

平成 24 年度アカガレイ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（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、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

本州沖日本海におけるアカガレイの漁獲量は、1980 年代初めに非常に多く、沖合底びき網 1 そうびき（以下、沖合底びき網と呼ぶ）だけでも 5,000 トン以上であった。しかし、1980 年代後半から減少し、1990 年代初めには全域の漁獲量でも 2,500 トン前後となった。1990 年代から 10 年以上、漸増・横ばいで推移したが、若狭沖以西に発生した卓越年級群（2001 年級群）が漁獲加入したと思われる 2005 年前後から顕著に増加した。2007～2010 年は横ばいであったが、2011 年に再び増加した。資源量指標値とした沖合底びき網の資源密度指数は、漁獲量の推移とほぼ同様で、2004 年以降中位水準であり、2011 年は近年における最高値であった。以上より、本系群の資源水準を中位、動向を増加と判断した。本種は長寿命であり過度に漁獲が高まることのないよう配慮を続けながら、資源を有効利用するべきである。

そこで、ABC 算定の規則 2-1)（新規則）に基づき、中位水準の係数 0.8（標準値）、2011 年の漁獲量、沖合底びき網の資源密度指数の直近 3 年間（2009～2011 年）の動向を示す値 1.04 をそれぞれ乗じて 2013 年の ABClimit を算定し、それに不確実性を考慮して 0.8 を乗じた値を ABCtarget として提示する。

	2013 年 ABC (百トン)	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	51	$0.8 \cdot C_{2011} \cdot 1.04$		
ABCtarget	41	$0.8 \cdot 0.8 \cdot C_{2011} \cdot 1.04$		

年	資源量	漁獲量 (百トン)	F 値	漁獲割合
2010		56		
2011		62		

水準：中位 動向：増加

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、関連調査等
漁獲量および資源量指標値	府県別農林生産統計値(農林水産省) 2007 年以降、水産庁 HP にて公表 (http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/index.html) 生物情報収集調査(青森～島根(11 府県)) 日本海区沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計調査資料 (水産庁ほか)
卵稚仔分布量	卵稚仔調査(水研セ、青森～島根(11 府県))
漁獲物体長組成	生物情報収集調査(鳥取県、兵庫県、福井県、石川県)
体長組成および推定資源量	ズワイガニ等底魚類現存量調査(水研セ(用船但州丸))
新規加入量 (漁獲加入前の小型魚の出現 状況)	新規加入量調査 ・かけまわし(2012 年は桁網)(石川県(白山丸)) ・桁網(京都府(平安丸)) ・着底トロール(兵庫県(たじま)) ズワイガニ等底魚類現存量調査(水研セ(用船但州丸))

1. まえがき

アカガレイは、太平洋側では東北地方沿岸から北海道にかけて生息し、底びき網や刺し網などで漁獲されている。日本海では、ズワイガニ、ハタハタと並ぶ底びき網漁業の最重要資源である。本資源は 1980 年代をピークとしてその後大きく減少したため、平成 14 年度に日本海西部資源回復計画の対象魚種に指定され、石川県から島根県において、底びき網漁業者による漁獲努力量の削減措置(休漁・網目拡大・改良網導入など)が取り組まれた。資源回復計画は平成 23 年度で終了したが、同計画で実施されていた措置は、平成 24 年度以降、新たな枠組みである資源管理指針・計画の下、継続されている。近年では漁獲量も比較的多く、2007 年からは 5,000 トン以上となっている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

日本海におけるアカガレイは、底層水(日本海固有水)の影響を受ける水深帯(150～900m)に分布する(図1)。アカガレイは成長段階に応じた浅深移動を行い、とくに成魚は季節的に水平および浅深移動を行う(永澤 1993、内野ほか 1997、山崎ほか 1999、廣瀬ほか 2002)。本種は 2～4 月に水深 180～200m に産卵場を形成し、産卵期終了後もしばらくは産卵場付近に留まるが、6 月下旬頃より深場への移動を始める(廣瀬・南 2003)。夏季の若狭沖では、雄成魚は水深 200～300m に、雌成魚は水深 300m 台に分布の中心がある。一方、但馬沖では、雌雄とも 500m 以深を中心に分布し、水深 900m にも分布することが確認されている(廣瀬氏私信)。晩秋には、深場から浅場の産卵場へと移動を始める(永澤 1993)。

本種の日本海西部（石川県以西）における主産卵場は、若狭湾内、経ヶ岬周辺および赤碕沖を中心とする隠岐諸島周辺の海域であると考えられ（永澤 1993）、能登半島周辺の海域が未成魚の成育場となっている（廣瀬ほか 2002）。一方、日本海北部海域（富山県以北）では、新潟県粟島北方に産卵場が確認されたが、海域全体の資源構造についてはほとんど情報が得られていない。

標識放流の結果、若狭沖から但馬沖以西への成魚の移動が報告されているほか（内野ほか 1997）、能登沖、加賀沖には大型の成魚が極端に少ないことから成熟に伴う加賀沖から若狭沖への移動が想定され、アカガレイは能登半島以西の海域を広く移動していると考えられている。日本海北部海域においても、100km を超える大きな移動を行う個体が存在し、秋田沖から能登内浦までの間で移動が確認されているが、日本海西部海域のような移動の方向性は確認されていない（森本ほか 2004）。

