

## 片眼特発性黄斑円孔症例の両眼視機能

—片眼の中心窩の障害が立体視に及ぼす影響について—

鵜飼喜世子<sup>1)</sup>

### **Binocular function of unilateral idiopathic macular hole :**

**Influences of the impairment with a unilateral fovea upon the stereopsis**

Kiyoko Ukai

#### 要旨

片眼の中心窩障害が立体視に及ぼす影響を、片眼特発性黄斑円孔症例（MH）の固視、不等像視、抑制と立体視との関係を調べ検討した。Haidinger's Brushesの結果から、固視は術後に視細胞がずれた位置に構築され偏心視となる症例があったが立体視は良好であった。不等像視はMHによる視細胞の偏位部位より広い範囲に生じ、フィリングイン（補填）が生じている可能性が示唆されたが立体視との関係は明確にならなかった。

両眼視下の抑制暗点を定量的に測定した結果、術後1～2か月に抑制がみられた。立体視は維持され、小児の弱視、斜視における抑制と異なっていた。小児の弱視、斜視の抑制は持続的であるがMH症例の抑制は病態と共に発症する一過性のもので、生理的な抑制に近いものと考えられた。MH症例では視機能がすでに獲得され、周辺機能も正常であることによると考えられる。小児における抑制と今回得られたMH症例の抑制のメカニズムをモデル化した。

**keywords:** 片眼特発性黄斑円孔、固視、不等像視、抑制、立体視

unilateral idiopathic macular hole, fixation, aniseikonia, suppression, stereopsis

#### I 序論

片眼特発性黄斑円孔（MH）は加齢による硝子体の牽引により中心窩の視細胞が乱れることが原因ととらえられている疾患である（Kishi, 1995；岸, 2010）。中心窩は視細胞が密集し、視力や立体視といった視機能に大きな役割を担っている部位である。周辺の網膜は正常のまま中心部の視機能が障害された時に、両眼視機能である立体視はどのように影響されるだろうか。両眼視下では片眼の障害は過小評価され立体視は良好に保たれるのか、あるいは障害部位が小さくても立体視は大きく障害されるのかどうかは、立体視における中心窩の役割を考える上で重要な問題であると考えられるにも拘らず、従来看過されてきた問題である。

---

1) 愛知淑徳大学 医療福祉研究科 コミュニケーション障害専攻 2013 年度修了生

MH 眼には固視ずれが生じる可能性があり、固視ずれは微小斜視弱視に伴う偏心固視と同様に正常立体視を損なう可能性がある。そこでまず MH の固視の状態の検討を行った。検査方法は古典的な検査であるが斜視弱視に伴う偏心固視の検査に汎用された自覚検査である Haidinger's Brushes (以下 HB) (Misson, 1993 ; 2003) によって調べ、立体視については臨床で一般的に行われている立体視の検査であるチトマス ステレオ テスト (Titmus Stereo Test 以下 TST)により測定した。Saito *et al.* (2000) は MH 眼に投影された網膜像の歪みである不等像視を調べ、術後長期間を経ると歪みが形の不明確な像と認識されるようになることを示し、これを抑制が生じたことの根拠とした。この不等像視は MH という視細胞の移動を原因として中枢の認識のレベルにおいて生じ、MH 眼の網膜に投影される像が小さく見える現象であるが、左右眼の像の大きさが異なると融像は困難になり立体視が損なわれる(植村,1973 ; 吉田・佐藤・栗屋, 1993)。そこで本研究では MH 症例における不等像視と立体視の関係も検討した。不等像視は New Aniseikonia Tests (以下 NAT)によって測定した。さらに両眼視下での抑制 (以下抑制) を偏光 4 ドット検査器 (以下 P4DOT)により定量的に抑制暗点を測定することで、抑制の発生の確認を行い、立体視との関係を検討した。

従って本研究は

1. 片眼特発性黄斑円孔症例における固視のずれと立体視
2. 片眼特発性黄斑円孔症例に特徴的な不等像視の分析と立体視
3. 片眼特発性黄斑円孔症例における両眼視：立体視と抑制

