

(80) 土地利用の三次元重心情報を活用した 津波防災指標の提案

山本 義幸¹・倉橋 奨²・中村 栄治³

¹正会員 博士 (工学) 愛知工業大学 工学部 土木工学科 (〒 470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247)
E-mail: y.yamamoto@aitech.ac.jp

²正会員 博士 (工学) 愛知工業大学 工学部 土木工学科 (〒 470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247)

³正会員 PhD. 愛知工業大学 情報科学部 情報科学科 (〒 470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247)

本研究は、土地利用の三次元重心情報を活用した津波防災に資する指標を提案する。土地利用の三次元重心は、防災の観点で設定した土地利用の重みに三次元位置を乗じて求めた重心である。三次元重心において、水平位置を水平重心、鉛直位置を鉛直重心とした。水平重心を津波浸水想定域と比較し、鉛直重心を標高と浸水深の合計と比較し、これらより津波に対する危険度を評価する指標を提案した。さらに、この指標をもとに高地移転を検討する際の移転可能指標を提案した。移転可能指標は、移転が必要な建物用地の移転先を供給できる割合と移転距離から求める。土地利用状況が対象的な2つの行政区を対象にこれらの指標の妥当性を検証した。結果として、土地利用状況と津波の浸水想定を鑑み、津波防災指標としての妥当性を確認した。

Key Words: tsunami disaster management, landuse, three dimensional centroid, index for relocation to higher areas

1. 序文

東北大震災、南海トラフ地震に備え、津波防災の方策として高地移転が考えられる。先行研究では東北地方での高地移転では死者、建造物の被害など、根本的な被害の減少が報告されている¹⁾。しかし、集落の孤立化、救援物資が届かないなどの問題が生じた。高地移転においては、津波の影響が考えられる沿岸部の土地利用形態を考える必要がある。学会が取りまとめた提言では、重心移動が津波防災の具体策として示されている²⁾。筆者らは、これまで、土地利用の三次元重心情報の津波防災への適用を検討してきた^{3),4)}。しかしながら、津波防災の本質を考えると津波の浸水深との比較検討が適当であると考えられる。また、土地利用の三次元重心情報から津波に対して土地利用分布が脆弱と評価されても、高地移転が実施可能かはあらためて吟味する必要がある。とりわけ、都市部と農村部で、高地移転の実現性は大きく異なるものと推察される。

本研究は、土地利用の三次元重心情報を活用した津波防災指標を提案し、その適用性について検討した。三次元重心と津波浸水深との比較検討を行った。さらに、現実的な適用性を評価する指標として移転可能指標を提案した。これらの指標について検討するため、都市部と農村部を対象に指標を算出した。都市部と農村部の対象は、南海トラフ巨大地震による津波の影響を受けるとされている名古屋市港区と西尾市を対象とした。

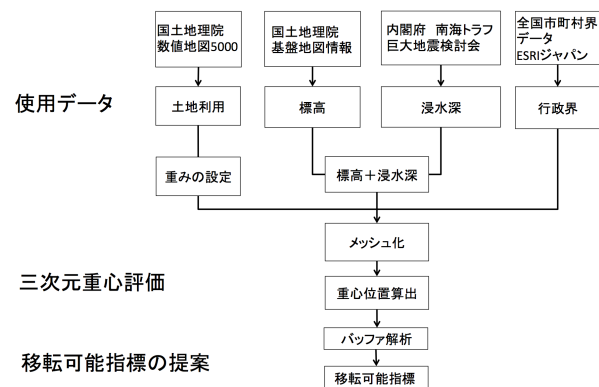


図-1 手法全体のフロー

2. 手法

土地利用の三次元重心情報の活用した津波防災指標の提案を目的に、その適用性を検討した。図-1に使用データと手法全体のフローチャートを示す。

(1) 三次元重心

土地利用の三次元重心と標高+浸水深データの比較から土地利用の三次元重心評価を行った。図-2に土地利用の三次元重心の概念図を示す。三次元重心は式(1a)～(1c)で求める。

