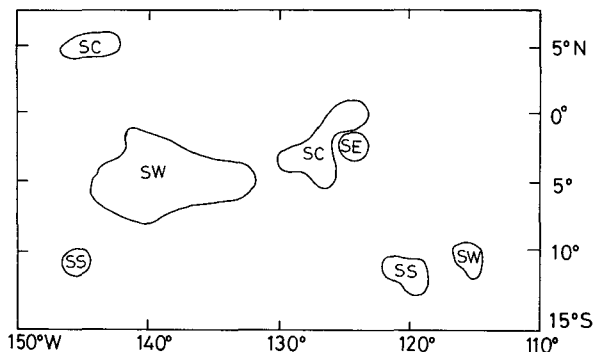


Fig. 3. Horizontal distribution of types of vertical water temperature profile.

南東 太平洋의 참치漁獲量과 海洋環境과의 關係

모양 (upward motion type)을 나타내고 있으나, 이보다 北쪽에서는 水溫 躍層이 차츰 깊어진다. 10° N 남쪽에서는 水溫 躍層이 표면에 가장 가까운 30m 부근에 까지 나타나고 그 기울기가 아주 커져 약 0.28°C/m 나 된다. 5°N 부근에서는 水溫 躍層이 水深 150m 까지 깊어지다가 1~2°S 에서는 약 100m 까지 上昇한다. 그리고 이 水溫 躍層은 5°S 부근에서 다시 20°S 쪽으로 水深 약 350m 까지 점점 깊어진다. 일반적으로 5°N~20°S 사이의 水溫 躍層 溫度는 대략 15°C 선으로 境界를 이루고 水深은 150m 에서 350m 정도의 範圍이다. 또 赤道 부근에서 南太平洋의 亞熱帶 海域으로 갈수록 水溫 躍層의 鉛直 構造가 完만해지고 水深이 깊어진다.

그림에서 酸素量은 30°N 以北에서 海面의 5 ml/l 에서 水深의 增加와 함께 增大하고 120m 부근에서 약 6 ml/l 에 달한 후 600m 以深의 1 ml/l 이하에까지 서서히 감소하고 있다. 본 연구 해역인 10°N~10°S 의 熱帶 海域에서는 산소량이 海面(수온 25°C 전후)의 약 5 ml/l 에서 30°N 이북과는 거꾸로 水深의 增加와 함께 減少하여, 100~600m 수심에서는 0~1 ml/l 에 달한다. 그 以深에서는 2 ml/l 까지 增加한다. 緯度 20°N 부근에서는 酸素量은 水深增加와 함께 減少하고 있다.

Fig. 4에 나타난 것처럼 10°C 에 대응하는 산소량

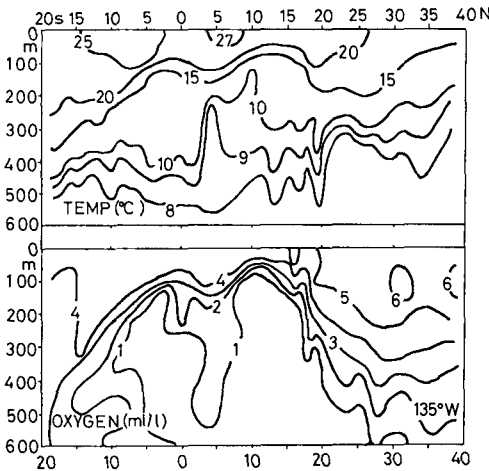


Fig. 4. Vertical profiles of temperature and dissolved oxygen along longitude 135°W. The research vessel and data of observation are shown at the top (After Hanamoto, 1986).

은 0~6 ml/l, 15°C 에서는 1~7 ml/l 로 海域에 따라 큰 차이가 있다. 이처럼 酸素量과 水溫과의 對應關係는 海域에 따라 크게 變化하고 있음을 알 수가 있다.

2. 水溫, 鹽分 및 溶存酸素의 水平 分布

水溫 및 鹽分の 水平 分布圖는 다랑어의 遊泳 水深으로 추측되는 깊이의 分布圖를 표시하여야 되나, 자료의 부족으로 인하여 부득이 Barkely(1968)의 깊이 10m 의 水溫 水平 分布圖 및 表面 鹽分 分布圖를 利用하여 操業이 행해진 1, 2, 3월의 1930~1965년까지의 36년 동안의 자료를 가지고 만든 水平 分布圖를 Fig. 5, Fig. 6에 각각 나타내었다.

