

## 太平洋全体におけるクロマグロの漁獲量，年齢別漁獲尾数の推定

伊藤智幸\*

Estimation of Total Catch in Weight and Catch-at-Age in Number of  
Bluefin Tuna *Thunnus orientalis* in the Whole Pacific Ocean

Tomoyuki ITOH\*

Japanese official statistics do not have a specific species category corresponding to Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis*, and only have two categories which include Pacific bluefin tuna together with other *Thunnus* species. The annual catch in weight and catch at age in number of bluefin tuna in the whole Pacific Ocean during 47 years from 1951 to 1997 were estimated in this study. Catch of bluefin tuna was extracted from the statistics based on the fishing methods and areas. The estimation also relied on detailed information on catch and landing of bluefin tuna in recent years obtained at various fish markets.

Among total catch in the Pacific Ocean, Japanese catch was dominant (73% in total weight and 81% in total number) followed by catches by the USA and Mexico (25% in total weight and 19% in total number). Young fish of age 0-2 had occupied 93% of total catch in number since the 1950s to the 1990s.

Average proportion of catch in weight by fishing method within the Japanese catch were 46% by purse seine, 14% by trolling, 14% by set net, 12% by longline, 8% by pole-and-line and 2% by driftnet. Catch in weight by purse seine has been the largest for all years observed and its proportion increased in the 1990s due to significant increase of catches of young fish in the East China Sea. Catch proportion in number by purse seine was also the largest for fish older than age 2 in all years as well as for age 1 fish in the 1990s. Age 0 fish was mainly caught by trolling

**Key words:** Pacific bluefin tuna, *Thunnus orientalis*, catch at age, Japanese fishery

## 緒言

太平洋のクロマグロは北半球の温帯域に主に分布する。近年、Collette (1999) により、従来1種、2亜種として扱われていた太平洋と大西洋のクロマグロ *Thunnus thynnus* をそれぞれ2種 (*T. orientalis* と *T. thynnus*) に分けることが提唱されている。ここでは彼の提唱に従い、*T. orientalis* を用いることとする。南西諸島からフィリピン、日本海の産卵場で生まれたクロマグロは日本近海で成長すると共に、一部の魚は日本近海を離れて東部太平洋へ回遊する。そのため、東部太平洋では1歳から4才の魚が出現し、その後、この海域を去る。日本沿岸の魚も次第に沖合いへ去り、成熟すると産卵場に集まって産卵し、産卵が終われば逸散していく (Bayliff, 1994)。

太平洋クロマグロは、漁獲量は少ないものの、マグロ属魚類中の最高級刺身商材として評価が高く、多くの漁法で漁獲される。日本では、曳縄、定置網、竿釣、まき

網、延縄、流網と使用漁法は多岐にわたる (山中, 1982)。米国、メキシコの漁獲はまき網によるものがほとんどで、遊漁による漁獲が一部ある (Calkins, 1982; Bayliff, 1994)。台湾は延縄で漁獲する (Hsu *et al.*, 2000)。韓国は、遠洋延縄で漁獲するとともに、近年は東シナ海においてまき網によっても漁獲している。

経年的な漁獲重量、年齢別漁獲尾数のデータは、漁業資源の状態の評価および管理をする上で基礎的かつ重要なデータである。太平洋クロマグロの経年漁獲重量は、農林水産省統計情報部が発行している漁業・養殖業生産統計年報の値を引用することが多い (岡地, 1963; 山中, 1982)。しかし、本統計において太平洋クロマグロが含まれるまぐろの項目にはミナミマグロや大西洋のクロマグロも含まれていること、また複数種のマグロ属魚類の小型魚が一括してめじの項目に含まれ、ここに相当量のクロマグロ小型魚が含まれていると考えられることなど、魚種区分の問題が指摘されてきた。石塚・伊藤 (1995) は、まぐろの漁法別魚種組成がめじのそれと同じとみな

して、めじの漁獲量の種分離を試みた。

水産庁は、1992年より日本各地でのクロマグロの水揚げ調査を実施している。この調査によって、近年の日本全国における太平洋クロマグロの漁獲実態が、全漁法について、全ての大きさの魚で把握されるようになった。本研究では、この調査で得られた近年の詳細な水揚げ情報を基に、漁法および漁獲地域を考慮してめじからクロマグロを分離し、他の統計資料とも組み合わせて過去47年間（1951-1997年）の太平洋クロマグロの経年漁獲重量、年齢別漁獲尾数を推定するとともに、推定結果から太平洋クロマグロの漁獲特性を明らかにする。

## 材料と方法

### 1-1. 使用した資料

漁獲量および魚体測定のための資料は以下のものを用いた。各資料の概要を以下に述べる。

#### 漁業・養殖業生産統計年報

農林水産省統計情報部が毎年発行している漁業・養殖業生産統計年報（以下、農林統計と称する。図表では

Norin Tokaiと示す）には、長期間にわたるクロマグロの漁獲量が、魚種・漁法別漁獲重量や魚種・県別漁獲重量で記載されている。調査は1912年から始まり、日本全国を包括的に調査した統計資料である。しかし、魚種区分項目が太平洋クロマグロ単独で分離されていないことや、1991年以降の東シナ海におけるまき網による漁獲量がマグロ属魚類の項目に含まれていないことから、そのまま太平洋クロマグロ全体の漁獲量として用いることはできない。

農林統計のマグロ属魚類の魚種区分および漁法区分は、年代により以下のように変更された。

1912年から1940年：全てのマグロ属魚類がまぐろ1項目で示され、魚種別漁獲量は明らかでない。漁法は沿岸漁業と内地沖合漁業のみに区分されていた。

1941年から1950年：資料は編纂されていない。第2次世界大戦の影響と思われる。

1951年から1956年：マグロ属魚類は、まぐろ、きはだ、めばち、びんながの別に示された。まぐろには太平洋クロマグロ以外に、1952年頃から漁獲の急増したミナミマグロが含まれていると考えられる。漁法区分は、各漁法

**Table 1.** Fishing method category in the Norin Tokai. Referred to 1994 Norin Tokai. Fishing methods are limited only for those bluefin tuna catches have been recorded.

Fishing method	漁業種類	Category in this study
Large and medium surrounding net, one-boat operation, Skipjack and Tuna in the central Pacific	大中型まき網1そうかつおまぐろ (太平洋中央海区)	purse seine
Large and medium surrounding net, one-boat operation, Skipjack and Tuna in other area	大中型まき網1そうかつおまぐろ (その他)	purse seine
Large and medium surrounding net, one-boat, others	大中型まき網 1そうまきその他	purse seine
Large and medium surrounding net, two-boats operation	大中型まき網 2そうまき	purse seine
Purse seine	あぐり網	purse seine
Other surrounding net	その他のまき網	purse seine
Tuna long line in distant water	遠洋まぐろはえ縄	longline
Tuna long line in off-shore water	近海まぐろはえ縄	longline
Tuna long line in coastal water	沿岸まぐろはえ縄	longline
Other long line	その他のはえ縄	longline
Skipjack pole-and-line in distant water	遠洋かつお一本釣	pole-and-line
Skipjack pole-and-line in off-shore water	近海かつお一本釣	pole-and-line
Skipjack pole-and-line in coastal water	沿岸かつお一本釣	pole-and-line
Squid drift gill net	いか流し網	driftnet
Billfish drift gill net	かじき等流し網	driftnet
Other gill net	その他の刺し網	driftnet
Other anglings	その他の釣	trolling
Salmon large set net	大型定置網さけ・ます	set net
Large set net	大型定置網その他	set net
Small set net	小型定置網	set net
Small trawl, other trawl	小型底びき網、その他の底びき網	other
Squid anglings	いか釣	other
Other fisheries	その他の漁業	other

の盛衰に応じて統合分離はあったが、概ねTable 1の通りであった。

1957年から1994年：マグロ属魚類は、まぐろ、きはだ、めばち、びんなが、めじの別に示された。まぐろには、太平洋クロマグロ、ミナミマグロのほかに、1962年頃から漁獲の急増した大西洋クロマグロが含まれていると考えられる。めじには、キハダ、メバチ、クロマグロ等の複数種の小型魚が含まれていると考えられる。太平洋クロマグロは原則として、大型魚はまぐろに、小型魚はめじに含まれていたと考えられるが、小型魚であってもまぐろに含まれた場合もあったと考えられる。漁法区分は概ねTable 1の通りであった。

1995年以降：マグロ属魚類は、くろまぐろ、みなみまぐろ、きはだ、めばち、びんなが、その他のまぐろの別に示された。くろまぐろには太平洋クロマグロと大西洋クロマグロが含まれる。魚種が明らかな場合にはその他のまぐろに含めないとされているが、実際の統計を見る限り相当量のクロマグロ小型魚がその他のまぐろに含まれていると推測される。漁法は1994年以前とほぼ同様であったが、曳縄が独立した項目となった。

農林統計は日本全体のもの（全国版）のほかに、各都道府県ごとにまとめたもの（県版）とが発行されている。

#### 日本周辺クロマグロ調査委託事業および日本周辺高度回遊性魚類資源対策調査の漁獲重量データ

日本周辺クロマグロ調査委託事業は1992年から1996年まで実施された調査で、水産庁が21道県（北海道、青森県、岩手県、宮城県、山形県、千葉県、神奈川県、静岡県、新潟県、富山県、三重県、和歌山県、鳥取県、島根県、山口県、愛媛県、高知県、長崎県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県）の水産試験場（一部センター等）にクロマグロ水揚げ物調査を委託した。水産試験場の担当者は各道県の主要水揚げ港における市場水揚げ伝票を集計し、月・漁法・魚種・水揚げ状態・銘柄別の水揚げ重量および尾数のデータを収集した。水揚げ状態は、内臓込みの状態（原魚重量；主に小型魚）、内臓とエラを除いた状態（製品重量；主に大型魚）、内臓とエラ、尾部を除いた状態（尾部抜き製品重量；主に大型魚）の3つに区分した。1997年以降は、日本周辺高度回遊性魚類資源対策調査の一環として同様の調査が実施されている。（以下、これらの調査で得られたデータを日本周辺クロマグロ調査データと称す。図表ではResearch Project on Japanese Bluefin Tunaの頭文字からRJB dataと示す）。

1992年は年の半ばから調査が開始された。山形県は1994年から調査に参加した。期間内に調査が行われたのは147市場であった。漁法区分は農林統計による区分と

ほぼ同様である。

#### 日本周辺クロマグロ調査委託事業および日本周辺高度回遊性魚類資源対策調査の魚体測定データ

前記の日本周辺クロマグロ調査で収集された魚体測定データである。1992年7月以降、各道県の担当者がクロマグロの1尾ごとの体長・体重を測定（体重は市場の測定値を用いた場合が多い）し、年・月・市場・漁法・水揚げ状態の情報と合わせて記録した。一部には、体長のみまたは体重のみのデータもある。代表的な全ての漁法、時期、水揚げ場所、魚のサイズがカバーされている。

#### 漁業情報サービスセンター資料

（社）漁業情報サービスセンター（Japan Fisheries Information Service Center, JAFIC）は、全国の主要港で調査したクロマグロの水揚量を1980年から水産物市場月報に掲載している。1997年12月時点の調査市場（産地市場）は30ヶ所であった。そのうち19市場（宮古、気仙沼、女川、石巻、塩釜、小名浜、銚子、三崎、沼津、焼津、紀伊勝浦、八幡浜、新潟、境港、浜田、福岡、唐津、松浦、長崎）で、クロマグロの水揚げが記録されたことがあった。クロマグロの漁獲量の多い塩釜は1984年から調査対象となった。クロマグロは大型のまぐろと小型のめじの2項目に分かれている。これらには、他のマグロ属魚類や太平洋以外のクロマグロは含まれておらず、1991年以降の東シナ海におけるまき網による漁獲は含まれている。漁法は不明であるが、市場名から主たる漁法が推測できる。（以下ではJAFICデータと称す。また図表ではJAFIC dataと示す。）

#### 東シナ海におけるまき網漁獲量

東シナ海から日本海にかけての海域における、まき網によるクロマグロ小型魚のまとまった漁獲は1991年から始まった（濱崎・永井, 1995）。これらの漁獲量は、漁業者から提出される漁獲成績報告書ではその他の魚類に記載され、農林統計のマグロ属魚類の項目には含まれない。また日本周辺クロマグロ調査でも調査対象としなかった。そこで水産庁西海区水産研究所が所有する、九州北部から日本海西部にかけての市場における水揚げ情報資料をもとにデータを作成した。1991年7月から1995年8月までは筆者が西海区水産研究所より資料を借り受けて集計し、1995年9月から1997年12月までは西海区水産研究所が集計したものをを用いた（以下、このデータを西日本まき網データと称す。図表ではWPS dataと示す）。1995年8月までの水揚げデータは、水揚げ日・市場・水揚げ船名・銘柄（魚種）・1箱の尾数・1箱の重量・箱数を入

力した。1995年9月以降のデータもほぼ同様であったが、銘柄はマグロ属魚類で一括し、1箱の重量は全て16kgとした。すなわち、1995年8月までのデータでは1箱分の重量または1尾入りの場合にはその魚の体重が分かるが、1995年9月以降のデータではそれらを一律16kgとしている。また、1995年9月以降のデータではキハダ、ビンナガ、コシナガ等の他のマグロ属魚類がクロマグロから分離されていない。

#### 漁獲成績報告書データ

漁獲成績報告書に基づく漁獲データ（以下、漁獲成績報告書データと称す、図表ではLogbook dataと示す）があるのは、まき網(1970-1997年)、竿釣(1972-1997年)、延縄(1952-1997年)、流網(1977-1992年)である。まき網、竿釣、流網では操業日ごとの漁獲重量が、延縄では操業日ごとの漁獲尾数が示されている。

#### 生物統計データ

遠洋水産研究所の魚体測定データベース（以下、生物統計と称す）には、1948年以降の年・月（または四半期）・漁法ごとの体長または体重組成データが含まれている。これらは遠洋水産研究所の研究者が市場で水揚げ物を測定したデータ、市場の検量伝票を用いたデータ、船員が船上で測定したデータである。調査期間は長いが、対象とする漁法、時期、水揚げ場所、魚のサイズは限られている。

#### 1-2. 日本のクロマグロ漁獲量、年齢別漁獲尾数の推定

これらのデータソースと補完的な資料を組み合わせ、1951年から1997年までの日本の太平洋クロマグロの漁獲量を推定した。推定の詳細は結果で示す。漁法は曳縄(trolling)、定置網(set net)、竿釣(pole-and-line)、まき網(purse seine)、延縄(longline)、流網(driftnet)、その他にまとめた (Table 1)。1992年以前については明確な最適値が判断できなかった場合もあったため、推定値のほかに、多めの推定値と少なめの推定値を求めた。推定したこれらの漁獲量が、漁獲成績報告書データまたは生物統計データの漁獲量を下回った場合には、それらのうちの最も大きな漁獲量を用いた。漁獲量は全て原魚重量に統一した。

推定した漁獲重量に対しては、適当な魚体測定データを対応させた（結果参照）。この魚体測定データの平均重量で漁獲重量を除いて漁獲尾数を求め、同じ魚体測定データからスライシング法によって求めた年齢組成を漁獲尾数に掛けて、年齢別漁獲尾数を求めた。

これらの推定に必要な体長体重関係、製品重量から原魚重量への換算係数、成長式は以下のように求めた。体

長体重関係式は、日本周辺クロマグロ調査データのうち、尾叉長、体重が両方測定された約80,000個体分のデータから、以下のべき関数式で近似した。

$$W = a \times L^b$$

W：体重(kg), L：尾叉長(cm), a, b：係数

体重から尾叉長を推定する関係式を求めるためには、体重を独立変数として求めるべきであるが、結果にほとんど差がなかったことから尾叉長を独立変数とした式を使用した。関係式は原魚重量、製品重量、尾部抜き製品重量の3通りについて求めた。一般に市場では、尾叉長約80-100cmまでの小型魚は原魚重量で、それ以上の大型魚は製品重量で測定される。

