

II-70

河川とその河口域での底質材料の類似性

開発土木研究所 正会員 船木 淳悟

1. はじめに

河川を陸域から海域へ土砂やその他様々な物質を運搬するシステムとして取り扱うべきとの認識がなされるようになり、河口周辺沿岸海域をも水系の要素として陸域-海域間の物質移動の連続性を究明しようという研究が、近年盛んになってきた。著者らはこれまでに、北海道の一級河川鶴川流域とその河口部において出水時の現地観測を実施し、河口域における土砂の拡散や収支を把握した¹⁾。また、河川水とともに海域に供給される物質中に含まれる水質成分を分析し、その特性と海域環境に与える影響について考察を行った²⁾。

今回は河口とその沿岸域に分布する土砂について、粒度組成と鉱物組成をインデックスとして比較検討し、これらの類似性から土砂の供給源や沿岸域での土砂の挙動を調べたものである。調査対象とした土砂は河床材料、海底砂、海浜砂、および河川水に含まれる浮遊砂・ウォッシュロードの沈降物である。

2. 研究方法

2-1. 試料の採取地点および方法

調査対象とした鶴川は日高山脈トマム山に源を発し、太平洋に注ぐ幹川流路延長 135km、流域面積 1,270km²の一級河川である。流域形状は細長く、流域面積の91%が森林で占められ、山地部が河道の際まで迫り沖積平地はほとんどない。一方、鶴川河口付近の胆振海岸は、NW-SE 方向に海岸線が延びる砂浜海岸である。河口部の東側2kmには汐見漁港の防波堤が沖合い約300mまで突き出し、西側には河口から10km地点に苫小牧東港の防波堤が沖合い約3.5kmまで突き出している。

材料の組成を比較するために選定した地点および試料は以下のとおりである。

- (1) 河川水に含まれる浮遊砂・ウォッシュロードの沈降物：St-4

河口沖合い300m地点の1/2水深部に、内径10cm、高さ30cmの塩化ビニールパイプを36本束ねた構造のセディメントトラップを設置し、平成10年5月19日から6月2日までの14日間に沈降した物質を採取した。この期間は既に融雪出水が終息しており、また約20mm程度の降雨が2回あったものの流量は50m³/sと少なく、これ以外の時期は10~20m³/sとほぼ平水流量で安定していた。

- (2) 河床材料：RB-2、RB-6

鶴川河口上流200m地点の右岸低水路河床(RB-2)と厚真川河口上流100m地点右岸側の堆積地(RB-6)から採取した。

- (3) 海浜砂：S-2、S-6、S-9

鶴川河口部の東側約10kmの地点には一級河川沙流川が注ぎ、また、西側10km地点には苫小牧東港の防波堤があって二級河川厚真川がこの防波堤のすぐ東側に注いでいる。この20km区間には他に主要な漂砂源となるような河川はない。したがってこの区間の海浜砂は鶴川、沙流川、厚真川が漂砂源と考えられる。そこで、沙流川河口右岸(S-2)、鶴川河口右岸(S-6)、入鹿別川河口右岸(S-9)の3地点で碎波の打ち上げ高よりも高い場所から粒径の均一な箇所を選び、表面部分の粒度構成が風や雨水により影響を受けている可能性を考慮し、表層を約10cm取り除いてから移植ごてで採取した。

- (4) 海底砂：SB-5、SB-14

鶴川河口沖合い600m地点(SB-5)と、鶴川・沙流川両河口からほぼ等距離(5km)離れた同じく沖合い600m地点(SB-14)で、アクリル製の採泥管を海底に差し込んで表層部分を採取した。