の 3 つの検査に基づいて 3 つの側面から立体視を調べ、片眼の中心窩の微小な領域に発症した障害が両眼視に及ぼす影響について考察した。

## II. 検査に基づく MH 症例の検討

### 1. 特発性黄斑円孔症例における固視のずれと立体視

HB は視細胞の色素分子の方向あるいは視細胞の並び方を反映して生じる内視現象 (Misson, 1993; 2003) で、中心窩が生理的に正常であれば認知可能であり、認知の可・不可により中心窩の機能や固視状態を調べる自覚検査として従来視能矯正の分野で使われてきた (Evans, 2002)。平井ら (2007) は MH 症例において HB の認知不能なものが術後認知可能になることを報告し、HB の認知が中心窩機能の簡便な評価方法となることを考察している。著者はこの報告に基づき MH 眼の HB の認知について検討した。なお HB の認知はコージナ トール (半田屋) を用いて調べ認知された像を症例に描写してもらった。症例は 2008 年 5 月～2009 年 1 月に名古屋大学医学部附属病院眼科を受診して Gass (1995)による分類で stage 2, 3 の MH と診断され硝子体手術を受け、術前・術後に検査が可能であった 20 症例 (男性 6 例、女性 14 例) で術前、術後の HB の認知の仕方を健眼との比較から詳細に検査、分類し、立体視との関係を調べた。その結果、20 症例の示した HB の認知形態は可、不可のみでなく図 1 にあるような 5 つの見え方を示した。5 つの認知形態を検討した結果から術前から術後の時期を経るに従って、認知不可、ぼけ、中心欠如、ずれ、正常と推移し治癒していく傾向が見出された。図 2 に 5 種の HB の認知形態の症例数を時期別に示す。術前に 20 症例の検査を行ったが、臨床上の制約からその 20 症例の内、術後の 1～3 か月に 16 症例、4～5 か月に 11 症例、6 か月以降に 5 症例で

検査が可能であった。術前の HB の認知形態不可は術後消失し、術後半年以降は“ずれ”か“正常”となった。  
術前の術後 6 か月以降の認知が“ずれ”と“正常”に 2 分され、両者の視力に有意な差がないことから、“ずれ”は“正常”への何らかのステップか、視細胞の構築が術前の位置からずれて形成されたと考えられる。

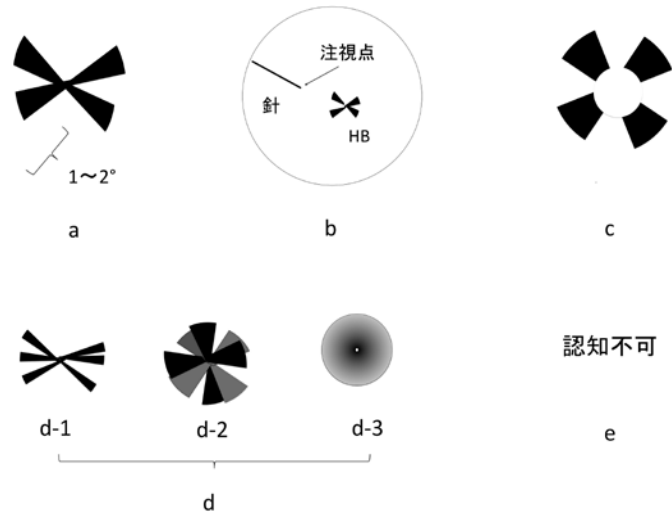


図 1 HB の認知形態

a: 正常 b: ずれ c: 中心欠 d-1, 2, 3: ぼけ e: 認知不可の 5 つの形態が見られた。

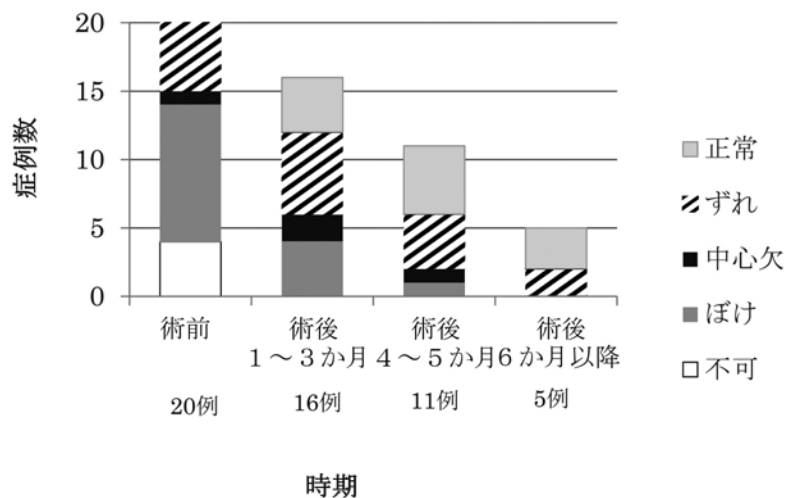


図 2 HB の認知形態の推移

認知形態については図 1 を参照のこと。

立体視は本来の対応点、つまり両中心窩の位置で成立している。本研究で得られた HB によるずれは、中心窩の再構築が本来の両眼対応点である位置の中心窩からずれており、偏心視の状態となっていることを意味する。そのために立体視は不良となることが予測されたが、実際には認知形態“ずれ”を認めた症例の立体視は認知形態“正常”を認めた症例と有意差がなく、比較的良好であった。これは再構築された位置と元の中心窩とのずれ幅が小さく、両眼対応のための融像可能な範囲内にあって、立体視の成立が可能であったこと、また

