

平成 22 年度キチジ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、稲川 亮）

参 画 機 関：青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産試験場、茨城県水産試験場

要 約

キチジ太平洋北部の資源量は、着底トロール調査によって推定されている。沖合底びき網漁業の CPUE の長期的な推移から、資源は中位水準にあると考えられる。また、資源量推定値および CPUE は近年増加しており、資源は増加傾向と考えられる。しかし、近年、加入が少ない年が続いており、2005 年以降の資源尾数には減少傾向が認められ、今後の資源動向を注視する必要がある。本報告では、ABC 算定のための基本規則 1-3)-(2)に基づき、悪い加入が続く可能性を考慮して β_1 を 0.8 とし、 $F_{limit}=F_{40\%SPR}\times 0.8$ とした。また、不確実性を考慮して安全率 α を 0.8 とし、 $F_{target}=F_{limit}\times 0.8$ とした。

	2011年ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	580トン	0.8F40%SPR	0.09	8.0%
ABCtarget	470トン	0.8・0.8F40%SPR	0.07	6.5%

ABCは10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
2008	6,761	605	0.10	8.9%
2009	6,937	609	0.10	8.8%
2010	7,398	—	—	—

年は暦年、資源量は漁獲対象資源量、2009年の漁獲量は暫定値。

水準：中位 動向：増加

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
漁獲量 ・確定値	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁、1975～2008年の沖底） 青森～茨城県の農林統計（農水省、1975～2005年の沖底以外） 主要港水揚げ量（青森～茨城県、2006～2009年の沖底以外）
・暫定値	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁、2009年の沖底）
努力量（網数）、CPUE ・確定値	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁、1972～2008年の沖底）
・暫定値	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁、2009年の沖底）
漁獲物の体長組成	生物情報収集調査（水研セ、青森県～宮城県）
資源量、年齢別資源尾数、 資源の体長組成、再生産成功率	底魚類資源量調査（水研セ） ・着底トロール（トロール網の採集効率にLogistic式を仮定）
自然死亡係数（M）	年あたり $M=2.5/\text{寿命}$ （田中 1960） $=2.5/20=0.125$ を仮定

1. まえがき

キチジは、東北地方や北海道ではメヌケ類とともに「赤もの」と称され、総菜魚として

珍重されている。さらに、魚価も高いため漁獲対象として重要なものの1つである。しかし、長期的な漁獲量やCPUEの動向から、これまで資源は低位水準にあると考えられてきた。そのため、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）のキチジは、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」の対象魚種となり、平成15年からは保護区の設定によりサメガレイとともに資源回復が図られている。このような状況の中、キチジ資源に対する資源評価の精度向上が求められている。そのため、トロールによる資源量調査を導入して資源量の動向を経年的に把握するとともに、年齢査定による年齢別資源尾数の推定等を行い、資源評価手法の改良に関する調査を実施している。

2. 生態

(1) 分布・回遊

キチジは、駿河湾以北の本州および北海道・千島列島の太平洋岸、オホーツク海、ベーリング海に広く分布する。我が国周辺では、銚子以北の太平洋岸と北海道のオホーツク海で漁獲されるが、東北地方では常磐以北での漁獲が多い。

太平洋北部では、キチジは水深350～1,300m付近の深海域に生息しているが(図1)、水深500～800mで分布密度が最も高く、海底谷等の地形が複雑な場所に多い(北川ら1995)。太平洋北部では回遊に関する研究は行われていないが、オホーツク海の北見大和堆で放流した個体の一部が太平洋側で再捕されたことが報告されている(木下ら1999)。しかし、北海道を含む太平洋岸のキチジの系群構造は明らかにされていない。



図1. 太平洋北部におけるキチジの分布

(2) 年齢・成長

大型魚(体長25cm以上)では耳石縁辺部が透明化し、輪紋をうまく判別できないため、成長は十分に解明されていない。体長20cm程度までは雌雄間で成長にほとんど差がないことが報告されている(服部1998)。また、資源が増加した近年には、小型魚の成長が以前に比べて悪くなったことが報告されている(濱津・服部2003、Hattori *et al.* 2007)。ここでは、2002年の標本から得られた成長式と体長－体重の関係式(岩手水技セ・後藤氏資料)を下記に示す(図2)。

$$SL = 306 \left(1 - e^{-0.158(t-0.185)} \right), BW = 1.867 \times 10^{-5} \times SL^{3.068}$$

SL: 標準体長(mm)、BW: 体重(g)、年齢(t)の起算日は4月1日

キチジの成長は個体差が大きいですが、平均的には1歳で体長4cm、2歳で8cm、3歳で11cm、

4歳で14cm、5歳で16cm、6歳で18cmと非常に遅く、体長20cmに達するのに7年もかかり、最大で体長30cm程度となる。なお、寿命については、飼育下で全長20cm程度の個体が9年後に全長27~28cmとなったことから（國廣 1995）、20歳程度に達するものと考えられる。

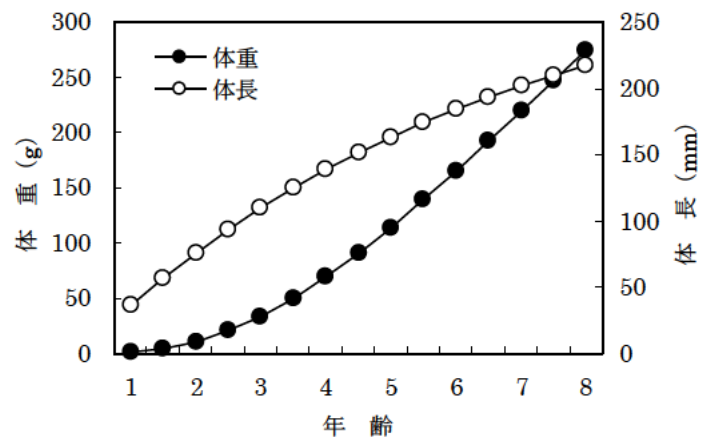


図2. 太平洋北部におけるキチジの成長

(3) 成熟・産卵

以前は、キチジの成熟体長は海域で異なるといわれていたが（三河・伊藤 1981）、組織学的観察により成熟体長を再検討した結果、近年の成熟体長には海域間による差は認められず、雌の50%成熟体長は15cmで、体長18cmでほとんどの個体が成熟していること（図3、服部ら 2006）、雄の50%成熟体長は9cmで

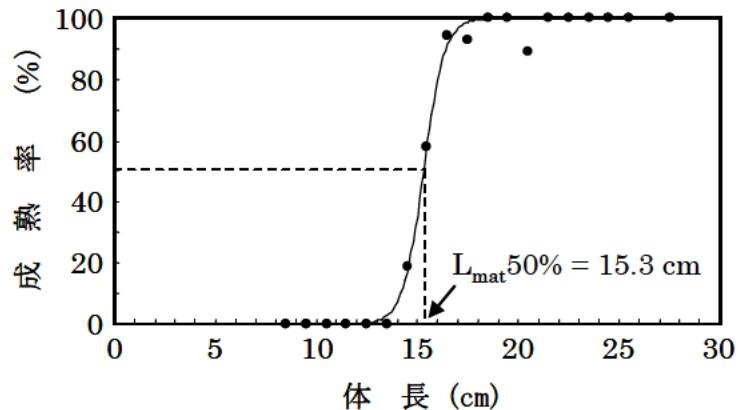


図3. 太平洋北部における雌の体長－成熟割合の関係

あること（濱津・服部 2004）が明らかとなった。2002年の年齢－体長関係に基づいて年齢別成熟割合を調べた結果、雌では3歳で0%、4歳で5%、5歳で88%、6歳以上で100%、雄では2歳で0%、3歳以上で100%が成熟していた。しかし、キチジでは年級群による成長差が大きいため、年齢別成熟割合に年変化があると推測される。

産卵期は1~4月で、平均卵径1mm強の楕円形の卵を1~15万粒産出する（三河・伊藤 1981）。また、1産卵期に2回の産卵を行うとの報告がある（Koya *et al.* 1995、國廣 1996、濱津・服部 2004）。4月に行われた調査では成魚の集群が認められなかったことから、産卵場は分布域全体に及んでいる可能性が高い（濱津・服部 2002）。卵は浮遊性でゼラチン質のひも状卵嚢に包まれた状態で産み出され（深滝 1963、Koya and Matsubara 1995）、稚魚ネット等により表層で採集される。天然の仔稚魚の生態については不明であるが、仔稚魚は中層に生息すると考えられる（服部 1998）。

(4) 被捕食関係

キチジは主にエビ類、オキアミ類、クモヒトデ類、端脚類、多毛類および魚類を摂餌する（三河 1952、東北水研八戸支所 1956、後藤 2004）。被食については、体長10cm以下のキチジが体長30cm以上のマダラに捕食されていた例がある（橋本 1974）。また、アブラガレイによる被食も知られているが（東北水研八戸支所資料）、現在の太平洋北部では

アブラガレイの漁獲量は少ないため、キチジ資源への被食圧は小さいと考えられる。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

太平洋北部では、キチジは主に沖合底びき網漁業（以下、沖底）で漁獲されるほか、小型底びき網漁業（以下、小底）、底延縄、底刺網で漁獲されるが、沖底以外の漁獲量は少ない。沖底では様々な魚種を漁獲対象とするため、それぞれの資源状態により漁獲の主対象が変化する。近年、沖底船は9～12月にスルメイカを狙って操業することが多く、スルメイカより深場に生息するキチジに対する漁獲圧は弱まっていると考えられる。

現在、太平洋北部で行われる沖底の漁法には3種類があり、尻矢崎海区ではかけ廻し、岩手海区では2そう曳き（一部、かけ廻し）、金華山海区以南ではトロールにより操業が行われている（小海区の区分は図4参照）。いずれの海区においてもキチジは重要な漁獲対象となっており、後述するトロール調査結果（補足資料3）においてもキチジの分布が海域全体に広がっていることが示されている。

