

タラ目魚類の脳、とくにその形態分化について

岡 村 収
(高知大学文理学部生物学教室)

The brain of the fishes of the order Gadida, with special reference
to its morphological differentiation

Osamu OKAMURA

従来、タラ目魚類の脳に関する研究は比較的に多く、MALME (1891), COLE (1900), HERRICK (1900), EVANS (1935), SVETOVIDOV (1948) および内橋 (1953) などによって行なわれている。しかし、これらの研究はすべてタラ科魚類を対象としており、その他のタラ目魚類の脳に関する知見はきわめて貧弱な状態にある。わずかに PFÜLLER (1913) が大西洋産ソコダラ類11種の頭部感覚機構と脳の関連を、TUGE and SHIMAMURA (1958) が太平洋産ソコダラ類の1種イバラヒゲ *Nematonurus acrolepis* (BEAN) の脳形と生態との関連をそれぞれ追求しているにすぎない。そのため、タラ目魚類の特徴とされてきた嗅球の位置的特異性さえも、これが本目魚類のすべてに共通する形質であるかどうか確認されていない。したがって、タラ目魚類の脳の特性、各科間における脳の形態的分化および脳形に反映された各科魚類の一般的生態を明らかにすることが本論文の目的である。従来の分類体系によるとタラ目はタラ、ムレノレピスおよびソコダラの3亜目からなる。このうちムレノレピス亜目については改めて検討することとし、タラ亜目のチゴダラ科、タラ科、サイウオ科およびソコダラ亜目のソコダラ科の各科魚類について検討を加えた。

この研究は日本産ソコダラ類に関する総合的研究の一部であり、終始御指導を頂いた京都大学水産学教室の松原喜代松教授に対し厚くお礼申上げる。

材料と方法

使用した魚種はチゴダラ *Physiculus japonicus* HILGENDORF, ナガチゴダラ *Ph. inobarbatum* KAMOHARA, マダラ *Gadus macrocephalus* TILESIIUS, スケトウダラ *Theragra chalcogramma* (PALLAS), サイウオ *Bregmaceros japonicus* TANAKA, ヒモダラ *Nematonurus longifilis* (GÜNTHER), キシュウヒゲ *Coelorhynchus smithi* GILBERT et HUBBS, テナガダラ *Abyssicola macrochir* (GÜNTHER), ヤリダラ *Hymenogadus kuronumai* (KAMOHARA), マンジュウダラ *Malacocephalus laevis* (LOWE) およびサガミソコダラ *Ventrifossa garmani* (JORDAN et GILBERT) の11種である。これらのうち、富山湾産のサイウオをのぞき、その他のすべての魚種は銚子以南の大西洋沿岸各地から機船底曳網によって得られた。

これらのフォルマリン固定標本から脳を摘出してその外形を観察すると共に、必要に応じて通常のように組織標本を作成し、内部の観察に用いた。

結 果

脳全体はソコダラ科において最も強く側扁し、チゴダラ科、タラ科の順に側扁度を減じ、サイウオ科においてはほとんど円筒状を呈する。脳の水平的位置にも変異が認められ、一般に嗅葉は両眼間の後方に位置するが、サイウオ科では両眼間にある。EVANS (1952) および山口 (1961) によって指摘されているように、脳の水平的位置と嗅索の長さとの間には密接な関係があり、脳が前位であるサイウオ科では嗅索がいちじるしく短い。脳と頭蓋腔の間に充満する脂肪様物質は一般に他の硬骨魚類に比べてきわめて多いが、幼魚あるいは小形種では脳が頭蓋に密着する傾向がある。

端脳 (telencephalon) は嗅球 olfactory bulb と嗅葉 olfactory lobe の 2 主要部と、これに附隨する嗅神経 olfactory nerve と嗅索 olfactory tract からなる。嗅神経は嗅球を嗅囊 olfactory sac に連ねる神経索で、タラ亜目では短いが明らかに認められる (第1~3図)。しか

