

商業街路における店舗照明と街路灯の適正光量

THE SUITABLE ILLUMINATION LEVEL OF SHOP AND STREET LIGHTING ON A COMMERCIAL STREET

小林 茂雄*
Shigeo KOBAYASHI

The purpose of this study is to examine illumination levels and balances of street and shop lighting in a commercial street during shop opening hours and after closing time. An experiment to coordinate light quantities of a street and shops was carried out in each time zone. The principle results were summarized as follows.

1. The minimum illuminance and luminous flux levels for the street were different according to the type of shop lights and color of street lights.
2. When the strength and colors of shop lighting were harmonious than the present heterogeneous condition, the total illuminance or luminous flux could be set lower.
3. The ratio of street lighting to shop lighting was higher when the color temperature of street lights was low. This tendency appeared strongly in the minimum required lighting level after the shops' closing time.

Keywords: street lighting, shop lighting, suitable illumination level, commercial street, energy efficiency
街路照明、店舗照明、適正光量、商業街路、省エネルギー

1. 研究の目的

夜間の商業地域での街路光環境は、営業時間帯では街路灯だけでなく、看板灯やウィンドウディスプレイの光、店舗内部からの漏れ光など多様な照明要素で構成されている。しかし、店舗が閉店すると、店舗に付随する看板灯や内部照明はほとんど消灯され、街路灯だけが点いているのが通常である。そうした街路灯によって作られる光環境は地域にとって最適なものといえるのだろうか。街路景観を美しく維持するためには、全ての時間帯においてどうあるべきかについて考えることが重要であり、深夜でも人通りがあるような街路では、路上の視認性だけでなく、歩行者にとっての安心感や景観としての豊かさも求められるだろう。現在、歩行者に対する道路照明の基準には、JISによる路面照度や歩行者の鉛直面照度の推奨値しか設定されていない。個々の街路に適した光環境を構築するためには、街路灯によって路上を照明することを考えるだけでは不十分であり、建物などから発する光を含めて街路の光環境を整備することが有効である。そのためには、街路を構成する照明要素にどのような光の強さやバランスが求められるかを明らかにする必要がある。

筆者らは、前報¹⁾で、東京都・自由が丘の九品仏川緑道を取り上げ、縮尺模型によって店舗が開店中の光環境と閉店後の光環境を作り出し、それらの画像に対して利用行動のふさわしさや印象を評価する実験を行った。その結果、街路の評価は大きくは画像の平均輝度に左右され

るが、街路灯や店舗照明による光のバランスや色温度も大きな要因となっていることを明らかにした。ただし、光環境の画像を評価する実験であり、照度や輝度レベルなど測光量のデータを得たわけではなかった。また、光環境の計画のためには、明るさのレベルだけでなく、そこに費やされるエネルギー量についても考慮するべきである。そこで、本研究では同じく九品仏川緑道を対象として、店舗の開店中と閉店後に求められる光環境について、測光量の面から検討する。

筆者らは過去に、住宅街の光環境について縮尺模型を用いて実験的に検討した。その結果²⁾、塀の低い開放的な街路では、住宅の窓明かりがあった方が、全体としてより低照度で省エネルギーにできるという結果を得ている。本研究は住宅街よりも光の構成要素の多い商業街路を扱うことと、開店中と閉店後のそれぞれに求められる光のレベルとバランスを研究することに特徴がある。具体的には、街路の縮尺模型を用いて、街路灯や店舗照明の光量を被験者が調節する実験を行い、各時間帯の光環境の最適値や最低値を把握する。

2. 実地調査

図1に示す自由が丘駅南口側の九品仏川緑道の63mを調査対象とした。この緑道は、1階に大きな開口部を持つ店舗が建ち並び、中央部には緑道地帯となっている。この地区を代表する歩行者主体の街路であ

* 武蔵工業大学工学部建築学科 助教授・博士(工学)

Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Musashi Institute of Technology, Dr. Eng.

り、隣接する店舗が閉店後も24時頃まで歩行者が絶えない。図2の夜間の写真を示す。この街路の光環境の実地調査を2003年4月に行った。水平面照度(高さ1.0m^{注1)}、街路灯と店舗照明の光束量、視線の高さ(1.5m)の鉛直面照度、路面・壁面・窓面の輝度^{注2)}について、開店中(19時30分~20時)と閉店後(24時~24時30分)に調査した。水平面照度と鉛直面照度は、中央の緑地帯を除いた道路上を間隔約2mで測定した。鉛直面照度は街路進行方向に対する値である。光束は、街路灯と店舗照明が屋外空間へ発散する量を算出するものとした。具体的には、街路灯などの点光源はランプの種類と配光から光束を推定し、看板灯などの面光源は表面の平均輝度から全体の光束を推定し、店舗内部照明は開口部の輝度や鉛直面照度を基にして光束量を推定した^{注3)}。

