

平成 24 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。資源量推定値および沖合底びき網漁業の CPUE の推移から、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、加入の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 $F_{limit}=F40\%SPR$ とし、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。なお、近年のキチジの成長は悪くなっており、今年度の資源評価では新たな成長式に基づいて SPR を計算したため、同じ資源管理基準値であっても平成 23 年度以前と値が異なっている。

	2013年ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC _{limit}	440トン	F40%SPR	0.06	5.4%
ABC _{target}	350トン	0.8F40%SPR	0.05	4.3%

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
2010	7,410	591	0.09	8.0%
2011	8,743	417	0.05	4.8%
2012	7,690	—	—	—

年は暦年、資源量は漁獲対象資源量、2011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 ・暫定値	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁、1975～2010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、2006～2011年の沖底以外） 沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁、2011年の沖底）
努力量（網数）、CPUE ・確定値 ・暫定値	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁、1972～2010年の沖底） 沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁、2011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、1990 年代には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 年度から実施された「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きた。資源回復計画は平成 23 年度で終了したが、同計画で実施されていた措置は、平成 24 年度以降、新たな枠組みである資源管理指針・計画の下、継続して実施されている。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資源評価の精度向上に努めている。

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(北川ほか 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(木下ほか 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、2011 年の標本から得られた成長式(秋季のトロール調査の標本を耳石により年齢査定)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)。

$$SL = 320 \left(1 - e^{-0.0438(t+3.433)} \right), BW = 1.867 \times 10^{-5} \times SL^{3.068}$$

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5.6cm、2歳で6.8cm、3歳で7.9cm、4歳で8.9cm、5歳で9.9cm、6歳で10.8cmと非常に遅く、体長20cmに達するのに10年以上もかかり、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。

(3) 成熟・産卵

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、服部ほか 2006)、雄の50%成熟体長は9cmであること(濱津・服部 2004)が明らかとなった。2011年の年齢-体長関係に基づき年齢別成熟割合を調べると、雌では10歳で11%、11歳で35%、12歳で69%、16歳以上で100%、雄では4歳で0%、5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。

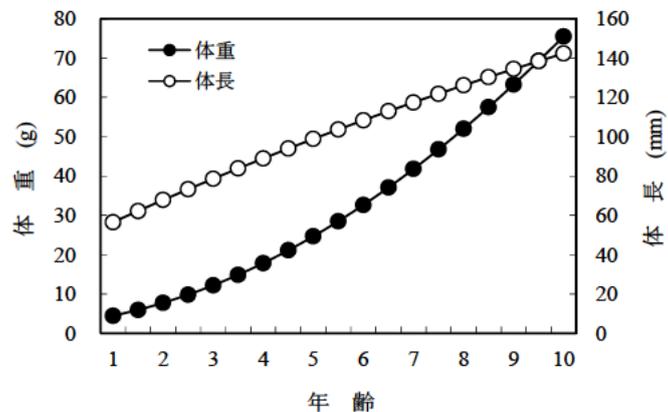


図2. 太平洋北部におけるキチジの成長

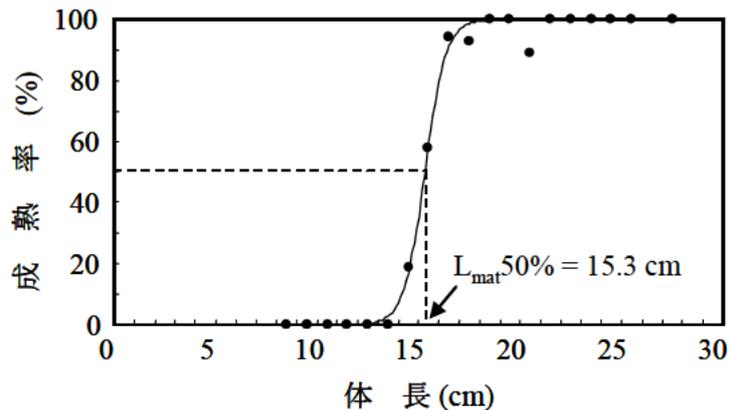


図3. 太平洋北部における雌の体長-成熟割合の関係

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、キチジ資源への捕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、底刺網でも漁獲されるが、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、尻屋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。

(2) 漁獲量の推移

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

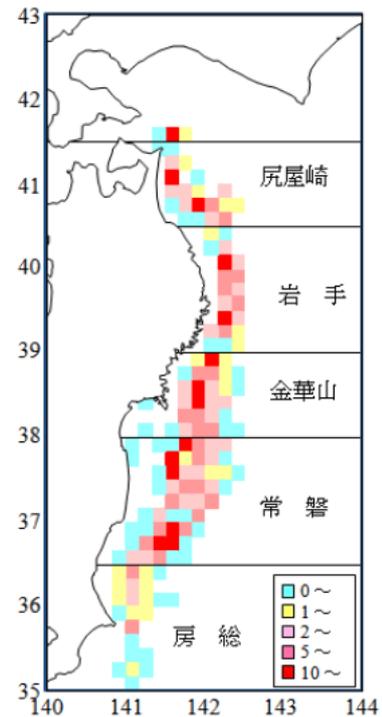


図4. 2010年の沖底によるキチジの漁場分布図
単位はトン。

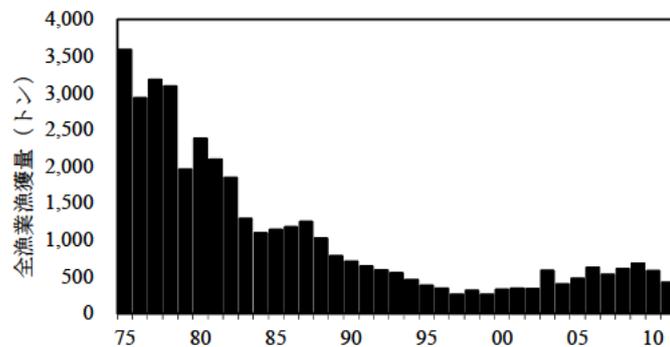


図5. 太平洋北部におけるキチジ漁獲量の推移
2011年の値は暫定値。

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。しかし、2011年には、全漁業種合計で417トン、沖底で390トンとなり（暫定値）、東日本大震災の影響により漁獲量が減少した。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が、2011年には常磐海区での漁獲量が減少した（表2）。

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	1993
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	518
小底	1,277	926	1,152	897	618	740	601	463	318	315	246	198	198	116	72	140	155	43	21
刺網	6	8	3	9	17	19	2	7	1	0	0	1	1	0	0	4	0	0	0
延縄	6	8	7	19	63	53	36	25	9	5	9	14	42	29	52	19	29	39	9
定置	0	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	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	548

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
沖底	424	357	320	229	286	232	282	304	291	514	332	427	584	502	563	631	545	390
小底	26	16	8	7	14	10	22	17	12	36	23	18	15	8	19	30	25	18
刺網	0	0	3	16	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0
延縄	6	6	9	6	10	16	20	20	27	29	39	30	16	13	14	11	12	2
定置	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	1	0	1	0	1	0	1	1	1	2	1	0	11	5	9	7	9	7
合計	457	379	342	258	311	259	326	342	333	583	397	475	626	529	605	680	591	417

沖底の値は漁場別漁獲統計資料による（2011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	1993
尻屋崎	137	57	39	54	50	186	100	260	124	110	101	252	70	49	44	31	21	41	66
岩手	989	844	895	605	518	768	639	498	404	188	232	239	207	167	164	118	125	120	160
金華山	426	361	303	353	231	219	198	172	165	164	240	258	358	319	168	165	126	117	122
常磐	530	532	630	773	348	261	264	285	175	176	156	119	296	271	218	155	139	176	128
房総	215	193	146	379	112	133	251	135	91	131	152	92	72	70	63	73	45	53	42
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	518