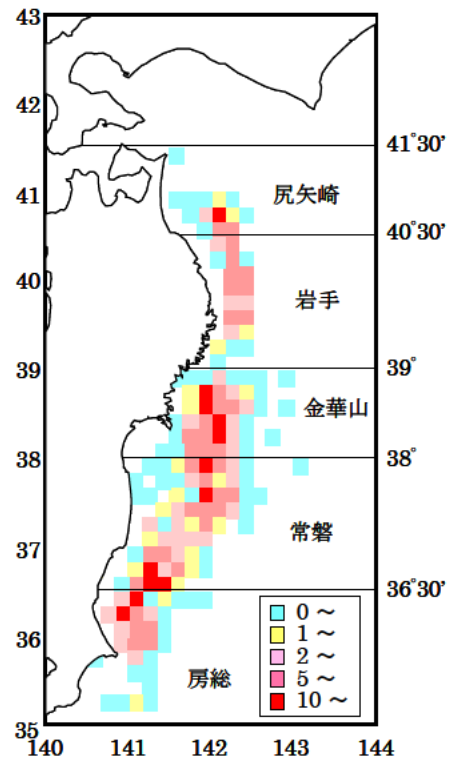


図4. 2008年の沖底によるキチジの漁場分布図 単位はトン。

表1. 太平洋北部における漁業種類別のキチジの漁獲量（トン）

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
沖底	2,296	1,987	2,015	2,164	1,259	1,567	1,451	1,350	960	769	881	960	1,003	875	657	541	456	507
小底	1,277	926	1,152	897	618	740	601	463	318	315	246	198	198	116	72	140	155	43
刺網	6	8	3	9	17	19	2	7	1	0	0	1	1	0	0	4	0	0
延縄	6	8	7	19	63	53	36	25	9	5	14	42	29	52	19	29	39	
定置	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	3	1	0	0	0	1	0
合計	3,585	2,929	3,177	3,089	1,957	2,379	2,091	1,846	1,290	1,090	1,137	1,176	1,245	1,020	781	704	641	589

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
沖底	518	424	357	320	229	286	232	282	304	291	514	332	427	584	502	563	560
小底	21	26	16	8	7	14	10	22	17	12	36	23	18	15	8	19	30
刺網	0	0	0	3	16	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0
延縄	9	6	6	9	6	10	16	20	20	27	29	39	30	16	13	14	11
定置	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	2	1	0	11	5	9	7
合計	548	457	379	342	258	311	259	326	342	333	583	397	475	626	529	605	609

沖底の値は漁場別漁獲統計資料による（2009年の値は暫定値）。2005年以前の沖底以外の値は農林統計、2006年以降の値は水試調べによる。

表2. 沖合底びき網漁業による小海区別のキチジの漁獲量（トン）

小海区	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
尻矢崎	137	57	39	54	50	186	100	260	124	110	101	252	70	49	44	31	21	41
岩手	989	844	895	605	518	768	639	498	404	188	232	239	207	167	164	118	125	120
金華山	426	361	303	353	231	219	198	172	165	164	240	258	358	319	168	165	126	117
常磐	530	532	630	773	348	261	264	285	175	176	156	119	296	271	218	155	139	176
房総	215	193	146	379	112	133	251	135	91	131	152	92	72	70	63	73	45	53
合計	2,296	1,987	2,015	2,164	1,259	1,567	1,451	1,350	960	769	881	960	1,003	875	657	541	456	507

小海区	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
尻矢崎	66	38	54	76	40	39	20	35	80	60	48	13	44	47	37	48	81
岩手	160	164	121	129	92	120	121	108	95	56	138	52	46	75	86	48	119
金華山	122	102	75	58	48	64	41	61	58	62	124	81	120	155	85	157	130
常磐	128	96	92	53	45	59	44	70	61	101	181	149	163	215	226	252	196
房総	42	25	15	5	4	3	6	9	9	12	24	36	55	91	69	58	34
合計	518	424	357	320	229	286	232	282	304	291	514	332	427	584	502	563	560

値は漁場別漁獲統計資料による（2009年の値は暫定値）。

(2) 漁獲量の推移

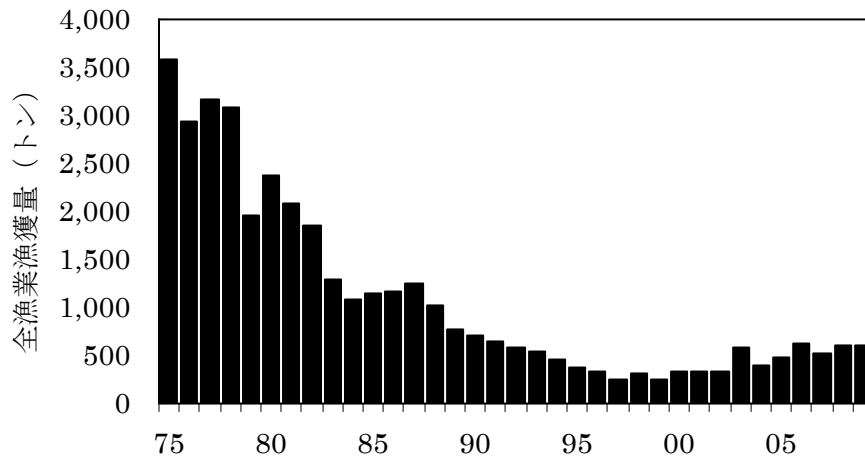


図 5. 太平洋北部におけるキチジ漁獲量の推移
2009 年の値は暫定値。

キチジの全漁業種を合わせた漁獲量は 1975 年から 1985 年にかけて急激に減少し、その後、やや横ばいとなったものの、1997 年まで再び減少の一途をたどった（表 1、図 5）。しかし、近年、キチジの漁獲量はやや増加している。漁業種類別の漁獲量をみると、沖底の漁獲量は 1970 年代には 2,000 トン前後と多かったものの、その後減少傾向が続き、1997 年には 229 トンと過去最低となった。また、小底の漁獲量も急激な減少を示し、1997 年には 7 トンと極めて低い値となった。その後、沖底による漁獲量は増加し、2003 年以降は 500 トン前後で推移している。2009 年には全漁業種合計で 609 トン、沖底で 560 トンの水揚げがあった（暫定値）。沖底の小海区別漁獲量をみると、1998 年以降の漁獲量の増大は金華山海区および常磐海区での漁獲量の増加によるものである（表 2）。

(3) 漁獲努力量

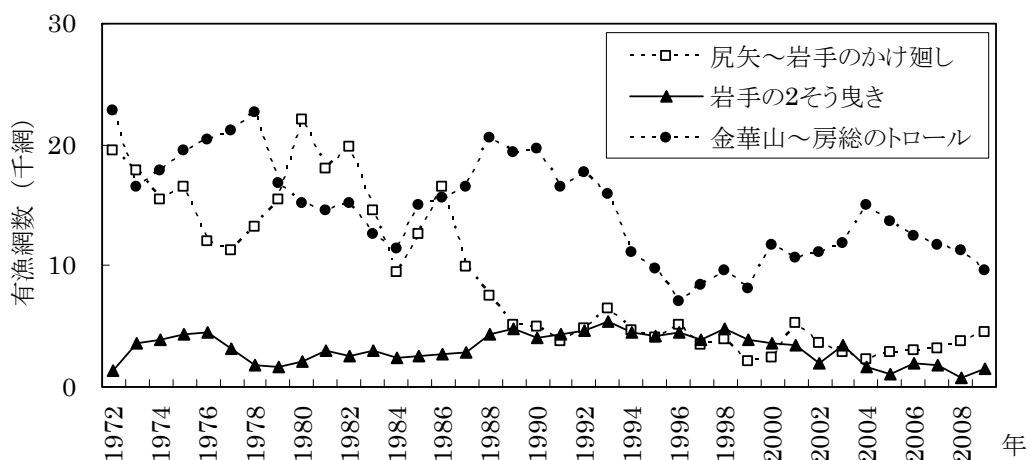


図6. 沖底による漁獲努力量の経年変化 2009年の値は暫定値。

長期的なかけ廻しの漁獲努力量（キチジの入網した網数）には減少傾向が認められる（表3、図6）。また、近年のかけ廻しと2そう曳きの漁獲努力量は低い水準にある。金華山海区以南のトロールの漁獲努力量は、増減を繰り返しながらも1996年まで減少傾向にあったが、1997年以降に一旦増加に転じるものの、2005年以降には再び減少傾向を示している。

表3. 沖底の小海区別漁獲努力量（キチジの入網網数）の経年変化

	尻矢 かけ廻し	岩手 かけ廻し	岩手 2そう曳き	金華山 トロール	常磐 トロール	房総 トロール
1972	3,269	16,299	1,350	7,106	13,610	2,113
1973	1,931	15,896	3,569	4,331	10,101	2,114
1974	1,615	13,800	3,871	4,691	9,793	3,426
1975	2,425	14,039	4,305	5,706	10,240	3,597
1976	1,420	10,569	4,561	4,982	12,029	3,364
1977	614	10,625	3,203	6,107	12,265	2,753
1978	814	12,338	1,739	5,853	12,426	4,411
1979	2,097	13,359	1,693	5,752	8,231	2,746
1980	5,281	16,788	2,073	4,646	5,993	4,501
1981	3,649	14,276	3,019	3,694	4,751	6,089
1982	6,658	13,160	2,613	3,423	7,180	4,474
1983	3,339	11,162	3,028	3,944	5,191	3,471
1984	3,218	6,252	2,461	3,652	4,000	3,770
1985	4,093	8,509	2,618	5,886	4,621	4,505
1986	8,012	8,541	2,691	7,475	4,367	3,724
1987	3,667	6,187	2,924	7,129	6,554	2,822
1988	3,527	3,936	4,364	8,873	9,218	2,481
1989	2,278	2,896	4,783	9,012	7,657	2,734
1990	1,888	3,098	4,086	9,232	7,604	2,829
1991	1,327	2,356	4,302	7,696	6,809	2,034
1992	2,112	2,613	4,619	7,187	7,535	2,922
1993	3,834	2,634	5,444	6,206	7,149	2,589
1994	2,424	2,156	4,458	4,366	5,268	1,406
1995	2,895	1,141	4,149	4,652	4,311	778
1996	3,946	1,110	4,431	3,508	3,149	350
1997	2,345	1,093	3,943	3,838	4,035	474
1998	2,465	1,382	4,828	4,603	4,649	311
1999	1,164	878	3,958	4,662	2,982	527
2000	1,678	771	3,536	5,928	5,174	556
2001	4,338	892	3,425	5,157	4,523	931
2002	2,890	684	1,974	5,181	4,830	1,026
2003	2,057	800	3,511	4,853	5,678	1,300
2004	1,462	719	1,679	6,226	6,743	1,983
2005	2,034	858	1,039	5,342	6,623	1,708
2006	2,252	676	1,911	5,510	5,174	1,799
2007	2,374	727	1,754	3,287	5,475	2,900
2008	2,881	806	760	4,133	5,214	1,893
2009	3,828	705	1,459	4,125	4,158	1,359

