

視標のボケと中間透光体混濁の中心静的視野閾値に及ぼす影響

宇山 孝司, 松本 長太, 奥山 幸子, 大鳥 利文

近畿大学医学部眼科学教室

要 約

視標のボケと中間透光体混濁の中心静的視野閾値に及ぼす影響について検討した。対象は21～35歳(平均28.1歳)の正常10例10眼で、方法はOctopus自動視野計201のSARGONプログラムを用いて、中心30°内視野に17測定点を配置したプログラムを作製し、視標サイズ1, 3, 5で測定した。視標のボケと中間透光体混濁の影響を調べるために、4種類のプラスレンズ負荷(+1.0D～+5.0D)、5種類の遮蔽膜(視力1.2以上を1.0～0.1に低下させる遮蔽膜)、4種類のneutral density filter (0.1～1.0 log unit)を用いて測定した。その結果、+1.0Dと+2.0Dの+レンズ負荷、視力を1.0～0.6に低下させる遮蔽膜およびすべてのNDフィルターを用いた条件下では、標準的に自動視野測定に用いられる視標サイズ3と、視標サイズ1の間で、感度の低下の差は2.0dB未満であった。これより視標サイズ1を用いた自動中心静的視野測定は、臨床的に十分応用できると考えられた。(日眼会誌 97:994-1001, 1993)

キーワード: 視標サイズ, 屈折負荷, 中間透光体混濁, オクトパス視野計, 自動静的視野測定

The Influence of Target Blurring and Simulated Opacity of the Ocular Media on Automated Perimetric Thresholds

Koji Uyama, Chota Matsumoto, Sachiko Okuyama and Toshifumi Otori

Department of Ophthalmology, Kinki University School of Medicine

Abstract

The influence of target blurring and simulated opacity of the ocular media on the sensitivity of the central visual field in quantitative static perimetry was studied using a SARGON program of the automated perimeter Octopus 201. Ten eyes of 10 normal subjects aged from 21 to 35 were examined with target sizes 1, 3, and 5; 4 spherical plus lenses of +1.0D, +2.0D, +3.0D, and +5.0D; 5 kinds of occlusion diffusers which corresponded to the visual acuities of 1.0, 0.8, 0.6, 0.4, and 0.1; and 4 neutral density filters of 0.1, 0.3, 0.6, and 1.0 log units. The studies suggested that there was little difference between the sensitivity for target size 1 and that for target size 3 in spite of slight blurring of the target and simulated opacity of the ocular media. We concluded that target size 1 was as useful as target size 3 in quantitative static perimetry. (J Jpn Ophthalmol Soc 97:994-1001, 1993)

Key words: Target size, Spherical plus lens, Ocular media opacity, Octopus perimetry, Automated static perimetry

別刷請求先: 589 大阪狭山市大野東 377-2 近畿大学医学部眼科学教室 宇山 孝司
(平成4年10月19日受付, 平成5年3月29日改訂受理)

Reprint requests to: Koji Uyama, M.D. Department of Ophthalmology, Kinki University School of Medicine.
377-2 Ohno-Higashi, Osaka-Sayama 589, Japan

(Received October 19, 1992 and accepted in revised form March 29, 1993)

I 緒 言

最近、眼科臨床において自動視野計が多く用いられるようになってきた。この自動視野計では、一般に Goldmann 視野計の視標サイズⅢに相当する大きさの視標で測定が行われる。これに対し、我々は、視神経疾患や緑内障の初期の視野異常の検出には、視標サイズ1を用いた中心静的視野測定が有用であることを報告した^{1)~3)}。

ところで、小さい視標サイズを用いた視野測定は、視標のボケや中間透光体混濁の影響を受けやすいといわれてきた。そこで、プラスレンズ負荷や、中間透光体混濁の simulation としての遮蔽膜と neutral density filter (以下 ND フィルター) の中心視野閾値に及ぼす影響を検討した。視野測定は、正常眼において Octopus 視野計 201 の SARGON プログラムを用いて、視標サイズ1, 3, 5で行った。その結果、屈折負荷、遮蔽膜や ND フィルターによる影響が比較の少ない条件下では、視標サイズ1を用いた測定結果は、標準的に用いられることが多い視標サイズ3での測定結果と比較して、感度の低下の程度の差はわずかであった。この結果から、自動静的視野測定においては、視標サイズ1は視標サイズ3と同等に有用であると考えられたのでここに報告する。

