

# 富山海岸湾奥部の海岸浸食について

佐藤 昭 二\*・入江 功\*\*・堀江 毅\*\*

## 1. はしがき

富山湾の海岸浸食総合調査が昭和 43 年度から 3 カ年間関係各機関の手によって実施された。著者らもこの調査に加わり当海岸の湾奥部に位置する砂浜海岸を中心にした浸食問題にとりくんできた。先に富山海岸全体の現状を把握するため行なった海岸踏査と底質の鉱物分析から海岸における沿岸漂砂の卓越方向と漂砂源についての概況を知ることができた<sup>1)</sup>、しかし、海岸浸食現象を明らかにするためにはこのような沿岸方向のみの漂砂移動だけでは十分でなく向岸離岸方向の動き、さらには波浪、沿岸流、海底地形、地質など多元的な視野からの検討が必要である。本報告ではこの目的にそうためこれまでに得られた現地観測資料および模型実験から明らかにしたいくつかの浸食特性について述べる。

## 2. 富山海岸湾奥部の概況

調査の対象となった神通川右岸から庄川に至る約 20 km の海岸および海底形状は図-1 に示すとおりである。

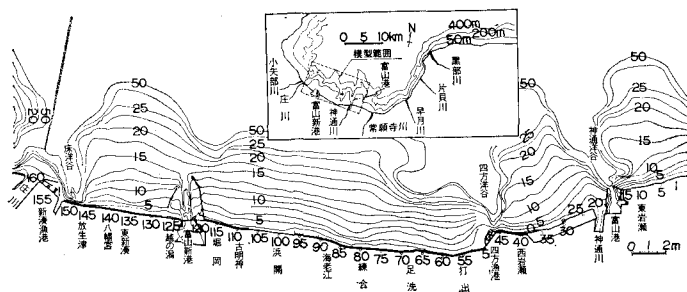
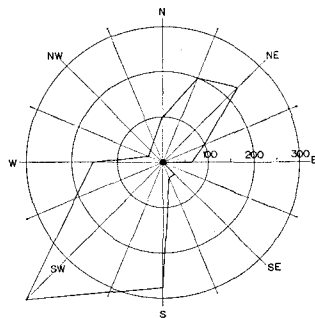


図-1 富山湾調査区域

海岸線はほぼ WNW-ESE にのびていて富山湾口から侵入する NNE の沖波が汀線に対してほぼ垂直に入射する。神通川、四方および庄川の各沖には水深 200 m 以上の洋がせまっていて富山湾の海底地形の大きな特徴を示している。新湊地区の風は通常 NE, SW 方向が卓越し台風期には N~NNE に集中する。波は冬期風浪が卓越し、-11 m における波高計の観測によると  $H_{1/3}$  で 1 m 以下が 60% を占めて 2 m 以下で 80%, 5 m 以上は 0.1% 以下となり周期は 6 秒と 10 秒とにピークをも

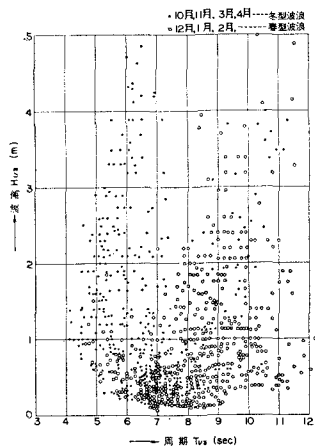
つ領域に分布する (図-2, 図-3)<sup>2)</sup>。

海岸および汀線付近の海底地形の概況を知るため昭和



昭和38年1月~12月  
「富山新港の自然条件について」より転載。

図-2 風向別回数



「富山新港の自然条件について」より転載。

図-3 季節別周期、波高

38 年 12 月から 46 年 3 月の間毎年 1 回以上おこなわれた現地深浅測量の結果をもとにして -10 m 以浅の等深線の移動から過去 8 年間の平均の年当り海底変化の平面的分布を水深変化のコンターで示してみた (図-4)。図-4 において、斜線の領域が浸食領域である。この図にしたがって地域的な海底変化の概況を述べると次のようである。