漁場別漁獲統計資料による。2009年の値は暫定値。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

秋季にトロール網による底魚類資源量調査を実施し（水深150～900m、計134地点）、面積－密度法により資源量を推定した。その詳細については、成松ら（2009）および服部ら（2006）に述べられている（補足資料2～4）。調査海域は青森県～茨城県沖で、太平洋北部のキチジの分布範囲をカバーできている（補足資料3）。これまで採集効率には、曳航

式深海用ビデオカメラとトロール曳網調査により推定された 0.3（渡部ら 2002）を用いていた。一方、耳石表面研磨による年齢査定を行い、各年の Age-length key を作成して年齢別体長組成を求めたところ（補足資料 3 の補足図 2～3）、年齢別資源尾数データ（補足資料 4 の補足表 2-1）の蓄積に伴い、翌年の資源尾数が増加するケースが認められたため、体長に関わらず採集効率を一定とすることに問題があると考えられた。そこで、平成 21 年度の資源評価から Logistic 式による採集効率を採用した（図 7）。体長と採集効率の関係式を下記に示す（SL は標準体長、単位は mm）。

$$Net\ efficiency = \frac{0.738}{1 + 1,525 \times e^{(-0.0824 \times SL)}}$$

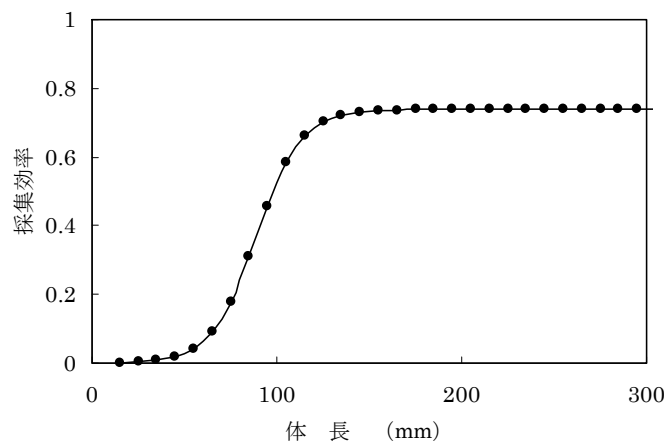


図7. 体長と採集効率の関係

これにより、同じ年級群の資源尾数が翌年に増加してしまう点は改善されたが、全ての不整合を解決することはできなかった。この原因として、高齢魚の年齢査定が難しく、年齢分解の精度が悪いこと、トロール調査により求めた 2006 年 10～11 月の資源尾数を過小評価している可能性が考えられた。

Logistic 式による採集効率を用い、秋期の年齢別資源尾数を求めた（補足資料 4 の補足表 2-5）。自然死亡係数は寿命を 20 歳として田内・田中の式（田中 1960）を用いた（ $M=2.5/20=0.125$ ）。各年の F （漁獲率＝漁獲割合を仮定）および M を用い、2 ヶ月分の漁獲量および死亡分を引いて 1 月時点の資源尾数を求めた（補足資料 4 の補足表 2-7）。なお、漁獲物の体長組成から 1 歳魚の漁獲は少ないと考えられることから、漁獲対象資源は 2 歳魚（2 歳 9 ヶ月）以上とした。各年の各年齢における平均体長から体長－体重関係を用いて平均体重を求め、それを乗じて資源重量を求めた（補足資料 4 の補足表 2-8）。なお、冬期の成長は悪いと考えられることから（服部 1998）、体長は 10～11 月時点のものを翌年のものとみなせると仮定して用いた。

(2) CPUE の推移

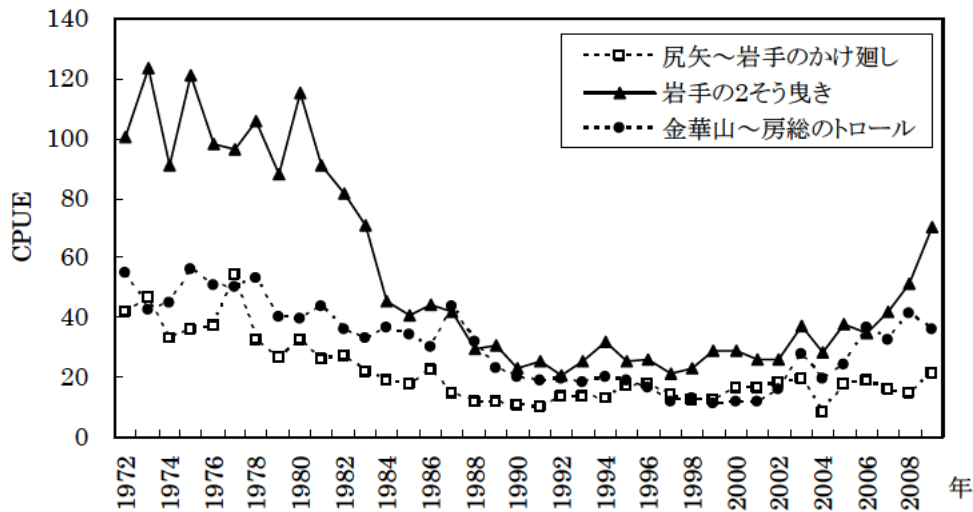


図8. 沖底によるCPUE (kg/網) の経年変化 2009年の値は暫定値。

表4. 沖底の小海区別、漁法別のCPUE (kg/網) の経年変化

年	尻矢 かけ廻し	岩手 かけ廻し	岩手 2そう曳き	金華山 トロール	常磐 トロール	房総 トロール
1972	44.1	41.4	100.6	59.3	53.1	49.1
1973	45.6	46.8	123.4	50.2	39.3	40.6
1974	48.8	31.2	90.7	44.4	42.1	53.4
1975	55.2	32.9	120.8	64.1	51.6	55.2
1976	37.0	37.5	98.2	68.0	42.8	52.6
1977	34.1	55.3	96.2	49.1	50.9	47.6
1978	59.8	30.9	105.6	47.2	54.5	57.5
1979	22.0	27.6	88.2	39.4	40.8	40.7
1980	34.6	31.6	115.1	44.7	43.1	29.5
1981	27.4	25.5	90.7	43.9	49.8	39.0
1982	39.0	21.3	81.4	36.9	39.7	30.1
1983	37.1	16.9	71.1	38.3	33.3	26.2
1984	32.0	12.2	45.3	38.6	37.9	34.2
1985	24.7	14.7	40.8	35.8	32.9	33.8
1986	31.4	14.0	44.4	34.4	27.2	24.7
1987	16.5	13.6	42.1	49.8	45.2	25.3
1988	13.9	9.6	29.5	35.6	29.4	28.3
1989	19.2	5.9	30.6	18.6	28.5	23.1
1990	16.5	7.5	23.2	17.8	20.3	25.6
1991	15.5	7.2	25.1	16.4	20.4	22.2
1992	19.2	9.0	21.0	16.3	23.3	18.2
1993	17.1	8.0	25.4	19.7	18.0	16.2
1994	15.7	9.7	32.1	23.3	18.1	17.8
1995	18.6	14.0	25.5	16.1	21.4	18.5
1996	19.3	13.0	25.8	16.4	16.8	13.2
1997	17.0	7.9	21.2	12.4	11.2	8.2
1998	16.0	5.6	23.3	13.9	12.6	9.6
1999	17.4	5.9	29.2	8.7	14.6	12.2
2000	20.8	6.4	29.0	10.2	13.5	16.4
2001	18.5	6.6	26.1	11.1	13.6	10.0
2002	20.7	7.0	26.0	11.5	21.0	11.7
2003	23.2	9.7	37.0	25.1	32.2	18.6
2004	9.0	6.9	28.2	13.6	24.7	19.1
2005	21.7	8.0	38.0	21.6	24.6	31.8
2006	20.8	12.9	34.8	27.1	41.3	50.7
2007	15.4	17.3	41.7	25.8	41.3	23.8
2008	15.8	10.5	51.5	37.9	48.3	30.9
2009	21.3	22.8	70.2	28.2	47.2	25.2

漁場別漁獲統計資料による。2009年の値は暫定値。

キチジは主に沖底により漁獲され、沖底の CPUE はキチジの資源動向を長期的に判断できる唯一の指標である。CPUE の変化をみると、いずれの小海区・漁法においても 1990 年代にかけて CPUE は減少傾向にあったが、その後の CPUE はほとんどの小海区で増加傾向に転じている（表 4）。岩手海区および金華山海区以南では CPUE の増加傾向が顕著であり、2009 年の岩手海区の 2 そう曳きによる CPUE は 1972 年の 70%、金華山海区以南のトロールによる CPUE は 66%にまで回復している（図 8）。しかし、尻矢～岩手海区のかけ廻しでは 51%までしか回復していない。

(3) 漁獲物の体長組成

2009 年の水揚げ物の体長組成をみると（図 9）、体長 10cm 前後（3 歳魚）から漁獲対象となっており、体長 15cm 以下の個体の割合が高かった。特に、体長 15cm 以下の個体は、宮城県以南で多く漁獲されていた。また、体長 30cm 以上の個体はほとんど漁獲されていなかった。

