

7 地形発達史からみた大谷川流域の土砂移動特性(3)

○日本サーベイ株式会社 大石道夫
建設省日光砂防工事事務所 土井 功
日本工営株式会社 井上公夫・勝呂博之
日本大学文理学部 相馬秀広

1. はじめに

数百年に一度というようなアクシデンタルに発生する土砂災害に対応するには地形発達史的な解析が有効である。演者らは「利根川水系鬼怒川右支大谷川流域(面積 125.5 km²、流路長 28km)の長期的な観点からみた土砂移動特性を調査検討する」目的で、昭和57~59年度に大谷川流域地形発達史調査業務委託(1)~(3)を実施し、昭和59、60年度の砂防学会でその概要を報告した。すなわち、航空写真比較判読、現地調査、文献調査等により、大谷川流域の地形面を高位(H)面、中位(M)面(M₁、M₂面)、低位(L)面に分類した(図1)。しかし土砂移動現象に調和した対策をたてるためには土砂堆積地の三次元堆積構造を知る必要がある。そこで60年度の調査では土砂の氾濫・堆積が著しいと考えられる日光-今市間の紡錐形扇状地の土流側の中心部に直径 2.5m、深度 11.0mの観測井(深度 4mまで機械掘削、4m以深は人力掘削)を掘削し、詳細な断面観察と試料分析(埋没土壌の¹⁴C年代測定、テフラの鉱物分析、粒度分析)を実施し、流出土砂の材料、時期、規模等について考察した。これらの作業を通して寛文2年(1662年)のような土砂流出の実態とその頻度を検討し、かつ土砂水理学的な考察を試みたので、その概要を報告する。

