

アカネズミ *Apodemus speciosus* のケージ環境に対する 反応およびオープンフィールド行動

吉田元一, 牛丸 芽, 鈴木茂忠*, 小野珠乙**

信州大学農学部 生物資源開発学講座

Response to the cage environment and Open-field behavior in *Apodemus speciosus*

Motokazu YOSHIDA, Megumi USHIMARU,
Shigetada SUZUKI and Tamao ONO

Laboratory of Animal Breeding and Reproduction,
Faculty of Agriculture, Shinshu University

Summary

Response to the cage environment and Open-field behavior in wild *Apodemus speciosus* were investigated. Thirty-seven males and females, respectively, captured from Apr. to Nov. 1988 in the foot of the Central Japan Alps near the Faculty were used. Immediately after the capture, the animal was kept individually in the tripple-connected home cage which food and water, nest materials, and wheel were supplied separately. Thereafter, Open-field behaviors at the dark phase were measured on days 4 and 5.

Results obtained here were summarized as follows.

- 1) Food consumption of a day was increased on day 2 and constant thereafter.
- 2) Spontaneous activity rhythm of day 1 showed unstable pattern, however, that of days 2 and 3 showed nocturnal stable patterns.
- 3) Open-field activity in males are greater than that in females, and this behavior both in males and females decreased from 1st day to 2nd day.

These results indicated wild *Apodemus speciosus* could be adaptable to the artificial environment within two or three days after the capture.

(Jour. Fac. Agric. Shinshu Univ. 27: 191-198, 1990)

要 約

野生アカネズミのケージ環境に対する反応およびオープンフィールドでの行動を調べた。

* 信州大学農学部生物資源生態学講座, ** 信州大学農学部動物生産利用学講座
1990年9月29日受付

用いたアカネズミは1988年4月から11月までに本学部近辺、中央アルプス山麓で捕獲された雄37匹および雌37匹である。捕獲後3日間にわたり、飼料および水、巣材、および回転輪が別々に設置されている三連ケージで飼育し、その間の採食行動および一般活動リズムなどを調べた。また、その後2日間、オープンフィールドでの行動を調べた。

得られた主な結果は次の通りである。

- 1) 採食量は2日目に増加し、3日目でも2日目と変わらなかった。
- 2) 回転輪行動による日周リズムは1日目は不規則であったが、2日目または3日目になると暗期に活動が集中し、安定したリズムを呈した。
- 3) オープンフィールド活動量は雄の場合は雌より、2日間とも大であったが、雌雄とも1日目から、2日目にかけて大きく減少した。

これらの結果から野生アカネズミは捕獲後、雌雄とも、2日または3日で人為的環境に順応するものと考えた。

緒 論

アカネズミ *Apodemus speciosus* は日本特有のネズミで広く日本各地に分布し、畑や比較的明るい山林を好んで生息している。また、成体では頭胴長8~13cm、尾長7~12cm、体重30~48gであり、体毛は背面で黄褐色であるが、腹面は純白なネズミである¹⁾。著者らの一人、鈴木らは本学部近辺の中央アルプス山麓の低山帯ではアカネズミが優占種であることを報告している²⁾。

一方、土屋および原田は日本のアカネズミの染色体を調べ、本州中央の糸魚川、天龍川を結ぶ線で $2n=46$ が西側に、 $2n=48$ が東側に分布し、その境界線近辺では両者の他に $2n=47$ も生息していると述べている^{3),4)}。さらにアカネズミの実験動物化は土屋により試みられているが⁵⁾、その生理、生態学的詳細については現在まで知られていない。

著者らは高速道路の建設が野生哺乳類にどのような影響を与えているかを調べるために、中央高速道路西宮線、伊那一駒ヶ根間の中央アルプス山麓低山帯で、アカネズミを指標として、高速道路による野生哺乳類の隔離の有無を生態遺伝学的な面から調査している⁶⁾。

