

中新世のサバ科化石魚 *Scomber nomurai*

NIINO に関する若干の古生態学的考察^{*}

佐藤二郎・中之条古生態団研グループ^{**}

1. まえがき

群馬県中之条町の折田部落と山田部落との間を流れる山田川流域の中新統には、サバ科を主とする魚類化石がおびただしく含まれていることは、かなり古くから知られており、すでに、本田(1931)および新野(1951)の研究報告が出されている。とくに、新野は、カサゴ科、ヒラメ科、ギンボ科およびサバ科の化石4属4新種と、クルマエビ属の1新種を記載した。しかし、今日の魚類学の知識で見れば、新野の記載は厳密さを欠き、また、地質学および古生物学の立場からは、それらの産出層準や産出状態などに関する記述に明確さを欠いていること、などが指摘できる。

このような意味で、多くの魚類学者ならびに古生物学者から、これらの再検討に対する期待が寄せられていた。そこで、われわれは、上記のあいまいな点を明らかにし、さらに、それらの生活状況の復元を試みた。標本の採集、地質調査などのための団研は、1965年7月24日から29日までの6日間にわたっておこなったが、採集できた化石はほとんどサバ化石だけだったので、ここでは化石サバの古生態について考察したことがらを報告する。

この研究にさいし、われわれは、群馬大学木崎喜雄教授ならびに新井房夫助教授から、地質に関する御教示や設営に当ってのお世話やらを頂いた。報告に先だち、両氏に対して心から御礼申しあげる。

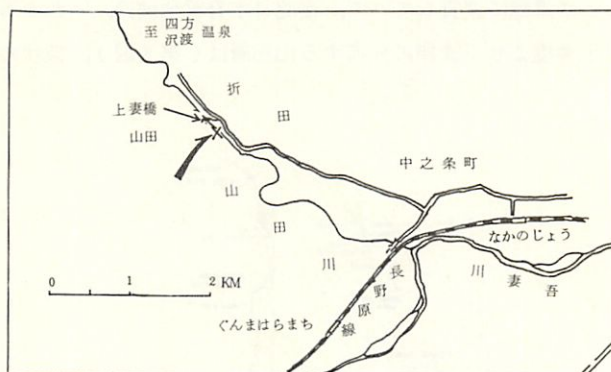
* 1968. 1. 17. 受理

** 藤田剛(上路中)、林信吾(大間々高)、堀川秀夫(小千谷高)、星野通平(東海大)、井尻正二(東経大)、磯貝文男・小林巖雄・神谷英利(東教大)、桑野幸夫(資源研)、黒田一武(川谷中)、村山昭夫(群馬大学生)、大久保雅弘(東大)、大森昌衛(東教大)、戸谷啓一郎(坂上中)ほか地元の教師・中学生若干名、東経大・東海大学生若干名が参加。

II. 産地附近の地質のあらまし

ここで述べる化石サバは、群馬県吾妻郡中之条町の西方を流れる、山田川の上流約3 km の同川の右岸から産する(第1図)。

同地附近を構成する地質は、岩相上、中新統と見られる地層と、それらを不整合におおう更新統からなる。これらのうち、前者はほとんど山田川の両岸に分布するだけで、その上限ならびに周辺地域は、広く第四系の火山起源堆積物におおわれている。そのせいか、この地域の新第三系に関する研究報告はきわめて少なく、層位的検討がほとんどなされていないといえる。



第1図 化石の産出地点

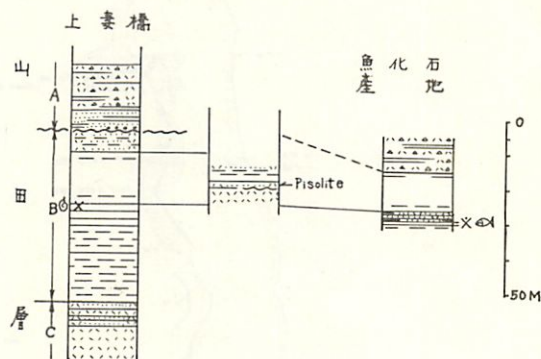
筆者たちが接した唯一の文献(増田, 1952)によれば、この地区の地層は山田層と呼ばれている。筆者たちは、魚化石を発掘した地点の上流約200 m 附近から、同地点の下流約200 m 附近にかけて露出する地層を観察した結果、山田層を、さらに、つぎのようにA～Cの3層に細分した。すなわち、これらを下位のものから順次上位のものにわたって示すと(第2図),

A層: 凝灰角礫岩層(20m+?)

B層: 凝灰質泥岩層(約50m)

C層: グリーンタフ層(15m+?)

