

地震津波警報の伝達と避難マニュアルについて

河田 恵 昭*・長谷川 茂 樹**

1. 緒 言

北海道南西沖地震津波によって、奥尻島を中心とする北海道南西部の日本海沿岸地域に大きな被害が発生した。地震直後に来襲した津波に対して津波警報が間に合わなかったことが大きな原因だと言われている。現在の津波予警報体制では、地震発生後、津波の計算、予警報の発令、住民への伝達の一連の作業に約10分を要する。したがって、地震直後の津波の場合、予警報の発令を待たずに、住民が自主的な避難行動をとることが必要となってくる。ところが現状では、これを想定した住民避難マニュアルがなく、また、住民の津波に対する知識の不足などのため、自主的な避難行動を期待することが困難となっている。そこで、本研究ではまず、津波予警報伝達体制の現状を明らかにし、その問題点を指摘する。つぎに、津波の来襲までに、津波警報を伝達するのに十分な時間的余裕があった場合の人的被害の予測を行う。さらに、これらの成果をふまえ、津波に対してどのような避難マニュアルを作る必要があるかということについて述べる。

2. 警報伝達体制の現状と問題点

北海道南西沖地震津波によって大きな被害を受けた奥尻島及び渡島半島の日本海側地域の警報伝達体制の現状を明らかにするために、奥尻町と渡島半島の函館市から寿都町までの16市町村の防災無線の設置状況を調べてみた。表-1はその結果をまとめたものである。表-1を見ても、今回調査した16市町村の大部分においては、警報伝達体制がまだまだ不十分であることが明らかであり、問題点はこの点に集約できると思われる。ただ、上ノ国町に代表されるように(上ノ国町では1994年4月1日より2,700台の戸別受信子局と23の屋外受信子局が設置される予定である)、今回の津波を契機にこの地域では防災無線網が大幅に整備されることになっている。しかし、全国的には不十分な警報伝達体制しかもちあわせ

ていない市町村がまだ多くあるものと推定される。確かに、数10年に1度、場合によっては100年以上に1度来るかどうかという津波に備えて防災無線網を充実させるといった状況下では、現在のような地方自治体まかせの状態では、急速な整備は困難となっている。警報伝達体制の確立を目指すのであれば、どのような体制がその地域にとって理想であるかとか、住民にとって警報体制が何故早急に必要であるかについての同意を得て、これを隣接市町村と整合性を保ちながら充実させることが肝要であろう。ついで、このような設備の導入では多額の予算が必要であって、その意味から、この問題を地域ごとの問題としてではなくもっと大きな視点から、国の津波防災プロジェクトとして取り組まなくてはならないだろう。

3. 警報と人的被害の関係

本津波災害では、大津波警報が住民に伝わる前に津波が来襲したために、大きな人的被害が発生したと考えられている。それでは、津波来襲が警報伝達後、かなり時間経過してからやってきた場合、人的被害がどのようなであったかを予測する。

(1) 津波発生時の漁業関係者の避災行動

北海道南西沖地震津波のように地震直後に津波が来襲した場合、主として女性、子供、老人などの災害弱者が避難できずに被災したケースが多かった。しかしながら、地震後津波来襲までにある程度の時間的余裕があったにもかかわらず、多くの被災者を発生した日本海中部地震津波などでは、漁業関係者などが避難せずに被災した、あるいは間一髪助かったケースが多かったものと思われる。その点を明らかにするために日本海中部地震津波時の漁業関係者の行動についての報告書(1987)に基づいて調べてみた。

図-1は全漁船のうち船主が港へ船を見に来た船の割合が、津波の高さとともにどのように変化したかを表したものである。これからわかるように、津波高さが高くなるとともに船を見に行く割合は減少している。3m以下の津波であれば、ほぼ100%、3~8mの津波であれば30~80%の船主が港へ集まっている。しかし、8m以上

