

発掘現場でみられる堆積物の粒子配列

増田富士雄

2026年3月

公益財団法人 京都府埋蔵文化財調査研究センター

発掘現場でみられる堆積物の粒子配列

増田 富士雄

1. はじめに

自然界でみられる礫層や砂礫層には、粒子が同じ向きに配列したものがある。こうした粒子配列を定向配列という。1例を示そう。図1は宇治川の宇治橋下流右岸の礫州で、上流(左側)に傾斜した礫が将棋倒しのように重なっている。これは増水時に沈水した州の礫が強い流れによって移動し堆積した際、安定した姿勢をとって定着したものである。このような粒子の定向配列は、河川流や土石流などの一方向流からの堆積物が多い京都府下の発掘現場でも観察されることが多い。ここでは一方向流からの堆積物の粒子配列に絞ってその具体例を京都と神戸の発掘現場で撮影した写真で示し、粒子配列からそれを堆積させた流れの向き(古流向)を認定する時の観察点などについて述べる。

この報告では一方向流からの堆積物の粒子配列を取り上げるが、波浪や風などの流れでも碎屑粒子は同じような挙動を示す。また、碎屑粒子の定向配列はここで取り上げる礫層や砂礫層の大きな礫粒子だけでなく、砂層の小さな砂粒子でも同じ現象が認められている(増田・横川1992)。



図1 宇治川の宇治橋下流右岸でみられた礫の定向配列
上流(左側)に傾斜した礫が将棋倒しのように重なっている

2. 粒子配列の観察

“現場で堆積物を観察する”という立場から、粒子配列をみてみよう。

粒子配列の観察は、地層の上面(地層面)と断面で行う。地層面にみられる粒子の長軸の定向配列をオリエンテーション、断面にみられる定向配列をイン

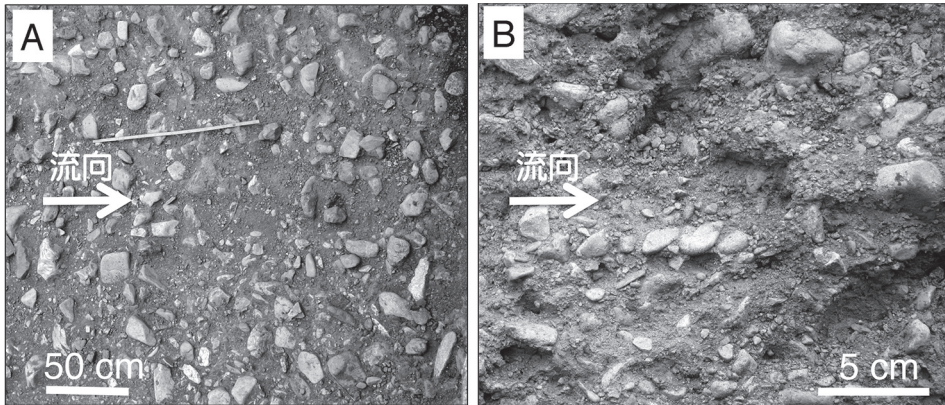


図2 礫のオリエンテーションとインプリケーション

A：礫層の上面（地層面）にみられる定向配列（オリエンテーション） 礫の長軸が写真の上下方向に伸びるものが多い。古流向は写真左から右。
 B：礫層の断面にみられる定向配列（インプリケーション） 礫が左からの古流向に対し上流傾斜した将棋倒し構造で重なる。A・Bは京都市上京区今出川同志社大学構内と相国寺旧境内の更新統の河川堆積物。

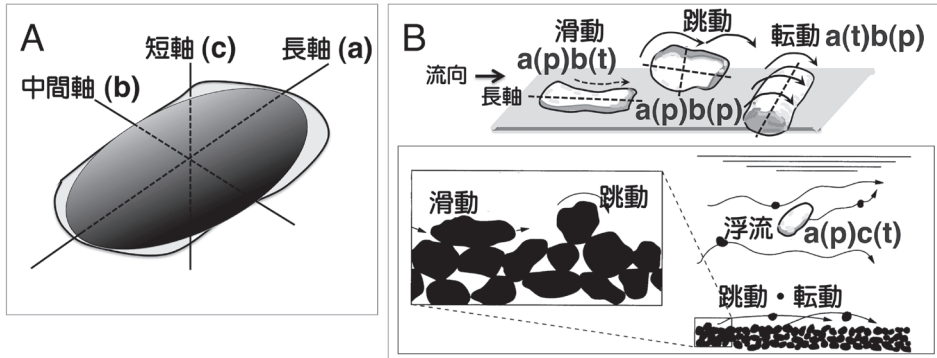


図3 碎屑粒子の移動姿勢

A：回転楕円体を少し扁平させたもので近似した粒子の長軸(a軸)・中間軸(b軸)・短軸(c軸)。
 B：粒子の移動様式と粒子の姿勢。図中の英字記号の表記は本文を参照。(図Bの一部はAllen1997を利用)

ブリーケーション(覆瓦状構造)と呼ぶ。図2の写真は京都市上京区今出川の同志社大学構内と相国寺旧境内の発掘現場での更新統の河川堆積物を撮影したもので、Aは地層の表面、Bは地層の断面である。Aでは礫の長軸が写真の上下方向に伸びるものが多いこと、Bでは砂礫層中の礫が左側に傾斜したものが多いことがわかる。堆積時の古流向はともに写真の左から右である。これは扇状地の河川における砂礫州の堆積物で、図1の堆積場よりもう少し砂が多い環境で形成されたものである。この発掘現場における堆積物については増田・林田(2015)の報告を参照されたい。

