ハトの鏡像逆転効果における刺激の大きさの役割

慶応義塾大学 渡 辺 茂

Size of discriminanda did not change mirror image interocular reversal in the pigeon

WATANABE, S.
Department of Psychology
Keio University, Tokyo

Pigeons were monocularly trained on mirror image discrimination using three different sizes of stimuli. The largest shape was $17.5^\circ \times 11.5^\circ$ and the smallest $3.3^\circ \times 3.3^\circ$. When the birds were tested with the untrained eye, paradoxical transfer was observed, i.e., S^Δ was preferred with the untrained eye.

Contrary to the previous results with goldfish by other researchers, shift from paradoxical to veridical transfer depending on the size of discriminanda did not occur. The role of the tecto-fugal visual pathway in the paradoxical transfer was briefly discussed.

Key words: Interocular transfer, Mirror image, Pigeon, Stimulus size.

鏡像関係にある刺激の弁別を単眼で訓練すると、非訓練眼使用時には S^- に対する選好が生ずる事が、ハト(Mello, 1966; Corballis & Beale, 1967; Watanabe, 1979)、視神経交叉切断のサル(Nohle, 1968)、キンギョ(Ingle, 1967)で知られている。

この現象は刺激の形には依然せず、視覚刺激の運動方向の弁別においても認められるが(Mello, 1968)、刺激の大きさは重要な要因とされている。Ingle(1967; 1968)は、キンギョの回避条件づけにおいて、視角が 15° 、 22° の刺激では鏡像逆転が生ずるが、 $8^\circ \sim 10^\circ$ の大きさでは正常な両眼間転移が認められる事を報告した。その後、Campbell(1971)は、これを追試確認し、上下鏡像刺激の場合には刺激の大きさに関らず正常な転移が認められる事も示した。

Ingle は視覚系に刺激の形そのものを分析す

る形態分析過程と、体軸の前後方向を基準とした刺激の方向を分析する方向性分析過程を想定し、鏡像逆転効果は後者によって生ずるとした。そして、大きな刺激は方向性分析過程を活性化するのに対し、小さな刺激は形態分析過程を活性化するとしたが、この仮説についてのより実証的な研究は行われていない。

キンギョ以外では、Starr(1971)が視神経交叉切断のサルにおいて刺激の大きさに依存した鏡像逆転効果を報告しているが、Lehman(1973)はこれを確認しておらず、刺激の大きさと鏡像逆転効果の関係はキンギョ以外では十分に検討されていない。

本実験の目的は鏡像逆転効果が明白に認められるハトにおいて、Campbell, Ingleが用いたものと類似した刺激を使って刺激の大きさの持つ効果を検討しようとするものである。

方 法

被 験 体

デシヨバト (*Columba livia*) 4 個体を用いた。各個体とも実験期間中は 80 パーセントの体重統制下におかれた。

装 置

ハト用オペラント箱 (30×30×30cm) が用いられた。前面パネルには床から 17cm の所に透明ガラスのスクリーン (6.5×9cm) があり、被験体はこのスクリーンを介してテレビ (ビクター CX64) のブラウン管を見る事ができる。刺激はこのブラウン管に表示される。スクリーンにはマイクロスイッチが付いており、つつき反応が測定できる。スクリーンの下にはフィーダの開口部があり、強化として麻の実の入ったフィーダを 4 秒間呈示した。実験制御はマイクロコンピュータ (Apple II) によって行った。

刺 激

刺激の形と大きさは図 1 に示されている。視角を Hodos ら (1976) によるキイから角膜までの距離 5.15mm, Marshall ら (1973) による角膜から結節点までの距離 3.46mm, 及びスクリーンからブラウン管までの距離 15mm を使って算出すると、刺激 L の縦・横は 17.2° と 11.5°, 刺激 M は 5.7° と 4.9°, 刺激 S は 3.3° と 3.3° であった。各刺激は暗いブラウン管上に白色表示され、明るさは約 22 lx であった。

図 1 訓練に用いられた刺激。(単位: mm) いずれもブラウン管上に白色で表示される。刺激の視角は本文中に記述されている。

手 続

各個体は自動反応形成の手続によりスクリーンに対するつつき反応を形成した後、刺激 L, M とその鏡像 (合計 4 刺激) に対する VI 20" の訓練を 2~4 日間受ける。その後、塩化ビニル製の眼筒を固定し、両眼、左右各単眼条件で上記 4 刺激に対する VI 20" を 2~4 日間受ける。

その後、単眼弁別訓練に入る。訓練には上記 4 刺激を用いて mult VI 25" - EXT - VI 25" - EXT で行われ、左向きに凸部のある刺激が呈示された場合には VI 25" で強化され、その鏡像が呈示されている時の反応は消去される。1 セッションには 4 刺激が 10 回ずつランダムに呈示され、1 回の呈示は 25 秒で呈示と呈示の間には 5 秒間の暗間隔が挿入された。

