Scanning Laser Ophthalmoscope を用いた 眼底疾患の治療

Role of a Scanning Laser Ophthalmoscope in Understanding of Fundus Diseases and Therapies

白木 邦彦, 高峯 行男, 河野 剛也,
森脇 光康, 三木 徳彦
大阪市立大学医学部眼科学講座

〒545 大阪府大阪市阿倍野区旭町 1-5-7

TEL 06-645-2176 FAX 06-634-3873

Kunihiko SHIRAKI, Yukio TAKAMINE, Takeya KHONO,

Mitsuyasu MORIWAKI and Tokuhiko MIKI,

Department of Ophthalmology, Osaka City University Medical School

Asahimachi 1-5-7, Abeno-ku, Osaka-shi, Osaka, 545 JAPAN

要 旨

走査型レーザー検眼鏡の特徴を生かして、①眼底の脈絡膜母斑に対して単色光観察、②中心性漿液性網脈絡膜症の脈絡膜循環遅延に関してインドシアニンググリーン蛍光眼底造影でのデジタル画像解析、③microperimetryを使用して眼底ドルーゼンでの網膜感度測定を行った。脈絡膜母斑は、近赤外光であるダイオードレーザーを光源とした場合暗視野方式の観察により明瞭に観察しえた。中心性漿液性網脈絡膜症での循環遅延部の蛍光輝度は、周囲の健常な部位に比して明らかな色素流入の遅れが確認された。眼底のドルーゼン部では網膜感度の低下がみられた。走査型レーザー検眼鏡は種々の機能を有し、眼底病変の形態変化、眼底循環の異常、さらには視機能異常の検出など眼底疾患の病態把握とそれに続く治療に今後ますます寄与するものと思われた。

キーワード：走査型レーザー検眼鏡、microperimetry、脈絡膜母斑、中心性漿液性網脈絡膜症、ドルーゼン

Abstract

Advantages of a scanning laser ophthalmoscope enabled us to perform three studies : ① monochromatic light observation on choroidal nevi, ② digital image analysis on indocyanine green angiograms of central serous chorioretinopathy, ③ microperimetry for retinal sensitivity over drusen. Choroidal nevi were clearly observed using a diode laser as a light source and dark field observation. Delay in choroidal perfusion was digitally confirmed in central serous chorioretinopathy. Retinal sensitivity was significantly decreased over drusen. Multifunctional characteristics of a scanning

laser ophthalmoscope was considered to contribute to analysis of changes in ophthalmoscopic appearance, circulation disturbance and visual functions.

Key words : scanning laser ophthalmoscope, microperimetry, choroidal nevus, central serous chorioretinopathy, drusen.

緒 言

走査型レーザー検眼鏡 (scanning laser ophthalmoscope) では、開発初期に Flying spot TV ophthalmoscope¹⁾ と称されたように、レーザーが眼底上を走査する。そして眼底上を順次走査していくと同時に眼底から返ってくる光を検知器で捉え、コンピューター上に眼底像を再構築し、テレビモニターに眼底像を映し出す (図1)。従来から使用されている眼底観察のための検眼鏡や眼底カメラ撮影装置と比較すると、このシステムには4つの利点がみられる。すなわち、①光源にレーザーを使用すること、②レーザーが眼底を走査するため、ある瞬間には眼底の一点のみしか照明していないこと、③検知器の前にある開口絞りを変えることで眼底より返ってくる光のうち必要な光だけを選択できること、④眼底を走査する際レーザーの強さを変化させることで、ある形状パターンを眼底に投影できること (図2)、である²⁾。これらの利点の組み合わせにより、1台の器械に種々の機能を持たせることができる。以下、走査型レーザー検眼鏡の種々の機能について我々の経験を述べる。