碎屑粒子の形状は球状のものからサイコロ状、板状、長柱状などさまざまなものがあり、岩石種や鉱物種によって特有の形状を呈する。多くの碎屑粒子はラグビーボールのような

回転楕円体を、少し押しつぶして扁平させたもので近似できる(図3A)。そして粒子では、粒子内で最も長い直線方向を長軸(a軸)、長軸に直交する方向で最も長いものを中間軸(b軸)、長軸と中間軸の両方に直交する最も長いものを短軸(c軸)として、3軸を規定することができる。図3Aに示した理想的な粒子とは違って、自然界の粒子では3軸が一点で交わらない場合も多い。

川底などで粒子が流れの中でそれぞれ個別に移動する際には、滑動・跳動・転動の様式で移動する「掃流」と、流れに浮いて移動する「浮遊(浮流)」の様式で行われる(図3B)(増田2004、2021)。滑動はそのように同じ姿勢で滑って移動し、跳動は底面と流れの間を跳びはねながら移動し、転動はころころ回転しながら転がって移動する。こうした流れの中では多くの粒子は決まった安定した姿勢をとって移動することが知られている。滑動では長軸を流れに平行にして中間軸を流れに直交させて短軸が流れに垂直になって移動する(a(p)b(t))。跳動では短軸を流れに直交させ長軸と中間軸を流れに平行にした姿勢で(a(p)b(p))、直立した礫が回転しながら長軸と中間軸の一端を底面に当てながら跳びはねて移動する。転動では長軸を流れに直交させ中間軸と短軸を流れに平行にして(a(t)b(p)c(p))ころころと回転して移動する。浮流する粒子は長軸と中間軸を流れに平行に短軸を流れに直交し(a(p)b(p)c(t))、上流傾斜のやや傾いた姿勢で移動する。上で記述したようにそうした粒子の姿勢を記述するのに、a・b・cの軸名と流れに対する位置を括弧内に記すことで表現する。括弧内のpは流れに平行(parallel)、tは流れに直交(transverse)していることを示している。例えば、a(p)はa軸が流れに平行、b(t)はb軸が流れに直交しているという意味である。

流れの中で運ばれる粒子の姿勢を水路実験で観察してみると、全部の粒子が上で述べた

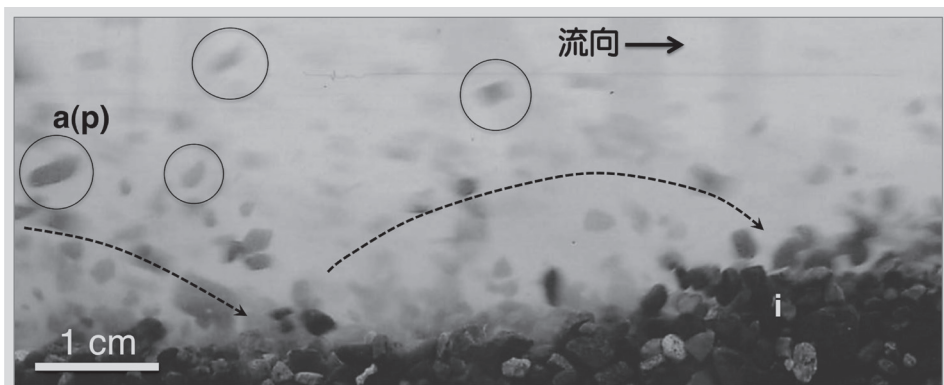


図4 水路実験で撮影された碎屑粒子の移動姿勢

円内の浮流粒子は長軸を流れに平行で上流傾斜した姿勢を示す。点線は底面付近を跳びはねて移動する跳動での粒子姿勢、iはインプリケーション姿勢で底面に堆積する粒子群。

ような理想的な姿勢をとるわけではない。その一例を水路実験での一コマ(図4)で示すと、浮流する粒子は確かに長軸を流れに平行にした姿勢(a(p)c(t))で上流傾斜のもの(写真丸印内)が多くみられるが、その傾斜の角度についてはさまざまである。長軸を流れに平行にすれば粒子自体の回転が止まり安定した姿勢を保てるからである。また、底面近くで移動するベッドロードの粒子は上を流れる水に吸い上げられて、まず長軸を垂直に立ててから移動し始め流れのなかに引き込まれていく。この写真でもまさにそのような状態にある粒子が底面にみられる。また、破線に沿った粒子で示したように、底面付近で跳びはねて移動する跳動粒子はいろいろな姿勢をとるが、その長軸は流れに平行(a(p))であることが多い。さらにiで示した粒子群は、底面で停止した粒子に次々に寄りかかるようにしてできた構造で、上流端の粒子はまだ急角度で配置しており、この後少しずつ上流傾斜になって流れに対して強いストレスチェーンを立体的に形成して、安定したインブリケーション構造(a(p)a(i))を取って堆積する。インブリケーション構造は写真中央から左の底面の粒子にも多く認められる。この構造が地層中に保存されるのは、上に堆積物が重なってきて粒子の移動領域から逃れ下位に埋没した場合だけである。このとき上に覆い重なってくる堆積物が無ければ、表層につくられたこの粒子配列はほかの粒子の衝突などによって壊れてしまう。

インブリケーション(覆瓦状)構造には2つの様式がある(図5)。ひとつは長軸が流れと直交し、流れに平行な中間軸が上流側に傾斜して折り重なる場合(A)と、長軸が流れに平

