ワカサギ (*Hypomesus transpacificus nipponensis*)

若・成魚の口部形態および歯の分布について

駒 田 格 知

岐阜歯科大学 口腔解剖学教室*

〔受付：昭和55年1月22日〕

抄録：キューリウオ科魚類の口腔には多数の歯がみられ、その分布状況は頭蓋骨の形態等と共に分類形質の一つとして認められている。しかし、これらの形質が成長に伴ってどのように変化するかについては不明な点が多い。本研究では、本科の一種ワカサギの若魚・成魚期における口部形態や歯系について調査し、成長に伴う変化を検討した。

頭部各部、頭長・眼径・上顎骨長・歯骨長・咽舌骨長は、体長40～60mmの期間はゆるやかに増加するが、体長約60mmの時を転換期としてそれ以後はかなり急激に増加する。口部形態は、体長約45mmの時期には幅が狭く奥行きが深い若魚型を呈し、体長約60mmの時期には、前期と奥行きは変わらないが幅は著るしく増大する。そして体長約82mmに達すると口部の奥行きが著るしく増大して大型化し成魚型を呈するようになる。さらに口腔内歯系は、体長40～90mmの期間、歯長は伸長するが基本的には変化しない。これら口部形態の変化や歯系の発達とワカサギの食性等の生活史との間に深い関連性があると思われた。

緒 言

キューリウオ科魚類, Osmeridae, の口腔には多数の歯がみられ、それらの分布状態、歯の大きさは頭蓋骨、特に鋤骨、中篩骨やろ頂骨の形状と共に同科内の属の分類形質になりうる事が報告されている¹⁻³⁾。しかし、これらの報告は成魚に限定されているうえに、検索標本数が少ないために口部形態や歯の成長に関しては不明な点が非常に多い。今回は、キューリウオ科・ワカサギ属の一種ワカサギ (*Hypomesus transpacificus nipponensis*) の若魚期および成魚期における口部形態および口部の骨の成長ならびに歯の分布や大きさについて調査し、これらが成長に伴ってどのように変化するかを明らかにしようとした。

材料および方法

1978年および1979年の8月～11月に伊自良湖(岐阜県・伊自良村)にて釣りおよび投網によりワ

カサギ, *Hypomesus transpacificus nipponensis* McALLISTER の若魚(標準体長40～60mm) 40尾および成魚(標準体長60～90mm) 100尾を採捕した。これらの標本を採捕直後に10%中性ホルマリン溶液にて固定し、標準体長を測定した。その後、全標本を1.0% KOH に浸漬後、alizarin red S により染色を行い、透明骨格標本とした。そして、これらの透明骨格標本に関して、口部の骨の形態や歯の分布について精査し、同時に骨や歯の長さや幅を顕微鏡下で計測して、成長に伴ってこれらの形質がどのように変化するかを検討した。

実験結果

(1) 口部形態について

ワカサギは動物性餌料、特に動物プランクトン、ユスリカ幼虫等を好食し、口部には多数の円錐歯がみられる。これらの円錐歯は、鋤骨、前上顎骨、上顎骨、口蓋骨、中翼状骨、歯骨、咽舌骨、基鰓骨、上・下咽頭骨上に植立し、その歯冠部を咽頭

The mouth shape and the distribution of teeth of young and adult *Hypomesus transpacificus nipponensis* Noritomo KOMADA (Department of General Anatomy, Gifu College of Dentistry, Gifu)

* 岐阜県本巣郡穂積町高野 (〒 501-02)

Jap. J. oral Biol., 22 : 289-299, 1980.

Fig. 1 Mouth shape and distribution of teeth in 45mm SL smelt. M, maxillary; V, vomer; PM, premaxillary; P, palatine; MG, mesopterygoid; D, dentary; G, glossohyal; S, suprabasal.

