

ムシガレイ放流技術開発調査

山 中 崇 裕

は じ め に

ムシガレイは日本近海大陸棚上の暖流海域に生息する魚で、北は北海道から南は台湾沿岸まで広く分布している。日本海の属地統計¹⁾によると、青森県日本海海域におけるムシガレイは、昭和28～43年には2～135トンの水揚げがあり、この期間の年平均水揚げ量は63トンであった。その後ムシガレイの漁獲統計は無いが、青森県水産試験場の調べでは、青森県日本海海域におけるムシガレイの平成5～9年の漁獲量は3.2～18.1トンの範囲にあり、前述の水揚げ量に比べ減少している様子が窺われる。

これまでムシガレイ放流技術開発事業では、人工種苗の標識放流後の追跡調査を実施し、その適正放流時期、サイズ、場所等を検討してきた。しかし、その放流尾数が少なく成果はあまりなかった。また、人工種苗の生産も平成9年度には中止されることとなり、従来の追跡調査による調査は実施できないこととなった。

種苗放流事業を実施するに当たり放流後の資源管理は必要であり、年齢と成長はその管理に重要な知見である。これまでのサンプルから年齢と成長を耳石により調べ、従来の知見と比較検討したので報告する。

表1 採集標本の記録

採集年月日	標本数	雌	雄	体長範囲(mm)	漁法	漁場	備 考
1996. 4. 24	32	22	10	210 ～ 326	底建網	大戸瀬	雌雄不明 2 尾
1996. 5. 13	19	14	5	211 ～ 334	底建網	大戸瀬	
1996. 5. 16	42	21	21	153 ～ 354	底建網	大戸瀬	
1996. 6. 7	12	7	5	211 ～ 318	底建網	大戸瀬	
1996. 6. 27	2	1	1	154 ～ 165	底建網	大戸瀬	
1997. 1. 17	15	2	13	156 ～ 233	底建網	大戸瀬	
1997. 3. 20	18	13	3	108 ～ 165	底建網	秋田県	
1997. 3. 21	14	10	4	110 ～ 170	底建網	秋田県	
1997. 3. 21	5	3	2	208 ～ 263	刺 網	秋田県	
1997. 3. 26	22	4	18	132 ～ 215	刺 網	秋田県	
1997. 3. 27	67	49	12	106 ～ 173	底建網	秋田県	雌雄不明 6 尾
1997. 4. 2	13	8	5	236 ～ 407	底建網	大戸瀬	
1997. 4. 25	59	15	44	158 ～ 330	底建網	大戸瀬	
1997. 4. 28	2	2		118 ～ 180	底建網	秋田県	
1997. 5. 21	14	11	3	233 ～ 340	底建網	大戸瀬	
1997. 5. 22	24	8	16	170 ～ 324	底建網	大戸瀬	
1997. 5. 23	32	17	15	168 ～ 350	底建網	大戸瀬	
人工種苗	14	不明		96 ～ 118	飼育日数267～455日		

材 料 と 方 法

用いた試料は表1に示すように、大戸瀬漁協に水揚げされたムシガレイである。更に小型個体の不足を補うため、秋田県北の底曳網及び刺網で漁獲されたムシガレイと、青森県水産増殖センターで生産されたムシガレイも試料として用いた。魚体測定は全長、体長、体重、性別、生殖腺の熟度と重量とした。耳石の観察は、砥石で研磨後、シャーレ上に耳石を置き双眼実体顕微鏡を使用し、マイクロメーターで0.05mm単位で測定した。

結 果

1. 測定個体について

測定に供したムシガレイ体長の度数分布を図1に示した。大戸瀬漁協での試料は雄の平均体長は20.3cmで、雌はそれより大きく27.8cmであった。秋田県北の試料は全般に雄が少なく平均体長は雄16.4cm、雌14.4cmであった。青森県水産増殖センター産は、すべて雌雄不明で平均体長は10.3cmであった。

