

第 4 回委員会以降に判明した主な事実情報

大川地区・北上地区住民に対するアンケート調査（速報） p.1

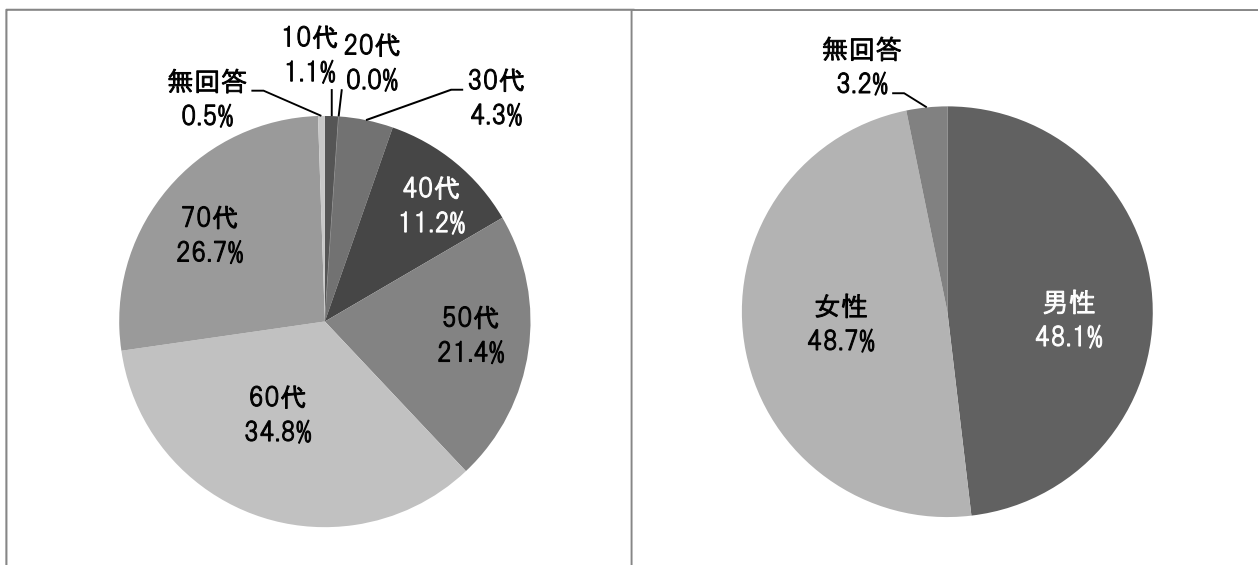
大川小学校付近における津波の挙動について（第 2 版） p.11

大川地区・北上地区住民に対するアンケート調査（速報）

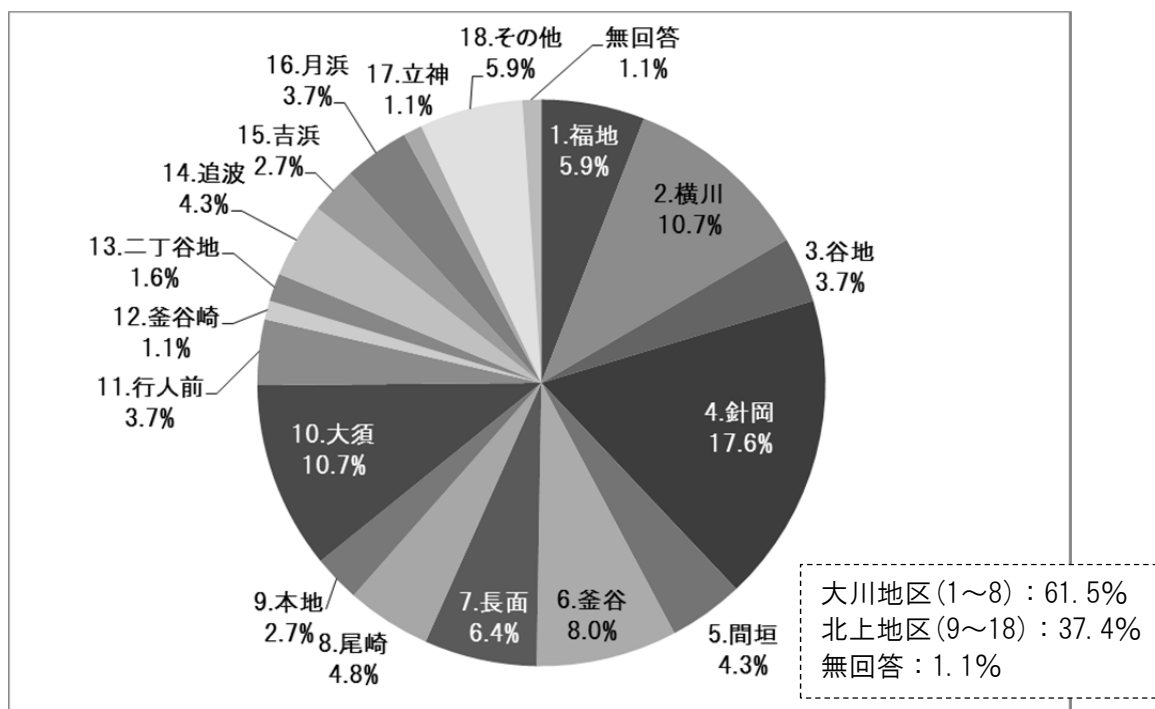
震災当時、大川地区・北上地区に在住であった住民の方を対象に、震災以前の津波等に関する意識や震災当日の行動等についてのアンケート調査を行った。ここでは集計速報として単純集計結果とその概要を記述する。

- 調査期間：2013年8月30日（調査票配布開始）～9月30日
- 調査対象：震災当時、大川地区・北上地区に在住の方
（行政委員を通じて各世帯に配布）
- 配布数：945件
- 回収数（世帯）：187世帯（回収率：19.8%）