小海区	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
尻屋崎	38	54	76	40	39	20	35	80	60	48	13	44	47	37	48	81	66	89
岩手	164	121	129	92	120	121	108	95	56	138	52	46	75	86	48	119	90	61
金華山	102	75	58	48	64	41	61	58	62	124	81	120	155	85	157	140	116	169
常磐	96	92	53	45	59	44	70	61	101	181	149	163	215	226	252	256	236	48
房総	25	15	5	4	3	6	9	9	12	24	36	55	91	69	58	35	37	23
合計	424	357	320	229	286	232	282	304	291	514	332	427	584	502	563	631	545	390

値は漁場別漁獲統計資料による（2011年の値は暫定値）。

(3) 漁獲努力量

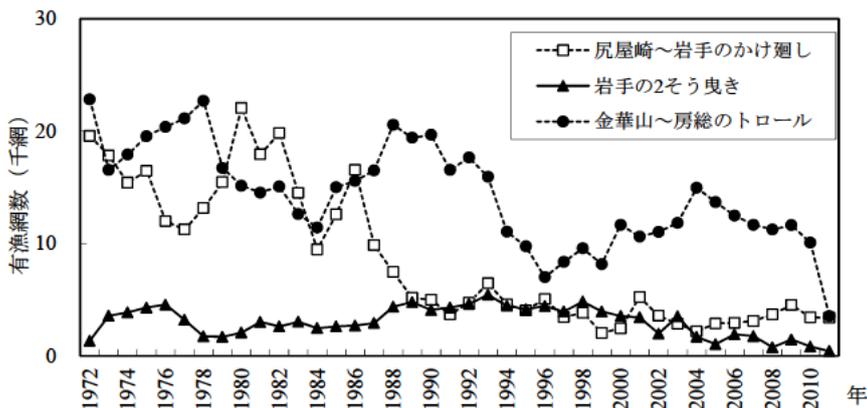


図6. 沖底による漁獲努力量の経年変化 2011年の値は暫定値。

近年のかけ廻しと2そう曳きの漁獲努力量(キチジの入網した網数)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た。しかし、2005年以降には再び減少傾向を示

している。2011年には、東日本大震災の影響で金華山海区以南のトロールの漁獲努力量が3,500網（暫定値）と大幅に減少し、2010年の1/3程度にまで低下した。

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

	尻屋崎	岩手	岩手	金華山	常磐	房総
	かけ廻し	かけ廻し	2そう曳き	トロール	トロール	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	4,458	5,735	1,439
2010	3,020	415	820	3,640	4,744	1,687
2011	3,016	356	421	1,910	737	889

漁場別漁獲統計資料による。2011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124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、成松ほか(2011)および服部ほか(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）。

Logistic 式による採集効率（図7）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）。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）。

$$\text{Net efficiency} = \frac{0.738}{1 + 1525 \times e^{(-0.0824 \times SL)}}$$

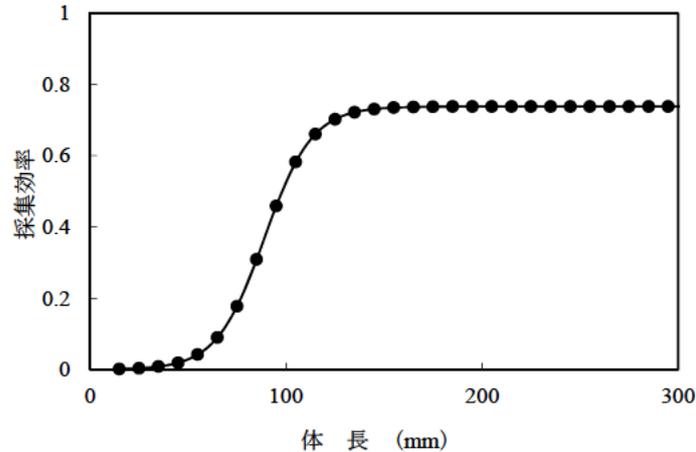


図7. 体長と採集効率の関係

自然死亡係数の算定には、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（後述する資源と漁獲物の体長組成が類似しているため、漁獲率＝漁獲割合を仮定）およびMを用い、秋季の年齢別資源尾数から2ヶ月分の漁獲および死亡分を引いて翌年1月時点の資源尾数を求めた（補足資料3の補足図2、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、冬季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た。

なお、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、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、この点については依然解決できていない。そのため、従来通りの資源評価手法を用いた。

(2) CPUEの推移

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）。漁業種類別にみても、全ての漁法でCPUEが増加している（図8）。2011

年にも全ての漁法で CPUE が増加し、特に金華山海区以南のトロールで増加傾向が顕著であった。しかし、2011 年には東日本大震災の影響により金華山海区以南の漁獲量および漁獲努力量が減少しているため、漁業の操業実態が変化している可能性が考えられる。そこで、金華山海区以南の小海区・経度別の漁獲量、CPUE および漁獲努力量を 2006～2010 年と 2011 年で比較した（補足資料 5）。その結果、2011 年には沖合での操業割合が高まったこと、常磐海区で操業の減少が著しいこと、沖合の方がキチジの CPUE が高いこと、2011 年に操業が集中した金華山海区沖合の CPUE が高かったことが明らかとなった。金華山海区沖合の北部付近は調査船調査においてもキチジの分布密度が高かったことから（補足資料 3 の補足図 1 中の D-ライン付近）、2011 年の CPUE は 2010 年以前と比べて質的に変化している可能性が高いと考えられた。

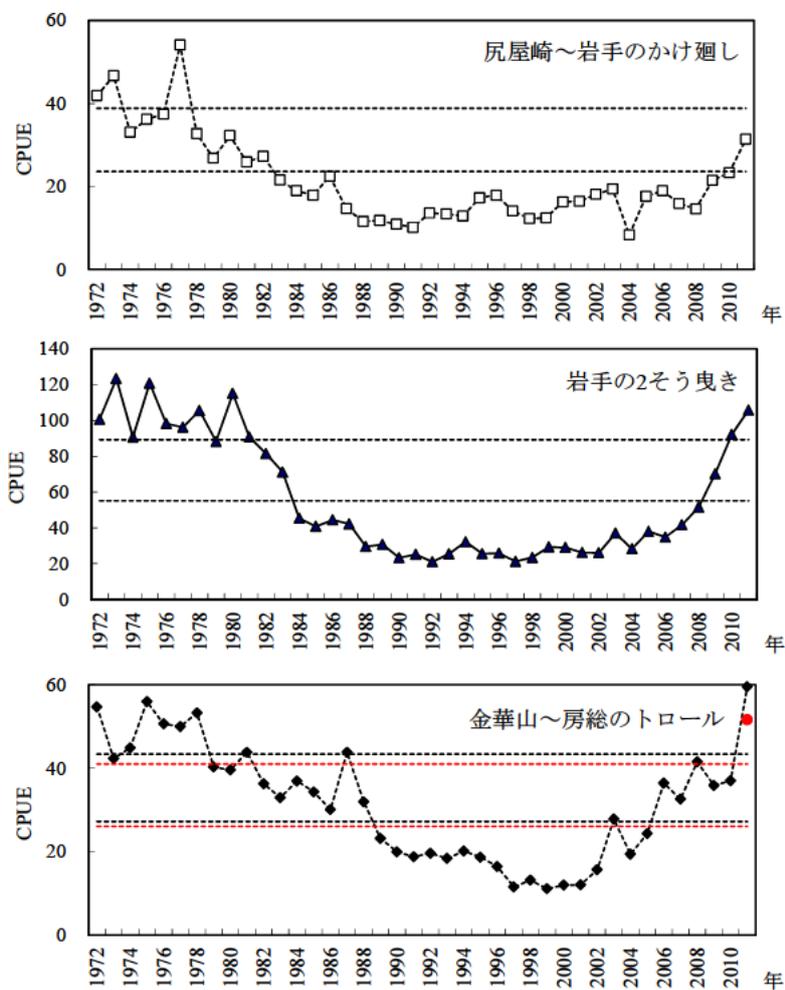


図8.沖底によるCPUE (kg/網) の経年変化 2011年の値は暫定値。
破線は高位水準と中位水準、中位水準と低位水準の区分を示す。
金華山～房総のトロールの2011年の赤丸は補正後の値を示す。