그림에서 本 研究 海域의 水溫은 25°C 정도로서 동쪽으로 갈수록 水溫이 낮아지는 것을 알 수 있고 鹽分 範圍는 34.80~35.00‰로 鹽分 變化도 적은 海域임을 알 수 있다.

Fig. 7은 多랑어의 最小 酸素 要求量인 1 ml/l 等量面 깊이 分布를 나타낸 것이다. 그림에서 酸素量 1 ml/l 等量面이 100m 以淺의 얕은 곳에 出現하는 海域은 東部 太平洋의 10°N 을 중심으로 한 北美 大陸 外海에서 150°W 에 이르는 海域 및 南美 페루, 칠레 연안에까지 이르는 赤道의 두 海域이다. 이러한 海域을 除外한 곳에서는 1 ml/l 等量面이 100m 以深에서 나타난다.

3. 漁獲量 分布

Fig. 8은 水溫 鉛直 type 에 따른 참치 魚種別 漁獲量을 나타낸 그림이다. 水溫 鉛直 type 別로 漁獲量

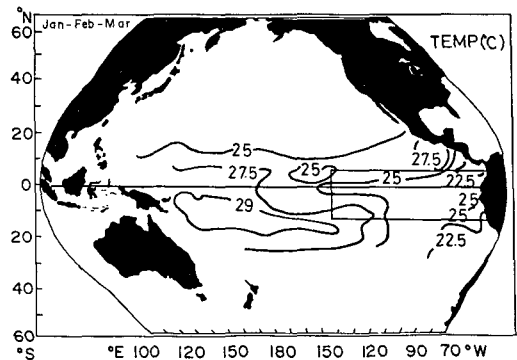


Fig. 5. Distribution of mean temperature (1930~1965) at 10 meters in Pacific Ocean, first quarter (After Barkely, 1968).

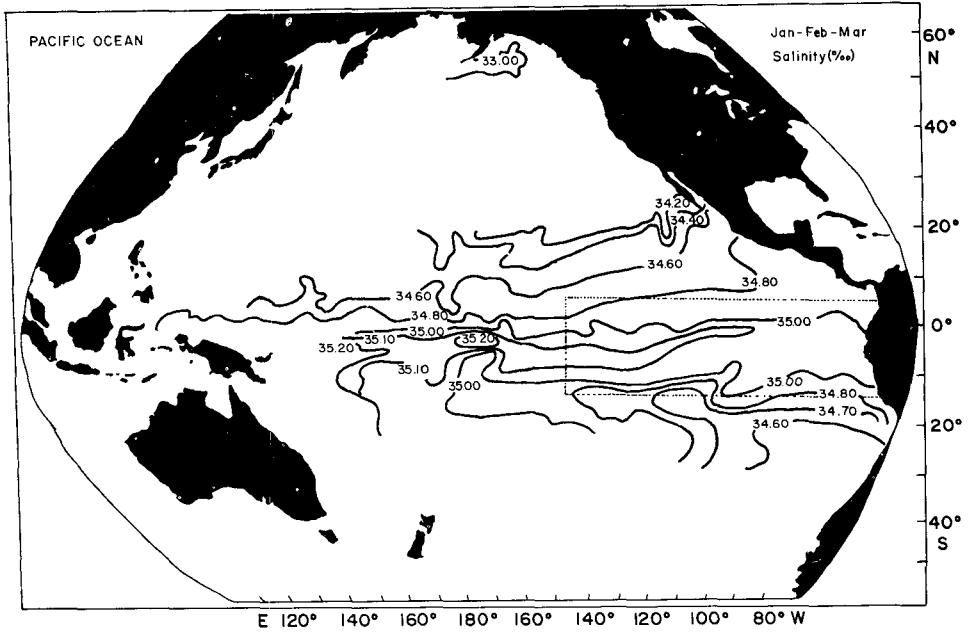


Fig. 6. Distribution of salinity (1930~1965) at surface water in pacific Ocean, first quarter (After Barkely, 1968).