図3に、調査区間の平均水平面照度、平均鉛直面照度、全光束量を示す。照度値は調査した126点の平均である。水平面照度、鉛直面照度とも、開店中の均斉度(最低照度/最高照度)は約0.02と低く、閉店後の均斉度は約0.13と比較的高い。水平面照度のプロフィール図については既報¹⁾に示している。開店中の測光量は街路灯よりも店舗照明の占める割合が圧倒的に高く、水平面照度では約85%、鉛直面照度では約75%、光束では約85%となっている。一方閉店後では、店舗照明の占める割合は各測光量において20%程度と低くなる。これは、閉店後に看板灯や店舗内部及び店舗に付随する照明がほとんど消灯されるからである。閉店後の深夜まで点灯しているのは、2つの店舗の壁面に設置された照明と、自動販売機だけであった。全体の水平面照度も閉店後は開店中の1/5程度、鉛直面照度は1/3程度、光束は1/5程度と大きく下がっている。閉店後の街路の光環境が街路灯に依存していることが数値的にも理解できる。

3. 実験概要

実地調査の範囲を含む九品仏川緑道の約70mの区間について1/50スケールの模型を制作した。模型は既報¹⁾で用いたものを本実験用に改修したものである。図4に実験装置上の建物の配置と立面を示す。現状を忠実に再現するため、建物や街路の色彩やテクスチャーは実物を写真撮影したものを加工し、色彩と反射率を一致させるようにした。街路灯の光源には白色LED(色温度5800K)を用い、色温度変換フィルターを

用いて光色を現状のものに近づけた。店舗内部の照明や看板灯、自動販売機などは白色LEDと白熱電球に色温度変換フィルターを用いて光色を調節して使用した。

開店中と閉店後共に、まず現状の街路灯と店舗照明の照度分布、光色を再現させた。次に、各々の光の分布や位置を変更できるようにした。街路灯は、光色が橙色、白色の2種類、高さが5.0m、3.5m、0.3mの3種類を設定した。店舗照明は、開店中には店舗が営業中であることを表す不均一内部照明、均一内部照明の2種類の内部照明を設定し、閉店後には均一内部照明、壁付照明、壁面投光、消灯の4種類を設定した。店舗照明が不均一内部照明は、現状の開店中の店舗照明の分布状態を再現したものであり、店舗開口部の色温度が2000K~3500Kで、輝度の最大値は最小値の約40倍である。均一内部照明は、筆者がこの街路で提案する店舗照明の表出の仕方であり、建物から街路に発する光の分布を揃えたものである。店舗開口部の色温度は一定(3000K)で、輝度の最大値は最小値の約3倍となっている。これら全ての照明は、0~100%まで観察者の手元で連続して調光できるようにした。図5に、被験者の視点から撮影した各照明条件の写真を示す。

