

平成 26（2014）年度ハタハタ日本海西部系群の資源評価

責任担当水研：日本海区水産研究所（藤原邦浩、上田祐司、松倉隆一、山本岳男、
山田達哉）

参画機関：石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センタ
ー海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センタ
ー、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター

要 約

本系群の漁獲量は、ごく数年での大幅な変動を伴いつつ、長期的にも大きく変動してきた。1970年代から1980年代半ばには80百トンに達する年もあったが、1980年代後半に減少し、1990年代は50百トンを下回る年が多くなった。2000年以降は増加し、2003年には過去最高（95百トン）となった。その後も半減・倍増を繰り返していたが、2009年以降は40百トン前後で推移し、2013年は37百トンであった。2010～2013年の平均漁獲量が5,000トン（中位と高位の境）を下回ったことから、水準は中位と判断した。また、トロール調査に基づく資源量は、2010年から倍増、半減した後、増加したものの、2014年は3年前と同等であったことから、動向は横ばいと判断した。

2004年以降のトロール調査結果に基づき、ABC算定の規則1-3)-(2)により、基準値には $F_{current}$ を用い、 ABC_{limit} は79百トン、 ABC_{target} は65百トンと算定した。2014年のトロール調査による年齢別漁獲尾数から、2015年は2歳魚が比較的多いと推定されることから、現状の漁獲圧でも資源量と親魚量は増加することが予想される。現状の漁獲圧を維持しながら、資源を有効利用するべきである。

	2015年ABC(百トン)	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC_{limit}	79	$1.0F_{current}$	0.24	21%
ABC_{target}	65	$0.8 \cdot 1.0F_{current}$	0.19	18%

ABCの値は十の位を四捨五入したもの。 β_1 は1.0とした。

年	資源量(百トン)	漁獲量(百トン)	F値	漁獲割合
2012	189	60	0.43	35%
2013	247	37	0.17	16%
2014	334	—	—	—

水準：中位 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
資源量・年齢別資源尾数	日本海ズワイガニ等底魚資源調査（水研セ） （以下、トロール調査と呼ぶ）
トロール調査採集効率(q)	q=0.3 を仮定
漁獲量	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省） 月別漁法別水揚げ量の速報値（石川～島根(6)府県） 韓国漁獲統計資料(URL: http://fs.fips.go.kr/main.jsp)
体長組成	トロール調査（水研セ） 生物情報収集調査（石川～島根(6)府県） 月別体長組成調査（水研セ、石川県、兵庫県、鳥取県）
自然死亡係数(M)	年当たり M=0.5 を仮定
資源密度指数・漁獲努力量	日本海区沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計調査資料（水産庁）

1. まえがき

日本海西部（島根県～石川県）のハタハタは、主に底びき網によって漁獲され、近年では我が国周辺における本種の漁獲量の半分以上を占めている。本系群は、対象海域外からの2つの来遊群、すなわち、秋田県由来と朝鮮東岸由来の群で構成されているとされる。しかし、両群の来遊・移出の機構は不明である。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は能登半島以西の日本海で漁獲対象となっている（図1）。沖山(1970)は、西部海域が、日本海北部生まれ群と朝鮮半島東岸生まれ群の双方の成育場であり、それぞれの資源状態によって両群の出現割合も年変動することを示唆した。本事業の評価技術開発調査によれば、ミトコンドリア DNA 調節領域の塩基配列多型により、秋田の産卵場に由来する集団が、隠岐西方の海域にまで達していることが示唆された(Shirai et al. 2006)。また、2003年に若狭湾から能登半島沖合で見られたハタハタの漁獲の急増は、2001年に発生した北部系群の卓越年級によるものと考えられる（白井ほか 2007）。

(2) 年齢・成長

漁場に参加するまでの稚魚・幼魚期の生態がはっきりしていないが、本種日本海北部系群と同様に2月ごろにふ化すると思われる。幼稚魚期は、沿岸域、沖合の中層域に分布する可能性が高い(清川 1991)。漁場に現れる満1歳の2～3月頃には体長100mmに達する。その後、2歳で体長150mm、3歳170mm、4歳190mmとなる。いずれの年齢でもメスの方が大きめのサイズになる（池端 1988、藤原 未発表）（図2）。寿命はおおよそ5歳とされる。

なお、ここでいう年齢はふ化（2月頃）からその年の末までを0歳、以降暦年によって1歳、2歳と加齢する。また、「年級」にはふ化時の年（西暦）を冠することとし、例えば

2012 年級は 2012 年にふ化した年級を指す。

(3) 成熟・産卵

産卵場は、主に朝鮮半島東岸および秋田地方沿岸と推察される。能登半島以西の本州沿岸では、産み付けられた卵やふ化直後の仔魚の報告は若干あるものの、秋田県沿岸のような大規模な産卵場はない。夏季にオス 1 歳魚の半数ほどが成熟を始め、この年の年末には産卵に参加するが、メスは 1 歳のうちは成熟しない。メスは 2 歳時の年末から産卵に参加する。日本海西部には大きな産卵場は確認できていないため、成熟した個体は本海域外に移出すると考えられる。各年齢の成熟率を図 3 に示した。

(4) 被捕食関係

ハタハタ成魚の主餌料はニホンウミノミ (*Themisto japonica* : 端脚類) で、そのほかオキアミ類、橈脚類、イカ類、魚類が多い。沖合ではニホンウミノミの割合が高くなる(秋田県水産振興センターほか 1989)。一方、マダラやアカガレイに捕食されている(藤原 未発表)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

日本海西部では、ほぼ全てが底びき網漁業で漁獲されている。兵庫県と鳥取県は全て沖合底びき網(1 そうびき)であり、石川県、福井県、京都府および島根県では小型底びき網が多い。2002 年までは、兵庫、鳥取両県による水揚げだけで西部海域の 7~8 割を占めていたが、2003 年以降、石川県の割合も多くなっている(表 1)。主漁期は底びき網のカニ漁終了後の 3~5 月である。休漁明けの 9~10 月にも漁獲はあるものの春よりも少なく、11~1 月はほぼ漁獲されていない。

(2) 漁獲量の推移

日本海西部の漁獲量は、1975 年頃までわずかに右上がり、80 年代後半から 90 年代前半にかけてやや下降、90 年代後半は再び増加傾向であった(図 4、図 5、表 1)。ただし、中長期的な変動に加え、ごく数年での大幅な変動を伴っている。図 6 は 1955 年以降の日本海西部における漁獲量の前年比(当年/前年)を示したグラフである。漁獲量は 1~2 年ごとに半減・倍増を繰り返していることが分かる。しかし、近年、4,000 トン前後の少ない年となる頻度が高く、2013 年も 3,735 トンであった。なお、2013 年の韓国の漁獲量は、6,000 トンを上回り、近年最高となった。

(3) 漁獲努力量

日本海における沖合底びき網の有効漁獲努力量を、図 7 および表 1 に示す。1980 年代後半が最高で、その後減少し、1990 年代半ばには約 150 千回となった。2000 年代に入っても減少を続け、近年は最低である。2013 年は 96 千回となった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

日本海西部における漁獲量の過去 50 年の推移から、長期的資源変動ならびに資源水準を判断した。動向については、日本海ズワイガニ等底魚資源調査（以下、トロール調査と呼ぶ）を 5～6 月に実施し、面積密度法により 2004 年以降の現存量を算出し（補足資料 3）、それに基づき資源量を推定し、判断した。資源量の推定方法は補足資料 2 に、その計算結果を表 2-1 と 2-2 および表 3 に示した。なお、調査結果に基づき推定した資源量からは、資源動向を判断するとともに、2004 年以降の漁獲割合と F 値などを把握した。

(2) 資源量指標値の推移

沖合底びき網（1 そうびき）の資源密度指数は、1990 年頃を境にこの指数は漸減から漸増傾向に転じ、2002 年には 26.1 に達し、2003 年には急増して 53.7 となった（図 8、補足資料 4）。その後、半減・倍増を繰り返し、2009 年は 25.0 に低下した。それ以降は 2009 年同等の低い値を示し、2013 年は 27.2 であった。近年、資源密度指数は漁獲量（前述、3. (2) ）とほぼ同調している。

(3) 漁獲物の体長組成

鳥取県が実施した市場調査をもとに漁獲物の体長組成（2004 年～2013 年）を図 9 に示した。同県によるハタハタの漁獲はほぼ全て沖合底びき網（1 そうびき）によるもので、浜田沖、隠岐周辺、隠岐北方および但馬沖における漁獲である。近年、鳥取県では、上半期（1～5 月）の漁獲が多く、下半期（9～12 月）は少ない。

モードと年齢の関係について、過去の知見（池端 1988）を参考におよそ説明すると、上半期では 120mm 前後のモードが 1 歳魚、150mm 強が 2 歳魚、180mm 前後のモードは 3 歳魚である。下半期では 150mm 前後にモードがみられ、これには 2 歳魚に加え、夏期に成長した 1 歳魚も混ざっていると思われ、モードが 150mm 弱の場合は 1 歳魚の割合が多く、150mm 強の場合は 2 歳魚の割合が多いものと推察される。

日本海西部では水揚げサイズ制限はないので、1 歳魚は春に来遊していれば 3 月から漁獲加入し、下半期からは本格的に漁獲されるが、近年では 1 歳魚のみを多く漁獲した年は見られない。なお、漁獲量が多かった 2008 年は 2 歳魚が主体で、これは卓越年級とされる 2006 年級である。この 2006 年級は 1 歳時の 2007 年の上半期に全く漁獲されていない。1 歳魚は、例年上半期から一部漁獲されることから、2006 年級は 1 歳時における本海域への来遊が遅れたことが示唆される。

(4) トロール調査に基づく年齢組成および今後の加入量の見積もり

2004～2014 年のトロール調査結果に基づくハタハタの日本海西部海域における体長組成を図 10 に示した。この体長組成に複合正規分布をあてはめて年齢分解し、調査時点（6 月 1 日）の各年級群各年齢時の現存尾数を求め、図 11 に示した。

2015 年に漁獲の対象となる 2012 年級（3 歳）～2014 年級（1 歳）の豊度について述べる。2012 年級は、2 歳時、2006 年級の半分ではあるが 2 番目に多かった。2013 年級は、1 歳で

は多い。このように 1 歳時に多かった 2004 年級や 2010 年級から類推すると 2 歳時も比較的多くなる。また、2014 年級の豊度は現在のところ把握できていない。