2011 年の漁獲努力量の合計を 2006～2010 年の小海区・経度別（142 度で東西に区分）の漁獲努力量の比率で配分し、それぞれに 2011 年の CPUE を乗じて過去 5 年と同じ海域で

漁業が行われていた場合に漁獲されたと推定される漁獲量の合計を求めた。これを 2011 年の漁獲努力量の合計で割り、補正後の CPUE を求めると 51.6kg/網（補正前は 59.5kg/網）となった。このことから、2011 年には漁業の操業実態の変化により金華山海区以南のトロールの CPUE が高めに推定されている可能性が高いと考えられた。また、後述する資源量を南北別にみると、金華山海区以南に相当する南部の資源量は横ばい、あるいはやや減少しており（補足資料 3 の補足図 3）、補正後の CPUE もまだ高めに見積もられている可能性が高いと考えられた。

表4.沖底の小海區別、漁法別のCPUE (kg/網) の経年変化

年	尻屋崎 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	28.3	44.6	24.3
2010	21.9	33.6	92.2	27.2	49.8	21.8
2011	29.5	47.5	105.8	73.2	64.8	25.6

漁場別漁獲統計資料による。2011年の値は暫定値。

(3) 漁獲物の体長組成

2011年の水揚げ物の体長組成をみると（図9）、体長7cm前後（3歳魚）から漁獲対象となっており、体長15cm以下の個体も多く漁獲されていた。しかし、2010年に比べるとそ

の割合は低下している(昨年度報告を参照)。これは、宮城県以南で漁獲されていた体長15cm以下の個体の漁獲が減少したためである。また、体長30cm以上の個体はほとんど漁獲されなかった。

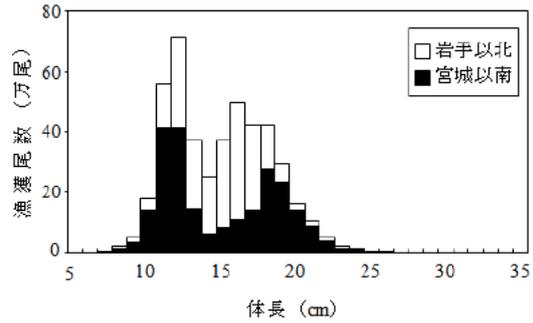


図9. 2011年の漁獲物の体長組成

(4) 資源量と漁獲割合の推移

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が、2012年の資源量はやや減少した(図10)。また、漁獲割合は10%前後で推移しているが、2011年には4.8%と低下した。近年、加入の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6)、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(補足資料3の補足図2)。一方、2005年以降の資源尾数には減少傾向が認められ、特に4歳魚以下の若齢魚の資源尾数は急激に減少している(図11)。

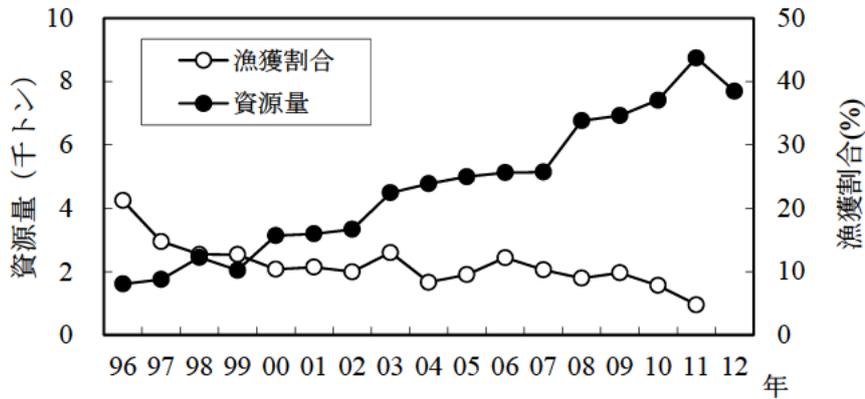


図10. キチジの資源量(1月時点)および漁獲割合の推移

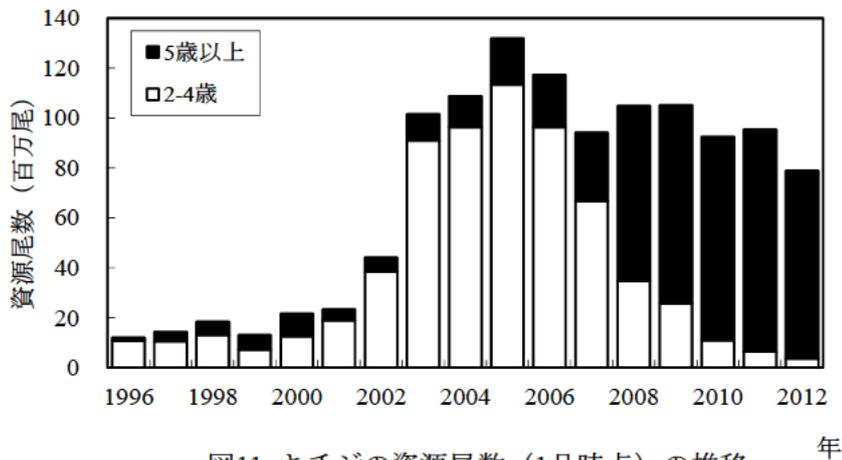


図11. キチジの資源尾数(1月時点)の推移

再生産成功率(RPS)は、1999～2002年級群で高くなっており、これらの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年級の生残率の上昇による加入量の増加によるものと推定された。この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おり(濱津・服部 2006、Hattori et al. 2007)、それ以降の年級群でも成長が悪くなっている。

(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、東日本大震災の影響があった2011年を除く2003年以降の沖底の漁獲量は500トン前後で推移している。尻屋崎海区および岩手海区ではCPUEが増加しており(図8)、2011年の尻屋崎～岩手海区のかけ廻しによるCPUEは中位水準、岩手海区の2そう曳きによるCPUEは高位水準となった(水準の区分は過去最大と過去最小の間を3等分して設定)。一方、2006年以降、金華山海区以南のトロールによるCPUEは中位水準にまで回復していたが、2011年には急激に上昇し、高位水準にまで達した。しかし、金華山海区以南では震災により漁業の操業実態が変化した可能性が高く、補正後のCPUEも高めに見積もられている可能性がある。CPUEの動向に加え、資源量推定値が過去5年では増加傾向にあること、2011年に中位水準と判断した資源量が2012年にはやや減少したことから、現在の太平洋北部全体の資源水準は中位水準にあり、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)。キチジでは成長が年々悪くなっているため、今年度から成長に関するパラメタを2011年時点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12歳、寿命を20歳とした。そのため、同じ資源管理基準値であっても平成23年度以前と値が異なっている。

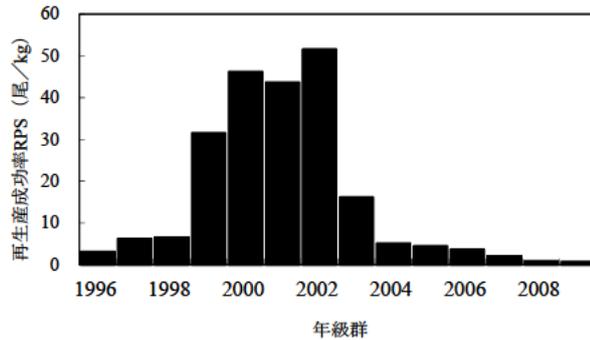


図12. 再生産成功率(RPS)の経年変化
雌親魚1kgあたりの2歳魚尾数として計算。

本報告では、2010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 2008～2010 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 $F(F_{current} = 0.100)$ は F_{max} を下回るが、 $F_{0.1}$ をやや上回っている。 $F_{30\%SPR}$ および $F_{40\%SPR}$ はそれぞれ 0.077 および 0.059 であり、 $F_{current}$ の 77% および 59% に相当する。

