

イシダヒの齒系¹⁾發達に就て

(昭和九年五月五日受領)

檜 山 義 夫

東京帝大農學部水産動物學教室

イシダヒ *Oplegnathus fasciatus* (TEMMINCK et SCHLEGEL) [*Scarodon fasciatus* TEMMINCK et SCHLEGEL, Fauna Japonica, poisson, 1844, p. 89, pl. XLVI, figs. 1 & 2. Loc. Nagasaki.] はイシダヒ科 Oplegnathidae に屬し、同科は南米、濠洲、南阿、及び本邦に分布し、いづれも暖海性である。1 屬數種ありて、本邦中部には 2 種、即ちイシダヒ及びイシガキダヒ *Oplegnathus punctatus* (TEMMINCK et SCHLEGEL) を産す。この科の魚は嘴狀に集積せる齒系 (Soldered teeth) を有することを特徴となし、本邦産の 2 種も亦齒系を同じくするが、魚體の色彩に於て異り、2 種を區別することが出来る。即ちイシダヒの成魚は淡綠色の地色に眼の位置から始つて尾柄に終る 7 個の黒い横縞を以て彩られるに對し、イシガキダヒでは體の全面に石垣狀の斑點が分布する。

この科の特徴である齒系は後に述べるが如く特異なものであるが、かかる特異なる齒系が通常魚の齒系と如何なる點で異なるか、又如何なる経過にてそれが形成せられるか、或は魚が大きくなるに従つて如何なる變化をなすか等の問題を解明して呉れる文献は筆者の知る範圍では見當らない。この疑問を解決すべく、その構造、それが魚の幼期から老成せるもの迄の發達の経過、及び食性との關係に就て、簡單乍ら調べてみた。以下記述するところは三崎附近にて採集せるイシダヒを材料として用ひたが、その基型に於てはイシガキダヒとも共通である。

齒 系 の 構 造

成長せる魚の口部を見ると、上下兩顎共に嘴狀を呈して外部に突出してゐる。嘴狀をなししてゐるのは上下兩顎(上は主上顎骨 Premaxillary, 下は齒骨 Dentary)の上に多數の齒が成層して集積してゐるのであつて、それを掩ひ且つ保持してゐるのは骨質様の稍堅い石灰質の被層である。外面より之を見ると (Fig. 1 参照) 石灰質のうちに臼齒が整然として玉黍蜀の實の如く並び、各行の最前端の齒は咀面に突出してゐる。これ等の齒は整然と並ぶ故縦に齒の行を、横に齒の層を數へることが出来る (Fig. 1, Fig. 2 参照)。齒層は咀面に平行ではないが、齒行は顎骨上に整然と皆前端に平行してゐる。裏側を見ると前記の外側に並ぶ齒の他に裏側

