平成 18 年サメガレイ太平洋北部の資源評価

責任担当水研：東北区水産研究所（服部　努、伊藤正木、成松庸二、上田祐司）
参 画 機 関：青森県水産総合研究センター、岩手県水産技術センター、宮城県水産研究開発センター、福島県水産試験場、茨城県水産試験場

要　　約

サメガレイの漁獲量は極めて少なく、資源量は低水準にあると考えられる。また、CPUE 等の変化から、近年の資源動向は横ばいと判断される。漁獲が産卵親魚に集中しているため、産卵親魚量を確保することを資源管理目標とした。ABC 算定のための基本規則１－２）－（２）に基づき、プロダクションモデルを用いて ABC を算定した結果、ABClimit は 190 トン、ABCtarget は 160 トンと算定される。

	2007年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	190トン	Fmsy・B/Blimit	－	8%
ABCtarget	160トン	0.8Fmsy・B/Blimit	－	6%

漁獲割合はABC／資源量、ABCは十トン未満を四捨五入した値

年	資源量(トン)	漁獲量(トン)	F値	漁獲割合
2004	2,113	289	－	14%
2005	2,222	397	－	18%
2006	2,331			

年は暦年、2005年の漁獲量は暫定値、資源量は太平洋北部全体に引き延ばした値

水準：低位　　動向：横ばい

１．まえがき

サメガレイは、主にオホーツク海、北海道および東北地方の太平洋側に分布している。太平洋北部（沖合底びき網漁業の太平洋北区に相当し、北海道太平洋側を含まない東北太平洋側の海域を指す）における漁獲量は 1978 年に６千トン以上に達したが、その後、減少傾向を示し、長期的にみて近年の漁獲量は極めて低い水準にある。CPUE も低い値で推移しており、資源状態が悪いことは明らかである。

太平洋北部のサメガレイは、水産庁により平成 13 年度から実施されている「資源回復計画」の対象魚種（TAE 魚種）となり、平成 15 年から保護区の設定により資源回復が試みられている。当海域において、サメガレイの大部分が金華山海区以南（漁区区分は、ズワイガニ太平洋北部系群の報告書参照）の沖合底びき網漁業（以下、沖底と呼ぶ）により漁獲されているが、沖底以外の漁獲統計は十分には整備されておらず、生態についても不明な点が多い。

２．生態

（１）分布・回遊

サメガレイは日本各地の水深 150～1,000m の砂泥底に生息し（坂本 1984）、特に北日本で分布密度が高い。太平洋北部では、漁場は海域全体に広がっているが（図１）、金華山・常磐・房総海区（宮城～茨城県沖合）での漁獲量が大部分を占める。大規模な回遊は知られていないが、成長に伴い深場に移動すると考えられる（佐伯 2001）。

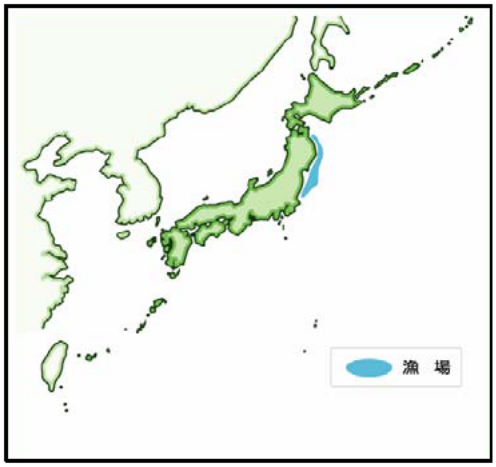


図1. 太平洋北部におけるサメガレイの分布.

（２）年齢・成長

佐伯（2001）は耳石を用いて年齢査定を行い、下記の成長式を報告している。

雄：TL=37.8(1-exp(-0.862(t-0.537)), N=189, r=0.933

雌：TL=54.8(1-exp(-0.412(t-0.215)), N=260, r=0.960

TL は全長（cm）、t は年齢、N は標本数。年齢の起算日は２月１日。

表1. 東北海区におけるサメガレイの年齢と成長. 全長(cm)で示す。

	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳
雄	12.4	27.1	33.3	35.9	37.0	37.5	—	—	—	—
雌	15.1	28.5	37.4	43.3	47.2	49.7	51.5	52.6	53.3	53.8

佐伯(2001)の成長式による。

年齢と全長の関係をみると、２歳までの雌雄差は小さいが、雌では３歳以上の成長が雄より早い（表１、図２）。観察個体の最高年齢は雄で９歳、雌で 13 歳と報告されており（佐伯 2001）、雌の寿命は雄より長い。

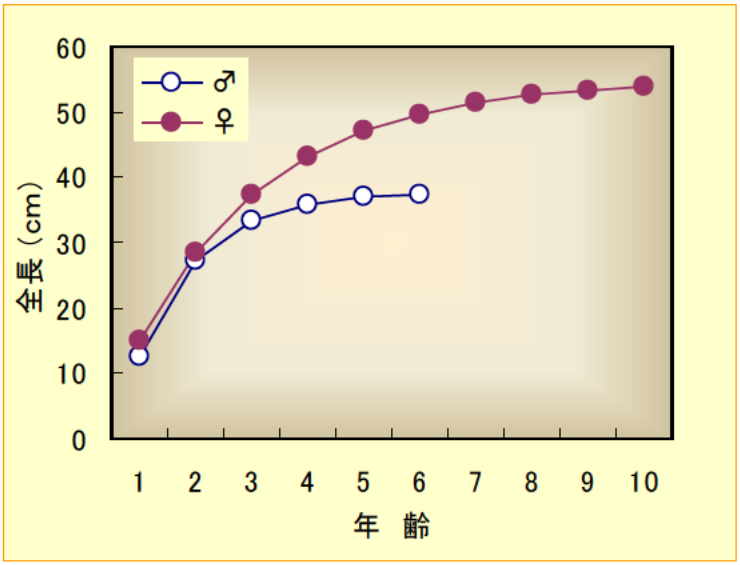


図2. 太平洋北部におけるサメガレイの成長.

