

日本海南西部から東シナ海中部における クロマグロ未成魚の分布と回遊

濱崎 清一*・永井 達樹**

Distribution and migration of the young bluefin tuna from the southwest area of Japan Sea to the mid-East China Sea

Seiichi HAMASAKI* and Tatsuki NAGAI**

Abstract

Distribution and migration of the young bluefin tuna (Age 0-3) was examined based on catch data of purse seiners. The shoals in the northern area of Tsushima Islands during Oct.-Nov. migrated southerly through East Tsushima Strait, while these off the Mishima I., Yamaguchi prefecture, during Oct.-Dec. through West Tsushima Strait. Both groups occurred in the West of Goto Is. in January. Thereafter, these migrated southerly to the mid-East China Sea for wintering in February. The surface temperature becoming warmer in March, the northerly migration began. The fish remained in waters from the adjacent area of Danjo Is. to the west area of Goto Is. in April and May. The moving distance for these two months was short. In June, the major part appeared in the west of Goto Is. And a part of fish migrated along Tsushima Is. through the west Tsushima Strait. On the other hand, the schools passing through East Tsushima Strait appeared near the Mishima I. in July. Both groups entered into the Japan Sea in June and July.

九州西方海域から日本海中部海域では、大中型まき網漁業（以下、まき網と称す）による夏季のクロマグロ成魚の豊漁（濱崎，1981，濱崎ほか，1988）が1981年から数年間続いた。その後、成魚を対象として漁は日本海中部海域で継続されているが、漁獲は低調である。一方，1991年秋季に対馬列島近海域と1992年夏季に五島列島西沖で未成魚の豊漁がみられたほか，山口県沖や東シナ海でややまとまった漁があった。

標識放流の再捕状況と各地域間の漁況の経過を基に，本邦周辺海域におけるクロマグロの未成魚及び成魚の回遊経路がいくつか想定（濱崎ほか，1988，濱崎ほか1989，河野ほか，1985）されている。これらの研究によると，成魚は九州西方海域から日本海中部海域にか

けて夏季に北上し，山口県沿岸から九州西方海域にかけて秋～冬季に南下する。さらに，未成魚も日本海から九州西方海域にかけて季節的に北上と南下の回遊をすることが知られているが，その回遊の詳細は不明である。

この研究は日本海南西部から東シナ海中部におけるクロマグロ未成魚の分布と回遊の実態を明らかにすることを目的とした。

本論文をまとめるのに際し，漁獲情報を提供していただいた日本遠洋旋網漁業協同組合所属の漁業会社に厚く御礼申し上げます。また，論文の内容と表現に関し，建設的御批判をいただいた匿名の校閲者に心より感謝する。

1995年7月24日受理

* 西海区水産研究所下関支所 Shimonoseki Branch, Seikai National Fisheries Research Institute, Higashi Yamato, Shimonoseki, 750, Japan. (Present address: 6-6-20 Tomito, Shimonoseki, 750 Japan)

** 南西海区水産研究所 Nansei National Fisheries Research Institute, Maruishi, Ohno, Hiroshima, 739-04, Japan.

材料と方法

漁獲情報と体重組成

1991年7月から1992年7月までの日本海南西部から東シナ海におけるまき網船による漁獲情報と生物情報を収集した (Table 1)。

漁獲情報は日本船 114 隻，韓国船 9 隻，合計 123

日本海南西部から東シナ海でのクロマグロの分布と回遊

Table 1. The list of weight composition data of the bluefin tuna.

Area	Fishing month/year	No.of boats	No.of fish	Total (kg)	Area	Fishing month/year	No.of boats	No.of fish	Total (kg)		
Tushima	Oct./1991	E	2	19,285	96,692	Goto	Jul./1991	E	1	11,182	13,848
		M	26	192,457	1,120,151			M	—	—	—
		L	—	—	—			L	—	—	—
		T	28	211,742	1,216,843			T	1	11,182	13,848
	Nov./1991	E	5	22,325	116,116		Jun./1992	E	23	100,155	559,170
		M	9	50,066	311,233			M	11	50,728	269,387
		L	4	10,198	65,392			L	5	7,738	33,402
		T	18	82,589	492,741			T	39	158,621	861,959
Mishima	Nov./1991	E	—	—	—	Tushima	Jun./1992	E	—	—	—
		M	—	—	—			M	—	—	—
		L	2	7,035	37,602			L	3	11,433	134,983
		T	2	7,035	37,602			T	3	11,433	134,983
	Dec./1991	E	9	39,031	180,392		Jul./1992	E	1	3,623	44,962
		M	—	—	—			M	—	—	—
		L	—	—	—			L	—	—	—
		T	9	39,031	180,392			T	1	3,623	44,962
Goto	Jan./1992	E	2	16,257	117,361	Mishima	Jul./1992	E	2	3,072	34,050
		M	4	10,760	68,579			M	—	—	—
		L	—	—	—			L	—	—	—
		T	6	27,017	185,940			T	2	3,072	34,050
East China Sea	Feb./1992	E	—	—	—	Area total			114	584,660	3,415,091
		M	3	1,466	18,402						
		L	—	—	—						
		T	3	1,466	18,402						
Danjogunto	Mar./1992	E	—	—	—	Korea (Imported)	Jun.-Jul./1992		9	12,488	129,709
		M	—	—	—						
		L	2	27,849	193,369						
		T	2	27,849	193,369						
				Grand total				123	597,148	3,544,800	

E, M, and L denote the first, second and last ten days of a month, while T month total.

