

◀キーワード：自然災害，夜間照明，地形認識，避難誘導，景観

◀KEYWORDS：natural disaster, nighttime lighting, terrain recognition, evacuation guidance, landscape

ABSTRACT

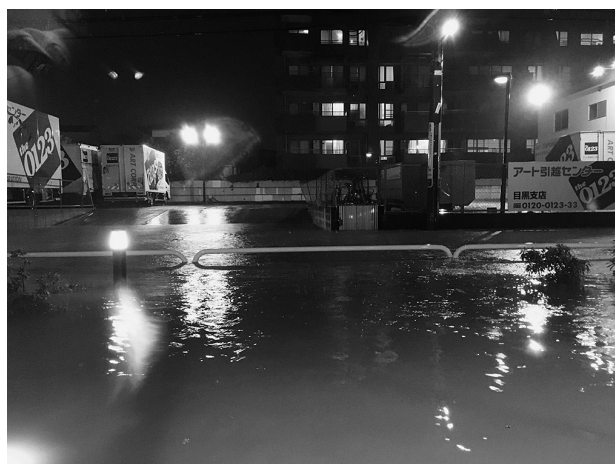
Large natural disasters can happen at any time, so we must always be prepared. Especially at night, the visibility gets hazy and it is difficult to grasp the surroundings. In addition, when a disaster happens, not just road surfaces get dangerous, but it's also possible of having some power shortages. People's behaviors will change due to their fear and anxiety. By anticipating such emergency situations, damage will be minimized. According to some local circumstances, lighting is one of the problems to solve. The new committee is conducting research and discussion for that purpose. The goal is to secure the safety, give the daily basis security and build a sustainable lighting for the environment that's suitable for the area in the middle of the disaster.

1. 夜間災害発生時の課題

1.1 急増する自然災害

新型コロナウイルス感染症が終息する気配はなく，外出自粛や他者との距離の確保など，新しい生活様式が求められている．このようなときにも，災害は容赦なく襲いかかる．特に2000年代に入ってから，日本各地で台風や集中豪雨による水災害の被害が毎年のように発生している．堤防が決壊するなどして河川が氾濫し，また内水氾濫などにもよって周辺地域は大規模な浸水被害に遭っている．図1に2019年の台風19号が夜間に首都圏を直撃した際の様子を示す．浸水地域では大規模な停電も発生し，日没後の避難も余儀なくされた．

災害発生は日中・夜間を問わない．火災については実際に大きな被害が起きやすいのは夜間の方でもある．夜間に災害が発生した場合は，身の安全を確保するにも，周囲の状況を把握するためにも困難が生じる．津波や，洪水，土砂崩れ，噴火など災害が広域であれば，建物の外に出た後にも長い距離を移動して避難しなければならない．段差や亀裂や落下物がどこにあるかわからなかったり，道路が冠



2019年10月12日の夜間に首都圏を直撃した台風19号．東京都世田谷区において撮影

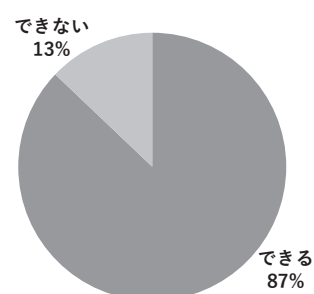
図1 2019年台風19号による夜間の浸水被害

Fig.1 Nighttime flood damage caused by typhoon No.19 in 2019.

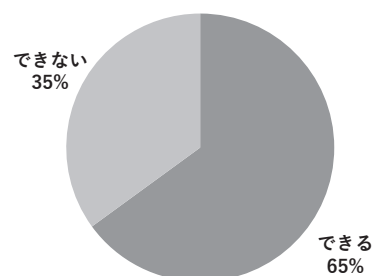
水して歩行に支障をきたしたりする中で，安全な場所にいち早く向かう必要がある．災害発生時には停電になることも予想され，照明が消灯し，行政やテレビなどによる避難勧告も届かないことがある．行政や他者に頼ることなく，各個人が自主的に，即座に避難できるようにしなければならない．津波であれば高台へ避難することが唯一の対応行動であり，危険地帯にいた場合は，必ず屋外を移動する必要がある．そのためには暗闇の中でも灯る照明が安全な場所へと誘導することが求められる．

筆者は，首都圏の居住者を対象として，夜間に災害が発生した際の避難に関わる調査を行っている．図2に，20代

夜間街路灯点灯時，スマホを持たずに避難場所まで避難できますか？



夜間停電時，スマホを持たずに避難場所まで避難できますか？



夜間に広域災害が発生した場合に，スマートフォン（地図や手元灯）を持たずに避難場所まで避難できそうかどうかを尋ねた．20代から50代の88名を対象に，2020年に実施した

図2 夜間の災害発生を想定したアンケート調査

Fig.2 Questionnaire survey assuming a nighttime disaster.