製品重量から原魚重量へ換算する係数（原魚重量/製品重量）は、1992年7月にまき網によって漁獲され焼津に水揚げされた42個体（オス21個体、メス21個体、尾叉長158-216cm）の製品重量(1kg単位で測定)と取り除かれた鰓や内臓の重量（0.1kg単位で測定）から求めた。

クロマグロの成長式は、小型魚については硬組織、体長組成、標識放流などによる多くの研究があり（相川・加藤, 1938; 横田ら, 1961; Bell, 1963; 行縄・藪田, 1967; Schultzu and Collins, 1977; Bayliff *et al.*, 1991; IATTC, 1992; Bayliff, 1993; Foreman, 1996）、それらの結果もほぼ一致していることから行縄・藪田(1967)の成長式を3歳（尾叉長102cm）まで用いた。しかし、大型魚の成長についての研究は少なく、その標本数も充分ではない。そこで、生物統計データおよび日本周辺クロマグロ調査の魚体測定データから、年、漁法別（日本周辺クロマグロ調査データでは、まき網についてさらに漁獲海域を太平洋と日本海とに分けた）の尾叉長頻度図に見られるモードから大型魚の成長を推定することとした。しかし、ある年において複数の連続した体長組成のモードが明瞭に見られた場合は少なく、またあるモードの尾数が周囲のモードより多いために周囲の年級のモードが隠される場合があったことから、各年齢のモードの判別は困難であった。一方で、この尾数の多いモードは年々大型へシフトしていた。そこで、明瞭に見られたモードが1年後にも見られた場合にこれらを同一年級の成長とみなして、モードの移行幅から大型魚の成長率を推定した。異なる漁法で同年級・同年齢を調べたと思われる場合には平均値を用いた。

年齢別漁獲尾数は本研究で求めた成長式以外に、以下の2成長式（行縄・藪田, 1967; Bayliff, 1994）によっても推定し、結果を比較した。

行縄・藪田(1967)の成長式

$$L_t = 320.5(1 - e^{-0.1035t(0.7034)}) \quad L_t = t \text{時の尾叉長(cm), } t \text{は年}$$

Bayliff(1994)の成長式

$$L_t^{0.001} = 581^{0.001} + (L_t^{0.001} - 581^{0.001}) e^{-0.01184(t-2.1)}$$

0.125-0.917歳  $L_t$ = $t$ 時の尾叉長(mm),  $t$ は日

$L_t = 564 + 0.709t$  0.917-4.500歳  $L_t$ = $t$ 時の尾叉長(mm),  $t$ は日

$L_t = 1482 + 105.9t$  5.500-13.500歳  $L_t$ = $t$ 時の尾叉長(mm),  $t$ は年

各年齢( $i$ )・月( $j$ )の下限体長 ( $L_{M_{ij}}$ ) は,  $i$ 歳・ $j$ 月時の平均体長 ( $L_{ij}$ ) から以下の式によって求めた. 上限体長は1歳後の下限体長とした.

$$L_{M_{ij}} = L_{ij} - (L_{ij} + L_{i+1,j}) / 2$$

ただし,  $L_{0,j} = 0$

年齢は, 産卵期内の6月1日を発生日と仮定した満年齢とし, 各月の体長は15日時点のものとした. 0歳から9歳まで求め, 10歳以上は10+歳として一括した. クロマグロは主に夏季に成長し, 冬季は成長しないという季節変化することが知られており (行繩・藪田, 1967; Bayliff, 1993), このことは本研究においても月別の体長組成モードの移行から確認された. そこで月別体長を求めるにあたっては, 5-12月の間に1年間分成長し, 1-4月は同一体長を維持すると仮定した. 年級は1月から12月までを単位として, 漁獲年度毎に整理した. そのためある年級の漁獲尾数には, 例えば発生から5年後の漁獲といった場合に, 1-5月に漁獲された4歳魚と, 6-12月に漁獲された5歳魚のものが含まれており, 年齢による区切りとは異なっている.

### 1-3. 日本以外の漁獲量の推定

1951年以降の米国, メキシコの漁獲量は, IATTCによる集計値 (Bayliff, 1994; IATTC, 1999) を用いた. 1965年以降の韓国, 台湾, ニューゼaland, プエルトリコの漁獲量はFAO Fishery Statistics(1999)の値を用いた. 1994年から1996年の韓国の漁獲量はPICES資料 (Moon *et al.*, 1997) から補完した.

## 結 果

### 1. 漁獲重量の推定の詳細

#### 1-1. 漁獲重量の推定の過程

まず, 農林統計のまぐろに含まれる太平洋クロマグロの年・漁法別漁獲量を推定した. まき網や定置網等 (遠洋延縄, 近海延縄, 遠洋カツオ竿釣, 近海カツオ竿釣, 沿岸カツオ竿釣以外の漁法) によるまぐろの漁獲量には, 太平洋クロマグロのみが含まれるとした. 遠洋カツオ竿釣, 近海カツオ竿釣, 沿岸カツオ竿釣によるまぐろ漁獲量は, 推定値および多めの推定値ではまぐろの全漁獲量が太平洋クロマグロのもの, 少なめの推定値では太平洋クロマグロが全く含まれないとした.

遠洋延縄, 近海延縄による太平洋クロマグロ漁獲量は, 資料の存在する年代によって異なる推定を行った. 1975年, 1977-1994年については, 漁獲海域および漁法が明示されている漁業・養殖業水域別生産統計 (農林水産省統計情報部発行) の海域, 漁法別漁獲量から, 北太平洋 (太平洋北西部, 太平洋中西部, 太平洋北東部) の遠洋延縄, 近海延縄によるまぐろの漁獲量を用いた. 漁業・養殖業水域別生産統計が発行されていない1952-1974年および1976年については, 延縄の漁獲成績報告書データによる漁獲尾数に, 生物統計から求めた延縄によって漁獲されたクロマグロの毎年の平均重量を掛けて漁獲重量を求めた. 1951年については漁獲成績報告書データがないが, ミナミマグロの本格的な漁獲が開始されたのが1952年からであることから, 農林統計のまぐろ漁獲量をそのまま用いた.

遠洋延縄, 近海延縄による漁獲量の最適推定値は, 1952-1974および1976年は漁獲成績報告書から求めた値とし, 1975年および1977-1994年は漁業・養殖業水域別生産統計の値とした. 多めの推定値は, 1977年以降で漁業・養殖業水域別生産統計の値よりも漁獲成績報告書からの推定重量が多かった年 (1980, 1982, 1984, 1987-1992年) は, 多い方の漁獲量とし, 1952-1974および1976年は漁獲成績報告書の漁獲量を1.6倍した値とした. これは1975年および1977-1994年の漁業・養殖業水域別生産統計による漁獲量は平均で漁獲成績報告書漁獲量の1.54倍であったためである. 少なめの推定値は, 1975年および1977-1994年は漁業・養殖業水域別生産統計の値と漁獲成績報告書からの推定重量の少ない方とし, 1952-1974および1976年は漁獲成績報告書の値とした.

次に, 農林統計のめじに含まれる太平洋クロマグロの年・県・漁法別漁獲量を推定した. 農林統計でめじは, 「市場その他で通称めじ, しび, よこわなどと呼ばれている小型のまぐろ類を言う」と定義されている. すなわち, めじには少なくともクロマグロ, キハダ, メバチの小型魚と一緒に含まれ, また, ビンナガ, コシナガが含まれている可能性もある. 大西洋のクロマグロ, ミナミマグロについては, 日本漁船による漁獲は大型魚を漁獲する延縄のみに限られており, 漁獲量は全てまぐろに含まれると予想される.

めじは漁獲地域および漁法が特定されれば, 魚種を限定的に推測できることが期待される. 例えば, クロマグロ以外のマグロ属魚類が漁獲されることが稀な日本海の漁獲であればクロマグロである可能性が高く, また定置網による漁獲であればキハダやメバチよりも沿岸性の強いクロマグロである可能性が高い. しかしながら, 農林統計 (全国版) ではめじの漁法別・都道府県別漁獲量は

Table 2. Collected information of Meji catch (metric ton) in the Prefectural Norin Tokei.

Source	A	B	C	D	E	F	G	H	Remark
	Norin Tokei all Japan	Norin Tokei all Japan	Norin Tokei all Japan	Norin Tokei by prefecture	Norin Tokei by prefecture	Norin Tokei by prefecture	Norin Tokei by prefecture	Norin Tokei by prefecture	
	Total catch	Sum of catch in all prefectures	Difference (A-B)	Sum of catch in collected prefectures	Difference (A-D)	Collected rate (D/A)	Catch of the fishing method was clear	Rate of the fishing method was clear (G/D)	
1957	8,093	8,040	53	7,642	450	94%	5,537	72%	
1958	11,491	11,475	16	11,384	107	99%	6,106	54%	
1959	11,839	11,824	15	11,796	43	100%	9,523	81%	
1960	8,190	8,178	12	8,096	94	99%	6,439	80%	
1961	11,160	11,145	15	9,825	1,335	88%	5,889	60%	
1962	13,917	13,902	15	12,619	1,298	91%	11,748	93%	
1963	13,936	13,919	17	13,390	546	96%	10,164	76%	
1964	13,800	12,500	1,300	13,035	765	94%	7,787	60%	1)
1965	12,970	12,962	8	12,809	161	99%	7,838	61%	
1966	12,755	12,754	1	12,271	485	96%	7,451	61%	
1967	15,030	15,025	5	14,773	257	98%	10,440	71%	
1968	14,424	14,425	-1	14,148	276	98%	10,005	71%	
1969	11,888	11,890	-2	11,805	84	99%	6,876	58%	
1970	12,073	12,070	3	12,071	3	100%	6,699	56%	
1971	11,219	11,220	-1	11,215	4	100%	8,011	71%	
1972	13,657	13,660	-3	13,525	132	99%	10,614	78%	
1973	17,375	17,376	-1	17,022	353	98%	6,071	36%	
1974	23,727	23,727	0	23,214	513	98%	14,819	64%	F becomes 99% 2)
1975	15,655	15,655	0	15,155	500	97%	7,908	52%	F becomes 98% 2)
1976	18,398	18,398	0	15,822	2,576	86%	9,383	59%	F becomes 100% 2)
1977	19,425	19,423	2	17,038	2,387	88%	7,321	43%	F becomes 99% 2)
1978	24,712	24,713	-1	23,243	1,469	94%	22,318	96%	F becomes 99% 2)
1979	21,729	21,732	-3	20,282	1,447	93%	10,599	52%	F becomes 99% 2)
1980	17,156	17,175	-19	15,760	1,396	92%	15,026	95%	F becomes 99% 2)
1981	17,190	17,199	-9	16,117	1,073	94%	15,749	98%	F becomes 99% 2)
1982	11,903	11,913	-10	10,737	1,166	90%	10,536	98%	F becomes 98% 2)
1983	17,112	17,135	-23	15,481	1,631	90%	15,470	100%	F becomes 99% 2)
1984	19,382	19,386	-4	24,158	-4,776	125%	24,124	100%	3)
1985	19,591	19,602	-11	25,267	-5,676	129%	25,198	100%	3)
1986	16,276	16,280	-4	19,230	-2,954	118%	18,723	97%	3)
1987	11,150	11,160	-10	15,403	-4,253	138%	15,071	98%	3)
1988	15,316	15,321	-5	15,324	-8	100%	15,274	100%	
1989	17,301	17,306	-5	17,279	22	100%	17,245	100%	
1990	15,755	15,756	-1	15,749	6	100%	15,759	100%	
1991	18,751	18,753	-2	18,732	19	100%	18,746	100%	
1992	14,248	14,248	0	14,248	0	100%	14,263	100%	
1993	11,261	11,261	0	11,261	0	100%	11,190	99%	
1994	17,869	17,869	0	17,869	0	100%	17,920	100%	

1) Original data were shown in a unit of 100 tons.

2) In the case that the catch in Okinawa Prefecture that is considered to not including bluefin tuna are excluded.

3) F exceeding 100% is due to the catch statistics in Miyazaki Prefecture.

掲載されていない。そこで、各都道府県版の農林統計から、魚種・都道府県・漁法別の漁獲量資料を可能な限り収集してクロマグロ漁獲量を推定することとした。調査対象期間は、農林統計全国版でめじが項目として設定された1957年から最後に用いられた1994年までとした。調査対象都道府県は、農林統計（全国版）で過去にめじの漁獲記録がある全都道府県（33都道府県：内陸8県、愛知県、大阪府、岡山県、広島県、香川県、佐賀県を除く）とした。

都道府県版の農林統計の中には、資料を収集できなかった場合や、入手したがめじの漁獲量が漁法別に掲載されていない場合、さらにはめじが項目として独立しておらずまぐろ類として一括されている場合等もあった。農林統計県版の資料収集率（[収集した農林統計県版のめじの合計値] / [農林統計全国版のめじの値]）は、平均99%、最低でも86%であった（Table 2）。なお、各県の

めじ漁獲量が農林統計県版と全国版とで一致しない場合があった。宮崎県の1984年から1987年には、不一致が3000トン以上に及んだ。1964年については、農林統計全国版は100トン単位で記載されていたために、農林統計県版の合計値と異なった。

めじの魚種を推定するためには漁法が明らかであることが望ましいが、前述のように、中には合計量の記載のみで漁法別漁獲量が記載されていない場合があった。一部の漁獲量についてはその県における付近の年の漁法別漁獲重量や近年の情報から漁法を推測した。ただし、近年の漁獲情報から漁法を推測するのは1980年以降にとどめた。その結果、1980年以降は平均99%、最低でも95%の漁法判明率（[県別・漁法別のめじ漁獲量の合計] / [農林統計県版のめじ漁獲量の合計]）で漁法別漁獲量を得た（漁法を推測したのはそのうち3%）。1979年以前は、多くの年で漁法判明率が平均65%と低くなった（漁法を

推測したのはそのうち3%)。ただし、沖縄県のめじの漁獲量にはクロマグロが含まれないと考えられ、沖縄県の漁獲量を除いた場合に1974-1983年の漁法判明率はほぼ100%となった。

農林統計県版の中には魚種別漁獲量が明示されている場合があった。特に、毎年めじの漁獲量が全国で最大(1973年以降の全国の漁獲量に対して30-72%、平均49%)である宮崎県の1973年以降の統計では魚種別に示されていたので、クロマグロに相当するよこわの漁獲量値をそのまま用いた。

県・漁法別のめじ中に占める太平洋クロマグロの割合を以下の原則に従って県・漁法別に設定し、漁獲量に掛けた(Appendix table 1)。まず、農林統計は漁業者の住所で集計される属人統計であるため、県名と漁獲地域、水揚げ地域とが必ずしも一致しない点を漁法ごとに考慮し

ながら、漁獲予想海域を日本海・太平洋岸北日本(福島県以北)・太平洋岸南日本に区別した。日本海で操業が行われたと思われる漁法によるめじの漁獲は全てクロマグロとみなした。太平洋岸北日本(福島県以北)は、めじに占めるクロマグロの割合は大きく、南日本ではクロマグロの割合は小さくキハダやメバチの割合が大きいと考えた。

延縄漁業では、めじに含まれるような小型クロマグロの漁獲の可能性は小さいと考えた。特に遠洋延縄による漁獲はないとみなした。近海延縄による漁獲はわずかと考えた。沿岸延縄による漁獲は遠洋延縄、近海延縄よりは多いものの、比較的少ないと考えた。