隻分である。体重を測定した漁獲魚は合計 597,148 個体にのぼる。この中には韓国産の 12,488 個体も含まれる。しかし、韓国産のものは輸入魚であるため、必ずしも漁獲物を代表しているとは限らない。従って、それらの資料は参考程度の使用にとどめた。

日本船の漁獲物は水揚地で原則として個体別に計量された。市場での計量は迅速に行われ、多少正確さを欠くが、ここでは市場での計測値をそのまま体重として用いた。なお、体重約 4.5kg 以下の小型魚は、魚体の大きさがほぼ揃ったものを箱に入れ一括して計量された。そこで小型魚の体重は箱内重量を入数で除した平均体重とした。体重の計測値を 0.5kg 単位に漁場別月別に集計し体重組成を求めた。

年齢組成ほか

調査海域では産卵調査(西川, 1986)から、南西諸島近海で5~6月頃発生した群と日本海で7~8月頃発生した群との2群が生息すると考えられている。しかし、漁獲物から2つの発生群を正確に識別することは困難である。そこで2つの産卵期のほぼ中間に当たる6月1日を仮の誕生日として、既往の成長式(行縄・藪田, 1967)と体長-体重関係式(水産庁研究部, 1979)に基づいて漁獲魚の体重を年齢に換算した。これにより、1歳から5歳までの満年齢時の尾叉長と体重をそれぞれ、52cm (3.4kg), 78cm (10.0kg), 102cm (20.0kg), 124cm (32.8kg), 143cm (52.3kg)と推定した。上記の年齢別体重を指標として、漁獲物

Table 2. The age composition estimated on monthly basis using von Bertalanffy's growth equation. (The numerals in parentheses expressed in percent.)

Area	Fishing month/year	Weight range (kg)	Age composition					Total
			0	1	2	3	4	
Tushima	Oct./1991	1.5~12.5	9,413 (4.45)	202,309 (95.55)	20 (0.01)			211,742 (100.01)
	Nov./1991	2.0~13.5	6,424 (7.78)	75,935 (91.94)	230 (0.28)	1 (0.01)		82,589 (100.00)
Mishima	Nov./1991	2.0~10.5	2,830 (40.23)	4,204 (59.76)	1 (0.01)			7,035 (100.00)
	Dec./1991	2.5~12.0	24,484 (62.73)	14,522 (37.21)	25 (0.06)			39,031 (100.00)
Goto	Jan./1992	2.0~14.5	2,357 (8.72)	24,606 (91.08)	54 (0.20)			27,017 (100.00)
East China Sea	Feb./1992	5.0~30.5		962 (65.62)	146 (9.96)	358 (24.42)		1,466 (100.00)
Danjo-gunto	Mar./1992	3.0~21.5	6,934 (24.90)	20,621 (74.00)	293 (1.05)	1 (0.00)		27,849 (100.00)
Goto	Jul./1991	2.0~3.5		10,238 (91.56)	944 (8.44)			11,182 (100.00)
	Jun./1992	2.0~35.0		133,863 (84.39)	24,711 (15.58)	39 (0.02)	8 (0.01)	158,621 (100.00)
Tushima	Jun./1992	4.5~20.0		961 (8.41)	10,471 (91.59)			11,433 (100.01)
	Jul./1992	4.5~16.5		184 (5.08)	3,439 (94.92)			3,623 (100.00)
Mishima	Jul./1992	3.5~17.0		515 (16.76)	2,557 (83.24)			3,072 (100.00)
Area total		1.5~35.0	52,442 (8.97)	488,920 (83.62)	42,891 (7.34)	399 (0.07)	8 (0.00)	584,660 (100.00)

の体重組成から漁場別月別に年齢組成を求めた。

成長段階別には当(0)歳魚を幼魚、1~3歳魚を若魚、当歳~3歳魚を一括する場合に未成魚、4・5歳魚以上を成魚と呼称した。

漁獲時の漁船の操業位置及び漁獲物の体重(年齢)組成と既往の知見を基に、クロマグロの分布・回遊を検討した。更に、漁業情報サービスセンター刊行の東シナ海海況速報から求めた漁場水温と回遊との関係を検討した。

結果

月別の漁場位置と体重(年齢)組成

1991年10月から1992年7月までの日本海南西部から東シナ海中部に至るクロマグロの漁獲位置(Fig.

1)と漁獲物体重組成(Fig.2)及び年齢組成(Table 2)などの特徴について検討した。

1991年10月には対馬列島北方から西方海域に漁場が形成され、その後11月にはやや南下し、対馬列島南端沖に達した(Fig.1A~B)。この両月の魚体は体重1.5~12.5kgと2.0~13.5kg範囲にあり、体重モードは両月とも6.0kgであった(Fig.2A)。年齢別の割合はそれぞれの月で1歳魚が95.6%と91.9%、当歳魚4.5%と7.8%、それに2歳魚が僅かに混じっていた。このほか10月には山口県見島の北西沖で、体重15~28kg範囲(推定年齢2~3歳)のやや大型のものが、2~3日間の操業で約3,400尾漁獲された(山口県仙崎漁業協同組合からの聞き取り)。