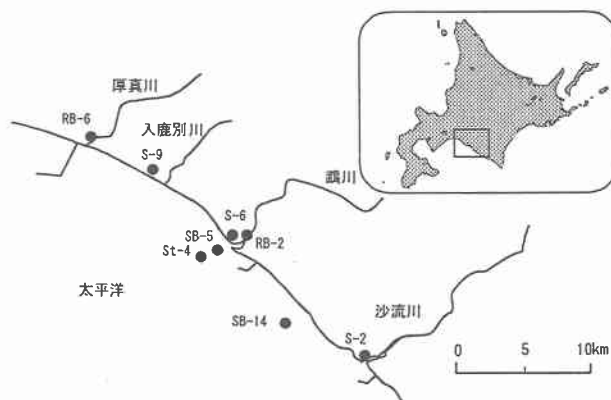


図-1 調査位置

Similarity of River and Sea Bottom Material Around The Mouth of Mukawa River
by Jungo FUNAKI

2-2. 分析方法

採取された試料は、粒度分析と鉱物分析の2つの方法で分析した。

粒度分析は JIS 規格によるふるい分析と沈降分析に拠った。一方鉱物分析には重鉱物分析法を用いた。この方法は、礫・砂・シルト-粘土という粒径カテゴリーのうち砂粒子の鉱物組成を明らかにし、堆積環境、供給源などの判断に利用される。鉱物分析方法としては、この他に粘土鉱物を対象とした X線回折法があるが、今回の分析対象が河床、海底、海浜の構成物で砂領域の試料であることから重鉱物分析法を採用した。またこの方法は鉱物組成を定量的に求めることができるという利点がある。

分析方法の要点は次のとおりである。まず試料を洗浄してシルトを洗い流し、粒径 125~250 μm の細粒砂をふるい分ける。これを比重 2.85 の重液で分離し、浮いたものを軽鉱物、沈んだものを重鉱物とする。分離されたそれぞれの重・軽鉱物の岩種組成を偏光顕微鏡によって同定し、その粒数を計数して組成百分比を求める。砂領域の中から粒径 125~250 μm のものを分析対象とするのは、このサイズの領域が鉱物粒子の量が最も安定しているからである。

3. 粒度組成からみた類似性

図-2 に各試料の粒度分布を示す。今回、非出水期に採取した沈降物 (St-4) の粒度分布をみると、シルト-粘土領域の極細粒成分と砂領域の成分とが質量比 50% ずつを占め、粒径 2mm 以上の礫領域成分は混じっていない。この分布型は昨年 8 月の洪水時に測定された沈降物の分布と一致しており、このことから河川水とともに海面部分を拡散し沈降する土粒子の粒度構成は、洪水・非洪水に関係せず同じであることがわかった。一方、沈降物以外の試料にはシルト-粘土領域の微細土砂がほとんど存在せず、沈降物と底質材料とで重複するのは 0.075~2mm の範囲の砂領域のみであるが、その質量構成比率はどちらも極めて小さい。このことだけで評価すれば、河川水が海域にもたらす浮遊砂・ウォッシュロードが河床、海底、海浜の各構成材料の主たる供給源ではないとも取れるが、平成 9 年の夏期洪水では $3.2 \times 10^8 \text{kg}$ もの浮遊砂が海域に供給されており¹⁾、スケールメリットを考慮すればこのわずかに重複する領域の砂粒子が、河口域をはさんだ土砂の移動現象に極めて重要な意味を持つと考えられる。

次に各試料の分布型の類似性から、構成材料の関連性を考察する。まず、鶴川の河床材料 (RB-2)、河口前面の海底砂 (SB-5)、および河口近傍の海浜砂 (S-6) を比較する。RB-2 と SB-5 は酷似しており、粒度分布で判断する限り両者は非常に関連が強いと考えられる。海浜砂の粒度組成は当然漂砂源の粒度組成に大きく依存するが、一方で漂砂量や碎波点での波の諸元によって粒度分布は選択的に変化する。S-6 の粒度分布域は RB-2 や SB-5 と一致しているが、組成は 50% 粒径で RB-2 や SB-5 の約 2 倍の大きさである。つまり、海域に供給された後、碎波環境下で粒度分布の粗粒化が生じたものと考えられる。

