

## 巨大台風襲来時における高潮災害の広域住民避難に関する研究

(株)IDA社会技術研究所 児玉 真  
群馬大学 広域首都圏防災研究センター 片田敏孝  
(株)IDA社会技術研究所 桑沢敬行  
国土交通省 木曾川下流河川事務所 浅野和広

### 1. はじめに

地球温暖化に伴う気候変動は、巨大な熱帯低気圧の発生頻度の増加や海面水位の上昇をもたらすと想定されている。東京湾や伊勢湾などの海拔ゼロメートル地帯が広がる湾岸部において、万一、巨大台風に伴う高潮災害が発生した場合には、甚大な浸水被害が広範にわたって及ぶものと考えられる。

高潮災害による犠牲者ゼロを実現するためには、浸水想定区域からの住民避難が不可欠となるが、浸水被害が複数の市町村、県にわたる場合には、自治体の行政区をまたぐ広域避難が必要となる。しかし、こうした広域避難に関わる市町村間、ひいては国や県を含む行政機関での連携体制や避難誘導に関わる指揮系統は十分に整備されていないのが現状であり、その協議、調整が喫緊の課題となっている。その一方で、たとえ広域避難の誘導体制が整ったとしても、高潮災害に対するリスク認知や、住み慣れた家屋や地域から離れたくないといった避難に関わる意識などから、高潮災害時において住民が居住地域外の避難場所へ避難するとは限らない。このようなことをふまえると、高潮災害時における広域避難を実現するためには、住民意識をふまえた広域避難の誘導体制およびその対策について検討することが重要となる。

本研究では、現行の避難制度、住民意識、避難誘導対応策の観点から、巨大台風襲来時における高潮災害の広域避難の現状と課題について検討を行う。

### 2. 現行の避難制度にみる広域避難に関する課題

海拔ゼロメートル地帯が広がる湾岸部で高潮災害が発生した場合、地球温暖化による熱帯低気圧の強度の増大と海水面の上昇も相まって、浸水被害は極めて深刻なものになる。伊勢湾台風(1959年)で高潮災害による甚大な被害を受けた伊勢湾岸地域では、国土交通省中部地方整備局をはじめ、当該地域の自治体、交通機関やライフラインに関わる関係機関および専門家で構成される「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、わが国で観測史上最大の勢力であった室戸台風(1934年)が伊勢湾岸地域に甚大な高潮災害をもたらす経路をたどった場合(「スーパー伊勢湾台風」)を想定し、そのもとでの「危機管理行動計画<sup>1)</sup>」を検討・策定している。そこでの検討では、スーパー伊勢湾台風の襲来により高潮災害が発生した場合、浸水域は愛知、三重、岐阜の3県にわたると想定されており、浸水人口は約240万人に達すると試算されている。

こうした巨大台風に伴う高潮災害時においては、地域一帯が浸水する市町村が少なからず生じることとなり、その際の避難対策などは、市町村、さらには県といった行政区をまたぐ広域的な避難誘導対応が必要となる。



複数の市町村が連携した避難誘導計画に関しては、有珠火山防災計画など火山災害に関わる自治体間地域防災計画が策定されている事例があるほか、洪水災害を対象とした行政区を越える避難計画については、滋賀県湖北地域の事例などが挙げられる。しかし、住民の避難行動に関しては、災害対策基本法の第60条で定められているとおり、避難勧告・指示の発令および避難先の指示は市町村長に権限があるため、単一の自治体内での避難計画は整備されているものの、市町村域、あるいは県域を越える広域避難計画については、市町村間での具体の調整が十分になされていないのが現状である。また、住民の避難誘導の権限が市町村にあるが故に、広域避難のように、複数市町村が関わる事態における災害対応に関する指揮命令の主体、県や国の関わりが不明確であることが大きな問題として挙げられる。

今後起こりうる高潮災害による犠牲者ゼロに向けては、当該地域の市町村間の連携体制のみならず、国や県を含む広域避難誘導體制を構築することが喫緊の課題となっている。

### 3. 住民意識にみる広域避難に関する現状と課題

高潮災害による犠牲者ゼロを実現するためには、広域避難に関わる避難体制の整備のみならず、それに対応した住民避難のありようが重要となる。ここでは、住民意識調査の結果に基づき、住民意識の観点からみた広域避難に関する現状と課題を検討する。

