

夜間津波からの自主避難を誘導する光環境の調査と構築

- 岩手県釜石市と陸前高田市を対象として -

主査 小林 茂雄^{*1}

委員 角館 政英^{*2}, 前 博之^{*3}

東日本大震災を契機として、夜間津波から高台へと安全に避難することの重要性が認識された。本研究では被災した岩手県陸前高田市と釜石市を対象とし、夜間の津波に対する高台避難を促進する照明計画の検討を行った。避難路調査及び、避難場所入口での実験より、高台方向へ連続的に照明を設置することで避難誘導効果が得られることが分かった。高台への避難照明においては、光によって地形や避難場所の特徴を可視化することが主要な手法となる。各々の場所の要求性能に合わせた設計によって、省エネルギーで合理的な光環境の実現が可能となる。

キーワード： 1) 高台避難, 2) 津波, 3) 避難照明, 4) 社会実験, 5) 空間認知, 6) 照明設計

INVESTIGATION AND CONSTRUCTION OF LIGHTING ENVIRONMENTS WHICH LEAD THE INDEPENDENT EVACUATION FROM TSUNAMI AT NIGHT

- Activity in Kamaishi and Rikuzentakata of Iwate Prefecture -

Ch. Shigeo Kobayashi

Mem. Masahide Kakudate, Hiroshi Mae

The importance of evacuation to higher ground away from a tsunami safely at night has been recognized right after the Great East Japan Earthquake in 2011. This research examined the lighting plannings in Rikuzentakata and Kamaishi, Iwate Prefecture which promotes evacuation on heights from tsunami at night. From investigations of the escape routes for evacuees and experiments at the entrance of evacuation destinations, it was found that a series of lights placed along the evacuation paths in the direction toward higher ground could guide evacuees effectively to the safe areas. One of principal methods of the evacuation lighting to higher ground is visualizing geographical features and the characteristics of evacuation areas by lights. The reasonable and energy efficient lighting could be realized by designing according to the required performances for each location.

1. 研究背景と目的

東日本大震災を契機として日本各地の沿岸部では、地震によって発生する津波が到来する前に、即座に高台へと避難することの重要性が改めて認識された。今回の地震・津波は日中に起こったが、内閣府が発表している南海トラフ地震の被害想定（2012.8）¹⁾では、深夜に津波が襲来した場合、昼間の三倍以上の被害が出ると予測している。多数の人々が就寝しているために初期行動が遅れることと、夜間の屋外では位置情報が得られにくく、咄嗟に避難方向や経路を認識することができないためである。一帯が停電になった場合はさらに深刻な状況となるであろう。

津波は海溝型の地震によって発生するために、周期性を持って必ず襲来する。日中・夜間を問わずに発生するため、避難がより困難になる日没後の対策を講じておくことは非常に重要である。しかしながら、夜間や深夜に発生する地震や津波、それに対する避難対策は十分に行

われているとはいえない。地震発生時には停電になることも予想され、照明が消灯し、行政やテレビ等による避難勧告も届かないことがある。地震発生から10分程度間に、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。そのためには、停電となった暗闇の中で、高台などの安全な避難先へと誘導する照明が効果的に灯ることが求められる。

本研究は、甚大な被害を受けた岩手県陸前高田市と釜石市を対象として、夜間の高台避難を促す光環境を検討するものである。はじめに現状の問題を把握し、次に、夜間に津波が発生した場合に、瞬時に位置を把握でき、高台等の避難先の方向とそこに至る経路が認識できるような屋外の光環境計画を提案する。最終的には避難照明の実現へと結びつける。

2. 高台避難誘導照明の考え方

津波による大きな被害を受け、復興・復旧が進めら

*1 東京都市大学工学部建築学科 教授

*2 ぼんぼり光環境計画株式会社 代表

*3 株式会社久米設計設備設計部

れている地域では、夜間に避難できる高台方向を認識させることは、住民の安心確保と減災への意識向上にとって重要となる。筆者らが被災後に岩手県釜石市の中心市街地で、昼間と夜間の避難経路の認識度合いを調査した結果²⁾、高台にある避難場所の認識度合いやその範囲は、夜間には昼間より格段に低くなっていることが判明した。また夜間でも避難経路が認識されやすい箇所には、下記のいずれかの光が存在していることを確認した。

- ① 夜間のイルミネーションなどのランドマーク的な光
- ② 高台方向や交差点部分の目印となる光
- ③ 避難場所や坂道や階段が確認できる光

高台から遠い地点で避難を開始する場合、まず①のような光によって地理的な方向が把握できると、初期行動の方向性が与えられる。地形を表すランドマークとなる光が存在することで、広範囲な場所において避難方向の誤認を防ぐものとなる。市街地では、多様な街路の中で避難場所へ続く経路とその起点となる②のような交差点を認識させる光が必要である。また避難場所の近隣では、目標地点やそこに接続する階段などを認識させる③のような光があることが重要である。効果的な照明によって避難場所の入口部分の誘目性を高めることができる。

高台にある避難場所を特徴づけるような照明を常設することで、住民たちは「ここにいたらこの高台に避難できる」という意識を日常化できるようになる。街の広い範囲で高台方向を認識できるようになると、住民だけでなく、その地域を通過する人や観光などで訪れた人々へも安心感を持たせることになる。高台にある特徴的なランドスケープを光によって印象づけるような景観をつくることで、災害時の速やかな避難を促すだけでなく、地域の固有の財産を可視化することにもつながっていくだろう。まずは重要な高台入口からはじめて、周辺建物やランドスケープ、街路や交差点へと、整備範囲を部分から全体へと積み重ねていくことが重要であると考え。