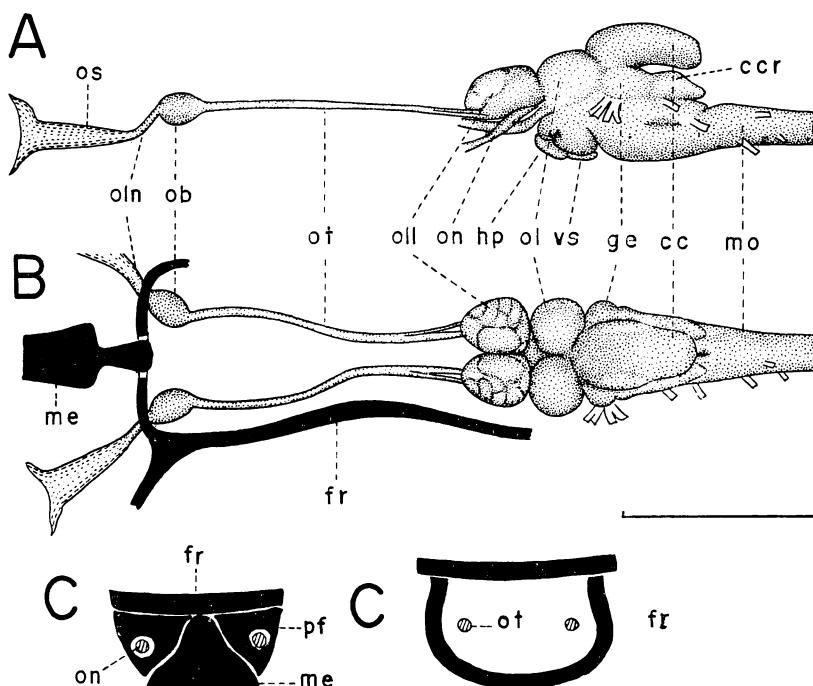


Fig. 1. Lateral (A) and upper (B) aspects of brain, and frontal aspect (C) and cross section (C') of precranial cavity in *Physiculus inbarbatum*. cc, cerebellar corpus; ccr, cerebellar crest; fr, frontal; ge, granular eminence; hp, hypophysis; me, mesethmoid; mo, medulla oblongata; ob, olfactory bulb; ol, optic lobe; oil, olfactory lobe; oln, olfactory nerve; on, optic nerve; os, olfactory sac; ot, olfactory tract; pf, prefrontal; vs, vascular sac. Scale bar indicates 10 mm.

し、ソコダラ亜目魚類では嗅球が嗅囊に密着するため、嗅神経は外見上まったく認められない (第4図)。さらに、組織標本による内部観察においても、嗅球から出る神経は直ちに分枝して嗅囊内の各嗅板に入るので嗅球と嗅囊との間に単一の神経束 (嗅神経) が形成されることがない。嗅球は嗅葉と共に嗅覚の中権であるとみなされている。タラ目魚類では嗅球が嗅葉らか分

離して前方に移動し、嗅索によつて後者に連なることがいちじるしい特徴であるが、その位置についてはさらに亜目間あるいは科間の相違が認められる。すなわち、タラ亜目魚類の嗅球は常に前頭蓋腔内にとどまるのに対し(第1~3図)、ソコダラ亜目魚類のそれは鼻窩にあつて嗅囊に密着する(第4図)。さらに、サイウオ科では脳全体が前方に伸張しているため、嗅球は嗅葉に接近する(第3図)。嗅索は長くてかつ扁平なひも状の神経索で嗅球と嗅葉を連絡するが、サイウオ科では短い(第3図)。嗅索の走行状態には亜目間に顕著な差異が認められる。タラ亜目魚類の嗅索は前頭蓋腔の側壁に沿つて走り、その背面観において左右に巾広く分離し、また決して眼窩に入ることがない(第1~3図)。これに対し、ソコダラ亜目魚類の嗅索は左右の嗅葉を出た直後互いに上下に重なり合い、前頭蓋腔の底に沿つて前進し、同腔の前1/3附近で再び左右に分離した後眼窩に入り、嗅球に到る(第4図)。左右の各嗅索はタラ科ではその全長にわたつて2条からなり、内側嗅索は外側嗅索よりも巾広い(第2図)チゴダラ科とソコダラ科のそれは基部においてのみ2叉し(第1・4図)、サイウオ科では全長にわたつて单一型である(第3