* 正会員 工博 京都大学教授 防災研究所 地域防災システム研究センター

** 正会員 京阪電鉄株式会社

表一 北海道南西沖地震及び津波で被害を受けた市町村の警報伝達及びその体制

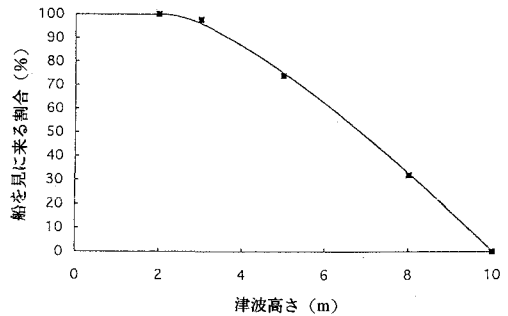
市町村名	津波警報受信時刻	避難勧告発令時刻	同報系無線		移動系無線		その他の警報伝達手段
			屋外受信子局	戸別受信子局	車載機	可搬機	
A	22:23 (ラジオより) 22:28 (気象台より)	避難勧告は出していない	0	0	移動系は合計で200機		地域防災無線 (役場内のみ)
B	22:28	22:45 (消防に広報を要請)	0	0	有り	有り	消防の広報車
C	不明	避難勧告は出していない	0	0	0	一応有ると いう程度	消防の広報車
D	不明	22:40 (消防に広報を要請)	0	0	3	不明	有線のスピーカー
E	不明	役場に有る防災無線の機械が 地震時に落下して機能不能	3	0	3	0	
F	22:27頃	22:27 (消防に広報を要請)	20	0	0	0	消防団緊急召集システム
G	22:27	22:27	0	0	5	0	
H	22:23	22:40	0	0	移動系は合計で9機		
I	不明	22:30	0	0	2	5	消防防災システム
J	不明	22:36 (22:29に消防が独自 で避難勧告を出していた)	22	1670 (全戸)	有り	有り	17:15以降は防災無線の本局を 消防に切り替えて24時間体制
K	22:22 (TVより)	22:23	0	0	0	0	消防本部から消防団へのスピー カー, サイレン
L	23:16	22:24 (コミュニティーセン ターのサイレンを鳴らす)	0	0	0	0	町内6箇所のコミュニティー センターと消防署の情報ネッ トワーク
M	不明	22:30	0	0	0	0	サイレン (中心部のみ)
N	不明	不明	0	0	0	0	オフトーク通信 (全戸)
O	不明	不明	0	0	0	0	
P	不明	不明	有り (全地域 をカバー)	1747 (全戸)	有り	有り	

の津波であれば、ほとんどの船主が船を見に行くことを諦めている。しかしながら、実際に船を見に行ったか否かは別として、とりあえず船を見るために港へ足を向けた船主の割合は、津波の高さに関係なく、ほぼ100%であった。つまり、船主や漁師は地震後とりあえず港まで行き、そこでさらに、船の係留状態などを確かめるために船のところへ行くか船を諦めて避難するかを判断していることになる。言い替えば、この図は船主や漁師がどの程度の津波であれば命の危険を感じるかを表したものとさえよう。

(2) 漁業関係者の被災の可能性についての予測

もし地震発生後、津波来襲までに避難勧告をすべての住民に伝えたくて避難するだけの十分な時間があつたなら、津波による被災者は極端に少なくなつただろうか。(1)で述べたように日本海中部地震津波の際には、一旦安全な場所まで避難したにもかかわらず、再び高台から港へ船を見るために戻って来るといった行動をとった漁業関係者が数多くいた。つまり、たとえ時間的余裕が十分にあつたとしても、一般住民からの人的被害の発生数は減少するであろうが、漁業関係者からの人的被害は逆に増加するため、被災者数は必ずしも減らなかつたのではないかという疑問が生ずる。

このように、津波発生から津波来襲までにある程度の時間的余裕があつた場合にも、津波による人的被害は、一般住民以外から、たとえば漁業関係者や海洋・海岸でのレジャー客などから発生する恐れが大きい。また、北海道南西沖地震津波の調査では、防災関係者、つまり警



図一 船を見に来る割合の津波の高さによる変化 (日本海中部地震津波時)

察、消防、災害対策本部等の要員は海面巡視を含めて、初めから危険覚悟の上で仕事に従事するという側面も持っていることがわかっており、これらの人員が各市町村で10人を下らないことから、この分野でも大きな被害発生が懸念される。そこで、ここでは北海道南西沖地震津波の被害を受けた地域を対象にして、津波発生から津波が来襲するまでに住民が避難するのに十分な時間があつた場合、逆に漁業関係者の人的被害はどの程度のものになっていったかを予測してみた。

1) 漁船数、漁業従事者数: 表一2は北海道南西沖地震津波で死者の発生した5町村の漁船数と漁業組合員数をそれぞれの漁業組合に問い合わせた結果である。この結果より、これら5町村での漁船1隻当りの漁業従事者数は0.7人であることがわかる。

