

# 地方自治体庁舎の立地を考慮した相対的な津波浸水リスクの評価と 2011年東日本大震災後の代替拠点空間配置の事例分析

Relative Tsunami Inundation Risk Assessment Considering Location of Local  
Government Buildings and Case Studies of Layout Plan Used for Disaster  
Countermeasure Alternative Facilities after the 2011 Great East Japan Earthquake

花田 悠磨<sup>1</sup>, 村尾 修<sup>2</sup>, 寅屋敷 哲也<sup>3</sup>, 杉安 和也<sup>2</sup>, 佐藤 翔輔<sup>2</sup>

Yuma HANATA<sup>1</sup>, Osamu MURAO<sup>2</sup>, Tetsuya TORAYASHIKI<sup>3</sup>, Kazuya SUGIYASU<sup>1</sup>  
and Shosuke SATO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 株式会社LIXIL

LIXIL Corporation

<sup>2</sup> 東北大学災害科学国際研究所

International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

<sup>3</sup> ひょうご震災記念21世紀研究機構 人と防災未来センター

Disaster Reduction and Human Renovation Institution

Some municipalities faced difficulties regarding response and recovery activities just after the 2011 Great East Japan Earthquake because of the serious damage to their local government buildings. This paper proposes a method to relatively assess tsunami inundation vulnerability considering the local government building location in Japan. It also gives suggestions for the vulnerable local governments for quick response just after disasters based on case studies of layout plan used for disaster countermeasure alternative facilities in four municipalities damaged by the tsunami, Otsuchi, Rikuzentakata, Minami-sanriku, and Onagawa.

**Keywords:** *Municipal government building, Layout, 2011 Great East Japan Earthquake, Quantitative risk assessment, Locational vulnerability*

## 1. はじめに

### (1) 研究の背景

#### a) 東日本大震災における被害の実態

2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波により市町村庁舎が被災した地域では、多くの職員が命を落とし、行政上の拠点機能も失われ、災害直後の対応と復旧に関して多大な影響を受けた。

震災以前から津波による浸水域を示すハザードマップは存在していたが、その想定を大きく上回る津波が押し寄せた地域も多く、被災してしまった<sup>1),2)</sup>。たとえば南三陸町では当初想定されていた津波高さを10mも上回る津波が襲来している(図1, 図2)。

発災時、宮城県の多くの自治体職員は想定されていた宮城県沖地震が発生したと考え、その想定のもとで行動したため多くの職員が犠牲になってしまった可能性が十分にある。災害は想定どおりに発生しないことは多くあり、思い込みや一辺倒な知識が命を奪うことがある。そのため、様々な角度から災害を検討しておく必要がある。

#### b) ハザードマップの現状

東日本大震災直後、内閣府中央防災会議専門調査会では今後の津波防災対策について「発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波」を想定するとの見直しが行われた。その結果、南海トラフ地震を想定した太平洋側の自治体を含め、各自自治体でハザードマップが見直され、公開されている。

各都道府県のハザードマップはL2津波を想定して決定されており、その方法<sup>例えは3)</sup>は、基本的に以下の通りである。まず、「〇〇県に影響を及ぼす恐れのある断層」を選定する。次に、その断層モデルを用いたシミュレーションにより予想浸水深を割り出す。この「影響を及ぼす恐れのある断層」の選定方法は、基本的に過去の事例や県や国が提示しているモデルを用いている。例えば国の大規模地震に関する調査検討会が公開している「大規模地震を起こしうる断層」とその都道府県の近辺にある断層から、都道府県津波浸水調査検討会などが最大クラスの津波を引き起こすと予想される断層をモデルとして選定しているのである。



図1 平成16年に宮城県が策定した津波浸水域予想図と予想浸水深（南三陸町）



図2 平成23年東北地方太平洋沖地震にともなう津波浸水深（南三陸町）

この方法によると、近くに大規模地震を起こしそうな断層がなければL2津波の想定は低く設定される。すなわち、現時点における知見を生かしてL2津波を想定しているとはいえ、東日本大震災で経験したとおり、想定を超えた津波を受ける地域が出てくる可能性は否定できない。

### c) 都市の脆弱性評価の重要性

都市の災害リスクは、外力としてのハザード（自然の脅威）、対象都市の脆弱性、そして人口や面積など被災の絶対数と密接に関連する曝露量の積として考えることができる<sup>9)</sup>。前節の津波ハザードマップや想定津波はハザードを考慮した地域の評価であり、それと関連して自治体で行われる津波被害想定は、ここで挙げた3つの要素（ハザード、脆弱性、曝露量）を総合的に評価したものと捉えることができる。被害想定は、特定の地震、津波、季節、時間帯など詳細なデータを用いて、具体的な災害のイメージを導き出す非常に重要なリスク評価手法であるが、その一方で、計算で使われる入力データにより連動的に各種被害量が算出されるため、想定外のハザードが発生した場合に対応できない問題も生じる。

こうしたハザードの想定を前提とした都市リスクの評価には二つの課題がある。ひとつは津波シミュレーションなど高度な計算を用いる想定手法には詳細なデータと精度の高い技術が必要となることである。その両者の信頼性は不可欠であり、科学的に信頼に足るならば有用であるが、それに依存しすぎてしまう危険性もある。もうひとつは、環境の変化によって変わっていくハザードの衝撃力（質と量）が必ずしも適切に把握できているわけではないということである。近年、地球温暖化に伴う気候変動の影響により、国内でも毎年のように「想定外」

の豪雨災害などが発生している。こうしたハザードの想定はまだ不十分であり、ハザードの見積もりを前提とした都市リスクの評価が万全であるわけではない。過去のハザードを外力の指標としつつも、地域が潜在的に持つ脆弱性を評価することは重要である。

地震に関する危険性評価の代表的なものとして東京都の地域危険度評価<sup>9)</sup>が挙げられるが、これは地震被害想定とは異なる地域の潜在的な脆弱性を評価することを目的とした手法である。建物や地盤特性の異なる町丁目ごとの脆弱性を危険量という指標により算出し、相対的なリスクとして評価することにより、地域住民のリスク認識を向上させるという意義もある。

津波のリスクに関しても、想定津波を前提としたハザードマップの作成や被害想定とは異なる、潜在的な脆弱性を評価する手法も必要であると筆者らは考えている。そこで本研究では、地域の災害対応に最も重要な役割を果たす市区町村の庁舎の立地的な脆弱性評価に資する手法を提案したい。

### (2) 研究の目的

以上の背景を踏まえ、本研究では東日本大震災の被災状況に基づき、沿岸部建物の将来的な津波リスクを簡便かつ一様に評価するための手法を提案することを目的とする。また、東日本大震災の被災事例をもとに、将来の津波により拠点を移転せざるを得ない場合に、各自自治体がどのように対応すべきかについての示唆を得ることを目指す。

