

# 東北地方太平洋沖地震津波による 南三陸町行政区別犠牲者率の影響要因

谷下 雅義<sup>1</sup>・浅田 拓海<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 中央大学教授 理工学部都市環境学科 (〒112-8551 東京都文京区春日一丁目13番地27号)  
E-mail: tanishi@civil.chuo-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 中央大学助教 理工学部都市環境学科 (〒112-8551 東京都文京区春日一丁目13番地27号)  
E-mail: t-asada@civil.chuo-u.ac.jp

東北地方太平洋沖地震津波による犠牲者については、同じ浸水深であっても犠牲者率に大きなばらつきがあることが示されているが、それに影響を与えている要因については十分明らかにされていない。本研究は、南三陸町の行政区を分析単位として、ヒアリング調査を行って犠牲者率を整理するとともに、1960年チリ地震津波の被害や地理的条件など、犠牲者率に影響を及ぼす要因について検討した。その結果、従来から指摘されてきた①浸水深に加え、②1960年チリ地震津波が到達したか、③海が見えるか、④高台が近くにあるか、が犠牲者率に影響を与えている可能性があることを明らかにした。

**Key Words :** Tsunami, District victim rate, 1960 Chile Tsunami, Sea visibility, Distance to hill

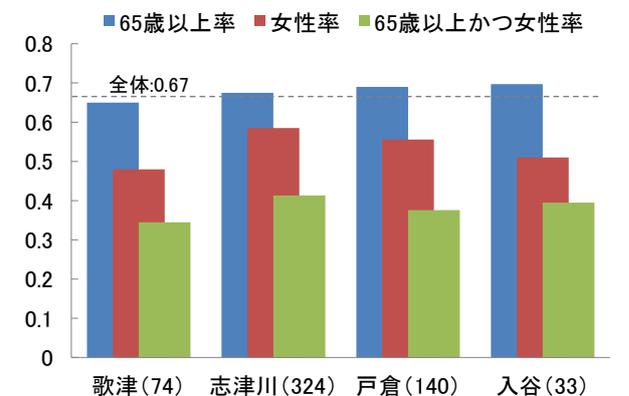
## 1. はじめに

東日本大震災により、宮城県南三陸町では 2013 年 2 月 28 日時点で、死者 566 名および行方不明者数 223 名と、被災前 (2011 年 2 月末) 人口 17,666 人の約 5%もの人々が犠牲となった。南三陸町は、大きく歌津、志津川、戸倉そして内陸部の入谷の 4 地区に分けられる (各地区の位置は図-2 を参照) が、宮城県警察による「身元が確認された犠牲者の一覧 (2012 年 11 月現在の資料を使用した。なお、個人情報でもあるため、2012 年 11 月末までの公表分については 2013 年 3 月 13 日 18 時をもって削除されている)」<sup>1)</sup>によると、約 67%の方が 65 歳以上の方となっている (図-1)。なお、75 歳以上の比率は約 46%である。

今後の堤防整備を含む津波防災地域づくりの検討にあたり、何が人々の生死に影響を与えたかを把握しておくことはきわめて重要である。

気象庁が平成24年3月にとりまとめた「東北地方太平洋沖地震による津波被害を踏まえた津波警報の改善」<sup>2)</sup>では、首藤<sup>3)</sup>や越村<sup>4)</sup>らの知見をもとに、浸水深と建物倒壊率の関係を分析し、浸水深が2mを超えると急激に建物倒壊率が高くなることを示している。しかし、人的被害 (犠牲者率) については検討されていない。

人的被害については、静岡大学防災総合センター牛山研究室が、陸前高田を対象に 500m メッシュデータを用



※()内の値は、犠牲者数。地区が不明な方もいるため総数は一致しない。

図-1 南三陸町の地区別の犠牲者の年齢および女性の比率

いて分析を行い、海岸近くで平均津波浸水深が大きく、人口密度が高い地域で犠牲者率が高くなることを明らかにしている<sup>5)</sup>。また、杉村<sup>6)</sup>は、山田町と大槌町を対象に町字単位で犠牲者率を求めている。その結果、高台までは 500m 以内の距離にあり、直線距離なら 10 分足らずで高台への避難が可能な環境にあったにもかかわらず、多大な犠牲者が発生したことを示している。

