

写真による漂砂移動に関する考察 (3)

久 宝 雅 史*・戸 巻 昭 三**

1. はしがき

波、流れ及び漂砂現象はかなり複雑であるから、海浜変形及び砂浜海岸における構造物との関係をとらえることが困難なことが多い。最近、構造物設置に伴う海岸線形状の変化については、現象を単純化した数値モデルによる予測法の研究¹⁾がなされている。また、漂砂については、各水深における砂の移動方向と、移動の相対的な規模を螢光砂により追跡したり、また沿岸付近の流れをフロートにより観測したりしているが、基礎的段階でなかなかその全容を把握するまでには至っていない。

現在、航空写真は、構造物の海岸に及ぼす影響及び効果に利用されているが、さらに進めて漂砂に関する定性的な解析に役立たせることができるものと思われる。

かかる観点から、著者らは、前回^{2),3)}漁港の埋没を深淺測量と航空写真から立証し、また漂砂移動の大部分は、ほぼ -3m 以浅で行なわれていることなどを述べた。今回は、航空写真から海岸に設置されている構造物あるいは海浜地形が及ぼす沿岸流の流況について、若干の例から考察したものである。

2. 循環流

図-1 に示される浦河港は、苫小牧より南東 117 km の日高海岸の南端に位置し、海岸は、地質その他地理的

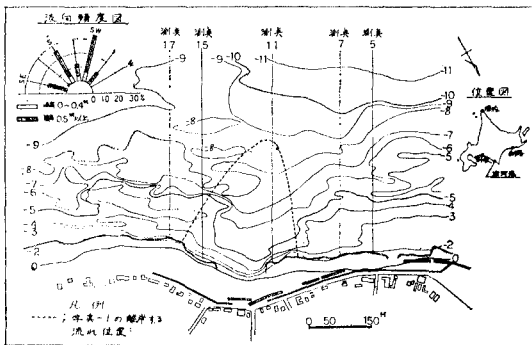


図-1 南防波堤基部付近の平面図

条件及び海岸に及ぼす外力等の影響により全般的に波食を受けた岩質をあらわし、その前面の海底には概ね広範囲に岩礁が分布している。しかし、港の右(西)側は、岩礁と港により挟まれて U 字形に彎曲した砂浜海岸があり、一方南防波堤基部から連がる左(東)側海岸は、緩い円弧をもちながら岩礁地帯に狭い砂浜を有する海岸からなっている。

南防波堤基部の海岸は、昆布採取の最適地として知られ、その干場の関係から南防波堤基部から消波ブロックを設置し前浜の増設を図ったところ、その効果と同時に昆布礁は漂砂で埋まり昆布が死滅する現象が生じはじめた。

ここで、まず海浜変形の規模として、どの程度の砂がどのような範囲に季節的に移動するのであるかを判断するために、南防波堤基部から 1000 m、沖出し 500 m 範囲の深淺測量を 51 年 2 月、9 月、52 年 2 月の 3 回にわたって実施してみた。地形的に大きな U 字形をなす海岸に、南防波堤が建設されているので、東側海岸は連続した海岸形態をなし、また水深も南防波堤先端は -9 m と深く、夏の最多波向が南及び南西であっても、図-2

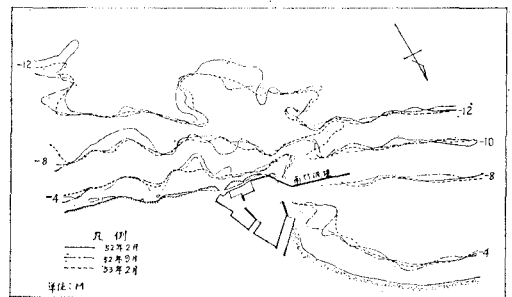


図-2 等深線比較図⁴⁾

に示されるように海浜全般にわたって等深線に大きな差が認められないことから、東側の漂砂は南防波堤までに一つの群団として移動しているものと判断できる。

さらに深淺測量の結果から、この海岸も冬期には侵食し夏期には堆積する傾向を有していることがわかった。また、深淺測量時点における航空写真(写真-1)によって観察した所、南防波堤基部から連続する U 字形海岸の 2 箇所から、距岸 300 m の沖合まで同じ規模で離岸する

