

南海地震を想定した高台方向の緊急一次避難場所の選択行動分析 四万十市

高知高専	正会員	竹内光生
(株)日本触媒	学生会員	大田 盟
土佐ガス(株)	学生会員	政岡知実
三菱地所藤和コミュニティ	学生会員	町田奈々

1. はじめに

南海トラフを震源とする南海大地震は 2030 年までに約 50%の確率で起こるとされている。四万十市のように大きな河川の影響を受ける場合には、津波の襲来方向は複雑である。本研究では、四万十市を事例として、避難場所を浸水予想領域内外で高台とその他避難場所に区分し、津波から逃げる避難行動について、最も近い避難場所選択行動ではなく、浸水予想領域外の高台に逃げる途中にある緊急一次避難場所探索法を提案し、その場合の避難行動および分担エリアを検証する。

2. 高台方向を考慮した住民の避難行動モデルの構築

図 1 に示すように、現在地(xp,yp)を基準に、現在地と最も近い高台(xc,yc)を結ぶ直線と直行する直線を境界線とし、境界線を境に最も近い高台と同じ側を安全側とする。境界線の式は、現在地と最も近い高台の座標値を用いて、つぎの式(1)のようになり、避難所(xs,ys)の安全側の判定式は式(2)のようになる。

$$y(x) = \{(xp-xc)/(yc-yp)\} \times (x-xp) + yp \dots (1)$$

$$(y(xs)-ys) \times (y(xc)-yc) > 0 \dots (2)$$

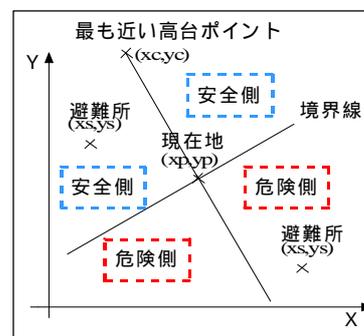


図 1. 避難所の選択基準

3. GIS データおよび四万十市街地の地理的概要

GIS データは、平成 12 年度の空間基盤 2500 の道路網、平成 7 年度の人口分布および標高、平成 20 年度の既設避難所である。図 2 に四万十市街地の道路網、平成 20 年度の 39 ヶ所既設避難所を高台の丸とその他避難所の四角、および 20m 標高間隔の等高線を示す。浸水予想領域を流れる四万十川の河口側が津波の来襲する太平洋である。道路網ノード数 2069、リンク数 2621 (往復 5242) である。また、図 3 に浸水予想領域とその範囲の人口分布地点を示す。人口分布地点は濃い色で表示している。浸水予想領域は、平成 16 年度の第 2 次高知県地震対策基礎調査報告書の資料-11(3)にある中村市下田の 5.51m に境界域として建物 1 階相当の 3m を付加した標高 8.51m の地域である。

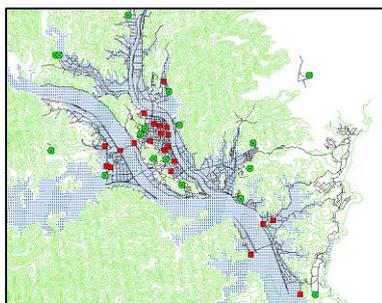


図 2. 道路網と H20 避難所

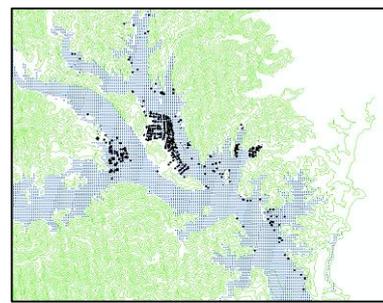


図 3. 人口分布

4. 解析条件と解析結果

4.1 南北端 2 ヶ所の想定高台の場合

避難所選択基準の確認のため、四万十市の平成 20 年度の既設避難所 39 ヶ所の避難所のうち北端と南端の避難所の 2 ヶ所のみを高台と仮定した分担エリア解析結果を図 4 に示す。

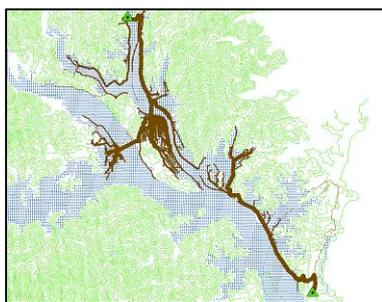


図 4. 南北高台 2 の分析

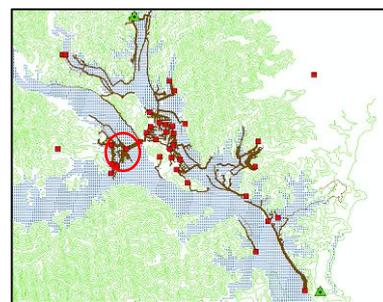


図 5. 高台 2 の 39 避難所分析

中間地点付近で南北端 2 つの高台の分担エリ

キーワード 南海地震、高台、緊急一次避難所、避難経路分析、GIS

連絡先 〒783-8508 高知県南国市物部 200-1 環境都市デザイン(旧建設)工学科 竹内光生 TEL 088-864-5587

アが区分されていることがわかる。図4の結果を踏まえ、図5に避難所選択基準式(1)、(2)を適用した39ヶ所の避難所の分担エリア解析結果を示す。図4の高台に向かう途中の近くの避難所が選択されていることがわかる。また、高台に向かうという制限のために、丸で囲んだ地域等に、複数の避難所の避難経路が織込まれる避難行動も示されている。図6と図7に、図4と図5の場合の定量的評価値として横軸に移動距離をm単位で、縦軸に人口を人単位で示した。それぞれの最大移動距離は8925mと4486m、距離平均は5317mと746m、人口を考慮した総移動距離平均は5207mと622mである。