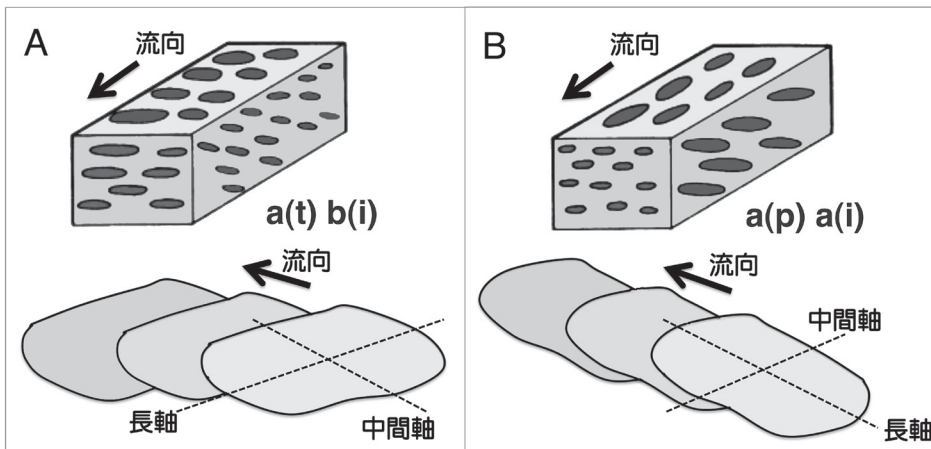


図5 碎屑粒子が示すインブリケーション構造の2つのタイプ

A: 粒子の長軸(a軸)が流れに直交し(a(t))、中間軸(b軸)が上流傾斜で折り重なる(b(i))タイプのインブリケーション(a(t)b(i))。

B: 粒子長軸(a軸)が流れに平行し(a(p))、その長軸が折り重なる(a(i))タイプのインブリケーション(a(p)a(i))。

※図の一部はHarms et al1975を利用

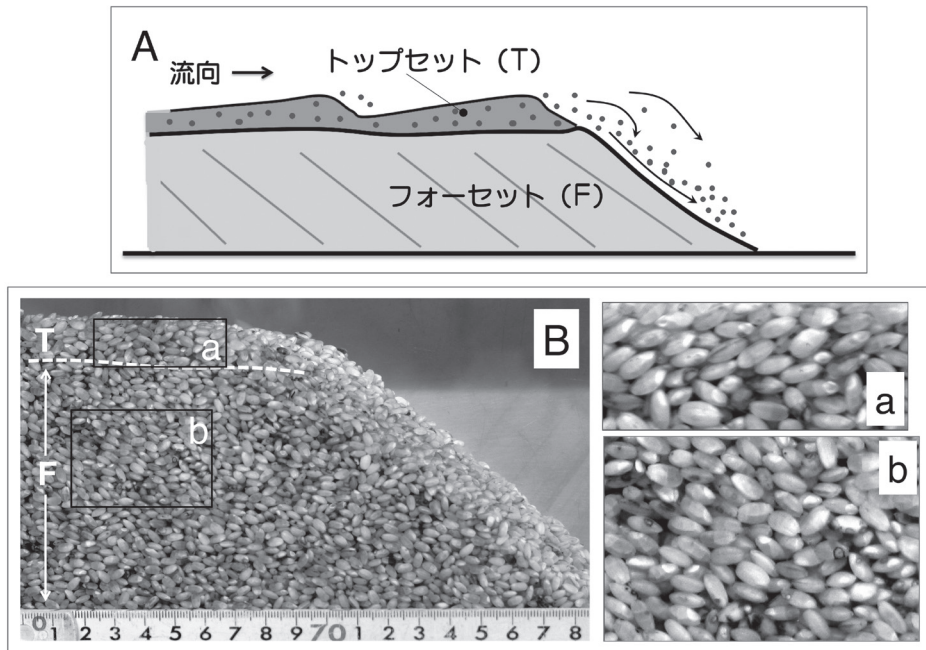


図6 トップセットとフォーセットの粒子配列

A：一方向流れで形成されるマイクロデルタの構造。ベッドフォーム上部の平坦面のトップセット (T)と、本体の前進する斜面部のフォーセット(F)とに区別でき、それぞれ違った堆積様式をとる。
 B：コメ粒子を使ったマイクロデルタ形成実験。トップセットとフォーセットでの堆積物(aとb)の粒子配列が明らかに異なる。

行でそれが上流傾斜で重なる場合(B)である。どちらの場合も互いの粒子間での抵抗を強くして、流れに対して安定する姿勢をとったものである。この構造はいろいろな形の粒子で見られるが、図のような板状の粒子ほどよく発達する。また、Aのタイプは転動粒子が卓越する場、例えばベッドロードからの堆積が多い河川などで、Bのタイプは浮流粒子から直接堆積する土石流など高濃度の流れからの堆積場が多い。自然の場合には両者が混在するが、どちらが多いかで堆積場での運搬様式や流れの濃度の違いがわかる。

インプリケーションの様式がベッドフォームでの堆積する場所で異なる例を示そう。掃流のなかで土砂が運搬されるとそこにマイクロデルタと呼ばれるベッドフォームが形成される(図6 A)。河川の岸辺に形成される州や川底にできるデューン(砂堆)などがそれで、堆積先端の斜面であるフォーセット部と表面で堆積物を運び込むトップセット部からなる。トップセットもフォーセットも流れの強さや運搬土砂の組成や粒度などによってやや異なる形態をとる(増田2004)。

回転楕円体で等粒のコメ粒を使ってマイクロデルタを水路実験でつくと(図6 B)(増田2004、Yamaguchi and Masuda2011)、トップセット部とフォーセット部で粒子配列が

