

氏名・(本籍)	さとう　　こ 佐藤　やす子
学位の種類	理　学　博　士
学位記番号	理　第　507　号
学位授与年月日	昭和51年10月27日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
最終学歴	昭和24年　3月 東北大学理学部卒業
学位論文題目	Comparative morphology of the visual system of some Japanese species of Soricoidae (superfamily) in relation to life habits (習性からみた日本産トガリネズミ上科数種の) (視覚系に関する比較形態学)
論文審査委員	(主査) 教　授　樋　渡　宏　一　　教　授　小　西　和　彦 助教授　竹　内　拓　司

要　約

A 序　　論

B 材料と方法

C 生　活　史

D 結　　果 — 眼球ならびに副眼器，外側膝状体背側核，上丘，視床後外側核，視覚皮質
ならびに対応する後頭野

E 考　　察

引用文献，参考論文

論文内容要旨

要約：日本産食虫目のうち、トガリネズミ上科に属する *Sorex shinto* (3), *Mogera wogura wogura* (3), *Mogera wogura kobeae* (3), *Dymecodon pilirostris* (7), *Urotrichus talpoides* (7) の視覚系（眼球，副眼器，外側膝状体背側核，上丘，視床後外側核及び視覚皮質ならびに対応する後頭野の細胞構築に関して，習性との関連から研究した。

地上生活が優位のトガリネズミは眼裂があり，視覚系は全般的によく発達する。他方，地下生活優位のモグラ類では眼裂が形成されないで，視覚系には一般にその生活様式が反映していた。ヒメヒズとヒズは共に半地下生活を営み，視覚系はトガリネズミとモグラ類の中間型であった。

また他の哺乳類たとえば有袋目 (Gray, 1924), ネズミ目 (Masai, 1975), 翼手目 (Kupperina, 1968) に属する種を考慮しても，視覚系の細胞構築は分類上の類縁よりもむしろ “ecological niche” を反映している。

A. 序論：Kappers (1921, 1936) 及び Herrick (1924) による比較神経学的な概念は脳の知覚性領野におけるニューロン集団の規模と分化の様相が動物の習性と関連していることを示した。すなわち，環境からの種々の情報を処理する知覚領野は，個体の生活上優位に利用される受容器との関連で脳全体に対して比較的発達を遂げる。従って此の立場は，動物の習性を神経解剖学的に追究する概念として高い価値がある。

脳形態と習性との相互関係は，コイ科の交雑実験結果の分析からも明らかである (Masai and Sato, 1966)。タモロコでは視蓋（視覚）と終脳（嗅覚）が，ゼゼラでは迷走葉（味覚）と終脳が，脳全体に対して比較的発達する。これらの F1 は脳型と索餌行動とが両親の中間型である。タモロコとコマツカ及びその F1 でも同様な結果であった (Masai and Sato, 1965)。従って脳型と習性間には平行的な関連性があると思われる。個体発生的には，成長過程での生活様式の変異に伴って，受容器系統が変化する (Armstrong, 1964)。Rosenzweig et al. (1972) は，環境条件が視覚野を含む後頭皮質に影響することを実験的に証明した。

そこで，生態学的，系統発生的立場から視覚系統の細胞構築を研究した。食虫目は霊長類の直接の祖先であり (Romer, 1966)，*Soricoidae* は種々な程度に発達した視覚系統を持つ種を含み，分類学上の位置は明確であり (Simpson, 1945)，更に日本固有種及び遺残種を含む特徴的な生活様式を持つ種 (Imaizumi, 1962; Imaizumi and Obara, 1966; Miyao, 1970) が含まれる。著者が知る限り，食虫目の視覚系統に就いては記載的な研究だけで，生態学的並びに系統学立場からのものは無い。

B. 材料と方法：動物種と数は前記。10%フォルマリン固定。20及び25 μ 連続切片。染色はNissl, Weigert-Pal, Bielschowsky 及びhematoxylin-eosin。測定は

Planimeter 使用。生活史は Imaizumi and Obara, (1966), Abe (1968) 及び Miyao (1970) の野外調査に基づいた。

C. 生活史: *Sorex shinto* — 地上。食虫目に於ける "basal type" の 1 種 *Stephan* (1967)。前肢は特殊化しない。胃内容物の大部分はクモ類で、ミミズの割合は小さい。*Mogera wogura kobeae*, *Mogera wogura wogura* — 地下。前肢はシャベル状。胃内容物の大部分はミミズ。*Dymecodon pilirostris* — 半地下。前肢は僅かに特殊化。胃内容物は昆虫の幼虫、成虫とミミズ。日本特有种。*Urotrichus talpoides* — 半地下。前肢は特殊化してモグラに近い。胃内容物は昆虫の幼虫とミミズ。たゞミミズの種類はモグラとは異っている。