1) 齒系とは顎骨上の齒の集團の意で、1 個と區別するために用ひた語である。

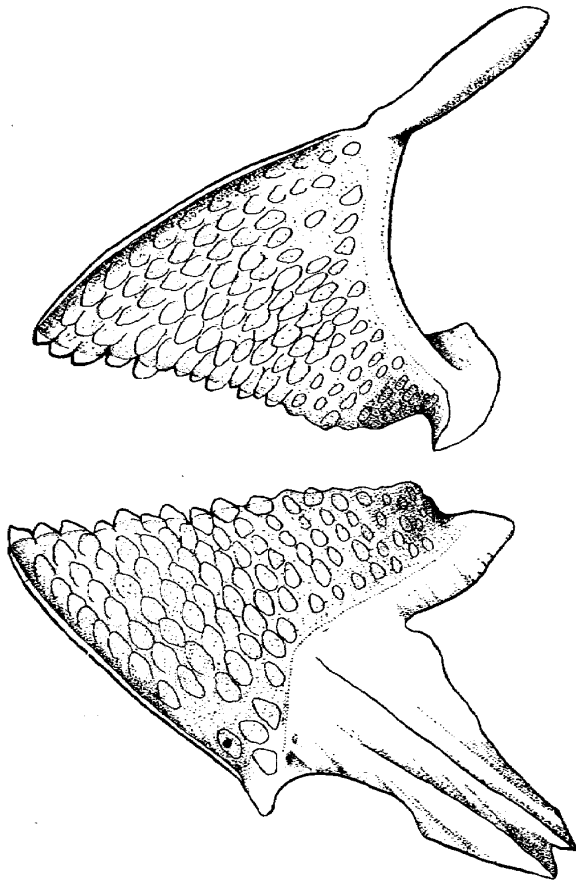


Fig. 1 外面より見たるイシダヒの成体の歯。

上, 左主上顎骨

下, 左歯骨上の歯系

にも數行の齒が稍不規則に排列せられてゐて内列を形成し、同じく各行の最前端の齒は咀面に露出してゐる。外側に並ぶ齒行數は充分成長せる個體に於ては、殆んど一定にして約17行である。1行の齒數は行の位置が前端に近い程多く、且つ魚が大きい程多いのを原則とする。

被層の一部を切り開いて内部を見ると、之等の齒を掩ひ且つ埋没して保持してゐる石灰質は、内部に於て蜂窩狀に多數の小房を有し、各房にはそれぞれ1個宛の臼齒が埋存してゐる (Fig. 3 参照)。非常に大きな魚の齒になると、乾燥して置いて耳の傍で之を振るとカラカラと妙な音がするが、これは骨の窩房の中の各々の齒が乾燥によつて遊離して音を立てるのである。

齒の構造と組織

各々の臼齒は埋存してゐるのも、露出

してゐるのも、構造に於ては變りなく、共に外面に琺瑯質を冠し、内面は齒質によつて裏付けられてゐる¹⁾ (Fig. 4)。琺瑯質は魚類に於てよく見られる有管琺瑯質 (Tubular enamel) であり、齒質は眞性齒質 (Orthodentine or Unvascular dentine) である。

琺瑯質は内外の2層に稍不明瞭に區別し得。外層には琺瑯質管束が放射狀に走り、内層には同管束は外層と直角の方向に走つてゐる。尙1個の琺瑯質管は約 1μ 内外の大きさで、數個又は10數個で管束を作つてゐる。又齒質細管 (Dentinal canaliculi) は極めて微細で太さ約 0.7μ 内外で、放射狀に走り、多くは數本の分枝を有してゐるが分枝の先端は隣接の細管分枝先端と連絡せぬやうである。

咀面に並び露出せる齒と埋存せられる齒とは構造に於ては變りはないが、作用は異なるもので、事實上咀嚼に用ひられるのは露出せる齒のみで、埋存せるものは前者が咀嚼によりて磨損又は脱落せる時にその位置に代つて使用さるべき豫備の齒である。

