

# 新潟海岸の土砂動態の整理・考察について

○九富 齊<sup>1</sup>・乙川 昌也<sup>1</sup>

<sup>1</sup>信濃川下流河川事務所 海岸課 (〒951-8153 新潟市中央区文京町14番13号)

新潟海岸では侵食対策のための海岸保全施設整備事業が実施されており、海岸の状況を確認するとともに、事業を効果的に進めていくために深浅測量が行われている。有明浜工区で蓄積されている深浅測量データを整理し、土砂動態について考察を行った。関屋分水路より西側の漂砂量は10万m<sup>3</sup>/年のオーダーと推定される。有明浜工区では沖合施設より岸側は海岸保全施設の効果により、土砂収支は釣り合っていると考えられる。一方、沖合については侵食が今後進行する可能性があり、経過観察が必要と考えられる。

キーワード 土砂収支、沿岸漂砂、沖合侵食、

## 1. はじめに

新潟海岸は信濃川および阿賀野川からの土砂供給により広大な砂浜が形成されていたが、1890年頃から海岸侵食が進行し、1890年から1949年の59年間で最大360mの汀線後退が生じた。侵食の主な要因は次の3つと考えられる。

- ① 新潟西港の防波堤建設および浚渫による信濃川からの土砂供給遮断(1896年新潟西港防波堤着工)
- ② 河川改修による信濃川からの土砂供給量の減少(1922年大河津分水路通水)
- ③ 水溶性天然ガス採取による地盤沈下(1945～1975年頃)

侵食対策のため1958年に新潟県全域が海岸保全区域に指定され、消波堤を中心とした整備が進められてきた。さらに1977年には関屋分水路から新川までの約7.9km(五十嵐浜工区、有明浜工区)が直轄海岸に指定され、離岸堤、人工リーフ等の整備が進められてきた。これらの工区については施設整備が完了し、五十嵐浜工区は2009年に新潟県に移管され、有明浜工区については深浅測量によるモニタリングを継続している。また、2007年には、砂浜が消失していた金衛町工区が直轄海岸に指定され、現在、ヘッドランド、人工リーフの整備が進められている。海岸保全施設の効果を確認し、その後の整備を効果的に進めていくためにはモニタリングが必須であり、なかでも深浅測量は海岸事業の基本となるデータである。施設整備完了後もモニタリングが継続されている有明浜工区では深浅測量データが蓄積されているため、それらのデータを整理し、土砂動態について考察を行った。

(図-1)

## 2. 土量変化速度の検討

海岸全体の土砂動態を把握するためには、対象範囲を

いくつかの領域に分割し、各領域の侵食・堆積傾向を調べる方法が有効である。有明浜工区および関屋分水路口部を図-2の領域に分割し、各領域の土量変化速度について検討を行った。



図-1 調査対象位置(有明浜工区、関屋分水路口部)

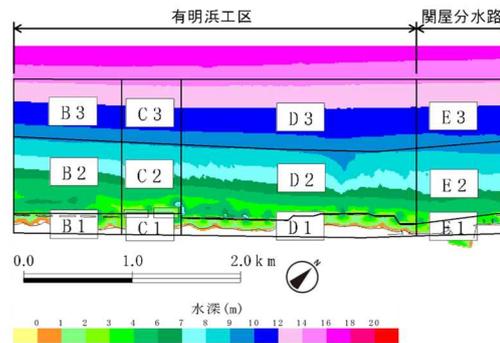


図-2 土量変化速度算出の領域分割

### (1) 有明浜工区

有明浜工区の土量変化を図-3に示す。図-3の下段は沖合施設より岸側の領域B1、C1、D1の土量変化である。岸側の領域は海岸保全施設の効果が表れており、変動はあるが概ね安定傾向となっている。海岸保全施設は海浜の安定に効果を発揮していると考えられる。

