

沿岸域に出現するフグ類の生態学的研究 : II. ショウサイフグの年齢と成長

松井, 誠一
九州大学農学部水産学第二教室

福元, 勝志
日本冷蔵株式会社

塚原, 博

<https://doi.org/10.15017/22236>

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 41 (3/4), pp.105-110, 1987-03. 九州大学農学部
バージョン :
権利関係 :

沿岸域に出現するフグ類の生態学的研究

II. ショウサイフグの年齢と成長*

松井 誠一・福元 勝志[†]・塚原 博[‡]

九州大学農学部水産学第二教室

(1986年7月31日受理)

Ecological Studies of Puffers (Tetraodontidae, Teleostei) in Coastal Waters

II. The Age and Growth of *Takifugu vermicularis* (Temminck et Schlegel)

SEIICHI MATSUI, KATSUSHI FUKUMOTO and HIROSHI TSUKAHARA

Fisheries Laboratory, Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-04, Fukuoka

ショウサイフグ *Takifugu vermicularis* (Temminck et Schlegel) は青森以南鹿児島までの本邦沿岸各地や韓国、黄海、東海、南海に分布するが、その生態学的知見は藤田 (1962) による人工受精にもとづく卵内発生と仔魚の観察および北部九州の筑前海沿岸部における聞き取りと標本調査による漁期と産卵場所に関するものがあるに過ぎない。著者らはフグ類の増殖を計る目的で沿岸域に生息するフグの生態研究を行つている。前報において沿岸部における出現生態と成熟について一部を明らかにした。本報では筑前海沿岸域においてフグ類の中で漁獲量の多いショウサイフグについて年齢形質を検討し、年齢査定と成長解析を行つた。フグ類では魚類の年齢形質として最もよく使用される鱗が欠如するか、微小な棘に特化しているのに加えて、その耳石の発達極めて悪く、採取も難しい程小さいため、年齢査定は体長組成によつて行われてきた (国行ら, 1981)。筆者らは個体レベルで年齢と成長を明らかにするため年齢形質として脊椎骨を用い、その有効性について検討した。

報告に先立ち、原稿の御校閲を賜つた本学部教授奥田武男博士に厚く御礼申し上げる。また、材料の採集に御協力頂いた志賀島大敷網組合船長井上隆男氏および組合員の諸氏に深謝の意を表する。

* 昭和 58 年度日本水産学会秋期大会において口頭発表

[†] 日本冷蔵株式会社

[‡] 福岡市東区香住ヶ丘 3 丁目 16 番地

研究方法

筑前海沿岸部においてショウサイフグは5月～7月に多く出現するものの幼魚から成魚までほぼ周年漁獲される (松井ら, 1987)。そのため、いわゆる回遊性魚類のように移動しないものと考えられ、調査場所である志賀島から相島の水域で採集された標本は、ほぼ同一の race からなるものとみて差し支えないと思われる。材料の採集を行つた定置網の設置場所と概要は前報に示した。この定置網で漁獲されたショウサイフグ 113 個体の標本をもとに本種の年齢形質と成長を調べた。また、志賀島の定置網で短期間に種々の大きさのものが多量に漁獲されなかつたため、1982年10月28日～11月5日に志賀島の北東約8km沖合いに位置する相島の近海から底曳網漁で漁獲された420個体の全長測定を行い、その結果を正規確率紙を用いた方法 (Cassie, 1959) によつて grouping して、年齢との関係を検討した。供試魚は生鮮状態 (採集直後に凍結した標本を含む) で全長と体重を測定した後、魚体を煮て、予備観察で年齢形質として可能性の高かつた耳石、射出骨、鎖骨、鰓蓋骨、前鰓蓋骨、脊椎骨を摘出し、1% NaOH で約10時間洗浄後、数日間から約1カ月間70%アルコールに保存した。観察測定は、これらの検体をアルコールから取り出し、測定部位が粘土上に水平になるように固着させた後、落射照明下、実体顕微鏡を用いて撮影した写真を用いた。輪紋の標示部は

