

自然災害素因に基づく高潮危険度評価に関する基礎検討

木更津工業高等専門学校 学生会員 ○岡本 龍太郎
木更津工業高等専門学校 正会員 島崎 彦人

1. はじめに

高潮とは、台風や発達した低気圧に伴って海岸付近の海面が著しく高まる現象のことであり、沿岸低平地に甚大な被害をもたらす恐れのある深刻な自然災害誘因のひとつとして認識されている¹⁾。例えば、1959年の伊勢湾台風では、高潮に起因した氾濫によって、死者・行方不明者が5,000人を超える深刻な人的被害をもたらされた¹⁾。

高潮による被害の軽減あるいは抑制を目的として、日本国内ではこれまでに、海岸堤防の整備や気象予報システムの改良が行われてきた。また、想定される浸水の範囲と深さなどを地図上に表現したハザードマップを用いて災害危険度を周知し、被害の軽減を図る取り組みも進められてきた²⁾。これらの努力によって、近年では、高潮による深刻な被害の発生頻度は低くなりつつある。

防災対策が効果を発揮する一方で、地球温暖化に伴う台風の強化³⁾や沿岸都市域における地下構造の複雑化によって、ひとたび沿岸防御の計画水準を超える高潮が発生した場合には、従来とは異なる機構で深刻な被害が発生する恐れもある。我が国の周辺諸国においても、人口密集地は沿岸低平地に集中しており⁴⁾、高潮に対する潜在的な脆弱性が懸念される。こうしたことから、高潮は、日本および周辺諸国において、依然として深刻な自然災害誘因のひとつと言える。

本研究は、高潮被害の危険度を自然素因と社会素因の観点から広域にわたって評価し、災害意識の向上に貢献することを目的とする。自然素因は、日本全国あるいは地球全体で整備されている、海岸線の平面形状および地形の起伏に関するデータを活用して評価する。社会素因は、沿岸低平地の人口分布および社会基盤施設の立地状況に関するデータに基づいて検討する。本報では、本研究の基本的な考え方と海岸線の平面形状解析の結果について報告する。

2. 方法

2-1. 基本的な考え方

自然災害は、誘因と素因とが組み合わさって発生する¹⁾。誘因とは、災害の引き金となる自然現象であり、本研究では、高潮を自然災害の誘因と見なす。素因とは、災害が発生する場の性質であり、地形や地盤などの自然素因と人口や土地利用などの社会素因とに細分される。本研究では、誘因の規模と発生頻度の把握が防災を考えるうえで重要であると認識しつつも、関連データの入手の容易性を勘案し、自然素因と社会素因の観点から高潮災害の危険度評価を試みる。

高潮に対して脆弱な場の性質は、過去の災害履歴に基づいて、次のように類型化できる¹⁾：(1) 南に開口している奥深い湾であること；(2) 水深が浅い湾であること；(3) 湾奥にゼロメートル地帯が形成されていること；および(4) 湾奥に人口や社会基盤施設の集中した都市が形成されていること。これらのうち、(1)～(3)は自然素因に相当し、海岸線の平面形状、海底地形および陸域地形に関するデータから評価できる。(4)については、一般に公開されている国勢調査や基盤地図情報のデータに基づいて検討できる。以下では、(1)に関する解析手法とその結果について述べる。

2-2. 海岸線の平面形状解析

南に開口している奥深い海湾の位置を広範囲にわたって客観的に特定するために、国土地理院提供の基盤地図情報縮尺レベル25000⁵⁾に収録されている海岸線データを用いた平面形状解析を行った。具体的には、(1) 海岸線データに沿って一定の間隔で配置した N 個の測点において、海岸線の屈曲角度を異なる空間スケールで計測した；(2) 計測した屈曲角度を特徴量としたクラスター分析を行い、各測点位置の凹凸形状を判別した；そして(3) 凹部と判別された測点が連なる海湾を「奥深い海湾」と見なし、その開口方位を計測した。以下では、(1)～(3)の各処理について詳細に述べる。

キーワード 自然素因 社会素因 平面形状解析

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東2-11-1 木更津工業高等専門学校 TEL 0438-30-4000

E-mail : okamoto.ryutaro@gmail.com

2-2-1. 屈曲角度のマルチスケール計測

使用した海岸線データは、海岸線の屈曲を折れ線で近似表現したものである。いま、海岸線データ上にある任意の測点を P_i と置く。また、測点 P_i を起点とし、右手側に陸域を見ながら、海岸線に沿って距離 k だけ前進したときの測点を P_{i+k} 、後退したときの測点を P_{i-k} と表記する。このとき、測点 P_i の屈曲角度 θ_i は、測線ベクトル (P_{i-k}, P_i) を基準方向とし、時計回りを正として計測した測線ベクトル (P_i, P_{i+k}) の方向角として定義した (図 1)。なお、屈曲角度 θ_i は、凸部では正、凹部では負の値となる。