II 対象および方法

中心静的視野測定において屈折負荷、遮蔽膜、ND フィルターが視野閾値にどのように影響するかを正常眼において検討した。対象は、検査内容を説明し、承諾を得た 21~35 歳(平均 28.1 ± 4.1 歳)の正常者 10 例の右眼で、正常眼として採用した条件は、視野に影響を与える可能性のある全身疾患や眼疾患がなく、眼圧は 21 mmHg 以下で、矯正視力は 1.2 以上、屈折異常は ± 3.0 D 以内、乱視は -2.0 D 以内とした。

本研究では、視野測定の慣れの影響を考慮して、すべての症例で Octopus 視野計での初回検査の結果は用いず、2回目以降の検査結果のみを採用した。また、視野測定時の false positive answer, false negative answer は全例 25% 未満の測定結果に限定して検討した。

方法は INTERZEAG 社製 Octopus 自動視野計 201 を用いて、図1に示したように中心 30°内視野の 45°と 135°経線上に 17 点の測定点〔(0, 0) (3, 3) (9, 9) (15, 15) (21, 21) (-3, -3) (-9, -9) (-

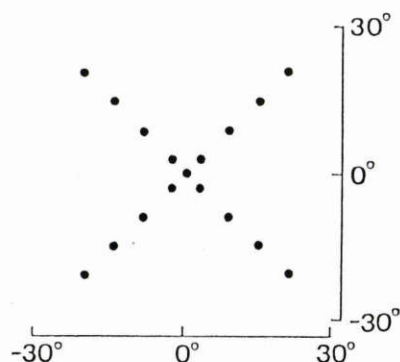


図1 SARGON プログラム PFX の 17 測定点。

15, -15) (-21, -21) (-3, 3) (-9, 9) (-15, 15) (-21, 21) (3, -3) (9, -9) (15, -15) (21, -21)] を配置した SARGON プログラムを作製して測定した。このプログラムでは 1 回の視野測定中に全 17 点で 2 回ずつ閾値測定を行った。そして以下のような 14 通りの条件下で、それぞれ視標サイズ1 (視角 0.108°)、視標サイズ3 (視角 0.431°)、および視標サイズ5 (視角 1.724°) を用いて測定を行った。

まず、屈折負荷の視野閾値に及ぼす影響を調べるために、完全矯正の屈折値に $+1.0$ D, $+2.0$ D, $+3.0$ D, $+5.0$ D の 4 種類のプラスレンズを負荷した条件で視野測定を行った。次に中間透光体の混濁の視野閾値に及ぼす影響を調べるために、その simulation として 1.2 以上の視力をそれぞれ 1.0, 0.8, 0.6, 0.4, 0.1 に低下させるために作られた 5 種類の遮蔽膜 (orthoptic occlusion diffuser, Ryser 社製) を完全矯正レンズに貼付した条件で測定した。さらに 0.1 log unit (透過率 80%), 0.3 log unit (透過率 50%), 0.6 log unit (透過率 25%), 1.0 log unit (透過率 10%) の 4 種類の ND フィルター (WRATTEN Gelatin Filter, Kodak 社製) を装着した条件で完全矯正して測定を行った。そして屈折負荷や遮蔽膜、ND フィルターを用いずに完全矯正した通常の測定を行った。ND フィルターを用いた測定は、今回の研究のために特製のアイカップを作製して行った。無孔の佐伯式カップ (半田屋製) を用いて、その中心に 4.5 cm の円形の穴をあけ、そこに ND フィルターを貼付した。そしてカップの周囲から視野計の背景光が入って順応状態が不安定にならないようにし、アイカップを右眼部に装着し、矯正レンズを用いて視野測定を行った。ND フィルターを用いた測定の検査前の暗順応時間は、0.1 log unit ~ 0.6 log unit

