

## 新潟西海岸における養浜後の断面地形の収束について

伊藤 義将\*・菊地 洋二\*\*・荒木 誠一\*\*\*・志賀 守\*\*\*\*

\* 前 (一財) 沿岸技術研究センター 調査部 主任研究員

\*\* (一財) 沿岸技術研究センター 調査役

\*\*\* 国土交通省 北陸地方整備局 新潟港湾・空港整備事務所 海岸課 海岸課長

\*\*\*\* 前 国土交通省 北陸地方整備局 新潟港湾・空港整備事務所 海岸課 海岸係長

新潟西海岸では、離岸堤(潜堤)・突堤・養浜による面的防護工法を採用し、海岸侵食対策が行われている。新潟西海岸の第1区画は概成から14年経過し海浜断面の安定へ向かう経年変化の過程が明らかになった。本稿では、波浪外力や底質粒径の変化と断面地形の応答特性および養浜土砂の流出量と断面地形変化の関係について報告する。

キーワード：面的防護工法、潜堤、突堤、養浜

### 1. はじめに

新潟港海岸では侵食等により減少した砂浜を蘇らせるため、面的防護方式による海岸保全事業を1989年より実施している。新潟港海岸は図-1に示すように新潟西港の西側に隣接する約2.6kmの海岸である。新潟港海岸の中でも潜堤、第1突堤、第2突堤で囲まれた第1区画(図-1参照)は先駆けて整備され、2000年までに約50万 $m^3$ の養浜を実施した。その後、養浜砂の安定性の向上を目的として養浜法先の水深7m付近に砂止堤(捨石堤工区、歪砂れんブロック工区)、潜突堤を2010年に追加施工した。この間、様々な調査を行いつつ、養浜地形が大きく変化せず安定しているか検討を続けてきた。その結果、波浪外力の変化に関係なく、養浜直後に養浜土砂は、ほぼ一様に流出したものの徐々に収束することが分かった。本研究は、波浪外力や底質粒径の変化と断面地形の応答特性および養浜土砂の流出量と断面地形変化の関係を明らかにし、養浜砂の流出量を少なくする方策を検討することを目的とする。

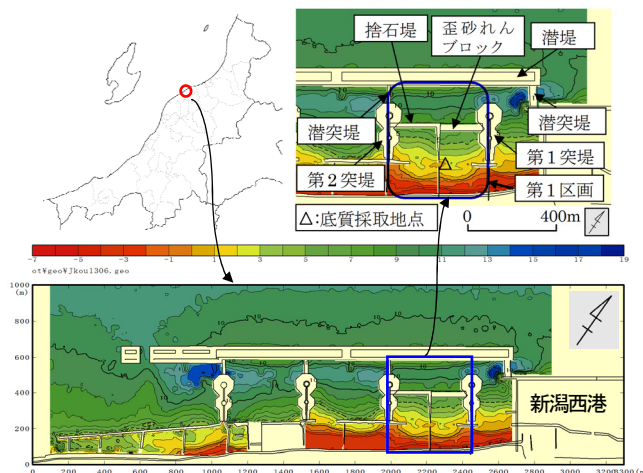


図-1 検討対象位置図

### 2. 新潟西海岸の諸条件

#### 2.1 波浪条件

新潟港(NOWPHAS)で観測された波浪データを基に、第1区画が概成した2000年7月以降の波浪特性を図-2に示す。図-2は年度別の最大有義波高(以下「極大有義波高」と記す)、有義波高4m以上のエネルギーフラックスの総和、および最大有義波高の平均値を示したものである。過去に第1区画で実施した蛍光砂調査より、新潟港の有義波高が4m程度では蛍光砂がほとんど拡散しないことがわかっているため、第1区画の地形が変化しない有義波高4m未満の波を除いたエネルギーフラックスの総和を示した。なお、図の年度は毎年7月に測量が実施されているため、7月から翌年6月までとしている。この期間の極大有義波高の最大値は2005年12月22日に8.48mを記録している。2008年度以降は年度の平均最大有義波高の6mより小さくなっており、2010年度以降は有義波高4m以上のエネルギーフラックスの総和も小さい。

