

東北海域におけるアカガレイの分布と成長

北川大二^{†1}, 片山知史^{2*}, 藤原邦浩²

Distribution and Growth of Flathead Flounder *Hippoglossoides dubius*, off Tohoku Area

Daiji KITAGAWA^{†1}, Satoshi KATAYAMA^{2*} and Kunihiro FUJIWARA²

In order to disclose the life history of flathead flounder off Tohoku area, we investigated the distribution, age and growth from 1997 to 2001. The flathead flounder occurred in the continental shelf and up to 750m depth in the continental slope. Distribution of the fish shifted to the deeper area with growth. Growth difference was found between sexes as $SL=227 \times (1 - \exp(-0.481 \times (t-0.311)))$ for male, and $SL=366 \times (1 - \exp(-0.184 \times (t-0.257)))$ for female obtained through the age determination observing otolith section. Age composition estimated using age-length key for the five years showed significant increase of young fish in 2001, suggesting higher abundance of 1999 and 2000 year classes.

Key words: *Hippoglossoides dubius*, distribution, age, growth, age-length key

はじめに

アカガレイはオホーツク海から太平洋側では銚子以北、日本海側ではサハリン西岸から島根県以北および沿海州から朝鮮半島東岸に分布する。本種は東北海域太平洋側（以下東北海域）では主に沖合底びき網漁業によって漁獲される。この海域での漁獲量は1990年代前半までは100トン以下であったが、1995年以降増加し、2000年には350トンに達しており、沖合底びき網漁業で漁獲されるカレイ類の中ではババガレイに次いで多い（成松ほか、2002）。

重要漁業対象種であるアカガレイの資源解析および資源管理を行うためには、本種の年齢、成長、分布様式といった生活史に関する知見が不可欠である。しかしアカガレイの生活史については、北海道噴火湾に分布するものについて報告があるものの、東北海域についてはほとんど報告がない。そこで本研究は、着底トロール調査による漁獲デー

タ、および採集されたアカガレイの測定データから、アカガレイの分布特性と年齢・成長を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

本研究では東北区水産研究所八戸支所が1995年以降毎年10-11月に実施している若鷹丸（692トン）による着底トロール調査（調査方法の詳細は（北川ほか、2002）を参照）で得られた資料を用いた。使用したトロールネットは、袖網長が13m、身網長が26.1m、網口幅が5.4m、コッドエンドの長さは5mである。また網は、目合が50mmの内網、8mmの中網、60mmの外網の3枚で構成されている。曳網時間は、基本的に20-30分間とした。調査は36°20'N-41°00'Nにかけての海域で行った。基本的にFig. 1で示したとおり、Line A-Hの8つの定線において漁獲調査を行ったが、1995-1997年は10もしくは16の定線を設定した。2000年までの調査では各調査点で漁獲尾数と漁獲量を計量するとともに、全個体の標準体長（以下、体長）を測定した。また、2001年の調査では、船上において全個体の体長の測定と雌雄の判別を行うとともに、耳石を採取した。

アカガレイの年齢査定における耳石輪紋観察の有用性については、中谷ほか（1990）がすでに報告しており、透明帯が主に11月から2月にかけて形成されることがわかっている。中谷ほか（1990）は、耳石のDistal-proximal面（Sagit-

2003年9月16日受付、2004年4月30日受理

¹ 東北区水産研究所八戸支所

Hachinohe Branch, Tohoku National Fisheries Research Institute, 25-259 Shiimomekurakubo, Same-machi, Hachinohe 031-0841, Japan

² 東北大学大学院農学研究所

Graduate School of Agricultural Science, Tohoku University, 1-1 Tsutsumidori Amamiyamachi, Aoba, Sendai 981-8555, Japan

* 現所属 中央水産研究所浅海増殖部

Present address: Coastal Fisheries and Aquaculture Division, National Research Institute of Fisheries Science, 6-31-1 Nagai, Yokosuka 238-0316, Japan