回答者の年齢および性別は次図の通りである。

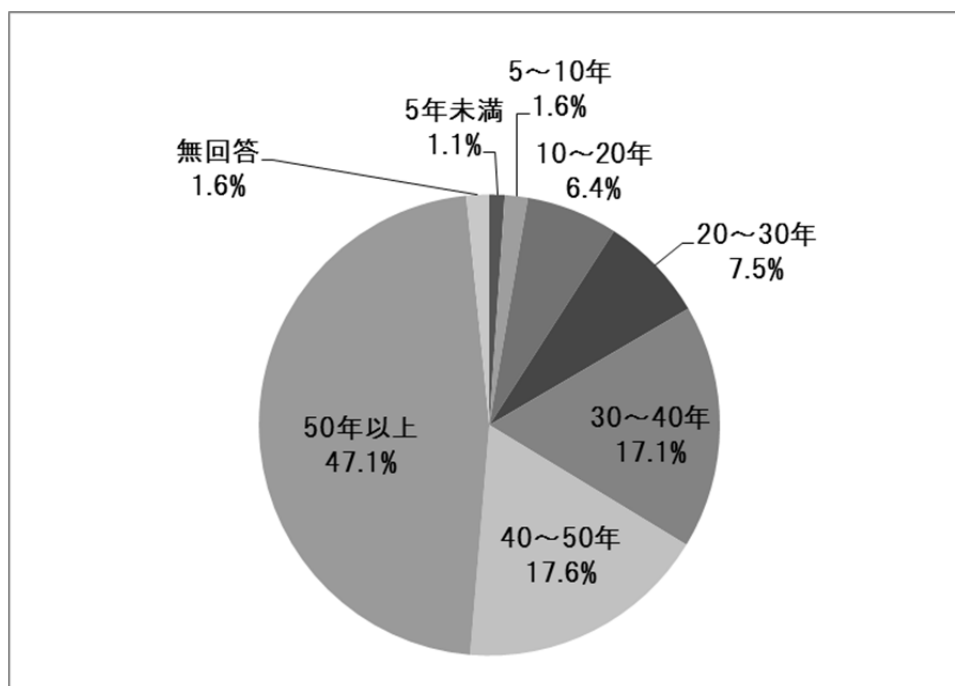


震災当時の回答者の居住地区およびその所在地は次図の通りである。



震災当時の居住地区

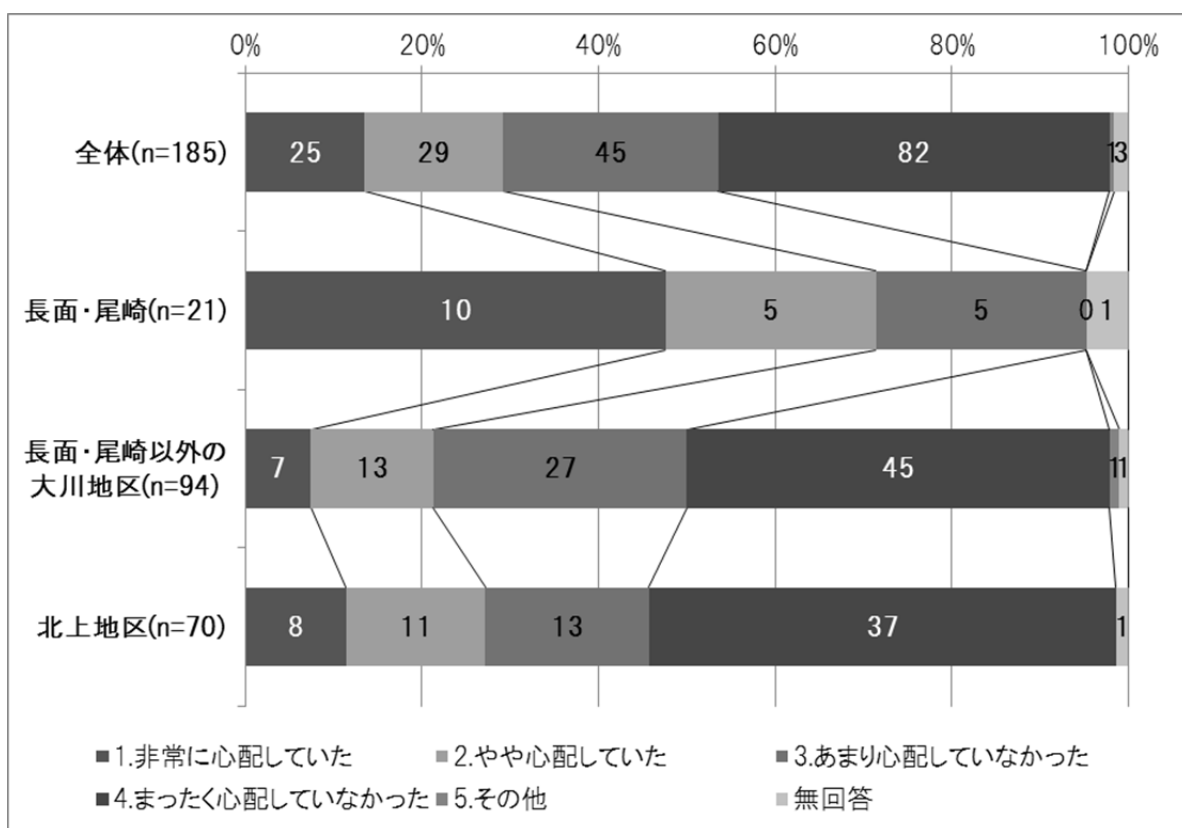
また、当該地区への居住期間は次図の通りであり、回答者の8割以上が当該地区に30年以上居住されていた方であった。



当該地区への居住期間 (年数)

震災以前の津波等に関する意識や震災当日の行動等についての設問に対する回答は、回答者の震災当時の居住地区を「長面・尾崎」「長面・尾崎以外の大川地区」「北上地区」の3つに分類し、集計を行った¹。

まず、震災以前に居住地区で「津波災害」が起こることをどの程度心配していたかについて尋ねた結果が次図である²。「非常に心配していた」「やや心配していた」との回答は長面・尾崎地区では約70%にのぼったが、長面・尾崎以外の大川地区では約20%、北上地区では約25%にとどまり、「あまり心配していなかった」「まったく心配していなかった」との回答が70%以上を占める結果となった。

