研究論文：論文

幾何学的図形の面積知覚に及ぼす形と視角の効果

金頭静*, 野口薫**, 日比野治雄***

* 千葉大学大学院自然科学研究科, ** 日本大学文理学部, *** 千葉大学工学部

EFFECTS OF SHAPE AND VISUAL ANGLE ON AREA PERCEPTION OF GEOMETRICAL FIGURES

Hyeon Jeong KIM*, Kaoru NOGUCHI**, Haruo HIBINO***

*, ***Chiba University, 1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba-shi 263-8522, JAPAN

**Nihon University, 3-25-40 Sakurajosui, Setagaya-ku, Tokyo 156-8550, JAPAN

Abstract : As seen in Mach's square and diamond, simple geometrical figures of equal area and different shapes look different in area or size. We found that triangular or diamond contours appear larger than circular or rectangular contours. In order to confirm this figural shape effect with varying visual angle of the stimuli, we adopted the method of area matching. The results supported the previous finding and showed that figural shape visual angle interaction had significant effects. That is, the figural shape effect was influenced by changing the visual angle. These findings suggest the importance of figural extent or perimeter as a determinant of area perception.

Keywords : Area perception, Size perception, Figural extent, Shape effect, Visual angle

1. はじめに

我々の視覚環境には、いろいろな特徴をもつ多くの形が存在しており、誰でも一度は、形の属性からなる知覚的な影響を無意識的に経験したことがあるだろう。そして、これらの視覚対象のさまざまな形態的特性は、われわれの感性に多くの影響を及ぼしていると考えられる。アルハイム (Arnheim) は、「芸術と視覚、Art and Visual Perception」という著書で、形態のバランス (またはアンバランス) が人間の快と不快感に深く関係しており、そのようなことからわれわれは常にバランスのある構図を求めている [注1] と記述している。たとえば、レイアウトがよくないポスターや形と文字の大きさが非常に小さくて (または大きくて)、形がうまく把握できなかった場合感じる一種の不快感、形態のアンバランスからなるものであろう。このように、見え易いあるいは見分け易いといった視覚的経験は、どれもわれわれの感性に重要な意味をもつといえる。さらに、最近ではビジュアルストレス (Visual Stress)、すなわち視覚情報からなるストレスに関する研究も進んでおり、ここでは視覚対象の特徴および状態が感性と直接的な関係をもつことを示唆する。

そこで、形の属性からなる知覚特性、すなわち視知覚的側面からの研究は、感性の体系化、工学的に重要な意味をもつと考えられる。そして、視対象の時空間的特徴、すなわち大きさ、色、配置、動きなどのような物理的特徴から生じる知覚の現象的特徴または属性の体系的研究は、感性工学の基礎となる。本研究は、形の属性からなる知覚的属性を、客観的な情報と知覚の情報とのズレを感じる錯視に注目したものの、対象の物理的大きさと知覚的大きさのズレについて調べることが目的としている。心理学の多くの研究は、形の属性が知覚に及ぼす影響を紹介しており、大きさの錯視は図形の幾何

学的属性により、対象の客観的な大きさと知覚的大きさとのズレが生じるものと紹介している。一方、最近では大きさ知覚を形の知覚との関連で研究することが多く、心理物理学的手法での知覚的大きさの測定が試みられている。形の属性からなるさまざまな知覚属性を研究対象としたものの、図と地 (figure and ground, [注2]) または形の錯視 (optical illusion [注3]) がある。このように、心理学における形の知覚研究は、形に対する人々の感覚を測るのに適すると考えられる。大きさは、通常物の形に随伴して知覚されるものであるが、われわれは輪郭によって閉じられた形に対してだけではなく、隙間のある円弧や散らばったドットなど、およそ視空間に広がりをもって存在する視対象に対しても、大きさを知覚する。そして、大きさという用語が面積 (あるいは容積) だけではなく、間隔・角度・曲率・密度あるいは奥行・隔たりなどを違和感なく表現しているのは、もともと広がりとその程度や範囲を意味する用語だからであろう。そこで、本研究は、大きさ知覚における人間の感性をより体系化、定量化することを目指して、客観的大きさと知覚的大きさとの関係を形の属性から調べてゆくことを試みたものである。ただし、本研究では、幅広い意味で取られている大きさの概念を、図形の面積に限定し、幾何学的閉鎖図形の面積の大きさ知覚について調べることにした。幾何学的図形による大きさ知覚に関する研究では、客観的に同じ面積の図形であっても、それが星形、楕円、台形、三角形、四角形、円形であるかによって見かけの大きさは異なるということが明らかになっている [注4]。Mach [注5] は、同一の幾何学的要素を含む図形であっても、正方形か菱形 (正方形を45°回転した図形) かという布置条件で見かけの大きさが著しく異なり、菱形配置の方が大きく見えると報告している。さらに、線だけで描かれ