図-3の中段は沖合施設から水深10mまでの領域B2、C2、D2の土量変化である。この領域では2007年から数年間

侵食傾向となっていたことがわかる。新潟海岸では沖合侵食が問題となっていたが、2012年以降は概ね安定傾向になっており、沖合侵食がおさまったと考えられていた。しかし、2018年に再び侵食が生じており、特に領域D2が顕著である。これが一時的な変化なのかどうかは、現時点では判断することができない。

図-3の上段は水深10～15mの領域B3、C3、D3の土量変化である。この領域でも2007～2013年までは侵食傾向であり、その後しばらく安定していたが、2018年に侵食が生じている。地形変化傾向を把握するには、ある程度のスパンのデータが必要となるため、今後もモニタリングによる経過観察が必要と考えられる。

## (2) 関屋分水路河口部

関屋分水路河口部の土量変化を図-4に示す。領域E1は有明浜工区の離岸堤より岸側の領域である。この領域は変化が小さいが、 $-0.2$ 万 $m^3$ /年の侵食傾向となっている。

図-4中段の領域E2(水深4～10m)のグラフには、土量変化との対応を調べるために、関屋分水路最大流量もプロットしている。最大流量は帝石橋観測所のデータを用いたが、2008年、2014年、2015年は帝石橋観測所のデータが欠測であったため、上流の新酒屋観測所と板井観測所の流量データを合算して求めている。領域E2では最大流量と土量変化が対応しており、この領域は流出土砂量の影響が顕著であることがわかる。図-5に関屋分水路最大流量と領域E2の土量変化の相関を示す。両者の相関は高く(相関係数0.92)、関屋分水路からの流出土砂は領域E2に堆積しやすいと考えられる。流出土砂量の影響は大きいですが、領域E2は傾向としては $-1.9$ 万 $m^3$ /年の侵食

傾向である。関屋分水路から流出した土砂は、一旦、河口部に堆積した後、波の作用により輸送される。後述のように、新潟海岸の沿岸漂砂は西向きであることから、関屋分水路からの流出土砂は、分水路より西側に輸送されていると推定される。

図-4上段は水深10～15mの領域E3の土量変化である。2011年の大規模出水時には、この領域にも若干堆積が生じている。全体的な土量変化は有明浜工区沖側領域D3に近く、2007～2015年までは侵食傾向であり、その後、堆積傾向に転じたが、やはり2018年に再び侵食が生じている。この沖合の変化傾向は新潟海岸の広範囲で生じていたと推定される。

## 3. 土砂移動量の推定

海浜の地形変化は、いくつかの要因が複合して生じるため、2で整理した土量変化を解明するには、それぞれの土砂移動量を推定する必要がある。新潟海岸の主要な土砂動態である沿岸漂砂量、関屋分水路からの流出土砂量、沖流出土砂量について推定を試みた。

### (1) 沿岸漂砂量

新潟沖の波浪観測データ(ナウファス、1991～2015年)を基に、波浪によって生じる沿岸漂砂量を推定した。波浪データから求めたエネルギー平均波を表-4に示す。エネルギー平均波は4方向の主要な波向(WSW～WNW、NW、NNW、N～NNE)に対してそれぞれ算出した。佐渡島の影響を含めた波浪変形計算を行い、各地点の入射波から求めた沿岸漂砂量分布を図-6に示す(沿岸漂砂量は東向きを+、西向きを-と定義している)。新潟海岸