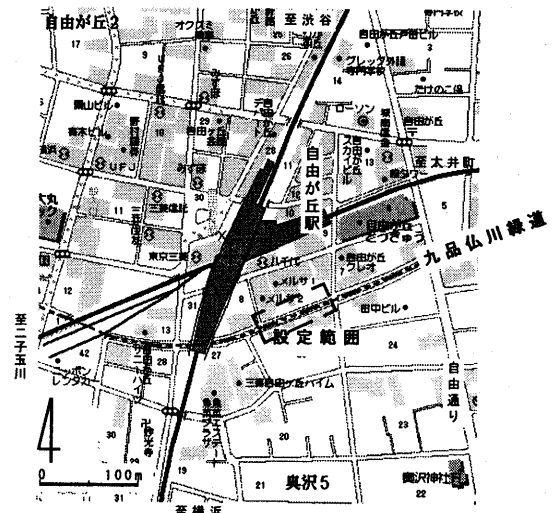


図1 九品仏川緑道周辺地図

(1) 店舗開店中



(2) 店舗閉店後

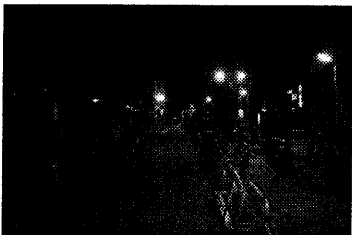


図2 現地街路写真

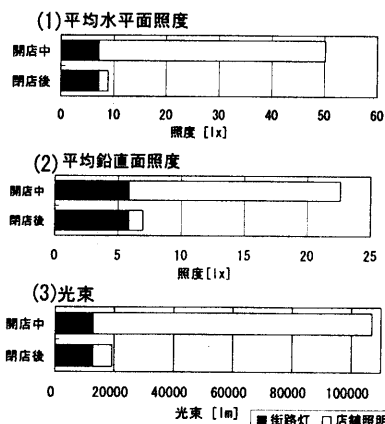


図3 実地調査結果

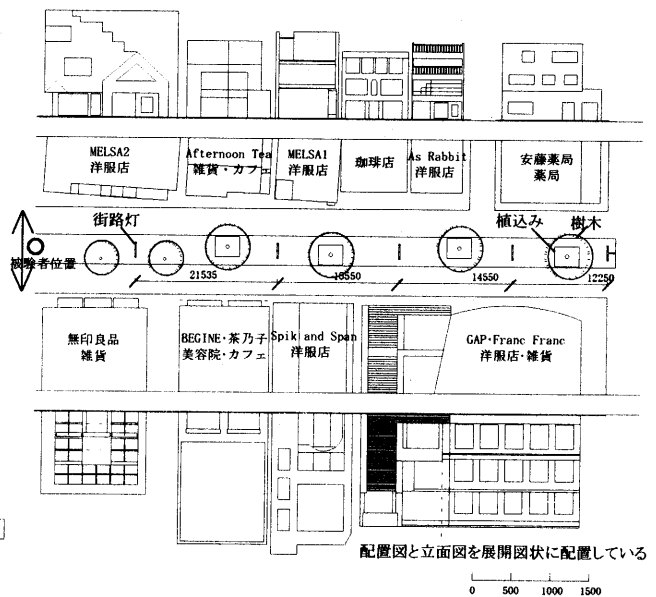


図4 建物配置図と立面図(数値は実寸値mm)

実験は、街路灯と店舗照明の強さを被験者が調節するものである。表1に設定した全実験条件を示す。開店中の照明条件は、不均一内部照明と均一内部照明の2種類の店舗照明に、街路灯の光色と高さを組み合わせ合わせた。開店中で不均一内部照明に設定したパターンのうち、No.1,4,7,10,11,14は、輝度、照度レベルもほぼ現実の状態を再現し、店舗照明はその状態に固定して街路灯の光量だけを調節するものである。閉店後の照明条件は、均一内部照明、壁付照明、壁面投光、消灯の4種類の店舗照明に、街路灯の光色と高さを組み合わせ合わせた。条件数を抑えるため、街路灯が橙色時には現状の高さ(3.5m)のみとした。

実験は暗室で行った。被験者は、図4に示す位置で、路上人物の視点高さから模型を眺める。このとき被験者には、視点の高さを変えずに、街路幅の範囲内で模型を観察するように教示した。開店中は夜間20時に友人とこの街路を買い物しながら歩いていることを想定し、最も快適に感じる明るさ(以下「最適値」とする)に合致するように、街路

灯及び店舗照明を調光させるようにした。実験条件によって、街路灯のみを調光する場合と、街路灯と店舗照明の両方を調光する場合がある。閉店後は夜間24時に一人でこの街路を歩いていることを想定し、はじめに安心感を確保した上でこの街路に適した明るさ(最適値)に合致するように、街路灯及び店舗照明を調光させた。次に、不安を感じない最低の明るさ(以下「最低値」とする)に合致するように、街路灯及び店舗照明を調光させるようにした。開店中は、この街路で不安を感じることはほとんどないため、最低値の調光は設定しなかった。被験者はこの場所をよく知る大学生33名(男性16名、女性17名)であり、全員が夜間の街路を歩いた経験を持つ。実験は一人ずつ個別に行い、一回の実験に費やされた時間は2~4時間程度であった。

4. 実験結果

4.1 被験者の性別による比較

被験者が光量を調節して作り出した光環境について、街路灯と店舗照明の調光レベルを測定し、路面から高さ1.0m(実寸)での水平照度、被験者の顔面位置での鉛直面照度、屋外空間へ発散する全光束、路面と店舗窓面と店舗壁面の輝度を算出した。光束は、実地調査と同じ範囲で街路灯と店舗照明が屋外空間へ発散する光束の合計であり、実スケールに変換した値である。店舗内部照明の光束量は窓面から外部に漏れる光の量であり、投光照明の光束量は路上の光源から壁面へ向けて発せられる光の量である。何れも光源からの配光を求め、それを基に算出した。

各実験条件について、被験者の最適値と最低値の代表値を求めることとした。最低値については被験者の75%が不安を感じない照度レベル(75%分位点)で代表させた。最適値については被験者の照度レベルの中央値(50%分位点)で代表させた。以後、最適値と最低値は、断りがない限りこの代表値のことを指す。表2~4に、各測光量の代表値を示している。

図6は、平均水平照度の代表値を被験者の性別によって布置したものである。実験条件により照度レベルは異なるものの、開店中の照度値

(1) IAb 店舗：開店中(20時)

