

小笠原諸島海域におけるトビウオ科魚類の生態と漁業

加藤憲司¹・川辺勝俊²・岡村陽一¹・木村ジョンソン³

A fishery biological study on flyingfishes from the Ogasawara Islands waters, southern Japan

Kenji KATO*, Katsutoshi KAWABE, Yoichi OKAMURA and Johnson KIMURA

Abstract During 1985 to 2003, twelve species of flyingfishes, *Oxyporhamphus micropterus micropterus*, *Exocoetus monocirrhus*, *Parexocoetus brachypterus brachypterus*, *Hirundichthys speculiger*, *Cypselurus poecilopterus*, *C. suttoni*, *C. atrisignis*, *C. agoo agoo*, *C. pinnatibarbatus japonicus*, *C. antoncichi*, *C. angusticeps* and *C. pilonotopterus* were collected from the Ogasawara Islands waters, southern Japan. Though eight other Exocoetids of *E. volitans*, *Prognichthys brevipinnis*, *H. oxycephalus*, *Danichthys rondeletii*, *D. albimaculatus*, *C. spilopterus*, *C. exiliens* and *C. furcatus fisunovi* had been recorded by the references from the identical waters, *C. spilopterus* was supposed apparently to be misidentification of *C. suttoni*. The average CPUE value, numbers of individuals collected per drifting gill net, at the Volcano Islands waters was 2.6 times of Chichi-jima and Haha-jima waters, and main fishing ground was found around the Volcano Islands. Two species of *C. antoncichi* and *C. suttoni*, occupying 69.55 and 20.77 % of amount catch respectively were important industrially. Collection of *C. pinnatibarbatus japonicus* in the Ogasawara Islands was so rare that the Islands was thought to be the southmost edge of its distribution.

* Corresponding author : Tokyo Metropolitan Islands Area Research and Development Center of Agriculture, Forestry and Fisheries. 1-13-17 Kaigan, Minatoku, Tokyo, 105-0022, Japan.

小笠原諸島海域におけるトビウオ漁業は、太平洋戦争以前に火山列島(北硫黄島, 硫黄島, 南硫黄島)沿岸を中心に盛んに行われていた(東京府小笠原支庁1936, 倉田・広瀬1969)。しかし、戦局の悪化した1944年には住民の大半が本土へ強制疎開させられたため、本格的な漁業は休止となった。

1945年の終戦後、本諸島は1967年までの22年間米国の統治下におかれ、この間も本格的な漁業は行われなかった。本格的な操業は、本諸島が1968年に日本へ返還された後に再開され、トビウオ漁業も再三試みられたが近年はあまり省みられていない(倉田ら1971, 小笠原島漁業協同組合1998)。

現在、本諸島の漁業はマグロ、カジキ類を主対象とした立延縄漁業や底魚一本釣り漁業が主体となっている(東京都労働経済局農林水産部水産課1996～2001, 東京都産業労働局農林水産部水産課2002～2006)。

しかし、このように限られた対象魚種と操業形態では、資源変動による不漁期の出現や、同一漁場の長年の利用に伴う資源の枯渇などによる経営の不安定化も懸念される。したがって、漁獲対象資源および操業形態の多様化は本諸島における漁業振興策の大きな課題となっている。

東京都小笠原水産センター(以下「水産センター」と略記)では、本諸島海域における漁業振興対策の一環として、かねてよりこの問題に取り組んできた。そしてトビウオ漁業についても、浮魚資源の活用という観点から研究項目に取り上げ、1984年に調査を開始した。

一方、わが国有数のトビウオ漁場である八丈島周辺を主体とする伊豆諸島海域では、1961年には年間800万尾(約3,200t)以上あったハマトビウオ *Cypselurus pinnatibarbatus japonicus* の漁獲が、1991年には皆無に

1 東京都島しょ農林水産総合センター 〒105-0022 東京都港区海岸1-13-17

2 東京都島しょ農林水産総合センター大島事業所 〒100-0212 東京都大島町波浮港18

3 東京都小笠原水産センター 〒100-2101 東京都小笠原村父島清瀬

本研究の一部は、平成3年度日本水産学会春季大会で発表した。

まで落ち込んでしまった(橋本 2006)。このため漁業者はもちろんのこと、干物などの水産加工業者も大きな打撃を被った。小笠原諸島海域のトビウオ資源は、鮮魚として直接市場へ出荷するだけでなく、このような他海域の不漁時には、加工原料として出荷、活用できる可能性もある。

本報は、このような東京都海域全般における水産業の動向も念頭におきながら、1985～91年の7年間および2003年に水産センターが行った小笠原諸島海域のトビウオ漁業開発のための生態調査および関連資料の調査結果を取りまとめたものである。

調査方法

トビウオ漁業の推移と現状 1915年以降 2004年までの小笠原諸島海域におけるトビウオ科魚類(以下「トビウオ類」と略記)の漁獲量を漁獲統計資料によって調査した。また、小笠原島、小笠原母島両漁業協同組合(以下「漁協」と略記)の関係者に聞き取り調査を行

い、過去のトビウオ漁業の実態について記録した。このほか、1989～90年の2年間の小笠原島漁協における月別のトビウオ類漁獲量と鮮魚出荷の月平均市場価格の推移を調査した。

採集調査期間および海域 採集調査期間は1985年5月から1991年6月の7カ年間、延べ86日および、2003年1月29日の合計87日間であった(Appendix table 1)。調査は東海神場(STN1)、西の島(STN2)、父島(STN3)、母島(STN4)、北硫黄島(STN5)、硫黄島(STN6)、南硫黄島(STN7)の7海域(Fig. 1)で行われ、各海域の調査日数はそれぞれ2、4、15、3、48、2および13日間であった。

採集方法 採集調査には水産センターの漁業調査指導船「興洋」(46t)を用い、表層流刺網(以下「流刺網」と略記)および甲板からの手網すくいによって行った。採集はすべて夜間に行われ、原則として月の出ている時間帯に実施した。また、調査時には表面水温を測定した。流刺網の網地は、ナイロン糸210d/9F、

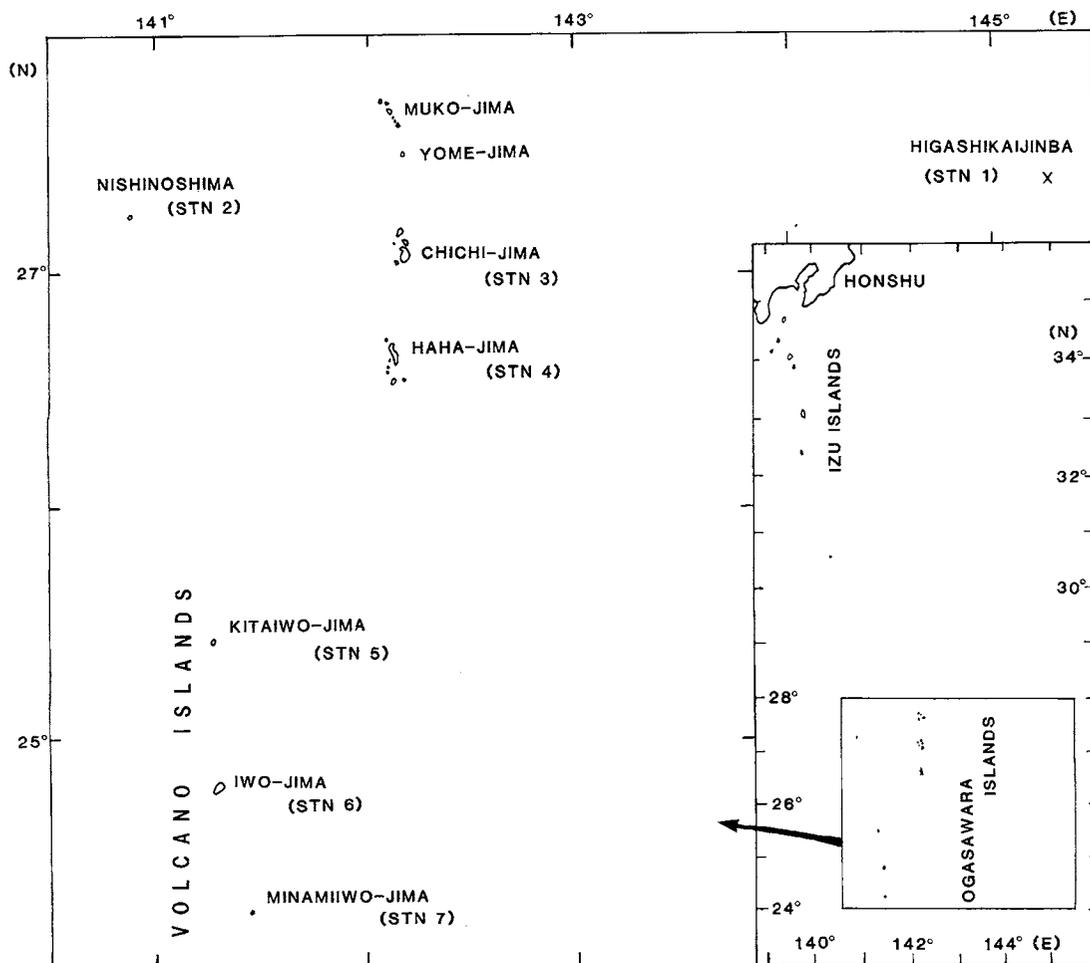


Fig. 1 Map showing seven collection sites for flyingfishes of the Ogasawara Islands waters during 1985 to 2003.

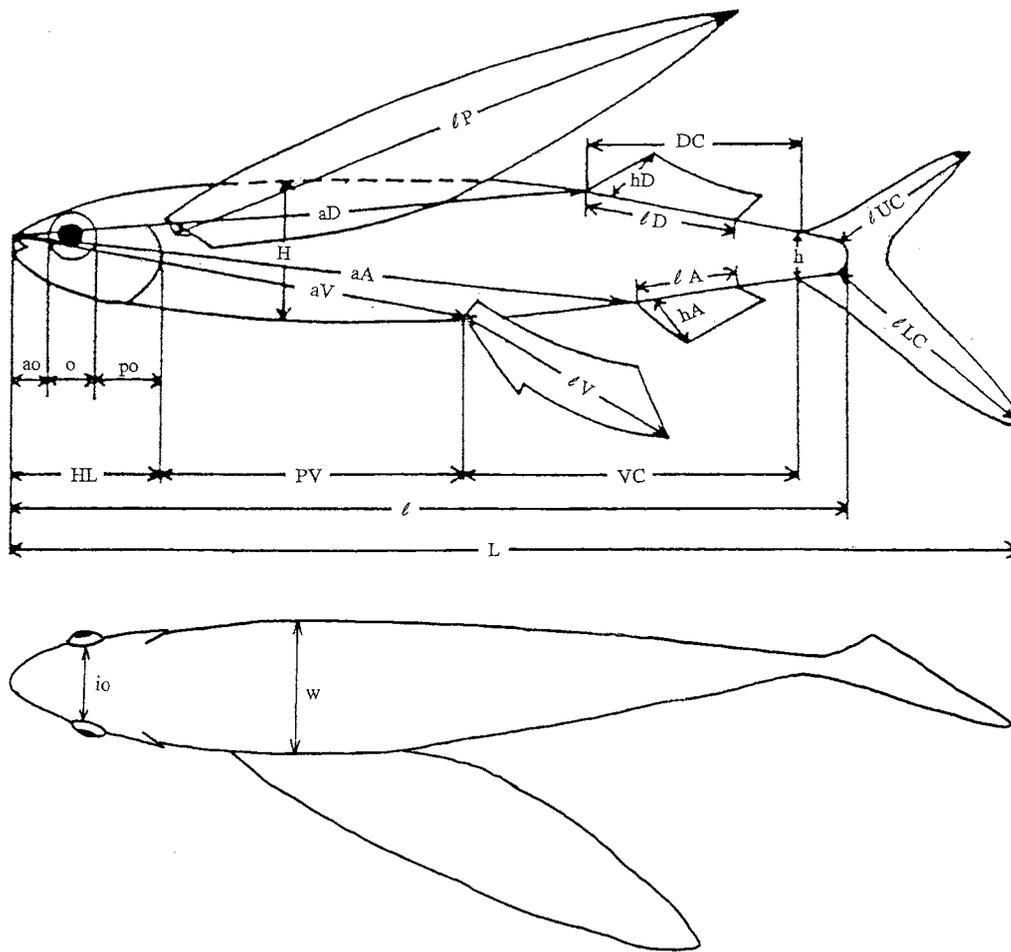


Fig. 2 24 body portions of flyingfishes measured for identification of species (after Chen 1978). Abbreviations are as follows, L: Total length, l : Standard l., aD: Predorsal l., aV: Preventral l., aA: Preanal l., PV: L. between opercle and ventral fin, VC: L. between ventral and caudal fin, DC: L. between dorsal and caudal fin, HL: Head l., po: L. between orbit and opercle, o: L. of orbit, ao: Snout l., io: Interorbital width, H: Body depth, h: Depth of caudal peduncle, w: Body width, hD: L. of longest dorsal ray, hA: L. of longest anal ray, lP : L. of longest pectoral ray, lV : L. of longest ventral ray, lUC : L. of longest ray of upper caudal robe, lLC : L. of longest ray of lower caudal robe, lD : L. of dorsal base, lA : L. of anal base.