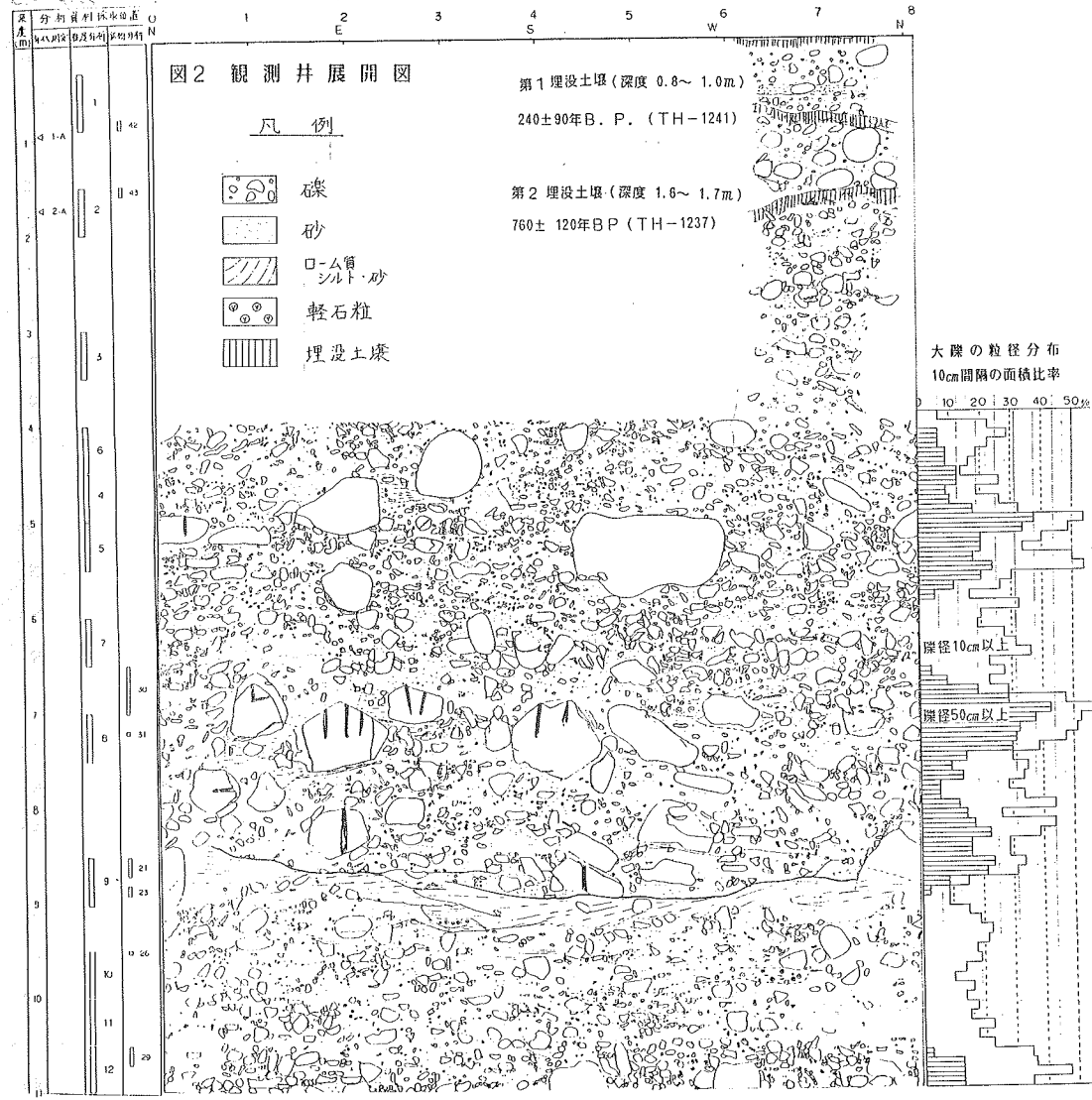
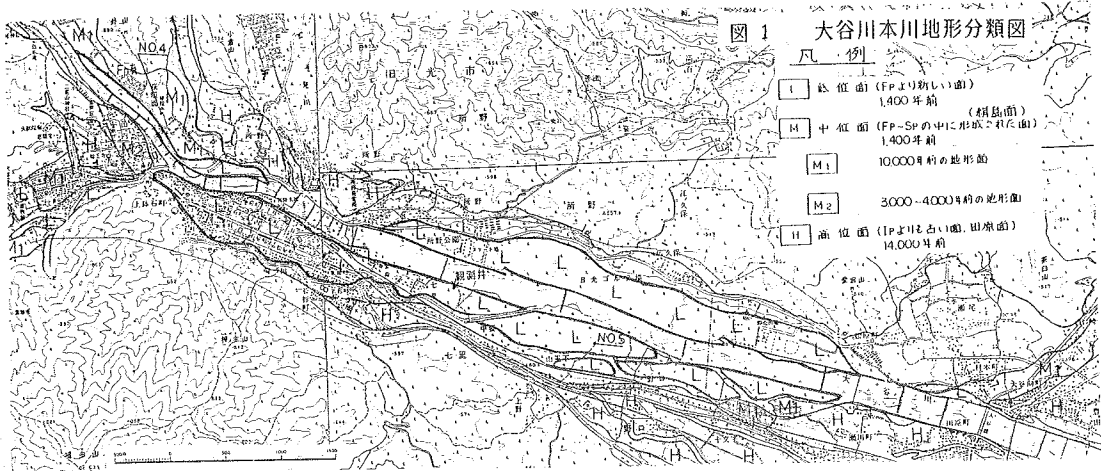
2. 観測井にみる堆積構造

観測井は稲荷川合流点より 2.7km下流の大谷川右岸側の堤内地(所野第8床固工南西;図1参照)に掘削した。図2は観測井展開図である。当地点ではその層相から4つの堆積層に分けられる。

第1堆積層(深度 0~0.8m) 最大隙径は15~20cmで、全体として細隙からなっている。深度 0.5~0.6mに砂層を挟んでいるので、少なくとも2回以上の土砂流出があったものと考えられる。また本層下位の埋没土壌の¹⁴C年代測定では 240±90年 B. P. (TH-1241、東北大学理学部地理学教室に依頼)が得られており、第1堆積層は江戸時代後期以降に氾濫した土砂であると推定される。

第2堆積層(深度 0.8~1.6m) 最大隙径は30~40cmで、マトリックスは粗~細砂である。本層下位の埋没土壌については 760±120年 B. P. (TH-1237)が得られており、当地区の災害年表などから判断して、江戸時代前期の寛文2年(1662年)災を中心とする土砂氾濫時(1723年までに9回)に堆積したのであろう(寛文2年災以前には大谷川合流点から稲荷川下流部にかけて、滝尾神社の門前町が二筋存在し、当災害時に壊滅的被害-300余戸を押し流し、140余名が死亡-を受けた)。