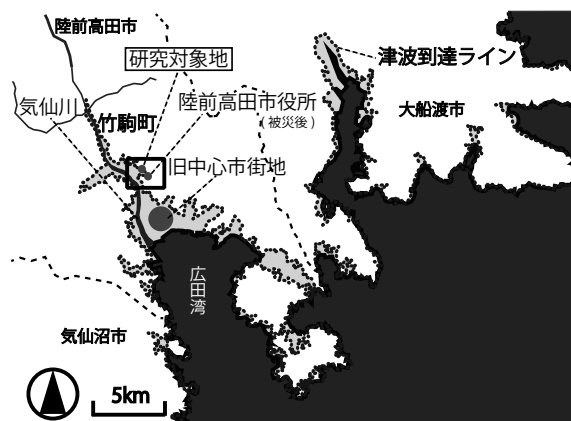


図 3-1 陸前高田市と研究対象位置図

3. 岩手県陸前高田市での照明設置実験

3.1 地域の特徴

岩手県陸前高田市は、隣接する同県大船渡市や宮城県気仙沼市と共に三陸海岸の南寄りに位置する。山が海に迫る地形が続く三陸海岸でも複雑な地形を有し、典型的な沈水海岸である。リアス式海岸の広田湾の奥に市街地が広がり、津波が高くなりやすい地形であったため、かねてから防潮堤などの津波対策を講じていた。しかし、2011年3月の東北地方太平洋沖地震では想定を上回る大津波が襲来し、市街地は壊滅的な被害を受けた²⁾。

図 3-1 に、陸前高田市周辺地図と、2011 年震災時の津波到達ラインを示している³⁾。津波は気仙川を遡り、上流地域にも被害を与えた。本研究で対象とした竹駒町は、海岸から約 3.5km 内陸部に入り込んだ位置にあり、なおかつ直接海が見える場所ではないものの、気仙川を逆流した津波が到達し、住宅や田畑、道路や橋などの被害を受けた地域である。この場所は高田街道と今泉街道が交差する交通の要所でもあり、また標高 100m を超す高台とも隣接していることから、震災後に仮設の店舗や銀行、事務所などが多数設置されるようになった。2014 年現在、陸前高田市内で最も活気のある地域となっている。ただしこの仮設店舗や事務所群はあくまでも仮設の前提で建設されており、都市計画のマスタープラン上にはこれらの施設を生かす計画はされていない。防潮堤の設置や地盤の嵩上げ、高台の整備などが行われた後にそれらの地域に移設される予定である。しかし、都市整備のスケジュールは曖昧な部分があり、どの時期に移転することになるかは確定されていない。

内陸部につくられた仮設建築群による街であっても、津波による被害を受け、また現在は市民の生活の場となっていることから、夜間の安全性や安心感を照明によって確保することは重要である。本研究は、高台への避難

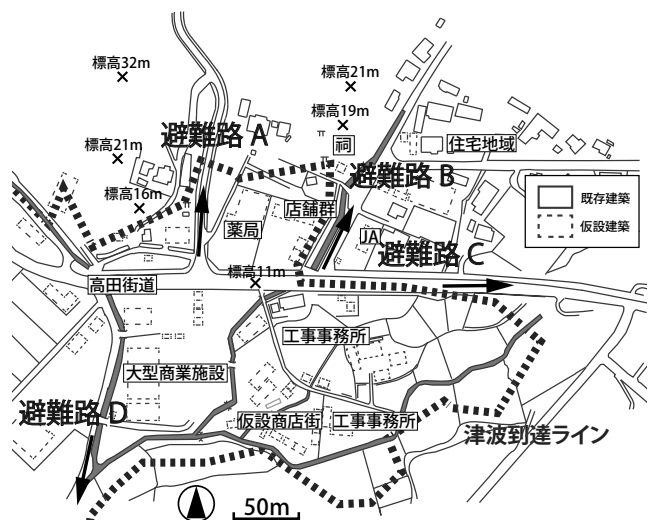


図 3-2 対象地の津波到達範囲と避難路

を促すための避難誘導照明を検討し、津波が夜間に襲ってきた時の対策として地域の人達が常に高台方向を意識できるような光環境を構築することを目指す。また、地元の人々だけでなく工事関係者らが集まる仮設商店街に、夜間に人の気配をつくり出し、遠方から認識させて人を誘い込み、安心感を抱かせるような光をつくり出すことに取り組む。

3.2 事前調査

図3-2に、本研究で対象にしたエリアの範囲を示す。津波の被害を免れた既存住宅、震災後に設置された仮設店舗、土木工事事務所などが集積している。幹線道路となっている高田街道の周辺まで津波が到達しているが、北・東・南方向には高台が近接しており、避難しやすい場所である。この中心部から周辺への避難路は、図2に示すA・B・C・Dの4つがある。この中で、東へ向かう避難路Cは、被災後に移転した陸前高田市役所が高台に位置する方向であるが、その尾根を超えた道の先は海へと繋がっている。避難路Dは、高台に直結する道路の入口部分が高田街道周辺からは認識することができず、道路の存在が把握されにくい。またこの方向は、津波が襲来した気仙川とも重なっている。2013年2月から7月にかけて、地域住民約20名への聞き取り調査を行ったところ、これら東側や南側へと避難することには抵抗がある者が多いことが分かった。特に山などの地形を表す要素が感じられにくい夜間には、海や川へと向かう方面には移動することに躊躇があることが伺えた。

一方、避難路AとBは、内陸部に直線的に向かう道路であり、高台方向という意識が住民にあることが確認できた。よって、この2つの避難路を夜間にも認識させることが重要であると考えた。避難路AとBに対して、昼間と夜間の道路の見え方の違いを踏まえ、夜間に効果的に高台へと誘導する照明方法について検討した。既往研究^{4~7)}から、避難路の「入口」と「経路」と「方向」を認識させる光の配置を抽出していった。図3-3に検討内容の一部を示す。避難路Aは、道路勾配が約10%あり、周辺に構造物が少なく見通しが良いため、昼間は高台へと向かっていることを認識しやすい。しかし、道路が途中で湾曲して見通せなくなることと、一箇所の街路灯から局部的に照明されているため、夜間には道路が高台へとつながっていることを視覚的に把握するのが困難である。避難照明の方法として、交差点の高台入口部分に光を与えて幹線道路からの目印とする(Aa)、道路沿いに連続的に光を配して経路を可視化する(Ab)、山の上にある施設に光を設けて地理的方向を認識させる(Ac)、などが考えられた。