1991年11~12月に見島西沖、34°30'~35°00'N、

日本海南西部から東シナ海でのクロマグロの分布と回遊

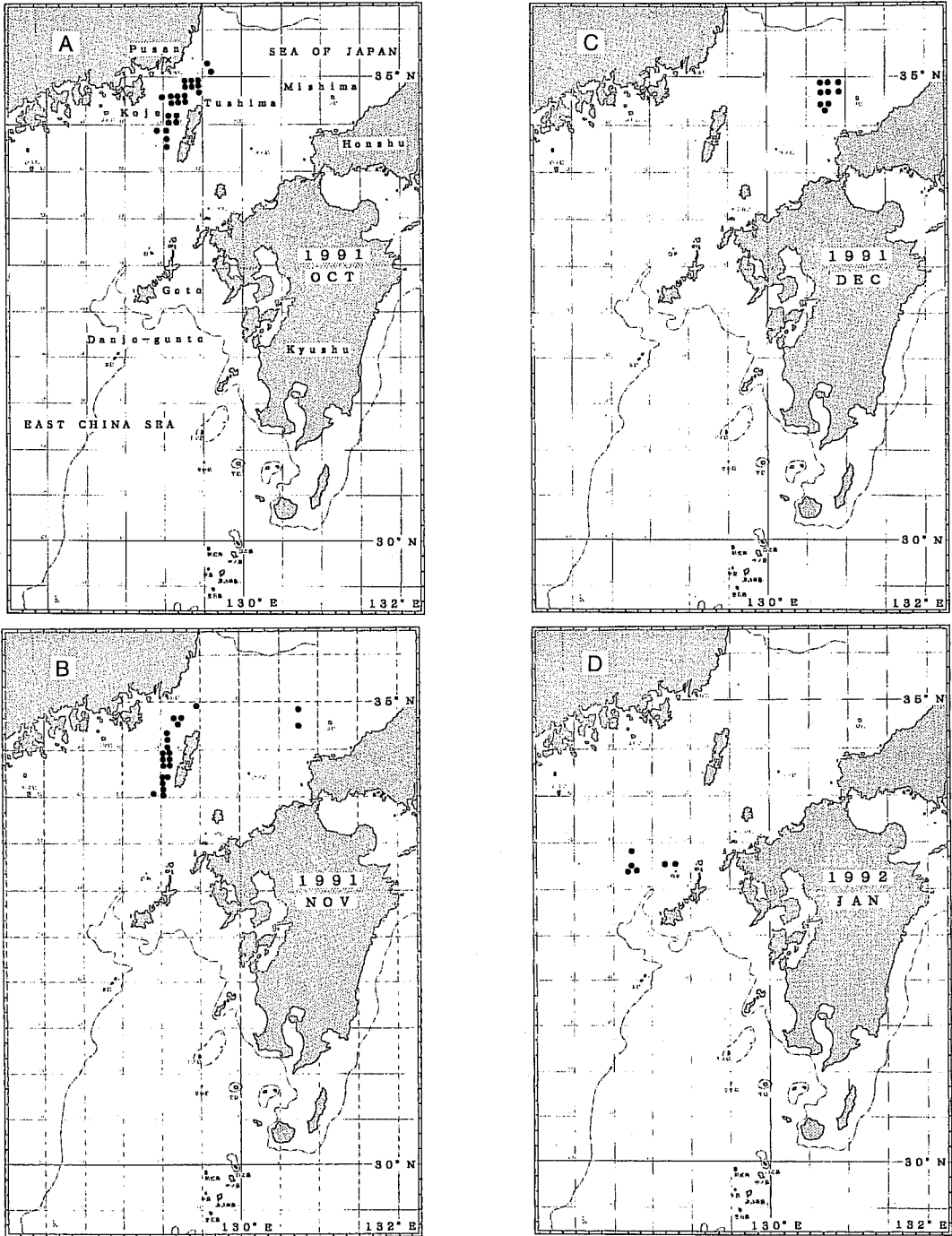


Fig. 1. Map showing the positions of purse seine operations by month where the bluefin tuna was caught. (The solid and open circles denote the Japanese and Korean purse seiners, respectively.)

