圖形殘効の實驗的研究(1)*

——時間的要因について——

東京大學心理學研究室

大 山 正**

1 點を續けて注視している際（以後持續視と呼ぶ）、視野の一部に或る視對象が一定時間持續的に提示され、後にそれが他の視對象と取換えられると、第2の對象は一般に大きさ、形、位置、濃さ、奥行等が通常と異つて見える。この現象は Gibson²⁾と Köhler⁷⁾によつて發見されたもので figural after-effects 圖形殘効と名附けられている。⁸⁾圖形殘効はいろいろな要因に依存していることが知られている。そのうち時間的要因としては、第1の對象（持續視對象 inspection objects）が提示されている時間——即ち持續視時間——とそれが除かれてから第2の對象（検査對象 test objects）が提示され殘効が測定されるまでの間隔時間——即ち検査間隔——の2つがある。以下ではこの2つの要因が如何なる仕方で圖形殘効を規定するかを問題とされる。

問 題

最近 Hammer⁹⁾は Köhler & Wallach⁸⁾が圖形殘効の基本原理解としてゐる變位（displacement）効果に關して、持續視時間の増加にともなう殘効の發達過程と、検査間隔の延長による減衰過程を組織的に測定した。その結果によれば、5秒の持續視でもすでに殘効を見出すことが出来、それは持續視の増大とともに急速に増大し、約1分で極大に達し、それ以上持續視時間をましても殘効はほぼ一定に保たれた。又、1分間の持續視後は直後に殘効が最大であり、その後すみやかに減少し、約90秒後にほとんど消滅した。

Hammer 以前にも既に、發達過程については Bales & Follansbee¹⁾と野澤¹¹⁾により、Gibson の發見した「曲線」効果（“curved line” effect）に關して測定されているし、減衰過程については Gibson & Radner³⁾が「傾斜線」効果（“tilted line” effect）に關して、野澤¹¹⁾が「曲線」効果に關して測定している。これ等はみな大體において Hammer と似た結果を得ている。

又、Hammer 以後も、發達過程については、小保内・藤原¹²⁾が Köhler の見出した如き縮小効果に關して大體同じ傾向の結果を報告しているが、一方三木⁹⁾の得た結果はこれ等と大分おもむきを異にしている。即ち三木は Köhler の Figure 7 にならぬ、持續視對象としては圓を、検査對象としては正方形を用い、2秒、5秒、15秒、30秒、60秒、120秒、240秒、360秒の8段階の持續視時間で實驗したところ、2秒の持續視でも相當いちじるしい殘効が現れ、それ以上持續視時間を増しても統計的に有意な殘効量の増大は見出し得なかつた。

このような結果の間の不一致について三木は次の如く述べている。「唯こゝに考えられる事がある。それは圖形殘効は持續視時間の差によつて我々の scale による等價刺激として差を現わさないものであつたとしても、効果の減衰の時間に差があるのではないかということである。……若し殘効が持續視時間の長短によつてその減衰速度に差があるとしたら Köhler や Waltheil¹⁹⁾のような粗雑な條件下では短い持續視時間によつておこつた殘効はすぐ効果を失つてしまうので、捉え難かつたと考えられる。……以上の點から私は圖形殘効は持續視時間の差によつて効果のなくなり方に差があるのではないかという問題をもつた。」（用語一部修正）三木はこの點を吟味するため、更に2つの實驗を追加し、持續視してから殘効が全くなつたと被験者自身が感じるまでの所要時間の測定と、持續視してから検査するまでの間に、凝視點以外何も畫かれていない白紙を提示しておく期間を挿入した際の殘効量の測定を行つている。後者については明確な結果は得られなかつたが、前者については豫想通り持續視時間が長い程殘効の消滅が遅いという結果を得た。これは既に Gibson & Radner が「持續視時間が長ければ長い程、殘効が強力に存続するというのが筆者の印象である」¹⁰⁾と述べている事柄を裏附けたものである。なほこの問題に關してはこれより前に野澤¹⁷⁾は120秒、240秒、360秒の3段階の持續視時間の後の減衰過程を測定して、始めはそれ等の結果の間にあまり差がなくとも後にかえつて差がはげしくなる事をすでに報告し

