

生活道路における中間照明を用いた視認性の改善策と効果に関する研究

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

街路照明には交通の安全・防犯・視環境の改善を目的としていくつかの基準が設けられているが、これまでの既存研究で基準を満足していないことが明らかとなっており、特に実際の生活道路での明るさは断続的で暗く不安を感じることが多い。この主要原因に長い街路照明の設置間隔が挙げられる。そこで本研究では、この原因を補完するための中間照明を設置することで照度と視認性を費用を掛けずに改善することを目的に、屋外に実験道路を設定し中間照明を用いた場合とそうでない場合の照度と視認性を計測し比較を行った。実験の結果中間照明を用いた方が改善効果を得ることができたが、基準にある照度値とそのときに得られるとされる視認性に乖離が見られ、照度値だけで視認性を評価することは適切でないことが考えられた。

Key Words : illuminance, visibility, complementary lighting, residential road, street lighting

1. 背景と目的

夜間の円滑で快適な活動のために不可欠な街路照明は交通安全・防犯・視環境改善を主な目的としている。これにかかわるわが国における近年の最初の動きとして、1961年に「防犯灯等整備対策要綱」が閣議決定された。それまでは街路照明の整備は十分ではなく暗い道路で犯罪が多発していたため、公衆の安全を図るための防犯灯の整備が急速に進められた。その後交通量や周囲環境に応じた照度値を定めた「道路照明基準」が1963年に、「防犯灯の照度基準」が2005年に設けられ、これら基準（以下照明に関する基準）が現在の街路照明整備の指針となっている。

しかし、不安を感じるような薄暗い道路や局所が真っ暗な道路を歩いた経験のある人は多いだろう。大都市の一部などでは道路灯や看板の明かりや終日営業店舗等で十分に明るさが確保されているが、特に主対象交通流が歩行者や自転車である生活道路は街路照明に関する基準があるにもかかわらず安心して歩くには街路照明設備の整備が不十分な環境であると考えられる。

著者らが行った照度計測調査¹⁾で、住環境が比較的整備された住宅地を対象としたにもかかわらず照明に関する基準を満足しておらず、街路照明の設置間隔が長いこ

とが主要原因であることが分かった。これは、整備の際に自治体の多くが費用の問題から照明に関する基準ではなく独自の条例に従うためである。照度と視認性をより確保できる道路環境のためには光源を短く設置する必要がある。以上から、照明に関する基準は街路照明整備の際に用いられているとは言えず、計測し評価する際も照明に関する基準のみを用いることは不十分であると考えられる。

本論は、必要な明るさを確保できていない主要原因である光源の設置間隔を短くするための補完型の照明（以下中間照明）を用いることで照度と視認性を改善することを目的とした。そのために、屋外において実験道路を設定し照度と視認性の計測実験を行った。

2. 既存研究の整理と本研究の位置づけ

先行の研究として、角館ら²⁾が集落の道路における奥まった空間や暗がりなどに応じた光源を配置することによって見通しを高める光環境の提案を行っている。しかし光源に行灯等が用いられており整備の際の費用や保全に関する考慮が不十分である。

著者ら¹⁾や野口³⁾は住宅地にて照度計測調査を行い、対象住宅地の照度が基準値以下であることを明らかにしており、多くの生活道路は基準値以下であることが推測

される。また、これまでの実態調査や視認性に関する研究の多くは照明に関する基準を基に評価しているが、一方筆者ら⁴⁾は照明に関する基準自体に問題点があるとし、設置基準が不統一、照度基準が交通量と地域区分のみであることを指摘している。また、筆者ら¹⁾は防犯灯の照度基準にある照度値とそのときに得られるとされる効果に整合性がない可能性を指摘してきた。以上から、住宅地の街路照明は自治体の条例に従い整備されていることや照明に関する基準自体に問題があると指摘がされており、照明に関する基準に実行性はあるのか疑問である。

