

仙台湾におけるアイナメの年齢と成長

誌名	宮城県水産試験場研究報告
ISSN	02893266
著者名	小林,徳光 小林,一郎 菊地,喜彦 佐藤,孝三
発行元	[宮城県水産試験場]
巻/号	13号
掲載ページ	p. 1-9
発行年月	1990年8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



仙台湾におけるアイナメの年齢と成長

小林 徳光・小林 一郎・菊地 喜彦・佐藤 孝三

Age and Growth of the Greenling, *Hexagrammos otakii* in Sendai Bay

Norimitsu KOBAYASHI*¹, Ichiro KOBAYASHI*², Yoshihiko KIKUCHI*³ and Kozo SATO*⁴

アイナメ *Hexagrammos otakii* はアイナメ科に属し、同科の魚類の中ではホッケとともに沿岸漁業の重要な漁獲対象種である。アイナメの分布域は広く、日本海側では北海道から九州まで、太平洋側では北海道から伊勢湾、及び瀬戸内海におよぶ¹⁾。本種は浅所の岩礁域、藻場、砂泥域から深所の岩礁域、砂泥域まで広く生息しており¹⁾、小型底曳網、刺網、はえ縄、釣り漁業で漁獲される。

仙台湾におけるアイナメは「ネウ」という地方名で呼ばれ、一般に馴染み深い魚であるが、漁獲統計では、その他の魚種に含まれているため、正確な漁獲量は把握できない。しかし、小型底曳網漁業(10 t未満)における本種の漁獲量は、全漁獲物重量の5~20%を占めており、刺網でも同様であることから、仙台湾におけるアイナメの漁獲量は少なくとも200 tに達すると考えられる。

アイナメについての生態学的あるいは資源生物学的研究は、これまで、分布¹⁾、成熟^{2)~5)}、産卵習性⁶⁾、食性⁷⁾⁸⁾、住み場や行動^{9)~12)}、生活史全般²⁾¹³⁾について等がある。しかし、成長に関する研究は少なく、大島・中村¹³⁾、山本・西岡⁶⁾、福島県²⁾の報告があるだけである。

筆者等は、仙台湾における本種の資源生物学的特性を明らかにする目的で調査を実施してきた。

本報では、このうち最も基本的な事項の一つである年齢と成長について報告する。

材料と方法

本研究で用いた材料は、1984年3月から1985年11月までの期間に行った宮城県水産試験場調査船「うみたか」(14 t)による底曳網(開口板付)漁獲調査、及びかけまわし式シラス曳漁獲調査で採集したものである(図1)。

底曳網で採集した個体は、生鮮状態で全長、体長、体重、生殖腺重量、胃内容物重量を測定した。シラス曳網で採集した個体は、10%ホルマリンで固定した後、体長、体重を測定した。

年齢査定には耳石を用いた。輪紋は、耳石をアクリル樹脂で包埋した後、横断切片をつくり読み取った。輪紋の測定は、核の中心から不透明帯外縁部までとし、n番目の不透明帯外縁部までの距離(標半径; r_n)と耳石縁部までの距離(耳石半径; R)を測定した。成長解析に用いた耳石は、破損したものや輪紋が不明瞭なものを除いた93検体である。