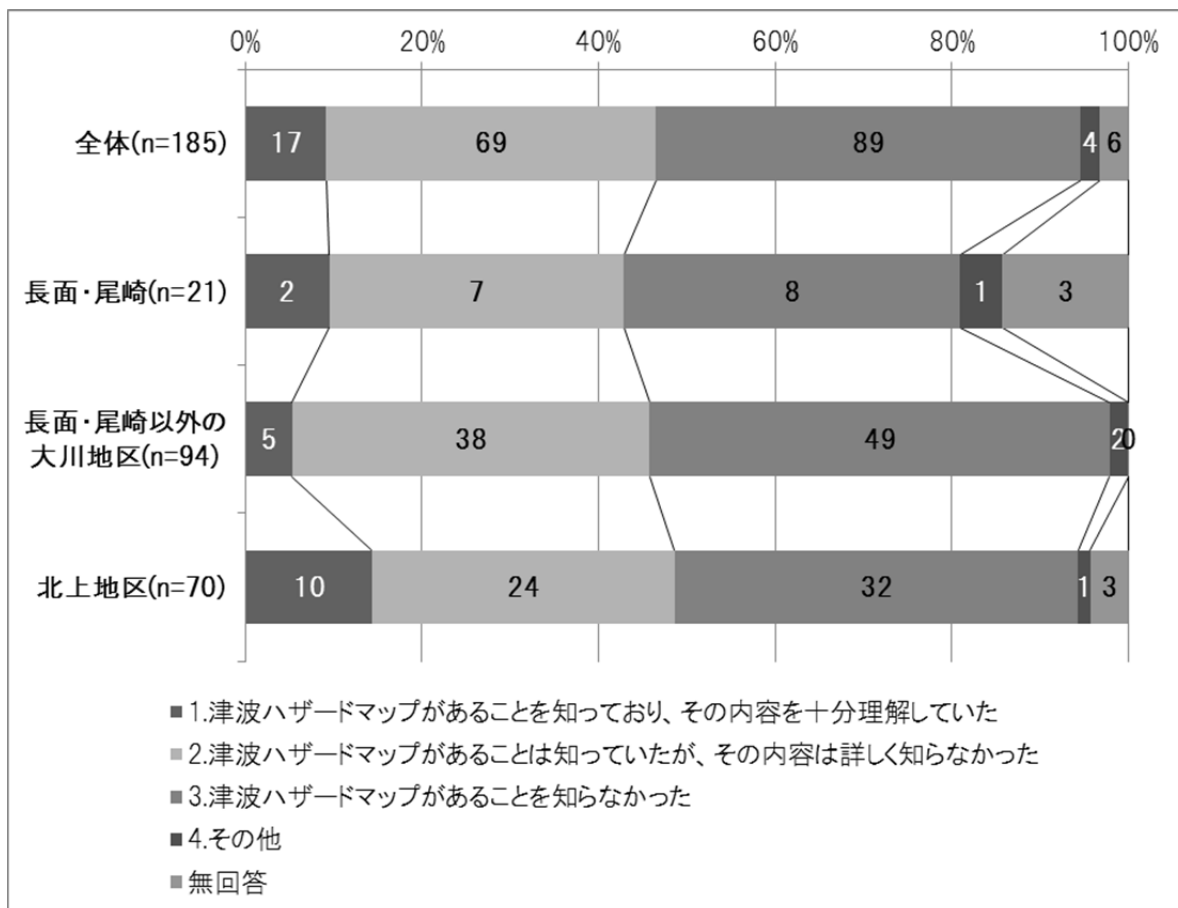


震災以前の居住地区での「津波災害」発生に対する意識

¹ 「震災当時居住地区」の設問に回答された方（185名）を対象として集計した。

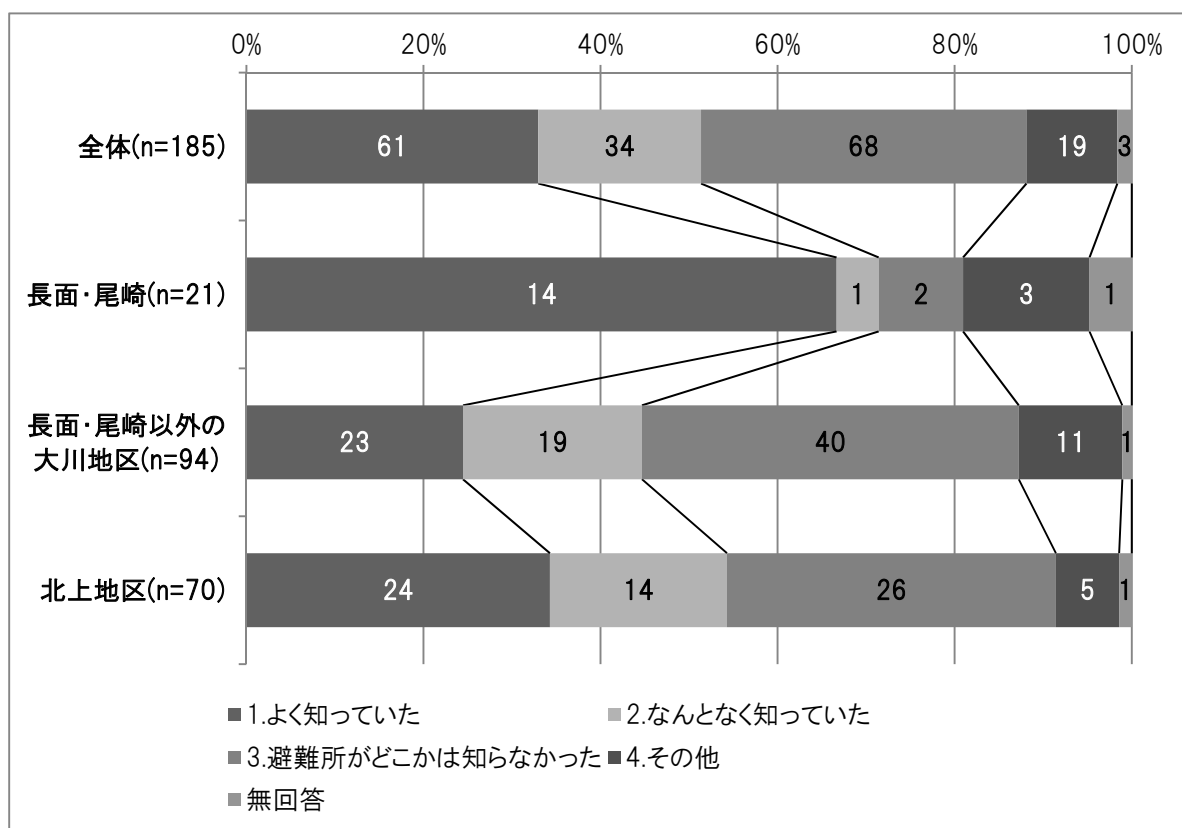
² 帯グラフ中の数字は件数をあらわす（以降の図でも同様）。

また、平成21年3月に配布された「防災ガイド・ハザードマップ」の中の津波浸水予想区域（津波ハザードマップ）について、その認知度を尋ねたところ、「津波ハザードマップがあることを知っており、その内容を十分理解していた」との回答は、全ての地区で10%前後であり、回答者の多くがその内容を詳しく知らなかったり、津波ハザードマップがあること自体を知らなかったことが明らかとなった。



