

































#### 補足資料 4 北海道太平洋の資源の資源量試算結果

北海道太平洋の資源について、2005年漁期以降の年齢別漁獲尾数を推定して、チューニングしないコホート解析による資源量の試算を行った。

##### (1) 年齢別漁獲尾数の推定

年齢別漁獲尾数は、沖底と沿岸漁業の漁業種類別に、襟裳以西と道東の2海域それぞれについて推定し、合算した。

沖底については、襟裳以西と道東における漁獲物の大半が水揚げされる室蘭追直港と釧路港における銘柄別水揚げデータ、漁獲物の測定・年齢査定データを用いて推定した。室蘭追直港では、2006年漁期以前の銘柄別水揚げデータが入手できなかった。このため、2005、2006年漁期の年齢別漁獲尾数は、漁獲物の年齢組成が2007～2018年漁期の平均であったと仮定して計算した。また、釧路港では2010年漁期以降、水揚げ重量データを入手しているバラ銘柄を除く「小」よりも小型の銘柄（漁獲物のサイズによる銘柄分けで、サイズは小>P>2P>3P）については、合算した箱数データを入手しているものの、銘柄別の箱数データが入手できていない。水研調べでは、2010～2014年漁期は小とPの2銘柄、2015、2016年漁期は小、P、2Pの3銘柄、2017年漁期以降は小、P、2P、3Pの4銘柄に分けられていた。2010年漁期以降の「小」よりも小型の銘柄については、それぞれの銘柄の箱数が同数であったと仮定して計算した。

沿岸漁業については、襟裳以西は恵山港に水揚げされたはえ縄漁獲物、道東は釧路港および根室花咲港に水揚げされた刺網漁獲物の銘柄別水揚げデータ、漁獲物の測定・年齢査定データを用いて推定した。釧路港では、2011年漁期以前の銘柄別水揚げデータが入手できなかった。このため、2005～2011年漁期の年齢別漁獲尾数は、漁獲物の年齢組成が2012～2014年漁期の平均であったと仮定して計算した。2019年漁期は根室花咲港の銘柄別水揚げデータおよび漁獲物の測定データを入手したため、2019年漁期の道東の沿岸漁業の年齢別漁獲尾数は、根室市で水揚げされた分は根室花咲港の漁獲物組成を用い、それ以外のえりも町から浜中町で水揚げされた分は釧路港の漁獲物組成を用いて推定した。恵山港におけるはえ縄漁獲量が襟裳以西の沿岸漁業の漁獲量全体に占める割合は、2005～2019年漁期の平均で約3割であった。釧路港における刺網漁獲量が道東の沿岸漁業の漁獲量全体に占める割合は、2012～2018年漁期の平均で約1割であった。2019年漁期において、釧路港と根室花咲港における刺網漁獲量がえりも町から浜中町と根室市の沿岸漁業全体の漁獲量に占める割合は、ともに約2割であった。

海域別漁業種類別の漁獲量の推移を補足図 4-1、各港における漁獲物の銘柄組成と各銘柄の年齢組成を補足図 4-2～4-6、海域別漁業種類別に推定した年齢別漁獲尾数を補足図 4-7、合算した本資源の年齢別漁獲尾数を補足図 4-8 に示す。

##### (2) 資源量の推定

年齢別資源尾数、資源重量、漁獲係数はコホート解析により推定した。コホート解析では生活史に基づき4月を起点とし、1歳～8+歳の年齢別に各値を求めた。年齢別資源尾数Nの計算にはPope(1972)の式を用い、プラスグループの資源尾数については平松(1999)



の方法を用いた。自然死亡係数  $M$  は、寿命を 9 歳として田内・田中の式（田中 1960）から 0.3 とした。具体的な計算式は以下のとおりである。コホート解析の考え方と実際については平松（1999）を参照されたい。

各年の年齢別資源尾数  $N_{a,y}$  は、各年の年齢別漁獲尾数および自然死亡係数から（1）式により計算した。

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

ここで、 $N_{a,y}$  は  $y$  年における  $a$  歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$  は  $y$  年  $a$  歳魚の漁獲尾数、 $M_a$  は  $a$  歳魚の自然死亡係数である。