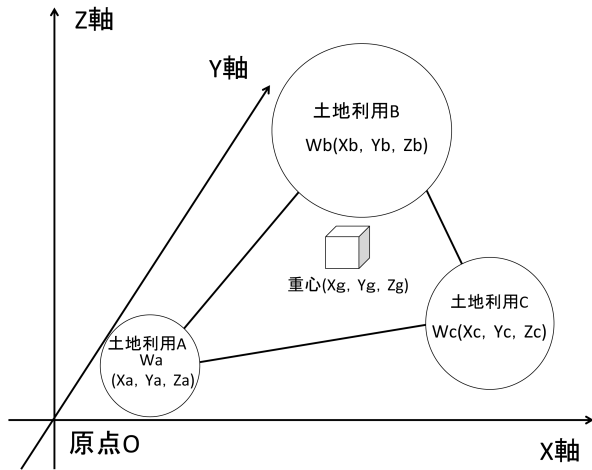


図-2 三次元重心の概念図

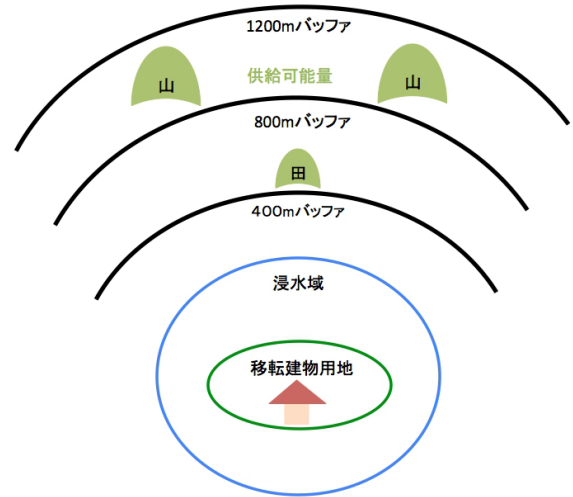


図-3 三次元重心の概念図

$$Xg = \frac{\sum_{j=0}^{m-1} \sum_{i=0}^{l-1} (iW_{i,j})}{\sum_{j=0}^{m-1} \sum_{i=0}^{l-1} (W_{i,j})} \quad (1a)$$

$$Yg = \frac{\sum_{j=0}^{m-1} \sum_{i=0}^{l-1} (jW_{i,j})}{\sum_{j=0}^{m-1} \sum_{i=0}^{l-1} (W_{i,j})} \quad (1b)$$

$$Zg = \frac{\sum_{j=0}^{m-1} \sum_{i=0}^{l-1} (H_{i,j}W_{i,j})}{\sum_{j=0}^{m-1} \sum_{i=0}^{l-1} (W_{i,j})} \quad (1c)$$

ここで、 Xg 、 Yg 、 Zg は重心座標、 l は土地利用画像と標高データ画像の横方向メッシュ総数、 m は土地利用画像と標高データ画像の縦方向メッシュ総数、 i は画像左端のメッシュを 0 として右方向を正とした時の対象メッシュの横方向位置、 j は画像の上端メッシュを 0 として下方向を正とした時の対象メッシュの縦方向位置、 $W_{i,j}$ は対象メッシュの土地利用項目の重み、 $H_{i,j}$ は対象メッシュの標高値を示す。土地利用項目の重みは先行研究⁴⁾に準じた。

(2) 移転可能指標

土地利用の三次元重心評価から津波に対して脆弱な土地利用分布と評価されても、現実的に移転が可能か否かはあらためて検討が必要である。そこで、高地移転の先行研究^{1),5)}を参考に、移転が可能かどうかを判断する指標として移転可能指標を提案した。図-3に、本研究で提案する移転可能指標の概念図を示す。移転可能指標の考え方は、浸水域からできるだけ近い場所で、移転が必要な建物用地（移転建物用地）の移転先を供給できる量（供給可能量）がどの程度あるかを定量的に示すことである。式(2)が、移転可能指標の算定式である。浸水域にある移転建物用地の面積を浸水域から一定量のバッファにある供給可能量で除算し、そのバッファの距離を乗算する式形となっている。算出された値が小

