

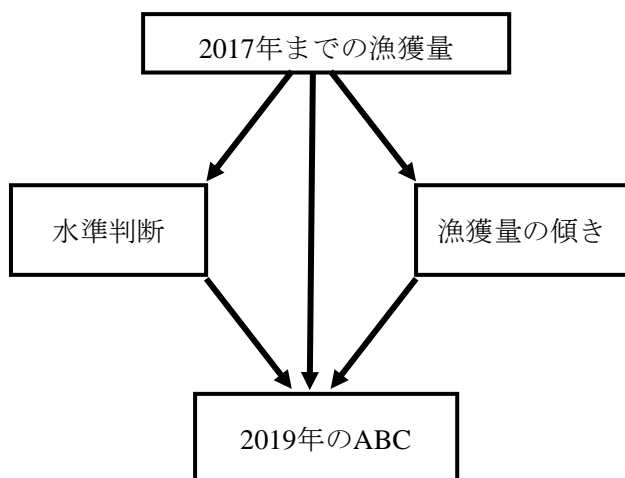
表 1. マガレイ日本海系群の県別漁業種類別漁獲量

単位：トン

年	青森県				秋田県				山形県				新潟県				総計
	底びき	刺し網	その他	計	底びき	刺し網	その他	計	底びき	刺し網	計	底びき	刺し網	その他	計		
1971								208			123				650	981	
1972								212			124				614	950	
1973								143			133				560	836	
1974								148			138				507	793	
1975								114			100				432	646	
1976								140			135				481	756	
1977								226			143				491	860	
1978								163			114				461	738	
1979								169			104				413	686	
1980					100	44	1	145			93	352	80	15	447	685	
1981					70	47	2	119			77	273	56	14	343	539	
1982					55	76	2	133			58	217	71	20	308	499	
1983					39	70	1	110			36	190	80	21	291	437	
1984					46	98	0	144			36	218	96	27	341	521	
1985					163	41	0	204			64	328	82	18	428	696	
1986					178	142	1	321			240	430	83	29	542	1,103	
1987					103	72	3	178			123	405	76	20	501	802	
1988					63	100	0	163			85	274	76	11	361	609	
1989					57	103	2	162			58	249	80	31	360	580	
1990					88	141	2	231			67	239	78	20	337	635	
1991					63	138	2	203	48	24	72	298	83	20	401	676	
1992					62	119	1	182	29	28	57	272	54	12	338	577	
1993	38	2	56	96	102	101	2	205	79	18	97	296	41	12	349	747	
1994	35	2	52	88	104	138	1	243	55	13	68	321	53	14	388	787	
1995	15	3	54	72	58	156	0	214	30	20	50	271	55	13	339	675	
1996	10	3	33	46	39	91	1	131	24	20	44	231	51	15	297	518	
1997	13	7	34	53	31	49	1	81	27	10	37	180	34	15	229	400	
1998	15	4	27	46	29	59	2	90	16	12	28	163	29	15	207	371	
1999	17	8	30	54	39	48	2	89	19	8	27	156	19	14	189	359	
2000	8	4	28	40	32	56	2	90	22	6	28	152	20	13	185	343	
2001	5	7	20	32	28	56	1	85	18	13	31	139	34	9	182	330	
2002	15	8	13	36	47	45	2	94	32	13	45	102	21	1	124	299	
2003	10	10	16	37	42	69	5	116	43	24	67	132	25	1	158	378	
2004	8	5	20	34	44	40	2	86	28	21	49	131	30	2	163	332	
2005	10	6	14	30	32	45	2	79	31	11	42	90	26	1	117	269	
2006	10	6	12	28	43	59	2	103	47	27	74	161	33	3	197	402	
2007	14	5	21	39	37	35	2	74	38	14	52	167	20	36	223	389	
2008	12	5	18	35	36	43	3	82	23	22	45	130	21	19	170	331	
2009	8	3	18	28	21	28	3	52	21	15	36	83	11	14	108	225	
2010	12	5	15	32	32	30	1	64	23	14	37	76	9	17	103	235	
2011	7	8	16	31	37	61	2	100	33	27	60	81	14	21	115	306	
2012	2	3	16	21	16	52	3	70	29	21	50	99	15	22	136	278	
2013	7	3	11	20	25	27	2	54	34	13	48	86	14	18	118	240	
2014	1	2	8	11	17	32	3	52	28	16	44	88	12	16	117	224	
2015	7	4	7	17	16	13	2	30	28	10	38	58	8	7	73	159	
2016	5	1	18	24	17	32	1	50	17	11	29	37	8	6	51	155	
2017	3	0	14	17	19	21	2	42	11	18	29	25	7	2	34	122	