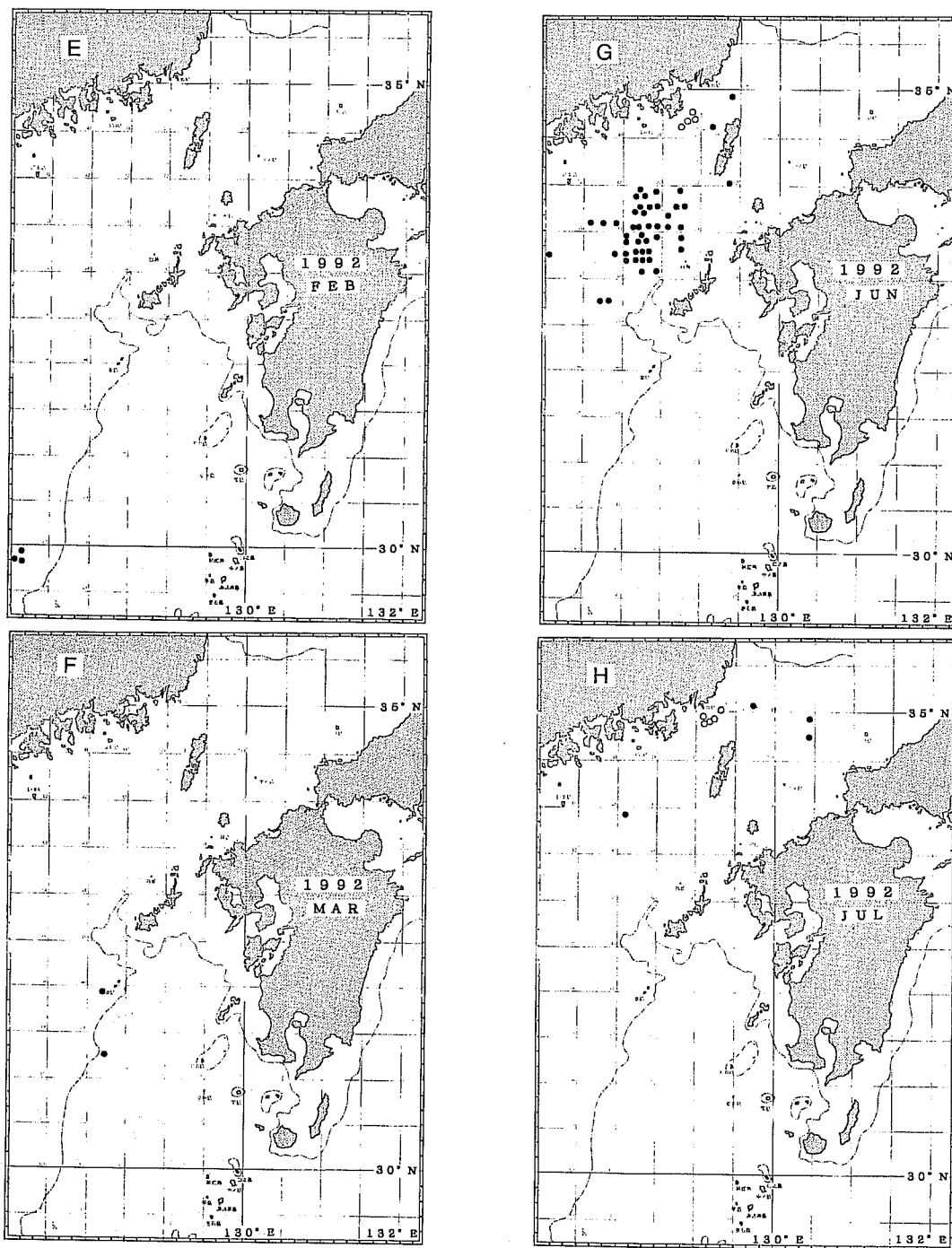


Fig. 1. (Continued)

