原 著

環 狀 視 標 に 依 る 視 力 の 分 析 的 研 究

Analytical Studies of Vision by Use of Ringshaped Visual Targets.

日本醫科大學眼科教室 (主任 中村康教授)

初 田 博 司

Hatsuda Hiroshi

I 緒 論

視器の能力即ち視機能に關する研究は戰前戰後を通じて活潑な研究が続けられているが近來平假名試視力表の作成並に色の研究に當り更に視力に關する基礎的な検討が要請されるに及んで、私は過般來當教室に於ける網膜構造と視力との關係の系統的研究の一部として視力計測の基準たる「ラ環」が如何なる性質を有するものなるかを生理學的に追究し、同時に「ラ環を基準とする各種變型視標を用いて、其の變化が視力に及ぶ影響を分析的に實驗研究する機會を得たので茲に報告する次第である。

II 文獻批判

此處に述べる文獻は最近の本邦に於けるものを主とし、且つ本實驗研究に直接關係あるものみに止めることにしたい。

A. 視力の本態に就ては最近では神谷氏は視力の成立は網膜に於ける光化學的變化の結果であるとし、本川氏は網膜の電氣生理の方面から追究を試みた。川上氏は先に理論視力學を提唱し、臼田氏は「ラ環による視力検査の結果から「ラ環を用いる視力検査は分離最小限の検査ではなくて Hering の所謂光學的部位神即ち物體の外圍 Konturen を感覺する能力の検査であるとした。又臼田氏は網膜構造と視力の關係に論及し「ラ環による視力検査で得た成績から Hansen の網膜に於る感受體は圓錐體外節なりとの説に賛成しているが、然も尚ほ視力の本態は充分に開明せられてはいない。

B. 視標の切目の認識に就ては中島氏等の低照

度に於ける視距離の變動範圍が「ラ環は大きく、U字型は小さいことを示し、畑氏は「ラ環の切目の方向は亂視と關係なく視力に變動を來すことを知らしめ、大島氏は明暗による「ラ環の切目の視認の變化する状態や「ラ環の太さ及び切目を變化させた時の視價の變化を調べ、「ラ環の視認は切目の視角のみに影響せず全體としての印象即ち廣義の形態覺によつてなされるものとしている。又中村氏は i 型視標と「ラ環とは等距離で見得るとしたが、山地氏によれば此の成立は或範圍に限られ、i が「ラ環に比し或照度以下では良く見えるという。更に山地氏は最小分離角の意味に於ける視力の研究の視標として「ラ環を用いる時は切目の方向のみを言い當てる方法ではなく、切目をはつきりと認識する點を測るべきであるとし、尙「ラ環のみならず一般の視標の認識に於て視角を以て説明出来るのは視標中の認識を左右する部分が相似的に變化する場合に限られるとし、立體角説を主張している。鈴木氏も亦二つの圓は分離神、「ラ環は形態神を意味するとの考え方を採つた。又齋藤氏によると視力は分離域を主として考えられているが實際的には分離域のみではなく全體としての視認が重要であり、視力の動搖は空間神と分離神の混合して表現される視認力のためであるという。小谷氏は所謂 1 分角視以上の視力の反覆測定値に動搖多きことを示したが荻野氏は之に對して精密試視力表 1.5 以上の測定値に動搖多きは視認力として考えて理解するのがよいと追加している。「ラ環の視力測定の基準視

標としての価値は以上の如く考えられており、單に切目の視角のみではなく全體としての形態覺が視價に影響する事が一般に認められている所である。

C. 試視力表に採用すべき文字、數字の撰定に就ては、中村氏等¹⁵⁾の基礎的研究や、笹野氏¹⁶⁾の數字の研究があり、其の結果に對する小島氏¹⁸⁾、大島氏¹⁹⁾及び私等の批判があるが、清家氏は視標の良否を決定する際には必ず透視距離²¹⁾及び確認距離を測定すべきものとし、山森氏は確實に判讀出来る視力を V_1 とし、いくらかでも判讀出来る視力を V_2 とし、 $\frac{V_2 - V_1}{V_1}$ を其視標の不確實係數と名づけ、この係數の小なる程優秀なる視標であるという。從來試視力表の文字、數字の視價の決定には何れも基準單位「ラ環と其の視價を實驗的に比較し補正する方法が採られて居り、純粹に數學的理論的に視價を同一ならしめる様な方法即ち或る文字又は數字に對して一定の視價を有すべく構成を決定する爲の形、太さ、間隙及び方向等の數値や角度が算定出来る迄に到つて居らないのであるが、この算定に必要な數學的理論的根據はおそらく極めて複雑な因子から成つているものと見てよく、視力變動を左右する他の因子の追究と共に今後の研究に挨つべきものと考えられる。

D. 視力を左右する條件として挙げられるものは色々ある。例えば大島氏に依れば視標の性状、視標の背景、検査室の照明、視力表の照明、瞳孔の大きさ、觀察持續時間、眼球運動、年齢、心理的要素²³⁾(注意力、智能、疲勞等)などであり、荻野氏等によれば検査距離、照度、對比、視標の種類、調節、網膜刺激部位、眼球の動搖、眼位、錯覺、空氣の透明度、被験者の智慧及熟練等である。此等の因子の追究は多くの研究業績により漸次に明らかにされつゝあるが、最近の主要なる文献につき批判することとする。

