

オープンスペースの照明パターンが空間の開放感に及ぼす影響分析

木下雄一郎¹・深堀清隆²・窪田陽一³

¹正会員 オリエンタルコンサルタンツ中部支社
(〒450-0002名古屋市中村区名駅2-38-2 オーキッドビル5F, E-mail: kinoshita-yu@oriconsul.co.jp)

²正会員 博士(学術) 埼玉大学大学院理工学学術研究科環境制御工学専攻
(〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255, E-mail: fukahori@post.saitama-u.ac.jp)

³正会員 工博 埼玉大学大学院理工学学術研究科環境制御工学専攻
(〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255, E-mail: y1kubota@env.gse.saitama-u.ac.jp)

オープンスペースの夜間照明の配置や手法等が異なる事で、人々が空間から受ける開放感がどのように変わってくるのかを明らかにする事を目的とした。まずオープンスペースの現地調査から、空間の開放感に影響を及ぼしていると考えられる照明要素、空間構成要素のアイテム・カテゴリー分類を行った。そして分類したアイテム・カテゴリーと現地調査で得られた複数の写真を使用した開放感の心理評価実験結果との関係を、林の数量化理論1類とカテゴリーごとの開放感心理評価値の平均値の大小関係により考察した。その結果、見通し距離が異なれば空間の開放感に影響を及ぼす要素に変化が見られること、照明要素と空間構成要素との組み合わせにより、空間の開放感が変わってくる事を明らかにした。

キーワード: オープンスペース, 照明デザイン, 開放感

1. 序論

(1) 背景と目的

本研究ではオープンスペースの夜間照明を対象とする。近年では夜間景観の重要性から、いくつかのオープンスペースにおいても多様な光による演出が見られるようになった。しかし光による演出は、その視覚的效果を十分に熟知していなければ、意図とは異なる空間となってしまうため、光の持つ視覚的效果について明確にし、コンセプトに沿った空間を創出する必要があると考える。

本研究では光の効果による空間の開放感に着目する。開放感とは空間の広さや建物高さなどから受ける広さの感じであるが、照明の配置の仕方や照射対象が異なる事で、その物理的空間の大きさをこえて空間の開放感は変わってくると考えている。開放感は空間のスケールに関わるものであるが、空間のスケールは場所の性格や快適性に大きな影響を及ぼすため、デザイン上重要なコンセプトであると考えられる。例えば大勢の人がにぎわうような公共的な空間や、逆に1人で寛げるプライベート性のある快適な空間を計画する際、スケールを抜きにしては考えられない。空間の開放感に影響を及ぼす照明の要因を明らかにする事で、スケールの感じ方を変化させる照明計画の一助とする事を本研究の目的とする。

開放感の評価方法については、現場の再現性が高く、多くの照明のバリエーションを得る事ができる写真を使用する。現地調査により得られた写真から、開放感に影響を及ぼすと考えられる空間を構成する要素と照明要素を抽出し、開放感の心理評価実験により得られた開放感の評価値との関係を分析する。分析は林の数量化理論1類を使用し、開放感への影響力の強い要因を明らかにする。また数量化理論1類による分析ではその統計的有意性を明らかに出来なかった詳細な要因の開放感への影響を定性的に考察するため、要因ごとに実験により得られた開放感評価値の平均値を算出し、その大小関係から考察を行う。

2. 開放感に関する心理評価実験

(1) 現地調査

文献、現地調査から、開放感に影響を及ぼすと考えられる照明がある都市内のオープンスペース計20箇所を対象地として選定し、現地において実験に使用する写真の撮影と、平面図の作成を行った。評価実験ではその場所の物理的空間スケールが異なる事による開放感への影響を防ぐため、同じ空間のスケールで異なる照明パターン

の比較を行う必要がある。そこで見通し距離（視線遮蔽物までの距離）を8m, 20m, 30m, 40m以上の4段階に分けて撮影を行い、撮影地点を平面図に記録し、計253枚の写真を得た。