（2）年齢・成長

日本海におけるアカガレイの年齢と成長に関しては数例の報告はあるものの、以前から言われる成長の海域差などの疑問は残っており、より体系的に再検討する必要がある。ここでは、2006 年のズワイガニ等底魚類現存量調査の結果を示す。2006 年調査で採集された個体の一部を標本とし年齢査定した結果である。得られた成長式は以下の通りである（図 2）。本種は長寿命であり、標本に含まれる年級群の数が非常に多く、その割には標本数が少なかったこと、3 歳以下の若齢魚のデータが得られておらず若齢時の体長はやや過大になっている可能性があったことなどからその後も調査を続けている。当時の年齢査定で確認された最高齢は雌雄とも 20 歳であり、また、2006 年調査時点では、当時 5 歳魚の 2001 年級の割合が他の年級より明らかに多かった。この成長式に基づけば、2001 年級は、2011 年 10 歳であり、雄で約 230mm、雌は約 310mm である。

$$\text{雌} : L_t = 393[1 - \exp(-0.135(t + 1.23))]]$$

$$\text{雄} : L_t = 252[1 - \exp(-0.187(t + 3.00))]]$$

L_t : t 歳時（5 月）における体長(mm) t : 年齢

（3）成熟・産卵生態

京都府沖合海域における 50%成熟体長は雄 170mm、雌 270mm であり、雄 240mm、雌 360mm で全ての個体が成熟するとされていたが（内野ほか 1995）、2008 年京都府沖合で調査された 50%成熟体長は雄 170mm、雌 250mm であり、100%成熟体長は雄 220mm、雌 300mm であった。Logistic 曲線に近似させた体長 BL に対する群成熟率 $L^m(\%)$ の関係式は以下の通りであり、50%成熟体長は、雄で 169 mm、雌で 246 mm であった。（図 3、藤原ほか 2009）。

$$\text{雌(\%)} : L^m = \frac{100}{1 + \exp(-0.113(BL - 246))}$$

$$\text{雄(\%)} : L^m = \frac{100}{1 + \exp(-0.130(BL - 169))}$$

産卵場は2～4月に分布域の最も浅い場所（水深180～200m付近）に局所的に形成される。繁殖期間中、雄は性的活性を長く保ち、長期間産卵場に留まる（山崎ほか1999）。一方、雌は水深250m前後から順次産卵に加わり、産卵後速やかに220m以深に移動するため、産卵場では常に雄が多く分布する。

(4) 被捕食関係

浮遊期仔魚は珪藻やカイアシ類幼生などの小型プランクトンを捕食する（宮本ほか1993）。着底後のアカガレイは年間を通してクモヒトデ類を捕食する。しかし、オキアミ類やホタルイカモドキ類などのマイクロネクトンが多くなる季節は、これらを選択的に捕食する（内野ほか1994、倉長1997、森本ほか2003）。アカガレイ幼稚魚の捕食者についての知見は得られていない。日本海の通常の生息域では、アカガレイ成魚の捕食者はいないと考えられている。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本資源の9割以上が沖合底びき網（1そうびきおよび2そうびき）と小型底びき網で漁獲される。その他には僅かに刺し網で漁獲される。府県別農林水産統計値のある1991年以降では、沖合底びき網の1そうびき（以下、沖合底びき網と呼ぶ）が全体の4～6割を占めており、鳥取県、兵庫県、福井県、石川県の漁獲量が多い（表1および表2）。

(2) 漁獲量の推移

1979年以降の沖合底びき網の漁獲量を表1および図4に示す。沖合底びき網の漁獲量は、1980年代前半には5,000トン以上あったが、80年代後半に減少して、1992年に1,405トンと最低値となった。その後、1,500トン前後で推移し、2004年に増加し、数年間、約3,000トンで推移したが、2011年はさらに増加して約3,500トンとなった。

1991年以降の府県別漁獲量を図5および表2に示す。1998年以前の青森県・秋田県・山形県の値はない。なお、1999年以降の3県の合計値は例年全体の2%程度である。全域における漁獲量は、1990年代前半から増加して2000年ごろは3,500トン程度で推移し、2005年前後から卓越年級群（2001年級群）の加入により顕著に増加した。2007～2010年は、5,500トン前後であったが、2011年の漁獲量は再び増加して近年の最高値である6,158トンとなった。

(3) 主要漁業の漁獲努力量の推移

日本海における沖合底びき網の有効漁獲努力量（補足資料 1）を、図 6 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 200,000 となった。2000 年代に入っても減少を続け、近年は最低の水準である。2011 年も少なく、約 185,000 であった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

本報告においては、日本海全域における漁獲量および沖合底びき網の漁獲成績報告書から求めた資源密度指数から資源水準を判断した。さらに、生物情報収集調査（鳥取県、兵庫県、福井県および石川県）から漁獲状況を把握するとともに、ズワイガニ等底魚類現存量調査（5～6 月）結果から資源動向および加入状況を、新規加入量調査（石川県、京都府および兵庫県）から卓越年級の出現状況を考察した。

(2) 資源量指標値の推移

日本海における漁獲量は、2005 年ごろから顕著に増加し、2007 年以降は 5,000 トン以上で推移したが、2011 年は再び増加して直近 5 年で最も多い 6,158 トンであった。沖合底びき網の資源密度指数（図 6、表 1）もほぼ同様に推移した。2004 年から 10 以上となり、2007 年以降は 16～17 で推移し、2011 年は近年で最も高い 19 であった。漁獲量も資源密度指数も 2011 年は増加しており、直近 5 年では増加傾向であった。

2011 年 5～6 月に実施されたズワイガニ等底魚類現存量調査（用船：但州丸）の結果（図 7）から推定された資源量指標値（資源量、資源尾数）^{*1} は、資源量・資源尾数（雌雄込み）ともにこれまでの最高を示し、直近 5 年では横ばいもしくは漸増である。また、体長組成（図 8）では、2003～2005 年にみられたような 100～150mm 前後（漁業での漁獲は、例年、150mm 以上がほとんど（補足図 3））の小型魚のモードが 2001 年級群とされる。その後、成長に伴ってモードが右にシフトすることが 2010 年まで確認できる。2009 年に小型魚のやや低いモードがあったが、2010 年、2011 年とモードを追うことはできなかった。一方、150～250mm のサイズは、2002 年以前に比べてここ数年多かった。近年は卓越年級と言えるものはないが、加入した量は比較的多いことが示唆される。

新規加入量調査^{*2}での体長 100～150mm の採集個体数を図 9 に示す。2010 年は兵庫県ではやや多かったが、2003 年（2001 年級群、当時 2 歳とされる）よりはるかに少ない。京都府では 2004 年以降近年まで少ない。石川県では 2006 年にやや多く、2011 年は前年よりやや増加したが多くはない。また、各調査結果の体長組成（頻度分布）（補足図 4）でも、2003 年以降、明瞭で高いモードはみられなかった。

