

○日本工営株式会社防災部 井上 公夫
 日本サーベイ株式会社 大石 道夫
 建設省砂防部砂防課 五十嵐 弘和

1. はじめに

最近のように、砂防事業の進捗に伴って土地利用の高度化が進んだ地域において、より安全度の高い合理的な砂防事業を実施するためには、単に最近の土砂移動現象を確率年次的に引き伸して計画土砂量を算定するのではなく、よりマクロな観点から土砂移動の特性を把握し、砂防事業自体を当該流域の地形発達史の中で位置づける必要がある。このため演者らは、先に昭和57～59年度大谷川流域地形発達史調査を実施し、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1.4万年前以降の地形発達史と土砂移動の特性を気候変化と関連づけて考察した。その一部については、59年度の本研究発表会や大石道夫著「目でみる山地防災のための微地形判読」（鹿島出版会）で公表したが、ここではその後明らかとなった事項について報告する。

2. 昭和59年度の調査内容

昭和58年度までの調査は、大谷川流域の地形発達史を定性的に検討したものであったため、日光砂防工事事務所が実施している現行の砂防計画上の土砂収支などと比較して検討するに至らなかった。このため、昭和59年度には土砂移動の時間的変化を定量的に把握する目的で、以下のような調査を行った。

① 土砂堆積の平面的、垂直的分布の実態調査

日光砂防工事事務所、日本道路公団、水資源開発公団、栃木県、日光市、今市市、古河電工(株)などの既存資料（報告書76冊、調査ボーリング480孔など）を収集、整理、解析し、砂礫段丘面の生成時期（表層テフラの構成層）や砂礫層の堆積厚などを検討した。また、1912年（大正元年）測図の $\frac{1}{2.5}$ 万旧版地形図や1947年（昭和22年）の米軍 $\frac{1}{1}$ 万航空写真をもとに、大谷川の河道の変遷状況を検討し、 $\frac{1}{5000}$ の地形分類図（河道変遷とボーリング柱状図を含む）を作成した。

② 比較的新しい時期の土砂はらん堆積の実態調査

栃木県立博物館、日光市史編さん室、東照宮社務所、二社一寺文化財保存会などの協力を得て、古文書、古地図などを収集、整理し、1662年（寛文2年）の災害、1683年（天和3年）の“日光大地震”などの災害履歴を調査し、寛文2年災害範囲図、既往災害総括図、及び大谷川流域災害年表を作成した（明治時代以降は、昭和54、55年度砂防事業社会経済調査業務委託で実施）。

③ 大谷川と稻荷川の河床縦断面図作成

$\frac{1}{5000}$ 地形分類図（図1）を用いて、大谷川や稻荷川沿いに200～500mピッチの横断面図を作成し、①で得られた地質状況や地形面分類のほか、主な砂防構造物の形状と岩着状況を記入した。また、河床縦断面図を作成し、各段丘面の位置や基岩線を投影した（図2）。