[†] daiji@fra.affrc.go.jp

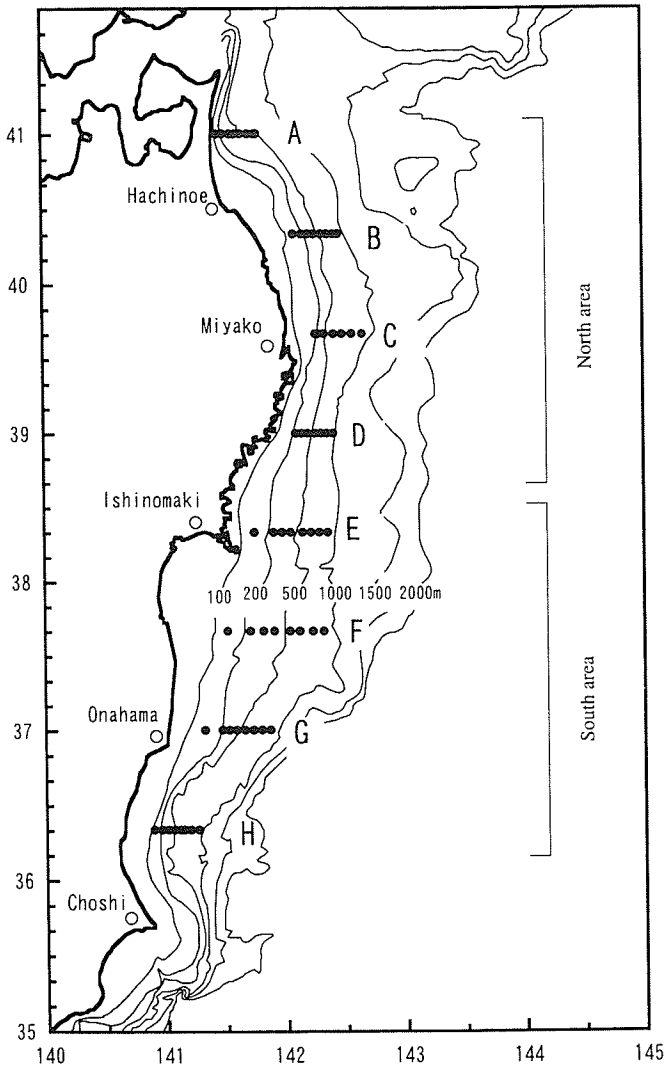


Figure 1. Map showing locations where bottom trawl surveys were conducted.

tal plane) を研磨して輪紋の観察を行ったが、高齢魚についても輪紋の判読をより容易にするために、本研究においては薄片法(服部ほか, 1992)を用いた。乾燥させた無眼側の耳石をポリエステル樹脂に包埋した後、硬組織精密切断機(Leitz1600)により厚さ約0.3mmの薄片標本を作成し、光学顕微鏡により透過光下で輪紋の観察を行った。東北海道における本種の産卵期については知見がないが、北海道噴火湾の産卵期が1-3月であるので(横山ほか, 1991; 宮本ほか, 1993)、2月1日を年齢起算日とした。

2001年に採集された標本の年齢と体長のデータを基に、Age-length keyを求めた。雌雄各々の年齢と体長の関係は変化しないものと仮定し、2001年の体長階級毎の雌雄比およびAge-length keyを用いて、1997-2000年の体長組成から年齢組成を推定した。0歳魚の体長は47-70mmであったが、これらの個体については、生殖腺の外観から雌雄

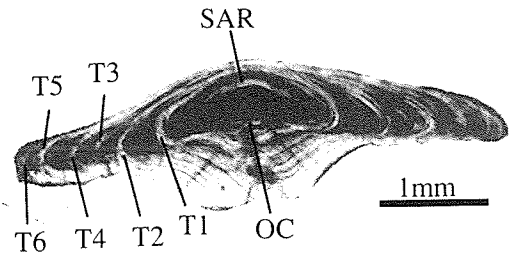


Figure 2. Transverse section of flathead flounder otolith, under transmitted light (SL: 214 mm, Male, 37°40'N, 450 m depth, Oct. 2001). OC: Opaque core; T1-T6: Translucent zone; SAR: Sub-annual ring.

