

3. 泥流の流動と逆級化構造の成因 伊勢屋ふじこ

- (1) 基盤岩を下刻する吾妻川
- (2) 発掘断面で観察された泥流堆積物の堆積構造
- (3) R G 層の面的な広がり
- (4) R G 層の粒径構成
- (5) 泥流堆積物から推定される泥流の流動状況
- (6) 逆級化構造の成因
- (7) まとめ

泥流堆積物は、一般に、細粒な砂泥と大粒径の岩屑とが入り混じって、識別できうる堆積構造を持たないで堆積しているのが特徴である。ところが今回の発掘では、耕作土と、これを覆ういわゆる泥流堆積物との境界部に、逆級化構造をなす砂礫層が見つかった。逆級化構造 (reverse, inverse, grading) とは、上方粗粒化構造とも称し、篩い分け (分級, grading) が生じて、一つの地層内で堆積物の粒径が上方に大きくなる構造を呼ぶ。逆級化構造は、中棚Ⅱ遺跡Ⅱ・Ⅴ区および下原遺跡で、段丘崖にあたる緩斜面を耕作した畑のうち、現河床に近い低位の畑で生じていることが共通していた。

天明泥流については、古文書の解読から各地点への到達時刻が推定されており、泥流の時速は概算可能である。ところが、泥流の流動機構そのものを明らかにするような精査はなく、今回の発掘は、天明泥流の具体像を解明するうえで貴重な資料を提供したといえる。

そこで、本節では、泥流堆積物の最下底が逆級化構造となる堆積機構について考察し、天明泥流の流動機構の一端を明らかにしたい。そのためには、逆級化構造 (以下では簡略化のために、逆級化構造を呈する層を R G 層と呼ぶ) の具体的記述だけでなく、泥流が流れた場の条件や泥流堆積物の分布など、既述の章や節と重複する点についても、本節だけでもほぼ完結できるよう述べる。とりわけ、泥流中に含まれていた巨礫が当時の耕作面に残した痕跡は、天明泥流が流動する姿を三次元的に描く上で、貴重な情報である。天明泥流が流れ下る状況をこれによって把握したうえで、逆級化構造の成因を矛盾なく説明したい。なお、図版、写真、表は、前節Ⅶ-2を引用し、新しく追加する分についても、Ⅶ-2のそれらに引き続く番号を付けることにする。

(1) 基盤岩を下刻する吾妻川

中棚Ⅱ遺跡から下原遺跡にかけては、吾妻川の現河床は巨礫 (径50~60cm、最大は1m程度) が交互に礫州をつくり、その間を低水流が縫っている。現河床の縦断形は直線近似が可能で (図23)、河床勾配は約1.3/100である。計測区間を下流側に倍にのばし、吾妻峡谷を挟む区間を含めても河床勾配は変わらない。

吾妻川は兩岸に河岸段丘を発達させて基盤岩を下刻してきた (【N⑮】や【S⑫】の全景写真)。その一例を下原遺跡地点の横断形でみると (図20

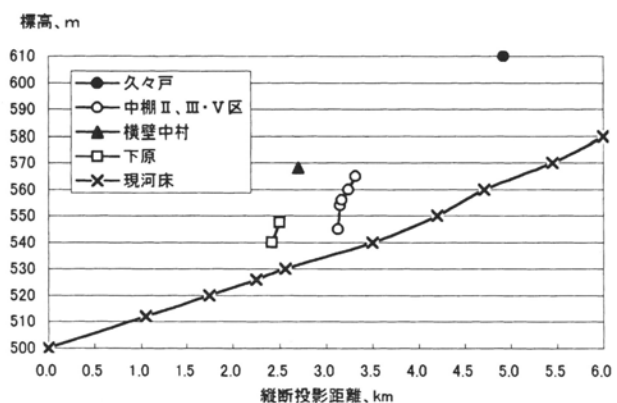


図23¹⁾ 吾妻川の河床と泥流堆積物の縦断投影

【S⑫】)、最も低位の平坦面は標高が535～8 mで、現河床の礫州(532～3 m) および低水流(約529m)とは明らかな比高を持つ。上位の段丘崖と接する地点での試掘によると(図22【S⑬】)、礫層の下方、標高533.5m付近で、天明の噴火時の軽石(As-A軽石)が見つかった。このことは、天明泥流発生時の吾妻川の河床が、現在とそれほど大差がないところにあったことの傍証といえる。図22では、特に目立つ巨礫がスケッチされているが、大粒径の巨礫は周囲を小粒径の砂礫で埋められた充填(matrix-supported) 礫層となっていた。粒径や形状は現河床の礫州と変わらない。

