

# 海産魚類にみられた骨異常について—I

広島県沿岸産の骨異常魚

松 里 寿 彦

## On the Skeletal Abnormalities in Marine Fishes.—I The Abnormal Marine Fishes Collected Along the Coast of Hiroshima pref.

Toshihiko MATSUSATO

Increasing levels of pollution in the marine environment, research of the abnormalities in marine fishes are carried out as an index of pollutions.

In the Inland Sea, especially in the coastal area of Hiroshima pref., a plenty of abnormally shaped marine fishes have been collected by commercial fishing boats.

In this paper, some skeletal abnormalities observed along the coast of Hiroshima pref. since 1970, were described.

The samples are included 16 samples, 9 species and 35 specimens, and are examined elaborately by roentgenography and other methods.

The result obtained in this study are as follows ;

- (1) Main pathological symptoms, a.) osteoclasia in vertebrae, b.) crooked spine, c.) compression and fusion of vertebrae, d.) deformation of frontal and other skulls, e.) deformation of opercle, subopercle and other membrane bones, f.) loss of caudal vertebrae and caudal fin.
- (2) Each specimen from same sampling has shown the same symptoms.

最近、瀬戸内海のみでなく、我が国沿岸各地に各種の「異常魚」の出現がしばしば認められ、多くの人々の関心を集めている。しかも、その実態が不明確なために、漁民に大きな不安を与え、同時に、消費者一般の水産物への不信をうむ一因ともなっているようである。これら「異常魚」のなかには、各種の腫瘍をはじめとして、明らかに細菌感染症、寄生虫症の魚も含まれており、また、アルビノ (Albino) など遺伝的な異常も含まれ、多種多様である。しかし、これらの中でその大部分は、骨異常を伴った形態異常である。最近、Dawson (1964<sup>1)</sup>, 1966<sup>2)</sup>) によって異常魚の文献集が出され、その中でも骨異常に関するものが大きな部分を占めている。一方、魚類の種苗生産および養殖が発展するにつれ、稚仔魚期の管理技術、栄養要求などの研究も進展し、骨異常の原因の一部が明らかにされつつある。しかし、天然水域における骨異常魚については、原因はもちろんのこと、それらの症状すら十分に把握されていない。

著者は、天然水域における骨異常魚の実態を明らかにするために、昭和45年から昭和48年1月までの期間に得られた多数の試魚のうち、主として広島県沿岸で漁獲された、養殖魚類を除く海産魚の骨異常のもの十

数例を、主として軟X線直接撮影による観察によって検討し、骨異常魚の症状の一端を明らかにすることができたので、ここに報告する。

## 1. 材料及び方法

昭和45年より、昭和48年1月までに入手した骨異常魚のうち、淡水魚および海産養殖魚を除き、天然水域

Table 1. Source of the specimens.

| Sample no. | Species.                          | Number examined. | Sample collected. |                                 |
|------------|-----------------------------------|------------------|-------------------|---------------------------------|
|            |                                   |                  | Date              | Locality                        |
| 1          | <i>Mugil cephalus</i> L.          | 1                | 1971, Jan.        | Akitsu, Off shore Akazaki.      |
| 2          | "                                 | 1                | 1971, Feb.        | Kure, Estuary Hirookawa river.  |
| 3          | "                                 | 13               | 1971, Jul.        | "                               |
| 4          | "                                 | 10               | 1971, Aug.        | Off shore Matsunaga.            |
| 5          | "                                 | 1                | 1972, Jun.        | Off shore Otake.                |
| 6          | "                                 | 1                | 1972, Sept.       | "                               |
| 7          | <i>Lateolabrax Japonicus</i> (C.) | 1                | 1971, Jul.        | Hiroshima, Off shore Kannon.    |
| 8          | "                                 | 1                | 1972, May.        | Off shore Itsukaichi.           |
| 9          | "                                 | 1                | 1972, Dec.        | Off shore Otake.                |
| 10         | <i>Mylio macrocephalus</i> (B.)   | 1                | 1970, Dec.        | Off shore Ono.                  |
| 11         | <i>Callionymus richardsoni</i> B. | 1                | 1971, Jun.        | Off shore Onomichi.             |
| 12         | <i>Navodon modestus</i> (G.)      | 1                | 1973, Jan.        | Off shore Otake.                |
| 13         | <i>Sebastes inermis</i> C. et V.  | 1                | 1971, Jun.        | Kurahashi, Off shore Nagashima. |
| 14         | <i>Platycephalus indicus</i> (L.) | 1                | 1972, Dec.        | Off shore Itsukushima.          |
| 15         | <i>Lepidotrigla microptera</i> G. | 1                | 1973, Jan.        | Off shore Iwakuni.*             |
| 16         | <i>Kareius bicoloratus</i> (B.)   | 1                | 1973, Jan.        | Off shore Otake.                |

\* Yamaguchi pref.

で漁獲された海産魚のみを供試した。入手経路としては、広島県水産試験場、同県農林事務所、市町村役場、漁業協同組合、報道機関などのほか、漁業者個人かからの提供もあり、また入手時の状態も、生体、凍結、ホルマリン液浸、乾物などであり、骨のごく一部のみが入手された場合すらあった。これらの標本は、すべて10%ホルマリン水溶液中に保存し、体長、体重測定を行なった。また入手時、可能な限り採血、採尿を行ない、血液ならびに尿の検査を行なうとともに、剖検により骨組織以外の病変も併せて検討した。検討した魚種、入手月日などは表1 (Table 1) に一括して示し、採捕水域は図1 (Fig. 1) に示した。

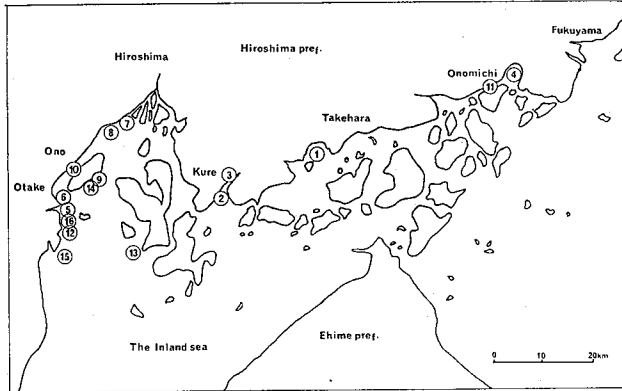


Fig. 1. Showing the localities of sample fishes along the coast of Hiroshima pref.

から椎体の末端までを測定し、推定体長とした。尾部欠損魚、頭部変形、骨融合魚などでは、正常魚の椎体の長さ、幅などから推定体長を求めた。

一方、正常魚については、ボラ、スズキ、メイタガレイなどについて異常魚と同様に測定、観察を行なった。測定後、全標本を Softex-CMB 型 (ソテックス株式会社製) により、原則として背面および側面の両方から撮影し、頭骨、中軸骨を中心に、臓器骨、膜骨などを含めてそれらの異常を詳細に検討した。

X線撮影の際のデータは各症例に記したとおりである。なお、体長 (Body Length) は通常の方法による結果のほかに、複雑な屈伸魚などは両側のX線写真から脊梁の屈曲に合せ、前上顎骨もしくは歯骨

## 2. 結 果

各症例の検討結果は次のとおりである。原則として、採捕時期、採捕水域が同一のものは一症例とみなし記載した。

症例1 魚種：マボラ *Mugil Cephalus L.*, 1尾

昭和46年1月22日23時頃漁獲されたもので、当日漁獲された25尾のうち1尾のみ外観上の異常が認められた。

体長：30cm, 推定体長：39cm, 体重：850g, 外部所見：右眼瞼肥厚。肥厚部位に白濁はなく、多重層。角膜固有層も増生し、眼球全体がやや突出している。体全体が垂直および水平の両方向に屈曲している。(Plate I, Fig. 1, 2)

X線データ：背面、二次電圧 30 K.V.P., 二次電流 2.5 mA., 照写時間 105 sec., 膜面距離 60cm, 使用フィルム、富士ソフテックスフィルム (高感度用), なお膜面距離、使用フィルムは以下の全症例も同じである。

骨症状：椎骨 vertebrae No. 1~23 変形。椎体 centrum および神経棘 neural spines, 神経突起 neurapophysis, 血管棘 haemal spine, 血管突起 haemapophysis それぞれ屈曲変形。椎骨No. 22~23骨融合 (Fusion)。各椎体間隙不整。脊椎の屈曲は、水平方向椎骨No. 6~8, 9~11, 13~15, 17~18, 垂直方向椎骨No. 7~9, 12~14, 16~18でそれぞれ起り、いわゆる螺旋状屈曲 Spiral curvature を呈する。椎骨No. 9の神経椎に骨折痕 (骨折痕は骨折像と二次的化骨像を認めた場合のみを呼ぶ), 同

右体側肋骨 rib 屈曲。各担鰭骨 internal spine 屈曲，変形するものが多い。推定体長に比し，頭蓋骨長 (cranium length) がやや短い，頭部骨 (頭骨，顎骨，歯骨その他翼骨類を含む) その他の骨には顕著な異常は認められない。(Plate VI, Fig. 1, 2)

**症例2** 魚種：マボラ *Mugil Cephalus L.*, 1尾

体長：22cm, 推定体長：23.5cm, 体重：250g, 外部所見：左眼瞼肥厚。体全体垂直，水平方向に屈曲。

(Plate I, Fig. 3, 4)

X線データ：背面 25 K. V. P., 2.5 mA., 60 sec.

側面 25 K. V. P., 2.5 mA., 30 sec.

骨症状：水平方向は椎骨 No.16~18, 21~23 垂直方向椎骨 No.10~12, 12~15 を中心に屈曲。椎骨 No.13 骨折痕，変形。椎骨 No.13, 14 は椎骨そのものが体軸方向に短小，扁平化の傾向が認められる。椎骨 No.5 以後の椎体間隙不整。椎骨 No.15, 16, 血管棘, 17, 18, 19, 20, 21 神経棘屈曲変形。椎骨 No.12, 13, 14 神経突起基部不全化骨。各肋骨および頭骨その他には異常は認められない。(Plate VII, Fig. 1, 2)

**症例3** 魚種：マボラ *Mugil Cephalus L.*, 12尾

本症例は，昭和46年8月12日，同時に，同一水域で多量の異常魚出現の例であり，当日漁獲された数十尾中13尾を検討した結果，12尾に骨異常が認められたものである。骨症状は各個体により異なるが，状況から判断して，同一原因に基づく骨異常例として検討した。

**その1**

体長：15.5cm, 推定体長：16.0cm, 体重：54g, 外部所見：顕著な異常は認められない。(Plate I, Fig. 5の1, 6の1)

X線データ：背面 30 K. V. P., 2.5 mA., 70 sec.,

側面 30 K. V. P., 2.5 mA., 60 sec.,

骨症状：椎骨 No.12, 13骨折。(骨折は椎骨のほぼ中央で，骨折部位に二次的な骨化は認められない。) 椎骨 No.9 右体側肋骨，同10両側肋骨屈曲変形。他には異常は認められない。(Plate VII, Fig. 1, 2)

**その2**

体長：15.0cm, 推定体長：15.4cm, 体重50g, 外部所見：左体側尻鰭 anal fin 上中央部膨隆。膨隆は直径約10mm, 高さ約5mmである。横断面では椎体側面の筋肉組織内出血が認められる。内出血部位は椎骨骨折部周辺に限られており，骨折に伴う内出血と判断しうる。(Plate I, Fig. 5の2, 6の2)

X線データ：その1と同じ。

骨症状：椎骨 No.16 中央部で骨折。体全体は単純な側屈 skoliosis を呈する。椎骨 No.13, 14 神経棘屈曲。他には異常は認められない。(Plate VIII, Fig. 3, 4)

**その3**

体長：12.2cm, 推定体長：12.7cm, 体重：30g, 外部所見：その2の所見と同様，右体側尻鰭上中央部やや膨隆。他には異常は認められない。(Plate I, Fig. 5の3, 6の3)

X線データ：その1と同じ。

骨症状 No.15 骨折。骨折に伴い前後椎骨の配列が乱れ，全体として軽く屈曲している。椎骨 No.14, 15 神経棘屈曲。他には異常は認められない。(Plate VIII, Fig. 5, 6)

**その4**

体長：12.2cm, 推定体長：12.6cm, 体重：30g, 外部所見：異常は認められない。(Plate I, Fig. 7の1, 8の1)

X線データ：その1と同じ。

骨症状：椎骨 No.13 骨折。同神経棘屈曲。椎骨 No.13 骨折により，椎骨 No.12 以前と14以後では椎骨の配列方向



が水平に大きくくい違っている。その他には異常は認められない。(Plate IX, Fig. 1, 2)

#### その5

体長：11.0cm、推定体長：11.6cm、体重：22g、外部所見：右側尻鱗上中央部膨隆。内部筋肉部には内出血が認められる。(Plate I, Fig. 7の2, 8の2)

X線データ：その1と同じ。

骨症状：椎骨No.14, 15脱臼。17~18間不整。椎骨No.12血管棘屈曲。他には異常は認められない。(Plate IX, Fig. 3, 4)

#### その6

体長：12.8cm、推定体長：13.4cm、体重：35g、外部所見：その5と同様に右側尻鱗上中央部膨隆。

(Plate I, Fig. 7の3, 8の3)

X線データ：その1と同じ。

骨症状：椎骨No.17骨折脱臼。同16配列異常。脊梁全体は椎骨No.17を中心に、主として水平に屈曲。その他には異常は認められない。(Plate IX, Fig. 5, 6)

#### その7

体長：10.0cm、推定体長：11.2cm、体重：22g、外部所見：左側尻鱗上中央部内出血による膨隆。

(Plate II, Fig. 1の1, 2の1)

X線データ：その1と同じ。

骨症状：椎骨No.5, 14骨折。同11, 12, 14それぞれ配列が乱れており、椎骨4~6, 7~9, 12~16で水平方向に屈曲。椎No.10左右肋骨屈曲。他には異常は認められない。(Plate X, Fig. 1, 2)

#### その8

体長12.0cm、推定体長：12.4cm、体重：21g、外部所見：異常は認められない。(Plate II, Fig. 1の2, 2の2)

X線データ：その1と同じ。

骨症状：椎骨No.13骨折。No.11, 12, 14配列不整。椎骨No.11~14水平に屈曲。椎骨No.12神経棘骨折。椎骨No.8, 9, 10左右肋骨屈曲。他には異常は認められない。(Plate X, Fig. 3, 4)

#### その9

体長：8.9cm、推定体長：9.5cm、体重：15g、外部所見：全体側屈 skoliosis。(Plate II, Fig. 1の3, 2の3)

X線データ：その1と同じ。

骨症状：椎骨No.14, 16の2カ所で骨折。それに伴ない、椎骨No.13~17まで水平に強く屈曲。椎体No.13~15各血管棘先端骨折。他には異常は認められない。(Plate X, Fig. 5, 6)

#### その10

体長：11.5cm、推定体長：11.6cm、体重：25g、外部所見：異常は認められない。(Plate II, Fig. 1の4, 2の4)

X線データ：その1と同じ。

骨症状：椎骨No.3~4, 4~5, 5~7それぞれの椎体間隙不整。脊梁全体水平方向に軽度の屈曲。他には異常は認められない。(Plate XI, Fig. 1, 2)

#### その11

体長：11.4cm、推定体長：11.5cm、体重：24g、外部所見：異常は認められない。(Plate II, Fig. 1の5, 2の5)

X線データ：その1と同じ。

骨症状：椎骨No.9, 16の2カ所で骨折。周辺部には異常は認められないが、脊梁全体は極く軽度の水平方向の屈曲を示す。他には異常は認められない。(Plate XI, Fig. 3, 4)

## その12

体長：10.5cm, 推定体長：10.7cm, 体重：20g, 外部所見：異常は認められない。(Plate II, Fig. 1 の 6, 2 の 6)

X線データ：その1と同じ。

骨症状：椎骨No.14, 15の2カ所骨折。椎骨No.11~14水平方向に屈曲。椎骨No.10右体側肋骨屈曲。他には異常は認められない。(Plate XI, Fig. 5, 6)

## 症例3のまとめ

12尾の骨異常について検討した結果、主な症状は次のとおりである。

- イ 外形の異常個体は6例, うち体側膨隆一筋肉内出血による腫脹例は5例である。他の6例は外観上全く異常は認められなかった。
- ロ 骨症状では、椎骨骨折が10例, 椎体間隙不整のみが2例, 神経棘骨折1例, 同屈曲3例, 血管棘骨折1例, 同屈曲1例, 肋骨屈曲4例である。
- ハ 椎骨の骨折部位は、椎骨No.13, 14, 16がそれぞれ3例づつ, No.15が2例, No.5, 8, 9, 17, が各1例である。
- ニ 同一個体椎骨骨折回数は、3回が1例, 2回が4例, 1回が5例である。
- ホ 脊梁屈曲の方向は、水平方向が多く, 垂直向での屈曲は比較的少ない。

## 症例4 魚種：マボラ *Mugil Cephalus L.*, 9尾

本例は、昭和46年8月12日、広島県松永町付近の遊水池で発見された、百数十尾もの大量のマボラの斃死もしくは異常遊泳の例である。当日漁獲された多数の異常魚のうち10尾のみを検討した結果、9尾に骨異常が認められた。

### その1

体長：25.6cm, 推定体長：25.7cm, 体重70g, 外部所見：全体に軽い後方屈 Kyphosis. 他は異常は認められない。

X線データ：背面 30 K.V.P., 25 mA., 70 sec.,  
側面 30 K.V.P., 25 mA., 45 sec.