の判別ができなかった。したがって、8cm以下の雌雄比は1:1と仮定した。年齢と成長の関係についても、0歳魚の体長データを雌雄比1:1として扱った。成長については、各個体の年齢と体長のデータを用いて、雌雄毎にvon Bertalanffyの成長式を最小二乗法で回帰させた。

現存量は、面積-密度法により計算した。すなわち調査海域を北部(Line A-D, 39°00'N-41°00'N)と南部(Line E-H, 36°20'N-37°40'N)に分け、さらに水深100-200m, -300m, -400m, -500m, -600m, -700m, -800m, -1000mの8層、計16層に分け、層ごとに単位曳網面積当たり平均漁獲量を求め、これに層の調査海域面積をかけて現存量を求め、その合計を全体の現存量とした。また、体長組成も同様に面積-密度法により、調査海域面積で引き延ばしたものを用いた。なお、着底トロール網の採集効率と仮定した。

結果

年齢と成長

アカガレイの耳石薄片の例をFig. 2に示す。中心部に不透明部がみられ、そこから縁辺に向かって透明帯と不透明帯が交互に形成されている。中央不透明部に幅の狭い透明帯が見られるが、従来の中谷ほか(1990)の方法では観察されなかったため、偽年輪であると判断した。輪紋観察を行った762個体のうち708個体で年齢査定が可能であった。年齢範囲は、雄では1-9歳、雌では1-16歳であった。708個体の年齢と体長のデータを基に、雌雄比およびAge-length keyを求めた(Table 1)。雌雄比については、体長80-240mmの範囲では雄の割合が38%から60%の範囲で変動したものの、合計すると49%となりほぼ1:1の雌雄比であった。しかし、240mm以上では明らかに雌の割合が高く、280mm以上になると雌のみとなった。Age-length keyについては、雌雄ともに同年齢内の体長のばらつきが大きかった。同年齢の体長を雌雄間で比べると、高い年齢ほど雌の方が雄よりも大きく、4+で雄では体長約180mm、雌では約200mm、9+で雄では体長約220mm、雌では約300mmに達することが分かった(Fig. 3)。年齢tに対する体

Table 1. Sex ratio and age-length key of male and female flathead flounder (%).

Body length class (mm)	Sex ratio		Age (Male)									Age (Female)											
	Male	Female	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>10
20-40	50	50*	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40-60	50	50*	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60-80	50	50*	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80-100	50	50	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	67	0	0	0	0	0	0	0	0
100-120	45	55	0	51	40	0	9	0	0	0	0	0	0	65	21	5	9	0	0	0	0	0	0
120-140	42	58	0	31	50	19	0	0	0	0	0	0	0	41	41	18	0	0	0	0	0	0	0
140-160	38	62	0	9	36	27	9	18	0	0	0	0	0	0	17	44	28	6	6	0	0	0	0
160-180	46	54	0	0	28	41	17	10	3	0	0	0	0	0	18	38	21	18	3	3	0	0	0
180-200	55	45	0	0	7	45	29	11	7	2	0	0	0	2	13	37	26	11	9	2	0	0	0
200-220	60	40	0	0	4	25	33	24	4	4	4	4	0	0	5	22	24	30	8	8	0	0	3
220-240	47	53	0	0	0	11	42	22	22	3	0	0	0	0	0	22	32	32	7	0	5	2	0
240-260	15	85	0	0	0	0	33	0	33	17	17	0	0	0	3	0	29	37	6	11	9	6	0
260-280	2	98	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	4	11	19	30	23	4	2	6
280-300	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	14	26	17	17	10	0
300-320	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	27	27	27	3	7	0
320-340	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	13	26	13	17	9	0
340-360	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	15	23	15	15	0	0
360-380	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	33	0	0	33	0	0	0
380-400	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
400-420	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
420-440	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
440-460	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