(2) 開放感へ影響を及ぼす要因の分類

現地調査から開放感へ影響を及ぼす光の要因の仮説を立てた。空間のスケールが一定であれば、空間のどの位置の光が最も目立つかで開放感が変わる。特に光の広がりを感じる場合や、奥行きを感じる光ほど開放感は高くなる（光の卓越位置）。点よりも面のような連続性がある光源の場合、開放的に感じる（配灯・照明タイプ）。照明器具は高い方が開放的に感じる（光源高さ）。暖色系や寒色系の光源よりも、白色系の光源の方が開放的に感じる（光色）。明るいほど開放的に感じる（明るさ）。また照明が同じでも、壁面の圍繞形態、樹木の配列の仕方、注視物が有るか無いか等の空間構成要素の影響により、照明の開放感へ及ぼす影響が変わってくる、つまり空間の種類により開放的に感じる照明は異なると考えた。これより、開放感へ影響を及ぼす要因のアイテム・カテゴリー化を行った（表-1）。明るさを表す指標として画像処理ソフトの写真平均輝度を使用した。現地調査で得た253枚の全ての写真についてアイテム・カテゴリーを当てはめ、全く同じパターンを持つ写真を除外した結果、見通し距離8mで18枚、20mで23枚、30mで21枚、40m以上で50枚となった。これらの見通し距離が異なる事で、各アイテム・カテゴリーの影響も変わってくると考える。

(3) 評定尺度法による開放感の心理評価実験

現地調査で得られた写真からA5サイズのデータシートを作成した。見通し距離ごとにデータシートを分類し、11段階評定尺度法(0-10点)による心理評価実験を行った（被験者数33名）。調査内容は各見通し距離で設問を分けてから、空間の種類が異なる事による各照明の開放感へ及ぼす影響を分析するために、単なる空間の開放感評価ではなく、照明の効果により元の空間が開放的に感じるかどうかを被験者に尋ねた。また撮影地点での視野の近似を行うため、カメラの画角を計算し、データシートを一度12cmの距離で観察をしてから、評価を行うよう伝えた。

3. 林の数量化理論1類による分析結果

各見通し距離において抽出されたアイテム・カテゴリーを独立変数として、開放感評価値の平均値を外的基準

表-1 要因のアイテム・カテゴリー化

空間構成要素			照明要素				
アイテム	カテゴリー	図	アイテム	カテゴリー	図	特徴	
注視物	無	-	光卓越位置	均一		空間全体に光が広がっている。	
	有	-		点在		光源が分散している。	
	圍繞形態	開放型			スポット		静止物、樹木などを照らし、注視物となっている。
		前面型			アクセント		空間の1部分にアクセントとしての光が存在する。
		片側型			境界部		スペースの境界部に配置されている。
		両側型			誘導		視線方向と水平に光が配置されている。
		2面型			奥		奥のみが明るい。
		3面型			配灯・照明タイプ	点光源	
	天井型			面光源			床や壁等に取り付けられる。
	樹木タイプ	高木境界型				線光源	
	高木点在型						
	高木並木型						
	低木境界型						
	無	-					

照明要素	
アイテム	カテゴリー
光源高さ	低(1m以下)
	中(1~4m)
	高(4m以上)
光色	埋め込み
	暖色
	中間色
平均輝度	寒色
	1~40
	41~80
	81~

として数量化理論1類分析を行った。見通し距離ごとの結果について表-2から表-5に示す。なお、見通し距離8m, 20m, 30mについてはサンプル数が少なく、全ての空間構成要素を変数として扱おうと、カテゴリースコアが求まらないという問題が生じたため、アイテムを、見通し距離8m, 20m, 30mの中でカテゴリーが多く、最も見目に影響があると考えられる樹木タイプのみを扱う事とした。

(1) 空間構成パターンについての考察

見通し距離20m, 30m時の樹木タイプの影響力が大きくなっている。これは視線が落ち着くとされる視線の中心領域付近に樹木がある事で、照明の影響による空間の開放感を弱める傾向があるといえる。特に高木・低木境界型について最も低い値を示しており、視線方向に対して垂直に植栽されている場合、開放的に感じなくなると考えられる。見通し距離40m以上のその他の空間構成要素については、レンジ、偏相関係数共に低い値を示しており影響力自体は低いと考えられるが、傾向として、注視物は無い方が開放感評価値は高い。圍繞形態は圍繞感が弱い開放型の評価値が高くなる事が予想されたが、片側、両側壁面型の開放感評価値が高く、開放型の評価が低いという結果となった。これより、路面のみでなく、壁面等を照らし、光の面積を拡げる事で開放感が高まる事が予想される。開放型については壁面等が無く、点光源の存在が卓越したために評価値が下がったと考えられる。元の空間の開放度が高くても、必ずしも開放的には感じない事がわかる。

