

津波避難脆弱性指数 HVI による小集落単位の被災要因分析

開発虎ノ門コンサルタント 正会員 後藤洋三

1. 目的

津波による人的被害の危険性 $Risk = Vulnerability \times Hazard$ とした場合、津波による人的被害の発生率 (Risk) を建物被害の発生率 (Hazard) で割った値 (Vulnerability) は、当該地域の津波避難脆弱性を表す指数 (以下、 $HVI = Human\ Vulnerability\ Index$) となる。著者は、先行研究¹⁾、HVI を東日本大震災津波で被災した東北地方沿岸主要 20 自治体に適用し、各自治体に固有の自然特性ならびに社会特性と HVI が関係付けられること、そして HVI の回帰式を使って、各自治体の被災要因を量的評価し、人的被害減少施策に順位を付けることが可能になることを示した。この HVI を自治体内の小集落の被災要因の分析に適用出来れば、更に具体的な施策の立案が可能になる。そこで本報では、HVI を岩手県山田町の 6 集落に適用し、データ数が小分割により相対的に低下する条件下で、各集落に固有の被災要因の分析を試みた。

2. HVI の算定式

先行研究¹⁾と同様に HVI を次式で求める。

$$HVI = \frac{(\text{津波による犠牲者数} / \text{基準人口}) \times (1 / \text{在宅率})}{\text{被災家屋数} / \text{基準家屋数}} \times 100 \quad (1)$$

津波による犠牲者数も被災建物数も津波の高さに伴って単調増加する値であるから、式(1)ではその比を取ることにより浸水深の影響が相殺され、HVI が浸水深と独立した指数となることを期待している。

3. 対象地域と使用データ

2010 年の山田町の人口は 18,617 人で、表 1 に東日本大震災による被害概況を示す。山田町の震度は 5 強程度で、揺れによる被害はほとんど無かった。ただし、津波により大火災が発生し、山田本町の市街地の大半が焼失した。津波による海面上昇は地震発生から約 30 分後に始まり、約 40 分後に最高潮位に達した。その高さは、山田湾内で 6~9m、太平洋に面している田の浜で 10~15m、小谷島で約 20m であったと推定されている。

4. HVI の算定

式(1)に従って求めた HVI とその計算のための諸数値を表 2 に示す。先行研究に習い、被災家屋数として流失家屋数をとった。犠牲者数は各集落の浸水域内に住所登録されていた人の数である。柳沢が異常に高い数値となっており、犠牲者数に対し流失家屋数が少ないことが影響している。この集落では震災当時、区画整理が進んでいて、3~4 建ての共同住宅が 3 棟建設されていた。そのような住宅は 1 階天井以上ま



図 1 この論文で使う地域名
(復興支援調査アーカイブのマップデータに加筆)

表 1 山田町の人的被害と建物被害の概況

津波浸水域人口	11,418人	総務省統計局統計調査部地理
津波浸水域世帯	4,175世帯	情報室 HP, 2013 年 12 月閲覧
死者	604人	岩手県総務部総合防災室 2016
行方不明者	148人	年 2 月 29 日現在,
災害関連死亡者	83人	いわて防災情報ポータル
犠牲者合計	835人	2018 年 3 月閲覧
津波被災建物数	4,147軒	復興支援調査アーカイブ

キーワード HVI, 小集落単位, 津波避難, 自然特性, 社会特性, 東日本大震災

連絡先 〒168-0082 東京都杉並区久我山 5-30-13-101 後藤洋三 Tel 03-1799-6145

で浸水して全壊しても流失とは計数されない．そこで，この3棟の2Fまでの世帯数は流失と見なして計算した結果を()で示した．異常値が解消されている．

表2 設定値とHIV

集落名	犠牲者数*1	人口*2	居住用家屋数*2	在宅率*3	流失家屋数*4	HVI	浸水深*5
大沢	106	2,105	679	0.68	376	13.5	3.9 m
柳沢	46	1,355	479	0.80	35(77)	58.1(26.4)	3.7
北浜	24	494	201	0.64	198	7.7	4.7
山田本町	188	6,014	2,384	0.56	590	22.6	4.2
織笠	97	2,697	981	0.69	470	10.8	5.7
田の浜	109	1,237	429	0.92	313	13.2	9.2