明瞭に異なることがわかる。トップセットでは上流方向に傾いた粒子が長軸を流れに平行にしたインプリケーション(a(p)a(i))を(図6Bのa)とるのがわかる。一方、フォーセット部では斜面と平行に長軸を伸ばした滑動粒子(a(p))と、斜面に長軸を直交させてインプリケーションする転動粒子(a(t)b(i))がみられる(図6Bのb)。この粒子配列の違いはトップセットとフォーセットにおける粒子の移動様式が異なることから生じるのである。もしこのコメ粒子からなる堆積物を観察した場合、厚いフォーセット部の粒子配列をみて右に傾く粒子が卓越することから(図6Bのb)、堆積させた流れは右から左だったという解釈をしてしまう。事実、地層のインプリケーションから過去の流れの方向(古流向)を間違えて推定した例は多い。

3. トップセット・フォーセットの粒子配列の具体例

河川堆積物などで多くみられるトップセットとフォーセットの粒子配列を誤認することで、古流向の推定などで間違いを起こす可能性があることを述べた。発掘現場でみられたトップセットとフォーセットの堆積物を具体例で紹介しよう(図7)。

図7Aは京都市左京区東竹屋町京都大学熊野寮東での発掘現場でみられた縄文時代後期の鴨川の砂礫堆積物である。下部(F)の礫は右に傾いたものが多い。上部(T)は反対に左に傾いた小礫が一部インプリケーション構造を示す。下部の礫が大きく多いので、古流向を間違えて推定してしまいがちな例である。これも上部がトップセット部、下部がフォーセット部で、古流向は左から右である。

図7Bは京都市上京区寺町旧域・法成寺跡の発掘現場でみられた近世の鴨川の砂礫堆積物である。これは上部(T)が僅かしか残っていないので、下部(F)の右に傾斜した礫から古流向を間違えて判断してしまいがちな例である。上部の左傾斜の細礫の配列と下部の配列との対立を、トップセットとフォーセットとのセットで捉えなければならず、判断が難しい例といえる。現在の鴨川でいえば写真の左方向が上流で、この堆積物も当時の鴨川の河床堆積物である。

図7Cは亀岡市篠町篠窯跡群大谷3号窯の発掘現場での更新統大阪層群上部層の網状河川堆積物である(増田2012)。この地層でも上部(T)は薄い左傾斜の細礫層で、下部(F)は右傾斜の礫が目立つ。これもトップセットとフォーセットとがセットになった堆積層で、写真の左から右である古流向を、反対方向に間違え易い例であろう。この地点での北北西から南南東への古流向は、当時の亀岡盆地南西部の古地理を考える際の貴重なデータとなっている。