表 1-1：線図形における順位法による結果

r_i	R_i	○	△	▽	□	◇	▭	▭	◡	◢
1	9		6	3						
2	8		3	6						
3	7	2			1	5				1
4	6	3			1	2				3
5	5	3			2					4
6	4				3	2	1	1	1	1
7	3				2		4	2	1	
8	2	1					3	4	1	
9	1						1	2	6	
	$\sum f_{ij} R_i$	49	78	75	41	55	23	20	15	49
	Me	5.7	8.8	8.3	4.3	6.6	2.6	2.1	1.3	5.4
	Rc	6	9	8	4	7	3	2	1	5

表 1-2：面図形における順位法による結果

r_i	R_i	●	▲	▼	■	◆	▭	▭	◡	◢
1	9		5	4						
2	8		4	5						
3	7	2				5				2
4	6	2				3				4
5	5	4			3	1			1	
6	4	1			4		1	1		2
7	3						3	5	1	
8	2				2		3	3	1	
9	1						2		6	1
	$\sum f_{ij} R_i$	50	77	76	35	58	21	25	16	47
	Me	5.4	8.6	8.4	4.1	6.6	2.3	2.8	1.3	5.9
	Rc	5	9	8	4	7	2	3	1	6

た輪郭図形か、その内部を塗りつぶした充実図形か、また充実図形でも白地に黒図形か逆に黒地に白図形であるかによってもその大きさは異なって知覚される。また、知覚された大きさは、視空間における対象の拡がりの表現であるため、その規定要因として、当然、結像された視対象の網膜上での大きさ、すなわち視角 [注 6] が重要である。視角以外のすべての条件が同じであれば、実際知覚される大きさは視角にほぼ正比例して変化する。視角と大きさ知覚に関する理論的立場のなかでは、視角が見えの大きさに関わる知覚内容を直接的に規定すると考える立場がある [注 7]。このように面積知覚は、対象の見かけの形態や視角などさまざまな要因に関連している。しかし、これまでの面積知覚の研究ではこの二つの項目、すなわち形と視角を同時に扱った研究はほとんどない。一方、実際の日常現場では視覚対象は形態と視角の複数の情報を持っており、それらの相互作用が知覚の大きさ、すなわち面積知覚に影響を及ぼす可能性もあると考えられる。そこで、本研究は面積知覚に影響を及ぼす形態・視角の二つの要因およびその相互関係について組織的な検討を試みた。

2. 実験 I

2.1. 目的

本実験は、Warren & Pinneau [注 8]、Mach の形に関する研究で用いられた幾何学的図形から「円形・正三角形・逆正三角形・正方形・縦長四角形・横長四角形・五角形・六角形・正菱形」の 9 種類の図形を選んで、形態的な違いが面積知覚に与える影響を調べることを試みた。本研究では、これまでの大きさ知覚の研究ではあまり用いられていない順位法

(method of rank order) [注 9] を用い、大きさという特定の様相が、形態的特徴によって影響を受けるかどうかを確かめることにした。そして、その結果から、順位尺度値を求めてどのような形態が知覚の大きさに大きく影響しているかを検討した。また、実験に使う 9 種の図形を、線図形（線描された輪郭図形）と面図形（その内部を塗りつぶした充実図形）の二つの条件に分け、線または面の知覚からなる面積知覚への変化も検討することにした。

