

# M L 錯視に及ぼす明度対比の効果 (2)

浜 口 恵 治\*  
(人文学部 文学科心理学研究室)

## The effect of brightness contrast on the Müller-Lyer illusion (2)

Keiji HAMAGUCHI  
(Laboratory of Psychology, Faculty of Humanities)

**Abstract** : This paper is concerned with the effect of figure-ground brightness contrast on the Müller-Lyer illusion. The brightness contrast of oblique lines and shaft line were varied independently. The illusions studied in the first experiment were the Müller-Lyer obliques-out and obliques-in figures in which shaft line was separated from oblique lines (see Fig. 1, A, B.). Both figures were overestimated. Increased oblique lines contrast increased illusion magnitudes, increased shaft line contrast decreased illusion magnitudes. The illusions studied in the second experiment were the Müller-Lyer obliques-in figures in which oblique lines were separated from shaft line (see Fig. 1, D.). These figures were underestimated. Increased oblique lines contrast increased illusion magnitudes, increased shaft line contrast decreased illusion magnitudes.

ミュラー・リヤー (以下MLと略す) の錯視に影響を及ぼす図地明度対比効果の研究は多くあるが、ML錯視が加齢と共に減少する現象の説明のために実験されているせいか、比較刺激の定義、図地明度差と図地明度対比の概念の不明確さ等、純粋に知覚心理学の問題として研究されているものは少ない(浜口<sup>1)</sup>。浜口<sup>1)</sup>は、一定の地の明度に対して、ML錯視図の明度を種々に変化させ、図地明度対比の効果を実験したが、その変化はML錯視の変化を引き起さなかった。周知の如くML錯視図は斜線部分と主線部分より成る。浜口<sup>1)</sup>の実験は、斜線及び主線の明度がそれぞれ独立に変化する一般的な場合のうち、斜線と主線の明度が一致した特殊な場合だけをとりあげたにすぎない。したがって、図地明度対比のML錯視に及ぼす効果の研究は、この一般的な場合において実験する必要がある。

Weintraub, Tang, & Smith<sup>2)</sup> は、斜線と主線の明度をそれぞれ独立に変化させ、斜線の地に対する図地明度対比の増大は主線のみかけの長さの過大視、すなわち錯視を増大させ、主線の図地明度対比の増大は錯視を減少させることを見出した。この実験は外向ML錯視のみについて行われており、内向ML錯視の場合、外向ML錯視と反対方向、すなわち過少視錯視の方向に、斜線の図地明度対比の増大は錯視を増大させるかどうか、そして主線のそれは錯視を減少させるかどうかはわからない。

Wickelgren<sup>3)</sup> は、外向と内向ML錯視の斜線と主線及び地の明度をそれぞれ独立に変化させ、斜線の地に対する明度対比(1より小なる場合はその逆数)を分子に、主線の地に対する明度対比(1より小なる場合はその逆数)を分母にとり、oblique effectiveness (以下OEと略す)なる変数を定義し、OEが大なる程外向・内向ML錯視とも錯視が増大し、小なる程減少することを見出した。しかし斜線と主線の明度が等しい場合、それらの明度に変化してもOE=1でOEは不変

\* 本研究の実験は、片岡豊子氏・元圭介氏の協力により行われたものである。ここに深く感謝の意を表します。

であるが、錯視量に統計的に有意な差のある場合もありOEなる概念は疑問である。OE>1とは斜線の図地明度対比が主線のそれより大なることであり、この時、より大きい錯視が生じ、OE<1とは主線の図地明度対比が斜線のそれより大なることであり、この時、より小なる錯視が生じたということにより、外向及び内向ML錯視図の斜線の図地明度対比の増大は錯視を増大させ、主線のそれは錯視を減少させるといえるかもしれない。しかし、地の明度(2条件)、斜線の明度(3条件)、主線の明度(3条件)を操作しているが、2×3×3なる完全なる実験デザインではなく、18条件のうち、8条件しか実験していないので、分散分析により、斜線及び主線の図地明度対比効果を独立に取り出して考察することができない。