神通川以東では幅広い自然海浜でカスプは明らかでないが 200~300 m ピッチの波状海岸を形成している。海岸通 (No. 1) 付近で浜幅は最大になるがそれ以西では逆に狭くなり欠壊性の海岸となっていて図-4 では富山

\* 正会員 工博 運輸省港湾技術研究所水工部

\*\*正会員 運輸省港湾技術研究所水工部

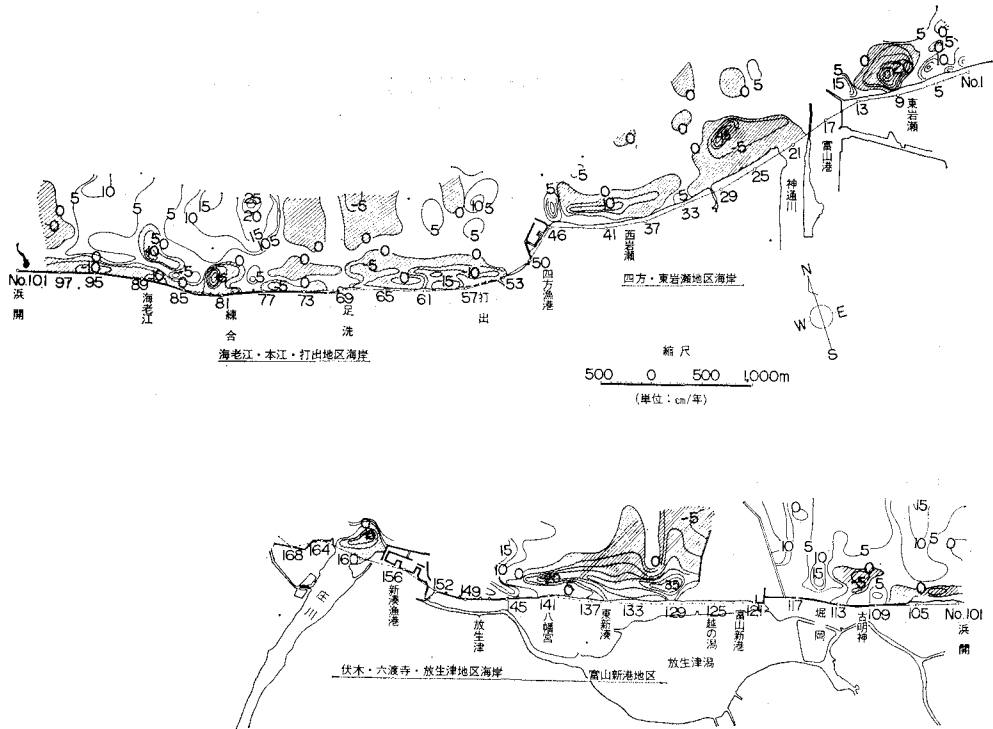


図-4 年間平均海底変化図

港東付近に欠壊領域が現われている。神通川河口の左岸から沖に向かって延長 100~150 m の砂しが季節的に出沒する。この左岸 (No. 25 付近) の海岸は欠壊性であり近年 10 m/年以上の汀線後退も観測されている。図-4 では水深 -6 m 付近を中心に著しい海底侵食がみられる。神通川左岸西 (No. 33) から四方漁港 (No. 46) まで水深 -2 m から -6 m の領域が侵食されその前後の領域はわずかの堆積領域になっている。No. 46 から海老江 (No. 85) 付近までのうち No. 61, No. 81 を中心とした海岸線付近は欠壊領域であり、打出沖 (No. 53~No. 60), 練合 (No. 77) 以西の水深 -6~-10 m 領域は堆積領域となっている。No. 85 から富山新港 (No. 117) まで No. 110 付近の一部を除けば -2 m 以深の領域は明らかに堆積領域となっている。先に海岸踏査および鉦物分析から推定した海老江付近の漂砂の東西方向からの合流点における砂収支の問題は次のように考えられる。すなわち海老江 (No. 85) から浜開 (No. 101) に至る海岸は汀線付近は欠壊領域にあって底質はあたかも流失一方の傾向を示すかのように見えるが、-10 m 以浅の海底全体についてみれば堆積傾向にある。富山新港以西では No. 130 から No. 141 のところで海岸線より水深 -6~-8 m 位が侵食領域である。