2.2. 方法

2.2.1. 被験者

正常視力 1.0 以上（矯正視力を含む）を有する 20 代の男女大学生 9 名（男性：5 名、女性：4 名）が実験に参加する。

2.2.2. 刺激

円形・正三角形・逆正三角形・正方形・縦長四角形・横長四角形・五角形・六角形・正菱形（正方形を 45° 回転したもの）の 9 つの幾何学図形を刺激図形として使った。実験には、面図形、線図形の 2 種類のテスト用紙を用意した。面図形が描かれたテスト用紙は背景が白で、図形は灰色であった。線図形が描かれたテスト用紙は、背景が白で、線の色は黒であった。2 種類のテスト用紙とも描かれた図形の大きさは、それぞれ 12 cm² で同じ面積であった。そして、図形の配置位置は被験者毎にランダムとした。

2.2.3. 手続き

各被験者に線図形と面図形の 2 種類のテスト用紙が与えられ、それぞれに描かれた 9 つの図形の大きさを判断してもらった。判断時間の制限はなかった。判断の仕方としては、図形が大きく見える方から小さく見える方に「1～9」の順位を決

表 1-3：線図形の順位尺度

Rc	Shape
9	△
8	▽
7	◇
6	○
5	□
4	▢
3	▣
2	◻
1	◐

表 1-4：面図形の順位尺度

Rc	Shape
9	▲
8	▼
7	◆
6	●
5	●
4	■
3	■
2	■
1	■

める方法を使い、得られた結果は、順位法による順位尺度値を求めた。

2.3. 結果および考察

表 1-1 と表 1-2 は、それぞれ、線図形と面図形の知覚的大きさの順位を順位法により尺度化したものである。表 1-3 と表 1-4 の列は刺激図形の種類を、行は大きさの順位 r_i を上から 1、2、…9 とし、各々の表に示された数値は、各被験者から得られた各図形の順位を 9 名の被験者全体での頻度で表したものである。表 1-3 と表 1-4 は、順位の頻度から得られた中央値 Me による線図形と面図形の順位尺度値 (R_c) を示す。表 1-3 の線図形と表 1-4 の面図形の結果では、両方とも正三角形、逆三角形、菱形の順に三つの図形が他の図形より大きく知覚されることを示した。しかし、それ以降の順位には、線図形と面図形の違いが示された。

この結果は、正三角形、逆三角形、菱形の形態的特徴が、円形、正方形、縦長正方形、横長正方形、五角形、六角形より大きく知覚されることを示す。また、線図形か面図形かを問わず、三角形と菱形の大きさの順位が大きいことは、今回の実験において線と面による知覚的影響が少なかったことを示す。しかし、大きさ知覚における形態的特徴による影響に関しては、二つの三角形と菱形が正方形や円形より大きく知覚された結果は、これまでの先行研究の結果で鋭角の図形が大きさの過大視傾向をもつという結果と一致した。たとえば、表 1-3 と表 1-4 の結果、 R_c が高い正三角形、逆正三角形は、他の刺激図形より鋭角の図形であり、菱形は図形の回転効果により垂直方向の上下部の角度が実際より鋭角に知覚される [注 5] という。また、この結果は、Behraman & Brown [注 10] が、大きさ知覚に影響する要因として指摘した「周の長さ」、「縦横比」、「内角」の三つの要因にも関係する。Behraman & Brown が示すこれらの要因について、図形ごとに考察を求めたのが図 1 と表 1-5 である。表 1-5 から、三角形が他の図形と比較して一辺の長さが長く、周の長さも大きいことが分かる。そして、菱形の縦横の幅が他の図形より大きいことが確認できる。

以上の結果から、同じ面積で形態が異なる図形の大きさ判断においては、Behraman & Brown が報告した「縦横比」による影響より、「縦横の幅」や「角度」が大きさ知覚に影響し、「一辺の長さ」、「横の幅」、「鋭角」は過大視効果をもつことが示唆された。また、正方形と菱形の現象的大きさの違いから

図 1：刺激図形の大きさ

表 1-5：刺激図形の一辺の長さ、縦横比、周囲の長さ、一つの内角

	a (cm)	b (cm)	c (cm)	縦横の比 (b/a)	(b/c)	周囲の長さ (L) (cm)	一つの内角 (°)
△	5.26	4.56		0.87		15.78	60
▽	5.26	4.56		0.87		15.78	60
◇	4.90	4.90		1.00		13.84	90
□	3.46	3.46		1.00		13.84	90
縦長□	3.00	4.00		1.33		14.00	90
横長□	4.00	3.00		0.75		14.00	90
○	3.90	3.90		1.00		12.27	360
五角形	4.05	4.05	2.64	1.00	1.53	13.2	108
六角形	4.30	3.72	2.15	0.87	1.73	12.9	120

