

樹木からの距離と注視特性との関係 —キンモクセイの自然樹形の場合—

藤井英二郎・升谷素弥*

仲 隆裕・安蒜俊比古

(環境植栽学研究室)

Relationships between the Distance from a Tree and the Eye Fixation Patterns —A Case of Natural Tree Form of *Osmanthus aurantiacus* NAKAI

Eijiro FUJII, Motoya MASUTANI
Takahiro NAKA and Toshihiko ANBIRU
(Laboratory of Planting Design)

ABSTRACT

We investigated the relationships between the distance from a natural tree of *Osmanthus aurantiacus* and the eye fixation patterns using ophthalmograph. The long distance movements of eye fixation increased with the decrease of distance from the tree in all subjects. Moreover, the three types of changes in eye fixation patterns are found with the decrease of distance from the tree, i.e. the changes in the directions and the speed of eye fixation movements. These changes are found at the distance of three to five meters from the tree in all subjects, then the distance of three to five meters from the tree would divide the close-range and the medium-range views.

1. 目 的

庭をはじめとする多くの緑地の植栽は、その位置によって樹形に求められる要件が異なり、そこに細かな吟味を加えられる。そうした吟味に当たって重要なポイントのひとつとなるのが植栽とそれを観る人との距離である。

樹木の見え方が距離によって異なることは人々が日常的に実感するところである。樋口 (1975) は、景観と距離との関係を検討するに当たって、景観、特に日本の景観の主要な構成要素である樹木の見え方をその基準としている。そこでは樹木の見え方を大きく近距離、中距離、遠距離の3段階に分け、近距離の基準は、樹木を「感じとれる」距離として対象物を視角 1° 以上、すなわち対象物の大きさの約 60 倍の距離以内とし、また中距離と遠距離の区分を仮説的に視角 $3'$ 、距離にして対象物の約 1,100 倍としている。

樋口のこの区分はマクロな景観を対象にしたものであり、これによって樹木の見え方の全てが議論できるわけではない。例えば、庭の配植ではその検討の過程で庭を

近景、中景、遠景に区分し、それぞれに位置する樹木の樹形には細かな吟味を加えられる (安蒜ら, 1988)。これらは多くの場合、樋口のいう近距離の範囲内での区分であり、マクロな景観でなく比較的ミクロな景観を構成する樹木の見え方を議論する場合にはさらに細かな検討が必要であることは言うまでもない。

ここでは、上述のようなこれまでの配植技術を踏まえながら、いわゆる近景と中景の区分を念頭に置き、比較的短い距離からの樹木の見方について検討を加えたい。

もとより、多くの緑地における配植は他との関わりの中で検討されるものであるが、そうした景観や植栽全体の視覚的な解析にとって個々の樹木に対する注視特性 (注視点の分布や移動、停留時間、さらにはそれらの時間的推移に見られる特徴) の検討が基礎のひとつになることは明かである。個々の樹木に対する注視特性は、これまでの報告によって樹形、特にその幹と樹冠の形態によって異なると言えよう。そこで、ここではこれまでの研究によって樹木に対する注視特性を代表するタイプのひとつと考えられる円形の樹冠をもち、しかも多くの緑地でよく使われるキンモクセイを対象木とした。また、その円形の樹冠であっても樹冠に凹凸のある自然樹形と、幾何学的に刈り込まれたものでは当然のことながら、そ

* 現在、住友林業緑化 (株)

れぞれの見方が異なるものと予想できる。そこで、本報ではそのうち自然樹形について検討する。

2. 方法

注視特性はこれまでの報告と同様、角膜反射光方式によるアイマークレコーダー (NAC 社 V 型) を用いた。このシステムでは、視点は視覚対象とともにビデオテープに記録され、それを再生、解析する。

実験は、背景として単純な建物壁面の前にキンモクセイ (樹高 220 cm, 葉張り 120 cm) を植栽し、それを視覚対象として行った (写真)。なお、実験は 5~8 月に行っており、キンモクセイの着花時期ではなかった。

被験者とキンモクセイとの距離は、前述の目的とキンモクセイの大きさを考え、10 m から 2 m まで 1 m ごとに近づく形の 9 段階とした。被験者と実験装置の移動を容易にするため、対象木に向かってレールを敷設し、被験者は台車に乗せた椅子に座り実験装置とともに台車ごと移動するようにした (写真)。なお、ここで敷設したレールには被験者の視点移動に影響しないよう土をかけ周囲の地面と一体化するようにした。