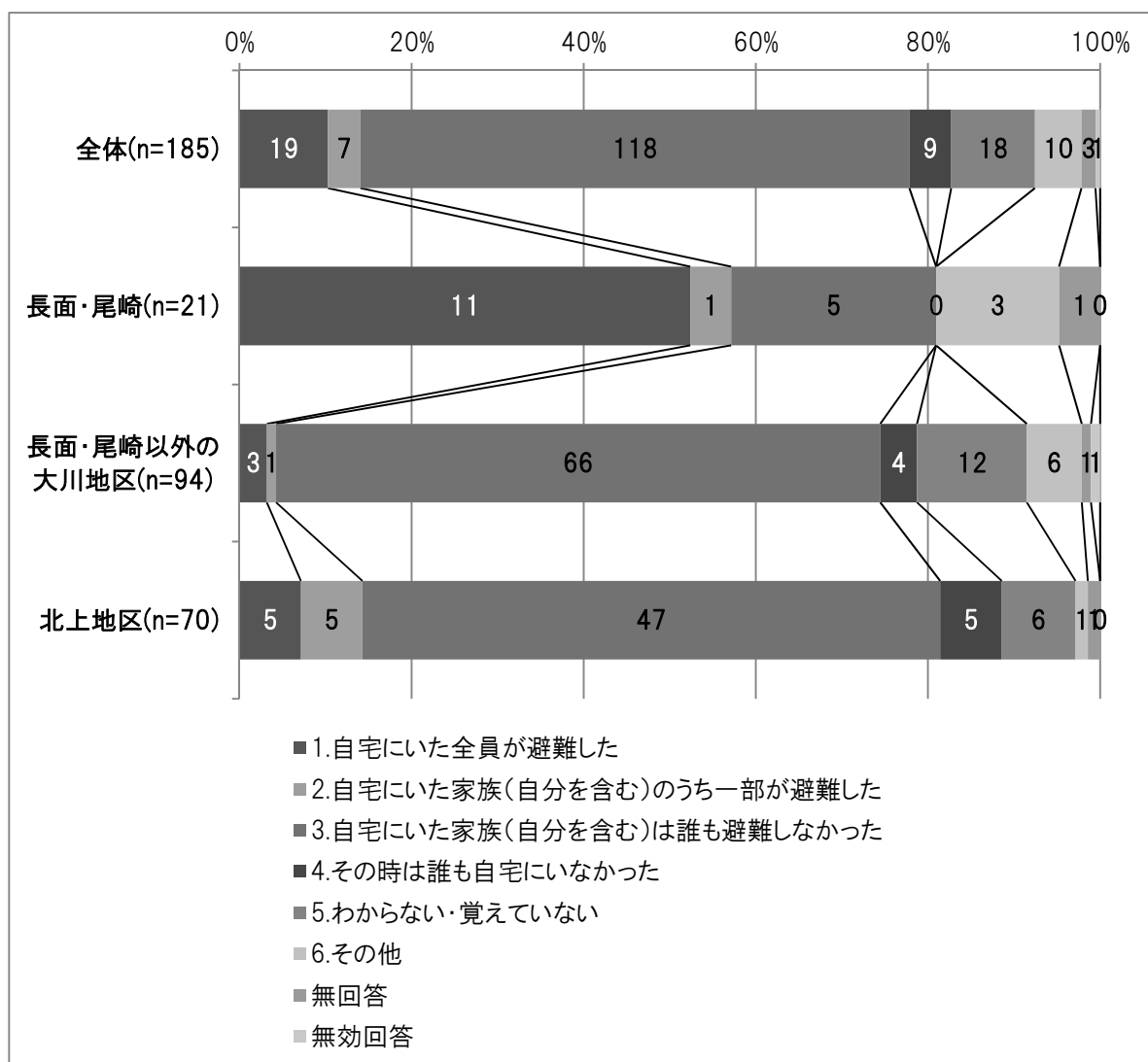
津波ハザードマップの認知度

次に、居住地区において津波発生時に避難すべき場所について、その認知度を尋ねたところ、「よく知っていた」「なんとなく知っていた」との回答は、長面・尾崎地区では約70%となり、長面・尾崎以外の大川地区では約45%、北上地区では約55%となった。一方で、「避難所がどこかは知らなかった」との回答は、長面・尾崎地区では約10%にとどまったものの、長面・尾崎以外の大川地区および北上地区では約40%となった。