* 正会員 工博 日本大学教授 理工学部土木工学科

** 正会員 苫小牧港管理組合施設部

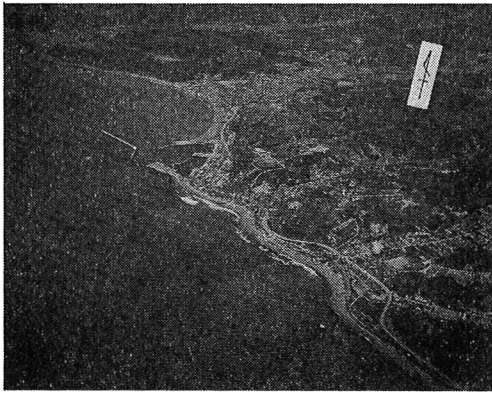


写真-1 U地形から発生する離岸流

流れが認められた。そこで、この右(西)側離岸流地点の流れの center とやや side と思われる横断地形をあらわしてみたのが 図-3 である。

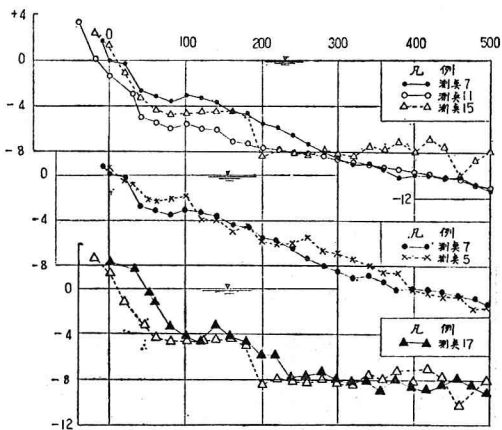


図-3-(1) 離岸流箇所における横断地形図 (52年2月)

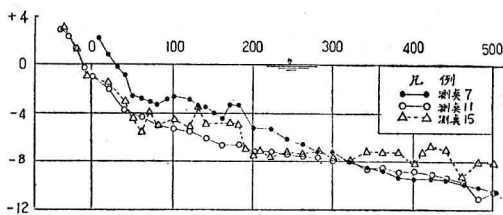
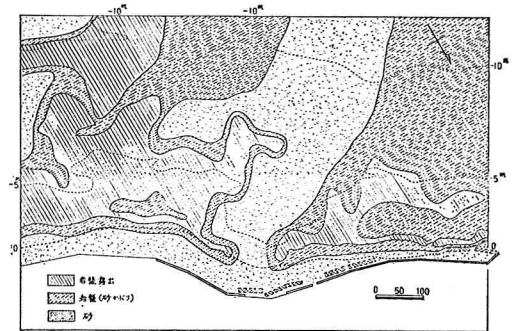


図-3-(2) 離岸流箇所における横断地形図 (51年9月)

この図から center と考えられる部分は、当然地形的に flat であり、汀線勾配は他とほぼ同じ勾配をなしているが、季節的に汀線より 80 m 水深 -6 m の地点に比高の小さな砂州が形成され、距岸 500 m、水深 -11 m で他の地形と一致していることがわかった。一方、side とみなされる断面においては、center 部より比高の大きな砂洲が形成され、離岸流の外側断面、測点 5 が測点 7 より、また測点 17 が測点 15 より地盤が高くなっており、沖合における海底断面がほぼ同一の高さになった距岸 300 m、水深 -8.5 m 付近が 写真-1 でみられる流頭

になっている。したがって、流れが生じている海底が他の部分と違うことが判明した。

この海岸が、各水深において単純な等深線を示す砂質部と複雑な等深線を示す岩礁地帯の2つの領域を持っているので、音響測深器の反射状況から砂質及び岩盤の底質を想定したところ、図-4 に示されるように東側は砂

図-4 図-3 付近の底質想定図 (52年2月)⁶⁾

地盤で、西側は岩礁が砂で埋没していることがわかった。ここに写真から判明した流れが循環流になって漂砂を伴ない、南防波堤基部の昆布礁に堆積したものということができる。

3. 構造物と流れ

次に、流れが地形及び構造物の影響を受けている写真-2、及び 写真-3 を示す。海岸は、南側の岬と東側の陸地台形が海上にせり出した岩礁によって形成されたU字形と単調な海岸とによって接続された砂浜海岸からなっている。写真-2 では、岩礁に向く数列の波が浅