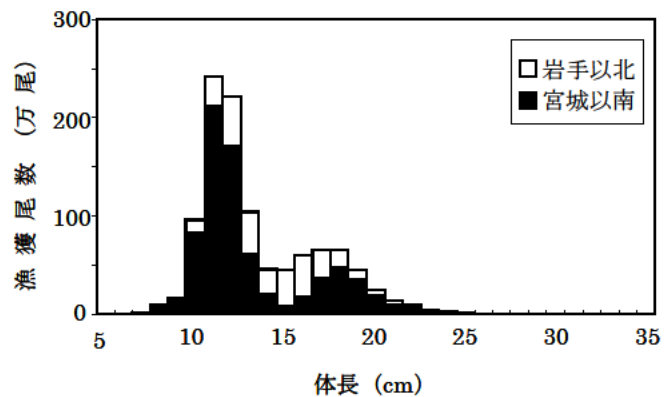


図9. 2009年の漁獲物の体長組成

平成 21 年度の資源評価において、VPA による資源量推定の可能性を検討したが、過去の高齢魚の F が高くなる問題点が認められた。その原因として、年齢査定が困難なプラスグループ（9 歳以上）に複数の年級群が含まれており、近年のプラスグループの漁獲尾数が増加していることがあげられる（平成 21 年度の報告を参照）。VPA によるキチジの資源量の推定精度向上には、引き続き高齢魚の年齢査定技術の開発に取り組む必要がある。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

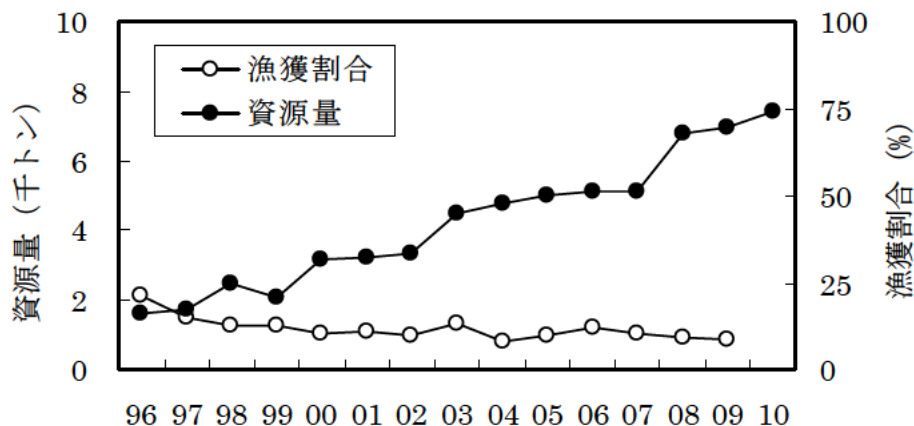


図10. キチジの資源量（1月時点）および漁獲割合の推移

着底トロールの面積－密度法から推定した資源量の推移から、近年の資源動向は増加傾

向と判断される（図 10）。また、漁獲割合は 10%前後で推移している。しかし、近年、加入が少ない年が続いており（補足資料 4 の補足表 2-7、補足資料 5）、2000 年代に入ってから資源量の増加は豊度が高かった 1999～2002 年級群の成長によるものである。一方、2005 年以降の資源尾数には減少傾向が認められている（図 11、補足資料 4 の補足表 2-7）。

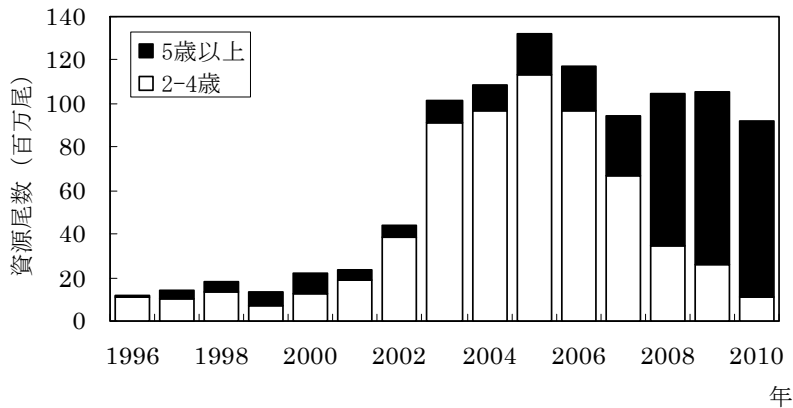


図11. キチジの資源尾数（1月時点）の推移

再生産成功率（RPS）は、1999～2002 年で高くなっており、1999～2002 年級群の生残が良かったと考えられた（図 12）。このことから、2000 年代の資源量の増加は主に 1999～2002 年級の生残率の増加による加入量の増加によるものと推定された。1999～2002 年にはアリューシャン低気圧の北偏に伴う移行域のクロロフィルフロント（表面クロロフィル a 濃度が $0.2 \mu\text{L}$ の海域）の北偏が起こったとされ（Bograd *et al.* 2004）、その 4 年間にはアカイカの CPUE が低かったことが報告されている（Ichii *et al.* 2006）。

キチジ類は孵化後 1 年以上にわたり海底から離れた遊泳生活を送ることが明らかとなっており（Moser 1974）、生活史初期、特に卵～遊泳期における生息環境の変化が生残に大きく影響している可能性がある。また、豊度が高かった 1999～2002 年級群では、成長率の低下が観察されている（濱津・服部 2006、Hattori *et al.* 2007）。

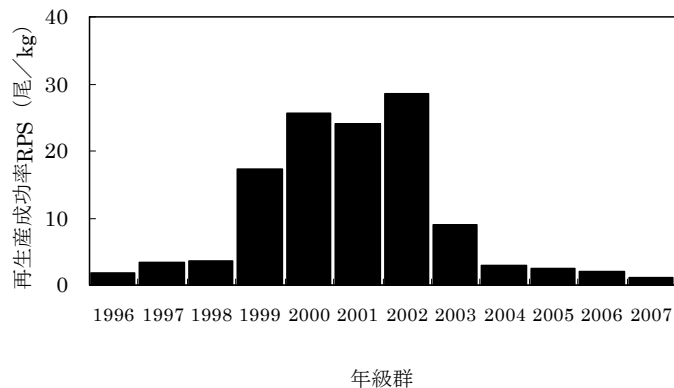


図12. 再生産成功率（RPS）の経年変化
雌親魚1kgあたりの2歳魚尾数として計算。

(5) 資源の水準・動向

キチジの漁獲量は長期的に減少していたが、近年はやや増加し、2003 年以降は 500 トン前後で推移している。主漁場である岩手海区および金華山海区以南では CPUE の増加傾向が顕著であり、2009 年の岩手海区の 2 そう曳きによる CPUE は 1972 年の 70%、金華山海区以南のトロールによる CPUE は 66%にまで回復しているため、現在の太平洋北部全体の資源水準は中位水準にあると判断される。また、過去 5 年の資源量推定値および

CPUE は増加していることから、資源の動向は増加傾向と判断される。

水準：中位

動向：増加

(6) 資源と漁獲の関係

YPR および SPR の式を用い、YPR および %SPR を求めた (図 13)。ここで、成長に関するパラメタは 2002 年の成長式および体長－体重関係から求め、漁獲開始年齢を 3 歳、加入年齢を 1 歳 6 ヶ月 (1.5 歳)、成熟年齢を 5 歳、寿命を 20 歳とした。本報告では、2008 年までの漁獲量の確定値と資源量推定値を用いて漁獲率を重量ベースで求め、 $F_{current}$ を 2006～2008 年の平均の F ($F_{ave3-yr}$) とした。この図から判断すると、現状の F ($F_{current} = 0.118$) は F_{max} および $F_{30\%SPR}$ を下回っており、 $F_{0.1}$ に近い値となっている。また、 $F_{40\%SPR}$ は 0.112 であり、 $F_{current}$ はこれをやや上回る。

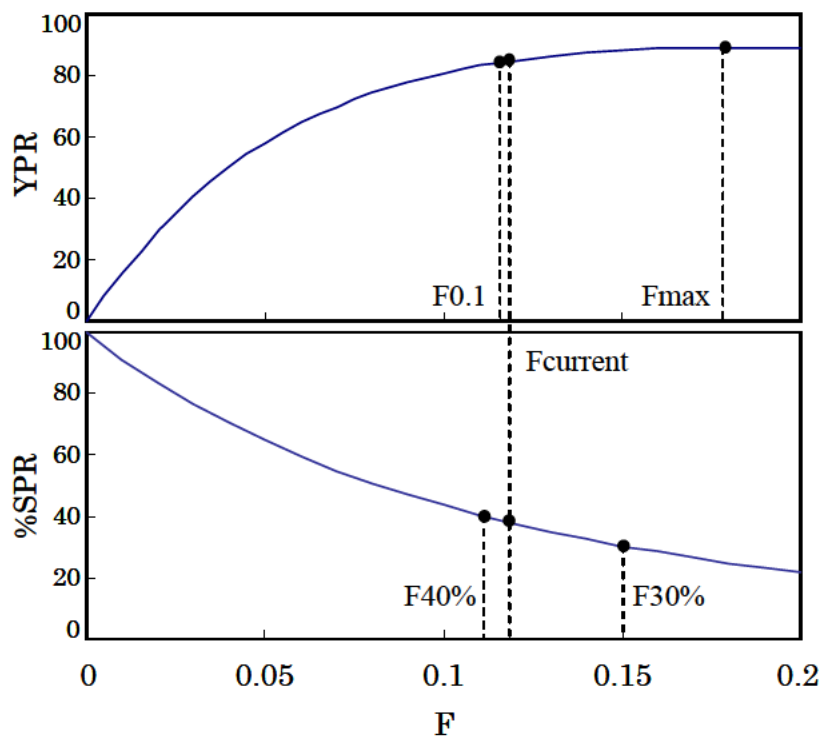


図13. YPRおよび%SPR

5. 2011 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

太平洋北部のキチジ資源は長期的に減少してきたが、2000 年代の資源量には増加傾向が認められる。これは 1999～2002 年級群の高い RPS による加入量の増大によるものである。また、漁獲量および CPUE の推移から判断した結果、キチジ資源は中位水準にまで回復したと判断される。しかし、近年、加入が少ない年が続いており、2005 年以降の資源尾数には減少傾向が認められることから、今後の資源量は減少傾向に転じる可能性が高い。そこで、本報告では、今後、悪い加入量が続く可能性を考慮し、漁獲を現状より抑えることで親魚量の増加を図ることを資源管理目標とした。

