

平成 19 年度マダラ日本海系群の資源評価

責任担当水研：日本海区水産研究所（後藤常夫）

参画機関：青森県水産総合研究センター、秋田県農林水産技術センター水産振興センター、山形県水産試験場、新潟県水産海洋研究所、富山県水産試験場、石川県水産総合センター

要 約

マダラ日本海系群（青森県～石川県）の県別漁獲量並びに沖合底びき網（1そうびき）の漁獲動向によると、1990年代初めから、漁場（産卵場）が、それ以前よりもより北部の海域を中心に形成されるようになったと推察される。漁獲量は、2001年以降1,300トン前後で安定していたが、2004年に増加し、2006年は3,107トンに達した。また、沖合底びき網の資源密度指数も2000年以降安定していたが、2004年に急増し、以後高い水準にある。さらに小型底びき網のCPUEは、2002年以降、低い水準で微増傾向にあったものが、2005年に急増した。2007年1～3月の漁獲量は前年同期の約1.5倍に増加し、2007年1～2月の沖合底びき網の資源密度指数は前年を上回り、また小型底びき網のCPUEは前年並みの比較的高い水準を維持した。2007年1～3月の漁獲状況から、本資源は高位水準にあり、増加傾向と判断される。2008年は、2005年に本格的に産卵群として漁獲加入した卓越年級の2001年級群が7歳（2008年1～2月：被鱗体長70cm台後半、体重約7kg）となる。かつて卓越年級群（例えば、1984・1992年級群）が主体をなしたときの漁獲動向によれば、漁獲量は5歳時をピークに減少に転じている。すなわち、その後卓越年級の現存量減少に伴い、資源量が減少すると考えられる。したがって、2001年級群が7歳となる2008年の資源量は、2006～2007年時よりも低くなると思われる。このように、今後資源量の減少が見込まれるものの、2002年以降の年級群が2000年以前と比べると強いと判断されることを加味し、現状の努力量を保ち、資源水準の大きな低下を防ぐことを管理目標とする。生物学的許容漁獲量（ABC）の算定には、ABC算定規則2-2)-(2)を適用した。ABC_{limit}は、2001年級群が5歳に相当する現在の漁獲量（C₂₀₀₆：3,107トン）に係数をかけて算出した。係数は、過去に発生した卓越年級群（1960/1972/1977/1984/1992年級群を仮定）の5歳時と7歳時の漁獲量の比の平均値に、2006年の漁獲状況を考慮に入れ、0.8を採用した。ABC_{target}は、ABC_{limit}に0.8を乗じて求めた。10トンの位を四捨五入して、それぞれ25百トン、20百トンとする。

	2008年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC _{limit}	25 百トン	0.8C ₂₀₀₆	—	—
ABC _{target}	20 百トン	0.8・0.8C ₂₀₀₆	—	—

年	資源量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合
2005	—	3,024	—	—
2006	—	3,107	—	—

水準：高位 動向：増加

1. まえがき

我が国のマダラの漁獲量は近年2～4万トン台で推移しており、そのうち日本海系群の漁獲（日本海北区：青森県～石川県）が占める割合は3～8%である。当海域のマダラは、冬季の重要魚種であり、沖合底びき網、小型底びき網、刺網、定置網、釣り、延縄などにより漁獲される。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本州の日本海側におけるマダラの成魚は、青森県から山陰地方（鳥取県および島根県）にいたる水深200～400m前後に広く分布する（図1：三島 1989；水産庁 1989）。産卵期にはいくぶん浅い海域に移動するとされるが（三島 1989；水産庁 1989）、回遊・集団構造に関する知見は少ない（菅野ら 2001）。広域移動を行う個体がいる一方、比較的限られた海域でローカルな地域個体群を形成するものもいると考えられている。

(2) 年齢・成長

1歳で被鱗体長（以下、体長と略記）18cm、2歳で32cm、3歳で44cm、5歳で63cm、8歳で81cmに達する（柴田 1994：図2）。寿命は10歳と推定されている（水産庁 1989）。

(3) 成熟・産卵

雌では体長50cm以上で成熟すると考えられ（中田ら 1995）、成熟年齢は4歳と推察される。産卵期は1～3月であり、産卵場は局所的に分布する。なお、その底質は、卵が採集された場所から判断して、泥底、砂泥底、礫砂底、礫底と考えられる（與世田ら 1992）。また、飼育実験から、産卵は一回の放卵で完了することが報告されている（桜井・吉田 1990）。

(4) 被捕食関係

未成魚、成魚ともに魚類、頭足類、甲殻類（エビ類）を主な餌としている（水産庁 1989；柴田 1994；中田ら 1995）。なお、本種の捕食者は明らかではない。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

沖合底びき網、小型底びき網、刺網が主要な漁業種である。日本海北区（青森県～石川県）における漁業種類別漁獲量について、過去10年間（1996～2005年）では、沖合底びき網による漁獲量が全体の16～42%、小型底びき網が18～39%、刺網が24～42%を占めていた（図3）。残りは、定置網、釣り、延縄などによるものであった。また、12～3月の産卵回遊期が主な漁期となるため、体長50～70cm台の魚が漁獲の主対象となり、これらは4～6歳魚と推察される（柴田 1994）。

(2) 漁獲量の推移

日本海における漁獲量について、青森県～石川県の日本海北区と福井県～鳥取県の日本海西区でみると、1970年代から1990年までは日本海西区で数百トンレベルの水揚げがあ

った。しかし1990年代は数十トンレベルで推移し、現在全体の9割以上が日本海北区で漁獲されている。なお日本海西区の漁獲量は、1999年以降微増傾向にある（図4、付表1）。

日本海西区の漁獲量が少ない一方、日本海北区における漁獲量は、1964年以降1980年代末までは2,000トンを底に周期的な変動を示してきた（図5、付表1）。1989年の5,174トンをピークとする急増は、1984年の卓越年級群の発生によると捉えられている（梨田・金丸1991）。その後漁獲量は、1964年以降最低の1,038トン（1993年）にまで急落した。それからは1997年まで増加したのち、再び減少傾向にあったが、2004年から増加し、2006年は速報値であるものの、前年並の3,107トンとなった。なお1997年の漁獲量のピークは、1992年の卓越年級群の発生（河村1995）によると考えられ、近年の急増も2001年に発生した卓越年級群に由来すると考えられる（後述）。以前は石川県の漁獲量が当海域の半分以上を占めたが、1990年代に著しく減少し、その分を補うように、青森・秋田両県の割合が高くなった（図5）。1998年以降、再び石川県による漁獲の占める割合が増加した。

2005年1月から2007年3月までの月別漁獲量を図6に示す（2006～2007年：速報値）。年間漁獲量の5～7割を占める1月から3月の漁獲量は、2006年が最も少なく、2007年の漁獲量（2,210トン：速報値）は前年同期（1,518トン：速報値）の46%増で最も多かった。

日本海北区における各県の漁業種類別漁獲量の経年変化（1996～2005年）を図7に示す。青森県と新潟県は、底びき網と刺網で8～9割を、秋田県と山形県では、底びき網のみで7～8割を占めていた。富山県は漁獲量が少なく、年により主となる漁業種類は異なっているが、ここ3年間は刺網が主である。石川県は、底びき網と刺網で8割前後を占めているが、2001年まで刺網が主体であったものが、2002年以降は底びき網の割合が増した。なお、2005年は刺網の割合が再び増加した。

山形県では、マダラの幼魚（1～3歳魚が主体：銘柄 アマコ）が底びき網や延縄などにより漁獲されている。マダラ幼魚の漁獲量の経年変化を図8に示す（石向（2004）に山形水試によるデータを追加）。幼魚の漁獲量は、2001年以降着実に増加し、2004年には前年の3.2倍に達した。2001年級群の発生量が多かったと報告されていることから（石向2002ほか 各県試験研究機関からの情報より）、2004年の漁獲急増の主体をなす2001年級は卓越年級群であると判断される。一方、2005～2006年も2004年には及ばないものの2003年時よりも多い。これまで漁獲の主体となっていた2001年級群は、2005年以降産卵群として主漁期に漁獲されるようになったと考え、2005～2006年における幼魚の漁獲量の増加は、2002年以降に発生した年級群が、1990年代と比べ強いと同時に、順調に成育していることを示唆している。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

