

新潟県沖合産マガレイの資源生物学的研究

1 年 令 と 成 長

和 田 克 彦¹

Studies on the Population Biology of the Flatfish, *Limanda herzensteini* JORDAN et SNYDER in Niigata Region

I Age and Growth

KATSUHIKO WADA¹

Abstract

The flatfish, *Limanda herzensteini* JORDAN et SNYDER, is one of the important fish caught by trawlers throughout the coastal region of the northern part of the Japan Sea. This paper deals with the age and growth of this species collected from off Niigata Prefecture. The specimens used in this study consist of 1,287 individuals as shown in Table 1. The age of the present fish was determined from an examination of the ocular (right) side otolith. The otolith was moistened with xylol and observed by means of the binocular with reflected light. The marks on the otolith were defined as the distance from the focus to the outer margin of the opaque zone and measured on the axis of the otolith extending toward the anterior part of the body with a micrometer (Fig. 1).

The results are as follows:

1. There was a linear relationship between the radius of the otolith (R) and the corresponding mark size (r_n) by each mark number group and sex (Fig. 2).
2. The standard mark size representing this species was obtained as the mean mark size of each mark number group (Table 2).
3. WALFORD plot of the standard mark size revealed a linear regression (Fig. 3). Change from the transparent edge of the otolith to the opaque one takes place during the period from February to March. Therefore, the mark formed at this time approximately corresponds to the spawning season of this species.
4. The relationship between the standard body length (L in mm) and the mark size (R in mm) is shown by the equation (1) (Fig. 5).
5. The standard body length at the time of mark formation (L_n) was calculated by substituting r_n in Table 2 for R in equation (1) (Table 3). Lee phenomenon exists in both sex, remarkably in the male. The WALFORD plot indicated that the points, between L_n and L_{n+1} , fall on a straight line given by the equations (2) and (3).

1 現在 ; 国立真珠研究所 (三重県志摩郡阿児町賢島) 勤務

1 Present address; National Pearl Research Laboratory, Kashikojima, Ago-cho, Shima-gun, Mie Prefecture, Japan.

6. Applying the VON BERTALANFFY'S equation for length increase, the standard body length (L_t) and age (t) relationship are given as equations (4) and (5).

7. The standard body length at the respective age calculated by (4) and (5) equations was shorter than the actual standard length at the corresponding age obtained from the data of the samples collected at the time of mark formation (Table 4). This phenomenon was probably related to the error of measuring the mark size.

8. The female of this species grows more rapidly than the male of the same size after the second year. Male fishes older than 6 years of age were very rarely taken. The specimens in the Niigata region were found to grow more slowly than those of Sendai Bay studied by KAWASAKI and HATANAKA (1951) (Fig. 8).

I. ま え が き

マガレイ *Limanda herzensteini* JORDAN et SNYDER は北部日本海の沿岸底びき網漁業の重要魚種の1つである。KAWASAKI and HATANAKA (1951) は仙台湾の本種について、資源学的に詳細な調査を行なったが、日本海における本種の成長についての報告はみあたらないようであり、その生物学的知見も乏しい。異体類のように回遊性のあまり強くない魚種には、産卵期はもちろんのこと、成長などにも地域差があることが知られている (HATANAKA, SEKINO and IWASAKI, 1952; 笠原, 1953; HATANAKA and IWASAKI, 1953; BAGENAL, 1955 a, b; 渡辺, 1958; POWLES, 1965a; SUZUKI, 1966, 1967; PITT, 1967). そこで、筆者はまず新潟県沖合で獲られた標本について年令と成長について調査した。

報告に先だち、この研究の機会を与えられ終始ご指導いただいた当所尾形哲男技官に感謝するとともに、標本の採集のための底びき網の操業にあられた当所職員の方々およびみずほ丸網市三郎船長以下乗組員の方々に厚くお礼申し上げる。また原稿の校閲をいただいた当所伊東祐方資源部長ならびに原図の作製に協力された本間睦子技官に心から謝意を表す。

II. 材料および方法

用いた試料は、第1表に示すように、新潟県沖合から採集した1,287個体である。このう

第1表 供試個体の採集年月と標準体長範囲
Table 1 Number of specimens in each sampling month and range of standard length.