また1985年6月、1986年6月にそれぞれ5日間、石巻魚市場において、小型底曳網漁船及び刺網漁

*1 宮城県水産加工研究所

*2 宮城県石巻水産事務所

*3 宮城県庁水産課

*4 宮城県気仙沼水産試験場

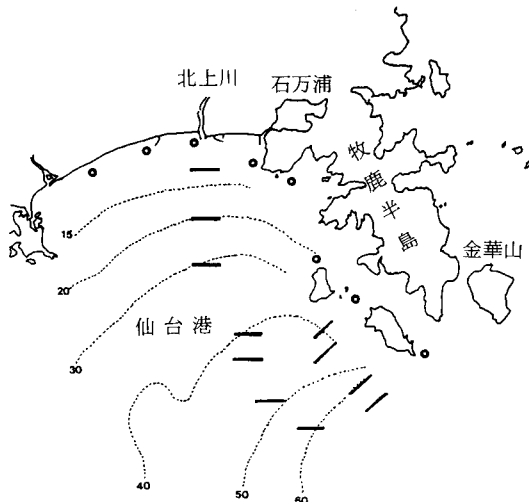


図1 調査地点
 —：底曳網漁獲調査
 ◎：かけ廻し式シラス曳漁獲調査

船により漁獲されたアイナメの魚体測定を行った。1日の調査では、小型底曳網漁船2～4隻及び刺網漁船10～15隻の漁獲物全ての全長測定を行った。

結 果

不透明帯の形成時期

図2は、耳石縁辺部が不透明帯である個体の出現率の季節変化である。耳石縁辺部に不透明帯の形成されている個体は、4月から認められたが、出現率が50%以上になるのは7、8月の2ヶ月であった。このうち特に7月が高く、出現率は93%に達した。9月以降は徐々に低くなり、11月以降は耳石縁辺部に不透明帯の形成されている個体は認められなかった。

耳石の不透明帯は、年に1回7～8月頃形成され、個体群全体としての同調性も高い。このことから、不透明帯は年齢形質として有効であり、年齢として扱うことができる。

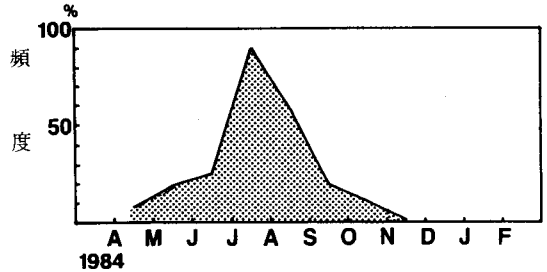


図2 耳石縁辺部に不透明帯をもつ個体の出現率の季節変化

各標示径の平均値と反 L_{EE} 現象の補正

一般に底魚類では、カレイ類、クサウオにみられるように成長に雌雄差が現れるものが多い^{14)~17)}。そこで、各標示径について雌雄間で平均値の差の検定(t-検定)を行った。危険率5%で有意な差は認められなかった。従って、表1に、標示群別の各標示径の平均値を雌雄区別せず示した。

5輪群は標本個体数が少ないためはっきりしないが、4輪群までは高齢群になるにつれて各標示径が大きくなる反 L_{EE} 現象¹⁸⁾¹⁹⁾が認められた。従って、三谷・井田²⁰⁾、鈴木・木村²¹⁾に従い反 L_{EE} 現象による歪みの補正を次のように行った。

反 L_{EE} 現象は耳石の既成部分の成長によるものと考え、その年間成長率は一定であると仮定すると、m輪魚の第n標示径($r_{m,n}$)は

$$r_{m,n} = r'_n \times k^{(m-n)} \quad (1)$$

r'_n ；反 L_{EE} 現象の影響を受けていない第n輪形成時の標示径

k；耳石の既成部分の年間成長率

と表される。これを変形すると

$$\log r_{m,n} = m \cdot \log k + (\log r'_n - n \cdot \log k) \quad (2)$$

となり、同一の標示径についてみると、標示径と輪紋数とは片対数グラフ上で直線回帰する。従って、反 L_{EE} 現象の影響を受けていない輪紋形成時の標示径(以下これを標準標示径とする)は、これらの回帰直線とそれに対応する輪紋数を表す縦

表1 アイナメ耳石の標示群別の各標示半径平均

単位：mm

標示群	標本数	標示半径平均値				
		r 1	r 2	r 3	r 4	r 5
1	40	0.90				
2	28	1.07	1.48			
3	10	1.13	1.60	1.83		
4	5	1.26	1.68	1.87	2.00	
5	3	1.27	1.56	1.78	2.02	2.16