2. 耳石の形状と輪紋について

ムシガレイの耳石はほぼ楕円形を呈し、中心部に近づくに従って厚みを増す。耳石には比較的明瞭な不透明帯、透明帯が交互に見られ、核を中心にほぼ同心円を描く。有眼側の耳石は核が中心から外れているものが多かったので、観察には無眼側のものを使用した。

輪紋は不透明帯の終わりの部分、すなわち透明帯との境目と規定した。また核から耳石縁辺までの最長部分を耳石半径とし、この線が各輪紋と交わる点までの長さをそれぞれの輪半径とした。

3. 体長と耳石半径の関係

性別に体長と耳石半径の関係を図2に示した。性別不明の個体については雌雄両方の解析に用いている。体長と耳石半径について今岡ら²⁾は成長屈折が認められているとしているが、今回の結果では大内ら³⁾と同様、体長の増加とともに、ほぼ直線的に耳石も伸びていることが窺える。性別にわけて直線による回帰を見たところ、両者の関係は次式のように示された。

$$\text{雌} \quad TL = 0.0101R + 0.5214$$

$$r = 0.927 \quad p < 0.01$$

$$\text{雄} \quad TL = 0.0104R + 0.4664$$

$$r = 0.959 \quad p < 0.01$$

ここでTLは体長 (mm) で、Rは耳石半径 (mm) である。

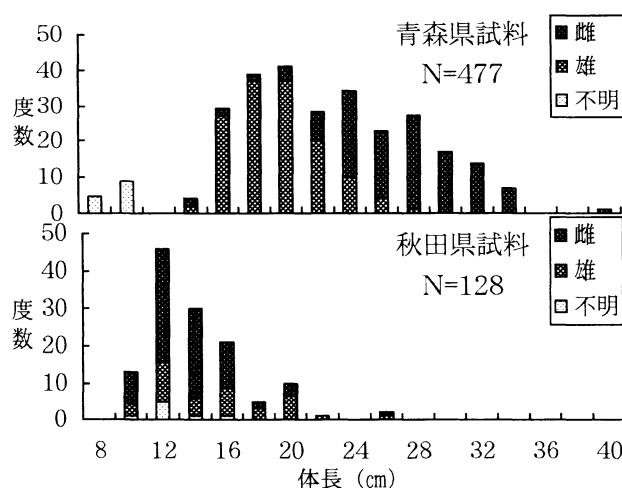


図1 標本の体長組成

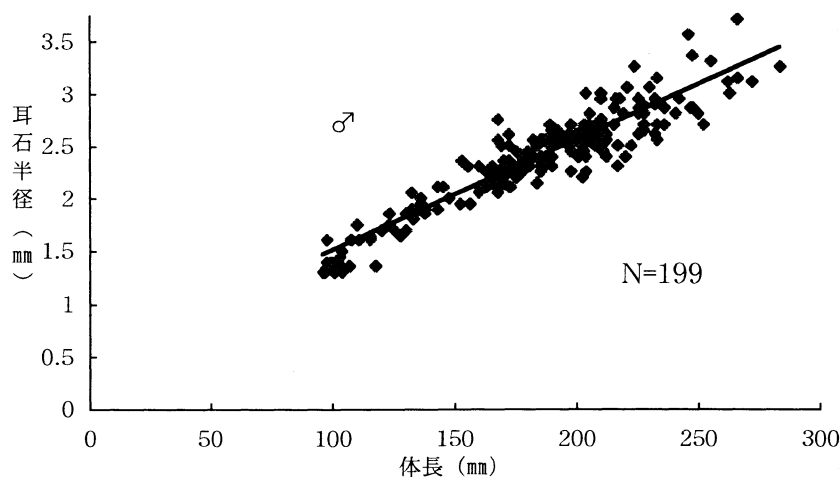
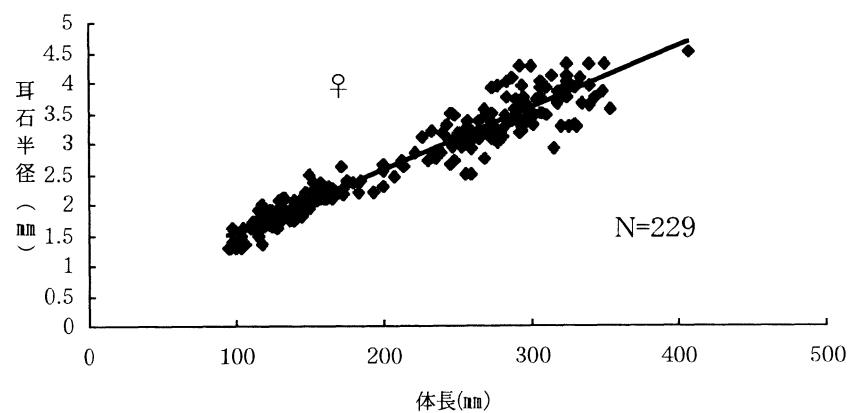


