

平成15年マガレイ北海道北部系群の資源評価

責任担当水研：北海道区水産研究所（船本鉄一郎）

参画機関：北海道立稚内水産試験場、北海道立網走水産試験場

要 約

コホート解析によって推定した、マガレイ北海道北部系群の資源量(4歳以下の資源重量)は、近年減少を続け、2001年度(2001年7月～2002年6月)には、過去20年間(1982～2001年度)で10番目に低い値となった。そのため、資源水準は中位、資源動向は減少と判断した。漁獲制御ルール(2-1)に基づき、2002年の漁獲量 $\times 0.59$ をABClimitとし、ABClimit $\times 0.8$ をABCtargetとした。

	2004 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	840 トン	0.59 Ccurrent	-	-
ABCtarget	670 トン	0.8 ABClimit	-	-

年	資源量* (百トン)	漁獲量 (百トン)	F 値	漁獲割合
2001	48**	13	-	-
2002	46***	14	-	-

*4歳以下の資源重量、**2000年度(2000年7月～2001年6月)、***2001年度(2001年7月～2002年6月)

(水準・動向)

水準：中位 動向：減少

1. まえがき

マガレイ北海道北部系群は、北海道の日本海側からオホーツク海側にかけての沿岸域において、刺し網漁業の重要な漁獲対象となっている。日本海側では主に成魚が漁獲されるのに対し、オホーツク海側では主に未成魚が漁獲される。なお、北海道立水産試験場は、年齢別漁獲尾数を漁期年(7月～翌年6月)で集計しているため、以下の本文中における年度という表記は、すべてこの漁期年を意味している。

2. 生態

(1) 分布・回遊

マガレイは、樺太・千島以南の日本各地の沿岸に加え、中国・朝鮮にも広く分布している(水産庁研究部 1986)。マガレイ北海道北部系群の分布を図1に示す。当該系群には、道北日本海で産卵されたものが、道北日本海に着底し、そこで一生を過ごす群と、オホーツク海へ運ばれて着底し、そこで未成魚までの期間を過ごし、成熟の進行に伴い道北日本海へ産卵回遊する群が存在する(加賀・菅間 1965; 菅間 1967)。

(2) 年齢・成長

各年齢における体長と体重を、図2と以下に示した（北海道水産林務部資源管理課 2003）。雌は5歳で体長約23cm、体重約240 g に成長し、雄は4歳で体長約19cm、体重約140 g に成長する。なお、雌では6歳以上、雄では5歳以上の体長と体重に関しては現在不明である。

満年齢	1	2	3	4	5
雌：体長(cm)	16.2	17.5	20.6	22.4	23.0
雌：体重(g)	84.9	105.9	179.0	239.6	242.8
雄：体長(cm)	15.3	16.3	17.9	19.2	-
雄：体重(g)	68.9	85.3	116.7	142.1	-

(3) 成熟・産卵生態

成熟開始年齢（満年齢）は、雌が2歳、雄が1歳である（北海道立稚内水産試験場資料）。主な産卵場は、苫前沖～利尻・礼文島周辺海域で（図1）、産卵期は4～6月、産卵水深は40～60m である（北海道水産林務部資源管理課 2003）。

(4) 被捕食関係

仔魚はカイアシ類を、未成魚および成魚はゴカイ類、二枚貝類、ヨコエビ類、クモヒトデ類を捕食している（渡野邊 2003）。

3. 漁業の状況

(1) 主要漁業の概要

マガレイ北海道北部系群は、主に刺し網と沖合底びき網（以下、沖底）によって漁獲されている。オホーツク海側での操業は、開氷後の5月中・下旬に始まり、結氷期前（12月下旬）まで続く。一方、日本海側での操業は、秋季（9月中旬）に始まり、4～5月に盛漁期を迎え、産卵がほぼ終わる6月末に終了する。また、日本海側では主に成魚が漁獲されるのに対し、オホーツク海側では主に未成魚が漁獲される。

(2) 漁獲量の推移

オホーツク海における漁獲量は、1994年以降増加傾向を示し、1997年には1,195トンに達した。その後は2000年の531トンまで減少したが、2001・2002年には再び増加し、2002年の漁獲量は777トンであった（表1、図3）。

道北日本海における漁獲量は、1994年以降増加を続け、1996年には1985年以降最高の1,612トンに達した。しかし、その後は現在まで減少傾向にあり、2002年の漁獲量は643トンであった（表1、図4）。

2海域を合わせた漁獲量は、1993・1994年の落ち込みを除けば、1988年以降増加を続け、1997年には1985年以降最高の2,592トンに達した。しかし、1998年以降は減少に転じ、2001年には1,280トンに落ち込んだ。その後、2002年には若干増加し、漁獲量は1,421トンとなった（表1、図5）。

(3) 漁獲努力量の推移

オホーツク海における沖底の漁獲努力量は、1991年に154,387網と、他の年に比べて非常に高

い値を示しているが、これは漁獲努力量の標準化のプロセスに起因している。詳細は補足資料1を参照されたい。一方、この1991年を除いても、1986年に42,719網あった漁獲努力量は、1994年以降現在まで4,000網以下で推移している。2002年の漁獲努力量は2,016網であった。

道北日本海における沖底の漁獲努力量は、1985年以降現在まで4,000～12,000網の間で推移しており、オホーツク海におけるそれよりも比較的安定している。2002年の漁獲努力量は4,313網であった。

2海域を合わせた沖底の漁獲努力量は、1991年以前は約半分の年において20,000網を上回っていたが、1992年以降は現在まで13,000網以下で推移している。2002年の漁獲努力量は6,330網であった（表1、図6）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価方法

Pope(1972)の近似式を用いたコホート解析（年度集計）により、資源尾数と漁獲係数を推定した。生活史の違いを考慮し、解析は雌雄別に行った。自然死亡係数 M は、田内・田中の寿命と自然死亡係数の関係（田中 1960）により、雌で0.208（寿命12歳）、雄で0.250（寿命10歳）とした。詳細は補足資料2を参照されたい。

(2) CPUE・資源量指数

オホーツク海における沖底のCPUEは、1985～1993年にかけて30kg/網以下で推移していたが、その後1994～1997年には60kg/網以上となった。1998～2000年にかけて再び60kg/網以下となったが、2001・2002年には増加し、2002年のCPUEは約89kg/網であった。

道北日本海における沖底のCPUEは、1985～1995年にかけて30 kg/網以下で推移していたが、その後1996～2000年には30kg/網以上となった。しかし、2001・2002年には再び30 kg/網以下となり、2002年のCPUEは約27kg/網であった。

2海域を合わせた沖底のCPUEは、1985～1993年にかけて30kg/網以下で推移していたが、1994年以降は増加を続け、1997年には1985年以降最高の約58kg/網に達した。その後は現在まで40 kg/網前後で推移しており、2002年のCPUEは約47kg/網であった（表1、図7）。

