

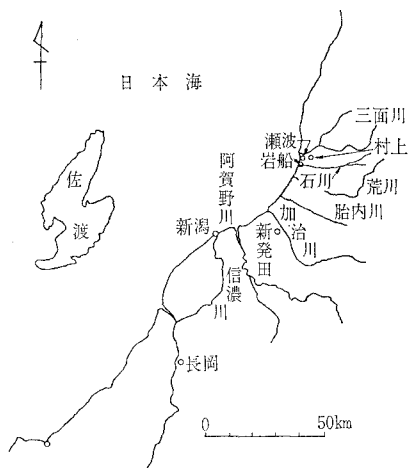
岩 船 港 の 変 遷

荒 田 哲 弥*・高 隆 二**

1. ま え が き

新潟港と22マイル、酒田港とは58マイルへだたり、その中間に位置する岩船港は、河口港の宿命である埋没に苦しみつつ発展して来た。地方港湾としてあるいは漁港、避難港としての重要性から港湾の維持改修とともに風、波などの自然条件の観測は、たゆまなく続けられてきた。図-1は岩船港付近の平面図である。築港後すでに半世紀、その埋没史はまさに漂砂活動の典型を見る想いである。ここにその変遷を略述し、参考に供したい。

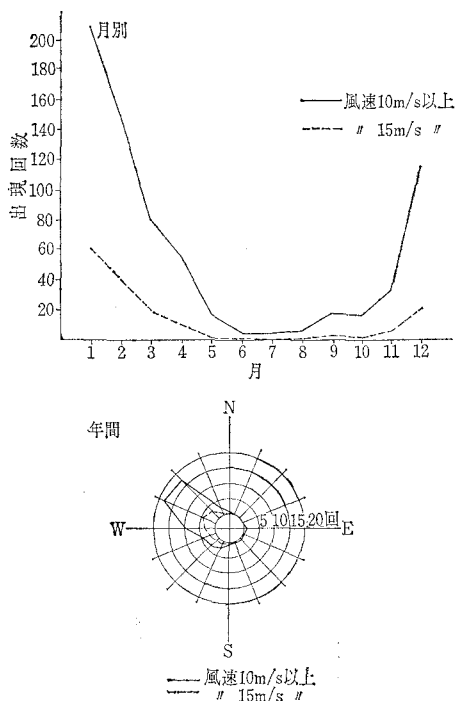
図-1 岩船港付近平面図



2. 風

昭和33~37年の5カ年間の記録(地上高約10m 1日4回観測)を整理した¹⁾。図-2にその結果を示し年間、月別にわけて強風頻度図を作成してある。強風はほとんど冬期に起こり、風向WNW~NWに集中している。風の観測を実施している岩船港修築事務所は、東方山地より南西に水田を潤して流れるかんがい水路の石川河口に位置し、北に標高73.4mの小高い諸上寺山を控え、南には高さ25mを越す砂丘が延びている。新潟その他日本海沿岸各地の風と比較し、地形的影響はほとんど無視して良いことが判明した。ほぼ南北、くわしくはN5°E~S5°Wに海岸線の走る三面川-荒川に至る海岸では、WNW~NWの風により発達した冬期の風波は

図-2 強風頻度図



南向きの沿岸流を発達させ、NW~SEに海岸線が屈曲する岩船港にいちじるしい漂砂をもたらす。南寄りでも弱まる春には、再びこれを若干沖に持去る例年の現象も、風とは深い関連をもっている。岩船港の強風は継続も長い。

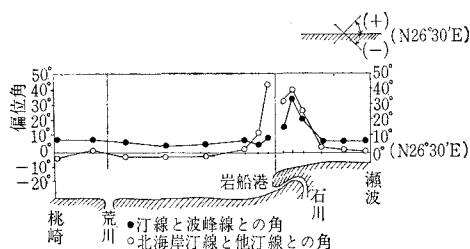
3. 波

昭和22年11月13日に撮影した航空写真²⁾は瀬波温泉付近から荒川に至る波を捉えていた。SWより吹き始め最大風速16m/sec(WNW)を記録した一連の強風がおさまった後、約10時間を経ており、沖波波向N55°W、波高2~3m、波長50~100mと推定され南北海岸では水深ほば-3mの等深線に沿って砕波帯が展開していた。季節的に波浪の最盛期をはずれ、しかもうねりであるため漂砂を活発にする波の典型ではないが、適当な高度の観測地点のないこの付近では、唯一の沖波観測である。波は汀線に対しすべてやや北側から来襲し、汀線と波峰線のなす角は、南北海岸では6°前後、岩船港付近の湾入部では最大30°を越している。図-3に北海岸の汀線方位を基準とし、これよりの偏位角を示してある。