軸に平行な直線の交点の値として求めることができる。

図3は、表1をもとに作成した片対数グラフである。各標示径はほぼ直線上に配列し、回帰直線は次のようになった。

$$\log r_{m,1} = 0.046 \cdot m - 0.081 \quad (3)$$

$$\log r_{m,2} = 0.027 \cdot m + 0.117 \quad (4)$$

$$\log r_{m,3} = 0.009 \cdot m + 0.234 \quad (5)$$

これより標準標示径は、 $r'_1 = 0.92$ mm, $r'_2 = 1.49$ mm, $r'_3 = 1.83$ mm, $r'_4 = 2.00$ mm, $r'_5 = 2.16$ mmと求められた。なお、 r'_4, r'_5 については実測値を用いた。

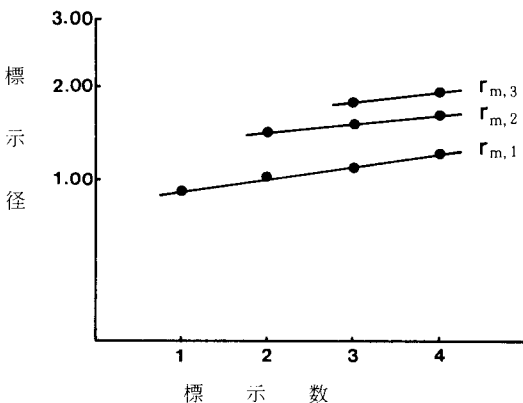


図3 標示群別の標示径の平均値

体長と耳石半径の関係

図4は、体長 (BL ; mm) と耳石半径 (R ; mm) の関係である。回帰式は次式で表された。

$$R = 0.0505 \times BL^{0.645} \quad (r = 0.921) \quad (6)$$

この式に先に求めた標準表示径を代入し、輪紋形成時の計算体長 l_n ($n = 1 \sim 5$) を求めた。計算体長はそれぞれ、 $l_1 = 90$ mm, $l_2 = 193$ mm, $l_3 = 262$ mm, $l_4 = 300$ mm, $l_5 = 335$ mmであった。