検査に使われた TST のサークルが  $1.1^\circ$  でずれ幅より大きかったことが原因と考えられる。さらに網膜の中心を除くと周辺は正常な機能を有し、周辺立体視が正常であったことが立体視不良にならなかった原因と考えられる。

自覚検査である HB の認知は中心窩における視細胞の配列という形態を反映し、しかも光干渉断層計(optical coherence tomography 以下 OCT) (Kishi, 1995; 岸, 2010) では判明できない細胞の方向を反映している可能性があり、視力では捕えきれない固視状態を表すものとして中心窩の形態と視機能の状態を説明する際に有用な手段であると考えられる。

次に MH によって生じる不等像視が立体視に及ぼす影響について検討した。

## 2. 特発性黄斑円孔症例に特徴的な不等像視の分析と立体視

左右眼の像の大きさが異なって自覚される不等像視は不同視のみならず、網膜疾患によっても生じる (Ugarte & Williamson, 2005; Enoch *et al.*, 1995; 久田 & 栗屋, 1992)。MH 症例では、硝子体の接線方向への牽引によって中心窩の視細胞が同心円状に周辺に移動し、その領域へ投影される像が歪んで小さく知覚される変視 (metamorphopsia) (Jensen & Larsen, 1998) が起こるとされ、これは中枢において視細胞の移動に対する位置関係の再構築が行われた結果であり (Saito *et al.* 2000)、また視細胞が欠落している中心窩へ投影されている像が暗点として認知されないのはフィリングイン (filling in) ; 補填による知覚補完 (perceptual completion) が生じた結果であるという報告がある (Burk, 1999; Zur & Ulman, 2003)。

Krøyer *et al.* (2008) は MH 症例に不等像視の一般的検査である NAT (栗屋, 1982; 吉田ら, 1997) と同様な半円の視標を用いて、左右眼の網膜に投影される像の大きさがどのように認識されたかを測定した。その結果、MH 症例では歪視の一つである不等像視が生じ、その程度は中心窩に近い小さい視標ほど大きく、そのために中心がより小さく見えることを報告している。Krøyer *et al.* (2008) はこの不等像視は視細胞の移動が原因であるものの、OCT でみられる MH の大きさとは独立していると述べている。Hirai *et al.* (2003) は MH 症例の立体視不良の原因に不等像視が関与している可能性を示唆したが、その後、MH の立体視と不等像視との関係を検討した報告は見当たらない。そこで本研究では、MH 症例に NAT を用いて不等像視を測定し、視力、立体視との関連について検討した。

検査は、NAT、TST による立体視、最高矯正視力 (logMAR 視力値) とその屈折度、OCT、トプコン眼底カメラ内蔵のソフトから MH の円孔径と嚢胞の大きさ、コーディネートル (半田屋) による HB の認知を術前術後に測定して固視の状態も確認した。NAT と TST 検査は検査距離に応じた矯正下で行った。NAT は検査距離を本検査で指示されている観察距離 40cm (視標の直径は  $6^\circ$  となる。以下  $6^\circ$  視標) に加え観察距離 20cm (視標の直径は  $12^\circ$ 、以下  $12^\circ$  視標) でも測定した。説明書の手順に従い不等像視の程度 (%) を求めた。ただし本研究では視標の網膜上の位置を固定するために、各視標の中心の固視目標を見て左右の半円の大小を即答するように求めた。網膜上での視標の大きさ、MH の円孔径と嚢胞の大きさ、TST のサークルを図 3 に示した。TST は観察距離 40cm で測定し、結果は各サークル 1~9 (C 値) の視差 (単位: second of arc ") で表した。サークルが検査不能の場合はアニマル、フライの視差を採用した。

