

平成17年トラフグ日本海・東シナ海系群の資源評価

責任担当水研：西海区水産研究所(上田幸男)

参画機関：瀬戸内海区水産研究所、日本海区水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産試験場、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産試験場

要 約

本系群の主要取扱市場である下関唐戸魚市場(株)における東シナ海・黄海、日本海産トラフグの取扱量は、1989年以降減少を続け、1998～2000年は盛時(1975年、約1,000トン)の1/10の100トン、2001年以降はさらに減少し、2001～2003年は100トンを下回り、2004年は過去最低の73トンに減少した。

コホート解析の結果、トラフグ日本海・東シナ海系群の資源量は1991年以降減少に転じ、1994年に1,000トンを下回り、1996～2004年は概ね500トンで推移した。1995年代以降、親魚量が少なく、加入水準が低い状態が続いており、資源水準は低位で動向は減少と判断した。2004年の0、1歳魚の資源量が小さいことから、2005、2006年も引き続き低位に推移するものと考えられる。2015年に産卵親魚量が B_{limit} に回復するように探索的に F_{rec} を求め、これを F_{limit} とした。さらに不確実性を見込んで $\alpha=0.8$ を乗じた値を F_{target} とした。

	2006年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC _{limit}	44トン	F_{rec}	0.129	11%
ABC _{target}	36トン	$0.8F_{rec}$	0.103	9%

誕生月を5月とし、5月から翌年4月を年級群単位にコホート解析を実施した。漁獲割合はABC/資源量、F値は各年齢の単純平均である。

年	資源量(トン)	漁獲量(トン)	F値	漁獲割合(%)
2003	551	95	0.188	17
2004	512	95	0.227	19
2005	426			

(水準・動向)

水準：低位

動向：減少

1. まえがき

トラフグは食用フグ類の中では最も高価な魚種で、秋～春期に操業されるふぐ延縄漁業の重要対象種である。1989年以降、下関唐戸市場(株)における東シナ海・黄海及び日本海西部海域産トラフグの取扱量は減少を続けている。外国船の漁業に関して明確な資料はないが、韓国船による漁獲物が輸入され、国内市場に水揚げされている(付図1)。

2. 生 態

(1)分布・回遊

本種は東シナ海・黄海及び我が国沿岸のほぼ全域に分布する(図1)。成魚の標識放流の結果では、標識魚は産卵期とその前後の3～6月には瀬戸内海を含む西日本の沿岸域で、夏～冬の索餌期には東シナ海・黄海で再捕された(図1、内田ほか 1990、長崎県 1990、田川・伊藤 1996)。以上のことから、東シナ海・黄海のトラフグ成魚は索餌期を東シナ海・黄海で過ごし、産卵のために瀬戸内海を含む西日本の沿岸に来遊すると考えられる。産卵場に来遊した産卵群の標識放流から、トラフグが複数年同じ産卵場に産卵回遊することが推測されており(中島 1991、伊藤ほか 1998、佐藤ほか 1999)、放流種苗ではあるが成熟後に放流場所近傍の産卵場に産卵回帰した例が報告されている。

(2)年齢・成長

トラフグの年齢と全長の関係については全長組成や年齢形質に基づいて年齢と全長の関係が推定されているが、調査海域や研究者により、その値が大きく異なる(尾串 1980、尾串 1987、小谷ほか1987、岩政 1988)。本調査では黄海・東シナ海産のトラフグの脊椎骨の輪紋に基づいて推定された年齢と全長の関係を用いた(尾串 1987)。黄海・東シナ海産のトラフグは1歳で全長29cm(♂30cm、♀29cm)、2歳で38cm(♂♀38cm)、3歳で45cm(♂44cm、♀46cm)、4歳で50cm(♂49cm、♀51cm)に成長し、5歳で全長54cm(♂52cm、♀56cm)に達する(図2)。

(3)成熟・産卵生態

雄は2歳、雌は3歳で成熟を始める(図3、藤田 1988、松浦 1997)。本系群の日本国内における主要産卵場は、長島海峡、有明海、福岡湾、関門海峡、瀬戸内海及び若狭湾にあり、一部は七尾湾へも来遊すると推測される。産卵は3～6月に水深10～50m程度の潮流が早く、粗い砂や小石が卓越する海底で行われる。孵化した幼魚は産卵場近くの内湾などで生育し、成長に伴って徐々に分散して他の海域へ移動していくものと考えられる(浦田 1965、内田・日高 1990、田北・Sumonta 1991、高場・加藤 1994、佐藤ほか 1996等)。

(4)被捕食関係

仔魚後期までは動物プランクトン、稚魚は底生性の小型甲殻類、未成年以降は、エビ・カニ、魚類等を中心に捕食する(松浦 1997)。卵巣、肝臓は強毒、腸は弱毒を有し、筋肉、皮膚及び精巣は無毒である(藤田 1988)。

3. 漁業の状況

(1)主要漁業の概要

本種を主対象として漁獲するふぐ延縄の操業は1965年以前には日本の沿岸域に限られていたが、1965年の日韓漁業協定以後東シナ海・黄海へと漁場が拡大した。1977年以降は北朝鮮の200カイリ宣言によって北緯38度以北の海域に出漁ができなくなり、北緯38度以南の黄海、東シナ海及び対馬海峡から山陰に至る日本海が主漁場となった。さらに、1988年以降、漁獲の減少による転業・廃業なども含め東シナ海・黄海漁場へ出漁するふぐ延縄船は減少している(図5, 6)。排他的経済水域の設定(新日韓、1999年3月、新日中、2000年6月)以降、対馬海峡東水道から山陰に至る日本海のみが主漁場となっている。

トラフグの漁獲量が多かったのは東シナ海・黄海と西日本の沿岸域であった(藤田 1988、伊藤・多部田 2000)。現在も日本海西部海域沖合のトラフグは主に浮延縄及び底延縄によるふぐ延縄漁業

により漁獲されているが、わが国沿岸域においては産卵親魚や若齢魚が定置網、底びき網、釣り及び刺網等で漁獲される。

排他的経済水域の設定前まで、東シナ海・黄海のふぐ延縄漁場は、漁期開始の9月頃、まず黄海で形成されていた。中心漁場は同海域の水温の低下と共に次第に南下し、12月、1月頃になると徐々に九州沿岸に近づき、産卵期である3～6月頃には九州沿岸及び日本海沿岸へと移動し、終漁となる(図1、花渕 1988)。

現在、済州島周辺では、韓国延縄船による操業も行われている。付図3に日本の仲買及び商社がこれを輸入し、下関唐戸魚市場(株)南風泊市場に出荷したトラフグの全長組成を示した。同日に日本漁船が水揚げしたものより小型魚が多く、1歳魚の割合が多い傾向がみられた。

(2)漁獲量の推移

西日本各地で水揚げされたトラフグは各産地市場に出荷されるが、その多くはフグ類の主要取扱市場である下関唐戸魚市場(株)に産地市場を経由して、また、漁船が直接最寄りの漁港から活魚トラック輸送で、あるいは直接水揚げするなどして集荷される。よって当市場は「取扱市場」であり、本研究の解析に用いたデータも「漁獲量」でなく、「取扱量」である。

下関唐戸魚市場(株)では1971年から東シナ海及び日本海産のものを外海産、瀬戸内海、三重、愛知、及び静岡県産のものを内海産と呼び、区別して取扱統計を整備している。ここでは下関唐戸魚市場(株)で外海産として扱われるトラフグの取扱量をトラフグ日本海・東シナ海系群の漁獲量とみなした。また、近年、トラフグの小型魚を中心に福岡中央魚市場(株)に出荷される量が増加していることから、1998年以降、同市場の取扱量の取扱量も加えて解析を実施した。

漁獲統計が未整備なため、漁法ごとの詳細な漁獲の動向は把握できないが、フグ類の主要取扱市場である下関唐戸魚市場(株)の年間取扱量の動向を見ると、1971～1993年には400～1,000トンの間で推移し、1994年以降減少を続け、1998～2000年は盛時(1975年、約1,000トン)の1/10の100トン、2001年以降はさらに減少し100トンを下回り、2004年には過去最低の73トンとなっている(図4、付表1)。

1971～1992年の間に卓越年級群による取扱量のピークが5回、概ね年間500トン以上で出現しているが、それ以後は全く出現していない。

付表2に各府県のトラフグの漁獲量を示した。各府県の漁獲量の大部分もしくは一部は下関唐戸魚市場(株)に出荷されており、下関唐戸魚市場(株)の取扱量と各産地市場の漁獲量は重複する。

1999～2004年の長崎を除く各府県の合計漁獲量は91～135トン、下関唐戸魚市場と福岡市場の合計取扱量は86～125トンで経年変化にやや不整合がみられた(付表2)。2004年の各府県の合計漁獲量は121トン、下関唐戸魚市場(株)と福岡中央市場(株)の合計取扱量は86トンでかなり差がみられた。各府県の漁獲量のうちの大部分が日本海を含む外海域にて操業する福岡県と山口県によるものであり、2004年の山口県日本海域の漁獲量は平年を大きく下回ったが、福岡県の漁獲量は平年値を上回った。その他、石川、鳥取、佐賀県玄海域、長崎県有明海の当歳魚および鹿児島県で平年値をやや上回ったが、福井、京都、鳥取、島根、熊本の漁獲量は平年値をやや下回った。とりわけ、有明海産の当歳魚は平年値の353%を示し、2004年の当歳魚の発生量が良好であったことを示す。

2004年の日本のEEZ内での韓国ふぐ延縄漁船によるフグ類の水揚げは51トンで前年(374トン)に比べて大幅に減少した(平成16年外国漁船漁獲量等集計委託事業年報)。1999～2001年の山口県日本海域及び福岡県筑前海域におけるフグ類漁獲量(農林水産統計年報)に占めるトラフグの割合は4～10%であり、同じ割合で含まれていると仮定すると、韓国船によるフグ類水揚げ量51トン中2～5トンがトラフグと試算できる。また、韓国EEZ内において2004年に3,971トンのフグ類が漁獲されてい

る(韓国海洋水産部HP ; <http://fs.fips.go.kr/main.jsp>)。これらのことが日本のフグ延縄漁業及びトラフグ資源へ与える影響を無視することはできないと考えられる。

