

平成 29（2017）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、佐久間啓、藤原邦浩、上田祐司）

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 1.31 万トンとピークとなり、その後 2012 年に 1.10 万トンとやや低い値を示すものの安定して推移し、2016 年は 1.13 万トンと推定された。親魚量は 2005 年に 80 百トンとピーク後、2011 年に 59 百トンまで下がったが、以後増加し、2016 年は 64 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 36 百トンを当面の B_{limit} 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（80 百トン）と B_{limit} である 2000 年の親魚量（36 百トン）との中間（58 百トン）とした。中位と低位の境は B_{limit} とした。2016 年の親魚量（64 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（2012～2016 年）の資源量の推移から動向は横ばいと判断した。ABC 算定のための基本規則 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、 F_{med} を管理基準値として、2018 年 ABC を算定した。

管理基準	Target / Limit	2018 年 ABC (百トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値から の増減%)
F_{med}	Target	22	21	0.31 (－32%)
	Limit	26	25	0.39 (－14%)

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、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。現状の F 値 ($F_{current}$) は 2016 年の F 値であり、0.45 である。漁獲割合は 2018 年の漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均値である。ABC 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 (%)
2013	115	63	31	0.43	27
2014	114	63	29	0.45	26
2015	116	62	32	0.48	27
2016	113	64	30	0.45	26
2017	111	63	31	0.45	28
2018	106	61	—	—	—

2017 年、2018 年の値は、将来予測に基づく値。

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 2017）や太平洋北部系群（成松ほか 2017）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、Suda et al. 2017）。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。なお、後述の通り（3. (2) 漁獲量の推移 を参照）、福井県～島根県沖に分布し、漁獲されるマダラの主体は、韓国近海に産卵場を持つ群れである可能性が高い

ことから、本系群には含めていない。

(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、昨年度の報告書（後藤ほか 2017）で用いた最高年齢 9 歳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 2016 年級群は 2016 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（2016 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。2016 年の漁獲量は 2,984 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）。西部のマダラについて、より詳細な漁獲状況を補足資料4にまとめた。

（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年と2011年にピークが認められたものの、その間、そして2011年以降は減少した。2016年は、全体の漁獲量が急増した2005年以降では、2009～2010年、そして2015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3：2016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

2000～2016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600千～900千尾台の間で変動し、2016年は800千尾であった。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、2003年からは6,000千尾台で安定して推移していたが、2016年は5,901千尾と減少した。資源

量は 2000 年の 6,436 トンから 2005 年の 13,088 トンまで増加した。その後 2012 年に 11,024 トンとやや低い値を示すものの安定して推移し、2016 年は 11,336 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 32% に達した。しかし、その後 20% 台で推移し、2016 年は 26% 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 3,560 トンから 2005 年の 8,009 トンまで増加した。2011 年に 5,927 トンまで下がったが、その後漸増し 2016 年は 6,389 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 2,317 千尾、翌 2001 年は 2,640 千尾と最も多く、以後 2008 年まで 2,000 千尾前後で推移した。2009 年以降、2,100 千尾から 2,400 千尾台であったが、直近の 2014 年の加入量は 1,458 千尾であった。

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 2014 年を除き 0.28～0.39 の間で推移し安定していた（図 13、表 4）。2000～2013 年の RPS_{med} は 0.31 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 5～8+ 歳魚で F が増加した。 F の単純平均値は、2006 年まで 0.4 以下で、その後 0.4 前後から 0.5 前後で推移し、2016 年 ($F_{current}$) は、0.45 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 2016 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 -15～21% の増減、親魚量は -18～24% の増減、加入量は -31～49% の増減がみられた。

(5) B_{limit} の設定

親魚量は、2000 年に 3,560 トンの最低値を示したにもかかわらず（図 11）、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、36 百トン（十の単位を四捨五入）を B_{limit} とした。ただし、親魚量は 36 百トンから 79 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 14 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 36 百トンは、データの蓄積による B_{limit} の設定が可能となるまでの当面の B_{limit} とした。2016 年の親魚量（6,389 トン）は B_{limit} 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（80 百トン）と B_{limit} である 2000 年の親魚量（36 百トン）との中間（58 百トン）とした。中位と低位の境は B_{limit} とした。

2016 年の親魚量（64 百トン）は高位と中位の境（58 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（2012～2016 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

2017 年以降の加入量（2 歳魚の資源尾数）は、2 年前の親魚量に RPS_{med} （2000～2013 年）である 0.31 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：2,640 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 9 にまとめた。2006 年以降についてみると、総じて 2007 年級と 2015 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 2016 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。2016 年の F 値（ $F_{current}$: 0.45）は、再生産成功率（ RPS ）を 2000～2013 年の中央値と仮定して計算した F_{med} （0.39）、そして $F_{30\%SPR}$ （0.33）や $F_{0.1}$ （0.17）を上回り、 $F_{20\%SPR}$ （0.59）や F_{max} （0.50）よりも低い値であった。

5. 2018 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 1.31 万トンとピークとなり、その後 2012 年に 1.10 万トンとやや低い値を示すものの安定して推移し、2016 年は 1.13 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 B_{limit} 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 2018 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 は標準値の 0.8 とした。

管理基準	Target / Limit	2018 年 ABC (百トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値 からの増減%)
Fmed	Target	22	21	0.31 (－32%)
	Limit	26	25	0.39 (－14%)

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。現状の F 値 ($F_{current}$) は 2016 年の F 値であり、0.45 である。漁獲割合は 2018 年の漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均値である。ABC 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、2016 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 (2016 年の F 値、 $F_{current}$) は、「親魚量を維持する」ための F 値 (F_{med}) よりやや高く、漁獲がない場合の 30% に相当する SPR を達成する F 値 ($F_{30\%SPR}$) よりも 0.1 以上高い。一方、年により太平洋系群で ABC 算定時に採用される管理基準値 ($F_{20\%SPR}$) を 0.1 以上下回る。2018 年の漁獲量は、 $F_{20\%SPR}$ でかなり多くなるが、2022 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 $F_{30\%SPR}$ で増加し、一方 $F_{current}$ や $F_{20\%SPR}$ は減少し、 F_{med} はほとんど変化しないと予測された。

管理基準	F 値	漁獲量（百トン）							
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0.8Fmed	0.31	30	31	22	24	25	25	26	27
F30%SPR	0.32	30	31	23	24	26	25	26	27
Fmed	0.39	30	31	26	26	27	26	27	27
Fcurrent	0.45	30	31	30	28	27	26	27	26
F20%SPR	0.59	30	31	36	30	28	27	26	24
		資源量（百トン）							
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0.8Fmed	0.31	113	111	106	111	115	117	121	124
F30%SPR	0.32	113	111	106	110	113	115	118	121
Fmed	0.39	113	111	106	107	107	107	107	107
Fcurrent	0.45	113	111	106	103	101	100	98	95
F20%SPR	0.59	113	111	106	97	92	87	82	76
		親魚量（百トン）							
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0.8Fmed	0.31	64	63	65	68	69	71	73	75
F30%SPR	0.32	64	63	64	66	68	69	71	72
Fmed	0.39	64	63	61	61	61	62	62	61
Fcurrent	0.45	64	63	57	56	55	56	54	52
F20%SPR	0.59	64	63	51	47	46	45	42	38

Fcurrent=2016 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
2015 年漁獲量確定値	2015 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）	2000～2016 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)
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	
2016 年 (2017 年再評価)	1.0・Cave3-yr・1.03	—	113	29	23	30
2017 年 (当初)	Fmed	0.39	130	31	26	
2017 年 (2017 年再評価)	Fmed	0.39	111	27	23	

2016 年（当初）の ABC は、一昨年同様、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 Fmed で算出した場合、ABClimit は、27 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 2000～2013 年の中央値（0.31 尾/kg）と仮定した。また、2016 年 ABC および 2017 年 ABC ともに、2016 年再評価時は資源解析の最高齢を 9 歳、2017 年再評価時は 8+歳とした。

2017 年当初の ABC（31 百トン）は 2017 年再評価時に 13%減少した（27 百トン）。これは、コホート解析において 2016 年の年齢別漁獲尾数に加わることで、直近年の F の値が大きくなり、これに伴い資源量推定値が、2015 年までのデータで算出した前年の評価時と比べ下方修正されたためである。

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 2017）や太平洋北部系群（成松ほか 2017）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、0～1 歳魚などの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。さらに、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 9 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・石野光弘・船本鉄一郎(2017)平成 28（2016）年度マダラ北海道の資源評価. 平成 28 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 2 分冊, 水産庁・国立研究開発法人水産研究・教育機構, 934-957.
- 後藤常夫・藤原邦浩・上田祐司・佐久間啓(2017)平成 28（2016）年度マダラ日本海系群の資源評価. 平成 28 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 2 分冊, 水産庁・国立研究開発法人水産研究・教育機構, 986-1024.
- 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・鈴木勇人・柴田泰宙・永尾次郎(2017)平成 28（2016）年度マダラ太平洋北部系群の資源評価. 平成 28 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 2 分冊, 水産庁・国立研究開発法人水産研究・教育機構, 958-985.
- 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.
- Suda, A., N. Nagata, A. Sato, Y. Narimatsu, H. H. Nadiatul and M. Kawata (2017) Genetic variation and local differences in Pacific cod *Gadus macrocephalus* around Japan. J. Fish Biol., **90**, 61-79.
- 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