*: Based on assumption

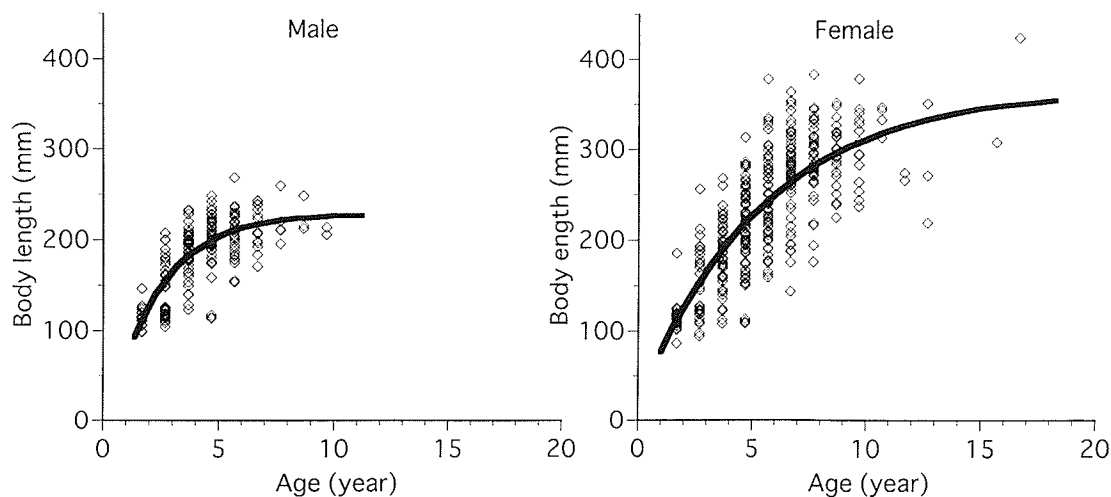


Figure 3. Relationships between age in year and standard body length of flathead flounder. Von Bertalanffy growth curves were regressed for male and female.

長SLの関係について、von Bertalanffyの成長式を当てはめたところ、雄では $SL=227 \times (1 - \exp(-0.481 \times (t - 0.311)))$ 、雌では $SL=366 \times (1 - \exp(-0.184 \times (t - 0.257)))$ になった。極限体長は雌の方が大きく、k値は雄の方が大きかった。

分布と体長組成

1995年以降の若鷹丸によるトロール調査の結果に基づくアカガレイの分布をFig. 4に示した。アカガレイは水深150-750mで採集されたが、そのうち250-550mで密度が

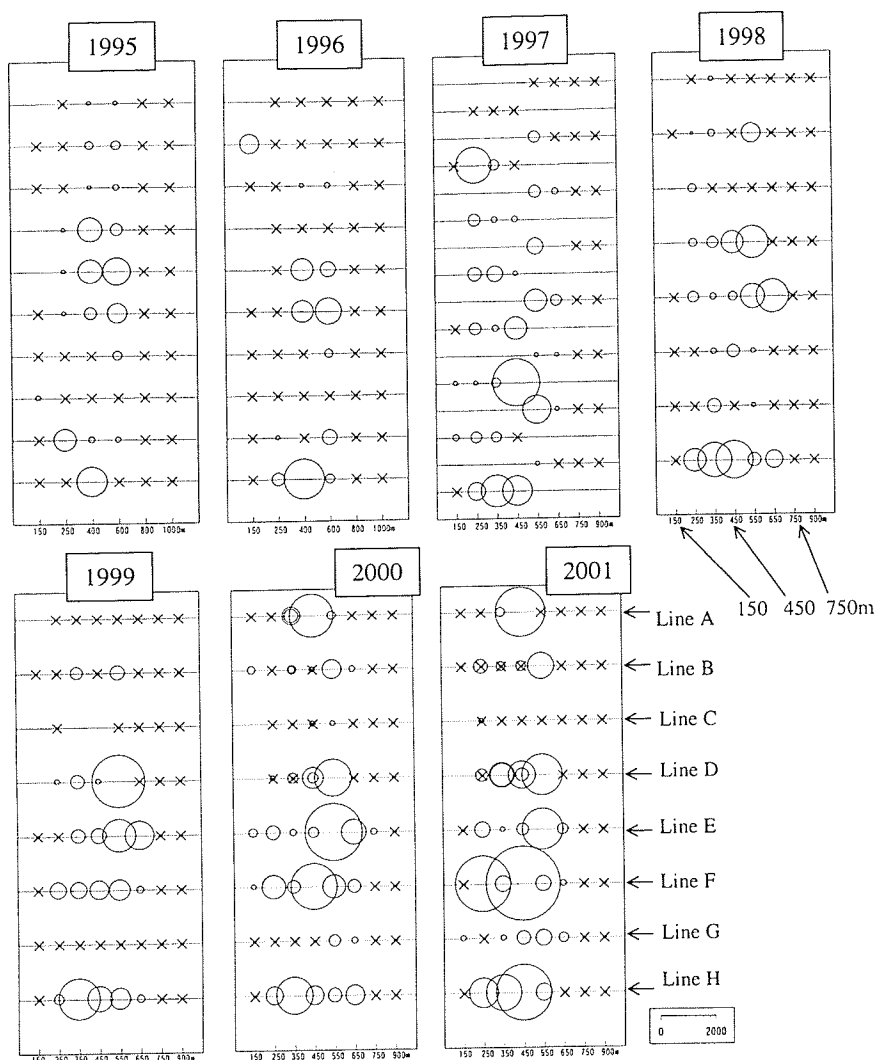


Figure 4. Density distributions (ind./km²) of flathead flounder in Tohoku Area, estimated from bottom trawl surveys in 1995–2001.