55mm目、網丈5m、長さ30mを1反とし、これを水平方向に5～22反連結して用いた。流刺網による採集は東海神場を除く6海域で行い、主として沿岸から約1～3kmの範囲で操業した。手網は、ナイロンモノフィラメント35mm目を使用し、硫黄島を除く6海域で採集を行った。このほか1990年7月～91年6月に小笠原島漁協所属漁船が火山列島海域で漁獲したトビウオ類の寄贈を受け、魚種別の個体出現率、放卵・放精の有無などについて調査した。

標本調査 採集された標本は氷冷して水産センターに持ち帰り、吉野(1984)、藍澤(2000)、多紀ら(2005)を参考にして種の査定を行った。ハゴロモトビウオ *Exocoetus monocirrhus*、ツマリトビウオ *Parexocoetus brachypterus brachypterus*、アヤトビウオ *C. poecilopterus*、オオアカトビ *C. suttoni*、アカトビ *C.*

atrisignis、トビウオ *C. agoo agoo*、オオメナツトビ *C. antoncichi*、ヒメアカトビ *C. angusticeps*、チャバネトビウオ *C. spilonopterus* の9種各5個体およびニノジトビウオ *Hirundichthys speculiger* 3個体、ハマトビウオ1個体についてはホルマリン10倍希釈液中に保存し、標本各部位の測定および計数的形質の計数を、主として陳(1978)にしたがって行った。測定部位は、全長、標準体長、背鰭前長、腹鰭前長、臀鰭前長、鰓蓋-腹鰭間長、腹鰭-尾鰭間長、背鰭-尾鰭間長、頭長、眼窩-鰓蓋間長、眼窩長、吻長、眼窩間幅、体高、尾柄高、体幅、背鰭最長軟条長、臀鰭最長軟条長、胸鰭最長軟条長、腹鰭最長軟条長、尾鰭上葉最長軟条長、尾鰭下葉最長軟条長、背鰭基底長、臀鰭基底長の24部位(Fig. 2)であった。また、背鰭軟条数、臀鰭軟条数、胸鰭軟条数、腹鰭軟条数、背鰭前方縦列鱗数、側線有孔鱗数、側線上方横

列鱗数, 上枝鰓耙数, 下枝鰓耙数, 上・下枝合計鰓耙数, 腹椎骨数, 尾椎骨数, 腹椎・尾椎合計脊椎骨数の13形質について計数を行った。脊椎骨数については, 標本の軟エックス線撮影を行い, 現像したフィルム上で計数した。測定・計数は原則として体の左側について行ったが, 標本の破損の著しい場合には右側も用いた。

オオアカトビについては, 胸鰭上面に散在する小黑斑点数の変異を調べるために, 1991年6月18日に北硫黄島海域で採集した標準体長270.5~294.5mmの5個体について左右の鰭別に計数を行った。

このほか, 採集した各魚種の全部あるいは一部について計数と尾叉長測定を行ったのち, 流刺網で採集したものについては, 刺網1反あたりの羅網個体数を算出した。また, 月ごとに比較的万遍なく採集調査を行うことのできた1990, 91両年の2月から7月の間に, 火山列島海域において流刺網で採集された標本について, 既述の小笠原島漁協からの寄贈標本も併せて, 種別の個体出現率を月ごとに求めた。

ツマリトビウオ(1990年11月21日に父島海域で採集した60個体, 尾叉長12.4~14.5cm), アヤトビウオ(1988年6月8~9日に北硫黄島海域で採集した47個体, 尾叉長18.8~22.8cm), オオアカトビ(1987年4月21~22日に同海域で採集した60個体, 尾叉長26.3~32.9cm), トビウオ(1987年3月27日に同海域で採集した41個体, 尾叉長26.8~32.7cm), オオメナツトビ(1991年6月18~19日に同海域で採集した105個体, 尾叉長26.8~33.5cm), ヒメアカトビ(1991年5月13~14日に同海域で採集した30個体, 尾叉長21.6

~23.1cm)の6種については, 生殖腺の肉眼的観察により雌雄を判別したのちに性比(雄/雌)と雌雄別の尾叉長組成を求めた。また, 適宜抽出した標本の腹部を圧迫し, 放卵・放精個体の有無によって成熟の確認を行った。なお, 性の偏りの有意性については χ^2 検定を, 雌雄別の平均尾叉長の比較にはMann-WhitneyのU検定を用い, 有意水準は $P<0.05$ とした。

卵の形態 1991年6月19日に北硫黄島海域で採集したオオアカトビ, オオメナツトビ, ヒメアカトビの3種については, 採集直後に成熟した雌魚の腹部を圧迫して卵を搾出し, ホルマリン20倍希釈液中に保存して水産センターに持ち帰った。これらの卵は万能投影機で形態を観察するとともに, 各種の放出卵8~10粒の卵径と最長纏絡糸長を測定して両者の比を求めた。さらに, 卵の半球上に生える纏絡糸数も数えた。

産卵行動 1988年6月8日の21時40分頃から22時30分頃にかけて, 北硫黄島周辺の水深約30~40mの海域において, 「興洋」の舷側付近の海面上を投光器で照射し, 甲板上からトビウオ類の産卵と思われる行動を観察して記録した。また, これらの魚を手網で採集して種の査定を行った。

結果

トビウオ漁業の推移と現状 1915年以降2004年までの小笠原諸島海域におけるトビウオ類漁獲量の推移をFig. 3およびAppendix table 2に示した。

同海域における戦前のトビウオ類の年間漁獲量については, 1915(大正4)~41(昭和16)年の27年間の記

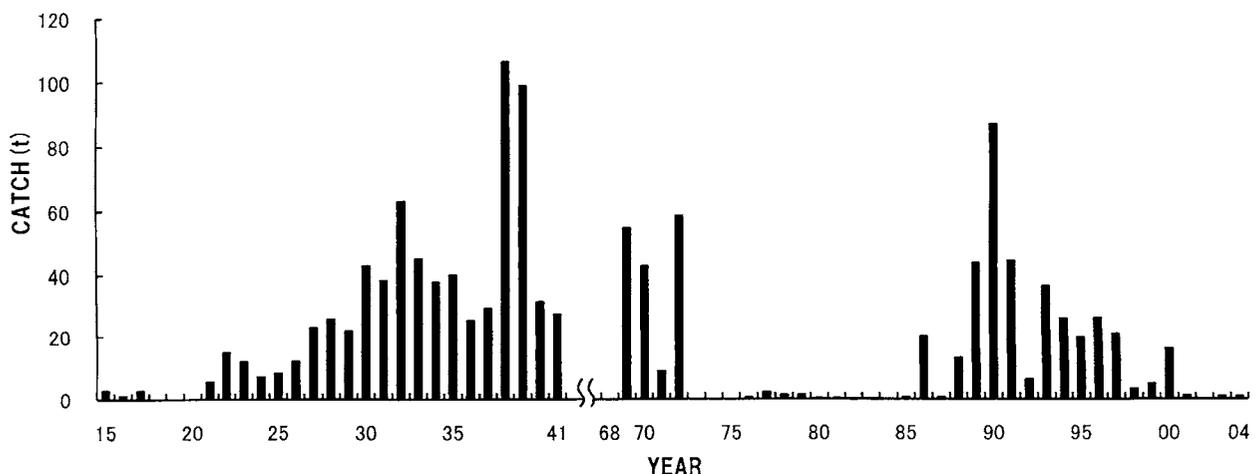


Fig. 3 Changes of annual catch of flyingfishes from the Ogasawara Islands waters during 1915 to 2004. Through 27 years from 1942 to 1967, industrial fisheries was interrupted by the battle of World War II and the occupation of the Islands by the United States troops.

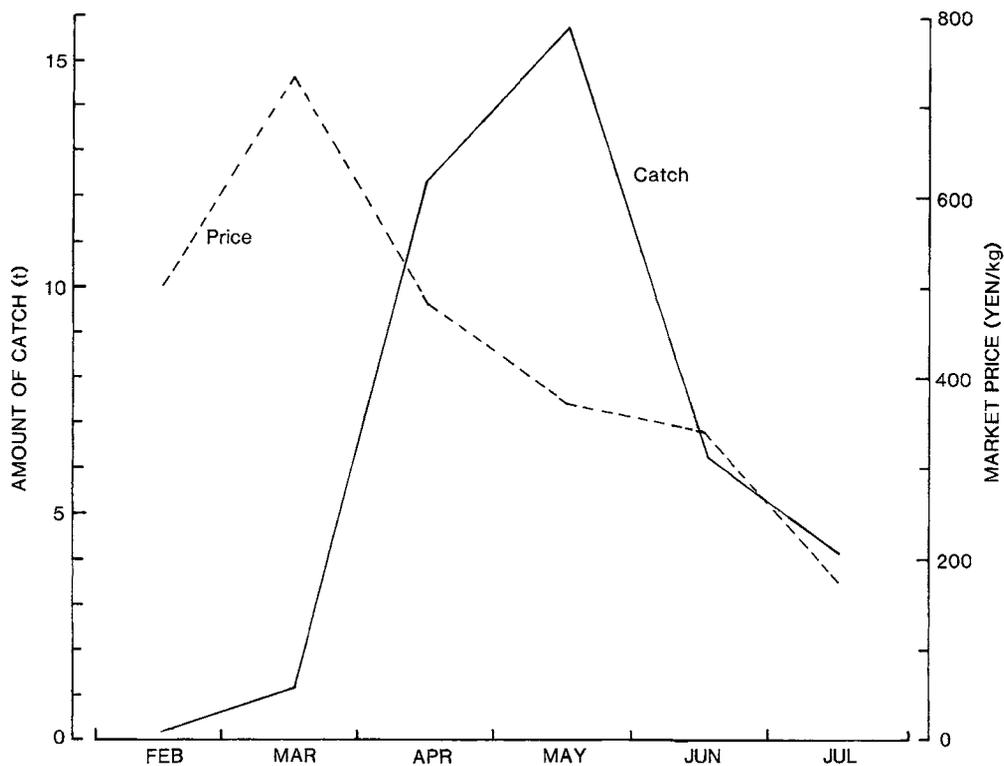


Fig. 4 Changes of monthly catch and market price of flyingfishes from the Ogasawara Islands waters during 1989 to 1990.