避難路Bは、気仙川の支流沿いにある道路で、車道と遊歩道で構成されている。交差点からの道路勾配は約6%

と緩やかであり、道路自体が上昇していることは昼間であっても認識しにくい。また、遊歩道は仮設店舗の裏側に位置しており、夜間は光が差さないため人の気配も感じられにくい。そこで避難照明の方法として、河川に光を反射させることによって上流方向を意識させると同時に、川沿いを歩きやすくする(Ba)、高台入口の交差点部分には低い位置に目印となる光を設ける一方で、遠方には高い位置に光を設けて、経路の高低差を強調する(Bb)、光を等間隔に長く配置することで避難路に連続性を持たせると同時に高低差を感じさせる(Bc)、ことなどが考えられた。

3.3 高台避難誘導照明の設置実験

(1) 照明設置概要

図3で示した避難照明の考え方を基に現地調査を行い、使用可能な電源位置、設置場所の確保と設置の難易度、必要機材や経費などから実現可能性を検討し、短期に試験点灯するための設置計画を吟味していった。そして、高台への避難誘導照明を仮想的に設置する社会実験を行った。図3-4に避難路Aの配灯図、図3-5に避難路Bの配灯図、図3-6に避難路Aの設置時の状況、図3-7に避難路Bの設置時の状況を示す。

避難路Aは、高田街道との交差点付近と、交差点から約120m先の道路が湾曲する部分に光源を配置することとした。前者は入口を周辺から認識させることを意図し、後者は遠方の道路の位置と形状を認識させることを



図3-3 避難路の状況を基にした照明計画案

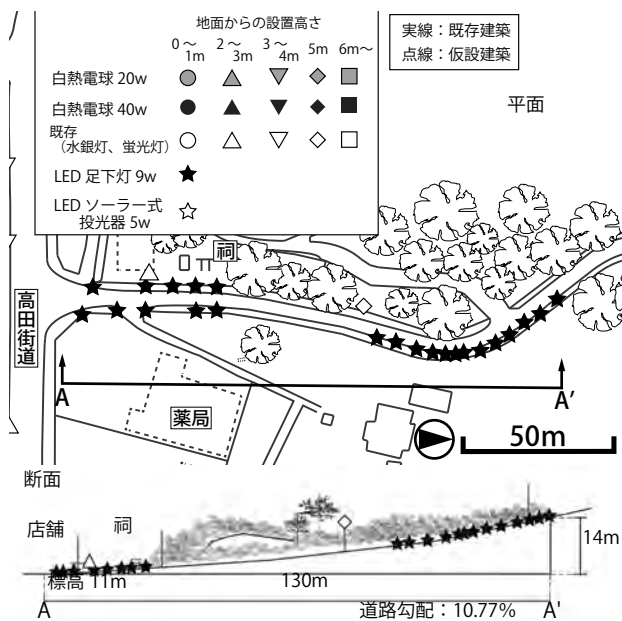


図 3-4 避難路 A の配灯図

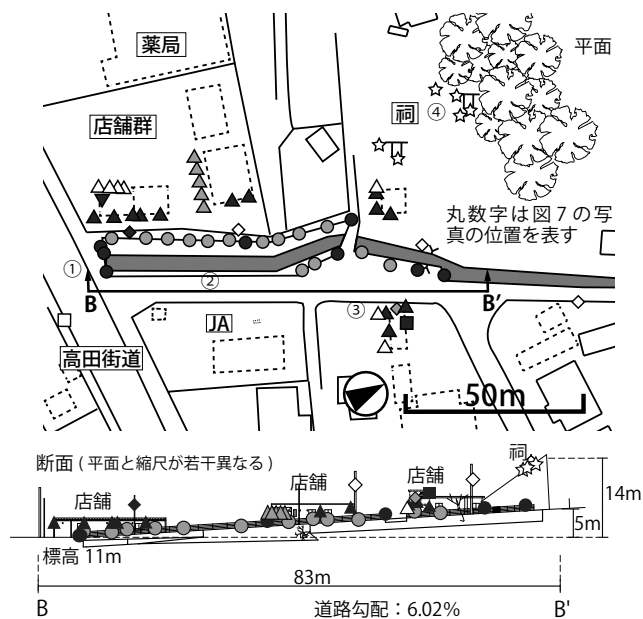


図 3-5 避難路 B の配灯図



図 3-6 避難路 A の実験時の状況



図 3-7 避難路 B の実験時の状況

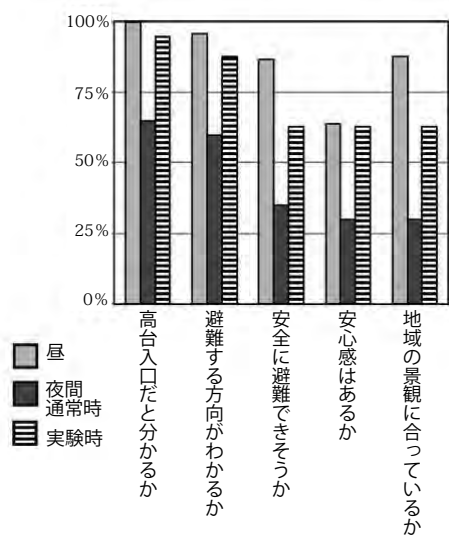


図 3-8 避難路 A のアンケート結果 (N=11)