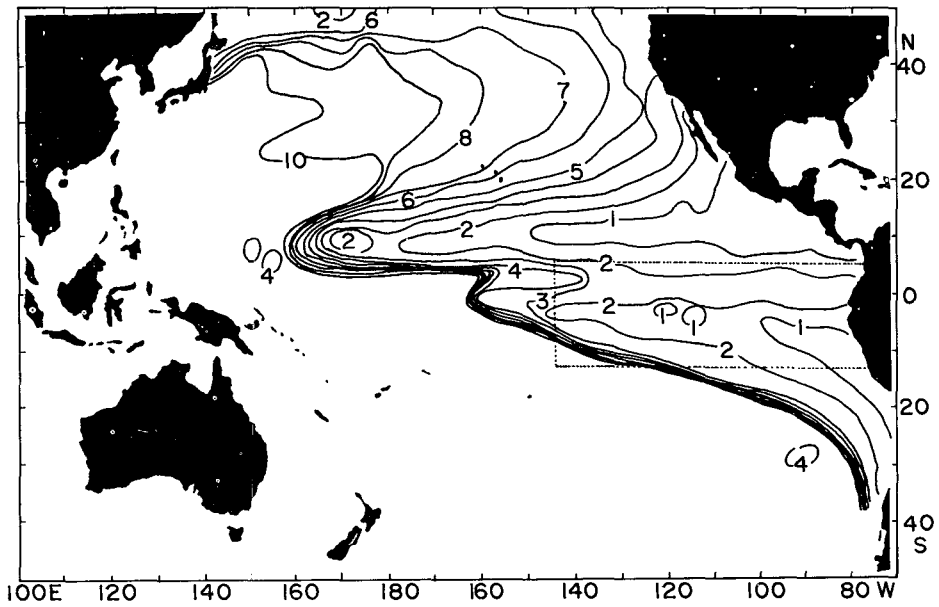


Fig. 7. Depths of 1 ml/l surface of dissolved oxygen content. Number is depth in 100 m unit (After Hanamoto, 1986).

南東 太平洋의 참치漁獲量과 海洋環境과의 關係

을 살펴보면, 全體 標本數 1,747 마리 중 水溫 躍層 깊이가 약 200 m로 가장 깊은 SW type에서 표본수 855마리로 가장 많이 漁獲되었음을 알 수 있고, 水溫 躍層 깊이가 100 m로 가장 얇은 SE type이 표본 수 25마리로 가장 적은 것을 알 수 있다.

또, 魚種別로 漁獲量을 보면 bigeye tuna가 1,156

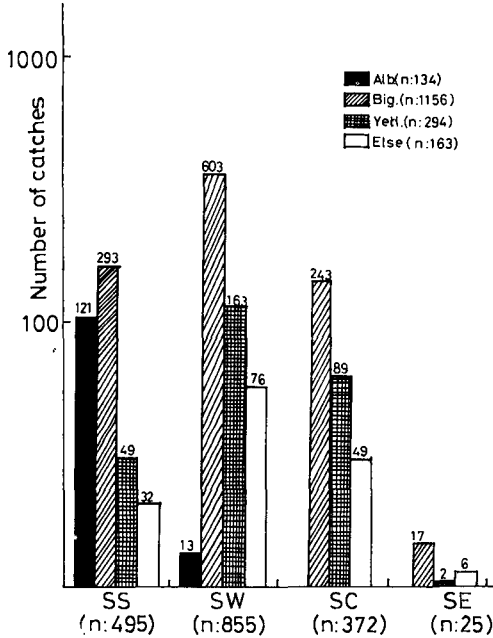


Fig. 8. Catches of tuna species by each types of water temperature profile.

마리로 가장 많고 albacore tuna가 134마리로 가장 적다. 그림에서 縞는 albacore tuna, 縹는 bigeye tuna, 罍는 yellowfin tuna, □는 기타를 표시한 것이다.

한편 bigeye tuna는 각각의 type에서 다른 魚種에 비해 월등히 많이 어획된 것을 알 수 있고, 특히 SW type에서 peak를 이룬다. albacore tuna는 水溫 躍層이 아주 완만한 SS type에서 가장 많이 漁獲되고, SE나 水溫 躍層 깊이가 아주 급격한 SC type에서 거의 漁獲이 없었다. yellowfin tuna는 bigeye tuna와 유사한 경향을 보이지만, 漁獲된 절대 尾數는 bigeye tuna에 비해 적은 양임을 알 수 있다.

