

平成 28（2016）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、藤原邦浩、上田祐司、佐久間啓）

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

要 約

本系群の 2000 年以降の資源量および親魚量についてコホート解析により計算した。資源量は 2005 年に 1.38 万トンとピークとなり、その後 2012 年に 1.22 万トンとやや低い値を示すものの安定して推移し、2015 年は 1.37 万トンと推定された。親魚量は 2005 年に 86 百トンとピーク後、2011 年に 65 百トンまで下がったが、以後増加し、2015 年は 83 百トンであった。最も低い親魚量でも比較的良好な加入が生じた 2000 年の親魚量 39 百トンを当面の Blimit とした。資源の水準は、親魚量から判断し、高位と中位の境は最高値（86 百トン）と Blimit である 2000 年の親魚量（39 百トン）との中間（63 百トン）とした。中位と低位の境は Blimit とした。2015 年の親魚量（83 百トン）は高位と中位の境を上回ることから、資源の水準は高位、直近 5 年（2011～2015 年）の資源量の推移から動向は横ばいと判断した。基本規則の 1-1)-(1)を適用し、今後も資源を持続的に利用できるよう、親魚量の維持を目標に、Fmed を管理基準値として、2017 年 ABC を算定した。

管理基準	Target/ Limit	F 値	漁獲割合 (%)	2017 年 ABC (百トン)	Blimit= 39 百トン
					親魚量 5 年後 (百トン)
Fmed	Target	0.31	20	26	91
	Limit	0.39	24	31	78

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、管理基準の下でより安定的な資源の維持が期待される F 値による漁獲量である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。F 値は各年齢の漁獲係数を単純平均した値である。漁獲割合は ABC / 資源量である。2015 年の親魚量は 83 百トンである。ABC、親魚量の値は十の位を四捨五入した。

年	資源量 (百トン)	親魚量 (百トン)	漁獲量 (百トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2012	122	71	25	0.41	21
2013	133	76	31	0.40	23
2014	135	83	29	0.41	22
2015	137	83	33	0.41	24
2016	133	78	—	—	—

	指標	水準	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	2000 年水準 (39 百トン)	最も低い親魚量でも比較的良好な加入が生じた年に対応する値。
2015 年	親魚量	2000 年水準以上 (83 百トン)	

水準：高位 動向：横ばい

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別・年別漁獲尾数	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省） 水揚量（青森～石川（6）県） 体長組成調査、精密測定調査（水研、青森県、山形県）
自然死亡係数（M）	年当たり $M=0.28$ を仮定（田内・田中）
漁獲努力量等	漁場別漁獲状況調査 沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）
若齢魚の発生状況	新規加入量調査（青森県：4～9 月、秋田県：9～12 月、山形県：6～7 月、新潟県：4～5 月） 日本海北部底魚資源調査（水研：7～8 月） 日本海ズワイガニ等底魚資源調査（水研：5～6 月）

1. まえがき

本系群は、冬季の重要魚種であり、沖合底びき網、小型底びき網、刺し網、定置網、釣、はえ縄などにより漁獲される。漁期は主に 12～3 月の産卵回遊期で、被鱗体長（以下、「体長」という）50～70cm 台の成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）。このように高齢で漁獲される点は、若齢から漁獲される北海道のマダラ（千村ほか 2016）や太平洋北部系群（成松ほか 2016）と異なり、本系群の特徴の一つである。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は、青森県の日本海側沖合から能登半島周辺の海域にいたる水深 200～400m 前後に広く分布する（図 1）。産卵期に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（菅野ほか 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

本系群のマダラは、体長 50 cm 台の漁獲加入サイズとなるまで一年で 10cm 以上の高い成長を示し、1 歳で体長 18cm、2 歳で 32cm、3 歳で 44cm、4 歳で 55cm、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）。ただし後述の資源計算においては、これまで漁獲物として確認出来た最高年齢 9 歳（後藤・藤原 2015）を寿命として扱った。

本評価報告書でいう年齢はふ化からその年の末までを 0 歳、以降暦年によって 1 歳、2 歳のように加齢する。また、「年級」はふ化時の年（西暦）を指すこととし、例えば 2015 年級群は 2015 年の春先にふ化した群れを指す。

(3) 成熟・産卵

雄は体長 40cm 以上、雌は体長 50cm 以上で成熟すると考えられ（中田ほか 1995）、成熟年齢は 3～4 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。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（與世田ほか 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）。なお、後述の資源計算において成熟率は、2 歳を 0%、3 歳を 50%、4 歳以降を 100%とした（図 3）。

(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、中田ほか 1995）。なお、本種の主たる捕食者は明らかではない。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

1996 年以降の本系群の漁業種類別漁獲量を図 4、表 1 に示した（2015 年は暫定値）。沖合底びき網と小型底びき網からなる底びき網と刺し網が主要な漁業種である。さらに近年、はえ縄の漁獲量も増加しつつある。他には、定置網、釣などによるものである。

(2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量（青森県～石川県）は、1964 年以降 1980 年代末までおよそ 2,000 トンを最低水準に周期的な変動を示してきた（図 5、表 2）。1990 年代から 2000 年代半ばまでは

1,000～2,000 トンの間で変動し、漁獲の主体は青森県と秋田県であった。2004 年以降漁獲量は急増し、2005 年以降は 3,000 トン前後で推移するとともに、全体の漁獲量に占める石川県の漁獲割合が高くなった。2015 年の漁獲量は 3,312 トン（暫定値）であった。なお、1989 年前後にみられた漁獲のピークは、1984 年に発生した卓越年級群によると考えられている（梨田・金丸 1991）。

日本海では、本系群以外に福井県以西でもマダラが漁獲される。福井県から島根県を西部とし、本系群を北部として、日本海全体の漁獲量を図 6 と表 2 にまとめた。西部では、1970 年代から 1990 年ま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、全体の 97%以上が北部で漁獲されていた。2000 年代に入ると、西部の漁獲量が漸増傾向を示し（森脇 2009）、2011 年以降は全体の 20%台を占めている。この群れの主体は、本系群が分布する海域よりもさらに西に位置する隠岐諸島以西に分布するとともに、漁獲動向から判断して、韓国近海に産卵場を持つ群れと考えられる（補足資料 4、5 参照）。

（3）漁獲努力量

沖合底びき網（1 そうびき）の有効漁獲努力量は、かつて 1980 年代は 5 万回から 7 万回の間を推移し高い値を示していた。しかし 1990 年代に減少し、現在は 2 万回から 3 万回の間にある。近年は 2007 年をピークに減少傾向にあり、2011 年にやや増加したものの、2015 年は、全体の漁獲量が急増した 2005 年以降では、2009～2010 年に次いで低い値であった。なお、有漁漁区数は、1990 年前後に 590 まで増加したものの 1990 年代は減少傾向にあった。2000 年代以降増減はあるものの 300 前後から 350 の間で推移している（図 7、表 3：2015 年は暫定値。計算方法は補足資料 6 を、その他の漁獲量等の動向は、補足資料 7 を参照）。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

本報告では年齢別漁獲尾数に基づくコホート解析により資源量、親魚量を推定した（補足資料 1、2）。親魚量により資源水準を、資源量により資源動向を、それぞれ判断した。なお、年齢別漁獲尾数は、漁業種類別漁獲統計（表 1）、底びき網漁獲物体長組成、刺し網漁獲物体長組成、体長-年齢データに基づいて算出した（補足資料 3）。

（2）資源量指標値の推移

沖合底びき網（1 そうびき）によるマダラの資源量指数と資源密度指数の経年変化について、補足資料 7 の補足図 7-2 に示した（表 3：計算方法は補足資料 6 を参照）。両指数は、本系群の分布範囲のより北に位置する男鹿（北部と南部）の資源状況を反映しているものと判断される。

（3）漁獲物の年齢組成

2000～2015 年の年齢別漁獲尾数を図 8、補足資料 8 に示す（計算方法は補足資料 3 を参

照)。2000 年代前半は 500 千尾を下回って推移したが、2005 年に急増し、その後 600 千～900 千尾の間で変動し、2015 年は 857 千尾であった。刺し網では 5～7 歳魚が漁獲の主体であったが、底びき網も含め全体でみると 4～7 歳魚が多く漁獲された。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

コホート解析（補足資料 2 を参照）で推定した 2 歳以上の年齢別資源尾数、資源量、漁獲割合を図 9～10、表 4、補足資料 8 に示す。年齢別資源尾数は、2000 年以降増加し、2004 年からは 7,000 千尾前後で推移した。2013 年のピーク後、減少し、2015 年は 6,703 千尾であった。資源量は 2000 年の 6,899 トンから 2005 年の 13,790 トンまで増加した。その後 2012 年に 12,213 トンとやや低い値を示すものの安定して推移し、2015 年は 13,666 トンと推定された。漁獲割合は 2001～2004 年は 10% 台であったが、2005 年以降は 20% 台となり、2011 年に 30% に達した。しかし、その後 20% 台前半で推移し、2015 年は 24% であった。

親魚量と加入量の推移を図 11、表 4、補足資料 8 に示す。親魚量は 2000 年の 3,944 トンから 2005 年の 8,621 トンまで増加した。2011 年に 6,513 トンまで下がったが、その後増加し 2015 年は 8,347 トンであった。本報告では加入量として 2 歳魚の資源尾数を用いた。加入量は、2000 年が 2,426 千尾、翌 2001 年は 2,742 千尾と最も多く、以後 2008 年まで 2,000 千尾前後で推移し、2009～2011 年はやや増加し 2,500 千尾を超えた。その後減少し、直近の 2013 年の加入量は 1,911 千尾であった。なお、2011～2014 年の加入量（2 歳魚）と 4 歳魚の資源尾数（本格的な漁獲対象の年齢）を遡及的解析（山田・田中 1999）により調べた結果を補足資料 9 に示した。

親魚量と加入量の関係を図 12 に示す。明瞭な再生産関係は認められなかった。再生産成功率は 2000～2001 年で高く、2003 年以降は 0.3～0.4 前後で比較的安定して推移している（図 13、表 4）。2000～2012 年の RPSmed は 0.29 尾/kg であった。

漁獲係数 F の経年変化を図 14 に示す。年齢により F の変動傾向は異なるが、総じて 2000 年代前半は低く、その後高い値がみられた。特に資源量が増加した 2005 年以降では、2007 年に 6 歳魚以上で、2011 年には 5～7 歳魚で F が増加した。 F の単純平均値は、2006 年まで 0.4 を下回り、その後 0.4 前後（2007 年と 2011 年のみ 0.5 前後）で推移し、2015 年（ F_{current} ）は、0.41 であった。

コホート計算に使用した自然死亡係数 (M) の値が資源計算に与える影響をみるために、 M を変化させた場合の 2015 年の資源量、親魚量、加入量を図 15 に示す。 M の $\pm 36\%$ の増減に対し、資源量は -17～24% の増減、親魚量は -20～28% の増減、加入量は -33～55% の増減がみられた。

(5) Blimit の設定

親魚量は、2000 年に 3,944 トンの最低値を示した（図 11）。この低い親魚量にもかかわらず、比較的良好な加入が生じた（図 12、13）。そこで、この年の親魚量を、資源を維持するための最低レベルとし、39 百トン（十の単位を四捨五入）を Blimit とした。ただし、親魚量は 39 百トンから 80 百トン台とその変動幅は小さく、得られているデータ数も 13 年分と少ないことに加えて、明瞭な再生産関係は認められない（図 12）。以上のことから、

提案した 39 百トン、データの蓄積による Blimit の設定が可能となるまでの当面の Blimit とした。2015 年の親魚量（8,347 トン）は Blimit を上回っている。

(6) 資源の水準・動向

資源の水準は、親魚量から判断し（図 16）、高位と中位の境は最高値（86 百トン）と Blimit である 2000 年の親魚量（39 百トン）との中間（63 百トン）とした。中位と低位の境は Blimit とした。

2015 年の親魚量（83 百トン）は高位と中位の境（63 百トン）を上回ることから、資源水準は高位と判断した（図 16）。動向について、直近 5 年間（2011～2015 年）の資源量の推移から横ばいと判断した（図 10）。

(7) 今後の加入量の見積もり

2016 年以降の加入量（2 歳魚の資源尾数）は、2 年前の親魚量に RPSmed（2000～2012 年）である 0.29 を乗じることで算出した。ただし、過去の 2 歳魚の資源尾数の最高値（2003 年：2,742 千尾）を上限とした。

本系群の資源量は、「(2) 漁獲量の推移」でみたとおり、過去に大きく増減してきたと考えられる（図 5）。資源量の変動を把握する上で、今後の加入量の見積もりは重要である。日本海では、青森県、秋田県、山形県、新潟県、そして日本海区水産研究所がマダラ稚魚・幼魚に関わる調査（新規加入量調査を含む）を実施している。結果の概要を補足資料 10 にまとめた。2006 年以降についてみると、総じて 2007 年級の採集量は少なく、一方 2014 年級は全体に多い傾向が認められた（補足資料 5 も参照）。

(8) 生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

年齢別選択率が 2015 年と同じと仮定し、F 値を変化させた場合の加入量当たり親魚量（SPR）と加入量当たり漁獲量（YPR）を図 17 に示す。2015 年の F 値（Fcurrent : 0.41）は、再生産成功率（RPS）を 2000～2012 年の中央値と仮定して計算した Fmed（0.39）、そして Fmax（0.28）や F0.1（0.18）を上回り、F30%SPR（0.59）よりも低い値であった。

5. 2017 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

資源量は 2000 年以降増加し、2005 年に 1.38 万トンとピークとなり、その後 2012 年に 1.22 万トンとやや低い値を示すものの安定して推移し、2015 年は 1.37 万トンと推定された。親魚量から資源水準は高位、直近 5 年間の資源量の変化から動向は横ばいと判断した。今後も資源を持続的に利用できるよう親魚量を維持することを管理目標とした。