*1：調査に使用したトロール網のアカガレイの採集効率を 1 として計算した。

*2：石川県（白山丸 駆け回し）：1～3 月に、水深 200m 帯、250m 帯、300m 帯で実施。

なお、2012 年より、桁網にて実施した値（補正はしておらず、あくまで参考値）。

京都府（平安丸 桁網）：初夏に、水深 170、180、210、230、260m で実施。

兵庫県（たじま 着底トロール）：秋季に、水深 200、225、250、275、300m で実施。

（3）資源の水準・動向

水準の判断基準には、沖合底びき網の資源密度指数を用いた。1980 年ごろの最高レベル約 30 を三等分した値「10」を低位と中位の境とし、「20」を中位と高位の境とした（図 4）。2011 年の資源密度指数は 19 であり、水準は中位と判断した。漁獲量、沖合底びき網の資源密度指数および資源量推定値のいずれも増加しており、動向は増加と判断した。

5. 資源管理の方策

資源水準は中位であり、資源量指標値は 2011 年にはそれまで数年の傾向（横ばい）とは異なり増加傾向を示した。2001 年級の体重成長による資源量の増加がほとんど期待できないにも関わらず 2011 年の資源量指標値が増加したことから、卓越年級は確認できないがここ数年の加入は比較的良好であることが想定される（参考：図 9 および補足資料 2）。本種では鳥取県の水揚げ全長規制や改良網の使用（上田ほか 2012）など小型魚の保護が進みつつある。本種は長寿命であり過度に漁獲が高まることのないよう配慮を続けながら、資源を有効利用するべきである。

6. 2013 年 ABC の算定

（1）資源評価のまとめ

資源水準は中位、動向は増加であった。本種は長寿命であり過度に漁獲が高まることのないよう注視しながら、資源を有効利用するべきである。

（2）ABC の算定

本評価報告書より漁獲量に加えて資源量指標値も使用することとした。また、以下に示す ABC 算定の規則 2-1）（新規則）によって ABC を算定した。

$$ABClimit = \delta_1 \times Ct \times \gamma_1$$

$$ABCtarget = ABClimit \times \alpha$$

$$\gamma_1 = (1 + k \times (b/I))$$

ここで、 Ct は 2011 年の漁獲量、 δ_1 は資源水準で決まる係数、 γ_1 は資源量指標値の変動から算定する。 k は係数、 b と I は、資源量指標値の傾きと平均値、 α は安全率である。

アカガレイの資源動向を示す指標値として、沖合底びき網（1 そうびき）のアカガレイの資源密度指数を用い、直近 3 年間（2009～2011 年）の動向から $b(0.70)$ 、 $I(17.8)$ を求め、 k は標準値の 1.0 とし、 γ_1 を 1.04 と算定した。 δ_1 は、中位水準の標準値である 0.8 を用いた。 α は標準値の 0.8 とした。

	2013 年 ABC(百トン)	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	51	$0.8 \cdot C_{2011} \cdot 1.04$		
ABCtarget	41	$0.8 \cdot 0.8 \cdot C_{2011} \cdot 1.04$		

ABC の値は十の位を四捨五入したもの。

現在、ズワイガニ等底魚類現存量調査に基づき推定された資源量（指標値）を利用できるか、データの安定性などを検討している。ABC の試算について補足資料 3 に示した。

(3) 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
2010 年漁獲量確定値	2010 年漁獲量の確定

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源量 (百トン)	ABClimit (百トン)	ABCtarget (百トン)	漁獲量 (百トン)
2011 年(当初)	$0.9 \times \text{Cave3-yr}$		50	40	
2011 年(2011 年再評価)	$0.9 \times \text{Cave3-yr}$		50	40	
2011 年(2012 年再評価)	$0.8 \times C_{2009} \times 1.03$		47	37	62
2012 年(当初)	$0.9 \times \text{Cave3-yr}$		50	40	
2012 年(2012 年再評価)	$0.8 \times C_{2010} \times 1.03$		46	37	

上記表中で、2011 年（2012 年再評価）および 2012 年（2012 年再評価）は、平成 24 年度 ABC 算定のための基本規則（新）に基づき計算した。平成 23 年度規則（旧）を用いた場合の ABClimit と ABCtarget は、2011 年（2012 年再評価）が 50（百トン）・40（百トン）、2012 年（2012 年再評価）が 50（百トン）・40（百トン）である。

7. ABC 以外の管理方策の提言

日本海西部のアカガレイ資源においては、水産庁が平成 14 年度から実施した資源回復計画において、加賀沖以西で保護区域の拡大や保護礁の増設、新たな休漁期間の設定などの漁獲努力量削減措置がなされた。そして、生息環境整備のための海底清掃、海底耕耘、網目拡大や改良漁具（二段式分離選択網）の導入（小型魚の保護効果（上田ほか 2012））なども取り組まれてきた。資源回復計画は平成 23 年度で終了したが、同計画で実施されていた措置は、平成 24 年度以降、新たな枠組みである資源管理指針・計画の下、継続されている。なお、アカガレイでは漁獲努力可能量(TAE^{*})による漁獲努力量の上限が設定され、過度の漁獲圧がかからないように制限が加えられている。（資源回復計画の詳細については水産庁 HP 参照）

http://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_keikaku/pdf/akagarei.pdf

本資源では、漁獲量が再び増加し、近年の加入は良好（図 9 および補足資料 2）である可能性はある。しかし、2001 年級以来の卓越年級は確認できておらず、2001 年級も 11 歳と高齢になっている。また、新たに卓越年級が発生しても漁獲への本格加入には 5 年かかる。このような現状では、過度に漁獲が高まることのないよう資源管理の取り組みを続ける必要がある。具体的には、日本海西部全域に普及しつつある改良網（改良様式は異なる網）をさらに各地で利用するなどして小型魚の保護に努め、卓越年級がなくともある程度の漁獲が見込めるようにしておくことが望ましい。今後、改良網の小型魚排出性能向上の調査、加入量変動の詳細把握のための調査船による新規加入量調査の精度向上（安定性の高い桁網の使用）は有意義である。

＊：TAE 制度とは、資源状況等を踏まえて資源の回復を図ることが必要な魚種について、対象となる漁業と海域を定めた上であらかじめ漁獲努力量の上限を「漁獲努力可能量」として定め、その範囲内に漁獲努力量を収めるように対象漁業を管理する制度。

