

北川流域における堆積土砂成分の縦断分布

Longitudinal distribution of sediment composition in the Kita River

島谷幸宏¹⁾, 埜村和孝²⁾, 河口洋一³⁾

Yukihiro SHIMATANI, Kazutaka NOMURA, Yoich KAWAGUCHI

- 1) フェロー会員 博士(工学) 九州大学大学院工学研究院環境都市部門 (〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1)
 2) 修士(工学) JR東日本情報システム(〒151-0053 東京都渋谷区代々木2-2-2)
 3) 正会員 博士(学術) 九州大学大学院工学研究院環境都市部門(〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1)

In the recent years, river restoration has been carried out in Japan. In those cases, we need some information of sediment movement and geology of river basin relationships because of river management of the basin scale. However, the information of these relationships is still poorly understood. The Kita River runs through the northern part of Miyazaki prefecture, and this river is one of the special research sites of river ecology in Japan. In this research, we investigated the deposited sediment component and geological map in the Kita River basin relationships.

Key Words: Geological map, Sediment source, Sediment movement, Kita River, Twinspan

1. はじめに

河川は多種多様な生物の生息・生育環境として豊かな生態系成立に大きな役割を果たしている。人々の生活に必要な不可欠な水を提供してくれる一方で、自然災害をもたらすものとして昔から畏れられている。平成2年度から多自然型川づくりや河川水辺の国勢調査が開始され、平成7年には河川審議会から、生物の多様な生息・生育環境の確保、健全な水循環系の確保、河川と地域の関係の再構築を基本方針とする河川審議会答申「今後の河川環境のあり方について」が出され、河川環境への取り組みの方針が示された。さらに平成9年には河川法が改正され、治水、利水に加え、河川環境の整備と保全が位置づけられた。河川環境は物理的プロセス(攪乱、水温、土砂移動など)と生物学的プロセス(餌環境や種間競争など)によって形成されるが、これらのプロセスは複雑で未解明な部分が多く、その為、平成7年より国土交通省が中心となり、全国5河川を対象とした河川生態学術研究が行われている。

大分・宮崎の県境に水源を発する1級河川五ヶ瀬川水系北川は、上述した河川生態学術研究の調査河川であり、その下流感潮域には環境省レッドデータブックにおいて情報不足に分類されるカワスナガニが生息している。北川流域は急峻な山地が多く土砂流出量の多い河川であり、1960年代に森林伐採が相次いだことや北川上流にダムが建設されたことなども重なり、川の濁りが問題となっている。既往研究から、浮遊土砂が川の

生物に悪影響を及ぼす可能性は高く、北川における流域をベースとした生態系保全や土砂管理を考える上で、土砂の発生源を明らかにする必要性は高い。

流域からの流出土砂量を推定した研究は、浮遊土砂とそれより大きい径の土砂に注目した研究に大別される。前者は、出水時の採水から流出土砂量を推定し¹⁾、後者は崩壊地における崩壊土砂量やダムの堆砂量から流出土砂量を推定している²⁾。しかし、これまでの研究は対象が小流域に限定されることが多く、それらの結果から流域全体の土砂発生量を推定することは難しい。また、これまでの研究は粒径毎に土砂発生源が一致していると仮定しているが、実際、粒径毎に土砂発生源が一致しているか検証した研究はみられない。これら未解明な部分を明らかにするためには、流域内で地形や地質の異なる各支川で、粒径の異なる試料を採取することでより詳細な土砂発生源の推定が可能になると考えられる。

本研究では、北川の下流に堆積した土砂は流域のどの地域からどれくらい出ているかを、流域全体からの視点から明らかにすることを試みた。

2. 北川の概要

北川は大分県南部を水源とし宮崎県北部を流下し延岡市で五ヶ瀬川に合流する流域面積590.2km²、流路延長50.9kmの一級河川である。上流には唄けんか大橋で知られる北川ダムを有し、北川町熊田付近で最大の一

次支川である小川と合流し、日向灘に注ぐ。平成9年9月に発生した台風19号では、流域平均雨量392mm/日の降雨のため氾濫し、延岡市・北川町で家屋・事業所等約1900棟に床上・床下浸水が発生した。このため激甚災害対策緊急特別事業に採択され、河川法改正後の治水・利水・環境を念頭に置いた川づくりとして、大規模な改修が進められている。