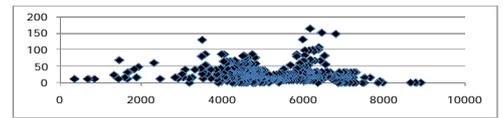


図6. 移動距離と人口(高台2)

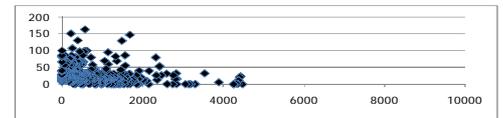


図7. 移動距離と人口(高台2の39避難所)

4.2 推定高台17ヶ所の場合

図8に、既設39ヶ所の避難所のうち浸水予想領域外の高台17カ所の分担エリア解析結果を示す。自明の結果ではあるが、図4と比較して高台の追加により、高台の分担エリアは小さく区分される。また、図9に判定式による39ヶ所の避難所の分担エリア解析結果を示す。図8の結果を踏まえた高台に向かう途中の近くの避難所が選択されていることがわかる。図4、図5、図8と比較して高台の分担エリアは小さくなり、丸で囲んだ地域等の複数の避難所の避難経路が織込まれる現象も改善されていることがわかる。避難所を浸水予想領域内外高台とその他避難所に区分し、高台方向を考慮した住民の避難行動モデルでは、避難所の総数の増加、あるいは総数を一定として高台の数の増加によって、分担エリアは小さくなり、避難経路の織込み現象も改善されることがわかる。

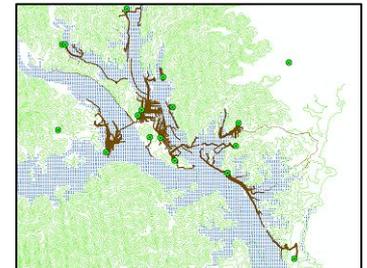


図8. 高台17の分析

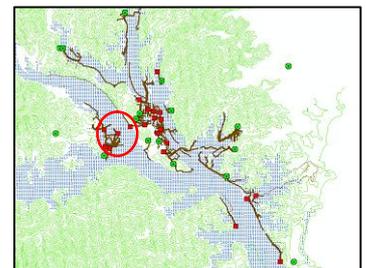


図9. 高台17の39避難所分析

図10と図11に、図8と図9の場合の定量的評価値として、横軸に移動距離をm単位で、縦軸に人口を人単位で示した。それぞれの最大移動距離は4810mと4376m、距離平均は824mと556m、人口を考慮した総移動距離平均は735mと427mである。ここで津波到達予想時間を、上記の第2次高知県地震対策基礎調査報告書の資料-9(2)にある中村市下田の全高知県モデルにおける最短時間5.2分(津波高さ20cm)、8.3分(津波高さ50cm)、13.5分(津波高さ1m)から、最大移動距離はせいぜい500m程度が望ましいと考えている。10分に500mとして、0.833m/sの歩行速度であり、老人グループの0.751m/sと老人単独の0.948m/sの間の歩行速度である。

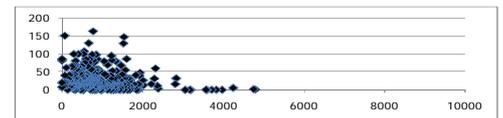


図10. 移動距離と人口(高台17)

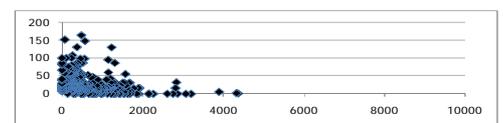


図11. 移動距離と人口(高台17の39避難所)

5. まとめ

本研究では、避難誘導計画問題は、(1)高台の選定問題、(2)高台に向かう経路問題、(3)高台に向かう途中にある避難場所選択問題、また避難所不足の場合に(4)既存の民間耐震高層ビルの活用、(5)pメディアン問題等による重点的追加配置問題の3段階あるいは5段階であるとして、その(1)~(3)までの具体的事例を示した。本研究の結果は次のようになる。避難所は、浸水予想領域を踏まえて、高台およびその他に区分する必要があるとした。そして、浸水予想領域外の高台に逃げる途中にある緊急一次避難場所探索法を提案し、四万十市を対象にその避難行動を検証した。まず、高台のみの分担エリア分析を行い、その結果を踏まえた避難所総数の分担エリア分析を行った。これらの結果は提案した避難場所選択行動基準を満足するものであった。

しかし、複数の避難場所に向かう避難経路の織込み現象があり、住民誘導の区分は複雑であるが、高台の増加によって改善される傾向を確認した。また、合流後は最も近い避難所に避難するとして単純化可能と想定している。現状の既設避難所の総数は、検討すべき分担エリア内の移動距離および施設容量問題のうち、本研究で対象とした移動距離の視点から充分ではないと言えよう。