これらの研究では同じ浸水深であっても犠牲者率に大きなばらつきがあることが示されているが、そのばらつきをもたらした要因については十分明らかにされていない。そして南三陸町については行政区単位のデータ整理

も十分になされていない。

そこで本研究は、南三陸町の行政区を分析単位として、犠牲者に関するヒアリング調査を行って犠牲者率を整理するとともに、1960年に発生したチリ地震津波の被害や地理的条件など、犠牲者率に影響を及ぼす要因について明らかにすることを目的とする。具体的には、石巻市での避難に関する調査から「海が見える」ことの重要性を示唆した三上らの研究<sup>7)</sup>や、大槌湾周辺において浸水想定範囲外でも多くの死亡・不明者が生じたことを示した調査報告(河北新報:特集「わがこと防災減災」(第5部・備えの死角(3)ハザードマップ/「想定域外」多い犠牲者, 2013年5月1日),そして現地でのヒアリング調査に基づいて、「犠牲者率には、従来から指摘されてきた①浸水深に加えて、②チリ地震津波が到達したか、③海が見えるか、④高台が近くにあるか、が影響を与えている」という仮説を検証する。

なお、本研究では、入手できたデータの制約により、居住地ベースの犠牲者率を用いる。もちろん、地震発生時あるいは津波到達時にいた住所を用いて分析するのが適切であろう。しかしながら、以下の理由より、南三陸町において、居住地ベースの犠牲者率を用いることがまったく役に立たないわけではないと考える。

- 1) 前述したように犠牲者の約2/3が65歳以上の高齢者であり、通勤をしていない可能性が高いこと。
- 2) また通勤していたとしても30分以内の方の比率が高いこと。2008年の住宅土地統計調査における平均通勤時間のメディアン(中位数)は、14.5分であり、かつ約7割が30分未満となっている。業務のみならず買物や私用で外出していた方も少なくないと考えられるが、地震発生から津波到達までの間に、一度自宅に戻ることができた方も少なからずいたと考えられる。
- 3) 南三陸町に隣接する石巻市の犠牲者について調査を行った三上<sup>4)</sup>の調査結果によると自宅また自宅周辺で犠牲になった方が約7割を占め、「逃げなかった」また「避難途中」という方で半数を占めること。

これらのことより、居住地ベースの犠牲者率を用いることでもある程度の傾向を把握することは可能であり、今後の津波対策に向けての知見を提供できると判断した。ただし、病院や福祉施設にいた方については十分考慮できていないことに注意が必要である。

## 2. 方法およびデータ

まず、行政区(数十世帯から数百世帯をひとまとめた)、ほぼ大字を1単位とする住民自治組織)を59に

わけた(入谷地区や歌津地区の高区など津波の到達していない行政区は、小さくくりで集約を行っている)。入谷と高区を除く57行政区の平均人口は300人であり、最小は24人、最大で641人である。

そして行政区ごとの犠牲者率を求めるため、まず前述した宮城県警より入手した南三陸町の死者・行方不明者に関する資料を収集した。しかし、このデータでは氏名と年齢は確認できて行政区まで把握できない方が多くあったため、2012年8月と10月に現地を訪問し、役場職員や、登米市を含む58ある仮設住宅地のうち30か所の住民の方々、そして南三陸町にある12ヶ所の寺院を訪問し、聞き取り調査を行い、行政区別犠牲者数を把握した。

一方、各行政区の人口の把握には、南三陸町役場より提供していただいた年齢別人口集計表を用いた。そして犠牲者率の算定にあたっては、小中学生での犠牲者は当日学校にいなかった1名のみであることから分母から除外し、0~6歳および16歳以上の人口を分母として率を求めた。

浸水深については、GISソフト(SIS)を活用し、復興支援調査アーカイブのデータより、国土地理院が作成した100mメッシュを用いて行政区ごとの浸水深を算出した。具体的には、まず震災前の住宅地図をもとに集落の住居が集中する中心を集落の代表点としてプロット(集中が見られない場合は集落の集会所がある場所を中心と設定)し、そのメッシュに該当する浸水深や標高を算出し、各行政区内の集落の戸数で重みづけを行って、行政区ごとの平均浸水深および標高を求めた。当然であるが、行政区によって人口や面積などが異なり、代表性が集落ごとに異なっている可能性がある。分析においてこれらについても変数として考慮することとした。