本資源の評価は、主に沖合底びき網漁業から得られる統計資料を用い、これに小型底びき網漁業による漁獲動向（CPUE）も考慮した。さらに、生物情報収集調査による漁獲物の体長組成も参考にした。

(2) 資源量指標値の推移

1979年以降、沖合底びき網（1そうびき）による漁獲動向（図9、付表2）をみると、

漁獲量は2001年から2004年まで安定していたが、2005年に急増し、2006年はやや減少した。また、資源量指数*及び資源密度指数（魚群や努力量の分布の偏りを補正したCPUE）も2003年を底に増加したが、2006年は減少した。一方、2006年の有効漁獲努力量は2004年を底に微増傾向にある。海区別の資源密度指数をみると（図10）、2006年は男鹿北部と男鹿南部で急減し、新潟沖で急増した。有効漁獲努力量は男鹿北部と男鹿南部で増加傾向にあるものの、その他の海区では、ほぼ同じかやや減少した（図10）。

主漁期である1～2月について、1993年以降の沖合底びき網（1そうびき）による漁獲動向を図11に示す。資源量指数及び資源密度指数ともに2003年以降増加傾向にあったが、2006年は前年の7割に減少した。しかし2007年は、2005年に次ぐ高い値を示した。一方2007年の努力量は、前年の5割増であった。また、1996年以降、小型底びき網で常にマダラの漁獲が認められた男鹿南部加茂沖（漁区番号29と135）での本種のCPUE（kg/網）を図12に示す。CPUEは、2002年を底に2004年まで微増傾向にあったものが、2005年に急増した。2006年のCPUEは前年の6割に留まり、2007年も2006年並みであったが、2004年以前と比べると依然高い水準にある。一方網数の変動は大きく、2005年は最低値を示したが、その後増加し、2007年は1997年以降で最も高い値となった。

*：漁区（10分刻み）ごとのCPUE（kg/網）の総和

(3) 漁獲物の体長組成

青森県（刺網）、石川県（底びき網・刺網）及び山形県（底びき網）において、2007年の主漁期に水揚げされたマダラの体長組成を、2005～2006年の組成とともに図13～16に示す。青森県は、年に関係なく60cm台から70cm台の5-7歳魚が主体であった（図13）。一方、石川県では60cm前後の5歳魚が年にかかわらず主体をなすが、2007年は、卓越年級である2001年級群（70cm前後）も多かった（図14～15）。山形県では、2005年以降2001年級群が漁獲の主体をなした。すなわち、2005年は50cm台の4歳魚、2006年は60cm前後の5歳魚、2007年は70cm前後の6歳魚であった（図16）。

(4) 資源の水準・動向

2001～2003年の漁獲量は1,300トン前後で低位安定であったが、2004年に増加し、2006年は速報値であるものの3,100トンを超えた（図5）。沖合底びき網による漁獲動向では、2004年に資源量指数、資源密度指数ともに急激に増加し、2006年は2005年より低いものの高い水準にある（図9）。また2007年1～2月において、沖合底びき網の資源量指数と資源密度指数は前年を上回り（図11）、小型底びき網のCPUEは前年並みであったものの依然高い（図12）。以上のことと、2007年1～3月の漁獲量が前年同期の約1.5倍に増加したことから、資源水準は高位と判断される。そして、2004年以降の漁獲量の増加と、沖合底びき網の資源量指数・資源密度指数、さらに小型底びき網のCPUEが2003年前後から2005年まで着実に増加し2006～2007年においても高い水準にあることから、動向は増加と判断した。

5. 資源管理の方策

(1) 資源と漁獲の関係

1964年以降の漁獲量の推移から判断して、当海域の資源量は周期的に変動していると思われる(図5)。少なくとも1980年代後半以降に見られた漁獲量の著しい増減は、1984年と1992年に発生した卓越年級群に依拠していたものと考えられる。卓越年級群の発生の有無が、資源量の変動、ひいては漁獲量の大きな変動に深く関わると考えられる。

年齢-体重関係(図2)を用いて、加入量あたり漁獲量(YPR)について、漁獲係数Fを横軸に、漁獲開始年齢を縦軸に、等量線図を作成した(図17)。この図から、YPRを大きくするには、漁獲係数が大きい場合、漁獲開始年齢を5~6歳にする必要があることがわかる。しかし、漁獲係数がさほど大きくない場合、漁獲開始年齢を早める方がよいと考えられる。同様の横軸、縦軸を用い、等産卵資源量図を作成した(図18)。この図より、一般的に推奨される30~40%SPR(松宮1996)を達成するための漁獲開始年齢は、漁獲係数が低い場合を除き4~6歳となる。高い漁獲係数に対応できるためには、5歳以上が望ましい。以上2つの図から、漁獲開始年齢は5歳が適切であると考えられる。

山形県の小型底びき網で2000年以降1月に漁獲されたマダラの体長組成を図16に示す。卓越年級である2001年級群が4歳魚となって加入した2005年を除き、漁獲の主体は、体長60cm以上の5~6歳魚であった。上記解析結果を踏まえると、資源の低かった2000年代前半でも当海域においては、高い漁獲圧であったとしても再生産には影響を与えない漁獲が行われていたものと考えられる。

(2) 資源と海洋環境の関係

資源量変動に大きく関与すると思われる卓越年級群の発生機構については、「本州北部日本海において、3月の気温が“はなはだ低く”(水温が平均値-標準偏差×2以下)なることで、仔魚~稚魚期の生息水深の水温が“はなはだ低い”状態が続き、餌生物の発生量が多くなって仔魚~稚魚期の生残条件が向上し、卓越年級群が発生する」という仮説が提示されている(石向ら2002)。

また、1979年以降における海区別の資源密度指数と漁獲努力量の経年変化によると(図10)、各海区とも1990年代は努力量が比較的安定していたにもかかわらず、資源密度指数は、能登沖と加賀沖では低い状態が続き、新潟以北では顕著な増減が認められた。また石川県の漁獲量が1990年代初めに急減し、以後低いレベルで推移していた(図5)。これらのことから、1990年代に入って、漁場(産卵場)がより北の海域を中心に形成されるようになったと推察される。このような産卵親魚の分布域を北偏させる要因の一つとして、冬期における水温の変化が考えられている(石向2001)。

以上のように日本海における本種の資源量変動、分布域の変化には、海洋環境、特に冬期から春期にかけての海洋環境が大きく関わっていると推察される。

(3) 資源管理目標

2007年現在の資源水準は高位で、その動向は増加と判断される。ただし2007年1~2月の漁獲努力量は、小型底びき網、沖合底びき網ともに近年では高かった(図11~12)。2007年冬季は例年になく好天に恵まれて努力量が増加したものと思われるため、今後の資源動

向には注意を払う必要がある。2008年の主漁期（1～2月）には、卓越年級群である2001年級群が7歳魚（体長70cm台後半、体重7kg前後）となる。かつて卓越年級群（例えば、1984・1992年級群）が主体を占めていたときの漁獲動向によれば、漁獲量は卓越年級群が5歳のときにピークとなり、それ以降減少している。すなわち、その後卓越年級の現存量減少に伴い、資源量が減少すると考えられる。したがって、2001年級群が7歳となる2008年の資源量は、2006～2007年時よりも減少すると思われる。しかし、2002年以降の年級群が2000年以前と比べると多いと判断されること（図8）を加味し、現状の努力量を保ち、資源水準の大きな低下を防ぐことを管理目標とする。