街路灯 色：白色 高さ：3.5m 店舗照明：不均一内部照明



(2) IIBa 店舗：開店中(20時)

街路灯 色：橙色 高さ：5.0m 店舗照明：均一内部照明



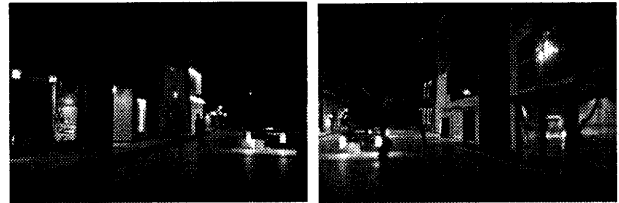
(3) IEb 店舗：閉店後(0時)

街路灯 色：白色 高さ：3.5m 店舗照明：消灯



(4) ICc 店舗：閉店後(0時)

街路灯 色：白色 高さ：0.3m 店舗照明：壁付き照明



(5) IDc 店舗：閉店後(0時)

街路灯 色：白色 高さ：0.3m 店舗照明：壁面投光

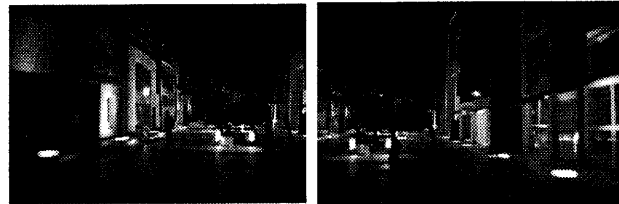


図5 模型写真(被験者の視点から撮影)

表1 実験パターン

(1) 開店中				(2) 閉店後					
No.	記号	街路灯		店舗照明	No.	記号	街路灯		店舗
		色	高さ				色	高さ	
1	I Aa i	白	5.0m	不均一内部照明	15	I Bc	白	5.0m	均一内部照明
2	I Aa ii				16	I Ca			壁付照明
3	I Bc iii				17	I Da			壁面投光
4	I Ab i	3.5m	不均一内部照明	18	I Ea	3.5m	消灯	均一内部照明	
5	I Ab ii			19	I Bb			均一内部照明	
6	I Bc iii			20	I Cb			壁付照明	
7	I Ac i	0.3m	不均一内部照明	21	I Db	0.3m	消灯	壁面投光	
8	I Ac ii			22	I Eb			均一内部照明	
9	I Bc iii			23	I Bc			壁付照明	
10	II Aa i	橙	5.0m	不均一内部照明	24	I Cc	5.0m	消灯	壁面投光
11	II Ab i				25	I Dc			均一内部照明
12	II Ab ii				26	I Ec			消灯
13	II Bb iii	0.3m	不均一内部照明	27	II Ea	3.5m	消灯	均一内部照明	
14	II Ac i			28	II Bb			壁付照明	
				29	II Cb			壁面投光	
					30	II Db	消灯		
					31	II Eb	消灯		
					32	II Ec	消灯		

記号の説明

街路灯 光色 I：白 II：橙 高さ a：5.0m b：3.5m c：0.3m

店舗照明 A：不均一内部照明 B：均一内部照明 C：壁付き照明 D：壁面投光 E：消灯

店舗照明の調光タイプ(開店中) i：固定(不均一内部照明を現状に固定)

ii：不均一内部照明と壁付照明を調光 iii：均一内部照明を調光

店舗照明のレベルを現実の照度に固定して街路灯だけを調光するパターンIAa iと、店舗照明と街路灯の両方を調光するパターンIIAa iiを比較する。表2と図7(1)より、前者の水平面照度は約45 (lx)、後者は約25 (lx)と前者が大きく上回っている。このことから、現状の店舗照明は歩行者にとって必要以上に照度が高くなっていることが推測できる。ただし既往研究²⁾から、縮尺模型の輝度や照度レベルは必ずしも実スケールでの印象と合致したものでなかったため、値をそのまま適用できるという保証はない。これらの比較は参考程度に留め、測光量についての結果の検討は、主に条件の違いによる相対的な比較に重点を置くものとする。

店舗照明の条件によって比較すると、Aの不均一内部照明よりもBの均一内部照明の方が、何れの測光量の値も小さくなっている。水平面照度では約30%、光束量では約50%も小さい。開店中では店舗内部から発散する光の強度や光色をある程度揃えた方が、低い照度、小さい消費エネルギー量で快適な明るさを実現できると考えられる。

(2) 閉店後について

図8と9から、閉店後においては、店舗照明がB (均一内部照明)、C (壁付照明)、D (壁面投光) のどのパターンでも、街路灯と店舗照明の両方を組み合わせて調光している。画像実験¹⁾からも、閉店後