実験の順序は、対象木から 10 m 離れた位置から始め、1 m 毎に対象木に近づき、2 m 離れた位置を最後とした。被験者がそれぞれの位置から対象木の最高点と根元を見たときの仰角と俯角は第 1 表の通りである。

被験者はそれぞれの位置において、実験者の「はい」という合図で目を開け、「やめ」の合図で目を閉じるように指示しておいた。被験者には対象木を自由に見てもらようよう指示し、頭部も動かしてよいこととした。それぞれの位置での実験時間は 15 秒としたが、スイッチ操作のずれなどによって被験者ごと、あるいは位置ごとに実験時間は一定ではない (第 2 表)。また、ある位置から次の位置までの移動中は被験者に目を閉じていてもらった。



写真 実験地と実験の様子

第 1 表 実験対象木までの距離と仰角及び俯角の関係

距離	仰角(θ)	俯角(σ)
10m	5° 8' 34"	7° 24' 25"
9m	5° 42' 38"	8° 13' 9"
8m	6° 25' 8"	9° 13' 48"
7m	7° 19' 35"	10° 31' 14"
6m	8° 31' 51"	12° 13' 30"
5m	10° 12' 14"	14° 34' 27"
4m	12° 40' 49"	18° 0' 15"
3m	16° 41' 57"	23° 25' 43"
2m	24° 13' 40"	33° 1' 26"

被験者は、裸眼もしくは矯正視力が 0.7 以上の環境緑地学科の職員、学生 6 名で、すべて男性である。

3. 結果及び考察

1) 注視点の移動軌跡

人がある部分を注視する場合少なくとも 0.2 秒そこに視点を停留させる必要があるとされる (吉田, 1975) ことから、これまでの報告と同様、ある点に 0.2 秒以上停留する点を注視点とした。

各被験者の注視点の軌跡は第 1 図の通りである。注視点の分布範囲を見ると、すべての被験者において対象木から遠い地点では樹冠全体、ないしは広い範囲に分布するのに対して、対象木に近い地点では樹冠の一部に限定される傾向がみられる。また、No. 1 や No. 2 の被験者では対象木から遠い地点では縦方向の移動がより多く見られるに対して、対象木に近い地点では横方向の移動もより多く見られるようになる傾向がある。

2) 注視点の移動方向

注視点の軌跡図でみられた傾向を数量的に検討するため、ある注視点から次の注視点までの移動方向を 30° ごとに 12 区分し、全移動回数に占める各々の移動回数の割合を図示すると、第 2 図のようになる。被験者 No. 1, 2 では 5 m 前後を境に、それより遠い位置では縦方向の移動が多いのに対して、それより近づく横方向の移動がより多くなる傾向がみられる。この結果は前述の注視点の軌跡図でみた傾向を数量的に裏付けるものである。また、被験者 No. 4, 5 では上述の被験者に比べてばらつきは大きいものの、それらとほぼ同様に 5 m 前後より近づく横方向の移動がより多くなる傾向がみられる。これ

