

魚種（海域）：マツカワ（北海道～常磐以北太平洋海域）

担当水試：栽培水産試験場(吉村圭三)

要約

評価年度：2017年度（2017年4月～2018年3月）

2017年度の漁獲量：207トン（前年比1.18）

資源評価の指標	資源状態	資源動向
1歳以上の資源重量	中水準	横ばい

2017年度の漁獲量・金額は207トン・2.7億円で、漁獲量は1994年度以降第2位、金額は最高となった。推定資源重量は2015年度以降400トン以上に達しており、特に産卵魚の主体となる4歳以上の増加が顕著である。漁獲物はほとんどが放流魚と考えられるが、近年天然稚魚が発見されるなど自然再生産の活性化が示唆されている。2006年度以降の年間放流尾数は89～149万尾であったが、2017年度は種苗生産不調により7万尾に留まった。2018年度の資源動向は横ばいと判断されたが、2017年放流魚が2歳となる2019年度には減少すると見込まれる。今後、自然再生産の増大に向けた取り組みが必要である。

1. 資源の分布・生態的特徴**(1) 分布・回遊**

北海道では大部分が太平洋海域で漁獲されるが、他海域でも若干漁獲がある。本州では主に常磐以北の太平洋海域に分布する。分布水深は5～400m。広域の産卵回遊を行うことが近年、明らかにされた^{1,2,3)}。雌雄の成魚は成熟の進行に伴い北海道太平洋沿岸から産卵場である常磐（福島・茨城県）沖まで南下し、産卵後再び北海道沿岸まで北上することが実証されている。

(2) 年齢・成長(加齢の基準日：4月1日)

満年齢		1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳
全長(cm)	オス	16	31	39	43	46	47	48	48
	メス	16	31	41	50	57	62	68	72
体重(g)	オス	54	435	897	1,221	1,510	1,616	1,727	1,727
	メス	54	435	1,051	1,964	2,970	3,872	5,181	6,204

(2007～2016年栽培・釧路・函館水試、青森県・福島県・茨城県水試測定資料)

(3) 成熟年齢・成熟体長

- ・オス：成熟開始年齢2歳，50%成熟は3歳，全長39cm
- ・メス：成熟開始年齢3歳，50%成熟は4歳，全長54cm

(2008～2014 年の 10～12 月における栽培・釧路・函館水試, 青森県・福島県・茨城県水試測定資料)

(4)産卵期・産卵場

- ・産卵期：2～4月（盛期3月）
- ・産卵場：常磐沖水深250～300m，水温4～8℃

2. 漁業の概要

(1) 操業実勢

漁業	漁期	主漁場	主要漁業	着業隻数(2017年)
沿岸漁業	4～12月	北海道の太平洋沿岸	刺し網, 定置網, 底建網, こぎ網	混獲が大部分のため不明
沖合底曳き網	1～4月	常磐以北の太平洋	かけまわし, トロール	青森県16隻, 岩手県12隻 宮城県13隻, 茨城県4隻

以下の記述における海域区分は次のとおり。

- ・全道：北海道全域
- ・えりも以西：函館市南かやべ～えりも町沖の太平洋海域
- ・えりも以东：広尾町～羅臼町沖の太平洋海域
- ・その他北海道：えりも以西・以东以外の北海道海域
- ・本州：青森県～茨城県沖の太平洋海域

全道では刺し網および定置網による漁獲が主体で，前者では沿岸のカレイ刺し網，沖合のすけとうだら刺し網等，後者では沿岸の小定置網，春・秋さけ定置網等で漁獲される。このため漁獲水深は5～300mと幅広い。えりも以西では5～6月と10～12月の刺し網，えりも以东では10～11月の定置網による漁獲が特に多い（表1，図1～3）。

本州では沿岸漁業でも若干漁獲されるが，大部分は沖合底曳き網による。後者では1～4月の常磐沖，水深200～350mが主漁場である。ただし，2011年の震災以降，漁獲の主体であった福島県の沖合底曳き網漁船が休漁しているため，近年の本州における漁獲量は少ない（表1，図1～3）。

(2) 資源管理に関する取り組み

えりも以西では，共同漁業権行使規則（2005.9），資源管理協定（2016.4更新），海区委員会指示（2006.8）により，全長35cm未満の個体を海中還元し，未成魚を保護する方策が定められている。えりも以东では，十勝および釧路振興局管内の各漁協で自主的に同様の措置が講じられている。

3. 漁獲量および努力量の推移

(1)放流数と漁獲量

北海道における 100 万尾規模の種苗放流事業は、えりも以西を対象に 2006 年度から開始された。先行して試験放流を行ってきたえりも以東と合わせ、2016 年度までに年間 89～149 万尾が放流された（図 4）。放流は 8～11 月に両海域合わせて約 50 地点で行われ、2016 年度の例では全長 82～159mm の種苗が 1 地点あたり平均 2.5 万尾、計 123 万尾が放流された。しかし、2017 年度は種苗生産機関である北海道栽培漁業振興公社における著しい生産不調のため、23 地点（うちえりも以東 1 地点）から計 7.0 万尾（0.5 万尾）の放流に留まった（図 4）。なお、マツカワ種苗生産技術開発および放流事業の経緯は萱場⁴⁾により詳述されている。

