高潮災害時の広域避難実現に向けた住民意識啓発に関する研究

Study on the education to improve residents' intention to evacuate against the storm surge disaster

児玉 真¹・片田敏孝²・桑沢敬行¹・清水 晃³・和田光広⁴・小林賢也⁵

Makoto KODAMA, Toshitaka KATADA, Noriyuki KUWASAWA, Akira SHIMIZU
Mitsuhiro WADA and Kenya KOBAYASHI

Once the storm surge disaster occurs in the area of land below sea level, it will be inundated seriously. At that time it is difficult for the residents to stay there. Therefore, the residents in such the area should evacuate to the heights. In this study, the intention of evacuation against the storm surge disaster of the residents was examined. As the result, two main problems were clarified. One is many residents don't understand that it's hard to evacuate because of the strong wind, and the other is that they are going to evacuate to the shelters in their living area even though they are on the lowland. On the basis of these results, we developed the tool for the education of disaster prevention against storm surge disaster and the education was carried out with it. Then, the effect of the education was examined.

1. はじめに

地球温暖化による気候変動は、海面水位を上昇させ、勢力の強い熱帯低気圧の発生頻度を高めると言われている。一方、わが国の三大湾おける平野部では、地下水のくみ上げ等による地盤沈下による海拔ゼロメートル地帯が広がっており、そこに人口、資産が集中している状況にある。このため、ひとたび高潮はん濫が発生した場合には、広大な範囲で浸水被害が生じるほか、人的被害も莫大なものになると想定される。

こうした高潮災害による犠牲者ゼロを実現するためには、浸水が想定される区域からの住民避難が不可欠となる。しかし、前述した三大湾の広大な低平地で高潮災害が発生した場合には、浸水被害が複数の市町村、さらには都府県に及ぶことが想定される。このとき、市町村全域が浸水するところも少なからず生じるものと考えられ、その場合、自治体内の避難施設も浸水して避難者の収容人数の限界を超えるところも発生すると考えられる。加えて低平地ゆえに浸水が長期に及ぶことをふまえると、浸水しない他市町村への広域避難が必要となる。

ここで、住民の避難については、災害対策基本法に定められているとおり、市町村で対応することが原則とされているが、市町村の枠を越えるような広域避難については、自治体間での連携体制や避難計画が十分に整備されていない

いほか、複数自治体に関わる避難対応に対する国や都道府県の関わり、広域避難の主導者が不明確であり、その課題解決が喫緊の課題となっている。一方で、たとえ行政の広域避難体制が整備されたとしても、住民がそれに従わなければ意味がない。高潮災害時の広域避難実現に向けては、住民が地域の高潮災害リスクを適切に認知し、広域避難の必要性について理解を促すことが重要となる。

そこで本研究では、1959年の伊勢湾台風による高潮災害で甚大な被害を受けた木曽三川下流域を対象に実施した住民意識調査から、高潮災害時の広域避難に関わる避難意向や意識を把握するとともに、それをふまえた住民意識啓発やそのために開発したツールの効果を検証することにより、広域避難実現に向けた意識啓発のあり方、また広域避難誘導の検討で考慮すべき事項を考察する。

2. 高潮災害における避難の要点と本研究の枠組み

ここでは、高潮災害時においてとるべき避難の要点を整理し、そのうえで本研究の枠組み、位置づけを述べる。

(1) 高潮災害における避難の要点

わが国の三大湾は、海拔ゼロメートル地帯を含む低平地が広がるため、ひとたび高潮災害が発生した場合には、それによる浸水被害も広大なものとなり、その規模は複数市町村、さらには複数都府県にわたると想定される。

1959年伊勢湾台風で高潮災害により甚大な被害を受けた濃尾平野では、国土交通省中部地方整備局をはじめ、当該地域の3県（愛知県、三重県、岐阜県）、市町村、警察や消防、交通機関など、50機関で構成される「東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会（以下「TNT協議会」）」が設立されている。ここでは、わが国での観測史上最大であった室戸台風が伊勢湾岸地域に甚大な高潮災害をもたらすと想定される経路をたどった場合（「スー

1 正会員	博(工)	群馬大学理工学研究院 研究センター 研究員	広域首都圏防災
2 正会員	工博	群馬大学理工学研究院 研究センター長・教授	広域首都圏防災
3 正会員		国土交通省木曽川下流河川事務所長	
4		国土交通省木曽川下流河川事務所 事業対策官	
5 正会員	修(工)	国土交通省木曽川下流河川事務所 調査課長