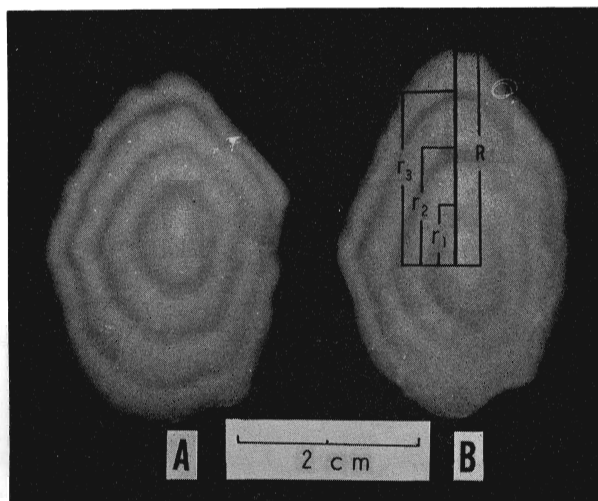
| Month | Number of specimens | | | | Range of standard length (mm) |
|-------|---------------------|------|------|-------|-------------------------------|
| | 1966 | 1967 | 1968 | total | |
| Jan. | | | 60 | 60 | 71-190 |
| Feb. | | | 170 | 170 | 87-190 |
| Mar. | | | 130 | 130 | 93-222 |
| Apr. | | | 135 | 135 | 95-210 |
| May | | | 113 | 113 | 100-241 |
| Jun. | | 76 | 39 | 115 | 65-247 |
| Jul. | 49 | 38 | | 87 | 35-214 |
| Aug. | | 43 | | 43 | 76-160 |
| Sep. | 72 | | 20 | 92 | 88-203 |
| Oct. | 67 | 30 | 101 | 198 | 96-232 |
| Nov. | 100 | 7 | | 107 | 81-232 |
| Dec. | 30 | | | 30 | 83-177 |
| Total | 318 | 194 | 775 | 1,287 | |

ち、1966・1967両年の512個体は当所が行なつた佐渡海峡底魚資源調査の際、底びき網によつて採集されたものであり、1968年のものは新潟県沖合で操業する底びき網漁船によつて魚市場に水揚げされたものである。体長は吻端から下尾軸骨後端までを測定した。年令形質としては他の形質にくらべ輪紋が明瞭に現われる耳石を用いた。耳石の観察はキシロール中に浸漬し、ピノキユラーで20倍に拡大して行なつた。耳石径と標示径はマイクロメーターで $\frac{1}{100}$ mm単位で測定した。輪紋の形成位置が後述するように左右の耳石で異なるので、年令標示の測定には右（有眼）側の耳石のみを使用し、左側のものは参考程度にとどめた。

Ⅲ. 結果 および 考察

1. 耳石の形態と年令標示の決定

耳石は後方部がやや角ばつた楕円形で中央に不透明な部分がみられ、周囲に向つて巾の狭い透明帯とそれより巾の広い不透明帯が交互にみられる（第1図）。輪紋の形成状態は有眼側と無眼側とで異なる。すなわち、有眼側の耳石では形成の中心が後方に片寄り、無眼側で



第1図 無眼側(A)と有眼側(B)の耳石および測定軸
(雌, 体長132 mm, 1967年6月27日採集)

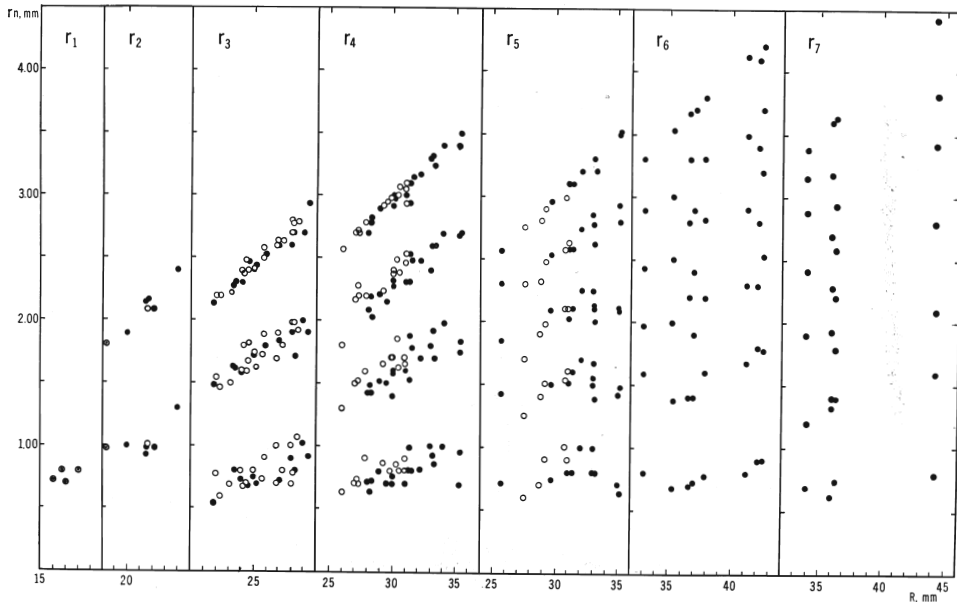
Fig 1 Otoliths of blind (A) and ocular (B) side and the axis for using measurements (female, SL:132mm, 27. June, 1967)

はその中心はほぼ中央か、個体によつてはやや前方に片寄つているのがみられる。したがつて成長のもつとも速いのは、有眼側の中心から前方に向う線と考えられるので、この線を年令標示の測定軸に選んだ。また、輪紋の境界がもつともはつきりしているのは透明帯から不透明帯に移行する部分であるので、透明帯の外縁部を年令標示と規定し、中心から測定軸に沿つて第n標示までの距離(r_n)と耳石縁辺部までの距離(R)を測定した。

