

街路照明における照度と視認性に関する 基礎的研究

松本 隆太郎¹・金 利昭²

¹学生会員 茨城大学大学院 理工学研究科 都市システム工学専攻
(〒316-8511 茨城県日立市中成沢町四丁目12-1)
E-mail:13nm817x@hcs.ibaraki.ac.jp

²正会員 茨城大学教授 工学部 都市システム工学科 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町四丁目12-1)
E-mail:tkin@mx.ibaraki.ac.jp

私たちの夜間活動において不可欠な存在である道路照明や防犯灯には、求められる明るさを有するため照度による基準が設けられている。しかし、実際の道路の多くは整備が不十分で基準を満足しない状況にある。一方で、基準に満たなくとも明るく感じる場合もあり同じ照度値でも感じ方が違う可能性が得られた。以上から、今後街路照明を整備していく上で、街路照明を取り巻く環境のあり方を再度検討する必要がある。本研究では、実態調査を行い現状と問題の把握を行った。また、検証実験を行い感じる明るさと基準との間にある差について、照度とそのときの見え方に着目してその差の考察を行った。

Key Words : *the street lighting, illumination, visibility, the standard about the lighting*

1. はじめに

日本にはおよそ 35 万灯の屋外用照明があると言われている。これらには交通の安全・防犯・視景観の改善の 3 つの目的が存在し、夜間における安全で円滑な街路空間維持の役割を担っている。しかし、高速自動車道路を除いた道路実延長から求まる 1 km 当たりの街路照明本数はわずか 34 本以下となり、特に少ないと考えられる生活道路にて更なる整備が求められている。近年では指向性のある LED 灯の増加や、災害・停電時の誘導・位置情報灯としての新たな役割を有する蓄電式防犯灯が開発されており、設置ヶ所の十分な検討が求められている。また自転車の車道利用が本格化したことによって、自動車交通が主対象であった今までの街路照明では自転車交通に対応できないことが予想されている。以上から、今後街路照明設備を整備していく上で、照明のあり方の再検討が必要となることが考えられる。

現在は、街路照明に対して十分な機能を有するために「道路照明基準」と「防犯灯の照度基準」等の基準（以下照明基準）が定められている。これらは街路の明るさ評価の基準として頻繁に用いられる一方で、日本交通政策研究会による調査¹⁾において、照明基準自体にある曖昧さや地域区分の不統一性が指摘されている。さらに角

館²⁾は、これら照明基準には拘束力が無く照度値は推奨にとどまることを問題としている。実際に生活道路を歩いてみると、目に留まる街路照明は電柱供架式がほとんどで維持管理が行き届いておらず、保守状態が悪いのも多いように感じる。また電柱間隔では、光源自体が十分明るくても街路照明の間隔が長いこと照明基準を満足することは難しく³⁾、野口⁴⁾は実際の街路の多くが照明基準値に満たないことを実態調査により明らかにしている。一方で、街路照明が家の目の前に設置されていたり、光源が明るすぎるため眠れない、植物の成長に影響がでる等の「光害」が生じており、小林ら⁵⁾は照明基準のみに頼らず視認性を確保することで、低照度化を目指した実験からその可能性を得ている。しかし、これら既存研究は照明基準を基に街路評価がなされており、照明基準自体を検討した研究は見当たらない。

以上から本研究では、街路照明に関する基礎的な研究として、実態の把握および見え方と照度基準の関係に着目し、以下を目的とする。

- a) 照明に関する基準と住宅団地における照度実態の比較を通して街路照明環境の問題と課題を把握する。
- b) 実験街路を用いた照度検証実験を行い、照明基準にある照度値と見え方の関係を把握する。

2. 照明に関する基準の考察

主な照明基準に、表-1の「道路照明基準 JIS Z 9111」（1963年制定）と、表-2にある「防犯灯の照明基準 SES E 1901-3」（2005年制定）が挙げられる。見えるために最低限必要な照度値はどちらも水平面平均照度 3lx、鉛直面最小照度 0.5 lx である。この照度値のときの見え方とは、防犯灯の照度基準の「照明の効果」において、「4m先の歩行者の顔の向きや挙動姿勢が分かる明るさ」と位置づけされている。この4mとは、人が襲われたときに防衛行動が取れる最低距離⁶⁾とされており、最低でも4m先にいる人物が襲ってくるのかどうか分かることが、防犯灯の機能として求められている。しかしこれら基準では、どういった測定方法で4m先の人の顔の向きや挙動が分かるかと判断しているのか明確にされていない。また既存研究¹⁾²⁾において問題点が指摘されていることから、照明関連企業の専門家へのヒアリング調査（2012年12月4日）を踏まえ、これら照明基準自体の課題点についての確認を行った。その結果以下の課題が挙げられた。