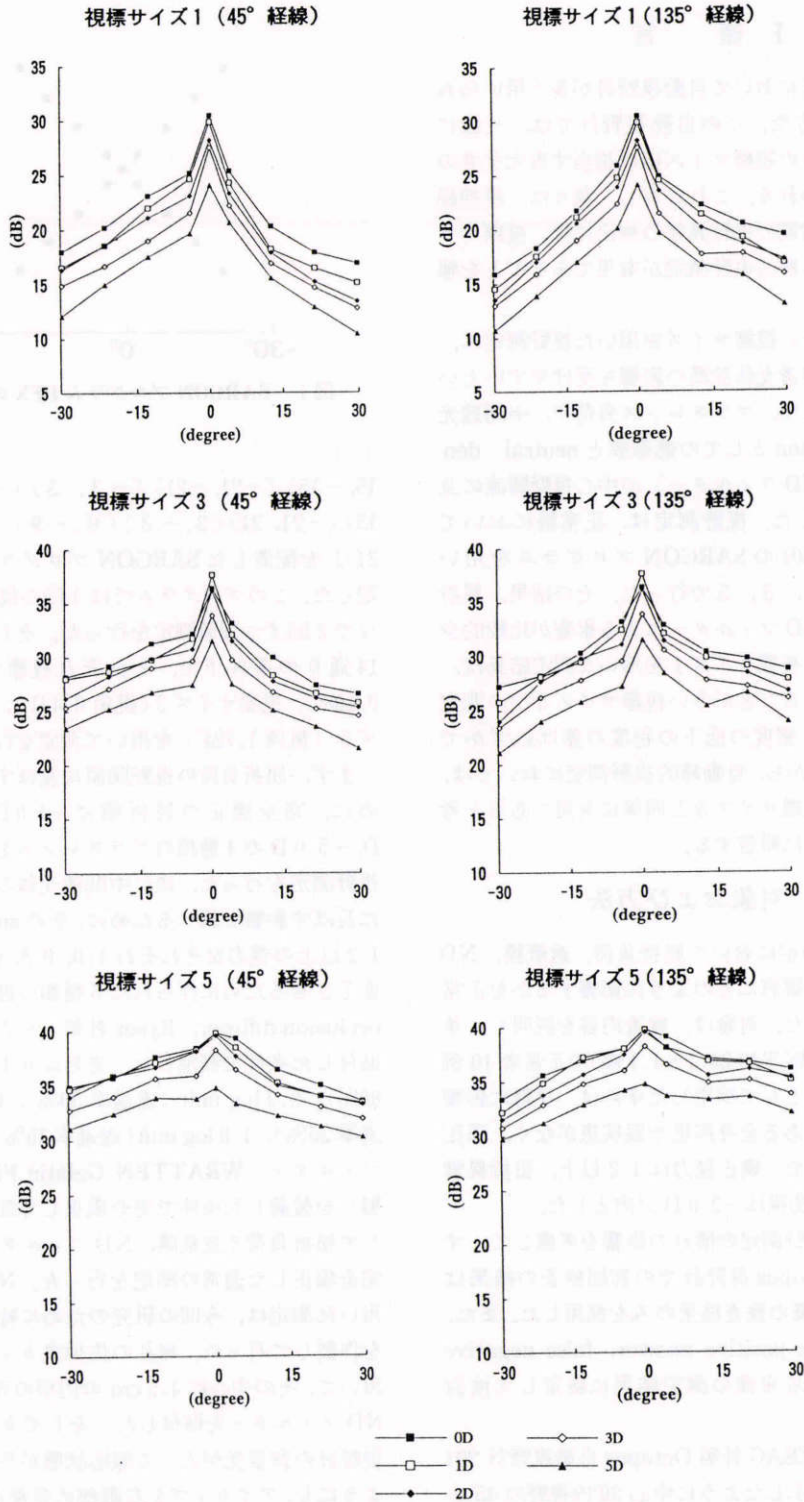


図2 各プラスレンズ負荷条件での45°と135°経線上の視野の島のprofile.