D. 結果: 検討した視覚系は、他の食虫目で変性乃至逆行性変性実験で (Lund and Lund, 1965; Hall and Diamond, 1968; Campbell, 1972; Harting et al., 1972) 光刺激に関係があることが確められている。眼球・副眼器 *Sorex shinto* — 管状の眼裂で、視神経は最も太い。眼球の細胞構築は他の哺乳類と同様。たゞ視細胞は単一型と思われる。視神経は視交叉形成後、外側膝状体へ向う。*Mogera wogura kobeae*, *Mogera wogura wogura* — 此等 *Mogera group* の眼球前面は全く厚い皮膚で被われ、眼裂は形成されない。角膜、水晶体の大部分は細胞成分。また網膜の細胞要素は少ない。視神経は最も細いが、視交叉を形成する。一般的な形態は他の哺乳類と同様。*Dymecodon pilirostris* — 眼球前面は皮膚で全く被われ、眼裂をみない。角膜基質には細胞成分があり、水晶体は細胞性で一部線維化している個体もある。その他の形態に就いては *Sorex* に似る。*Urotrichus talpoides* — 角膜前面には皮膚があつて、眼裂は形成しない。眼球の構築及び視神経に関しては、*Dymecodon* と同様。また強膜に対する角膜の割合は *Sorex* 75%, *Mogera* 28%, *Dymecodon* 60%, *Urotrichus* 50%, 水晶体の厚さがその直径に対する割合、眼球前後軸に対する割合は夫々、*Sorex* 50-70%, 40%; *Mogera* 56%, 30-45%; *Dymecodon* 56%, 50%; *Urotrichus* 70%, 48%。またどの種にも眼球付近の皮下に横紋筋が見られる。外側膝状体視床背外側に位置する。背側核と腹側核を区別。背側核は層構造を示さない。*Sorex* — 最大面での視床に対する面積の割合は 4%, 背側核は腹側核の約 2 倍、構成細胞は中等度の大きさ。腹側核では比較的的小型。*Mogera* — 視床に対する割合は 1%, 背側核と腹側核の割合は略々同様。背側核の細胞は、腹内側に多角形大型細胞が局在する以外は小または中等度大。*Dymecodon*, *Urotrichus* — 視床での比較的な面積は *Sorex* と *Mogera* の中間。背側核と腹側核との割合は大体同じ。背側核は内側に大型細胞を少数証める。他方、聴覚に関する内側膝状体が視床に対する割合は、*Sorex* 15%, *Mogera* 22% で、4 種共その占める割合は外側膝状体よりも内側膝状体が大きい。また上丘は、聴覚に関する下丘よりも比較的に小さい。上丘 — 中脳背側正中に

位置する1対の小隆起。層構造を形成して表在層、中間層、深層を区別する。Sorex—表在層の上丘全層に対する厚さの割合は他の3種よりも大きい。表在層と中間層の細胞に柱状配列が見られる。Mogera, Dymecodon, Urotrichus—表在層の全層に対する割合は共に小さい。Dymecodonの表在層は紡錘形の細胞である点で他の3種と異なる。Mogeraの中間層には多角形大型細胞が顕著である。視床後外側核 外側膝状体の背内側に位置する。X, Y, Zの3細胞群で構成され、Sorexで最も明瞭。細胞の形は全般的にSorexとDymecodonは円型、MogeraとUrotrichusでは紡錘形及び多角形。視覚皮質及び対応する後頭皮質 視覚皮質と対応する後頭皮質(17野或いは有線野, 18野)の同定は、食虫目に属する他の種で行われた細胞構築的な脳地図(Rose, 1912)とこれに略々一致する誘発電位法に基づく脳地図(Lende and Sadler, 1967)によった。なお18野はWeigert-Pal 髄染色で弱く染まり、17野をとりかこむ聴覚皮質への移行部と考えられる(Diamond and Hall, 1969)。細胞構築は他の哺乳類のように6層を形成する。Sorex—I層は細胞成分が少ない。薄いII層は小型の濃染細胞で、18野ではこれが小塊状に集まる。17野のIII層は、小型錐体細胞が不規則に配列し、18野では柱状に配列する傾向がある。IV層は17野では比較的厚く、18野では薄くて、小型円形細胞から成る。多くの濃染錐体細胞がV層に特徴的。17野ではVI層との間にlight zoneを見るが、18野には現われない。VI層は円形小型の細胞層と皮質表面に平行に配列する淡染細胞の2重層に分かれる。上 粒層(II, III層)+ 粒層(IV層)とが下 粒層(V, VI層)に対する割合は100%を越える。Mogera, Dymecodon, Urotrichus—視覚皮質相当部位が新皮質で占める割合はMogeraが最も少なく、DymecodonとUrotrichusはSorexとMogeraの中間。18野はSorexと違って、これら3種では同定が難しい。IV層はSorexに比較してMogeraで最も薄い、DymecodonとUrotrichusはこれらの中間。また上粒層と 粒層が下 粒層に対する割合は、Mogeraでは100%に達しないでSorexと対照的であるが、DymecodonとUrotrichusでは大体100%で、この場合もSorexとMogeraの中間にあたる。