(2) ABC の算定

資源量を推定しており、親魚量は Blimit を上回っているため、ABC 算定のための基本規則 1-1)-(1)を使用して 2017 年 ABC を算定した。ABC を算定するための管理基準値（Limit

値)は、今後も資源を持続的に利用できるよう「親魚量の維持」を目標とし、基準値として F_{med} を採用した。また、不確実性を見込んだ Target 値は $F_{target}=F_{limit} \times \alpha$ とし、 α は基準値の 0.8 とした。

管理基準	Target/ Limit	F 値	漁獲割合 (%)	2017 年 ABC (百トン)
Fmed	Target	0.31	20	26
	Limit	0.39	24	31

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、管理基準の下でより安定的な資源の維持が期待される F 値による漁獲量である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。F 値は各年齢の漁獲係数を単純平均した値である。漁獲割合は ABC / 資源量である。2015 年の親魚量は 83 百トンである。ABC、親魚量の値は十の位を四捨五入した。

(3) ABC の評価

ABC 算定と同じ仮定のもとで、2015 年の年齢別選択性のもと F 値を変化させた場合の漁獲量、資源量、そして親魚量を下表と図 18 に示す。現在の F 値 (2015 年の F 値、 $F_{current}$) は「親魚量を維持する」ための F 値 (F_{med}) よりわずかに高く、加入量当たり漁獲量が最大となる F 値 (F_{max}) よりも 0.1 以上高い。漁獲量はこの順番で多いものの 5 年後の 2021 年にはどの F 値でもほぼ同じになると予測された。資源量と親魚量は F_{max} で大きく増加し、一方 $F_{current}$ と F_{med} はほとんど変化しないと予測された。

F	管理基準	漁獲量（百トン）						
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0.23	0.8Fmax	33	34	20	22	24	25	27
0.28	Fmax	33	34	24	26	27	28	29
0.31	0.8 Fmed	33	34	26	27	28	29	30
0.33	0.8Fcurrent	33	34	27	28	28	29	30
0.39	Fmed	33	34	31	30	30	30	31
0.41	Fcurrent	33	34	32	31	30	30	31
F	管理基準	資源量（百トン）						
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0.23	0.8Fmax	137	133	130	141	150	158	165
0.28	Fmax	137	133	130	137	143	148	153
0.31	0.8 Fmed	137	133	130	135	139	143	146
0.33	0.8Fcurrent	137	133	130	134	138	140	143
0.39	Fmed	137	133	130	130	131	131	131
0.41	Fcurrent	137	133	130	129	129	129	128
F	管理基準	親魚量（百トン）						
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0.23	0.8Fmax	83	78	86	95	102	106	111
0.28	Fmax	83	78	82	88	92	95	97
0.31	0.8 Fmed	83	78	80	84	88	90	91
0.33	0.8Fcurrent	83	78	79	83	86	88	89
0.39	Fmed	83	78	75	76	78	79	78
0.41	Fcurrent	83	78	74	75	77	77	75

Fcurrent=2015 年の F である。F 値は各年齢の F の単純平均である。

(4) ABC の再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2014 年漁獲量確定値	2014 年漁獲量の確定
年齢別・年別の漁獲尾数（重量）・漁獲係数・資源尾数（重量）	2000～2015 年分

評価対象年 (当初・再 評価)	管理 基準	F 値	資源量 (百トン)	ABClimit (百トン)	ABCtarget (百トン)	漁獲量 (百トン)
2015 年 (当初)	1.0・ Cave3-yr・ 0.95	—	—	30	24	
2015 年 (2015 年 再評価)	1.0・ Cave3-yr・ 0.95	—	—	30	24	
2015 年 (2016 年 再評価)	1.0・ Cave3-yr・ 0.95	—	137	30	24	33
2016 年 (当初)	1.0・ Cave3-yr・ 1.03	—	—	29	23	
2016 年 (2016 年 再評価)	1.0・ Cave3-yr・ 1.03	—	133	29	23	

再評価による資源量、ABC の変更はない。

なお、評価対象年が 2015 年と 2016 年の ABC は、昨年同様、算定規則 2-2)に基づいて再評価した。本年度の評価方法に従い、算定規則 1-1)-(1)に基づき算出した場合、ABClimit は、2015 年が 2015 年の資源量に対し Fmed で管理した場合 32 百トン、2016 年が、2015 年の資源量に対し F2015 で漁獲後、2016 年の資源量に対し Fmed で管理した場合 32 百トンである。ここで Fmed は、本年の評価で用いた値と同様で、再生産成功率 (RPS) を 2000～2012 年の中央値 (0.29 尾/kg) と仮定した。

6. ABC 以外の管理方策の提言

本系群は、産卵期の成魚が主な漁獲対象となる。したがって、若齢魚への漁獲圧は、北海道のマダラ (千村ほか 2016) や太平洋北部系群 (成松ほか 2016) と比べて低いと判断される。本系群を持続的に利用していく上で、今後も、このような成魚を中心とする漁獲を継続するとともに、現在のような資源の高水準期においても、若齢魚に対してはこれまでと同様に混獲程度の漁獲にとどめることが肝要である。また、若齢魚の漁獲状況は、加入の良否を判断する上で重要な情報となるため、各地先で行っている新規加入量調査等のモニタリング (補足資料 10 参照) を継続していくことも肝要である。

7. 引用文献

千村昌之・田中寛繁・船本鉄一郎(2016)平成 27 (2015) 年度マダラ北海道の資源評価. 平成 27 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 2 分冊, 水産庁・水産総合研究センター, 929-948.

- 後藤常夫・藤原邦浩(2015)平成 26 (2014) 年度マダラ日本海系群の資源評価. 平成 26 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 2 分冊, 924-945.
- 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. 日水誌, **67**, 67-77.
- 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. INPFC 研報, **42**, 172-179.
- 森脇晋平(2009)日本海南西部島根沖合水域におけるタラ類漁獲量の急増現象とその要因. 島根県水産技術センター研報, **2**, 15-18.
- 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.
- 成松庸二・服部 努・柴田泰宙・永尾次郎(2016)平成 27 (2015) 年度マダラ太平洋北部系群の資源評価. 平成 27 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 2 分冊, 水産庁・水産総合研究センター, 949-974.
- 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.
- 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.
- 山田作太郎・田中栄次(1999)水産資源解析学, 成山堂書店, 東京, 151pp.
- 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. マダラ日本海系群の分布域

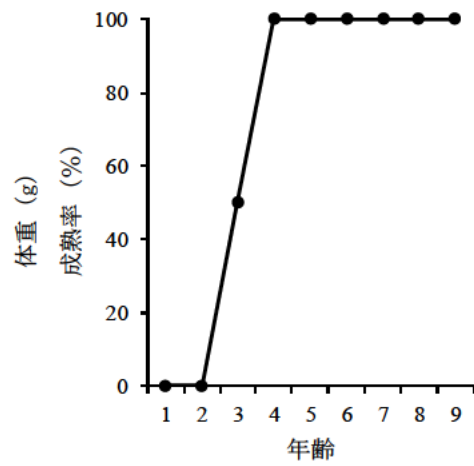
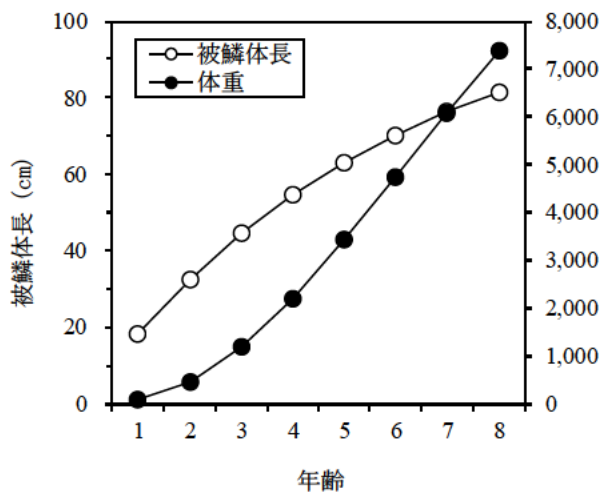


