

渚ドライブウェーを有する千里浜海岸の現況と侵食対策

石田 啓*・高瀬 信忠**・長原 久克***・浦 良 —****

1. 緒 言

石川県の海岸線総延長は 582 km であるが、この海岸線は、加越沿岸、能登外浦および能登内浦の三沿岸に区分される。加越沿岸は、福井県境から能登半島の付け根にある羽咋市滝崎までの海岸を言い、その大半は背後に砂丘を有する砂浜海岸である。能登外浦は、滝崎から能登半島突端の緑剛崎までの日本海に面した海岸を言い、能登内浦は、緑剛崎から富山県境までの内浦を言う。

本報で対象とする押水羽咋海岸は、加越沿岸の北端にある風光明媚な砂浜海岸であるが、通常、千里浜とも呼ばれており、特に、砂浜を自動車で走行できる“渚ドライブウェー”を有する珍しい海岸である。写真—1 は、海水浴客で賑わう夏の千里浜であるが、近年、この砂浜の侵食が問題となり、このまま放置すれば、将来、自動車走行が不可能になるのではないかと考えた危惧が生じ始めた。そこで、本研究では、千里浜の地象と海象について種々の面から調査を行い、この海岸の侵食機構を究明すると共に、その侵食防止対策について検討する。

侵食防止工法としては、景観を損うことが少ない養浜工法を試験的に実施するが、この場合、養浜砂の選定を誤ると、自動車走行に支障を来す恐れがあるため、千里浜はなぜ自動車が走れるのかについても検討を加える。

2. 地形と海象

図—1 に千里浜の位置を示すが、ここは金沢港と輪島



写真—1 千里浜海岸

港の中間にあるため、来襲する波浪などは、両者のデータを利用することができる。金沢港では、風と潮位および波高が、輪島港では、風と波向および波高が観測されている。波高の測定水深は、金沢港は 20 m、輪島港は 50 m である。

図—2 は、千里浜を含む南北約 16 km に渡る押水羽咋海岸の地形と等深線図である¹⁾。千里浜の北に羽咋川があり、さらに北方に滝港がある。ここは港湾埋没が激しく、毎年 6 千 m³ 前後の浚渫砂の陸上げを余儀なくされている。渚ドライブウェーは、千里浜から今浜までの約 8 km 区間であり、その南に、相見川、宝達川、前田川および大海川の小河川が流入している。汀線²⁾の方向は、羽咋川の南で N350°、宝達川の河口部で N340°である。また、外浜の海底地形は極めて複雑である。この等深線図を断面図に直したものが、図—3 であるが、大半の断面において、複数の沿岸砂洲の発達が見られる。底勾配は、全体的に見て、沖合 1 km までの外浜が約 1/80、沖浜の 2.5 km までが約 1/200、それ以上沖が約 1/100 程度であり、極めて緩やかである。

図—4 に、金沢の 1981 年の風向の頻度分布を示すが、破線で示した 5 m/sec 以下の風は、E～SE 方向から吹く陸風が多く、一点鎖線および実線で示した 5 m/sec 以



図—1 地形

* 正会員 工博 金沢大学助教授 工学部土木工学科
 ** 正会員 工博 金沢大学教授 工学部土木工学科
 *** 石川県 土木部河川課企画利水係長
 **** 石川県 羽咋土木事務所港湾係長

