

主線と夾辺の間に gap のあるミュラー・リヤー  
錯視図に影響を及ぼす夾角および夾辺の効果

浜 口 恵 治  
(人文学部文学科心理学研究室)

The Effects of Angles of Fins and of Lengths of Fins  
on the Müller-Lyer Illusion Figure with a Gap  
between the Shaft and Fins

Keiji HAMAGUCHI  
(Laboratory of Psychology, Faculty of Humanities)

**Abstract:** We experimented with the effects of angles of fins and of lengths of fins on the Müller-Lyer illusion figure with a gap between the shaft and fins. Gap sizes were varied from zero to 3 cm in steps of 1 cm, the angles of fins were varied from 60° to 300° in steps of 120° and lengths of fins were varied from 1 to 4 cm in steps of 1 cm. Nine subjects were asked to adjust the length of a comparison line to match the apparent length of the shaft at each combination of a gap size, the angle of a fin and the length of a fin. The slopes of a function of the angle of fins changed from positive to negative as gap sizes increase. This reversal of a slope was caused by increase in the apparent length of an ingoing form figure (60°) and decrease in the apparent length of an outgoing form figure (300°) as gap sizes increase. The slopes of the function of the length of fins progressively decreased in both figures (ingoing and outgoing form) as gap sizes increase.

序

柳沢<sup>1)</sup>は、Müller-Lyer (以後MLと略す) 錯視の内向と外向図形の主線と夾辺との間に gap を設け、その gap の大きさを次第に大きくしていくと、内向図形の主線の見掛けの長さは次第に大きくなり、外向図形のそれは次第に小さくなって、ついには内向図形の主線の見掛けの長さの方が、外向図形のそれより長く見えるという反対錯視現象を発見した。Fellows<sup>2)</sup> もほぼ同様の実験を行って、この反対錯視 (reversal of ML illusion) は、主線の両端の gap が、夾辺の頂点間の距離の 1/4 ずつの時最大になることを発見した。

正ML錯視図 (普通のML錯視図) に関しては、夾角の大きさおよび夾辺の長さの関数として研究をしたものが多く見られるが<sup>3), 4), 5), 6), 7)</sup>、逆ML錯視図 (reversed ML illusion figure, 主線と夾辺との間に gap があるML錯視図) については、Pressey 等<sup>8), 9)</sup> が内向図形のみについて、gap の大きさ、夾辺の長さおよび夾角の大きさの関数として研究したものが見られるぐらいである。Pressey 等によると、gap が、ある大きさを越えると、内向図形は、正ML錯視と逆に主線の見掛けの長さが過大視されるようになり、又、夾角の関数の勾配が逆転、すなわち、内向の角度が大きくなるにつれて、主線の見掛けの長さが次第に小さくなることを見出した<sup>9)</sup>。しかし、夾辺の長さの効果は、gap を大きくしていても、正ML錯視と同じく、それが長いほど主線の見掛けの長さは小さかった<sup>8)</sup>。

以下の実験において、逆ML錯視の内向図形ばかりでなく外向図形についても、gap の大きさ、

夾辺の長さおよび夾角の大きさの変化が、主線の見掛けの長さに如何に影響を及ぼすかを実験的に検討する。

## 実 験

### 方 法

被験者 大学生9人(女性8 男性1)

刺激 標準刺激は、正ML錯視図の場合、水平に配置された主線の長さが10 cmである内向図形(夾角 $60^\circ$ )とH図形(夾角 $180^\circ$ )と外向図形(夾角 $300^\circ$ )であり、そしてそれらの夾辺の長さは、それぞれ1, 2, 3, 4 cmである。逆ML錯視図の場合は、正ML錯視図の主線と夾辺の頂点との間にgapを設けたものである。gapは、主線の長さを一定にし、夾辺の頂点を主線の両端から離すことにより設けた。gapの大きさは、1 cm(主線の両端に1 cmずつ、すなわち、夾辺の頂点間の距離は12 cm)、2 cm(同2 cmずつ、同14 cm)および3 cm(同3 cmずつ、同16 cm)の3種類を設けた。さらに統制図形として主線のみを図形を設けた。比較刺激は、標準刺激のやや右下8.5 cmに描かれた長さ17 cmの水平線である。刺激図は、PC-8801に接続したXYプロッター・WX-4636によって描かれた原図をB4判のリコピー感光紙に青焼きしたものである。これらの図は、縦22 cm、横33 cmの枠で囲み、印刷により図の位置がずれても、枠に対して相対的にずれないようにした。線の太さは全て0.5 mmである(刺激図の一例をFig. 1に示した)。