図 2. 日本海におけるマダラの成長様式
年齢-体重は、年齢-体長（柴田 1994）
と体長-体重関係（後藤・藤原 未発
表）より作成（補足資料 2 を参照）。

図 3. 日本海におけるマダラの
年齢と成熟率の関係

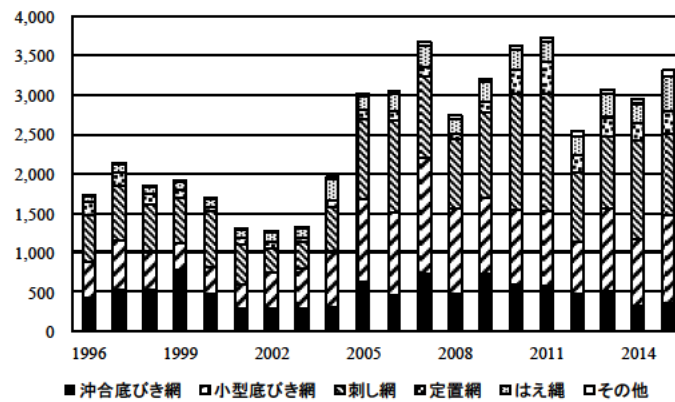


図 4. マダラ日本海系群の漁業種類別漁獲量の経年変化 2015 年は暫定値。

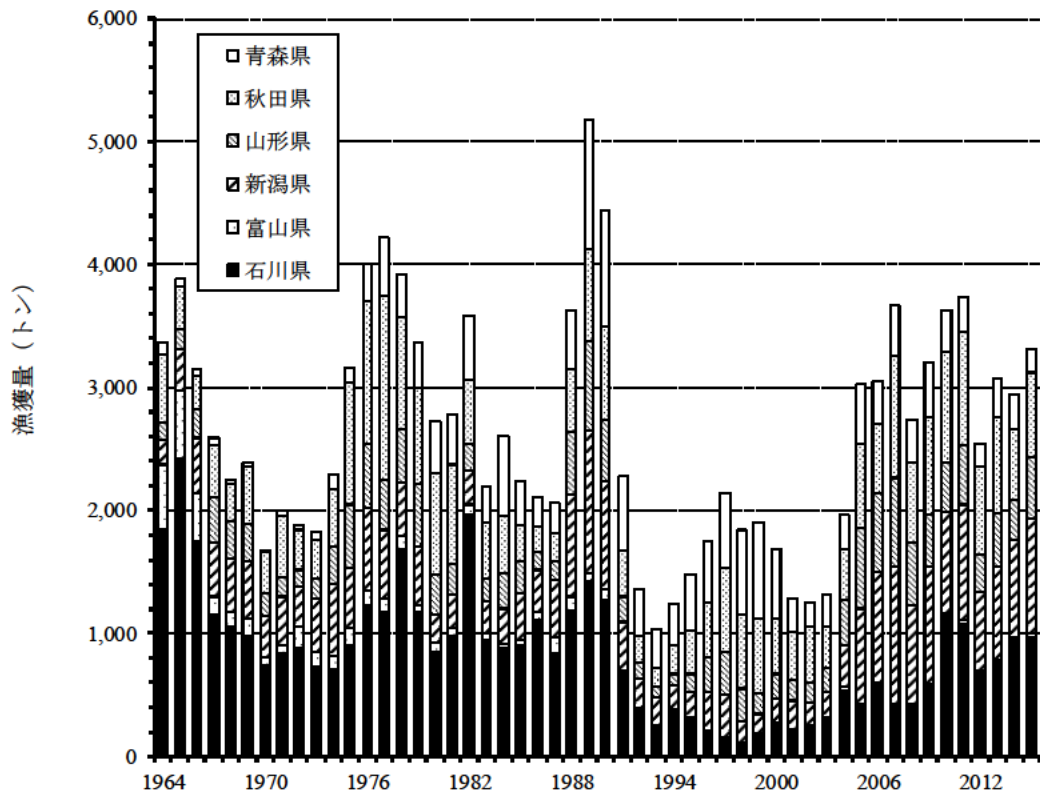


図 5. マダラ日本海系群の漁獲量の経年変化 2015 年は暫定値。

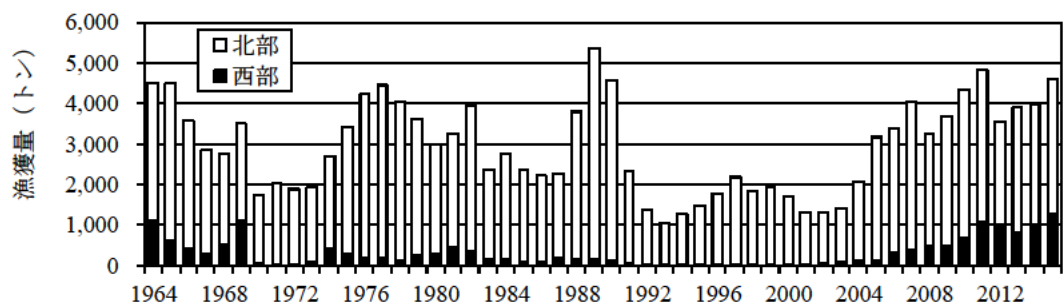


図 6. 日本海におけるマダラ漁獲量の経年変化 2015 年は暫定値。
北部：青森県～石川県、西部：福井県～島根県。

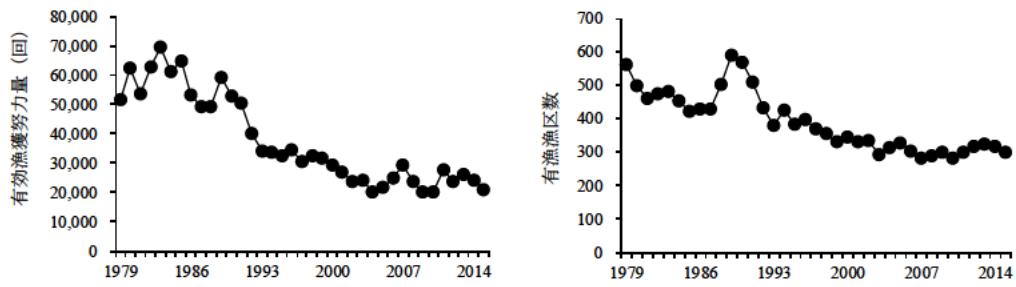


図 7. 沖合底びき網（1 そうびき）によるマダラ日本海系群の有効漁獲努力量と有漁漁区数の推移 2015 年は暫定値。

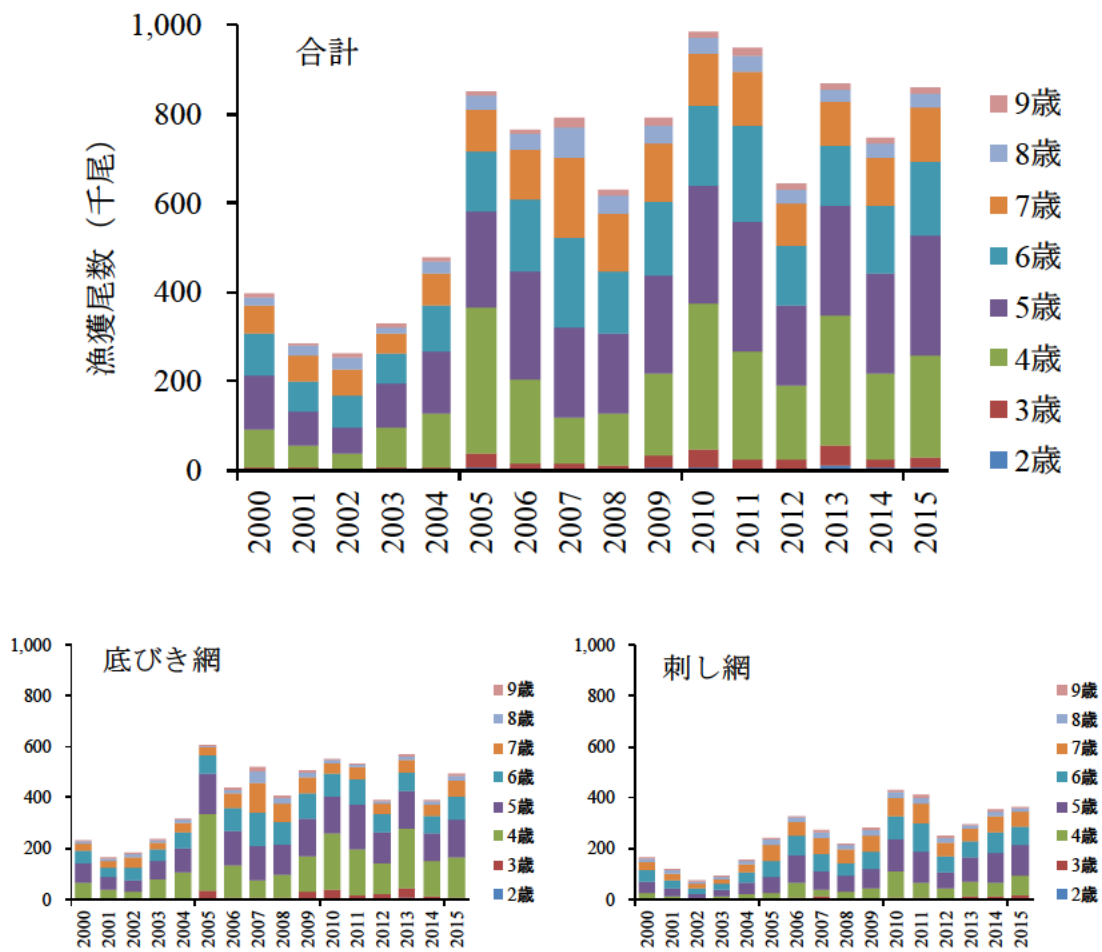


図 8. 年齢別漁獲尾数の推移

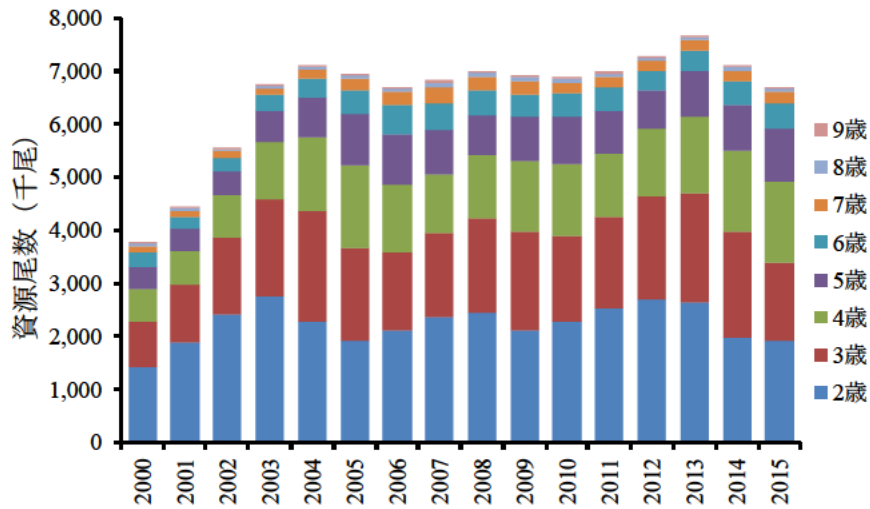


図 9. 年齢別資源尾数の推移

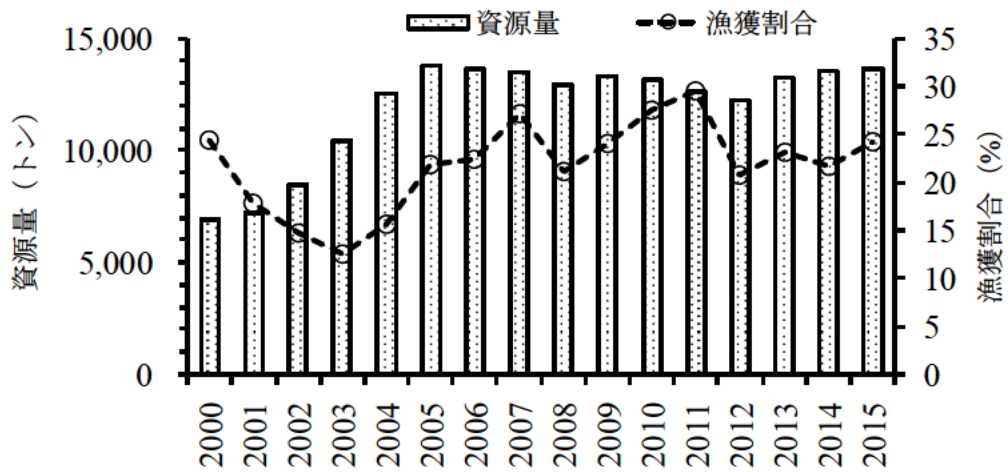


図 10. 資源量と漁獲割合の推移

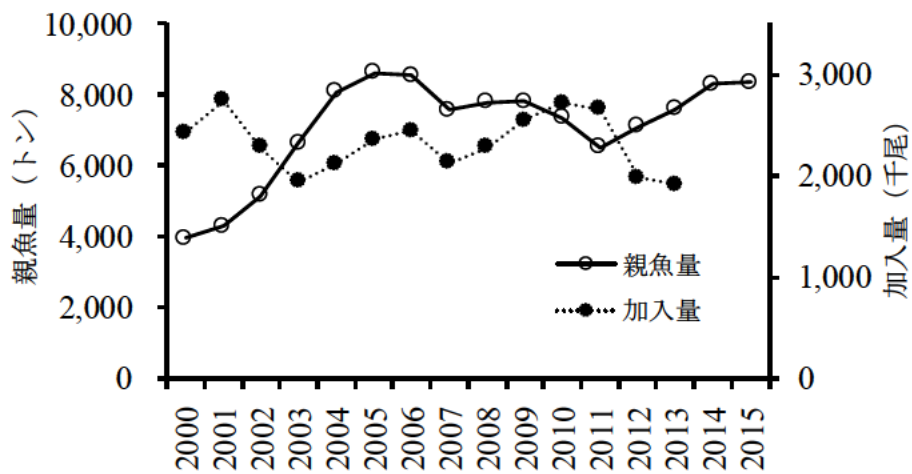


図 11. 親魚量と加入量（2 歳魚）の推移

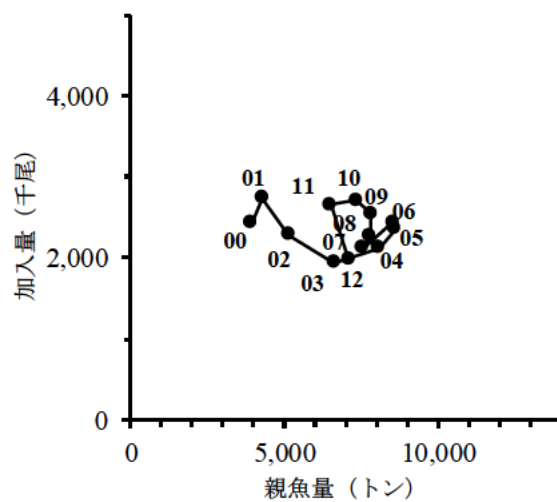


図 12. 親魚量と加入量（2 歳魚）の関係

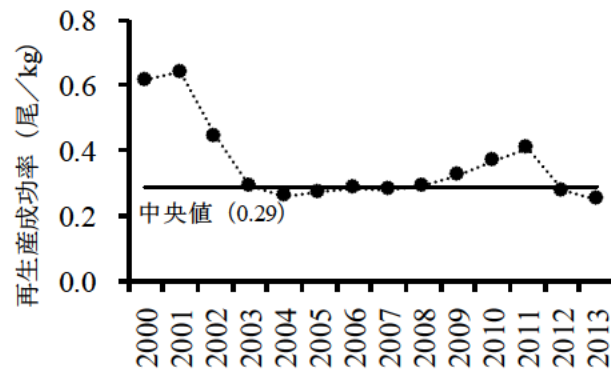


図 13. 再生産成功率の推移

中央値の値は、2000～2012 年のデータで計算。

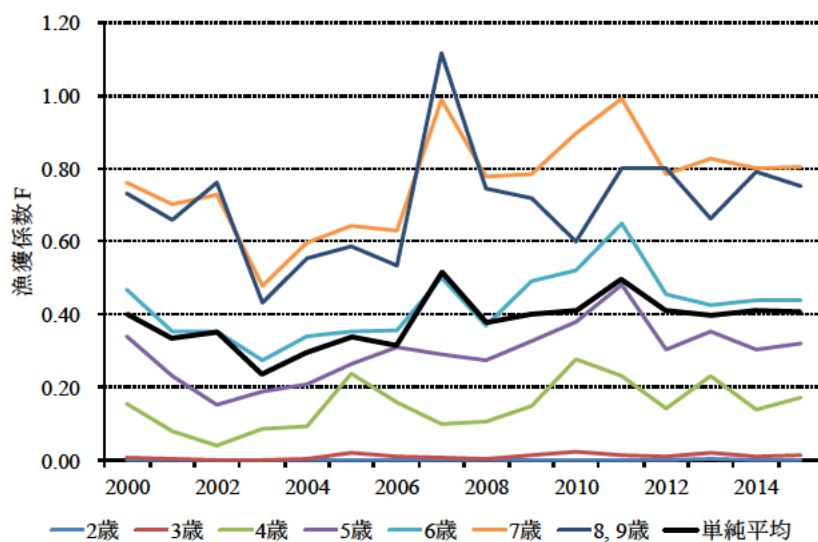


図 14. 各年齢、単純平均の漁獲係数 F の推移

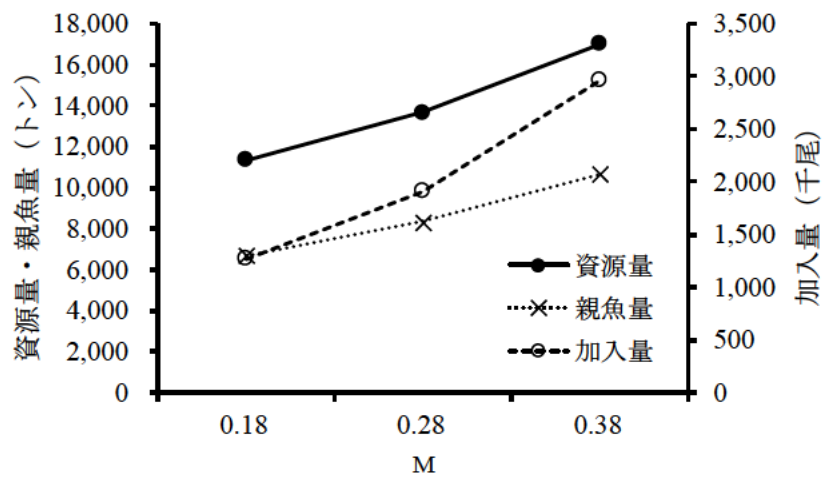


図 15. M と 2015 年の資源量、親魚量、加入量（2 歳魚）の関係

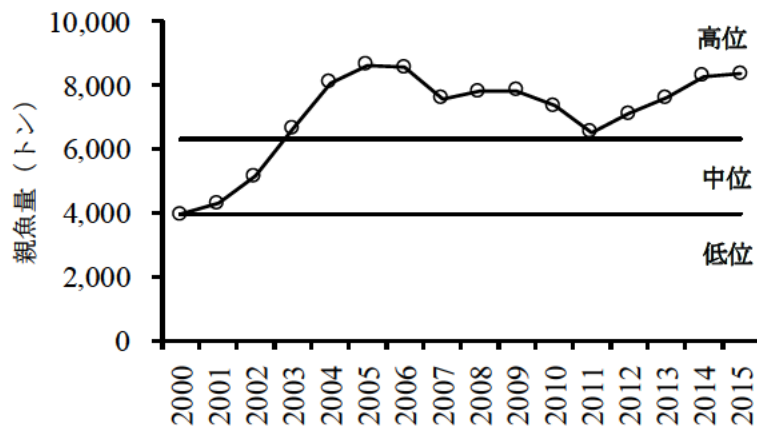


図 16. 親魚量と資源水準

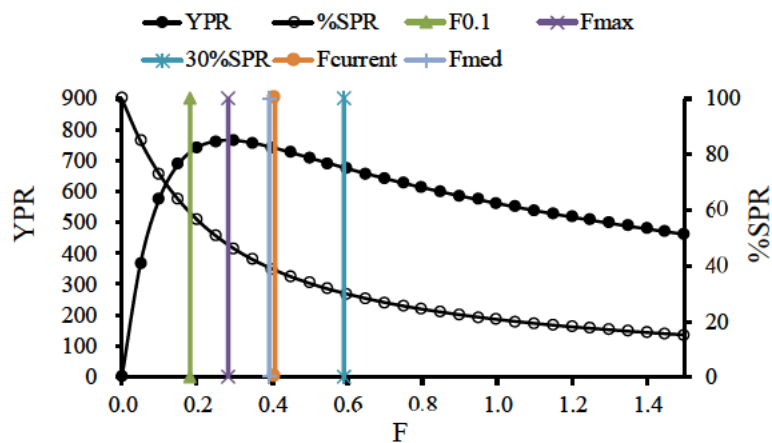


図 17. YPR、%SPR と漁獲係数 F の関係

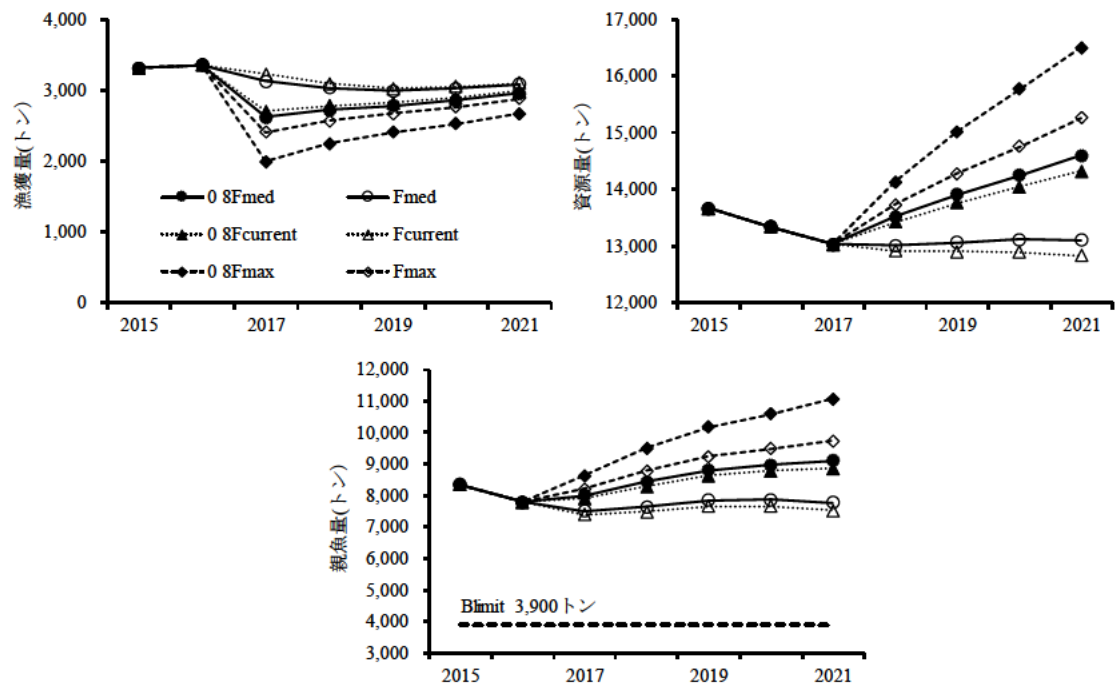


図 18. F の変化による漁獲量（上左図）、資源量（上右図）、親魚量（下図）の予測

表1. 日本海系群における漁業種類別漁獲量 (単位：トン)

年	沖合底びき網	小型底びき網	刺し網	定置網	釣	はえ縄	その他	合計	県別合計 ^{*2}
1996	429	457	593	157	13	87	5	1,741	1,745
1997	531	630	684	165	10	122	1	2,144	2,140
1998	519	490	604	149	5	71	1	1,839	1,842
1999	795	335	570	99	4	103	1	1,906	1,906
2000	474	346	705	56	5	95	1	1,681	1,681
2001	279	318	511	89	4	83	3	1,287	1,284
2002	278	472	299	84	4	111	2	1,250	1,252
2003	275	524	347	49	7	109	3	1,314	1,314
2004	309	709	574	64	20	276	7	1,959	1,959
2005	631	1,056	1,018	112	34	167	6	3,023	3,024
2006	445	1,062	1,172	109	31	225	12	3,055	3,055
2007	731	1,471	1,036	115	29	282	5	3,669	3,669
2008	470	1,103	874	64	17	193	17	2,738	2,737
2009	731	961	1,091	129	17	261	15	3,205	3,203
2010	606	936	1,472	293	37	261	18	3,623	3,625
2011	578	957	1,486	401	32	241	37	3,732	3,735
2012	473	670	879	206	30	245	38	2,541	2,543
2013	505	1,059	916	239	21	292	38	3,070	3,071
2014	314	865	1,246	221	28	236	24	2,934	2,937
2015 ^{*1}	355	1,114	1,050	268	36	457	36	3,315	3,312

*1：暫定値。

*2：表2中の各県漁獲量の合計値。

表 2. 日本海におけるマダラ漁獲量（単位：トン）

年	青森 ^{*1}	秋田	山形	新潟	富山	石川	北部計	西部 ^{*2}
1964	85	555	134	210	536	1,837	3,357	1,118
1965	63	347	158	337	557	2,421	3,883	619
1966	57	277	231	438	402	1,745	3,150	417
1967	58	428	364	444	141	1,154	2,589	274
1968	37	306	300	431	127	1,057	2,258	530
1969	19	471	301	479	126	988	2,384	1,131
1970	19	332	178	341	59	746	1,675	80
1971	45	497	154	398	70	835	1,999	38
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	420
1975	128	989	515	483	148	900	3,163	273
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	139
1979	355	790	500	482	50	1,180	3,357	251
1980	421	818	330	229	66	858	2,722	277
1981	407	811	250	276	55	985	2,784	468
1982	508	528	209	280	83	1,967	3,575	369
1983	289	451	182	266	51	950	2,189	185
1984	658	457	293	287	39	874	2,608	158
1985	368	291	261	377	50	895	2,242	113
1986	245	201	148	340	72	1,101	2,107	118
1987	240	238	150	464	127	843	2,062	207