これまでの調査結果における 1 歳時の量（加入量）と 2 歳時の量（近年の漁獲主体）の関係は、2006 年級や 2011 年級を例外とし、2004 年級や 2010 年級を参考とすると、1 歳時の調査結果で豊度が高いと 2 歳魚でも豊度は比較的高い。2006 年や 2012 年の漁獲量はやや多く（表 1）、2 歳魚の豊度が高いと漁獲量も多くなると考えられる。したがって、2014 年 1 歳魚の量が比較的多いことから、2015 年の漁獲量はやや多いと見込まれる。

（5）資源量と漁獲割合の推移

資源量は 9 千トンから 38 千トンまで大きく変動してきた（図 12）。2010 年は 15 千トンと少なかった。2011 年は 35 千トンまで倍増した。2012 年には 19 千トンと半減したものの、2014 年はほぼ倍増の 33 千トンと推定された。

漁獲割合（図 12）は、変動を伴っているものの、平均すると 2009 年以降はそれより以前に比べて 13%低い。F 値（図 13）も 2009 年以降の平均は 0.24、それ以前の平均は 0.40 であり、2009 年以降の方が低い。

調査年における親魚量と加入量（1 歳魚）を図 14 に、前年親魚量と翌年加入量（1 歳魚）の関係を図 15 に示した。さらに、再生産成功率(RPS)*の経年推移を図 16 に示した。再生産成功率は、2010 年以降高く、2013 年は過去最高であった。

*t 年の再生産成功率（RPS）は、t+1 年の加入尾数（1 歳）を t-1 年の産卵親魚量で除した値である。

（6）資源の水準・動向

資源水準の判断には長期データのある漁獲量を用いた。ただし、水準判断には、本種特有の数年ごとの半減・倍増の影響を取り除く目的で、複数年の平均値を用いることとした。平均する年数は、1)平均としての意味合いをもたせるため、多い年と少ない年の両方がおよそ複数年含まれること、2)評価年とのタイムラグの軽減のためなるべく短期間がよいこと、以上 2 点を考慮して、平成 23 年度評価報告書より「4 年」を採用した。ただし、タイムラグに十分に注意するため、漁獲量が少ない年の値のみの推移も考慮した上で水準判断や ABC 算定を行うこととした。

水準区分の基準値として、漁獲量の 4 年平均の最高値（およそ 7,500 トン）～0 トンを 3 等分し、5,000 トン（高－中）、2,500 トン（中－低）を用いた（図 4）。2010～2011 年の漁獲量は少ない年であり、いずれも 4,000 トン前後であった。2012 年は、5,980 トンとなり、漁獲量がやや増加したが、2013 年は 3,735 トンとなった。2010～2013 年の平均は 4,393 トンであり、高－中位の基準を下回っており、水準は中位と判断した。この判断は、少ない年の値が大きく減少している様子はないことから、タイムラグを考慮しても妥当と考えられる。

動向は、直近 5 年（2010～2014 年）の、資源量の推移より判断した。資源量は、2010 年以降も半減・倍増し、2014 年は多い年となった。しかし、2014 年の資源量は 3 年前と同等であったことから、動向は横ばいと判断した。

(7) 資源と漁獲の関係

YPR および%SPR を求めた (図 17) 。ハタハタの年齢別体重は、それぞれ 1 歳 33g、2 歳 55g、3 歳 75g、4 歳以上 88g とした。漁獲開始年齢は 1 歳とした。成熟率は 1 歳 0.0、2 歳 1.0、3 歳 1.0、4 歳以上 1.0 とした。

本報告では、2013 年までの漁獲量の確定値および 2014 年の漁獲量の予測値 (1~3 月の漁獲量速報値と年間漁獲量は相関している) と資源量推定値を用いて漁獲率を重量ベースで求め、現状の $F(F_{current})$ を 2012~2014 年の平均の $F(F_{ave3-yr})$ とした。現状の $F(F_{current} = 0.24)$ は、 $F_{0.1}$ や $F_{30\%SPR}$ を大きく下回っていると同時に、 $F_{med}(=0.33)$ よりも低い値であった。

5. 2015 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

ハタハタ日本海西部系群の漁獲量は、短期的な半減・倍増を繰り返しながら、長期的に変動してきた。1970 年代から 1980 年代半ばには 80 百トンに達する年もあったが、1980 年代後半に減少し、1990 年代は 50 百トンを下回る年が多くなった。2000 年以降は増加し、2003 年には過去最高 (95 百トン) となった。2003 年以降も半減・倍増を繰り返していたが、2009 年以降は 40 百トン前後で推移し、2013 年は 37 百トンであった。2010~2013 年の平均漁獲量が 5,000 トン (中位と高位の境) を下回ったことから、水準は中位と判断した。また、トロール調査に基づく資源量は、少なかった 2010 年から倍増・半減した後、増加した。2014 年は多い年となったが、3 年前と同等であったことから、動向は横ばいと判断した。

トロール調査による年齢別漁獲尾数に基づく、2015 年は 2 歳魚が比較的多いことから、現状の漁獲圧でも資源量と親魚量は増加することが予想される (後述 5.(2))。現状の漁獲圧を維持しながら、資源を有効利用するべきである。

(2) ABC の算定

2015 年の ABC は、補足資料 2 (資源量および 2015 年漁獲量の推定) に基づき、以下のような条件で求めた。まず、2015 年の資源尾数の推定に関する条件を記す (参照: 表 2 および表 3)。

- ・ 2014 年 RPS は、2005 年以降の中央値 (44.5 尾/kg)
- ・ 2013 年親魚量は、7,849 トン
- ・ 2014 年 1 月 1 日時点の年齢別資源尾数は、1 歳 575,685 千尾、225,550 千尾、3 歳 25,274 千尾、4 歳以上なし

次に、 F 値に関する条件を記す。なお、漁獲量の速報値の 1~3 月と年計には相関関係 (図 18) があり、2014 年の漁獲量 Y_{2014} を 1~3 月の速報値に基づき予測し、 F_{2014} を算出した。 F 値は、 F_{2014} が計算に予測値を含むことを考慮して、2012~2014 年の平均値とした。

- ・ 2014 年の推定漁獲量 (速報値) は、3,246 トン

- ・ F_{2014} は 0.12（漁獲割合 E_{2014} は 11%）
- ・ F は、2012～2014 年の平均値 0.24（漁獲割合 E_{2015} は 21%）
- ・ 各年齢の F は等しいと仮定した。

以上のような条件で補足資料 2 に基づき算出した漁獲量の数値は、速報値に基づくものであり、最後に農林統計値に換算（大和堆における漁獲量および速報値の誤差を考慮）した。漁獲量の速報値と農林統計値の関係は図 19 に示した。2015 年における漁獲量（農林統計値に換算）は 7,948 トンと推定した。

水準は中位、動向は横ばいと判断した。現在、得られている RPS 時系列は変動が大きく、再生産関係に基づく B_{limit} の設定はできないため、ABC 算定の規則の 1-3)-(2)に基づき、

$$F_{limit} = \text{基準値} \times \beta_1$$

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

によって、ABC を算定した。基準値は $F_{current}$ とした。近年で漁獲量が少ない年の値が依然として 4,000 トン前後で推移しており、タイムラグ（前述 4.(6)）を考慮しても水準は中位と判断されることから、 β_1 は 1.0 とした。そして、不確実性を考慮した安全率 α は 0.8 とした。その結果、 $ABClimit=7,948$ トン、 $ABCTarget=6,508$ トンと算定した。

	2015 年 ABC (百トン)	資源管理基準	F 値	漁獲割合
$ABClimit$	79	$1.0F_{current}$	0.24	21%
$ABCTarget$	65	$0.8 \cdot 1.0F_{current}$	0.19	18%

ABC の値は十の位を四捨五入したもの。

(3) $ABClimit$ の評価

各管理基準に基づく漁獲量、資源量および親魚量の変化を下表および図 20-22 に示した。現状の条件の漁獲が続く場合($F_{current}=0.24$)、漁獲量は 2019 年には 9,823 トンとなる。資源量と親魚量はいずれも 2019 年には現状より増加する。なお、将来予測では、2010 年以降の再生産成功率 RPS は高かったが、2005 年以降の中央値 RPS_{med} を用いた。

管理基準	x Fcurrent	F	漁獲量(トン)						
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Fcurrent	1.00	0.24	3,735	3,473	7,948	7,611	8,809	9,593	9,823
0.8Fcurrent	0.80	0.19	3,735	3,473	6,508	6,447	7,699	8,721	9,274
Fmed	1.37	0.33	3,735	3,473	10,413	9,384	10,257	10,385	9,926
F30%	1.51	0.37	3,735	3,473	11,333	9,975	10,657	10,481	9,749
F0.1	2.26	0.55	3,735	3,473	15,556	12,189	11,592	9,808	7,954

基準	x Fcurrent	F	資源量(トン)						
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Fcurrent	1.00	0.24	24,690	33,446	39,203	37,541	43,451	47,319	48,452
0.8Fcurrent	0.80	0.19	24,690	33,446	39,203	38,832	46,374	52,534	55,866
Fmed	1.37	0.33	24,690	33,446	39,203	35,330	38,616	39,098	37,370
F30%	1.51	0.37	24,690	33,446	39,203	34,504	36,865	36,253	33,721
F0.1	2.26	0.55	24,690	33,446	39,203	30,717	29,215	24,717	20,047

基準	x Fcurrent	F	親魚量(トン)						
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Fcurrent	1.00	0.24	7,849	7,842	13,208	12,421	11,500	13,890	15,071
0.8Fcurrent	0.80	0.19	7,849	7,842	13,862	13,681	13,052	16,264	18,389
Fmed	1.37	0.33	7,849	7,842	12,088	10,404	9,130	10,414	10,472
F30%	1.51	0.37	7,849	7,842	11,670	9,696	8,335	9,292	9,064
F0.1	2.26	0.55	7,849	7,842	9,752	6,771	5,261	5,211	4,345

(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
2012 年漁獲量（農林統計）確定値	2012 年漁獲量の確定
2013 年漁獲量（農林統計）暫定値	2013 年漁獲量（農林統計）の追加
2013 年漁獲量（府県集計） 4～12 月の速報値	2013 年漁獲量（府県集計）4～12 月の追加 2013 年の年齢別漁獲尾数、F 値の更新

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	ABClimit (百トン)	ABCtarget (百トン)	漁獲量 (百トン)
2013 年(当初)	1.0・Cave3-yr・0.82	32	26	
2013 年(2013 年再評価)	1.0・Cave3-yr・0.82	32	26	
2013 年(2014 年再評価)	1.0・Cave3-yr・0.82	32	26	37
2014 年(当初)	Fcurrent	49	40	
2014 年(2014 年再評価)	Fcurrent	48	39	