以上は過去 8 年間の深淺測量による年当りの平均海底変化について検討したものであるが次に海岸特性の時間変化を知る目安として最も身近な汀線移動 (ただし海岸が自然海浜でなくて、海岸堤防などによって保護されて

おり水深 0 m の等深線が現われないところでは -1 m の等深線) を西岩瀬, 海老江, 新湊および国分について 40 年 12 月以降測量のデータから読みとったものが図-5 である。この図によれば全体的にはいずれも汀線後退の傾向にあり最近 6 年間で西岩瀬, 海老江では年平均

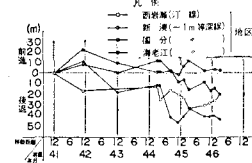


図-5 汀線 (-1 m 等深線) 変化図

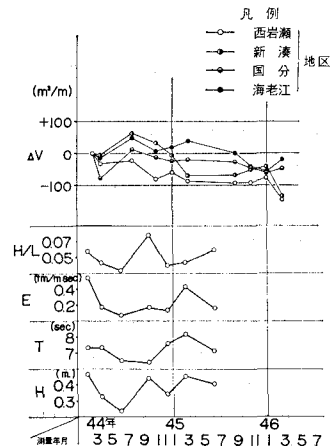


図-6 各水深区域における土量変化 (西岩瀬浜)

7~8m, 新湊では4mの速度である。国分では前進後退を繰り返している。また、これら4つの地区で、沿岸方向へ400m, 沖方向へ1500mの範囲で行なった深淺測量の結果から、水深-6m以浅で沿岸方向へ幅1mあたりの平均土量を求め、昭和44年3月を基準にしてその変化を示すと、図-6のようになる。この図には、各測量期間中の波浪諸元(波形勾配  $H/L$ , 波のエネルギー  $E$ , 周期  $T$ , 波高  $H$ )の平均値も同時に示してある。この図から、来襲する波のエネルギー、波形勾配が比較的小さい春から夏にかけてはどの海岸でも一般に堆積し、波のエネルギー、波形勾配がともに大きい冬期には浸食するという過程をくり返しつつ、長期的には徐々に浸食しているのが認められる。この図では、西岩瀬浜の浸食が最も著しいようであるが、特にこの海岸について、水深-2m以浅、-2~-4m、-4~-6mの3つの区域に分けて示すと図-7のようになる。この図において浸食の速度は0~-2m、-2~-4m、-4~-6

mの順に大きくなり、深いところほど浸食が著しいことを示している。また0~-2mの浅い領域では季節的变化をみると11月~3月の冬期には浸食性であり4月~11月の春~秋期にかけては一般に堆積性になっているといえよう。

### 3. 波、流れと海岸浸食との関係

以上2.において湾奥部の海岸侵食の地域的特徴を簡単に述べたが、このように浸食性と堆積性の海岸の地域的分布がどのような機構によって生ずるかを検討する必要がある。そこで富山湾の大きな特徴となっている海底地形、すなわち神通、四方および庄の各洋谷の影響による波の屈折、沿岸流および底質移動を模型内に再現して浸食の地域的特性を明らかにすることを試みた。

模型の大きさは長さ50m, 幅30m, 深さ80cmの水槽に図-1に示す富山湾湾奥部の昭和45年3月現在の海底地形を水平1/400, 垂直1/80にて再現したものである。図-3のデータから沖波には現地で周期6秒と10秒との波を採用し、これらの波が示す屈折と同一のパターンを与えるように周期を0.67秒および1.12秒とした。波高は4mと2mをとり模型内ではそれぞれ5cm, 2.5cmとした。これらの周期と波高の組み合わせからできる波の浸食状況の相違も検討した。波向はいずれの場合もNNEとした。一例として波高分布および沿岸流が最も顕著であった周期1.12秒, 波高5cmの固定床での実験結果を図-8に示す。この波に対応する屈折図を波向線法によって求めると図-9のようになる。これ