を中心とした217名の回答結果の一部を示す。街路灯点灯時に自宅周辺の避難場所にスマートフォン（地図や手元灯）を持たないで避難できると回答した人は87%であったのに対し、停電時に避難できると回答した人は65%であった。停電時の避難の困難さが予想されているが、それでも「避難できる」という人は2/3程度あることがわかる。ただし、決してスムーズに移動できるとは考えておらず、避難時に問題だと感じるが多く挙げられた。具体的には、「道に物が倒れていたり、大雨で道路が冠水したりしているときに足元が見えないと危険」「自分の周りだけでなく、その先が安全かどうかを確認したい」「暗さと慌てで事故になりかねない」「どれだけの人が避難しているのか気付きにくく、避難すべきかの判断が難しい」「夜だと昼間の景色とは違うため、避難所への道に迷いそう」「事前に避難場所や経路を確認できていないとパニックになりそう」というものである。避難所にたどり着けるとしても、その過程で様々な障害が待ち構えていることがイメージされている。そして実際にはこうした想定以上の困難が非常時には起こりうる。

1.2 非常時の人間の行動特性

人は生命の危機に直面すると、本能や感情に基づき危険を回避しようとし、衝動的になる傾向がある。不安からパニックになりやすく、冷静に論理的に行動できないことも多い。例えば火災時の一般的な行動として次のような特性が知られている。①日常動線志向性：日頃から使い慣れた通路を利用して避難しようとする行動、②帰巢性：入ってきた経路を戻ろうとする行動、③向光性：明るい方に向かうとする行動、④危険回避性：煙や炎が見えない方向へ行こうとする行動や目の危険のみから回避しようとする行動、⑤追従性：他の避難者や大勢の人の後に追従し避難しようとする行動、などである。これらの本能的な行動特性は、広域災害時の屋外避難でも起こりうると考えられる。非常時の人の心理や行動特性を理解することは、適切な避難照明の設定に寄与するだろう。

災害時、避難のために人がどこに集まるかは正確には予測できない。人は必ずしも指定された避難場所に行くとは限らない。東日本大震災における高台を目指した避難においても、避難場所でないところに向かったケースや、坂の上の避難場所まで行かず中途にある小さな広場で避難を終了するケースが数多くみられた。避難場所を固定的に捉えず、実情に合わせて避難のための照明計画を考える必要があるのではないだろうか。

1.3 地形認識の重要性

津波や河川の氾濫から守るため、全国で大規模な防潮堤などの海岸堤防や河川堤防が建設されている。こうした堤防によって物理的な安全は強化されるものの、そのことが

過度な安心感を与えたり、景観や地形の認識を失わせたりするという問題が起こっている。堤防によって街から水面が見えにくくなることは、古くからある風景が感じられなくなるというだけでなく、危険予知において障害になることが多い。自分が海や川の側にいるということを忘れさせてしまうからである。どちらに避難するべきかを瞬時に把握するためには、海や川や山や崖などの地形を認識することが重要であるといえる。

また東日本大震災後のアンケート聞き取り調査から、津波から避難した場所として、「海面から高い場所」や「指定されている避難場所」だけでなく、「よく良く知っている場所」や「行きやすい場所」に避難したと多くの回答があった¹⁾。設定された場所やルートが必ずしも使われるわけではない。人が日常的にどのようなルートを通ったり地形をどのように記憶したりしているかが実際の避難行動に結びついているといえるだろう。こうした空間認知的な側面も避難計画に考慮されなければならない。

屋外公共空間の照明については、非常時の安全性の確保が特に求められる地域であっても、JISの照明基準や国交省の道路照明施設設置基準に沿って画一的に計画されることが一般的である。その地域の地形的な要素が考慮されることはほとんどない。しかし被害が広域にわたる場所において、迅速な避難を促すためには、地域性を取り込むことが重要である。夜間にも街の様子や方向感覚を記憶に残すことが、災害が起こった際に逃げる方向の判断を向上させる。これは津波に限ったことではなく、自然災害を被る恐れのある全ての地区で考えなければならない。

