

## 眼内レンズの色感覚

三戸岡克哉

東京慈恵会医科大学 眼科学教室

〒105-8461 東京都港区西新橋 3-25-8

### 1. 緒言

近年、超音波白内障手術と眼内レンズの進歩に伴い、術後の視機能の向上に加え、早期社会復帰が可能となっている。しかし一方では、眼内レンズ挿入後に羞明感や色感覚が異なるという訴えが多いことも事実である。これらに関して、様々な検討がなされてきた<sup>1)2)</sup>が、これまで、有水晶体眼と眼内レンズ挿入眼の明るさ感覚および色感覚の差を十分に把握することが出来なかった。そこで、今回われわれは、片眼のみに眼内レンズが挿入された被検者を対象として、左右眼の明るさ感覚および色感覚について比較検討したので報告する。

### 2. 対象および方法

対象は、片眼が眼内レンズ挿入眼、他眼が有水晶体眼であり、両眼とも前眼部および眼底に著変なく、視力が0.8以上で、眼内レンズ挿入術後1カ月以上経過している症例とした。なお、術式は全例とも自己閉鎖創超音波白内障手術であった。

被検者の内訳を表1に示した。着色眼内レンズ挿入例は、男性3名、女性5名の8症例で、平均年齢は、59.6 ± 4.3歳、平均眼内レ

ンズ度数は 20.9 ± 1.9 Dであった。眼内レンズは全例ともメニコン社製、NV-20もしくはNV-22であった。一方、非着色眼内レンズ挿入例は、男性12名、女性7名の19症例で、平均年齢は、59.1 ± 5.1歳、平均眼内レンズ度数は 21.6 ± 1.8 Dであった。また、ヒト水晶体の透過率は加齢により変化することが指摘されているため、60歳前後の症例のみを対象として、両群間に年齢による有意差がないよう配慮した。

検査器には、両眼間色合わせ器械を使用した。検査光には、白色光とすみれ色、青、緑、黄色、赤の色光（各々の波長は、437, 461, 540, 579, 661 nm）とした。

図1に両眼間色合わせ器械の略図を示した。両眼間色合わせ器械はハプロスコブの原理に基づいて作製された。左側が有水晶体眼側の光学系で、右側が眼内レンズ挿入眼側の光学系が示してある。有水晶体眼側には、途中に干渉フィルターおよび、NDフィルターを挿入可能である。眼内レンズ挿入眼側は、途中にハーフミラーを用いることにより、前方からの白色光を使用することも、モノクロメーターを通った色光を使用することも可能である。そして、それぞれにNDフィルター

表1 症例

	男性	女性	平均年齢(歳)	平均眼内レンズ度数(D)
着色眼内レンズ(n=8)	3	5	59.6 ± 4.3	20.9 ± 1.9
非着色眼内レンズ(n=19)	12	7	59.1 ± 5.1	21.6 ± 1.8

を挿入可能である。なお、モノクロメーターには、ニコン社製の G-250 を使用した。視標は、図 2 の様に上下に二分割された円形視標であり、有水晶体では上半分のみ、眼内レンズ挿入眼では、下半分のみが観察される。そして、左右同時に見た際に上下で比較出来るようにした。

明るさ感覚の検査手順は、まずはじめに左右眼にそれぞれ同一輝度の白色および単色検査光を提示した。

続いて明るく感じる側に ND フィルターを加えて、検査光の輝度を变化させ、左右眼の明るさ感覚が等しくなるのに要した ND フィルターの濃度を求めた。

また、色感覚の検査手順は、明るさ感覚の時と同様に単色検査光を提示した後、眼内レンズ眼側の検査色光をモノクロメーターで变化させ、左右眼の色感覚が等しくなる波長を求めた。