成長

図5は、先の計算体長から作成した W_{ALFARO} の定差図であり、回帰式は次のように表された。

$$l_{n+1} = 133.47 + 0.6581 \cdot l_n \quad (r = 0.998) \quad (7)$$

各点は、ほぼ同一直線上に乗っていることから、第1～第5輪形成時までの本種の成長は、 $B_{BERTALANFFY}$ の成長式で近似することができる。

上記の式より求めた $B_{BERTALANFFY}$ の成長式は、次の通りである。

$$L_n = 390 (1 - e^{-0.418(n-0.373)}) \quad (8)$$

L_n ; 第 n 輪形成時の推定体長

n ; 輪紋数

しかし、本種の耳石不透明帯外縁部の形成時期は7～8月であり、産卵期の11～12月⁶⁾との間には時間的なずれがある。従って、産卵期と輪紋形

仙台湾におけるアイナメの年齢と成長

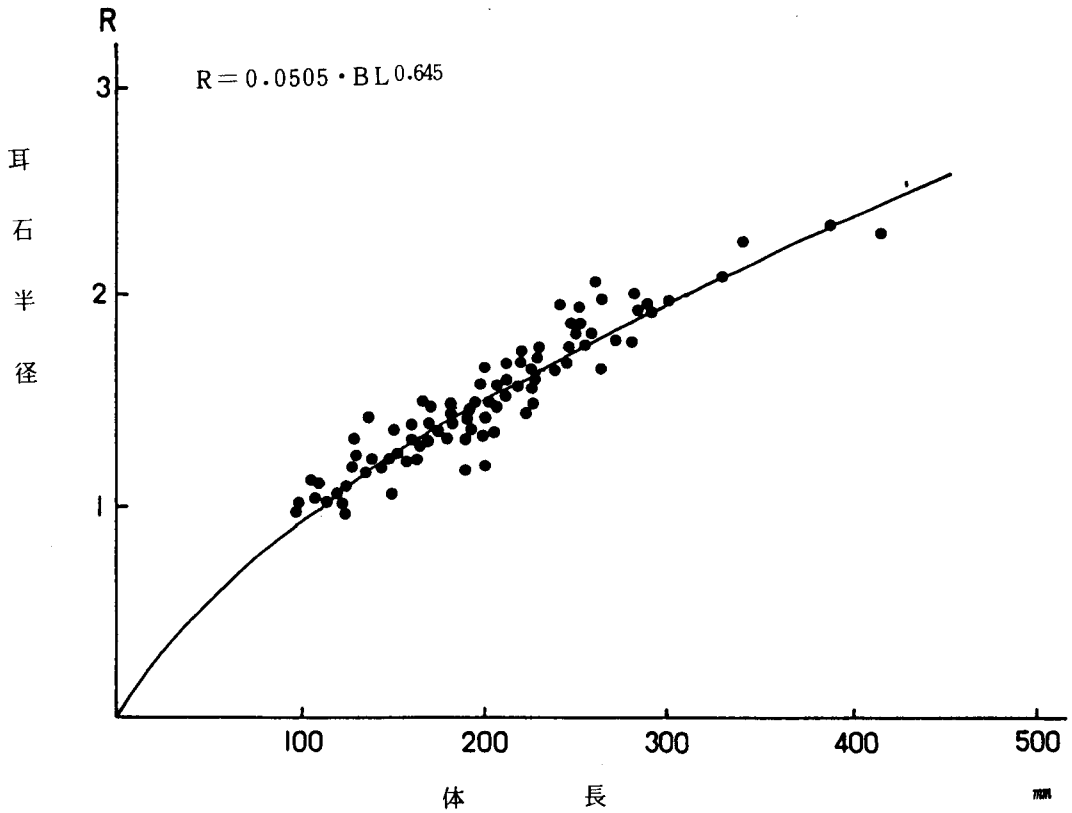


図4 体長 (BL) と耳石半径 (R) の関係

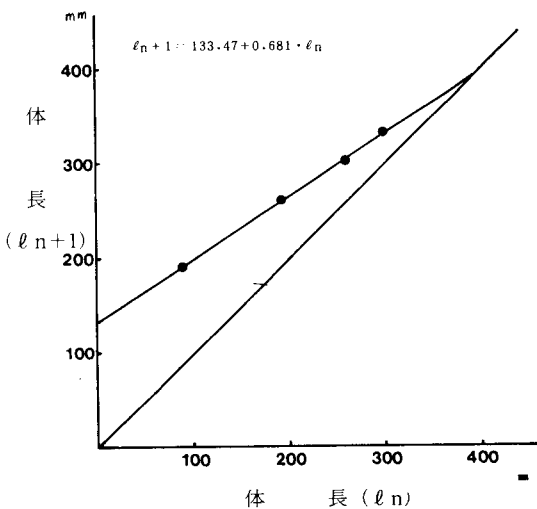


図5 計算体長の W_{ALFORD}定差図

成時との時間差を修正することによって、満年齢に対応した体長を表す成長式を求めた。産卵期と輪紋形成時との時間差は、4ヶ月であるので、輪紋形成の4ヶ月後にその輪紋数に等しい満年齢に達することになる。よって先の成長式の n に0.33を加えて満年齢に対応する体長を表す成長式を求めた。

$$L_t = 390 (1 - e^{-0.418(t-0.043)}) \quad (9)$$

L_t ; 満年齢時の推定体長

t ; 満年齢

上式より満年齢時の計算体長を求めると、1歳128 mm, 2歳218 mm, 3歳277 mm, 4歳315 mm, 5歳340 mmであった。図6は、成長曲線である。計算値は、標準表示径形成時の計算体長とよく一致した。