1) 視標の性状による視力の變動はPergens⁸⁾、國井氏や大島氏等により調べられた。大島氏は「ラ環の太さを太くし、或は切目を小さくするに従い視認距離の平均が減少することを各數個の視標により實證したが、太さを増した二個の

數値のみを示しているのみで内徑を一定としたか外徑を一定として内徑を減じたかの記載がない。又大島氏は環の中央白き部分に着眼し、之を黒く塗つたものの切目の長さを更えても視價は殆ど有意な差なく、環が大きくなると切目の視認が悪くなり、2點の識別に近づくとしている。國井氏は對比現象の視力に及ぶ影響を知ろうとして、Pergens の實驗を追試し、「ラ環の切目のみを残して中央の部分に黒く塗る時は視力の低下をみるといい、1.0の視力が0.7程度に落ちることを示し、更に鉤狀視標の周囲の地の對比を變化させて視力の變動を認め、又一般に黒地の白の方が白地に黒の視標より容易に認識せられるとし、全てを川上氏の説に根據を求めて説明している。臼田氏⁴⁾は之に對して所説を異にし、網膜映像の動搖、對比、圓錐體の密度及び大きさ等のほか錯覺によると考え、錯覺説を主張した。Musylev (1937)は、所謂 Aubert-Förster 氏現象即ち近距離視力が遠距離視力より良好である事實が、視標の背景によるものである事を實證した。清家、平尾氏等は隱顯式²⁶⁾の一種たる海軍式視力表と伊東式視力表の「ラ環の視力は前者の方が良い事を示し、視標の周囲乃至背景等が視標の認識に相當度の影響を及ぼすことを看過し得ぬという結果を出している。

2) 照度と視力との關係は當然瞳孔の大きさに關聯するものであらう。此の問題に就ては小口氏²⁷⁾、廣田氏²⁸⁾の研究があり、最近では清家氏²⁹⁾、小島氏³⁰⁾、山地氏¹⁰⁾、笹野氏¹⁶⁾等により報告があるが、何れも König に依つて明らかにされた如く、視力は照度の對數に比例するという結果に一致する様である。但し須田氏³¹⁾はこの結果が Weber-Fechner の法則とは全く無關係であることを主張して川上氏の説に賛成し難いと云つて居る。更に庄司氏³²⁾に依れば各照度に於ける視力の誤差の上限と下限を求めると、視力は 500 Lux に於て安定し、誤差變動率及び誤差の幅が最も小さい結果を得、若しも誤差を少くするならば 500 Lux の照度を採るべきであると發表した。

3) 視距離と視力との關係は空氣の透明度及

び調節に關聯をもつ。³³⁾ 近來鈴木氏の遠距離視力、星野氏の近距離視力の研究があるが、本實驗に關係あるものとしては小島氏の報告が出て³⁴⁾ いる。小島氏は試視力表につき³⁵⁾ 3~10米迄の1米毎に視力を測定した結果、視認距離のみでなく視認徑路にも個人差があるとし、視力の變動範圍は5米より10米の方が少く、視力の累加のあるものもあり、5米視力と10米視力の比は2なるべきであるが文字數字では必ずしもそうとは言えず、唯「ラ環に關してのみ $\alpha=0.05$ ³⁶⁾³⁷⁾³⁸⁾」で大體2になつてゐることを示した。又小島氏は石原氏表、中村氏表及び中島氏表の各試視力表について3~10米迄1米毎に視力を測定してみると、視力/視距離の比が視距離となす關係は、拋物線或いは指示曲線の二つの型に於て見出されることを指摘している。

4) 其の他として畑氏は「ラ環の切目の方向を更えて反覆視力を測定すると、切目の徑線³⁹⁾の方向によつて可成り視力の變動を來し此の變動は亂視等の屈折異常とは無關係に起るものであるという。富安氏は視力變動の因子を追究し視力の日差は一日平均變動量が⁴⁰⁾ 大體0.3程度であるとした。又富安氏は日差は照度を一定とするとき半減するが、アトロピンにより調節を除去するとき尚ほ殘る變動について、酸素の網膜並に視中樞への供給の狀態に關係あるものと推論している。

5) 視力の累加の因子としては練習効果及び兩眼視等がある。⁴¹⁾ 濱氏は兩眼視することに依つて5米「ラ環使用晝間視力では最低1.0倍、最高1.666倍で、平均1.1867倍の累加をみた⁴²⁾ という。一方占部氏は片眼視力が著しく障礙されている様な時に兩眼視の視力は健常眼のみの片眼の視力よりも悪いという事實を教えている。芥川氏はあくびによる視力累加を説明した。⁴³⁾

6) 視力低下の因子について占部氏は固視する場合に刻々に視力の低下をみると瞬目がこの低下を防ぐに役立つ事を示したが、即ち觀察時間の持續による疲勞の問題に歸着せしめてよいとしている。⁴⁵⁾ 又井上氏は、用紙光澤の視力に及ぶ影響をあげ、眩暈によるものと主張した

