

加齢に伴うML錯視の減少の研究(I)
—眼球のエイジングを明度対比の減少でシミュレートして—

浜口 恵 治*
(人文学部文学科心理学研究室)

A Study of the Age-Related Decrement in the Magnitude
of the Müller-Lyer Illusion, part I

—On the Effect of the Simulated Visual Receptor Aging
by the Decrease of the Brightness Contrast—

Keiji HAMAGUCHI
(Laboratory of Psychology, Faculty of Humanities)

Abstract: In the first experiment, the susceptibility to the distortion in the Müller-Lyer illusion was measured separately in the obliques-in figure and the obliques-out one at the childhood age levels (from five years until six years) and adolescent age levels (from eighteen years until twenty two years). The results indicated that the PSEs of the obliques-in figure decreased as the age increases, but such a trend was not found on the obliques-out figure. In the second experiment (some gray stimulus figures on the white ground and the black one), the visual receptor aging was simulated by the decrease of the brightness contrast. Contrary to the Pollack's hypothesis, the PSEs of the Müller-Lyer illusion figures did not decline when the contrast decreased.

幼年期から青年期にかけてミュラー・リャー錯視（以下の記述においてML錯視と略す。）は加齢に伴って減少する（安藤¹⁾, Piaget²⁾, Pollack^{3),4),5)}, Weintraub, Tong & Smith⁶⁾, Ebert⁷⁾, Ahluwalia⁸⁾）。しかし、それぞれの研究に用いられているML錯視図は、Pollack^{3),4),5)}, Weintraub等⁶⁾, Ebert⁷⁾は外向ML錯視図のみであり、Piaget²⁾は外向ML錯視図を標準刺激に内向ML錯視図を比較刺激に用いており、そして Ahluwalia⁸⁾は内向ML錯視図を標準刺激に外向ML錯視図を比較刺激に用いている（安藤¹⁾は用いたML錯視図について内向とも外向とも記述していないが、錯視量の大きさから推測して内向と外向ML錯視図が接次した Brentano formらしい。）。このうち、安藤¹⁾, Piaget²⁾, Ahluwalia⁸⁾の研究は、ML錯視を測定するのに比較刺激としてもう一方のML錯視図を用いているのは方法論上問題がある。つまり、加齢に伴って錯視が減少するという年齢傾向（以下の記述において、単に年齢傾向と略す。）が、内向と外向のどちらのML錯視に生じるのか、あるいは両方に生じるのか明確でない。したがって、外向ML錯視の年齢傾向は Pollack^{3),4),5)}, Weintraub等⁶⁾, Ebert⁷⁾の研究により明らかであるが、内向ML錯視に関してはそうでないといえる。

それで、内向ML錯視の年齢傾向を明らかにすると共に、併せて外向ML錯視の年齢傾向を確認するため、内向と外向ML錯視図をそれぞれ独立に用いて実験Iを行った。

* 本研究は、実験Iを原田清美氏、実験II A・II Bを沢村由美氏と松本智子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。

実験 I

被験者 幼児群として5才から6才の幼稚園児(高知芸術学園)18名(男:12名,女6名)を用いた。また成人群として18才から22才の大学生(高知大学)10名(男:6名,女:4名)を用いた。

刺激 標準刺激として内向(60°)と外向(300°)の2つのML錯視図を用いた。さらに練習試行用として180°ML錯視図を用いた。それぞれの主線の長さは10 cm,斜線の長さは3 cmであった。比較刺激は,0.5 cm ステップで変化する6.0~14.0 cmの直線であり,標準刺激の右側に提示された。それぞれの刺激図は白キント紙上に0.5 mmの中黒インクにて描かれ, Fig. 1の如く被験者より1 mの距離で提示された。