I 単色光による眼底観察

①の各種波長のレーザーを光源とすることで、各種単色光による眼底観察が容易となる。従来より、白色光を各種バンドパスフィルターに通すことにより単色光を得、

それを光源として検眼鏡による眼底観察や、眼底カメラによる眼底撮影を行ってきた。その結果、眼底網膜血管および硝子体網膜境界面での模様病変部の観察には緑色光などの短波長の光が有用であり、メラニン色素を有する網膜色素上皮に覆われているため通常の白色光では透見困難な脈絡膜の観察には赤色光の長波長の光が有用であるとされている³⁾。しかしながら、このような装置では白色光観察で得られる情報の一部を取捨選択しているにすぎず、単色光観察でもって初めて捉えうる新しい所見を提供することはなかった。しかし走査型レーザー検眼鏡では、①の光源に硝子体網膜境界面での病変の観察に適している短波長の光、すなわちアルゴンレーザー (488/514nm) を使用すること、②のレーザーによる眼底走査方式による照明により、コントラストの良好な眼底像が得られること、③の検知器の前にある開口絞りを小さくすることで共焦点方式の観察、すなわち眼底より返ってくる光のうち焦点面からの直接的反射光だけを捉えること⁴⁾でより鮮明な眼底像が得られるようになる (図3)。これらの利点により、硝子体網膜境界面に存在する網膜前膜を通常の白色光による観察よりも明瞭に把握できるようになる²⁾。さらに、①の光源として近赤外光のダイオードレーザー (780nm) を使用することで、メラニン色素を有する網膜色素上皮を観察光が透過しや

図1 走査型レーザー検眼鏡

図2 走査型レーザー検眼鏡によるmicroperimetry

図3 走査型レーザー検眼鏡による共焦点方式での観察(文献4)より改変)
焦点面からの直接的反射光だけを検知器でとらえる。

すくなり、脈絡膜の観察が可能となる。さらに③の検知器の前にある開口絞りに暗視野絞り(リングアパチャー)を用いると、眼底より返ってくる光のうち散乱光や間接的反射光だけを捉えることができるようになる⁵⁾(図4)。すなわち、近赤外光と暗視野絞りにより散乱傾向の強い脈絡膜病変や光の吸収傾向の強い脈絡膜病変が観察可能となる。本編ではまず第一に、単色光観察により眼底造影検査と同程度に脈絡膜母斑の範囲を描出できた我々の経験⁵⁾を述べる。

II 蛍光眼底造影

①の光源にアルゴンレーザーまたは近赤外光のダイオードレーザーを使用すること、そして③の検知器の前にある開口絞りの代わりに、フルオレセイン蛍光用またはインドシアニングリーン用のバリアフィルターを設置

することにより、フルオレセインまたは、インドシアニングリーン蛍光眼底造影が可能となる^{7, 8)}。造影像はビデオ画像として出力されるため、1秒間あたり30フレームの画像が得られ動的な眼底循環の観察が可能である。その際、②のレーザーによる眼底走査方式による照明により、コントラストの良好な眼底像が得られるため、従来の眼底カメラ撮影装置を使用する場合よりも少量の造影剤で撮影が可能である。さらに、ビデオ信号をコンピュータでデジタル化することにより、画面上での蛍光輝度の時間的な変化から眼底の循環動態を解析することが可能となる。その際、②のレーザーによる眼底走査方式による照明であるため、従来の眼底カメラ撮影装置に比べて画面上での照射光強度のムラが少ないと思われる。すなわち、蛍光輝度の強度とその部位での蛍光色素

図4 走査型レーザー検眼鏡による暗視野方式での観察(文献4)より改変)

焦点面からの直接的反射光を開口絞りの真ん中で阻止し、その周囲のリング状の開口部を通ってくる散乱光や間接的反射光を検知器で捉える。この場合、焦点面以外からの像が観察できる。

量との相関が画像上で一定していることから、蛍光輝度の変化が循環動態の変化をよりよく反映していると考えられる。以下本編の第二として、インドシアニンググリーン蛍光眼底造影での眼底循環変化に関して行ったデジタル画像解析の経験を紹介する。

Ⅲ 視機能検査

④の眼底走査の際、走査型レーザー検眼鏡内のmodulatorによりレーザー強度を変化させることで様々な形状パターンを眼底に投影できる。この利点により、現在microperimetry(微小視野計測)およびvisuometry(視力測定)が可能である。microperimetryについては、眼底を観察しながら任意の大きさの指標を任意の輝度で眼底局所に提示することでその部位の網膜感度を測定することができる。加齢性黄斑変性や黄斑円孔などの眼底病変部位での網膜感度の変化がすでに報告されている³⁻¹⁴⁾。以下第三として、眼底の加齢性変化としてみられるドルーゼン部について行った網膜感度検査を紹介する。