以上の文献に現われている視力の研究の分野の擴がり、實驗研究に際しての充分な條件の吟味の必要と、二三の實驗の結果からして直ちに視力の本態を把握しようとする事がむしろ無謀に近いものなるを教えている。本川氏は網膜電流(腦波)を利用して全く他覺的に視力の問題を取扱おうと試みる絲口を見つけているが、この方法すらも他の多くの視力變動の因子を無視しては全く意味のない結果を生む事となるので、中島氏は⁴⁶⁾ 近來の視力問題の傾向を綜説しているが、現在の此の方面の研究者の多くはむしろ視力を左右する因子の探究と其の相互關係の整理を主としている現状であると謂うことが出來よう。色と視力との關係の研究に當つての實驗計畫も試視力表作成のための視標の視價決定に必要な數學的理論的根據を知らんとするも、先づ上述の如き諸條件に更に検討を加えて然る後に手をつけ得る問題であらうと思う。

Ⅱ 實驗

A. 實驗目的

私は視力(視機能)の生理學的追究の一つの方向として、視力測定の基準たる「ラ環の有する性質の究明を志した。即ち視力を左右する因子の一つたる視標の性狀を知らんとして「ラ環の切目環及び周圍の變化が視力に及ぼす影響を調査し、「ラ環及びその變型視標の視價(視標値)の相對的比較を行い、試視力表に採用すべき文字、數字等の視標の視價を一定ならしむる爲の理論的根據の把握に資せんとし、同時に色と視力の研究に採用する環狀視標の基礎的検討を加えるを目的とした。

B 實驗方針

1 視標

1) 環狀視標に就て

視力の實驗研究に採用された視標の種類につき文献を調査し又現在行われつゝある所をみると、視標の形は色々あつてi字型、蜂巢型、點狀、「ラ環、分銅型、コ字型、V字型、平行線、U字型、鉤狀、文字或は數字等々枚舉にいとまなく其の種類は甚だ多い。此等の視標は各研究者に依り夫々の理由があつて考慮撰擇されてい

るのであろうが、採用された視標は其の研究に對して可成り決定的な要素として大きな意味をもつこととなり、場合によると其の實驗研究の廣さと深さを不必要に限定してしまうのみか、時にはその研究業績の價値の如何を左右する程の重要さを含んでいるものと見なければならぬ。採用すべき視標は最も普遍性に富み且つ出来る限り數値的に正確を期する必要がある。私は本實驗研究の當初に如何なる形の視標を採擇するかの際に慎重を期し、「ラ環を基準にとり其の變型をも含めた一群の視標を用いる事に決定したが、其の理由をあげると次の如くなる。即ち「ラ環の中央の廣さを無限大に擴げた極限はi型視標にはかならない。蜂巢型視標の蜂の巣の個々につき視力を調べることは「ラ環を廻轉してその切目の視認につき調べることゝ一致する。2點を視標とするとき1點を中心とし他點がこれに接して或は一定距離をおいて廻轉して其の分離性を調べることは即ち「ラ環の變型視標の廻轉と同意義をもつ。以上の如く「ラ環はi型、蜂巢型、點狀等の各基礎視標との間に密接な關係が認められる。

2) 視標の型式の決定

「ラ環の有する性質を詳細に知るためには「ラ環を次の4個の因子の組合わされたものとして考えるのが都合がよいと思う。即ち切目、環、中央及び外圍の二つの素地である。次に各因子に對して夫々明度對比、大きさ及び形狀の變化を與えてみると第1表の様になる。

第 1 表

「ラ環 變化	素 地		環	切 目
	中 央	外 圍		
明度對比	白 (黒白) 黒	白 (黒白) 黒	白 (黒白) 黒	白 (黒白) 黒
大 き さ	廣 さ	廣 さ	太 さ	幅と長さ
形 狀	圓 其他	圓 其他	圓 其他	圓 其他

私は表に依つて「ラ環の各部分の變化の組合

せを考えると共に、「ラ環の對稱としてi型視標を用いる事とした。

3) 視標の大きさ

私が採用せる基準「ラ環視標の大きさは0.5單位に相當するものを採つた。本實驗研究に0.5單位「ラ環を基準とする大きさが好都合である理由としては、次の如き利點を有するによる。即ち

(a) 「ラ環の各部分即ち切目の幅、環の太さ、中央徑並に外徑の數値が簡単な整數より成ること。

(b) 視標作成上、寫眞法或は打抜法の何れによるも最も取扱ひ易い大きさであること。

(c) 理論上0.5單位「ラ環の視認距離10米なる視力は1.0なる理より、視認距離の數値(米)の小數點を打ちかゝるだけでそのまゝ其の視標の視價(視標値)を示すか又は視力を示すこと。

(d) 健常視力(1.0以上)を有する者を被験者とするとき、0.5單位「ラ環の大きさ程度の視標の視認點の多くは視標前10~20米附近に分布すべく豫想され、實驗場所は約30米もあれば足りること。

(e) 實驗距離が此の範圍にあれば距離による誤差は影響少く、此れ以上視標の大きさを大とするも小さくするも誤差は大きくなる筈であらう。

4) 視標の分類

私は上述せる如く先づ視標の基準を「ラ環に求め、次で「ラ環の各部分の變化を考えて環狀視標の型式を決定し、0.5單位の大きさを採用して實驗項目別に系統的に分類した。其の分類は次の如くである。