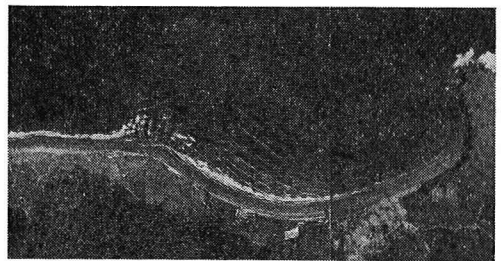


写真-2 凸地形から発生する離岸流 (38年撮影)

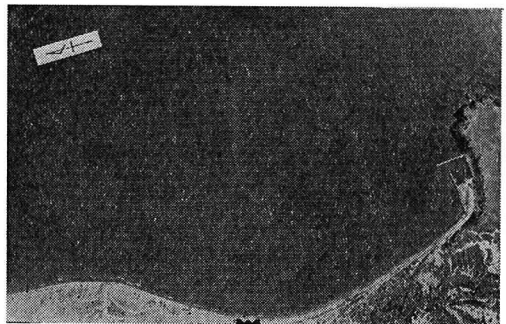


写真-3 U地形海岸から発生する流れ (50年撮影)

瀬で碎波し、その集中されたエネルギーは漂砂を伴ないせり出した海岸地形から離岸流となっているのが認められ、また写真の波の状態から暗礁の存在が容易に判明できる。

この海岸に、41年から漁港建設に着手し、主防波堤は岬から直角に海岸を覆う形で設置され、また港口は北側に向けて漁船の出入に対処させ47年に完成したものである。しかし、地形的にU字形をなす湾奥部の海岸は、平常時平衡であったが、直進する高波時に汀線が後退被災したので海岸護岸に着手し、一方沿岸漂砂を堆積させるために突堤が設置された。

土屋ら⁹⁾は、海岸が両岬によってポケット・ビーチを形成している場合の沿岸漂砂について、漂砂は一般に両端の岬によってその移動が遮断され、主としてその海岸内で移動するものと考えられると述べているが、この範囲内での移動も、将来的には図-5のように、海岸とし

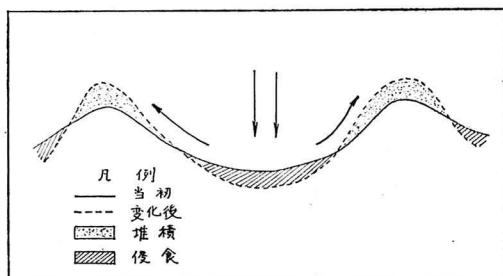


図-5 海岸の変化(模式図)

ては自然後退の形態がとられるものと思われる。

さらに写真-3から、港口と第1突堤の各々に向かう分流があって、前者は港口を漸次埋没させる傾向をもたらし、後者は第1突堤の右(南)海岸を前進させこの間で砂の収支がとられているものと考えられる。一方、湾奥に120m間隔をもって設置された突堤に堆砂効果が認められないのは、図-5に示されるような地形状態から、汀線に直進した波は突堤の間から土砂を持ち出したため

であり、さらに地形的要因も加って流れは左(北)側へ移動しているのが認められる。また、この流れと暗礁をこえて右(南)側へ移動する流れの合成によって、写真-3でみられるように海岸のほぼ中央部から、幅50mで沖合1000mにまで達する流れが発生したと思われる。

このようにわずか2000mの短いU字形海岸であっても、お互に相反する流れが共存して沿岸漂砂を伴いながら海浜地形を形成しているので、この海岸においては、漂砂が離岸し海岸欠壊を及ぼすのは汀線に直角に来襲する高波の時であり、離岸流発生原因と突堤による堆砂状況等から、平常時沿岸の流れがあったとしても、海岸堆砂のためには、突堤よりも離岸堤を設置したほうが、恐らく堆砂し汀線を前進させる効果が期待できる海岸であろうと思われる。

4. 構造物と漂砂

次に、季節的に海浜地形変化をもたらす沿岸漂砂について、航空写真から考察してみよう。

図-6は北海道日高海岸の苫小牧より南東32km、節婦漁港⁷⁾の北東35km位置の単調な海浜海岸に設置されている汐見漁港である。この付近の海浜は、写真-4に示すように季節的に集中する漂砂によって港内埋没に悩