* 正会員 新潟県土木部港湾課長

** 正会員 K.K 日本港湾コンサルタント

図—3 汀線と波峯線との角



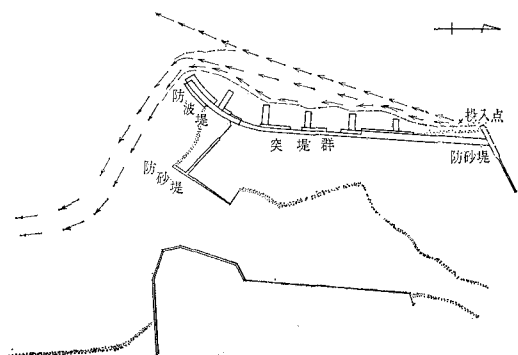
昭和 16 年 1 月の強風時波向 $N 56^{\circ} W$ で打寄せた西防波堤前面では、 $N 59^{\circ} 30' W$ を記録している。また昭和 32 年 1~3 月の期間に防砂壁上に設けた観測小屋前方 150 m (水深 -7 m 前後) では、波向 $W \sim WNW$ で正面より $0 \sim 20^{\circ}$ 、前方 50 m (水深 -3.5 m) では、 $0 \sim 10^{\circ}$ いずれも北側から高い波は入射しており、写真から読取った汀線付近の波向 $N 80^{\circ} W$ と一致している。少ない観測回数ながらも、南北海岸では汀線より 5° 程度北寄りの波向をもつ。これらを考えあわせれば、周期により屈折の状況は多少異なるとしても、航空写真の波は、漂砂活動の激しい冬期風浪に近いものと判断される。 $WNW \sim NW$ の風の際に、海岸では WNW の波向をもっていると現地の人々も述べている。周期は 8~9 秒に集まっている。

欠壊いちじるしい新潟海岸は、それでも佐渡に被覆されているのに反し、わずか 30 km 北方の岩船港ではそのしゃへい効果は期待できない。漂砂の南下により、海岸が屈曲し波峯線と大きな偏角を示す岩船港付近での埋没ははなはだしい。

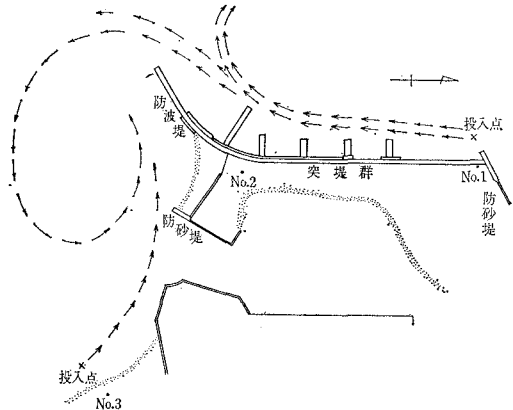
4. 流 れ

昭和 33 年 1~3 月の期間、浮子による観測は漂砂移動に関連深い沿岸流の特徴を明らかにしている¹⁾(図—4 参照)。防砂壁より投入した浮子は、0.3 m/sec 前後の流速で防砂堤前方の突堤先端に沿って流れ、流速を増し 0.5~0.6 m/sec に達する速さで防波堤先端を通過し、そのままの流向を維持し、あるいは港内に回り込み、やや東に移動した後、再び防砂堤沖と平行な方向に流下す

図—4 流況図 (昭和 33 年)



図—5 流況図 (昭和 38~39 年)

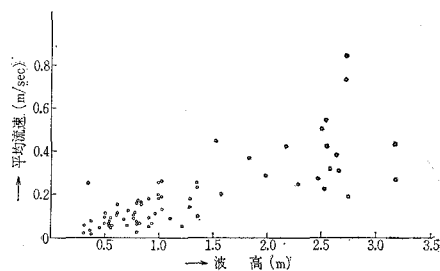


る。港内に投入した浮子は、港外の流れに導かれて、これと同様な流跡を示すことから、防波堤背後では、石川河口と一体の流れを形成している。以上は冬期波浪の最も高い時期の典型を示すものであるが、風、波の諸元との関連は捉めていない。

昭和 38 年 12 月~39 年 2 月の間に実施した観測(図—5 参照)は、風、波をあわせて記録している。波向は測点 No. 1、波高は No. 2 の観測小屋から波高桿を用い測定した。防波堤が延長されるにつれて、もはや昔日とは異なった流れとなった。 $WNW \sim NW$ の強風時には、防波堤背後に大きな還流を生じ、測点 No. 3 では、 WSW の風によっても流れは北に向かっており、南海岸では常に北向きの流れが生じている。防波堤以北測点 No. 1 では、南寄りの風によっても、南向きの流れ

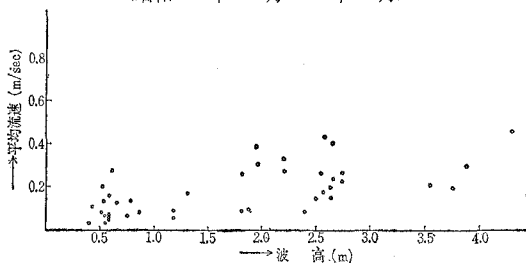
図—6 流速—波高相関図

(防砂堤前面 測点 No. 1
昭和 38 年 12 月~39 年 2 月)



図—7 流速—波高相関図

(南海岸護岸付近 測点 No. 3
昭和 38 年 12 月~39 年 2 月)



となり防波堤前面に細長い還流を生じている。測点 No. 1 では、沿岸流は碎波高とともに流速を増し波高 1.0 m では、0.1~0.2 m/sec にあったものが、波高 2.5 m では、0.2~0.5 m/sec に達している。測点 No. 3 では、還流による反流のため波高 1.0 m 以下では、0.2 m/sec に満たない流れは、波高 2.0 m を越しても、0.1~0.4 m/sec にありそれ以上流速を増さない(図-6.7 参照)。