気象庁が公表している「風の強さと吹き方」によれば、風速10m/s以上となると徒歩による外出が困難となり、風速20m/sを超えると車の運転が困難となる。よって、高潮災害時では、暴風により外出が困難となる前の段階までに住民避難を完了させる必要がある。危機管理行動計画によれば、桑名市の風速は、台風上陸9時間前までには「通常～10m/s」、6時間前までには「10～20m/s」となると想定されている。したがって、当該地域では、そうした状況になる数時間前、すなわち台風が上陸する12時間前から住民の避難誘導を実施することが求められる。

このため、対象地域の住民に対しては、長期間にわたって湛水する地域で待避生活を送ることは極めて困難となることが想定されることから、特に町内、市内全域にわたって浸水が想定される木曽岬町や弥富市の住民に対しては、最寄りの桑名市西部の高台等へ避難を求めることとなる。また、桑名市長島町については、長良川や揖斐川を渡る必要があるほか、2004年に桑名市と合併した

表-1 調査概要

調査地域	桑名市 (揖斐川右岸)	桑名市 長島町	木曽岬町	弥富市
調査期間	2011.11.14～12.5		2011.11.1～11.28	
調査方法	ポスティング業者による配付・郵送回収			
配付数	8,000票	2,400票	1,800票	2,400票
回収数 (率)	1,270票 (15.9%)	411票 (17.1%)	318票 (17.7%)	394票 (16.4%)

図-2 調査における状況想定

経緯があるため、同町に住む住民にとっては、たとえ同じ市内にあっても、町外へ避難することは木曽岬町や弥富市と同様に広域避難することと同義として捉える住民も存在する可能性がある。

本研究の調査概要は表-1の通りである。主な調査項目は、高潮災害を想定した避難行動意向、広域避難に関する不安意識などである。

3. 巨大台風に伴う高潮災害を想定した避難意向

本章では、巨大台風に伴う高潮災害を想定した避難意向を、避難意思決定、避難タイミング、避難先といった観点から把握する。また、自らが住まう居住地域外への広域避難に対する住民の不安意識や抵抗感などについて把握し、住民意識からみた広域避難実現に向けた課題について整理する。

(1) 避難意思決定と避難開始タイミングの実態

高潮災害時における住民の避難意向を把握する上で、調査では、TNT協議会の危機管理行動計画に示されるスーパー伊勢湾台風襲来時の桑名市での災害シナリオに基づいて図-2のような状況想定を提示し、そのうえで、このような状況下で避難するかどうか、避難する場合にはどのタイミングで避難するかを質問している。この質問の回答をもとに、状況1～8の台風接近とそれに伴う高潮災害の進展過程における累積避難意向率を整理したものが図-3である。これによると、最終的に避難すると意向を示す住民の割合は、高潮氾濫の浸水による危険性が

図-3 スーパー伊勢湾台風を想定した場合の避難意向

図-4 暴風で避難が困難となる状況に対する認識

図-5 避難先の意向

高い戸建て、低層階の住民では60～90%程度、一方で高層階の住民では40%に満たない状況となっている。また、避難の意思決定タイミングに着目してみると、広域避難による移動時間なども考慮すると、避難勧告が発令される状況4までに避難することが望まれるところではあるが、その状況で避難すると意向を示した住民は20%程度にとどまる。

ここで、台風による暴風で徒歩や自動車による避難が困難となる状況に関する住民の認識を図-4によりみると、徒歩、自動車双方において、状況6(風速20～30m/s)で避難ができなくなると認識しており、台風接近過程における暴風状況下での避難の困難性に関して楽観的であるといえる。高潮災害時においては、浸水しない居住地域外への地区、市町への広域避難が求められることから、台風接近過程における暴風の影響を加味しつつ、遠方へ避難する所要時間をふまえた早期の避難の意思決定の重要性について周知する必要がある。

(2) 避難先の意向の実態

対象地域においては相当な浸水被害が想定されるた

図-6 広域避難に対する必要性・不安意識の実態

め、利用できる避難施設のキャパシティも限られるほか、たとえ避難できたとしても長時間浸水が続き待避生活が困難になることから原則的には浸水域外へ避難することが求められるところである。しかし、図-5より、自宅外の場合へ避難する際の避難先の意向についてみると、居住地区・市町内に避難すると意向を示した住民が、桑名市長島町では38%、その他の各地区・市町においては半数以上であることがみてとれる。