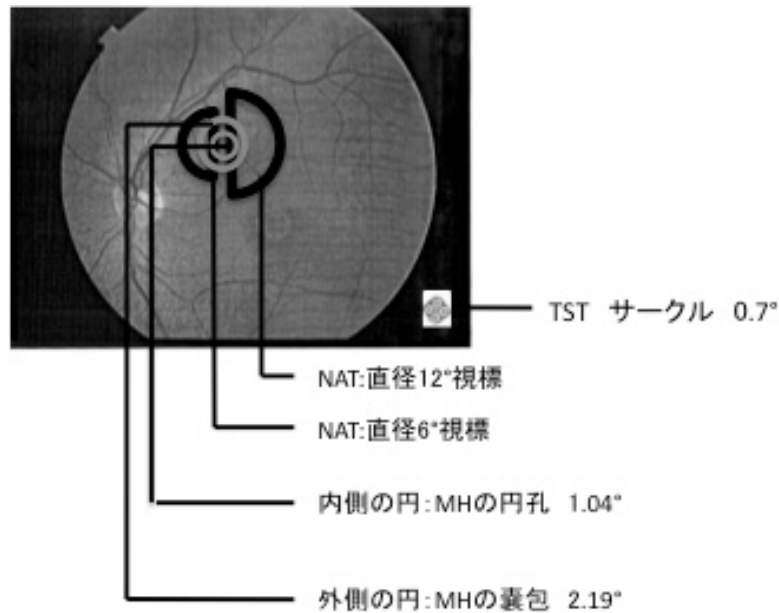


図3 NAT 視標、MH の径と嚢胞、TST 視標の網膜上での大きさ

不等像視を測定した NAT の視標は MH より大きく、TST のサークルは円孔より小さい。

その結果、術後の不等像視は視標の大きさによって差がないが、術前では 6° 視標で不等像視が大きい結果であった。立体視に関しては術前、術後とも 6° 視標において不等像視と関連が認められた。術前、術後とも 6° 視標では不等像視に負の相関がみられ、不等像視が大きいと立体視が低下する傾向がみられた。不等像視の効果は網膜中心ほど強く、立体視も不良であり不等像視の立体視への影響は否定できない。しかし 12° 視標での不等像視は立体視と関連が認められず、不等像視が立体視に影響しているとは厳密に結論づけられなかった。NAT の視標の大きさは円孔径と嚢胞の大きさより大きい (図 3)。つまり網膜の視細胞の移動の範囲を越えた領域でも不等像視が生じており、不等像視の原因を視細胞の移動のみで説明することは難しい。このことから不等像視の発生には MH による視細胞の偏位以外の機序を考える必要があると考えられる。Krøyer *et al.* (2008) は症例が検査中に中心暗点を訴えることがないことから、フィリングインが生じているとしている。本研究においても HB にて中心欠如を示しても中心暗点を訴えることがなく、MH という中心窩に局限した障害に対して周囲の正常な機能が、空間の歪みを伴いながらも障害を補う働きをしている可能性が考えられた。フィリングインの効果が両眼視に対してポジティブかネガティブという問題は網膜、視神経による疾患の視機能に及ぼす障害の程度を評価するときの重要な研究課題ではあるが、本研究においてはその点を十分に検討できておらず、フィリングインの効果に関する検討は今後の課題である。また不等像視の測定を、黄斑部を越える大きさの視標で測定したが、今後直径 2°～5° の小さい視標で検査することも今後の研究課題である。

固視ずれも不等像視も左右眼の見え方に相違をもたらすが、その程度がわずかであれば融像が成立して立体視が得られる。しかし MH においても左右眼の像が融像域を越えてしまうと複視、重複視、混乱視が生じる可能性があり、両眼視の際に左右眼の異質な像によって生じる不愉快さを避けるために抑制が生じる可能性を考え、MH 症例の抑制について調べた。



### 3. 特発性黄斑円孔症例における両眼視：立体視と抑制

Saito *et al.* (2000) はアムスラーチャートを用いて、MH 症例における見え方について報告しているが、チャート上で暗点を自覚することは稀で、初期には格子が中心へ引っ張られてみえるピンクシヨン様の変視 (metamorphopsia) が起こり、病期が長くなると特別な形状を持たない変視に移行すると述べている。このピンクシヨン様の変視は MH 眼に投影された像が小さく認識される不等像視と考えられるが、この不等像視と立体視に明確な関連がみられなかったことは前項で述べた。Saito *et al.* (2000) は形状がはっきりしない変視は円孔周辺の網膜部位がさらに障害された結果であるとともに、視覚中枢が変視に対する適応として抑制を起こした結果であるとし、MH の障害により成人にも抑制が生じると考察している。

Hikichi *et al.* (2001) はマイクロペリメーターを用いて MH の暗点を測定し、術後の比較暗点や絶対暗点が残存するものは立体視が不良であり、24 ヶ月以上を経過した症例ではバゴリーニ線条試験で抑制を示し、TST で立体視が認められなかったと報告している。平井ら(2003)は発症時期の確認は行っていないが、MH 症例に対してバゴリーニ線条試験を行った結果、円孔に相当する部位で線条の形状に違いを認めて報告した。しかしバゴリーニ線条試験は定性検査であり、抑制を定量することは困難である。

Hikichi *et al.* (2001) は Saito *et al.* (2000) の単眼性の抑制には疑問を表明しているが、筆者も抑制とは von Noorden *et al.* (2002) の定義にあるように両眼視を機序としたものであると考えている。そこで本研究では、MH 症例の暗点を単眼の検査ではなく両眼視下の検査で定量することを試みた。矢ヶ崎ら (2007) は患眼の視力が 1.0 に改善した遠視性不同視弱視例に立体視が不良なものがあり、その原因としての両眼視下で抑制が発生したとの考察からの自らが考案した偏光 4 ドット検査器(日本点眼薬研究所、以下 P4DOT)で抑制暗点を定量しており、本研究でもこれにならって P4DOT を用いて両眼視下で認識される欠損部位である抑制暗点を測定し、さらに健眼を遮閉して MH 眼で認識される暗点を MH 暗点として測定した。これら 2 種類の暗点を術前・術後の 4 時期に測定し、併せて各時期の立体視、視力も測定し、両暗点の大きさと検出の頻度と視力、立体視との関係を検討した。