5. 漂 砂

やや古く昭和 23 年 10 月に実施

した底質調査から、変ぼういちじるしい岩船港付近を除けば、現在でも教えられる点が多い(図-8, 9 参照)。海底表層から採った底質は南海岸では -2.0 m, 防波堤前面および北海岸では -5.0 m の水深で、粒径は 0.15~0.20 mm から 1.0 cm 以上に急変し、不連続を見えている。南海岸のゆるい砂浜に対し、瀬波温泉から続く

図-8 底質調査による等粒径線図
○の中の数字は測線番号

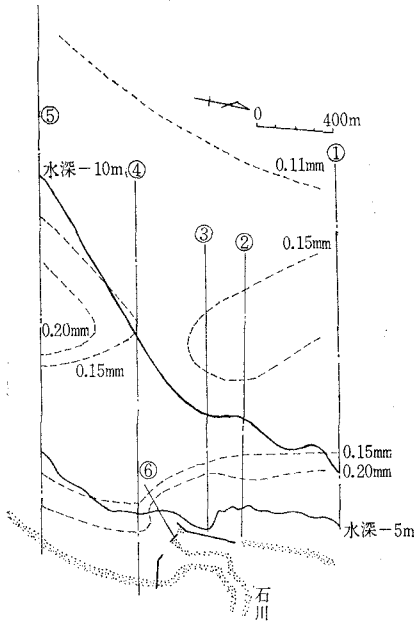


図-9 各測線における平均粒径と水深の関係

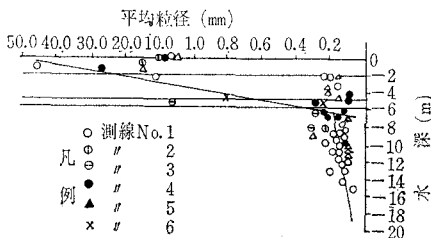
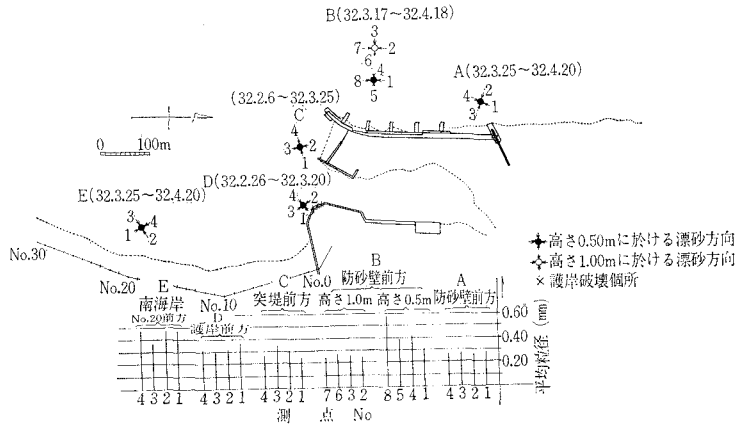


図-10 岩船港採砂箱設置箇所図



岩盤は、漂砂活動を深い海底までおよぼしている。汀線あるいは、これより陸側の浜堤にあっては、粒径 5~10 mm の礫が堆積し、時に 20~30 mm の粗さに達し、漂砂移動の激しさを表わしている。

昭和 32 年 2 月末~4 月末の期間に、海底上 0.5 m, および 1.0 m の位置に据えた採砂箱を用いて浮遊漂砂の観測を実施した(図-10 参照)⁹⁾。

W の風を中心とした波が多く、岩船港付近の波は正面から打寄せ、全般に北から南への流れを卓越させるが、静穏に向かう季節で、冬の最盛期とは相当異なった状況にあると判断し、しゅんせつ土の護岸からの漏洩もあり詳細は省く。防波堤前方水深 -5.5 m 地点にあっては、底上 0.5 m では礫を含み、底上 1.0 m では砂からなりその量も激減する。海底に近づくとき急激に浮遊砂を増すものの、底上 1.0 m でも粒径数 mm の礫をわずかにふくむことは漂砂の転動を思わせる。水深 -10 m 前後の海底でも粒径 0.2 mm 程度の砂で占められ汀線付近には、数 mm の礫が多く、時には 10 cm にもおよぶ巨礫を堆積していることは、波の運搬力の強さを物語っている。

6. 漂砂供給源

(1) 地質的背景

海浜堆積物は、海岸に流入する河川から、あるいは海にせまる急崖から直接供給されるため、その鉱物組成は付近一帯の地質との関連が深い。図-11 に新潟海岸およびその周辺の地質を示す。それによると北方および東方に古生層あるいは、これを貫入した深成岩から成る朝日山地を控え、東南の飯豊山地とで形成する湾入部低地の新潟平野を、三面川、石川、荒川、胎内川等の中小河川が西ないし北西に河口を向けている。急しゅんな山地の縁辺を第三系の丘陵がとり巻き、河川沿いに段丘も見られる。各河川は扇状地をなし、縦断勾配も比較的大きく三角州を展開する新潟平野南部の大河川といちじる

