

【技術報告】

家鼠3種の探索行動に対するレーザー光センサーを用いた観察

Observations on exploratory behavior of three species of commensal rodents using laser sensor devices

橋本知幸, 伊藤靖忠

Tomoyuki HASHIMOTO, Yasutada ITO

【要約】レーザー光センサーを通路型装置に設置し、家鼠3種を任意に活動させて、その通過数を記録して、センサーの有効性と課題を検討するとともに、通過時間の記録からネズミの探索行動のパターンを検証した。センサーはネズミの行動を阻害することなく、「通過数」という指標でネズミの行動が記録可能となり、試験等の観察に有効な手段となることが示唆された。しかし、感知部に停止した個体が複雑な動きをとると、ごく短時間で複数回の記録が発生することがあり、一定の編集作業が必要であった。また、記録された通過数は、同一種でも個体による差が見られたが、クマネズミとハツカネズミでは夜間の活動が昼間よりも活発になる傾向が見られた。

キーワード：レーザー光センサー, 家鼠, 探索行動, 日周性

1. はじめに

ネズミの行動パターンや機器類による忌避効果を評価する場合、ある程度自由に活動できる空間を有する装置で試験を実施する必要があり、当部の実験では通路型の装置を活用している。この装置ではネズミが自発的に餌場まで移動して摂食行動を示すため、より実際の環境に近い条件におけるデータが得られる利点がある。しかし、本装置を用いた試験では、餌場への来訪回数や、1回の来訪での喫食量を把握できないため、単位時間当たりの餌の総喫食量を忌避効果の判断指標とすることが多い¹⁾。また、このようなデータでは、超音波や芳香成分など、空間的な忌避効果を謳った機器・薬剤等の真の効力を判定することは難しい。

田中²⁾は、この通路型装置の途中にシーソーを設置してネズミの往来回数を記録し、実験用マウスの日周性を観察した。この方法によって得られるデータでは、餌の喫食量で見ると、空間的な忌避効果が評価できる可能性が示された。しかし、試験装置内では供試動物の行動に対してシーソーのような障壁となるような要素はできるだけ排除されることが望ましいであろう。

筆者らはレーザー光センサーを用いてチャバネゴキブリの日周性や薬剤に対する忌避行動を観察した³⁾が、この方法はネズミの行動観察にも

有効であると考えられた。このため、当部の実験等で従来から用いられてきた通路型装置と組み合わせ家鼠3種について、装置内の探索行動を観察したので、本センサーの有効性の議論と合わせて報告する。

2. 材料および方法

2.1 供試動物

屋外で捕獲した個体、または室内繁殖系統個体で、温度 23±2℃, L:D=14:10 の飼育室において、1ヵ月～2年に渡って、固型飼料（オリエンタル酵母工業製 MF）と水を与えて飼育している下記の家鼠3種について、いずれも3個体ずつ供試した。

クマネズミ *Rattus rattus*

No 1	♀	90g	小笠原産（室内繁殖系統）
No 2	♀	150g	小笠原産（室内繁殖系統）
No 3	♀	117g	小笠原産（室内繁殖系統）

ドブネズミ *Rattus norvegicus*

No 1	♀	250g	川崎産
No 2	♂	195g	渋谷産
No 3	♂	220g	渋谷産

ハツカネズミ *Mus musculus*

No 1	♂	18g	浦安産（室内繁殖系統）
No 2	♀	17g	横浜産
No 3	♂	16g	浦安産（室内繁殖系統）

2.2 レーザー光センサー

工場の製造ライン等で、物体に触れずに通過数

(財) 日本環境衛生センター東日本支局

環境生物部

Dept. of Environmental Biology,
East Branch, JESC

や充填量のチェックなどに採用されているレーザー光センサーを使用した。装置は以下の3種で構成されている。

- ・センサーユニット (キーエンス製 LV-H42) : 赤色レーザー光 (650nm) の照射部と反射光を感知する受光部からなる装置 (35mm×18mm×12mm)。
- ・プログラマブルコントローラー (キーエンス製 KV-700) : モニタリング方式の設定と、データを処理する装置。
- ・データストレージ (キーエンス製 DT-100) : データ保存装置。