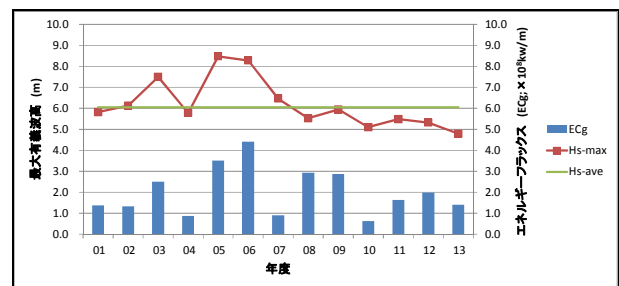


図-2 新潟西海岸の波浪特性

#### 2.2 養浜履歴

図-3は新潟港海岸における養浜履歴を示したものである。第1区画では1994年度から2002年度までに約51.5万 $m^3$ の養浜を実施している。

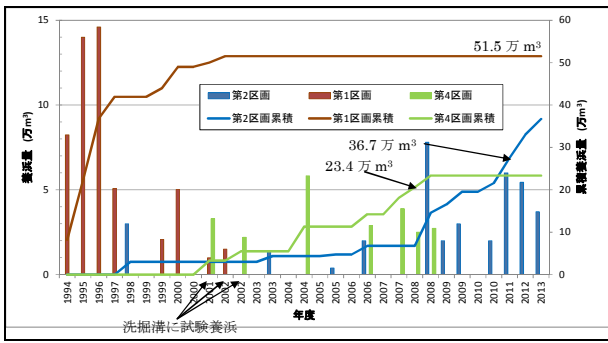


図-3 新潟西海岸における養浜履歴

### 2.3 地盤沈下

新潟西海岸付近における基準点の経年変化を図-4に示す。現在でも約0.8cm/年の速度で地盤沈下が継続している。2012年度(2011年9月測量)に約1cm隆起しているのは、東日本大震災による影響である。

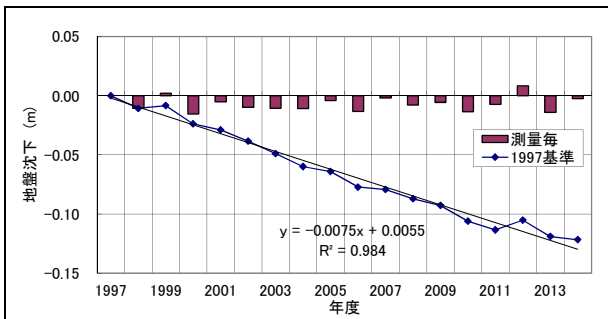


図-4 基準点の経年変化

## 3. 現地調査の概要

### 3.1 深浅測量

第1区画では、養浜地形の安定性を監視するために、図-1(下段)に示す範囲に対して2001年7月から現在まで年2回の頻度で深浅測量を実施している。第1区画の捨石堤区画の代表時期の平均断面図を図-5に示す。水深2m以浅の領域で2001年以降ほぼ一様に後退している。しかしながら、2007年以降の汀線の後退速度は1.2m/年程度と小さくなっており、水深2mから8mまでの区間では2001年に凸地形であった地形が直線上に変化し、ほぼ安定している。

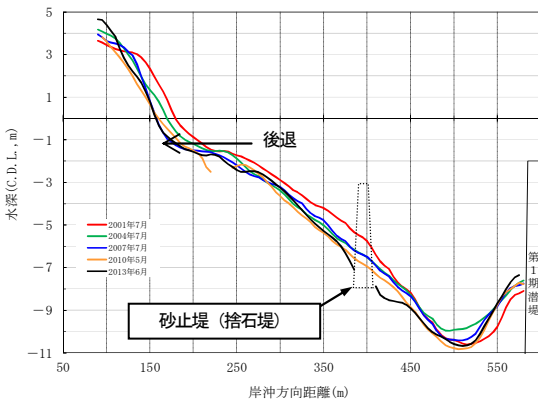


図-5 第1区画捨石堤区間の平均断面図

### 3.2 土砂流出量

第1区画の全体および汀線付近、砂止堤(以下、「対策工」と記す)以浅とそれ以深に細分化した場合における流出した土砂量の累積変化を図-6に示す。図-6は深浅測量成果から算出される土量変化から実績養浜量を差し引き、地盤沈下による目減り分を加えて示しており、第1区画から流出した実質の土砂量の累積を示している。第1区画の汀線付近の土砂流出量は2007年7月までは0.36万m³/年であり、2007年7月以降は、ほぼ0m³/年となっており、明らかに傾向が異なる。第1区画の対策工以浅では、対策工を設置した2010年5月以前では、0.51万m³/年の速度で土砂が流出し、対策工設置後は0.26万m³/年の速度に半減した。この結果は、砂止堤による土砂流出低減効果があったと考えることもできるものの、対策工以浅の土砂流出量は2010年頃には収束しつつあり、対策工の効果を明らかにするまでには至っていない。砂止堤より沖側の洗掘溝領域では、0.35万m³/年の速度で土砂が流出していたが、砂止堤と同時期に設置された潜突堤施工後には、0.07m³/年の土砂流出量に低減しており、対策の効果があったと言える。