図7Dは京都市左京区京都大学付属病院構内の発掘現場での近世の扇状地性河川流路堆

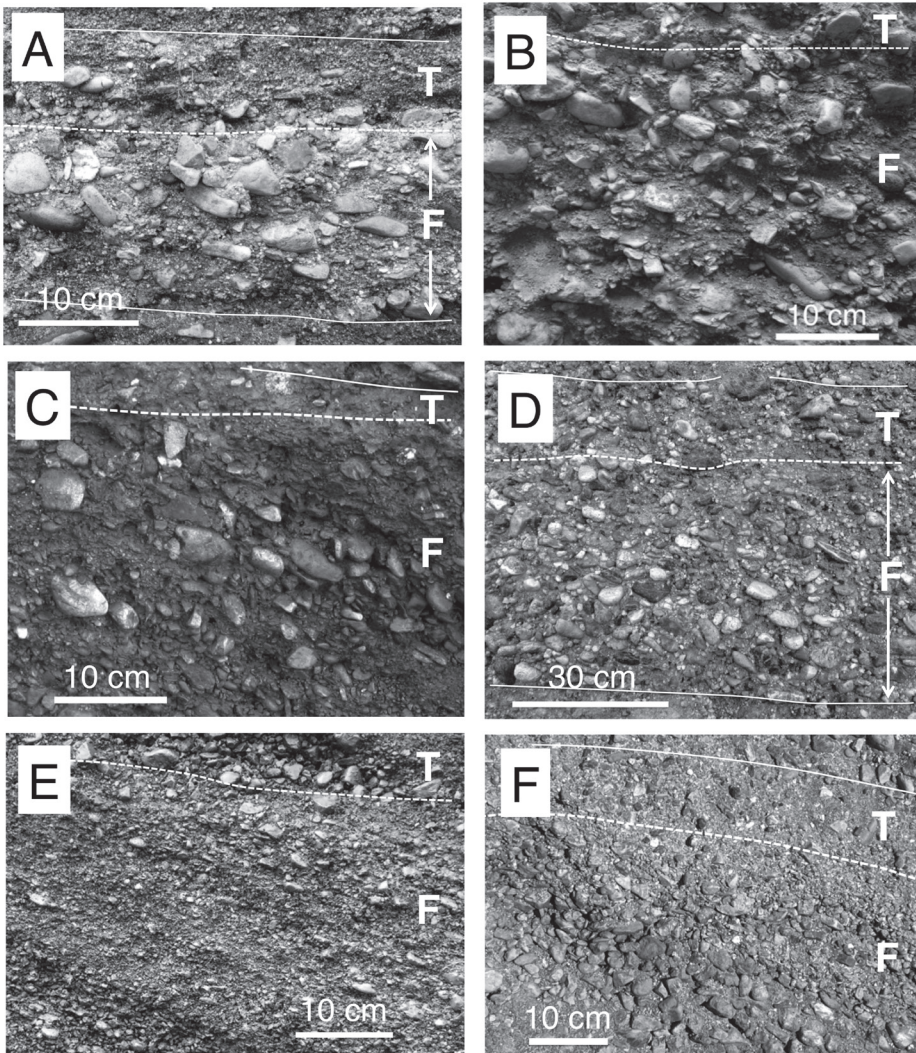


図7 粒子配列が異なるトップセットとフォーセットの堆積物の具体例

- A：京都市左京区東竹屋町京都大学熊野寮東 縄文時代後期の河川砂礫堆積物
 - B：京都市上京区寺町旧域・法成寺跡 近世の河川砂礫堆積物
 - C：亀岡市篠町篠窯跡群大谷3号窯 更新統大阪層群上部層網状河川堆積物
 - D：京都市左京区京都大学付属病院構内 近世の扇状地性河川流路堆積物
 - E：福知山市阿良須遺跡 奈良～平安時代の破堤ロープ堆積物
 - F：京都市伏見区淀水垂大下津町遺跡 河川砂礫堆積物
- ※写真中のTはトップセット堆積物、Fはフォーセット堆積物

積物である。この地層も上部(T)と下部(F)とをセットで識別しなくてはならない。下部と上部との礫の大きさがあまり異なることと、下部が右傾斜の長礫だけでなく左傾斜の短軸インプリケーション礫がみられることが、判定を難しくしている。注意深く観察すれば上部と下部での長軸礫の傾斜が異なることから区別できる。これは高野川が白川扇状地の西側を流れたときの砂礫層で、その岩相や堆積構造については増田(2019)で報告されている。

図7 Eは福知山市大江町の由良川左岸の阿良須遺跡発掘現場の奈良～平安時代の破堤ロープ堆積物である。これは由良川の洪水に伴って堤防が決壊して内水側に流れ込んだ土砂の堆積物で、写真左上から右下に緩く傾斜した葉理面(フォーセット面)が認められる砂礫層である。礫はその面に長軸を平行にした滑動状態で堆積し、右傾斜の粒子配列を示す。この場合傾斜した葉理面を識別すれば、それがフォーセット面であるから古流向が写真の左から右であることを容易に認定できる。傾斜した葉理面では下部ほど礫径が大きくなるのでそれを斜面堆積の認定のひとつに加えるとよい。この場合は写真A～Dのように葉理面や層理面など傾斜面であったフォーセット面が識別でき難い場合とは違って、礫に対して砂がやや多かったため葉理面がわかり、その傾斜方向から破堤の方向や破堤箇所を決めることができる。

図7 Fは京都市伏見区の長岡京跡・淀水垂大下津町遺跡の発掘現場での弥生時代から古墳時代の桂川の砂礫堆積物である。細粒の砂礫層では粒子配列からトップセット(T)とフォーセット(F)部の識別はやや難しいがフォーセット部の葉理面をみつけることで古流向を間違えることはない。なぜならフォーセット面上では水中なだれによる滑動様式の堆積で、長軸が層理面に平行に配列し(a(p))、さらに層理面の上部から下部に向かって構成粒子が大きくなる特徴がみられるからである。ここでの古流向は左やや奥から右手前である。

次にフォーセットとトップセットから識別した古流向が現場の現河川の流れと違っていった例を示そう。図8は宇治市宇治塔川の平等院旧境内遺跡でみられた砂礫堆積物の断面である。Aは露頭断面写真、Bはその解析写真である。砂礫堆の内部構造がよく観察できる露頭である。宇治川の流れは写真の右から左である。最上部は一部人工攪乱土を含む堆積物で、表面では長軸を左右に伸ばしたオリエンテーション(a(p))を示し、断面では左傾斜の礫がみられ、右から左方向の流れを示す。その下の中～大礫層が問題の層で、粒子配列から上下に2分できる(図8 B)。それはトップセット・フォーセットの重なりである。上部(T)は写真で左傾斜の礫が卓越するトップセット部、下部(F)は右傾斜の礫が卓越するフォーセット部と区分できる。すでに述べたように、宇治川はこの写真の右側が上流で