地質構造的には西南日本外帯の秩父累帯と四万十累帯に属す。秩父累帯と四万十累帯は日本列島の骨格を形成する付加帯堆積物から構成されている。秩父累帯にはジュラ紀から白亜紀前期に付加した地質帯が分布する。四万十累帯には白亜紀から中新世に付加した地質帯が付加する。北川流域における概略的地質図を図-1³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾に、そして各地点の地質割合図を図-2に示す⁷⁾。なお横軸の地点番号は図-3に対応している。図-2に見るように本流では泥岩・砂岩を主体とする地質となっているが支流ではそれぞれに特徴が見られ

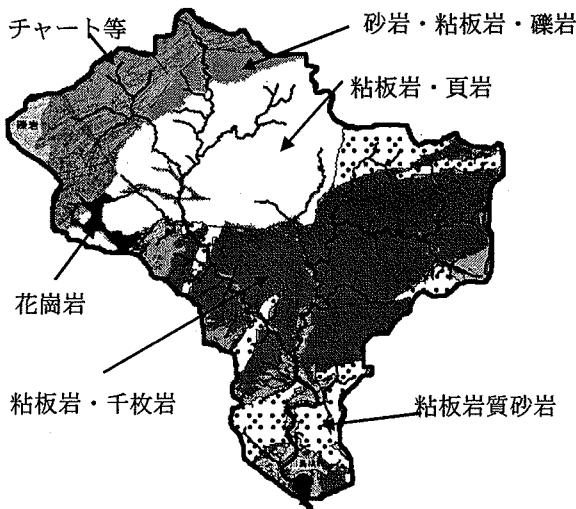


図-1 北川流域の概略的地質図

る。以下に主な地層の概要を示す。

(1) 四万十累層群

- ・楨峰層 (Mm, Ma) : 片理の発達した泥岩, 泥岩砂岩互層や塩基性火山岩, チャートを伴う。
- ・八戸層 (Y) : 中粒から粗粒の砂岩, ときに砂岩泥岩互層を挟む。
- ・堅田層 (K, Ka) : 四万十累帯北東部の白亜系の中でもっとも分布の広い地層である。砂岩及び砂岩泥岩互層を主とする。
- ・浦尻層 (Ujm Uja) : 家田周辺に分布し, 泥岩質岩を主体とするUjmと砂岩泥岩互層と砂岩を主とするUjaとに分けることができる。

(2) 見立層 (M)

礫岩を主体とし砂岩を伴う地層である。北川流域では、T-14,15地点の流域に含まれる桑原山周辺が含まれており、花崗岩に接近しているためホルンフェスになっている。礫種は砂岩が多く、まれに深成岩や石灰岩が見つかる。

(3) 大崩山火山深成複合岩体

- ・小型深成岩体 (Opg) : 花崗岩状の物から斑岩状のものまで変化に富み, 一部は明らかに花崗斑岩岩脈に移化している。

(4) その他

- ・珪長岩及びタフィサイト (fs)
- 珪長岩は少量の長径1mm程度の石英斑晶以外に斑晶をほとんど含まず, 潜晶質の石基のみからなる。タフィサイトは, 潜晶質の基質中に, 数mm程度の珪長岩や母岩である砂岩・泥岩などの破片, 鉱物破片などが多数含まれる。
- ・花崗斑岩 (gp)