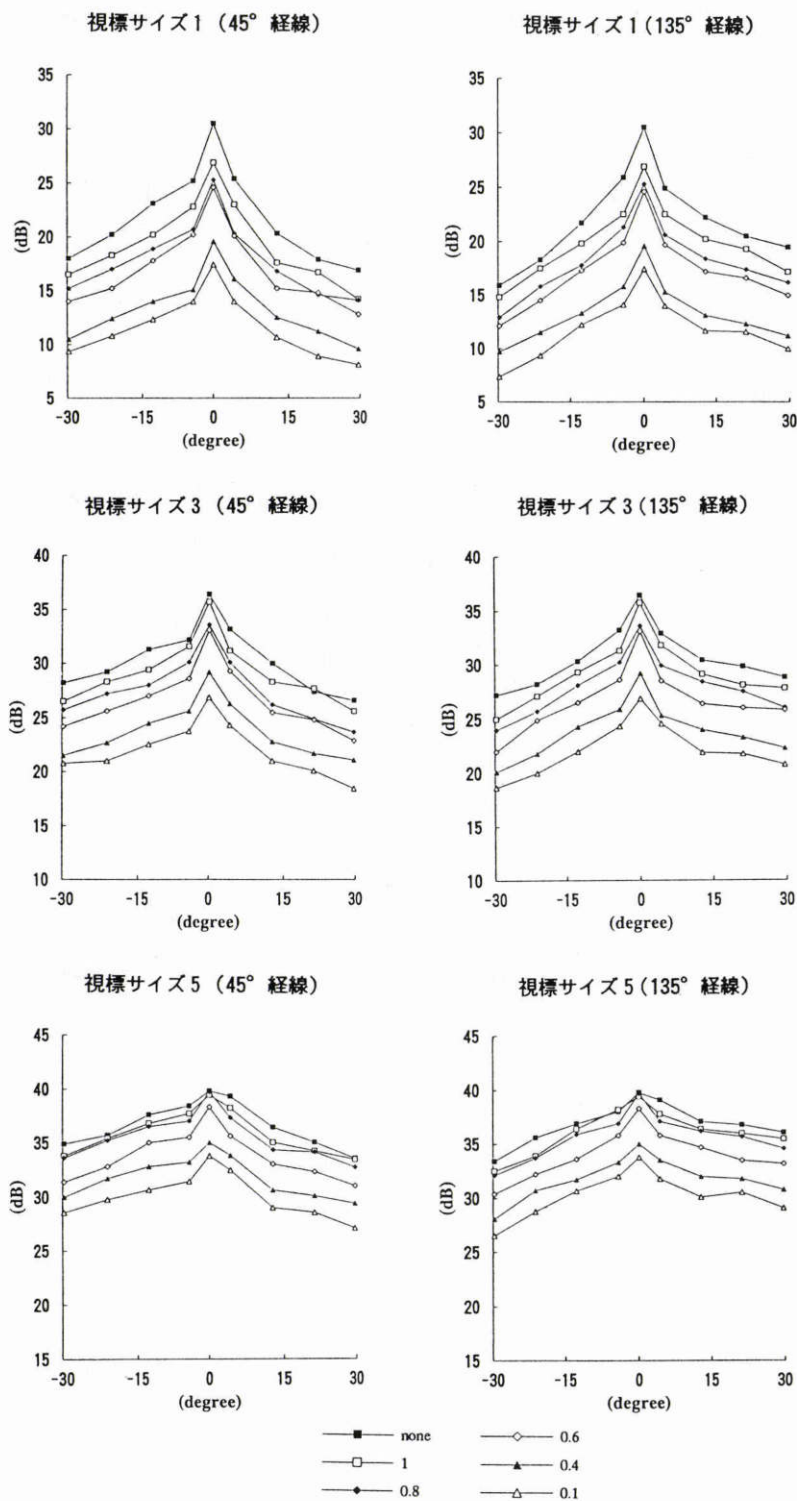


図 3 各遮蔽膜貼付条件での 45° と 135° 経線上の視野の島の profile.