この調査の一部として、アカネズミの人為的環境に対する順応性および探索行動をケージ内環境に対する反応およびオープンフィールド試験での活動性などから調べたので報告する。

材料および方法

用いたアカネズミは本学部近辺の中央アルプス山麓で1988年4月より11月までに、シャーマントラップにより捕獲されたものである。捕獲されたアカネズミはトラップごと毎日7時30分までに回収し、体重測定後、マウス用アルミ製ケージ(25×15×12cm)に単飼し、マウス用飼料(日本クレア製、CE-2)および水を自由に摂取出来るようにした。また、木くずおよび綿を巣材として与え、できるだけ静かに管理した。

実験のスケジュールはFig. 1に示したが、大別して次の2つに分けられる。すなわち、人為的環境条件に対する順応性を調べたものと探索性および情動性を調べたものである。前者についてはFig. 2に示したような三連ケージ中にアカネズミを3日間、連続単飼した時の種々の行動を指標として調べた。この三連ケージは当教室で考察したもので、回転輪、巣材、

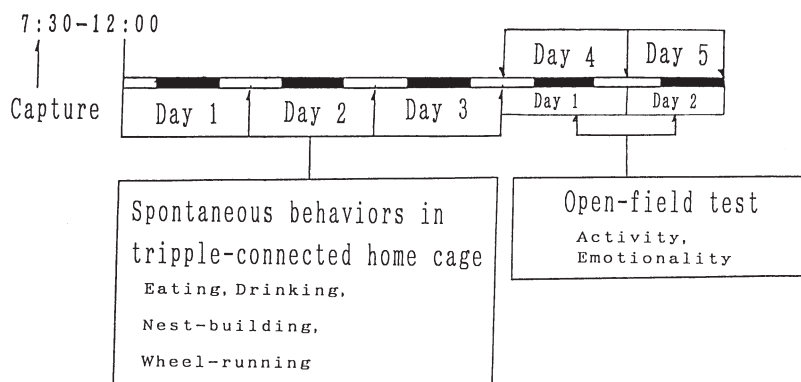


Fig. 1. Time schedule of the experiment. Each day begins at the middle of light phase (12:00) and the lighting cycle is 12L:12D. Open-field test was conducted at 19:00 (1 hour after the beginning of dark phase) on days 4 and 5 that corresponded to day 1 and day 2 of the open field test.

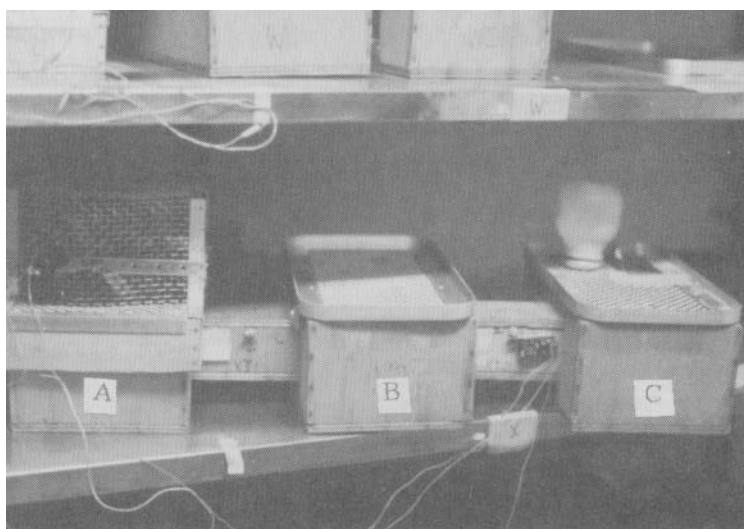


Fig. 2. Tripple-connected home cage. Wheel, nest-materials and food/water were separately supplied in cages A, B and C, respectively. Three cages were connected by tunnels. Each passing of the tunnel and revolution of the wheel were counted by microswitch.

