

神奈川県沿岸部における津波発生時の避難所の配置に関する研究

Investigation of Refuge Arrangement for Tsunami Disaster Located at Coast Area of Kanagawa Prefecture

○桂本 孝久¹, 山本 俊雄¹, 浜口 拓士¹

Takahisa ENOMOTO¹, Toshio YAMAMOTO¹ and Takushi HAMAGUCHI¹

¹ 神奈川大学工学部
Faculty of Engineering, Kanagawa

The Great East Japan Earthquake Disaster (Mw9.0), 11 March, 2011 was a huge big earthquake and generated the big Tsunami. After this earthquake disaster, Kanagawa Prefectural Government started a new evaluation of Tsunami scale and inundation areas due to Tsunami and finally distributed the results of newly estimated inundation areas due to the estimated big earthquake. We investigated the risk of refuges due to Tsunami and compared the risk of refuges settled by 13 local governments located along to the coast due to the former estimated result of inundation area by the 1923 Type Minami Kanto Earthquake (M7.9) and recent estimated inundation areas by the 1605 Keicho Type Earthquake (M8.5). In this paper, we would like to report the results.

Keywords : Risk Evaluation of Refuges, Tsunami Disaster, Kanagawa Prefecture, 1923 Type Minami Kanto Earthquake (M7.9), 1605 Keicho Type Earthquake (M8.5)

1. はじめに

2011年3月11日東日本大震災では、これまでの想定を超えた巨大な地震と津波が発生し東北地方から関東地方北部に至る太平洋沿岸地域において多数の人的・物的被害が発生した。これを契機に神奈川県では津波の規模、浸水範囲について再検討し2011年度（2012年3月）に新しい津波浸水予測図を公表した。本研究では、従来の津波浸水予測図（2006年～2008年度公表）と新しい津波浸水予測図（2011年度公表）により神奈川県沿岸部の地域を対象として、GIS の空間解析を用いて避難所の危険度評価を行い、両者の比較を行い危険度の高い避難所、地域を特定した。神奈川県沿岸市町では、新しい津波浸水予測図の公表以降に避難所設定の見直しを実施しているが、本論では、津波シミュレーションの影響を考えるために2011年度において指定されていた避難所を対象として検討した。これらの情報により新たな津波ハザードマップを作成する上で避難所の選定等の検討など基礎資料として活用することを目的とした。

2. 対象地域および想定地震

津波発生時に影響が及ぶと予想される神奈川県沿岸部の13市町村を研究対象とした。対象とする13市町村と標高を図-1に示す。また想定地震としては、神奈川県のHPに津波浸水予測図として詳しく掲載されているが、2006年～2008年度に公表された9つの想定地震、2011年度に公表された3つの想定地震の中からそれぞれ1地震を対象として、神奈川県の沿岸全域に多大な影響を与えると予想される地震を選定した。そのため、選定した想定地震は、前者において南関東地震（M7.9）、後者において慶長型地震（M8.5）を想定地震とする津波浸水予測図を

想定した。想定地震の位置図を図-2に示す。なお、各市町の地形概要と本研究におけるの選定理由を表-1に示す。

表-1 対照地域の地形概

市町名	地形概要・選定理由
1 三浦市	入り組んだ複雑な地形で入江の奥の低平地に集落がある
2 横須賀市	海岸堤防背後が平地となっている
3 葉山町	入り組んだ複雑な地形で海へ突出した埋立地に家屋等が密集
4 逗子市	津波波源に対して開いた凹状の湾
5 鎌倉市	津波波源に対して開いた凹状の湾
6 藤沢市	護岸背後に家屋が連なり、河川に沿って低平地である
7 茅ヶ崎市	海域に突出した漁港背後に利用が密集している
8 平塚市	相模川の河口および平塚漁港を含む区域
9 大磯町	大磯港および金目川河口を含む区域
10 二宮町	二宮漁港を含む西湘バイパスの高架橋区域
11 小田原市	2級河川森戸川・酒匂川を含む区域
12 真鶴町	真鶴港および岩漁港を含む区域
13 湯河原町	2級河川新崎川および浜浜・埋立地等を含む区域