2013 年（当初、2013 年再評価）・2014 年（当初）の ABC 値は、平成 26 年 7 月 4 日に改訂された ABC 算定のための基本規則に基づき計算した。

6. ABC 以外の管理方策の提言

2008 年は、非常に多く水揚げされ、市場での単価の低下、処理能力の限界から、各府県で水揚げ量の制限・網目拡大などの自主的な取り組みが実施された。そして、2009 年以降、単価が極端に安い 1 歳魚が多く混じる場合、水揚げが控えられるようになった可能性がある。1 年保護して 2 歳魚以上になってから漁獲する方が経済効率は高くなる（志村 2012）。今後も網目拡大の取り組みは続け、経済効率の高い 2 歳魚主体に漁獲することが重要である。

7. 引用文献

- 秋田県水産振興センター・山形県水産試験場・鳥取県水産試験場・島根県水産試験場(1989) ハタハタの生態と資源管理に関する研究報告書. 昭和 63 年度水産業地域重要新技術開発促進事業報告書, 118 pp.
- 池端正好(1988) ハタハタの耳石に関する基礎的研究. 第 2 回ハタハタ研究協議会報告書, 40-50.
- 清川智之(1991) 日本海西部海域におけるハタハタの分布・移動について. 日本海ブロック試験研究集録, 21, 51-66.
- 志村 健(2012) 鳥取県のハタハタの資源動向、資源管理について. 第 13 回日韓水産セミナー（講演要旨集）, 24-27.
- 日本海区水産研究所(1980～2011) 日本海沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計調査資料.
- 沖山宗雄(1970) ハタハタの資源生物学的研究 II 系統群（予報）. 日水研報, 22, 59-69.
- 白井 滋・後藤友明・廣瀬太郎 (2007) 2004 年 2-3 月に得られた岩手沖ハタハタは日本海から来遊した. 魚類学雑誌, 54, 47-58.
- Shirai, S. M., R. Kuranaga, H. Sugiyama and M. Higuchi. (2006) Population structure of the sailfin sandfish, *Arctoscopus japonicus* (Trichodontidae), in the Sea of Japan. Ichthyol. Res., 53, 357-368.