図-11 新潟海岸およびその周辺の地質略図

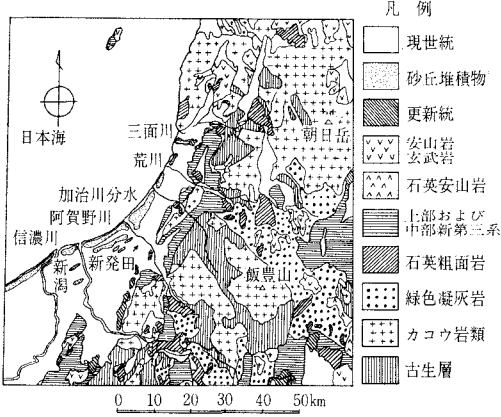


表-1

河川名	岩 石 名
三 面 川	花崗岩, 粘板岩, 砂岩, 安山岩, 凝灰岩, 石英粗面岩, 片岩
荒 川	花崗岩, 粘板岩, 砂岩, 安山岩, 凝灰岩, 石英粗面岩
胎 内 川	花崗岩, 粘板岩, 砂岩, 石英粗面岩

しい対照をなす。粘板岩、チャート、砂岩等から成る朝日山地は複雑な断層で切られ深成岩の露出も多い。南部丘陵に顕著な第三系の背斜構造は、村上市付近に現われ海にせまっている。三面川以南の海岸には砂丘の発達を見る。各河川流域に分布する主要岩石は、表-1 のようにほとんど似かよっており、ある河川に特徴的な岩石は見当たらず、砂礫の性状とあわせて初めて河口付近の漂砂の状態を知ることができる。

(2) 河川堆積物

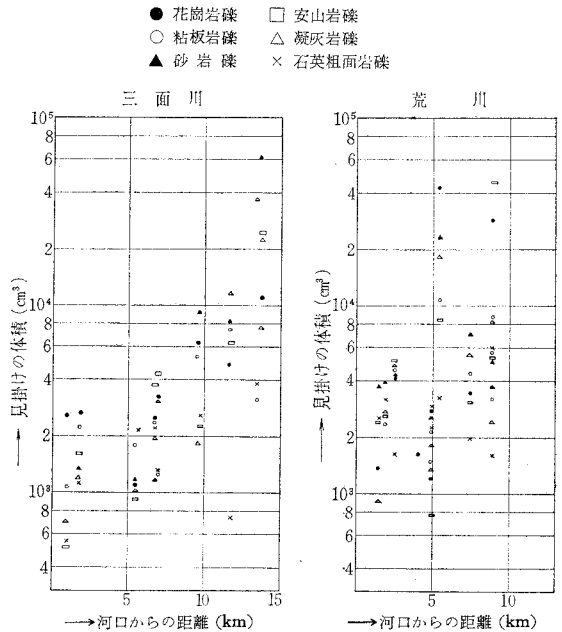
付近各河川の三面川、石川、荒川および胎内川の状況は表-2 に示すとおりで、河口まで急勾配の胎内川は河川改修により流出砂礫は見られず、岩船港の埋没漂砂は相当粒径の大きい礫であり、距離的に近く、河口まで礫を搬出する三面川、荒川両河川に限定される(図-12 参照)。

昭和 34, 35 年および 38 年に行なった現地調査によれば、河床に堆積する最大礫は樹枝状で一様の縦断勾配をなす三面川では、上流から下流に単調にその大きさを減少し、河口付近には $(0.5 \sim 2.5) \times 10^3 \text{ cm}^3$ の礫が見られる。一方、扇状地性の荒川では明瞭な傾向は認められず、河口でも $(1 \sim 4) \times 10^3 \text{ cm}^3$ の礫が存在している。

表-2 漂砂供給源としての流入河川の状況

河川名	位 置	流域面積 (km^2)	流路延長 (km)	河口にお ける河床 勾配	計画流 水流量 (m^3/sec)	河口に おける 底質	備 考
三 面 川	岩船港北方 約 5.5 km	690	52	1/660	2 700	砂 礫	昭和 27 年三面多目的ダム完成 20~30 万 $\text{m}^3/\text{年}$ の土砂埋没、流出砂礫多い
荒 川	岩船港南方 約 5 km	1 119	83	1/600	2 900	砂 礫	昭和 21 年より中小河川改修、流出砂 礫多い
石 川	岩船港内	不 明	25	1/500	90	微 砂	後背耕地の排水幹線、流出砂礫ほとん どない
胎 内 川	岩船港南方 約 15 km	150	37	1/500	700	砂 礫	昭和 24 年より中小河川改修、現在か んがい用水に用いられ流出砂礫ほとん どない

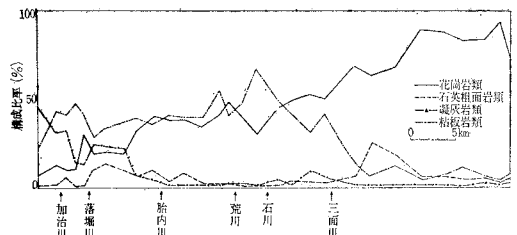
図-12 河床堆積物の最大礫



粒度分析の結果、中央粒径は下流でも激減せず荒川河口では約 90 mm、三面川では若干小さい。また分級度は下流ほど大きい。運搬力の減少にともない最大礫は下流に向かうと急減するが、洪水時には下流まで相当大きい礫を流下するため、平水時の細粒物の占める割合は低い。鉱物の持つ固有の磁性を利用し、砂礫を間接的に分類する電磁分離法も採用したが、阿賀野川以南地域に比して磁性鉱物は 10% 程度と含有率は低いため、測定精度の問題もあり明らかな傾向を示すに至っていない。

