

青森県産業技術センター水産総合研究所研究報告 別冊

9号：15－26 ， 14 fig.

2015年3月31日

青森県沖日本海におけるムシガレイの成長・成熟・資源量
伊藤欣吾・和田由香・三浦太智・山中智之

Growth, maturity and Stock of Roundnose flounder
Eopsetta grigorjewi in the Sea of Japan off Aomori Prefecture

Kingo ITO, Yuka WADA, Taichi MIURA and Tomoyuki YAMANAKA

Reprinted from the

Bulletin of Aomori Prefectural Industrial Technology Research Center
Fisheries Institute, No.9

Aomori, March, 2015

青森県沖日本海におけるムシガレイの成長・成熟・資源量

伊藤欣吾^{1*}・和田由香¹・三浦太智¹・山中智之¹

Growth, maturity and Stock size of Roundnose flounder *Eopsetta grigorjewi* in the Sea of Japan off Aomori Prefecture

Kingo ITO^{1*}, Yuka WADA¹, Taichi MIURA¹ and Tomoyuki YAMANAKA¹

Abstract

Stock size of roundnose flounder *Eopsetta grigorjewi* in the Sea of Japan off Aomori Prefecture was estimated using VPA from 2001 to 2012. The weight of the roundnose flounder stock increased from 95 tons (2001) to 442 tons (2012). Recruits of the roundnose flounder increased in 2004, 2005, 2007 and 2010. Recruits per spawning (RPS) of roundnose flounder were not related to water temperature.

キーワード：ムシガレイ，成長，成熟，資源量，青森県

ムシガレイ *Eopsetta grigorjewi* は北海道～長崎県の日本海，北海道～土佐湾の太平洋，東シナ海，黄海，渤海の水深 200m 以浅に分布している（中防・土居内，2013）．日本海では，島根県および山口県沖の日本海南海域での漁獲量が多く，近年の漁獲量は千トン前後で，資源水準・動向は中位・減少となっている（木下・藤原，2014）．しかし，分布の北限に近い青森県沖日本海では，近年の漁獲量が増加傾向となっている（青森県，2014）．

そこで，青森県沖日本海におけるムシガレイの漁獲量の増加要因を検討するため，漁獲物の年齢組成と資源動向を調べた．

材料と方法

漁獲統計調査

青森県日本海側沿岸 9 漁業協同組合・支所（小泊，下前，十三，鰺ヶ沢，新深浦町漁協本所，風合瀬，深浦，新深浦町漁協鱸作支所，新深浦町漁協岩崎支所）を対象に 1993 年 6 月～2013 年 5 月の月別・漁業種類別・銘柄別の漁獲量を収集した．また，「青森県海面漁業に関する調査結果書」（青森県農林水産部発行）を用いて，2002 年以降の青森県全域の漁獲量を収集した．さらに，漁獲量の多い底建網について，「事業概要」（青森県農林水産部発行）を用いて知事許可数を調べた．青森県沖日本海に生息するムシガレイの産卵期が 5 月中

1 地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所，〒039-3381 青森県東津軽郡平内町大字茂浦字月泊10

*Corresponding author: Kingo ITO, Fisheries Research Institute, Aomori Prefectural Industrial Technology Research Center, 10 Tsukidomari, Moura, Hiranai-machi, Aomori 039-3381, Japan (Email: kingo_ito@aomori-itc.or.jp).

旬から6月中旬とされている(寺島・鶴川, 1961)ことから, 年齢起算日を6月1日とし, 漁獲の集計を6月1日から翌年5月31日までの漁期年単位とした。

標本採集

2002年から2013年の期間, 青森県日本海側で漁獲量の最も多い新深浦町漁協本所において, 漁獲盛期の4~5月に水揚げされたムシガレイを銘柄別に100尾を目安に買い上げし(付表1), 全長, 標準体長, 体重の測定, 生殖腺の色彩と形状の観察による雌雄判別及び耳石薄片観察による年齢査定を行い, 各銘柄の雌雄別年齢組成を調べた。

また, 耳石輪紋形成の年周性を確認するために, 青森県沖日本海で操業した新深浦町漁協の底建網と試験船青鵬丸のオッタートロールの漁獲物より, 2010年10月から2012年6月までの期間, ほぼ毎月標本を入手した(付表2)。

年齢査定

青森県沖日本海におけるムシガレイの年齢査定については, 耳石表面観察法による寺島(1961)と山中(1999)の報告があるが, 星(2012)は耳石の表面観察法よりも横断面法が精度の高い年齢査定方法であるとしている。本研究では, 無眼側の耳石を樹脂包埋した後, 厚さ0.3mmの横断面の薄片標本作製し, 実体顕微鏡の透過光下で輪紋を観察して行った。

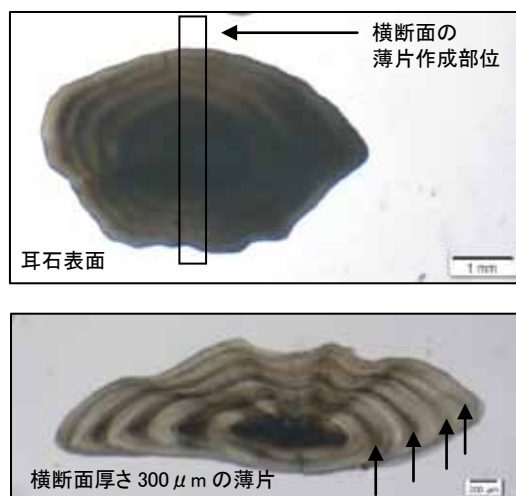


図1 ムシガレイの耳石表面(上)と横断面(下)
(下図の矢印は不透明帯を示す)

輪紋の年周性を確認するため, 2010年10月から2012年6月までの標本を用いて, 耳石縁辺が不透明帯の個体数割合を月別に調べた。その結果, 後述するが不透明帯は3月から12月の間に年1回形成されることから, 耳石中心の不透明部を除く不透明帯数を年輪として計数した。ただし, 4~5月の標本の年齢査定では, 縁辺が不透明帯であってもその不透明帯を年輪として扱わないこととした。

成長式

成長式は, 標本採集月毎の年齢と平均標準体長のデータを用い, 雌雄別に Microsoft Excel のソルバーを用いて最小二乗法によって von Bertalanffy 成長式のパラメータを求めて推定した。なお, ふ化仔魚の全長が3.5mmであること(中西ら, 1997)から, 仮に0歳時に標準体長3.5mmとして, この点を通る制約条件でパラメータを推定した。得られた成長式について, 本研究と同じ海域の1996年から1997年の標本を用いて山中(1999)が示した成長式と比較するとともに, 山口県沖の成長式(今井・宮崎, 2005)とも比較した。ただし, 山口県沖の成長式は全長で示されていたことから, 本研究で得られた全長と標準体長との関係式を用いて, 標準体長に換算して扱った。また, 標準体長と体重との関係式を雌雄別に求めた。

成熟体長・年齢

成熟体長と成熟年齢を調べるため, 2010年から2013年までの4~5月の標本の生殖腺重量を測定した。成熟の判定については, 三陸北部海域におけるムシガレイの未成熟雌の成熟度係数 KG [生殖腺重量(g) / 体長(mm)³ × 10⁶] が3以下であること(石戸, 1982)を参考にして, 便宜的に KG が4以上を成熟個体とみなした。標準体長10mm階級別の成熟個体出現率及び年齢別の成熟個体出現率を求め, 体長と成熟率との関係および年齢と成熟率との関係を Microsoft Excel のソルバーにより Logistic 曲線にあてはめて表した。なお, 成熟年齢は, 産卵期の年齢に合わせることで, 4~5月時点での年齢に1歳加えて扱った。