1988	484	508	507	832	110	1,192	3,633	168
1989	1,055	750	715	1,159	80	1,415	5,174	183
1990	945	762	493	883	77	1,277	4,437	136
1991	603	368	202	397	29	672	2,271	57
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	29
1996	490	448	277	320	7	203	1,745	39
1997	617	674	344	347	4	154	2,140	29
1998	685	608	265	166	5	113	1,842	33
1999	790	596	171	156	19	174	1,906	31
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	67
2003	252	348	188	203	24	299	1,314	101
2004	277	412	367	339	22	542	1,959	121
2005	484	684	655	766	27	408	3,024	156
2006	352	559	644	896	14	590	3,055	331
2007	410	998	717	1,112	8	424	3,669	381
2008	352	649	509	796	9	422	2,737	502
2009	447	799	422	949	8	578	3,203	491
2010	335	900	399	820	11	1,160	3,625	705
2011	284	926	473	944	22	1,086	3,735	1,076
2012	181	729	300	641	14	678	2,543	1,011
2013	312	779	441	755	15	769	3,071	844
2014	274	582	329	781	28	943	2,937	1,034
2015 ^{*3}	195	686	498	935	28	970	3,312	1,287

各府県農林水産統計年報、漁業・養殖業生産統計年報に基づく。

*1 岩崎～小泊。

*2 福井～島根。

*3 暫定値。

表 3. 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（回） ^{*1}	有漁漁区数 ^{*1}	資源量指数 ^{*1}	資源密度指数 ^{*1}
1979	780	51,702	562	7,597	13.5
1980	835	62,132	498	6,969	14.0
1981	740	53,627	462	6,540	14.2
1982	632	62,652	473	6,463	13.7
1983	453	69,502	481	4,197	8.7
1984	503	60,965	454	4,471	9.8
1985	393	64,732	423	2,529	6.0
1986	267	52,983	430	3,625	8.4
1987	383	49,327	430	5,318	12.4
1988	684	49,267	504	8,222	16.3
1989	1,357	58,923	590	13,041	22.1
1990	966	52,641	568	10,451	18.4
1991	521	50,353	510	4,745	9.3
1992	259	39,899	431	2,628	6.1
1993	228	33,898	379	2,496	6.6
1994	257	33,550	426	2,938	6.9
1995	355	32,500	383	4,670	12.2
1996	435	34,327	398	5,729	14.4
1997	576	30,326	371	7,571	20.4
1998	518	32,603	356	4,572	12.8
1999	663	31,646	332	5,390	16.2
2000	427	29,430	346	3,498	10.1
2001	263	26,939	331	4,190	12.7
2002	247	23,819	335	3,365	10.0
2003	238	24,151	294	2,799	9.5
2004	254	20,069	315	5,533	17.6
2005	449	21,755	329	8,174	24.8
2006	381	24,677	303	6,376	21.0
2007	638	29,154	281	6,271	22.3
2008	463	23,608	290	7,068	24.4
2009	598	20,152	301	11,561	38.4
2010	532	20,117	282	10,546	37.4
2011	494	27,763	301	6,509	21.6
2012	430	23,500	318	5,948	18.7
2013	446	26,205	325	6,883	21.2
2014	305	23,930	317	5,556	17.5
2015 ^{*2}	335	20,748	301	5,859	19.5

沖合底びき網統計による。

*1 各項目については、補足資料 6 を参照。

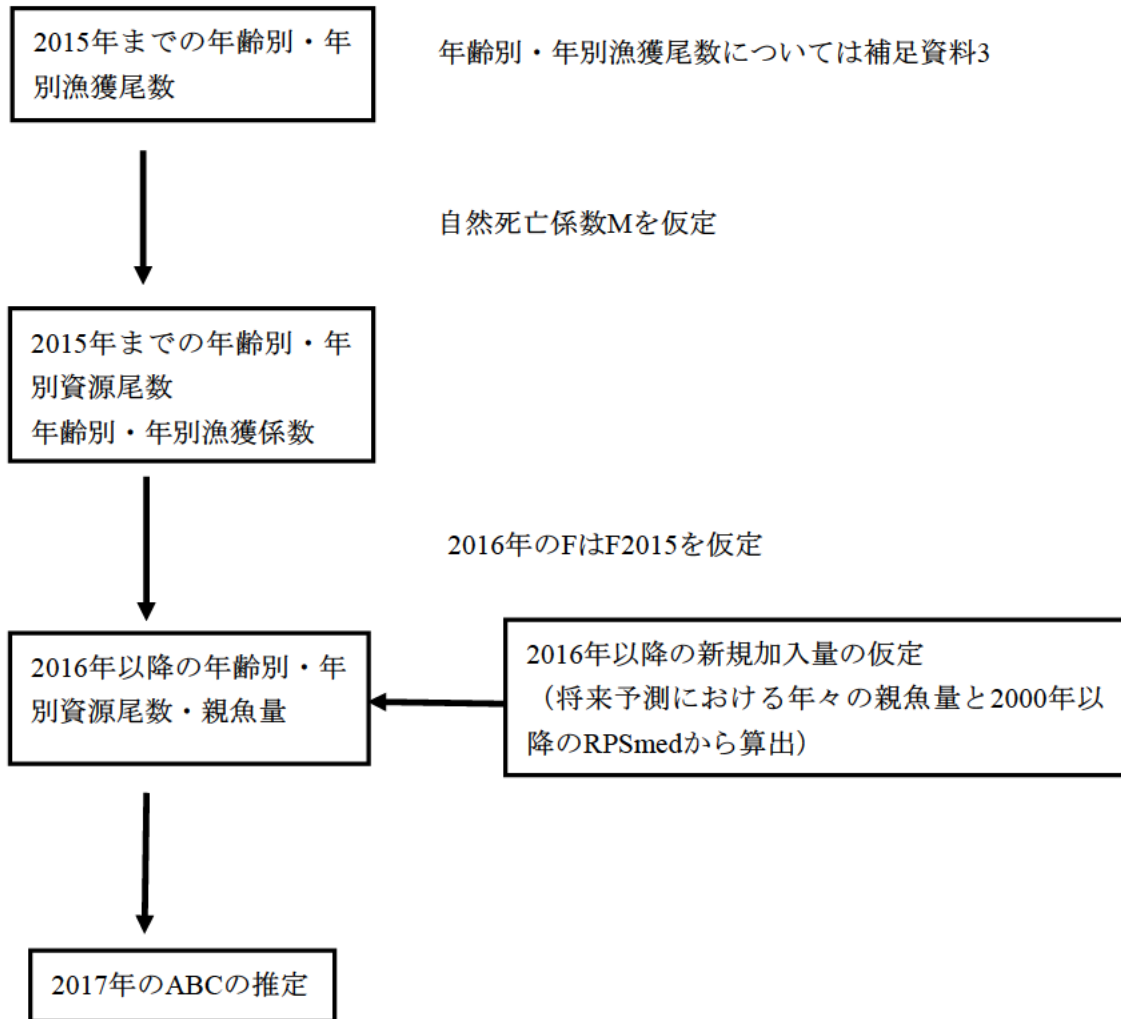
*2 暫定値。

表 4. マダラ日本海系群の資源解析結果

年	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	2歳加入尾数 (千尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
2000	1,681	6,899	3,944	2,426	24	0.62
2001	1,284	7,201	4,290	2,742	18	0.64
2002	1,252	8,491	5,144	2,282	15	0.44
2003	1,314	10,451	6,631	1,936	13	0.29
2004	1,959	12,530	8,083	2,119	16	0.26
2005	3,024	13,790	8,621	2,354	22	0.27
2006	3,055	13,682	8,544	2,443	22	0.29
2007	3,669	13,495	7,562	2,124	27	0.28
2008	2,737	12,924	7,790	2,279	21	0.29
2009	3,203	13,308	7,812	2,546	24	0.33
2010	3,625	13,180	7,348	2,712	28	0.37
2011	3,735	12,636	6,513	2,659	30	0.41
2012	2,543	12,213	7,096	1,978	21	0.28
2013	3,071	13,287	7,587	1,911	23	0.25
2014	2,937	13,545	8,285	—	22	—
2015	3,312	13,666	8,347	—	24	—