骨症状：椎骨No.7~8間隔間。椎骨No.15神経棘屈曲。同No.8神経棘一部肥厚。脊梁全体水平, および垂直に軽度の屈曲。その他は異常が認められない。(Plate XII, Fig. 1, 2)

### その2

体長：18.6cm, 推定体長：18.9cm, 体重：120g, 外部所見：体全体垂直方向に屈曲。他には異常は認められない。(Plate II, Fig. 3, 4)

X線データ：その1と同じ。

骨症状：椎骨No.1, 6脱臼。椎骨No.15, 16骨折変形。椎骨No.6以前と以後では走行方向が異なる。椎骨No.6~17神経棘先端部骨折変形。同15神経棘一部肥厚。他には異常は認められない。(Plate II, Fig. 3, 4)

X線データ：その1と同じ。

骨症状：椎骨No.1, 6脱臼。椎骨No.15, 16骨折変形。椎骨No.6以前と以後では走行方向が異なる。椎骨No.6~17神経棘先端部骨折変形。同15神経棘一部肥厚。他には異常は認められない。(Plate XII, Fig. 3, 4)

### その3

体長：19.5cm, 推定体長：19.6cm, 体重：115g, 外部所見：異常は認められない。

X線データ：その1と同じ。

骨症状：椎骨No.1, 5, 14脱臼。椎骨No.14椎体一部損傷, No.15と密着。全体軽度の屈曲。その他には異常

は認められない。(Plate XIII, Fig. 1, 2)

#### その4

体長：13.5cm, 推定体長：13.7cm, 体重：47g, 外部所見：軽度の前方屈 lordosis. その他には異常は認められない。(Plate II, Fig. 5, 6)

X線データ：背面 30 K. V. P., 2.5 mA., 75 sec.,

側面 30 K. V. P., 2.5 mA., 60 sec.,

骨症状：椎骨No.8骨折。それに伴ってNo.8を中心にそれ以前と以後とは走行方向相違。椎骨No.13~14配列異常。椎骨13以後全椎体右方向に捻転。他には異常は認められない。(Plate XIII, Fig. 3, 4)

#### その5

体長：14.0cm, 推定体長：14.3cm, 体重：62g, 外部所見：全体が垂直, 水平方向に屈曲。(Plate II, Fig. 7, 8)

X線データ：その4と同じ。

骨症状：椎骨No.5, 15の2カ所で骨折。同No.15~16脱臼。椎骨No.15神経棘屈曲。同No.18神経棘骨折。背鱗担鱗骨一部屈曲。脊梁は水平および垂直方向に屈曲。その他には異常は認められない。(Plate XIV, Fig. 1, 2)

#### その6

体長：10.0cm, 推定体長10.2cm, 体重：19g, 外部所見：異常は認められない。

X線データ：その4と同じ。

骨症状：椎骨No.1脱臼。脊梁全体は水平および垂直方向に軽度の屈曲。他には異常は認められない。(Plate XIV, Fig. 3, 4)

#### その7

体長：13.5cm, 推定体長：13.7cm, 体重：42g, 外部所見：異常は認められない。

X線データ：その4と同じ。

骨症状：椎骨No.13骨折。同No.13以後全椎体右方向に捻転。同No.5~6, 6~7, 13~14脱臼。椎骨No.13, 14, 15, 16血管棘屈曲。脊梁全体水平方向に軽度の屈曲。その他には異常は認められない。(Plate XIV, Fig. 5, 6)

#### その8

体長：17.5cm, 推定体長：17.6cm, 体重：55g, 外部所見：異常は認められない。

X線データ：その4と同じ。

骨症状：椎骨No.5骨折変形。他には異常は認められない。(Plate XV, Fig. 1, 2)

#### その9

体長：14.4cm, 推定体長：14.9cm, 体重：54g, 外部所見：全体が垂直方向に屈曲。尾部水平方向に屈曲。

X線データ：その4と同じ。

骨症状：椎骨No.6, 7, 15の3カ所で骨折。これらの骨折により, No.5~7, No.14~16で主として水平方向に屈曲。椎骨No.7以後上方に屈曲。その他には異常は認められない。(Plate XV, Fig. 3, 4)

#### 症例4のまとめ

症例4は9尾の骨異常魚について検討したが, 主な症状は次のとおりである。

イ 内出血に伴う腫脹は認められない。

ロ 骨症状では, 椎骨骨折7例, 同脱臼6例, 神経棘骨折1例, 同屈曲2例, 同肥厚1例のほか, 脊梁の捻転2例などが主な症状である。

ハ 椎骨骨折部位は, No.15が3例, No.5が2例, No.6, 7, 8, 13が各1例である。

ニ 同一個体椎骨骨折数は, 3回が1例, 2回が2例, 1回が4例である。

- ホ 椎体脱臼部位では、椎骨No.1が3例、No.5～6が2例、No.6～7が2例、No.13～14が2例、その他1例である。
- ヘ 脊梁屈曲の主な方向は、水平方向のみが3例、垂直方向のみが3例、両方向が3例であった。
- ト 体軸方向での椎体の圧平変形が多く認められる。

**症例5** 魚種：マボラ *Mugil Cephalus L.*, 1尾

体長：27.0cm, 推定体長：36.4cm, 体重：690g, 外部所見：全体が強く屈曲。右眼瞼軽度の肥厚。

(Plate III, Fig. 1, 2)

X線データ：背面 25 K. V. P., 2.5 mA., 120 sec.,

側面 25 K. V. P., 2.5 mA., 75 sec.,

骨症状：椎骨No.15骨折痕。同No.5～7, No.11～13, No.14～16垂直および水平方向に強く屈曲。全神経棘、血管棘、各突起屈曲変形。椎骨No.13～16の各神経棘肥厚。同No.19, 20血管棘一部骨折痕。同No.19～22血管棘肥厚。肋骨の一部屈曲、走行方向不整。背鰭担鰭骨には脱臼、骨折、肥厚などの異常が認められる。頭骨その他には異常は認められない。(Plate XVI, Fig. 1, 2)

**症例6** 魚種：マボラ *Mugil Cephalus L.*, 1尾

本例は、昭和47年9月20日、広島県大竹市の漁業協同組合より、付近で漁獲されたマボラ41尾を、骨異常魚の対照として購入したもののうちの1尾である。骨異常が認められたのは41尾中本例の1尾のみであり、これらは同年9月12日から20日までの期間に漁獲されたものである。

体長：18.0cm, 推定体長：19.0cm, 体重：140g, 外部所見：軽度の短軀 (shortening) 認められるほかには顕著な異常は認められない。(Plate III, Fig. 3, 4)

X線データ：背面 30 K. V. P., 25 mA., 70 sec.,

側面 30 K. V. P., 25 mA., 60 sec.,

骨症状：椎骨No.8～15各椎体短小偏平化。一部骨化不全も認められるが融合 (Fusion) は認められない。椎骨No.14骨折痕。同No.7～14神経棘屈曲。同No.15神経棘骨折痕。同No.8～15神経突起矮小。なお、額骨 frontal 頭頂部の損傷は人為的な外傷と思われる。その他には異常は認められない。(Plate XVII, Fig. 1, 2)

**症例7** 魚種：スズキ *Lateolabrax japonicus (C.)*, 1尾

体長：37.8cm, 推定体長47.4cm, 体重：1,100g, 外部所見：体全体強く屈曲。(Plate III, Fig. 5, 6)

X線データ：背面 30 K. V. P., 2.5 mA., 180 sec.,

側面 30 K. V. P., 2.5 mA., 120 sec.,

骨症状：椎骨No.4, 16, 19を中心に水平方向, No.11, 20, 26を中心に垂直方向に屈曲。多くの椎体は矮小化または変形。ほとんどすべての神経棘、血管棘は屈曲、骨折、肥厚が認められる。特に椎骨No.9以後の神経棘には多くの骨折痕などが認められる。各鰭付属骨、頭骨には異常が比較的少ない。(Plate XVIII, Fig. 1, 2)

**症例8** 魚種：スズキ *Lateolabrax japonicus (C.)*, 1尾

体長：41.2cm, 推定体長：58.0cm, 体重：2,500g, 外部所見：体全体が強く屈曲。垂直方向の屈曲が主である。(Plate III, Fig. 7, 8)

X線データ：側面 30 K. V. P., 2.5 mA., 180 sec.,

骨症状：脊梁全体垂直方向に屈曲。各椎体間隙不整。椎骨No.1～2脱臼。同No.7骨折痕、変形。各神経棘は先端部屈曲、一部骨折痕。各血管棘骨折変形、2カ所の骨折を持つものも認められる。肋骨は2カ所

で骨折のほか屈曲，走行方向不整が認められる。各担鰭骨その他には比較的異常は少ない。(Plate XIX, Fig. 1)

**症例9** 魚種：スズキ *Lateolabrax japonicus* (C.), 1尾

体長：27.8cm, 推定体長：28.2cm, 体重36.8g, 外部所見：頭部変形魚。額骨突出，上顎短小で，いわゆる「pughead」状を呈する。眼径はやや大きく，上方に位置する。上顎骨の変形に伴い，歯骨も上方に彎曲している。剖検を行なったが特異な病変は認められない。(Plate IV, Fig. 1, 2)

X線データ：背面30 K. V. P., 2.5 mA., 75 sec.,

側面30 K. V. P., 2.5 mA., 60 sec.,

骨症状：額骨 frontal 上方へ突出。全鋤骨 Vomer 短小。副楔骨 parasphenoid 前方部短小。前額骨 prefrontal, 上後頭骨 supraoccipital 変形。その他頭骨各骨ともに変形。鰓弓蛇行変形。その他脊椎骨，各鰭付属骨には異常は認められない。(Plate XX, Fig. 1, 2)

**症例10** 魚種：クロダイ *Myliomacrophthalmus* (B.), 1尾

体長：21.0cm推定体長：35.0cm, 体重：690g, 外部所見：尾鰭欠損およびそれに伴う胸鰭，尻鰭の代償的発達が認められる。全体の形は扁平，卵円状を呈する。(Plate IV, Fig. 3, 4)

X線データ：側面30 K. V. P., 2.5 mA., 60 sec.,

骨症状：椎骨No.21, 22, 23および尾上骨 urostyle, 下尾軸骨 hypural, 尾鰭軟条欠損。椎骨No.13以後の椎体は発育不全で矮小化。脊梁全体は3回垂直に屈曲。尻鰭担鰭骨の3カ所に骨折変形が認められる。背鰭担鰭骨の一部骨折痕。椎骨No.7 左体側肋骨々折変形。尻鰭各棘およびその担鰭骨は代償的に発達。頭骨その他には異常は認められない。(Plate XVII, Fig. 3)

**症例11** 魚種：ネズミゴチ *Callionymus richardsoni* B., 1尾

体長：15.2cm, 推定体長：20.2cm, 体重70g, 外部所見：体全体垂直方向に屈曲。特に胸部は著しく上方に突出。(Plate IV, Fig. 5, 6)

X線データ：背面30 K. V. P., 2.5 mA., 40 sec.,

骨症状：椎骨No.1～7 垂直方向に強く屈曲。同No.3 骨折痕。同No.2～3～4 各椎体融合。椎骨No.3, 4, 5 右体側肋骨屈曲。各肋骨関節変形。他には異常は認められない。(Plate XXI, Fig. 1)

**症例12** 魚種：ウマズラハギ *Narodon modestus* (G.) 1尾

体長：20.0cm, 推定体長：24.0cm, 体重：500g, 外部所見：いわゆる短軀症状を呈する。剖検においても異常は認められない。血液および尿検査の結果は次のとおりである。ヘモグロビン量：4 g/dl (A.O Hb meter 使用), ヘマトクリット値：15% (マイクロヘマトクリット法による), 血漿蛋白量：2.7 g/dl (日立屈折蛋白計使用), 血糖：175～250mg/dl (A.M社製, Dextro stix 使用), 尿 pH：9 以上, 尿中蛋白：陽性。(Plate IV, Fig. 7, 8)

X線データ：側面30 K. V. P., 2.5 mA., 45 sec.,

骨症状：椎骨No.6～7, 7～8 間不整。No.8～19各椎体著しい扁平化と融合。No.17骨折痕。椎体No.8～19の各神経，血管棘変形。頭骨その他には異常は認められない。(Plate XXI, Fig. 2)

**症例13** 魚種：メバル *Sebastes inermis* C. et V., 1尾

体長：12.0cm, 推定体長：13.5cm, 体重：76g, 外部所見：尾部および背鰭の一部欠損。尻鰭やや発達。

その他には異常は認められない。(Plate V, Fig. 1, 2)

X線データ：背面30 K. V. P., 2.5 mA., 60 sec.,

側面 30 K. V. P., 2.5 mA., 40 sec.,

骨症状：椎骨No.21の中央部より以後No.22, 23尾骨欠損。No.21の損傷部は治癒している。他には異常は認められない。(Plate XXII, Fig. 1, 2)

症例14 魚種：コチ *Platycephalus indicus* (L.), 1尾

体長：26.4cm, 推定体長：26.6cm, 体重：152g, 外部所見：症例9のスズキとほぼ同様に頭骨の異常による「Pughead」を呈する。他には異常は認められない。(Plate V, Fig. 3, 4)

X線データ：背面 30 K. V. P., 2.5 mA., 45 sec.,

側面 30 K. V. P., 2.5 mA., 60 sec.,

骨症状：頭骨異常。鋤骨、篩骨短小。額骨突出変形。副楔骨弓状変形。上顎骨異常。その他頭部各骨異常。椎骨No.13右体側肋骨欠如。他には異常は認められない。Plate XXIII, Fig. 1, 2)

症例15 魚種：カナガシラ *Lepidotrigla microptera* G., 1尾

本例は、汚染海域の底曳調査の際得られたものである。

体長15.0cm, 体重：178g, 外部所見：両側鰓蓋 opercle の異常および左体側眼孔下変形。その他には異常はない。血液検査の結果は次のとおりである。(各測定方法は症例12と同様ある。) 血色素量：7.2 g/dl, ヘマトクリット値：52%, 血漿蛋白量：6.0 g/dl, 血糖値：175~250mg/dl. (Plate V, Fig. 5, 6, 7)

X線データ：背面, 側面ともに 30 K. V. P., 2.5 mA., 30 sec.,

骨症状：頭部膜骨 membrane bone の異常例である。左右鰓蓋骨 opercle, 下鰓蓋骨 subopercle 矮小変形。前鰓蓋 preopercle 変形。左体側下眼骨 suborbital, 翼骨類 pterygoid 陥没変形。脊椎骨その他には異常は認められない。(Plate XXII, Fig. 3, 4)

症例16 魚種：インガレイ *Kareius bicoloratus* (B.) 1尾

体長25.0cm, 推定体長：26.5cm, 体重：450g, 外部所見：体軸および側線屈曲。血液検査(各側定方法は症例12と同様である)の結果は次のとおりである。血色素量：4.3 g/dl, ヘマトクリット値：17%, 血漿蛋白量：2.0 g/dl. (Plate V, Fig. 8, 9)

X線データ：側面 30 K. V. P., 2.5 mA., 40 sec.,

骨症状：脊索全体垂直および水平に屈曲。各椎体変形。椎骨No.1~10, およびNo.27~37神経棘は屈曲。背鰭担鰭骨は前方1カ所骨折, 後方では屈曲が認められる。その他には異常は認められない。(Plate XXIV, Fig. 1)

その他、今回は詳細な検討ができなかったものに骨腫3例がある。魚種はマダイ *Chrysophrys major* T. et S., タチウオ *Trichiurus lepturus* L., クロダイ *Mylio macrocephalus* (B.) で、マダイ、タチウオは神経棘、血管棘に発生した多発性骨腫であり、クロダイのものは、鰓蓋上に発生した軟骨腫の一種と思われるが、これら腫瘍による骨異常については他の腫瘍と一括して今後さらに検討することとし、今回の記載からは除いた。

### 3. 考 察

魚類の骨異常を正確に把握するには、各魚種について正常魚の骨形態、骨形成機構などの理解が必要である。また、成長、生殖、生態などにおよぼす骨異常の影響を検討する際にも、各魚種の海域別、成長段階別の骨形態、骨形成の全容を明らかにしておく必要がある。しかし、詳細な骨形成の検討がなされているのは

2, 3の魚種にすぎない。一方、一般的な硬骨魚類の骨格に関する研究では、堀田(1961)<sup>3)</sup>の硬骨魚類中軸骨格の比較研究、および、高橋(1962)<sup>4)</sup>の種の査定のための脊梁構造の研究など優れた研究があり、これらは、正常魚の骨格検討のための貴重な資料となっている。また、山田(1961)<sup>5), 6)</sup>の椎体長曲線の研究、多々良ら(1962)<sup>7)</sup>の椎体長による体長体重復原のための研究など、椎体からの体長推定に関する優れた報告があり、今回の推定体長を求める際の参考とした。

骨組織以外の症状については、標本の状態などから、詳細な検討を行なうことはできなかったが、ボラの骨異常標本で認められた眼瞼、角膜の増生、肥厚は注目すべき症状の一つといえる。骨異常魚における骨組織以外の病変については今後さらに症例を加え、骨異常と合せ、詳しい検討を行なう必要がある。今回検討した主な骨症状は次のとおりであった。

#### ○脊椎骨々折とそれに伴う一連の病変について

魚類の脊椎骨々折については、すでに森ら(1972)<sup>8)</sup>がマボラでの数種の農業による骨折例を報告している。窪田ら(1970)<sup>9)</sup>は養殖ハマチで、ある種のサルファ剤の副作用としての骨折例を、また藤谷(1963)<sup>10)</sup>は、水中爆発物による骨折例を、さらに、村上(1972)<sup>11)</sup>はコイの体形異常に関する総括的検討のなかで、落雷、漏電などの電氣的ショックによる脊椎骨々折、およびアンモニアイオンによる骨折例を報告している。北村(1969)<sup>12)</sup>は、ニジマスのビタミンC欠乏症状の一つとして、脊椎骨々折を報告している。

以上の各報告例からも明らかのように、脊椎骨々折は、一般的には、イ) 筋肉の異常緊張に伴う骨折、ロ) 物理的な外圧による骨折、ハ) 骨化不全による骨折に分けて考えることができよう。イ) に属するものとしては、向神経性に作用する多くの毒物、例えば各種農薬<sup>8), 13), 14)</sup>、各種有機金属類、ある種の治療薬<sup>9)</sup>のほか、電氣的ショックなどが含まれている。これらに起因する脊椎骨々折初期症状の特徴としては、骨折部位以外の椎体、頭骨および膜骨の異常が比較的少ないことがあげられよう。ロ) には、藤谷(1963)<sup>10)</sup> 衝撃波によるもののほか、養殖場での通常みられる網揚げなどによる骨折例が含まれる。これら外圧による骨折の特徴は、腹腔をとりまく肋骨の骨折、屈曲、脱臼などを伴うことが多い。ハ) は、主として栄養性の骨異常が含まれる<sup>12)</sup>。この場合は、全身の骨組織に何等かの異常を伴うことが多い。

今回検討した症例にも多くの脊椎骨々折が認められるが、症例3, 4は症状から判断して、骨折の初期症状例と思われる。症例3の2, および3の3は、単純な1カ所の椎体骨折例であり、症例3の7, 3の9は2カ所以上の骨折例である。これらの例では、椎体骨折部位、もしくは、その近くの神経棘、血管棘、および肋骨の屈曲、骨折なども同時に認められるが、これらは椎体骨折に随伴して起ると理解しうる。さらにこれら椎体などの骨折には、しばしば周辺の筋肉内出血を伴う場合があるが、これらは窪田ら(1970)<sup>9)</sup>のハマチの例と同様と考えられよう。症例4も椎体骨折の初期症状を呈しているが、症例3の骨折症状とは若干の相違がみられる。例えば、症例4の2 (Plate XII, Fig. 3, 4), 4の8 (Plate XV, Fig. 1, 2)の骨折椎体には圧平変形が認められる点である。このような症状の差異の由来は明らかではないが、骨折以前の骨組織の性状ならびに骨折因とも関連するものと考えられる。症例3, 4は、前述した骨折因の分類ではイ) に含めるの妥当と思われる。その他、症例2, 5, 6も椎体の骨折が認められるが、これらの骨折部位には、椎体外周の二次化骨が認められる点からして、骨折後の修復例と考えられる。魚類の骨折部位の二次的化骨の機構などについては不明な点が多いが、症例6 (Plate XVII, Fig. 1, 2) と症例3の12 (Plate XI, Fig. 5, 6)の比較で、骨折後の異常化骨の時間的経過がうかがわれる。

