

遠州灘海岸および中田島砂丘における津波避難に関する研究

豊橋技術科学大学 学生会員 ○繁田 力

豊橋技術科学大学 正会員 加藤 茂・青木 伸一

1. 研究背景

本研究で対象とした今切口から中田島砂丘前面の海岸は太平洋に面し流れが速いので海水浴場として利用されていない。しかし、豊かな砂浜に恵まれており、サーフィンや釣りなどの海洋性レクリエーションの場として、近隣住民だけでなく遠方からの利用も多く、県内外から多くの人々が訪れている。この地域は近い将来起こるとされている東海・東南海地震が発生した際に、津波が来襲する可能性が非常に高く、その遡上や氾濫によって何らかの被害が発生することが予想される。これに対し、浜松市は防災マップを作成・公開している¹⁾。しかし、これらはその地域の住民を対象にしたものであり、地域外からの利用者に対して十分な情報提供が行われているとは言い難い。本研究では津波発生時の人的被害の軽減の観点から海岸利用者の避難に関する検討を行った。

2. 現地調査

浜名湖今切口から中田島砂丘前面の海岸において、避難場所・避難経路の分かり易さについて現地調査を行った。対象とする海岸では海岸（砂浜）と背後地道路の間に防砂林が配置されており、その防砂林を横切る形でアクセス道（災害発生時には避難口となる）が所々に整備されている。したがって、海岸と道路がどこからでも行き来できる状況ではない。そこで海岸利用者の観点から、海岸側からアクセス道の位置を確認するとともに、入口の状況を確認した。位置情報は入口の写真をGPSカメラで撮影することで、その座標を取得した（図1）。確認された入口は、その状況から大きく下記のように分類できる。

- a. 普段から多くの海岸利用者に利用されており、海岸からも容易に確認可能。

入口は植物が成長しておらず、入口として認識できる程度に防砂林が途切れている。これらは災害発生時には有効に利用されるものと考えられる。

- b. 使用されてはいるが、普段利用していない利用者には確認することが困難。

周辺住民や海岸によく訪れる人だけが利用している入口も存在する。そういった入口は防砂林の奥まったところにある場合が多く、海岸からは見つけにくくなっている。また地形の起伏によっては汀線付近からはみえないものもある。

- c. ほとんど利用されておらず、植物に覆われ入口として確認することが困難。

木の枝がせり出しており、視認することも通り抜けることも困難である。



図1 現地調査で確認されたアクセス道入口の位置
(Google Earth を利用)

3. マルチエージェントシステムによる避難シミュレーション

遠州灘海岸の中でも中田島砂丘は、美しい砂浜や隣接する凧揚げ会場で行われるイベントなどによって、特に利用者の多い場所である。本研究では中田島砂丘を対象にマルチエージェントシステム²⁾を用いた避難シミュレーションを行った。地形データとしては、2009年に中田島砂丘で行われたレーザー測量³⁾で得られた20cmメッシュの3次元データを、計算時間などを考慮して、80cmメッシュに解像度を落として用いた。

まず各エージェントが向かう避難場所（避難出口）としては、中田島砂丘でよく利用されていると思われる4ヶ所の出入口を設定した（図2）。

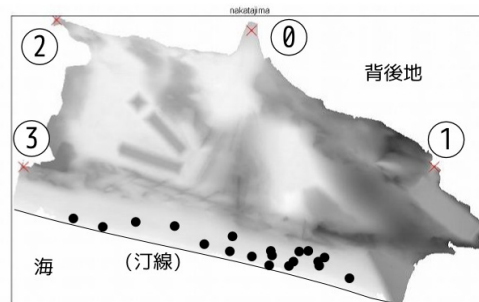


図2 中田島砂丘の出入口（避難出口）の設定位置

各エージェントが行う避難行動のルールとして以下のようなものを設定した。

- 1) 自分との距離が一番近い出口を目的地とする。
- 2) 自分の半径R(m)以内の高さを調べて、緩やかで目的地に近い方向を向く。
- 3) 決定した方向に進む。ただし、上り坂の場合は進む距離が減る。

上記の行動ルールは各エージェントに設定するのみで、エージェント全体を管理するようなルールは設定されていない。

まず1) は、水平距離で最も近い出口とした。

2)は、エージェントの位置から $L(m)$ 前方の高さを確認して、元の地点からみて $\Delta Z(m)$ より低ければ更にその位置とその $L(m)$ 前方を比較する。 $R(m)$ の地点まで調べ終わるとその方向を保存する。途中で $\Delta Z(m)$ より高い地点があればその方向の探索を打ち切る。また、地形データがない(図3における地形データの範囲の外側の白い部分)ときと計算領域の端(図3における外枠)になったときもその方向の探索を打ち切る。1 方向の探索が終了すると元いた地点に戻り、角度を 22.5 度反時計周りの方向に変えて再度探索を行う。それ以前に保存された方向よりも目的地に近い道が見つければその方向を保存する。これを 360 度 (16 方位分) 繰り返す。最終的に保存された道は緩やかで、目的地に一番近い道となる。