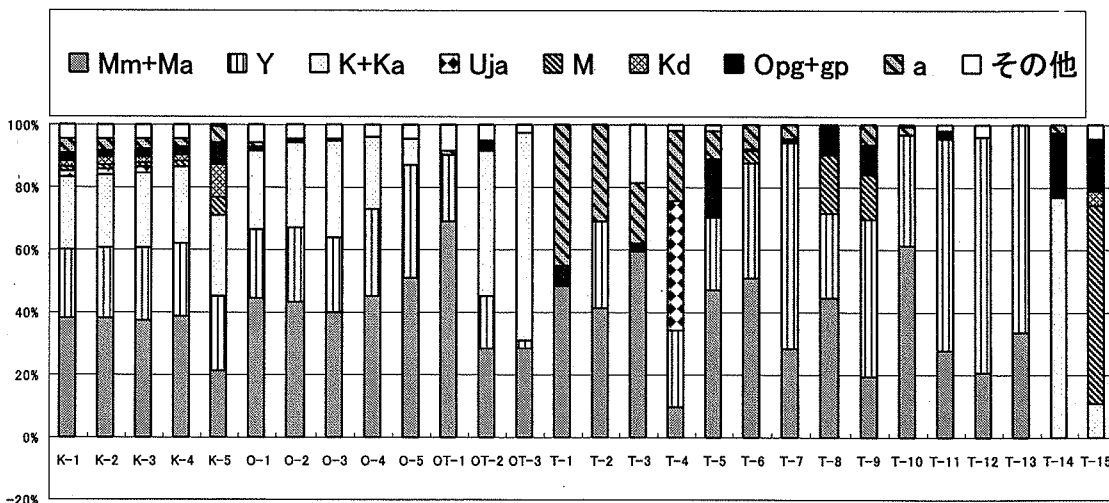


図-2 各地点別 地質割合(ダム上流含む)

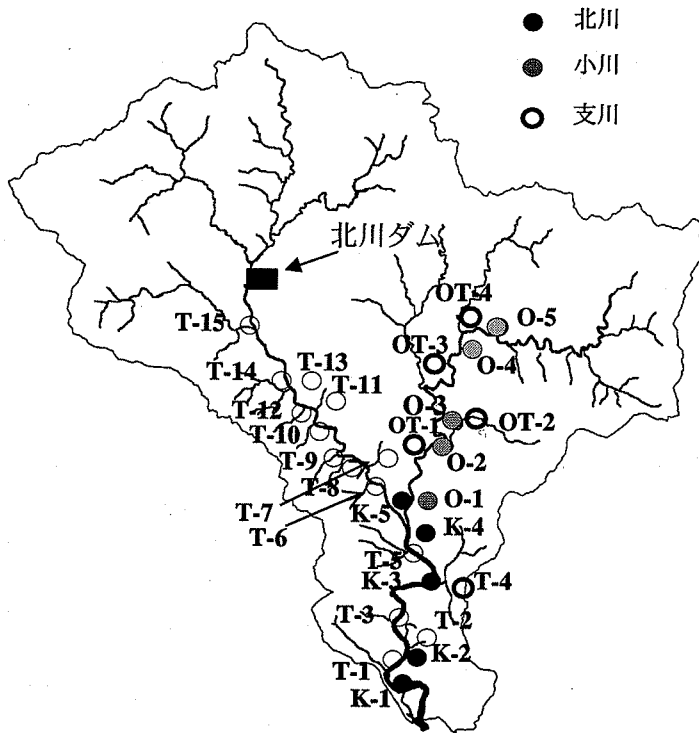


図-3 土砂採取地点

花崗班岩は一部では特に幅が広く、最大で約500mにも達する。花崗班岩と母岩の堆積岩との境界は、直線的できわめて明瞭である。北川上流の下赤付近に貫入する幅500mの岩脈の境界部では、細粒の石基を持つ黒雲母花崗班岩からなる縁辺部、粗粒花崗岩質の石基を持つ黒雲母花崗班岩が貫入し、一種の複合岩脈が形成されている。

- ・沖積層(a): 砂礫の堆積物より形成されている。
- ・鉱床

この付近には木浦鉱山に代表される、錫・亜鉛・硫化鉄などの非鉄金属鉱床が古くから知られている。また、含銅硫化鉄鉱床として、北川町八戸に片倉八戸鉱山、下塚に矢ヶ内鉱山があげられている。

3. 研究方法

平成17年6月26～28日に北川ダムより下流において北川本流や小川およびそれらの支川の計28地点で河床に堆積している礫および砂を採取した(図-3)。礫は各地点でランダムに3箇所、粒径50mmから25mmの礫を100個ずつ採取したものを試料とした。採取した礫は洗って表面の泥などを取り除いてから乾燥させ、外観と岩質で分類し、その割合を地点の特性値とした。なお対象とした礫の粒径は下流に生息するカワスナガニの生息環境にとって重要な礫の粒径⁸⁾とした。