対象は片眼 Gass (1995)の分類により全例 stage 2 あるいは 3 と診断され硝子体手術をうけ、術前と術後に以下の検査が可能であった症例で、1 期：術前、2 期：術後 1~2 か月後、3 期術後 3~5 か月後、4 期：術後 6 か月以上経過の 4 時期に分けて検討した。

OCT による撮像断層図から術前の円孔の径(上部の円孔、最小の径)と嚢胞(円孔底、最大の径)の大きさを求め、円孔、嚢胞とも縦径と横径の 1/2 (半径)を合計してそれぞれの大きさとした。術前の円孔、TST による立体視、最良矯正視力値(log MAR 視力値)とその屈折度、P4DOT による暗点の定量的測定を矢ヶ崎ら (2007) に従って術前と術後 1 ヶ月以上経過したものに行った。P4DOT は赤緑分離による Worth 4 灯テストを偏光眼鏡で分離するように改良されたもので、Worth 4 灯テストと同様な方法で抑制の有無を検出し (Evans, 2002)、定量することが可能である。P4DOT 検査は完全屈折の矯正下で行ない、TST の検査はこれに適切な凸レンズを加入し、結果は立体視差 (second of arc 以下) で表示した。矢ヶ崎ら (2007) に従って視差の対数立体視力比を算出し、統計的処理にはこれを用いて検討を加えた。さらに問診により自覚症状に気づいた時期を調べた。抑制暗点がどちらの眼に生じているかについての確認も行った。

その結果、自覚症状について回答が得られた 19 症例の発症から受診まで期間は平均 3.9 週で、発症から

平均 6.8 週までに前出の検査が実施されていた。この時点で抑制暗点が検出されており抑制の発生が確認された。臨床上的の制約により術前の 1 期 には 40 症例の検査が可能であり、その 40 症例のうち、2 期 には 28 症例、3 期に 21 症例、4 期に 15 症例の検査が可能であった。

暗点の認められた症例の人数を図 4 に示した。1 期は 40 症例中 35 症例 (87.5%) に MH 暗点、40 症例中 37 症例 (92.5%) に抑制暗点がみられた。2 期に MH 暗点を認める症例数の割合は 21.4%と減少したが、抑制暗点は 46.3%に残存しており、MH 暗点が認められないにもかかわらず抑制暗点を認める症例が 25%存在した。MH 暗点と抑制暗点ともに認められなかった症例は 28 例中 15 例、53.6%であった。3 期は MH 暗点を認めるのは 38.1%、抑制暗点を認めるものも同じく 38.1%となった。4 期では、暗点を認める症例数は MH、抑制暗点とも 6.7%と減少し、両暗点ともに 2Δ 以下となる。すなわち円孔閉鎖後半年を過ぎると暗点が認められない症例は 93.3% (15 症例中 14 例) に達した。

抑制暗点と MH 暗点の全症例の平均値の 1 期～4 期の推移を図 5 に示した。各時期において両暗点の大きさに対して t 検定を行なった結果 1、3、4 期で両者には有意な差は無く、2 期 (術後 1～2 か月後) にのみ MH 暗点と抑制暗点に差が認められ、抑制暗点の方が MH 暗点より大きかった。