(3) 海浜堆積物

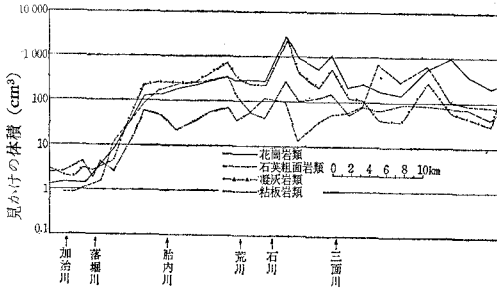
図-13 岩質別による海浜礫の構成比率



三面川以北の岩石海岸では、普遍的な径 8~32 mm の礫は、一部の河口付近を除き直接供給される花崗岩が、約 80% を占めている。三面川以南では各河川流域に分布する他種岩石は増加する(図-13 参照)。

岩船港以北での約 10^3 cm^3

図-14 最大礫の分布



の最大礫は、それ以南では $0.5 \times 10^3 \text{ cm}^3$ 程度に減じ、岩船港の北に接して海岸線の方を NNW~SSE に転じる三日市では、礫は最大で $0.5 \times 10^3 \text{ cm}^3$ を越し、三面川、荒川河口部より大きな値を示す(図-14 参照)⁶⁾。最大礫は花崗岩類と凝灰岩類に特に大きく、その構成は礫径の大きい花崗岩と礫径の小さい粘板岩類が相半ばする。瀬波温泉付近から直接供給される第三紀凝灰岩は最大礫に匹敵するが、その含有率は約 10% に過ぎない。岩船港以北では、南側に礫が密集し北辺が南辺より長いカスプを認め、岩石海岸から漂流した海藻が散布する。岩船港以南では、カスプは逆に南辺の長いものも多く、荒川から吐露する漂葉の堆積を見る。全般的な円礫の分布に対し、扁平円礫の多い岩船港付近は特殊な堆積環境にある。

海浜堆積物の平均粒径、分級度より沿岸流の流向の卓越性を判定するのは早計であるが、岩船港を境にして、その南北の堆積物にかなり明瞭な差が認められる。岩船港の埋没が西防波堤付近に著しいことから、三面川からの供給砂礫の卓越性を暗示させる。

7. 港湾構造物とその影響

半世紀におよぶ築港の歴史は、漂砂による埋没の観点からいくつかの時代に区分できる(図-15, 16 参照)⁶⁾。以下順を追って各時代の特長を略述する⁷⁾。

図-15

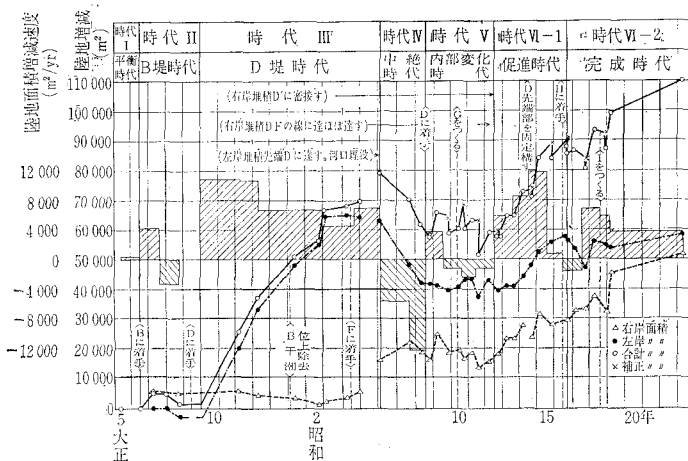
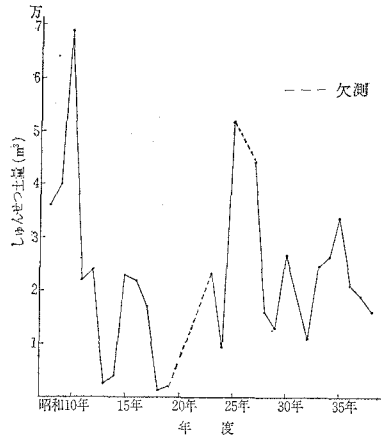


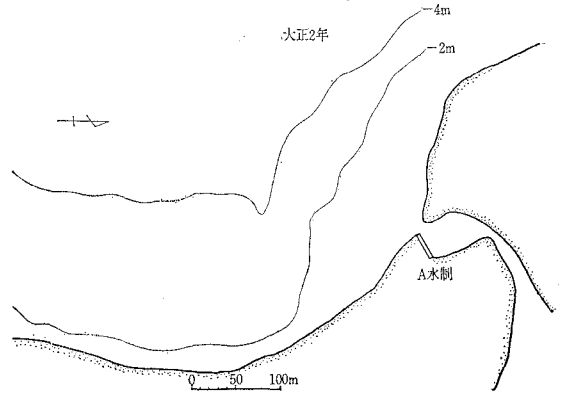
図-16 各年しゅんせつ土量図



(1) 平衡時代(図-17 参照)