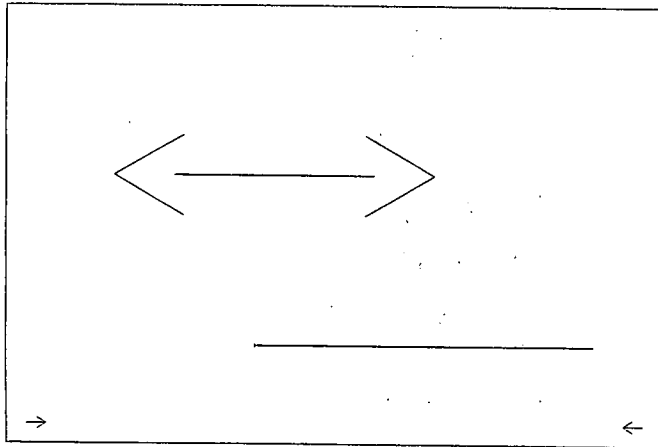


Fig. 1. An example of a stimulus figure.  
(the gap: 3cm, the angle of fins:  $60^\circ$ , the length of fin: 4cm)

手続 被験者調整法を用いた。測定は一人の被験者に対して98回行われたが、それを二つの部分に分け、前半において、3(内向・H・外向の3図形)×4(夾辺の長さ1, 2, 3, 4 cmの4種)×4(gapの大きさ0, 1, 2, 3 cmの4種)+1(統制図形)=49条件をランダムな順序でそれぞれ一回ずつ、上昇又は下降系列で行われた。そして、後半も49条件をランダムな順序で測定したが、前半において上昇系列(下降)で測定された条件は、後半においては下降系列(上昇)

で測定された。上昇系列の場合、被験者は、10 cm × 10 cm の白紙で比較刺激の左側部分の長さが主線の長さより短いように残して覆い、そこから白紙を次第に右へずらして、主線と見掛け上等しい長さに見えるように調整し、その位置に印を記した。下降系列はこの逆である。

前半および後半の48条件（統制条件を除く）の測定で、上昇系列で測定される条件数と下降系列で測定される条件数とは、等しく24条件ずつになるようにし、又、奇数番目の被験者が、ある条件を前半において、上昇系列（下降）で測定された場合は、その条件は、偶数番目の被験者において、前半に下降系列（上昇）で測定されるようにした。統制条件の場合、奇数番目の被験者は前半に上昇、後半に下降系列の測定を受け、偶数番目の被験者は、この逆であった。このように、可能な限り順序効果が相殺されるようにした測定順序は、被験者毎に表示され、49（刺激条件）× 2（前・後半）= 98枚の刺激図は、この順序に並べられて、いくつかの冊子にされた。実験は、この冊子を各被験者に配り、同時に行われた。測定に要する時間は、被験者のペースに任された。実験所要時間は15～20分であった。

### 結 果

上昇・下降系列の PSE の平均を以て各被験者における各条件の PSE とした。そして各条件における9人の被験者の PSE の平均を Table 1 に示した。Table 1 に基づき、夾辺の長さが 1, 2, 3, 4 cm の図形別に、夾角の関数として gap の大きさ別の PSE を Fig. 2 に表わした。そして、それらの図形別に、4 (gap 0, 1, 2, 3 cm) × 3 (夾角60°, 180°, 300°)