* Experimental studies of figural after-effects(1)
—Temporal factors—

**By Oyama, Tadasu (University of Tokyo)

て居る。

三木の研究で特に注目すべきことは他の研究者はみな測定方法として調整法か、1回の持続視の後で多くの検査圖を矢継ぎ早に提示する極限法を用いているのに對して、三木のみは1回の持続視の後にはたゞ1枚の検査圖を提示する恒常法を用いていることである。第1の方法では持続視後、主觀的等價刺激が提示されるまでに數秒を要し、Hammer 等が持続視直後の殘効と稱して測定しているのは實は數秒後の殘効にすぎない。これに對し第2の方法を用いれば、たしかに持続視直後の殘効をとらえることが出来る。しかし測定に要する實驗の回数、時間、手数の節約等に関しては第1の方法の方がすぐれていることは言うまでもない。換言すれば、同一の時間と努力で同一數の測定點を測定すれば、第2の方法では第1の方法に比べ、はるかに少數の測定値しか得られず、従つてそれ等の測定値より算出される平均値等の代表値もより不安定なものとなることが推定される。註¹⁾

以上の如く2つの方法は各々長所と短所を持ち一概に優劣は定め難いのであるが、持続視直後の殘効の測定は第1の方法では不可能であることはたしかで、第2の方法によらねばならない。それ故、この點において三木の結果は從來の諸結果と比較對立せしめるべきものでなく、むしろ從來の諸研究に缺けていた部分を補足するものとして取扱わねばならぬものであろう。又持続視直後の結果だけでも不充分であることは、かゝる結果に對しては差異をもちきたらぬ持続視時間の違いが、從來の方法を用いた場合には、結果に明確な差異を生ぜしめていることから明らかであらう。要するにこれ等は互に相補すべき關係にあり、すべてを包括し得る把え方が要請される。

かゝる考え方に従えば、圖形殘効における持続視時間の影響を分析するためには、單に持続視直後、あるVは一定時間後の殘効量を測定するのみでなく、持続視直後をはじめ多くの時間點での殘効量を捕捉追跡し、長短さまざまな持続視時間における殘効の減衰過程を明らかにすること、換言すれば殘効量Aを持続視時間iと検査時間lの2つの變數の函數 $A=f(i, l)$ として取り扱い、その函數形式を分析することが必要とならう。以下で述べる實驗はこれを目指したものにほかならない。註²⁾ そしてかゝる仕方では減衰過程を分析する實驗は又同時に減衰過程の實驗ともなりうることは言うまでもない。

實驗方法

裝置 被験者の3m前方に縦80cm横90cmのガラス板が垂直に立つており、その背面に白いケント紙がはら

れている。そのケント紙の中央には縦20cm(視角3.8°)横30cm(5.7°)の切口があいている。この切口のうしろに種々の刺激圖を畫いたケント紙が挿入される。又、切口の中央に相當するガラスの表面には太さ約2mm、1邊の長さ約1.4cmの×形の注視點が附着されている。被験者席の前方には白紙のスクリーンが設けられ、刺激提示面のまわりの視野を制限している。刺激提示面並びに視野制限用スクリーンは被験者よりかくされた場所にある4個の光源により約2 millilambertsの明るさにほゞ一様に照明されている。

Fig. 1.

Fig. 1. The inspection- and test-figures. A part which is marked with an I is the inspection object. Parts designated as T are test objects, the right of which is the standard stimulus and the left of which is the variable stimulus. An X is the fixation mark.