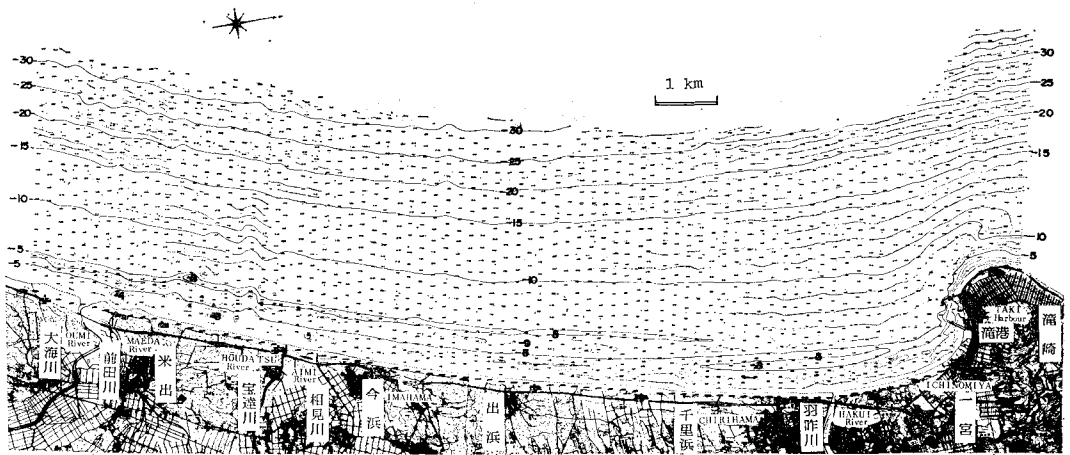


図-2 押水羽咋海岸(千里浜)の等深線

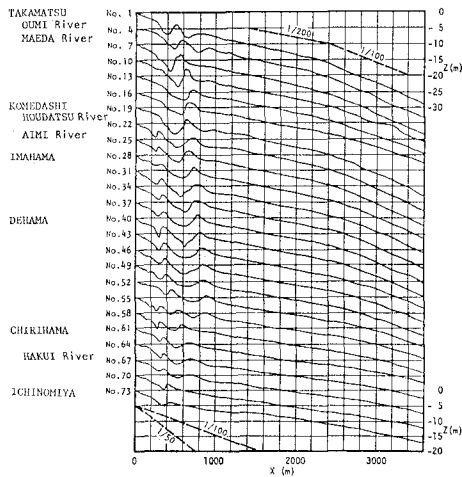


図-3 押水羽咋海岸(千里浜)の海底断面

上の風は、NW～SW から吹く海風が卓越する。なお1979年および1980年の結果も同様である。これらの風と恒流との関係は、千里浜の沖7～14kmの海域で海底から5mの位置に、7台の小野式流速計を設置して測定した結果が得られており²⁾、陸風の場合は、図-5に示すように、北上する対馬海流が滝崎沖で反転し、海岸に向かう流れが生じる。海風の場合は、北上する海流は、より一層岸に接近するが、やはり沖合数kmの地点で

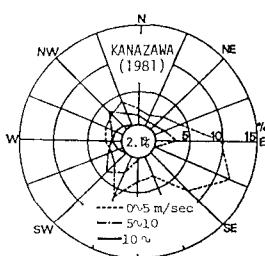


図-4 風向頻度分布

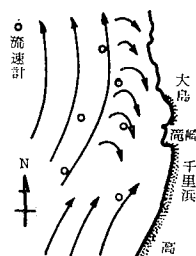


図-5 恒流の流況

反転し、南下する海岸流を生じる。観測された流速の大半は、20～30cm/sec程度であるが、これらの流れによって、浮遊砂が千里浜へ漂着して来たことが考えられる。

月平均の潮位は、通常3月に最低で8月頃に最高となり、その差は約40cm程度である。

図-6は、輪島の1981年の有義波の波向の頻度分布で

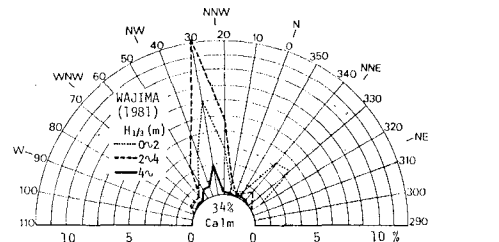


図-6 波向の頻度分布

あり、波高のいかんにかかわらず、N30°からの波が卓越する。この傾向は、1980年および1979年も同様である。なお、NNE方向からの波は、能登半島に遮断されるため、千里浜へは来襲しない。

図-7は、金沢の波浪データによる有義波の発生回数を、波高および周期別に示したものである。一つの有義波は2時

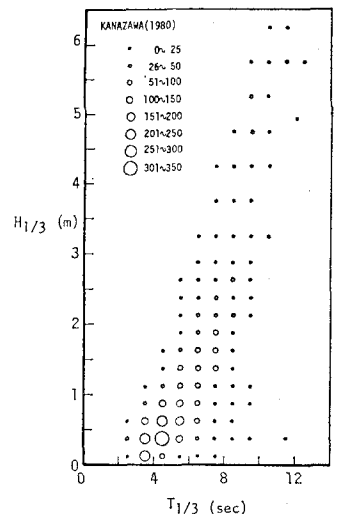


図-7 有義波の波高・周期別の発生頻度

次に、千里浜およびその周辺の海岸の西荒屋、白尾、高松、米出、一の宮の底質粒径の岸沖方向変化を調査した。千里浜の結果を図-9に示すが、後浜から水深50m

図-8 は、南の安宅から北の一の宮までの加越海岸の各汀線の砂の粒度分析結果を示したものである。全般的な傾向としては、安宅から一の宮へ向かうに連れて粒径は小さくなるが、梯川、手取川、大野川、河北潟放水路などの河口では、粒子は粗くなる傾向がある。加越沿岸の場合、これらの河川から流出した土砂のうち、沖合に

図一8 加越沿岸の汀線の砂の粒度特性

図一10は、図一7に示した金沢の波を、沖波波高に換算し、これに侵食・堆積の限界値を描いたもので、 $C=18$ 、 $d=0.16\text{ mm}$ 、 $S=1/50\sim 1/200$ の場合には、最多瀬

