

地域メッシュ情報を用いた津波避難における被災人口分布

Distribution of Tsunami Disaster Population in Evaluation of Tsunami Evacuation Using Area-Wide Mesh Data

○藤田 謙一¹, 矢代 晴実²
Ken-ichi FUJITA¹ and Harumi YASHIRO²

¹千代田化工建設(株)

Chiyoda Corporation

²防衛大学校システム工学群建設環境工学科

Department of Civil and Environmental Engineering, National Defense Academy

Distribution of tsunami disaster population in evaluation of tsunami evacuation using area-wide mesh data is presented. In evaluating the disaster population, probability function proposed by the author's method considered differences between tsunami reaching time from an earthquake occurrence to refuge area and completed tsunami evacuation time is used. Variances of flood flow velocity of tsunami and walking velocity in evacuation are considered in the probability function. Variations in the tsunami disaster population by the difference of the tsunami arrival time and evacuation consciousness are shown in each mesh. In the evaluation of the tsunami disaster population, area-mesh size, population and elevation data of area are used GIS.

Key words: Tsunami evacuation, Tsunami damaged population, Tsunami evacuation influence function, Variance of walking velocity, Area wide mesh, IS

1. はじめに

東日本大震災での津波による甚大な人的被害を受けて、今後の発生が想定されている南海トラフ巨大地震などによる地震津波に対する被害想定¹⁾が公表されている。津波に対する人的被害想定では、地域をメッシュ分割し、避難時間と遡上津波の到達時間を考慮した上で、浸水深と人的被害のフランジリティを用いた結果が示されている。津波に対する地域の防災計画の策定においては、津波ハザードマップを用いた避難活動計画や避難場所の指定などが行われている。これに加え、メッシュごとに被災人口率を表すことにより、被災人口分布の把握が容易になり、避難意識の向上、避難場所の指定など、防災計画の策定に有用になりうると考えられる。

本研究では、地域の津波による浸水を受ける範囲を対象に、地域メッシュを用いて津波避難における被災人口率の分布を示す。被災人口率は、著者らの津波避難における避難速度および津波遡上流速のばらつきを考慮した方法^{2), 3)}を用いて評価する。被災人口率の評価には、GISの人口および標高データを用いる。評価結果では、避難意識と津波到達時間の違いによる被災人口率分布を示す。

2. 津波被災人口率の考え方

被災人口率の評価フローを図-1に示す。被災人口率の評価は、地域をメッシュ分割し、メッシュごとに人口構成、標高、避難に対する意識の人口率、標高、浸水深を設定して行う。人口構成および標高はGISのデータを用いる。浸水深は沿岸での津波高さとメッシュの標高の差とする。避難メッシュから避難先までの距離は隣り合うメッシュを辿る経路とし、避難距離はこの経路に標高差を含めた距離の1.5倍とする。避難行動時間と津波到達時間の関係から被災人口確率を求め、これに浸水深ごとの

人的被害関数⁴⁾を乗じて被災人口率を算出する。

被災人口確率^{2), 3)}は、津波到達時間と避難行動時間の時間差から求める。これらの時間はそれぞれ津波遡上流速と歩行速度の関数として表すことができる。流速と歩行速度は正規分布に従うと仮定する。被災人口確率を図-2に示す。横軸は津波到達時間と避難行動時間の時間差の無次元量、縦軸は被災人口の発生確率である。被災人口

