ヒト網膜神経節細胞の形態に関する研究（図10，表1）

亀　井　　亜　理（岩手医科大学第一病理学講座／岩手医科大学眼科学講座）

The Morphology and Topography of the Ganglion Cells of the Human Retina

Ari Kamei

Department of Pathology I, Department of Ophthalmology, Iwate Medical University

要　約

ヒト網膜伸展標本に **reduced silver method** を施し，網膜神経節細胞の形態に関して検討した．ヒト網膜神経節細胞は，その形態学的特徴から3種類に大別された．すなわち，細胞体が大きく（23.7±2.8μm）樹状突起の広がりが大きい（246.2±66.6μm）細胞，細胞体が小さく（18.0±4.8μm）樹状突起の広がりの小さい（112.2±32.1μm）細胞，細胞体が紡錘形で樹状突起が細く広い範囲に張り出す細胞である．これらの細胞を，それぞれI型，II型，III型と命名した．著者の結果と **Golgi** 法を用いた **Rodieck** らの最近の研究とを比較すると，I型の細胞は **P cell** に，II型の細胞は **M cell** に類似し，細胞体の大きさは，彼らの報告とほぼ同じ大きさであったが，樹状突起の広がりは，より大きいことが明らかとなった．また，形態学的に，I型およびII型の細胞は，それぞれネコのα細胞およびβ細胞に対応すると考えられ，ヒト網膜にも，**X cell** 系，**Y cell** 系の生理学的特徴を持つ神経節細胞の存在が推察された．加えて，**cresyl violet** 染色を施したヒト網膜伸展標本の観察により，網膜神経節細胞密度は，偏心度が小さいほど，大きくなる傾向にあり，鼻側網膜の方が耳側より細胞密度が大きいことが確認された．（日眼　92：818—827，1988）

キーワード：神経節細胞，網膜，ヒト，形態学

Abstract

Morphological and topographical studies were perfomed on the whole-mounted human retina impregnated by the reduced silver method. Three morphologically different types of ganglion cells were observed and categorized as type I, II and III. Type I cells had large somas (23.7±2.8μm) and large dendritic fields (246.2±66.6μm). The soma was located at almost the center of its dendritic field and the dendrites branched equally away from the cell body. Type II cells had smaller somas (18.0±4.8μm) and smaller dendritic fields (112.2±32.1μm) than type I cells. The soma was usually laterally displaced in the dendritic field. Type III cells had spindle shape somas, thin dendrites and elongated dendritic fields. In type I and II cells, there was a significant positive correlation among the size, the diameter of the dendritic field and the eccentricity. When compared with previous reports, the present findings were in good agreement with those of Rodieck et al. (1985) who used the Golgi method. Thus, type I and II cells appeared to correspond to the P and M cells described by them, respectively. However, the diameter of the dendritic field was determined to be larger than that of Rodieck et al. The present and previous morphological and physiological data seem to make it possible to analogize in trans-species comparisons the existence of X-like and Y-like systems in humans as well. The reduced silver method which was successfully employed in this study was found to be more helpful than the

別刷請求先：020　岩手県盛岡市内丸19—1　岩手医科大学第一病理学講座　亀井　亜理
（昭和63年2月12日受付）
Reprint requests to: Ari Kamei, Department of Pathology I, Iwate Medical University, 19-1 Uchimaru, Morioka 020, Japan
(Accepted February 12, 1988)

Golgi method to observe the morphological forms of dendrites in detail. Furthermore, the distribution of human retinal ganglion cells was also studied in whole-mounted retinas stained by cresyl violet. It was confirmed that the density of ganglion cells along the horizontal meridian was higher in the central and nasal retina than in the temporal retina, which indicates the existence of a visual streak in the human retina. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 92 : 818—827, 1988)

Key words : Ganglion cells, Retina, Human, Morphology

I 緒　言

網膜神経節細胞は，1966年 Enroth-Cugell & Robson[1]によりネコで視覚刺激に対する反応様式と，軸索の伝導速度からX，Y，W細胞に分類されたが，その後，1974年 Boycott ら[2]により，同じくネコで，形態学的に，α，β，γ 細胞の3種類に分類され，α 細胞はY細胞に，β 細胞はX細胞に，γ 細胞はW細胞に，それぞれ対応することが明らかにされた．

一方，ヒトの網膜神経節細胞の形態に関しては，1891年 Dogiel[3]が methylene blue 染色を施した伸展標本の観察により type I，II，IIIの3種類に分類したのが最初の研究である．1969年に至って Boycott & Dowling[4]は，Golgi 法を用いた網膜横断面の観察により，ひとつの双極細胞と synaps を作る monosynaptic ganglion cell と，多数の双極細胞と synaps を作る polysynaptic ganglion cell とに分類している．最近，Rodieck ら[5]は，rapid Golgi 法による伸展標本で再検討をおこない，網膜神経節細胞をその形態から3種類に分類し，そのうちの P (parasol) cell は，Dogiel の type II とネコの α 細胞に，また M (midget) cell は，Dogiel の type III とネコの β 細胞にそれぞれ対応することを示唆した．しかし，Rodieck ら[5]が用いた rapid Golgi 法は，鍍銀される部位や細胞の種類が一定せず，安定した染色像を得ることは困難で，とくに霊長類網膜への応用は，必ずしも容易とは言えない[6]．