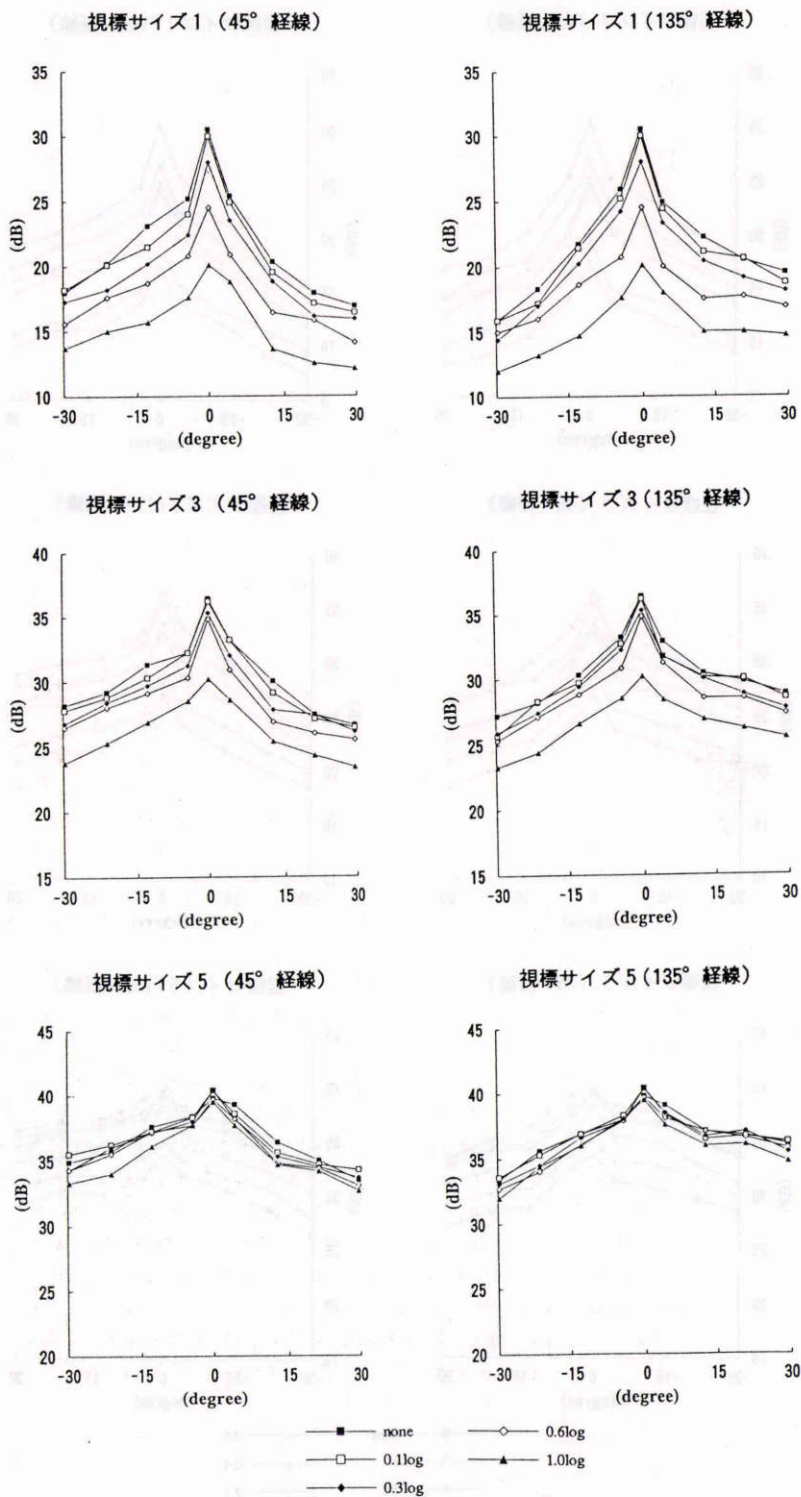


図4 各 neutral density filter 装着条件での 45°と 135°経線上の視野の島の profile.

のフィルターを用いた場合で 7 分間以上, 1.0 log unit のフィルターを用いた場合で 10 分間以上行った。

III 結 果

図 2 に, 各プラスレンズを負荷して測定した正常 10 眼の平均感度の 45°と 135°経線での視野の島の profile を視標サイズ別に示した。

図 3 に, 各遮蔽膜を貼付した条件で測定した正常 10 眼の平均感度の 45°と 135°経線での視野の島の profile を視標サイズ別に示した。なお, 正常 10 眼の各遮蔽膜貼付時の矯正視力は, 視力を 1.0 に設定する遮蔽膜では 8 眼で 1.0, 1 眼で 0.9, 1 眼で 0.8 であった。0.8 の遮蔽膜では 4 眼で 0.8, 5 眼で 0.7, 1 眼で 0.6 であった。0.6 の遮蔽膜では 3 眼で 0.6, 6 眼で 0.5, 1 眼で 0.4 であった。0.4 の遮蔽膜では 4 眼で 0.4, 3 眼で 0.3, 3 眼で 0.2 であった。0.1 の遮蔽膜では 9 眼で 0.1, 1 眼で 0.08 であった。

図 4 に, 各 ND フィルター装着条件で測定した正常 10 眼の平均感度の 45°と 135°経線での視野の島の profile を視標サイズ別に示した。ND フィルター装着時の矯正視力は 0.1 log unit から 1.0 log unit まで全例で 1.2 以上であった。

図 2～4 に示すように, 屈折負荷, 遮蔽膜, ND フィルターを用いた測定では, 3 種類の視標サイズすべてで感度の低下を引き起こしたが, 同じ視標サイズでは 45°および 135°経線上の各測定点の感度はほぼ平行に低下し, 視野の島の profile の形状には大きな影響を与えなかった。また, 各測定条件での感度の低下を, 視標サイズ 1, 3, 5 で比較すると, 感度の低下幅は視標サイズが小さいほど大きくなる傾向を示した。