図 1. ハタハタ日本海西部系群の分布域

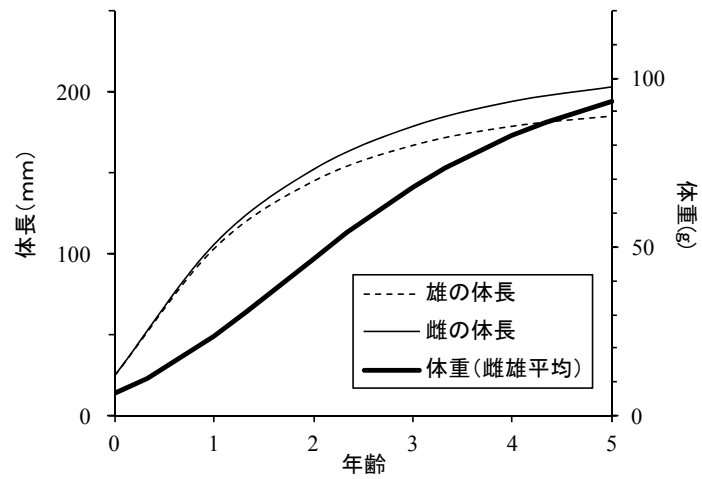


図 2. ハタハタの年齢と体長および体重の関係

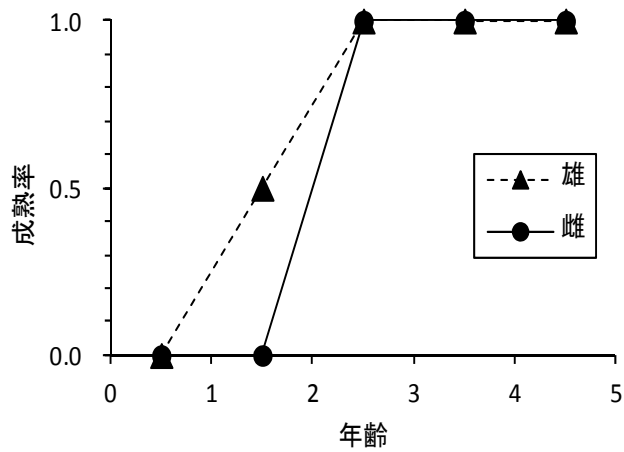


図 3. ハタハタの成熟率

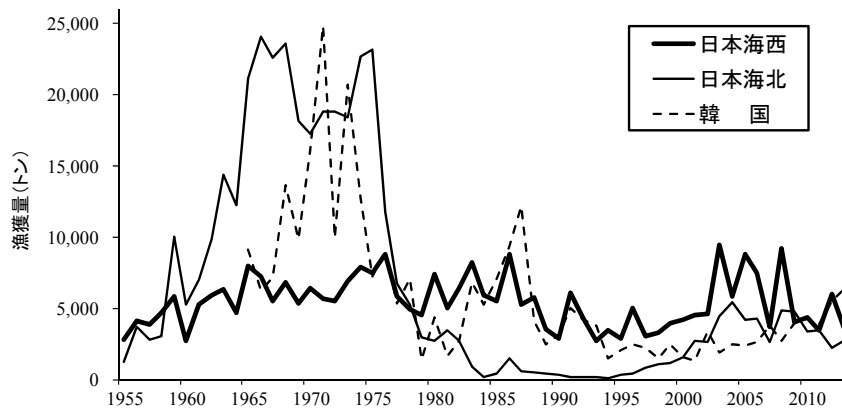


図 4. 日本海 3 海域におけるハタハタの漁獲量（1955～2013 年）

日本海西：島根県～石川県、日本海北：富山県～青森県、
韓国：韓国国内全域（主な漁場は朝鮮半島東岸）。

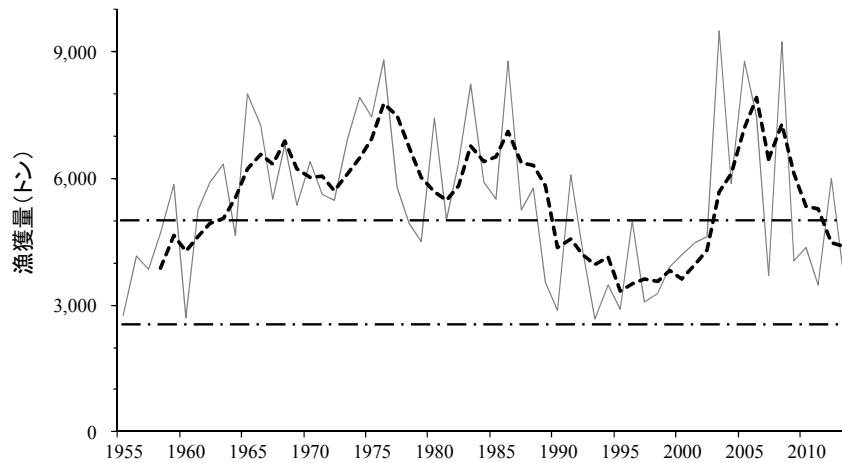


図 5. 日本海西部における漁獲量とその 4 年平均（1955～2013 年）

実細線：漁獲量、破線：4 年平均。

長破線：水準の判断の目安。

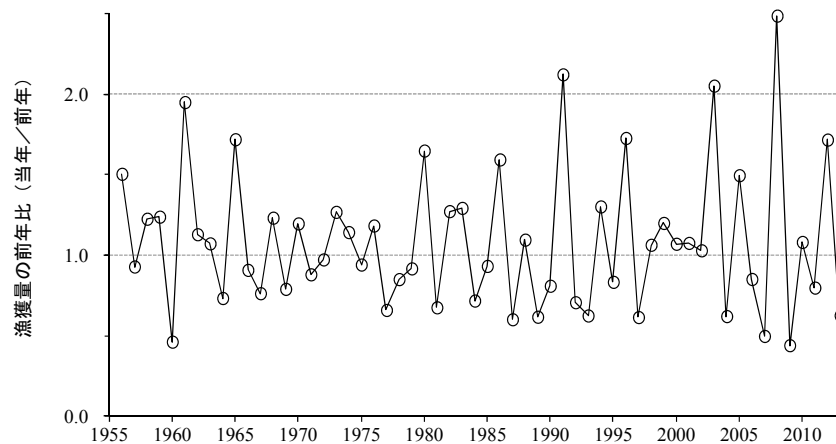


図 6. 日本海西部における漁獲量の前年比（当年／前年）（1955～2013 年）

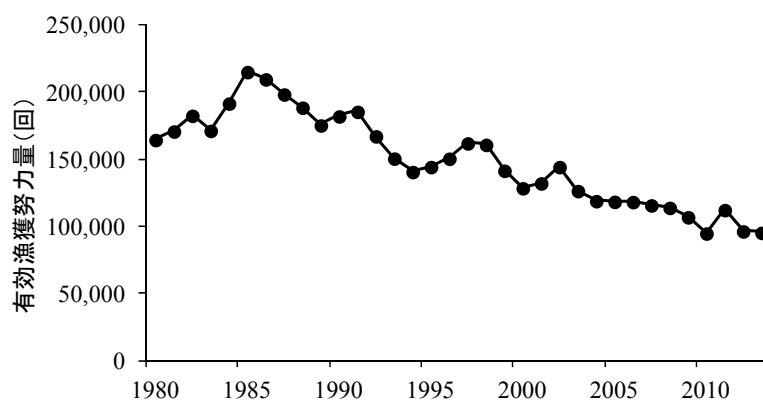


図 7. 日本海西部におけるハタハタの有効漁獲努力量（1980～2013 年）
沖合底びき網（1 そうびき）の漁獲成績報告書に基づいた。

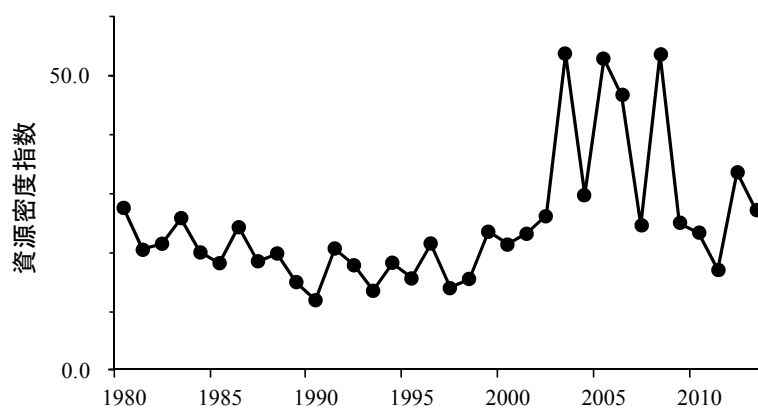


図 8. 日本海西部におけるハタハタの資源密度指数（1980～2013 年）
沖合底びき網（1 そうびき）の漁獲成績報告書に基づいた。

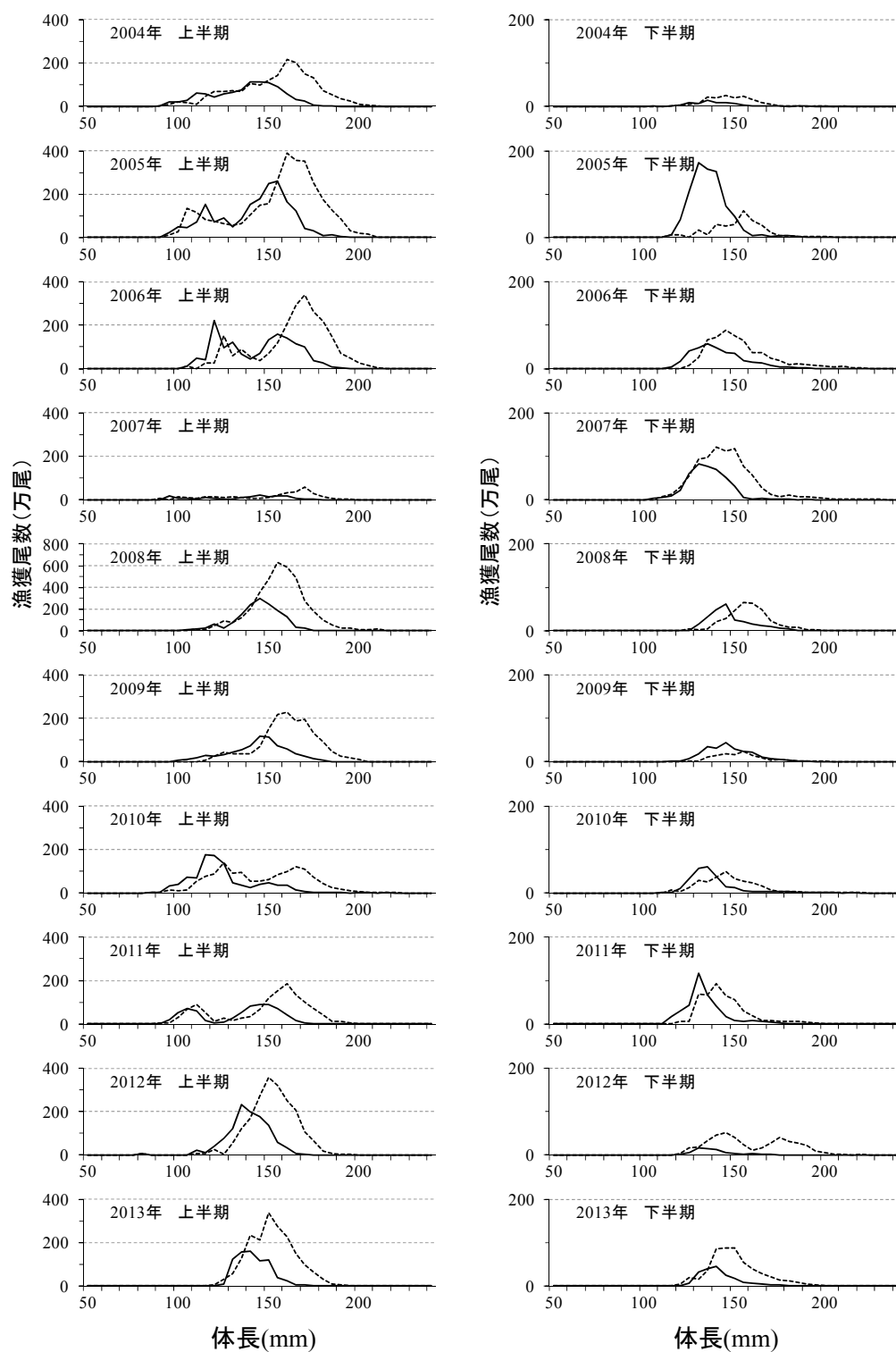


図 9. 鳥取県市場調査による漁獲物の体長組成 (2004～2013 年)
 左は上半期 (1～5 月)、右は下半期 (9～12 月) である。
 縦軸は漁獲尾数 (万尾) (補助線は 200 万尾)、横軸は体長 (mm)。
 実線：オス、破線：メス。

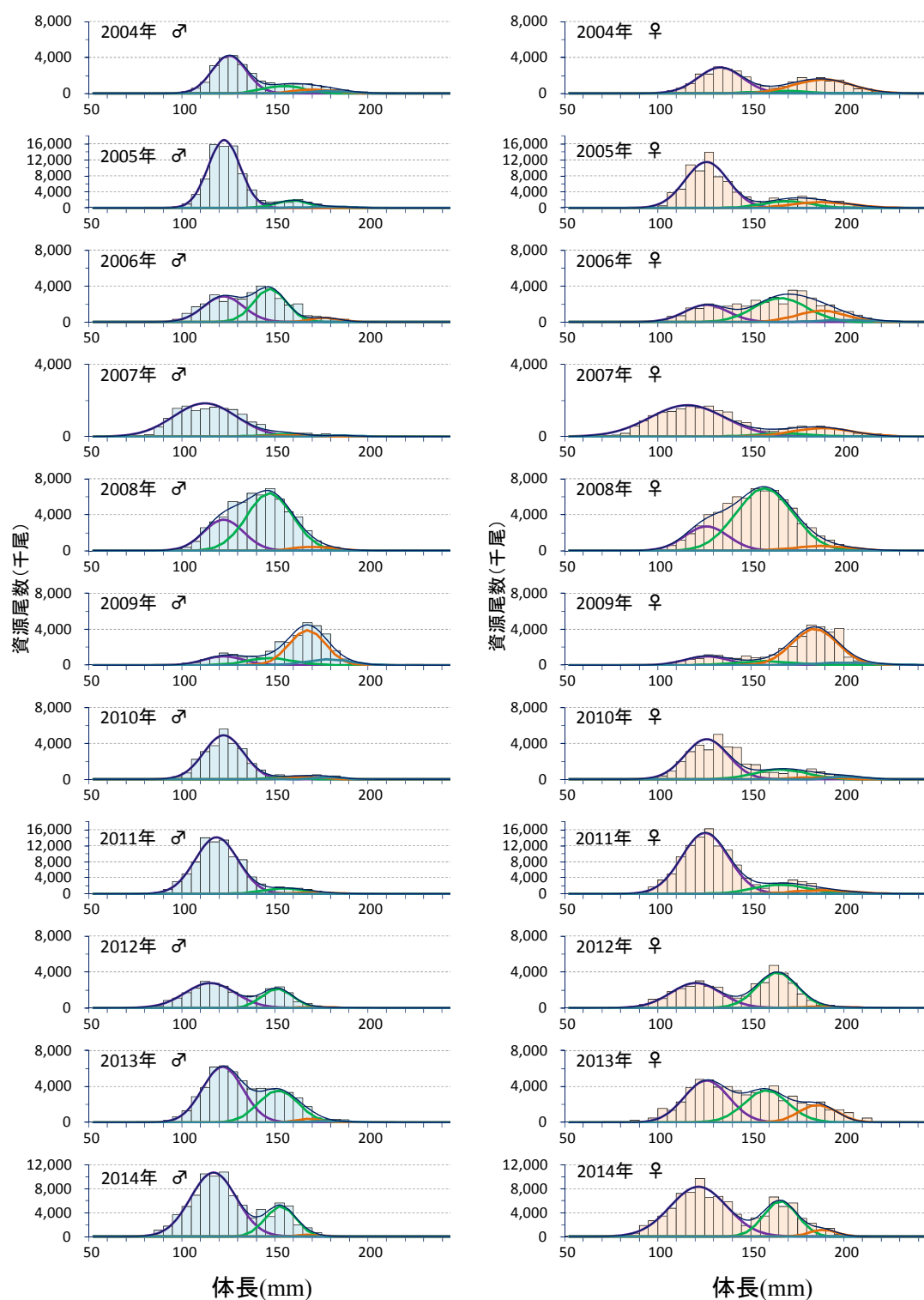


図 10. 2004～2014 年までのズワイガニ等底魚資源調査(但州丸)を基にした
日本海西部におけるハタハタの体長組成 (左図：オス、右図：メス)
縦軸は資源尾数 (千尾) (補助線は 400 万尾)、横軸は体長 (mm)。
紫線：1 歳魚、緑線：2 歳魚、橙線：3 歳魚、黒線：合計。