本構成では、センサーユニットから常時、所定光量のレーザー光が照射され、器物に反射したレーザー光を、ユニットの受光部で感知している。センサー光下を物体が通過すると反射光量が一旦、減少するが、通過に伴って再び元の反射光量に復帰する (Fig. 1)。この復帰時のデータを蓄積するものである。

本研究では反射光量が最大 (9999) になるように照射光量とセンサーユニット角度を固定した。予備的にネズミを通過させたときの反射光量は1000未満まで落ち込むことが確認されたため、検出基準光量を5000に設定した。なお、650nmの赤色光はネズミ類には認識できないとされており⁴⁾,

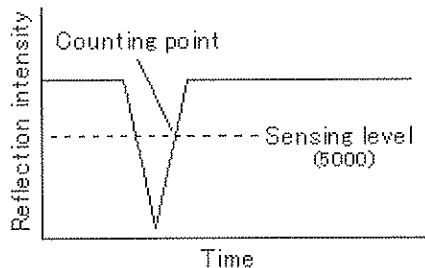


Fig. 1 Detection theory by laser sensor

飼育中の複数の供試動物の眼部に照射しても反射的な行動やその後の異状は認められなかった。

2.3 通路型装置

いずれも上面が金網 (オープニング 10mm) で覆われたステンレス製の箱 (40cm×40cm×40cm) 3つと、通路 (100cm×15cm×15cm) 2本を用いて通路型の装置を組み立てた。両端の箱内にはガラス容器に入れた粉末飼料 (オリエンタル酵母工業製 MF) と水を各々配置し、中央の箱内にはネズミの営巣場所として、清潔な木屑を入れたシェルターを配置した。左右の通路部には金属壁を固定して、一部の幅を狭くして感知部 (A, B) を設け、その上面の金網越しにセンサーユニットを底面に向けて設置した。ネズミが感知部を通過する際に、もれなくカウントできるように、感知部の幅はドブネズミおよびクマネズミでは5cm、ハツカネズミでは3cmとし、レーザー光の長さは底面位置で約3cmとした (Fig. 2)。

本装置は自然光が入り、温度を制御していない室内に設置した。

2.4 実験方法

供試個体をジエチルエーテルで麻酔して、シェルターに導入した後、装置内に配置して、自由に活動させ、左右通路部2カ所の感知部の通過時間を継続的に記録した。実験期間中は毎日1回、装置の状態 (餌・水の量、感知部の汚れ、反射光量など) を確認した。通過記録データは、供試個体の行動の変化をとらえるため、装置に対してまだ順化していないと考えられる、実験開始後、最初

