

# 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

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者名	服部, 努 成松, 庸二 伊藤, 正木 上田, 祐司 北川, 大二
発行元	日本水産學會
巻/号	72巻3号
掲載ページ	p. 374-381
発行年月	2006年5月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 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

服部 努,\* 成松庸二, 伊藤正木, 上田祐司, 北川大二<sup>a</sup>

(2005年8月25日受付, 2005年11月4日受理)

舩水産総合研究センター東北水産研究所八戸支所

Annual changes in population size and recruitment per spawning biomass of bighead thornyhead *Sebastolobus macrochir* in the western North Pacific Ocean off northern JapanTSUTOMU HATTORI,\* YOJI NARIMATSU, MASAKI ITO,  
YUJI UEDA AND DAIJI KITAGAWA<sup>a</sup>*Hachinohe Branch, Tohoku National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency, Hachinohe, Aomori 031-0841, Japan*

The total catch of bighead thornyhead *Sebastolobus macrochir* by offshore trawlers in the Tohoku area waters off northern Japan decreased from 2,773 tons in 1971 to 291 tons in 2002, suggesting that the level of the biomass might have been low in recent years. In the present study, 702 bottom-trawling tows were carried out in the autumns of 1996-2004 in the Tohoku area and the annual biomass level was examined using the area-swept method. A population size index for each age class was calculated using an age-length key obtained from otolith readings. The biomass index remained at 1.5-1.8 thousand tons in 1996-1998 but increased to 2.5-3.2 thousand tons in 1999-2004. In 2001-2004, the recruitment levels of 2-year-old fish were more than three times as high as those in 1996-2000. Fish size at maturity was examined by histological observations of ovaries and the spawning biomass was calculated. Values of recruitment per spawning biomass (RPS) for 1997-1998 year classes ranged from 4.5 to 5.4 inds/kg and these values were much lower than those for 1999-2002 year classes (18.2-23.6 inds/kg). These results suggest that the increase of the biomass came from the high recruitment success of the year classes during 1999-2002.

キーワード: *Sebastolobus macrochir*, 加入, キチジ, 再生産成功率, 資源量推定, 組織学的観察

東北太平洋岸沖(以下, 東北海域と呼ぶ)の大陸棚上および陸棚斜面域では, 沖合底びき網漁業により多くの底生魚類およびスルメイカが漁獲され, 近年の総漁獲量は8~9万トンで推移している。<sup>1)</sup>本研究で対象としたキチジ *Sebastolobus macrochir* は, 東北地方や北海道ではメスケ類とともに「赤もの」と称され, 総菜魚として珍重されており, 魚価も高いことから沖合底びき網漁業の漁獲対象として重要なものの1つとなっている。伊藤ら<sup>2)</sup>は東北海域の沖合底びき網漁業による漁獲動向を調べ, 本種の漁獲量が1971年の2,773トンから2002年には291トンにまで減少し, CPUEも低水準で横ばい傾向にあることから, 近年のキチジの資源量は低い水準

にあると報告している。しかしながら, 資源量指標値や年齢組成の推移等の資源の実態を把握する上で重要な情報は得られておらず, キチジの資源動向は十分には把握されていない。

キチジはサハリンおよび千島列島から北日本太平洋岸にかけての水深150~1,400 mに分布するが,<sup>2)</sup> 東北海域では主に水深500~800 mの陸棚斜面域の海底に接して生息している。<sup>3)</sup> キチジのような底生性の強い魚種では, 着底トロール調査と面積密度法を組み合わせた資源量推定法が有効な方法とされ,<sup>4)</sup> この方法を用いた場合, 採集された標本により偏りの少ない体長・年齢組成や成熟体長等の生物学的情報も収集できるという利点が

\* Tel : 81-178-33-1500. Fax : 81-178-34-1357. Email : hmadara@fra.affrc.go.jp

<sup>a</sup> 現所属 : 舩水産総合研究センター西海区水産研究所 (Seikai National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency, Nagasaki 851-2213, Japan)

ある。<sup>5)</sup>

東北海域においてキチジ資源を今後も持続的に利用していくためには、資源量を的確に推定し、適切な管理を行う必要がある<sup>6-8)</sup> それに加えて年齢組成や成熟体長等の生物学的な知見を明らかにする必要がある。そこで、本研究では、着底トロール調査を行い、面積密度法を用いた資源量推定により 1996～2004 年の資源量および年齢別資源尾数の経年変化を調べた。さらに、卵巣の組織学的観察による成熟度を用い、雌の成熟体長を明らかにし、雌の産卵親魚量を推定して再生産成功率の経年変化を調べた。