そこで，著者は，網膜神経節細胞の染色方法として，1978年 Wässle ら[7]がネコ網膜に用いた鍍銀法の一種で，Gros-Schultz method and Richardson's technique に改良を加えた reduced silver method をヒト網膜伸展標本に応用することを試みた．その結果，ヒト網膜神経節細胞の満足できる染色に成功し，その形態に関して興味ある知見を得たので，従来の研究との比較検討を行い報告する．

また，ヒト網膜神経節細胞の分布密度に関しても，cresyl violet 染色を施した伸展標本を用いて検討したのであわせて報告する．

II 実験方法

1. reduced silver method

死亡4時間後に摘出し，4℃の199 medium に浸漬した2個のヒト眼球（54歳男性の両眼，既往に眼疾患はない）を用いた．死亡12時間後に，毛様体扁平部の強膜に割を入れ，前眼部，水晶体および硝子体を除去して，eye cup としたのち，図1に示す方法で染色を行った．すなわちまず，eye cup を10%$CaCO_3$緩衝ホルマリン液で2週間，10%Li_2CO_3緩衝ホルマリン液でさらに2週間固定した．この eye cup を水洗し，アルコール・キシレン系で脱水，脱脂後に再水和し，eye cup から神経網膜のみを剝離した．剝離した網膜をゼラチン塗布スライドグラス上に内面を上方にしてのせ，周辺部に放射状に割を入れて伸展標本を作製した．これを Richardson's sandwich technique に準じ，網膜の

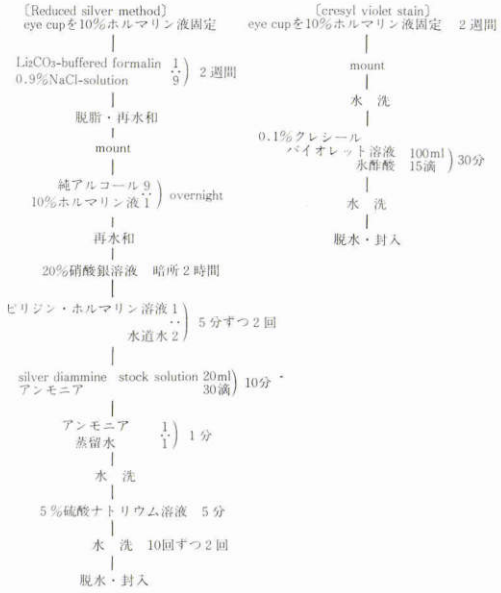

図1　標本作製方法

上を濾紙で覆い，純アルコールと10%$CaCO_3$緩衝ホルマリン液の割合が9：1の混合液に一晩浸漬させたのち，アルコール系で再水和した．次に，20%硝酸銀溶液中で，暗所下に2時間浸銀させたのち，ピリジン・ホルマリン溶液と水道水の割合が1：2の混合液で，白濁が生じなくなるまで洗浄し，その後さらにアンモニア銀液で鍍銀した．神経線維，軸索，樹状突起の順に染色されるので，顕微鏡下で樹状突起が染色された時点で，アンモニア水と蒸留水の同量混合液に1分間浸漬して浸銀を中止させた．アンモニアがなくなるまで水洗後，5%チオ硫酸ナトリウムで定着させ，再び水洗したのち，アルコール・キシレン系で脱水，透徹，封入し，光顕にて観察した．

2. cresyl violet 染色

3名5眼のヒト眼球（90歳男性1眼，55歳男性の両眼および44歳男性の両眼，いずれも眼疾患の既往はない）を用いた．それぞれの眼球は，死亡4，3および3時間後に摘出され，4℃の199 mediumに浸漬され，それぞれ死亡12，11および30時間後に固定された．図1に示したように，10%$CaCO_3$緩衝ホルマリン液で2週間固定したeye cupから，神経網膜の伸展標本を作成し，0.1%クレシールバイオレット溶液100mlに対し氷酢酸15滴を加えた液で約30分間染色したのち水洗し，アルコール・キシレン系で脱水，透徹，封入して光顕で観察した．

なお，いずれの染色を施行した場合でも，標本の周辺部では収縮が僅かに見られたが，視神経乳頭と黄斑部間の距離は約4 mmに一定していたので，以下に述べる計測に際して収縮率の補正を行う必要はなかった．

3. 網膜神経節細胞の形態学的観察

reduced silver mothodで染色した2眼の網膜は，同様の染色像を示していたので，そのうち1眼について，神経節細胞の形態学的特徴を検討した．ヒト網膜神経節細胞は，神経線維の密な視神経乳頭および黄斑部の付近では，その形態の詳細を観察することが困難であるので，図2に示したように黄斑部から2～22 mmの範囲の網膜に存在する細胞を対象としたが，その大部分は，黄斑部から6～22 mm離れた比較的周辺部に存在する細胞である．それぞれの細胞について，400倍の光顕下で，マイクロメーターを用い，細胞体の長径と短径を測定してその平均値を細胞体の大きさとし，樹状突起の広がりの長径を樹状突起の広がりとして表した．また，黄斑部から細胞体の存在する部位までの距離（mm）を偏心度とした．