### 3. 結果

#### 3.1 白色検査光の明るさ感覚

被検者は、左右眼で同じか、もしくは、眼

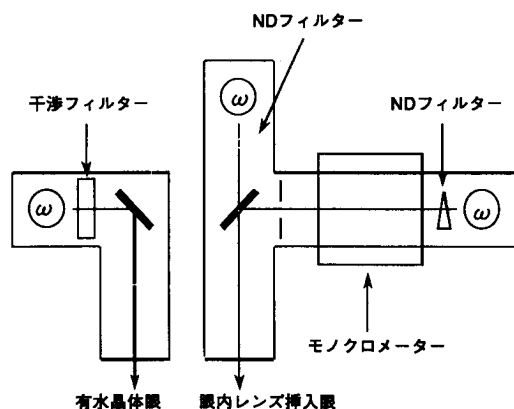


図 1 両眼間色合わせ器械の略図

内レンズ挿入眼側が明るいと感じていた。左右眼の明るさ感覚が等しくなるのに要した ND フィルターの濃度は、着色眼内レンズ挿入例では、平均 0.09、非着色眼内レンズ挿入例では、平均 0.29 であり (表 2)、両群間で有意差を認めた。ND フィルター濃度は、0 で左右眼の明るさ感覚が全く同じであることを示し、数字が大きくなるほどその違いが大きいことを示している。つまり、今回の結果では、着色眼内レンズ挿入眼の方が、有水晶体眼との明るさ感覚の違いが少ないことが示唆された。

#### 3.2 単色検査光の明るさ感覚

結果を図 3 に示した。グラフの縦軸は、ND フィルター濃度を表わしている。つまり、着色眼内レンズ挿入例と非着色眼内レンズ挿入例の両者で、短波長光ほど左右眼の明るさ感覚の違いが大きく、長波長光ほどその差が小さくなっていった。

また、着色眼内レンズ挿入眼と非着色眼内レンズ挿入眼を比較すると、着色眼内レンズ挿入眼の方が、有水晶体眼との輝度感覚の違

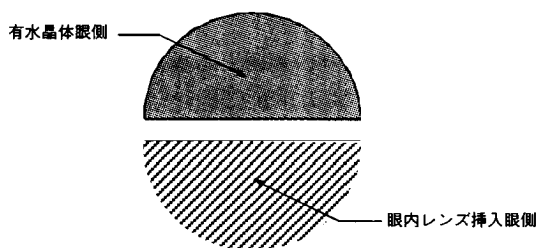


図 2 視標

表 2 白色検査光の輝度感覚

	ND フィルターの濃度	ND フィルターの透過率 (%)
着色眼内レンズ	0.09 ± 0.09	83.5 ± 15.8
非着色眼内レンズ	0.29 ± 0.09	52.0 ± 11.6

いが少なかった。特に、437, 461, 541 nm において、着色眼内レンズ挿入眼の方が、有意に少なかった。

### 3.3 単色検査光の色感覚

左右眼の色感覚が等しく感じる検査色光の波長を表3に示した。また、左右眼の色感覚が等しく感じる検査色光の波長を、有水晶体眼側に提示した波長から引き、その差を図4に示した。

眼内レンズ挿入眼では、有水晶体眼と比較して、短波長光では、約5~10 nm 程度短波長側の検査色光で、長波長光では、約5 nm 程度長波長側の検査色光を提示した時に左右眼で同様の色光と感じていた。また、波長の差は、非着色眼内レンズ挿入眼に比べ、着色眼内レンズ挿入眼で小さく、特に437, 461 nm では、着色眼内レンズ挿入眼の方が有意に波長の差が少なかった。

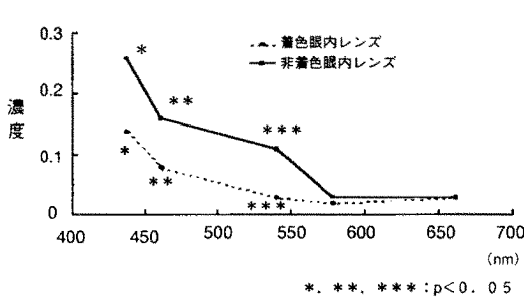


表3 色感覚が等しく感じる検査色光の波長

	437	461	540	579	661
着色眼内レンズ	432.8	457.0	537.4	578.6	666.4
非着色眼内レンズ	429.5	454.2	533.4	578.7	665.6

\*\* : p < 0.05 (nm)

### 4. 考按

眼内レンズ挿入後に、明るさや色感覚が異なるといった訴えが多い。ヒト水晶体は、加齢により400~550 nmの短波長可視領域の透光性が徐々に低下している<sup>4,6)</sup>。それに対し、非着色眼内レンズでは、短波長可視光領域においても透過率は高い。この短波長可視光領域の透光性の違いが、青視症や羞明感の原因と考えられている<sup>1,3)</sup>。また、紫外線や可視領域の短波長は光化学損傷により、網膜光障害を来すとされている<sup>17)</sup>。そこで、近年ヒト水晶体と似た分光透過曲線を示す着色フィルターや着色眼内レンズが開発され(図5)、その有用性についてさまざまな報告がなされている<sup>6,8,12)</sup>。