#### (1) 対象地域と調査の概要

本研究の対象地域は、木曾三川下流域にある桑名市長島町、同市城南地区、木曾岬町である。当該地域は、伊勢湾台風による高潮災害により甚大な被害を受けている。また、この地域では、地盤沈下による海拔ゼロメートル地帯が広がっており、前述のスーパー伊勢湾台風による高潮災害が発生した場合には、城南地区の一部を除いてほぼ全域が3m以上の浸水になるほか、長期にわたって湛水すると想定されている

(図1参照)。このため、対象地域の住民に対しては、浸水想定区域外への避難を求めることとなるが、特に木曾岬町については、町内全域にわたって浸水が想定されるため、住民は桑名市の高台などの町外避難を余儀なくされる。また、長島町については、2004年に桑名市と合併した経緯があり、そのため合併前から長島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曾岬町と同様に広域避難として捉える住民も存在する可能性がある。

なお、本研究の調査概要は図1に併せて掲載した通りである。

#### (2) 高潮災害を想定した住民の広域避難意向とその影響要因

図2は、居住地域を出て高台へ避難することを求めるような避難の指示が市町から発令された



図1 対象地域と調査の概要



場合を想定したときの住民の避難意向をみたものである。これによると、「指定された居住地域外」および「指定以外の居住地域外」へ避難するといった回答は、城南地区では合わせて約80%であったのに対し、長島町や木曾岬町においては、その割合が66%、70%程度にとどまっており、城南地区との結果に有意な差があることがわかった。このようなことから、長島町や木曾岬町の住民については、町外へ避難することに対する抵抗感が、高台まで陸続きの城南地区と比較して強いものと思われる。

つづいて、図2の広域避難に関する避難意向と、その阻害要因となりうる広域避難

に対する意識との関係構造を把握すべく、表1の下部に示した変数設定のもと、避難意向と住民意識に関わる1)~8)のそれぞれの項目について Spearman の順位相関係数を求めた。表1がその結果をとりまとめたものであり、相関係数は、正の値が大きいほど「居住地域外へは避難しない」との意向と相関が強いことを示している。なお、災害時要援護者の広域避難は健常者と比較して困難を伴うものと思われることから、ここでは自力避難困難者の有無別に結果を示している。

表1をみると、世帯内での自力避難困難者の有無に関わらず、1)、2)のように、高潮災害のリスク認知から自宅・居住地域外への避難は必要ないという意識と居住地域外へは避難しない意向との相関が高いことから、広域避難の実施にあたっては、まず地域住民に対する適切な高潮リス

表1 広域避難の指示があった場合の避難意向と広域避難に関する意識との相関係数

	自力避難困難者がいる			自力避難困難者はいない		
	城南地区	長島町	木曾岬町	城南地区	長島町	木曾岬町
1) 自宅は安全であり、居住地域外まで避難する必要はない	0.37***	0.24***	0.44***	0.30***	0.37***	0.31***
2) 居住地域内にも安全な場所があり、居住地域外に避難する必要はない	0.46***	0.31***	0.35***	0.36***	0.48***	0.39***
3) 住み慣れない地域へ避難することに抵抗がある	0.27***	0.14**	0.17*	0.28***	0.27***	0.43***
4) 違う地域の人たち避難生活を共にすることに不安がある	0.00	-0.02	0.05	0.23***	0.12***	0.28***
5) 居住地域外へ避難したくても、避難する手段がない	0.38***	0.39***	0.26***	0.34***	0.29***	0.36***
6) 体力や健康上の理由から、遠い場所へ避難することが困難である	0.26***	0.37***	0.35***	0.30***	0.23***	0.28***
7) 家や家財を残して避難することに抵抗がある	-0.01	0.00	0.28***	0.21***	0.16***	0.19***
8) 今住んでいる人たちと離ればなれになることに不安がある	0.12	0.07	0.11	0.21***	0.18***	0.18***

Spearmanの順位相関係数 (有意水準:\*\*\*p<0.01, \*\*p<0.05, \*p<0.1)