持続視圖 上述の切口よりやゝ大の白ケント紙の中央より右5cm(58°)の所に中心をもつ直径6cm(1°09')の圓が輪廓線の太さ約1mm(1'強)に製圖用黑色インクで畫かれている。

検査圖 6枚の検査圖が用いられる。白ケント紙の中央をはさんで左右それぞれ5cmの所を中心とする2つの圓が畫かれている。右側の圓はどの検査圖でもみな直径3cm(35°)であるが、左側は1枚ごとに違い、2.5cm, 2.6cm, 2.7cm, 2.8cm, 2.9cm, 3.0cmの6種である。輪廓線の太さは約0.5mmで持続視圖のそれより細い。

持続視圖検査圖はともにその中央がガラス面上の注視點に一致するようにして提示される。この3者の相對的位置を圖示すればFig. 1のごとくなる。これ等の圖形はみな視野の中央より約1°30'の範囲内に入る。

手續 持続視時間は1秒、2秒、5秒、15秒、60秒、240秒の6種。觀察はみな兩眼視で行う。

持続視時間が5秒以下の實驗では先づ注視點だけが畫かれた白紙が提示され「用意ハイ」でそれが引き抜かれるとその背後に持続視圖が現れる。その他の場合はたゞ合圖だけで持続視が始まる。所定時間、持続視圖が提示されると再び「用意ハイ」でそれも引き抜かれ、その背

後に検査圖が現れる。註³⁾ 検査圖が現れれば被験者はたゞちに中央の注視點を注視しながら左右の圓の見えの大きさを3件法で報告する。

こゝで實驗を止めずに、その後も検査圖はそのまゝ提示されており、被験者は注視を續け、5秒ごとにされる實驗者の合圖のたびごとに左右の大きさを比較報告することを要求される。註⁴⁾ 又、實驗者の合圖と合圖の間でも判斷が變つた時には自發的に報告するように教示される。持續視時間が5秒の時はこの合圖はされず、自發的報告のみにゆだねられる。又、持續視時間が1秒又は2秒の際には、直後の判斷のみを求める實驗と、始めての等判斷までの時間を測定する實驗とに分けて行われる。後者は左右等大の検査圖についてだけ行われ、被験者自身にストップウォッチを渡して測らせた。

以上の如くして、1回の實驗は1回の持續視とそれに

Table 1

time after inspection	subject	inspection time					
		1sec.	2	5	15	60	240
0 sec.	Oy.	3.0	3.5	3.0	3.5	4.5	3.5
	Yn.	2.5	3.5	3.0	4.5	5.0	4.5
	Average	2.75	3.50	3.25	4.00	4.75	4.00
5 sec.	Oy.	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	1.5
	Yn.	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	2.5
	Average	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	2.00

Table 1. The amount of shrinkage of the test-circle, tested immediately after and 5 seconds after inspection periods of various durations, 1, 2, 5, 15, 60, and 240 seconds.

Fig. 2

Fig. 2. The time courses of development of the figural after-effects. The upper curve represents that of the after-effects tested immediately after the inspection periods and the lower curve represents that of the after-effects tested 5 seconds after the inspection periods.

續く1枚の検査圖の提示で終り、殘効の累積を避けるため實驗と實驗の間は、持續視時間が30秒以上の實驗では1時間以上、その他の時も1分以上の間隔をあけた。

被験者には2名の心理學科學生があたり、註⁵⁾ 各持續視時間、各検査圖について1回ずつの實驗をうけた。實施期日、昭和25年10~11月。場所、東大心理學研究室11番實驗室。

結 果

發達過程 各持續視時間に關し、持續視直後の報告のみを集めると、最も簡略化された全系列法に相當するデータを得る。そこでその各々についてPSE（主觀的等價值）を求めそれと標準對象の直徑との差、即ち過小視量を算出してそれを殘効量と名附ける。註⁶⁾ 各持續視時間に關する殘効量はTable 1の上段に表記されている。その平均値を視角に換算して圖示するとFig. 2の上の

曲線の如くなる。これは三木の結果に類似しており、最初の持續視時間1秒の所ですでに相當高い水準にあり、15秒あたりまでわずかに上昇するだけで、その後はほぼ水平に保たれる。一方、持續視後5秒後の合圖に際して行われた報告に基いて残効量を算出すると Table 1 の下段に表記される如く、5秒までは残効が見られず、15秒ではじめて残効が見出され、60秒、240秒と次第に増大するが、その絶対値は直後のものに比べてずつと低い。註のこの平均値を圖示すれば Fig. 2 の下の曲線となる。これは Hammer や Gibson & Radner 等に類似した傾向のものと云えよう。

Fig. 3.