④ 稻荷川流域の侵食、堆積土砂量の推定

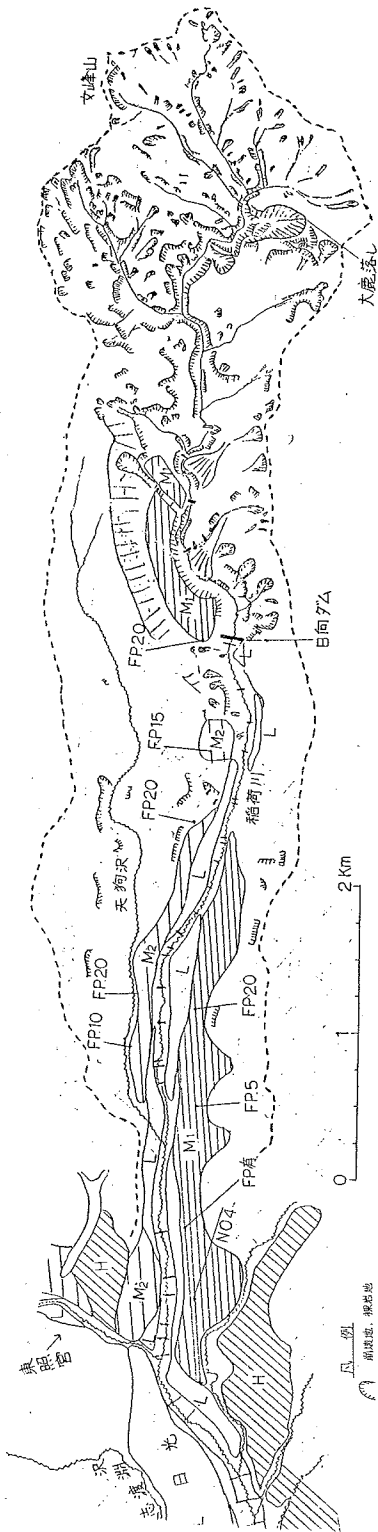
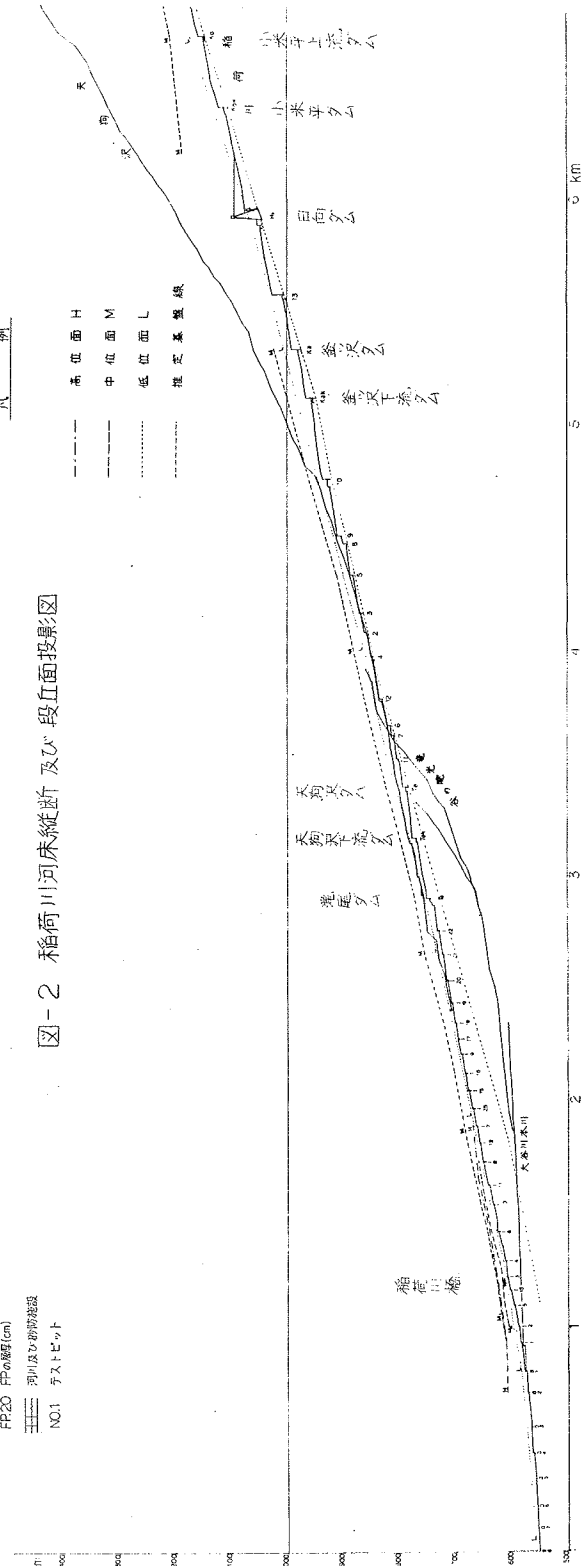


図-1 稻荷川流域地形分類図

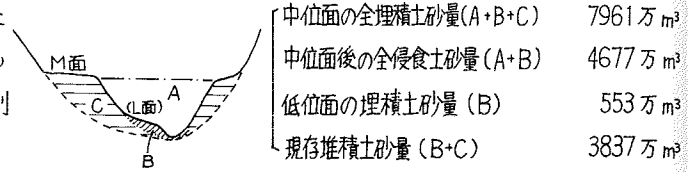
- 凡例
- 崩壊地、標記地
 - L 低位面 (1900m以下)
 - M2 中位面 (3000~4000ft)
 - M1 中位面 (17年降雨)
 - H 高位面 (1.07年降雨以前)
 - ▨ FP20 FPの階級 (cm)
 - ▨ NO.1 河川及び河階施設
 - ▨ NO.1 予入トピット

- 凡例
- 高位面 H
 - 中位面 M
 - 低位面 L
 - 推定基準線

図-2 稻荷川河床縦断及び段丘面投影図



稲荷川については、③で作成した横断面図(33本、200mピッチ)をもとに、右図のA,B,Cに区分して計測することにより、各地形面の堆積・侵食土砂量を求めた。



3. 大谷川流域の河床変動についての考察

図3. 大谷川流域河床変動模式図(案)は、以上の調査結果をもとに、他流域の調査で判明している気候変動や土砂流出傾向を含めて、各地点の河床変動を示したものである。一般に、河床レベルは、谷壁斜面や上流部からの土砂供給量(A)と河川の土砂運搬量(B)によって決定される。A < Bであれば、砂礫層や基盤を侵食して河床は低下する。A > Bであれば、砂礫を堆積させて河床は上昇し、埋積谷が形成される。その後再び、A < Bとなって河床が低下する場合でも、埋積土砂のすべてが下流に運搬されることは少なく、かなりの埋積土砂が残り、堆積段丘が形成される。また、下刻の途中でほぼA = Bとなれば、側刻が行われ、侵食段丘が形成される。