採取した土砂は洗浄し、自然乾燥させた後に粒径0.075mmのふるいでふるい分けを行い、通過したものを試料とした。これをエネルギー分散型蛍光X線分析装置(島津製作所 EDX-800 九州大学中央分析センター所有)を用いて元素分析を行い、得られた元素組成をその地点の特性値とした。蛍光X線分析を用いたのは、近年の分析機器の進歩により、前処理が少なく大量の試料を短時間で処理することが可能であり採取地点が多い、今回の研究に適していると考えたからである。

なお北川本流K、小川本流O、北川支流T、小川支流OTと記号で示した。また、プランメーターで各地点の流域面積を求め、地質毎の面積比を求めた。

4. 結果

(1) 礫の分析

図-4に各地点の河床堆積礫の岩種別100分率を示した。全体的に砂岩と泥岩の割合が多い。図-5に花崗岩の割合を示した。北川本流とT15支川以外ではほとんど花崗岩の礫は見られないことがわかる。

各地点の河床堆積礫の岩質組成をTWINSpan法により分析した(図-6)。TWINSpan法とは、Two-Way Indicator Species Analysisの頭文字を取ったもので、分類のための多変量解析の一手法である。クラスター分析が類似したデータを群にまとめていく集約的手法であるのに対し、一組のデータを次々と小群に分けて行く手法で(分割的方式)、Hillらが生物群集の分割に応用し、地点の構成種スコアからある種に着目して、その種の出現