- 照度レベルは交通量と地域区分のみで2種類に分けられているため、田畑や住宅地などの多様な沿道環境に対応できていないことが考えられる。
- 照度の測定方法に厳密な規定は無く、測定する領域や測定点決定の条件によっては正確な比較ができない可能性がある。
- 防犯灯の照度基準にある「照明の効果」は、その判断のための測定方法が明瞭ではないため、基準を満たしていても見え方に大きな個人差が生じる可能性がある。また、照明基準にある照度は目安にすぎず拘束力がないため、多くの街路で照明基準以下となることが分かった。照明基準を満たすのは東京23区や千葉県千葉市のような大都市の一部に限られることが明らかとなった。

3. 照度の実態把握

(1) 照度の実態調査概要

実際の街路照明の設置と維持管理および照度の状況を把握することを目的に、照度の実態調査を2012年7月20日（晴れ、22°C、20時～23時）に茨城県日立市にある比較的街路照明設備が整備されているH住宅団地（人口1,847人、世帯数753戸）を対象に行った。日立市が定めた基準では、原則として既存の電信柱類に防犯灯を設置しなければならないが、ほとんどの防犯灯は道路片側に並んだ電信柱に設置された供架式であった。このことから、電信柱下および中間地点で照度測定を行った。調査内容および照度測定方法と調査結果を表-3、図-1に記す。また、調査での照度測定方法は企業が現地でも照度測定を行うときに用いる方法と同等のものである。

表-1 歩行者に対する道照明基準（JISZ9111-1988）

夜間の歩行者の交通量	地域	照度 (lx)	
		水平面照度	鉛直面照度
交通量の多い道路	住宅地域	5	1
	商業地域	20	4
交通量の少ない道路	住宅地域	3	0.5
	商業地域	10	2

表-2 防犯灯の照度基準（SES E 1901-3）

クラス	屋外街路での水平面照度	街路中心線上で路面高さが1.5mの鉛直面照度	照明の効果
A	平均値 5 lx	最小値 1 lx	4m先の歩行者の顔の概要(目・鼻・口の位置)が識別できる
B	平均値 3 lx	最小値 0.5 lx	4m先の歩行者の顔の向きや挙動姿勢などがわかる

表-3 実態調査結果

2012年7月20日 20時～23時 晴れ 22°C			
調査内容	水平面・鉛直面照度測定 街路照明種類・数の測定		
H住宅団地	人口 1847人 世帯数 753戸		
水平面照度	測定地点の地面に置き3回測定し平均を求めた		
鉛直面照度	測定地点 1.5m 高で正面・道路両方向を測定し平均を求めた		
測定地点	街路照明下と街路照明間の中間点		
実態調査結果			
計測地点	336ヶ所	街路照明数	169本
	164本	道路照明数	5本
H住宅団地全体の結果		街路区間ごとの結果	
街路全長	5901m	街路区間数	39通り
水平面平均照度	2.7lx	街路照明間隔平均距離	34.9m
鉛直面最小照度	0lx	最大街路距離	518m
防犯灯の水平面平均照度	2.0lx	最小街路距離	4.5m
道路照明の水平面平均照度	4.89lx	水平面平均照度最小値	1.2lx
		水平面平均照度最大値	6.2lx