(2) 発掘断面で観察された泥流堆積物の堆積構造

中棚Ⅱ遺跡(写真3)は、発掘前には緩斜面の表面が石積みの小崖で区切られ、階段状に耕作されていた。現河床との間には平坦で比較的大い水田(一部に畑)の面があり、沢から押し出された堆積物がのっていることもあって、上流側が高く、下流側に低くなっている。中棚Ⅱ遺跡では、緩斜面の伸びの方向にほぼ平行するように、まずⅡ区が設定された。Ⅱ区の下端は吾妻川現河床の礫州と4 m余りの崖で接している。

Ⅱ区のA点近傍(位置は図1【N⑫】地点)をみると、天明泥流の堆積物は扁平な角礫を積み上げて作った石垣と高位側(西側)を接している(図16、考察A-A'断面)。注目されるのは泥流堆積物が、上から2個目の石積みの下に入って、左右に連続していることである。すなわち、A点は天明泥流の以前より、石垣で境される段々畑となっていて、一面が泥流に埋まった後に、再び同じ場所に石を積んで、元の畑の境界を復元し今日に至ったことを示す²⁾。天明泥流起源の堆積物は、ここでは1.4～1.5mほどの厚さとなるが、これは当時の石垣の高さにほぼ等しい。

R G層や泥流堆積物は、厚さや粒径に場所による差異はあるものの、堆積構造上の特徴は類似していた。そこで、泥流堆積物の土層剥ぎ取り(写真1)が実施された、Ⅱ区のA点近傍を代表にとり、特徴を記述することにする。

図16の凡例番号で概観すると、天明泥流よりも前の堆積物は、下位より、6の耕作で攪乱されない部分、すなわち、かつての吾妻川の洪水堆積物に由来する堆積物と、4の畑の耕作土でAs-A軽石が鋤き込まれた層、及び3のAs-A軽石層となる。一方、天明泥流による堆積物は、2と2'のR G層と、1のいわゆる泥流堆積物と識別さ



写真3 中棚Ⅱ遺跡 上流(手前)から下流にみる

れる層とその表面を耕した表土である。以下に、地層が重なる順に、下位の6から表層の1にむかって、各層の詳細を記す。

6について： 見かけ上は黄褐色を呈する砂層である。全体に細砂（fine sand, 0.125～0.25mm）からなり、分級がきわめて良い。これは氾濫水に含まれる浮遊砂が堆積したものである。場所によっては、2～4cm程度の水磨された亜角～亜円礫が細砂層中に点在していたり、礫層となって挟まっていた。これらは、河床に接して運搬された掃流礫に起源する。6の上面は4の層に漸移していた。

4と3について： やや灰色がかかった小豆色で、地下水中の鉄バクテリアの析出か、黄色～茶色の横筋が認められる。粗砂（coarse sand, 0.5～1mm）～細礫（granule gravel, 2～4mm）大の軽石が主体を占め、それらの粒子の隙間を細砂が充填して固めている。下位の6に含まれていたのと似たような頻度で亜角～亜円礫が挟在していた。4の層の特徴は、軽石層が厚さ2～4cm、20～30cmの長さで水平方向に波打つように切れ切れに入ることであり、これが凡例番号3で表現されている。軽石は粗砂～細礫大で発泡性が良い。4の中位に挟まれたり、4の最上位に入る部分もある。最上位の軽石層は、天明三年の活動歴からみて、7月27～29日に降ったと推定されている。このような軽石層は畑の畝とサクの関係を示しており、泥流被災直前の農事を復元する強力な指標である³⁾。

2と2'について： 下位の4や3とは明瞭な境界を持って接する。層の厚さはA点付近では14～18cm程度で、厚さの違いは粒径を反映していた。図16では2が砂層で、2'が礫層と判別される部分で、粒径の差異を表現したものであるが、両者は一連の上方粗粒化の中で生じていて、2と2'の境界に堆積学的な意味はない。