### 材料と方法

調査船若鷹丸 (692 トン、東北区水産研究所所属) により、1996～2004 年の 10～11 月に東北海域全域 (青森～茨城県沖) の水深 100～1,000 m において、着底トロール網を用いた漁獲調査を行った (Fig. 1)。なお、東北海域におけるキチジの主分布域は青森～福島県沖の水深 500～800 m であることから<sup>1,3)</sup> 本研究の調査海域は本種の生息域をほぼ網羅できている。東北海域は北からの親潮第一分枝 (寒流) および南からの黒潮北上分派 (暖流) の影響を受けるため、北部と南部で海洋環境がやや異なっている。<sup>9)</sup> そのため、北緯 38°50′ で調査海域を南北に分け、1996 年は 100～200 m, 200～300 m, 300

～500 m, 500～700 m および 700～1,000 m の 5 水深帯、10 層に、1997 年以降は 100～200 m, 200～300 m, 300～400 m, 400～500 m, 500～600 m, 600～700 m, 700～800 m および 800～1,000 m の 8 水深帯、16 層に海域を層化した。各々の層における調査点数を Table 1 に示す。本研究で行った着底トロールの曳網回数は、1996 年に 57 回、1997 年に 60 回、1998 年に 61 回、1999 年に 59 回、2000 年に 74 回、2001 年に 71 回、2002 年に 75 回、2003 年に 100 回、2004 年に 145 回であり、合計の曳網回数は 702 回であった。本研究で用いた資源量推定手法は調査点の無作為配置を前提としているが、実際の調査では漁業者の漁具の設置および海底状況により着底トロールの曳網が困難である場所が多かった。そこで、調査での網の破網を軽減し、円滑に着底トロール調査を行うため、緯度線に沿ったグリッド上に調査点を配置し、各調査点付近の曳網可能な場所で着底トロール調査を実施した。

同一層内において同一緯度線付近の水深の異なる調査点の分布密度に相関がある場合、調査点の無作為配置を仮定した推定式を用いることは適切ではない。本研究では、1996 年には北部・南部ともに 5 ライン、1997～2002 年には北部・南部ともに 4 ライン、2003 年には北部に 4 ライン、南部に 6 ラインを南北方向に等間隔で設定したため、同一層内で同一緯度線付近に 3 地点以上配置されている調査点群は存在せず、隣接する調査点における分布密度の関係を検討することができなかった。一方、2004 年には北部で 4 ライン、南部で 8 ラインを設定したが、調査点数の増加により同一層内で同じ緯度線付近に 3 地点以上配置されている調査点群が存在し、3 地点ある調査点群は 14 群、4 地点ある調査点群は 8 群であった。そこで、直線回帰を用いて調査点の水深と分布密度の関係を調べた結果、22 群中で有意な相関が認められたものは 1 群のみであった (重量密度:  $n=4$ ,  $r^2=0.966$ ,  $p<0.05$ ; 尾数密度:  $n=4$ ,  $r^2=0.935$ ,  $p<0.05$ )。また、その調査点群はキチジの主分布域から外れた茨城県沖の水深 400～500 m にあり、分布密度も低かったことから、調査点を同一緯度線付近に配置したことによる影響は少ないと判断し、調査点の無作為配置を前提とした資源量推定手法を用いることとした。

使用した着底トロール網の構成は、袖網長 13.0 m、身網長 26.1 m、網口幅が 5.4 m であり、コッドエンドの長さは 5.0 m である。網は 3 重構造となっており、内網の目合が 50mm、外網の目合が 8 mm 角、すれ防止用の最も外側を覆う網の目合が 60 mm 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。着底トロールの曳網時間が数十分以上の場合、1 網当たりの漁獲量の平均値と標準偏差の比がほぼ一定となる例が知られていること<sup>4)</sup> 東シナ海・黄海の着底トロール調査で

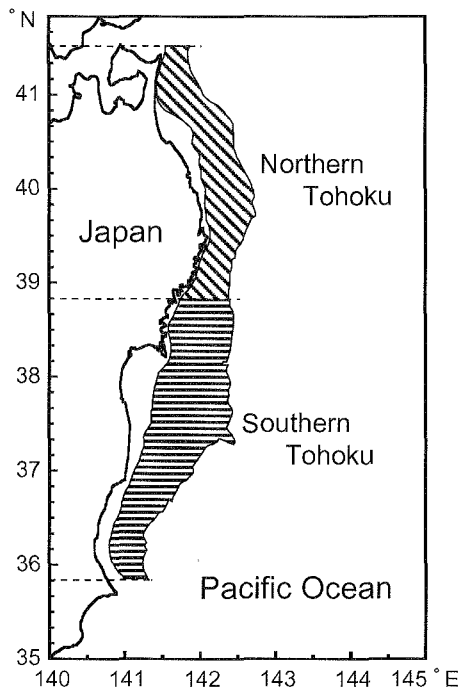


Fig. 1 Sampling area of highband thornyhead at depths from 100 to 1,000 m in the western North Pacific Ocean. The survey area was divided into two regions, northern and southern Tohoku.