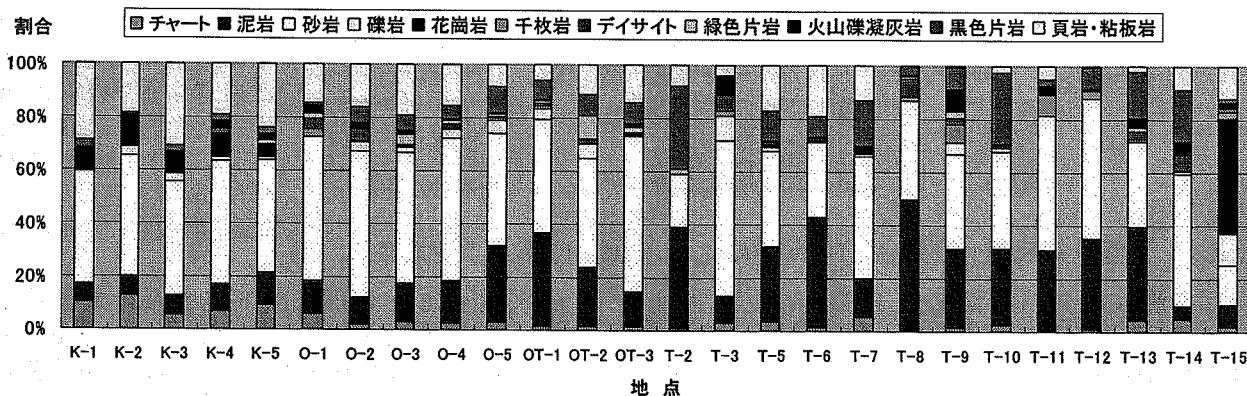


図-4 各地点における岩種別分類

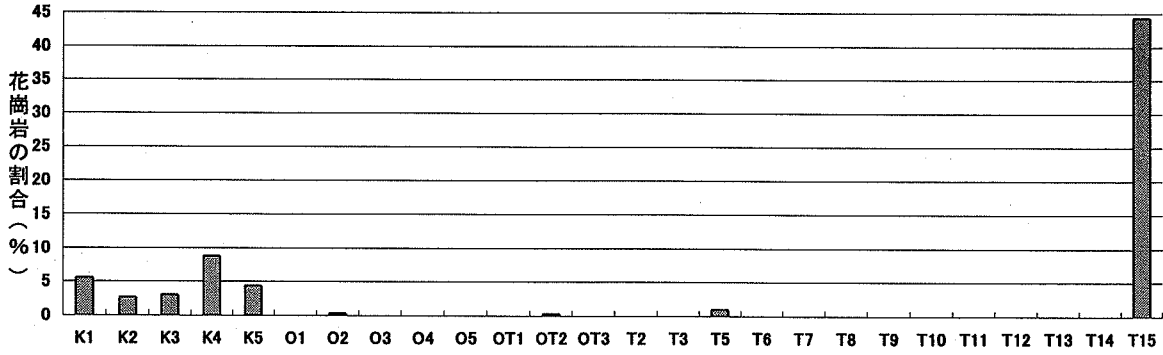


図-5 河床堆積礫に占める花崗岩の割合

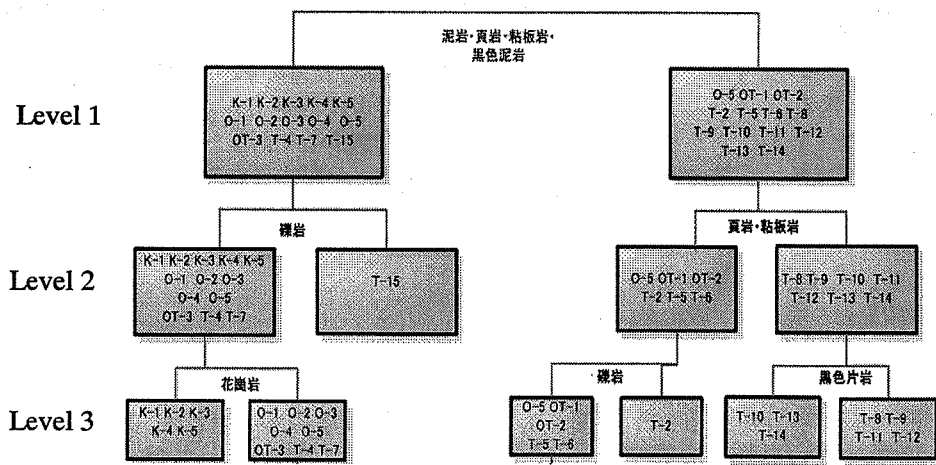


図-6 河床堆積礫の岩質によるTWINSpanの結果

Level 1分類では、泥岩、頁岩、粘板岩、黒色片岩が分類に効いており、図に示すように主として支川群と、小川・北川本流およびOT3, T4, T7, T15に分類することができる。

Level2では礫岩が効いており、礫岩を多く含むT-15流域とあまり含まないそれ以外の地点に分類される。

Level3での分類では花崗岩が効いており、花崗岩の多い北川本流と少ない小川流域とに分類される。以上Level1~3までの分類により、Level1では北川の支川群と小川・北川本流に、Level3では北川と小川というように分類できる。

次に地質との関係を見てみる。北川本流には大分県の県境に北川ダム(T15よりやや上流、1962年竣工)がある。その影響との関係もあわせてみる。

図-7にダム上流までの地質も含めた各地点の地質組成によるTWINSpanの結果を示す。Level1で北川本流および支流T15と他の河川がSd(デイサイド火砕流堆積物)によって分かれた。