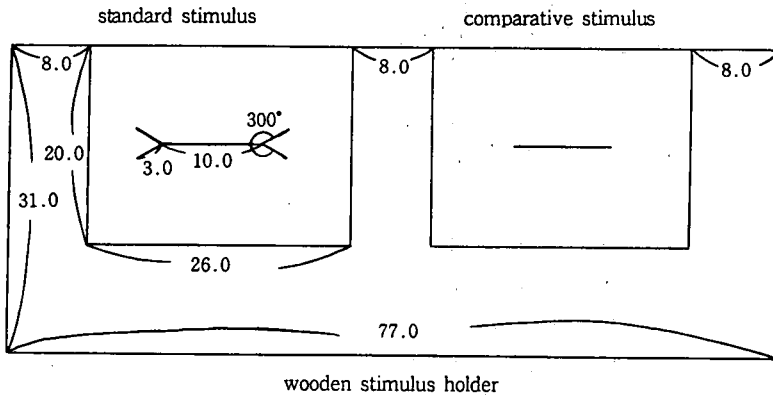


Fig. 1. Displacement of the stimulus (cm) (experiment I)

手続 極限法を用いた。上昇・下降系列各1回をランダム順に測定し,両系列のPSEの平均をその条件のPSEとした。幼児群に対しては,標準刺激か比較刺激の長い方を指で示させ,そして等しく見た場合は両手を挙げさせ,系列の打ち切りは逆転判断が2度連続した時にした。成人群には,標準刺激に対して比較刺激が,「長い」か「等しい」か「短い」か判断させ,一般的な極限法の手続を用いた。測定は,最初に練習試行の180°ML錯視図に対して行い,次いで,内向か外向ML錯視図をランダム順に行った。

結果

Table 1の如き結果を得た。それを Fig. 2に示した。そして,図形(内向と外向)2×年齢(幼児と成人)2の分散分析を行い Table 2を得た。内向と外向ML錯視図間の差,幼児と成人との差,および図形×年齢の交互作用は全て有意であった($F=1028.41$ $df=1/26$ $P<0.01$, $F=5.40$ $df=1/26$ $P<0.05$, $F=28.03$ $df=1/26$ $P<0.01$)。内向と外向ML錯視図別に t 検定したところ,内向ML錯視では幼児群と成人群との間に有意な差が得られたが($t=4.66$ $df=26$ $P<0.01$),外向ML錯視では有意な差が得られなかった($t=0.50$ $df=26$ NS)。これらの統計的検定の結果から解釈すると,内向ML錯視には年齢傾向が見られたが,外向ML錯視には,予想に反してそれが見られなかったことになる。

外向ML錯視の年齢傾向は多くの研究者間で見い出されている(Pollack^{3),4),5), Weintraub等^{6), Ebert⁷⁾}が,この実験では,幼児群より成人群のPSEが小さかったのであるが統計的に有意な差が得られなかった。この不一致の原因として次のことが考えられる。幼児群と成人群の練習試行}

Table 1. PSEs(cm) of the ML illusion figure (experiment I)

child group				adult group			
S _z	60°	180°	300°	S _z	60°	180°	300°
S ₁	8.25	9.88	11.75	S ₂₁	8.75	10.50	12.00
S ₂	7.50	9.25	11.25	S ₂₂	9.50	9.63	12.00
S ₃	8.13	9.38	11.38	S ₂₃	9.63	10.63	11.63
S ₄	7.88	9.63	11.88	S ₂₄	9.75	10.88	12.75
S ₅	9.38	9.75	12.23	S ₂₅	10.00	10.50	11.38
S ₆	7.50	9.63	11.88	S ₂₆	9.13	9.75	11.50
S ₇	7.75	8.75	12.13	S ₂₇	9.38	10.75	11.38
S ₈	7.63	8.75	11.13	S ₂₈	9.13	9.63	11.50
S ₉	9.00	11.25	12.88	S ₂₉	8.50	9.63	10.75
S ₁₀	8.75	9.75	12.00	S ₃₀	9.00	10.00	11.63
S ₁₁	8.75	9.50	11.63				
S ₁₂	9.00	8.88	12.25				
S ₁₃	8.75	9.75	12.38				
S ₁₄	8.50	10.13	11.38				
S ₁₅	8.38	9.00	11.63				
S ₁₆	8.13	10.13	10.75				
S ₁₇	8.13	9.63	11.63				
S ₁₈	8.38	9.75	11.38				
M	8.32	9.60	11.75	M	9.28	10.19	11.65