1) 琺瑯冠の基部の齒質との移行部に僅かに白亜質 (Cementum) 附着す。

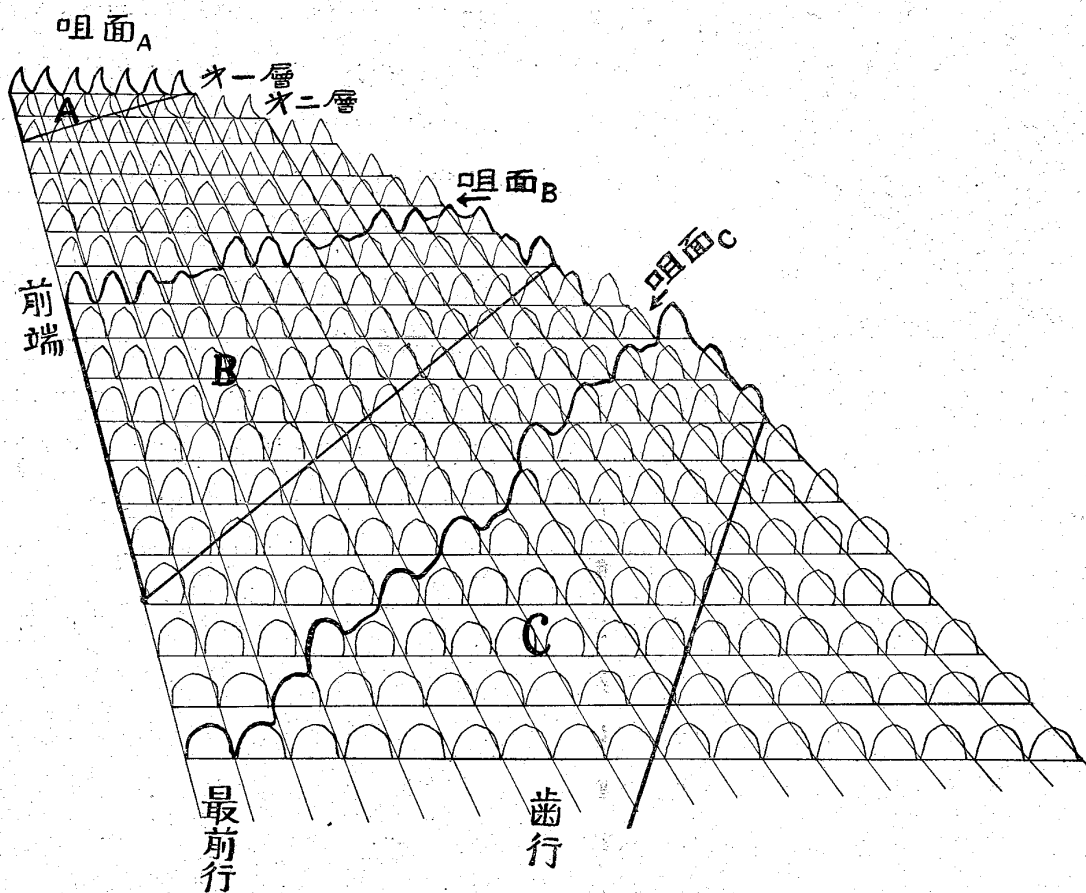


Fig. 2 イシダイの成体の歯系の発達を示す模圖 (左側上顎, 外面より見る)。
A, 幼期 (體全長約 30 mm 位) の歯系; B, 成長せるもの (體全長約 100 mm 位と考へらる) の歯系;
C, 更に成長せるものの歯系。

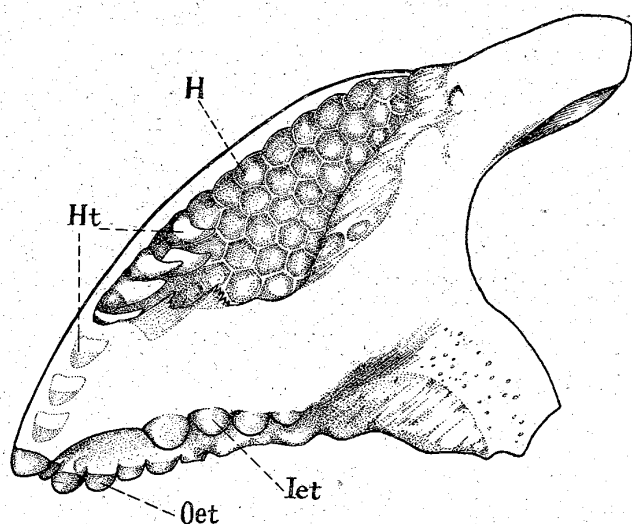


Fig. 3 イシダイの成体の歯の内部構造 (裏側の被層の一部を切り開いた所)。Iet, 内列咀面露出歯; Oet, 外列咀面露出歯; Ht, 豫備歯, 石灰質の被層中に埋没して存在するもの; H, 豫備歯を容れる小窩房。