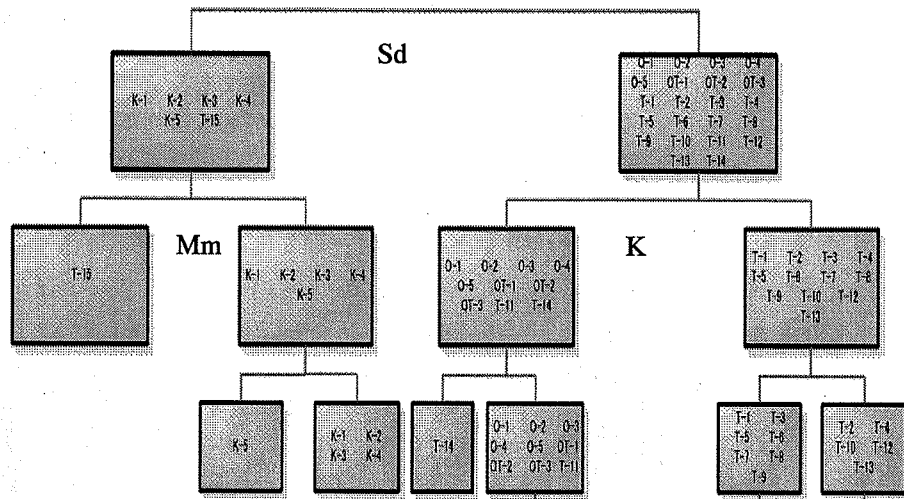


図-7 上流地質によるTWINSpanの結果(北川ダム上流含む)

量から地点を分割する方法として開発した生物の分類分けのための統計的手法の一つである。¹⁰⁾異なる地点における値を統計的に処理することで、結果的に似た調査地点を集めることができる。

以下にTWINSpanによる解析結果を示す。

一方、図-8に北川ダム下流のみの地質によるTWINSpanの結果を示した。Level1ではK5を除く北川本流と小川本流のグループとそれ以外の支流に分かれた。

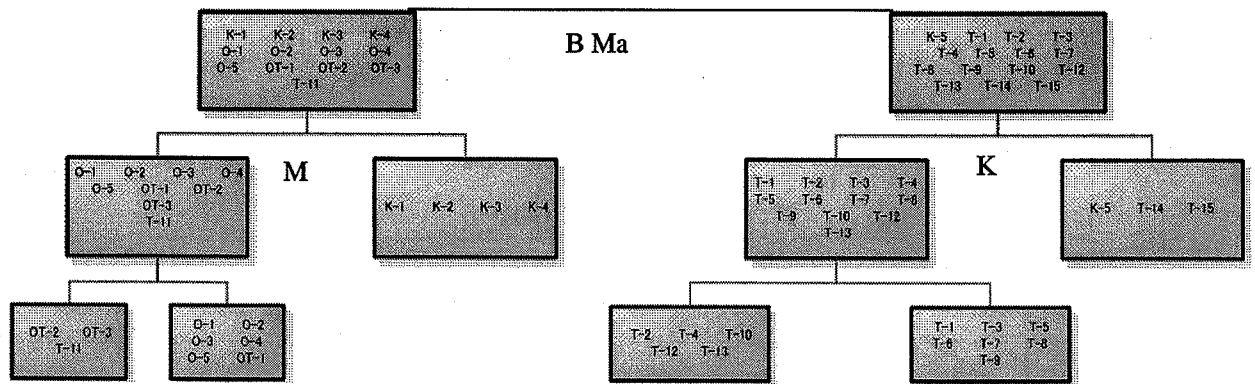


図-8 上流地質によるTWINSpanの結果(北川ダムより下流)

