

防災情報による津波災害の人的被害軽減に関する実証的研究

A Study on Mitigation in Human Damage by disaster information for Tsunami disaster.

牛山素行*・金田資子**・今村文彦*

Motoyuki USHIYAMA*, Motoko KANATA**, Fumihiko IMAMURA

Abstract

The expectation of non-structural measures in natural disaster prevention, such as disaster information, rises recently. Then the concern with the quantitative effect of non-structural measures has been growing. This study attempts to evaluate the number of persons who could survive by the disaster information, such as warning and hazard map. The survey is conducted based on the records of the Nihonkai-chubu earthquake tsunami in 1983 (case A) and the Hokkaido-nanseioki earthquake tsunami in 1993 (case B). As a result of the flow-chart analysis, in the cases of A and B, they were 23 persons (23% of the all death persons) and 12 persons (16%). The number of persons who could not survive if they evacuated shortly after the earthquake were 17 (17%) in the case A and 47 (64%) in the case B. It is concluded that the disaster information is a valid disaster prevention method for mitigation in tsunami human damage. However it is not a perfect method. It is important that some disaster prevention methods will be combined.

キーワード: 津波災害ソフト的防災対策, ハザードマップ, 防災情報, 人的被害軽減.

Key words: Non-structural Measures for Tsunami Disaster, Hazard Map, Disaster Information, Mitigation in Human Damage.

1. はじめに

近年, 防災の各分野において, ソフト的防災対策に対する期待が高まりつつある。これは, 経済面・環境面からハード防災施設の施工が困難になりつつあること, 防災対策対象域が人間活動の拡大により増加し施設整備が追いつかないこと, 各種観測技術や情報通信技術の進歩があったことなどが背景となっている(たとえば, 佐々編, 2001)。

ソフト的防災対策にも各種あるが, 近年特に変化が大きいのは, ハザードマップ, 警戒避難情報システム等の, 「防災情報」と呼ばれる分野である。ソフト的防災対策は, ハード的対策に比べれば, 低コスト, 短期間で実施可能であることから, 近年具体的な災害の危険性が指摘され始めた地域では, 防災情報整備を中心としたソフト的対策のみに着手するという傾向も見られる(金田・他, 2003)。しかし, 防災情報などのソフト的防災対策はまだその歴史が浅いこともあり, 内容や利用方法に課題も多い。たとえば, ハザードマップが存在しても情報が古かったため利用されなかった例(O'Brien & Payne, 1997)や, 警報が発せられても多くの人が深刻に受け止めない例(Mitchem, 2003)など, 内外で多くの課題が報告されている。ソフト的防災対策は, ハード的防災対策を完全に置き換えるものではなく, その効果には限界があるため, 防災情報等のソフト的防災対策についても, 個々の地域, 事例ごとにその効果を評価し, ハード的防災対策と組み合わせた防災システムを構築していく必要がある。

防災情報の効果評価法としては, 情報を入力した者と, そうでない者との行動の違いを調べる方法があり, 1998年の福島県郡山市での水害時のハザードマップ利用者に関する調査例(片田, 1999)がよく知られている。また, ハード的防災対策と合わせて, 投資効果の観点から費用便益的

* 東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター

Disaster Control Research Institute, Graduate School of Engineering, Tohoku University.

** 静岡市役所

Shizuoka Municipal Office.

な手法も試みられつつある(たとえば,竹谷・他,2000)。しかし,防災情報によってもっとも効果が期待される,「人的被害の軽減」に関しては,具体的にどの程度軽減できるのかは,まだ十分議論されていない。

そこで本研究では,過去の津波災害事例についての資料解析を行い,それぞれの事例時において人的被害発生経過を詳細に検討し,現在提供可能な防災情報が理想的に利用されたと想定した場合,どの程度人的被害軽減が期待できるか推定することを試みた。現実には防災情報が理想的に利用されることはほとんど考えられず,情報整備の不足,伝達過程での情報途絶,情報受信者の理解不足など人的被害軽減を阻害する多くの要因が考えられる。すなわち,本研究で推定しようとするのは,防災情報の活用によって期待できる人的被害軽減量の最大量である。

2. 調査手法

本研究で解析対象としたのは,1983年5月26日の日本海中部地震および,1993年7月12日の北海道南西沖地震にともなって発生した津波による犠牲者である。ここで,津波による災害を取り上げたのは,1回の災害イベントで多くの犠牲者が生じること,地震という前兆現象から津波の到達までにある程度のlead timeがあること,被害に関する情報が比較的整備されていることなどによる。これら災害時の犠牲者の死因については,阿部(1991)など複数の断片的な紹介があるが,死者全体を同じ基準で系統的に整理した事例はない。また,防災情報による被害軽減の可能性についても議論されていない。