4. 網膜神経節細胞の分布密度の観察

cresyl violet染色を施した網膜伸展標本（5眼）で，部位別による神経節細胞の分布密度の相違を定量化するため，図3に示したように，黄斑部と視神経乳頭とを結ぶ直線上で，黄斑部から鼻側，および耳側へそれぞれ1，2，4，6および8mm離れた場所での網膜神経節細胞の分布密度を求めた．すなわち，それぞれの部位で，400倍の光顕下で，1視野（$1.56\times10^{-2}mm^2$）

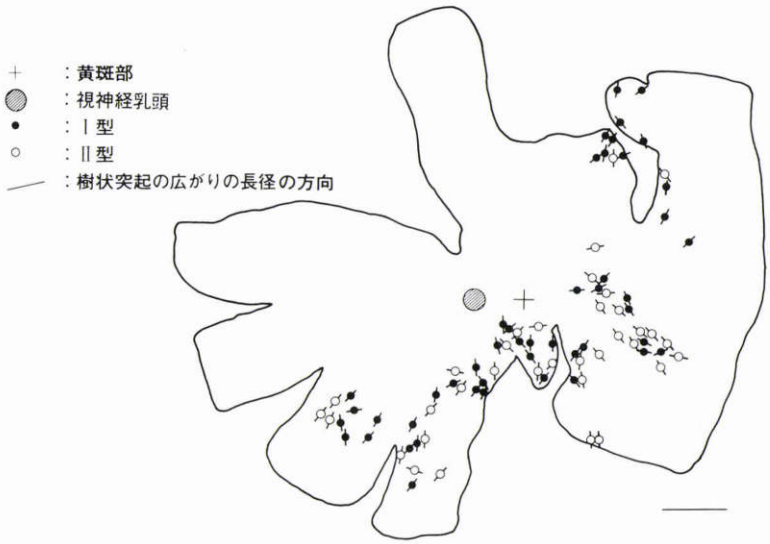

図2　ヒト網膜伸展標本における神経節細胞の計測部位と細胞の種類（bar：5mm）

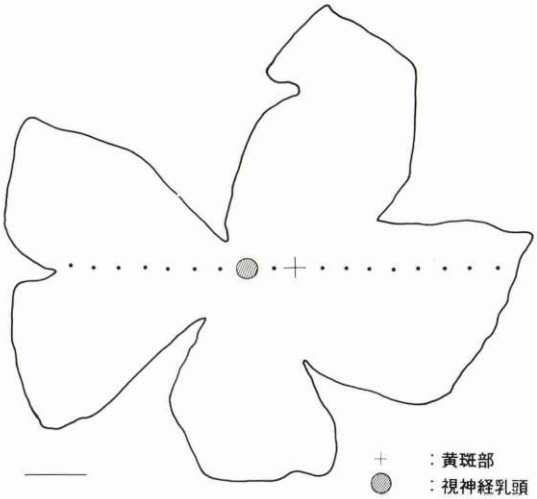

図3　ヒト網膜伸展標本における神経節細胞密度の計測部位（bar：5mm）

中の神経節細胞数を任意に10視野数え，その平均値を1mm²あたりの神経節細胞数に換算して分布密度とした．

III 結　果

1. reduced silver method によるヒト網膜神経節細胞の形態学的分類

ヒト神経節細胞は，その形態学的特徴から3種類に大別することが可能であった．すなわち，細胞体が大きく，樹状突起の広がりが大きい細胞（図4），細胞体が小さく，樹状突起の広がりの小さい細胞（図5），細胞体が紡錘形で，樹状突起が細く，広い範囲に張り出す細胞（図6）である．今回の研究において，これら3種類の神経節細胞をそれぞれI型，II型，III型と命名した．

なお，III型の細胞に関しては，観察し得た細胞の数が少なく，その形態学的特徴の詳細をとらえることが困難であったため今回の検討からは除外した．

1）I型の細胞

I型の細胞42個について形態学的に検討した．I型の細胞体は大型で，樹状突起は細胞体を中心にほぼ均等に四方に広く伸びていた．細胞体の大きさは，平均23.7±2.8μm，樹状突起の広がりは，平均246.2±66.7μmであった（表1）．

これら細胞体の大きさと樹状突起の広がりとの間，さらに偏心度と両者のそれぞれとの間には相関関係が存在した．すなわち，細胞体の大きさと樹状突起の広がりとの関係（図7）では，細胞体が大きいほど樹状突起の広がりが大きく，相関係数は0.48（$p<0.01$）であり，偏心度と細胞体の大きさとの間（図8）では，偏心度が大きいほど細胞体は大きく，相関係数は0.32（$p<0.05$），また，偏心度と樹状突起の広がりとの関係（図9）では，偏心度が大きいほど樹状突起の広がりは大きく，相関係数は0.54（$p<0.01$）であった．いずれの関係においても統計学的に有意であったが，偏心度と樹状突起の広がりとの間には，細胞体の大きさと樹状突起の広がりとの間および偏心度と細胞体の大きさとの間に比べ，より強い相関関係があった．

表1　ヒト網膜神経節細胞の細胞体の大きさおよび樹状突起の広がりの大きさ

	細胞体の大きさ（μm）	樹状突起の広がり（μm）
I型（n=42）	23.7±2.8	246.2±66.6
II型（n=40）	18.0±4.8	112.2±32.1

