

岩手県山田町を対象とした津波避難に関する防潮堤の影響要因と復興後の住民意向の関係

堀合 紳弥¹・武山 泰²

¹学生会員 八戸工業大学大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻 (〒 031-8501 青森県八戸市妙字大開 88-1)
E-mail: m19304@hi-tech.ac.jp

²正会員 工博 八戸工業大学大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻 (〒 031-8501 青森県八戸市妙字大開 88-1)
E-mail: takeyama@hi-tech.ac.jp

2011 年東日本大震災では襲来した津波は甚大な被害を及ぼし、過去の津波災害の教訓から沿岸各地で防潮堤が整備されていたにも関わらず、国内での犠牲者・行方不明者が延べ 22,000 人に及んだ。本研究では、津波で甚大な被害を受けた岩手県山田町にて質問紙調査を行い、得られた結果を用いて共分散構造分析を実施、発災時における避難意思決定に至るまでの過程に影響を及ぼした要因についての検証を行う。また、同調査において再建中の防潮堤についての質問項目を設け、被災地での防潮堤の高さに関する問題解決に向けた糸口を探るための考察を行う。

Key Words: *Tsunami, Disaster Prevention, Evacuation, Tide Embankment, Structural Equation Models*

1. はじめに

東日本大震災では津波によって太平洋沿岸部に甚大な被害を受けた。犠牲者・行方不明者は 22,252 人¹⁾ となり、21953 人²⁾ が犠牲となった 1896 年明治三陸地震津波を上回る人的被害となった津波による被災地では、中央防災会議制定のレベル 1・2 津波対応に向けた市街地の嵩上げを伴う土地区画整理事業、防潮堤や河川水門などの整備が進められ、巨大な防潮堤が市街地を囲むようにそびえ立っている。しかし、有川ら³⁾ は津波避難シミュレーションを用いた解析結果から防潮堤を高くするよりも避難開始時刻を早くする方が死亡率を減少させる効果が大きいことを示している。

小笠原ら⁴⁾ は岩手県普代村太田名部地区でのヒアリング調査から、地区の住民は防潮堤の役割について津波から人命や資産を守るためと回答した人が多かった一方、震災時は防潮堤の上に避難した人や津波の様子を見るために防潮堤に上がった人が見られ、より適切な避難行動を行うには震災による防潮堤の被災状況や、防潮堤に関する知識の啓蒙が有効だとしている。

このように、津波対策として整備される防潮堤は、エネルギーの低減だけでなく住民の避難意思決定や確実な避難を左右するもので、震災以前より大きく改修された現在、住民の避難行動に対して重要なものであると考えられる。本研究では、津波で甚大な被害を受け 825 名が犠牲となった岩手県山田町で実施した質問紙調査から、発災当時の避難行動に与えた防潮堤の影響因

子の抽出と、再建された防潮堤に関する住民の意向や関心について考察し、減災に向けた今後の災害対策における要点を検討していく。

2. 調査対象地域の概要

(1) 岩手県山田町における過去の津波災害

山田町は、岩手県沿岸中央部に位置する有数のリアス式海岸の地形を持つ町である。穏やかな山田湾では昔から漁業が栄え、海と共存してきた町であるが、一方で幾度となく津波の被害を受けてきた(表-1)。その教訓を生かし、町内の海岸部には TP+4~8.5m の防潮堤(写真-1)が整備され、津波災害に備えてきた。

(2) 東日本大震災における被害状況

東日本大震災では同町大沢地区で震度 5 強を観測した。過去に経験したことのない長く続く揺れに襲われ、地震から 3 分後には大津波警報が発令された。津波は 15 時 17 分(地震発生 31 分後)に同町田の浜地区で、同町山田地区で 15 時 24 分(地震発生 38 分後)に防潮堤を越流した。3,369 棟の家屋が被害を受けた。これは当

表-1 山田町の津波被害

名称	最大津波高	犠牲者数
1896 年 明治三陸地震津波	5.5m	2,950 名
1933 年 昭和三陸地震津波	4.2m	13 名
1960 年 チリ地震津波	3.3m	なし
2011 年 東日本大震災津波	10.5m	825 名