さければ小さいほど移転が可能であり且つ移転できるエリアが近いことを示す。本研究では、都市部の名古屋市港区、農村部の西尾市を対象に 400m、800m、1200m バッファで事例検証を行った。重みが 7 以上の土地利用項目⁴⁾を移転建物用地、建物に移転させられる土地利用項目を供給可能量に分類した。さらに、先行研究⁵⁾に習い、バッファの土地利用状況を把握するために市街地等、森林・荒地、農地の 3 つにグループ化し、バッファごとの構成面積を算出した。

$$MI = a/b \times D \quad (2)$$

ここで、MI は移転可能指標 (km)、 a は移転建物用地 (ha)、 b は供給可能量 (ha)、 D は距離 (km) である。

3. 結果と考察

表-1 は名古屋市港区、表-2 は西尾市の三次元重心評価を行った結果である。これらは、浸水深を考慮した評価結果であるが、先行研究⁴⁾と同じ評価となった。図-4、図-5 に対象地域の土地利用を示す。図-6、図-7 に対象地域の浸水深データを示す。また図-8、図-9 は浸水域から 400m のバッファを示している。図-10、図-11 に浸水域からの距離別土地利用構成を示した。表-3 は名古屋市港区沿岸部、表-4 は西尾市沿岸部からの 400m、800m、1200m の移転可能指標を示した。移転可能指標は小さければ移転可能と評価される。先行研究⁵⁾での仙台沿岸部浸水域内の移転ポテンシャルの結果とは大きく異なる結果が得られた。その理由としては名古屋市港区と仙台での土地利用状況が異なることが考えられる。浸水域から 400m では、比較的、田、森林が多かったため移転しやすいエリアである。しかしながら 800m では、移転ポテンシャルが低いことが示された。

表-1 土地利用三次元重心指標の評価（名古屋市港区）

水平重心評価	鉛直重心評価
×	△

表-2 土地利用三次元重心指標の評価（西尾市）

水平重心評価	鉛直重心評価
○	×



図-4 土地利用（名古屋市港区）

表-3 移転可能指標の算定結果（名古屋市港区）

港区沿岸	400m	800m	1200m
移転建物用地（a）	82	82	82
供給可能量（b）	322	53	342
収支（b-a）	241	-28	261
移転可能指標	0.10	1.24	0.29

西尾市の結果と比較すると、移転可能指標は大きかった。西尾市は港区より農地、森林・荒地の絶対量が大きかったため、土地利用構成に応じた移転可能指標の応答の妥当性を確認できた。移転可能指標は、都市部と比較して、各圏内ともきわめて低い数値となり、近い場所での移転が可能であり且つ面積も大きい事がことがわかった。先行研究⁴⁾では沿岸部 1200m 圏内の建物用地の移転であれば、移転用地の供給ポテンシャル高かった。さらに、本研究では 400m バッファ単位で検討したが、バッファ距離の最適値については今後の課題としてあげられた。