（３）成熟・産卵

成熟サイズは雄で全長 25cm 以上（満２歳で一部が成熟、満３歳でほとんどが成熟）、雌で全長 40cm 以上（満３歳で一部が成熟、満４歳でほとんどが成熟）、産卵盛期は１～２月である（佐伯 2001）。産卵場の水深は 600～900m とされている（坂本 1984）。産卵期前後に漁獲が集中することから、親魚は産卵期に集群すると考えられる。

（４）被捕食関係

サメガレイは主にクモヒトデ類を摂餌しており、クモヒトデ類以外の餌生物は胃内容物中にほとんど認められない（東北区水産研究所八戸支所 1951; 三河 1953; 佐伯 2001）。被食についての情報は皆無で、サメガレイを捕食している魚種等は報告されていない。

３．漁業の状況

（１）漁業の概要

太平洋北部では、サメガレイは主に沖底により漁獲されており、他の漁業種類による漁獲量は極めて少ない。また、沖底の海区別漁獲量をみると、金華山・常磐・房総海区（宮城～茨城県沖合）での漁獲が大部分を占めている。佐伯（2001）は、宮城県における月別水揚げ量の推移を調べ、サメガレイが２月前後に多く水揚げされることから、漁獲が産卵期前後に集中していることを指摘しており、産卵親魚への漁獲圧が高いと考えられる。

（２）漁獲量の推移

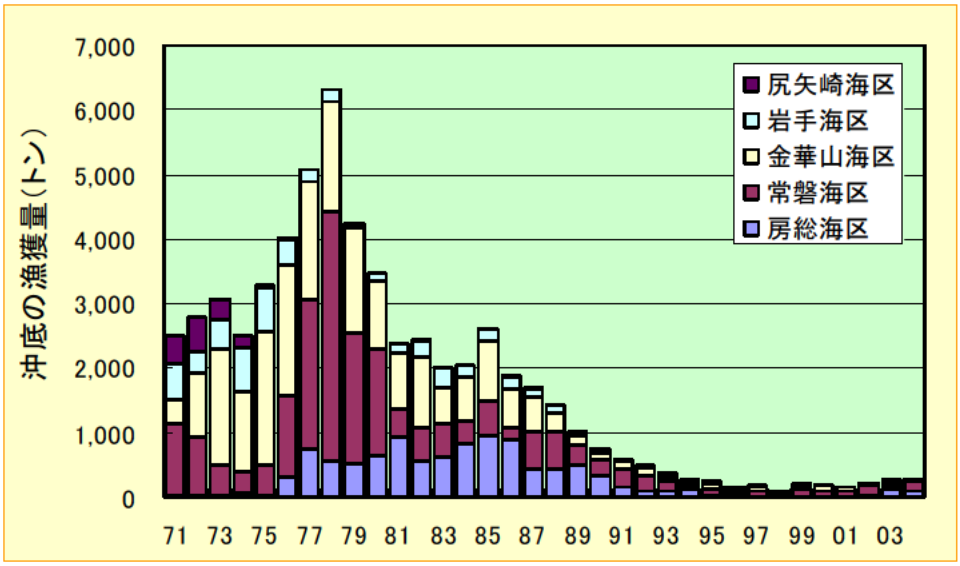


図3. 沖底によるサメガレイ漁獲量の推移.

沖底の漁獲量の推移をみると（表２、図３）、漁獲量は 1978 年の６千３百トンをピークに減少を続け、1998 年には最低水準の 108 トンを記録した。その後、やや増加し、2004 年の沖底による漁獲量は 272 トンとなっているが、近年の漁獲量は低い水準に留まっている。

主漁場である金華山海区以南では、オッタートロール漁法により操業が行われているが、この海域の漁獲量の変化も同様の傾向を示し、近年の漁獲量は低い値となっている（図４）。沖底の漁場分布図を付図１に示す。

1997 年以降、各県水試による主要港水揚量の集計から沖底以外の漁獲量が把握できている（表３）。それによると、2005 年の沖底の漁獲量は 364 トンとやや増加し、全漁業種類合計の漁獲量は 397 トンとなっている（暫定値）。