E. 考 察 : Sorex shinto—管状眼裂、眼球と副眼器の様相は、弱い光刺激で神経興奮を生じ、夜行性を反映している(Walls, 1942; Duke-Elder, 1958)。外側膝状体背側核は層形成をしない。これはCampbell and Ryzen(1953)の所見と一致する。細胞密度は他の3種より大きい。眼球の反射運動に関係する上丘は層的構造が発達する。視束が入る表在層は厚い。視床後背側核の構築は他の3種と同様。視覚皮質の細胞構築はSorexの他の種(Rose, 1912; Ryzen and Campbell, 1955)と基本的に一致。刺激導入性である上 粒層+ 粒層(van't Hoog, 1918)は厚い。18野の様相は食虫目の他のbasal typeの所見(Diamond and Hall, 1969; Kaas et al. 1970)が支持する。Mogera group—眼球、副眼器の基本

的構成は *Sorex* と同様。付近の横紋筋と分泌腺は眼球運動を助ける (Quilliam, 1966), 極めて細い視神経と外側膝状体背側核は Niimi et al. (1962) 及び他の種 (Ganser, 1882; Bauchot, 1959) の所見と一致し, 背側核の大型細胞群は scotopic sight に関連すると思われる (Hassler, 1966)。後頭野には, *Sorex* の視覚皮質に対応する“視覚皮質”が細胞構築的に区別されるが, 4 種中最も狭くて, 上 粒層+ 粒層の薄さと共に *Sorex* と対照的である。ここは光刺激に反応しないが (Allison and Twyver, 1970), 細胞構築的に Rose (1912) の X 野に相当すると思われる。外側膝状体からの投射線維は証明されないが (Lund and Lund, 1966), 線維連絡の個体差と追跡出来ない線維の存在の可能性は地下 への適応を, また外側膝状体背側核の存在から Talpa の X 野が *Sorex* の視覚皮質に相同であると言える。Le Gros Clark (1933) と Johnson (1954) の所見のように上丘はあまり発達しない。視索が入る表在層は薄くて, Typhlops の所見 (Masai, 1973) とも合う。中間層での大型細胞の顕著さから, 体性知覚との関連と, 更に地下 への適応が考えられる。細胞構築的に Moger は specialization, *Sorex* は non-specialization を示して Kurepina (1974) の結果と合う。Dymecodon, Urotrichus — 眼球を含め, 視覚系の細胞構築は *Sorex* と Moger の中間で niche に対する適応と言える。

情報の高度な分析に関与する新皮質は, 刺激導入性の上 粒層に SDH 活性が強く (Friede, 1966; Masai and Ishibashi, 1968), autoradiography による追跡から上 粒層は個体発生の後期に形成され (Shimada, 1970), 光の遮断は視覚皮質上 粒層の厚さの減少を招き (Fifkova and Hassler, 1968), またラットの 17 野は常にドブネズミより薄い (Sugita, 1918)。これらから *Soricoidae* の視覚皮質の層構造は, 習性と関連すると言える。

次に taxonomy の立場から考えると, Marsupialia (Gray, 1924), Chiroptera (Kurepina, 1968), Myomorpha (Masai, 1975) での所見と対比して, 新皮質の形態的な pattern は taxonomy によるよりも, ecological niche に基づくものと考えられる。

引用文献

参考論文

論文審査の結果の要旨

この論文は日本産のトガリネズミ上科に属するシントウトガリネズミ、モグラ2種、ヒメヒミズおよびヒミズを材料として視覚に関与する脳の構造を生活様式との関連において比較解剖学的に研究したものである。

トガリネズミは地上生活、モグラは地下生活を主とし、ヒメヒミズとヒミズはその中間の半地下生活を営む。これらの視覚系を、眼球、副眼器、外側膝状体、上丘、視床後外側核、視覚皮質ならびに対応する後頭皮質について、ホルマリン固定、ニッスル、ワイゲルト・バル、ビルショフスキーおよびヘマトキシリン・エオジン染色標本を用いて詳細に観察を行った結果、トガリネズミは視覚系が全般的によく発達しているが、モグラ類は眼裂が形成されず、視覚皮質も極めて狭く、地下生活が優位な生活様式を反映し、ヒメヒミズとヒミズは前2者の中間型の視覚系を示した。この観察結果からトガリネズミ上科においては視覚系の形態的なパターンは分類上の類縁よりもむしろ *ecological niche* を反映していると結論した。

以上の内容は佐藤やす子が自立して研究を行うに十分な学力と研究能力を持つことを示しており、理学博士の学位論文として合格と認める。