第2表 各被験者の注視特性データ

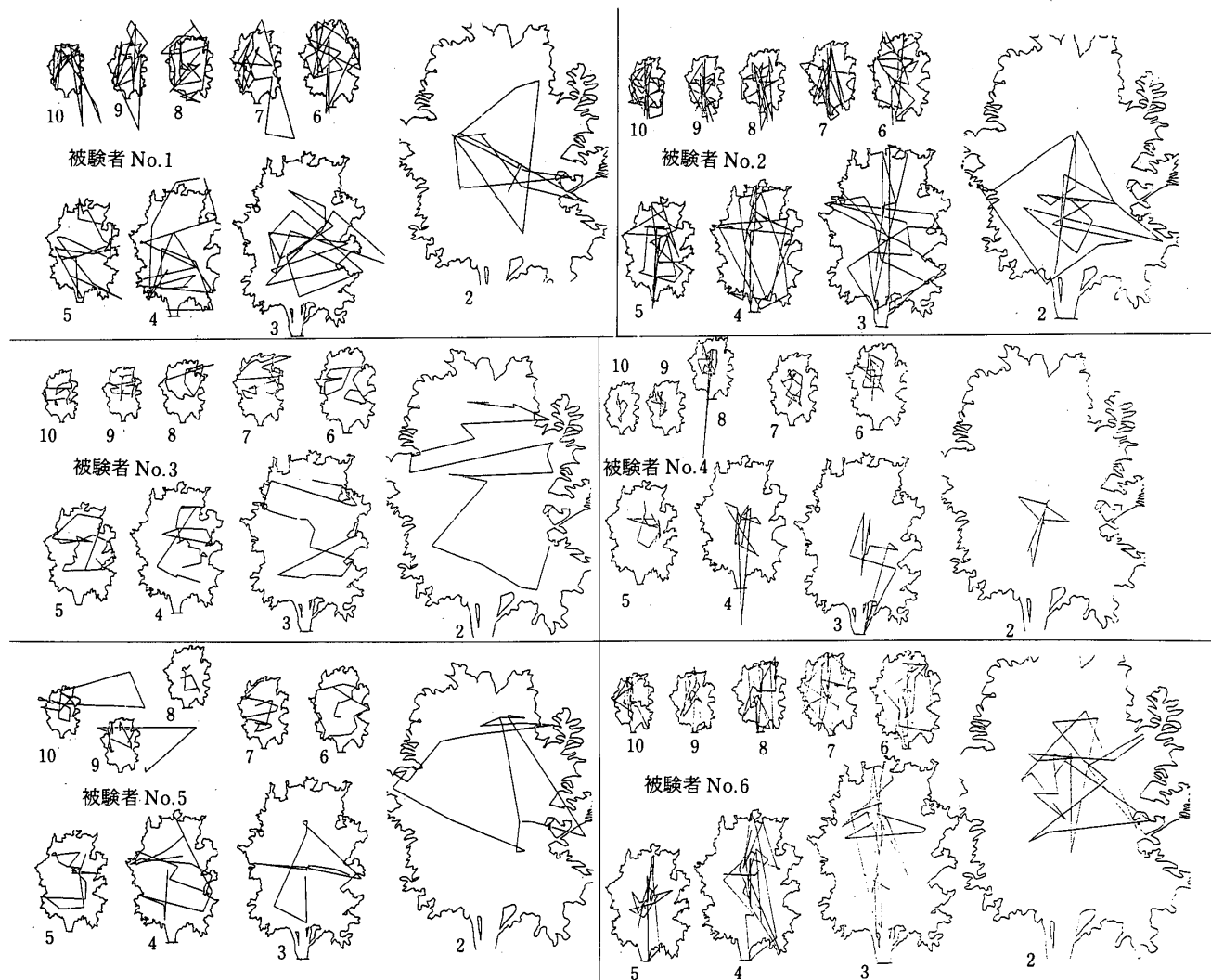
被験者	距離 m	実験時間	注視時間	注視時間 割合(%)	注視点数	平均停留 時間	同左の 標準偏差
No1	10	14.58	9.07	62.2	31	0.293	0.10
	9	14.25	8.23	57.8	27	0.305	0.12
	8	14.48	9.37	64.7	33	0.284	0.08
	7	14.48	6.30	43.5	21	0.300	0.09
	6	13.75	8.10	58.9	28	0.289	0.09
	5	14.28	7.70	53.9	24	0.321	0.13
	4	14.65	8.30	56.7	29	0.286	0.09
	3	13.68	6.23	45.6	22	0.283	0.10
	2	14.91	5.57	37.3	21	0.265	0.07
	平均値			53.4	26.2	0.292	
	標準偏差			8.7	4.2	0.015	
No2	10	14.72	9.60	65.2	34	0.282	0.09
	9	14.71	9.60	65.3	34	0.282	0.08
	8	14.81	8.10	54.7	25	0.324	0.11
	7	14.44	7.87	54.5	29	0.271	0.08
	6	15.08	9.87	65.4	33	0.299	0.08
	5	14.65	9.30	63.5	33	0.282	0.10
	4	15.09	9.03	59.9	34	0.266	0.08
	3	14.98	8.17	54.5	30	0.272	0.07
	2	14.51	8.53	58.8	29	0.294	0.13
	平均値			60.2	31.2	0.286	
	標準偏差			4.5	3.0	0.017	
No3	10	14.04	9.33	66.5	30	0.311	0.13
	9	14.48	9.43	65.2	30	0.314	0.14
	8	14.28	7.27	50.9	22	0.330	0.13
	7	14.15	9.20	65.0	32	0.288	0.09
	6	14.62	8.63	59.1	27	0.320	0.12
	5	14.28	8.83	61.9	30	0.294	0.08
	4	14.42	8.13	56.4	26	0.313	0.14
	3	12.04	5.67	47.1	19	0.298	0.11
	2	13.48	6.33	47.0	22	0.288	0.09
	平均値			57.7	26.4	0.306	