透明帯から不透明帯への移行境界部とした。

結 果

年齢形質

年齢査定に当たつて6種類の形質について有効性を検討した。その結果、脊椎骨が最も有効であつたが、各々の観察結果を以下に述べる。耳石は、魚体の全長が140 mmのもので、その最長部の半径が0.5 mm、全長250 mmで約1 mmと極めて小さい。その外面は膨らみ、内面は比較的平滑で、前部上方に縁辺から中心部に向かう深い切れ込みと後方中部にそれより少し浅い湾入があるのが特徴で、外縁には不規則な小欠刻が多く認められる。標示は認められ、中心も明瞭であるものの、厚みがあるため年齢査定に用いるためには研磨の必要がある。しかし、小型のため研磨が容易でないことと測定誤差が予測されるため最適の形質といえない。射出骨は肩帯に4個、背側から腹側に向かって並列している。そのうち、背側から3番目が最も大きく、4, 1, 2番目の順に小さくなつていく。この形質は中心がとりやすく、採取も容易であるが、標示の出現する個体が少ない。鎖骨は細長く、弧をなした形状で、外側の中線部は稜となり、肥厚している。その前方、後方および上方は輪紋を有した薄板となつていくが、いずれの部分も中心部が肥厚しているため中心を決めにくく、輪紋の表示に安定性がない。前鰓蓋骨は中心部で折れ曲がつた半月形をしており、その腹側の薄板に輪紋を有す。しかし、鎖骨と同様に標示に安定性がなく、中心部を決め難い。鰓蓋骨は、肥厚した前方の辺が最も長い三角形をなし、背側の頂点には大きな1突起と舌顎骨に接合する接合窩が存在する。標示は弧の頂点からその対する一辺にかけての薄板と接合窩に形成されている。前者は中心が決定しにくいことと標示が不鮮明なことが欠点である。後者は標示が比較的明瞭で同心状に形成され、中心がとり易いものの、大きさが後に述べる脊椎骨に比べてやや小さいことと縁辺の形状が楕円形をなすため、計測誤差の生じる可能性がある。脊椎骨は21~22個の椎体からなり、その椎体の前、後の両面は強く円錐状にへこんだ形で、この部分に標示が形成される。標示は中心が決定し易く、縁辺の形状はほぼ円形であつた。また、椎体の大きさは尾椎より腹椎の方が大きい傾向があつた。

このように耳石、鰓蓋骨接合窩、脊椎骨の標示は比較的明瞭で年齢形質として使用することが可能であるが、大きさや形状から脊椎骨の腹椎が最も有効と思われた。そこで摘出時に他の椎体と誤らぬため、腹椎の

うち、神経棘が幅の広いナイフ状を呈すといった特徴をもつ第5腹椎を、年齢形質として検討することとした。

第5椎体の形状と標示の相似性

ショウサイフグの第5椎体は Fig.1 に示したような形状で、神経棘は左右が融合した1枚のナイフ状をしており、その基部には脊椎が通る円筒形の腔所がある。血管棘は前部の2対が比較的よく発達して前方に

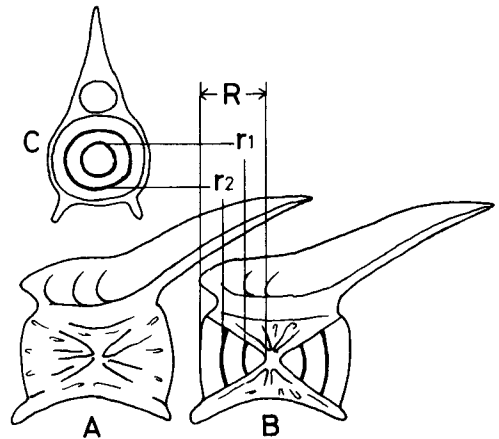


Fig.1. Showing the 5th vertebra and measured parts of centrum. A, lateral view of the outer surface; B, lateral view of the longitudinal section; C, frontal view; R, centrum radii; r_1 and r_2 , the first and second ring radii.

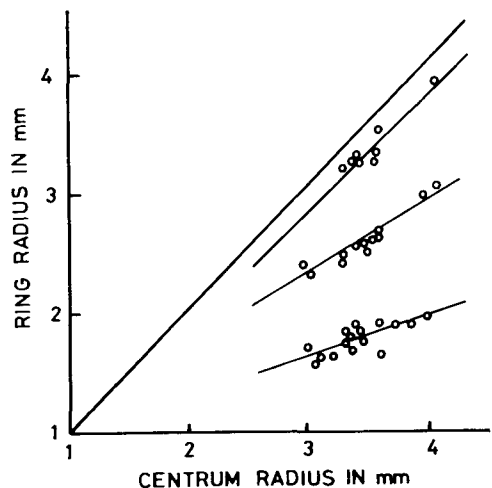


Fig.2. Relationship between ring radius and centrum radius of *Takifugu vermicularis*.