(3) 漁獲努力量

我が国沿岸のトラフグ漁場では1980年代後半から、好景気によりトラフグの価格が高騰したことや漁獲効率の良い筋縄(浮延縄)の導入により小型延縄漁船が急増した。正確な数値は明らかではないが、その数は800隻を越えていたといわれる。また、冷凍技術の発達によりこれまで漁獲対象とならなかった地域でも、需要が低くなる春以降の漁獲物の冷凍保存が可能となったことなどから、産卵のため沿岸に来遊したトラフグ親魚群への漁獲圧も高まった。また、1980年代以降、養殖や放流種苗の生産増加に伴い、産卵親魚の需要が高まった。これらにより資源はさらに減少したと考えられる。1990年代に入り漁獲が減少したこともあり、沿岸で操業する小型の延縄船の場合、その多くは漁期初めのトラフグの漁獲状況により、他の魚種をねらった操業に切り替えるというように操業状況が変化している。

東シナ海・黄海に出漁を計画するふぐ延縄漁船の2000年の隻数は29隻で、200隻以上あった盛期の約15%に減少した(図5)。1996年以前のデータしか得られていないが、山口県主要漁協の資料によれば、全海域の総努力量(針数)に対する済州島以西の海域における努力量は減少した(図6)。また、漁業者からの情報では、新協定発効以後は韓国及び中国水域では、漁具被害が激増し、操業が困難な状態であり出漁を見合わせるが多いという。このように近年では、東シナ海・黄海漁場の利用が低下しており、我が国EEZ内が主漁場となっている。

4. 資源の状態

(1) 資源評価方法

年齢別漁獲尾数を推定するために、①尾串(1987)が解析した1977～1983年に漁獲された黄海・東シナ海産トラフグ542個体の全長と年齢のセットデータ、②2003年12月から2004年3月に独立行政法人水産総合センター開発調査部が東シナ海及び玄界灘で採集した標本650個体、及び③福岡県水産海洋技術センターが鐘崎漁協より入手した東シナ海及び玄界灘産トラフグ92個体の全長一年齢セットデータを用いて全長一年齢組成換算表を作成した(付表10)。②、③の年齢解析については①に準拠し、TC及びALCによる耳石標識により再捕された放流魚の情報(n=49)を参考に脊椎骨第17椎体に形成される年輪に基づいて年齢査定解析を実施した。

1995～1998年に山口県水産研究センターが下関唐戸魚市場(株)において調査した入り数別全長組成と全長一年齢組成換算表(付表10)を用いて下関唐戸魚市場(株)の入り数別年齢組成を求めた(付表11)。下関唐戸魚市場(株)の1987～2005年のトラフグの月別入り数別取扱箱数データと月別入り数別年齢組成(付表11)を用いて1987～2004年の年齢別漁獲尾数を求めた。さらに、長崎県総合水産試験場が福岡中央魚市場(株)において調べた2001～2004年の全長組成データ(付図2)と福岡中央魚市場(株)の1999～2005年の月別取扱量データを用いて1999～2004年の年齢別漁獲尾数を求めた。

下関唐戸魚市場(株)及び福岡中央魚市場(株)の年級群別年齢別漁獲尾数を合わせてトラフグ日本海・東シナ海系群の1987～2004年の年齢別漁獲尾数(付表6)とし、コホート解析を実施した(補足資料1)。Mは過去の研究事例に従い、0.357を用いた(桧山1981, 内田1991)。計算に用いた年別の年齢別体重は尾串(1987)の成長式と全長一体重関係式(尾串1980)に従い、漁獲の中心月となる1月時(0.7～5.7歳)の雌雄の平均体重を用いた(表1)。年齢別の成熟率については藤田(1988)及び松浦(1997)に従い、3歳以上を1.0とした(表2)。

表1 計算に用いた年別の年齢別体重(単位g、尾串1987、尾串1980より作成)

年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0歳	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340
1歳	906	906	906	906	906	906	906	906	906	906
2歳	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664	1,664
3歳	2,504	2,504	2,504	2,504	2,504	2,504	2,504	2,504	2,504	2,504
4歳	3,339	3,339	3,339	3,339	3,339	3,339	3,339	3,339	3,339	3,339
5+歳	4,116	4,116	4,116	4,116	4,116	4,116	4,116	4,116	4,116	4,116

表2 計算に用いた年別の年齢別成熟率(藤田 1988、松浦 1997)

年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5+歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

(2)CPUE・資源量指数

近年の漁獲努力量に関する情報がないこと及び1航海当たりの航海日数が不定期なため、CPUE・資源量指数の算定は実施していない。

(3)漁獲物の年齢組成

1987年の総漁獲尾数は74万尾であったが、1997年以降は10万尾を下回り、2004年は過去最低の5万尾であった。1987～2004年の年齢組成をみると1歳魚の割合が29～71%で最も多く、次いで2歳魚が17～39%、3歳魚以上が5～17%であった(図7)。0歳魚の割合は比較的少なく2～11%であった。2004年は1歳魚の割合が29%で1987年以降最も少なく、0歳魚も2003年に次いで少なかった。これに対して2～5歳魚以上の高齢魚の漁獲割合が例年に比べて著しく大きかった。

(4)資源量の推移

M=0.357の時の資源量と漁獲割合およびFの経年変化を図8及び図9に示した。漁獲量と同様に資源量も1991年級以降急激に減少し、1996年以降は500トン台で低位減少傾向にあり、2004年は512トンで過去最低となった(付表5)。図10に産卵親魚量と加入尾数との関係を示した。2004年には、産卵親魚量が1995年以降では比較的多い280トンであったが、加入してくる0歳魚の量は2003年に次いで少なかった。

2004年の再生産成功率RPS(加入尾数÷産卵親魚重量)は472で、2003年の456に次いで低い値を示した(図11)。図12にMをそれぞれ0.2、0.3、0.357、0.4にしたときの資源量の変化を示した。Mが大きいほど資源量は大きく推定された。

(5)資源水準・動向の判断

コホート解析による資源量推定から資源水準は極めて低位と判断される。資源の動向も、2004年の漁獲尾数は過去最低であり、コホート解析で推定される資源量も過去最低であったこと及び2003、2004年の加入量が低かったことから、水準は低位、動向は減少と判断する。

5. 資源管理の方策

(1)資源と漁獲の関係

図13に%SPR・YPRとFとの関係を示した。2004年の $F_{current}=0.227$ (図9)は1987年以降では2003年に次ぐ小さい値である。現状のFは40%SPRにあたる。

卓越年級群による漁獲のピークがみられた 1992 年当時の漁獲水準(500 トン)を良好な資源状態と考え、産卵親魚を保護し、500 トン以上の漁獲ができるように F(獲る強さ)を削減することが理想であるが、多くの漁業者が主対象種として営漁するトラフグ漁業ではこのような強い資源管理は現実にはそぐわない。

また、近年、トラフグの親魚量が減少し、再生産成功率が低下しており、それに応じて加入量も減少している。

(2)資源と環境要因の関係

資源の減少要因として乱獲や産卵・稚仔育成場の減少など人為的な影響と海洋環境の変化にともなう生残率の低下など自然環境的な要因が考えられるが、その程度は明らかでなく、トラフグの生息環境と資源変動の関係については現在のところ明らかにされていない。近年の傾向として下関唐戸魚市場(株)では内海産に含まれる伊勢湾・三河湾・遠州灘海域における漁獲水準が高いにもかかわらず、東シナ海・日本海での漁獲水準が低い状況が続いており(付表1)、漁場間の漁獲量の格差がみられている。

(3)種苗放流効果

トラフグについては1980年代後半から種苗放流が行われ、資源への添加も確認されており、1996～2004年の最近7年の下関唐戸魚市場(株)の取扱量のうち、放流魚の割合は10.6～20.6%(平均14.3%)になっている(図4)。九州、山口及び瀬戸内海における1995～2003年の放流尾数は130～200万尾となっている。

6. 2006年ABCの設定

(1)資源評価のまとめ

本系群の主要取扱市場である下関唐戸魚市場(株)における東シナ海・黄海、日本海西部海域産トラフグの取扱量は、1989年以降減少を続け、1998～2000年は盛時(1975年、約1,000トン)の1/10の100トン、2001年以降はさらに減少し、2001～2004年は100トンを下回った。

資源量についても1991年級以降、漁獲量と平行して急激に減少した。現在のところ産卵親魚量、加入量ともに著しく減少している。B_{limit}は再生産関係において加入量が激減する産卵資源量でSSB300トンとみなした(図10)。

(2)ABCの算定

再生産関係から、 $B < B_{limit}$ であり ABC 算定規則の 1-1)-(2)に相当する。その時の F の求め方は次の通りである。

$$F_{limit} = F_{rec}$$

$$F_{target} = F_{limit} \times \alpha$$

ここでは、 F_{rec} に加えて F30%、F40%、 F_{max} の場合について考えた。

資源量は次のように予測した。1) 2005 年の F は 2004 年の各年齢に対する F と同じ、漁獲物の体重も 2004 年と同じと仮定した。2) 1995 年以降において親魚及び加入水準が低位にあることから 1995～2004 年の平均となる再生産成功率 $RPS=944$ 尾/トンを用いて計算した(図 11)。F を変化した際の漁獲尾数については次の式を用いた。

$$C_{t,age} = N_{t,age} \times (1 - \exp(-F_{t,age})) \times \exp(-\frac{M}{2})$$

様々な F を与えたときの、2006 年以降の資源量および漁獲量の動向について図 14、15(詳細は付表 8、9)にまとめた。

現状の F のまま漁獲し続けると資源量は 2006 年以降徐々に減少する。現状の F より大幅に削減した漁獲係数($F < 0.186$)では、資源は徐々に増加する。

ここでは、1995 年代以降、親魚量が少なく、加入水準が低い状態が続いており、RPS も低下し

ている。資源水準は低位で動向は徐々に減少していることから、2015 年に産卵親魚量が Blimit(SSB300 トン)に回復するように探索的に Frec を求め、これを Flimit とした。さらに不確実性を見込んで $\alpha=0.8$ を乗じた値を Ftarget とした。

	2006年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	44トン	Frec	0.129	11%
ABCtarget	36トン	0.8Frec	0.103	9%

誕生月を5月とし、5月から翌年4月を年級群単位にコホート解析を実施した。漁獲割合はABC/資源量、F値は各年齢の単純平均である。

(3) 漁獲圧と資源動向

図 14、15(詳細は付表 8、9)および表 3 に F_{sus}(10 年後に資源が現状維持となる F)を基準としたときに、F をさまざまに変えたときの資源量および漁獲量の変化について示した。