本研究における中間照明は、容易に整備することが可能であることを前提とし新たな支柱が必要なく費用の負担が重くならないことを条件とした。生活道路における照度と視認性のレベルを向上させることを目的として、屋外に単純な構造の実験道路を設定し、中間照明を用いた場合とそうでない場合の照度と視認性を計測し比較を行った。照明に関する基準に問題点が指摘されていることから、照明に関する基準を用いて視認性を評価するのではなく各々に計測・評価し、照明に関する基準におけ

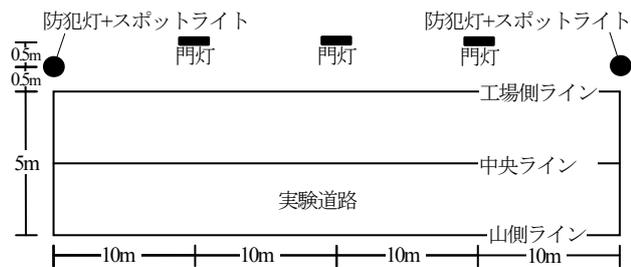


図-1 実験道路図

る照度値と視認性の対応関係を明らかにする。

3. 実験概要

周辺の光源を全て消灯したときに非常に暗くなる屋外道路に仮設式の防犯灯を用いた道路を設定し、防犯灯のみの場合と中間照明を用いた場合の照度と視認性の計測を行い、中間照明による効果の把握を行った。

(1) 実験道路

照度及び視認性の基礎的な知見を得るため、図-1にあるような仮設式の防犯灯と生活道路を模した道路幅員5m、長さ40mの単純な構造で構成された実験道路を、幅員7m、直線距離約150mの屋外にある私道に設定した。工場側・中央・山側の3つのライン上では1mごとにマーキングを施し計測地点とした。防犯灯は片側配列で実験道路長さ方向両端に1本ずつ設置し、設置間隔を40mとした。また、実験の際に既存の街路照明は消灯した。

(2) 防犯灯と中間照明

用いた仮設式防犯灯の取付高さ及び設置間隔はこれまでの調査¹⁾を基に生活道路の街路照明環境を模したものである。中間照明は、「防犯灯+中間照明(スポットライト)」(以下SL)「防犯灯+中間照明(門灯)」(以下GL)の2パターン設定し、「防犯灯のみ」と合わせた3パターンで実験を行った。用いた防犯灯と中間照明の詳細及び計測事項を表-1に記す。

表-1 実験概要と実験パターン

実験日	日時：2014年2月26日 17時～23時 天気：晴れ 気温：11度		
実験場所	愛知県にある非常に暗い私道(幅員7m・直線距離約150m)、既存街路照明消灯		
計測事項	水平面照度	計測地点上に計測器を置き数値が定まってから読み取る(1パターン123地点)	
	鉛直面照度	計測地点1.5m上の高さで計測器を垂直に持ち数値が定まってから読み取る(1パターン両方向計測 計264地点)	
視認性	4m先にいる人物について、①その人物の目が分かる、②その人物が持つランドルト環が分かる、を計測する。この2つが共に分かる場合を視認性があると定義する。(1パターン工場側・山側ラインでそれぞれ1方向計測 計82地点)		
パターン	1 防犯灯のみ	2 防犯灯+中間照明(スポットライト)	3 防犯灯+中間照明(門灯)
機材			
街路照明	防犯灯：仮設式蛍光防犯灯(コンパクト形蛍光ランプ42W)×2本 取付：工場側ラインの0m、40m地点の外側0.5m地点に1本ずつ設置。光源の高さは4.7m。		
中間照明	-	2灯タイプのLEDセンサーライト	蛍光灯防雨防湿ブラケット
光源・高さ	-	145W×2灯タイプ・4.5m	15W×2灯タイプ・0.93m
機材数	-	2個	3個
設置位置	-	仮設式防犯灯の支柱への供架式。 光源は実験道路中間付近での照度の確保を目的に、実験道路の中間地点を狙って配光した。また調光可能でグレア低減のため20%で点灯させた。	図-1における工場側ラインの10m、20m、30m地点の外側約1m地点の3ヶ所に設置。幅1.82m、高さ1.05mの門壁を模したアルミ製の壁を設け、その高さ0.93mの位置に取り付けた。
想定環境	住宅地における一般的な生活道路の街路照明環境を想定。幅員5m、防犯灯の設置間隔は40m。	設置の際に大きな費用が掛からないよう既存支柱に設けることを想定。既存支柱から中間付近の照度を補完する。	住宅にある既存のエクステリア照明を用いることで中間付近の照度を補完することを想定。