この訓練を 40 セッション行ったら後、非訓練眼でのテストを行う。テスト時には訓練時と同じように刺激が呈示されるが、強化は全く与えられない。

その後、刺激 S とその鏡像の弁別訓練を上記と同じ訓練眼で行う。訓練は mult VI 25" - EXT で、 S^D , S^A が 20 回ずつグラマン系列に従って呈示される。1 回の呈示は 25 秒で呈示と呈示の間には 5 秒間の暗間隔がおかれた。

この訓練を 20 セッション行ったら時に非訓練眼でのテストを行う。テストでは訓練と同じように刺激が呈示されるが、強化は与えられない。

結 果

図 2 に最初の 40 セッションの訓練中の正反応率の推移を示す。D 31 以外の個体では刺激 L に対する弁別の方が速かに形成されており、F 31, F 34 では訓練終了時においても刺激 M に対する弁別は刺激 L に対するものより劣っている。これらの事は、大きな刺激の方がハトにとって弁別しやすかった事を示す。なお反応数については刺激の大小による差は見られなかった。

刺激 S を用いた訓練では、各個体とも訓練初期

図2 40セッションの訓練中の正反応率。
黒丸は刺激L。白丸は刺激Mでの成績を示す。

は60パーセント程度の正反応率であった。この事は、ある図形での鏡像弁別が同じ図形で大きさの異なる刺激の鏡像弁別に良く転移しなかった事を示す。なお、D32においては訓練終了時に於いて正反応率は70パーセントに達しなかった。

転移テストの結果は図3に示される。刺激M, Sにおいて非訓練眼での正反応率が40パーセントをこえる個体が一例ずつあるが、いずれの刺激においても非訓練眼では S^{Δ} に対する選好が認められ、刺激の大きさに依存して、逆転性転移から正常な転移に移行する現象は見られなかった。なお、刺激LとMではMの方が転移時正反応率が高

図3 原訓練最終セッションと転移テストでの正反応率。黒丸は原訓練、白丸は転移テストの結果を示す。

くなる傾向が見られた。

一方、すべてのデータについて訓練最終セッションの正反応率と転移テストの正反応率の相関係数を求めると -0.79 であった。この事は非訓練眼での弁別行動が刺激の大きさではなく訓練眼での弁別の程度に関係していた事を示唆する。

考 察

本実験はハトにおける鏡像逆転効果が刺激の大きさに依存しない事を明瞭に示している。視角の算出にはHodosら(1976)のデータを用いたが、スクリーンから角膜までの距離をハトの角膜からクチバン先端までの長さ(35mm)として計算しても、刺激Sの縦横は 4.3° と 4.3° 、Mでは 7.5° と 6.4° 、Lでは 22.1° と 15° になり、IngleやCampbellがキンギョで認めたような視角 10° 以下では正常な転移が見られるという現象はハトでは認められない。

Ingleらの主張する形態分析過程と方向性分析過程は、ハトの視覚系においては太維把には夫夫thalamo-fugal系とtectofugal系に対応すると考えられる。Thalamo-fugal系の終末であるWulstには両眼性ニューロンのある

事が確認されており (Hunt & Webster, 1972; Perešić et al, 1971), 両眼間転移の一つの基礎とも考えられる。しかしながら, Wulst 両側性破壊は両眼間転移を消失せしめず (Francesconi et al, 1982), 又, 視交叉上交連切断は両眼間転移を消失せしめるものの, 視床から対側 Wulst への径路がある視交叉上交連背部に局限した切断は両眼間転移を消失せしめないという知見もある (渡辺, 1983)。視交叉上交連腹部は tecto-fugal 系の径路となっており (Streit et al, 1980; Hunt & Künzle, 1976), これらの事はハトの両眼間転移が主として tecto-fugal 系に依っている可能性を示唆する。そのような場合には, ハトにおいて一貫して鏡像逆転効果が生ずるかも知れない。いずれにしても, 記憶の両半球間転移や鏡像逆転効果の神経機構については, なお今後の研究が必要である。

要 旨

3 種類の異なる大きさの刺激を用いてハトに鏡像弁別を単眼で訓練した。最大の刺激の視角は $17.5^{\circ} \times 11.5^{\circ}$ であり, 最小のものは $3.5^{\circ} \times 3.3^{\circ}$ であった。非訓練眼でテストを行うと各個体とも $S^{\wedge}$ に対する選好, 即ち鏡像逆転効果が認められた。

従って, ハトにおいては, キンギョについて報告されているような刺激の大きさに依存した逆転的転移から正常な転移の変化は認められなかった。なお, 鏡像逆転効果における tecto-fugal 系の役割が論じられた。