Table 2. Analysis of variance (experiment I)

Source	SS	df	MS	F
A(figures)	13084.57	2 - 1 = 1	13084.57	1028.41**
B(groups)	226.80	2 - 1 = 1	226.80	5.40*
C(subjects)	1091.20	(18-1)+(10-1)=26	41.97	3.29**
A × B	356.63	1 × 1 = 1	356.63	28.03**
Error	330.80	26 × 1 = 26	21.72	
Total	15090.00	(18+10) × 2 - 1 = 55		

(* P<0.05, ** P<0.01)

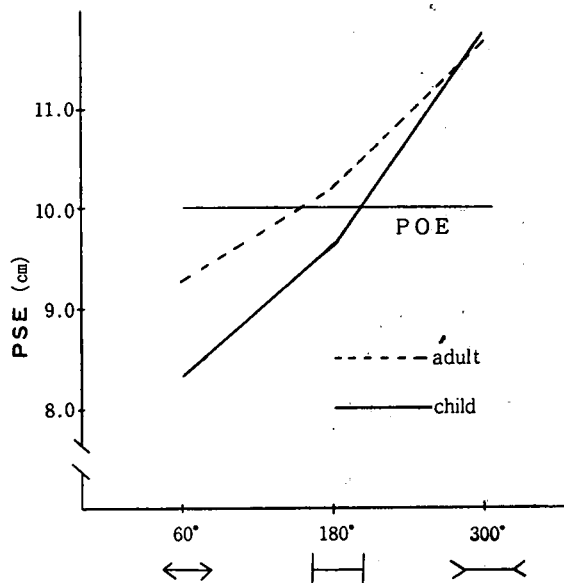


Fig. 2. PSEs of the ML illusion figure at each group (experiment I)

における180°ML錯視図のPSEをTable 1およびFig. 2より見ると、成人群ではPOEと殆んど差がない($t=1.18$ $df=9$ NS)のに、幼児群ではPOEよりずいぶん小さなPSEを得ている($t=2.87$ $df=9$ $P<0.02$)。本来、180°ML錯視図は錯視を生じないはずである。成人群では一般的な極限法を用いたが、幼児群には、測定の理解が容易なように少し変化させた極限法を用いた。このことが原因して幼児群の外向ML錯視図のPSEをいくぶん小さくさせ、成人群との間に有意な差が得られなかったのではなかろうか。同様のことは内向ML錯視図についてもいえ、幼児群と成人群との非常に大きな差はいくぶん割り引いて考えねばならぬであろう。

ML錯視の年齢傾向現象の説明に対して心理的な原因を説ける立場と、生理的な原因を説ける立場とがある。前者はPiaget²⁾であり、彼は、錯視は1次の効果である場の効果と2次の効果である知覚活動(perceptual activity)とにより生じ、場の効果は加齢と共に減少し、かわって知覚活動が優勢となり、この知覚活動がML錯視を減少させると主張している。後者として、眼球のエイジング(aging)による瞳孔径の縮小、水晶体の黄変等により網膜照度は低下するとWeale⁹⁾の研究に基礎を置いて、Pollack^{3),5)}は眼球のエイジングによる網膜照度の低下が図地明度対比(以下の記述において、単に明度対比と略す。)を減少させ、これがML錯視の年齢傾向を生起させると主張している。

このPollack説を検証するため、Ebert & Pollack¹⁰⁾、Ebert¹¹⁾は、白地におけるML錯視図の明度を変化させて明度対比を減少させることにより眼球のエイジングによる明度対比の減少をシミュレートした実験を行い、それによるML錯視の減少を見い出している。