Fig. 3. The time courses of disappearance of figural after-effects after the inspection periods of various durations, 1, 2, 5, 15, 60 and 240 seconds.

減衰過程 減衰過程の追跡のためには持續視直後並びに5秒後と同様にその後も5秒ごとにPSEを求め残効量を算出し、それ等の諸点を連ねる方法を用いてもよいが、測定値数が充分でないことを考慮して次の方法を用いる。即ち、所定時間の持續視後始めて等判断が報告されるまでの所要時間を、いろいろの大きさの比較対象をもつ各検査圖について求め、その値を横軸に、その際の標準対象と比較対象の直径の差を残効量として縦軸にと

つて圖示する方法である。

Fig. 3の諸曲線は Table 1 で示した持續視直後の残効量を出発点として、この方法により圖示したもので、2人の被験者の平均値を示す。註⁸⁾これ等はみな負に加速された減少曲線であり、その形は Hammer 等の示しているものとよく似ている。各持續視時間に關する諸曲線を相互に比較すると、出発点の高さはあまり差がないが持續視時間が長くなるに従い曲線の勾配がゆるやかとなり、前述の三木の豫想とよく一致する。

考 察

1

以上の實驗結果からみると、我々が問題とした圖形残効の時間的構造はほぼ明らかにされた如くである。即ちこの實驗では持續視時間とともに次第に残効量が增大するという Hammer 等の結果と、それがほぼ一定に保たれるとする三木等の結果の兩方に相當するものを同一の實驗から導き出すことが出来たのであり、兩者は對立するものでなく、持續視後たゞちに測定されたか數秒たつてから測られたかという實驗方法の相違によるものであることが確められた。又更に、持續視が長い程残効の消滅がおそいという事實も減衰曲線の勾配がゆるやかであると言うより一般的な term に置き換えられた。

要するに従來發達過程と減衰過程として別々に取り扱われていたものは實は一つのものの異つた側面にすぎず、それぞれを充分に理解するためにもその兩面を同時に立體的に把握することが必要である。前述の函數式を用いるならば、従來は i 又は t の一方を一定にとり、他のみを變數とした場合の A の變化を調べていた。即ち $A = f(i, t_0)$ 、又は $A = f(i_0, t)$ として扱われて來たが、 A はあくまで i と t の2つの變數の函數 $A = f(i, t)$ として取り扱われるべきものである。これが上述の實驗で實現されたわけである。

2

これを圖で表わすには通常の平面的グラフでは充分でなく Fig. 4 の如き立體的グラフが必要となる。この圖では残効量 A は持續視時間 i と検査間隔 t とを2軸とした平面上に垂直に立つ高さとして表現されており、上述の函數は曲面として表わされている。註⁹⁾理想的には、Fig. 3の各點はすべてこの曲面内にふくめられ、各減衰曲線はそれぞれの場所では i 軸に平行にこの曲面をきつた斷面に相當するわけである。又、一般にこの曲面を i 軸に平行にきつた斷面は發達曲線を示すわけで、例えば上述の Fig. 2 の2曲線はそれぞれ $t=0\text{sec.}$ 、 $t=5\text{sec.}$ における斷面に相當するものである。

こゝで注意すべきことは、この實驗で持續視直後の殘効を測定したと言っても、實驗者の手續き被験者の判斷等に制限があり、嚴密に言えば直後でなく數分の1秒後

ち同一量の殘効を得るためには i と t とは如何なる仕方
で補償し合ふねばならぬかを示している。函數式で表わ
せば $t = \varphi_1(A, i)$ 又は $i = \varphi_2(A, t)$ となる。これはともに

Fig. 4.