2歳加入尾数：対象年に発生し、2歳時における尾数。

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料 2 資源計算方法

コホート計算

年齢別資源尾数の計算には以下の Pope の式 (Pope 1972) を基本に、1 月末にパルス的な漁業があるとし年齢別年別資源尾数を計算した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp(M/12) \quad (1)$$

ここで、N は資源尾数、C は漁獲尾数、a は年齢、y は年。自然死亡係数 M は、田内・田中の式 (田中 1960) により、寿命を 9 歳として求めた ($M=2.5 \div 9 \text{ 歳} \div 0.28$)。年齢の起算日および資源尾数の推定日は 1 月 1 日とした。

最近年 2～8 歳、各年 9 歳に対しては(2)式を使った。

$$N_{a,y} = \frac{C_{a,y} \exp(M/12)}{(1 - \exp(-F_{a,y}))} \quad (2)$$

最近年の 2～9 歳以外の漁獲係数 F は(3)式を用いて計算した。

$$F_{a,y} = -\ln \left(1 - \frac{C_{a,y} \exp(M/12)}{N_{a,y}} \right) \quad (3)$$

なお、各年の 8 歳と 9 歳の F 値は等しいと仮定する。

最近年の 2～9 歳の F 値は、直近 3 年 (最近年の 3 年前～最近年の 1 年前) の 2～8 歳の各 F の平均値を求め、最近年の 8 歳と等しくなる最近年の 9 歳の F 値を探索的に求めた。

資源重量計算に使用した各年齢の体重 (W_a) は、年齢-体長関係 (柴田 1994) および体長-体重関係 (体重(g)= $0.00001106 \times (\text{体長(cm)} \times 10)^{3.032}$; 後藤・藤原 未発表) から求めた以下の値である。

年齢	2	3	4	5	6	7	8	9
体重(g)	452	1,181	2,202	3,418	4,735	6,074	7,378	8,610

また親魚尾数 (S) を求める際、成熟率 (m) は 2 歳を 0、3 歳を 0.5、4 歳以降を 1 とし、親魚尾数の推定日は、漁獲後の 2 月 1 日とした。

$$S_{a,y} = (N_{a,y} \exp(-M/12) - C_{a,y})m \quad (4)$$

漁獲量 (ABC 含む) 予測の方法

漁獲量はコホート解析で Pope の近似式を使用したことから、

$$C_{a,y} = N_{a,y} \{1 - \exp(-F_{a,y})\} \exp(-M/12) \times W_a \quad (5)$$

により計算した。最近年+1年以降における 2 歳魚以上の資源尾数は最近年における資源尾数を初期値とし各年各年齢の漁獲係数、M をもとに

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (6)$$

により計算する。最近年+1年の資源量は最近年と同じF(Fcurrent)をかけたとして、最近年+2年以降の資源量は管理シナリオに沿った漁獲圧をかけたとして計算する。最近年+1年以降における2歳魚の資源尾数は、2年前の親魚量にRPSmed（2000～2012年の中央値）を乗じて計算した。ただし、過去の2歳魚の資源尾数の最高値（2003年：2,742千尾）を上限とした。

引用文献

Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull., **9**, 65-74.

田中昌一(1960)水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, **28**,1- 200.

補足資料 3 年齢別漁獲尾数の推定

使用したデータは、漁業種類別漁獲統計（表 1）、底びき網漁獲物体長組成、刺し網漁獲物体長組成、体長-年齢データである。

年齢別漁獲尾数は漁業種類別（底びき網と刺し網）に以下の(a)～(c)のように行った。

(a)底びき網については、山形県水産試験場から提供された主漁期にあたる 1～2 月に水揚げされた漁獲物の体長組成（補足図 3-1）を基礎資料として用いた。データ収集の期間は 2000 年以降である。この体長組成を、体長別の年齢構成表（補足表 3-1：柴田 1994、後藤・藤原 2014、2015 より作成）から年齢組成に変換した。さらに、年齢組成、年齢-体長関係（柴田 1994）および体長-体重関係（ $\text{体重(g)} = 0.00001106 \times (\text{体長(cm)} \times 10)^{3.032}$ ；後藤・藤原 未発表）から各年の平均体重を算出し、各年の「底びき網」の漁獲量と「定置網、釣り、はえ縄、その他」の漁獲量の 1/2 の合計値を平均体重で除し、各年の漁獲尾数を算出、年齢組成で年別年齢別の漁獲尾数を算出した。

(b)刺し網については、青森県産業技術センター水産総合研究所から提供された主漁期にあたる 1～2 月に水揚げされた漁獲物の体長組成（補足図 3-1）を基礎資料として用いた。データ収集の期間は 2005 年以降である。この体長組成を、体長別の年齢構成表（補足表 3-1）から年齢組成に変換した。以下、上記と同様の方法で行い、各年の平均体重を算出し、各年の「刺し網」の漁獲量と「定置網、釣り、はえ縄、その他」の漁獲量の 1/2 の合計値を平均体重で除し、各年の漁獲尾数を算出、年齢組成で年別年齢別の漁獲尾数を算出した。

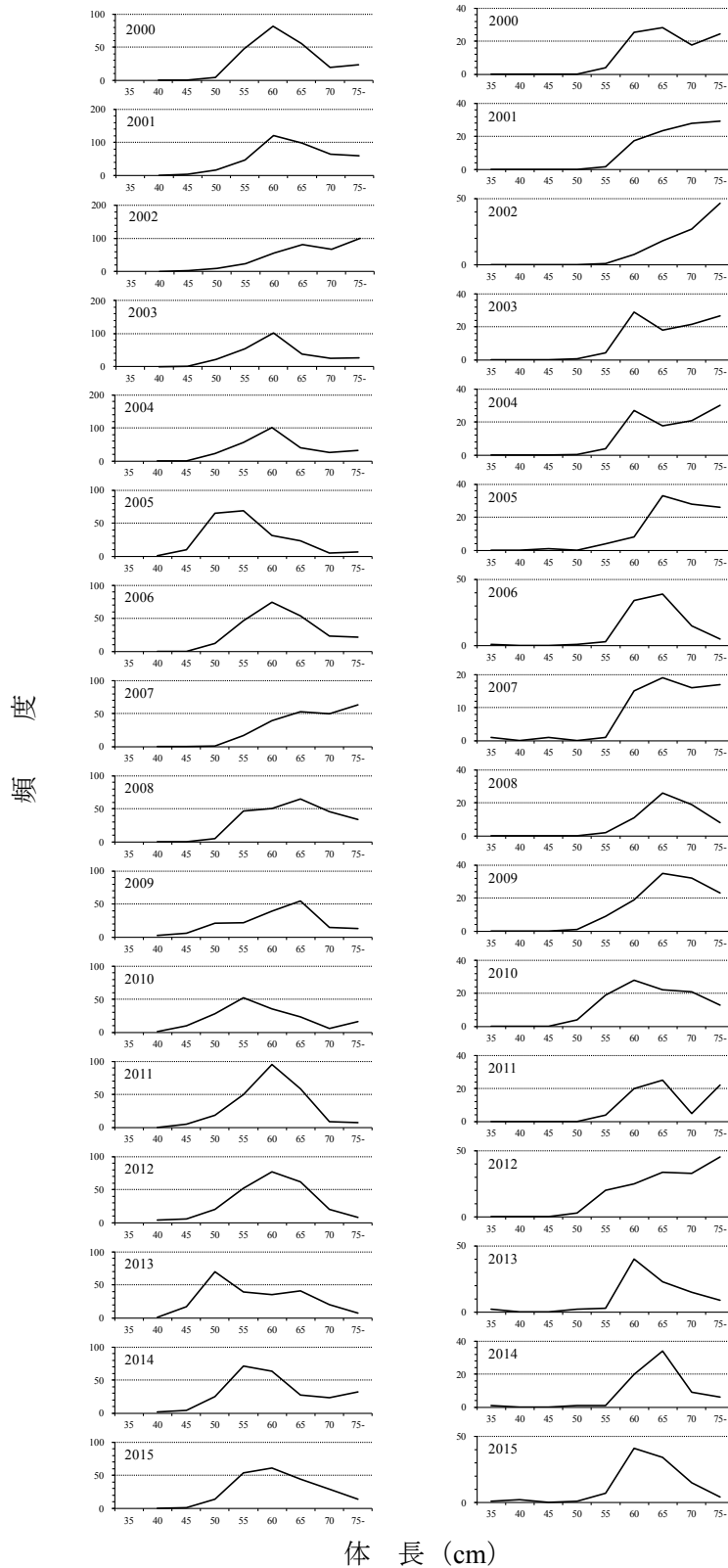
(c)2000～2004 年における刺し網の年齢別漁獲尾数については、2005～2014 年の底びき網の体長組成と刺し網の体長組成から各年各体長の刺し網体長組成/底びき体長組成比を求め、2005～2014 年の平均の各体長の刺し網体長組成/底びき体長組成比(GTR)を算出し、2000～2004 年の各年の底びき体長組成に GTR を乗じて 2000～2004 年の刺し網体長組成とし、この体長組成を、体長別の年齢構成表（補足表 3-1）から年齢組成に変換した。以下、上記(b)に従って、各年の漁獲尾数を算出、年齢組成で年別年齢別の漁獲尾数を算出した。

年齢別漁獲尾数の推定は漁業種類別（底びき網と刺し網）に行った（補足表 3-2）。

引用文献

- 後藤常夫・藤原邦浩(2014)平成 25 (2013) 年度マダラ日本海系群の資源評価. 平成 25 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 2 分冊, 906-919.
- 後藤常夫・藤原邦浩(2015)平成 26 (2014) 年度マダラ日本海系群の資源評価. 平成 26 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 2 分冊, 924-945.
- 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.

マダラ日本海系群-26-



補足図 3-1. 底びき網（左図）、刺し網（右図）の年別体長組成（頻度）
 2000～2004 年の刺し網は、2000～2004 年の底びき網の体長組成と、2005～2014
 年の各体長の刺し網体長組成／底びき体長組成比の平均から作成。

補足表 3-1. 体長別の年齢構成表

年齢 体長(cm)	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳
30	88	12	0	0	0	0	0	0
35	74	26	0	0	0	0	0	0
40	38	50	13	0	0	0	0	0
45	14	71	14	0	0	0	0	0
50	0	0	75	25	0	0	0	0
55	0	2	62	22	13	0	0	0
60	0	2	31	44	19	5	0	0
65	0	3	9	34	28	19	3	3
70	0	0	5	19	14	43	19	0
75-90	0	0	0	12	40	28	12	8

補足表 3-2. 底びき網と刺し網の年齢別漁獲尾数（千尾）

底びき																
年齢	年															
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
2歳	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5	6	2	4	7	2	0
3歳	4	3	3	4	6	29	8	6	7	24	33	18	17	38	12	10
4歳	64	37	27	76	99	302	127	71	93	142	220	177	124	234	137	155
5歳	73	49	46	73	97	159	135	132	114	149	146	177	120	149	107	147
6歳	49	36	47	45	62	72	89	132	90	96	88	99	70	71	71	92
7歳	29	28	41	27	38	29	57	119	73	65	43	48	41	49	43	63
8歳	8	9	15	8	12	7	17	44	25	18	12	10	11	15	14	19
9歳	4	3	6	3	4	4	7	16	8	8	6	5	4	5	5	6
計	232	165	185	236	318	606	439	519	409	507	554	535	391	568	392	493