A 「ラ環の切目の周圍の明度對比の變化視標群」

B 「ラ環の切目と環並に周圍の大きさの變化視標群

(1) 「ラ環の中央及び外圍の廣さ

(2) 「ラ環の切目の幅と長さ

(3) 「ラ環の太さ

C 「ラ環の切目の形の變化視標群

以下茲に分類せられた視標の成立に就て述べよ

う。第1表の「ラ環各因子の組合せを考え且つ「ラ環がiの様に中間に間隙のある線の遊離端を曲げて輪にしたものである事から、i型視標を「ラ環の對稱に取つて考えることにしたのは前述の通りである。環狀視標の基準「ラ環は0.5單位のもの即ち外徑15耗切目の幅環の太さ夫々3耗で、對稱のi型視標は全體の長さは切目及幅3耗の7倍のもの即27耗を基準とし、切目を中央に移動するに切目の幅 $\times$ 3段階とし、一般に切目の幅や長さを變化させるには恒にi型の頂點を正方形として作ること及び太さは基準のまゝの形で變化せしめる様にした。

A 明度對比の變化視標につき分類せられた視標の種類は第1圖及び第2圖を主として更に第3圖乃至第5圖に及んでいる。「ラ環とi型とを比較するに、「ラ環の中央白色部を黒く塗ることはi型の右方(又は左方)を黒くするに等しく、i型の左方(又は右方)を黒くする事は「ラ環の外圍を黒く塗る場合と同意義をもつ。此の考え方からすると「ラ環及び對稱i型視標の明度對比の變化は先づ各6個合計12通りとなるが、切目を圓とすると更に同數の視標を分類し得る(第1圖)。又i型視標の切目を切目の幅 $\times$ 漸次中央に移動するために3段階とすれば、i型視標のみの明度對比の變化視標だけでH型を加えて合計24通りとなる(第2圖)。

B 各個の「ラ環の構成因子に就き、その大きさ即ち廣さ太さ幅と長さの變化を與えてみる。先づ「ラ環の切目と環の太さをそのまゝとして、中央の廣さを狭くし或は漸次擴大しく行くものと考えたと擴大の無限大はi型視標となる。又此の中央の廣さの變化がi型視標の右方についての素地の廣さの吟味になるとすれば、左方についての廣さの吟味は「ラ環の外圍に廣さの制限を加えて、それから外方を白黒逆にした場合となる。視標の分類は中央の廣さの變化群では切目の幅1に對する中央徑の比を、又外圍の廣さの變化群では切目の幅1に對する制限の幅の比を1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6, 1: ∞ として考えた視標に夫々Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ, Ⅴ, Ⅵ, Ⅶの記號を付した(第3圖, 第4

圖)。

次に切目の大きさ即ち幅と長さの變化を考えてみる。切目の長さにつき「ラ環中央部を黒く塗つたものの切目を漸次反對側に伸ばすことにより8個の變化視標群を得、更にこの白黒逆なもの8個合計16個を分類した(第5圖)。

又切目の幅の變化を考えると、試視力表に見られる各單位「ラ環の切目の幅の理論値を採り、基準0.5單位「ラ環及び基準i型視標共に、視標單位0.2乃至2.0の「ラ環の切目の幅と同じ幅に作ることが出来る。私は此の方法に依り「ラ環及びi型各12個合計24個の視標變型を分類した(第6圖)。

更に環の太さの變化としては、之を太くする場合と細める場合の2通りの方向及び太さを變化させる方法として「ラ環の内徑を一定とし外徑を内徑に向つて變える場合と、外徑を一定とし内徑を外徑に向つて變える場合とが考えられ、i型視標の變型を加えて試視力表「ラ環の太さの0.2乃至2.0にわたる夫々の理論値に等しく作つて、各12個宛合計36個の變化視標群を分類した。(第7圖)

C 「ラ環の各構成因子の形狀の變化としては、切目の形が先づ問題になる。切目を圓とする變化視標は既に明度對比の視標の分類に加えたが、私は切目の形の變化を主とするもの24個を分類してみた。環狀視標の方向指示性を失わない範圍で考えられるものはこの種の變化に止まるものと思う。(第8圖)

視標の性質上、「ラ環の各因子に與えられた3つの變化即ち明對對比, 大きさ, 形の夫々は、以上の分類に依るも尙時として純粹に表現されていないものも多く、私は敢て必要に應じて二つの變化を同時に與えることを試みた。

5) 視標の作成

視標の作成は寫眞法を用い、各視標共 $\frac{1}{3}$ 倍大即ち切目の幅10耗に相當する大きさに製圖したものを寫眞乾板に撮影し再び原型に縮少し硬調印畫紙に焼付けた。視標の黒色部は純黒、白色部の反射率81%で、切目の幅其他の精度を

コンパレータ顕微鏡により一個宛測定し、理論値との誤差が平均 5 % 以内のものという条件の下に、数千枚の中から厳選し前述の分類に依つて約 200 種類の視標を得て実験に供した。

2 実験装置

視標露出装置として陸軍式視力検査器を改作した視標廻轉露出器を用いた。即ち視標を 1 個宛露出し更に上下左右及斜の 8 方向任意の徑線に切目の向きを廻轉變更し得るものである。

視標の照明には中泉氏亂視表照明装置を改作したものを使用した。即ち背面板を切り取り前記の視標廻轉露出器を接続せしめ、露出される視標面が照明装置中央孔で背面板と平面をなす様に作つた。照明には晝光燈を用い照度は視標面で 500 Lux となる様に努め、実験毎に Y-Y 式精密型照度計を以て測定補正し變動 30 Lux 以内に一定せしめた。