(3) 漁獲物の年齢組成の推移

北海道立水産試験場が推定した年齢別漁獲尾数（年度集計）を、表2および図8に示す。近年の漁獲の主体が2～4歳魚であるのに対し、漁獲尾数の少なかった1980年代後半から1990年代前半にかけての漁獲の主体は1～3歳魚であった。

(4) 資源量の推移

資源尾数の経年変化を表3および図9に、資源重量の経年変化を表4および図10に示した。ただし、雌では6歳以上、雄では5歳以上の体重が不明なため、ともに5+歳（プラスグループ）の資源重量は算出しなかった。また、年齢別資源尾数より、5+歳の資源尾数が全体に占める割合は小さいことから、4歳以下の資源重量を、資源全体の水準・動向の判断に用いても問題ないものと考えた。さらに、年齢別成熟割合が不明なため、産卵親魚量は算出しなかった。なお、以下の文章中では、特に断りのない限り、1～4歳の合計資源重量を資源量と記述する。

資源量は、1982～1986年度にかけて減少し、1986年度には1981年度以降最低の2,444トンに達したが、これはこの年代に、1歳魚としての加入量が減少したことに起因している。その後、1987・1988年度および1992・1993年度には、1,500トン以上（約2,000万尾）の加入があったため、資源量の減少傾向にも歯止めがかかり、1993年度まで3,000～4,000トン付近で推移した。また、1994年度になると、1981年度以降最も多い約4,500トン（約5,500万尾）の加入があったため、資源量は7,835トンに急増し、さらに、2番目に多い約2,800トン（約3,500万尾）の加入があった1997年度まで、8,000トン前後で推移した。しかし、その後は豊度の高い加入がなかったため、資源量は現在まで減少を続け、2001年度の資源量は4,617トンであった。

自然死亡係数Mに関する感度解析を、標準値である0.208（雌）；0.250（雄）に、それぞれ-0.05および+0.05を加えて行った。M=0.158（雌）；0.200（雄）およびM=0.258（雌）；0.300（雄）を用いて算出された2002年度の資源量は、それぞれ4,214トンおよび5,076トンであり、標準値を用いて算出されたそれに対する割合は、それぞれ91%および110%であった（図11）。

(5) 資源水準・動向の判断

資源水準は、過去20年間（1982～2001年度）における2001年度の資源量の順位から判断した。また、資源動向は、過去5年間（1997～2001年度）における資源量の経年変化から判断した。

2001年度の資源量は、過去20年間において10番目に低い値であった。また、資源量は、近年減少しており、過去5年間の資源量にあてはめた回帰直線の傾きは、0よりも有意に低い値（95%信頼区間が-1433～-388）であった。したがって、資源水準および動向は、それぞれ中位で減少と判断した。

5. 資源の変動要因

(1) 資源と漁獲の関係

漁獲死亡係数Fの経年変化を、表3および図12に示す。各年齢で重み付けしたFには、雌雄ともに資源量が少ない年に高くなる傾向がみられる。

6. 管理目標・管理基準値・2004年ABCの設定

(1) 資源評価のまとめ

資源量の経年変化から、資源水準は中位、資源動向は減少と判断した。

(2) 資源管理目標

資源状態が中位で減少傾向にあるため、現在よりも漁獲圧を減じることによって、資源水準を維持することを目標とした。

(3) 2004年ABCの設定

産卵親魚量に基づく再生産関係は不明であり、かつ、資源量は4歳以下の資源重量である（5+歳の資源重量は不明）。そのため、漁獲制御ルールの2-1)に基づき、資源量の変動傾向からABCを算定した。

用いた式は以下のとおりである。

$$ABClimit = Ct \times \gamma \quad (Ct : 2002\text{年の漁獲量})$$

$$ABCtarget = ABClimit \times \alpha$$

指数関数を当てはめて求めた、過去5年間（1997～2001年度）における資源量の年間減少率は14%であった。一方、資源量は年度集計（7月～翌年6月）で、漁獲量は年集計であるが、日本海側における操業は、4～5月に盛漁期を迎えるため、t年の漁獲量は、t-1年度の資源量に対応するものとした。つまり、2002年および2004年の漁獲量は、それぞれ2001年度および2003年度の資源量に対応するものとした。そのため、 γ は、0.86の二乗値である0.74に、現在よりも漁獲圧を減らす目的で0.8を乗じた値である0.59とした。また、安全率 α は、標準値の0.8とした。

	2004 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	840 トン	0.59 Ccurrent	-	-
ABCtarget	670 トン	0.8 ABClimit	-	-

(4) 過去の管理目標・基準値、ABC（当初・再評価）のレビュー

評価対象年（当初）	管理基準	資源量*	ABClimit	target	漁獲量	管理目標
2002 年（当初）	Fmed	-	16	13	14	産卵資源量の維持
2003 年（当初）	Fsim	105**	18	16	-	資源水準の維持

資源量、ABC、漁獲量の単位：百トン

*5歳以上も含めた資源量、**2002年度

7. 引用文献（補足資料分も合わせて掲載）

水産庁研究部（1986）底びき網漁業資源、pp.234.

加賀吉栄・菅間慧一（1965）石狩湾におけるマガレイの生活とその資源．北水試月報、22(2)、50-57．

菅間慧一（1967）北部日本海のマガレイの生活について．北水試月報、24(2)、57-78．

田中昌一（1960）水産生物のpopulation dynamicsと漁業資源管理．東海水研報告、28、1-200．

平松一彦（2001）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 - 、104-128．

北海道水産林務部資源管理課（2003）北海道水産資源管理マニュアル【2002年度】、pp.53．

Pope, J. G. (1972) An investigation of accuracy of virtual population analysis using Cohort Analysis. Res. Bull. Int. comm. Northw. Atlant. Fish., 9, 65-74.