8. 引用文献

- 藤原邦浩・廣瀬太郎・宮嶋俊明・山崎 淳(2009) 京都府沖合におけるアカガレイ *Hippoglossoides dubius* 雌の成熟体長の小型化. 日本水産学会誌, 75, 704-706.
- 廣瀬太郎・永澤 亨・白井 滋・南 卓志(2002) 夏季の山陰・北陸海域におけるアカガレイの分布. 平成 14 年度日本水産学会大会講演要旨集, 34.
- 廣瀬太郎・南 卓志(2003) 西部日本海における産卵期終了後のアカガレイの水深帯別分布. 平成 15 年度日本水産学会大会講演要旨集, 58.
- 倉長亮二(1997) 鳥取県におけるアカガレイの生態と資源に関する研究. アカガレイの生態と資源に関する研究報告書, 1-47.
- 宮本孝則・高津哲也・中谷敏邦・前田辰昭・高橋豊美(1993) 噴火湾とその沖合におけるアカガレイ卵・稚仔の分布と食性. 水産海洋研究, 57, 1-14.
- 森本晴之・井口直樹・廣瀬太郎・木暮陽一・梶原直人(2003) アカガレイ（佐渡北方海域）. 漁場生産力変動評価・予測調査報告書（平成 14 年度）, 29-51.
- 森本晴之・井口直樹・廣瀬太郎・木暮陽一・梶原直人(2004) アカガレイ（佐渡北方海域）. 漁場生産力変動評価・予測調査報告書（平成 15 年度）, 30-41.
- 永澤 亨(1993) 山陰海域におけるアカガレイの産卵場. 漁業資源研究会議北日本底魚部会報 26, 19-25.
- 上田祐司・藤原邦浩・木所英昭・後藤常夫(2012) 沖合底びき網漁業の資源管理計画に係る調査（対象魚種：ズワイガニ・アカガレイ）. 平成 23 年度資源管理指針等推進事業報告書, 20-32.
- 内野 憲・山崎 淳・藤田真吾・戸嶋 孝(1994) 京都府沖合海域のアカガレイの生態に関する研究-I. 食性. 京都海洋センター研報, 17, 41-45.
- 内野 憲・山崎 淳・藤田真吾・戸嶋 孝(1995) 京都府沖合海域のアカガレイの生態に関

する研究-II . 主産卵期・成熟体長. 京都海洋センター研報, 18, 41-45.

内野 憲・藤田眞吾・戸嶋 孝(1997) 京都府沖合海域のアカガレイの生態に関する研究-III.

標識放流からみたアカガレイの移動. 京都海洋センター研報, 19, 7-13.

山崎 淳・大木 繁・内野 憲・葭矢 護(1999) 京都府沖合海域のアカガレイの生態に関する研究-IV. 産卵期の分布様式. 京都海洋センター研報, 21, 1-7.

表1. 日本海におけるアカガレイの沖合底びき網(1そうびき)の
漁獲量(トン)・資源密度指数・資源量指数・有効漁獲努力量

年	漁獲量	資源密度指数	資源量指数	有効漁獲努力量
1979	5,321	23.5	33,512	226,131
1980	6,229	27.6	35,714	225,864
1981	8,276	31.6	41,383	262,024
1982	6,804	26.1	32,806	260,905
1983	5,335	21.5	27,104	247,679
1984	5,434	19.2	25,293	282,529
1985	4,798	17.6	23,598	272,307
1986	3,506	12.2	16,514	287,649
1987	2,658	10.4	12,771	256,327
1988	2,307	7.0	10,876	327,955
1989	1,940	6.3	9,736	308,111
1990	1,675	5.8	8,592	289,055
1991	1,444	5.6	8,242	256,226
1992	1,405	5.7	8,199	247,056
1993	1,532	6.4	8,168	240,480
1994	1,596	7.0	8,791	229,273
1995	1,774	9.3	10,968	191,219
1996	1,586	7.7	9,133	206,975
1997	1,757	8.1	9,758	217,833
1998	1,528	6.9	8,043	222,406
1999	1,420	6.6	8,077	216,669
2000	1,659	8.6	10,485	193,515
2001	1,817	8.4	9,966	217,288
2002	1,525	8.1	9,396	188,137
2003	1,642	7.9	8,668	207,676
2004	2,146	11.3	12,385	190,212
2005	2,135	11.7	12,504	182,048
2006	2,289	12.1	12,361	189,254
2007	2,978	16.2	16,477	183,464
2008	2,978	16.3	16,709	183,211
2009	2,984	17.3	17,917	172,551
2010	2,879	17.4	17,619	165,191
2011	3,466	18.7	18,533	185,340

*1988年以降は平成23年度版評価票にて再集計した値。1987年以前は参考とする。

表2. 日本海各府県におけるアカガレイの漁獲量（トン）

年	島根	鳥取	兵庫	京都	福井	石川	富山	新潟	山形	秋田	青森	計
1991	120	647	564	71	380	387	32	217				2,418
1992	148	648	577	54	271	337	29	217				2,281
1993	90	664	576	78	348	533	29	197				2,515
1994	177	712	644	98	491	647	28	162				2,959
1995	306	784	632	111	583	812	37	203				3,468
1996	281	539	508	94	727	1,004	43	225				3,421
1997	503	713	527	152	762	893	44	273				3,867
1998	297	529	368	132	963	930	44	277				3,540
1999	251	429	407	130	769	1,041	45	324	51	42	2	3,491
2000	274	512	551	106	787	1,097	54	333	43	20	1	3,778
2001	342	781	464	125	650	1,019	62	328	50	31		3,852
2002	305	502	517	111	509	991	77	341	47	42	3	3,445
2003	330	614	606	82	579	835	72	336	38	34	4	3,530
2004	231	710	893	82	650	855	52	302	39	21	3	3,838
2005	196	769	884	115	594	848	56	259	25	19	4	3,769
2006	352	895	955	125	786	825	53	215	22	16	2	4,246
2007	520	1,286	1,190	155	1,017	845	49	207	24	21	2	5,316
2008	491	1,138	1,182	128	1,445	880	43	200	21	20	3	5,551
2009	697	1,217	1,220	167	1,274	807	40	205	18	14	3	5,662
2010	566	1,168	1,087	157	1,431	911	35	171	16	10	3	5,555
2011	644	1,442	1,411	137	1,317	948	41	187	19	10	2	6,158