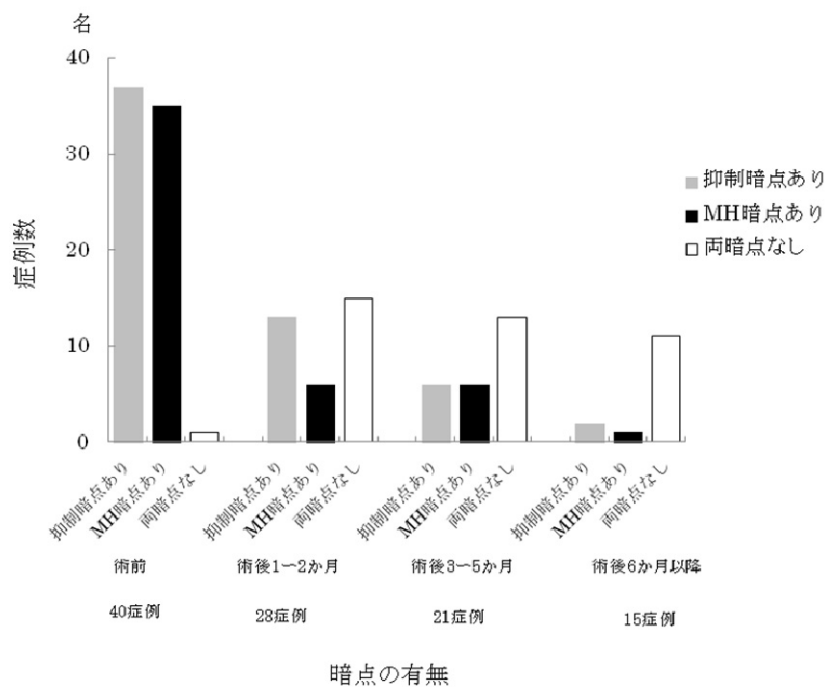


図 4 術前後各時期に暗点が認められた症例数

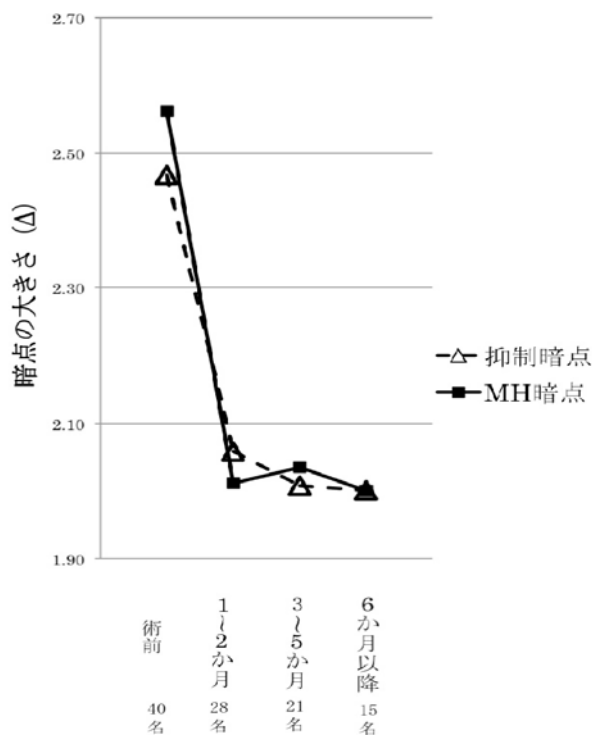


図5 MH暗点と抑制暗点の検査時期に各検査時期における平均値

術後1、2か月後では抑制暗点の大きさがMH暗点の大きさよりも大きい。

検査時期1期：術前ではMH暗点と円孔の大きさには有意な相関がみられること、抑制暗点はMH眼に生じていること、術前の両暗点の大きさには有意な差が見られないことから、術前MH暗点はMHにより生じた視細胞の乱れを反映し、術前の抑制暗点は単に片眼のMH暗点を両眼でも認めたに過ぎないと思われる。しかし2期：術後1～2か月後ではMH暗点と抑制暗点には有意な差が見られ、手術による円孔閉鎖という黄斑の状態の改善に伴ってMH暗点が減少したにもかかわらず、抑制暗点のみが生じている症例が25%（28例中7例）あり、この時期に両眼視下でMH眼の障害に対して抑制が働くことが判明した。

抑制の発生が認められた2期：術後1～2か月後において立体視差と抑制暗点の大きさには相関が認められず、抑制の大きいもので立体視が不良という結果にはならなかった。またこの時期に両暗点が認められない症例においても立体視が良好という結果とはならなかった。この所見は視力が回復した小児の弱視において抑制が認められた症例では正常立体視の獲得が困難であったという矢ヶ崎ら（2003, 2007）の報告とは異なるものであった。Saito *et al.* (2000) はMH症例の抑制を中枢性のものとし、Hikichi *et al.* (2001) はMH症例の抑制を生理的機能によるものではないかと考察している。本研究でも小児にみられる抑制と異なって両眼視の不良を引き起こしていないこと、術後半年以上過ぎると抑制が消失する事からHikichi *et al.* (2001)と同様にMHに発症する抑制は生理的な機能ではないかと考えられる。これは「抑制は基本的には必要な時に一過性に起こる生理現象であり、学習により得られるものとは異なり、容易に使える生理機能である」とする足立（1960）；植村（1973）の考えを支持するものである。



### III. 考察

中心窩の障害である MH 症例について両眼視機能に影響を与えていると思われる固視のずれ、不等像視、抑制について検討を行った。その結果、MH 症例では固視のずれが生じるが、固視のずれが生じていても立体視は維持されており、これは周辺融像が正常であることによると考えられた。また MH 症例には MH 眼の像が小さく見える不等像視が生じていた。不等像視は MH による網膜の障害部位を超えた広い領域にも生じており、不等像視が単に MH による網膜の障害のみから生じているとは考えにくい。Krøyer *et al.* (2008) や Saito *et al.* (2000) が述べているように、不等像視は中枢の介在によって起こり、また障害部位を周囲が補填する働きであるフィリングインの介入の可能性が示唆された。不等像視は網膜中心部の立体視に影響を与えていたが立体視との関係についての明確な結論を得るには至らなかった。