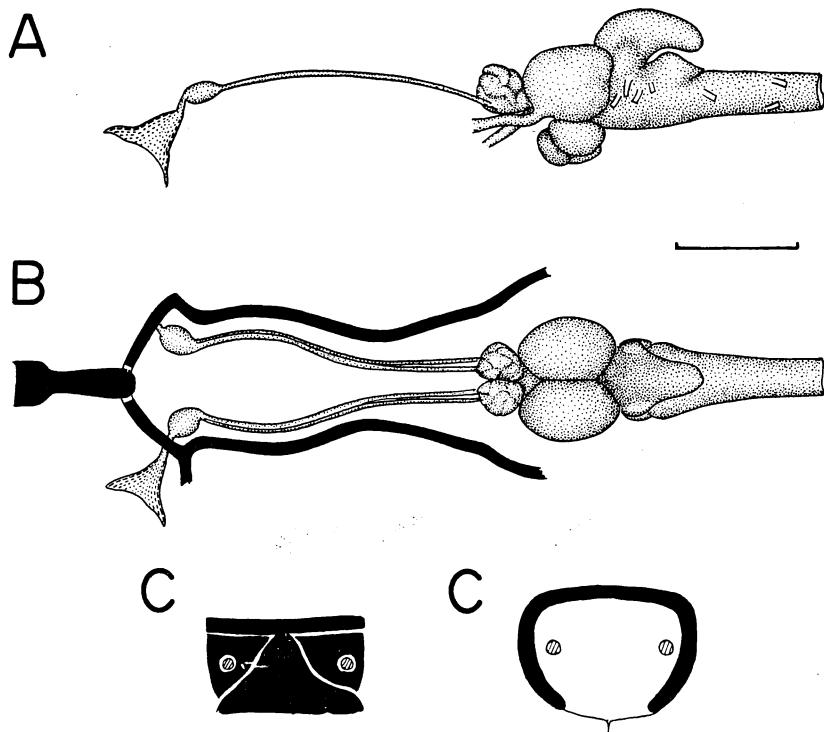


Fig. 2. Lateral (A) and upper (B) aspects of brain, and frontal aspect (C) and cross section (C') of precanal cavity in *Theragra chalcogramma*. Scale bar indicates 10 mm.

図)。嗅葉は脳の前端に位置しており、嗅覚の中枢である。タラ目魚類の嗅葉は一般によく発達するが、それでも科によって発達の程度が異なり、チゴダラ科では視葉よりも大きく(第1図)、その他の科では小さい。嗅葉の表面には顕著な嗅覚能を示すといわれる小隆起がよく発達する、これはタラ科では高等脊椎動物の大脳に似た回旋状を呈し(第2図)、チゴダラ科では背面観において多数の、側面観においては少数の膨出部として(第1図)、ソコダラ科では背・側面観

においてそれぞれ3~5個の膨出部として認められる(第4図)。さらに、以上の3科においては嗅覚的行動のいちじるしい魚に発達するとされている腹側裂、Y字溝およびテニエ隆起はいずれも顕著である。

中脳(mesencephalon)は脳の中部背方にあり、対をなした視葉optic lobeとそれから出る視神経optic nerveとかなり、視覚中枢を司る。視葉の形はさまざまであるが、それで

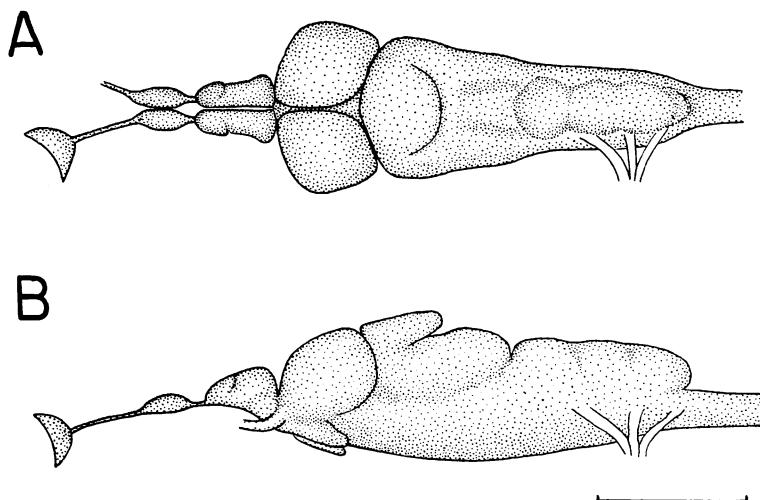


Fig. 3. Upper (A) and lateral (B) aspects of brain in *Bregmaceros japonicus*. Scale bar indicates 3 mm.