今回われわれは、片眼のみに眼内レンズが挿入された被検者を対象として、同一輝度の検査光を左右眼に同時に提示し、眼内レンズ挿入眼と有水晶体眼の明るさ感覚と色感覚を

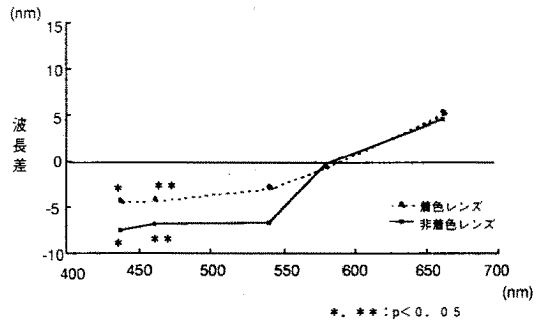


図4 色感覚(波長差)

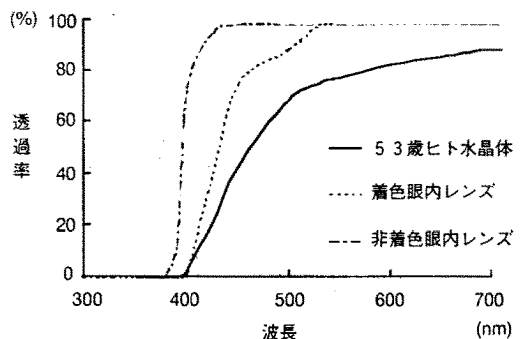


図5 各眼内レンズおよびヒト水晶体の分光透過曲線

比較検討した。

明るさ感覚の検討において、有水晶体眼と比較して着色眼内レンズ挿入眼で約1.3倍、非着色眼内レンズ挿入眼では約1.9倍明るく感じていることが確認された。また、非着色眼内レンズ挿入眼と着色眼内レンズ挿入眼の明るさ感覚の差はおよそ30%であり、着色眼内レンズ挿入眼では、まぶしさ感が軽減されていることが示唆された。

また、色感覚の検討において、短波長光領域で眼内レンズ挿入眼に、より短波長の色光を提示した時に左右眼で類似の色光と感じていた。つまり、同一輝度の短波長領域の色光を見た時には、眼内レンズ挿入眼では、やや長波長側にずれた色光として感じているということになる。この波長のずれが青視症の原因になっていると考えられた。また、長波長領域では、より長波長の色光を提示した時に左右眼で同様の色光と感じていた。つまり、これは、同一輝度の長波長領域の色光を見た時には、眼内レンズ挿入眼では、やや短波長側にずれた色光として感じているという興味深い結果が得られた。以前より、同じ波長の光であっても輝度の違いによって色相が変化するという、Bezold-Brücke現象が知られている<sup>13)</sup>。たとえば、ある輝度で紫色に感じる色

光でも、輝度を上げると青味を帯びたり、ある輝度で赤色に感じる色光でも、輝度を上げると黄色に輝いて感じる(図6)。そこで今回、眼内レンズ挿入眼では有水晶体眼と比較して、短波長光領域でやや長波長側に、長波長領域でやや短波長側にずれた色光として感じていたのは、眼内レンズ挿入眼の方がどの波長においても明るく感じていたことから、Bezold-Brücke現象が関与していると考えられた。

また、着色眼内レンズと非着色眼内レンズを比較すると、明るさ感覚および色感覚ともに着色眼内レンズの方が良い結果であった。しかし、本症例のような60歳程度のヒト水晶体と比較すると、まだその透過性が高く、色感覚が有水晶体眼と異なっていることから、より濃度の濃い着色眼内レンズも必要であると思われる。しかし、着色レンズは濃度依存性に、色覚に影響を与えること<sup>14)</sup>や、現在の着色濃度では問題ないとされている暗所時の視機能への影響が懸念されること<sup>15)</sup>、また色覚が20歳前後で最高になることから、今回の症例より水晶体の着色の少ない、20歳前後の症例について、同様の検査を行い、より適切な着色濃度の検討が必要であると思われた。