また，樹状突起の広がりの長径の方向に，明らかな規則性は認められなかった．

2）II型の細胞

II型の細胞40個について形態学的に検討したが，II型の細胞体は，I型の細胞体に比較し小型で，樹状突起の広がりは不均一で，細胞体の位置は，必ずしも樹状突起の広がりの中心ではなかった．II型の細胞体の大きさは，平均18.0±4.8μm，樹状突起の広がりは，平均112.2±32.1μmであった（表1）．

I型の細胞と同様に細胞体の大きさ，樹状突起の広がり，および偏心度の3者間の相関関係を検討した．細胞体の大きさと樹状突起の広がりとの関係（図7）では，細胞体が大きいほど樹状突起の広がりは大きく，相関係数は，0.47（$p<0.01$）であり，偏心度と細胞体の大きさとの間（図8）では，偏心度が大きいほど細胞体は大きく，相関係数は0.47（$p<0.01$），また偏心度と樹状突起の広がりとの関係（図9）では，偏心度が大きいほど樹状突起の広がりは大きく，相関係数は0.54（$p<0.01$）であり，いずれの関係においてもI型の細胞と同様に有意の相関関係が認められた．

また，樹状突起の広がりの長径の方向に，明らかな規則性は認められなかった．

3）I型の細胞とII型の細胞との比較

I型の細胞とII型の細胞には，それぞれの細胞体および樹状突起に前述したような，形態学的な特徴があ

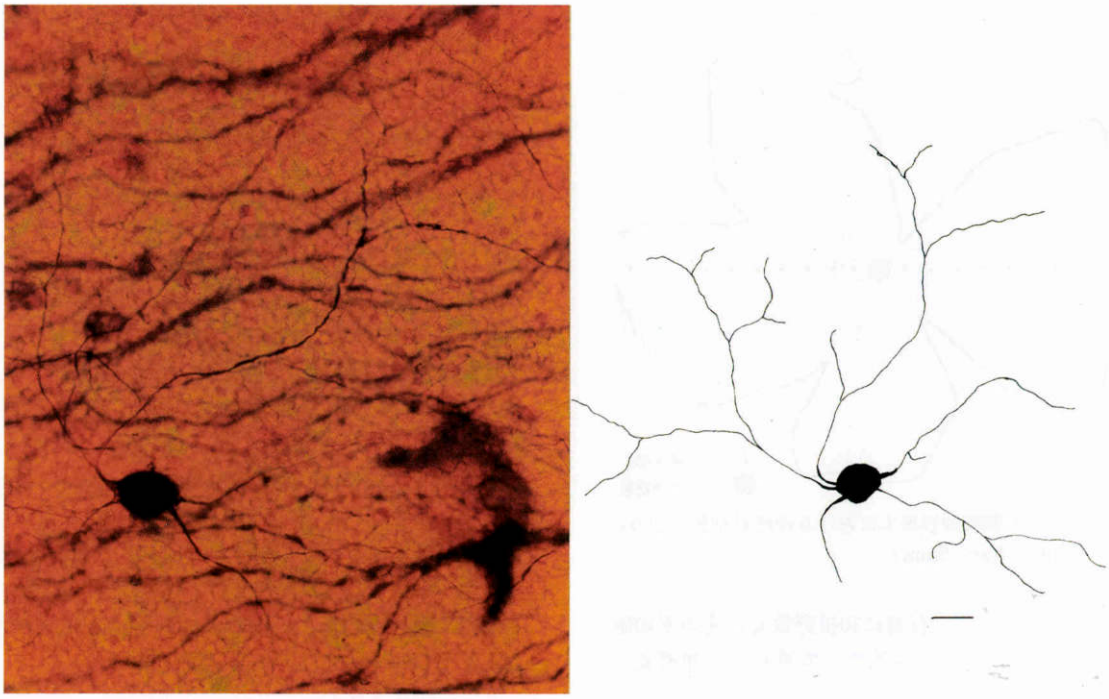

図4　I型ヒト網膜神経節細胞（左：reduced silver method, ×400,
右：camera lucida による trace, bar：25μm）