に分けられ、これらのうち、A層とB層との間には侵食面が観察されるが、B層とC層の関係は整合とみられる。



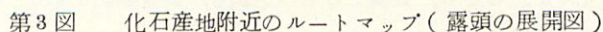
第2図 山田層の層序と対比

III. 産出地附近の山田層

上述のように、上妻橋附近の山田層はA～Cの3層に区分されるが、これらのうち、A・Cの2

* 区分単位については、後日より調査範囲を広げて研究した後に決定したい。とくに、つぎに述べるように、A・B両層間に、微弱ながら侵食面が認められ、ここに上下累層の境界が設定されそうに見るが、しかし、B層やC層の定義も、調査範囲が狭ますぎて未確定なので、いちおうこのような区分にとどめておく。

上妻橋より下流側に分布する山田層は(第3図), 波状の構造を示すため, 上妻橋附近のB層は,



両岸に沿ってくりかえし露出するように見られる。魚化石の産出地点は、今回の発掘地点と、上妻橋の上流約 30 m の左岸を構成する泥質岩露頭^{*}の 2 カ所であるが、これらは、いずれも B 層のほぼ同一層準に位置する。

B 層は、層厚約 50 m であるが、発掘地点より下流では、そのうちの約 20 m の部分が露出するにすぎない。また、魚化石の産出層準は、上妻橋附近では A 層の基底から約 20 m 下位にあるが、発掘地点では約 14 m 下位となっている。すなわち、発掘地点附近では、B 層の最上部 6 ~ 7 m の部分が欠けているものと見られる。

B 層を構成する泥岩は、全般的に有機物質に富み暗色を呈する。また、その間にはさまれる砂岩や凝灰岩の中には、ほとんどクロスラミナが発達していない。しかし、含魚化石層の上部 5 ~ 6 m 附近には、層厚 2 m 余りの凝灰岩がのるが、この中にビンライトが著しく発達し、その上面に波形を呈するラミナが認められる。

上妻橋附近には、N 24°E、幅数 m、および N 80°W、巾 10 m 以上の clastic dyke が発達し、後者からは、Natica とと思われる不完全な巻貝化石が発見された。

B 層中には、おびただしい魚化石のほか、貝化石や葉片化石が散点的に含まれている。貝化石は主として含魚化石層にかぎって産するが、殻がとけ、種の同定が困難なものばかりである。採集されたものの大多数は、Macoma とと思われる。それらは、ほとんど殻は開いているが、両殻がそろった状態で産する（写真 3）。また、葉片化石は含魚化石層とかぎらず、少数ではあるが B 層中に広く散在している。葉縁の保存がよく、しかも、葉片本来の「そり」をもった状態で凝灰岩中に散在しており、ラミナをつくったり、圧片されたりしていないことが多い。これらの大型化石のほか、有孔虫や珪藻などの微化石も調べてみた。しかし、有孔虫は、B 層のどの層準からも発見されなかった。また、珪藻は 9 属 13 種を同定したが、それらはいずれも小型の現棲淡水種ばかりで、かつ、全く破損していなかった。露頭の状態から見て、現棲種が試料中に混入したもので、もともと同層中には、珪藻化石が含まれていないことを示すものであろう。

IV. 魚化石の産状

A. 化石の産状

魚化石の発掘の柱状断面を、第 4 図に示す。同図に示すように、断面の上部と下部は無層理の細粒凝灰岩、中部は厚さ 10 ~ 40 cm の細粒凝灰岩と砂質凝灰岩との互層からなり、中部の互層の最下部附近に含化石層が 2 枚はさまれている。

1 枚の含化石層は 5 ~ 7.5 cm の厚さで、細粒 ~ 中粒シルト級のやや珪化した細粒凝灰岩であり、その中に数 mm の間隔をおいて、厚さ 0.5 ~ 2 mm の暗色有機質泥岩の薄層がはさまれている。魚

* 林信吾が採集しているが、今回の調査では、ここから魚化石を採集することができなかった。
新野がここからも採集したかどうかは明らかでない。

化石は、ほとんど薄層中に産するが、場合によっては、この薄層の上下数mmの部分から見いだされる。この薄層が、きわめて薄いにもかかわらず、ほとんど乱れを示さず、同じ露頭で数mにわたって追跡され、一見湖成層のような外見をもつことはその著しい特徴である。

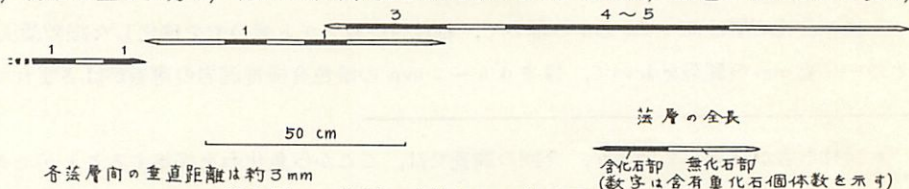
含化石層の下位層は、中粒～粗粒シルト級の細粒凝灰岩である。上位層は、含化石層とほぼ同じ岩相からなるが、全般的にいくらか有機質で暗色を呈することが多い。

含化石層は、約60cmの間隔をおいて2枚存在するが、それらの岩相はきわめてよく類似する。それらの上位に重なる層が、他に比べていくらか有機質であることも共通する。この有機質の上位層の上には、1次鉱物粒を多量に含む粗砂質凝灰岩がのっている。この砂質凝灰岩層の下面は、下位の有機質泥岩の頂面に不規則に食いこみ、波状の境界面をつくる。しかし、直下の有機質泥岩のラミナは、この境界面と平行にまたがって発達している。