すなわち、RG層が薄い部分では砂粒子が逆級化構造をなして堆積し、厚い部分では下位の4～5cmほどが砂粒子の逆級化構造で、上位は礫が逆級化構造を呈している（写真2参照）。砂層の最下底は中砂（medium sand, 0.25～0.5mm）で、上方に粗砂、極粗砂（very coarse sand, 1～2mm）となる。一方、礫層中には、軽石及び発泡性の良い破碎された黒色の火山礫と、水磨された河床礫起源の礫が混在している。黒色火山礫は4～8mm程度でありそれ以上大きなものは含まれていない。河床礫起源のものは最大径が3～4cmで、泥流以前に畑にあった礫が取り込まれたものである。

1について： 細粒物質と岩屑とが混合した、層理のない塊状（massive）の小豆色の地層である。厚さは約120cmで、うち下位の100cmほどに礫が混在し、礫の最大径はA点の観察断面では10～12cmであった。礫には、発泡した黒色の火山礫～緻密な火砕岩、および周辺の沢から押し出されて、もともと吾妻川の溪谷に堆積していた角礫～亜角礫が巻き込まれたとみられるものが混入していた。表土は、腐食が入る分見かけ上の色が黒い。

（3）RG層の面的な広がり

泥流堆積物の下底にRG層が認められたのは、中棚Ⅱ遺跡Ⅱ区とⅤ区、下原遺跡で、その中でも現河床に近い、低い畑を覆った場所に限られていた。このことは、逆級化構造の成因を説明する重要な鍵と考えられる。

中棚Ⅱ遺跡のⅤ区は、Ⅱ区につながる緩斜面が広範囲に発掘された区である（図1）。Ⅱ区A点近くの石垣は、Ⅴ区の石垣と連続していて、これらの石垣によって一枚の比較的広い畑が境される（別刷中棚Ⅱ遺跡遺構全体図参照、N26号畑）。RG層が認められた範囲（図1の中棚Ⅱ遺跡に付せられた網掛け部分）は、まさにこの一枚の畑の範囲に一致した。

RG層の下底は、図17【N③】に拡大して示されるように、旧地表面のサクと畝がなす凹凸の規則的な並びを壊すことなく整合的に覆っている。凹部にはたいがい軽石層がある。一方、上位の泥流堆積物とは、一部に下底と平行して波打つ境界を持つものの、たいいはいは水平な境界を示す。RG層の逆級化構造が石垣（図16考

察A－A'断面の西端)や巨石(径約1.5m、図21【N④】)の存在に干渉されることなく、それらに近接するまで連続していたことも、特徴の一つである。

ところでV区のRG層が認められた畑で、その厚さを調べるとみると(図16【N⑩】)、Ⅱ区寄り、すなわち畑の高度が低かった側ほど厚い傾向が認められる。20～22cmが最大値であるが、最大となるのは、吾妻川の現河床に最も近く、V区では最も下流側で、かつ低い地点にあたる。

下原遺跡についても、RG層は標高が低い畑の部分でのみ認められた(図9、図18【S⑩】)。層の厚さは最大13cmほどであった。

(4) RG層の粒径構成

泥流堆積物では、間隙を充填する細粒な堆積物が、大粒子の表面を覆って隠していたり、逆に大粒子が突出して大粒子ばかりが目立つために、現地観察で得た印象と、堆積物を篩って粒径構成を調べた時の数値には差があることがある。

RG層を構成する砂礫と上位の泥流堆積物とは、一見すると粒径に大きな差があって異質なもののようであるが、実は両者の境界付近では、地層を構成する礫の粒径はほとんど変わらなかった。このことを裏付けるために、中棚Ⅱ遺跡V区の【N③】地点において、RG層と直上の泥流堆積物とをほぼ同量採取し(図17の②と①)、篩い分けを行った(表1)。

図24は、表1の値をもとに、粒径構成を対数正規確率紙を使って比較したものである。横軸は粒径を ϕ 尺度($\phi = -\log_2 d$ 、 d ：粒径、mm)で表現し、縦軸は累積重量百分率となっている。RG層とその直上の泥流堆積物はともにほぼ直線となるが、これは粒径構成が正規分布をなすことを示す。直線の傾きは分級度の違いを表し、当然のことながらRG層は直上の層よりもはるかに分級が良い。

ところで、両者を構成する砂礫の粒径に差があれば、2つの直線は左右に別れてプロットされる。ところが、実際には両者は同一の粒径範囲に収まっていて、ほぼ同じ粒径の堆積物で構成されていることを示す。なお、図24は重量比率で計算しているため差が表現しきれないが、RG層の試料は、実験室で水洗した時に濁りとなる成分(シルト・粘土)が泥流堆積物のそれと比較して極端に少なく、水流で洗われた堆積物という印象を受