*1 山田町 2012 年 2 月死者行方不明者住所を元に各集落の浸水域内の犠牲者数をカウント

*2 各集落の 2010 年国勢調査データによる．ただし，集落別の住居用家屋数は公表されていないので世帯数から換算した．

*3 復興支援調査アーカイブデータにおける自宅が全壊した人の地震時在宅率 + 津波前帰宅率

*4 復興支援調査アーカイブデータによる住居系家屋の各集落毎の流失数，()は見なし値

*5 復興支援調査アーカイブデータによる流失家屋位置の浸水深の各集落毎の平均値

5．HVI の回帰式の適用性

先行研究¹⁾では20自治体のHVIと地域特性・社会特性を表す説明変数の関係として次の回帰式を得ている．

$$\text{回帰 HVI} = 2.886 \times A^{-1.117} \times P^{-0.852} \times R^{-0.423} \times I^{0.441} \quad (2)$$

ここに， A, P, R, I は表3に示す説明変数である．各変数の意味は先行研究¹⁾を参照されたい．各変数値の設定に当たっては，データ数が少ないため，先行研究¹⁾で採用したサンプル年齢分布片寄りの補正は行っていない．

表2のHVIと比較すると，データ数が特に少ない北浜，田の浜のHVIは明らかに異常値となっている．特に北浜では避難先に直行した11名の内の1名しか自動車を使用していないことが影響している．北浜は独自の避難訓練に取り組むなど，防災活動の先進地区であったため自動車の使用が控えられたと考えられる．他方，柳沢は区画整理が行われていて走行し易く，かつ避難場所がやや遠かったことから自動車の使用が多くなったと考えられる．そこで，自動車速度とその使用率で決まる避難道路整備指数を先行研究の山田町全体の値2.81として回帰HVIを計算した結果を()に示す．異常値が緩和された値が得られている．

表3 HVI と説明変数

自治体	津波到達時間 T(分)	等価避難距離 l(m) *1	自動車速度 V (km/h)	自動車使用率 d	V, d のデータ母数 *2	第1報 予想高さ H(m)	警報 聴取率 a	避難 裕度 A=t/1	避難 準備率 P	避難道路整備 指数 R=v×d	警報強度伝達率 I=h×a	a, P のデータ母数 *3	回帰 HVI
大沢	35	132	4.1	0.41	22	3	0.36	0.27	0.50	1.7(2.81)	1.08	36	17.7(14.3)
柳沢	35	315	12.2	0.80	5	3	0.20	0.11	0.40	9.7(2.81)	0.60	10	35.0(59.3)
北浜	35	289	4.1	0.09	11	3	0.44	0.12	0.31	3.7(2.81)	1.31	16	110.(47.1)
山田本町	35	157	10.0	0.62	21	3	0.33	0.22	0.37	6.2(2.81)	0.98	43	16.8(23.4)
織笠	35	167	3.2	0.52	25	3	0.43	0.21	0.40	1.7(2.81)	1.29	35	25.0(20.8)
田の浜	32	190	6.8	0.67	3	3	0.32	0.17	0.23	4.5(2.81)	0.97	31	40.2(49.2)

*1 自宅から浸水域外縁までの距離，自動車避難の距離を歩行距離に換算し，歩行避難と合わせて平均

*2 自宅が津波で全壊かつ自宅から避難場所に直行避難したデータ数

*3 自宅が津波で全壊かつ地震時に自宅に居たか津波が来るまでに帰宅したデータ数

6．考察と結論

HVI をデータ数が少ない小集落の適用した結果，RC 造の共同住宅が多い集落では流失家屋が少なくなり Hazard 項が過小評価されること，回帰HVIの推算では避難道路整備指数の評価に課題があることが分かった．

参考文献

- 1) 後藤洋三，中須正：地域の津波避難脆弱性を評価する指数の提案と検証，日本地震工学会論文集 Vol. 17 (2017) No.2, p.2_158 - 2_173, 2016．