日本海中部地震時の津波被災者の被災状況に関しては,首藤(1984b),「わだつみのうた」(合川南小学校地震津波遭難記録編纂委員会,1984),「釣り人が証言する日本海中部地震 大津波に襲われた」(秋田県つり連合会編,1983),「日本海中部地震体験記 1983年5月26日」(本庄和子・他編,1984),および秋田県の地方紙である秋田魁新報の記事を参考にした。各地の津波到達時間は国土庁(1984)を,痕跡高(津波の規模の目安とした)は首藤・卯花(1984)を参考にした。

これらをもとに,犠牲者及び,津波に遭遇しながら救助された人々について,地震発生時にいた場所,何をしていたか,津波警報を聞いたか,避難を始めた段階(地震後,警報を聞いた後,海の様子がおかしいと気づいてから),逃げた場所,波にのまれたかどうかなどに関する記述を抜粋し整理することで,地震発生以降の人々の行動を推定した。

北海道南西沖地震に関しては,「北海道南西沖地震の総合的報告書」(東京都立大学都市研究センター,1994),青苗地区の住民に対するアンケート調査(廣井・他,1994)を用い,同様な検討を行った。

3. 日本海中部地震津波に関する検討

3.1 概要

日本海中部地震は1983年5月26日午前11時59分に発生した。震源域は秋田・青森県沖で,マグニチュードは7.7だった。秋田,深浦(青森県),むつ(同)では震度5を観測した。この地震によって発生した津波は,日本海全域に襲来し,韓国やロシアの沿岸にも影響を与えた。津波は,震源域に近い青森県深浦では12時07分(地震発生8分後)に引きを観測した。

この津波により100名の死者(他に地震による死者4名)が出た。本研究で対象とするのは,津波による死者100名である。死者の内訳は,港湾関係者41名,魚釣り中の者18名,遠足中の小学生13名,住民14名など,地元住民以外の被害が多いのが特徴的である(渡辺,1998)。当時の調査結果(首藤,1984a)から得られた犠牲者の発生場所分布を図1に示す。

津波警報は12時14分に仙台管区气象台から発表され,12時19分にNHKがテレビ,ラジオでの「五波一斉」で津波警報を伝えている(岡部・他,1984)。しかし,津波の到達は青森県深浦で12時07分,13人の小学生が犠牲になった秋田県男鹿市加茂青砂では12時07~10分と,犠牲者の出た地域の多くでは津波警報の発表も放送も間に合わなかった。また,警報の伝達がその途中で途絶え,各市町村への伝達がうまくいかなかった(岡部・他,1984)など,情報伝達の問題も指摘されている。

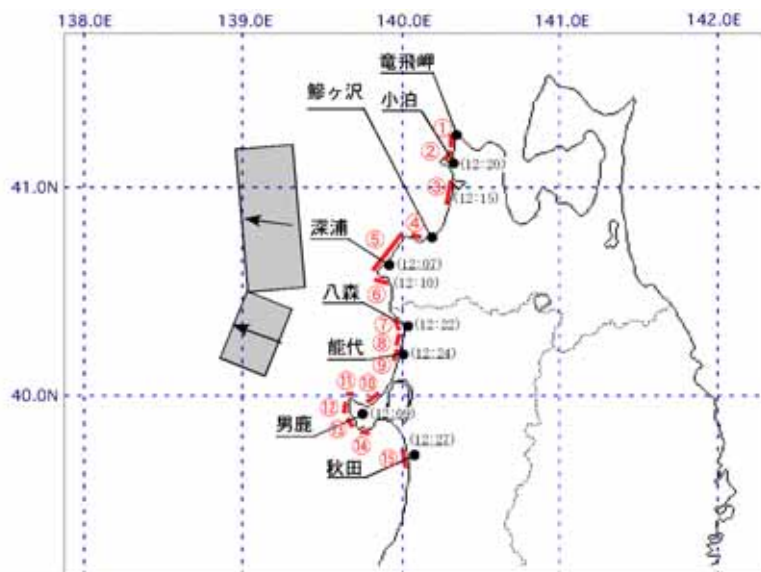


図 1 日本海中部地震津波における死者発生箇所

首藤（1984a）の記述を元に筆者が作図。四角枠は相田モデル(佐藤，1989)による断層位置。()内数字は津波到達時刻。犠牲者の多かった箇所は以下の通り。青森県市浦村十三湖，釣り人6名死亡。秋田県能代市，能代港工事現場35名・海上操業中1名死亡。秋田県男鹿市加茂青砂，遠足の児童13名死亡。