雌雄別年齢別漁獲尾数の推定

年齢別漁獲尾数の推定の手順は、はじめに標本採集漁協の銘柄別漁獲量（付表 3）を標本平均体重（付表 3）で除して銘柄別漁獲尾数（付表 3）を求め、標本採集漁協の漁獲量に対する青森県沖日本海の漁獲量（付表 4）の比率（付表 4）で引き伸ばして、青森県沖日本海における銘柄別漁獲尾数を算出（付表 4）した。次に、これを標本の銘柄別雌雄別年齢比率（付表 5）で配分して銘柄別雌雄別年齢別漁獲尾数（付表 6）を算出し、青森県沖日本海における雌雄別年齢別漁獲尾数（付表 7）を集計した。

雌雄別資源尾数の推定

得られた 2001 年漁期（2001 年 6 月～2002 年 5 月）から 2012 年漁期までの雌雄別年齢別漁獲尾数（付表 7）を用いて VPA（Virtual Population Analysis）（平松，2001）により雌雄別の資源尾数を推定した（付表 8）。7 歳以上の漁獲が少ないことから、6 歳以上をプラスグループ（6+）としてまとめて扱った。

y 年 a 歳の資源尾数（ $N_{a,y}$ ）は、以下の Pope の近似式を用いて算出した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)$$

$C_{a,y}$ は y 年 a 歳の漁獲尾数、M は自然死亡係数である。また、y 年 a 歳の漁獲係数（ $F_{a,y}$ ）は、

$$F_{a,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{a,y}}\right)$$

とした。y 年 5 歳および y 年 6+歳の資源尾数（ $N_{5,y}$ 、 $N_{6+,y}$ ）は、それぞれ以下の通りに算出した。

$$N_{5,y} = \frac{C_{5,y}}{(C_{5,y} + C_{6+,y})} N_{6+,y+1} \exp(M) + C_{5,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)$$

$$N_{6+,y} = \frac{C_{6+,y}}{(C_{5,y} + C_{6+,y})} N_{6+,y+1} \exp(M) + C_{6+,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)$$

また、最近年の a 歳の資源尾数（ $N_{a,2012}$ ）を以下の通り求めた。

$$N_{a,2012} = \frac{C_{a,2012}}{1 - \exp(-F_{a,2012})} \exp\left(\frac{M}{2}\right)$$

自然死亡係数 M は、本研究で得られた最高齢（雄 10 歳，雌 12 歳）を寿命とし、田中（1960）の式より雄 0.25，雌 0.21 とした。漁獲係数 F については、6 歳以上と 5 歳は同じとし、最近年の F は過去 3 ヶ年における同一年齢の F の平均値と仮定し、この仮定を達成する最近年における 6 歳以上の F を Microsoft Excel のソルバーを用いて探索的に求めた。

漁獲重量および資源重量の推定については、漁期年の中間に一斉に漁獲されると仮定し、その時（1.5 歳，2.5 歳，3.5 歳，4.5 歳，5.5 歳，6.5 歳）の雌雄の体重を前述の成長式と標準体長－体重関係式から求め、雌雄別年齢別漁獲尾数および雌雄別年齢別資源尾数に、この雌雄別年齢別体重を乗じて求めた。

再生産成功率

雌の親魚量については、年齢別資源量に年齢別成熟率を乗じて算出した。加入量については、1 歳魚の資源尾数とした。雌の親魚量（トン）に対する翌年 1 歳魚資源尾数（千尾）の比を再生産成功率とした。

再生産成功率と水温環境との関係を調べるため、青森県沖日本海で月 1 回行っている定線観測による各層水温、深浦町地先の 10 時定時観測の海面水温及び深浦町 1km 沖合の海深 25m 地点に設置した底層水温観測ロガーのデータを用いて月別水温データを作成し相関分析を行った。

結 果

漁獲量

青森県におけるムシガレイの海域別漁獲量を図 2 に示した。青森県沖日本海におけるムシガレイの漁獲量は、漁獲統計を開始した 1993 年漁期から 2000 年漁期にかけて 10～20 トンであったが、2001 年漁期以降増加し、2012 年漁期には 100 トンを超えた。青森県全域におけるムシガレイの漁獲量は、漁獲統計開始の 2002 年漁期から 2006 年漁期にかけて 50 トン前後であったが、2007 年漁

期と 2011 年漁期に急増し、2012 年漁期には 253 トンとなった。

漁獲の多い底建網の知事許可件数は 1993 年の 286 件から 2012 年の 232 件へ漸減していた。

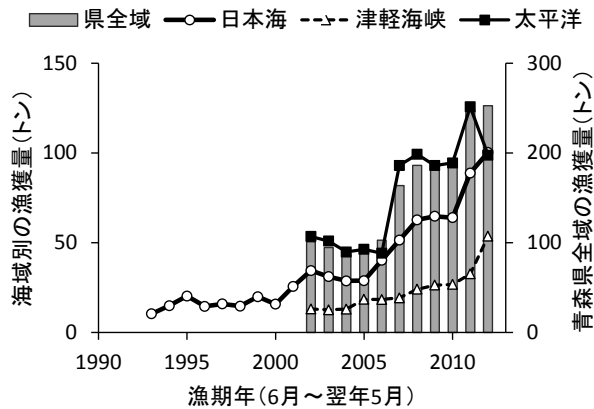


図 2 青森県におけるムシガレイの海域別漁獲量

年齢査定

耳石縁辺が不透明帯の個体は、3 月から出現し 7 月に最も多くなり 12 月まで出現したが、1 月から 2 月までは出現しなかった(図 3)。この結果から、耳石の不透明帯は年 1 回形成されることが明らかとなった。

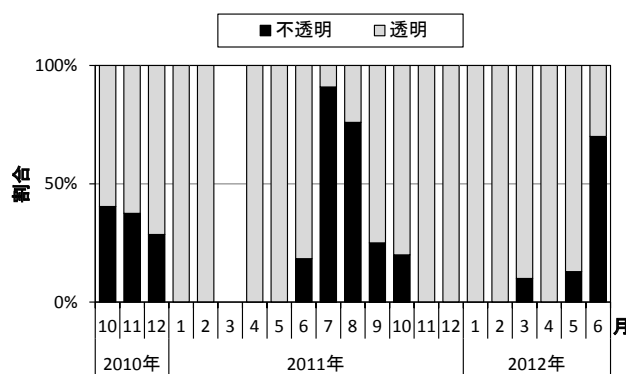


図 3 耳石縁辺が不透明帯の個体数割合の経月変化

成長式

2002 年 4 月から 2013 年 5 月までの標本を用いて、標本採集月毎の年齢と平均標準体長との関係を図 4 に示した。この年齢と平均標準体長との関係から、以下の成長式が得られた。ここで、SL は標準体長 (mm)， t は年齢である。