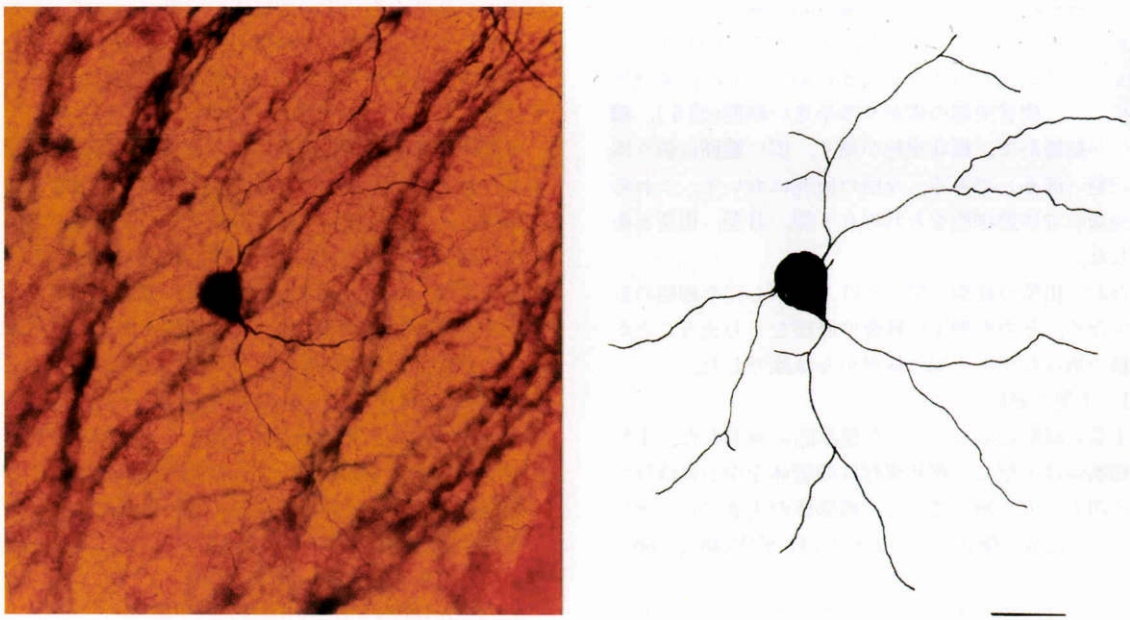

図5　II型ヒト網膜神経節細胞（左：reduced silver method, ×400,
右：camera lucida による trace, bar：25μm）

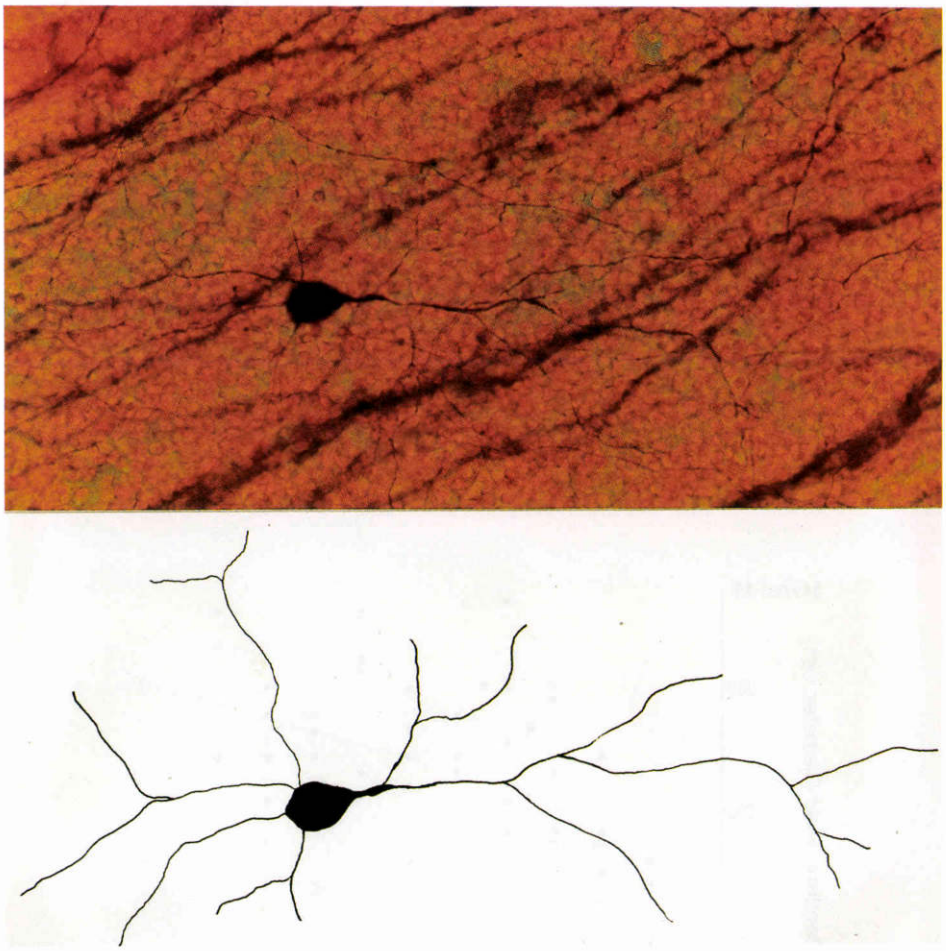

図6　III型ヒト網膜神経節細胞（上：reduced silver method, ×400, 下：camera lucida による trace, bar：25μm）

