

## 老齡ラットの明暗弁別と位置弁別学習<sup>1</sup>

筑波大学心理学系 岩崎 庸男

筑波大学大学院 (博) 心理学研究科 古川 聡

Brightness and position discrimination learning in senescent rats.

Tsuneo Iwasaki and Satoshi Furukawa (*Institute of Psychology, University of Tsukuba, Tsukuba 305, Japan*)

This study was designed to compare the learning ability of senescent (18-21 months,  $N=13$ ) and young (3 months,  $N=13$ ) rats to acquire shock-motivated brightness (black-white) and position (left-right) discrimination tasks in a Grice-box. Each animal was first given one of two tasks, 10 trials a day, until it achieved a criterion of 9 out of 10 correct choices for two consecutive days. Then, it received the other task until it reached the criterion. The results showed that the old rats did not learn brightness discrimination so well as the young animals, whereas no difference between the two groups was found in acquisition of position discrimination. In addition, it was revealed that individual differences of the senescent animals in the ability to learn brightness discrimination were much larger than those of the young group. These results were discussed in terms of change in sensory function and learning ability in senescent animals.

Key words : aging, brightness discrimination, position discrimination, rats.

今日、人間の寿命が著しく伸びたことによって、われわれはいわゆる“高齢化社会”を迎えるにいたっている。これにともなって、老年性疾患、とくに老年性痴呆患者の増大が医学的な問題となってきている。しかし、このような明らかな疾病を持たない場合においても、年齢に伴う種々の機能変化は、当然生じうるであろう。機能変化のなかでも、とりわけ知的、情緒的機能などの心理的な機能に関する研究は、現在ようやくその緒についたばかりであるといわざるを得ない。

このような状況において、ヒトの高齢者の疫学的研究に加えて、近年老齡動物を用いた実験的研究もなされるようになってきている。とくに動物実験では、学習・記憶能力に焦点を当てた研究が盛んになってきた (Elias & Elias, 1976; Kubanis & Zornetzer, 1981)。しかし、老齡動物に明らかな機能障害を認め

たとする研究から全く認められないとする報告まで多岐にわたっており、いまだ一貫した特徴が明らかにされたとはいいがたい。

さきにわれわれは、学習・記憶能力に関して老齡ラットと若齡ラットの比較を行った。そして、老齡ラットは遅延見本合わせ学習では障害を示さないが、放射状迷路における場所学習に障害を示すことを報告した (岩崎・古川, 1988; 古川・岩崎, 印刷中)。遅延見本合わせ学習は廊下式のT型迷路で行ったので、弁別手がかりは主として自己受容感覚であり、一方放射状迷路における場所学習では、弁別手がかりは空間的な視覚刺激であると考えられる。したがって、老齡ラットではとくに視覚的な弁別能力に障害が生じている可能性が示唆される。この点をさらに明らかにするために、本研究では、比較的単純な弁別学習である位置 (左右) 弁別学習と明暗 (白黒) 弁別学習の習得について老齡ラットと若齡ラットで比較、検討することを目的とした。

1. 本研究の一部は、文部省科学研究費補助金 (一般研究C, 課題番号 63510044, 代表者: 岩崎庸男) の援助を受けている。また実験の実施にあたって、清野晶子さんの助力を得た。ここに感謝の意を表します。

## 方 法

**被験体** Wistar-Imamichi系の雄ラットで、実験開始時に18-21か月齢のもの(老齢群)と、3か月齢のもの(若齢群)をそれぞれ13匹用いた。老齢ラットと若齢ラットの自発活動性をなるべく等しくするために、本実験では老齢ラットに食餌制限を加えることによって、体重を自由摂食時の体重の約70%になるようにした。その結果、実験開始時の平均体重は老齢群で477g,若齢群で364gであった。

**装置** 弁別学習に用いた装置は、出発箱(23×12cm)、選択箱(30×25cm)および目標箱(30×25cm)からなるグライス型弁別装置(高さはすべて25cm)である。装置は全面灰色の木製であるが、出発箱と選択箱の床のみは通電可能なグリッドになっている。出発箱と選択箱の間にはギロチンドアがあり、また選択箱と目標箱の間は押し開けることができるドアカード(17×8.5cm)になっている。また、選択箱の床面での明るさは、約110lxであった。