### (3) 研究の流れと本研究の位置付け

沿岸自治体の津波リスクは主にハザードを含む評価が一般的である。既往研究としては、津波浸水深を予測するレベル湛水法<sup>9)</sup>や、加藤ら<sup>7)</sup>による方法がある。これらの手法では浸水域および家屋・人的被害が簡易に推定可能とされているが、海岸線での津波波形のデータや遡上範囲の三次元的データが必要とされ簡易的とは言えない。清水・若浦<sup>8)</sup>は、東日本大震災によるデータを用いて、溯上高および海岸線までの距離など最小限の情報から簡便に広域的な浸水域・浸水深の概況を容易に予測できる経験的手法を開発した。そのうえで静岡県袋井市など内陸部の地形や、伊勢湾・三河湾などの内湾や海峡に面した地域での評価には課題があることを示している。

本研究で用いる方法は、東日本大震災の浸水データ、および評価対象地点における標高と海岸線までの距離データを扱うという点において、清水・若浦の提案されたものと基本的に同じだが、東日本大震災被災自治体の立地特性による浸水状況を比較し、日本列島沿岸部の地方自治体庁舎の立地による浸水リスクが相対的に評価できるよう考慮している。また後半では、2011年の津波により庁舎の代替拠点が必要となった被災事例について、庁舎内空間の利用方法について分析する。関連する既往研究としては、市町村レベルのEOC（米国におけるEmergency Operation Center）の標準的な空間構成の一例を示した元谷らの研究<sup>9)</sup>や、南海トラフ巨大地震の想定被災地の災害対策の包括的な分析をしている野呂の研究<sup>10)</sup>、他の機能施設から自治体庁舎に用途変更した事例について分析している椿の研究<sup>11)</sup>などがある。しかし、これらは、甚大な被害を及ぼした東日本大震災による被災事例を扱ったものではなかった。本研究では、東日本大震災により被災した大槌町、陸前高田市、南三陸町、女川町の事例を取り扱っている。

## 2. 地方自治体庁舎の津波浸水リスク評価

### (1) 沿岸部庁舎の地理的条件の整理と危険度評価の方法

本研究では、近年最も広範囲にわたって被害を与えた東日本大震災被災地の自治体庁舎の津波被災データから指標を作り、全国の沿岸市町村庁舎に適用できるようにする。その流れは、計測→分析→比較・予測の順に行う。

計測は、東日本大震災被災地のうちとくに被害が大きかった宮城・岩手・福島県の37沿岸市町村を対象に行う。そして各自治体庁舎の浸水レベル（以下、IL）と海岸からの距離  $x(m)$ 、標高  $y(m)$ 、浸水深さ  $z(m)$  を調べる（図3）。ILは1階床の高さを基礎・土台を考慮し1m、階高を各階3mとし、国土交通省による東日本大震災時の損壊状況調査結果<sup>12)</sup>に基づき、表1のように設定した。

使用したデータに関して、 $x$ は国土交通省の公表している海岸線データ<sup>13)</sup>とGoogle Earth Proの計測機能を用いた。ただし、海岸線のデータに不足がある場合は航空写真より海岸線を判断し最短の距離を  $x$  とした。 $y$ は地理院地図の標高のデータ<sup>14)</sup>を参照した。 $z$ は地理院地図の標高と東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループが公表している痕跡高データ<sup>2)</sup>を用いた。浸水深さは、痕跡高データと地理院地図の標高の差をとったが、痕跡高データが庁舎と合致している場合はそのデータを使用し、合致していない場合は最も近い場所の痕跡高の複数のデータを比較し、採用するものとした。

浸水レベルILは各自治体が公開している検証報告書や震災記録などの文献から参照した。未到達であるか否かは国土院の浸水範囲概況図<sup>15)</sup>を参照した。



図3 被災3県の調査項目と浸水レベルILの設定

表1 浸水レベルILの定義

IL	津波浸水状況	東日本大震災損壊状況 <sup>12)</sup>
I	未到達	被害なし
II	1階床上浸水未満	半壊・一部損壊相当
III	2階床上浸水未満	大規模半壊相当
IV	2階床上浸水以上	全壊相当



図4 浸水リスクIRの設定

表2 浸水リスクIRの定義

R	$z'(m)$	津波予想浸水深さ	東日本大震災損壊状況 <sup>12)</sup>
A	$z' \leq 0$	未到達	被害なし
B	$0 < z' \leq 1$	1階床上浸水未満	半壊・一部損壊相当
C	$1 < z' \leq 4$	2階床上浸水未満	大規模半壊相当
D	$4 < z'$	2階床上浸水以上	全壊相当

まず海岸の特徴ごとにILを導き、大まかな傾向を掴む。次にハザードの大きさを一定として、 $z$ を $x$ と $y$ について解き、海岸からの距離と標高より浸水深さを算出する式を統計的に導く。具体的には、 $z$ を $x$ と $y$ について重回帰分析をして、予想浸水深さ  $z'(m) = f(x,y)$  の式を導く。

実際の建物の津波による破壊状況はその構造種別によって異なるが、ここでは自治体庁舎の津波リスクを利用可能状況（浸水深さ）から把握するため、全国の沿岸市町村について $x$ と $y$ を調べ、 $z' = f(x,y)$  の式をもとに、自治体庁舎の予想浸水深さをそれぞれの津波浸水リスク（IR）として算出した（図4）。その区分はIL（表1）に対応させ、表2のように設定した。

### (2) 海岸による浸水レベルILの違い

岩手県・宮城県・福島県の37沿岸市町村庁舎に関する海岸線からの距離 $x$ 、標高 $y$ 、浸水深 $z$ 、およびILに関する調査結果を表3に示す。

まず津波の浸水被害に関して大まかに分類するため、海岸形状および地形的な特性で区別する。ここでは米地

表3 岩手・宮城・福島県の沿岸市町村庁舎の地理的条件と浸水レベルIL

市町村	$x(m)$	$y(m)$	$z(m)$	IL
洋野町	147	16.7	0	I
久慈市	1531	4.4	0	I
野田村	836	7	1.4	III
普代村	1585	8.9	0	I
田野畑村	4250	226.8	0	I
岩泉町	15170	109.8	0	I
宮古市	703	1.7	2.6	III
山田町	411.4	6.8	1.55	II
大槌町	483	0.8	10.73	IV
釜石市	345	4.2	0.22	II
大船渡市	2410	23.2	0	I
陸前高田市	1050	0.9	12.35	IV
気仙沼市	483	7.7	0	I
南三陸町	484	0.7	13.15	IV
石巻市	2192	0.4	2.13	III
女川町	280	3	10.52	IV
東松島市	3274	2.2	0	I
松島町	593	0.4	0	I
利府町	4324	9.1	0	I
塩竈市	653	2.9	0	I
七ヶ浜町	1232	48.9	0	I
多賀城市	2418	6.3	0	I
仙台市	11781	45.7	0	I
名取市	5608	4.9	0	I
岩沼市	5288	3	0	I
亘理町	6106	7.6	0	I
山元町	3277	29.7	0	I
新地町	1341	8.4	0.64	II
相馬市	5897	8	0	I
南相馬市	5780	25.1	0	I
浪江町	3400	9.7	0	I
双葉町	2225	12.5	0	I
大熊町	4446	60.7	0	I
富岡町	1859	32.8	0	I
楡葉町	2271	35.3	0	I
広野町	1100	23.7	0	I
いわき市	7636	7.6	0	I