表3 F_{sus}を基準としてFを変えた場合の漁獲量と資源量の推移

F	基準値	漁獲量(トン)								資源量(トン)						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015
0.000	0.0F _{sus}	72	0	0	0	0	0	0		426	411	487	601	769	952	2,598
0.051	0.3F _{sus}	72	20	25	27	30	37	76		426	411	458	527	635	744	1,508
0.085	0.5F _{sus}	72	33	39	40	44	52	87		426	411	441	484	559	631	1,050
0.136	0.8F _{sus}	72	51	57	55	57	62	78		426	411	416	426	462	494	611
0.171	1.0F _{sus}	72	62	67	62	61	65	67		426	411	400	392	408	420	426
0.227	F _{current}	72	74	76	68	64	65	54		426	411	384	358	355	351	287
0.296	F30%	72	92	88	74	65	60	35		426	411	359	308	283	261	148
0.223	F40%	72	72	75	68	64	65	55		426	411	385	361	361	358	300
0.164	Frec	72	44	51	50	53	60	83		426	411	424	446	495	539	742

(4) ABClimit の検証

Flimit(Frec)で加入量を現状の 0.5 倍、0.8 倍、1.2 倍、1.5 倍に変化させたときの資源量の変化を図 16 に示した。加入量が現状の 0.8 倍であれば資源量は横ばい傾向で推移するが、現状になると、資源量は増加する。図 17、18 に Flimit(Frec)で現状の 1995～2004 年の平均再生産成功率(RPS)から、1987 年以降の最小及び最大に変化させた場合の漁獲量及び資源量の推移を示した。2003、2004 年の再生産成功率は RPS 最小に相当する。RPS 最小では 2006 年以降の漁獲量及び資源量は著しく減少するが、RPS 平均で資源量は増加、漁獲量は減少後増加、RPS 最大でそれらは大きく増加する。

(5)ABCの再評価

2003,2004年はF30%を管理基準とした。2004年の漁獲量はABClimitを大きく上回った。

評価対象年	管理基準	資源量	ABClimit	ABCtarget	漁獲量	管理目標
2004年(当初)	F30%	159トン	38トン	30トン	95トン	漁獲削減
2004年(2004年再評価)	F30%	312トン			95トン	漁獲削減
2004年(2005年再評価)	F30%	512トン			95トン	漁獲削減
2005年(当初)	F30%	290トン	70トン	56トン		漁獲削減
2005年(2005年再評価)	F30%	426トン				漁獲削減

7. ABC以外の管理方策への提言

1)資源回復計画について

九州西ブロック資源回復計画の管理方策は、ふぐ延縄の休漁期間の設定と全長制限である。休漁期間は3月11日から12月9日の間で海域及び漁法(浮縄、底縄)により異なる。ここでは3～12月の禁漁にともなう管理効果について計算を実施した。出漁日数等努力量データが存在しないため、月別漁獲量(付表 12)の割合を努力量に置き換えた。海域及び漁法を重み付けて3月11日～12月9日の休漁にともなう F の削減率を求めると 12.1%であった。全長制限については全長 25cm 以下が漁獲禁止の対象になっているが、ここでは 0 歳魚の漁獲禁止とした。この 2 つに加え、両管理方策を合わせた管理方策の合計 3 つについて 2006 年以降の資源量および漁獲量の動向について計算を実施した(付表 8,9)。その結果、全長制限については F_{current} 同様に緩やかな減少傾向がみ

られた。休漁及び休漁+全長制限についてはやや減少後、安定する様相を呈した。

2) 解析上の課題

本種資源の増大方策の検討、実施にあたっては、本評価対象群の生活史に関わるすべての水域において漁獲制限を行うとともに生育場や産卵場の環境保護による再生産の場の確保が理想である。本評価対象群の主要産卵場及び幼稚魚の生育場は、西日本の沿岸各地に広域にみられるが、未成魚～成魚の索餌海域は日本海西部～東シナ海・黄海の日・中・韓3国の経済水域にまたがっている(図1)。したがって、資源管理は日・中・韓3国共同で行うことが望ましい。また、過去の標識放流の知見からみて、瀬戸内海から若齢魚の補給を加味して解析しなければ、本系群は親魚量に比べて加入量や若齢魚を過小に評価している可能性がある。

2004年のデータを加えることにより、2003年の解析結果が大きく変化する。さらに詳細に変動要因を探索した結果 $C_{2003,4}$ (漁獲尾数)が1987年以降最も小さい1,686尾、 $C_{2004,5+}$ が近年では大きい3,323尾を示したことが2003年と2004年の解析結果大きく変化した要因と考えられた(付表3、付図1,2)。主たる漁法がふぐ延縄であり、漁場や対象サイズが年により異なり、漁獲が特定の年齢に片寄る傾向もうかがえる。従って $C_{2004,5+}$ 、 $C_{2003,4}$ のように漁獲尾数の逆転現象がみられ、解析結果に大きく影響を及ぼしているものと考えられる。また、沖合のふぐ延縄以外に沿岸で操業する小型底びき網や定置網によって当歳魚が多く漁獲されており、これらの情報を加えて解析しないと加入量を過小に評価することになる。

8. 引用文献

- 天野千絵・桧山節久(1997) 東シナ海, 黄海, 日本海. トラフグの漁業と資源管理(多部田 修編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.53-67.
- 藤田矢郎(1988) 日本近海のフグ類, 水産研究叢書, (39), pp.131, 日本水産資源保護協会.
- 福岡県(2001) 資源増大技術開発事業報告書回帰型回遊性種(トラフグ). 福岡1-10.
- 花淵信夫(1988) 九州周辺海域におけるトラフグについて. 資源調査研究連絡, (77), 1-15.
- 桧山節久(1981) 山口県内海域におけるトラフグの資源管理について. 山口県内海水産試験場報告, 8, 40-50.
- 伊藤正木(1997) 移動・回遊から見た系群. トラフグの漁業と資源管理(多部田 修編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.28-40.
- 伊藤正木(1998) 標識放流結果から推定した秋田沖漁場のトラフグ成魚の回遊. 日水誌, 64(4), 645-649.
- 伊藤正木・小島喜久雄・田川 勝(1998) 若狭湾で実施した標識放流実験から推定したトラフグ成魚の回遊. 日水誌, 64(3), 435-439.
- 伊藤正木・多部田 修(2000) 漁業協同組合へのアンケート調査結果から推定した日本周辺のトラフグの分布. 水産増殖, 48(1), 17-24.
- 伊藤正木・安井 港・津久井文夫・多部田 修(1999) 標識放流結果から推定した遠州灘におけるトラフグ成魚の移動・回遊. 日水誌, 65(2), 175-181.
- 伊藤正木(1999) わが国周辺海域におけるトラフグの分布と親魚の標識放流による移動, 回遊に関する研究. 博士論文, 長崎大学, 長崎, 1-106.
- 岩政陽夫(1988) 黄海・東シナ海産トラフグの成長と成熟に関する一考察. 山口外海水試研報, 23, 30-35.
- 小谷正幸・山口義昭・伊東 弘・松井誠一(1987) 沿岸域に出現するフグ類の生態学的研究Ⅲ. トラフグの年齢と成長. 九大農芸誌, 41(3,4), 195-200.

- 松浦修平(1997) 生物学特性. トラフグの漁業と資源管理(多部田 修編), 恒星社厚生閣, 東京, p.16-27.
- 長崎県(1990) 平成元年度放流技術開発事業報告書トラフグ. 長1-13.
- 中島博司(1991) 熊野灘, 遠州灘海域のトラフグ資源について. 水産海洋研究, 55, 246-251.
- 尾串好隆(1980) トラフグの成長について. 第28回西水研ブロック底魚会議議事録, 8-9.
- 尾串好隆(1987) 黄海・東シナ海産トラフグの年齢と成長. 山口外海水試研究報告, 22, 30-36.
- 佐藤良三・鈴木伸洋・柴田玲奈・山本正直(1999) トラフグ *Takifugu rubripes* 親魚の瀬戸内海・布刈瀬戸の産卵場への回帰性. 日水誌, 65(4), 689-694.
- 佐藤良三・東海 正・柴田玲奈・小川泰樹・阪地英男(1996) 布刈瀬戸周辺海域からのトラフグ当歳魚の移動. 南西水研研報, (29), 27-38.
- 高場 稔・加藤友久(1994) 広島県海域におけるトラフグ幼魚の分布と成長. 広水試研報, (18), 1-7.
- 田川 勝・伊藤正木(1996) 黄海・東シナ海で実施した標識放流結果からみたトラフグの回遊生態. 西水研研報, (74), 73-83.
- 田北 徹・Sumonta Intong (1991) 有明海におけるトラフグとシマフグの幼期の生態. 日水誌, 57(10), 1883-1889.
- 内田秀和・日高健(1990) トラフグの放流結果からみた幼魚～未成魚期の移動生態について. 西海区ブロック魚類研究会報, (8), 25-30.
- 内田秀和・伊藤正博・日高健(1990) トラフグの資源生態に関する研究Ⅱ, 標識放流結果からみた筑前海産トラフグの分布と移動. 福岡水試研報, (16), 7-14.
- 内田秀和(1991) トラフグの資源生態に関する研究, 外海産トラフグの体長別漁獲尾数からの資源量推定. 福岡水試研報, (17), 11-18.
- 浦田勝喜(1965) 不知火海・有明海のトラフグ幼魚の分布と推定漁獲量. 昭和39年度熊本県水産試験場事業報告, 245-249.
- 安井 港・濱田貴史(1996) 遠州灘・駿河湾海域におけるトラフグの標識放流結果からみた移動. 静岡水試研報, (31), 1-6.
- 安井 港・田中健二・中島博司(1997) 伊勢湾と遠州灘. トラフグの漁業と資源管理(多部田 修編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.84-96.
- 山口県(1991) 広域資源管理推進事業報告書(平成2年度), 41.