録があった(倉田・広瀬 1969)。これによれば、戦前の漁獲量は1938年の106.3tを最高に、平均40t程度であった。また、聞き取り調査によれば、戦前のトビウオ漁業は以下のように行われていたという。すなわち、トビウオ類の主漁期である3月末～5月末頃に、運搬船拓南丸(約700t)が本土より来航し、カヌー7～8隻とトビウオ漁業を行う小笠原の漁業者を乗せて火山列島海域へ向かった。小笠原の漁業者は主として硫黄島周辺の島に上陸し、上記のカヌーで流刺網によるトビウオ漁を行った。漁獲されたトビウオ類は量がまとまると、拓南丸が本土へピストン輸送した。カヌーで操業した理由は、船体が小さく、魚群の密集する離岸約1km以内で操業が可能だったからである。

戦後のトビウオ漁業については1968～2004年の37年間の記録が残されていた。このうち1968～70年については倉田ら(1971)の、1971年以降については東京都経済局農林部水産課(1972～75)、東京都経済局農林緑政部水産課(1976～78)、東京都労働経済局農林水産部水産課(1979a, 1979b, 1981～2001)、東京都産業労働局農林水産部水産課(2002～2006)の記録があった。

日本返還後の1969～72年の4年間には8.8～58.3tのトビウオ類の漁獲があった。聞き取り調査によれば、

この時期のトビウオ漁業は以下のように行われたという。返還後の本格的な漁業再開の手始めとして火山列島の沿岸域で流刺網漁が行われた。当時は小笠原に第5神徳丸(73t)と勇漁丸(約80t)という2隻の大型船があり、これにカヌーを積んで3月末～5月末頃に出漁した。漁獲されたトビウオ類は、第5神徳丸と勇漁丸が交替で築地市場へ運搬した。ただし、このときはトビウオ類の市場価格が低く、その後は底魚一本釣りで魚価の高いハマダイ *Etelis coruscans* 等が容易に釣れることもあってあまり操業されなくなった。

1973年から1985年までの13年間は、多い年でも約2.2tの漁獲であった。しかし1986年には約20.0t, 1988～91年の4年間には約13.0～86.8tの漁獲があった。これは1984年に始まった水産センターの調査結果を受けた小笠原の漁業者数隻がトビウオ漁業を再開したためである。さらにその後は、1992～2000年の9年間で、約16.1～36.5tの漁獲を記録したが、2001年以降2004年までは、最多でも1.0tの漁獲であった。

戦前・戦後を通じ、トビウオ漁業の主漁場は火山列島海域に形成されており、漁獲の大半は同海域で水揚げされたものであった。またこの間、漁獲されたトビウオ類の種別については、漁業者はあまり関心を払っておらず、不明であった。

Table 1 Twelve flyingfish species caught from seven collection sites of the Ogasawara Islands waters during 1985 to 2003

	Higashi-kaijinba (STN1)	Nishino-shima (STN2)	Chichi-jima (STN3)	Haha-jima (STN4)	Kitaiwo-jima (STN5)	Iwo-jima (STN6)	Minami-wo-jima (STN7)
Days spent for collection	2	4	15	3	48	2	13
<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i>			X		X		
<i>Exocoetus monocirrhus</i>	X		X		X		X
<i>Parexocoetus brachypterus brachypterus</i>			X	X			
<i>Hirundichthys speculiger</i>	X				X		
<i>Cypselurus poecilopterus</i>		X	X	X	X	X	X
<i>C. suttoni</i>		X	X	X	X	X	X
<i>C. atrisignis</i>		X	X		X	X	X
<i>C. agoo agoo</i>	X		X		X	X	X
<i>C. pinnatibarbatus japonicus</i>			X				
<i>C. antoncichi</i>		X	X	X	X	X	X
<i>C. angusticeps</i>		X			X	X	X
<i>C. spilonopterus</i>		X	X		X	X	X
Total no. of species	3	6	10	4	10	7	8

1989～90年の2年間の小笠原島漁協における月別のトビウオ類漁獲量と鮮魚出荷の月平均市場価格(円/kg)の推移をFig. 4に示した。トビウオ類の漁獲があったのは2～7月の5ヶ月間で、漁獲量は各々0.03t, 1.24t, 12.37t, 15.82t, 6.41t, 4.20tであった。一方、価格は各々500.0円, 731.4円, 480.3円, 373.6円, 339.5円, 179.3円であった。

標本調査 各調査日における漁具別の採集結果と表面水温をAppendix table 1に示した。また、調査海域ごとの採集魚種をTable 1に示した。採集されたトビウオ類は、サヨリトビウオ*Oxyporhamphus micropterus micropterus*(採集個体数2; 出現率0.01%)、ハゴロモトビウオ(同8; 0.03%)、ツマリトビウオ(同110; 0.42%)、ニノジトビウオ(同3; 0.01%)、アヤトビウオ(同1,535; 5.84%)、オオアカトビ(同5,462; 20.77%)、アカトビ(同86; 0.33%)、トビウオ(同531; 2.02%)、ハマトビウオ

(同1; 0.003%)、オオメナツトビ(同18,287; 69.55%)、ヒメアカトビ(同229; 0.87%)、チャバネトビウオ(同38; 0.14%)の12種であった。出現率はオオメナツトビの69.55%が最も高く、オオアカトビの20.77%、アヤトビウオの5.84%、トビウオの2.02%の順で続いた。その他の8種はいずれも出現率が1%以下で、0.003～0.87%の範囲にあった。

ハゴロモトビウオ、ツマリトビウオ、ニノジトビウオ、アヤトビウオ、オオアカトビ、アカトビ、トビウオ、ハマトビウオ、オオメナツトビ、ヒメアカトビ、チャバネトビウオの11種についての各部位の測定結果をTable 2に、計数値をTable 3に示した。これら各種の形態学的特徴は、おおむね藍澤(2000)の記載に一致した。しかし、ヒメアカトビ頭長の標準体長比は24.88～26.60%であり、背鰭基底長の標準体長比19.62～21.43%を上回った。また調査した5個体中2個体で背鰭軟条数は

Table 2 Range of proportional measurements in 11 species of Exocoetid fishes collected from the Ogasawara Islands waters. Values are percentage in standard length and the abbreviations are same as in Fig. 2

Species	<i>E. monocirrhus</i>	<i>P. brachypterus</i> <i>brachypterus</i>	<i>H. speculiger</i>	<i>C. poecilopterus</i>	<i>C. suttoni</i>	<i>C. atrisignis</i>
No. of individuals	5	5	3	5	5	5
Total l. (mm)	223.5-233.3	144.3-147.0	252.8-271.0	253.1-267.0	352.8-400.0	322.0-362.0
Standard l. (mm)	158.4-177.3	114.0-123.7	200.7-212.0	194.0-206.7	270.5-307.5	247.2-276.0
aD	68.12-71.41	68.62-71.06	73.07-74.64	69.21-71.75	72.42-75.42	67.35-69.60
aV	40.53-42.45	50.13-52.14	58.58-60.99	59.08-60.15	57.94-59.86	53.96-57.01
aA	67.88-71.31	70.00-72.32	73.13-73.39	77.91-80.77	78.72-80.07	75.69-78.62
PV	15.91-18.46	28.42-30.65	35.05-36.77	35.56-38.41	36.37-37.45	30.62-34.37
VC	56.02-58.45	46.43-47.53	36.65-38.12	37.88-40.79	36.81-39.78	41.60-43.77
DC	28.60-30.93	29.18-31.67	23.63-24.71	26.12-27.06	23.19-25.69	27.63-28.62
HL	24.18-27.03	21.93-23.04	23.72-24.72	23.32-25.19	23.38-23.84	22.75-24.15
po	12.13-14.06	9.51-9.89	10.16-10.28	10.45-10.96	10.20-10.93	10.12-10.84
o	6.43-7.41	7.19-7.63	7.27-8.07	7.55-9.33	6.50-7.32	6.67-7.92
ao	6.31-7.28	5.93-6.49	6.73-7.82	7.11-8.02	7.44-8.26	7.00-7.93
io	8.39-10.33	7.74-8.16	8.72-9.43	10.06-11.24	9.49-10.47	9.12-10.84
HL	19.40-20.89	17.87-18.49	15.73-16.98	21.09-22.18	16.96-18.74	17.95-20.00
h	7.84-8.28	6.17-6.58	6.35-6.98	7.89-8.38	6.76-7.47	6.89-7.34
w	13.42-15.22	10.79-11.72	12.99-14.15	15.05-15.88	12.10-13.25	12.67-13.38
hD	9.22-10.89	30.30-31.45	9.37-9.81	11.21-12.00	12.64-12.87	12.46-14.51
hA	10.15-11.83	10.70-12.69	8.22-9.20	7.64-8.69	6.71-8.10	7.10
IP	74.28-78.47	54.24-57.75	68.86-70.57	66.86-70.33	67.62-71.88	67.17-72.30
IV	13.04-15.28	19.69-21.42	26.81-28.87	27.88-31.83	27.76-31.03	28.76-30.84
IUC	24.31-25.59	17.45-19.22	19.91-20.28	25.67-27.35	20.10-23.20	23.83-25.22
ILC	33.49-34.61	27.19-28.23	27.01-29.48	32.99-34.97	30.68-33.37	32.20-33.63
ID	20.67-21.97	20.13-21.32	16.56-16.73	17.90-20.51	14.96-17.22	19.99-20.98
IA	21.09-21.97	18.27-20.22	14.45-15.80	8.56-10.18	10.93-12.24	10.86-13.18

13本であり、3個体が12本であった。そしてこれらの2点は、藍澤(2000)の記載に一致しなかった。

オオアカトビ左右胸鰭上面の黒斑点数をTable 4に示した。斑点数は、左側0~153個、右側1~172個の範囲にあった。

流刺網1反あたりの羅網個体数は、父島・母島海域が1.15~9.31、平均3.07±3.12であったのに対して、火山列島海域では0~43.84、平均7.97±10.92であった。

1990、91両年の2月から7月の間に、火山列島海域において流刺網で採集されたトビウオ類の種別の個体出現率の推移を月ごとに示した(Fig. 5)。2月はトビウオのみの出現であったが、3月には本種とオオメナツトビの2種が出現し、出現率は各々41.9および58.1%であった。4月にはトビウオ、オオメナツトビ、オオアカトビ、アヤトビウオが各々0.5、67.3、30.0、

0.3%、アカトビ、チャバネトビウオなど、その他の種が2.2%を占めた。5月はオオメナツトビ、オオアカトビ、アヤトビウオ、ヒメアカトビが各々59.0、25.3、12.6、3.1%の出現率となった。6月にはオオメナツトビ、オオアカトビ、アヤトビウオ、ヒメアカトビ、その他の種が各々51.1、24.2、14.8、4.5、5.4%を占めた。7月にはオオメナツトビ、オオアカトビ、アヤトビウオ、ヒメアカトビ、その他の種が各々28.3、6.1、37.6、27.0、1.0%を占めた。また、同列島海域における2~7月の月別平均水温は、2月22.7℃、3月23.1℃、4月24.1℃、5月24.8℃、6月26.2℃、7月28.4℃と月を追って上昇した。

ツマリトビウオ、アヤトビウオ、オオアカトビ、トビウオ、オオメナツトビ、ヒメアカトビの6種の性比は、それぞれ1.50、0.81、4.45、3.10、3.20、2.00であった。そしてアヤトビウオでは、性比の偏りに有意性は認められなかったが、他の5種についてはいずれも雄の出