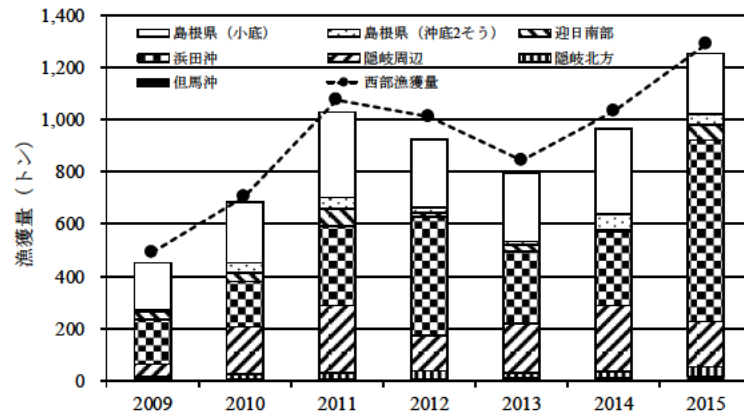
刺し網																
年齢	年															
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
2歳	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	5	4	5
3歳	2	1	1	1	2	5	7	7	3	4	6	7	3	6	8	11
4歳	23	12	4	13	22	23	58	31	27	40	106	61	42	58	54	76
5歳	47	30	15	25	42	59	109	72	63	75	124	119	62	97	115	121
6歳	43	31	22	23	40	63	73	68	52	67	89	113	62	63	84	76
7歳	35	31	21	20	35	63	56	62	53	66	73	76	54	48	64	56
8歳	12	11	8	7	13	23	16	22	18	24	25	24	20	15	17	15
9歳	5	4	3	2	5	8	5	8	5	7	7	14	7	5	8	5
計	166	120	75	91	158	244	327	273	221	283	431	413	250	297	354	365

補足資料 4 日本海西部海域におけるマダラの漁獲状況

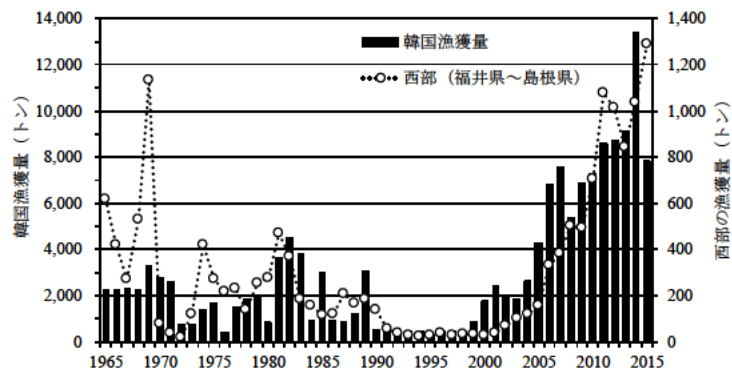
2000 年代に入り、日本海におけるマダラの漁獲量は、日本海西部（福井県～島根県）で漸増傾向を示し（森脇 2009）、2011 年以降この海域の漁獲量は全体の 20% 台を占め、増加が著しい（図 6）。2009～2015 年における西部の漁獲量と但馬沖以西の沖合底びき網（1 そうびき）の小海区別漁獲量・島根県の小型底びき網と沖合底びき網（2 そうびき）の漁獲量との関係を補足図 4-1 に示す。西部の漁獲の 80% 以上が但馬沖を除いた隠岐以西の海域由来であることがわかる。漁獲量の変動について、さらに西部と韓国で比較した（補足図 4-2）。両者の漁獲量のスケールは大きく異なり、2015 年は、韓国の漁獲量が 8 千トン弱に急減する一方、西部の漁獲量は増加し、相反する増減を示したが、特に 1990 年代の低水準期から 2000 年代に入ってから増加期が極めて類似している。また、ちょうど 2000 年代から始まった山陰地方から能登半島周辺に至る海域を 5～6 月に調査する「日本海ズワイガニ等底魚資源調査」（着底トロール）により、この時期におけるマダラの分布状況が明らかとなってきた。これによるとマダラの分布は、主に能登半島周辺と隠岐諸島周辺から西の海域に大きく 2 分される（補足図 5-1 を参照：2014～2016 年の分布状況）。以上の結果から推察すると、西部で漁獲されるマダラは、釜山沖などの韓国近海に産卵場を持つ群れ（張 1989）の可能性が高い。

引用文献

- 森脇晋平(2009)日本海西南部島根沖合水域におけるタラ類漁獲量の急増現象とその要因．
島根県水産技術センター研報，**2**，15-18.
- 張 昌翼(1989)韓国南部水域のマダラ．INPFC 研報，**42**，112-124.



補足図 4-1. 2009～2015 年の日本海西部海域における主な漁業種類別海区別漁獲量と西部（福井県～島根県）漁獲量の経年変化



補足図 4-2. 1965～2015 年の韓国の漁獲量と西部（福井県～島根県）漁獲量の経年変化

補足資料 5 山陰地方から能登半島周辺に至る海域におけるマダラの分布状況

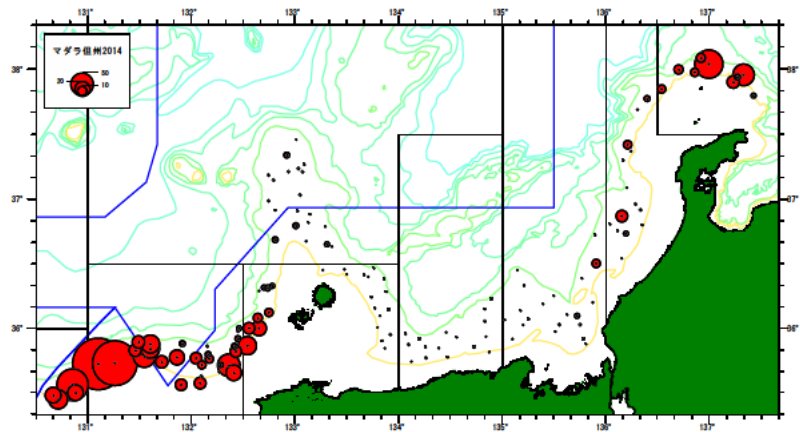
5～6月に山陰地方から能登半島周辺に至る海域を調査する「日本海ズワイガニ等底魚資源調査」(着底トロール)では、ズワイガニ(上田ほか 2016)、ハタハタ(藤原ほか 2016)、アカガレイ(藤原・上田 2016)、ホッコクアカエビ(養松ほか 2016)などに加えて、マダラが漁獲される。2014～2016年の調査におけるマダラの分布状況(各調査定点で漁獲重量を表示)と、隠岐諸島以西と日本海系群が含まれる隠岐諸島以東に分けた体長組成を、それぞれ補足図の 5-1 と 5-2 に示す。2011 年以降の調査においてマダラは、どの年も隠岐諸島から西の海域と能登半島の西部から北部にかけての沖合の、大きく 2 つの海域に分かれて分布していた。ただし、2015～2016 年には若狭湾から但馬にかけての沖合でも少ないものの漁獲された。マダラの大きさは、2014 年では、隠岐諸島以西で 40cm 前後を中心とする、2 歳魚の 2012 年級が特に多く、また 20cm 台と 50cm 台にもモードがみられ、それぞれ 1 歳魚と 3 歳魚に対応する。一方、隠岐諸島以東では 50cm 前後の個体が多く、2011 年級に相当する 3 歳魚と考えられた。2015 年は、隠岐諸島以西で 2014 年に顕著なモードを示した 2012 年級が 50cm 台の 3 歳魚となり多獲された。隠岐諸島以東では、20cm 前後の 2014 年級(1 歳魚)が著しく多かった。2016 年では、隠岐諸島以西においてこれまでのような顕著なモードがみられない一方、隠岐諸島以東で 30cm 台の 2014 年級(2 歳魚)が昨年に引き続き多かった。なお、2014 年の調査結果は、旧船(兵庫県所属但州丸)で行われ、トロール網も 2015 年以降の新船のものと異なるため、2015 年以降の結果と単純に比較出来ない点に留意する必要がある。

本調査で漁獲されるマダラは、主に 1～3 歳魚の未成魚である。この時期の隠岐諸島以西は、このような年齢構成に加えて、2012 年級のように 2014 年の 2 歳魚、さらに翌 2015 年の 3 歳魚においても当海域に分布していることなどから判断して、韓国近海に産卵場を持つ群れ(補足資料 4 参照)の生育場となっていると考えられる。一方、能登半島周辺における未成魚の豊度は、今後成魚となって本系群へ漁獲加入するレベルを推測するうえで貴重な情報の一つである。今回の調査結果から 2014 年級の豊度が高いことが推察される。

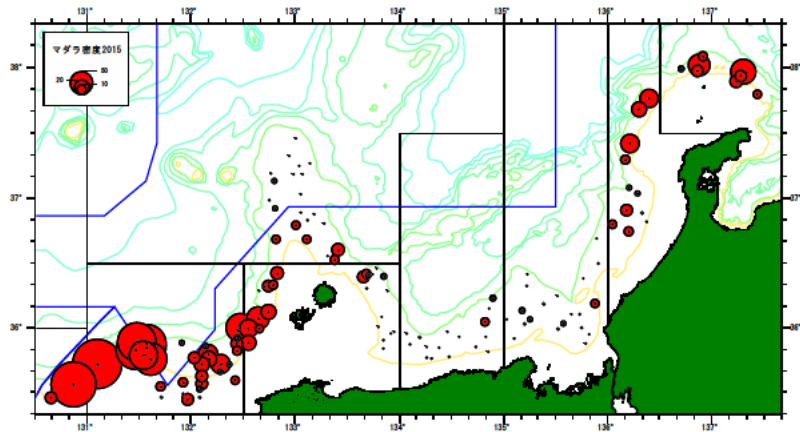
引用文献

- 藤原邦浩・上田祐司(2016)平成 27 (2015) 年度アカガレイ日本海系群の資源評価. 平成 27 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 3 分冊, 水産庁・水産総合研究センター, 1674-1692.
- 藤原邦浩・上田祐司・松倉隆一・山本岳男・山田達哉(2016)平成 27 (2015) 年度ハタハタ日本海西部系群の資源評価. 平成 27 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 2 分冊, 水産庁・水産総合研究センター, 1351-1379.
- 上田祐司・養松郁子・藤原邦浩・松倉隆一・山田達哉・山本岳男(2016)平成 27 (2015) 年度ズワイガニ日本海系群の資源評価. 平成 27 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊, 水産庁・水産総合研究センター, 545-610.
- 養松郁子・上田祐司・藤原邦浩(2016)平成 27 (2015) 年度ホッコクアカエビ日本海系群の資源評価. 平成 27 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 3 分冊, 水産庁・水産総合研究センター, 1828-1852.

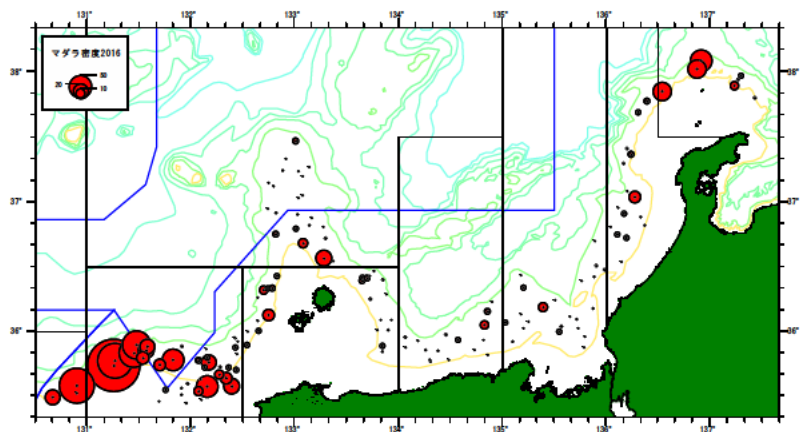
マダラ調査点別漁獲量(kg) 2014年



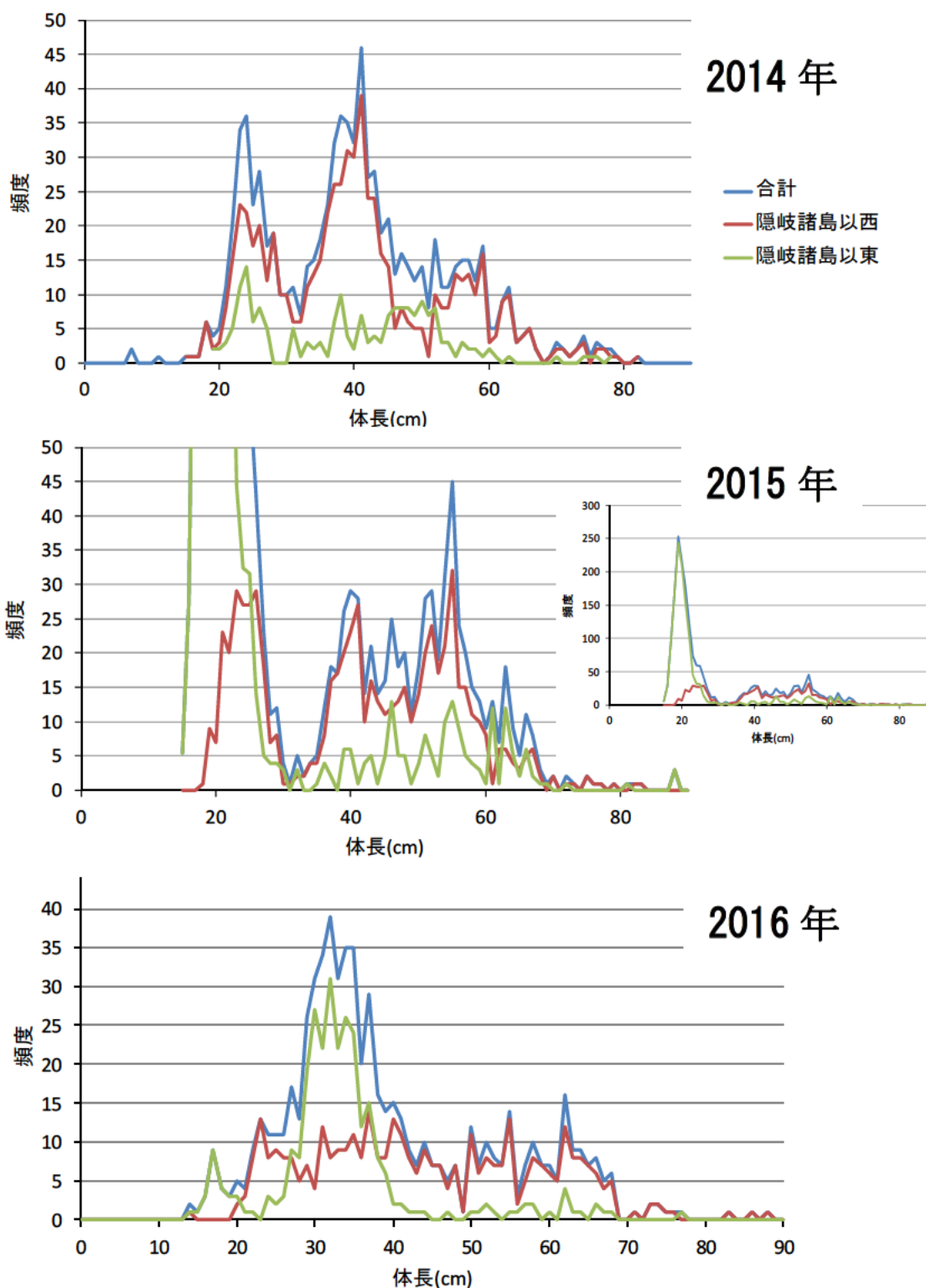
マダラ調査点別漁獲量(kg) 2015年



マダラ調査点別漁獲量(kg) 2016年



補足図 5-1. 2014～2016 年の日本海ズワイガニ等底魚資源調査で漁獲されたマダラの分布 調査点別に漁獲量で表示。



補足図 5-2. 2014～2016 年の日本海ズワイガニ等底魚資源調査で漁獲されたマダラの体長組成 調査点別に漁獲されたマダラの個体数に基づく。
2014 年の調査は、旧船でトロール網が 2015 年以降と異なるため単純な比較はできない点に留意。