日本海南西部から東シナ海でのクロマグロの分布と回遊

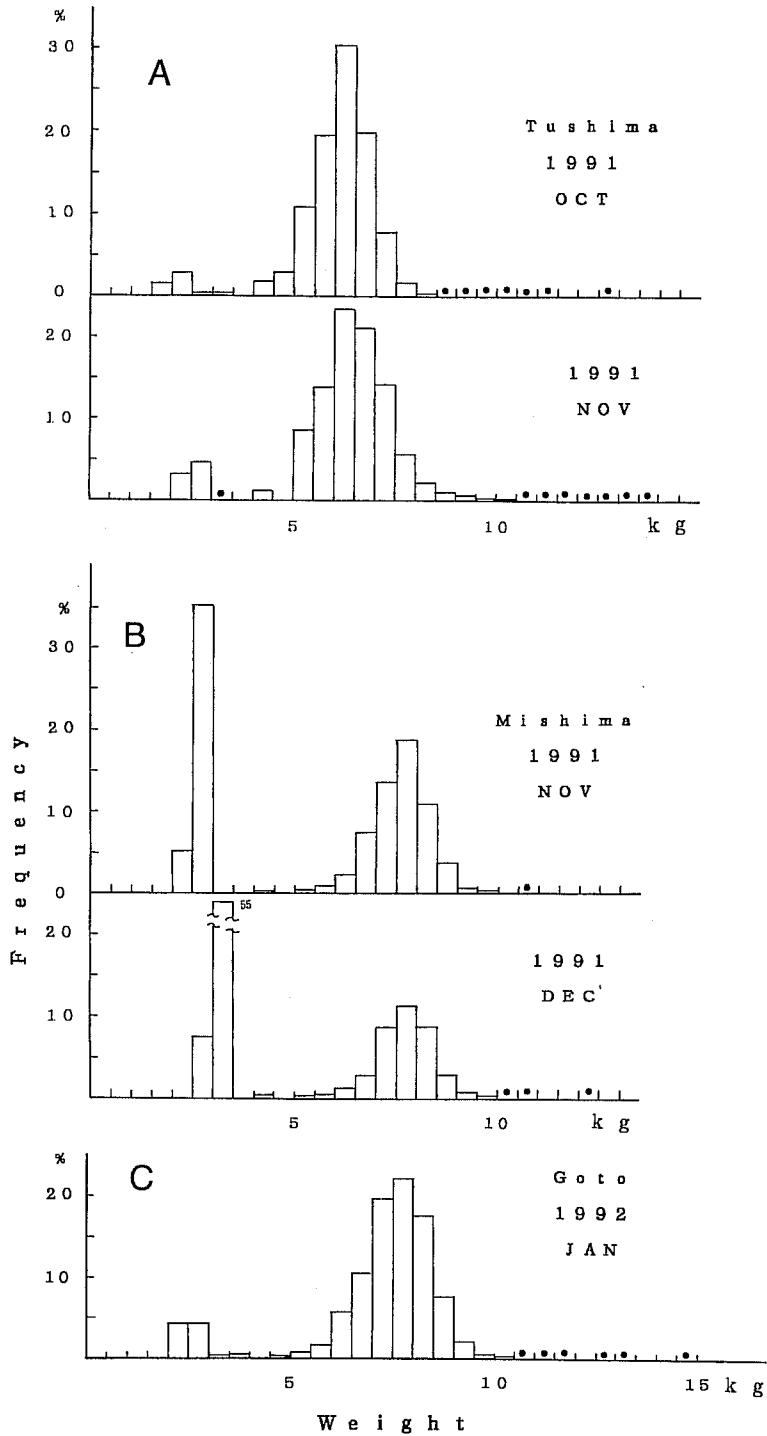


Fig. 2. Weight composition of the bluefin tuna by area and month.

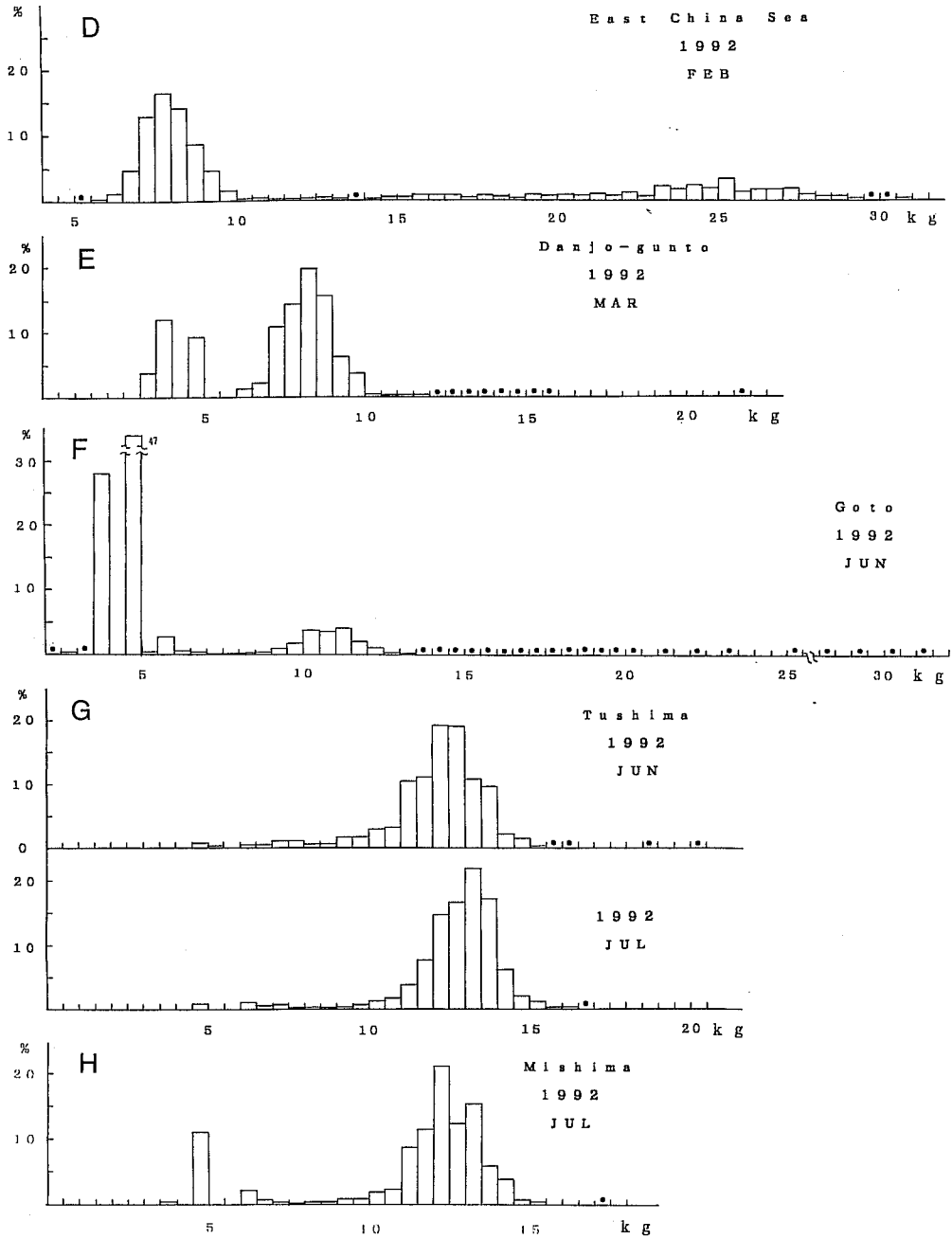


Fig. 2. (Continued)

130°30′～131°00′Eでは(Fig.1B～C), 体重2.0～10.5kgと2.5～12.0kg範囲で, モードがそれぞれ2.5kgと7.5kg, 3.0kgと7.5kgの双峰型を示す群が出現した(Fig.2B)。年齢組成をみると11月の群は1歳魚が過半数を占めたが, 12月の群は当歳魚が主体であった。

1992年1月に五島列島西沖に来遊した群(Fig.1D)は体重2.0～14.5kg範囲, モードは7.5kgであった(Fig.2C)。年齢組成は1歳魚が91.1%, 当歳魚は8.7%で, 2歳魚が混じっていた。