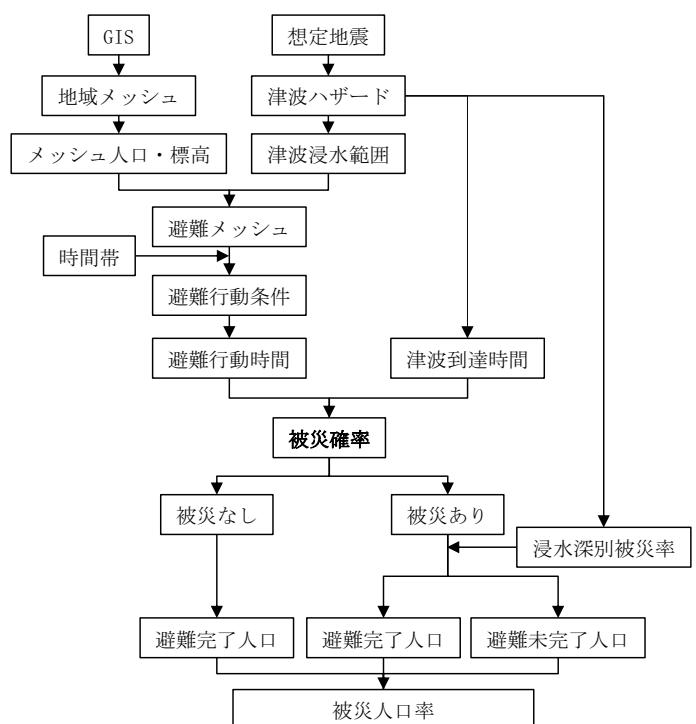


図-1 被災人口の評価フロー

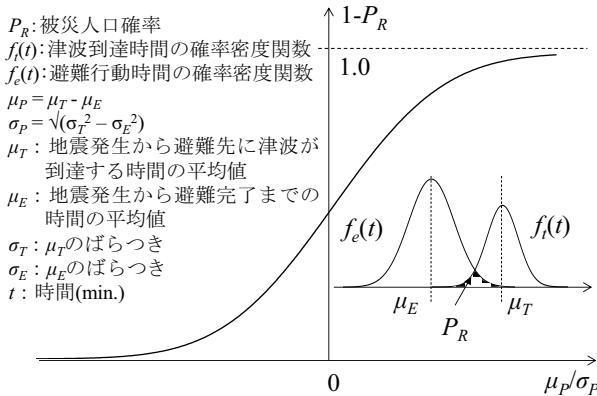


図-2 被災人口率

確率は避難先への津波到達時間の確率密度関数 $f(t)$ と避難行動時間の確率密度関数 $f_e(t)$ が重なる部分の面積で表される。流速の算定には浸水深を用いる。避難は歩行とし、歩行速度の算定には平時における市街地の実測データ⁵⁾を用いる。

3. 津波被災人口の評価

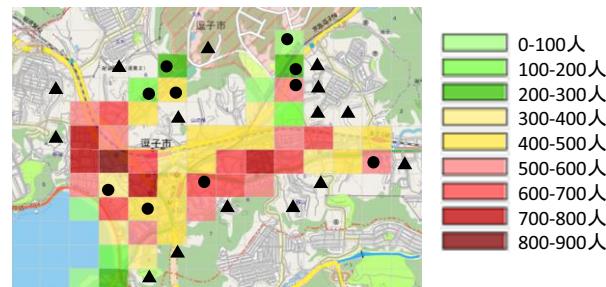
地域を対象に津波到達時間および避難意識の違いによる被災人口率を評価する。地域は逗子市のデータを参考に設定した。津波波高と海岸への津波到達時間は逗子市の被害想定⁶⁾における明応型地震津波の 8.94m および 59 分とした。津波到達時間が短い場合を想定し到達時間 20 分とした場合の評価を行った。避難意識の分類を表-1 に示す。避難意識は意識高い、意識中間および意識低いに分類し、それぞれの意識に対する人口率は直接避難、用事後避難、切迫避難、避難しないについてそれぞれ設定した。

地域メッシュにおける人口分布および標高を図-3 に示す。地域メッシュは GIS に基づく分割とし、メッシュの大きさは 250m×250m である。図中、●は避難場所、▲は想定津波高さよりも標高が高い高台があるメッシュである。人口および標高は GIS のデータを用いた。本研究の津波被災人口評価ではメッシュの最低標高を用いた。メッシュの色分けは、数値（人口、標高）が高いメッシュを赤色、低いメッシュを緑色、中間を黄色で表し、同系色で数値が高いほど濃い色で表した。人口構成は中年層とし、歩行速度は実測データ⁵⁾の平均値 1.34m/s、標準偏差 0.167m/s とした。津波遡上流速のばらつきには、津波痕跡高と津波計算値の適合度を表す幾何標準偏差⁷⁾を用いた。津波到達の時間帯は昼間とし、海岸から遠ざかる方向への避難とした。