そして南三陸町復興計画<sup>8)</sup>の記載をもとに①チリ地震津波により被害が出たか否かのデータを作成した。また住宅地図および現地調査をもとに、②各行政区の代表点および避難場所から徒歩5分(道路上で400m)以内に海が見えるか(Googleマップを用いて、建物、防潮林や防潮堤などにより視界を邪魔されずに海が見えたかを判別した。判別が難しいところは現地でヒアリングを行って判別し、ダミー変数として整理した)、③一時避難場所や社寺・中世城館など高台の標高や浸水深についてデータを作成した。その他、行政区別の人口、面積、高齢化率(%)のデータも収集した。

これらのデータを用いて重回帰分析を行い、影響要因について検討を行う。

図-2に行政区別の震災前の人口および犠牲者数と浸水域の関係を示す。

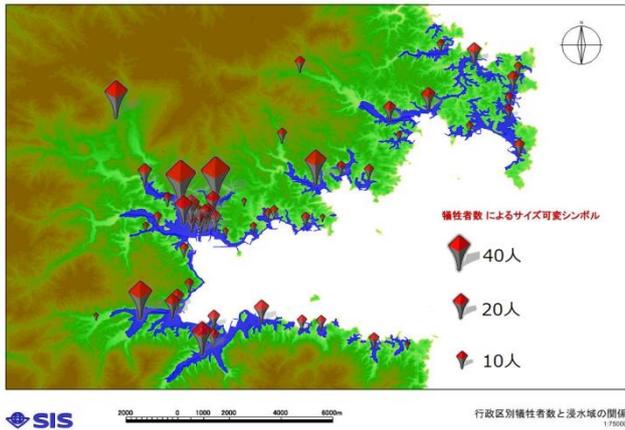
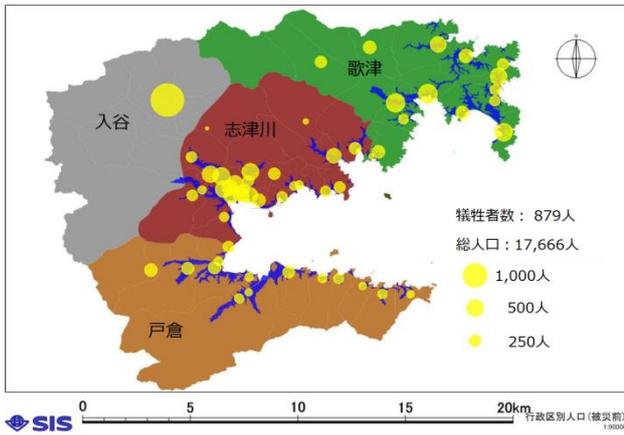


図-2 行政区別人口 (上), 犠牲者数と浸水域の関係 (下)

### 3. 結果

地理的条件や 1960 年チリ地震津波被害の有無と犠牲者率の関係を図-3~5 に示す。いわゆる箱ひげ図であり、箱の中に全データの 50%が含まれ、その中の太い線は中央値を示す。また該当するサンプル数が多いほど、箱の幅は広がっている。

次に、チリ地震津波については、チリ地震津波を経験していない行政区で犠牲者率が高くなる傾向が見られた(図-4)。なお南三陸町ではチリ地震津波における浸水区域をベースに津波ハザードマップが作成されていたが、今回はその想定をはるかに超える津波が到達している。

そして、一時避難場所との関係については、避難場所が近くになかった行政区は低く、低地に避難場所があった行政区で高くなる傾向が見られた(図-5)。

なお南三陸町における震災前の防潮堤の高さは最大で 5.1m であり、津波警報の第 1 報は 6m であった。情報を得た臨海部の住民は「とにかく逃げる」という意識があったものと推測される。防災無線でも繰り返し、避難が呼びかけられていた。また当時結婚式などが行われていた高野会館では、屋上まで津波が押し寄せたが、適切な指示により約 330 名が助かっている。