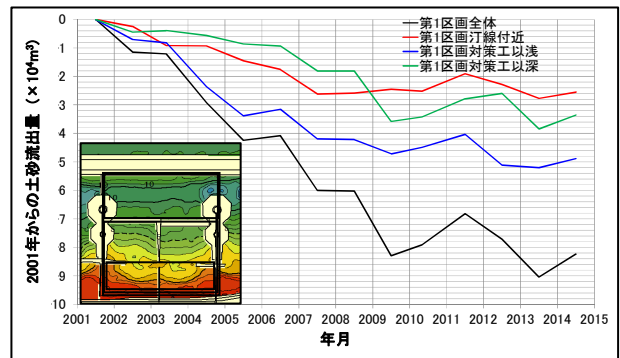


図-6 第1区画の土砂流出量の経年変化

### 3.3 中央粒径の推移

第1区画では年1回底質を採取し、密度試験、粒度試験を実施している。図-7は中央粒径の経時変化を示す。第1区画の中央粒径は僅かながら粗くなる傾向を示している。養浜砂の土砂が流出する過程で、細粒成分の流出により粗粒化していると考えられる。

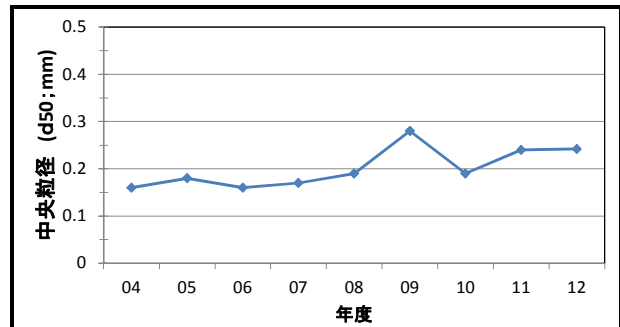


図-7 第1区画の中央粒径の経年変化

#### 4. 断面地形変化の特徴

第1区画の断面地形変化特性を把握するために、前浜勾配と外浜勾配の経時変化を調べる。図-8は前浜勾配と外浜勾配の経時変化を示したものである。勾配は平均断面より前浜勾配がC.D.L. 0~+3m, 外浜勾配がC.D.L. 0~-6mの範囲の平均値を用いた。前浜勾配は1/15前後で変動し、外浜勾配は1/35~1/30の範囲で安定しているものの、僅かに急峻化する傾向を示す。前浜勾配は、利用目的で不陸整正を行っているため、断面地形の応答特性は、外浜勾配に着目して検討する。

図-9は各測量期間中に来襲した極大有義波高(図-2参照)と外浜勾配の経年変化を示したものである。外浜勾配は来襲波浪が大きい場合に緩くなり、小さいと急峻化する傾向が認められる。

図-10は底質の中央粒径と外浜勾配の経年変化を示したものである。中央粒径は、2004年を除くと徐々に大きくなる傾向を示す。これは、養浜砂の細粒成分が高波浪により流出し、底質粒径が粗粒化したためと考えられる。外浜勾配は、変動があるものの急峻化する傾向を示す。

以上のことから、海浜勾配は来襲波浪特性及び底質粒径により変化することが明らかとなった。近年の外浜勾配の急峻化は、最大波高が5~6mであることに加え、底質粒径の粗粒化による影響も含まれていると考えられる。