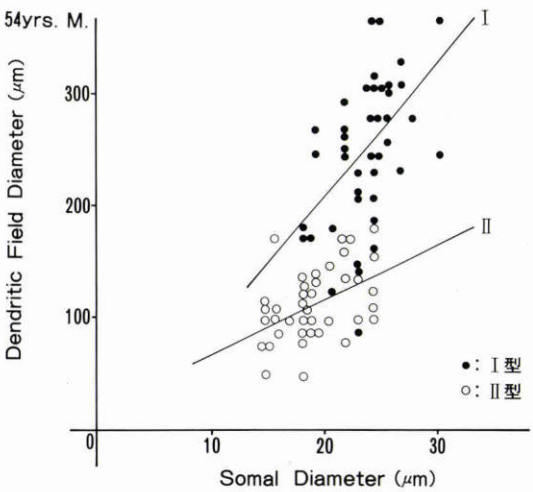

図7　細胞体の大きさ（直径）と樹状突起の広がり（長径）との関係

り，同じ偏心度であれば，両者の区別は，明瞭であった．しかし，偏心度が異なる細胞の間では，細胞体の大きさのみから両者の鑑別を行うことは困難であった．

また，偏心度，細胞体の大きさおよび樹状突起の広がりの間の相関関係は，I型とII型の細胞の間で大差はなかった．

2．ヒト網膜神経節細胞の分布密度

crecyl violet 染色を施した場合でも，神経節細胞の大きさは黄斑部付近では小型で，周辺部ほど大型となる傾向が認められた．鼻側，耳側網膜の各偏心度と神経節細胞の細胞密度との関係をみると，図10に示したように，鼻，耳側の両者とも偏心度が小さくなるに従って，細胞密度は大きくなる傾向が認められた．また，細胞密度は，偏心度が1 mm では，鼻側が平均10200±1230，耳側が9370±1120 cells/mm²，偏心度が8 mm で

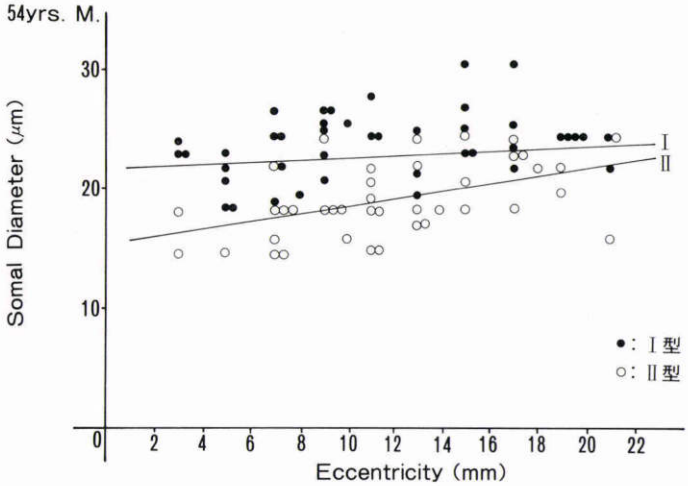

図8　偏心度と細胞体の大きさ（直径）との関係

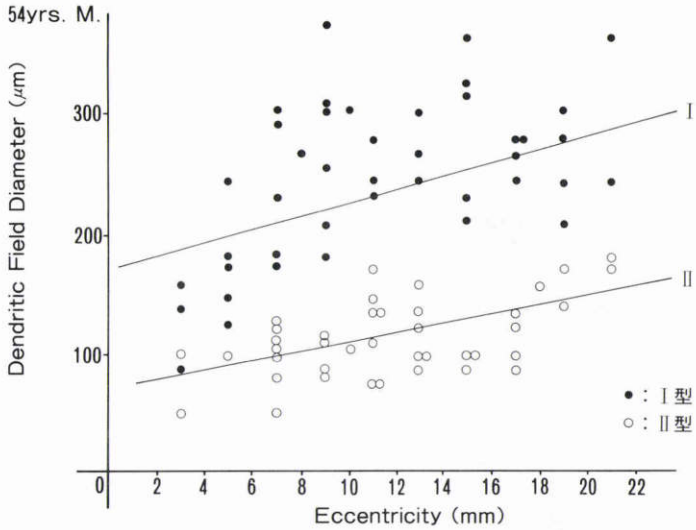

図9　偏心度と樹状突起の広がり（長径）との関係

は鼻側4980±1110, 耳側3120±1340 cells/mm²であり，鼻側の方が耳側よりも大きい傾向にあった．

なお，年齢による神経節細胞密度の相違は見い出されなかった．

IV　考　　按

1. ヒト網膜神経節細胞の染色方法について

ヒト網膜神経節細胞を観察するための染色法として，今までmethylene blue染色[3]や，Golgi法[4)5)]などが用いられてきた．Golgi法は，単一のニューロンを染め出すには優れた方法であるが，硝酸銀濃度や鍍銀時間等に微妙な技術を要すること，ホルマリン固定標本からの染色が困難であることや，染色条件によって染色される細胞の種類や部位が一定しないことなどの欠点を有している．そこで，著者は，reduced silver methodを応用した．この方法は，前述したように，Wässleら[7]がネコ網膜に用いた染色法であるが，ホルマリンで固定した標本の使用が可能で，また，操作は室温でもよく，比較的安定した染色像を得ることが出来るとされている．本法のヒト網膜への応用は，本報告が初めてと思われるが，その結果は，神経線維の密な部位では，神経線維が染め出されるため神経節細胞