張り出しているが、後部の2対は小さく、後方にわずかに出でているに過ぎない。椎体部は側面からみると鼓状をなし、前、後は円椎状にへこんでいる。縁辺の形状は背、腹側でわずかに偏した円形をなしている。椎体を垂直に縦割すると、図に示したように前後の扇型の面に輪紋が認められ、椎体前部の扇型をなした縦割面の縁辺までの半径(椎体半径)と標示までの長さ(標示長)を測定部位とした。

全長 262 mm の個体の脊椎骨 17 個を用いて、椎体半径と標示長の関係を Fig. 2 に示した。これによると同一個体の脊椎骨でも椎体によって 2~3 本の標示が出現したが、大部分では 3 本が読み取られた。各標示長と椎体半径との間には正の相関があり、3 本の回帰直線が得られた。その結果、標示の形成に相似性の存在が確認された。

椎体半径と全長の関係

志賀島の定置網で漁獲されたショウサイフグの第 5 椎体の椎体半径を R (mm)、全長を L (mm) として両者の関係をみると、Fig. 3 のようにほぼ直線関係を示し、次式によって表される。

$$R = 0.0144L - 0.1551 \quad (r = 0.904)$$

なお、この関係には雌雄による有意差は認められなかった。

このように椎体における標示形成には相似性が、第 5 椎体半径と全長との間には高い相関をもつ直線回帰が各々認められ、年齢査定用に第 5 椎体が有効である

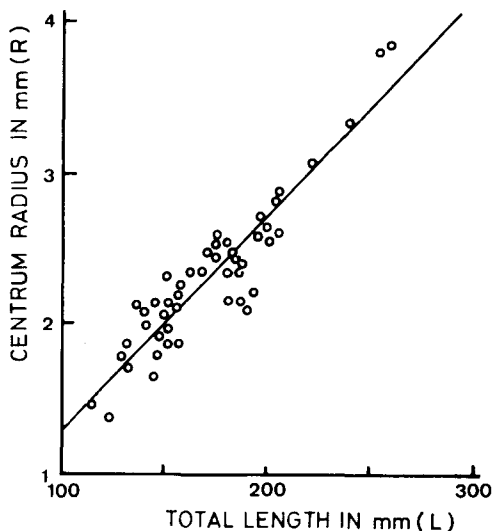


Fig. 3. Relationship between centrum radius and the total length of *Takifugu vermicularis*.

と考えられる。

年齢と成長

1982 年 1 月~12 月に志賀島の定置網漁獲物から採集した全長 125~262 mm の 113 個体の第 5 椎体を用いて年齢査定を行い、成長を検討した。まず、測定した標示長を前述の椎体半径と全長との関係式によって標準化し、その算出された標準標示長と全長との関係を Fig. 4 に示した。これによると、三つの輪紋は一定した標準標示長を示し、標示に対応性があることがわかる。すなわち、第 1 標示は標準標示長 1.6 mm、第 2 標示は同 2.6 mm、第 3 標示は同 3.2 mm に形成される。この値を用いて Walford の定差図を描くと Fig. 5 のようになる。その結果、極限標示長は 5.1 mm で、これを全長に換算すると 367 mm となる。

つぎに標示の形成時期を検討するため、椎体の縁辺成長率 $(R-r_1)/r_1$ を求め、その月別変化を Fig. 6 に示した。なお、 r_1 は中心から第 1 標示までの長さである。椎体は 3 月~5 月末にかけてよく成長し、6 月下旬には急落することにより、6 月の低成長期に不透明帯を呈した標示が形成されることが明らかである。本種の産卵期は前報で示した GSI の消長と産卵場の位置などによって判断すると、GSI が下降し始める 6 月下旬~7 月上旬で、標示形成は産卵前約 1 カ月から産卵期と見なされる。