自発運動量の測定には、オープンフィールド(90×90×30cm)を用いた。オープンフィールドの床面には、移動運動の測定のために、縦横5区画ずつ計25区画のます目が描かれている。床面中央における明るさは、約180lxであった。

**手続** ①オープンフィールドテスト 1日5分間のオープンフィールドテストを3日間行った。各日においては、まず5分間のハンドリングを行った後、各ラットをオープンフィールドの中央に置いた。そして、オープンフィールドにおける移動区画数、立ち上がり数、脱糞数、および排尿量を測定した。

②弁別学習の予備訓練 ラットを弁別装置に慣らすために、ドアカードを取り払った状態で、1日30分間の装置内自由探索を3日間行った。その翌日に、回避学習の訓練を行った。ドアカードのない状態で、ラットを出発箱に入れ、5秒後にギロチンドアを開けた。さらに5秒後に床のグリッドを介して、1.0mAの電撃を与えた。ラットが電撃を受けずに(すなわち、5秒以内に)左右いずれかのドアを通して目標箱に入った場合を、回避反応とみなした。試行間隔5分で、連続5試行回避反応が得られるまで訓練を行った。

その翌日に、左右同色の灰色のドアカードを取り付けた状態で、同様の回避学習の訓練を行った。さらにその翌日に、ドアカード選択の矯正訓練を行った。各試行においては、片方のドアカードをロックした状態で、回避反応を行わせた。訓練は10試行行い、10試行中5試行が右、残りが左側のドアをロックし、その順序はグラーマン系列に従った。

③弁別学習 予備訓練が終了した翌日から弁別学習の訓練に入った。弁別学習では、位置(左右)弁別と明暗(白黒)弁別の2つの課題を老齢群、若齢群のすべての被験体に課した。ただし、その順序は各群の半数ずつのラットで換えた。位置弁別学習では、左右のドアカードはともに灰色とし、被験体によって右あるいは左側のドアを常に正刺激とした。明暗弁別学習では、ドアカードの一方は白色、他方は黒色とした。この場合も、被験体によって白色あるいは黒色のドアを常に正刺激とした。白色、黒色のドアの位置は、グラーマン系列に従って試行ごとに換えた。両学習とも、ラットが誤刺激ドアに触れることなく正刺激ドアを押し開けて目標箱に入った場合を、正選択とした。したがって、ラットが電撃を回避したか否かは問題にできなかった。両学習とも1日10試行行い、学習基準は9試行以上正選択の日が2日連続することとした。各ラットについて最初に課した学習が学習基準に達した後2日間において、もう一方の弁別学習の訓練に入った。ただし、30日間訓練しても学習基準に到達しなかった場合は、その時点でその課題の訓練を打ち切った。

## 結 果

Fig. 1にオープンフィールドテストにおける移動区画数を示した。全体的にみると、移動区画数は第1日目、第2日目、第3日目よりも多く、また各日内では最初の1分目が多く、時間とともに順次減少する傾向が認められ、これらの傾向は老齢群、若齢群ともほぼ同様であった。分散分析の結果、日と分の要因は有意であったが(それぞれ $F=7.08$ ,  $df=2/48$ ;  $F=28.59$ ,  $df=4/96$ , いずれも $p<.01$ ), 日

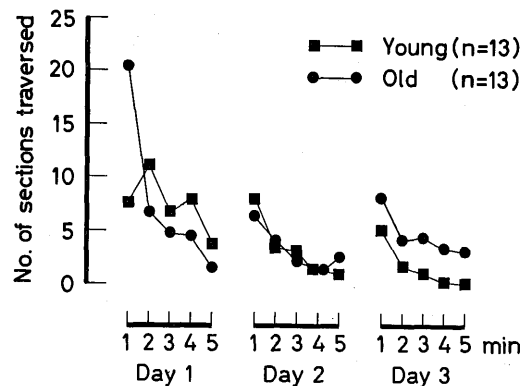


Fig. 1 Mean number of sections traversed in the open-field as a function of test day and minute.