7 歳および 8+ 歳の資源尾数はそれぞれ(2)、(3)式により求めた。

$$N_{7,y} = \frac{C_{7,y}}{C_{7,y}+C_{8+,y}} N_{8+,y+1} \exp(M_7) + C_{7,y} \exp\left(\frac{M_7}{2}\right) \quad (2)$$

$$N_{8+,y} = \frac{C_{8+,y}}{C_{7,y}+C_{8+,y}} N_{8+,y+1} \exp(M_{8+}) + C_{8+,y} \exp\left(\frac{M_{8+}}{2}\right) \quad (3)$$

最近年の年齢別資源尾数  $N_{a,2019}$  は最近年の年齢別漁獲係数  $F_{a,2019}$  を用いて（4）式より求めた。

$$N_{a,2019} = \frac{C_{a,2019} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)}{(1 - \exp(-F_{a,2019}))} \quad (4)$$

資源量および親魚量の計算には補足表 4-1 の年齢別体重を用いた。

各年の親魚量  $SSB_y$  は（5）式により求めた。

$$SSB_y = \sum_{a=1}^{8+} N_{a,y} \times mfa \times wa \quad (5)$$

ここで、 $m_{fa}$  は  $a$  歳の雌個体の成熟率、 $w_a$  は  $a$  歳の体重である。資源評価によって推定する資源量は、漁期年が始まる 4 月 1 日における初期資源量であるが、4 月は産卵期の終了直後である。そのため、親魚量を計算する際は、各漁期年の初期資源量と補足表 4-2 の雌個体の成熟率を 1 歳分高齢にずらした値（例えば、4 歳には 3 歳の成熟率を適用）の積により親魚量を算出した。

漁獲係数  $F$  の計算は、最高齢（8+）の  $F$  と最近年の  $F$  以外は（6）式により求めた。

$$F_{a,y} = -\ln \left( 1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)}{N_{a,y}} \right) \quad (6)$$

8+歳のFは7歳のFと等しいとした。

最近年の2~7歳のFは、直近3年(最近年の3年前~最近年の1年前)の平均値とし、最近年の最高齢(8+)歳のFは、最近年の7歳のFと等しくなるように探索的に求めた。

資源尾数の推定値を補足図4-9および補足表4-3、資源量と親魚量の推定値と漁獲割合を補足図4-10、4-11および補足表4-3に示す。資源尾数は1歳が大半を占め、資源量は2~4歳の割合が高い。1歳以上の資源量は20千~29千トンで、2005年漁期以降増加傾向にあり、2019年漁期の資源量は29千トンと推定された。親魚量は6千~10千トンで2017年漁期以降増加傾向にあり、2019年漁期の親魚量は10千トンと推定された。漁獲割合は58~75%で、2019年漁期の漁獲割合は63%であった。

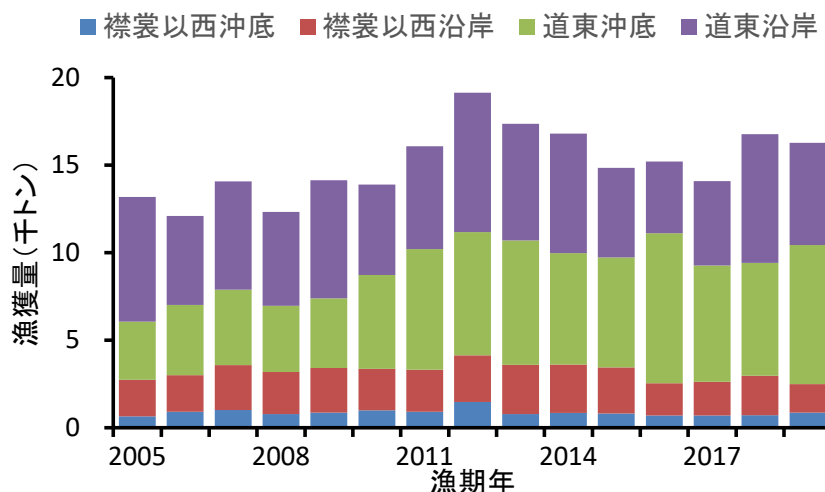
主要港における銘柄別水揚げ量データや測定・年齢査定データが不足して年齢別漁獲尾数の推定精度が低いため、このコホート解析による資源量推定結果は試算段階にとどまるものと判断している。資源量推定精度向上に向けた取り組みとして、まずは主要港における漁業種類別・銘柄別水揚げ量データや測定・年齢査定データをより充実させて、年齢別漁獲尾数の推定精度を上げることが必要である。加えて、資源量および親魚量の推定値に大きな影響を与える生物学的パラメタ、年齢別体重、寿命、成熟率や自然死亡係数などについて、現状ではデータが乏しいことから、更なる調査検討が必要と考えられる。

#### 引用文献

平松一彦 (1999) VPA の入門と実際. 水産資源管理談話会報, 日本鯨類研究所, 20, 9-28.

