

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 16 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2014～2016

課題番号：26350449

研究課題名（和文）沿岸地の防災と観光の両立に向けた住民・一時来訪者の津波避難のリスク評価と改善方策

研究課題名（英文）Risk Assessment and Improvement Schemes of Tsunami Evacuation of Residents and Temporary Visitors for the Compatibility of Disaster Risk Reduction with Tourism in Coastal Areas

研究代表者

梅本 通孝（UMEMOTO, Michitaka）

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：10451684

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,700,000円

研究成果の概要（和文）：茨城県大洗町大洗サンビーチ海水浴場及び周辺を対象地域として、津波襲来時の地元住民と観光客の避難シミュレーションを実施し、当地の津波避難のリスク評価を行うとともに、的確な避難先割り当てや津波避難ビルの運用方法などについて津波避難計画の改善策の検討を行った。

また、関東一都六県の居住者を対象にアンケート調査を実施し、大洗サンビーチにおける津波リスクと避難対策に関する情報を提示した場合の回答者の観光意欲を計測し、観光地における防災対策充実の観光誘客面での有用性について検証した。

研究成果の概要（英文）： We assessed the risk of the tsunami evacuation in the area around the Ooarai-Sun-Beach, Ooarai town, Ibaraki prefecture by simulating the residents and visitors' evacuation from tsunami in the subject site. Based on the result, we considered the improvement schemes of tsunami evacuation plan such as the appropriate assignment of evacuees to goals and the effective reception onto tsunami evacuation towers.

And, we conducted a questionnaire survey on approximately 1,000 residents in the Kanto region to measure their interest to visit to the beach after getting information about the risk of tsunami and the evacuation measures from the hazard in the site. Based on the data, we examined effectiveness of appeal of countermeasures against disasters in resort sites for attracting tourists.

研究分野：都市・地域防災

キーワード：減災 津波 住民 観光客 避難 シミュレーション リスク情報 リスク評価

### 1. 研究開始当初の背景

東日本大震災以降、大津波で被害が生じた被災地はもとより、その他の沿岸地域においても津波リスクへの懸念とその対策の充実への要請が高まり、防潮堤の築造・嵩上げなどのハード対策とともに、ソフト面での対策がこれまで以上に重要視されるようになった。ソフト対策の中でも、避難は人命を救うための究極の減災対策と言え、沿岸各地では津波ハザードマップの作成・配布や避難計画の練り直し、避難訓練の実施などが盛んに行われている。

ただし、適切な避難行動をとるためには地域の危険箇所や避難場所、避難経路等に関する知識や理解 いわば“ 避難の心得 ” を要することから、それらに関する広報や周知の繰り返し可能な地元住民に比べ、沿岸観光地などへの一時的な来訪者については的確に避難することが難しいことが懸念される。沿岸部の観光地の中でも津波の被害が危惧され、観光客が多く集まるスポットのひとつに海水浴場が挙げられる。真夏の海水浴客が多数来訪する時期に大津波が発生した場合、海水浴客が的確に避難できず津波に巻き込まれてしまう事態が危惧される。また一方で、海水浴場周辺においては、大量の海水浴客による避難行動によって、地元住民の避難に影響が及ぶことも予想される。

津波避難に関してはこれまでもシミュレーション研究が行われてきたが、その多くが沿岸地域の住民の避難を検討するもの、あるいは、海水浴客等の観光客の避難だけに着目するものどちらかであり、両者の混在や相互作用を検討したものは少ない。また、既存の津波避難シミュレーションでは、特に観光客など一時的来訪者に関する避難開始タイミング、避難方向、避難手段などの行動特性について客観的な根拠に基づいてモデル化された例は乏しい。しかし、地元住民であれば事前の広報周知によってある程度規範的な避難行動が期待できるのに比べ、現地における避難の心得を有さない観光客らの避難行動には不確かな部分が多い。本来ならばシミュレーションの前に実際の観光客らの避難行動特性について入念に検討することが不可欠であり、その上でシミュレーションによる解析によって、現状における津波避難に関する課題を抽出するとともに、それに対する改善策の提案へと検討を積み重ねていくことが肝要である。