方向に傾斜させ、下部の骨と骨性ゆ着をしている。これら有歯骨を中心として、口部形態を標準体長44~47mm, 60~64mm, 80~85mm 別にそれぞれ記載すると以下になる。

① 標準体長44~47mm (平均45mm, 標本数, 10尾)。

有歯骨など口部の骨はほぼ骨化が進行し、閉口時には、上顎が下顎に被覆し、前上顎骨および上顎骨は歯骨の外側に位置する。この時期の上顎最大幅は平均2.50mm, 下顎最大幅は平均2.15mmである。また、前上顎骨前端から中翼状骨後端部までの距離は平均6.16mm, 歯骨前端から基鰓骨後端部までの距離は平均6.93mmである。上顎の幅と前上顎骨前端から中翼状骨後端までの距離の比は1:2.5である。すなわち、口部は幅が狭く奥行き深い若魚型である。この時期の上・下顎の概略を図1に示した。

〔鋤骨〕 骨長は平均0.77mmで、不明瞭ではあるが、頭部と柱状部に区分され、頭部の最大幅は平均0.77mmである。この頭部には、歯長約0.15mmの円錐歯が合計15~16本、横に列植し、不完全な2歯列を形成している。これらの円錐歯は歯冠

部を咽頭方向に向けて彎曲している。また、この骨の頭部の厚さは約0.12mmで柱状部よりもかなり厚いが、これらは歯足骨による高まりである。この骨は、前上顎骨の後方約0.3mmに位置する。

〔口蓋骨〕 鋤骨の柱状部を左右から挟む様に位置し、前上顎骨からの距離は平均0.5mmである。この骨の幅は平均0.12mm, 厚さは平均0.05mmであり、左・右の骨上には、それぞれ3~5本・2歯列(合計6~10本)の円錐歯が列植し、その平均歯長は0.17mmである。

〔前上顎骨〕 上顎の前部に1対存在し、それぞれ右と左に彎曲しているが、左右の骨は相接せず、平均0.03mmの間隔がある。最前端では骨の幅が平均0.31mmに達し、骨の両端の約2倍である。骨上に歯長約0.15mmの円錐歯が15~20本列植するが、前部位のものが後方部位のものより長い傾向がみられる。

〔上顎骨〕 前上顎骨の後方に位置し、前部から後方に伸び、その骨長は平均4.40mmであった。そして、骨の下端部に平均歯長0.07mmの小型円錐歯が30~40本一列に列植しているが、前上顎骨と平行する部分には円錐歯はみられない。

Fig. 2 Mouth shape and distribution of teeth in 62mm SL smelt. As for details, see the legend of Fig. 1.

〔歯骨〕 骨長は平均5.40mm で、骨の前部 $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{4}$ の位置には8~10本の円錐歯が一列に植し、その歯長は平均0.15mm である。この骨は下方で内側に彎曲し、口部底の大半 (約 $\frac{2}{3}$) を覆う様に位置する。

〔咽舌骨・基鰓骨〕 咽舌骨の平均長は1.85mm, 平均最大幅は0.58mm で、骨自体は極めて薄く、左右にやや彎曲して、その横断面を観察すると、カーブのゆるやかな鞍馬状を呈する。この骨の両側に1列又は2列状に合計25~30本の平均歯長0.17mm の円錐歯が歯冠部を後方に向けて列植している。この骨は、歯骨前端より約1.60mm 後方に位置し、口部底からの高さは平均1.54mm である。咽舌骨の後方に、平均3.85mm の長さの基鰓骨が続き、その骨上には80~100本の円錐歯が列植する。この歯の長さは咽舌骨歯のものとほぼ同じである。咽舌骨の後半および基鰓骨の前半は、左右の中翼状骨内側下端と互に逆三角形の頂点をなす様に位置し、三方から口腔を円錐歯で取り囲む様相を呈する。すなわち、これら三骨の相互間隔は0.15~0.25mm で、その骨上に歯長0.12~0.15mm の円錐歯が互に咬合する様に配置している。そして、咽舌骨歯および基鰓骨歯は歯冠部を咽頭

方向に向けているのに対して、上面の中翼状骨歯は前方に向けて彎曲している。

〔上・下咽頭骨〕 上咽頭骨および下咽頭骨上には13~15本の歯長0.07~0.10mm の円錐歯がほぼ2列状に列植し、上・下・左・右の四方から咽頭を取り囲む様に位置する。また、第3鰓弓の上半部にもやや小型の円錐歯が4~5本1列に存在する。

② 標準体長60~64mm (平均62mm, 標本数10尾)。

口部形態の基本的要素は、体長44~47mm の場合とほぼ同じであるが、上顎の最大幅は約5.00mm, 下顎の最大幅は約3.90mm に増加する。しかし、前上顎骨前端から中翼状骨後端までの距離は平均6.55mm で、上顎の最大幅との比率は1.3:1で前期とかなり異っている。また、歯骨前端から基鰓骨後端までの距離は平均8.50mm である。すなわち、この時期の口部は、体長44.0~47mm の場合に比べて、奥行き(長さ)はほとんど変わらないが幅が約2倍にも達し、成魚型への移行型を呈する。この時期の上・下顎の概略を図2に示した。

〔鋤骨〕 骨長は平均1.54mm であり、頭部および柱状部の長さはそれぞれ平均0.40mm, 1.14mm で、頭部幅は平均1.18mm である。頭部の最大厚

Fig. 3 Mouth shape and distribution of teeth in 82mm SL smelt. As for details, see the legend of Fig. 1.