鶴川と沙流川の間地点の海底砂 (SB-14) は直接河川からの供給物にさらされていないためか、SB-5 より礫領域の質量構成比が大きいが、最大粒径では 2 倍程度で大きな違いはない。沙流川河口部の海浜砂 (S-2) と S-6 はともに河口直近の海浜砂であることから、鶴川河口から約 4km 離れている S-9 より粒径が細かくなっている。

厚真川の河床材料 (RB-6) は粒径が極めて均一 (0.1~0.2mm) で、0.2mm を超える土粒子が含まれていな

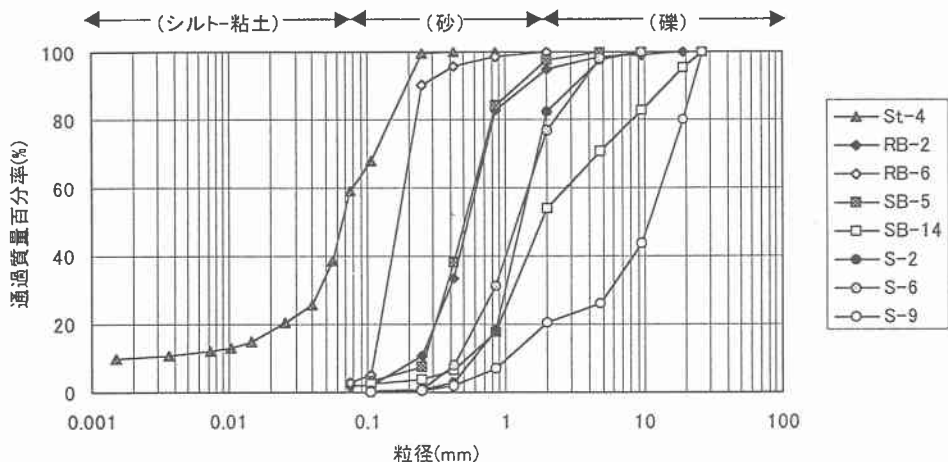


図-2 各試料の粒度比較

い点で鵝川の河床材料やその他の底質材料と比べても特異である。厚真川は河川改修によって河口部が付け替えられており、海域に向かって直角に河口が開き、河口閉塞のような土砂の堆積はみられない。また、厚真川の河道沿いには沖積性の未固結な砂・礫はほとんど堆積していない。鵝川沖の海域では水深の全層にわたって流速 0.2m/s 程度の流れが恒常的に存在しており、RB-6 の粒径は漂砂として十分移動しうる大きさである²⁾。したがって RB-6 の土砂は流域から河川水とともに運搬されたものではなく、海域から漂砂として持ち込まれたものではないかと推察する。

4. 鉱物組成からみた類似性

4-1. 流域の表層地質概要

鵝川、沙流川流域は日高造山運動の影響を最も強く受けた地域に属し、ほぼ日高山脈に平行して東側から①日高変成帯、②日高不変成帯、③白亜系向斜帯、④神居古潭帯、⑤白亜系～新第三系褶曲帯が带状に配列している。各地質構造帯の岩種構成は以下のとおりである。