竿釣では、めじの大部分はキハダやメバチが占め、クロマグロの割合は遠洋、近海、沿岸と漁場が近くなるに従って大きくなっていくと考えた。

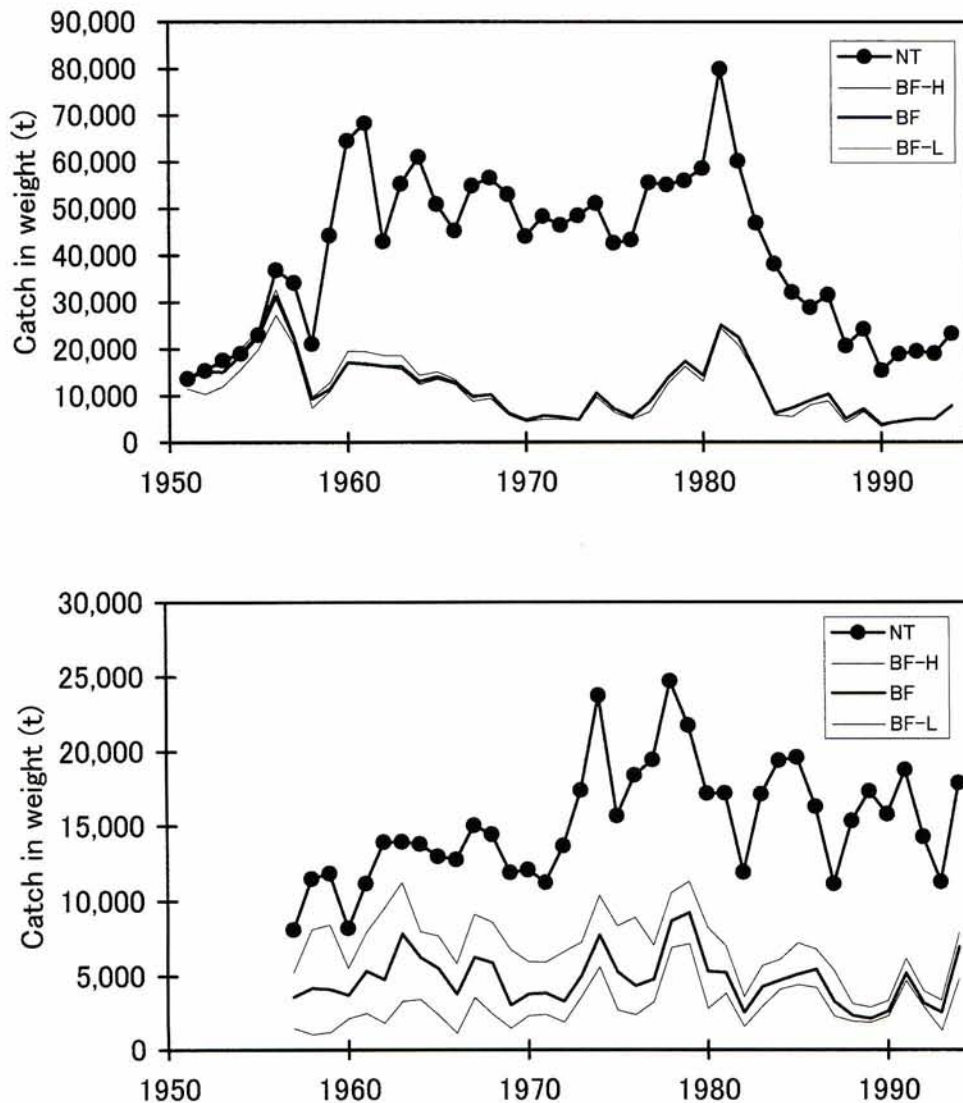


Fig. 1. Catch in weight of *Maguro* (upper panel) and *Meji* (lower panel) categories in the Norin Tokei and estimated catches of bluefin tuna.

BF-H: estimated higher catch of bluefin tuna, BF: estimated catch of bluefin tuna, BF-L: estimated lower catch of bluefin tuna and NT: catch of *Maguro* or *Meji* categories in the Norin Tokei.

定置網による漁獲は、属人統計と属地統計が一致すると考え、地域により魚種を判断した。定置網によるめじの漁獲量は、日本海と太平洋岸北日本で多く、この地域でのめじの漁獲は全てクロマグロと推定した。太平洋岸南日本では、そもそも定置網によるめじの漁獲量は少なく、クロマグロの割合は近年の情報から推定した。

まき網によるクロマグロの割合は近年の情報から推定した。

その他の釣は曳縄とみなした。日本海と太平洋岸北日本の県における曳縄の漁獲はクロマグロと推定した。太平洋岸南日本ではクロマグロの割合は近年の情報から推定した。

農林統計から推定したクロマグロの漁獲量をFig. 1に示した。まぐろ中に含まれる太平洋クロマグロは、10-100%、平均35%、多めの推定値で10-100%、平均36%、少なめの推定値で10-80%、平均30%であった。めじ中に含まれるクロマグロは12-56%、平均32%、多めの推定値で17-81%、平均47%、少なめの推定値で9-33%、平均19%であった。

最終的に、1951年から1990年までは農林統計のまぐろからの推定値とめじからの推定値とを足し合わせたものを、1991年と1992年は農林統計からの推定値に西日本まき網データの年・月別漁獲量を加えたものを、日本漁業による太平洋クロマグロ漁獲量とした。

1993年から1997年については、日本周辺クロマグロ調査データの年・月・県・漁法別漁獲量に西日本まき網データの年・月別漁獲量を加え、さらに以下の漁獲量を補完した。

(1)福島県小名浜の流し網による漁獲量、長崎県長崎の流し網による年・月別漁獲量。これらはJAFICデータから該当する市場・月の漁獲量を用いた。

(2)日本周辺クロマグロ調査データの沖縄県の年月別の延縄漁獲量を0.5倍した値。これは沖縄県で水揚げした延縄漁獲物の一部が、市場の通常システムを通過せず本州へ空輸され、調査データに含まれていないためである。

(3)遠洋延縄船の年別漁獲量。漁業・養殖業水域別生産統計の値を用いた。

## 1-2. 統計資料値の相互比較

農林統計からの推定値、JAFICデータ、日本周辺クロマグロ調査データ、西日本まき網データによるクロマグロ漁獲量を相互に比較し、農林統計からの推定の信頼度、JAFICデータ、日本周辺クロマグロ調査データ、西日本まき網データのクロマグロ漁獲量の相互の一致、20道県で調査した日本周辺クロマグロ調査データの日本全体に対する代表性について検討した。

まず、農林統計から推定したクロマグロ漁獲量をJAFICデータのクロマグロ漁獲量と比較した。JAFICデータは代表市場のみの集計であり、農林統計よりも調査範囲が狭い。両者のまぐろとめじの区分は異なると考えられたので、めじとまぐろを足し上げて比較した。JAFICデータのみに含まれる日本海から東シナ海におけるまき網による漁獲量は除いた。その結果、農林統計による漁獲量はJAFICデータの漁獲量に対して約2倍の関係を保って、同様に变化した (Fig. 2)。

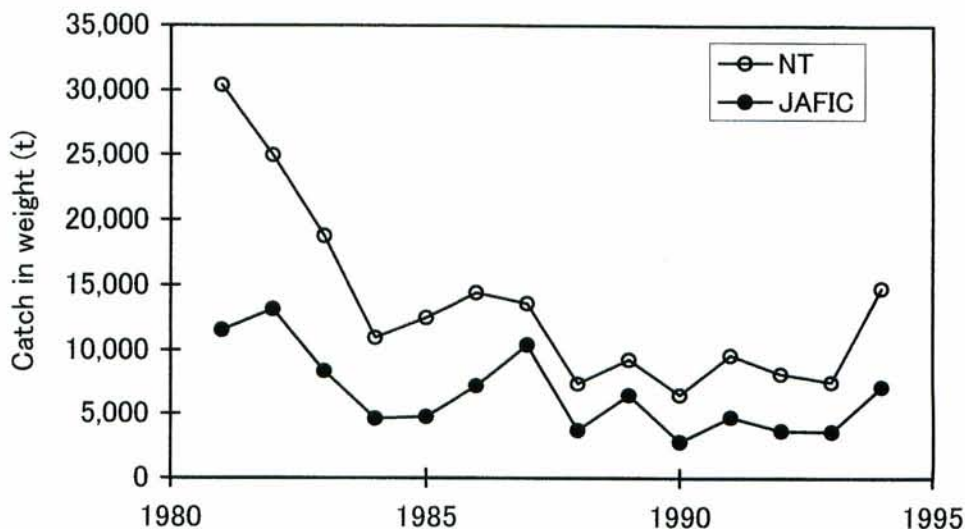


Fig. 2. Bluefin tuna catch in weight based on the Norin Tokei (NT) and Japan Fisheries Information Service Center (JAFIC) data.

For comparison, catches of purse seine in the Sea of Japan and the East China Sea are excluded in the JAFIC data.



次に、農林統計と日本周辺クロマグロ調査の漁獲量を、両方でデータの得られた1993年と1994年で比較した。1995年以降は農林統計の魚種区分が変更されたので対象としなかった。農林統計のめじから推定したクロマグロ漁獲量は、日本周辺クロマグロ調査で調査対象とした20道県のものに限った。農林統計が属人統計であることから、非調査対象県の漁業者が調査対象県で水揚げした場合、またはその逆の場合に相違が生じるので、あくまでも目安であるが、これら20道県の漁獲量は全国の漁獲量に対して1993年に95%、1994年に87%を占めた。また、20道県のめじ中のクロマグロ漁獲量が日本全国のめじ中のクロマグロ漁獲量に占める割合を漁法別に求めて、これをまぐろ中の太平洋クロマグロ漁獲量に掛け、両者の合計を日本周辺クロマグロ調査の漁獲量と比較した。その結果、農林統計からの推定漁獲量は日本周辺クロマグロ調査の漁獲量よりも1.30倍(1993年)および1.06倍(1994年)大きかった。これらは、農林統計のクロマグロ漁獲量を多め、少なめに推定した場合には、0.87-1.44倍の範囲にあった。漁法別漁獲重量割合は、日本周辺クロマグロ調査と農林統計からの推定値の間でよく一致した(Fig. 3)。

以上から、農林統計に基づくクロマグロの漁獲量はやや多く推定された可能性はあるが、経年変化、漁法別組成が一致したことからはほぼ信頼できる推定がなされたと考えられる。また、日本周辺クロマグロ調査で対象とした道県によって全都道府県の漁獲の90%以上が収集されたと考えられる。

次いで、JAFICデータと日本周辺クロマグロ調査データを比較した。JAFICデータでは、クロマグロのまき網による漁獲の水揚げ港がほぼカバーされているので、まき

網漁獲量と比較した。JAFICデータによるまき網漁獲量(太平洋側でまき網による水揚げの可能性のある全港および日本海側の境港。)は、1993年に3191トン、1994年に6443トンと日本周辺クロマグロ調査データの漁獲量(1993年に3269トン、1994年に6429トン)とほぼ一致した。

日本周辺クロマグロ調査データとJAFICデータで共通した12市場の年月別漁獲量を比較したところ、両データの漁獲量の関係は、以下で近似され、ほぼ一致した。

JAFICデータの漁獲量=0.980×日本周辺クロマグロ調査データの漁獲量 ( $r^2=0.988$ ,  $N=265$ )

西日本まき網データとJAFICデータの年月別漁獲量を、両者に共通する松浦で比較したところ、以下で近似され、両者はほぼ一致した。

JAFICデータの漁獲量=1.022×西日本まき網データの漁獲量 ( $r^2=0.982$ ,  $N=61$ )

福岡、唐津については、西日本まき網データの方が漁獲量が2、3倍大きかったが、これはJAFICではこれら地域の一部の市場のみから漁獲量を集計しているためである。

以上から、JAFICデータ、日本周辺クロマグロ調査データ、西日本まき網データによるクロマグロ漁獲量は相互に矛盾していないことが確認された。

### 1-3. 西日本まき網データにおけるクロマグロ以外のマグロ属魚類の漁獲

西日本まき網データの1995年9月以降の資料をまぐろ類として一括して扱ったこと、すなわちクロマグロだけでなくシビと呼ばれるクロマグロ以外のマグロ属魚類が含まれて集計されたことの影響を検討した。1991年1月

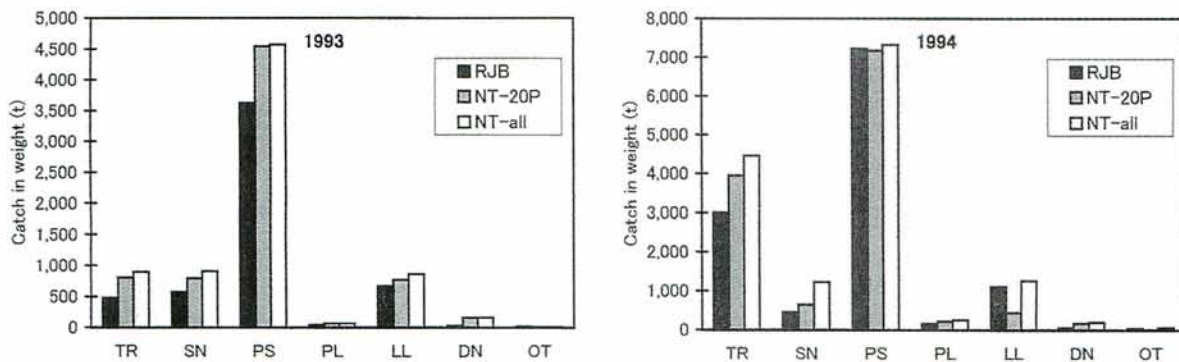


Fig. 3. Comparison of catch in weight for bluefin tuna by fishing method between Research project on Japanese Bluefin tuna (RJB) data and estimated catch from the Norin Tokei (NT) in 1993 (left panel) and 1994 (right panel).

Catch of "NT-20P" is catch estimated from the Norin Tokei in common prefectures used in the RJB. Catch of "NT-all" is catch estimated from the Norin Tokei in all prefectures. TR: trolling, SN: set net, PS: purse seine, PL: pole-and-line, LL: longline, DN: driftnet, and OT: others.

Table 3. Records of landed bluefin tuna and other tunas caught by purse seine in the East China Sea.

Year	Month	bluefin tuna		other tunas				number of boxes of other tunas by weight							Remark	
		Number	Weight (kg)	Number	Weight (kg)	% of number	% of weight	0-1kg 20-26/box	-2kg 8-14/box	-3kg 6-7/box	-4kg 4-5/box	-6kg 3/box	-8kg 2/box	-10kg 1/box		
1991	1	18,867	94,336	76	144	0%	0%		9							Data are only from Matsuura
1991	2	1,026	5,132	40	80	4%	2%		5							Data are only from Matsuura
1991	3	18	93	1,397	2,248	99%	96%		140			1				Data are only from Matsuura
1991	4	6,014	30,074			0%	0%									Data are only from Matsuura
1991	6	2,952	14,766			0%	0%									Data are only from Matsuura
1991	7	63,540	184,140			0%	0%									Data are only from Matsuura
1991	8	400	320	8	32	2%	9%									Data are only from Matsuura
1991	9	13,790	48,777			0%	0%									
1991	10	254,802	1,468,590	28	112	0%	0%									
1991	11	282,195	1,307,633			0%	0%									
1991	12	187,756	994,182			0%	0%									
1992	1	30,581	206,158			0%	0%									
1992	2	5,930	32,808			0%	0%									
1992	3	12,851	91,420			0%	0%									
1992	4	160	640			0%	0%									
1992	6	238,722	1,425,892			0%	0%									
1992	7	12,834	147,767			0%	0%									
1992	8	80	320			0%	0%									
1992	9	3,335	18,722	1,220	8,738	27%	32%					270	760	190		
1992	10	1,580	5,430			0%	0%									
1992	11	80	160			0%	0%									
1992	12	1,640	4,580			0%	0%									
1993	1	120	240			0%	0%									
1993	2	10,355	118,696			0%	0%									
1993	3	30,018	284,816			0%	0%									
1993	4	57,848	544,464			0%	0%									
1993	5	11,920	38,694			0%	0%									
1993	6	34,150	204,865	2,415	8,313	7%	4%		30	200		150	100			
1993	7	20,730	76,280	1,081	368	5%	0%					161	145	1		
1993	9			2,702	7,200	100%	100%						278	934		
1993	12	1,070	3,125			0%	0%									
1994	3	4,200	24,520			0%	0%									
1994	4	40,717	132,499	3,670	5,920	8%	4%			370						*The species was confirmed as longtail tuna
1994	5	86,765	324,997	35,445	62,854	29%	16%	90	3,245	365						
1994	6	20,438	376,408	30,315	41,340	60%	10%	640	970	580	250	10				
1994	7	3,238	141,686	1,480	3,846	31%	3%		140	60						
1994	9	2,800	3,554	1,400	1,100	33%	24%		100							
1994	10	4,100	7,770			0%	0%									
1994	11	35,280	81,618			0%	0%									
1994	12	23,953	66,310	605	4,878	2%	7%						15	260	300	
1995	1	36,478	77,810			0%	0%									
1995	2	160,755	310,774			0%	0%									
1995	3	26,035	50,740			0%	0%									
1995	4	66,280	131,281	100	160	0%	0%			10						
1995	5	65,010	135,676			0%	0%									
1995	6	11,200	25,054			0%	0%									
1995	7	630,493	1,763,360	3,000	2,400	0%	0%	150								
1995	8	24,700	74,675			0%	0%									
Total/average		2,547,804	11,081,846	84,982	149,732	3%	1%									

The species landed in April 1994 was confirmed as longtail tuna *Thunnus tonggol* at the landing site. Until August 1991, data only from Matsuura were used. Thereafter data from other markets were also used.