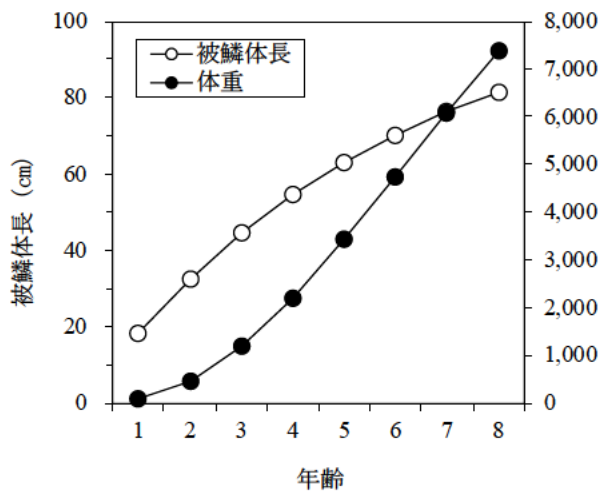


図 2. 日本海におけるマダラの成長様式
年齢-体重は、年齢-体長（柴田 1994）
と体長-体重関係（後藤・藤原 未発
表）より作成（補足資料 2 を参照）。

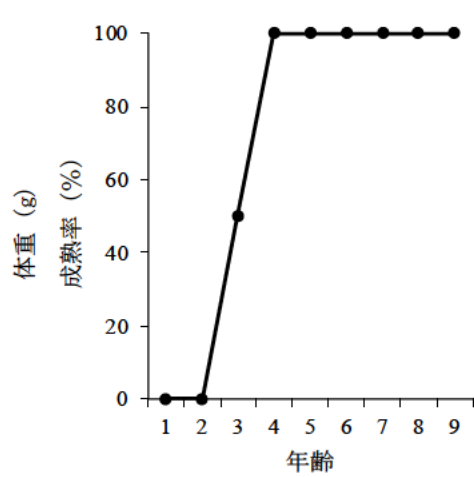


図 3. 日本海におけるマダラの
年齢と成熟率の関係

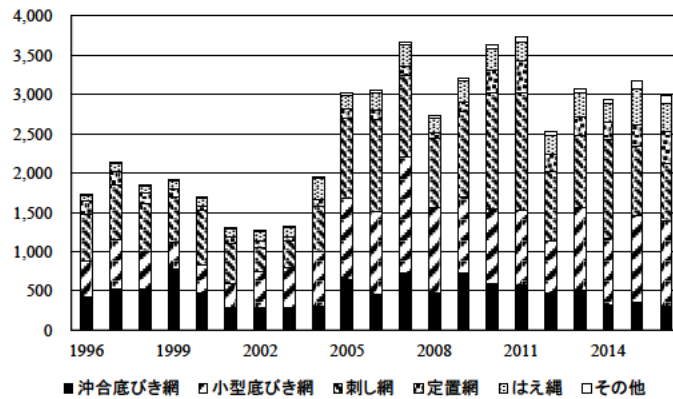


図 4. マダラ日本海系群の漁業種類別漁獲量の経年変化 2016 年は暫定値。

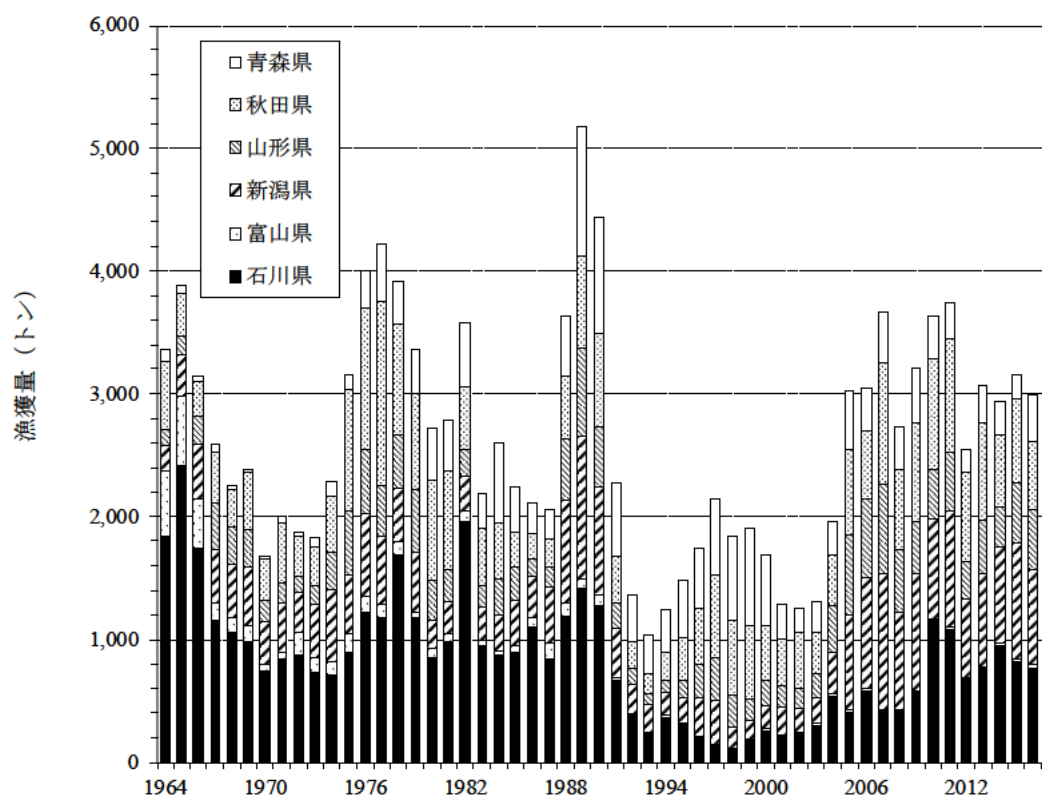


図 5. マダラ日本海系群の漁獲量の経年変化 2016 年は暫定値。

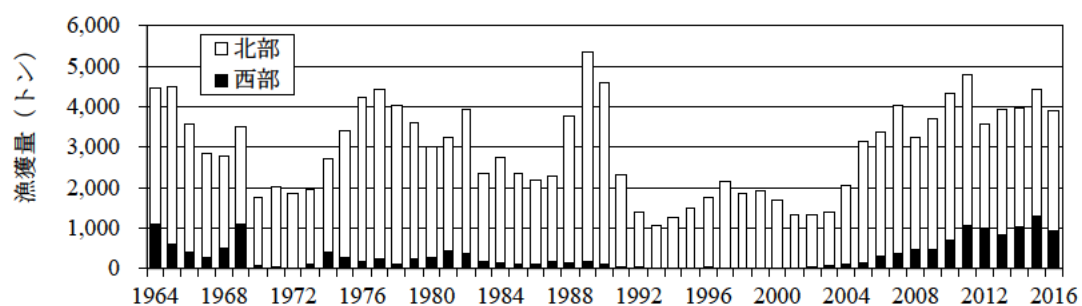


図 6. 日本海におけるマダラ漁獲量の経年変化 2016 年は暫定値。
北部：青森県～石川県、西部：福井県～島根県。

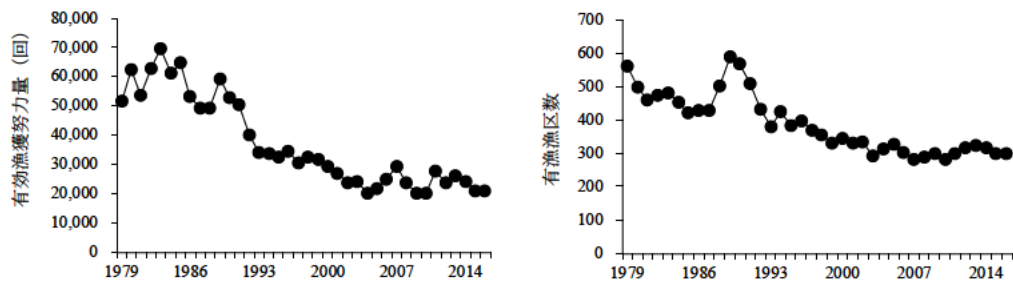


図 7. 沖合底びき網（1 そうびき）によるマダラ日本海系群の有効漁獲努力量と有漁漁区数の推移 2016 年は暫定値。

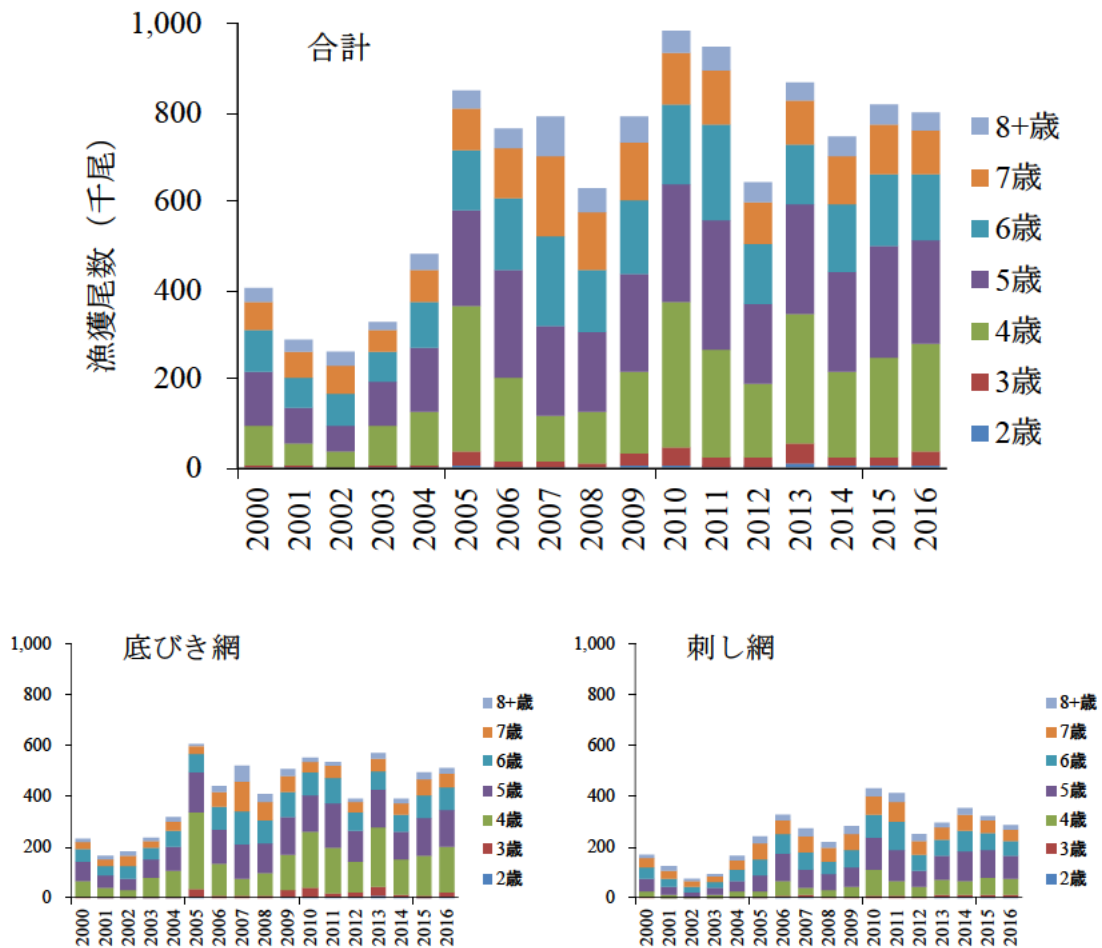


図 8. 年齢別漁獲尾数の推移

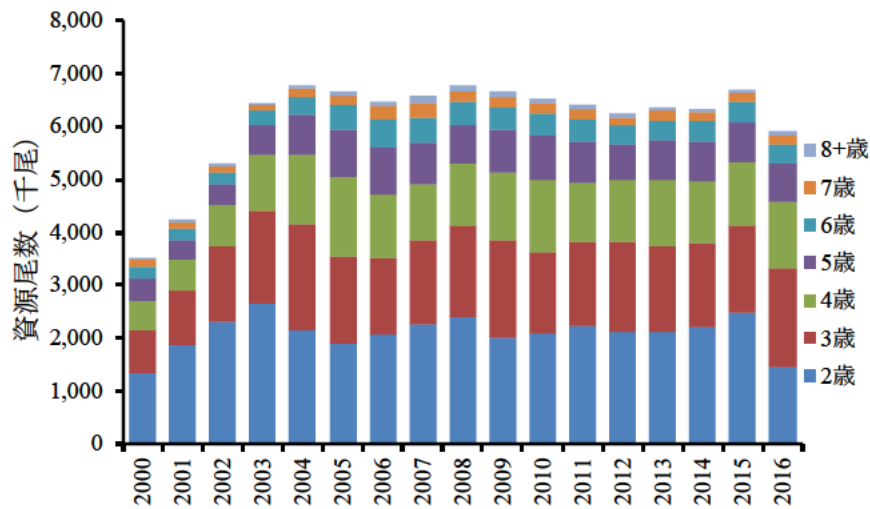


図 9. 年齢別資源尾数の推移

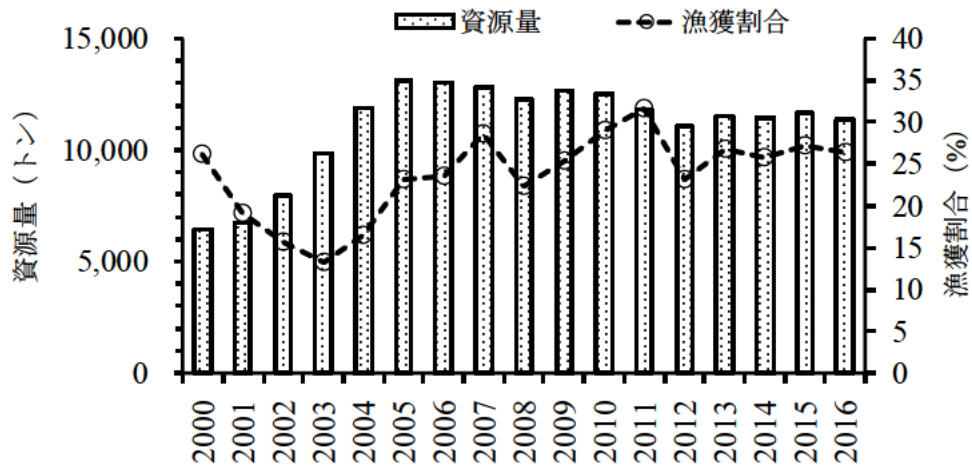


図 10. 資源量と漁獲割合の推移

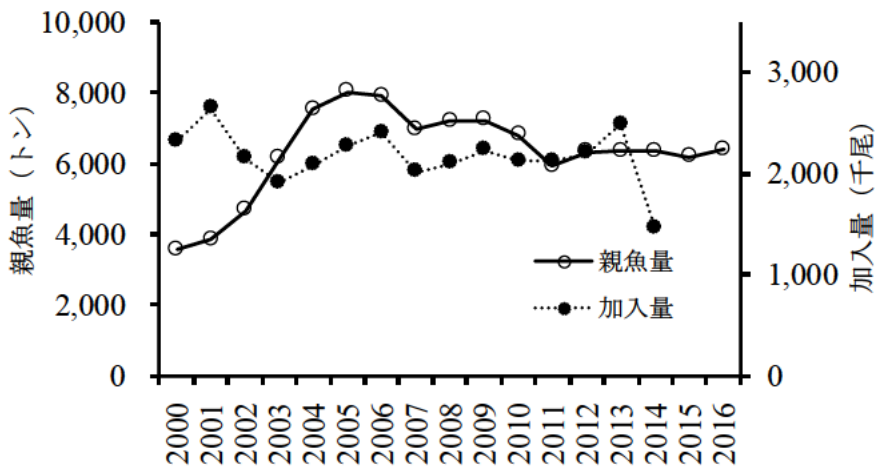


図 11. 親魚量と加入量（2 歳魚）の推移

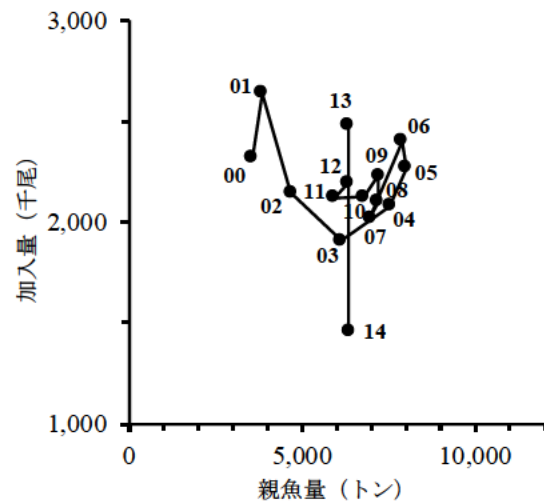


図 12. 親魚量と加入量（2 歳魚）の関係

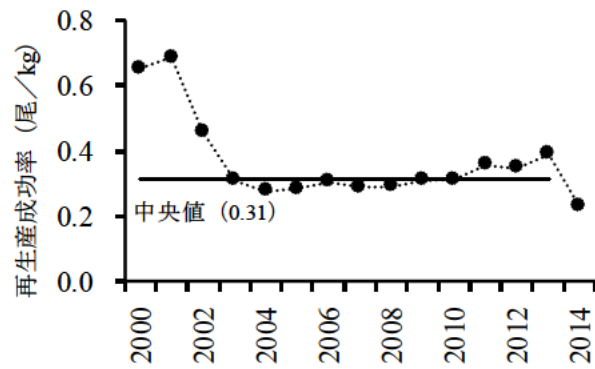


図 13. 再生産成功率の推移

中央値の値は、2000～2013 年のデータで計算。

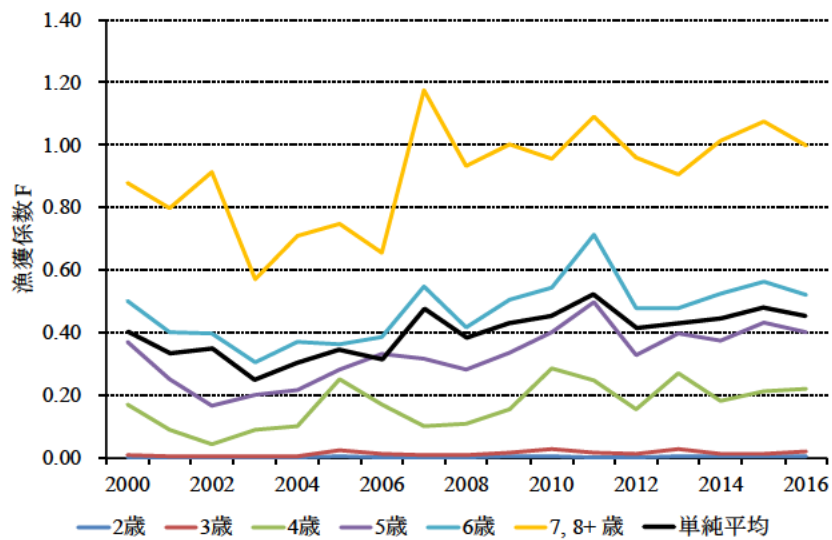


図 14. 各年齢、単純平均の漁獲係数 F の推移

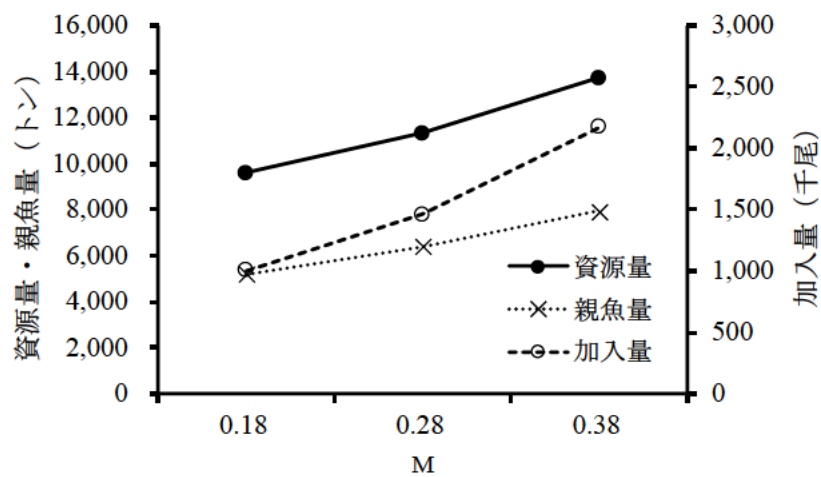


図 15. M と 2016 年の資源量、親魚量、加入量（2 歳魚）の関係

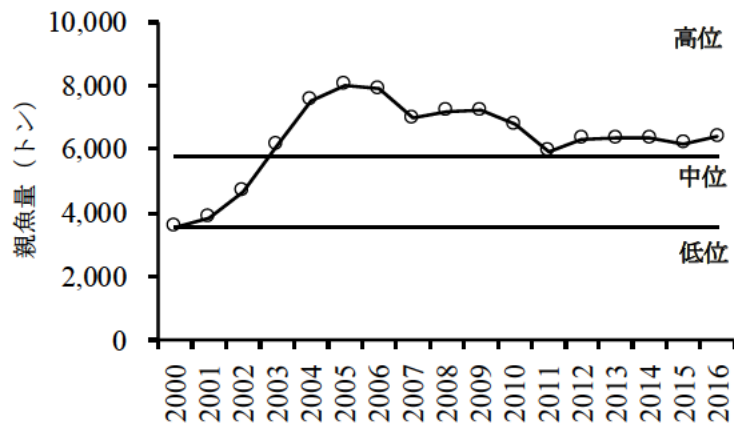


図 16. 親魚量と資源水準

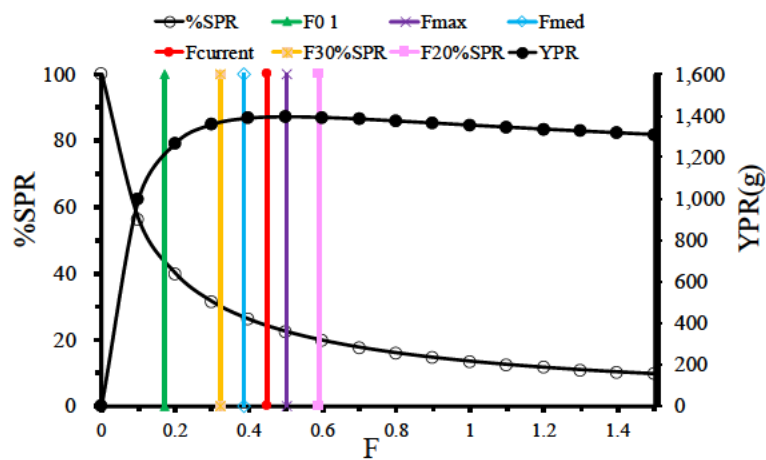


図 17. YPR、%SPR と漁獲係数 F の関係

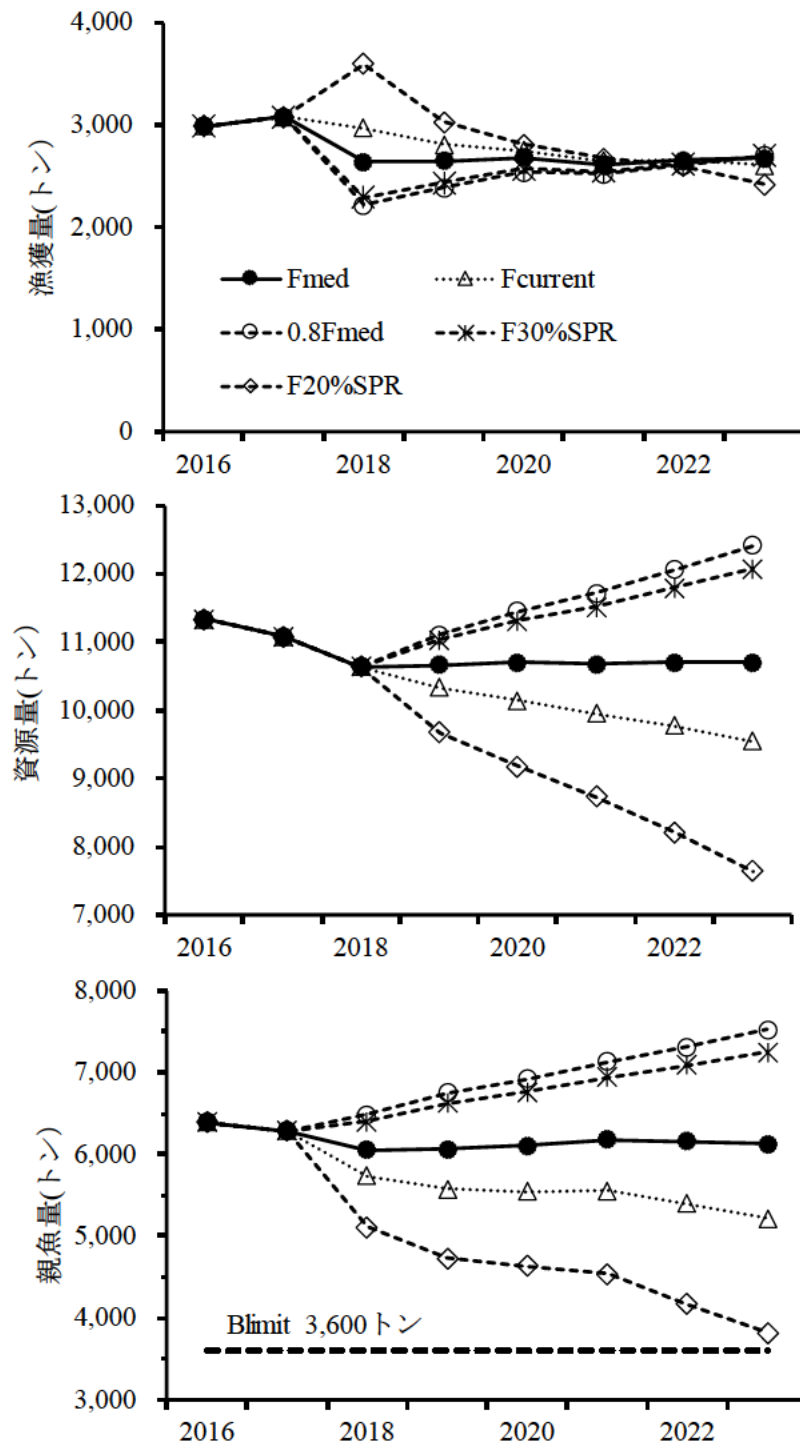


図 18. F の変化による漁獲量（上左図）、資源量（上右図）、親魚量（下図）の予測

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	355	1,103	883	276	45	460	36	3,157	3,155
2016*1	304	1,102	718	410	35	353	62	2,983	2,984

