

中心窩から網膜周辺部にかけてのL/M錐体比

L/M Cone Ratio from Fovea to Nasal & Temporal Periphery

大竹 史郎

キャロル M. シセローン

松下電器産業株式会社

University of California, Irvine

Shiro Otake

Carol M. Cicerone

1. はじめに

錐体の分布状態を知ることは色覚のメカニズムを解明するうえで重要である。3種類の異なる錐体（L, M, S錐体）のうち、L錐体とM錐体については形状が酷似しているため解剖学的に識別することはできない。近年、L錐体とM錐体の構成比（以下、L/M錐体比）を心理物理学的手法を用いて評価する試みがなされている⁽¹⁾⁽²⁾。シセローンとナーガーは6名の観測者について1.46から2.36の間、ヴィマルらは2名の観測者について同様に1.6および4.0という値を報告している。これらの報告を総合すると、L錐体とM錐体との構成比はほぼ2:1であろうことが推測できる。

しかし、これらの報告はすべて網膜中心窩における測定値である。傍中心窩（中心窩から水平方向耳側4度まで）の測定がわずか1例あるのみで⁽³⁾、それ以上の偏心度や網膜鼻側における測定値はなかった。本報告では、網膜水平方向の様々な偏心度（鼻側28度、鼻側7度、鼻側2度、中心窩、耳側2度、耳側7度、耳側17度、耳側28度）におけるL/M錐体比の測定結果を示す。また同じ網膜部位でユニーク黄波長を測定し、色の見えとの関係もあわせて報告する。

2. 方法

観測には色覚正常者2名（KL; 23歳、SL; 22歳）の右眼を用いた。実験装置として、3光路のマクスウェル光学系を用いた。テスト光は、モノクロメータからの単色光をNDフィルタで様々な強度レベルに設定した光をピンホール開口を通してつくった。ピンホール開口は、解剖学的に得られた錐体分布密度データ⁽⁴⁾をもとに、テスト光によって照明される錐体の

総数がほぼ同じになるように網膜部位に応じて異なる大きさのものを用いた。提示時間はシャッターにより、50 msecとした。背景光は干渉フィルタとNDフィルタとを組み合わせせてつくった光を混光し、ある特定の錐体の応答のみ取り出せるような選択的順応光とした。網膜中心窩ではL錐体とM錐体としか存在しないため、いっぽうの錐体を選択的に抑制する背景と他方の錐体によって閾値がきまるテスト光との組み合わせ条件とした。中心窩以外の部位ではS錐体および桿体をも同時に抑制する光条件とした。今回の実験では、L錐体についての応答をとる場合は640 nmのテスト光と500 nmの背景光を用いた。M錐体についての応答をとる場合は、500 nmのテスト光と460 nmおよび640 nmの背景光を用いた。背景光の強度は、ちょうどスタイルズ⁽⁵⁾の行なったような、背景光強度に対する増分閾特性を求める実験をもとに決定した。網膜周辺部の測定では、測定前に白色順応光を与えて桿体を退色させた。また刺激する網膜位置によっては、光学系の外部に固視のための光源を配置した。

実験には恒常刺激法を用いた。観測者は暗順応の後、固視点を注目させ、桿体を退色するための白色順応光を与えた。選択性順応背景のもとで、強度の異なるテスト光をランダムに観測者に提示し、観測者にはテスト光の見えを7段階評価（「見えなかった」、「たぶん見えなかった」、「見えたか見えなかったかわからなかった」、「たぶん見えた」、「見えた」、「はっきり見えた」、「十分明るかった」）させた。

ユニーク黄波長の測定には上下法を用いた。テスト光の大きさは、色の判断が十分できるように網膜部位に応じて異なる大きさとした。

3. 結果

筆者らは、あるカテゴリー以上の応答をする確率とテスト光強度との関係を説明する錐体での光子吸収モデルを考案し、これにより選択性順応背景におけるテスト光によって励起される錐体の数を評価する手法を開発した⁽⁶⁾。詳細は参考文献に記してある。