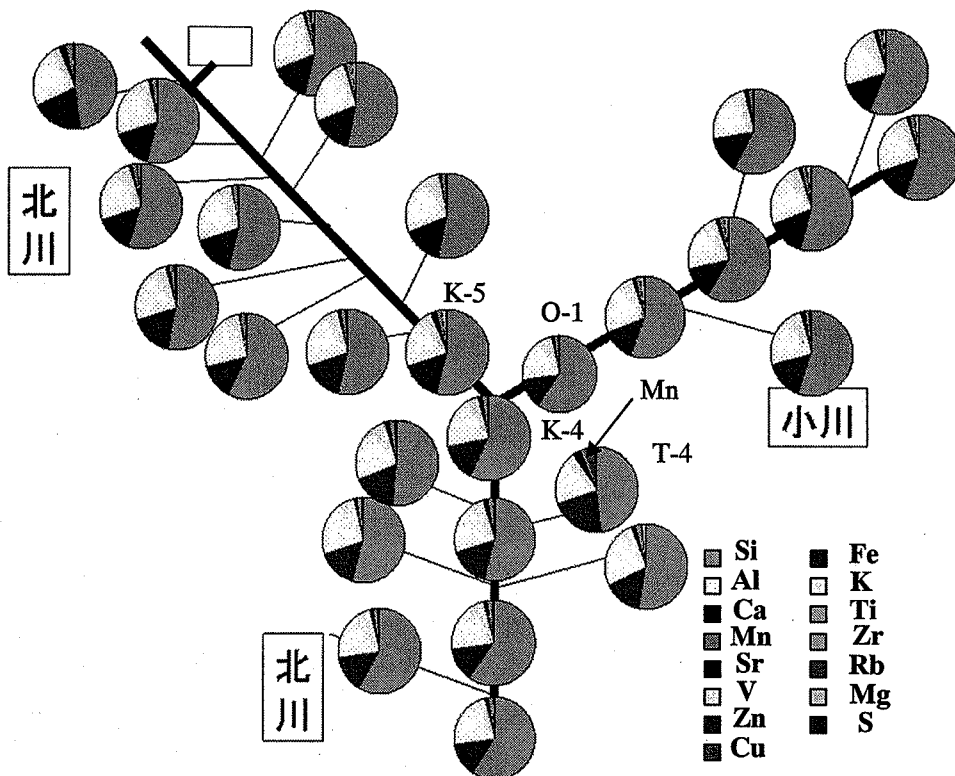


図-9 シルトの元素組成

蛍光X線分析によって得られた結果を図-9に示す。どの地点もSiが一番多く、Al, Feが続く。各地点で微妙に元素の比率は異なるが、流域全体で大きな違いを見ることはできない。

T-4流域でMn(マンガン)が高い値を示した。また、T-9流域でCu(銅)の値が流域で最大の値を示した。各地点の上流域にこれらの元素の鉱床の存在が確認されている。図-10にMnの縦断的な割合の変化を示した。T-4におけるMnの分析値は流域平均の7倍近い値を示しており、この流域はMnの多いシルトであるといえる。また、T-4が合流した後のK-2地点でのMnの分析値は流域全体の平均と変わらない。T-4から流出したシルトは流域面積が小さいこともあり

これらの結果を総合すると、特に注目すべきは北川本流である。河床堆積物の岩質による解析では、小川が合流する前のK5地点は合流後も北川本流のK1-K4と同じグループに入っている。このことは流下してくる25mm-50mmの礫は小川に比べて北川からのほうが多いことを示している。また、K5はそれより上流の支川の堆積物とも類似していないという現象が起きている。

一方、地質からみるとダムの上流まで含めたTWINSpanではK5はK1-K4と同じグループに所属するが、ダム流域を含めない解析ではLevel1で異なるグループに分かれてしまう。このことから、K5の25mm-50mmの礫材料はダム上流で生産された材料の影響が現在でも大きいことがわかる。

(2) シルトの分析結果

り全体に対する流出量は小さいものとなっている。

この図から例えばK-4はK-5(北川)とO-1(小川)の合流点にあたり、値もこの両地点の間に位置している。そのため、この値を用いてK-5から流出してくるシルトの割合とO-1から流出してくる割合を推定することが原理的に可能である。この割合を、他の元素に対して求めてみると、元素間のばらつきが大きく現在のところ実用的なレベルでの精度を得るところまでにはいたっていない。しかしながら、多くの地点で合流前後の割合は上流2地点の値の間にあり、一定の結果を示していた。