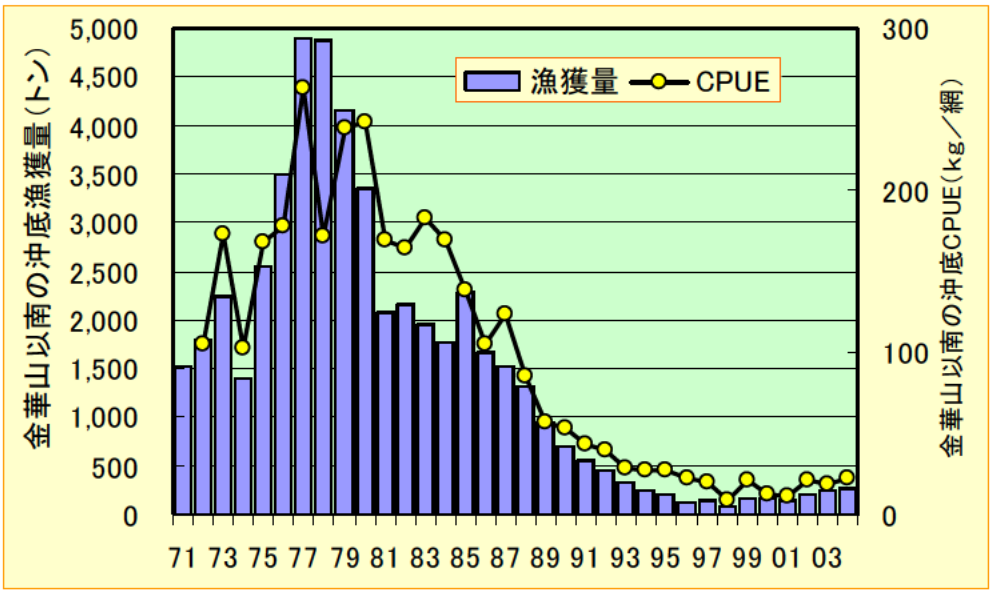


図4. 金華山海区以南のトロールによる漁獲量およびCPUEの推移.

表2. 沖底による海区別漁獲量(トン). 漁場別漁獲統計資料による。

小海区	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
尻矢崎海区	419	521	312	204	41	37	5	8	8	16
岩手海区	563	350	457	662	668	388	194	178	69	101
金華山海区	393	984	1,803	1,240	2,098	2,028	1,833	1,719	1,650	1,065
常磐海区	1,110	876	458	344	442	1,264	2,330	3,860	2,019	1,653
房総海区	21	46	34	64	44	305	731	565	513	636
計	2,506	2,777	3,064	2,514	3,293	4,021	5,093	6,329	4,258	3,471

小海区	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
尻矢崎海区	13	42	14	10	10	25	7	2	2	1
岩手海区	149	244	301	193	173	197	149	101	65	50
金華山海区	884	1,080	574	663	924	566	507	301	147	122
常磐海区	423	530	502	333	531	185	602	589	309	248
房総海区	932	560	630	850	960	913	426	425	491	326
計	2,400	2,455	2,020	2,049	2,598	1,886	1,691	1,418	1,014	746

小海区	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
尻矢崎海区	1	4	7	3	5	4	3	4	5	3
岩手海区	34	54	41	37	39	29	26	27	28	22
金華山海区	122	113	78	65	82	61	40	39	56	69
常磐海区	263	251	144	76	109	65	96	36	103	95
房総海区	162	89	103	110	19	2	10	2	14	12
計	581	510	373	290	253	161	174	108	207	201

小海区	2001	2002	2003	2004
尻矢崎海区	5	5	5	4
岩手海区	15	7	22	9
金華山海区	48	39	40	25
常磐海区	78	137	84	128
房総海区	14	39	113	106
計	160	226	265	272

表3. 東北海区におけるサメガレイ漁獲量の変化.

県名	漁業種	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
青森	沖底	－	7	13	15	10	8	17	14	7	6
	小底	－	4	8	11	7	4	2	8	10	5
	刺網	－	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	延縄	－	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	定置	－	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	－	1	1	0	0	1	0	1	0	0
岩手	沖底	－	31	31	33	26	16	7	24	10	7
	小底	－	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	刺網	－	0	0	1	0	0	0	0	1	1
	延縄	－	0	0	0	0	1	0	1	1	1
	定置	－	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	－	2	4	6	9	6	7	0	0	0
宮城	沖底	－	58	89	161	152	120	222	228	256	299
	小底	－	44	2	0	0	1	9	1	1	1
	刺網	－	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	延縄	－	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	定置	－	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	－	2	5	10	15	13	0	8	1	21
福島	沖底	－	12	23	45	28	28	26	38	34	50
	小底	－	0	0	0	3	7	4	0	0	0
	刺網	－	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	延縄	－	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	定置	－	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	－	0	0	0	0	0	0	0	0	0
茨城	沖底	－	0	1	1	1	1	2	2	0	1
	小底	－	1	0	0	0	1	0	0	2	3
	刺網	－	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	延縄	－	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	定置	－	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	－	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	沖底*	161	174	108	207	201	160	226	265	272	364
	小底	－	49	9	12	11	13	15	9	13	10
	刺網	－	0	0	1	1	0	0	0	1	1
	延縄	－	0	0	0	0	1	0	2	1	1
	定置	－	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	－	5	10	16	24	20	7	8	1	22
総計		－	229	127	235	237	194	249	285	289	397

注)各県の漁業種類別漁獲量は各県水試調べ(主要港)による。2005年の沖底小計は暫定値。
*沖底の小計は漁場別漁獲統計資料によるため、各県水試調べの合計値と一致しない。

（３）漁獲努力量と漁獲割合

過去に比べて漁獲量が激減しているサメガレイの場合、努力量（サメガレイの入網した網数）に占める狙い操業の割合が減少している可能性がある。これを補正するため、主漁場である金華山海区以南の漁区ごとの努力量を用い、下式（山田・田中 1999）により各漁区の努力量を CPUE で重み付けし、合計したものを有効努力量として求めた。

$$\hat{E} = \frac{1}{\overline{U}} \sum_{a=1}^{A} (E_a \cdot U_a)$$

E：努力量，U：CPUE，a：漁区

有効努力量は、漁獲量が多かった 1978 年に２万８千網と最も高い値を示し、1989 年ま

で１万５千網前後で推移したが、その後、減少傾向を示し、1996 年には過去最低の６千網弱となった（表４、図５）。1997 年以降は増加傾向を示し、2004 年には１万１千網となったが、全体を通してみた場合、有効努力量は減少傾向と判断される。

表4. 金華山以南の沖底による漁獲量、有効努力量およびCPUE.