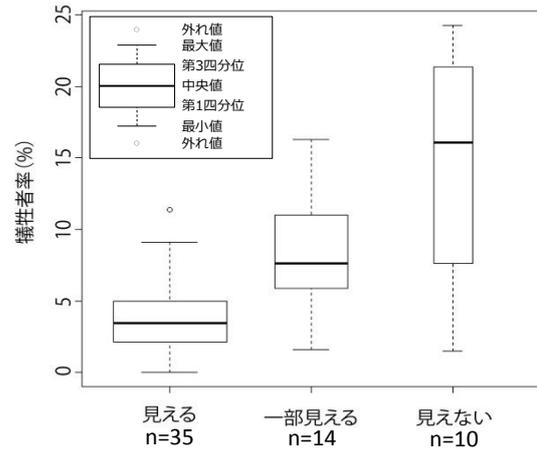


図-3 海の可視と犠牲者率の関係

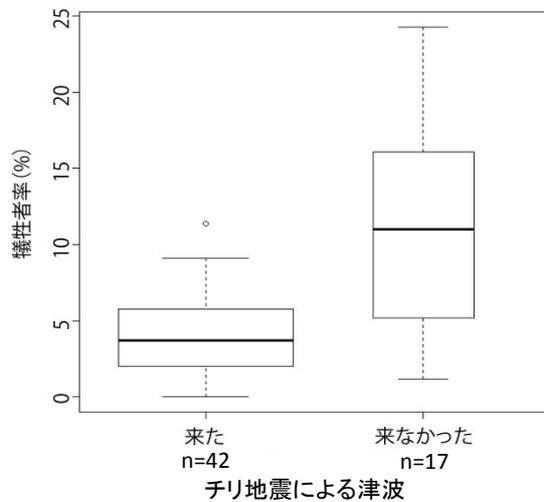


図-4 チリ地震津波の被害と犠牲者率の関係

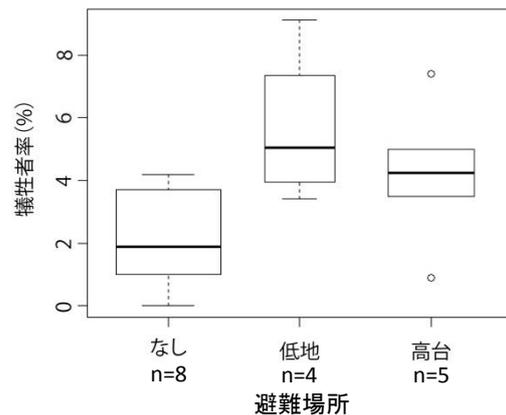


図-5 臨海行政区における避難場所と犠牲者率の関係

### 4. 分析と考察

いうまでもないが、1960 年チリ地震津波が到達した行政区は海に隣接しているため、チリ地震津波がきたか否かと海が見えるか否かというダミー変数間には強い相関

がある。これらを踏まえて、浸水深や高齢者率に加えて、1) チリ地震津波がきたか、2) 海がみえるか、3) 避難場所などに津波が来たか、のダミー変数のいかなる組み合わせにおいて犠牲者率のばらつきを最も説明できるか回帰分析を用いて検討を行った。具体的には、犠牲者率を被説明変数として、以上の変数に加えて、行政区の人口や面積、高齢者率などを説明変数とし、それらの追加や削除、クロス項の考慮などを繰り返し行い、AIC(赤池情報量規準)が最も小さくなる回帰式を探索した<sup>9)</sup>。

その結果を表-1に示す。切片を除く各変数は、浸水深とダミー変数の積となっており、各行政区はいずれかのグループに該当する。推定値は、浸水深が1m大きくなったときの犠牲者率が何%増加するかを、またt値は推定値がゼロといえるか否かの検定量を表し、その絶対値が大きいほどゼロではないと言える。チリ地震津波が来ておらず、かつ海が見えない行政区では、浸水深が1m増加するごとに、犠牲者率が1.44%高くなると推定された。またチリ地震津波は来ており、かつ避難場所まで津波が到達した行政区では、浸水深が1m増加すると、犠牲者率が0.49%増加すると推定された。その他の地区においては浸水深が増えると犠牲者率も増加する傾向はみられるもののその係数は有意にはならなかった。その他、人口、面積、高齢化率の変数は統計的に有意にはならなかった。

したがって、浸水深に加えて、チリ地震津波が到達していない行政区では海が見えたか、チリ地震津波が到達していた行政区では避難場所が高台にあったかが影響要因であることが明らかになった。

ちなみに、チリ地震津波の有無の変数(ハザードマップにほぼ相当する)を削除すると、決定係数は0.38、AIC=341.84と大幅に悪化する。ヒヤリング調査では、約60歳以上のチリ地震津波の経験がある方は、「津波が来ることは判断できたそうだが、ここまで大きな津波が来るとは予測ができなかった」との声を得ている。