対象および方法

I 単色光による眼底観察

脈絡膜母斑の近赤外光および暗視野方式による観察

検眼鏡的に脈絡膜母斑のみられた5眼5例(男性3例、女性2例、56歳より69歳、平均年齢62.6歳)を対象とした。走査型レーザー検眼鏡(ローデンスストック社製SLO-101)を用いて、ヘリウムネオンレーザー(633nm)およびダイオードレーザー(780nm)を光源とし、共焦点観察方式のコンフォーカル(C)アパチャーと暗視野観察方式のリング(R)アパチャーを用いて散瞳下に

単色光観察を施行した。記録にはUマチックビデオテープ(ソニー)を使用した。なお、被検者の同意のもとにフルオレセイン蛍光眼底造影およびインドシアニンググリーン蛍光眼底造影(インドシアニンググリーン25mgを2mlの添付蒸留水で溶解し、手背静脈より急速注射)を同装置を用いて施行し、単色光観察での脈絡膜母斑の描出範囲と比較した。

Ⅱ 蛍光眼底造影

中心性漿液性網脈絡膜症にみられる脈絡膜循環遅延についてのデジタル画像解析

検眼鏡的およびフルオレセイン蛍光眼底造影により中心性漿液性網脈絡膜症と診断され、かつ走査型レーザー検眼鏡(ローデンスストック社製SLO-101)によりインドシアニンググリーン蛍光眼底造影を施行した症例で、インドシアニンググリーン蛍光眼底造影上脈絡膜循環遅延が存在すると思われた8眼8例(男性5例、女性3例、29歳から54歳、平均43.1歳)を対象とした。Uマチックビデオテープに録画したインドシアニンググリーン蛍光造影像をデジタル画像システムであるIMAGENetシステム(トプコン社)に取り込み、得られた画像について蛍光色素が眼底に出現し始めた画像より2秒間隔の画像について蛍光輝度の測定を行った。なお、蛍光輝度は256階調のgray levelとして表示された。測定部位については、テープを再生して循環遅延の疑われる部位および遅延のないと思われる部位、各3、4ヵ所を選択し、各画像において脈絡膜血管および網膜血管の走行を基準に各々の部位を同定した。なお、同定した測定部位に脈絡膜動静脈がみられる場合にはそのすぐ近傍でしかも動静脈にか

図 5 a

図 5 b

図 5 脈絡膜母斑 (55歳, 女性)

図 5 a フルオレセイン蛍光眼底造影像, 図 5 b インドシアニングリーン蛍光眼底造影像

からない部位で測定した。輝度の測定にはIMAGENetシステムに搭載されている“Density probe”を使用し、原画像での各選択部位において 6×6 ピクセルの範囲で輝度平均値を3回測定しその平均値を同部位の輝度とし、時間経過と各部位での輝度変化を検討した。

III 視機能検査

眼底ドルーゼン上での網膜感度

眼底に十分な大きさの融合性ドルーゼンのみられた19眼16例(42歳から86歳, 平均69歳)を対象に、走査型レーザー検眼鏡(ローデnstock社製SLO-101)に搭載されているmicroperimetryを用いて検討した。なお、網膜下出血、網膜浮腫、漿液性網膜剥離などの滲出性病変、ならびに網膜色素上皮萎縮などのみられる部位でのドルーゼンは対象から除外した。測定部位の光刺激には、microperimetryを用いて眼底に提示可能な指標のうちでゴールドマン2(視角11分)の大きさを用いた。したがって、測定対象としたドルーゼンは、指標ゴールド

図 6 a

図 6 b

図 6 脈絡膜母斑のヘリウムネオンレーザーによる走査型レーザー検眼鏡単色光観察

図 6 a 共焦点方式での観察, 図 6 b 暗視野方式での観察

共焦点方式では脈絡膜母斑は明瞭ではないが、暗視野方式では暗く描出されている。

ドマン2(視角11分)の大きさよりも大きいドルーゼンを対象とした。なお、指標の提示時間は0.1秒、背景輝度は $10\text{cd}/\text{mm}^2$ とし、指標の背景輝度より暗い部屋で、輝度の低い指標から輝度の高い指標を順次提示するとともに逆に輝度の高い指標から輝度の低い指標をも順次提示して、その部位が認識する最低指標輝度を求めた。また、ドルーゼン周囲の健常な部位での網膜感度を測定し、ドルーゼン部での網膜感度が5 dB以上低下している場合を網膜感度低下とした。また、ドルーゼン部の網膜感度低下についても検定を用いて統計学的に検討した。

