

強力超音波がクマネズミに与える影響 -パラメトリック音源の場合- *

日大生産工(院) ○小枝 永泰 日大生産工 大塚 哲郎

1 はじめに

近年、ネズミによる被害が増加している⁽¹⁾。特に都市部を中心に大発生しているクマネズミは、体が小さく毒物に対しても耐性があるため撃退が困難である。最も有効な対応策としては、侵入を塞ぐ事が第一とされている⁽¹⁾。

そこで、筆者が行った超音波高音圧音場内におけるラットの行動についての実験⁽²⁾では、140dB以上の超音波が効果があることが分かっており、今回は、音圧を下げさらに、シート状音場を構築するため、パラメトリック音源を用いて実験した。

2 クマネズミについて

大きさは、成獣で15～20cm、体重は、100g～200gほどである。形態的な特徴は、耳が大きく、尾の長さは体長よりも長い。毛色は背面が褐色で、腹面は黄褐色か白色のものが多い。寿命は2年ほどで、2ヶ月ごとに5匹ほどの子供を産む。全世界に分布するネズミであり、現在都市部で最も優占しているネズミである。垂直行動が得意なため民家の天井裏や都市ビル等で適応して生息している。巣は、建物内の壁の内部や天井裏などの乾燥した所で営巣する。食性は、雑食性だが基本的に種子・穀物類の植物食を好む。また、警戒心が強く学習能力も高いので、毒餌は食べず効果が薄い。毒物抵抗性のクマネズミ（スーパーラット）も増えており、撃退が困難である⁽¹⁾。

3 段つき円形振動板音源による予備実験

3.1 ラット実験

予備実験として、ラットに対し20-40kHzの超音波（140-160dB）を放射し、行動を観察した。その結果、周波数に関わらず敏感に反応し、忌避行動が見られた。音圧の強さに比例して、忌避行動も活発であるが、低い音圧（120dB）でも一定の効果がある⁽²⁾。

3.2 クマネズミ実験

クマネズミはラットと比較して小型であり、警戒心も強いとため、超音波照射効果がより期待できると考えられる。

強力超音波（音圧140-160dB以上）をクマネズミに照射し、忌避行動を観察した。140-155dBでは、首を激しく振り音源から離れるといった忌避行動が見られた。しかし、155dBを超えると行動を停止し硬直状態となった。次に、音源とケージが次第に遠のき音圧が低くなるように実験を行うと、終始硬直状態であった。160dB以上の高音圧により聴覚機能が一時麻痺したと考えられる。また、周波数の違いによる反応も観察した。20kHz、28kHz 双方とも40kHzより顕著な忌避行動が見られた⁽³⁾。その様子をfig.1に示す。

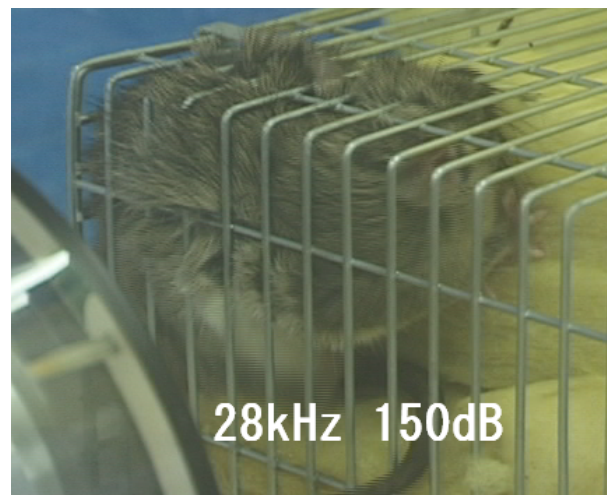


Fig. 1 Temperature rise on rat's surface.

ラットとクマネズミの実験を検討し、実験を重ねた結果、40kHz、音圧120～130dBの超音波を照射すれば、ネズミの忌避行動を引き起こすのに必要十分であると結論に至った。

*Influence of high intensity ultrasound to black rat-in parametric source-.