Table 1  
The apparent length of the shaft of the Müller-Lyer figure with respect to each combination of a gap size, the angle of a fin and the length of a fin. (the mean of nine subjects's PSE (cm))

angle	gap	G0 (0cm)	G1 (1cm)	G2 (2cm)	G3 (3cm)
	fin length				
60° ingoining form	1 cm	9.20	10.37	10.38	10.19
	2 cm	8.96	9.85	10.13	10.21
	3 cm	8.86	9.63	10.19	10.27
	4 cm	8.73	9.50	9.76	10.08
180° form H	1 cm	9.33	10.04	10.28	10.09
	2 cm	9.38	9.86	10.04	10.07
	3 cm	9.48	9.80	10.16	9.94
	4 cm	9.40	9.90	10.07	10.00
300° outgoing form	1 cm	10.33	10.29	10.20	10.01
	2 cm	10.83	10.37	10.19	9.88
	3 cm	10.84	10.46	9.88	9.95
	4 cm	10.82	10.22	9.93	9.76
control figure		9.88			

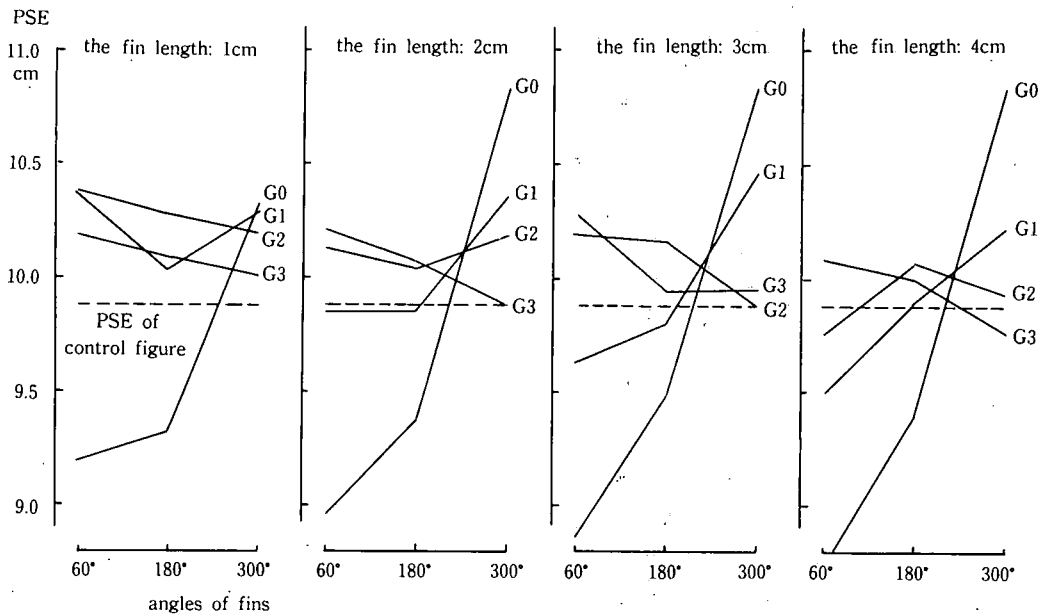


Fig. 2. The effects of angles of fins on the apparent lengths of the Müller-Lyer figure with various gap sizes with respect to varying lengths 1,2,3, and 4cm.  
(the mean of nine subjects's PSE (cm))