も科によって一定する傾向が認められ、チゴダラ科とサイウオ科ではほぼ球形を(第1~3図)、タラ科では前後方向に長い卵円形を(第2図)、ソコダラ科では上下方向に長い卵円形を呈する(第4図)。視葉の発達は一般に悪く、とくにチゴダラ科では各脳部の中で下葉に次いで小さく、他の科でも各脳部中第2~3位の大きさにすぎない。視葉側面の lateralen Einschnürungは全く認められないか、もしあっても軽度である。視神経は嗅葉の下方で全交叉し、一般にはきわめて大きいがチゴダラ科では細い。

間脳(diencephalon)は中脳の下方に位置し、漏斗infundibulum、下葉inferior lobe、脳下垂体hypophysisおよび血嚢体vascular sacの4主要部と上生体epiphysisからなる。嗅葉と視葉の間に位置する上生体はタラ亜目魚類では長大でその先端は嗅葉の前端に達するが、ソコダラ類では短小で舌状あるいは不定形の塊状物として認められる。漏斗の前方には嗅覚と密接な関係をもち夜行性を示すとされる postoptische Commissurenplatteが一般によく発達する。漏斗は小さく、著大な脳下垂体によっておおわれている。タラ目魚類では下葉の発達に3型が認められ、サイウオ科では下葉はいちじるしく扁平で小さく(第3図)、チゴダラ科とタラ科では肥大膨化して卵円形を呈する(第1~2図)。さらにソコダラ科の下葉は極度に発達して球形を呈し、その表面は浅いくびれによって3~5個の膨出部に分れる(第4図)。脳下垂体は漏斗の腹側にあってよく発達するが、その発達度合と形状に関して亜目間に顕著な差が認められる。タラ亜目における脳下垂体は組織がもろく、著大であるが扁平で、腹面觀においてシャベル状を呈する(第1~3図)。いっぽうソコダラ類の下葉は極度に発達してその組織は固く球形か、先端の膨大したこん棒状を呈し、下方または前下方に突出する。血嚢体は左右の下

葉の間、脳下垂体の直後にあって、脳室内の液圧変化あるいは水圧の変化を感受するという。この血嚢体はサイウオ科では認め難く、ソコダラ科では中庸に発達するが前位でその後端は下葉の中程にあり、タラ科とチゴダラ科では高度に発達して下葉の後端に達する。

後脳 (metencephalon) は小脳体 cerebellar corpus、小脳弁 cerebellar valve および顆粒突起 granular eminence からなる。無対の小脳体は視葉の後方にあって後脳の大部分を占め、その発達程度は魚の遊泳力や行動習性と密接な関係がある。タラ科およびチゴダラ科魚類の小脳体は一般に円筒形で大きく、基底部から屈曲して延髓の背側にかぶさり、その先端は稜溝に達する(第1~2図)。サイウオ科では小脳体は左右に巾広く上下に扁平で、未発達のいちじるしく縦扁した後葉が小脳体本体の背面に密着している(第3図)。ソコダラ科の小脳体はタラ科およびチゴダラ科のそれに似て円筒形かこん棒状であるが、ほぼ直立する点が特異である(第4図)。この科では稀に後曲型も見られるが、その場合でも小脳体が下方の脳髄に密着することではなく、またその先端は決して稜溝に達しない。小脳体の基部側方には側線感覚の中枢で顆粒突起と呼ばれる隆起物がある。この隆起はサイウオ科では不明瞭であるが、他のタラ目魚類ではよく発達し、とくにソコダラ科では側方にいちじるしく膨出する(第4図)。

終脳 (myelencephalon) は小脳稜 cerebellar crest、顔面神経葉 facial lobe、迷走葉 vagus lobe および延髓 medulla oblongata からなる。小脳体の後方、延髓の前部背面には左右対立して堤防状に並ぶ隆起があって小脳稜とよばれる。この隆起は EVANS (1940) の somatic

