

衛星観測による汀線データセットの作成と沿岸漂砂推定の試み

筑波大学大学院システム情報工学研究科 学生会員 ○内堀 圭一郎
筑波大学システム情報系 正会員 武若 聡

1. 目的

本研究では、衛星観測データを用いることで高頻度に漂砂系内の汀線位置読み取りを行い、汀線データセットの作成をする。さらに、これより沿岸漂砂量の推定を行うことが可能かを検討する。

2. 汀線データセット

茨城県神栖市の鹿島灘の南部約 16 km を対象領域とした。先行研究において、SAR 衛星より対象領域の 2006 年~2011 年、2014 年~2016 年の期間のレーダ画像 32 シーンを取得済みである¹⁾。そこに、地球観測衛星 Landsat が取得した 2011 年 8 月 12 日から 2014 年 8 月 19 日の可視画像 13 シーンを追加し、計 45 シーンより 10 m 毎の汀線位置の汀線データセットを作成した。SAR 衛星の分解能は 2.5~12.5 m であり Landsat の分解能は 15 m である。

Landsat が取得した衛星画像をポリゴン化し、そこから水際位置を抽出した(図-1)。抽出した水際位置を図-1(c)に示す座標に変換し、潮位補正を行ったものを汀線位置とした。

鹿島灘南部には港湾空港技術研究所の観測栈橋 HORS が存在し、そこで X バンドレーダ²⁾により観測された汀線位置との比較を行った(図-2)。汀線位置に 20 m 程度の違いが生じているが、変動特性は類似していたと判断した。Landsat から読み取った汀線位置が 20 m 程度沖合方向にずれてしまうのは、画像データの分解能が関係していると考えられ、補正方法の検討が必要である。

3. 沿岸漂砂量の推定

汀線データセットに対して EOF(経験的固有関数法)解析を行い、汀線変動を空間分布関数 $F_{sk}(x)$ と時間変動関数 $F_{tk}(t)$ の積で表される複数のモード $k(k=1\sim45)$ にわけた。それぞれのモードが岸沖方向、沿岸方向の土砂移動による汀線変動を表していると考え、後者より沿岸漂砂量の時間分布を推定することを試みた。

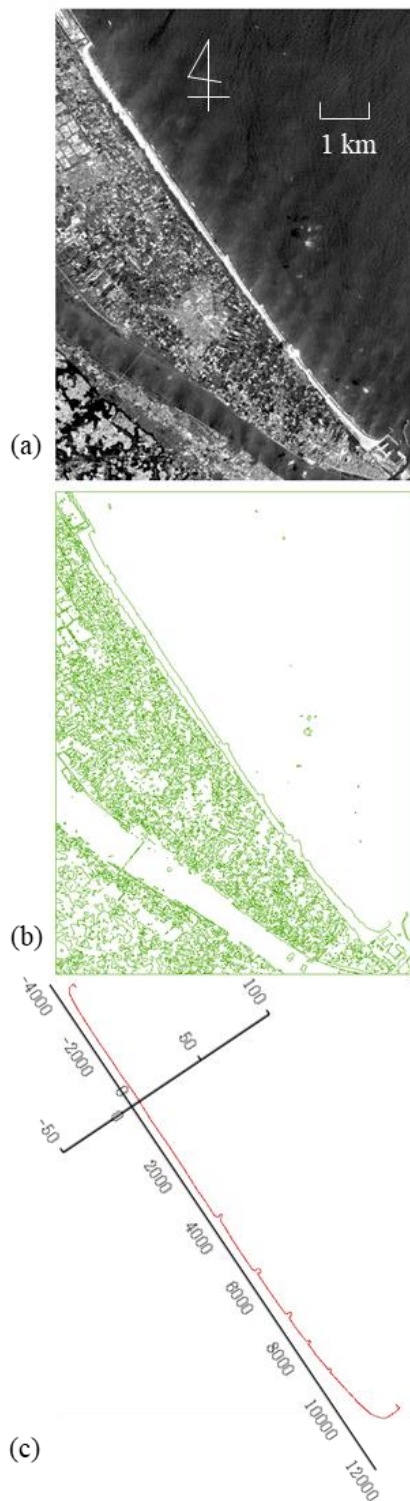


図-1 (a)Landsatデータ(2013年12月15日)
(b)ポリゴン化,(c)水際位置の抽出

Landsat, 汀線データセット, 汀線変動, EOF 解析, 沿岸漂砂量
〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

EOF 解析の結果、第 1 モードの寄与率が 97%、第 2 モードの寄与率が 1.6%となった。続く第 3 モードは 0.3%、第 4 モードが 0.09%、第 5 モードが 0.08%、第 6 モードが 0.07%であった。第 1 モードと第 2 モードの F_s と F_t を調べたところ、これらは岸沖方向の土砂移動による汀線変動を代表していると考え、沿岸漂砂量の推定は第 3 モード以降に着目して行った。

沿岸漂砂量の推定は、土砂の連続式を差分化した以下の式より行った。

$$Q_k(x_{i+1}, t_{i+1}) \sim Q_k(x_{i+1}, t_j) - \frac{y_k(x_i, t_{j+1}) - y_k(x_i, t_j)}{\Delta t} \Delta x \quad (1)$$

$y_k(x, t)$: モード k の汀線位置, t : 時間, Δt : シーンの取得間隔, x : 沿岸位置 ($-3680\text{m} < x < 10990\text{m}$), Δx : 汀線データの分解能 ($2.5 \sim 15\text{m}$), Q_k : モード k の全沿岸漂砂フラックス, i : 沿岸位置 ($1 \sim 1387$), j : シーン番号 (不等間隔, $1 \sim 45$)