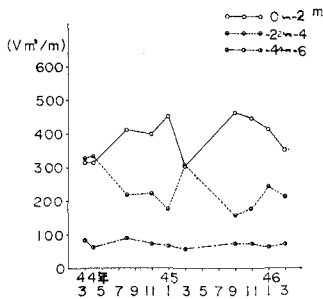
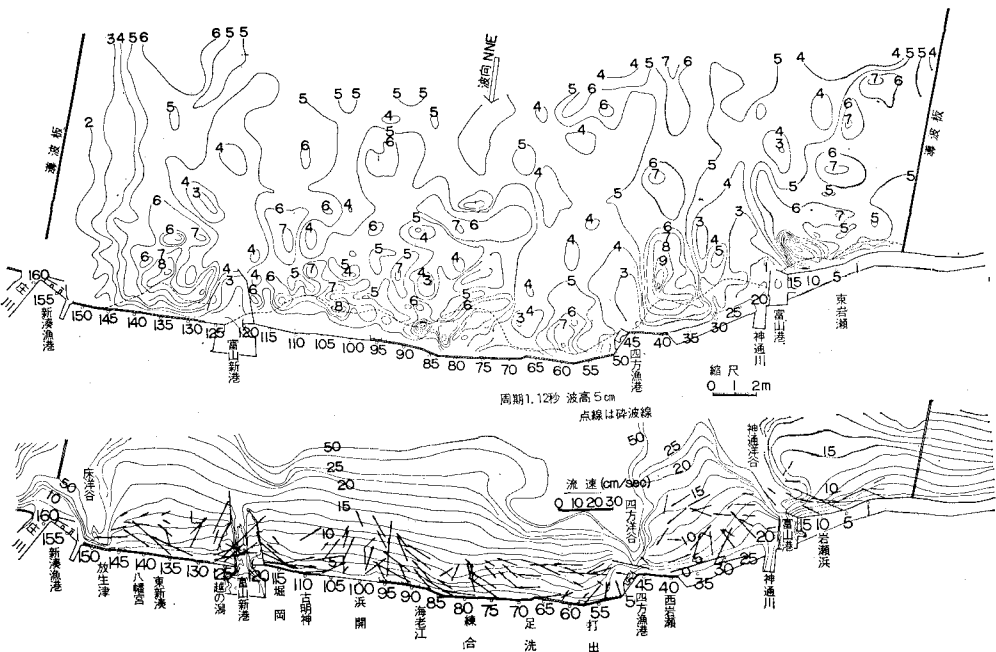


図-7 -6m以浅海底の平均水深



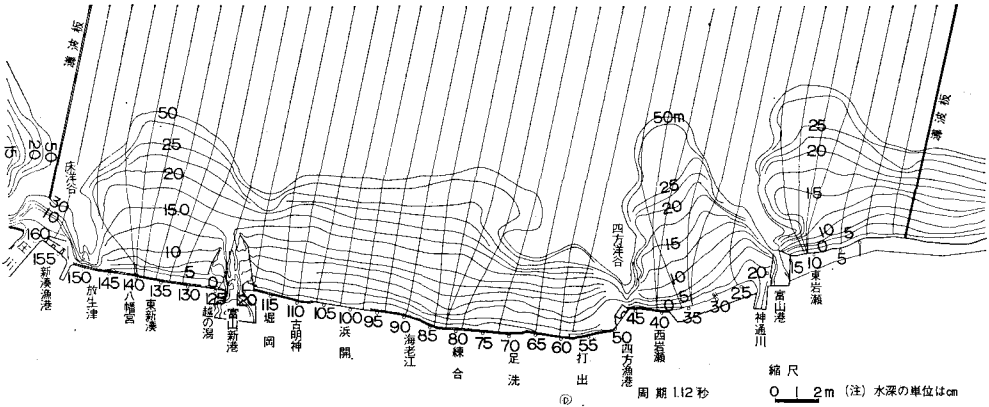


図-9 屈折図(周期 1.12 秒)