水溫 鉛直 構造가 비교적 類似한 SW, SC, SE type를 살펴보면 水溫 躍層 깊이가 가장 깊은 SW type에서 얇은 SE type로 갈수록 漁獲量이 줄고

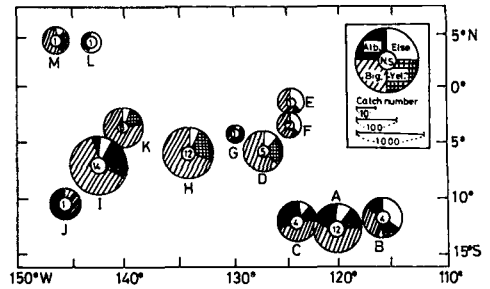


Fig. 9. Horizontal distribution of catches of tuna species in south-east Pacific Ocean (Dec. 9, 1980~Apr. 2, 1981).

Table 1. Horizontal distribution of catches of tuna species in the south-west Pacific Ocean

Area	Location		Number of catches				Number of set
	Longitude	Latitude	Alb.	Big.	Yell.	Else	
A	119°30'W - 120°30'W	11°30'S - 13°00'S	58	217	39	22	12
B	115°30'W - 116°30'W	10°00'S - 11°30'S	6	29	9	24	4
C	122°00'W - 122°30'W	11°00'S - 12°00'S	37	69	11	9	4
D	126°00'W - 120°00'W	4°30'S - 5°30'S	0	61	20	14	5
E	124°00'W - 124°30'W	0°30'S - 1°00'S	0	18	1	10	1
F	124°30'W - 125°00'W	2°00'S - 3°00'S	0	17	1	9	2
G	129°30'W - 130°00'W	3°30'S - 4°00'S	0	7	4	2	1
H	132°30'W - 135°30'W	4°00'S - 6°00'S	0	297	75	28	12
I	140°00'W - 144°00'W	5°00'S - 7°30'S	5	307	106	27	14
J	145°30'W - 146°00'W	10°00'S - 10°30'S	28	19	3	3	1
K	139°00'W - 141°30'W	2°00'S - 4°30'S	0	111	19	5	6
L	143°30'W - 144°00'W	4°30'S - 5°00'S	0	3	1	5	1
M	146°30'W - 147°00'W	4°00'S - 4°30'S	0	11	5	2	1
Total			134	1156	293	2	64

있음을 알 수 있다.

Fig.9는 다랑어 魚種別 漁獲量의 水平 分布를 나타낸 것이다. 各 海域의 位置나 漁獲尾數 및 投繩回數는 Table 1에 나타내었다.

그림을 살펴보면 albacore tuna는 위도 8°S 이상의 북쪽 海域에서는 거의 漁獲되지 않고있으며, 120°W 부근의 동쪽 A 해역에서 많이 漁獲되는 반면, 145°W 부근인 서쪽 J 海域으로 갈수록 감소하였다.

또, bigeye tuna와 yellowfin tuna는 操業 海域 전체에서 廣範圍하게 分布하고 있으며, 위도 0~8°S 사이에서는 南北美 大陸쪽에 가까와질수록 漁獲量이 줄고 있는 특징을 나타내고 있다.

考 察

황다랑어는 18~31°C, 눈다랑어는 11~28°C 사이에 棲息하는 (Uda, 1952) 廣溫, 洄遊性 魚族이므로, 자연히 赤道 海域에 많이 分布하고 있는 것 같다 (김, 1986). 本 研究 海域의 깊이 10m의 水平 水溫 分布(Fig.5)를 보면, 거의 모든 海域에서 25°C 정도이며 鹽分은 34.80~35.00%의 범위를 가지는 南赤道 海流域에 해당한다.

위도 5°N에서 12°S까지 漁獲量의 水平 分布에서 눈다랑어와 황다랑어는 다른 어종에 비해 分布 範圍가 넓으며, 특히 눈다랑어는 다른 魚種에 비해 各 水溫 鉛直 構造에서 월등히 많이 어획되고 있는 것을 볼 수 있다(Fig.8, Fig.9). 이처럼 눈다랑어가 많이 漁獲되고 황다랑어와 눈다랑어의 分布 範圍가 넓은 것은 Yamanaka(1978)가 海流系 理論에서 current system에 따라 言及한 다랑어의 棲息 및 생활 영역이 다르게 된다는 것과 일치하고 있다. 즉, 눈다랑어는 태평양의 赤道 反流 海域이나 南赤道 海流域에 漁場을 形成하고 있다.