- 1) 期間: B堤設置以前の自然状態を保っていた時代。
- 2) 工事: 大正2年に A 水制設置。
- 3) 過程: 南海岸はやや欠壊気味、大勢は平衡を保っていた。
- 4) 特性: ① 陸地面積の増減なし。

図-17 I 平衡時代



- ② 石川河口左岸に A 水制を設置し、右岸砂嘴は A 水制方向に延びる。

- ③ 河口は南方へ移動する傾向にあり、漂砂はなはだしく海岸は動的に平衡を保っていた証拠。

(2) B 堤時代(図-18 参照)

- 1) 期間: 大正 6~9 年
- 2) 工事: B 堤, C 護岸
- 3) 過程: 大正 6 年 6 月~7 年 3 月の間、突堤先端まで埋没し汀線は一挙に 50 m 前進。
- 4) 特性: ① 突堤の設置後ただちに堆砂。

図-18 II B 堤時代

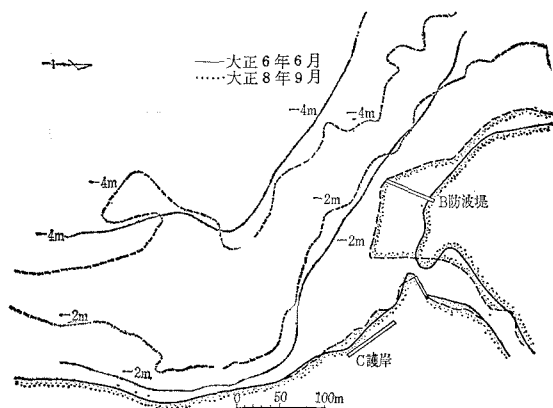
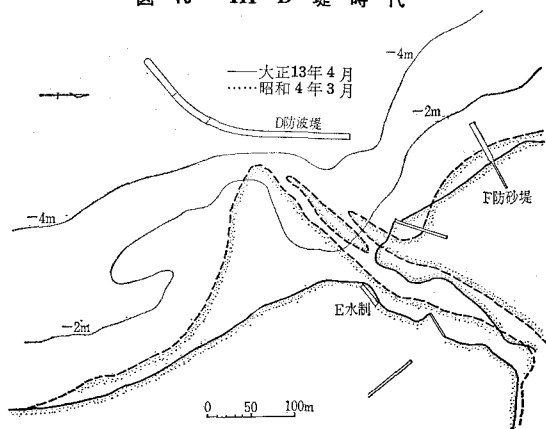


図-19 III D 堤時代



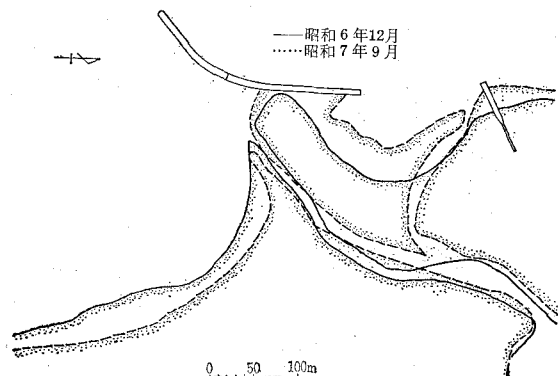
- ② 突堤は短いため北汀線の前進は南海岸におよばず、逆に欠壊の傾向。
- ③ 河口は左向きに開口。
- ④ B 堤設置の翌年 C 護岸設置。

以上各事項は、元来動的に平衡にあり、海岸では南に向かう漂砂が活発であったことを示す。

(3) D 堤時代(図-19 参照)

- 1) 期間：大正9年～昭和5年
- 2) 工事：D 堤，E 水制，F 防砂堤

図-20 IV 中絶時代



- 3) 過程：① 大正8年9月～13年4月左岸汀線は、4年半で約125m前進し、-2mの等深線は240m進出。
- ② 石川河口の湾入部をしゃへいする目的でD堤設置。
- ③ 昭和4年3月～6年2月舌状先端D堤に接触。
- ④ 河口を保護する目的で昭和4年にF堤設置。
- 4) 特性：① D堤によりしゃへい域に漂砂沈殿堆積することになり、静穏な水域を急減させた。
- ② 舌状凸に汀線前進し、その先端の前進速度は年平均27mに達し、合わせて320m進出。

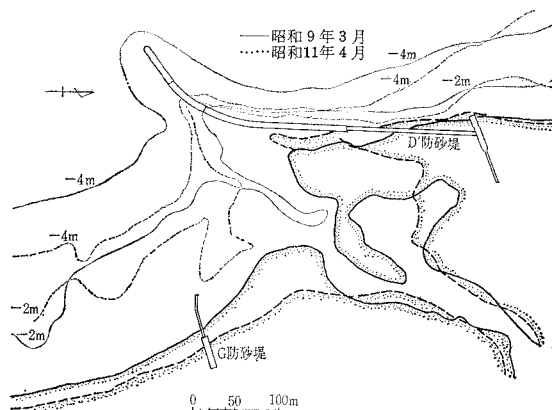
(4) 中絶時代(図-20 参照)