津波発生時に避難すべき場所の認知度

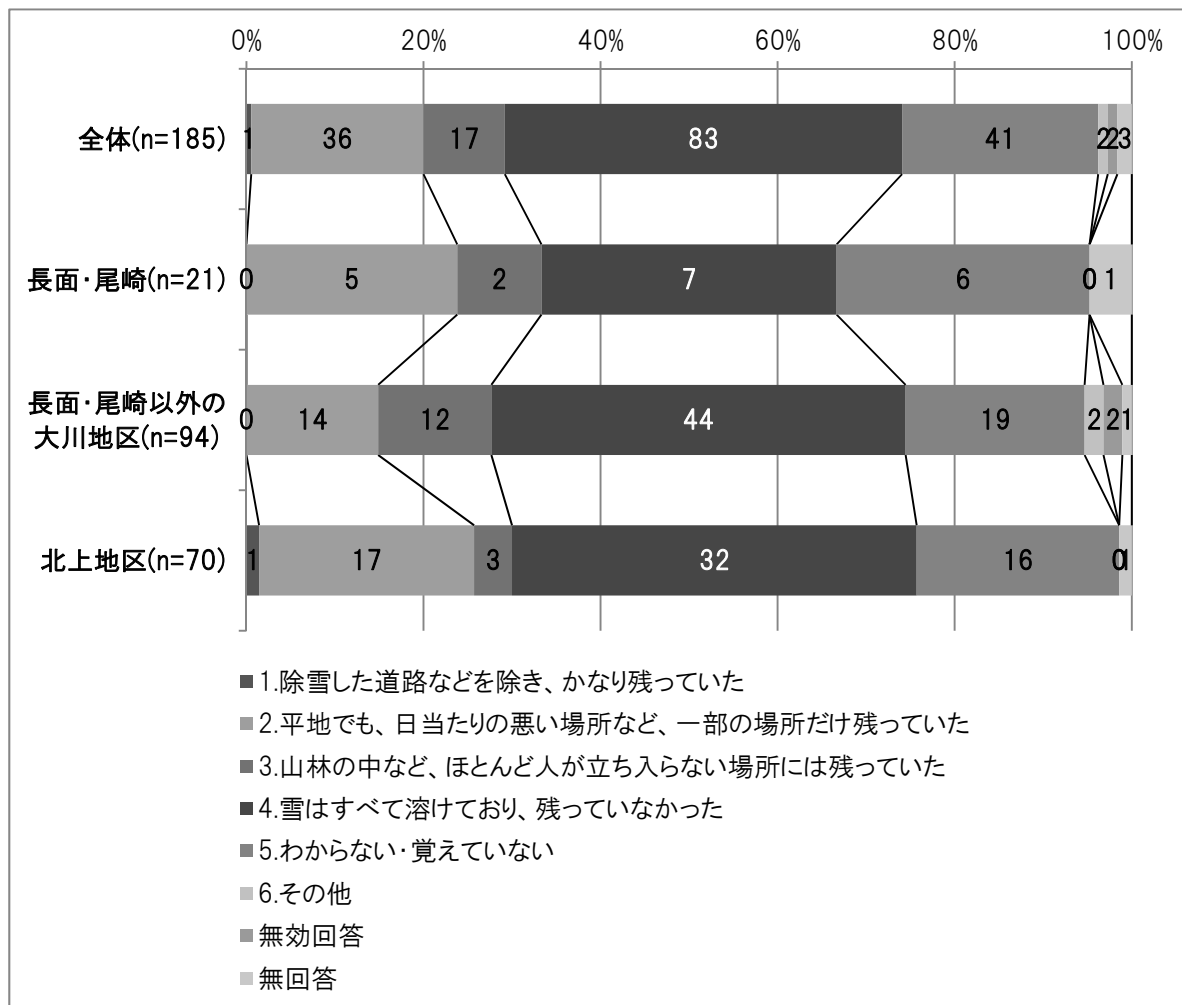
さらに、震災の前年（平成22年）2月28日に南米チリで発生した地震に伴い大津波警報が発令された際に、避難場所へ避難したかどうかについて尋ねた³。「自宅にいた全員が避難した」「自宅にいた家族のうち一部が避難した」との回答は、長面・尾崎地区では約60%にのぼる一方で、長面・尾崎以外の大川地区および北上地区では10%前後となり、「自宅にいた家族は誰も避難しなかった」との回答が70%前後という結果であった。



平成22年2月大津波警報発令時の避難行動

³ 「1つ選んで○」とある設問において複数の選択肢を選択している場合には、「無効回答」とした（以後の設問でも同様）。

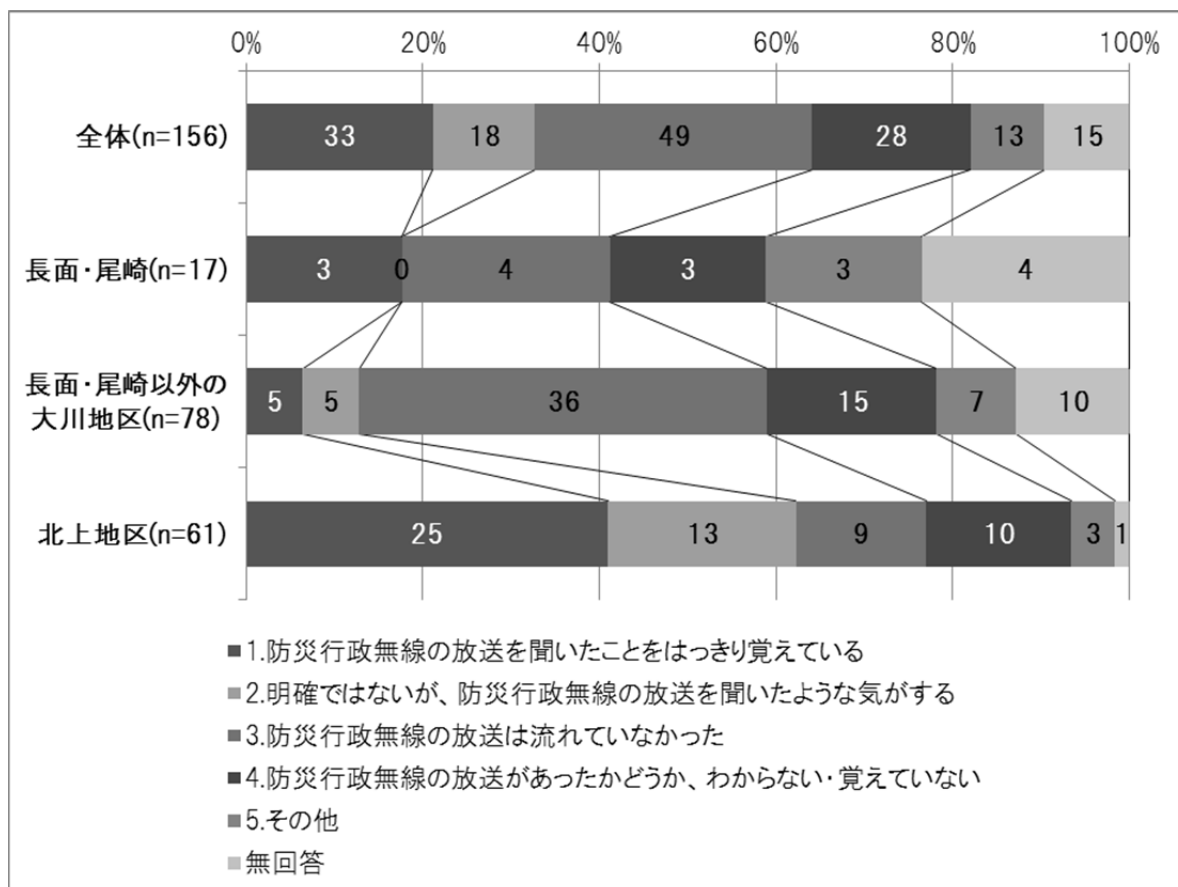
石巻市内では震災の2日前（3月9日）に雪が降ったが、震災当日、自宅の周辺で、その雪がどの程度残っていたかについても尋ねた。多くの地区で、雪はほとんど残っていなかったことが明らかとなった。