比較的高い傾向があった。地域的にみると、宮城県沖の38°–39°Nにかけて分布密度が比較的高く、また、茨城県沖の36°20′Nの調査線の水深350–450mでは常に高密度に分布していた。

2001年の体長データを用い、北部南部の水深別に面積-密度法で引き延ばした体長組成を示した (Fig. 5)。水深150mでは南部のみで採集されたが、体長100mm以上の個体は全くみられなかった。水深250mでは、両海域とも体長200mm以上の個体はほとんど採集されなかった。また水深350m以深では200mm以上の個体が多く採集されるようになり、南部では特に、水深が深くなるにつれて体長の大きな個体が分布していることが示された。水深450m以深では水深による体長の変化は明瞭ではなかった。水深650mでは分布量は少なくなり、北部では採集されなかった。

現存量

トロール調査で得られた採集尾数と重量を用い、アカガレイの現存量を推定した (Fig. 6)。いずれの年も南部の方が北部よりも高い現存量を示した。これは、南部海域の方が調査海域面積が広いこともあるが、1995年を除く全ての年において南部の分布密度が北部よりも高かったことによる。現存量は1995年–1999年までは大きな変化はなく、3,300千尾、490トン以下であったが、2000年には4,524千尾、728トンに増加し、2001年にはさらに7,774千尾、1,311トンに達した。

Fig. 7は、面積-密度法で海域全体に引き延ばした体長組成の経年変化である。1999年までの体長組成は、体長100mmから300mmにかけての範囲に広く分布しており、明瞭なピークが見られない多峰型を示した。2000年には、体長150mmから200mmにかけての個体が増加した。2001

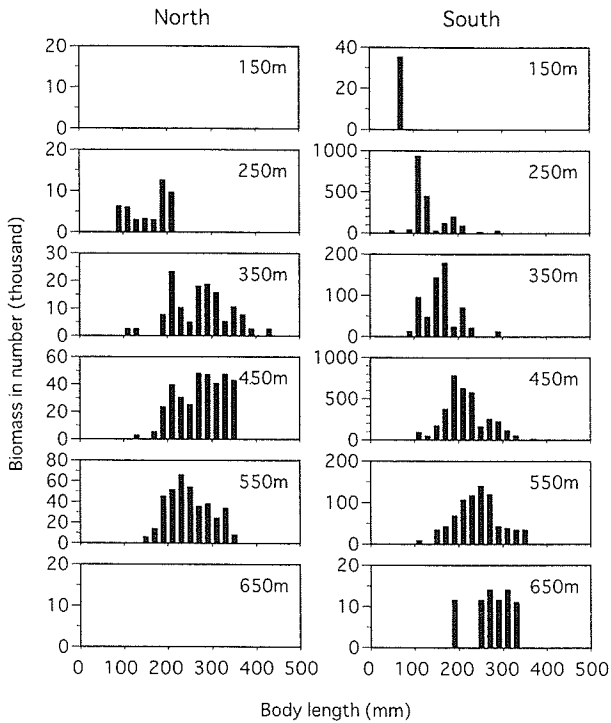


Figure 5. Standard body length distributions in each water depth of north (Lines A–D) and south (Lines E–H) areas in 2001.