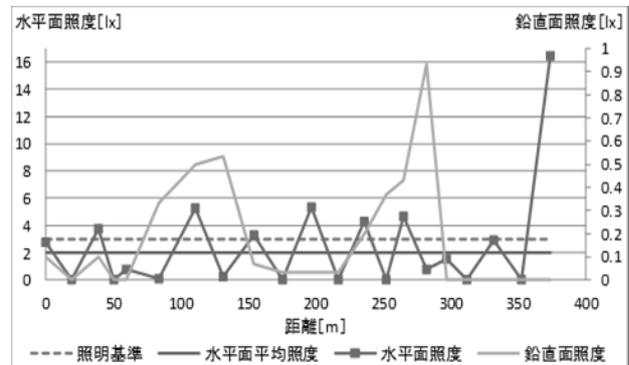


図-1 街路区間の水平面・鉛直面照度分布図

(2) 実態調査結果

照度測定の結果、H住宅団地全体の水平面平均照度値は2.7 lx、鉛直面照度の平均は0.3 lx、最小値は0.0 lxで、どちらも照明基準を下回った。また、交通量の多い幹線道路に集中していた高照度である道路照明を除き、防犯灯が設置されている生活街路のみを考慮した水平面平均照度を求めると2.0 lxであった。ただし、街路照明が供架されてる支柱下で測定を行っているため、道路照明が設置されていない道路反対側も含めた道路全体での照度値は更に低くなるのが推測される。街路照明本数と総延長から求めた防犯灯間隔の平均は34.9 mであった。図-1は、単路ごとに測定した水平面平均照度および鉛直面照度の分布の代表例である。電信柱下が高照度で中間地点が0.0 lxとなる図-1のような均斉がとれないジグザグタイプが、全39単路のうち34単路で見られた。電信柱下での照度値は照明基準よりも高いが、中間地点が非常に低いことから、街路照明の光源の明るさ自体よりも電信柱の設置

間隔が照度値に影響していることが考えられる。一方で、照明基準以下の場合でも明るいと感じる場所があるといった意見や、同じ照度値であっても明るさの感じ方が違うという意見が調査参加者から得られた。

照度レベルが非常に低くても明るいと感じたり、逆に照度基準を満たしていても暗いと感じる場合が考えられ、このことから、視覚が捉え感じる明るさと照明基準にある「照明の効果」の指標との乖離と、多様な環境の街路の明るさを評価しきれていないことが推測された。また、H住宅団地では日立市が定める独自の設置基準に従い街路照明が整備されており、照明基準の照度レベルに関わらず見えやすさに違いが生じた。比較的街路照明設備が整備された対象団地であることから、その他の団地や住宅地の生活道路も同等またはそれ以下の整備状況が考えられる。よって、照明基準は実際の多くの街路に対する評価指標として有効に機能していないことが推測された。

4. 見え方と照度に関する実験

(1) 検証実験概要

これまでの調査から、照明基準にある照度レベルとそのときに得られる効果「4m先の人物の挙動がわかる」は、対応していない可能性が得られた。この不一致を明らかにすることを目的に屋外実験街路での検証を行った。

(2) 検証実験方法

検証実験は、2012年12月29日（曇り、5°C、19時～26時）に茨城大学日立キャンパス構内の道路を用いて行った。高さ調整可能な仮設式防犯灯を用いた単純構造の実験街路で、防犯灯間隔・高さ・光源を組み合わせた照明環境を用意した（表-4）。防犯灯間隔は、実態調査にて得られた街路照明間隔に沿うように30mと40mとし、これを実験街路距離とした。高さは、道路照明基準にて4m以上とされ多くの自治体でも4m以上としているため、4mと器具の最大長である4.7mとした。光源は、どれも色温度5000K、演色性Ra85とし、一般的な3種類を用いた。全12パターンの内、十分明るいおよびく暗いと考えられる30mと57W、30mと32Wの組み合わせを除いた8パターンで行った。また、実験場所は非常に暗く、仮設式防犯灯消灯時の水平面照度、街路方向の鉛直面照度は共に0.0lxであった。検証実験の流れを以下と図-2に記す。

a) 水平面照度測定

実験街路上に1/10防犯灯間隔でしるしをつけ計測点位置とする。実験街路の幅方向の両端と街路中心線上で、しるしの上で照度を計測する。2～3秒待ち、数値変動が無くなったら読み取り記録する。

b) 検証実験方法

3人1組(被験者2人、計測・記録者1人)で検証を行う。

表-4 実験街路パターン

街路パターン名	A	B	C	D	E	F	G	H
防犯灯高さ(m)	4.7	4.0	4.0	4.7	4.7	4.0	4.0	4.7
ワット数(W)	57		42			32		
街路距離(m)	40				30			
街路幅(m)	2.5							