から8月の松浦および1991年9月から1995年8月までの対象全市場のデータで、クロマグロ以外のマグロ属魚類の水揚げ量を集計した。市場の銘柄でシビ、キハダ、ピン長と呼ばれるものが約82,000尾、約146トン記録されていた (Table 3)。マグロ属魚類に占める割合は年や月によって変動はあるものの、5年間の平均では尾数で3%、重量で1%とわずかであることから影響は軽微であり、考慮する必要はないと判断した。なお、1994年4月の水揚げ現場でピン長と呼ばれる、市場資料でシビと記載された魚については、水揚げ現場でコシナガであることを確認した (伊藤ら 1996)。クロマグロ以外のマグロ属魚類の水揚げは周年見られたが、散発的で水揚げ時期は年によって異なった。クロマグロ以外の種の体重は1kg未満から約10kgまで幅広かった。

## 2. 年齢別漁獲尾数の推定の詳細

### 2-1. 体長体重関係、製品重量から原魚重量への換算、成長式

クロマグロは産卵後に顕著にやせ、体長体重関係が季

節変化することが知られている (山中, 1982)。平均肥満度 ( $10^6 \times \text{体重} / \text{体長}^3$ ) で検討したところ、原魚で扱われるような小型魚の肥満度は季節変化しなかったが、製品で扱われるような大型魚では肥満度が季節変化することが確認された (Fig. 4)。そこで原魚重量については、1993年以降は毎年1つの関係式を求めて、1992年以前は1つの関係式を求めてそれぞれ用いた (Appendix table 2-1)。製品および尾部抜き製品については、1993年以降には年・月別の関係式 (Appendix table 2-2) を、1992年以前には月別の関係式 (Appendix table 2-1) を、それぞれ求めて用いた。原則として測定尾数が50尾未満の場合には、その年全体の関係式で代用した。

製品重量から原魚重量への換算係数の平均値は1.12 (標準偏差0.016) であった。係数に雌雄別の有意差 (ANOVA,  $p > 0.05$ ) や、尾叉長や肥満度との有意な相関 (それぞれ  $r = -0.22$ ,  $r = -0.28$ ,  $p > 0.05$ ) はなかった。尾柄隆起の直前で切断された尾部の重量は、延縄で漁獲されたミナミマグロでは原魚重量の1.2%に相当した (伊藤未発表データ。1991年10月。尾叉長101-181cm,  $n = 112$ )

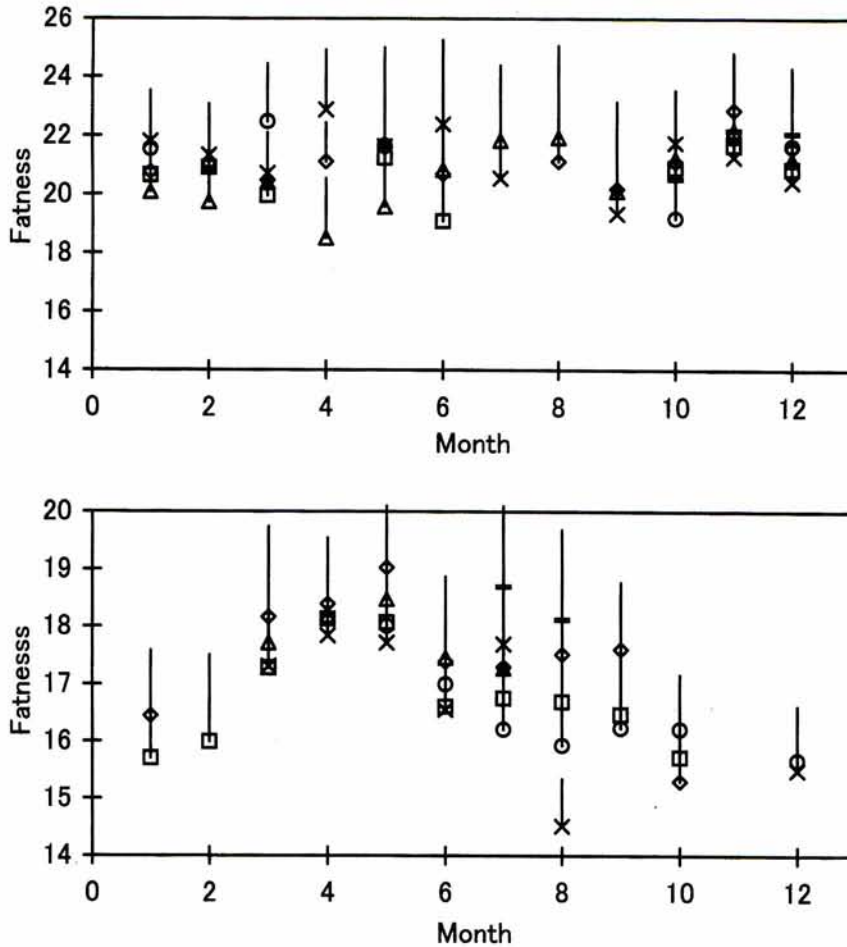


Fig. 4. Change of monthly average fatness of bluefin tuna in a year.

Fatness =  $10^6 \times (\text{Body weight in kg}) / (\text{Fork length in cm})^3$ . Upper panel: Whole fish with 45-60 cm in fork length; Lower panel: Gilled-and-gutted fish with 170-180 cm in fork length. Bar shows standard deviation. Data less than 10 fish are eliminated.  
 —:1992, ○:1993, □:1994, △:1995, ×:1996, and ◇:1997.

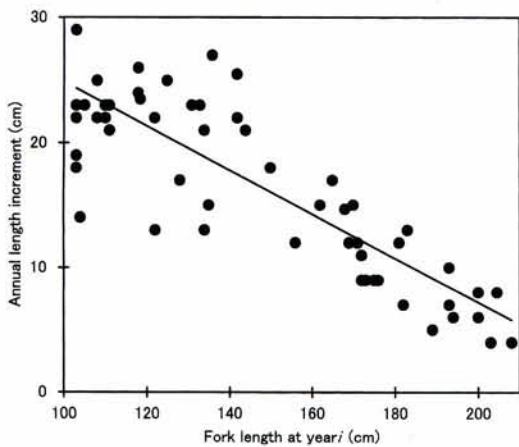


Fig. 5. Annual fork length increments estimated from length mode progression of bluefin tuna.

An annual length increment is a difference between an apparent length mode in a year  $i$  and that in the next year. Regression line is  $L_d = -0.178 \times FL + 42.6$  ( $n=52, r^2=0.730$ ), where  $L_d$  is an annual fork length increment in cm, and  $FL$  is a fork length in cm.

ので、尾部抜き製品重量を原魚重量に換算するにはこの値から計算した  $1/(1/1.12-0.0124) = 1.14$  を用いた。

体長モードから求めた成長幅は、尾叉長に伴って直線的に減少し、以下の式で近似された (Fig. 5, Appendix table 3).

$$L_d = -0.178 \times FL + 42.6 \quad (n=52, r^2=0.730)$$

$L_d$  = 1年間の尾叉長の成長幅(cm).  $FL$  = 尾叉長(cm), ただし102cm以上.

本成長式による各年齢の尾叉長は、行縄・藪田(1967)の式と Bayliff(1994)の式の間位置した (Fig. 6). 各成長式による年齢・月の下限体長を Appendix table 4 に示した.

## 2-2. 年齢別漁獲尾数の推定過程

得られた情報の違いから漁獲重量のデータソースによって異なった方法で年齢別漁獲尾数を推定した.

農林統計から推定した漁獲量 (1951年から1992年) で



漁法込みの年齢組成をそれぞれ求めて対応させた。

日本周辺クロマグロ調査データ（1993-1997年）の漁獲量については、以下の方法によって体長別漁獲尾数を求めた。年・月・市場・漁法・水揚げ状態別の漁獲尾数に対して、まず、年・月・市場・漁法・水揚げ状態別の体長組成を当てはめた。該当する体長組成がないか、データ数が不十分な場合（原則として20個体以上。ただし、体長群が複数ある場合にはより多くの個体数を必要とした）には、体重のみ測定されたデータも体長体重関係から変換して体長組成に加え、年・月・県・海（太平洋・日本海・東シナ海の別）・漁法・水揚げ状態別、年・月・海・漁法・水揚げ状態別、年・海・漁法・水揚げ状態別、年・漁法・水揚げ状態別、漁法・水揚げ状態別と細かな区分からより大まかな区分の体長組成へと順次対応させていった。推定した体長別漁獲尾数はスライシング法によって年齢

別漁獲尾数に変換した。

西日本まき網データでは、1995年9月以降のデータにおいて1箱当たりの重量を一律16kgとしたことから、1尾の正確な体重は不明であった。そこで1991-1997年の全ての年で、体重0-20kgの魚については年齢-体重関係を考慮しつつ、月・体重別漁獲尾数頻度図から年齢を推定し（Table 4）、体重20kg以上の魚については、尾叉長に変換した後に体長-年齢関係からスライシング法によって年齢を求めた。

米国、メキシコによる漁獲物については、IATTC (Bayliff, 1994; IATTC, 1999) により推定された年齢別漁獲尾数を用いた。ただし、1972年、1992-1997年については年齢別漁獲尾数が推定されていない。1972年の平均重量は前後の年の平均から8kgとし、1992から1997年は平均体重を一律10kgと仮定して尾数を推定した。年齢

**Table 5.** Estimated Pacific bluefin tuna catch by nation and year. Catch shown in *Italics* is not included in the total and the sub-total. Supplement is from Logbook data or the fish size database in NRIFS. Supplement after 1993 also including catch by drift net landed at Onahama and Nagasaki, a part of catch by longline landed at Okinawa and catch by longline on distant water.

Nation	Japan					Korea	Taiwan	USA	Mexico	New Zealand	Puerto Rico	USA & Mexico	Total
	estimation from Norin Tokei	RJB	WPS	supplement	Sub-total								
Data source	<i>Maguro</i> <i>Meji</i>												
1951	13,664				13,664							1,833	15,497
1952	15,181				15,181							2,077	17,258
1953	15,006				15,006							4,467	19,473
1954	18,600				18,600							9,545	28,145
1955	22,642				22,642							6,240	28,882
1956	31,285				31,285							6,006	37,291
1957	22,236	3,597			25,833							9,268	35,101
1958	9,240	4,197			13,438							13,941	27,379
1959	11,400	4,018			15,417							6,925	22,342
1960	17,063	3,734			20,797							5,423	26,220
1961	16,762	5,344			22,106							8,135	30,241
1962	16,241	4,772			21,013							11,145	32,158
1963	16,144	7,812			23,956							12,272	36,228
1964	12,990	6,041			19,031							9,217	28,248
1965	13,974	5,383			19,358			7,600				6,888	26,246
1966	12,775	3,703			16,478			16,300			500	16,897	32,875
1967	9,729	6,022			15,751			6,500			200	5,888	21,839
1968	10,161	5,811			15,972			6,100				5,976	21,948
1969	6,151	2,962			9,113			7,300				6,926	16,039
1970	4,737	3,748			8,485			4,100	2,000			3,966	12,451
1971	5,625	3,205			8,829		2	8,000	2,000			8,360	17,191
1972	5,382	2,913		189	8,484		7	11,500	2,000			13,347	21,838
1973	4,731	4,296			9,027		16	9,100	2,000			10,744	19,787
1974	10,541	7,107			17,648		1	5,451	224			5,617	23,266
1975	7,068	4,885			11,953	9		7,424	2,242			9,583	21,545
1976	5,435	3,881			9,316	13	1	8,525	2,281			10,645	19,975
1977	8,559	3,839		901	13,299		3	5,888	3,006			5,473	18,775
1978	13,684	5,602		444	19,730	21	14	4,671	880			5,397	25,162
1979	17,342	7,189			24,531		22	5,555				6,117	30,670
1980	14,231	4,725		75	19,031		26	2,276	548			2,939	21,996
1981	25,145	4,128		752	30,024		1	876	1,207			1,089	31,114
1982	22,400	1,800			24,200		1	2,419	573			3,150	27,351
1983	14,472	2,377			16,849	7	11	767	214			853	17,720
1984	6,212	3,288			9,500	5	6	683	646			881	10,392
1985	7,362	3,408			10,770		6	3,205	1,001			4,055	14,831
1986	8,974	3,996			12,970		6	4,559	91			5,085	18,061
1987	10,295	2,653		216	13,164	43	540	797	55			1,005	14,752
1988	4,999	1,295			6,294		590	777	450			1,425	8,309
1989	7,120	1,233			8,353		1,338	949	60			1,300	10,991
1990	3,800	1,538			5,338	18	1,114	1,334	50			1,634	8,104
1991	4,412	2,829	4,004	29	11,274	94	860	364	10			542	12,770
1992	4,950	2,249	4,690	1,934	6	81	1,065	1,067	23			2,045	12,329
1993	4,914	2,090	5,350	1,271	122	43	1,104	556	20			926	8,816
1994	7,832	4,471	11,887	1,159	201	164	559	931	1			1,080	15,051
1995	8,104	15,674	11,088	97	26,858	805	314	643	83	2		919	28,898
1996	5,191	10,005	2,732	280	13,017	109	956	4,769	2,904	5		8,304	22,391
1997	5,746	10,210	5,962	204	16,377		1,813	2,272	200	12		2,599	20,801

組成は、1972年は前後の年の平均組成を用い、1992-1997年は体長頻度分布図 (IATTC, 1999, Fig. 1) において、各年齢内の体長モードにおける個体数の比を年齢組成として用いた。台湾、ニュージーランドの漁獲重量には、

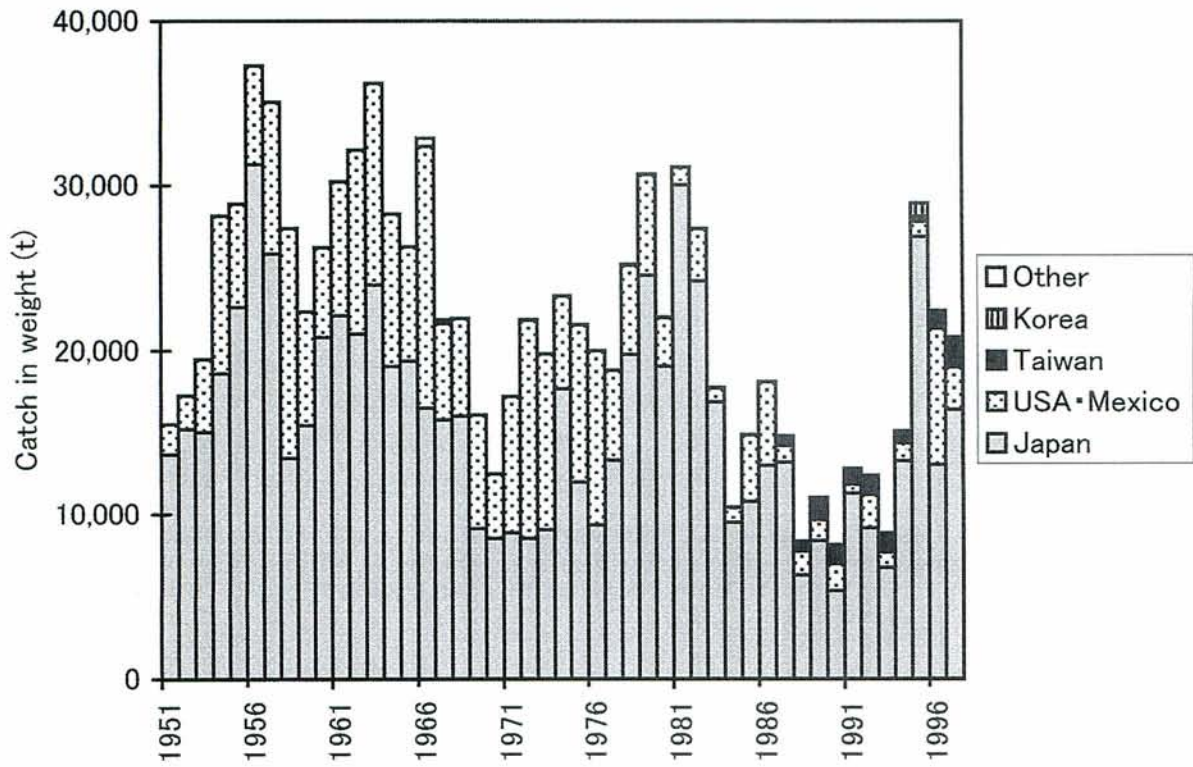


Fig. 7. Catch in weight for Pacific bluefin tuna by nation.