Fig. 4. A schematic representation of figural after-effects (A) as a function of the duration of inspection period (i) and the time interval between inspection and test periods (t). Broken lines show the theoretical extrapolations of data.

の殘効が測られているに過ぎないであろう。この點を補正するためには、瞬間露出器を用いて實驗するか、その後の減衰過程を更に精密に測つてその結果より理論的に extrapolate して $t \rightarrow 0$ の極限值を求めるか、いずれかの方法をとらねばなるまい。そしてその結果として殘効が全く一定となることもあり得るであろう。これは臆測に過ぎないが、Fig. 4 中に點線で示しておいた。

かようにして一たびかゝる曲面が規定されるならば検査間隔がいろいろと變つた場合の發達曲線や、持續視時間が變つた場合の減衰曲線も豫想可能となる。現に調整法等を用いた従來の諸研究の間にも發達曲線の勾配、極大値到達時間等に若干の差異が見られ、それが測定所要時間即ち検査間隔の長短と平行的關係にある如くで、測定所要時間が約 6~8 秒の Hammer では曲線の上昇がすみやかで約 60 秒で極大値に達しているのに對して測定に約 20~30 秒を要したと言う小保内・藤原の研究では曲線はゆるやかに上昇し約 240 秒以上まで上昇を續けた。これ等の事實はこの立體的圖式をもつてすればすこぶる尤なことがらである。

又、この Fig. 4 の曲面を水平面で切つた斷面を考えることも出来る。これは $A = f(i, t)$ で A を常數とした際の i と t の間の相互關係を表わすものにほかならない。即

i 又は t の單純増大函數であることが容易に推定され得るから、大ざつぱに言つて持續視時間 i と検査間隔 t とが平行的關係にあることがわかる。この函數式は次の如くして具體的問題に適用することが出来る。第 1 に殘効測定上の技術的要求として $A \geq a$ なる條件があるとすれば、 $t \leq \varphi_1(a, i)$ 、 $i \geq \varphi_2(a, t)$ となる。これは持續視時間が減ずれば測定所要時間を短くしなければならず、又測定所要時間が長ければ持續視時間を長くする必要のあることを示している。第 2 は $A = f(i, t)$ を分析する手段として $t = \varphi_1(A, i)$ を應用する場合である。即ち獨立變數として A と i とを實驗的に操作し、それらの從屬變數として t を測定して、その結果から間接的に $A = f(i, t)$ を導き出す方法である。あらかじめ段階的に定められた検査圖と持續視時間を用い、等判斷までの検査間隔を測定した我々の方法はこれに該當する。しかし、かゝる間接的方法是特異なものでなく、Graham^{4,5)} の指摘する如く、すでに多くの實驗に一般的に用いられている。

3

Hammer の減衰過程のデータを用い、Mueller¹⁰⁾ は $D = D_0 e^{-kt}$ の指數函數をあてはめた。上に報告した實驗データはそれだけで數式化するには充分でないが、Hammer と同じ傾向にあると思われるから假にこの式を借りて我々の記號を用いてあらわせば、註¹⁰⁾

$$A = A_0 e^{-kt}$$

となる。Mueller の式は持續視時間が 1 分間の場合だけに關するものであるから、我々の場合は變數 i を含めたより一般的なものに擴張せねばならない。こゝで A_0 は上述の推測で持續視時間に依存しないものと假定されたから常數のまゝでよいが、減衰の勾配を表わすパラメータ k は持續視時間の函數でなければならない。即ち

$$k = g(i)$$

それ故、 $A = f(i, t)$ の具體的な形は次の如くなる。

$$A = A_0 e^{-g(i)t}$$

又別の表わし方をすれば、

$$A = A_0 e^{-\frac{t}{\tau(i)}}$$

次にはこの $g(i)$ 又は $\tau(i)$ の函數形式が問題となつてくる。 $g(i)$ は單純減少函數、 $\tau(i)$ は單純増大函數となる。

ことは容易に想像がつくが、それ以上のことを決めるにはこれだけの實驗データでは不十分であり、今後の研究が待たれる。註¹¹⁾

このようにして、たとえ近似式でも、數式化に成功するならば、將來の圖形殘効研究に次の如き利點が與えられるであろう。

(1) こゝで問題とされなかつた他の刺激條件あるいは内的條件を問題とする際にも、それ等の條件により或る一定測定時において測られた殘効量がどう變るかというだけでなく、それ等の條件が上式の A_0 や k に如何なる變化を與えるかという、より一般的なタームで問題とすることが出来る。