Table 2 Continued

Species	C.				
	<i>ago</i>	<i>pinnatibarbus japonicus</i>	<i>antoncichi</i>	<i>angusticeps</i>	<i>spilonopterus</i>
No. of individuals	5	1	5	5	5
Total l. (mm)	252.0-360.5	394.8	350.0-373.0	253.3-261.8	342.5-390.0
Standard l. (mm)	183.2-276.0	317.0	272.0-294.5	182.1-201.8	263.0-298.0
aD	72.76-75.00	73.75	70.63-72.65	69.08-72.49	71.14-72.06
aV	56.86-60.36	59.62	57.75-59.99	59.23-62.20	57.49-60.72
aA	75.29-78.80	79.65	75.96-79.08	77.24-81.22	77.48-80.72
PV	35.80-38.26	38.14	33.99-36.71	34.51-37.70	33.62-37.24
VC	37.87-38.56	39.46	36.54-39.52	37.08-38.26	39.07-41.25
DC	21.67-24.56	25.87	24.13-26.10	27.32-29.34	26.50-27.50
HL	21.82-23.34	22.27	22.53-25.27	24.88-26.60	24.06-25.67
po	9.99-10.36	10.41	9.23-10.40	10.84-11.59	11.06-11.79
o	6.38-7.10	5.68	7.20-7.66	7.88-8.95	6.32-7.73
ao	6.08-7.36	6.97	7.20-8.12	7.53-8.07	7.76-8.22
io	8.87-9.97	7.98	8.19-8.96	9.00-11.04	8.90-10.13
HL	16.45-17.13	18.68	16.03-17.50	19.23-22.52	18.19-19.47
h	6.41-7.12	5.62	5.67-6.25	7.19-7.96	7.11-7.55
w	13.11-14.05	13.94	11.33-12.76	13.30-14.50	12.25-13.36
hD	10.10-11.63	10.73	8.67-9.24	10.76-12.09	11.58-13.00
hA	7.67-9.22	—	6.40-7.12	7.25-8.08	7.62-8.57
IP	65.06-72.05	73.56	65.44-68.04	65.90-68.58	69.48-73.43
IV	31.63-34.85	25.55	28.70-31.04	27.02-29.83	26.10-28.19
IUC	21.06	—	20.96-22.31	23.58-25.42	23.91-24.33
ILC	29.37-32.21	29.34	31.21-32.84	31.43-33.71	31.03-33.90
ID	15.05-16.51	16.72	17.66-19.18	19.62-21.43	18.13-19.82
IA	11.16-12.99	11.23	11.07-13.34	10.18-11.64	10.41-11.58

現割合が有意に高かった ($P<0.05$)。また、これらの雌雄別の尾叉長組成はFig. 6に示したとおりであり、各種とも雄より雌の平均尾叉長が有意に大きかった ($P<0.05$)。

今回採集されたトビウオ類12種の通年、旬別の出現時期を、放卵・放精個体出現の有無を区別してFig. 7に示した。サヨリトビウオは5月と6月に、ハゴロモトビウオは3, 4, 9, 11の各月に採集され、いずれも放卵・放精個体は認められなかった。ツマリトビウオは、5, 6月の採集個体で放卵・放精が認められたが、11月の採集魚は非成熟個体のみであった。ニノジトビウオは5月と9月に非成熟魚が採集された。アヤトビウオでは、4~7月に放卵・放精個体が認められたが、8~9月には放卵・放精個体は認められなかった。オオアカトビは3~7月の全採集期間を通じて放卵・放精個体が認められた。アカトビも4~7月の全採集期間を通じて放卵・放精個体が認められた。トビウオ

では2~6月と11月の全採集期間で放卵・放精個体が認められた。ハマトビウオは1月のみの採集で、放卵・放精個体は認められなかった。オオメナツトビでは、3~7月に放卵・放精個体が認められたが、9月には放卵・放精個体は認められなかった。ヒメアカトビでは、5~7月に放卵・放精個体が認められたが、9月には放卵・放精個体は認められなかった。チャバネトビウオは3~6月の全採集期間を通じて放卵・放精個体が認められた。

卵の形態 オオアカトビ、オオメナツトビ、ヒメアカトビの3種の卵はいずれも球形で、纏絡糸が卵の全面にほぼ均等に生えていた。卵径、卵の半球上纏絡糸数、最長纏絡糸の卵径比は、オオアカトビが各々1.20~1.26mm, 13~21本、卵径の4.0倍、オオメナツトビが1.34~1.52mm, 22~32本、卵径の3.8倍、ヒメアカトビが1.39~1.49mm, 22~40本、卵径の4.0倍であった。

産卵行動 1988年6月8日夜間の約50分間にわたる

Table 3 Range of meristic counts made on the same specimens as shown in Table 2

Species	<i>E. monocirrhus</i>	<i>P. brachypterus brachypterus</i>	<i>H. speculiger</i>	<i>C. poecilopterus</i>	<i>C. suttoni</i>	<i>C. atrisignis</i>
No. of individuals	5	5	3	5	5	5
Dorsal ray	13	12-13	11-12	12-13	12-13	14-15
Anal ray	12-13	12-13	12	8-9	9-11	9-10
Pectoral ray	15-16	12-13	17	15-17	13-14	13-14
Ventral ray	6	6	6	6	6	6
Predorsal scales	19-22	21-22	31-32	28-31	38-42	33-40
Pored scale on L.L. *	44-47	41-43	52-54	45-47	55-60	58-64
Scales above L.L. *	8	6	6-7	8-9	8	8-9
Upper limb gill rakers	4-6	7-9	8	5-7	5-7	5-7
Lower limb gill rakers	19-21	18-20	18-20	16-19	17-19	16-19
Total gill rakers	24-25	25-29	26-28	22-25	22-25	22-25
Abdominal vertebrae	25-27	24-25	29	26-28	31-32	28-30
Caudal vertebrae	16-17	15-16	17-18	14	14-16	15-16
Total vertebrae	42-43	40-41	46-47	40-42	45-47	44-45

* L. L.: Lateral Line

Table 3 Continued

Species	<i>C. agoo agoo</i>	<i>C. pinnatibarbatu japonicus</i>	<i>C. antoncichi</i>	<i>C. angusticeps</i>	<i>C. spilonopterus</i>
No. of individuals	5	1	5	5	5
Dorsal ray	10-12	13	12-13	12-13	13-14
Anal ray	10-11	11	9-11	8-9	9-10
Pectoral ray	17	15	14-15	14-15	13-15
Ventral ray	6	6	6	6	6
Predorsal scales	34-37	43	29-36	25-28	29-32
Pored scale on L.L. *	51-56	62	54-56	46-48	48-54
Scales above L.L. *	7-8	7	8	8-9	8-9
Upper limb gill rakers	6-7	7	4-6	5-7	6-7
Lower limb gill rakers	14-16	16	16-17	14-16	17-18
Total gill rakers	21-23	23	21-23	21-23	23-24
Abdominal vertebrae	31	34	29-31	26-28	29-30
Caudal vertebrae	15-16	16	16-18	13-15	13-15
Total vertebrae	46-47	50	46-48	40-41	43-44

* L. L.: Lateral Line

Table 4 Number of blackish spots on the pectoral fins of *C. suttoni* collected from the Kitaiwo-jima waters on June 18, 1991

Specimen number	Standard length in mm	Left side	Right side
1	294.5	7	14
2	276.0	18	22
3	270.5	49	46
4	281.0	153	172
5	277.0	0	1
Range	270.5-294.5	0-153	1-172

観察時間中、海面付近には2個体でペアを形成するトビウオ類が多数みられた。このうち一方の個体は前方に位置し、もう一方の個体が前方の個体にほとんど体を接するようにしてわずか後方に位置した。これらのペアの多くは胸鰭を半開き状態にして、非常に緩慢な速度で左右に蛇行しながら5～10mほどの距離を前方に向かって遊泳していた。そしてペアが遊泳した跡にはヒモ状の物体が漂っていた (Fig. 8)。また、まれには3～4個体と一緒に同様の遊泳行動を示すものも認められた。こうした一対ないし数個体で遊泳する個体は非常に警戒心が薄く、手網で簡単にすくうことができた。このとき採集された魚種は、アヤトビウオ、オオアカトビ、オオメナツトビの3種であった。

考 察

漁業資源としてのトビウオ類 漁獲統計資料や聞き取り調査によれば、小笠原諸島海域のトビウオ類は、

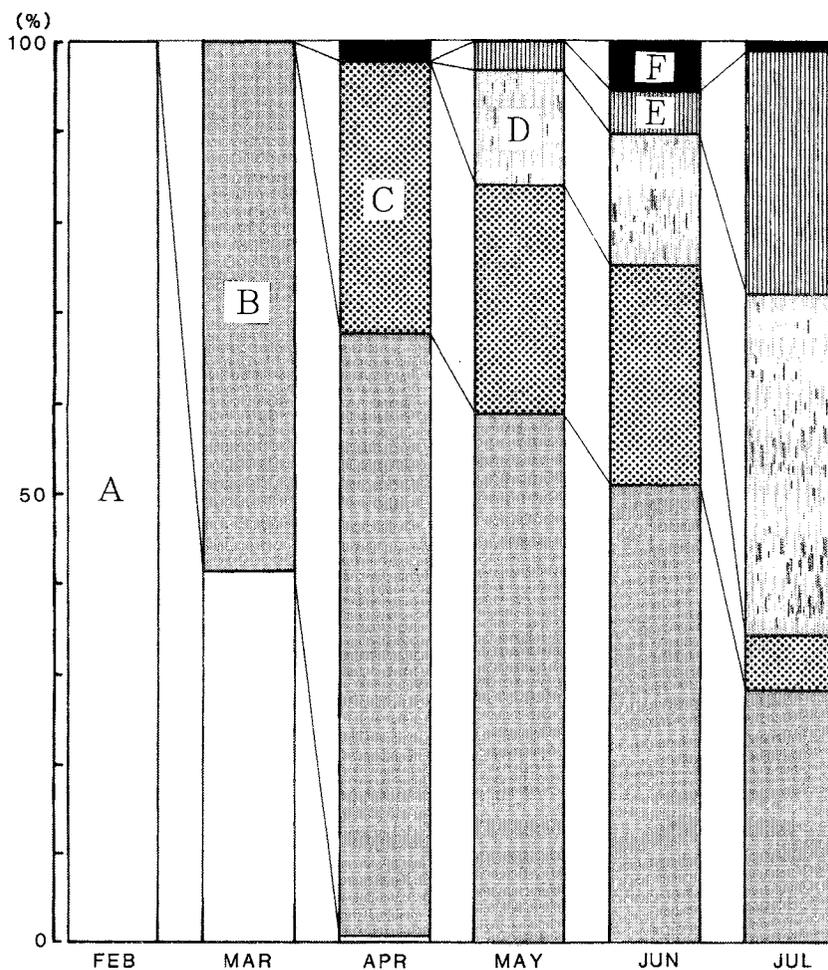


Fig. 5 Monthly frequency of five flyingfish species collected from the Volcano Islands waters in 1990 and 1991. A, B, C, D, E and F are for *Cypselurus agoo agoo*, *C. antoncichi*, *C. suttoni*, *C. poecilopterus*, *C. angusticeps* and other Exocoetid species, respectively.