(2) ABC の算定

2011 年 1 月時点の資源量は、以下の方法で推定した。高齢魚の年齢分解に問題があると考えられるため、調査点数が増加した 2000 年以降のデータを用い、2 歳魚以上が翌年 3 歳魚以上になる割合（年間生残率：2 歳魚以上の生残率は一定と仮定）を求めた。ここでは、2006 年 10～11 月の資源尾数が過小である可能性を考慮し（平成 21 年度の報告を参照）、2005～2006 年および 2006～2007 年のデータを除外した。その結果、得られた年間生残率は 0.463～0.958 と推定され、平均生残率は 0.715 であった。2010 年 1 月時点の年齢別資源尾数（補足資料 4 の補足表 2-7）に平均生残率を乗じ、2011 年 1 月時点の 3 歳魚以上の資源尾数を求めた。同様の方法を用いた場合、1 歳魚から翌年の 2 歳魚になる際の平均生残率は 4.804 となる。このことは、1 歳魚の採集効率が 2 歳魚以上よりかなり低いことを示している。そこで、2011 年 1 月の 2 歳魚の資源尾数は 2010 年 1 月の 1 歳魚の資源尾数に 4.804 を乗じて求めた。2011 年の平均体重は 2010 年と同様と仮定した。以上の方法により資源量を推定した結果、2011 年の資源量は 7,205 トンと 2010 年よりやや減少し、資源尾数も 67,950 千尾に減少すると予測された。

本報告では、今後、悪い加入量が続く可能性を考慮し、漁獲を現状より抑えることで親魚量の増加を図ることを資源管理目標とした。そのため、ABC 算定にあたって $\beta 1$ を 0.8 とし、基本規則 1-3)-(2)に基づいて $F_{limit}=F40\%SPR \times 0.8$ とした。なお、キチジは成長が遅く、成熟年齢が比較的高齢であるため、管理基準値に F40%を採用した。また、不確実性を考慮して安全率 α を 0.8 とし ($F_{target}=F_{limit} \times 0.8$)、この時の漁獲量を ABCtarget とした。

$F_{limit}=F40\%SPR \times 0.8$ および $F_{target}=F_{limit} \times 0.8$ を用い、次式により E_{limit} および E_{target} を求めた。 $F40\%=0.112$ であるため、 $F_{limit}=0.112 \times 0.8=0.089$ とし、 $E=F/(F+M) \times (1-e^{-(F+M)})$ より、 $E_{limit}=0.080$ となる。ここで、 $M=0.125$ を用いる。同様に、 $F_{target}=F_{limit} \times 0.8$ とすると、 $F_{target}=0.071$ となり、 $E_{target}=0.065$ となる。
(F:漁獲係数、M:自然死亡係数、E:漁獲率、 E_{limit} と E_{target} :許容漁獲率)

ABC $_{limit}$ は資源量 $\times E_{limit}$ 、ABC $_{target}$ は資源量 $\times E_{target}$ として計算した結果、2011 年の資源量に対して計算される ABC $_{limit}$ は 580 トン、ABC $_{target}$ は 468 トンであった。

	2011年ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC $_{limit}$	580トン	0.8F40%SPR	0.09	8.0%
ABC $_{target}$	470トン	0.8・0.8F40%SPR	0.07	6.5%

ABCは10トン未満を四捨五入した値。

将来の加入量予測に不確実性が大きいこと、年齢別資源尾数の推定に問題点が残ることから、異なる F に対応した資源量・漁獲量予測を行うことは困難である。データの蓄積を待ち、資源量推定手法の改善を行った後に分析を行う必要がある。

(3) ABC の再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2008年漁獲量確定値	2008年漁獲量の確定
2009年資源量確定値	データ再見直しに伴う微修正
2010年資源量確定値	2010年資源量の確定

評価対象年（当初・再評価）	管理基準	F値	資源量	ABClimit	ABCtarget	漁獲量
2009年（当初）	0.8Fcurrent	0.040	18,143	660	530	
2009年（2009年再評価）	0.8Fcurrent	0.097	7,307	630	510	
2009年（2010年再評価）	0.8Fcurrent	0.095	6,937	590	480	609
2010年（当初）	0.8F40%SPR	0.089	8,206	660	530	
2010年（2010年再評価）	0.8F40%SPR	0.089	7,398	600	480	

2009年の漁獲量は暫定値、量の単位はトン、ABCは10トン未満を四捨五入した値。

2009年当初に推定された資源量が2009年再評価時に大きく減少したのは、Logistic式を用いた採集効率を採用したためである。しかし、算定されたABCに大きな変化が認められないのは、資源量推定値の減少に応じてF値が大きくなったためである。

6. ABC 以外の管理方策への提言

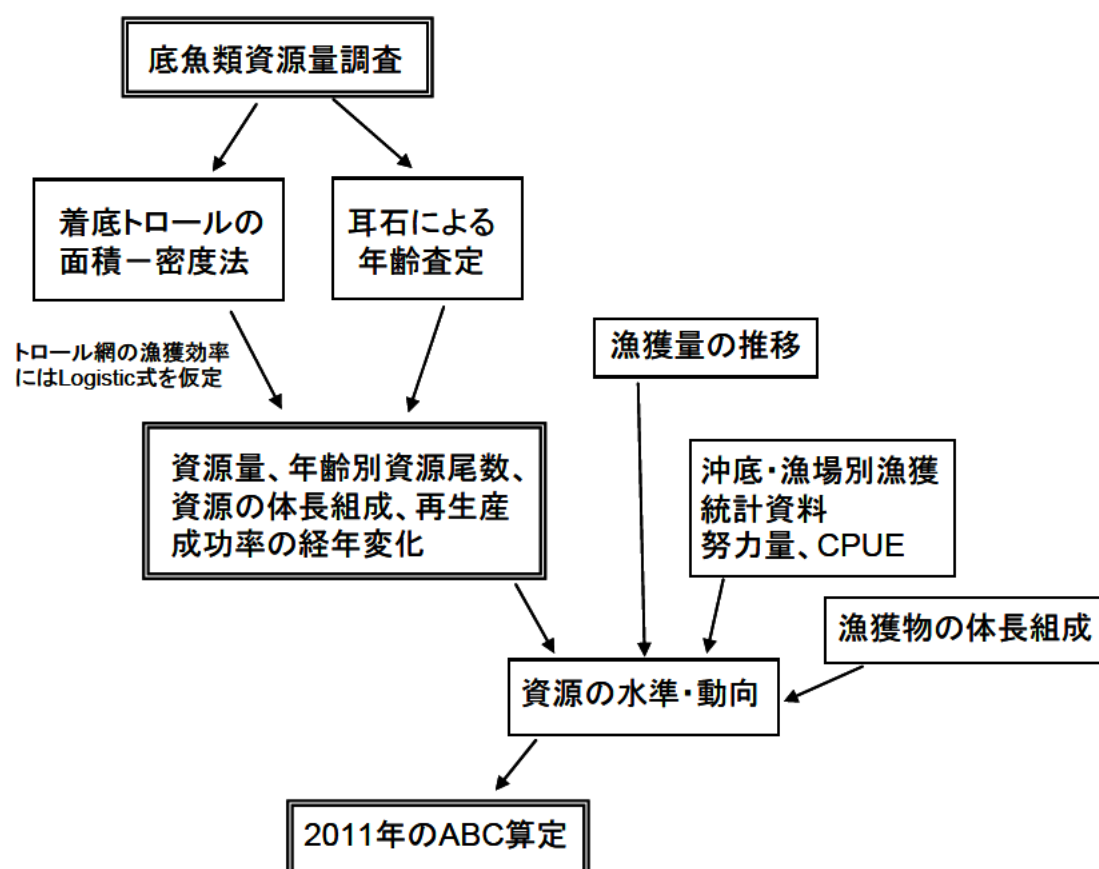
キチジの場合、小型魚の魚価は安く、取り残して成長させれば単価が急激に上昇する。現在の資源量の大部分を占める体長15cm以下の小型魚は魚価が安く、これらを保護することにより親魚量が増加し、その後の加入量の増加も期待できるため、漁獲開始年齢の引き上げはキチジの資源管理に有効な方策と考えられる。

7. 引用文献

- Bograd, S. J., D. G. Foley, F. B. Schwing, C. Wilson, R. M. Laurs, J. J. Polovina, E. A. Howell, and R. E. Brainard (2004) On the seasonal and interannual migrations of the transition zone chlorophyll front. *Geophys. Res. Lett.*, 31, L17204.
- 深滝 弘 (1963) 太平洋北西部から採集されたキチジの浮性卵囊. 日水研報告, 11, 91-100.
- 後藤友明 (2004) 岩手県沖合域に生息するキチジ *Sebastolobus macrochir* の年齢、成長、成熟および食性. 岩手水技セ研報, 4, 39-47.
- 橋本良平 (1974) 東北海区漁場におけるマダラの食性と生息水深の変動に関する研究. 東北水研研報, 33, 51-66.
- 服部 努 (1998) 東北太平洋岸沖におけるキチジの年齢と成長. GSK 底魚部会報, 1, 3-10.
- 服部 努・成松庸二・伊藤正木・上田祐司・北川大二 (2006) 東北海域におけるキチジの資源量と再生産成功率の経年変化. 日水誌, 72, 374-381.
- Hattori, T., Y. Narimatsu, M. Ito, Y. Ueda, K. Fujiwara, and D. Kitagawa (2007) Growth changes in bighead thornyhead *Sebastolobus macrochir* off the Pacific coast of northern Honshu, Japan. *Fish. Sci.*, 73, 341-347.
- 濱津友紀・服部 努 (2002) キチジ（太平洋北海域）. 漁場生産力変動評価・予測調査報告書, 12-17.
- 濱津友紀・服部 努 (2003) キチジ（太平洋北海域）. 漁場生産力変動評価・予測調査報告書, 12-19.

