

津波避難ビル群の安全特性と人命リスク評価方法の開発 — 相模湾の藤沢市への適用 —

(株)遥感環境モニター 代表取締役 正会員 ○金子 大二郎

1. 目的

首都圏の中で津波波高が最も高く且つ人口密度の高い湘南域の複数の都市について、震災時の津波避難に関する人命リスクを評価してきた。開発してきたモデルは、津波避難に関する地理情報と社会データおよび津波浸水深を使用しており、他都市にも適用と比較が可能な汎用モデルである。これまでの対象は、鎌倉市について津波が到達するまでに約1時間の余裕がある場合であって、広域避難地への避難が可能な場合を想定した人命リスクの評価であった。本研究は、津波到達時間が約10分と短い場合について、避難ビル群を対象にした津波人命リスクの評価方法を開発した。

2. 研究対象域

避難場所としての丘陵が近くに存在しない藤沢市の平野部は、津波到達時間との関係から広域避難地ではなく避難ビル群を重視せねばならない。対象とする藤沢市の特徴は以下の通りである。

- 1) 藤沢市は開発が進んだ湘南域(図-1)の政令指定都市であって、周辺の都市よりも人口密度が高い。その総人口は42万人である。観光客は鎌倉市の方が津波に対して弱い海水浴客が多く、鎌倉市の海水浴客の約3倍である。
- 2) 最も危険な海岸域の観光客と、海水浴客(週末の藤沢12万人(平日3万人)、鎌倉5万人(平日1万人)、逗子付近の観光客2万人)を津波から守ることができない。観光客数は、平成28年に藤沢市が18,648,408人、鎌倉市で21,285,103人であった。

3. 研究方法

対象とする災害対象の人々は、居住する市民と、海岸に集中する観光客および海水浴客を含む市外からの来訪者である。使用した人命リスク

の要因は、人口密度、木造住宅率、広域避難所への避難距離、津波遡上による浸水深である。人命リスクの計算値は1に近いほど危険であり、1を超えるならば地形・標高や避難距離あるいは人口密集地帯で都市計画上に何らかの課題のある地域である。

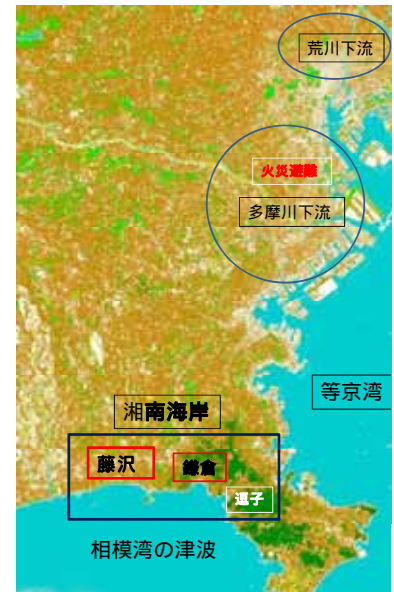


図-1 研究対象域と土地被覆分類



図-2 藤沢市の木造住宅分布

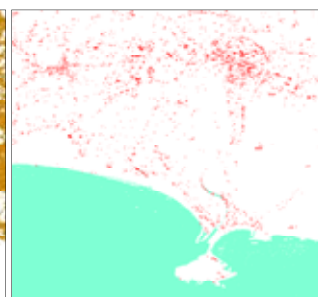


図-3 コンクリート避難ビル分布

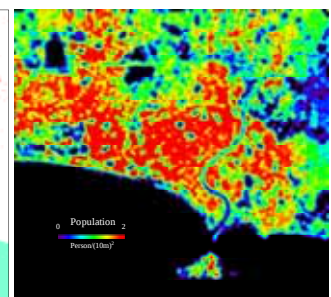


図-4 人口密度分布(10m Mesh)

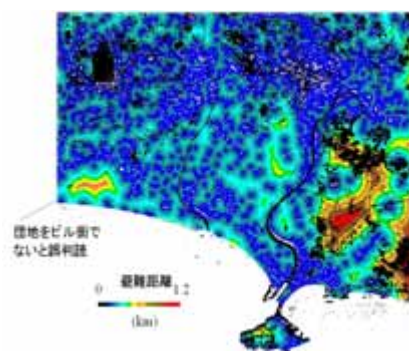


図-5 避難ビルへの最短距離

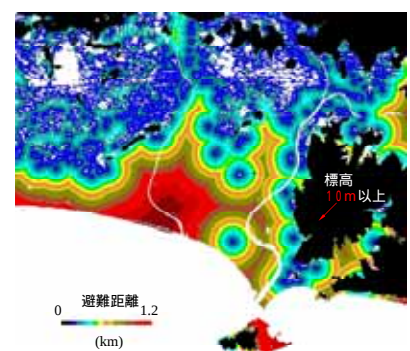


図-6 避難ビルの安全性を考慮した避難距離

キーワード 津波避難, 避難ビル, 人命リスクモデル, リモートセンシング, 藤沢

連絡先 〒236-0046 神奈川県横浜市金沢区釜利谷西 4-5-5 TEL (045) 786-5350 E-mail: kand.rsem@gmail.com