MH 症例において術後 1、2 か月に抑制が生じていた。MH 症例では抑制が存在しても立体視が温存されており、この点が小児の斜視、弱視に生じる抑制とは異なっていた。MH 症例の抑制は一過性であり、この点からも小児の斜視、弱視に生じる抑制とは区別すべきものであると考えられた。MH 症例で立体視が良好に保たれているのはすでに両眼視を獲得した成人であることと、周辺融像と立体視が温存されていることが基礎にあるためと考えられる。

MH の病態は軽度の視力不良、微小な固視ずれ、正常な周辺立体視、中心窩抑制をもつ微小斜視と似ているが (Lang, 1966; Helveston & von Noorden, 1967; Huston, 1998)、本研究にみられた成人に後天的に生じた MH 症例の抑制は小児に生じる抑制と異なり、足立 (1960) や植村 (1973) による「基本的には必要な時に一過性に起こる生理現象」であると考えられた。以上の考察から両者の抑制に対してモデル化するを試み、モデル A：小児における弱視を発症する抑制と、モデル B：正常両眼視を維持してきたと推定される成人の片眼の中心窩の障害に伴って発症した一過性の抑制を各々図 6、図 7 に表わした。小児の抑制はモデル A にあるように持続的で両眼視を損ない弱視の発症を招くが、MH 症例の抑制は一過性の過度的な抑制ではないかと考えられた。

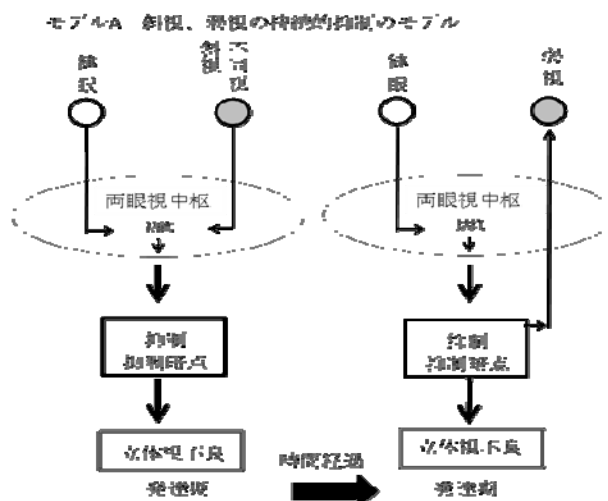


図6 モデルA 斜視、弱視の持続的抑制のモデル

小児期では斜視、不同視があると両眼視した時の見えにくさを克服するために抑制が生じ、他眼は弱視となる。抑制が生じると立体視は不良となる。

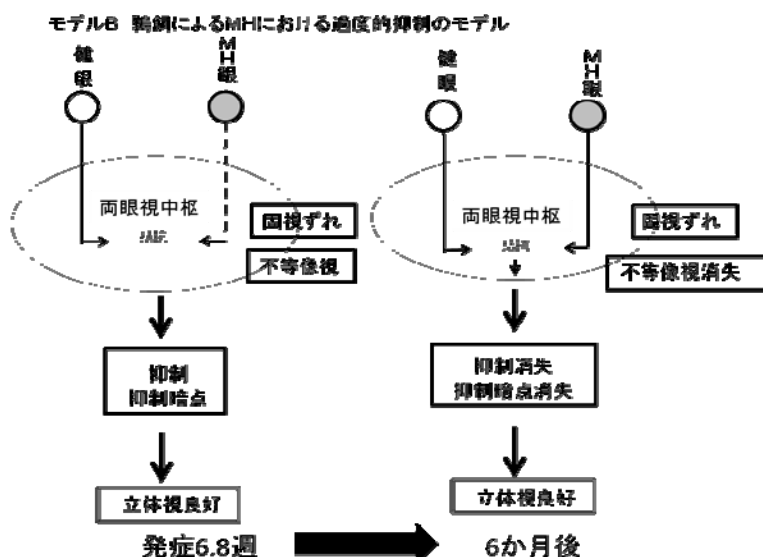


図7 モデルB 鵜飼による過度的抑制のモデル

MH 症例では病期 6～8 週で固視ずれ、不等像視、抑制と抑制暗点が認められたが立体視はある。術後半以降、網膜の治癒とともに不等像視、抑制も消失した。

## 文献

- 足立興一 (1960) 融像と抑制—特に微小角斜視のそれについて『臨床眼科紀要』17, 1087.
- 栗屋 忍 (1982) 「New Aniseikonia tests (AWAYA)」『日本眼科学会誌』86, 217-222.
- Burk, W. (1999) Psychophysical observation concerned with a foveal lesion (macular hole) . *Vision Research*, 39, 2421-2427.
- de Wit, G.C.& Muraki C.S.(2006) . Field-dependent aniseikonia associated with an epiretinal membrane.