이와 같은 사실은 태평양의 주요 다랑어 어장도 (Minato 신문사, 1969)를 참조하여 보아도 이 海域이 황다랑어와 눈다랑어의 主 漁場이라는 것을 곧 알 수 있다(Fig.10).

한편, Uda and Nakamura(1973)는 황다랑어가 가장 많이 漁獲되는 漁場은 南赤道 海流域과 赤道 海流域이, 눈다랑어는 亞熱帶收斂域에서 많이 발견된다고 하였으나 (김, 1986), 本 論文에서는 南赤道 海流域에서 눈다랑어가 황다랑어 보다 훨씬 많이 分布하고 있다고 나타냈다(Fig.9). 이와 같이, 다랑어의 좋은 漁場이 赤道 海域에 集中되어 있는 現象은

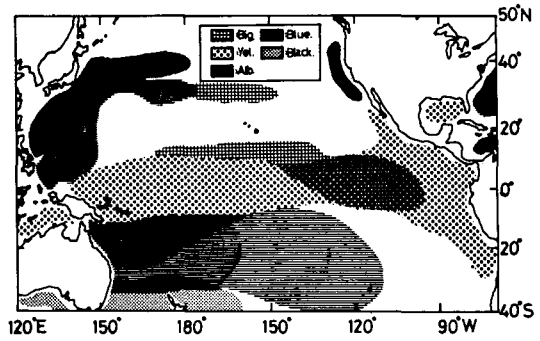


Fig. 10. Distribution of tuna species in the Pacific Ocean(After Minato Shinbun, 1969).

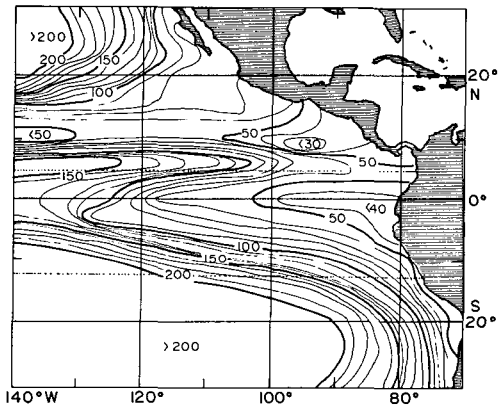


Fig. 11. Depth(in meters) of the seasonally constant thermocline (middle of the layer) in the eastern equatorial Pacific Ocean in October (After Wyrtki, 1965).

赤道 海域에서 湧昇이 일어나 基礎 生産力이 높아져, 다랑어 먹이 生物이 많아진 결과라고 생각된다(Dietrich, 1980). 또한 Uda (1973)도 赤道 湧昇域이 좋은 다랑어 漁場이 됨을 밝힌 바 있다.

한편, 위도 0~8°S 사이의 눈다랑어와 황다랑어의 漁獲量 水平 分布는 서쪽에서 동쪽으로 갈수록, 즉, 水溫 躍層 깊이가 깊은 SW type에서 얇은 SE type로 갈수록 漁獲의 尾數가 줄어드는 것을 볼 수 있다(Fig.3, Fig.8, Fig.9). 즉, 위 海域에서는 水溫 鉛直 構造가 東部 太平洋 서쪽에서 南北美 大陸쪽에 가까운 동쪽으로 갈수록 水溫 躍層이 얇아진다는 것이다(Fig.11).

위와 같은 現象은 水溫 躍層의 깊이와 漁獲量과 밀접한 관계가 있다고 생각할 수 있다. 왜냐하면,

南東 太平洋의 참치漁獲量과 海洋環境과의 關係

대부분의 外洋性 魚類는 水溫 躍層 부근에서 魚群이 濃密하게 되는데, Fig.2에서 보면 SW type 는 100m 에서 250 m 까지가 水溫 躍層이며 SC 는 100~150 m, SE 는 50~100 m 까지이다. 그런데, 보통 참치 操業時 그 投網깊이가 200~300 m 인데, SW 에 비해 SC 와 SE 는 水溫 躍層 깊이가 낚시 깊이 보다 매우 얕은 곳에 位置하고 있으므로, 그로인해 漁獲量이 줄어드는 것이라고도 생각할 수 있다. 水溫 鉛直 構造 type 에 대한 魚種別 漁獲量을 살펴보면 눈다랑어와 황다랑어는 SW type 에서 최대의 量을 나타내고 날개다랑어는 SS type 에서 最大의 量을 나타내었다 (Fig. 8).