ここで、調査では、桑名市西部にある高台への避難の指示が各市町からあった場合を想定し、その際の広域避難に対する必要性や不安意識などを質問した。その結果が図-6である。図-6によると、項目7) 違う地域の人たち避難生活を共にすることへの不安、8) 家や家財を残して居住地域外へ避難することに対する抵抗感、9) 長期避難生活への不安については、「そう思う」との回答の方が多くなっている。

ここでの結果に基づくならば、居住地域外への広域避難を実現するためには、高潮災害リスクとそのうえでの広域避難の必要性、避難方法に関する住民の理解促進を図ることにあわせて、高齢者や災害時要援護者における移動手段等の避難支援策や避難所での生活を支援する体制の整備、また、住み慣れない地域への避難や居住地域外へ避難することに対する抵抗感や不安意識、さらには様々な地域の避難者と生活することに対する不安意識といった、いわば他地域で避難生活することに関する不安意識についても、その解消を図ることが課題といえる。

4. 巨大台風に伴う高潮災害を想定した避難意向

(1) 高潮避難シミュレーションにみる広域避難の課題とそれをふまえた動く高潮ハザードマップの開発

高潮災害における犠牲者ゼロを実現するうえでは、台風接近による暴風を考慮した早期避難と長期湛水を念頭に入れた高台への避難を促すことが重要であり、それについての地域住民の理解を促進する意識啓発が必要不可欠である。

そこで著者らは、台風に伴う暴風や高潮氾濫といったハザード現象、警報や避難情報などの住民への伝達状況やこれらに基づく住民の避難状況、そして、人的被害の発生状況を表現する総合的なシミュレーション・システムを構築している。なお、シミュレータの構造や諸条件については、桑沢ら（2010）を参照されたい。

高潮避難シミュレーションにおける高潮災害の外力、河川部の高潮堤防の計画外力である伊勢湾台風を超えるスーパー伊勢湾台風としている。ここに、調査結果に基づく住民の避難意向、および現行の地域防災計画、危機管理行動計画に基づく行政対応を高潮避難シミュレーションに反映し、現状再現シミュレーションを実施した。その結果、住民の多くが避難の意思決定が遅いため避難を開始する時期には暴風によって避難ができなくなる、避難施設の収容可能性が限定的ななか、地域内の避難施設へ避難しようとするために収容限界に至り、約47,000人が浸水域に取り残されて救助を要する事態になることがわかった。

これをふまえ、高潮避難シミュレーションによって検証したところ、1) 行政が台風情報等を活用して台風上陸のおよそ半日前には避難勧告発令を判断すること、2) 地域住民が早期に発令される避難勧告に従い避難を開始し、高台へ避難すること、3) 広域的な高台避難を実施する際に生じる交通渋滞を緩和するために交通誘導を実施すること、4) 災害時要援護者や移動手段を持たない住民に対して地域住民が自動車の乗り合いなどで避難支援を実施すること、といった条件を満たすと、犠牲者をゼロにできることがわかった。

以上のような結果をふまえて、本研究では高潮避難シミュレーションを活用した「動く高潮ハザードマップ」を開発した。動く高潮ハザードマップでは、高潮避難シミュレーションによる動画を織り交ぜながら、表-2のように高潮犠牲者ゼロを実現するための条件について、順を追って理解できるようなコンテンツを編成している。また、動く高潮ハザードマップでは、スーパー伊勢湾台風の暴風の変遷過程や高潮氾濫解析の詳細な結果、および利用者自らが避難の意思決定タイミングや避難先が選択できるようなコンテンツも準備しており、自らの意思決定の帰結を視覚的に理解できるよう工夫している。

(2) 意識啓発の効果検証

このような動く高潮ハザードマップを用いて、講演会などの意識啓発活動を対象地域の住民に対して実施してきた。意識啓発では、なぜこの取り組みが必要なのか、その背景・目的を昨今の地球温暖化に伴う気候変動等に関する事例とともに理解を促すこと、地域での高潮災害による犠牲者ゼロを実現するためには、居住地域内での避難施設では限界が生じ、また暴風によって避難が困難