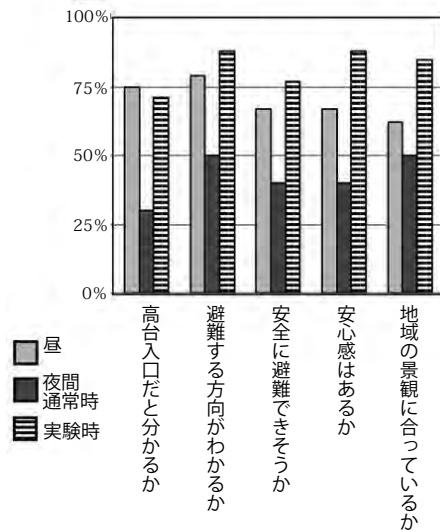


図 3-9 避難路 B のアンケート結果 (N=17)

意図している。入口部分には9WのLED足下灯（色温度6300K）を道路の両側に5台ずつ計10台配置し、湾曲した部分は道路形状が把握しやすいようにカーブの外側に同様の足下灯を約5m間隔で13台配置した。白色光のLEDを用いたのは、発光効率と視認性を高めるためである。

避難路Bは、高田街道との交差点にある橋上に、周囲からの目印となるような照明を低い位置に配置した（図3-5、図3-7の①）。避難路を約80m進んだ位置にある仮設店舗には、できるだけ高い位置に照明を設置し、地理的な高低差を強調するようにした（図3-5、図3-7の③）。また川沿いの手摺や仮設店舗の裏側の出入口や建物境界に照明を設置し、経路を認識させると共に、店舗内の人の気配を感じられるようにした（図3-5、図3-7の②）。これらは安価で温かみを感じさせる光源として白熱電球の20Wと40Wを用いている。また、避難路Bから北西側に逸れた高台の中腹には2つの小規模な祠があり、そこまでの歩行経路も用意されている。しかし夜間は全く認識できない。そこで、高台であることを強調することと、地域の景観の独自性を感じさせることを意図して、祠を太陽電池式の5WのLED投光器で照明した（図3-5、図3-7の④）。

これらの照明配置は、現場で視認性や効果を確認しながら、できるだけ最小限の照明数や消費電力となるように調整した結果である。避難路Aの照明設備は、2013年9月10日～13日の4日間設置し、避難路Bの照明設備は、9月10日～10月4日までの25日間設置した。点灯時間は18時から翌朝6時である。

(2) 避難誘導の評価

2013年9月12日と13日の13時から21時に、竹駒地区に居住または勤務する人々に対して避難誘導の効果を評価するアンケート調査を行った。昼間、夜間通常時、夜間実験時の各々状態について評価するものである。ア

ンケート項目は、筆者らによる岩手県釜石市における避難照明研究⁷⁾で用いた6項目の中から、「この光環境は好きか」を除いた5項目とした。各々の項目について「そう思う」「どちらかと言えばそう思う」「どちらかと言えばそう思わない」「そう思わない」の4段階で評価するものとした。被験者は避難路Aが11名、避難路Bが17名である。高田街道の各避難路入口周辺に立って回答していただいた。

図3-8に避難路Aのアンケート結果を示す。「そう思う」あるいは「どちらかと言えばそう思う」と回答した被験者の比率を示している。避難路Aは比較的勾配が大きいため、昼間の「高台入口」の認識は高く、「避難方向」も判断しやすい。しかし、夜間通常時になると全体的に評価が低下し、「安全性」「安心感」「景観」の面で、「そう思う」側の肯定的な評価は50%を下回っている。道路近辺にある街路灯からは照明される範囲が狭いため、経路が連続して認識できていないものと考えられる。これに対して夜間の実験時には、通常時よりも評価が高まっており、全ての項目で肯定的な評価が50%を上回った。交差点部分に設置した光が「高台入口」の認識を高め、道路の湾曲部分に設置した光が「避難方向」の認識を高めていることが確認できた。ただし、昼間の評価と比較すると、「安全性」と「景観」の項目がやや低下している。被験者の回答から、安全に避難できない理由として、「周辺に建物や歩行者がない」ことや「道路全体が照明されているわけではない」ことが挙げられた。また景観に合っていない理由として、「元々好ましい道路景観ではない」ことや「白色の光色である」ことが挙げられた。

図3-9に避難路Bのアンケート結果を示す。避難路Bは緩やかな坂道であるため、昼間であっても75%程度の被験者しか「高台入口」「避難方向」について「そう思う」側の肯定的な評価が得られていない。夜間通常時にはこれらの評価はさらに低下し、全ての項目で肯定的な評価が50%を下回っている。高田街道の既存街路灯や周辺建物の光があるため、夜間通常時は避難路Aよりも明るいものの、高台へと向かう道路としての認識が弱く、経路の形状もはっきりとしていない。また川沿いの遊歩道には光がほとんど差さず、安心して歩けるような状況でもなかった。これに対して夜間実験時には、全ての項目で評価が大きく高まった。特に「避難方向」は

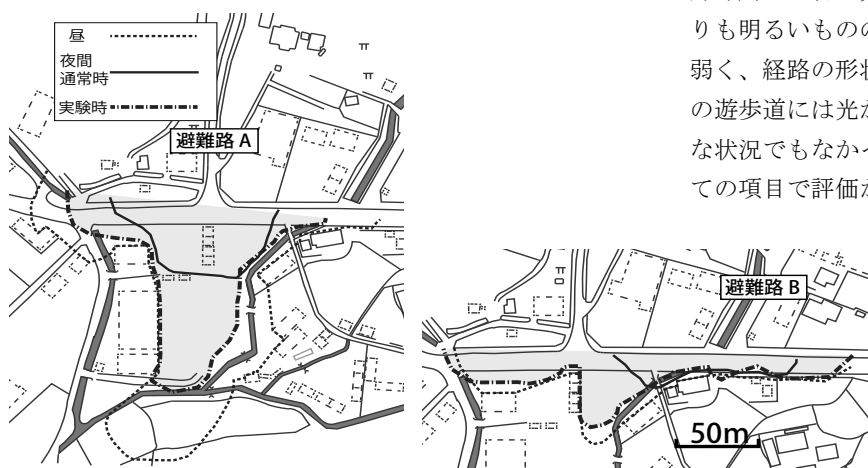


図3-10 避難路が認識できる範囲

昼間よりも評価が高くなっており、高低差を強調するような光の配置による効果が表れたものだと考えられる。「安心感」は、明るさが増したことと同時に、「仮設店舗に人の気配が感じられるようになった」など、人の存在が光によって暗示されていることが理由として挙げられた。また「景観」は、「水辺に沿って設置された光が良い」と答える者が多かった。