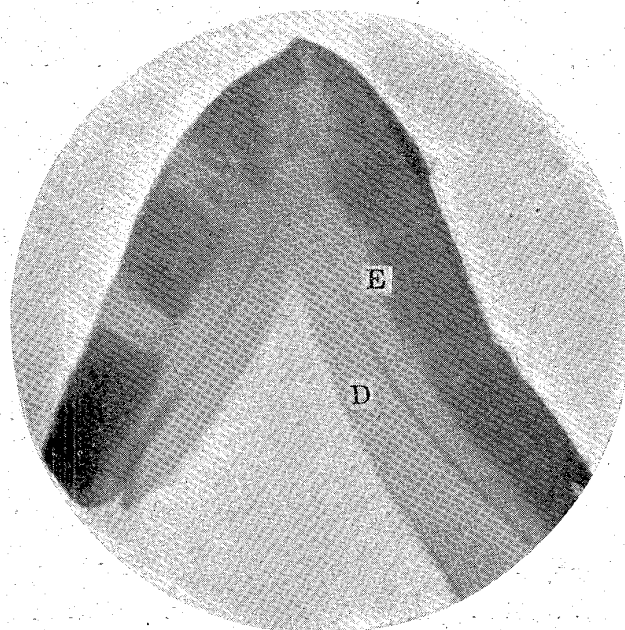


Fig. 4 1個の歯の縦断面 (磨研標本)。×30

歯の支持

これは露出歯と豫備歯で異つてゐる。顎骨はその後方の部分は一部軟骨から化骨して出来るが (Intracartilaginous ossification), 歯を支持する前方

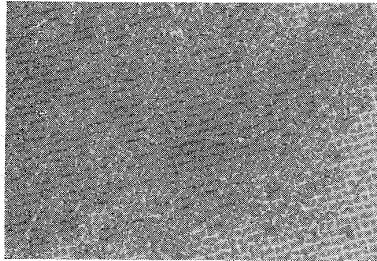


Fig. 5 支持骨の断面
(磨研標本)。×80

の大部分は附近の結締組織によりて二次的に形成せられたる膜骨 (Membrane bone) である。露出歯は骨性附着 (Anchyllosis) をなし, 直接その珐瑯質冠の下部に於て顎骨の延伸部と附着してゐる。豫備歯は周囲を結締組織によりとりまかれ顎骨延伸部によりて作られる小房のうちに

おさまリ, 顎骨と直接に附着せず。故に乾燥によりて結締組織が萎縮すれば游離して, 振ると音を立てるわけである (Fig. 5 は支持骨の断面)。

幼魚の歯

イシダヒの稚魚の斑紋に就ての内田恵太郎氏 (動・雑, 38 卷 228-237 頁) の報文にもあるが如く、稚魚は流藻流木等について海の表面を浮游する。この時代にては、成體に見られる特徴的の歯系ではなく、普通のタヒ類等にて見られる成層せざる歯系を顎骨の表面特に前端に近く小數持つてゐる (Fig. 6)。このやうな歯は體の全長11.5 mm の頃に見られる。

