

海馬顆粒細胞における空間・非空間情報の処理

D-2 Processing of spatial and non-spatial information in hippocampal granule cells.

中島 直樹[†] 早川 博文[†] 相原 威^{†, ††}Naoki NAKAJIMA[†] Hirofumi HAYAKAWA^{††} Takeshi AIHARA^{†, ††}[†] 玉川大学大学院工学研究科^{††} 玉川大学工学部[†] Graduate School of Engineering, Tamagawa University^{††} College of Engineering, Tamagawa University

1. はじめに

大脳皮質から情報を受け取り、記憶形成を行う器官として海馬がある。海馬の入り口である歯状回は主に顆粒細胞で構成されており、嗅内野から場所に関する空間情報と、匂いなどに関する非空間情報がそれぞれ異なる経路で情報を受け取っている。空間情報は嗅内野の内側部から MPP(Medial Perforant Pathway) を通り、顆粒細胞の MD(Medial Dendrite) へ投射されている。非空間情報は嗅内野の外側部から LPP(Lateral Perforant Pathway) を通り、顆粒細胞の DD(Distal Dendrite) へ投射されている。シナプス伝達の性質の違いとして、MD では短い間隔 (50 ~ 200 ms) で 2 発の刺激を入れた場合、1 発目の刺激に対する応答に比べ、2 発目の刺激に対する応答が小さくなる paired-pulses depression が、DD では促進される paired-pulses facilitation が報告されている(A Colino, 1993)。また、嗅内野からの空間情報は θ 周期 (4 Hz - 8 Hz) で入力され、非空間情報は γ 周期 (20 Hz - 40 Hz, 平均 21.0 Hz) で入力されていることが報告されている(Igarashi, 2014)。しかし、それらの周期に対する顆粒細胞の応答特性は未だ分かっていない。

そこで、本研究では様々な周波数の電気刺激を顆粒細胞の MD と DD に入力し、応答を計測する。そして、海馬顆粒細胞がどのように入力の情報統合がなされているかを明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

Wister rat の急性スライス(400 μ m)を作成し、細胞外電位の記録を行うために、刺激電極を LPP へ、記録電極を DD に挿入する。または、刺激電極を MPP へ、記録電極を MD へ挿入する。刺激プロトコルとして、5 Hz ~ 40 Hz で 5 発のレギュラー刺激を行う(図 1)。解析方法として、1 発目の刺激に対する応答のピーク値を 100% とし、2 発目以降の刺激に対する応答のピーク値をそれぞれ比で示した。また、刺激による可塑性のブロックのための NMDA 受容体の拮抗薬 D-AP5、抑制性細胞からの抑制入力を阻害するために GABA_A 受容体の拮抗薬 picrotoxin を使用した。

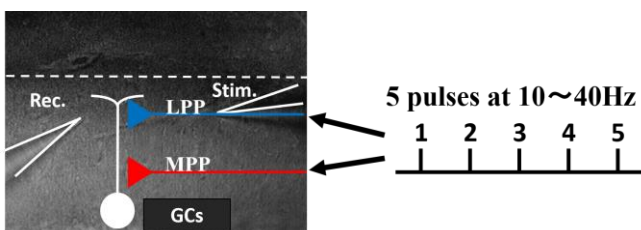


図 1. 刺激プロトコル

3. 実験結果

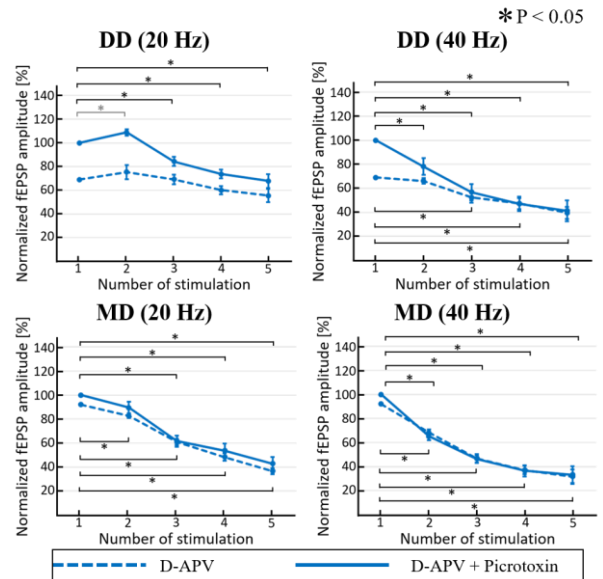


図 2. 実験結果

D-AP5 を投与し、MD または DD に刺激を行った場合、MD では 5 Hz ~ 40 Hz へと入力周波数を高くするにつれ、刺激初めに依存して応答が減少した。また、DD では 10 Hz ~ 25 Hz までの入力に対して持続的な応答が見られた。さらに、picrotoxin を投与し抑制性細胞からの抑制入力を阻害した場合は、MD では抑制入力がある場合と比べ変化は見られなかった。しかし、DD では抑制入力がある場合と比べ応答特性として急激な減少傾向が見られた。

4. 考察

MD では、周波数を高くするにつれ過渡的な応答が見られ、抑制入力をなくしても応答の差が見られないことから、抑制性細胞による影響が少ないと考えられる。DD では、10 Hz ~ 25 Hz までの入力に対して、持続的な応答が見られた。また、抑制入力をなくした場合、持続的な応答から過渡的な応答へ変化する傾向が見られた。このことから、DD では抑制性細胞による入力が周波数に依存して持続的な応答の調整を行っていると考えられる。さらに、嗅内野からの DD への入力は平均 21.0 Hz であることが知られていることから、DD は 20 Hz 近傍の入力に対して、持続的な応答をするシステムになっていることが考えられる。