3.2 犠牲者の状況

(1) 港湾関係者

全体で41名の港湾関係者が犠牲となり，うち34名は秋田県能代市の能代港東北電力石炭火力発電所用地内での遭難であった。能代港内の検潮記録（東北大学工学部津波防災実験所，1984）によれば，地震から津波の到達までは約25分の余裕があった。しかし，ほとんどの作業員は，沖合での潜水作業中または昼休み中であった。津波警報は津波到達数分前にはテレビ・ラジオでは放送されはじめていたが，作業現場へ伝える手段はなく，ほとんど避難行動が取られない状況下で津波が到達した。

また，昼休み中のため救命具を着用していない人が多かったことも被害拡大の理由としてあげられる。能代港工事現場には当時約400名がいたが，救命胴衣着用者は，救命胴衣が破損していた1人を除いて皆生存している(秋田県つり連合会，1983)。

(2) 釣り人

青森県の竜飛岬から秋田市沖までの広範囲にわたって18名の犠牲者が出た(図1)。釣り人の多くは携帯ラジオなどの情報収集手段を持っていなかった。一部の漁港では無線で津波警報を伝えた例もあったが，釣り人の多くは，漁港などから離れた岩場におり，情報を入手できないままに津波が到達したと思われる。

岩場にいたため，揺れが大きいと感せず，避難しなかった人もいたが，揺れを感じて，大きな地震だったため津波がくるのではないかと思ったにもかかわらず，「日本海では津波は起こらない」との誤った認識により，避難しなかったとの証言もいくつかみられた。

(3) 遠足の児童および観光客

秋田県男鹿市の加茂青砂海岸に遠足に来ていた合川南小学校の児童13名と，同市の男鹿水族館を訪れていたスイス人観光客1名が死亡した。

合川南小学校地震津波遭難記録編纂委員会(1984)によれば，同小一行は49名で，地震発生時はバスの中にいたため，大きな揺れを知覚せず，ラジオ等で地震や津波に関する情報を得る機会もなかった。青砂海岸の岩場に腰を下ろし，昼食を食べようとしたとき，津波が襲いかかってきて，

ほとんどの児童が波にのまれ、36名は救助されたが、13名が死亡した。

男鹿水族館では、職員の誘導により、当時100名ほどいた観光客のほとんどが、高所にある有料道路へ避難したが、十数人が低所にある駐車場にとどまっていたという。その後水族館員が、海水が急速に引いていくのに気づき、「津波だから引き返せ」と呼びかけ、駐車場にいた十数人は戻ったが、一番海寄りにいたスイス人夫妻は流され、うち一人が死亡した。外国人であったため、日本語が通じなかったと考えられる。

(4)その他

この他、漁船で操業中に津波に遭い漁船が転覆して遭難した(6名)、あるいは農作業中に遭難(5名)などの事例がある。

男鹿半島では、地震が来た後、浜に逃げた人がおり、このうち2名が津波によって死亡している。この地域には「地震が来たら浜に出ろ」との言い伝えがあり、これに従って行動し、遭難した可能性がある。この言い伝えは1939年の男鹿地震による山崩れの経験を基に生まれたもので、本来は「浜に出たら山を見る、動かなかつたら山へ登れ」とその後が続いていたようだが、いつの間にか前半部分だけ覚えられていたらしいとの説もある(秋田魁新報1983年5月29日朝刊)。

表 1 死亡原因の解析に用いた要因の一覧

要因	情報源
地震発生の認知	同行生存者・目撃者の証言
避難所要時間	地図からの計測や国土庁(1984)によって所要時間を算出し、津波到達時間と比較
避難困難要因 ^{*1} の有無	地震発生時の所在地、目撃者の証言等
津波の警告の受信 ^{*2}	同行生存者・目撃者の証言
速やかな避難行動	同行生存者・目撃者の証言
正しい方向への避難	目撃者の証言、死亡確認場所
救命胴衣の有無	死亡状況

*1 避難困難要因とは、(1)沖合で小舟に乗船していた、(2)島状の現場にあり安全圏に避難するためには直近に船が必要だった、(3)本人・家族・同行者に移動困難なものがあり、その補助のため避難が遅れた、などがある。

*2 津波の警告とは、周辺にいた住民などの自主的な判断による警告を聞き取ったか否かという意味。なお、「津波警報」の発表・伝達は、死者が発生した地域においては、2事例とも津波到達にほとんど間に合わなかった。

3.3 人的被害軽減可能性の検討

(1)犠牲者の行動実態の推定

この津波による犠牲者の行動実態をもとに、死亡の原因となったと見られる要因を、表1のように整理した。それぞれの要因に対する犠牲者の行動は、2.調査手法で示した各資料中の目撃証言や遺体発見状況などをもとに判断した。

(2)避難所要時間の推定

避難所要時間推定の基本式は以下のようになる。

$$T_e = L / S + T_l \quad (1)$$

ここで、 T_e :避難所要時間、 L :地震発生時の避難者の所在地から安全域までの距離、 S :避難者の速度、 T_l :地震発生から避難行動開始までのタイムラグ、である。以下に個々の検討方法を示す。