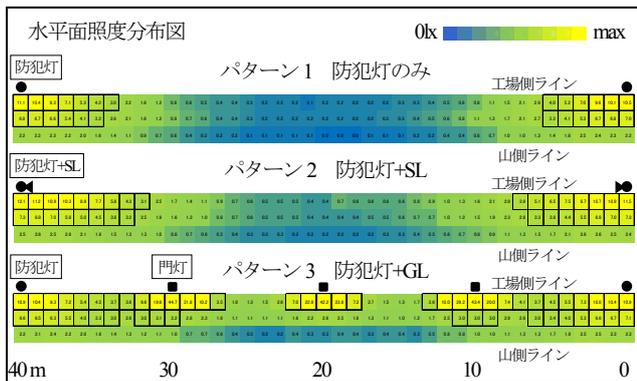


図-2 水平面照度分布図

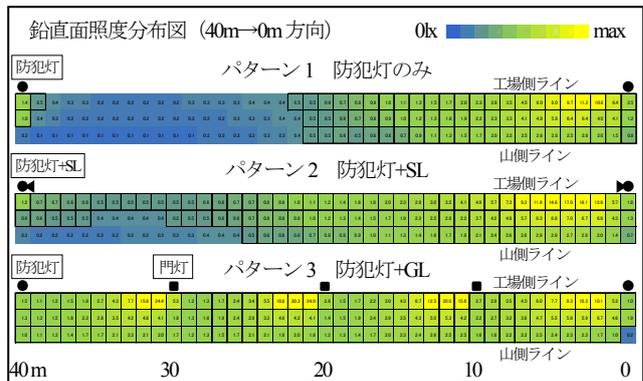


図-3 鉛直面照度分布図

表-2 照度値計測結果

計測地点	パターン1 防犯灯のみ		パターン2 防犯灯+SL		パターン3 防犯灯+GL		
	照度値 (lx)	基準値以上 の割合	照度値 (lx)	基準値以上 の割合	照度値 (lx)	基準値以上 の割合	
平均水平面照度	123	2.0	20.3%	2.6	26.0%	5.1	43.1%
工場側ライン	41	2.9	31.7%	4.0	41.5%	11.2	80.5%
山側ライン	41	0.9	0.0%	1.1	0.0%	1.1	0.0%
均斉度(min/avr)	-	0.05*		0.08		0.04	
最小鉛直面照度	246	0.0	54.1%	0.0	78.0%	0.0	98.8%
工場側ライン	82	0.2	58.5%	0.4	92.7%	1.0	100.0%
山側ライン	82	0.0	47.6%	0.0	62.2%	0.0	96.3%

*最小値0.0lxのため0.1lxとして均斉度を算出

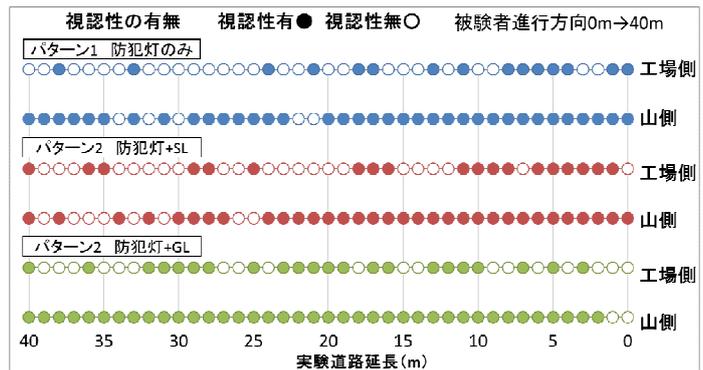


図-4 計測地点ごとの視認性の有無

(3) 計測方法

各パターンで照度と視認性の計測を行った。照度は3つのライン上1mごとに計測し、視認性は歩行者の通行位置となる幅員方向両端のライン上で計測した。

a) 照度計測

はじめに照度計3つを用いて水平面と鉛直面の照度を計測した。水平面照度は、計測地点上に照度計の計測器を置き数値を読み取った。鉛直面照度は、計測地点の1.5m高さで照度計の計測器を実験道路長さ方向と平行に向け鉛直に持ち数値を読み取った。鉛直面照度は片方向だけでなく両方向で計測を行った。