#### ○脊椎骨屈曲とそれに伴う一連の病変について

脊椎骨の彎曲、あるいは屈曲は多くの魚種にみられる一般的な骨形態異常である<sup>15)</sup>。脊椎骨屈曲の原因としては、イ) 遺伝的もしくは発生初期のなんらかの障害に基づくもの(いわゆる狭義の奇形) ロ) 各成長期の栄養に起因する場合、ハ) 前述した脊椎骨々折原因と同じ原因に基づく場合、ニ) その他、疾病に起因する場合などが挙げられよう。

遺伝もしくは発生初期の障害に基づく脊梁の屈曲については、不明な点が多く残されたままであるが、脊梁の屈曲による稚仔魚期の遊泳能力の阻害は、多くの場合致命的であり、生残の可能性は少ないものと推察される<sup>11),16)</sup>。一方、胎生魚であるエイ類では、いわゆる奇形魚が生残し得る可能性は否定できない<sup>17)</sup>。症例10 (Plate XVII, Fig. 3) の場合は、脊梁の屈曲とともに椎骨No.13以後の椎骨の発育が不全であり、一見奇形魚の典型例ともみられるが、椎骨No.21以後の欠損が認められることなどから、幼魚期の外傷に伴う一連の異常と理解される。

各成長期の栄養に起因する脊梁屈曲の例は多数あり、また実験的にも確認されている<sup>12),18),19)</sup>。一般的には、これら栄養に起因する骨異常は、HALVER (1960)<sup>18)</sup>のトリプトファン欠乏症、北村 (1969)<sup>12)</sup>のビタミン欠乏症、および村上 (1967)<sup>19)</sup>のミネラル欠乏による例などである。これらは、単に脊椎骨の屈曲だけにとどまらず、ほぼ全身の骨組織に異常が同時に認められる点特徴的であり、カルシウム代謝の異常による全身症と理解し得る。

今回検討した16症例中、椎骨々折などを伴わない脊梁骨全体の屈曲例は、症例7 (Plate XVIII, Fig. 1, 2) と症例16 (Plate XXIV, Fig. 1) の2例のみである。これらの症状は、前述したいわゆる栄養に起因する異常とは異なり、頭骨、膜骨などの異常は伴わない。天然魚における栄養性の骨異常は、前述した先天的な奇形魚の場合と同様、天然の生態系のなかでの生存の可能性は少ないものといえよう。

脊椎骨々折と同一原因によっても脊梁の屈曲は起り得る。このことは症例3, 4でも明らかである。特に症例3の5 (Plate IX, Fig. 3, 4), 3の10 (Plate XI, Fig. 1, 2), 症例4の1 (Plate XII, Fig. 1, 2), 4の2 (Plate XII, Fig. 3, 4), 4の3 (Plate XIII, Fig. 1, 2), 4の6 (Plate XIV, Fig. 3, 4), では椎体間隙不整、脱臼などによる屈曲のごく初期の症状が認められる。極端な脊椎骨の屈曲を示す、症例2 (Plate VII, Fig. Fig. 1, 2), 5 (Plate XVI, Fig. 1, 2), 8 (Plate XIX, Fig. 1), 11 (Plate XXI, Fig. 1), などでは椎体の一部に骨折痕が認められ、また症例1 (Plate VI, Fig. 1, 2), 6 (Plate XVIII, Fig. 1, 2), では椎骨々折以外に、融合、偏平化がみられる。以上述べた屈曲例では、肋骨、担鰭骨などの骨折、屈曲、変形も同時にみられるが、これらの一部は脊椎骨の強い屈曲に起因した異常と推察し得る。椎体の配列のわずかな異常も魚体の体側筋の配置、体形などを考慮すると、脊梁全体の屈曲の原因となる場合も考えられよう。症例2, 5, 8, 11などに代表される天然魚の脊椎骨屈曲は、椎体の骨折症状などから判断して、症状の進行は比較的緩やかであると思われる。

各種症病に起因する脊椎骨屈曲については DUIN (1956)<sup>20)</sup>がある種の真菌症 (tuberculosis), Ichthyophonus 症による屈曲例を述べている。今回検討した各症例では、これらの疾病、および骨異常に関連すると思われる孢子虫症、その他の疾病は認められない。

#### ○椎体の融合、圧平変形について

椎体の融合 (Fusion), 圧平 (Compression) は外観的には短軀 (Short-taile) を呈することが多い。いわゆる短軀症状は多くの魚種で知られており、報告例も多い<sup>1),2)</sup>。しかし、その原因については、ごく一部が明らかにされているにすぎない。北村 (1959)<sup>12)</sup>は、ビタミンC欠乏によって椎体の癒着が起ることを報告しており、その他、初期発生時の環境要因、特に水温変動が骨形成を部分的に阻害することも知られている。椎体の癒着、融合、圧平などは種々の原因により起り得ると推察される。症例6 (Plate XVIII, Fig. 1, 2) は、椎骨々折に伴い骨折椎体の前後の椎体が圧平変形した例である。症例12 (Plate XXI, Fig. 2) もほぼ同様と考えられる。

#### ○頭骨変形について

症例9 (Plate XX, Fig. 1, 2), 14 (Plate XXIII, Fig. 1, 2) は、額骨の変形を主体とした頭骨異常例であり、外観的には、いわゆる pughead (Mopsköfe) を呈する。これら頭骨の変形については、GUDGER (1930), FORD (1930) をはじめ、すでに多数報告がなされている<sup>15)</sup>。CHECK (1965)<sup>21)</sup>, GOODWIN



ら (1968)<sup>22)</sup>はそれぞれ American Shad で, ISAACSON (1965)<sup>23)</sup>は Blackperch の pughead の例を記載している。これら多くの魚種に出現する pughead の原因については全く不明であるが、頭骨の形態および機能の点を考慮すると、遺伝的もしくは発生初期の骨形成機能阻害などによる形態異常、いわゆる頭骨奇形の一つであると推察されよう。症例 9, 14 は、同一時期、同一水域での採捕であり、当時の聞き込みによると、ほぼ同様の症状のものが、それぞれの魚種で他に何例か漁獲されたとのことであり、発生初期の環境要因との関連が注目される。その他、村上 (1967)<sup>19)</sup>はミネラルの欠乏によるコイの頭骨異常を報告しており、また北村 (1969)<sup>12)</sup>は、頭骨の化骨異常を報告している。また、各種疾病、たとえば、孢子虫症 (*Myxosoma cerebralis* による Whirling disease) による頭骨変形も知られている。

#### ○膜骨の異常について

症例 15 (Plata V, Fig. 5, 6, 7) は主に鰓蓋骨を中心とした膜骨の異常例である。これら鰓蓋骨の異常については、佐藤ら (1972)<sup>24)</sup>がマダイ稚魚で配合飼料試験の際、鰓蓋が小さく、眼下のくぼんだ異常魚の発生を報告しており、北村 (1969)<sup>12)</sup>は、ビタミン欠乏症における鰓蓋異常を報告している。また村上 (1967, 1972)<sup>19), 11)</sup>は、ミネラルの不足による頭部骨を中心とした各種の形態異常および各種農薬による鰓蓋欠損などの鰓蓋形態異常を報告している。症例 15 (Plate XXII, Fig. 3, 4) は、眼下骨、鰓蓋骨などの異常を除くと、頭骨および脊椎骨、各鱗、担鰭骨などに顕著な異常が認められない点では、佐藤ら (1972)<sup>24)</sup>のマダイの稚魚の例に類似している。

以上、今回検討した各症例にみられる主な症状ごとに議論を進めたが、海産魚の骨異常に関しては、現在のところ研究例も少く、各症例の原因を究明するには至らなかった。しかし、症状の検討を通じて、骨異常の原因として、イ) 化骨の異常に基づく場合、ロ) 化骨異常以外が主因となる場合、ハ)、イ)、ロ) の両者の複合による場合に大別され、海産の天然魚では、先天性のいわゆる奇形例は比較的少数であり、大部分は、後天的な骨異常であると認められた。

DAHLBERG (1970)<sup>25)</sup>は、米国 Georgia 州の沿岸での底引による漁獲物中の異常魚について検討しており、全漁獲物の 0.06% に骨異常を認めている。我が国沿岸における骨異常の出現率などは明らかにされていない。

最近の我が国沿岸の農薬、重金属、PCBをはじめとする工業廃水、生活廃水による海水汚染の進行は著しいものがあり、全生活史を、沿岸、内湾、浅海で生活する各種魚類に及ぼす影響は、はかりしれないものがあろうと推察される。骨異常に関しても、農薬、重金属、工業廃水のある種のもの、単独でもその原因となり得ることが知られており、これら海水汚染因子と骨異常の関係も明らかにしなければならない。

今後は、さらに多くの症例を検討すると同時に、骨組織を中心とした病理組織学的な検討を行なう必要がある。また、カルシウム代謝とも関連し、病態生化学的研究も併せて進める必要がある。さらに、骨組織以外の硬組織である歯、鱗、耳石などの異常も同時に検討することは、症状を総合的に把握する上で有効であろう。海産魚類の骨異常に関しては、本報告では触れなかったが、各養殖魚で多数の例が知られており、これら養殖魚の骨異常の原因究明のための研究により、天然の海産魚骨異常の原因の一端が明らかにされよう。

## 4. 要 約

天然の海産魚 9 種、16 症例、37 標本の骨異常例を、主として X 線検査により検討し、以下の点を明らかにした。

- (1) 同一症例においても、多種多様な骨症状を呈する例がある。
- (2) 主な症状としては、イ) 脊椎骨々折、ロ) 脊椎骨屈曲、ハ) 脊椎骨融合、圧平変形、ニ) 額骨膨隆を

中心とする頭骨異常, ホ) 眼下骨, 鰓蓋骨を中心とした頭部膜骨の異常, ヘ) 外傷による尾椎以後の欠損などである。

(3) 各症状別に, 他の魚種での骨異常例との比較検討を行った。

## 5. 謝 辞

本報告に際し, 貴重な資料をご提供下さった広島県水産試験場をはじめ, 関係各位および資料, 文献などのご配慮をいただいた, 南西海区水産研究所資源部山口義昭, 高森茂樹両技官に厚くお礼を申し上げる。本研究のご指導を賜った広島大学水産学部村地四郎教授, 「汚染海域における魚類の生理異常に関する研究」グループ各位, および南西海区水産研究所増殖部, 藤谷超室長, 野上和彦室長に深謝する。魚体測定, 写真撮影, 現像などにご助力いただいた曾我梶枝さんに感謝する。

## 文 献

- 1) DAWSON, C. E., 1964: A bibliography of anomalies of fishes. *Gulf Res. Rept.*, 1, 308—399.
- 2) —————, 1966: A bibliography of anomalies of fishes-supplement 1. *Gulf Res. Rept.*, 2, 169—176.
- 3) 堀田秀之, 1961: 日本産硬骨魚類の中軸骨盤の比較研究, 研究成果 5, 農林水産技術会議事務局,
- 4) 高橋善弥, 1962: 瀬戸内海とその隣接海域産硬骨魚類の脊梁構造による種の査定のための研究, 内海区水研報告第16号, 1—198.
- 5) 山田鉄雄, 1961: マアジの椎体長曲線の研究, 長崎大学研究報告, 第10号, 192—211.
- 6) —————, 1961: 硬骨魚の椎体長曲線について, 日本水産学会誌, 27巻 6号, 510—515.
- 7) 多々良薫・山口義昭・林知夫, 1962: 脊椎骨椎体長による体長体重原のための研究, 内海区水研報告第16号, 199—228.
- 8) 森浩一郎・窪田三朗, 1972: 数種の農薬のボラに対する毒性, 昭和47年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 249.
- 9) 窪田三朗・小島清一・石田昭夫, 1970: サルファ剤の副作用, 魚病研究 第4巻第2号, 98—102, 魚病研究談話会,
- 10) 藤谷超, 1963: 爆発物によって漁獲された魚類に見られた症状, 水産増殖第11巻第3号, 167—175, 水産増殖談話会,
- 11) 村上恭祥, 1972: コイの体形異常(奇形)に関する総括的検討, 調査研究報告(鯉の病害研究特集) No. 11, 48—57, 広島県淡水魚指導所,
- 12) 北村佐三郎, 1969: ニジマスのビタミンC欠乏症概説, 魚病研究第3巻第2号, 73—92, 魚病研究談話会,
- 13) 宮本純之, 1971: 有機リン殺虫剤と環境保全(1), 防虫科学36巻 3号135—158.
- 14) —————, 1971: 有機リン殺虫剤と環境保全(2), 防虫科学36巻 4号189—218.
- 15) SINDERMAN, C. D., 1970: Principal diseases of marine fish and shellfish 74—79 Academic press New York and London,
- 16) 松里壽彦, 1972: マダイ種苗生産過程における病害防除に関する研究, 昭和46年度別枠研究成果, 200—202, 備後灘周辺漁場開発プロジェクト・チーム,
- 17) TEMPLEMAN, W., 1965: Some abnormalities in skates (*Raja*) of the Newfoundland Area, *J. FISH. RES. Bb. CANADA*, 22(1), 237—238.
- 18) HALVER, J. E., · SHANKS, W. E., 1960: Nutrition of Salmonoid fishes VIII. Indispensable amino

- acids for sockey salmon, J.Nutrition, 72, 340—346.
- 19) 村上恭祥, 1967: コイ稚魚に発生する頭部変形の研究, 魚病研究第2巻第1号 魚病研究談話会,
  - 20) DUIJN, C.V., 1967: Diseases of fishes. 163—171. London. Iliffe Books LTD.
  - 21) CHEEK, R.P., 1965: Pugheadedness in an American shad. Trans. Amer. Fish. Soc. 94(1), 97—98.
  - 22) GOODWIN, W.F., • VAUGHN, T.L., 1968: An adult pugheaded American shad *Alosa sapidissima*. Trans. Amer. Fish. Soc. 97, 50.
  - 23) ISAACSON, P. A., 1965: Pugheadedness in the black perch, *Embiotoca jacksoni*, Trans. Amer. Fish. Soc. 94. (1), 98.
  - 24) 佐藤正明・伏見徹・高山晴義・増村和彦, 1972: 稚仔魚期の飼料開発に関する研究, 昭和46年度別枠研究成果, 206—220, 備後灘周辺漁場開発プロジェクト・チーム.
  - 25) DAHLBERG, M. D., 1970: Frequencies of abnormalities in Georgia estuarine fishes. Trans. Amer. Fish. Soc. 1970, 1970, No. 1. 95—97.

---

### Explanation of the plates

#### Plate I.

- Fig. 1. Lateral view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) with crooked spine. (sample 1.)
- Fig. 2. Dorsal view.
- Fig. 3. Lateral view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) with crooked spine. (sample 2.)
- Fig. 4. Dorsal view.
- Fig. 5. Lateral view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) in skoliosis. (sample 3-1, 2, 3.)
- Fig. 6. Dorsal view.
- Fig. 7. Lateral view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) in skoliosis. (sample 3-4, 5, 6.)
- Fig. 8. Dorsal view.

#### Plate II.

- Fig. 1. Lateral view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) in skoliosis and kyphosis. (sample 3-7, 8, 9, 10, 11, 12.)
- Fig. 2. Dorsal view.
- Fig. 3. Lateral view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) with crooked spine. (sample 4-2.)
- Fig. 4. Dorsal view.
- Fig. 5. Lateral view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) in lordosis. (sample 4-4.)
- Fig. 6. Dorsal view.
- Fig. 7. Lateral view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) with crooked spine. (sample 4-5.)
- Fig. 8. Dorsal view.

#### Plate III.

- Fig. 1. Lateral view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) with crooked spine. (sample 5.)
- Fig. 2. Dorsal view.
- Fig. 3. Lateral view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) short-tailed. (sample 6.)
- Fig. 4. Dorsal view.
- Fig. 5. Lateral view of "Suzuki" (*Lateolabrax japonicus*) with crooked spine. (sample 7.)
- Fig. 6. Dorsal view.
- Fig. 7. Lateral view of "Suzuki" (*Lateolabrax japonicus*) with remarkably crooked spine. (sample 7.)
- Fig. 8. Dorsal view.

#### Plate IV.

- Fig. 1. Lateral view of "Suzuki" (*Lateolabrax japonicus*) in pugheadedness. (sample 9.)  
Fig. 2. Dorsal view.  
Fig. 3. Lateral view of "Kurodai" (*Mylio macrocephalus*) in tailless. (sample 10.)  
Fig. 4. Dorsal view.  
Fig. 5. Lateral view of a hunch-backed "Nezumigochi" (*Callionymus richardsoni*). (sample 11.)  
Fig. 6. Dorsal view.  
Fig. 7. Lateral view of "Umazurahagi" (*Navodon modestus*) in short-tail. (sample 12.)  
Fig. 8. Dorsal view.

#### Plate V.

- Fig. 1. Lateral view of a tailless "Mebaru" (*Sebastes inermis*). (sample 13.)  
Fig. 2. Dorsal view.  
Fig. 3. Lateral view of "Kochi" (*Platycephalus indicus*) in pugheadedness. (sample 14.)  
Fig. 4. Dorsal view.  
Fig. 5. Left side view of "Kanagashira" (*Pleuronichthys cornutus*) with deformation of opercles. (sample 15.)  
Fig. 6. Right side view.  
Fig. 7. Dorsal view.  
Fig. 8. Left side view of "Ishigarei" (*Kareius bicoloratus*) with crooked spine. (sample 16.)  
Fig. 9. Right side view.

#### Plate VI.

- Fig. 1. Dorsal view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) with curvature of the vertebral column. (sample 1.)  
Fig. 2. Lateral view.

#### Plate VII.

- Fig. 1. Dorsal view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) with curvature of the caudal vertebrae. (sample 2.)  
Fig. 2. Lateral view.

#### Plate VIII.

- Fig. 1. Dorsal view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) with a partial curvature of the vertebral column. (sample 3-1.)  
Fig. 2. Lateral view.  
Fig. 3. Dorsal view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) with a partial osteoclasia. (sample 3-2.)  
Fig. 4. Lateral view.  
Fig. 5. Dorsal view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) with a partial osteoclasia. (sample 3-3.)  
Fig. 6. Lateral view.

#### Plate IX.

- Fig. 1. Dorsal view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) with a partial osteoclasia. (sample 3-4.)  
Fig. 2. Lateral view.  
Fig. 3. Dorsal view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) with a partial osteoclasia. (sample 3-5.)  
Fig. 4. Lateral view.  
Fig. 5. Dorsal view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) with a partial osteoclasia. (sample

3-6.)

Fig. 6. Lateral view.

#### Plate X.

Fig. 1. Dorsal view of "Mabora" (Mugil cephalus) with a partial osteoclasia. (sample 3-7.)

Fig. 2. Lateral view.

Fig. 3. Dorsal view of "Mabora" (Mugilu cegilu cephalus) with a partial curvature of the vertebral column. (sample 3-8.)

