

石川海岸における海底地盤高の長期変動と多段砂州移動の基本特性

金沢大学 学生会員 ○山崎 真志
金沢大学 正会員 由比 政年

1. はじめに

石川海岸ではダム整備や河川砂利採取の影響などにより手取川からの土砂供給量が減少し、海底地盤高が大幅に低下し海浜形状も影響を受けた。一方 21 世紀末にかけて地球温暖化に伴い海面上昇が懸念されている。海面上昇と地盤高低下は等価であるため過去に生じた地盤高低下への海浜地形の応答を知ることは将来の海面上昇への応答予測の一助となる。石川海岸では季節によらず大規模な多段砂州が発達している。砂州は海岸生態系の保全や海岸防災に重要な役割を有する。これまでの研究により砂州の移動も含めた海浜変化の特徴が解明されつつあるが、未解明な点も多い。本研究では今後の海面上昇に対する多段砂州の応答を推定するための検討の一環として、過去の地盤高低下に対する多段砂州システムの応答特性を検討する。

2. 研究手法

(1) 対象領域の概要

本研究では根上、美川、松任、金沢の 4 工区からなる全長 21.5 km の範囲を対象とした。底質の中央粒径は 0.2~0.5 mm 程度である。近年、手取川中流や河口域ではダム建設や砂利採取が行われたため手取川からの土砂供給が減少した。冬季高波浪の厳しい自然条件と土砂供給量の減少により石川海岸は長期的な侵食傾向にある。1970 年以降、侵食対策として、離岸堤や人工リーフなどの多くの海岸構造物が建設された。その結果汀線近傍の侵食は緩和されている。

石川海岸では領域全体に大規模な沿岸砂州が発達している。多くの場合、沿岸砂州が 2 段に発達し、組織的な砂州変動が 10 年程度の周期で繰り返される。また沿岸砂州が消滅するときに、沖に移動した砂州が少し岸向きに移動して消滅する。これは他の海岸では見られない特徴である。



図1 石川海岸の位置

(2) 解析の手法

国土交通省金沢河川国道事務所により、1960 年から 2015 年の期間、年 1 回主に秋季（9 月～11 月）に測量されたデータを用いる。測量範囲は沿岸方向 21.5 km であり、測線間隔は 1990 年までは 200m（測線数 109 本）それ以降は 400m（測線本数 55 本）である。海底地盤高の観測位置は年ごとに変化し、空間解像度が十分でないものも一部含まれる。そのことを考慮し、地盤高データ (T.P) をスプライン補間により等間隔 (20m) に再配置した。広領域データを効率よく解析するために Weinberg ら (1995) の提案した Moving Window 法を採用し、対象領域の沿岸方向 21.5km の範囲を沿岸長 2km（エリア 11 のみ 1.5km）の 11 エリアに分割し、エリア内での平均地形を求めて解析を行った。ここで手取川河口はエリア 4 と 5 の境界に位置する。

次に地形変動の長期・中期成分の分離抽出を行った。石川海岸の砂州の変動周期は約 10 年前後であることから、地盤高変動データに 11 年移動平均を施して長期変動成分を求めた。また元のデータと 11 年移動平均の差を取ることで砂州変動に代表される中期、短期変動を抽出した。さらに長期変動、中短期変動それぞれに対して、経験的固有関数法を用いて、特徴的な変動モードを解析した。長期変動については主に等深線の位置の変化に注目した。また、沿岸漂砂、岸沖漂砂、土砂供給減の影響を把握することを目的として even-odd 法 (Dean ら, 2002) を用いて手取川河口からの沿岸距離が等しいエリア間の平均・差を解析した。中期変動については EOF 法で砂州変動モードを抽出し、砂州の規模や位置等の経年変化やエリア特性を解析した。