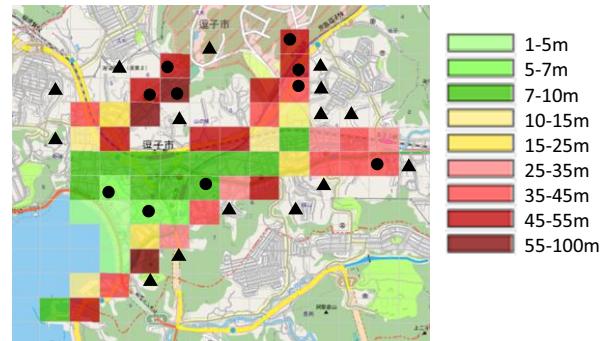
海岸線への津波到達時間 59 分の場合の避難意識の違いによる被災人口率の分布を図-4 に示す。メッシュの浸水深は、同一時刻において異なるが、ここでは浸水深 4m および 6m とした場合の評価結果を示した。被災人口率はメッシュの色分けで表し、被災人口率が高いメッシュを赤色（被災率 0.5 以上）、低いメッシュを緑色（被災率 0.3 未満）、中間を黄色（被災率 0.3 以上 0.5 未満）で表し、同系色で数値が高いほど濃い色で表した。被災人口率は、避難意識が高いほど低く、浸水深が深いと高くなる。津波到達時間 59 分のとき、浸水深 6m で避難意識が低い場合、全てのメッシュで黄色となっているが、その他では緑色である。海岸近くと内陸側のメッシュにおける被災人口率の違いに大きな差は現れていない。避難場所のあ

表-1 津波避難意識の人口割合

避難意識	避難に対する意識率(%)			
	直接避難 (意識高)	用事後避難 (意識低)	切迫避難 (意識低)	避難しない (意識低)
高い	80	10	5	5
普通	50	25	15	10
低い	15	35	30	20



(a) メッシュ人口



(b) メッシュ標高（最低標高）

図-3 地域メッシュ

るメッシュの人口被災率は周囲のメッシュよりも低くなる傾向にある。しかし、避難場所のあるメッシュでも避難しない場合は被災を被ることがわかる。

海岸線への津波到達時間 20 分の場合の避難意識の違いによる被災人口率の分布を図-5 に示す。被災人口率の色分けおよび評価に用いる浸水深は津波到達時間 59 分と同じである。被災人口率は、到達時間 59 分のときと同様、避難意識が高いほど低く、浸水深が深いと高くなっている。しかし、津波到達時間 20 分の場合は、避難意識の違いと浸水深による被災人口率の違いが顕著に現れている。津波到達時間が短い 20 分の場合、浸水深 4m と 6m でも海岸近くにあるメッシュの人口被災率は高くなっている。しかし、避難場所のあるメッシュ、海岸近くでも避難場所に近いメッシュの人口被災率は、本研究の浸水深と津波到達時間の違いに関わらず、周囲のメッシュよりも低くなる傾向にある。