時、町内の居住棟数の 46.7 % におよぶ棟数で、およそ半分の家屋が被害を受けた。図-1 は QGIS を用いて基盤地図情報⁵⁾を地図化し、津波浸水区域⁶⁾と被災建物⁶⁾を合わせたもので、薄紅色が東日本大震災時の津波浸水区域、黄色が被災建物、藍色が現存する建物を示す。中心部である山田地区の人的被害については、当時の人口の 4.5 % におよぶ 825 名が犠牲・行方不明となり、過去の災害と比較してみると、津波対策が行われていたにも関わらず多くの犠牲者が発生した。

(3) 防潮堤の被害状況

町内では防潮堤が崩壊・転倒し、計 2,300m に渡って被災した。

写真-2 に示した田の浜地区の防潮堤は太平洋に面した場所に位置しており、三陸沖で発生した津波の直撃を受け、TP+8.5m の傾斜型防潮堤は転倒し、遡上高は約 20m に達した。町立船越小学校は海岸から 170m、標高 13m に位置しており、児童教職員はじめ大勢の近隣住民が避難していたが、遡上高 18m を観測し、再避難に間に合わなかった多数の住民が津波にのみ込まれた。

写真-3⁷⁾ に示した山田地区の防潮堤は決壊箇所が 1,200m にもおよびいたところで転倒が確認された。津波は越流のみならず、決壊部からの急激な流入により、防潮堤内部の津波の流れが渦を巻き、流出した家屋や犠牲者の行方が全く予想できない状態になっていた。



写真-1 防潮堤 (北浜地区, TP+4m)

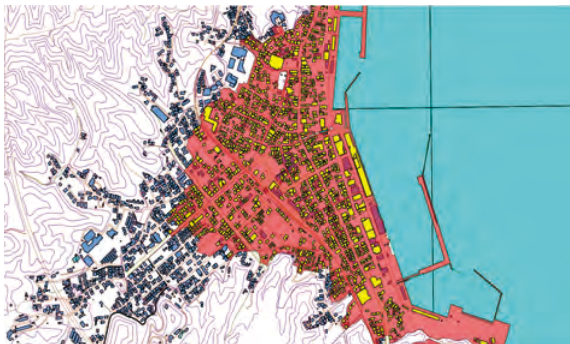


図-1 山田町中心部の浸水区域と被災家屋

3. 質問紙調査と統計分析

(1) 質問紙調査

アンケート調査は町内在住の 190 名にご協力を頂いた。質問項目は発災時における心理状況や避難行動、居住していた地区での防災対策、震災後の状況、津波対策・防潮堤の知識など 26 項目を設けた。回答方法は 5 段階の選択回答を基本とし、思考・判断的回答を選択式で、詳細回答や意向等を自由記述回答式とした。質問項目を表-2 に示す。なお、本調査の内容は被災者の精神的な負担にもなりかねないため、調査依頼書で注意喚起を行い、無理のない範囲でのご協力をお願いした。

(2) 共分散構造分析

分析には共分散構造分析を採用し、日頃の防災対策等の取り組みから避難行動における過程についての仮説を立て、構成モデルの検証を行う。

この分析方法は避難意思決定に関する研究では広く取り入れられている分析手法である。また、ツールとして統計分析ソフト“R”を使用、組み込まれている様々な関数パッケージを用いて分析を行う。

(3) 質問紙調査の結果

図-2 に津波襲来の予測結果を示す。73 % が「襲来を予感した」、22 % は「襲来を予感しなかった」と回答した。経験したことのない揺れに対し、規模を問わず津波の発生を感じた割合が多く、相当数が津波に対する危



写真-2 転倒した防潮堤 (田の浜地区)



写真-3 転倒した防潮堤 (山田地区)

機感を持っていたと考えられる。「襲来を予感した」と回答した中には、「経験したことのないような地震だったから。」や「大地震の後には津波が来ると聞いていたから。」との記述が多く見られた。また、「襲来を予感しなかった」と回答した中には、「2 日前にも地震 (3 月 9 日 11:45 発生, M7.3, 津波注意報発令) があり甘く見ていた。」や「いつも津波は来なかったから。」という記述があった。太平洋沿岸には 2010 年 2 月 28 日にもチリ地震による [大津波警報 (3m)] が発令されたが、岩手県大槌漁港で 1.45m の津波を観測した程度で予報値には及ばないものだった。このため一部住民には正常性バイアスが働き、予測の判断を鈍らせたと考えられる。