震災当日の残雪の程度

地震発生後の行動等については「地震発生当時、ご自宅周辺にいた方のみ」に対して尋ねた⁴。

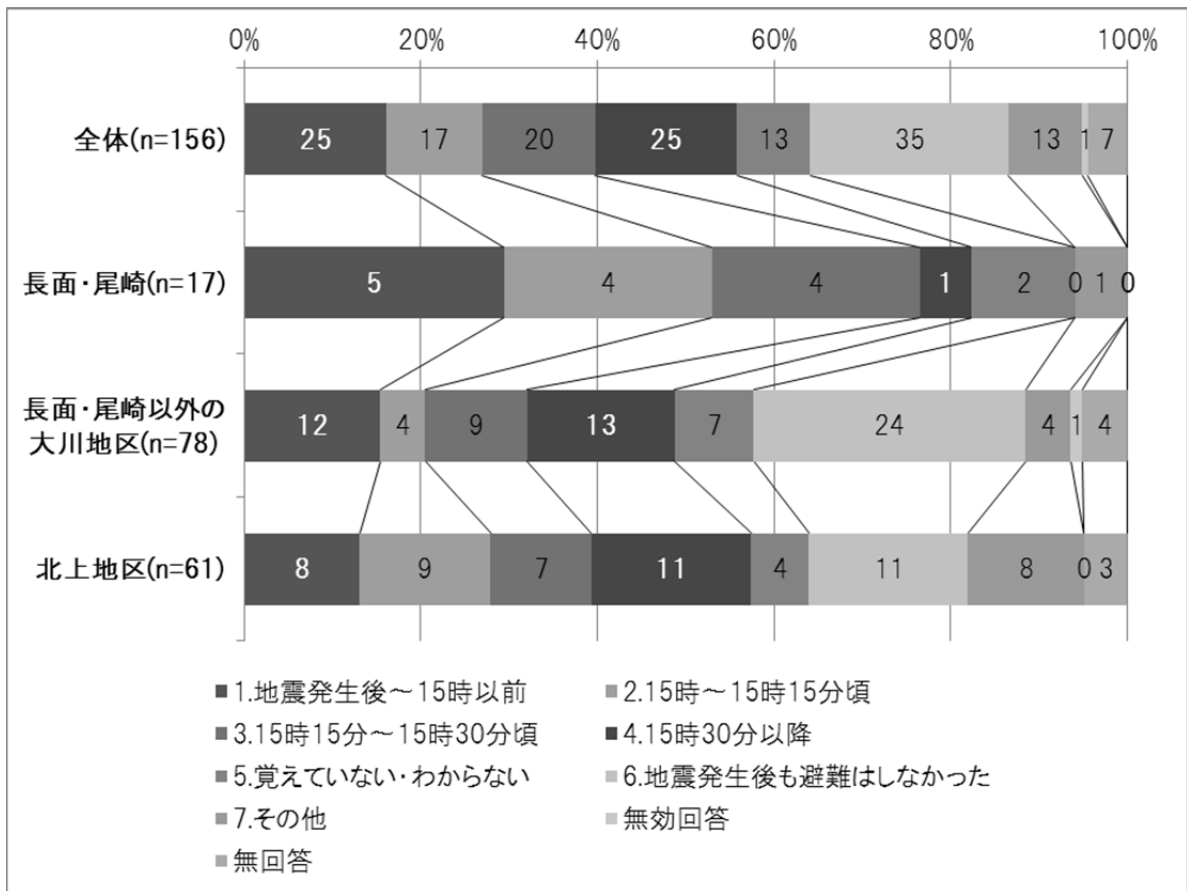
まず、地震発生後の防災行政無線の放送については、北上地区では「放送を聞いたことをはっきり覚えている」「明確ではないが放送を聞いたような気がする」との回答が約60%となったが、大川地区では10～20%にとどまった。特に、長面・尾崎以外の大川地区では、「放送は流れていなかった」との明確な回答が、約45%となった。



地震発生後の防災行政無線聴取状況

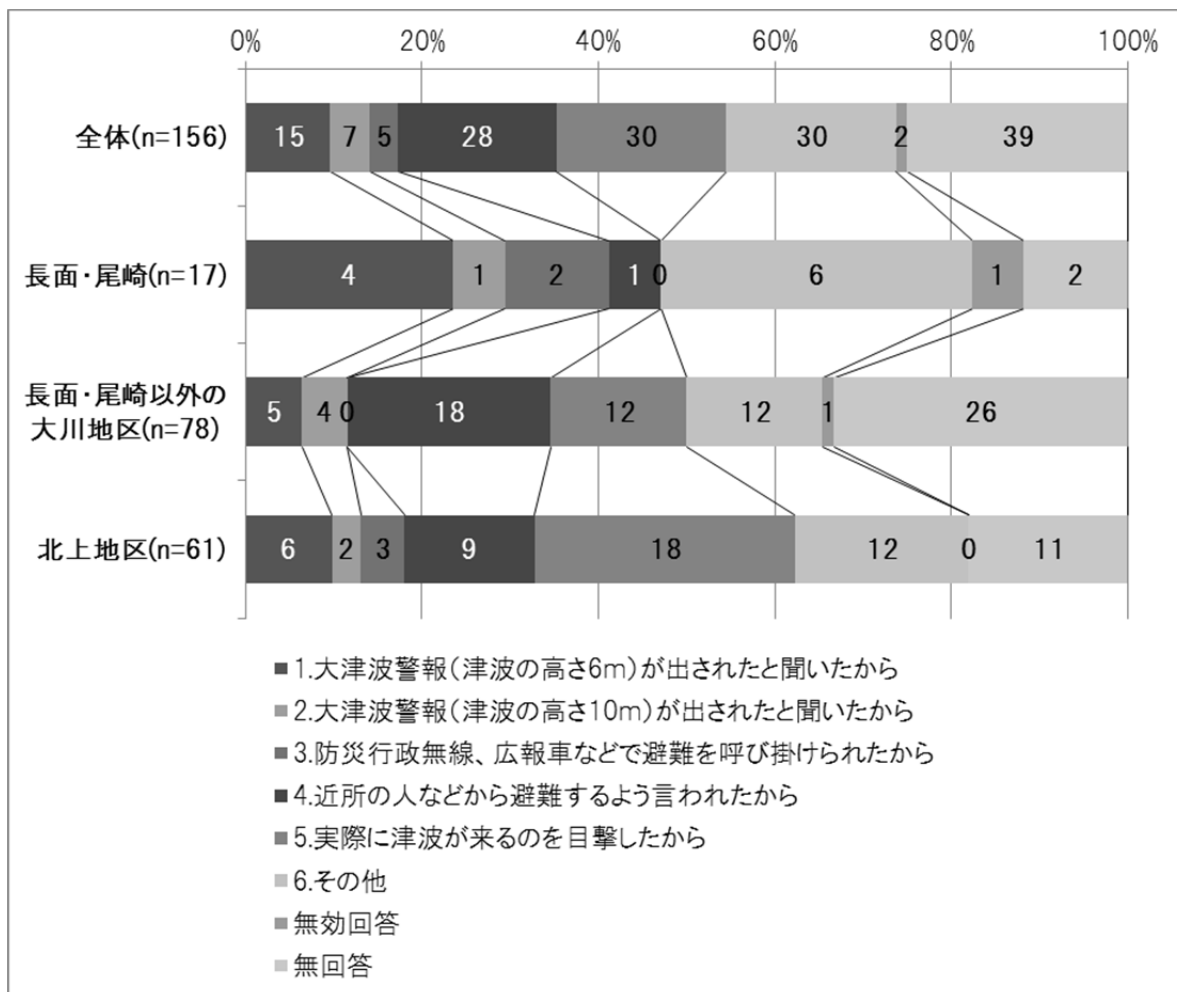
⁴ 「地震発生後の防災行政無線聴取状況」「地震発生後の避難開始時刻」「避難開始のきっかけ」に関する3つの設問すべてに無回答の方のみを「震災当日自宅周辺にいなかった」と解釈し、3つの設問のうち一つでも回答されている方(156名)を対象として集計した。