*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	34
2002	199	457	157	187	13	239	1,252	68
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	327
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	285	926	473	944	22	1,086	3,736	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	195	686	498	935	28	813	3,155	1,289
2016 ^{*3}	375	549	501	758	28	773	2,984	925

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。

ただし、2012 年以降の青森県と 2015 年の石川県は県統計。

*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	335	20,708	299	5,853	19.6
2016 ^{*2}	278	20,902	300	4,639	15.5

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。

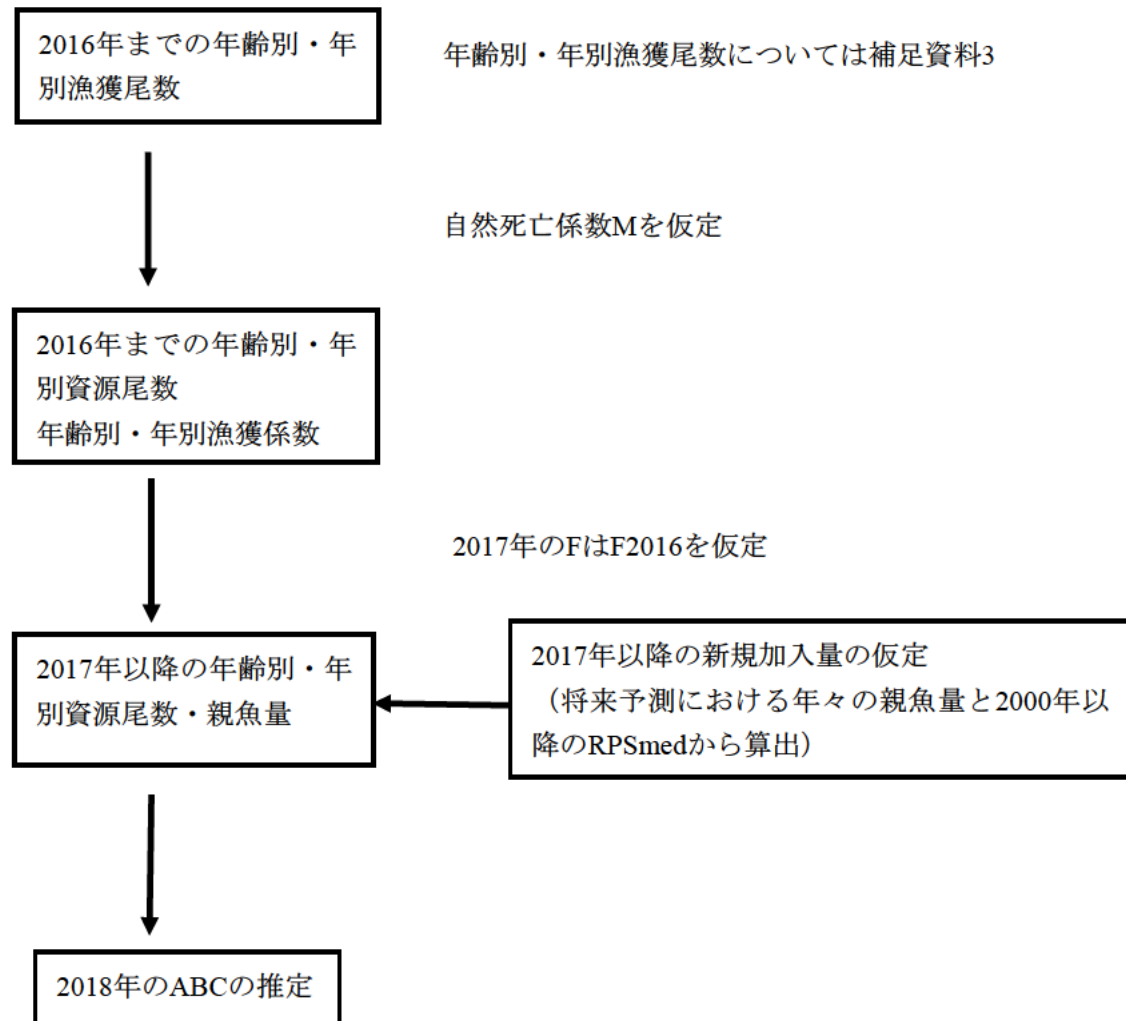
*2 暫定値。

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	6,436	3,560	2,317	26	0.65
2001	1,284	6,706	3,853	2,640	19	0.69
2002	1,252	7,947	4,673	2,145	16	0.46
2003	1,314	9,849	6,134	1,906	13	0.31
2004	1,959	11,859	7,532	2,077	17	0.28
2005	3,024	13,088	8,009	2,268	23	0.28
2006	3,055	12,985	7,894	2,402	24	0.30
2007	3,669	12,827	6,966	2,018	29	0.29
2008	2,737	12,254	7,191	2,099	22	0.29
2009	3,203	12,636	7,220	2,231	25	0.31
2010	3,625	12,476	6,787	2,125	29	0.31
2011	3,736	11,814	5,927	2,121	32	0.36
2012	2,543	11,024	6,332	2,194	23	0.35
2013	3,071	11,509	6,344	2,481	27	0.39
2014	2,937	11,420	6,348	1,458	26	0.23
2015	3,155	11,643	6,181	—	27	—
2016	2,984	11,336	6,389	—	26	—

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