図-3 は津波襲来を予測した方が、どの程度の津波を予測したかという質問である。「壊滅的被害」や「床上・

床下浸水」など家屋に被害が発生するレベルの津波を予測した人が 52 %, 「防潮堤を超えない」・「岸壁をわずかに超える」など海岸施設にのみ被害が発生するレベルと予測した人が 44 %, 「岸壁を越えない」養殖施設にのみ被害が発生するレベルと予測した人が 4 % という割合であった。

図-4 は津波が発生しても防潮堤によって防げると思ったかという質問である。「防げると思った」と回答した割合は半数を占め市街地への浸入はないと考えていた人が多かったと捉えられる。「防潮堤だけでは防ぎきれない」と考えた人は 24 % に留まり、防潮堤への過信が見られる結果となった。大津波警報では当初 3m と発表しており、防潮堤より低い津波が来ると解釈した記述も見られた。

図-5 は地震発生から避難を開始するまでの所要時間の割合を示したものである。約 70 % が 20 分以内には避難を開始しているが、7 % が 30 分以上経過してから避難を開始している。避難開始までに迅速な意思決定が求められるが、「経験したことのない揺れだったため、しばらく身動きが取れなかった。」や「部屋の荷物が散乱し、片付けをしていたところ近隣住民から促され避難を開始した。」など、普段の地震とは異なる状況であったため避難開始までに時間を要した傾向が見られた。東日本大震災における被害状況に記したように、町内で

表-2 アンケートの質問項目

質問項目	回答方法
性別をお答えください	2 段選択
現在おいくつですか?	連続型
地震発生時にどこにいましたか?	5 段選択
地震によって身の危険を感じましたか?	5 段選択
津波の襲来を予測しましたか?	5 段選択
なぜそう思いましたか?	自由記述
どの程度の津波を予測しましたか?	5 段選択
大津波警報を見聞きしましたか?	3 段選択
予想される津波の高さは何 m でしたか?	5 段選択
警報通りの津波が来ると思いましたか?	5 段選択
津波は防潮堤で防げると思いましたか?	5 段選択
直ぐに避難が必要だと思いましたか?	5 段選択
高台や避難場所に避難しましたか?	5 段選択
地震発生から避難開始までの所要時間	6 段選択
避難開始から避難完了までの所要時間	6 段選択
どの手段で避難しましたか?	4 段選択
その手段を選んだ理由をお答えください	自由記述
交通状況はどうでしたか?	4 段選択
避難開始した場所に津波が来ましたか?	2 段選択
津波に巻き込まれましたか?	3 段選択
自宅等に立寄らず避難しましたか?	5 段選択
当時お住いの地区はどちらでしたか?	15 段選択
自宅に被害はありましたか?	6 段選択
自宅が被災すると思いましたか?	5 段選択
津波 HM を見たことはありましたか?	3 段選択
自宅位置はどのような場所でしたか?	5 段選択
地域で避難訓練が行われていましたか?	3 段選択
参加したことはありましたか?	2 段選択
なぜ参加しませんでしたか?	自由記述
避難訓練は大切だと思いますか?	5 段選択
なぜそう思いますか?	自由記述
津波を経験・聞いたことはありましたか?	5 段選択
今回身を守るために役立ちましたか?	5 段選択
防災対策等は十分だったと思いますか?	5 段選択
どのような部分でそう思いますか?	5 段選択
津波想定のカテゴリを知っていますか?	3 段選択
防潮堤の役割をご回答ください?	自由記述
高い防潮堤は必要だと思いますか?	5 段選択
なぜそう思いますか?	自由記述
どのような対策が必要だと思いますか?	5 段選択

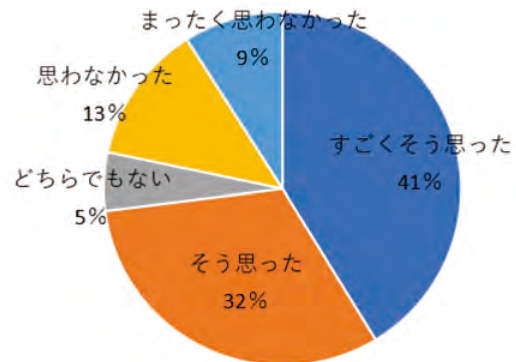


図-2 津波の襲来を予測しましたか?