釣り人や海岸付近にいた人

海岸付近での歩行速度は、一般的な路上などの歩行速度とは異なることが予想されるため、各資料中にあった岩場を避難して生存した釣り人の体験談中の記述を参考に決めることとした。これらによると、避難速度は平均約0.4m/秒であったことから、やや余裕を持たせて0.3m/秒とし、犠牲者が地震発生時にいたと思われる位置と、首藤・卯花(1984)による痕跡高から推定した安全な場所までの距離を、地形図上で計測し、この避難速度を適用することによって求めた。釣り人

の場合、すべて屋外で行動中と見なせるので、地震発生後、避難行動開始までの所要時間は考慮しない($T_1 = 0$)こととした。

十三湖(青森県市浦村)で被災した釣り人の例で説明すると次のようになる。現地の津波痕跡高標高は6.1m、犠牲者推定所在地から標高6.1m付近までの距離はおおむね250m以内であった。ここから、(1)式にあてはめると、

$$T_e = 250(m) / 0.3(m/s) + 0(s) = 833(s)$$

となり、避難所要時間は、14分以内と推定される。現地の津波到達時間は地震後16分とされており、距離や速度に余裕を持たせていることも考えると、この例では、「避難所要時間:十分」と判定した。

能代港(秋田県能代市)の工事関係者

港湾工事関係者の避難所要時間は、(1)式のように単純には表現できないと考えられることから、静岡県清水港での訓練時のデータをもとに計算された国土庁(1984)のシミュレーション結果を参考にした。この文献には港湾工事の種類別(潜水作業、通常作業)避難所要時間と、陸までの距離の相関図が示されている。ここでは、能代港における犠牲者の推定所在地から陸までの距離を地図上で計測し、この図に当てはめて避難所要時間を推定した。

たとえば、陸から約900m付近で潜水作業中だったグループのケースでは、この図に当てはめると避難所要時間は最短17分、最長27分となる。能代港への津波到達時間は地震後25分とされており、作業が行われていた沖合では当然これより数分程度到達が早いと思われるので、このグループは「避難所要時間:不足」と判定した。

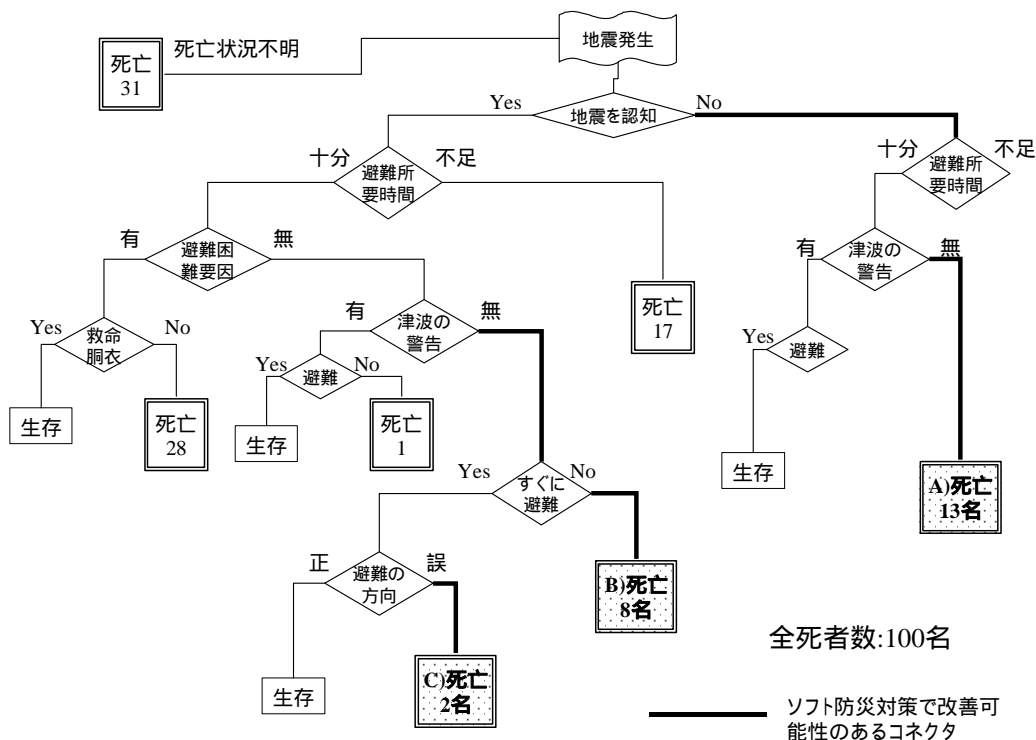


図 2 日本海中部地震津波による死亡原因のフローチャート

具体例が確認されなかった分岐は省略。

(3) 死亡原因の解析

犠牲者一人一人の各要因について、Yes-Noの2進法形式(表現は要因によって若干異なる)で分類し、その結果を、時系列的に先に発生する事象を上側に置いた決定木型のフローチャートに整理