補足資料 6 沖底漁獲成績報告書を用いた有効漁獲努力量、資源量指標値等の算出方法

沖底漁獲成績報告書では、月別漁区（10 分柁目）別の漁獲量と網数が集計されている。これらより、月 i 漁区 j における CPUE（ U ）は次式で表される。

$$U_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{X_{i,j}}$$

上式で C は漁獲量を、 X は努力量（網数）をそれぞれ示す。

集計単位（年または漁期）における資源量指数（ P ）は CPUE の合計として、次式で表される。

$$P = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J U_{i,j}$$

集計単位における有効漁獲努力量（ X' ）と漁獲量（ C ）、資源量指数（ P ）の関係は次式のよう表される。

$$P = \frac{CJ}{X'} \quad \text{すなわち} \quad X' = \frac{CJ}{P}$$

上式で J は有漁漁区数であり、資源量指数（ P ）を有漁漁区数（ J ）で除したものが資源密度指数（ D ）である。

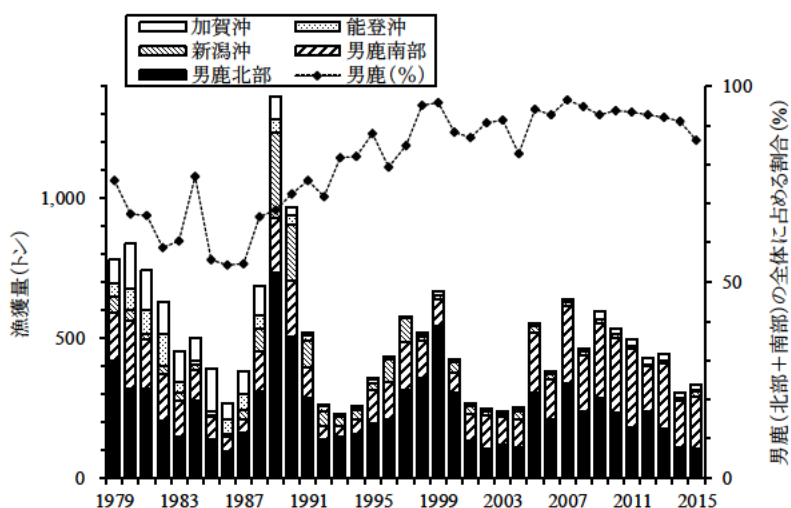
$$D = \frac{P}{J} = \frac{C}{X'}$$

本系群では、努力量には有漁漁区または有漁網における値を合計したものをを用いている。資源が極めて少ない場合（分布域なのに対象種の漁獲のない操業がある場合）、有漁漁区数や有漁網数を用いると、CPUE が過大推定される可能性がある等の問題がある。しかし、沖底の対象種では、10 分柁目の漁区内に均一に分布していないことがほとんどであり、ある魚種に対する狙い操業下では、同漁区内に分布する他の魚種に対し全く努力が掛からないことが起こり得る。この場合、操業された漁区の全努力量を用いると、他の魚種の CPUE は過小推定になる。沖底が複数の魚種を対象にしていることから、有漁漁区数や有漁網数を用いたほうが、対象種に掛かる努力量として妥当であると考ええる。

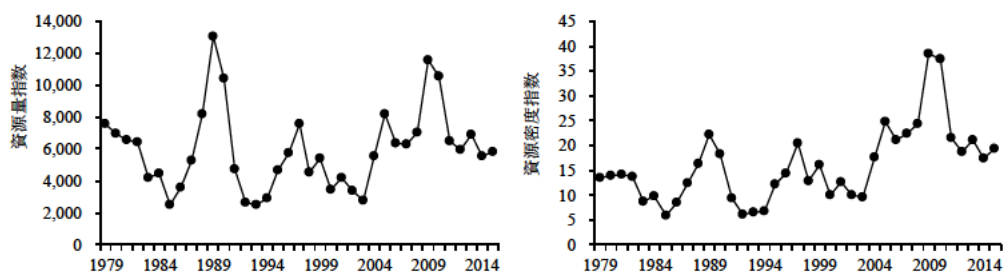
補足資料 7 沖底漁獲成績報告書に基づくマダラの漁獲量、資源量指標値等の推移

沖合底びき網（1 そうびき）によるマダラの漁獲量の経年変化を補足図 7-1 に示す（表 3）。1980 年代は男鹿北部から加賀沖まで広く漁獲が認められていたが、1990 年代以降能登沖と加賀沖の漁獲量が減少した。同時に男鹿（北部＋南部）の海域が、沖合底びき網（1 そうびき）漁獲量全体に占める割合は、かつて 1980 年代は 50～70% 台であったものが、1993 年以降 80% 台となり、1998 年からは 90% 台となる年が認められるようになった。2005 年以降は毎年 90% 台を占めていたが、2015 年（暫定値）は 86% と下がった。

沖合底びき網（1 そうびき）によるマダラの資源量指数と資源密度指数の経年変化を補足図 7-2 に示す（表 3：計算方法は補足資料 6 を参照）。どちらもほぼ同じような増減を示したが、特に 1990 年前後は有漁漁区数が著しく増加したため（図 7）資源密度指数が低く抑えられた。2000 年代以降、漁獲の主体となる海域は、前段の通り男鹿北部と男鹿南部である。両指数は、本系群の分布範囲のより北に位置する男鹿（北部と南部）の資源状況を反映しているものと判断される。



補足図 7-1. 沖合底びき網（1 そうびき）によるマダラ日本海系群の漁獲量の経年変化
2015 年は暫定値。



補足図 7-2. 沖合底びき網（1 そうびき）によるマダラ日本海系群の資源量指数（左図）と資源密度指数（右図）の経年変化 2015 年は暫定値。

補足資料 8 コホート解析結果の詳細

年齢別漁獲尾数(千尾)

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
2歳	0	0	0	0	0	5	2	3	0	5	6	2	4	12	6	5
3歳	7	5	4	5	7	33	15	13	10	28	39	24	20	44	20	21
4歳	88	49	32	89	122	325	185	102	119	182	327	238	166	293	192	231
5歳	122	80	62	99	140	218	245	204	177	223	269	296	182	246	222	268
6歳	93	68	70	68	104	135	162	200	141	164	177	212	132	135	155	168
7歳	65	60	63	47	74	92	113	181	126	131	116	124	95	98	107	118
8歳	21	21	24	16	25	30	32	66	43	41	37	33	31	29	32	35
9歳	8	7	9	5	9	11	12	23	13	15	13	19	11	9	13	10
計	404	290	263	330	481	851	766	792	629	789	985	948	641	866	746	857

年齢別漁獲量(トン)

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
2歳	0	0	0	0	0	2	1	2	0	2	3	1	2	5	3	2
3歳	8	6	4	6	9	40	17	16	12	33	46	29	23	52	24	25
4歳	193	109	70	197	268	716	407	224	263	401	720	525	366	644	423	508
5歳	416	274	213	338	480	745	837	696	605	764	920	1,011	622	841	758	916
6歳	442	322	330	324	492	639	769	947	670	776	839	1,004	626	639	735	797
7歳	398	362	381	287	447	560	686	1,099	764	795	704	752	578	594	647	720
8歳	152	155	174	114	184	224	237	485	315	306	276	247	225	217	233	256
9歳	73	60	78	47	80	97	103	200	110	129	116	164	98	78	112	90
計	1 681	1 287	1 250	1 314	1 959	3 023	3 055	3 669	2 738	3 205	3 623	3 732	2 541	3 070	2 934	3 315

年齢別漁獲係数

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
2歳	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3歳	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
4歳	0.16	0.08	0.04	0.09	0.09	0.24	0.16	0.10	0.11	0.15	0.28	0.23	0.14	0.23	0.14	0.17
5歳	0.34	0.23	0.15	0.19	0.21	0.27	0.31	0.29	0.28	0.33	0.38	0.48	0.30	0.35	0.30	0.32
6歳	0.47	0.35	0.35	0.27	0.34	0.35	0.36	0.50	0.37	0.49	0.52	0.65	0.45	0.42	0.44	0.44
7歳	0.76	0.70	0.73	0.48	0.60	0.64	0.63	0.99	0.78	0.79	0.89	0.99	0.78	0.83	0.80	0.80
8歳	0.73	0.66	0.76	0.43	0.55	0.59	0.53	1.12	0.74	0.72	0.60	0.80	0.80	0.66	0.79	0.75
9歳	0.73	0.66	0.76	0.43	0.55	0.59	0.53	1.12	0.74	0.72	0.60	0.80	0.80	0.66	0.79	0.75
単純平均	0.40	0.34	0.35	0.24	0.29	0.34	0.32	0.52	0.38	0.40	0.41	0.50	0.41	0.40	0.41	0.41

年齢別資源尾数(千尾)

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
2歳	1,418	1,907	2,426	2,742	2,282	1,936	2,119	2,354	2,443	2,124	2,279	2,546	2,712	2,659	1,978	1,911
3歳	855	1,074	1,445	1,837	2,077	1,728	1,463	1,603	1,781	1,850	1,605	1,722	1,928	2,051	2,005	1,494
4歳	615	643	810	1,092	1,387	1,568	1,283	1,097	1,204	1,341	1,380	1,186	1,285	1,445	1,519	1,503
5歳	433	398	449	589	758	957	935	829	752	819	875	792	713	844	868	1,002
6歳	255	233	239	292	369	465	556	519	470	432	447	454	370	399	449	485
7歳	126	121	124	127	168	199	248	295	238	246	200	201	179	178	198	220
8歳	41	45	45	45	60	70	80	100	83	83	85	62	57	62	59	67
9歳	17	15	17	16	22	26	29	35	25	30	31	35	21	19	24	20
計	3,759	4,436	5,555	6,740	7,123	6,949	6,712	6,832	6,995	6,926	6,902	6,998	7,266	7,658	7,101	6,703

年齢別資源量(トン)

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
2歳	641	862	1,096	1,239	1,031	875	958	1,064	1,104	960	1,030	1,151	1,226	1,202	894	864
3歳	1,010	1,269	1,706	2,169	2,453	2,041	1,727	1,893	2,103	2,185	1,896	2,033	2,276	2,422	2,367	1,764
4歳	1,353	1,416	1,784	2,403	3,055	3,451	2,825	2,415	2,651	2,953	3,038	2,610	2,830	3,181	3,346	3,310
5歳	1,479	1,359	1,534	2,013	2,589	3,269	3,197	2,833	2,570	2,800	2,990	2,707	2,438	2,886	2,965	3,425
6歳	1,207	1,105	1,133	1,381	1,749	2,202	2,630	2,456	2,225	2,047	2,118	2,149	1,754	1,891	2,126	2,297
7歳	765	734	753	773	1,020	1,211	1,504	1,792	1,445	1,495	1,217	1,224	1,090	1,081	1,202	1,334
8歳	299	329	335	334	441	517	587	738	613	610	627	458	418	458	436	497
9歳	144	127	151	138	192	224	254	304	214	258	263	305	182	166	209	175
計	6 899	7 201	8 491	10 451	12 530	13 790	13 682	13 495	12 924	13 308	13 180	12 636	12 213	13 287	13 545	13 666

年齢別親魚量(トン)