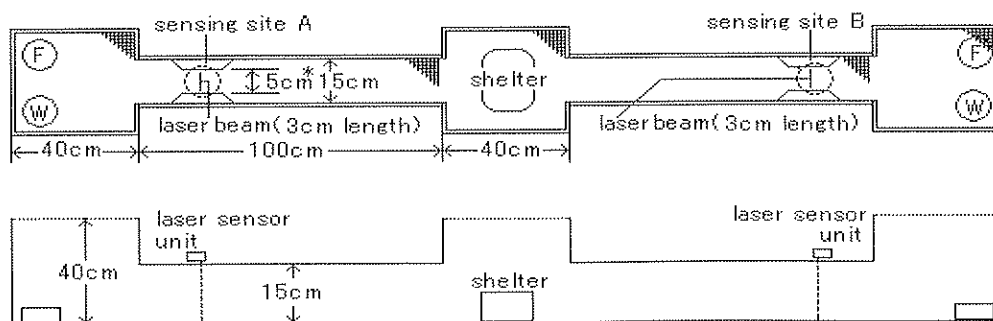


Fig. 2 Apparatus for experiments
*3cm in case of *Mus musculus*

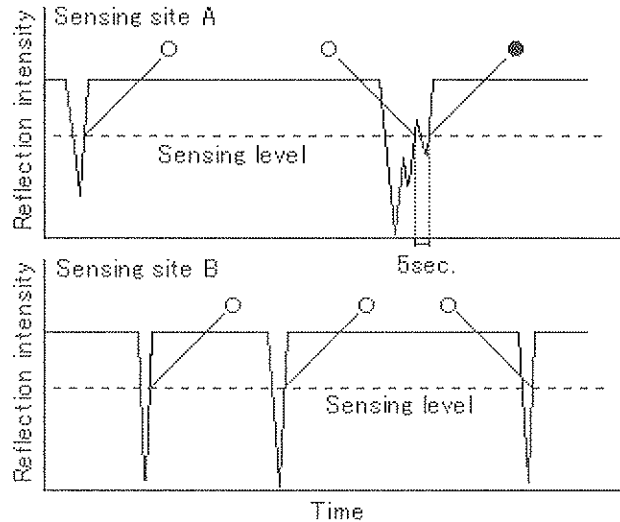


Fig. 3 Analysis of the recorded data

Counting points marked with ○ were adopted as the times when the rodent passed. Counting point with ●, which appeared within 5 seconds after last counting point, was disregarded. Therefore the passing order in this case was decided to be 'A→B→B→A→B'.

の真夜中 (0:00) から開始し、徐々に順化すると考えられる、それ以降の連続 5 日間 (120 時間) のものを採用した。

また、供試個体が感知部で停止して短時間で複数のデータが記録されることがあったため、通過時間が 5 秒以下で接近している場合は、停止中とみなして、先行するデータのみを採用した

(Fig. 3). 3 つ以上のデータが互いに 5 秒以下で接近している場合も、最も早い通過時間のみを採用した。

3. 結果および考察

3.1 本センサーの有効性と課題

センサーユニットは通路上部の金網ごしに設置し、底面はフラットな金属面であったため、ネズミの通過に伴って反射光量が鋭敏に低下し、感知されずにネズミが通過することはなかったと考えられる。また、センサーユニットからの発音、発熱、振動はなく、通常、この通路型装置を用いた試験とほぼ同じ条件で、ネズミの探索行動を、「通過数」という指標で示すことができるものと判断された。

今回得られたようなデータは、赤外線センサー⁵⁾、2005) や熱感知センサー⁶⁾でも得られるものと

考えられるが、今回用いたセンサーユニットは小型で、複数個を同時に設置、制御できるため、当センターで使用している種々の装置への応用が期待できると判断された。

本研究の感知方式による課題は、ネズミがセンサー光下にとどまり、検出基準光量の前後で動作を行うと、ごく短時間で複数回の通過が記録されてしまうことと、センサーユニットの個数に制約がある場合、ネズミの移動方向が特定できないことにある。これらの問題は、通路の他の部分の幅を、感知部の幅と同じにし、センサーユニットの数を増設し、感知部で記録された時間差から、移動の方向や回数を分析することで、解消できるものと思われた。

本実験の予備調査では、2 つのセンサーを近接 (レーザー光間距離=10mm) して配置した感知方式も検討した。この場合、物体が停止することなく一定速度で通過すると、1 つ目のセンサーの反射光量低下 (a)、2 つ目のセンサーの反射光量低下 (b)、1 つ目センサーの復帰 (c)、2 つ目センサーの復帰 (d) という順番で反射光量に変化することに着目し、この順番のデータが出現した時のみ、カウントされるようにプログラムしていた。しかし、ネズミがセンサー光下で停止して複雑な動きをすると、acbd, abdc のパターンが現れ、カ