Table 1 Number of bottom trawl sampling by depth from 1996 to 2004

Division of area	km <sup>2</sup>	Sampling year								
		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Northern Tohoku										
38°50'–41°30'N										
100–200 m	3,402	2	1	1	1	3	2	2	2	2
200–300 m	1,281	5	4	4	4	8	7	6	6	10
300–400 m	1,091	5	4	4	3	8	7	6	8	8
400–500 m	1,066		4	4	3	7	7	5	8	8
500–600 m	1,235	5	4	4	4	4	4	5	8	8
600–700 m	1,408		3	4	4	4	4	4	4	4
700–800 m	1,612	10	4	4	4	4	4	4	4	4
800–1,000m	3,249		4	4	4	4	4	4	4	4
Southern Tohoku										
35°50'–38°50'N										
100–200 m	6,967	5	4	4	4	4	4	4	4	4
200–300 m	2,808	5	4	4	4	4	4	6	10	17
300–400 m	2,298	5	4	4	4	4	4	6	10	24
400–500 m	2,063		4	4	4	4	4	6	10	32
500–600 m	2,037	5	4	4	4	4	4	5	10	8
600–700 m	1,837		4	4	4	4	4	4	4	4
700–800 m	1,649	10	4	4	4	4	4	4	4	4
800–1,000m	3,429		4	4	4	4	4	4	4	4
Total	37,432	57	60	61	59	74	71	75	100	145

は最適曳網時間は15～30分程度と推定されていることから、<sup>10)</sup>本研究における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ノットで行った。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（以下、体長と呼ぶ）を計測し、年齢査定用の耳石の採取を行った。

面積密度法により、各年の資源量および資源尾数を以下の手法で推定した。南北および水深帯で層化した層(*i*)ごとに各調査点(*j*)の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、以上の本研究の計算では、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）が不明であるため、着底トロール網によるキチジの採集効率を1と仮定した。そのため、得られた資源量および資源尾数は指標値であり、それらの絶対値に比べて相対的に低い値となっている。

*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の指標値に対する値であり、採集効率の推定誤差は含んでいない。

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

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

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

1997年を除く各年の耳石標本を用い、耳石の表面研磨法<sup>11,12)</sup>による年齢査定(年齢の起算日は4月1日)を行った結果、1996年に671個体、1998年に329個体、1999年に376個体、2000年に682個体、2001年に656個体、2002年に600個体、2003年に409個体、2004年に483個体の年齢査定が可能であった。そのため、これらの年齢査定結果を用い、年齢を0歳、1歳、2歳、3歳、4歳および5歳以上とした各年の age-length key を作成し、各年の資源全体の体長組成を年齢ごとに分解した。1997年には耳石の採取を実施しなかったため、1996年と1998年の年齢査定結果をあわせて age-length key を作成して1997年の体長組成を年齢ごとに分解した。

2001～2003年の東北海域全域(資源量調査と同じ海域)において、キチジの産卵期中とされる4月<sup>13)</sup>に実習船但州丸(499トン、兵庫県立香住高等学校所属)により着底トロール調査を行い、成熟体長推定用のキチジ標本を採集した。船上で各個体の体長(BL, mm)、体重(BW, g)、生殖腺重量(GW, g)を測定の後、雌個体の卵巣を10%緩衝ホルマリンに保存した。生殖腺重量指数(Gonad somatic index: GSI)は下記の式により求めた。

$$GSI(\%) = \frac{GW \times 100}{BW} \quad (8)$$

実験室にて210個体の卵巣を常法により8 $\mu$ mの切片とし、ヘマトキシリン-エオシン染色を施したプレパラート標本を光学顕微鏡下で観察した。雌の組織学的成熟度の設定は古屋、濱津<sup>14)</sup>およびKoya *et al.*<sup>15)</sup>に従い、成熟度を未熟期(Immature phase)、卵黄形成期(Vitellogenic phase)、成熟・産卵期(Maturation phase)および産卵終期(Spent phase)の4期に区分した。本研究で用いた標本は産卵期中の個体であり、未熟期にある個体は未成魚、卵黄形成期にある個体は産卵直前の成魚と考えられる。そこで、卵黄形成期、成熟・産卵期および産卵終期にある個体を成魚とし、体長1cmごとに雌の成熟率を求めて体長と成熟率の関係を調べた。