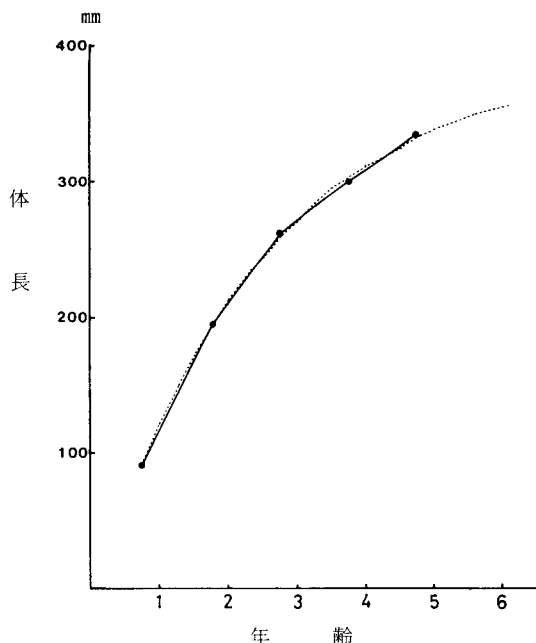


図6 成長曲線
破線：BERTALANFFYの成長式より求めた計算値
実線：標準標準径形成時の計算体長

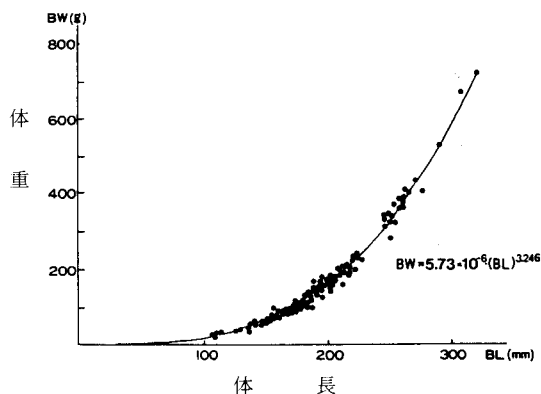


図7 体長と体重の関係

図7は、体長と体重 (BW ; g) の関係であり、回帰式は次式で表された。

$$BW = 5.37 \times 10^{-6} \cdot BL^{3.25} \quad (10)$$

この式に体長の成長式を代入して、体重の成長式を求めた。

$$W_t = 1382 (1 - e^{-0.418(t-0.043)})^{3.25} \quad (11)$$

W_t ; 満年齢時の推定体重

この式を用いて満年齢時における体重を求めると、1歳37g, 2歳208g, 3歳453g, 4歳693g, 5歳892gであった。

次に、シラス曳網漁獲調査及び底曳網漁獲調査の体長組成を年齢群に分離し成長過程を追跡した。図8は、漁獲物の月別体長組成である。1983年級群 (1983年11~12月生まれ) は、1984年3月に体長20~30 mmでシラス曳ではじめて漁獲さ

れた。6月以降はシラス曳による漁獲はなくなるが、7月になると、体長100~120 mmのものが底曳で漁獲された。その後月別の体長組成のモードを追うと、12月すなわち満1歳では120~160 mmに達し、翌年11月満2歳では220~240 mmに達した。また、1984年7月の体長組成では、100~120 mm, 180~200 mm, 240~260 mmにモードが認められた。これらはそれぞれ、0+, 1+, 2+の年齢群に対応すると推定された。このように体長組成のモードを追跡することにより得られた成長は、先のBERTALANFFYの成長式より得られた結果と一致した。

図9は、1985年6月及び1986年6月に石巻魚市場で行った魚体測定をもとに作成した本種の全長組成である。全長組成には明瞭なモードや山が認められた。アイナメは大規模な回遊を行わないことから複数の系統群が混在している可能性は小さい。また、雌雄に成長差がないことから、全長組成のモードや山は各年級群を表していると考えられる。そこで、赤峰のBASICプログラム²²⁾を用いてそれぞれを正規分布に分割した。分割された各群の平均値は、1985年は、205 mm, 285 mm, 345 mm, 365 mm, 390 mm, 415 mmであり、1986年は、227 mm, 290 mm, 349 mm, 371 mm, 400 mm, 421 mmであった。両年ともほぼ同じ値を示し、この値は