図一10 岸沖漂砂による汀線の前進と後退

度の波は、限界状態に近い堆積性の波になる。千里浜の場合、 $N30^\circ$ の波が多いため、その屈折による波高減少を考慮した換算沖波波高で考えると、より一層堆積性の波となり、したがって、岸沖漂砂による侵食の恐れは少ないと考えられる。

沿岸漂砂量 Q_y は、波のエネルギーフラックスの沿岸方向成分と関係づけた $Q_y = \gamma E_a$ から計算できる⁵⁾。図-11は、図-2の水深データを用いて計算した波の屈折図

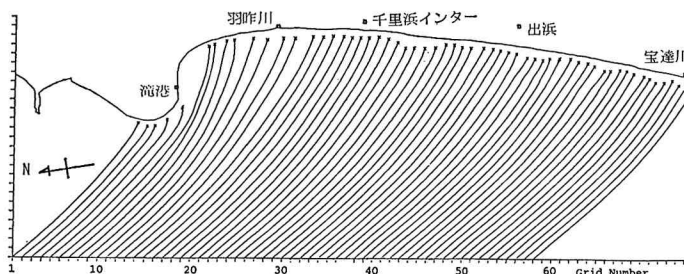


図-11 千里浜の波の屈折 ($T=7\text{ sec}$, $H_0=2\text{ m}$, 波向 $N30^\circ$)

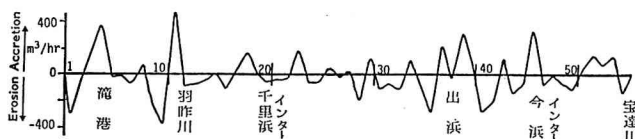


図-12 沿岸漂砂による侵食・堆積予測

の一例であり、×印は合田の砕波限界式による砕波点である。この時の波は、周期 $T=7\text{ sec}$, $H_0=2\text{ m}$ であり、沖波の波向は、 $N30^\circ$ であるが、砕波角は $10^\circ\sim 20^\circ$ 程度となり、したがって、北から南へ向かう沿岸流とそれによる沿岸漂砂が生じる。この時の漂砂量は、サベージによる γ と n の値⁵⁾を用いると、 $100\text{ m}^3/\text{hr}$ のオーダーとなる。図-12は、この沿岸漂砂量の差から、各地点の侵食と堆積の傾向を出したものであり、滝港、羽咋川河口、出浜および今浜で堆積が、羽咋川北、千里浜インターチェンジなどの地点で侵食が生じる。この傾向は、 T と H_0 を変えた場合でも、 $N30^\circ$ の場合は比較的良く似たものとなるが、より正確に千里浜の汀線変化を予測するために、今後の詳細な検討が必要である。

5. 侵食対策の検討と養浜実験

千里浜の侵食状況は、1910年に作成された5万分の1の地図と1979年のそれとを比較すると、汀線後退量は、千里浜インターチェンジの南で約100m、羽咋川の南で約60mとなり⁷⁾、局所的な堆積箇所を除外して考えると、年平均1~2mの侵食が生じていると言える。

この侵食の主要原因は、4.で述べた南向きの沿岸漂砂量が、羽咋川や手取川あるいは後浜背後の砂丘などから供給される砂の量を越えるためと考えられる。渚ドライ

ブウェー区間の後浜幅は、約30m~50mであるが、将来ともドライブウェーを維持して行くためには、現在、侵食防止対策を検討しておく必要がある。

侵食防止工法としての突堤や離岸堤は、堆砂能力は大きい、沿岸漂砂の下手側の海岸の侵食や景観破壊の恐れがある。ただし、現在、一の宮において、滝港の埋没防止のために離岸堤が2基設置されているが、その岸側には、顕著にトンボロが発達し、侵食防止の一助にもなっ

ている。土屋ら⁸⁾の提案した安定海浜工法を用いると、動的に安定な海浜を造ることが可能であり、ヘッドランド間隔を3kmとした例について検討したが、この間隔が長い場合には、自然の堆砂に待つのみでは不十分であり、養浜工法を併用しなければならないと思われる。

構造物を設置せずに、砂のみを搬入する養浜工法は、景観保全面からは最も好ましいが、養浜後の砂の流出を検討しておかねばならない。そのため、滝港の浚渫砂 5000 m^3 を用いて試験的な養浜を行ったが、その状況を写真-2に示す。砂の搬入場所は、千里浜インターチェンジの南側の400m区間であり、汀線が15m前進するように、汀線付近に砂を敷きならした。この砂