以下の手法により、雌の親魚量を推定した。雌雄比を1:1と仮定し、 $t$ 年の調査における資源全体の体長組成(体長1cmごとの資源尾数)に0.5を乗じて $t$ 年の雌の体長組成とし、それに体長と成熟率の関係(Logistic曲線で示す)により求められた体長1cmごとの成熟率を乗じて $t$ 年の雌親魚の体長組成を推定し、下記の体長(BL, mm)と体重(BW, g)の関係式を用いて $t$ 年の雌の親魚量を計算した。

$$BW = 1.867 \cdot 10^{-5} \cdot BL^{3.068} \quad (9)$$

本研究の資源量調査は10～11月に行われたのに対し、産卵期は1～4月<sup>13)</sup>である。しかし、キチジは冬期にはほとんど成長しないと考えられること、<sup>11)</sup>本研究で推定された資源量に対する漁獲量の割合は小さく、調査時期と産卵期間の漁獲量は無視できると考えられることから、10～11月の調査結果から推定された $t$ 年の雌の親魚量( $S_t$ , kg)を、 $t+1$ 年の産卵親魚量とした。キチジの着底時期は明確になっていないが、キチジと同属のアラスカキチジ *S. alascanus* では着底するまで14～15ヶ月、ヒレナガキチジ *S. altivelis* では約20ヶ月を要すると報告されている。<sup>16)</sup> これらのことから、キチジでも1年以上にわたって浮遊生活を行っている可能性が高いと考えられるため、 $t+1$ 年級の2歳魚時点の尾数( $R_{t+3}$ , 尾)を加入尾数とし、 $t+1$ 年級の再生産成功率( $RPS_{t+1}$ )を下式により求めた。

$$RPS_{t+1} = \frac{R_{t+3}}{S_t} \quad (10)$$

## 結 果

着底トロール調査の結果を用い、面積密度法により東北海域のキチジの資源量および資源尾数を推定した。各年における推定値の変動係数(CV)をみると、1996年のCVは資源尾数で27%、資源量で18%と高い値を示した。しかし、1997年以降の調査における両者のCVは比較的低い値を示し、特に資源量のCVは2000年を除いて9～15%で推移した(Table 2)。

東北海域のキチジの資源量は、1996～1998年には1,500～1,800トンで推移していたが、その後、増加傾向を示し、2002～2004年には3,000トンを超える水準となった(Fig. 2)。資源尾数も同様の傾向を示し(Table 2)、1996～1998年に1,000万尾強であったものが、1999年以降に急激に増加し、2004年には6,000万尾を超える水準となった。海域間で比較すると、1998年以前の南部の資源量は北部の30～40%程度に留まっていたが、その後の南部の増加率は北部を上回り、

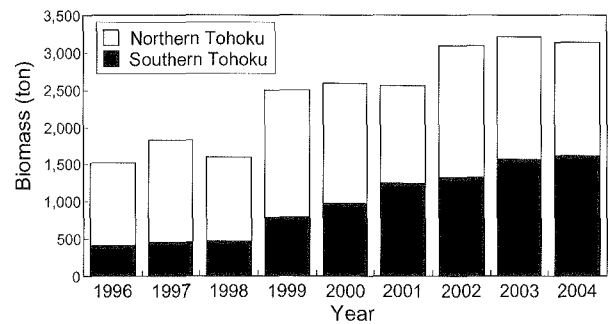


Fig. 2 Change in biomass index of bighead thornyhead calculated by area-swept method in the Tohoku area, the waters off the Pacific coast of northern Japan.

**Table 2** Index of population size and biomass of bighead thornyhead calculated by area-swept method in the Tohoku area, the waters off the Pacific coast of northern Japan