仙台湾におけるアイナメの年齢と成長

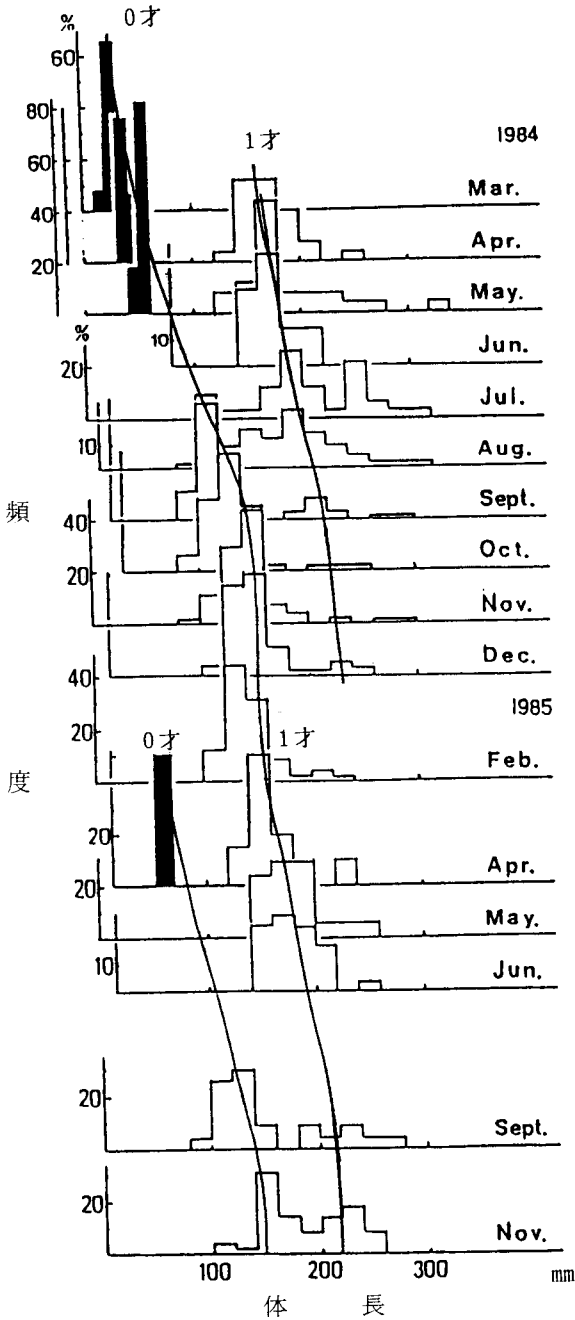


図8 試験操業により漁獲されたアイナメの体長組成の経月変化
 白抜きヒストグラム：底曳網試験操業漁獲物
 黒ぬりヒストグラム：シラス曳網試験操業漁獲物

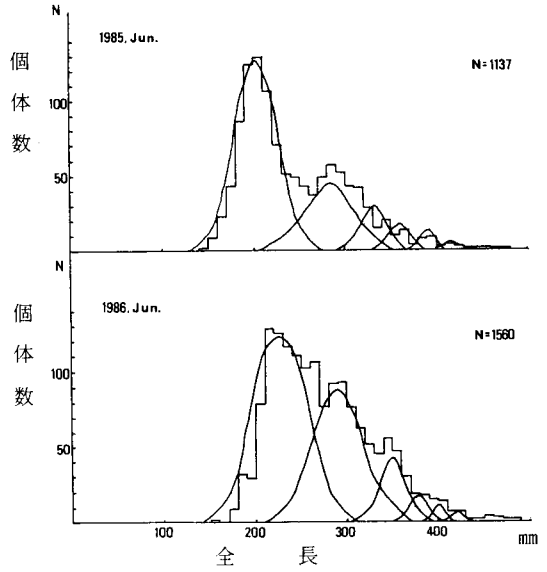


図9 石巻魚市場に小型底曳網及び刺網漁船により水揚げされたアイナメの全長組成と赤嶺のBASICプログラムを用いてあてはめられた正規分布曲線

それぞれ、1.5、2.5、……6.5歳における本種の全長と対応していると推測された。一方1.5、2.5、……6.5歳における全長を、BERTALANFFYの成長式と全長(TL; mm)と体長の関係($TL = 1.13 \times BL + 4.59$)より導くと、1.5歳206 mm、2.5歳287 mm、3.5歳341 mm、4.5歳376 mm、5.5歳400 mm、6.5歳416 mmと求められた。この値は、先の正規分布の各群の平均値と一致した。