他方、これまで観光地の防災対策が積極的に強調されることはあまりなかった。その前提としての災害リスクを想起させることへのネガティブなイメージにつながることへの懸念からである。しかし、そうした姿勢によって災害リスクが解消される訳ではなく、むしろ、従来のこうした「防災か、観光か」という二項対立的な視座から、防災と観光の両立を図る視点への発想の転換が必要と思われる。これを進めるためには、まずは、観光地

における防災・減災対策充実の効用が誘客上のメリットにつながる可能性について検証することが求められる。

### 2. 研究の目的

以上の背景・問題意識を踏まえ、本研究では、茨城県大洗町大洗サンビーチ海水浴場及び周辺を研究対象地域とした。大洗サンビーチは、夏季の最盛期には1日に5万人の海水浴客が訪れる関東有数の海水浴場であり広大な砂浜を有することが特長であるが、それは歩きづらさという点で津波避難上では不利な条件となっている。そして、当地における津波避難の現状と課題を明らかにするとともに、海水浴場滞在者を対象として津波避難シミュレーションによる解析を実施し当地における津波避難対策の改善策を提示すること、また、当地における津波リスクと避難対策に関する情報を提示した場合の一般市民の受容度や評価を計測し、観光地における防災対策情報の観光誘客面における有用性について検証することを本研究の目的とした。

### 3. 研究の方法

まず「大洗サンビーチにおける津波避難対策のリスク評価と改善策」として、茨城県大洗町大洗サンビーチ海水浴場の海水浴客を対象とした津波避難行動意向調査を実施し当地の海水浴客の避難行動特性を分析した上で、この結果に基づき、津波襲来を想定した場合の海水浴客の避難移動をエージェントモデルにより模擬計算する避難シミュレーションプログラムを作成した。そして同プログラムによる解析を行い、現状での当地における津波避難のリスク評価を行うとともに、ビーチ・周辺でのハード的な改修効果ならびに津波避難計画のソフト面の改善効果について評価を行った。

さらに「津波リスク情報と避難対策の受容度・評価の計測」として、大洗町の海水浴場へのこれまでの来訪経験の有無によらず当地の誘客圏の幅広い人々の来訪意欲を把握すべく、関東一都六県の居住者に対してWebアンケート調査を実施した。同調査ではまず、翌年の夏の大洗町の海水浴場への来訪意欲に関連して、当地での観光における魅力、不満・不安、津波リスクの認識を把握したほか、当地の津波リスクとそれに対する避難対策に関する情報を提示することによる、当地での観光の安心感・不安感及び来訪意欲の変化を計測し、防災対策情報の観光誘客面での有用性について検証した。

### 4. 研究成果

#### (1)大洗サンビーチにおける津波避難対策のリスク評価と改善策

作成した津波避難シミュレーションプログラムを用いて、まず現行の津波避難対策の方法に従った場合の海水浴客の避難の状況

について、避難エージェントの「経路判断意向」、「避難開始エリア」、「避難マップの閲覧」の3条件の観点から分析を実施し、以下の点を明らかとした。

#### 避難所要時間

避難開始が遅れているエージェントが多数存在することにより、茨城県の津波到達予想時刻である30分の時点で約半数が避難を完了できていない。また、最も遅れているエージェントは避難完了までに1時間以上を要する。地震発生後には、速やかな避難開始が必須である。

#### 経路選択の指示方法

経路判断において、指示情報を検討するエージェントは、他の要素に比べて避難が遅れがちであるという傾向が見られた。通常避難方向指示は避難を速やかに行わせるための情報であるが、避難者数が多い場合には逆に混雑を発生させる要因となる可能性がある。

#### 海水浴場内の区域別の傾向

避難開始エリアがイーストビーチの場合、ウエストビーチと比べて避難において不利であることが明らかになった。イーストビーチの避難者は移動距離が長くなるという条件に加え、混雑しやすい方向へ向かいやすいため、状況を悪化させていることが考えられる。よって深刻な混雑が発生するような状況では、イーストビーチから避難を開始するエージェントに対しては目的地を指示する必要があると思われる。

#### 津波避難マップ閲覧の効果

津波避難マップを閲覧している場合には最短経路を進むことができると仮定した結果、避難マップ閲覧者は非閲覧者に比べ速やかに避難できる。現状で津波避難マップを閲覧しているエージェントは2割未満であるため、この閲覧率を改善することでより一層の効果を見込むことができる。