(2) 持續視直後の殘効を問題とする際に、必ずしも手數のかゝる前述の第2の方法で直接それを測定することを要せず、比較的容易な第1の方法が前述の間接的方法を用いてその結果から理論的に A_0 を算出することも可能である。勿論これ等の方法はその際に要求される結論の嚴密性の程度に應じて使用されねばならないし、適當な豫備實驗を必要とするが、少くとも相對値のみを問題とする際には許されるべき方法であろう。

(3) 圖形殘効の生理的對應過程を問題とする場合には、その過程は何らかの仕方でもこゝに示された數式に對應する時間的特性を有することが要請される。註¹²⁾

以上、圖形殘効における検査對象の縮小という徴候(symptom)に關する持續視時間と検査間隔の效果について考察し來つたが、未だ概括的スケッチに止り、更に詳細な數量的分析が必要とされる。又、大きさの徴候以外についてはまだ何も言えぬし、註¹³⁾ こゝで批判された從來の諸研究並びに研究法もそれだけでは不十分であると言ふに足り、決して無意味になつたわけではなく前述の曲面の細部の検討には是非必要なものとならう。

總 括

直徑が視角 $1^\circ 09'$ の輪廓圓の持續視がその後それと同心圓的に提示される直徑 $35'$ の検査圓に與える圖形殘効(縮小効果)を持續視時間と検査間隔の函數として測定した。その結果次のことが明らかとされた。

(1) 持續視直後の殘効量は持續視時間の長短に比較的依存せずほぼ一定に保たれる。それに對し持續視後數秒後の殘効量は持續視時間とともに次第に増大する。從來の研究結果の相違はこの差異が反映したもので測定所要時間の差異に歸せしめ得ると推定される。

(2) 持續視後時間がたつに従ひ殘効量は次第に減少する。その勾配は持續視時間が長いものほどゆるやかである。この過程は指數函數 $A = A_0 e^{-kt}$ をもつて表わさ

れ、係數 k が持續視時間の減少函數となると推定される。

(3) 以上の結果が時間以外の研究に與える意義、並びに理論的、方法論的意義について考察された。

附 記

この研究は圖形殘効研究の先輩野澤長、藤原喜悅、三木清子の諸氏の研究がなければなし得なかつたものである。又、3氏よりは直接いろいろと有益なる示唆を頂いた。こゝに深く感謝の意を表す。

なほこの實驗はその後に小保内教授の指導下に池田尚子氏¹⁴⁾により精密に追試發展せられその結果は澁谷憲一氏¹⁵⁾により數理解析されている。又、同教授指導下に須藤容治氏¹⁶⁾は1秒以下の短時間持續視について検討され、上述の A_0 一定の豫想が實證されている。私の研究で不充分であつた諸點については、これ等の御研究を参照されたい。私の素朴な思い付きを數量的分析的段階にまで高め確證して下さつたこの方々に深く感謝する。

後 註

(註1) この種の實驗で回數を増すと單に手數が増すだけでなく、いきおい實驗と實驗の間隔が短くなり効果が累積しやすくなる。

(註2) この實驗は筆者の卒業論文¹⁵⁾の一部として實施され、その概略は日本心理學會第16回大會で報告した。

(註3) この間の操作は單時間持續視の場合には0.5秒週期のメトロノームに合せて、その他の場合はストップウォッチを見ながら、實驗者が手で行う。

(註4) この合圖は5回續けて「等」又は「左小」の報告がなされるまで續けられる。

(註5) 今1人の被験者についても實驗されたが、全條件について完全に行えなかつたのでこゝでは報告せぬ。

(註6) 正確には左右の空間誤差を考慮して決めるべきである。又、大きさの變化以外の圖形殘効の徴候についてはこゝでは問題とせぬ。

(註7) 5秒以下の實驗では持續視後5秒の報告はされてないが、みなそれ以前に等判斷が報告されているので推定で0とした。

(註8) 2人の被験者の値は大體近似していたが、こゝに報告されない第3の被験者の結果は減衰速度が他の數倍であつた。殘効の個人差の問題はかゝる點からも分析する必要がある。