なお, 10 眼の視野測定時の short term fluctuation

は視標サイズ 1 の測定ではすべて 2.5 dB 以下で, 視標サイズ 3, 5 での測定ではすべて 2.0 dB 以下であった。

次に, これらの 3 種類の視標サイズでの測定結果のうち, 最も空間和の影響が少ないと考えられる視標サイズ 1 と, 標準的に自動静的視野測定に用いられる視標サイズ 3 の結果について, 感度の低下の程度の差を比較した。表 1～3 にプラスレンズ負荷, 遮蔽膜, ND フィルターの各測定条件下での中心 10°内 (5 測定点), 11°～20° (4 測定点), 21°～30° (8 測定点) の各視野領域別に平均した感度を示した。表中の標準偏差は, 各測定点での標準偏差値を各視野領域で平均した値である。

プラスレンズを用いた測定結果 (表 1) での感度の低下幅の差は, まず +1.0 D のレンズ負荷の条件の中心 10°内でみた場合, 視標サイズ 1 での感度低下幅は 0.7 dB, 視標サイズ 3 での感度低下幅は 0.4 dB で, すなわち 0.3 dB であった。同様に, +1.0 D のレンズ負荷での他の視野領域や, +2.0 D のレンズ負荷での中心 30°内の各視野領域で検討したところ, 視標サイズ 1 と視標サイズ 3 の間で感度の低下幅の差はすべて 2.0 dB 未満であった。しかし, +3.0 D のレンズ負荷では中心 10°内で, 視標サイズ 1 と 3 の間で感度の低下幅の差が 3.0 dB であった。+5.0 D のレンズ負荷では感度の低下幅の差が中心 10°内で 3.3 dB, 11°～20°で 3.1 dB であった。+3.0 D と +5.0 D のレンズ負荷のその他の視野領域では, 感度の低下幅の差は 2.0 dB 未満であった。

遮蔽膜を用いた測定における視標サイズ 1 と 3 での感度の低下幅を比較すると (表 2), 1.0, 0.8, 0.6 に視力を設定する遮蔽膜を用いた測定では, すべての視

表 1 各プラスレンズを用いた視野測定での視標サイズ 1 と視標サイズ 3 の各視野領域別の平均視感度 (dB)

視標サイズ 1				視標サイズ 3			
視野領域	～10°	11°～20°	21°～30°	視野領域	～10°	11°～20°	21°～30°
なし	26.4±1.7	21.8±1.8	18.4±2.3	なし	33.6±1.5	30.5±1.8	28.2±1.6
1.0 D	25.7±1.6 (-0.7)	20.8±1.9 (-1.0)	18.0±2.2 (-0.4)	1.0 D	33.2±1.6 (-0.4)	29.8±1.6 (-0.7)	27.8±1.8 (-0.4)
2.0 D	24.3±2.2 (-2.1)	19.9±1.8 (-1.9)	17.0±2.4 (-1.4)	2.0 D	32.5±1.7 (-1.1)	29.2±1.9 (-1.3)	27.3±2.0 (-0.9)
3.0 D	21.4±2.1 (-5.0)	17.8±2.3 (-4.0)	16.1±2.7 (-2.3)	3.0 D	31.6±1.7 (-2.0)	28.3±1.8 (-2.2)	26.8±2.2 (-1.4)
5.0 D	18.4±1.6 (-8.0)	14.7±1.6 (-7.1)	13.5±2.0 (-4.9)	5.0 D	28.9±1.6 (-4.7)	26.5±1.5 (-4.0)	24.5±1.8 (-3.7)

括弧内は+レンズを用いない条件での感度との差

表2 各遮蔽膜を用いた視野測定での視標サイズ1と視標サイズ3の各視野領域別の平均視感度 (dB)

視標サイズ1				視標サイズ3			
視野領域	~10°	11°~20°	21°~30°	視野領域	~10°	11°~20°	21°~30°
なし	26.4±1.7	21.8±1.8	18.4±2.3	なし	33.6±1.5	30.5±1.8	28.2±1.6
1.0	23.6±1.6 (-2.8)	19.4±1.8 (-2.4)	16.8±2.0 (-1.6)	1.0	32.3±1.5 (-1.3)	29.0±1.3 (-1.5)	27.1±1.7 (-1.1)
0.8	21.7±1.3 (-4.7)	17.9±1.7 (-3.9)	15.4±2.0 (-3.0)	0.8	30.8±1.4 (-2.8)	27.7±1.5 (-2.8)	25.6±2.1 (-2.6)
0.6	20.9±1.6 (-5.5)	16.8±1.8 (-5.0)	14.4±2.0 (-4.0)	0.6	29.6±1.4 (-4.0)	26.3±1.4 (-4.2)	24.6±1.8 (-3.6)
0.4	16.4±1.3 (-10.0)	13.2±1.1 (-8.6)	11.0±1.6 (-7.4)	0.4	26.5±1.3 (-7.1)	23.9±1.5 (-6.6)	22.6±1.5 (-5.6)
0.1	14.7±1.9 (-11.7)	11.7±1.8 (-10.1)	9.4±1.9 (-9.0)	0.1	24.8±1.6 (-8.8)	21.9±1.6 (-8.6)	20.2±1.7 (-8.0)