したのが図 2である。フローチャートの起点をどこに置くかは、いくつかの考え方があり得るが、ここでは地震の発生を起点にしている。これは、もっとも理想的な津波避災行動は、現在居場所の津波に対する危険性を理解しており、かつ地震を感知した直後に自主的な判断で高所に避難することであることから、地震発生以後の状況を条件分岐させて検討していくことが妥当であると考えたためである。このような行動は非現実的なものではなく、ここで検討した 2 事例でも実際に地震直後に行動を開始して、難を逃れている例は多数確認されている。

死者100名中31名は、死亡時の状況がほとんどわかっておらず、死亡原因を特定できなかったもので、分類対象からまず外している。表 1の要因のうち、防災情報が「理想的に機能」したとすれば、犠牲者の行動をNo側からYes側に变化させることができた可能性があると思われる要因を表 2に示す。これらの要因がNo側(図 2中の太線コネクタ)にあったことにより、死に至ったと思われる犠牲者数を合計すると、23名となり、死亡状況不明を含む津波による全死者を分母とすると2割程度となる。

図 2のA)は合川南小学校のグループである。このグループの場合、バスでの移動中もしくは海岸付近で下車した際に、防災無線等の放送で地震の発生と津波発生の可能性が伝えられ、それを聞き取り、かつ危険性を理解していれば、時間的には津波に遭遇することを回避できた可能性がある。B)は主に海岸付近にいた釣り人らであるが、彼らに対しても、放送等で津波の警告がなされたり、海岸付近に津波の危険区域を示すハザードマップ的情報が示されていて、それらの情報を速やかに聞き取り、かつ理解して、地震直後に避難を開始していれば、時間的には死を免れた可能性がある。C)は男鹿半島の海岸に逃げってしまったグループであり、この場合、ハザードマップ的情報の整備と、それを活用しての「言い伝え」の否定が徹底していれば、時間的には死を免れた可能性がある。

4．北海道南西沖地震津波に関する検討

4．1 地震および津波の概要

北海道南西沖地震は1993年7月12日午後10時17分に発生した。震源域は北海道南西沖で、地震の規模を表すマグニチュードは7.8、北海道小樽、寿都、江差、青森県深浦で震度5を観測した。震源地に最も近い奥尻町では、震度は計測されていなかったが、その後の聞き取り調査によれば震度6程度であったと推測されている。この地震での人的被害は死者・行方不明者あわせて230名(1994年7月20日確定)で、特に、震源に近かった奥尻島では死者・行方不明者が199名であった。奥尻島の犠牲者のうち、土砂崩れによる死者28名以外のほとんどが津波による死者であったとみられている(東京都立大学都市研究センター, 1994)。

奥尻島南端の青苗地区では1回目の大きな津波が地震発生5分後に西から、17,8分後には東から到達し、107名が死亡した(当時の青苗地区人口は1,015名)。特に、岬状の地形となっていた青苗5区では、地区全体が津波にのまれ、地区人口217名中、72名(他に地区外在住のタクシー運転手1名)が犠牲となった。本研究では、この青苗5区の津波による犠牲者73名を対象として検討を行った。

気象庁は午後10時22分(地震発生5分後)に北海道日本海沿岸や太平洋沿岸に津波警報を発表したが、奥尻島では、発表時刻以前に津波が到達したと思われる。

4．2 青苗5区の犠牲者の状況

地震後、青苗地区の住民に対して地震時の避難行動についてアンケート調査(廣井・他, 1994)が行われている(有効回答204人)。それによると、避難開始時間については、地震後2分以内が12%、3分~5分以内が63%と、避難行動の開始時期は比較的早かったようである。この理由としては、10年前に起こった「日本海中部地震の経験(日本海中部地震では青苗地区で犠牲者を出した)からまた津波が来ると思った」を挙げる回答者が複数回答で51%おり、住民が「地震後の津波発生の可能性」を認知していたことが理由として挙げられる。この結果、青苗5区の住民の約6割は生存できている。しかし、津波の到達が非常に早かったため、青苗5区の高台から離れた地域では、避難を始めていたものの、間に合わず犠牲となったケースが目立った(高台から300m以遠では30世帯中12世帯で死者発生)。また、高台から近い地域でも、高齢者などの避難困難者を残しては逃げられないと一緒に犠牲になったケースがみられた(青苗5区81世帯中10世帯)。また、避難の方向を間違えたのではないかと考えられる犠牲者もいた。