SW type 은 표층에서 100 m까지는 28.5°C에서 27.5°C로 약 1°C 程度, 差異가 150m에서는 16.2°C로 약 11.1°C로 급격히 변하였다. 그러나 SS type 은 50 m 간격간의 水溫差가 약 2.5°C로 완만한 변화를 나타낸다(Fig. 2). 이것을 보아 눈다랑어와 황다랑어는 水溫 躍層이 강하게 형성되는, 즉 水溫 躍層의 기울기가 급한 水溫 鉛直構造에서 漁獲이 잘되고, 날개다랑어는 溫度差가 거의 均一한 水溫 鉛直構造에서 漁獲이 잘 되리라 생각된다.

그런데 Hanamoto (1986)는 漁獲의 50%가 10~15°C 사이에서 나타난다고 하여 눈다랑어의 漁獲 適水溫이 10~15°C 사이라고 밝힌바 있으나 本 稿에서는

水深 약 100 m 와 250 m 사이의 溫度인 25~15°C 정도가 눈다랑어 漁獲 適水溫으로 나타나 약 5°C의 差異가 있었다. 한편, 5°N~15°S, 150~110°W의 東太平洋 海域에서는 水溫 鉛直 構造가 유사하여도 水溫 躍層 기울기가 커질수록 漁獲量이 적어진다(Fig. 2, Fig. 3, Fig. 8, Fig. 9). 즉 南赤道 海流域의 東太平洋域에서 北美와 南美 대륙쪽에 가까워 질수록 황다랑어와 눈다랑어의 漁獲이 줄고 있는데, 위의 사실을 명확히 알기 위해서 Fig. 11을 보면 主 水溫 躍層이 南北美大陸쪽에 가까울수록 알아지는 것을 알 수 있다. 따라서 東 太平洋域에서는 漁獲量이 줄어드는 것이 水溫 躍層과 깊은 관계가 있다고 생각할 수 있다. 즉 水溫 躍層의 깊이가 너무 알아지는 海域에서는 황다랑어와 눈다랑어의 漁獲量이 줄어 든다.

그런데 지금까지 눈다랑어가 漁獲되었던 層의 산소량을 측정하여 棲息가능률을 조사한 연구는 없다. 단 平均 酸素量 分布와 long-line의 釣獲率 分布와의 관계를 조사한 연구에 의하면 눈다랑어의 棲息可能한 산소량은 1 ml/l 이상 이었다(Hanamoto, 1975). Hanamoto (1975)의 연구에 따라서 Fig. 7을 살펴보면 눈다랑어의 최소 산소요수량인 1 ml/l 등 量面의 깊이가 Fig. 11의 主 水溫躍層 分布와 거의 비슷함을 알 수 있다. 즉 1 ml/l의 깊이가 알아지고 또 Fig. 11에서처럼 主 水溫 躍層의 깊이가 낮아지는

Table 2. Optimum temperature for albacore, bigeye, and yellowfin tuna

Species	Author	Temperature	Area	Remark
Albacore	Uda (1952)	17-18°C	NW Pacific	Surface temperature
	Lauris (1978)	10-12°C	"	Using sonic tags in the thermocline layers
Bigeye	Laevastu et al. (1963)	18-22°C	World Ocean	Optimum SST based on literature surveys
	Squire (1963)	13.3°C	NW Atlantic	Mean hooking temperature
	Nepgen (1970)	18-21°C	S. Africa west coast	Optimum SST
	Uda (1952)	18-22°C	NW Pacific	"
	Park (1972)	26-27.4°C	Indian Ocean	Hooking temp. at the depth of 93-162 m
	Park (1972)	17.6-20.4°C	South China Sea	"
Yellowfin	Lavevastu et al. (1963)	21-24°C	World Ocean	Optimum surf. temp. based on literature surveys
	Squire (1963)	22.4°C	NW Atlantic	Mean hooking temperature
	Hamuro (1963)	22-23°C	Indian Ocean	Hooking temp. at the depth of 90 m
	Nepgen (1970)	18-21°C	S. Africa west coast	Optimum SST west coast
	Uda (1952)	21-24°C	NW Pacific	"
	Park (1972)	25.8-28.2°C	Indian Ocean	Hooking temp. at the depth of 93-162 m
	Park (1972)	18.4-21°C	South China Sea	"

海域일수록 눈다랑어와 황다랑어의 漁獲量이 줄어지는데, 이는 눈다랑어나 황다랑어가 東部 태평양에서는 溶存酸素 1 ml/l 面이나 主 水溫 躍層(Fig. 11)을 따라 표층에 가깝게 유영한다고 생각할 수 있다.