4 パラメトリック音源

強力超音波を発生させ、尚且つ、安価な装置を製作するため、トライステート社製パラメトリック・スピーカキット (Fig.2) を用いた。直径 1.0mm のセラミックスピーカを 50 個使い、縦 55mm、横 98mm のシート状にしたパラメトリックスピーカである。特長として、一方向にのみ放送する単一指向性を実現でき、設備も軽微、設置も容易でしかも低価格で実現が可能である。性能は縦で使用するとその水平面では可聴範囲は 20 °、横で使用するとその水平面では可聴範囲は 10 °である。

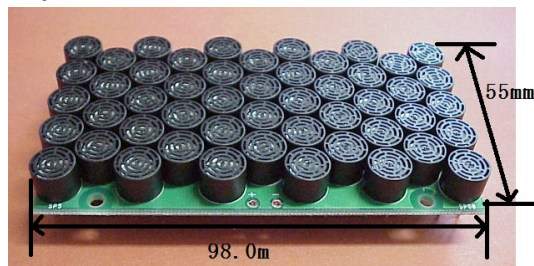


Fig. 2 parametric source.

パラメトリックスピーカとは、パラメトリックアレイの原理を利用したスピーカである。音源から異なる周波数 f_1 、 f_2 の超音波が同方向に放射された場合、二つの超音波は互いに干渉し合うことで周期的に振動が強弱に変化するいわゆるうなりが発生する。合成された搬送波の周波数は $(f_1+f_2)/2$ であり、うなりに相当する振幅変調波の周波数は $(f_1-f_2)/2$ で表される。成分波形が十分に大きい振幅音波であると、2 次波のように次第に歪んで (f_1-f_2) の差音を発生する。この原理を使用することで、非常に長い伝搬距離の仮想音源が形成され差音の周波数が可聴周波数であっても鋭い指向性を持つことができる⁽⁴⁾。

5 パラメトリック音源の特性

有効範囲を広げるため、スピーカ実験キットを 4 個横に並べ音源 (Fig.3) とした。キャリア周波数は 40kHz とした。

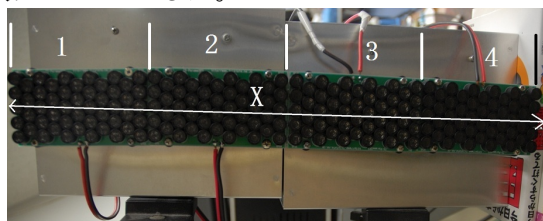


Fig. 3 parametric source.

その周波数特性を Fig.4、平面軸上 (X 方向) の音圧分布 3D 変換を Fig.5 に示す。

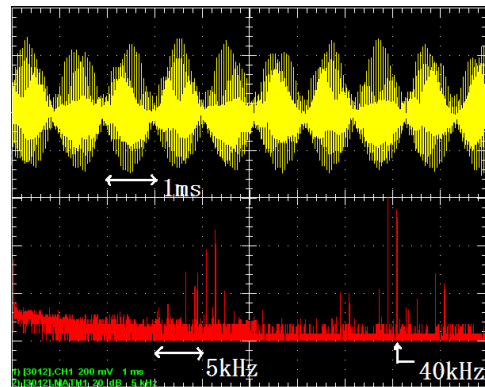


Fig. 4 Frequency response.

40kHz のキャリア周波数上に FM 変調した可聴音が伝搬されていると推定される。

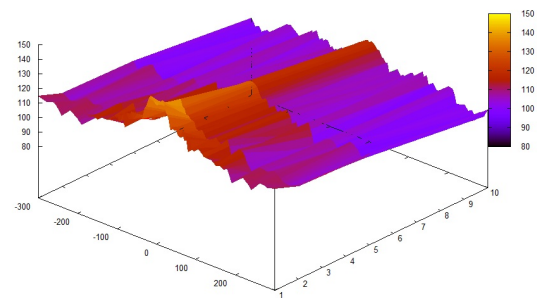


Fig. 5 Sound pressure distribution on plane axis 3D.

中心ではなく両横に約 10mm の場所に最大値を示した。

6 まとめ

この装置を天井に設置すると想定し、一般の家の天井を 5m、工場などの天井を 10m と仮定した。40kHz のパラメトリックスピーカを使い、シート状の音場が確認できた。今後はクマネズミに対する効果を検討する予定である。また、パラメトリックスピーカの配置を変更すると、指向性や範囲が変化すると想定されるため、音源の配置の検討も必要である。

参考文献

- [1] 谷川力、写真で見る有害生物防除事典、オーム社
- [2] 小枝、大塚他、強力超音波がラットの行動に与える影響、学術講演会、2-21、2009
- [3] 小枝、大塚他、強力超音波がクマネズミに与える影響、音響論 (春)、2-1-9、2010
- [4] 根岸、大塚、段つき円形振動板による可聴音発生を試み-セラミックスピーカと比較-、音響論 (秋)、2-8-8、2009