2. 標示の形成

(1) 標示の対応性 年令標示の形成のされ方に個体間の対応性があるかどうか、また標示

の読みとりが正しいかどうかを検討するため、耳石径 (R) と各標示径 (r_n) との関係を 2 月 9 日に採集した標本 (ただし r_1 群は 1 月 23 日のもの、 r_6, r_7 両群は 2・3 月の 4 回の採集標本) について、各標示群別に調べた (第 2 図)。各標示径 (r_n) は高標示群で多少のばらつきがみられるが、雌雄ともに明瞭に分離している。したがって、各標示は個体間でよく対応性をもちながら形成されているとみることができる。



第 2 図 標示群別の耳石径 (R) と標示径 (r_n) の関係

(●: 雌, ○: 雄, ⊙: 雌雄不明個体)

Fig. 2 Relationship between otolith size (R) and mark size (r_n) in each mark number group

(●: female, ○: male, ⊙: indistinguishable)

(2) 標示の形成位置 全標示について、雌雄別・標示群別に各標示径の平均値を算出した結果 (第 2 表) によると標示数が増すごとに各標示径は減少する傾向がみられる。各標示を

第 2 表 標示群別の各標示径

Table 2 Mean of the mark size of the otolith in each mark number group.

| Female | | Mean of the mark size (mm) | | | | | | |
|-------------------------|---------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mark number group | Number of specimens | r_1 | r_2 | r_3 | r_4 | r_5 | r_6 | r_7 |
| 1 | 34† | 0.99 | | | | | | |
| 2 | 74 | 0.82 | 1.76 | | | | | |
| 3 | 211 | 0.77 | 1.64 | 2.38 | | | | |
| 4 | 212 | 0.79 | 1.62 | 2.25 | 3.02 | | | |
| 5 | 107 | 0.74 | 1.50 | 2.06 | 2.67 | 3.22 | | |
| 6 | 33 | 0.76 | 1.49 | 2.02 | 2.54 | 3.11 | 3.55 | |
| 7 | 12 | 0.76 | 1.39 | 1.96 | 2.48 | 2.93 | 3.40 | 3.90 |
| Average (\bar{r}_n) | | 0.80 | 1.58 | 2.18 | 2.67 | 3.08 | 3.48 | 3.90 |

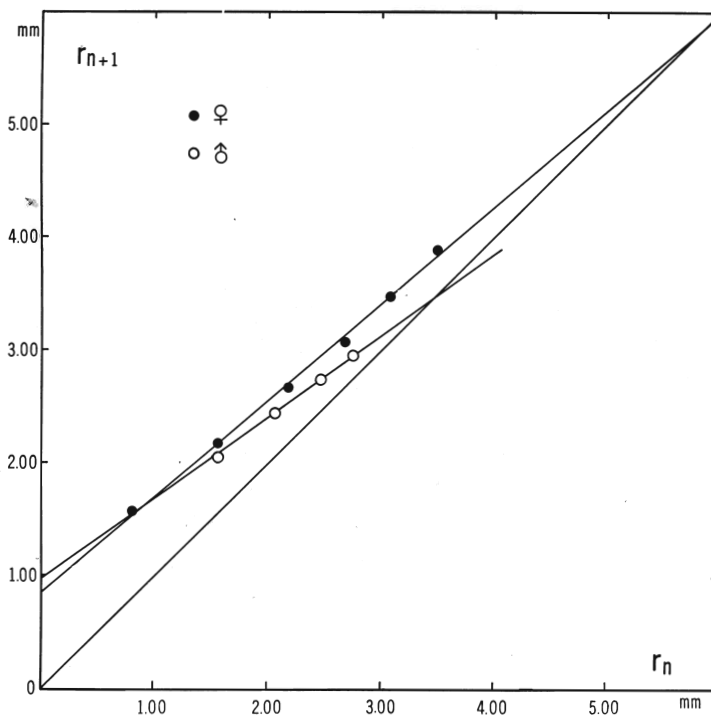
Male

| Mark number group | Number of specimens | Mean of the mark size (mm) | | | | | |
|-------------------------|---------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | r_1 | r_2 | r_3 | r_4 | r_5 | r_6 |
| 1 | 30† | 0.99 | | | | | |
| 2 | 54 | 0.79 | 1.75 | | | | |
| 3 | 136 | 0.77 | 1.64 | 2.33 | | | |
| 4 | 89 | 0.75 | 1.55 | 2.15 | 2.68 | | |
| 5 | 24 | 0.76 | 1.48 | 1.99 | 2.47 | 2.91 | |
| 6 | 6 | 0.72 | 1.44 | 1.76 | 2.20 | 2.56 | 2.95 |
| Average (\bar{r}_n) | | 0.80 | 1.57 | 2.05 | 2.45 | 2.74 | 2.95 |