さは平均0.30mm で、この部分に歯長約0.20mm の円錐歯が7～8本ずつ2列に植している。

〔口蓋骨〕左右の骨上に歯長約0.23mm の円錐歯が4本ずつ2列に植する。

〔前上顎骨〕左右の骨の間隔は約0.10mm である。骨の前部に位置する歯の長さは約0.17mm、後部の歯の長さは約0.12mm である。

〔上顎骨〕骨長は平均5.00mmであり、前期に比べて歯長はやや増大するが歯数は変化しない。

〔歯骨〕骨長は平均6.00mmに達し、歯列後方で1～2本の歯の脱落がみられた。

〔咽舌骨・基鰓骨〕咽舌骨の長さおよび幅の平均はそれぞれ2.12mm, 0.58mm であり、基鰓骨長は平均4.62mm である。咽舌骨上の歯数は前期と変わらないが、骨の中央部にもわずかに植しているのが認められる。歯長は平均0.26mm である。

また、これらの骨に対応する中翼状骨歯も従来の歯列のほかに、やや離れてもう1歯列形成されつつあるが歯数は3～4本である。

〔上・下咽頭骨〕前期とほぼ同様であるが、歯長がやや伸長する。

③ 標準体長80～85mm (平均82mm, 標本数10尾)

口部の骨はますます大型化する。上顎の最大幅は平均5.50mm, 下顎のそれは4.00mm で前期(体長60～64mm)とあまり変わらないが、前上顎骨の前端から中翼状骨後端までの距離は平均9.30mm, 歯骨前端から基鰓骨後端までの距離は平均12.00mm に達する。すなわち、前期に比べて、口部の幅はほとんど変化しないが、奥行き(長さ)が増大し、いわゆる成魚型を呈する。この時期の上・下顎の概略を図3に示した。

Fig. 4 The glossohyal of smelt. (1, ventral view; 2, lateral view), A, 44mm SL; B, 82mm SL.

〔鋤骨〕 鋤骨全長、頭部長および柱状部長は平均1.93mm, 0.66mm, 1.27mm である。また頭部幅は平均1.27mm である。歯数の変異幅が大きくなり、歯数の減少している標本の場合には、頭部中央部で歯列が1列になっている。歯長は平均0.30mm である。

〔口蓋骨〕 骨上の歯列長は平均0.77mm で、骨の厚さは約0.08mm である。歯長は平均0.27mm である。歯数は変化しない。

〔前上顎骨〕 骨は大型化し、骨上の円錐歯の一部が脱落しているのが認められる。しかし、その付近に、歯長が短く、歯冠部のみが石灰化の進行している成長中の歯がみられる。

〔上顎骨〕 骨長は平均6.90mm に達し、骨幅、厚さも増大している。円錐歯の脱落も認められるが、石灰化進行中の歯もまた認められる。

〔歯骨〕 骨長は平均8.90mm にも達する。歯長は平均0.22mm である。

〔咽舌骨・基鰓骨〕 咽舌骨の長さおよび幅は平均3.27mm, 0.77mm であり、基鰓骨長は平均6.90mm である。歯骨前端から咽舌骨までの距離は平均2.31mm, 口部底からの高さは平均1.54mm である。咽舌骨歯、基鰓骨歯および中翼状骨歯の長さは0.27~0.32mm である。咽舌骨の形態を図4に示した。

〔上・下咽頭骨〕 歯数は、体長45mm の場合と変わらないが、歯長は伸長して約0.20mm に達し、

約2倍となる。

以上の結果をまとめると次の様になる。ワカサギの口部形態は、体長44~47mm の時期には、幅が狭く奥行き（長さ）の深い若魚型を呈するが、体長60mm に達すると、口部の奥行き（長さ）は変わらないが幅が増大して、成魚型への移行型を呈する。そして、体長80mm 以上に至ると、口部の奥行き（長さ）が著るしく増大して大型化し、成魚型となる。