6 月初旬を標示形成期としてショウサイフグの成長を Bertalanffy の成長式によって求めると $L_t = L(1$

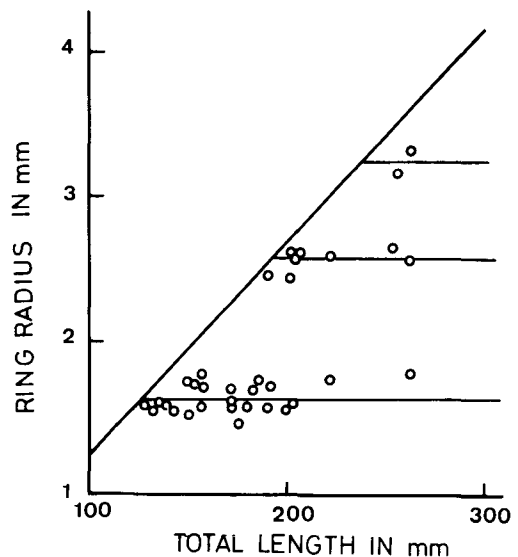


Fig. 4. Relationship between ring radius and the total length of *Takifugu vermicularis*.

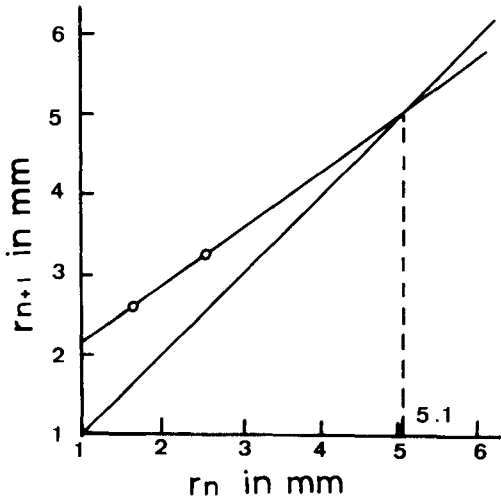


Fig. 5. Walford plot of the growth of the vertebral centrum.

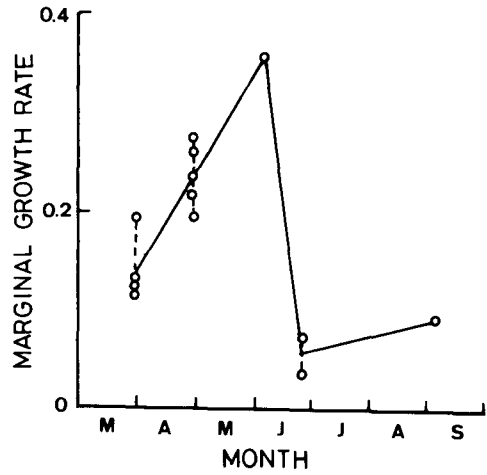


Fig. 6. Monthly changes in the marginal growth rate, $(R-r_1)/r_1$.