でも街路灯だけが点灯しているより店舗照明があった方が、歩行に対する評価や軽食を取るという行為に対する評価が高まると共に、迷惑行為が抑制されやすいという結果が得られている。

組み合わせる店舗照明によって、鉛直面照度や光束量の値は異なっている。街路灯と均一内部照明を組み合わせたBは、街路灯のみのEより、水平面照度はやや低く、鉛直面照度は顕著に高く、光束量は大きくなる。光束は街路灯の高さが低い (IBc) とときに増すという特徴がある。壁付照明のCは、街路灯のみのEと比較して、水平面照度はやや低く、鉛直面照度と光束量はほぼ等しい。壁面投光のDは、街路灯のみのEと比較して、水平面照度は低く、鉛直面照度はやや高く、光束量は大きくなる。これらの傾向は、最適値と最低値で変わらない。またB,C,D何れのパターンでも、街路灯の出力成分は、街路灯だけのEの場合より小さくなっている。このことから、街路灯と店舗照明を組み合わせた場合には、全体の光束量は増すこともあるが、水平面照度に大きな変化はなく、街路灯自体のレベルは削減できると考えられる。また発光効率 (lm/W) がどの照明でも等しいと仮定すると、壁付照明が最も消費エネルギーが小さく、壁面投光が最も大きくなる。