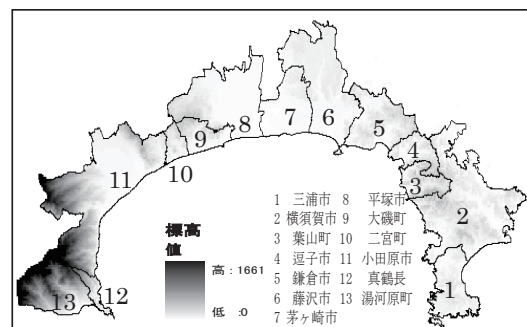
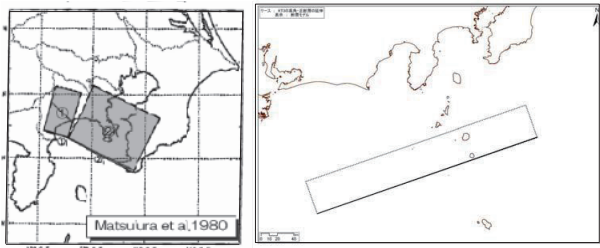


図-1 対象市町と標高図



(a) 南関東地震 (M7.9) (b) 慶長型地震 (M8.5)

図-2 想定地震の位置図

3. 浸水想定区域図について

対象とした神奈川県沿岸部の13市町村における浸水想定区域図は、神奈川県土整備部で公表されている沿岸部の浸水想定区域図を利用し、GISを用いて町丁目界ポリゴンデータと重ね、50mメッシュデータを使用して浸水深別に7段階の色分けを行い、神奈川県沿岸部の浸水想定区域図を作成した。作成した浸水想定区域図の一部分について、南関東地震 (M7.9) の例(藤沢市、鎌倉市地域を中心とする部分)を図-3、慶長型地震 (M8.5) の例(鎌倉市、逗子市周辺地域を中心とする部分)を図-4に示す。前者、後者ともに沿岸部の最大想定波高は5m以上となっている。

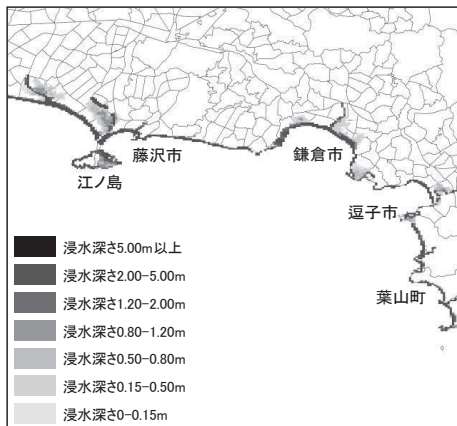


図-3 浸水想定区域図 (藤沢市、鎌倉市周辺地域)

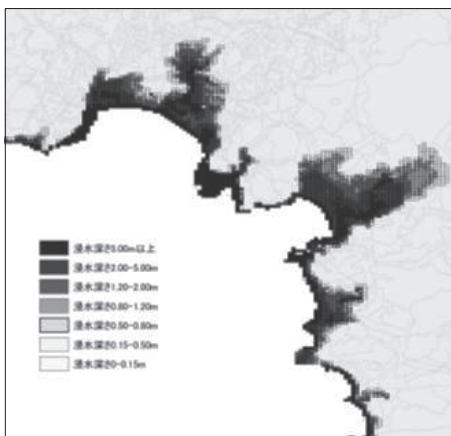


図-4 浸水想定区域図 (鎌倉市、逗子市周辺地域)

4. 危険度評価

GIS上で作成した浸水想定区域図に各市町が公表している津波時の避難所のデータを追加し、避難所の位置を特定してGIS上に重ねてプロットした。図-5に避難所を重ねた浸水想定区域図の例を示す。本研究では津波浸水域の範囲から避難所までの距離を目安にして、表-2および図-6のように各避難所のランク付けを行なった。避難所から500m, 400m, 300m, 200m, 100mの範囲でバッファリングを行い、危険度評価の基準とした。避難距離は700m以内が望ましいとされているが、本研究では避難時間(津波到達時間)を10分前後と想定されているため、最大距離を500mとした。以上の基準により作成した避難所危険度マップの一例を図-7に示した。

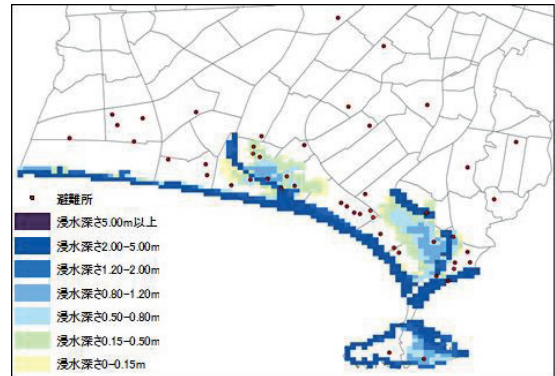


図-5 避難所の位置を重ねた浸水想定区域図 (藤沢市周辺)