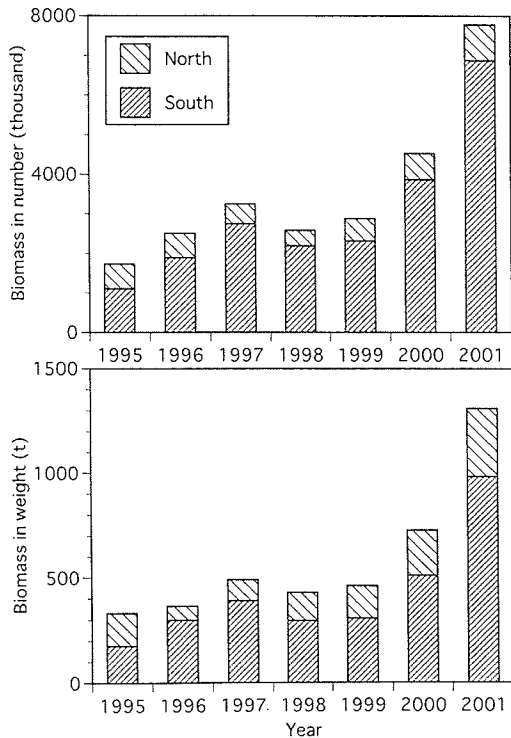


Figure 6. Changes in estimated biomass in number (top) and weight (bottom) of flathead flounder in Tohoku Area from 1995 to 2001. Coarse and fine shaded bars indicate north (Lines A–D) and south (Lines E–H) areas, respectively.

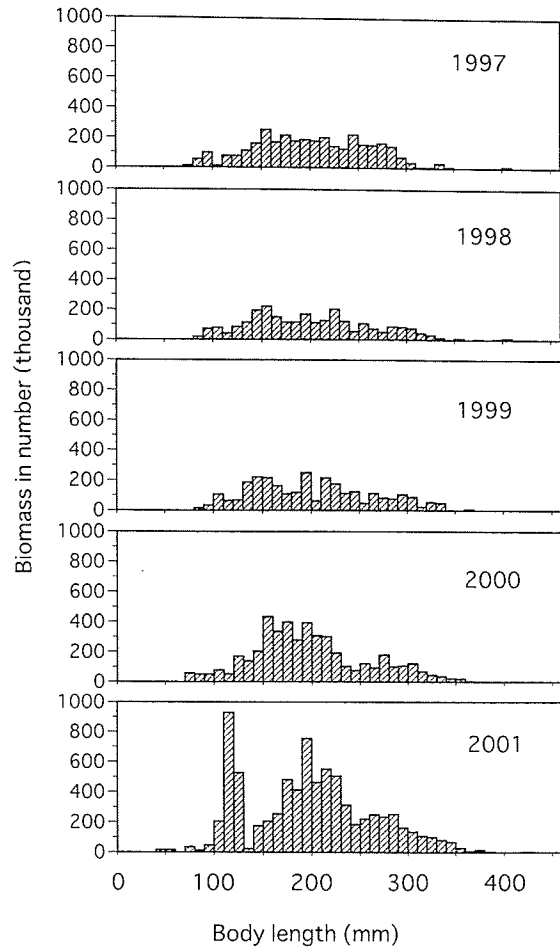


Figure 7. Change in body length distributions of flathead flounder from 1997 to 2001.

年にはさらに体長10–12 cmの小型魚が著しく増加した。

これらの体長組成から、Table 1の雌雄比およびAge-length keyを用いて年齢組成を推定した(Fig. 8)。いずれの年も雄では5+以下、雌では7+以下の個体が全体の90%以上を占めた。2000年までは、雌雄ともに3ないし4歳魚が最も多く、それ以上の年齢では次第に減少するという組成であった。2000年以降は1–5歳魚を中心に現存量が増加した。2001年には、1、2歳魚が顕著に増加し、1999、2000年級群の加入量がそれ以前よりも多いことが示された。

考察

本研究の調査において、アカガレイは水深150–750 mで採集された。永澤(1993)は、日本海山陰沿岸におけるアカガレイの分布の中心が水深500 m付近にあることを示しているが、東北海域においても大陸棚から大陸斜面に分布することが示された。