Index of population size and biomass	Sampling year								
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<i>Population size (×1,000 individuals)</i>									
Northern Tohoku	6,745	10,548	7,638	12,414	13,160	16,533	28,688	26,919	29,429
Southern Tohoku	4,532	3,725	3,142	7,012	11,718	20,900	29,428	28,082	32,626
Total in Tohoku area	11,277	14,273	10,780	19,426	24,878	37,433	58,117	55,001	62,055
95% lower confidence limit	5,060	10,150	7,346	13,012	14,994	24,051	33,250	40,590	44,110
95% upper confidence limit	17,494	18,396	14,213	25,840	34,763	50,815	82,983	69,412	80,000
coefficient of variation, CV(%)	27.1	14.3	15.7	16.3	19.8	17.8	21.4	13.2	14.8
<i>Biomass (ton)</i>									
Northern Tohoku	1,109	1,362	1,120	1,714	1,611	1,311	1,752	1,647	1,522
Southern Tohoku	413	462	477	788	976	1,253	1,330	1,565	1,614
Total in Tohoku area	1,523	1,824	1,597	2,503	2,588	2,564	3,082	3,212	3,136
95% lower confidence limit	972	1,484	1,167	1,782	1,717	1,881	2,174	2,419	2,506
95% upper confidence limit	2,074	2,163	2,026	3,223	3,458	3,247	3,990	4,005	3,766
coefficient of variation, CV(%)	17.8	9.2	13.3	14.2	16.8	13.3	14.7	12.4	10.3

**Table 3** Population size index of bighead thornyhead of each age class based on age-length keys from 1996 to 2004

Age	Population size of each age class during sampling years (×1,000 individuals)								
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0	0	8	0	35	0	0	0	0	19
1	537	304	1,065	3,759	7,838	11,868	7,284	3,745	628
2	2,964	2,177	1,415	2,482	4,380	14,701	26,215	19,633	19,766
3	2,107	2,901	1,224	2,241	5,354	2,891	13,827	12,265	16,999
4	2,725	4,781	2,557	3,829	3,903	3,489	2,612	9,852	10,527
5+	2,943	4,103	4,519	7,079	3,404	4,485	8,179	9,505	14,115
Total	11,277	14,273	10,780	19,426	24,878	37,433	58,117	55,001	62,055

2003～2004年には南部と北部の資源量はほぼ同じ水準の1,500トン強となった。一方、資源尾数をみると、南北ともに急激な増加傾向が認められ、2004年の資源尾数は1998年以前に比べて北部で3～4倍、南部で7～10倍に増加した。また、1998年以前の南部の資源尾数は北部の30～70%程度であったが、2002年以降には3,000万尾前後と北部とほぼ同じ水準となった。年齢別資源尾数の推移を調べた結果 (Table 3), 1998年以前の1歳魚の資源尾数は1,100千尾以下と低い水準にあったが、1999～2003年には連続して1歳魚が高い水準(3,700千尾～11,900千尾)で出現した。また、2001～2004年の加入尾数(2歳魚の資源尾数)は14,700千尾～26,300千尾と2000年以前の3倍以上に増加した。年齢別の体長組成の推移から、2004年には体長15cm以下の2～5歳魚が資源尾数の大部分を占めることが明らかとなった (Fig. 3)。

成熟体長を調べ、親魚量を推定するため、卵巣の組織

学的観察により成熟度とGSIの関係を調べた (Table 4)。本研究で調べた4月の東北海域のキチジでは、GSIにより未熟期の個体を卵黄形成期および成熟・産卵期の個体と分離することが可能であったが、未熟期と産卵終期の個体をGSIのみで正確に分離できないことが明らかとなった。このことから、東北海域のキチジ雌の未成魚と成魚を判別するためには、卵巣の組織学的観察に基づく必要があると判断された。そのため、本研究では210個体の卵巣を組織学的に観察して体長と成熟度の関係を調べた結果、体長15cmまでは未熟期の個体が多く(最小成熟体長は14.6cm)、それ以上では卵黄形成期、成熟・産卵期および産卵終期の個体の割合が高いことが明らかとなった。そこで、体長1cmごとに未成魚(未熟期の個体)と成魚(卵黄形成期、成熟・産卵期および産卵終期の個体)の尾数を調べ、体長( $BL$ , cm)と成熟割合( $m_{BL}$ , %)の関係にLogistic曲線を当てはめ (Fig. 4), 下記の関係式を得た。