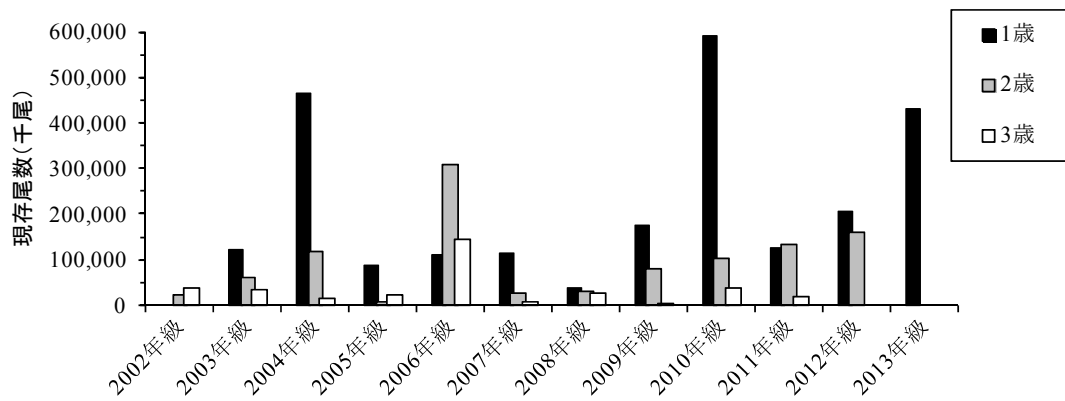


図 11. 日本海西部におけるハタハタの年級群別現存尾数（調査時点（6月1日））

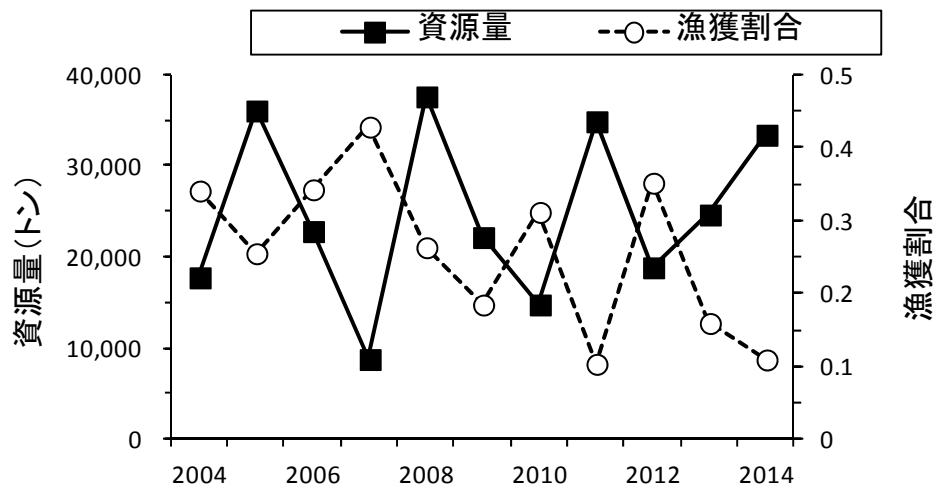


図 12. 資源量（1月1日時点）と漁獲割合の経年推移

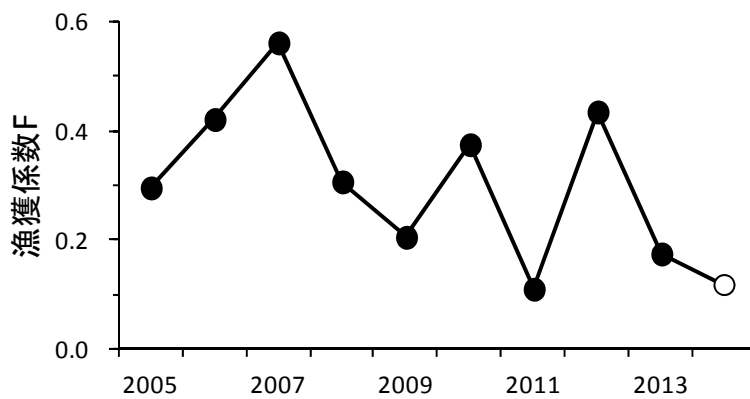


図 13. 漁獲係数Fの経年推移

白抜きは計算に予測値を含む2014年である。

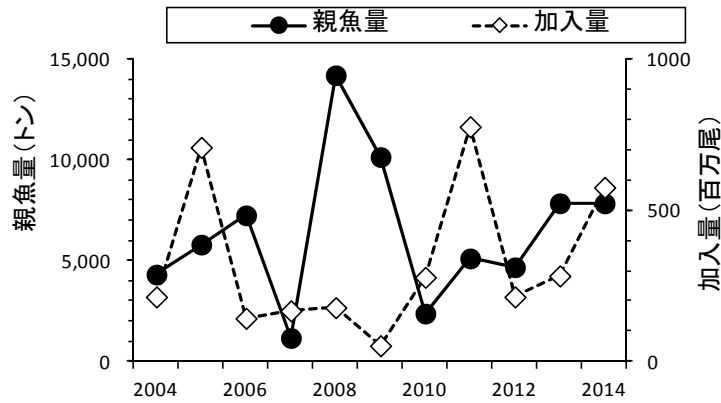


図 14. 親魚量と加入量（1 歳魚）の経年推移

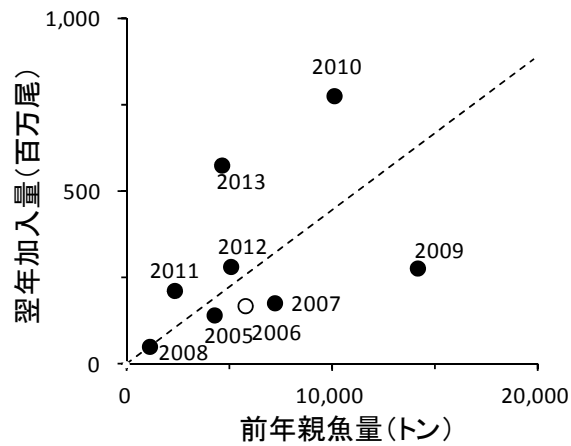


図 15. 前年親魚量と翌年加入量（1 歳魚）の関係

ラベルは加入量とした年級がふ化した年を示す。破線は RPS_{med} である。白丸は 2006 年であり、加入遅れが示唆され、調査データに基づく加入尾数は過小であったと判断している。

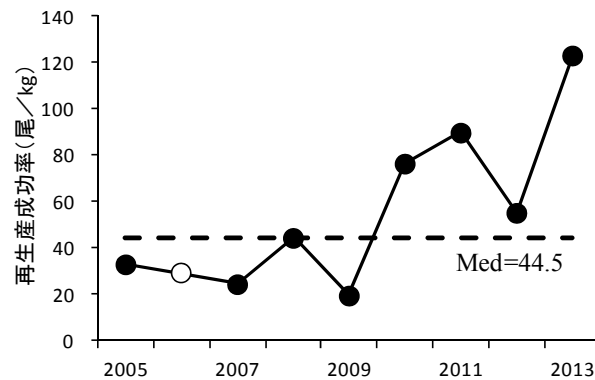


図 16. 再生産成功率の経年推移

横軸は、再生産成功率の計算において加入量とした年級群がふ化した年を示す。破線は 2005～2013 年の中央値(Med)である。白丸は 2006 年であり、加入遅れが示唆され、調査データに基づく加入尾数は過小であったと判断している。

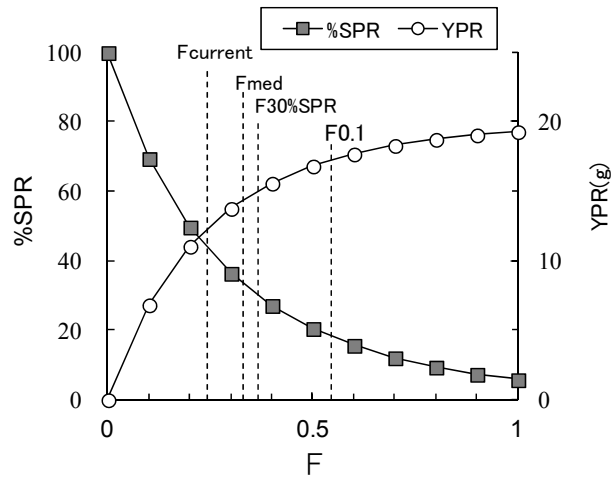


図 17. %SPR および加入量あたり漁獲量 (YPR)

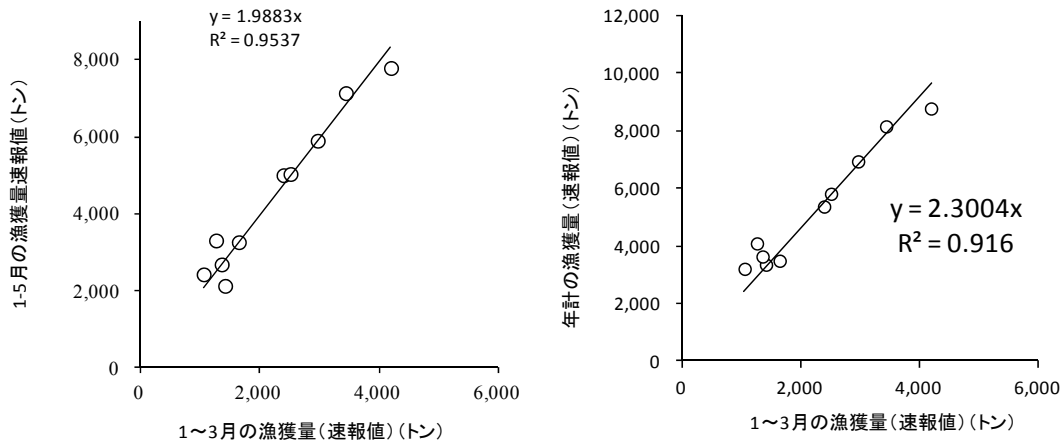


図 18. 府県調べの漁獲量速報値 1～3 月計と 1～5 月計および年計の関係
年計は暦年であり、大和礁を除いた値である。

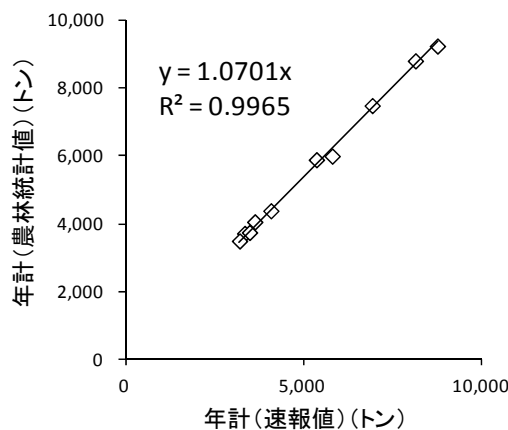


図 19. 漁獲量 (年計) に関する速報値と農林統計値の関係
漁獲量の速報値は、各府県調べの月別漁法別漁獲量で、一部は主要港のみの値である。農林統計値は、漁業・養殖業生産統計年報 (水産庁) の数値であり、府県別年計の水揚げ量であり、大和礁の漁獲量も含まれる。