† These contain 28 specimens of indistinguishable sex

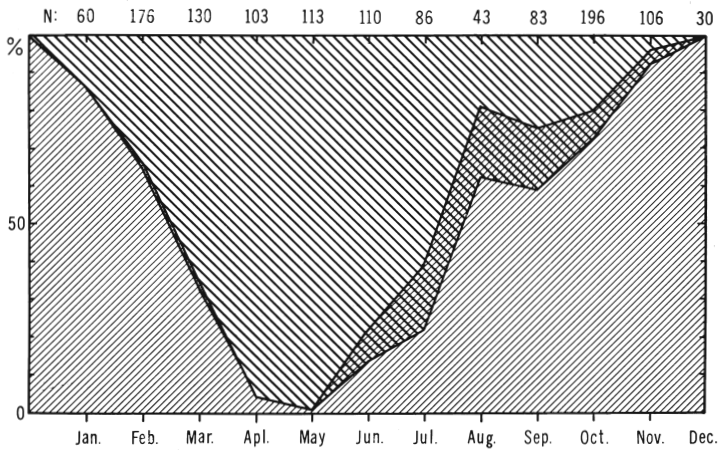
代表する標準標示径としては全標本の各標示径の平均値を用いた。

(3) 標示形成の周期性と形成時期 標準標示径を定差図によつて吟味したところ各点はほぼ直線に乗ることがわかつた(第3図)。したがつて、年令標示は周期的に形成されると考えられる。また、第4図は耳石縁辺部分の季節変化を表わしたものである。すなわち、縁辺



第3図 標準標示径の Walford 定差図

Fig. 3 Walford plot of standard mark size.



第4図 耳石縁辺部の季節変化 (不透明, 透明, 中間, N: 各月の供試個体数)。

Fig. 4 Percentage of the otoliths with the transparent (透明), opaque (不透明) and transitional (中間) edges to the total number (N) examined in each month.

部分を透明, 不透明およびその中間のもの*の三種類に分け, それぞれの出現率を月別に示した. 図にみられるように, 耳石縁辺部分が透明帯である個体は12月に, 不透明である個体は5月にそれぞれほぼ100%を占めており, それらの間の時期にはかなり規則的に変化する. この季節変化は, 年令別でも性別でも, いずれも大きな差はみられず, 同じような傾向を示した. したがって, 年令標示(透明帯の外縁)の形成時期は1月から4月にわたり, 2・3月が盛期と思われる. マガレイの産卵は新潟県沖合では2~4月に行なわれるようであり(和田, 1970), 年令標示の形成時期とほぼ一致している. KAWASAKI and HATANAKA (1951)は仙台湾産マガレイの鱗にみられる休止帯は年1回形成され, 成長帯への移行は3~5月に行なわれるという. このことは今回の調査結果とほぼ一致している.

3. 耳石径と体長の関係および標示形成時の体長

耳石径(R)と体長(L)は第5図にみられるように直線的な関係と考えられ, 雌雄の間にはほとんど差がない. この関係は次の式をもつて表わされる.

$$R = 0.0195L + 0.130 \quad (35 \leq L \leq 247) \quad (1)$$

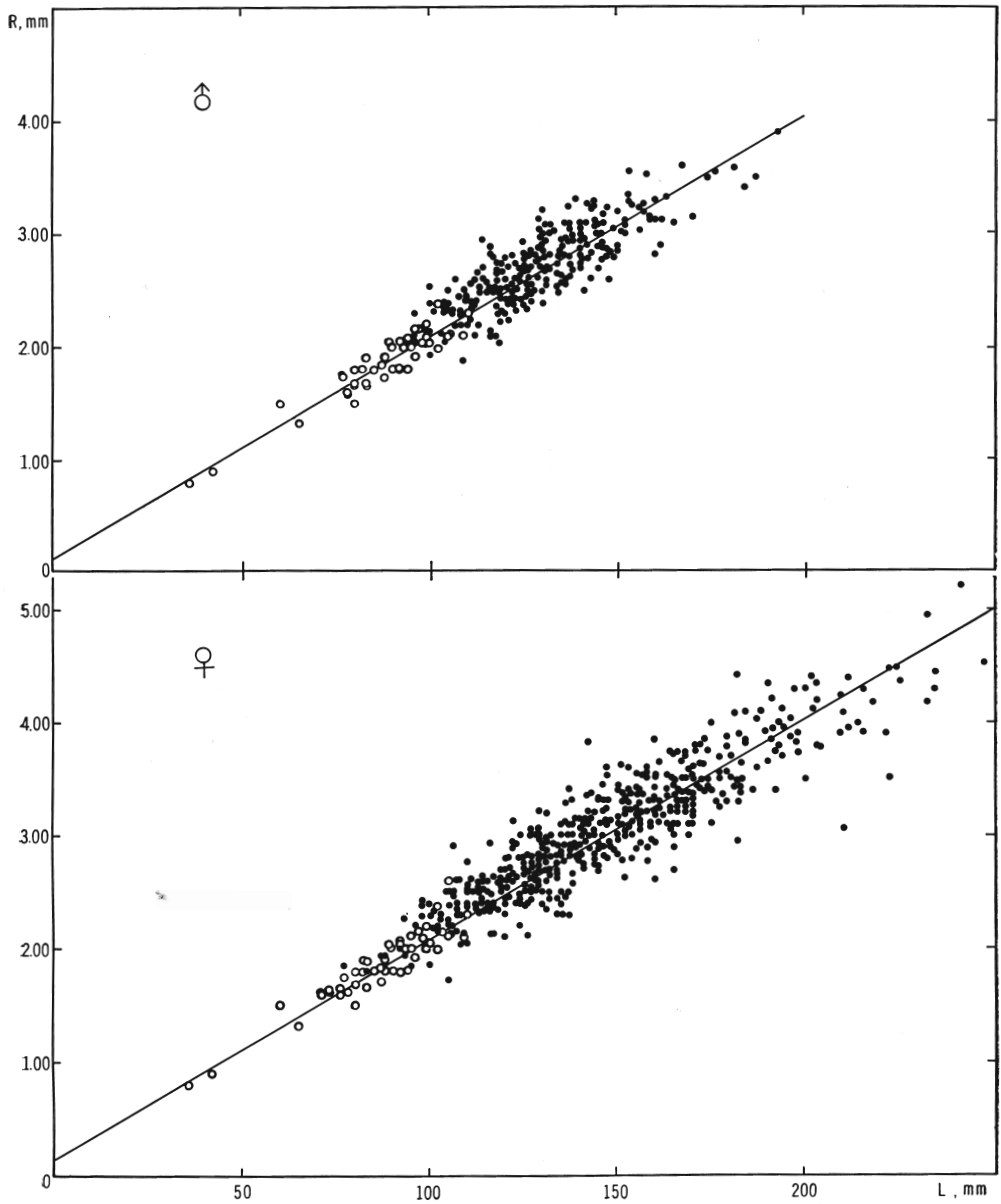
第2表における各標示群別の標示径および標準標示径を上式の R に代入して各標示形成時の体長を計算すると(第3表), 高標示群の標示径から計算した体長が小さくなるいわゆるLee現象的傾向がみられる. この傾向はとくに雄において著しい. 標準標示径から得られた体長を用いて定差図を描くとほぼ直線に乗り(第6図), その関係式は次のようになる.