年	漁獲量(トン)	有効努力量(網数)	CPUE(kg／網)
1971	1,524		
1972	1,790	17,102	104.7
1973	2,250	13,007	173.0
1974	1,390	13,505	102.9
1975	2,561	15,281	167.6
1976	3,489	19,668	177.4
1977	4,892	18,574	263.4
1978	4,871	28,357	171.8
1979	4,163	17,431	238.8
1980	3,354	13,870	241.8
1981	2,074	12,233	169.5
1982	2,152	13,119	164.0
1983	1,959	10,742	182.4
1984	1,770	10,454	169.3
1985	2,290	16,558	138.3
1986	1,664	15,904	104.6
1987	1,533	12,408	123.5
1988	1,314	15,321	85.8
1989	947	16,552	57.2
1990	695	13,234	52.5
1991	547	12,612	43.4
1992	453	11,353	39.9
1993	325	11,661	27.8
1994	251	9,285	27.0
1995	210	7,838	26.8
1996	129	5,794	22.2
1997	145	7,213	20.1
1998	75	8,468	8.9
1999	172	8,015	21.5
2000	175	13,739	12.7
2001	139	12,338	11.3
2002	214	10,371	20.6
2003	237	12,916	18.3
2004	258	11,344	22.7

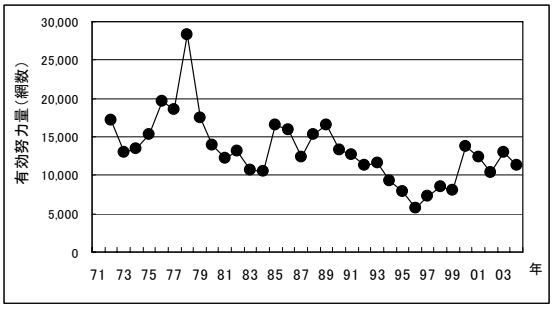


図5. 金華山海区以南の沖底による有効努力量.

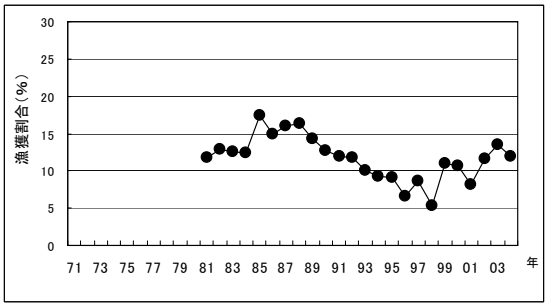


図6. 金華山海区以南の漁獲割合の経年変化.

プロダクションモデル（後述する資源量の推移の項を参照）により得られた金華山海区以南の漁獲割合の推移を示した（図６）。漁獲割合は 1980 年代後半に 15%前後であったが、その後、減少傾向を示し、1998 年に５％と過去最低となった。しかし、近年の漁獲割合は再び増加し、2004 年には 12%となっている。

４．資源の状態

（１）資源評価の方法

平成 14 年度から資源評価対象種となったため、コホート解析のための年齢別漁獲尾数データは４年分しか得られていない。太平洋北部ではトロール調査により底魚類の資源量を推定しているが、本調査ではサメガレイの採集個体数は少なく、資源量を推定することは不可能な状況にある。沖底の主要な漁場である金華山海区以南（金華山・常磐・房総海区）では単一の漁法（オッタートロール）で操業が行われているため、この海域の漁獲量と有効努力量を用いたプロダクションモデルにより資源量を推定した。プロダクションモデルの詳細は補足資料に示した。

（２）CPUE の推移

サメガレイの漁獲は大部分が沖底によるものであり、沖底の CPUE は長期的に把握できる唯一の資源量の指標である。ここでは、主漁場である金華山海区以南の有効努力量を用いて得られた CPUE の推移を示した（表４、図７）。これをみると、CPUE は長期的には

減少傾向にあり、現在の資源状態は低水準にあると考えられる。また、近年のCPUEはほぼ横ばいで推移している。

（３）漁獲物の年齢組成

大部分が水揚げされる宮城県石巻港の漁獲物の体長組成を調べ、漁獲物全体の体長組成をAge-length keyを用いて雌雄別に年齢分解し、それを引き延ばすことにより太平洋北部全体の水揚げ物の年齢組成を求めた（図８）。これをみると、雄は３～６歳、雌は３～８歳が中心となっており、主に親魚が漁獲されていると考えられた。産卵期前後に漁獲が集中していること（佐伯 2001）から、産卵のために集群してきた親魚を集中的に漁獲しているものと考えられる。

（４）資源量の推移

金華山海区以南の漁獲量が全体の90%以上を占めることから、金華山海区以南のCPUEをもとにプロダクションモデルを用いて資源量を推定し、その推移を示した（図９）。金華山海区以南における資源量は1981年の１万８千トンから減少を続け、1998年に1,300トンと極めて低い水準となった。その後、2003～2005年には1,900トン前後となり、近年はほぼ横ばいで推移している。

（５）資源の水準・動向

サメガレイの漁獲量は極めて少なく、沖底のCPUEおよび資源量も低い水準で推移している。また、近年の資源量は横ばいで推移していることから、サメガレイの資源水準は低位にあり、資源動向は横ばい傾向と判断される。