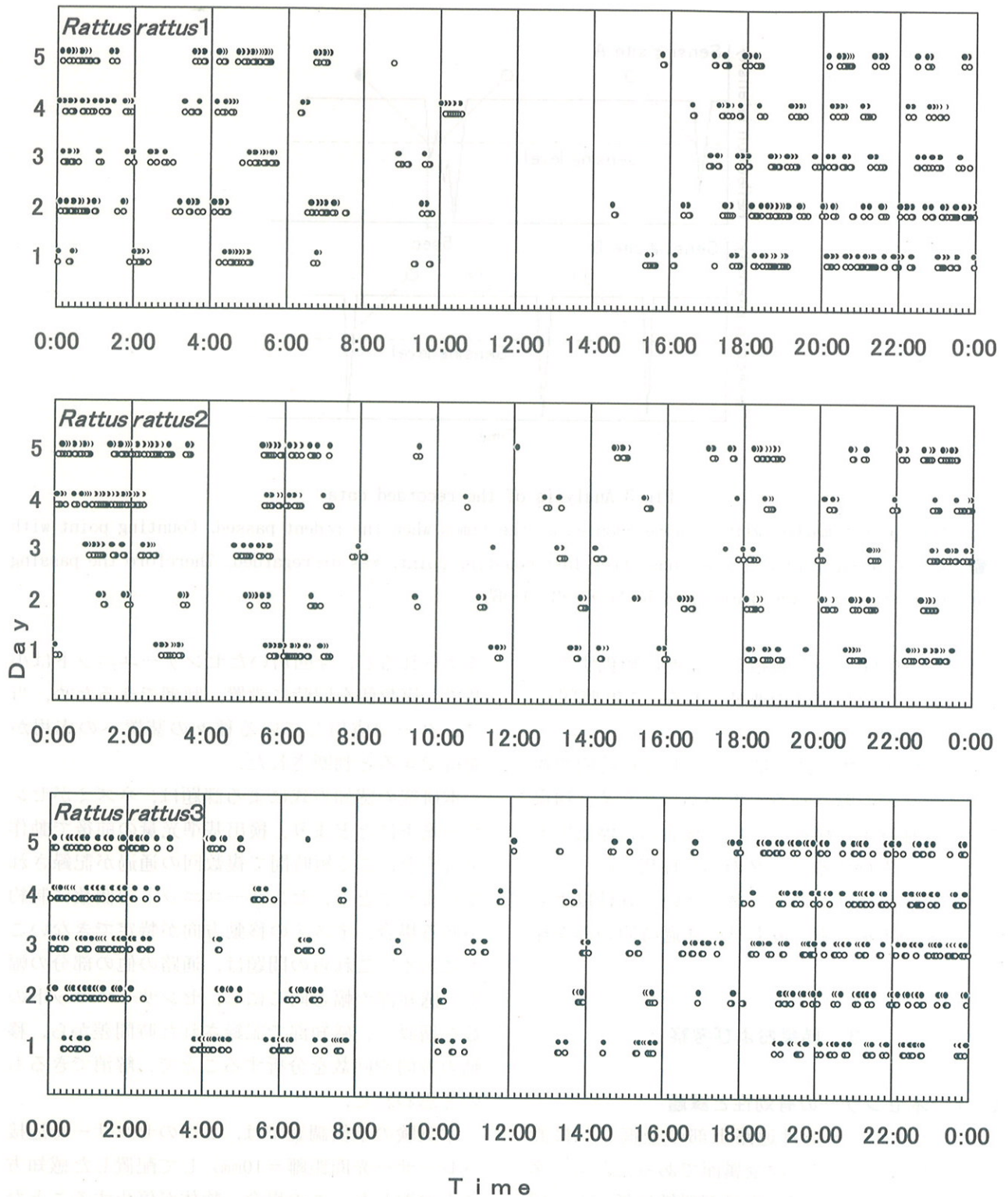


Fig.4 Passage frequency of *Rattus rattus* under the laser sensors for 5 days

● : Sensing site A, ○ : Sensing site B

ウントされないケースがしばしば見られた。このため、通過記録はできるだけ生データとして残し、実験後に各データを解析することが適切であると判断された。今後は前述の課題を解消できるような感知方式について検証したい。