考 察

アイナメの耳石の輪紋表示径には反 L_{EE} 現象が認められた。従来、反 L_{EE} 現象が認められる場合には、最外輪の輪紋表示径をその代表値として用いることが多い。しかしこの方法は、鈴木・木村²¹⁾がすでに指摘したように、成長解析の基礎となる輪紋表示径の代表値が一つの年級群のそれで決定

されるため、種々の変動、サンプリングの偏りが計算体長に直接影響する恐れがある。実際にこの方法を用いて本種の成長を求めると、1歳で体長169 mm, 2歳で239 mm, 3歳で286 mm, 4歳で317 mm ($L_t = 378(1 - e^{-0.409(t+0.455)})$) となり、若年齢における体長はかなり大きな値を示した。従って本報では、鈴木・木村²¹⁾が既に行ったように、反 L_{EF} 現象は耳石の既成部分の成長によると考え、その年間成長率が一定であると仮定して補正を試みた。

このように補正して求められた年齢と体長の関係は、連続採集により体長組成のモードを追跡することにより得られた結果、及びpolymodalな全長組成を正規分布に分離したことにより得られた結果とよく一致した。このことから、本種においてもこの補正は有効であり、得られた成長式は実際の成長をよく表していると考えられた。

また、今回の調査で得られた漸近体長 (L_{∞}) は390 mmであった。図9から全長445 mm (先の漸近体長を全長に換算) 以上の個体を探すと、85年は6個体、86年は8個体であり、全体の0.5%と非常に少ない。従って漸近体長390 mm は、当海域におけるアイナメの個体群としての平均的な最大体長をよく代表していると考えられた。

表2は、本種の年齢と体長に関する今回の結果と、既往の知見をまとめたものである (大島・中

村¹³⁾、山本・西岡⁹⁾、福島県²⁾)。4海域における年齢と体長の関係を比較すると、1~2歳までは南の海域に生息する個体群ほど大きい傾向がみられるが、3歳以上になると逆転し、北の海域に生息する個体群ほど大きい傾向がみられた。仙台湾産のものは、1歳魚の体長は小さいが4歳魚以上の体長は大きく、隣県の福島県沖産のものより陸奥湾産の成長に近いようである。

要 約

底曳網及びかけまわし式シラス曳網で採集されたアイナメを用い、仙台湾に生息する本種の年齢と成長について調査を行った。年齢査定には耳石を用い、次の知見を得た。

1. 耳石の不透明帯は年に1回7~8月に形成され、個体群全体としての同調性が高く、年齢として扱うことができる。
2. 耳石の輪紋標示群別の各標示径には反 L_{EF} 現象が認められた。これは、耳石の既成部分の成長によると考え、鈴木・木村に従い補正を行った。
3. 体長 (BL ; mm) と耳石半径 (R ; mm) の関係は次式で示された。
$$R = 0.0505 \times BL^{0.645}$$
4. 各標示径の補正值から標示形成時の計算体長

表2 アイナメの海域別の年齢と体長の関係

単位：mm

年齢	陸奥湾	仙台湾	福島沖	三河伊勢湾
1	110~130	128	115~165	157
2	170~210	218	185~240	157~223
3	240~290	277	240~285	233~262
4	300~380	315	275<	262~290
5		340		290>