また水深350 mまでは水深が深いほど体長の大きい個体が分布しており、年齢の進行とともに、分布水深を深い方

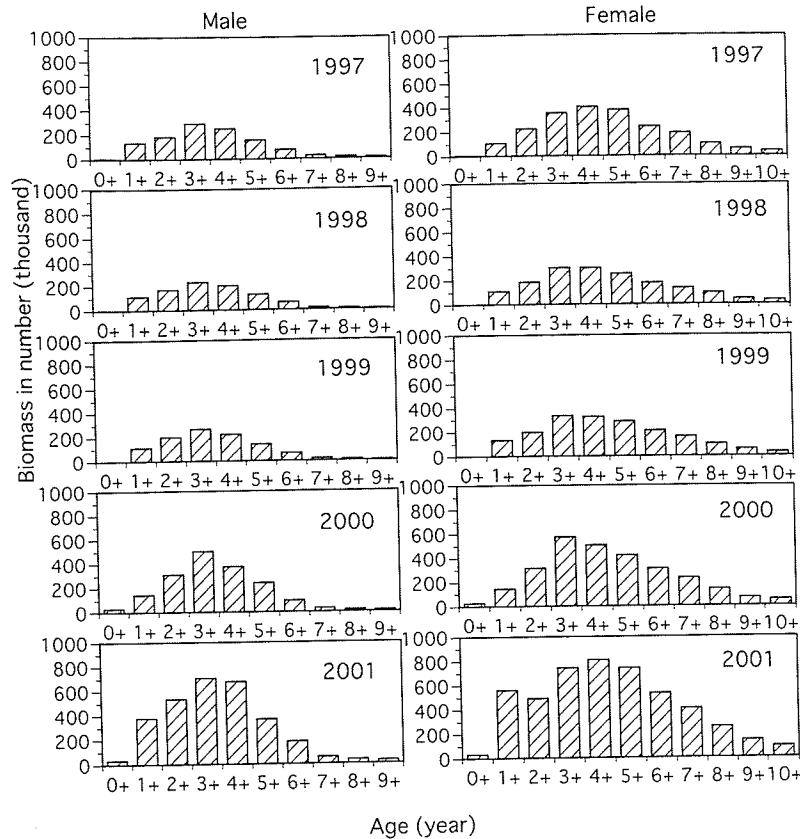


Figure 8. Changes in age compositions of male and female flathead flounder from 1997 to 2001, estimated using Age-length key.

向に変化させるものと考えられた。成長に伴う浅深移動は、同属のソウハチ *Hippoglossoides pinetorum* (田中, 1999; Tominaga *et al.*, 2000) や Flathead sole, *Hippoglossoides elassodon* (Abookire and Norcross, 1998) でも見られる。しかしこれらの魚種の移動範囲は大陸棚上に限られており、東北海域のアカガレイのように大陸棚上から大陸斜面に至る移動と比べると小規模であるといえる。

成長については、耳石の薄片法により、高齢魚まで含めた年齢と体長の関係を得ることができた。噴火湾におけるアカガレイは、5歳の平均体長が雄では体長約145 mm–180 mm、雌では約145 mm–190 mmであり、東北海域よりも小さい傾向がある。しかし雌の体長が雄よりも大きいことは同様であった。この体長の雌雄差は、同属のソウハチ *Hippoglossoides pinetorum* (Tominaga *et al.*, 1996), Long rough dab, *Hippoglossoides platessoides* (Stratoudakis *et al.*, 1997; Fossen *et al.*, 1999), American plaice, *Hippoglossoides platessoides* (Pitt, 1975, Swain and Morgan *et al.*, 2001) でもみられる現象である。さらに今回、雌雄別の成長式と年齢組成から雄の方が高齢魚が少なく、成長係数 k が大きいことが示された。したがってアカガレイは、雄の方が速く漸近体長に達するが、寿命が短いという生活史の雌雄差があるもの

と考えられた。

今回推定された現存量の経年変化では、1999年まではほとんど変化しなかったものの、2000年以降は明らかに増加していた。体長組成および Age-length key から推定された年齢組成は、2000年2001年に1–5歳魚が増加していたことを示した。これら若齢魚の増加については、5歳以下の小型魚が他の海域から移入した可能性もある。アカガレイの南北移動については、噴火湾内の標識放流再捕の調査報告(横山ほか, 1990)があるのみで、東北海域と近隣海域との間の移出入については全く知見がなく、移入の規模やその時期、年齢については不明である。

また各年の年齢組成によって、他の年に比べて2001年に1+, 2+が大幅に増加していた。この増加の仕方は2000年に見られた若齢魚の増加傾向に比べても特異的であり、1999, 2000年級群の加入量がそれ以前よりも多いことは明らかであると考えられる。年級豊度が大きく変動することは、噴火湾や福井県沿岸のアカガレイでも報告されている(林, 1963; 中谷ほか, 1990; 森山・安達, 2002)。噴火湾ではアカガレイの着底場所が、湾奥部の水深60 m以浅であることが知られているが(林, 1963; 横山ほか, 1991; 宮本ほか, 1993)、東北海域においては、0+魚の着底場所