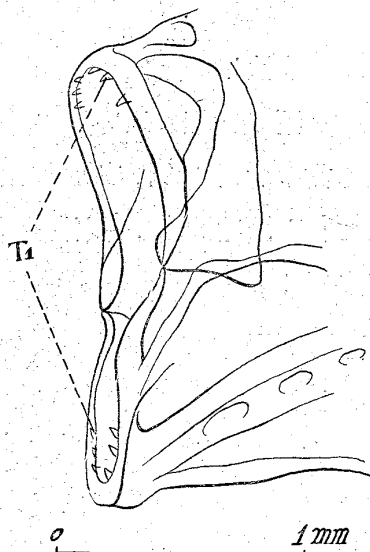


Fig. 6 イシダヒの幼期の歯。最初の歯 T_1 は犬歯狀を呈す。體全長 11.5 mm。

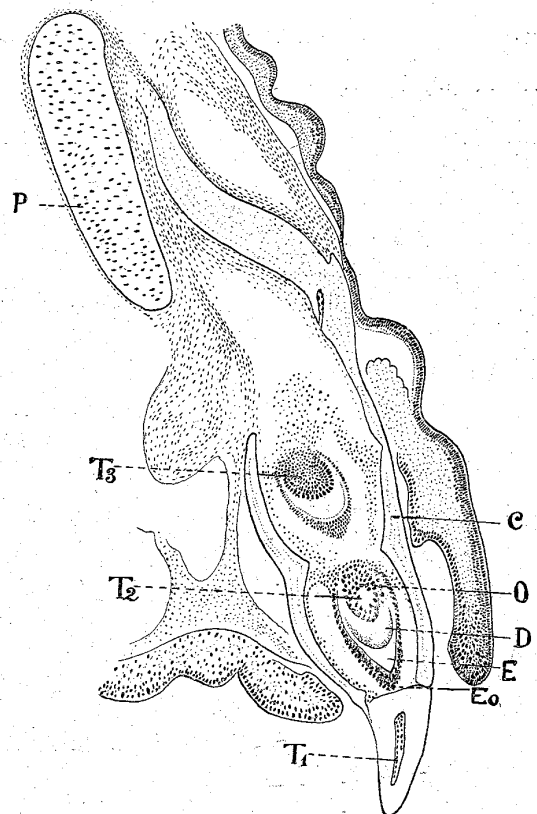


Fig. 7 イシダヒの上顎の断面。

同行中、第1、第2、第3列の歯 (T_1, T_2, T_3) 迄形成されてゐる (體全長 22.0 mm のもの)。×160
E, 珐瑯質; E_o , 珐瑯器; D, 齒質; O, 造齒細胞; C, 齒を保持する膜骨質石灰層; P, 主上顎骨の軟骨部。

齒の發生に就ては材料乏しく詳しく調べる事は後の機會に譲るが、特に齒堤 (Dental ridge, or Tooth band) を形成することなく、琺瑯器 (Enamel organ) は直接に口腔粘膜より生ずる事と推察せられる。

齒 系 の 發 達

更に體全長 14.5 mm の標品にては上述の犬齒のより深い位置に、顎骨内に第2層の數個の germ) を認める。これには特に齒囊 (Dental follicle) を分化してゐず、琺瑯器は直ちに周圍齒芽 (Tooth) の結締組織に包まれてゐる。琺瑯器は孤形をなしその内側に造齒細胞 (Odontoblast cells) が層を造つて排列して出來た象牙質膜 (Membrana eboris) を包んでゐる (Fig. 7 参照)。如何にしてかかる顎骨内部に於て二次的に琺瑯器が形成せられるかに就ては推定の材料に乏しく今の所明かに出來ないのは残念であるが、顎骨内部に特に分化した口腔粘膜の殘存せる細胞集團を認め難く、又顎骨外部から組織が入り込んで琺瑯器を作るとも決定し得ない。

この第2層の齒芽形成が終らぬうち、直ちに第3層の齒芽が形成せられる。かくして多生齒的 (Polyphyodontic) 齒芽形成が相續いて起る (Fig. 8 参照)。これと同時に支持骨は成長伸長し齒芽と附近の結締組織とを容れる場所を擴張し、齒芽は咀面に向つて順次送られる。體全長 18.5 mm のものにては第3層の齒芽を認め得る。かくして齒芽の新生と支持骨の延

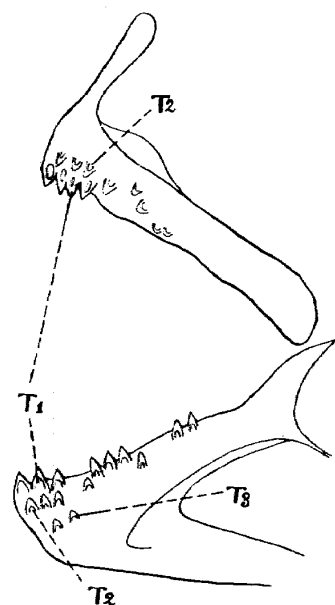


Fig. 8 インダイの齒の成層初期 (體全長 18.5 mm)。

T₁, 第1層の齒

T₂, 第2層の齒

T₃, 第3層の齒

被層に没す

伸とは、第1層の齒の位置を顎骨基部より遠ざけ、齒系全體として見ると咀面に向つて伸長する。この伸長の基點となる所は顎骨基部の上面であつて、ここで齒芽の新生が行はれ支持骨の延伸もここを基點とする。成長せるものでは成長の基點には肉眼的に認められる小孔が連續して線を形成してゐる。

齒の形成の最も盛んなのは顎骨の前端に近い場所であつて、又其所では最も若い時代から齒の形成せられる所で、魚の成育にしたがつて後方に及んで行き、遂には、顎骨全面に及び成體の有する齒行數を作つて行く。