B. 含化石層の観察

含化石層にはさまれる有機質泥岩の薄層は、上位の含化石層では層厚4.5cmの部分に7枚あり、それらのうちの4枚が魚化石を伴う。下位の化石層では、層厚3cmの部分に8枚の薄層をはさみ、それらのうちの4枚に魚化石が含まれている。薄層間の間隔は、2～10mm程度でかなり接近し、また、互いに平行で、露頭面では雁行して並んでいる。

第5図に、薄層の重なり方と、化石の分布状況を模式的に示す。これは、接近する薄層が3枚で、



第5図 化石の産状を示す模式図

第4図 サバ化石産出層準の柱状断面図

もつとも魚化石が多い部分の1例であり、平均して薄層の長さ 20~40 cm について1個体の化石を含む。化石を含む部分だけをとると、長さ 10 cm について化石が1個体程度含まれている。この長さ約 2.5 m の部分に少なくとも 11~12 個体の化石が認められるから、面積に換算すると、含化石層 1 m² 当たり約 20 個体の化石が産出することになる。魚化石の体の伸びについては、方向性が認められない。

含化石層からサバ化石と共に採集された魚化石は、カレイ類およびギンボ科のもので、それぞれ1個体ずつであった。このほかに、稀にマイワシ類の鱗が見いだされる。また、小型の *Macoma* と思われる貝化石も、両殻を開いた状態で散点的に産出する。有孔虫や珪藻の化石は、全く検出されない。

V. 化石サバの形態と系統

採集した化石標本は数10個体に達するが、いずれも保存が悪い。したがって、その形態的特徴に不明な点があり、とくに頭骨がそうである。しかし、検討しうる諸形質について調べた結果、分類学的に再検討を要すべき点を明らかにした。だが、これについては他の機会に述べることにし、ここでは、いちおう本種を *Scomber nomurai* NIINO と呼ぶことにする。

A. 種の記載

スズキ目 (Percida)

サバ科 (Scombridae)

Scomber nomurai NIINO

(写真 1~3)

体の全長は 38 cm 前後から 41 cm 前後、基準体長は 33 cm 前後から 37 cm 前後。第1背びれ XII~XIII 棘条、第2背びれ 13 軟条、胸びれ 18 軟条、腹びれ I 棘 12 軟条、背腹両側の離鰭(き)はともに 5 基。血管間棘数 20。* 腹椎骨数 14、尾椎骨数 17。

体は太くて横断面は橢円形を呈し、紡錘形で適度に後方にのびる。背びれは棘条のみからなる第1背びれと、軟条からなる第2背びれとに分かれ、さらに、後者およびしりびれの後方にそれぞれ 5 基の離れびれがある。基準体長は、頭長の約 3.7 倍、体高の約 5.3 倍である。

頭長は、体高より長く、吻(ふん)長の約 3 倍に達する。吻は、やや前方に突出するがその先端はとがっていない。眼はふつうの大きさで、吻長より短い。口裂はやや大きく、上顎の後端は眼の前縁よりやや後方までのびる。上顎は、前上顎骨と主上顎骨からなるが、口縁は前者のみで縁どられている。前上顎骨と歯骨には細かい円錐歯が並ぶが、主上顎骨、口蓋骨および鋤骨に歯があるかどうかは不明である。