以上の装置を被験者の眼の高さに保持する爲、車輪附の保持臺を用いた。

3 実験場所

実験場所は日本醫科大學附屬第二醫院新館二階の長さ 30 米の廊下で、実験は全て夜間行つた。

4 実験材料

被験者は私及び修練生 3 名合計 4 名で、視力は何れも裸眼視力 1.0 以上、年齢は 26~30 才の男子で、実験には片眼を用いた。

C 実験方法

私は以上の条件の下に照度を一定とし健常視力を有する者を被験者として遠方より視標に近づきつゝ検査を行うことにした。

先づ視標の存在することを知つて後、順次視標に近づくと共に形をなし、「ラ環及び其の變型は丸つぼく i 型は長くみえその何れかの判別がつくようになる。次で近づくと切目の方向位置が略々判るが視標には尙影がつく。之を更に近づくと影が無くなる所がある(P)。次に此の明視した距離から再び遠ざかると、辛じて視標の切目の判る所に来る(Q)が、此の點は最初に切目の方向位置を判じた距離よりわづかに遠ざかるのが普通である。此の最初(P)と最後

(Q)との距離の平均値を採り其の視標の視價(視標値)と定めた。(P)點では視標によつては更に近づかないと切目の形は認識出来ないものがある。又個々の視標についての測定時視價變動の幅については、茲では一應觸れないで置くことにする。

IV 実験成績

「ラ環を基準とする約 200 種類に及ぶ環狀視標につき、各分類項目毎に実験を行つた結果、次に示す成績を得た。茲には被験者別を経とし視標群を緯とする視標値の成績表を省略することにし、以下圖表を以て逐次実験毎の成績を掲げる。

A 「ラ環の切目の周圍の明度對比の變化が視力に及ぶ影響(第 1, 第 2 圖其他第 3 ~ 5 圖)

B 「ラ環の切目と環並に周圍の大きさの變化が視力に及ぶ影響

(1) 「ラ環の中央及び外圍の廣さ(第 3, 第 4 圖)

(2) 「ラ環の切目の幅と長さ(第 5, 第 6 圖)

(3) 「ラ環の太さ(第 7 圖)

C 「ラ環の切目の形の變化が視力に及ぶ影響(第 8 圖)

各視標の視標値の平均値 M に對しては増山⁴⁷⁾氏の方法を以て $n_1=1$, $n_2=3$, $F=10.13$, $\alpha=0.05$ の下に M の信頼限界を推定し更に氏の亂塊法を利用して分散分析表を作り全變動、個人差變動及び視標差變動、誤差變動を各實驗毎に求め $\alpha=0.05$ の分散比の大小から視標差の視價の流れが有意であるか否かを判定したが、全て有意と認められた。又各視標個々の視價の平均値 M , M' の差が有意か否かを檢定し $\alpha=0.05$ で有意と認められない視標値間折線には $\times$ 印を附して示した。同一回實驗で取扱われた視標群即ち同一圖表中の視標の視價は對應あるものとしてよく、同一の視標でも圖表が異ると視價の差をみるのは其の視價が絶對的のものでなくて同一回實驗で取扱われた視標の間で其の視價を相對的に比較し得るにすぎない事を示

している。

従つて視價を視角に換算することは此の場合意味のない事だと思ふ。

V 考按並に總括

A. 「ラ環の切目の周囲の明度對比の變化

第 1 圖

1) 第1圖をみると

1. 正規の「ラ環よりも黒地に白視標の方が見易い。

ロ. 「ラ環の中央白色部を黒く塗ると視價が低下する。

ハ. 「ラ環の外圍白色部を黒く塗つてもロと同程度に視價の低下をみる。

ニ. 「ラ環を黒地に白で書いたものに比し、これを更に中央を白く塗ると視價が低下する。

ホ. このものの外圍黑色部を白くするとニより少々視價が高まる。

此等の結果からみると正規「ラ環の切目はその近接せる素地を黒く塗ると視價が低下する事となり、切目の視認に對して切目に近接する素地の部分の明度對比が大いに影響するものなるを知る。視價の低價率は 77.1 % となつたが、

これは Pergens- 國井氏の「ラ環中央を黒くすれば 1.0 の視力が 0.7 附近まで低下するという成績にほぼ一致する。

ヘ. i 型視標は正規ラ環より視價が高い。

ト. i 型の切目に近接せる素地を黒く塗ると視價が低下する。

チ. i 型を黒地に白く描いたものの方が然らざるものより見易い。

リ. 一般に素地を黒くしたものの方が視價が高い。

以上の如く i 型もラ環と同様に切目に近接した素地を黒く塗つて對比の一部分を除去すると視價は低下することを知る。この視價の低下率は 78.0 % を示す鉤状のものと、98.3 % を示すト字状のものがある。

第 2 圖

2) 第2圖の實驗成績では

1. 對稱 i 型視標の切目を漸次中央に移動すると次第に視力の低下をみる。

ロ. 又黒地に白の方が白地に黒視標よりも一般に見易い。

即ち對稱 i 型視標も亦切目の視認に周圍の明度對比及び全體としての形の影響が加わること

が判る。

3) 第3圖によると白地に黒と比べて黒地に白の視標が對比による視價變動が著明である。又一般に明度對比の関係は第1圖に於ける關係に平行する。

4) 第4圖に於ても白地黒視標の外圍を更に制限し外方を黒くしたものよりも白黒の關係を逆にとつたものの方が全て視價高く各視標の對比による視價變動は第1圖に準ずるのを知る。

