

市振漁港海岸の漂砂移動について

菅原輝男*・山本正昭**・影山智将**

1. 緒 言

市振漁港は新潟県の富山県境に近い青海町市振に位置する第二種漁港である。昭和 40 年局部改良事業として防波堤築造工事が着手され、昭和 44 年からは第 4 次漁港整備事業に基づく改修事業にきりかえられ、爾来防波堤工事が鋭意に進められてきた。この間、昭和 45 年 1 月 31 日の「台湾坊主」により壊滅的被害を受けたが、近年ようやく漁港としての機能が発揮されるようになってきた。しかし同時に、冬期風浪により、静穏な港内に海岸漂砂が侵入し、港口付近が埋没し、漁港の維持運営において大きな支障をきたすようになってきた。そこで新潟県の協力を得て、昭和 52, 53 年の 2 ケ年に亘り、市振漁港港口埋没の原因究明のための各種調査を行った。

2. 海岸線の地形

海岸線は西頸城郡能生町から同郡青海町の一部（青海川以東）にかけて比較的なだらかな地形を示している。しかし、青海川より市振漁港を経て境川までの間は、急峻な斜面をなしているところが多く、古来、旅の難所とされていた地帯である。また海底勾配も急で、市振漁港付近には 1/10 以上の場所もある。

この海岸の中間部を流れる姫川流域には、いわゆる「フォッサマグナ」の大断層帯があり、これを境として、東部には主として第三紀・第四紀層の地質学上比較的新しい堆積岩が分布しており、西部には、中生層ないし古生層に属する古期の石灰岩、堆積岩が分布している。また、親不知以西の海岸近くは、第三紀層に属する安山岩、火山砕屑岩が分布している。

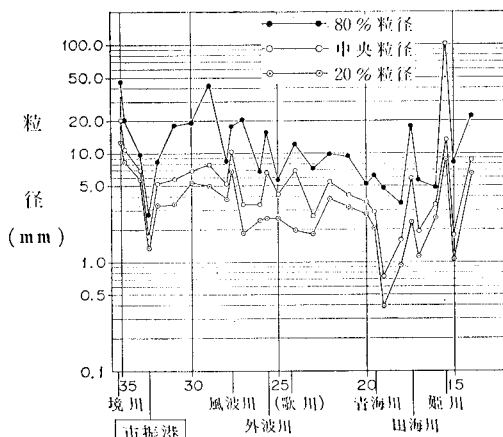
この海岸には、姫川、青海川など大小 10 河川が流入しているが、標高差大きく流路延長の短いものが多い。

3. 底質特性

昭和 52 年 6 月 9 日、10 日にかけて底質採取を行い、粒度、礫径、比重の分析をした。

試料は、能生川を起点とする 1 km 毎の地点および河

口において、汀線付近で採取したものを用いた。採取量は、砂の場合 1 kg、細かな礫で 10~15 kg、礫径 40 mm 以上のものについては 30 kg を標準としたが、礫径 15 cm 以上のものは、試料採取時に現地で、その最大礫径のみを計測した。



図—1 粒度変化図

図—1 は、測点 15~35 までの粒度変化図である。測点 29 を境にして、東側も西側も粒径が減少する傾向にあること、並びに、問題の市振漁港は、その周辺では最も粒径が小さく、漁港を境にして、東側も西側も粒径が大きくなる傾向にあることは注目してよい。なお、測点 29 は、天陰親不知より 500 m 程西寄りの地点で、下動谷川なる小河川の河口部にある。

調査海岸の後背地は多種多様な岩質で構成されているが、今回採取した底質からは主として、硬玉質石英、古生層（粘板岩、砂岩）砂岩、泥岩（第三紀系）、花崗岩、石灰岩、安山岩、蛇紋岩等が認められた。この中から指標として、石灰岩、蛇紋岩、古生層、花崗岩、安山岩を選び、分布図として図—2 に示した。各指標を一種の漂砂追跡子と考え、図—2 より判断する限りにおいては、各指標の分布に偏った傾向性は見られず、この海岸全般を通じての一樣流の存在は認め難い。