写真-4 節婦漁港(日高海岸)の堆砂状況(51年撮影)

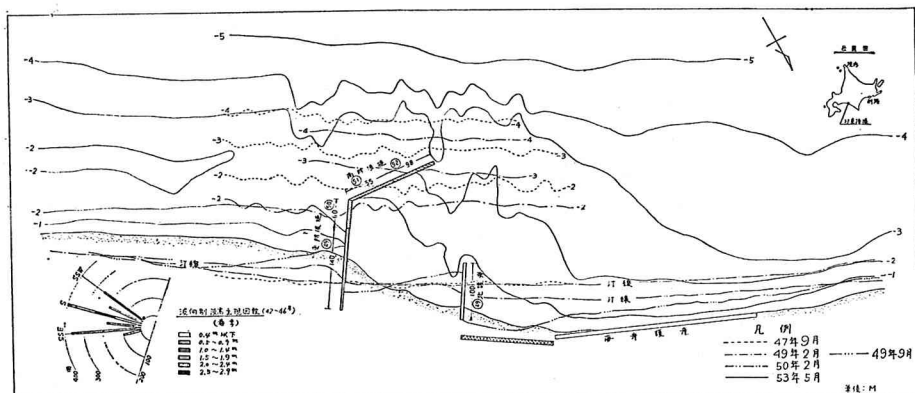


図-6 汐見漁港平面図

まされ、その対策の一つとして漂砂堆積のタイムスケール拡大のため、離岸堤が設置された節婦漁港と隣接している、ほぼこれに類似した海岸特性を有しているものと考えられる。この海岸の下手側である右(西)海岸は、防波堤の伸長につれて漂砂補給が減少すると共に海岸欠壊が逐次増大し、そのため海岸護岸をもって防護したもので、これは着工2年前の47年から53年までの深浅測量図(図-6)を重ね合せたところ、下手側汀線は着工当時からわずか6年間に80m後退したことから漂砂移動のある海岸であることがいえる。

さらに写真-5でみられるように、濁りにみられる漂

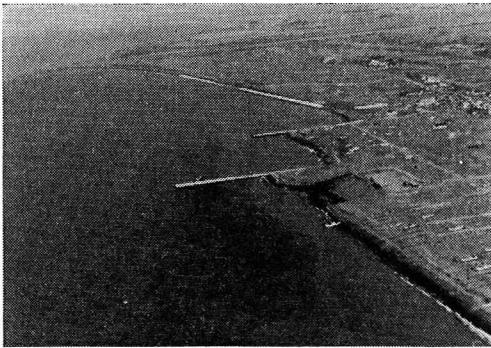


写真-5 漂砂の尖角状況 (50年10月撮影)

砂は、北護岸先端から下手海岸に漸近する形で拡がっており、これは周囲の海水と色調を異にしていることから判読できる。しかし、この漂砂の状況は、ある特定間隔で半月弧状に連続している、この海域には横方向の流れのほか縦方向の流れも存在していることがわかる。この原因については、図-6で北護岸に沿って離岸する流れが砂を掃流させ、そのエネルギーが海底の摩擦抵抗に応じて失われた-1mから-2mの個所までが周囲よりも乱れて沖方向に凸に堆積させたものと考えられ、このことから推察すると、すでに海岸護岸が設置されているので汀線との相対的な関係は認められないが、さらに詳細な深浅測量結果があれば、恐らく等深線にもこの半月弧状の関連性が現われているものと思われる。このように海底における砂の移動は、北護岸で起こる現象と基本的な過程では類似し、地形的要因と波浪により写真-1~3にみられるような流れによって形成されたものと思われる。

この尖角状態は、規則正しく200m間隔となっており、若しこれが沿岸流相互からの影響によるものでないとするならば、それぞれの入射波群は特有の沿岸流のパターンを形成し、外海からの規則的なうねりが汀線にほぼ直角に入射し、波が小さい時には、流れが弱い为数多くの離岸流⁹⁾が生ずるということと相反するものと思われる。