しかし、これらの実験では、刺激提示時間が0.5秒の時Pollack説を支持する結果を得ているが、Ebert等¹⁰⁾は1.5秒条件では明度対比の減少に対して逆にML錯視が増大している。さらにEbert & Pollack¹²⁾は、4.5秒と9.0秒条件でも同様の実験を行ったが、有意な明度対比効果を見い出していない。このように刺激提示時間の長短により異なる結果が生じるのは、Pollack説の一般化に疑問を投げかけることになる。何となれば、ML錯視の年齢傾向は、本実験Iの2・3秒に及ぶ

刺激提示時間の場合にも見い出されており、安藤¹⁾、Piaget²⁾、Ahluwalia⁸⁾でも関連する記述より推測すると提示時間は長く、それぞれにML錯視の年齢傾向が見い出されている。

Ebert等¹⁰⁾、Ebert⁷⁾は刺激図の視角が $1^{\circ}07'$ という非常に小さな外向ML錯視図を用いている(その理由については考察において述べる)。ML錯視の年齢傾向は、もっと大きな視角の刺激図を用いた本実験Iでも見い出されており、安藤¹⁾、Piaget²⁾、Ahluwalia⁸⁾も大きな視角の刺激図を用いている。

Pollack説の一般性を検討するためには、比較的長い刺激提示時間、大きな視角の刺激図さらに内向ML錯視においてもEbert等¹⁰⁾、Ebert⁷⁾の0.5秒刺激提示条件と同じ結果を得る必要があるだろう。以下の実験でPollack説の一般性を検討することにする。

実験IIA

被験者 大学生10名(高知大学)(男:5名,女:5名)を用いた。

刺激 マンセル・グレー・スケールで、 $N=9.5$ の白地に、同じく $N=2.5$ (黒)、5.5(中灰)、8.5(明灰)で描いた錯視図を用いた。標準刺激は主線の長さが10 cm(視角 $12^{\circ}07'$)、斜線の長さが3 cm、線の中が0.4 cmで、鈍角が 60° 、 120° 、 180° 、 240° 、 300° の5種類のML錯視図である。比較刺激は、線巾が0.4 cmで、3.5 cmから15.0 cmまで連続的に調節できる直線であり、標準刺激の右側に提示された。地の明度は $N=9.5$ であるが、直線の明度は対になる標準刺激の明度と同じになる様に変化させた。このように、図の明度 $3 \times$ 鈍角 $5 = 15$ 種類の刺激図形が用意された。Fig. 3はその1つを表している。

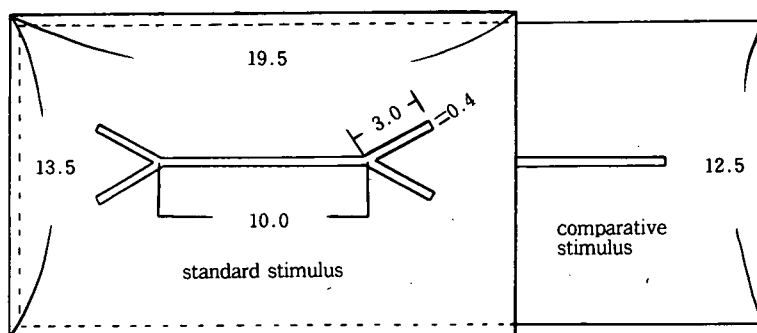


Fig. 3. The stimulus figure (cm) (experiment IIA, IIB)

手続 被験者調整法を用い、上昇系列4回下降系列4回、計8回のPSEの平均をもって1条件のPSEとした。各系列はランダム順で行った。15条件はランダムな順序で測定された。実験者は測定に際して被験者に、標準刺激の主線部分ばかりに注意ををらわずに図形全体を見るように、又、線巾が0.4 cmもあるため主線の範囲が不明確であるかもしれないので、別に中心線を書き加えたML錯視図を示し、その中心線における主線の長さにおいて判断するように注意した。さらに比較刺激の長さが調節前に毎回一定にならぬようにした。観察距離は約45 cm、実験所要時間は15分から46分で、1人平均28.4分であった。