6. 2008年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

全体の漁獲量や沖合底びき網の漁獲動向、さらに小型底びき網のCPUEの推移などを考慮すると、資源水準は高位、動向は増加と判断される。前述のように、卓越年級群である2001年級群が、2005年から産卵群として本格的に漁獲加入した。これまでの卓越年級群が主体をなしたときの漁獲動向を参考にすると、2001年級群が7歳となる2008年の資源量は、2006～2007年時よりも低くなると考えられる。資源水準を大きく下げないためには、現状の努力量を保つことが重要である。

(2) ABCの算定

ABCの算定には、ABC算定規則2-2)-(2)を適用した。式は、下記のとおりである。

$$ABClimit = C_{ave} \times \beta_2$$

$$ABCtarget = ABClimit \times \alpha$$

本資源は、卓越年級群の発生の有無により、資源量が変動、ひいては漁獲量が大きく変動すると考えられる。これまでの卓越年級群（1984・1992年級群）の漁獲動向によれば、漁獲量は5歳時をピークに減少に転じている。つまり6歳以降、資源量が減少に転じると考えられる。卓越年級である2001年級群が7歳となる2008年の資源量は、2005～2006年よりも少なくなると考えられ、2008年は、資源量の減少に見合った漁獲を行う必要がある。 β_2 は、過去に発生した5つの卓越年級群（1960・1972・1977・1984・1992年級群を仮定）の5歳時と7歳時の漁獲量の比の平均値（0.7）を用いた。 C_{ave} は、2001年級群が5歳に相当する2006年の漁獲量とした（ C_{2006} ：3,107トン）。ただし2006年の漁獲量が荒天等により伸びなかったことを考慮して、 β_2 を大きくし0.8を採用した。なお、5つの卓越年級群のうち前3者は、漁獲量が突出して多かった年（1965・1977・1982年）に5歳魚の卓越年級群が占めていたと仮定し、発生年を特定した。

またABC targetは、 α を0.8とおいて算出した。

$$ABClimit = C_{2006} \times 0.8 = 2,486$$

$$ABCtarget = ABClimit \times 0.8 = 1,988$$

10トンの位を四捨五入して、それぞれ25百トン、20百トンとする。

	2008年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	25百トン	$0.8C_{2006}$	—	—
ABCtarget	20百トン	$0.8 \cdot 0.8C_{2006}$	—	—

(3)ABC の再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン)
2006年(当初)	1.0Cave5-yr	-	1,500	1,200	-
2006年(2006年再評価)	1.0Cave5-yr	-	1,500	1,200	3,107
2006年(2007年再評価)	1.0Cave5-yr	-	1,500	1,200	3,107
2007年(当初)	0.8C ₂₀₀₅	-	2,400	2,000	-
2007年(2007年再評価)	0.8C ₂₀₀₅	-	2,400	1,900	-

ABC : 10 トンの位を四捨五入

7. ABC 以外の管理方策の提言

卓越年級群の出現によって顕著な量的変化を示す本資源に対しては、より早期に卓越年級群の発生の有無を把握することが、その後の利用に際しては有効である。実際、卓越年級群と考えられる 2001 年級が本格的に産卵群となり、漁獲の主対象となった 2005～2007 年（4～6 歳魚）には、漁獲の急増が認められた。

2006 年級群について、1) 能登島栽培漁業センターにより 2006 年 3～6 月に能登島周辺海域で行われた底びき網調査や定置網乗船調査で、マダラ稚魚が大量に採集されたこと（手塚ら 2007）、2) 今年 2 月に石川県の底びき網漁船により、体長 10～20cm 台の 1 歳魚が多獲されたこと（図 19）、3) 今春、新潟県北部海域において 1 歳魚の混獲が多いとの情報があること（新潟県水産海洋研究所 HP より）から、2001 年級以来の卓越年級群となる可能性がある。したがって、本格的な漁獲加入となる 3～4 年後（2010～2011 年）まで、この年級群の動向に注目していくことが肝要である。

8. 引用文献

- 石向修一（2001）北部日本海における定地水温の長期変動とマダラ分布域の北偏化，水産海洋学会研究発表大会 講演要旨集，水産海洋学会，50.
- 石向修一（2002）今期のマダラ漁獲の見通しについて，すいさん山形，第 242 号，9.
- 石向修一（2004）今期のマダラ漁の見通しについて，すいさん山形，第 254 号，8.
- 石向修一・土田織恵・広田祐一・長谷川誠三・南 卓志（2002）本州北部日本海におけるマダラ卓越年級群発生機構，水産海洋学会研究発表大会 講演要旨集，水産海洋学会，184-185.
- 菅野泰次・上田祐司・松石 隆（2001）東北地方および北海道太平洋側海域におけるマダラの系群構造，Nippon Suisan Gakkaishi，67， 67-77.
- 河村智志（1995）地域重要新技術開発促進事業—マダラの生態と資源に関する研究—，平成 5 年度 新潟県水産試験場年報，60-66.
- 松宮義晴（1996）水産資源管理概論，水産研究叢書，46， 1-78.
- 三島清吉（1989）日本周辺におけるマダラ (*Gadus macrocephalus* TILESIIUS) の資源とその生物学的特性，北太平洋漁業国際委員会，研究報告，42， 172-179.
- 中田凱久・早川 豊・佐藤恭成（1995）まだらの生態と資源に関する研究（まだら資源高度利用管理技術開発研究），平成 5 年度 青森県水産試験場事業報告，170-174.
- 梨田一也・金丸信一（1991）日本海中部海域における底魚類の初期生態と海洋環境，水産

- 海洋研究, 55, 218-224.
- 日本海区水産研究所 (2006) 日本海区沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計調査資料 2005 年 (平成 17 年), 日本海区水産研究所, 1-91.
- 桜井泰憲・福田慎作 (1984) 陸奥湾に來遊するマダラの年齢と成長, 青森県水産増殖センター研報, 3, 9-14.
- 桜井泰憲・吉田英雄 (1990) 我が国におけるマダラ資源とその生態, 水産技術と経営, 40-54.
- 柴田 理 (1994) 地先資源漁場形成要因研究事業 (マダラの生態と資源に関する研究), 平成 5 年度 秋田県水産振興センター事業報告書, 103-111.
- 水産庁 (1989) 我が国漁獲対象魚種の資源特性 (II), 水産庁研究部, 1-96.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理, 東海水研研報, 28, 1-200.
- 手塚信弘・荒井大介・小磯雅彦・友田 努・島 康洋 (2007) 七尾湾におけるマダラ天然稚魚の移動と成長, 栽培漁業センター技報, 6, 50-53.
- 與世田兼三・広川 潤・長倉義智・有瀧真人・小林真人 (1992) 石川県能登島周辺海域におけるマダラ成魚の成熟状況と卵・稚仔魚の分布, 栽培技研, 21, 21-30.