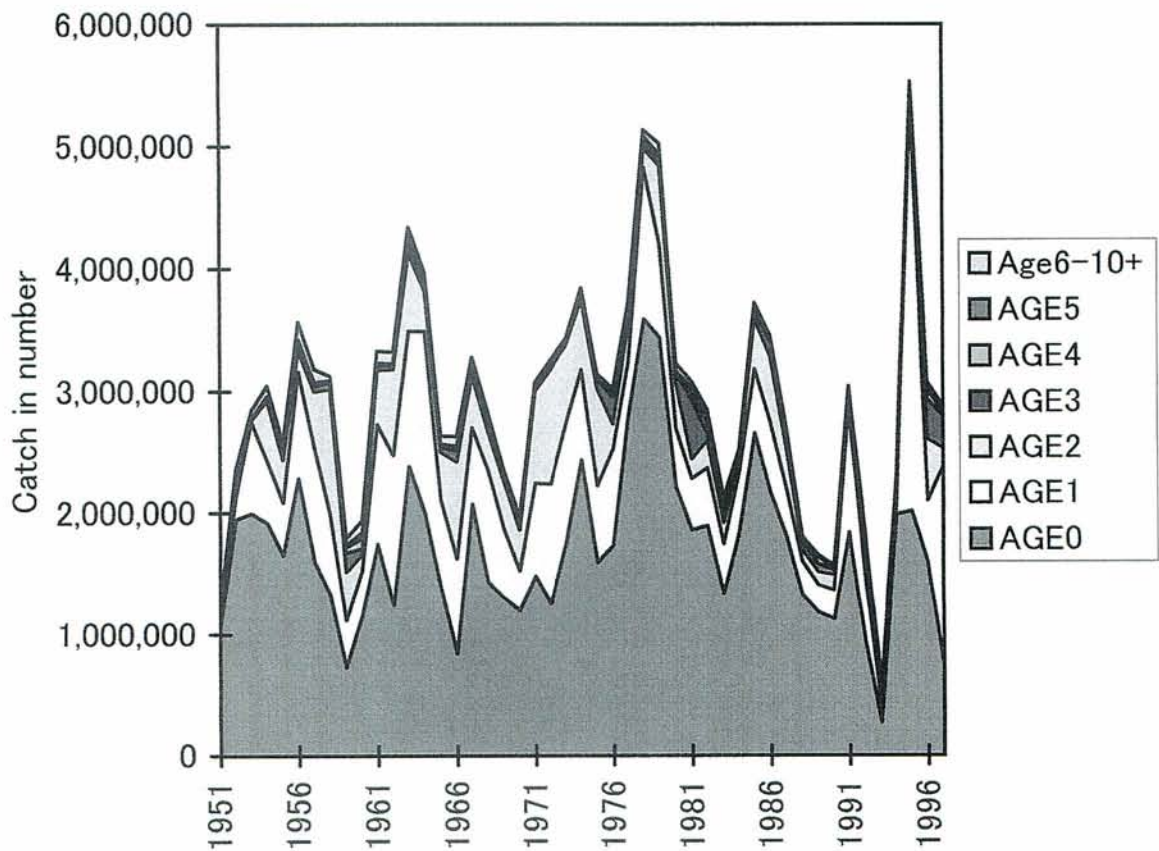


Fig. 8. Catch in number for Pacific bluefin tuna by age.

Catch at age in a year includes a year class caught between June and December and the previous year class caught between January and May.

その年の日本の延縄漁獲物の平均重量および年齢組成を、  
 韓国の漁獲重量には西日本まき網データの平均重量および年齢組成を当てはめた。

3. 太平洋クロマグロの漁獲特性

太平洋全体の漁獲量は約8,100トン(1991年)から約37,000トン(1956年)の間と推定された (Table 5, Fig. 7).

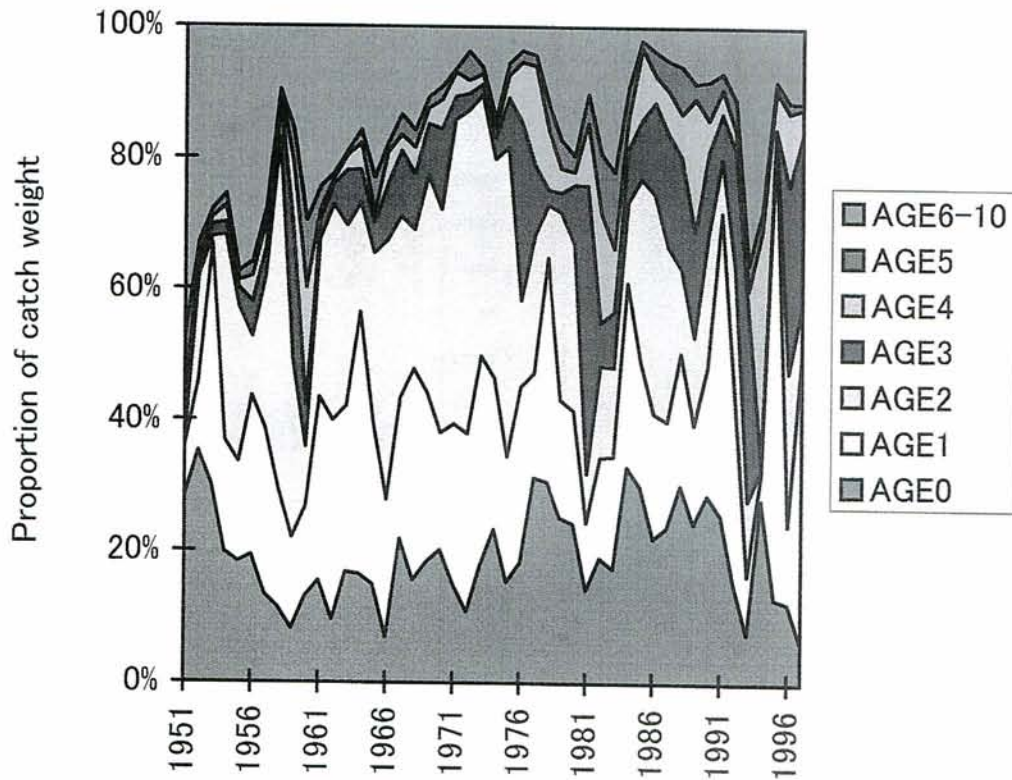


Fig. 9. Proportion of catch in weight for Pacific bluefin tuna by age.

Catch number at age are multiplied by the average weight at each age. Catch at age in a year includes a year class caught between June and December and the previous year class caught between January and May.

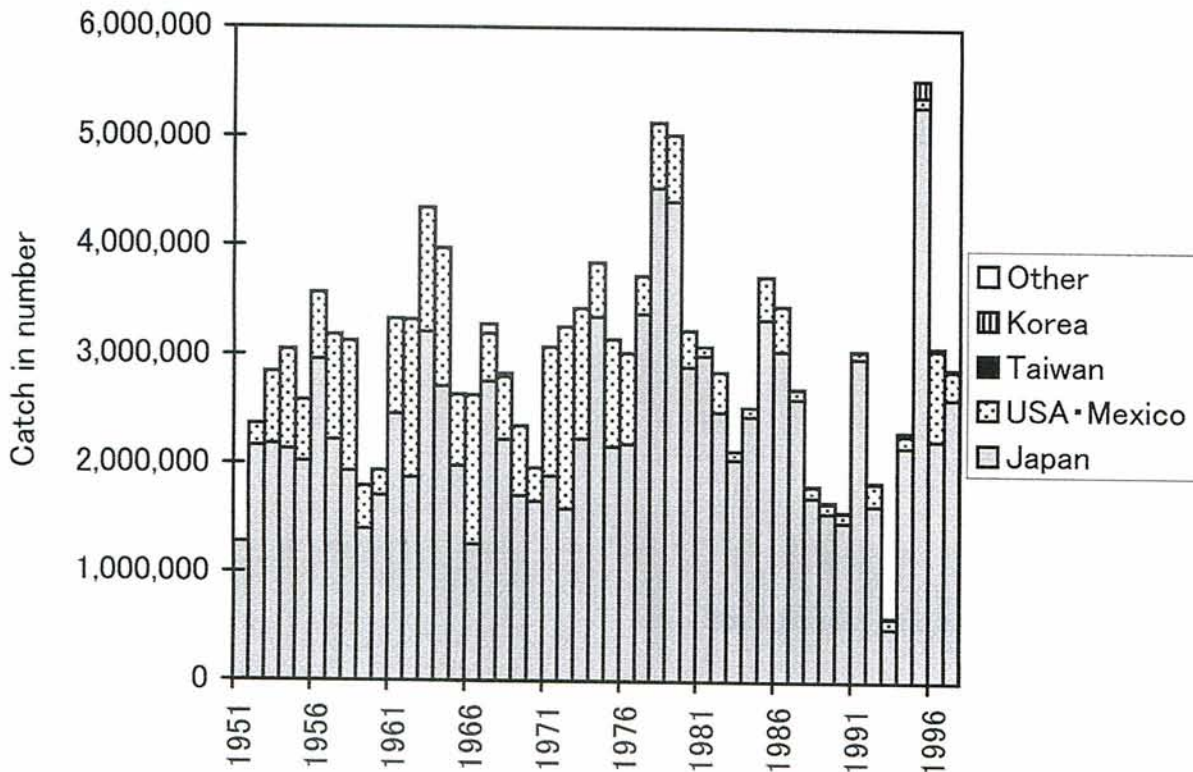


Fig. 10. Catch in number for Pacific bluefin tuna by nation.

漁獲量は周期的に変動し、1954-1968年、1972-1982年、1995-1997年は20,000トンを超え、1969-1971年、1983-1994年は20,000トンを下回った。1992年までは減少傾向にあったが、1993年以降は増加に転じた。

漁獲尾数は約60万尾（1993年）から550万尾（1995年）の範囲であり、1978、1979年、1995年に500万尾以上を漁獲した（Fig. 8）。漁獲の大半は若齢魚で、平均で0歳

魚59%、1歳魚23%、2歳魚12%を占め、0-2歳魚が74-99%、平均93%を占めた。漁獲尾数に満年齢時の平均体重（原魚重量）を掛けて年齢別漁獲重量割合を推定したところ、平均で0歳魚19%、1歳魚23%、2歳魚22%を占めた。すなわち0-2歳魚が28-90%、平均65%を占め、尾数の場合よりも割合は減少したものの、依然として若齢魚の占める割合が大きかった（Fig. 9）。1950年代初めに30

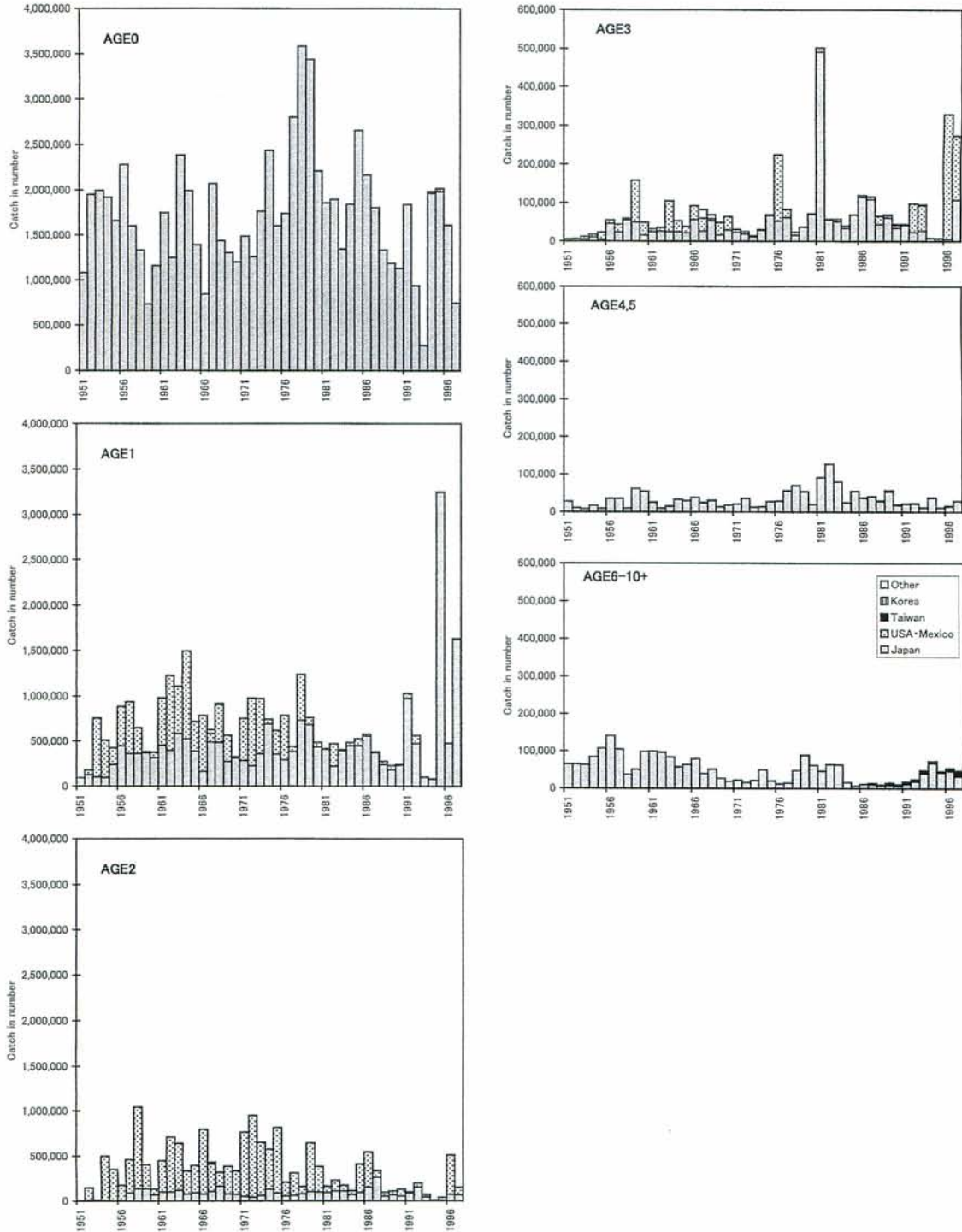


Fig. 11. Catch in number for Pacific bluefin tuna by age and nation.

Catch at age in a year includes a year class caught between June and December and the previous year class caught between January and May.