2-1. 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 ($M=2.5 \div 9 \text{ 歳} \approx 0.28$)。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 2～7 歳、各年 8+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 2～8+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 7 歳と 8+歳の F 値は等しいと仮定する。

最近年の 2～8+歳の F 値は、直近 3 年 (最近年の 3 年前～最近年の 1 年前) の 2～7 歳の各 F の平均値を求め、最近年の 7 歳と等しくなる最近年の 8+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×(体長(cm)×10)^{3.032} ; 後藤・藤原 未発表) から求めた以下の値である。ただし、8+歳は、昨年度求めた 2000～2015 年の 8 歳と 9 歳の漁獲尾数で重み付けした各年の値の平均である。ただし、2015 年は今年度の漁獲量 (確定値) を用いて求めた漁獲尾数から再計算を行った。

年齢	2	3	4	5	6	7	8+
体重(g)	452	1,181	2,202	3,418	4,735	6,074	7,722

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。

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

2-2. 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 $F(F_{\text{current}})$ 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(2000～2013年の中央値:0.31)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:2,640千尾)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（体重(g)=0.00001106×(体長(cm))^{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。

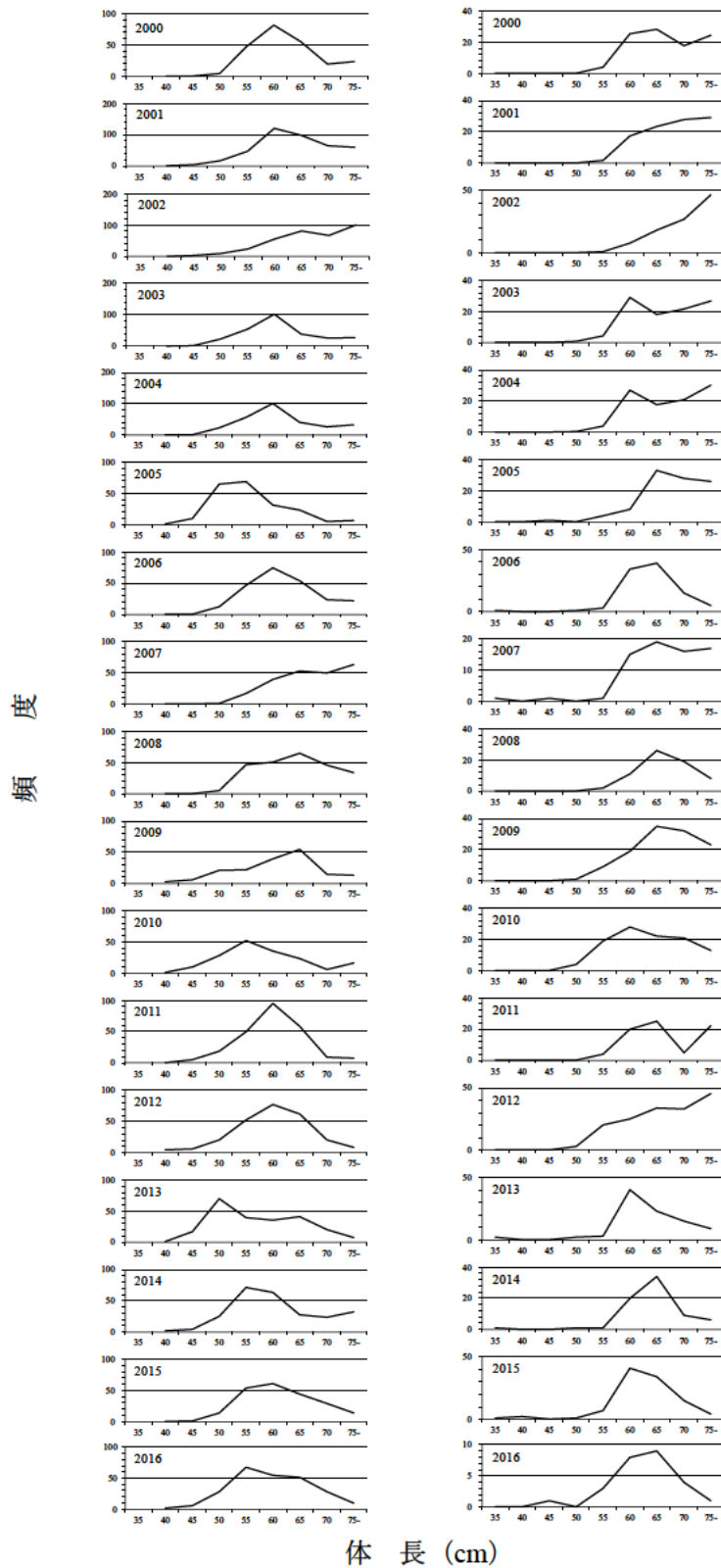
(b)刺し網については、青森県産業技術センター水産総合研究所から提供された主漁期にあたる 1～2 月に水揚げされた漁獲物の体長組成（補足図 3-1）を基礎資料として用いた。データ収集の期間は 2005 年以降である。この体長組成を、体長別の年齢構成表（補足表 3-1）から年齢組成に変換した。以下、上記と同様の方法で行い、各年の平均体重を算出し、各年の「刺し網」の漁獲量と「定置網、釣り、はえ縄、その他」の漁獲量の 1/2 の合計値を平均体重で除し、各年の漁獲尾数を算出、年齢組成で年別年齢別の漁獲尾数を算出した。

(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.