渡野邊雅道（2003）マガレイ．新北のさかなたち（水島敏博・鳥澤 雅（監修））、272-277．

表1. マガレイ北海道北部系群の海域別漁業種類別漁獲動向

年	オホーツク海					道北日本海					海域計				
	沖底			沿岸漁業		沖底			沿岸漁業		沖底			沿岸漁業	
	漁獲量 (トン)	漁獲努力量 (網*)	CPUE (kg/網)	漁獲量 (トン)	計 漁獲量 (トン)	漁獲量 (トン)	漁獲努力量 (網*)	CPUE (kg/網)	漁獲量 (トン)	計 漁獲量 (トン)	漁獲量 (トン)	漁獲努力量 (網*)	CPUE (kg/網)	漁獲量 (トン)	計 漁獲量 (トン)
1985	246	24,069	10.2	1,078	1,324	286	11,277	25.3	739	1,025	532	26,128	20.4	1,817	2,349
1986	117	42,719	2.7	419	536	341	11,483	29.7	516	857	458	17,590	26.0	935	1,393
1987	78	9,756	8.0	270	348	228	9,142	25.0	386	614	306	14,342	21.3	656	962
1988	35	6,458	5.4	381	416	185	9,992	18.5	612	797	220	14,127	15.6	993	1,213
1989	257	25,071	10.3	511	768	203	8,037	25.2	345	548	460	22,733	20.2	856	1,316
1990	197	14,739	13.3	506	703	178	10,791	16.5	545	723	375	23,660	15.8	1,051	1,425
1991	227	154,387	1.5	544	771	110	7,883	13.9	683	793	337	26,471	12.7	1,227	1,564
1992	91	3,658	24.9	476	567	152	5,186	29.4	1,018	1,171	243	8,427	28.9	1,495	1,738
1993	115	7,044	16.3	428	543	152	6,187	24.5	506	658	267	11,124	24.0	934	1,201
1994	293	3,391	86.4	346	639	202	7,552	26.7	718	919	495	11,451	43.2	1,064	1,558
1995	303	3,388	89.6	799	1,102	173	7,572	22.8	1,080	1,253	476	10,679	44.6	1,878	2,355
1996	198	3,169	62.5	683	881	403	7,971	50.5	1,209	1,612	601	11,097	54.2	1,892	2,493
1997	325	3,637	89.2	870	1,195	263	6,618	39.7	1,135	1,398	587	10,190	57.7	2,005	2,592
1998	134	3,982	33.6	493	627	365	8,788	41.6	1,099	1,464	499	12,774	39.1	1,592	2,091
1999	160	3,209	49.8	713	873	209	6,451	32.3	944	1,152	368	9,655	38.2	1,657	2,025
2000	78	2,316	33.5	454	531	361	7,147	50.5	1,000	1,361	439	9,475	46.3	1,453	1,892
2001	102	1,686	60.5	486	587	99	4,220	23.4	594	693	201	5,911	34.0	1,079	1,280
2002	179	2,016	88.6	599	777	117	4,313	27.1	526	643	296	6,330	46.7	1,125	1,421

資料：北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報、北海道水産現勢（大臣許可漁業を除く）

集計範囲：沖底 オホーツク海は中海区オコック沿岸（ロシア水域は含まない）、道北日本海は中海区北海道日本海のうち小海区余市沖、積丹沖、雄冬沖を除く

沿岸漁業 オホーツク海は猿払からウトロまで、道北日本海は初山別から宗谷まで

* かけまわし（100トン以上）を基準として標準化した網数

2002年の沿岸漁業は暫定値

表2．マガレイ北海道北部系群の年齢別漁獲尾数（北海道立水産試験場資料）

年度	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
年齢別漁獲尾数（千尾）																					
雌																					
1歳	169	102	144	385	350	44	51	485	168	592	919	498	237	790	28	46	34	32	42	30	266
2歳	1,386	2,592	1,537	1,041	1,646	964	745	4,226	2,976	907	3,495	4,025	3,877	3,163	8,855	1,069	3,706	3,105	1,166	380	1,106
3歳	5,916	2,113	3,128	2,120	1,116	1,220	1,555	1,347	2,782	3,628	803	1,294	1,526	4,248	3,761	9,491	4,288	4,750	6,571	3,170	1,718
4歳	7,758	3,403	1,026	2,253	1,036	1,221	829	496	316	1,161	931	383	317	498	1,837	1,006	5,022	1,039	1,421	3,299	2,136
5+歳	5,024	2,130	1,200	904	1,888	745	270	159	100	182	205	467	364	449	264	436	722	1,120	450	501	952
合計	20,253	10,341	7,035	6,703	6,036	4,194	3,451	6,714	6,343	6,471	6,353	6,668	6,319	9,147	14,745	12,048	13,772	10,046	9,649	7,379	6,178
雄																					
1歳	96	122	214	363	361	11	31	336	96	499	1,178	317	791	565	0	19	28	23	21	27	186
2歳	2,129	3,736	3,237	1,343	2,458	1,524	575	3,008	3,143	1,058	3,228	1,367	2,190	1,794	4,782	615	1,714	1,886	936	236	413
3歳	4,204	3,106	3,201	1,778	958	1,152	534	507	519	888	614	121	289	826	823	1,108	2,683	1,476	2,805	885	609
4歳	4,359	1,661	1,042	1,287	738	609	195	146	46	88	134	24	35	59	21	23	733	308	307	457	425
5+歳	722	325	1,010	560	724	233	153	123	77	12	14	13	0	0	0	0	25	205	136	92	257
合計	11,510	8,951	8,703	5,331	5,240	3,529	1,488	4,121	3,880	2,544	5,169	1,842	3,306	3,244	5,626	1,766	5,184	3,897	4,205	1,697	1,890
雌+雄																					
1歳	265	225	358	748	711	55	82	821	264	1,091	2,098	815	1,028	1,355	28	65	62	55	63	56	452
2歳	3,515	6,328	4,774	2,384	4,104	2,487	1,320	7,234	6,119	1,966	6,723	5,392	6,067	4,957	13,637	1,685	5,420	4,991	2,103	616	1,519
3歳	10,120	5,219	6,329	3,898	2,074	2,372	2,089	1,855	3,301	4,516	1,417	1,416	1,815	5,073	4,584	10,599	6,971	6,226	9,376	4,055	2,327
4歳	12,118	5,064	2,068	3,540	1,774	1,830	1,025	643	362	1,249	1,066	406	351	557	1,858	1,029	5,755	1,347	1,728	3,756	2,561
5+歳	5,745	2,455	2,210	1,464	2,612	978	423	283	177	194	219	481	364	449	264	436	748	1,325	585	592	1,209
合計	31,762	19,291	15,738	12,034	11,276	7,722	4,940	10,835	10,223	9,015	11,523	8,509	9,625	12,391	20,371	13,814	18,956	13,943	13,855	9,076	8,067