図3-10は、避難路AとBが、昼間、夜間通常時、夜間実験時において、周辺のどの位置から認識できるかを示している。調査者3名が、「避難路がある」ことが視覚的に分かる地点を歩行しながら調査し、2名以上の調査者が分かるとした範囲を地図上に表したものである。図より、避難路A・B共に、夜間通常時に比べて夜間実験時に認識できる範囲が広がっていることが分かる。避難路Aの認識範囲は、経路に対して縦方向の大型商業施設側に約150mの距離まで広がっている。避難路Bの認識範囲は、経路に対して西の横方向に150m以上先まで広がっている。光が連続して点灯していることや集中して点灯していることがこの地域では目立つことになり、遠方からの経路認識へとつながったものと考えられる。

3.4 仮設商店街周辺への照明設置

(1) 実験概要

避難路A、Bと高田街道を挟んだ位置にある仮設店舗群が、この地区で最も人が集まる場所である。ここにある店舗の店主、買い物客、工事関係者らに対して、夜間の過ごし方や屋外空間の安全性や安心感などの聞き取り調査を2013年2月から7月に行った。その結果、歩行者の動線の周囲や川沿いや建物の裏側に窪みがあって、



図3-11 仮設商店街の照明設置概念図

夜間に見えにくくなること、高田街道や他の施設との位置関係が認識しにくいこと、昼間以上に雰囲気が陰鬱になること、夜間にお客さんが集みにくいことなどの問題が把握できた。これらの課題を踏まえて、仮設商店街と隣接する工事事務所などを対象とした照明計画を検討した。

図3-11に、2013年7月に関係者に提示した概念図を示す。照明の役割としては大きく、「Ⅰ目印となる光」「Ⅱ視線を誘導する光」「Ⅲ人間味を感じさせる光」「Ⅳ安全性を高める光」「Ⅴ統一感をもたせる光」の5つを設定した。ⅠとⅡについては、歩行者にとっての入口や経路となる橋の部分に光を設けて、行き先を分かりやすくするものである。電柱や引込柱上部の高い位置に光を設置して、遠くからの視認性を高めることも意図している。Ⅲは仮設建築物の階段や壁面、ベンチなどの休憩できる場所に光を設けて、人の気配を感じさせると同時に、夜間に屋外で休憩しやすくすることを意図している。Ⅳは空間の境界や敷地内の危険な場所を知らせる光によって、安全性を高めるものである。Ⅴは異なる用途を持つ仮設店舗と工事事務所などを同じ光源種類と手法で照明を施すことで、景観に統一性を持たせると共に、この地域で過ごす人々に共有意識を育むことを意図している。

概念図を基に、設置可能な位置や電源位置を確認し、照明効果を検討しながら詳細な配置を決定した。図3-12に最終的な照明の配灯図を示す。光源は主に20Wと40Wの白熱電球を用いた。照明設備は、9月10日～10月4日までの25日間設置した。点灯時間は18時から翌朝6時である。

(2) 実験結果

図3-13に照明設置後の風景を示す。歩行動線沿いで暗がりとなる川沿いには、光源を地上1m以下の低い位置に取り付け、建物ファサードには主に2～3mの高さに取り付けた。また遠方からの場所認知が求められた箇所には、既存構造物を活用して5m以上の高い位置に光

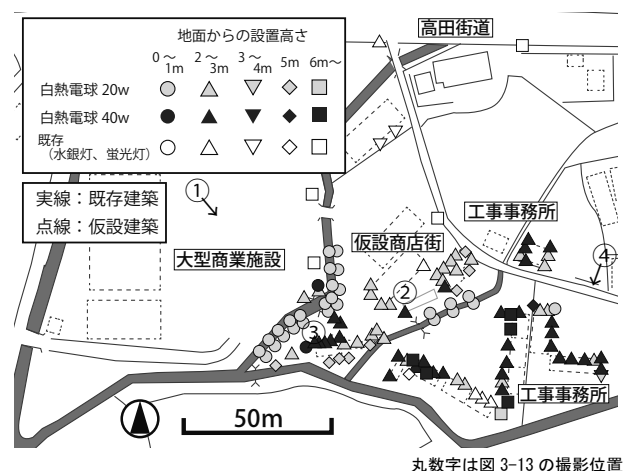


図3-12 仮設商店街周辺の配灯図

源を取り付けている（図 3-12 と 13 の①）。休憩場所となるベンチやテーブルや軒下には、視線近くの位置に光源を取り付けた（図 3-12 と 13 の②③）。避難路 A 周辺の照明配置と同じく、工事事務所や仮設商店街を暖色の小光源を分散して配置することで、この地域の夜間景観を統一した（同④）。

表 3-1 に避難路と仮設商店街周辺とを合わせた今回の照明実験で用いた照明器具数や消費電力を示している。179 灯を設置したことになるが、個々の光束量は 500lm 以下と小さく、合計でも 55610lm 程度である。近隣の駐車場などで用いられている 100W の水銀灯（4200lm）約 13 灯分に相当する。表 3-2 と図 3-14 に照度と色温度の測定結果を示す。照度は歩行可能な主な箇所（通常時 31 点、実験時 49 点）を測定したものであり、図 3-13 は近傍の測定点で平均を取ったものを示している。路面照度、

