

タイムスタンプデータによる津波到達直前の陸前高田市内の状況推定

静岡大学防災総合センター 牛山素行・横幕早季

1. はじめに

東日本大震災では津波によって多大な人的被害を生じた。今後の津波災害による人的被害の軽減を考える上では、今回の津波到達前に人々がどのように行動したかに大きな関心を持たれる。従来のがわが国での津波災害や豪雨災害時の避難行動については、避難勧告地域などを対象とした調査票調査によってその実態を明らかにする試みが続けられてきた。特に 2000 年東海豪雨時の片田らによる調査(群馬大学工学部片田研究室, 2001)からは、被災地での調査票調査から、浸水開始時刻や、避難行動実施率の時間的な変化など、時空間的な情報も得られる可能性が示されてきた。しかし、東日本大震災においては、津波到達範囲内の集落が文字通り消滅し、一自治体内で千人規模の犠牲者が生じるなどしており、従来型の調査票調査による状況の解明が困難になっている。しかしながら、発災後の早い時期に、災害時の地域の様子を客観的に再現することは、今後の防災計画策定の上でも必要性が高い。そこで本報告では、デジタルカメラ画像などの時刻記録を含むデータを基礎資料とし、聞き取り調査による証言情報を加味して、津波到達直前の人々の行動や、地域の様子を推定することを試みた。

2. 研究手法

2. 1 利用資料

調査対象地は、岩手県陸前高田市中心部付近とした。調査対象の時間帯は、津波からの避難行動を主な関心事項とするため、地震発生から津波が到達して市街地に破壊的な被害が生じるまでの間とした。

検討に用いた資料は、時刻が自動的に記録されるデジタルカメラ画像および動画、twitter での発言を中心とした。地震発生から津波到達までの間に、陸前高田市内で撮影された動画としてインターネット上で確認できたのは 2 点あったが、画像については数点しか確認できなかった。そこで、筆者の知人や、現地での聞き取り調査などを通じて、画像等を提供してもらえる人を探索した。なお、これらの画像、動画については提供者を匿名とし、二次利用はしないという条件で収集を行った。

2. 2 時刻補正

デジタルカメラの時計は一般に利用者が手動で設定するものであり、それぞれ誤差があると予想される。そこで、各提供者別に以下のような方法で時刻補正を行った。なお、地震の発生時刻は 14:46 としている。

(1) A 氏の USTREAM 公開動画 A 氏は津波到達直前に陸前高田市役所前付近におり、ここで

USTREAM を利用した中継を開始した。USATREM では中継開始時刻は直接記録されないが、中継開始については twitter 上で告知されており、この時刻が 15:24 であることから、動画の開始時刻は 15:24 頃と推定した。

(2)A 氏のデジタルカメラ画像及び動画 A 氏は USTREAM とは別に、デジタルカメラによる写真及び動画も撮影している。このカメラの時刻のずれについて A 氏は特に確認していない。A 氏が撮影した画像の中に、陸前高田市のショッピングセンター「マイヤ陸前高田店」の駐車場を撮影したものがあり、この中に同店の屋外型時計が写っている。この時計の示す時刻が 14:52 であり、画像の記録時刻も 14:52 であった。この時計は時刻合わせが自動仕様ではないが、太陽電池駆動のため地震による停電で停止している可能性は低い。異なる複数の時計がたまたま同程度の時刻のずれを生じている可能性は低いと思われることから、A 氏のデジタルカメラの時計は概ね正確な時刻に設定されていたものと判断した。

(3)B 氏の動画 この動画は動画共有サイト youtube で公開されているものである。撮影開始時刻についての表記はないが、A 氏の USTREAM 動画と一部が時間的に重複している。二つの動画ともに、陸前高田市役所からの防災無線による放送音声を取り出すことができるので、放送内容の重複する時刻と A 氏の動画の開始時刻を元に、B 氏の動画の開始時刻を推定した。

(4)D 氏のデジタルカメラ画像 D 氏本人から、「記録されている時刻は正しい時刻に対し約 3 分進んでいる」と申告されており、その証言に従って時刻を補正した。

(5)E 氏のデジタルカメラ画像 時刻のズレについては明確な資料がないが、D 氏の画像と類似した範囲・状況を撮影した画像がいくつかあり、D 氏の画像の時刻を元に補正した。