Dewar<sup>4)</sup>は、外向と内向の接合したBrentanoタイプの錯視図を用い、外向部分を標準刺激に、内向部分を比較刺激とし、一定明度の斜線に対して、主線の明度を種々に変化させ、主線の図地明度対比が大なる程錯視が減少することを見出した。この結果は、主線の図地明度対比効果に関して、Weintraub等<sup>2)</sup>や、Wickelgren<sup>3)</sup>と同じようであるが、比較刺激として用いている接合図形の内向部分の主線の明度が一定でないこと、斜線の図地明度対比効果が不明であること、外向と内向ML錯視を用いているが接合図形であることにより、ML錯視一般に関する結論はできない。

上述の如く、すでに斜線と主線の図地明度対比のML錯視に及ぼす効果の研究はいくつか行われているが、外向・内向ML錯視に対して、組織的に斜線と主線の図地明度対比効果を研究したものはない。それで、以下の実験において、この問題に関して研究することにした。

## 実 験 I

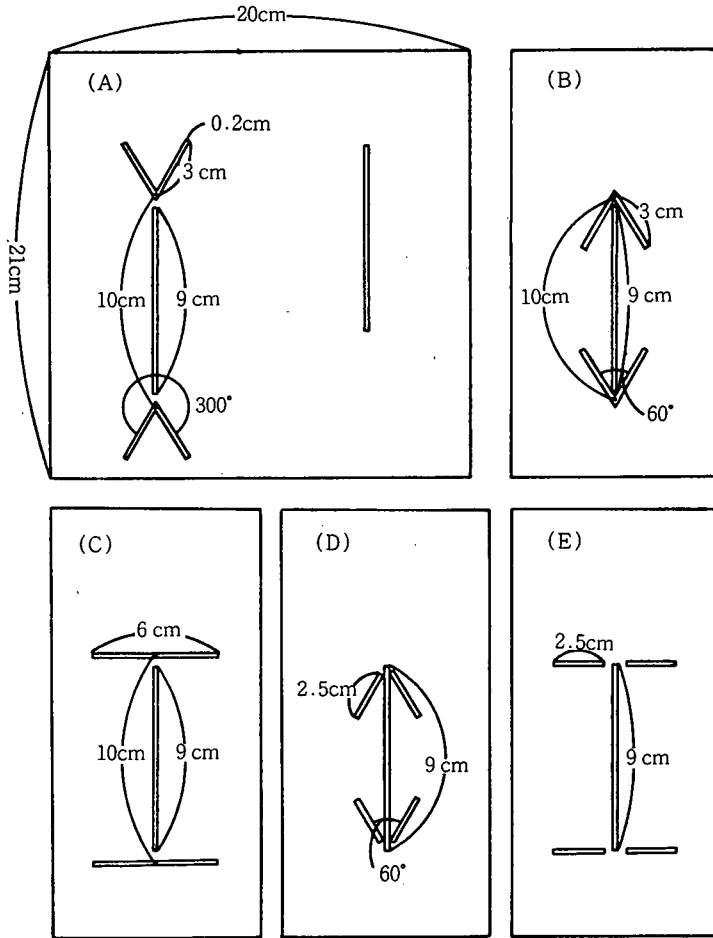
外向・内向ML錯視図の斜線と主線の図地明度対比をそれぞれ独立に変化させ、それらの変化がML錯視に及ぼす効果を実験した。斜線と主線の明度が同じ場合、それらの境界が実際より外側にあるように被験者に誤って解釈される可能性が予備的な実験で指摘されたので、主線部分を斜線部分より少し切り離して、評価されるべき主線部分を明確にした。