× 9 (被験者 9 人) の分散分析を行ったところ、全ての図形において、gap の効果、夾角の効果および gap と夾角の交互作用の効果が統計的に有意であった (夾辺 1 cm 図形: gap  $F=18.38$   $df=(3, 24)$   $p<0.01$ , 夾角  $F=5.31$   $df=(2, 16)$   $p<0.01$ , 交互作用  $F=14.23$   $df=(6, 48)$   $p<0.01$ , 夾辺 2 cm 図形: gap  $F=7.50$   $df=(3, 24)$   $p<0.01$ , 夾角  $F=15.73$   $df=(2, 16)$   $p<0.01$ , 交互作用  $F=16.38$   $df=(6, 48)$   $p<0.01$ , 夾辺 3 cm 図形: gap  $F=6.82$   $df=(3, 24)$   $p<0.01$ , 夾角  $F=10.60$   $df=(2, 16)$   $p<0.01$ , 交互作用  $F=23.33$   $df=(6, 48)$   $p<0.01$ , 夾辺 4 cm 図形: gap  $F=3.41$   $df=(3, 24)$   $p<0.05$ , 夾角  $F=16.48$   $df=(2, 16)$   $p<0.01$ , 交互作用  $F=23.08$   $df=(6, 48)$   $p<0.01$ )。これらの統計的結果のうち重要なのは、それぞれの長さの夾辺図形において、gap と夾角の交互作用が統計的に有意であったことである。この解釈を Fig. 2 を見て行くと、正 ML 錯視図 (gap の大きさが 0 cm, 以後 G0 と略記する) の場合は、いずれの長さの夾辺図形においても正の勾配を示していることがわかる (夾辺 1 cm 図形:  $F=57.34$   $df=(2, 16)$   $p<0.01$ , 夾辺 2 cm 図形:  $F=45.31$   $df=(2, 16)$   $p<0.01$ , 夾辺 3 cm 図形:  $F=38.45$   $df=(2, 16)$   $p<0.01$ , 夾辺 4 cm 図形:  $F=45.95$   $df=(2, 16)$   $p<0.01$ )。ところが逆 ML 錯視図になり、gap の大きさが G1, G2, G3 となるにつれて、各夾辺図形において勾配が正から負に逆転していくのがわかる。しかし、統計的に有意といえるような逆転を示したのは、夾辺 3 cm 図形の G2 のみであった ( $F=3.73$   $df(2, 16)$   $p<0.05$ )。

反対錯視現象とは、内向図形と外向図形が、同じ長さの夾辺を持ち、内向図形の夾角が  $\alpha^\circ$  の時、外向図形の夾角が  $(360^\circ - \alpha^\circ)$  の逆 ML 錯視図において、内向図形の主線の見掛けの長さが外

向図形のそれより長く見える現象をいう<sup>1), 2)</sup>。Fig. 2 において, 上記のような逆錯視現象を示しているのは, 夾辺 1 cm 図形の場合, G1, G2, G3, 夾辺 2 cm 図形では, G3, 夾辺 3 cm 図形では, G2, G3, 夾辺 4 cm 図形では, G3 の図形があげられる。しかし, 統計的に有意な逆錯視現象を示しているのは, 夾辺 3 cm 図形の G2 の図形のみであった ( $t=3.29$   $df=8$   $p<0.05$ )。

Table 1 に基づき, 内向・H・外向図形別に分けて, 夾辺の関数としての PSE を, gap

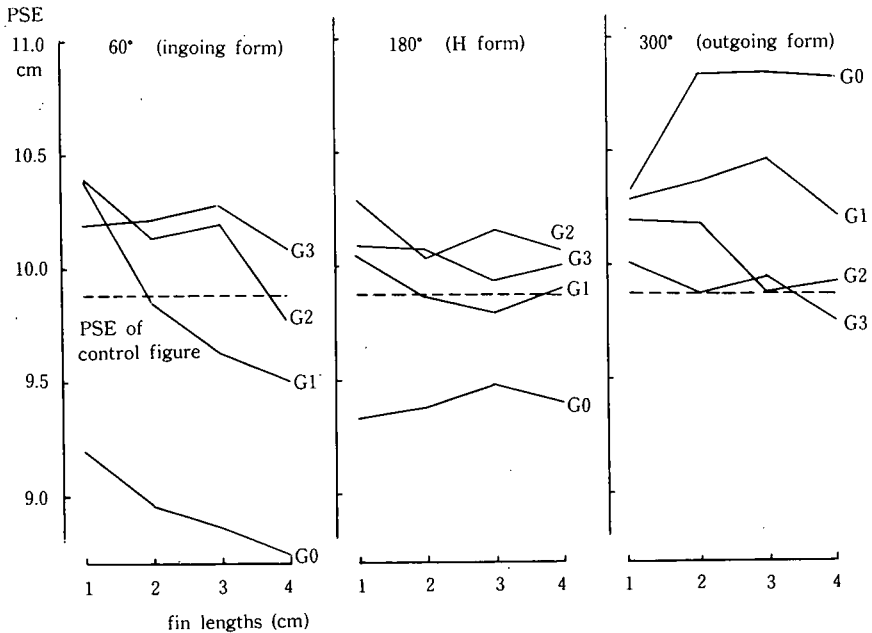


Fig. 3. The effects of lengths of fins on the apparent lengths of the Müller-Lyer figure with various gap sizes with respect to varying angles 60°, 180°, and 300°. (the mean of nine subjects's PSE (cm))