水準：低位　　動向：横ばい

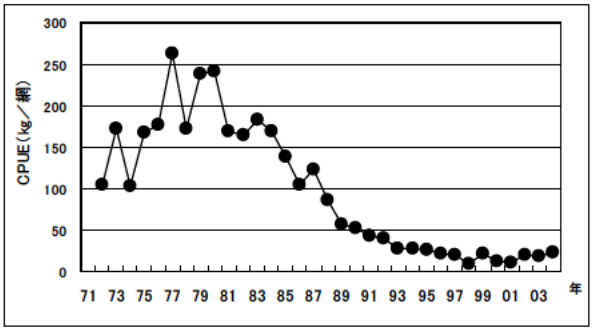
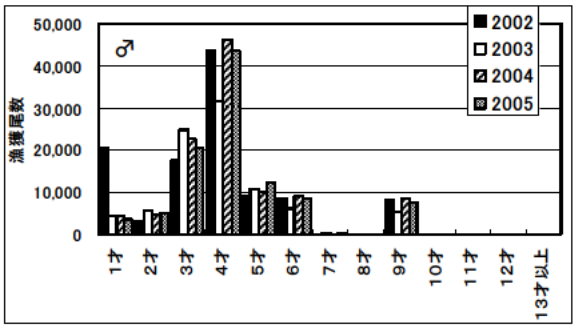


図7. 金華山海区以南の沖底によるCPUE.



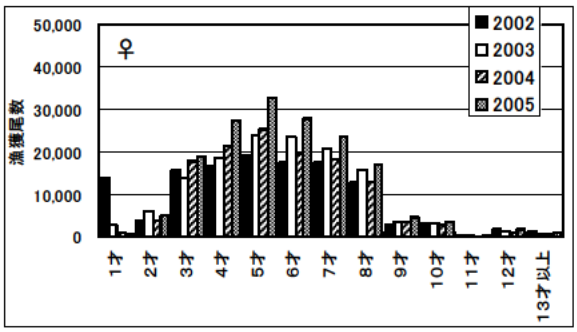


図8. 水揚げ物の年齢組成(太平洋北部).

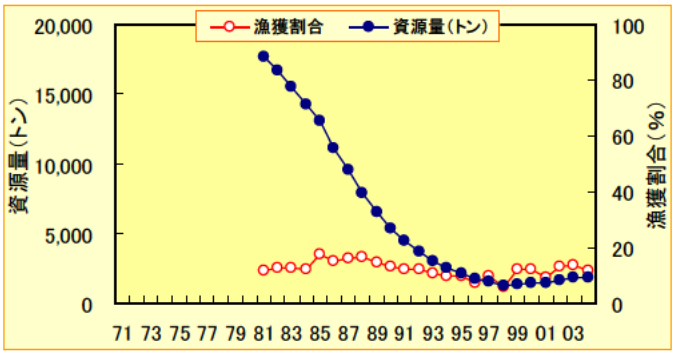


図9. 金華山海区以南における
サメガレイの資源量と漁獲割合の推移.

５．資源管理の方策

再生産関係は把握できておらず、加入量と海洋環境との関係も不明である。プロダクションモデルを用いて資源量推定を行った結果、サメガレイ資源は低水準で、近年は横ばい傾向と判断された。また、漁獲が産卵親魚に集中していると考えられることから、努力量を現状より低く設定し、産卵親魚量を増加させることが必要と考えられる。

６．2007 年の ABC の算定

（１）資源評価のまとめ

漁獲量、CPUE および資源量の推移をみると、サメガレイの資源状態が悪化し、現在の資源状態が低水準にあることは明らかである。また、近年の資源は横ばい傾向と判断される。産卵期に集中的に漁獲されていることから、産卵親魚を保護して、その資源量を増加させることが必要と考えられる。そこで、産卵親魚量を確保することを資源管理目標とし、ABC 算定のための基本規則１－２）－（２）に基づき、Flimit=Fmsy×B/Blimit、Ftarget=0.8Flimit として ABClimit および ABCtarget を算定した。

（２）ABC の算定

サメガレイ資源はB<Blimitの状態にあるため、ABC算定規則１－２）－（２）を用いてABCを算定した。金華山海区以南の沖底のCPUEを用いたプロダクションモデルから、Bmsyは 4,984 トン、MSYは 523 トンとなる（表５）。Fmsy（=MSY／Bmsy：プロダクションモデルにおけるFは漁獲割合を示す）は 0.105、B_{2007}は 2,180 トンである。そこで、Blimit=0.5Bmsy=2,492 トンとして計算すると、Flimit=Fmsy×B/Blimit=0.080、Ftarget=0.8Flimit=0.064 となる。この値を用いて算定される金華山海区以南の沖底に対するABClimitは 173 トン、ABCtargetは 139 トンである。最近年（2004 年）の漁獲量比により、太平洋北部全体の資源量およびABCを求めると、2007 年の資源量が 2,441 トン、ABClimit=194 トン、ABCtarget=155 トンとなる。

表5. プロダクションモデルより推定されたパラメタ.

パラメタ		値
B_0	初期資源量	17,621トン
q	漁具能率	0.0000105
r_1	内的増加率(1981～1998)	−0.085
r_2	内的増加率(1999～2004)	0.210
K	環境収容力	9,968トン
Bmsy		4,984トン
MSY		523トン
Fmsy	=MSY/Bmsy	0.105
Blimit	=Bmsy/2	2,492トン
B	$=B_{2004}$	1,888トン
Flimit	=Fmsy×B/Blimit	0.080
Ftarget	=Flimit×0.8	0.064
B_{2007}		2,180トン

	2007年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	190トン	Fmsy・B/Blimit	―	8%
ABCtarget	160トン	0.8Fmsy・B/Blimit	―	6%