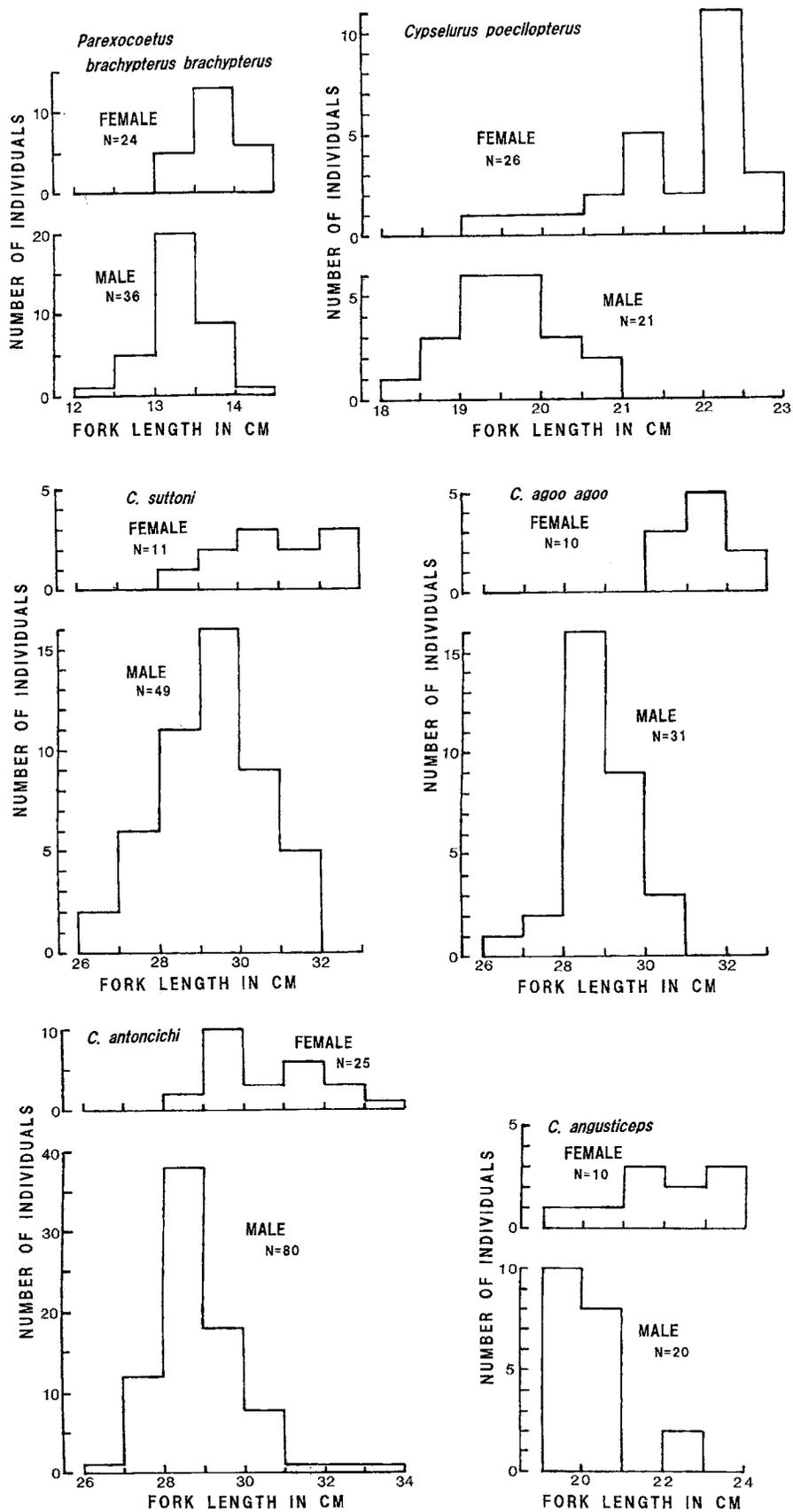


Fig. 6 Fork length distribution of six flyingfish species, *Parexocoetus brachypterus brachypterus*, *Cypselurus poecilopterus*, *C. suttoni*, *C. agoo agoo*, *C. antonichi* and *C. angusticeps*. Size of female is larger than that of male in all species.

Species	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	NOV	OCT	DEC
<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i>					○	○						
<i>Exocoetus monocirrhus</i>			○ ○	○					○		○	
<i>Parexocoetus brachypterus brachypterus</i>					●	●					○○	
<i>Hirundichthys speculiger</i>					○				○			
<i>Cypselurus poecilopterus</i>				●●	●●	●●	●●	○ ○				
<i>C. suttoni</i>			●●	●●	●●	●●	●					
<i>C. atrisignis</i>				●●	●●	●	●					
<i>C. agoo agoo</i>		●	●●●	●	●	● ●				●●		
<i>C. pinnatibarbatus japonicus</i>	○											
<i>C. antonichi</i>			●●●	●●	●●	●●	●●		○			
<i>C. angusticeps</i>					●●	●●	●		○			
<i>C. spilonotus</i>			●	●●	●●	●●						

Fig. 7 Monthly collection of flyingfishes in the Ogasawara Islands waters during 1985 to 2003. Months are divided by ten days. Hollow circle indicates immature individuals and dark circle for fully matured ones.



Fig. 8 Diagram of possible spawning behavior of flyingfishes observed from the deck of research vessel. A pair of fish with half spread pectoral fins swam very slowly drawing snake-like trace, and floated string-like matter along it.

特に戦前は重要な漁業資源の一つであった。また、その後の同海域におけるトビウオ漁業は、時々の社会・経済情勢によって盛衰のあったことがわかる。そして近年のトビウオ類の漁獲量は比較的低水準にある。これは、同海域で立延縄漁業により行われているマグロ、カジキ類の漁獲が安定していること、あるいはトビウオ類の魚価が低水準にあることなどによって、本格的

な操業が行われていないことによるものと考えられる。しかし戦前から現在にいたるまで、小笠原諸島海域では、トビウオ流刺網の本格的な操業を行えば、多い年で80～100t程度の漁獲が認められた。したがって、本海域におけるトビウオ類資源は漁業対象としての操業に耐えうる水準にあるものと考えられる。このため、魚価の上昇等、今後の社会・経済情勢次第では、期待のもてる資源といえよう。

1989, 90両年の2～7月における小笠原島漁協のトビウオ類漁獲量は、5月の15.82tを最高に、4月が12.37tと、この2ヶ月が10tを上回った。そして他の月の漁獲量は、6月6.41t, 7月4.20t, 3月1.24t, 2月0.03tの順となった。一方、鮮魚の市場価格は3月の731.4円を最高に、以下2月500.0円, 4月480.3円, 5月373.6円, 6月339.5円, 7月179.3円の順となった(Fig. 4)。したがって、比較的高価格の2～4月は鮮魚出荷を主体とし、価格の低下する5月以降は、鮮魚出荷のほか、冷凍保存の可能な加工利用も視野に入れて、価格の推移を見ながらの計画的な出荷を行うのが、経営戦略上有利と考えられた。

小笠原諸島海域における出現種 小笠原諸島海域に出現するトビウオ類は、今回採集されたサヨリトビウオ、ハゴロモトビウオ、ツマリトビウオ、ニノジトビウオ、アヤトビウオ、オオアカトビ、アカトビ、トビウオ、ハマトビウオ、オオメナツトビ、ヒメアカトビ、チャバネトビウオの12種のほかに、イ

ダテントビウオ *E. volitans*, ザカトビウオ *Prognichthys brevipinnis*, ホソアオトビ *H. oxycephalus*, オキトビ *Danichthys rondeletii*, オオメオキトビ *D. albimaculatus*, マトウトビウオ *C. spilopterus*, オジロトビ *C. exiliens*, シロフチトビウオ *C. frucatus frucatus* の8種が記録されている (Parin 1960, 倉田ら 1971, 座間・藤田 1977, 陳 1987, 青木 1988, 加藤ら 2006)。しかしこれらのうち、マトウトビウオは、倉田ら (1971) が記載し、座間・藤田 (1977) がこれを引用・記載しているほかは、今回の調査を含めて小笠原諸島海域からは全く採集されていない。藍澤 (2000) は本種の分布域を、琉球列島以南の黒潮暖流域、東部インド洋・西部太平洋の熱帯海域としている。また、今井 (1959) は与論島で、久田 (2002) は種子島・屋久島海域で本種を採集しており、これが北限の記録と思われる。さらに、倉田ら (1971) は、小笠原諸島海域ではマトウトビウオがオオメナツトビに次いで2番目に多獲されると記述している。しかし、今回の調査でオオメナツトビに次いで多獲されたのはオオアカトビであった。これらの諸状況から判断すると、マトウトビウオとオオアカトビは、ともに褐色を帯びた胸鰭上に黒色小斑点が散在するので、倉田ら (1971) が誤査定したものと考えられる。したがって、小笠原諸島海域においてこれまでに記録されたトビウオ類は、上記の20種のうちマトウトビウオを除

いた19種と思われた (Table 5)。

藍澤 (2000) は、ヒメアカトビとウチダトビウオ *C. naresii* の分類形質として頭長と背鰭基底長の比、背鰭軟条数の2点を挙げている。すなわち、ヒメアカトビでは頭長が背鰭基底長とほぼ同長で、背鰭は13～14軟条、これに対してウチダトビウオでは、頭長が背鰭基底長よりも長く、背鰭は10～12軟条としている。加藤ら (2006) は、小笠原諸島の沖ノ鳥島海域で採集したヒメアカトビの形態について調査した結果、ヒメアカトビの頭長は背鰭基底長よりも長く、背鰭は12～14軟条であったので、藍澤 (2000) の示した分類形質は再検討する必要があるとした。今回採集されたヒメアカトビ標本の調査でも、頭長は背鰭基底長よりも長く、背鰭は12～13軟条であったので、加藤ら (2006) の見解を支持する結果が得られた。

オオアカトビ胸鰭上面の小黒斑点数を左右の鰭別に調査したところ、0～172個と大きな変異が認められた。また、阿部 (1994) も指摘しているように、無斑の個体もみられたので、チャバナトビウオ、ヒメアカトビなどのように、胸鰭が紫色を帯び、かつ斑点をもたない魚種との判別には注意が必要である。

伊豆・小笠原諸島海域におけるハマトビウオの主漁場は、伊豆諸島南部の鳥島から八丈島にかけての海域であるが (東京都水産試験場 1991)、本種は小笠原の

Table 5 A list of Exocoetid fish species recorded from the Ogasawara Islands waters by six referreces and present study. *C. spilopterus* was apparently supposed to be misidentification of *C. suttoni*

Species	Parin (1960)	Kurata <i>et al.</i> (1971)	Zama and Fujita (1977)	Chen (1987)	Aoki (1988)	Kato <i>et al.</i> (2006)	Present study
<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i>	X						X
<i>Exocoetus volitans</i>				X			
<i>E. monocirrus</i>	X		X	X		X	X
<i>Parexocoetus brachypterus brachypterus</i>					X		X
<i>Prognichthys brevipinnis</i>				X			
<i>Hirundichthys speculiger</i>	X		X	X		X	X
<i>H. oxycephalus</i>				X			
<i>Danichthys rondeletii</i>	X			X			
<i>D. albimaculatus</i>	X						
<i>Cypselurus poecilopterus</i>		X	X	X	X		X
<i>C. suttoni</i>	X				X	X	X
<i>C. atrisignis</i>	X						X
<i>C. spilopterus</i>		(X)	(X)				
<i>C. exiliens</i>	X						
<i>C. agoo agoo</i>						X	X
<i>C. pinnatibarbus japonicus</i>			X				X
<i>C. antonichi</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>C. angusticeps</i>				X		X	X
<i>C. frucatus fisunovi</i>	X					X	
<i>C. sponopterus</i>	X					X	X
Total no. of species	11	2 (3)	5 (6)	9	4	8	12

聳島列島から父島列島周辺海域でも、今回の採集を含め、まれに採集されている(東京都小笠原水産センター 1980, 東京都小笠原水産センター 1985)。しかし母島列島よりも南方海域での採集記録はないので、父島海域が本種分布域の南限と思われた。また、阿部(1994)は、小笠原諸島海域におけるヒメアカトビ分布の北限を北硫黄島としているが、今回の調査ではさらに北方の西の島海域でも採集された(Table 1)。

漁獲対象種と漁場 今回採集されたトビウオ類の出現率はオオメナツトビの69.55%を最高に、オオアカトビの20.77%, アヤトビウオの5.84%, トビウオの2.02%の順となり、その他の8種はいずれも出現率が1%以下であった。したがって、漁獲対象種の主体はオオメナツトビとオオアカトビの2種であり、アヤトビウオ、トビウオなどがこれに次ぐと考えられた。また、流刺網1反あたりの羅網個体数は、父島・母島海域が1.15~9.31, 平均 3.07 ± 3.12 , 火山列島海域が0~43.84, 平均 7.97 ± 10.92 で、後者では前者の2.6倍の漁獲効率が認められた。小笠原諸島海域におけるトビウオ漁場は、戦前・戦後を通じて火山列島周辺に主漁場の形成されることがわかっており(東京府小笠原支庁1936, 倉田・広瀬1969), 今回の調査結果もこれを裏付けるものとなった。