および飼料と水が、A、B、Cの3つの木製ケージ(30×17×12cm)にそれぞれ設置されている。また、隣接する2つのケージは内側5×5cm、長さ10cmの木製通路により接続され、動物はこの通路により自由に3つのケージを移動出来る。なお、各通路および回転輪にマイクロスイッチを設置し、動物の通過回数および回転輪回転数を別室のコンピューターに接続・記録した。用いた回転輪はEbihara and Tsuji⁷⁾が用いたものを改良したもので、



Fig. 3. Open-field apparatus. Size of the field is 40cm square. Each side has infrared sensor at 2.5cm interval and the locomotion was recorded by X-Y plotter. At the test 80cm high cover was applied on top to avoid an escape.

その詳細は別報⁸⁾を参照されたい。与えた飼料は日本クレア製マウス用 (CE-2) で、床敷として木屑10gを与え、さらに、巢材として木毛10gを飼料用ホルダーに入れ、自由に収集出来るようにした。そして、1日1回、3日間の飼料、水および木毛の摂取量および収集量を測定した。実験室の温度は $22 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度は約60%、照明は12L-D (6時点灯) であり、実験終了後、アカネズミの体重を計測し、3日間の増体重を算出し、元のアルミケージに戻した。

後者の実験については、心理学の分野でマウスやラットの探索行動および情動性を調べるために広く用いられているオープンフィールドテスト⁹⁾を利用した。用いたオープンフィールド装置はプレキシガラス製 $40 \times 40 \times 20\text{cm}$ (Columbus製, Optovarimex) で、その外側に赤外線センサーが縦、横に2.5cm間隔であり、動物がこの赤外線格子を遮断すると、その活動量および行動軌跡が自動的に行動記録計に記録される (Fig. 3参照)。また、アカネズミは本装置内でかなりジャンプをするので、高さ80cmのダンボールで囲み、実験を行った。実験は前述の三連ケージでの実験終了日の19時 (暗期開始1時間後) より、赤色小型電球 (5W) をオープンフィールドの1m上につけ、1試行3分間、1日1試行を2日間行い、オープンフィールド活動量、ジャンプ数、排糞および排尿数を調べた。

これらの実験に用いたアカネズミは捕獲されたもの中、体重20g以上で、妊娠・哺乳をしていないもので、最終的には雌雄とも37匹であったが、実験中とくに三連ケージでの飼育中、ショック死したものが雌雄とも6匹いた。なお、ジャンプ数および排糞数+排尿数はそれぞれの値をXとし、 $\sqrt{X+0.5}$ に変換した値を用い、*t*検定およびF検定により統計的処理を行った。

結果および考察

三連ケージにおける反応

三連ケージ内のアカネズミの3日間の採食量は Fig. 4 のように雌雄とも、1日目は少なく、2日および3日目に増加した。分散分析の結果、日による採食量の差は雌雄とも有意であった ($F_{108}^2=11.9^{**}$, $F_{108}^2=8.9^{**}$) が、2日目と3日目には差は認められなかった。このことは捕獲されたアカネズミは雌雄とも1日目では新しい環境に馴れないため、採食量も少ないが、2日または3日になると環境に馴れて、一定量の採食をすると思われる。3日間の採食量は Tab. 1 に示したように、体重の70~80%, すなわち約25g, 1日当り約8gのマウス用固型飼料を雌雄とも食べたことになる。この量には嚙じり落としのものも多少含まれているが、上記のことはアカネズミが雑食性であること¹⁾を考慮に入れても予想外のことであり、アカネズミの飼育上、飼料の点では余り問題がないと思われた。なお、飲水量については雌雄とも毎日11~12gの摂取があり、経日的差異は認められなかったが、巢材収集量については採食量と同様の経日的変化が雌雄に認められた ($F_{108}^2=3.62^*$, $F_{108}^2=4.87^{**}$)。