表-2 動く高潮ハザードマップの基本コンテンツ

- 地域で生じた過去の高潮災害の概説
- 気候変動に伴い今後想定される台風や高潮災害の概説
- スーパー伊勢湾台風を想定したシミュレーションの概説
- スーパー伊勢湾台風が襲来した場合の現状再現シミュレーションおよび結果
- 暴風のため、現行体制では避難タイミングが遅いことの指摘
- 避難勧告発令の早期化を想定したシミュレーションと結果
- 住民の避難の意思決定、開始タイミングの問題点の指摘
- 住民の避難の意思決定を改善したシミュレーションと結果
- 地域内に留まろうとする地域住民の問題点の指摘
- 浸水範囲、浸水期間と広域的な高台避難の重要性の指摘
- 地域住民の避難先を改善したシミュレーション及び結果
- 避難困難世帯への支援の必要性、情報伝達の悉皆性確保の重要性の指摘
- 避難支援および悉皆的な情報伝達実施時のシミュレーション
- 高潮犠牲者ゼロを実現するシナリオのまとめ
- (●ではシミュレーション動画を提示する)

図-7 動く高潮ハザードマップの画面例

図-8 避難意思決定にみる意識啓発効果

図-9 避難先の意向にみる意識啓発効果

となるため、早期の広域避難の実施が必要不可欠であることを訴えた。また、動く高潮ハザードマップについては、講演会等の意識啓発に関するイベントやホームページで公開している。

図-8、図-9は、こうした意識啓発の促進効果を検証するための調査結果を示したものである。これによると、講演会への参加者や動く高潮ハザードマップの閲覧者においては、それに該当しない住民と比較して、早期の避難促進効果や居住地域外への広域避難誘導効果が確認できる。また、講演会参加者のみならず、参加者を介して話を聞いたという住民についてもある程度の避難促進効果が確認できる。

しかし、図中のサンプル数が示すように、講演会への参加者や動く高潮ハザードマップの閲覧者は限定的であり、広く普及することが課題である。これに対して著者らは、動く高潮ハザードマップを親子や学校教育で利用できるようにカスタマイズしたり、地域の防災活動や学校教育で利用してもらえるような活用マニュアルを作成するなど、さらなる地域住民への周知を図るよう取り組みを継続しているところである。これらの意識啓発効果などについては、追って報告したいと考えている。

5. おわりに

本研究では、高潮災害時の広域避難に関わる行動意向や意識の実態を把握し、住民の適切な避難を促すための意識啓発ツールの開発、およびそれを活用した意識啓発効果について検証した。ここでの結果をふまえるならば、高潮

災害時の広域避難を実現するためには、高潮災害の危険性やとるべき避難のありようについて理解を促すほか、自治体間の連携・協議によって他市町村の避難者を受け入れる体制を構築するとともに、市町村の枠を越えて避難しなければならない住民に対して、広域避難に対する不安意識を軽減する素地をつくっていくことが重要といえる。

謝辞：本研究の遂行にあたっては、桑名市、木曾岬町、弥富市の関係各位に多大なるご協力を得た。ここに記して深謝する次第である。

参考文献

- 朝佐孝二・諏訪宏行 (2004) : 台風9918号による高潮災害時における宇部市市床波の住民の避難行動と防災意識, 山口大学工学部研究報告, vol.55, No.1, pp. 29-34.
- 桑沢敬行・片田敏孝・境 道男・浅野和広 (2010) : 高潮避難シミュレータを用いた避難対策の検討と防災教育, 土木計画学研究講演論文集, vol.41, No.326 (CD).
- 小出浩一・森脇哲男 (1982) : 大震災時の広域避難に関する住民の意識調査報告, 日本建築学会論文報告集, 315号, pp.171-178.
- 瀧本浩一・松藤賢治・黒木義治 (2002) : 高潮・浸水を考慮に入れた避難行動シミュレーションモデルの開発, 地域安全学会梗概集, No.12, pp. 5-8.
- 東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会 (2009) : 危機管理行動計画 (第二版), 158p.
- 畑山満則・枝廣 篤・多々野裕一 (2009) : 姉川・高時川流域における地域間連携を考慮した広域避難に関する考察, 京都大学防災研究所年報, 第52号B, pp. 91-110.
- 松見吉晴・雁津佳英 (2009) : 高潮災害を対象としたソフト防災に関する考察, 土木学会論文誌B2 (海岸工学), Vol.B2-65, No.1, pp. 1366-1370.