REFERENCES

- Campbell, A. 1971 Interocular transfer of mirror images by goldfish. *Brain Res.*, 33, 486-490.
- Corballis, M.C., & Beale, I.L. 1967 Interocular transfer following simultaneous discrimination of mirror image stimuli. *Psychon. Sci.*, 9, 605-606.
- Francesconi, W., Fogassi, L., & Musumeci, D. 1982 Interocular transfer of visual discrimination in Wulst ablated pigeons. *Behav. Brain Res.*, 5, 399-406.
- Hodos, W., Leibowitz, R.W., & Bonbright, J.C. 1976 Nearfield visual acuity of pigeons: Effects of head location and stimulus luminance. *J. exp. Anal. Behav.*, 25, 129-141.
- Hunt, S.P., & Künzle, H. 1976 Observations on the projections and intrinsic organization of the pigeon optic tectum: An autoradiographic study based on anterograde and retrograde, axonal and dendritic flow. *J. comp. Neur.*, 170, 153-172.
- Hunt, S.T., & Webster, K.E. 1972 Thalamo-hyperstriate inter-relations in the pigeons. *Brain Res.*, 44, 647-651.
- Ingle, D. 1967 Two visual mechanisms underlying the behavior of fish. *Psychol. Forsch.*, 31, 44-51.
- Ingle, D. 1968 Spatial dimensions of vision in fish. In D. Ingle, (Ed.) *The central nervous system and fish behavior*, Chicago Univ. Press.
- Lehman, R.A.W. 1973 Interocular reversal of preference for lateral mirror image shapes by the monkey with sectioned optic chiasm. *Brain Res.*, 64, 419-424.
- Marshall, J., Mellerio, J., & Palmer, D.A. 1973 A schematic eye for the pigeon. *Vision Res.*, 18, 2449-2453.
- Mello, N. 1966 Interocular generalization: A study of mirror image reversal following monocular discrimination training in the pigeon. *J. exp. Anal. Behav.*, 9, 11-16.
- Mello, N. 1968 Interhemispheric transfer of a discrimination of moving patterns in pigeons. *Brain Res.*, 7, 390-398.
- Noble, J. 1968 Paradoxical interocular transfer of mirror image discriminations in the optic chiasm sectioned monkey. *Brain Res.*, 10, 127-151.
- Perešić, M., Mihailovic, J., & Cuénod, M. 1971 Electrophysiology of contralateral and ipsilateral visual projections to the Wulst in

- pigeon (*Columba livia*). *Int. J. Neurosci.*, 2, 7-14.
- Starr, B.S. 1971 Veridical and paradoxical interocular transfer of left/right mirror image discriminations. *Brain Res.*, 31, 377.
- Streit, P., Stella, M., & Cuénod, M. 1980 Trans-neuronal labelling in the pigeon visual system. *Neurosci.*, 5, 763-775.
- Watanabe, S. 1979 Mirror image discrimination with each eye in pigeons. *Physiol. & Behav.*, 22, 331-337.
- 渡辺 茂 1983 ハトにおける記憶の両半球間転移に及ぼす視交叉上交連破壊の効果(要旨) 基礎心理学研究(印刷中)
- 1983年11月22日受稿;
1984年1月22日受理—

編 集 後 記

編集公告等にもありますように、遅れましたが本誌は、1983年12月31日発行です。業績目録等にかかれる場合はご注意下さい。

学会が成立したのが1983年7月16日で、その運営委員会で学会機関誌発行準備委員会が設けられ、日本心理学会大会のあった9月12日の第2回運営委員会で、学会誌を発行することが決議され、翌9月13日の第1回編集委員会で、第1巻の編集方針が決定されました。そして編集委員を通じて原稿募集が行なわれ、11月30日の日本脳波・筋電図学会学術大会の折の第2回編集委員会で、応募論文に対する審査者の決定等が行なわれ、1984年1月21日および22日の文部省科学研究費の班会議の折の第3回編集委員会で、本誌の掲載論文が決定された次第です。

第1巻は、日時が不足したので編集委員を通じて投稿募集を行なった関係もあり、論文が若干偏っているようにみえるかもしれませんが、この短時日に投稿していただいた方々、年末のご多忙な時期に査読の労をとっていただいた方々、また年度末の一番仕事の立て込んでいる時期に安い経費で印刷を引き受けてくださった方々等のご尽力により、発行が決定されてからわずか半年で、このような第1巻がお届けできましたことは、ご同慶の至りです。

委員会への出張旅費や会合費、審査者への査読料を支出している学会も多い今日、とにかく会費は安くして、そして会員数も多くはないのに雑誌を出そうというのですから、委員会は委員の多く集まる関連学会等の機会を利用して開き、それ以外は文書や電話で済ませ、もちろん出張旅費や査読料は無償でという、大学紛争前の学会以上のきびしい経済状態で作った雑誌ですので、表紙のデザインを引き受けて下さった方、印刷所の方々をはじめ、会員や賛助会員以外の方々からもいろいろご協力をえました。

投稿や査読をなさった方々をはじめ会員各位には、いろいろとご不満もおありかとは存じますが、これらの事情をおくみとりの上、お許し願いたいと思いますとともに、お気付きの点はご遠慮なく、学会事務局または編集部にお申越しいただきたくお願いいたします。

(新美)