3.2 各ネズミの探索行動

3種のネズミ（各3個体）が5日間に渡って、通路2カ所の感知部（A, B）を通過した時間をプロットした（Fig.4,5,6）。これによると、同一個体でも観察日によって通過パターンが変化していることが示され、クマネズミ、ドブネズミ、ハ

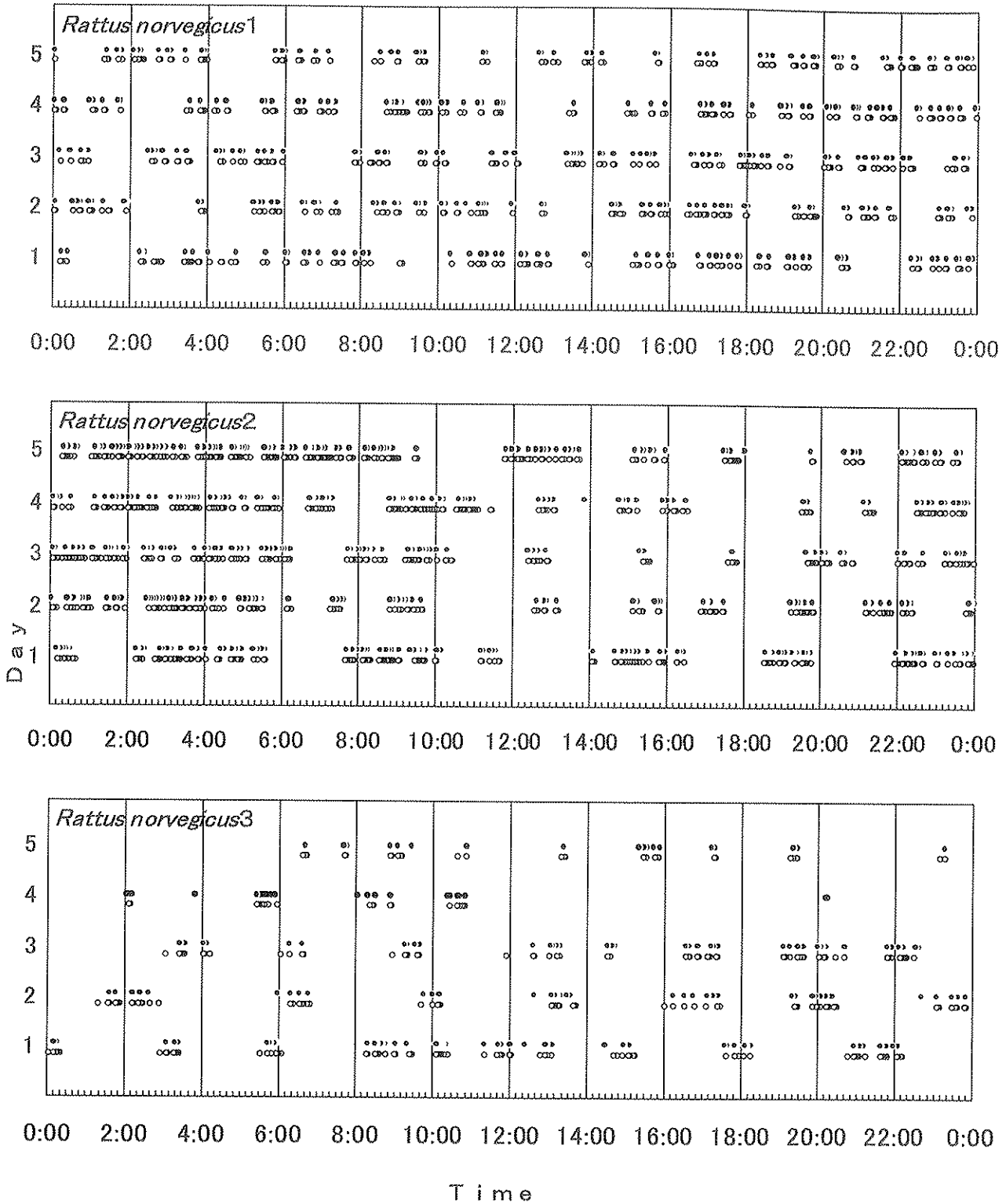


Fig.5 Passage frequency of *Rattus norvegicus* under the laser sensors for 5 days