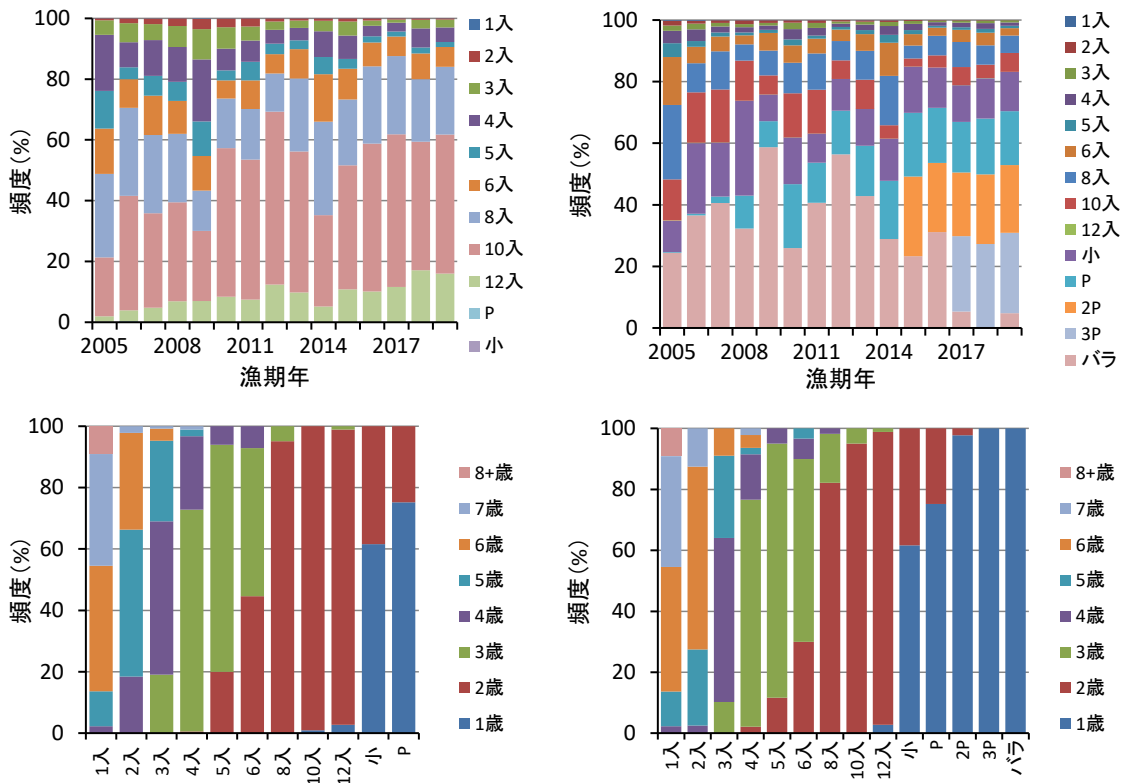
Pope, J.G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population using cohort analysis. Res. Bull. inst. Comm. Northw. Atlant. Fish., 9, 65-74.

田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業管理. 東海水研報, 28, 1-200.