(2) 開口時の口部形態について

閉口時の口部の形態は前述したように、前上顎骨および上顎骨は歯骨を外側から被覆する様に位置し、前上顎骨歯、鋤骨歯、口蓋骨歯および歯骨歯で口腔前部を前・上・両側面を囲む様に位置する。さらに、口腔後部では咽舌骨後半部および基鰓骨前半部の歯は中翼状骨歯と共に三方から囲むように位置し、さらに咽頭は、上・下咽頭骨歯により四方から囲まれるようになる。

これに対して、開口時は次の様である。歯骨が顎関節を基点として下方に引かれるのに対応して、前上顎骨および上顎骨は、吻部を基点として前方に移動する。その結果、歯骨と上顎骨はほぼ直角の関係となり、前面からみれば、円形口部の両側および上側は左右の上顎骨と前上顎骨で占められ、下側は歯骨で占められることになる。同時に、口腔底も下方に陥没し、咽舌骨および基鰓骨は歯骨の位置よりもさらに下方に位置し、口腔底

Fig. 5 Relation of head length to standard length in young and adult smelt. (n=100)

はV字型を呈するようになり、口腔は大きな円筒状となる。開口時の口部の各部長を成魚(体長80 mm)の場合で示すと次のようである。口径は約6.8mmに達し、ほぼ円形である、そして、口腔の奥行き(長さ)は約9.0mm、咽舌骨は歯骨底面の下方約1.3mmに位置し、体側に対して、口部はやや上向きの姿勢となる。そして、餌料が口に入ると、下顎は上方に上げられ、歯骨後端部と上顎骨後縁を結ぶ筋肉により上顎骨は後方に引かれて閉口時の状態となり捕食活動が完了する。

(3) 口部各部の相対成長について

ワカサギ若魚および成魚の標準体長に体する頭長、眼径、上顎骨長、歯骨長、咽舌骨長、咽舌骨幅の相対比について述べると次の様になる。

① 体長に対する頭長

体長40~60mmの期間における頭長の伸長の程度はゆるやかであるが、体長60mmを転換期として、それ以後は急激に増大する(図5)。

② 体長に対する眼径

体長40~60mmの期間には、眼径はゆるやかに増加するが、それ以後体長90mm迄の期間は前期よりかなり急激に比例的に増加する(図6)。

③ 体長に対する歯骨長

体長45mmの時期には相対比は0.120であり、体長62mmの時はやや減少して0.097である。しかし、体長82mmに達すると再び増加して0.110となる。すなわち、体長40~60mmの期間は、歯骨の伸長はゆるやかであるがそれ以後は急激に伸長する(図7)。

④ 体長に対する上顎骨長

体長40~60mmの期間には、上顎骨はゆるやかに伸長するが、それ以後は急激に伸長する(図8)。

⑤ 体長に対する咽舌骨長および咽舌骨幅

咽舌骨長は体長40~60mmの期間はゆるやかに増加するが、それ以後は急激に増加する。また骨幅は、体長40~60mmの期間はほとんど変化せず、体長60mm以後ゆるやかに増大する(図9)。

すなわち、頭長、眼径、歯骨長、上顎骨長、咽舌骨長および咽舌骨幅の体長の伸長に伴う増加程度は、体長40~60mmの期間はゆるやかであるのに対して、体長約60mmの頃を転換期として、以後体長90mmに達するまでの期間は、前期に比べて著しく増加する。

(4) 歯数および歯の成長について

Fig. 6 Relation of eye diameter to standard length in young and adult smelt. (n=100)

Fig. 7 Relation of length of dentary to standard length in young and adult smelt. (n=100)

Fig. 8 Relation of length of maxillary to standard length in young and adult smelt. (n=100)

口蓋骨歯および咽舌骨歯の数が、体長の伸長に伴ってどのように変化するかを調べた結果は図10に示す通りであった。口蓋骨上の円錐歯数は、成魚期にやや減少する傾向がみられたが有意差は全く認められなかった (t -test, $p>0.05$)。また、咽舌骨歯も、体長40~90mmの期間全く変化しなかった。なお、鋤骨歯、前上顎骨歯、上顎骨歯、歯骨歯に関しても同様に体長の伸長による変化はみられなかった。すなわち、成長途中で脱落する歯があっても、代生歯が形成されるのである。例外的に、中翼状骨歯は増加するが、これは、若魚期に形成されている歯列のほかにやや離れてもう1歯列(歯数は少い)形成されるためである。