1992年2月には東シナ海中部, 29°30′～30°00′N, 127°00′～127°30′E, 29°30′～30°00′N, 126°30′～127°00′E(同461)に来遊した(Fig.1E)。魚体は体重5.0～30.5kg範囲で, モードは7.5kgであった(Fig.2D)。年齢組成は1歳魚65.6%, 3歳魚24.4%, 2歳魚10.0%であり, 他の漁場に比べ大型個体が多かった。

1992年3月に男女群島周辺とその南沖に来遊した群(Fig.1F)の魚体は体重3.0～21.5kg範囲にあり, 主モードは8.0kg, 副モードは3.5kgであった(Fig.2E)。年齢組成は1歳魚が74.0%, 当歳魚が24.9%で, 2～3歳魚がわずかに混じっていた。この群は2月の東シナ海の群に比べ, 0・1歳魚が多い反面, 2・3歳魚の占める割合が少ないのが特徴であった。

次に4～5月は漁獲が絶えたため, この間の群の移動と魚体構成は明らかでない。

1992年6月には五島列島西沖を中心に対馬列島周辺及び韓国巨済島沖の3か所に来遊した(Fig.1G)。このうち五島列島西沖では1か月ほど操業が続いた(Table 1)。6月上旬の漁況は好調に推移したが, 中旬から次第に低調となり, 下旬に終漁した。一方, 対馬列島周辺では五島列島西沖の終漁期に当たる6月下旬から始まり7月上旬まで続いた。五島列島西沖の魚体は体重2.0～35.0kg範囲で, 主モード4.5kgと副モード11.0kgの群であった(Fig.2F)。対馬列島周辺の群は体重4.5～20.0kg範囲, モードは12.0kgであった(Fig.2G)。年齢組成は, 五島列島西沖では1歳魚84.4%, 2歳魚15.6%, それに3・4歳魚が混じり, そして対馬列島周辺の群は2歳魚91.6%, 1歳魚8.4%であった。

1992年7月には対馬列島北方沖と見島西方沖及び韓国釜山沖に漁場が形成された(Fig.1H)。対馬列島北方沖に来遊した魚体は体重4.5～16.5kg範囲, モードは13.0kgであった(Fig.2G)。また, 年齢は2歳

魚94.9%, 1歳魚5.1%の割合で構成された群であった。一方, 見島西方沖の魚体は体重3.5～17.0kg範囲, モードは12.0kg(Fig.2H)で, 年齢組成は2歳魚が83.2%, 1歳魚が16.8%の割合を占めた。

回遊群の判別

1) 南下期に見島西沖では1991年10月に聞き取りの情報から前述したように2～3歳魚, また11月に1歳魚主体, 12月に当歳魚主体の来遊がみられた(Fig.2B及びTable 2)。このように, 同一の場所では, まず大型(高齢)魚が来遊し, 遅れて小型魚が来遊する。このように大型個体が先行移動することはクロマグロに普通のことであり, 以下の分析でもこのことを前提とする。

2) 南下期の1991年10～11月に対馬列島周辺(Fig.2A)に来遊した群と同年10～12月に見島沖(Fig.2B)に来遊した群は出現場所を異にしたほか, 11月における1歳の体重モードが見島沖で1.5kg大きかったほか, 年齢組成を異にした(Table 2)。また北上期に見島西方沖で1992年7月に漁獲された群(Fig.2H)は, 同月に対馬列島北方沖で漁獲された群(Fig.2G)に比べ, 2歳魚の体重モードが1kg小さかった上, 2歳魚の割合が低く, 1歳魚の割合が高かった(Table 2)。このように, 2つの漁場を比べると, 南下期には対馬列島周辺の1歳魚が, また北上期には見島西沖の2歳魚が, 他方の漁場の同一年齢魚に比べ, 小さかった。このように, 同一の群とすれば第1には大型魚の先行移動に反すること, 第2に上記の漁場間では年齢組成を大きく異にしたことから, 2つの漁場で漁獲された群は回遊経路を異にすると考えた。

3) 南下期の1992年1月に五島列島西沖に来遊した群(Fig.2C)と10～11月に対馬列島周辺に来遊した群(Fig.2A)の年齢組成は類似していた。しかし, 五島列島西沖の1歳魚の1月の体重モードは11月の対馬列島周辺群より1.5kg大きく, 12月の見島沖群(Fig.2B)と同じであった。この時期は成長が比較的停滞すると考えられるので, 五島列島西沖の群は対馬西水道と対馬東水道をそれぞれ通過した2つの群の中間的な性質をもつ。そこで, 上記2つの群はともに南下期の1月に五島列島西沖に来遊するとみなした。

4) 1991年12月に見島沖へ来遊した当歳魚を主体とする群(Fig.2B)は, その後五島列島西沖で操業するまき網船を含め, ほとんど捕捉されないことから, この群は対馬東水道を通過後, 九州西部から南部の沿岸寄りを索餌回遊している可能性がある。一方, 見島

沖の若魚は対馬東水道を南下し、1月頃五島列島西沖へ移動すると推測される。

5) 1992年2月の東シナ海中部海域の1歳魚の体重モード (Fig. 2D) は五島列島西沖の1月の体重モード (Fig. 2C) と一致していることから、上記2つの回遊群の1歳魚は少なくともこの海域まで南下する。一方、2~3歳魚は1991年10月に見島沖を通過した群に比べ、体重範囲が若干大きい、この間の成長を考慮すると、両者は一致しており、同一の群と考えた。但し、対馬西水道を通過する2~3歳魚の回遊状況は把握できなかった。