1990, 91 両年の2月から7月の間に、火山列島海域において流刺網で採集されたトビウオ類の月別の個体出現率の推移をみると、優占種は、トビウオが2~3月, オオメナツトビが3~7月, オオアカトビが4~6月, アヤトビウオが5~7月, ヒメアカトビが7月と経時的に変化した(Fig. 5)。また、今回採集された12種のトビウオ類のうち、上記の優占種を含む8種において、各々2~6ヶ月間にわたる放卵・放精個体の出現が認められた(Fig. 7)。さらにこれらの各種は、主として小笠原諸島各島の沿岸から1~3kmの範囲内で採集されたので、沿岸域への産卵回遊群と考えられた。また、同海域における2~7月の平均水温は、2月の22.7°Cから7月の28.4°Cへと月を追って上昇した。したがって、こうした優占種交代現象の原因としては、種間交雑を避けるための時期的な産卵場の使い分け、ふ化仔魚の初期餌料をめぐる競争の回避、あるいは各魚種の生息適水温の変化に伴うものなどが考えられたが、明らかにできなかった。

性比と雌雄の体長差 ツマリトビウオ, アヤトビウオ, オオアカトビ, トビウオ, オオメナツトビ, ヒメアカトビの6種の性比は、それぞれ1.50, 0.81, 4.45, 3.10, 3.20, 2.00であり、アヤトビウオのみ、出現率に統計

学的な有意差が認められなかった。一方、他の5種では雄の出現率が有意に雌を上回った。青木(1988)は、小笠原海域から採集されたアヤトビウオ, オオアカトビ, オオメナツトビの3種の性比について報告しており、アヤトビウオのみ、雌の出現率が雄の出現率を上回ったが、他の2種は雄の出現率が雌を上回ったとしている。したがって今回は、ツマリトビウオ, トビウオ, ヒメアカトビの3種でも雄の出現率が雌の出現率を上回ることが判明した。また、今回調査した上記の6種では、いずれも雄よりも雌の平均尾叉長が大きく(Fig. 6), これは小西・草刈(1959), 青木(1988), 加藤ら(2006)が各々ハマトビウオ, オオメナツトビ, ヒメアカトビで指摘したのと同様であった。

卵の形態 トビウオ類の卵の形態については、以下のような報告があった。すなわち、塚原・塩川(1957)およびTsukahara(1959)がバショウトビウオ *Paraxocoetus mento* について、塚原ら(1957)がアリアケトビウオ *C. staresi*, ホソトビウオ *C. hiraii*, ツクシトビウオ *C. heterurus doderleini* の3種について、今井(1959)がサヨリトビウオ, ツマリトビウオ, トビウオ, ハマトビウオ, ホソトビウオ, ツクシトビウオおよびホソアオトビ *H. oxycephalus* と推定されるトビウオの7種について、松原(1971)がサヨリトビウオ, *Fodiator acutus pacificus*, *Paraxocoetus brachypterus littoralis*, *Cypselurus heterurus* の4種について、青木(1988)がツマリトビウオ, アヤトビウオ, オオアカトビ, オオメナツトビの4種について記述している。しかし、青木(1988)はオオアカトビ, オオメナツトビの卵径と纏絡糸数については記載しているものの、最長纏絡糸長と卵径の比については記載がなかった。また、ヒメアカトビ卵の形態に関する記録は見つけることができなかったため、これらの3種について今回記載した。

産卵行動 Breder and Rosen(1966)は、インド洋ベンガル湾におけるイダテントビウオ属 *Exocoetus* の1種の産卵と思われる行動をかなり詳細に記述している。これによれば、産卵行動は以下のように行われた。

“体長約30cmの2個体のトビウオが互いに接近した。1尾は太っており、胸鰭を半ば広げるか、あるいは全開してゆっくりと泳いでいた。もう1尾は痩せており、太った個体の産卵を促すようにその周辺を興奮して泳ぎ回っていた。そして時折、下方や後方から吻端を太った個体の肛門付近にこすりつけるような動作をした。痩せた個体による最も顕著な産卵促進行動は、胸鰭を羽ばたかせるような行動で、これは約2

分間隔で続いた。その後このペアは、腹と腹、肛門と肛門をすりあわせるようにして激しく胸鰭を羽ばたかせた。そして胸鰭を重ね合わせたまま数秒間静止した。ペアの後方には雲状の、やや光沢を帯びた長さ1.2mほどの筋状の物体が残された。このような行動の認められた場所の水面には、泡のような塊が浮遊していたが、やがて波によって消失した”。また、真木ら(1997)は、ツクシトビウオの産卵行動を“産卵は夜半過ぎの午前3時頃から日の出前後までに行われる。雌雄は重なりあうように併泳しながら、体を左右に痙攣させて産卵・放精する”としている。今回の産卵と思われる行動も夜間に観察され、ペアが胸鰭を開き、緩慢な速度で併泳し、後方に浮遊物体が残されるなどの点、共通する点が認められた。しかし、吻端をこすりつけるような行動や胸鰭を羽ばたかせるような行動は観察できなかった。また、ペアの後方に残されたヒモ状の浮遊物を採集することもできなかった。産卵の確認にはいたらなかった。

要 約

- 1) 1915年以降2004年までの小笠原諸島海域におけるトビウオ漁獲量は、1938年の106.3tを最高に、主として戦前において盛んに操業されていた。戦後もその時々々の社会・経済的状况に応じて操業が行われ、1990年には戦後最大となる86.8tの漁獲があった。
- 2) 1985～2003年の小笠原諸島海域における調査の結果、サヨリトビウオ、ハゴロモトビウオ、ツマリトビウオ、ニノジトビウオ、アヤトビウオ、オオアカトビ、アカトビ、トビウオ、ハマトビウオ、オオメナツトビ、ヒメアカトビ、チャバネトビウオの12種が採集された。文献によれば、このほかにイダテトビウオ、ザカトビウオ、ホソアオトビ、オキトビ、オオメオキトビ、マトウトビウオ、オジロトビ、シロフチトビウオの8種が記録されており、このうち誤査定と思われるマトウトビウオを除くと、本諸島海域で記録されたトビウオ類は合計19種と考えられた。
- 3) 主たる漁業対象種は、出現率69.55%のオオメナツトビおよび同20.77%のオオアカトビであった。
- 4) 戦前・戦後を通じて、小笠原諸島海域におけるトビウオ漁業の主漁場は火山列島海域に形成されており、今回の調査においても、流刺網1反あたりの羅網個体数は、火山列島海域が7.97尾で、父島・母島海域の3.07尾の2.6倍であった。
- 5) 2～7月の主漁期中、初期はトビウオ、オオメナツトビ、中期はオオメナツトビとオオアカトビ、終期はオオメナツトビ、アヤトビウオ、ヒメアカトビと優占種の変化が認められた。
- 6) ツマリトビウオ、アヤトビウオ、オオアカトビ、トビウオ、オオメナツトビ、ヒメアカトビの6種の性比は、それぞれ1.50, 0.81, 4.45, 3.10, 3.20, 2.00であった。アヤトビウオのみ雌雄の出現率に有意差がなかったが、他の5種では雄の出現率が雌を上回った。またこれらの全種で、雌の平均尾長は雄よりも大きかった。

キーワード：トビウオ科魚類、小笠原諸島海域、漁業生物学

謝 辞

本研究の実施にあたり、採集調査については水産センター所属調査船「興洋」の五ノ井市朗および芳賀孝両船長をはじめ乗組員各位に多大のご協力をいただいた。小笠原島漁協および小笠原母島漁協の皆様には、トビウオ漁業の推移、出荷関連の情報収集、そして標本の提供に多くのご協力をいただいた。藤田清元東京海洋大学教授には、標本調査に際して貴重な助言を賜った。東京都島しょ農林水産総合センターの米山純夫副参事研究員には標本の入手にご尽力をいただいた。東京都奥多摩さかな養殖センターの工藤真弘センター長には原稿の校閲を賜った。これらの方々には心よりお礼を申し上げる。

文 献

阿部宗明. 1994. マトウトビウオ *Cheilopogon spilopterus* (Cuvier & Valenciennes) (Exocoetidae). 日本産魚類図説, 60: 1264-1269.

藍澤正宏. 2000. トビウオ科: pp. 552-561. 中坊徹次編. 日本産魚類検索, 全種の同定, 第二版. 東海大学出版会, 東京.

青木雄二. 1988. 小笠原海域におけるニシン科, ダツ科, サヨリ科, トビウオ科の産卵期. 水産増殖, 36(2): 79-86.

Breder, C. M. Jr. and D. E. Rosen. 1966. Modes of reproduction in fishes. Natural History Press, Garden City: 941pp.

陳春暉. 1978. 台湾近海産飛魚類之分類研究. 中国化学院海洋研究所: 182pp.

陳春暉. 1987. 西北太平洋産飛魚科魚類之初期生活史

- 之研究. 臺灣省立博物館專題論著, (7): 1-203.
- 橋本 浩. 2006. ハマトビウオの生活史の謎をさぐる. 平成17年度東京都島しょ農林水産総合センター主要成果集: 1-2.
- 久田安秀. 2002. 熊本海域におけるトビウオ類の漁獲特性. 黒潮の資源海洋研究, (3): 53-62.
- 今井貞彦. 1959. 日本近海産トビウオ類生活史の研究- I. 鹿児島大学水産学部紀要, (7): 1-85, Pls.1-41.
- 加藤憲司・小埜田 明・前田洋志・川辺勝俊. 2006. 沖ノ島島周辺海域で採集されたトビウオ科魚類に関する漁業生物学的知見. 東京都水産海洋研究報告, (1): 65-71.
- 小西尚男・草刈 正. 1959. 伊豆諸島近海におけるハマトビウオの生態について, 第2報 系群標徴の特性. 東京都水産試験場調査研究要報(18): 1-22.
- 倉田洋二・広瀬 泉. 1969. 小笠原諸島水産業の発展経過と資源の動向(予察). 東京都水産試験場調査研究要報(83): 1-78.
- 倉田洋二・三村哲夫・草刈孝一. 1971. 小笠原諸島の魚類相と漁獲量の傾向. 東京都水産試験場調査研究要報(90): 1-38.
- 真木長彰・寺島裕晃・中村啓美. 1997. ツクシトビウオ: 502-505. 阿部宗明・本間昭郎(監). 現代おさかな事典, 漁場から食卓まで. NTS, 東京.
- 松原喜代松. 1971. 魚類の形態と検索 I, 第2版. 石崎書店, 東京: 374-404.
- 小笠原島漁業協同組合. 1998. 小笠原島漁業協同組合30年史: 28pp.
- Parin, N. V. 1960. Flyingfishes (Exocoetidae) of the north-western part of the Pacific Ocean. Bull. Inst. Oceanol., 31: 205-285. (in Russian)
- 多紀保彦・河野 博・坂本一男・細谷和海 監. 2005. 新訂原色魚類大図鑑, 図鑑編. 北隆館, 東京: 971pp.
- 東京府小笠原支庁. 1936. 飛魚及底魚漁場調査. 小笠原島水産経営事業成績報告, 自昭和8年度 至昭和10年度: 76-84.
- 東京都経済局農林部水産課. 1972. 東京都の水産, 昭和46年版: 216pp.
- 東京都経済局農林部水産課. 1973. 東京都の水産, 昭和47年版: 211pp.
- 東京都経済局農林部水産課. 1974. 東京都の水産, 昭和48年版: 89pp.
- 東京都経済局農林部水産課. 1975. 東京都の水産, 昭和49年版: 176pp.
- 東京都経済局農林緑政部水産課. 1976. 東京都の水産, 昭和50年版: 145pp.
- 東京都経済局農林緑政部水産課. 1977. 東京都の水産, 昭和51年版: 148pp.
- 東京都経済局農林緑政部水産課. 1978. 東京都の水産, 昭和52年版: 160pp.
- 東京都小笠原水産センター. 1980. 未利用資源 富士丸瀬のアカイカとハマトビウオ. 小笠原の水産, (66): 1.
- 東京都小笠原水産センター. 1985. ハマトビウオ来遊冷潮か. 小笠原の水産, (86): 1.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1979a. 東京都の水産, 昭和53年版: 156pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1979b. 東京都の水産, 昭和54年版: 160pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1981. 東京都の水産, 昭和55年版: 168pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1982. 東京都の水産, 昭和56年版: 162pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1983. 東京都の水産, 昭和57年版: 158pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1984. 東京都の水産, 昭和58年版: 158pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1985. 東京都の水産, 昭和59年版: 166pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1986. 東京都の水産, 昭和60年版: 153pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1987. 東京都の水産, 昭和61年版: 151pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1988. 東京都の水産, 昭和62年版: 158pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1989. 東京都の水産, 昭和63年版: 163pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1990. 東京都の水産, 平成元年版: 169pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1991. 東京都の水産, 平成2年版: 167pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1992. 東京都の水産, 平成3年版: 168pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1993. 東京都の水産, 平成4年版: 174pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1994. 東京都の水産, 平成5年版: 179pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1995. 東京都の水産, 平成6年版: 183pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1996. 東京都の水産, 平成7年版: 247pp.

- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1997. 東京都の水産, 平成8年版: 255pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1998. 東京都の水産, 平成9年版: 263pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 1999. 東京都の水産, 平成10年版: 253pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 2000. 東京都の水産, 平成11年版: 253pp.
- 東京都労働経済局農林水産部水産課. 2001. 東京都の水産, 平成12年版: 253pp.
- 東京都産業労働局農林水産部水産課. 2002. 東京都の水産, 平成13年版: 255pp.
- 東京都産業労働局農林水産部水産課. 2003. 東京都の水産, 平成14年版: 236pp.
- 東京都産業労働局農林水産部水産課. 2004. 東京都の水産, 平成15年版: 139pp.
- 東京都産業労働局農林水産部水産課. 2005. 東京都の水産, 平成16年版: 144pp.
- 東京都産業労働局農林水産部水産課. 2006. 東京都の水産, 平成17年版: 141pp.
- 東京都水産試験場. 1991. ハマトビウオ資源動向調査中間報告書. 東京都水産試験場調査研究要報, (202): 1-125.
- Tsukahara, H. 1959. Studies on the flying-fishes of the Amakusa Islands. Part 1. Faunal discussion with the life-historical notes. J. Fac. Agr., Kyushu Univ., 11(2): 165-189.
- 塚原 博・塩川 司. 1957. 天草におけるトビウオ類の研究 第2報, パシヨウトビウオ *Parexocoetus mento* (Cuvier et Valenciennes) の生態・生活史. 九州大学農学部学芸雑誌, 16(2): 275-286.
- 塚原 博・塩川 司・稲尾 正. 1957. 天草におけるトビウオ類の研究 第3報, *Cypselurus* 属3種の生態・生活史(1). 九州大学農学部学芸雑誌, 16(2): 287-302.
- 吉野哲夫. 1984. トビウオ科: pp. 79-82. 益田 一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫 編. 日本産魚類大図鑑. 東海大学出版会, 東京.
- 座間 彰・藤田 清. 1977. 小笠原諸島産魚類目録. 東京水産大学研究報告, 63(2): 87-138.

Appendix table 1 Data on collection of flyingfishes from the Ogasawara Islands waters during 1985 to 2003. Numbers of collection site corresponds to those of Fig. 1. Figures on each species indicate number of individuals: top, range of fork length in cm: middle, average fork length in cm: bottom, and symbol + for catch

Date	85.5.21-22	85.6.3	85.6.4	85.6.12-13	85.6.12	85.6.17-18	85.6.20
No. of collection site	STN5	STN6	STN7	STN3	STN3	STN5	STN4
Water temperature (°C)	24.5-25.3	26.0	26.4	22.3-22.6	22.6	25.5-26.7	25.5
Gear used for collection	Gill net	Gill net	Gill net	Gill net	Dip net	Gill net	Gill net
No. of gill net operated	88	60	60	220	—	220	60
<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i> (サヨリトビウオ)					1 12.7 —		
<i>Exocoetus monocirrhus</i> (ハゴロモトビウオ)							
<i>Parexocoetus brachypterus brachypterus</i> (ツマリトビウオ)					3 12.8-14.2 13.67 ± 0.62		
<i>Hirundichthys speculiger</i> (ニノジトビウオ)							
<i>Cypselurus poecilopterus</i> (アヤトビウオ)	16 — —	+	+	+			+
<i>C. suttoni</i> (オオアカトビ)	401 — —	+	+	+		+	
<i>C. atrisignis</i> (アカトビ)				+			
<i>C. agoo agoo</i> (トビウオ)		+					
<i>C. pinnatibarbatus japonicus</i> (ハマトビウオ)							
<i>C. antonichi</i> (オオメナツトビ)	397 — —	+	+	+		+	+
<i>C. angusticeps</i> (ヒメアカトビ)		+	+				
<i>C. spilonotopterus</i> (チャバネトビウオ)		+		+			
Total no. of catch	814	290	172	589	4	1,276	69
No. of individuals caught per gill net	9.25	4.83	2.87	2.68	—	5.80	1.15

Appendix table 1 Continued

Date	85.8.26	85.9.20	86.4.24-25	86.4.28	86.5.13	86.5.13	86.5.21-22
No. of collection site	STN3	STN1	STN7	STN5	STN5	STN5	STN4
Water temperature (°C)	26.2	28.2	26.0-27.4	26.9	26.8	26.8	25.1-25.4
Gear for collection	Dip net	Dip net	Gill net	Gill net	Gill net	Dip net	Gill net
No. of gill net operated	—	—	60	80	80	—	100
<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i> (サヨリトビウオ)						1 9.4 —	
<i>Exocoetus monocirrhus</i> (ハゴロモトビウオ)		1 11.6 —					
<i>Parexocoetus brachypterus brachypterus</i> (ツマリトビウオ)							
<i>Hirundichthys speculiger</i> (ニノジトビウオ)		1 19.6 —				2 21.2-22.3 217.5 ± 0.68	
<i>Cypselurus poecilopterus</i> (アヤトビウオ)	11 18.3-19.9 19.15 ± 0.48		3 21.2-21.5 21.35 ± 0.15	3 21.2-21.7 21.45 ± 0.49	9 21.7-22.8 21.94 ± 0.43		21 18.7-22.8 21.02 ± 1.29
<i>C. suttoni</i> (オオアカトビ)			188 27.8-32.1 29.84 ± 1.00	383 28.0-33.5 30.14 ± 1.13	472 27.8-31.1 29.41 ± 1.02		222 27.5-32.3 29.68 ± 1.22
<i>C. atrisignis</i> (アカトビ)							
<i>C. agoo agoo</i> (トビウオ)							
<i>C. pinnatibarbatus japonicus</i> (ハマトビウオ)							
<i>C. antoncichi</i> (オオメナツトビ)			67 27.0-32.3 29.73 ± 1.12	3,120 28.0-33.5 30.17 ± 1.22	3,025 27.0-33.3 29.66 ± 1.18		688 27.0-32.8 29.57 ± 1.04
<i>C. angusticeps</i> (ヒメアカトビ)					1 21.7 —		
<i>C. spilonotopterus</i> (チャバナトビウオ)							
Total no. of catch	11	2	258	3,506	3,507	3	931
No. of individuals caught per net	—	—	4.30	43.83	43.84	—	9.31

Appendix table 1 Continued

Date	86.5.21	86.5.27	86.6.16-19	86.9.6	87.3.18	87.3.19	87.3.26
No. of collection site	STN4	STN3	STN3	STN2	STN7	STN5	STN7
Water temperature (°C)	25.4	22.8	23.5-25.5	28.5	24.1	20.8	24.5
Gear for collection	Dip net	Gill net	Gill net	Dip net	Gill net	Gill net	Gill net
No. of gill net operated	—	—	25	—	60	40	40
<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i> (サヨリトビウオ)							
<i>Exocoetus monocirrhus</i> (ハゴロモトビウオ)							+
<i>Parexocoetus brachypterus brachypterus</i> (ツマリトビウオ)	13 11.7-14.3 12.63 ± 0.71						
<i>Hirundichthys speculiger</i> (ニノジトビウオ)							
<i>Cypselurus poecilopterus</i> (アヤトビウオ)		18 18.0-23.0 21.49 ± 1.27	6 20.2-22.1 21.13 ± 0.74	5 20.2-22.0 21.28 ± 0.69			
<i>C. suttoni</i> (オオアカトビ)		10 28.6-30.5 29.62 ± 0.55			6 29.8-31.9 30.70 ± 0.88		+
<i>C. atrisignis</i> (アカトビ)							
<i>C. agoo agoo</i> (トビウオ)							+
<i>C. pinnatibarbatus japonicus</i> (ハマトビウオ)							
<i>C. antonichi</i> (オオメナツトビ)		74 27.5-33.7 29.90 ± 1.41	36 27.3-32.4 29.03 ± 1.28	2 28.0-29.5 28.75 ± 0.75	139 27.8-33.7 30.71 ± 1.19	6 — —	+
<i>C. angusticeps</i> (ヒメアカトビ)				4 19.1-21.0 20.12 ± 0.74			
<i>C. spilonotopterus</i> (チャバネトビウオ)							+
Total no. of catch	13	102	42	11	145	6	—
No. of individuals caught per net	—	—	1.68	—	2.42	0.15	—

Appendix table 1 Continued

Date	87.3.27	87.4.16	87.4.21-22	87.5.20	87.7.10	88.4.12-13	88.4.21-23
No. of collection site	STN5	STN7	STN5	STN3	STN3	STN5	STN5
Water temperature (C)	23.6	26.1	24.6-24.9	25.2	26.4	21.9	21.8-22.0
Gear for collection	Gill net	Gill net	Gill net	Gill net	Gill net	Gill net	Gill net
No. of gill net operated	40	20	100	5	10	80	80
<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i> (サヨリトビウオ)							
<i>Exocoetus monocirrhus</i> (ハゴロモトビウオ)							
<i>Parexocoetus brachypterus brachypterus</i> (ツマリトビウオ)							
<i>Hirundichthys speculiger</i> (ニノジトビウオ)							
<i>Cypselurus poecilopterus</i> (アヤトビウオ)		1 19.7 —	42 18.8-20.2 19.50 ± 0.70		6 18.6-21.0 20.17 ± 0.90		
<i>C. suttoni</i> (オオアカトビ)	+		726 26.3-31.5 29.93 ± 1.14			170 31.2-34.8 32.73 ± 1.05	+
<i>C. atrisignis</i> (アカトビ)							
<i>C. agoo agoo</i> (トビウオ)	+						
<i>C. pimatibarbatus japonicus</i> (ハマトビウオ)							
<i>C. antoncichi</i> (オオメナツトビ)	+	18 29.0-32.0 30.05 ± 0.95	872 28.0-34.0 30.11 ± 1.10	6 27.6-31.5 29.68 ± 1.30	18 27.1-30.5 28.77 ± 1.27	670 28.5-32.5 29.91 ± 0.96	+
<i>C. angusticeps</i> (ヒメアカトビ)							
<i>C. spilonotopterus</i> (チャバナトビウオ)	+						
Total no. of catch	—	19	1,640	6	24	840	1,051
No. of individuals caught per net	—	0.95	1.64	1.20	2.40	10.50	13.14