次に、円錐歯の歯長が体長の伸長に伴ってどのように変化するかを調べたところ、図11の様な結果を得た。すなわち、口蓋骨歯および咽舌骨歯の長さは、体長40~90mmの期間を通じてほぼ比例的に増加し、体長85mmの時の歯長は体長44mmの時の約2倍に達する。しかし、前上顎骨歯、上顎骨歯、歯骨歯などの長さも体長の伸長につれて比例的に増加するが、その程度は前述の2者に比べてかなりゆるやかである。

Fig. 9 Relations of width and length of glossohyal to standard length in young and adult smelt. (n=70)

考 察

ワカサギは通常、年魚と呼ばれ、大部分は一ケ年の寿命で、孵化後満一年間で、成熟産卵して死亡すると言われている。本研究に用いた標準体長40~90mmのワカサギは、8月~11月に採捕されたものであり、これらの背鱗直下の鱗の鱗紋が等間隔であることや、体長の分布を、白石・北森良・北森真(1955)⁴⁾や白石(1961)⁵⁾の研究結果と比較検討したところ、当年魚(O⁺)であると判定された。

本研究で明らかになったように、ワカサギの口部各部(頭長、眼径、上顎骨長、歯骨長、咽舌骨長・幅)は、体長40~60mmの期間はゆるやかに増加するが、体長約60mmの時期を転換期として、

Fig. 10 Number of teeth on palatine (1) and glossohyal (2) in young and adult smelt. (n=44)

それ以後は急激に増大する。また、体長約45mmの時期における口部形態は、幅が狭く・奥行き(長さ)の深い若魚型口器であるが、体長約62mmの時期には、口部の長さは変化しないが幅は著しく増大するようになり、それ以後は、口部の奥行きが深くなり大型化して、体長82mmに達すると、いわゆる成魚型口器を呈するようになる。このように、口部各部の相対成長や口部形態に基本的な変化の現れる体長約62mmのワカサギは8月下旬に採捕されたものである。すなわち、ワカサギの食性が、孵化直後の原生生物、次いで輪虫類や小型の甲かく類に変わり、体長60mmの頃には大型の甲かく類プランクトン、ユスリカ幼虫等の小型昆虫類、魚類の幼魚を食するようになる(白石, 1961⁵⁾, 宮内, 1935⁶⁾)を考えれば、口部の形態や成長は、これら食性の変化と深く関連していると思われる。白石(1961⁵⁾)は、体長の成長の変曲点は、おおむね7・8月にあると報告しているが、その時期ともほぼ一致する。本種の口部は、体長60mmの頃までにその幅を増大し、以後はその長さを増加して大型化し、若魚期よりも大型の

Fig. 11 Relation of average length of teeth on palatine (1), glossohyal (2), premaxillary (3), maxillary (4) and dentary (5) to standard length in young and adult smelt. (n=60)

餌料を大量に捕食出来るようになり、ワカサギは秋季から冬季にかけて体長・体重ともに増大して産卵期を迎えるのであろう。

次に、同じサケ亜目内であり、しかも同じく動物性食性であるサケ科・ニジマス (*Salmo gairdneri irideus*) やアユ科・アユ (*Plecoglossus altivelis*) の若魚と、その歯系および歯の大きさを比較すると次のようになる。ニジマスの口部には、ワカサギにみられるような中翼状骨歯およびそれに対応する基鰓骨歯が存在しない、しかし歯の大きさはかなり大きく、例えば、前上顎骨歯および歯骨歯の長さを体長約40mmの場合に比較するとワカサギの約4～3倍であった(駒田, 1979⁷⁾)。しかし、歯数は、口蓋骨歯以外の、前上顎骨歯、咽舌骨歯、歯骨歯は小型であるがワカサギの方がニジマスよ

りも多かった(駒田, 1979⁷⁾)。この差異は、ニジマスは、微小動物性餌料の比較的少ない河川上流部で生活し、稚魚期から大型の水生昆虫や落下性陸生昆虫等の大型の動物性餌料を捕獲し、ほぼ丸呑みに消化管に送る食生活を営むのに対して、ワカサギは、微小プランクトンや小型水生昆虫(ユスリカ、ブユ)等を捕食する食生活を営むという違いを反映していると思われる。また、アユの若魚期と比較すると、ワカサギの口部には、アユでは認められない前上顎骨歯と上顎骨歯が認められたが、歯の大きさや、舌骨歯、歯骨歯、中翼状骨歯の数はほぼ両者で同じである(駒田, 1978⁸⁾)。しかし、鋤骨歯や口蓋骨歯の数はワカサギの方がかなり多いが、アユではこれらの歯は若魚期中に脱落することが判明している(松井1938⁹⁾; Iwai, 1962¹⁰⁾)。すなわち、ワカサギの若魚期とアユの稚・若魚期の歯系はかなり似通っているが、これは、両者共に浮遊物質や微小プランクトン等の微小動物性餌料の非常に豊富な生活環境条件下(池、湖、海洋)で生活することに関連していると思わ

