

金沢工業大学 水村和正
真柄建設 熊谷幸博

研究の目的

昨年度開発した、地球化学元素による砂移動方向の決定法を検証するために、石川県の河川の自然砂を用いて実験と計算を行った。はじめは、自然砂をふるいで分類して、粒径の大小と単位重量当たりのKCNPSを比較した。つぎに、河川砂を用いてその砂の単位重量当たりのKCNPSの値の大小と河川の流れ方向が同じかどうか調べた。

本方法の検証

門前町の八ヶ川、阿岸川、南川、仁岸川の10地点で採取した砂をふるいによって、つぎのように分類した。すなわち、砂の粒径0.3mm以下、0.3mmと0.6mmの間、0.6mmと1.2mmの間、1.2mm以上である。したがって、40サンプルをつくる。このサンプル間の相関係数を求めると14ケースが1となった。14ケースのうち1ケースのみ、小さい粒径の方が単位重量当たりのKCNPSの値が大きくなるが、他の13ケースは大きい粒径の単位重量当たりのKCNPSが大きくなる。一般に砂の移動方向は、大きい粒径から小さい粒径であるので、単位重量当たりのKCNPSを測定すれば、砂移動方向が求まることになる。

現地調査

本方法を砂の移動方向の自明な河川の砂に適用する。すなわち、河川の流れ方向に砂試料の単位重量当たりのKCNPSが減少するかどうかをチェックする。検証河川として、石川県の八ヶ川、阿岸川、南川、仁岸川および手取川を考える。阿岸川は長さが約数10キロメートルの小河川であり、ダム等の大規模な河川構造物は存在しない。河川幅も数メートルと広くなく、流れの偏向もほとんど見られない。したがって、砂採取に対して、流れの断面方向に比較的同じ砂が存在している。しかし、河川長が短いために、砂の粒径はかなり大きい。砂採取位置は河口部から200メートル間隔で、11点である。手取川は石川県の南に位置しており、全長約77キロメートル、河口部の幅は約200メートルである。上流の部分は手取川ダムのために河床は低下し、かなり大きい小石が多く、細かい砂は余り見られない。そこで、比較的細かい砂が存在する地域を選んで砂試料の採取を行った。位置による影響をみるために、採取の仕方を2通りとした。すなわち、左岸の砂の表層および表層の石の下の砂である。砂採取は30メートル間隔で12点である。

実験結果

阿岸川の流れに沿う単位重量当たりの各元素のKCNPSの変化をみると、重い元素の方が上流から下流にいくにつれて減少しているようである。元素によって、河口部の方（海側）が大きいものと小さいものがある。これは、鉄のように海水の塩素と反応するかどうかで解釈できる。河口部の方がKCNPSの値が大きいものは、これらの元素が海から供給されることを示し、河川上流部で高い値をもつ元素は陸地からの供給を示す。また、流れに沿う変動は下流のために、塩水が塩水楔を呈し、進入しているのが原因か、後述するように、砂試料の採取地点によるのか、明らかでない。

砂の移動方向

図-1は元素、珪素、アルミニウム、カルシウム、カリウム、鉄を用いて予測した砂の流れ方向と隣接する砂採取点との相関係数である。実線の矢印は全ての元素について同じ大小関係があることを示し、点線の矢印は過半数の元素について同じ大小関係があることを示す。これによると、この領域の上流側は砂移動方向が河川の流れと同じであるが、下流側は逆流もみられる。この結果はほぼ、妥当でないかと思われる。元素、鉛、砒素、チタン、マグネシウム、マンガン、亜鉛、銅、アンチモン、ニッケル、コバルトを用いても、図-1と同じ結果である。相関係数はほぼ前ケースと同じである。また、砂の予測した移動方向もほぼ同じ結果で、上流部では下流に向いており、下流部では逆流域を形成している。これらの結果より、基本の5元素、珪素、アルミニウム、カルシウム、カリウム、鉄の5元素による流れ方向の予測が可能ではないかと考えられる。手取川の12地点の砂試料間の相関係数が1または1でない点に分類することによって、2つのクラスに分けられる。どうしてこんな違いが現れたかという、前者は砂採取の際、石の下から、後者は表層から収集した。これは、表層に細かい砂があるかないかで決まってしまった。石の下から採取した砂同志の相関係数は1であり、表層から採取した砂同志の相関係数はまた1である。これは、相関係数の決定に砂採取地点の位置が決定的な役割をすることを暗示する。砂採取点を2つのクラス、すなわち、石の下と表層に分けた場合に、各元素の流れ方向の分布は、変動がほとんどなくなり、かなり滑らかな曲線となる。傾向は、ほぼ、上流から下流に単位重量当たりのKCNPSは減少している。2つの各々クラスでの相関係数と砂移動方向の予測によると、表層の砂については、ほぼ満足する結果となっている。

まとめ

石川県の5河川の砂試料を解析し、次のようなことがわかった。はじめに、砂移動方向を決定するためには、相関係数がほぼ1でなければならないこと。つぎに、砂採取点の選択は非常に重要である。とくに、河川のように、種々の砂が混在している場合は難しい。元素としては、珪素、アルミニウム、カルシウム、カリウム、鉄で充分である。以上のことに注意すれば、河川にも本方法が適用できる。

参考文献

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).

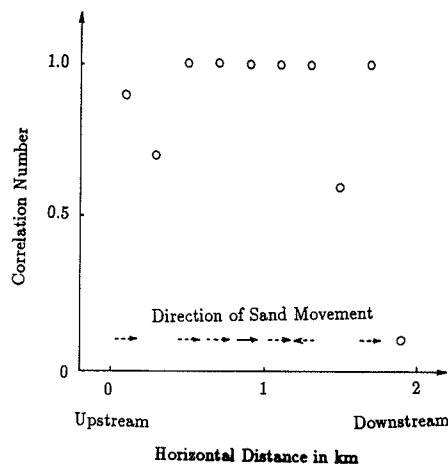


図-1 阿岸川に沿う相関係数の変化と砂移動方向の予測 (Si, Al, Ca, K, Fe の利用)