被験者 大学生20人を外向図形群10人(男1人,女9人)、内向図形群10人(男6人,女4人)に分けて用いた。

刺激 標準刺激は線巾0.2cmの外向(300°)と内向(60°)のML錯視図で、その中心線において斜線の長さは3cm、主線の長さは10cmである。しかし、主線部分の長さは、斜線より主線を切り離すために、それらの中心線の交点より0.5cmずつ短くしたので9cmである(〔図1〕(A)・(B))。斜線と主線の明度はそれぞれ、マンセル・グレイ・スケールで、N=1.5, 5.0, 8.5の3種を用い、それらを組合せて、3×3=9種の明度条件が設けられた。比較刺激は、線巾0.2cm、N=1.5の直線で、外向図形群には、8.1~13.2cm、内向図形群には、6.6~12.0cmの範囲で0.3cm間隔で変化させた。標準刺激と比較刺激は白ケント紙の地に糊付けし、〔図1〕の(A)の如く配置した。さらに練習試行用に〔図1〕の(C)の如き図形をN=1.5で作製した。なお刺激提示時における、N=1.5, 5.0, 8.5、白ケント紙の輝度は、1.12, 2.51, 7.08, 9.75 cd/m<sup>2</sup>であった(東京光学機械K.K.製、色彩輝度計、BM-5で測定)。

装置 刺激提示のため、DP-6型タキスト・スコープ(竹井機器K.K.製)を用いた。第1チャンネルは刺激提示、第3チャンネルは凝視点(白ケント紙中央の線巾0.2cm、長さ1cm、N=1.5の×印)提示のために用いた。

手続 極限法の変法の1つである上下法(up and down method)を用いた。上昇・下降系列1回ずつで、その順序は、明度条件ごとにランダムに行った。各系列は4回の判断の逆転よりなり、PSEは各逆転ごとに求められ、合計2×4=8回のPSEの平均をもって各明度条件のPSE



〔図 I〕 刺激図及び刺激配置

とした。被験者の外向図形群・内向図形群への振り分けはランダムに行った。各群の被験者はそれぞれ 9 明度条件がランダムに与えられた。これらに先行して練習試行が与えられた。実験者の「用意」の合図の後、0.5～1 秒後に刺激が 0.5 秒間提示された。提示直後に被験者に判断が求められた。刺激が提示されていない間あるいは刺激間隔時間（被験者のペースに合わせ、2～3 秒）の間、常に凝視点が提示されていた。教示は「左側の図の垂直線部分と比較して右側の垂直線が短いと見えたら『短い』、等しいと見えたら『等しい』、長いと見えたら『長い』と答えて下さい。」と与え、三件法で判断させた。そして、客観的な長さでなく主観的な長さで比較するよう、垂直線部分だけでなく図形全体を観察するように注意した。観察距離は約 82 cm、実験所要時間は 28～53 分で平均 39 分であった。

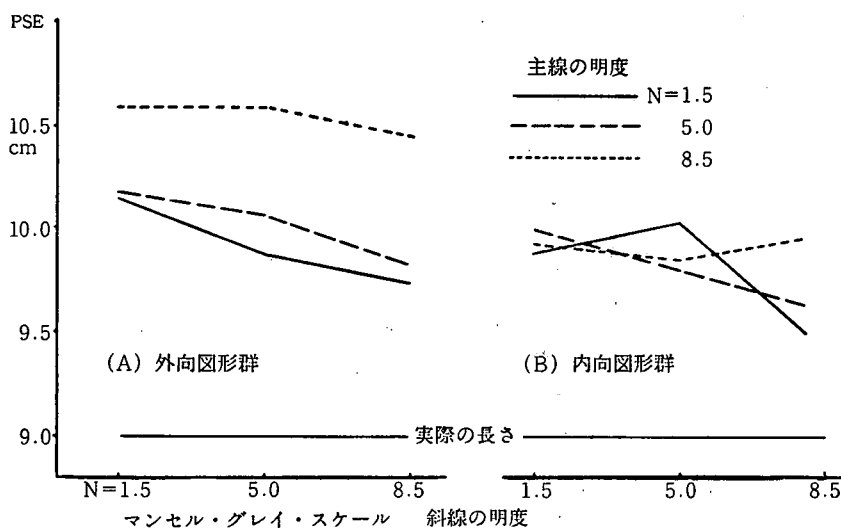
## 結 果

〔表 I〕の如き結果を得た。これを外向図形群・内向図形群別に〔図 II〕(A)・(B)に示した。そして、分散分析により〔表 II〕(A)・(B)を得た。まず、外向 ML 錯視に関して、斜線の図地明度対比の効果は統計的に有意であった ( $F=6.34$ ,  $df=2/18$ ,  $P<0.01$ )。また、主線の図地明度対比の効果も統計的に有意であった ( $F=17.60$ ,  $df=2/18$ ,  $P<0.01$ )。そして、斜線と主線の図地明