結 果

I 単色光による眼底観察

脈絡膜母斑の近赤外光および暗視野方式による観察

5眼5例の全例においてフルオレセイン蛍光眼底造影

図 7 a

図 7 b

図 7 脈絡膜母斑のダイオードレーザーによる走査型レーザー検眼鏡単色光観察

図 6 a 共焦点方式での観察、図 6 b 暗視野方式での観察

共焦点方式での観察では明瞭ではないが、暗視野方式では母斑がインドシアニンググリーン蛍光造影でみられるように明瞭に描出されている。

では母斑の境界は明瞭ではなかった（図 5 a）。また、走査型レーザー検眼鏡を使用した場合でも共焦点観察方式のコンフォーカル（C）アパチャー使用した場合、赤色光のヘリウムネオンレーザーでも近赤外光のダイオードレーザーでも母斑は明瞭には描出されなかった（図 6 a, 7 a）。しかし、暗視野観察方式のリング（R）アパチャーを使用すると母斑は両レーザーとともに描出され（図 6 b, 7 b）、特に近赤外光であるダイオードレーザーを使用するとインドシアニンググリーン蛍光眼底造影で描出されたと同じ範囲（図 5 b）で脈絡膜母斑が明瞭に描出された。

II 蛍光眼底造影

中心性漿液性網脈絡膜症にみられる脈絡膜循環遅延についてのデジタル画像解析

図 8 a

図 8 b

図 8 中心性漿液性網脈絡膜症のインドシアニンググリーン蛍光眼底造影（43歳、男性）

図 8 a 造影開始後 37.1 秒、図 8 b 造影開始後 55.0 秒

造影開始後 37.1 秒では矢印 1 から 3 の部では、矢印 4 から 6 までの部位に比べて蛍光色素の流入がおこなわれているが、造影開始後 55.0 秒では循環の遅延は明らかではない。

インドシアニンググリーン蛍光眼底造影で脈絡膜循環の遅延があると思われた部位（図 8）では、色素流入の正常と思われる周囲の部位に比べて、8 眼 8 例の全症例において蛍光輝度の増加率が低かった。そのうち、5 眼 5 例では造影開始後 8 秒から 20 秒後になって初めて、周囲の循環遅延のないと思われる部位と同程度の蛍光輝度を示すようになった（図 9）。ただし、残りの 3 眼 3 例では周囲の輝度と比較して低輝度を示したままであった。

図9 中心性漿液性網脈絡膜症での蛍光輝度に関するデジタル画像解析

縦軸：256階調で示した蛍光輝度，横軸：造影経過時間

造影開始後55.0秒になって、矢印1から3の部位と矢印4から6までの部位での蛍光輝度が同程度になっている。すなわち矢印1から3の部位では循環遅延が存在している。

III 視機能検査

眼底ドルーゼン上での網膜感度

19眼16例中、網膜感度最小閾値を測定した融合性ドルーゼンは29個であった。これら、29個のうち15個において周囲健常網膜部位と比較して5 dB以上の網膜の感度低下がみられた(図10)。この融合性ドルーゼンでの網膜感度低下は周囲の網膜感度と比較すると統計学的に有意であった。(p<0.02)

考 察

I 単色光による眼底観察

眼底観察の際、網膜は直視下に観察可能であるが、脈絡膜は網膜色素上皮中のメラニン色素によって隠蔽され大きな脈絡膜血管しか透見できない。また、眼底疾患の病態解明には従来よりフルオレセイン蛍光眼底造影が有用であるが、フルオレセインの蛍光は網膜色素上皮中のメラニン色素によって吸収されるため、脈絡膜病変の詳細を捉えることはできない。近年臨床使用されつつあるインドシアニングリーン蛍光眼底造影は、その色素の蛍光が近赤外光領域にあり網膜色素上皮中メラニン色素を透過するため、脈絡膜病変の描出が可能である。今回の脈絡膜母斑でも、フルオレセイン蛍光眼底造影では母斑