4. 結論

本研究では、津波防災指標として先行研究の三次元重心評価法を改善し、結果として高地移転が現実的に

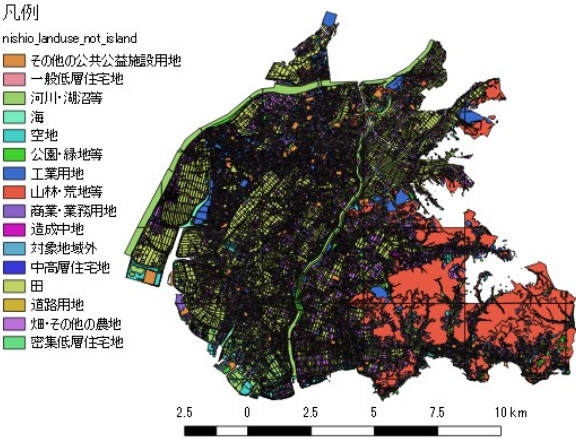


図-5 土地利用（西尾市）

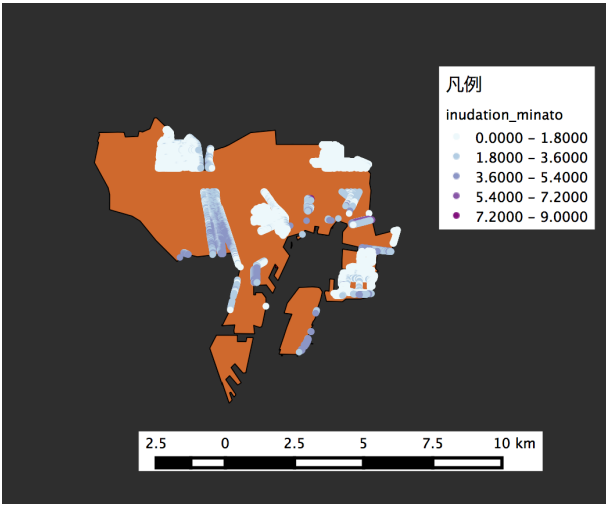


図-6 浸水深（名古屋市港区）

表-4 移転可能指標の算定結果（西尾市）

西尾市沿岸	400m	800m	1200m
移転建物用地（a）	179	179	179
供給可能量（b）	2547	1275	976
収支（b-a）	2368	1096	797
移転可能指標（MI）	0.03	0.11	0.22

可能かを検討する移転可能指標を提案した。都市部で、集団移転が可能ではない土地利用状態に対して妥当な移転可能指標の応答を確認した。同様に、農村部では、移転可能指標は都市部よりも低い数値となり近い場所での移転が可能であり且つエリアも大きい事が示された。今後の課題としてバッファの距離設定の最適値の検討があげられた。また、他の地域を対象に解析を積み重ね、定量的で合理的な評価方法を検討する予定である。