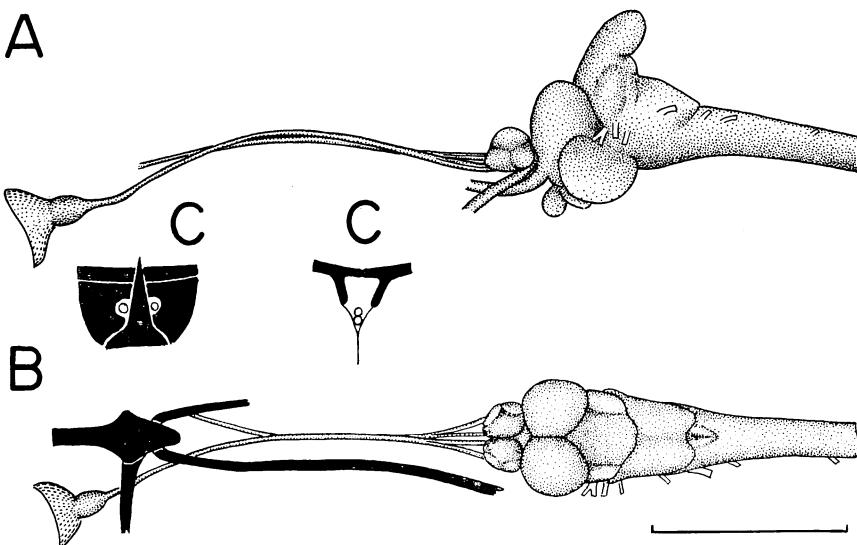


Fig. 4. Lateral (A) and upper (B) aspects of brain, and frontal aspect (C) and cross section (C') of precranial cavity in *Coelorhynchus smithi*. Scale bar indicates 10 mm.

sensory lobe に相当しサイウオ科を除くタラ目魚類において顕著である。とくにソコダラ類の小脳稜は発達がいちじるしく、側方と背方に膨出する(第4図)。顔面神経葉は稜溝の前部に位置し、味覚に関与するといわれているがサイウオ科をのぞく本目魚類ではよく発達する。迷走神経葉は口中味覚に関与するといわれ、本目魚類ではあまり発達しない。延髓はよく発達し、いずれの科においても各脳部中最大である。なかでも、サイウオ科魚類のそれはいちじるしく

肥大し、拡大した第1～3神経弓に入る。このような延髓後部の肥大は第1～3脊髄神経の異常な発達に原因している。これらの脊髄神経は肩帯の後縁に沿って下降し、糸状に延長した腹鰓の外側3軟条に入り、その先端にまで達する。

各科魚類における各脳部の発達順位をみると、チコダラ科では終脳が最もよく発達しており、端脳、後脳、中脳および間脳の順に小さくなり、タラ科では終脳または中脳、端脳、後脳および間脳、サイウオ科では終脳、中脳、後脳、端脳および間脳、ソコダラ科では終脳、中脳、間脳および端脳または後脳の順に小さくなる。

論 議

タラ目魚類の脳は、嗅球が嗅葉から分離し、嗅索によって後者につながる点が特異である。KAPPERS (1936) によると、このような嗅球の移動は神経向性 neurobiotaxis によるものであるという。その原因は別として、タラ目魚類では頭蓋骨または頭蓋骨と眼窩間膜からなる前頭蓋腔が拡大しているために、嗅球の移動が容易であったと考えられる。現生硬骨魚類の中で、このような前位の嗅球をもつ魚としてはコイ目魚類、ウツボ科魚類、ペルコプシス亜目魚類、タラ目魚類およびクサウオ科魚類 (山口, 1961) が知られている。松原 (1963) と GOSLINE (1963) はこの点に着眼し、従来他の魚類との系統的類縁関係が不明瞭であったタラ目魚類をコイ目魚類またはペルコプシス亜目魚類にそれぞれ類縁付けた。嗅球の位置的特異性が系統学的意義を有するとする彼等の見解は、クサウオ科を除く上記の魚類がすべて比較的原始的な硬骨魚類に属すること、およびほとんどの形質でより高度に特化しているソコダラ亜目魚類はタラ亜目魚類よりもさらに前位の(特化した)嗅球をもつという事実によって支持されよう。