このように、マクロ的ではあるが航空写真から漂砂を判読することによって、海底の状態を類推できる可能性があるといえよう。

この日高海岸では、夏期と冬期では入射波向と沿岸流向に周期性があるため、図-6に示すように6年間にける汀線及び-2、-3、-4mの各等深線が構造物設置によって海浜が敏感に反応し、例えば、汀線は、構造物が当初水深-1.0mに設置された頃より下手海岸に影響しはじめていることからわかる。また前回⁷⁾の報告で述べたように、沿岸漂砂として群团的な移動で形成される-3~-4mの等深線は、南防波堤の反射波の影響を受けて1波長(100m)程度の沖合で前後に乱れている。しかし、漂砂に最も関係する北護岸から右になるにつれて急激に汀線に接近し、地形的に急深する現象を生じているが、これは写真-6の漂砂の濁り状況と非常によく一致している。

この漂砂と等深線の関連性をみるために、53年5月漁港を中心に図-7に示すように水深-2~-5m範囲

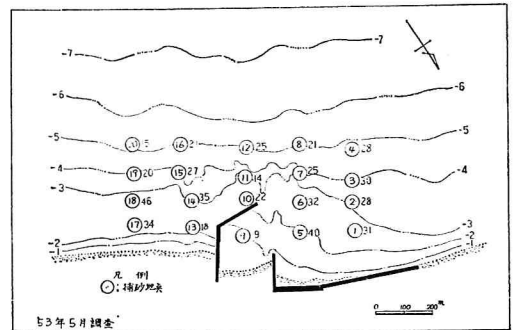


図-7 捕砂地点と浮遊砂量比較

の20地点に竹竿式捕砂器を用いて捕砂¹⁰⁾したところ、大部分の浮遊砂濃度は海底付近で極大に達している、海底より0.5mの水深における漂砂を、捕砂地点における全水深の漂砂量に対する比をもってあらわし、捕砂地点底層の浮遊砂濃度分布を比較してみた。これによれば、防波堤の隅角部など反射波による影響が加わる所では濃度が平均化しているが、各測点の水深-4~-5mまでは、大体20~25%であるのに対し、-3m以下になると30~40%程度の漂砂が0.5m以下で浮遊し移動していることなどがわかった。

5. む す び

地形及び構造物と漂砂との関連性について、3つの港を中心に航空写真から得られた流れを中心に考察したが、得られた成果の要約は次のようである。

- 1) 地形状態によっては、局所的に緩まんな循環する流れが存在することもあるので、このような現象を

漂砂の追跡にあたって考慮する必要がある。

- 2) 航空写真を重ね合せて、海岸構造物の効果や地形状態の経年変化等を考察しているが、離岸流の発生位置や周辺にみられる漂砂の流況などからも、その効果を推察できる場合もある。
- 3) 漂砂が群団として移動している水深と浮遊砂濃度には関連性があり、また航空写真から判読される漂砂状況と地形等がかなり良く一致しているように思われる。

しかし、これらについてはまだ多くの問題が残されており、さらに航空写真等の資料を収集し、漂砂移動の関連性について調査検討してゆきたいと思っている。

終わりに、本文をまとめるにあたり、助言や資料等を提供して下さいました釧路土木現業所小杉出張所長、室蘭土木現業所玉野出張所長並びに土木部港湾課神係長、その他関係者に深甚なる謝意を表する。

参考文献

- 1) 土木学会海岸工学委員会編：シンポジウム，海浜変形予測，1978.
- 2) 久宝雅史・戸巻昭三：写真による漂砂移動に関する考察，第24回海講論文集，pp. 195-199, 1977.
- 3) 久宝雅史・戸巻昭三：写真による漂砂移動に関する考察(2)，第25回海講論文集，pp. 264-268, 1978.
- 4) 北海道開発局：浦河港漂砂調査解析その他業務報告書，1978.
- 5) 北海道浦河町：浦河東海岸深淺測量調査報告書，1977.
- 6) 土屋義人・芝野照夫・十河耕一：Pocket beachの平面形状について，第25回海講論文集，pp. 209-212, 1978.
- 7) 福島久雄・柏村正和・八鍬 功・高橋 将・安井 敬：日高海岸における漂砂の研究第1報，第9回海岸講演会集，pp. 101-106, 1962.
- 8) 堀川清司：海岸工学——海岸工学への序説——，東京大学出版会，pp. 1-317, 1976.
- 9) 前出 3)
- 10) 北海道土木部技術研究会編：漂砂海岸に建設する漁港の水理模型実験について，1978.