らによる定義<sup>16)</sup>に基づき石巻市万石浦以北を三陸海岸と呼称する。中でも宮古市以北は断層崖が海にせり出している断層海岸であり、それ以南はリアス式海岸である。また、石巻市以北の岩石海岸とは異なり、それ以南は砂質でまっすぐな海岸である。したがって本研究では、洋野町から岩泉町を三陸断層海岸、宮古市から女川町を三陸リアス海岸、東松島市からいわき市を仙台福島海岸と呼称する。

海岸線からの距離および庁舎の標高と浸水レベルの関係をそれぞれ示したヒストグラムを図5、図6に示す。はじめに海岸からの距離だけに着目する。庁舎が500m以内にあると40%以上の確率で、庁舎が浸水被害により使用不可能になり、1,500m以内では60%で津波が到達し、3,000m以上では津波は到達しなかったという分析が得ら

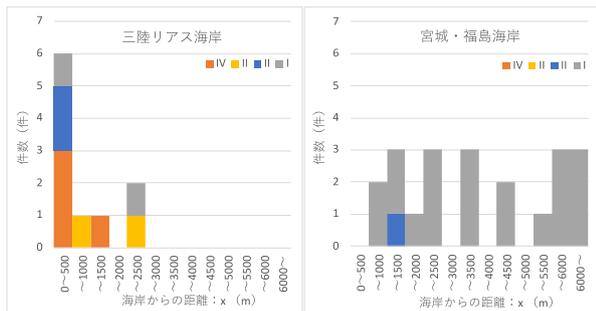
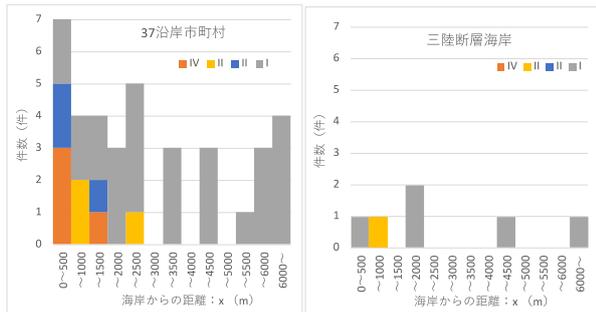


図5 海岸線からの距離と浸水レベルの関係

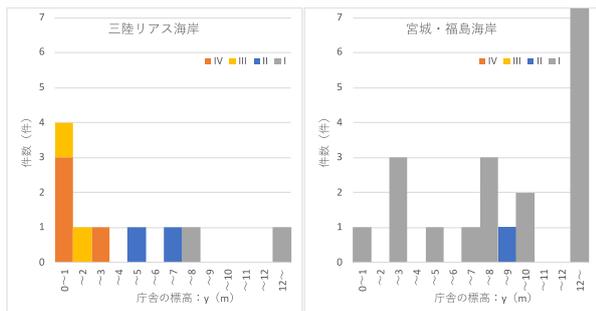
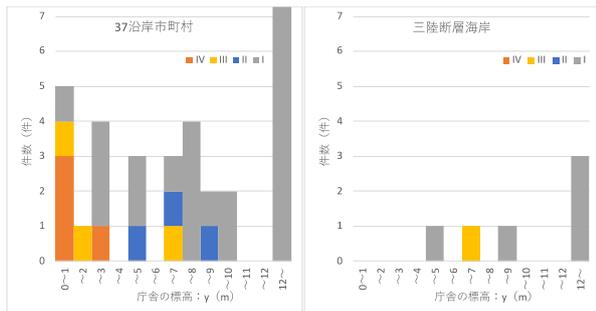


図6 庁舎の標高と浸水レベルの関係

れる。また、リアス式のように入り組んだ海岸線だと浸水程度の方が大きくなり、まっすぐな海岸線の方が小さくなる傾向がある。一方、標高だけに着目すると、庁舎の標高が1m以下では60%で庁舎が浸水被害のために使用不可能になり、標高が7m以下では50%で津波が到達し、標高が9m以上では津波は到達しなかったという分析が得られる。また、同じ標高でも入り組んだ地形の方が、浸水程度が大きくなり、直線的な海岸線の方が小さくなる傾向があった。

### (3) 立地による津波浸水リスク算定式の導出

庁舎の津波浸水深さ $z$ を、海岸からの距離 $x$ と標高 $y$ の式で表すために重回帰分析を行い、関係性を三次元的に解く。具体的な手順は、様々な式を当てはめ重回帰分析を行い、正確度と精度を上げ、実測値とのズレを係数で調整するという流れで行った。

#### a) $x$ と $y$ の相関分布

庁舎の海岸からの距離 $x$ と標高 $y$ と浸水レベルの関係を図7に示す。X軸に海岸からの距離 $x$ (m)を、Y軸に標高 $y$ (m)をとり、それぞれの結果をプロットした。ただし、 $x$ が6,000m、 $y$ が30mを超える値は省略している。点近傍の数字は、庁舎の浸水深さ $z$ (m)を示しており、浸水深さが0mのときは記載していない。

このようにグラフ上にプロットすると、海岸からの距離が1,000mまで、標高が5mまでの範囲にとくに被害の大きかった庁舎が入っていることが一目でわかる。

一方で $x$ が1,000m以下、 $y$ が5m以下に二つのレベルIの点がある。これらは松島町と塩釜市であり、どちらも1つの湾に囲まれており、湾の入り口を小さな島で塞いでいるため、被害が小さくなったと考えられる。