の移動状況は、今後測定する予定である。

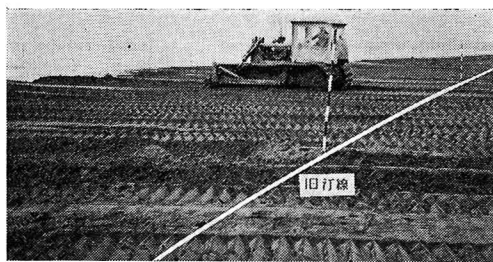


写真-2 養浜砂の搬入

6. 千里浜の砂のセン断抵抗

千里浜の養浜砂は、自動車走行に支障を来たさない範囲で材質を選定しなければならない。このことは、千里浜はなぜ自動車走行が可能かという問題を提示するため、千里浜の砂およびガラス粒子を用いて、種々の条件下で、一面セン断試験を行った。千里浜の車道部の砂は、湿潤密度 1.95 g/cm^3 , 乾燥密度 1.57 g/cm^3 , 含水比24%, 間隙比0.70, 飽和度91%である。

図-13に、垂直荷重応力 σ とセン断応力 τ との関係を示すが、摩擦角 $\phi = \tan^{-1} \tau/\sigma$ の値は、千里浜の砂の場合、 $33^\circ\sim 47^\circ$ となる。特に、乾燥状態で締固めた場合が最大であるが、含水比を24%として突き固めた場

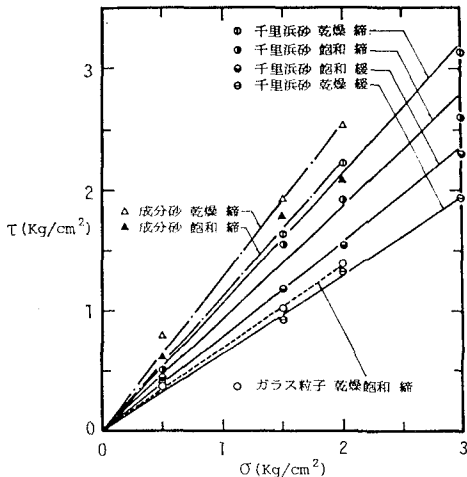


図-13 セン断試験結果

合も、ほぼ同一の値が得られた。さらに、千里浜の砂をふるい分け、 $d=0.105\sim0.149$, $0.149\sim0.25$ および $0.30\sim0.42\text{ mm}$ の3種類の均一粒径の砂（成分砂）を作ったが、これを締固めた場合は、 $\phi=53^\circ\sim48^\circ$ と大きくなる。一方、成分砂と同一条件のほぼ球形のガラス粒子では、 $\phi=42^\circ\sim33^\circ$ と小さくなる。ただし、図に示した成分砂とガラス粒子は、 $d=0.149\sim0.25\text{ mm}$ の場合である。以上より、粒子が締まり易く、粒径が均一で、形状が丸くない砂程、より強いせん断抵抗を発揮し得ることが判明した。千里浜の砂は、これらの条件を良く満たしていると言えるが、特に、顕微鏡写真によれば、角張った粒子の多い所に特徴がある。

7. 結 語

加越沿岸の北端にある千里浜は、手取川などの河川から出る砂が、対馬海流に乗って北上する過程でふるい分けられたため、均一な微小粒径の砂浜になったと言える。千里浜の海底勾配は極めて小さいため、岸沖漂砂による侵食の恐れは少ないが、波向きが $N30^\circ$ に集中しているため、南向きの沿岸漂砂が卓越し、外部からの砂の供給が不足する現在、侵食傾向にある。侵食防止工法には、景観を損わない養浜工法が最適と思われるため、その試験施工を行ったが、この結果は、次の機会に発表したい。

最後に、本研究を行うに際し、多大の援助を賜った金沢大学理学部・細野義夫教授、金沢美術工芸大学・小松亮一教授、石川県環境部・曾我紘一郎長、寺井直則主幹、柳田 亨技師および自然海岸保全対策調査委員会の関係諸氏に深謝の意を表すると共に、助力を頂いた金沢大学工学部・松本樹典助手と学生諸氏に謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 自然海岸保全対策調査委員会報告書、石川県環境部、1984.
- 2) 人工礁漁場造成事業志賀地区調査委託業務報告書、石川県農林水産部水産課、1983.
- 3) K. Horikawa: Coastal sediment processes, Application of stochastic processes in sediment transport, Chapter 17, pp. 17-1~17-66, Water resources publications, 1979.
- 4) 砂村継夫: 自然海浜における汀線位置の時間変化に関する予測モデル, 第27回海岸工学講演会論文集, pp. 255~259, 1980.
- 5) 岩垣雄一・榎木 亨: 海岸工学, 共立出版.
- 6) 土屋義人・R. Silvester・芝野照夫: 安定海浜工法による海岸侵食制御について, 第26回海岸工学講演会論文集, pp. 191~194, 1979.