	標準偏差			7.3	4.3	0.014	
被験者	距離 m	実験時間	注視時間	注視時間 割合(%)	注視点数	平均停留 時間	同左の 標準偏差
No4	10	12.2	3.90	32.0	13	0.300	0.09
	9	14.4	8.47	59.0	27	0.314	0.11
	8	14.58	10.60	72.7	31	0.342	0.13
	7	14.68	7.03	47.9	25	0.281	0.09
	6	14.84	7.70	51.9	25	0.308	0.10
	5	14.01	5.37	38.3	19	0.283	0.08
	4	13.84	5.40	39.0	20	0.270	0.07
	3	12.21	4.33	35.5	13	0.333	0.11
	2	12.81	4.10	32.0	14	0.293	0.08
	平均値			45.4	20.8	0.303	
	標準偏差			13.0	6.2	0.023	
No5	10	14.5	8.57	59.0	24	0.357	0.16
	9	14.2	6.57	46.4	22	0.299	0.10
	8	14.81	11.43	77.2	20	0.572	0.48
	7	14.81	9.70	65.5	27	0.359	0.16
	6	13.78	7.77	56.4	23	0.338	0.16
	5	13.95	8.53	61.2	24	0.356	0.16
	4	13.94	7.73	55.5	25	0.309	0.12
	3	14.12	8.90	63.0	20	0.445	0.22
	2	13.84	6.03	43.6	21	0.287	0.07
	平均値			58.6	22.9	0.369	
	標準偏差			9.5	2.2	0.084	
No6	10	14.75	11.60	78.6	28.0	0.414	0.15
	9	14.75	11.30	76.6	30.0	0.377	0.21
	8	14.85	8.93	60.2	26.0	0.344	0.13
	7	14.65	10.20	69.6	31.0	0.329	0.14
	6	15.05	11.40	75.7	33.0	0.346	0.21
	5	14.82	10.53	71.1	34.0	0.310	0.12
	4	14.85	9.60	64.7	34.0	0.282	0.09
	3	14.78	8.83	59.8	29.0	0.305	0.14
	2	14.81	7.60	51.3	26.0	0.292	0.08
	平均値			67.5	30.1	0.333	
	標準偏差			8.7	3.0	0.040	