表3．コホート解析によるマガレイ北海道北部系群の年齢別資源尾数とF

年度	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
年齢別資源尾数（千尾）																					
雌																					
1歳	18,392	8,740	6,518	6,852	5,688	4,480	13,863	14,755	4,496	9,067	10,637	18,567	14,701	42,779	11,670	17,442	25,174	13,282	5,800	11,926	16,546
2歳	7,891	14,786	7,007	5,164	5,218	4,304	3,599	11,213	11,547	3,500	6,830	7,811	14,631	11,727	34,034	9,453	14,125	20,416	10,759	4,673	9,660
3歳	13,704	5,160	9,673	4,306	3,256	2,755	2,627	2,252	5,299	6,696	2,025	2,398	2,716	8,390	6,674	19,662	6,714	8,133	13,784	7,687	3,453
4歳	11,322	5,799	2,287	5,038	1,586	1,639	1,138	732	615	1,797	2,169	922	781	831	2,986	2,032	7,416	1,589	2,325	5,273	3,386
5+歳	7,331	3,630	2,673	2,022	2,889	1,000	371	235	195	282	477	1,126	897	750	430	881	1,067	1,713	736	800	1,509
合計	58,640	38,116	28,157	23,381	18,637	14,177	21,599	29,187	22,152	21,342	22,139	30,823	33,726	64,477	55,795	49,470	54,496	45,132	33,402	30,360	34,554
雄																					
1歳	16,608	10,440	6,008	6,911	4,122	1,923	5,635	6,971	2,854	5,571	4,005	5,139	5,220	12,352	7,029	6,399	10,190	4,705	2,117	2,498	5,222
2歳	10,001	12,850	8,023	4,491	5,062	2,892	1,488	4,362	5,132	2,138	3,898	2,080	3,723	3,367	9,121	5,475	4,967	7,912	3,645	1,630	1,922
3歳	9,668	5,910	6,710	3,392	2,312	1,773	907	651	742	1,224	731	188	413	966	1,038	2,883	3,721	2,355	4,497	2,012	1,061
4歳	5,764	3,820	1,862	2,401	1,073	955	364	235	59	120	170	27	39	66	24	82	1,268	529	531	1,027	786
5+歳	954	748	1,805	1,045	1,053	365	285	198	100	16	18	15	0	0	0	0	44	352	235	206	475
合計	42,996	33,768	24,408	18,240	13,622	7,908	8,680	12,417	8,887	9,068	8,822	7,448	9,395	16,751	17,212	14,839	20,189	15,854	11,025	7,372	9,467
雌+雄																					
1歳	35,000	19,180	12,526	13,764	9,810	6,403	19,499	21,725	7,350	14,637	14,642	23,706	19,920	55,131	18,700	23,841	35,364	17,987	7,917	14,424	21,769
2歳	17,892	27,636	15,030	9,654	10,281	7,195	5,087	15,575	16,679	5,638	10,729	9,890	18,354	15,094	43,155	14,928	19,092	28,327	14,403	6,303	11,582
3歳	23,373	11,070	16,383	7,698	5,568	4,528	3,534	2,903	6,041	7,920	2,756	2,586	3,130	9,356	7,713	22,545	10,435	10,488	18,281	9,699	4,514
4歳	17,086	9,619	4,148	7,439	2,659	2,594	1,502	967	674	1,917	2,339	949	820	898	3,010	2,114	8,683	2,119	2,856	6,300	4,172
5+歳	8,285	4,379	4,477	3,066	3,942	1,365	656	433	294	298	496	1,141	897	750	430	881	1,110	2,065	970	1,006	1,984
合計	101,636	71,884	52,565	41,621	32,260	22,086	30,279	41,604	31,039	30,410	30,962	38,271	43,121	81,228	73,008	64,310	74,685	60,985	44,427	37,732	44,021
F																					
雌																					
1歳	0.010	0.013	0.025	0.064	0.071	0.011	0.004	0.037	0.042	0.075	0.101	0.030	0.018	0.021	0.003	0.003	0.002	0.003	0.008	0.003	0.018
2歳	0.217	0.216	0.279	0.253	0.431	0.286	0.261	0.542	0.337	0.339	0.839	0.848	0.348	0.356	0.341	0.134	0.344	0.185	0.128	0.094	0.136
3歳	0.652	0.606	0.444	0.791	0.479	0.676	1.070	1.091	0.874	0.919	0.579	0.914	0.976	0.825	0.981	0.767	1.233	1.044	0.753	0.612	0.803
4歳	1.429	1.053	0.689	0.685	1.291	1.754	1.653	1.395	0.846	1.263	0.647	0.617	0.598	1.094	1.147	0.797	1.392	1.293	1.133	1.185	1.204
5+歳	1.429	1.053	0.689	0.685	1.291	1.754	1.653	1.395	0.846	1.263	0.647	0.617	0.598	1.094	1.147	0.797	1.392	1.293	1.133	1.185	1.204
加重平均*	0.639	0.429	0.349	0.427	0.536	0.548	0.292	0.357	0.424	0.499	0.438	0.345	0.267	0.213	0.396	0.378	0.458	0.367	0.457	0.408	0.297
雄																					
1歳	0.007	0.013	0.041	0.061	0.105	0.006	0.006	0.056	0.039	0.107	0.405	0.072	0.189	0.053	0.000	0.003	0.003	0.005	0.011	0.012	0.041
2歳	0.276	0.400	0.611	0.414	0.799	0.909	0.576	1.521	1.184	0.823	2.783	1.366	1.099	0.926	0.902	0.136	0.496	0.315	0.344	0.179	0.279
3歳	0.679	0.905	0.778	0.901	0.634	1.333	1.100	2.143	1.572	1.726	3.049	1.312	1.578	3.457	2.286	0.572	1.700	1.239	1.227	0.690	1.052
4歳	1.945	0.679	1.006	0.936	1.512	1.282	0.936	1.221	2.059	1.757	2.279	10.269	10.205	10.729	8.559	0.385	1.065	1.074	1.063	0.703	0.947
5+歳	1.945	0.679	1.006	0.936	1.512	1.282	0.936	1.221	2.059	1.757	2.279	10.269	10.205	10.729	8.559	0.385	1.065	1.074	1.063	0.703	0.947
加重平均*	0.523	0.406	0.576	0.469	0.672	0.847	0.288	0.721	0.864	0.519	1.715	0.522	0.652	0.467	0.627	0.165	0.506	0.403	0.690	0.349	0.323