- 濱津友紀・服部 努 (2004) キチジ (太平洋北海域). 漁場生産力変動評価・予測調査報告書, 12-21.
- 濱津友紀・服部 努 (2006) キチジ (太平洋北海域). 漁場生産力変動評価・予測調査報告書, 12-21.
- Ichii, T., K. Mahapatra, M. Sakai, and D. Inagake (2006) Long-term changes in the stock abundance of neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in relation to climate change, the squid fishery, and interspecies interactions in the north Pacific. The role of squid in open ocean ecosystems, 16-17 November 2006, Hawaii, USA, 31-32.
- 木下貴裕・國廣靖志・多部田 修 (1999) 標識放流に基づくオホーツク海南部におけるキチジの回遊. 日水誌, 65, 73-77.
- 北川大二・橋本 惇・上野康弘・石田享一・岩切 潤 (1995) 三陸沖深海域におけるキチジの分布特性. 海洋科学技術センター試験研究報告, 107-117.
- Koya, Y. and T. Matsubara (1995) Ultrastructural observations on the inner ovarian epithelia of kichiji rockfish *Sebastolobus macrochir* with special reference to the production of gelatinous material surrounding the eggs. Bull. Hokkaido Natl. Fish. Res. Inst., 59, 1-17.
- Koya, Y., T. Hamatsu, and T. Matsubara (1995) Annual reproductive cycle and spawning characteristics of female kichiji rockfish *Sebastolobus macrochir*. Fish. Sci., 61, 203-208.
- 國廣靖志 (1995) オホーツク海のキチジの漁業と生態. その 2. 北水試だより, 29, 14-22.
- 國廣靖志 (1996) オホーツク海で獲れた産卵中のキチジ (短報). 北水試研報, 48, 27-29.
- 三河正男 (1952) 東北海区における底魚類の消化系と食性について. 第 1 報キチジ. 東北水研研報, 1, 20-24.
- 三河正男・伊藤勝千代 (1981) キチジの成熟と産卵について. GSK 北日本底魚部会報, 16, 42-52.
- Moser, H. G. (1974) Development and distribution of larvae and juveniles of *Sebastolobus* (Pisces; Familiy Scorpaenidae). Fish. Bull., 72, 865-884.
- 成松庸二・伊藤正木・服部 努・上田祐司 (2009) 2008 年の底魚類現存量調査結果. 東北底魚研究, 29, 112-126.
- 水産総合研究センター (2006). 平成 16 年度資源管理型沖合漁業推進総合調査 (三陸沖きちじ等: 三陸沖合海域) 調査報告書, 65pp.
- 水産総合研究センター (2007) 平成 17 年度資源管理型沖合漁業推進総合調査 (三陸沖きちじ等: 三陸沖合海域) 調査報告書, 59pp.
- 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 (1956) 東北海区の底魚. 東北水研叢書, 6, 61-68.
- 渡部俊広・渡辺一俊・北川大二 (2002) ズワイガニ類とキチジに対するトロール網の採集効率 (要旨). 東北底魚研究, 22, 32-33.

補足資料 1. データと資源評価の関係を示すフロー



補足資料 2. 資源計算方法

キチジ太平洋北部の資源量推定は、調査船による着底トロール調査の結果（補足資料 3）を用いた面積－密度法により行われている。北緯 38°50' で調査海域を南北に分け、2009 年には 100～200m、200～300m、300～400m、400～500m、500～600m、600～700m、700～800m および 800～1,000m の 8 水深帯、16 層 (j) に海域を層化した。各調査点 (j) において網着底から網離底までの距離を求め、それを曳網距離として用いた。オッターレコーダー（フルノ社製、CN-22A）でオッターボード間隔を測定し、漁具構成から得られたオッターボード間隔と袖先間隔の比（1 : 0.258）により袖先間隔を推定し、曳網距離に袖先間隔を乗じて i 層 j 地点の曳網面積 (a_{ij}) を求めた。 i 層 j 地点の漁獲重量あるいは漁獲尾数 (C_{ij}) を a_{ij} で除し、 i 層 j 地点の密度 (d_{ij}) を算出し、その平均を i 層における密度 d_i とした。なお、 n_i は i 層の調査地点数を表す。

$$d_{ij} = \frac{C_{ij}}{a_{ij}} \quad (1)$$

$$d_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} d_{ij} \quad (2)$$

さらに、 i 層の平均密度 (d_i) に i 層の海域面積 (A_i) を乗じ、 i 層の資源量あるいは資源尾数 (B_i) を求め、これらを合計することにより東北海域全体のキチジの資源量あるいは資源尾数 (B) とした。

$$B_i = A_i \cdot d_i \quad (3)$$

$$B = \sum B_i \quad (4)$$

資源尾数については、体長 1cm ごとの計算も行い、資源全体の体長組成を求めた。なお、ここでは、キチジの採集効率（網口の前にいる魚の何割が漁獲されるかを示す係数）を 0.3 と仮定している（渡部ら 2002）。

i 層の密度の標準偏差 (SD_{d_i}) を求め、 n_i と A_i により i 層における資源量あるいは資源尾数の標準誤差 (SE_{B_i}) を計算し、調査海域全体における資源の標準誤差 (SE) および変動係数 (CV , %) を下式により求めた。なお、ここで得られる CV とは資源量および資源尾数に対する値であり、採集効率の推定誤差は含んでいない。

$$SE_{B_i} = \frac{A_i \cdot SD_{d_i}}{\sqrt{n_i}} \quad (5)$$

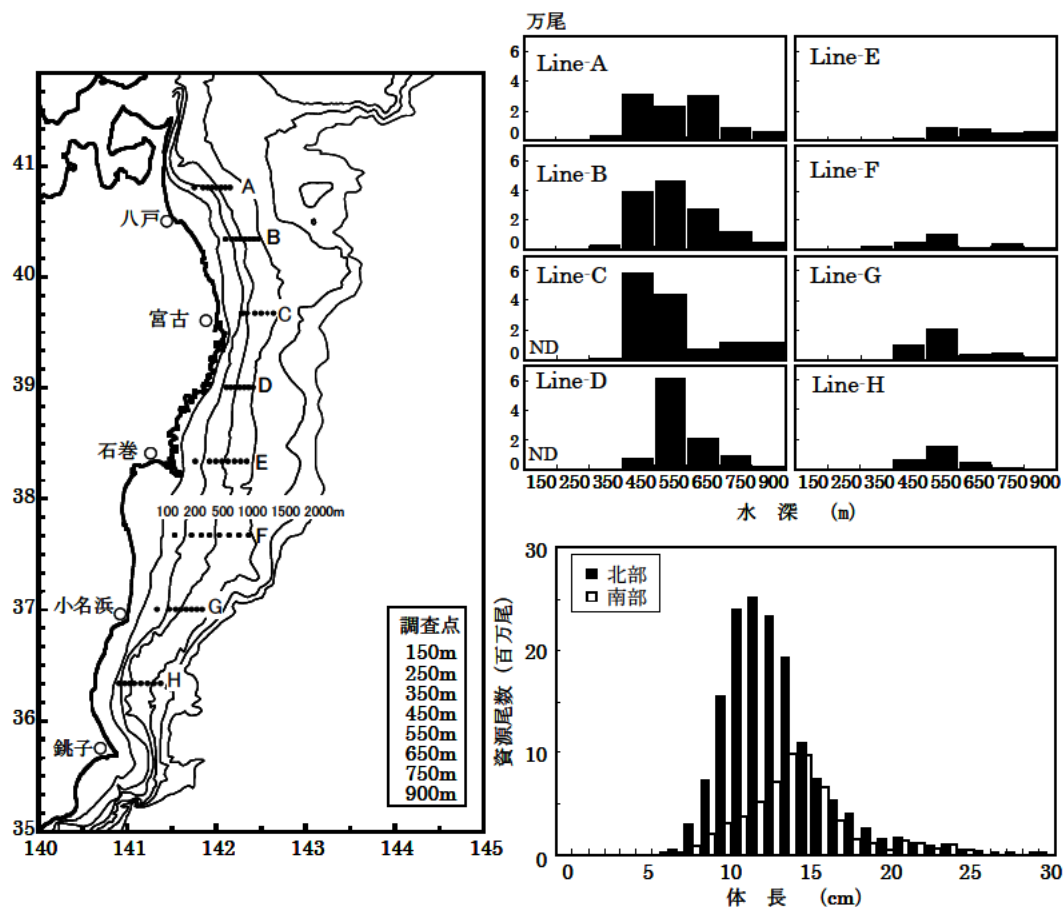
$$SE = \sqrt{\sum SE_{B_i}^2} \quad (6)$$

$$CV = \frac{SE \times 100}{B} \quad (7)$$

補足資料 3. 調査船調査の経過及び結果

若鷹丸による底魚類資源量調査は、1995 年以降、秋季（10～11 月）に着底トロールを用いて実施されている。この調査で使用している着底トロール網の構成は、袖網長 13.0m、身網長 26.1m、網口幅が 5.4m であり、コッドエンドの長さは 5.0m である。コッドエンドは 3 重構造となっており、内網の目合が 50mm、外網の目合が 8mm 角、すれ防止用の最も外側を覆う網の目合が 60mm であり、小型個体も外網により採集可能な構造となっている。1 回の曳網時間は原則として 30 分間とし、全ての曳網は日の出から日没までの間に船速 2.5～3.5 ノットで行われている。船上で各々の曳網で採集されたキチジの尾数と重量を計数・計量した後、標準体長を計測し、年齢査定用の耳石の採取を実施している。下記に 2009 年に行った調査結果の概要を示す。

2009 年 10～11 月の調査では、水深 150～900m において計 134 地点の着底トロール調査を実施した。水深帯別の分布密度をみると、キチジは主に水深 350m 以深に分布し、水深 450～650m が分布の中心となっていた。面積－密度法（補足資料 2）により採集効率を 0.3 とした場合の体長組成を求めた結果、現在の資源は体長 15cm 以下の小型魚で占められること、東北南部に比べて北部で体長 12cm 前後の個体が多いことが明らかとなった。



補足図 1. 2009 年 10～11 月の資源量調査における曳網地点 (左)、キチジの分布密度 (右上、曳網 1 km² あたり採集尾数で示す) および東北北部・南部における体長組成 (右下) ここでは、採集効率=0.3 で一定とした。