度対比の交互作用は統計的に有意でなかった ( $F=1.94, df=4/36 NS$ ). よって, 外向ML錯視は斜線の図地明度対比が大なる程大, 主線のそれが大なる程小であるといえる. 斜線と主線の明度を組合せた9明度条件の交互の比較をt検定により行い [表 III], (A)に示した. 次いで内向ML錯視に関してであるが, 斜線の図地明度対比の効果, 主線のその効果ともに統計的に有意でなかった ( $F=3.32, df=2/18, NS, F=1.05, df=2/18, NS$ ). しかし, 斜線と主線の図地明度対比の交互作用は統計的に有意であった ( $F=3.58, df=4/36, P<0.05$ ). 9明度条件の交互の比

[表 I] 種々なる斜線及び主線の明度におけるML錯視の PSE (被験者10人の平均・cm)

斜線の明度	N=1.5			5.0			8.5		
	1.5	5.0	8.5	1.5	5.0	8.5	1.5	5.0	8.5
外向図形群	10.14	10.17	10.58	9.87	10.06	10.59	9.73	9.82	10.45
内向図形群	9.88	10.00	9.93	10.03	9.80	9.85	9.51	9.64	9.96



[図 II] 斜線の明度の関数としての種々なる明度の主線のML錯視の PSE

[表 II] 表 I の分散分析

(A) 外向図形群				
要因	SS	df	MS	F
斜線の明度 (O)	1.40	3 - 1 = 2	0.70	6.34**
主線の明度 (V)	6.55	3 - 1 = 2	3.28	17.60**
個 (S)	23.24	10 - 1 = 9	2.58	59.22**
O × V	0.34	2 × 2 = 4	0.09	1.94
O × S	1.99	2 × 9 = 18	0.11	2.53**
V × S	3.36	2 × 9 = 18	0.19	4.28**
O × V × S	1.57	2 × 2 × 9 = 36	0.04	
全体	38.45	3 × 3 × 10 - 1 = 89		

(B) 内向図形群

要因	SS	df	MS	F
斜線の明度 (O)	0.90	3 - 1 = 2	0.45	3.32
主線の明度 (V)	0.23	3 - 1 = 2	0.11	1.05
個 (S)	29.74	10 - 1 = 9	3.31	41.11**
O × V	1.15	2 × 2 = 4	0.29	3.58*
O × S	2.43	2 × 9 = 18	0.14	1.68
V × S	1.96	2 × 9 = 18	0.11	1.35
O × V × S	2.89	2 × 2 × 9 = 36	0.08	
全体	39.30	3 × 3 × 10 - 1 = 89		

(\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ )

〔表Ⅲ〕 各明度条件間のt検定による比較

(A) 外向図形群

PSE 条件	10.14 (B)(B)	10.17 (B)(MG)	10.58 (B)(LG)	9.87 (MG)(B)	10.06 (MG)(MG)	10.59 (MG)(LG)	9.73 (LG)(B)	9.82 (LG)(MG)	10.45 (LG)(LG)
10.14 (B)(B)									
10.17 (B)(MG)	NS								
10.58 (B)(LG)	$p < 0.01$	$p < 0.01$							
9.87 (MG)(B)	$p < 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.01$						
10.06 (MG)(MG)	NS	NS	$p < 0.01$	NS					
10.59 (MG)(LG)	$p < 0.05$	$p < 0.05$	NS	$p < 0.01$	$p < 0.01$				
9.73 (LG)(B)	$p < 0.01$	$p < 0.05$	$p < 0.01$	NS	$p < 0.05$	$p < 0.01$			
9.82 (LG)(MG)	$p < 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.01$	NS	$p < 0.01$	$p < 0.01$	NS		
10.45 (LG)(LG)	NS	NS	NS	$p < 0.05$	$p < 0.05$	NS	$p < 0.01$	$p < 0.01$	