%以上を占めていた6歳以上魚の重量割合は、1960年代に次第に減少し、1970年代初め以降は2-36%、平均11%に留まった。

国別漁獲量は、重量では日本の漁獲が39-96%、平均73%と大半を占めた(Fig. 7)。次いで米国およびメキシコの合計が3-61%、平均25%を占めた。FAOの Fisheries statistics によれば、1970-1997年の米国とメキシコの漁獲量のうち、米国の漁獲量が42-100%、平均82%を占め

た。台湾の漁獲はわずかで、0-14%、平均3%を占めるに過ぎない。漁獲尾数では日本の漁獲が48-98%、平均81%と大半を占め、漁獲重量よりやや高い割合を占めた(Fig. 10)。次いで米国およびメキシコが2-52%、平均19%を占めた。

年ごとに見ると、1951年以降一貫して日本の漁獲が卓越していた。1970年代半ばまでは米国・メキシコによる漁獲重量、尾数が約40%を占めていたが、その後日本の

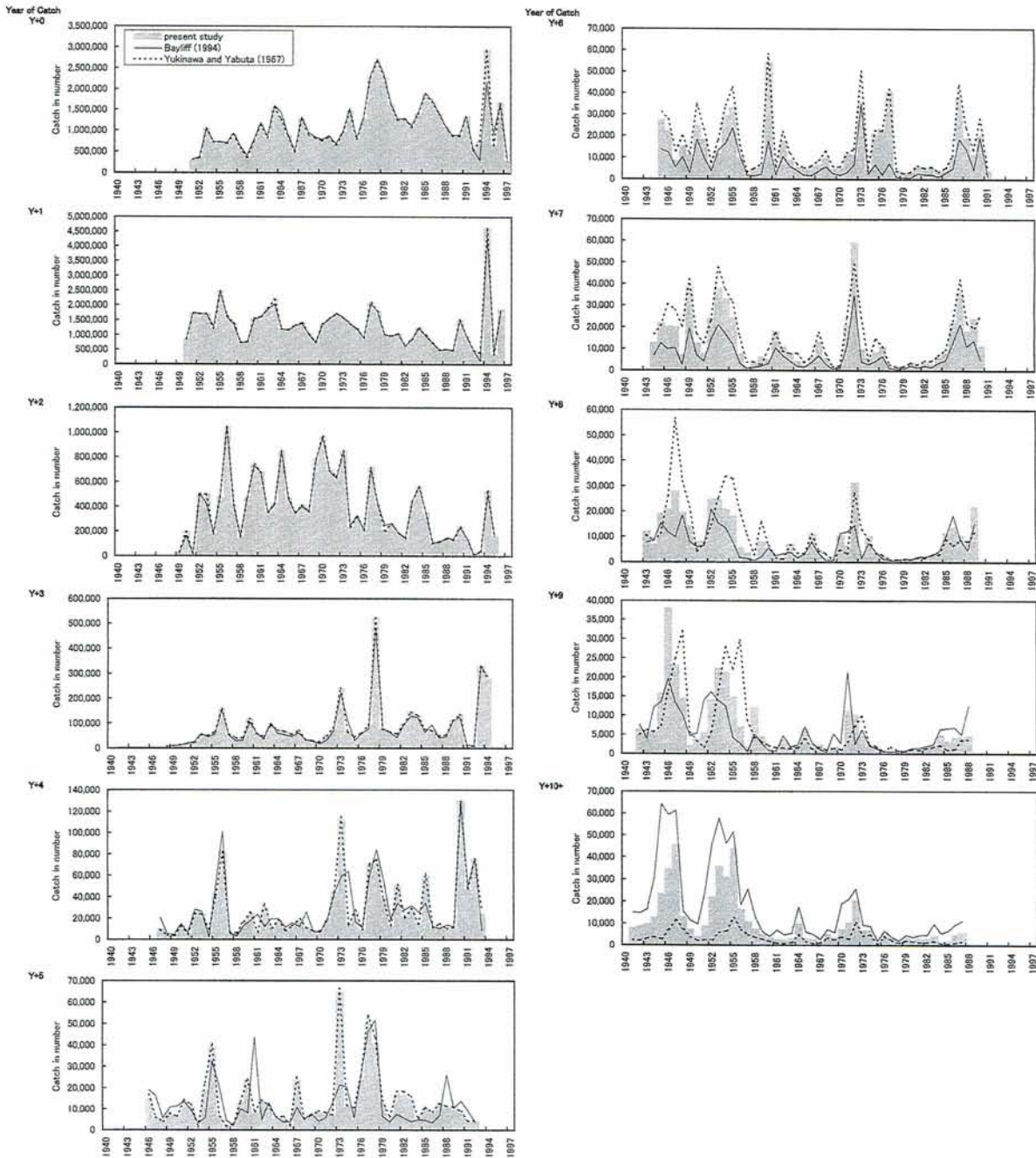


Fig. 12. Catch in number for Pacific bluefin tuna by year class.

The year of catch is a number of elapsed calendar years between the fish were born and be caught. Since the time unit is defined as during January to December, it is not the same as age in this study e.g. "Y+1" is including age 0 fish between January and May and age 1 fish between June and December. Y+0 is including only catch during June to December.

漁獲が重量で約80%、尾数で約90%に増加した。1996年になって、米国・メキシコの漁獲が再び見られるようになった。1987年以降は台湾の漁獲重量がやや目立ってきたが、漁獲尾数はわずかである。

0歳魚の漁獲は、近年の韓国のまき網によるわずかの漁獲量を除いて、全て日本による漁獲である (Fig. 11)。1歳魚の漁獲は、日本および米国・メキシコによるものがほとんどで1970年代までは、米国・メキシコの漁獲が半分を占めたが、1980年代以降は日本の漁獲割合が大半を占めている。2歳魚は、主に米国・メキシコが漁獲した。1980年代から1990年代半ばまでは日本の漁獲割合が50%を越えてさらに増加したが、1995年からは米国・メキシコの漁獲割合が再び大きくなった。3歳魚は主に日本が漁獲し、次いで米国・メキシコが漁獲した。1990年代初めから米国・メキシコの漁獲割合が大きくなっている。4歳魚以上は、多くの割合を日本が漁獲し、1980年代半ばから台湾も漁獲している。

年級別の漁獲尾数をFig. 12に示した。1946・1956・1973・1978・1994・1996年級は周囲の年級に比較して漁獲尾数が目だて多い。ただし、漁獲年によっては、漁獲の多い年級が前後の年級に移動している場合もあった。例えば、1973年級の前後で最も漁獲尾数の多かった年級は、発生から0年後は1974年級、1年後は1972年級、2-6年後は1973年級、7-10年後は1972年級であった。また、1978年級の前後では、発生から0年後は1978年級、1-2年後は1977年級、3-4年後は1978年級、5-6年後は1977年級であった。

どの成長式においても漁獲の多かった年級は類似して

おり、前後の年級への移動はどの成長式でも見られた。各成長式で推定した年別漁獲尾数は、発生から5年後から異なり始め、8年後から大きく異なった。

#### 4. 日本の各漁法による漁獲の概要

1951-1997年の日本による漁獲重量の漁法別の平均割合は、まき網46% (19-80%) (括弧内は範囲)、曳縄14% (3-27%)、定置網14% (2-32%)、延縄12% (2-32%)、竿釣8% (0-32%)、流網2% (0-10%)をそれぞれ占めた (Fig. 13)。まき網による割合がほとんど全ての年で最大であったが、年代によって割合は変化した。約40%を占めた1960年代から、1970年代の約20%までゆるやかに低下し、1980年代初めに約70%まで増加した。その後、1985年にかけて一時約30%まで低下したが、次第に増加し、1993年以降は60-80%を占めている。曳縄による割合はわずかずつ増加している。延縄の割合は、1960年代には平均22%を占めていたが、その後低下し、1976年以降は10%以下である。竿釣の割合は年代を通じてほぼ同様だが、1991年以降は2%以下に低下している。定置網の割合は1970年代、1980年代半ばにやや大きかったが、その後低下している。流網による漁獲は1973年から1992年に見られた。

漁獲尾数の平均割合は、曳縄37% (14-70%)、竿釣22% (1-78%)、まき網14% (1-71%)、定置網13% (1-32%)、流網3% (0-14%)、延縄1% (0-3%)をそれぞれ占めた (Fig. 14)。曳縄による割合がほとんど全ての年で最大であるが、1950年代には竿釣による割合が大きく、時にはまき網による割合が最大の年 (1959, 1993, 1995,

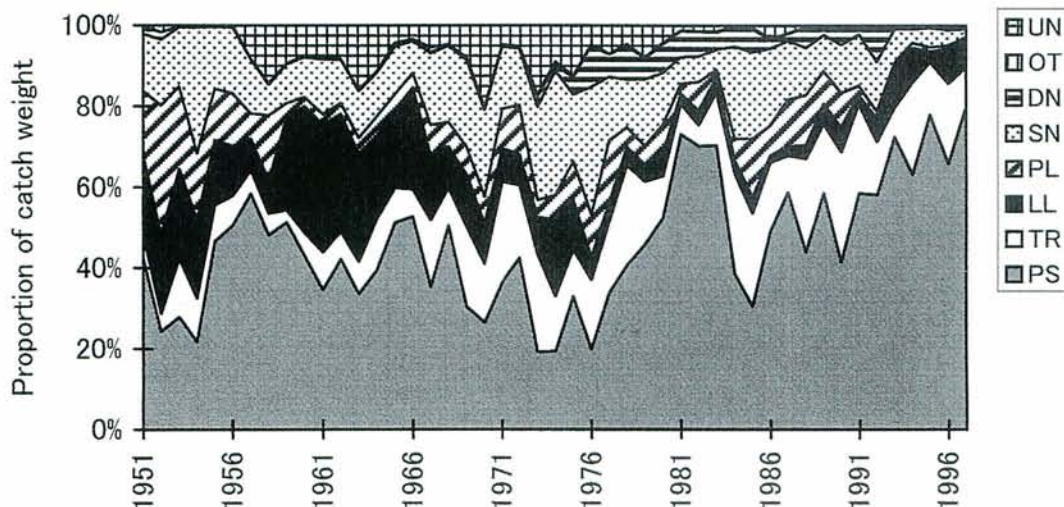


Fig. 13. Proportion of catch in weight of Japanese catch for Pacific bluefin tuna by fishing method.

PS: purse seine, TR: trolling, LL: longline, PL: pole-and-line, SN: set net, DN: driftnet, OT: others, and UN: undefined method.

1997年)もあった。まき網の割合が1991年以降増加している。

漁法別漁獲尾数割合を年齢別に見ると、0歳魚は曳縄による割合が最も大きく、次いで竿釣の割合が大きい (Fig. 15)。1歳魚は0歳魚に比較して曳縄、竿釣の割合

が低下し、まき網、定置網の割合が増加した。2-3歳魚ではまき網による割合が最大で、次いで定置網が占めた。4-5歳魚でもまき網と定置網とでほとんどを占めたが、1980年以降はほとんどをまき網が占めた。また、延縄による漁獲が見られるようになった。6-9歳魚では、多く

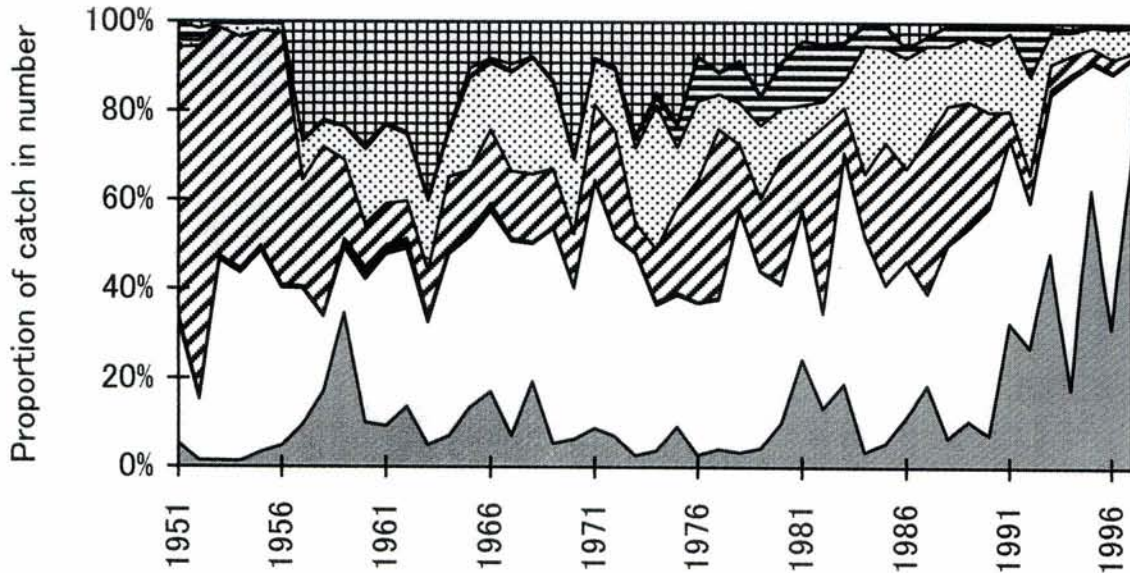


Fig. 14. Proportion of catch in number of Japanese catch for Pacific bluefin tuna by fishing method. Symbols are the same as those in Fig. 13.

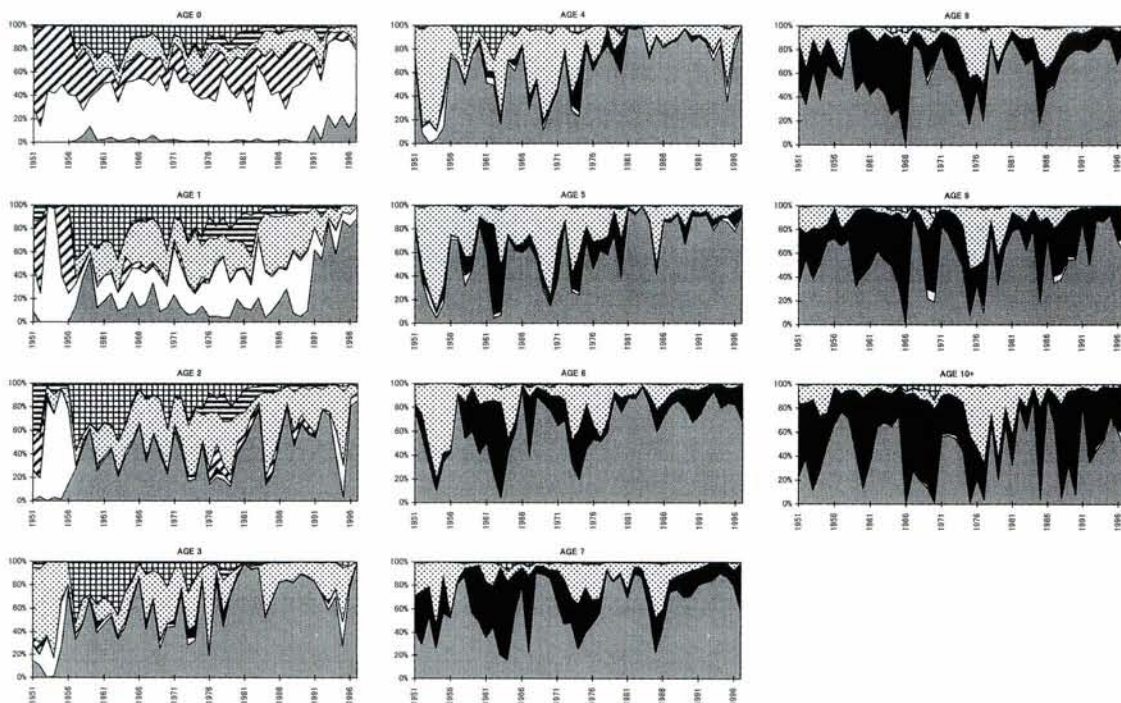


Fig. 15. Proportion of catch in number of Japanese catch for Pacific bluefin tuna by fishing method and age.

Symbols are the same as those in Fig. 13. The Y axis is the proportion of catch in number. Catch at age in a year includes a year class caught between June and December and the previous year class caught between January and May.