4. まとめ

津波避難における被災人口率を本研究の津波被災確率を用いて評価し、津波到達時間と津波避難意識の違いによる被災人口率の分布を地域メッシュで表現した。

本研究のまとめを以下に示す。

- 1)被害人口率をメッシュごとに表すことにより、津波到達時間と避難意識の違いが把握しやすくなる。

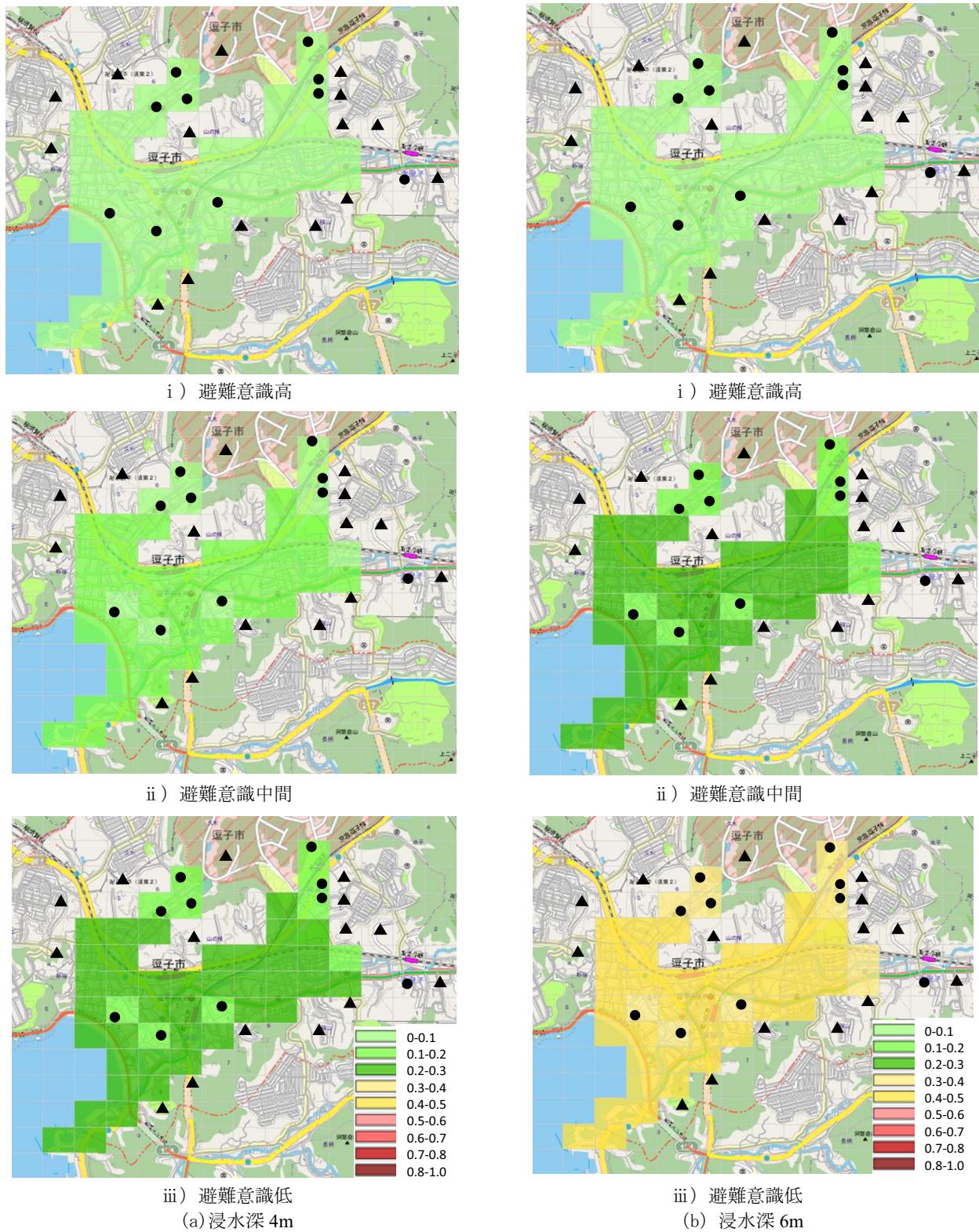


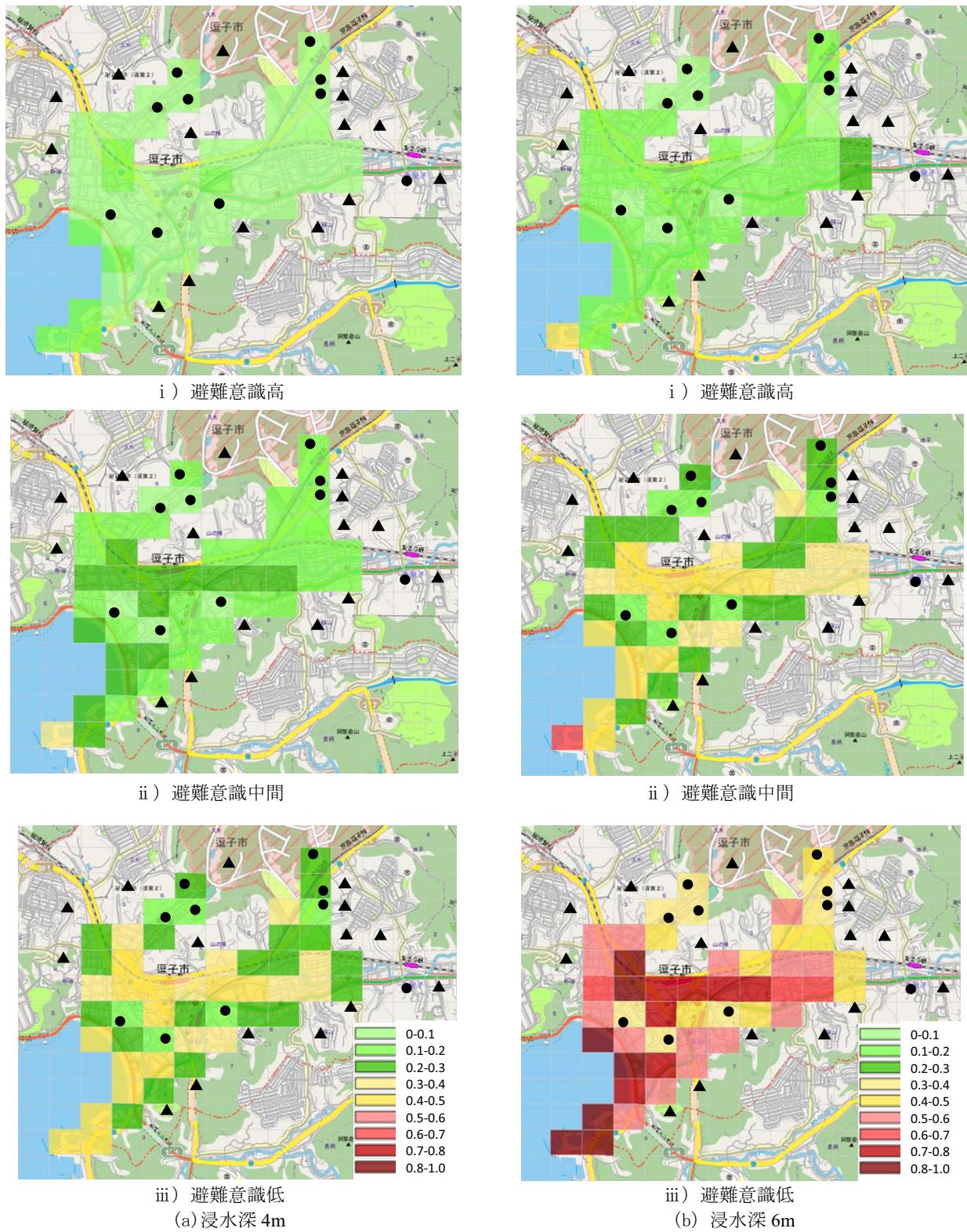
図-4 津波到達時間 59 分での被災人口率分布

- 2)被害人口率の分布は、津波到達時間が短い場合は海岸近くで高くなる。しかし、津波到達時間が長い場合には海岸近くと内陸側の差は小さい。
- 3)被害人口率は、津波到達時間が短いとき、避難意識が低いと高くなる。その傾向は津波到達時間が短いと顕著である。
- 4)被災人口率は、避難場所に近いと、津波到達時間と避難意識に関係なく低くなる傾向にある。
今後、津波ハザードマップに対応する被災人口率に關

する検討、津波避難ビルの配置、増設による被災人口率の変化に関する研究を行う。

参考文献

- 1)中央防災会議：南海トラフ巨大地震の被害想定について（第二次報告），2013.3.
- 2)藤田謙一、矢代晴実：津波避難リスク評価における津波避難人の影響関数の構築，地域安全学会 東日本大震災特別論文



集, No.3, pp.5-8, 2014.

3)藤田謙一, 矢代晴実: 避難速度のばらつきを考慮した津波被災人口の評価, 地域安全学会梗概集, No.36, pp.59-62, 2015年5月

4)越村俊一 他: 津波被害関数の構築, 土木学会論文集B, Vol.65, No.4, pp.320-331, 2009.

5)松本直司 他: 街路空間特性と歩行速度の関係, 日本建築学

会計系論文集, 第 74 卷, 第 640 号, pp.1371-1377, 2009.

6)神奈川県県土整備局: 新たな津波浸水予測図解説書, http://www.pref.kanagawa.jp/uploaded/life/901723_2800225_misc.pdf, 2012.3.

7)相田勇: 三陸沖の古い津波のシミュレーション, 東京大学地震研究所彙報, 第 52 冊第 1 号, pp.71-101, 1977.