は、図形自体に変化がなく、網膜像の形の変化がなくても、図形の回転又は方向によりその見えの大きさが異なることが確認された。つまり、図形の回転は図形がもつ内的な、幾何学的な構造を変えるものではなくても、見えの大きさ知覚に大きく影響することが確かめられた。

しかしながら、実験 I の結果からは、客観的大きさと知覚的大きさの差を定量化することが難しいため、次の実験からでは、被験者調整法 [注 11] を用いて、客観的大きさと知覚的大きさの差を調べることにした。刺激図形の種類を減らし、図形の幾何学属性の縦横幅に注目しながら、異なった視角条件での検討を試みた。そして、面積知覚における視角の効果および形態と視角との相互関係を調べることにした。

3. 実験 II

3.1. 目的

視覚刺激の空間的特性においてとくに重要なものは、視対象の大きさであり、最終的には網膜像の大きさである。しかし、網膜像の空間的特性を直接測定することは困難であるので間接的に、しかも視対象の空間的特徴だけで評価できることが望ましい。そこで、視対象が眼に対して張る角度、すなわち視角 (visual angle) によって網膜像の大きさを等価的に表現することが多い。さらに、網膜像の大きさ、すなわち視角は、大きさを規定するもっとも大きな要因といわれている。一定の観察距離の場合、対象の客観的な大きさが大なるほど網膜像も大きくなり、同時にその見えの大きさも大きくな

図 2-1：刺激図形

表 2：刺激図形の面積と視角

area (cm ²)	a side	square		diamond		circle		triangle		inverted triangle	
		(cm)	visua angle (°)	(cm)	visua angle (°)	(cm)	visua angle (°)	(cm)	visua angle (°)	(cm)	visua angle (°)
small	a	4.90	4.68	6.95	6.64	5.53	5.28	7.44	7.11	7.44	7.11
	b	4.90	4.68	6.95	6.64	5.53	5.28	6.45	6.16	6.45	6.16
medium	a	6.93	6.62	9.8	9.36	7.82	7.47	10.53	10.06	10.53	10.06
	b	6.93	6.62	9.8	9.36	7.82	7.47	9.12	8.71	9.12	8.71
large	a	9.80	9.36	13.86	13.24	11.06	10.56	14.89	14.22	14.89	14.22
	b	9.80	9.36	13.86	13.24	11.06	10.56	12.9	12.32	12.9	12.32

ることはきわめて明白な事実である。

Teightsoonian [注 12] は、一定の観察距離に提示された線分、多角形の見えの大きさとその対象の面積の関係を調べが、その結果、見えの大きさは、面積のべき関数として表現することができ、線分に対するべき指数は1.0、多角形と立体に対するべき指数はそれぞれ0.8、0.7であると報告した。また、Dumais & Bradley [注 13] のは、図形の大きさ（主観的輪郭図形により）を調べた結果、主観的輪郭の強さが照度および視角の対数に比例して減少することを明らかにした。

この結果は、主観的輪郭の知覚に限られた結果ではあるが、形の大きさ知覚に網膜の大きさ、すなわち視角が影響していることを示唆した。

そこで、本実験は、実験Ⅰから得られた結果をもとに、刺激図形の数減らし、それらの図形の観察距離一定保ったまま刺激図形の大きさ（視角）を3段階に変化する条件を設けて、形態的特徴が大きさ知覚に及ぼす効果の検討を試みた。

3.2. 方法

3.2.1. 被験者

正常視力1.0以上（矯正視力を含む）を有する20代男女大学生15名（男性：8名、女性7名）。

3.2.2. 装置・実験環境

実験の制御にはパーソナルコンピュータ（AKIA PowerPC）を用いた。また、刺激はそのパソコンに接続するモニタ（SONY Multiscan 17GS）に提示した。刺激の色は灰色で、輝度は35cd/m²に作られ、刺激が提示される画面の背景は白で、輝度は80 cd/m²にした。そして、画面の観察距離を一定にするため、顔面固定器を画面から60cmの距離に設置し、実験室内の照度は460 lxとした。