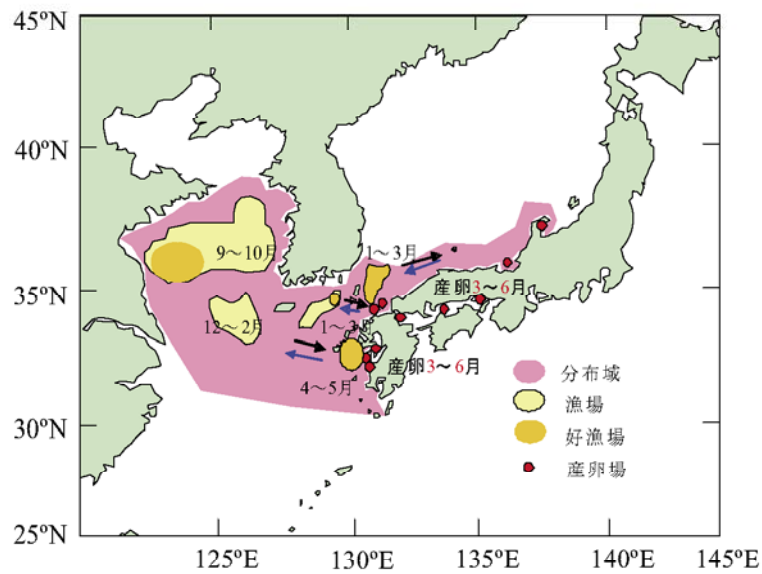


図1 トラフグ日本海・東シナ海系群の分布・回遊図

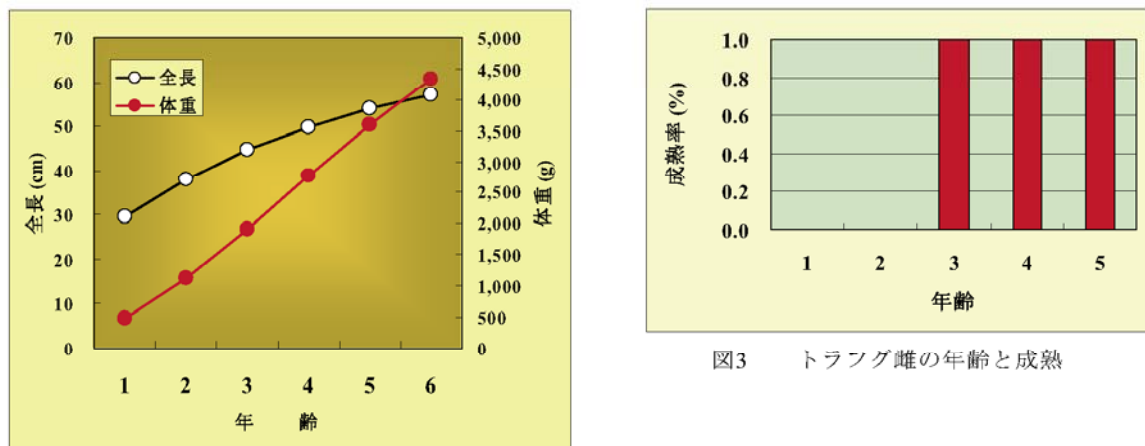


図2 トラフグの年齢と成長(尾串1987)

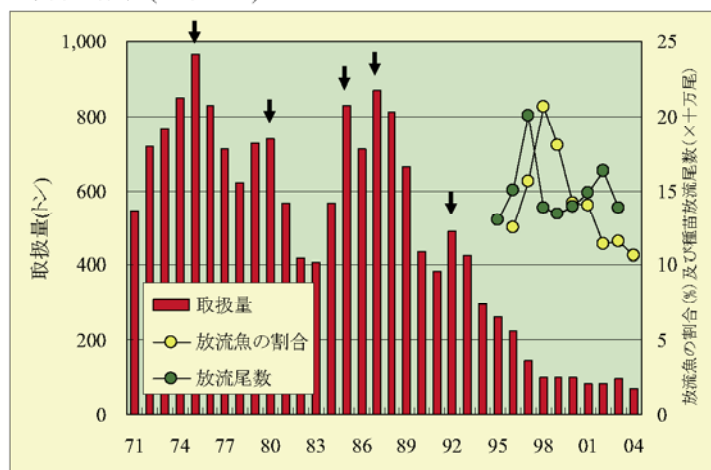


図4 下関唐戸魚市場(株)における外海産トラフグ取扱量、放流魚の割合、及び種苗放流尾数(九州、山口及び瀬戸内海計)の推移。黒矢印は、卓越年級群によると考えられる取扱量の増加を示す。

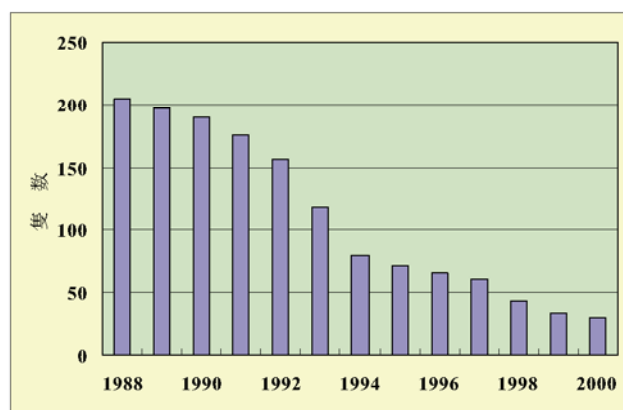


図5 東シナ海・黄海への出漁許可隻数の推移(東シナ海・黄海ふぐはえ縄漁業届け出船名簿各年度前期分)

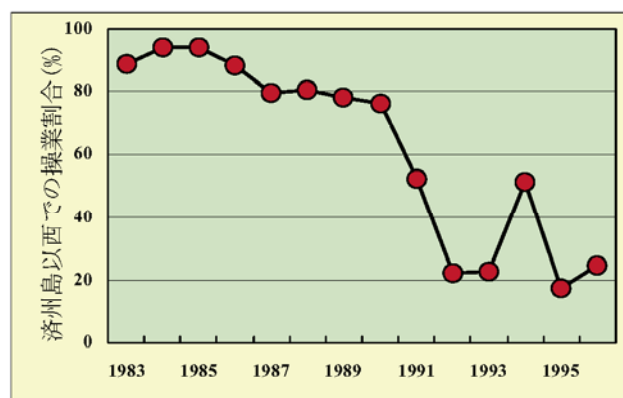


図6 東シナ海・黄海における努力量(使用針数)からみた済州島以西の操業割合(越ヶ浜漁協ふぐはえ縄漁獲成績資料より作成)

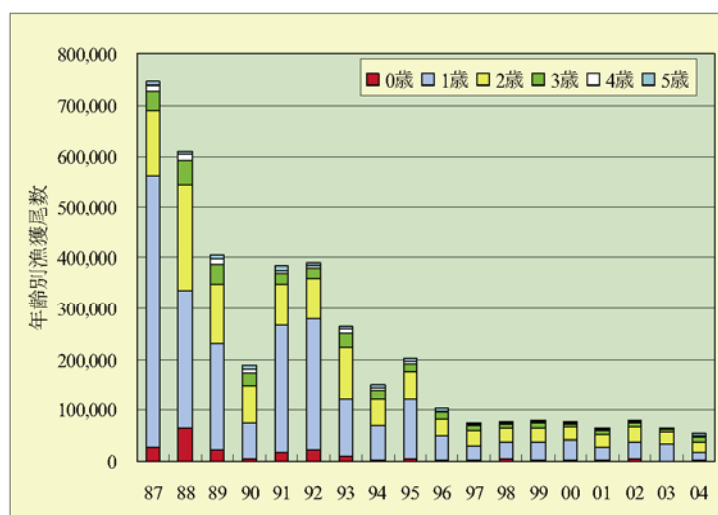


図7 下関唐戸魚市場(株)及び福岡中央魚市場(株)における外海産トラフグの取扱量に基づいて推定された外海産トラフグの年齢別漁獲尾数(九州西ブロック資源回復計画研究者ワーキンググループ作成)。月別入り数別箱数×AGE-LENGTH-KEY(月別入り数別年齢組成)×入り数別1箱当たりの尾数により推定された。誕生月($t=0$)は、5月1日と仮定した。