● : Sensing site A, ○ : Sensing site B

ツカネズミ各3個体の日平均通過回数(A, Bの合計)は、それぞれ、208, 323, 193回であった。

感知部AとBにおける5日間の通過数(n=3)をU検定した結果、クマネズミ No1 (0.01 < p < 0.02 でBが多)とハツカネズミ No2 (0.02 < p < 0.05 でBが多)のみで有意差が認められた。すなわち、

他の個体では、短時間の範囲では偏りが見られることもあったが、全体的にはどちらかに偏ることはなく、装置内全体を往来しているものと判断された。

日周性に関しては、各ネズミの通過回数は同種の中でも個体差が見られたが、試験期間中で装置

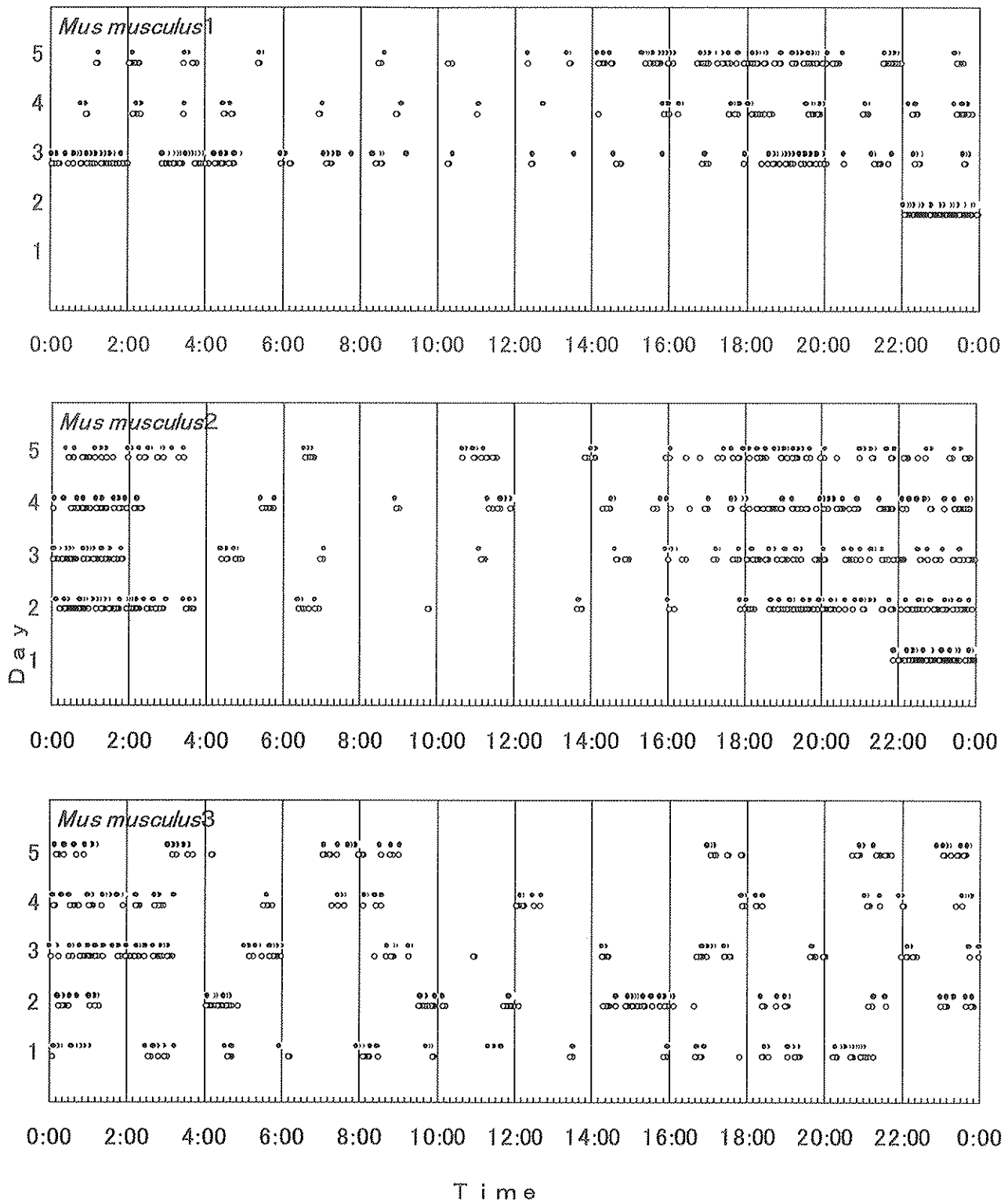


Fig.6 Passage frequency of *Mus musculus* under the laser sensors for 5 days

● : Sensing site A, ○ : Sensing site B