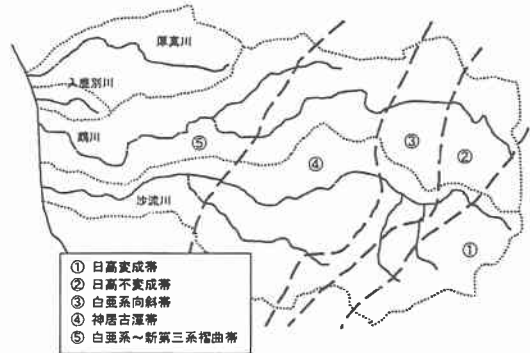


図-3 地質構造帯の位置

①日高変成帯：日高造山帯の中軸部を構成し、花崗岩、各種はんれい岩、かんらん岩などの深成岩から成る。

②日高不変成帯：粘板岩と輝緑岩質岩石とに分けられる。粘板岩の中には硬砂岩、砂岩・粘板岩互層、チャート、石灰岩などを介在する。

③白亜系向斜帯：日高不変成帯の西側に地溝状に細長く分布し、日高帯と神居古潭帯とを分ける重要な構造帯。泥岩、砂岩・礫岩で構成される。

④神居古潭帯：輝緑岩質岩石が最も広く分布し、輝緑凝灰岩を主体に、砂岩、粘板岩、チャートがひんばんに介在する。また神居古潭帯の特徴である蛇紋岩体は日本最大である。

⑤白亜系～新第三系褶曲帯：礫岩、砂岩、泥岩、砂岩・泥岩互層などから成る。

これらの基本地質構造帯の他に、海岸や河川沿いには礫・砂・粘土から成る未固結堆積物の海成および河成段丘がある。また、海岸部付近の丘陵地帯には火山灰、軽石、ロームなどの火山性岩石が堆積している。

4-2. 鉱物組成からみた類似性

軽鉱物、重鉱物の組成を図-4、5に示す。軽鉱物の組成は、全試料を通じてほとんど共通である。これは軽鉱物の比重が2.85よりも軽い鉱物であるため、容易に拡散されやすく分布域に差が出なかったためと考えられる。火山ガラスがセディメントトラップ (St-4) と鵝川-沙流川中間部の海底砂 (SB-14) に微量含まれているが、この生産源は海岸付近の丘陵地帯に分布する火山性岩石と推定され、鵝川の中・上流域にはほとんど存在しないことから、流域内での土砂の移動を追跡するマーカーとなる可能性がある。

重鉱物は比重が2.85より重い物質であるため、河川水とともに海域に運搬された後河口部近傍に沈降しやすいと考えられる。したがって同一河川の河床材料、海底砂、海浜砂の鉱物組成は土砂生産域の地質構造を反映し、相互に類似していると推定した。まず、河川の浮遊砂・ウォッシュロード由来の沈降物である St-4 の鉱物組成は、輝石類が合わせて58%と最も多く、次いで不透明鉱物が29%となっている。普通輝石、紫蘇輝石は玄武岩、はんれい岩、安山岩等の成分鉱物として広く本道に産出し、当流域の神居古潭帯の輝緑岩質岩や蛇紋岩中にも含まれている。これらの岩は穂別川合流地点よりも上流域に分布しており、ここが主要な生産源と考えられる。不透明鉱物の半数近くは比重の大きな磁性鉱物で、磁鉄鉱と考えられる。これは、鵝川の河床材料 RB-2 の採取地点近傍海岸線部で、純度の高い磁鉄鉱堆積域が平成9年の夏期洪水の後に確認されたことから推察したものである。また、微量ながらかんらん石が含まれているが、これはほぼ蛇紋岩起源と考えてよく、当流域から産出された鉱物の特徴をよく表している。

鵝川の河床材料 RB-2 の組成は St-4 の沈降物と似ているが、輝石類と不透明鉱物の構成比率が逆になっている。これは、比重の重い磁鉄鉱が河口付近の河床に集中的に堆積したためではないかと考える。このことは、沖合い600m地点の海底砂 SB-5 の不透明鉱物比率が15%とさらに小さいことから説明できる。さらに海浜砂 S-6 は河床材料とそっくりな組成を示している。

沙流川 (S-2) と入鹿別川 (S-9) の海浜砂は組成が非常によく似ているが、不透明鉱物比率が小さいという点で鵝川と違った特性を示す。一般的に不透明鉱物は火成岩に多く含まれており、入鹿別川流域には火成