Fig. 4. Lateral view.

Fig. 5. Dorsal view of "Mabora" (Mugilu cephalus) with a partial curvature of the vertebral column. (sample 3-9.)

Fig. 6. Lateral view.

#### Plate XI.

Fig. 1. Dorsal view of "Mabora" (Mugil cephalus) with slightly crooked spine. (sample 3-10.)

Fig. 2. Lateral view.

Fig. 3. Dorsal view of "Mabora" (Mugil cephalus) with slightly crooked spine. (sample 3-11.)

Fig. 4. Lateral view.

Fig. 5. Dorsal view of "mabora" (Mugil cephalus) with a partial osteoclasia. (sample 3-12.)

Fig. 6. Lateral view.

#### Plate XII.

Fig. 1. Dorsal view of "Mabora" (Mugil cephalus) with slightly crooked spine. (sample 4-1.)

Fig. 2. Lateral view.

Fig. 3. Dorsal view of "Mabora" (Mugil cephalus) with deformed and broken vertebrae. (sample 4-2.)

Fig. 4. Lateral view.

#### Plate XIII.

Fig. 1. Dorsal view of "Mabora" (Mugil cephalus) with a partial osteoclasia. (sample 4-3.)

Fig. 2. Lateral view.

Fig. 3. Dorsal view of "Mabora" (Mugil cephalus) with slightly crooked spine. (sample 4-4.)

Fig. 4. Lateral view.

#### Plate XIV.

Fig. 1. Dorsal view of "Mabora" (Mugil cephalus) with crooked spine. (sample 4-5.)

Fig. 2. Lateral view.

Fig. 3. Dorsal view of "Mabora" (Mugil cephalus) with slightly curvature of the vertebral column. (sample 4-6.)

Fig. 4. Lateral view.

Fig. 5. Dorsal view of "Mabora" (Mugil cephalus) with a partialy dislocated vertebral column. (sample 4-7.)

Fig. 6. Lateral view.

#### Plate XV.

Fig. 1. Dorsal view of "Mabora" (Mugil sephalus) with slightly curvature of the vertebral column. sample 4-8.)

Fig. 2. Lateral view.

Fig. 3. Dorsal view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) with a partial osteoclasia. (sample 4-9.)

Fig. 4. Lateral view.

Fig. 5. Dorsal view of normal "Mabora" (*Mugil cephalus*).

Fig. 6. Lateral view.

#### Plate XVI.

Fig. 1. Dorsal view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) with strongly crooked spine. (sample 5.)

Fig. 2. Lateral view.

#### Plate XVII.

Fig. 1. Dorsal view of "Mabora" (*Mugil cephalus*) with compression or fusion vertebrae. (sample 6.)

Fig. 2. Lateral view.

Fig. 3. Lateral view of "Kurodai" (*Mylio macrocephalus*) with crooked spine. (sample 10.)

#### Plate XVIII.

Fig. 1. Dorsal view of "Suzuki" (*Lateolabrax japonicus*) with crooked spine. (sample 7.)

Fig. 2. Lateral view.

#### Plate XIX.

Fig. 1. Lateral view of "Suzuki" (*Lateolabrax japonicus*) with crooked spine. (sample 8.)

#### Plate XX.

Fig. 1. Dorsal view of "Suzuki" (*Lateolabrax japonicus*) in pugheadedness. (sample 9.)

Fig. 2. Lateral view.

#### Plate XXI.

Fig. 1. Dorsal view of "Nezumigochi" (*Callionymus richardsoni*) with crooked spine. (sample 11.)

Fig. 2. Lateral view of "Umazurahagi" (*Navodon modestus*) with compression or fusion vertebrae. (sample 12.)

#### Plate XXII.

Fig. 1. Dorsal view of "Mebaru" (*Sebastes inermis*) in tilless. (sample 13.)

Fig. 2. Lateral view.

Fig. 3. Dorsal view of "Kanagashira" (*Lepidotrigla microptera*) with deformed opercles. (sample 15.)

Fig. 4. Lateral view.

#### Plate XXIII.

Fig. 1. Dorsal view of "Kochi" (*Platycephalus indicus*) in pugheadedness. (sample 14.)

Fig. 2. Lateral view.

#### Plate XXIV.

Fig. 1. Lateral view of "Ishigarei" (*Kareius bicoratus*) with crooked spine. (sample 16.)

PLATE I

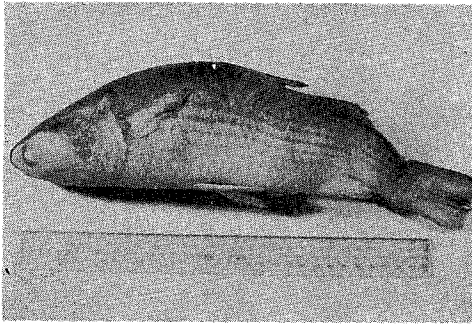


Fig. 1.

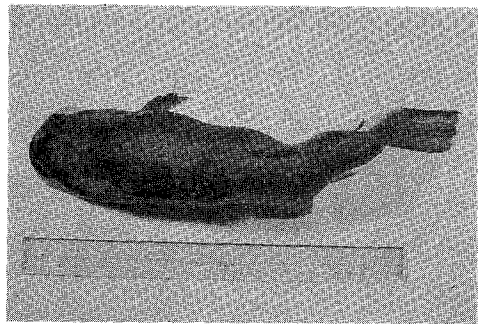


Fig. 2.

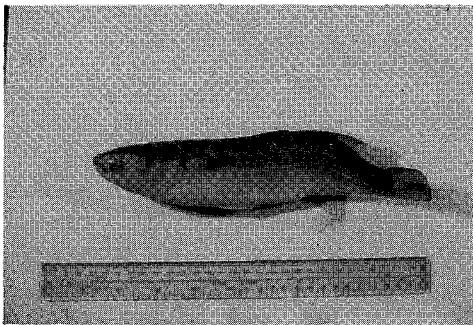


Fig. 3.

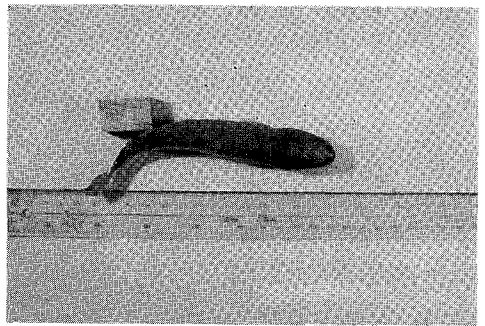


Fig. 4.

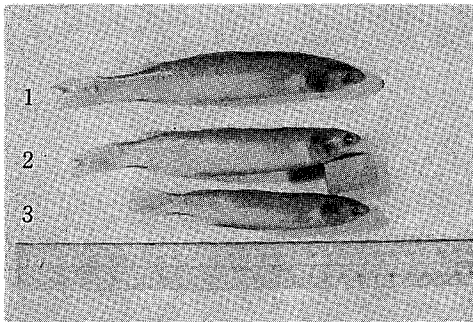


Fig. 5.

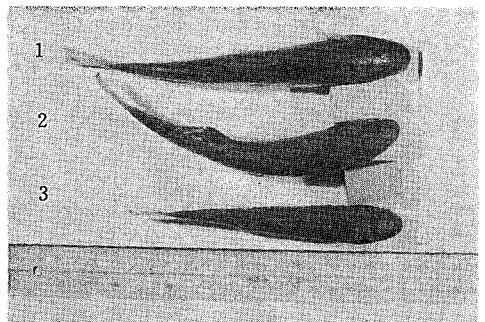


Fig. 6.

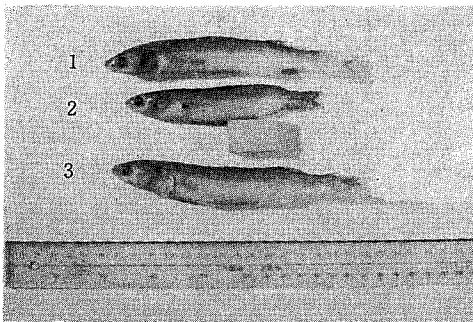


Fig. 7.

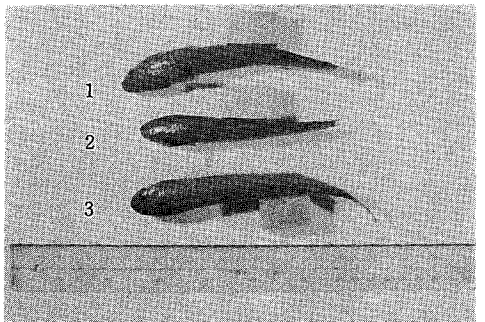


Fig. 8.

PLATE II

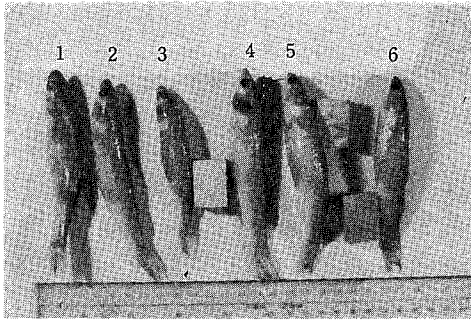


Fig. 1.

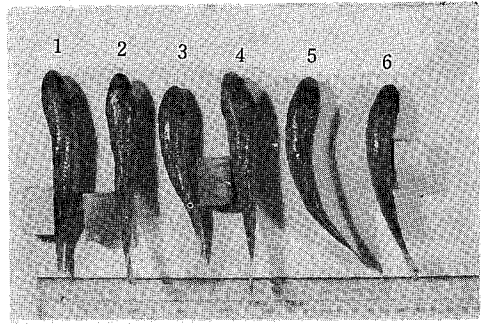


Fig. 2.

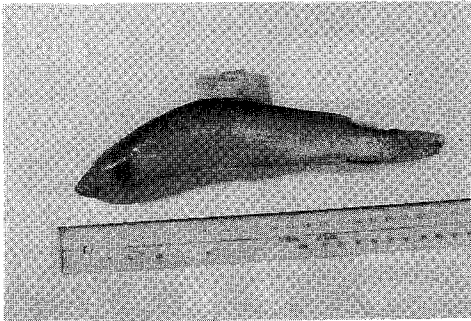


Fig. 3.

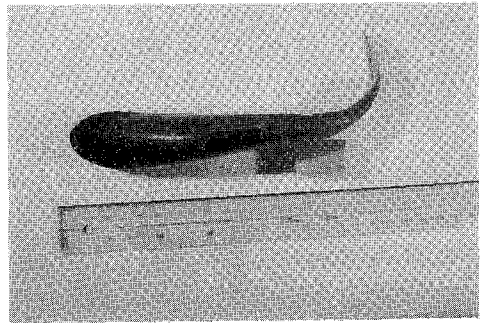


Fig. 4.

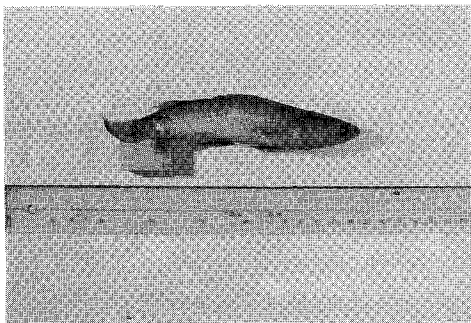


Fig. 5.

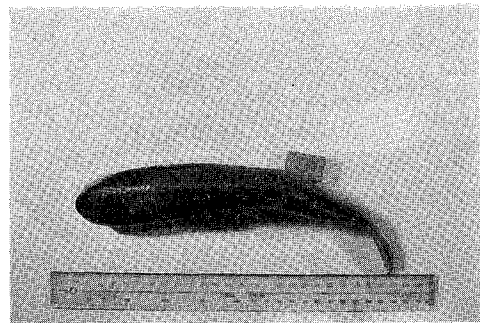


Fig. 6.

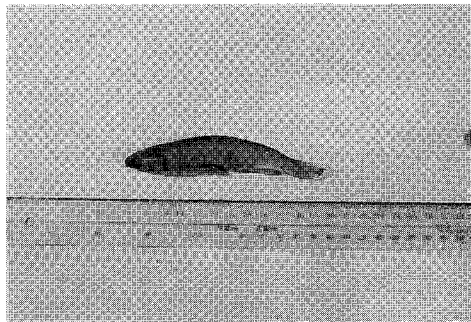


Fig. 7.

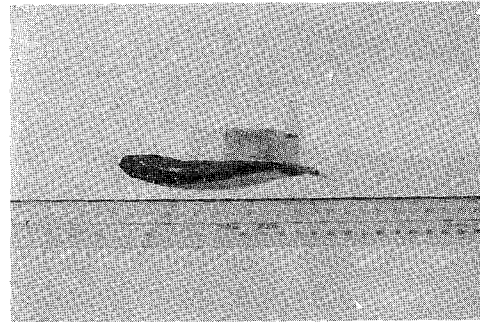


Fig. 8.



PLATE III

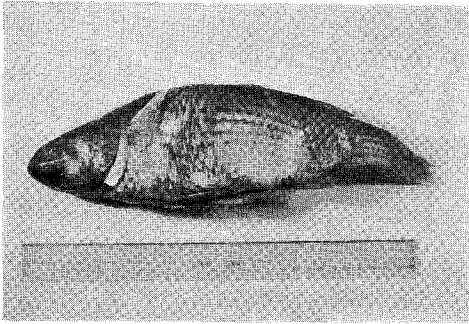


Fig. 1.

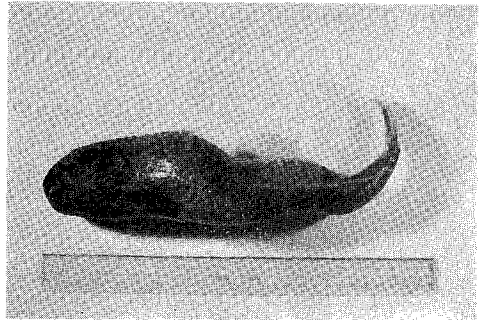


Fig. 2.

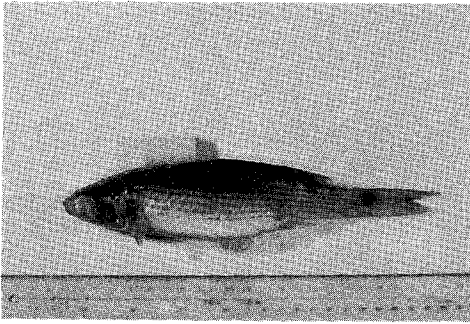


Fig. 3.

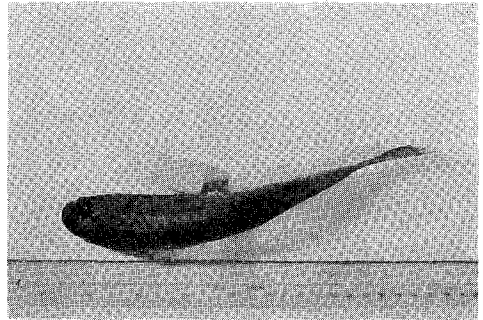


Fig. 4.

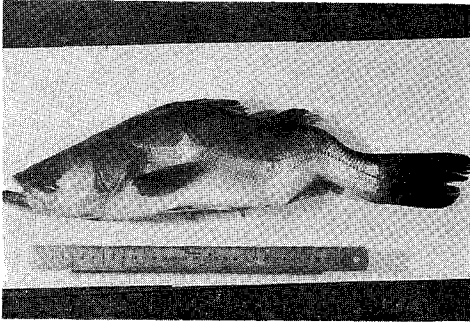


Fig. 5.

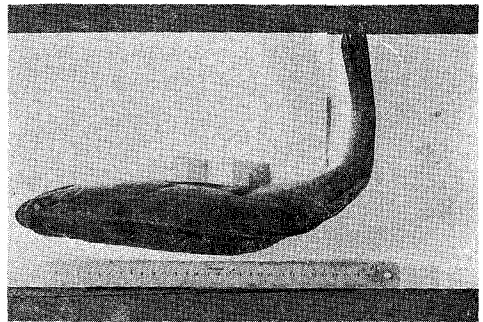


Fig. 6.



Fig. 7.

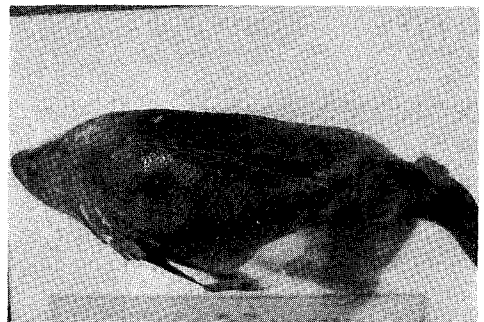


Fig. 8.

PLATE IV

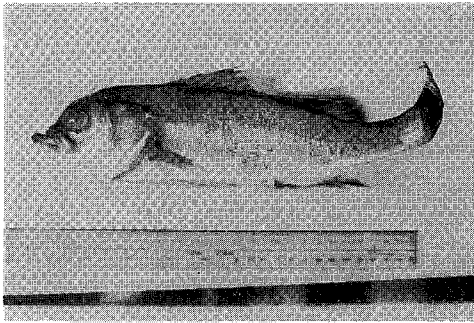


Fig. 1.

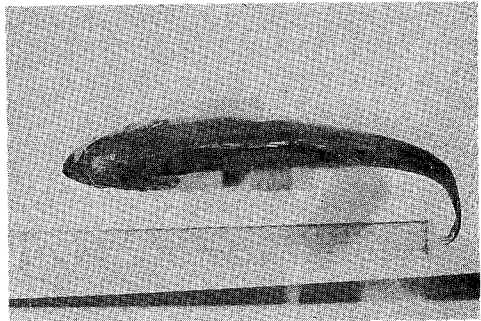


Fig. 2.

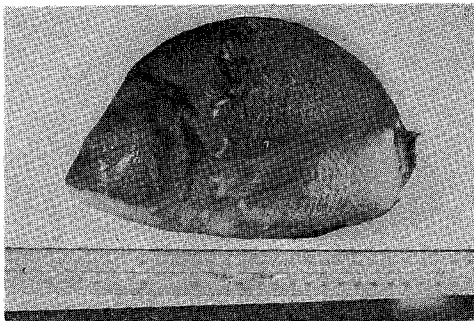


Fig. 3.

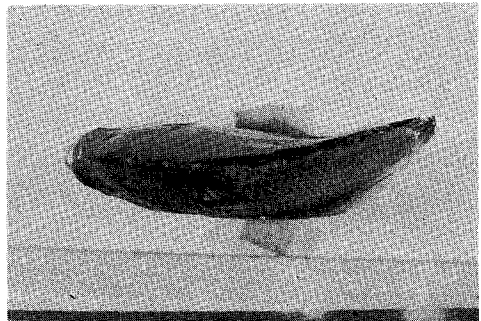


Fig. 4.