(2) 照明パターンについての考察

全ての距離において、写真平均輝度の影響力が大きく、光源高さ、光色の評価値も高い事が読み取れる。光源高さは高いほど明るい、下から照らされる照明の評価値が高い事がわかり、光源を路面に埋め込む事で光源の存在を無くしていることや、光の広がりを感じさせている事が開放感を高めたと考えられる。明るさについては明るいほど開放感が高い。しかし光色については暖色の方が評価値が高く、仮説とは逆の結果となった。これはサンプル数が少なく、その評価値が高かった事が原因と考えられる。光卓越位置については、見通し距離が長くなるにつれレンジが大きくなっている事から、スケールの大きな空間では、光の位置の影響が大きくなる事がわかる。カテゴリーの大小関係は、見通し距離が異なる事で変わってくる。例えば見通し距離30mまでは境界部の評価値が高く、40m以上になると評価値が低くなるが、これは見通し距離30mまでは境界部に壁面があり、壁面が発光している場合や壁面を照射し、光っている面が広がっているような場合の評価値が高まる事が理由と考えら

表-2 見通し距離 8m 数量化理論 1 類分析結果

アイテム	カテゴリー	決定係数 0.86		サンプル数 18	
		カテゴリースコア	レンジ	偏相関係数	
樹木タイプ	高木点在型	-0.26	0.38	0.15	
	無	0.12			
光卓越位置	均一	-0.47	0.7	0.23	
	点在	-0.28			
	境界部	0.23			
配灯タイプ	点	-0.15	0.38	0.13	
	面	0.23			
光源高さ	低(1m)	-0.72	2.45	0.63	
	中(1~4m)	-0.45			
	高(4m)	1.73			
	埋め込み	1.14			
光色	暖色	2.62	2.77	0.55	
	中間色	-0.15			
平均輝度	1~40	-2.74	4.89	0.76	
	41~80	-0.74			
	81~	2.15			

表-3 見通し距離 20m 数量化理論 1 類分析結果

アイテム	カテゴリー	決定係数 0.96		サンプル数 23	
		カテゴリースコア	レンジ	偏相関係数	
樹木タイプ	高木境界型	-1.76	2.07	0.62	
	高木点在型	0.17			
	高木並木型	0.31			
	低木境界型	-0.69			
	無	0.05			
光卓越位置	均一	0.52	1.42	0.66	
	点在	-0.9			
	境界部	0.27			
配灯タイプ	点	-0.19	0.43	0.36	
	面	0.24			
光源高さ	低(1m)	-0.77	1.94	0.82	
	中(1~4m)	-0.32			
	高(4m)	1.17			
	埋め込み	0.98			
光色	暖色	2.08	2.17	0.69	
	中間色	-0.09			
平均輝度	1~40	-1.77	3.87	0.9	
	41~80	0.17			
	81~	2.1			

表-4 見通し距離 30m 数量化理論 1 類分析結果

アイテム	カテゴリー	決定係数 0.95		サンプル数 21	
		カテゴリースコア	レンジ	偏相関係数	
樹木タイプ	高木境界型	-0.08	3.39	0.9	
	高木点在型	-0.42			
	高木並木型	-1.74			
	低木境界型	-2.28			
	無	1.11			
光卓越位置	均一	-0.14	1.22	0.6	
	点在	-0.25			
	境界部	0.42			
	誘導	-0.8			
配灯タイプ	点	-0.06	0.14	0.1	
	面	0.08			
光源高さ	低(1m)	-2.57	4.21	0.9	
	中(1~4m)	-0.15			
	高(4m)	0.63			
	埋め込み	1.64			
光色	暖色	-0.37	0.39	0.15	
	中間色	0.02			
平均輝度	1~40	-1.61	3.18	0.79	
	41~80	0.35			
	81~	1.57			