に最も順化したと判断される5日目のデータのみを平均して Fig.7 に示した. 各種3個体のみを供試した実験では, 種全体の行動特性を議論できないし, 個体の性別や室内環境への順化の程度も異なるが, 今回の結果からは, 通路のどのエリアに, どのくらいの時間, 滞在したかを明らかにで

きる可能性も示唆された. 今回の結果の範囲では, クマネズミとハツカネズミでは夜間(日没~夜明)に比較して昼間の通過が少ない傾向があり, ドブネズミではその差は明確ではなかった. 田中²⁾は, 30個体のハツカネズミ(実験用マウス)の通路内通過時間を分析し, 休息時間に関する観察

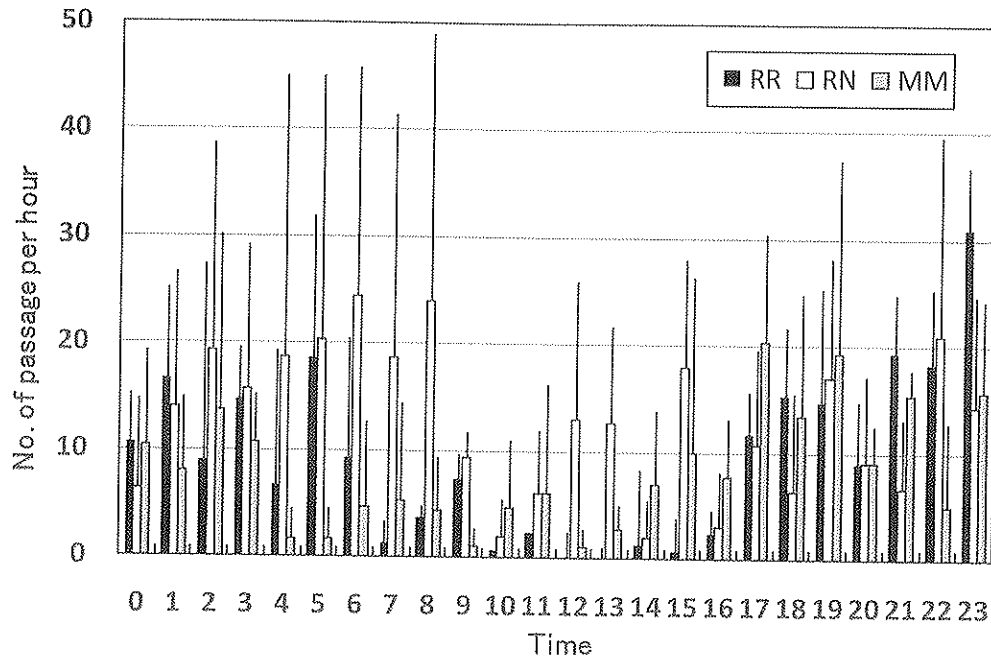


Fig. 7 Frequency of the passages on 3 species of the commensal rodents in the 5th successive day

Values are mean number and SD of passages under 2 sensing sites of the 3 individuals of each species. RR: *Rattus rattus*, RN: *Rattus norvegicus*, MM: *Mus musculus*