図1に測定結果を示す。横軸は偏心度（鼻側を負、耳側を正とした）、縦軸はL/M錐体比である。観測者KL、SLともに、L/M錐体比の値は網膜位置によらず一定であることがわかる。

図2にユニーク黄波長の測定結果を示す。横軸は偏心度、縦軸はユニーク黄波長である。観測者KL、SLともに、ユニーク黄波長は網膜位置によらず一定であった。これは中心窩においてL/M錐体比とユニーク黄波長とが対応していることと一致する⁽³⁾。またアブラモフらは、刺激の大きさを増すことにより、周辺視でも中心視と同様な色覚特性が得られることを報告している⁽⁷⁾。これらのことは、周辺視におけるR/G反対色メカニズムは中心視のそれと同じものであることを示唆している。

Supported by NSF-BNS8819874 and NIH-EY08200
to CMC

参考文献

- (1) Cicerone and Nerger: Vision Res. 29(1989)115-128
- (2) Vimal et al.: Vision Res. 29(1989)61-78
- (3) Nerger and Cicerone: Vision Res. 32(1992)879-888
- (4) Curcio et al.: J. Comparative Neurology 292 (1990)497-523
- (5) Stiles & Wyszecki: Color Science, John Wiley & Sons Inc. (1982)
- (6) Cicerone, Otake and Metcher: Vision Res. (to be published)
- (7) Abramov, Gordon and Chen, J. Opt. Soc. Am. A 8(1991)404-414

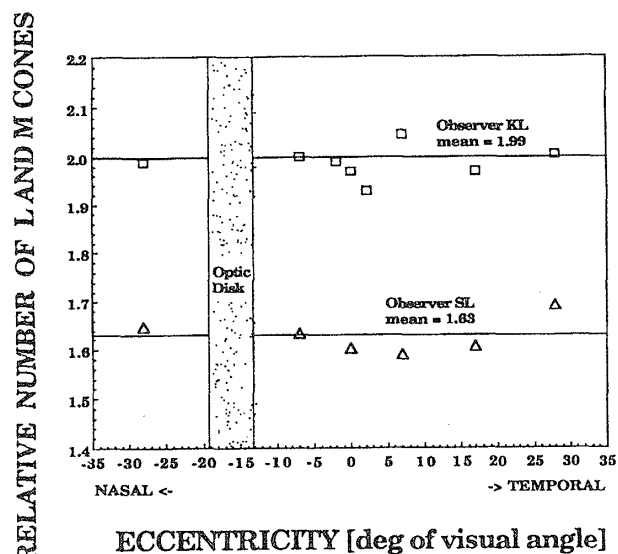


図 1 L/M錐体比の測定結果

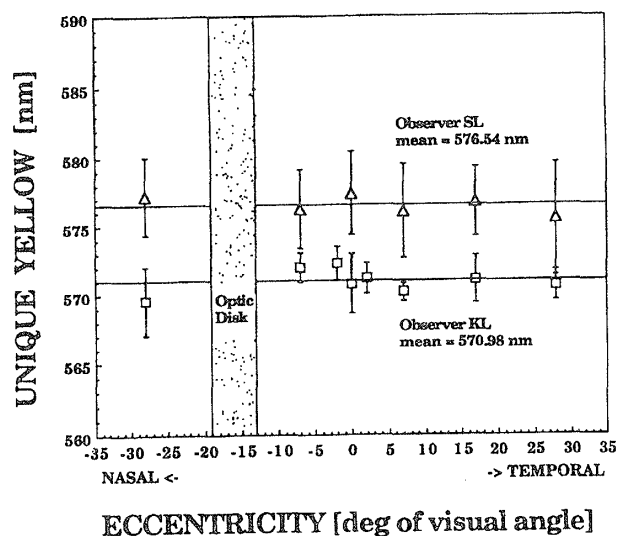


図 2 ユニーク黄波長の測定結果