回転輪回転数の日周リズムは Fig. 5 にみられるよう、1日目では明期での活動も多く、暗期の活動も不規則であるが、2日目、3日目になると明期の活動は減少し、活動は暗期に集中し、規則的で安定したリズムが見られた。このことから各個体の1日の回転輪回転数中、暗期に占める割合を算出し、その経日的変化を Fig. 6 に示した。すなわち、1日目では雌雄

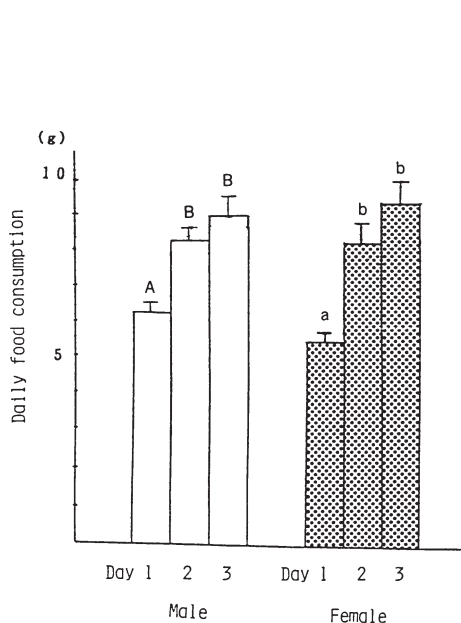


Fig. 4. Daily food consumption of male and female. Explanation of the day is shown in Fig. 1. Each bar indicates mean \pm S. E. and significantly different data are indicated as different letters in each sex.

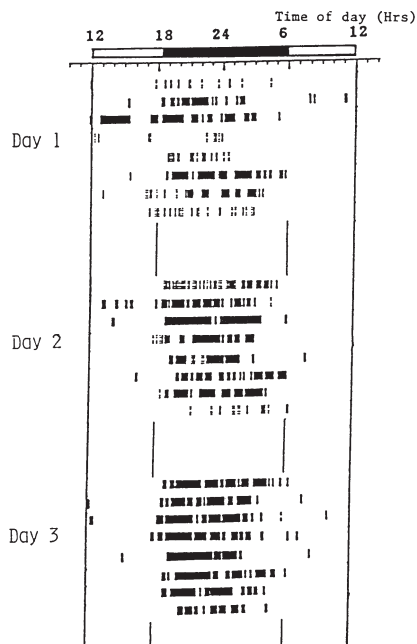


Fig. 5. Wheel-running activity of eight males. Each horizontal line of the day indicates the activity of individual animal. Explanation of the day is shown in Fig. 1.

Table. 1. Body weight (B. W.), behavioral parameters in the tripple-connected cage and the open-field (OF) of male and female *Apodemus speciosus*.

Types of parameters	Male	Female
B. W. (g)	34.6 ± 1.64	28.4 ± 1.05**
% Food consumption (g) per B. W. (g) in 3 days	71.5 ± 3.78	80.4 ± 3.83
% Water consumption (g) per B. W. (g) in 3 days	118.6 ± 8.50	125.6 ± 5.39
Amount of nest-material carried in 3 days (g)	4.9 ± 0.71	5.9 ± 0.82
% B. W. gain in 3 days ¹⁾	8.1 ± 1.54	9.3 ± 1.63
Total locomotive activities in OF (counts)	3846 ± 259.2	2691 ± 234.5**
Total jumping times in OF ²⁾	2.48 ± 0.276	1.68 ± 0.167**
Total times of defecation and urination in OF ²⁾	2.29 ± 0.132	2.07 ± 0.110

1) $2(W_1 + W_2)/W_1 + W_2$, where W_1 and W_2 are B. W. at the beginning and the end of the tripple-connected cage experiment, respectively.

2) $\sqrt{X+0.5}$, where X is total jumping times or defecation/urination times in OF test.