吻端から尾柄部に至る背面および腹面の横輪廓は、きわめて円滑である。第1背びれの起点は基

* 化石標本が、すべて体側標本であることから推定される。

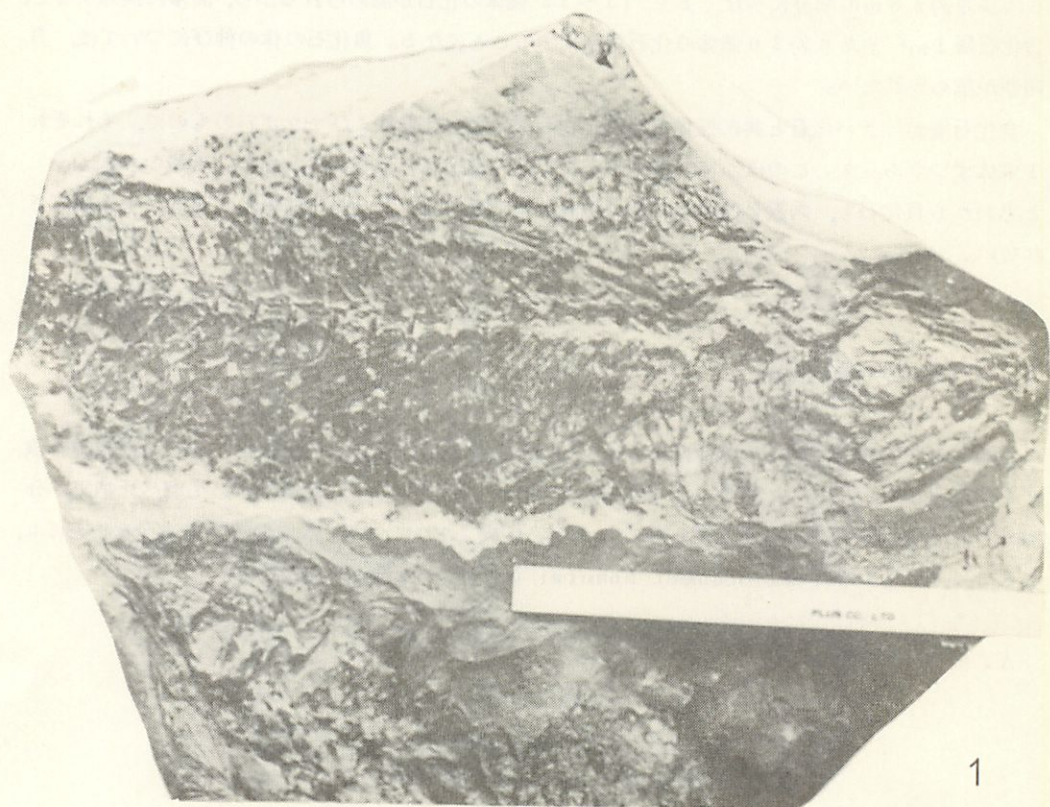
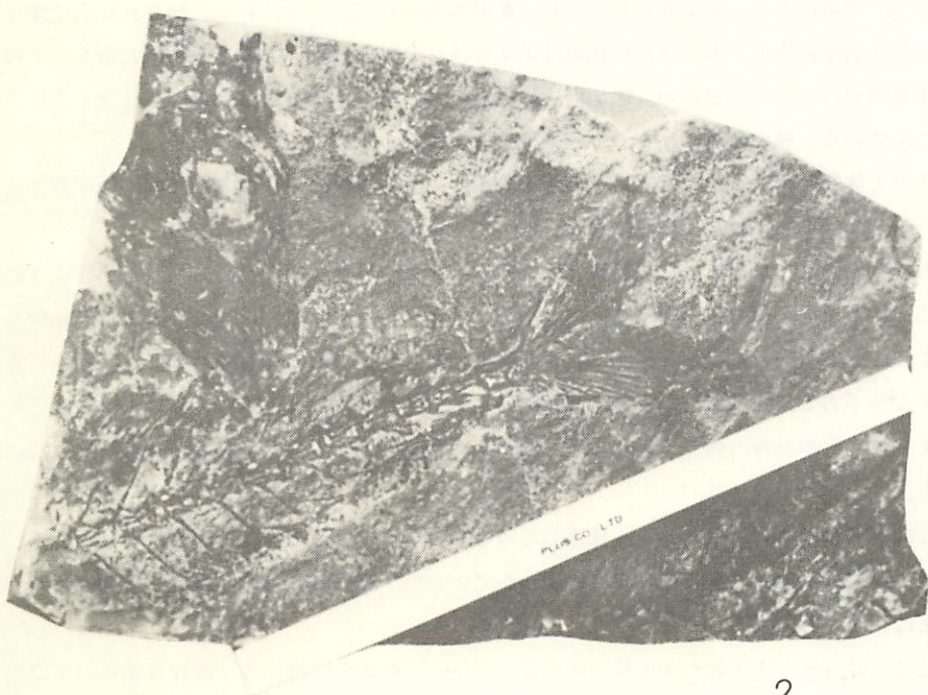
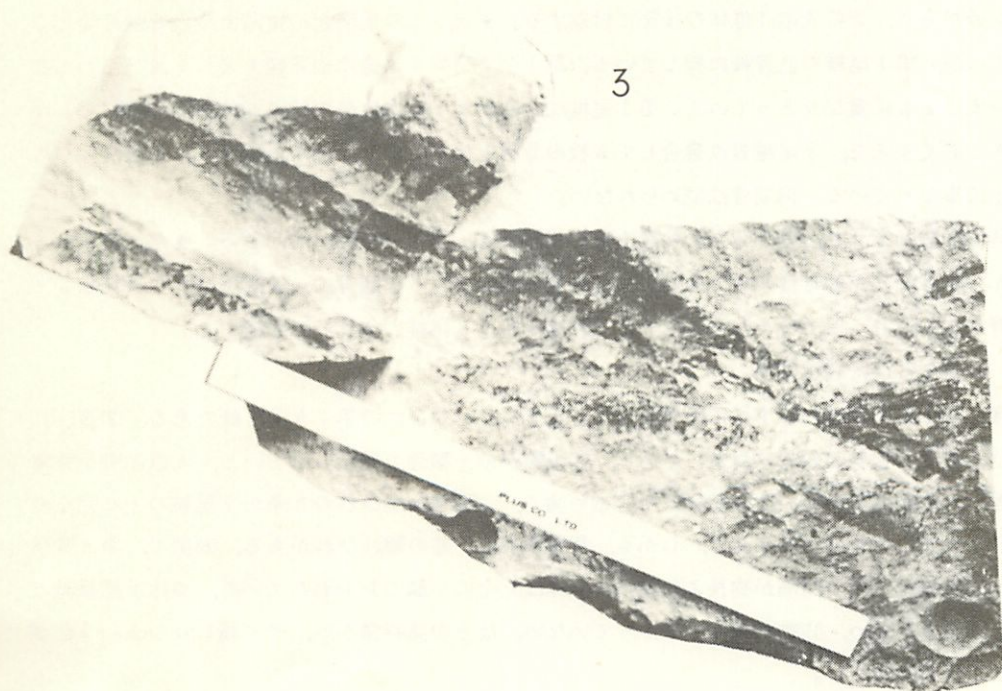


写真1-3.