3)は、現在地と $L(m)$ 先の高さを比較し、 $L(m)$ 先の高さが現在地の高さ以下ならエージェントは $L(m)$ 進み、 $L(m)$ 先の方が高いときは $L'(m)$ だけ進むことにした。 L' は斜面上の移動距離 L の水平投影距離であり(図3)、高低差 ΔZ を用いると以下の式で表される。

$$L' = L^2 / \sqrt{L^2 + \Delta Z^2} \quad (1)$$

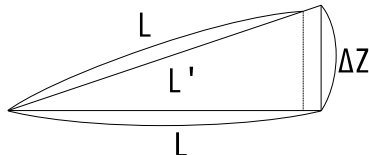


図3 上り坂での移動距離計算概略図

エージェントをマップ上に均等に配置し、それぞれが0番から3番の出口のいずれかにたどり着くまでの時間を出力し、その等時間線を描いた。ここでは急勾配と判断する勾配 $\theta (= \Delta Z/L)$ を $1/4$ に固定 ($\Delta Z=0.5m$, $L=2.0m$) し、探索半径 R を $20m \sim 200m$ まで $20m$ 刻みで変化させてシミュレーションを行った。探索半径 R が小さいほど、

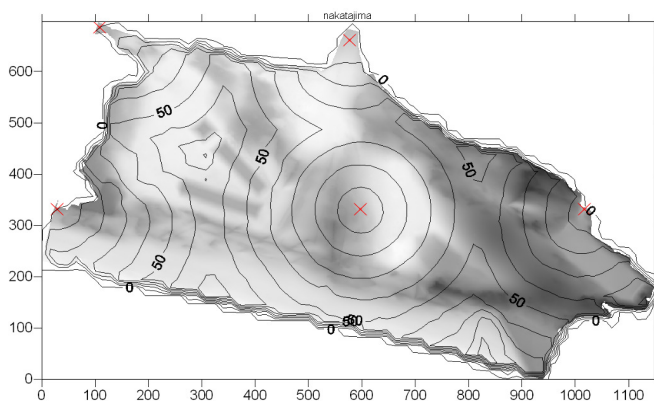


図4 探索半径 $R=80m$, 急勾配 $\theta=1/4$ の場合の避難時間分布

単純に出入口までの水平距離に依存した分布になった。これは、探索半径 R が大きいときは遠くから急勾配を発見することが可能であるため、発見した時点でその方向を避けようとする結果的に遠回りをする事になっていると思われる。それによって、避難終了時間の等時間線の分布は探索半径 R が小さいときと比べて複雑になっていると思われる(図4)。

4. 危険度軽減対策

津波災害対策の事例として津波避難タワーの設置がある⁴⁾。津波襲来時に一時的に高所に避難できるよう建設される建物である。そこで、中田島砂丘の中心付近に津波避難タワーが建設されたと仮定して、シミュレーションを行った(図5)。図4のシミュレーションと比較すると、領域中央の汀線付近の避難終了時間が半分程度に短縮されており、対策の効果が確認できる。

5. まとめ

本研究では、今切口から中田島砂丘に広がる砂浜海岸において、災害時の避難出口の現状を調査した。その結果、 $100 \sim$ 数百 m ごとに避難出口は確認できたものの、出口によっては見つけ難く、災害時に有効に利用されない可能性が高い出口が多数あることが確認された。今後これらの有効利用への検討が必要であると思われる。

また、中田島砂丘を対象として、災害発生時の避難シミュレーションを試みた。地形が複雑であるため、避難行動も非常に複雑になると考えられ、精度良い避難時間・行動の推定は現状では困難であるが、防災対策を検討する上で有用なツールになり得ると思われる。

参考文献

- 1) 浜松市役所 HP, <http://www.city.hamamatsushizuoka.jp/lifeindex/life/disaster/bousai/index.html>, 2010年12月6日参照。
- 2) 山影進 (2007), 人口社会構築指南, 書籍工房早川, 446p.
- 3) Junaidi ら (2009): 中田島砂丘における飛砂の特性と短期的地形変化に関する研究, 土木学会学文集 B2 (海岸工学), Vol.65, pp.621-625.
- 4) 内閣府 HP, http://www.bousai.go.jp/oshirase/h17/0207/kentoukai_3.html, 2010年12月12日参照。

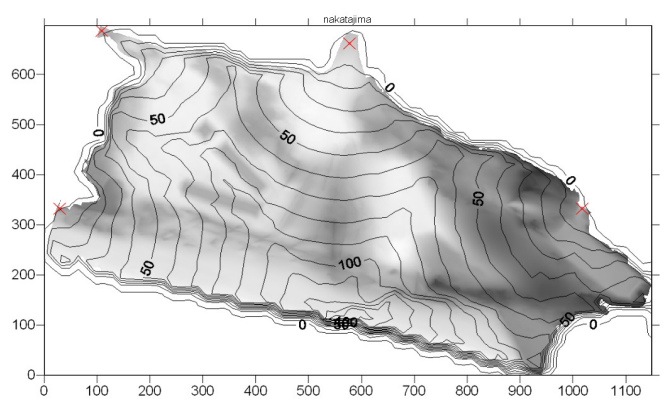


図5 中心付近(×印)に避難タワーがある場合の避難時間分布