けた。

以上のことは、もともと同一の原材料に、下底では分級作用が働いてRG層となり、上方では働かなかったことを示す。その結果、直上の泥流堆積物では1mm以細の堆積物が5割以上を占めるのに対して、RG層では逆に4mmより大きい礫が5割以上を占め、1mm以細の堆積物は2割以下と少ない。すなわち、RG層内では上方に粒径が大きくなるという分級が生じると同時に、細粒な砂やシルト・粘土が失われるからくりも働いたことを示している。

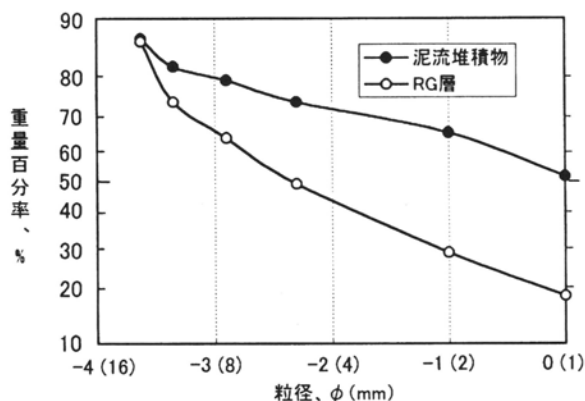


図24 RG層とその直上の泥流堆積物の粒径分布

(5) 泥流堆積物から推定される泥流の流動状況

吾妻川の河谷は、兩岸に高さの異なる段丘面を発達させていて(図20)、大きく穿入蛇行している(図1)。国道145号線が比較的連続性の良い、吾妻川の現河谷に沿った段丘面を結んで走っている。中棚Ⅱ遺跡から下原遺跡にかけての区間は、上・下流が狭窄部で挟まれ、現河谷は幅がやや広がる区間に位置する。上流側狭窄

部には弁天橋がかかり、下流側出口には、標高555～8 mの平坦な段丘面が左岸に張り出し、段丘崖である垂直壁が比高約30m、幅75～100mの狭窄部をなしている。この区間では全体に右岸が攻撃されて後退を続けていて切り立った崖をなし（図20【N⑤】、【S②】）、左岸側には新しい（低い）小規模な段丘面や、緩斜面があり現河床に至る。

今回の一連の発掘調査の中で確認された天明泥流堆積物の高さは、泥流の流動状況を推定する重要な情報となる。そこで、図23中に、中棚Ⅱ遺跡と下原遺跡について、追跡可能な範囲で高さの変化を記入した。久々戸、横壁中村地点は、参考のために最上位の高さを記入した。

中棚Ⅱ遺跡では、最も高い場所にⅢ区が設定された（図1）。Ⅴ区とⅢ区をつなげて下流から上流に順にみると、泥流堆積物の縦断的な関係がわかる。泥流堆積物は、泥流以前の緩斜面に協和的に堆積し、その厚さは斜面の裾ほど厚く、斜面の上（山側）にいくほど薄い（例えば、図16考察B-B'、C-C'断面）。Ⅴ区の最も下流側では、緩斜面の裾にある畑は、発掘前の標高が545～8.6mであった。すなわちこの値が、緩斜面の裾野で泥流堆積物が残された最上位の高さとなる。斜面の山側には、下流端で標高554m付近まで認められた。これに対して、Ⅴ区の最も上流側では、標高560m付近まで認められている。さらにⅢ区では、標高565m付近まで認められた。これらを総合すると、中棚Ⅱ遺跡では、泥流堆積物は上流側ほど高位にあり、下流側ほど低いことが明らかである。両者の高低差は約20mとなる。

一方、中棚Ⅱ遺跡Ⅳ区と下原遺跡では、発掘範囲はすべて泥流堆積物に覆われていた。中棚Ⅱ遺跡Ⅳ区は、本節では初めて登場するが、中棚Ⅱ遺跡Ⅴ区と下原遺跡の中間に位置し（図1参照）、中段に位置する平坦な段丘面（標高549～50m、図20【N⑤】）の一つで発掘された。