$$\text{♀} : L_{n+1} = 0.857 L_n + 42.4 \quad (L_\infty = 296.3) \quad (2)$$

$$\text{♂} : L_{n+1} = 0.717 L_n + 48.1 \quad (L_\infty = 170.0) \quad (3)$$

現在までに得られた最大体長は雌で247 mm, 雄で176 mmである. また今回の調査で査定された最高年令は8才であった.

* 前方への成長が速いためか, 前縁部と後縁部で異なるものがみられた. つまり一方が透明で他方が不透明あるいはその逆のものをさす.



第5図 耳石径 (R) と標準体長 (L) の関係 (○ : 雌雄不明個体)

Fig. 5 Relationship between otolith size (R) and standard length (L) (○ : specimens of indistinguishable sex)

第3表 標示群別の各標示形成時の計算体長

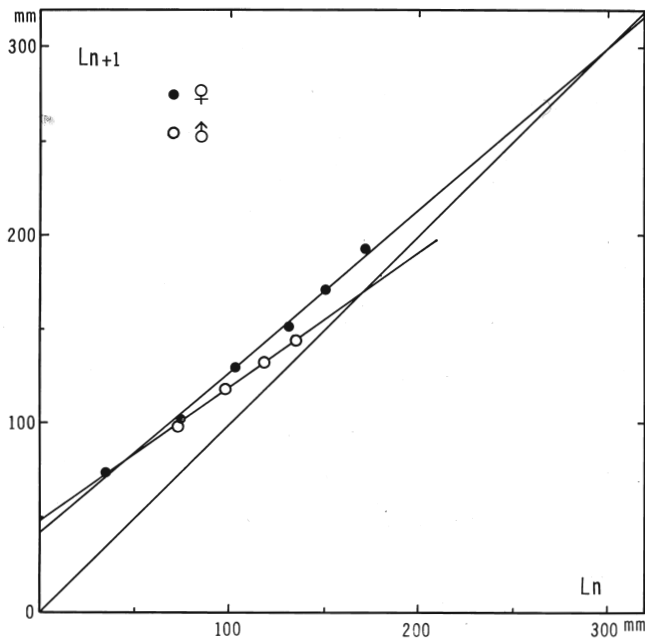
Table 3 Mean calculated standard length in the mark formation period.
Each value was obtained from data in Table 2 and equation (1).

Female

| Mark number group | Standard length (mm) | | | | | | |
|-------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | L_1 | L_2 | L_3 | L_4 | L_5 | L_6 | L_7 |
| 1 | 44.1 | | | | | | |
| 2 | 35.4 | 85.1 | | | | | |
| 3 | 32.8 | 77.4 | 115.4 | | | | |
| 4 | 33.9 | 76.4 | 108.7 | 145.7 | | | |
| 5 | 31.3 | 70.3 | 99.0 | 130.3 | 158.5 | | |
| 6 | 32.3 | 69.7 | 96.9 | 123.6 | 153.8 | 175.4 | |
| 7 | 32.3 | 64.6 | 93.9 | 120.5 | 143.6 | 167.7 | 193.3 |
| Average (\bar{L}_n) | 34.4 | 74.4 | 102.6 | 130.3 | 151.3 | 171.8 | 193.3 |