表-2 危険度評価の基準

浸水範囲から避難所までの距離	ランク
500m以上	A
500~400m	B
400~300m	C
300~200m	D
200~100m	E
避難所~100m	F
避難所が浸水範囲に重なる	G

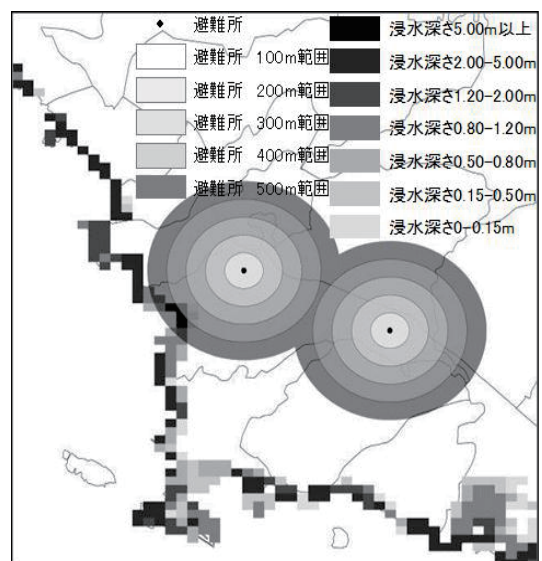


図-6 危険度評価の基準図

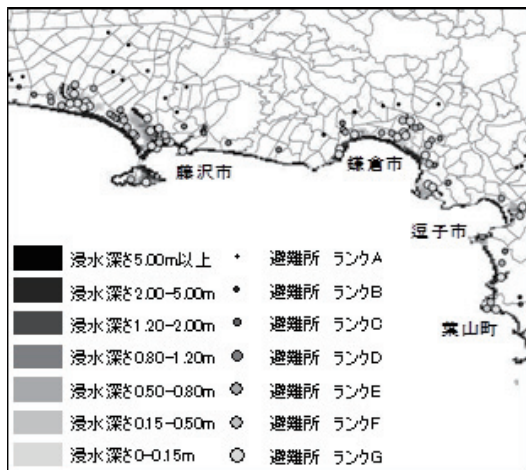


図-7 避難所の危険度マップ

5. 各市町村の危険度比較

各地域の避難所の危険度を比較するために、危険度評価の基準ランクE～Gまでを危険度が高い避難所と想定し、各市町別に、それぞれ指定されている全避難所のうち危険度が高い避難所の存在比率を計算し数値化した。

$$\text{危険度数値} = \{(\text{ランクE} + \text{F} + \text{G}) \div \text{全避難所数}\} \times 100 \quad \dots (1)$$

ここで、以下の表記は避難所の数を示す。

ランクE: 浸水範囲から避難所までの距離が200～100m

ランクF: 浸水範囲から避難所までの距離が100m未満

ランクG: 避難所が浸水範囲に重なる

危険度評価マップ（図-7で例示）で得た結果と各市町に対する避難所の危険度ランク別の存在比率を算定した。ランク別に比較した結果については、南関東地震（M7.9）の結果を表-3、慶長型地震（M8.5）の結果を表-4に示した。また、ランクGの中でも特に危険度が高い（浸水深さが2～5mの範囲内に重なる）避難所が幾つかの市町に存在した。いずれも浸水範囲内に重なる場所に位置しており、建物階数の比較的高い非木造建物が指定されているが、10分前後という津波到達時間を考えると危険性は高いと判断される。

表-3 危険度評価表（南関東地震の場合）

市町名	ランクA	ランクB	ランクC	ランクD	ランクE	ランクF	ランクG	計	評価数値(%)
三浦市	10	0	2	2	1	3	0	18	22.2
横須賀市	15	0	1	0	1	1	0	18	11.1
葉山町	5	1	5	2	3	3	2	21	38.1
逗子市	12	0	0	2	2	1	3	20	30
鎌倉市	3	2	1	8	9	3	12	38	63.2
藤沢市	12	1	2	1	10	23	17	66	75.8
茅ヶ崎市	5	1	1	6	5	0	0	18	27.8
平塚市	37	1	0	2	1	0	0	41	2.44
大磯町	8	2	3	0	3	4	2	22	40.9
二宮町	0	0	0	0	1	5	1	7	100
小田原市	29	2	1	0	4	4	0	40	20
真鶴町	1	0	0	1	2	1	1	6	66.7
湯河原町	3	2	1	4	5	2	0	17	41.2
計	140	12	17	28	47	50	38	332	40.7