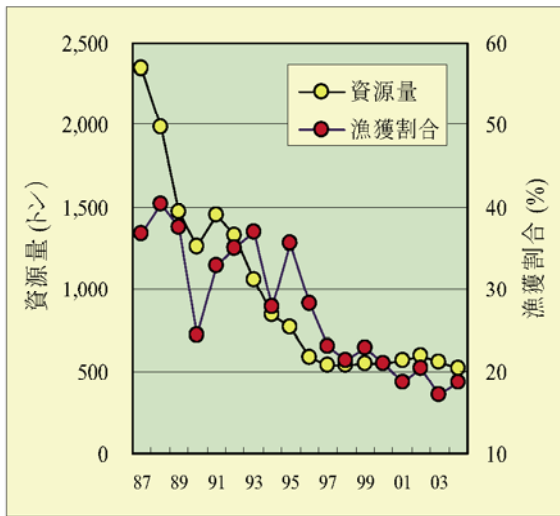


図8 $M=0.357$ の場合のトラフグの資源量と漁獲割合

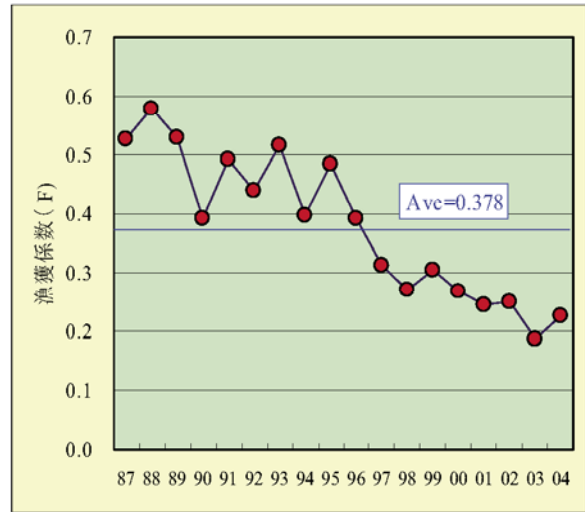


図9 トラフグの漁獲係数(漁獲の強さ)の経年変化

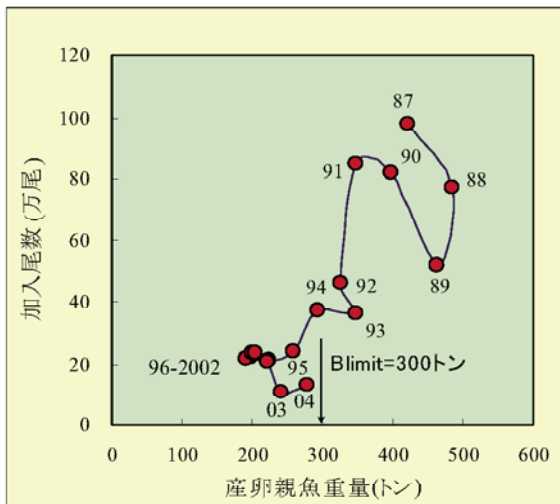


図10 トラフグの再生産関係。図中の数字は解析年級群を示す。

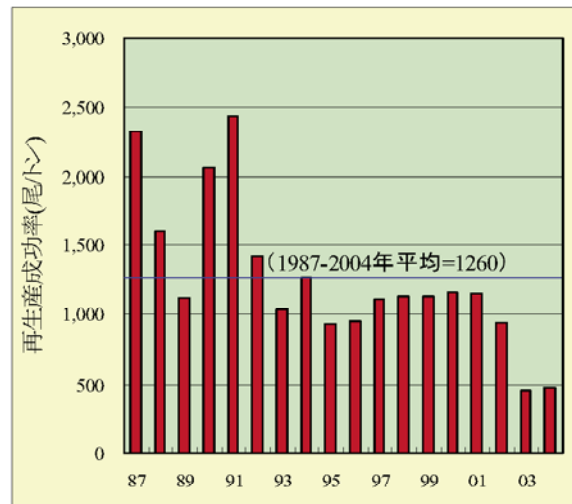


図11 トラフグの再生産成功率の経年変化。

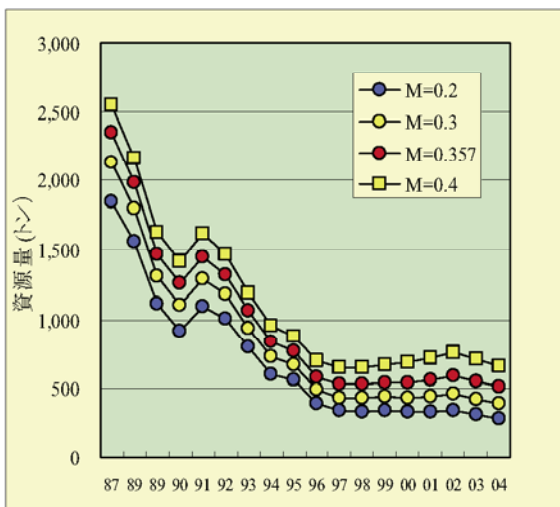


図12 自然死亡(M)の感度解析

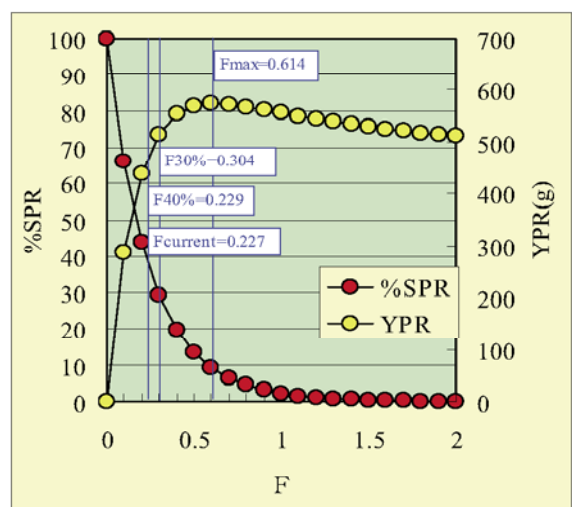


図13 トラフグの%SPR及びYPRとFの関係

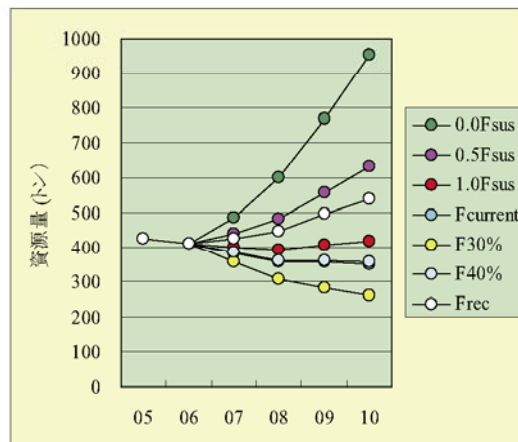


図14 F_{sus} を基準として F を変化させた場合の資源量の変化

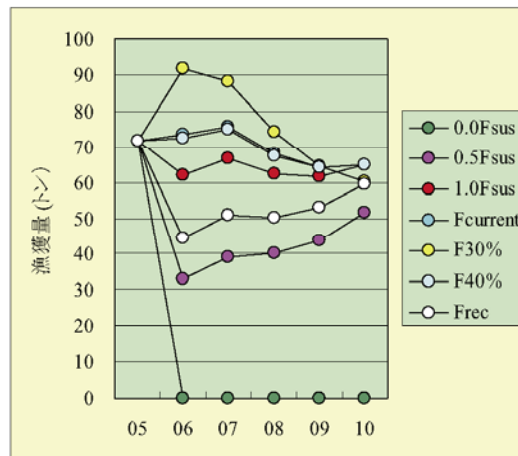


図15 F_{sus} を基準として F を変化させた場合の漁獲量の変化

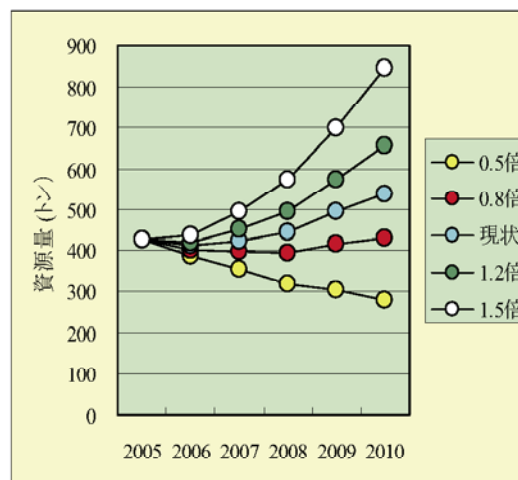


図16 $F_{limit}(F_{rec})$ において加入量が増加した場合の資源量の変化

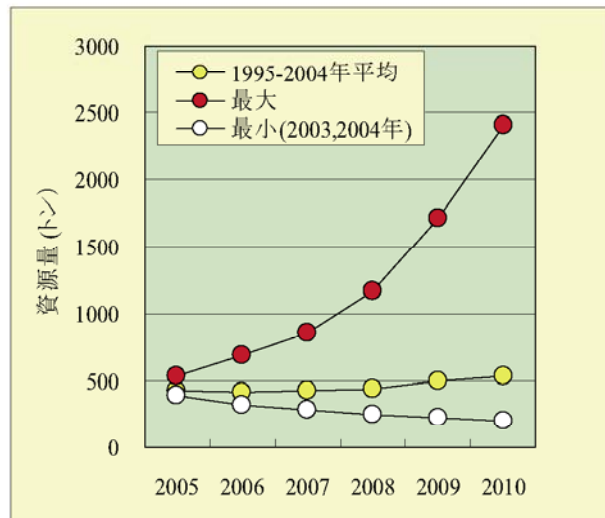


図17 Flimit(Frec)において再生産成功率が変化した場合の資源量の変化

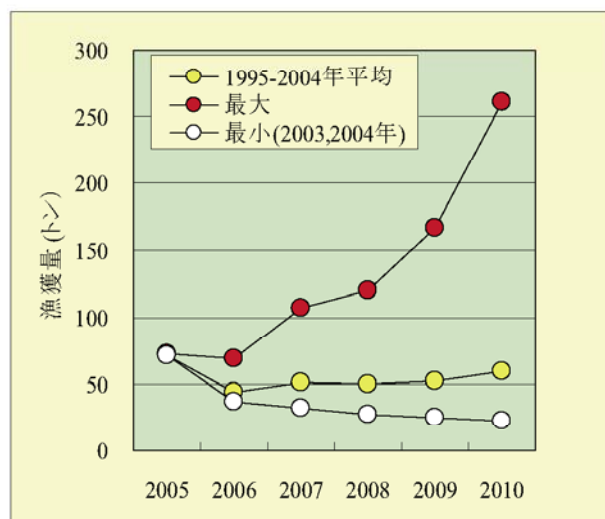


図18 Flimit(Frec)において再生産成功率が変化した場合の漁獲量の変化

付表1 下関唐戸魚市場(株)及び福岡中央魚市場(株)におけるトラフグの取扱量の推移(単位：トン)。

年	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
唐戸市場外海	548	719	765	851	967	831	712	624	728
唐戸市場内海	78	109	118	58	187	105	49	65	70
唐戸市場合計	626	828	883	909	1,154	936	761	689	798
年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
唐戸市場外海	739	569	417	408	568	830	712	871	812
唐戸市場内海	309	166	192	202	973	811	357	856	258
唐戸市場合計	1,048	735	609	610	1,541	1,641	1,069	1,727	1,070
年	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
唐戸市場外海	664	437	386	490	426	296	262	224	147
唐戸市場内海	222	180	242	358	213	162	186	107	42
唐戸市場合計	886	617	628	848	639	458	448	331	189
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004		
唐戸市場外海	104	102	104	85	86	98	73		
唐戸市場内海	61	75	162	100	227	102	32		
唐戸市場合計	164	177	265	185	313	200	105		
福岡中央魚市場		19	21	19	18	20	13		

付表2 トラフグの県別水揚げ量(1997～2004年, 単位：トン)

年度	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	平年値 (1997～ 2004年平均)	平年比% (2004年 ／平年 値)
石川県	8.6	4.0	3.3	6.3	4.3	7.5	4.7	7.2	5.7	126
福井県		4.9	5.0	9.5	7.6	7.3	5.0	5.2	6.9	76
(産卵期)		4.5	4.4	6.9	6.0	5.8	4.0	4.4	5.5	79
京都府	3.3	2.7	2.8	1.7	3.2	7.3	3.1	2.9	3.5	83
鳥取県	0.1	0.0	0.0	5.0	4.8	4.5	0.0	4.4	2.4	183
島根県	2.1	1.6	1.2	4.3	1.5	2.1	1.8	1.2	2.1	57
山口県日本海域	69.0	38.0	37.0	39.0	43.0	47.0	22.0	27.0	45.5	59
福岡鐘崎(南風泊出荷)		37.7	24.7	37.7	29.3	39.7	42.0	40.1	33.8	118
福岡鐘崎(福岡市場出荷)		1.7	0.9	2.2	3.6	5.3	3.8	6.0	2.7	221
福岡姫島	0.9	2.8	1.2	2.4	2.3	1.9	2.3	0.9	1.9	46
佐賀県玄海	0.04	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.03	0.02	199
長崎県外海若齢魚					8.1	7.8	11.4	7.0	7.9	89
長崎県有明海親魚					1.2	1.3	1.1	1.2	1.2	102
長崎県有明海当歳魚					3.1	2.5	1.7	10.0	2.8	353
熊本県	3.0	6.6	9.8	2.9	2.7	3.8	4.5	3.6	4.8	74
鹿児島県	0.4	0.4	0.1	1.7	2.1	2.6	1.3	0.3	1.2	22