*年齢別資源尾数によって重み付けした平均

表4．マガレイ北海道北部系群の年齢別資源重量（5+歳については計算していない）

年度	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
年齢別資源重量（トン）																					
雌																					
1歳	1,561	742	553	582	483	380	1,177	1,253	382	770	903	1,576	1,248	3,632	991	1,481	2,137	1,128	492	1,013	1,405
2歳	836	1,566	742	547	553	456	381	1,188	1,223	371	723	827	1,549	1,242	3,604	1,001	1,496	2,162	1,139	495	1,023
3歳	2,453	924	1,731	771	583	493	470	403	949	1,199	363	429	486	1,502	1,195	3,519	1,202	1,456	2,467	1,376	618
4歳	2,713	1,389	548	1,207	380	393	273	175	147	430	520	221	187	199	716	487	1,777	381	557	1,263	811
5+歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	7,563	4,621	3,575	3,106	1,998	1,722	2,301	3,019	2,700	2,770	2,509	3,054	3,471	6,575	6,505	6,488	6,612	5,126	4,656	4,147	3,857
雄																					
1歳	1,144	719	414	476	284	132	388	480	197	384	276	354	360	851	484	441	702	324	146	172	360
2歳	853	1,096	684	383	432	247	127	372	438	182	333	177	318	287	778	467	424	675	311	139	164
3歳	1,128	690	783	396	270	207	106	76	87	143	85	22	48	113	121	337	434	275	525	235	124
4歳	819	543	265	341	152	136	52	33	8	17	24	4	6	9	3	12	180	75	75	146	112
5+歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	3,945	3,048	2,146	1,596	1,138	722	673	962	729	726	718	557	731	1,260	1,387	1,256	1,740	1,349	1,057	692	759
雌+雄																					
1歳	2,706	1,461	967	1,058	767	513	1,565	1,733	578	1,154	1,179	1,930	1,608	4,483	1,475	1,922	2,839	1,452	638	1,185	1,765
2歳	1,689	2,662	1,426	930	984	702	508	1,560	1,661	553	1,056	1,005	1,867	1,529	4,382	1,468	1,919	2,837	1,450	634	1,187
3歳	3,581	1,613	2,515	1,167	853	700	576	479	1,035	1,341	448	451	534	1,615	1,316	3,856	1,636	1,731	2,992	1,611	742
4歳	3,532	1,932	812	1,548	532	528	324	209	156	448	544	225	193	209	719	499	1,957	456	632	1,409	923
5+歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	11,508	7,669	5,721	4,703	3,137	2,444	2,974	3,980	3,430	3,496	3,227	3,611	4,202	7,835	7,892	7,744	8,352	6,475	5,713	4,839	4,617