図 2 全長と耳石半径

表 2-1 輪数魚別の平均輪径 (雌) 平均 ± S. D. (mm)

輪数	尾数	r 1	r 2	r 3	r 4	r 5	r 6	r 7	r 8
1	14	1.16 ± 0.10							
2	91	0.85 ± 0.17	1.63 ± 0.20						
3	36	0.81 ± 0.17	1.65 ± 0.19	2.39 ± 0.28					
4	53	0.80 ± 0.16	1.53 ± 0.24	2.18 ± 0.27	2.84 ± 0.34				
5	27	0.71 ± 0.19	1.48 ± 0.22	2.16 ± 0.29	2.77 ± 0.28	3.33 ± 0.32			
6	4	0.64 ± 0.19	1.49 ± 0.27	2.14 ± 0.34	2.65 ± 0.42	3.24 ± 0.32	3.75 ± 0.21		
7	3	0.72 ± 0.18	1.37 ± 0.37	1.93 ± 0.26	2.47 ± 0.43	2.70 ± 0.44	3.17 ± 0.43	3.53 ± 0.43	
8	1	0.45	0.9	1.25	1.75	2.3	2.55	2.8	3.25
加重平均	229	0.83 ± 0.19	1.58 ± 0.23	2.22 ± 0.31	2.78 ± 0.35	3.23 ± 0.52	3.38 ± 0.52	3.35 ± 0.50	3.25
計算体長(mm)		30.2	105.0	168.5	223.9	268.6	283.2	280.1	270.2

表 2-2 輪数魚別の平均輪径 (雄) 平均 ± S. D. (mm)

輪数	尾数	r 1	r 2	r 3	r 4	r 5	r 6
1	14	1.16 ± 0.10					
2	72	0.77 ± 0.17	1.65 ± 0.16				
3	91	0.75 ± 0.16	1.56 ± 0.19	2.16 ± 0.21			
4	20	0.74 ± 0.18	1.43 ± 0.24	2.01 ± 0.19	2.51 ± 0.25		
5	1	0.85	1.70	2.30	2.70	3.10	
6	1	0.55	1.45	1.90	2.25	2.50	2.70
加重平均	199	0.79 ± 0.19	1.58 ± 0.20	2.13 ± 0.22	2.50 ± 0.25	2.80 ± 0.42	2.70
計算体長(mm)		30.7	107.0	160.3	196.0	224.4	214.8

4. 各輪紋の平均輪径

輪数を異にする魚体群ごとに各輪径を求め、標準偏差とともに表2に示した。この結果からムシガレイの耳石ではLee現象が認められるが、この原因については不明である。今岡ら²⁾もLee現象が認められるとしているが、原因については同様に不明であるとしている。表2には輪紋形成時の計算体長を示した。計算体長 L_n は、性別の体長-耳石半径の関係式に、該当する r_n の加重平均値を代入して求めた。

計算体長を見ると、雌の7、8輪時と雄の5輪時がそれぞれ、それ以前に比べて減少しているのは、高齢個体が極端に少ないための誤差と思われる。そこで、この後の計算ではこれらの値を除外して計算した。