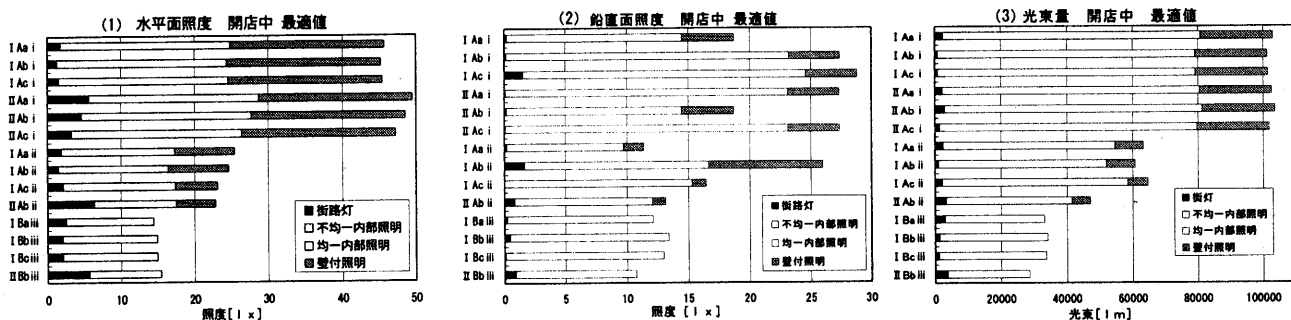


図7 開店中の最適値における各測光量

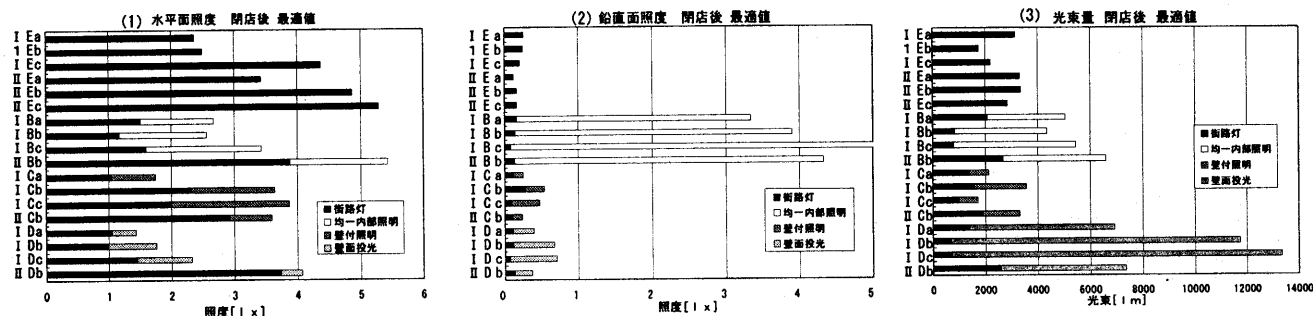


図8 閉店後の最適値における各測光量

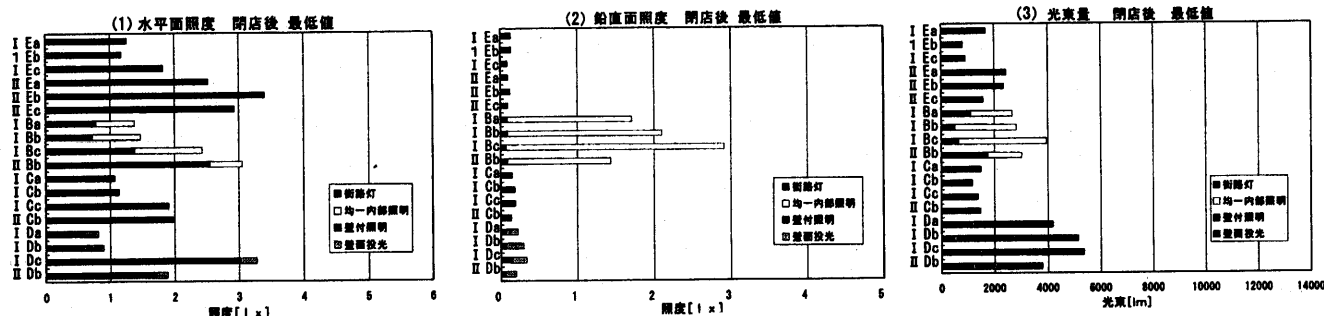


図9 閉店後の最低値における各測光量

4.3 窓面と路面の輝度比較

表2~4に示した建物壁面、窓面、路面の輝度の中で、路面と店舗窓面の輝度の関係を図10に布置した。均一内部照明のパターンBは、開店中と閉店後で共に設定したものであるが、両者で輝度のバランスが異なっている。開店中の窓面輝度は路面輝度の約5倍なのに対して、閉店後では約1倍と下がっており、開店中の方が店舗内部の光により大きな比率を求めていることが分かる。閉店後では、最適値と最低値で輝度のレベルは変化するが、路面輝度と窓面輝度の比はほぼ同じである。

4.4 街路灯の光色による比較

今回の実験では、均一内部照明のパターンのみ開店中と閉店後において同じ条件で実験を行った。図11、12に、それぞれの水平面照度と光束量を街路灯の光色別にまとめた。

照度や光束の値は、開店中の最適値、閉店後の最適値、閉店後の最低値の順に低くなる。水平面照度についてみると、白色のI Bbでは、閉店後の最適値は開店中の約1/6となり、閉店後の最低値は開店中の約1/10となる。一方橙色のII Bbでは、閉店後の最適値は開店中の約1/3、閉店後の最低値は開店中の約1/5となり、変化の幅は小さい。参考のため現状の実空間では、閉店後の水平面照度は開店中の約1/5となっている。

水平面照度を街路灯の光色で比較すると、開店中、閉店後共に橙色は白色の約3倍である。そのため、全体の照度に対して街路灯の占める割合は橙色の方が大きい。この傾向は閉店後の最低値でより強く表れ、白色では街路灯が全照度の55%を、橙色では80%を占めている。また街路灯を含めた全体の照度も、白色よりも橙色の方が高くなっている。一方、光束量では必ずしも橙色で大きいわけではなく、開店中と閉店後の最適値では、橙色の方が店舗照明を加えた全光束量が小さくなっている。これは、街路灯の方が店舗照明よりも光束に対する水平面照度の効率が高いためである。また、橙色の街路灯の出力を白色よりも高める理由として、低色温度の光がもたらす安心感や落ち着きが関わっていることと、店舗照明と光色が近いことによって街路全体の光のバランスが取りやすいことなどがあると推測できる。

5. 九品仏川緑道の光環境に対する提案

これらの結果を受けて、九品仏川緑道に限定した光環境の提案を行う。まず店舗が営業中の時間帯では、図7より、現状の店舗照明のみで十分な明るさが確保されており、街路灯は消灯しても構わないと思われる。店舗照明については、一部の内部照明や看板灯が大面積で光束が極度に強く、全体のバランスを崩している。それらの高輝度部分を抑え、光色をある程度揃えた「均一内部照明」に近い分布とするだけで、雰囲気良好で現在よりもエネルギー消費の少ない光環境が実現できるであろう。