なお、2011 年の F は震災の影響で大きく減少し、 $F_{40\%SPR}$ を下回った。

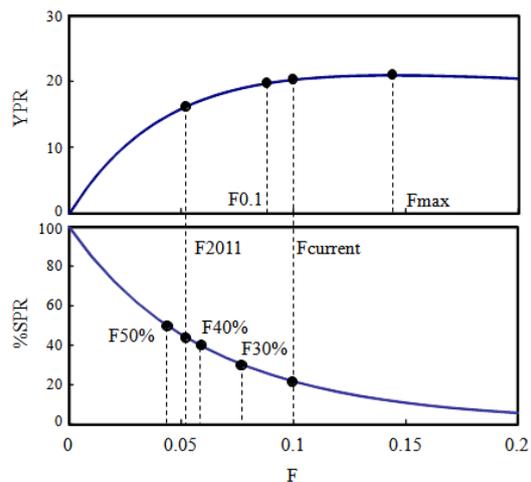


図13.YPRおよび%SPR

F_{2011} は暫定値。

5. 2013 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 による加入量の増加によるものである。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

2013 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、10～11 月時点の 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。その結果、得られた年間生残率は平均で 0.780 となった。しかし、 F_{2012} は震災の影響から完全には回復しないと考えられるため、生残率 $S = \exp(-Z)$ により求めた F に沖底の稼働率 0.831 を乗じ（補足資料 7）、 $F_{2012} = 0.124 \times 0.831 = 0.103$ とした ($M = 2.5 / \text{寿命} = 2.5 / 20 = 0.125$)。この F_{2012} と M から求めた $S_{2012} = 0.796$ を 2012 年 1 月時点の年齢別資源尾数（補足資料 4 の補足表 2-7）に乘じ、2013 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 歳魚になる際の比率は 4.322 倍となる。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、2013 年 1 月の 2 歳魚の資源尾数は 2012 年 1 月の 1 歳魚の資源尾数に 4.322 を乗じて求めた。なお、キチジの漁獲開始年齢は 3 歳程度と考えられることから、この計算では震災の影響は考慮していない。また、冬期の成長は悪いと考えられることから（服部 1998）、年齢別の平均体重は 10～11 月時点のものを翌年のものとみなせると仮定し、2013 年の 2～9 歳魚の平均体重は 2011 年秋季と同様と仮定した。10 歳魚以上の平均体重は 2006～2011 年にかけて直線的に減少しているため、年と平均体重の関係式を求め ($y = -26.424x + 53,322$; y は平均体重(g), x は年, $r^2 = 0.966$)、この回帰式から 2012 年秋季の平均体重を推定し、2013

年の10歳魚以上の平均体重とした。

以上の方法により資源量を推定した結果、2013年の資源量は8,175トンと2012年よりやや増加するが、資源尾数は65,517千尾に減少すると算定された(2012年の資源量は7,690トン、資源尾数は78,943千尾)。

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。キチジは成長が遅く、成熟年齢が比較的高齢であることを考慮し、管理基準値としてF40%SPRを採用した。基本規則1-3)-(2)に基づいて $F_{limit}=F40\%SPR$ とし($\beta_1=1$)、不確実性を考慮して安全率 α を0.8($F_{target}=F_{limit}\times 0.8$)として次式により E_{limit} および E_{target} を求めた。なお、アメリカで行われているキチジ類の資源評価では、管理基準値としてF40%SPRが用いられている。

$F_{limit}=F40\%SPR=0.059$ とし、 $E=F/(F+M)\times(1-e^{-(F+M)})$ より $E_{limit}=0.054$ 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、 $F_{target}=0.047$ となり、 $E_{target}=0.043$ となる。ここで、Fは漁獲係数、Mは自然死亡係数、Eは漁獲率、 E_{limit} と E_{target} は許容漁獲率である。

$ABClimit$ は資源量 $\times E_{limit}$ 、 $ABCtarget$ は資源量 $\times E_{target}$ として計算した結果、2013年の資源量に対して計算される $ABClimit$ は441トン、 $ABCtarget$ は354トンとなる。

	2013年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
$ABClimit$	440トン	F40%SPR	0.06	5.4%
$ABCtarget$	350トン	0.8F40%SPR	0.05	4.3%

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
2010年沖底漁獲量確定値	2010年沖底漁獲量の確定
2011年秋季の資源量確定値	2011年秋季の資源量の確定

評価対象年(当初・再評価)	管理基準	F値	資源量	$ABClimit$	$ABCtarget$	漁獲量
2011年(当初)	0.8F40%SPR	0.089	7,205	580	470	
2011年(2011年再評価)	0.8F40%SPR	0.089	8,693	700	560	
2011年(2012年再評価)	0.8F40%SPR	0.089	8,743	700	570	417
2012年(当初)	F50%SPR	0.082	9,420	700	570	
2012年(2012年再評価)	F50%SPR	0.082	7,690	570	460	

2011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。

今年度から新たな成長式を用いることとし、2013年のABC算定では新たなSPR曲線から得たF40%SPRを管理基準値に採用した。しかし、2011～2012年のABC算定では昨年度までのSPR曲線から得た管理基準値が用いられている。昨年度までのSPR曲線から得た

管理基準値を新たな SPR 曲線に当てはめて ABC を再評価することはできないため、ここでは昨年度までの SPR 曲線から得た管理基準値のままで ABC の再評価を行った。

当初の資源量と翌年の再評価時の資源量を比較した際、両評価対象年ともに資源量が 20%程度変化している。これは、翌年の再評価時にはトロール調査により資源量（10～11 月時点）の確定値が得られるためである。さらに、翌々年には、秋季の確定値から翌年 1 月の資源量を求める際の漁獲量が確定するため、資源量が若干変化した。

なお、新たな SPR 曲線を用い、その曲線から得た F40%SPR を管理基準値とした場合、2011 年（2012 年再評価）では ABClimit は 470 トン、ABCtarget は 380 トン、2012 年（2012 年再評価）では ABClimit は 410 トン、ABCtarget は 330 トンとなる。