1994 年以前の全道における漁獲量は断片的な情報しかない。日高および十勝振興局管内の三漁協における 1965 年以降の資料によると、1970 年代前半までは一漁協で最大 50 トン台の漁獲があったが、1970 年代後半から急減し、1980 年代には合わせて 1 トン未満となった。統計が整備された 1994 年度においても全道の漁獲量は 1 トン台であったが、試験放流に伴い徐々に増加し、2003 年度には 11 トンに達した。最初の大規模放流群が 2 歳に達した 2008 年度に漁獲量は 134 トンまで急増し、2009 年度以降は 150～190 トンで推移している。本州の漁獲量は全道と同様に推移し、1990 年代には 1 トン未満～1 トン台であったものが 2000 年代に徐々に増加、2008～2010 年に 20～30 トン台まで急増した。しかし 2011 年の震災以降減少し、近年は 10 トン前後で推移している（表 1、図 1）。2017 年度の漁獲量は、全道では 196 トンで 1994 年以降第 1 位、本州を合わせると 207 トンで第 2 位となった。漁獲金額は全道 2.6 億円、本州を合わせて 2.7 億円で、いずれも 1994 年以降最高となった。平均単価は 1,317 円/kg で、2016 年度（1,386 円/kg）をやや下回った（表 1）。

(2)漁獲努力量

マツカワを主対象とした漁業はほとんどないため、漁獲努力量を正確に把握することは困難である。

4. 資源状態

(1)現在までの資源動向

・年齢別漁獲尾数

2002～2007 年度の総漁獲尾数は 1.5～7.2 万尾で推移したが、大規模放流群が 2 歳に達した 2008 年度に 19 万尾まで急増、2009 年度には 22 万尾に達した。2010 年度以降はやや減少し、14～17 万尾で推移している。年齢構成をみると 2008・2009 年度はほとんどが 2・3 歳であったが、2010 年度以降は 4 歳以上の尾数が徐々に増加し、2107 年度には計 3.2 万尾（19%）に達した（図 5）。

・年齢別資源尾数と漁獲割合

総資源尾数は 2002～2006 年度まで 6.5～20.5 万尾であったが、大規模放流群が加入した 2007 年度に 58.8 万尾まで急増した。2008 年度以降は 80 万尾前後で推移し、2017 年度は 81.5 万尾であった（図 6）。2008 年度以降の年齢構成を雌雄別にみると、雄は 1～3 歳がほとんどを占め、4 歳以上は 5%未満で推移しているのに対し、雌では 4 歳以上が徐々に増加し、2017 年度には計 5.0 万尾（10%）に達した（図 6）。

漁獲割合の推移を雌雄・年齢別にみると（図 7），雌雄ともに 2 歳の漁獲割合は減少傾向を示し、2008 年度の 40%台から 2017 年度には 30%前後まで低下した。さらに雌の 3・4 歳でも同様の減少傾向がみられ、近年は 40%程度となっている。このことは、上述の雌 4 歳以上の資源尾数増加と整合していた。

・年齢別資源重量

総資源重量は資源尾数と同様、2006 年度までは 100 トン未満であったが、2007 年度に 107 トン、2008 年度に 256 トンまで急増した。2009～2011 年度は 300 トン前後、2012 年度以降はさらに増加傾向を示し、2015 年以降 400 トンを上回っている（図 8）。年齢構成をみると、2012 年度以降 4 歳以上の重量が明瞭に増加し、2015 年度以降は計 100 トン以上に達している。このことは、上述のように 4 歳以上の雌資源尾数の増加に対応している。また、1. (3)に示したように産卵雌親魚は 4 歳以上が主体であることから、近年における産卵量の増加を示唆する。

(2)2017 年度の資源水準：中水準

資源重量により資源水準を判断した。2009～2016 年度における平均資源重量を 100 とする指数を用い、 100 ± 40 の範囲を中水準、その上下をそれぞれ高水準、低水準とした。2017 年度の資源水準指数は 119 で中水準と判断された（図 9）。

(3)今後の資源動向：横ばい

2018 年度の資源重量を推定し、過去の増減率と比較することにより動向を判断した。2018 年度の推定資源重量は 393 トンで、2017 年度（428 トン）に対し 8.1%減少したが、2008～2017 年度の平均増減率（8.4%）よりも小さかった。このことから 2018 年度の動向を横ばいとした（図 8）。ただし、2017 年放流群が 2 歳となる 2019 年度以降、資源は大きく減少すると見込まれる。