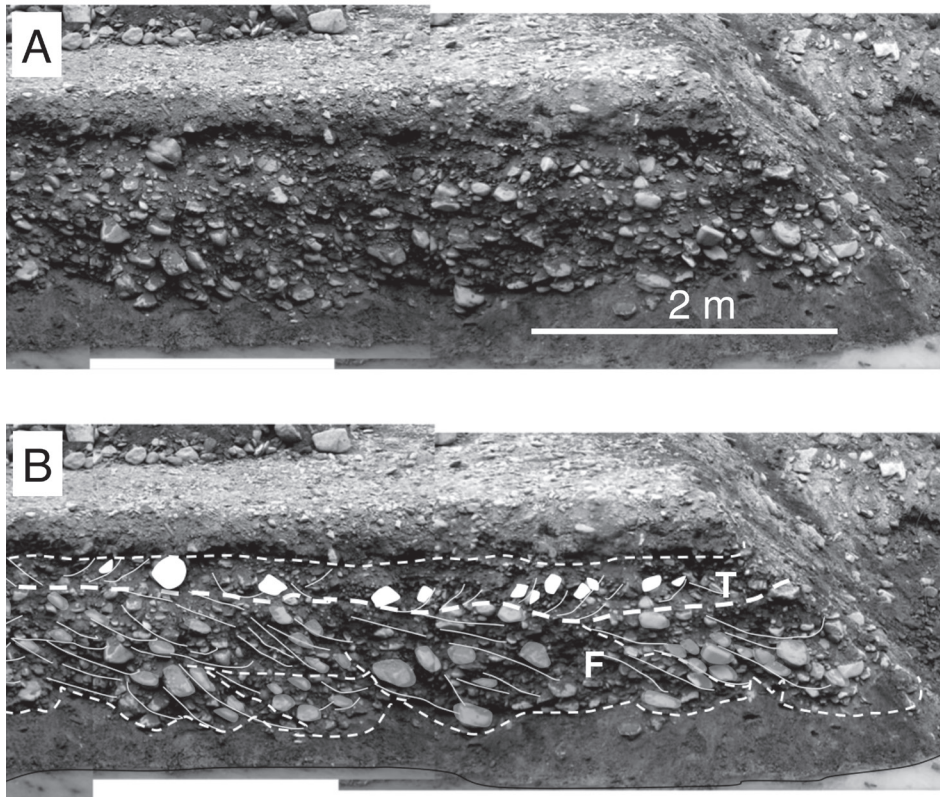


図8 河川砂礫堆の粒子配列の具体例

宇治市宇治塔川の平等院旧境内遺跡でみられた砂礫堆堆積物の粒子解析。Aは露頭断面写真、Bは解析結果、この砂礫堆は河川流が大きく渦巻く場でのもので、写真やや左奥側(下流側)から右手前側(上流側)への流れで堆積した。最上部は盛り土で、上部(T)がトップセット、下部(F)がフォーセット堆積物である。フォーセット部の礫の配列から写真右から左への流れで形成したように誤認しやすい。

左側が下流であり、粒子配列から推定する左から右への古流向とは反対になる。実はこの砂礫堆は中州と岸辺の地形の影響で、流れが下流から上流へと大きく反時計回りに渦巻いて逆流した場で形成されたもので、古流向は写真やや左奥側(下流側)から右手前側(上流側)への流れである。現在の河川の流向とは大きく斜交した反対方向の流れであることを、トップセット部(T)とフォーセット部(F)の礫の配列から見極めた例である。その後河川の渦を巻いていた強い流れの場ではなくなって、弱い流れの場になり表層部の細かい砂礫層が堆積したのである。古流向の解析によって流れの変化や過去の地形を復元することが可能となった例である。

4. 土石流堆積物の粒子配列

土石流は多数の粒子が水と一体となって集合(集団)移動する流れで、その土石流堆積物

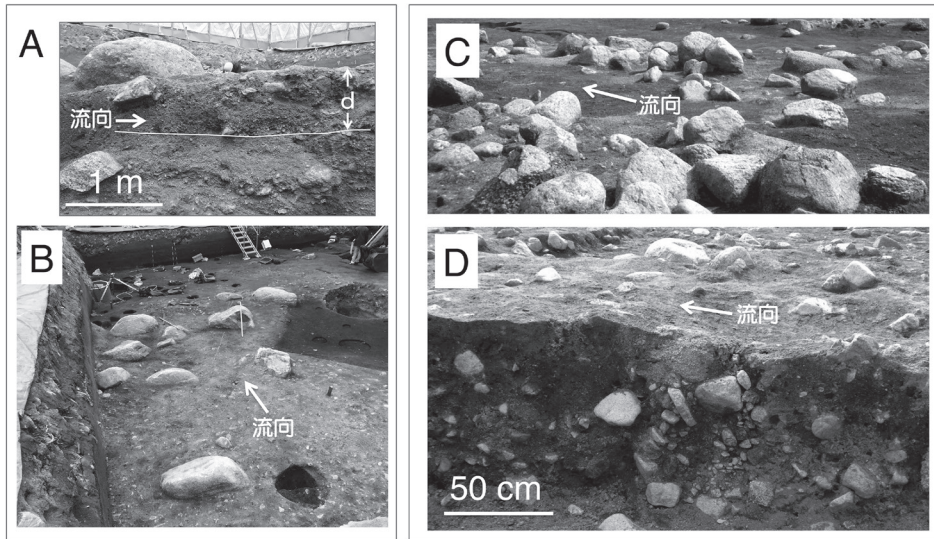


図9 土石流堆積物の粒子配列の具体例

Aは土石流堆積物(d)を含む砂礫層断面で、最上部に巨礫が堆積する。下部は河川流路堆積物、Bはその土石流堆積物の上面での礫の定向配列で、巨礫の長軸が流れに直交する(a(t))転動配列を示す。一番手前の礫の長径は約1.25 m。A・Bは神戸市東灘区御影の郡家遺跡、古噴時代の土石流堆積物、CとDは土石流堆積物の上面と断面で、上面(C)では長軸が流れに直交し(a(t))、一部にインプリケーション(b(i))もみられる。断面では粒子の長軸が下部から上部に急角度を示す上流傾斜の配列(a(p))が特徴的にみられる。C・Dは神戸市中央区の雲井遺跡、縄文時代の土石流堆積物。

は淘汰が悪く、outsized-clastとよばれる大きな礫が上部に集まり、全体で上方粗粒化を示すのが特徴である(増田2004・2021)土石流堆積物にも定向配列がみられる。

図9のA・Bは神戸市東灘区御影の郡家遺跡の古噴時代の土石流堆積物である(増田2020)。Aはその土石流堆積物(d)を含む砂礫層断面で、最上部に土石流によって運び込まれた巨礫が堆積する。下部は網状河川の流路や土砂流の堆積物の砂礫層である。土石流堆積物の内部の礫は上流(写真左側)傾斜して長軸を流れに平行にした(a(p))配列を示す。Bはその土石流堆積物の上面での礫の定向配列で、巨礫の長軸が流れ(写真手前から奥へ)に直交する(a(t))転動配列を示す。一番手前の礫の長径は約1.25 mである。土石流が停止する直前、表層を巨礫が転がって移動していたのである。