Appendix table 1 Continued

Date	88.5.13-14	88.6.8-9	88.6.16-17	88.11.29	89.2.25	89.3.10	89.4.12-13
No. of collection site	STN5	STN5	STN5	STN3	STN7	STN7	STN5
Water temperature (°C)	22.5-22.7	24.1-25.9	23.9-25.3	23.5	—	22.8	24.8-25.0
Gear for collection	Gill net	Gill net	Gill net	Dip net	Dip net	Dip net	Gill net
No. of gill net operated	60	160	200	—	—	—	60
<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i> (サヨリトビウオ)							
<i>Exocoetus monocirrhus</i> (ハゴロモトビウオ)				1 19.2 —		1 18.0 —	1 19.0 —
<i>Parexocoetus brachypterus brachypterus</i> (ツマリトビウオ)							
<i>Hirundichthys speculiger</i> (ニノジトビウオ)							
<i>Cypselurus poecilopterus</i> (アヤトビウオ)	+	209 18.8-22.8 21.23 ± 1.01	370 20.0-22.5 21.20 ± 0.83				
<i>C. suttoni</i> (オオアカトビ)	+	213 27.3-33.6 29.93 ± 1.36	1,267 27.3-32.0 29.72 ± 0.95				24 28.2-33.3 30.74 ± 1.10
<i>C. atrisignis</i> (アカトビ)							1 27.3 —
<i>C. agoo agoo</i> (トビウオ)					2 32.0-33.1 32.55 ± 0.55	2 28.5-28.7 28.60 ± 0.10	7 28.2-31.8 29.66 ± 1.23
<i>C. pinnatibarbatus japonicus</i> (ハマトビウオ)							
<i>C. antonichi</i> (オオメナツトビ)	+	584 27.3-32.5 29.68 ± 1.23	765 27.5-31.5 29.27 ± 1.01				1,663 27.5-33.2 30.60 ± 1.39
<i>C. angusticeps</i> (ヒメアカトビ)							
<i>C. spilonotopterus</i> (チャバネトビウオ)							
Total no. of catch	222	1,006	2,402	1	2	3	1,696
No. of individuals caught per net	3.70	6.29	12.01	—	—	—	28.27

Appendix table 1 Continued

Date	89.4.25-26	89.5.14-16	89.5.23-26	89.11.14	89.11.16	89.11.27	90.2.26-27
No. of collection site	STN5	STN5	STN5	STN3	STN3	STN5	STN5
Water temperature (°C)	23.6-24.1	23.3-23.9	25.1-26.4	24.8	25.1	25.0	22.4-23.0
Gear for collection	Gill net	Gill net	Gill net	Dip net	Dip net	Dip net	Gill net
No. of gill net operated	100	180	100	—	—		86
<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i> (サヨリトビウオ)							
<i>Exocoetus monocirrhus</i> (ハゴロモトビウオ)						3 16.1-16.7 16.47 ± 0.26	
<i>Parexocoetus brachypterus brachypterus</i> (ツマリトビウオ)				3 13.1-14.1 13.57 ± 0.41	29 12.5-14.5 13.65 ± 0.46		
<i>Hirundichthys speculiger</i> (ニノジトビウオ)							
<i>Cypselurus poecilopterus</i> (アヤトビウオ)	5 21.9-23.1 22.53 ± 0.49	30 20.0-23.5 21.77 ± 0.96	7 20.2-23.5 22.04 ± 1.02				
<i>C. suttoni</i> (オオアカトビ)	183 28.0-32.9 29.90 ± 1.13	343 28.6-32.0 30.10 ± 0.92	42 28.8-31.8 30.44 ± 0.98				
<i>C. atrisignis</i> (アカトビ)	9 27.0-27.3 27.15 ± 0.15		18 25.7-28.5 27.17 ± 1.15				
<i>C. agoo agoo</i> (トビウオ)		51 28.0-30.3 29.13 ± 0.86		2 28.5-29.2 28.85 ± 0.35	2 29.8-32.6 31.20 ± 1.40		148 27.0-32.8 29.18 ± 1.33
<i>C. pinnatibarbatus japonicus</i> (ハマトビウオ)							
<i>C. antoncichi</i> (オオメナツトビ)	715 28.0-31.8 29.85 ± 0.92	635 26.5-33.0 29.63 ± 1.29	226 28.5-32.8 30.19 ± 1.15				
<i>C. angusticeps</i> (ヒメアカトビ)							
<i>C. spilonotopterus</i> (チャバナトビウオ)	5 28.2-29.7 28.95 ± 0.75	25 28.1-30.8 29.45 ± 1.35	6 29.7-31.4 30.55 ± 1.00				
Total no. of catch	917	1,084	299	5	31	3	148
No. of individuals caught per net	9.17	6.02	2.99	—	—	—	1.72

Appendix table 1 Continued

Date	90.3.16-17	90.3.29-30	90.4.12-13	90.4.14-15	90.5.22	90.6.23	90.7.12
No. of collection site	STN5	STN5	STN7	STN5	STN2	STN1	STN2
Water temperature (°C)	23.4-23.6	21.8-22.4	22.3-22.4	22.4-23.0	25.3	28.8	27.4
Gear for collection	Gill net	Gill net	Gill net	Gill net	Dip net	Dip net	Dip net
No. of gill net operated	100	100	100	220	—	—	—
<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i> (サヨリトビウオ)							
<i>Exocoetus monocirrhus</i> (ハゴロモトビウオ)			1 18.7 —				
<i>Parexocoetus brachypterus brachypterus</i> (ツマリトビウオ)							
<i>Hirundichthys speculiger</i> (ニノジトビウオ)							
<i>Cypselurus poecilopterus</i> (アヤトビウオ)							6 18.4-20.3 19.33 ± 0.60
<i>C. suttoni</i> (オオアカトビ)			8 28.8-31.6 30.40 ± 0.89	3 — —			
<i>C. atrisignis</i> (アカトビ)			2 27.9-30.3 29.10 ± 1.20				
<i>C. agoo agoo</i> (トビウオ)	118 28.1-32.5 30.43 ± 1.45	112 29.0-31.0 29.80 ± 0.86	4 28.4-30.3 29.13 ± 0.83	14 — —		3 19.7-21.7 20.67 ± 0.79	
<i>C. pinnatibarbatus japonicus</i> (ハマトビウオ)							
<i>C. antoncichi</i> (オオメナツトビ)	108 29.0-33.9 31.00 ± 1.37	263 28.7-33.9 30.72 ± 1.32	212 28.5-33.5 30.59 ± 1.60	1,018 — —	14 27.6-33.2 30.13 ± 1.38		1 28.6 —
<i>C. angusticeps</i> (ヒメアカトビ)							9 19.5-21.7 20.29 ± 0.63
<i>C. spilonopterus</i> (チャバネトビウオ)			2 — —				
Total no. of catch	226	375	229	1,035	14	3	16
No. of individuals caught per net	2.26	3.75	2.29	4.70	—	—	—

Appendix table 1 Continued

Date	90.7.19	90.11.21	91.3.7-8	91.3.9	91.3.27	91.5.13-14	91.5.24
No. of collection site	STN5	STN3	STN7	STN5	STN7	STN5	STN6
Water temperature(°C)	28.4	24.6	23.9-24.5	21.2	24.7	24.0-25.4	25.1
Gear for collection	Dip net	Dip net	Gill net	Gill net	Gill net	Gill net	Gill net
No. of gill net operated	—	—	175	22	40	286	44
<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i> (サヨリトビウオ)							
<i>Exocoetus monocirrhus</i> (ハゴロモトビウオ)							
<i>Parexocoetus brachypterus brachypterus</i> (ツマリトビウオ)		62 10.9-14.5 13.46 ± 0.54					
<i>Hirundichthys speculiger</i> (ニノジトビウオ)							
<i>Cypselurus poecilopterus</i> (アヤトビウオ)	8 18.9-21.2 19.58 ± 0.71					749 19.9-23.2 21.68 ± 0.95	7 — —
<i>C. suttoni</i> (オオアカトビ)	1 29.0 —					765 — —	26 — —
<i>C. atrisignis</i> (アカトビ)						50 27.2-32.8 30.07 ± 1.51	4 27.0-28.7 28.03 ± 0.58
<i>C. agoo agoo</i> (トビウオ)		6 27.2-30.4 28.52 ± 1.13	60 27.8-32.6 29.38 ± 1.17		+		
<i>C. pinnatibarbatus japonicus</i> (ハマトビウオ)							
<i>C. antonichi</i> (オオメナツトビ)	5 28.1-32.6 29.94 ± 1.49		486 28.7-33.3 30.58 ± 0.93		+	2,367 27.0-33.0 30.09 ± 1.99	63 — —
<i>C. angusticeps</i> (ヒメアカトビ)	1 21.3 —					207 20.0-23.1 21.64 ± 0.99	5 — —
<i>C. spilonopterus</i> (チャバネトビウオ)							
Total no. of catch	15	68	546	0	110	4,138	105
No. of individuals caught per net	—	—	3.12	0	2.75	14.47	2.39

Appendix table 1 Continued

Date	91.5.25	91.6.18-19	91.6.20	2003.1.29
No. of collection site	STN5	STN5	STN2	STN3
Water temperature(°C)	26.3	28.1-29.6	28.3	—
Gear for collection	Gill net	Gill net	Gill net	Dip net
No. of gill net operated	22	132	6	—
<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i> (サヨリトビウオ)				
<i>Exocoetus monocirrhus</i> (ハゴロモトビウオ)				
<i>Parexocoetus brachypterus brachypterus</i> (ツマリトビウオ)				
<i>Hirundichthys speculiger</i> (ニノジトビウオ)				
<i>Cypselurus poecilopterus</i> (アヤトビウオ)	3 — —	+	+	
<i>C. suttoni</i> (オオアカトビ)	9 — —	+	+	
<i>C. atrisignis</i> (アカトビ)	2 27.0-28.7 28.03 ± 0.58	+	+	
<i>C. agoo agoo</i> (トビウオ)				
<i>C. pinnatibarbatus japonicus</i> (ハマトビウオ)				1 33.8 —
<i>C. antoncichi</i> (オオメナツトビ)	24 — —	+	+	
<i>C. angusticeps</i> (ヒメアカトビ)	2 — —	+	+	
<i>C. spilonotopterus</i> (チャバネトビウオ)		+	+	
Total no. of catch	40	520	29	1
No. of individuals caught per net	1.82	3.94	4.39	—

Appendix table 2 Annual catch of flyingfishes from the Ogasawara Islands waters during 1915 to 2004. Through 27 years from 1942 to 1967, industrial fisheries was interrupted by the battle of World War II and occupation of the Islands by the United States troops

Year	Catch (kg)	Year	Catch (kg)
1915	2,693	1972	58,380
1916	1,125	1973	0
1917	2,621	1974	0
1918	0	1975	0
1919	0	1976	528
1920	0	1977	2,198
1921	5,479	1978	1,277
1922	14,809	1979	1,412
1923	11,843	1980	167
1924	7,065	1981	250
1925	8,261	1982	107
1926	11,989	1983	0
1927	22,815	1984	26
1928	25,875	1985	586
1929	21,825	1986	20,002
1930	42,900	1987	654
1931	38,254	1988	12,986
1932	62,888	1989	43,398
1933	45,000	1990	86,786
1934	37,853	1991	44,161
1935	39,940	1992	6,152
1936	25,358	1993	36,472
1937	29,543	1994	26,019
1938	106,298	1995	19,639
1939	98,694	1996	26,124
1940	31,688	1997	20,721
1941	27,491	1998	3,257
		1999	4,868
		2000	16,051
1968	0	2001	1,047
1969	54,633	2002	0
1970	42,624	2003	908
1971	8,847	2004	887