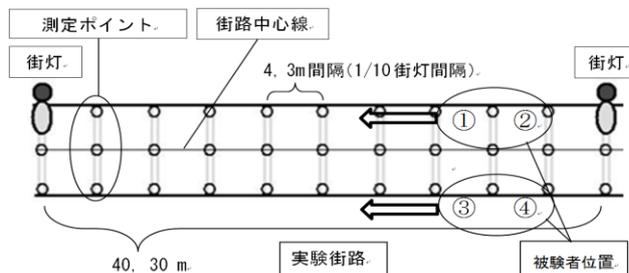


図-2 照度測定位置と被験者の位置の模式図

しるしを目安に幅方向の街路端沿いで図-2のように被験者①③と②④が4m間隔で向かい合う。被験者①③と②④が互いに目を合わせられるか、および互いに手にもつ絵がわかるかを確認する。どちらもわかる場合は4m間隔を維持して1m進む。どちらか、または両方がわからないとなった場合、記録者はその時の「位置」と「鉛直面照度」と「誰が何をわからなかったのか」を記録する。「鉛直面照度」は、わからなかった人の場所で街路方向の前後を計測し記録する。計測方法は照度計が15mの位置に取り付けられた棒を測定ポイントに置き、できるだけ垂直に静止させ数値変動が無くなったら読み取り記録する。記録し終わったら4m間隔を維持し1m進む。これを街路の始まりから終わりまで同様に行った。

照度の測定方法は、企業が現地で照度測定を行うときに用いる方法と同等のものである。鉛直面照度について、一般的な鉛直面照度の測定は、街路照明環境は対称であるとし一方方向のみを道路中心線上で測定することとなっている。しかし本実験では、両側からの光束量と本来歩く位置を考慮して、両方向の鉛直面照度を街路幅方向両端で測定した。また、防衛行動を取るために必要な最低距離が4mとされていることから、4m先にいる人物と目が合う、持っている物が分かることが見えるための照度の最低レベルとし、これを照明基準にある照明の効果の判断方法とした。実験被験者数は8名である。全員が普通運転免許を有しており、視力は平均的であると考えられる。

(3) 検証実験結果

計測結果を表-5(次ページ)に記す。水平面平均照度は全パターンで照明基準である3.0lxを超えた。全32サンプルのうち31サンプルで見えないとなる街路区間が生じ、全パターンの平均距離は140mとなった。パターン別では、最大でCの21.5m、最小はFの9.8mであった。街路距離40mのときの平均は16.6m、30mのときは11.4mと

なり、52 mの差が生じた。しかし、街路距離における見えな
いとなる街路区間の割合を求めると、40 m のとき
40.8%、30mのとき 37.8%となり差が見られなかった。

防犯灯下を0 mとしたときの見えな
いとなる街路区間発生位置は、全パターン平均で10.5 mとなった。街路要素
別および幅方向の街路端別計測別が与える、見えな
いとなる街路区間発生位置への差は見られなかった。これら
から、防犯灯の間隔距離が見えな
いとなる街路区間の長さ
に最も影響を与えることが考えられた。このときの、街
路距離ごとの鉛直面照度と見えな
い街路区間について考
える。全パターンのうち街路距離 30 mにおける、見えな
いとなる街路区間の方向別の平均区間位置および方向別
にプロットした鉛直面照度の関係図を図-3に、街路距離
40 m の場合を図-4に記す。鉛直面照度について、両方向
を各々に考えた場合、防犯灯下付近での光源方向は高い
値を得るが、逆方向の値は照明基準以下となり照度を一
概に扱えない。交通流は両方向あることから、両方向共に
照明基準である 0.5 lx を超える区間を照明基準を上回る
区間とし、他を基準以下とした。図-3, 4から、見えな
いとなる街路区間はどちらも照明基準を上回る区間と重なり、
0.5 lx 以上であっても見えな
いとなることが明らかとな
った。また、見えな
いとなる街路区間位置は、両方向同じ
位置になるのではなく進む方向によって差があり、防犯
灯間の中心よりも進む方向にずれて位置することがわか
った。光源による逆光が原因として得られたが、詳しい把
握には至らなかった。

以上から、照明基準を満たす街路でも見えな
いとなる可能性が得られた。見えな
いとなる街路区間位置
は、防犯灯中間点を中心とする対称性は無く進む
方向にずれて位置することが分かった。また、照明基
準にある照度値と、そのときに得られる照明の効果
は、本実験における判断方法の場合一致しないこと
が明らかとなった。