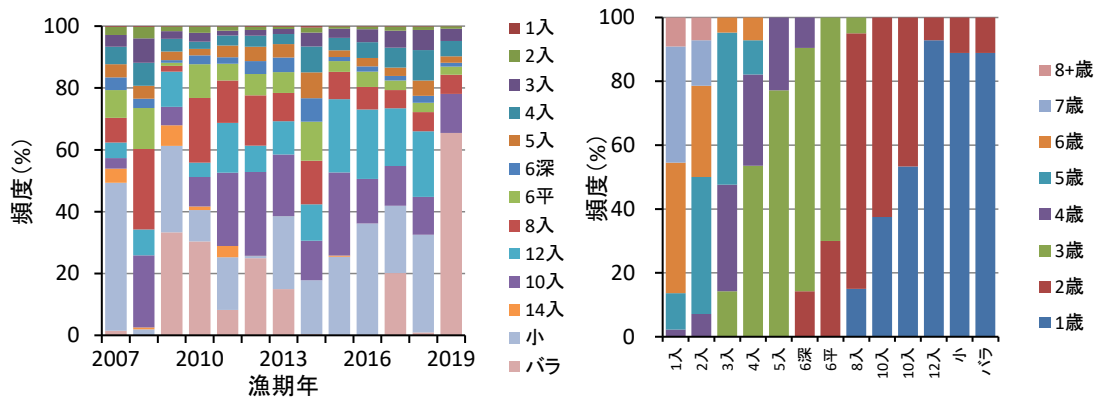


補足図 4-1. 北海道太平洋におけるマダラの海域別漁業種類別漁獲量

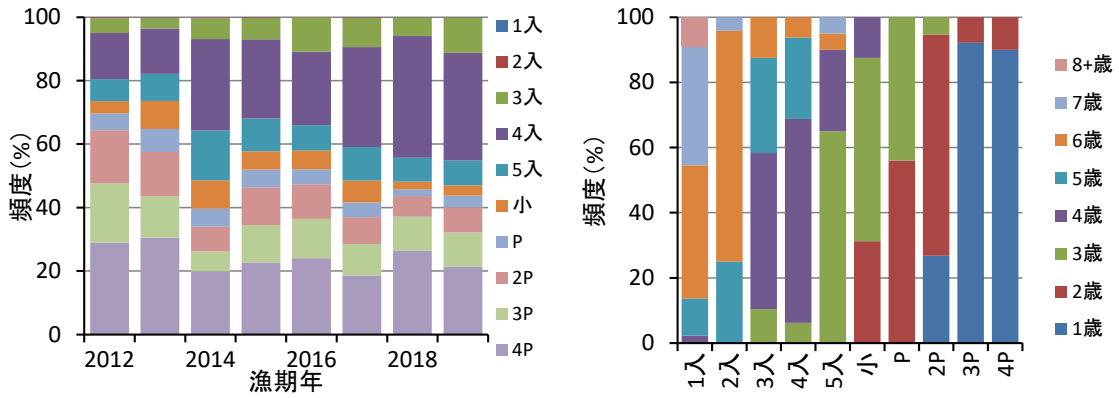
集計範囲は、襟裳以西沖底が中海区襟裳以西、道東沖底が中海区道東および千島、襟裳以西沿岸が福島町からえりも町えりもまでと青森県外ヶ浜町から大間町奥戸、道東沿岸がえりも町庶野から根室市まで。



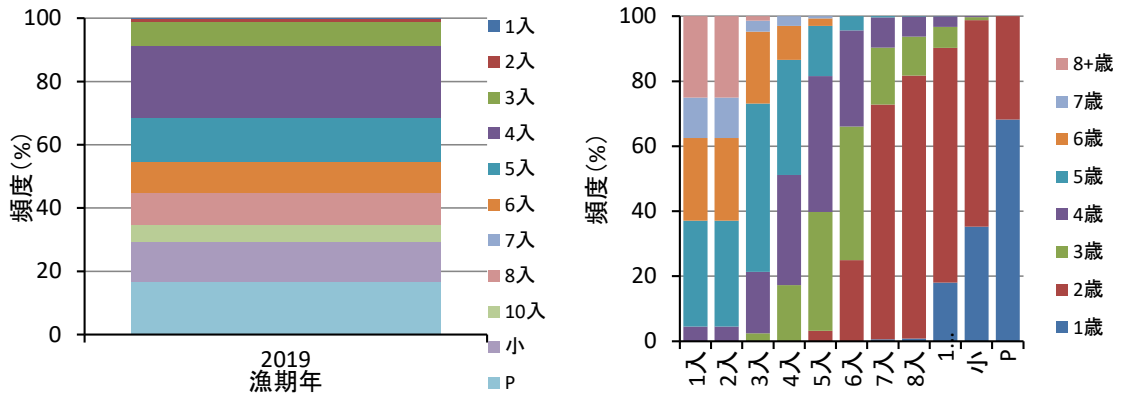
補足図 4-2. 釧路港におけるマダラ沖底漁獲物の尾数ベースの銘柄組成（上）および銘柄別年齢組成（下） 左上が発泡箱、右上が木箱の尾数ベースの銘柄組成であり、左下が発泡箱、右下が木箱の銘柄別年齢組成である。バラ銘柄は発泡箱にも木箱にも該当しないが、水揚げ量と平均体重から尾数を求め、木箱の組成に含めて示した。