仙台湾におけるアイナメの年齢と成長

を求め W_{ALFORO} の定差図を描くと、回帰式は次式で示され、各点はほぼ同一直線上に乗った。

$$l_{n+1} = 133.47 + 0.6581 \cdot \ln$$

5. 輪紋形成時と産卵期は約4ヶ月ずれており、この時間差を修正し BERTALANFFY の成長式を求めた。

$$L_t = 390 (1 - e^{-0.418(t-0.043)})$$

また、体長-体重関係より体重の成長式を求めた。

$$W_t = 1382 (1 - e^{-0.418(t-0.043)})^{3.25}$$

6. 以上のようにして得られた年齢と体長の関係は、連続採集によるモード追跡及び Polymodal な全長組成を正規分布に分離することにより得られた年齢と体長の関係とよく一致した。

参 考 文 献

- 1) 金本自由生：アイナメ科魚類の生態 II. アイナメ科魚類の分布，日本水産学会東北支部会報，26, 48-53, (1976).
- 2) 昭和47年・48年度 太平洋北区栽培漁業漁場資源生態調査 選択魚種（アイナメ・メバル・キツネメバル）に関する調査結果報告書，福島県，(昭和49年)
- 3) 丹下勝義・竹田支弥：アイナメの成熟度について，兵庫水産試報，(12), 37-40, (1972).
- 4) 安家重材・福田富男・篠原基之：牛窓地区でのアイナメの産卵について，岡山水試事報，昭和51年度，105-112.
- 5) 安家重材・福田富男・篠原基之：同上 - II -，岡山水試事報，昭和52年度，93-99.
- 6) 山本讓太郎・西岡 三：アイナメの産卵習性並びに発生過程，生物，3, (5), 167-170, (1948).
- 7) 丹下勝義・堺告久：アイナメの食性について，兵庫水試試報，(14), 25-27, (1974).
- 8) H. HONDA : Food acquisition patterns in some demersal teleosts, Tohoku J. Agri. Res., 35, 33-54, (1984).
- 9) 金本自由生：アイナメ科魚類の生態 I. クジメとアイナメのすみ場と行動，日生態会誌，26, 1-12, (1976).
- 10) 金本自由生：同上 III. 磯魚類の生活様式とクジメ・アイナメの地位，日生態会誌，27, 48-53, (1977).
- 11) 金本自由生：同上 IV. 数ヶ所の磯における磯魚の種類構成と量および胃内容物とクジメ・アイナメの分布，日生態会誌，29, 171-183, (1979).
- 12) 金本自由生：同上 V. 小地域内の異なるすみ場におけるクジメ・アイナメの胃内容物，日生態会誌，29, 265-271, (1979).
- 13) 大島泰雄・中村中六：アイナメ (*Hexagrammos otakii*) の生活史について，水産学会報，9, 81-89, (1944).
- 14) T. KAWASAKI, H. HASHIMOTO, H. HONDA and A. Otake : Selection of life histories and its adaptive significance in a *Liparis tanakai* from Sendai Bay, Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 49, (3), (1983).

- 15) 川崎 健：漁業資源の生産力評価を行う場合の問題点，水産海洋研究会報，42,75-77，(1983)。
- 16) 鶴田義成：仙台湾の異体類，海洋科学，12,(5)，(1980)。
- 17) 小林徳光・川崎 健：海産硬骨魚類における発育に伴う雌雄差の発現について，日本水産学会東北支部会報，35,11-15，(1985)。
- 18) 久保伊津男・吉原友吉：水産資源学，共立出版，(1964)。
- 19) 増沢 寿：イサキ資源に関する研究 I．年齢と成長について，日水誌，33,(9)，812-817，(1967)。
- 20) 三谷文夫・井田悦子：マアジの成長と年齢，日水誌，30,(12)，968-977，(1964)。
- 21) 鈴木清・木村清志：熊野灘におけるイサキの成長，魚類学雑誌，27,(1)，64-71，(1980)。
- 22) 赤嶺達郎：Polymodal な度数分布を正規分布へ分解する BASIC プログラム，日水研報，33,163-166，(1982)。