5. 資源の利用状況

現在漁獲されているほとんどの個体には人工種苗特有の無眼側着色や鰭条紋の乱れ⁴⁾が観察されることから放流魚由来であると考えられ、放流によって造成された資源を直接利用している状況といえる。大規模放流群の 1 歳までの推定生残率は 24～39%であり、漁獲回収率（2006～2011 年放流群）も 12.2～18.6%の高い水準で推移していることから（図 10, 11），放流魚の生残は極めて安定していると考えられる。従って、これまでの

年間放流数の範囲内であれば放流数に応じた漁獲を期待することができ、同規模の放流が継続される限り加入量が維持される可能性は高い。ただし、種苗生産・放流の効率化による経費削減、放流手法の再検討による漁獲回収率の地域格差解消等が課題として残されている。

一方、近年、えりも以西・以東で初めて天然稚魚が発見されたこと⁵⁾、漁獲物中に天然発生と考えられる個体が少数ながら観察されるようになってきていること⁶⁾から、産卵親魚量の増加（図 8）に伴って自然再生産が活性化していることが示唆される。今後は、漁獲を継続しながらも資源の自律的な再生が可能となる条件、および管理方策を明らかにする必要があり、そのためには天然発生魚の判別・モニタリング手法の確立が急務となる。なお、具体的な管理方策については、種苗生産・放流経費を負担する漁業者団体を始め、各県を含む関係団体の合意のもとに推進される必要がある。

評価方法とデータ

(1) 資源評価に用いた漁獲統計（漁獲量）

海域	集計範囲	年度	集計元	備考
えりも以西	南かやべ以北の渡島 胆振・日高	1994-2005	水産指導所集計	
		2006-2007	北海道栽培漁業振興公社集計	
		2008-2017	漁業生産高報告	2017年度暫定値
えりも以東	十勝・釧路・根室	1994-2017	水産指導所・釧路水試集計	2017年度暫定値
その他北海道	えりも以西・以東以外	1994-2017	えりも以西と同様	2017年度暫定値
本州	青森～茨城県	1994-2017	青森・岩手・宮城・福島・茨城県水試集計	

(2) 漁獲物の全長組成（市場調査）

・えりも以西：2002～2010年度は域内全37市場において全長を測定し、月別組成を求めた。2011～2017年度は同市場の荷受け重量を尾数で除した個体重量を全長一体重関係式（月別または半期別）により全長に変換した。ただし、室蘭公設市場では月1～3回の割合で全長を実測した。

・えりも以東：十勝，釧路振興局管内7市場では主要漁業を対象に，全長の実測または個体重量からの変換により，根室振興局管内8市場では周年，個体重量からの変換により全長組成を求めた。

・本州：下表の資料に基づいて2002～2017年の全長または年齢組成を推定した。2017年度は青森県八戸魚市場において月3～14回の割合で全長を実測した。

○は年齢組成データあり 数字は年度

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
青森県	渡島東部							○	○	青森県2016					○	青森県 2017
岩手県	岩手県2005-06平均		○	○	○	○	○	岩手県2007-09平均			青森県2016					
宮城県	福島県2007-8平均				福島県			福島県2009-10平均								
福島県	福島県2007-8平均				○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	
茨城県	福島県2007-8平均				福島県			福島県2009-10平均		○	○	茨城県2015				

(3) 年齢と全長との関係，全長別の雌確率（漁獲物標本）

2007～2016年度の漁獲物標本（全道，青森，福島，茨城県）における年齢－全長関係を①式(表2)で表し，雌雄別にパラメータを最尤推定した(表3，図12)。ここで，全長は正規分布し，標準偏差は平均とともに線形的に増加すると仮定した。成長の遅い噴火湾については別にパラメータを求めた。同標本の雌雄別全長を用いて，応答変数に二項分布を仮定した一般化線型モデルまたは一般化加法モデルにより，全長別の雌確率を月別または半期別に求めた。なお，年級群による成長差を検討したところ明確な成長差が認められなかったことから(図13)，同一の年齢－成長関係を用いることは妥当と判断した。

(4) 年齢別漁獲尾数

2017年度の年齢別漁獲尾数は、それぞれ8小海区（えりも以西）、各振興局管内における延べ18漁業種（えりも以東）、海域全体（本州）を単位とし、月別に算出した。Baba *et al.*⁷⁾の方法により、(3)で求めた年齢-全長関係および雌確率を用いて、(2)で求めた漁獲物の全長組成から、雌雄別の年齢確率を算出し、それぞれの単位における漁獲尾数（漁獲量/平均体重）を乗じることにより年齢別漁獲尾数とした。なお、漁獲全長制限（35cm）が実施されている海域については計算に切断正規分布を用いた。

(5) 資源尾数および重量

年齢別資源尾数はVPA⁸⁻¹⁰⁾により雌雄別に算出した。最高齢はそれぞれ雌7歳、雄6歳のプラスグループとした。資源尾数を以下の(1)式、最終年および最高齢の資源尾数を(2)式、漁獲死亡係数を(3)式により算出した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \cdot e^M + C_{a,y} \cdot e^{M/2} \quad \dots (1)$$

$$N_{a,y} = \frac{C_{a,y}}{1 - e^{-F_{a,y}}} \cdot e^{M/2} \quad \dots (2)$$

$$F_{a,y} = \ln \left(\frac{N_{a,y}}{N_{a+1,y+1}} \right) - M \quad \dots (3)$$

$$N_{a,y} = \frac{1 - e^{-(F_{a+,y} + M)}}{1 - e^{-F_{a+,y}}} \cdot C_{a+,y} \cdot e^{M/2} \quad \dots (4)$$