3.2.3. 刺激および手続き

刺激図形には、正方形・正菱形・円・正三角形・逆正三角形の5種類の図形を用いた（図2-1参照）。基準図形には正

方形を用い、比較図形として上記の5種類の図形を用いた。表2は、刺激図形の面積と視角（縦横の長さまたは直径）を示す。刺激図形の数、実験の目的により視角を3段階に変化するため、基準図形が3種類で、比較図形は15種類であった。たとえば、面積がそれぞれ24 cm²、48 cm²、96 cm²の基準図形の場合、一辺の視角は、4.90deg、6.93deg、9.80degとなった。刺激図形の配置は、それぞれの試行において、モニタ画面の左側に基準図形が提示され、右側に5種類の比較図形がランダムに提示された。比較図形は、小から大に変化する上昇系列（small：12-36cm²、medium：24-81cm²、large：48-216 cm²）と、大から小に変化する下降系列（small：36-12 cm²、medium：81-24 cm²、large：216-48 cm²）の2系列からなるようにプログラムされた。

被験者には、画面左側の基準図形の大きさと比較し、右側の小から大（上昇系列）へと大きさが変化する比較図形の大きさを、基準図形と同じ大きさに見えた瞬間、マウスを操作し、右側の比較図形の動きを止めるように教示した。同様に、大から小（下降系列）の動きに対しても同じ方法で比較図形の見えの大きさを調整するように教示した。結果の分析においては上昇系列の調整値と下降系列の調整値の平均を主観的等価値PSE [注 14] として用いた。

3.3. 結果および考察

図2-2に、視角条件ごとにプロットされた比較図形の知覚的大きさの実験結果を示した。ここで表す数値は、主観的等価値により求められたもので、 PSE_c / PSE_s は知覚的大きさ、すなわち図形の過大視あるいは過小視の程度を示す錯視量を意味するものである。 PSE_c は、基準と同じ大きさに知覚された各比較図形（正方形以外の）の主観的等価値を、 PSE_s は基準と同じ形の正方形の主観的等価値を示す。図2-2でのそれぞれの PSE_s 値は、SMALL： $PSE_s = 1.10$ 、MEDIUM： $PSE_s = 0.92$ 、LARGE- $PSE_s = 1.03$ となり、それぞれの PSE_s 値から

図2-2：視角条件における大きさ知覚の結果

それぞれのPSE_cを割った結果が図2-2に示した主観的等価値である。図2-2の結果から、SMALL・MEDIUM・LARGEの視角の変化が大きさ知覚に影響していることが確かめられた。特に、視角が大きくなるにつれて、正三角形・逆三角形・菱形の知覚的大きさが大きくなる方向に変化することが示された。また、図2-2のSMALLの結果、逆三角形・正三角形・菱形の主観的等価値が1より低い値を示したことは、小川〔注15〕の研究における「正三角形がもっと大きく知覚され、菱形が正三角について大きく知覚されたことと、正方形と円の大きさがあまり変わらない」との報告した結果と近似した結果である。しかし、視角MEDIUMでの結果は、逆三角形と円形がSMALLでの結果と同じ傾向であったが、菱形と三角形は逆の傾向を示した。さらに、視角が最も大きいLARGEでは、逆三角形、円形、菱形、正三角形のいずれの図形も主観的等価値が1より大きく、基準より過小視される結果を示した。

これらの結果を形と視角の2要因分散分析の検討した結果、形と視角の主効果（形： $F(4, 56) = 9.644, p < .0001$ ；視角： $F(2, 28) = 72.066, p < .0001$ ）およびその交互作用（ $F(2, 112) = 9.702, p < .0001$ ）が、いずれも有意であった。そして、主効果の有意差が見られた形と視角に対するPost Hoc検定（scheffeの手法により）の結果、視角SMALLに対してMEDIUMとLARGEがそれぞれ有意（MEDIUM： $p < .005$, LARGE： $p < .0001$ ）を、MEDIUMに対してLARGEが有意（ $p < .0001$ ）であることを示した。形に対するPost Hoc検定結果では、SMALLの正三角形に対して正方形と円形がそれぞれ有意（正方形： $p < .05$, 円形： $p < .05$ ）を示し、LARGEの正方形に対して菱形、逆三角形、正三角形、円形が、それぞれ有意（菱形： $p > .005$, 逆三角形： $p < .005$, 正三角形： $p < .005$, 円形： $p < .0001$ ）を明らかにした。これらの分析結果は、実験Ⅰの実験結果やこれまでの大きさ知覚に関する先行研究の結果で菱形と正三角形などが正方形より過大評価されるといった結果が、視角の変化により変わる可能性があるということを示唆した。これは、Bingham〔注16〕が究明したように、形の差異、すなわち形態情報が大きさ知覚に関係していることと、また網膜像の大きさが大きさ知覚に直接的な関係をもつことから、これらの二つの要因が大きさ知覚の規定要因であると考えられた。つまり、網膜に映され