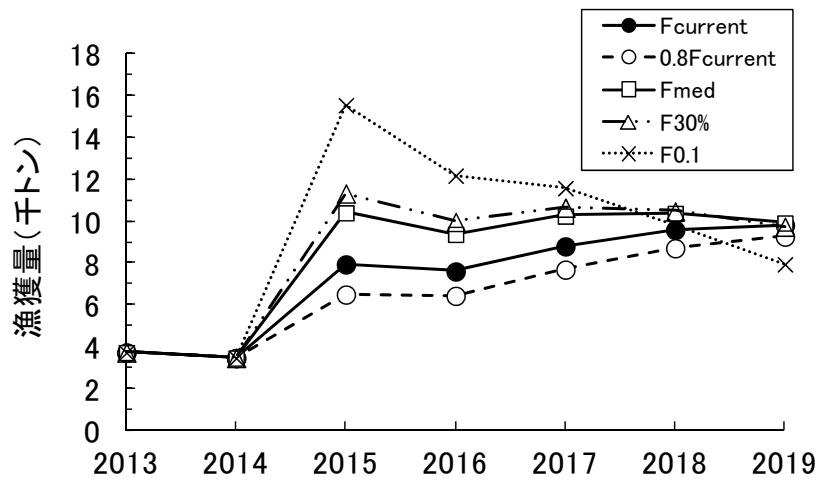


図 20. 様々な管理基準に基づく漁獲量の変化

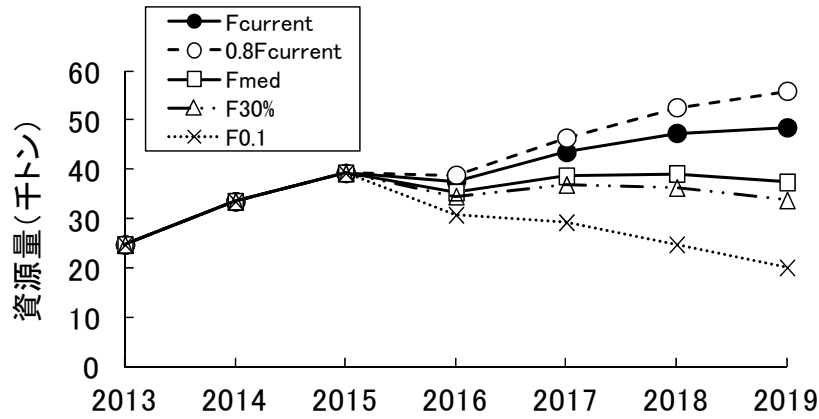


図 21. 様々な管理基準に基づく資源量の変化

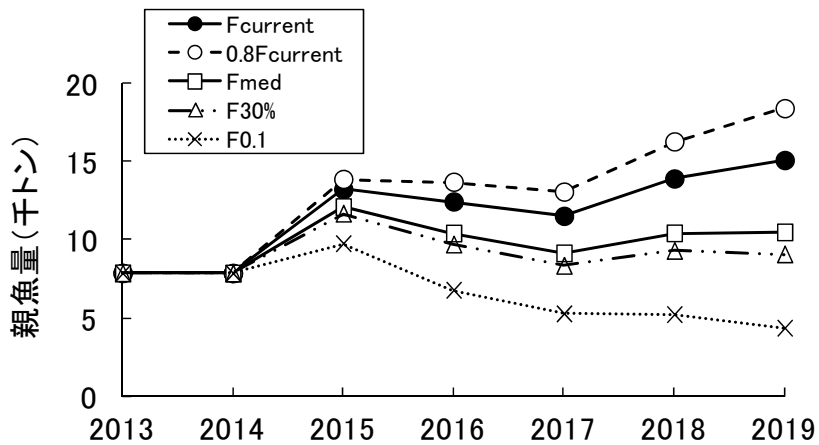


図 22. 様々な管理基準に基づく親魚量の変化

表 1. 日本海西部の各府県の漁獲量(単位: トン) と
日本海西区・中区における沖合底びき網(1そうびき)の資源密度指数と漁獲努力量
並びに韓国の漁獲量

年	島根	鳥取	兵庫	京都	福井	石川	西部計	密度指数	漁獲努力量	韓国
1970	106	1,994	2,569	462	379	897	6,407			16,110
1971	118	2,246	1,769	351	332	817	5,633			24,809
1972	19	1,767	2,111	399	339	840	5,475			9,961
1973	49	2,232	2,979	402	386	892	6,940			20,736
1974	17	2,297	3,135	585	282	1,607	7,923			12,723
1975	58	2,299	3,281	453	244	1,113	7,448			7,267
1976	45	2,366	4,015	510	350	1,522	8,808			9,065
1977	42	1,800	2,541	294	222	896	5,795			5,363
1978	19	1,146	1,859	464	617	819	4,924			7,097
1979	18	1,267	2,393	136	209	488	4,511			1,367
1980	130	2,473	3,716	216	339	562	7,436	27.6	164,661	4,348
1981	91	1,241	2,111	254	338	978	5,013	20.5	171,011	1,631
1982	131	2,183	2,787	291	241	743	6,376	21.5	182,703	2,748
1983	314	2,591	3,980	403	397	553	8,238	25.8	171,481	6,834
1984	168	2,270	2,952	138	125	247	5,900	20.0	191,795	5,295
1985	183	2,163	2,426	216	186	322	5,496	18.2	215,230	7,100
1986	446	3,303	3,791	256	326	634	8,756	24.3	209,768	9,346
1987	121	2,322	2,166	184	196	266	5,255	18.5	198,543	12,169
1988	70	2,409	2,638	238	211	187	5,753	19.8	188,746	4,099
1989	119	1,369	1,573	124	92	265	3,542	15.0	175,515	2,470
1990	17	1,335	994	158	98	261	2,863	11.9	182,236	3,163
1991	53	3,248	2,079	246	86	363	6,075	20.7	185,637	5,034
1992	101	2,111	1,643	117	69	247	4,288	17.8	167,391	4,202
1993	73	1,281	1,012	92	84	131	2,673	13.5	150,839	3,781
1994	103	1,424	1,426	151	140	234	3,478	18.3	140,883	1,466
1995	21	1,119	1,469	70	101	116	2,896	15.6	144,544	2,065
1996	190	2,321	2,025	127	100	237	5,000	21.5	150,769	2,501
1997	95	1,385	1,246	65	70	207	3,068	14.0	162,154	2,194
1998	42	1,209	1,449	110	135	316	3,261	15.5	161,049	1,490
1999	161	1,643	1,723	93	66	223	3,909	23.5	141,756	2,449
2000	160	1,532	1,805	121	207	354	4,179	21.3	128,741	1,571
2001	181	1,778	1,580	115	114	723	4,491	23.2	132,388	1,286
2002	124	1,593	2,255	151	197	298	4,618	26.1	144,534	3,382
2003	217	2,292	3,253	360	1,105	2,248	9,475	53.7	126,675	1,928
2004	52	1,268	1,846	198	367	2,142	5,873	29.7	119,173	2,472
2005	295	2,612	3,090	203	458	2,124	8,782	52.9	118,652	2,401
2006	152	2,361	2,483	299	476	1,695	7,466	46.7	118,504	2,647
2007	6	1,219	1,512	84	86	799	3,706	24.6	116,008	3,769
2008	52	2,881	3,437	443	593	1,811	9,217	53.6	114,169	2,720
2009	66	1,201	1,113	86	84	1,496	4,046	25.0	107,154	3,939
2010	10	1,023	1,307	76	142	1,814	4,372	23.4	95,102	4,236
2011	3	819	1,256	61	177	1,168	3,484	17.0	112,526	3,834
2012	43	1,555	2,535	140	489	1,218	5,980	33.6	96,646	5,494
2013	17	1,316	1,430	63	141	768	3,735	27.2	95,585	6,305

* 漁業・養殖業生産統計年報より。 韓国の値は韓国統計庁 漁業生産統計による。

表2-1. トロール調査に基づく 各時点における資源尾数と資源量

調査時点（6月1日）の現存尾数（千尾）

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
資源尾数 （千尾）	1歳	122,529	465,183	88,216	110,014	113,905	37,139	173,813	588,859	125,475	204,885	430,428
	2歳	22,692	62,439	118,341	6,259	310,210	26,767	29,432	79,218	101,980	132,900	158,451
	3歳	49,396	37,641	34,684	13,410	22,114	145,343	9,003	28,377	5,418	36,851	17,756
	4歳以上	5,101	6,506	6,253	843	0	19,796	7,873	0	0	2,837	0
	計	199,718	571,770	247,494	130,527	446,229	229,045	220,121	696,454	232,873	377,473	606,634

調査時点（6月1日）の現存量（トン）

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
資源量* （トン）	1歳	4,027	15,288	2,899	3,616	3,743	1,221	5,712	19,352	4,124	6,733	14,146
	2歳	1,271	3,497	6,628	351	17,375	1,499	1,649	4,437	5,712	7,444	8,875
	3歳	3,701	2,820	2,599	1,005	1,657	10,890	675	2,126	406	2,761	1,330
	4歳以上	449	572	550	74	0	1,741	692	0	0	249	0
	計	9,447	22,178	12,676	5,045	22,775	15,350	8,728	25,916	10,242	17,188	24,351

1月1日時点の資源尾数（千尾）

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
資源尾数 （千尾）	1歳	213,318	707,888	142,522	167,158	177,585	51,568	278,151	776,260	213,343	282,558	575,685
	2歳	45,176	116,359	220,246	14,661	518,431	38,881	55,515	113,496	198,226	195,819	225,550
	3歳	98,340	70,145	64,551	31,410	36,958	211,123	16,981	40,656	10,531	54,298	25,274
	4歳以上	10,155	12,125	11,638	1,976	0	28,756	14,851	0	0	4,180	0
	計	366,989	906,516	438,958	215,205	732,974	330,328	365,499	930,412	422,099	536,855	826,509

1月1日時点の資源量（トン）

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
資源量* （トン）	1歳	7,011	23,264	4,684	5,494	5,836	1,695	9,141	25,511	7,011	9,286	18,920
	2歳	2,530	6,517	12,336	821	29,038	2,178	3,109	6,357	11,103	10,968	12,633
	3歳	7,368	5,255	4,836	2,353	2,769	15,818	1,272	3,046	789	4,068	1,894
	4歳以上	893	1,066	1,023	174	0	2,529	1,306	0	0	368	0
	計	17,802	36,103	22,880	8,842	37,643	22,219	14,829	34,914	18,903	24,690	33,446

4月1日**時点の資源尾数（千尾）

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
資源尾数 （千尾）	1歳	188,253	624,709	125,775	147,516	156,718	45,509	245,468	685,047	188,274	249,357	508,040
	2歳	39,868	102,686	194,367	12,939	457,514	34,312	48,992	100,159	174,933	172,810	199,047
	3歳	86,784	61,903	56,966	27,720	32,615	186,315	14,986	35,879	9,293	47,918	22,305
	4歳以上	8,962	10,700	10,271	1,743	0	25,377	13,106	0	0	3,688	0
	計	323,867	799,997	387,379	189,918	646,847	291,513	322,552	821,086	372,501	473,773	729,392

4月1日**時点の資源量（千尾）

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
資源量* （トン）	1歳	6,187	20,531	4,134	4,848	5,150	1,496	8,067	22,514	6,188	8,195	16,696
	2歳	2,233	5,752	10,887	725	25,626	1,922	2,744	5,610	9,798	9,679	11,149
	3歳	6,502	4,638	4,268	2,077	2,444	13,959	1,123	2,688	696	3,590	1,671
	4歳以上	788	941	903	153	0	2,232	1,152	0	0	324	0
	計	15,710	31,861	20,191	7,803	33,220	19,608	13,087	30,812	16,682	21,789	29,516