※1 山口県日本海域の水揚げ量は農林水産統計年報(暦年)に基づくものであり、その他は各県が調べたものである。

※2 長崎県のデータは代表5漁協の水揚げを示す。

付表3 解析に用いたトラフグの年齢別漁獲尾数

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5+歳	計
1987	29,531	532,287	127,542	38,834	11,033	5,478	744,705
1988	64,310	271,414	208,576	47,894	10,972	6,316	609,481
1989	22,139	208,136	118,616	37,690	10,720	7,012	404,313
1990	4,432	70,321	71,965	25,849	8,209	7,179	187,956
1991	18,874	247,447	81,451	20,376	6,962	9,020	384,129
1992	22,641	256,226	81,076	19,657	4,741	5,513	389,856
1993	10,429	111,855	100,825	28,124	6,523	6,398	264,154
1994	2,313	66,909	51,911	18,068	5,159	5,510	149,869
1995	5,877	114,128	55,157	15,409	4,413	5,347	200,330
1996	2,459	46,616	33,173	12,213	3,787	5,523	103,770
1997	1,774	30,314	26,732	9,613	2,887	3,704	75,024
1998	4,023	35,845	24,154	7,627	2,400	2,711	76,759
1999	3,014	34,658	27,517	8,964	2,851	3,374	80,379
2000	3,758	36,445	25,694	7,154	2,519	2,692	78,263
2001	1,892	26,282	23,318	7,867	2,580	3,177	65,116
2002	3,954	34,020	28,743	8,189	2,286	2,922	80,114
2003	1,272	32,604	22,147	6,008	1,686	1,707	65,425
2004	1,691	15,249	20,850	8,886	3,058	3,323	53,057

付表4 計算されたトラフグの漁獲係数F

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5+歳	平均値
1987	0.037	0.772	0.670	0.646	0.513	0.513	0.525
1988	0.105	0.676	1.056	0.717	0.456	0.456	0.578
1989	0.052	0.719	0.924	0.661	0.408	0.408	0.529
1990	0.007	0.280	0.734	0.640	0.345	0.345	0.392
1991	0.027	0.736	0.767	0.577	0.423	0.423	0.492
1992	0.061	0.754	0.712	0.507	0.301	0.301	0.439
1993	0.035	0.582	1.001	0.722	0.376	0.376	0.515
1994	0.007	0.397	0.742	0.582	0.325	0.325	0.397
1995	0.030	0.749	0.855	0.629	0.322	0.322	0.484
1996	0.014	0.420	0.622	0.558	0.367	0.367	0.391
1997	0.010	0.285	0.557	0.442	0.291	0.291	0.313
1998	0.022	0.331	0.471	0.363	0.221	0.221	0.272
1999	0.016	0.328	0.564	0.384	0.266	0.266	0.304
2000	0.019	0.320	0.531	0.331	0.208	0.208	0.270
2001	0.010	0.219	0.422	0.366	0.226	0.226	0.245
2002	0.023	0.285	0.481	0.306	0.203	0.203	0.250
2003	0.014	0.320	0.366	0.204	0.111	0.111	0.188
2004	0.016	0.275	0.423	0.292	0.180	0.180	0.227

付表5 コホート解析により計算された資源量(トン)と漁獲割合(%)

年	資源重量	漁獲割合
1987	2,346	37
1988	1,981	40
1989	1,471	38
1990	1,262	24
1991	1,454	33
1992	1,323	35
1993	1,062	37
1994	839	28
1995	765	36
1996	585	28
1997	530	23
1998	530	21
1999	544	23
2000	548	21
2001	565	19
2002	590	20
2003	551	17
2004	512	19

付表6 コホート解析により計算された年齢別資源尾数

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5+歳	計
1987	979,249	1,182,761	312,336	97,573	32,862	16,318	2,623,085
1988	770,157	660,548	382,393	111,872	35,793	20,603	1,983,354
1989	517,876	485,138	235,189	93,109	38,221	25,003	1,396,524
1990	816,650	343,875	165,376	65,354	33,626	29,409	1,456,280
1991	849,330	567,762	181,809	55,525	24,110	31,237	1,711,764
1992	460,061	578,550	190,309	59,090	21,810	25,361	1,337,172
1993	361,071	302,998	190,514	65,351	24,906	24,430	971,262
1994	372,575	243,943	118,460	48,974	22,205	23,715	831,866
1995	239,413	258,783	114,734	39,470	19,156	23,209	696,760
1996	211,689	162,618	85,618	34,148	14,730	21,481	532,281
1997	219,175	146,077	74,801	32,163	13,680	17,552	505,444
1998	216,277	151,889	76,862	29,982	14,465	16,342	507,814
1999	231,169	147,979	76,302	33,581	14,600	17,282	522,913
2000	233,109	159,244	74,559	30,375	16,000	17,103	532,391
2001	236,852	159,979	80,948	30,681	15,272	18,806	544,537
2002	207,983	164,159	89,963	37,138	14,889	19,031	535,166
2003	110,037	142,233	86,416	38,910	19,138	19,380	418,116
2004	131,432	75,937	72,256	41,945	22,202	24,115	369,891

付表7 コホート解析により計算された年齢別資源重量(トン)

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5+歳	計
1987	333	1,072	520	244	110	67	2,346
1988	262	599	636	280	120	85	1,981
1989	176	440	391	233	128	103	1,471
1990	278	312	275	164	112	121	1,262
1991	289	515	303	139	81	129	1,454
1992	156	524	317	148	73	104	1,323
1993	123	275	317	164	83	101	1,062
1994	127	221	197	123	74	98	839
1995	81	235	191	99	64	96	765
1996	72	147	142	86	49	88	585
1997	75	132	124	81	46	72	530
1998	74	138	128	75	48	67	530
1999	79	134	127	84	49	71	544
2000	79	144	124	76	53	70	548
2001	81	145	135	77	51	77	565
2002	71	149	150	93	50	78	590
2003	37	129	144	97	64	80	551
2004	45	69	120	105	74	99	512

付表8 資源管理基準にともなう漁獲量の推移(単位:トン)

管理基準	F	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
0.0Fsus	0.000	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1Fsus	0.019	72	7	9	10	12	15	18	21	25	31	37
0.2Fsus	0.037	72	14	17	19	22	27	32	37	44	52	62
0.3Fsus	0.056	72	20	25	27	30	37	43	49	56	66	76
0.4Fsus	0.075	72	27	32	34	38	45	51	57	64	74	84
0.5Fsus	0.093	72	33	39	40	44	52	57	62	69	78	87
0.6Fsus	0.112	72	39	45	46	49	56	61	66	71	79	86
0.7Fsus	0.131	72	45	51	51	53	60	64	67	72	77	83
0.8Fsus	0.149	72	51	57	55	57	62	65	67	70	75	78
0.9Fsus	0.168	72	56	62	59	59	64	66	66	68	71	73
1.0Fsus	0.186	72	62	67	62	61	65	65	65	65	66	67
Fcurrent	0.227	72	74	76	68	64	65	63	59	57	56	54
F30%	0.296	72	92	88	74	65	60	54	48	43	39	35
F40%	0.223	72	72	75	68	64	65	63	60	58	57	55
Fmax	0.614	72	160	112	69	41	26	17	11	7	4	3
Frec	0.129	72	44	51	50	53	60	64	67	72	78	83
0歳魚漁獲禁止<A>	0.225	72	73	76	68	64	65	63	60	58	57	55
休漁(3~12月)	0.200	72	66	70	64	63	65	65	63	63	63	63
<A+B>	0.198	72	65	70	64	63	65	65	64	64	64	64

* $F_{sus}=0.83F_{current}(10year)=0.186$

付表9 資源管理基準にともなう資源量の推移(単位:トン)

管理基準	F	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
0.0Fsus	0.000	426	411	487	601	769	952	1,122	1,395	1,744	2,130	2,598
0.1Fsus	0.019	426	411	477	575	722	877	1,014	1,234	1,512	1,812	2,167
0.2Fsus	0.037	426	411	468	551	677	807	917	1,091	1,311	1,541	1,807
0.3Fsus	0.056	426	411	458	527	635	744	829	966	1,137	1,311	1,508
0.4Fsus	0.075	426	411	449	505	596	685	750	855	986	1,116	1,258
0.5Fsus	0.094	426	411	441	484	559	631	678	757	855	950	1,050
0.6Fsus	0.112	426	411	432	464	525	581	613	670	742	809	876
0.7Fsus	0.131	426	411	424	444	492	536	555	593	644	688	732
0.8Fsus	0.150	426	411	416	426	462	494	502	526	559	586	611
0.9Fsus	0.169	426	411	408	409	434	455	454	466	485	499	510
1.0Fsus	0.187	426	411	400	392	408	420	411	413	421	425	426
Fcurrent	0.227	426	411	384	358	355	351	330	317	309	299	287
F30%	0.296	426	411	359	308	283	261	229	203	184	166	148
F40%	0.223	426	411	385	361	361	358	338	326	320	311	300
Fmax	0.614	426	411	265	159	98	64	41	25	16	10	6
Frec	0.129	426	411	424	446	495	539	559	599	651	697	742
0歳魚漁獲禁止<A>	0.225	426	411	385	361	359	356	337	324	317	308	297
休漁(3~12月)	0.200	426	411	395	380	390	396	382	378	380	379	374
<A+B>	0.198	426	411	396	383	393	401	389	386	389	389	386