らに対して、被験者 No. 3, 6 では注視点の移動方向割合に距離の変化に伴った大きな変化はみられない。

3) 注視点の累積移動距離の推移

次に、注視点の移動距離の変化を見るため、横軸に時

間をとり、縦軸にその累積移動距離をとると、第3図の通りである。ほとんどの被験者において、対象木に近づくほどそれぞれの線が縦軸に近づく傾向がみられる。このことは、対象木から遠い位置では注視点の移動距離が短く、また合わせて各々の注視点の停留時間が長いのに



第1図 注視点の軌跡 注)図中の数字は被験者と対象木との距離(m)

対して、被験者が対象木に近づくにつれて注視点の移動距離が長くなり、かつ停留時間も短くなることを示している。したがって、対象木から遠い位置ではじっくりとした見方であるのに対して、対象木に近い位置ではすばやく大きく動く見方になるものと言えよう。そして、対象木に近い位置でのこの見方は、ほとんどの被験者においてほぼ4mを境に顕著になる傾向がみられる。

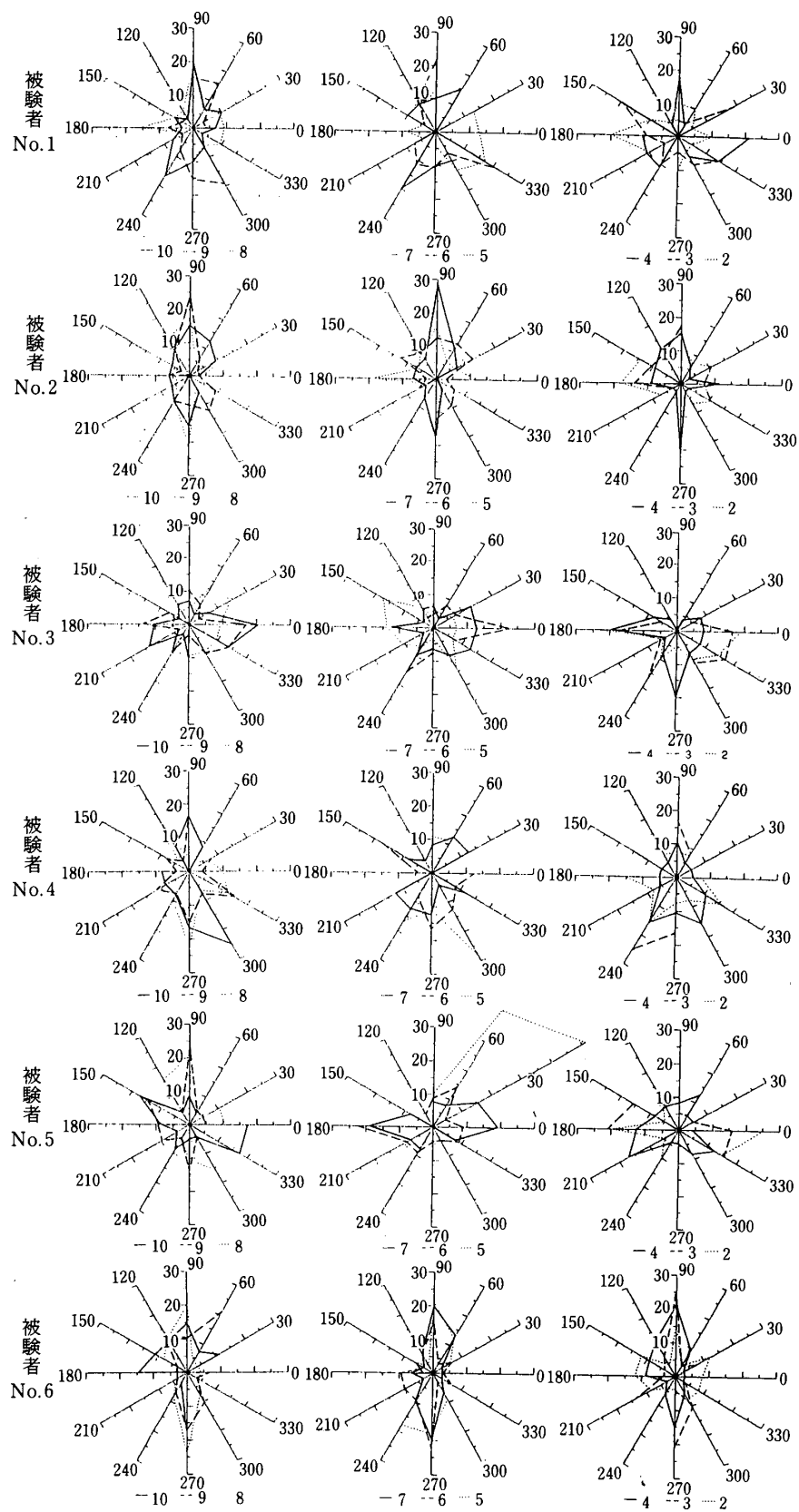
4) 注視点の移動距離別割合

中心視の範囲は直径視角で $1^{\circ}20'$ とされていることから(吉田, 1975), この実験でその範囲内に入る最大の移動距離0.24 cmを最小区分として注視点の移動距離を0.24 cmごとに区分し、各々に属する注視点移動が全移動回数に占める割合を見ると、第4図の通りである。