らの図から明かなように波の屈折によって波向線が収束するところの東岩瀬, 西岩瀬, 海老江では波高が沖波の2倍以上になる。これに対し波の発散する東岩瀬東, 神通川河口付近, 四方漁港両側, 練合・足洗および新湊漁港付近では沖波波高より小さくなっている。また沿岸流については大勢として西向きで神通洋谷, 四方洋谷, 庄洋谷の東側においてこの傾向が強く現地ではこの付近の砂が相当量これらの洋谷に落ち込む原因となっているものと思われる。これらの落ち込みはこの実験に継続して行なっている移動床実験での蛍光砂の移動状況(図-10)からも一部実証される。一方西岩瀬, 四方西, 港新防波堤東, 同防波堤西付近では逆に東向きの沿岸流が観測される。また浜開付近に東西両側からの流れの合流点があり, これは先に調べた漂砂の合流点海老江のやや西に位置している。沖波条件を変えた他の実験ケースにおいてもこの浜開あるいは海老江を境として流れが逆転し, また各洋谷の東側では西方流が卓越している。新港東防波堤東側の東方流は東防波堤による波の反射が影響しているのであろう。

次に波高と沿岸流とを合成したものとして砕波点における沿岸方向の波のエネルギーを考えることができる。

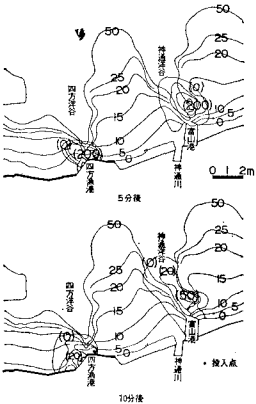


図-10 標砂移動状況

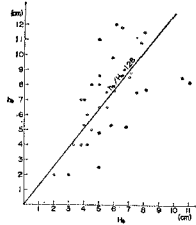


図-11  $h_b \sim H_b$

沖波波高  $H_0$  の波が水深  $h_b$  の点で砕波しこの時の波高が  $H_b$  であるとする  $H_0, h_b, H_b$  間には

$$H_b = K_r \cdot K_s \cdot H_0 \dots\dots\dots (1)$$

$$h_b = a \cdot H_0 \dots\dots\dots (2)$$

なる関係がある。ただし  $K_r, K_s$  はそれぞれ屈折係数, 浅水度係数であり  $a$  は海底勾配, 波形勾配などの関数である。一方この砕波点における波向線が汀線に対して  $\alpha$  の角で入射するものとするとき砕波点における沿岸方向の波のエネルギー(単位時間, 単位幅当り)は次式で表わされる。

$$E = (1/16) w_0 n C_b H_b^2 \sin(2\alpha) \dots\dots\dots (3)$$

ここに,  $C_b$  は砕波点における波速,  $w_0$  は水の単位容積重量である。式(3)に現われる入射角  $\alpha$  は実験から正確に求めることがむずかしいため図-9で示した屈折のパターンが模型上に再現されているものとして屈折図上でのエネルギーを考える。また式(2)の  $a$  は実験による砕波点での  $h_b, H_b$  の観測の結果, 図-11のようになり  $a = h_b/H_b$  は 1.28 とした。この値を用いて式(1)から  $H_b$  を求め式(3)によって  $E$  を計算すると図-12のようになる。この結果によると東岩瀬東, 西岩瀬, 練合, 海老江および新湊において西向のエネルギーが大きく, 東岩瀬富山港寄と八幡宮では東向のエネルギーが大きくなっている。逆に西岩瀬・打出間および海老江, 浜開を

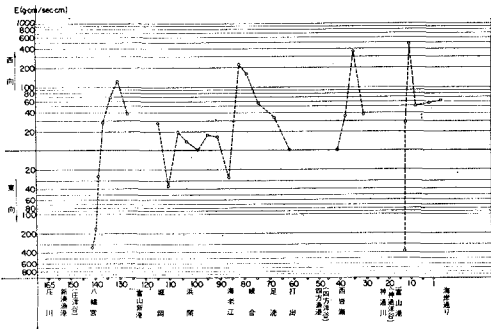


図-12 砕波点における沿岸方向の波のエネルギー

中心とした領域ではエネルギーは小さくなっている。これらのうち沿岸方向のエネルギーが大きい地域は浜開を除き実験での波の収束領域とよく一致している。浜開については波の入射角の関係上エネルギーは小さくなって現地でもこの地域は堆積地となっている。同様に西岩瀬打出間のエネルギー値の低い地域も波の発散区域と一致している。