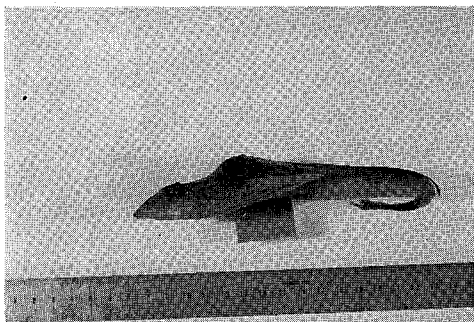


Fig. 5.

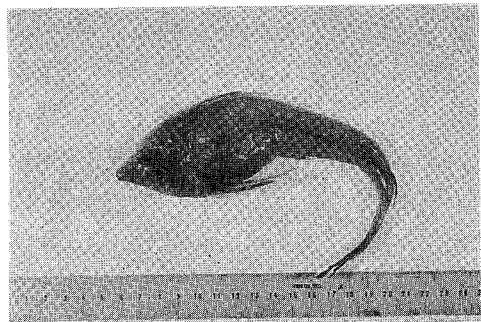


Fig. 6.

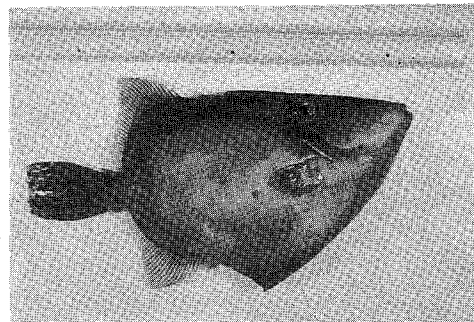


Fig. 7.

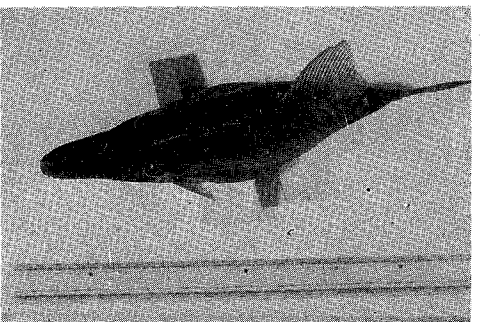


Fig. 8.

PLATE V

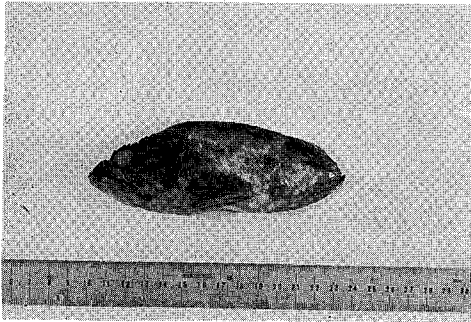


Fig. 1.

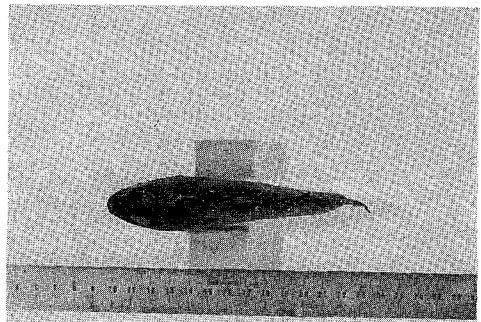


Fig. 2.

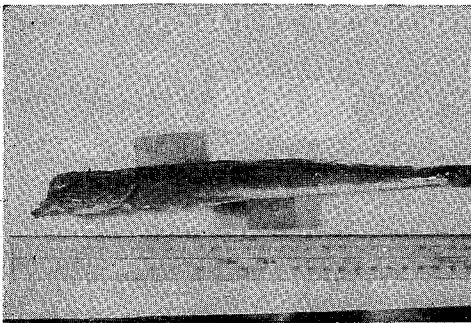


Fig. 3.

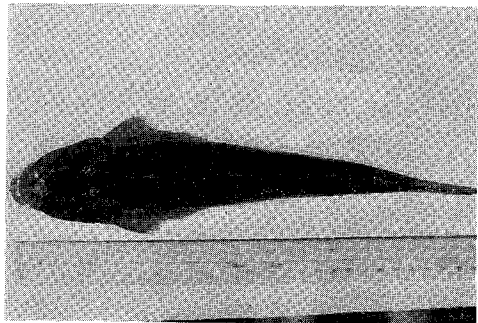


Fig. 4.

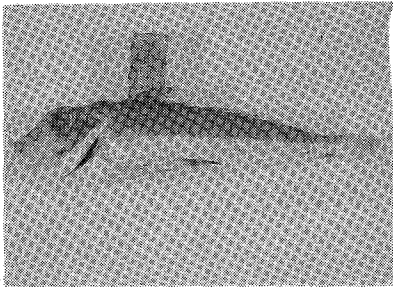


Fig. 5.

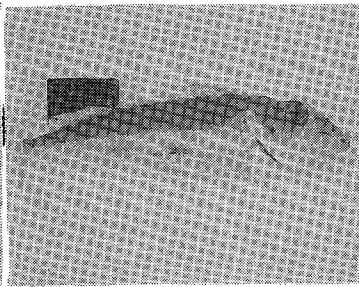


Fig. 6.

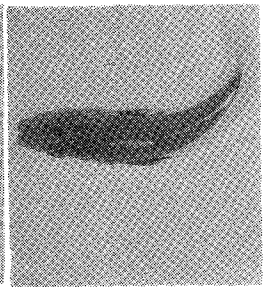


Fig. 7.

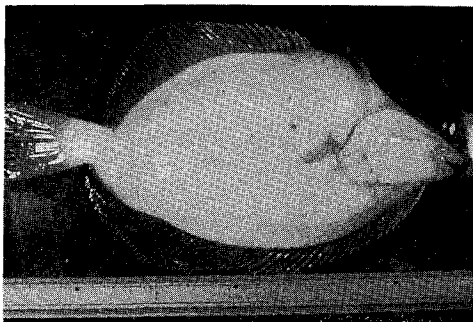


Fig. 8.

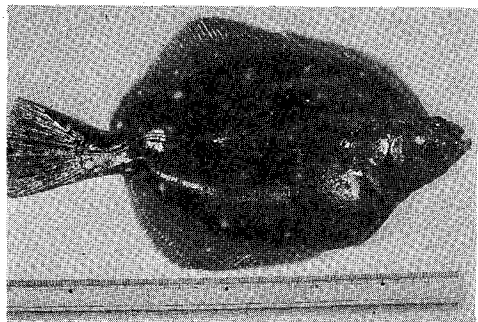


Fig. 9.

PLATE VI

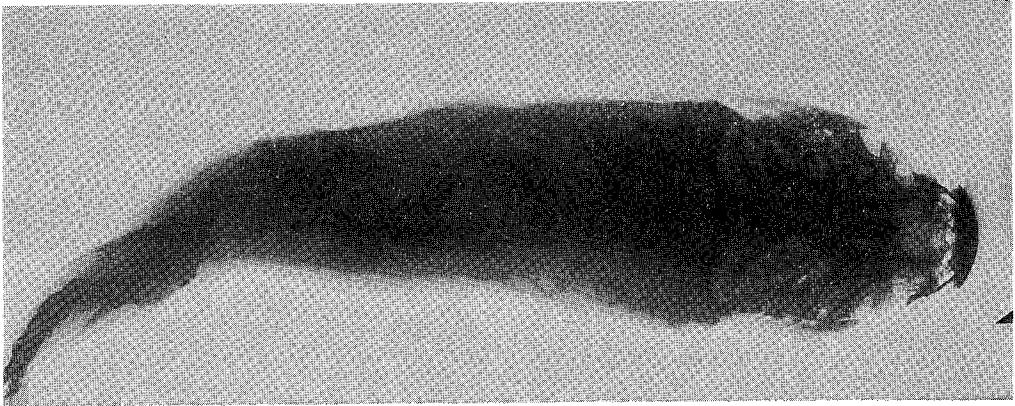


Fig. 1.

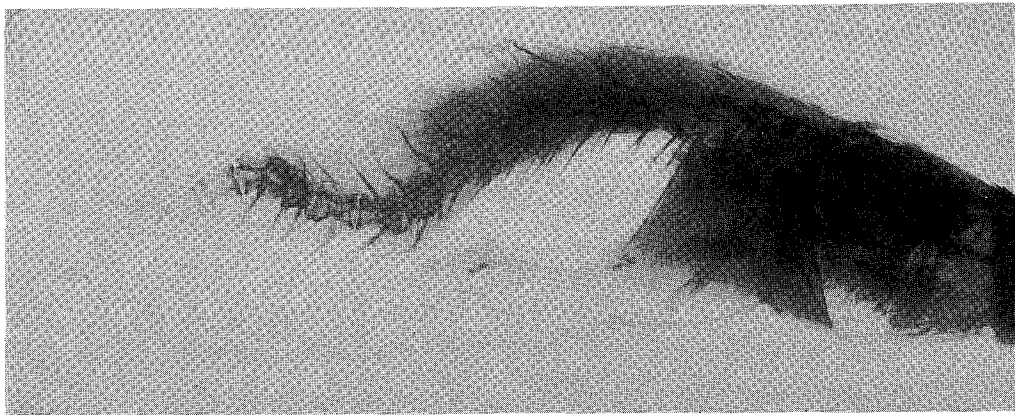


Fig. 2.



PLATE VII

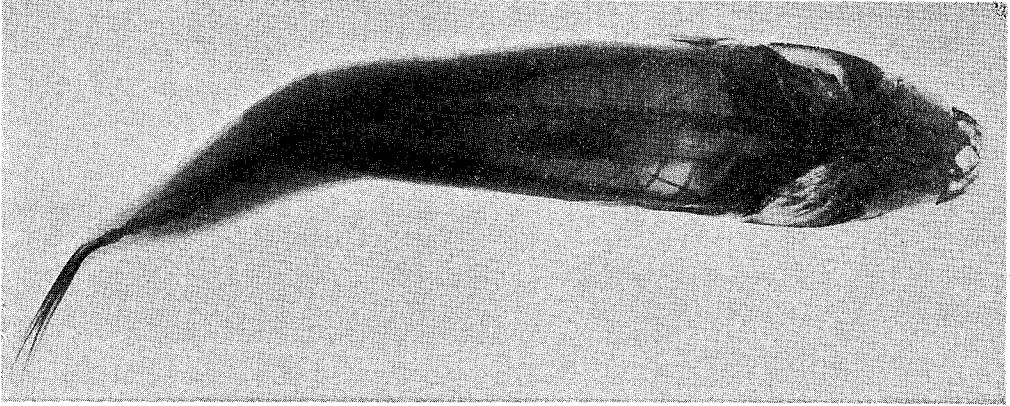


Fig. 1.

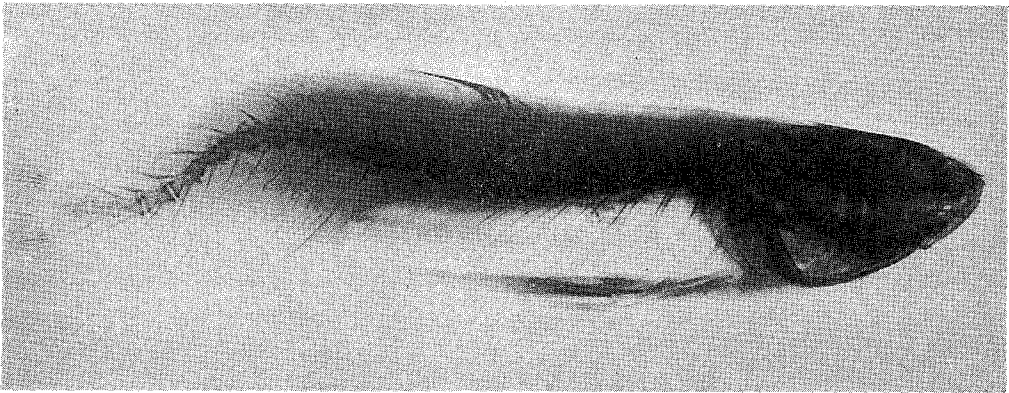


Fig. 2.

PLATE VIII

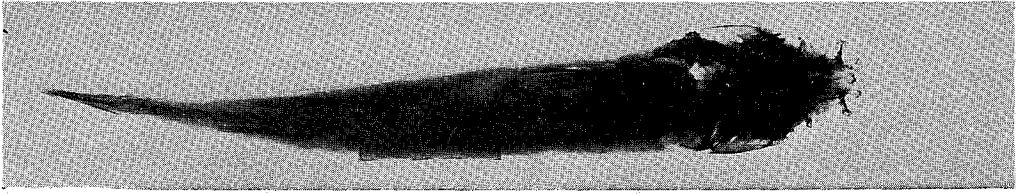


Fig. 1.

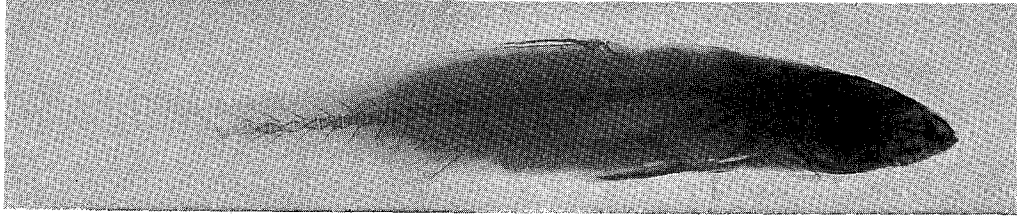


Fig. 2.

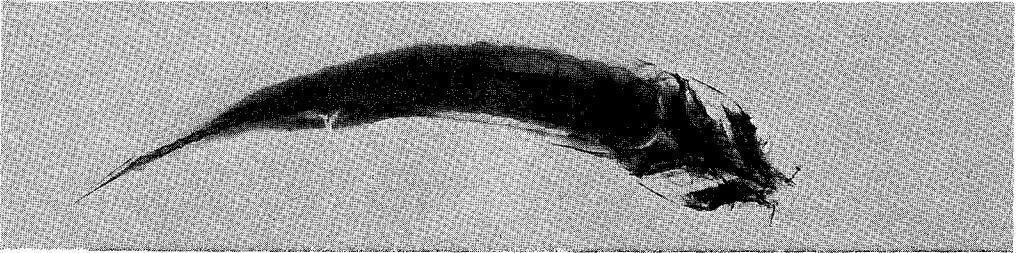


Fig. 3.

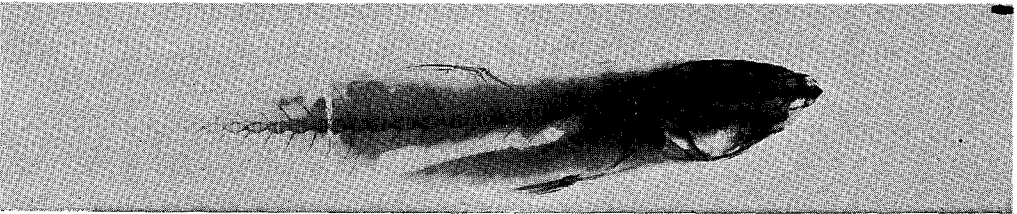


Fig. 4.

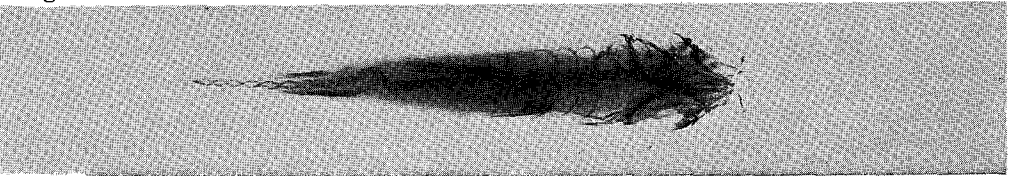


Fig. 5.

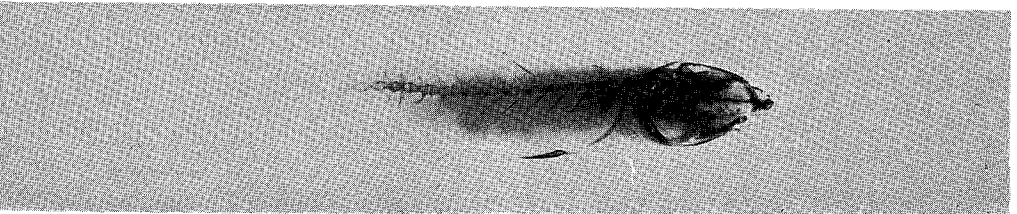


Fig. 6.

PLATE IX

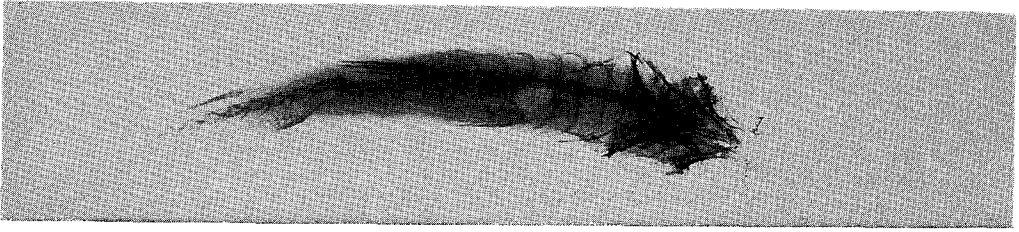


Fig. 1.

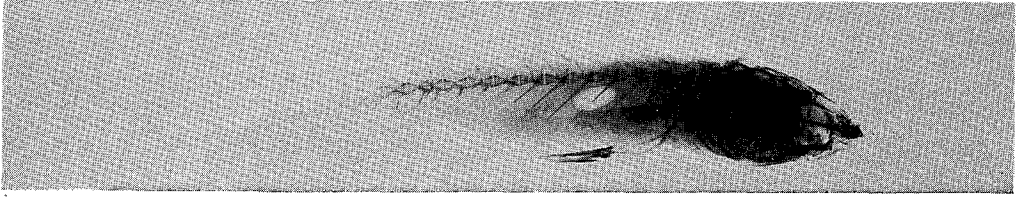


Fig. 2.

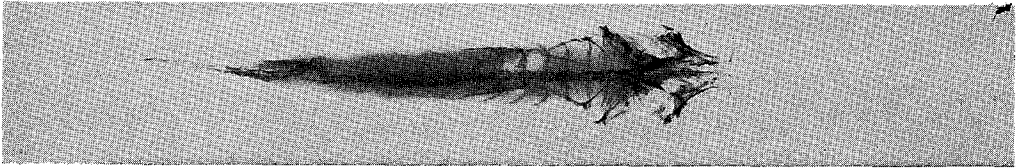


Fig. 3.