6) 北上期の1992年6月に五島列島西沖 (Fig. 2F) と対馬列島周辺に出現した魚体 (Fig. 2G) を比べると、後者の体重組成のモードは12.0kgで、五島列島西沖に来遊した群の11.0kgにある副モードとほぼ一致したほか、体重範囲が一致した。これらのことから、対馬列島周辺の群は五島列島西沖に来遊した群と同一と考えた。

7) 北上期の1992年7月に対馬列島周辺に来遊した魚群の魚体は6月に来遊した群に比べ体重モードが1.0kg大きかった (Fig. 2G)。この時期の成長は比較的活発であるので、6月と7月の群は同一と考えた。なお、北上期の1992年6月~7月に韓国の巨済島と釜山沖で漁獲された輸入魚の体重範囲は3.5~12.5kgであった。これは7月に対馬列島近海に来遊した群とほぼ同じであったので、両者を同一の群と考えた。

回遊と水温との関係

表面水温の月変化を水域別に Fig. 3 に示した。

これによると、対馬列島周辺に未成魚が来遊した10~11月の南下期は水温の低下が著しい。初夏6月には五島列島西沖に未成魚が北上し、7月になると主群は35°N以北に回遊する。この北上期には水温の上昇が大きい。

いずれの海域でも水温は3月頃に最低となる。最低水温は東シナ海中部、五島列島西部、対馬周辺の順に南側ほど高い。東シナ海中部海域は大陸棚縁辺部で、黒潮流軸の西側にあたるが、冬季には大陸棚上の沿岸水と黒潮系水の混合水域となる。未成魚はこのような暖海域に南下して越冬する。

成長段階別の回遊

前項までに述べた日本海南西部から東シナ海中部におけるクロマグロの未成魚の分布・回遊を以下のように整理した。

秋季10~11月に対馬列島北方海域に来遊した群は

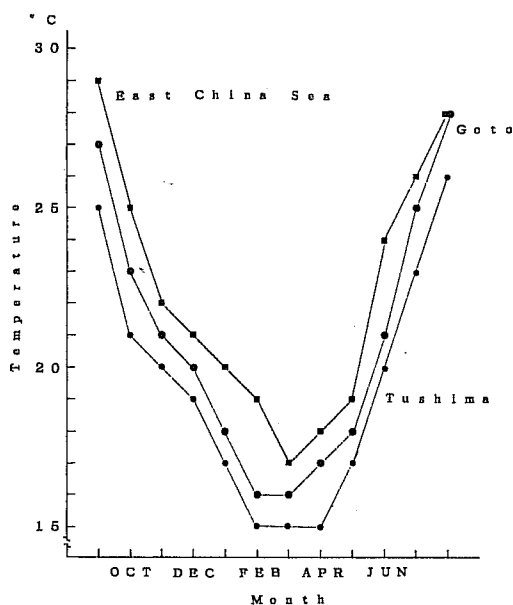


Fig. 3. Monthly change of surface temperature by area.

対馬西水道を南下し、初冬に五島列島西沖に達する。一方、10~12月に見島沖に来遊した群は幼魚と若魚で構成されているが、いずれもその後対馬東水道を通過する。このうち幼魚を主体とする群は沖合域へ移動せず、九州北部海域から南部海域の沿岸寄りを索餌回遊し、そこで越冬する。一方、若魚は対馬東水道を通過後、1月頃に五島列島西沖方面へ移動する。

冬季1月頃に五島列島西沖へ移動した1歳魚を主体とする若魚は、その後も沖合域を南下して東シナ海中部海域へ移動する。また、この海域に出現した比較的大型の若魚は、秋季に見島周辺に来遊した2・3歳魚主体の若魚と合流する。

2月に東シナ海で越冬した若魚は3月から水温が上昇するにつれ、北上を始める。この時、黒潮に沿って太平洋側に回遊する群と、対馬暖流沿いに九州西方海域を経て日本海側へ回遊する群に分かれる。後者は九州西方の男女群島周辺海域まで北上する。

4~5月には男女群島周辺から五島列島西沖で滞留し、移動は比較的小さい。初夏の6月には、五島列島西沖に主群があり、一部は対馬西水道を経由して対馬列島周辺へ北上する。また、6~7月には巨済島沖及び釜山沖にもこの群の一部がみられる。

7月には対馬東水道を通過した北上群が山口県見島西方海域へ来遊する。

このように、対馬両水道を通過した2つの群はいず

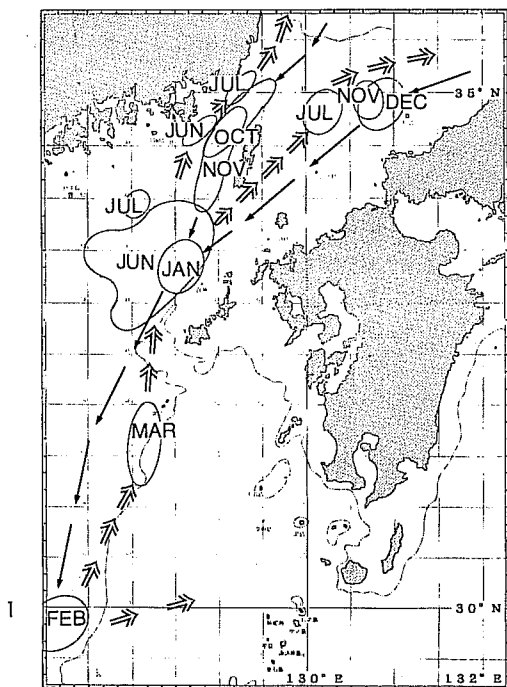


Fig. 4. Schematic figure showing migration pattern of the young bluefin tuna. (The enclosed area and numerals indicate distribution area and fishing month of bluefin tuna, respectively.)