の全体像を捉えることは不可能であったが、インドシアニングリーン蛍光眼底造影によって初めて病変部の範囲を捉えることができた。しかしながら、蛍光眼底造影検査では薬剤を体内に投与する以上アナフィラキシーショックの可能性を完全には否定できない。したがって、非侵襲的な検査が望まれるところである。そこで、従来より赤色光での脈絡膜病変の観察が試みられていた¹⁵⁾。しかし、今回の観察にみられたように、赤色光であるヘリウムネオンレーザーでは網膜色素上皮中のメラニン色素での透過が不十分で、脈絡膜母斑は明瞭に描出されなかった。しかしながら、網膜色素上皮中のメラニン色素での透過が良好な近赤外光であるダイオードレーザーを使用すると、脈絡膜母斑の範囲がより明瞭に描出された。このように観察対象となる病変の存在部位によって使用する観察光の波長を選択することは重要で、網膜硝子体境界面の病変である網膜前膜の観察に際しても、ヘリウムネオンレーザー(633nm)よりも短波長であるアルゴンレーザー(488/514nm)を使用した方がより広範囲に膜様病変部が観察できる²⁾。

また、走査型レーザー検眼鏡では、光検知器の前に絞りを置くことで観察対象部位からの直接反射のみを捉える共焦点方式の観察や、散乱光および間接的反射光のみ

図10 a

図10 b

図10 眼底ドレーゼン上での網膜感度 (62歳, 女性)
図10a眼底写真, 図10b SLOによるmicroperimetry
明るく描出されているドレーゼン部では16から17dBの
指標がわかるが, その周囲の健康な網膜ではより暗い20
dBの指標に対しても認知できる。

を捉える暗視野方式の観察ができる。直接的反射光のみを捉える共焦点方式の観察では, 網膜硝子体境界面の病変である網膜前膜のように直視下に観察できる病変部については良好なコントラストで観察が可能である²⁾。しかしながら, 既報告³⁾のように視神経乳頭組織に埋没した乳頭部ドレーゼのように, 組織に埋没した病変部については病変部からの直接的反射光を捉えにくいと, むしろ散乱光および間接的反射光のみを捉える暗視野方式の観察の方が病変部位が良好に描出される。今回の脈絡膜母斑では, 暗視野方式の観察を行うことで脈絡膜由来の散乱光や間接的反射光で脈絡膜全体が明るく高輝度に描出されたが, それらの光が脈絡膜母斑によって吸収さ

れることで, 母斑部がコントラスト良く暗く描出されたと思われる。

このように, 観察対象である病変部の病理学的性状とその病変部が存在する組織の光学的性状をよく理解することによって, 蛍光眼底造影検査に依存することなく病変部が良好に描出されることが明らかとなった。

II 蛍光眼底造影

蛍光眼底造影装置には, 眼底を全体にわたって一度に照明する眼底カメラ装置が従来より使用されてきた。この眼底カメラ装置で得られる造影像では, レンズ光学系による像の歪みとともに, 眼底の照明が一樣でないという欠点がある。光学系による像の歪みは走査型レーザー検眼鏡でも少なからず存在する。しかし眼底の照明に関しては, レーザーが眼底を走査し, ある一瞬ではレーザーはある一点のみしか照明していないことから, 眼底カメラ装置よりも, 眼底の照明強度のムラは少ないと思われる。今回の循環遅延についての検討のように, 眼底局所での蛍光強度の相互比較を試みる際, 蛍光色素の励起光が眼底を一樣に照明していることが必要である。走査型レーザー検眼鏡ではレーザーの強度がどの眼底部位でも一樣であると考えられるため, 得られる蛍光強度はその部位に存在する蛍光色素量すなわち循環血流量を眼底カメラ装置よりも良好に反映しているものと思われる。

今回検討対象とした中心性漿液性網脈絡膜症では, 脈絡膜の循環遅延の有無について一定の見解が得られていない。走査型レーザー検眼鏡を用いて検討した報告では循環遅延が存在するとい^{16, 17)}, 眼底カメラ装置を用いた報告では明らかな循環遅延はみられず, 健康者にみられる範囲内の色素流入の遅れであったと報告している¹⁸⁻²⁰⁾。したがって, 循環遅延の有無は使用した装置の差によるものと思われるが, その原因としてやはり眼底の照明方法の差が影響していると思われる。すなわち, 眼底カメラ装置では一度に眼底全体を照明し, かつ眼底より蛍光を捉える際眼底から返ってくるすべての光を捉える。したがって, 造影色素から眼底カメラ中のCCD装置に直接到達する直接光としての蛍光ばかりでなく, 色素から発した蛍光が散乱や間接反射をし, その後眼底カメラのCCD装置に到達する間接光としての蛍光も捉えていると思われる。よって, 本来蛍光を示さないはずの循環遅延部でも間接光のため明るく描出され, 循環遅延部の存在が見落とされる可能性があるものと思われる。