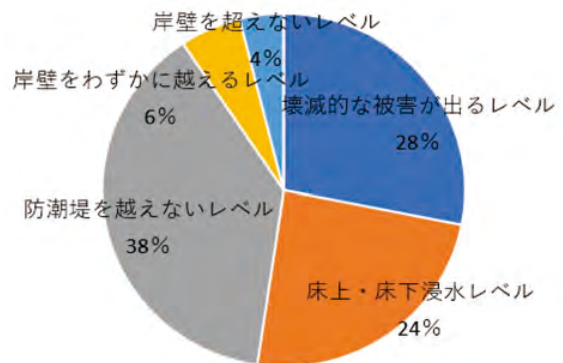


図-3 どの程度の津波を予測しましたか?

は最速 31 分で津波が防潮堤を越流しているため、津波に追いつかれる可能性が低いとは言えず、より迅速な避難の意思決定が必要である。

(4) 共分散構造分析の結果

アンケートの回答結果から、“R”を用いて共分散構造分析によるモデルの検証を行った。今回は観測変数のみで構成した仮説モデルを検証することとした。

仮説の考え方は次の通りである。

- ・防潮堤は避難途中の自宅への立ち寄り、避難の意思決定に関係するのではないか？
- ・避難訓練や津波伝承等の先行体験は、津波襲来や規模の予測、危機判断に関係しているのではないか？

仮説モデルを作成し sem 関数を使用した結果から、検証した最終モデルを図-6 に示す。観測変数を繋ぐ線の添え字は要因間の関係性を示しており、絶対値が 1 に近いほど関係性が強く、0 に近いほど関係性が弱いことを意味する。図上から次のようなことが考察される。

- ・防潮堤への依存が高いほど、避難意思決定の判断が低下、避難途中の自宅への立ち寄りが増加する。
- ・津波の伝承経験が津波襲来の予測と危機判断に影響する。
- ・危機判断により避難意思決定の促進と自宅立ち寄りの抑止に影響する。

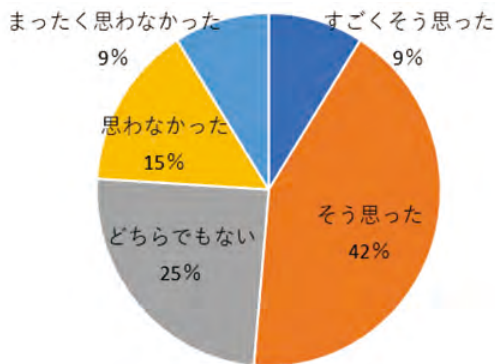


図-4 防潮堤で防げると思いましたか？

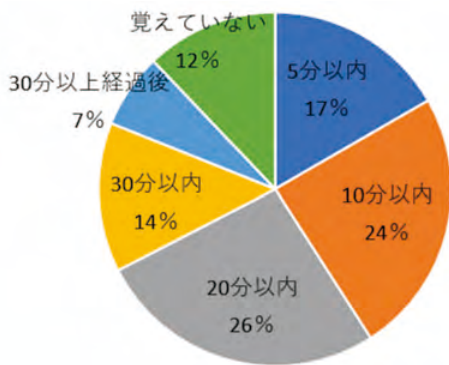


図-5 地震から避難開始までの所要時間

4. 新設防潮堤への住民意向

津波の被災地は、震災後に新たな防潮堤が整備され、被災前より全高が高くなった地域がほとんどである。山田町でも写真-4のような防潮堤が整備されてきた。しかし、この防潮堤災害復旧事業が地域問題となっている事例も少なくない。新設された防潮堤によって海との関係性が遮断され、塀に囲まれて閉塞感が増したようだとの声もある。津波の浸水を防ぐには防潮堤が大きいに越したことはないが、景観性や地元住民の生活性に良い影響を与えとは考え難い。アンケート内に設けた質問項目の回答結果から、防潮堤の存在意義や住民の意向について考察していく。

(1) 住民意向

アンケート内の津波対策において高い防潮堤が必要であるかという項目での回答は図-7のような結果となった。また、特徴的な記述内容を表-3 に示す。過半数は必要という回答を示したが、不要である・どちらとも言えないという回答が半数に迫るのもまた事実であることが分かった。必要と回答した中には「低い防潮堤より避難する時間が稼げると思うから。」や「高い方が