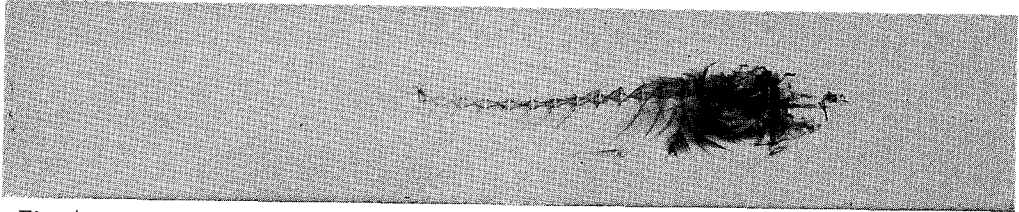


Fig. 4.

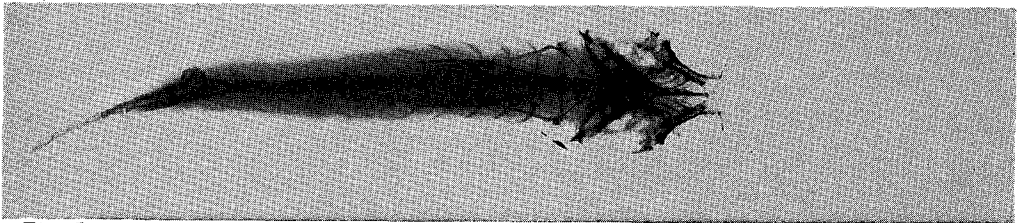


Fig. 5.

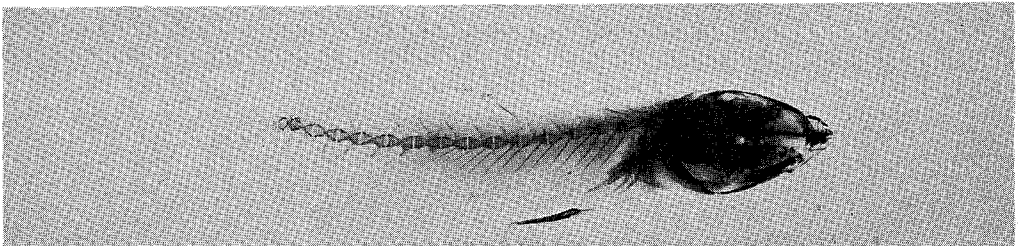


Fig. 6.

PLATE X

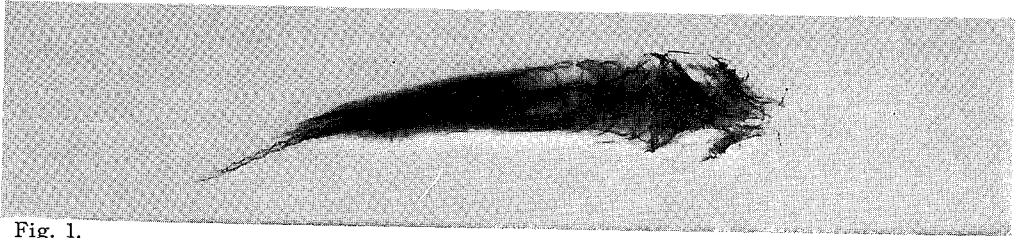


Fig. 1.

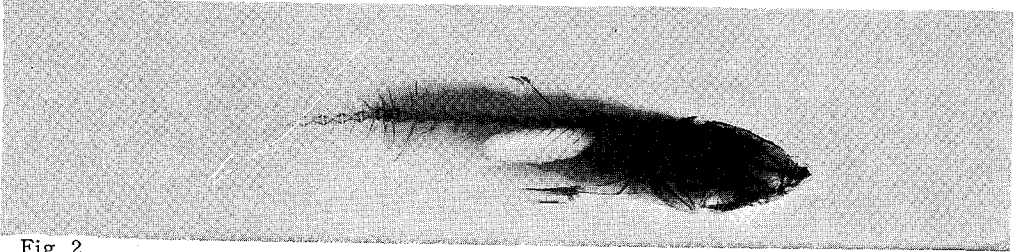


Fig. 2.

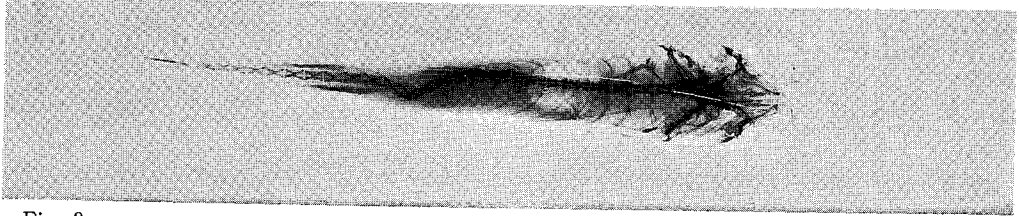


Fig. 3.

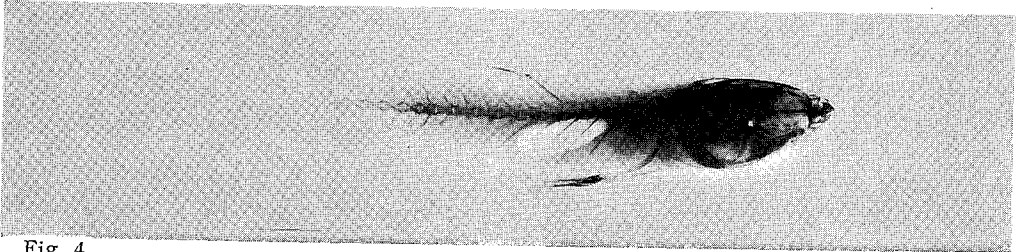


Fig. 4.

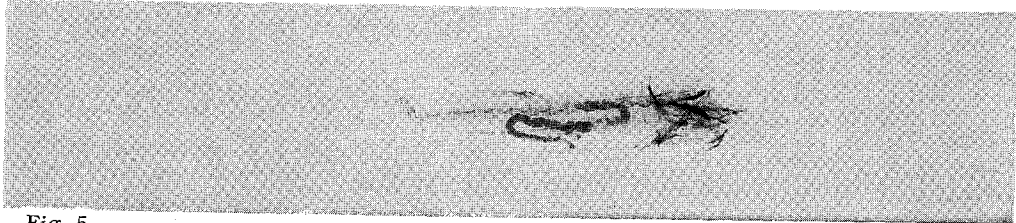


Fig. 5.

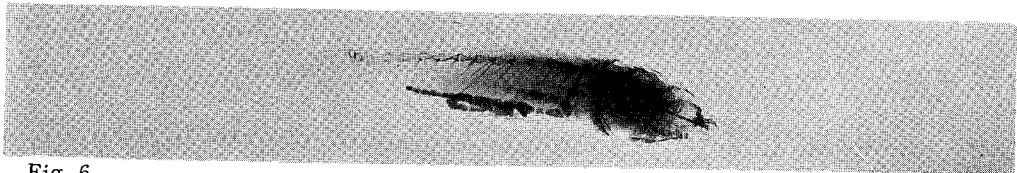


Fig. 6.



PLATE XI

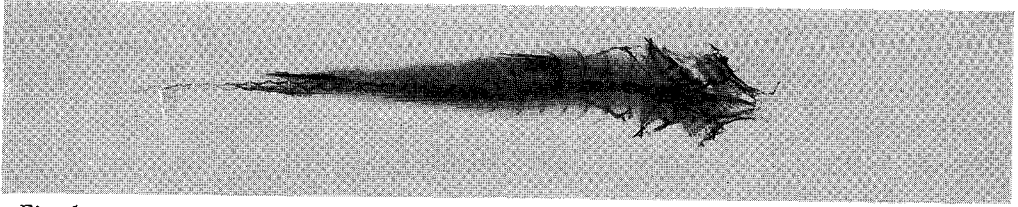


Fig. 1.

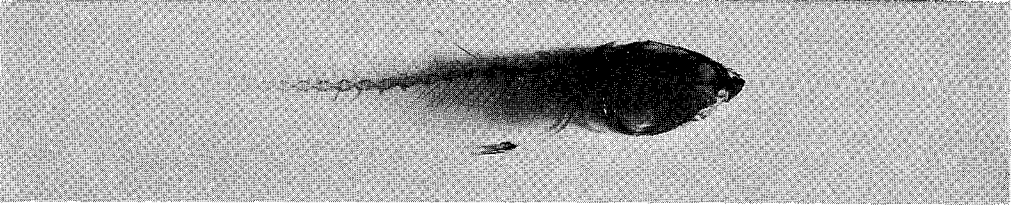


Fig. 2.

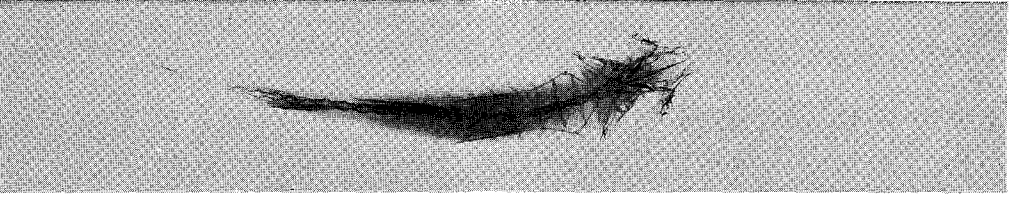


Fig. 3.

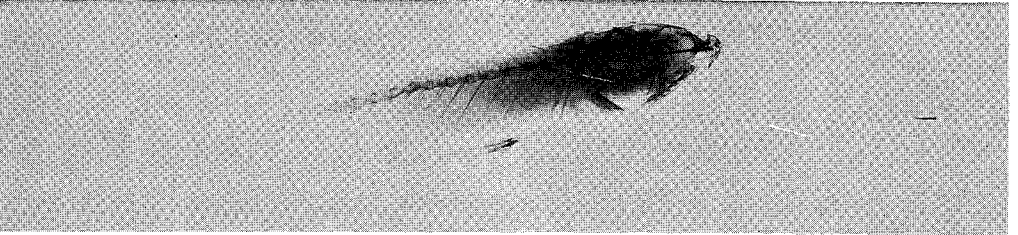


Fig. 4.

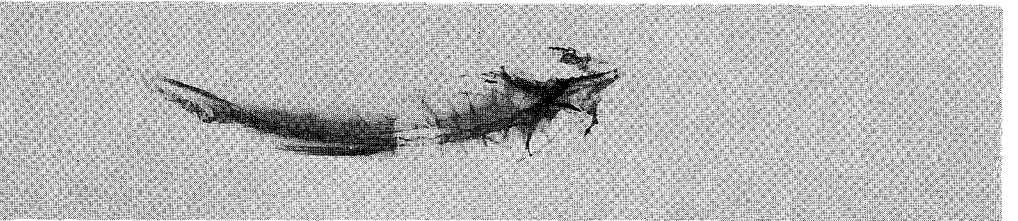


Fig. 5.

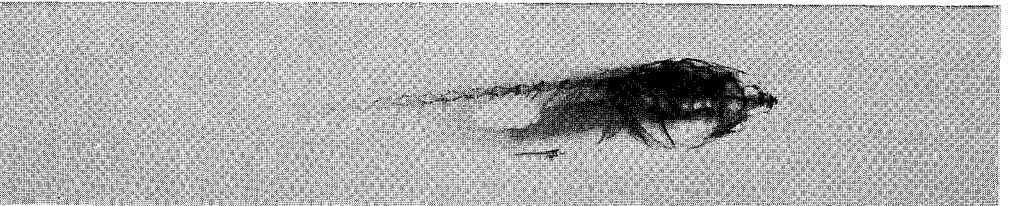


Fig. 6.

PLATE XII

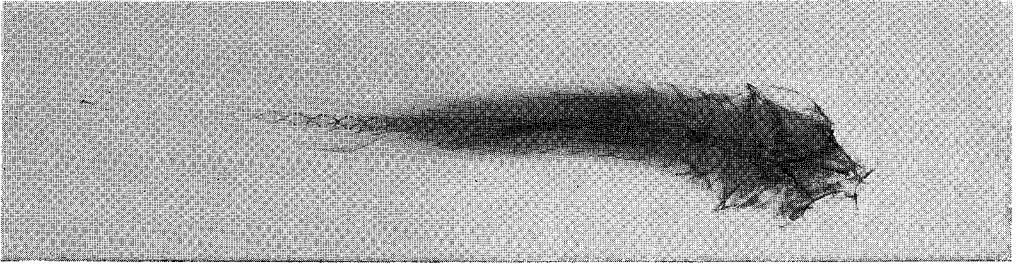


Fig. 1.

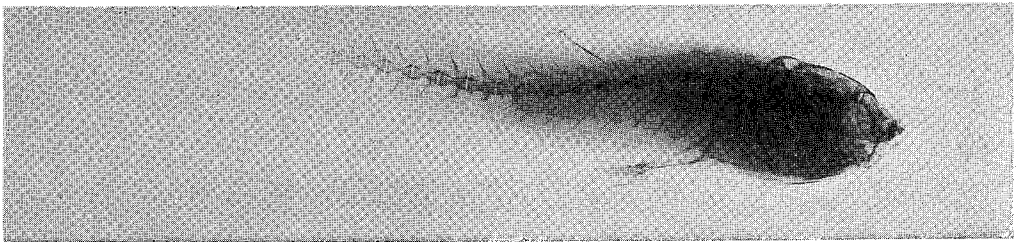


Fig. 2.

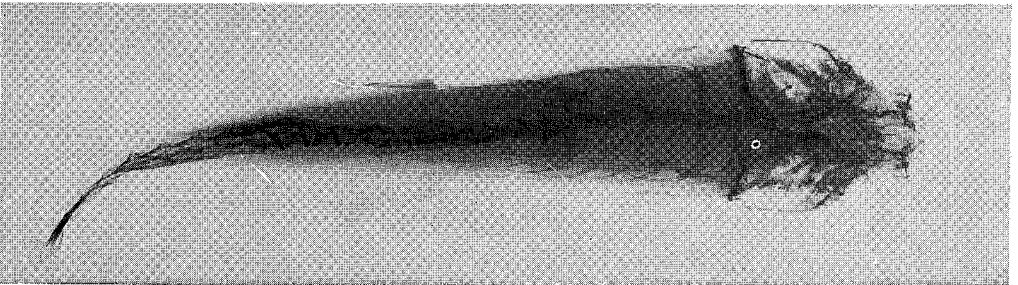


Fig. 3.

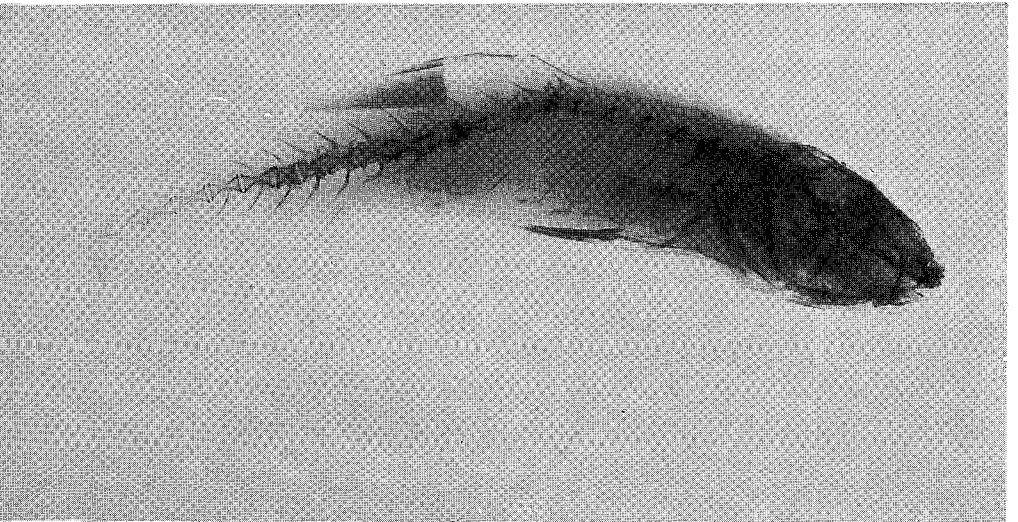


Fig. 4.

PLATE XIII

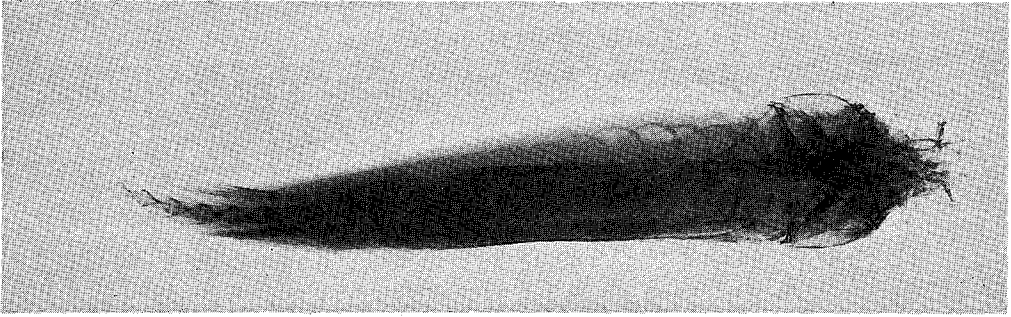


Fig. 1.

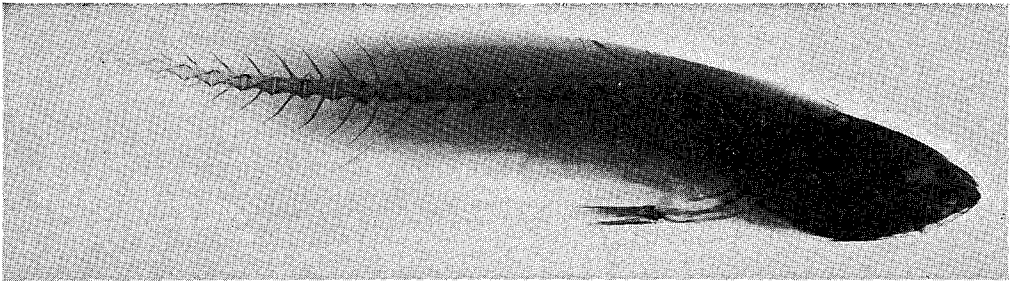


Fig. 2.

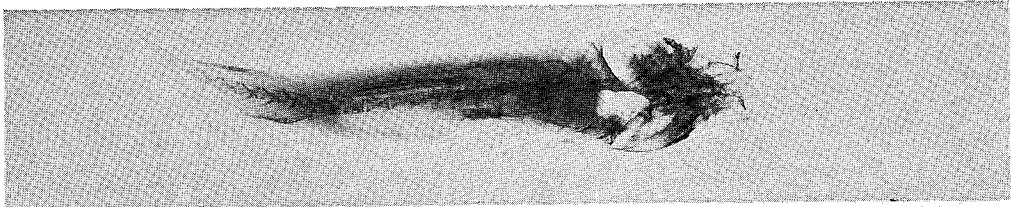


Fig. 3.