最後に表-1に示す分類で行った時の浸水深と犠牲者率の関係を図-6に示す。南三陸町では、浸水深に比べて犠牲者率が相対的に低い行政区は、海沿いの行政区であり、徒歩5分以内に高台に行くことができない行政区である傾向がみられた。反対に浸水深に比べて犠牲者率が相対的に高い地域は海から少し離れた行政区であり、チリ津波がきておらず、かつ徒歩5分以内で海が見えない行政区である傾向がみられた。

避難場所が近くになかった行政区において、犠牲者率が低いという結果は、一見間違っているように思われるが、「逃げなければならぬ」という意識を持つこと、いいかえると「ここまではこないだろう。大丈夫」という勝手な解釈をさせないことを通じて、結果として人命を守ることになっている可能性が示唆された。

表-1 回帰分析結果

	推定値	t値
切片	2.16	2.41*
浸水深*(チリ地震津波ありかつ避難場所なし)ダミー	0.03	0.26
浸水深*(チリ地震津波ありかつ避難場所津波あり)ダミー	0.49	5.00***
浸水深*(チリ地震津波ありかつ避難場所津波なし)ダミー	0.24	0.94
浸水深*(チリ地震津波なしかつ海見える)ダミー	0.18	1.44
浸水深*(チリ地震津波なしかつ海見えない)ダミー	1.44	10.1***
自由度調整済み決定係数: 0.75		
AIC: 244.65		
AIC(定数項のみ): 358.69		

※有意確率 0\*\*\*\*0.001\*\*\*0.01\*\*0.05\*0.1'1

※浸水深を除き、その他の変数は該当する場合は1、該当しない場合は0とするダミー変数。

- チリ地震津波あり\*避難場所なし(15)
- チリ地震津波あり\*避難場所津波あり(16)
- チリ地震津波あり\*避難場所津波なし(10)
- チリ地震津波なし\*海見えない(6)
- チリ地震津波なし\*海見える(4)
- 東北地方太平洋沖地震による津波なし(8)

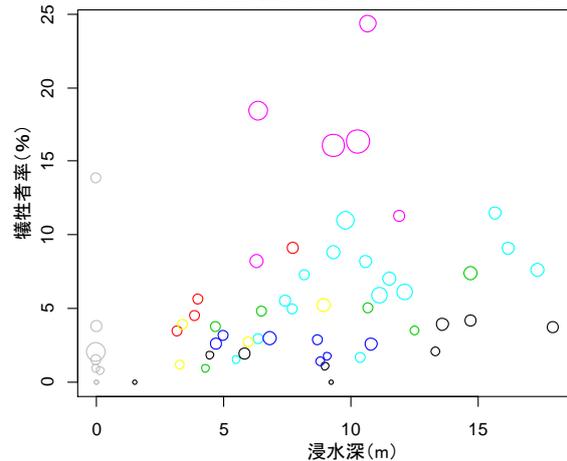


図-6 浸水深と犠牲者率の関係

また灰色で示しているが、浸水深がゼロであっても犠牲者率はゼロではない。これは犠牲者の住所をベースにしているためである。たとえば、志津川病院では看護師さんらを含め、74名の方がなくなっているが、そこには今回津波の到達していない入谷地区の方も少からず含まれている。

## 5. おわりに

以上、本研究では南三陸町を対象に犠牲者率の影響要因についての検討を行った。その結果、①浸水深のみならず、②1960年チリ地震津波が到達したか、③海が見

えるか, ④高台が近くにあるか, が犠牲者率に影響を与えているという傾向がみられた。

「ここまではこないだろう. 大丈夫」という思い込みをなくすることが重要であることが示唆された. 今後の津波防災地域づくりとの関連では, 財産を守る防潮堤がその思い込みを生み出す可能性がある. 堤防の高さは低いほど財産を失う可能性が高くなるが, 「防潮堤は守ってくれないからとにかく逃げる」という意識を通じて, 人命を守ることになるかもしれない. またそもそも低い防潮堤では, 大事な資産を低地に配置したり, 投資しようとしたりはしないはずである. そして財産については地震(津波)保険の活用が考えられる.