Q_k は式 (1) を用い領域の端部から順次求めた。この際、鹿島灘南部 ($x \sim -4000\text{m}$) には護岸があるため、そこからの砂の流入出はないと考え、 $Q_k(x_1, t_j) = 0$ とした。

第 3 モードから第 6 モードまでの Q_k を合計した結果 (Q_{3-6}) が図-3 である。図-3 において、赤色の部分は Q の値が正であり、沿岸漂砂は南東向きである。ある沿岸位置で Q の正負を調べると、向きが時間的に変化している。これは、沿岸漂砂が季節的な入射波の変化に応じて発生していることに相当すると考えられる。

Q_{3-6} の空間平均の経年変化を求めた (図-4)。これは季節的な変動を表しており、夏季は漂砂量が少なく、冬季は漂砂量が多いことが読み取れる。

Q_{3-6} の時間平均の沿岸分布を求めた (図-5)。これは汀線データセットに線形回帰を行い求めた汀線位置の変化トレンドと類似しており、長期間の汀線位置の変化を示していると考えた。

参考文献

- 1) 武若聡, 松本顕政, 海老原友基 : SAR 衛星による高頻度観測結果を用いた鹿島灘南部の汀線変動解析, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol74, No.2, 1_985-1990, 2018
- 2) Dipankar Kumar and Satoshi Takewaka : Automatic Shoreline Position and Intertidal Foreshore Slope Detection from X-Band Radar Images Using Modified Temporal Waterline Method with Corrected Wave Run-up, Marine Science and Engineering Journal, Vol7, Lssue.2, No.45, 2019

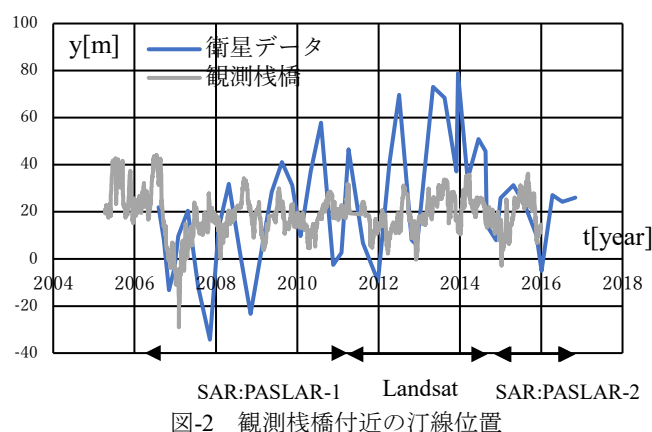


図-2 観測栈橋付近の汀線位置

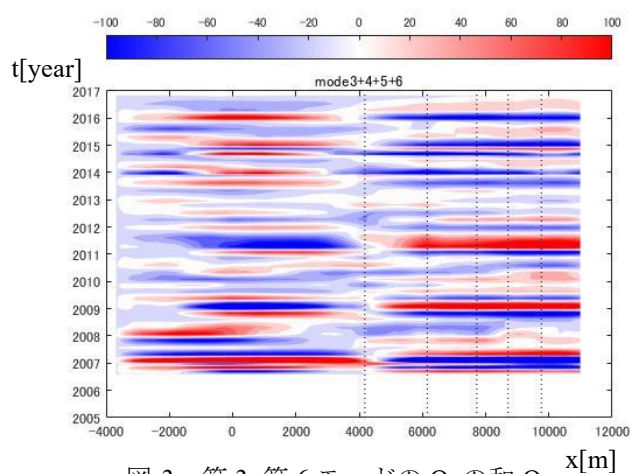


図-3 第3~第6モードの Q_k の和: Q_{3-6}

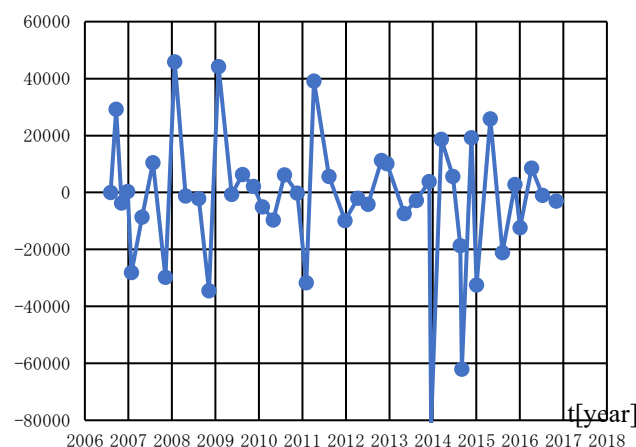


図-4 Q_{3-6} の空間平均の経年変化

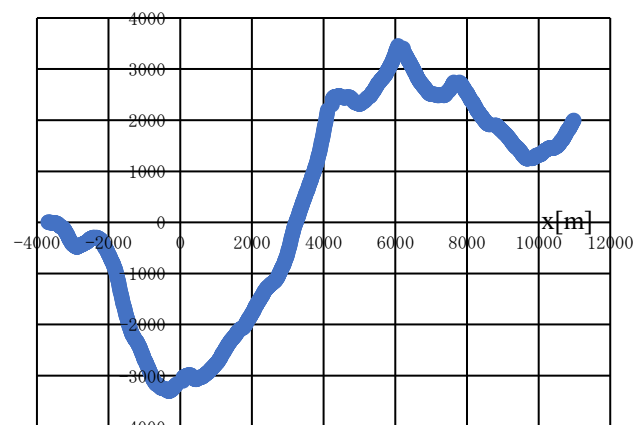


図-5 Q_{3-6} の時間平均の沿岸分布