なお、礫の重量から考えて、この海岸の漂砂は掃流性のものである。

* 正会員 水産庁漁港部防災海岸課

** 正会員 農水省水産工学研究所漁港水理研究室

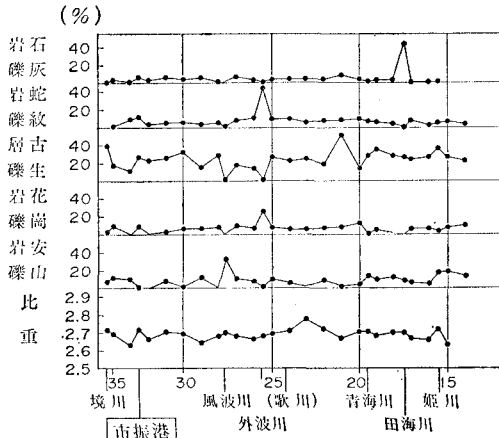


図-2 礫種分布図

4. 波

海岸漂砂の直接の外力である波浪エネルギーの調査は、次の方法によった。

- (1) 市振漁港周辺の建設省田中観測所（下新川海岸）、姫川港、直江津港の3地点における昭和40年～50年の実測波浪資料を整理して、波高別、周期別の波のエネルギーフラックスを求める。
- (2) 合田・鈴木（1975）の作成した半無限堤による不規則波の回折図²⁾を用いて、能登半島および佐渡ヶ島の遮蔽効果の検討を行い、波向別の波のエネルギーを求める。
- (3) 漁港を中心にした5kmの範囲の屈折解析を行い、来襲波の局所的変化を求める。

(1) の結果、この海岸においては8～10 sec および10～12 sec のクラスの波のエネルギーが大きいことがわかった。波高に関しては、直江津港では2～3mのところにピークが見られたが、田中観測所の記録では特定の波高へのエネルギーの集中は見られなかった。(2) の結果からは、能登半島と佐渡ヶ島の遮蔽効果は、直江津港から西へ行く程大きくなること、同時に係数の最大値を示す波向はNからNNE寄りに移っていくことがわかった。

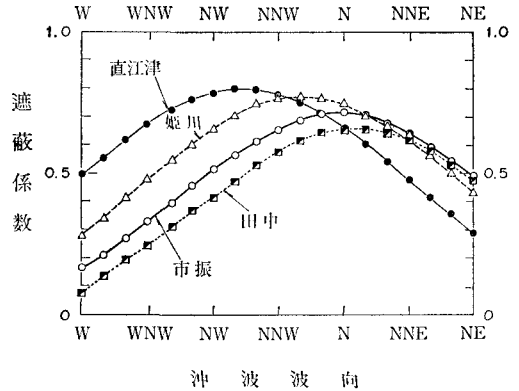


図-3 波向別遮蔽係数

また、市振漁港の場合、遮蔽効果が比較的小さくなるのは、沖波波向がNの場合である。(図-3)

NNW, N, NNE の波向について屈折図を求め、沿岸方向に現地換算で100m間隔に屈折係数 K_r の値を読みとったものが図-4である。 K_r の値は波向 NNE の

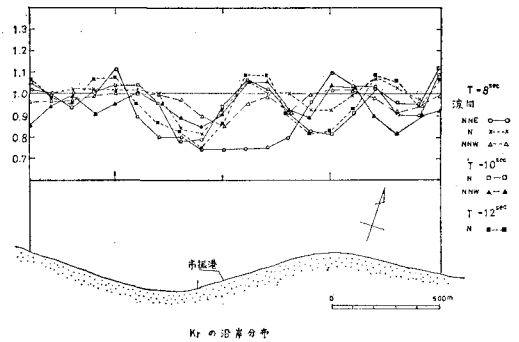


図-4 屈折係数の沿岸分布

場合を除いては比較的似た傾向を見せており、また、漁港を境に東側約200mの地点では K_r のピークが、港口部西側には K_r の谷の区域がある。

表-1には屈折後の波向きを方位で示すと共に、汀線の法線と波向との角を示した。() 内プラスは西寄り、マイナスは東寄りの入射を意味する。漁港東側では沖波波向にかかわらず大抵の地点でマイナス、西側では