* $F_{sus}=0.83F_{current}(10year)=0.186$

付表10 脊椎骨の年輪に基づく東シナ海・日本海産トラフグの全長一年齢組成換算表

全長 階級 (cm)	1～4月					
	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳以上
20	100%	0%	0%	0%	0%	0%
21	100%	0%	0%	0%	0%	0%
22	100%	0%	0%	0%	0%	0%
23	100%	0%	0%	0%	0%	0%
24	100%	0%	0%	0%	0%	0%
25	100%	0%	0%	0%	0%	0%
26	100%	0%	0%	0%	0%	0%
27	100%	0%	0%	0%	0%	0%
28	100%	0%	0%	0%	0%	0%
29	100%	0%	0%	0%	0%	0%
30	75%	25%	0%	0%	0%	0%
31	75%	25%	0%	0%	0%	0%
32	50%	50%	0%	0%	0%	0%
33	0%	100%	0%	0%	0%	0%
34	0%	100%	0%	0%	0%	0%
35	0%	100%	0%	0%	0%	0%
36	0%	100%	0%	0%	0%	0%
37	0%	100%	0%	0%	0%	0%
38	0%	95%	5%	0%	0%	0%
39	0%	92%	8%	0%	0%	0%
40	0%	76%	24%	0%	0%	0%
41	0%	61%	37%	2%	0%	0%
42	0%	33%	66%	2%	0%	0%
43	0%	18%	80%	2%	0%	0%
44	0%	4%	90%	6%	0%	0%
45	0%	0%	83%	17%	0%	0%
46	0%	0%	67%	31%	3%	0%
47	0%	4%	54%	43%	0%	0%
48	0%	0%	36%	64%	0%	0%
49	0%	0%	30%	55%	10%	5%
50	0%	0%	22%	61%	17%	0%
51	0%	0%	0%	63%	38%	0%
52	0%	0%	0%	33%	67%	0%
53	0%	0%	0%	15%	15%	69%
54	0%	0%	0%	9%	27%	64%
55	0%	0%	0%	29%	14%	57%
56	0%	0%	0%	0%	0%	100%
57	0%	0%	0%	0%	25%	75%
58	0%	0%	0%	0%	0%	100%
59	0%	0%	0%	0%	33%	67%
60	0%	0%	0%	0%	0%	100%
61	0%	0%	0%	0%	0%	100%
62	0%	0%	0%	0%	0%	100%
63	0%	0%	0%	0%	0%	100%
64	0%	0%	0%	0%	0%	100%
65	0%	0%	0%	0%	0%	100%
66	0%	0%	0%	0%	0%	100%
67	0%	0%	0%	0%	0%	100%
68	0%	0%	0%	0%	0%	100%
69	0%	0%	0%	0%	0%	100%
70	0%	0%	0%	0%	0%	100%
71	0%	0%	0%	0%	0%	100%
72	0%	0%	0%	0%	0%	100%
73	0%	0%	0%	0%	0%	100%
74	0%	0%	0%	0%	0%	100%
75	0%	0%	0%	0%	0%	100%

全長 階級 (cm)	5～9月					
	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳以上
20	0%	100%	0%	0%	0%	0%
21	0%	100%	0%	0%	0%	0%
22	0%	100%	0%	0%	0%	0%
23	0%	100%	0%	0%	0%	0%
24	0%	100%	0%	0%	0%	0%
25	0%	100%	0%	0%	0%	0%
26	0%	100%	0%	0%	0%	0%
27	0%	100%	0%	0%	0%	0%
28	0%	100%	0%	0%	0%	0%
29	0%	100%	0%	0%	0%	0%
30	0%	100%	0%	0%	0%	0%
31	0%	100%	0%	0%	0%	0%
32	0%	100%	0%	0%	0%	0%
33	0%	100%	0%	0%	0%	0%
34	0%	100%	0%	0%	0%	0%
35	0%	94%	6%	0%	0%	0%
36	0%	83%	17%	0%	0%	0%
37	0%	100%	0%	0%	0%	0%
38	0%	0%	100%	0%	0%	0%
39	0%	0%	100%	0%	0%	0%
40	0%	0%	100%	0%	0%	0%
41	0%	0%	100%	0%	0%	0%
42	0%	0%	83%	17%	0%	0%
43	0%	0%	100%	0%	0%	0%
44	0%	0%	100%	0%	0%	0%
45	0%	0%	100%	0%	0%	0%
46	0%	0%	100%	0%	0%	0%
47	0%	0%	25%	50%	25%	0%
48	0%	0%	13%	65%	23%	0%
49	0%	0%	0%	80%	20%	0%
50	0%	0%	0%	100%	0%	0%
51	0%	0%	0%	40%	60%	0%
52	0%	0%	0%	50%	50%	0%
53	0%	0%	0%	25%	25%	50%
54	0%	0%	0%	25%	25%	50%
55	0%	0%	0%	0%	0%	100%
56	0%	0%	0%	0%	50%	50%
57	0%	0%	0%	0%	100%	0%
58	0%	0%	0%	0%	0%	100%
59	0%	0%	0%	0%	0%	100%
60	0%	0%	0%	0%	0%	100%
61	0%	0%	0%	0%	0%	100%
62	0%	0%	0%	0%	0%	100%
63	0%	0%	0%	0%	0%	100%
64	0%	0%	0%	0%	0%	100%
65	0%	0%	0%	0%	0%	100%
66	0%	0%	0%	0%	0%	100%
67	0%	0%	0%	0%	0%	100%
68	0%	0%	0%	0%	0%	100%
69	0%	0%	0%	0%	0%	100%
70	0%	0%	0%	0%	0%	100%
71	0%	0%	0%	0%	0%	100%
72	0%	0%	0%	0%	0%	100%
73	0%	0%	0%	0%	0%	100%
74	0%	0%	0%	0%	0%	100%
75	0%	0%	0%	0%	0%	100%

全長 階級 (cm)	10～12月					
	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳以上
20	100%	0%	0%	0%	0%	0%
21	100%	0%	0%	0%	0%	0%
22	100%	0%	0%	0%	0%	0%
23	100%	0%	0%	0%	0%	0%
24	100%	0%	0%	0%	0%	0%
25	50%	50%	0%	0%	0%	0%
26	50%	50%	0%	0%	0%	0%
27	50%	50%	0%	0%	0%	0%
28	50%	50%	0%	0%	0%	0%
29	0%	100%	0%	0%	0%	0%
30	0%	100%	0%	0%	0%	0%
31	0%	100%	0%	0%	0%	0%
32	0%	100%	0%	0%	0%	0%
33	0%	100%	0%	0%	0%	0%
34	0%	100%	0%	0%	0%	0%
35	0%	98%	2%	0%	0%	0%
36	0%	100%	0%	0%	0%	0%
37	0%	95%	5%	0%	0%	0%
38	0%	100%	0%	0%	0%	0%
39	0%	89%	11%	0%	0%	0%
40	0%	78%	22%	0%	0%	0%
41	0%	56%	44%	0%	0%	0%
42	0%	49%	51%	0%	0%	0%
43	0%	24%	76%	0%	0%	0%
44	0%	10%	81%	10%	0%	0%
45	0%	0%	100%	0%	0%	0%
46	0%	0%	83%	17%	0%	0%
47	0%	0%	38%	63%	0%	0%
48	0%	0%	50%	50%	0%	0%
49	0%	0%	67%	33%	0%	0%
50	0%	0%	0%	83%	17%	0%
51	0%	0%	0%	67%	33%	0%
52	0%	0%	0%	0%	100%	0%
53	0%	0%	0%	0%	0%	100%
54	0%	0%	0%	17%	33%	50%
55	0%	0%	0%	33%	67%	0%
56	0%	0%	0%	0%	0%	100%
57	0%	0%	0%	0%	0%	100%
58	0%	0%	0%	0%	0%	100%
59	0%	0%	0%	0%	0%	100%
60	0%	0%	0%	0%	0%	100%
61	0%	0%	0%	0%	0%	100%
62	0%	0%	0%	0%	0%	100%
63	0%	0%	0%	0%	0%	100%
64	0%	0%	0%	0%	0%	100%
65	0%	0%	0%	0%	0%	100%
66	0%	0%	0%	0%	0%	100%
67	0%	0%	0%	0%	0%	100%
68	0%	0%	0%	0%	0%	100%
69	0%	0%	0%	0%	0%	100%
70	0%	0%	0%	0%	0%	100%
71	0%	0%	0%	0%	0%	100%
72	0%	0%	0%	0%	0%	100%
73	0%	0%	0%	0%	0%	100%
74	0%	0%	0%	0%	0%	100%
75	0%	0%	0%	0%	0%	100%

※ 赤色・太字は前後からの推定値

※※ 九州西ブロックトラフグ資源回復計画ワーキンググループ作成

付表11 箱当たり入り数と年齢組成の関係

1～4月

入り数	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳
1入り	1%	12%	12%	8%	6%	61%
2入り	4%	20%	21%	15%	10%	30%
3入り	1%	23%	26%	25%	13%	11%
4入り	3%	15%	40%	32%	8%	2%
5入り	10%	46%	35%	9%	0%	0%
6入り	1%	28%	57%	12%	1%	0%
8入り	3%	54%	40%	3%	0%	0%
10入り	1%	77%	21%	1%	0%	0%
12入り	8%	75%	17%	0%	0%	0%
15入り	5%	92%	3%	0%	0%	0%
18入り	49%	47%	4%	0%	0%	0%
大	15%	81%	4%	0%	0%	0%
小	100%	0%	0%	0%	0%	0%
その他	14%	64%	18%	3%	0%	1%

5～9月

入り数	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳
1入り	0%	0%	88%	8%	4%	0%
2入り	0%	60%	19%	15%	6%	0%
3入り	0%	58%	22%	3%	7%	10%
4入り	0%	0%	50%	32%	15%	3%
5入り	0%	0%	50%	32%	15%	3%
6入り	0%	0%	60%	31%	9%	0%
8入り	0%	0%	92%	6%	1%	0%
10入り	0%	0%	100%	0%	0%	0%
12入り	0%	0%	100%	0%	0%	0%
15入り	0%	89%	11%	0%	0%	0%
18入り	0%	89%	11%	0%	0%	0%
大	0%	89%	11%	0%	0%	0%
小	0%	89%	11%	0%	0%	0%
その他	0%	73%	27%	0%	0%	0%