2) 漁船停泊率: 漁業者には、対象とする漁種による

漁期が季節によって変化する。すなわち、1日のうちで漁船の停泊時間が季節的に大きく変化すると考えられる。そこで、表-3は1例として奥尻町の全登録漁船を漁の種類ごとに分類し、それぞれの数およびその漁船の操業期間、操業時間帯をそれぞれの漁協に問い合わせたものである。つぎにこれらの表よりこの地域の各季節(1月, 4月, 7月, 10月)ごとの代表的な時間帯別の漁船の停泊率を算出した。

3) 人的被害の予測の背景: 前述したデータとその結果を用いて(1)で述べた日本海中部地震津波での漁業関係者の津波発生時の行動パターンに当てはめれば、各季節別、各時間帯別に津波の高さがどのくらいであれば、どの程度の漁業関係者が津波発生時に港まで船を見に来るかが予測できる。予測方法の手順については以下に示した。

① 港に停泊している漁船数: 津波時に船を見に来る漁業関係者の数をまず求めた。最初に対象とする月および時間を決定し、それぞれに対応する停泊率を求め、それに全漁船数(2,088隻)を掛ければ、それぞれの月および時間における漁船の停泊数が求められる。

② 漁に出ていない漁業者の数: ①で求めた漁船の停泊数に表-2より求めた漁船1隻あたりの漁業従事者数(0.7人)を掛ければ、漁に出ていない漁業者の数、すなわち、その時間に津波が来た場合、港へ船を見に行くこ

との可能な漁業者の数が求められる。

③ 船を見に来る人数: この地域に津波が来襲した場合の漁業関係者の行動が、日本海中部地震津波時に漁業関係者がとった行動と一致するものと仮定すれば、②の結果に、図-1に示した各津波高さごとの船を見に来る人数の割合を掛ければ、何メートルの津波が来れば何人の漁業関係者が、港に船を見に来るかが求められる。したがって、次式となる。

$$\begin{aligned} \text{船を見に来る人の数} &= \text{全漁船数} \times \text{停泊率} \\ &\times \text{漁船1隻あたりの漁業組合員数} \\ &\times \text{各津波高さにおいて船を見に来る割合} \end{aligned}$$

予測結果の1例を表にしたのが表-4である。ただし、これは、あくまでも心配して港に漁船を見に来る人の数(被災可能性人数)であって、これがそのまま被災者数とはならないことに注意する必要がある。

4) 津波の高さと死亡リスクとの関係

津波の高さと死亡リスクとの関係については、1933年の昭和三陸津波の例(渡辺, 1985)を示したものが図-2である。図中の曲線aは最も人的被害の大きい場合に、bは小さい場合に相当するものと考えられる。前者の場合は、たとえば不意打ちの形で津波がやって来た場合とか、海岸近くで海をながめていた場合に当てはまると推察できる。これらの値がバラつくのは、一言で言えば、被災環境が相互に相違することに起因している。

表-2 各町村の漁船数と漁業組合員数

市町村名	漁船数(隻)	漁業組合員数(人)
奥尻町	696	405
島牧村	166	268
瀬棚町	601	254
大成町	503	506
北桧山町	122	36
合計	2,088	1,469

表-3 奥尻町の漁業の種類と操業期間、操業時間帯

漁船の種類	数量(隻)	操業期間	操業時間帯
イカ釣り漁業	84	7月~1月	16:00~4:00
刺網漁業	16	9月~5月	3:00~9:00
えび籠漁業	2	10月~2月	11:00~7:00
底地網漁業	2	9月~12月	6:00~14:00
うに、あわび漁	720	6月~8月	5:00~9:00
ます延縄漁業	34	3月~5月	13:00~9:00
やりいか敷網漁	34	2月~6月	16:00~5:00

表-4 各季節、時間帯別の津波の高さによる漁港集結漁師数

季節	時間	停泊率(%)	津波高さ(船を見に来る割合)				
			2 m (100%)	3 m (97.5%)	5 m (74%)	8 m (32%)	10 m (0%)
1月	0:00	89.5%	1,308人	1,275人	968人	419人	0人
1月	13:00	99.1%	1,448人	1,412人	1,072人	463人	0人
4月	7:00	90.3%	1,320人	1,287人	977人	422人	0人
7月	7:00	17.5%	256人	250人	189人	82人	0人
7月	10:00	65.7%	957人	933人	708人	306人	0人
7月	22:00	92.1%	1,346人	1,312人	996人	431人	0人
10月	22:00	92.1%	1,346人	1,312人	996人	431人	0人