b) 視認性計測

被験者は運転免許証を有する20代男性2名で、工場側・山側ラインでそれぞれ1名ずつ計測した。各ライン上で被験者と視対象となる記録者は計測地点を目印に4m間隔で向かい合い、被験者の視認性を把握するために「対象者の目が分かる」「対象者が持つランドルト環が分かる」を、4mの間隔を維持したまま被験者が実験道路の0m地点から40m地点まで1mごとに計測した。被験者の進む方向は0m地点から40m地点方向である。「対象者の目が分かる」は、顔を動かさずに黒目の位置が分かるかを被験者に聞き正否を確認した。「対象者が持つランドルト環が分かる」は、持つ記録者はランドルト環を平行にしっかりと持ち示す方向が予測されないようランダムに掲げその正否を確認した。また、ランドルト環が分かる場合の視力は0.7となる。

4. 実験結果

各計測地点で計測した水平面照度値の結果を図-2に、鉛直面照度値(40m地点から0m地点方向)の結果を図-3にパターンごとに記す。鉛直面照度は両方向計測したが大きな差は見られなかった。また、基準値を満足した計測地点を黒枠で示した。照度値及び均斉度の結果を表-2に、計測地点ごとの視認性有無の計測結果を図-4に記す。

(1) 照度計測結果

照度計測の結果、平均水平面照度はパターン3のみ基準値を超えたが最小鉛直面照度は全て下回った。鉛直面照度について、工場側、山側ライン別に分けた場合、光源が設置された側ではない山側ラインでは全パターンで照明に関する基準を満足せず0.0lxが記録された。均斉度は、高照度が得られても防犯灯間の山側ライン上の照度が得られずどれも推奨される0.2を満足しなかった。図-2, 3から、各パターンを比較すると中間照明を用いた方が各計測地点の照度値と基準値を満足する計測地点数が増加しており、パターン3が最も高照度を得られることが分かった。特に鉛直面照度において基準値以上となる計測地点の増加が見られた。各パターンにおける工場側、山側ラインごとの基準値を満足する計測地点数について、水平面照度では工場側と山側ラインで差が見られ、山側ラインでは全て基準値を下回った。鉛直面照度は、

表-3 照度と視認性の関係

基準値	パターン1 防犯灯のみ	視認性		パターン2 防犯灯+SL	視認性		パターン3 防犯灯+GL	視認性	
		有	無		有	無		有	無
		51	31		52	30		61	21
以上	47	33	14	67	44	23	81	61	20
		ライン別 山側 工場側	ライン別 山側 工場側		ライン別 山側 工場側	ライン別 山側 工場側		ライン別 山側 工場側	ライン別 山側 工場側
未満	35	18	17	15	8	7	1	0	1
		ライン別 山側 工場側	ライン別 山側 工場側		ライン別 山側 工場側	ライン別 山側 工場側		ライン別 山側 工場側	ライン別 山側 工場側
		15	3		8	0		7	0
		21	12		25	19		39	22
		1	13		1	22		1	19

パターン1で10.9%，パターン2で30.5%の差が見られたが，パターン3では3.7%で僅差であった。

(2) 視認性計測結果と照度との比較

視認性計測の結果，視認性が得られた地点数はパターン3が最も多く61地点，パターン1が最も少なく51地点となった。パターン2は52地点でパターン1と差は見られなかった。また，視認性が得られない位置は最も暗くなることが考えられる防犯灯間中間付近であると予想されていたが，図-4からパターン1と2の視認性が得られた地点は20m付近ではなく，被験者が進む方向寄りにずれて多く見られた。これは，水平面及び鉛直面照度よりも進行方向にある光源によるグレアや視対象自体の影が視認性に与える影響が大きいと推測した。またこの結果から，視認性を照度のみを用いて評価するには不十分な精度であると考え。パターン2についても同様な不一致が見られたが，パターン3では同様の傾向は見られず山側の視認性は41地点中39地点で得られた。