B: N=1.5  
LG: N=5.0  
MG: N=8.5

(B) 内向図形群

PSE 条件	9.88 (B)(B)	10.00 (B)(MG)	9.93 (B)(LG)	10.03 (MG)(B)	9.80 (MG)(MG)	9.85 (MG)(LG)	9.51 (LG)(B)	9.64 (LG)(MG)	9.96 (LG)(LG)
9.88 (B)(B)									
10.00 (B)(MG)	NS								
9.93 (B)(LG)	NS	NS							
10.03 (MG)(B)	$p < 0.05$	NS	NS						
9.80 (MG)(MG)	NS	NS	NS	NS					
9.85 (MG)(MG)	NS	NS	NS	NS	NS				
9.51 (LG)(B)	$p < 0.05$	$p < 0.01$	$p < 0.05$	$p < 0.01$	NS	NS			
9.64 (LG)(MG)	NS	$p < 0.05$	NS	$p < 0.05$	NS	NS	NS		
9.96 (LG)(LG)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	$p < 0.05$	NS	

較を $t$ 検定により行い〔表 III〕(B)に示した。図 II〕(B)と〔表 III〕(B)とにより、交互作用の有意性を解釈すると、主線の明度が $N=1.5$ と $5.0$ のとき斜線の 図地明度対比が大なる程 PSE は大であり、斜線の明度が $N=8.5$ のとき主線の 図地明度対比が大なる程 PSE が小であるといえる。内向 ML 錯視の場合、外向 ML 錯視の場合と逆の方向に斜線と主線の 図地明度対比の効果が PSE に影響を及ぼすと予想されたが、外向 ML 錯視と同じ方向に PSE は影響されたといえる。

〔表 I〕の内向図形群の PSE を見ると、POE (9 cm) よりすべて大きい。斜線と主線の明度が等しい条件においてもそうである。内向 ML 錯視の場合、主線を斜線より次第に離してゆくと、過少視錯視が次第に減少し途中で 過大視に転ずる (柳沢<sup>5)</sup>)。本実験で用いた内向 ML 錯視図は斜線より主線をほんの少し離しただけであるが、いわゆる逆錯視図形であったと思われる。それ故、過大視錯視となり、過大視錯視たる外向 ML 錯視とよく似た結果が生じたのであろう。

## 実 験 II

内向 ML 錯視図の主線を斜線より切り離すのではなく、主線より斜線を切り離して逆錯視が生じないようにして、実験 I の内向図形群に対して行ったのと同じ実験を繰り返してみた。

被験者 大学生 9 人 (男 3 人, 女, 実験 I の被験者 2 人を含む 6 人), 教官男 1 人の合計 10 人。

刺激 標準刺激は線巾 0.2 cm の内向 ( $60^\circ$ ) の ML 錯視で、その中心線において斜線の長さ 3 cm, 主線の長さ 9 cm である。しかし、斜線部分の長さは斜線を主線より切り離すため、それらの中心線の交点より 0.5 cm ずつ短くしたので 2.5 cm である (〔図 I〕(D))。比較刺激は線巾 0.2 cm の黒ケント紙 ( $1.07 \text{ cd/m}^2$ ) の直線で 5.4~11.4 cm まで 0.3 cm ステップで変化させた。さらに練習試行用に〔図 I〕(E)の如き図形を黒ケント紙で作製した。標準刺激の明度条件は実験 I の外向図形群で $N=8.5$ の効果が非常に大きかったので、もう少し小さくするため $N=7.5$  ( $5.26 \text{ cd/m}^2$ ) にしたほかは実験 I と同じである。