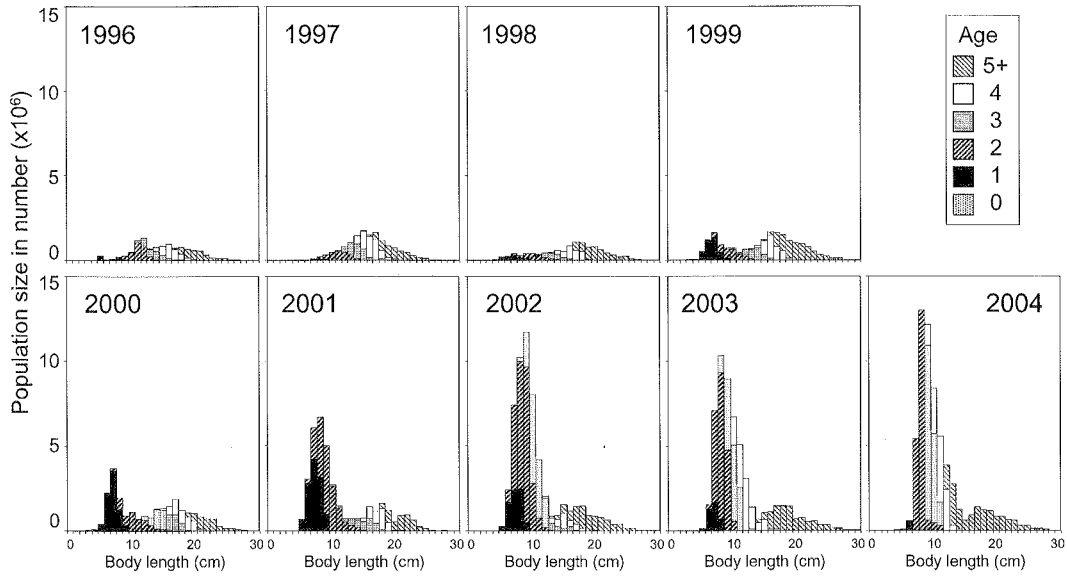


Fig. 3 Change in body length frequency distribution of bigband thornyhead of different age classes in the Tohoku area, the waters off the Pacific coast of northern Japan.

Table 4 Number of individuals (*n*), gonad somatic index (*GSI*) and body length of bigband thornyhead of each maturity phase based on histological observations on ovaries

Maturity phase	<i>n</i>	<i>GSI</i> (%)		Body length (cm)	
		mean	range	mean	range
Immature	109	0.32	0.04–0.94	12.6	8.4–20.7
Vitellogenic	5	2.88	2.00–4.84	17.9	14.8–23.8
Maturation	30	6.63	1.70–19.80	19.2	15.0–24.0
Spent	66	1.36	0.18–3.64	18.8	14.6–27.8

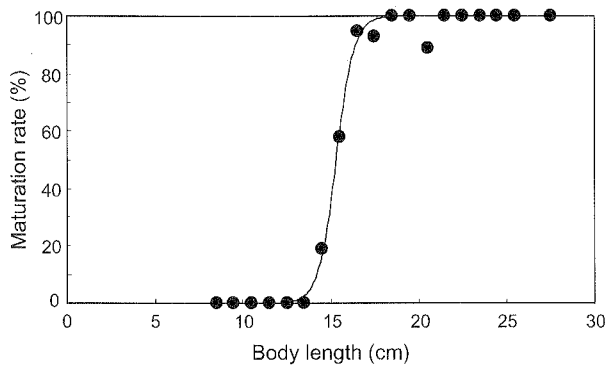


Fig. 4 Relationship between percentage of mature fish and body length of female bigband thornyhead in the Tohoku area, the waters off the Pacific coast of northern Japan.

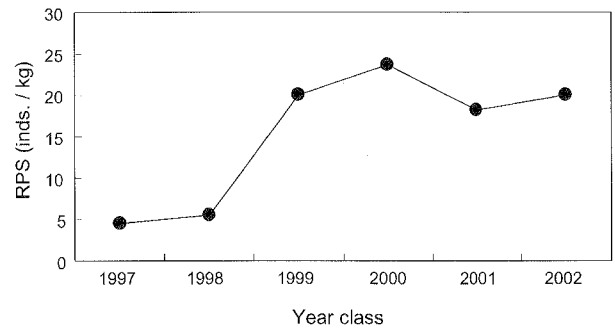


Fig. 5 Change in recruitment per spawning biomass (*RPS*) of each year class of bigband thornyhead in the Tohoku area, the waters off the Pacific coast of northern Japan.

$$m_{BL}(\%) = \frac{100}{1 + \exp[-1.967(BL - 15.309)]} \quad (11)$$

この関係式から、東北海道のキチジ雌の50%成熟体長は15.3 cmと推定され、体長18 cm以上の個体の大部分は成魚であると考えられた。(11)式を用い、それぞれの年の資源の体長組成から雌親魚の体長組成を求め、体長-体重関係式を用いて雌の産卵親魚量を計算し、それと加入尾数(2歳魚時点の資源尾数)により再生産成功率(*RPS*)を求めた(Fig. 5)。推定された*RPS*の変化をみると、1997~1998年級の*RPS*は4.5~5.4尾/kgと低い水準であったが、豊度の高かった1999~2002年級の*RPS*は18.2~23.6尾/kgと高い水準となっていた。