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
30	88	12	0	0	0	0	0
35	74	26	0	0	0	0	0
40	38	50	13	0	0	0	0
45	14	71	14	0	0	0	0
50	0	0	75	25	0	0	0
55	0	2	62	22	13	0	0
60	0	2	31	44	19	5	0
65	0	3	9	34	28	19	6
70	0	0	5	19	14	43	19
75-90	0	0	0	12	40	28	20

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+(定置網、釣り、はえ縄、その他) 1/2

年 年齢	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2歳	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5	6	2	4	7	2	0	3
3歳	4	3	3	4	6	29	8	6	7	24	33	18	17	38	12	10	19
4歳	64	37	27	76	99	302	127	71	93	142	220	177	124	234	137	155	180
5歳	73	49	46	73	97	159	135	132	114	149	146	177	120	149	107	147	146
6歳	49	36	47	45	62	72	89	132	90	96	88	99	70	71	71	92	86
7歳	29	28	41	27	38	29	57	119	73	65	43	48	41	49	43	63	56
8+歳	12	12	21	11	16	11	23	59	32	26	19	15	15	19	20	25	22
計	232	165	185	236	318	606	439	519	409	507	554	535	391	568	392	492	512

刺し網+(定置網、釣り、はえ縄、その他) 1/2

年 年齢	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2歳	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	5	4	5	2
3歳	2	1	1	1	2	5	7	7	3	4	6	7	3	6	8	10	13
4歳	24	13	5	14	23	23	58	31	27	40	106	61	42	58	54	67	61
5歳	48	31	16	26	43	59	109	72	63	75	124	119	62	97	115	108	90
6歳	44	32	23	23	42	63	73	68	52	67	89	113	62	63	84	68	60
7歳	36	32	22	20	36	63	56	62	53	66	73	76	54	48	64	50	45
8+歳	17	16	12	10	18	31	21	30	23	31	32	38	27	19	25	18	17
計	172	124	78	94	164	244	327	273	221	283	431	413	250	297	354	325	288

補足資料 4 日本海西部海域におけるマダラの漁獲動向と資源評価へ向けた検討

4-1. 漁獲動向

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）。

1964 年以降の西部海域におけるマダラ漁獲量の経年変化（補足図 4-1、補足表 4-1）をみると、漁獲量は 1960 年代から 1980 年代では兵庫県、鳥取県、福井県で多かったが、1990 年代になると極めて少なくなった。2000 年代ははじめから漁獲量は、韓国での増加に続き、兵庫県、鳥取県、そして島根県で増加した。2011 年以降、大きな増減傾向が認められ、2013 年以降では韓国の変動に一年遅れて西部海域の増減が同調していた。2016 年の西部海域における漁獲量は 925 トン（暫定値）である一方、韓国は 4,994 トンであった。両者の漁獲

量のスケールは大きく異なり、近年では増減がやや異なるが、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:2015～2017年の分布状況)。以上の結果から推察すると、西部海域で漁獲されるマダラの主体は、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(Suda et al. 2017も参照)。

2009年以降の西部海域における漁業種類別漁獲量の割合を補足図4-2に示す。漁業種類の主体は底びき網である。そのうち約6割から8割が沖合底びき網(主に兵庫県・鳥取県の1そうびき)で、その他はほとんど小型底びき網(主に島根県)で占められている。沖合底びき網(1そうびき)による小海区别漁獲量と西部海域の漁獲量(福井県～島根県)との関係を補足図4-3に示す。2000年代の漁獲量は、西部海域での増加とともに、小海区では隠岐周辺と浜田沖で著しい増加を示し、年により迎日南部や隠岐北方でも増加がみられた。沖合底びき網(1そうびき)の有効漁獲努力量と有漁漁区数の経年変化を補足図4-4に示す(計算方法は補足資料6を参照)。2000年代以降に着目すると、両者ともに増加傾向が認められた。努力量は2012年に極めて高い値を示したが、それ以降は十万台で推移している。漁区数は、2008年以降2014年まで600台であったが、2015年から700台に上昇した。

沖合底びき網(1そうびき)の資源密度指数と資源量指数の経年変化を補足図4-5に示す(計算方法は補足資料6を参照)。両指数は、1970年代初めを除くと、ほぼ同様の変動を示している。ここ2年間(2015～2016年)は、過去と比べて極めて高い値となった。

4-2. 資源評価へ向けた検討

西部海域のマダラに対し、資源の水準・動向の判断、そしてABCの試算を、資源密度指数を資源量の指標値として行った(補足表4-2)。資源の水準を判断するにあたり、指標値の上限は、ここ2年間が1970年代の値と比べても極めて高い値を示しているため、これらを除いた指数10とした。この値を3等分し、低位と中位の境を3.3、中位と高位の境を6.7とした(補足図4-5)。2016年の値は、上限を超えるものであり、高位と判断される。また動向は、過去5年間(2012～2016年)の指標値の推移から、増加と判断した。算定漁獲量は、ABC算定規則2系-1)を適用した。ただし2系-1)で用いられる平均をとる期間は3年が標準であるが、ここ3年間の指標値の変動が大きいことを勘案し、平均には5年を用いた。算定漁獲量のLimitは、11百トン、Tagetは、9百トン(安全率に0.8を採用)と試算された(十の位を四捨五入)。

引用文献

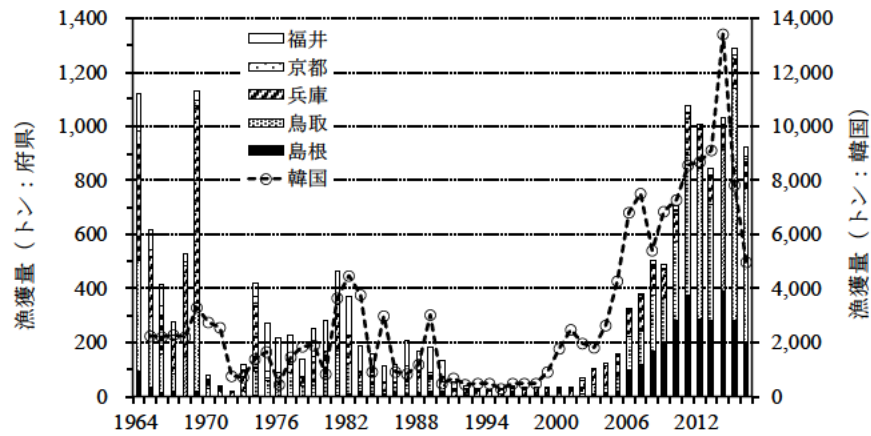
森脇晋平(2009)日本海南西部島根沖合水域におけるタラ類漁獲量の急増現象とその要因。

島根県水産技術センター研報, 2, 15-18.

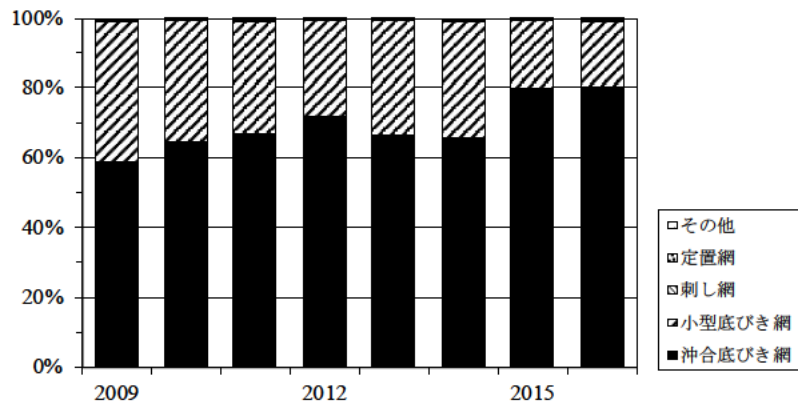
Suda, A., N. Nagata, A. Sato, Y. Narimatsu, H. H. Nadiatul and M. Kawata (2017) Genetic variation and local differences in Pacific cod *Gadus macrocephalus* around Japan. J. Fish Biol., 90, 61-

79.

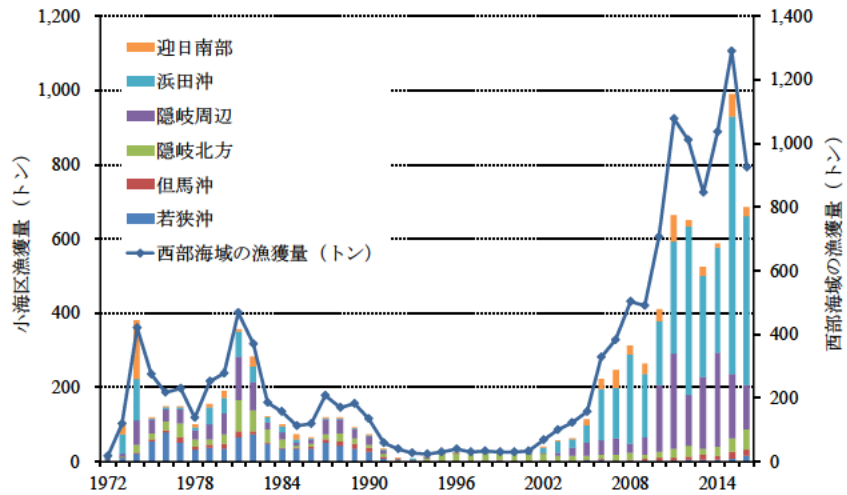
張 昌翼(1989)韓国南部水域のマダラ. INPFC 研報, 42, 112-124.