齒 型 の 變 化

始めに形成せられる齒は、小さく鋭く犬齒狀であるが、魚體の成長に伴つて新成せられる齒の先端は漸次に鈍くなつて、遂には臼齒狀を呈するに到る。したがつて中間の時代には咀面の齒は犬齒狀であるが豫備層のものは臼齒狀であるやうな状態となる。更に大きな魚の咀面の齒は大形の臼齒である。この咀面の齒型の變化は咀面の齒の順次に脱落することによつ

て起る。脱落の機轉に就ては、完全に機械的であると考へる。支持骨との接觸面に、特に吸収を行ふが如き食細胞の存在を認め得ない。瑣瑣冠は支持骨より硬度大なるが故に、咀嚼によつて磨損せられるのは齒を埋めてゐる支持骨のみで、支持骨の磨損が齒の基部に到れば、支持力弱くなり脱落するものと考へらる。次層の齒はこの時既に瑣瑣器を破り支持骨内に突き進んで埋れた形となり、支持骨が更に磨損することにより露出する。

體全長 40—50 mm のものでは、幼期の犬齒は見られず皆幾分臼齒狀になつてゐる。齒の顎骨上に占める位置も相當に廣くなつてゐる。

齒系の成長

齒系が成體の構造となつても、未だ顎骨中の齒の形成層からは盛んに齒胞が形成せられ、新に形成せられた齒は舊き齒を押し出す如く前方に送り、舊き齒はその周囲の骨質と共に咀面に向つて移動する。かくして齒系の成層の度は増加する。しかし他方に於て咀面に露出して使用せられる齒は脱落し消費して行く。この形成と消費の度合は形成力の方が強く、その形成せられた齒を全部使ひ盡すことはない。依て齒系の成層は魚體の成長に伴つて増加する。成層の度は1齒行中の齒數に依りて知ることが出来る。齒行中の齒數は齒行の位置が齒系中の前端（前から見れば體の中央線）に近ければ近い程多い故に、最も多い齒を有する最前端の齒行數を計ることによつて成層度の標準となし得る。挿圖 (Fig. 9) は體全長と最前行齒數