Male

| Mark number group | Standard length (mm) | | | | | |
|-------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | L_1 | L_2 | L_3 | L_4 | L_5 | L_6 |
| 1 | 44.1 | | | | | |
| 2 | 34.4 | 83.1 | | | | |
| 3 | 32.8 | 77.4 | 112.8 | | | |
| 4 | 31.8 | 72.8 | 103.6 | 130.8 | | |
| 5 | 32.3 | 69.2 | 95.4 | 120.0 | 142.6 | |
| 6 | 30.3 | 67.2 | 83.6 | 106.2 | 124.6 | 144.6 |
| Average (\bar{L}_n) | 34.4 | 73.9 | 98.5 | 118.9 | 133.6 | 144.6 |



第6図 計算体長の WOLFORD 定差図。

Fig. 6 WOLFORD plot of calculated standard length.

4. 成 長

以上の知見に基づいて求められたマガレイの成長は次式で表わされる.

$$\text{♀} : L_t = 296.3 (1 - e^{-0.154(t-0.027)}) \quad (4)$$

$$\text{♂} : L_t = 170.0 (1 - e^{-0.333(t-0.310)}) \quad (5)$$

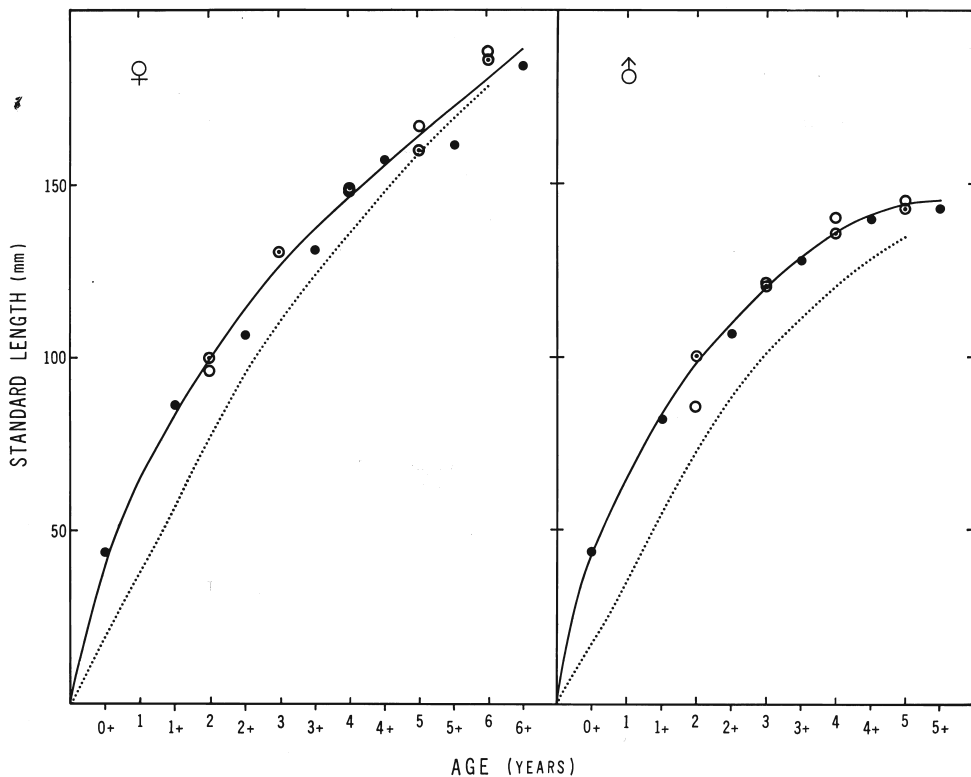
この式から t 才における理論的体長を計算すると第 4 表のようになる. 同表には, 2~3 月に採集された個体の実測体長平均値を同時に示してあるが, 雌雄ともに成長式から計算さ

第 4 表 BERTALANFFY の成長式による計算体長 (L_t) と標示形成時期の実測体長平均値 (L'_t)

Table 4 Standard length (L_t) calculated from equations (4) and (5) and mean actual standard length (L'_t) in the mark formation period at t years of age (mm).

| | t | L_t | L'_t |
|--------|---|-------|--------|
| Female | 1 | 37.5 | - |
| | 2 | 77.7 | 100.0 |
| | 3 | 110.4 | 130.2 |
| | 4 | 135.7 | 148.2 |
| | 5 | 158.6 | 159.7 |
| | 6 | 178.2 | 185.7 |
| Male | 1 | 34.9 | - |
| | 2 | 72.2 | 100.0 |
| | 3 | 110.6 | 120.4 |
| | 4 | 120.3 | 135.7 |
| | 5 | 134.4 | 142.7 |