石川県～島根県は、農林水産統計海面漁業生産統計調査 資源回復計画対象魚種の漁獲動向資料。
青森県～富山県は、各県による集計値である。

1991～1998年の合計は、青森県、秋田県、山形県を除く、新潟県～島根県の値。

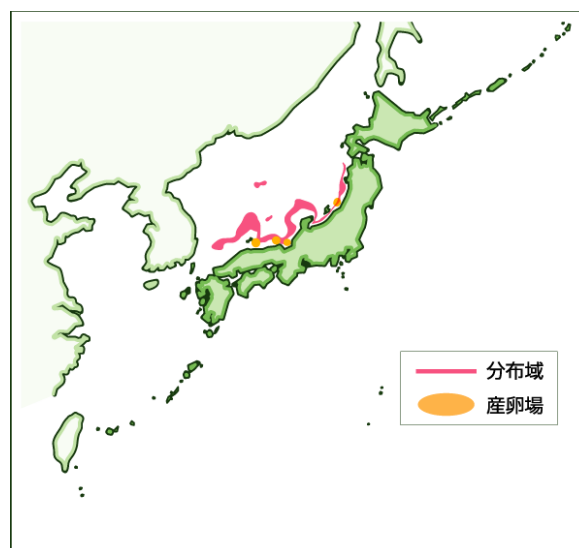


図1. 日本海のアカガレイの分布

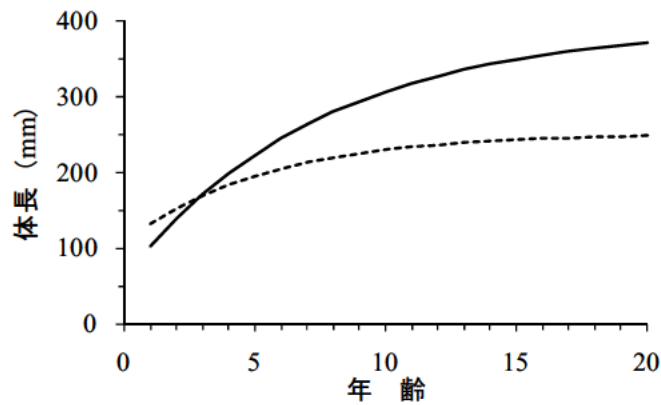


図 2. 2006 年ズワイガニ等底魚類現存量調査の採集物を用いた年齢査定結果から得られたアカガレイの年齢と成長（実線：雌、破線：雄）

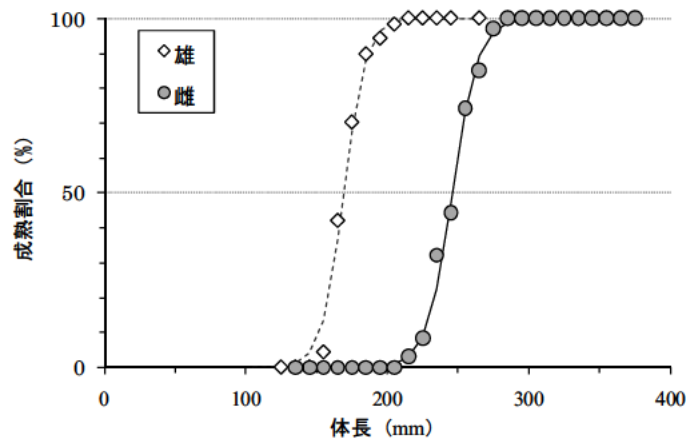


図 3. 日本海（京都府沖）におけるアカガレイの体長と群成熟率の関係（藤原ほか 2009）（実線：雌、破線：雄）

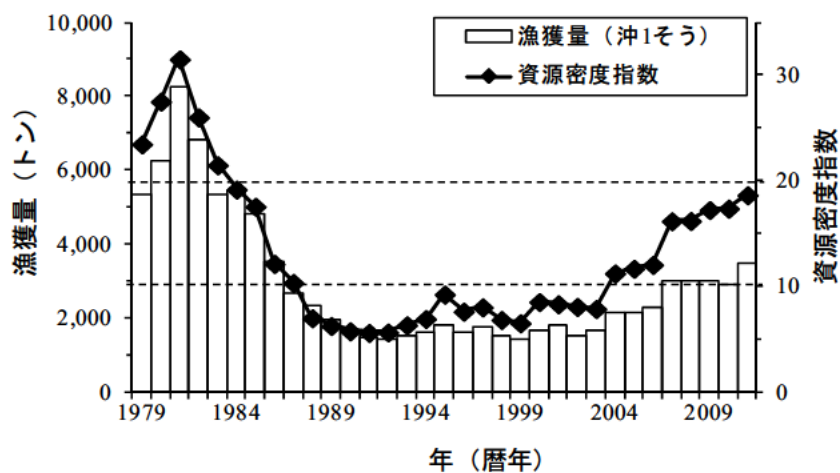


図 4. 日本海における沖合底びき網（1 そうびき）の漁獲量と資源密度指数
破線は水準の目安であり、資源密度指数 10（低 中）、と 20（中 高）。

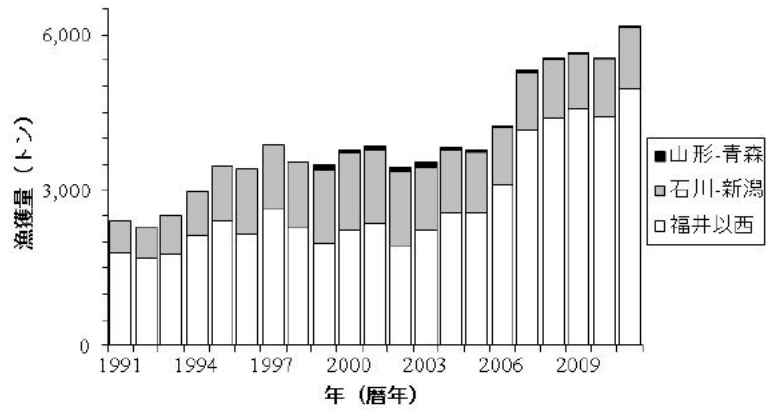


図 5. 日本海におけるアカガレイの漁獲量

福井以西：島根～福井県の合計、

石川 新潟：石川・富山・新潟県の合計、

山形 青森：山形・秋田・青森県の合計で、1998 年以前の統計資料はない。

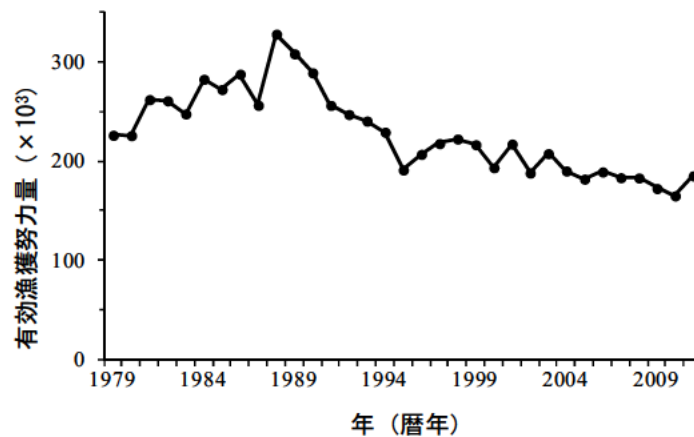