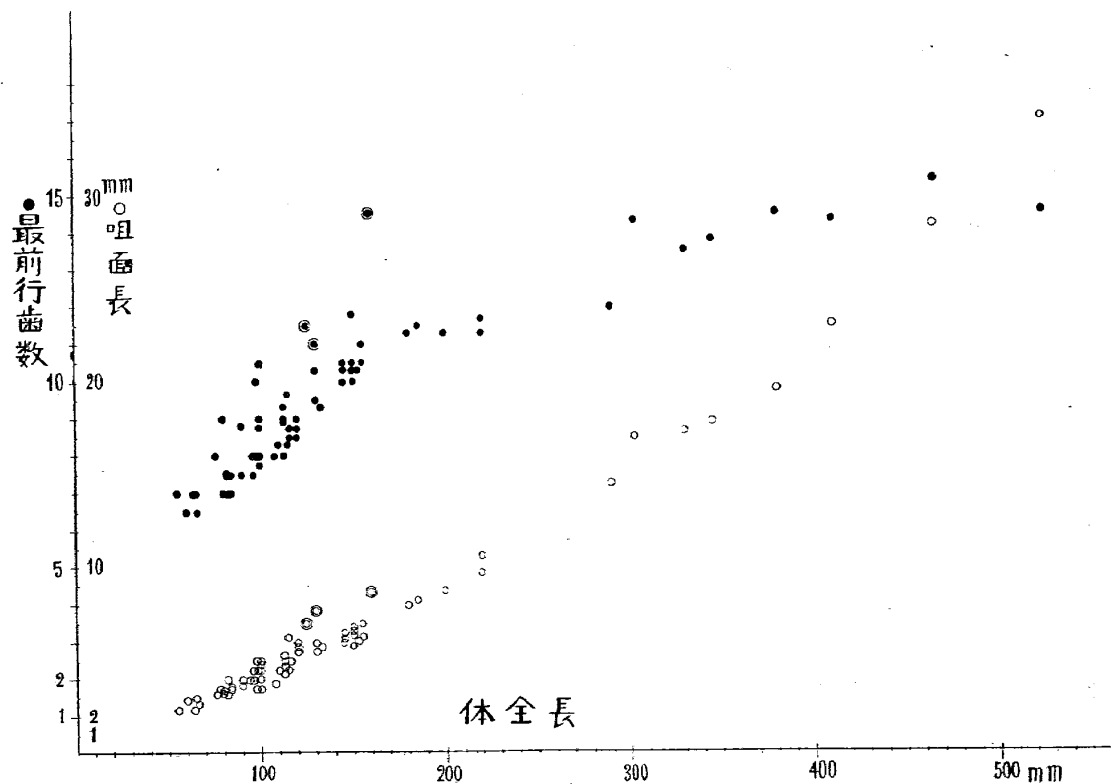


Fig. 9 體全長と最前行齒數の關係を示す。

との関係を示したものである。體全長約 150 mm 位迄は直線的に増加する。圖より見ると大體 $y = \frac{1}{20}x + 3 \pm a$ の如き直線である (x の單位は mm)。ここに a は環境によつて變化する數で、例へば食餌少く成長おそき時、又は咀面が軟弱の食物に依て磨損の度少き時等には正號をとり、その反對の場合には負號をとる。水族館内に於て長い間飼養せられたる魚は◎又は○印を以て示す如く、 $+a$ の値が大である。これは前述の理由によつて説明出来る。體全長 150 mm 以上の魚に於てはそれ以下のものと同様の増加率を示さず、曲線は緩傾斜となる。これは後章述べる食性と密接なる関係を有するものと思惟される。即ちこの時代に於ては食物は著しく堅きものを攝る様になり、咀面の齒の磨損が盛んで、新生に依つて之を補ふと雖もその増加率は 150 mm 以下のものに及ばないのであらう。

かくの如くに齒系の成長は成層度の方向に行はれるのみならず、一方には又咀面が擴張せられる。咀面上に並ぶ齒行數は魚が小さい時は後端に近い齒行にある齒は未だ發達しないため稍少いが、充分成長せる魚では約 17 行を數へる。體長 100 mm 内外のものでは 14 行位のものが多し。この齒行數は増加が著しくなくて略一定であるが、1 齒行の幅即ち齒それ自身の幅の増加によつて咀面の長さは體全長の増加に伴つて増加する。Fig. 9 の下段の曲線は之を示す。之も約 200 mm 位迄は直線的に増加する。圖から見ると大體 $y' = \frac{1}{27}x' \pm a'$ の如き直線である。 a' は變略に關する數である。200 mm 以上のものでは咀面の擴張率は大となる傾向がある。即ち齒の幅は急に大となる。これは實際の齒について見ても大きな魚の齒は著しく先端丸く、幅廣い臼齒の傾向が強い。これも食性に適應してゐる現象と考へられる。

Fig. 2 は成體の齒系の成長發達を摸したものである。脱落、新成による齒層の位置の變化、齒行の増加及び齒幅の増加を示す。¹⁾

最前行齒數の計算は、齒系を脫水後 Xylol, Clove oil, その他の油に漬けて透明とした後に行つた。1 個位の誤差は透明にする方法又は個人によつてあると思ふ。又、左右上下の 4 個の顎骨上の齒系について數へ相加平均した。左右にては殆んど差なく、上下にて 1, 2 個の差あるものもあつたが、この時は概して下顎上のものが僅か多かつた。蓋し左右上下の齒系の増加率は大體等しいと思はれる。

食 性

齒の構造の食性に對する適應は興味ある事實である。表は 1933 年 7 月中旬から 8 月下旬に於て三崎附近に於て採集せるものに就て、胃中に存せる食物に就て調べたものである。幼形の體全長 10 mm より 30 mm 位迄のものは海の表面に浮游してゐて、主として Copepoda を食し、Crustacea の小形な Larval form をも食してゐる。この時は 1 層又は小數成層せ