れた体長は実測体長より小さい. 計算体長が実測体長より小さくなる原因の 1 つとして, 第 3 表でみられた Lee 現象的傾向が考えられる. Lee 現象の原因としては, 1) 耳石の初生が特定の体長のときで, 体長と耳石径の関係が単に直線的な関係でないこと, 2) 漁具の選択性, 3) 既成標示の標示径の短縮化が考えられている. 1) と 2) についてはここで確かめるすべもないので 3) について考えてみる. 標示径の短縮化現象は実際に既成部分が成長にともなつて収縮する場合と, 読み取り誤差によつて起こる場合が考えられる. 前者は耳石の場合起りにくいと思われるので, ここでは後者について考えてみる. 耳石が成長する過程では新しい層が古い層を被覆するように形成されるため, 今回のように耳石をまったく研磨せずに観察すると, 高年魚になるほど外側に形成される層が光の透過をさまたげ, 既成透明帯の幅が狭く見えるようになると思われる. そのため, 透明帯の外縁までと規定された標示径(r_n)はその外側に新しい層が形成されることによつてより小さく測定されるだろう. このように r_n は実際に標示が形成された時, すなわち耳石の最外縁にあつた時より小さく読みとられていることになる. したがつて, もしこのようなことが起つているとすれば, 計算体長の算出に用いた標準標示径として各標示群の標示径平均値をあてたということに問題がある. このことを確かめる 1 つの処置として, 耳石縁辺部が透明帯から不透明帯に移行する 2~3 月の標本 307 個体について, 上記のような誤差が少ないと考えられるもつとも外側の標示のみの標示径平均値を(1)式の R に代入して標示形成時の体長を計算した. 得られた値は第



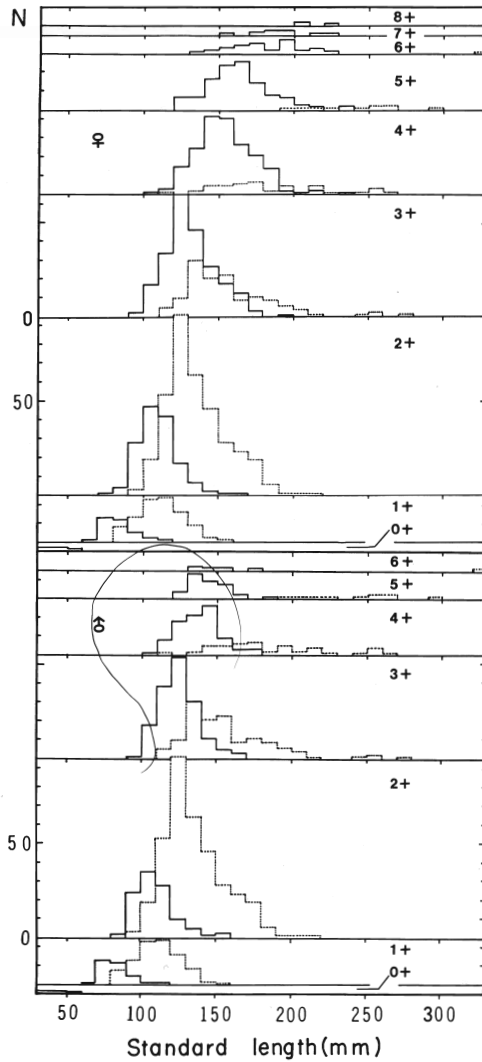
第7図 BERTALANFFY の成長曲線 (……) と実測体長平均 (⊙: 標示形成時期, ●: その他の時期) および標示形成時期採集体の耳石最外縁の標示径から計算した体長 (○) .

Fig. 7 Comparison of BERTALANFFY'S growth curve (……) with actual growth curve (—) .

7図にみられるように満年令の実測体長(第4表の L_t') とほぼ一致している. このことは計算体長が実測体長より小さくなる原因の1つに高年魚における低標示径の過小読み取り誤差が考えられるという上述の推論を確かめる1つの証拠となるだろう. もちろんこのような誤差が実際に存在するかどうかは, 耳石を薄片にして観察するなど直接的方法で確かめるべきであるがここでは今後の問題として残しておく.

第7図には2・3月以外に採集された標本の実測体長の年令別平均値が $t+$ としてプロットしてある. 0+の数値は7月25日に採集された7個体(体長範囲, 35~48 mm)のみのものである. これらのうち5個体の耳石の縁辺にはわずかに透明層の形成が始まっていたが, 2個体では耳石全体が不透明であつた. したがって, これらの個体はその年生まれのものとしてよいであろう. また, 大内・尾形(1960)によれば, 6・7月ごろ佐渡海峡で10~30mmの底生生活に移つて間もない大きさのマガレイ幼魚が獲られたという. これらのことから, マガレイの実際の成長は第7図の実線のように, 3種類の点を通する形で行なわれるものと思われる. 一般に異体類には雄の成長が雌にくらべて悪い種類が多いが, マガレイの場合も今回の調査によれば, 雌雄の成長は2才ぐらいまではほぼ同じであるが, それ以上では雌ののびがよく, また7才以上の雄はみられなかつた.

第8図は KAWASAKI and HATANAKA (1951) が調査した仙台湾産マガレイの漁獲場所別、漁獲日別および年令別の体長組成を筆者が集計して一つのヒストグラムにしたものを今回の新潟産のものと比較したものである。仙台湾の方は鱗と耳石（主として鱗を用いたようであ



第8図 新潟沖産と仙台湾産のマガレイの年令別体長組成の比較（実線：新潟，点線：仙台湾）。

Fig. 8 Comparison of size frequency in each age group of the specimens of the Niigata region with that of Sendai Bay (straight line : Niigata, dotted line : Sendai).