浸水レベルがII, III, IVの地点はある程度の規則性を持って分布しているが、Iの地点は当然ながら、最大値が際限なく分布した。

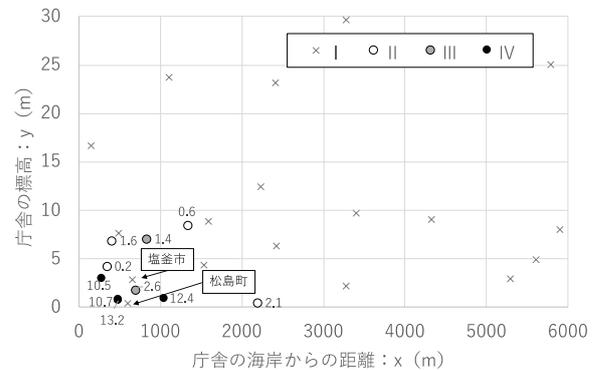


図7 浸水レベルと浸水深さの分布

#### b) 重回帰分析

上述した東日本大震災被災沿岸部自治体庁舎の浸水状況から、立地状況による津波浸水リスクの予測式を作るために重回帰分析を行った。そのために、 $x$ - $y$ 平面上に $z$ が定数の場合の曲線を作成する試行を繰り返し、決定係数とグラフ形状を考慮しつつ精度の向上を試みた。

その試行の過程では、まずII (I~IV)の全ての値について分析したが、レベルI(未到達地点)の値の影響が大きいため相関が得られなかった。そこでレベルIを外した値を用いて各種関数形状(一次関数, 楕円曲線, 指数関数, 対数関数)や各項の組み合わせを変えて重回帰分

析を繰り返した。その結果、自然対数の底の指数関数に基づき以下のように分析を進めていくことにした。

自然対数の底の指数関数は精度、正確度共に十分であったが、任意の  $x$  において  $\lim_{y \rightarrow 0} z \rightarrow \infty$  となるのは正しくない。そこで、 $y$  に補正係数を足し、 $x$  の指数を若干物理則に寄せることにした。

まず  $x$  の指数を検討する。ここで津波浸水予測シミュレーションに関する研究<sup>9)</sup>によると The Tsunami Risks Project (2000) では海岸の最大水位から陸側の最大遡上距離を以下の式[1]のように求め、最大遡上距離ないしは地形標高が海岸の津波水位に達するまでの範囲を遡上範囲の予測結果としている。ここで、最大遡上距離を  $X_{max}$ 、海岸における津波高さを  $H_s$ 、係数 (0.06) を  $k$ 、粗度係数を  $n$  とおく。これより  $x$  は  $z$  の  $4/3$  乗の項で簡易的に示せるため  $z$  を  $x$  の  $3/4$  乗の項で示すこととする。

$$X_{max} = \frac{(H_s)^{3/4} k}{n^2} \quad [1]$$

次に  $y$  に補正係数  $K$  を加え、 $z = A + a \cdot x^{3/4} + b \cdot \ln(y + K)$  に関して重回帰分析を行った。ここで  $K$  は、 $x$ - $y$  座標の原点 (海岸線からの距離 0m, 標高 0m の地点) における予測浸水深さ  $z'$  が無限大になるのを避けるための補正值であるため、重回帰分析の結果としての決定係数が最も高い値 (0.60) における  $K=0.44$  を選択した。こうして得られた式[2]を予測浸水深さ  $z'$  として全国の市町村の評価指標に用いることにする。なお、本重回帰分析の結果は有意水準 5% 未満で有意に説明できていた。また各説明変数については、定数項と標高に関する変数が 5% 未満、海岸線からの距離に関する変数が 10% 未満で有意であった。

$$z' = 15.1 - 0.034x^{3/4} - 4.56 \ln(y + 0.44) \quad [2]$$

式[2]によって得られた浸水リスク IR の分類 (表 2 参照) と被災 37 市町村の浸水レベルの分布を図 8 に示す。浸水リスク IR についてはその区分で塗り分けている。

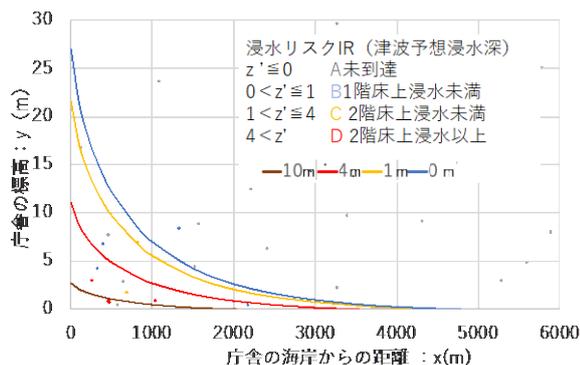


図 8 被災市町村の浸水レベル分布と浸水リスク分類

### 3. 東日本大震災における代替拠点の事例分析

#### (1) 事例分析の方法

上述した立地的に浸水リスクの高い沿岸市町村における今後の知見を得るため、東日本大震災で庁舎が被災した自治体に対する事例分析を行った。調査対象は、津波による庁舎の被害が大きく、かつ別の場所に災害対策本部代替拠点を設置して運営した大槌町、陸前高田市、南三陸町、女川町の 4 市町村である。そのために、以下のように事前調査、聞き取り調査、分析の手順を踏んだ。

事前調査では、震災記録や検証報告書などを中心に、庁舎が崩壊する前後の情報を集める。また、災害対策本部や仮設庁舎設置過程が記載されている資料や当時の地図を Google Earth Pro の時間スライドなどを利用し当時の航空写真を可能な限り入手する。

聞き取り調査では、各自治体庁舎に赴き、地図や当時の記録を見せていただきながら、必要情報を入手する。対象者は当時、災害対策本部代替拠点の現地での業務を経験した大槌町 2 名、陸前高田市 2 名、南三陸町 14 名、女川町 2 名の方々である。加えて、陸前高田市、南三陸町に関しては代替拠点として使用した公共施設についての現状を現地にて調査する。

分析では、聞き取り調査で得た拠点の空間的利用情報を平面図上に落とし込み、それぞれの自治体の代替拠点の使われ方の平面図を作成し、代替拠点設置時に後世に残すべき具体的教訓を得る。最後に 4 自治体を比較して、共通項、相違点を洗い出し、それらの原因を考察する。

各対象地における調査結果を以下に示す。

#### (2) 大槌町

##### a) 代替拠点設置の経緯と立地

本来、庁舎内に災害対策本部を設置することになっていたが、庁舎崩壊の恐れがあったので、地震直後に庁舎前に机を出して本部を設営していた。しかし、津波が襲来したので、総務課長が中央公民館への移動を指示した。

当時の副町長、教育長を含む 15 人の職員は屋上で一晩過ごした。夜が明けて、3月12日に中央公民館と、併設した城山体育館に災害対策本部を設置した。敷地は標高が旧大槌町役場よりも 30m 以上高く、周辺の公共施設で一番高いところに位置しており、市街地を一望できる<sup>17)</sup>。