表-1 波の入射角

沖波波向	周 期	波 向 の 角 度 (°)										
NNW	8	13.5 (11.5)	11.5 (11.5)	16.5 (12.0)	16.5 (3.5)	30.5 (-12.5)	44.5 (-18.0)	18.5 (- 0.5)	12.5 (-11.5)	13.5 (1.0)	14.5 (10.0)	18.5 (6.5)
NNW	10	12.5 (10.5)	11.5 (11.5)	13.5 (9.0)	15.5 (2.5)	29.5 (-13.5)	45.5 (-17.0)	18.5 (- 0.5)	18.5 (- 5.5)	10.5 (- 2.0)	15.5 (11.0)	17.5 (7.5)
N	8	-1.0 (-3.0)	1.0 (1.0)	0.0 (- 4.5)	2.0 (-11.0)	25.0 (-18.0)	19.0 (-43.5)	23.0 (4.0)	10.0 (-14.0)	2.0 (-10.5)	4.0 (- 0.5)	9.0 (- 2.0)
N	10	0.0 (-2.0)	2.0 (2.0)	4.0 (- 0.5)	7.0 (- 6.0)	17.0 (-26.0)	23.0 (-39.5)	11.0 (- 8.0)	14.0 (-10.0)	6.0 (- 6.5)	2.0 (- 2.5)	8.0 (- 3.0)
N	12	0.0 (-2.0)	3.0 (3.0)	1.0 (- 3.5)	3.0 (-10.0)	21.0 (-22.0)	18.0 (-44.5)	15.0 (- 4.0)	10.0 (-14.0)	7.0 (- 5.5)	2.0 (- 2.5)	8.0 (- 3.0)
NNE	8	-7.5 (-9.5)	-8.5 (-8.5)	-11.5 (-16.0)	-10.5 (-23.5)	15.5 (-27.5)	8.5 (- 5.4)	6.5 (-12.5)	-1.5 (-25.5)	-12.5 (-25.0)	-11.5 (-16.0)	-4.5 (-15.5)
汀線の法線の角度		2.0	0.0	4.5	13.0	43.0	62.5	19.0	24.0	12.5	4.5	11.0
市振漁港からの距離		W -800	-600	-400	-200	0	200	400	600	800	1 000	1 200 ^m E

* 角度は N から反時計回り () 内は各地点の法線に対する入射角

NNW の場合はプラス、他の場合はマイナスとなっている。西寄りの波によっては東向きの漂砂が、東寄りの波によっては西向きの漂砂が生ずると考えると、漂砂の移動方向は通常は西向き、NNW の場合にのみ、漁港の西側で東向きの移動を生ずると推定される。

5. 漂砂の移動方向

屈折解析で得られた結論を確かめるため、追跡子を計5地点に投入し、移動状況の追跡調査をした。追跡子にはビー玉(径29mm比重2.42~2.52)45,000個を使用した。

ビー玉の投入点は境川河口、市振漁港の西側150m地点、東側220m地点、三段滝沖および外波川河口の5つで、水深-3.0mの地点とした。投入は、昭和52年8月30日である。色および投入個数は、図-5に示してある。

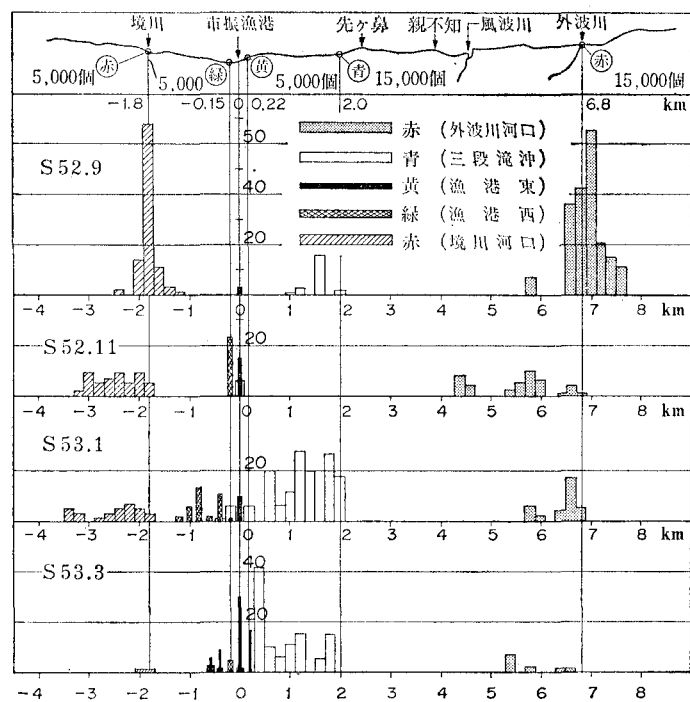


図-5 追跡子の移動

投入したビー玉のうち、海岸に打ち上げられたものを、投入後1ヶ月め、3ヶ月め、5ヶ月めおよび6.5ヶ月めに海岸を踏査して採取した。図-5はその結果である。

投入後1ヶ月めの踏査では調査区域の両端の境川河口と外波川河口に投入したビー玉が採取率が高く、また投入点を中心に東西に分散移動している。特に外波川河口に投入したビー玉は東向きへの分散度が高く、移動範囲も境川河口のものより広い。他の地点へ投入したものは採取率が悪かった。