1971～1979年では秋田県、山形県、新潟県の総漁獲量を示した。
 青森県の1992年以前の統計値はない。

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料2 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*）の関係は次式で表される。

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

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。

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

補足資料3 マガレイ日本海系群における資源量等の試算結果

平成 28 年度の報告書において、新潟県北部の板びき網で漁獲されたマガレイの年齢別漁獲尾数から 1996～2015 年の同海域における資源量と親魚量の推移を示すとともに、青森県産業技術センター水産総合研究所により算出された 2003 年以降の青森県日本海沿岸におけるマガレイの資源量と産卵期資源量（雌）の推移を紹介した（後藤ほか 2017）。ここでは、後藤ほか（2018）に引き続き、これら 2 つの海域で得られた年齢別漁獲尾数を用い、日本海系群全体の資源量等を算出することを試みた。なお、補足資料 4 の資源計算方法に示した通り、限られたデータから、いくつかの仮定をおいて推定を行った。したがって、今後引き続き、精度を上げていく必要があることから、補足資料として提示した。

新潟県北部におけるマガレイの年齢別漁獲尾数

新潟県北部に位置し、板びき網の主要港の一つである村上市岩船港に水揚げされた漁獲物の測定結果を用いて、主要 3 港（山北、岩船、新潟）の漁獲量で引き延ばした体長組成を補足図 3-1 に示す。1990 年代後半に 13～15cm 付近にあった体長組成のピークは、2013～2017 年には 17cm 前後にみられ、近年漁獲物は大型化していた。なお、新潟県では、日本海北部マガレイ・ハタハタ資源回復計画が策定された 2003 年以前より、自主的規制によって全長 13cm（体長約 11cm）未満は出荷禁止となっている。

これら体長組成と体長一年齢調査（新潟県）によって年齢分解した年齢別漁獲尾数を補足図 3-2 に示す。なお、年齢別漁獲尾数は、平成 27 年度資源評価（井関ら 2016）の図 8 に示されたデータ（2002～2014 年分）に、これまで蓄積されてきた 1996～2001 年分と 2015～2017 年分を加えたものである。漁獲物には 2 歳魚も認められるがその量は少なく、3 歳が漁獲加入年齢と考えられる。3 歳魚の漁獲尾数は 2005 年（2002 年級）で極端に少なく、2006 年（2003 年級）および 2007 年（2004 年級）には回復したものの、2008 年以降は再び低迷している。2012 年以降、漁獲の主体は 4 歳魚であったが、2017 年では 3 歳魚と 4 歳魚の漁獲尾数がほぼ等しかった。

青森県日本海沿岸におけるマガレイの年齢別漁獲尾数

青森県産業技術センター水産総合研究所により 2003 年以降のマガレイ資源量（暦年）が算出されている（推定方法は、伊藤ほか（2015）を参照。ただし、年度で集計）。ここでは、年齢別漁獲尾数を補足図 3-3 に示す。これによると、2 歳魚から 3 歳魚が漁獲の主体となる年が多いが、2004 年や 2012 年のように 4 歳魚が多い年もみられた。2017 年では 2 歳魚（2015 年級群）が多数を占めた。

マガレイ日本海系群の資源動向

上述の 2 海域における年齢別漁獲尾数を基本として、補足資料 4 に示した方法で系群全体の年齢別漁獲尾数を求めた（補足図 3-4）。さらにコホート解析を行い、資源量、親魚量そして漁獲割合を試算した（補足図 3-5：推定方法は補足資料 4 を参照）。

系群全体の年齢別漁獲尾数では、3～4 歳魚が主体であるものの、2013 年以降は 5+歳魚も高い割合で漁獲されていた。資源量は、2005 年が最も多く、2010 年にも前後の年と比べ