考 察

東北海道のキチジ資源については、コホート解析のた

めの漁業情報および年齢に関する知見が不足していた。このような状況の中、北海道周辺および東北海域におけるキチジの分布量および資源量推定に関する研究は、標識放流に基づく方法<sup>6)</sup>および深海用ビデオカメラ<sup>7)</sup>や潜水艇調査<sup>8)</sup>による直接観察により行われてきた。しかし、大規模な標識放流や広域の潜水艇調査を毎年行うことは困難であり、これら手法の東北海域全域への導入は困難と考えられた。一方、深海用ビデオカメラによる直接観察では、キチジが海底上に接して分布し、カメラの接近への反応が少ない<sup>7)</sup>という特性により、分布密度の絶対値を把握可能であるが、本手法は時間的制約の中で広い海域を調査するには適さない。

本研究で採用した着底トロール調査による手法は、迅速に広い海域を調査可能であり、面積密度法を用いてキチジ以外の魚種（ズワイガニ *Chionoecetes opilio*, マダラ *Gadus macrocephalus*, イトヒキダラ *Laemonema longipes* 等）の資源量の指標値を同時に把握可能という利点がある。また、漁業から独立した情報に基づくため、採集された標本により偏りの少ない体長・年齢組成や成熟体長等の生物学的情報が収集できる<sup>5)</sup>という利点があり、継続して底生魚類の資源状態を把握するためのモニタリング調査として優れている。一方、面積密度法を用いて資源量を推定する際、採集効率が不明であることが多く、資源量の絶対値を推定しにくいという短所がある。本研究では採集効率を1とし、相対的に資源動向を示したが、資源量の絶対値を算定する場合、着底トロール網によるキチジの採集効率を推定する必要がある。そのため、深海用ビデオカメラと本研究で使用した着底トロール網を用いた調査により、キチジの採集効率を求めめるための研究が行われている。<sup>17)</sup>

本研究で推定された東北海域におけるキチジの資源量および資源尾数の推移から、1999年以降の資源量および資源尾数に増加傾向が認められ、2004年のキチジの資源状態は低水準であった1998年以前に比べて資源量で2倍、資源尾数で6倍に増加したと推測された。また、年齢別資源尾数と体長組成の推移から、1998年以前の1歳魚の資源尾数は低い水準にあったが、高い豊度の年級が加入したことにより1999~2003年の1歳魚の資源尾数は多くなったと考えられた。現在、本研究で得られた年齢査定結果を用いてコホート解析の適用を検討中であるが（上田他、未発表資料）、その結果においても資源量および資源尾数の増加傾向が認められており、本研究で得られた結果の信頼性が裏付けられている。一方、沖合底びき網漁業による漁獲量は1995~2002年には230~360トンと低い水準で推移した後、2003年に510トンと明瞭に増加した。<sup>18)</sup>しかし、2002年までは漁獲量の増加傾向は明らかではなく、面積密度法による資源量推定を用いることにより、漁業情報より

早く資源の増加傾向、特に加入量の増加傾向が把握可能であると考えられた。さらに、面積密度法を用いた場合、資源量の推定のみならず、年齢別資源尾数や資源の体長組成が把握できるため、着底トロール調査を用いた面積-密度法は有効なモニタリング手法であると考えられた。

再生産成功率（RPS）の推移をみると、豊度の高い1999~2002年級のRPSは1998年級以前より高いことが明らかであり（Fig. 5）、1999年級以降の加入量の増加は親魚量の増加ではなく、初期生活期の生残率の上昇によりもたらされたと推測される。このことから、陸棚斜面域の海底上で生息するキチジにおいても加入量の年変化が大きく、加入量およびその後の資源量が初期生活期の生残に強く影響されている可能性が示唆され、また、加入の良い時期と悪い時期が存在する可能性が推測された。キチジは1産卵期に2回の産卵を行い、<sup>15,19)</sup>浮遊性の卵はゼラチン質のヒモ状卵囊に包まれた状態で生み出され、<sup>20,21)</sup>浮遊仔稚魚期が長いと推測されている。<sup>16)</sup>そのため、生息環境が安定している東北海域の陸棚斜面域<sup>22)</sup>に生息するキチジであっても、海洋構造が複雑で、かつ本種の分布南限域にあたる東北海域<sup>23)</sup>において、何らかの環境の変化が着底前の初期生活期の生残に強く影響している可能性がある。そのため、浮遊仔稚魚期の生態を調べ、加入量変動のメカニズムを明らかにする必要がある。