2. 防災照明に関するこれまでの取り組み

2.1 災害時の非常用照明

避難行動や避難誘導に関わる照明設備は、国内外ともに、建物内火災を主な対象として検討してきた。屋内施設は消防法と建築基準法で規定されており、非常用の照明として、床面照度1.0 lx以上、30分以上点灯が設定されている。電源供給が断たれた際であっても、自動的に内部電池から給電されるよう設定されている。非常用照明と類似した防災照明に「誘導灯」がある。消防法や自治体の条例で定められた設備であり、避難口や避難方向を表示する誘導標識のことである。建物によっては停電時に60分以上点灯することが義務付けられている。

一方、夜間の屋外避難照明については長く検討されてこなかった。阪神・淡路大震災（1995）後に照明学会で屋外防災照明研究調査委員会が組織され、津波避難を想定した照明整備について統一した設置方法や仕様が定められていないことや、停電を想定した街路灯や誘導標識などの設備が不十分であることなどを指摘した²⁾。そして、照明学会の「歩行者の安全・安心のための屋外照明基準」（2014）

では、災害発生時、屋外照明による水平面照度は通常時の1/10以上を確保する必要があることを示している。更に、日本防犯設備協会の「防犯照明委員会活動報告書」(2016)では、生活街路において最小水平面照度が0.1 lx ほどあれば避難できるという知見を出している。現在のところ屋外の非常用照明に関する明確な基準はないものの、様々な実験が試みられておりデータが蓄積されつつある。しかし最小照度の値は、周囲の状況や設置位置、照明手法によっても変わると考えられるため、継続して議論する必要があるだろう。

停電時には、太陽電池や蓄電池、発電機によって最低限の避難経路と避難所の照明を確保する必要がある。電気自動車の普及と連動して蓄電池技術は向上しており、屋内空間では非常時対応が進んでいるものの、屋外の非常照明はまだ十分整備されていない。現在、10時間程度(一夜程度)の点灯時間を確保する器具がつくられているが、経済産業省の電力安全小委員会では、阪神・淡路大震災や熊本地震(2016)において2日目の停電率が8%、東日本大震災では4日目に9%と報告されている。災害時数日間は停電が続くことも想定して、有効点灯時間のあり方を検討するべきだと考えられる。総務省中部管区による「津波避難対策に関する実態調査の結果報告書」(2017)では、愛知県、静岡県、三重県において、津波緊急避難場所の停電時の照明設備バックアップ対策をしている市町村は43.1%で、対策なし又は不明が56.9%であると報告している。他の地域では一層整備が進んでいないものと思われる。

2.2 夜間の避難訓練と疑似体験

夜間の広域災害時の避難に対する危機意識は、自治体レベルでも高まっている。静岡県、和歌山県など太平洋に面する自治体において、夜間の津波に備える避難訓練が実施されている³⁾。大津波警報が発令されたと想定し、暗い夜道の中、災害時に通る経路を確認しながら高台に向かう訓練を行うものである。各自が懐中電灯を用いて避難することを実習する。また東京都目黒区では、夜間の首都直下地震を想定した避難所運営訓練を毎年実施し、発電機を使った体育館照明の点灯訓練を行っている。夜間停電時の様々な危険や困難を超える力は、実際に避難訓練を行うことで身につくことが多い。しなしながら、視認性の低さによる住民の安全確保が困難だということと、運営側の人員確保の問題から、実際には一部の地域のみで行われていないのが現状である。

近年、バーチャルな手法を使った夜間の災害体験も取り組まれている。東京消防庁の池袋防災館では、2018年より毎週、夜間の災害発生を想定した「ナイトツアー」を開催している。照明を落とした暗闇で、震度6の揺れを再現した地震を疑似体験したり、暗闇の中での消火体験をしたりするものである。再現することが難しかったり危険が

伴ったりする特殊状況でも、VR技術を用いて映像化することができる。東京消防庁は2018年より「VR防災体験車」という設備も導入している。ヘッドマウントディスプレイの立体映像と、揺れ・風圧・熱などの演出によって、地震・火災・風水害を疑似体験するものである。更に、様々な民間企業が自治体と共同しながら、災害時に刻々と変化していく状況を再現している。双方向的な体験や能動的に避難していくようなツールも開発している。今後もこうした手法を通して、夜間の災害に対してより臨場感のある避難訓練が普及していくだろう。