第3堆積層(深度 1.6~8.5m) 最大隙径は50~180cmの巨隙を多く含む亜円隙からなっている。マトリックスは粗~細砂であるが、レンズ状にシルト質な部分もみられ、第1、第2堆積層で見られなかった粗粒なスコリア粒や軽石粒が点在する。また隙径50cm以上の巨隙の分布(10cm間隔の面積比率)をみると、図2に示したように深度 4.2~6.0m、6.7~8.0m、8.0~9.1mの区間に比較的集中している。本層の特徴はこの下の第4堆積層との境界に、かなりシャープな不連続面を有するこ



と、本層の下半の堆積物にインプリケート構造がみられることである。第3堆積層の隙径が大きいことを考慮するとかなり大規模な土砂氾濫、堆積現象が生じたものと推察される。

第4堆積層（深度 8.5～11.0m） 最大隙径は20cm前後、マトリックスは粗・細砂でさらに今市スコリア、七本桜軽石、水つきロームなどの2次堆積物を多く含んでいる。また第1～第3堆積層の色調がほぼ灰色であるのに対し、本層は黄褐色を示している。本層の特徴は堆積層の上位に層厚0.5mのローム質砂質シルトが存在することである。第3堆積層と第4堆積層との間（不整合）にはかなりの時間間隙があったものと想像される。すなわち第4堆積層の上位には土壌層が存在していたと想定されるが、第3堆積層最下位の隙層を堆積させた大規模な土砂氾濫によって削剥されたものと考えられる。このことは当地点より2.5km下流の瀬尾床固工付近の深度3.4mに埋没土壌層が存在し、本層とほぼ対比できることから推定される（この埋没土壌については¹⁴C年代測定を依頼中である）。

3. 紡錘形扇状地の堆積構造

図3は前回までの調査結果や今回の観測井の観察その他の資料をもとに、段丘面、現河床面、旧河床面の縦断と低位面の堆積幅を示している。旧河床面は前述した観測井のローム質シルト層上面と数箇所のこれと同定される点（所野第16床固付近、瀬尾第5床固付近の志渡淵川下水道工事露頭等、図中×印）を結んだものである（工事現場の掘削面はしばしば貴重な資料を提供してくれる）。

上記の第3堆積層と第4堆積層間の不整合面の年代はまだ判明していないが、現在までの調査結果から判断してM₁面とM₂面との境、すなわち3,000～4,000年前と考えられる。紡錘形扇状地でのこの不整合面（旧河床面）から上部の堆積土量を推算すると、平均土砂堆積厚を5.0mとすれば、紡錘形扇状地の面積が5.65km²であるから約2,800万m³（100年間に70～90万m³）となり、扇状地より下流への流出土砂量を考慮すれば、稲荷川合流点より下流の大谷川には少なくとも4,000万m³前後の土砂が流出したことになる。しかも本流域の地形発達過程（稲荷川合流点より上流の大谷川は狭窄部で土砂が通過しにくい）から判断して、その大部分は稲荷川から流出したものと考えられる。

一方、前回報告したように、稲荷川の河谷は中位面形成時には8,000万m³（平均堆積厚60m）の土砂で埋積されていたが、その後、この堆積土砂は次第に侵食され、4,700万m³（プラス稲荷川源頭部の侵食土砂量加わる）が流出し、その過半が紡錘形扇状地に堆積したものと考えられる。したがってオーダー的には今回もとめた紡錘形扇状地の旧河床面以浅の堆積土砂量と稲荷川の侵食土砂量はほぼ見合っている。

前々回の発表では稲荷川の源頭部左岸側（赤嶺山西方）に存在する大崩壊、いわゆる「大鹿落し」は寛文2年（1662年）に発生したものと報告したが、「光嶺秘鑑」には、「古く稲荷川の水源七滝の辺りに潮水がたたえられていたが、東側の峻崖が崩れて洪水が押し出した」と記されており、また「日光山誌」（1824年）にも大鹿落しの記載がない。また蒲孚（昭和4年）の論文にも「大鹿落し」に関わる表現はみられず、律院の中川住職（日光市史編さん委員、日光山岳会会員）によれば、昭和10年頃から山岳関係者によって使われだしたという。こうした理由から「大鹿落し」は寛文2年に形成されたものではなく、災害史から判断して、1824年以降の災害時に発生したのであろう。日光砂防（1982）によれば、「大鹿落し」と称される崩壊跡地の面積は93,888㎡、比高407m、崩壊土量約400万m³、昭和32年から56年の24年間に面積は約6.7%増加し、崩壊拡大量37万m³（平均崩壊深4.0m）と計