脳の形態分化が魚類の分類形質として有効であることは SVETOVIDOV (1953) によって明確に指摘された。その後、落合 (1959)、赤崎 (1963) および MILLER and EVANS (1965) などはウシノシタ亜目魚類、タイ型魚類および Catostomidae 科魚類の分類にそれぞれ脳形を活用している。要約の項で述べられるように、タラ目魚類においても脳は明らかな形態分化を示し、亜目、科そしておそらくは属の分類形質として重要である。

魚類の脳形がその魚の行動および習性と密接な関係があり、それらを反映することは内橋 (1953) の研究によって広く知られている。タラ目魚類ではそれぞれの科によつて脳形が一定しているので、各科魚類の一般的な生態を脳形から推定することができる。内橋 (1953) によると、嗅球が嗅葉に比べて比較的大きく、嗅葉表面の形が複雑である程嗅覚が鋭いといふ。サイウオ科を除くタラ目魚類はよくこの特徴をそなえている。視覚はチゴダラ類において最も退化的であり、その他のタラ目魚類では他の硬骨魚類とあまり変わらないようである。とくにソコダラ類は代表的な深海性魚類であるにもかかわらず大きな目と普通の大視葉をもつ。TUGE and SHIMAMURA (1958) によると、本科魚類の1種イバラヒゲの視葉の層的構造は他の硬骨魚類と同じであるといふ。また、筆者のソコダラ類に関する研究においても、この類の目は生息深度が600m前後に達するまでは次第に大きさを増し、1000m以深で始めて急激な退縮を示すことが知られているので、表層魚ほどではないにしてもその視覚活動はかなり活発であると推定される。内橋 (1953) によると、タラ科魚類は大きな後曲型の小脳体をそなえており、その行動は遅鈍であるが大回遊性をもつといふ。チゴダラ科魚類も同様である。小脳体が棍棒型であるソコダラ類と扁平型であるサイウオ類は行動は遅鈍であり大きな回遊性はもたないと思われる。内橋 (1953) および TUGE and SHIMAMURA (1958) によると深海性であるかまたは

嗅・味覚的行動が強い魚では下葉がよく発達するという。この点に関する限りサイウオ類は最も浅海性であり、ソコダラ類は最も深海性であると判断される。内橋(1953)によると、血嚢体は JOHNSTON (1906) によって脳室の液圧変化を感受するとされ、DAMMERMAN (1910) および KAPPERS (1921) によって水圧の感受器すなわち Tiefegergan とみなされたが、彼等の見解は佐藤および黒滝(1958)の観察によってもほぼ支持されている。この血嚢体は深海性または底生性のチゴダラ類、タラ類およびソコダラ類ではなく発達しているが、浅海性のサイウオ類では未発達で従来の研究結果とよく一致する。顆粒突起と小脳稜の肥大は聴側線感覚の発達を示すといわれている。EVANS (1940) はこれらの感覚中枢のうち小脳稜に相当する脳部を *Gadus morrhura* において somatic sensory lobe とし、タラ類ではよく発達すると述べている。これらの感覚中枢の肥大度から判断すると、聴側線感覚はソコダラ類において非常によく発達し、チゴダラ類とタラ類においてもよく発達するが、サイウオ類では発達しない。この結果は TUGE and SHIMAMURA (1958) の観察結果とよく一致する。しかし、タラ類は垂直回遊も行なうがどちらかといえば底生性であり、またチゴダラ類とソコダラ類は底生性が非常に強いので、大型の顆粒突起をもつ魚は表中層性であるとした内橋(1953)の結論には反する。さらに、ソコダラ類における小脳稜の発達は PFÜLLER (1913) によって精査されているように頭部感覚管の異常な発達に原因している。同じ傾向はチゴダラ類とタラ類において認められる。このような聴側線感覚の発達は深海における群形成などに役立つものと考えられる。タラ目魚類は内橋が指摘しているように延髓発達群に属するが、延髓の発達には2つの様式が認められる。チゴダラ類、タラ類およびソコダラ類における延髓の発達は主として小脳稜および顔面神経葉の肥大によるものである。SATO (1937・1941) は触しゅや口唇の感覚を用いて索餌する魚では顔面神経葉が発達することを示している。いっぽうサイウオ類における延髓の発達はその後部の肥大によるものである。この類では延髓後部から出て腹鰓の外側3軟条に入る第1~3脊髓神経が異常に発達しており、おそらくは触味感覚を伝達するものと推定される。