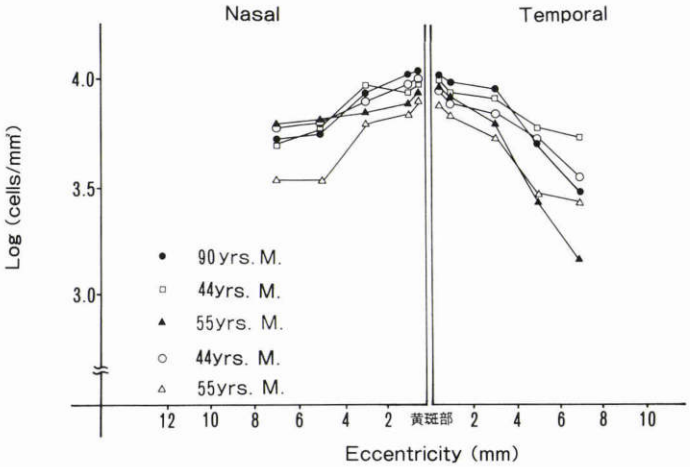

図10　偏心度と細胞密度との関係

の明瞭な像を得ることは難しかったが，神経線維の粗な部位では，神経節細胞は，黄色を背景に明瞭なコントラストで染め出され，樹状突起像も鮮明に観察された．標本の固定状態や温度環境に細心の注意を払わなければならないGolgi法に比べ，本法は，技術的にもそれほど困難ではなく，安定した染色像が得られ，ヒト網膜の神経節細胞の染色にも優れた方法であると思われた．

2．ヒト網膜神経節細胞の形態

ヒト網膜の伸展標本を用いた神経節細胞の形態に関する研究は少なく，著者の調べた限りでは，Dogiel[3]およびRodieckら[5]のみのようである．染色法として，Dogiel[3]は，methylene blue染色を，Rodieckら[5]は，rapid Golgi法を用い，著者の今回の方法とは異なっているが，今回得られたヒト網膜神経節細胞の形態像と彼らの報告とを比較してみることとする．

Dogiel[3]は，ヒトの神経節細胞を，伸展標本と横断面標本の両者について観察し，細胞体の大きさと樹状突起の広がりとから3種類（type Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ）に分類した．すなわち内網状層の最も内側に存在し，細胞体の大きさが20～70μmで，樹状突起が希薄で広い範囲に張りだすものをtype Ⅰ，細胞体の大きさが20～30μmで，樹状突起が太く，その広がりが内網状層の外側までで，type Ⅰの樹状突起よりも狭い範囲に張り出すものをtype Ⅱとした．type Ⅲは，細胞体が小さく10.5～30μmで，樹状突起の広がりも最も小さく，内網状層の中間部から内側1/3までのものとした．これらと今回得られた細胞の形態を対応して考えると，細胞体の大きさでみると，著者のⅠ型とDogielのtype Ⅱがほぼ同じ大きさであり，Ⅱ型がtype Ⅲに近似していたが，Ⅱ型については著者の結果の方が細胞体の大きさのばらつきが小さかった．細胞体の大きさやその他の形態学的特徴を総合すると，著者のⅠ型がtype Ⅱに，Ⅱ型がtype Ⅲに，Ⅲ型がtype Ⅰに対応するものと思われる．

次に，Rodieckら[5]の報告と比較してみると，彼らの報告では，神経節細胞を，まず，樹状突起を密に張りだす細胞と，樹状突起が希薄ではあるが広い範囲に張りだす細胞とに分類した．さらに前者の細胞を，樹状突起の広がりが大きいP（parasol）cellと，小さいM（midget）cellとの2種に分類した．これら2種類の細胞の細胞体の大きさを，彼らのグラフから測定してみると，P cellは，15～28μm，M cellは8～30μmであって，形態学的には著者のⅠ型の細胞とP cellが，Ⅱ型の細胞とM cellが対応すると思われた．しかし，樹状突起の広がりに関しては，Rodieckらの図から測定すると，P cellが50～200μm，M cellが10～70μmであって，著者の結果のほうがはるかに大きい傾向がみられた．彼らは，樹状突起の広がりを長径と短径との平均値で表わし，著者は長径のみによって表示したので，計測方法に相違があるものの，著者の成績は，神経節細胞の樹状突起の広がりの実際の大きさは，Rodieckらの報告よりも大きいことを示唆している．このことから，reduced silver methodは，ヒト網膜神経節細胞の形態，とくに樹状突起像を正確に捉えうる点でも有用な方法と考えられる．

また，Rodieck ら[5]は，樹状突起の広がりの方向性を空間的に検討し，P cell はその長軸の方向が黄斑部に向かっており，M cell はその傾向が弱いとしたが，著者の結果では，樹状突起の広がりの方向に関して明らかな規則性は見あたらなかった(図4)．その理由として，今回は，3次元的ではなく，平面的な検討にとどまったことが考えられる．

3. 生理学的機能に関する推論

ネコの網膜神経節細胞は，生理学的機能面と形態学的面とからその分類がなされており，X細胞は，中心部網膜に多く分布し，比較的小さな受容野をもち，形態学的に，狭い範囲に樹状突起を張りだす β 細胞に対応し，Y細胞は網膜周辺部に多く存在し，X細胞より大きな受容野をもち，形態学的に，広い範囲に樹状突起を張りだす α 細胞に対応することが知られている．

一方，ヒト網膜神経節細胞の生理学的機能面については，心理物理学的実験によって検討されており，Inui ら（1981）[8]は，正常眼の神経節細胞の受容野直径を求め，中心窩付近では，偏心度と受容野直径との間に正の相関関係が存在することを明らかにした．すなわち，背景輝度10 asb 下で，中心窩では受容野直径が4 min（20μm）であり，10°の偏心度では受容野直径が10 min（50μm）であったと報告している．この値は，サル網膜Y細胞（broad-band 型細胞）の受容野直径[9]に近似していたことから，彼らは，この値がヒト網膜Y細胞の受容野直径を示すものであると考えた[8]．