5) 第5圖も第4圖と同様に黒地に白のものが逆のものより全て少々高い視價を示し且つ視標素地間の明度對比による視價變動は第1圖と平行關係にある。

以上を考按するに、切目、太さは等しくともその周囲の明度對比の變化によつて視標の視價に變動があること、對稱 i 型視標を用いて同様切目の周囲の明度對比の變化を與えてもほぼ「ラ環と相似に視價が變じること、i 型の切目の位置を中央に移動すると視價の低下をみるこ

第 3 圖

と、又例外を除いては黒地に白よりも白地に黒視標の視價が落ちること等の事實を知るが例外のものは此の場合光滲による逆の結果を示したものと考えたい。而てこのことは視力が單に認知すべき切目の有する最小視角にのみ左右されるものではなくて、其の切目の周囲の明度對比の影響が大いに關係するものであり、此の影響は「ラ環及び i 型共に見られる事實を物語るものであらう。

B. 「ラ環の中央及び外圍の廣さの變化

1) 中央の廣さの變化(第3圖)をみると

イ. 基準ラ環系(Ⅲ)から中央の廣さを狭めると視價低下し、擴げると視價上昇する傾向が一般に認められる。

ロ. 但し第一列に見る如く基準ラ環のみは其の中央の廣さの變化による視價の變動は著明に現われない。

ハ. 中央狭きものより擴がるに従つて視價の

第 4 圖

甚しい上昇をみるのは第三列及第五列である。²⁴⁾

大島氏に依れば「ラ環の中央を廣くすると視價は低下し次第に切目に等しい間隙をもつ二つの正方形より成る視標即ち2點の視價に近づく」というが、私の實驗ではロの如く視價の變動は著しくなかつた。又亂塊法による檢定では全體の傾向として、中央の廣がるに従い視價上昇する傾向を有意と認めた。

2) 外圍の廣さの變化 (第4圖では

1. 外圍の廣さに制限のない「ラ環(VII)」が最も視價高く、次で外方から外圍の廣さに素地との對比が逆になる様に漸次制限を加えるに従つて視價を減ずる。

ロ. 遂に外圍が切目の幅、環の太さと同じ幅だけに限られると (I), 視價低下率は正規のものに比し白地黒視標で制限外黒のもの 44.3%, 黒地白視標で制限外白のもの 52.5%となる。

此等の結果からみると切目、環の太さは同一

でもラ環の中央及び外圍の廣さの變化によつて視標視價の變動をみる。

中央の廣さの變化による視價の動きは「ラ環」には輪としての性質があり、i型視標とは別の因子が加わつて來る事を示す。即ちi型を輪にすると、中央の廣さを狭めるに従い視標全體の大きさが小さくなると共に輪に含まれた中央の部分も小さくなつて行く、この事は切目に接する素地の片側に制限を加えて行くと考えることが出來よう。而て此の場合は漸次視價が低下するのである。

外圍の變化による視價變動は此の場合切目に近接せる素地の廣さの制限が視力に及ぶ影響を明らかに示している。此の影響は視標への制限²⁵⁾が近い程強く現われている點國井氏の結果と一致する。即ち外方から制限が加わるに従い視力は低下曲線を描く。

以上を總括すると、切目に接する素地のもう片側への制限を加えれば漸次視價を減ずると考えてよいわけで、「ラ環の中央及び外圍の廣さの變化の實驗では同時に明度對比も考慮して行

第 5 圖

つた結果、明度對比の影響のほかに、一般に「ラ環のみならずi型でも、切目に接する素地の擴がりの大きさに制限を加えるに従い、切目や環の太さが同一でも視價が低下すると推論することが出来よう。

C 「ラ環の切目の幅と長さの變化

- 1) 切目の長さの變化(第5圖)では、
4. 「ラ環の中央を黒く塗つたもの及びこの白黒逆視標(Ⅱ)の視價減少は前に述べた

と同様であるが、次で切目の長さを長くして行き視標(Ⅷ)の如く切目が反対側に開かれる迄の各視標の視價をみると漸次上昇する傾向がある。視標差變動は有意と認められた。

ロ. ⅧのⅡに對する視價増加率は白地黒のものの169.6%, 黒地白のものの163.1%を示す。

ハ. ⅧのⅠに對する視價増加率は白地黒のものの129.2%, 黒地白のものの118.3%を示す。

- 2) 切目の幅の變化(第6圖)をみると、

第 6 圖

4. 「ラ環とi型の低下曲線は0.3及び0.6の附近で交叉している。

ロ. 0.3乃至0.5単位「ラ環の切目の幅を與えた場合にはi型が「ラ環より視價が高い。

ハ. 此の範圍外で切目の幅を大又は小とする時は「ラ環がi型より視價優位を示す。

ニ. 2.0単位「ラ環の切目の幅を與えたとき、「ラ環はi型の視價の約2倍の視價をも

つこと。

ホ. i型(0.4)以上は切目の幅を大とするも視價の有意な變動上昇を認めない。

此等の結果から要約すると、切目の幅と長さを大にすれば視價が高く、少とすれば視價が低くなろうという豫想は、切目の長さでは大約その様になつたが切目の幅の變化は全體としてその傾向はあるにしても豫想程ではなかつた。又