$$\text{雄: } SL_t = 220.4 [1 - \exp \{-0.648 (t + 0.021)\}]$$

$$\text{雌: } SL_t = 341.5 [1 - \exp \{-0.286 (t + 0.031)\}]$$

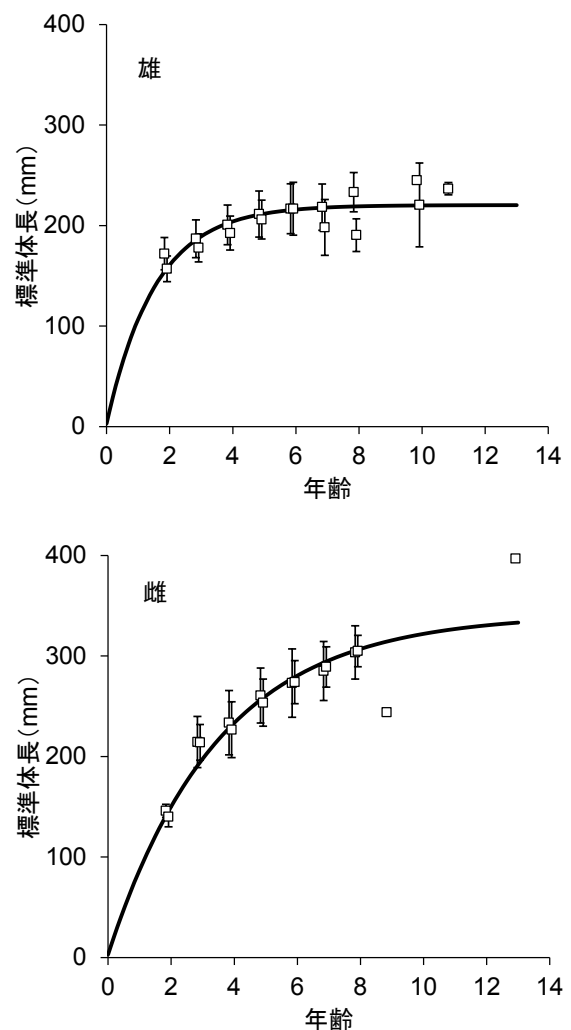


図 4 ムシガレイの年齢と標準体長との関係及び成長式(上:雄,下:雌,バーは標準偏差)

青森県沖日本海におけるムシガレイの成長・成熟・資源量

得られた成長式について、既往の知見との比較を試みた(図5). 本研究の成長式は、同海域の1996年から1997年の標本を用いて山中(1999)が示した成長式と比較すると、雌雄ともに1歳から4歳までは同程度であるものの、5歳以降の成長が劣っていた。また、山口県沖の成長式(今井・宮崎, 2005)と比較すると、本研究の成長式は、雄では1歳から4歳までは同程度であるものの、5歳以降の成長が劣り、雌では2~6歳で12~20mm

大きくなっていた。

標準体長と体重との関係を図6に示した。この標準体長と体重との関係式は、以下のとおりであった。ここで、Wは体重(g)である。

$$\text{雄: } W = 7.14 \times 10^{-6} \times L^{3.14}$$

$$\text{雌: } W = 4.07 \times 10^{-6} \times L^{3.26}$$

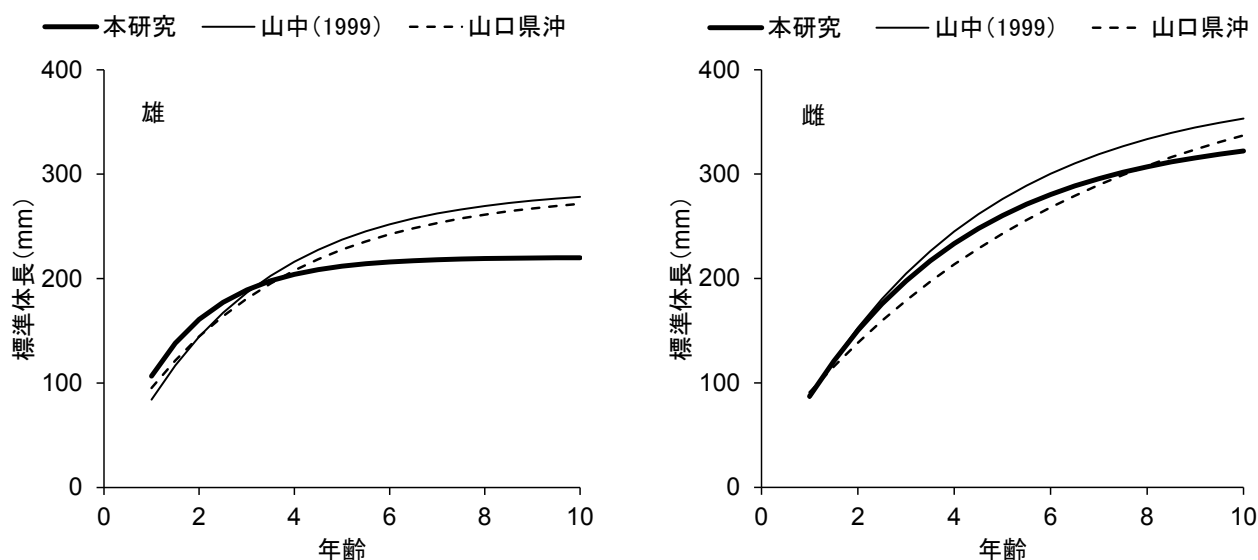


図5 ムシガレイの成長式の比較(左:雄, 右:雌)

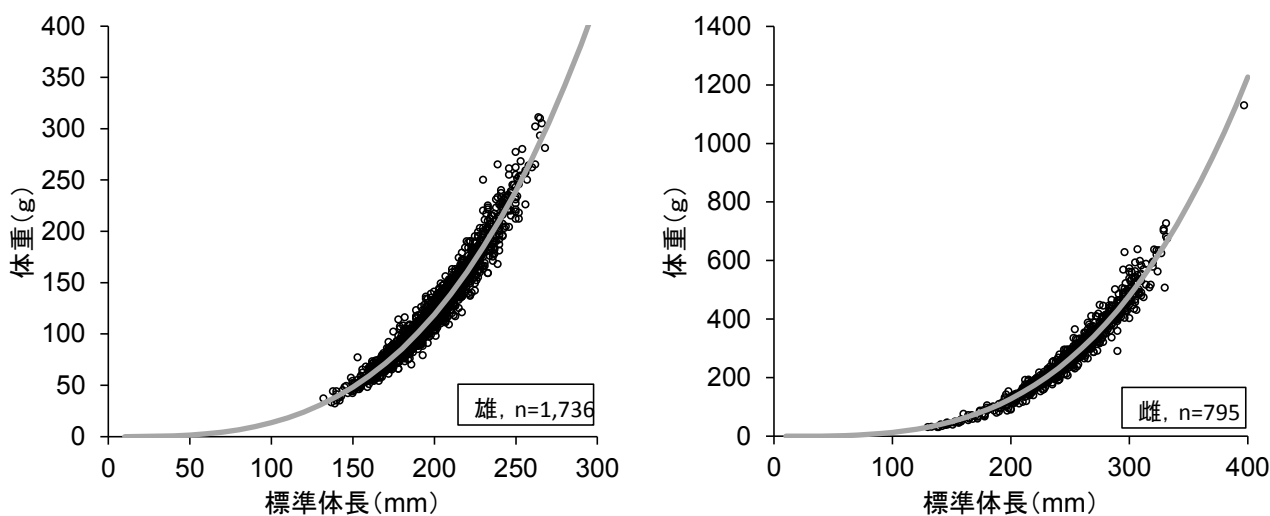


図6 ムシガレイの標準体長と体重との関係(左:雄, 右:雌)

成熟体長・成熟年齢

成熟時期と考えられる 4～5 月の雌のデータ (2010～2013 年) を用いて, KG4 以上を成熟個体とみなして, 標準体長 10mm 階級別の成熟個体出現率, および年齢別の成熟個体出現率を求め, それらの関係を Logistic 曲線にあてはめて図 7 に示した. Logistic 曲線から, 雌の 50% が成熟する標準体長は 173mm と推定された. また, 雌の年齢別の成熟率は, 2 歳で 0%, 3 歳で 85%, 4 歳以上で 100% と推定された.