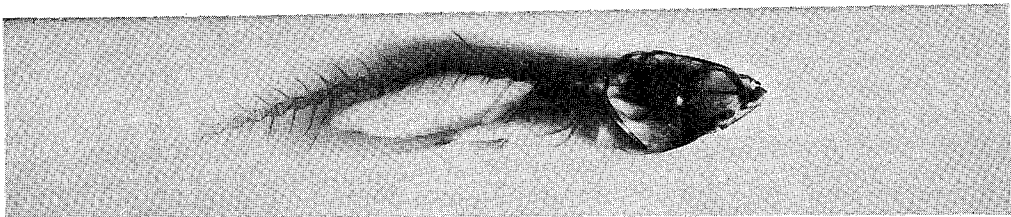


Fig. 4.



PLATE XIV

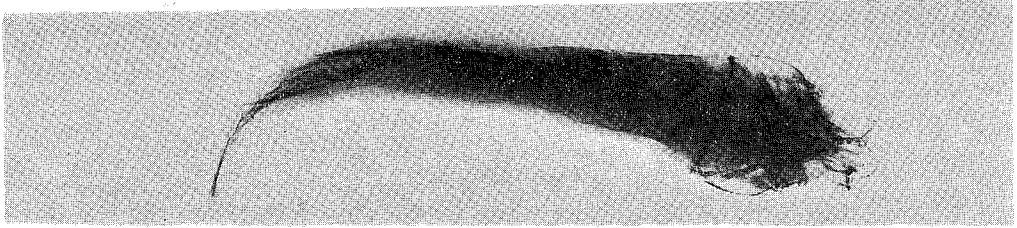


Fig. 1.



Fig. 2.

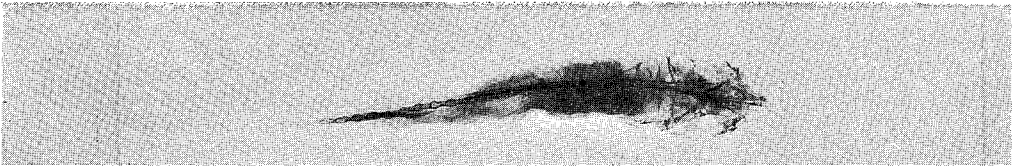


Fig. 3.

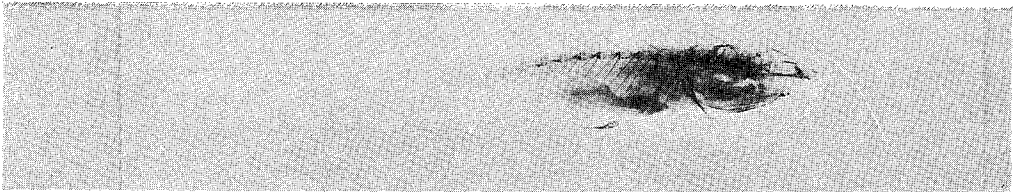


Fig. 4.

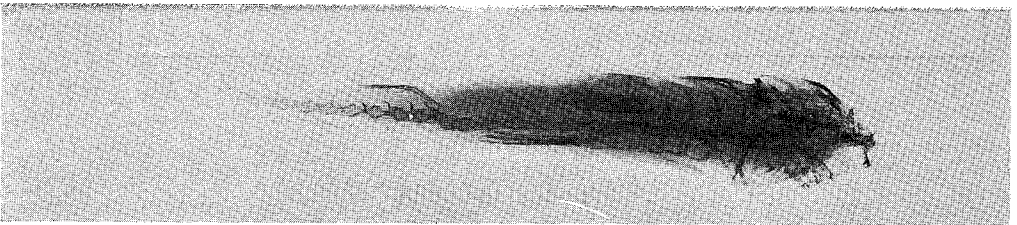


Fig. 5.

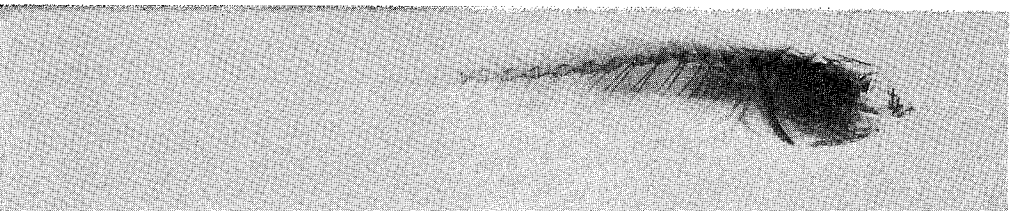


Fig. 6.

PLATE XV

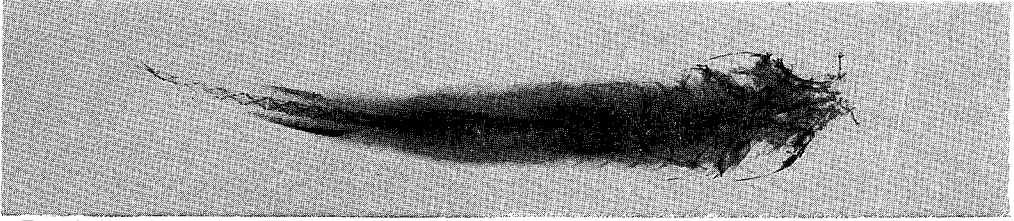


Fig. 1.

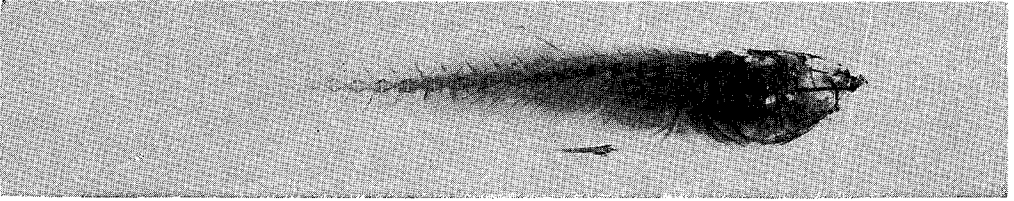


Fig. 2.

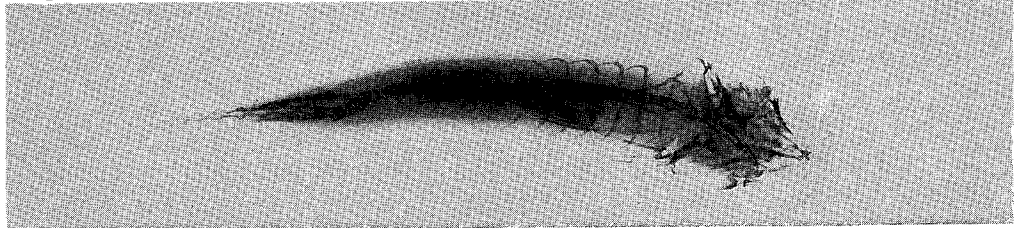


Fig. 3.

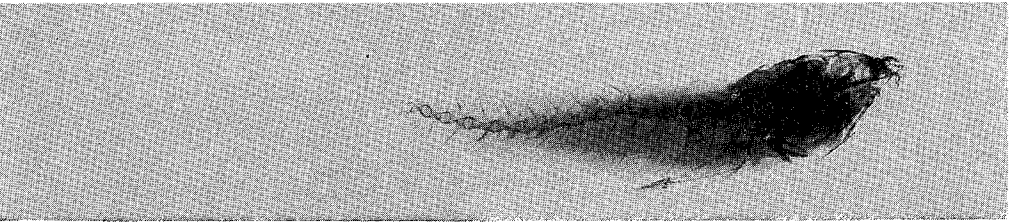


Fig. 4.



Fig. 5.

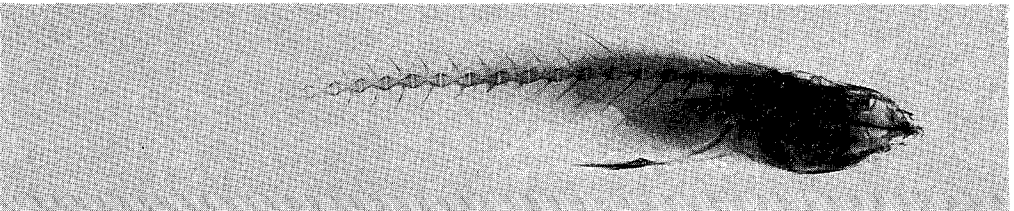


Fig. 6.

PLATE XVI

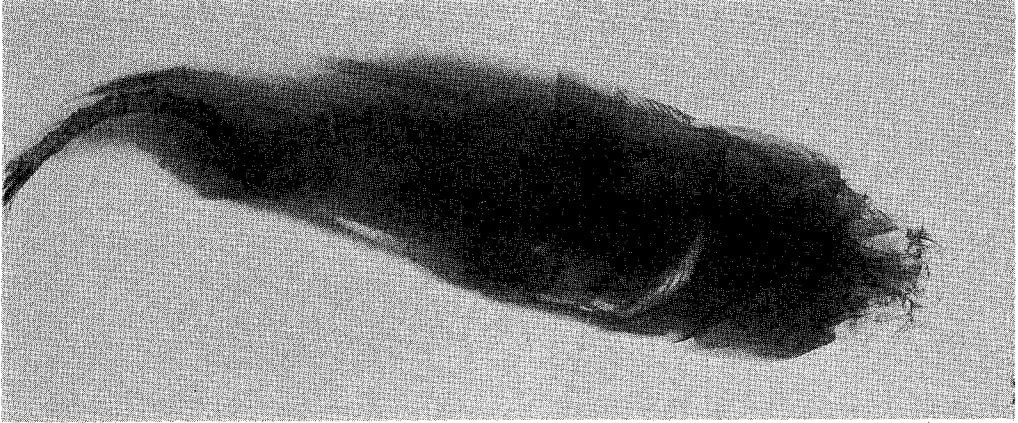


Fig. 1.

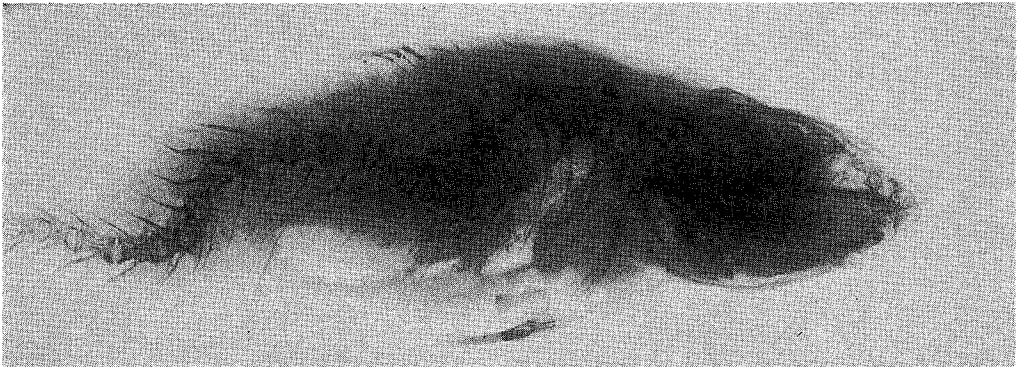


Fig. 2.

PLATE XVII

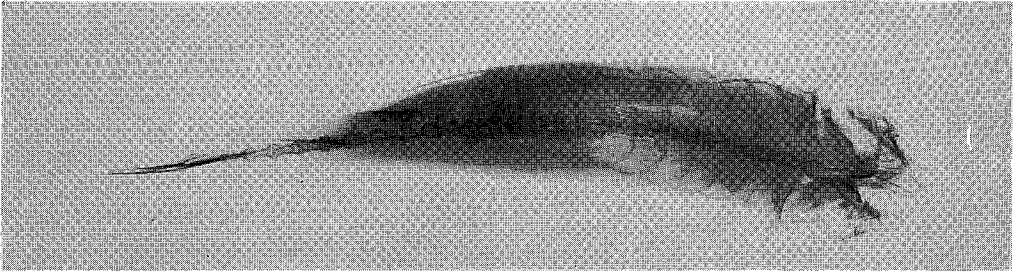


Fig. 1.

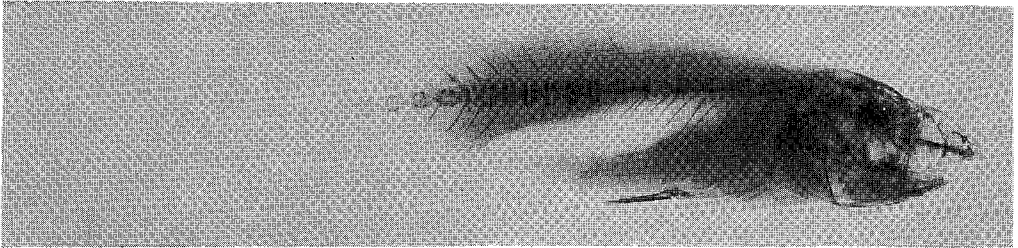


Fig. 2.

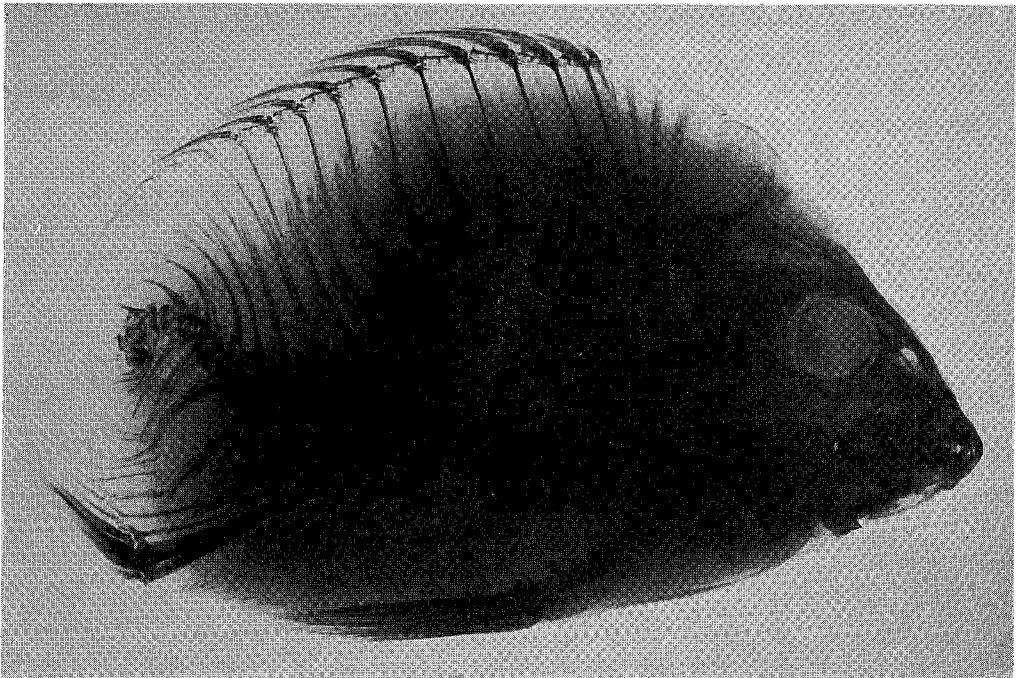


Fig. 3.



PLATE XVIII

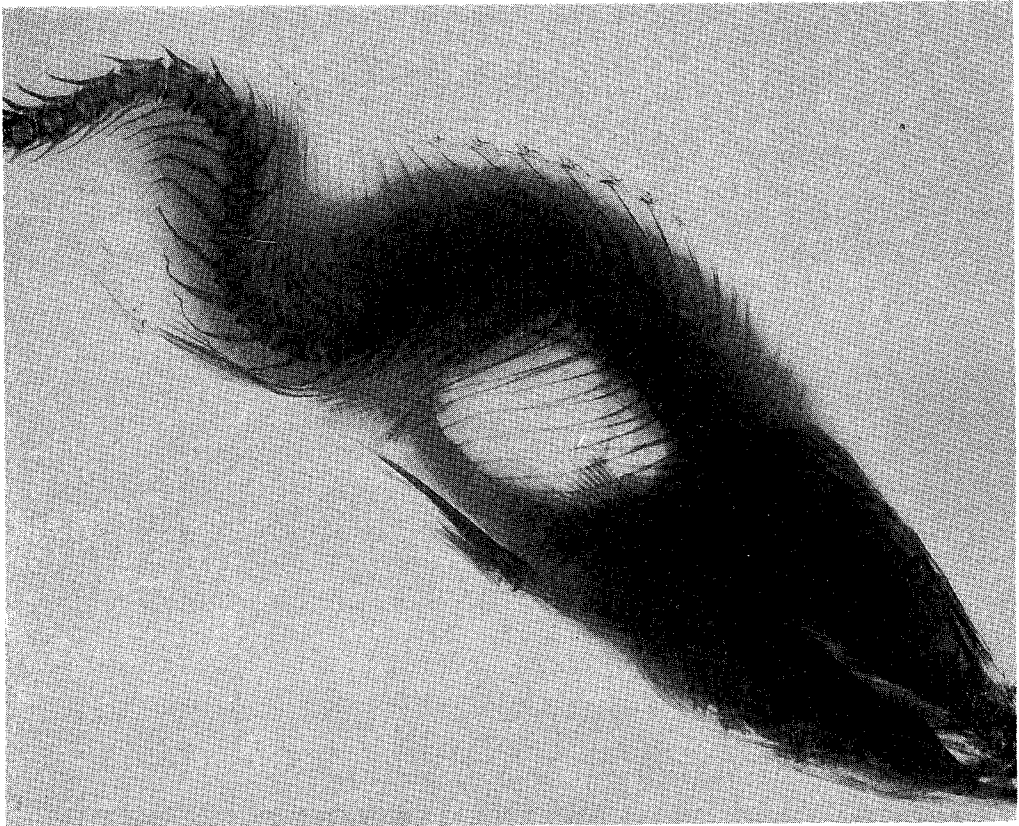


Fig. 1.

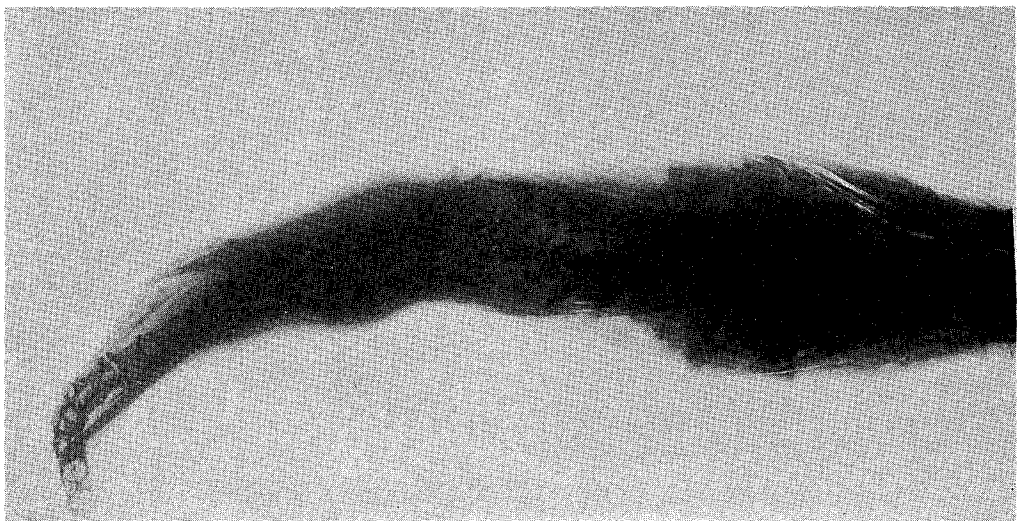


Fig. 2.