る) を使用してその年令査定から得られたものであり、雌雄の区別がなされていないし、また体長の測定部位の記述が明瞭でなく、このまま比較するのは少し問題があるが、かれらの“Body length” が標準体長であるとすれば、おおまかにみて仙台湾の方が魚体が大きいよう

ある。新潟沖では250mm以上の魚体はほとんど獲られないが（大内・尾形，1960；日水研，1962；新潟水試，1962，1963，1964），石巻では250mm以上の大型魚がかなり獲られていること（東北水研，1951）からみて，新潟沖のマガレイは仙台湾のものに比べて成長が悪いと考えられる。

IV. 要 約

新潟沖から底びき網によつて漁獲されたマガレイの年令と成長について調べた。年令形質として有眼（右）側耳石を用い，透明帯外縁を年令標示とした。得られた結果の概略は次のとおりである。

- 1) 標示形成の個体間の対応性をほぼ同じ時期の資料について検討した結果，高年魚を除いては各群ともに高い対応性を示した。
- 2) 標示形成には周期性が認められ，年1回形成で2・3月がその盛期と推定された。
- 3) 耳石径と標準体長との関係は直線的な回帰を示す。
- 4) 各標示群別の標示形成時の体長を計算したところ，Lee 現象的傾向が認められた。
- 5) 標準標示径から標示形成時の体長を計算し，それを WOLFORD 定差図にプロットするとよく直線に乗る。
- 6) 標示形成時の計算体長から得た成長式は実測体長とややずれていた。この原因の一つとして標準標示径に全標本の標示径平均値を用いたため Lee 現象的傾向が影響していることが考えられた。
- 7) 2才以上では雄は雌より成長が悪く，6才以上の雄は非常にまれであつた。また，仙台湾の本種に比べ新潟沖のものは成長が悪い。

引 用 文 献

- BAGENAL, T. B. (1955a). The growth rate of long rough dab *Hippoglossoides platessoides* (FAB.). *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **34**(2) : 297-311.
- (1955b). Ditto—A correction. *ibid.*, **34**(3) : 643-647.
- 畑中 寛 (1968). 南東ベーリング海産ロスケガレイの年令と成長. 日水誌, **34** (7) : 562-569.
- HATANAKA, M., K. SEKINO and A. OTSUKA (1952). Studies on the populations of flatfishes in Sendai Bay. II. Age, growth and spawning of *Kareius bicoloratus* (BASILEWSKY). *Tohoku J. Agri. Res.*, **2**(2) : 25-32.
- and S. IWASAKI (1953). Ditto III. The biology of *Limanda yokohamae*(GÜNTHER). *Ibid. Agri. Res.*, **3**(2) : 303-309.
- 等原康平 (1953). バシガレイの年令査定および成長. 東北水研報告, (2) : 37-48.
- KAWASAKI, T. and M. HATANAKA (1951). Studies on the populations of Sendai Bay I. *Limanda angu- stirostris* KITAHARA. *Tohoku J. Agri. Res.*, **2**(1) : 83-104.
- 久保伊津男・吉原友吉 (1957). 水産資源学. 共立出版, 東京. 345. pp.
- 日本海区水産研究所 (1962). 佐渡海峡底びき網禁止区域の漁業生物学的調査報告. 78pp.
- 新潟県水産試験場 (1962). 沿岸水族幼稚魚採捕状況調査報告書 (昭和36年度) 44pp.
- (1963). 同 (昭和37年度). 65. pp.
- (1964). 同 (昭和38年度). 103. pp.
- 大内 明・尾形哲男 (1960). 北部日本海底引禁漁区の動物分布に関する研究 I. 底棲幼魚. 日水研年報, (6) : 157-171.
- PITT, T. K. (1967). Age and growth of american plaice (*Hippoglossoides platessoides*) in the Newfo-

- undland area of the Northwest Atlantic. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **24**(5) : 1077-1099.
- POWLES, P. M. and V. S. KENNEDY (1967). Age determination of Nova Scotian greysole, *Glyptocephalus cynoglossus* L., from otolith. *Internat. Comm. Northwest Atlantic Fish. Res. Bull.*, (4) : 91-100.
- SUZUKI, K. (1966). Growth of *Kareius bicoloratus* (BASILEWSKY) deduced from otolith. *Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie*, **5**(3) : 455-468.
- (1967). Age and growth of *Limanda yokohamae* (GÜNTHER) in Ise Bay. *ibid*, **6**(1) : 17-28.
- 東北区水産研究所 (1951). 海洋資源年報 (昭和26年度), 第4 底魚資源編.
- 渡辺徹 (1958). 日本海西南海域における底魚資源研究 II. 日水研年報, (4) : 181-188.
- 和田克彦 (1970). 新潟県沖合産マガレイの資源生物学的研究 II. 成熟と産卵. 日水研報告, (22) : 45-57.