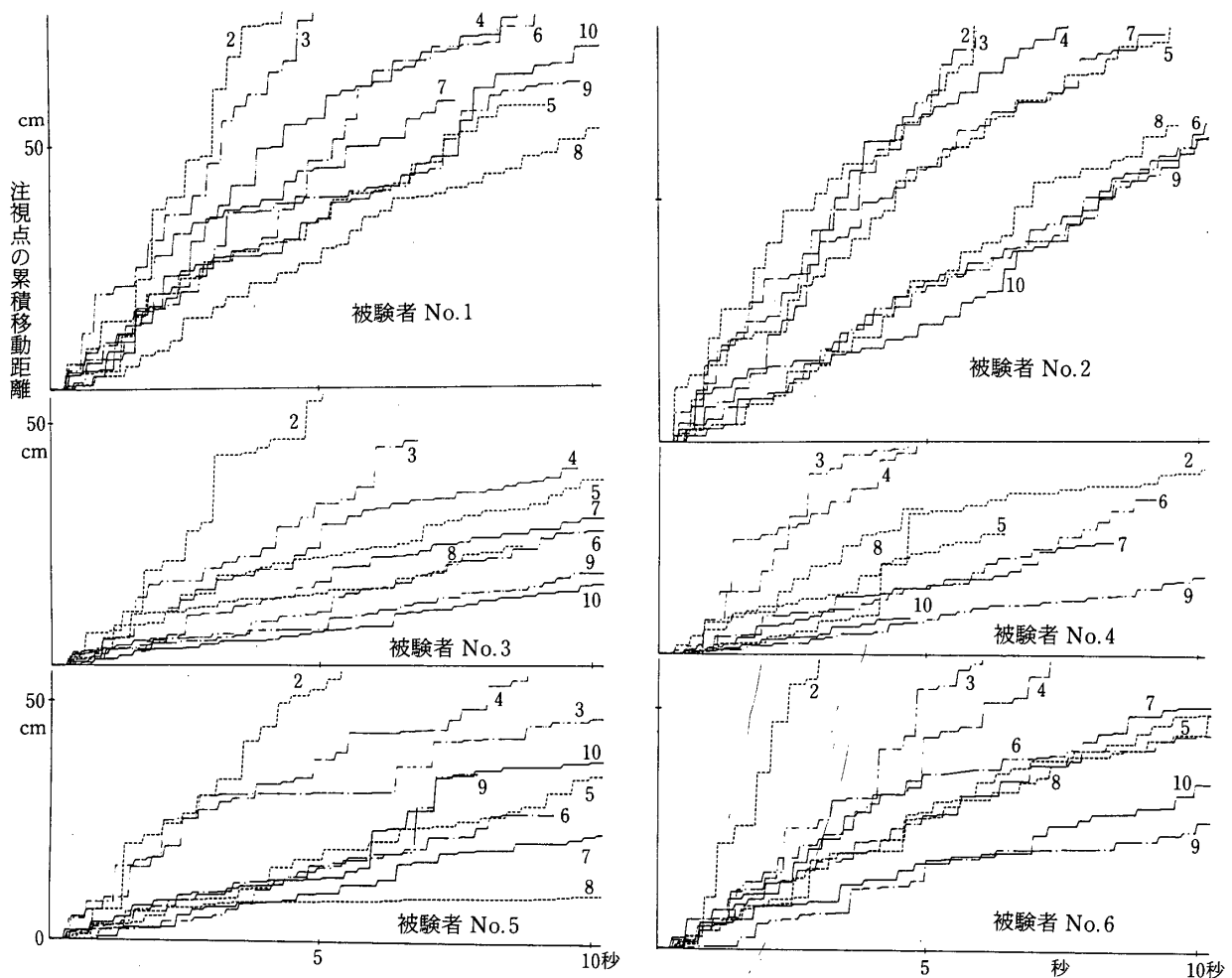
被験者 No. 1, 2のように距離の長い移動が多くを占めるものと被験者 No. 3, 4などのように短い移動がよ

り多い傾向をもつものがあるが、それらのいずれをも含む全ての被験者において、対象木に近い位置では距離の長い移動の割合が高く、対象木から遠くなるにつれてその長い移動が減り、短い移動が増える傾向がみられる。これは、前述の累積移動距離の推移でみた傾向を裏付けるものである。

また、対象木からの距離の変化に伴う注視点の移動距離割合の変化は、前述の累積移動距離の推移などと同様大きくは連続的であり、またそれにはばらつきもあるが、不連続的な変化も見られる。例えば、被験者 No. 1では10~8mで2.40 cm以上の移動が多いものの、合わせていろいろな距離の移動が多様にみられるのに対して、7~5mでは1.92 cm以下の移動が減って、2.40 cm以上の移動が増加する。さらに、4~2mでは1.20 cm以下の移動は残るものの1.20~2.16 cmの移動は少なくなり、2.40 cm以上の移動がより多くなっている。こうした不連続



第2図 注視点の移動方向割合 注) 図中の10~2は被験者と対象木との距離(m)



第3図 注視点の累積移動の距離 注) 図中の数字は被験者と対象木との距離(m)