** significantly different at $P < 0.01$ between sexes.

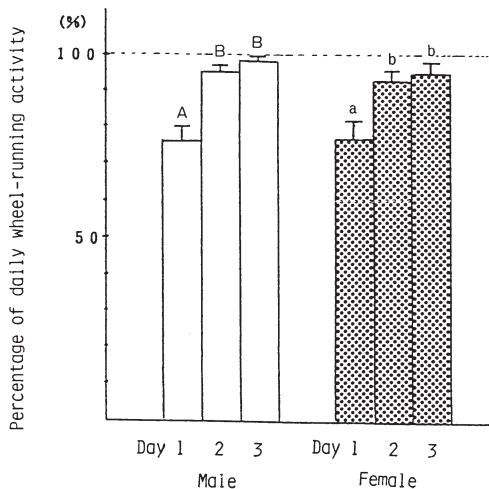


Fig. 6. Dark phase relative activity of daily wheel-running. Each bar indicates mean ± S. E. and significantly different data are indicated as different letters in each sex. Explanation of the day is shown in Fig. 1.

とも暗期の回転数は1日の70%であったが、2日目および3日目では90~100%になり、この間の差は雌雄とも有意であった ($F_{108}^2=9.3^{**}$, $F_{108}^2=21.4^{**}$)。これらのことは採食量の経日的変化にみられたと同様、アカネズミの活動リズムも、捕獲後1日目では不安定であるが、2日または3日目になると三連ケージに馴れて安定することを示すと思われる。また、ケージA—BおよびケージB—C間の通路通過量においても回転輪回転数の経日的変化と同様の傾向を示した。なお、Tab. 1中のアカネズミの体重には雌雄間に差は認められた ($t=3.15^{**}$)。しかし、体重当り採食量、同飲水量および3日間での増体重率については雌の方が雄より一般的に高い値を示しているが、雌雄間には有意な差は認められなかった。

オープンフィールド行動

オープンフィールド活動量の経日的変化を雌

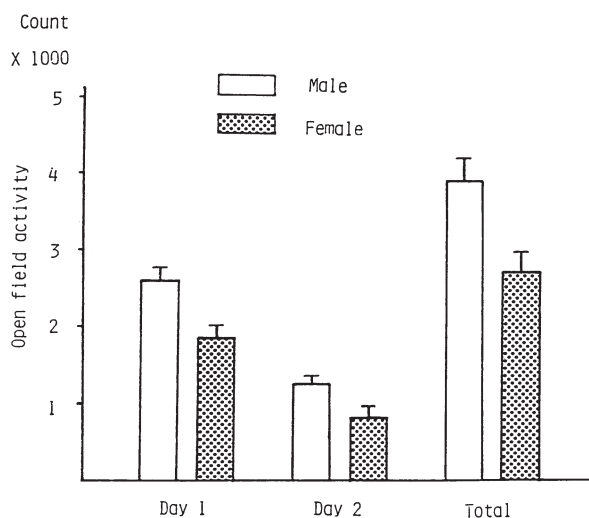


Fig. 7. Open-field activity expressed as locomotion counts by infrared sensor. Explanation of the day is shown in Fig. 1. Open-field test was conducted at 1 hour after the beginning of dark phase for three minutes in each day. Each combination of data between male vs. female of days 1 and 2 and total, and between day 1 and day 2 of each sex is significantly different.