結果

Table 3.の如き結果を得た。それをFig. 4に示した。さらに分散分析したところTable 4の

如くなった。 鋭角条件間には有意差が得られた ($F=72.28$ $df=4/36$ $P<0.01$) が、 明度条件間と 鋭角×明度の交互作用は 有意でなかった ($F=1.74$ $df=2/18$ NS , $F=0.99$ $df=8/72$ NS)。 これらの結果から解釈すると、 外向ML錯視において明度対比の減少に伴う錯視の減少が見られないばかりか、 内向ML錯視においても見られず、 この実験の結果は Pollack 説を支持していないことになる。

Fig. 3. The stimulus figure (cm) (experiment IIA, IIB)

Values	N2.5					N5.5					N8.5				
	60°	120°	180°	240°	300°	60°	120°	180°	240°	300°	60°	120°	180°	240°	300°
S ₁	10.00	10.24	10.55	11.83	12.55	9.84	9.85	10.61	11.54	12.15	9.86	10.34	11.19	11.85	12.09
S ₂	10.01	10.39	10.88	12.28	12.60	9.93	10.06	10.49	12.05	12.50	10.10	9.74	10.61	12.06	12.88
S ₃	8.45	8.59	9.54	10.44	11.33	8.78	8.84	9.90	10.05	11.39	8.46	9.25	9.63	10.33	11.01
S ₄	9.85	9.48	10.34	11.66	11.06	8.63	10.06	10.14	11.33	11.35	8.79	9.74	10.59	11.33	11.25
S ₅	10.45	9.88	10.01	11.41	11.23	10.37	9.75	10.00	10.93	11.09	9.50	10.15	10.29	11.00	11.53
S ₆	8.69	8.81	9.33	10.40	10.39	8.48	9.14	9.35	9.94	10.45	8.71	9.19	9.36	10.55	10.56
S ₇	10.14	10.45	10.71	11.58	11.58	10.56	10.65	10.14	11.05	11.48	10.31	9.98	10.48	11.25	11.86
S ₈	9.20	9.60	9.75	10.95	12.14	9.66	9.80	10.35	11.05	11.93	9.36	9.36	10.28	11.46	12.13
S ₉	11.31	11.55	11.33	11.64	12.84	11.28	10.81	10.81	11.96	12.61	10.79	11.46	10.65	11.58	12.68
S ₁₀	10.30	10.54	10.38	12.14	11.65	10.39	10.76	10.51	11.56	11.83	10.68	10.31	10.75	11.41	11.48
M	9.84	9.95	10.28	11.43	11.74	9.79	9.97	10.23	11.15	11.68	9.62	9.95	10.38	11.28	11.75

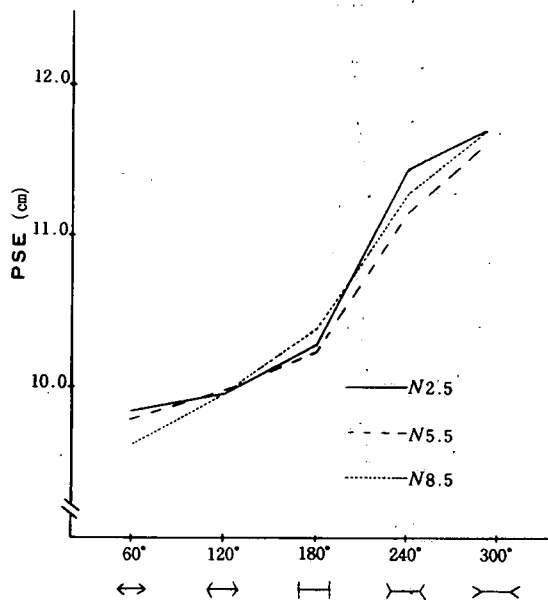


Fig. 4. PSEs of the ML illusion at each value (experiment IIA)

Table 4. Analysis of variance (experiment II A)

Source	SS	df	MS	F
A(values)	1825.10	3 - 1 = 2	912.55	1.74 NS
B(degrees)	879216.20	5 - 1 = 4	219804.05	72.28 **
C(subjects)	510942.20	10 - 1 = 9	56771.36	79.42 **
A × B	5632.90	2 × 4 = 8	704.11	0.99 NS
A × C	9415.00	2 × 9 = 18	523.06	0.73 NS
B × C	109471.40	4 × 9 = 36	3040.87	4.25 **
A × B × C	51466.30	2 × 4 × 9 = 72	714.81	
Total	1567969.10	3 × 5 × 10 - 1 = 149		