5) 被災者数の予測

まず、津波を心配して漁港に駆けつける人数としては、表-4に示した被災可能最大数をとることとした。これらの人たちは海辺とその近くにとどまると仮定できる。そうすれば、津波が来襲したときの死亡リスクを与える関係は近似的に図-2の曲線aになると考えられる。そこで、両者の値から、想定被災者数を求めた結果は表-5のようになる。

今回の津波の高さの沿岸分布から、高さ5mの津波は奥尻島だけでなく北海道本島でも記録されている。平均的に高さ5mの津波が、津波警報が伝達された後にやって来たとしても、人的被害は減らない可能性がこの表からわかる。一部の地域では10mを超える津波が来襲しており、さらに犠牲者が増加する恐れもある。なお、今回、海面巡視を義務づけられている防災関係者の数を考慮しなかったが、実際には各市町村で少なくとも10名程度の人たち（警察官、消防署員、災害対策本部の係員など）が数えられたことから、さらに犠牲者が増えることが予想される。

4. 津波に対する避難マニュアル

(1) 避難マニュアル作成に必要な構成要素

避難マニュアル作成に先立ち、まず、地震発生から津波来襲以前に住民が避難を完了するまでの過程に存在する現状の問題点を明らかにし、それらの解決方法を考えなくてはならないだろう。図-3は現在の津波警報伝達のおおよその流れと、その問題点を示したものである。以下では、これらを1)~5)までの問題点にまとめ、それぞれについて詳しく検討してみる。

1) 前述したように、現在の津波予報は震源の深さ、震源までの距離、地震の規模の3要素を基にして判断されているために、「地震は小さかったが、大きな津波が発生した。（専門的には津波地震という）」というような場合には、津波警報は発令されない。もし、このような事態が起これば、津波警報自体が発令されないわけであるから、住民の対応の遅れから、大きな人的被害を招くも

のと思われる。この問題については、地震のエネルギーと津波発生との関係などの研究を推進して、新たな津波予報体制を作り出すことによって、解決されることが期待される。

2) 津波予警報を受けた各地方自治体の長が情報不足や知識不足のために、住民に対する避難勧告の発令を遅らせてしまったり、誤った判断を下して避難勧告を出さなかったりするといった事態を招く恐れがある。その点

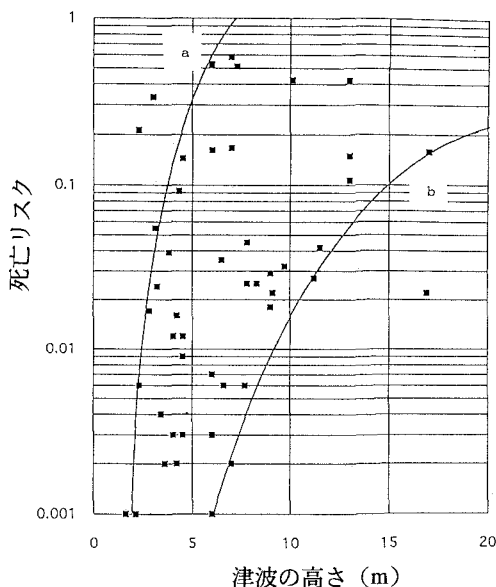


図-2 死亡リスクの津波の高さによる変化 (昭和三陸津波 (1933年) の場合)

表-5 北海道南西沖地震津波を想定した場合の予想死者数

町村名	漁船数 (隻)	平均津波遡上高さ (m)	漁船を見に来る割合 (%)	死亡リスク	予想死者数 (人)
奥尻町	696	6.1	58	0.6	155
島牧村	166	5.8	63	0.55	37
瀬棚町	601	6	61	0.58	136
大成町	503	5.5	67	0.5	108
北松山町	122	6.5	45	0.8	20

合計456人

地震発生

↓ ① 津波地震の場合、津波警報が発令されない場合がある。

津波警報の発令

↓ ② 津波警報の内容が曖昧である。

避難勧告の発令

↓ ③ 警報伝達体制が不十分である。
↓ ④ 避難しない者がいる。

避難開始

↓ ⑤ 避難経路が明確でない。

避難完了

図-3 津波警報伝達の順序

についての解決策としては、気象庁側の津波警報の内容をさらに詳しいものに見直すこと、及び地方自治体側に避難勧告発令のための一定の判断規準、もしくは自動化を進めることなどが考えられる。