図1 本州日本海側におけるマダラの主要分布域

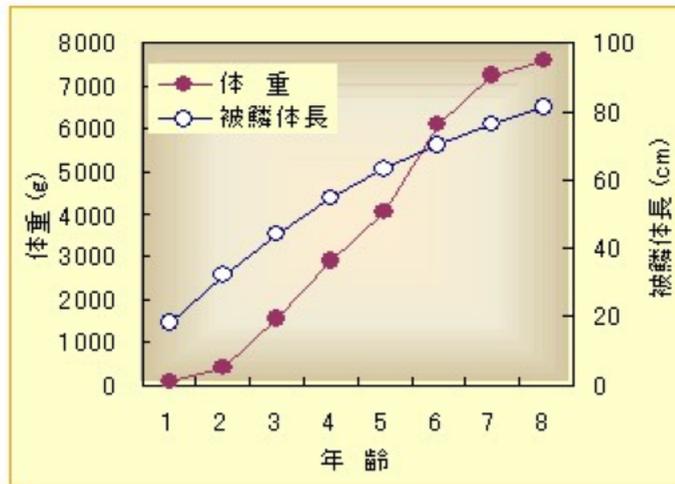


図2 日本海におけるマダラの成長様式

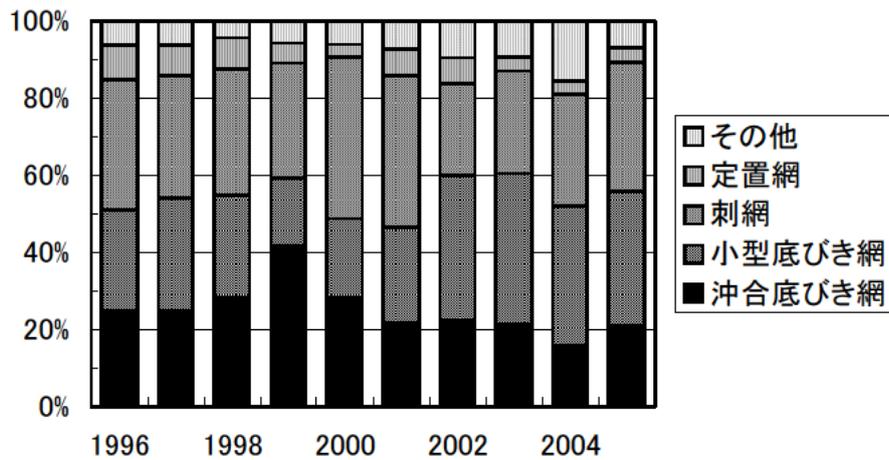


図3 日本海北区（青森～石川）におけるマダラの漁業種類別漁獲割合の経年変化

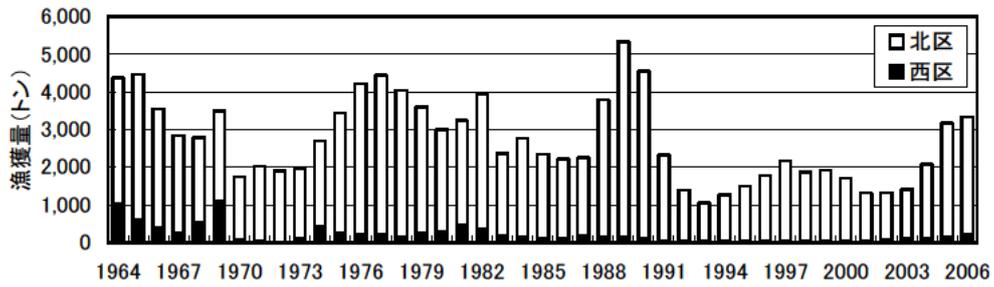


図4 日本海におけるマダラ漁獲量の経年変化
北区：青森～石川、西区：福井～鳥取

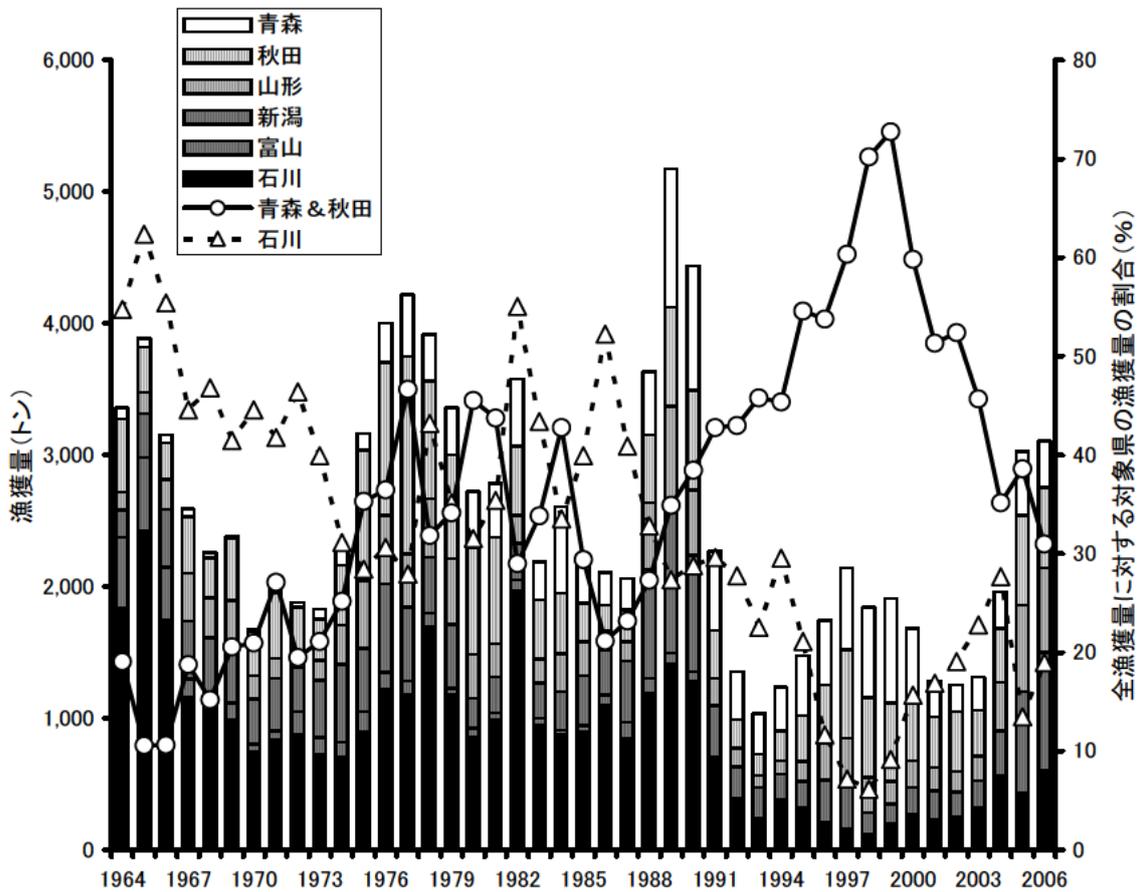


図5 日本海北区におけるマダラ漁獲量の経年変化
左軸：棒グラフ、右軸：折れ線グラフ