てやや高いピークがみられたが、それ以降減少し、2014年からは概ね横ばいで推移している。親魚量も資源量と比べ一年遅れでみられたもののほぼ同じような変動を示し、2017年は前年同様2003年以降で最低値となった。漁獲割合は、2005年、2009～2010年は16%台を示したが、その他の年は20～30%の範囲で推移した。

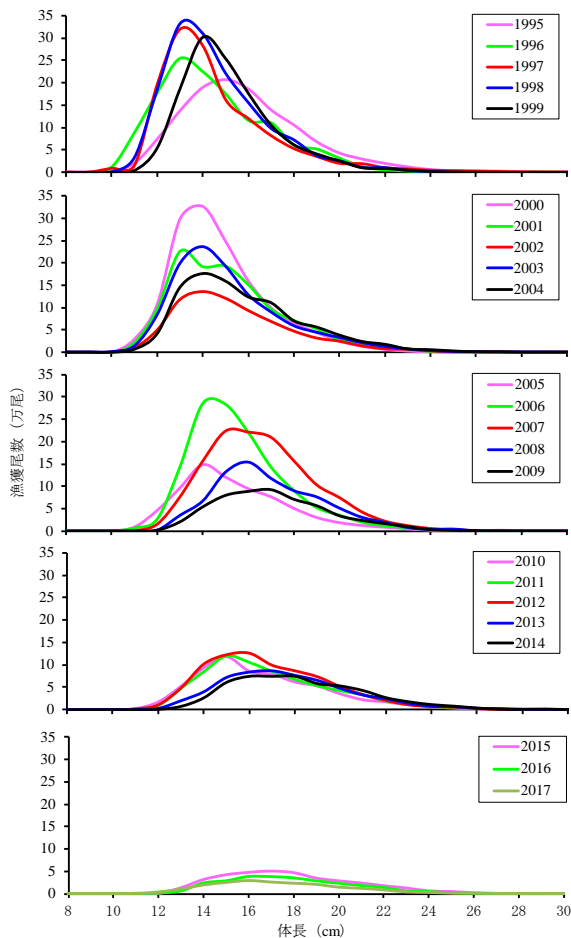
引用文献

後藤常夫・八木佑太・飯田真也・井関智明(2017)平成28(2016)年度マ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，1834-1851。

後藤常夫・八木佑太・飯田真也・井関智明(2018)平成29(2017)年度マガレイ日本海系群の資源評価。平成29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，1924-1942。

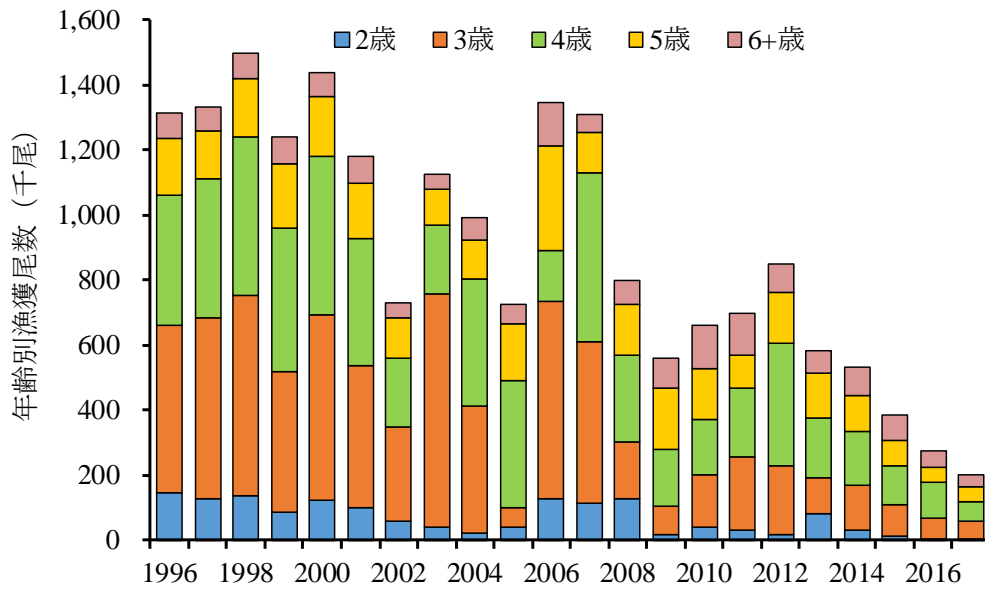
井関智明・上原伸二・八木佑太(2016)平成27(2015)年度マガレイ日本海系群の資源評価。平成27年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第3分冊，水産庁・水産総合研究センター，1728-1741。