の大きさ別に Fig. 3 に表わした。そして, それらの図形別に, 4 (gap の大きさ 0, 1, 2, 3 cm) × 4 (夾辺の長さ 1, 2, 3, 4 cm) × 9 (被験者 9 人) の分散分析をおこなった。その結果, 内向図形では gap の大きさの効果, 夾辺の長さの効果, gap と夾辺の交互作用の効果が統計的に有意であった (gap  $F=44.02$   $df=(3, 24)$   $p<0.01$ , 夾辺  $F=10.97$   $df=(3, 24)$   $p<0.01$ , 交互作用  $F=2.44$   $df=(9, 72)$   $p<0.05$ )。この結果の解釈を Fig. 3 の内向図形の場合を見て行くと, gap が大きくなるにつれて, PSE が次第に大きくなっていくことがわかる。そして, 夾辺 1 cm 図形の G1, G2, 夾辺 3 cm 図形の G3 において, 統制図形に対して錯視の方向が逆転して過大視が生じている ( $t=3.04$   $df=8$   $p<0.05$ ,  $t=5.14$   $df=8$   $p<0.01$ ,  $t=3.53$   $df=8$   $p<0.01$ )。又, 夾辺の長さの効果は, gap の大きさが小さい G1, G2 の時は, G0 の正 ML 錯視図と同じく, 夾辺の関数の勾配は負である (夾辺の長さの範囲をさらに長くすれば, ある長さと極小に達し, それ以後は正に転じる<sup>3), 4)</sup>) (G1:  $F=14.51$   $df=(3, 24)$   $p<0.01$ , G2:  $F=7.43$   $df=(3, 24)$   $p<0.01$ )。しかし, G0 の正 ML 錯視の場合, なぜか統計的に有意でなかった ( $F=2.75<3.01$   $df=(3, 24)$  NS)。そして gap

の大きさがG3と大きくなると勾配はほとんどなくなっている ( $F=0.43$   $df=(3, 24)$  NS)。このように gap が大きくなるにつれて、夾辺の長さの関数の勾配が正ML錯視と比べて次第に小さくなっていくのは、gap と夾辺の交互作用が統計的に有意であったことの表われであろう。

外向図形の場合は、gap の効果、gap と夾辺の交互作用の効果は統計的に有意であった (gap  $F=20.15$   $df=(3, 24)$   $p<0.01$ , 交互作用  $F=3.72$   $df=(9, 72)$   $p<0.01$ ) が、夾辺の効果は、統計的に有意でなかった ( $F=0.97$   $df=(3, 24)$  NS)。この結果を Fig. 3 の外向図形の場合を見て行くと、gap が大きくなるにつれて PSE が小さくなっていくことがわかる。しかし、内向図形のように、錯視の方向が逆転して過小視が生じるようなことはなく、限りなく統制図形の PSE に近づいていっている。又、夾辺の長さの効果は、G0の正ML錯視図では、周知のごとく夾辺の関数の勾配は正である ( $F=5.11$   $df=(3, 24)$   $p<0.01$ ) (夾辺の長さの変化の範囲をさらに大きくすれば、ある所で極大に達しそれ以後、勾配は負に転じる<sup>3),4)</sup>) が、G1ですでに夾辺の長さの勾配はほとんどなくなり ( $F=0.99$   $df=(3, 24)$  NS), G2, G3ではむしろ勾配は負に逆転している。しかし、全体的に見て、統計的に有意といえるような逆転は見られず (G2:  $F=2.32<3.01$   $df=(3, 24)$  NS, G3:  $F=1.62$   $df=(3, 24)$  NS), 部分的に、G2の場合、夾辺の長さが2cmと3cmの外向図形の間において統計的に有意な差が見られたただけであった ( $t=3.37$   $df=8$   $p<0.01$ )。このように gap が大きくなるにつれて、急速に夾辺の長さの関数の勾配が小さくなり、ついには負になっていくのは、外向図形全体に関する分散分析で、夾辺の効果は統計的に有意でなかったにもかかわらず、gap と夾辺の交互作用が統計的に有意であったことのあらわれであろう。