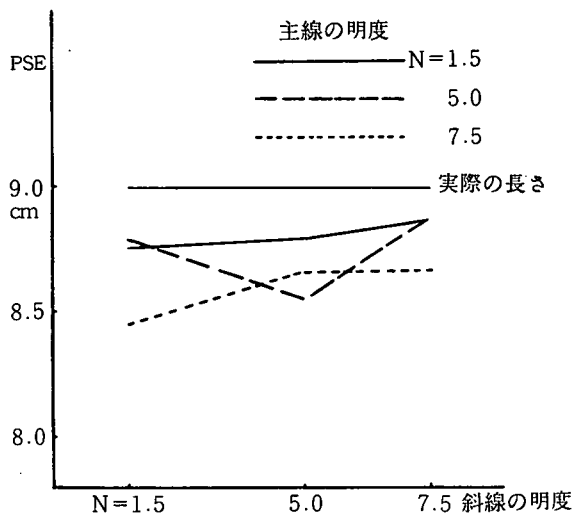
装置・手続 実験 I と同じである。実験所要時間は 29~47 分で平均 35 分であった。

## 結 果

〔表 IV〕の如き結果を得た。これを〔図 III〕に示した。そして分散分析により〔表 V〕を得た。それによると斜線と主線の 図地明度対比効果はそれぞれ統計的に有意であった ( $F=6.91$ ,  $df=2/18$ ,  $P<0.01$ ,  $F=5.30$ ,  $df=2/18$ ,  $P<0.05$ )。そして斜線と主線の交互作用も統計的に有意であった ( $F=3.72$ ,  $df=4/36$ ,  $P<0.05$ )。〔図 III〕と〔表 V〕よりみると、主線が $N=1.5$ と $7.5$ の場合、斜線の 図地明度対比が大なる程錯視が大、主線のそれが大なる程錯視が小であるといえる。主線が $N=5.0$ の場合の結果の原因は不明である。斜線と主線の交互作用の効果の有意性はこの例外のためであると思われる。9 明度条件の交互の比較を $t$ 検定により行い〔表 VI〕に示した。

〔表 IV〕 種々なる斜線及び主線の明度における ML 錯視の PSE (被験者 10 人の平均・cm)

斜線の明度	N=1.5			5.0			7.5		
	1.5	5.0	7.5	1.5	5.0	7.5	1.5	5.0	7.5
主線の明度	1.5	5.0	7.5	1.5	5.0	7.5	1.5	5.0	7.5
内向図形	8.75	8.78	8.45	8.79	8.55	8.66	8.87	8.87	8.66



マンセル・グレイ・スケール  
〔図Ⅲ〕 斜線の明度の関数としての種々なる明度の主線のML錯視の PSE

〔表Ⅴ〕 表Ⅳの分散分析

要因	SS	df	MS	F
斜線の明度 (O)	0.47	3 - 1 = 2	0.24	6.91**
主線の明度 (V)	0.71	3 - 1 = 2	0.35	5.30*
個 (S)	16.89	10 - 1 = 9	1.88	48.16**
O × V	0.58	2 × 2 = 4	0.15	3.72*
O × S	0.61	2 × 9 = 18	0.03	0.88
V × S	1.20	2 × 9 = 18	0.07	1.72
O × V × S	1.40	2 × 2 × 9 = 36	0.04	
全体	21.87	3 × 3 × 10 - 1 = 89		

(\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ )

〔表Ⅵ〕 各明度条件間の t 検定による比較

内 向 図 形									
PSE 条件	8.75 (B)(B)	8.78 (B)(MG)	8.45 (B)(LG)	8.79 (MG)(B)	8.55 (MG)(MG)	8.66 (MG)(LG)	8.87 (LG)(B)	8.87 (LG)(MG)	8.66 (LG)(LG)
8.75 (B)(B)	/								
8.78 (B)(MG)	NS	/							
8.45 (B)(LG)	$p < 0.01$	$p < 0.01$	/						
8.79 (MG)(B)	NS	NS	$p < 0.01$	/					
8.55 (MG)(MG)	NS	$p < 0.05$	NS	NS	/				
8.66 (MG)(LG)	NS	$p < 0.05$	$p < 0.05$	NS	NS	/			
8.87 (LG)(B)	NS	NS	$p < 0.05$	NS	$p < 0.05$	$p < 0.05$	/		
8.87 (LG)(MG)	NS	NS	$p < 0.01$	NS	$p < 0.01$	$p < 0.01$	NS	/	
8.66 (LG)(LG)	NS	NS	$p < 0.01$	NS	NS	NS	NS	NS	/