伊藤欣吾・和田由香・三浦大智・山中智之(2015)青森県沖日本海におけるマガレイの成長・成熟・資源量。青森産技セ水研研報，9, 1-14。

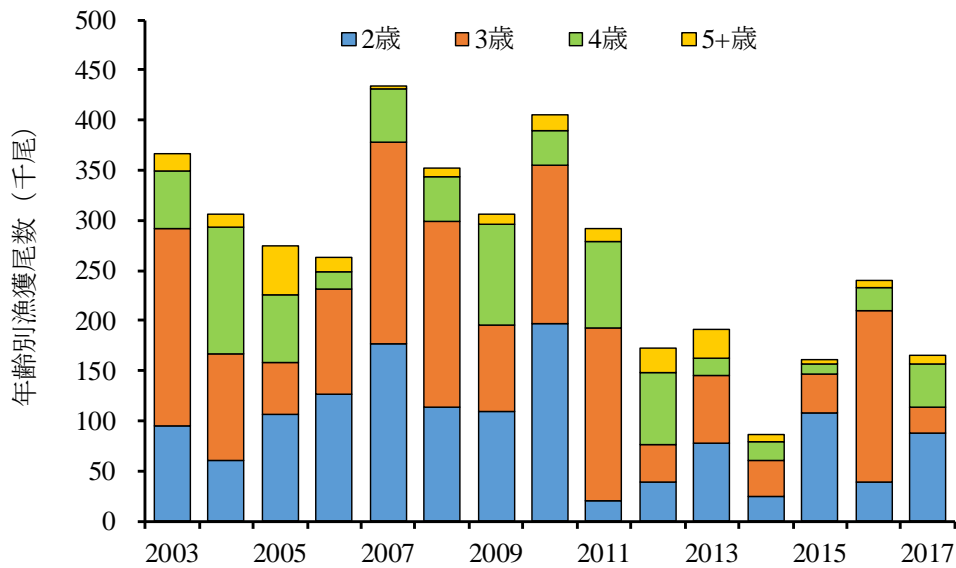


補足図 3-1.

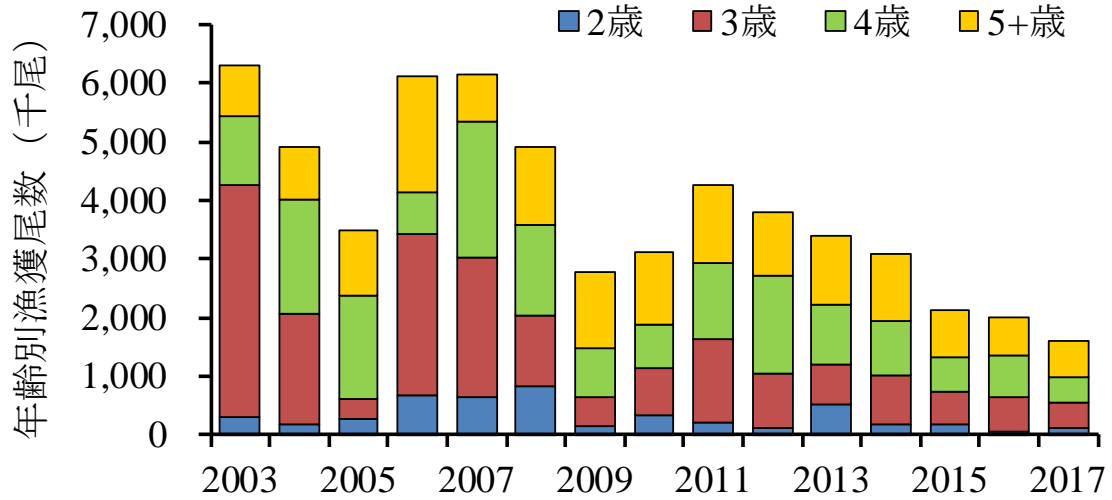
板びき網漁獲物の体長組成
村上市岩船港におけるデータ
を主要3港(山北・岩船・
新潟)の板びき網漁獲量で
引き延ばした。新潟県水産
海洋研究所 資料より作成。