(** P < 0.01)

Pollack^{3),4),5)}は黒地に白図のML錯視図を用いて年齢傾向を見出している。それで、黒地に白図である他は全て実験 II A と同じ条件で、さらに実験を繰り返してみた。

実験 IIB

被験者 大学生(高知大学)10名(男:実験 I A の1名を含む5名,女:同2名を含む5名)を用いた。

刺激・手続 地の明度が N=1.5 である他は全て実験 II A と同じである。なお実験所要時間は20分から55分で、1人平均37.5分であった。

結果

Table 5 の如き結果を得た。これを Fig. 5 に示した。さらに分散分析して Table 6 を得た。

Table 5. PSEs (cm) of the ML illusion figure (experiment IIB)

Values Degrees S _i	N2.5					N5.5					N8.5				
	60°	120°	180°	240°	300°	60°	120°	180°	240°	300°	60°	120°	180°	240°	300°
S ₁	8.91	8.81	8.98	10.91	11.96	9.68	8.89	9.43	10.90	12.43	9.48	8.86	9.69	10.68	12.85
S ₂	9.45	9.91	10.63	11.16	12.73	9.40	9.90	10.35	11.26	12.33	9.81	9.75	9.70	11.66	12.23
S ₃	8.51	9.63	9.48	10.79	11.73	9.06	9.86	9.36	11.31	12.30	9.34	8.78	9.31	10.51	10.99
S ₄	11.09	11.01	11.18	12.19	11.59	10.93	10.89	11.98	11.90	11.96	10.40	11.10	11.15	12.21	11.73
S ₅	9.83	10.05	9.91	10.30	11.31	9.51	9.30	9.49	10.41	11.55	10.19	9.51	9.88	10.66	11.38
S ₆	9.33	9.96	9.71	12.16	12.78	9.60	10.34	9.79	11.94	12.95	9.54	10.69	10.20	11.91	13.05
S ₇	9.53	10.08	10.40	10.39	10.56	10.31	9.81	10.54	10.55	10.39	10.11	9.78	10.29	10.49	10.95
S ₈	9.58	10.33	10.13	11.48	11.75	9.58	9.76	9.95	11.41	12.24	9.26	9.70	10.08	11.09	12.14
S ₉	9.18	9.51	9.23	10.74	11.74	8.73	8.95	8.89	10.86	11.94	9.06	8.93	9.75	10.46	12.39
S ₁₀	9.99	10.10	10.15	10.85	10.75	9.96	9.64	10.40	11.53	10.70	9.64	9.49	10.80	11.00	10.86
M	9.54	9.94	9.98	11.10	11.69	9.68	9.73	10.02	11.21	11.88	9.68	9.66	10.08	11.07	11.86

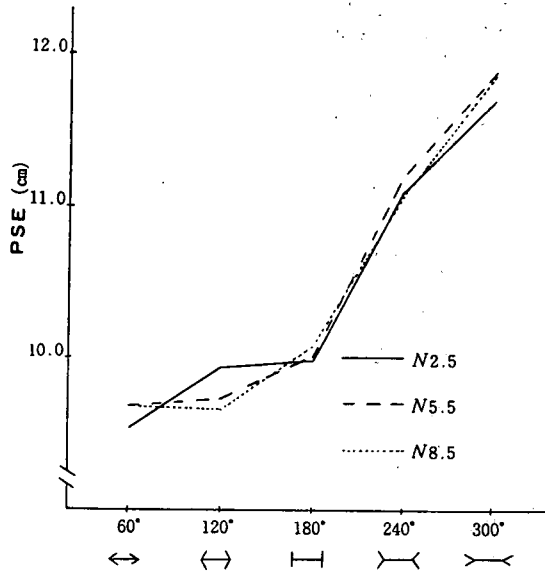


Fig. 5. PSEs of the ML illusion figure at each value (experiment IIB)