表-5 見通し距離40m以上 数量化理論1類分析結果

アイテム	決定係数 0.86		サンプル数 50	
	カテゴリー	カテゴリスコア	レンジ	偏相関係数
注視物	無	0.13	0.51	0.28
	有	-0.38		
囲繞形態	開放型	-0.4	1.41	0.44
	前面壁面型	0.03		
	片側壁面型	1.01		
	両側壁面型	0.91		
	2面囲まれ型	-0.15		
樹木タイプ	3面囲まれ型	-0.12	0.29	0.11
	高木境界型	0.01		
	高木点在型	0.11		
	高木並木型	-0.18		
	低木境界型	0.11		
光卓越位置	無	0.01	2.03	0.53
	均一	1.22		
	点在	-0.46		
	スポット	0.09		
	アクセント	-0.81		
	境界部	-0.29		
	誘導	0.4		
	奥	0.1		
配灯タイプ	点	-0.11	1.71	0.46
	面	-0.05		
	ライン	1.6		
光源高さ	低(1m)	-0.58	1.98	0.6
	中(1~4m)	-0.14		
	高(4m)	0.07		
	埋め込み	1.4		
光色	暖色	1.78	2.62	0.39
	中間色	0.04		
	寒色	-0.84		
平均輝度	0~30	-1.69	3.38	0.83
	31~60	0.44		
	61~90	1.69		

れる。また誘導は30mで低く、40mで高くなっていることから、見通し距離が長くなるにつれ、誘導タイプによる開放感が高くなる可能性を有しているといえる。見通し距離に関わらず相対的に評価が高いのは均一、評価が低いのは分散であり、空間スケールに関わらず、光が分散しているよりも広がっていた方が開放感が高くなる事を実証できた。また配灯・照明タイプについては距離による違いはそれ程無いが、点よりも面的な光の開放感評価値が高いという結果を得ており、この事からも光の広がりが開放感に影響を及ぼす事が読み取れる。ただレンジが低い事から光源自体の影響力はそれほど無く、光源だけでなく照明により照らされている面、つまり光っている面の広がりが重要と考える。

4. 各カテゴリーの開放感評価平均値による考察

数量化理論1類の分析結果では、サンプル数が少ないために、用いるカテゴリーの数を制限しなければならず、細かい分類まで行う事はできなかった。そのため、配灯、照明手法の種類がいくつかあるにもかかわらず、点光源、面光源、線光源の3つのカテゴリーしか扱えなかった。

表-6 光卓越位置細分類化

細分類前	細分類後	特徴
均一	均一	空間全体に光が広がっている。
均一点在	分散	光源が分散している。
スポットアクセント	一点	点としての光が存在する。
境界部	前方壁面	前方に壁面があり、壁面が光っている。
	境界部	スペースの境界部が卓越している。
誘導	横壁面	横方向に壁面があり、壁面が光っている。
	誘導	視線方向と水平に光が配置されている。
奥	奥	奥のみが明るい。

表-7 配灯・照明タイプ細分類化

細分類前	細分類後	特徴
点光源	整然配置	光源が規則的に配置されている。
	ランダム配置	光源の規則性がわからない。
	ハイボール照	広場全体を照らす。
	スポット照明	オブジェや樹木等を照らす。
	アクセント照明	空間のアクセントとして変化を持たせる。
	局部照明	局部的に一箇所を照らしている。
面光源	壁面照射	壁面を照射する。
	窓透過	建物からの漏れ光。
	面発光	面光源。
線光源	ライン	線状の照明器具。

また、見通し距離8m、20m、30mでは、カテゴリー数だけでなく、空間構成要素の注視物の有無、囲繞形態をアイテムとして扱えなかった。そこで林の数量化理論1類では分析することのできなかったアイテム・カテゴリーについて開放感評価値の平均値を算出し、各カテゴリーが開放感にどのように影響しているのかの考察を行った。光卓越位置と配灯・照明タイプについて、より細かく分類を行った表を表-6,7に示す。