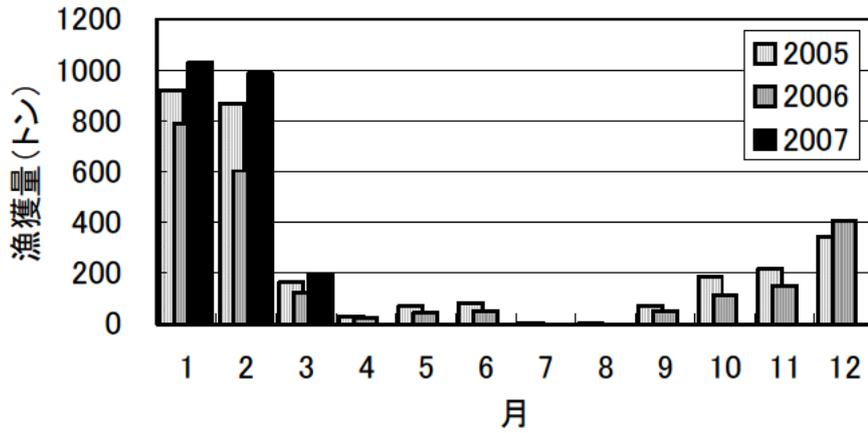


図6 日本海北区におけるマダラの月別漁獲量
2006～2007年は速報値

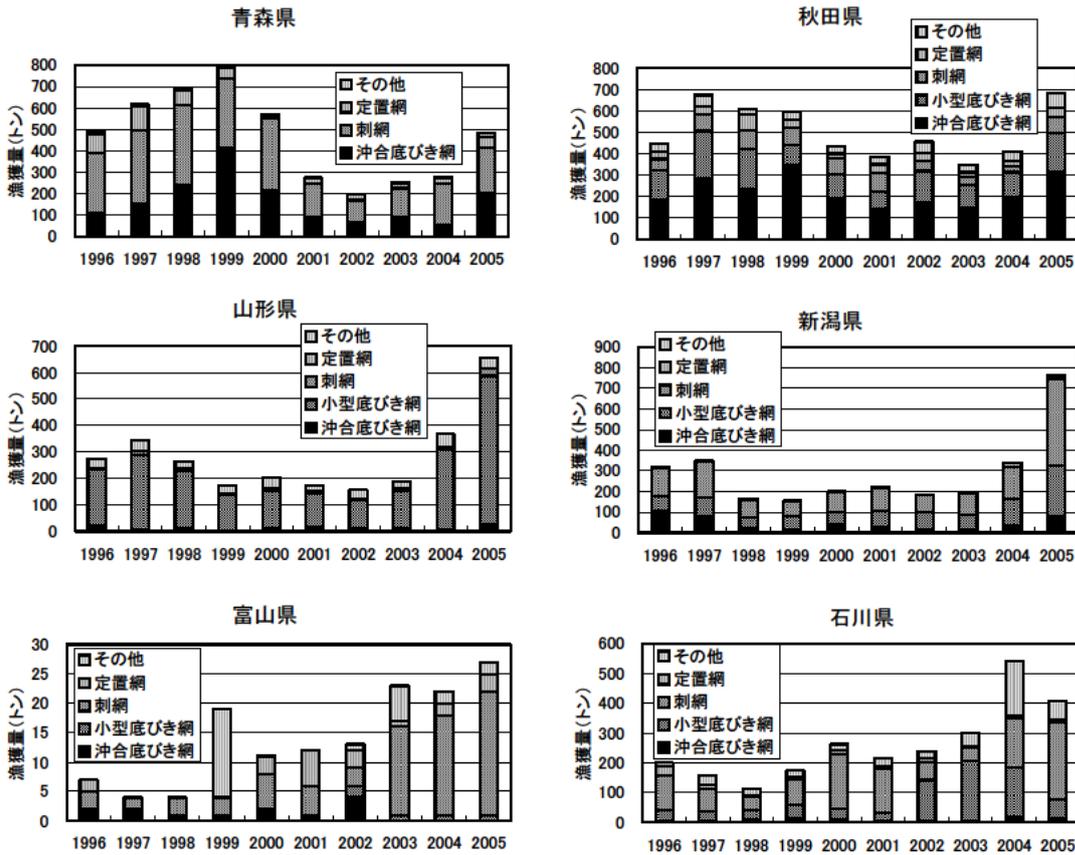


図7 各県におけるマダラの漁業種類別漁獲量の経年変化

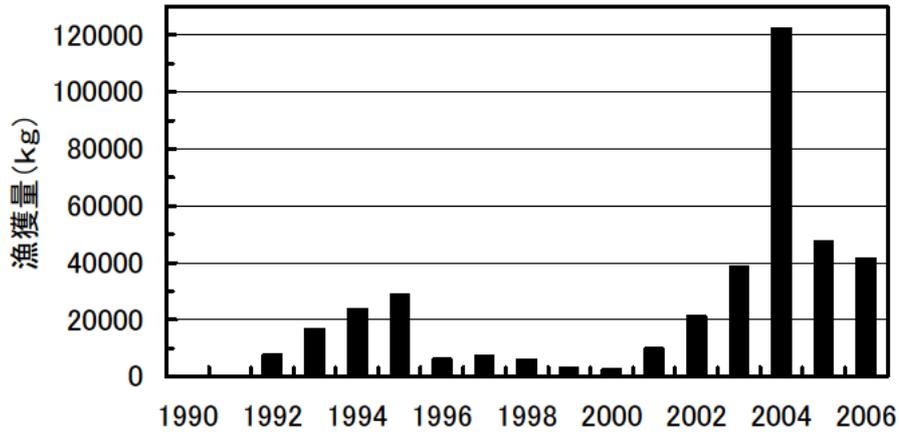


図8 山形県におけるマダラ幼魚（1～3歳魚が主体）の漁獲量の経年変化
（石向（2004）に山形水試によるデータを追加）

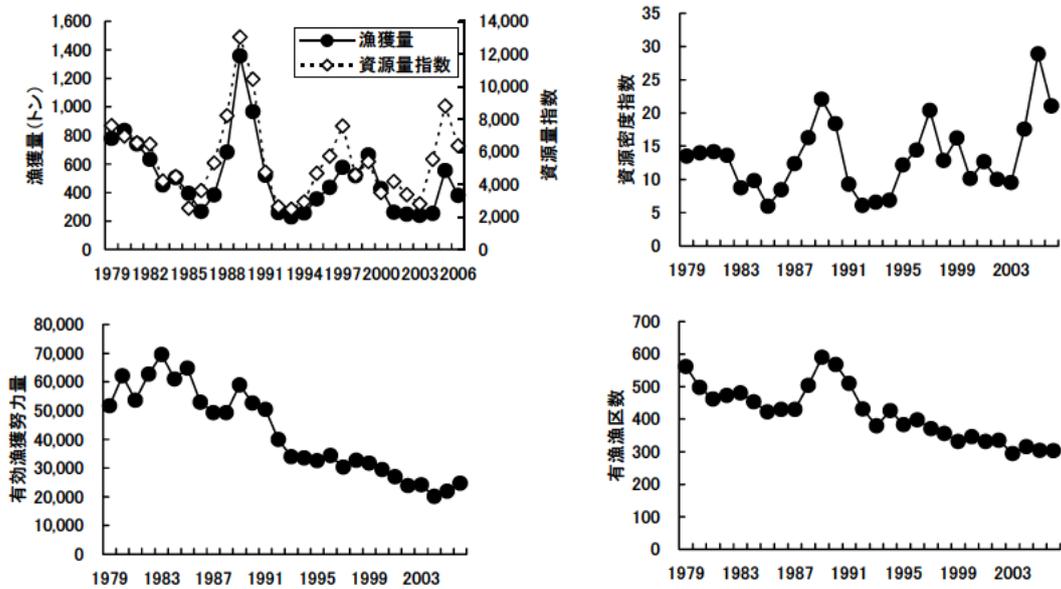


図9 沖合底びき網（1そうびき）によるマダラの漁獲動向
資源量指数：漁区（10分刻み）ごとの CPUE(kg/網)の総和
資源密度指数：資源量指数／有漁漁区数