れも日本海方面へ北上回遊するが、その後秋季に反転し、南下回遊をする。このような回遊の概略を模式的に Fig. 4 に示した。

考察

北上期の 1992 年 7 月に対馬列島周辺に来遊した群は 6 月に来遊した群に比べ、体重モードが 1.0kg 大きかった。この時期の成長は比較的活発であるので、6 月と 7 月の群は同一と考えた。しかし、7 月には 2 歳魚の占める割合が高かった。これは大型（高齢）個体が先行移動する原則に反するが、6 月の 10kg 以下の個体が 1 歳魚に算定されたためと考えた。誕生日を 6 月 1 日に仮定したことやすべての年級に一つの成長式を適用したことが原因であろう。但し、6 月における 2 歳魚の漁獲尾数は 7 月のその約 3 倍であるので、このことを勘案すれば、大型個体が先行移動していると言える。

秋季の南下群に回遊経路を異にする 2 群を想定した。このうち、10~11 月に対馬列島周辺に来遊した未成魚は朝鮮半島東岸沖沿いから対馬西水道を南下した群

であろう。一方、10~12 月の山口県沖の南下群は濱崎ほか（1989）や河野ほか（1985）から明らかのように、日本海北部及び中部海域から日本列島沿いに南下し、対馬東水道を通過する群と考えた。

本研究では対馬西水道を通過する 2~3 歳魚群の回遊状況を把握できなかったが、この群は 10 月以前に対馬西水道を通過し、対馬東水道を通過する群と同じく、東シナ海中部海域まで南下すると推察する。

1992 年 2 月の東シナ海中部での 1 歳魚の体重組成では、五島列島西沖の組成に比べ、モードより左側の小型個体がやや少なかった。更に、この海域では 2~3 歳魚の占める割合が高い反面、当歳魚が全く混じっていなかった。また、1992 年 3 月に男女群島周辺とその南沖に来遊した群では、2 月の東シナ海中部の群に比べ、0~1 歳魚が多く、2~3 歳魚が少なかった。

これらのことは、0 歳魚は男女群島周辺以南には南下しないこと；1~3 歳魚は男女群島から東シナ海中部にかけて、大型（高齢）個体ほど南下の程度が大きいこと；若魚の分布の南限が東シナ海中部にあることを示す。また、秋季に見島沖に来遊した幼魚が対馬東水道を通過し、九州北部~南部海域で越冬すると想定されたのに対し、対馬西水道を通過する幼魚は前者より西側の男女群島周辺で越冬すると推察した。

標識放流に基づく森ほか（1984）の報告によると、五島列島南方~西薩沖合の幼魚は 4 月頃まで越冬・滞留し、その後、日本海側へ回遊する群と太平洋側へ回遊する群に分かれる。一方、東シナ海中部で越冬する若魚も北上する際に日本海側へ回遊する群と太平洋側へ回遊する群に分かれると想定される。これらの回遊群と産卵群との関係は明らかではない。

対馬西水道の対馬暖流は夏に北流勢力が強いが、秋から夏には韓国沿岸水塊の張り出しにより、対馬列島に著しく圧迫され、その北流勢力は弱まる（辻田、1954）とされる。このような対馬暖流と韓国沿岸水塊の消長や対馬暖流の流路がクロマグロの移動と漁場形成に大きく関係すると思われるが、その説明は今後の課題である。

文献

- 濱崎清一（1981）クロマグロ 40 年振りの大漁—対馬東海域のクロマグロまき網漁について—。西水研ニュース、(38), 2-3。
 濱崎清一・林小八・加藤修（1988）日本海西部海域における来遊実態の把握。「近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究」（マリンランニング計画）プロ

濱崎清一・永井達樹

- グレス・レポート. 水産庁遠洋水産研究所, (8), 39-63.
- 濱崎清一・林小八・加藤修 (1989) 日本海西部海域における来遊実態の把握. 同上誌, (9), 38-46.
- 行縄茂理・藪田洋一 (1967) クロマグロ *Thunnus thynnus* (LINNAES) の年令と成長について. 南水研報, (25), 1-18.
- 河野秀雄・鈴木二郎・永井達樹・小井土隆 (1985) 回遊過程における魚群動態. 「近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究」. (マリーナランチング計画), プログレス・レポート. 水産庁遠洋水産研究所, (5), 1-6.
- 森 勇・桑野雪延・岩佐秀一 (1984) 越冬群の回遊経路. 同上誌, (4), 15-22.
- 西川康夫 (1986) 幼稚仔の加入実態 (クロマグロ稚仔の分布と豊度の変動). 同上誌, (6), 33-36.
- 水産庁研究部 (1979) 我が国漁船の漁獲対象魚種の漁獲量と生物特性 (Ⅲ), 水産庁. 266p.
- 辻田時美 (1954) 対馬海峡及び天草海域漁場の構造と特に二重潮の発達について. 西水研報, (1), 8-11.