5. 成長について

性別のムシガレイの成長を検討するために表2の計算体長をWALFORDの方法にしたがって定差図を描くと図3のようになり、ほぼ一直線上にのる。したがってこれらの直線を最小自乗法によって求めると次式のようなになる。

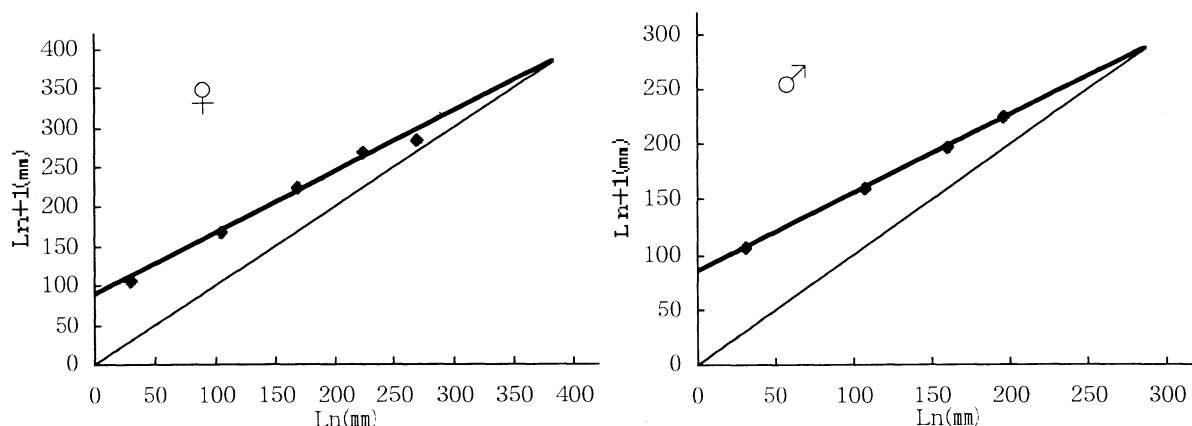


図3 輪紋形成時の体長の定差図

$$\text{雌 } L_{n+1} = 0.7740L_n + 86.566 \quad r = 0.994 \quad p < 0.01$$

$$\text{雄 } L_{n+1} = 0.7039L_n + 84.978 \quad r = 0.999 \quad p < 0.01$$

今回の資料は1月から6月までのものに限られ、縁辺成長率等からの輪紋形成時期を推定することは出来なかった。石戸⁴⁾は八戸近海産のムシガレイを調べ、不透明帯外縁部の形成は9月から11月の間に最も盛んであるとしている。寺島⁵⁾は鰺ヶ沢近海のムシガレイを調べ、輪紋をRidgeで規定しているが7～10月に一度形成されるとしている。また、寺島ら⁶⁾によると、鰺ヶ沢近海のムシガレイの産卵盛期は5月中旬～6月中旬としている。そこで輪紋形成時期を10月、産卵期を6月と仮定すると、第1輪の形成されるのは発生後約0.3年を経過した時点と考えられる。

ここで、前述の計算体長から求めた関係式及び第1輪形成時の年令を基に、VON BERTALANFFY

の成長方程式 $L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$ の各係数、 K 、 t_0 、 L_∞ を決定した。得られた性別の成長方程式は次式の通りである。

$$\text{雌 } L_t = 383.0 (1 - e^{-0.256(t-0.0123)})$$

$$\text{雄 } L_t = 287.0 (1 - e^{-0.351(t-0.0106)})$$

LT：t歳時の体長（mm）、t：年令（年）

上記の式から満年齢時におけるそれぞれの全長を推定すると表3が得られる。これによって描かれた平均成長曲線が図4である。

表3 年令と体長

年令	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳
雌（mm）	84.4	151.9	204.1	244.6	275.9	300.1	318.8	333.3
雄（mm）	84.2	144.3	186.5	216.3	237.2	262.3	262.3	269.6