2ヶ月めの採取結果も前回と同様、境川河口と外波川

河口に投入したビー玉のものがよく、移動距離も2kmを超えている。ただ今回は全て投入点より西側でしか採取されなかった。3回目の踏査では、三段沖に投入したビー玉の採取率が急増し、また西向きへの移動範囲も2.5kmにおよんでいる。ついで漁港西側および境川河口に投入したものの採取率がよくなっている。

最後の踏査では、三段滝沖に投入したビー玉の採取率は依然として高く、また、漁港東側に投入したものの採取率が急増しているのが特徴的である。外波川河口に投入したビー玉も前回と同程度採取されているが、今回になっても天陰親不知~先ヶ鼻を超えて西側へ移動したものはないようである。

以上の調査結果より、市振漁港周辺海域においては、全般的には西向きの漂砂が卓越していると考えられるが、これは屈折解析の結果とも一致する。また、一部境川河口と外波川河口で東向きの移動が観察されたが、前

者に関しては、屈折解析の結果により、W寄りの波によるものであると説明される。後者に関しては、屈折解析をしてないので、はっきりしたことは言えないが、前述図-1の粒度変化図の結果をあわせ考えると、親不知~先ヶ鼻付近を境界として西側では、漂砂の方向はほぼ一定で西向きであるのに対して、東側では波向きにより、漂砂の方向が変わるのではないかと考えられる。又、外波川河口の追跡子が、最後の調査でも親不知を越えていないことを考えると、市振漁港の漂砂供給源の主要なものは、親不知~先ヶ鼻以西の部分ではないかと推定される。

6. 市振漁港周辺の海底地形の変化

6.1 漁港修築による汀線変化

青海町の調査結果によれば、汀線よりやや直角に東防波堤を延長した各段階での汀線の変化は図-6に示すとおりである。この図からも、当海岸における漂砂の移動方向は、主として境川方向へ向かう西向きで

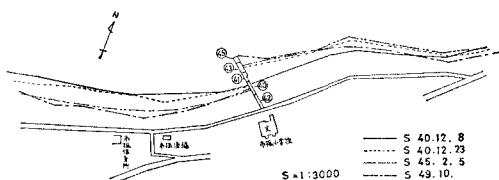
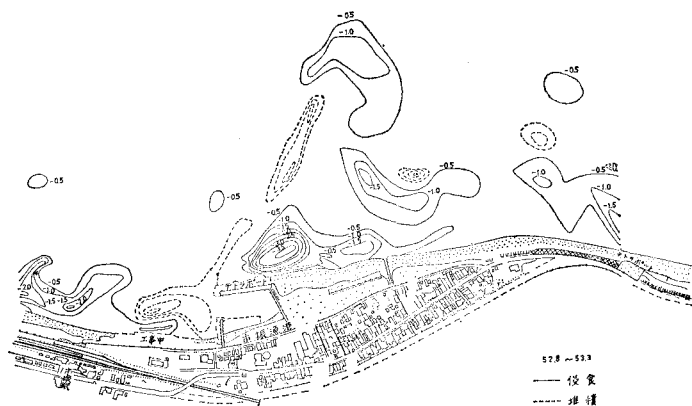