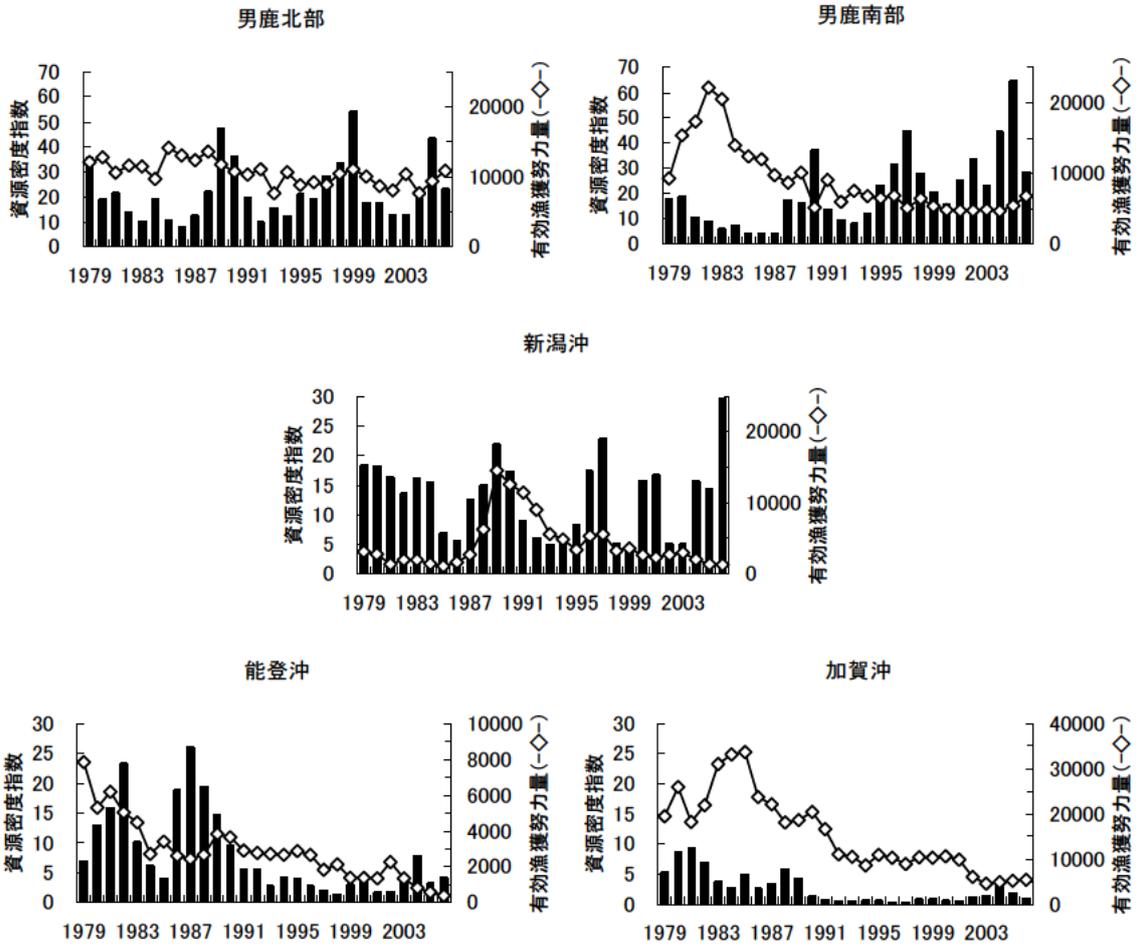


図 10 沖合底びき網（1そうびき）によるマダラの海区別の漁獲動向

男鹿の北部と南部の資源密度指数のスケールが、他の海区の2倍強であることに注意
 能登沖と加賀沖の有効漁獲努力量のスケールが、他の海区と異なっていることに注意
 海区：日本海区水産研究所（2006）に基づく

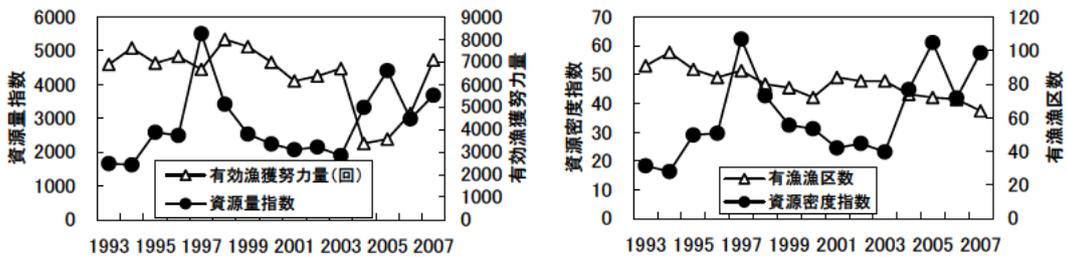


図 11 日本海における1～2月の沖合底びき網（1そうびき）によるマダラの漁獲動向

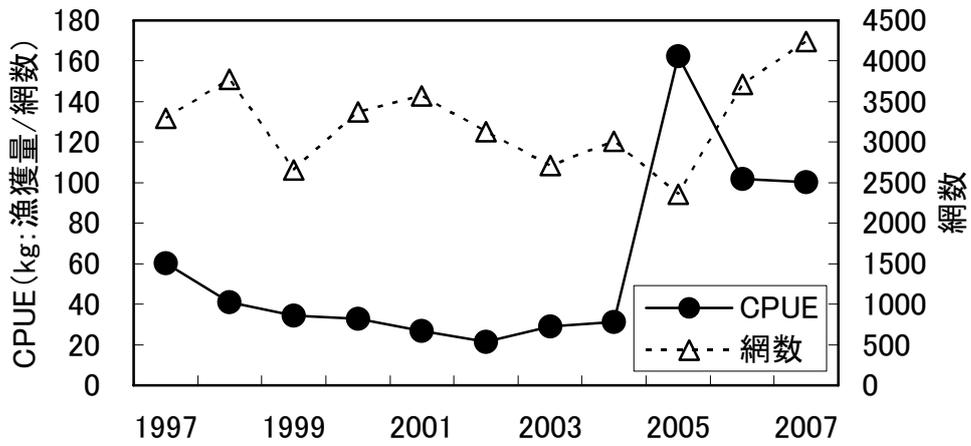


図 12 山形県の小型底びき網によるマダラの漁獲動向 (1～2月:漁区番号29・135)