もちろん, 課題は少なくない. まず, 行政区別の犠牲者について年齢や職業, 被災時にいた場所などの情報が得られていない. 特に病院や福祉施設において多くの犠牲者が出ているが, その方々の行政区を特定できていない. 消防団でも9名の方が亡くなられている一方, 漁師さんで亡くなられた方は少ないとの意見も聞かれた. また一度避難場所に戻ったが, 家にモノをとりに行った方や消防署や行政職員などについても住所が不明である. さらに今回代表値を用いて浸水深や標高などを用いたが, それらの定義を変更した場合にどれだけ結果が変わるかの検討も必要である.

今後, 他の市町村のデータも含め, 個人単位でのより詳細な検討を行って, 避難場所や避難路の整備, 情報技術の活用などハードとソフトの効果的な組み合わせについて検討していきたいと考えている.

**謝辞:** 本稿の作成にあたり, 大野雄基氏(さいたま市役所に現地調査およびデータ作成の協力を得た. また後藤一磨氏(宮城大学復興まちづくり推進員), 小野寺寛氏(すばらしい歌津をつくる会), 山内明美氏(大正大学), 高峰博保氏(株ぶなの森), 三上卓氏(東濃地震科学研究所) および日本地震工学会・津波等の突発大災害からの避難の課題と対策に関する研究委員会・津波避

難部会のメンバー, そして匿名の査読者の方々より貴重なコメントをいただいた. そして第33回地震工学研究発表会においても複数のコメントをいただいた. 記して謝意を表します.

**参考文献** (URL はいずれも 2014 年 3 月 5 日閲覧)

- 1) 宮城県警察: 身元が確認された犠牲者の一覧, 2012. ([http://www.police.pref.miyagi.jp/hp/jishin/itai/kakunin/itai\\_kakunin.html](http://www.police.pref.miyagi.jp/hp/jishin/itai/kakunin/itai_kakunin.html))
- 2) 気象庁: 東北地方太平洋沖地震による津波被害を踏まえた津波警報の改善(資料 3-津波の高さと被害との関係一), 2012. ([http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/tsunami\\_keihou\\_kaizen/08tsunami\\_keihou\\_kaizen\\_siryou3.pdf](http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/tsunami_keihou_kaizen/08tsunami_keihou_kaizen_siryou3.pdf))
- 3) 前藤伸夫: 津波強度と被害, 津波工学研究, Vol.9, pp.101-136, 1992.
- 4) 越村俊一: 2011年東北地方太平洋沖地震津波 津波被害関連の構築(暫定解析), 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会第8回資料, 2011.
- 5) 静岡大学防災総合センター牛山研究室: 陸前高田市における人的被害の特徴(第5報), 2013. (<http://www.disaster-i.net/notes/20130725r.pdf>)
- 6) 杉村晃一: 岩手県山田町における東日本大震災による人的被害の特徴, 第31回日本自然災害学会学術講演会講演概要集, Vol.31, pp.129-130, 2012.
- 7) 三上卓, 後藤洋三, 佐藤誠一: 東日本大震災における石巻市で亡くなった方の津波襲来時の居場所および行動に関する調査, 第32回地震工学研究発表会講演論文集, Vol.32, CD-ROM, 2012.
- 8) 南三陸町: 南三陸町復興計画(改訂版), 2012. (<http://www.town.minamisanriku.miyagi.jp/index.cfm/6,303,c.html/303/ukkoukeikaku120326.pdf>)
- 9) 山沢成康: 実戦計量経済学入門, pp.23-67, 日本評論社, 2004.

(2013. 11. 1 受付, 2014. 3. 5 修正, 2014. 3. 11 受理)

FACTORS ASSOCIATED WITH DISTRICT VICTIM RATE  
BY TOHOKU EARTHQUAKE TSUNAMI IN MINAMISANRIKU TOWN

Masayoshi TANISHITA and Takumi ASADA

This paper analyzes the factors associated with district victim rate by Tohoku Earthquake Tsunami in Minamisanriku-town, Miyagi Prefecture. Even if it is the same inundation height, it is shown that the rate of a victim has big variation. However, it is unclear that which factors affect the variation. In this paper, we conducted hearing investigation and arranged the rate of a victim and related data. Then we show that sea visibility, whether the 1960 Chile Tsunami reached or not, and a location of momentary evacuation site have affected the district victim rate in addition to the inundation height.