

## 脳機能の性分化：性行動と母性行動

山内兄人

早稲田大学人間科学学術院神経内分泌研究室

### 1. はじめに

本能行動は生きること、子どもを残すことを最終目的とした、生理的、感覚的な情報をもとにした自動的に生じる行動である。雌の生殖に関わる性行動や母性行動は卵巣ホルモン、特にエストロゲンと神経系における制御機構相互の神経内分泌調節が行われている。生殖行動は性差が大きく、脳内のそれらに関わる部位に構造的な性差も見られる。本セミナーでは、性行動と母性行動制御の神経回路とその性差、さらに、性差形成のメカニズムについて、今まで我々の研究室で行われてきたラットの実験結果をもとにお話ししたい。

### 2. 雌ラットの性行動（ロードーシス）

雌ラットは4日周期で排卵し、排卵前日の夕刻より10時間ほど発情状態になる。排卵前日午前中の成熟卵胞から分泌された多量のエストロゲンは視索前野に作用し排卵を促し、脳内の雌性行動発現神経回路に作用して発情状態を誘起する。発情状態にある雌ラットは雄に背部よりマウント（交尾行動）されると首と腰部を上げ、脊柱を湾曲させるロードーシスをする。エストロゲンは視床下部腹内側核の促進センターを働かせ、外側中隔の抑制力を解除することで発情状態にする。マウントによる皮膚刺激が中脳中心灰白質のロードーシス統御センターを働かせ、腰と首の筋を緊張させることによりロードーシスが反射的に生じると考えられている。

ロードーシスは雌特有の行動で、精巣除去をした雄に多量のエストロゲンを投与しても生じない。雄がロードーシスをしないのは中隔の抑制力が強く、エストロゲンにより解除できないためである。外側中隔中間部の抑制力を形成する神経細胞は中脳中心灰白質に神経投射をしており、その量には雌雄差がある。出生直後の雌ラットにアンドロゲン（またはエストロゲン）を投与すると成長後ロードーシスをしなくなるが、同様の処置で外側中隔から中脳中心灰白質への神経投射量が雄に近くなる。このように、ラットロードーシス行動の性差は中隔外側部の抑制力形成細胞の量的違いやエストロゲンに対する反応性の違いであり、新生期の性ホルモンにより形成されるものであることがわかってきた。

### 3. 母性行動（リトリービング、リッキング、クラウチング）

雌ラットは出生直後より子どもを巣にくわえ戻すリトリービング、からだや外陰部をなめきれいにすると同時に排尿排便を促すリッキング、乳首に吸い付きやすいように腹部に空間をつくるクラウチングなどの母性行動を示すようになる。これらの行動は視索前野を中心に制御されており、嗅覚、視覚、聴覚などが関係し多くの神経核が関わっている。未経産の雌ラットは子どもを与えても母性行動をすぐにはしないが、与え続けるとするようになる。雄ラットも同様であるが、雌より開始は遅い。未経産ラットや雄ラットにエストロゲンを投与すると、雌では母性行動開始が早くなるが、雄には影響が無い。母性行動の性差は性行動ほど大きくは無いが、ロードーシスと同様にエストロゲンに対する反応性の違いによる可能性が考えられる。

Tsukahara et.al. Neonatal estrogen decreases neural density of the septum-midbrain central gray connection underlying the lordosis-inhibiting system in female rats. *Neuroendocrinology* 78 226-233, 2003

Tsukahara, Yamanouchi. Sex difference in septal neurons projecting axons to midbrain central gray in rats: A combined double retrograde tracing and ER-immunohistochemical study. *Endocrinology* 143 285-294, 2002,

Sakai, Yamanouchi. Effects of estrogen, androgen or phytoestrogen on retrieving and licking behaviors in nulliparous and male rats. *Zool. Sci.* 24, 894-898, 2007

Shima, et al. Postnatal change of maternal behavioral patterns in juvenile male and female rats. *Zool. Sci.* 22(6), 695-699, 2005

Yamanouchi. Brain mechanisms inhibiting the expression of heterotypical sexual behavior in rats. In 'Neural Control of Reproduction-Physiology and Behavior' Jap. Sci. Soc. Press, pp.219-235, 1997

山内兄人、新井康允（共編著）脳の性分化 裳華房 pp.1-431, 2006

山内兄人（著）性差の人間科学 コロナ社 pp 1-269, 2008