6. ABC 以外の管理方策への提言

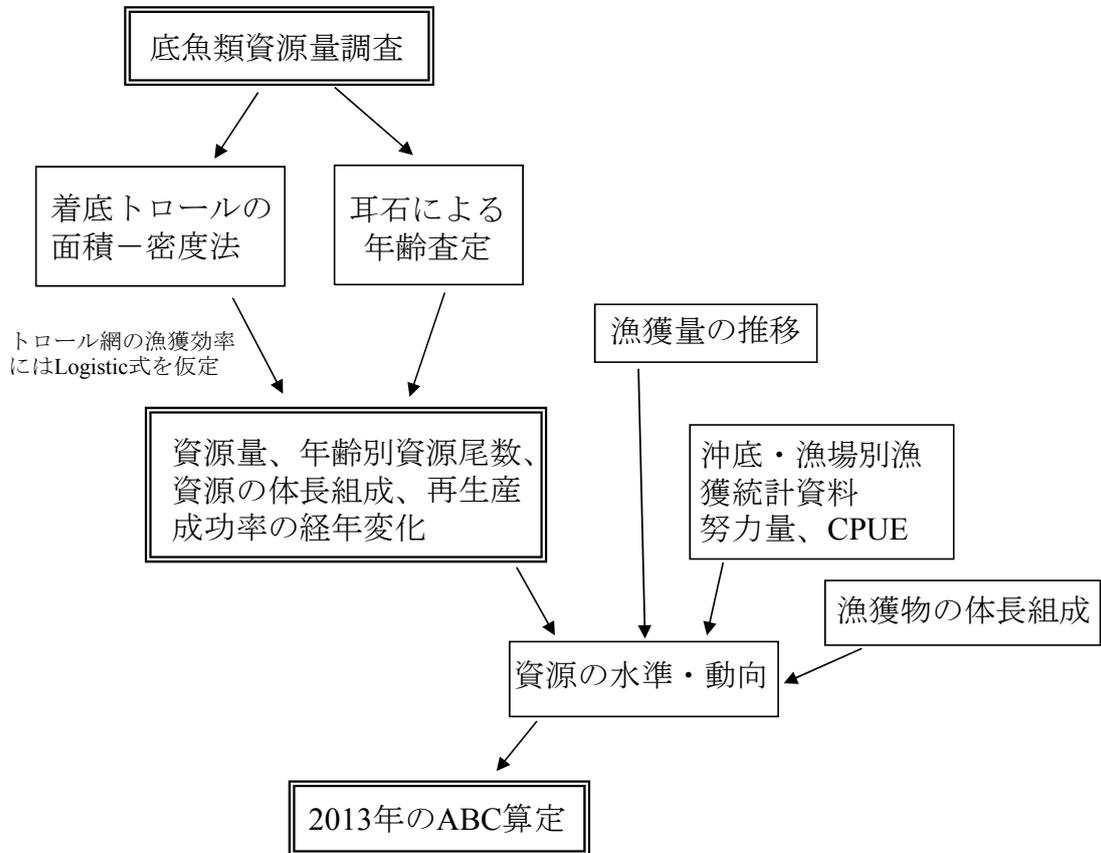
キチジの場合、小型魚の魚価は安く、取り残して成長させれば単価が急激に上昇する。体長 15cm 以下の小型魚は魚価が安く、これらを保護することにより親魚量が増加し、その後の加入量の増加も期待できるため、漁獲開始年齢の引き上げはキチジの資源管理に有効な方策と考えられる(Noranartragoon et al. 2011)。

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 bartrammi*, 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; Family Scorpaenidae). Fish. Bull., 72, 865-884.
- 成松庸二・伊藤正木・服部 努・稲川 亮 (2011) 2010年の底魚類現存量調査結果と分布域の経年変化. 東北底魚研究, 31, 43-59.
- Noranartragoon, P., Y. Ueda, T. Hattori, and T. Matsuishi (2011) Value-per-recruit analysis of bighead thornyhead *Sebastolobus macrochir* caught off the Pacific coast of northern Honshu, Japan. Fish. Sci., 77, 497-502.
- 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、2011 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(*i*)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。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。

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

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

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

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

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 1 と仮定している。*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。

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

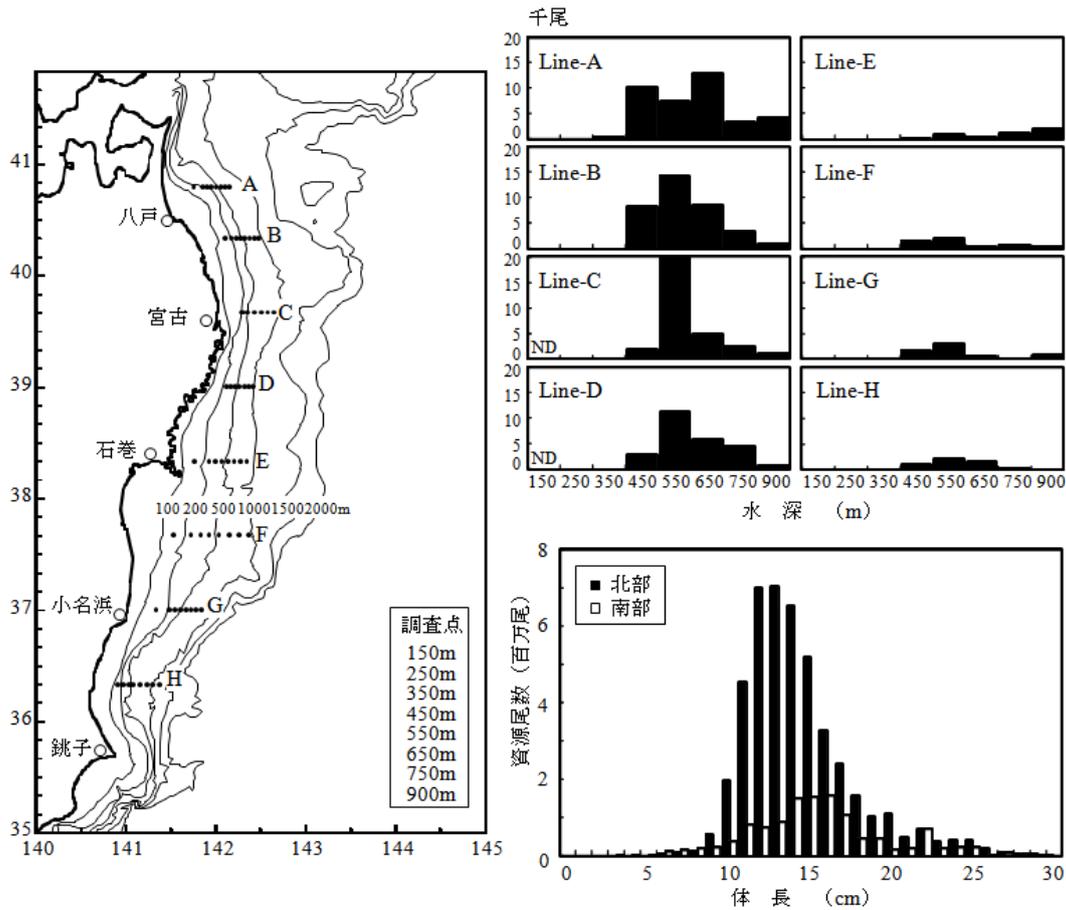
$$SE = \sqrt{\sum SE_{B_i}^2} \quad (6)$$

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

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 2011年に行った調査結果の概要を示す。

2011年 10～11月の調査では、水深 150～900m において計 124 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 1とした場合の体長組成を求めた結果、現在の資源は体長 13cm 前後の個体で占められること、東北南部に比べて北部で体長 13cm 前後の個体が多いことが明らかとなった。



補足図 1. 2011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=1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）