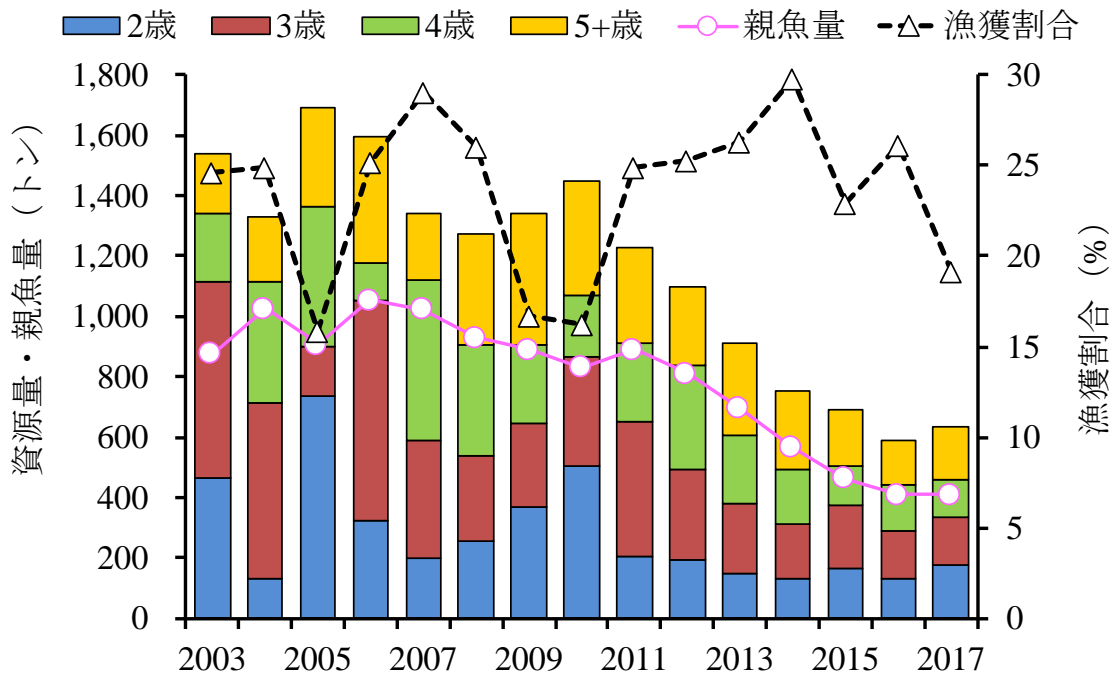
補足図 3-2. 板びき網により漁獲されたマガレイの年齢別漁獲尾数の推移
新潟県北部、主要3港。新潟県水産海洋研究所 資料より作成。



補足図 3-3. 青森県日本海沿岸におけるマガレイの年齢別漁獲尾数の推移
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 3-4. マガレイ日本海系群における年齢別漁獲尾数の推移



補足図 3-5. マガレイ日本海系群における資源量、親魚量、漁獲割合の推移

補足資料 4 資源計算方法

系群全体の年齢別漁獲尾数

系群全体の年齢別漁獲尾数を以下の方法で求めた。

対象期間は、青森県の年齢別漁獲尾数が算出された 2003 年から 2017 年とした。年齢区分は、青森県に対応させて、2 歳、3 歳、4 歳、5+歳の 4 区分に設定した。年齢別平均体重 (g) は、青森県については伊藤ほか (2015)、新潟県は後藤ほか (2017) に従った (下の表を参照)。なお、新潟県の 5+歳の体重には、2003~2017 年の 5 歳と 6+歳の漁獲尾数で重み付けした平均体重を用いた (97g)。