(註9) 辨別閾のことを考慮してこの曲面に厚さを與

えてもよい。

（註10）筆者は始め言語報告等にもとずき減衰振動の一般式 $x = ae^{\varepsilon x} \cos \sqrt{n^2 - \varepsilon^2} t$ に於て ε が n よりわずかに大の場合がこれにあてはまると想定した。この式で $n = \varepsilon$ とすれば Mueller の式になるわけであり、こゝでは一次近似としてそれを採用する。

（註11）その場合にも前述の間接的方法を用いて實驗回数を節約することが出来る。

（註12）isomorphism の問題は一般にかゝる仕方では問題とすべきであらう。

（註13）圖形殘効の諸徴候は相互に獨立に變化することについては Köhler & Wallach⁸⁾ がすでに指摘しており、筆者もかつてこれをたしかめた。¹⁶⁾

References

- 1) Bales, J. F., and G. L. Follansbee. The after-effect of the perception of curved lines. *J. exp. Psychol.*, 1935, 18, 499—503.
- 2) Gibson, J. J. Adaptation, after-effect, and contrast in the perception of curved lines. *J. exp. Psychol.*, 1933, 16, 1—31.
- 3) Gibson, J. J., and M. Radner. Adaptation, after-effect in the perception of tilted lines. I. Quantitative studies. *J. exp. Psychol.*, 1937, 20, 453—467.
- 4) Graham, C. H. Behavior, perception and the psychophysical methods. *Psychol. Rev.*, 1950, 57, 108—120.
- 5) Graham, C. H. Behavior and the psychophysical methods: an analysis of some recent experiments. *Psychol. Rev.*, 1952, 59, 62—70.
- 6) Hamme, E. R. Temporal factors in figural after-effects. *Amer. J. Psychol.*, 1949, 62, 337—354.
- 7) Köhler, W. *Dynamics in Psychology*, 1940.
- 8) Köhler, W. and H. Wallach. Figural after-effects. *Proc. Amer. phil. Soc.*, 1944, 88, 269—357.
- 9) 三木清子：Köhler effect に關する實驗，東大昭和24年度特殊實驗報告（未發表）
- 10) Mueller, C. G. Numerical transformations in the analysis of experimental data. *Psychol. Bull.*, 1949, 46, 198—223.
- 11) 野澤晨：視知覺に於ける曲線の殘効に關する研究 I 日本心理學會第12回大會1948（心研20卷 4號要旨掲載）
- 12) 小保内虎夫，藤原喜悅：兩眼交感現象の心理生理的研究，日本心理學會第14回大會 1950.
- 13) 小保内虎夫，須藤容治：短時間凝視による圖形殘効の研究，日本心理學會第16回大會1942（心研22卷 4號要旨掲載）
- 14) 小保内虎夫，池田尚子：圖形殘効の數量的分析，心研 23卷 4 號。
- 15) 大山正：圖形持續視の殘効について，東大昭和 25 年度卒論。
- 16) 大山正：種々の圖形の殘効について，日本心理學會第15回大會（心研21卷 3・4 號要旨掲載）
- 17) 大山正：圖形殘効の規定要因の分析，日本心理學會第16回大會（心研22卷 4號要旨掲載）
- 18) 蘆谷憲一：圖形殘効および殘像衰退過程の數理解析，日本心理學會第 16 回大會（心研 22 卷 4 號要旨掲載）
- 19) Walthall, W. J. Jr. The Köhler effect, *Amer. J. Psychol.* 1946, 59, 152—155.