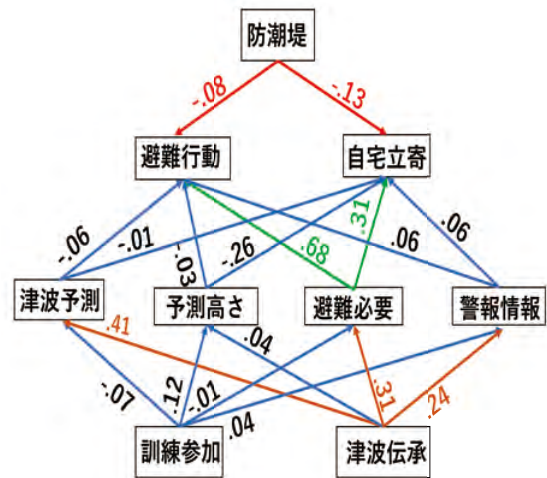


図-6 検証した構成モデル



写真-4 既存防潮堤 (左) と新設防潮堤 (右)

住民は安心する.」,「前回整備された防潮堤では津波が上回り,家がほとんどなくなった.これからは安全を考えて高い防潮堤が絶対必要.」という意向が見られた.しかし,不要・なんとも言えないと答えた中には「防潮堤を過信し逃げない人も出て来ると思う.」,「海が見えないのは不安.」,「津波が見えず,越えたときには遅い.あれば逃げる時間が稼げる.なのでどちらとも言えない.」という意向が見られた.震災前にも防潮堤があったにも関わらず,このような意向は震災後に多く挙げられている.以前は住宅が建ち並んでおり,普段あまり目につくものではなかった防潮堤は,建物がなくなり見通しが良くなった今,壁のように佇む印象を受ける.防潮堤に頼らず逃げる行動を取ればよいという回答も見られたが,津波災害はソフト対策だけで対応しきれものではなく,防潮堤の整備とともに十分な防災教育を行うことで,減災社会を構築できると考える.

(2) 重回帰分析

回答結果について,前項の分析と同じく統計分析ソフト“R”を用いて重回帰分析を行った.変数の選択においてはステップワイズ法を適用し,避難意思決定過

程や防潮堤に対する住民意向についての当てはまりの良いモデルを探索した.質問項目中の「津波対策として高い防潮堤を整備する必要があると思うか?」という復興過程での防潮堤に対する住民意向を従属変数とし,これに対する分析結果を表-4に示す.復興過程における防潮堤(写真-5)の住民意向および防災意識に対しては,避難訓練へ参加することに対する重要性と発災当時の津波の襲来に関しての予測が影響していることが分かった.これらの結果より,日頃から防災避難訓練などに参加し,避難の流れや地震発生時の状況判断能力を養うことにより,防潮堤の有効的な活用や整備へ繋がる事が分かる.ただ単に防潮堤を高くするだけでなく,住民の避難意識や防災意識を養成することにより効率的な防潮堤の整備と景観保全に繋がると考えられる.防潮堤の存在が景観的や心理的に重要な要因になることは明らかで,自由記述による意向回答の中では大津波を経験してもなお,防潮堤があると海が見えず自分の判断で行動できない,という考えを持つ住民もいる.海の変化を目視で確認してからでは津波からの避難に間に合わないという危険もあり,防潮堤はエネルギーを低減させ,かつ,市街地までの到達を遅らせ避難時間を稼ぐ役割を持つということを改めて周知すべきであると考え.