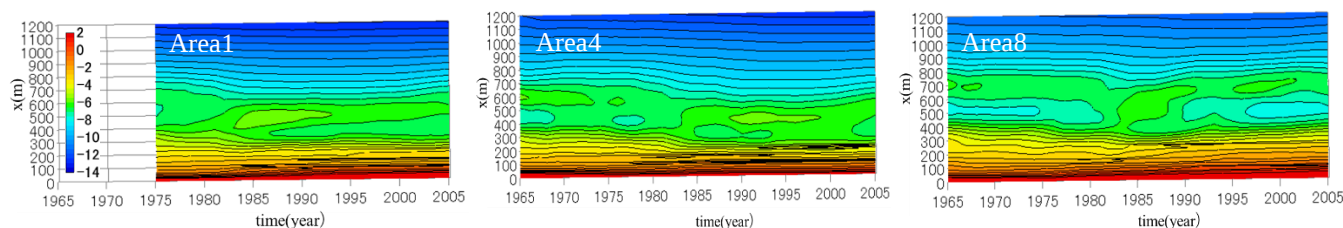


図2 地盤高 11 年移動平均結果を用いた等深線変化

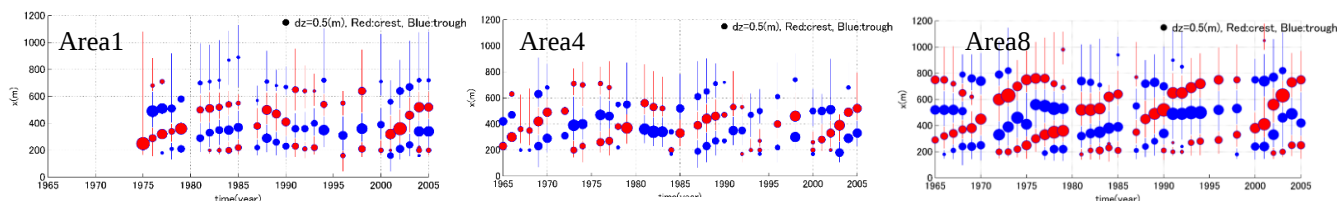


図4 EOF 法で抽出された砂州の変動

3. 解析結果

地盤高の 11 年移動平均 (図 2) より, Area1, 4, 8 の 3 地点に共通して 1980 年頃を境に地盤低下がみられる. 一方, 回復の時期は異なり, Area8 で早く 1990 年頃, Area1, 4 では 2000 年を過ぎてから回復に転じている. 手取川の左岸右岸の等深線変化 (図 3) を比較すると, -9m, -7m の等深線では右岸側 (Area7) の地盤高が早く回復し, 遅れて左岸側 (Area2) が回復している. -9m より -7m 等深線の方が両岸の差が顕著に現れたが差の消失も早い. -3m 等深線については -9m, -7m と比べ両岸の差は小さくなっている.

砂州変動図 (図 4) 中の赤円は砂州峰, 青円は砂州谷を表し, 円の大きさが砂州峰・谷の振幅に対応する. 赤線・青線は砂州峰・谷の発達範囲である. 砂州の発達位置は Area1, 8 では離岸距離 1000m を超えているが, Area4 では離岸距離 1000m 以内に収まっている. 砂州の大きさは 3 エリア内で Area8 が最も大きい. Area1, 4 の等深線が後退から回復に転じる前の 1995 年から 2000 年にかけては砂州の変動が小さい. その後, 等深線が回復するとともに砂州形状領域も冲向きに拡大している. Area8 での砂州変動は安定的である.

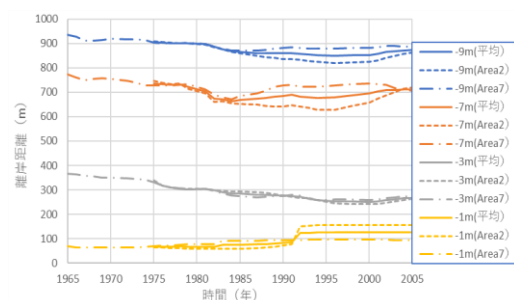


図3 等深線変化の比較解析例 (Area2,7)

4. 終わりに

ここでは, 石川海岸における中長期の地形変動に対する初期検討結果を示した. 現在, 多段砂州変動と等深線変化の対応に着目して解析を継続中であり, 講演時にその結果を合わせて紹介する予定である.

謝辞: 本研究は, 日本学術振興会科学研究費補助金 (課題番号: 20H02256) の補助を受けた. 解析に用いたデータは, 国土交通省北陸地方整備局金沢河川国道事務所に提供いただいた.

参考文献

- 1) Dean, R. G., and R. A., Dalrymple (2002): *Coastal Processes with Engineering Applications*. Cambridge Univ Press, 475p.
- 2) Wijnberg, K.M. and J.H.J. Terwindt (1995): Extracting decadal morphological behavior from high-resolution, long-term bathymetric surveys along the Holland coast using eigenfunction analysis, *Marine Geology*, Vol.126, pp.301-350.
- 3) Winant, C. D., D. L. Inman and C. E. Nordstrom (1975): Description of seasonal beach changes using empirical eigenfunctions, *J. Geophysical Res.*, Vol. 80, No. 15, pp.1979-1986.