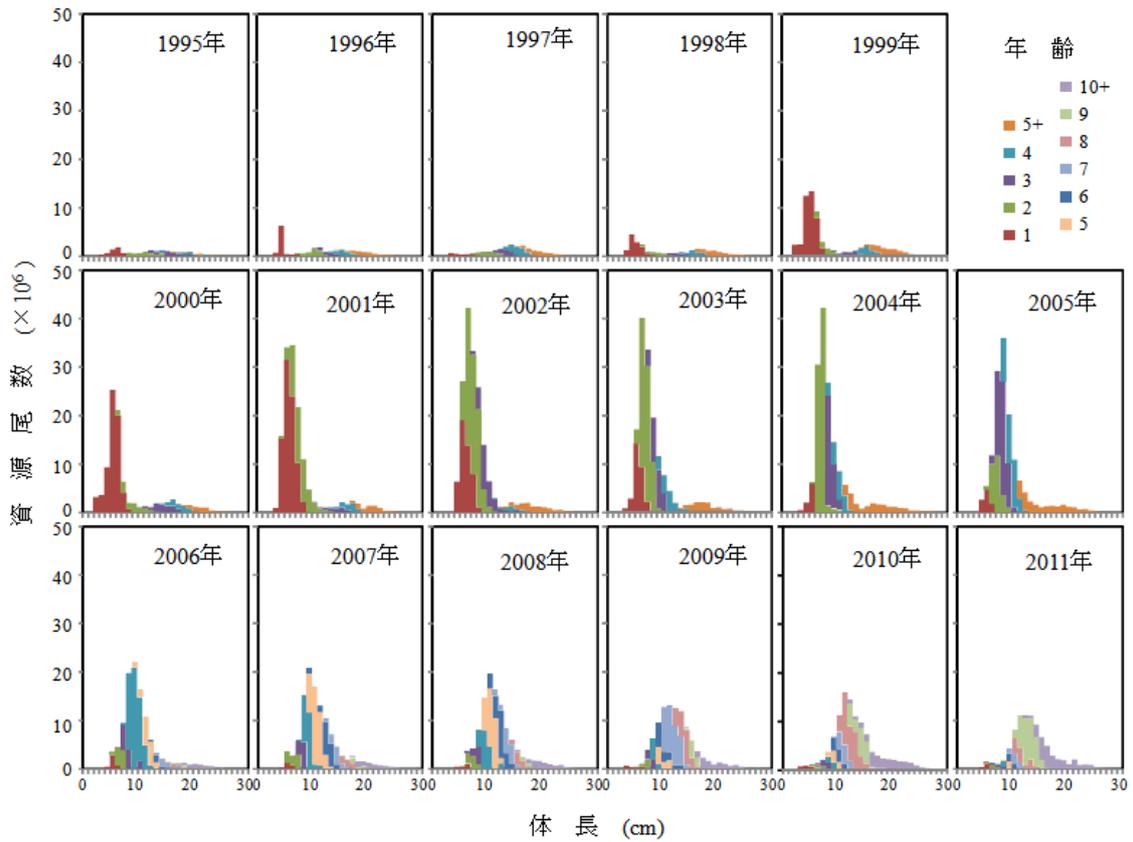
調査船調査は、1995年以降、秋季（10～11月）に着底トロールを用いて実施されており、太平洋北部全体のキチジの資源量および資源尾数の推定に用いられている（補足資料2参照）。ここでは、得られた資源量および資源尾数に関する結果（調査地点数、資源量および資源尾数の変動係数CV、標準誤差SE、信頼区間）を下表に示した。なお、本表には0歳魚の資源尾数を含むため、本文で用いた年齢別資源尾数の合計とは完全には一致しない。

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1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）	1,422	1,523	1,824	1,597	2,503	2,588
資源量のCV	0.18	0.18	0.09	0.13	0.14	0.17
資源量のSE（トン）	256	271	168	212	355	434
95%信頼区間（上限）、トン	1,938	2,074	2,163	2,026	3,223	3,458
95%信頼区間（下限）、トン	906	972	1,484	1,167	1,782	1,717
資源尾数（千尾）	9,973	11,277	14,273	10,780	19,426	24,878
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）	2,122	3,059	2,036	1,697	3,165	4,934
95%信頼区間（上限）、千尾	14,244	17,494	18,396	14,213	25,840	34,763
95%信頼区間（下限）、千尾	5,702	5,060	10,150	7,346	13,012	14,994

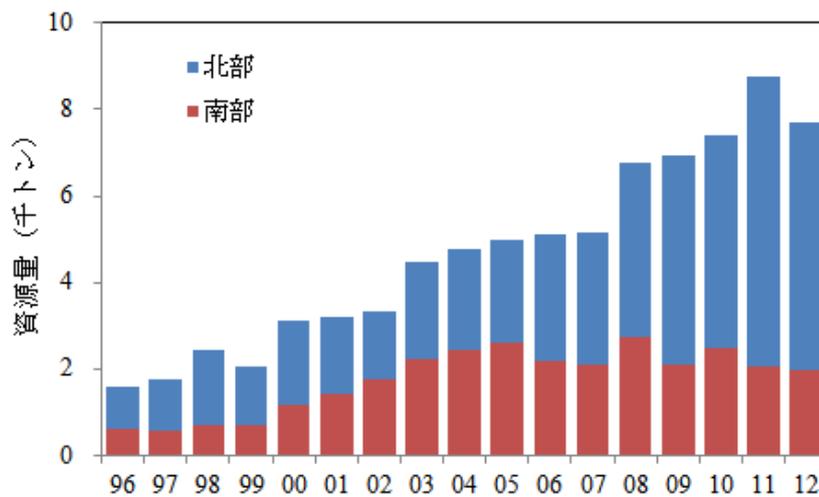
年	2001	2002	2003	2004	2005	2006
調査地点数	71	75	100	145	150	146
資源量（トン）	2,564	3,082	3,212	3,136	3,771	3,616
資源量のCV	0.13	0.15	0.12	0.10	0.09	0.11
資源量のSE（トン）	340	453	399	321	344	401
95%信頼区間（上限）、トン	3,247	3,990	4,005	3,766	4,444	4,403
95%信頼区間（下限）、トン	1,881	2,174	2,419	2,506	3,097	2,830
資源尾数（千尾）	37,433	58,117	55,001	62,055	65,457	59,473
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）	6,669	12,408	7,246	9,156	7,882	8,027
95%信頼区間（上限）、千尾	50,815	82,983	69,412	80,000	80,905	75,205
95%信頼区間（下限）、千尾	24,051	33,250	40,590	44,110	50,009	43,741

年	2007	2008	2009	2010	2011
調査地点数	150	148	134	124	124
資源量（トン）	4,698	5,231	5,167	6,419	6,233
資源量のCV	0.10	0.07	0.07	0.08	0.08
資源量のSE（トン）	485	355	376	486	526
95%信頼区間（上限）、トン	5,649	5,927	5,912	7,383	7,276
95%信頼区間（下限）、トン	3,746	4,536	4,421	5,455	5,189
資源尾数（千尾）	68,385	70,484	64,991	68,312	57,113
資源尾数のCV	0.13	0.08	0.08	0.08	0.10
資源尾数のSE（千尾）	8,613	5,874	5,233	5,652	5,497
95%信頼区間（上限）、千尾	85,267	81,997	75,355	79,520	68,015
95%信頼区間（下限）、千尾	51,503	58,971	54,626	57,103	46,212



補足図 2.

Logistic 式から得られた採集効率を用いた場合の資源の年齢別体長組成 (10~11 月時点) 年齢は各年の Age-length key (1997 年は 1996 年と 1998 年の査定結果で分解) で分解した。



補足図3.太平洋北部の南北別のキチジの資源量 (1月時点) Logistic式から得られた採集効率を用いた。

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 採集効率一定の1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	2010	2011
1	710	537	304	1,065	3,759	7,838	11,868	7,284	3,745	628	834	376	229	241	123	132	
2	3,109	2,964	2,177	1,415	2,482	4,380	14,701	26,215	19,633	19,766	7,331	1,887	1,457	1,598	702	424	292
3	3,157	2,107	2,901	1,224	2,241	5,354	2,891	13,827	12,265	16,999	22,385	4,510	3,381	2,194	1,504	917	413
4	2,009	2,725	4,781	2,557	3,829	3,903	3,489	2,612	9,852	10,527	18,813	32,080	12,185	10,027	2,534	1,352	490
5	988	2,943	4,103	4,519	7,079	3,404	4,483	8,179	9,505	14,115	16,090	10,520	25,551	20,118	4,192	2,811	1,020
6												1,916	10,645	15,402	6,615	3,998	1,478
7												2,784	5,547	9,053	23,619	6,438	2,937
8												1,499	3,264	4,003	13,618	23,540	6,514
9												577	1,772	1,637	4,442	13,345	24,946
10+												3,324	4,353	6,189	7,639	15,362	18,865
合計	9,973	11,277	14,265	10,780	19,390	24,878	37,431	58,117	55,001	62,035	65,453	59,472	68,385	70,462	64,987	68,309	57,087

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	2010	2011
2	125	116	116	107	100	108	96	89	85	83	87	81	80	85	83	82	78
3	168	141	145	139	138	158	153	112	102	100	95	96	92	92	91	90	87
4	197	168	166	168	167	185	178	156	124	113	109	108	103	109	97	100	94
5	222	209	207	209	207	227	218	198	198	175	171	128	118	110	113	107	104
6												149	137	124	117	113	109
7												164	153	147	129	122	116
8												184	177	167	150	135	129
9												192	190	180	168	152	140
10+												224	223	215	209	197	189