括弧内は遮蔽膜を用いない条件での感度との差

表3 各 neutral density filter を用いた視野測定での視標サイズ1と視標サイズ3の各視野領域別の平均視感度 (dB)

視標サイズ1				視標サイズ3			
視野領域	~10°	11°~20°	21°~30°	視野領域	~10°	11°~20°	21°~30°
なし	26.4±1.7	21.8±1.8	18.4±2.3	なし	33.6±1.5	30.5±1.8	28.2±1.6
0.1 log	25.8±1.4 (-0.6)	20.6±2.1 (-1.2)	16.9±2.8 (-1.5)	0.1 log	33.2±1.4 (-0.4)	29.3±1.3 (-1.2)	27.7±1.8 (-0.5)
0.3 log	24.4±1.4 (-2.0)	19.9±2.0 (-1.9)	16.2±2.5 (-2.2)	0.3 log	32.2±1.7 (-1.4)	29.1±1.5 (-1.4)	26.6±1.9 (-1.6)
0.6 log	23.0±1.5 (-3.4)	18.1±2.2 (-3.7)	15.2±2.5 (-3.2)	0.6 log	30.7±2.0 (-2.9)	27.8±2.1 (-2.7)	25.7±2.3 (-2.5)
1.0 log	20.9±2.1 (-5.5)	16.7±3.2 (-5.1)	13.0±3.7 (-5.4)	1.0 log	28.5±1.9 (-5.1)	25.8±1.9 (-4.7)	23.7±2.6 (-4.5)

括弧内はフィルターを用いない条件での感度との差

視野領域において低下幅の差は2.0 dB未満であり、ほぼ同程度の低下幅であると考えられた。しかし、視力を0.4に設定する遮蔽膜を用いた測定では、中心10°内で2.9 dB, 11~20°で2.0 dB, また視力を0.1に設定する遮蔽膜を用いた測定では、中心10°内で2.9 dBの低下幅の差を認めた。

ND フィルターを用いた条件では(表3), 0.1 log unit~1.0 log unit のすべてのフィルター装着条件において感度の低下幅の差は、視標サイズ1と3の間で、いずれの視野領域でも2.0 dB未満であり、ほぼ同程度の低下幅であると考えられた。

IV 考 按

小さい視標サイズを用いた視野測定では、視標のボケや中間透光体の混濁の影響を受けやすいことがいわれてきた。今回我々は、中心視野測定におけるこの問題について検討を行うために、プラスレンズや遮蔽膜、

ND フィルターを用いて、視標サイズ1, 3, 5による中心視野測定を行った。

屈折負荷による視標のボケの、中心視野閾値への影響について検討した研究は、過去に Fankhauser ら⁴⁾, Jacobs ら⁵⁾, Sloan⁶⁾の報告などがある。今回我々は Octopus 視野計の視標サイズ1, 3, 5で、完全矯正した上に+1.0 D, +2.0 D, +3.0 D, +5.0 Dの屈折負荷を加えて測定し、各視標サイズでの中心30°内視野の閾値の変化を比較した。屈折負荷の影響については、マイナスレンズを用いた場合では調節力が関与し、これには年齢差や個人差があるため、本研究では過去の報告と同様にプラスレンズによる負荷の影響のみを検討した。

また、中間透光体の混濁の視野閾値に与える影響を検討するために、その simulation として遮蔽膜(orthoptic occlusion diffuser)とND フィルターを用いて測定した。遮蔽膜やND フィルターを用いた視野測定

における閾値の変化の研究はEichenbergerら⁷⁾, Heuerら⁸⁾, Urner-bloch⁹⁾の報告などがあるが, 本研究のように3種類の視標サイズを用いて, それぞれの影響を比較検討した報告はみられない。

これら屈折負荷, 遮蔽膜貼付, ND フィルター装着のいずれの場合でも視標サイズが小さくなるに従って感度の低下が大きくなったが, それぞれの視標サイズの変化による視野の島のprofileの形状にはほとんど変化がみられなかった。