- 1—— *S. nomurai*の前半部をよくとどめる標本(ただし頭部は変形している)。第1背びれの位置, 第1-4腹椎骨, 第1, 第2尾椎の血管棘, 腰骨の位置などに注意。
- 2—— *S. nomurai*の頭部および尾部を示す標本。
- 3—— *S. nomurai*の体が太く, 楕円状断面をもつことを示す標本。スケールの右端近くに, 両殻を開いた *Macoma* sp. がみえ, スケールの中央下側にも *Macoma* sp. がみえる。



2



3

準体長の約 $\frac{1}{3}$ の点にあり、第2背びれのそれは基準体長の約 $\frac{2}{3}$ の点にある。胸びれは高位置にあり、腹びれは胸位にある。しりびれの起点は第2背びれの起点の直下よりやや後方にあり、その基底長は後者のそれよりやや短い。尾柄はやせ形である。尾びれは強く、その後縁は深く三日月状に切れこんでいる。鱗は非常に小さく、円鱗および楕円鱗である。

標本はすべて体側を示すものばかりで、しかも、著しく圧片されているため、頭蓋骨の形態は明らかでない。しかし、内臓骨および懸垂骨などのいくつかは確かめられる。

すなわち、前顎骨は巾が広く、上顎を縁どっているが、主上顎骨は前者より小さい。眼前骨はきわめて大きく、また、その幅も広い。下顎は丈夫な「くの字」状の歯骨と、これに接続する関節骨および角骨よりなる。眼下骨もよく発達する。舌顎骨は大きくて丈夫で、翼耳骨の下面から垂直下方にのび、その前下方で接続骨に附着する。方骨は高さに較べて開きが大きい。舌顎骨に附着する前鰓蓋骨は丈夫で、その前縁は強く半月状にわん曲する。主鰓蓋骨および間鰓蓋骨の後縁を結ぶ線は円滑である。

頭部には鰓弁の印象も認められ、よく発達していることを推定できるが、その数は不明である。

肩帯および腰帯の形態も、保存不良のため明らかでないが、腰骨の先端が、鎖骨の下部に付着していることは確認される。

背椎骨は丈夫で、その巾に較べて前後方向に長くのびる。椎体の前縁および後縁は膨み、その中間部はくびれている。また、その側面には、前後方向に隆起帯が形成されている。神経棘は、腹椎部と尾椎部とを通じて変わらない。第14腹椎の側突起は長くのび、この突起の基部後端から斜め上方に向かう分岐があり、その先端は椎体の後部に付着する。また、この側突起に付着する血管棘は著しく後方にのび、第1尾椎の血管棘に接している。第1および第2尾椎の血管棘も著しく後方にわん曲し、両者はともに重なりあっている。第1尾椎は、吻端から基準体長の約0.55倍の点に位置する。尾骨はきわめて丈夫で、下尾軸骨は癒合して2枚の骨板となっており、また、尾びれの基部は完全にその上に重なっている。肉間骨は認められない。

神経間棘数は20で、第1背びれの第1棘の担鰭骨は、第3神経棘に対応する。また、第4および第5神経棘間の担鰭骨は2本である。背腹両側の離れびれの担鰭骨は、第8尾椎骨の神経棘および血管棘に対応し、以下のそれらは、それぞれ第9～12尾椎のそれらに対応する。

B. 系統ならびに類縁関係

本種は、(1)第1背びれがすべて棘条からなり、また、しりびれの第1き条も棘である。(2)腹びれが胸位にあり、腰骨が鎖骨に付着している、(3)上顎が前上顎骨で縁どられている、(4)眼前骨が非常に大きい、(5)肉間骨がない、(6)尾柄はやせ型で強く、硬強な尾びれのき条が下尾軸の上に完全に重なっている、(7)背びれが2基で、しかも、背腹両側に5基の離れびれがある、(8)第1、第2背びれ間が広く離れ、その間隔が吻長より長い、(9)体は完全に小鱗でおおわれている、(10)体が紡錘型で体高は頭長より低い、(11)吻が著しくとがっていない、などの諸特徴から、サバ属(*Scomber*)に属することは間違いない。^{*}

本種の命名者である新野は、本種の全般的形状および内部骨格が、日本近海に現棲するアマノハ

ラサバ) (*Scomber japonicus* HOUTTUYN), および地中海一帯からイギリス南岸に現棲する *S. colias* GMELIN (Spanish mackerel) に類似するが、胸びれ近くに非常に大きい鱗があるので、それらと区別されるといっている。しかし、筆者が調べた数 10 個体のいずれを見ても、そのように大きい鱗は確認できなかった。新野は、おそらく後鎖骨の一部を鱗と見間違えたのであろう(サバ類の後鎖骨には、平たい膜骨部がある)。

現棲のサバ属は 7~8 種が識別されているが、それらのうち日本近海に棲息するのは、マサバとゴマサバ(*S. tapeinocephalus* BLEEKER)の 2 種である。魚類学者の中には、これらを上述のように別種とみる人と、種内の地理的変異とみる人がいる。いま、現棲のこれらと本種との分類形質の比較を一括してみると、第 1 表のとおりである。