ところで、今回の発掘では、泥流の流動方向が推定出来る有力な指標があった。これについての記載はⅦ章2節（1）に詳しいが、泥流に取り込まれていた巨礫が、耕作土の表面を押圧して造った多数の窪地が認められた。これらについて、平面形状や深さの分布、周囲の土の盛り上がり状態、サクを埋めていたAs-A軽石層の列が歪んでいる状況などに配慮して、流動方向が一つ一つ丁寧に追跡された。中には巨礫が残存しているものもあった。これらの記録をみると、泥流の流動方向は2つに大別でき、吾妻川河谷に従う1方向だけでなく、上流に向かう流動があった。

まず、下原遺跡をまとめた図9によると、泥流が下流から上流に向かって流動したことが明らかである。当時の畑の畝は緩斜面の走向に平行していわゆる等高線耕作されていたが、巨礫がつくった窪地が畝を斜めに横切っている。すなわち、斜面の下方から斜め上方に向かって、流動したことを示す。さらに、このような窪地の列は縦筋をなして配列し、斜面上方に顕著で、標高544～5 mにある最上位の【S⑩】では、最大50cmの窪み（図15）となっていた。

一方、中棚Ⅱ遺跡で注目されるのは、Ⅴ区、及びⅣ区で、流動方向が2つに大別出来ることである。まずⅤ区では（図3、【N⑩】）、北西から南東への流れと、これとは反対の方向の流れがある。前者は、上流側のⅢ区に接続する部分に集中して認められ、斜面下方につながっている。Ⅱ区寄りの低い側に、狭い帯状の範囲に集中していることが分布の特徴である。これに対して、後者は、Ⅴ区の中では下流側半分で、どちらかというと斜面の山側、標高が高い部分で多い。流動方向は幾分分散している。また、Ⅳ区では（図2【N⑨】）、下流への流動は下流端部分だけで、ほぼ上流に向かう流れが読みとれた。

以上のことは、泥流の流動が河谷の平面形に支配されていたと見ると理解ができる。まず、下原遺跡は、下流側狭窄部の入り口に当たっていて、垂直な段丘崖がやや緩やかになる場所に位置する。流動痕跡が斜面の斜め上方に向くこと（図9）は、泥流堆積物が堰き上げられる過程でつけられたことを示す。泥流の通過が狭窄

部で阻害され、一時的に堰き上げられて滞留し、大きく逆流したことを物語る。図12では、中段にある石垣の一部が、石垣の形を維持したまま約20cm上流側に平行移動していた。この場所は、下流から泥流が押し寄せて来たと考えた場合に、石垣が泥流の流動方向に対してほぼ直交する面を持つ場所にあたる。石垣が泥流によって移動させられたか、あるいは、迫り来る泥流と石垣との間で局所的に空気が圧縮され、封入空気の圧力で瞬時に移動したのかもしれない。

これに対して、V区の逆流を示す痕跡（図3【N⑩】）は、剥離域の逆流と考えられる。平面的な位置関係からみて、直上流の凸岸を通過した泥流は対岸の右岸に沿って主流が走り、左岸は全体に裏側にあたる。個々の痕跡を見ると、斜面の低い方から高い方に向かっているが、これは一地点で考えると、泥流が成長している途中、すなわち堆積過程で刻まれたことを示す。泥流の高さが上昇するにつれて剥離域の規模も大きくなり、中棚Ⅱ遺跡Ⅳ区の上流に向かう流動痕跡（図2）が示すように、河床に中州があって川幅が広がる場所で大きく逆流していたと推定できる。

ところで、中棚Ⅱ遺跡Ⅲ区、V区（図3【N⑩】）には、河谷の方向と協和的な痕跡があった。すなわちV区の斜面上方では流動方向が揃っていて、しかも窪みが大きいこと、斜面下方には幅が狭い帯状の範囲に痕跡が集中していることからみると、泥流の一部が凸岸斜面を乗り越え、Ⅲ区をかすめ、V区に進入して、斜面を流れ下ったことを示しているとみてよい。乗り越えたと考えた場合には、現河床面との比高は約25mとなるが、これは25mを泥流が一気に駆け上がったというわけでは勿論ない。泥流が河谷を埋めて高さが上昇する中で、その一部が攻撃斜面を直進し、Ⅲ区に流れ込んだと考えて妥当であろう。