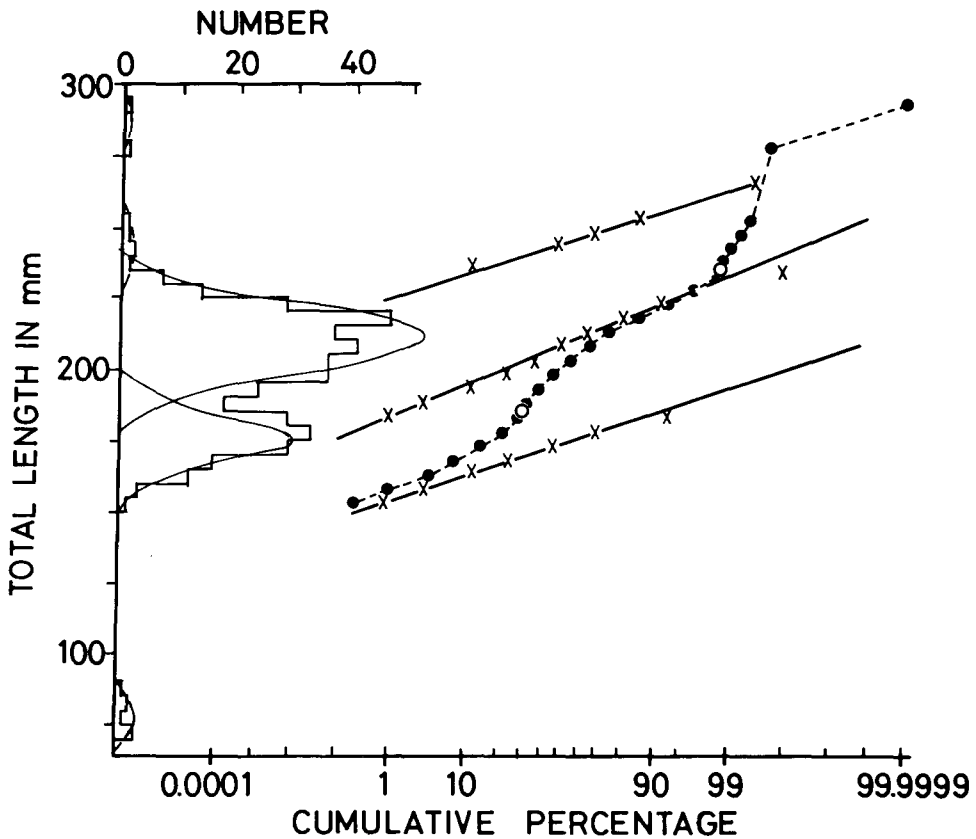


Fig. 7. Showing the size frequency distributions of puffers obtained from off the Shikanoshima and the normal curves fitted to each group by the Cassie's method. Circles and x marks show the cumulative percentage of the number of puffers, and straight lines show groups graduated by reflection points on the cumulative percentage curve.

$-e^{-kt^{(c)}}$ は次のようになる。

$$Lt = 367\{1 - e^{(-0.31t - 0.136t)}\}$$

Lt は生後 t 年の計算全長を示す。これによると生後 1 年で全長 132 mm, 2 年で 194 mm, 3 年で 241 mm, 4 年で 274 mm, 5 年で 299 mm に成長することとなる。

1982 年の 10 月 28 日～11 月 5 日に底曳網で漁獲されたショウサイフグの全長 173～292 mm, 420 個体の全長を Cassie の正視確率紙を用いた分析方法でいくつかの全長グループに分画し、その結果を Fig. 7 に示した。ヒストグラムは全長範囲別の出現個体数を、黒丸は全長の大きい順に全長範囲別の累積百分率を、白丸はその変曲点を示している。なお、産卵が 7 月に行われるとすると全長 70～80 mm の個体は、明らかに生後 4 カ月の当歳群なので、個体数が少ないため計算から除外した。また、全長 275～295 mm でも採集個体数が 2 個体と少なかつたため、変曲点としては表していないが、他の全長グループとは明瞭に区別される。これらを除いて考えると重複した全長範囲 150～250 mm のショウサイフグは二つの変曲点によつて三つのグループに分けられ、これらのグループは再度、それぞれの累積百分率 (×印) によつてグループの均一性が検討された。しかし、変曲点は検出されず図に示したような 3 本の回帰直線が求められ、明らかに三つのグループだけから構成されることが判明した。これらの結果より五つのグループの頻度分布曲線が得られ、その平均全長は 75 mm, 175 mm, 210 mm, 245 mm および 285 mm の順であつた。上に年齢別の全長を Bertalanffy の成長式によつて求めたが、この結果は標示形成期までの値であるので、全長組成から求めたグループの平均全長とは 4 カ月のずれがある。そこで、10 月下旬～11 月の初旬の全長を $Lt = t + 4/12$ で求めると、当歳魚で 78 mm, 1 歳魚で 155 mm, 2 歳魚で 210 mm, 3 歳魚で 253 mm, 4 歳魚で 283 mm となる。この結果と前述の Cassie の方法によつて grouping した全長を比較すると、1 歳魚に多少の差が認められるが、両値はほぼ一致し、これらの五つの全長グループは年級群であることが明らかとなつた。

論 議

フグ類の年齢形質、形質査定および成長に関する研究はほとんどされていない。筆者らは筑前海で比較的多く漁獲されるショウサイフグを用いて、これらの課題について調べた。比較的明瞭な輪紋が 6 形質に認め

られる場合が多かつたので、これらが年齢形質として適当であるかを検討した。その結果、耳石と脊椎骨の椎体は標示と中心が明瞭で、有効であることが推察されるものの、耳石はその大きさによつて採取が容易でなく、測定誤差の生じることが予測された。そこで年齢形質として脊椎骨椎体を選んだ。椎体上の標示は明瞭であつたが、標示のない個体や同一個体でも脊椎骨の部位によつては標示のない場合があり、この点は耳石の方が安定していたことに多少の問題が残っている。しかし、年齢形質として脊椎骨は多くの魚類に用いられており、1 個体から多数の椎体を用いて精度の高い年齢査定を行うことが可能である。(三谷, 1958)。本研究では年齢査定に用いた標本が 113 個体と少なく、全長 300 mm 以上の高年齢魚が採取出来なかつたことは今後、雌雄差を含めて検討を要するところである。