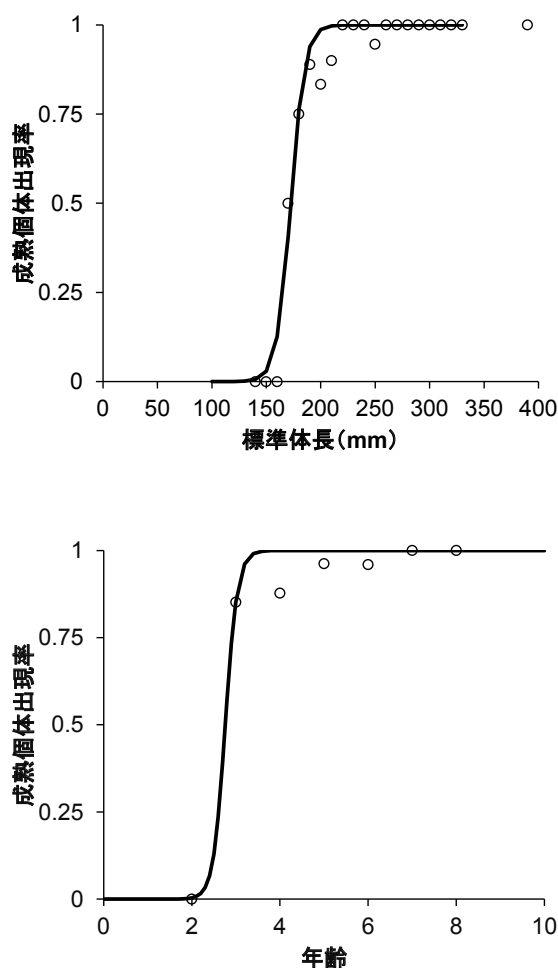


図 7 ムシガレイ雌の標準体長別 (上図) 及び年齢別 (下図) の成熟個体出現率

年齢別漁獲尾数

銘柄別雌雄別年齢比率 (付表 5) を見ると, 年によって異なり, 例えば銘柄「小」の 3 歳雄の比率は 0.05 から 0.55 まで, 銘柄「大」の 3 歳雄の比率は 0.02 から 0.46 までの範囲で年差が生じていた.

青森県沖日本海における雌雄別年齢別漁獲尾数の経年変化を図 8 に示した. 2001 年漁期以降における年齢別漁獲尾数をみると, 雌雄ともに 2 歳から 4 歳までの漁獲割合が高く, その割合は雄では平均 87%, 雌では平均 74% であった. 雌雄比は, 雄が高く平均 63% を占めていた.

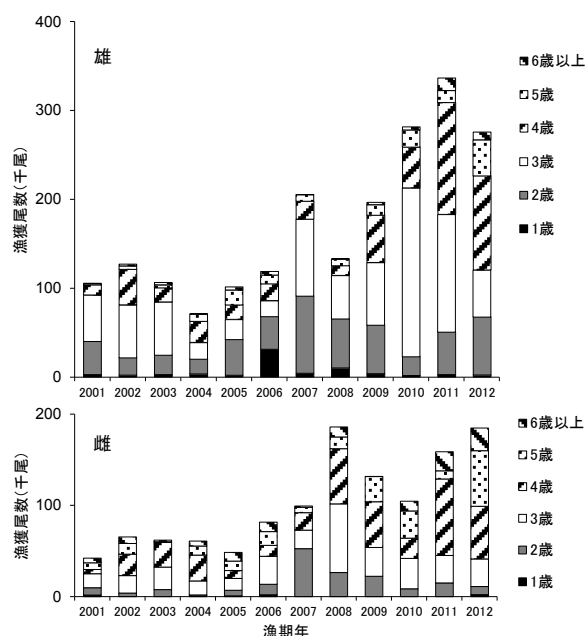


図 8 青森県沖日本海におけるムシガレイの雌雄別年齢別漁獲尾数の経年変化

資源尾数

VPA による解析結果を付表 6 に示した. 青森県沖日本海におけるムシガレイの雌雄別資源尾数の経年変化を図 9 に示した. 資源尾数は, 雌雄ともに 2005 年漁期から増加し, 2012 年漁期が最高となっていた.

資源量は, 2006 年漁期以降に増加し, 2012 年漁期には 2005 年漁期の約 4.5 倍の 442 トンとなった (図 10).

青森県沖日本海におけるムシガレイの成長・成熟・資源量

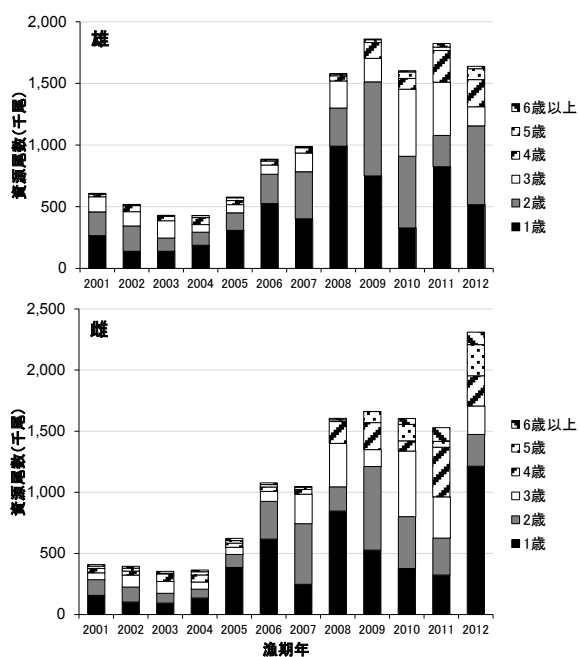


図9 青森県沖日本海におけるムシガレイの雌雄別年齢別資源尾数の経年変化

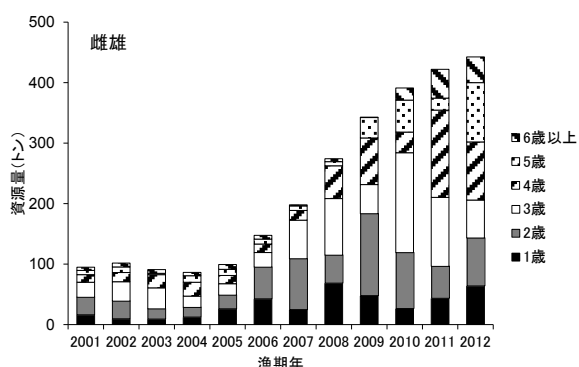


図10 青森県沖日本海におけるムシガレイの資源量の経年変化

再生産成功率

雌の親魚量と加入量（雌雄）の経年変化を図11に示した。雌の親魚量は、2001～2006年漁期には31～41トンの範囲で横ばい、2007年漁期から増加し続けて2011年漁期には226トンまで達した。加入量は年変動を伴いながら増加傾向にあった。雌の親魚量と加入量との関係を図12に示した。親魚量の増加に伴って加入量も増加する傾向は見ら

れるものの、明瞭な関係は認められなかった。再生産成功率の経年変化を図13に示した。再生産成功率は、2005年と2007年に比較的高い値を示したが、2009～2011年は低くなっていた。

再生産成功率と各種水温観測の月別水温との相関分析を行った結果、有意な相関が認められなかった。各種水温のうち、青森県沖日本海の定線観測による水深100m層の月別水温の経年変化を図14に示す。再生産成功率が高かった2005年と2007年に共通する水温の特徴は見られなかった。