漁獲割合はABC／資源量、ABCは十トン未満を四捨五入した値

（3）漁獲圧と資源動向

本報告では、2004 年の漁獲割合を現在の漁獲割合（Ecurrent）とし、金華山海区以南の CPUE を基にプロダクションモデルを作成して漁獲圧の変化に伴う資源動向の推移をシミュレーションした。Ecurrent で漁獲した場合、金華山海区以南の資源量は徐々に増加するが、漁獲割合を 1.5 倍に高めると資源量は減少すると推測された。Flimit で漁獲した場合、資源量は増加し、2011 年には 3,000 トンに回復すると推測された。このことから、ルールに基づく管理基準は、サメガレイ資源を徐々に回復させるための資源管理方策として適当であると判断された。

漁獲割合		漁獲量(トン)						
E	基準値	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0.000	E=0			0	0	0	0	0
0.064	0.53Ecurrent Ftargetに相当			140	154	168	183	199
0.080	0.67Ecurrent Flimitに相当			173	188	203	219	235
0.095	0.8Ecurrent			208	222	237	252	267
0.119	1.0Ecurrent	236	248	259	270	282	294	305
0.179	1.5Ecurrent			391	385	380	374	369
0.238	2.0Ecurrent			519	481	447	417	389

漁獲割合		資源量(トン)						
E	基準値	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0.000	E=0			2,180	2,538	2,935	3,370	3,838
0.064	0.53Ecurrent Ftargetに相当			2,180	2,398	2,627	2,865	3,111
0.080	0.67Ecurrent Flimitに相当			2,180	2,364	2,555	2,751	2,950
0.095	0.8Ecurrent			2,180	2,330	2,482	2,636	2,792
0.119	1.0Ecurrent	1,984	2,082	2,180	2,279	2,378	2,476	2,574
0.179	1.5Ecurrent			2,180	2,146	2,115	2,085	2,057
0.238	2.0Ecurrent			2,180	2,018	1,876	1,749	1,635

注)プロダクションモデルにより金華山以南の資源を対象として算定
2005年の漁獲量は暫定値。

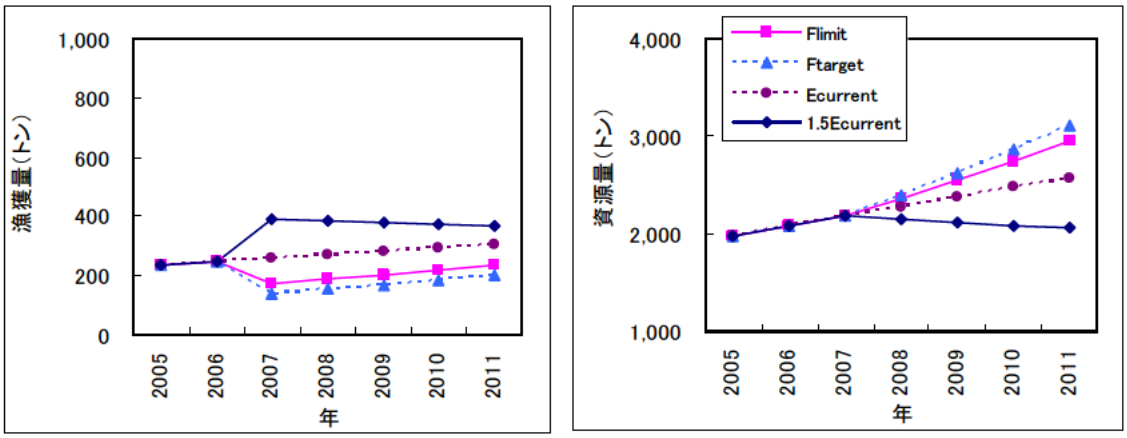


図10. 漁獲割合を変化させた場合の漁獲量および資源量の推移(金華山海区以南).

（４）ABClimit の検証

最近５年の CPUE に正の相関は認められず、資源は横ばい傾向と判断されるが、近年の漁獲量にはやや増加傾向が認められ、プロダクションモデルによれば Ecurrent で漁獲しても資源量はやや増加すると推測される。しかしながら、サメガレイの資源水準は極めて低水準にあることから、資源回復を確かなものとするために、0.080 程度に Flimit を抑え、思い切った漁獲圧の削減を実施すべきと考えられる。

（５）ABC の再評価

2005 年にプロダクションモデルを改良したため、2005 年（当初）とそれ以降では ABC が大きく異なっているが、2005 年再評価以降の資源量推定値の変化は少ない。ABC も大きくは変化せず、現在よりも漁獲量を抑えるべきとの結論は変わらない。

表6. 過去の管理目標・基準値、ABC（当初・再評価）のレビュー（量の単位はトン）

評価対象年（当初・再評価）	管理基準	資源量	ABClimit	target	漁獲量
2005年（当初）	0.8F30%(0.199)	417	84	68	－
2005年（2005年再評価）	Fmsy・B/Blimit(0.062)	2,040	125	100	－
2005年（2006年再評価）	Fmsy・B/Blimit(0.080)	2,222	177	141	397
2006年（当初）	Fmsy・B/Blimit(0.062)	2,077	128	102	－
2006年（2006年再評価）	Fmsy・B/Blimit(0.080)	2,331	185	148	－

注）2005年の漁獲量は暫定値、括弧内は漁獲割合

７．ABC 以外の管理方策への提言

漁期が産卵期前後に集中していることが最大の問題点と考えられる。沖底漁獲データをみると産卵期に限られた海域（緯度経度 10 分升目の範囲）でまとまって漁獲されている年がある。年によって漁獲の多い海域は若干異なるため、保護区の設定は困難であるが、サメガレイが集群している海域をみつけた場合に、その海域での漁獲を控えることは可能と考えられる。

８．引用文献

三河正男（1953）. 東北海区における底魚類の消化系と食性に就いて．第２報サメガレイ・ババガレイ．東北水研研報, 2, 26-36.