青森県、新潟県全体の年齢別漁獲尾数は、補足資料 3 で算出した漁獲尾数を、下の表に記した体重で重量換算したのち、それぞれ県全体の漁獲量で引き伸ばした。秋田県と山形県の年齢-体重関係が新潟県と同じと仮定し、秋田県から新潟県の年齢別漁獲尾数は、新潟県全体の年齢別漁獲尾数を、新潟県に対する 3 県 (秋田県~新潟県) の合計の比で引き伸ばして求めた。系群全体の年齢別漁獲尾数は、3 県分と青森県分を合計して求めた。

年齢	2	3	4	5+
青森県	69	110	145	171

年齢	2	3	4	5	6+
新潟県	24	47	69	90	107

コホート計算

年齢別資源尾数の計算には Pope の式を用い (Pope 1972)、年別年齢別資源尾数を計算した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (1)$$

ここで、N は資源尾数、C は漁獲尾数、a は年齢、y は年を示す。自然死亡係数 M は、田内・田中の式 (田中 1960) により、最高年齢を 9 歳として求めた ($M=2.5 \div \text{最高年齢} - 9 \text{歳} = 0.28$)。4 歳 (添え字: 4)、5 歳以上 (添え字: 5+) は、それぞれ(2)、(3)式を用い、各年における 5 歳以上と 4 歳の漁獲係数 F は等しいとした。

$$N_{4,y} = \frac{C_{4,y}}{C_{5+,y} + C_{4,y}} N_{5+,y+1} \exp(M) + C_{4,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (2)$$

$$N_{5+,y} = \frac{C_{5+,y}}{C_{4,y}} N_{4,y} \quad (3)$$

ただし、最近年（2017年）の資源尾数は、2～5歳に対して(4)式を用いた。

$$N_{a,y} = \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{(1 - \exp(-F_{a,y}))} \quad (4)$$

最近年の2～5歳以外のFは(5)式を用いて計算した。

$$F_{a,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{a,y}}\right) \quad (5)$$

最近年の2～4歳のFは、直近3年（2014～2016年）の2、3、4歳の各年齢のFの平均値を当てはめ、4歳のFと5歳のFが一致するように最近年の5歳のFを求めた。

年齢別成熟率は、2歳0、3歳0.7、4歳以上を1とした。

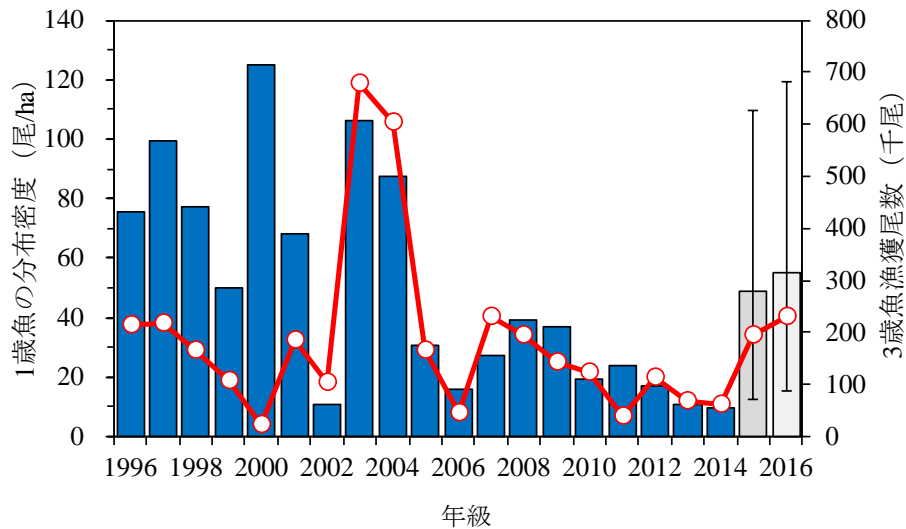
また、系群全体における各年の年齢別平均体重は、次の方法で算出した。まず、青森県と新潟県において、それぞれ前述の体重を用いて年齢別漁獲尾数で重み付けた平均体重を年ごとに求めた。各年で年齢一重み付け平均体重の関係に近似曲線を当てはめ、各年齢での平均値を算出した。この平均値に係数を掛けて、各年の総漁獲量が一致するように、この係数を求めた。この係数を各年各年齢の平均値に掛けることで、系群全体における各年の年齢別平均体重を算出した。