- 1) 期間：昭和6～8年
- 2) 工事：なし
- 3) 過程：① 昭和6年2月～7年9月舌状先端がD堤に接着後および人工河口開削後は、左岸北汀線は最大40m前進し一方南側汀線は後退した。全体としては埋没は減少。
- ② 石川河口は人工自然の2カ所で開口し、大中洲を抱いた形となっていた。
- ③ 昭和7年9月～8年4月、北側汀線は最大約40m前進し、また南汀線は前記①と合わせて約45m後退。河口の状態は①と同じ。
- 4) 特性：① 北側汀線の前進にもかかわらず全埋没面積が減少しているのは、南側汀線の後退と河道開削のため。
- ② 南汀線の後退は右岸には供給があり、左岸には供給されなかったため。
- ③ 先端D堤捨石部の目に見えない破損も一因。

(5) 内部変化時代(図-21 参照)

- 1) 期間：昭和8年～12年
- 2) 工事：D堤，しゅんせつ開始，F堤かさ上げ，D，D'堤災害復旧，G堤。
- 3) 過程：① 昭和8年10月～12年10月南汀線ほとんど一定。
- ② 北側汀線は、特にD'堤完成によってそれに接着固定し右岸堆砂も南方へ延びない。港内内部も種々変化。
- 4) 特性：① 左右両岸汀線，埋没面積とも一定。これは供給砂としゅんせつ土量とが相互につきあっていると推測される。
- ② D'堤により右岸汀線は密着固定。

図-21 V 内部変化時代



③ 内部の種々の変化は、しゅんせつの継続と災害の復旧のくりかえしによるものか。

④ 右岸堆砂が南に延びないのは、D堤先端捨石部の消失のため。

(6) 促進時代(図-22 参照)

1) 期間：昭和 12～16 年

2) 工事：しゅんせつ継続，D，D'堤災害復旧

3) 過程：① 昭和 13 年 4 月～14 年 9 月，右岸洲は南方に延び，それにともない左岸洲も最大約 55m 前進。

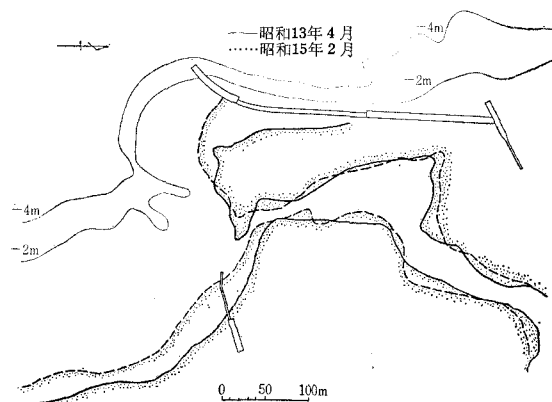
② 昭和 14 年 9 月～15 年 2 月，D 堤先端をコンクリート構造にしたため，右岸洲はますます発展し D 堤に密着。これにしたがい左岸洲も延びている。

③ 昭和 13 年に G 堤の海中中部を撤去してからは，左岸の延び方ははなはだしくなった。河口港内水面は比較的安定。

4) 特性：① 右岸堆砂が南に延び，それに引きずられて左岸も南に延びた。

② 埋没面積増大の原因として D 堤が南へ延長されたことと，しゅんせつ量が減

図-22 VI 促進時代



少して来たことによるのではないか。

(7) 完成時代(図-23 参照)

1) 期間：昭和 16～23 年

2) 工事：H 堤，I 堤

3) 過程：① 右岸洲は南進し，昭和 18 年春に D 堤南端に達する。

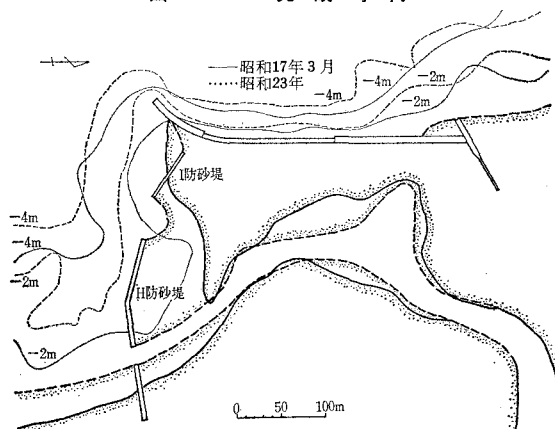
② 汀線は H 堤，I 堤に支えられた恰好となる。

③ 戦争のためしゅんせつ停止したので埋没は増加。

4) 特性：① H 堤によって左岸堆積は支えられて停止。

② 昭和 19～23 年は自然放置状態，埋没

図-23 VII 完成時代



面積としては昭和 23 年をほとんど完成と見なす。

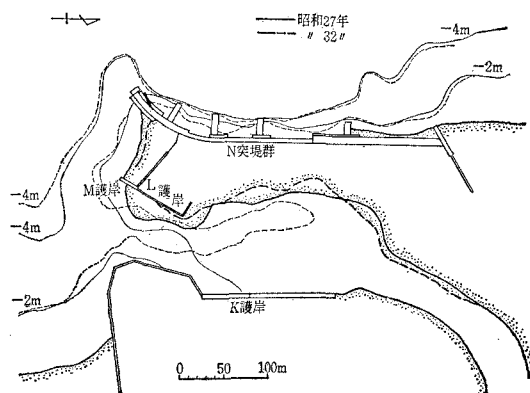
③ 河口は東方へ蛇行。

(8) 整備時代(図-24 参照)