続いて、現行の津波避難対策の方法に対して様々な改善策を講じた場合を想定してシミュレーションを実行しその効果の評価を行うことで、以下の点が明らかとした。

#### 分散的な避難

大洗サンビーチ海水浴場でも現在優先して行う対策として検討されている避難開始の促進について、海水浴客が同時に避難を開始した場合には、同時に避難する人数が増大することにより周辺道路で通常よりも混雑が深刻化する結果となった。避難開始の促進を実行するためには、混雑解消のための施策を同時に検討することが必要であるということが明らかになった。

#### 避難方向の強力な指示

海水浴客の多くは市街地南部の高台を指す傾向にあり、ウエストビーチ周辺の市街地が混雑しやすい状況にある。そこで混雑解消のために、イーストビーチの海水浴客を市街地南部の高台へ向かわせず、イーストビーチから海岸線から垂直に避難するように目的地を強制することで、市街地全体の混雑状

況は改善されることが明らかになった。

#### 誘導員による臨機応変な指示

誘導員が市街地で経路指示情報を与えた場合、海水浴客はそれに従って行動をするが、看板等と同一の内容を指示するのみでは効果は大きく表れないことが明らかになった。常に指示する内容が同一の看板等と異なり、誘導員が指示を出すメリットとして考えられるのは状況に応じて指示内容を変更することができるという点である。人が指示を与えることで混雑している経路や目的地を避けて指示を与えることも、誘導員同士で連携をとることができれば可能となり、誘導員が市街地で方向指示を与える際にはその点に留意する必要がある。

#### 自動車避難との交錯

自動車避難による自動車渋滞の発生は本シミュレーションモデルではエージェントの行動に大きな影響を与えることは確認できなかった。しかし、周辺道路は通常よりも大幅に混雑しており、自動車渋滞の発生による混雑の深刻化が示された。今後は道路の横切りにくさや自動車の乗り捨てなど様々な自動車渋滞による弊害を想定してシミュレーションを実行する必要がある。

#### 津波避難タワーの設置

津波避難タワーの設置により、避難完了者の推移は大きく改善することができた。混雑状況においても、砂浜内で避難を完結させる海水浴客が多く発生することにより大きく改善された。受け入れ制限を解除するタイミングに関しては早期段階で解除することにより速やかに避難完了できる海水浴客は増加することが明らかになった。

#### 津波避難タワーの運用方法

津波避難タワーが遅れて避難している海水浴客を優先して受け入れるため、避難開始まで30分以上必要なエージェントは30分で強制避難をすること、津波避難タワーの受け入れ制限は大津波警報発令から20分経過後、乳幼児や高齢者を同行者に含んでも受け入れ制限時の避難を不可という条件を与えた場合、全体の結果としては大きな変化は表れなかったものの、避難が遅れている人々の避難の結果は大きく改善させることができた。

#### 津波避難マップ閲覧率の改善

全ての海水浴客が津波避難マップの閲覧によって周辺の地理状況を理解して行動した場合、通常よりも避難が速やかに行われる結果となった。全員が最短距離を通過しようとすることで混雑状況に多少の影響はあるものの、大きく状況が悪化するような影響は与えない結果となった。

以上の結果に基づき、当地の津波避難リスクを改善するために以下の提言を導いた。

#### a) ハード対策としての津波避難タワー

本研究では、津波避難対策として5種類の案を提案し、効果を検討した。その中で最も大きな効果を得ることができたのはハード

対策である「津波避難タワーの設置」であった。津波避難タワーを設置することで避難の結果は大きく改善することが明らかになった。今回の分析では立体駐車場を想定してシミュレーションを実行したが、現在大洗サンビーチでは大洗復興まちづくり計画の一つとして砂浜の整備を計画している。その計画にも立体駐車場の設置は検討されており、緊急避難施設としての役割も与えられている。この立体駐車場を避難場所として機能させる場合、より速やかに多くの海水浴客を避難させる方針の場合は受け入れ制限を早期段階で解除させるべきであり、避難が遅れている人を優先的に受け入れる場合には制限を厳しくすると共に、砂浜内でも避難が遅れている人々を促すことが必要である。