的な変化が見られる距離は被験者によって異なるものの、多くの被験者では3~5mの地点で共通して変化がみられる。

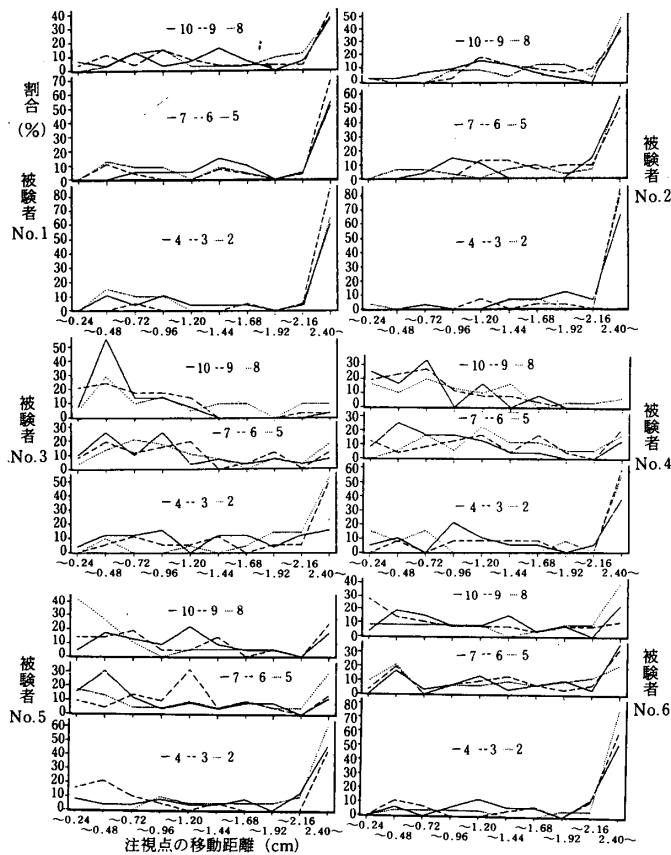
5) 注視点の停留時間別割合

注視点の停留時間を0.2秒ごとに区分し、それぞれの区分に該当する注視点数が全注視点数に占める割合を求めると、第4図の通りである。被験者No. 1, 5では停留時間割合の変化にばらつきが大きく距離の変化に伴った一定した傾向はみられない。また、被験者No. 4では停留時間割合の変化が少なく距離に係わらず一定した割合を示す傾向がみられる。これらに対して、被験者No. 2, 6では対象木に近づくにつれて停留時間の短い注視点の割合が増加する傾向がみられる。すなわち、被験者No. 2は10~6mの位置では停留時間0.3秒以上の注視点が多いのに対して、5~2mでは0.2秒の注視点がより多くなり、視点移動がより速くなることがわかる。ま

た、被験者No. 6では対象木から10mの位置では0.41~0.6秒の注視点の多さが特徴的であるのに対して、9~5mではその割合が減り、さらに4~2mでは0.41秒以上の点が少なくなり0.4秒以下の点がほとんどを占めるようになる。一方、被験者No. 3ではこれらの被験者とは逆に、10~9mでは停留時間0.2秒の注視点が比較的多く、8, 7mではその割合が減って0.21~0.4秒の割合が増え、6~2mではさらにその傾向が強まって、視点移動がより遅くなる傾向がみられる。

6) まとめ

以上の結果をまとめると次のようになる。対象木からの距離が短くなるにつれて、6人の被験者すべてにおいて注視点の移動距離割合が変化し、長い移動がより多くなる傾向がみられた。こうした変化に加えて、被験者No. 1, 2, 4, 5では、注視点の移動方向も対象木に近づくにつれて変化し、横方向の移動がより多くなる傾

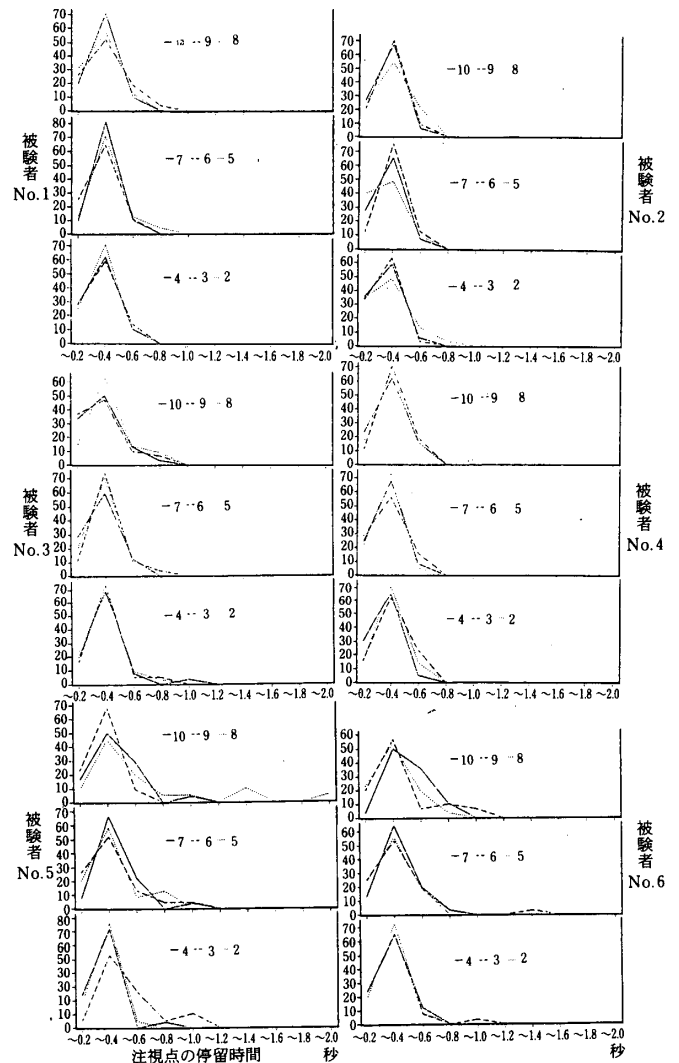


第4図 注視点の移動距離別割合

注) 図中の数字は被験者と対象木との距離(m)