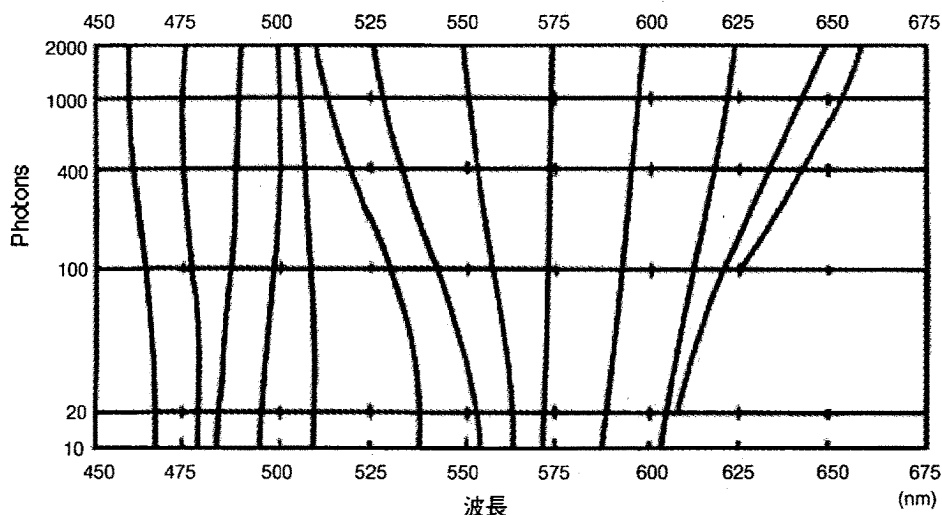


図6 Bezold-Brücke現象

## 文 献

- 1) J. S. Werner and F. E. Hardenbergh: Spectral sensitivity of the pseudophakic eye. *Archives of Ophthalmology*, 101, 758-760, 1983.
- 2) 愛知忠明, 松波智恵子, 安江いずみ, 早野三郎: 偽水晶体眼の色覚について. *日本眼科紀要*, 36, 1764-1765, 1985.
- 3) 花房 晶, 宮本 正, 野寄 忍, 鳴戸みどり, 清水金郎, 太田安雄: 白内障眼, 無水晶体眼, 人工水晶体眼の中心色覚. *臨床眼科*, 40, 786-787, 1986
- 4) E. A. Boettner and J. R. Wolter: Transmission of the ocular media. *Investigative Ophthalmology*, 1, 776-783, 1962.
- 5) 寺田久雄, 澤 充, 秋葉 純, Norio Ueno, Bireswar Chakrabarti: 正常ヒト水晶体光透過特性. *日本眼科学会雑誌*, 98, 1101-1108, 1994.
- 6) 石田みさ子, 梁島謙次, 三輪まり枝, 穂積沙紀, 沖坂重邦: 黄色眼内レンズのスペクトル感度に及ぼす影響. *日本眼科学会雑誌*, 98, 192-196, 1994.
- 7) W. T. Ham, H. A. Muller and J. J. Ruffolo: Action spectrum for retinal injury from near ultraviolet radiation in the aphakic monkey. *American Journal of Ophthalmology*, 93, 299-306, 1992.
- 8) 太田安雄, 大浜敬子, 萩原 早, 斉木貴美: 着色眼内レンズとその色覚について. *眼科臨床医報*, 85, 1032-1035, 1991.
- 9) 中泉裕子, 市川典子: カラーフィルターを介した IOL 挿入眼のコントラスト感度. *IOL*, 5, 38-44, 1991.
- 10) 石田みさ子, 佐藤弘美, 梁島謙次, 穂積沙紀, 沖坂重邦: グレア下における着色眼内レンズのコントラスト感度の改善. *日本眼科紀要*, 44, 399-405, 1993.
- 11) 市川一夫: カラー眼内レンズ. *眼科*, 35, 575-584, 1993.
- 12) 猪股美登里, 猪股健一, 八木良友, 久保木紀子, 眞野俊治, 井出あつし: 着色眼内レンズと透明眼内レンズの比較: グレアとコントラスト感度について. *眼科臨床医報*, 89, 501-504, 1995.
- 13) D. M. Purdy: The Bezold-Brücke phenomenon and contours for constant hue. *American Journal of Psychology*, 49, 313-315, 1937.
- 14) 斉木貴美, 浜野 薫, 工藤 仁, 高村健太郎, 太田安雄: 着色眼内レンズの試作とその色覚に及ぼす影響. *眼科臨床医報*, 84, 1090-1094, 1990.
- 15) 渥美一成, 田中英成, 荻野誠周: 着色レンズの視機能: その1. 夜間視力とフォトストレステスト. *あたらしい眼科*, 12, 501-503, 1995.