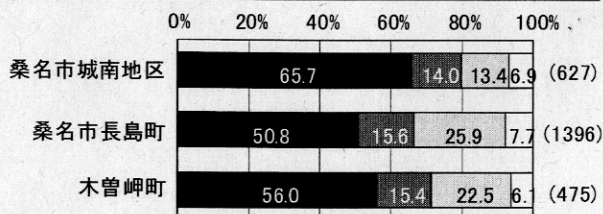
【広域避難の指示があった場合の避難意向のカテゴリ】

1. 居住地域外へ避難する { 指定された居住地域外の標高の高い地域に避難すると思う  
指定以外の居住地域外へ避難すると思う
2. 居住地域外へは避難しない { 避難するとしても、居住地域外へは避難しないと思う  
自宅以外の場所へは避難しないと思う

【広域避難に関する住民意識1)~8)のカテゴリ】

1. そう思わない 2. どちらかというと思わない 3. どちらともいえない 4. どちらかというと思う 5. そう思う

(問)伊勢湾台風のときのような高潮災害や洪水災害により、町内・地区内に大規模な浸水被害が想定される場合、人的被害を最小限に抑えるためには、町外・地区外の標高の高い地域に避難する必要があります。市・町からこのような町外・地区外への避難施設への避難指示があった場合、どうだと思いますか？



■ 指定された居住地域外の標高の高い地域に避難すると思う  
■ 指定以外の居住地域外へ避難すると思う  
□ 避難するとしても、居住地域外へは避難しないと思う  
□ 自宅以外の場所へは避難しないと思う

図2 広域避難の指示があった場合の住民の避難意向



ク認知と広域避難の必要性に関する理解を促すことが重要といえる。つづいて、自力避難困難者がいる世帯を対象とした分析結果をみると、項目5)や6)といった項目の相関係数が顕著に大きく、自力避難困難者を抱える世帯では、何より居住地域外へ避難する手段・移動に関する不安意識が広域避難の阻害要因として大きいことがわかる。一方で、自力避難困難者は居ない世帯の分析結果については、全ての項目において相関係数が有意となっている。この中で特徴的なのは、木曾岬町を対象とした結果で、項目3)「住み慣れない地域へ避難することに抵抗がある」の相関係数が、城南地区や長島町と比較して大きくなっていることである。全域が浸水する木曾岬町の住民に対して浸水域外への避難を要求することは、居住する町外、すなわち市町村の枠を越えた広域避難を求めることと同義であり、こうした他の市町村へ避難することに対する不安意識が居住地域外への避難を躊躇する要因となっていることが推察される。このため、広域避難の実施においては、自治体間での避難者の受け入れ体制について連携・調整し、市町村の枠を越えて居住地域外へ避難しなければならない住民の不安意識を少しでも軽減させる素地をつくることが重要といえる。

#### 4. 高潮避難シミュレーションによる広域避難誘導策の検討

三大湾における高潮災害時には広範にわたって被害が生じるものと想定されるため、そのような地域で広域避難を実現するためには、前章までに検討してきた避難制度や住民意識に関する課題を解決したうえで、さらに大人数の要避難者を遠方の浸水域外まで誘導する手段を講じる必要がある。ここでは、木曾三川下流域を対象に、高潮犠牲者ゼロを実現するための広域避難誘導策に関する課題について、高潮避難シミュレーションを活用しながら検討する。なお、ここでの検討での指標である要救助者数（浸水により救助が必要となる住民）の推計については、対象地域で町外避難を余儀なくされる木曾岬町を事例に提示する。

##### (1) 高潮避難シミュレーションの概要

本研究では、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・システムを構築した。なお、シミュレータの構造に関わる詳細については、桑沢ら<sup>3)</sup>を参照されたい。

##### (2) シミュレーションによる現状再現にみる課題

まず、図3に示す住民の現状の避難意向を反映したシミュレーションを実施した。なお、図3に示す状況進展や自治体からの避難勧告の発令タイミング（台風上陸9時間前に発令）は、TNT協議会の危機管理行動計画に則って設定している。このような設定のもとで行った現状再現シミュレーションによると、今回想定した規模の高潮氾濫が生じた場合、適切に避難する住民は少なく、避難しない、または避難が遅れることによって、町内全住民の6,964人に対して4,294人の要救助者の発生が推計された。

ここで、避難勧告の発令タイミングを2時間早め、さらに避難率の改善や避難準備時間の短縮など、避難開始に関わる住民の対応行動について、表2のように段階的に改善した場合の要救助者の低減効果を確認した。その結果、表に示す改善策を全てとった場合でも要救助者が1,961人とな