*各年齢の平均体重は、7月1日時点の値、1歳33g、2歳56g、3歳75g、4歳以上88gと仮定した。

**春漁が最盛期であり、4月1日にパルス的に漁獲すると仮定した。

表2-2. 資源計算に用いた漁獲量および1～5月の漁獲尾数

各年1～2月および3～5月および年計の漁獲量（トン）（速報値）

	月	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
漁獲量 （トン）	1～2月	1,100	1,912	1,949	955	1,733	735	700	610	1,210	801	713
	3～5月	3,907	5,224	3,952	1,179	6,055	1,955	2,612	1,823	3,897	2,058	2,093

各年の年計の漁獲量（トン）の速報値と農林統計値

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
漁獲量 （トン）	速報値	5,365	8,144	6,930	3,349	8,764	3,632	4,086	3,205	5,876	3,485	3,246
	農林値	5,873	8,782	7,466	3,706	9,217	4,046	4,372	3,484	5,980	3,735	3,473

1～2月の年齢別漁獲尾数（千尾）＊

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
漁獲尾数 （千尾）	1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2歳	4,604	17,328	23,590	4,182	28,251	1,392	6,833	7,362	20,161	10,179	11,063
	3歳	10,022	10,446	6,914	8,960	2,014	7,560	2,090	2,637	1,071	2,822	1,240
	4歳以上	1,035	1,806	1,247	564	0	1,030	1,828	0	0	217	0

3～5月の年齢別漁獲尾数（千尾）＊

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
漁獲尾数 （千尾）	1歳	50,672	109,576	27,503	25,707	30,283	4,731	52,028	41,415	47,746	24,534	36,992
	2歳	9,384	14,708	36,895	1,463	82,472	3,410	8,810	5,572	38,805	15,914	13,618
	3歳	20,428	8,866	10,813	3,133	5,879	18,515	2,695	1,996	2,062	4,413	1,526
	4歳以上	2,109	1,533	1,950	197	0	2,522	2,357	0	0	340	0

＊月別漁獲量（府県調べの速報値）とトロール調査結果の年齢別重量組成に基づき計算した（補足資料2）。

表3. トロール調査に基づく資源計算の結果

漁獲割合とF値

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
漁獲量 (トン) *1	5,365	8,144	6,930	3,349	8,764	3,632	4,086	3,205	5,876	3,485	3,246
資源量 (4月1日時点)	15,710	31,861	20,191	7,803	33,220	19,608	13,087	30,812	16,682	21,789	29,516
漁獲割合	0.34	0.26	0.34	0.43	0.26	0.19	0.31	0.10	0.35	0.16	0.11
F値 *2	0.42	0.30	0.42	0.56	0.31	0.20	0.37	0.11	0.43	0.17	0.12

*1府県調べの速報値に基づく値

*2各年齢のFは等しいと仮定した。

年齢別親魚量 (トン) *3

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
親魚量 (トン)	1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2歳	1,011	2,943	4,914	284	12,966	1,076	1,297	3,455	4,362	5,589	6,820
	3歳	2,943	2,373	1,927	815	1,236	7,817	531	1,655	310	2,073	1,022
	4歳以上	357	481	408	60	0	1,250	545	0	0	187	0
	計	4,310	5,797	7,248	1,159	14,203	10,143	2,373	5,110	4,672	7,849	7,842

*3 各年齢の成熟率は、1歳0.0、2歳1.0、3歳1.0、4歳以上1.0と仮定した (補足資料2)。

翌年加入 (1歳) 尾数と前年親魚量 (トン) および再生産成功率RPS

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
翌年加入尾数 (百万尾)	708	143	167	178	52	278	776	213	283	576	
前年親魚量 (トン)		4,310	5,797	7,248	1,159	14,203	10,143	2,373	5,110	4,672	7,849
RPS *4 (尾/kg)		33.1	28.8	24.5	44.5	19.6	76.5	89.9	55.3	123.2	

*4 RPSの2005年以降の中央値(RPSmed)は、44.5 (尾/kg)。

各年の年齢別漁獲尾数 (千尾)

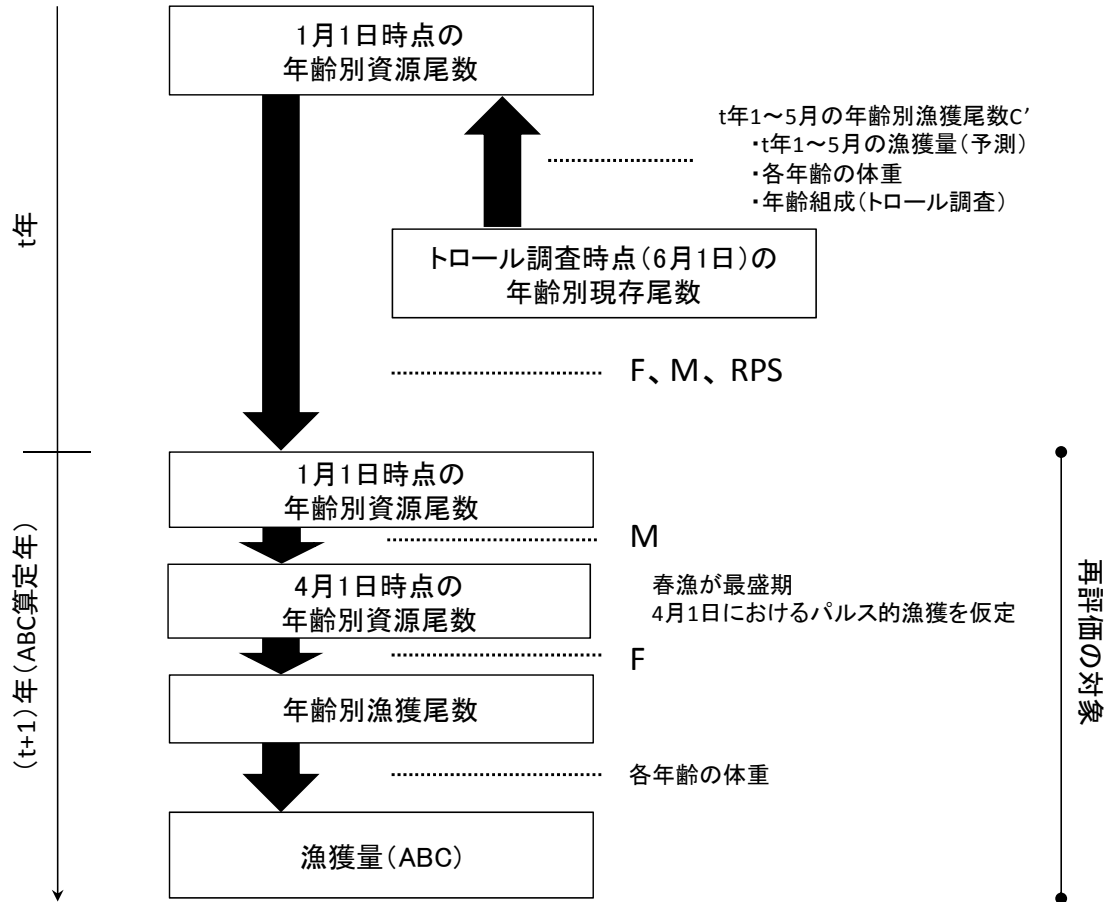
	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
漁獲尾数 (千尾)	1歳	64,288	159,691	43,171	63,306	41,343	8,430	76,635	71,257	66,320	39,878	55,865
	2歳	13,615	26,249	66,714	5,553	120,695	6,356	15,295	10,418	61,620	27,636	21,888
	3歳	29,637	15,824	19,553	11,896	8,604	34,514	4,679	3,732	3,274	7,663	2,453
	4歳以上	3,060	2,735	3,525	748	0	4,701	4,092	0	0	590	0

各年の年齢別漁獲量 (トン)

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
漁獲量 *5 (トン)	1歳	2,113	5,248	1,419	2,081	1,359	277	2,519	2,342	2,180	1,311	1,836
	2歳	763	1,470	3,737	311	6,760	356	857	584	3,451	1,548	1,226
	3歳	2,220	1,186	1,465	891	645	2,586	351	280	245	574	184
	4歳以上	269	241	310	66	0	413	360	0	0	52	0
	計	5,365	8,144	6,930	3,349	8,764	3,632	4,086	3,205	5,876	3,485	3,246

*5 各年齢の平均体重は、7月1日時点の値、1歳33g、2歳56g、3歳75g、4歳以上88gと仮定した。

補足資料1 データと資源評価の関係を示すフロー



補足資料 2 資源計算の方法

1. トロール調査に基づく資源量推定

2004 年以降のトロール調査結果より面積密度法を用いて、資源の体長組成を推定した。トロール網の採集効率は、東北太平洋のイトヒキダラ（成松ほか 2013）やズワイガニ（渡部・北川 2004）のものを参考として 0.3 とした。年齢査定の結果に基づく各年齢の平均体長を参考に、体長組成に複合正規分布を当てはめ年齢組成に分解し、これらを 2013(t)年の調査時点（6 月 1 日）における 1～4(a)歳の現存尾数($N'_{a,t}$)とし、その現存量($B'_{a,t}$)を次式で求めた。

$$B'_{a,t} = N'_{a,t} w_a \quad (1)$$

上式では、 w_a は a 歳の平均体重であり、それぞれ 1 歳 33g、2 歳 55g、3 歳 75g、4 歳以上 88g とした。また、t 年 1 月 1 日における a 歳の資源尾数($N_{a,t}$)を次式により求めた。

$$N_{a,t} = N'_{a,t} \exp\left(\frac{5}{12}M\right) + C'_{a,t} \quad (2)$$

上式において、 $C'_{a,t}$ は t 年 a 歳の 1～5 月における漁獲尾数であり、1～5 月の漁獲量を、1 歳が漁獲加入していない 1～2 月と漁獲加入後の 3～5 月に分け、それぞれ調査時点の年齢別重量組成により案分し、各年齢の平均体重で除して求めた。自然死亡係数 M は、寿命を 5 歳とし、田内・田中の式で求めた($M=0.5$)。そして、a 歳の t 年 1 月 1 日における資源量($B_{a,t}$)は次式により求めた。

$$B_{a,t} = N_{a,t} w_a \quad (3)$$

上式では、 w_a は a 歳の平均体重であり、(1)と同じ値とした。次に、t 年 4 月 1 日における資源尾数($N''_{a,t}$)を次式により求めた。

$$N''_{a,t} = N_{a,t} \exp\left(-\frac{3}{12}M\right) \quad (4)$$

そして、a 歳の t 年 4 月 1 日における資源量($B''_{a,t}$)を次式によりにより求めた。

$$B''_{a,t} = N''_{a,t} w_a \quad (5)$$

上式では、 w_a は a 歳の平均体重であり、(1)式と同じ値とした。a 歳の 4 月 1 日における資源量($B''_{a,t}$)と t 年の漁獲量(Y_t)より、春漁を最盛期であり 4 月 1 日にパルス的に漁獲すると仮定して漁獲割合(E_t)と漁獲死亡係数(F_t)を次式よりそれぞれ求めた。

