

# V1 および LGN における刺激方位選択性

視床-皮質間結合との関係の再認識

佐藤宏道<sup>1,2</sup>・七五三木聡<sup>1</sup>・内藤智之<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>大阪大学大学院医学系研究科・<sup>2</sup>生命機能研究科)

Keywords: V1, LGN, Orientation tuning

## 目的

大脳皮質一次視覚野 (V1) ニューロンの最も顕著な特徴の一つは、刺激方位に対する選択性を有することであると考えられている。V1 の前段階である外側膝状体 (LGN) 中継細胞や、網膜神経節細胞 (RGC) の受容野は同心円構造をしており、刺激方位に対する選択性を有しておらず、刺激方位選択性は V1 において初めて生じる刺激特徴選択性であると考えられてきた。

しかしながら、我々は先行研究において LGN 中継細胞において受容野周辺抑制が見られることを示し (Ozeki et al., 2004)、さらに LGN の受容野周辺抑制の程度は受容野内刺激と受容野外刺激の方位差に選択的であることを報告した (Naito et al., 2007)。このことは、刺激方位に対する情報処理が大脳皮質以前の段階ですすでに行われている可能性を示唆する。本研究では LGN ニューロンが刺激方位選択性を有する可能性について検討した。

## 方法

タングステン電極を用いて麻酔非動化した 13 頭のネコ LGN から 128 個の単一ニューロン応答を細胞外記録した。視覚刺激としてドリフト正弦波縞刺激を用いた。刺激空間周波数と刺激サイズを変化させ、刺激方位選択性を調べた。刺激サイズと刺激空間周波数の組み合わせは、最適空間周波数・最適刺激サイズ、最適空間周波数・最大刺激サイズ (直径 = 30 度)、高空間周波数・最適刺激サイズ、高空間周波数・最大刺激サイズであった。

## 結果

最適空間周波数・最適刺激サイズ条件で有意な方位選択性を示したニューロンは 18.8% であった。しかし、高空間周波数・大きな刺激サイズ (直径 20 度) の条件では 90% 以上の LGN ニューロンが有意な方位選択性を示した (Fig. 1)。最適刺激方位とそれに直行する方位で刺激サイズチューニングを計測した結果、直行方位において有意に強い受容野周辺抑制が観察された。また、この受容野周辺抑制の方位差は刺激空間周波数が高い場合により顕著であった。以上の結果から、刺激方位選択性を持ち、古典的受容野よりも高い空間周波数に感度を持つ受容野周辺抑制が、LGN 方位選択性形成に重要な役割を果たしていることが示唆された。

方位選択性形成における刺激サイズの効果を調べた結果、刺激の直径が 3.55 度の条件で最大刺激使用時の約 80% の方位選択性が出ることが判明した。刺激空間周波数については、低い空間周波数 (0.2 cpd) では刺激方位選択性はみられなかったが、0.3 cpd 以上で刺激方位選択性が現れはじめ、2.0 cpd まで刺激方位選択性は強くなりつづけた。

## 考察

我々の先行研究では、V1 入力層に存在するニューロンの最適刺激サイズは直径約 4 度であり、最適空間周波数は 0.4-0.5 程度であった<sup>1</sup>。したがって、V1 ニューロンに対して最適視覚刺激を提示した場合、入力を送る LGN ニューロンの多くが方位選択的に振舞っていることが示された。また、

V1 ニューロンにおいても刺激サイズ増大および、空間周波数の増加に伴い刺激方位選択性が強くなることが報告されており、LGN における刺激方位選択性が V1 ニューロンの刺激方位選択性形成に直接関与している可能性を示唆している。

## 引用文献

Ozeki, H., Sadakane, O., Akasaki, T., Naito, T., Shimegi, S., and Sato, H. (2004). Relationship between excitation and inhibition underlying size tuning and contextual response modulation in the cat primary visual cortex. *J Neurosci* 24, 1428-1438.

Naito, T., Sadakane, O., Okamoto, M., and Sato, H. (2007). Orientation tuning of surround suppression in lateral geniculate nucleus and primary visual cortex of cat. *Neuroscience* 149, 962-975.

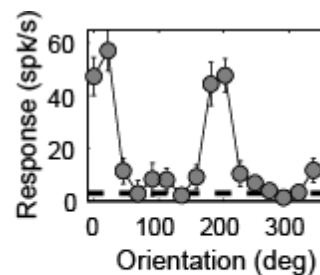


Fig.1 Orientation tuning of an LGN neuron.