表 1 化石サバ *Scomber nomurai* と現生本邦近海産のサバ 2 種との主要形質の比較

	<i>Scomber nomurai</i> NIIINO	<i>Scomber japonicus</i> HOUTTUYN	<i>Scomber tapeinocephalus</i> BLEEKER
背鰭棘条数	XII ~ XIII	IX ~ X	XI ~ XIII
背鰭軟条数	13	12	12
臀鰭軟条数	I + 12	I + 12	I + 12
腹椎骨個数	14	14	14
尾椎骨個数	17	17	17
第 1 腹椎骨の形状	側突起は長く、この基部近くから斜め上方に分岐が出て、椎骨の後部に附着する	側突起は棘状を呈して長く、この基部近くから斜め上方に分岐が出て椎骨の後部に附着する	側突起は短かく先端はよく、椎骨の下面中央部より斜め前方に向う突起に接合する
第 1 尾椎骨の形状	第 1 尾椎の血管棘が血管弧の下部で彎曲し、その先端部は、第 2 尾椎の血管棘に重なる	血管棘は、先端で著しく彎曲しない	第 1 尾椎の血管棘が血管弧の下部で彎曲し、その先端部は、第 2 尾椎の血管棘に重なる
神足棘間距背骨数	20	13 ~ 16	17 ~ 22
第 4 背骨と神足棘間距背骨数	2	1	2 ~ 3

同表に示したように、本種を、現在、日本列島近海の温水帯に棲息する 2 種のサバと区別するには、困難さを感じるであろう。

マサバとゴマサバとの形質上の差異は、地理的変異の段階を出るものではないという説には、それなりの理由がある。それは、両者の差異が第 1 表のとおりだとはいうものの、個々の形質についてみると、わずかつながらそれらの中間型を示す個体も認められる、という事実である。中新世という遠い地質年代の魚類が、現棲同属の 2 種とかなり類似しており、しかも、それらの地理的分

* 本属を *Scomber* と *Pneumatophorus* との 2 亜属に分ける人もいる。両者の差異については記述を省略するが、化石種と現生種との統一視野に立てば、1 属として扱わざるを得ない。

布範囲が著しく隔離されていないとすれば、現棲の2種は、本種から分化したもので、そのために古い形質が、時として現われてくるのかもしれない。

Ⅵ. 古生態に関する若干の考察

A. 山田層の層相と堆積環境

魚化石の産出層準は、山田層のB層である。このB層の層相上の特徴として、つぎの諸点を指摘できる。

B層を構成する泥岩は、全体を通じて有機物質に富み、暗色を呈し、また、いくらか珪化を受けている。それと同時に、細粒凝灰質である場合も多く、とくに含魚化石層付近でこの傾向がめだつ。これらには、ほとんどクロスラミナが見られない。また、魚化石を含む泥岩の薄層は、きわめて薄い、かなりよく連続する。さらに、含化石層の上部5～6m付近の凝灰岩中には、ピソライトが発達し、しかもその上面には波形を呈するラミナが認められる。

つぎに、化石についてみると、全層を通じて、サバ化石以外は種類も個体数もきわめて少ないことが指摘される。

含魚化石層中にサバと共存することが確かめられた魚類は、小型のカレイ類とギンボ類だけで、しかも、それらはともに1個体だけである。このほかは、きわめてわずかにマイワシ類の鱗が認められるにすぎない。ただ、林信吾は、以前に上妻橋の左岸上流約30mの地点から、体長10cm未満のメバル類の化石1個体を採集している。魚類以外のものでは、ほぼ現地性と見なされる小型の貝化石(Macoma)が散在するだけで、有孔虫も珪藻も発見されない。しかし、含化石層を上下にはさむ泥岩および細粒凝灰岩の中には、管状のきわめて小さい生痕が、無数に認められる。

含化石層以外の層準から発見される化石は、含化石層中のものと同じ貝化石とマイワシ類の鱗で、それらの産状も共通する。他の生痕についても同じことが言える。これらのほか、同層からはしばしば葉片化石が見出されるが、これらは無層理の凝灰岩中に、葉片そのもののそりをもった状態で散在し、ラミナをつくったり圧片されたりしていない。葉縁の保存もかなりよい点からみて、付近の陸上から飛んできて、あまりもまれな状態で火山灰中に埋没したものと思われる。

以上に述べた諸特徴から、山田層、とくにB層の生成環境は、つぎのように推定できる。

すなわち、当初、この地域では、かなり激しい火山活動があったが、やがてそれがおとろえて、静かな停滞水域に移化していった。しかし、そこは内湾で、しかも、そのうちの奥部に相当していたのではなかったか、と推定される。内湾にしても、直接に外洋水水域に接していなかった、という可能性が強い。

火山活動は静穏化したとはいっても、細粒火山灰の供給はかなり多く、大型の底棲生物が生活するのに不適当であったに違いない。また、地形上、外洋水塊が直接入りこんでくることがなかったため、浮遊性、遊泳性の生物も、ほとんど適応できなかった。ただ、岩礁状の岸がごく近くに形

