ラットにおける超音波の鳴声とその生物学的意義

○高橋伸彰^{1,2,3}・柏野牧夫^{1,2}・廣中直行^{1,2}(非会員)

(¹NTT コミュニケーション科学基礎研究所・²科学技術振興機構 CREST・³関西学院大学)

キーワード: 超音波, シラブル, コミュニケーション

Ultrasonic vocalizations and its biological meanings in rats

Nobuaki TAKAHASHI^{1,2,3}, Makio KASHINO^{1,2} and Naoyuki HIRONAKA^{1,2,#}

(¹NTT Communication Science Laboratories, ²CREST Japan Science and Technology Agency, ³Kwansei Gakuin Univ.)

Key words: Ultrasonic vocalization (USV), syllable, communication

目 的

従来より、ラットやマウスなどの齧歯類が発する、ヒトの可聴域を超える超音波の鳴声が知られており、これらは ultrasonic vocalization (USV) と呼ばれている。これまで、ラットの USV を扱った研究は数多く、多岐にわたって行われているが、それらの研究は、実験的に操作した環境での検討が主であり、日常の飼育環境において発声される USV についての研究はなされていない。また、従来の研究では、特定の周波数帯域での発声の頻度のみに着目する研究が多く、USV の構造、特に複数の鳴声がどのように組み合わせられて発声されているかについてはほとんど研究がなされていない。本研究では、日常飼育環境におけるラットに対して録音と録画を同時に行い、1) 記録された USV のクラスター解析と、2) そのクラスターと行動との対応、そして、3) 場面状況によって、各クラスターの組み合わせが異なるか否か検討した。

方 法

動物: 8 週齢 SD 雄性ラットを用いた。ラットは 2 個体ごとに飼育ケージ内で飼育され、記録も同一のケージ内で行われた。3 ペアから得た録音記録と動画記録を解析対象とした。

記録方法: 暗期にて録音・動画記録を行った。超音波帯域を収録可能なマイク (1/4" Microphone Type 4938, 1/4" Microphone Preamplifier 2633, Brüel & Kjær 社製) を用いて録音を行い、暗視カメラを用いて動画を記録した。

分析: 録音データは 192 kHz のサンプリングレートで収録され、音声編集ソフトウェア Audacity によりハードディスクに記録された。ソノグラフから得られた USV の持続時間とピーク周波数について Two-step クラスター分析 (SPSS 13.0J) を用いて分析した。

結 果

ビデオ観察の結果、日常飼育環境における行動は、1) 食餌、2) 運動、および 3) 闘争に分けられた。一方、USV に対する Two-step クラスター解析の結果、以下の 3 つのクラスターに分けられた (図 1)。クラスター1 は低い周波数 (24.56 ± 2.18 kHz) と長い持続時間 (628.70 ± 414.45 ms; $\log_{10}$: 2.69 ± 0.33) を特徴とし、クラスター2 は中程度の周波数 (41.78 ± 5.88 kHz) と中程度の持続時間 (31.18 ± 32.40 ms; $\log_{10}$: 1.29 ± 0.43) を特徴としていた。そして、クラスター3 は高い周波数 (59.18 ± 4.91 kHz) と短い持続時間 (9.16 ± 10.08 ms; $\log_{10}$: 0.80 ± 0.36) を特徴としていた。

USV のクラスターと観察された行動との関係をカイ二乗検定および残差分析を用いて検討したところ、各クラスターによって観察された行動が異なることが示された ($\chi^2(4) = 1020.73, p < .01$)。すなわち、1) クラスター1 の鳴声は闘争場面において有意に多く発声され、2) クラスター2 の鳴声は食餌場面において有意に多く発声された。そして、3) クラス

ター3 の鳴声は運動中に有意に多く発声された ($p < .01$)。

場面状況によって、各クラスターがどのように組み合わせられ発声されるかについて検討するため、状態遷移モデルを用いて検討した結果、食餌場面においてはクラスター2 の鳴声の繰り返し ($p < .05$)、クラスター2 の鳴声から無音への遷移 ($p < .01$) および無音からクラスター2 の鳴声への遷移 ($p < .01$) を主な特徴としていた。また、運動場面においてはクラスター3 の鳴声から無音への遷移 ($p < .01$)、無音からクラスター3 の鳴声への遷移 ($p < .01$)、およびクラスター2 の鳴声からクラスター3 の鳴声への遷移 ($p < .01$) を主な特徴としていた。そして、闘争場面においてはクラスター1 の鳴声から無音への遷移 ($p < .01$)、無音からクラスター1 の鳴声への遷移 ($p < .01$)、クラスター3 の鳴声から無音への遷移 ($p < .05$)、およびクラスター1 の鳴声からクラスター2 の鳴声への遷移 ($p < .01$) を主な特徴としていた。

考 察

従来の研究では USV の種類はいわゆる 22 kHz の鳴声と 50 kHz の鳴声とに二分されてきていたが、本研究では 3 つのクラスターに分けられた。その理由として従来の研究では 1) 食餌場面に関して観察されてこなかったこと、2) 方法的に時間分解能が低かったことが挙げられる。また、これらのクラスターは場面毎に発声される頻度が異なっており、組み合わせも異なっていた。このことは、ラットは場面状況に応じて USV 単体のみならずシラブルも使い分けしていることを示唆している。

図1 Two-step クラスター解析による USV の分布。持続時間に関しては log 変換してある。