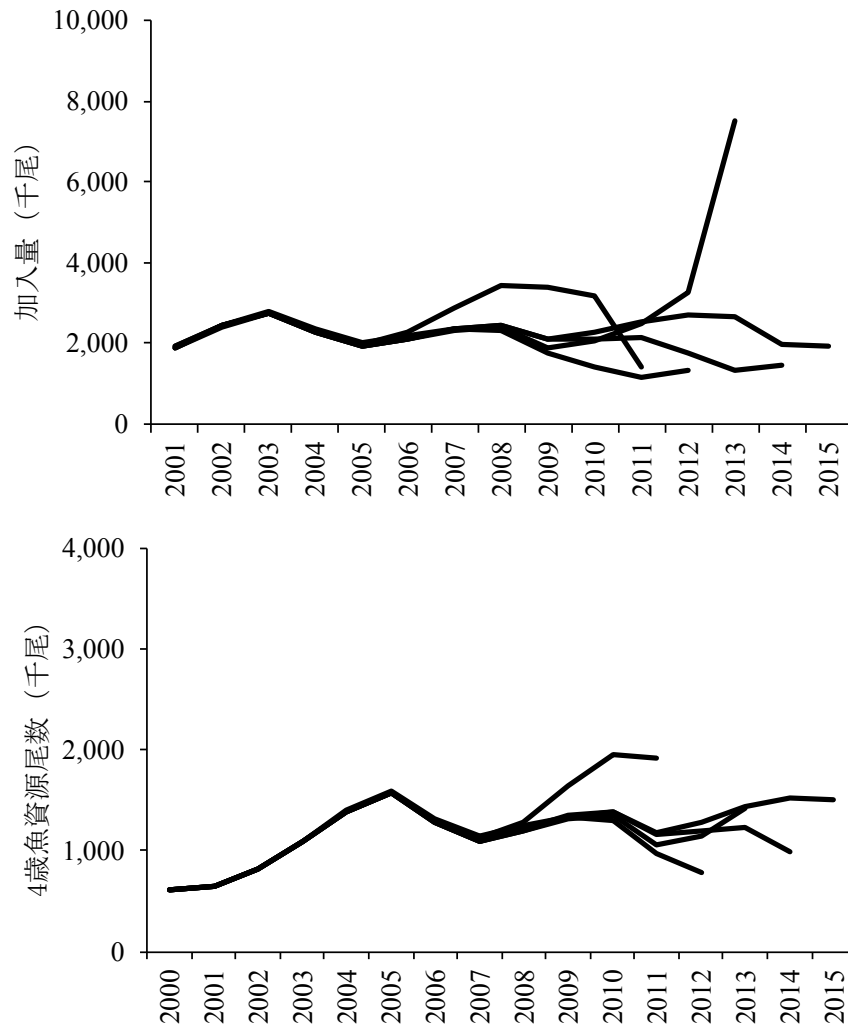
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	490	617	831	1,057	1,194	977	835	917	1,021	1,051	903	979	1,100	1,157	1,145	850
4歳	1,130	1,274	1,673	2,152	2,717	2,657	2,354	2,136	2,327	2,485	2,249	2,026	2,398	2,464	2,846	2,726
5歳	1,029	1,055	1,286	1,629	2,051	2,449	2,287	2,072	1,906	1,972	2,001	1,633	1,761	1,980	2,139	2,431
6歳	738	757	777	1,025	1,217	1,513	1,802	1,453	1,504	1,224	1,230	1,096	1,087	1,209	1,342	1,448
7歳	350	355	355	468	549	623	784	651	648	666	486	444	487	463	527	584
8歳	141	167	153	212	247	281	336	236	285	291	337	201	183	231	193	229
9歳	68	64	69	88	108	122	146	97	99	123	141	134	80	84	93	80
計	3,944	4,290	5,144	6,631	8,083	8,621	8,544	7,562	7,790	7,812	7,348	6,513	7,096	7,587	8,285	8,347

補足資料 9 2011～2014 年の加入量と 4 歳魚の資源尾数の遡及的解析結果

2011～2014 年の加入量（2 歳魚）と 4 歳魚の資源尾数（本格的な漁獲対象の年齢）のエラー（ $= (R_{x-1} - R_x) / R_x \times 100$ 、ここで R_x は x 年データセット使用時の $x-1$ 年の推定対象尾数、 R_{x-1} は $x-1$ 年データセット使用時の $x-1$ 年の推定対象尾数）を、遡及的解析（レトロスペクティブ・アナライシス：山田・田中 1999）により調べたところ、加入量で 2013 年の 470%を除くと -59～23%、4 歳魚資源尾数で 2011 年の 95%を除くと -35～16%となった（補足図 9-1）。加入量でより大きなエラーが認められた。

引用文献

山田作太郎・田中栄次(1999)水産資源解析学，成山堂書店，東京，151pp.



補足図 9-1. 加入量（2 歳魚：上図）と 4 歳魚資源尾数（下図）の遡及的解析結果

補足資料 10 新規加入量調査等の結果概要

青森県から新潟県に至る各海域で行われた調査船調査等に基づくマダラ稚魚（以下 0 歳魚）、幼魚（以下 1 歳魚）の量的指標値の経年変化を年級ごとに以下に記した。なお、青森県、秋田県、山形県の各試験研究機関による調査は、これまで県単事業等により実施されたものである。これらの調査は、平成 28 年度から本事業の新規加入量調査として継続実施されることとなっている。

青森県産業技術センター水産総合研究所が、青森県の日本海海域でオッタートロール網により採集したマダラ 0 歳魚、1 歳魚の現存尾数の経年変化を補足図 10-1 に示した。調査の方法等は、三浦（2015）を参照されたい。0 歳魚は 2010 年級が多く、この年級は 1 歳魚でも比較的多かった。1 歳魚では、2014 年級が最も多く次いで 2012 年級が続いた。一方 0・1 歳魚ともに少なかった年級は、2007、2011、2013 年級であった。

秋田県水産振興センターが、秋田沖で底びき網（かけ回し方式）により採集したマダラ 0 歳魚、1 歳魚の一網あたりの採集尾数（CPUE）の経年変化を補足図 10-2 に示した。調査の方法等は、山田・甲本（2015）を参照されたい。0 歳魚は 2011 年級が多く、この年級は 1 歳魚でも多かった。1 歳魚では、2009 年級が最も多く、次いで 2011、2006 年級が続いた。一方 0・1 歳魚ともに少なかった年級は、2007 年級と 2013 年級であった。

山形県水産試験場が、加茂沖で自家用餌料曳網により採集したマダラ 0 歳魚の採集尾数の経年変化を補足図 10-3 に示した。調査の方法等は、工藤ら（2016）を参照されたい。0 歳魚は 2014 年級が極めて多く採集され、次いで数値はかなり下がるものの 2012、2006、2005 年級が続いた。一方少なかった年級は、2007、2013、2015 年級であった。

日本海区水産研究所が、新潟県粟島西方海域で夏季または秋季に小型オッタートロール網により採集したマダラ 0 歳魚、1 歳魚の平均 CPUE の経年変化を補足図 10-4 に示した。なお、0 歳魚と 2013 年の調査で採集された 1 歳魚（2012 年級）の値は参考値である。1 歳魚は 2014 年級が極めて多く採集され、次いで 2013、2009、2011 年級が続いた。一方少なかった年級は、2007 年級であった。

新潟県水産海洋研究所（調査年 2012～2015 年：2007～2011 年は日本海区水産研究所が実施）が、直江津沖で春季に小型底びき網により採集したマダラ 1 歳魚の採集個体数の経年変化を補足図 10-5 に示した。1 歳魚は 2012 年級が多く採集され、次いで 2014、2010、2006 年級が続いた。一方少なかった年級は、2007 年級であった。

各海域における幼稚魚の採集状況を概観すると、2014 年級が秋田沖を除いて多く、一方 2007 年級はどの海域でも少ない傾向が認められた。

引用文献

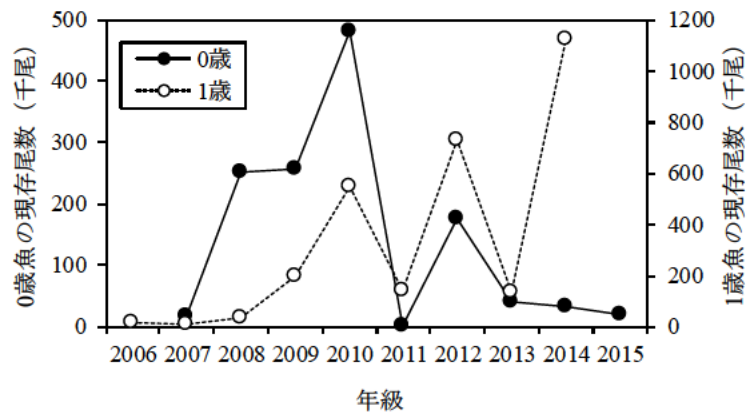
後藤常夫・藤原邦浩・上田祐司 (2016)平成 27 (2015) 年度マダラ日本海系群の資源評価.

平成 27 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 2 分冊, 975-9.

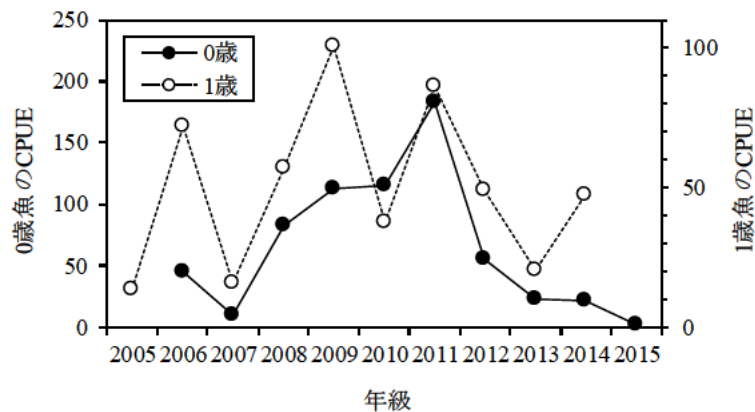
工藤充弘・渡部光秋・池原 浩(2016)底魚類漁獲動向予測技術開発. 平成 26 年度山形県水産試験場事業報告, 3-7.

三浦太智(2015)重要魚類資源モニタリング調査. 平成 25 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 19-37.

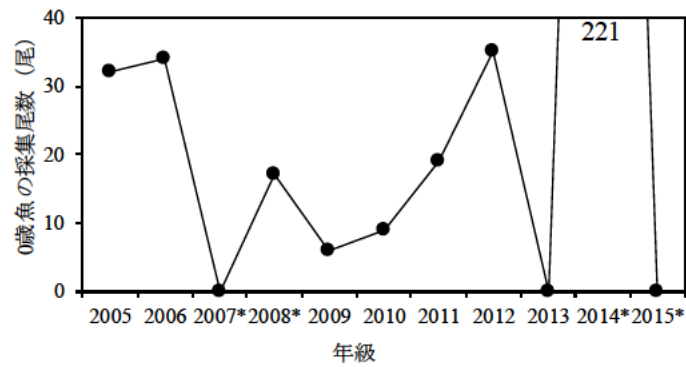
山田潤一・甲本亮太(2015)底魚資源管理手法の確立に関する研究(タラ類、カレイ類、エビ類). 平成 26 年度秋田県水産振興センター業務報告書, 88-98.



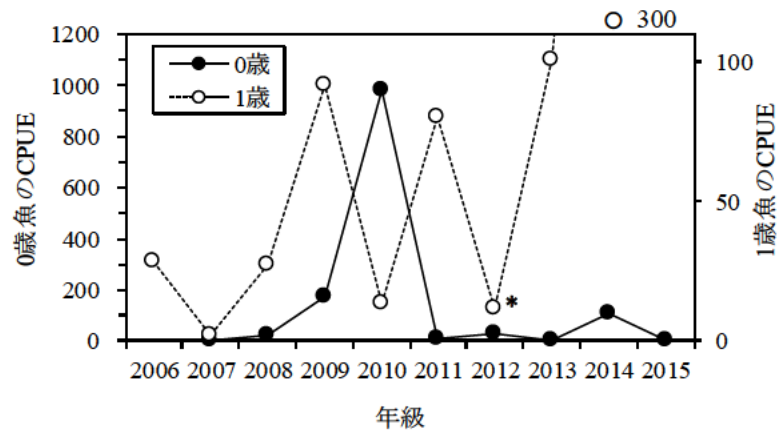
補足図 10-1. 青森県日本海海域における 0 歳魚と 1 歳魚の現存尾数
(4～9 月：青森県産業技術センター水産総合研究所 資料より作成)



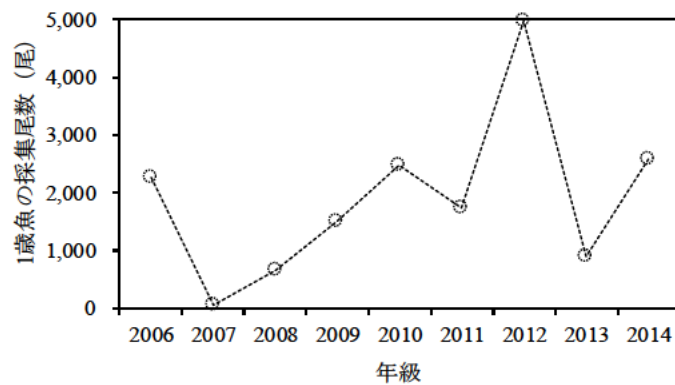
補足図 10-2. 秋田県における 0 歳魚と 1 歳魚の平均 CPUE
(9～12 月：秋田県水産振興センター 資料より作成)



補足図 10-3. 山形県における 0 歳魚採集尾数
 (6～7 月：山形県水産試験場 資料より作成)
 2006 年級の入網時期と水深を基準に各年補正。
 図中の右上の数字：2014 年級の値。*：未実施の操業あり。



補足図 10-4. 新潟県粟島西方海域で小型オッター트롤網による
 0/1 歳魚の平均 CPUE (尾/網) (日本海区水産研究所 資料より作成)
 0 歳魚と 2012 年級の 1 歳魚 (*) の平均 CPUE：参考値。
 図中の右上の数字：2014 年級の値。水深 170-330m を対象。



補足図 10-5. 新潟県直江津沖での小型底びき網による 1 歳魚の採集尾数の
 経年変化 (後藤ら (2016) より作成)