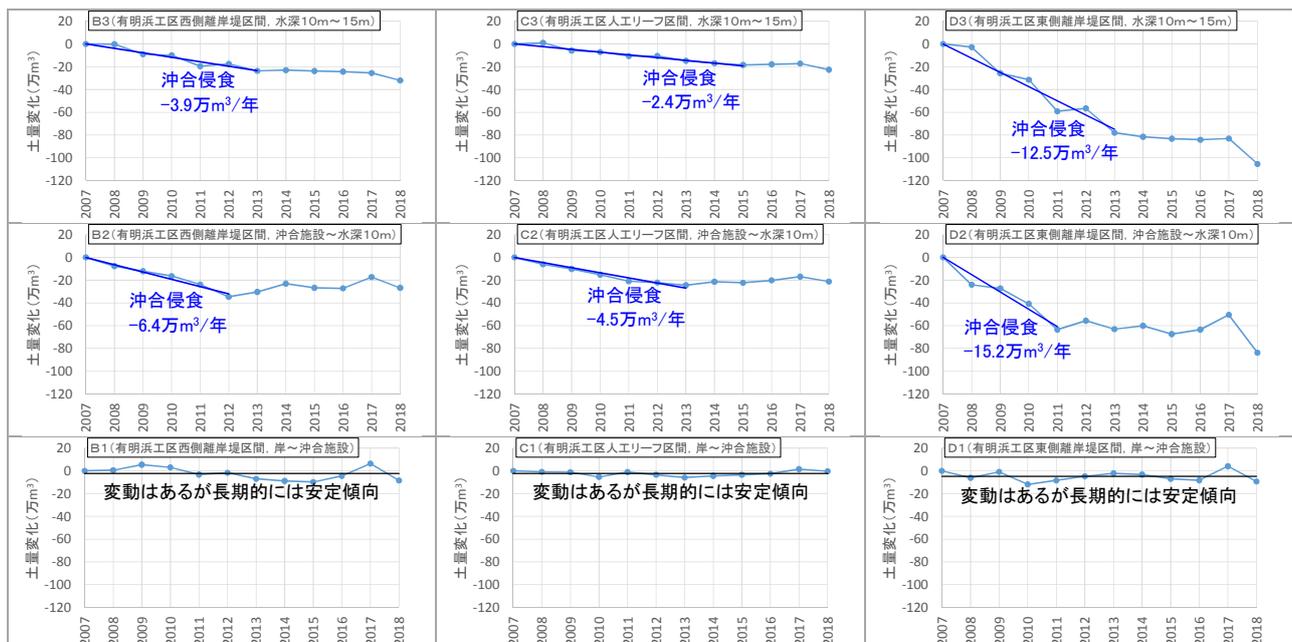


図-3 有明浜工区の土量変化

の漂砂方向は西向きであり、土砂は新潟西港から西へ輸送される。ただし、新潟西港の防波堤により沿岸漂砂が遮断されるため、そこでは沿岸漂砂量が0となる。関屋分水路で沿岸漂砂量が増えているのは、次節で述べるように関屋分水路から約5万m<sup>3</sup>/年の土砂が流出しているためである。関屋分水路より西側の沿岸漂砂量は、流出土砂量も含めて10万m<sup>3</sup>/年のオーダーと推定される。

### (2) 関屋分水路からの流出土砂量

関屋分水路の2002年以降の大規模出水は2004年7月と2011年7月の2回である。そのときの帝石橋観測所の最大流量と関屋分水路河口前面の土量変化を表-2に示す。関屋分水路からの流出土砂は、一旦、河口前面に堆積するものの、波浪によって沿岸方向または岸沖方向に輸送される。流出土砂のうち、シルト等の粒径の細かい成分は沖に流出してしまい海浜変形には寄与しないと考えられる。そこで、流出土砂の歩留まり率をJames<sup>1)</sup>の算定図から評価した。現地の底質と流出土砂の底質の違いを考慮すると、歩留まり率は0.47と推定される。

関屋分水路からの流出土砂量については、大規模出水があった表-2の2回のデータから推定する。ウォッシュロードの予測式は河川流量の二乗に比例することから、関屋分水路からの流出土砂量は最大流量の二乗に比例するとして推定を行った。表-2の最大流量と土砂変化量(歩留まり率0.47とする)から設定した推定式を図-7に示す。また、図-8はこの推定式から求めた各年の流出土砂量である。2007~2017年の平均値は4.6万m<sup>3</sup>/年であり、関屋分水路からは概ねこのオーダーの土砂が流出していると推定される。