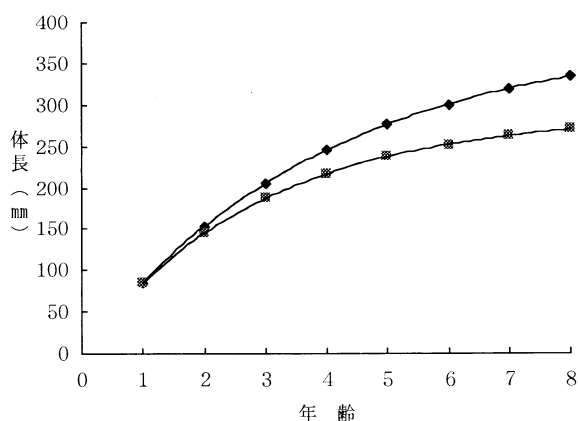


図4 ムシガレイの成長曲線

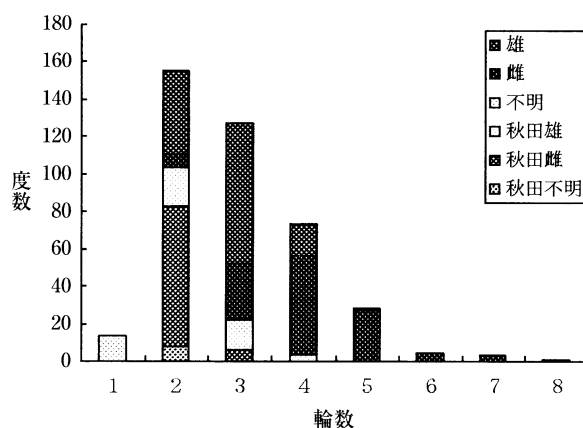


図5 輪数別度数

いずれの年齢でも、雌の方が成長が良いという結果になった。ちなみに今回測定された標本の最大体長は雌が40.7cm、雄が28.4cmであり、雌の最大体長は計算された極限体長よりは大きいものであった。図5に輪数別の度数分布を示した。この図に示されるとおり今回のサンプルでは雄は5輪、雌は8輪が最高であった。雄は5輪が1個体、雌は6－8輪が1－3個体と非常に少なかった。また1輪はすべての個体が人工種苗である。高齢魚が少ないことや、1輪群が人工種苗であることが、極限体長を含め成長曲線の誤差要因となっていることが考えられる。標識放流の結果や漁獲量の動向などから、近年は秋田県北沖及び青森県沖の北部日本海のムシガレイは、同一の集団とされており⁷⁾、秋田県北のサンプルを込みで解析したことは問題は無いと思われる。

考 察

ムシガレイの年令と成長については、過去に数人の研究者によって報告されている。石戸⁴⁾は八戸沖のムシガレイの成長について、耳石の透明帯内縁部を用いて報告している。その報告には成長式は示されていないが、表示されているデータから成長式を算出して比較した。今岡ら²⁾は対馬海域のムシガレイについて耳石の透明帯内縁部を用いて成長式を算出している。また、寺島⁵⁾は鰺ヶ沢近海のムシガレイについて耳石のRidgeを用いロバートソンの成長式を算出している。今回の成長式で計算される各年令の計算体長と、過去の報告結果について比較してみたのが図6である。