た像のすべてが同じ大きさであっても網膜座標が異なると知覚に変化をもたらす、観察距離が一定で同形の形であっても網膜像の大きさが変化すれば、形態情報から導かれる大きさ知覚が変化すると考えられた。そして、このような考察は、Dumais & Bradleyの研究結果からも理解できる。Dumais & Bradleyは、形の知覚と大きさ知覚の関係を、図形の大きさ・観察距離および照明水準を組合せた条件において、主観的輪郭の強さを測定したが、この研究結果、主観的輪郭の強さが照度および視角の対数に比例して減少することが明らかとなった。この研究結果は、主観的輪郭に限られた結果ではあるが、視角が主観的輪郭の大きさ知覚に関係していることを示唆し、視角が大きいと輪郭が知覚されにくくなることを示した。つまり、Dumais & Bradleyは、視角の効果の理論的な意味を明確に記述してはいないが、網膜の大きさが現象を生起に決定的な影響をあたえるという事実が、主観的輪郭の発生メカニズムを考えるうえで重要であることを明らかにした。

また、形と視角による大きさ知覚に関しては、視覚情報処理の基礎として用いられる視野との関連で考察することもできる。多くパターン認識研究では、パターンまたは形というものの情報処理の過程においての視野について述べる人が多い。視野とは、われわれが目動かさず視覚の及びうる全範囲をいうもので、パターンまたは形を認識するには視野制限が重要とされる。そして、形が認識できる視野の範囲を有効視野（effective visual field,〔注17〕）といい、このような視野は視角を単位としている。また、パターンおよび形の認識における有効視野は、知覚の範囲（perceptual span）とも理解され、知覚の限界と密接に関連している。このように形が知覚されるためには、視角の制限も必要とされ、さらに、大きさ知覚をするためにも、形の知覚とともに知覚の範囲を規定する視角がいると考えられる。たとえば、通常、正常の視力をもつ人が本を読むときや、またはあるものを見るとき、すぐの目の前ではなく、少し離れた時点で見るのは、形が把握できる視野をつくる行為であると考えられる。また、映画スクリーンや看板、大きなポスターなどを見るとき近すぎてその絵の形や文字がうまく見えなかった経験からも、ものの視角が形の知覚や大きさ知覚に重要であることが理解できる。そして、Watanabe & Yoshida〔注18〕は、形と視角の関係を調べた研究で、大きさが視角15～17°のパターンを中心視（3°視野）で見た場合、その形が把握できないと報告している。ただし、この研究は中心視に限られた結果ではあるが、視角が形態知覚に大きく影響を及ぼすことを示唆している。

以上、本研究の結果から、網膜像の大きさを示す視角がパターンまたは形の知覚にいかに重要で、また大きさ知覚の規定要因の一つであることが明らかとなった。

4. 全体的な考察

これまでの研究結果より、同じ面積をもつ図形であっても図形の幾何学的属性が異なれば、知覚的大きさに影響を及ぼし、また、同形系列の形であってもその視角が異なれば大き

さ知覚に影響を及ぼすことが明らかになった。ところで、なぜ形態的な特徴が我々の知覚に影響を及ぼし、形態のどのような要因が面積知覚に錯視現象をもたらせるかなどについては、次のような研究からさまざまな形態的要因が考えられる。