鉛直面照度共に、通常時に比べ実験時の方が高くなっており、色温度が全体的に低くなっていることが分かる。図 3-10 と図 3-13、図 3-14 より、避難路が大型商業施設側のエリアからも確認できるようになったこと、仮設商店街も遠方から認識できるようになったこと、高田街道の両側で色温度や光の分布がやや統一されたことなどが確認できる。

照明設置前と実験期間中に、このエリアの 20 代から 70 代までの勤務者や住民らに対してインタビュー形式のアンケート調査を行った。回答者は、通常時の昼間 16 名、通常時（照明設置前）の夜間 18 名、実験時（照明設置後）の夜間 16 名である。結果を図 3-15 に示す。夜間通常時に比べて実験時には全体的に高い評価が得られているが、特に「事故や犯罪が起こった時に助けてくれそう」の評価が高く、昼間よりも上回っている。建物の壁面や

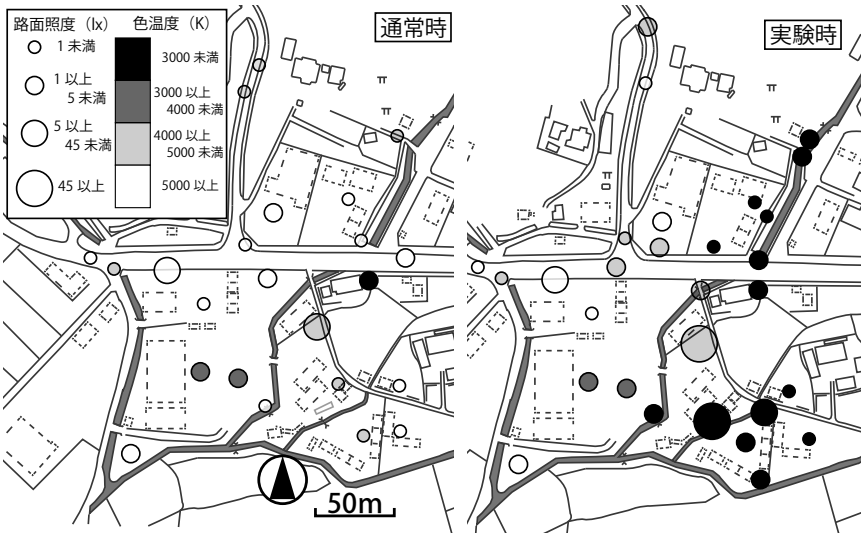


図 3-14 研究対象地の路面照度・色温度分布図



図 3-13 実験時の仮設商店街周辺の状況

表 3-1 照明器具の設置数と消費電力

	光源	単価消費電力 [w]	単価光束量 [lm]	色温度 [K]	灯数	消費電力 [w]	光束量 [lm]
避難路	白熱電球	20	175	2850	20	400	3500
		40	495	2850	24	960	11880
	LED足下灯	9	320	6300	23	207	7360
	LEDソーラー式投光器	5	200	2900	6	30	1200
仮設商店街	白熱電球	20	175	2850	65	1300	11375
		40	495	2850	41	1640	20295
	合計				179	4537	55610

表 3-2 平均照度

	測定点	平均路面照度 [lx]	平均鉛直面照度 [lx]
通常時	31	2.0	2.4
実験時	49	6.0	4.3

軒下に設置した照明が場を明るく照らすだけでなく、光を通して人の存在を感じさせることに寄与しているといえる。また夜間に屋外を「散策してみたい」「くつろぎたい」という人も増加し、夜間の活動の場を広げることにつながったといえる。実際、テーブルやベンチでくつろぐ人が、照明設置前はほとんどいなかったのに対し、照明設置後にみられるようになった。「地域に合った光」であることや「人同士のつながり」「景観の一体感」についても、肯定的な回答が得られた。「シンプルな電球をつけるだけで夜の景色が激変した」「震災を経験した街だからこそ、防災や防犯を意識した灯りが設置されることは大事だと感じた」などの意見も得られた。

4. 岩手県釜石市での取り組み

4.1 被災直後の照明設置活動

筆者らは、2011年の被災直後の7月に釜石入りし、最も多くの死者を出した鵜住居地区(445名)と漁業に多大な被害を受けた箱崎半島において、生きる力を与えるような照明を灯す活動を行ってきた。地区内の新たな拠点となる仮設商店街では、店主らと協同で手作りの照明を施していった(図4-1)。震災から奇跡的に生き残った海岸沿いの旅館(宝来館)とその周辺には、地域の人々が集まり座って空を見上げることのできる場所をつくり、人の気配が感じられるような照明を設置した(図4-2)。さらにこれらの地域を結ぶ根浜海岸沿いの松林に照明を設置することで、地域特有の景観を生かしながら夜間の交通安全性を確保した(図4-3)。根浜海岸では0.8WのLED光源を使用しており、その全ての電力を太陽電池で賄っている。東部地区の観音寺入口部分と松原地区においても、避難誘導を高める照明を緊急仮設的に設置していった。このように被災後の釜石全域に渡って、夜間に安心感と避難誘導性を与える照明を設置した。

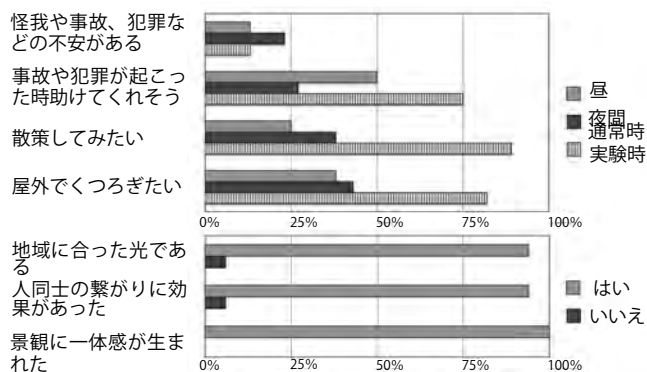


図 3-15 仮設商店街でのアンケート結果 (N=14 ~ 18)