### (3) 沖流出土砂量

2で述べたように、有明浜工区では、2007年から数年間顕著な沖合侵食が生じていた。この沖合侵食は同時期に広範囲で生じていたことから、沿岸漂砂によるものとは考えにくい。推定される原因の一つは、高波浪による細粒分の沖流出である。海底を構成する粒径の細かい成分が、波浪の作用により浮遊砂となって沖に流出し、海底が低下した可能性が考えられる。沖流出土砂量については、泉・泉宮<sup>2)</sup>が評価式を提案しており、新潟海岸を対象に沖流出量を算出している。泉・泉宮が算出した粒径別の沖流出土砂量を図-9に示す。これを基に、底質の粒径加積曲線(2006年調査)から沖流出量の推定を試みた。

泉・泉宮の推定式では、粒径0.125mm未満(極細粒砂)になると沖流出土砂量が急速に増大するため、この成分を含めると沖合侵食を過大評価することになった。そこで、本論文では、粒径0.125mm未満の成分の沖流出土砂量を除いた結果を示す。沖合侵食が顕著だった7領域(E3, B2, B3, C2, C3, D2, D3)における沖合侵食量の実測値と推定値の比較を図-10に示す。推定値が実測値の半分程度なの

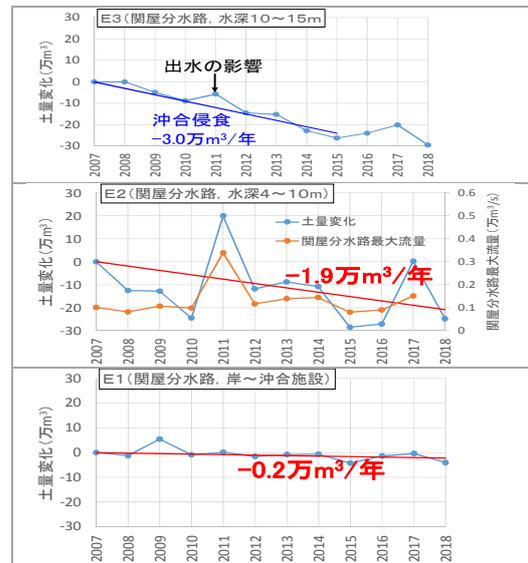


図-4 関屋分水路河口部の土量変化

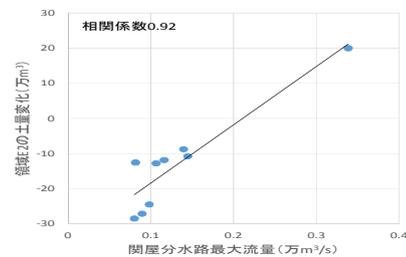


図-5 関屋分水路最大流量と土量変化の相関

波高	周期	波向	発生頻度
0.95m	4.71s	N270° E	14.5%
1.95m	6.22s	N321° E	17.8%
1.71m	6.42s	N338° E	37.1%
1.08m	5.58s	N359° E	21.1%

表-1 波浪観測データ(1991~2015年)から求めた代表波

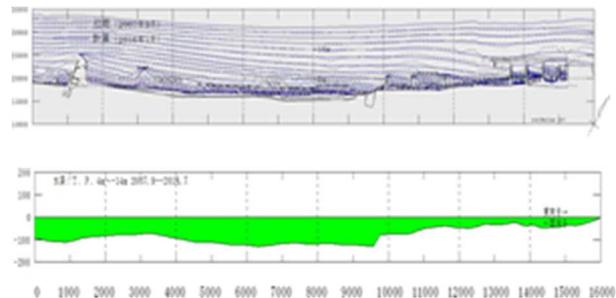


図-6 沿岸漂砂量分布

正起時間	最大流量 (m³/s)	河口前面の土量変化 (万m³/s)
2002/07/13 22:00	2485	29
2011/07/30 14:00	3386	50