10～12月

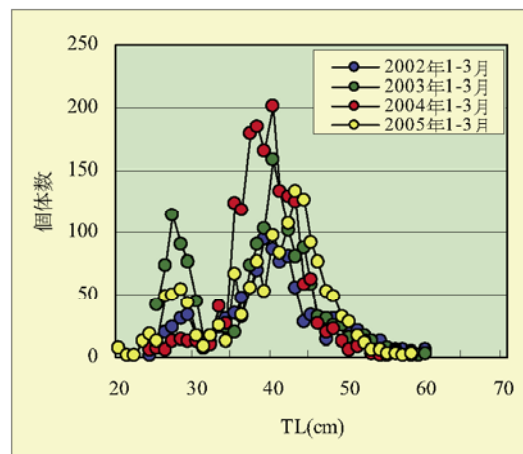
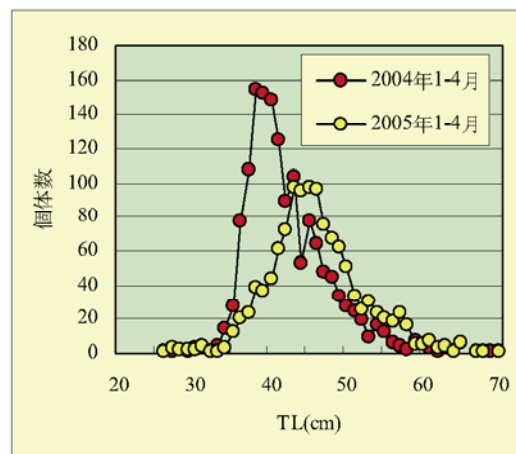
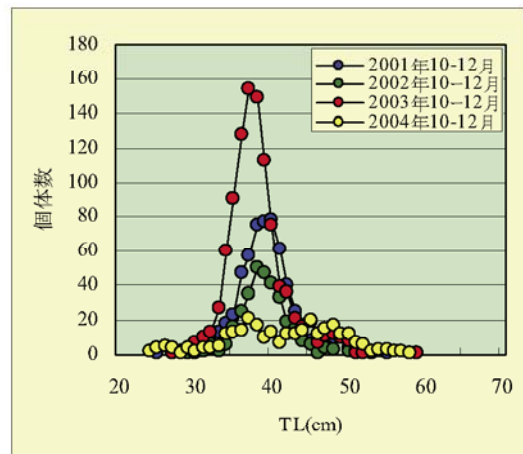
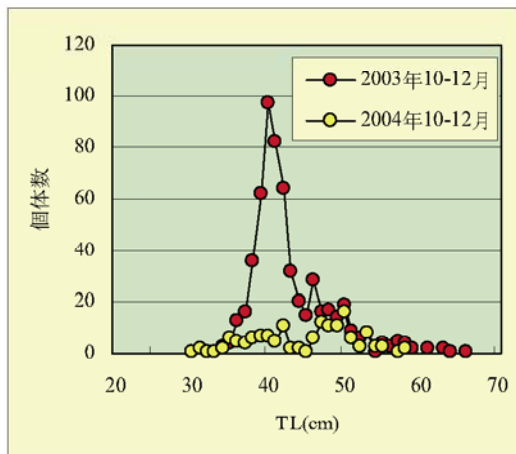
入り数	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳
1入り	0%	31%	31%	20%	6%	13%
2入り	0%	31%	36%	18%	5%	10%
3入り	2%	27%	29%	20%	11%	11%
4入り	0%	31%	31%	27%	9%	2%
5入り	0%	51%	36%	12%	1%	0%
6入り	0%	22%	60%	16%	1%	0%
8入り	0%	68%	30%	2%	0%	0%
10入り	0%	87%	13%	0%	0%	0%
12入り	0%	98%	2%	0%	0%	0%
15入り	0%	98%	2%	0%	0%	0%
18入り	0%	96%	4%	0%	0%	0%
大	0%	96%	4%	0%	0%	0%
小	0%	96%	4%	0%	0%	0%
その他	0%	89%	10%	0%	0%	0%

付表12 下関唐戸魚市場(株)における月別取扱量の推移

月	1987-2004 平均(トン)	(割合)	2002-2004 平均(トン)	(割合)
1	58	18.5	20	24.0
2	60	19.2	25	29.1
3	55	17.6	16	19.2
4	19	6.1	4	4.2
5	9	3.0	1	1.0
6	4	1.3	0	0.2
7	4	1.4	0	0.1
8	3	1.0	0	0.2
9	13	4.0	1	1.0
10	25	8.0	3	3.6
11	23	7.3	4	4.5
12	39	12.5	11	12.9
合計	315	100	86	100

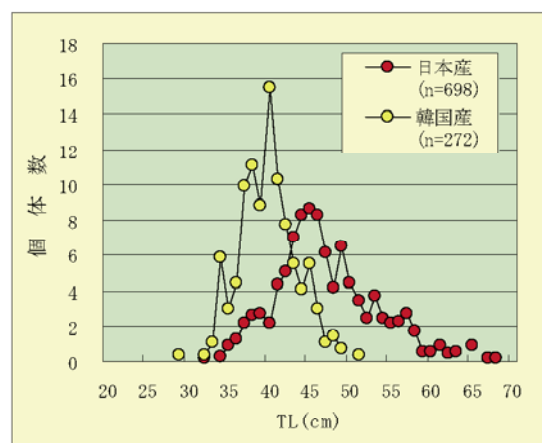
付表13 下関唐戸魚市場(株)で取り扱われるトラフグの全長組成(山口県水産研究センター提供)

日本海・東シナ海産																					韓国産											
全長	2003												2004												2005			全長	2004		2005	
	4	5	7	9	10	11	12	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	1	2	3	12	1	2	3								
20		1																							20							
21																									21							
22																									22							
23																									23							
24																									24							
25				1									1												25							
26		1	1	3								1								1					26							
27				1					1				1							3					27							
28				1									1	1						2					28							
29		1	2	1						1			2	2						2					29			1				
30		1	2	2	1				1	2			2	2	1				1	1					30							
31		1	5	1					2	2			2	2		2			2	2					31							
32	1		3	1	1				1				4			1		1							32			1				
33			1		1				1		3		1		1				1						33	1		3				
34				4	3				5	3	6			4	1	2			2	1					34			16				
35	1	1			3	1	1	2	12	14	1			2	3	1	1	4	6	5	1				35	3	8					
36	2			5	10			3	27	31	19			1	2	1	1	3	9	9	2				36	1	12					
37				7	5			11	37	41	29	1			1	1	1	2	15	8					37	2	27					
38	1			2	11	2		23	59	56	39	1		1	3	2	1	3	18	15	6				38	3	30					
39	2	1		3	7	5	50	72	48	33				2			3	4	19	16	2				39	7	24					
40	3	1		8	8	9	80	63	54	30	1		2		2		2	3	15	26	3				40	4	42					
41	4	3		10	2	11	69	55	43	27		2	1	3	2			3	30	25	6	41			41	9	28					
42	7			7	2	7	55	20	43	24	2		1	3	2	4		5	35	28	9	42			42	10	21					
43	4			9	2	2	28	36	42	26		1		7				2	49	38	11	43			43	12	15					
44	12			3	2	6	12	10	23	20			2		2	1	1		58	30	8	44			44	13	11					
45	5			4	5	3	7	21	37	19			2	1	4		1		60	33	5	45			45	9	15					
46	5	1		3	11	4	13	16	37	10	1	3	1	7	2	1	3	58	25	14	46				46	6	8					
47	2	1	1	2	8	4	4	9	21	16	2	3		5	4	1	7	43	21	11	47				47	2	3					
48	6	1			7	4	6	11	21	10	3	2		5	1	5	5	29	22	16	48				48	2	4					
49	4				9	1	4	8	14	10	2	2	1	2	3	2	6	45	10	7	49	1			49	1	2					
50	3				9	1	9	5	9	13		1		1	1	2	13	31	10	10	50				50	4						
51				1	4	1	4	1	14	8	1	1		3			6	24	3	7	51							1				
52	4				1	3	2	2	10	7		2		1	2		1	17	3	5	52				52	3						
53					4	3	1		6	3				1	1	2	5	26	4	1	53											
54						1		2	7	7		1					3	17	2	4	54											
55	3				4			1	7	4							1	2	15	3	2	55										
56					1	1	1	1	2	2	1	1						16	1	1	56											
57					3	2			1	1	2		2					1	19	2	2	57										
58	1				2	1	1		2			1					2	12	1	3	58											
59						1	1	1	3	2	1	1						4		1	59											
60	1								2	1	2	1						4		1	60											
61						2			2	1								6	1		61											
62										1								3			62											
63					2													4			63											
64						1				1											1	64										
65																		6			65											
66					1																66											
67										1									1		67											
68																			1		68											
69										1											69											
70										1									1		70											
合計	71	14	15	82	123	80	386	476	599	381	18	28	30	63	30	32	83	698	347	150	合計	92	272									



付図1 下関唐戸魚市場(株)で取り扱われるトラフグの全長組成(山口県水産研究センター提供)

付図2 福岡中央市場(株)で取り扱われるトラフグの全長組成(長崎総合水試提供)



付図3 2005年1月26日に南風泊市場に搬入された韓国産及び日本産トラフグの全長組成(山口県水産研究センター提供)

補足資料 1

コホート解析

2004 年の最高齢魚(5+歳魚)の資源尾数と漁獲尾数を、それぞれ $N_{2004,5+}$ および $C_{2004,5+}$ としたときに、5+歳魚の資源尾数を漁獲係数($F_{2004,5+}$)と自然死亡係数(M)から次の式を用いて計算した。

$$N_{2004,5+} = \frac{C_{2004,5+} \times \exp(M/2)}{(1 - \exp(-F_{2004,5+}))}$$

0～4 歳魚の資源尾数の計算には次の式を用いた。

$$N_{t,age} = N_{t+1,age+1} \times \exp(M) + C_{t,age} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)$$

この時の漁獲係数 F は次の式で計算できる。

$$F_{t,age} = -\ln \left\{ 1 - \frac{C_{t,age} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{t,age}} \right\}$$

プラスグループを考慮して、最高年齢(5+歳魚)と 4 歳魚の資源尾数の計算については次の計算式を用いた。

$$N_{t,5+} = C_{t,5+} \times \frac{N_{t,4}}{C_{t,4}}$$

$$N_{t,4} = \frac{C_{t,4} \times N_{t+1,5+} \times \exp(M)}{(C_{t,5+} + C_{t,4})} + C_{t,4} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)$$

2004 年の 0～4 歳魚の F は 2001 年～2003 年の各年齢の F の平均値とした。最高年齢とその一歳若い年齢の F は同じとし、 $F_{2004,5+}$ と $F_{2004,4}$ が同じ値となるように $F_{2004,5+}$ を決めた。