4.2 高台避難誘導のための照明社会実験

釜石市の中心市街地である東部地区は、鵜住居地区に次いで二番目に多くの犠牲者(208名)が出た場所である。2014年現在も仮設住宅や市外各所に避難する方が多いが、今後再び人々が戻ってくることが想定されている。この地区において、山側に設けられた避難場所とそこへ向う経路がどの程度認識できているかについて、昼間と夜間において現地調査を行った。調査結果から、夜間の認識が困難であった避難場所とその入口について、効果的な照明のあり方を検討した。具体的には、市街地に突き出した尾根にある観音寺と仙寿院の寺院であり、両方ともに前回の津波発生時に数百名が避難した重要な場所である。



図 4-1 釜石市仮設店舗の照明設置

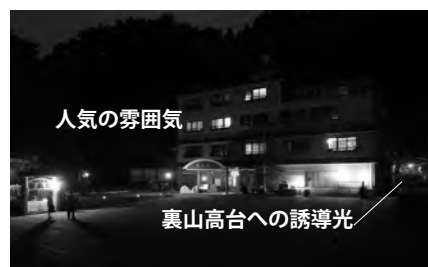


図 4-2 海岸沿いの旅館周辺の避難照明の設置



図 4-3 根浜道路の誘導灯設置

(1) 観音寺

観音寺は釜石市の中心街に突き出した尾根にある寺であり、大通りからの見通しも良くこの地域における重要な避難場所の一つとなっている。2011年の津波発生時にも約200人の住民がここに避難し、余震による津波注意報が出された際にも多数の人が集まった。観音寺の入口部には、道路に接続された階段とその上に続く坂道、階段の両脇に植え込みと石碑などが配置されている（図4-4）。これらの要素に光を与えて可視化することによって、避難時の誘導効果が得られるものと考えた。階段は、道路入口部分から奥の坂まで連続的に光源を設置するものとした。道路より2m以上高い位置にあつて周囲から視認しやすい石碑は、下方向から投光することとした。階段部分は20Wの白熱電球、石碑の投光には40Wの白熱電球を使用した。

図4-5に実験時の評価結果を示す。評価時には停電時を想定して、周辺の街路灯を消灯した状態で行った。図より、石碑への投光のみの条件では、現状に比べると評価がやや高まり、階段の入口から坂道まで連続的に照明を設置した条件では評価が著しく向上している。両方を点灯した条件では、最も評価が高いが、階段のみの場合とあまり変わらない。目印となる石碑を照らすことで、一定の誘導効果は得られるが、石碑のみの投光では明確



図4-4 観音寺入口の景観要素

に避難場所入口としての印象を持たせることができなかった。被験者からは、「対象を視認できても高台へと逃げるイメージが湧きにくい」という意見が得られた。目印となる光を設置するだけでなく、高台方向への経路であると分かるように光を連続させることで、より高い誘導効果が得られるものと考えられる。ただし、石碑への投光は、景観的に好ましいという意見が聞かれた。

(2) 仙寿院

震災直後に約700名の住民が避難した仙寿院の入口には、特徴的な木の鳥居、本堂へと登る高低差10mの直線階段がある。これらを観音寺と同じように照明を施すことで、誘導性を確保することを目指した。

図4-6に評価結果を示す。観音寺と同じく、周辺街路灯を消灯した状態で被験者による評価を行なった。光源を設置する前後で入口の認識範囲を比較したところ、照明点灯時の正面方向は50mから142mへと広がった。また、入口から41m離れた正面方向と、その地点から東へ20m離れた地点において、6項目に対して評価した平均値を



図4-6 仙寿院入口での照明実験と評価結果

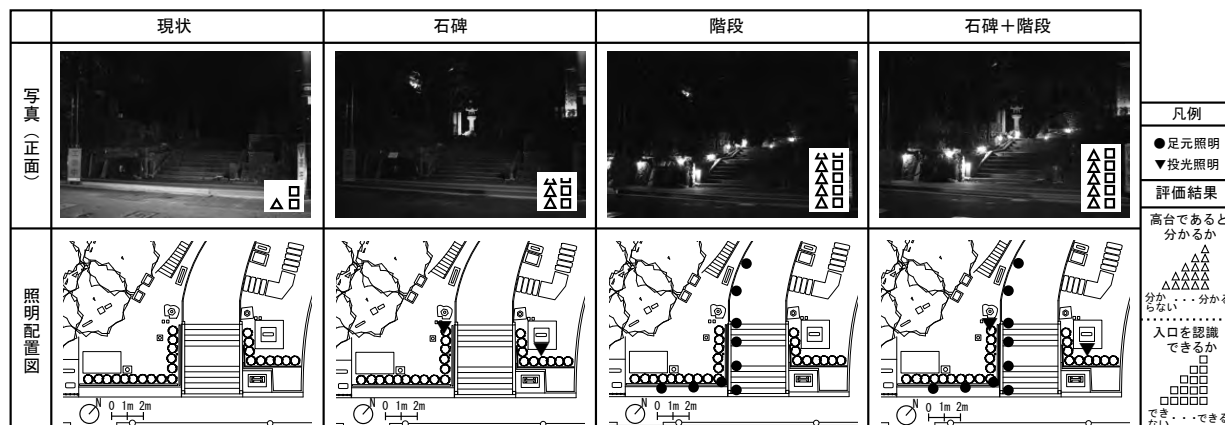


図4-5 観音寺入口での照明実験と評価結果

図 16 に示す。提案時の評価が現状を大幅に上回り、昼間と同等かそれ以上の評価となっている。避難方向を判断した要素としては、2 方向共に「階段の上まで連続する照明」や「強調された鳥居」が挙げられた。階段最上部は津波が到達することのない安全な場所であり、その高さまで照明が連続していることと、入口を象徴する鳥居によって通過行為が誘導されることが高評価につながったものと考えられる。