ここで、 $N_{a,y}$ はa歳のy年度の資源尾数、 C は漁獲尾数、 M は自然死亡係数、 F は漁獲死亡係数を示す。最高齢の F は1歳下の F に等しく、最終年の F は直近3年の平均とし、これらを満たす F をMS-EXCELのソルバーを用いて探索的に求めた。プラスグループを補正するため(4)式により最高齢の資源尾数を求め、得られた結果を再計算した。最終年の1歳資源尾数は、前年の放流数に1歳までの平均生残率（表2）を乗じた尾数に置き換えた。得られた年齢別資源尾数に雌雄・年齢別平均体重を乗じて資源重量とした。解析に用いた他のパラメータを表2に示した。

(6) 2018年度（次年度）の資源重量推定

2017年の放流数に1歳までの平均生残率（表2）を乗じ、2018年度の1歳資源尾数とした。2017年度の資源尾数と漁獲尾数から2018年度の2歳以上の資源尾数を前進計算した。得られた年齢別資源尾数に体重を乗じ、2018年度の資源重量とした。

文 献

- 1) Kayaba T, Wada T, Kamiyama K, Murakami O, Yoshida H, Sawaguchi S, Ichikawa T, Fujinami Y, Fukuda S. Gonadal maturation and spawning ecology of stocked

- female barfin flounder *Verasper moseri* off the Pacific coast of northern Japan. *Fish Sci* 2014;80:735-748.
- 2) Wada T, Kamiyama K, Shimamura S, Murakami O, Misaka T, Sasaki M, Kayaba T. Fishery characteristics of barfin flounder *Verasper moseri* in southern Tohoku, the major spawning ground, after the large-scale stock enhancement in Hokkaido, Japan. *Fish Sci* 2014;80:1169-1179.
 - 3) Kayaba T, Wada T, Murakami O, Kamiyama K, Sawaguchi S, Kawabe R. Elucidating the spawning migration and core reproductive duration of male flatfish using sperm duct volume as an index for better fishery advice and management. *Fish Res* 2017;186:565-571.
 - 4) 萱場隆昭. 北海道におけるマツカワの栽培漁業. 「沿岸魚介類資源の増殖とリスク管理－遺伝的多様性の確保と放流効果のモニタリング－ (有瀧真人編)」恒星社厚生閣, 東京. 2013:9-21.
 - 5) 北海道立総合研究機構水産研究本部. えりも以西海域で初めて採集されたマツカワ天然稚魚. 「試験研究は今」No. 851. 2017. (オンライン), 入手先 <https://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/work1/ima851.html>
 - 6) 村上修, 高橋和寛. II-7.3 放流マツカワの再生産効果の解明に向けた基礎研究. 平成 28 年度道総研栽培水産試験場事業報告書. 2017;113-115.
 - 7) Baba K, Sasaki M, Mitsutani, N. Estimation of age composition from length data by posterior probabilities based on a previous growth curve, application to *Sebastes schlegelii*. *Can J Fish Aquat Sci* 2005;62 : 2475-2483.
 - 8) Pope J.G. An investigation of the accuracy of Virtual Population Analysis. *International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries Research Bulletin* 1972;9:65-74.
 - 9) 平松一彦. VPA(Virtual Population Analysis). 「平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書－資源解析手法教科書－」社団法人日本水産資源保護協会, 東京. 2001:104-128.
 - 10) 田中昌一. 水産生物の population dynamics と漁業資源管理. 東海水研報. 1960;28:1-200.

表1 マツカワ漁獲量・金額・平均単価の推移（海域区分は本文を参照）

年度	えりも以西	えりも以东	その他北海道	本州	合計(kg)	金額(千円)	平均単価(円/kg)
1994	524	748	6	193	1,472	-	-
1995	1,062	916	6	354	2,338	-	-
1996	491	421	13	1,157	2,081	-	-
1997	678	437	41	997	2,152	-	-
1998	1,719	722	68	1,609	4,118	7,584	1,842
1999	2,701	1,040	133	350	4,224	7,278	1,723
2000	6,161	1,109	82	991	8,343	11,125	1,334
2001	7,519	770	37	1,932	10,257	15,275	1,489
2002	5,493	1,617	49	2,402	9,561	16,718	1,749
2003	7,666	3,382	83	4,632	15,763	24,363	1,546
2004	10,321	4,572	54	4,310	19,257	30,053	1,561
2005	10,120	6,187	162	5,127	21,597	34,972	1,619
2006	9,452	8,698	250	7,644	26,045	41,065	1,577
2007	19,284	18,813	308	14,183	52,587	70,829	1,347
2008	85,406	44,764	3,473	23,717	157,361	159,012	1,010
2009	120,903	44,212	4,023	30,628	199,766	204,494	1,024
2010	138,487	35,374	5,035	28,923	207,819	227,860	1,096
2011	94,728	51,966	4,184	12,117	162,995	183,022	1,123
2012	104,832	44,927	5,970	10,303	166,031	193,176	1,163
2013	126,129	38,773	5,286	12,432	182,620	209,545	1,147
2014	116,939	37,587	4,916	6,778	166,220	206,833	1,244
2015	140,628	45,388	3,934	12,089	202,039	257,100	1,273
2016	122,632	43,183	3,447	7,057	176,319	244,359	1,386
2017	146,047	46,844	3,141	11,407	207,440	273,239	1,317