結局、タラ目を構成する各科魚類の一般的な習性および行動は脳形から次のように推定される。サイウオ科魚類は浅海性で、強い触味覚的索餌行動をとる。視覚および嗅覚は中程度に発達し聴側線感覚は鈍い。遊泳行動は遅鈍で回遊性はあまりないと思われる。チゴダラ科およびタラ科魚類は深海性で、索餌行動は嗅味覚型、とくにチゴダラ科魚類は嗅覚が鋭い。視覚は弱く夜行性が強い。聴側線感覚は鋭敏。遊泳行動は緩慢であるが大回遊を行なう。ソコダラ科魚類はいちじるしく深海性で、索餌行動は嗅味覚型。強い夜行性を示す反面光に対するかなりの感受力をもつ。ただし、微細な視覚活動を行ない得るとは考えられない。聴側線感覚は非常に鋭敏。遊泳行動は緩慢であるが、多少の回遊力はもつようである。

要 約

本報において日本産タラ目魚類2亜目4科11種の脳形が調査された。その結果、タラ目魚類は独特の脳形をもつこと、および脳形は亜目ならびに科の分類形質として非常に重要であることが判明した。さらに脳形に反映された各科魚類の一般的な習性・行動もあわせて考察された。

1. 従来タラ科魚類については指摘されていたように、タラ目魚類の脳では嗅球は常に嗅葉から遊離し、嗅索によって後者につながる。
2. タラ亜目では嗅球は前頭蓋腔内にあり嗅神経によって嗅囊につながる。また1対の嗅索

は左右に巾広く分れておりかつ眼窩には決して入らない。下垂体は扁平で、腹面觀においてシャベル状を呈する。いっぽう、ソコダラ亜目では嗅球は前頭蓋腔を出て鼻窩に入り嗅囊に密着する。したがって、嗅球と嗅囊の間には单一の嗅神経束が認められない。さらに左右の嗅索は互いに上下に重複し、前方において眼窩に入る。下垂体は塊状で下方に向って突出する。

3. サイウオ科では脳全体は円筒形を呈し、嗅索は短かく、嗅葉の表面は殆んど円滑で、小脳体は扁平。下葉、顆粒突起、小脳稜および血嚢体はほとんど認められない。延髓は脊髓始部と共に一大肥大部を形成する。チゴダラ科魚類の脳はタラ科魚類のそれによく似ており、脳全体は側扁し、嗅索は長く、嗅葉表面の形は複雑で、小脳体は大きくて後曲する。下葉、顆粒突起、小脳稜および血嚢体はよく発達する。さらに延髓後部はサイウオ類におけるほど肥大しない。ただし、チゴダラ科魚類の脳は端脳が中脳よりもよく発達すること、および各側の嗅索は基部では2叉するが1条からなることなどの点においてタラ科魚類の脳と異なる。ソコダラ科では、上述した亜目としての形質のほかに、脳全体がいちじるしく側扁すること、下葉、顆粒突起および小脳稜が非常によく発達すること、および各嗅索は基部で2叉するが全体として1条からなることなどが特徴的である。