4.3 避難誘導照明の整備—手法と実施計画—

調査と実験結果を元にして、高台避難誘導を促進する光環境整備の実施計画を進めている。特徴的な地形(坂、階段など)の可視化、地域のモニュメント(寺院・神社の鳥居、記念碑など)の視認性の強化を行い、高台の認識を向上させるというものである。非常時(停電時)における電源の切替えや誘導光などを必要に応じて追加できるようにしている。実践的で地域の実情に即した津波減災対策のために、一律に規定を設けた照度基準に沿ったものではなく、その場所の要求性能に基づいた合理的な照明設計を試みた^{7) 8)}。低コストの設備で広範囲に整備を行うことにも留意している。

釜石市東部地区での要求性能としては、①高台避難の誘導、②交通安全の確保、③防犯性の確保である。またこれらに加えて、④釜石にあった夜間景観、⑤省エネルギーについても考慮し、最小の光の設置によって周辺の環境も含めた印象的な景観をつくろうと取り組んでいる。

照明実験後、実施計画に基づいて、仙寿院では 2013 年 12 月に避難照明整備が完成し(図 4-7)、観音寺入口は 2014 年 5 月に完成した(図 4-8)。今後も市内の各地での照明整備計画を作成し進めている。これらの光環境整備が実現することによって、避難誘導性を高めるだけでなく、釜石の財産となる景観が形成されていくだろう。今後の展開の可能性としては、生活中心地としての都市照明の充実を、こうした非常時の照明と絡めて計画・実現していくことである。

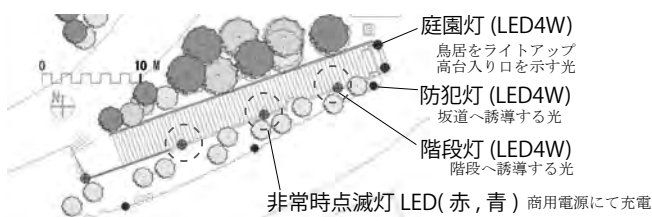


図 4-7 仙寿院での避難誘導照明の実施計画(左)と整備後の写真(右)

5. まとめ

5.1 調査・実験の総括

本研究では岩手県の陸前高田市と釜石市を対象とし、夜間の高台避難誘導を促す照明と、生活の場として求められる照明を設置することを目指した。現地調査と既往研究の知見を踏まえて照明計画を行い、実際に光源を現地に設置した。住民らに対するアンケート調査から、高台へと向かう避難路入口部や避難方向の認識が照明設置前よりも十分高まったことが確認できた。

陸前高田市では、照明を設置する社会実験は約 1 ヶ月間であったが、住民らの要望によって大半の照明設備は現地に寄贈することとなった。その後も現在まで、補修しながら使用されている。また釜石市では筆者らの照明実験を踏まえて、避難照明整備が実施計画に移されることとなり、仙寿院と観音寺の照明設備が既に完成している。



図 4-8 観音寺での避難誘導照明整備後の写真



5.2 避難照明整備の利点

現在、沿岸部の各地では地域の実情に即した津波対策が急がれている。防潮堤の建設や避難道路の整備、地盤の嵩上げなどの長期的な計画と並行して、より簡単に緊急的な整備が求められている。その中で、光環境の整備は他の土木的なインフラ整備と比較しても、大幅に短期間に低コストで実施できるものであり、誰にでも目に見えて変化が実感できるというメリットがある。

また通常のインフラ整備事業は、整備計画を固めた後は一気に施工していくため、着手した整備計画を休止したり変更したりすることは困難である。これに対して照明の整備は、仮想的に現場でつくり出し、有効性を確かめながら進めていくことができる。地域の課題を把握した上で照明社会実験を行い、避難誘導効果を確認したり住民の意見を汲み取ったりして、整備の方針を決定していくことができる。またこうした過程で整備方針や運用などのソフトを住民に提供することで、住民の自発性を促していくことも可能である。避難誘導照明を、単に緊急的避難誘導という機能に絞るのではなく、街の防犯性や夜間景観を向上するものとして捉えて整備することで、街に対する住民の意識改善にもつながっていくだろう。

<参考文献>

- 1) 内閣府・南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ：南海トラフ巨大地震の被害想定について、2012
- 2) 陸前高田市：陸前高田市東日本大震災検証報告書、2014. 2
- 3) 国土交通省国土地理院：2.5 万分の1 浸水範囲概況図、2011. 6
- 4) 久保田勝明、室崎益輝、高橋一郎：モデル空間における壁面輝度が避難経路選択に及ぼす影響：建物内火災時の避難経路選択時の向光性に関する研究、日本建築学会計画系論文集、No. 500、pp. 1-7、1997
- 5) 山尾耕平、秋月有紀、田中哮義：火災環境下での視認性と避難者行動及び心理状態に関する研究：歩行者の視野環境と歩行速度及び歩行後主観評価の関係、日本建築学会近畿支部研究報告集計画系、No. 47、pp. 281-284、2007
- 6) 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、照明学会委員会報告書、JIER - 107、2010
- 7) 前博之、角舘政英、小林茂雄：夜間津波発生時の高台避難を支援する光環境整備計画－岩手県釜石市を対象として－、照明学会誌、Vol. 97、No. 11、pp. 721-727、2013. 11

- 8) 小林茂雄、角舘政英、若山香保、西森陸雄：高台避難誘導を促進する「まちのあかり」－照明社会実験から始める整備計画－、照明学会誌 第98巻 第4号、Pp. 176-180、2014. 4

- 9) 国土交通省：港湾の津波避難対策に関するガイドライン、2013. 10. 4