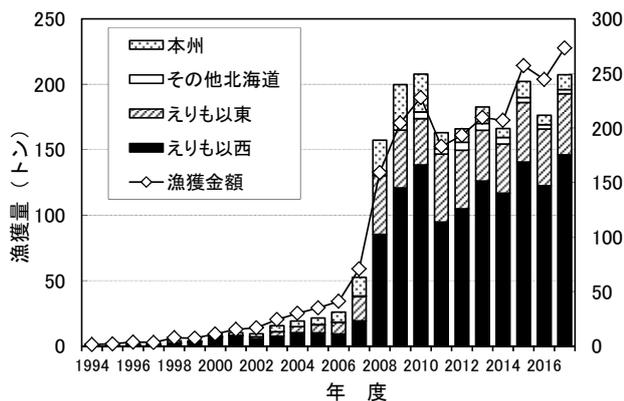


図1 マツカワ漁獲量と漁獲金額の推移

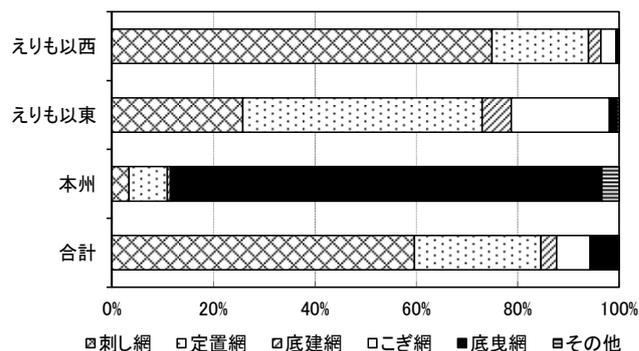


図2 マツカワ海域別・漁法別漁獲量の比率 (2013～2017年度平均)

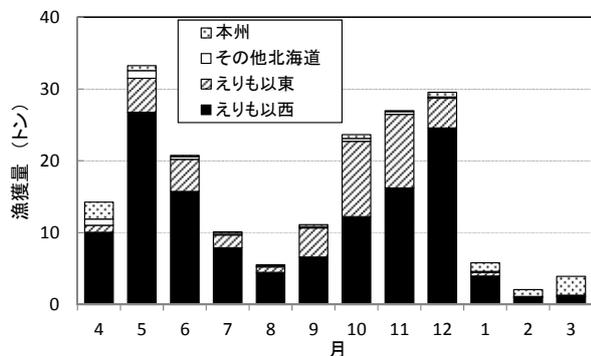


図3 マツカワ月別漁獲量 (2013～2017年度平均)