佐伯光広（2001）. 三陸・常磐沖合で漁獲されたサメガレイの生態と資源管理について．宮城水産研報, 1, 93-102.

坂本一男（1984）. サメガレイ．日本産魚類大図鑑－解説（益田　一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫（編））、東海大学出版、p.339.

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

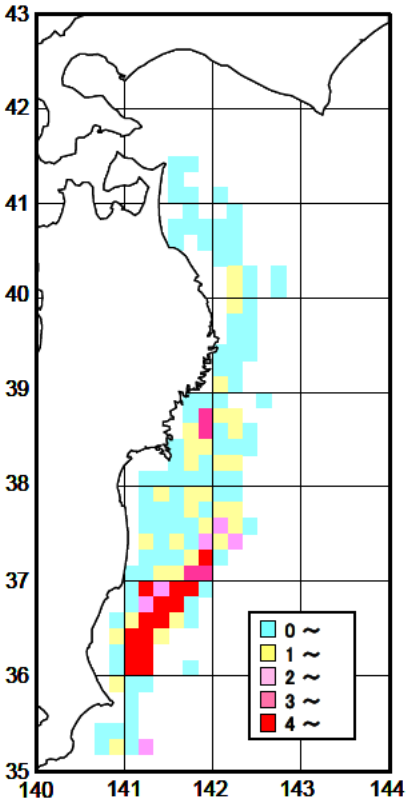
東北区水産研究所八戸支所（1951）. サメガレイ．東北区水産研究所海洋資源年報、第４底魚資源編、pp.26-32.

山田作太郎・田中英次（1999）. 水産資源学．成山堂書店．東京．151pp.

補足資料

沖底の漁場分布

沖底によるサメガレイの主漁場は、金華山・常磐・房総海区にあり、尻矢海区および岩手海区では分布密度が低い（付図１）。また、産卵期前後に集中的に漁獲されると報告されており（佐伯 2001）、１～４月には局所的に漁獲量が多い場所も認められる。



付図1. 2004年の沖底によるサメガレイの漁場分布. 単位はトン.

用いた非平衡プロダクションモデルの詳細

沖底の主要な漁場である金華山海区以南（金華山・常磐・房総海区）の漁獲量と有効努力量を用い、プロダクションモデルを作成した。そのため、本研究のモデルで得られる資源量は、金華山海区以南の沖底に対する資源量である。太平洋北部の尻矢崎海区ではかけ廻し、岩手海区ではかけ廻しと２そう曳きで操業が行われている。金華山海区では２そう曳きによる操業が若干みられるが、金華山海区以南ではオッターボードを用いたトロールでの操業がほとんどである。そのため、金華山海区以南のトロールによる努力量の質には違いがないと仮定した。太平洋北部ではスルメイカやスケトウダラを狙った浅みの操業とキチジやイトヒキダラを狙った深みの操業があるため、努力量にはサメガレイが入網した網数を補正して得られた有効努力量を用いた（本文参照）。

プロダクションモデルの基本式から、

$$B_{t+1} = B_t + rB_t\left(1 - \frac{B_t}{K}\right) - C_t$$

B_t： t 年の資源量、C_t： t 年の漁獲量、r：内的増加率、K：環境収容力

$C_t=qX_tB_t$、q：漁具能率、X_t： t 年の漁獲努力量（有効努力量）

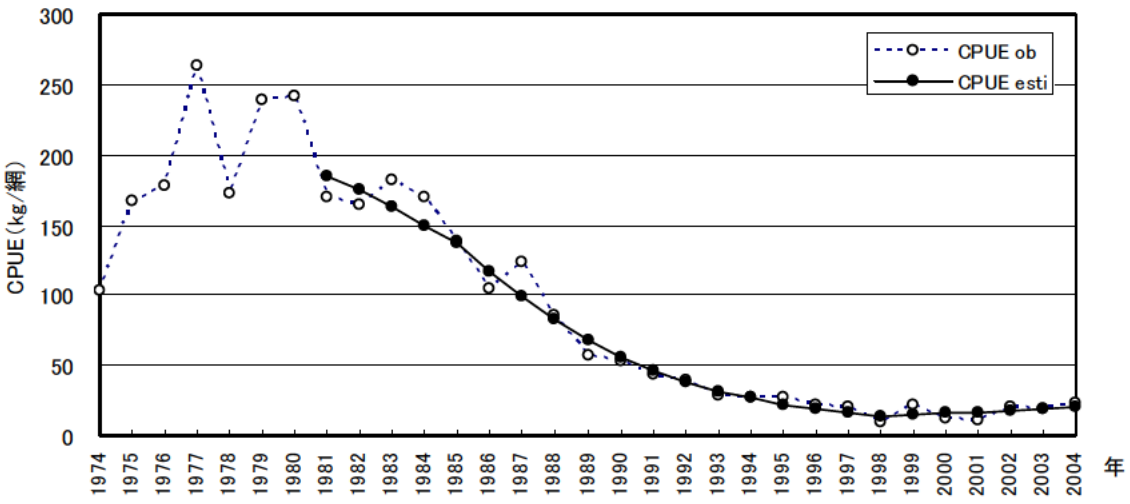
ここで、 t 年の単位漁獲努力量当たり漁獲量をU_tとすると、$U_t= C_t/X_t$となり、モデル上では$U_t =qB_t$となるはずなので、実際のCPUEとモデル上のCPUEの残差平方和$SSQ=\Sigma(qB_t-C_t/X_t)^2$を最小とするパラメタ($B_0$：初期資源量、r、K、q)をエクセルのソルバー（非線形最適化法）を用いて探索的に求めた。