B : N=1.5  
MG : N=5.0  
LG : N=7.5

## 考 察

実験 I より外向 ML 錯視は斜線の図地明度対比が大なる程過大視錯視が大、主線のそれが大なる程過大視錯視が小になるといえる。又、実験 II より内向 ML 錯視は斜線の図地明度対比が大なる程過少視錯視が大、主線のそれが大なる程過少視錯視が小になるといえる、外向、内向を合わせた ML 錯視一般について、斜線の図地明度対比が大なる程錯視は大に、主線のそれが大なる程錯視が小になるといえる。

斜線と主線の明度が同じ場合、実験 I の外向 ML 図形において、 $N=5.0$ と $8.5$ の図形間に統計的に有意な差があった ( $t=2.66$ ,  $df=9$ ,  $P<0.05$ )。しかし、実験 II の内向図形においては  $N=8.5$ から $N=7.5$ に小さくしたのが原因してか、 $N=1.5$ ,  $5.0$ ,  $7.5$ の図形相互に有意な差がなかった。又、浜口<sup>1)</sup>は外向・内向 ML 錯視図に対して同種の実験を行ったが、いずれも有意差を見い出さなかったことはすでに序において述べた。このような結果の相違は、斜線の図地明度対比と主線のその錯視に及ぼす効果の方向が相反するため、一定の白地に対して図を明灰・中灰・暗灰と変化させていった場合、斜線と主線の図地明度対比の錯視に対するそれぞれの効果は相殺し合うことになる。又、同量の図地明度対比の変化であっても、斜線と主線とでは錯視に及ぼす効果の比重が異なるかもしれない。このような複雑な組合せ結果が予想され、斜線と主線の明度が同じ図形の図地明度対比を減少させて、それに伴う錯視の減少を予想することはできない。

ML 錯視図形における斜線は誘導図形であり主線は検査図形である。この誘導・検査図形の図地明度対比をそれぞれ独立に変化させた他の錯視図形に対する研究として Delboeuf の錯視について行われた研究がいくつかある (Oyama<sup>6)</sup>, Weintraub, & Cooper<sup>7)</sup>, Weintraub, Wilson, & Green<sup>8)</sup>。)。いずれの研究においても誘導図形の図地明度対比が大なる程錯視が大に、検査図形のそれが大なるほど錯視が小になるとの結果を得ており ML 錯視の場合と一致している。このことから誘導・検査図形の図地明度対比の錯視に及ぼす効果は、ML, Delboeuf 錯視に限らず錯視一般にかかわることであろう。

## References

- 1) 浜口恵治 ML 錯視に及ぼす明度対比の効果 (1). 高知大学学術研究報告, 1981, 30, 1-8.
- 2) Weintraub, D.J., Tong, L., & Smith, A.J. Müller-Lyer versus size/reflectance-contrast illusion: Is the age-related decrement caused by a declining sensitivity to brightness contours? *Developmental Psychology*, 1973, 8, 6-15.
- 3) Wickelgren, B.G. Brightness contrast and length perception in the Müller-Lyer illusion. *Vision Research*, 1965, 5, 141-150.
- 4) Dewar, R.E. Stimulus determinants of the practice decrement of the Müller-Lyer illusion. *Canadian Journal of Psychology*, 1967, 21, 504-520.
- 5) 柳沢 昇 ミュラー・リエル図形における反対錯視現象(一). 心理学研究, 1939, 14, 321-326.
- 6) Oyama, T. The effect of hue and brightness on the size-illusion of concentric circles. *American Journal of Psychology*, 1962, 75, 45-55.
- 7) Weintraub, D.J., & Cooper, L.A. Coming of age with the Delboeuf illusion: Brightness contrast, cognition, and perceptual development. *Developmental Psychology*, 1972, 6, 187-197.
- 8) Weintraub, D.J., Wilson, B.A., Greene, R.D., & Palmquist, M.J. Delboeuf illusion: Displacement versus diameter, arc deletions, and brightness contrast. *Journal of Experimental Psychology*, 1969, 80, 505-511.

(昭和56年9月30日受理)

(昭和57年2月13日発行)