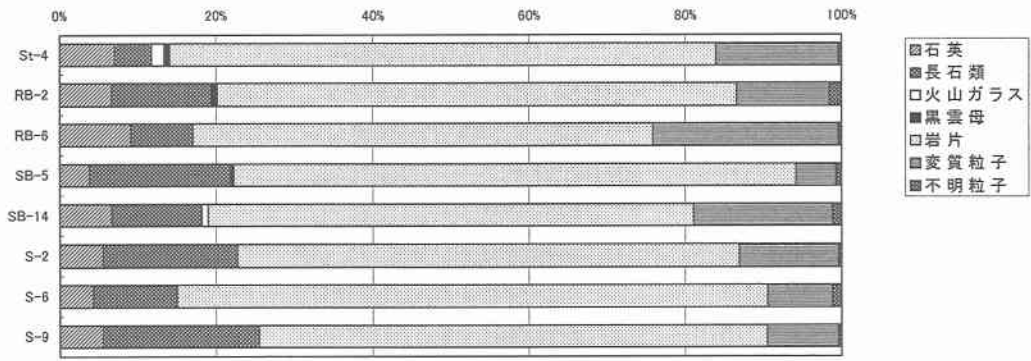


図-4 重鉱物の組成

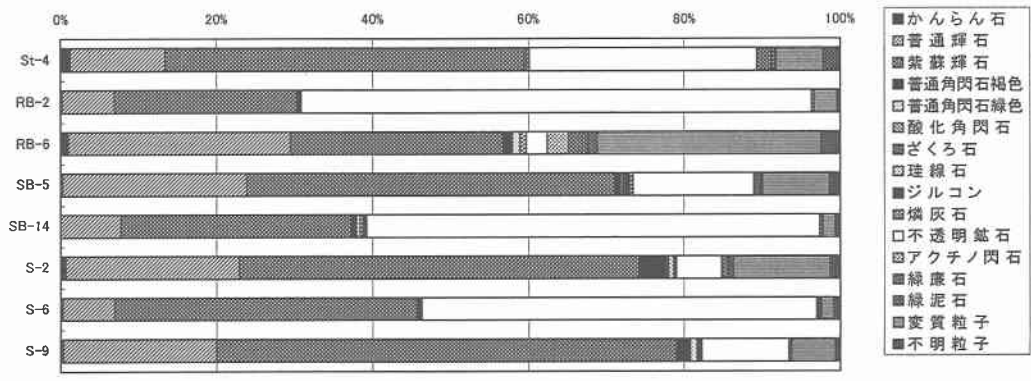


図-5 重鉱物の組成

岩が分布していない。したがってこの地点の海浜砂は鶴川方面からの漂砂によって形成されていると考えられ、漂砂源即ち河口からの距離が離れているため含有率が小さくなっているものと推定する。沙流川については基本的に鶴川と地質構造は同一であることから、鉱物組成の相違について理由を考えるのは難しい。可能性の一つとして、本川に建設された岩知志ダムや二風谷ダムによって比重の重い不透明鉱物が流下してこなくなったことが考えられるが、これについてはダム堆積物の分析を行うなどの調査が必要である。

厚真川の堆積物 (RB-6) は鉱物分析結果からも他の組成パターンと異なっている。本来玄武岩や安山岩などの火山性岩石に含まれる輝石類が、流域にこうした地質を持たない厚真川の河床堆積物とはなり得ない。粒度分析の結果と合わせ、この堆積物は厚真川流域由来ではなく、漂砂によって河口内に堆積したものと判断される。

5. まとめ

河口部から海域へ供給される土砂の挙動を、粒度組成と鉱物組成の類似性を用いて推定した。その結果、河口付近の土砂は流域の地質構成を反映していること、河口からの距離に応じた分布特性と岩の特性とを関連付けて説明できることなどがわかった。上記の方法は、生産源から海域での拡散・堆積に至る土砂移動プロセスを追跡していく有力な手法になると考えられる。今後は河道堆積物の調査を上流域へ向けて実施し、水系一貫した土砂移動の連続性を明らかにしていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 船木淳悟, 新目竜一: 鶴川河口海域における洪水後の土砂拡散について, 土木学会水工学論文集, 第43巻, 1992年2月 (投稿中)
- 2) 船木淳悟, 新目竜一: 河川から供給された物質の河口沿岸海域でのふるまいについて, 土木学会第53回年次学術講演会講演概要集, 第2部, pp.788-789, 1998年10月
- 3) 国土庁土地局: 土地分類図01, 北海道II, 日高・十勝支庁, 昭和51年