サメガレイのCPUEは長期的には減少傾向にあるが、近年は横ばい傾向と判断される。近年の横ばい傾向を再現するため、内的増加率をr_1（1981～1998 年）とr_2（1999～2004年）の２つに分けてモデルの推定を行った。推定されたCPUEおよび漁獲量と実際の観測値との関係を調べた結果、推定値は比較的観測値を再現できていた(付図２および付図３)。このモデルにより得られた資源量推定値の推移を付図４に示す。

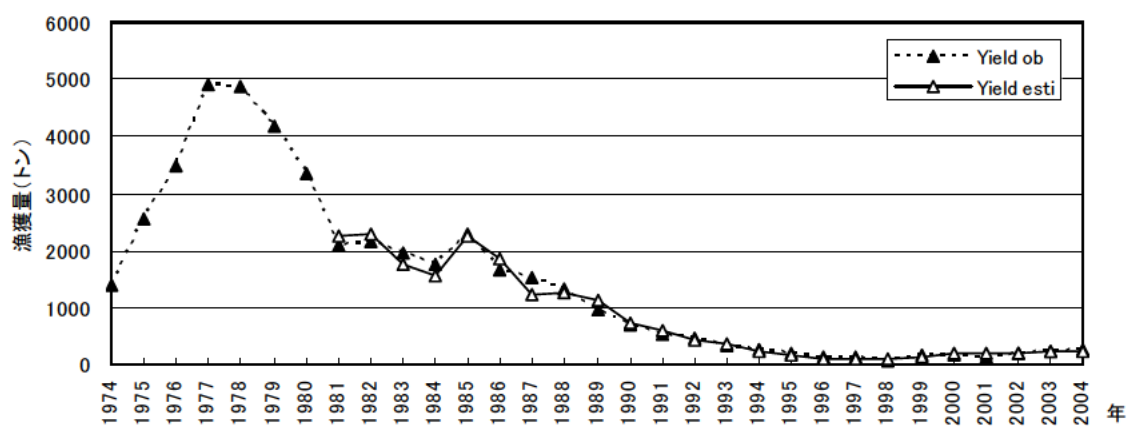
なお、本報告のプロダクションモデルにより得られたB_0は１万８千トン、Kは１万トンとなっており（表５）、B_0がKを上回っていた。B_0がKを上回る状況として、例えば以下の場合が考えられる。

1980 年以前のKが 1981 年以降のKよりも大きく、1980 年以前の資源量が 1981 年以降のKよりも大きかった場合、1980 年以前の大きな資源量が 1981 年以降のKに反応して徐々にK以下まで減少していくと推測される。この場合、減少過程にある 1981 年時点におけるB_0が 1981 年以降のKを上回る可能性があると考えられる。

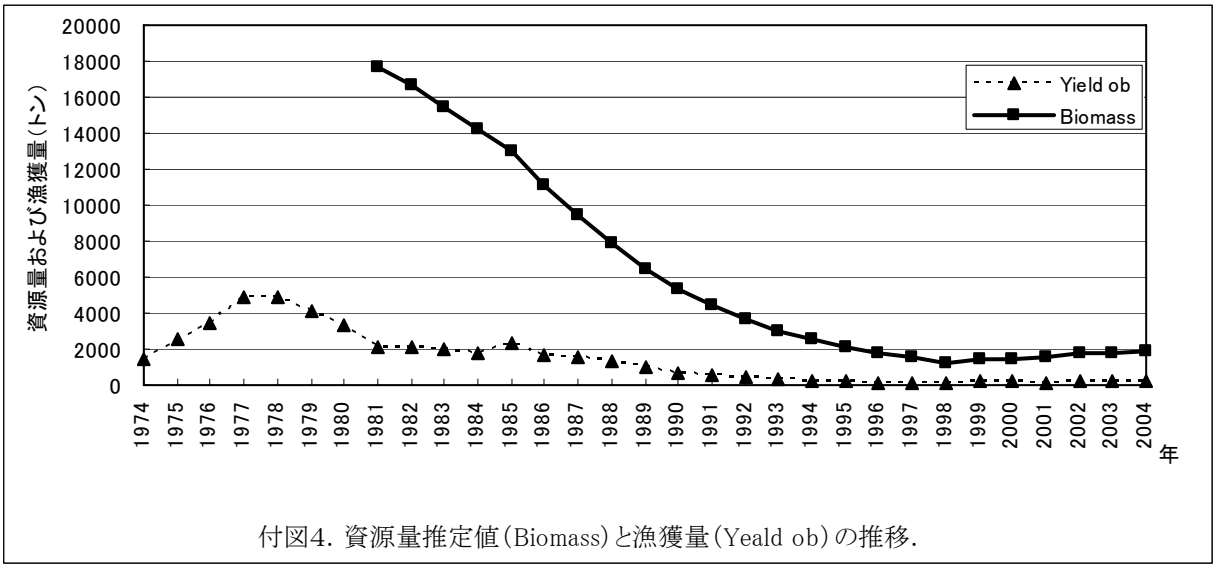
今後、1980 年以前の漁獲状況等を調査することにより、努力量の質的な変化を把握し、それらをプロダクションモデルによる解析に反映させる必要があると考えられる。



付図2. CPUEの観測値(ob)と推定値(esti)の推移.



付図3. 漁獲量の観測値(ob)と推定値(esti)の推移.



付図4. 資源量推定値(Biomass)と漁獲量(Yeald ob)の推移.