を行ったが、今回の実験では、ドブネズミ No3 の4日目に最長9時間に及ぶ活動停止時間が見られた。また、ハツカネズミでは、No1の個体で通路内に放してから48時間、No2は24時間に渡り、通過記録がなかった。センサー感知部を通過せずに餌や水のある箱部分に到達できないため、これらの個体は試験開始から長時間に渡って、餌と水を全く摂っていなかったものと判断された。

家鼠類の一般的な生態として、いずれも夜間活動性で、クマネズミはもともと警戒心が強く、ハツカネズミは渴きに強いとされる⁷⁾が、供試個体数を増やすことで家鼠類の生態を検証することも可能となろう。さらに今後は、本試験装置に忌避剤や器具類を適用して、その効果を評価したい。

4. まとめ

レーザー光センサーを通路型装置に設置して、ネズミを1個体ずつ放逐し、自由に活動させることにより、その探索行動を阻害することなく、記録することが可能になると判断された。これによって、これまで喫食量等でしか判定できなかったネズミの忌避行動を、通過数や滞在時間という指標で、ネズミの行動が記録可能となり、試験等の観察に有効な手段となることが示唆された。しか

し、こうした情報を得るために、現時点では一定のデータ解析作業も必要であった。今回の試験の範囲で記録された通過数は、同一種でも個体による差が見られたが、クマネズミとハツカネズミでは夜間の活動が昼間よりも活発になる傾向が見られた。

本研究は日本環境衛生センター平成15年度研究奨励金制度による助成を受けて実施された。

引用文献

- 1) 矢部辰男 (1997) 電磁式ネズミ撃退器に効力はあるか. ペストロジー学会誌 12, pp42-46
- 2) 田中生男 (1980) ハツカネズミにおける活動リズムについての観察. 日環セ所報 7, pp111-114
- 3) 橋本知幸, 伊藤靖忠 (2007) レーザー光センサーを用いたチャバネゴキブリの徘徊行動の日周性と薬剤忌避行動の観察. ペストロジー 22, pp53-59
- 4) Meehan, A. P. (1984) Awareness of the environment in 'Rats and Mice Their biology and control'. Rentokil Ltd. (UK) pp56-63
- 5) 高松希望, 平田令子, 畑邦彦, 曾根晃一 (2005) 赤外線センサーカメラの野生鳥獣調査への応

用-野ネズミの採餌行動調査を中心として-. 鹿
大演研報 33, pp35-42

- 6) 黒澤秀行, 谷川力, 謝林, 叶玉喜, 石坂悟, 日
佐和夫, 中村寛志, 岡本秀俊 (1998) センサー
を用いたクマネズミの生息数推定に関する室
内実験-センサーカウント数とネズミ密度の
関係-. 環動昆 9, pp140-147
- 7) 矢部辰男・田中生男 (2000) ネズミ類. 「住環
境の害虫獣対策 (田中ら編)」第2章第9節.
日環センター (川崎) pp178-199.

Summary

A laser sensor device was applied to evaluate the exploratory behavior of three species of commensal rodents, *Rattus rattus*, *R. norvegicus*, and *Mus musculus*. The device, which consisted of sensor units, a programmable controller, and a data storage unit, was combined with a corridor-shaped cage consisting of 3 boxes (40 cm × 40 cm × 40 cm)

joined by paths of 1 m in length. The test rodents were released into the cage individually in each experiment and were allowed to move arbitrarily. The time when each rodent passed under the sensors fixed on the paths was continuously monitored for 5 successive days. Consequently, the sensor could gather data on the passage frequency without interrupting the rodent's behavior. However, the data requires editing for deletions due to an excessive number of passage records of a short time span (5 sec.). It was considered that complicated motions of the rodent directly under the sensor brought about these excessive data. In regard to exploratory behavior, even though individual differences in passage frequency were recognized in the same species, the circadian rhythms recorded have a trend toward frequent passage from dusk till dawn in *R. rattus* as well as *M. musculus*.