ここで改めて疑問としたいのは、天明泥流が中棚Ⅱ遺跡や下原遺跡のあたりでは、いったいどれだけの水分を含んでいたかという点である。

古文書の解読と地質学的な調査を合わせた荒牧⁴⁾によると、鎌原火砕流は上流部（火口から約8km）では本質岩塊が圧倒的に多い高温火砕流であったものの、強大な浸食力によって地表の岩石、土砂を削りとり、低温の鎌原岩屑流に入れ替わったと考えている。さらに、鎌原村集落内で'80年代に行われた複数の発掘調査により、鎌原岩屑流は、水で飽和した泥流や土石流ではなく、空気と固体の混合物の流れ（固気混相流）であったと考えている。

これに対して、山田他⁵⁾は、浅間山北麓に存在していた大きな池や他の地表水を取り込んで、流れの一部は吾妻川と合流する前に泥流となっていたと主張している。白糸の滝のように豊富な地下水を蓄え湧出させる地点があるので、一概には否定できないものの、新しい火山体である浅間山は地表面の透水性が良く、地表には概して水は乏しい。

いずれにしても、鎌原火砕流／岩屑流は吾妻川に流れ込み、利根川を下った。これがいわゆる天明泥流と称される。古文書の記録⁶⁾からは、大爆発後1～2時間で、吾妻川と利根川の合流点である渋川（浅間山を0とした時、72km）に到達したと推定されている。

古文書が示すように、吾妻川が一時的に堰き止められて決壊した場合には、堰き止め湖で貯留された水量が一度に加わるので、かなり水が含まれていたとも考えられる。しかしながら吾妻川の現在の水量が少ないことを根拠に、堰き止めには時間が長くなりすぎて下流への泥流到達が遅れるという考え⁷⁾に従うと、堰き止めはなかったとも考えられる。この場合には鎌原岩屑流の流入地点では吾妻川の通常の流量が加わるだけである。

中棚Ⅱ遺跡や下原遺跡は、鎌原岩屑流が吾妻川に流入した地点に近く、合流地点からは概算で11～12kmの流下距離にある。泥流がたくさんの水を含んだ粘性の低いものであったと考えるよりも、むしろ、水分が少なく

粘質高密度なスラリー（slurry）状のものであったと考える方が妥当ではなかろうか。下原遺跡で、石垣の石が捲れ上がり、その跡に泥流が入り込まず空隙がそのまま残っていること（【S④】）は、泥流堆積物中に水が少なかったことを示唆する。含水率の低いスラリーであったがゆえに、狭窄部では滞留し、堰き上げが起こり、大規模な逆流に至ったのではなかろうか。

また、焼岳や桜島などでは、降雨時に頻繁に土石流が発生することから、観測システムが開発され、現象が映像化されている。それによると溪床に堆積した岩屑が降雨時の出水で土石流となった場合には、先端部に巨礫が集積して高速で流れ、巨礫は途中では停止しない。

中棚Ⅱ遺跡や下原遺跡では、巨礫が泥流堆積物中に残っていた。中でも図21【N⑭】は大きい。RG層が最下底に入ることから、巨礫がすでにそこに存在していて泥流にとって障害物となっていたわけではなく、流動する泥流堆積物に乗って運ばれ、泥流が停止する時に同時に停止したと解釈出来る。すなわち、巨礫の周囲を取り巻いた泥流堆積物が駕籠の役目を果たし、巨礫はその駕籠に座っているだけで自らは動いていなかったと考えている。その意味で、図21のような巨礫を“殿様石”と呼ぶことが可能である。

また図9の泥流中に縦筋状に配列した巨礫の痕跡も、運動形態は殿様石だったことを推定させる。駕籠の役目を果たす泥流層が斜面に近づいて薄くなった時に、駕籠の厚みからはみ出した巨礫が、耕作土を押圧したといえよう。

この仮説は、勾配が20度を超える急勾配の実験水路で、水量が少ない湿潤岩屑流を生じさせた経験から得たものである。実験条件に応じて厚みの異なる剪断層が最下部に出来て岩屑流は定常状態になるが、剪断層の上にある岩屑は、相対的な位置関係を変えずに運ばれる。20度という急勾配に比較して、吾妻川の河床勾配は問題とする区間では1.3/100であり、緩い。堆積物が流下することで失う位置エネルギーには大きな差があるが、この差は、水の密度と粘性に対して、水をそれほど含まない粘質高密度なスラリーであることによって、運動力学的には十分補填されるのではないかと考える。

（6）逆級化構造の成因

逆級化構造は、1）堆積物が一緒に流動している中で分級が生じて形成される場合と、2）供給される堆積物が、小粒径から大粒径へと時間的に変化して形成される場合の2つに大別される。RG層にみられる逆級化構造は、明らかに1）に分類できる。