#### b) 津波避難マップの閲覧促進

ソフト対策として効果的であったのは津波避難マップを閲覧である。しかし、津波避難マップは大洗サンビーチの海水浴客で2割程度しか閲覧されておらず、津波避難マップの配布時の呼びかけを強化する必要があると思われる。津波避難マップは閲覧しただけではなく、避難時に持ち歩くことで周辺の地理状況を把握することが可能となる。そのため、配布時には内容を確認するとともに、砂浜まで持ち歩くことを強調する必要がある。同時に、砂浜では日常的に避難マップの周知を行うことが必要と思われる。

しかし、そのような呼びかけを実施しても津波避難マップを閲覧しない人々は存在することが考えられる。そこで、市街地の看板に、津波避難マップと同じ内容を示したものを設置することで対応することが可能と思われる。市街地と砂浜の境界や、市街地内部でこのような看板を設置することにより、現在地から目的地までの経路を知ることができるが見込める。

#### c) 避難開始の促進と避難場所の指示

大洗サンビーチでは現在検討されている津波避難対策において、避難開始の促進を重点的に行うべきとして扱っている。しかし、避難開始の促進を5万人がビーチにいる状態で実施すると周辺市街地が混雑することが懸念される。そのため、避難開始の促進のために指示を出す際には、向かうべき避難場所を同時に指示することが混雑解消のために重要である。

#### d) 誘導員の経路指示

誘導員が避難指示を与える場合、看板等が示している指示内容とは区別した情報を海水浴客に与えるべきである。看板等と区別した情報とは主に、混雑状況の変化による経路変更の指示である。混雑している経路、避難者が溢れてしまった避難場所が発生した場合には、誘導者が無線等で連携をとり、海水浴客に伝えることが必要である。誘導者による経路指示は大洗サンビーチでは検討が進んでいないが、海水浴客の多くは誘導者の指示に従う傾向にあるため、今後検討すべき項

目の一つである。

#### (2) 津波リスク情報と避難対策の受容度・評価の計測

関東一都六県の居住者を対象として、大洗町の海水浴場における観光意欲に関してWebアンケート調査を実施し、以下の点を明らかにした。

##### 大洗町海水浴場への来訪意欲

関東地域の居住する本調査回答者全体の中では、調査実施年及びその翌年に海水浴場へ行く意欲はあまり高くないが、年毎に増加する傾向が見られた。その中で、海水浴に行く意向がある場合には、都県別には神奈川県が海水浴場への来訪意向が最も多かったが、海水浴場別で見た場合には大洗町の海水浴場への来訪意向を持つ回答者も比較的多い。

海水浴場へ訪問するときに考慮する要因としては、海岸周辺の環境よりも、設備や交通の条件が重視されていることがわかった。

##### 個人嗜好や観光形態による影響

観光形態別に観光意欲の分析を行った結果、大洗町の海水浴場へ観光する人は「リピーター」の特性を持ち、情報の伝達手段も多くは友人の口コミや人と人のつながりから宣伝していくことが分かった。この点によっては、今後リピーターに対する対策を重視することと未経験の観光客に宣伝する方法の中でリピーターを通して宣伝することが重要と考えられる。

観光嗜好や観光形態が観光意欲に与える影響を分析すべく、各都県別に数量化分析類によるモデルを構築したところ、過去の観光経験や、食事、地域特性が多くの地区の観光意欲に影響を与えていることが分かった。また、多くの地域では、原発事故や津波に対する不安感が観光行動の阻害要因となったことを明らかにした。

##### 津波リスク及び対策情報による作用

観光客の防災意識を高めつつ、安心感を持って観光してもらえる方策を検討すべく、津波リスクとそれに対する防災対策に関する情報をどのように提供すべきか分析した。

その結果、安心感と観光意欲をそれぞれ高める情報提供内容は、互いに必ずしも一致しないことが明らかとなった。また、観光客の安心感と観光意欲の双方を考慮した場合、情報提供の内容の組み合わせとしては、「津波リスク情報を提供せずに、津波対策情報を提示する」ことが最もバランスを取れる方法であることが認められた。