한편, Fig. 9에서 날개다랑어가 많이 어획된 A, C, B, J 海域을 살펴보면, A해역이 J海域보다 漁獲量이 많으나 A海域은 12번의 投繩으로 漁獲된 양인데 비해 J해역은 단 1번의 투승으로 어획된 양이므로 어획물은 J해역이 높은 셈이다(Fig. 3, Table 1). 그런데 A海域과 J海域의 水溫 鉛直 構造를 살펴보면 같은 水深의 溫度가 J海域이 A海域의 溫度보다 약 2°C 정도 높았다. 보통 날개다랑어가 주로 遊泳한다는 水溫 躍層 바로 아래 水深 200~250 m (Yoneta and Saito, 1973)의 溫度 分布를 보면 한번 投繩해서 많이 漁獲된 J海域은 20.11~23.74°C이며 A해역은 15.89~19.60°C 를 나타 내었다. 이 溫度 分布를 Uda (1952)의 날개다랑어 適水溫과 비교할 때 여러번 投繩해서 많이 잡힌 A海域의 溫度 分布가 비슷했다 (table 2). 그러나 J海域도 다른 문헌(정, 1977)에 나타나 있는 漁獲 適水溫과 비슷한 溫度이다. 그러므로 한번 投繩해서 漁獲量이 많았던 J海域은 다른 어떤 특별한 影響을 받았던 海域 같았다.

Yoneta and Saito (1973)는 南西太平洋에서 날개다랑어는 일반적으로 다른 다랑어들 보다 漁獲 水深이 깊게 나타난다고 하였고 Saito and Sakaki (1974)는 남태평양에서 날개다랑어의 水深別로 본 漁獲 比率은 200~300 m 層에서 2.2~2.7%이고 380 m 層에서는 1.2%로 150 m 層보다 漁獲率이 조금 더 높아서 날개다랑어의 鉛直 分布가 대단히 넓다고 하였다.

본 논문에서 날개다랑어가 위도 8°S 이남에서 주로 漁獲되는 것은 水溫 躍層의 깊이가 8°S 이남에서 깊어지고 그 기울기가 대단히 완만해지기 때문이라 생각된다.

要 約

南東 太平洋의 위도 5°N~12°S, 경도 115°W 海域에서 1980년 12월 9일부터 1981년 4월 2일에 걸쳐 操業한 참치 漁場 野帳과 DBT 記錄 테이프를 정리하여, 漁獲된 海區의 각 定點마다의 水溫 鉛直 構造 및 南東 太平洋의 海洋 環境과 그에 따른 漁獲物 布를 알아본 結果는 다음과 같다.

본 研究에서 操業이 행해진 海域은 위도 5°N~12°S 의 赤道 湧昇域을 포함하는 南赤道 海流域이었으

며, 이 海域의 1,2,3월의 깊이 10 m 의 水溫 水平 分布圖를 살펴보면 거의 모든 海域의 溫度가 25°C 정도임을 알 수 있다. 또, 위 海域의 鹽分은 34.80~35.00‰ 였다.

한편 위 海域에서 눈다랑어와 황다랑어는 水溫 躍層의 上部 水深 100 m 정도에서 水溫 躍層 下部 水深 300 m 까지의 水溫差가 약 12°C 정도되는 SW type 의 水溫 鉛直 構造에서 주로 漁獲이 되었고, 水溫 躍層의 깊이가 깊을 수록 漁獲量이 많아지고 있다. 또한 날개다랑어는 온도 8~26°C 이며 水深 50 m 간격간의 水溫 差가 약 2.5°C 로 均一한 變化를 나타내는 가장 완만한 형태인 SS type 의 水溫 鉛直 構造에서 주로 漁獲이 되었다.