雄別に Fig. 7 に示した。1 日目、2 日目および 2 日間の合計のいずれにおいても雌雄間には有意な差があり ($t=3.05^{**}$, 2.64^{*} , 3.26^{**}), 雄の方が雌より活動量が大きであった。また、ジャンプ数でも同様の傾向がみられた。これらのことから、アカネズミでも他の野生動物または近交系マウス (著者ら未発表) と同様、雄の方が雌よりも探索行動または活動性が大きであるといえる。しかし、情動性の指標となる排糞および排尿数においては、雌の方が雄より少ない傾向を示したが、有意な差は認められなかった。このことから、アカネズミの情動性には雌雄の差はなかったといえよう。一般にオープンフィールドテストは探索行動または活動性と情動性を調べるものとして利用されており⁹⁾, また、活動量と排糞・排尿数との間には負の遺伝相関があると報告されている¹⁰⁾。しかし、最近オープンフィールドテストでの情動性の測定には疑問があるといわれており¹¹⁾, 本実験からのアカネズミの情動性の結果については今後検討すべきであろう。

一方、オープンフィールド活動量は Fig. 7 にみられるよう、1 日目に比べ、2 日目の活動量は雌雄とも半減し、その差は有意であった ($t=5.86^{**}$, 6.50^{**})。また、ジャンプ数においても活動量と同様に 2 日目に雌雄とも有意に減少した ($t=3.40^{**}$, 3.56^{**})。この変化はマウスの多くの近交系の結果 (著者ら未発表) と同じであり、アカネズミの雌雄においても、2 日目になるとオープンフィールドの新奇刺激が減少し、探索行動が減少したためと思われる。このことは捕獲されたアカネズミは人為的環境に捕獲後 2・3 日で順応するという三連ケージでの実験の結論を裏付けるものと思われる。もし、アカネズミが人為的環境に順応し

ていなかったらば、新奇刺激となるオープンフィールドでの2日目の活動量またはジャンプ数は前述のような減少を示さなかったであろう。

土屋⁶⁾によると、アカネズミの飼育は容易であるといわれている。本実験の三連ケージにおける反応およびオープンフィールド行動の結果からも野生のアカネズミはかなり早い期間に人為的環境に順応出来ることを示し、前報⁹⁾を裏付けたものと思われる。しかし、今後長期間の飼育、とくに繁殖成績を含めた研究や染色体数による差異などの研究が必要と思われる。

文 献

- 1) 今泉吉典, 原色日本哺乳類図鑑. 142, 保育社, 東京, 1960.
- 2) 鈴木茂忠・宮尾嶽雄・西沢寿晃・志田義治・高田靖司, 木曾駒ヶ岳の哺乳動物に関する研究, 第1報 木曾駒ヶ岳東斜面における小哺乳類の分布. 信大農紀要, 12, 61-91, 1975.
- 3) 土屋公幸, 日本産アカネズミ類の細胞学および生化学的研究. 哺乳類, 6, 67-87, 1974.
- 4) 原田正史・浜田俊・子安和宏・宮尾嶽雄, 日本産アカネズミにおける染色体2型の分布境界について. 一予報一. 哺乳類, 10, 101-102, 1984.
- 5) 土屋公幸, アカネズミの話. 遺伝, 28, 78-83, 1974.
- 6) 吉田元一・大矢浩喜・後藤智哉・高島宗一・長戸有希子・溝端真司・小野珠乙・鈴木茂忠, 高速道路により隔離された地域における野生哺乳類の生態遺伝学的研究. 哺乳類科学, 28, 67, 1988.
- 7) Ebihara, S. and K. Tsuji, Strain differences in the mouse's wheel-running behavior. Jap. Psychol. Res. 18, 20-29, 1976.
- 8) ONO T., T. SHIMIZU and M. YOSHIDA, Characterization of wheel-running activity in nine inbred strains of male mice under 12L-12D cycle. J. Mamm. Soc. Jap. (in press).
- 9) 藤田統, 生得的行動, 八木晃編. 心理学研究法5, 9-22, 東大出版会, 東京, 1975.
- 10) DeFries, J. C., M. C. Gervais and E. A. Thomas, Response to 30 generations of selection for open-field activity in laboratory mice. Behav. Genet., 8, 3-14, 1978.
- 11) 橘敏明, Open-Field Test の妥当性と信頼性, 先天異常, 23, 131-135, 1983.