以上代表的な沖波による碎波点での沿岸方向のエネルギーの大きさ、波高、沿岸流等の海岸に沿う分布について述べた。これらのことと前に述べた海浜の浸食、堆積状況とを対比すると両者には密接な関係のあることがわかる。この結果エネルギーの小さい領域でも付近からの供給砂礫とかその他の要因との関係上必ずしも堆積領域とはならないが、現地で浸食の激しいところとエネルギー収束領域とはよく一致している。

#### 4. む す び

以上外力としての波を富山湾湾奥部の浸食の特性と結びつけて考えると次のような特徴があげられる。

海岸の浸食特性について

(1) 過去8年間の深浅測量によると、富山港東、神通川左岸 (No. 25) の -6 m 付近、神通川西 (No. 33) より四方漁港 (No. 46) までの -2~-6 m 領域、打出一練合間 (特に No. 61, No. 73 付近) の海岸線付近、古明神 (No. 110) の一部、および富山新港以西の No. 130~141 の海岸線より水深 -6~-8 m の領域が、長期的にみた浸食領域となっている。

(2) 四方漁港沖の -6 m 以深、および海老江 (No. 85) から富山新港 (No. 117) までは、古明神 (No. 110) 付近の一部を除き堆積性となっている。後者の堆積領域は漂砂の合流点と考えられた海老江沖を中心とした領域で、漂砂の連続の法則からみても当然のことと思われる。

(3) 西岩瀬 (No. 40) 付近の汀線は、過去6年間で年間約 8 m、海老江 (No. 95)、新湊 (No. 141) の -1 m 等深線はそれぞれ年間 7 m, 4 m の速度で後退している。国分 (No. 175) では、季節的にかなりの変動はあるが、長期的な変動はこの期間では現われていない。

(4) 西岩瀬、海老江、新湊、国分の -6 m 以浅に

おける土量は、冬期から春期にかけて減少し、夏期から秋期にかけては増大するという過程をくり返ししながら、長期的には、いずれも減少している。

模型実験による結果

(5) 沖波波高 5 cm, 周期 1.12 秒, 波向 NNE の波による波高分布は東岩瀬 (No. 10), 西岩瀬 (No. 35), 海老江 (No. 85) において高くなり、東岩瀬東 (No. 1), 神通川河口付近 (No. 20), 四方漁港 (No. 45), 練合、足洗 (No. 70), および新湊港付近 (No. 150) では沖波波高より小さくなる。これは同一条件の波の屈折図から得られる波向線の収束発散領域とよく一致している。

(6) 神通洋谷、四方洋谷、庄洋谷の東側で強い西向きの沿岸流があり、移動床実験での蛍光砂トレーサーの移動状況と合わせ考えると、これら各洋谷へ相当の土砂が落ち込んでいるものと思われる。

(7) 浜開から海老江にかけて東西からの沿岸流の合流点があり、漂砂の合流点と大体一致している。

(8) 碎波点における波の沿岸方向のエネルギー成分の分布から推定される海岸浸食のパターンは現地におけるそれとかなりよく一致し、現地海岸の浸食の一原因が明らかにされた。

以上要するに富山湾湾奥部は現在においても浸食の傾向がみられ、その要因としては、部分的には波浪のエネルギーや沿岸流の海底地形に起因する不規則な分布によるが、全体として考えれば、海浜砂が波高の大きい波によって直接洋谷などの深部へ持ち去られることと、沿岸漂砂として海岸に沿って移動する過程において洋谷へ落ち込むことによるものと考えられる。

最後に本調査は運輸省第一港湾建設局新潟調査設計事務所および同建設局伏木富山港工事事務所の協力を得ておこなわれたものであり関係各位に深甚な感謝をするとともに、実験の実施の資料の解析、整理には港湾技術研究所水工部新保修技官の協力を得たことを付記する。

#### 参 考 文 献

- 1) 佐藤昭二・入江 功・堀江 毅：富山海岸における漂砂源と卓越方向について—海岸踏査と底質分析とによる検討—, 第17回海岸工学講演会論文集, 昭和45年11月.
- 2) 和田善吉他：富山新港の自然条件について(昭和38年度)第一港湾建設局伏木富山港工事事務所, 昭和39年3月.