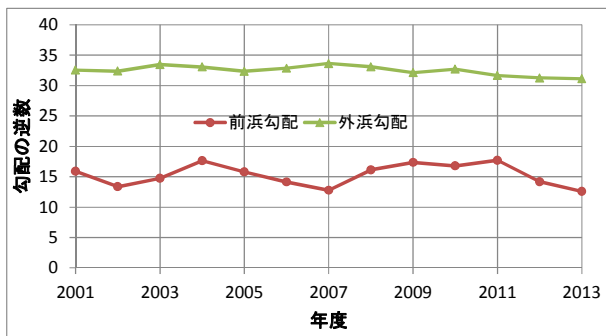


図-8 前浜勾配と外浜勾配の経年変化

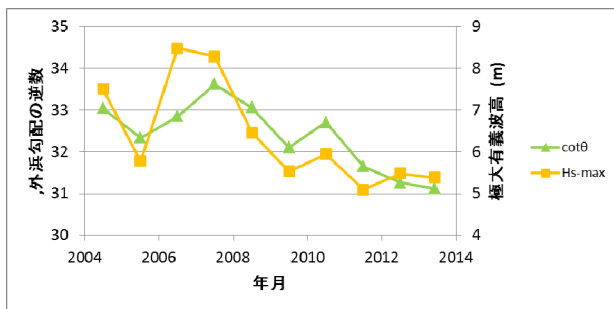


図-9 極大有義波高と外浜勾配の経年変化

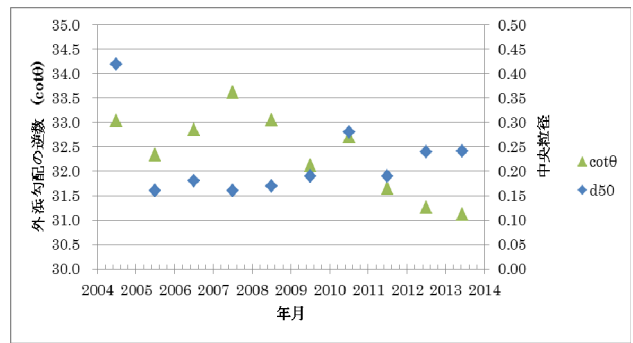


図-10 極大有義波高と外浜勾配の経年変化

#### 5. 断面地形変化と土砂流出特性

##### 5.1 平衡海浜断面の設定

第1区画の断面勾配は、底質粒径、外力にตอบสนองして変化しながら、土砂流出量は約10年で収束する傾向が認められた。土砂流出量が収束した要因が、養浜断面地形が平衡海浜断面地形に収束したためであると考えられた。そこで、現状の断面が平衡断面であると考え、現状の断面地形を多項式近似により平衡断面に設定する。図-11は2013年7月の測量成果をもとに、捨石堤区画の平均断面を多項式(4次)により近似した結果を示したものである。多項式により第1区画の前浜から外浜の形状、および洗掘溝の形状を良好に示すことができる。同様に歪砂れんブロック区画についても検討し、多項式(4次)により良好に近似されることを確認している。多項式で近似した曲線を平衡海浜断面形状として次の検討を行う。

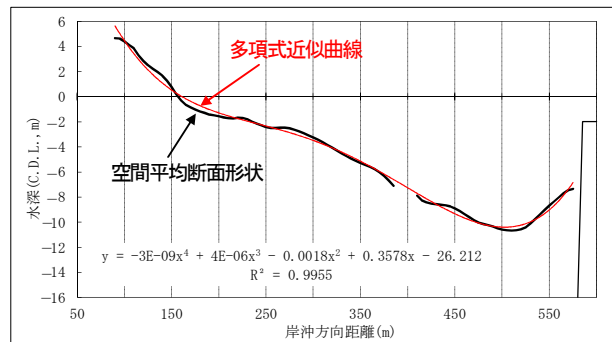


図-11 2013年7月における平均断面の多項式近似

##### 5.2 平衡海浜断面からの二乗平均平方根

多項式近似により設定した平衡断面に対して各時期の平均断面地形の二乗平均平方根を算定し、土砂流出量とともに経時変化を図-12に示す。捨石堤区画、歪砂れんブロック工区ともに、時間経過とともに二乗平均平方根、土砂流出量ともに小さくなる傾向を示す。捨石堤区画の二乗平均平方根は汀線付近の侵食が収束し始めた2007年頃から変化が小さくなり、2010年頃にほぼ収束している。歪砂れんブロック区画での二乗平均平方根は2010年頃まで小さくなり、その後は捨石堤区画と同様に収束している。両区画とも平衡海浜断面からの二乗平均平方根は0.2~0.3程度で収束している。

このように、平衡海浜断面からの空間平均断面の二乗平均平方根が小さくなると土砂流出量が減少する傾向があり、両者には相関関係があることを示唆する。

### 5.3 二乗平均平方根と土砂流出量の関係

土砂流出量は減少傾向にあるもののばらつきがあるため、土砂流出量を図-12中に示す多項式(3次)により近似して、土砂流出量と二乗平均平方根の関係を調べる。図-13は平衡海浜断面からの二乗平均平方根と多項式近似した第1区画の対策工以浅の土砂流出量の関係を示したものである。捨石区画、歪砂れんブロック区画ともに平衡海浜断面からの二乗平均平方根と土砂流出量の関係は明瞭な相関が認められる。このことは、養浜断面地形が平衡海浜断面に収束すると土砂流出量が小さくなることを示している。なお、図中に示す砂止堤設置後の3年間のデータでは設置前までのデータと比較して大きな差はない。結果的に養浜断面が平衡海浜断面に収束し始めた時期に対策工を設置しているためであり、数十年に1回程度の高波浪来襲時の地形変化があれば対策工の効果が確認できると考えられる。