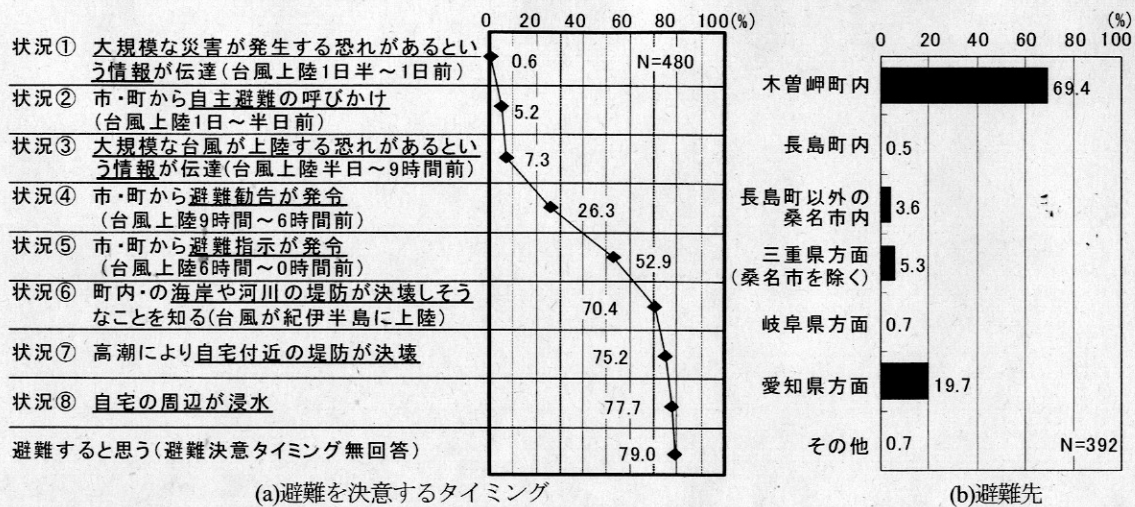


図3 住民の避難意向の現状

ることが推計された。このような結果となる背景は、木曾岬町内へ避難しようとする69% (約4,800人) の住民に対して、避難施設の収容可能人数が不足するためであり、犠牲者ゼロの実現には、単に自宅から立ち退く避難さえすればよいということのみならず、浸水しない町外へ避難することが必要不可欠であることが確認できる。

表2 避難開始に関わる住民の対応行動の改善と要救助者数の変化

避難開始に関わる住民の対応行動の改善	要救助者数
現状再現	4,294人
改善1: 避難勧告発令を2時間早める(上陸11時間前)	3,382人
改善2: 少なくとも避難勧告の情報取得によって避難を決意する	2,038人
改善3: 避難を決意してから遅くとも30分後には避難を開始する	2,085人
改善4: 避難できない要援護者に対し避難支援を実施する	1,921人
改善5: 自主防災組織などで悉皆的に情報伝達を行う	1,961人

※要救助者数は、現状再現から追加的に改善を実施した場合の推計結果

### (3) 高潮シミュレーションにみる広域避難誘導策の検討

#### a) 町外避難のための支援シナリオの検討

高潮による浸水を免れることができる木曾岬町の最寄りの高台は、桑名市西部である。しかし、木曾岬町からその高台までは10km以上あり、徒歩による避難では困難である。また、自動車などの避難手段を持たない住民も相当数存在しており、そうした住民に対しては何らかの避難支援を実施する必要がある。そこで、町外への避難を支援する対応策として、近隣住民との自動車の乗り合いによる町外避難と、バスによる避難支援の実施について検討した。なお、バスによる避難支援については、一回で最大50人が乗車できるバスを木曾岬町内5箇所の避難所に2台ずつ計10台配置し、バス避難を待つ住民全員の避難が終えるまで、集合場所と高台の避難先を往復することとしている。

このような自動車同乗とバスによる避難支援を実施した場合の要救助者の低減効果をシミュレーションによって推計した。その結果、前節(2)で示した避難開始に関わる住民の対応行動が改善されたことを前提とした場合に、自動車同乗による町外避難を行った際には犠牲者がゼロとなることがわかった。一方、バス輸送のみで町外避