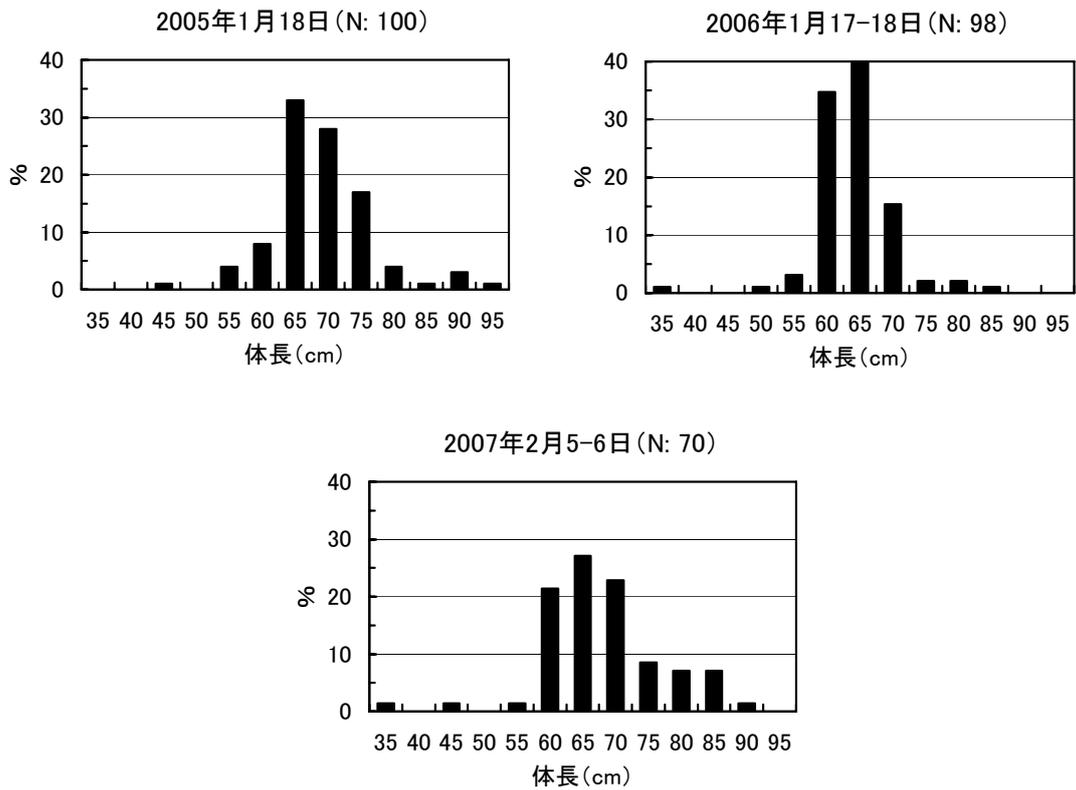


図 13 青森県の刺網漁船が漁獲したマダラの体長組成

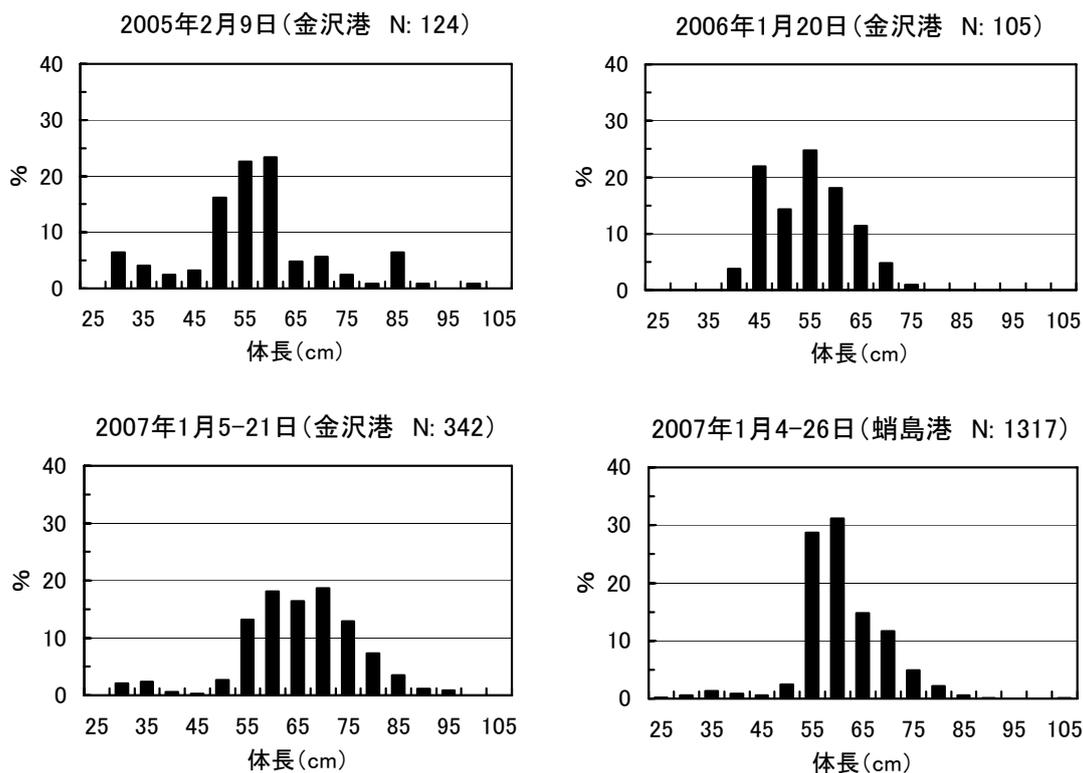


図 14 石川県の底びき網漁船が漁獲したマダラの体長組成 (対象: 25cm 以上)
 2007 年は、「日本海中部海域マダラ栽培漁業資源回復等対策事業」のデータを一部使用。ただし、全長データは桜井・福田(1984)に基づき体長に換算

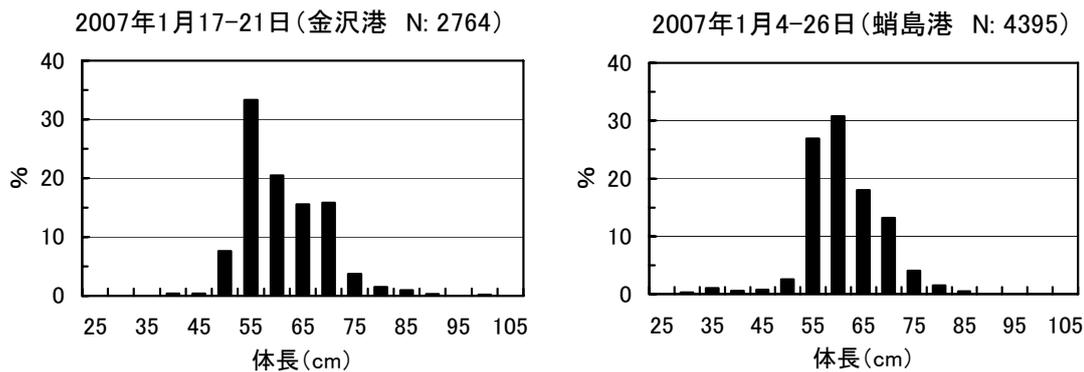


図 15 石川県の刺網漁船が漁獲したマダラの体長組成 (対象: 25cm 以上)
 「日本海中部海域マダラ栽培漁業資源回復等対策事業」のデータを一部使用
 ただし、全長データは桜井・福田(1984)に基づき体長に換算