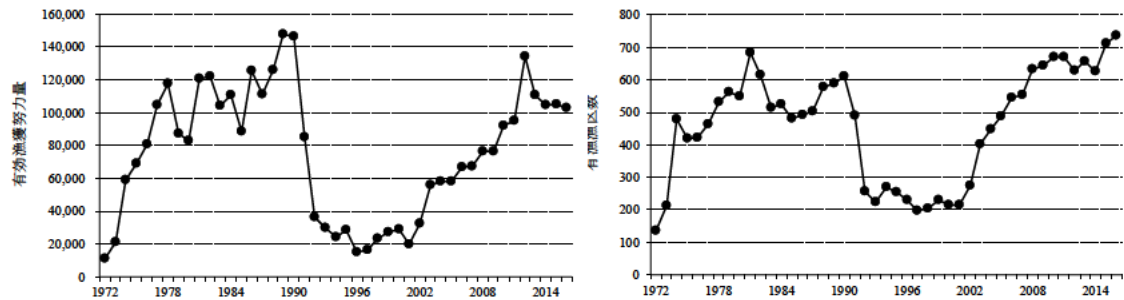
補足図 4-1. 1964～2016 年の西部海域（福井県～島根県）と韓国（1965 年以降）の漁獲量の経年変化 2016 年は暫定値。



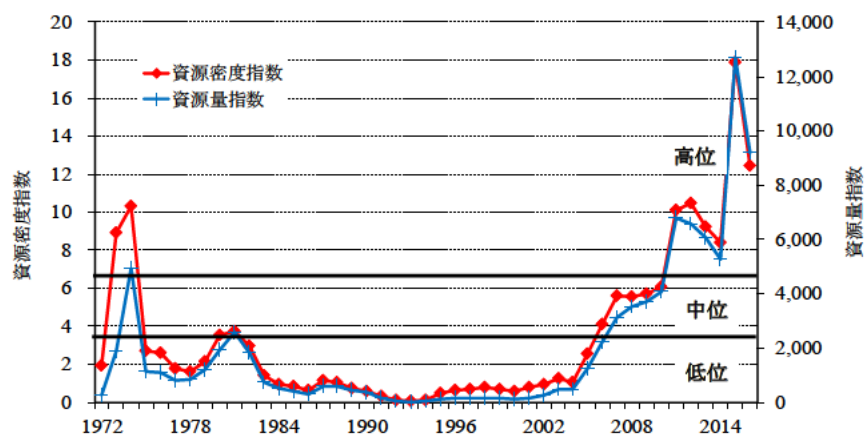
補足図 4-2. 2009～2016 年の西部海域（福井県～島根県）における漁業種類別漁獲量の割合 2016 年は暫定値。



補足図 4-3. 沖合底びき網 (1 そうびき) による小海区別漁獲量と西部海域の漁獲量 (福井県～島根県) の経年変化 2016 年は暫定値。



補足図 4-4. 沖合底びき網 (1 そうびき : 若狭沖～迎日南部) の有効漁獲努力量と有漁漁区数の経年変化 2016 年は暫定値。



補足図 4-5. 沖合底びき網 (1 そうびき : 若狭沖～迎日南部) の資源密度指数と資源量指数の経年変化と資源水準 2016 年は暫定値。

資源密度指数による水準区分 (黒太線) : 低位～中位 3.3、中位～高位 6.7

補足表 4-1. 日本海西部海域におけるマダラ漁獲量（単位：トン）

年	福井	京都	兵庫	鳥取	島根	西部計	韓国
1964	136	46	436	404	96	1,118	-
1965	78	24	218	267	32	619	2,252
1966	79	37	145	143	14	417	2,211
1967	46	17	127	66	18	274	2,286
1968	31	13	341	144	1	530	2,218
1969	35	20	751	308	18	1,131	3,279
1970	17	2	32	27	3	80	2,753
1971	10	1	9	17	1	38	2,571
1972	5	2	8	3	0	18	757
1973	20	5	78	16	0	119	717
1974	52	22	249	93	4	420	1,365
1975	182	22	9	57	3	273	1,653
1976	130	19	15	52	0	216	435
1977	98	13	29	89	0	229	1,456
1978	67	6	26	39	1	139	1,841
1979	102	19	77	52	1	251	1,883
1980	111	12	83	70	1	277	844
1981	127	34	129	172	6	468	3,646
1982	141	9	95	114	10	369	4,462
1983	91	7	31	40	16	185	3,784
1984	78	5	29	36	10	158	902
1985	57	8	26	14	8	113	2,996
1986	64	5	17	20	12	118	919
1987	97	28	26	46	10	207	839
1988	72	8	19	57	12	168	1,200
1989	94	10	16	41	22	183	3,020
1990	63	6	13	34	20	136	487
1991	29	2	10	13	3	57	665
1992	10	0	25	4	0	39	439
1993	4	0	20	3	0	27	481
1994	4	0	19	2	0	25	473
1995	4	1	21	2	1	29	273
1996	2	0	21	1	15	39	472
1997	2	1	24	0	2	29	481
1998	2	0	27	0	4	33	476
1999	3	0	23	0	5	31	894
2000	3	0	26	1	0	30	1,766
2001	6	0	27	1	0	34	2,458
2002	8	0	49	10	1	68	1,968
2003	2	0	56	34	9	101	1,826
2004	5	0	70	33	13	121	2,641
2005	5	1	71	63	16	156	4,272
2006	5	2	94	128	98	327	6,810
2007	8	2	132	122	117	381	7,533
2008	14	4	111	207	166	502	5,396
2009	16	5	107	164	199	491	6,870
2010	17	4	112	294	278	705	7,289
2011	22	5	155	522	372	1,076	8,585
2012	16	5	144	561	285	1,011	8,682
2013	20	9	105	429	281	844	9,134
2014	24	5	88	524	393	1,034	13,401
2015	27	9	116	855	282	1,289	7,821
2016 ^{*1}	36	9	108	573	199	925	4,994

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 暫定値。

補足表 4-2. 沖合底びき網（1 そうびき）による日本海西部海域のマダラの漁獲動向

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}
1972	15	11,099	136	263	1.9
1973	108	21,130	212	1,894	8.9
1974	379	59,152	479	4,944	10.3
1975	117	69,040	419	1,142	2.7
1976	146	80,792	422	1,099	2.6
1977	148	104,645	464	817	1.8
1978	100	117,657	532	848	1.6
1979	156	87,488	563	1,191	2.1
1980	189	83,142	550	1,941	3.5
1981	355	120,808	684	2,566	3.8
1982	282	122,058	615	1,831	3.0
1983	121	104,428	513	733	1.4
1984	100	110,613	526	504	1.0
1985	72	88,417	482	394	0.8
1986	65	125,587	493	300	0.6
1987	118	111,234	502	586	1.2
1988	117	125,921	577	603	1.0
1989	89	147,562	588	426	0.7
1990	72	146,352	611	354	0.6
1991	32	85,146	489	158	0.3
1992	8	36,576	258	28	0.1
1993	6	29,642	224	14	0.1
1994	11	24,105	270	29	0.1
1995	23	28,696	254	127	0.5
1996	21	15,030	230	141	0.6
1997	24	16,381	197	139	0.7
1998	28	23,309	204	162	0.8
1999	24	27,030	230	153	0.7
2000	24	28,849	216	128	0.6
2001	23	19,812	215	165	0.8
2002	40	32,451	274	261	1.0
2003	57	56,118	402	494	1.2
2004	61	58,153	449	474	1.1
2005	114	58,199	488	1,231	2.5
2006	222	66,958	544	2,222	4.1
2007	248	67,324	554	3,110	5.6
2008	313	76,302	632	3,519	5.6
2009	263	76,272	644	3,688	5.7
2010	410	92,137	671	4,064	6.1
2011	664	95,317	671	6,770	10.1
2012	650	134,220	629	6,576	10.5
2013	525	110,643	656	6,068	9.3
2014	587	104,721	626	5,253	8.4
2015	989	105,150	712	12,708	17.8
2016 ^{*2}	683	102,928	737	9,160	12.4

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。

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

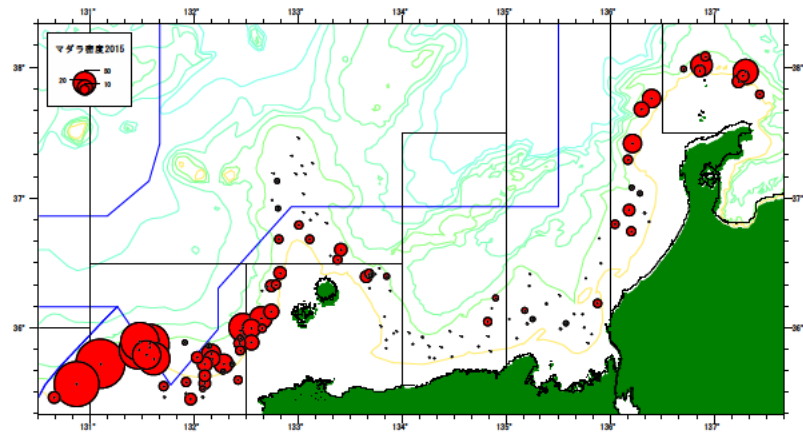
5～6月に山陰地方から能登半島周辺に至る海域を調査する「日本海ズワイガニ等底魚資源調査」(着底トロール)では、ズワイガニ(上田ほか 2017)、ハタハタ(藤原ほか 2017)、アカガレイ(藤原ほか 2017)、ホッコクアカエビ(佐久間ほか 2017)などに加えて、マダラが漁獲される。2015～2017年の調査におけるマダラの分布状況(各調査定点で漁獲量を表示)と、隠岐諸島以西と日本海系群が含まれる隠岐諸島以東に分けた体長組成を、それぞれ補足図の 5-1 と 5-2 に示す。2011 年以降 2017 年まで本調査においてマダラは、隠岐諸島から西の海域と能登半島の西部から北部にかけての沖合の、大きく 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、2015 年では、隠岐諸島以西で 50cm 台の 3 歳魚(2012 年級)が多獲された。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)が前年に引き続き多かった。2017 年になると、隠岐諸島以西では依然目立ったモードはみられなかったが、隠岐諸島以東で 2014 年級(3 歳魚)と考えられる 40cm 台に顕著なモードがみられた。

本調査で漁獲されるマダラは、主に 1～3 歳の未成年魚である。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 年時における 40cm 前後の 2 歳魚(後藤ほか 2017)、2015 年時の 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年魚の豊度は、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。ここ 3 年間の調査結果から 2014 年級の豊度が高いことが推察される。

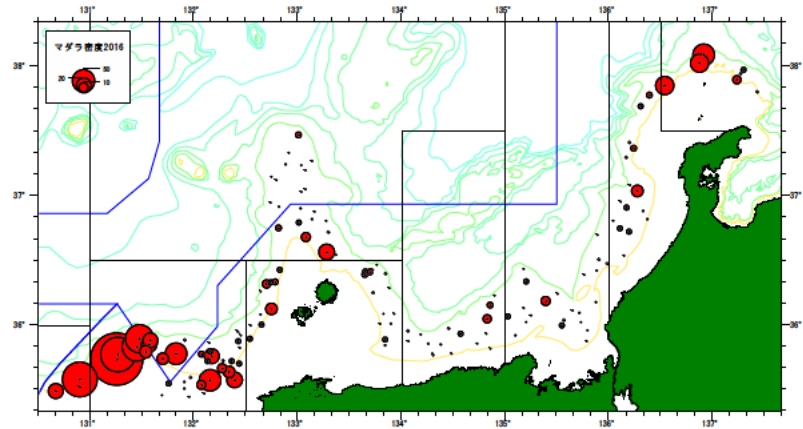
引用文献

- 藤原邦浩・上田祐司・佐久間啓・後藤常夫(2017)平成 28 (2016) 年度アカガレイ日本海系群の資源評価. 平成 28 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 3 分冊, 水産庁・国立研究開発法人水産研究・教育機構, 1782-1798.
- 藤原邦浩・上田祐司・佐久間啓・松倉隆一・山本岳男・山田達哉(2017)平成 28 (2016) 年度ハタハタ日本海西部系群の資源評価. 平成 28 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 2 分冊, 水産庁・国立研究開発法人水産研究・教育機構, 1411-1442.
- 後藤常夫・藤原邦浩・上田祐司・佐久間啓(2017)平成 28 (2016) 年度マダラ日本海系群の資源評価. 平成 28 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 2 分冊, 水産庁・国立研究開発法人水産研究・教育機構, 986-1024.
- 佐久間啓・養松郁子・上田祐司・藤原邦浩(2017)平成 28 (2016) 年度ホッコクアカエビ日本海系群の資源評価. 平成 28 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 3 分冊, 水産庁・国立研究開発法人水産研究・教育機構, 1943-1966.
- 上田祐司・養松郁子・藤原邦浩・佐久間啓・松倉隆一・山本岳男(2017)平成 28 (2016) 年度ズワイガニ日本海系群 A 海域の資源評価. 平成 28 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊, 水産庁・国立研究開発法人水産研究・教育機構, 529-577.