図 6. 日本海における沖合底びき網（1 そうびき）のアカガレイに対する有効漁獲努力量

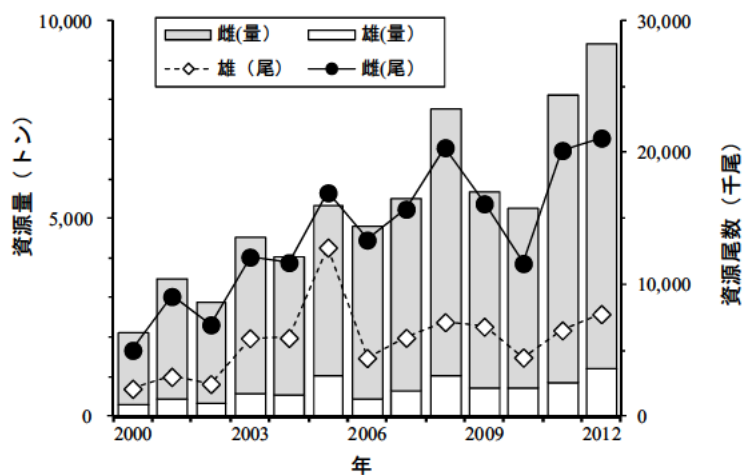


図 7. ブワイガニ等底魚類現存量調査（但州丸）に基づく

日本海西部におけるアカガレイの資源量と資源尾数

値は、採集効率を 1 とし、面積 密度法により算出した指標値。

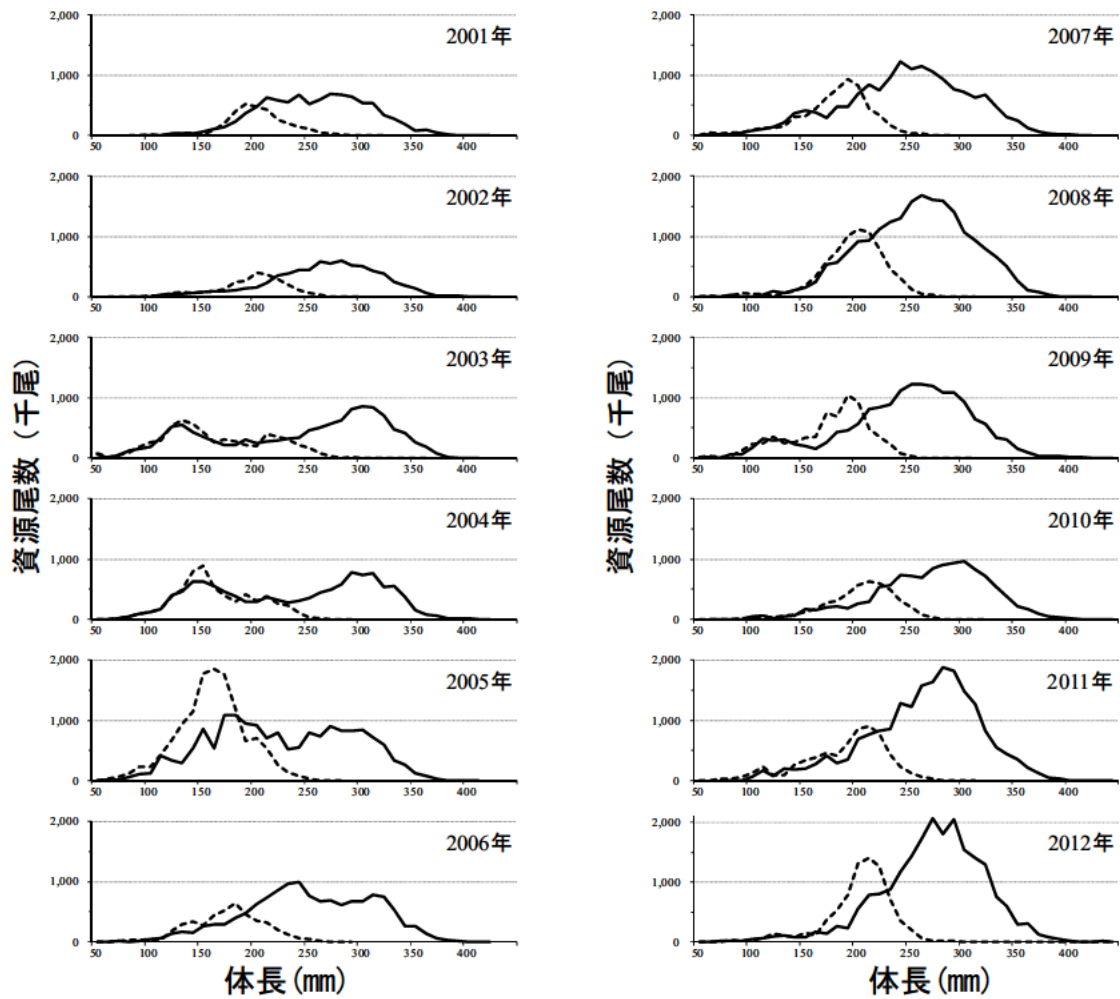


図 8. ズワイガニ等底魚現存量調査（但州丸）に基づく
日本海西部におけるアカガレイの体長組成
実線は雌、破線は雄。

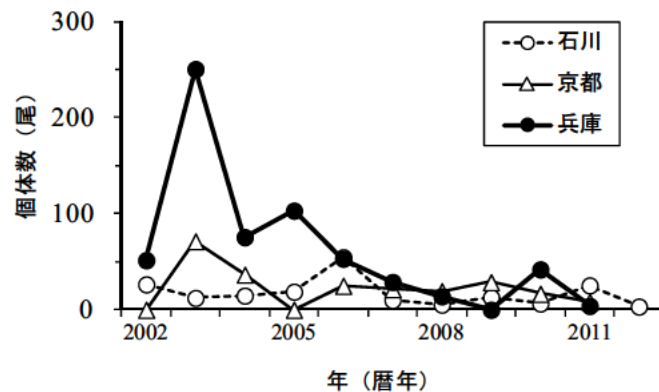


図 9. 3 府県における新規加入量調査結果に基づく漁獲加入前の小型個体
（体長 100～150mm）の採集個体数
各値は、石川県は 1 曳網あたり、京都府は 10 曳網あたり、
兵庫県は 5 曳網あたりの採集個体数に換算している。

補足資料 1 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。

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

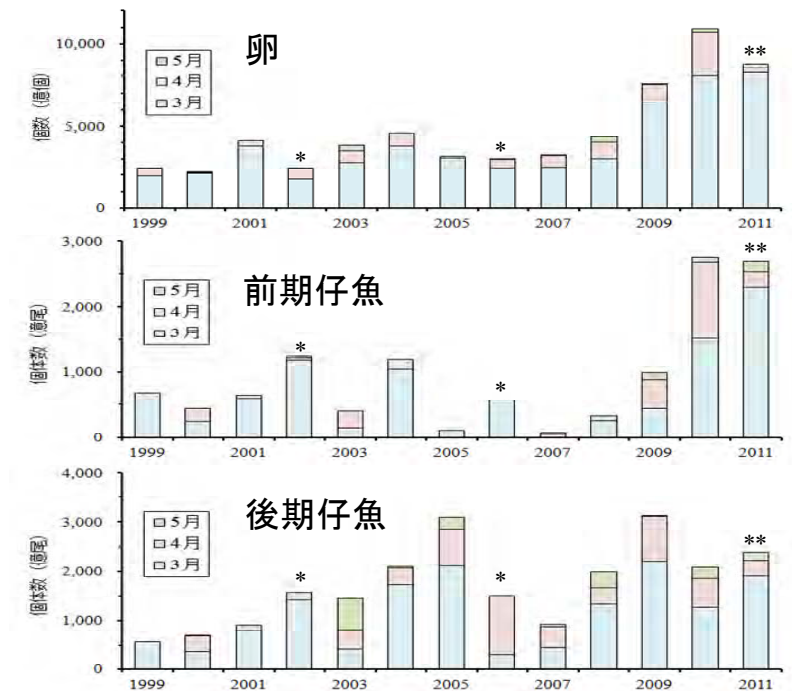
上式で J は有漁漁区数であり、資源量指数(P)を有漁漁区数(J)で除したものが資源密度指数(D)である。

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