$$E_t = \frac{Y_t}{\sum_{a=1}^4 B''_{a,t}} \quad (6)$$

$$F_t = -\ln(1 - E_t) \quad (7)$$

また、F は各年齢とも等しい（選択率(1.0)）と仮定した。

*計算に用いた漁獲量は、各府県調べによる速報値であり、大和堆における漁獲は除いた。
(t+1)年の2～3歳および4歳以上（プラスグループ）の資源尾数(N_a)を次式により求めた。

$$N_{a+1,t+1} = N_{a,t} \exp(-M - F_t) \quad (8)$$

$$N_{4+,t+1} = (N_{3,t} + N_{4+,t}) \exp(-M - F_t) \quad (9)$$

(t+1)年の1歳の資源尾数（加入尾数）は、次式より求めた。

$$N_{1,t+1} = RPS_{med} S_{t-1} \quad (10)$$

上式では、 RPS_{med} は2005～2013年の再生産成功率(RPS)の中央値44.5（尾/kg）である。 S_{t-1} は、(t-1)年の産卵親魚量であり、12月31日に産卵すると仮定し、以下の式で求めた。

$$S_{t-1} = \sum_{a=1}^4 N_{a,t-1} \exp(-F_{t-1} - M) w_a m_a \quad (11)$$

上式では、 w_a はa歳の平均体重であり、(1)式と同じ値とした。また、 m_a はa歳の成熟率を表し、それぞれ1歳0.0、2歳1.0、3歳1.0、4歳以上1.0とした。

2. 2015年漁獲量の推定

(t+1)年の漁獲量を次のように求めた。まず、(6)～(8)式による(t+1)年の各年齢（a歳）の資源尾数 $N_{a,t}$ と F を用い、次式より各年齢（a歳）の漁獲尾数 $C_{a,t+1}$ を求めた。

$$C_{a,t+1} = N_{a,t+1} \exp\left(-\frac{3}{12}M\right) [1 - \exp(-F)] \quad (12)$$

次に、漁獲量(Y)を次式で求めた。

$$Y = \sum C_{a,t+1} w_a \quad (13)$$

上式では、 w_a はa歳の平均体重（7月1日）であり、(1)式と同じ値とした。

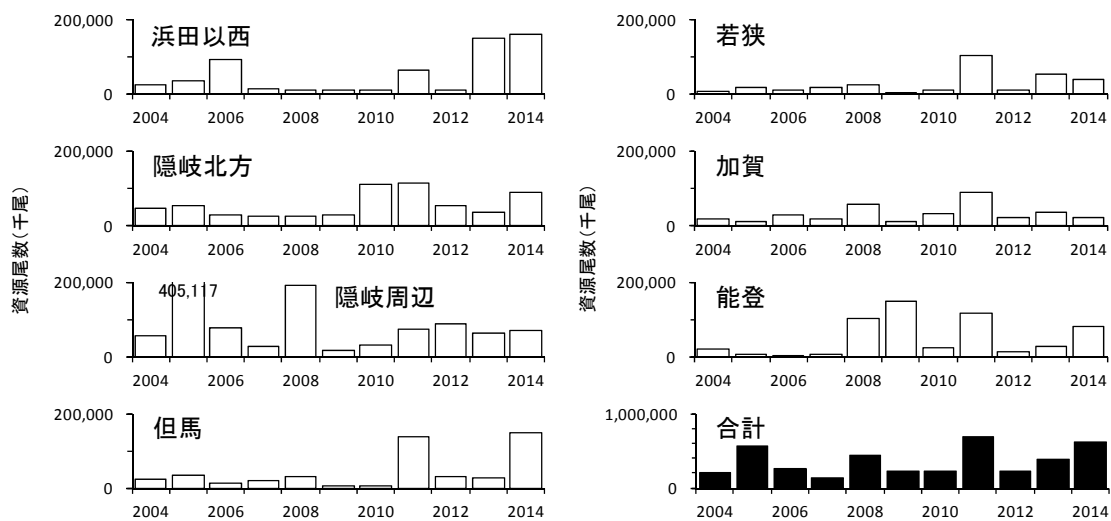
引用文献

成松庸二・伊藤正木・服部 努・稲川 亮(2013) 平成24年度イトヒキダラ太平洋系群の資源評価。平成24年度我が国周辺水域の漁業資源評価，833-843。
渡部俊広・北川大二(2004) 曳航式深海用ビデオカメラを用いたズワイガニ類に対する調査用トロール網の採集効率の推定。日水誌，70，297-303。

補足資料3 調査船調査の経過及び結果

2004～2014年の5～6月に、日本海西部の水深190～550mにおいて但州丸（499トン）（兵庫県立香住高等学校所属）による着底トロール調査を実施した。本海域を沖底小海区と同様の8海区（浜田沖はさらに東西に分けた）と3水深帯に区分し、計23層に約140の調査点を配置した。曳網時の袖先間隔が約17mのトロール網を用い、曳網時間を原則30分とした。調査結果に基づき面積密度法により調査時点（6月1日）の海域別現存尾数を算出した。採集効率は0.3と仮定した。

トロール調査の結果に基づく海域別現存尾数を補足図3に示す。2004年以降の海域組成は、基本的には隠岐周辺および隠岐北方が多い傾向はあるが、日本海西部の両端に位置する浜田以西と能登・加賀の資源尾数の増減により大きく変化している。この変化は、本資源が対象海域外から来遊する2群、すなわち、秋田県由来と朝鮮東岸由来、それぞれの日本海西部への来遊状況や各年における構成年級の豊度を反映していると考えられる。例えば、2008年、2009年に能登や加賀が多かったのは、秋田県由来の2006年級が卓越していたことを示している。2014調査結果では、浜田以西、隠岐、但馬が多い上、3年ぶりに能登もやや多い。



補足図3. 海域別現存尾数（調査時点（6月1日））

補足資料 4 沖底漁獲成績報告書を用いた資源量指標値の算出方法

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（月または小海区）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に表される。

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

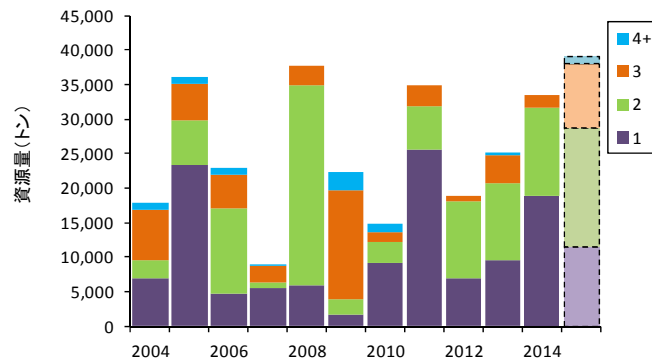
上式で J は有漁漁区数であり、資源量指数(P)を有漁漁区数(J)で除したものが資源密度指数(D)である。

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

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られる。



補足図 1. 年齢別資源尾数



補足図 2. 年齢別資源量

補足資料5 ハタハタの成熟におよぼす飼育水温の影響

(担当：日本海区水産研究所資源生産部)

日本海西部のハタハタはその多くが未成魚であり、成長・成熟に伴い、本海域から移出すると言われている。これまでに未成魚期の0歳魚の成長は水温の影響を受けることがわかってきた(藤原ほか 2013)。そこで、未成魚期の経験水温が成熟におよぼす影響を調べた。

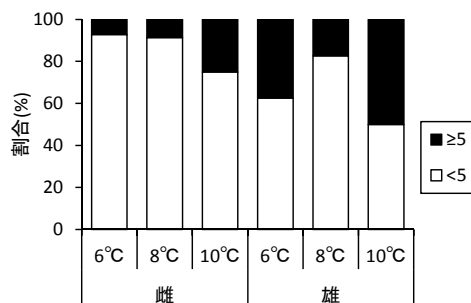
2012年12月6日に、秋田県沿岸でハタハタの卵塊を採集し、秋田県水産振興センターに搬入して水温10℃で管理した。2013年2月1日にふ化した仔魚を水温10℃で飼育し、同年4月20日と5月2日に、稚魚として日本海区水産研究所小浜庁舎に搬入して8℃で飼育した。その後、同年6月10日から2014年1月6日まで6、8、10℃の実験区に分けて飼育した。2014年1月7日以降は全て7℃で飼育し、2014年6月7～10日に飼育水槽から標本を採取した。採取した個体は、体長、体重、GSI(生殖腺重量/内臓除去重量×100)を測定した。また、ハタハタの生殖腺はGSIが5以上で発達開始とされていることから(森田・堀田 2001)、GSIが5未満、5以上の2段階に区分した。

GSI 5以上(森岡・堀田 2001)の個体の割合を雌雄で比較すると、いずれの温度区においても雌より雄が高かった(補足図4)。これは、日本海におけるハタハタの成熟は、雄が雌より早く開始するとのこれまでの見解を支持するものである。また、雌では水温が高いほど増加する傾向が見られた。雄では傾向はないものの、10℃で最も高かった。(補足図4)。さらに、雌では温度が高いほど体長、体重、GSIともに大きくなる傾向がみられた(補足表1)。ハタハタの成熟には、0歳のころの経験水温が影響していることが示唆された。

引用文献

藤原邦浩・山田達哉・山本岳男・松倉隆一・甲本亮太(2013) ハタハタの耳石の同位体比に基づく経験水温の推定手法の再考. 2013年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集, 93.

森岡泰三・堀田和夫(2001) 海洋深層水で飼育されたハタハタの成熟と産卵. 海洋深層水研究, 2, 65-71.



補足図4. GSIが5未満、5以上の個体の割合

温度区	個体数	体長(m)	体重(g)	GSI(%)
雌				
6°C	14	121.5 ± 8.6	22.7 ± 4.4	2.69 ± 1.23
8°C	23	124.7 ± 11.1	24.6 ± 6.6	2.87 ± 2.30
10°C	12	127.9 ± 14.6	28.5 ± 9.6	5.59 ± 6.99
雄				
6°C	16	119.2 ± 6.2	22.2 ± 4.3	4.47 ± 3.09
8°C	23	121.7 ± 7.2	23.0 ± 4.9	4.24 ± 5.40
10°C	14	121.2 ± 10.4	24.2 ± 7.2	3.97 ± 3.00