これらの補正の結果、秒単位での精度は困難だが、おおむね±1 分程度の精度は確保できたと考えている。

表 1 利用した画像等

提供者	種類	撮影場所	備考
A	動画・画像	高田町	動画 1 件は USTREAM で公開。写真 19, 動画 4
B	動画	米崎町	米崎消防団。Youtube で公開。
C	画像	気仙町	撮影者は行方不明者。写真 2 件。
D	画像	気仙町	写真 139 件。
E	画像	気仙町	写真 80 件。

3. 結果

3. 1 津波到達時刻の推定

画像・動画から読み取れる最も明瞭な情報としては、津波の到達範囲が挙げられる。2. で検討したように、収集した画像のタイムスタンプを補正できたので、撮影者の異なる画像を元に一つの図のなかに津波到達範囲を示すことが可能になった。

結果を図 1 に示す。ここで「津波到達」とは、画像上で津波の先端部があきらかにその地点に到達していることを読み取ることができた状態を示す。したがって、陸上部におい

ではその地点に津波が遡上した事を読み取っているが、河川や海面部では、潮位記録に現れる本来の意味での津波の第一波の到達を読み取ることはできていない。河川(気仙川)内にも到達時刻を示しているが、これは水面が上流側と下流側で高さが変わっている事がはっきりと読み取れる状態になった時刻を示している。なお、入手した写真の中では 15:09 に気仙川河口付近で潮が引いている様子が読み取れるが、これ以外には「引き波」に関する画像は得られていない。図 2 に示した津波の到達は、いずれも明瞭な「押し波」である。

図 2 に見るように、陸前高田市の海岸付近に津波が到達したのは遅くとも 15:23~15:24 頃のようなのである。ただし気仙川河口部を撮影した画像は海岸線付近が不明瞭でよく見えない。図 2 では高田松原西端部への津波到達を 15:24 としているが、これはこの付近の防潮堤を津波が明らかに越えていることが読み取れる時刻であり、激しい押し波が到達した時刻はもう少し早かったと思われる。到達した津波はまず気仙川河道内を北上する。気仙川からは 15:25 頃に気仙大橋付近の右岸で越流が始まり、愛宕下~今泉方面に浸水が広がっていく。左岸側は 15:26 頃に姉齒橋付近で越流するが、気仙川東側の平地部には、海岸側からの津波の方が少し早めに広がっていったようである。市役所付近への津波到達は 15:27 頃、気仙川沿いでは姉齒橋が 15:26~15:27 にかけて流失、気仙大橋は 15:28 に流失した。

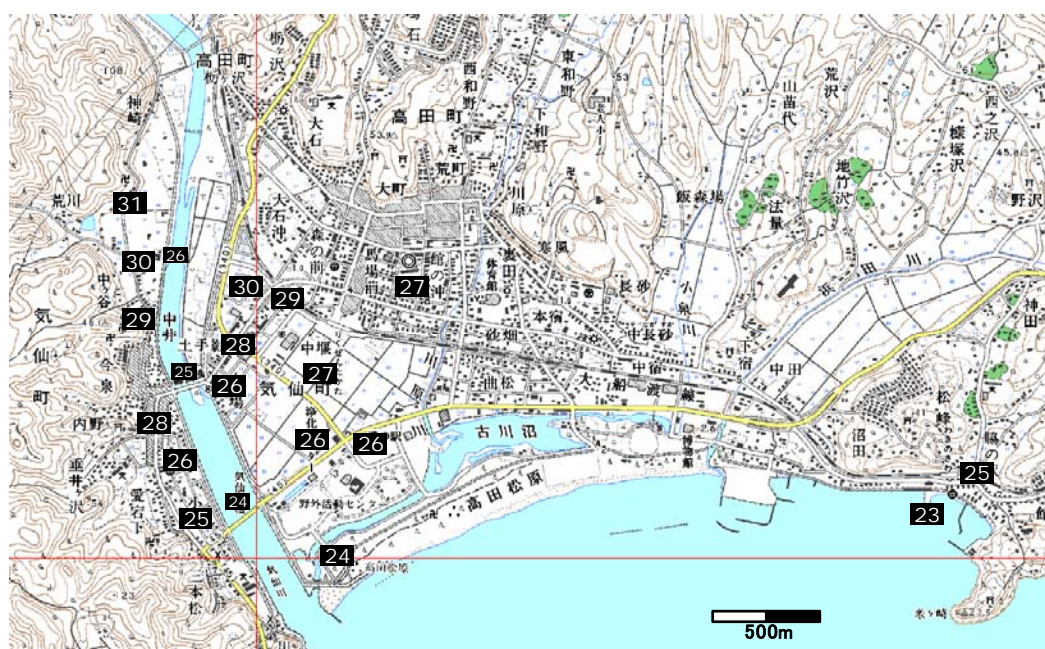


図 1 推定された津波到達時間(数字は 15 時 XX 分の意味)