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2 卵・稚仔魚調査によるアカガレイの卵・仔魚数の経年変化

マイワシを中心とする春季の卵稚仔調査において、1999年以降アカガレイの卵と前期仔魚・後期仔魚のデータが蓄積されている。1999～2011年における3～5月の調査結果を、補足図1に示した。



補足図1. 日本海西部におけるアカガレイの卵・仔魚数

*2002年4月、2006年5月は一部調査が実施できず概算値。

**2011年は一部データ解析中であり暫定値。

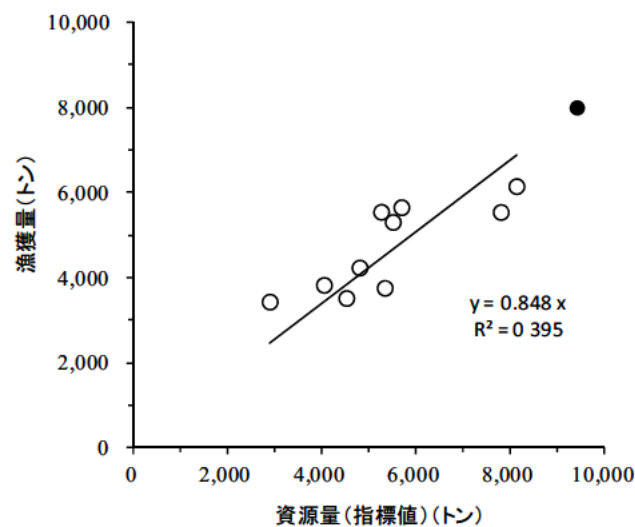
卵・仔魚数：フレスコ1「卵稚仔データベース」を用い、本種の各発育段階での分布密度（30分升目）（個体数/m²）と対応する面積を掛けて、対象海域内で足し合わせた数値。

2001年は、新規加入量調査（後述、補足図4）やズワイガニ等底魚類現存量調査（図9）から、卓越年級が発生したと推察されているが、卵・前期仔魚・後期仔魚いずれも、2009年以降のほうが多めに多い。曳網あたりの採集数が多い卵に着目すると、近年、親魚量が多くなっていることを反映して卵量が多くなっており、加入が良好となる可能性は十分にある。

卵・稚仔魚調査について、仔魚の曳網あたりの採集数は少なくこれらの個体数変動の妥当性についてはさらなる吟味が必要であるものの、親魚量や加入量を推察する上で非常に貴重なデータと位置付けうる。ズワイガニ等現存量調査・新規加入量調査（2年後）や、漁業による漁獲量（3～5年後）との整合性を確認しつつ、資源評価報告への活用方法を今後、検討する。

