

論文の内容の要旨

専攻名 システム創成工学

氏名 江湖 俊介

本研究では、屋外歩行者空間における不快グレアと測光量との関係を明らかにし、従来光源とLED光源を区別することなく不快グレアを評価あるいは予測するための方法を提案している。本研究で得られた知見は以下の通りである。

第1章「序論」では、まず初めにグレア評価に関する研究の歴史を光源技術の発展の歴史と関連付けて整理した。次に、グレア評価の基準や指針の系譜を図示した後に、屋外環境を対象としたグレア評価の主要な基準や指針を整理して、歩行者空間には不快グレアを評価する国際的に合意された指針が存在しないことを指摘した。そして近年LED照明が急速に普及しつつあるが、現在使用されているグレア評価基準が蛍光灯やHIDランプにより照明された光環境を評価することを前提としていることや、照明器具発光部の輝度分布が不均一な場合にグレアを感じやすいことが既往研究で指摘されていることを説明し、従来光源とLED光源とを区別することなく歩行者空間の不快グレアを評価するための指標の必要性を述べた。

第2章「グレア計測のためのデジタル測光」では、初めに、輝度分布を画像処理することで光環境の様々な測光量を把握することができるが、光計測機器メーカーから市販されている2次元輝度計を本研究に使用するには課題があることを述べた。そして本研究に利用した、デジタルカメラで撮影した画像から輝度分布を生成するシステム（写真測光法）のアルゴリズムを説明した。画像測光システムは、理論を解説した論文が多数発表されていることもあり、多くの研究機関や照明メーカーが開発している。しかし、利用するレンズや画像センサなどの仕様がそれぞれで異なるため測定精度に差があることが指摘されている。照明学会は、この課題に取り組む研究調査委員会を2014年に発足させている。本論文では、測定誤差に寄与する要因を整理し、写真測光法による画像測光システムを使用した際には、測定結果に影響する仕様を明記することの重要性を述べた。そして終わりに、グレアと密接な関係にあると考えられている等価光幕輝度を輝度分布から算出する方法を解説した。

第3章「歩行者空間のためのグレア評価手法」では、従来光源の街路灯とLED光源の街路灯をテスト光とした主観評価実験（実験Ⅰ）について報告した。被験者には、視線を水平にした場合とテスト光を直視した場合のグレアを評価させた。本論文では、それぞれを周辺視評価、中心視評価と呼称している。実験の結果、周辺視評価では、発光面の輝度均斉度が不均一なテスト光が、比較的均一なものよりも9段階のグレア評価スケールで0.7から1.2程度まぶしいと評価された。また、被験者とテスト光の位置関係において、テスト光が概ね仰角10度から30度の範囲のときに不快グレアを強く感じていることから、不快グレアを感じにくい街路灯を開発するには、この間（仰角10度から30度）の配光特性が重要であると結論づけた。さらに、周辺視評価と中心視評価

ともに、不快グレア評価と発光面の輝度情報（例えば L_{\max} 、 $L_{\text{ave}10}$ や $L_{\text{eff}10}$ ）との間に密接な関係があることを明らかにした。歩行者空間には不快グレアを評価するための指針が存在しないという問題に対しては、照明器具発光部の輝度分布の均一性に関わらず（従来光源とLED光源を区別することなく）利用できる評価式 m_DGI を提案した。

第4章「グレア評価式の検証」では、実験Ⅰとは異なる環境で実施した主観評価実験（実験Ⅱ）の評価データから、不快グレアと測光量の関係や、実験Ⅰで提案した不快グレア評価式 m_DGI の汎用性について検証した結果を報告した。例えば、実験Ⅱにおいても、実験Ⅰと同様に被験者から見てテスト光が仰角10度から30度の位置にあるときに不快グレアを強く感じていたことを示した。また、測光量との関係からは、一般に不快グレアと密接な関係にあると考えられているグレア光による等価光幕輝度 L_v や眼前照度 E_{ov} よりも、テスト光発光部の最大輝度 L_{\max} や平均輝度 $L_{\text{ave}10}$ および有効グレア輝度 $L_{\text{eff}10}$ とより強い相関があることが分かった。次に、スポーツ照明の不快グレア評価手法GRが歩行者空間のグレア評価に流用されることがあるが、歩行者空間の評価には適さないことを明らかにした。実験Ⅰで提案した不快グレア評価式 m_DGI については、グレア強度の強い街路灯をテスト光に用いた実験Ⅱの評価データも精度よく説明できることが確認できたので、汎用性の高さが証明できたといえる。最後に、配光データから不快グレアを予測する方法を検討し、予測式 m_GR を提案した。

これら得られた知見は、グレアの発生しにくい街路灯を開発するのに役立つものと考えている。例えば、街路灯の所要配光を設計する過程においては、若干不確かではあるが、グレア光による等価光幕輝度 L_v や眼前照度 E_{ov} を算出することで発生する不快グレアの程度が予測できる。さらに試験道路に試作した街路灯を設置して輝度分布を測定すれば、照明器具発光部の最大輝度 L_{\max} や平均輝度 $L_{\text{ave}10}$ および m_DGI による不快グレア評価が可能になる。このように不快グレア評価を設計時と試作時に実施することにより、不快グレアの発生しにくい照明器具の開発が可能になる。