パターン1について，図-3と図-4を比べると基準値を下回る計測地点でも視認性が得られている場合やその逆も見受けられた。そこで，鉛直面照度の基準値と視認性の関係を把握するため，視認性の有無と基準値以上又は未満をそれぞれに集計を行った(表-3)。これより，基準値未満で視認性が得られた地点と基準値以上で視認性が得られない地点がそれぞれ14地点と18地点存在し，その割合は路肩の約39.0%を占めることが分かった。この結果から，照明に関する基準において照度が基準値を満足していれば視認性も確保できているはずだが，本実験で用いた視認性の判断の場合，照明に関する基準にある照度値を得ることができても視認性が得られない地点が生じることが明らかとなった。

パターン2では基準値未満となる地点がパターン1と比較して約57.1%減少したが，基準値と視認性が矛盾する地点は31で全体の約37.8%を占める結果となった。基準値を満足する地点が増加したにもかかわらず矛盾する地点数に差がほぼ見受けられなかった原因としてSLによるグレアの影響が考えられた。

パターン3では基準値未満を記録した地点は1地点のみであったが，矛盾する地点は20地点生じ約24.4%となった。視認性が得られない地点の90.5%は工場側ラインであることから，光源が明るく低く

に位置するため背面と視対象の明暗の差が生じ見えにくくなったことが考えられた。これより，照度と視認性の改善にはパターン3が最も効果が高く新たな投資をせず整備可能であるが，各居住者の合意や適性な明るさ，配置の検討が必要である。また，全パターンで不整合となる結果が得られ，照明に関する基準にある照度値とそのときに得られるとされる視認性には差があることが明らかとなった。

5. 結論

生活道路を想定した実験道路における照度と視認性の改善を目的とした中間照明を用いた実験の結果，中間照明を用いた場合の照度値は防犯灯のみよりも水平面，鉛直面照度共に改善が見られた。これより，パターン2 (+スポットライト)あるいはパターン3 (+門灯)型の中間照明を用いることで，大きな費用である新たな支柱を設置することなく照度を改善することができることが明らかとなった。

視認性について，視認性が得られない地点は街路照明の設置間隔が40mの場合，街路照明間の中間に集中して生じるのではなく，進行方向寄りにずれて生じることが明らかとなった。原因として，視対象の背後に映りこむ光源による明暗の差やグレアが推測された。設置間隔が10mであるパターン3 (+門灯)では同様の傾向は見られなかった。

照度と視認性の比較を行った結果，路肩である工場側，山側ラインで計測した全82地点のうち，照度が基準値以上で視認性が得られない，又は基準値未満で視認性が得られる矛盾した地点は，パターン1 (防犯灯のみ)で39.0%，パターン2 (+スポットライト)で37.8%，パターン3 (+門灯)で24.4%生じ，本研究で用いた視認性の判断水準では照明に関する基準にある基準値とそのときに得られる視認性に差が生じていることが明らかとなった。この結果から，生活道路における夜間光環境を評価する際に照度のみを用いる手法は，視認性を評価できているとは言えず有効でないと考えられる。

謝辞：本実験では株式会社キクテックの多大なご支援を頂きました。記して謝意を表します。また，本研究はJSPS科研費 挑戦的萌芽研究24656300の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 松本隆太郎，金利昭：街路照明における照度と視認性に関する基礎的研究，第48回土木計画学研究講演集，CD-ROM，2013。
- 2) 角舘政英，小林茂雄，海藤哲治，池田圭介：建物開口部からの光を活かした夜間街路照明の提案，日本建築学会環境系論文集第612号，pp.23-29，2007。
- 3) 野口透：住宅地域における防犯照明の実態，照明学会誌第72巻第9号，pp.543-548，1988。
- 4) 日本交通政策研究会：街路照明に着目した夜間の交通安全対策，日交研シリーズA-478，2009 (2014. 8. 1 受付)