若鷹丸による底魚類資源量調査（1995 年以降の結果）

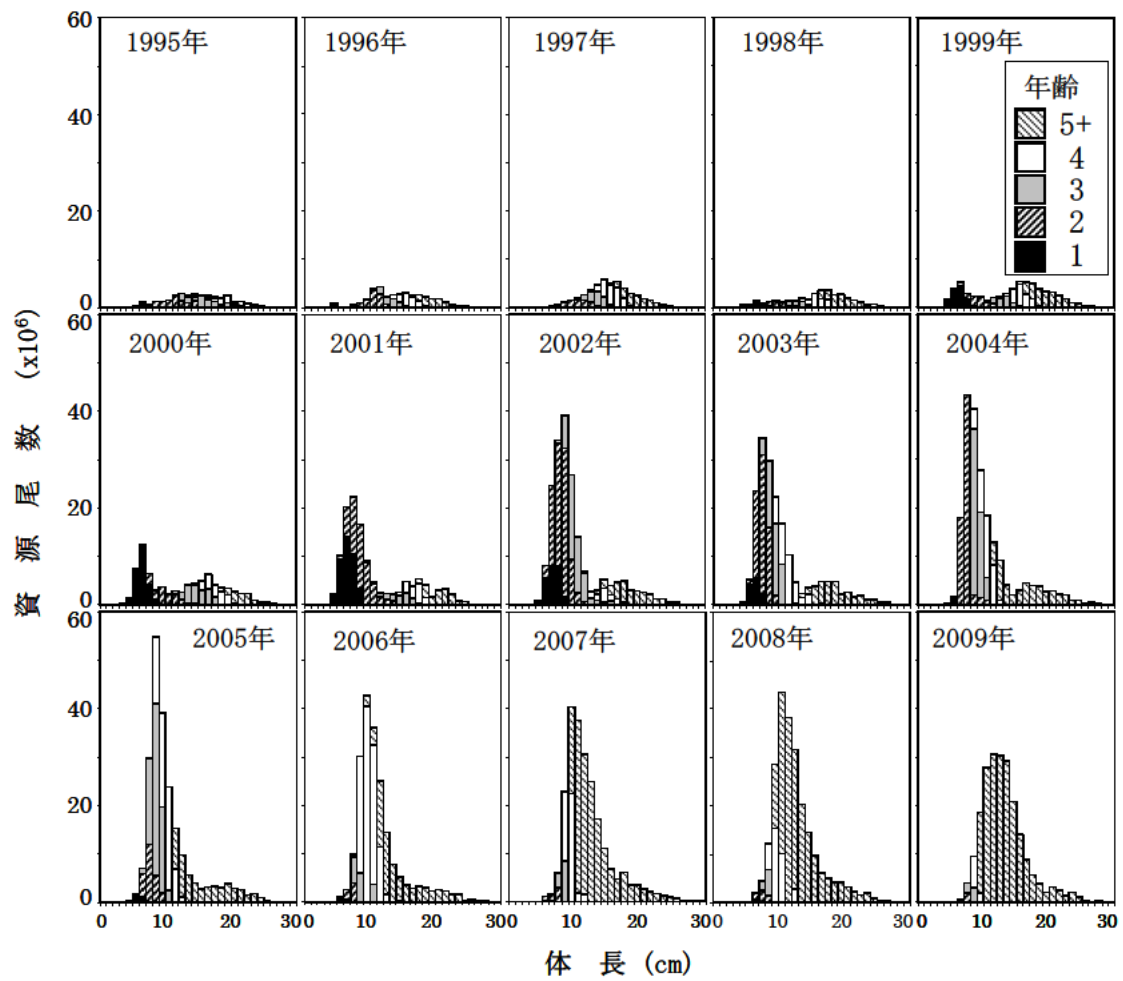
調査船調査は、1995 年以降、秋季（10～11 月）に着底トロールを用いて実施されており、太平洋北部全体のキチジの資源量および資源尾数の推定に用いられている（補足資料 2 参照）。ここでは、得られた資源量および資源尾数に関する結果（調査地点数、資源量および資源尾数の変動係数 CV、標準誤差 SE、信頼区間）を下表に示した。なお、本表には 0 歳魚の資源尾数を含むため、本文で用いた年齢別資源尾数の合計とは完全には一致しない。

補足表1. 若鷹丸による秋季の底魚類資源量調査により得られたキチジの資源量および資源尾数の経年変化（着底トロールの面積－密度法、採集効率を一定の0.3とした場合）

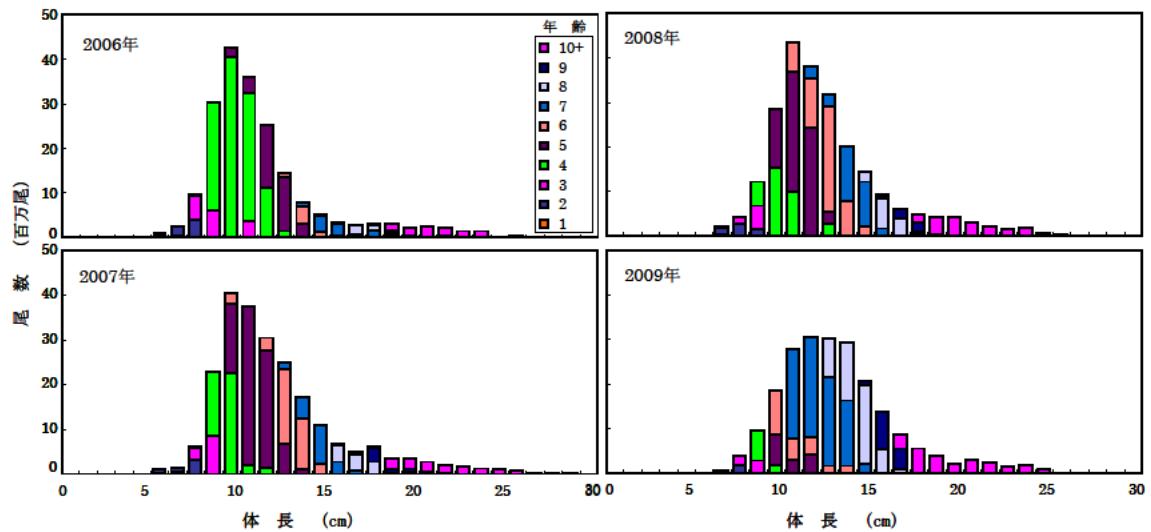
年	1995	1996	1997	1998	1999	2000
調査地点数	57	57	60	61	59	74
資源量（トン）	4,741	5,076	6,079	5,322	8,342	8,625
資源量のCV	0.18	0.18	0.09	0.13	0.14	0.17
資源量のSE（トン）	855	904	559	707	1,185	1,448
95%信頼区間（上限）、トン	6,462	6,914	7,211	6,753	10,743	11,526
95%信頼区間（下限）、トン	3,021	3,239	4,947	3,891	5,941	5,724
資源尾数（千尾）	33,244	37,590	47,577	35,932	64,753	82,928
資源尾数のCV	0.21	0.27	0.14	0.16	0.16	0.20
資源尾数のSE（千尾）	7,073	10,196	6,788	5,657	10,551	16,447
95%信頼区間（上限）、千尾	47,480	58,313	61,319	47,376	86,134	115,875
95%信頼区間（下限）、千尾	19,007	16,867	33,834	24,488	43,372	49,980

年	2001	2002	2003	2004	2005	2006
調査地点数	71	75	100	145	150	146
資源量（トン）	8,547	10,273	10,706	10,452	12,569	12,055
資源量のCV	0.13	0.15	0.12	0.10	0.09	0.11
資源量のSE（トン）	1,135	1,510	1,329	1,072	1,146	1,338
95%信頼区間（上限）、トン	10,824	13,299	13,350	12,552	14,814	14,678
95%信頼区間（下限）、トン	6,270	7,247	8,062	8,352	10,323	9,432
資源尾数（千尾）	124,777	193,722	183,337	206,848	218,191	198,244
資源尾数のCV	0.18	0.21	0.13	0.15	0.12	0.13
資源尾数のSE（千尾）	22,232	41,361	24,152	30,519	26,272	26,756
95%信頼区間（上限）、千尾	169,382	276,610	231,375	266,665	269,685	250,685
95%信頼区間（下限）、千尾	80,171	110,835	135,299	147,032	166,697	145,803

年	2007	2008	2009
調査地点数	150	148	134
資源量（トン）	15,659	17,438	17,222
資源量のCV	0.10	0.07	0.07
資源量のSE（トン）	1,618	1,183	1,255
95%信頼区間（上限）、トン	18,831	19,756	19,707
95%信頼区間（下限）、トン	12,487	15,120	14,737
資源尾数（千尾）	227,950	234,946	216,635
資源尾数のCV	0.13	0.08	0.08
資源尾数のSE（千尾）	28,711	19,580	17,443
95%信頼区間（上限）、千尾	284,223	273,323	251,184
95%信頼区間（下限）、千尾	171,677	196,570	182,087



補足図 2. 採集効率を一定の 0.3 とした場合の年齢別体長組成 年齢は各年の Age-length key で分解した (1997 年は 1996 年と 1998 年の査定結果により分解)。