##### b) 代替拠点の空間的利用状況

代替拠点対応時の各階平面図を図 12 から図 14 に示す。全体としては避難所と本部と物資拠点が併設しつつも、体育館部分を主に避難者利用、公民館部分を本部機能および物資関連に区分する使われ方をしていた。

1階 (図 12) に関して、アリーナは避難者にとっての主要な生活空間となった。体育館の床に引いた線を基準に通路空間を定めて、秩序ある避難生活が確立されていた。アリーナの運営としては、入り口に職員が配備され、うまく管理されていた。ステージを避難者の生活空間としては利用せず、外部からの訪問者の舞台や慰問時利用のために確保されていた。トレーニングルームおよびロッカー室は医療のために割り当てられた。また、図書館は屋外から物を直接運び入れることができるつくりになっており、物資搬入のために利用された。

2階 (図 13) については、体育館の武道場と通路空間が避難者用に利用されたが、アリーナ 2階の観覧席は開放しなかった。2階の観覧席からは 1階の避難者達を一望できてしまうため、プライバシーに配慮したものであった。また、メインエントランスの一番目につきやすい場所には、安否確認掲示板が設けられていた。メインエントランスから公民館部分へ入る廊下には規制線が張られており、避難者は本部側には簡単に入れないよう動線を区分していた。また規制線から本部側に入る一番手前の部屋は記者会見用に利用され、メディア関係者が奥まで入れないよう計画されていた。公民館にはもともと調理室などもあり、避難者の食事の調理などが行われた。

3階 (図 14) があるのは公民館部分のみであり、主にホールが物資拠点として使用された。また、ホールから直接廊下でつながっている会議室も物資スペースとして利用された。ホールは駐車場に直接面しており、物資拠点

としての機能が非常に高かったと言える。また、避難所には多くの子供も避難しており、教員らが学校の執務を会議する部屋が必要とされていたため、パントリーが学校関連室に割り当てられた。

### (3) 陸前高田市

#### a) 代替拠点設置の経緯と立地

3月11日、津波により旧市役所は4階まで浸水し、市長など屋上に避難した職員は4階で一晩を過ごした。

翌日の3月12日に浸水被害のなかった公共施設である学校給食センターに災害対策本部を設置した。学校給食センターは、標高が旧陸前高田市役所よりも50m以上高い地点にあり、旧市役所から1.5kmほど離れていた。市対策本部代替拠点として使用することはあらかじめ決められておらず急遽設置されたため、職員の招集が円滑には進まなかった。

3月19日にユニットハウスが届け、給食センターから約100m離れた地点に設置された。このユニットハウスが後に仮設庁舎として利用される予定であったが、本部機能は当面給食センターに残されていた。最初にユニットハウスに機能が移行したのは、火葬に必要な死亡届の受付を行う市民課であった。窓口は3月20日に開設され、簡易的な被災証明書が発行された<sup>18)</sup>。

#### b) 代替拠点の空間的利用状況

陸前高田市の代替拠点对応時の各階平面図を図15に示す。全体としては、主に災害対策本部および物資拠点として機能しており、避難所とは併設していなかった。今回調査した4自治体の中では唯一自治体機関のみの施設として機能している。そのため動線が錯綜することはなくセキュリティのレベルも高かったと言える。

具体的な使われ方としては、まず施設を物資拠点として利用するために支障のあるコンテナを配送車に移動させた。その後、下処理ゾーン、上処理ゾーン、コンテナプール、洗浄室を物資保管庫とした。物資はコンテナプール側の配送車入口からトラックをつける形で搬入された。コンテナプールの搬入口は配送車の大きさを想定しているため、4tトラックをつけるにはやや手狭であった。初めはコンテナプールに物資をおいていたが、物資が増えるにつれ1階全体が物資拠点となった。物資の運搬ははじめのうちは人力のみであったが、後日フォークリフトが導入された。また、上処理ゾーンの一角は職員の食事・調理の場所としても機能していた。

事務室のあった場所は災害対策本部として機能した。災害対策本部は狭く、会議などは2階の休憩室も使用された。本部に近い階段下の屋外スペースで記者会見の場として使われた。

2階へのアプローチは外からも可能で、入り口に近い場所に安否確認所が設けられた。しかし、災害対策本部が避難所と直結していないので、住民からの直接的な情報は入りづらかった。社会福祉課によると、同じ場所で3月12日からボランティアの受付を開始している。また、給食センターの2階は市職員の生活スペースとして機能していた。寝室の機能は基本的に2階の休憩室に設けられたが、面積が不足していたため、本部で寝泊まりする人や1階の物資の間などで寝泊まりする人もいた。

5月16日にプレハブ仮庁舎が完成したが、代替拠点には4人が残り、一部の業務を続けることになった。最終的に学校が再開される8月(二学期)には、洗浄・補修工事を完了しなければならなかったため、7月には給食センターの機能が復旧した。

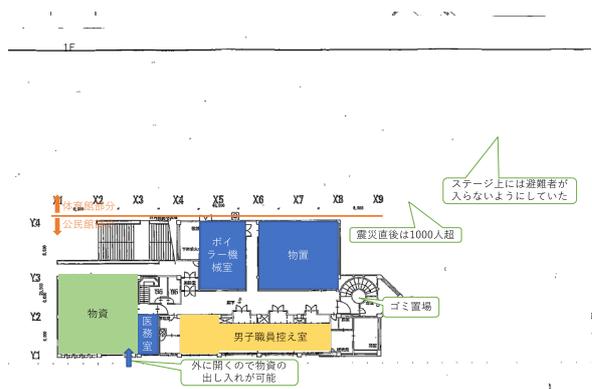


図12 大槌町の代替拠点对応時の平面図(1階)



図13 大槌町の代替拠点对応時の平面図(2階)



図14 大槌町の代替拠点对応時の平面図(3階)

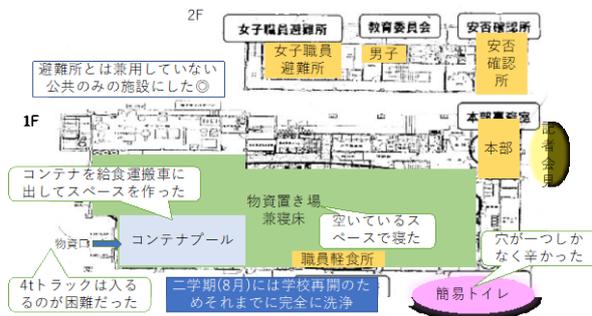


図15 陸前高田市の代替拠点对応時の平面図

### (4) 南三陸町

#### a) 代替拠点設置の経緯と立地

震災前に作成されていたハザードマップでは2階は浸水しないとされていたため、発災後に職員は志津川防災

庁舎（旧庁舎）の2階にある危機管理室に集合することになっていった。そして発災直後、危機管理室は人で溢れかえってしまった。津波が庁舎に来襲し、町長を含む数人が防災庁舎で生き残り、屋上で一晩を過ごした。