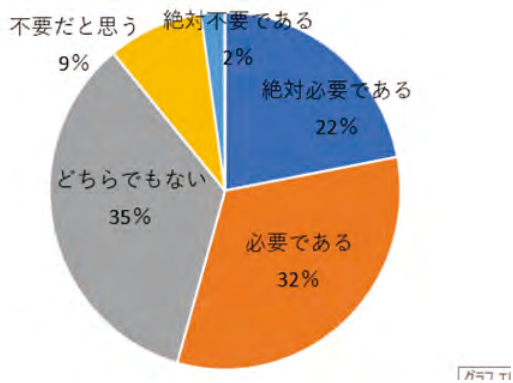


図-7 津波対策における高い防潮堤の必要性について

表-4 防潮堤意向に対する重回帰分析の結果

独立変数	t 値	有意確率
震災を経験して避難訓練への参加は重要だと感じるか?	2.494	0.0135
地震の揺れ方から津波の襲来を予測したか?	2.355	0.0197
$R^2 = .063, R^2_{adj} = .053$		

表-3 防潮堤に関する自由記述回答

・津波からの避難時間を作るには必要だから
・津波を完全に防げるものではないし,流れの方向によっては川沿いに被害を大きくしてしまう気がする.あれば効果的なことは分かるが,高さがどのように決められているのか分からない
・海の状況が見えないことで避難する判断が鈍るのでは?
・防潮堤が高くなり海が見えないため海面の様子がわからない
・(高くすると)避難しない人が多くなる
・防潮堤があれば安心して逃げ遅れる場合がある
・高ければ高い方が防げと思ったから
・防潮堤を越える津波なのが見えない
・海が見えて自分の判断ができると思います



写真-5 新設された防潮堤

5. まとめ

本研究では、住民に対して質問紙調査を行い、得られた結果から単純集計と共分散構造分析を用いて、防潮堤による防災意識・避難行動への影響を分析した。その結果、防潮堤への依存により避難意思決定や津波に対する危機意識が阻害されている傾向が見られ、津波対策が住民の防災意識への問題点となることが確認できた。その一方で、津波伝承等の先行体験が津波襲来の予測や避難の必要性の判断に効果があることも確認できた。

また、重回帰分析により、復興過程における防潮堤についての住民意向と防災意識との関係について検討した。その結果、日頃から防災訓練などに参加し、避難方法や地震時の状況判断能力を養うことにより、防潮堤の有効な活用や整備へ繋がることが分かった。防潮堤復旧事業や市街地の嵩上げ、土地区画整理事業などハード面における災害対策は進められているが、住民の防災対策に対する関心が低下しているように感じられる。近年、津波のような低頻度災害だけではなく、台風や豪雨に伴う土砂災害など、住民の日頃から災害に対する取り組みが急務であり、コミュニティレベルでの防災意識の向上がさらに必要であると考えられる。

謝辞: アンケート調査へご協力頂いた山田町民の皆様、調査依頼や回収を快く受け入れてくださった災害公営団地の自治会長様にはここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 総務省消防庁 HP: 東日本大震災関連情報, 平成 23 年東北地方太平洋沖地震とりまとめ報, 2011.
- 2) 内閣府 HP: 広報「ぼうさい」, シリーズ「過去の災害に学ぶ(第 4 回)」, 2005 年 7 月号, 2005.
- 3) 有川太郎ほか: 防護施設の津波避難に及ぼす影響に関する考察, 平成 27 年度土木学会論文集 B2(海岸工学), 2016.
- 4) 小笠原千尋ほか: 岩手県普代村太田名部地区における防潮堤に関する意識調査, 平成 23 年度土木学会東北支部技術研究発表会, 2012.
- 5) 国土地理院: 基盤地図情報データ, 岩手県山田町, 2019.
- 6) 復興支援調査アーカイブ: 岩手県山田町(津波浸水区域, 建物被災状況), 2012.
- 7) 水産庁 HP: 2018.12.12 取得, 2018.

(2020.3.8 受付)

Residents Intention after Reconstruction and Influence Factors of Tide Embankment over Tsunami Evacuation in Yamada Town, Iwate Prefecture

HORIAI Shin-ya and TAKEYAMA Yasushi

In the Great East Japan Earthquake in 2011, the Tsunami that hit the Tohoku region caused tremendous damage, and despite the lessons learned from past tsunami disasters, Tide Embankment were maintained in various parts of the coast, a total of 22,000 people were killed and missing in Japan. In this study, the authors conduct a questionnaire survey in Yamada Town, Iwate Prefecture, that was severely damaged by the Tsunami, perform Structural Equation Modeling analysis using the obtained result and verify the factors that influenced the process leading up to evacuation decision-making at the time of disaster. Furthermore, the authors set up a question item about the Tide Embankment height under reconstruction and consider the clue solving the problem about the height of the Tide Embankment in the disaster area.