の年でまき網の割合が最大で、定置網、延縄が続いたが、各漁法の占める割合は年によって大きく変動した。10歳以上魚では、まき網または延縄の割合が最大で、1970年代後半だけ定置網の割合が大きかった。

以上から、1950年代から1990年代に到るまで、日本のクロマグロ漁獲はまき網が最も大きな割合を占め、特に東シナ海で若齢魚を多獲するようになった1990年代に入ってから割合が増加していることが分かる。2歳以上の魚ではまき網の漁獲が最大の割合を占めている。0-1歳魚

の漁獲は、1980年代までは曳縄によるものが最大であったが、1990年代に入ってまき網による0-1歳魚の漁獲が増加し、1歳魚の漁獲割合はまき網が曳縄を上回っている。

各漁法の平均年齢組成をFig.16に示した。曳縄、竿釣、定置網、流網は0歳魚の漁獲尾数が最も多い。曳縄、竿釣では0歳魚が大半を占めた。年ごとの変動（標準偏差）は曳縄、竿釣、流網では小さく、定置網では大きい。太平洋におけるまき網（正確には1981年以降の日本海にお

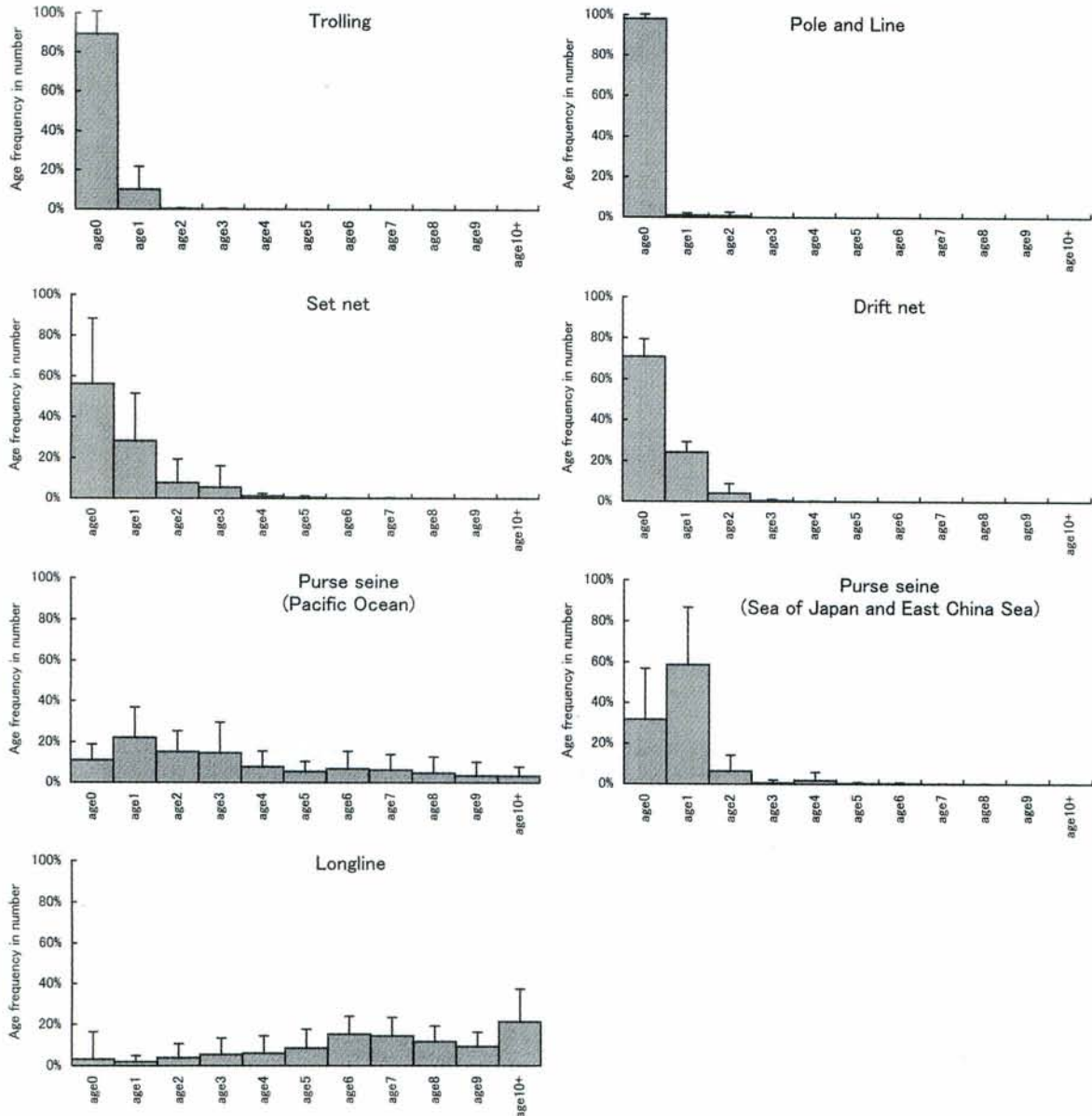


Fig. 16. Average age frequency distribution of Japanese catch in number for bluefin tuna by fishing method.

Age frequencies of following years are averaged; 1993-1997 for trolling, pole and line, setnet and drift net, 1951-1997 for purse seine in the Pacific Ocean (including small amount of catch in the Sea of Japan), 1991-1997 for purse seine in the Sea of Japan and the East China Sea, and 1951-1997 for longline. A bar shows a standard deviation. Catch at age in a year includes a year class caught between June and December and the previous year class caught between January and May.

ける漁獲も含んでいるが全体に占める割合は小さい)では0歳魚から10歳魚までをまんべんなく漁獲している。日本海から東シナ海にかけての海域におけるまき網では1歳魚が主体であるが、年によっては0歳魚が主体となる。延縄では高齢魚ほど割合が大きくなった。延縄において0歳魚の割合がやや多く見られるのは、日本周辺クロマグロ調査において、沿岸部の小規模な延縄の漁獲も含めたためである。

## 考 察

本研究では農林統計県版を用いることにより、農林統計のめじ中のクロマグロ漁獲量を漁法および地域を考慮して推定した。魚種推定の正確さは、地域、漁法によって異なると考えられる。日本海や太平洋北日本の漁獲量はクロマグロが主体であり、設定した割合が若干違っていたとしても結果は大きく変化しないと考えられる。一方、太平洋南日本のめじでは、クロマグロ以外の魚種の漁獲量が占める割合がむしろ大きいと考えられ、クロマグロの占める割合の設定によってそれらの県の漁獲量推定値が大きく変化する可能性があった。しかし、めじの漁獲量が最大である宮崎県の県版統計でクロマグロがあらかじめ分離されていたことから、めじ中のクロマグロは限定的に推定することができた。

クロマグロ漁獲量の推定値は他の統計値やその変化と一致していた。推定した漁獲量や年齢別漁獲尾数は、農林統計を主体に推定した1992年から日本周辺クロマグロ調査データを主体に推定した1993年にかけて大きく減少した。異なる統計資料を組み合わせることによる人為的な影響が危惧されるが、仮に1993年の漁獲量を農林統計主体で推定した場合には、漁獲量は6743トンから8275トンに増加するものの、依然として1993年の漁獲量が1992年よりも著しく少ないことは変わらない。よって1993年の漁獲量は実際に1992年よりも大きく低下したと考えられる。したがって本推定は、47年間のクロマグロ漁獲量の変化をほぼ一貫して反映したものとなっていると言えよう。

しかし、いくつかの問題点が残されている。(1)各県・漁法別のめじ中のクロマグロの割合は10%単位の大まかな区分で計算している。(2)まぐろ中の太平洋クロマグロは限定的に推定されたが、めじからの推定値には多めから少なめの推定まで約2倍の幅がある。めじの推定漁獲量で差が大きかったのは、宮城県のまき網、静岡県釣、三重県の延縄とまき網、高知県の延縄と曳縄、鹿児島県の竿釣であった。(3)1979年以前のめじ漁獲量は漁法不明が多い。漁法が判明したのは平均65%であった。

(4)竿釣のめじに含まれるクロマグロの割合を低めに設定した。通常の場合、竿釣漁獲物に占めるクロマグロの割合はごくわずかであるが、クロマグロの資源量が多いときや、カツオやキハダの資源量が少ないときにはクロマグロの割合が多かった可能性がある。しかし通常の割合が小さいことから、その割合を若干増加させただけで、竿釣のクロマグロ漁獲量は大きく増加してしまう。この影響を軽減させるため、本推定ではめじ中のクロマグロの割合を竿釣では低めに設定した。(5)1950年代の竿釣による漁獲量が過大推定である可能性がある。本推定ではまぐろとして記載された竿釣の漁獲量は全て太平洋クロマグロによるものとみなし、結果として特に1950年代に竿釣の漁獲量が大きくなった。しかし1950年代の漁獲量は、1960年代の竿釣によるクロマグロの漁獲量レベルが1000トン弱であるのと比較して、2-5倍にもなる。竿釣と同様に小型魚を漁獲する曳縄では、1950年代と1960年代は同レベルであり、定置網では1950年代は1960年代の約2倍に過ぎず、竿釣の漁獲量だけが突出していた。

これらの問題の解決は過去の漁業の情報が少ないために困難であるが、今後、既存の論文や報告書、記事等の断片的な記述を収集し、分析することによって改善される余地がある。

太平洋クロマグロの体長体重関係式は、これまでもいくつかの報告がある (Bell, 1964; 新宮ら, 1974; Bayliff, 1991; Hsu *et al.*, 2000)。今回、関係式を求めるのに用いたデータは最も測定個体数も多く、また広い体長範囲、月をカバーするものであった。本研究で求めた体長体重関係を、過去の体長体重関係と比較 (ただし外挿して推定された範囲を除いた) したところ、ほぼ同様の体長体重関係が得られた (Fig. 17)。このことから、今回推定した体長体重関係が十分な代表性を有しており、過去と近年で体長体重関係に変化がないと考えられる。

本研究では、ある年の明瞭な体長モードと次の年の明瞭な体長モードとが同一年級によるものとみなして1年間の成長幅を求めた。本研究で使用したのと同じデータを体重組成から解析した山中(1982)は、1952年から1967年にかけての大型魚の体重モードの移行は、行縄・藪田(1967)の成長式を基準とした場合に、その移行幅が小さすぎることから同一年級ではないとの判断を下している。一方で中村(1965)は、一連の体重モードの移行は同一年級のものであるとの解釈をしている。このように1年後に見られる体長(体重)モードが前の年に見られたモードと同一年級であるかの判断は研究者によって解釈が異なり、本研究においても主観的に判断した点は否めない。一方、行縄・藪田(1967)、Bayliff(1994)の成長式においても、高齢魚については、標本数が充分でなく、また年

輪の証明がなされていないなどの問題もある。3つの異なる成長式で推定した年級別漁獲尾数は、発生から5年後の漁獲まではほぼ同じで、6年後から成長式によって大きく異なった。よって、少なくとも5歳までは成長式に大きな影響を受けずに信頼できる推定がなされたと考えられる。6歳以上の年齢別漁獲尾数、年級別漁獲尾数については、硬組織の輪紋等による今後の成長式の検証が望まれる。

太平洋クロマグロの漁獲が多かったのは、1946・1956・1973・1978・1994・1996年級であった。一方、山中(1982)は1950・1955・1967・1973・1977または1978年に卓越年級が発生したとしている。本研究の1956年級は山中(1982)の1955年級と同じものであろう。1950年級は日本海でのみ卓越して漁獲された年級であり(山中, 1982)、日本全体でみれば卓越年級群ではないと考えられる。

漁獲が多かった年級は、その年級において明瞭な漁獲尾数のピークを示した場合が多かった。このことは本推定の年級分解が概ね妥当であったことを示している。しかし、漁獲の多い年級が前後の年級で漁獲尾数のピーク

を示した場合や、漁獲尾数の明瞭なピークが見られなかった場合もあった。3種類の成長式のいずれにおいても、漁獲尾数の多かった年級が同様で、かつ明瞭なピークを示した場合が多かったことから、成長式の違いが年級の分解にそれほど影響していないと考えられる。推定した年級のずれや年級の分解が不明瞭であったのは、むしろ対応させた体長・体重組成が不相当であったためと思われる。例えば、1992年以前の漁獲量は年別にしか求めることができなかった(西日本まき網の漁獲量、長崎県の曳縄漁獲量は除く)。そのために、体長・体重データの月別測定個体数の割合が、そのまま月別漁獲量割合として用いられて年齢別漁獲尾数が推定されたことや、測定個体数が少ない場合に測定数の多い他の年の測定データを用いたことが、結果に影響を与えたと思われる。

## 謝 辞

データ収集にご尽力いただいた日本周辺クロマグロ調査担当者ならびに関係者の皆様に感謝致します。東シナ

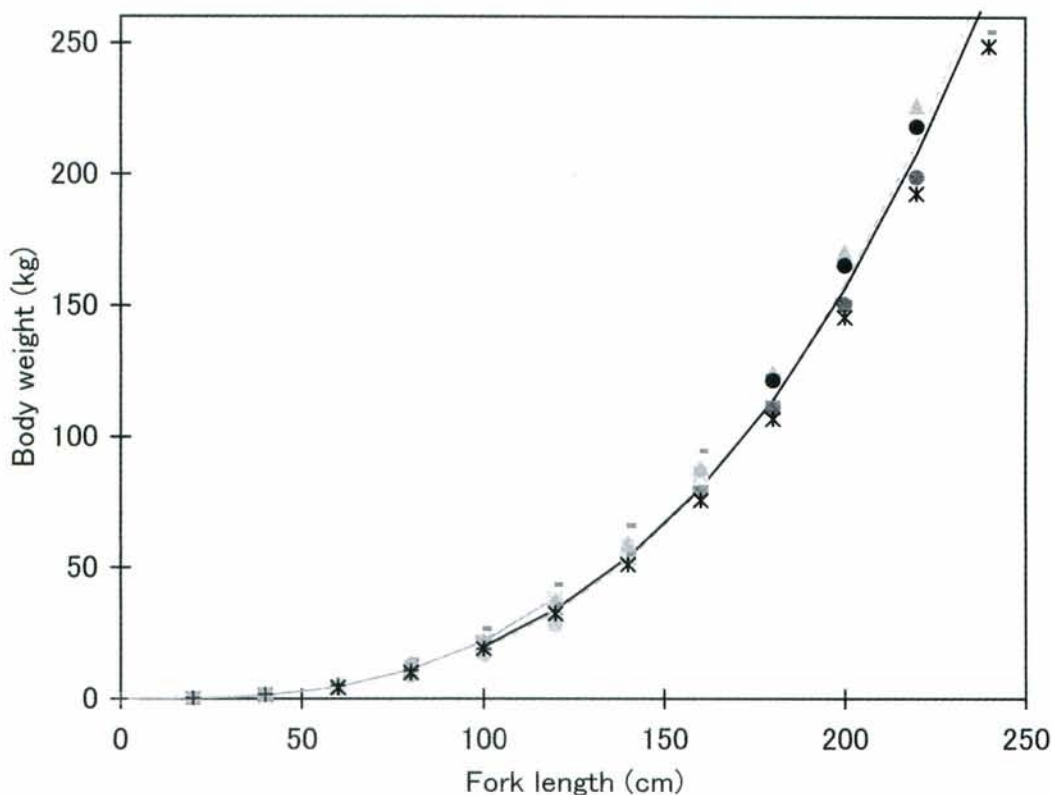


Fig. 17. Length-weight relationship of Pacific bluefin tuna.

All weights were converted to whole weight if necessary. Lines are estimated in the present study; a solid line less than 120 cm FL is for fish not gilled and gutted, a solid line more than 100 cm FL is for fish gilled and gutted and with tail and a dashed line more than 100 cm FL is for fish gilled and gutted and tail removed. Estimated weights at length, not including estimated range by extrapolation, from previous studies at every 20 cm FL are shown by various symbols. Those are during 1962 to 1998 in Bell (1964), Shingu *et al.* (1974), Bayliff (1991) and Hsu *et al.* (2000).