表-6,7のように細かく分類したカテゴリーと、数量化理論1類で分析できなかった空間構成要素に関するアイテムについて、各カテゴリーにおける開放感評価平均値を算出した(表-8)。またカテゴリーごとの開放感評価平均値に統計的な差があるのかどうかの検定を行った。結果を表-9に示す。これらの表から読み取れる事を以下に示す。

注視物の有無については、統計的な差は認められなかったが、傾向としては注視物がない方が評価値は高い。囲繞形態については、見通し距離40m以上において統計的な差が認められた。しかし、すべての距離において似たような傾向を示している事がうかがえる。傾向としては数量化理論1類と同様、壁面がある場合の方が開放感評価値は高いといえる。

表-8 各カテゴリにおける開放感評価平均値

アイテム	カテゴリ	見通し距離別 各カテゴリにおける開放感評価平均値							
		8m		20m		30m		40m以上	
		0	10	0	10	0	10	0	10
注視物の有無	無 有	[Bar]		[Bar]		[Bar]		[Bar]	
囲繞形態	開放型 前面壁面型 片側壁面型 両側壁面型 2面囲まれ型 3面囲まれ型 天井囲まれ型	[Bar]		[Bar]		[Bar]		[Bar]	
光卓越位置	均一 分散 一点 前方壁面 境界部 横壁面 誘導 奥	[Bar]		[Bar]		[Bar]		[Bar]	
配灯・照明タイプ	整然配置 ランダム配置 ハイボール照明 スポット照明 アクセント照明 局部照明 壁面照射 窓透過 面発光 ライン	[Bar]		[Bar]		[Bar]		[Bar]	

表-9 t検定(2標本)と分散分析によるP値

見通し距離	8m	20m	30m	40m以上
注視物の有無	該当無	0.946	-	0.939
囲繞形態	-	0.369	0.192	0.011*
光卓越位置	0.101	0.023*	0.02*	0.044*
配灯・照明タイプ	0.196	0.156	0.054	0.0002**

-: サンプル数1で分散求まらず
*: 有意水準5% **: 有意水準1%

光卓越位置について、殆どの見通し距離において統計的な差が認められた。細かく分類した事により、境界部では前方壁面の方の開放感が高い事がわかった。建築物の窓からの漏れ光のように、光っている面が大きいほど、開放感評価値は高まるといえる。

配灯・照明タイプについて、見通し距離40m以上において統計的な差が認められた。傾向として、空間を均一に照らすハイボール照明や、建築物窓からの光、面発光等の開放感評価値が高く、局部照明、スポット、アクセント照明など、部分的な光の開放感評価値が低い事がわかった。照明配置の整然性については、ランダムに配置されているよりも整然に配置されている方が開放感評価値が高いという結果を得た。このことから、部分的な光よりも、光っている面を広げ、空間形状を明瞭にするような照明手法が開放感を高めているといえる。

5. 開放感を変化させる照明デザイン手法の提案

数量化理論1類の分析結果により、全ての見通し距離で開放感への影響力の強かった照明に関するアイテム、

表-10 優先的に操作すべき照明要素

操作優先順位	操作要素	開放感を強める手法	開放感を弱める手法	見通し距離との関係
1	明るさ	明るくする。	暗くする。	全ての距離
2	光源高さ	高くする。 埋め込み照明を使用する。	低くする。	全ての距離
3	光卓越位置	均一な明かりで全体を照らす。	局部的に照明を設置する。 光を点在させる。	見通し距離20m
4	配灯・照明タイプ	均一な明かりで全体を照らすような配灯をする。ハイボール照明、面発光照明、均等に高位置照明を設置する。	スポット照明やアクセント照明を使用する。 照明をランダムに設置する。	見通し距離20m

表-11 照明要素と空間構成要素の組み合わせによる開放感への影響

照明要素	空間構成要素	空間構成要素と組み合わせた場合の影響	見通し距離との関係
境界卓越	樹木点在型	開放感を弱める。	20~30m
	開放型	空間に分離効果を生み、開放感を弱める。	40m
誘導卓越	無	開放感を弱める。奥行き感は得られない。	30m
	開放型	開放感を高めるが、片側、あるいは両側壁面型よりも効果は薄い。	40m
	片側壁面型 両側壁面型	開放型よりも効果を高める。	40m