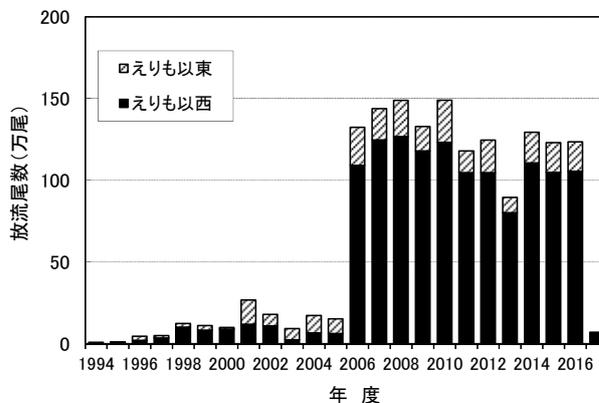


図4 北海道におけるマツカワ放流尾数の推移

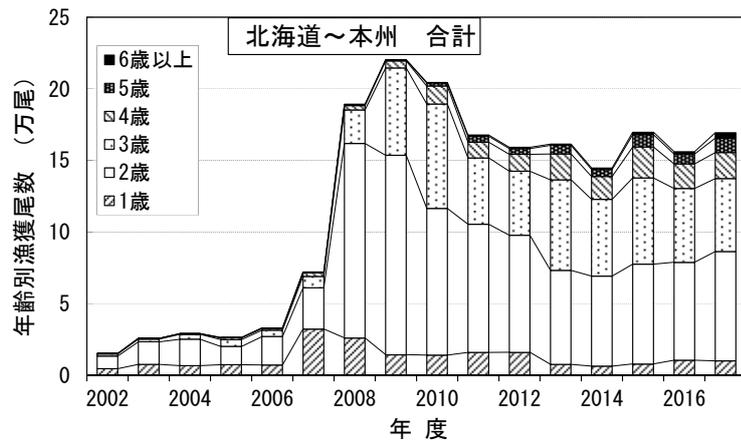


図5 マツカワ年齢別漁獲尾数の推移（北海道～本州合計）

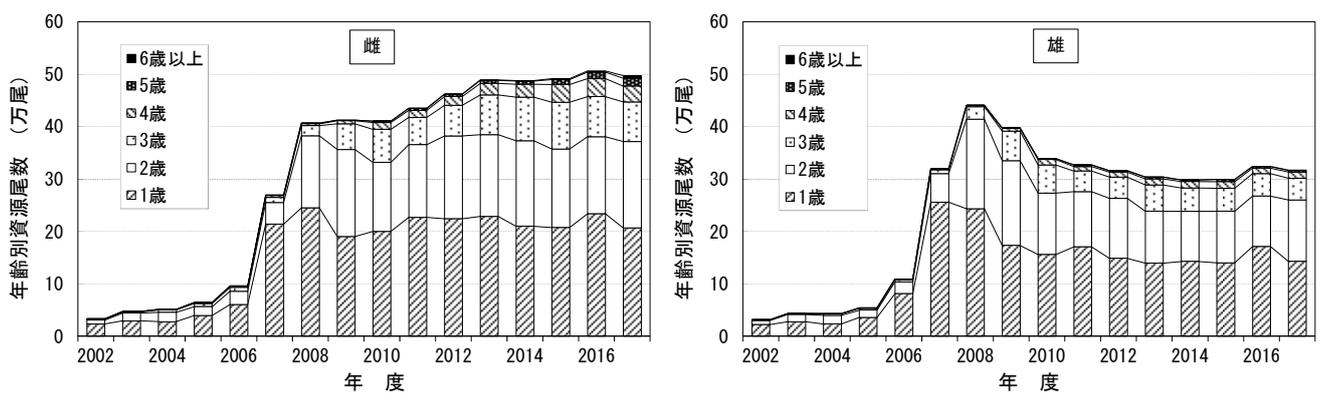
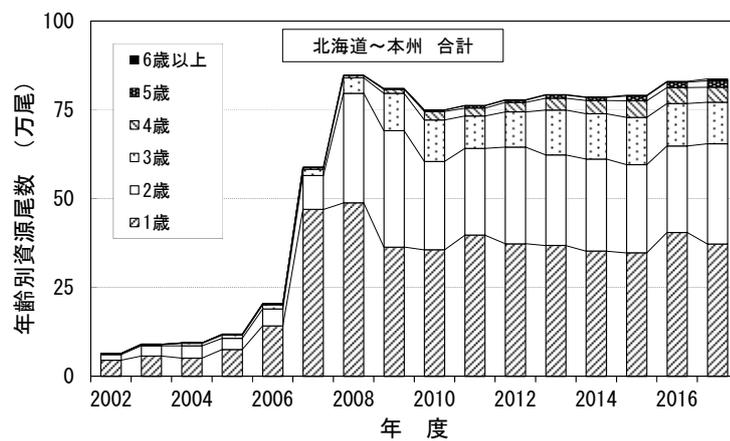