測されている。要するに稲荷川上流部には少くとも数百年前にはすでに大小無数の崩壊地がみられ、そこから土砂が間断なく溪床に堆積して、これが数百年に一度、間歇的に流下するといった現象を繰り返してきたものと思われる。寛文2年の災害もそうした現象の一つであったろう。寛文2年の流出土砂量は、稲荷川の低位面の堆積土量が 553万 m^3 と推算されているので、紡錘形扇状地での堆積土量を考慮すればオーダー的には数百万 m^3 と考えられる。第2堆積層の層相が、寛文2年災程度規模のものとするれば、第3堆積層を形成した土砂流出現象は寛文2年よりはるかに大規模な現象であったと考えられる。

4. 水理学的手法との接点

紡錘形扇状地の堆積過程を通常行われている河床変動計算によって検討した。計算始点(旧河床)は前記旧河床面とした。砂礫は稲荷川のみから供給されるものとし、一洪水の土砂量は1/100年確率流量 $200 \text{m}^3/\text{sec}$ が16時間継続した場合の流下可能土砂量とした。扇状地部分では流砂の多い場合には扇面全体に氾濫、堆積するものとし流砂の少ない場合には1/100年確率流量に見合うハイドログラフ ($Q_p = 1,300 \text{m}^3/\text{sec}$ 16時間)を援用し、レジーム則によってきめられる川幅 ($\alpha = 5.0$)を採用した。平均粒径は調査資料にもとづき 8cm とし、流砂の少ない場合にはアーマーコート(Armor coat)を考慮して 15cm とした。

図4に計算結果の一例を示した。この例で示した給砂量 $20 \text{m}^3/\text{sec}$ は、土石流と掃流の遷移移送形態である掃流状集合流動についての高橋式による数値を参考としたもので(本式の適用については条件が付されていて、本事例には適用できない)、この場合一洪水の総流砂量は約 90万 m^3 となる。 $2 \text{m}^3/\text{sec}$ はMPM式によるもので総流砂量は 11.5万 m^3 である。図3、図4を比較すると、図3の旧河床面とL面との相対的な形状と、図4の旧河床面1と30回目の河床面4との相対的な形状とが比較的よい対応を示している。しかしこうした作業過程とその意味、内容については今後なお検討を要する。河床変動計算に当り、種々、御指導頂いた建設省土木研究所砂防研究室の各位に御礼申し上げます。

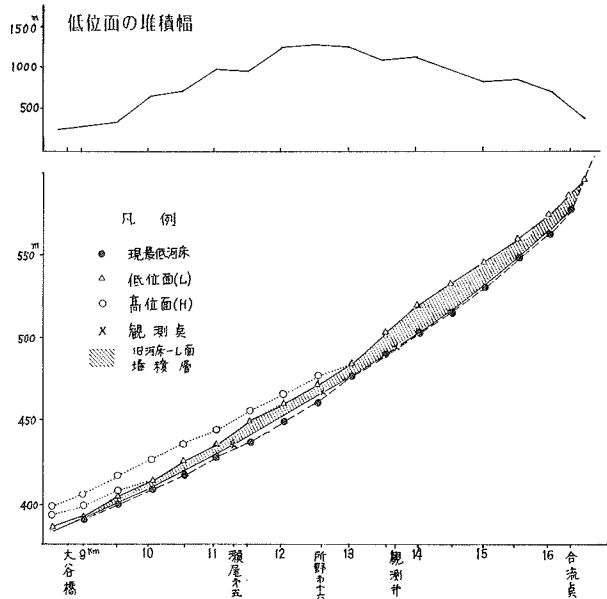


図3 現河床、段丘及び旧河床縦断面図

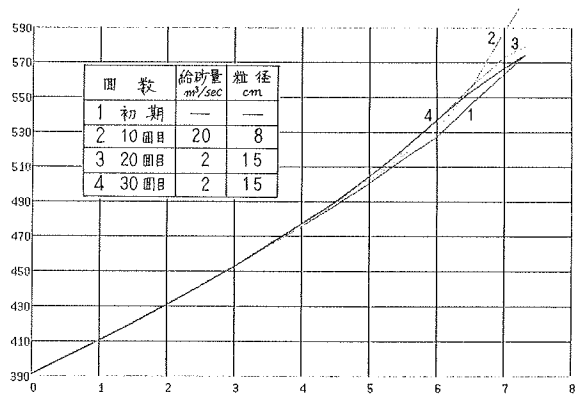


図4 河床変動計算結果