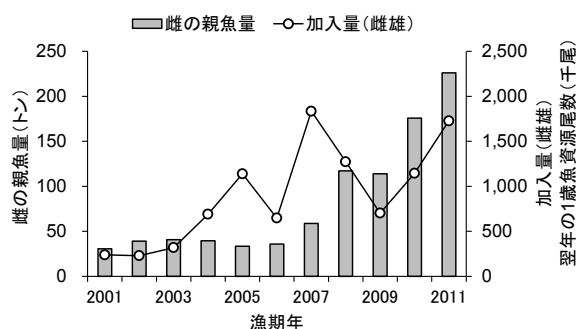


図11 雌親魚量と加入量の経年変化

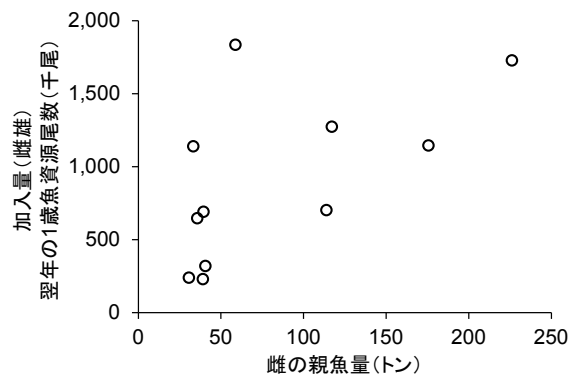


図12 雌親魚量と加入量との関係

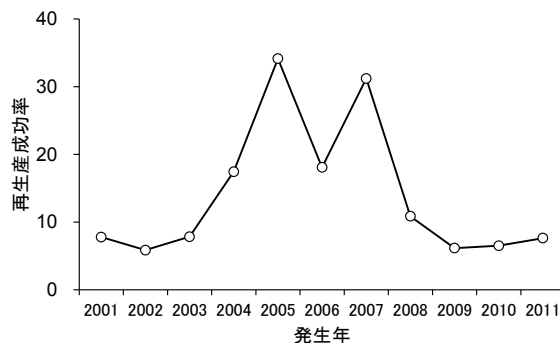


図13 再生産成功率の経年変化

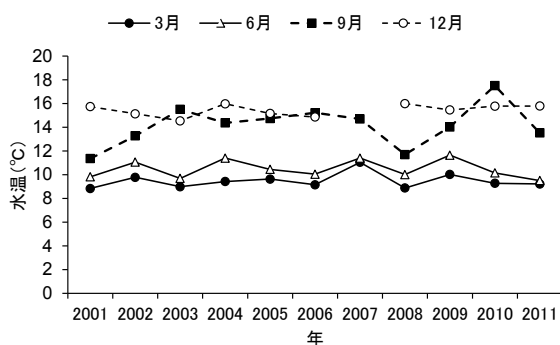


図 14 青森県沖日本海の定線観測による
水深 100m 層の月別水温の経年変化

考 察

青森県沖日本海におけるムシガレイの漁獲量は、2001 年漁期以降増加し、2012 年漁期に 10 年前の約 4 倍となった。ムシガレイを多く漁獲している底建網の知事許可件数はこの 10 年間で減少していた。漁獲物の年齢組成と雌雄比には 2001 年漁期以降大きな変化はみられず、漁獲物の主体は 2 歳から 4 歳、雄率は 6 割程度であった。2001 年から 2012 年までの標本を用いた本研究の成長式と、1996 年から 1997 年までの標本を用いた成長式を比較したが、漁獲の主体となっている 2 歳から 4 歳まではほぼ同程度の成長となっていた。これらのことから、漁獲量の増加の要因は、漁獲努力量、漁獲物の年齢組成や雌雄比および成長量の変化によるものとは考えられない。VPA により推定した 2001 年漁期以降の資源量は、2005 年漁期から増加し、約 3 倍に増加した 2008 年漁期以降横ばいとなっていた。すなわち、2001 年漁期以降の漁獲量の増加は資源量の増加によるものと考えられた。なお、資源量を推定する際に用いた銘柄別雌雄別年齢比率（付表 5）は、極めて年差が大きかったことから、より正確な年齢別漁獲尾数を推定するためには、毎年、この比率を調べる必要があると考えられた。

資源量の増加要因を検討するため親子関係を調べたところ、親魚量の増加に伴って加入量も増加する傾向は見られるものの、明瞭な関係は認められなかった。再生産成功率は、2005 年と 2007 年に高く、2009 年から 2011 年にかけて低く、年変

動が見られた。異体類では、海洋環境が再生産に影響することが知られており、例えばヒラメでは 8 月の高水温が（栗田ら、2006）、マガレイでは産卵初期の低水温が（高津、2003）、それぞれの卓越年級発生の必要条件とされている。そこで、再生産成功率の年変動の要因を検討するため生息海域周辺の水温との関係を調べたところ、再生産成功率と今回使用可能であった水温データとの間には明瞭な関係は見出せなかった。なお、VPA は近年の推定値の信頼性が低い特徴があることから（平松、2001）、2009 年以降の再生産成功率についてはデータを蓄積し、その上で水温環境との関係を再確認する必要がある。高津（2003）は、底生魚類仔稚魚の場合、摂餌開始期に代表される浮遊生活期の餌との遭遇よりも、着底期前後に高い餌豊度や質の高い餌と遭遇することの方が、生残に強く影響すると報告している。今後、再生産成功率の変動要因を検討するためには、着底期の餌豊度に関する経年的な調査を行うことも重要であると考えられる。

要 約

- 1 青森県沖日本海において、ムシガレイの資源量が増加し、漁獲量も 2001 年以降増加していることを明らかにした。
- 2 青森県沖日本海において、1996 年から 1997 年までの標本を用いた成長式と、2002 年から 2013 年までの標本を用いた本研究の成長式とを比較し、漁獲の主体となっている 2 歳から 4 歳まではほぼ同程度の成長であったことを明らかにした。
- 3 雌の年齢別成熟率を 2 歳で 0%、3 歳で 85%、4 歳以上で 100%と推定した。
- 4 年齢別漁獲尾数の推定方法について、銘柄別雌雄別年齢比率の年差が大きいため、より正確な推定値を得るためには、毎年、この比率を調べる必要があることを示した。
- 5 VPA により資源尾数を推定し、加入量、親魚量を求め、再生産成功率が 2005 年と 2007 年に高く、2009 年から 2011 年にかけて低いことを明らかにした。

青森県沖日本海におけるムシガレイの成長・成熟・資源量

謝 辞

本研究で使用したデータは、水産総合研究所資源管理部の職員が 12 年間に渡って調査したものであり、関わった全ての職員に厚くお礼申し上げます。また、原稿を御校閲いただいた独立行政法人水産総合研究センター日本海区水産研究所八木佑太博士に深く感謝申し上げます。