## 謝 辞

着底トロール調査を精力的に実施していただいた東北区水産研究所所属若鷹丸の船長並びに乗組員の方々、兵庫県立香住高等学校所属但州丸の船長並びに乗組員の方々に深く感謝申し上げる。遠洋水産研究所の川原重幸博士には、調査の設計および遂行に関してご助言をいただいた。東北区水産研究所八戸支所の長澤和也支所長には、本報告の執筆に際して適切なお助言と励ましをいただいた。ここに記して、心から謝意を表す。また、原稿に有益な批評をいただいた匿名の校閲者二名に感謝する。本研究は水産庁委託事業「資源評価調査」の一環として実施されたものであり、本事業の関係各位に厚く御礼申し上げる。なお、本論文は東北区水産研究所業績No.B68である。

## 文 献

- 1) 伊藤正木, 服部 努, 成松庸二. 東北海域における沖合底びき網漁業と主要底魚類の動向 (2002年). 東北底魚研究 2004; 24: 99-128.
- 2) Amaoka K. *Sebastolobus macrochir* (Günther). In: Masuda H, Amaoka K, Araga C, Uyeno T, Yoshino T (eds). The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai University Press, Tokyo. 1984; 315-316.



- 3) 北川大二, 橋本 惇, 上野康弘, 石田享一, 岩切 潤. 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, 海洋科学技術センター, 神奈川. 1985; 107-117.
- 4) 川原重幸. トロール調査と掃海面積法を組み合わせて得られる資源量推定値の正確さ. 漁業資源研究会議北日本底魚部会報 1995; 28: 47-53.
- 5) 岸田 達. 漁業から独立した資源量推定法 (総論). 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一, 社団法人日本水産資源保護協会, 東京. 2001; 167-169.
- 6) 夏目雅史, 北田修一, 國廣靖志, 木下貴裕. 標識再捕に基づくオホーツク海南部におけるキチジの資源量推定. 日本誌 2001; 67: 821-828.
- 7) 渡部俊広, 渡辺一俊, 北川大二. 曳航式深海用ビデオカメラを用いたキチジの生息密度推定法. 日本誌 2003; 69: 620-623.
- 8) 濱津友紀, 柳本 卓, 成松庸二. トロール調査と潜水艇調査の比較によるキチジの漁獲効率の推定. JAMSTEC 深海研究 2003; 22: 63-69.
- 9) 北川大二, 服部 努, 成松庸二. 東北海域における底魚資源のモニタリング. 月刊海洋 2002; 34: 793-798.
- 10) 山田陽巳. 親魚資源についての調査船調査—東シナ海・黄海の底魚資源調査を例にして—. 漁業資源研究会議北日本底魚部会報 1995; 28: 37-46.
- 11) 服部 努. 東北太平洋岸沖におけるキチジの年齢と成長様式. 漁業資源研究会議底魚部会報 1998; 1: 3-10.
- 12) 後藤友明. 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 2004; 4: 39-47.
- 13) 三河正男, 伊藤勝千代. キチジの成熟と産卵について. 漁業資源研究会議北日本底魚部会報 1981; 16: 42-52.
- 14) 古屋康則, 濱津友紀. 道東太平洋海域におけるキチジの生殖腺の発達. 漁業資源研究会議北日本底魚部会報 1994; 27: 59-76.
- 15) Koya Y, Hamatsu T, Matsubara T. Annual reproductive cycle and spawning characteristics of the female kichiji rockfish *Sebastolobus macrochir*. *Fish. Sci.* 1995; 61: 203-208.
- 16) Moser HG. Development and distribution of larvae and juveniles of *Sebastolobus* (Pisces; Family Scorpaenidae). *Fish. Bull.* 1974; 72: 865-884.
- 17) 渡部俊広, 渡辺一俊, 北川大二. 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 2002; 22: 32-33.
- 18) 東北区水産研究所八戸支所. 太平洋北区沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計資料 (2003年), 東北区水産研究所八戸支所, 八戸. 2005; 104-106.
- 19) 國廣靖志. オホーツク海で獲れた産卵中のキチジ (短報). 北水試研報 1996; 48: 27-29.
- 20) 深滝 弘. 太平洋北西部から採集されたキチジの浮遊性卵囊. 日本研報告 1963; 11: 91-100.
- 21) Koya Y, Matsubara T. 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.* 1995; 59: 1-17.
- 22) 藤原邦浩. 大陸斜面域における底魚類の生物生産構造に関する研究. 博士論文, 東北大学, 宮城. 2005.