や分布に関する情報はない。底魚の年級豊度を左右する加入量の変動要因を解明するためには、まず着底場所および着底時期を明らかにすることが必要であると考えられる。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、適切にご指導と助言を頂いた東北水産研究所八戸支所服部努博士、成松庸二博士および東北大学大学院農学研究科大森迪夫博士、ならびに調査にご協力いただいた若鷹丸の乗組員の皆様に深く感謝申し上げます。

引用文献

- Abookire, A. A. and B. L. Norcross (1998) Depth and substrate as determinants of distribution of juvenile flathead sole (*Hippoglossoides elassodon*) and rock sole (*Pleuronectes bilineatus*), in Kachemak Bay, Alaska. *J. Sea Res.*, **39**, 113–123.
- Fossen, I., O.T. Ibert and E.M. Nilssen (1999) Back-calculated individual growth of long rough dab (*Hippoglossoides platessoides*) in the Barents Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, **56**, 689–696.
- 服部 努・桜井泰憲・島崎健二 (1992) マダラの耳石薄片法による年齢査定と成長様式. *日本誌*, **58**, 1203–1210.
- 林 清 (1975) 噴火湾のアカガレイについて. *北水試月報*, **20**, 1–15.
- 北川大二・服部 努・成松庸二 (2002) 東北海域における底魚資源のモニタリング. *月刊海洋*, **34**, 793–798.
- 宮本孝則・高津哲也・中谷敏邦・前田辰昭・高橋豊美 (1993) 噴火湾におけるアカガレイ卵・稚仔の分布と食性. *水産海洋研究*, **57**, 1–14.
- 森山 充・安達辰典 (2002) 福井県沿岸のアカガレイ漁況変動に及ぼす海況の影響. *水産海洋研究*, **66**, 84–87.
- 永澤 亨 (1993) 山陰沿岸におけるアカガレイの産卵場. *漁業資源研究会議北日本底魚部会報*, **26**, 19–25.
- 中谷敏邦・小泉広明・横山信一・前田辰昭・高橋豊美・松島寛治 (1990) 噴火湾産アカガレイの年齢と成長. *日本誌*, **56**, 893–901.
- 成松庸二・北川大二・服部 努 (2002) 2000年の沖合びき網漁業の動向. *東北底魚研究*, **22**, 99–125.
- Pitt, T.K. (1975) Changes in abundance and certain biological characteristics of Grand Bank American plaice, *Hippoglossoides platessoides*. *J. Fish. Res. Board Can.*, **32**, 1383–1398.
- Stratoudakis, Y., R. Fryer, G. Pierce and R.M. Cook (1997) Differences in life history features of long rough dab *Hippoglossoides platessoides* within Scottish waters. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **158**, 303–306.
- 田中伸幸 (1999) 北海道えりも岬以西太平洋におけるソウハチ成魚の分布と移動. *水産海洋研究*, **63**, 55–60.
- Swain, D.P. and M.J. Morgan (2001) Sex-specific temperature distribution in four populations of American plaice *Hippoglossoides platessoides*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **212**, 233–246.
- Tominaga, O., K. Inoguchi, Y. Watanabe, M. Yamaguchi, T. Nakatani and T. Takahashi (1996) Age and growth of pointhead flounder *Hippoglossoides pinetorum* in Ishikari Bay, Hokkaido. *Fish. Sci.*, **62**, 215–221.
- Tominaga, O., M. Watanobe, M. Hanyu, K. Domon, Y. Watanabe and T. Takahashi (2000) Distribution and movement of larvae, juvenile and young of the pointhead flounder *Hippoglossoides pinetorum* in Ishikari Bay and vicinity, Hokkaido. *Fish. Sci.*, **66**, 442–451.
- 横山信一・前田辰昭・中谷敏邦・高橋豊美・松島寛治 (1990) 噴火湾およびその沖合におけるアカガレイの分布・移動について. *水産海洋研究*, **54**, 373–380.
- 横山信一・前田辰昭・高橋豊美・中谷敏邦・松島寛治 (1991) 噴火湾産アカガレイ成魚の生活年周期. *日本誌*, **57**, 1469–1476.