しかしながら、リスク情報がない中で防災対策に関する情報のみを受け取ることは、ハード対策への過信を助長し、災害の規模がそれら対策の対応可能レベルを超えた場合にはより脆弱な状態となることが懸念される。そのため、「津波リスク情報を提供せずに、津波対策情報を提示する」という情報提供方法は、海水浴場において提供すべき情報の最低限の内容と見なすのが妥当と考えられる。

さらに、「津波リスク情報」とともに提供

する場合、どのような魅力を訴求し、どのような不足点を改善すれば、人々の観光意欲を高めることができるのか検討し、当地の津波避難対策と観光の両立を図るために、以下の提言を導いた。

#### a) 観光形態や地域特性に関して

全体的に大洗町の海水浴場へ観光客を誘致するには、既存の観光客の満足度を高めていくことが重要である。現在の既存客で魅力と感ずることは大洗町の食事や交通の利便性が最も有力な利点となっており、このようなことを既存客に実感させ、印象に残させることが重要である。そして、未経験の観光客に対しては、現在の既存客からの誘いが高い効果が存在し、観光経験のある観光客を再来させることが未経験の観光客を増加することが重要である。

また、地域別に見る上で、各地区の特徴を考慮する観光客の誘致戦略を立てることが重要である。例えば、費用を高く感じている地域では、特別にツアーなどを作り出来るだけ費用を減少する観光形式を作ることや、未婚や若者のほど観光意欲が高い地域に対しては独身ツアーなどの優待戦略を立てることが各地域の観光客を誘致することに対し一助となる。

#### b) 津波リスク情報の提供に関して

観光客の安心感と観光意欲の双方を考慮した場合、情報提供の内容の組み合わせとしては、「津波リスク情報を提供せずに、津波対策情報を提示する」ことが最もバランスを取れる方法であることが認められた。このような方法で情報を提示することによって約4%の観光客が来訪を断念することが推計されるが、来訪者の安心感を高め、ひいては観光の満足度を上げるという観点では利点となることも考えられる。

#### c) 観光への積極度に応じた戦略

津波リスクやそれに対する防災対策に関する情報を提供しながら、観光客の観光意欲と安心感を維持するために、大洗町の海水浴場への来訪経験がある既存客と来訪経験のない未訪客に対してそれぞれ異なる戦略を立てることが有用と考えられる。

##### i) 既存客に対する戦略

既存客は海周辺の活動状況を魅力高く感じる人ほど観光意欲と安心感は変化しない傾向にある。具体的には、花火大会などのイベントを多く開くことや、海水浴場以外に周囲の観光スポットなどをアピールすることが重要である。また、観光案内を充実することやマリナクティビティの宣伝をアピールすることも効果的と分かった。既存客は、交通利便性に魅力と感ずていることが多く、大洗町周囲の観光スポットへの観光ツアーなどを充実することも求められる。

既存客は、海水浴そのものに関する安全性に不満や不安を感じる人ほど観光意欲が低下する傾向にあるため、海水浴場の安全性をより強く訴求する必要がある。具体的には海

岸周辺で海水浴場の清潔さや波の高さを表せる看板を目立つように設置することや、ライフセーバーを増員することで海水浴客に安心感を与えることなどが考えられる。

##### ii) 未訪客に対する戦略

未訪客は海周辺の施設を魅力高く感じる人ほど観光意欲と安心感は維持する傾向にある。具体的には、海周辺のトイレや更衣室が充実していることを周知させることや、マリナクティビティ施設や他の観光施設の情報に訴求することが重要である。また、未訪客が分かりやすい観光案内や観光に関するツアーを作成することも必要である。

未訪客は海岸周辺の環境、及び、津波リスクや原発事故の影響に不満や不安を感じる人ほど観光意欲が低下する傾向にあるため、この二つの場面での改善が必要である。具体的には、前者については海水浴客の利用スペースを拡大することや、砂浜の掃除に力を入れることなどが考えられる。また、後者については、避難などの防災対策を含めて大洗町の海水浴場における安全確保のための取り組みとその成果を積極的に訴求することが有効と考えられる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0件)

〔学会発表〕(計 0件)

〔その他〕

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

梅本 通孝 (UMEMOTO, Michitaka)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：10451684