今回の検討では, 前述のように眼底より返ってくる蛍光のうち間接光の影響が眼底カメラ装置より少ない走査型レーザー検眼鏡を用いて循環遅延の有無を検討した。さらに, 蛍光輝度の時間的変化を客観的に調べるため,

螢光造影のビデオ画像をデジタル化し、螢光輝度を256階調にわけて、2秒間隔で造影経過を検討した。その結果、造影開始後8秒から20秒経過して周囲の部位の螢光と同程度の輝度を示すようになった部位が8眼8例中5眼5例において存在したことは、循環遅延部の存在を証明するものであると思われる。ただし周囲の部位より螢光輝度が低いままであった3眼3例については、循環遅延以外にメラニン色素塊などによる螢光阻止に起因する可能性もあるためさらに検討する必要があると思われる。

Ⅲ 視機能検査

従来、眼底病変の網膜感度の測定には自動静量的視野計が用いられてきた。しかし、病変部の感度を直視下に測定できないため、感度低下部位を眼底において正確に同定することは困難である。特に、今回測定対象としたドルーゼンのように小さい病変部位での網膜感度測定は不可能である。これまでに、眼底局所の網膜感度を直視下に測定する装置として、従来の眼底カメラを改造し、眼底に指標を投影する装置が開発された。そして絶対暗順応下において今回と同様に眼底のドルーゼン上での網膜感度を検討しているが、ドルーゼン上での網膜感度の低下はなかったと報告している²¹⁾。今回の検討ではドルーゼン上で網膜感度の低下がみられ測定結果に差がみられたが、絶対暗順応下で施行した結果と今回の非絶対暗順応下での結果を同等に比較することはできない。ドルーゼンは網膜の視細胞の代謝に活発に関与している網膜色素上皮の加齢性変化として網膜色素上皮下に残渣物が沈着し形成されると考えられている²²⁾。ドルーゼンは眼底の加齢性変化としてみられ必ずしも視機能障害を生じるものではないが、これらの残渣物の沈着の程度および性状によっては、網膜色素上皮自体の代謝が障害され、2次的に網膜視細胞の障害、それに伴う網膜感度の低下が生じる可能性が考慮される。

現在、走査型レーザー検眼鏡を使用した視機能検査としては、眼底の局所に直接視力表を提示し、その局所での視力を測定するvisumetryが臨床的に使用可能である。この検査法は視力測定ばかりでなく、加齢性黄斑変性などにより両眼の黄斑が高度に障害された場合、残存する網膜において有効に機能する眼底部を被検者に自覚させ、その部位を日常生活に有効に利用させるという、視力障害者のリハビリテーションのための器械としての可能性も指摘されている²³⁾。さらに、走査型レーザー検眼鏡では眼底局所に任意の指標を提示できることから、眼底局所を刺激した時の視覚誘発脳波を捉える電気生理学的検査の開発の可能性も存在する²⁴⁾。

以上、単色光による眼底観察、螢光眼底造影、視機能

検査の3種類の検査に関して走査型レーザー検眼鏡の有用性を述べたが、走査型レーザー検眼鏡は未だ発達途上にある。共焦点走査型レーザー検眼鏡システムは、より解像度の良い螢光眼底造影あるいは他稿に述べられているトモグラフィーによる眼底組織像の3次元画像化、さらにレーザードブblerによる眼底血流測定など様々な可能性を有している。また、視機能検査装置としての走査型レーザー検眼鏡システムも今後ますます臨床的に応用可能となることが期待される。