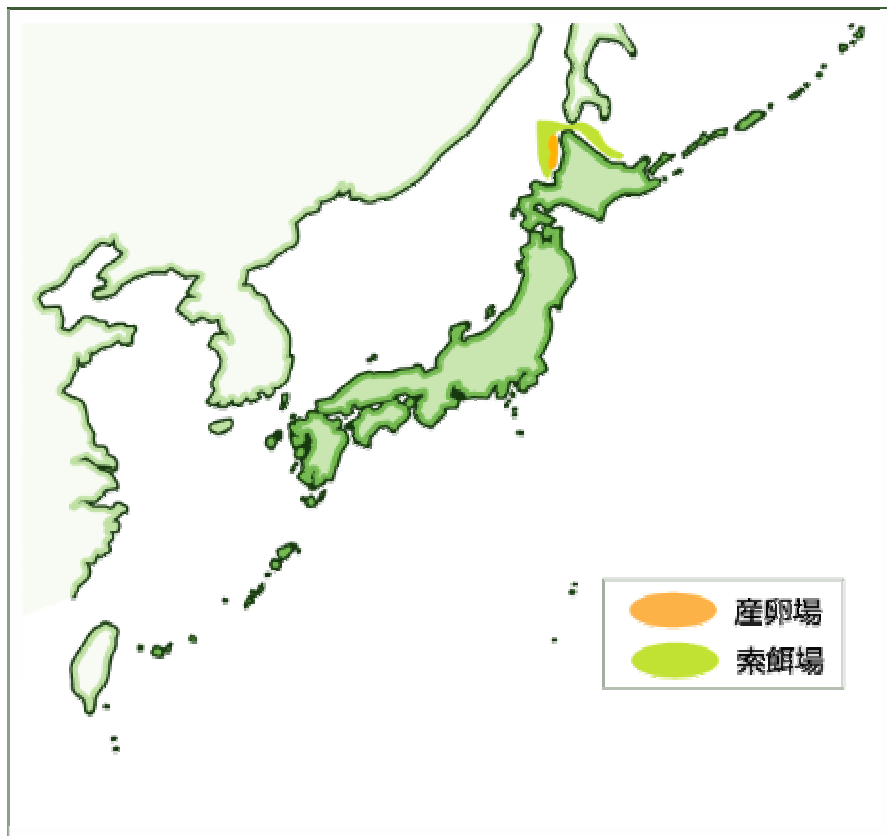


図1 マガレイ北海道北部系群の分布図

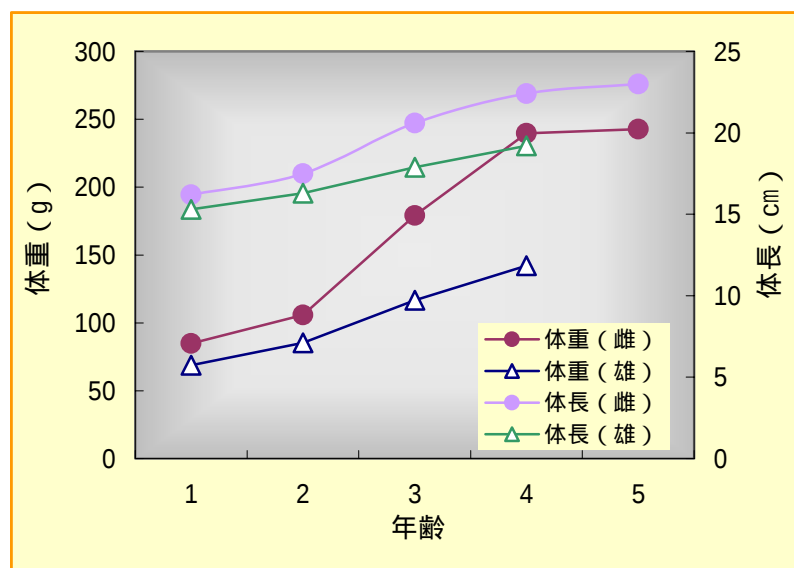


図2 マガレイ北海道北部系群の成長

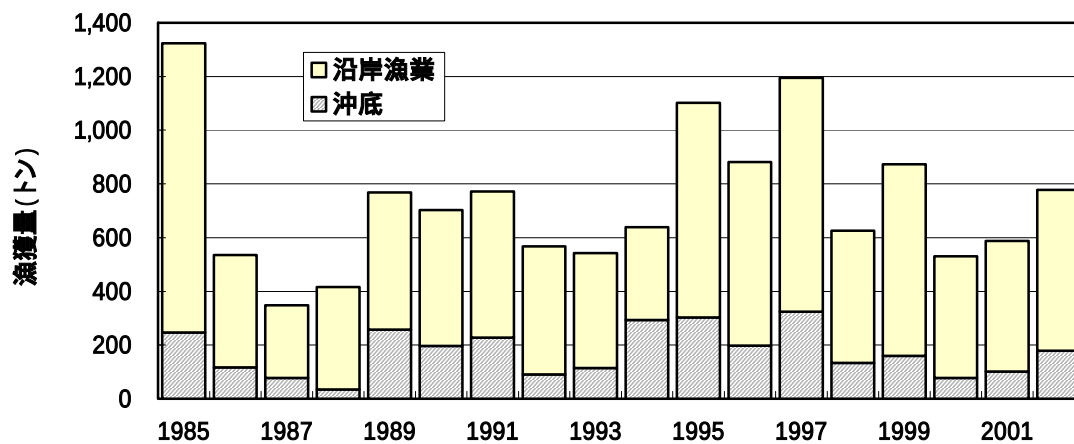


図3 オホーツク海におけるマガレイの漁獲量

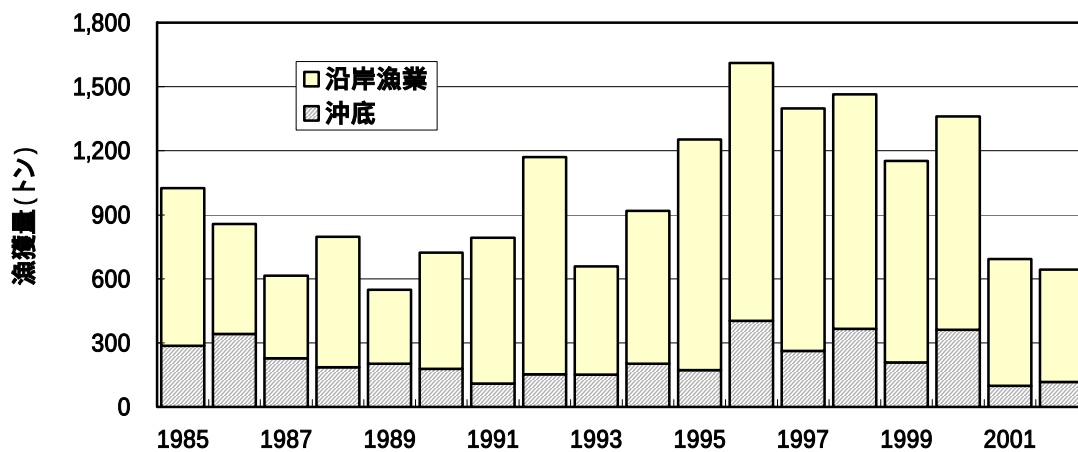


図4 道北日本海におけるマガレイの漁獲量

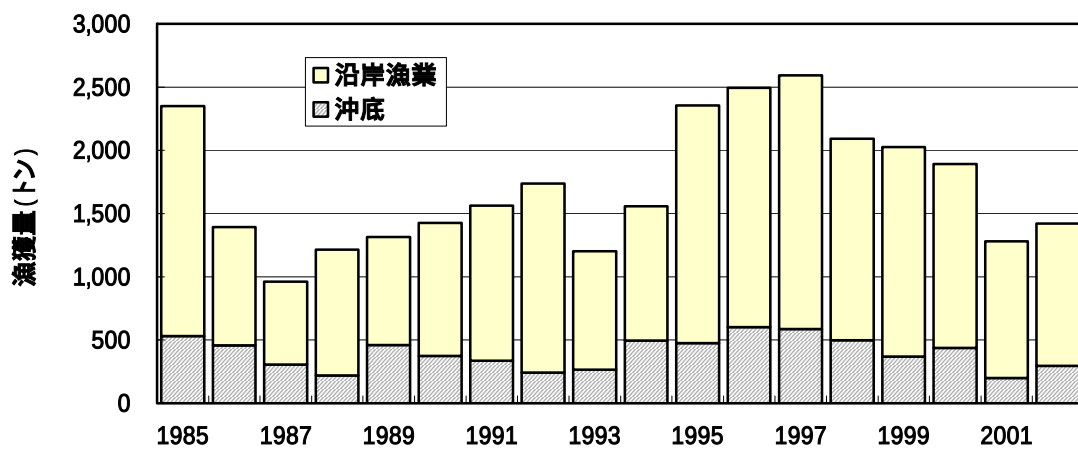


図5 マガレイ北海道北部系群の漁獲量

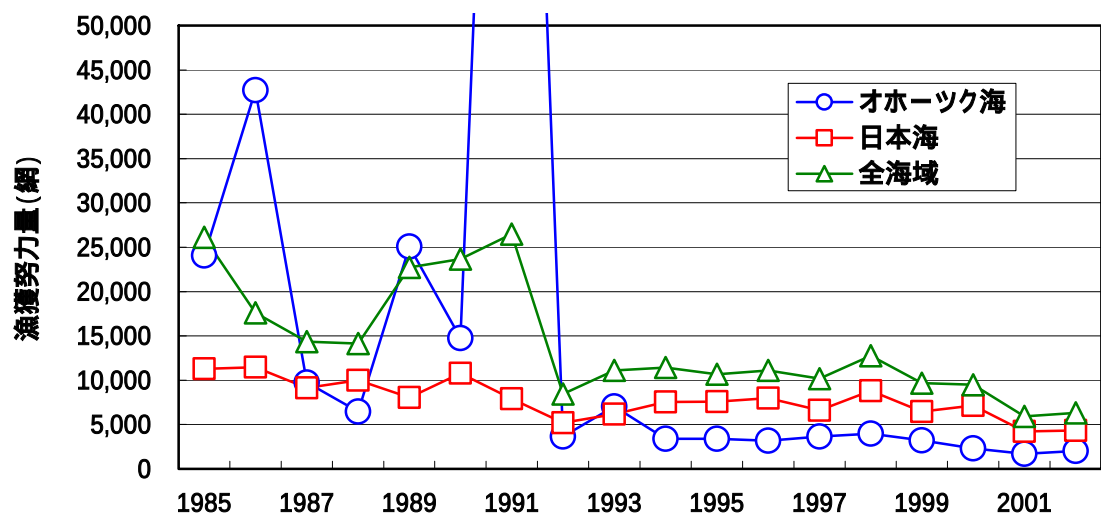


図6 マガレイ北海道北部系群に対する沖底の漁獲努力量

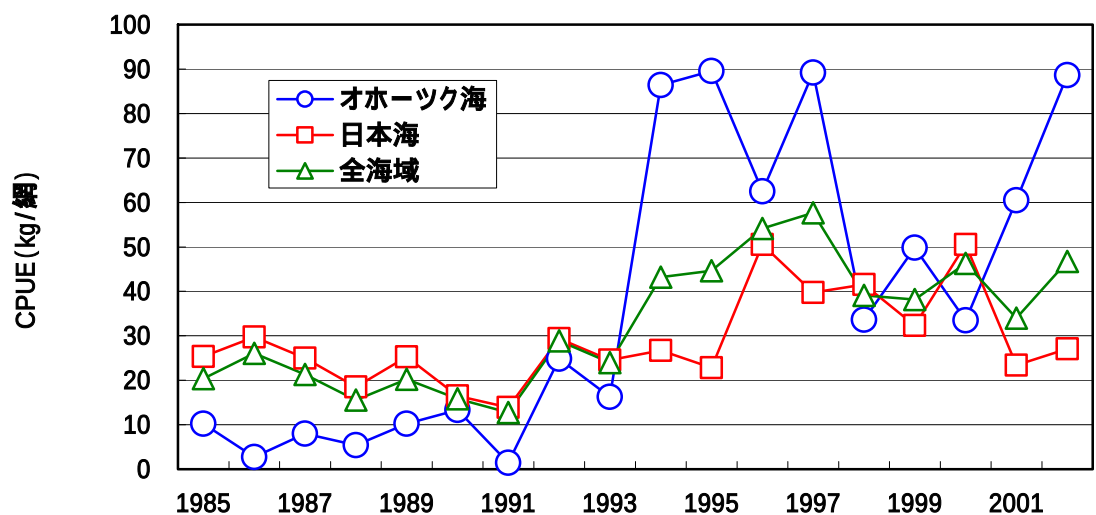


図7 マガレイ北海道北部系群に対する沖底の CPUE

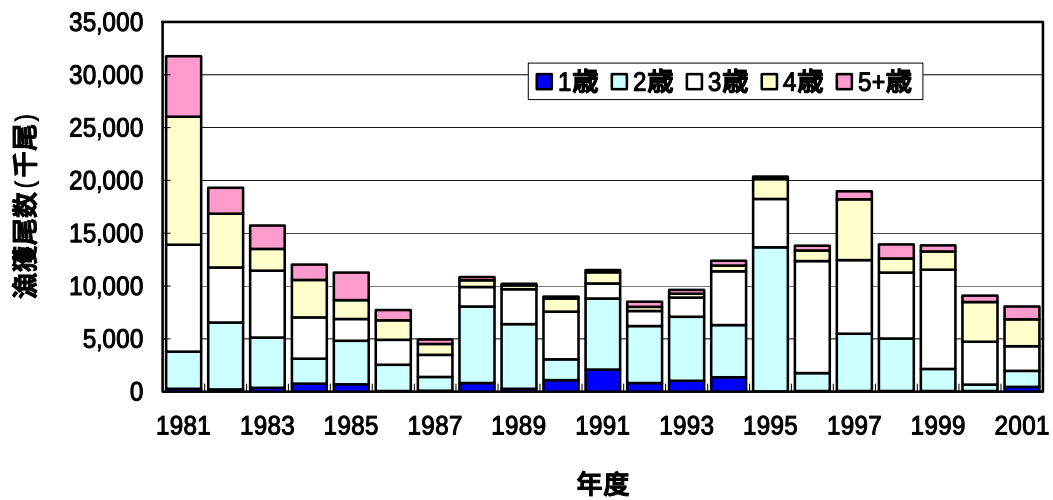


図8 マガレイ北海道北部系群の年齢別漁獲尾数（北海道立稚内水産試験場資料）

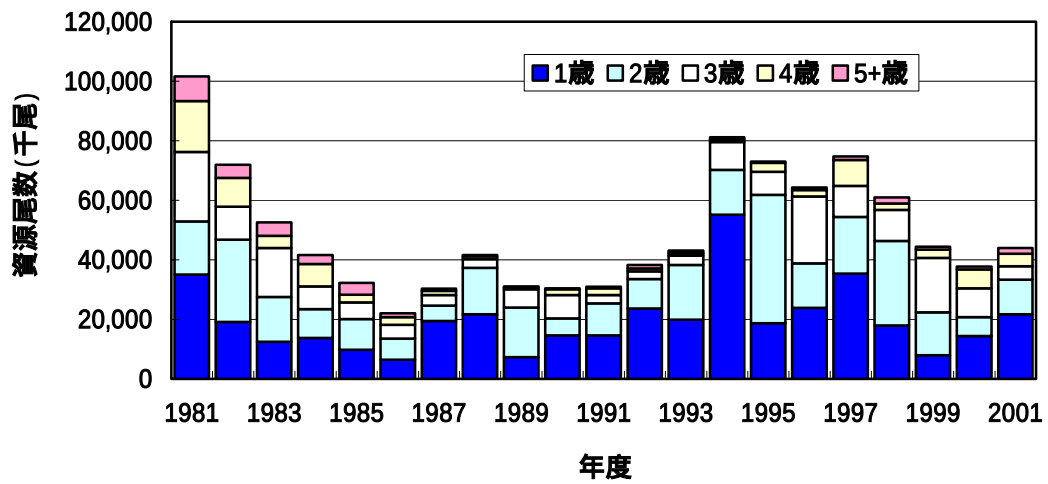


図9 マガレイ北海道北部系群の年齢別資源尾数

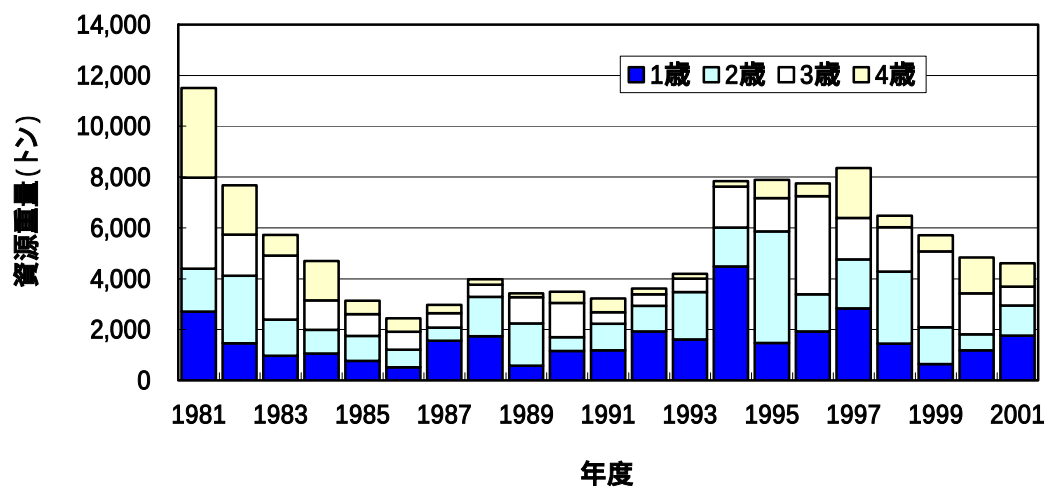


図10 マガレイ北海道北部系群の年齢別資源重量（5+歳については計算していない）

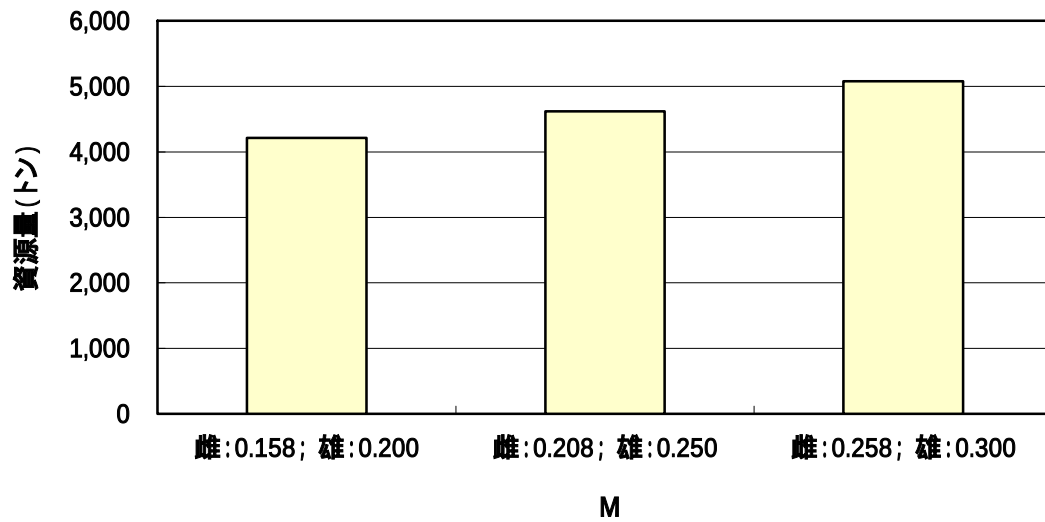


図 11 マガレイ北海道北部系群の資源量（4 歳以下の資源重量）に対する M の感度解析（M の標準値は、雌が 0.208、雄が 0.250）

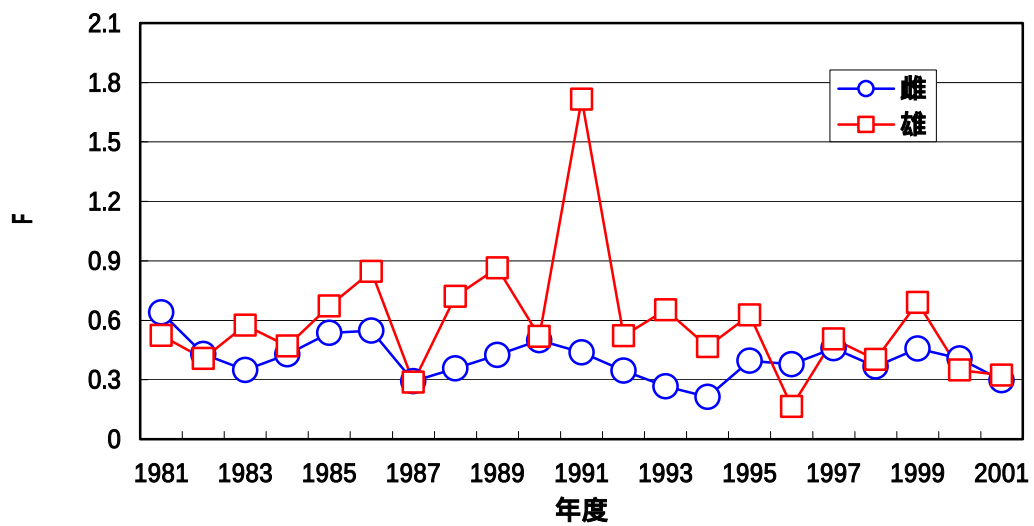


図 12 各年齢の資源尾数で重み付けしたマガレイ北海道北部系群の F