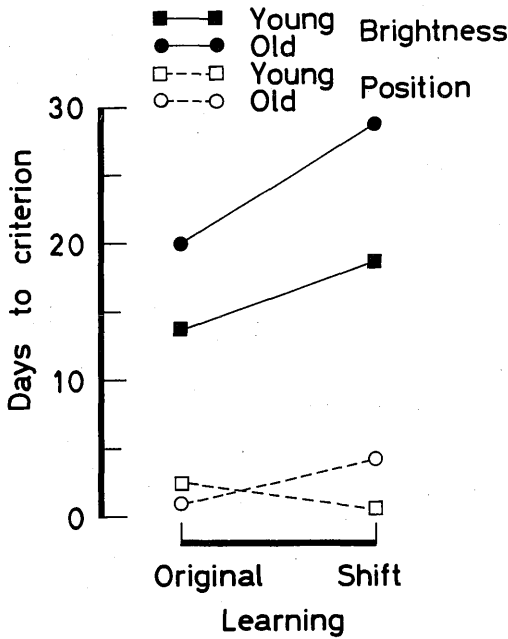


Fig. 2 Mean number of days to reach the learning criterion as a function of order (original vs. shift) and kind (brightness vs. position) of tasks. Learning criterion was defined as at least 9 correct responses out of 10 trials for 2 consecutive days.

齢の要因は有意ではなかった。そして同様な結果が、立ち上がり数についても認められた。また脱糞数と排尿量についても群間に差は認められなかった。したがって、本実験で用いた老齡ラットと若齡ラットの間、一般活動性や情動性という点で顕著な差はないと考えられる。

Fig. 2に、被験体に最初に課した学習(原学習)と次に課した学習(移行学習)の位置および明暗弁別学習での学習基準に達するまでの試行数をまとめて示した。図にみられるように、明暗弁別学習は位置弁別学習に比べて、老齡群、若齡群ともに学習基準に達するまでにかなり多くの試行数を要した。また明暗弁別学習では、原学習よりも移行学習においてより多くの試行数を要する傾向がみられる。しかし、位置および明暗弁別課題ごとに分散分析を行ったところ、明暗弁別学習における日齢の要因のみに有意差が認められ ( $F=8.30, df=1/22, p<.01$ )、原学習-移行学習の要因を含む他の要因は有意ではなかった。そこで、原学習と移行学習の成績を課題および群ごとにまとめて、Fig. 3に示した。群および課題を要因とする分散分析の結果、群間 ( $F=5.77,$

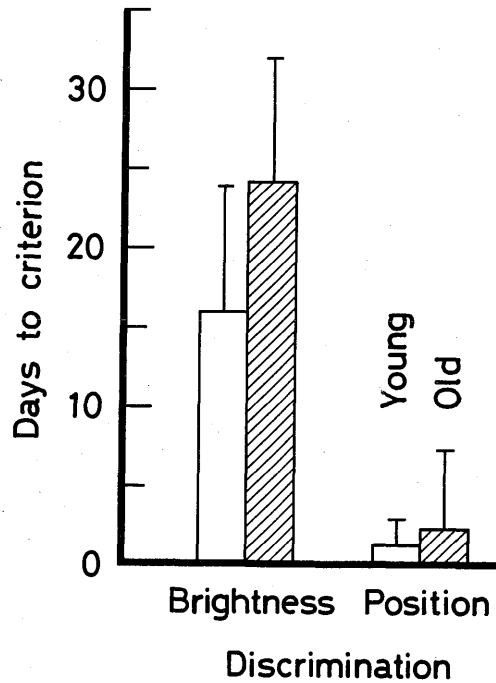


Fig. 3 Mean number of days (+SD) reaching the learning criterion in brightness and position discrimination learning. See Fig. 2 for further information.

$df=1/24, p<.05$ )、課題間 ( $F=123.72, df=1/24, p<.01$ )、および両者の交互作用 ( $F=4.37, df=1/24, p<.05$ ) がすべて有意であった。したがって老齡ラットは、位置弁別学習では若齡ラットとほぼ同じ程度の学習能力を保持しているが、明暗弁別学習では若齡ラットに比べてかなり学習能力が劣っているといえよう。

