

II-91

古地図による野蒜海岸の土砂堆積量の評価

東北大学工学部 学生員 ○高橋元気
東北大学大学院 フェロー会員 田中 仁
秋田大学工学資源学部 正会員 松富英夫
東北大学大学院 正会員 泉 典洋

1. はじめに

砂浜の保全を行うためには、土砂の供給源である河川や漂砂の連続する海域で土砂移動量を評価し、保全対象である海岸の成り立ちや将来起こるであろう変化を予測し、対策を立てることが必要である。そのためにも、海岸地形の変化の過程を知ることが、今後の地形変化の予測や海岸構造物の影響評価など、海岸工学における諸問題を解決するという観点からも重要になってくる。

これまで、過去の海岸地形の変化を知り得る手段は航空写真や地形図などが主であり、それゆえ把握することのできる地形変化は、数十年が限界であった。しかし、各種の古地図を用いることにより、さらに昔の地形変化を把握することが可能となる。特に、今から約200年前に伊能忠敬が日本全土を実測することにより作られた伊能図は、当時最先端の技術が用いられており、また海岸線の測量を目的としているため、過去の海岸地形を知る有力な情報源であることが期待される。

ただし、これらの古地図を用いる際、その地図に含まれる誤差が問題となると考えられるため、古地図の利用が有力となる地域とそうでない地域を判断し、有力であると判断される場合にはその誤差の程度の評価も含めた考察が必要になってくる。

本研究では、古地図利用が有効であると考えられる地域において、古地図を用いた長期土砂移動量の算定および誤差の評価を行うことを目的とする。

2. 研究対象地域の概要

研究対象地域は、宮城県石巻湾西部沿岸に位置する野蒜海岸である（図-1）。野蒜海岸は、図-1の潜ヶ浦掘削水路から鳴瀬川河口に至る全長約2.8kmの自然海岸である。石巻湾西部沿岸の卓越漂砂が西向きであり¹⁾、野蒜海岸は漂砂系の末端に位置しているため、この地域では土砂の堆積が起きており、明治初期以降においてそれは特に顕著であると言われている²⁾。

3. 古地図による汀線比較

(1) 重ね合わせの方法

地図を重ね合わせる際、両図に対照の基準となる共通の地点が必要である。伊能図は、側線以外で位置の確かな点や地物の描示がきわめて乏しいと言われている³⁾。そのため、地図の重ね合わせにおける基準となる地点は、側線沿いにおいて以前より存在していると思われる、山や岩礁、寺社を用い、さらに集落の位置を考慮して重ね合わせることにした。

しかしながら、これらの位置を合わせる際、地図の平行移動及び回転移動のみでは基準点間の歪みが生じる。これは、地図自体に含まれる誤差のためであると考えられる。これらの歪みを補正するため、アフィン変換を用いて地図の幾何補正を行った。

また、他の地図として、測量図及び海図を用いた。この地域では過去に野蒜築港計画があり、それに関連した古地図を利用することができた。

(2) 重ね合わせ結果

幾何補正を施した上で地図の重ね合わせを行ったところ、図-2のようになった。1800年には東名半島が現在の約半分であったのが、年度が進むにつれて半島東側の汀線が前進し、また砂州が形成されてその間が堆積されるというプロセスを経て現在の地形に変化していることが読み取れる。

4. 土砂堆積量の算定

(1) 算定方法

土砂堆積量の算定は、重ね合わせた地図の面積の差を用い、one-line モデルによって算定を行った。one-line モデルの式を式(1)に示す。

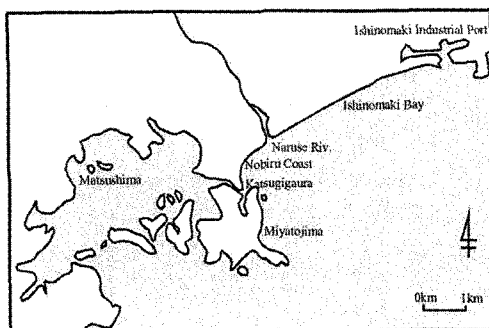


図-1 野蒜海岸とその周辺地図

$$\frac{\partial x_s}{\partial t} + \frac{1}{D_s} \left(\frac{\partial Q}{\partial y} - q \right) = 0 \quad (1)$$

ここで、 x_s ：海岸線の位置、 D_s ：地形変化の限界水深、 Q ：間隙を含めた沿岸漂砂量、 q ：単位幅当たりの岸沖方向の土砂移動量である。岸沖漂砂は短期的な砂移動であるためここでは無視してよい。よって、式(1)は以下のように変形できる。

$$\frac{\partial x_s}{\partial t} = -\frac{1}{D_s} \frac{\partial Q}{\partial y} \quad (2)$$