店舗が閉店後の街路は、23時頃まで歩行者数は多く、その後も深夜

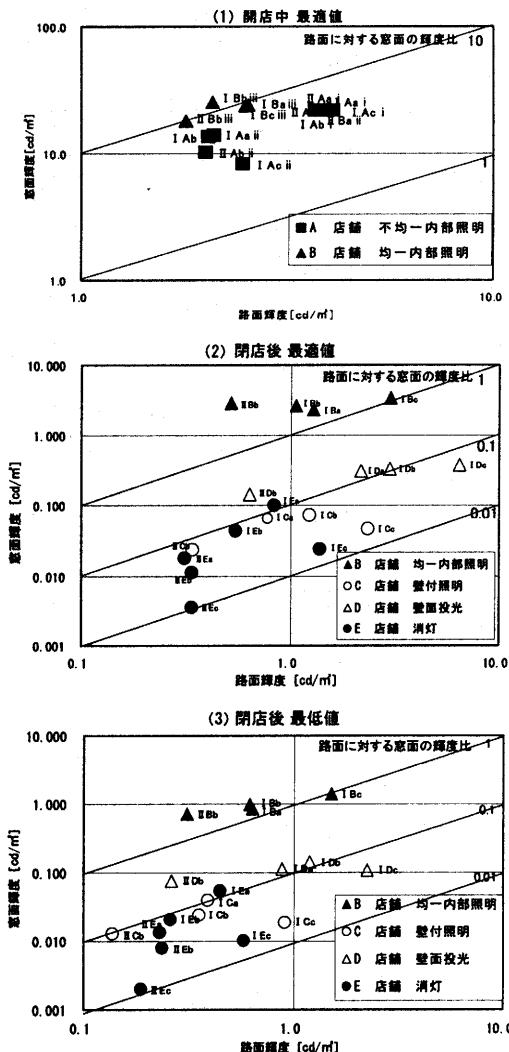


図10 窓面と路面の輝度の関係

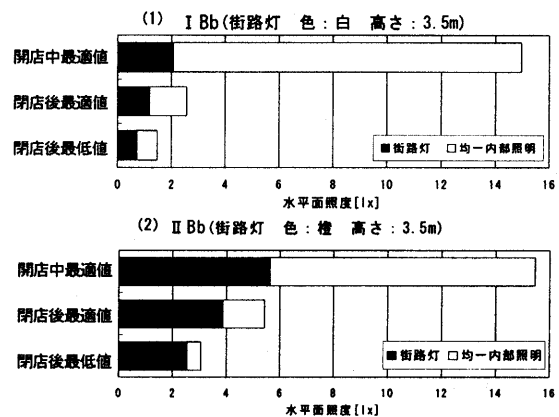


図11 水平面照度の街路灯光色による比較

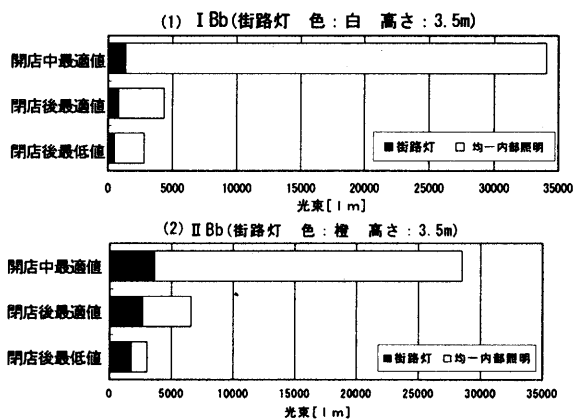


図12 光束量の街路灯光色による比較

まで街路上に立ち止まって話をする人、ベンチに座る人、犬の散歩をする人などがみられる⁹⁾。そうした行動に適した光環境とするため、人の気配を感じさせると共に防犯性を高める店舗内部照明を組み合わせる。このとき現状のような大部分の低輝度と一部の高輝度という不均衡な分布とせず、建物の多くの開口部に色温度の低い小さな光をつくるようにする。光の強さは図10より、路面の輝度より若干高い程度でよい。内部照明がつかない場所には、ファサードの凹部に壁付照明を配置して街路に光の連続性を持たせる。また、女性が安心して歩行できるように必要な街路灯を含めた路面照度は、模型実験結果から3(lx)程度確保できればよいことが分かった。照度値については現地での検討が必要であるが、現状の8(lx)よりも下げられると考えられる。

6. まとめ

本研究は商業街路において、店舗が開店中と閉店後のそれぞれに求められる街路照明及び店舗照明のレベルとバランスを把握することを目的とし、街路に最適な光量や必要最低限の光量に調節する実験を行った。得られた主な結果を以下にまとめる。

- ・商業街路照明の明るさの最適値や最低値(許容下限値)は女性の方が男性よりやや高くなるが、その差は住宅街路ほど顕著ではない。
- ・開店中の最適値、閉店後の最低値における照度や光束の値は、街路灯の光色、店舗照明の種類により異なる。
- ・開店中には現状の不均一な店舗照明よりも、店舗内部から発散する光の強度や光色をある程度揃えた方が、街路全体として低い水平面照度、小さな光束量を実現できる。
- ・閉店後にも、街路灯だけでなく店舗照明を組み合わせた光環境が求められる。その際の水平面照度は、最適値、最低値とも、街路灯のみによる光環境よりも低くできる。また光束量は、壁付照明、店舗内部照明、壁面投光照明の順に大きくなる。壁付照明を組み合わせた光束量は街路灯のみの場合とほぼ一致する。
- ・路面輝度に対する店舗の窓面輝度の比は、開店中の最適値では高く、閉店後の最適値や最低値では低くなる。
- ・白色より橙色の街路灯の方が、店舗照明を含めた全体の照度に占める街路灯の割合が大きくなり、その傾向は閉店後の最低値でより強く表れる。