文 献

- 青森県 (2014) ムシガレイ. 「未来につなぐ資源管理 2014 版」. 青森県, 4-5.
- 平松一彦 (2001) VPA (Virtual Population Analysis). 「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—」社団法人日本水産資源保護協会, 東京, 104-128.
- 星 台司 (2012) 青森県沖日本海におけるムシガレイの年齢と成長. 北海道大学水産学部卒業論文, 18pp.
- 今井千文・宮崎義信 (2005) 耳石解析によるムシガレイ日本海西部群の成長モデルの再検討. 水産大学校研究報告, 68, 21-34.
- 石戸芳男 (1982) 三陸北部近海におけるムシガレイの成熟と産卵について. 東北区水産研究所研究報告, 24, 33-44.
- 木下貴裕・藤原邦浩 (2014) 平成 25 年度ムシガレイ日本海系群の資源評価. 「我が国周辺水域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価・TAC 種以外). 第 3 分冊.」水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター, 東京, 1496-1510.
- 栗田豊・上原伸二・神山孝史・高橋一生・杉崎宏哉・桑田晃・岡崎雄二 (2006) ヒラメ (仙台湾—常磐北部沿岸域). 漁場生産力変動評価・予測調査報告書 (平成 7 年度), 水産総合研究センター東北区水産研究所, 22-32.
- 中防徹次・土居内龍 (2013) カレイ科. 中坊徹次(編), pp.1675-1683, 2229-2230, 1933-1938. 日本産魚類検索全種の同定, 第三版. 東海大学出版会, 東京.
- 中西廣義・涌坪敏明・横山勝幸 (1997) ムシガレイ量産技術開発試験. 平成 7 年度青森県水産増殖センター事業報告, 26, 294-297.
- 寺島 朴 (1961) ムシガレイの資源学的考察 I 成長について. 青森県水産試験場事業概要 (昭和 30 年度), 青森県, 67-74.
- 寺島 朴・鶴川正雄 (1961) ムシガレイの資源学的考察 II 産卵について. 青森県水産試験場事業概要 (昭和 30 年度), 青森県, 75-88.
- 高津哲也 (2003) 底生魚類仔稚魚の時空間分布と餌料環境に関する研究. 日本水産学会誌, 69, 543-546.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の水産資源 population dynamics と漁業資源管理. 東海区水産研究所研究報告, 28, 1-200.
- 山中崇裕 (1999) ムシガレイ放流技術開発調査. 平成 9 年度青森県水産試験場事業報告, 青森県, 121-127.

付表 1 ムシガレイ標本の採集日と尾数

年月日	単位:尾数		
	大	小	計
2002/4/10	64	84	148
2003/4/10	73	67	140
2004/4/14, 15	210	117	327
2005/4/13, 25	128	90	218
2006/4/10, 5/1	118	54	172
2007/4/17, 25	109	70	179
2008/4/9, 10, 30	147	66	213
2009/4/9, 30	122	19	141
2010/4/20, 27	86	83	169
2011/4/18	149	83	232
2012/4/16, 5/9	117	229	346
2013/4/10, 5/9	85	161	246

付表 2 耳石輪紋形成の年周性の確認に用いた標本

年月	入手先	漁法	尾数
2010年10月	試験船	オッターローロール	31
2010年11月	試験船	オッターローロール	24
2010年12月	試験船	オッターローロール	14
2011年1月	試験船	オッターローロール	2
2011年2月	試験船	オッターローロール	3
2011年3月	—	—	0
2011年4月	新深浦町漁協本所	底建網	232
2011年5月	調査船	刺網	2
2011年6月	新深浦町漁協本所	底建網	48
2011年7月	試験船	ビームローロール	11
2011年8月	新深浦町漁協岩崎支所	刺網	50
2011年9月	試験船	オッターローロール	4
2011年10月	試験船	オッターローロール	15
2011年11月	試験船	オッターローロール	7
2011年12月	新深浦町漁協本所	底建網	10
2012年1月	新深浦町漁協本所	底建網	10
2012年2月	新深浦町漁協本所	底建網	16
2012年3月	新深浦町漁協本所	底建網	10
2012年4月	新深浦町漁協本所	底建網	121
2012年5月	新深浦町漁協本所	底建網	225
2012年6月	新深浦町漁協本所	底建網	10

付表 3 標本採集漁協の銘柄別漁獲量, 標本平均体重, 銘柄別漁獲尾数

魚期年	漁獲量(kg)			平均体重(g)		漁獲尾数(千尾)		
	大	小	計	大	小	大	小	計
2001	7,866	2,524	10,391	251	89	31	28	60
2002	10,837	2,243	13,079	225	91	48	25	73
2003	12,276	1,517	13,793	214	88	57	17	75
2004	9,935	1,293	11,227	259	99	38	13	51
2005	9,344	1,753	11,097	239	96	39	18	58
2006	15,404	2,941	18,345	265	89	58	33	91
2007	17,712	3,513	21,225	199	96	89	37	126
2008	23,599	3,648	27,247	243	88	97	41	138
2009	29,023	4,702	33,725	245	90	119	52	171
2010	24,767	5,810	30,577	196	100	126	58	185
2011	41,959	7,617	49,576	216	93	194	82	276
2012	39,702	7,915	47,617	290	97	137	82	219

付表 4 青森県沖日本海の漁獲量, 標本採集漁協に対する比率, 銘柄別漁獲尾数

魚期年	漁獲量(kg)	比率	漁獲尾数(千尾)		
			大	小	計
2001	25,697	2.47	77	70	147
2002	34,515	2.64	127	65	192
2003	31,105	2.26	129	39	168
2004	28,766	2.56	98	33	132
2005	28,876	2.60	102	48	150
2006	40,240	2.19	128	73	200
2007	51,435	2.42	216	89	305
2008	62,726	2.30	224	95	319
2009	64,703	1.92	228	101	328
2010	63,968	2.09	264	122	386
2011	88,843	1.79	348	147	495
2012	100,317	2.11	288	172	460