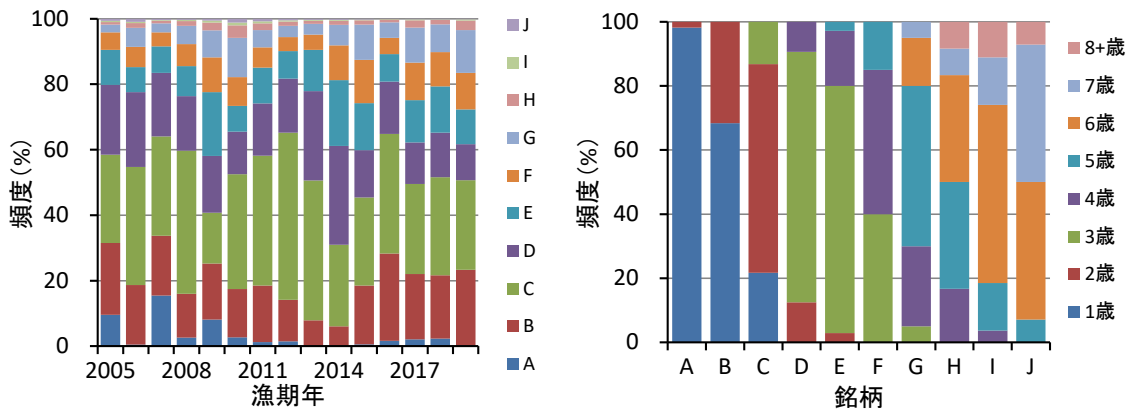
補足図 4-3. 室蘭追直港におけるマダラ沖底漁獲物の尾数ベースの銘柄組成（左）および銘柄別年齢組成（右）



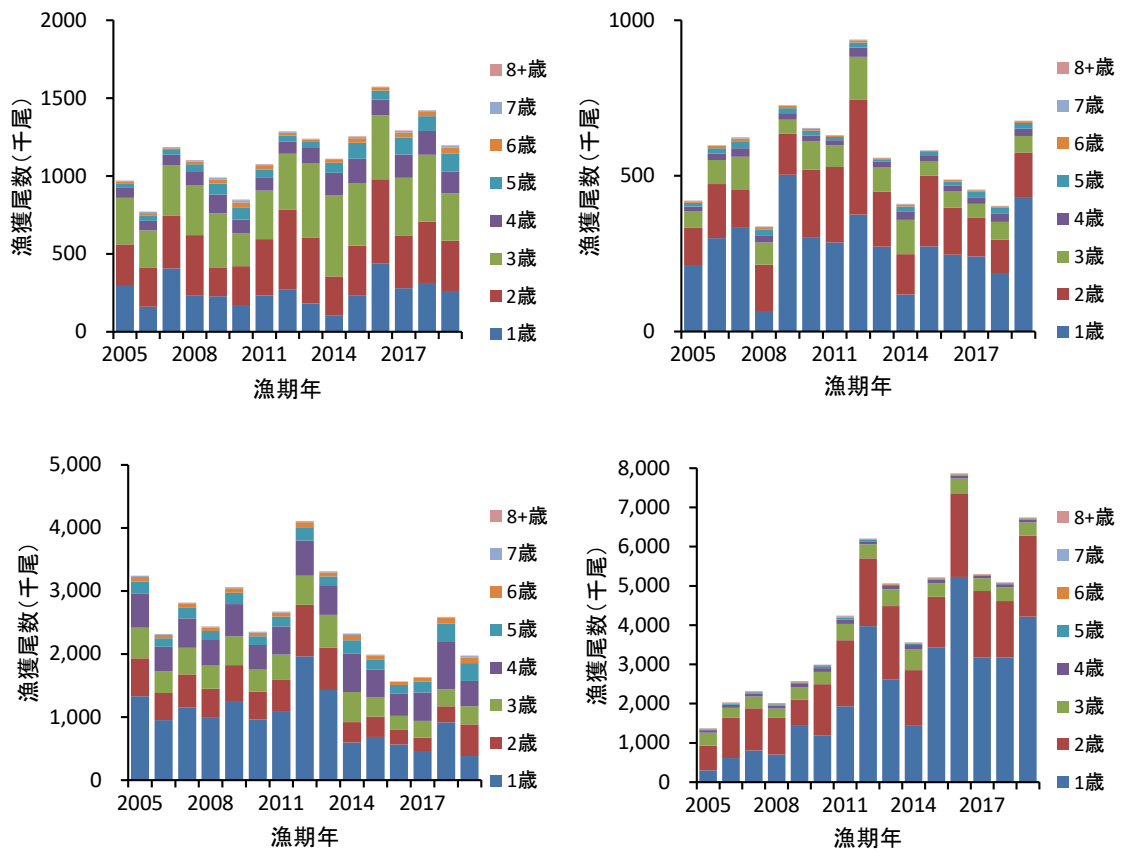
補足図 4-4. 釧路港におけるマダラ刺網漁獲物の尾数ベースの銘柄組成（左）および銘柄別年齢組成（右）