成されていたため、そこを好むギンボヤ、内湾を好むメバルやカレイなどの幼魚の群れ、そして、時には小型のマイワシ類の群れが回遊の1経路として、ここに入りこむことはあったものと推定される。

ただ、上妻橋の直下には、2つの clastic dyke が発達するが、その中から、外洋底棲の巻貝である Natica らしい化石が1個発見されている。この dyke が、下部からしほり出されたものか、上部から垂れ下がったものかは、未解決である。今後、より広い範囲にわたって調査を進めていけば、これが明らかにされよう。そうすれば、あるいは山田層の層相の一部に、外洋性の堆積相が認められるかもしれない。しかし、その場合でも、含魚化石層の生成時限の環境に関する推定は、上記のそれと大差がないものと考えられる。

B. 形態から推定される化石サバの生態

本種の個体標本には、本種が太く、しかも紡錘型であることを示すものが多い(写真3)。体表をおう鱗は、体の大きさに比較してごく小さい。そのうえ、尾柄部はやせ形で丈夫であり、かつ、互に癒合した頑丈な下尾軸骨の上に、強い尾びれが完全に重なり合っている。このような諸特徴から、本種が優れた遊泳力をもった、外洋の棲息者であったことが理解される。

研究に供した標本は30個体以上であったが、これらのうち全骨格が保存されているものは1個体もなかった。しかし、各標本の計測値をもとにして体長を復元してみると、それらの標本は、ほとんどが全長40cm前後の個体であることがわかる。サバ属でこの程度の大きさであれば、性的に完全に成熟した(最大に近い)成魚である。したがって、より小さい個体が見当たらないのであるから、この化石魚群は、あるいは産卵集団(spawning cluster)を形成していたものではないかと推定される。

つぎに、本種の口裂をみると、それは比較的大きく、しかも、両顎には小さいながら大きさのそろった円錐歯が発達しており、口は前方に開いている。また、眼は適度に大きい。これらの諸特徴から、本種は、少なくとも成魚の段階においては魚食性(ichthyovorous)で、しかも、表層、下層のいずれにも棲息できる魚類であったとみられる。口裂の大きさは、優にマイワシ、カタクチワシあるいはそれ以下のいろいろの幼魚を捕食できる大きさを持ち、また、追いかける能力も充分に備えていたものと推定できる。また、後述するように、本種の大敵としてあげられるものは、より大きな魚食性の魚類——たとえばマグロ類ではなかったか、と思われる。

一般に、同種とみなされる魚類、あるいは類縁の種族の中では、脊椎骨数は、棲息水温が低いほどその数を増す傾向にあることは、よく知られているところである。前述のように、本種の脊椎骨数は31個で、現棲のマサバやゴマサバのそれと一致する。上述のような法則性と照合してみると、このことは、本種の棲息水塊が、現棲類縁種と同じく、温水塊であったことを示すものと考えられる。

以上に述べた本種の2・3の生態的特徴は、現棲のマサバやゴマサバのそれとほとんど一致するといえる。

C. 大量への死の原因

以上のように、本種が死骸となって埋没した環境の解析結果と、常時生活していたと考えられる環境の推定結果との間には、極端な矛盾がある。だが、これらのことがらは、それぞれの立場から客観的に類推されたことであるから、やはり、本来、外洋の適応者であった本種が、全く自己の生存を許さない内湾の奥部を選んで突入し、そこを墓場にしてしまった、と解釈するのが至当であろう。

現世において、サバのような外洋沿岸棲魚類が接岸する場合は、(1)害敵に追われる、(2)不適水帯に押される、(3)端脚類、甲殻類あるいは小魚などの餌を追いつぎ、(4)気圧が変化して水面が静かになる、(5)海流が接岸する、(6)嵐の後に海水中の照度が変わる、(7)岸波による潮目が岸に接近する、(8)魚群が岬角を回るとき、などのいずれかだといわれている。しかし、サバ類についてみれば、(4)、(6)、(7)、(8)の事象には影響されないとみられる。また、山田層を堆積させたような水域あるいは地形のもとでは、(3)、(5)の事象も生じなかっただろうし、(2)の場合とすれば、他の魚種がもっと混りあってもよいのではないかと思われる。

このように考察していくと、可能性が出てくるのは(1)だけとなるが、これを肯定することは困難ではない。すなわち、本種の集団が回遊していたところへ、たとえばマグロ類の集団あるいはサメ類などが、それを捕食するために押し寄せてきた結果、むらがって湾の奥へ奥へと逃げこんだ、という事態が推定できる。

つぎに、大量への死の原因として一般にあげられるのは、(A)火山活動、(B)地震、(C)塩分濃度の突発的变化、(D)水温変化、(E)赤潮の発生、(F)溶存酸素の欠乏と有害ガスの発生、(G)産卵、(H)岸への打上げ、(I)嵐、(J)垂直潮流の発生などの諸現象である。