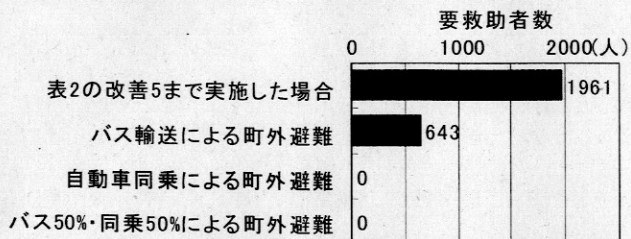


図4 町外避難支援による要救助者数の変化



難支援を実施した場合には、台風接近過程に伴う強風により、途中自動車やバスによる移動が困難となるため、集会所に取り残された643人が要救助者となる結果となった。

### b) 渋滞対策シナリオの検討

a) の検討から、自動車同乗あるいはバス輸送による町外避難で要救助者をゼロにできることわかった。しかし、(2)で示した避難開始に関わる住民の対応行動を改善した場合には、避難者が避難勧告発令に基づきほぼ同時に避難を開始するために渋滞が発生し、避難所要時間が8時間を超える結果となった。また、渋滞の発生により、避難は開始したものの台風接近に伴う強風で立ち往生し、高台にある所定の避難場所までたどり着けない避難者も発生していることがわかった。

そこで、図5のように地区毎に避難経路と避難先を指定することにより、渋滞の緩和を図る対策の効果を検討した。図6によると、適切な避難先や避難路を指定することにより、避難所要時間が大幅に減少すること、また渋滞緩和により、避難場所までたどり着けない避難者も激減することが明らかとなった。

以上の検討結果から、広域避難を実施するうえでは、単に住民に町外への避難を求めることのみならず、避難のための移動手段の確保といった避難支援策や、渋滞緩和といった交通誘導に関わる対策も併せて講じることが重要である。

### 5. おわりに

本稿では、巨大台風の襲来とそれに伴う高潮災害における広域避難の現状と課題について、避難制度、住民意識、避難誘導対応策の側面からそれぞれ検討した。広域避難誘導においては、本研究での検討成果でも明らかとなっており、市町村界を越えたさまざまな側面での対応を講じる必要があることから、現行の災害対策基本法に定められているような市町村主導の避難誘導では限界があるといわざるを得ない。今後においては、国や県が広域避難を指揮し、市町村を支援するような避難体制の構築をも検討していくことが重要と考える。

#### 参考文献

- 1) 東海ネーデルランド高潮・洪水地域協議会：危機管理行動計画(第二版),2009.
- 2) 畑山満則, 枝廣篤, 多々野納一：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, 京都大学研究所年報, 第52号B, pp.91-110, 2009.
- 3) 桑沢敬行, 片田敏孝, 境道男, 浅野和広：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, CD-ROM (326) ,2010.6.

地区	優先利用する避難路	優先避難先
木曾岬町	国道1号、国道23号、伊勢湾岸	高台南部
桑名市	東名阪	高台背面
長島町	中部	国道1号
	伊曾島	国道23号、伊勢湾岸
桑名市城南地区	—	高台南部

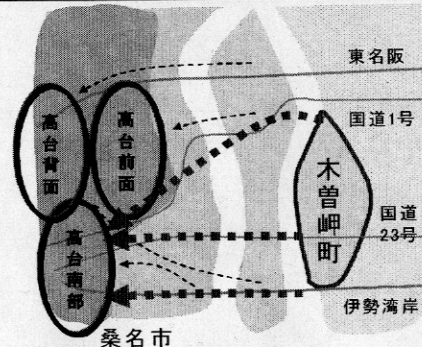


図5 渋滞対策シナリオ

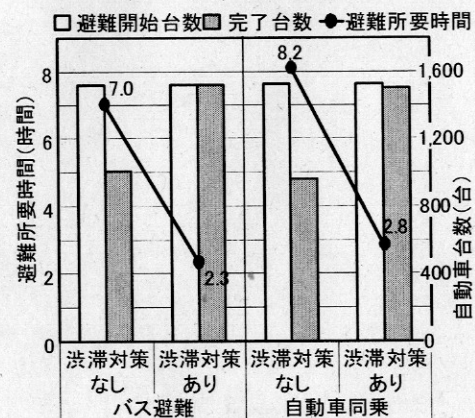


図6 渋滞対策による効果