對稱 i 型視標では幅を基準より大きくするも視價は高くないし、幅を小さくするときは「ラ環よりも視價低下曲線が急激で、2.0 單位の幅では「ラ環の $\frac{1}{2}$ の視價となる。

今、試視力表の各單位「ラ環即ち切目の幅と

相似的に太さ及び外徑を變ずる 0.2 乃至 2.0 の單位「ラ環の視價を、視力平均 14.45 なる被験者を用いたとして換算するために、第 2 表の如き Nomograph を作つてみる。即ち視標單位 x 、被験者の視力 v 、視認距離 d の夫々の對數を 3 本の基線に立てゝみると、この表により任意の視力の者の各單位「ラ環の視認距離が直ちに知られ、此の場合視認距離(米)値の $\frac{1}{10}$ がその視價をあらわすこととなる。

nomograph に依り試視力表にある様な基本の各單位「ラ環の視價低下曲線を考えると、第 6 圖の切目の幅だけを變化させた場合の視價低下曲線より更に著しく急な傾斜をもつことが知られる。(第 6 圖點線で示す)

第 6 圖の曲線がこの様な緩慢な低下を示す理由の一つは視標の大きさが變らない事にあると考えられる。即ち切目の幅のみを變化させた此等の一群の視標は何れも全體としての大きさが等しい爲に切目の幅の變化が視力に及ぶ影響が減殺せられて著しく現われないのであろう。このことは切目の長さの變化の場合にも亦適用しうるものと考えたい。又此の實驗では、切目の幅、長さの變化に伴う環の部分の増減があり、特に長さの變化では同時に太さも變化していることを考慮すべきであるが、茲に切目の長さ及幅の變化が視力に影響を及ぼすのを認めることが出来る。

D. 「ラ環の太さの變化

第 7 圖に於ては、

イ. 同一符號の同じ太さの視標では、外徑の大きいもの即ち視標全體の大きさの大きいものの方が視價が高い。

ロ. 0.5 單位「ラ環以上の太さでは i 型及び外徑一定「ラ環は有意な視價上昇を認めず、内徑一定で外徑が増すにつれて急激に視價が高まる。(第一列)

ハ. 0.5 單位「ラ環以下の太さでは、細くなるにつれて各列とも視價の低下は概ね平行しつゝ緩慢な曲線を描く。

ニ. 細くする場合内徑一定「ラ環は外徑一定

第 7 圖

第 8 圖

「ラ環より視標の大きさが小さくなり、切目の幅及び太さが同一なるに拘らず0.8乃至2.0の間では外径一定、内径一定、i型の順で視價が夫々少しづつ低く出ている。

以上の結果からみると太さの變化による視價の變化は一般に太くなる程高く、細くなる程低くなる傾向をもつが、同時に全般を通じて太さの影響と共に視標全體の大きさの視力に及す影響が可成著明に示されたものと考えられる。但し此の際太さの變化につれて切目の長さも亦同じ割合で變化しているのを見逃すことは出来ない。又太さが細くなつて來ると「ラ環よりi型が見にくくなるのは、切目の幅の狭くなるとき「ラ環よりi型が見にくくなることと關聯あるものであらう。0.5では「ラ環よりi型が見易いが、両者が同じ視價をもつのは太さが稍細くなつた所で、外径一定「ラ環とi型は0.7、内径一定「ラ環とi型は0.8の太さで視價が等しく、各折線は交叉をみる。

E 「ラ環の切目の形の變化

第8圖に於ては、

1. 切目を圓とするとき視價の高まる事は第1圖でも同様であつた。
- ロ. 切目の兩縁を2の如く圓とすると視價は更に高まる。
- ハ. 視標3,4に於て、3に比し4の視價が落ちるのは切目に接する素地の制限によるものと考えたい。
- ニ. 視標5,6の差は中央の廣さが關係すると思う。
- ホ. 視標7は基準「ラ環より視價が高い。文献中には此の型のものを「ラ環として扱つてゐるものがある。
- ヘ. 視標8と13を比べると8は切目の兩縁が細く光滲によりはなれて見えるのと、環の黒い部分が多いので視價が高く出るものとする。
- ト. 視標9乃至12は切目の形が開放されてくるが同時に環の黒い部分が少くなるので視標視價の動搖があるものとみられよう。

チ. 視標13乃至19は、視標の切目の方向を判定するときに環の部分が少くなり同時に視標全體の大きさも小さくなるので、視價は急激に低下する。

其他視標20乃至24の視價を比較すると、

リ. 視標全體の大きさの大きい20, 22, 24は視價が高く出る。

チ. 視標の切目は環の外方に設けたものの方が内方に設けたものよりもよく見える。

以上の結果からみると、切目の形を變化させるとき視價の變化は著明にあらわれるが、方向性をもつ環狀視標としての環の部分と、切目の部分との平衡が破れると視價が低下することを認め、且つこの場合にも視標全體の大きさ及び切目に接する素地の廣さ、明度對比及び光滲現象が視力に影響をもつことを示しているのである。

