

金沢工業大学 水村和正
真柄建設 上田信二
日本テトラポッド 中西勉

研究の目的

自然海浜や海岸構造物の周辺での砂の移動方向を決定するのは、大変重要な、かつ、さしせまった問題である。砂の移動方向は、海岸工学では、ふつう過去と現在の航空写真の比較、深淺測量図の比較、蛍光砂の移動解析、水理模型実験、現地での海浜流の調査、簡単な海岸構造物周辺の地形変化等によって決定する。しかしながら、これらの資料が整っているとは限らないし、整っていても漂砂方向を客観的に決めるのは容易ではない。それに対して、地球化学や環境工学の分野では汚染試料に含まれる地球化学元素や重金属元素の含有量を測定し、大気、河川、湖沼、海洋中の重金属元素の移動形態や汚染物質の源を調査している。本研究では、砂試料を蛍光X線で解析し、その中に含まれる地球化学元素や重金属元素の比を求める。つぎに、相関行列を計算することによって、砂試料間の相関度を求め、砂の移動方向を決定しようとするものである。用いる地球化学元素は、珪素(Si)、アルミニウム(Al)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、鉄(Fe)である。

本研究でもちいた、金沢の南西に存在する橋立漁港は、日本海の冬期風浪が終了する春に砂が堆積し、埋没する。このために、毎年しゅんせつを行っている。この漂砂を阻止するために、防砂堤が計画されている。しかし、この埋没土砂の漂砂源を明らかにしないと、この計画はうまくいかない。そこで、本研究の目的は、この埋没土砂の源を見つけることである。

橋立漁港はてい線の凸型の付近に建設されている。また、沖を対馬海流が流れており、てい線に沿った流れが、剝離し、複雑な流れを形成すると考えられる。本港は、波浪による漁船保護の理由により、非常に複雑な防波堤の港内配置となっている。したがって、港内および周辺の砂の移動方向もかなり複雑になっていると考えられるため、本方法による砂移動方向の決定は非常に強みを発揮することになる。砂試料の採取地点は図-1の番号を付した所である。水面付近の砂は問題ないが、水中の砂はダイバーによって採取された。

研究の方法

まず、砂移動方向を決めたい領域から砂を取り、蛍光X線用の試料を作成する。これは砂を細かく粉末状にし、それから圧縮し、煎餅状にする。これに蛍光X線を照射し、砂試料に含まれる地球化学元素のKCNPSの量を測定する。これを用いて、相関行列を計算し、採取砂同志の相関係数を求める。

実験および計算結果

橋立漁港内の砂採取地点43と相関性が高い、すなわち、点43とほぼ同じ成分からなる砂の場所は、点7、10、15、22、31、32、33、46となっている。このうち、点7、15、46は同じトンボロ内の砂である。点31、32、33は橋立海水浴場の砂を示す。点22は港内の砂であり、点43の砂が流入したものである。図-1は本方法によって予測した砂の移動方向を示す。用いた元素は、珪素、アルミニウム、カルシウム、カリウム、鉄である。これによると、埋没地点はほぼ点43であり、この点付近に港湾内および周辺から砂が集まって来ることがわかる。また、点15にも、橋立海水浴場付近から砂が移動している。点15と43の砂の相関性は1であるので、両者は全く同じ砂であ

る。すなわち、点43の砂の源は、橋立海水浴場となる。これが本方法で求めた結論である。これを検証するために、深浅測量図と航空写真を用いた。1964年と1979年の間の地形変化を考慮すると、西防波堤の背後にトンボロが形成されているのが観察される。この砂は橋立海水浴場およびその東側の海域から移動してきたものである。また、橋立海水浴場のてい線変化も顕著である。時間経過とともに、前述したトンボロが北東防波堤の背後にまで到達している。さらに、海水浴場のてい線はほぼ、平衡状態になっている。しかし、この沖では洗掘が進行している。航空写真によるてい線変化は深浅測量図の比較結果とほぼ一致する。橋立漁港に近い福井港と輪島港での来襲波浪のエネルギーの方向分布を考えると、橋立漁港は年間を通じて、NWからWNWが卓越しているものと考えられる。これは防波堤背後のトンボロ形成と符号する。

まとめ

地球化学元素を用いた砂移動方向の決定法は本港のように防波堤の港内配置が非常に複雑な場合に特に有効であることがわかった。また、その結果は深浅測量図や航空写真の比較結果とよく一致し、複雑な砂移動でも各防波堤背後のトンボロの形成ということで説明できることが判明した。

参考文献

Mizumura, K., Nishimoto, T., and Yamamoto, T. (1994a). "Analysis of sand movement on Noto Coast by Geochemical method," *Hydraulic Engineering '94*, Vol.2, ASCE, 923-927.

Mizumura, K., Nishimoto, T., and Yamamoto, T. (1994b). "Analysis and Classification of Coastal Sand by Geochemical Method," *Proceedings of 9th Congress of APD-IAHR*, 35-41.

Mizumura, K., Nishimoto, T., Yamamoto, T., and Tsutsui, H. (1995). "Prediction Method of Sand-Movement Direction in sea by Geochemical Elements," *Journal of Environmental Geology and Water Sciences*, Springer International (to be published).

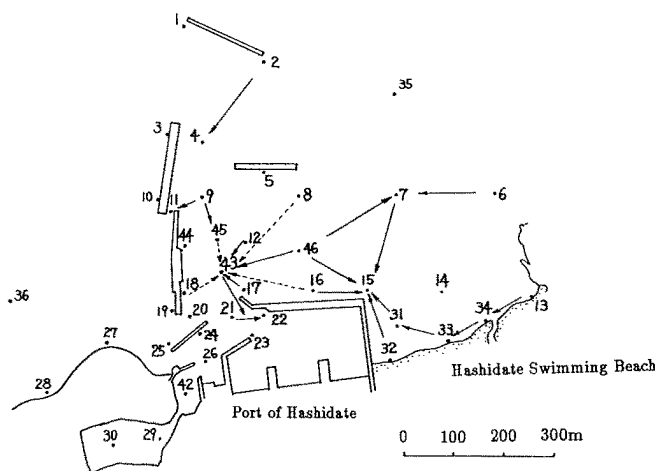


図-1 橋立漁港、砂採取地点、予測した砂移動方向