写真CとDは神戸市中央区の雲井遺跡の縄文時代の土石流堆積物である。土石流堆積物の上面(C)では、長軸が流れ(写真右から左)に直交し(a(t))、一部にインプリケーション(b(i))がみられる。ここでは土石流堆積物がローブ状に広がって停止し、その縁辺に転動姿勢で堆積した様子が礫の配列から復元されている(増田2010)。その断面(D)では上方粗粒化層と同時に、内部の礫の長軸が下部では低角度で上部に向かって急角度を示すようになる上流傾斜の配列(a(p))が特徴的にみられる。これは土石流が停止するときに堆積層

の下部の停止する速度と上部の速度が異なるためと、地層内部で水抜けや剪断面の形成によってこうした礫の配列ができるのである(増田2005、2010、2016、2020)。実験で堆積させた土石流堆積物でも、砂粒子が低角のインブリケーションを示す下部と急角度のインブリケーションを示す上部がつくりだされたことが報告されている(Naruse and Masuda, 2005)。

さらに、土石流よりも濃度がやや低い流れである土砂流からの堆積物(増田2021)にもインブリケーション構造は認められる。それらの一部は京都市左京区の聖護院川原遺跡の18世紀後半の堆積物(増田2019)や、神戸市深江北町遺跡の弥生時代後期の堆積物(増田2014)、神戸市兵庫区の祇園遺跡の縄文時代の堆積物(増田2016)についての具体例が報告されている。

5. その他の粒子配列

ここでは粒子配列に関する余談的な話題を述べる。

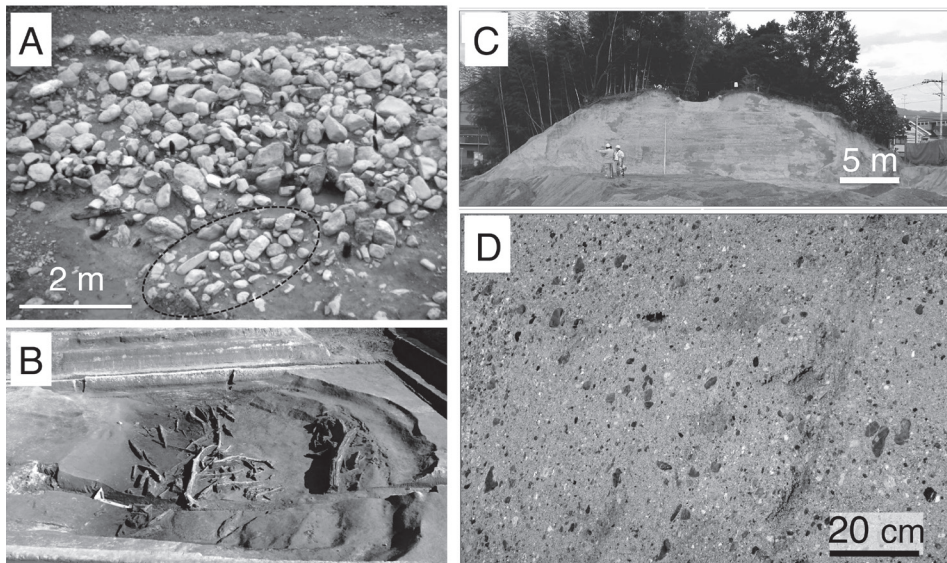


図10 その他の粒子配列の例

Aは宇治市宇治塔川の平等院旧境内遺跡での堤状遺構で、木杭の間に人頭大の石を投入して土で盛り上げたもので、ほとんどの礫に定向配列は認められないが、その縁辺の礫がまばらになった部分(写真中の楕円破線内)では、長軸が流れに直交したa(t)配列した礫が認められる。おそらくは投入された礫から河川流で転動しながら再移動したものとおもわれる。

Bは城陽市寺田の下水主遺跡で、掘り出された縄文時代の氾濫流路の屈曲部で、流路幅は約17 mである。古流向は手前から奥で、流路の両側に流木が認められる。流木の多くは流れに平行に配置し、重い根株を上流にして堆積する。また、流路底には流れに直交して転動して堆積したやや短い流木がみられる。

Cは京田辺市興戸での防賀川の廃川工事に伴って出現した天井川の断面である。その断面を接写したものがDである。細礫の長軸が垂直になっており、天井川の構築時に土砂を上部から投入したものであることがわかる。

図10Aは宇治市宇治塔川の平等院旧境内遺跡での礫の産出状況である。これは堤状遺構と言われるもので、人間が木杭の間に人頭大の石を投入して土で盛り上げたものとされる(京都府埋文セ2015)。投入した礫なので写真中のほとんどの礫に定向配列は認められないが、礫分布の縁辺でやや小さい礫がまばらになった部分(写真中の楕円破線内)では、流れ(左上奥から右下手前)に長軸が直交したa(t)配列を示す礫が認められる。これはおそらく投入された礫からその一部が左から右への河川の流れて転動しながら再移動したものとおもわれる。人為的な礫分布からその一部が流れによる自然状態の礫配列に変化した例である。