그리고 눈다랑어의 최소한의 酸素 要求量인 1 ml/l 等量面의 깊이는 140~100°W 에서는 주로 200~100 m 水深이며 110°W 에서 부터 南美大陸쪽으로 갈수록 等量面(1 ml/l)의 깊이는 100 m 정도로 낮아진다.

漁獲量의 水平 分布를 살펴보면 南赤道 海流域에서 눈다랑어가 황다랑어 보다 더 많이 漁獲되었다. 그리고, 南北美 大陸쪽에 가까워질수록 주 水溫 躍層이 아주 얕아지고 그 기울기가 급하게 되며, 또 1 ml/l 溶存 酸素 等量面의 깊이가 낮아질수록 황다랑어와 눈다랑어의 漁獲量이 줄고 있음을 고찰할 수 있다.

文 獻

- 김재철. 1986. 태평양의 다랑어 어획량과 수온 분포와의 관계. 한국어업기술학회 22(4), 21-31.
- 노재동. 1980. 참치 가다랭이 어업실무. 수산경제사. 148-153.
- 박승원. 1972. 다랑어 중남의 어획 성능. 부산수대연보 12(1), 6-10.
- 정문기. 1977. 한국어류도감. 일지사. 456-458.
- Mimato 신문사편. 1969. 세계의 어장도. 동경.
- Barkely, R. A. 1968. Oceanographic Atlas of the Pacific Ocean. University of Hawaii Press. Honolulu.
- Dietrich, G., K. Kalle., W. Krauss and G. Siedler, 1980. General Oceanography. p.515. Awiley-Interscience. Pub. New York.
- Hamuro, C. 1963. Measurement of the shape of the tuna longline and an analysis of efficiency.

- FAO Fish. Rep. 6(3), 1133—1142.
- Hanamoto, E. 1975. Fishery-oceanographic studies of the bigeye tuna. Ocean. Rept. 13(2), 58—71 (in Japanese).
- Hanamoto, E. 1986. Effect of oceanographic environment on bigeye tuna distribution. Bull. Kanagawa Pref. Fish. Exp. Sta. No. 2. ISSN 0285—1202, 1—16 (in Japanese).
- Laevastu, T and H Jr. Rosa. 1963. The distribution and relative abundance of tunas in relation to their environment. FAO Fish. Rep. (6)3, 1935—1851.
- Laurs, R. M. 1978. Seasonal migration of North Pacific albacore tuna. Bull. NMFS/NOAA.
- Nakagome, J. 1958. On the seasonal variation of swimming layers of yellowfin tuna, bigeye tuna and black marlin in the area of Caroline and Marshall Island. Bull. Japan. Soc. Sci. fish. 23(6), 518—522(in Japanese).
- Nepgen, C. 1970. Exploratory fishing for tuna off the South African West Coast. Investl. Rep. Div. Sea Fish. S. Aff. (8), 1—26.
- Park, S.W. 1972. The fishing efficiency of the tuna longline. Bull. Pusan Fish. Coll. 12(1), 1—16 (in Korean).
- Saito, S. and S. Sasaki. 1974. Swimming depth of large sized albacore in the South Pacific Ocean-2. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 643—649(in Japanese).
- Squire, J. 1963. Thermal relationships of tuna in the oceanic Northwest Atlantic. FAO Fish. Rep. 6(3), 1639—1657.
- Uda, M. 1935. On the estimation of favorable temperature for longline fishing of tunny. Bull. Japan. Soc. Sci. 4(1), 61—65 (in Japanese).
- Uda, M. 1952. On the relation between the variation of the important fisheries conditions and oceanographical conditions in the adjacent waters of Japan. I. F. Tokyo Univ. Fish. 38, 363—389.
- Uda, M. and Y. Nakamura. 1973. Hydrography in relation to tuna fisheries in the Indian Ocean. Spl. Pub., Mar Biol. India. 276—292 (in Japanese).
- Wyrtki, K. 1965. The thermal structure of the Eastern Pacific Ocean. Dt. hydrogr. Z. Erg. H. A. 6, 1—84.
- Yamanaka, I. 1978. Oceanography in tuna research Rapp. P. V. Reun. ICES. 173, 201—203 (in Japanese).
- Yoneta, K. and S. Saito. 1973. Studies on the large-sized albacore and its vertical distribution in the Western South Pacific Ocean. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 40, 643—649 (in Japanese).