3. 広域避難照明の社会実験

筆者は1990年代より夜間街路における光環境研究に取り組んできた。街全体を低照度・省エネルギーに抑えながら、防犯面と景観とを両立させることがテーマである。東日本大震災発生直後からは、照明デザイナーの角舘政英氏と協同で、被災地での避難照明設置活動と研究を行っている。岩手県釜石市⁴⁾と陸前高田市⁵⁾、宮城県気仙沼市⁶⁾、福島県いわき市⁷⁾の各地域の沿岸地域や仮設建築群などを対象とし、避難照明の誘導効果を確認しながら、仮設的・継続的に照明を整備してきた。各地域ではじめに、昼間と夜間において、避難場所や経路がどの範囲から把握できるかという調査を行った。全ての場所において、避難場所の認識度合いは、夜間には昼間より格段に低いものであった。そこで、避難場所やそこまでの経路を最小限の照明で認識するような設備を実験的に構築していった。これらの社会実験を踏まえて、夜間に震災が起きた際に咄嗟に方向や避難経路が認識できる光環境の計画手法を検討している。特に災害発生時の高台避難にとっては、以下の三点がポイントとなると考えている。

- ①地形を表す光：山、海、川などの特徴的な地形、高台にある景観要素に光を当てる。地形を表す光によって、広範囲な場所において避難方向が把握できる。
- ②避難経路を表す光：多種多様な街路の中で、避難場所へと続く経路を選定し、特定の光を与える。連続的な光の配置とすることで誘導効果を高める。
- ③避難場所入口を表す光：避難場所への起点となる交差点に光を与える。目印を設けるなどして遠方からの視認性を高める。

図3に気仙沼市での照明実験の風景を示す。高台へ続く坂道や階段に照明を設置したり、交差点に光を追加したりしたことで、避難経路やその分岐路、高台(傾斜)方向が認識しやすくなった。また海沿いにあるシンボリックな五十鈴神社を投光することで、光が海面に映り込み、神社と海



上：高台への街並みと階段との誘導照明
下：海を可視化する五十鈴神社周辺の照明

図3 気仙沼市での避難照明の社会実験(2016年)

Fig.3 Social experiment of evacuation lighting in Kesennuma City (2016).

の位置がわかりやすくなっている。地域の特徴的なランドマークを光によって可視化することは、自分の位置を確認する機能を与えることになり、夜間の災害時において有効なサインとなっている。また、海の方が認識できることは、反対側に高台があるという地形的な方向感覚を与えることに役立っている。

照明実験中に住民にアンケートを取り、分析した結果を

通じて自治体や住民と議論を継続的に行った。その結果、実験から時間を要したが、幾つかの地域で従来の画一的な照明とは異なる常設の避難照明の設置が実現されることとなった。図4に、広域での避難照明計画の概念図を示す。このように地域の特性を読み取り、フィールドワークや社会実験を元によれば、非常時の緊急避難を促すことと地形やシンボルなどの地域性を可視化することを同時に達成できるだろう。避難誘導照明は、単に緊急的避難誘導という機能に絞らない方が良い。地域の個性を表出し、山や海などの地形を感じさせ、現在地と避難方向を把握するものとして総合的に捉えることが重要ではないだろうか。

4. 研究調査委員会の設立

近年の自然災害の増加と夜間の避難照明に関する切迫した課題を踏まえて、2020年4月に、照明学会の視覚・色・光環境分科会内に「災害に備えたレジリエントな屋外照明研究調査委員会」が設立された。地震や水害、火災など、広域な災害が発生した時の屋外照明デザインについて検討するものである。災害に強いレジリエントな屋外照明について、照明技術的な側面だけでなく、避難行動や人間心理的な側面、そして空間特性に応じた照明計画的な側面と照明デザイン的な側面から調査研究を行う。そのため委員メンバーは、屋外光環境や防災照明、視覚や避難行動に関する研究者、屋外照明に関わる実務者、照明デザイナーなどで構成されることとなった。

委員長：小林茂雄（東京都市大学）

幹事：山口秀樹（国土技術政策総合研究所）、角舘政英（ばんぱり光環境計画）

委員：秋月有紀（富山大学）、斉尚樹（因幡電機製作所）、諫川輝之（東京都市大学）、外山明代（岩崎電気）、小山憲太郎（コヤマケンタロウデザイン事務所）、櫻井将人（静岡理工科大学）、茶谷麻子（東芝ラ