ことを意味している．人命リスクの高い地域は，簡明に表示するために赤色系を使って示している．

$$RiskD = \left[\left\{ \left(\frac{D_{dp}}{D_{p0}} \right) \cdot \left(1 + \frac{AG_r}{AG_m} \right) \right\} \cdot \frac{WH_r}{WH_0} \right] \cdot \left\{ \left(\frac{D_{ist}}{D_0} \right)^2 \cdot \frac{H_{fl} - H_{el} - H_{f0}}{H_{eav}} \right\} \quad (1)$$

ここに， $RiskD$ ：住民の津波避難人命危険リスク， D_{dp} ：住民人口密度(人/500m四方当たり)， D_{p0} ：人口密集地区基準値 = 4,000(人/km²)， AG_r ：高齢化率(%，500m四方単位)， WH_r ：補正用木造住宅率(%，70m四方平均値)， WH_0 ：市内木造平均住宅率， D_{ist} ：広域避難地までの避難距離(km)， D_0 ：基準とした津波避難直線距離 = 300m， H_{fl} ：津波遡上の浸水深 D_{fl} (浸水高 H_{fl} -標高値 H_{el})， H_{f0} ：死亡水深(0.3mとした.)， H_{eav} ：軒高による基準の浸水深(5m)．なお，モデルの開発概念と変数定義および標準化については参考文献1)を参照されたい．

4．使用データ

使用した内閣府提供の地形データは，東南海地震9系の海陸の格子データである．人口データは，(財)日本地図センターの提供する神奈川県500mメッシュの人口値である．木造住宅率と10mメッシュの人口密度を推定するための衛星データは，世界測地系であり異なるため内閣府の日本測地系に整合化した．藤沢市についてデータ同化した人命リスク要因である木造住宅，避難ビル位置，および木造住宅域の10mメッシュの推定人口を，図-2，3，4にそれぞれ示した．津波浸水深については，文献2)を参照されたい．

5．人命リスクの評価

避難ビル群を全て安全とした場合の人命リスクを図-7に示した．避難ビル群は容量と安全性を除けば全域を網羅して有効である．また，浸水深の危険域を考慮した避難人命リスクを図-8に示した．藤沢市西部の低地帯である鵠沼域の人命リスクが大きい．多数の避難ビル群の中で，安全度の高い避難

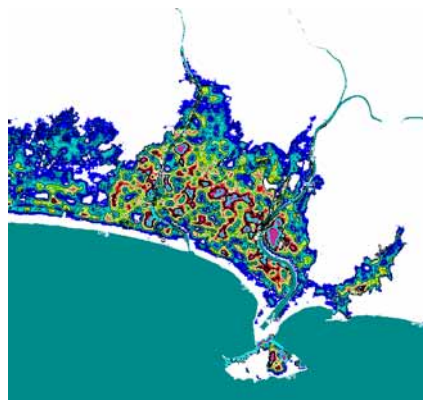


図-7 人命リスク分布 (赤は $RiskD > 1$)

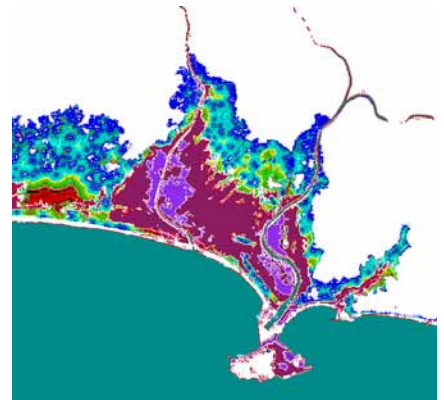


図-8 浸水深5m以上は危険とした人命リスク

ビルに誘導するのが望ましい．安全域を示す円弧に囲まれた避難ビルが安全性の高い避難先である．なお，津波到達時間の短い場合を想定した避難ビルは日中に有効であって，夜の場合は短時間の避難が困難である．また，これらの結果は藤沢在住の市民が対象であって，藤沢市の海水浴客については，別途に発表したい．

6．まとめ

津波避難の人命リスクを評価するモデルにつき，これまでの到達時間が約1時間弱と比較的長い場合に続き，津波が約10分と短時間に来襲する緊急的な避難ビル等に対応する人命リスクモデルを開発した．得られた計算値と評価結果から，津波避難にあたって避難ビルの安全性，受け入れ総容量の不足問題，夜間発災時の避難ビルまでの退避が困難，或いは海水浴客の様にその人数規模に対して著しく対策が不十分である状況等が明らかとなっている．これらの抜本的対策として，著者は津波防災松林丘陵を提案してきた．広域避難地と高規格道路・駐車場，道の駅・店舗等を内蔵した公園型の津波防災丘陵は，工しやすい複数の地区から着手して不連続であっても，個々の丘陵が広域避難地として有効であり，緊急の減災対策やオリンピック対策に適している．

参考文献 1) 金子大二郎，細山田得三：衛星による木造住宅率と津波浸水深を用いた避難人命リスクの評価—地理・社会モデルの開発と鎌倉海岸への適用—，土木学会論文集F6(安全問題)，73巻，1号，p. 58-70，2017.
2) 細山田得三・金子大二郎・大竹剛史：津波脆弱性海岸における盛土構造体による津波対策工評価のための数値実験，土木学会論文集B1，Vol.71，特別号・水工学論文集，第59巻，228，6p，2015.
3) D. KANEKO, T. HOSOYAMADA, Evaluation of Refuge Life Risk using Geographical and Social Grid-Models with Satellite-Based House Ratio and Flood Depth by Tsunami Simulation, PA21D-0358, AGU Fall Meeting, New Orleans, December 2017.