6. 市町別の危険度数値の検討結果

(1)南関東地震（M7.9）を想定した場合

広範囲で浸水する区域は河川付近に多く見られた。このことから式(1)で評価される津波の想定結果から予想される避難所の危険度数値は、表-3に示したとおり、藤沢市(75.8%)の境川、鎌倉(63.2%)の滑川付近にランクGの避難所が集中する結果となった。その他には、二宮町(100%)が選定している全ての避難所の危険度が高いことがわかり、選定の見直しが必要であると考えられる。また、最も安全性が高いという結果となった平塚市(2.44%)だが、浸水範囲から遠い位置に立地されている避難所が多いため、浸水区域付近で、かつ安全な避難所を再検討する必要がある。

(2)慶長型地震（M8.5）を想定した場合

南関東地震を想定した場合と同様に、式(1)で評価される津波の想定結果から予想される避難所の危険度数値を市町別に算定した。

表-4より二宮町で85.7%と最も高い数値を示し、次いで鎌倉市(84.2%)、藤沢市(82.8%)と算定された。全体的には南関東地震を想定した場合に比べて数値が高くなっているが、想定地震の位置が異なることもあり、単に地震の規模(M)が大きいことによるだけではなく、震源の位置や津波浸水範囲の広がり方による影響が大きく寄与しているものと考えられる。南関東地震を想定した場合と同様に広範囲で浸水する区域は河川付近に多く見られた。このことにより、藤沢市(82.8%)の境川、鎌倉市(84.2%)の滑川付近にランクGの避難所が集中する結果となった。

7. 両想定地震における危険度評価の比較

本研究では、想定地震を南関東地震（M7.9）とした場合と慶長型地震（M8.5）とした場合について、神奈川県沿岸部の13市町の避難所の危険度評価を行っている。その結果を用いて、両地震の危険度評価の比較を行った。2つの地震の比較結果を表-5に示す。

全体として、(1)式から算定された危険度数値は慶長型地震を想定した場合の方が5.1%程大きく算定される。最も数値（危険度数値）が高くなる方向（危険側）で大きな変化が認められた市は茅ヶ崎市(+41.2%)で、次いで三浦市(21.1%)、鎌倉市(+21.0%)、逗子市(15.0%)

表-4 危険度評価表（慶長型地震の場合）

市町名	ランクA	ランクB	ランクC	ランクD	ランクE	ランクF	ランクG	計	評価数値(%)
三浦市	7	0	2	1	4	0	5	19	47.4
横須賀市	14	0	0	0	0	3	0	17	17.6
葉山町	6	0	5	2	0	1	5	19	31.6
逗子市	7	1	1	2	1	2	6	20	45.0
鎌倉市	0	1	1	4	4	4	24	38	84.2
藤沢市	1	3	3	4	1	5	47	64	82.8
茅ヶ崎市	4	0	1	1	4	3	4	17	64.7
平塚市	37	2	1	1	0	1	0	42	2.4
大磯町	5	1	5	2	5	6	1	25	48.0
二宮町	0	0	0	1	0	6	0	7	85.7
小田原市	24	3	2	1	2	2	1	35	14.3
真鶴町	1	0	0	1	2	1	1	6	66.7
湯河原町	3	2	1	3	2	6	0	17	47.0
計	109	13	22	23	25	40	94	326	48.8

で、変化が無かった市は平塚市（±0%）、数値化が低くなる方向（安全側）へ変化した市町は、二宮町（-14.3%）と小田原市（-2.8%）に2市町であった。

以上の比較結果から、慶長型地震（M8.5）を想定した場合は、神奈川県東部の沿岸地域の避難所の危険度に大きな影響を及ぼし、市町別の算定結果にやや顕著であるが、全体的に見ても南関東地震（M7.9）の場合よりも浸水範囲が広く、大きな被害をもたらすことが想定される。従って、避難所の選定についても有効な避難所の見直しが必要であると考えられる。

また、最も津波の影響が少なく、安全性が高いという結果となった平塚市（2.4%）では、浸水範囲から遠い位置に避難所が設置されている箇所が多いため、沿岸部の津波浸水範囲の周辺で、かつ安全な場所に避難所を選択的に設置するなど、再検討する必要もあると考えられる。

いずれの想定地震の場合においても、広範囲で浸水する区域は河川付近に多く見られ、津波が河川沿いに遡上し、地形的に標高の低くなっている内陸地域に浸水範囲を広げる可能性が高く注意を必要である。