定置網で捕れた標本を材料として Bertalanffy の成長式によつて得たショウサイフグの年齢別の全長は、同じ海域の底曳網で漁獲された標本を材料として Cassie の方法によつて分画した全長グループとほぼ一致した。この結果、分画した全長グループは年齢別の大きさを示している事が明らかとなつた。前報で志賀島の沿岸部にはショウサイフグは 5 月～7 月に多く出現し、10 月～11 月には少ないことを述べた。ところがこの海域の沿岸部では底曳網で 10 月～11 月にもショウサイフグが多量に漁獲されている。これらの結果を総合すると、ショウサイフグは当歳魚を含めて少なくとも 4 歳魚まで、筑前海の沿岸部と沖合い部を移動しているものと考えられる。

要 約

筑前海に出現するショウサイフグを材料として、有効な年齢形質の検出と年齢査定を行い、成長について明らかにした。

1) 予備観察において輪紋が認められた耳石、射出骨、鎖骨、鰓蓋骨、前鰓蓋骨および脊椎骨の 6 形質を対象に年齢形質の検討を行った結果、脊椎骨の椎体が最も適当であり、有効性も認められた。

2) 椎体の中でも大形の第 5 椎を用いて志賀島沿岸で漁獲されたショウサイフグの年齢査定を行い、Bertalanffy の成長式 $Lt = 367\{1 - e^{(-0.31t - 0.136t)}\}$ を得た。 Lt は t 年後の計算全長を示す。この結果、全長は生後 1 年で 132 mm, 2 年で 194 mm, 3 年で 241 mm, 4 年で 274 mm, 5 年で 299 mm となり、極限全長は 367 mm であつた。

3) 椎体の縁辺成長率によつて標示形成期は 6 月と

推定された。

4) 志賀島沖合いで漁獲された標本の全長が Cassie の方法によつて grouping され、各々のグループは年齢査定によつて求められた年級群の全長とよく一致した。

5) 筑前海に出現するショウサイフグは沿岸部と沖合い部を季節的に移動するものと推定された。

文 献

Cassie, R. M. 1954 Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 5: 513-522

藤田矢郎 1962 日本産主要フグ類の生活史と養殖に関する研究. 長崎県水試論文集, (2): 1-121

国行一正・伊東 弘・矢野 実 1981 架橋予定域およびその周辺水域におけるトラフグ (*Fugu rubripes* Temminck et Schlegel) の資源生態. 本西連絡架橋漁業影響調査報告, (29): 420-441

松井誠一・福元勝志・塚原 博 1987 沿岸域に出現するフグ類の生態的研究 I. 筑前沿岸部におけるフグの出現時間と成熟について. 九大農芸誌, 41: 97-104

三谷文夫 1958 プリの成長と年齢に関する研究—I. 年齢形質としての脊椎骨の検討. 日水誌, 24: 626-631

Summary

The present report deals with the age character, age determination and growth of the puffer *Takifugu vermicularis* (Temminck et Schlegel) in the Chikuzen -kai of the Sea of Japan. For the elucidation of these subjects, the authors used the vertebrae of 113 specimens collected by the Shikanoshima Set-net and 420 individuals taken from off the Shikanoshima with trawl nets, 1982. The results obtained were summarized as follow :

1) The best age character for age determination of this species was the 5th vertebral centrum among the otolith, pectoral radials, opercle, prepercle, cleithrum and vertebra.

2) The relationship between the centrum radius (Rmm) and total length of the fish (Lmm) was able to be described by the following equation

$$R = 0.0144L - 0.1551 \quad (r = 0.904)$$

All the radius of annual marks on the vertebral centrum were standardized by this equation.

3) By monthly change of marginal growth rate of the vertebral centrum, it was estimated that the annual mark was formed from June.

4) The relationship between the year (t) after the birth and the total length (L_t mm) after t year was estimated as follows.

$$L_t = 367(1 - e^{-(0.31t - 0.136)})$$

The calculated total length obtained by this equation was 132 mm in a year, 194 mm in two years, 241 mm in three years, 274 mm in four years and 299 mm in five years.

5) The size frequency distributions was analyzed by data of the total length of the puffer obtained from off the Shikanoshima. As a result, the averaged total length of the graduated group coincided nearly with the calculated total length.

It seems that this species inhabiting the Chikuzen-kai migrates seasonally between the coastal and off the part in this water.