文 献

- 1) Webb RH, Hughes GW, Pomerantzeff O. Flying spot TV ophthalmoscope. *Appl Opt* 19 : 2991-2997, 1980.
- 2) 白木邦彦：新しい眼底検査法—走査型レーザー検眼鏡—・眼紀, 47 : 629-636, 1996.
- 3) Delori FC, Gragoudas ES, Francisco R, Pruett RC : Monochromatic ophthalmoscope and fundus photography. The normal fundus. *Arch Ophthalmol*, 95:861-868, 1977.
- 4) Woon WH, Fitzke FW, Bird AC, Marshall J : Confocal imaging of the fundus using a scanning laser ophthalmoscope. *Br J Ophthalmol*, 76 : 470-474, 1992.
- 5) 上野珠代, 白木邦彦, 森脇光康, 河野剛也, 三木徳彦：視神経乳頭ドルーゼンの走査型レーザー検眼鏡所見・臨眼, 49 : 711-714, 1995.
- 6) 高峯行男, 白木邦彦, 河野剛也, 三木徳彦：走査型レーザー検眼鏡による脈絡膜母斑の単色光観察・眼紀, 48 : 86-90, 1997.
- 7) Nasemann JE, Muller M : Scanning Laser Ophthalmoscopy and Tomography, 63-80, Quintessenz, 1990.
- 8) Scheider A, Schrodell C, Plesch A : Scanning Laser Ophthalmoscopy and Tomography, 97-102, Quintessenz, 1990.
- 9) Timberlake GT, Van De Velde FJ, Jalkh AE : Clinical use of scanning laser ophthalmoscope retinal function maps in macular disease. *Laser and Light in Ophthalmology* 2 : 211-222, 1989.
- 10) Sjaarda RN, Frank DA, Glaser BM, Thompson JT, et al. : Assessment of vision in idiopathic macular holes with macular microperimetry using the scanning laser ophthalmoscope. *Ophthalmology* 100 : 1513-1518, 1993.

- 11) 石子智士, 秋葉 純, 梯 彰弘 他: 走査型レーザー検眼鏡を用いたmicroperimetryによる黄斑円孔の固視点・臨眼. 49 : 415-418, 1995.
- 13) 高峰行男, 白木邦彦, 森脇光康, 尾花 明, 他: 加齢性黄斑変性におけるインドシアニングリーン蛍光眼底造影後期にみられた明るい蛍光部の網膜感度・臨眼. 50 : 933-936, 1996.
- 14) 辻川元一, 斉藤喜博, 井上智之, 本倉雅信 他: 格子状光凝固術のSLO Microperimetryによる検討・眼紀. 47 : 37-41, 1996.
- 15) Ducrey NM, Delori FC, Gragoudas ES : Monochromatic ophthalmoscopy and fundus photography. II. The pathologic. Arch Ophthalmol, 97 : 288-293, 1979.
- 16) Scheider A, Nasemann JE, Lund OE. Fluorescein and indocyanine green angiographies of central serous choroidopathy by scanning laser ophthalmoscopy. Am J Ophthalmol 1993 ; 115 : 50-56.
- 17) Prunte C, Flammer J. Choroidal capillary and venous congestion in central serous chorioretinopathy. Am J Ophthalmol 1996 ; 121 : 26-34.
- 18) Guyer DR, Yannuzzi LA, Slakter JS, Sorenson, JA, Ho, A, Orlock, D. Digital indocyanine green videoangiography of central serous chorioretinopathy. Arch Ophthalmol 1994 ; 112 : 1057-1062.
- 19) Piccolino FC, Borgia L. Central serous chorioretinopathy and indocyanine green angiography. Retina 1994 ; 14 : 231-242.
- 20) Piccolino FC, Borgia L, Xinicora E, Zingirian M. Indocyanine green angiographic findings in central serous chorioretinopathy. Eye 1995 ; 9 : 324-332.
- 21) Sunness JS, Johnson MA, Massof RW, Marcus S : Retinal sensitivity over drusen and nondrusen areas. A study using fundus perimetry. Arch Ophthalmol 106 : 1081-1084, 1988.
- 22) Gass JDM : Diseases causing choroidal exudative and hemorrhagic localized (disciform) detachment of the retina and pigment epithelium. Stereoscopic atlas of macular diseases. 43-219, Mosby, 1987.
- 23) Fletcher DC, Schuchard RS : Preferred retinal loci relationship to macular scotomas in a low-vision population. Ophthalmology 104 : 632-638, 1997.
- 24) Katsumi O, Timberlake GT, Hirose T, Van de Velde FJ, et al. : Recording pattern reversal visual evoked response with the scanning laser ophthalmoscope. Acta Ophthalmol 67 : 243-248, 1989.