PLATE XIX

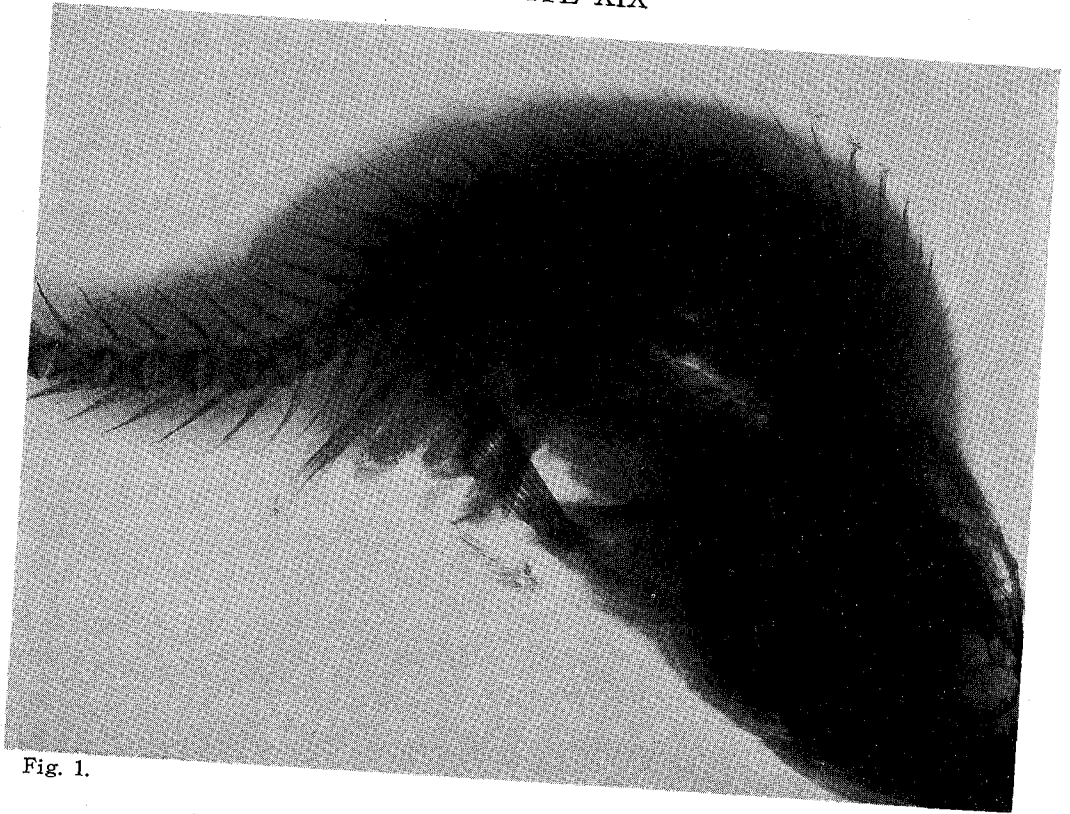


Fig. 1.

PLATE XX

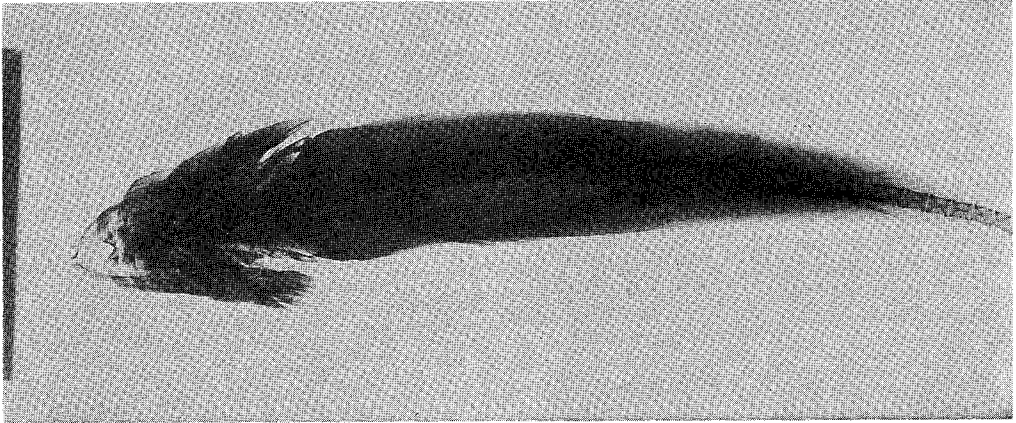


Fig. 1.

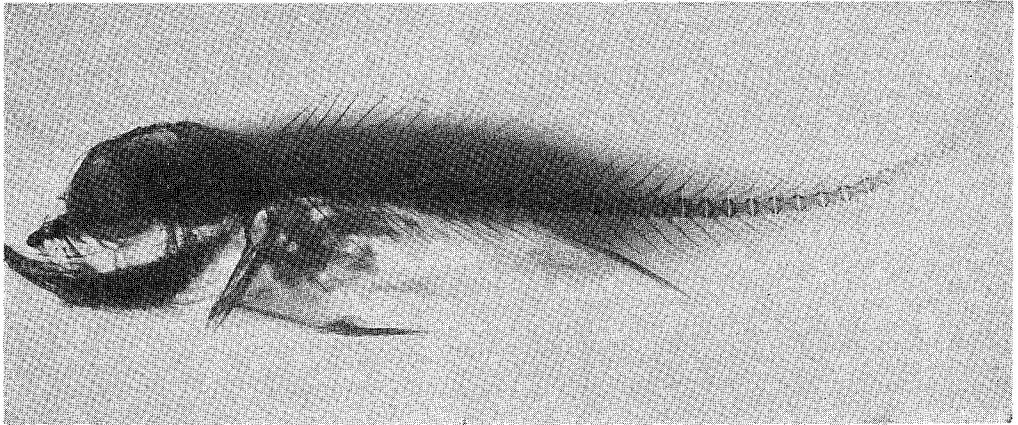


Fig. 2.

PLATE XXI

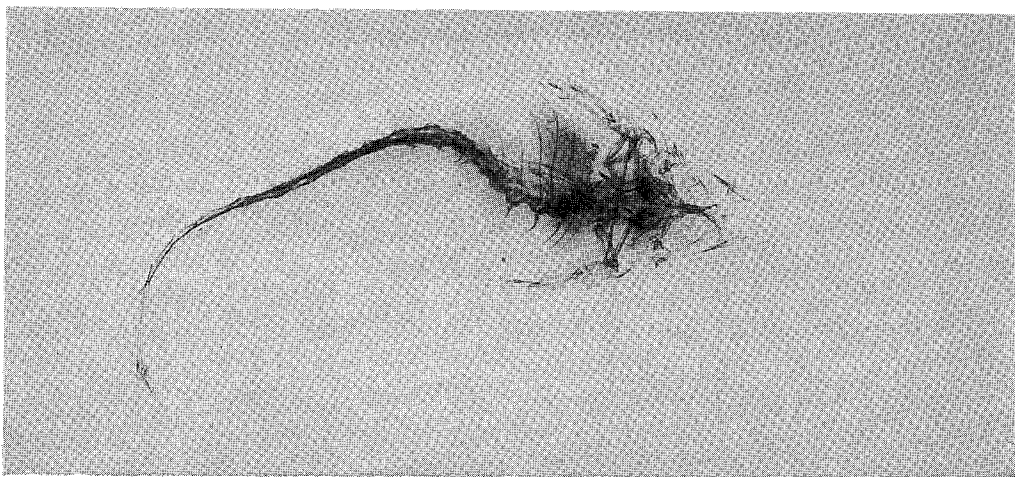


Fig. 1.

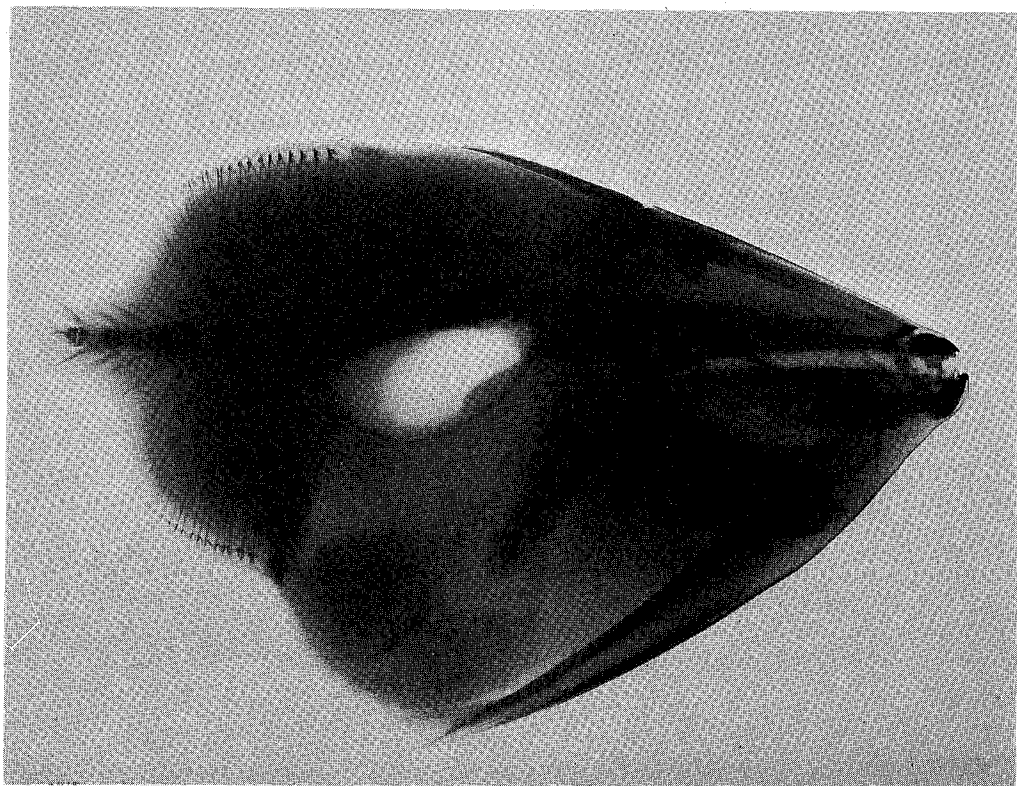


Fig. 2.

PLATE XXII

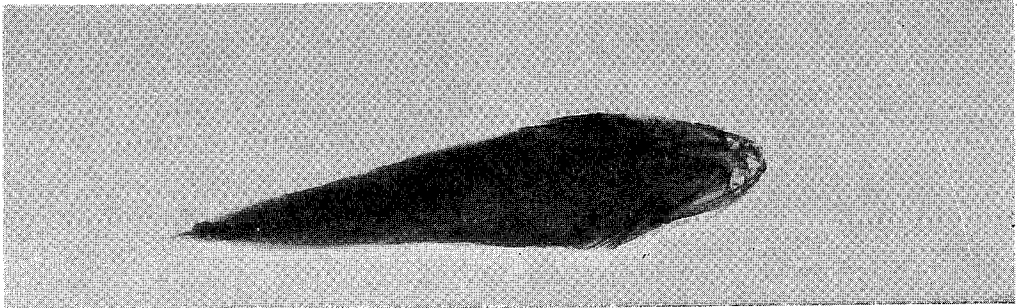


Fig. 1.

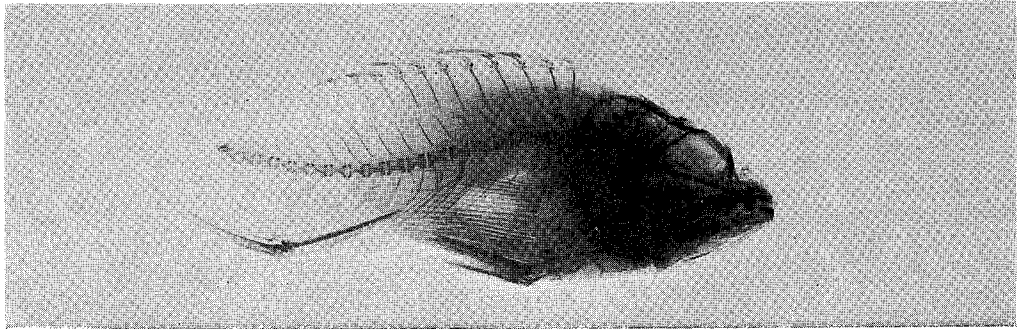


Fig. 2.

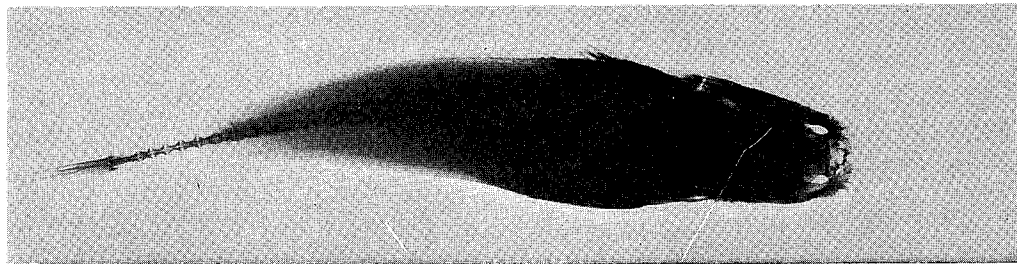


Fig. 3.

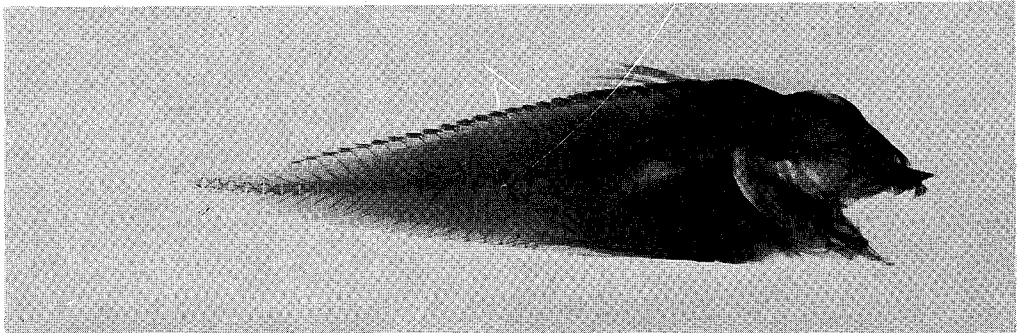


Fig. 4.

PLATE XXIII

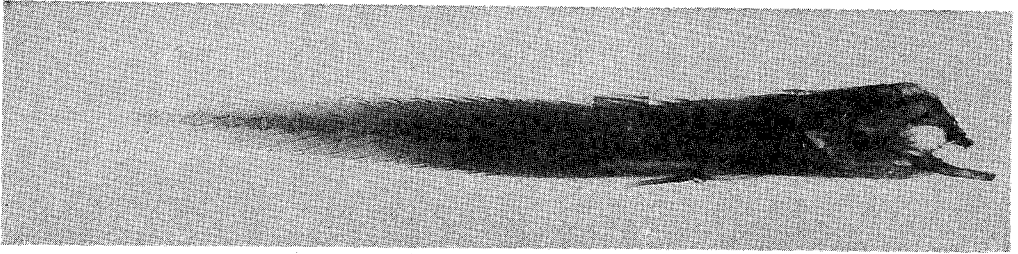


Fig. 1.

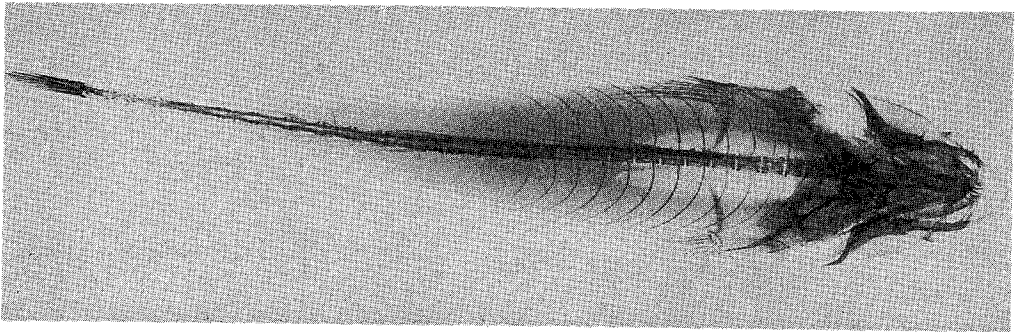


Fig. 2



PLATE XXIV

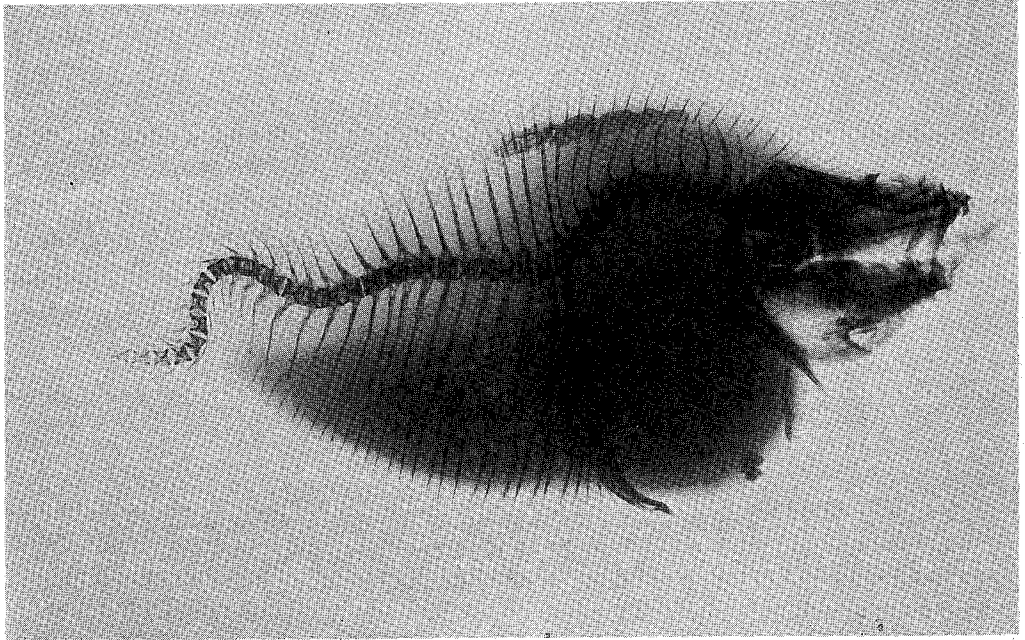


Fig. 1.

PLATE  
XXIV