カテゴリから、空間の開放感を変化させる上で優先的に操作すべき照明要素を整理した(表-10)。これらを変化させるだけでも空間の開放感を変化させる事が出来る。また見通し距離別の空間構成要素、照明要素に関するアイテム、カテゴリから、影響力の強い、または弱い要素を持つ写真を観察し、照明の効果により空間を開放的、または閉鎖的に感じさせる空間構成要素との組み合わせについて考察した(表-11)。例えば見通し距離40m以上において、囲繞形態の開放型と片側壁面型を比較した時、片側壁面のカテゴリスコアが高いが、それぞれの要素を持つ写真を観察してみると、光卓越位置が同じ誘導でも、開放型よりも片側壁面型の方が照明により面的な明るさを生じさせ、開放的に感じさせている事がわかる。この事より、表-10以外の要素を操作する際には、空間構成要素、照明要素いずれかでなく、要素を組み合わせたパターン効果を踏まえ、空間のスケールを考えていく必要がある。

6. 結論と今後の課題

本研究では照明が開放感へ及ぼす影響を分析し、影響力の強い要因を明らかにする事ができた。今後はサンプル

ル数と配灯タイプ等の照明パターンを増やし、同じ明るさ、広さ等に限定した上で光卓越位置や配灯タイプの影響力の違いを分析する事で、新たな知見を得る事ができると考える。

参考文献

- 1) 夜間における広場の利用形態と光の視覚的効果の適合性評価, 田中晶子, 土木学会年次学術講演会講演概要集第4部Vol.55, pp.322-323, 2000
- 2) 富松奈々, 大井尚行, 2つの連続する空間に照明の違いが及ぼす影響に関する研究, 日本建築学会学術梗概講演集, p.929, 2004
- 3) 伊藤あかね, 長澤夏子, 木村謙, 渡辺仁史, 人間行動に与える光源の影響に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, p.1105, 2000
- 4) 森美千代, 山田あすか, 上野淳, 夜間の都市オープンスペースにおける照明の「誘引」効果に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, p.819, 2004
- 5) 内田淳士, 深堀清隆, 窪田陽一, 夜間の商店街における光のデザイン効果の成立条件, 平成12年度(第33回)照明学会全国大会講演論文集pp.140-141, 2000
- 6) 浜田洋子, 窪田陽一, 深堀清隆, 材質を考慮した視覚障害者誘導用ブロックの視認性評価, 土木学会年次学術講演会講演概要集第4部Vol.57, pp.153-154, 2002
- 7) 菊田薫, 深堀清隆, 窪田陽一, 夜間照明と舗装材料の相互作用が明るさ感に及ぼす影響評価, 平成13年度(第34回)照明学会全国大会講演論文集, pp.123-124, 2001
- 8) 夜間照明の消費エネルギーを考慮した街路舗装材料の選定手法, 小椋圭一, 埼玉大学修士論文, 2001
- 9) 舗装材の製造時二酸化炭素排出量と費用を考慮した街路景観評価, 村上裕志, 埼玉大学修士論文, 2004
- 10) 照明デザイン入門, 中島龍興, 近田玲子, 面出薫, 彰国社
- 11) 都市の夜間景観の演出 光とカゲのハーモニー, 都市の夜間景観研究会, 大成出版社
- 12) 照明ハンドブック第2版, 照明学会編, オーム社
- 13) 照明辞典Lighting Design, 産業調査会, 辞典出版センター
- 14) 篠原修, 樋口忠彦, 自然地形と景観 土木学会年次学術講演会講演概要集第4部Vol.26, pp.193-196, 1971
- 15) 篠原修編・景観デザイン研究会著: 景観用語辞典 彰国社
- 16) 数量化理論とデータ処理, 駒沢勉著, 朝倉書店
- 17) 新統計概論 改訂版, 森田優三, 久次智雄, 日本評論社
- 18) SD, 9808, Design Vocabularies of Light LPA Works 1990-1998, Monthly Journal of Art and Architecture
- 19) EDWARD EFFRON: PLANNING & DESIGNING LIGHTING, Little Brown and Company, 1986