Table 6. Analysis of variance (experiment IIB)

Source	SS	df	MS	F
A (Values)	729.50	3 - 1 = 2	364.75	0.29 NS
B (degrees)	1078572.20	5 - 1 = 4	269643.05	36.85 **
C (subjects)	260074.60	10 - 1 = 9	28897.18	35.13 **
A × B	8560.40	2 × 4 = 8	1070.05	1.30 NS
A × C	22448.90	2 × 9 = 18	1247.16	1.52 NS
B × C	263388.10	4 × 9 = 36	7316.34	8.89 **
A × B × C	59226.50	2 × 4 × 9 = 72	822.59	
Total	1693000.20	3 × 5 × 10 - 1 = 149		

(** $P < 0.01$)

缺角条件間には有意差が得られた ($F=36.85$ $df=4/36$ $P<0.01$) が、明度条件間と缺角×明度の交互作用は有意でなかった ($F=0.29$ $df=2/18$ NS, $F=1.30$ $df=8/72$ NS). これらの結果から解釈すると、実験 II A と同様に、外向 ML 錯視も内向 ML 錯視にも明度対比の減少に伴う ML 錯視の減少が見られず、Pollack 説を支持する結果が得られなかったことになる。

考 察

ML 錯視の年齢傾向の原因を眼球のエージングに求める Pollack 説を検証すべく、明度対比を減少させて眼球のエージングをシミュレートした実験を行ったが、Ebert 等¹⁰⁾、Ebert⁷⁾の結果と一致しなかった。しかし、Ebert 等^{10),11)}も刺激提示時間が1.5秒以上の条件では Pollack 説を支持する結果を得ていなかったのであるから、本実験 II A・B の調整法を用いた比較的長い刺激提示事象において Pollack 説を支持する結果が得られなかったことは、あるいは Ebert 等^{10),11)}の長い

刺激提示条件の結果と一致したといえるかもしれない。

Ebert 等²⁾は、このような刺激提示時間が長くなると明度対比の効果がなくなることに対して、それは被験者が図形を分析的に見るようになるからだと説明している。しかし、Pollack が ML 錯視の年齢傾向を見い出しているのは、刺激提示時間が、0.1秒³⁾、0.5秒⁴⁾、1.5秒⁵⁾の条件においてであり、Ebert 等¹⁰⁾が Pollack 説を支持する結果を得なかった1.5秒条件で、Pollack⁵⁾は ML 錯視の年齢傾向を見い出している。他にも、1.5秒以上の刺激提示時間で ML 錯視の年齢傾向を見い出している研究は多くあることは先述したとおりである。このように0.5秒条件のみで明度対比の減少に伴う ML 錯視の減少を見い出したとしても Pollack 説を支持したとはいえないであろう。眼球のエージングを明度対比の減少によりシミュレートして Pollack 説を一般的に支持するためには、刺激提示時間の長短にかかわらず ML 錯視が減少するという一致した結果が得られなければならない。

又、Pollack を支持する Ebert 等^{10),11)}、Ebert⁷⁾は、視角が2°以内という非常に小さな ML 錯視図を用いている。この理由は、刺激提示時間を0.5秒に設定したと同じ理由で、視角が大きくなると眼球運動が活発になり、図形の部分間の比較分析を行うようになるという明度対比以外に ML 錯視に影響を及ぼす余分な要因が混入することを避けるためらしい。しかし年齢傾向は、視角約6°の本実験 I でも見い出されており、視角の大きさの記述はないが、関連する記述より推測すると、安藤¹⁾、Piaget²⁾、Ahluwalia⁸⁾も視角が数度の ML 錯視図で年齢傾向を見い出している。だから、Pollack 説を一般的に支持するためには、視角の大小にかかわらず、明度対比の減少に伴い ML 錯視が減少するとの一致した結果を得る必要がある。