続いて、地震発生後の避難開始時刻について尋ねたところ、長面・尾崎地区はそれ以外の大川地区よりも早い時刻に避難を開始していることが明らかとなった。



地震発生後の避難開始時刻

また、避難のきっかけに関しては、長面・尾崎地区では大津波警報や防災行政無線、広報車での避難の呼びかけをきっかけに避難を開始した方が約40%である一方で、長面・尾崎以外の大川地区や北上地区では、「近所の人などから避難するよう言われたから」「実際に津波が来るのを目撃したから」といったきっかけで避難を開始した方が約40%であることが明らかとなった。



避難開始のきっかけ

大川小学校付近へ来襲した津波の挙動について（第2版）⁵

（1）はじめに

大川小学校付近へ来襲した津波は、北上川の堤防の陸側を主として陸上を遡上した津波と、北上川の河道を遡上して新北上大橋直下の右岸⁶から越流した津波の、大きく2つに分けられる。一般に陸上を遡上する津波は、河道を遡上する津波に比較して遡上速度が遅いことから、これら2つの津波の大川小学校付近への到達時刻も、北上川からの越流が先で陸上を遡上した津波が後であると考えられる。

（2）北上川を遡上した津波の各地への到達時刻

北上川を遡上した津波の第1波は、「福地」水位計と「飯野川上流」水位計の水位データに基づいて第4回検証委員会で報告した時刻のように、河川を遡上したものと推定される（表1に再掲）。ただし、これらの時刻は、「福地」と「飯野川上流」を除いて、分単位で正確であるわけではない。

表1：北上川を遡上した津波のそれぞれの地点付近への到達時刻

		月浜第一水門	新北上大橋	大川中学校	福地	飯野川上流
河口からの距離(Km)		2.0	3.7	4.8	8.6	14.9
到達時刻	立ち上がり	15:22	15:26	15:28	15:37	15:51
	ピーク	15:28	15:32	15:34	15:42	15:55

（3）新北上大橋およびその直下右岸部において越流した津波に関する疑問

新北上大橋のトラス⁷には、樹木や船舶などが引っかかり、ダムのような状態になっていたと考えられる（堰効果）。津波痕跡調査によるとトラスにはT.P. 8.9mまで痕跡が残っていることが明らかにされており、橋の道路面がT.P. 約7mであることから、橋の道路面から最高で約2mの高さまで津波に覆われたことになる⁸。この堰効果によって津波が釜谷地区に越流

⁵ 本資料では、8月24日第4回検証委員会で用いた同名の資料を前提として、その後に判明した事実に基づいて津波の挙動を明らかにしたい。なお、本報告については、首藤委員および外部水工学の専門家の助言に基づき、大橋調査委員が中心となってデータ分析を行った上で、最終的に専門家の確認を得たものである。

⁶ 下流に向かって右側を右岸と呼ぶ。

⁷ 橋の上部に設置された構造物。現在の新北上大橋で黄緑色に塗装されている部分。

⁸ 津波痕跡はその地点に来襲したすべての津波の中で最も高い津波の痕跡であるため、これが第1波によるものかどうかは判断できない。ただし、ここでは第1波が最大波と同等の高さを持っていたと仮定して推定することとする。

したことも認められるが、越流時刻は立ち上がりからピークの間であると考えられる。

従来、この越流津波が大川小学校付近に来襲し、避難中の児童を襲うなどの多くの被害をもたらしたあとで、数分遅れて陸上を遡上してきた津波が釜谷地区に壊滅的な被害を与えたと考えられてきたし、委員会も概ねそのように考えてきた。しかし、多くの生存者が証言する突風のような風や、家々が破壊される大きな音が、越流した津波で生じるのかどうかについては疑問があった。

また、大川小学校の時計が 15:36 から 15:38 の間で止まっていること⁹、水位計から推定された越流時刻との間の時間差も課題だった。このことから、「越流津波は人命を奪うくらいの浸水深¹⁰で大川小学校付近に到達したが、時計を止めるほどの深さではなかった。のちに到達した陸上遡上津波が時計を止めたのだろう」と考えられた。しかし、これも突風や大きな音の証言との不整合を説明できない。

さらに、第 4 回委員会の後に提供を受けた堤防の高さのデータは、むしろこれらの疑問を強くするものだった。すなわち、新北上大橋はこの付近の堤防で最も高い位置に架けられ、また、その右岸下流部は釜谷水門に至るまでの 4Km あまりにわたって 5m を超える堤防が続くことが確認された。新北上大橋右岸上流部の「間垣の堤防」部にそれらより 1m ほど低い箇所があると対照的であった（図 1）。この堤防の高さは、河川の形状と相まって新北上大橋の右岸下流部では大規模な越流が起こりづらいことを示すと考えられる。