補足資料1

1990～1992年のオホーツク海における沖底の漁業種類別漁獲量、努力量およびCPUEを以下に示した。これから、1991年に、100トン以上のかけまわしの漁獲量およびCPUEが極端に低下していることがわかる。この原因については現在不明であるが、1991年には100トン以上のかけまわしの漁獲対象が、他魚種に移行した可能性がある。努力量の標準化の際には、この極端に低い100トン以上のかけまわしのCPUEが基準となるため、それ以外の漁業種の努力量は、極端に高く算出されてしまうのである。つまり、1991年の100トン未満のかけまわしの努力量は、本来約1,700網であるが、これが標準化されると、この値に、100トン未満のかけまわしのCPUEを100トン以上のかけまわしのCPUEで割った値（ $135.3/1.5 = 90.2$ ）が乗じられるため、約153,300網と算出されるのである。

年	100トン未満のかけまわし			100トン以上のかけまわし			トロール		
	漁獲量 (トン)	努力量 (網)	CPUE (kg/網)	漁獲量 (トン)	努力量 (網)	CPUE (kg/網)	漁獲量 (トン)	努力量 (網)	CPUE (kg/網)
1990	168	2,378	70.6	29	2,146	13.3	0	3	42.7
1991	225	1,666	135.3	1	615	1.5	1	72	13.2
1992	78	1,462	53.0	13	542	24.9	0	0	-

補足資料2

コホート解析により、年齢別資源尾数と漁獲係数を雌雄別に推定した。雌雄ともに5歳以上をまとめて5+歳（プラスグループ）とした。年齢別漁獲尾数としては、北海道立水産試験場が、年度（7月～翌年6月）で集計したものを用いた。ただし、漁獲尾数が0となっているセルには、便宜的に1尾を入れた。自然死亡係数 M は、田内・田中の寿命と自然死亡係数の関係（田内・田中 1960）により、雌で0.208（寿命12歳）、雄で0.250（寿命10歳）とした。年齢別資源尾数 N の推定には、以下の式（Pope 1972）を用いた。

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

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 年における a 歳魚の漁獲尾数である。

ただし、最近年、最高齢（プラスグループ、添え字 p ）および最高齢-1歳（ $p-1$ ）の資源尾数については、以下の式（平松 2001）を用いて推定した。

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

$$N_{p,y} = \frac{C_{p,y}}{C_{p-1,y}} N_{p-1,y}$$

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

また、漁獲死亡係数 F については、ターミナル F (以下 F_t) を除き、以下の式 (平松 2001) を用いて推定した。

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

F_t の内、最近年の F_t については、過去 3 年間の F の平均とし、一方、プラスグループの F_t については、最高齢-1 歳の F と等しいとした (平松 2001)。用いた式は以下である。

$$F_{a,y} = \frac{F_{a,y-3} + F_{a,y-2} + F_{a,y-1}}{3}$$

$$F_{p,y} = F_{p-1,y}$$

さらに、最近年の F_t の内、1 歳魚の F_t については、1 歳魚の漁獲尾数の値が最も近い年の F と等しいとした。つまり、2001 年の雌の 1 歳魚の F_t は、1993 年の雌の 1 歳魚の F と等しいとし、一方、2001 年の雄の 1 歳魚の F_t は、1983 年の雄の 1 歳魚の F と等しいとした。