表-2 関屋分水路の大規模出水

は、極細粒砂の沖流出土砂量が含まれていないためである。実測値と推定値の相関は高いため(相関係数0.98)、沖合侵食の原因の一つは、高波浪による細粒分の沖流出と推定される。

#### 4. おわりに

本論文では、深浅測量データ等から有明浜工区の土砂動態について検討を行った。海浜地形は複雑に変化し続けるものであり、かつ、変化要因の推定誤差も大きいいため、今後も新たな知見を追加・更新していく必要があるが、現時点のデータから考察した海浜地形変化のまとめを以下に示す。

- ①有明浜工区の沖合施設より岸側は、海岸保全施設の効果により概ね安定傾向である。ただし、沖合施設より沖側では侵食が生じていた時期があるため、引き続き地形変化を確認する必要がある。
- ②関屋分水路河口部は、関屋分水路の最大流量に対応して変動しているが、傾向としては侵食傾向である。
- ③関屋分水路より西側の漂砂量は10万 $m^3$ /年のオーダーと推定される。
- ④関屋分水路からの流出土砂量は最大流量に関係しており、5万 $m^3$ /年のオーダーの流出量と推定される。
- ⑤新潟海岸の沖合侵食の原因の一つは、高波浪による細粒分の沖流出と考えられる。

本論文でも示した通り、海浜地形は経年的な変化傾向から実態が把握されるため、継続的に深浅測量データを蓄積していくことが重要である。有明浜工区については、沖合施設より岸側は安定しているため、現在は土砂収支が釣り合っていると考えられる。沖合については、侵食がおさまったのか、再び進行しているのかを確認し、進行している場合には、それが砂浜や構造物に影響するレベルかどうかを検討する必要がある。海岸保全においては、長期的に砂浜が維持されることが重要であり、その観点からモニタリングや管理を行っていく必要がある。

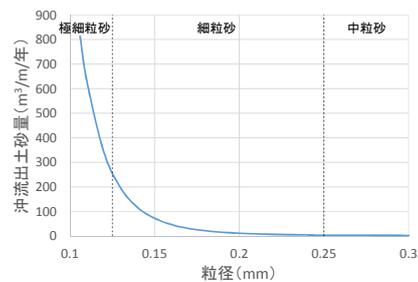


図-7 流出土砂量の推定式

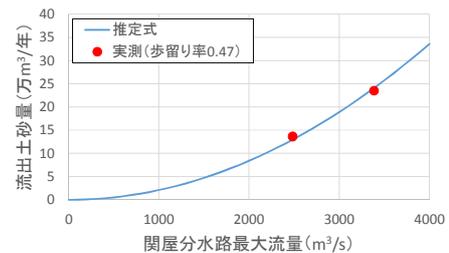


図-8 各年の流出土砂量の推定結果



図-9 粒径別の沖流出土砂量 (泉・泉宮(2008)の算出値)

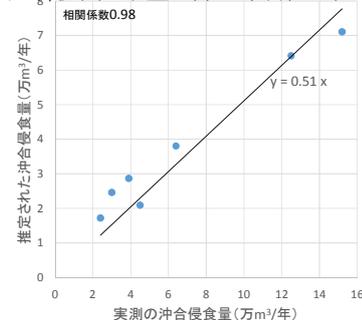


図-10 実測と推定の沖合侵食量の比較  
(推定では粒径0.125mm未満の細粒分は除外)

#### 参考文献

- 1) James, W. R. : Techniques in evaluating suitability of borrow material for beach nourishment, U. S. Army, Corps of Engineers, Coastal Eng. Research Center, 1975.
- 2) 泉正寿, 泉宮尊司 : 浮遊砂による底質の沖合い流出量の定量評価に関する研究, 海岸工学論文集, 第 55 巻, pp.721-725, 2008.