そこで1）をみると、さらに、a）gravity flowの分散能力と動的篩い分け効果で説明されるものと、b）混合砂礫の流送時に生じる縦断的、平面的分級で説明されるものとに大別される。a）は、大粒子ほど流体の剪断歪の小さい領域—たとえば土石流の表面—に集中してくることと、小粒子は大粒子の間隙を落下しやすく、その結果大粒子が表面に集中するという分級機構である。代表例としては、海底下で大規模に起こる乱泥流（turbidity current）によって生じた厚い礫岩層や、土石流起源の堆積物に認められ、また火山の破碎堆積物や、大洪水による河川堆積物でも生じている。異常な出来事を考えないでも、崩壊地基部にできる崖錐斜面や、崖錐斜面に連続する沖積錐でも、その表面を岩屑が移動する時には、逆級化構造が生じている⁸⁾。

RG層を生じさせたのは、基本的にはa）の分級機構と考える。が、解決しなければならないのは、なぜ、泥流堆積物の最下底だけに働いたかということである。RG層がいつ形成され、RG層の分級を生じさせた営力は何か、という2点を説明する事で成因を明らかにしたい。

RG層が認められたのは、中棚Ⅱ遺跡Ⅱ・Ⅴ区、および下原遺跡で、その中でも標高の低い畑に限られていた。またその厚さは、泥流直前の地表面の高さが低いところほど厚かった。いずれも巨礫の押圧痕跡からみて、泥流が逆流していた部分にあたる。泥流の逆流が条件であれば、Ⅳ区でも生じていて良いが、Ⅳ区では観

察されていない。この理由は、河床面との相対的な高さの差に求めることが出来る。

泥流堆積物の下底にR G層が生じていた標高は、中棚Ⅱ遺跡Ⅱ・V区の畑では542～6.5mであった。当時の河床高度は現河床面と比べてほとんど変わらなかったと推定されるので、現在の低水面の高さである537mを採用すると、比高5～9.5mでR G層があった。下原遺跡では539.2～40.7mで認められ、現低水面が529m付近にあるので、比高は10～11.7mとなる。ところが、IV区では現低水面の532mに対して、図2の範囲で泥流堆積物の下底の標高は最も低い所でも547mで、比高は15mとなってしまう。

高度が低いところでR G層が形成されたとはどういうことであろうか。そこに水流の関与を入れたい。中棚Ⅱ遺跡や下原遺跡では、残された堆積物からみる限り、含水率の低いスラリー状のものであったとみている。が、その最先端部、あるいは氾濫する周縁部を取り出してみると、支谷や沢から水が加わる場所があるので、水分の比較的多い状態が一時的、局所的に出現したと考えられる。特にこの区間の上流には、北から吾妻川の有力な支川である白砂川が合流している（図1西端）。

泥流の氾濫は、河床面に近く、高さが低い場所から始まる。それがたとえばⅡ・V区の低い一枚の畑である。このような場所で任意の1点を取り出して見てみると、R G層中に1mm以細の砂泥が少なく（図24）、しかも試料を洗った時に濁りが少ないということから考えて、泥流に覆われる瞬間の堆積物は細粒な砂泥が抜けたものであったと推定できる。その理由は、泥流の周縁部に水が集中していて、細粒な砂泥は水流中に濁りとなって流出したためと考えられる。

このような周縁部が瞬時に通過すると、次はスラリー状の泥流堆積物にとって変わり、泥流堆積物は厚みを増していく。堆積物が流動していると、畑の耕作土との境界では剪断力が生じる。最下底の堆積物が水に洗われた砂礫であったがゆえに、剪断歪の差を敏感に反映して、大きい粒子はより上方に送り出され、粒径がそれぞれの高さに揃うという明瞭な分級が起り、逆級化構造に至ったと解釈できる。

この過程では、畑の表面に降下していた軽石の一部もR G層中に取り込まれたことが十分考えられる。しかしながら、整然と並んだ畑の畝やサクが破壊されていないことは、周縁部の水流は浸食力を持つほどには強くなかったことを示している。水は次第に泥流堆積物中に消費されて、姿を失っていった。それゆえ、畑の中でも最初に泥流が氾濫した河床寄りの低いところほどR G層が厚い結果となった。