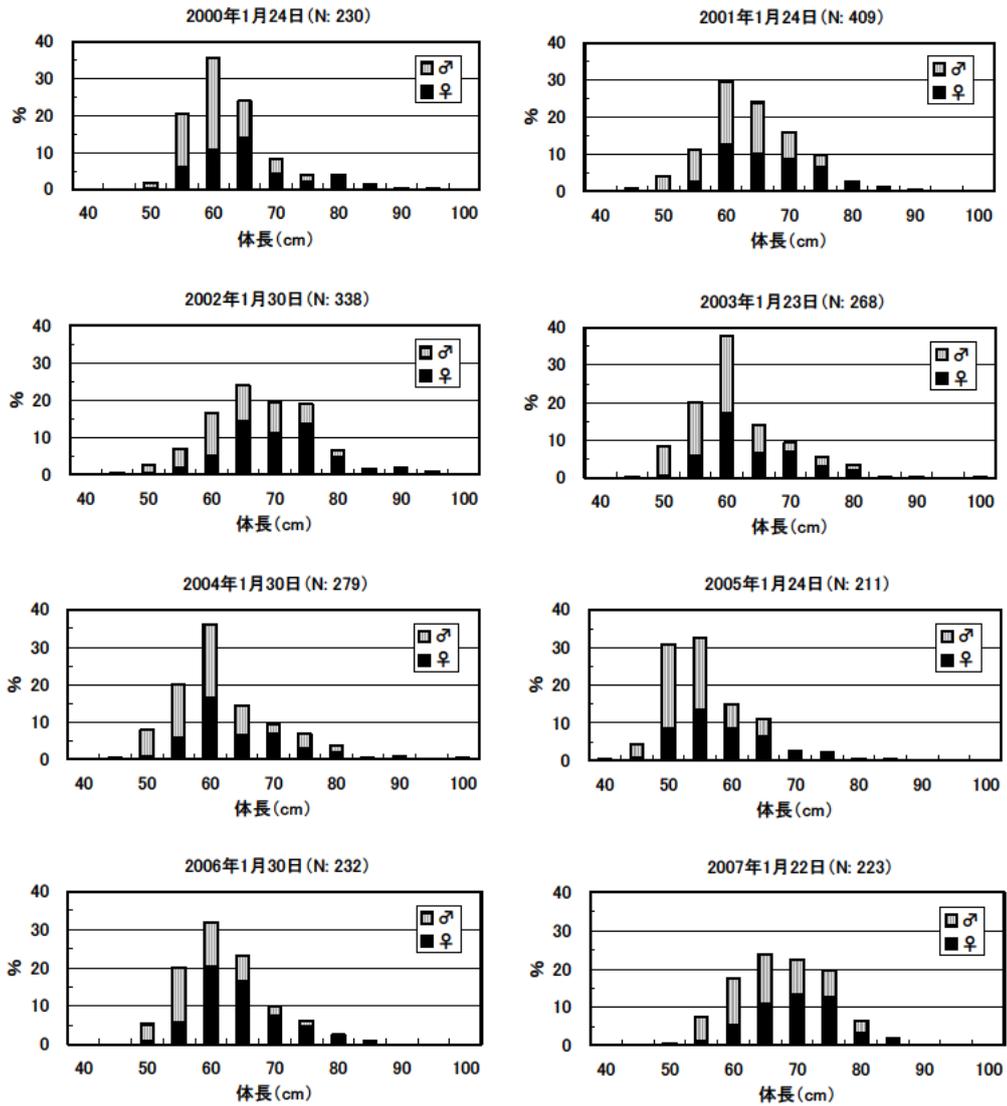


図 16 山形県の小型底びき網漁船が漁獲したマダラの体長組成

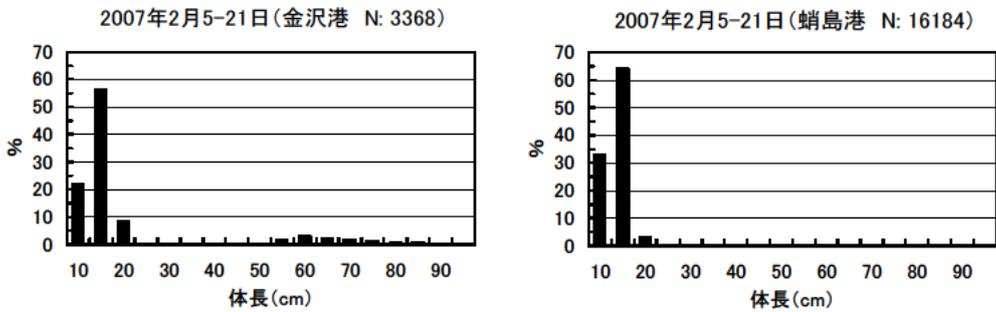


図 19 2007年2月に石川県の底びき網漁船が漁獲したマダラの体長組成
「日本海中部海域マダラ栽培漁業資源回復等対策事業」のデータを一部使用
ただし、全長データは桜井・福田(1984)に基づき体長に換算

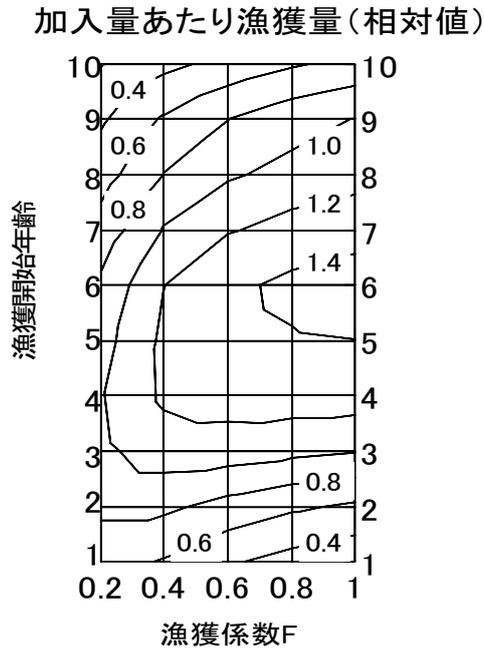


図 17 マダラの等量線図 (等漁獲量曲線)

自然死亡係数 (M) は、田内・田中の式 (田中 1960) を使用し、
寿命を 10 歳として、0.25 とした

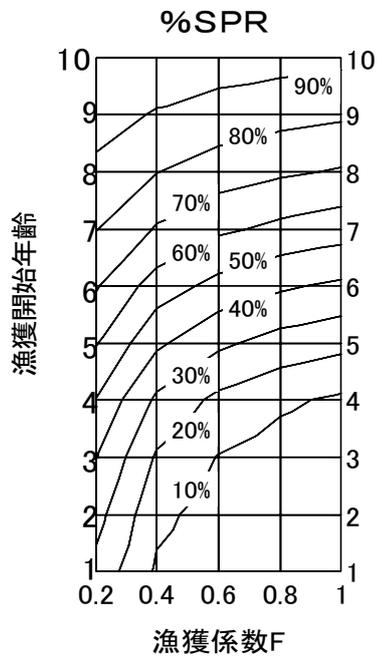


図 18 マダラの等産卵資源量図

図 17 の仮定に加え、4 歳で全ての個体が成熟し、成熟個体
1 尾が産む卵の量 (数) が魚体重に比例すると仮定した

付表

付表1 日本海におけるマダラ漁獲量（単位：トン）

年	青森	秋田	山形	新潟	富山	石川	北区計	西区*1
1964	85	555	134	210	536	1,837	3,357	1,022
1965	63	347	158	337	557	2,421	3,883	587
1966	57	277	231	438	402	1,745	3,150	403
1967	58	428	364	444	141	1,154	2,589	256
1968	37	306	300	431	127	1,057	2,258	529
1969	19	471	301	479	126	988	2,384	1,113
1970	19	332	178	341	59	746	1,675	77
1971	45	497	154	398	70	835	1,999	37
1972	37	329	130	331	181	872	1,880	18
1973	73	313	155	432	126	730	1,829	119
1974	123	453	301	588	110	711	2,286	416
1975	128	989	515	483	148	900	3,163	270
1976	299	1,161	519	671	127	1,225	4,002	216
1977	468	1,498	407	558	108	1,178	4,217	229
1978	351	895	445	425	107	1,691	3,914	138
1979	355	790	500	482	50	1,180	3,357	250
1980	421	818	330	229	66	858	2,722	276
1981	407	811	250	276	55	985	2,784	462
1982	508	528	209	280	83	1,967	3,575	359
1983	289	451	182	266	51	950	2,189	169
1984	658	457	293	287	39	874	2,608	148
1985	368	291	261	377	50	895	2,242	105
1986	245	201	148	340	72	1,101	2,107	106
1987	240	238	150	464	127	843	2,062	197
1988	484	508	507	832	110	1,192	3,633	156
1989	1,055	750	715	1,159	80	1,415	5,174	161
1990	945	762	493	883	77	1,277	4,437	116
1991	603	368	202	397	29	672	2,271	54
1992	368	214	140	240	17	376	1,355	39
1993	314	161	85	235	9	234	1,038	27
1994	331	230	98	193	19	365	1,236	25
1995	456	350	149	198	12	312	1,477	28
1996	490	448	277	320	7	203	1,745	24
1997	617	674	344	347	4	154	2,140	27
1998	685	608	265	166	5	113	1,842	29
1999	790	596	171	156	19	174	1,906	26
2000	569	436	204	198	11	263	1,681	30
2001	275	384	174	222	12	217	1,284	35
2002	199	457	157	187	13	239	1,252	66
2003	252	348	188	203	24	299	1,314	92
2004	277	412	367	339	22	542	1,959	108
2005	484	684	655	766	27	408	3,024	140
2006*2	352	611	644	896	14	590	3,107	231

各府県の農林水産統計年報に基づく

*1 福井～鳥取

*2 2006年は速報値

付表2 沖合底びき網（1そうびき）によるマダラの漁獲動向

年	漁獲量（トン）	有効漁獲努力量 ^{*1}	有漁漁区数	資源密度指数 ^{*2}	資源量指数 ^{*3}
1979	779	51,702	562	13.5	7,597
1980	835	62,132	498	14.0	6,969
1981	740	53,627	462	14.2	6,540
1982	632	62,652	473	13.7	6,463
1983	453	69,502	481	8.7	4,197
1984	503	60,965	454	9.8	4,471
1985	393	64,732	423	6.0	2,529
1986	267	52,983	430	8.4	3,625
1987	383	49,327	430	12.4	5,318
1988	684	49,267	504	16.3	8,222
1989	1,357	58,923	590	22.1	13,041
1990	966	52,641	568	18.4	10,451
1991	521	50,353	510	9.3	4,745
1992	259	39,899	431	6.1	2,628
1993	228	33,898	379	6.6	2,496
1994	257	33,550	426	6.9	2,938
1995	355	32,500	383	12.2	4,670
1996	435	34,327	398	14.4	5,729
1997	576	30,326	371	20.4	7,571
1998	518	32,603	356	12.8	4,572
1999	663	31,646	332	16.2	5,390
2000	427	29,430	346	10.1	3,498
2001	263	26,939	331	12.7	4,190
2002	247	23,819	335	10.0	3,365
2003	238	24,151	294	9.5	2,799
2004	254	20,069	315	17.6	5,533
2005	554	21,927	305	28.9	8,811
2006	381	24,677	303	21.0	6,376

沖合底びき網統計による（加賀沖以北を集計）

*1 各月海区別の（漁獲量×有漁漁区数／資源量指数）の総和

*2 資源量指数／有漁漁区数

*3 漁区（10分刻み）ごとのCPUE(kg/網)の総和