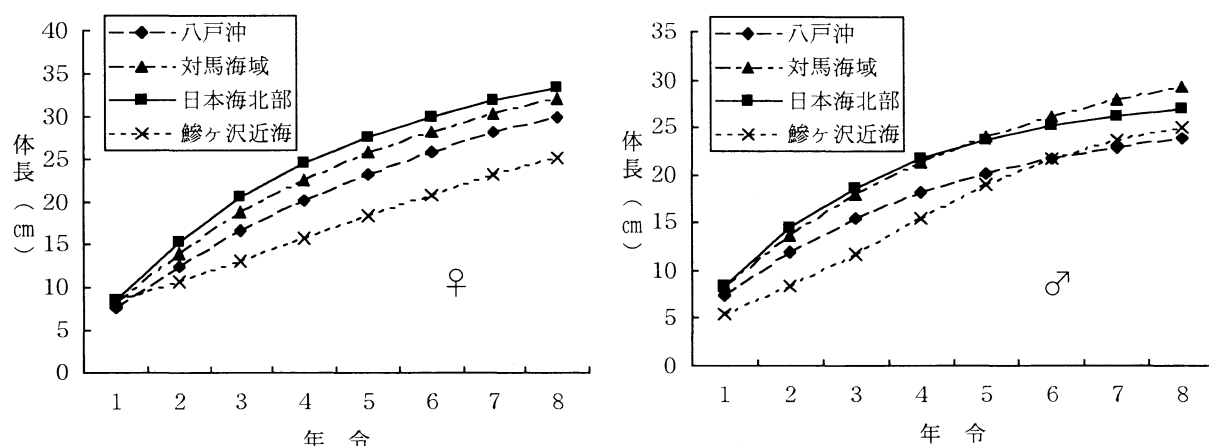


図6 海域別の計算体長

雌では、八戸沖や対馬海域と同様の増加傾向を示すが、2歳魚以降の成長は今回の報告が一番良いという結果になった。一方雄は対馬海域とほぼ同じ成長曲線を描くが、6歳魚以降の成長はやや悪かった。大内³⁾らはムシガレイは、南部に行くにつれて、成長が良くCline現象を現す、としているが、今回の調査結果からは、日本海北部の成長が良い(雌)、あるいは同等(雄)となり、大内らとは異なる結果となった。寺島の結果については、成長曲線の描き方に違いはあるが、雌雄ともに過小に算出された可能性がある。輪紋の規定の異なる寺島⁵⁾を除けば、今回の結果も含めて石戸⁴⁾、今岡ら²⁾も高齢魚及び若齢魚のサンプルが少ないため、これら試料の収集により、成長式の改善の余地があるものと思われる。また海域ごとに雌雄の成長を比較すると、どの海域でも若齢では雄が雌より大きく、高齢では逆に雌が雄より大きかった。いずれの報告でも雄は5輪魚まで、雌は7あるいは8輪魚までのサンプルであり、雌雄の成長差の他に、雌雄の寿命に差がある可能性も推察される。

要 約

青森県大戸瀬沖、秋田県北及び水産増殖センター産のムシガレイ耳石を用い、成長式を算出した。

1. 体長と耳石半径との関係は直線的であった。
2. 各輪紋の平均輪径ではLee現象が認められた。
3. 体長-耳石半径関係式及び平均輪径からVON BERTALANFFYの成長方程式を求めた。

4. 体長は高齢では雌が大きい。
5. 成長を他海域と比較したところ、日本海北部ムシガレイの成長は雄の高齢以外は最も良かった。

謝 辞

サンプルの収集に協力いただいた秋田水産振興センター及び青森県水産増殖センターの職員の皆様に深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 日本海区水産研究所 (1984) : 日本海の属地統計 : 79.
- 2) 今岡要二郎・三栖寛 (1969) : 日本海西南海域及びその周辺海域産ムシガレイの漁業生物学的研究 第1報年齢と成長について. 西海水研研究報告, (37) : 51 - 70.
- 3) 大内明・武田信昭 (1954) : 日本海西南海域のムシガレイの年令及び成長. 日水研研究報告, (1) : 39 - 44.
- 4) 石戸芳男 (1964) : 八戸近海のソウハチ・ムシガレイ・ミギガレイの年令及び成長について. 東北水研研究報告, (24) : 73 - 79.
- 5) 寺島朴 (1961) : むしがれい *Eopsetta grigorjewi* (Herzenstein) 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28年度～31年度) : 67 - 74.
- 6) 寺島朴・鶴川正雄 (1961) : むしがれい *Eopsetta grigorjewi* (Herzenstein) 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28年度～31年度) : 75 - 88.
- 7) 青森県 (1997) : 平成8年度資源管理型漁業推進総合対策事業報告書 : 43 - 51.