向がみられた。さらに、そのうち被験者 No. 1 と 2 では対象木に近づくにつれて注視時間やその割合にも変化がみられ、被験者 No. 1 では注視点数の減少にともなって実験時間に占める注視時間の割合が減少し、被験者 No. 2 では注視時間に変化はみられないものの、一つ一つの注視点の停留時間の割合が変化し、停留時間の短い点の割合が増加した。いずれにしても、これらの被験者では対象木に近づくにつれて長い距離の注視点移動が増えると同時に、その移動方向も横方向が増え、さらに視点移動もより速まる傾向を示した。従って、これらの被験者は対象木から遠い位置では縦方向のゆっくりとした短い注視点移動が多いのに対して、対象木に近づくとも横方向の長い速い移動が増えるものと言えよう。

これに対して、被験者 No. 4, 5 では対象木に近づくにつれて長い距離の注視点移動が増え、横方向の移動が多くなるものの、注視時間についてはばらつきが大きく距離の変化に伴った一定した傾向が見られなかった。したがって、これらの被験者では距離の変化による視点移動の変化は注視点の移動距離とその方向には現れるもの



第5図 注視点の停留時間割合

注) 図中の数字は被験者と対象木との距離(m)

の注視時間には現れないものと言えるであろう。

さらに、被験者 No. 3, 6 ではその他の被験者と同様対象木に近づくにつれて長い距離の注視点移動は増えるものの、その移動方向には変化がみられず、逆に注視時間が対象木に近づくにつれて減少する傾向がみられた。したがって、これらの被験者では対象木からの距離の変化に伴って注視点移動の方向には変化が見られないものの、対象木から遠い位置では短くゆっくりとした視点移動であるのに対して、対象木に近づくにつれて距離の長い速い移動が多くなるものと言えよう。

これらのことから、今回対象としたキンモクセイの自然樹形に対する見方は被験者すべてにおいて樹木から遠い位置では短い注視点移動が多く、樹木に近づくにつれてその移動距離がより長くなるものと言える。そして、

この共通した変化に加えてさらに3つのタイプの変化があるものと言えよう。そのひとつは注視点の移動方向が樹木に近づくにつれて縦から横方向に変わるタイプであり、二つ目は樹木に近づくにつれて視点移動が速くなるタイプであって、三つ目はそれらが合わさったもの、すなわち樹木に近づくにつれて横方向の注視点移動が増え、合わせて視点移動も速くなるタイプである。樹木からの距離の変化に伴うこうした注視特性の変化は、例えば庭の近景を構成する植栽（例えば、鉢請木）や、逆に中景や遠景を構成する植栽（例えば、正真木）に求められてきた樹形上の要件を再評価、あるいは再検討する上で示唆に富むものと言えよう。

次に、以上のような変化が現れる距離についてみると、すべての被験者で共通してその視点移動が変化する距離は5~3mであり、今回対象としたキンモクセイの自然樹形では3~5mに一つの共通的な変化点があるものと考えて良いであろう。すなわち、この距離を境にこうした樹木を見る場合の近景と中景が区分できるものと思われる。

4. 摘 要

キンモクセイの自然樹形を対象に、樹木からの距離と

注視特性との関係について検討した。男性6人の被験者すべてにおいて樹木に近づくにつれて長い距離の注視点移動が増える傾向がみられた。また、そうした変化に加えて次の3つのタイプの変化が見られた。樹木に近づくにつれて注視点の移動方向が縦から横に変わるタイプと、視点移動が速くなるタイプ、そしてそれらが共に現れるタイプである。また、そうした注視特性の変化が現れる距離は被験者によって多様であるが、樹木から3~5mの地点を境にすべての被験者の注視特性が変化することから、この距離がキンモクセイの自然樹形を見る場合の近景と中景を分ける距離になるものと考えられる。

引用文献

- 安蒜俊比古・浅野二郎・藤井英二郎（1988）：日本庭園における配植に関する研究—築山庭造伝前編・後編を中心に—，千葉大園学報，41，85-92。
樋口忠彦（1975）：景觀の構造，技報堂，22-23。
吉田辰夫（1975）：眼の動きと知覚，渡辺 徹・坂田晴夫・長谷川敬・吉田辰夫・畑田豊彦共著，視覚の科学，写真工業出版，32。