図6 マツカワ年齢別資源尾数の推移
（上：雌雄計，下左：雌，下右：雄，）

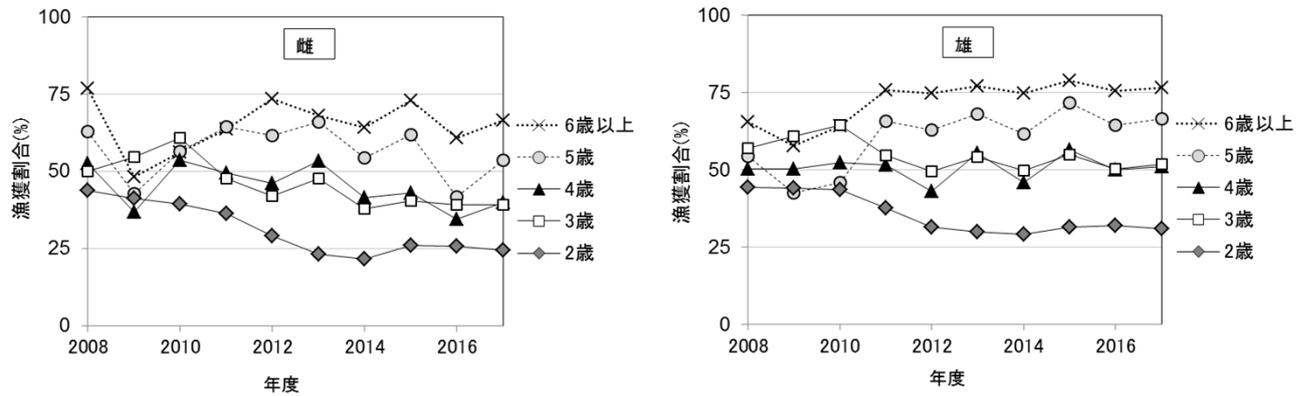


図7 年齢別漁獲割合の推移(左:雌, 右:雄)
 漁獲割合: 漁獲尾数/資源尾数

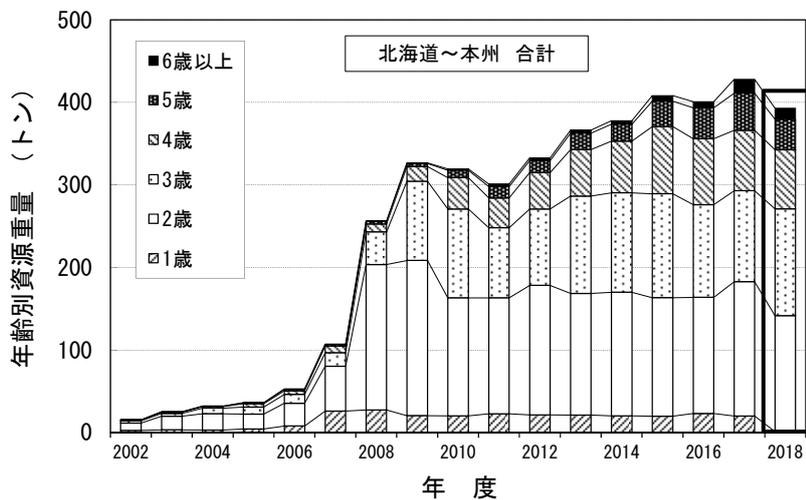


図8 マツカワ年齢別資源重量の推移(太線枠内は予測)