従って、両想定地震の場合も含めて、他の想定地震の場合においても、沿岸部での局所的な最大津波波高の差異や震源位置の相違などによって、津波が周辺の河川から遡上して陸域への浸水範囲が広がることにより避難所が浸水するような危険性が高くなるという結果にも配慮して置く必要があると考えられる。

表－5 危険度評価結果の比較表

市町名	南関東地震(%)	慶長型地震(%)	評価数値の差
三浦市	26.3	47.4	+21.1
横須賀市	11.8	17.6	+5.8
葉山町	27.8	31.6	+3.8
逗子市	30.0	45.0	+15.0
鎌倉市	63.2	84.2	+21.0
藤沢市	75.0	82.8	+7.8
茅ヶ崎市	23.5	64.7	+41.2
平塚市	2.4	2.4	±0
大磯町	40.0	48.0	+8.0
二宮町	100.0	85.7	-14.3
小田原市	17.1	14.3	-2.8
真鶴町	66.7	66.7	±0
湯河原町	41.2	47.0	+5.8
計	39.7	44.8	+5.1

8. まとめ

本研究では、神奈川県により公表されている津波浸水予想図に基づいて、浸水想定区域図をGIS上に取り込み、既に設定されている神奈川県相模湾沿いに位置する13市町を対象として、選定されている避難所の危険度について検討を実施した。この際、神奈川県沿岸部地域（13市町）を対象に地震による津波発生時の避難所の立地位置について、上記のGIS上の浸水想定区域図に重ねてプロットし、GISの空間解析法を用いて避難所と浸水範囲の直線距離から各避難所の危険度について評価判別した。

また、南関東地震（M7.9）を想定した場合と慶長型地震（M8.5）を想定した場合について避難所の危険度評価結果を比較することで、2011年東日本大震災以降に新たに予測された津波の危険度を検討した。

その結果、慶長型地震（M8.5）を想定した場合の方が避難所の危険度は全体的に高くなることが示された。特に、神奈川県沿岸部の東側の市町において津波の影響が大きくなることが示された。

このことは、地震の規模、位置、震源メカニズムなどにより来襲する津波の特徴が異なり、特に河川を遡上し内陸部に浸水範囲が広がる影響が大きく関与する傾向が認められた。本研究の結果等から、津波に対する認識を深めるとともに、津波に対する避難所の選定についての基礎資料として利用して検討が進められることを期待したい。

しかし、本研究では避難所の立地位置のみを考慮し検討したため、今後は立地場所の標高や避難施設の建物階数や建築年代なども危険度評価の基準に入れることも重要であり、新たな危険度評価の基準の導入が必要であると考えられる。

【謝辞】

本研究を実施するにあたり、データ整理等に終始協力して頂いた、元神奈川大学大学院工学研究科建築学専攻の寺園直人君（現・榊大林組）、元神奈川大学工学部建築学科の野中 亮君（現・榊石井組）に感謝致します。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会；2011年東北地方太平洋沖地震災害調査速報，2011年7月
- 2) 河北新報出版センター；2011.3.11東日本大震災・津波被災前後の記録―宮城・岩手・福島 航空写真集一，2012年8月
- 3) 神奈川県津波浸水予測図，防災ハザードマップ，津波ハザードマップ（神奈川県沿岸部地域），神奈川県HP
- 4) 神奈川県津波浸水予測図解説書（神奈川県県土整備部），神奈川県HP
- 5) 神奈川県県土整備局：新たな津波浸水予測図解説書2012年3月，神奈川県HP
- 6) ハザードマップ編集小委員会；HAZARD MAP・ハザードマップ―その作成と利用―，日本測量協会，2005年6月
- 7) 消防科学総合センター；地域防災データ総覧・地震災害・火山災害編（改訂新版），1998年3月
- 8) 消防科学総合センター；地域防災データ総覧・ハザードマップ編，2003年3月
- 9) 寺園直人，天国邦博，荏本孝久，山本俊雄；GISによる空間解析を用いた外水氾濫時の避難所の選定に関する研究，地域安全学会梗概集，No.26，pp.23-26，2010年6月
- 10) 寺園直人，天国邦博，山本俊雄，荏本孝久；2011年東日本大震災における津波災害の分析―建物被害の基礎的な整理と分析―，地域安全学会梗概集，No.29，pp.117-118，2011年11月
- 12) 野中 亮：神奈川県沿岸部における津波発生時の避難所の配置に関する研究，神奈川大学2011年度卒業論文・修士論文梗概集，pp.73-74，2023年2月