1) 期間：昭和 24～34 年

2) 工事：J 防砂柵，K 護岸，L 護岸，M 防砂堤，N 突堤群，物揚場，船揚場，その他港内維持しゅんせつ。

図-24 VIII 整備時代

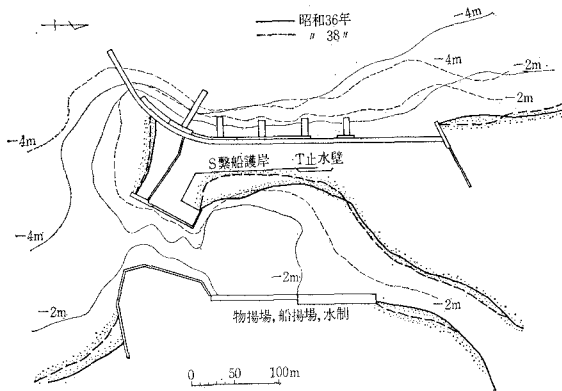


- 3) 過程：① D 堤を打越す砂礫の港内への流出防止のため J 防砂柵を設けた。
- ② D 堤先端からの右岸堆積の陸側への移動阻止のため、L 護岸、M 堤を設置。
- ③ D 堤沿いに南移、打越して港内に流下する砂礫を受け止めるために D 堤前面に平行な 5 本の突堤群を突出した。
- ④ 外郭施設の整備にともない工事の重点は、港内水域の高度の利用に向けられるに至った。
- 4) 特性：① しゅんせつはおおよそ 2 万 m^3 前後を維持。
- ② 港内水域の積極的利用に着手。
- ③ 港湾として一応の完成とみなせる。

(9) 拡大時代(図-25 参照)

- 1) 期間：昭和 35 年以降
- 2) 工事：D 堤の延長および補強等工事、S けい船護岸、止水壁。
- 3) 過程：① D 堤先端は西に転じつつ着々延長。
- ② 港湾整備進む。
- 4) 特性：① D 堤延長により流向一変する。
- ② 陸地面積に変化なし。
- ③ しゅんせつ土量は 1 万 m^3 /年代に低下の傾向。

図-25 IX 拡大時代



8. 漂砂供給源の変化

築港当初から埋没に悩み続けた岩船港も、ようやく今日の姿に成長してきた。埋没漂砂の大半は岩船港以北の三面川を供給源と見なされるが、その中間に位置する瀬波温泉付近では、近年海岸欠壊がやかましい。岩船港の埋没は、瀬波温泉付近の海岸欠壊と無関係とは考えられ

ない。昭和 35 年以降の汀線測量から一様な欠壊の傾向をみることはできない。

砂礫供給能力を持つ三面川は、流下土砂により河床はしだいに高まり、鮭の遡上が困難となりこれを改善するため広井勇博士の視察により、昭和 14 年に先端水深数 m を越す旧導流堤が、河口左岸に完成した。導流堤設置にともない三面川からの供給は、沖合まで運ばれることになった。その元付は昭和 35 年現在水深約 1 m の所にあり、汀線から約 50 m 離れていた。これは河口付近の局部的欠壊とも見られる。

昭和 10 年ころより開始された三面川の砂防工事あるいは昭和 27 年末発電を始めた三面川上流多目的ダムは、流下土砂減少に効果的で、特に多目的ダムは年間 20～30 万 m^3 /年の土砂による埋没が進行している。さらに近年の建設工事の活況を反映して三面川は好適な骨材採取地となり、流下砂礫の減少をもたらしたことであろう。

予想される岩船港の埋没漂砂量の減少の時期は、河床砂礫の掃流速度、海岸線に沿って南方への漂流速度の関数であるが、すでに瀬波温泉では欠壊という形で現われたと見るべきであろうか。

9. あとがき

漂砂による埋没の典型としての岩船港は、昭和 39 年 6 月 16 日新潟地震に見舞われたが、防波堤先端で 10～15 cm 程度沈下したにとどまり、現在までの漂砂運動の機構を変更するほどの影響はみられなかった。

岩船港の埋没も一応収まった現在、その埋没過程とともに自然現象もあわせて概要を明らかにした。漂砂活動と関連深い風、波、流れなどの自然条件の調査、ならびに築港当初からの観測に、長期間従事された方々の努力に、敬意を払うしだいである。

参 考 文 献

- 1) 日本港湾コンサルタント協会：岩船港港湾調査報告書，昭和 39 年 3 月。
- 2) 新潟県海岸対策委員会：中間報告，第 2 号，昭和 24 年 6 月。
- 3) 新潟県：岩船港調査報告書，昭和 34 年 3 月。
- 4) 第一港湾建設局新潟港工事事務所：新潟海岸調査報告書，昭和 35 年 3 月。
- 5) 第一港湾建設局：新潟工業港 および 臨海工業地帯造成計画資料，昭和 37 年 5 月。
- 6) 新潟県海岸対策委員会：岩船港調査報告書，第 3 報，昭和 25 年 11 月。
- 7) 新潟県岩船港修築事務所：岩船港平面図。