以上のことから、養浜を実施する場合に、精度良く平衡海浜断面地形を予測し、平衡海浜断面形状で養浜断面を施工することができれば、養浜土砂の初期流出量を小さくすることが可能であることが強く示唆された。

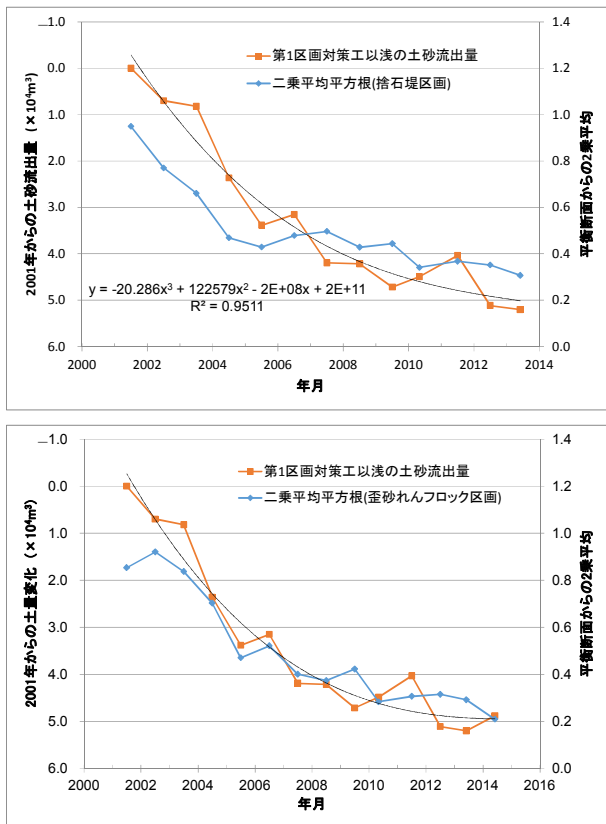


図-12 二乗平均平方根と土砂流出量の経時変化

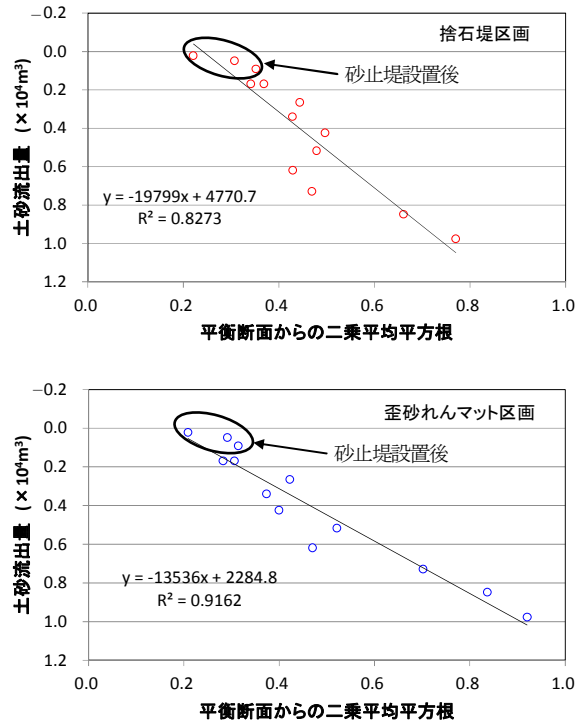


図-13 二乗平均平方根と土砂流出量の経時変化

## 6. おわりに

本研究により得られた主要な結論は以下のとおりである。これらの結果を基にその他の区域での養浜安定検討の一助となれば幸いである。

- (1) 養浜断面地形は、波浪外力、底質粒径の変化に対応しながら、平衡海浜断面へと収束する。
- (2) 大規模養浜を実施した第1区画では約10年間で平衡海浜断面に収束した。
- (3) 養浜断面と平衡海浜断面の差が大きいほど養浜初期の土量流出量も大きくなる。
- (4) 養浜土砂の初期流出量を低減するためには平衡海浜断面を精度良く予測することが重要である。

## 謝辞

本稿は、国土交通省北陸地方整備局新潟港湾・空港整備事務所発注の新潟港海岸(西海岸地区)養浜断面検討業務の成果の一部をまとめたものである。

調査にあたっては、新潟西海岸技術検討委員会(委員長:新潟大学 泉宮教授)の各委員、北陸地方整備局の関係者から貴重なご意見、ご指導をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 国土交通省北陸地方整備局新潟港湾・空港整備事務所: 新潟港海岸(西海岸地区)養浜安定検討業務報告書, 平成26年3月。