本研究では視感度の低下幅の差が視標サイズ1と3の間で2.0 dB未満であれば大きな差はないと考えたが, これはOctopus視野計での測定における閾値の決定がBracketing法により2.0 dBの幅で行われるため, これ未満の値を誤差範囲と考えたためである。

プラスレンズ負荷の測定では, +1.0 Dと+2.0 Dで視標サイズ1と, 標準的に自動視野測定に用いられる視標サイズ3の間に, 感度の低下幅の差は2.0 dB未満であり, これはわずかの差であると考えられた。また視力を1.0, 0.8, 0.6に設定する遮蔽膜を用いた測定や0.1 log unitから1.0 log unit (透過率80~10%)のND フィルターを用いた測定でも, 視標サイズ1と3で比較すると, 感度の低下幅の差は, すべての視野領域で2.0 dB未満であり, やはりその差はわずかであると考えられた。

ND フィルターを用いた測定では, 暗順応時間がその測定結果に影響を与える。普通, 第一次暗順応だけならば約10分間程度で完了するとされている。背景輝度の視野形状への影響はAulhornら¹⁰⁾の報告があり, 背景輝度0.01~0.1 asbのいわゆる黄昏順応下での視野測定を境に, 中心固視点付近の閾値が周辺部よりも低下する視野形状の変化が認められている。今回の研究では最も暗い1.0 log unitのND フィルター使用時でも背景輝度は0.4 asbであり, このため今回のND フィルターを装着した測定の暗順応時間は, 0.1~0.6 log unitのフィルターの場合で7分間, 1.0 log unitのフィルターで10分間で十分であると考えた。

また, ND フィルターを用いた測定時の瞳孔径は今回SARGONプログラムで測定した正常10眼はすべて4.5 mm以上で, 1.0 log unitのフィルター使用時でも最高1.0 mmの拡大であったため, 瞳孔径の変化による視野閾値への影響はほとんどないものと考えられた。

以上の結果から, 特に強い屈折矯正の誤差や中間透光体の混濁がある症例でなければ, 視標サイズ1を用いた中心視野測定は, 標準的に自動視野計による中心静的視野測定に用いられる視標サイズ3での測定と比べて測定結果の信頼性が劣ることはなく, 視神経疾患や緑内障などの症例における視野異常の検出に用いることができると考えられた。

文 献

- 1) 松本長太: 自動視野計Octopusの中心視野測定における視標サイズ, 背景輝度の影響について. 近畿大医誌 14: 1-17, 1989.
- 2) 宇山孝司, 松本長太, 奥山幸子, 大島利文, 宇山令司: 緑内障の視野測定における視標サイズの影響について. あたらしい眼科 8: 597-603, 1991.
- 3) 宇山孝司: 正常眼および緑内障の中心静的視野測定における視標サイズの影響. 近畿大医誌 17: 527-545, 1992.
- 4) Fankhauser F, Enoch JM: The effects of blur upon perimetric thresholds. Arch Ophthalmol 68: 240-251, 1962.
- 5) Jacobs NA, Harris ML, Trew DR: Towards standardization in autoperimetry. In: Mills KB (Ed): Glaucoma. Pergamon Press, Manchester, 68-75, 1990.
- 6) Sloan LL: Area and luminance of test object as variables in examination of the visual field by projection perimetry. Vision Res 1: 121-138, 1961.
- 7) Eichenberger D, Hendrickson PH, Robert Y, Gloor B: Influence of ocular media on perimetric results: Effect of simulated cataract. In: Greve EL, et al (Eds): Seventh International Visual Field Symposium. Kugler & Ghedini Publications, Amsterdam, 3-8, 1986.
- 8) Heuer DK, Anderson DR, Knighton RW, Feuer WJ, Gressel MG: The influence of simulated light scattering on automated perimetric threshold measurements. Arch Ophthalmol 106: 1247-1251, 1988.
- 9) Urner-bloch U: Simulation of the influence of lens opacities on the perimetric results; investigated with orthoptic occluders. In: Greve EL, et al (Eds): Seventh International Visual Field Symposium. Kugler & Ghedini Publications, Amsterdam, 23-32, 1986.
- 10) Aulhorn E, Harms H: Visual perimetry. In: Jameson D, et al (Eds): Visual Psychophysics: Handbook of Sensory Physiology, vol 7/4. Springer-Verlag, Berlin, 102-145, 1972.