夜間の商業街路は、店舗照明を組み合わせることでその街路の特徴が生かされた個性的な光環境がつけられる。路上の水平面照度も現在の推奨値よりも低く設定できるが、一方で街路灯のみの場合より光束量は大きくなり、消費エネルギーは増すことになる。個々の街路に求められる性能に従い、街路灯以外の光にどの程度の比重を持たせるのかを考えていくべきであろう。

7. 今後の課題

九品仏川緑道は深夜まで人通りがある歩行者主体の街路で、隣接する店舗の開口部が比較的大きいという特徴がある。この街路を対象として得られた本研究の基本的な結果は他の商業街路にも適用できると考えられるが、光の分布や強さまで適用できるとは限らない。道幅や歩行者量など街路のタイプ、店舗の種類や開口部の特徴など建物のタイプによって、必要とされる街路の光環境の姿は異なってくるであろう。今後、街路や建物の個別の特徴に応じた照明のあり方を調査し、その場所に合致した光環境計画を提案すること、街路の個性を生かすとともに全ての街

路に共通するような光環境計画の考え方を構築していきたい。

謝辞

本研究は、武蔵工業大学建築学科卒業生の伊藤由希氏、彦坂千映氏、廣瀬仁美氏、八木亮氏と協同で行いました。また科学研究費補助金・若手研究B(代表者:小林茂雄)の助成を得て実施しました。記して謝意を表します。

注

- 注1) 街路の水平面照度は路面での値を用いることが多いが、本研究で用いた縮尺模型上では小型照度計の受光部の厚み以上で測定することになり厳密に路面照度を測定することはできない。現地と模型での測定高さを揃えるため、高さ1.0mでの測定とした。また現地での路面照度は路上駐輪など仮設的なものの影響を受けるが、それらに依らないデータを得ることも意図した。
- 注2) 輝度は、実地調査も模型上でも、図4に示す被験者位置を視点として測定している。そのため、路面・壁面・窓面の輝度は、各部位を正面から測定した値ではない。
- 注3) 光束の計算には図4に示す街路の範囲のものが含まれており、具体的には街路灯と防犯灯が合わせて10灯、10棟の建物や看板などから屋外に発する光、その他路上の自動販売機などの発光体である。

参考文献

- 1) 小林茂雄: 夜間商業街路の時間帯と利用行動に応じた光環境のあり方に関する研究 自由が丘の九品仏川緑道を対象とした画像評価実験、日本建築学会環境系論文集、No.585、pp.7-13、2004.11
- 2) 小林茂雄、榎、乾正雄: 住宅と街路の関係性を考慮した夜間街路照明の適性 自然監視性を取り入れた街路照明の低照度化に関する研究(1)、日本建築学会環境系論文集、No.568、pp.25-31、2003.6
- 3) 小林茂雄、海野宏樹、中村芳樹: 夜間商店街の利用目的を考慮した照明構成要素の心理的効用、日本建築学会計画系論文集、No.524、pp.15-20、1999.10
- 4) 小林茂雄、海野宏樹、中村芳樹: 夜間商店街における店舗からの漏れ光と安心感、MERA Journal、No.11、pp.1-8、2000
- 5) 小林茂雄: 昼夜の遊歩道における店舗開口部の特徴と歩行者の注視行動との関係 原宿キャットストリートを対象としたケーススタディ、日本建築学会計画系論文集、No.575、pp.77-83、2004.1
- 6) The 9th Edition of the IESNA Lighting Handbook, 2000
- 7) JIS Z9111-1988: 道路照明基準
- 8) Boyce, P. R., N. Eklund, B. Hamilton and L. Bruno: Perceptions of safety at night in different lighting conditions, Lighting Research and Technology, 32, pp.79-91, 2000
- 9) 古池弘隆、森本章倫、島村亮太: 道路の照度環境が夜間交通事故にもたらす影響に関する研究、第18回交通工学研究発表会論文報告集、pp.73-76、1998
- 10) 村松陸雄、中村芳樹、中島政太郎、小林茂雄: 住宅地街路の夜間光環境評価と住宅外構照明の関係、日本建築学会計画系論文集、No.528、pp.23-28、2000.2
- 11) 光害対策ガイドライン、環境庁、1998
- 12) 地域照明環境計画策定マニュアル、環境庁、2000
- 13) Painter, K.: The impact of streetlighting on crime, fear, and pedestrian street use, Security Journal, vol. 5, no. 3, pp.116-24, 1994
- 14) 角館政英、関口克明、他: 街路空間の光環境の在り方に関する研究 その1~5、日本建築学会学術講演梗概集、2000,2001

(2005年6月3日原稿受理、2005年10月8日採用決定)