引用文献

- 後藤常夫・八木佑太・飯田真也・井関智明 (2017) 平成 28 (2016) 年度マ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, 1834-1851.
- 伊藤欣吾・和田由香・三浦大智・山中智之 (2015) 青森県沖日本海におけるマガレイの成長・成熟・資源量. 青森産技セ水研研報, **9**, 1-14.
- 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**, 1-20

補足資料5 今後の加入の見積もり

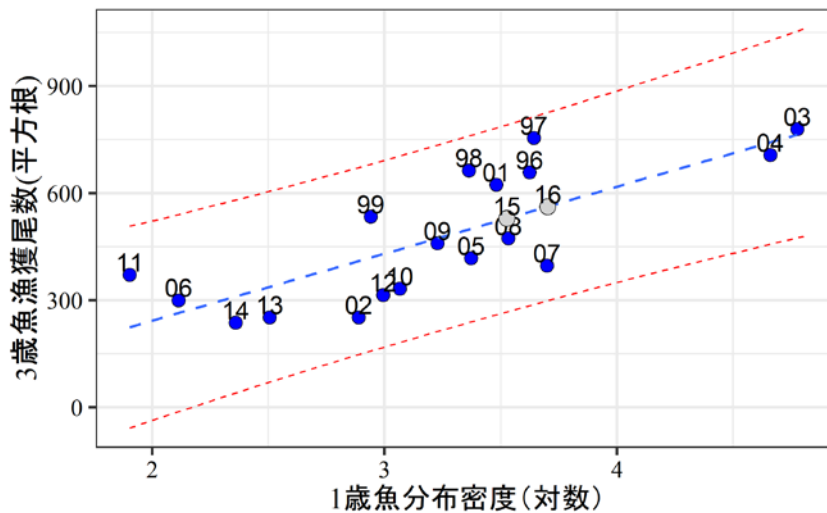
新潟県水産海洋研究所では例年7～8月に新潟東港沖において間口4mのビームトロールを用いた新規加入量調査を実施している（方法の詳細は丸山ほか（2017）を参照）。本調査で採集されたマガレイ1歳魚の分布密度と当該年級3歳魚が板びき網によって漁獲された尾数（補足図3-2）との関係を補足図5-1に示した。両者の変動パターンは2000年級では大きく異なるものの、その他の年級ではよく一致した。2000年級を除外して解析した場合、1歳魚の分布密度と3歳魚の漁獲尾数の間には有意な関係が認められた（補足図5-2、ANOVA、 $P < 0.001$ ）。2015、2016年級1歳魚の分布密度は2011～2014年級群に比べて高かった（補足図5-1）。補足図5-2の関係から2015（2018年漁獲）、2016年級（2019年漁獲）の3歳魚漁獲尾数はそれぞれ、280千尾（95%予測区間：71～626千尾）、316千尾（同：89～681千尾）になると予測された。



補足図5-1. 1歳魚の分布密度（折れ線）と3歳魚漁獲尾数（板びき網、新潟県北部主要3港、棒グラフ）の関係

補足図5-2.の関係から予測した2015、2016年級の3歳魚漁獲尾数の平均（灰色棒グラフ）および95%予測区間（黒色ヒゲ）を併せて示した。

2017年新潟県水産海洋研究所 資料より作成。



補足図 5-2. 線型モデルによる 1 歳魚の分布密度と 3 歳魚漁獲尾数の関係 (青点線)
 補足図 5-1 の情報から外れ値と見なされた 2000 年級分を除外した。分散の均一性を保つため (Grafen and Hails 2002)、1 歳魚の分布密度を対数変換、3 歳魚漁獲尾数を平方根変換した。添え字は年級、赤点線は 95% 予測区間を示す。2015、2016 年調査の 1 歳魚分布密度から推定した当該年級群の 3 歳魚の漁獲尾数を灰色丸で表した。

引用文献

Grafen, A., R. Hails (2002) Modern statistics for the life sciences. Oxford University Press, Oxford, 345pp.

丸山克彦・早瀬賢司・須藤洋介・吉澤良輔・池田 怜(2017) 9 資源評価調査. 平成 27 年度 新潟県水産海洋研究所年報, 新潟県水産海洋研究所, 43-48.