4.3 人的被害軽減可能性の検討

(1) 避難所要時間の検討

北海道南西沖地震津波の青苗5区における、津波による犠牲者73名を対象に、犠牲者を生じた世帯を分布図にしたのが図4である。この図は、廣井・他(1994)中の記述を参考に、避災前の地図に避災世帯をプロットしたものである。廣井・他(1994)には詳細な地図が掲載されておらず、入手できた避災前の地図もやや不明瞭であったため、世帯の位置のプロットは、完全に正確ではない。3.3と同様の手法で整理した結果が図5である。犠牲者の行動については、東京都立大学都市研究センター(1994)、廣井・他(1994)を基にした。避難所要時間は、犠牲者が自宅にあり、避難経路は最短距離を選択するものとして住居から高台(図4)までの距離を地図から計測した。なお、すでに述べたように、避災世帯の位置プロットが完全なものではないことから、距離の計測は100m単位で行うこととした。避難手段は徒歩によるものとし、避難者の移動速度は、津波対策推進マニュアル検討委員会(2002)に掲載されている、「北海道南西沖地震津波時の平均避難速度」(表3)を利用した。この事例ではほぼ全員が自宅など屋内にいたと見なせることから、地震発生から屋外に出て避難行動を開始するまでにタイムラグが生じることが予想された。この時間は、津波対策推進マニュアル検討委員会(2002)の記述を参考に、一律2分かかるものとした。これらの条件下で(1)式を用いて避難所要時間を求め、東京都立大学都市研究センター(1994)による津波到達時刻と比較した。なお、自動車による避難もありうるが、同災害時には自動車避難者によって渋滞が発生しており、自動車による避難を標準と考えることには無理がある。このため、ここではもっとも確実な手段である徒歩による避難所要時間にもとづいた検討を行っている。

たとえば、青苗5区在住の女性(31歳)の犠牲者のケースでは、地図上で自宅から高台までの距離が約400mとなり、表3に従って1.47m/sで避難したものとすると、避難所要時間は

$$T_e = 400(\text{m}) / 1.47(\text{m/s}) + 120(\text{s}) = 392(\text{s})$$

となる。現地の津波到達時間は地震後約340秒とされており、この例では、「避難所要時間:不十分」と判定した。

(2) 死亡原因の解析

青苗5区では、震度6程度の強い揺れがあり、かつほぼ全員が建物内にいたことから、地震発生は全員が認知したものと思われる。また、日本海中部地震時の経験から、津波の発生を予見し、ほとんどの人が避難行動を取るか、その準備を始めていた。しかし、津波到達時間が早かったため、直後に避難を開始しても間に合わなかったと思われる犠牲者が47名と6割以上に上った。

防災情報で軽減の可能性があったと思われるのは12名程度である。A)のグループについては、自宅から高台までの距離と移動時間、津波の到達時間が日本海中部地震の際と同様ではないことなど、ハザードマップ的情報が整備されていて、その情報を理解し、地震直後に避難を開始していれば、時間的には死を免れた可能性がある。B)についても、津波による危険区域や避難方向など、ハザードマップ的情報の整備とその理解によって、死を免れた可能性がある。

表2 防災情報の提供による死亡要因の改善

要因	改善の方法
地震発生の認知	防災無線などによる放送, 表示装置, 携帯メール等による通知
避難所要時間	×特になし
避難困難要因	×特になし
津波の警告	防災無線などによる放送, 表示装置, 携帯メール等による通知
速やかな避難行動	ハザードマップなどによる津波危険箇所の告知, 津波の特性についての情報整備と教育
正しい方向への避難	ハザードマップなどによる津波危険箇所の告知
救命胴衣	×特になし

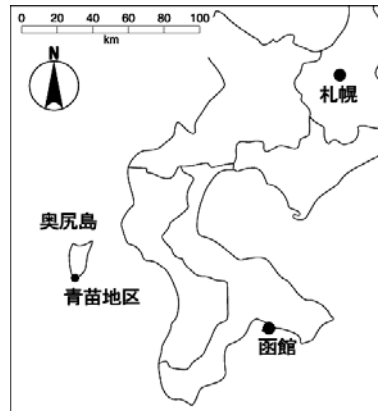


図 3 奥尻島位置略図

表 3 北海道南西沖地震津波時の年齢階層別平均避難速度

浸水状況	20-29 歳	30-39 歳	40-49 歳	50-59 歳	60 歳以上
海水は来ていない	0.87m/s	1.47m/s	1.03m/s	0.68m/s	0.58m/s