Binghamの研究では、形の知覚が大きさ知覚を導くと記述している。しかし、この研究は、見えの形が測定されているわけではなく、先験的に仮定された形態の変数によって直接的に形の知覚が規定され、間接的に大きさ知覚が導かれると述べている。そして、Smith [注19] は、同一面積（形は正方形のみ）のランダム図形を用いた研究で、図形の幾何学的な変数が大きさの判断に影響することを示している。そして、図形を構成した幾何学的な変数のうち、輪郭全体の長さ（perimeter）、屈折数（number of turns）、図形の横幅（breadth）、外部の面積（external area）という4つの変数が大きさ評価値と負の相関関係をもつと報告している。この結果を、本論の表3の刺激図形の物理的な大きさとの関連で考察してみると、各図形の縦横の直径を示すa、bの値が三角形と菱形は他の図形より大きい反面、正方形と円形は比的小さかったことが分かる。また、表3に示すaとbの長さにより、輪郭全体の長さと大きさ知覚との関係が負の相関関係をもつというSmithの研究結果との関連で検討してみると、本研究の結果では、より大きく知覚をされた三角形の方が一番長く、輪郭全体の長さと大きさ知覚との関係が正の関係を示していた。これは、Smithの研究が正方形の1種類のみの結果である反面、本研究結果は形態が異なった5種類の刺激図形によるものであるからだと考えられる。また、面積と形の関係を心理物理学的測定で行われたBehram & Brownの研究では、物理的に等しい面積を持つランダム四辺形に対して形の類似性の評価が求められた。この研究の結果では、形の類似性に対する「集約-分散、compactness-dispersion」、「細長さ、elongation」、「きざきざさ、jaggedness」という3つの心理学次元が報告され、これらの心理学次元に対応する形態の幾何学的変数を「周の長さ」、「縦横比」、「4つの内角」であることを明らかにした。

以上、大きさ知覚は、形のさまざまな属性と対応関係があり、幾何学的な形態変数が大きさ知覚の規定要因でもあることが示唆された。さらに、大きさ錯視効果を、視覚環境の快適さを求める場面に利用できる可能性も考えられた。つまり、より大きく・より見えやすく・より見分けやすくする条件を満たすものづくりや計画に、本研究は有効データの提供ができる。これからの感性工学研究には、形の属性からなる心理的、知覚的特性研究による基礎データがもっとも必要であろうと考えられる。

注

- 1) Rudolf Arnheim : Art and Visual Perception, A Psychology of the Creative Eye, The new version, University of California Press, 1974
- 2) 和田陽平、大山正、今井省吾：新編感覚・知覚ハンドブック，誠信書房，284，681-715，1981

- 3) 小保内虎夫：視知覚，感応学説研究，中山書店，1955
- 4) Anastasi, A. : The estimation of area, J. gen. Psychol., 14, 201-225, 1936
- 5) Mach, E. : Die analyse der Empfindungen und das Verhaltnis des Physischen zum Psychischen, 7, Auflage, Jena : Gustav Fischer, 1918 [須藤吾之助・廣松渉（訳）1971 感覚の分析 法政大学出版]
- 6) 乾敏郎：視覚情報処理の基礎，サイエンス社，1990
- 7) Rock, I. : Indirect perception, Cambridge, Massachusetts, MIT press, 1997
- 8) Warren, J. M, and Pinneau, S. R. : Influence of form on judgment of apparent area, Percept. Motor Skill, 5, 7-10, 1955
- 9) 前掲書2) p42-45
- 10) Behrman, B.W. & Brown, D.R. : Multidimensional scaling of form : A psychophysical analysis. Perception. & Psychophysics., 4, 19-25, 1968
- 11) 田中良久：心理学的測定方法 第2版，1979
- 12) Teightsonian, M. : The judgment size. American Journal of Psychology, 78, 392-402, 1965
- 13) Dumais, S. T. & Bradley, D. R. : The effect of illumination level and retinal size on the apparent strength of subjective contours. Perception and Psychophysics, 19, 339-345, 1976
- 14) 前掲書2) p20, p868
- 15) 小川降：異なる条件下の量的判断，現象的大きさ，高木貞二（編）心理学における数量化の研究，東京大学出版会，100-117，1955
- 16) Bingham, G.P. : Perceiving size of tree : Form as information about scale, Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance, 19, 1139-1161, 1993 a
Bingham, G. P. : Perceiving size of tree : Biological form and the horizon ratio, Perception. & Psychophysics., 54, 485-495, 1993 b
- 17) 前掲書2) p107, p921, p929, p954,
- 18) Watanabe, A., & Yoshida, T. Roles of central and peripheral vision in pattern perception. NHK Technical Monograph, 21, 23-31, 1973
- 19) Smith, J. P. : The effect of figural shape on the perception of area, Perception & Psychophysics, 5, 49-52, 1969