補足図 3. 2006～2009 年 10～11 月の年齢別体長組成 採集効率=0.3 (一定) とした。

補足資料 4. 着底トロールによる面積－密度法を用いた資源量推定手法

資源量推定の手順（面積－密度法）

補足表2-1. 採集効率率一定の0.3とした場合の年齢別資源尾数（10・11月時点、単位：千尾）															
年齢	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	2,368	1,789	1,013	3,549	12,528	26,126	39,561	24,279	12,483	2,093	2,779	1,253	763	803	410
2	10,363	9,881	7,257	4,716	8,275	14,600	49,002	87,382	65,444	65,886	24,437	6,289	4,857	5,328	2,340
3	10,523	7,025	9,668	4,081	7,471	17,846	9,637	46,090	40,885	56,664	74,618	15,033	11,269	7,313	5,014
4	6,696	9,084	15,935	8,523	12,765	13,010	11,629	8,707	32,842	35,090	62,709	106,932	40,618	33,424	8,446
5	3,294	9,811	13,677	15,064	23,596	11,346	14,942	27,264	31,683	47,051	53,634	35,067	85,169	67,061	13,974
6												6,385	35,484	51,339	22,049
7												9,281	18,490	30,178	78,730
8												4,995	10,880	13,343	45,394
9												1,924	5,908	5,456	14,806
10+												11,080	14,510	20,628	25,462
合計	33,244	37,590	47,551	35,932	64,635	82,928	124,770	193,722	183,337	206,784	218,176	198,240	227,950	234,874	216,625
0歳魚はごく僅かであるため、本表から除外した。2005年以前は5歳魚以上、2006年からは10歳魚以上をプラスグループとした。															
補足表2-2. 10・11月時点の平均体長（mm）															
年齢	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
2	125	116	116	107	100	108	96	89	85	83	87	81	80	85	83
3	168	141	145	139	138	158	153	112	102	100	95	96	92	92	91
4	197	168	166	168	167	185	178	156	124	113	109	108	103	109	97
5	222	209	207	209	207	227	218	198	198	175	171	128	118	110	113
6												149	137	124	117
7												164	153	147	129
8												184	177	167	150
9												192	190	180	168
10+												224	223	215	209
補足表2-3. 10・11月時点の平均体重（g）															
年齢	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
2	51	40	40	32	26	33	22	18	16	15	16	13	13	15	15
3	125	73	79	71	69	103	93	36	27	25	22	23	20	20	19
4	206	126	122	127	124	168	150	99	49	37	33	32	28	33	24
5	294	247	238	246	238	316	278	208	207	144	134	55	43	34	37
6												88	67	49	41
7												117	95	84	56
8												167	147	123	89
9												191	182	156	125
10+												303	301	267	245

補足表2-4. Logistic式から得られた採集効率

年齢	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
2	0.70	0.67	0.67	0.60	0.53	0.61	0.47	0.37	0.31	0.29	0.33	0.25	0.24	0.31	0.28
3	0.74	0.73	0.73	0.73	0.73	0.74	0.73	0.64	0.55	0.52	0.46	0.48	0.42	0.42	0.40
4	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.70	0.65	0.62	0.61	0.56	0.62	0.49
5	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.71	0.68	0.62	0.65
6												0.73	0.72	0.70	0.67
7												0.74	0.73	0.73	0.71
8												0.74	0.74	0.74	0.73
9												0.74	0.74	0.74	0.74
10+												0.74	0.74	0.74	0.74

補足表2-5. Logistic式から得られた採集効率を用いた場合の年齢別資源尾数 (10-11月時点、単位：千尾)

年齢	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
2	4,428	4,454	3,269	2,342	4,682	7,159	31,204	69,985	63,654	69,154	21,945	7,527	6,168	5,195	2,492
3	4,284	2,895	3,970	1,685	3,090	7,279	3,938	21,648	22,239	32,523	48,314	9,481	8,032	5,278	3,787
4	2,722	3,698	6,488	3,469	5,196	5,290	4,730	3,554	14,102	16,203	30,421	52,550	21,933	16,253	5,162
5	1,339	3,988	5,559	6,123	9,591	4,612	6,073	11,083	12,879	19,139	21,824	14,812	37,750	32,287	6,465
6												2,613	14,705	22,051	9,890
7												3,780	7,553	12,365	33,140
8												2,031	4,425	5,432	18,573
9												782	2,402	2,219	6,027
10+												4,503	5,898	8,385	10,349
合計	12,772	15,035	19,286	13,619	22,559	24,340	45,944	106,270	112,874	137,019	122,504	98,082	108,867	109,466	95,885

1歳魚はほとんど漁獲されないので、漁獲対象資源に含めない。

補足表2-6. Logistic式から得られた採集効率を用いた場合の年齢別資源重量 (10-11月時点、単位：トン)

年齢	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
2	225	179	132	74	121	233	701	1,267	987	1,014	362	100	79	80	36
3	537	212	315	119	212	752	368	775	607	825	1,067	215	161	105	72
4	560	465	793	439	645	887	711	353	696	606	1,011	1,701	605	538	121
5	394	984	1,322	1,506	2,285	1,455	1,690	2,302	2,660	2,747	2,915	814	1,610	1,091	241
6												229	982	1,086	404
7												441	716	1,041	1,872
8												340	652	670	1,644
9												149	437	346	755
10+												1,363	1,776	2,243	2,533
合計	1,716	1,841	2,561	2,138	3,264	3,327	3,470	4,696	4,950	5,192	5,355	5,352	7,018	7,200	7,678

補足表2-7. Logistic式から得られた採集効率を用いた場合の年齢別資源尾数 (1月時点、単位：千尾)

年齢	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2	4,157	4,240	3,126	2,239	4,497	6,872	29,995	66,884	61,382	66,536	21,003	7,231	5,941	5,006	2,401
3	4,021	2,755	3,796	1,611	2,968	6,987	3,785	20,689	21,445	31,292	46,242	9,108	7,737	5,086	3,649
4	2,555	3,520	6,203	3,316	4,991	5,078	4,546	3,396	13,598	15,590	29,116	50,482	21,127	15,661	4,974
5	1,257	3,796	5,315	5,853	9,213	4,427	5,838	10,592	12,419	18,415	20,888	14,229	36,362	31,109	6,229
6												2,510	14,165	21,247	9,530
7												3,631	7,275	11,914	31,931
8												1,951	4,263	5,234	17,895
9												751	2,314	2,138	5,807
10+												4,326	5,681	8,079	9,972
合計	11,989	14,310	18,439	13,020	21,669	23,364	44,165	101,561	108,844	131,833	117,250	94,221	104,865	105,474	92,389

漁獲率=漁獲割合を仮定し、2ヶ月分の漁獲と自然死亡分を減じて1月時点の資源尾数を求めた。M=2.5/寿命 (20歳)=0.125を仮定。

補足表2-8. Logistic式から得られた採集効率を用いた場合の年齢別資源重量 (1月時点、単位：トン)

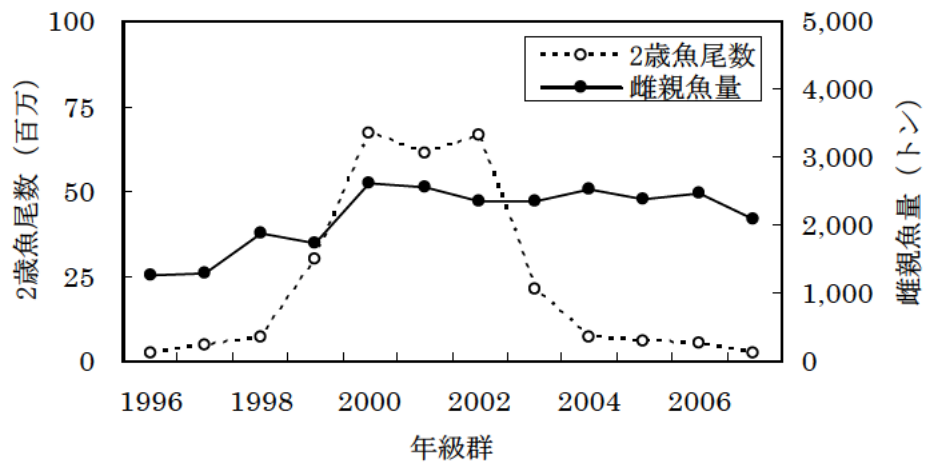
年齢	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2	211	170	126	71	116	223	674	1,211	952	975	346	97	76	77	35
3	504	202	301	114	204	722	354	740	555	794	1,021	207	155	101	69
4	526	443	758	420	620	852	683	337	671	583	968	1,634	583	518	117
5	370	937	1,264	1,439	2,195	1,397	1,625	2,200	2,565	2,643	2,790	782	1,551	1,051	232
6												220	945	1,046	389
7												424	690	1,003	1,804
8												326	628	646	1,584
9												143	421	334	727
10+												1,309	1,711	2,161	2,441
合計	1,611	1,752	2,448	2,044	3,135	3,194	3,336	4,488	4,773	4,996	5,125	5,142	6,761	6,937	7,398

補足表2-9. 漁獲量 (トン) および漁獲割合 (%)

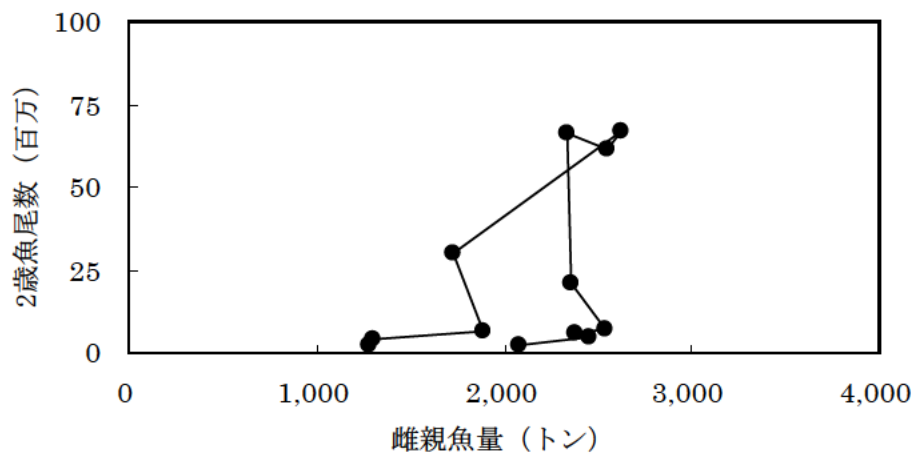
年齢	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	近3年平均
漁獲量	342	258	311	259	326	342	333	583	397	475	626	529	605	609	581
漁獲割合	21.2	14.7	12.7	12.7	10.4	10.7	10.0	13.0	8.3	9.5	12.2	10.3	8.9	8.8	9.3

2009年の漁獲量は暫定値。

補足資料 5. 親魚量と加入量の関係



補足図4. 雌親魚量と加入量の経年変化



補足図5. 再生産関係