海のまき網データを提供いただいた西海区水産研究所東シナ海漁業資源部資源評価研究室に御礼申し上げます。データの収集、処理にご協力いただいた日本エヌ・ユー・エス株式会社、遠洋水産研究所浮魚資源部ならびに近海かつお・まぐろ資源部の各位に感謝致します。ドラフトをレビューいただいた鈴木治郎、魚住雄二、辻祥子、山田陽巳の各氏に感謝いたします。

## 引用文献

- 相川広明・加藤益夫. 1938: 魚類の年齢査定 (予報I). 日水誌, 7: 79-88.
- Bayliff, W. H. 1991: Status of northern bluefin tuna in the Pacific Ocean. World meeting on stock assessment of bluefin tunas. *Spec. Rep. IATTC*, 7: 29-88.
- Bayliff, W. H. 1993. Growth and age composition of northern bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, caught in the eastern Pacific Ocean, as estimated from length-frequency data, with comments on trans-Pacific migrations. *Bull. IATTC*, 20: 503-540.
- Bayliff, W. H. 1994: A review of the biology and fisheries for northern bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, in the Pacific Ocean. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 336/2: 244-295.
- Bayliff, W. H., Y. Ishizuka, and R. B. Deriso. 1991. Growth, movement, and attrition of northern bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, in the Pacific Ocean, as determined by tagging. *Bull. IATTC*, 20: 1-94.
- Bell, R. R. 1963: Preliminary age determination of bluefin tuna, *Thunnus thynnus*. *Calif. Fish. Game*, 49: 307.
- Bell, R. R. 1964: Weight-length relationship for bluefin tuna in the California fishery, 1963. *Calif. Fish. Game*, 50: 216-218.
- Calkins, T. P. 1982: Observations on the purse-seine fishery for bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the eastern Pacific Ocean. *Bull. IATTC*, 18: 123-225.
- Collette, B. B. 1999: Mackerels, molecules, and morphology. *Soc. Fr. Ichtyol.*, 25: 149-164.
- FAO. 1999: Fishery Statistics - capture production, 1997. 84: 703 p.
- Foreman, T. 1996: Estimates of age and growth, and an assessment of ageing techniques for northern bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, in the Pacific Ocean. *Bull. IATTC*, 21: 75-123.
- 濱崎清一・永井達樹. 1995: 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. 水産海洋研究, 59: 398-408.
- Hsu, C.-C., H.-C. Liu, C.-L. Wu, S.-T. Huang, and H.-K. Liao. 2000: New information on age composition and length-weight relationship of bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, in the southwestern North Pacific. *Fish. Sci.*, 66: 485-493.
- IATTC. 1992: Annual report of the Inter-American Tropical Tuna Commission, 1991. IATTC. 271 p.
- IATTC. 1999: Assessment of bluefin tuna in the eastern Pacific Ocean. Background paper 8 for 63rd meeting of the IATTC. 16 p.
- 石塚吉生・伊藤智幸. 1995: 日本漁業による北太平洋クロマグロの漁獲量及び年齢別漁獲尾数の推定(1965年～1992年). p. 339-358. 平成6年度日本周辺クロマグロ調査委託事業報告書, 水産庁.
- 伊藤智幸・辻 祥子・張 成年. 1996: 日本近海海域におけるコシナガの漁獲記録および成長に伴う形態の変化. 水産海洋研究, 60: 430-432.
- Moon, D. Y., C. I. Baik, and J. H. Park. 1997. Incidental catch of juvenile northern bluefin tuna in waters off Korea. Extended abstract for PICES 6th Annual Meeting (FIS). 3 p.
- 中村広司. 1965: 世界のマグロ資源I. 日本水産資源保護協会, 東京. 52 p.
- 岡地伊佐雄. 1963: 漁獲統計から見た日本海産魚族の分布構造II. 日本海におけるマグロの回遊. 日水研報告, 11: 9-21.
- Schultze, D. L., and R. A. Collins. 1977: Age composition of California landings of bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, 1963 through 1969. *Calif. Dep. Fish Game, Mar. Tech. Rep.*, 38: 44 p. (manuscript). (referred to Bayliff *et al.* 1991).
- 新宮千臣・藁科侑生・松崎憲雄. 1974: 西部太平洋ではえなわによって漁獲されるクロマグロの分布. 遠洋水研報, 10: 109-140.
- 山中 一. 1982: 太平洋におけるクロマグロの生態と資源. 日本水産資源保護協会, 東京. 140 p.
- 横田滝雄・通山正弘・金井富久子・野村星二. 1961: 魚類の食性の研究. 南海水研報, 14: 1-234.
- 行縄茂理・藪田洋一. 1967: クロマグロ *Thunnus thynnus* (Linnaeus)の年齢と成長について. 南海水研報, 25: 1-18.

Appendix Table 1. Estimated rate of bluefin tuna in the *Meji* category in the Norin Tokei by prefecture and fishing method.

Rate												
Fishing method	Hokkaido	Aomori	Iwate	Miyagi	Akita	Yamagata	Fukushima	Ibaraki	Chiba	Tokyo	Kanagawa	Shizuoka
Large and medium surrounding net, one-boat operation, Skipjack and Tuna in the central Pacific	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.2	1.0	0.5		0.8	1.0
Large and medium surrounding net, one-boat operation, Skipjack and Tuna in other area	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.2	1.0	0.5		0.8	1.0
Large and medium surrounding net, one-boat, others	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.2	1.0	0.5		0.8	1.0
Large and medium surrounding net, two-boats	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.2	1.0	0.5		0.8	1.0
Purse seine	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5		0.8	1.0
Other surrounding net	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5		0.8	1.0
Tuna long line in distant water	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5		0.0	0.0
Tuna long line in off-shore water	0.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.5	0.5		0.0	0.0
Tuna long line in coastal water	0.5	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5		0.8	1.0
Other long line	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5		0.8	1.0
Skipjack pole-and-line in distant water	0.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.5		0.0	0.1
Skipjack pole-and-line in off-shore water	0.5	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5		0.4	0.1
Skipjack pole-and-line in coastal water	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5		0.8	0.1
Squid drift gill net	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5		0.8	1.0
Billfish drift gill net	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5		0.8	1.0
Other gill net	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5		0.8	1.0
Other anglings	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	0.2	0.2	0.8	1.0
Salmon large set net	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5		0.8	1.0
Large set net	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5		0.7	1.0
Small set net	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5		0.7	1.0
Small trawl, other trawl	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5		0.8	1.0
Squid anglings	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5		0.8	1.0
Other fisheries	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5		0.8	1.0
Lower rate												
Fishing method	Hokkaido	Aomori	Iwate	Miyagi	Akita	Yamagata	Fukushima	Ibaraki	Chiba	Tokyo	Kanagawa	Shizuoka
Large and medium surrounding net, one-boat operation, Skipjack and Tuna in the central Pacific	0.2	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.2	0.2	0.0			
Large and medium surrounding net, one-boat operation, Skipjack and Tuna in other area	0.2	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.2	0.2	0.0			
Large and medium surrounding net, one-boat, others	0.2	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.2	0.2	0.0			
Large and medium surrounding net, two-boats	0.2	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.2	0.2	0.0			
Purse seine	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0			
Other surrounding net	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.0			
Tuna long line in distant water	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Tuna long line in off-shore water	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Tuna long line in coastal water	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.0			
Other long line	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.0			
Skipjack pole-and-line in distant water	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Skipjack pole-and-line in off-shore water	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Skipjack pole-and-line in coastal water	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0			
Squid drift gill net	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.1			
Billfish drift gill net	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.1			
Other gill net	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.1			
Other anglings	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.05			0.5
Salmon large set net	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.0			
Large set net	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.0			
Small set net	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.0			
Small trawl, other trawl	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0			
Squid anglings	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.0			
Other fisheries	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.0			
Higher rate												
Fishing method	Hokkaido	Aomori	Iwate	Miyagi	Akita	Yamagata	Fukushima	Ibaraki	Chiba	Tokyo	Kanagawa	Shizuoka
Large and medium surrounding net, one-boat operation, Skipjack and Tuna in the central Pacific	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
Large and medium surrounding net, one-boat operation, Skipjack and Tuna in other area	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
Large and medium surrounding net, one-boat, others	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
Large and medium surrounding net, two-boats	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
Purse seine	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
Other surrounding net	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8		1.0	1.0
Tuna long line in distant water	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0		0.0	0.0
Tuna long line in off-shore water	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0		0.0	1.0
Tuna long line in coastal water	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
Other long line	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
Skipjack pole-and-line in distant water	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0		0.0	1.0
Skipjack pole-and-line in off-shore water	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
Skipjack pole-and-line in coastal water	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
Squid drift gill net	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8		1.0	1.0
Billfish drift gill net	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8		1.0	1.0
Other gill net	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
Other anglings	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0
Salmon large set net	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
Large set net	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
Small set net	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
Small trawl, other trawl	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
Squid anglings	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
Other fisheries	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0

For catch estimation by set nets in Kanagawa Prefecture since 1970, other data of bluefin tuna catch in the prefecture by set net were used. Bluefin tuna catch in Mie Prefecture since 1968 were estimated as 1.2 times (0.67 for lower estimate and 2.0 for higher estimate) of bluefin tuna landing at Hamajima.









**Appendix Table 3.** Annual length increments estimated from fork length modes.

SDB: Size data base in NRIFSF. RJB: Research project on Japanese bluefin tuna.  
 Same figures in "Same origin" is judged as identical ones. SJ and PO in "Fishing gear" mean Sea of Japan and Pacific Ocean, respectively.

Data source	Fishing gear	Year $i$	Mode of the year $i$	Mode of the year $i+1$	Increment of length	Same origin
SDB	Purse seine	1976	103	121	18	
SDB	Purse seine	1982	103	132	29	
SDB	Purse seine	1984	103	126	23	
SDB	Purse seine	1985	103	132	29	
SDB	Purse seine	1986	103	122	19	
SDB	Purse seine	1988	103	125	22	
SDB	Purse seine	1990	104	118	14	
SDB	Purse seine	1970	105	128	23	
SDB	Purse seine	1972	108	133	25	
SDB	Purse seine	1975	108	130	22	
SDB	Purse seine	1974	111	132	21	
SDB	Longline	1977	116	140	24	a
SDB	Purse seine	1990	118	144	26	
SDB	Purse seine	1991	118	142	24	
SDB	Purse seine	1977	121	144	23	a
SDB	Purse seine	1958	122	135	13	
SDB	Purse seine	1987	122	144	22	
SDB	Purse seine	1989	125	150	25	
SDB	Purse seine	1971	128	145	17	
SDB	Purse seine	1982	131	154	23	
SDB	Purse seine	1973	133	156	23	
SDB	Purse seine	1964	134	147	13	
RJB	Purse seine SJ	1994	134	155	21	
SDB	Purse seine	1959	135	150	15	
SDB	Purse seine	1951	136	163	27	
SDB	Longline	1978	140	165	25	b
SDB	Purse seine	1992	142	164	22	
SDB	Purse seine	1978	144	170	26	b
SDB	Purse seine	1991	144	165	21	
SDB	Purse seine	1960	150	168	18	
RJB	Purse seine SJ	1995	155	168	13	c
RJB	Purse seine PO	1995	157	168	11	c
RJB	Purse seine PO	1993	162	177	15	
SDB	Purse seine	1957	165	182	17	
RJB	Purse seine SJ	1996	168	186	18	d
RJB	Purse seine PO	1996	168	182	14	d
RJB	Longline	1996	168	180	12	d
SDB	Longline	1962	169	181	12	
SDB	Purse seine	1979	170	185	15	
SDB	Longline	1959	171	183	12	
SDB	Longline	1960	172	183	11	
SDB	Longline	1961	172	181	9	
SDB	Longline	1952	173	182	9	
RJB	Longline	1994	175	184	9	
RJB	Longline	1995	176	185	9	
SDB	Longline	1963	181	193	12	
SDB	Longline	1953	182	189	7	
SDB	Longline	1961	183	196	13	
SDB	Longline	1954	189	194	5	
SDB	Purse seine	1956	193	203	10	
SDB	Longline	1964	193	200	7	
SDB	Longline	1955	194	200	6	
SDB	Longline	1956	200	206	6	
SDB	Longline	1965	200	208	8	
SDB	Longline	1952	203	207	4	
SDB	Purse seine	1957	203	212	9	e
SDB	Longline	1957	206	213	7	e
SDB	Longline	1966	208	212	4	

Appendix Table 4. Minimum length at age and month of bluefin tuna used for age slicing.

<b>Present study</b>											
Month	age0	age1	age2	age3	age4	age5	age6	age7	age8	age9	age10
1	0.0	65.0	90.1	113.4	134.1	151.5	166.0	178.0	188.1	196.6	203.6
2	0.0	65.0	90.1	113.4	134.1	151.5	166.0	178.0	188.1	196.6	203.6
3	0.0	65.0	90.1	113.4	134.1	151.5	166.0	178.0	188.1	196.6	203.6
4	0.0	65.0	90.1	113.4	134.1	151.5	166.0	178.0	188.1	196.6	203.6
5	0.0	65.0	90.1	113.4	134.1	151.5	166.0	178.0	188.1	196.6	203.6
6	0.0	39.2	66.9	91.9	114.9	135.4	152.6	166.9	178.8	188.8	197.1
7	0.0	43.3	70.5	95.3	118.1	138.0	154.7	168.7	180.3	190.1	198.2
8	0.0	47.4	74.3	98.8	121.2	140.7	156.9	170.5	181.9	191.3	199.2
9	0.0	51.5	78.0	102.2	124.3	143.2	159.1	172.3	183.3	192.6	200.3
10	0.0	55.4	81.5	105.4	127.1	145.6	161.1	174.0	184.8	193.7	201.3
11	0.0	59.4	85.0	108.7	130.0	148.1	163.1	175.7	186.2	194.9	202.2
12	0.0	63.1	88.4	111.8	132.8	150.3	165.0	177.3	187.5	196.0	203.2

<b>Yukinawa and Yabuta (1967)</b>											
Month	age0	age1	age2	age3	age4	age5	age6	age7	age8	age9	age10
1	0.0	65.0	90.1	112.8	133.2	151.6	168.2	183.2	196.7	208.9	219.8
2	0.0	65.0	90.1	112.8	133.2	151.6	168.2	183.2	196.7	208.9	219.8
3	0.0	65.0	90.1	112.8	133.2	151.6	168.2	183.2	196.7	208.9	219.8
4	0.0	65.0	90.1	112.8	133.2	151.6	168.2	183.2	196.7	208.9	219.8
5	0.0	65.0	90.1	112.8	133.2	151.6	168.2	183.2	196.7	208.9	219.8
6	0.0	39.2	66.9	91.8	114.3	134.6	152.8	169.3	184.2	197.6	209.7
7	0.0	43.3	70.5	95.1	117.3	137.3	155.3	171.5	186.2	199.4	211.3
8	0.0	47.4	74.3	98.5	120.3	140.0	157.7	173.7	188.2	201.2	212.9
9	0.0	51.5	78.0	101.8	123.3	142.7	160.2	175.9	190.2	203.0	214.5
10	0.0	55.4	81.5	105.0	126.2	145.3	162.5	178.0	192.0	204.7	216.1
11	0.0	59.4	85.0	108.2	129.1	147.9	164.9	180.2	194.0	206.4	217.6
12	0.0	63.1	88.4	111.3	131.8	150.4	167.1	182.2	195.8	208.1	219.1

<b>Bayliff (1994)</b>											
Month	age0	age1	age2	age3	age4	age5	age6	age7	age8	age9	age10
1	0.0	69.3	95.2	121.1	146.8	162.7	169.0	175.4	181.7	188.1	194.4
2	0.0	69.3	95.2	121.1	146.8	162.7	169.0	175.4	181.7	188.1	194.4
3	0.0	69.3	95.2	121.1	146.8	162.7	169.0	175.4	181.7	188.1	194.4
4	0.0	69.3	95.2	121.1	146.8	162.7	169.0	175.4	181.7	188.1	194.4
5	0.0	69.3	95.2	121.1	146.8	162.7	169.0	175.4	181.7	188.1	194.4
6	0.0	34.3	71.2	97.1	123.0	147.9	163.1	169.5	175.8	182.2	188.5
7	0.0	42.3	74.8	100.7	126.6	150.2	164.0	170.4	176.7	183.1	189.4
8	0.0	50.5	78.6	104.5	130.4	152.5	164.9	171.3	177.6	184.0	190.3
9	0.0	57.0	82.4	108.2	134.1	154.9	165.9	172.2	178.6	184.9	191.3
10	0.0	61.7	86.0	111.9	137.8	157.2	166.8	173.1	179.5	185.8	192.2
11	0.0	65.3	89.8	115.7	141.6	159.5	167.7	174.0	180.4	186.7	193.1
12	0.0	68.1	93.4	119.3	145.2	161.8	168.6	174.9	181.3	187.6	194.0