津波対策推進マニュアル検討委員会(2002)による

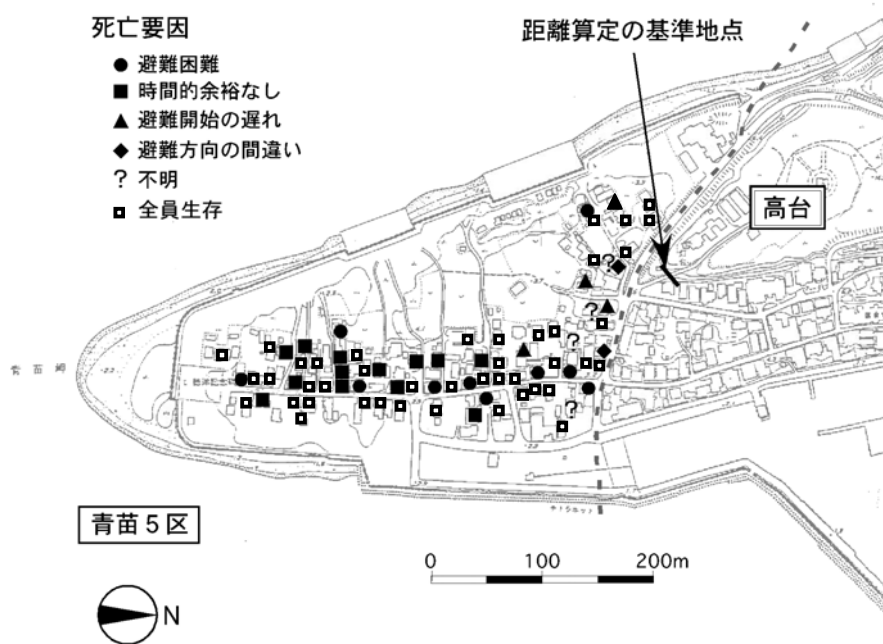


図 4 青苗 5 区の世帯別死亡要因

点線より左側が青苗 5 区。

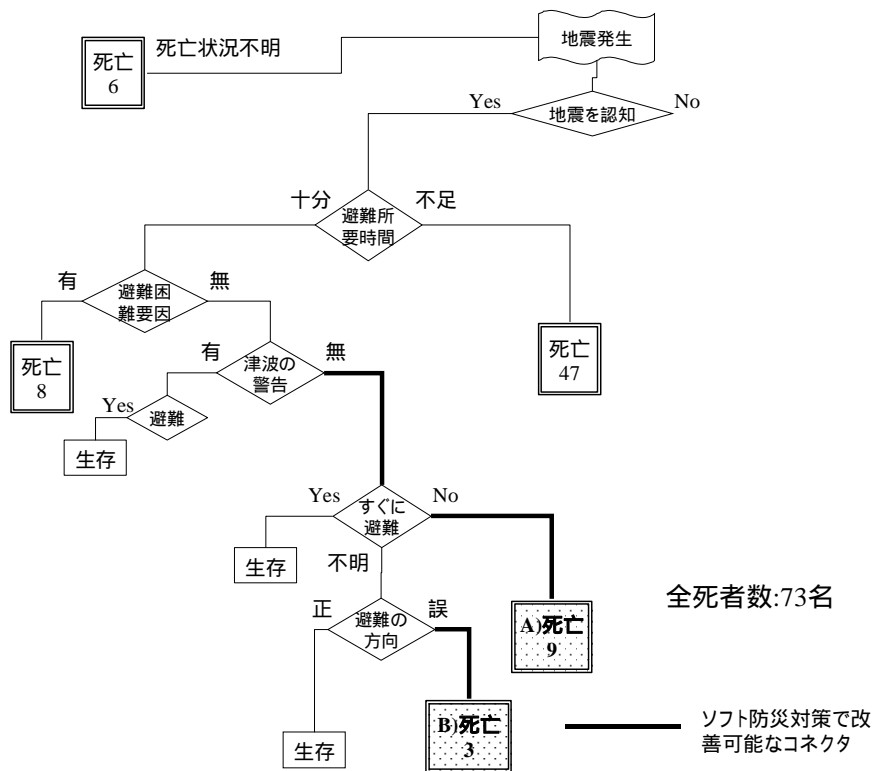


図 5 北海道南西沖地震津波による死亡原因のフローチャート

5.まとめ

本研究で得られた結果を整理すると以下ようになる。

- 日本海中部地震津波の犠牲者の死因を整理したところ、死者100名中、防災情報によって救命の可能性があった者23名(23%)、防災情報では救命できないと判断された者46名(46%)、死因不明31名(31%)であった。
- 北海道南西沖地震津波による奥尻町青苗5区の犠牲者を同様に解析したところ、死者73名中、防災情報によって救命の可能性があった者12名(16%)、防災情報では救命できないと判断された者55名(75%)、死因不明6名(8%)であった。
- 今回用いた2事例で見ると、防災無線等の情報伝達システムや、ハザードマップ整備などの防災情報整備がおこなわれ、かつこれらが完全に伝達・理解された場合に、軽減可能な人的被害は、最大で全体の2割前後と見られる。ただし、これは様々な条件によっても変化すると思われる。
- 日本海中部地震津波では約2割、北海道南西沖地震津波では約6割が、地震直後に避難を開始したとしても生存できなかったものと判断された。これらの人的被害軽減には、避難路の確保、緊急津波避難施設整備、防潮堤など総合的なハード的対策が必要になると思われる。