VI 結 論

視力を左右する因子の一つたる視標の性狀を知らんとして、私は自案作成せる約200餘種の「ラ環基準環狀視標及び對稱i型視標變型を用いて視力の分析的研究を行い、切目、環及び周圍の素地の明度對比の變化、切目に接する周圍の素地の廣さの變化、切目自身の幅と長さ及び形の變化等が視力に及す影響を探求し、結論として次の各項を推論するものである。

1. 「ラ環及i型視標の切目の視認には單に切目の視角のみではなく全體としての形態覺が關與する。
2. i型視標を以てするも分離神のみならず形態覺が關與する。
3. 「ラ環はi型視標に比し輪としての別個の性質が加わる。
4. 「ラ環の切目自身の明度對比、幅及び長さ形の變化はi型視標に於る同條件の變化に比し、條件が變るに従い同じ傾向の視價曲線を描くが、同條件では其の兩者の視價が一致せず、太さ又は幅を細くすると「ラ環はi型視標より見易くなる。
5. 「ラ環の切目の視認には、切目の幅及び

環の太さが等しくとも視標全體の大きさ、
切目に接する部分の素地の擴がり、明度對
比及光滲が關與する。

稿を終るに臨み終始御懇篤なる御指導と御校
閲を賜りし恩師中村康教授に衷心より深甚なる
謝意を表する。

(本論文の要旨は昭和25年4月、第54回日
本眼科學會總會に於て報告した)

Ⅶ 参考文献

- 1) 神谷貞義: 眼臨 43 卷, 123. 2) 本川弘一: 視力, 昭 24 年. 3) 川上理一: 日眼 30 卷. 4) 白田正雄: 綜眼 37 卷, 171. 5) 中島實: 昭臨 40 卷, 227. 6) 畑文平: 岡山醫會誌 59 卷 1 號, 眼臨 42 卷, 137. 7) 大島祐之: 眼臨 43 卷, 190. 8) 大島祐之: 視力, 昭 23 年. 9) 中村文平: 大日本眼科全書 6 卷 1 冊, 視力 26. 10) 山地良一: 眼臨 43 卷, 259. 11) 山地良一: 眼臨 43 卷, 379. 12) 鈴木勇雄: 視力, 昭 23 年. 13) 齋藤俊夫: 視力, 昭 24 年. 14) 小谷駿次郎: 眼臨 40 卷, 227. 15) 中村康, 樋田敏夫: 視力, 昭 24 年. 16) 笹野敏治: 視力, 昭 23 年. 17) 小島克: 臨眼 3 卷 11 號, 視力, 昭 24 年. 18) 大島祐之: 視力, 昭 24 年. 19) 初田博司: 日醫大誌 17 卷 1 號. 20) 清家滿馬: 日眼 48 卷 2, 3, 4 號; 眼臨 42 卷, 192. 21) 山森昭: 眼臨 42 卷, 316, 44 卷, 12. 22) 大島祐之: 視力, 昭 23 年. 23) 萩野御太郎, 鈴木勇雄: 視力, 昭 24 年. 24) 大島祐之: 視力, 昭 24 年. 25) 國井彦十: 日眼 30 卷. 26) 清家滿馬, 平尾勝: 眼臨 40 卷, 153. 27) 小口忠太: 日眼 10 卷, 606. 28) 廣田敏夫: 日眼 27 卷, 512. 29) 清家滿馬: 日眼 47 卷, 50 卷, 航空醫學 1 卷 1 號. 30) 小島克: 眼臨 43 卷, 221. 31) 須田信濃夫: 眼臨 43 卷, 188. 32) 庄司義治: 日本學術會議第 7 部講演會, 昭 24 年. 33) 鈴木勇雄: 名古屋醫會誌 62 卷, 1 號, 眼臨 42 卷, 33. 34) 星野勇: 視力, 昭 23 年. 35) 小島克: 視力, 昭 24 年. 36) 小島克: 眼臨 43 卷, 407. 37) 小島克: 眼臨 43 卷, 389. 38) 小島克: 臨眼 3 卷 10 號, 眼臨 43 卷, 314, 44 卷, 13. 39) 富安仙之: 臨眼 3 卷 8 號, 眼臨 43 卷, 91. 40) 富安仙之: 名古屋醫會誌 63 卷 3 號, 視力, 昭 23, 24 年. 41) 濱道三: 眼臨 40 卷, 110. 42) 占部一孝: 眼臨 40 卷, 101. 43) 芥川靖治: 眼臨 42 卷, 247. 44) 占部一孝: 眼臨 40 卷, 83. 45) 井上清文: 日眼 32 卷, 769. 46) 中島實: 最新醫學, 昭 23 年 8 月號. 臨眼 2 卷 2 號. 47) 増山元三郎: 少數例の纏め方と實驗計畫の立て方, 昭 24 年. 48) 古屋芳雄: 醫學統計法の理論と其應用, 昭 18 年. 49) Landolt: Graefe-Saemisch, Hand-buch d. gesam. Augenh. 2. Aufl. Band IV. 1. Abt. 51) Helmholtz: Handbuch d. Physiologischen Optik II. (1911) 52) K. Bjerke: Zeitschrift für Ophthalmologische Optik, Jahrg. V. Heft 2. (1917) 53) C. A. Hegner: Abderhaldens Handbuch d. biologischen Arbeitsmethoden (1924)