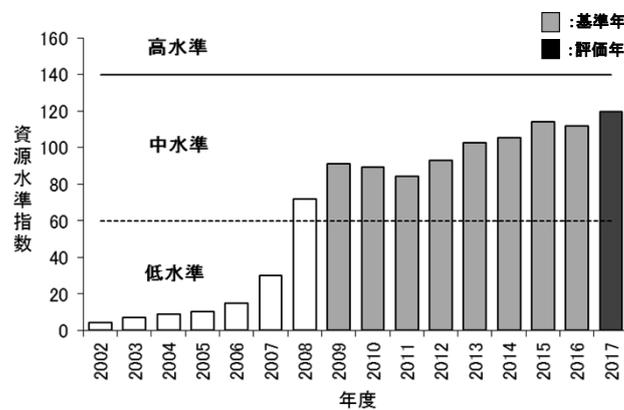


図9 マツカワ資源水準(資源状態を表す指標: 資源重量)
 基準年: 2009～2016年度

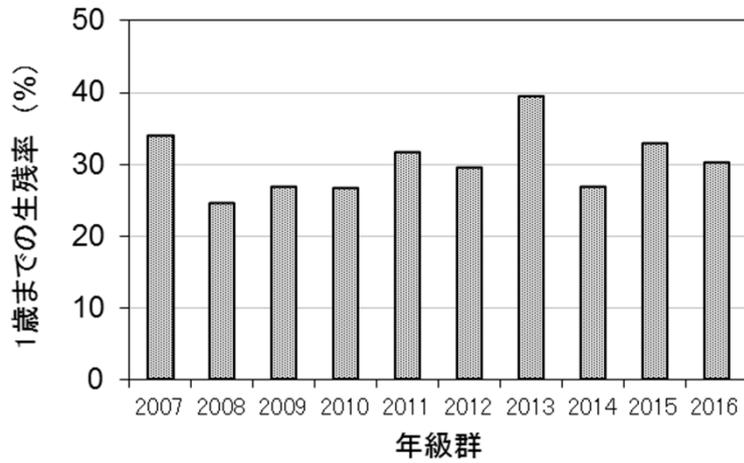


図10 1歳までの生残率(1歳資源尾数/放流尾数)の推移

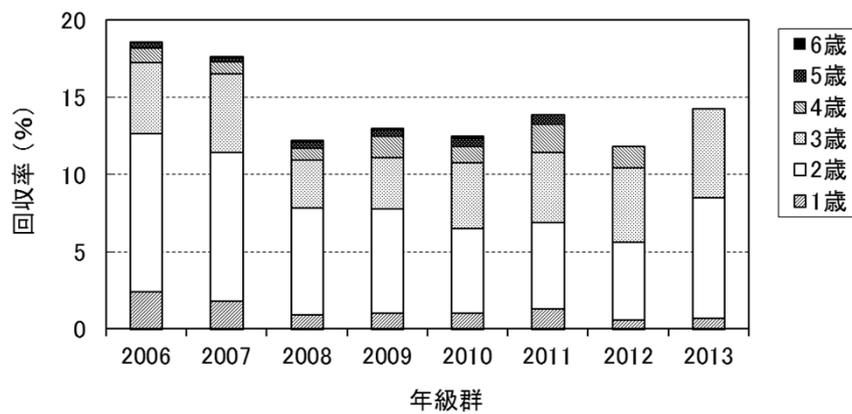


図11 漁獲回収率(累積漁獲尾数/放流尾数)の推移

2006～2010年級群は6歳まで、2011年級群以降は順に5, 4, 3歳まで

表2 解析に使用した値および計算方法

項目	値または計算方法	備考
成長式(mm)	①式	2007～2016
自然死亡係数(寿命)	雄:M=2.5/寿命(7歳) 雌:M=2.5/寿命(8歳)	田内・田中の方法 ¹⁰⁾
1歳時における生残率	1歳資源尾数/放流数: 2010～2015年級平均値	2013年級を除く

・成長式(季節変動を考慮)

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k[F(t) - F(t_0)]})$$

$$F(t) = t + A * \sin[2\pi(t - t_1)] / 2\pi \quad \dots \textcircled{1}$$

$$\sigma(t) = \alpha_1 + \alpha_2 t$$

L_t : t歳における全長(mm)
 L_∞ : 極限全長
 k : 成長係数
 t_0 : 全長が0になる仮定上の年齢
 $F(t)$: 季節成長を導入するための関数
 A : 季節成長の振幅に関する係数
 t_1 : 季節成長の位相に関する係数
 $\sigma(t)$: 標準偏差
 α_1 : 標準偏差の切片
 α_2 : 標準偏差の傾き

表3 推定された成長式パラメータ

海域	性別	L_∞	k	t_0	A	t_1	α_1	α_2	備考
えりも以西 えりも以东 本州	雄	484.3	0.622	0.371	1.585	0.432	35.227	0.080	2007～2016
	雌	861.0	0.209	0.040	1.556	0.401	31.080	7.524	
噴火湾	雄	409.5	0.791	0.000	1.318	0.386	26.427	1.162	2007～2016
	雌	427.2	0.700	0.269	2.795	0.577	13.122	8.626	

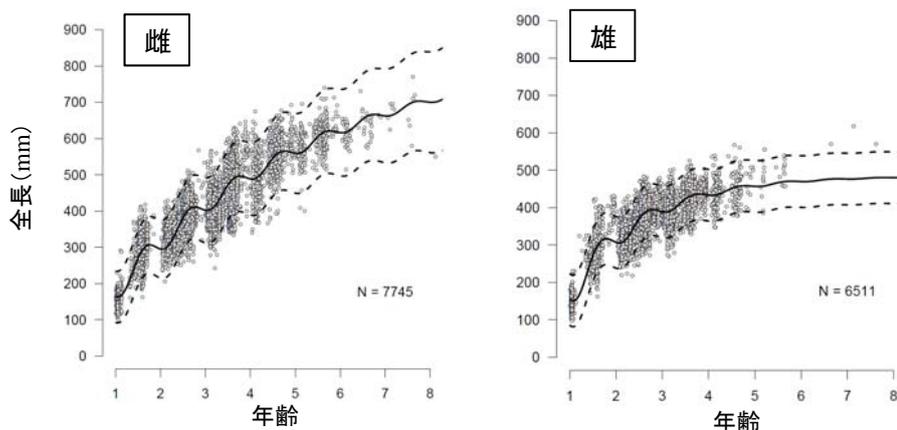


図12 マツカワの年齢-全長関係(左:雌, 右:雄, 噴火湾を除く. 破線は95%区間)
 秋～冬に成長の良い個体が漁獲されるため翌春に全長がやや小さくなる

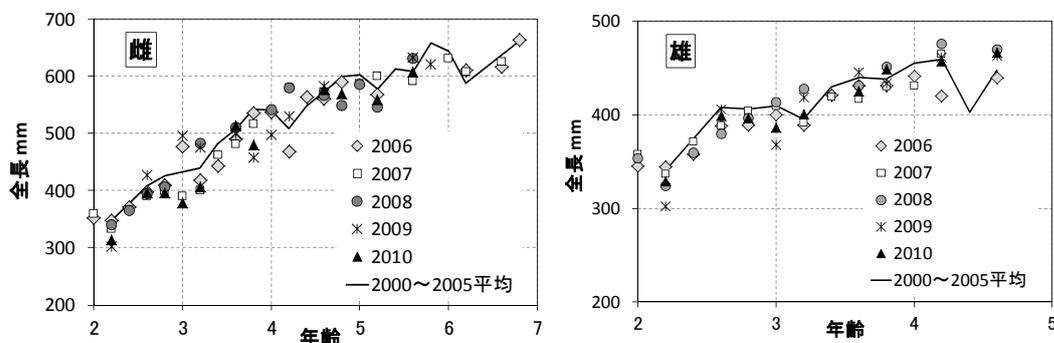


図13 年級群別の年齢と全長との関係(左:雌, 右:雄, 噴火湾を除く)