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	2010	2011
2	51	40	40	32	26	33	22	18	16	15	16	13	13	15	15	14	12
3	125	73	79	71	69	103	93	36	27	25	22	23	20	20	19	18	17
4	206	126	122	127	124	168	150	99	49	37	33	32	28	33	24	26	21
5	294	247	238	246	238	316	278	208	207	144	134	55	43	34	37	31	29
6												88	67	49	41	37	33
7												117	95	84	56	48	40
8												167	147	123	89	64	55
9												191	182	156	125	92	72
10+												303	301	267	245	206	179

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	2010	2011
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	0.26	0.21
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	0.38	0.35
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	0.53	0.45
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	0.60	0.57
6												0.73	0.72	0.70	0.67	0.65	0.62
7												0.74	0.73	0.73	0.71	0.69	0.67
8												0.74	0.74	0.74	0.73	0.72	0.71
9												0.74	0.74	0.74	0.74	0.73	0.73
10+												0.74	0.74	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	2010	2011
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	1,615	1,402
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	2,398	1,196
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	2,554	1,089
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	4,689	1,795
6												2,613	14,705	22,051	9,890	6,165	2,386
7												3,780	7,553	12,365	33,140	9,274	4,411
8												2,031	4,425	5,432	18,573	32,607	9,161
9												782	2,402	2,219	6,027	18,183	34,303
10+												4,503	5,898	8,385	10,349	20,815	25,566
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	98,301	81,310

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	2010	2011
2	225	179	132	74	121	233	701	1,267	987	1,014	362	100	79	80	36	22	17
3	537	212	315	119	212	752	368	775	607	825	1,067	215	161	105	72	44	20
4	560	465	793	439	645	887	711	353	696	606	1,011	1,701	605	538	121	66	23
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	147	51
6												229	982	1,086	404	229	80
7												441	716	1,041	1,872	442	178
8												340	652	670	1,644	2,099	508
9												149	437	346	755	1,669	2,463
10+												1,363	1,776	2,243	2,533	4,288	4,582
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	9,006	7,921

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	2011	2012
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	4,996	2,405	1,568	1,361
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	5,076	3,655	2,329	1,161
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	15,629	4,982	2,479	1,058
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	31,047	6,238	4,553	1,743
6												2,510	14,165	21,205	9,544	5,985	2,317
7												3,631	7,275	11,890	31,980	9,005	4,283
8												1,951	4,263	5,224	17,923	31,658	8,895
9												751	2,314	2,134	5,816	17,654	33,305
10+												4,326	5,681	8,063	9,987	20,209	24,822
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	105,263	92,530	95,440	78,943

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	2011	2012
2	211	170	126	71	116	223	674	1,211	952	975	346	97	76	77	35	22	16
3	504	202	301	114	204	722	354	740	585	794	1,021	207	155	101	70	43	20
4	526	443	758	420	620	852	683	337	671	583	968	1,634	583	517	117	64	23
5	370	937	1,264	1,439	2,195	1,397	1,625	2,200	2,565	2,643	2,790	782	1,551	1,049	232	142	50
6												220	945	1,044	390	223	77
7												424	690	1,001	1,806	429	172
8												326	628	644	1,586	2,038	493
9												143	421	333	729	1,620	2,391
10+												1,309	1,711	2,157	2,445	4,163	4,448
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	6,923	7,410	8,743	7,690

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	2010	2011	近3年平均
漁獲量	342	258	311	259	326	342	333	583	397	475	626	529	605	680	591	417	562
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	9.8	7.8	4.8	7.5

2011年の漁獲量は暫定値。

補足資料 5. キチジの小海区・経度別の漁獲量、漁獲努力量および CPUE

補足表3-3-3 キチジの小海区・経度別の漁獲努力量(網数)

漁区	年	経度										合計	
		140.5-141.0	141.0-141.5	141.5-142.0	142.0-142.5	142.5-143.0	143.0-143.5	143.5-144.0	144.0-144.5	144.5-145.0	145.0-145.5		
金華山	2006	35	3,431	2,002	42								5,510
	2007	12	2,444	831									3,287
	2008	3	2,842	1,288									4,133
	2009		3,089	1,369									4,458
	2010	11	3,037	592									3,640
2011		893	1,012	5								1,910	
常磐	2006	107	1,675	2,390	982	4	16						5,174
	2007	108	1,297	3,042	1,028								5,475
	2008	12	1,640	2,577	976	9							5,214
	2009		1,351	3,195	1,166	23							5,735
	2010	16	1,676	2,752	300								4,744
2011	6	204	217	310								737	
房総	2006	642	1,137	20									1,799
	2007	896	2,001	3									2,900
	2008	531	1,352	10									1,893
	2009	249	1,185	5									1,439
	2010	440	1,237	10									1,687
2011	55	834										889	

補足表3-3 キチジの小海区・経度別の漁獲努力量(割合)

漁区	年	経度										合計	
		140.5-141.0	141.0-141.5	141.5-142.0	142.0-142.5	142.5-143.0	143.0-143.5	143.5-144.0	144.0-144.5	144.5-145.0	145.0-145.5		
金華山	2006	0.6	62.3	36.3	0.8								100
	2007	0.4	74.4	25.3									100
	2008	0.1	68.8	31.2									100
	2009		69.3	30.7									100
	2010	0.3	83.4	16.3									100
2011		46.8	53.0	0.3								100	
常磐	2006	2.1	32.4	46.2	19.0	0.1	0.3						100
	2007	2.0	23.7	55.6	18.8								100
	2008	0.2	31.5	49.4	18.7	0.2							100
	2009		23.6	55.7	20.3	0.4							100
	2010	0.3	35.3	58.0	6.3								100
2011	0.8	27.7	29.4	42.1								100	
房総	2006	35.7	63.2	1.1									100
	2007	30.9	69.0	0.1									100
	2008	28.1	71.4	0.5									100
	2009	17.3	82.3	0.3									100
	2010	26.1	73.3	0.6									100
2011	6.2	93.8										100	

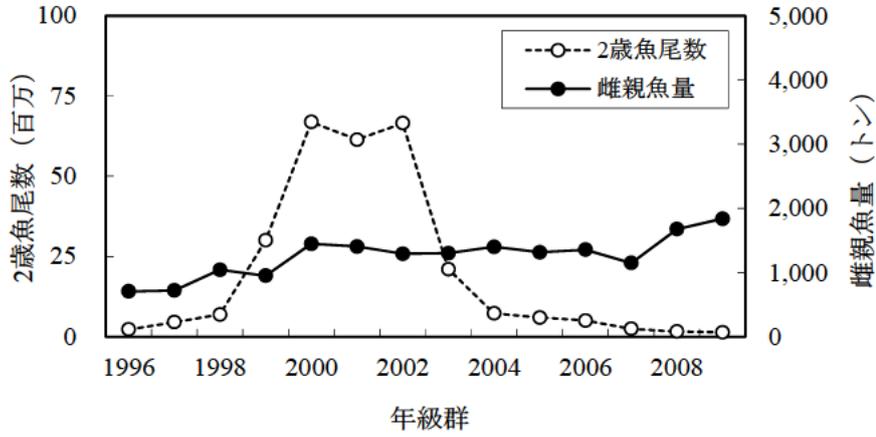
補足表3-1 キチジの小海区・経度別の漁獲量

漁区	年	経度										合計	
		140.5-141.0	141.0-141.5	141.5-142.0	142.0-142.5	142.5-143.0	143.0-143.5	143.5-144.0	144.0-144.5	144.5-145.0	145.0-145.5		
金華山	2006	185	75,167	72,547	1,485								149,384
	2007	162	55,200	29,422	84,784								156,479
	2008	1	69,019	87,459	126,039								262,517
	2009	108	74,189	24,852	99,149								198,188
	2010		40,919	98,171	139,771	681							249,561
2011		74,355	95,990	41,477	4	276						213,779	
常磐	2006	7,652	50,638	121,807	45,825								225,922
	2007	1,375	64,373	131,968	53,288	628							251,632
	2008		42,564	150,165	62,954	337							256,020
	2009	501	47,260	164,127	24,275								236,163
	2010	251	7,178	11,138	29,195								47,762
2011		66,426	1,727									91,230	
房総	2006	23,077	47,029	294									68,878
	2007	17,234	40,945	242									58,421
	2008	2,573	31,801	636									35,010
	2009	4,566	31,564	579									36,709
	2010	2,578	20,141										22,719