3月12日、防災庁舎で助かった町長らは、災害対策本部をベイサイドアリーナの事務室に設置した。ベイサイドアリーナは、標高が旧南三陸町庁舎よりも60m以上高い地点にあるが、旧役所から1.3kmほど離れていた（図2）。ベイサイドアリーナは避難所として解放されており、事前に災害対策本部になることは想定されていなかったため、避難者と職員の中で多くの混乱を招いた。

3月18日にはベイサイドアリーナから約150m離れたテニスコートに1軒目のプレハブ仮設庁舎が建てられた。26日にテニスコート内仮設庁舎に対策本部を完全移行するまでに20棟ほどのプレハブが建設された<sup>19), 20)</sup>。

#### b) 代替拠点の空間的利用状況

代替拠点対応時の各階平面図を図16と図17に示す。全体としては、避難所・物資拠点・本部・遺体安置所が1施設に設置されたことにより、多大な業務上の負荷がかかってしまったようである。避難者動線と職員動線も錯綜し、業務負担に影響を与えてしまった。

災害対策本部はアリーナの事務室に設置され、最初は戸籍関係を体育館の一角に設置し、安否確認を行った。

具体的な機能配置に関して、発災直後はアリーナ部分に避難者が入っていたが、物資拠点として使われることが決まり、1階のアリーナは基本的に避難者の生活空間としては使われなかった。物資の搬入は北側で行われ、トラックで直接つける形で行なわれた。しかし、搬入口まではトラックがすれ違えないほどの一本道だったため、搬入出の際は職員が道の入り口と体育館の搬入口に待機し、トランシーバーなどで連絡を取りつつ誘導した。これも人的・時間的コスト増大につながった。

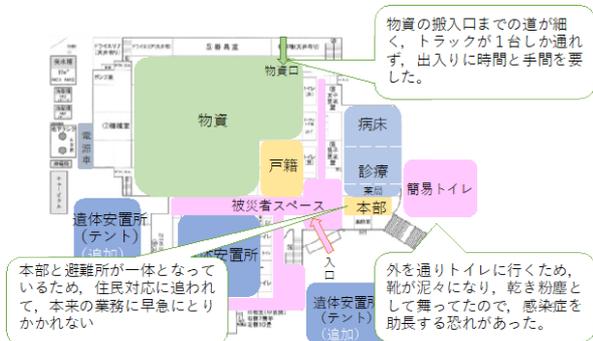


図16 南三陸町の代替拠点対応時の平面図（1階）

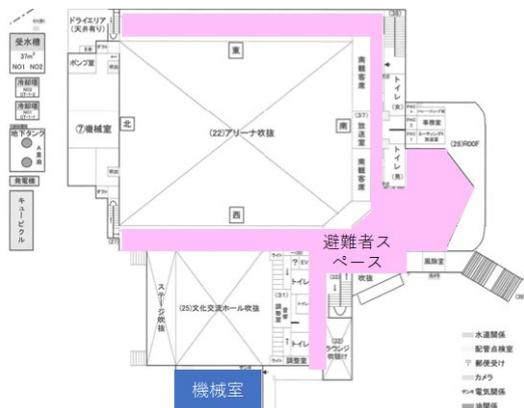


図17 南三陸町の代替拠点対応時の平面図（2階）

トレーニングルームには医療関係が入り、事務室に近い側を薬局・診療所として使い、奥を病床とした。文化交流ホールは遺体安置所として機能した。南三陸町ではほとんどの御遺体がベイサイドアリーナに集められたので、最終的には文化交流ホールの裏と入口の横にテントを張り、簡易の遺体安置所を設置した。

1階の廊下や入口のロビー、2階の観客席などの残りの空間は全て避難者の生活空間として利用された。廊下は人で溢れかえり、衛生・防犯など多くの点で問題があった。とくに廊下は役所の職員と避難者の動線が重なり、職員が住民対応に追われ、本来業務に早急に取りかかれなかった。また簡易トイレが屋外に設置されていたため、靴についた泥が乾燥し、粉塵として舞い感染症などを助長する可能性が十分にあり、衛生面に問題があった。

物資拠点と避難所が併設していることで、避難者の撤退が長期化する問題もあった。物資や行政の方の近くで生活することの安心感から撤退しない方が多く見られた。

#### (5) 女川町

##### a) 代替拠点設置の経緯と立地

3月11日の発災当時は町長以下各課長は議会の最中であつた。すぐに災害対策本部を庁舎に設置したが、庁舎3階まで浸水したため、町長・職員らは屋上に避難した。その後、町長らは庁舎裏手の白山神社脇の民家に避難し、そこで一番標高の高い公共施設である女川第一中学校に災害対策本部を設置することを決定した。

12日に同中学校で第一回対策本部会議を開催し、校長室を対策本部として使用することにした。この代替拠点は、標高が旧庁舎よりも30m以上高い地点にあるが、山の上にあるためアクセスが悪かった。

14日には余震の状況も落ち着き、アクセスの悪い女川第一中学校から標高25m程の女川第二小学校に本部を移した。同小学校の体育館は物資拠点として使用され、校舎は一部を間借りする形で本部として使用された。女川第二小学校の近くには最大の避難所があり住人もアクセスしやすくなった<sup>21)</sup>。

##### b) 代替拠点の空間的利用状況

図18と図19に女川第二小学校1, 2階の空間的利用状況を示す。本部は学校機能との干渉や児童のプライバシーの問題などもあり、公民館やアリーナに比べて自由度が低かった。物資拠点が体育館であったため、避難者と物資対応者との動線上の混乱はなかった。

2階の窓口では身分を証明するものを簡易的に発行していた。銀行での現金の引き出しや融資依頼にも、身分証明書が必要だったので、銀行で使えるよう自治体と銀行で調整し、有効な身分証を発行した。

1階の音楽室は避難者空間になっていたが、利用者の多くは職員であり、3, 4階は学校として使用されており、一般人が入ることはなかった。1階のホールには3つの罹災関係の窓口が設けられ、1階ピロティには3月中に電話線が引かれ、公衆電話が設けられた。

2階の空き教室は自治体用空間として利用された。3つ並ぶ空き教室の真ん中の部屋は窓口として開設され、廊下にも机を出して対応しており、事務では各避難所からの情報を集め安否確認を行った。また、会議室は建設課に割り当てられ、仮設住宅関連の業務が行われた。