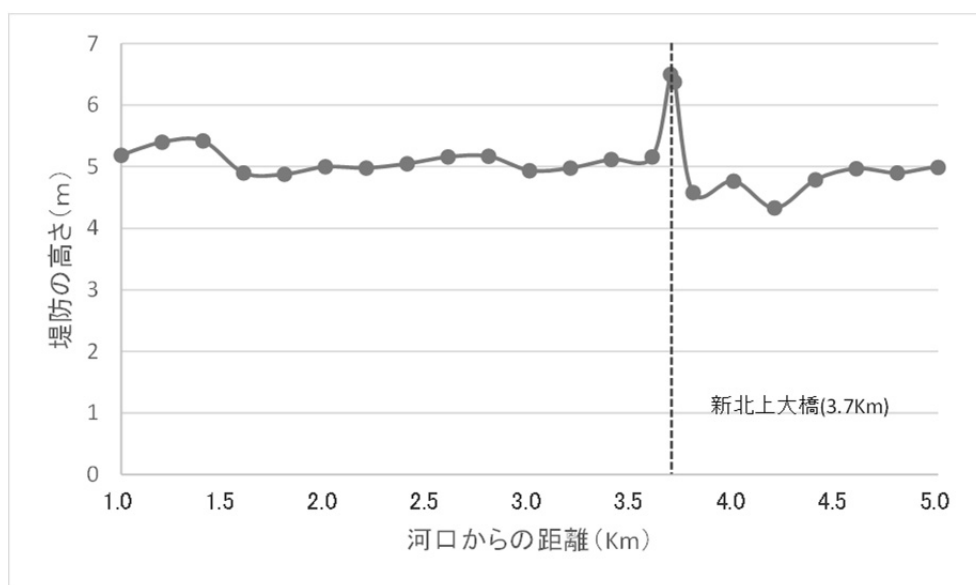


図 1：新北上大橋付近右岸の堤防の高さ（平成 21 年測定。ただし、新北上大橋の 3.7Km 付近（赤い点線部）のデータがなかったため、その 2 箇所だけは震災後の平成 24 年に測定されたデータを流用した）

⁹ 第 4 回検証委員会においては 2 つの時計が現存すること報告した。それぞれ、15:38:53 と 15:36:40 に停止している時計である。その後、現存しないものの 15:37:46 で停止している時計があることを確認した。これらの時刻の平均は 15:37:46 である。なお、大川小学校は授業の開始と終了の合図にチャイムを用いていなかったため、大川中学校のように 10 分以上もずれていたとは考えにくく、時計はおおむね正確だったものと推定される。

¹⁰ 浸水深とは、津波の高さを地面を基準に表現したものである。

(4) 第4回検証委員会後に得られた新たな証言

第4回検証委員会の後に行った聴き取り調査において、家々と同じくらいの高さの津波が県道を三角地帯の方向に遡上していったという証言や、越流津波を見て山に駆け上った後、少しして津波に巻き込まれたという証言が得られた。これらは、陸上を遡上してきた津波が、北上川から越流した津波にわずかに遅れて大川小学校付近に到達した可能性を示す。すなわち、これまで考えられていなかった「主として陸上を遡上した津波が児童や教職員、地域住民の命を奪った」可能性である。

(5) 陸上遡上津波の遡上速度について

証言によって得られた新たな可能性を検討するために、陸上を遡上する速度の推定を試みたい。ここでは、津波が陸に最初に到達した場所を横須賀海岸とし、それと同時に北上川河口部に到達する場所を河口-1Km とみなして、その地点から北上川を遡上した速度に比較して、どのくらいの速度で陸上を遡上すれば 15:37 頃に時計を止めることができるかを検討した。

北上川を遡上した津波は河口-1Km から新北上大橋までの約 4.7Km の距離を、陸上を遡上した津波は横須賀海岸から大川小学校までの約 4.1Km の距離を遡上したものと仮定した。水位計からの推定に基づき、河川遡上津波のピークが新北上大橋に到達した時刻を 15:32 とし、その速度を毎分約 490m (時速約 29Km) として時間をさかのぼると、津波は河口-1Km に 15:22 頃に到達し、ここから北上川と陸上とに分かれて遡上を開始したことになる。陸上を遡上した津波が 15:37 頃に大川小学校付近に到達するためには、河川遡上の約 55% の速度 (分速約 270m ; 時速約 16.5Km) で遡上したことになる。

続いて、この遡上速度が、これまで明らかにされている陸上遡上速度と比較して妥当な速度であるかどうかを検討した。本大震災において名取川の西側における陸上遡上の速度を推定した論文¹¹によると、2.75Km¹²内陸までの到達時間が 746 秒とされており、これは分速約 220m に相当する。この遡上速度が、数千世帯の市街地を含む地域での推定であることを考えると、長面～釜谷地区における津波遡上速度が分速約 270m であるのは矛盾のない速度であると考えられる。

¹¹ Adityawan, M.B. et.al., Investigation of Tsunami Propagation Characteristics in River and on Land Induced by the Great East Japan Earthquake 2011, Journal of Earthquake and Tsunami, Vol.6, No.3 (2012) 1250033

¹² 論文には距離は記載されていないため、「津波詳細地図 (古今書院)」からおおよその距離を算出した。

(6) まとめ

以上のように、大川小学校付近に来襲した津波は、北上川を遡上して新北上大橋直下右岸の堤防を越流して来襲した津波と、横須賀海岸に到達して陸上を遡上して来襲した津波とがあった。越流津波は人々に強い恐怖を感じさせ避難を促す効果はあったものの、突風を起こしたり大きな音を立てて家屋を破壊するほどの水量ではなかったと考えられる。大川小学校付近で多くの人命が奪われたのは、越流津波の数分後に陸上を遡上してきた高さ数メートルの津波によるものと推定される。

なお、本大震災で4Km以上の内陸において10m以上の浸水深を記録した地域は、唯一大川小学校付近だけである。このような特異な津波が発生したのは、そもそも本大震災における石巻市の浸水面積が群を抜いて広がったこと¹³、そして、長面から釜谷までの地域が、堤防と山に囲われた平坦な地域であったこと、また、谷地中付近では山が張り出していて堤防との間が狭まる地形だったことなどによって、津波が横に広がらずに、高さを維持して遡上したからと考えられる。いわば、北上川に平行して「第二の北上川」が形成されたとも言えるのである。その「第二の北上川」の終点に大川小学校は位置していたのである。

¹³ 浸水面積は73Km²で、これは日本全域の浸水面積のうちの13%にあたる（国土地理院の「津波浸水範囲の土地利用別面積について」<http://www.gsi.go.jp/chirijoho/chirijoho40025.html>に基づく）