3) 適切な判断により発令された避難勧告も、すべての住民にすばやく伝わらなくては、宝の持ち腐れである。そのためにも、充実した防災無線網は必要不可欠である。

4) 適切な避難勧告が出されたとしても、住民側がこれに従い、すみやかに避難を開始しなくては、津波による人的被害の減少は望めない。この点については、結局、住民の自主的な判断に頼るしかないであろう。

5) 現在、各市町村では、それぞれの防災計画に基づいて、災害発生時の避難場所については、指定されている場合が多い。しかし、そこに至るまでの避難経路については、はっきりしていない場合が多いようである。安全な避難場所を確保しておいても、安全な避難経路を確保しなくては、意味がない。この点の解決策としては、避難経路の災害発生時の安全性や、多人数が一度に避難できるだけの道幅があるのか、などについて各市町村があらかじめ検討し、避難経路を指定することによって解決できるであろう。

以上が現在、推定される問題点である。このうち、4) 以外の問題については、比較的、解決策が見出しやすいものと思われる。4) については、住民の判断を促すためのなんらかの方法を考えねばならない。この問題が解決されれば、津波による人的被害はかなり減少するであろう。ただし、これは地震発生後、津波の来襲までに、ある程度の時間があればという条件下の場合である。地震直後に来襲する津波による人的被害を減少させるためには、地震発生から、住民が避難を完了するまでの所要時間を、大幅に短縮する必要がある。そのためには、住民の反射的な避難行動が必要になってくるであろう。

ここで挙げた、住民が良識ある判断や自発的な避難行動を行うためには、“津波を知る”ということが最も重要であろう。“津波を知る”には、津波による被災の経験があるか、あるいは被災経験はなくても、津波についての正確な知識をもっている、ということのいずれかが必要である。しかしながら、津波の来襲というのは、非常に低頻度のものであり、被災経験があったとしても、長い時間が経過してしまえば、経験が風化してしまう恐れがある。それゆえに、住民が学習によって津波についての正確な知識をもつということの重要性は一段と高いものとなる。

住民避難マニュアルには、津波に対する正確な知識を住民に記憶してもらうための工夫が必要不可欠である。以下に、その具体的な内容を示すことにしたい。

1) 津波危険地区の指定

2) 津波の知識の普及

3) 最大津波と最短来襲時間の推定

(2) 避難マニュアルの普及方法

避難マニュアルの内容を住民に理解させるための方法をいくつか提案してみる。

1) 個別的・具体的内容の広報活動

2) 学校における防災教育

3) 住民の避難マニュアル作りへの参加

以上が主な方法であるが、避難マニュアルを作成し、それを利用するにあたっては、常にそれらの問題が地域住民にとって身近なものであり続けるようにすることが最も重要なことであろう。

5. 結 語

以上、津波警報体制の問題点、警報伝達体制の現状と問題点及び警報伝達体制の改善方法について考察した。それらの結果を要約すると、以下のようになる。

(1) 津波警報の発令方法・伝達システムについては、いまだ改良の余地が残されており、その内容も十分であるとは言えない。また、津波警報を受けた各市町村の対処の仕方にも、いくつかの問題点が指摘できる。津波災害による人的被害の減少には、これらの問題の改善が必要である。

(2) 北海道南西沖地震津波の被害を受けた16市町村の津波警報伝達体制の現状について調査した。その結果、各市町村ごとに整備状況が必ずしも同レベルではなく、したがって、その体制は十分とは言いがたい。この傾向は1地方のものではなく、わが国の津波警報伝達体制の全般的傾向であるといえる。

(3) 北海道南西沖地震津波では、地震直後に津波が来襲したために、多くの人的被害を出したと言われている。津波による人的被害の時間変化について予測したところ、地震発生から津波来襲までに、たとえある程度の時間的余裕があったとしても多くの人的被害が出る可能性があることがわかった。つまり、津波警報伝達体制の整備をするだけでは、地震直後に来襲する津波による人的被害の減少にはつながらないことが明らかになった。

(4) これらの結果から、津波による人的被害を減少させるには、住民が“津波の特徴を知る”ということが最も重要であるということを指摘した。そこで、それらの内容を盛り込んだ避難マニュアル作りの指針を示した。

参 考 文 献

- 漁港漁村建設技術研究所 (1987): 1983年日本海中部地震による津波に伴う漁船行動及び被害状況調査報告書, 333 p.
渡辺偉夫 (1985): 日本被害津波総覧, pp. 115-120.