3月15日には学校が再開されたため、学校の機能になるべく支障がないように対策本部が置かれた。避難者も生徒の学習空間に入らないように配慮していた。

3階に接合する体育館は物資拠点となり、避難所にはならなかった。多くの避難者は女川第二小学校近くの総合

体育館に避難をしていた。総合体育館では1,400人の避難者があり女川町最大の避難所となっていた。そのため、多くの避難者にとって、この物資拠点は近く、動線やセキュリティ上合理的であった。

(6) 代替拠点の比較分析

以上の調査を踏まえ、代替拠点としての機能を災害対策本部、避難、物資と分け、その特徴を表5のように整理し、空間的な機能図(図20)を作成し、比較した。ただしアリーナ(2階に広い観客席あり)と体育館を区別している。また各機能併設の利点と問題点を表6にまとめたので以下に説明する。

a) 本部-物資拠点

本部と物資拠点の場所は区切られている事例もあったが、本研究で比較した4つの自治体では同施設内にあった。そのため、他自治体や企業、団体、個人から送られてきた支援物資を振り分け、自治体内の避難所ごとに振り分けることが大きな業務の一つであった。その中で一番必要とされたのはどの自治体でも共通しており、避難所人数と必要物資の情報であった。その点において、情報の入りやすい本部と物資拠点が隣接していることは重要である。

一方で、物資の振り分けには、連絡、搬入、運搬など人員が多く割かれる。本部機能従事者から物資対応で人員が割かれることは問題でもあった。

総じて、長所の方が大きく、本部と物資は物理的に距離が近いほうが良いと考えられる。

b) 物資拠点-避難所

物資拠点と避難所が同施設内にいることで、その施設内の避難者の人数が把握でき、かつ運ぶ手間がなくなるといった長所があった。

一方で、他の避難所からすると、物資拠点の近くの避難所では、より良いものが配給されているのではないかと感じることもあり、全体としての不平等感を与えるといった問題もある。また、避難者が物資拠点に入りやすくなるため、セキュリティのレベルが下がる。

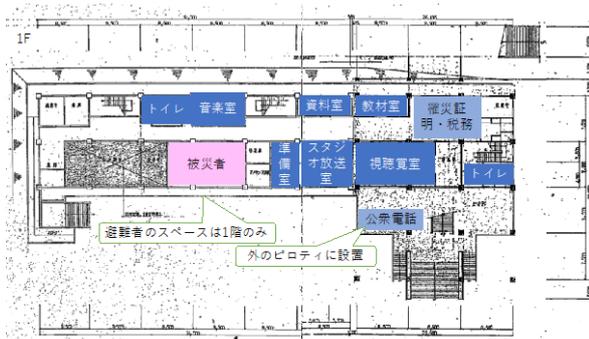


図18 女川町の代替拠点対応時の平面図(1階)

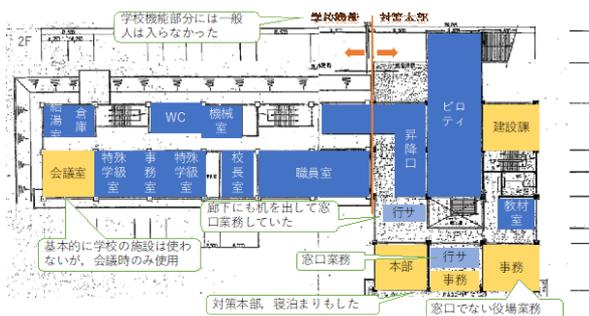


図19 女川町の代替拠点対応時の平面図(2階)

運搬の手間の利点とセキュリティ上の問題が大きいことを考慮すると、物理的には距離は近く、かつ避難者の侵入を配慮した空間配置にすると良いと考えられる。

c) 本部-避難所

避難者としては、本部の近くにいることにより、安否確認等必要情報が多く入手でき、それが安心感につながる。本部としても、避難者の個人情報や避難者が欲している情報が入りやすくなり、それが長所となる。また人的資源が必要などときに、すぐに手を借りられる。

一方、住民が職員に容易に話しかけることが可能なため、職員が住民対応に追われて、本来業務が進まないという問題も生じてしまう。また、職員が住民にいつも見られているという意識により、職員の精神的なストレスが大幅に増加する。

総じて、長い目で復旧・復興を考えると、職員と住民の動線を完全に分け、相互の長所を活かせる空間的な連動性を意識しておく必要がある。

d) 事例分析による代替拠点設営時の配置提案

実際に災害直後に代替拠点が必要となってきた場合、地域ごとの状況に応じて、様々な空間配置が考えられる。そうした時に上述したそれぞれの配置パターンの長所と問題点を考慮し、迅速に配置しておくが良い。しかし、事前の準備により、十分な配置計画がなされるならば、本研究の事例分析の結果として、以下の提案をしたい。その一例として図21に機能としての配置提案を示す。

- ・本部、物資拠点、避難所は同じ施設内に配置する。
- ・物資拠点と避難所の物理的距離は近く配置する。
- ・本部と物資拠点は近くに配置する。
- ・避難者からは、物資拠点および本部に簡単にアクセス

表5 4自治体の代替拠点の特徴の比較

	大槌町	陸前高田市	南三陸町	女川町
代替施設	アリーナ公民館	給食センター	アリーナ	体育館・学校
避難所	あり	なし	あり	あり
物資拠点	あり	あり	あり	あり
拠点の移動	なし	なし	なし	あり
避難者-本部動線	分離	なし	混合	混合

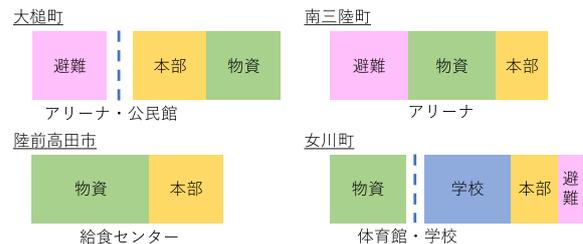


図20 各代替拠点の機能図の比較

表6 各機能併設の利点と問題点

		利点		
		本部	物資拠点	避難所
問題点	本部		搬送情報↑ セキュリティ↑	マンパワー↑ 情報↑
	物資拠点	人員分散		搬送手間↓ 安心感↑
	避難所	職員仕事効率↓ セキュリティ↓	セキュリティ↓ 不平等感↑	



図 21 代替拠点設営時の配置提案

できないよう対策をとる。

- ・ 職員が避難所に簡単にアクセスできるようにする。

#### 4. まとめ

本研究では、東日本大震災の浸水状況と庁舎の標高と海岸線からの距離による方法を用いて、沿岸部市町村市庁舎等の立地による浸水リスクを評価する手法を提案した。沿岸部に立地する自治体は津波発生の際に庁舎が使用不可能となる想定をし、自治体としての機能を維持できる公共施設をあらかじめ選定し、代替拠点として利用する際の想定を十分にしておく必要がある。