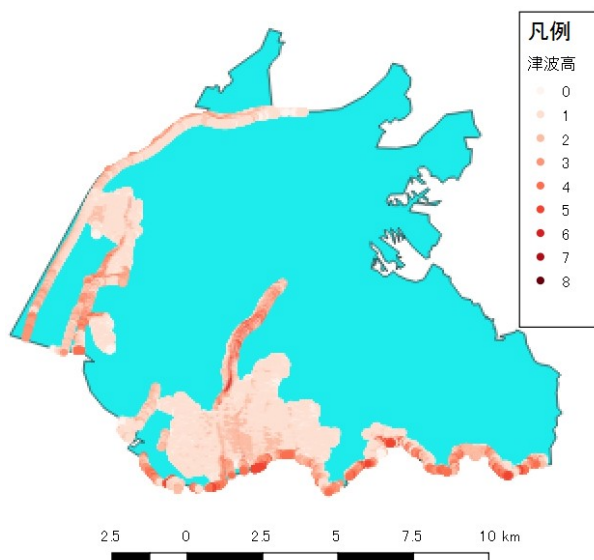


図-7 浸水深（西尾市）

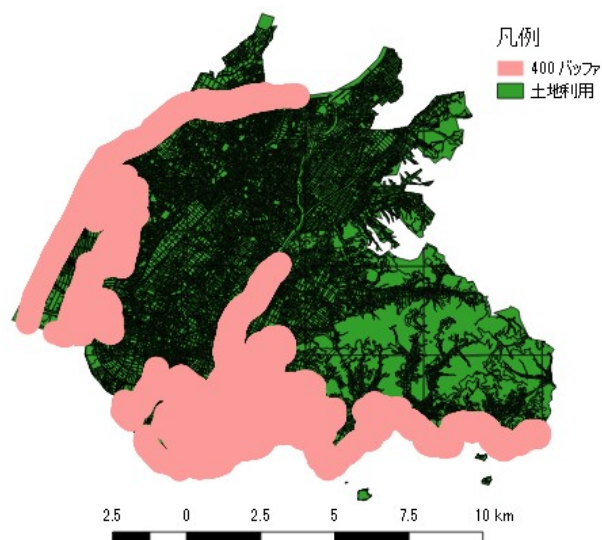


図-9 400m バッファ（西尾市）

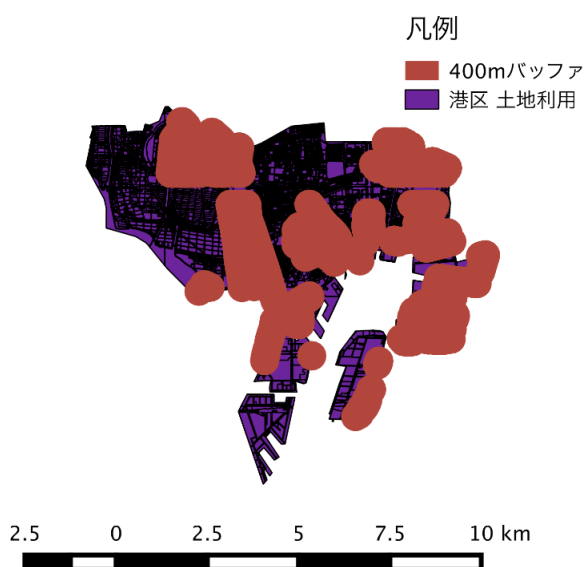


図-8 400m バッファ（名古屋市港区）

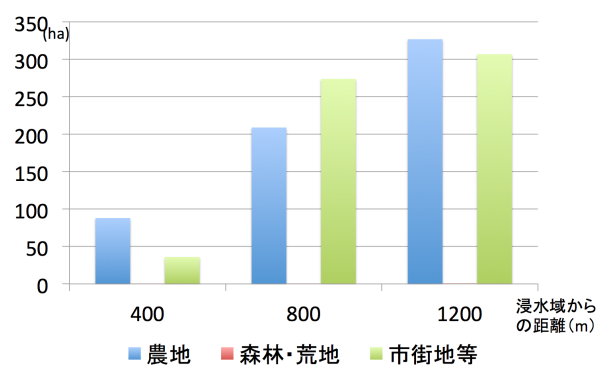


図-10 浸水域からの距離別土地利用構成（名古屋市港区）

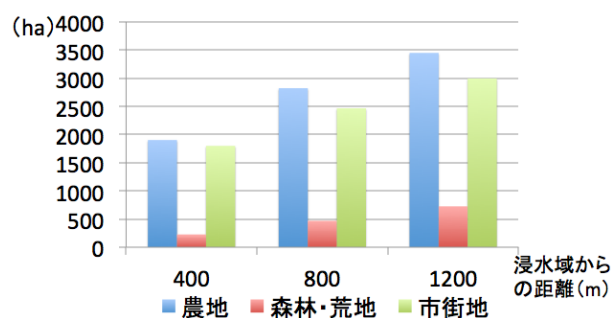


図-11 浸水域からの距離別土地利用構成（西尾市）

謝辞： 本研究のとりまとめにおいては、本学卒業生の猪野間諒氏、竹内寛和氏に協力頂きました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 井原毅, 藤生慎, 沼田宗純, 大原美保, 目黒公: 東北地方太平洋沖地震における三陸地方の高地移転地域の調査報告, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol.68, No.4, pp.1239-1249, 2012.
- 2) 土木学会日本都市計画学会共同派遣: 東日本大震災, 地域基盤再建総合調査団 (第二次総合調査団) 中間とりまとめ (案), 土木学会・日本都市計画学, 2011.
- 3) 山本義幸, 安田将康, 倉橋奨, 中村栄治: 津波防災に関わる集団移転促進への土地利用の重心計算の適用, 応用測量論文集, Vol.26, pp.45-53, 2015.
- 4) 山本義幸, 倉橋奨, 中村栄治, 宮崎裕太: 津波防災に関わる

集団移転促進への土地利用の三次元重心計算の適用, 愛知工業大学地域防災研究センター年次報告, Vol.12, pp.69-72, 2015.

- 5) 橋本禪: 震災復興と土地利用計画, 農村計画学会誌, Vol.31, No.1, pp.37-40, 2012.