ネコ網膜神経節細胞の生理学的特性と形態についてのこれまでの報告から，受容野の大きさは，樹状突起の広がりに対応すると考えてよい．そこで，Inui ら[8]の報告している受容野の大きさと，今回得られた樹状突起の広がりの大きさとを比較してみると，後者の方が大きい．このことから考えると，受容野として機能しているのは，樹状突起の広がりの全面ではなく，それよりも小さい範囲である可能性も推察される．しかし，著者の観察は，周辺部網膜に存在する細胞が主であり，Inui らの網膜中心部の観察とは部位的な違いがあり，また，彼らが受容野を測定した細胞は，ヒト網膜Y細胞であったろうとしているが，このY細胞が，著者のI型，II型，どちらの細胞に対応するのかを特定はできないため，Inui らの計測した受容野と，著者の樹状突起の広がりの大きさを直接比較することは難しい．しかし，今回得られたヒト網膜神経節細胞を，ネコ網膜神経節細胞の形態学的面からの分類と対応させると，I型の細胞は α 細胞に，II型の細胞は β 細胞に類似することから，ヒト網膜神経節細胞にもX細胞や，Y細胞のように受容野特性，軸索伝導速度など，生理学的特徴の異なる細胞の存在が強く推測された．

4. ヒト網膜神経節細胞の分布密度について

網膜神経節細胞の分布密度に関しては，1978年 Johnston & Stone[10]は，ヒト網膜において耳側の方が鼻側よりも神経節細胞の細胞体の大きさが大きく，このことから鼻側の方が耳側よりもその分布密度が大きいと推察した．さらに，1981年に至って彼らは，鼻側の方が耳側よりも分布密度が大きいことを実際に確認している[11]．またサルについても Perry & Cowey[14]が同様に神経節細胞の分布密度は，鼻側の方が耳側よりも大きいとの結果を得ている．

著者が今回得たヒト網膜神経節細胞の分布密度も，鼻側の方が耳側よりも大きく，Stone & Johnston[11]の報告した結果と一致していた．さらに，今回観察した部位は，彼らの観察した部位よりも鼻，耳側両側とも黄斑部に近いが，この部位においても，分布密度は鼻側の方が耳側よりも大きかった．

以上のことは，Stone & Johnston[11]の意見を裏付けるものと考えられ，さらに，ヒトにもネコと同様に Hughes[12]や Stone ら[13]の示している visual streak（鼻側網膜が他の網膜部位よりも神経節細胞密度が大きい状態）が存在することが示唆された．

今回の3名の異なる年齢の網膜についての検討では，加齢による変化を予測したが，年齢による明らかな差は認められなかった．

稿を終えるにあたり，御校閲賜りました矢川寛一教授ならびに田澤豊教授に深謝致します．また，直接御指導下さった小笠原孝祐先生に感謝申し上げます．

文　献

1) **Enroth-Cugell C, Robson GJ:** The contrast sensitivity of retinal ganglion cells of the cat. J Physiol 187: 517—552, 1966.
2) **Boycott BB, Wässle H:** The morphological types of ganglion cells of the domestic cat's retina. J Physiol 240: 394—419, 1974.
3) **Dogiel SA:** Ueber die Nervösen Elemente in der Retina des Menschen. Arch Mikrosk Anat 38: 317—344, 1891.
4) **Boycott BB, Dowling JE:** Organization of the primate retina: Light microscope. Philo Trans Roy Soc London (Biol) 255: 109—184, 1969.
5) **Rodieck WR, Binmoeller FK, Dineen J:** Parasol and midget ganglion cells of the human

retina. J Com Neurol 233 : 115—132, 1985.

6) **陶山秀夫**：サル網膜神経節細胞の形態学的分類. 日眼 90 : 373—379, 1986.

7) **Wässle H, Peichl L, Boycott BB :** The mosaic of nerve cells in the mammalian retina. Proc R Soc Lond B 200 : 441—461, 1978.

8) **Inui T, Mimura O, Kani K :** Retinal sensitivity and spatial summation in the foveal and parafoveal region. J Opt Soc Amer 71 : 151—154, 1981.

9) **DeMonasterio FM, Gouras P :** Functional properties of ganglion cells of the rhesus monkey retina. J Physiol 251 : 167—195, 1975.

10) **Johnston EM, Stone J :** The topography of the retina in three primates : Bush-baby, monkey, and human. Proc Anat Soc Aust New Zealdn J Anatomy 128 : 624, 1978.

11) **Stone J, Johnston E :** The topography of primate retina : A study of the human, bush-baby and new- and old-world monkeys. J Comp Neurol 196 : 205—233, 1981.

12) **Hughes A :** A quantitative analysis of the cat retinal ganglion cell topography. J Comp Neurol 163 : 107—128, 1975.

13) **Stone J, Leventhal A, Watson RRC,** et al : Gradients between nasal and temporal areas of the cat retina in the properties of retinal ganglion cells. J Comp Neurol 192 : 219—233, 1980.

14) **Perry HV, Cowey A :** The ganglion cell and cone distributions in the monkey's retina : Implications for central magnification factors. Vision Res 125 : 1795—1810, 1985.