(2)式を、岸沖方向に積分する。

$$\int_{y_s}^{y_L} \frac{\partial x_s}{\partial t} dy = -\frac{1}{D_s} \int_{y_s}^{y_L} \frac{\partial Q}{\partial y} dy \quad (3)$$

ここで、 y_L ：変化後の汀線位置、 y_s ：変化前の汀線位置である。式(3)を計算することにより、以下の式(4)を得る。

$$Q = D_s \frac{\Delta x_s}{\Delta t} (y_L - y_s) = \frac{D_s \cdot \Delta A}{\Delta t} \quad (4)$$

ここで、 ΔA ：地形変化前と変化後の汀線で囲まれた面積である。よって、 ΔA を算定することにより沿岸漂砂量を求められる。ただし、算定に必要な地形変化の限界水深の値 D_s については、野蒜海岸は 8 m であることが知られている⁴⁾ため、その値を用いることとした。

(2)算定結果

a)土砂堆積量

上述した方法により求めた土砂堆積量を、図-3 に示す。ここで、縦軸は 1800 年の堆積量を 0 として表している。

b)土砂堆積速度

最小二乗法により土砂堆積速度を算定した結果、ここ 200 年の間は約 75,000m³/year の土砂堆積速度であることがわかった。石巻海岸西部沿岸において、沿岸漂砂量は 70,000m³/year と言われており⁹⁾、近い値となった。現在の鳴瀬川からの流出土砂が 12,000m³/year と言われている⁹⁾ことも含め、この算定が妥当である可能性を示している。

5. まとめ

野蒜海岸において、伊能図を始めとする古地図を利用した土砂量の評価を行うことは有効であると考えられる。そして、伊能図を用いた結果、従来知り得なかった 200 年前の地形情報を知ることができることがわかった。これは、従来の約 1.6 倍の時間スケールであ

る。また、この地域における 1800 年からの土砂堆積はほぼ一様な速度であり、その堆積速度は 75,000m³/year であることがわかった。

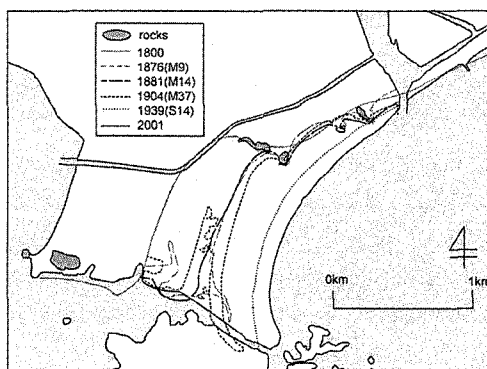


図-2 野蒜海岸の地形変化

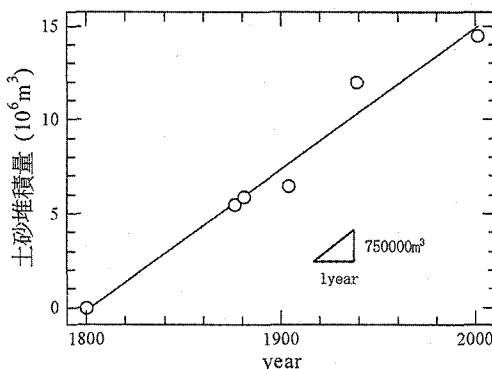


図-3 土砂堆積量

謝辞：本研究を実施するに当たり、日本学術振興会科学研究費（萌芽的研究、代表：東北大学・田中仁、No.15656119）の補助を受けた。ここに記して、深く謝意を表する。

参考文献：

- 1)望月倫也・宇多高明・大類光男・大谷靖郎：仙台湾北部沿岸の海浜変形の実態，海岸工学論文集，第 37 巻，pp.369-373，1990。
- 2)八島邦夫：野蒜洲崎浜の急速な地形発達とその要因についての一考察，季刊地理学，第 50 巻，pp.329-337，1973。
- 3)東京地学協会，伊能図に学ぶ，朝倉書店，p.85,1998。
- 4)宇多高明：日本の海岸浸食，山海堂，pp.34-38，1997。
- 5)高橋徹・田中仁：石巻湾におけるヘッドランド施工による漂砂制御効果，海岸工学論文集，第 52 巻，pp.471-475，2005。
- 6)井上かおり，田中仁，泉典洋：野蒜海岸を中心とする石巻湾西部沿岸の長期土砂移動量の評価，海岸工学論文集，第 49 巻，pp.516-520，2002。