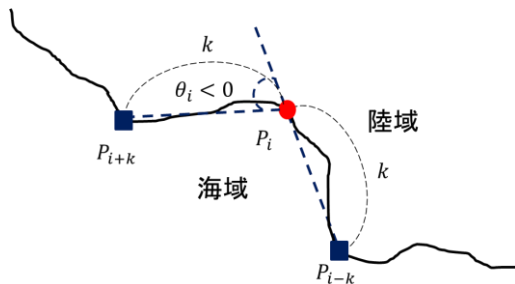


図 1. 海岸線の屈曲角度の定義と計測

屈曲角度 θ_i の値は、距離 k の値に応じて変化するから、屈曲角度 θ_i を距離 k の関数と見なして $\theta_i(k)$ と表記する。このとき、距離 k に正の実数列、例えば $\{1, 2, 3, \dots, 10\}$ 、を代入することにより、異なる空間スケールで計測した屈曲角度の数値列、例えば $\{\theta_i(1), \theta_i(2), \theta_i(3), \dots, \theta_i(10)\}$ 、が得られる。

2-2-2. 屈曲角度に基づく凹凸形状判別

海岸線の凹凸形状を各測点 P_i ($i = 1, 2, 3, \dots, N$) において判別するために、先述の屈曲角度の数値列を特徴量ベクトルとしたクラスター分析を行った。分析手法としては、予察的な試みとして、非階層的クラスタリング手法である **K-means 法**⁶⁾を用いた。ここで、サンプルサイズは測点の総数 N とした。また、最終的なクラスタ数は 3 とし、凹部、凸部、および、それらの遷移部の 3 種類を判別することを目的とした。得られた 3 種類のクラスタが、凹部、凸部および遷移部のどれに相当するかを判断するラベリング処理は、海岸線データの地図描画結果と照らし合わせながら、目視判読にて行った。

2-2-3. 奥深い海湾の開口方位の計測

凹部と判別された測点が連なる海岸線を「奥深

い海湾」と定義した。そして、「奥深い海湾」の開口方位は、連なる測点の両端点を結んだ線分から海側にのびた法線ベクトルを求め、この法線ベクトルの方位角によって定義した。

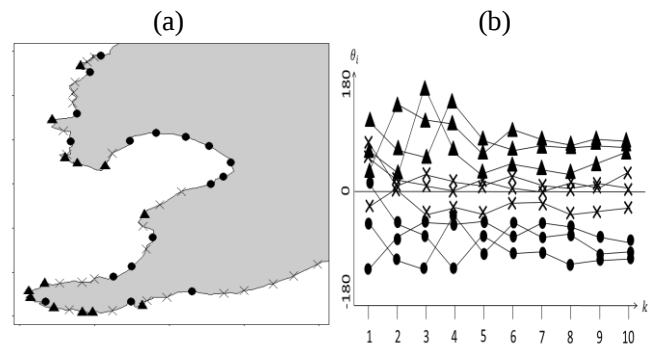


図 2. 凹凸形状の判別結果の例

3. 結果と考察

解析結果の一例として、凹凸形状の判別結果を示す (図 2)。図 2a より、各測点における凹凸形状の判別結果は、妥当なものであると確認できる。図 2b は、この判別分析に用いた典型的な特徴量ベクトルのスペクトル曲線を示したものである。距離 k の値が低いときの屈曲角度の値が、各クラスターで安定せずにばたついている。このことは、距離 k の値が低いときの屈曲角度は、クラスター間の分離度を低下させ、判別性能に悪影響を与える恐れがあることを示唆している。今後は、判別性能を高めるための距離 k の設定方法、判別分析手法の種類、および、適切な測点の配置間隔などについて検討を深めたい。また、その他の自然素因および社会素因に関するデータ解析にも取り組みたい。

参考文献

- 1) 水谷 武司：自然災害と防災の科学，東京大学出版会，2002
- 2) 鳥居 健一，加藤 史訓：高潮氾濫の危険度評価，国総研アニュアルレポート 2003, pp.12-15, 2003
- 3) IPCC第4次評価報告書，2007
- 4) STATE OF THE WORLD'S CITIES, 2008
- 5) 国土交通省：国土地理院 基盤地図情報
- 6) Christopher M.Bishop: Pattern Recognition And Machine Learning, Springer, 2006