本実験 II A では、比較的長い刺激提示時間、比較的大きな視角(12.7°)の ML 錯視図を用いて実験を行ったが Pollack 説を支持する結果が得られなかった。又、実験 IIB では、Pollack^{3),4),5)}が年齢傾向を見い出した実験で用いた黒地に白図の ML 錯視図という条件で同様の実験を行ったが、Pollack 説を支持する結果が得られなかった。このような結果より判断すると、Pollack 説を一般的に支持するには疑問があるといえよう。

浜口¹²⁾は眼球のエージングをシミュレートするには、明度対比は一定にして、フィルターか照明光の変化により、網膜に結像した刺激図全体の明度を変化させ、図地明度差(以下の記述において単に明度差と略す。)のみを実験変数とすべきであると主張している。幼児と成人に全く同じ ML 錯視図を観察させて年齢傾向を得ているわけだから、明度対比は幼児も成人も同じであり、ただ成人は眼球のエージングにより網膜に到達する光の量が減少し、幼児より図と地の明度差が減少するはずである。例えば、幼児に比べて成人は網膜に到達する光の量が半分に減少すると仮定した場合、網膜像のレベルで、幼児(図の明度(f)/地の明度(g))と成人(0.5f/0.5g)の明度対比は分子と分母の倍率が同じであるから1となり、幼児と成人の明度対比は等しい。しかし、明度差は、幼児(f-g)と成人(0.5f-0.5g=0.5(f-g))と比べると成人は幼児の半分になる。地の明度を一定にして図の明度を変化させて明度対比を減少させれば、結果的に明度差も減少させ、眼球のエージングをシミュレートすることになる。このようにして本実験 II A・IIB, および Ebert 等^{10),11)}、Ebert⁷⁾は Pollack 説を検討すべく実験したのであるが、前述の如く皮肉にも明度対比という余分な要因が統制されていないことになる。よって、Pollack 説の検討は、さらに、フィルター等により明度対比を一定のままにして、明度差のみを変化させて眼球のエージングをシミュレートした実験の結果を待つ必要がある。

References

- 1) 安藤照子 対象認知における方向規制の発達の研究 奈良女子大学文学会研究年報, 1961, **4**, 79-99.
- 2) Piaget, J. 久保田正人訳. 知覚の年齢による発達. (ピアジェ・フレズ編・波多野・南監修・現代心理学Ⅳ, 知覚と認知, 白水社, 1971, 所収)
- 3) Pollack, R. H. Contour detectability threshold as a function of chronological age. *Perceptual and Motor Skills*, 1963, **17**, 411-417.
- 4) Pollack, R. H. Simultaneous and successive presentation of elements of the Mueller-Lyer figure and chronological age. *Perceptual and Motor Skills*, 1964, **19**, 303-310.
- 5) Pollack, R. H. Mueller-Lyer illusion: Effect of age, lightness contrast, and hue. *Science*, 1970, **170**, 93-95.
- 6) 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.
- 7) Ebert, P. Effects of lightness contrast and fundus pigmentation on age-related decrement in magnitude of the Mueller-Lyer illusion. *Perceptual and Motor Skills*, 1976, **42**, 1276-1278.
- 8) Ahluwalia, A. An intra-cultural investigation of susceptibility to 'perspective' and 'non-perspective' spatial illusions. *The British Journal of Psychology*, 1978, **69**, 233-241.
- 9) Weale, R. A. Retinal illumination and age. *Transactions of Illuminating Engineering Society (London)*, 1961, **26**, 95-100.
- 10) Ebert, P. C., & Pollack, R. H. Magnitude of the Mueller-Lyer illusion as a function of lightness contrast, viewing time, and fundus pigmentation. *Psychonomic Science*, 1972, **26**, 347-348.
- 11) Ebert, P. C., & Pollack, R. H. The effect of lightness contrast, tachistoscopic duration and fundus pigmentation on the magnitude of the Mueller-Lyer illusion. *American Journal of Optometry and Archives of American Academy of Optometry*, 1973, **50**, 872-878.
- 12) 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.

(昭和57年9月28日受理)

(昭和58年3月30日発行)