3. 2 津波到達までのタイムテーブル

画像情報からの読み取りから、防災無線の内容や人の行動などをタイムテーブルとすることも可能になった。現時点で読み取れている情報のうち、主なものを表 2 に示す。

表 2 津波到達までの陸前高田市中心部の状況タイムテーブル

時刻	状況
14:46	地震発生：38° 0.0'N 142° 54.0'E 10km M:7.9 三陸沖.
14:52	マイヤ高田店西側駐車場. 車は3台のみ. 従業員らしき人 17~18 名が集まっている. 客らしき人が徒歩で2名, 自転車1名, 車に乗ろうとしている人1名. 高田街道歩道に従業員でない人2名が立ち話. 2名が歩行中, ただし避難する様子ではない. マイヤ付近以外に歩行者は見えない. 駅前通りとの交差点は信号消灯し, 6台程度停車. 東行車線は5台程度が走行中.
15:06	気仙大橋の上を走る車, 南行き4台, 北行き1台. 気仙中前の国道45号は片側交互通行?, 北行き2台, 南行き1台走行中. 気仙川の水位がやや下がっているが, 干潮時水位よりは高く, 河床が見えるほどではない.
15:22	陸前高田市防災無線「ただいま大津波警報が発表されています. . . . 市内各地で津波が押し寄せています. 沿岸住民, 海岸付近にいる人は, 直ちに高台に避難してください. ただいま大津波警報が発表されています. 市内各地で津波が押し寄せています.」
15:23	陸前高田市米崎漁港内に津波到達, 消防団避難行動開始
15:25	陸前高田市防災無線「松原地内において, 水門を越えておりますので直ちに避難してください. ただいま, 大津波警報が発表されています. 松原水門においては, 津波が越えておりますので, すぐに避難してください」
15:25	陸前高田市役所前に数十人規模の人が所在, 津波は到達していない.
15:26	陸前高田市防災無線「津波が水門を越えております. 住民は直ちに避難してください. 津波による, 津波により, 堤防から, 津波が越えています. 住民は直ちに避難してください. ただいま, 気仙川において, 津波が越えております, ただいま, 気仙川において, 津波が越えています, 浸水地域にいる人は, 直ちに高台に避難してください.」「ただいま, 大津波警報が発表されております, 松原水門及び気仙川において津波が越えておりますので, ただちに高台へ避難をしてください. 浸水地域にいる人は直ちに避難をお願いします.」
15:26	陸前高田市役所前. 市役所屋上方面から「津波が来てる」といった叫び声あり. 市民会館東側の公園や, 市役所前広場, 道路などから数十人規模の人が市民会館方面に駆け足で移動. 一部の人は市役所建物内へも.
15:27	陸前高田市防災無線「ただいま, 津波が押し寄せております. . . .」
15:27	陸前高田市役所に津波到達. 市民会館前駐車場, 市役所前道路に人影無し.
15:27	姉齒橋の全橋桁流失, 気仙大橋はまだすべて残存
15:28	気仙大橋が変形開始, 30秒程度で流失. 気仙中の3階まで津波到達, 今泉町裏付近の家屋ほとんど流失, 中井付近の気仙川堤防越流開始.

4. おわりに

タイムスタンプ付き画像データを収集, 解析することにより, 様々な記録が失われた津波被災地においても, 被災時の状況をかなり詳しく再現することができることが確認された. なお, 発表当日は予稿で挙げた結果以外の推定結果についても示す予定である. 聞き取り調査や調査票調査などの, 人の記憶に頼る調査では時刻などの客観性の確保に限界があるが, このような時刻情報を併用することによって, 聞き取り調査などの質の向上に寄与することが期待される.

なお本研究の一部は, 環境省環境研究総合推進費(S-8), 平成22年度科学技術振興調整費「災害科学的基礎を持った防災実務者の養成」の研究助成によるものである.

参考文献

群馬大学工学部片田研究室: 東海豪雨災害に関する実態調査, <http://dsel.ce.gunma-u.ac.jp/modules/newdb1/detail.php?id=6>, 2001