5. 考察

堆積した礫やシルトの組成から発生源を推定することを最終目標とする研究であるが、以下の点が明らかに

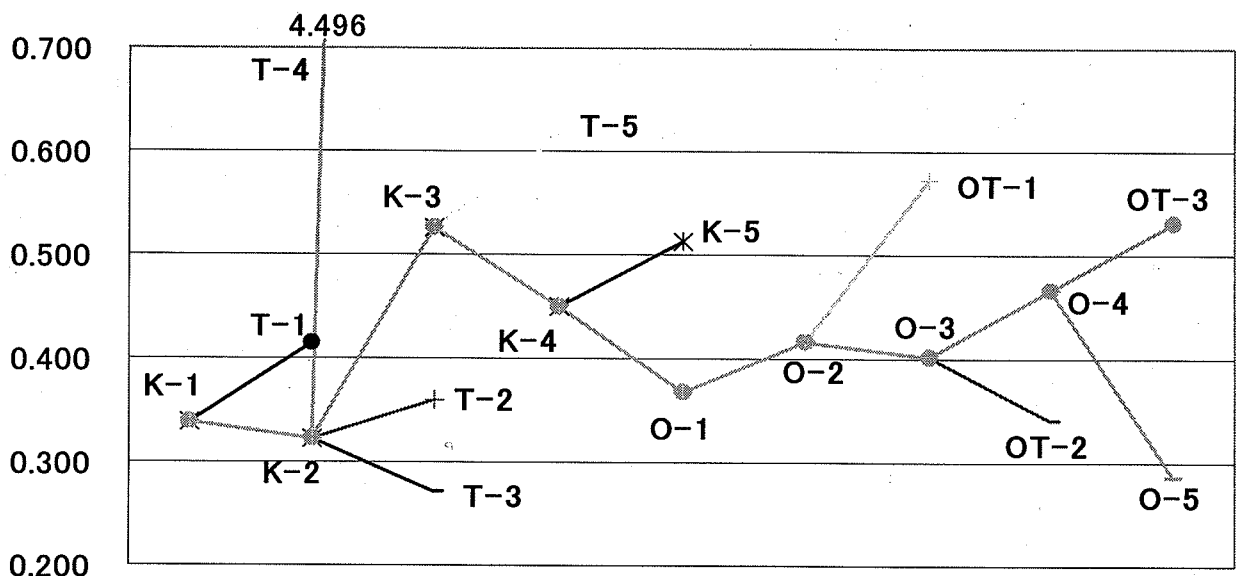


図-10 Mn の縦断的な変化

なった。

礫の組成は地点ごとに大きく異なり、上流の地質状況を反映している。特に興味深かったのは、小川と北川の合流点から下流ではより北川の影響を強く受け、またダム建設後40年以上が経過しているにもかかわらず、小川合流前の北川本流の河床礫はダム上流域を含む流域の地質との関係が強い。更に研究を進める必要があるが、礫の移動速度が遅い可能性を示唆している。

またシルトの元素分析結果は礫に比べて差異が少ないが、鈹床などがある支川では特徴的な値を見せる。また元素分析精度が高いため合流点における本川、支川の元素割合は両者の間に位置することが多く、推定の可能性を示唆した。

本研究では、上流から流出する砂礫は完全に混合するという仮定に基づいているが、同じ地点であってもデータのばらつきが見られる。そのために、十分な精度を上げることができていない。今後はこの仮定の検証を含め、採取精度を上げるための研究を行う必要がある。なお、本研究は河川生態学術研究会北川研究グループとして研究を行ったものである。

6. 参考文献

- 1) 知北和久, 中道陽文, ノーマンD. スミス, マルタベレスーアルルーチェア: 河川における浮遊土砂流出の機構に関する比較研究, 北海道大学地球物理学研究報告, 61, pp.1-9, 1998.
- 2) 酒井一人, 吉永安俊, 島田正志, 翁長謙良: 浮遊土砂濃度と河川流量の関係から考察する沖縄県における浮遊土砂流出特性, 農業土木学会論文集, 208, pp.165-172, 2000.
- 3) 地質調査所, 三重町地域の地質, 1997.
- 4) 地質調査所, 佐伯地域の地質, 1990.
- 5) 地質調査所, 熊田地域の地質, 1998.
- 6) 地質調査所, 蒲江地域の地質, 1985.
- 7) 宮崎県, 土地分類基本調査, 1988.
- 8) 国土庁土地局国土調査課, 土地分類図(宮崎県), 日本地図センター, 1974.
- 9) 楠田哲也, カワスナガニ, 北川の総合研究, 河川生態学術研究会北川研究グループ, pp.1731-1741, 2004.
- 10) 嶺田拓也, 山中武彦, 浜崎健児, 生物・社会調査のための統計解析入門: 調査・研究の現場から(その8), 農業土木学会誌, 73(3), pp.221-226, 2005.
- 11) 山口甲, 東海林勉, 福島基宏: 流出土砂の発生源と粒別輸送土砂量に関する研究, 北海学園大学工学部研究報告, 28, pp.131-148, 2001

(2006. 4. 6受付)