1) 脱落の速度は咀面にある齒型によつて僅かに推察せられるのみであるから、絶對的の數字を用ひられない。

る犬歯を有する時代に略一致する。次に歯の先端が稍丸くなり、順次臼歯の傾向を帯びるに従ひ稍大形の Crustacea を食す。この時代には魚は生簀の下、懸垂式かき簀の下、繫船の下等に蔭を求めて棲む。歯系は既に成體のそれに近くなつてゐるが唯先端が未だ幾分鋭い。こ

Table 1

體 全 長	歯	食 物	棲息地及び漁法
10 mm	1 列の犬歯	Copepoda, Nauplius of Copepoda	流藻の下, 掬ひ網
11.5 "	"	Copepoda	" "
14.5 "	2 列の犬歯	Copepoda, Nauplius of Copepoda	" "
18 "	3 列の犬歯	Copepoda	" "
28 "	5 列の犬歯	Copepoda	" "
32 "	"	Mysis stage, Megalopa stage, Copepoda, Isopoda, Fish larva	" "
57 "	5 列, 先端圓味を呈す	Cephalopoda ?	繫船の下, 掬ひ網
65 "	7 列 "	Amphipoda	懸垂式かき簀下, 見突
67 "	" "	"	" "
80 "	8 列の臼歯	Mysis stage, Phillosoma stage, Porcellana larva	" 穿籠
82 "	" "	Isopoda, Amphipoda	" "
100 "	9 列の臼歯	Bryozoa, Isopoda	" 見突
115 "	9 列 "	Isopoda, Amphipoda, Alga	" "
145 "	10 列 "	ウニ類	岩礁, 柵網
155 "	10 列 "	ウニ類	" "
220 "	11 列 "	<i>Balanus trigonium</i> , <i>B. amphitrita</i>	岩礁, 見突
345 "	14 列 "	<i>Balanus trigonium</i>	" "

れは 40—50 mm 以上である。100 mm 近いものでは雑食性が強くなつて Bryozoa, Algae 等迄食してゐる。150 mm 位からは特に堅い物を撮る傾向があつて *Balanus*, ウニ類等を食してゐる。歯は完全な臼歯になつてゐて、その歯幅は著しく廣くなつてゐる。これは前述の大きい魚の歯幅の著しい擴張が食性に適應せる事なるを示してゐる。又歯の磨損る盛んなのを思はしめる傷ついた歯が多い。大形のシャレーにこの位の大きさの魚を飼つてをき、シャレーの底に溜つた糞を集めると、皆ウニのシャレーの細片とその棘であつた。

尙消化管の全長は、體全長 350 mm のものではその體全長と同じ長さであつた。胃壁は特に厚く、幽門垂約 150 個を附屬してゐる。

結 尾

イシダヒに似た歯系の構造を有する魚は、イシガキダヒのみならず尠くない。最も有名なものは例の Parrot fishes である。邦産のブダヒも成層してゐるがその程度は Oplegnathidae の魚に及ばない。一般に硬骨魚の歯は外見上成層してゐないものが多いが、これ等のうちにもその顎骨内部に、第 2 層の歯芽を藏してゐるものが多く、又完全な歯になつてゐるものも尠くない。例へばマダヒにては通常、前方の犬歯の下には犬歯状の、後方の臼歯の下には臼歯状の豫備歯が 1 層認められる、又ニザダヒの如き特異な歯型のものはそれと同じ歯型の第 2 層を藏してゐる。硬骨魚の多生歯 (Polyphyodont) なることは古くから知られてゐるが生歯の速度には魚の種類によつて遅速がある。その最も速いと思はれるものがこの Oplegnathidae の魚と Parrot fishes である。Soldered teeth は外觀上奇妙ではあるが結局のところ多生歯的傾向が著しく強くて同時に多數の層の歯を有するに過ぎない。この成層した歯系が食性に適應してゐることは Parrot fishes が Corals を食すると云ふ事と共に興味多く、又幼時 Copepoda 等を食してゐる時と成體で堅いものを食する時と歯型が異なる事も、アユが成長して食物の變化と平行した歯の變化があると世上に云はれてゐる事等と軋を一にしてゐる。

終稿に際し この研究題目を與へられ、且つ終始御指導を仰いだ雨宮育作教授に深く感謝する。