5. 結論

本研究では以下の知見を得た。

- 照度基準の考察と照明関連企業の専門家へのヒ
アリング調査から、照明基準の照度区分や測定方
法が曖昧で法的拘束力が無いことが課題点として
挙げられた。また、照明基準を満足する街路は大
都市の一部にとどまることが明らかとなった。
- 比較的整備された住宅団地での照度測定の結果
は照明基準以下であった。この実態把握調査から、
他の住宅街路の多くも照明基準以下となること
が推測された。以上から、照明基準は実際の街路の評
価指標として有効に機能していないことが考えら
れた。
- 検証実験の結果から、街路が照明基準を満たして
いても、照明基準にある照明の効果(4m先の歩行
者の顔の向きや挙動姿勢などがわかる)が得られ

表-5 実験結果

街路パターン	A	B	C	D	E	F	G	H
被験者人数(人)	4	4	4	4	4	4	4	4
水平面平均照度(lx)	3.9	4.5	3.4	3.6	4.6	5.1	3.2	3.3
均斉度(-)	0.03	0.02	0.03	0.06	0.15	0.12	0.13	0.09
見えなくなる位置(m)	9.5	11.3	8.6	13.3	10.8	11.2	8.7	10.5
一人当たりの見えな い街路区間(m)	14.8	16.5	21.5	12.5	10.3	9.8	14.3	11.0
街路距離における一 人当たりの見えな い街路区間の割合(%)	37.5	41.3	53.8	31.3	34.2	32.5	47.5	36.7

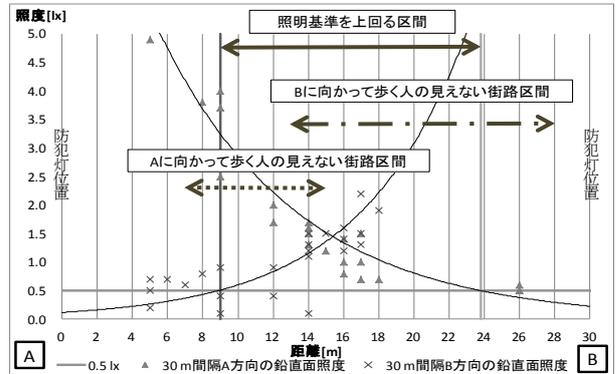


図-3 街路距離 30mのときの関係図

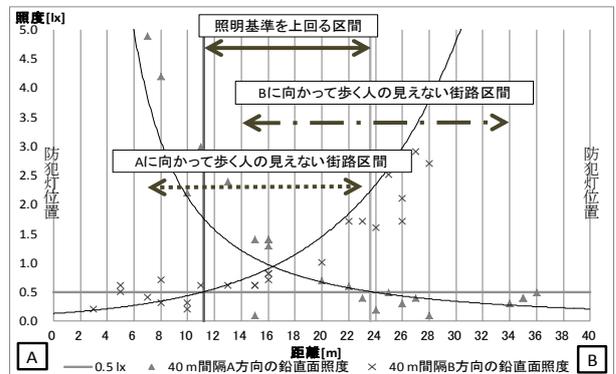


図-4 街路距離 40mのときの関係図

ない区間が生じ、その区間は街路中心に位置する
のではなく進む方向にずれていることがわかった。
また、照明の効果と、その効果が得られるとされて
いる照度値は、照明の効果である「挙動姿勢など
がわかる」の測定方法を「目線が合うか・持って
いる絵が見えるか」とした場合、一致しないこと
がわかった。

参考文献

- 金ら, 街路照明に着目した夜間の交通安全対策夜間交通安全
プロジェクト, 日本交通政策研究会, 2009. 4
- 角館政英, 街路空間における防犯性・安全性を高めるための
照明環境に関する研究, p.648, 照明学会誌第93巻, 2009
- 社会法人日本防犯設備協会, 防犯照明ガイド vol.4, 2010
- 野口透, 住宅地域における防犯照明の実態, pp.543-548, 照明
学会誌第72巻第9号, 1988
- 小林茂雄, 植実, 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), pp.25-31, 日本建築学会環境系論文集第
568号, 2003
- Hall. E. T., The hidden dimension, Anchor books, 1966

(2013. 8. ? 受付)