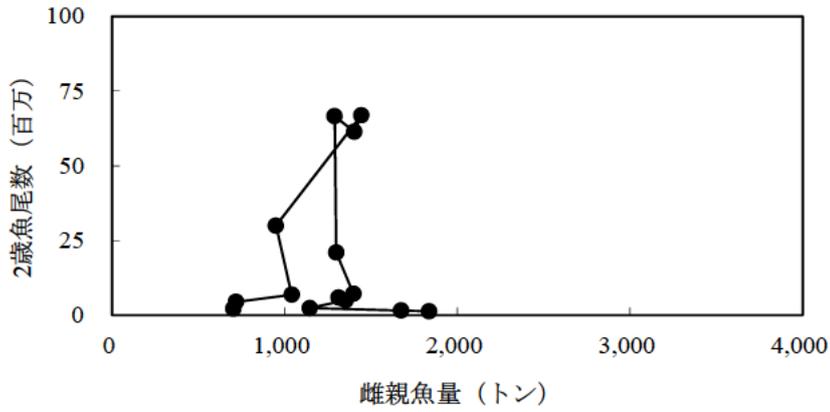
補足表3-2 キチジの小海区・経度別のCPUE

漁区	年	経度										合計	
		140.5-141.0	141.0-141.5	141.5-142.0	142.0-142.5	142.5-143.0	143.0-143.5	143.5-144.0	144.0-144.5	144.5-145.0	145.0-145.5		
金華山	2006	5.3	21.9	36.2	35.4								27.1
	2007	13.5	22.6	35.4									25.8
	2008	0.3	24.3	67.9									37.9
	2009		22.3	41.8									28.3
	2010	9.8	24.4	42.0									27.2
2011		45.8	97.0	136.2								73.2	
常磐	2006	15.7	44.4	40.2	42.2	1.0	17.3						41.3
	2007	70.9	39.0	40.0	44.6								41.3
	2008	114.6	39.3	51.2	54.6	69.8							48.3
	2009	31.5	47.0	54.0		14.7							44.6
	2010	31.3	28.2	59.6	80.9								49.8
2011	41.8	35.2	51.3	94.2								64.8	
房総	2006	35.9	58.4	86.4									50.7
	2007	24.1	23.5	98.0									23.8
	2008	32.5	30.3	24.2									30.9
	2009	10.3	26.8	127.2									24.3
	2010	10.4	25.5	57.9									21.8
2011	46.9	24.1										25.6	

補足資料 6. 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

補足資料 7. 東日本大震災による沖底漁船への影響

2010年に対する2012年の沖底の稼働率を想定し、各年の漁獲重量で重み付けをして2012年の全体の稼働率を求めた。その結果、2010年を1とした場合の2012年の沖底の稼働率は0.831と推定された。

補足表4-1 2011年における震災前後の沖底隻数および想定した休漁日 (7~8月は沖底の操業禁止期間)

県	沖底隻数		操業月数		想定した休漁日		震災後/震災前		震災後/震災前		再開後/再開前		修正係数	修正係数
	震災前	震災後	震災前	震災後	震災前	震災後	震災前	震災後	震災前	震災後	再開前	再開後	再開前	再開後
青森	16	16	10	9,677	3.11-3.20	160	155	0.968	1	0.981	1	1,025	1	0.954
岩手	8	8	10	7,597	3.11-4.10	80	61	0.760	1	1,025	1	1,025	1	0.770
宮城	27	26	10	6,323	3.11-6.30	270	167	0.617	1	0.456	1	0.456	1	0.408
福島	40	31	10	2,323	3.11-12.31	400	93	0.232	0.295	—	0.295	—	—	0.069
茨城	6	6	10	9,189	3.11-4.4	60	55	0.919	1	1,423	1	1,423	1	1.306
千葉	6	6	10	10	—	60	60	1.000	1	0.548	1	0.548	1	0.653

岩手県：2011年4~6月の宮古港の総水揚げ量は3,597トンであり、前年の8,464トンから大幅に減少したため、4~6月の月数に3,597/8,466を乗じた。
 宮城県：2011年5月7日から操業再開したが、6月まで互磯処理で水揚げが少なく、6月30日までに休漁を想定した。
 福島県：2010年7月の沖底の網敷比(キチジの有漁網敷)に等しくなるように、漁業再開後の隻数*月数に乘じる修正係数を決定した。
 なお、福島県を除く青森~千葉県では、漁業再開前の補正係数を1と仮定した。福島県では、2011年の再開前の網敷は2010年の29.5%となっていた。

補足表4-2 2010年の沖底によるキチジの漁獲量 (kg) と2011年の稼働率 (左：隻数ベース、右：網敷ベース)

県	漁獲量		比率c		比率a (稼働率)		比率c*比率a (稼働率)		比率c*比率b (稼働率)	
	2010年	2011年	2010年	2011年	2010年	2011年	2010年	2011年	2010年	2011年
青森	48,369	0,089	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
岩手	124,351	0,228	0.173	0.173	0.173	0.173	0.173	0.173	0.173	0.173
宮城	295,347	0,542	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335
福島	64,172	0,118	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
茨城	10,080	0,019	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
千葉	2,422	0,004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
合計	544,741	1,000	0.643	0.643	0.643	0.643	0.643	0.643	0.643	0.643

補足表4-3 2012年に想定した沖底隻数および操業月数 (7~8月は沖底の操業禁止期間)

県	沖底隻数		操業月数		想定した休漁日		2010年/2010年		2012年/2010年	
	2010年	2012年	2010年	2012年	2010年	2012年	2010年	2012年	2010年	2012年
青森	16	16	10	10	—	—	160	160	1.000	1.000
岩手	8	8	10	10	—	—	80	80	1.000	1.000
宮城	27	26	10	10	—	—	270	232	0.858	0.858
福島	40	30	10	4	1.1-8.31	—	400	90	0.225	0.225
茨城	6	6	10	10	—	—	60	60	1.000	1.000
千葉	6	6	10	10	—	—	60	60	1.000	1.000

宮城県および福島県以外については、震災前の操業状況に戻ると仮定した。
 宮城県については、2011年の互磯撤去・海底清掃等の従事度 (9月以降は通常操業に戻ると仮定) から、2012年の隻数*月数を232とした (宮城水技セ調べ)。
 福島県：9月から試験操業が開始され、9~12月の間には通常の3/4の隻数*月数になると仮定した。

補足表4-4 2010年の沖底によるキチジの漁獲量 (kg) と2012年の稼働率

県	漁獲量		比率c		比率a (稼働率)		比率c*比率a (稼働率)	
	2010年	2012年	2010年	2012年	2010年	2012年	2010年	2012年
青森	48,369	0,089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
岩手	124,351	0,228	0.228	0.228	0.228	0.228	0.228	0.228
宮城	295,347	0,542	0.465	0.465	0.465	0.465	0.465	0.465
福島	64,172	0,118	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
茨城	10,080	0,019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
千葉	2,422	0,004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
合計	544,741	1,000	0.831	0.831	0.831	0.831	0.831	0.831