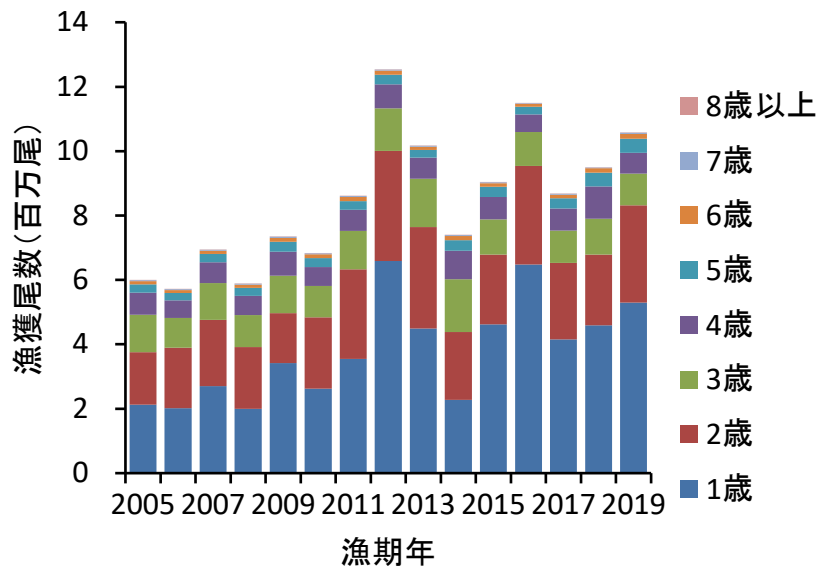
補足図 4-5. 根室花咲港におけるマダラ刺網漁獲物の尾数ベースの銘柄組成（左）および銘柄別年齢組成（右）



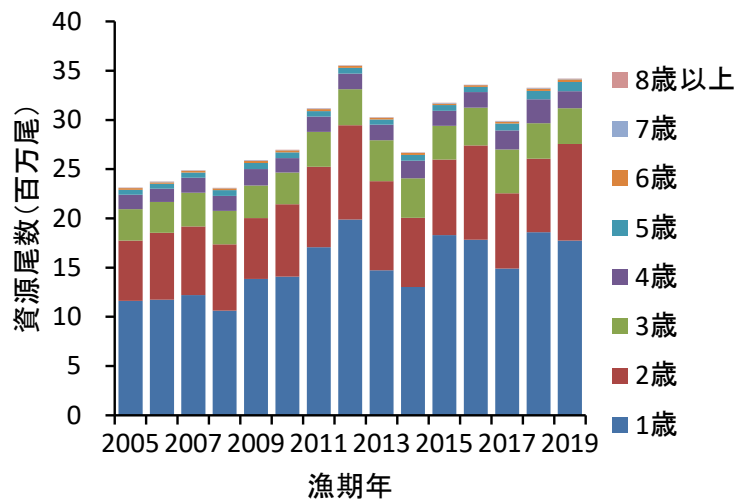
補足図 4-6. 恵山港におけるマダラはえ縄漁獲物の尾数ベースの銘柄組成（左）および銘柄別年齢組成（右） 体重で銘柄分けされており、凡例の A は 0.6 kg 未満、B は 0.6 ～1 kg 未満、C は 1 kg 台、D は 2 kg 台、E は 3 kg 台、F は 4 kg 台、G は 5～6 kg 台、H は 7～8 kg 台、I は 9 kg 台、J は 10 kg 以上の銘柄を示す。