図-6 市振漁港汀線変化

あるといえる。

6.2 海底地形の変化

図-7、図-8は、昭和52年8月、53年3月、53年

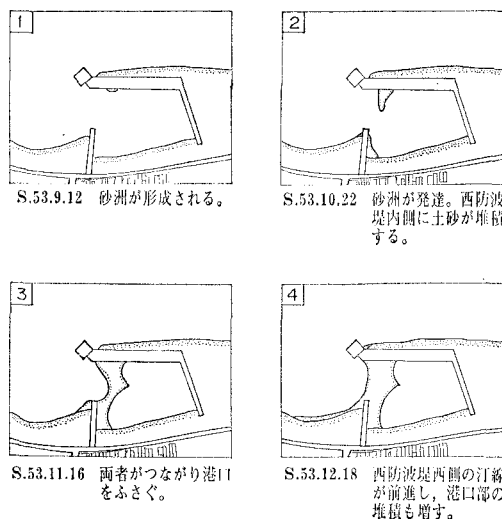


図—7 堆積域と侵食域（昭和52年8月～昭和53年3月）

9月と計3回実施された市振漁港海岸における深浅測量の結果に基づき、侵食、堆積領域を示したものである。

図—7では、港口の直ぐ西側の地区及びそのN方向沖合に堆積領域が見られるが、同時に、侵食領域も各所に見られる。特に沖防波堤と東防波堤との取付点沖にある侵食領域では3.5mも侵食されている。図—8を見ると、図—7に見られた堆積、侵食両領域の各面積は総じて減少しており、港口西側の堆積領域は分裂して西側に移動している。さらに、面積の大きな堆積領域が漁港の東側350～650mのところ（水深-10m以浅）に生じている。これは、東側から運ばれてきたものであろうと考える。

これらの図—7、8と前述の図—4とを比較してみると、多少のずれはあるが、 K_r の大きい領域は侵食領域、 K_r の小さい領域は堆積領域にはほぼ対応しているようである。従って、波高の大きい領域から掃流によって運ばれた土砂が波高の小さい領域に堆積するというパターンが想定される。

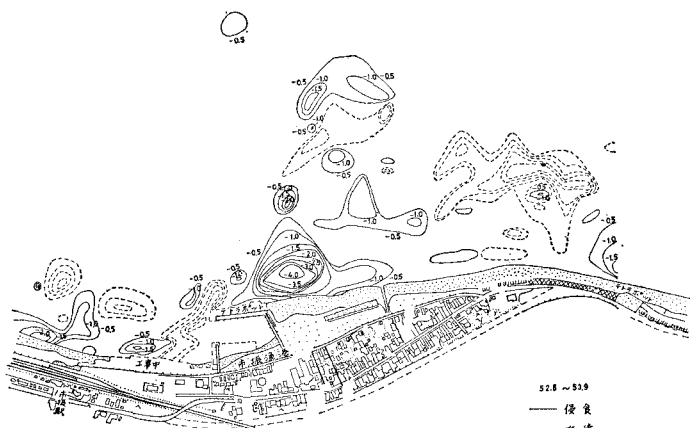


図—9 港内埋没の経過

ようである。この場合漁港西側では東向きの漂砂となる。海岸の通常的な漂砂の移動方向は西向きであること、港口部西側に堆積域が存在することからして、NNWの時に港内埋没が著しいのは、この堆積砂が東向きの掃流により港内に押し込まれるのではないかと推定される。

8. 結 言

以上述べてきた調査、及び資料解析により漂砂の移動方向は、波向(NNW)によっては東向きとなる地区（漁港西側）もあるが、全般的には西向きであることが結論された。更に、供給源の主要なものは天険親



図—8 堆積域と侵食域（昭和52年8月～昭和53年9月）

7. 港内埋没の経過

参考までに、昭和53年9月からの港内埋没の経過を、

不知～先ヶ鼻以西の海岸底質であること、 K_r の大きい地点は侵食域、小さい所は堆積域に比較的良好に対応することなどが判明した。

また、屈折解析の結果がよく漂砂の移動方向を示し、漂砂の方向の予測にかなり有効であると思われた。

なお、今後も継続的に深浅測量を実施して、港口埋没の状況変化と漁港周辺の海岸変化を把握していく予定である。

参 考 文 献

- 1) 岡本隆一・小島圭二・椎葉元則：富山湾における海岸線の移動。第17回海講講演集，pp. 305-309, 1970.
- 2) 合田良実・鈴木康正：光易型方向スペクトルによる不規則波の屈折・回折計算，港湾技研資料 No. 230, p. 45, 1975.
- 3) 田中則男：砂浜港周辺における海底および海浜の変化，昭和49年度港湾技術研究所講演集，pp. 1-46, 1974.
- 4) 田中則男・沢本正樹：砂浜港湾周辺における海浜変形，港湾技研資料 No. 180, 121 p., 1974.
- 5) 財団法人 防災研究協会：宮崎漁港の漂砂に関する調査研究，47 p., 1972.