H図形の場合は、gap の効果は統計的に有意であった ( $F=25.22$   $df=(3, 24)$   $p<0.01$ ) が、夾辺の効果と、gap と夾辺の交互作用の効果は有意でなかった (夾辺  $F=0.83$   $df=(3, 24)$  NS, 交互作用  $F=0.91$   $df=(9, 72)$  NS)。

## 考 察

Fig. 2 により、逆ML錯視図の主線の見掛けの長さを、夾角の大きさの関数として見てみると、夾辺の長さにかかわらず、gap が大きくなるにつれて、その勾配は、正から負に転じていくと視察される。すなわち、正ML錯視では、内向図形の主線の見掛けの長さの方が外向図形のそれより短く見えるのに、逆ML錯視のG2やG3の図形になると、反対に内向図形の主線の見掛けの長さの方が、外向図形のそれより長く見えるという反対錯視現象が生じる。このように、視察において実験結果は、柳沢<sup>1)</sup>や Fellows<sup>2)</sup>の視察による結果と一致した。柳沢や Fellows が、結果をグラフに表わし、その視察により結論を得ているのに対し、当実験は、統計的検定により結論を得ようとした。しかし、統計的に明確な結論は得にくかった。その理由として二つ考えられる。その一つとして、反対錯視現象が生じたといっても、内向と外向図形の主線の見掛けの長さの差は極く僅かではなかったということである。Fellows<sup>2)</sup>は、gap の大きさが、夾辺間の距離の半分するとき (当実験でもしそのような条件を設定すれば、G5に当る) 最大の反対錯視現象を得たと報告しているが、もし当実験を延長して、G5の条件を設定すれば、もっと大きな差が得られるだろうか。Fig. 3 を視察すると、外向図形の場合、gap が大きくなるにつれて、PSE は、統制図形のPSE に次第に近づいていくばかりであるし、内向図形の場合も、G1, G2, G3と PSE は gap が大きくなるにつれて大きくなってきているが、G3では、その増加の程度が鈍り、一部では減少している。よって、もしG4, G5条件を設定したとしても内向・外向図形のPSEとも統制図形のPSEにより次第に近づくため、当実験と比較して、より著しい反対錯視現象

が生じるとは考えられないのではなからうか。反対錯視について、統計的に明確な結論が得にくかったもう一つの理由は、用いられた測定法にある。限られた実験時間内で、多くの PSE を得るため、簡便な調整法が用いられ、しかも、上昇・下降系列各一回ずつであった。そのため、測定の変動がかなり大きかった。この大きくなった測定の変動は、分散分析の  $F$  比を算出するときの分母にあたる誤差項を大きくするため、結果的に  $F$  比を小さくし、したがって、統計的に有意な差が得にくかったのであろう。

Fig. 3 により、逆 ML 錯視図の主線の見掛けの長さを、夾辺の長さの関数として見ると、内向・外向図形とも、関数の勾配が、gap が大きくなるにつれて次第に小さくなっていくように視察される。さらに gap を大きくしていけばどうなるであろうか。被影響図形である主線と影響図形である夾辺との距離が大きくなり、極限の状態では、統制図形と同じになるわけだから、勾配は、限りなく 0 になり、PSE も統制図形の PSE に限りなく近づくであろう。Fig. 3 を視察すると内向・外向図形とも、G3 になると、それらの PSE は、統制図形の PSE に近づいているように見える。

内向の正 ML 錯視図において、夾辺の効果が統計的に有意でなかった。しかし、正 ML 錯視の内向外図形において、夾辺が長くなるほど（主線の長さの半分ぐらいまで）、より過小視されることは周知の事実であり<sup>3), 4)</sup> 当実験で夾辺の効果が統計的に有意でなかった原因は、上述のごとく、測定の変動によるものと考えられる。その後行われた当実験とほぼ同じ実験においては、統計的に有意な結果が得られている（浜口、未発表資料）。