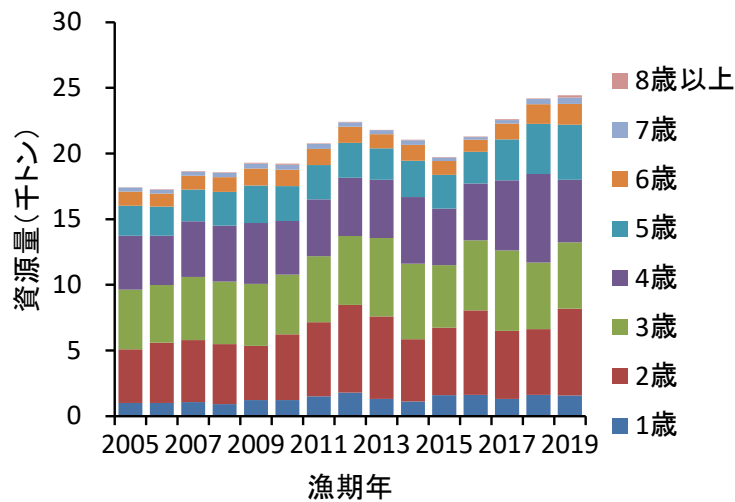
補足図 4-7. 北海道太平洋におけるマダラの海域別漁業種類別の年齢別漁獲尾数 左上が襟裳以西沿岸、右上が襟裳以西沖底、左下が道東沿岸、右下が道東沖底。



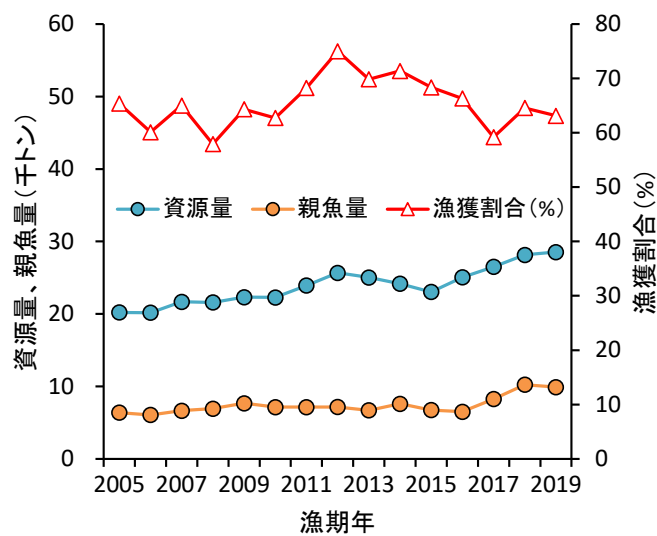
補足図 4-8. 北海道太平洋におけるマダラの年齢別漁獲尾数



補足図 4-9. 北海道太平洋におけるマダラの年齢別資源尾数



補足図 4-10. 北海道太平洋におけるマダラの年齢別資源量



補足図 4-11. 北海道太平洋におけるマダラの資源量、親魚量、漁獲割合の推移

補足表 4-1. 年齢別体重 (g)

年齢	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8+歳
体重	108	814	1,653	3,166	5,012	6,838	8,554	9,642

補足表 4-2. 雌個体の年齢別成熟率 (%)

年齢	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7+歳
成熟率	0	0	50	100	100	100	100

補足表 4-3. 北海道太平洋におけるマダラのコホート解析結果

年齢別漁獲尾数(千尾)															
漁期年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1歳	2,131	2,021	2,699	1,998	3,419	2,623	3,548	6,584	4,496	2,276	4,625	6,476	4,154	4,588	5,293
2歳	1,623	1,878	2,057	1,922	1,552	2,212	2,784	3,423	3,147	2,102	2,158	3,062	2,375	2,199	3,030
3歳	1,168	921	1,151	991	1,163	974	1,195	1,320	1,503	1,644	1,096	1,053	1,005	1,110	981
4歳	688	546	647	592	741	590	654	743	655	882	700	549	683	1,005	641
5歳	253	225	251	253	309	279	271	302	234	332	314	241	320	433	445
6歳	104	93	101	100	123	120	123	127	99	126	110	87	110	136	145
7歳	28	26	27	26	33	34	33	30	27	33	26	17	24	23	38
8歳以上	3	3	3	4	5	6	5	4	3	3	3	2	4	3	12
計	5,996	5,713	6,937	5,886	7,345	6,839	8,613	12,533	10,165	7,397	9,034	11,487	8,675	9,497	10,584