さらに明暗弁別学習において、30日間訓練しても学習基準に達しなかったラットは、老齡群で8匹、若齡群で2匹おり、明らかに老齡群の方が多かった。30日以内に学習基準に達したラットと達しなかったラットに分けて、それぞれの学習曲線を求めたものが、Fig. 4である。学習基準に達したラットの学習曲線は、老齡群と若齡群でほとんど差はない。これらのラットが学習基準に達した平均日数は、老齡群 ( $N=5$ ) で14.8日、若齡群 ( $N=11$ ) で13.5日であり、両群間に統計的な差は認められない。したがって上述の明暗弁別学習における群間差は、学習できなかったラットの数が老齡群で多いことに帰因するといえる。しかも学習できなかったラットを老齡群と若齡群で比較すると、Fig. 4の学習曲線にみられるように、明らかに老齡群の方が劣っていると

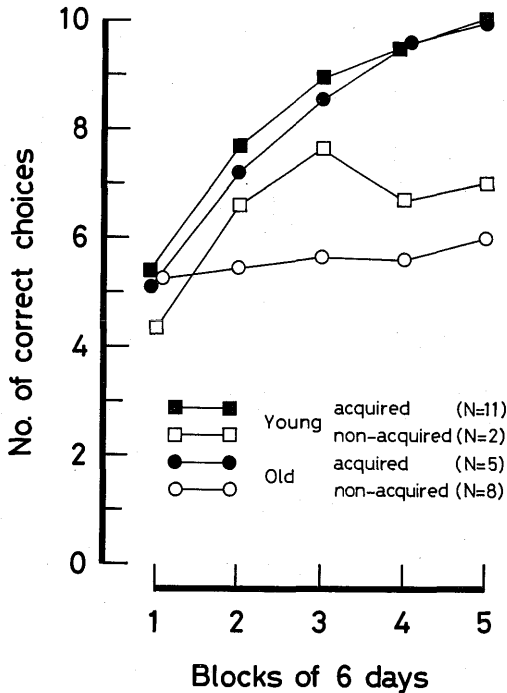


Fig. 4 Learning curves for animals reaching the learning criterion within 30 training days and for those failing to reach the criterion in brightness discrimination learning.

いう結果であった。以上、老齢ラットには視覚弁別学習に障害を示すものと示さないものがあり、その個体差がかなり大きいことが明らかになった。

Fig. 5 に正選択、誤選択にかかわらず5秒以内に回避した反応数を示した。図にみられるように、明暗弁別、位置弁別学習とも老齢群の回避反応数は若齢群よりも少なかったが、課題間に顕著な差は認められない。分散分析の結果、群間のみが有意であった ( $F=5.92, df=1/24, p<.05$ )。したがって、上述の弁別学習の成績は回避反応の成績とは無関係であるといえよう。

### 考 察

本実験の結果、①老齢ラットは位置弁別学習では障害を示さないが、明暗弁別学習では顕著な障害を示すこと、②この老齢ラットの明暗弁別学習障害には、著しい個体差が存在すること、③老齢ラットの学習障害は、一般活動性や情動性、および回避反応の減少に直接関係するものではないことが明らかになった。

Stephensら (1985) は、水を報酬にしたT型迷路

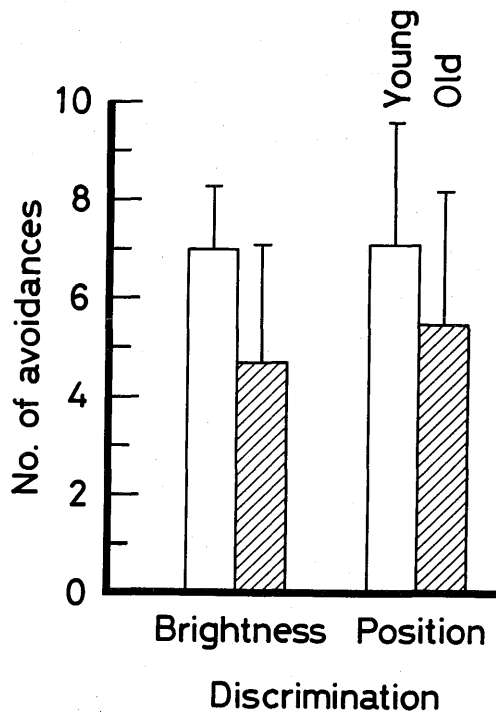


Fig. 5 Mean number of avoidance responses (+SD) during training days in brightness and position discrimination learning.