- Ophthalmology* .113, 58-62.
- Enoch, J. M., Schwartz, A. & Chang, D. (1995) Aniseikonia, metamorphopsia and entoptic pattern. *Ophthalmic and Physiological Optics*.113, 341-343.
- Evans, B.J.W. (2002) Pickwell's binocular vision anomalies.4th Ed. 213-214, 288-289 Butterworth Heinemann, Oxford.
- Gass, J. D.M. (1995) Reappraisal of biomicroscopic classification of stages of development of a macular hole. *American Journal of Ophthalmology*, 119, 752-759.
- Hauston, C.A., Cleary, M.,Dutton, G. N. & McFadzean,R.M.(1998) Clinical characteristics of microtropia is microtropia a fixed phenomenon? *British Journal of Ophthalmology*, 82(3), 219-234.
- Helveston, E.M & von Norden, G.K. (1967) Microstrabismus: newly defined entity, *Archives of ophthalmology*, 78(2), 272-281.
- Hikichi T., Onodera,A. & Ishiko, S. (2001) Stereo acuity in patients with unilateral macular hole and after macular hole surgery. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 239,128-132.
- Hirai, T., Ito, Y., Terasaki, H., Ito, M., Sato, M., & Miyake, Y. (2003) Stereopsis in idiopathic macular hole with special reference to the size of the hole and its effect on stereoacuity. *Binocular Vision and Strabismus Quarterly*. 18, 242-248.
- 平井淑江・鶴飼喜世子・水谷隆司・伊藤 逸毅・寺崎 浩子 (2007) 「視野障害と立体視の異常：視交叉疾患と黄斑円孔について」『神経眼科』23 (4), 444-452.
- 久田廣次・栗屋 忍. (1992) 「中心性漿液性網脈絡膜症の不等像視の研究」『日本眼科学会雑誌』96, 369-374.
- Jensen, O. M. & Larsen, M. (1998) Objective assessment of photoreceptor displacement and metamorphopsia. *Archives of ophthalmology*, 116 (10), 1303-1306.
- Kishi, S., Kamei, Y. & Shimizu, K. (1995). Tractional elevation of Henle's fiber layer in idiopathic macular holes. *American Journal of Ophthalmology*, 120 (4), 486-496.
- 岸 章治 (2010) 「特発性黄斑円孔」岸 章治 (編)『OCT 眼底診断学』エルゼビア・ジャパン, 東京, 70-88.
- Krøyer, K., Christensen,U. & Larsen, M. (2008) Quantification of Metamorphopsia in Patients with Macular Hole. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*.49 , 3741-3746.
- Lang, J. (1966) Evaluation in small angle strabismus or microtropia. In international Strabismus Symposium at Giessen in 1966, Basel.
- Lang, J. (1966) Evaluation in small angle strabismus or microtropia. In international Strabismus Symposium at Giessen in 1966, Basel.
- Misson, G.P. (1993) Form and behavior of Haidinger's brushes. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 13, 392-396.
- Misson, G.P. (2003) A mueller matrix model of Haidinger's brushes. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 23, 441-447.
- Saito, Y., Hirata, Y., Hayashi, A., Fujikado, T., Ohji, M., & Tano, Y. (2000) The visual performance and metamorphopsia of patients with macular holes. *Archives of ophthalmology*, 118(1), 41-46.

- 植村恭夫 (1973)「両眼視機能の生理と病態 1. 正常両眼視機能」弓削経一(編)『視能矯正 理論と実際』金原出版, 東京, pp115-124.
- Ugarte, M. & Williamson, T. H. (2005). Aniseikonia associated with epiretinal membranes. *British Journal of Ophthalmology*, 89(12), 1576-1580.
- von Noorden, G.K. & Campos, E.C. (2002). Visual acuity and aniseikonia 114-124 Examination of patient- Sensory signs, symptoms, and adaptations in strabismus 200-282 : von Noorden, G.K. & Campos, E. C.: Binocular vision and ocular motility 6th Ed. Mosby, St. Louis, pp 282.
- 矢ヶ崎悌司・鈴木瑞紀・松浦葉矢子・田小路寿子・柄倉浪代 (2003) 「不同視弱視の両眼視機能」 『日本弱視斜視学会雑誌』 30, 100-105.
- 矢ヶ崎悌司・村口 香・松浦葉矢子・太田祐子・伊藤法子 (2007) 「立体視と抑制暗点水平径との関係」 『日本弱視斜視学会雑誌』 34, 53-59.
- 吉田正和・佐藤美保・栗屋 忍 (1997) 「New Aniseikoniaf retinal scotomas. *Vision Research* , 43, 971-982.