年齢別資源尾数(千尾)															
漁期年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1歳	11,635	11,749	12,225	10,627	13,864	14,095	17,068	19,874	14,726	13,020	18,298	17,835	14,901	18,586	17,735
2歳	6,107	6,785	6,964	6,733	6,153	7,328	8,184	9,591	9,056	7,039	7,686	9,575	7,639	7,463	9,820
3歳	3,194	3,128	3,410	3,389	3,334	3,222	3,525	3,667	4,159	4,000	3,405	3,837	4,458	3,615	3,636
4歳	1,463	1,361	1,525	1,536	1,657	1,468	1,549	1,583	1,580	1,787	1,548	1,579	1,936	2,437	1,723
5歳	508	492	538	573	628	590	580	585	533	607	565	544	697	847	941
6歳	169	159	171	182	207	200	197	196	173	193	164	148	196	241	254
7歳	38	36	38	39	49	47	44	40	36	43	35	26	35	50	62
8歳以上	4	5	5	5	7	9	7	5	4	4	4	4	6	6	19
計	23,118	23,713	24,875	23,084	25,899	26,959	31,154	35,540	30,267	26,693	31,706	33,548	29,867	33,245	34,190

年齢別漁獲係数と漁獲割合															
漁期年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1歳	0.24	0.22	0.30	0.25	0.34	0.24	0.28	0.49	0.44	0.23	0.35	0.55	0.39	0.34	0.43
2歳	0.37	0.39	0.42	0.40	0.35	0.43	0.50	0.54	0.52	0.43	0.39	0.46	0.45	0.42	0.44
3歳	0.55	0.42	0.50	0.42	0.52	0.43	0.50	0.54	0.54	0.65	0.47	0.38	0.30	0.44	0.38
4歳	0.79	0.63	0.68	0.59	0.73	0.63	0.67	0.79	0.66	0.85	0.75	0.52	0.53	0.65	0.57
5歳	0.86	0.76	0.78	0.72	0.85	0.80	0.78	0.92	0.72	1.01	1.04	0.72	0.76	0.90	0.80
6歳	1.25	1.13	1.18	1.02	1.18	1.21	1.30	1.38	1.10	1.41	1.52	1.14	1.06	1.06	1.09
7歳	1.90	1.87	1.74	1.52	1.55	1.82	1.97	2.19	2.03	2.22	2.09	1.33	1.59	0.77	1.23
8歳以上	1.90	1.87	1.74	1.52	1.55	1.82	1.97	2.19	2.03	2.22	2.09	1.33	1.59	0.77	1.23
計	0.98	0.91	0.92	0.80	0.88	0.92	1.00	1.13	1.00	1.13	1.09	0.81	0.84	0.67	0.77
漁獲割合 (%)	65	60	65	58	64	63	68	75	70	71	68	66	59	65	63

年齢別資源量と親魚量(トン)および再生産成功率RPS (1歳尾数/親魚量)															
漁期年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1歳	1,252	1,264	1,315	1,143	1,491	1,516	1,836	2,138	1,584	1,401	1,968	1,919	1,603	1,999	1,908
2歳	4,973	5,526	5,671	5,483	5,010	5,968	6,665	7,810	7,374	5,732	6,259	7,797	6,220	6,078	7,997
3歳	5,279	5,169	5,636	5,601	5,510	5,326	5,826	6,060	6,873	6,611	5,628	6,341	7,367	5,974	6,009
4歳	4,634	4,310	4,827	4,863	5,248	4,650	4,905	5,011	5,004	5,660	4,903	4,999	6,131	7,718	5,455
5歳	2,547	2,464	2,696	2,871	3,149	2,957	2,909	2,931	2,672	3,040	2,833	2,728	3,492	4,243	4,717
6歳	1,153	1,085	1,166	1,246	1,415	1,364	1,346	1,342	1,186	1,321	1,121	1,013	1,338	1,647	1,738
7歳	328	306	324	334	416	404	378	338	311	367	298	227	300	428	527
8歳以上	38	45	45	53	70	85	65	51	36	38	36	34	57	59	185
計	20,202	20,169	21,681	21,594	22,310	22,270	23,928	25,682	25,040	24,169	23,047	25,058	26,509	28,147	28,535
親魚量	6,382	6,055	6,645	6,936	7,675	7,135	7,150	7,168	6,707	7,596	6,740	6,502	8,253	10,237	9,894
RPS(尾/Kg)	1.8	2.0	1.6	2.0	1.8	2.4	2.8	2.1	1.9	2.4	2.6	2.3	2.3	1.7	