青森県沖日本海におけるムシガレイの成長・成熟・資源量

付表 5 標本の銘柄別雌雄別年齢比率

魚期年	年齢	大			小		
		雄	雌	計	雄	雌	計
2001	1歳	0	0	0	0.04	0.02	0.06
	2歳	0.12	0.05	0.17	0.41	0.06	0.47
	3歳	0.37	0.1	0.47	0.34	0.11	0.45
	4歳	0.15	0.05	0.2	0	0.01	0.01
	5歳	0.02	0.08	0.1	0	0.01	0.01
	6歳以上	0	0.07	0.07	0	0	0
	計	0.65	0.35	1	0.78	0.22	1
2002	1歳	0	0	0	0.03	0	0.03
	2歳	0.06	0	0.06	0.19	0.06	0.25
	3歳	0.35	0.11	0.46	0.22	0.07	0.3
	4歳	0.14	0.17	0.31	0.34	0.03	0.37
	5歳	0.03	0.08	0.11	0	0.01	0.01
	6歳以上	0	0.06	0.06	0.03	0	0.03
	計	0.58	0.42	1	0.82	0.18	1
2003	1歳	0	0	0	0.05	0	0.05
	2歳	0.08	0.05	0.13	0.32	0.03	0.34
	3歳	0.31	0.18	0.49	0.5	0.03	0.54
	4歳	0.11	0.21	0.32	0.05	0	0.05
	5歳	0.02	0	0.02	0.02	0	0.02
	6歳以上	0.02	0.01	0.03	0	0	0
	計	0.54	0.46	1	0.94	0.06	1
2004	1歳	0.01	0	0.01	0.08	0.01	0.09
	2歳	0.05	0.01	0.06	0.34	0.02	0.37
	3歳	0.12	0.14	0.26	0.21	0.04	0.26
	4歳	0.16	0.29	0.45	0.23	0	0.23
	5歳	0.06	0.1	0.16	0.06	0	0.06
	6歳以上	0	0.05	0.05	0	0	0
	計	0.41	0.59	1	0.92	0.08	1
2005	1歳	0	0	0	0.04	0.02	0.06
	2歳	0.06	0.04	0.1	0.72	0.04	0.76
	3歳	0.19	0.11	0.3	0.07	0.04	0.11
	4歳	0.14	0.08	0.22	0.06	0	0.06
	5歳	0.15	0.1	0.25	0.02	0	0.02
	6歳以上	0.03	0.09	0.13	0	0	0
	計	0.57	0.43	1	0.91	0.09	1
2006	1歳	0.02	0	0.02	0.39	0.03	0.41
	2歳	0.07	0.08	0.15	0.39	0.01	0.4
	3歳	0.08	0.22	0.31	0.1	0.03	0.13
	4歳	0.14	0.09	0.24	0.01	0	0.01
	5歳	0.06	0.12	0.18	0.03	0	0.03
	6歳以上	0.02	0.08	0.11	0.01	0	0.01
	計	0.4	0.6	1	0.93	0.07	1
2007	1歳	0	0	0	0.05	0	0.05
	2歳	0.14	0.23	0.37	0.65	0.03	0.68
	3歳	0.31	0.08	0.39	0.21	0.03	0.24
	4歳	0.09	0.09	0.18	0.02	0	0.02
	5歳	0.03	0.03	0.05	0.02	0	0.02
	6歳以上	0	0.01	0.01	0	0	0
	計	0.56	0.44	1	0.94	0.06	1
2008	1歳	0	0	0	0.11	0	0.11
	2歳	0.02	0.07	0.1	0.53	0.11	0.63
	3歳	0.11	0.34	0.44	0.26	0	0.26
	4歳	0.05	0.27	0.32	0	0	0
	5歳	0.03	0.06	0.09	0	0	0
	6歳以上	0	0.05	0.05	0	0	0
	計	0.21	0.79	1	0.89	0.11	1
2009	1歳	0	0	0	0.04	0	0.04
	2歳	0.08	0.09	0.17	0.36	0.01	0.37
	3歳	0.13	0.13	0.26	0.41	0.02	0.43
	4歳	0.2	0.21	0.41	0.08	0.02	0.11
	5歳	0.03	0.12	0.15	0.04	0.01	0.05
	6歳以上	0.01	0	0.01	0	0	0
	計	0.45	0.55	1	0.93	0.07	1
2010	1歳	0	0	0	0.01	0	0.01
	2歳	0.02	0.03	0.05	0.13	0.01	0.14
	3歳	0.46	0.12	0.58	0.55	0.01	0.57
	4歳	0.11	0.07	0.17	0.14	0.04	0.18
	5歳	0.03	0.11	0.14	0.08	0.01	0.1
	6歳以上	0.01	0.04	0.05	0	0	0
	計	0.64	0.36	1	0.93	0.07	1
2011	1歳	0	0	0	0.02	0	0.02
	2歳	0.03	0.03	0.06	0.27	0.02	0.29
	3歳	0.19	0.08	0.26	0.45	0.02	0.48
	4歳	0.3	0.24	0.54	0.15	0	0.15
	5歳	0.03	0.03	0.05	0.03	0	0.03
	6歳以上	0.03	0.06	0.09	0.03	0	0.03
	計	0.56	0.44	1	0.95	0.05	1
2012	1歳	0	0	0	0.01	0.01	0.02
	2歳	0.01	0.02	0.04	0.36	0.01	0.37
	3歳	0.02	0.09	0.12	0.27	0.02	0.29
	4歳	0.21	0.2	0.41	0.26	0	0.26
	5歳	0.13	0.21	0.34	0.02	0	0.02
	6歳以上	0.01	0.08	0.09	0.03	0.01	0.04
	計	0.39	0.61	1	0.95	0.05	1

付表 6 青森県沖日本海における銘柄別
雌雄別年齢別漁獲尾数

単位:千尾							
魚期年	年齢	大			小		
		雄	雌	計	雄	雌	計
2001	1歳	0.0	0.0	0.0	2.5	1.7	4.2
	2歳	9.0	3.9	12.9	28.6	4.2	32.8
	3歳	28.4	7.7	36.2	23.6	7.6	31.1
	4歳	11.6	3.9	15.5	0.0	0.8	0.8
	5歳	1.3	6.5	7.7	0.0	0.8	0.8
	6歳以上	0.0	5.2	5.2	0.0	0.0	0.0
	計	50.4	27.1	77.5	54.7	15.1	69.9
2002	1歳	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	1.9
	2歳	7.2	0.0	7.2	12.6	3.9	16.5
	3歳	44.8	14.3	59.2	14.5	4.8	19.4
	4歳	17.9	21.5	39.5	22.3	1.9	24.2
	5歳	3.6	10.8	14.3	0.0	1.0	1.0
	6歳以上	0.0	7.2	7.2	1.9	0.0	1.9
	計	73.5	53.8	127.3	53.3	11.6	64.9
2003	1歳	0.6	0.0	0.6	2.0	0.0	2.0
	2歳	9.8	6.8	16.6	12.3	1.0	13.3
	3歳	40.0	23.4	63.3	19.6	1.3	21.0
	4歳	14.1	27.0	41.2	2.0	0.0	2.0
	5歳	2.5	0.6	3.1	0.7	0.0	0.7
	6歳以上	2.5	1.8	4.3	0.0	0.0	0.0
	計	69.5	59.6	129.1	36.6	2.3	39.0
2004	1歳	0.8	0.0	0.8	2.6	0.4	3.0
	2歳	5.4	0.8	6.1	11.5	0.7	12.3
	3歳	11.5	13.8	25.3	7.1	1.5	8.6
	4歳	16.1	28.4	44.5	7.8	0.0	7.8
	5歳	6.1	10.0	16.1	1.9	0.0	1.9
	6歳以上	0.0	5.4	5.4	0.0	0.0	0.0
	計	39.9	58.3	98.3	30.9	2.6	33.5
2005	1歳	0.0	0.0	0.0	1.8	0.9	2.7
	2歳	6.0	4.3	10.4	34.5	1.8	36.3
	3歳	19.0	11.2	30.2	3.5	1.8	5.3
	4歳	13.8	8.6	22.4	2.7	0.0	2.7
	5歳	15.5	10.4	25.9	0.9	0.0	0.9
	6歳以上	3.5	9.5	12.9	0.0	0.0	0.0
	計	57.8	44.0	101.9	43.3	4.4	47.8
2006	1歳	3.0	0.0	3.0	28.1	2.1	30.1
	2歳	9.0	10.5	19.5	28.1	1.0	29.1
	3歳	10.5	28.5	39.0	7.3	2.1	9.4
	4歳	18.0	12.0	30.0	1.0	0.0	1.0
	5歳	7.5	15.0	22.5	2.1	0.0	2.1
	6歳以上	3.0	10.5	13.5	1.0	0.0	1.0
	計	51.0	76.5	127.5	67.6	5.2	72.8
2007	1歳	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	4.0
	2歳	29.4	49.9	79.3	57.8	2.7	60.5
	3歳	67.5	17.6	85.1	18.8	2.7	21.5
	4歳	19.1	19.1	38.2	1.3	0.0	1.3
	5歳	5.9	5.9	11.7	1.3	0.0	1.3
	6歳以上	0.0	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0
	計	121.9	94.0	215.8	83.3	5.4	88.7
2008	1歳	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	10.0
	2歳	5.5	16.5	22.0	50.0	10.0	60.0
	3歳	23.8	75.2	99.0	25.0	0.0	25.0
	4歳	11.0	60.5	71.5	0.0	0.0	0.0
	5歳	7.3	12.8	20.2	0.0	0.0	0.0
	6歳以上	0.0	11.0	11.0	0.0	0.0	0.0
	計	47.7	176.0	223.6	85.0	10.0	95.0
2009	1歳	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	3.6
	2歳	18.5	21.2	39.7	36.3	1.2	37.5
	3歳	29.1	29.1	58.2	41.2	2.4	43.6
	4歳	45.0	47.6	92.6	8.5	2.4	10.9
	5歳	7.9	26.5	34.4	3.6	1.2	4.8
	6歳以上	2.6	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0
	計	103.2	124.4	227.6	93.2	7.3	100.5
2010	1歳	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	1.5
	2歳	5.3	7.1	12.4	16.1	1.5	17.6
	3歳	122.4	31.9	154.3	67.5	1.5	69.0
	4歳	28.4	17.7	46.1	17.6	4.4	22.0
	5歳	8.9	28.4	37.2	10.3	1.5	11.7
	6歳以上	3.5	10.6	14.2	0.0	0.0	0.0
	計	168.5	95.8	264.3	113.0	8.8	121.8
2011	1歳	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	2.6
	2歳	8.9	11.9	20.8	39.2	3.2	42.4
	3歳	65.4	26.8	92.2	66.8	3.2	70.0
	4歳	104.1	83.3	187.4	21.8	0.6	22.5
	5歳	8.9	8.9	17.8	4.5	0.0	4.5
	6歳以上	8.9	20.8	29.7	5.1	0.0	5.1
	計	196.3	151.7	348.0	140.1	7.1	147.1
2012	1歳	0.0	0.0	0.0	2.1	2.1	4.3
	2歳	3.4	6.8	10.2	62.1	2.1	64.2
	3歳	6.8	27.1	33.9	46.0	3.2	49.2
	4歳	61.0	57.6	118.6	45.0	0.0	45.0
	5歳	37.3	61.0	98.3	3.2	0.0	3.2
	6歳以上	3.4	23.7	27.1	5.4	1.1	6.4
	計	111.8	176.2	288.1	163.8	8.6	172.3