引 用 文 献

- 赤崎正人 1963: タイ型魚類の研究、形態・系統・分類および生態。京大みさき臨海研究所特別報告, i, 1-368.
- COLE, F. J. 1900: Notes on Prof. Judson Herricks paper on the cranial nerves of the cod fish. *Journ. Comp. Neurol.*, x.
- DAMMERMAN, K. W. 1910: Der Saccus vasculosus der Fische ein Tiefeorgan. *Z. wiss. Zool.*, xcvi, 654-726.
- EVANS, H. M. 1935: The brain of *Gadus*, with special reference to the medulla oblongata and its variations according to the feeding habits of different Gadidae. *Proc. Royal. Soc. Lond.*, cxvii, 59-68.
- , 1940: *Brain and body of fishes*. London.
- GOSLINE, W. A. 1963: Considerations regarding the relationships of the percopsiform, cyprinodontiform, and gadiform fishes. *Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Mich.*, no. 629, 1-38.
- HERRICK, C. J. 1900: A contribution upon the cranial nerves of the codfish. *Journ. Comp. Neurol.*, x.
- KAPPERS, A., G. C. HUBER and F. C. CROSBY, 1936: The comparative anatomy of the nervous system in vertebrates, including man. New York.
- MALME, G. 1891: Das Gehirn der Knochenfische. Stockholm.
- 松原喜代松 1963: 魚類(2)。動物系統分類学9(中)。東京。
- MILLER, R. J. and H. E. EVANS, 1965: External morphology of the brain and lips in catostomid fishes. *Copeia*, 1965, iv, 467-487.
- 落合明 1959: 日本産シタビラメ魚類の形態、分類ならびに生態学的研究(タイプ印刷)。
- PFÜLLER, A. 1913: Beiträge zur Kenntnis der Seitensinnesorgane und Kopfanatomie der Macruriden. Leipzig.
- SATO, M. 1937: Histological observation on the barbels of fishes. *Sci. Rept. Tohoku Imp. Univ. Biol.*, xii, 265-276.
- , 1942: Notes on the finger-like pectoral fins in three Japanese fishes. *Sci. Rept. Tohoku Imp. Univ. Biol.*, xvii, 1-8.
- 佐藤光雄・黒瀧光明 1958: 魚類の血嚢体 *Saccus vasculosus* について。魚雑. vii, 39-44.
- SVETOVIDOV, A. N. 1948: The codlike fishes. *Fauna of the USSR, Fishes*, ix, 1-222. (In Russian).
- , 1953: Materials on the structure of the fish brain. 1. Structure of the brain of codfishes. *Trudy Zool. Inst. Akad. Nauk SSSR*, xiii, 390-419. (Ichthyological Lab. Translation iii).

TUGE, H., and H. SHIMAMURA, 1958: Study on the brains of the deep sea fishes, *Cyclothon microdon*, *Gonostoma ritiogi* and *Coryphaenoides acrolepis*. Ann. Rept. Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory, iv, 197-220.

Résumé

In this paper the author has newly examined the brain of 11 Japanese teleosts which belong to the families Moridae, Gadidae, Bregmacerotidae and Macrouridae of the order Gadida. As the result, it has been ascertained that all of these fishes have the brain pattern peculiar to this order, and that the brain is differentiated morphologically among the suborders or families and probably even among the genera.

1. As has been pointed out by several authors on some species of Gadidae, the olfactory bulbs in Gadida are always separated from the olfactory lobes, being connected with them by a pair of olfactory tracts.

2. In the suborder Gadina, each olfactory bulb remains in the precranial cavity and is anteriorly connected with the olfactory sac by an olfactory nerve. But, in Macrourina it migrates forward into the nasal fossa to be close together with the olfactory sac. Consequently, the olfactory nerve is not recognized between the bulb and sac in this suborder. The olfactory tract is widely separated from its opposite mate and does not enter the orbit in Gadina, while it is overlapped by its opposite mate and passes through the orbit anteriorly in Macrourina. Moreover, in the former the hypophysis is depressed and shovel-like in ventral view, but in the latter it is massive and hangs downward.

3. General features of the brain in each family may be summarized as follows; in Moridae the brain which is moderately compressed bilaterally in general appearance is similar to that of Gadidae in its basic pattern, the olfactory tract extends from the anterior end to the posterior end of the precranial cavity, the surface of the olfactory lobe is complex in shape, the large cerebellar corpus is cylindrical in shape and extends backward to the rhomboid fossa, and the inferior lobe, acoustic-lateral area (granular eminence and cerebellar crest) and vascular sac are well developed. But the gadids are different from the morids in having the optic lobes larger than the telencephalon and the olfactory tract consisting of 2 cords, median and lateral. In Bregmacerotidae, the brain is cylindrical in general appearance, the olfactory tract is very short, the surface of the olfactory lobe is almost smooth, the cerebellar corpus is strikingly depressed, and the inferior lobe, acoustic-lateral area and vascular sac are not developed. The medulla oblongata in this family is strikingly enlarged and gives rise to the 1st to 3rd spinal nerves which run downwards along the posterior margin of the shoulder girdle to enter the outer 3 soft rays of the pelvic fin produced into filaments. The macrouroids have the brain highly compressed, long olfactory tract and large cerebellar corpus erected upwards. In this family the acoustic-lateral area and inferior lobe are very well developed, but the vascular sac is rather small.