含魚化石層はきわめて有機物に富み、よく連続する薄層である。この有機質泥岩の薄層は、魚化石の産出部分を中心に四方に広がっているように見え、また、化石の産出頻度がかなり高いことから、魚類の一時的な大量死に伴ない、魚類遺体の沈着と同時に、その直後に遺体から出て、静かに周辺に広がった有機物の薄層であろうと、推定される。この薄層の中で最上位のものの直上には、約2.5cm厚の有機質泥岩がのり、さらにこれを蔽った粗砂質凝灰岩層がのっている。この凝灰岩は、激しい火山活動の結果生じた粗粒火山灰で、堆積の際、急激な不等荷重を生じたため、その底面は直下の有機質泥の頂面に不規則に食いこみ、さらにこの頂面直下の有機質泥のラミナを、厚さ約1.5cmにわたってゆがめているのが観察される。この乱れは、この範囲よりも下位には達せず、化石を含む薄層は、最上位のそれも含めて、乱れをまったく示していない。したがって、比較的静穏な環境の下で、数回大量死が繰返され、その後しばらくして、火山活動がやや激化した、と推定することができる。

このことからわかるように、本種の集団死因を、直ちに激しい火山活動に結びつけることはできない。しかし、直接、間接のいずれにせよ、その原因を上記の10項目の中から求めようとするれば、(A)、(C)、(F)の3つがあげられよう。

そこで、再び山田層(B層)の生成環境にたちかえてみると、そこは水の濁度が高い停滞水域であり、生物——とくに外洋性生物や底棲生物——にとって、不適当な生活環境であったと推察さ

れる。含化石層やその上下の層準の地層は、クロスラミナや水流による分級の結果生じるラミナを欠くこと、ならびに含化石層は湖沼のような静水域の堆積物からなることから、この水域が停滞水域であったことは、ほぼ疑いない。また、含化石層附近の岩相が細粒凝灰岩質であることから、細粒火山灰の供給がたえずおこなわれており、これが水中に懸濁していた、と考えられる。細粒火山灰をこの水域に運搬した営力は、おそらく風あるいはごく弱い流水であろうと思われるが、葉片が自然のそりをもったまま散在して細粒凝灰岩から産するところから、主として風であろうと考えられる。細粒火山灰の降下中に、火山活動の明瞭な休止期がないことは、細粒凝灰岩が塊状であることから、推察される。

現棲のサバ類が、常に澄んだ水域を好み、汚濁した海水域をきらって逃避する習性のあることは、よく知られているところである。

以上のような2つの面から考えると、中新世の外洋沿岸水域に大集団を形成して生活していたサバ類は、より大型の魚類集団に追われて内湾奥部に閉じこめられ、そこで一挙に、火山灰による濁水によって窒息死したもの、と推定される。前述のように、含魚化石層は、わずか60cmの垂直間隔をおいて上下2枚存在する。このことから、このわずかな期間中に、このような集団死の現象が少なくとも2回はおこっていたことを示すものであろう。大量への死はともかく、外洋棲のサバが、この湾内に逃げこんできた機会は、実際には、まだまだ多かったものと推定される。

参 考 文 献

ABE, T. and TAKASHIMA, Y. (1958) Differences in the number and position of two kinds of fin-supports of the spinous dorsal in the Japanese mackerels of the Genus *Pneumatophorus*. Jap. Journ. Ichth., 7 (1), 1~12.

阿部宗明 (1963) 原色魚類検索図鑑. 北隆館.

BERG, L. S. (1958) System der rezenten und fossilen Fischartigen und Fische. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.

檜山義夫・安田富士郎 (1961) 日本水産魚譜. 内田老鶴圃.

HONDA, K. (1931) On the fossil from Sawada-Mura, Azuma-Gun, Kōzuke. Natural Science and Museum, No. 13.

HOTTA, H., ABE, T. and TAKASHIMA, Y. (1958) Note on the head bones of Japanese mackerels of the Genus *Pneumatophorus*. Bull. Tohoku Reg. Fishery Res. Labor., no. 12.

堀田秀之 (1961) 日本産硬骨魚類の中軸骨格の比較研究. 農林水産技術会議事務局.

増田 茂 (1952) 沢渡温泉南部の地質. 群馬大学芸学部卒論 (MS).

松倉喜代松 (1955) 魚類の形態と検索 (I). 石崎書店.

_____ (1963) 動物系統分類学, 9(中), 中山書店.

_____ • 落合 明 • 岩井 保 (1965) 魚類学(上). 恒星閣.

_____ • _____ (1965) 魚類学(下). 恒星閣.

村上子郎 • 早野孝教 (1956) 本邦近海産サバの背部担鰭骨数について. 日水会誌, 21(9),

_____ • 真子 渺 • 能勢幸雄 (1958) サバの形態的特性. 対馬暖流開発調査報告書, 第4輯.

NIINO, H. (1951) Description of some fossil fishes and prawns from Japan. Journ. Tokyo Univ. Fisher., 38(1), 47-58.

NIKOLSKII, G.V. (1961) Special Ichthyolog. Israel Program for Sci. Transl.

_____ (1963) 魚類生態学(亀井健三訳). 新科学文献刊行会.

高橋善弥 (1962) 瀬戸内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, no 16.

横田滝雄 • 内田典子 (1958) 太平洋南東のアジ, サバ類の研究に関する諸説. 南海区水研報, (9).