れる。

なお、今回の研究に用いた標本は、岐阜県伊自良湖で採捕されたワカサギ若・成魚であったが、藤田(1929¹¹⁾)が述べているように、魚体格、特に頭部の形態が、移殖された湖産のものと原産地のものとの間でかなり異なることを考えれば、産地の異なるワカサギに関しても同様の調査を行って、比較検討しなければならないだろう。

キューリウオ科魚類の頭蓋骨に関する研究は古くから行われ、科内の分類形質としても取り扱われてきた(Chapman, 1941¹⁾; Norden, 1961²⁾)。本研究を進める中で、鋤骨の形態に関して、従来からの見解と異なる結果が認められたが、その詳細は次に報告する。

謝 辞

稿を終えるに臨み、終始懇切丁寧な御指導御鞭撻を賜った岐阜歯科大学・堀井五十雄教授ならびに岐阜大学医学部・出浦滋之教授に深謝の意を表します。また、標本採捕に御協力頂いた伊自良湖荘の方々に謝意を表します。

Summary: Studies on the mouth shape and the growth of teeth in *Hypomesus transpacificus nipponensis* from Lake Ijira, Gifu Prefecture, were carried out.

There is no significant difference between the depth of mouth in 45 mm in standard length (SL) and that in 62 mm SL, but the width of mouth in latter is about two times as large as that in former. In 82 mm SL the depth of mouth is about 1.5 times as large as that in 62 mm SL, but there is no significant difference between the width of mouth in former and that in latter. (Figs. 1-3) In the relative growth in the parts of mouth, one inflection point can be observed at approximately 60 mm SL in this fish. (Figs. 5-9) The number of conical teeth on vomer, palatine, premaxillary, maxillary, mesopterygoid, glossohyal, suprabasal, upper and lower pharyngeal in the young stage are similar to those in the adult stage, respectively. The length of these teeth proportionally grow up with growth of body length in young and adult stage. (Figs. 10, 11)

文 献

- 1) CHAPMAN, W. M.: The osteology and relationships of the osmerid fishes. *J. Morphology*, **69**: 279-301, 1941.
- 2) NORDEN, C. R.: Comparative osteology of representative salmon fishes, with particular reference to the grayling (*Thymallus arcticus*) and its phylogeny. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **18**: 679-791, 1961.
- 3) 松原喜代松: 魚類の形態と検索, I, II, 石崎書店, 東京, 1971.
- 4) 白石芳一, 北森良之介, 北森真栄: 諏訪湖産ワカサギの成長並びにその鱗に関する研究, *淡水研報*, **4**(1): 17-32, 1955.
- 5) 白石芳一: ワカサギの水産生物学的ならびに資源学的研究, *淡水研報*, **10**(3): 1-263, 1961.
- 6) 宮内武雄: ワカサギの天然餌料に関する研究, *日本水産学会誌*, **3**(5): 281-283, 1935.
- 7) 駒田格知: ニジマス (*Salmo gairdneri irideus*) 仔・稚魚の口部形態および歯の分布について, *歯科基礎医学学会誌*, **21**(1): 89-106, 1979.

- 8) 駒田格知：アユの成長に関する研究，一特に相対成長および口部・歯系の成長について一，岐阜歯科学会誌，6(2) : 80-128, 1978.
- 9) 松井魁：鮎 (*Plecoglossus altivelis* T. & S.) の消化系の発達と食性の関係，水研報，33(1) : 457-469, 1938.
- 10) IWAI, T. : Studies on the *Plecoglossus altivelis* problems: Embryology and histophysiology of digestive and osmoregulatory organs. *Bull. Misashi Mar. Biol. Inst. Kyoto univ.*, 2 : 1-101, 1962.
- 11) 藤田経信：移殖によるワカサギの体格に及ぼす変異，動物学雑誌，38 : 186-194, 1926.