（7）まとめ

今回の発掘調査では、いわゆる天明泥流堆積物について、逆流の痕跡や、最下底に逆級化構造を持つR G層の存在など、泥流の流動を解明するうえで重要な情報がもたらされた。これらを使って、本節では調査区間での天明泥流が流動する姿を考察した。最後に調査区間を通過する泥流の姿を大胆に追ってまとめとしたい。

利根川の五料（噴火口から102kmの流下距離）では、急に水が引いて、魚が河原に躍り、我先にと魚を拾っていたところを泥流に飲み込まれたという記録が残る⁹⁾。このような水流の減少は調査区間でも泥流到達直前にあったと思われる。泥流の先端が通過して、泥流が河床面を埋め、ついには畑に氾濫が始まる。泥流の周縁部ではその先端に濁水が集中していた。このような氾濫の初期の段階で、畑を埋めた泥流堆積物の最下底はR G層となっていた。泥流はなおも上昇氾濫し、河谷の平面形に対応した剥離域や、狭窄部上流では大きく逆流して、泥流堆積物に取り囲まれて運ばれる巨礫が耕作土の表面を押して、流動痕跡を刻んだ。泥流がいよいよ高まっている中では、河谷内に収まらず段丘面上にあがって直進する流れもあった。

この過程で、吾妻川本流や白砂川からの流量はどのように費やされていたのであろうか。調査区間では泥流の堆積過程においては、含水率が低い、粘質高密度のスラリー状堆積物の流動を想定したが、河川からの流量は供給され続けている。調査区間が泥流最盛期にある時には、より上流の区間では泥流は減衰し、一般に後続

流と称される濁流の時期に変わっている。このような土砂流あるいは土石流とも呼べる流れが泥流本体の表面を走るというようなこともあったのではなかろうか。たとえば久々戸遺跡では、現河床面から約50m余りの高さまで泥流堆積物が認められているが、このような時期のものかもしれない。

泥流のピークが調査区間を通過すれば、引き続いて泥流堆積物の上面は低下し、河谷を埋めた堆積物は下流に流亡していく。河谷の中心部の堆積物は完全に抜けていったが、斜面を覆った堆積物は、斜面と協和的な厚みを持って残され、それが今回の発掘調査で観察された泥流堆積物である。中棚Ⅱ遺跡V区でRG層が顕著であった畑には約1.4～1.5mの厚さで残っていたが、これは石垣の高さに等しい。石垣が一種の浸食基準面（堰）となって堆積物の流亡を抑えたと考えられる。旧石垣の上に再び石を積んで境界を復元していたことに驚いたが、旧石垣も泥流堆積物に埋まっていたものの、その場所は泥流直後には案外識別しやすかったのかもしれない。

註

- 1) 図・写真番号は、引用の際の混乱を避けるため、前稿の連番号とした。
- 2) 「遺跡は今」[発掘された天明三年畑跡の特集]、第10号、2002、財団法人群馬県埋蔵文化財調査事業団。
- 3) 関 俊明・諸田康成、1999、「天明三年浅間災害に関する地域史的研究－北東地域に降下した浅間A軽石の降下日時の考古学的検証－」、財団法人群馬県埋蔵文化財調査事業団「研究紀要」、16。
- 4) 荒牧重雄、1993、「浅間天明の噴火の推移と問題点」、新井房夫編「火山灰考古学」、古今書院、83～110。
- 5) 山田 孝・石川芳治・矢島重美・井上公夫・山川克己、1993、「天明の浅間山噴火に伴う土砂移動現象の発生・流下・堆積の実態に関する研究（その1）」、新砂防、45。
- 6) 「遺跡は今」[天明3年8月5日の泥流に埋まった畑]、第5号、1997、財団法人群馬県埋蔵文化財調査事業団や、荒牧（1993、註3）に収録された史料による。
- 7) 勝呂他（1988）「天明三年浅間山噴火における鎌原火砕流について」砂防学会講演予稿集が、荒牧（1993、註3）に紹介されている。
- 8) 伊勢屋ふじこ・池田 宏・小玉芳敬、1991、「大井川上流の大規模崩壊地における土砂移動と地形変化」、科研費成果報告書「混合砂礫の流送特性と砂礫の破碎・磨耗を考慮した砂防ダム機能の評価」、61～91。
- 9) 「遺跡は今」[天明3年8月5日の泥流に埋まった畑]、第5号、1997、財団法人群馬県埋蔵文化財調査事業団に収録された史料抜粋による。