Fig. 3 の外向の逆 ML 錯視図の G2 条件では、かなり顕著な負の勾配が見られ、夾辺の長さが 2 cm と 3 cm 図形には統計的に有意な差が得られた。正 ML 錯視図の外向外図形の夾辺を次第に長くしていくと、ある長さ（夾角の大きさにもよるが、当実験のように  $300^\circ$  ぐらいでは主線の長さの  $1/3$  ぐらいの長さ）で過大視は極大に達し、さらに夾辺の長さを増すと、過大視は減少していく<sup>3), 4)</sup>。G2 の夾辺 2 cm や 3 cm の外向図形においては、gap を加えると主線の先端から夾辺の先端までの距離は、外向正 ML 錯視図の夾辺の長さ 4 cm や 5 cm の場合に匹敵し、外向正 ML 錯視図においては、夾辺 5 cm の図形の方が夾辺 4 cm のそれより主線の見掛けの長さは短く知覚されることから、G2 の外向逆 ML 錯視図では、まだ外向正 ML 錯視図の夾辺の性質が残っていて、その勾配が負になったのではなからうか。そして G1 では、G2 よりさらに強く外向正 ML 錯視図の夾辺の性質が残っていて、極大値曲線の形を示したのであろう。ところが G3 にもなると、外向正 ML 錯視図の夾辺の性質が少なくなり、むしろ統制図形の性質に近づいたのではないだろうか。

Pressey 等<sup>8)</sup> は、内向（夾角  $60^\circ$ ）の逆 ML 錯視図のみについて、主線の長さ 50 mm で、夾辺の長さが 10 mm と 20 mm の二種類の図形を用いて、gap の大きさを 0 mm から 18 mm まで (2 mm step) 変化させ、主線の見掛けの長さを測定した。この Pressey 等の実験の刺激図の大きさは、当実験のその約半分にあたり、相対的には同じである。Pressey 等の実験結果については序において既に述べたが、当実験の結果は、Pressey 等のそれと一致した。

さらに、Pressey 等<sup>9)</sup> は、主線の長さ 40 mm、夾辺の長さ 12 mm で、夾角  $30^\circ \sim 180^\circ$  ( $30^\circ$  step) の内向図形に対して、gap の大きさを 0 mm  $\sim$  18 mm (2 mm step) まで変化させて、主線の見掛けの長さを測定した。この実験結果は序において既に述べたが、当実験の結果は、Pressey 等のそれと一致した。

当実験は、Pressey 等<sup>8), 9)</sup> の行った実験を外向 ML 図形まで延長し、さらに、gap の大きさ、夾辺の長さ、夾角の大きさを同一実験内で操作して、より総合的に逆 ML 錯視について研究したものである。そして、今まで少ない変数に関して個々に行われていた逆 ML 錯視の部分的な結果と当実験の結果は、ほとんど一致した。

## References

- 1) 柳沢 昇. ミュラー・リェル図形に於ける反対錯視現象 (一). 心理学研究, 14, 321-326 (1939).
- 2) Fellows, B. J. Reversal of the Müller-Lyer illusion with changes in the length of the inter-fins line. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19, 208-214 (1967).
- 3) Lewis, E. O. Confluxion and contrast effects in the Müller-Lyer illusion. *The British Journal of Psychology*, 3, 21-41 (1909).
- 4) 速水 洵・宮 孝一. ミュラー・リェル図形に於ける形態把握. 心理学研究, 12, 525-552 (1937).
- 5) 島田一男. ミュラー・リャー錯視に関する文献の整理. 心理学研究, 23, 111-123 (1952).
- 6) Robinson, J. O. *The psychology of visual illusion*. p. 24-34, Hutchinson University Library, London, (1972).
- 7) Coren, S., & Cirkus, J. S. *Seeing is deceiving: The psychology of visual illusions*. p.30-31, Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, (1978).
- 8) Pressey, A. W., & Bross, M. Assimilation theory and the reversed Müller-Lyer illusion. *Perception*, 2, 211-217 (1973).
- 9) Pressey, A. W., Lollo, V. D., & Tait, R. W. Effects of gap size between shaft and fins and of angle of fins on the Müller-Lyer illusion. *Perception*, 6, 435-439 (1977).

(昭和61年4月9日受理)

(昭和61年6月6日発行)