での位置弁別および明暗弁別学習について、老齢ラットと若齢ラットで比較している。その結果、本研究の結果と同様に、老齢ラットは位置弁別学習では障害を示さないが、明暗弁別学習では明らかな障害を示した。さらに、明暗弁別学習の障害には個体差が大きく、若齢ラットとほぼ同じように学習するラットから、ほとんど学習の兆候を示さないラットまでいることを見出している。老齢ラットの学習に大きな個体差が認められることは、Goodrick (1968, 1972) およびRuthrichら (1982) も報告しており、老齢化に伴う学習障害といってもその兆候を全く示さない動物もいることは、今後ヒトを含めた老齢動物での機能障害を研究する上で留意しなければならない重要な点であろう。

本研究では、老齢ラットと若齢ラットの間位置弁別学習では差がなく、明暗弁別学習でのみ差がみられたということは、老齢ラットは一般的な学習能力が劣っているのではなく、単に視覚弁別能力が衰えていることを示しているのかもしれない。確かにラットにおいて視覚機能は約10か月齢から低下し始め、25か月齢になると正常の約50%になることが示唆されている (Campbell et al, 1980)。しかし、

位置弁別課題と明暗弁別課題では、若齡ラットにおいても学習の困難度が明らかに異なっているので (Fig. 2,3), より困難な課題において老齡ラットが学習障害を示しやすいという可能性も考えられる。したがって、老齡動物の機能障害をより明らかにするために、課題の困難度を変数とした検討もさらに行なわなければならないと考えられる。

## 要 約

本研究は、グライス箱における電撃動因による明暗 (白黒) 弁別学習と位置 (左右) 弁別学習の習得過程を、老齡ラット (18-21 か月齡) と若齡ラット (3 か月齡) で比較することを目的とした。老齡、若齡ラット (それぞれ 13 匹ずつ) のすべてのラットに、明暗弁別と位置弁別学習を課したが、その順序は各群の半数ずつで換えた。両学習とも 1 日 10 試行で、10 試行中 9 試行以上が正反応である日が 2 日連続するという学習基準まで訓練を続けた。ただし、30 日間訓練しても基準に達しなかった場合には、そこで訓練を打ち切った。その結果、老齡ラットは位置弁別学習は若齡ラットと同じように習得したが、明暗弁別学習の習得は若齡ラットに比べて著しく劣っていた。しかも老齡ラットでは、習得の速さに大きな個体差が認められた。以上の結果が老齡ラットの視覚機能の低下にもとづくものか、あるいは学習能力の低下によるものかは、本研究のみでは判断することは難しく、今後の検討課題である。

## 引 用 文 献

Campbell, B. A., Krauter, E. E., & Wallace, J. E. 1980 Animal models of aging: Sensory-motor and cognitive function in the aged rat.

- In D.G. Stein (Ed.), *The Psychobiology of Aging: Problems and Perspectives*. Elsevier; Amsterdam. pp. 201-226.
- Elias, P.K., & Elias, M.F. 1976 Effects of age on learning ability: Contributions from the animal literature. *Experimental Aging Research*, 2, 165-186.
- 古川 聡・岩崎庸男 印刷中 老齡ラットにおける放射状迷路学習の障害 心理学研究
- Goodrick, C.L. 1968 Learning, retention, and extinction of a complex maze habit for mature-young and senescent Wistar albino rats. *Journal of Gerontology*, 23, 298-304.
- Goodrick, C.L. 1972 Learning by mature-young and aged Wistar albino rats as a function of test complexity. *Journal of Gerontology*, 27, 353-357.
- 岩崎庸男・古川 聡 1988 老齡ラットの遅延見本合わせ学習と放射状迷路学習. 薬物・精神・行動, 8, 99-100.
- Kubanis, P., & Zornetzer, S.F. 1981 Age-related behavioral and neurobiological changes: A review with an emphasis on memory. *Behavioral and Neural Biology*, 31, 115-172.
- Ruthrich, H-L., Wetzel, W., & Matthies, H. 1982 Acquisition and retention of different learning tasks in old rats. *Behavioral and Neural Biology*, 35, 139-146.
- Stephens, D.N., Weidmann, R., Quartermain, D., & Sarter, M. 1985 Reversal learning in senescent rats. *Behavioural Brain Research*, 17, 193-202.

—1988. 9. 30 受稿—