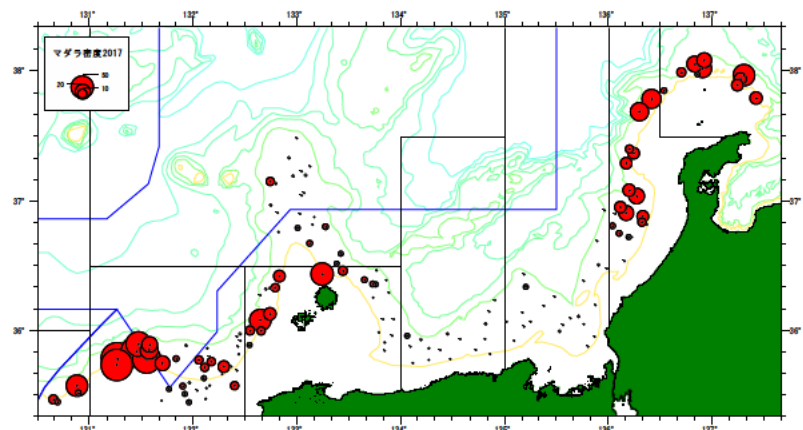
マダラ調査点別漁獲量(kg) 2015年



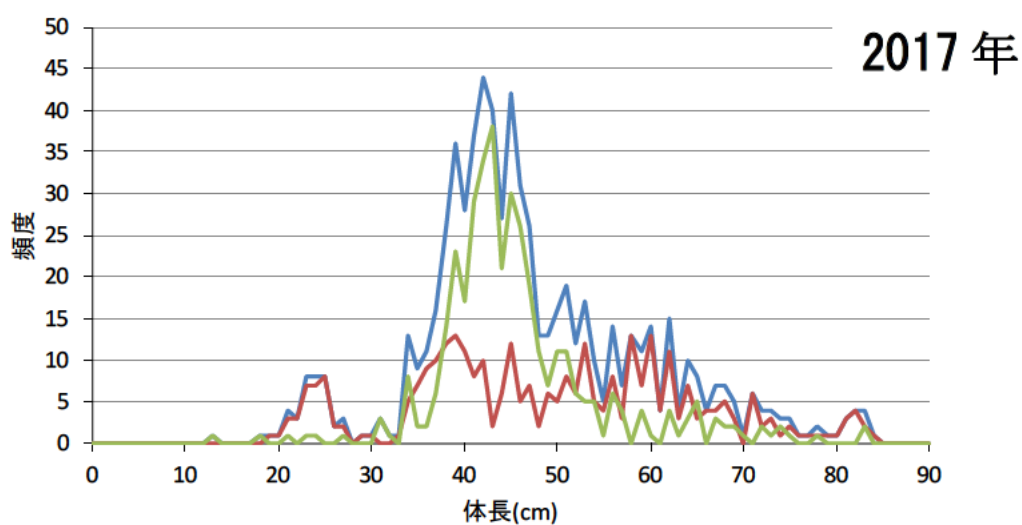
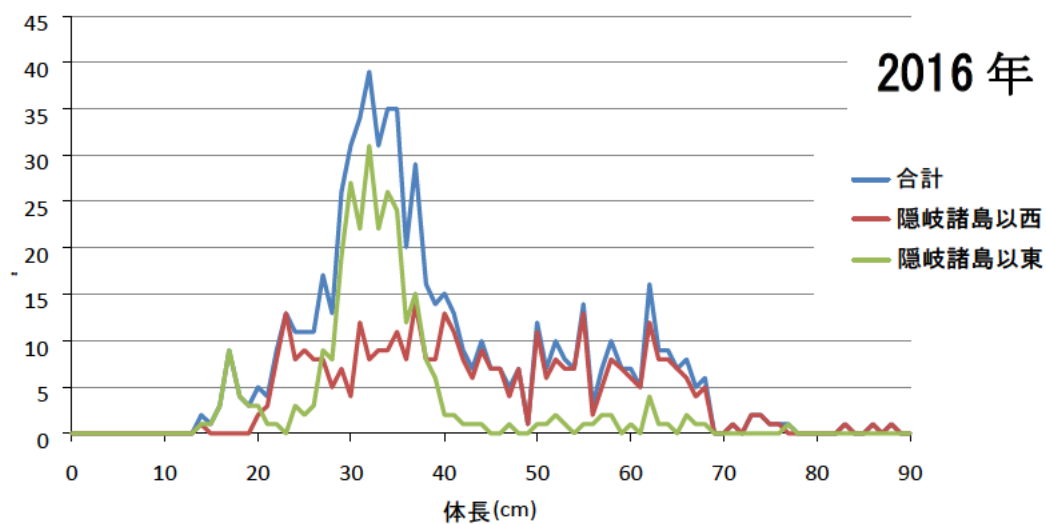
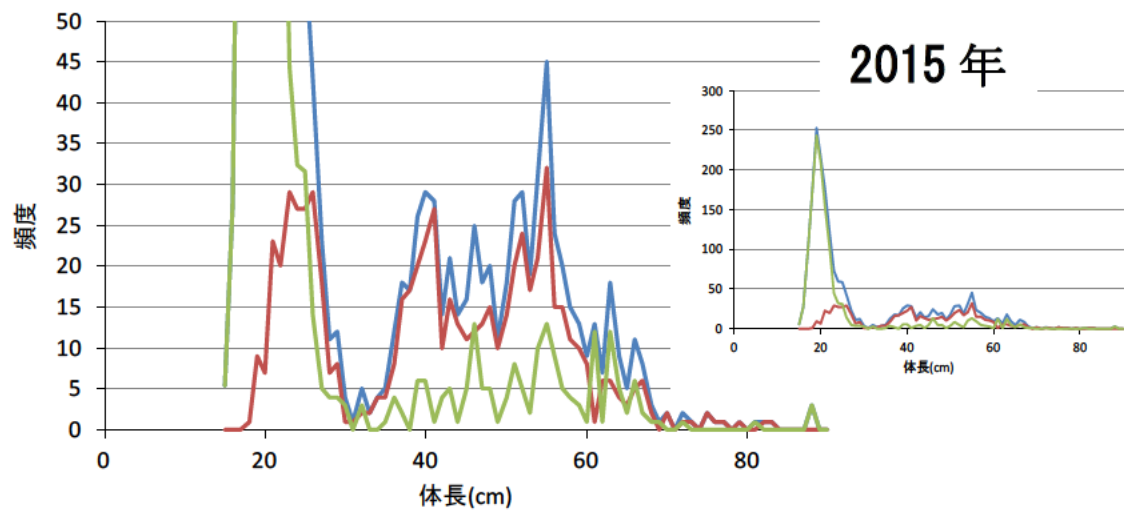
マダラ調査点別漁獲量(kg) 2016年



マダラ調査点別漁獲量(kg) 2017年



補足図 5-1. 2015～2017 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. 2015～2017 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。

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。

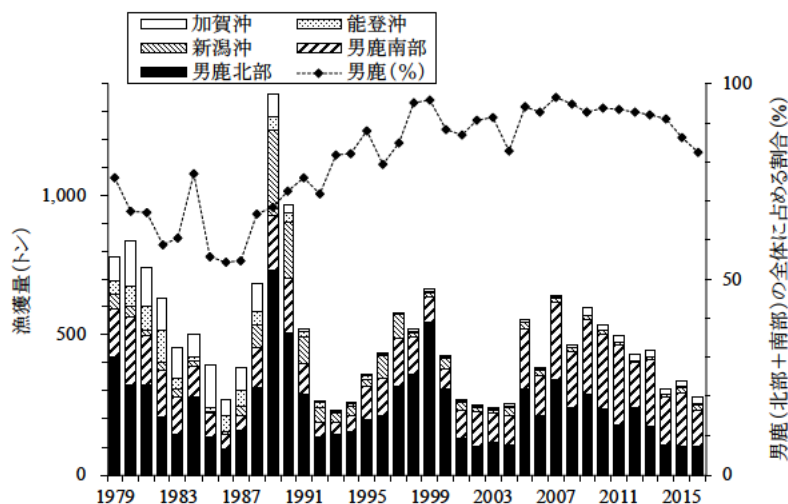
$$D = \frac{P}{J} = \frac{C}{X'}$$

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られる。

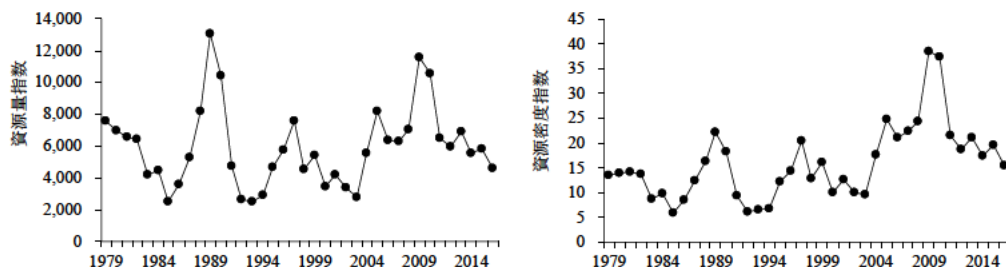
補足資料 7 沖底漁獲成績報告書に基づくマダラの漁獲量、資源量指標値等の推移

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）の海域では、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、2016 年（暫定値）は 2015 年からさらに下がり 82% となった。

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
2016 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 2016 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	2016
2歳	0	0	0	0	0	5	2	3	0	5	6	2	4	12	6	5	5
3歳	7	5	4	5	7	33	15	13	10	28	39	24	20	44	20	20	33
4歳	88	49	32	89	122	325	185	102	119	182	327	238	166	293	192	223	240
5歳	122	80	62	99	140	218	245	204	177	223	269	296	182	246	222	255	236
6歳	93	68	70	68	104	135	162	200	141	164	177	212	132	135	155	160	146
7歳	65	60	63	47	74	92	113	181	126	131	116	124	95	98	107	112	102
8+歳	29	28	33	21	34	42	44	89	55	56	51	52	42	38	45	43	39
計	404	290	263	330	481	851	766	792	629	789	985	948	641	866	746	818	800

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	2016
2歳	0	0	0	0	0	2	1	2	0	2	3	1	2	5	3	2	2
3歳	8	6	4	6	9	40	17	16	12	33	46	29	23	52	24	23	38
4歳	193	109	70	197	268	716	407	224	263	401	720	525	366	644	423	490	530
5歳	416	274	213	338	480	745	837	696	605	764	920	1,011	622	841	758	871	807
6歳	442	322	330	324	492	639	769	947	670	776	839	1,004	626	639	735	758	691
7歳	398	362	381	287	447	560	686	1,099	764	795	704	752	578	594	647	683	617
8+歳	225	215	252	162	263	322	340	685	424	435	392	411	323	295	345	330	298
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	3 157	2 983