防災情報によって人的被害が軽減されることが間違いないことは確認されたが、その効果には限界があることも同時に確認された。防災情報整備などのソフト的防災対策は重要であるが、それにとどまることなく、低地への津波避難施設整備(津波避難ビルの建設あるいは既存建物の指定)、避難路整備など、ハード、ソフトの中間的な対策を進めることも必要である。各地域において、ソフト的防災対策によりどの程度被害を軽減できるか、また、どのような課題が存在しているかを簡単に想定する方法として、本研究で示した、フローチャートによる整理は有効と思われる。今後、他の事例を基にした改良を進めるとともに、簡単な被害想定ツールとしての可能性についても検討を進めたい。

本研究の一部は、平成15年度科学研究費補助金「インターネット時代の豪雨防災情報・防災教育による効果の定量的評価に関する研究」(研究代表者・牛山素行)、平成15年度科学研究費補助金 基盤研究(B)(2)、「災害情報による認知・学習機能と避難行動に関する基礎研究」(研究代表者・今村文彦)によるものである。

参考文献

- 阿部邦昭:1983年日本海津波による溺死者の地理的分布と津波の最大水位,津波工学研究報告,N o.8, pp.165-170, 1991.
- 合川南小学校地震津波遭難記録編纂委員会編:わだつみのうた,秋田書房,278p., 1984.
- 秋田県つり連合会編:釣り人が証言する日本海中部地震 大津波に襲われた,秋田つり連合会,366p., 1983.
- 秋田魁新報:1983年5月27日~7月15日.
- 岡部慶三他:災害時の情報伝達・避難行動,1983年日本海中部地震による災害の総合的調査研究,文部科学研究費(No.58022002)自然災害特別研究突発災害研究成果 自然災害科学総合研究班, pp.353-374, 1984.
- 廣井脩他:巨大津波と避難行動-奥尻町青苗地区で何が起こったか-,1993年北海道南西沖地震における住民の対応と災害情報の伝達-巨大津波と避難行動-,東京大学社会情報研究所, pp.7-31, 1994.
- 本庄和子他編:日本海中部地震体験記 1983年5月26日,秋田書房,230p., 1984.
- Jamie D. Mitchem: An Analysis of the September 20, 2002, Indianapolis Tornado: Public Response to a Tornado Warning and Damage Assessment Difficulties, QUICK RESPONSE RESEARCH REPORT, No.161, <http://www.colorado.edu/hazards/qr/qr161/qr161.html>, 2003.
- 金田資子・牛山素行・今村文彦:津波防災対策における地域間格差 -津波ハザードマップに関する自治体対象調査より-,日本災害情報学会第5回研究発表大会予稿集, pp.53-56, 2003.
- 片田敏孝:洪水氾濫に備える河川情報,河川,日本河川協会, No.636, pp.15-21, 1999.
- 国土庁:日本海中部地震の総合的調査報告書, 188p., 1984.
- Paul W. O'Brien and James Payne: PUBLIC RESPONSE TO THE 1997 NORTHERN CALIFORNIA FLOODS, Quick Response Report, No.85, <http://www.colorado.edu/hazards/qr/qr97.html>, 1997.
- 佐々淳行編:自然災害の危機管理,ぎょうせい, pp.2-7, 2001.
- 佐藤良輔編:1983/5/26 日本海中部地震(モデル2),日本の地震断層パラメーターハンドブック,鹿島出版会, 390p., 1989.
- 首藤伸夫:各地の津波痕跡高 東北地方,1983年日本海中部地震による災害の総合的調査研究,文部科学研究費(No.58022002)自然災害特別研究突発災害研究成果 自然災害科学総合研究班, pp.90-91, 1984a.
- 首藤伸夫:秋田県北部海岸における日本海中部地震津波,東北大学工学部津波実験所研究報告, No.1, pp.12-26, 1984b.
- 首藤伸夫・卯花政孝:1983年日本海中部地震津波の痕跡高,東北大学工学部津波防災実験所研究報告, No.1, pp.88-267, 1984.
- 竹谷修一・糸井川栄一・岩見達也:CVMを用いた防災投資効果計測の試行,地域安全学会論文集, Vol.2, pp.145-152, 2000.
- 東京都立大学都市研究センター:1993年北海道南西沖地震の総合的調査研究報告, 156p., 1994.
- 東北大学工学部津波防災実験所・五洋建設株式会社:日本海中部地震津波による能代港被災記録, 63p, 1984.
- 渡辺偉夫:日本被害津波総覧【第2版】, pp.61-65, 1998.