付表 7 青森県沖日本海における雌雄別年齢別漁獲尾数

漁獲尾数(雄) 単位:千尾								漁獲尾数(雌) 単位:千尾							
魚期年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上	合計	魚期年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上	合計
2001	3	38	52	12	1	0	105	2001	2	8	15	5	7	5	42
2002	2	20	59	40	4	2	127	2002	0	4	19	23	12	7	65
2003	3	22	60	16	3	2	106	2003	0	8	25	27	1	2	62
2004	3	17	19	24	8	0	71	2004	0	2	15	28	10	5	61
2005	2	41	23	16	16	3	101	2005	1	6	13	9	10	9	48
2006	31	37	18	19	10	4	119	2006	2	12	31	12	15	11	82
2007	4	87	86	20	7	0	205	2007	0	53	20	19	6	1	99
2008	10	55	49	11	7	0	133	2008	0	26	75	60	13	11	186
2009	4	55	70	53	12	3	196	2009	0	22	32	50	28	0	132
2010	1	21	190	46	19	4	281	2010	0	9	33	22	30	11	105
2011	3	48	132	126	13	14	336	2011	0	15	30	84	9	21	159
2012	2	65	53	106	40	9	276	2012	2	9	30	58	61	25	185

付表 8 青森県沖日本海におけるムシガレイの VPA の解析結果

資源尾数(雄) 単位:千尾								資源尾数(雌) 単位:千尾							
魚期年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上	合計	魚期年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上	合計
2001	264	192	123	21	6	0	607	2001	155	130	57	35	19	13	409
2002	138	204	116	50	6	3	518	2002	100	124	98	32	25	15	394
2003	138	106	141	38	4	3	429	2003	92	81	97	62	5	15	353
2004	186	105	63	57	15	0	427	2004	133	74	59	57	26	14	363
2005	307	142	67	33	23	5	577	2005	383	107	59	34	21	19	623
2006	525	238	75	32	11	5	884	2006	615	310	82	36	20	14	1,077
2007	401	381	152	43	8	0	985	2007	246	497	242	39	19	5	1,046
2008	990	309	220	42	15	0	1,576	2008	844	199	356	178	14	12	1,605
2009	749	762	191	128	23	5	1,859	2009	524	686	138	222	90	0	1,660
2010	327	580	545	87	53	10	1,601	2010	374	426	537	84	135	48	1,603
2011	823	253	433	257	27	29	1,822	2011	321	304	338	406	48	112	1,528
2012	515	639	155	220	89	19	1,638	2012	1,212	261	233	247	254	103	2,310

漁獲係数F(雄)							
魚期年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上	合計
2001	0.01	0.25	0.65	0.96	0.29	0.29	0.52
2002	0.02	0.12	0.87	2.39	1.00	1.00	1.23
2003	0.02	0.27	0.65	0.66	4.46	4.46	0.72
2004	0.02	0.20	0.41	0.64	0.89	0.89	0.49
2005	0.01	0.39	0.48	0.85	1.57	1.57	0.71
2006	0.07	0.19	0.31	1.11	5.86	5.86	0.86
2007	0.01	0.30	1.03	0.78	4.65	4.65	0.82
2008	0.01	0.23	0.29	0.35	0.80	0.80	0.28
2009	0.01	0.09	0.54	0.64	0.83	0.83	0.46
2010	0.01	0.04	0.50	0.91	0.53	0.53	0.54
2011	0.00	0.24	0.43	0.81	0.82	0.82	0.58
2012	0.00	0.12	0.49	0.79	0.72	0.72	0.57

漁獲係数F(雌)							
魚期年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上	合計
2001	0.01	0.07	0.36	0.16	0.56	0.56	0.39
2002	0.00	0.04	0.25	1.65	0.76	0.76	0.92
2003	0.00	0.11	0.33	0.66	0.15	0.15	0.47
2004	0.00	0.02	0.34	0.81	0.55	0.55	0.65
2005	0.00	0.06	0.28	0.33	0.82	0.82	0.53
2006	0.00	0.04	0.54	0.46	1.78	1.78	0.75
2007	0.00	0.12	0.10	0.79	0.43	0.43	0.28
2008	0.00	0.16	0.27	0.47	5.40	5.40	0.75
2009	0.00	0.04	0.29	0.29	0.42	0.42	0.28
2010	0.00	0.02	0.07	0.35	0.28	0.28	0.28
2011	0.00	0.06	0.10	0.26	0.23	0.23	0.31
2012	0.00	0.04	0.16	0.30	0.31	0.31	0.36

計算体重(雄) 単位:g						
	1.5歳	2.5歳	3.5歳	4.5歳	5.5歳	6.5歳
体重	38	81	112	130	139	144

計算体重(雌) 単位:g						
	1.5歳	2.5歳	3.5歳	4.5歳	5.5歳	6.5歳
体重	36	108	194	273	337	387

資源量(雄) 単位:トン							
魚期年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上	合計
2001	10	16	14	3	1	0	43
2002	5	16	13	7	1	0	43
2003	5	9	16	5	0	0	35
2004	7	9	7	7	2	0	32
2005	12	12	7	4	3	1	39
2006	20	19	8	4	2	1	54
2007	15	31	17	6	1	0	70
2008	38	25	25	6	2	0	95
2009	28	62	21	17	3	1	132
2010	12	47	61	11	7	1	140
2011	31	21	48	33	4	4	142
2012	20	52	17	29	12	3	132

資源量(雌) 単位:トン							
魚期年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上	合計
2001	6	14	11	10	6	5	52
2002	4	13	19	9	8	6	59
2003	3	9	19	17	2	6	55
2004	5	8	11	15	9	5	54
2005	14	12	11	9	7	7	60
2006	22	34	16	10	7	5	94
2007	9	54	47	11	6	2	128
2008	30	22	69	49	5	5	179
2009	19	74	27	60	30	0	211
2010	13	46	104	23	45	19	250
2011	12	33	66	111	16	43	280
2012	44	28	45	68	85	40	310

成熟率(雌)				
	3歳	4歳	5歳	6歳
成熟率	85%	100%	100%	100%

親魚量(雌) 単位:トン					
魚期年	3歳	4歳	5歳	6歳以上	合計
2001	9	10	6	5	31
2002	16	9	8	6	39
2003	16	17	2	6	41
2004	10	15	9	5	40
2005	10	9	7	7	33
2006	14	10	7	5	36
2007	40	11	6	2	59
2008	59	49	5	5	117
2009	23	60	30	0	114
2010	89	23	45	19	176
2011	56	111	16	43	226
2012	39	68	85	40	232