図10Bは城陽市寺田の下水主遺跡で、掘り出された縄文時代の流路の屈曲部で、流路幅は約17 mである(京都府埋文セ2016)。流路の両側に流木が認められる。その古流向を示すのが流路内に残る流木で、流木の多くは流れに平行に配置し重い根株を上流にして堆積することから、この流路での古流向は手前から奥である。この古流向は木津川から氾濫原に向かう方向で、流路幅や構成する堆積物の粒度が小さいことから旧河道ではなく、破堤して流れだした流路(氾濫流路)であることがわかる。さらに、短い流木は流路底で流れに直交して転動して堆積した姿勢で残されている。これまで旧河道とされていた流路が氾濫流路だったのを流木の古流向が示したのである。氾濫流路については増田2018と増田2019に紹介されている。

図10Cは京田辺市興戸での防賀川の廃川工事に伴って出現した天井川の断面である。その断面を接写したものがDである。砂に含まれた黒色頁岩の細礫の長軸が垂直に立っているものが多い。これは天井川の構築時に土砂を上部から投入したときの配列で、土積み流路を前方に伸ばしていった工法がわかる。それは自然状態の堆積過程でこのように垂直な粒子配列が多く発生することはごく稀なことだからである。

6. おわりに

ここでは発掘現場で堆積物中の粒子配列を観察する際の初歩的なことについて紹介した。特に、河川流路の砂礫堆積物などにおける礫の粒子配列を調べる際には、トップセットとフォーセットの識別が重要であることを述べた。それはその識別なしに堆積物中の礫の定向配列から、堆積時の流れの方向や古地形を復元したりすると誤った結論を導く危険性があるからである。また、土石流堆積物の粒子配列についても具体例を示してその特徴を紹介した。それは下部から上部に向かって急角度の礫配列になることである。ここでは粒子配列の方位やその集中度や角度などについての統計的な事柄やその解析方法などは扱わなかった。発掘現場での定向配列の観察はあくまで見かけの方位であるが、それでもお

およその古流向を知るといって定性的な観察であっても、堆積物の運搬様式や流れの方向など堆積物についての理解が深まるからである。

(ますだ・ふじを = 当調査研究センター理事、京都大学名誉教授)

参考文献

- (公財) 京都府埋蔵文化財調査研究センター 2015『平等院旧境内遺跡 現地説明会資料』 p.3
- (公財) 京都府埋蔵文化財調査研究センター 2016「平成 27 年度発掘調査略報 4 下水主遺跡第 8 次」
『京都府埋蔵文化財情報』第 129 号 pp.33-36
- 増田富士雄 2004「堆積システムと堆積物」『堆積ショートコーステキスト』日本堆積学会 p.571
- 増田富士雄 2005「陸上土石流・水中土石流堆積物から堆積過程を読み取る」『京都大学防災研究所報告』一般共同研究 16G-09 p.14
- 増田富士雄 2010「地層と土石流堆積物」『雲井遺跡第 28 次発掘調査報告書』神戸市教育委員会 pp. 181-187
- 増田富士雄 2012「大谷 3 号窯付近の小露頭に関する地質学的検討 - 京都, 亀岡盆地, 篠窯跡群における大阪層群相当層 (更新統) の堆積情報 -」『篠窯跡群大谷 3 号窯の研究』大阪大学文学研究科考古学研究報告第 5 冊 pp.253-258
- 増田富士雄 2014「神戸市灘区深江北町遺跡第 12 次調査地での自然堆積層」『深江北町遺跡第 12・14 次発掘調査報告書』神戸市教育委員会 pp.171-182
- 増田富士雄 2016「神戸市兵庫区祇園遺跡で観察された土石流と土砂流堆積物」『祇園遺跡第 17・18 次発掘調査報告書』神戸市教育委員会 pp. 94-101
- 増田富士雄 2018「京都府南部、城陽市下水主遺跡の発掘調査で見いだされた弥生時代の氾濫流路とその埋積物」『新名神高速道路整備事業関係遺跡平成 24～26 年度発掘調査報告』(京都府遺跡調査報告書第 173 冊) (公財) 京都府埋蔵文化財調査研究センター pp. 247-255
- 増田富士雄 (編著) 2019「ダイナミック地層学:大阪平野・神戸 六甲山麓・京都盆地の沖積層の解析」近未来社 p.219
- 増田富士雄 2020「神戸市灘区郡家遺跡で観察された土石流堆積物」『郡家遺跡第 95 次発掘調査報告書』神戸市教育委員会 pp. 40-45
- 増田富士雄 2021「発掘現場でみられた高速度流・高濃度流堆積物」『京都府埋蔵文化財論集』第 8 集 (公財) 京都府埋蔵文化財調査研究センター pp. 449-458
- 増田富士雄・林田 明 2015「京都市、相国寺旧境内第 5 次発掘調査地における扇状地堆積物」『相国寺旧境内発掘調査報告書』(同志社大学歴史資料館調査研究報告第 13 集) pp. 189-201
- 増田富士雄・横川美和 1992「粒子配列」『地球環境の復元』大原 隆ほか編 朝倉書店 pp. 245-256
- Allen, P.A., Earth Surface Processes. Blackwell Science, 1997, 404p.
- Harms, J.C., Southard, J.B., Spearing, D.R. and Walker, R.G., Depositional Environments as Interpreted from Primary Sedimentary Structures and Stratification Sequences. SEPM Short Course, 2, 1975, 161p.
- Naruse, H. and Masuda, F., Visualization of the internal structure of massive division in sediment

gravity flow deposits visualized by grain fabric mapping. In: Parker, G. and Garcia (eds.) River, Coastal and Estuarine Morphodynamics. RCEM, 1, 2005, pp.563-570.

Yamaguchi, N. and Masuda, F., Two patterns of three-dimensional grain fabrics corresponding to depositional processes in experimental microdelta deposits using rice grains. Journal Geological Society of Japan, 117, 2011, pp. 107-115.