補足資料3 2系ルール改訂に伴うABCの試算（資源量直接推定の結果を利用した場合）

例年 5～6 月に実施しているズワイガニ等底魚類現存量調査に基づき推定された資源量は、漁業による漁獲量よりも明らかに変動が激しく、その安定性について議論の余地がある。現在、アカガレイが多い若狭・加賀への配置定点が少ないこと、大型個体が多い水深 500m 以深の定点がないこと、曳網状況の詳細な違いなどの、推定精度の影響について検討している。それと同時に、推定資源量（6 月 1 日時点）を漁業と独立な資源量指標値として ABC 算定に利用することも検討している。この算定方法では、調査年、つまり、評価対象年の前年までのデータを利用することができることがメリットである。以下に、試算例を示す。



補足図2. 調査により推定された資源量（指標値）と漁獲量の関係

*資源量は、トロール採集効率を1とした指標値。

*●は、○に基づく回帰直線と2012年の資源量から予測された2012年漁獲量。

<ABCの試算>

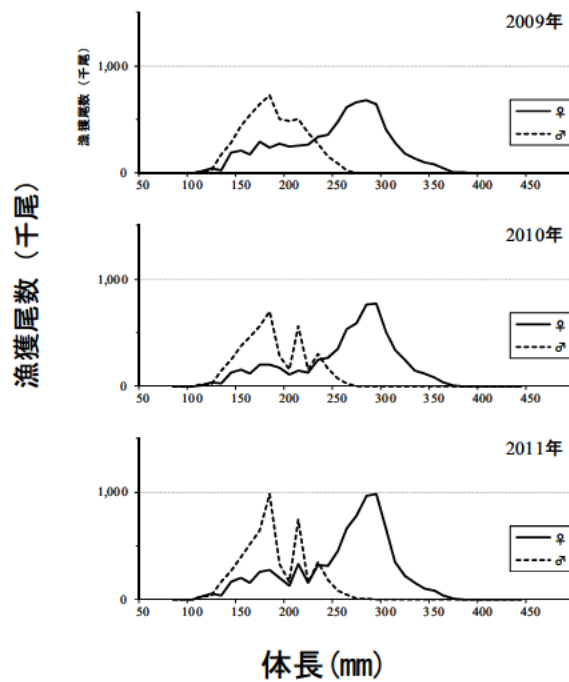
$$ABClimit = \delta_1 \times Ct \times \gamma_1$$

$$\gamma_1 = (1 + k \times (b/I))$$

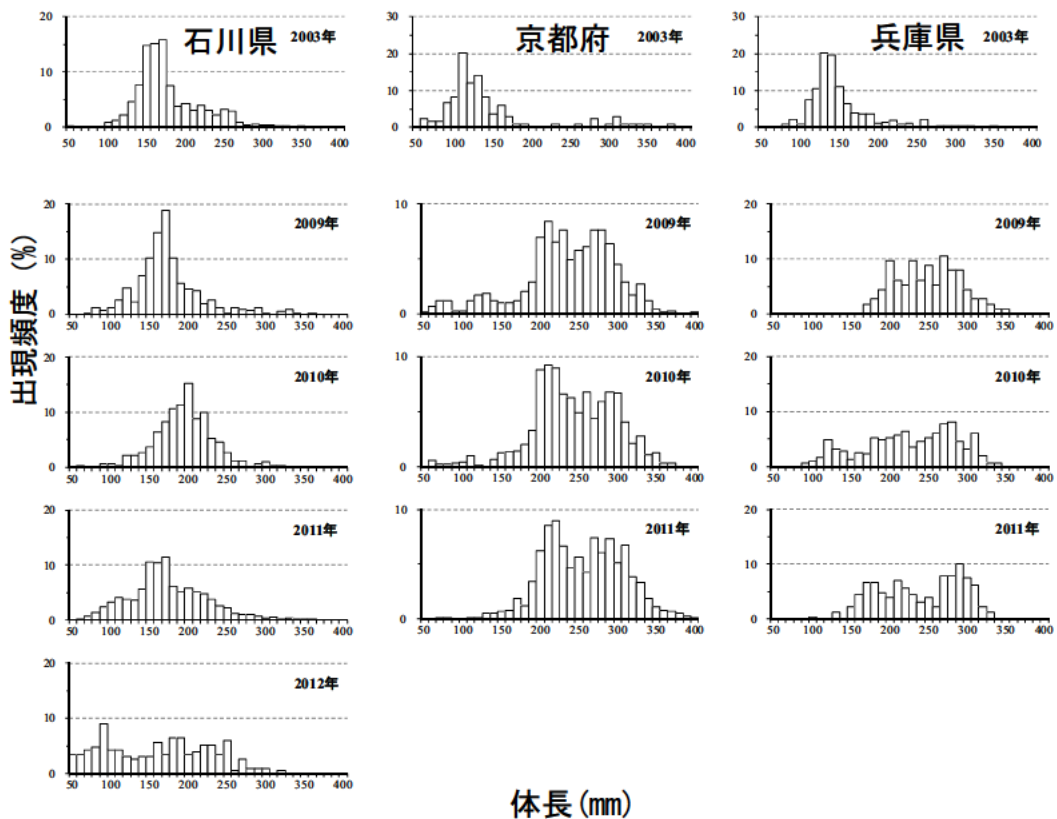
Ctは、データの信頼性や安定性を考慮し、Cave3-yr(2010-12)（2012年予測値を含む）とした。資源量（指標値）の直近3年間（2010～2012年）の動向からb(2080)、I(7,601)を求め、kは標準値の1.0とし、 γ_1 を1.27と算定した。 δ_1 は、中位水準の標準値の0.8。

$$2013 \text{ 年の } ABClimit = 0.8 \times 6,635 \times 1.27 = 6,723 \text{ トン}$$

同様に算定した2012年のABClimitは、5,818トン（2012年漁獲量は6,158トン）



補足図 3. 鳥取県と兵庫県における年間漁獲尾数を基にした漁獲物体長組成



補足図 4. 3 府県の新規加入量調査に基づく体長組成 (2003 年、2009～2012 年)

左：石川県（白山丸）、中央：京都府（平安丸）、右：兵庫県（たじま）

石川県は 2011 年まではかけまわし、2012 年は桁網（参考値）により実施。