また、大槌町、陸前高田市、南三陸町、女川町の事例分析により、災害直後に代替拠点が必要となる場合の機能に基づく空間配置について提案した。

第 1 章で述べたように、現状の津波によるリスクは想定される津波（ハザード）を前提として評価されることが多いが、そうした確率論的なハザード評価は精度の高いデータと高度な計算技術を必要としている。しかし、世界全体を見渡した際にはデータが不足している開発途上国も多く、ハザードを見積もるうえで困難が生じることも多い。実際に、開発途上国の地震対策をするうえでは本研究で取り上げたような相対的な危険性評価を行わざるを得ないこともしばしば発生する。すなわち、都市の災害リスク（ハザード×脆弱性×曝露量）を評価するうえで、ハザードの影響を取り除いた地域・都市そのもののあり方（立地・構造物特性等を含む物的環境）を問う脆弱性評価も重要である。

本研究はそうした視点でのリスク評価を行い、現在のわが国の沿岸部市庁舎の立地によるリスクと周辺環境との関係について地域の傾向とともに明らかにすることができた。「島原大変肥後迷惑」で知られる 1792 年の熊本を襲った津波は、雲仙岳の火山性地震により眉山が崩壊したことによって発生した。このように、歴史的には想定しづらいハザードも発生し、都市を襲うことがある。しかし、津波シミュレーションによるハザード評価に基づく津波リスクの評価ではこうした災害には対応できない。本研究ではこうした災害も起こり得ることを踏まえ、沿岸部自治体の立地によるリスクに焦点を当てている。大きな津波が来ないであろうとされている地域においても、日本全国を見渡した相対的な立地による浸水の危険性を明らかにすることにより自治体の災害に対する認識を改めて高めるという意義もある。

ここで用いた手法は、海外の沿岸地域にも適用でき、一定地域における相対的な津波リスク（脆弱性）評価にも展開できる。そのうえで、今後発生する津波（ハザード）についての予測技術が確立されている地域では、それぞれの地域性も踏まえ、より適切に取り組むことができる。

#### 謝辞

本稿は、南三陸町と東北大学災害科学国際研究所との共同研究「南三陸町における東日本大震災発生後の初動体制の検証」、および科学研究費補助金基盤研究（A）、No.18H03801「東日本大震災復興の検証と自然災害リスクを考慮した 21 世紀の都市誘導施策」（研究代表者：東北大学 村尾修）の成果である。大槌町、陸前高田市、南三陸町、女川町の方々には、ヒアリングおよび調査にご協力いただきましたことをお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 宮城県：宮城県第三次被害想定調査 浸水域予測図、<https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/kikitaisaku/ks-sanzihigai-sinsuiyosokumap-top.html> (2020年2月1日閲覧)
- 2) 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループによる速報値、<http://www.coastal.jp/tjt/> (2019年11月30日閲覧)
- 3) 福島県：津波防災地域づくりに関する法律に基づく津波浸水想定の設定について 津波浸水想定（解説）、<https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/41045a/tsunami-shinsuisoutei.html> (2020年2月1日閲覧)
- 4) 日黒公郎、村尾修：地域と都市の防災、放送大学教育振興会、2016.3
- 5) 東京都：地震に関する地域危険度測定調査報告書（第 8 回）、2020.3
- 6) 津波浸水予測シミュレーションに関する研究：損害保険料率算出機構、地震保険研究 16, 2008.9
- 7) 加藤史訓、福濱方哉、藤井裕之、高木利光、児玉敏雄：堤防高を考慮した実効的な津波被害想定手法、海岸工学論文集、Vol.54, pp.261-261, 2007
- 8) 清水智・若浦雅嗣：津波浸水深の経験的予測手法、地域安全学会論文集、No.28, pp.41-51, 2016.3
- 9) 元谷豊、牧紀男、林春男、東田光裕：標準的な災害対応センターのあり方に関する研究—新潟中越地震時の小千谷市、7.13 新潟豪雨災害時の三条市の災害対策本部の運用実態を踏まえて—、地域安全学会論文集、No.8, pp.1-10, 2006.11.
- 10) 野呂雅之：南海トラフ巨大地震の想定被災地における高台移転施策の財源と地域づくりの課題—「南海トラフ津波避難対策特別強化地域」に指定された 139 市町村から、関西学院大学リポジトリ災害復興研究、第 8 号、1-13, 2016.12.20.
- 11) 榎幹雄：他用途から市役所本庁舎への転用事例について、日本建築学会大会学術講演梗概集、2017, 939-940, 2017.7
- 12) 国土交通省水管理・国土保全局：東日本大震災における津波による損壊状況調査、第 5 回河川事業の評価手法に関する研究会（平成 25 年 3 月 18 日開催）配付資料、[https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/kasen\\_hyouka/dai05kai/dai05kai\\_ref1.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/kasen_hyouka/dai05kai/dai05kai_ref1.pdf) (2020年8月14日閲覧)
- 13) 国土交通省：国土数値情報 海岸線データ第 3.1 版、<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-C23.html> (2020年2月1日閲覧)
- 14) 国土交通省：地理院地図（電子国土 Web）(2020年2月1日閲覧)
- 15) 国土交通省：2 万 5 千分 1 浸水範囲概況図、<https://www.gsi.go.jp/kikaku/kikaku40014.html> (2020年2月1日閲覧)
- 16) 米地文夫、今泉芳邦、三浦修：地名「三陸リアス海岸」に関する地理学的、社会学的問題 -地名「三陸」をめぐる社会科教育論（第 3 報）-、岩手大学教育学部研究年報、57 巻、1 号、

pp.125-141, 1997.10.01

- 17) 大槌町役場震災検証室：東日本大震災津波における大槌町災害対策本部の活動に関する検証報告書，2017.7.2
- 18) 陸前高田市：陸前高田市東日本大震災検証報告書，2014.7
- 19) 南三陸町，東北大学災害科学国際研究所：南三陸町東日本大震災職員初動対応等検証報告書，2019.3，  
<https://www.town.minamisanriku.miyagi.jp/index.cfm/6,22334,c.html/22334/20191128-200534.pdf> (2019年12月13日閲覧)
- 20) 寅屋敷哲也，杉安和也，花田悠磨，佐藤翔輔，村尾修：津波災害における基礎自治体の代替庁舎での業務継続に関する考察－東日本大震災の南三陸町職員の初動対応検証調査より－，地域安全学会論文集，Vol.35, 243-252, 2019.11
- 21) 女川町：女川町東日本大震災震災記録誌，2015.11

(原稿受付 2020.8.23)

(登載決定 2021.1.9)