年齢別漁獲係数																	
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
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	0.01	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	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02
4歳	0.17	0.09	0.04	0.09	0.10	0.25	0.17	0.10	0.11	0.16	0.28	0.24	0.16	0.27	0.18	0.21	0.22
5歳	0.37	0.25	0.17	0.20	0.21	0.28	0.33	0.32	0.28	0.34	0.40	0.50	0.33	0.40	0.37	0.43	0.40
6歳	0.50	0.40	0.40	0.30	0.37	0.36	0.38	0.55	0.42	0.51	0.54	0.71	0.48	0.48	0.52	0.56	0.52
7歳	0.88	0.80	0.91	0.57	0.71	0.74	0.65	1.17	0.93	1.00	0.95	1.09	0.96	0.91	1.01	1.07	1.00
8+歳	0.88	0.80	0.91	0.57	0.71	0.74	0.65	1.17	0.93	1.00	0.95	1.09	0.96	0.91	1.01	1.07	1.00
単純平均	0.40	0.33	0.35	0.25	0.30	0.34	0.31	0.48	0.38	0.43	0.45	0.52	0.41	0.43	0.45	0.48	0.45

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	2016
2歳	1,340	1,880	2,317	2,640	2,145	1,906	2,077	2,268	2,402	2,018	2,099	2,231	2,125	2,121	2,194	2,481	1,458
3歳	797	1,015	1,424	1,755	2,000	1,625	1,440	1,572	1,716	1,820	1,525	1,586	1,688	1,606	1,598	1,658	1,875
4歳	578	599	765	1,076	1,325	1,509	1,205	1,079	1,180	1,292	1,357	1,125	1,182	1,264	1,183	1,195	1,240
5歳	403	370	415	555	745	909	891	769	739	801	837	774	667	766	730	747	733
6歳	242	211	218	266	344	456	520	485	425	422	434	426	357	364	390	381	368
7歳	115	111	107	111	149	180	241	268	212	212	193	191	158	168	171	175	165
8+歳	51	52	56	50	69	81	94	132	94	91	85	81	70	66	72	67	63
計	3 526	4 238	5 302	6 453	6 777	6 666	6 467	6 574	6 768	6 656	6 529	6 413	6 247	6 356	6 338	6 703	5 901

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	2016
2歳	605	849	1,047	1,193	969	861	939	1,025	1,086	912	949	1,008	960	959	992	1,121	659
3歳	941	1,198	1,681	2,073	2,362	1,918	1,700	1,856	2,026	2,149	1,800	1,872	1,994	1,897	1,887	1,957	2,214
4歳	1,273	1,318	1,684	2,368	2,918	3,323	2,652	2,376	2,598	2,844	2,987	2,476	2,603	2,782	2,604	2,631	2,731
5歳	1,379	1,265	1,419	1,896	2,548	3,109	3,046	2,629	2,525	2,739	2,862	2,647	2,280	2,620	2,496	2,553	2,504
6歳	1,147	1,000	1,033	1,261	1,626	2,159	2,462	2,297	2,011	2,000	2,053	2,015	1,691	1,725	1,846	1,805	1,743
7歳	697	675	651	676	903	1,091	1,462	1,628	1,291	1,288	1,172	1,161	960	1,020	1,041	1,062	1,000
8+歳	394	401	431	381	532	627	724	1,015	717	704	652	634	536	507	554	513	484
計	6,436	6,706	7,947	9,849	11,859	13,088	12,985	12,827	12,254	12,636	12,476	11,814	11,024	11,509	11,420	11,643	11,336

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	2016
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	456	583	819	1,009	1,149	917	822	899	984	1,033	856	900	962	901	910	945	1,063
4歳	1,051	1,179	1,576	2,117	2,583	2,531	2,185	2,099	2,276	2,379	2,199	1,895	2,177	2,075	2,122	2,081	2,139
5歳	931	962	1,174	1,515	2,010	2,292	2,140	1,873	1,862	1,912	1,877	1,575	1,606	1,719	1,681	1,623	1,640
6歳	679	654	680	908	1,098	1,470	1,637	1,298	1,295	1,178	1,167	965	1,026	1,046	1,068	1,006	1,012
7歳	284	298	255	374	435	507	743	491	497	464	441	383	360	403	370	355	361
8+歳	160	177	169	211	256	291	368	306	276	254	246	209	201	200	197	172	175
計	3,560	3,853	4,673	6,134	7,532	8,009	7,894	6,966	7,191	7,220	6,787	5,927	6,332	6,344	6,348	6,181	6,389

補足資料 9 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、平成 27 年度まで県単事業等により実施され、平成 28 年度からは本事業の新規加入量調査として継続実施されている。

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 9-1 に示した。調査の方法等は、松谷（2017）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、2015 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 9-2 に示した。調査の方法等は、山田ほか（2016）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、2013、2015 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 9-3 に示した。調査の方法等は、斎藤ほか（2017）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、2016 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 9-4 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 年級と 2015 年級であった。

新潟県水産海洋研究所（調査年 2012～2017 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 歳魚の採集尾数の経年変化を補足図 9-5 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 年級と 2016 年級であった。

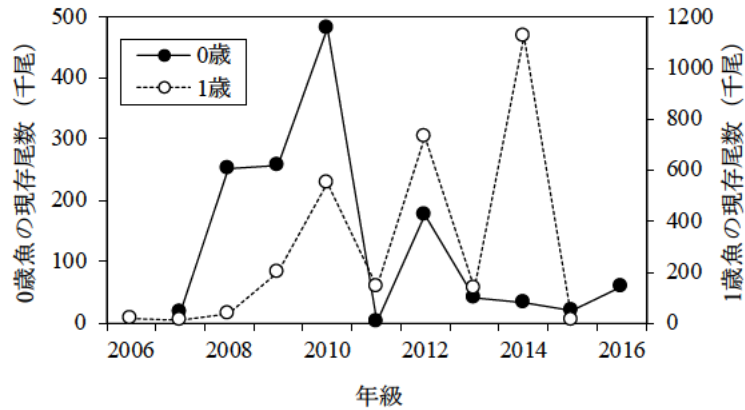
各海域における幼稚魚の採集状況を概観すると、2014 年級が秋田沖を除いて多く、一方 2007 年級と 2015 年級はどの海域でも少ない傾向が認められた。また、2016 年級については、青森県、秋田県、日本海区水産研究所で 0 歳魚のみのデータしかなくその後の動向は不明であるが、その他の海域の状況も加味すると、少ない可能性がある。

引用文献

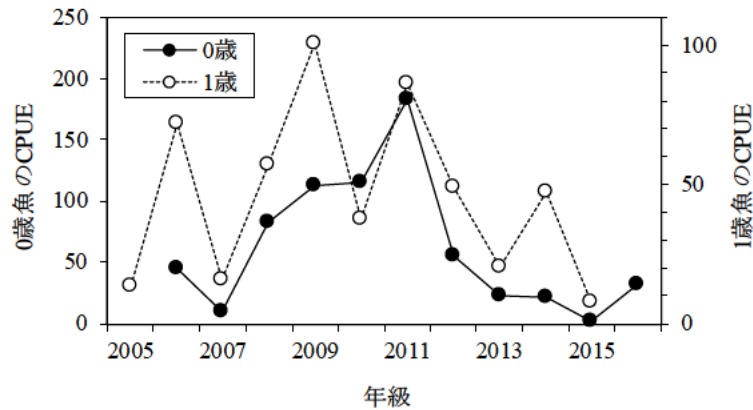
斎藤祥司・白幡英樹・渡部光秋 (2017)底魚類漁獲動向予測技術開発. 平成 27 年度山形県水産試験場事業報告, 3-6.

松谷紀明(2017)重要魚類資源モニタリング調査. 平成 27 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 5-23.

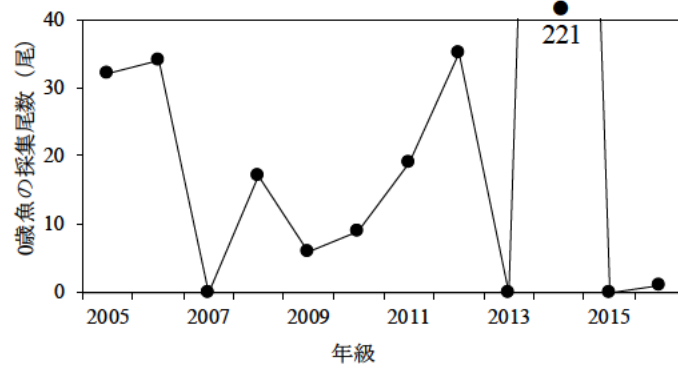
山田潤一・甲本亮太・小笠原誠(2016)我が国周辺水産資源調査(資源評価調査、マダラ). 平成 27 年度秋田県水産振興センター業務報告書, 105-110.



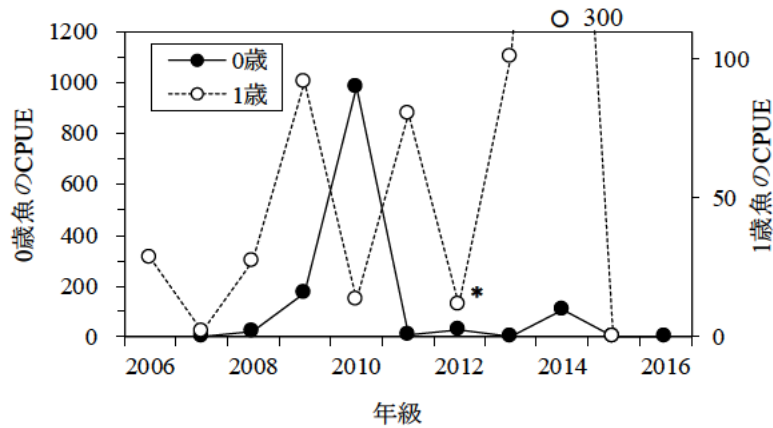
補足図 9-1. 青森県日本海海域における 0 歳魚と 1 歳魚の現存尾数
(4～9 月: 青森県産業技術センター水産総合研究所 資料より作成)



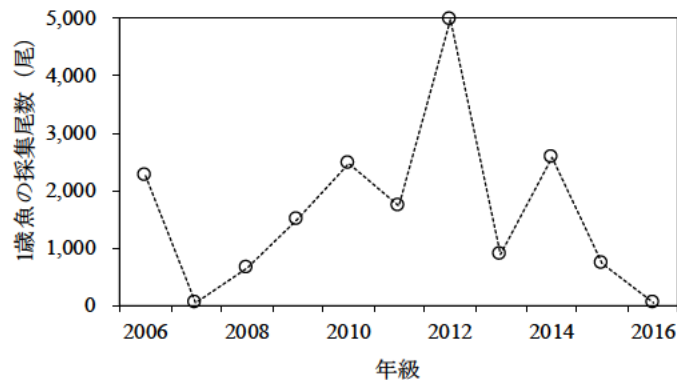
補足図 9-2. 秋田県における 0 歳魚と 1 歳魚の平均 CPUE
(9～12 月: 秋田県水産振興センター 資料より作成)



補足図 9-3. 山形県における 0 歳魚の採集尾数
(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。
2007-2008 年、2014-2016 年：未実施の操業あり。



補足図 9-4. 新潟県粟島西方海域で小型オッターコントロール網による
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 9-5. 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