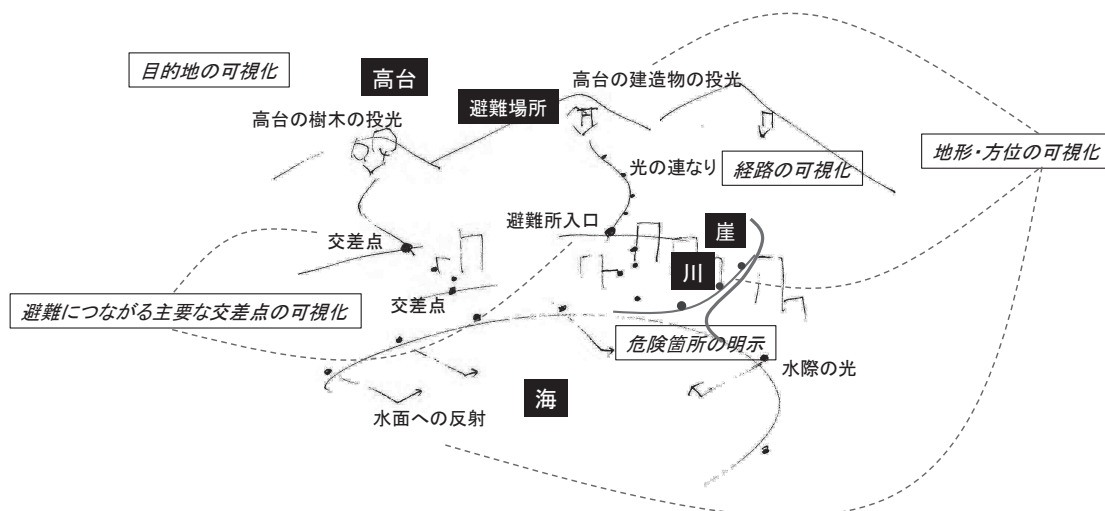


図4 地域景観を取り込んだ広域避難照明の概念図

Fig.4 Conceptual diagram of wide-area evacuation lighting incorporating regional scenery.

イテック), 長町志穂 (LEM 空間工房), 山田祐介 (パナソニック)

委員会でははじめに, 屋外の防災照明に対して, 各委員の専門分野に基づく問題意識を提示した。続いて, これまで各地域で進められてきた避難照明のプロジェクトなどが紹介された。屋外の公共性の高い照明プロジェクトにおいて, 自治体や住民らとどのように交渉を重ねてどのような照明設備が実現されたのかについて情報を共有している。今後は更に複数の観点から災害時の屋外照明について議論し, 新たな視点や考えを加味していきたい。そして, 避難誘導のための照明方法, 災害に備える照明器具, 非常時の照明手法などを提示することを予定している。

5. おわりに

大規模な自然災害はいつでも発生しうるため, 常にその時に備える必要がある。夜間ではただでさえ視認性が低く, 周囲を把握しにくい。それに加えて災害時には, 路面の状況が危険になるばかりか停電になる可能性もある。恐怖や不安から人の行動パターンも変容することもある。こうした非常時の状況を予測し, 地域の実情に合わせて光の効果を組み合わせることで, 被害を最小限にしなければならない。そのための研究と議論を進めていく。そして発災時の安全を確保すると同時に, 日常的な安心感を与え, その地域に適したサステナブルな光環境を構築することを目指していきたい。

参考文献

- 1) 諫川, 大野: 住民の地域環境に対する認知が津波避難行動に及ぼす影響, 建学計論, 79-705, pp.2405-2413 (2014).
- 2) 照明学会屋外防災照明研究調査委員会: 屋外防災照明研究調査委員会報告書, JIER-107 (2010).
- 3) 平成23年度津波避難に関する県民意識動向調査結果報告書, サーベイリサーチセンター静岡事務所 (2012).
- 4) 前, 角館, 小林: 夜間津波発生時の高台避難を支援する光環境整備計画ー岩手県釜石市を対象としてー, 照学誌, 97-11, pp.721-727 (2013).
- 5) 小林, 角館, 阿部: 宮城県気仙沼市における沿岸風景の可視化と避難方向の認識を両立する光環境の提案, 建技報, 24-56, pp.363-366 (2018).
- 6) 小林, 角館: 仮設建築群地域における避難誘導照明と屋外環境照明の整備ー岩手県陸前高田市を対象としてー, 照学誌, 99-2, pp.67-73 (2015).
- 7) 小林, 角館: 避難路確保と風景の継承を両立させた福島県久之浜町の夜間光環境整備の提案, 建技報, 22-52, pp.1169-1172 (2016).

著者紹介



小林 茂雄

東京工業大学工学部建築学科卒業。同大学院, 助手を経て, 武蔵工業大学工学部建築学科講師。現在東京都市大学建築学科教授。建築・都市の光環境研究に従事。

連絡先

東京都市大学建築学科
〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1
E-mail: skoba@tcu.ac.jp

本原稿に関する口絵は, 352ページに掲載されています。