さて、昭和59年度の調査では、中位面(M面)を堆積物の層相、土壌層の厚さや¹⁴C年代測定の結果から、1万年前頃のM₁面と3000~4000年前のM₂面に区分した(図1)。そして、各地点毎に段丘面の形成時期と河床レベルの変化を考察し、図3のように河床変動を模式的に考察した。すなわち、①の荒沢と大谷川との合流点付近では、14000年前に荒沢火砕流によってせき止められ、河床は40~50mも急激に上昇した。この地点より上流には“古清滝湖”が形成され、徐々に清滝や細尾地区に土砂が堆積し、“古清滝湖”は埋積されていった。荒沢では、荒沢火砕流により広範囲に河谷が埋積され、谷地形が平滑化したため、荒沢からの土砂供給は減少し、5000~7000年前の気候温暖期には、厚い土壌層が形成された。しかし、3000~4000年前には気候の寒冷化、または気象擾乱の激化によって、荒沢上流から多量の土砂が供給されるようになり(A > B)、丹勢原や日光高校などのM₁面上に堆積し、M₂面が形成された。その後、気候が温暖化して(A < B)、大谷川や荒沢は急激に下刻するようになり、河床が低下したため“古清滝湖”は消滅し、清滝の後背湿地や細尾の段丘面が形成された。1400年前のFP降下時には、最も河床が低下し、その後再び土砂流出が活発化して(A > B)、低位面(L面)が形成されたものと考えられる。

②の稲荷川中流部(天狗沢砂防ダム付近)では、砂礫層の上に成層したIP、SPと埋没土壌層が部分的に残り、さらにその上に1~2mの砂礫層が載っている。このことから、IP、SPより下位の砂礫層は高位面またはM₁面初期の構成層で、その後離水(河床低下)し、土壌層が形成されるような地形面の安定期があったと判断される。以後再び、河床は上昇してM₁面より1~2m高くなり、M₁面上に薄く砂礫層を載せ、M₂面を形成した。

③の稲荷川下流部では、稲荷川の左岸側がM₁面(地表面に厚い土壌層が存在)で、右岸側がM₂面(厚い土壌層が存在しない)となり、両者には約10mの比高差がある。つまり、この地点ではM₂面形成時の河床上昇がM₁面まで達しなかったものと考えられる。なお、M₁面を構成する砂礫層の上部には、IP、SPが10~50cmの塊となってパッチ状(それぞれ異なる層準)に含まれている。

④の稲荷川合流点より下流の大谷川(日光、今市間)では、M₁、M₂面はほとんど認められず、新し

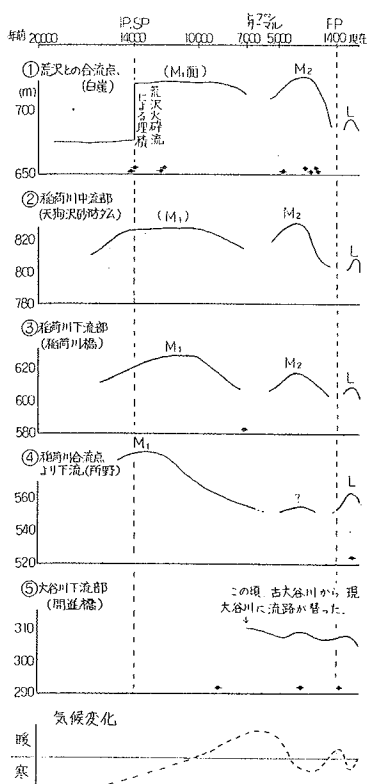


図-3 大谷川流域河床変動模式図(案)
(→は℃年代別定値)

い土砂により埋積されている可能性が高い。つまり、M₁面形成後、大谷川の上流や穂荷川から流出した土砂は、日光、今市間の紡錘形扇状地の部分に堆積し、今市より下流には洪水流のみが流下した。M₁面の分布から判断すると、M₁面形成時の大谷川は、瀬尾を通過して古大谷川方向に流れ、大桑付近で鬼怒川に合流していた。その後、扇状地部分での土砂堆積が進み、古大谷川の河床レベルと今市より下流の高位面の標高がほとんど同じとなったため、大規模な土砂氾濫時(5000年前頃?)に、大谷向町付近で古大谷川方向から現大谷川方向に流路が振り替り(現在の河道付近にはM₁面がほとんどない)、現河道(今市市間の沢で鬼怒川に合流)が形成されるようになった。

M₂面形成以後、大谷川流域では再び気候が温暖化したため、FP降下堆積時(1400年前)には最も河床が低下した。その後、日光は勝道上人の開山(767年)以来、山内ばかりでなく、穂荷川や大谷川の川沿いにも多くの集落が形成された。これらの集落は何回も洪水被害を受けていたようであるが、1662年(寛文2年)の災害が最も大きく、1683年の日光大地震を初めとして、1723年までの60年間に9回も被害を受けている。それ以後しばらく大きな被害はなかったが、明治時代末に神橋や大日堂が流出するなど、大きな洪水災害が多発した。今市から下流の現大谷川は、蛇行や側刻を繰返し、現在盛んに河床幅を広げて

いるが、明治末の洪水氾濫時には、現大谷川だけでなく、古大谷川方向にも洪水流が流下した。

2.③項で積算したように、中位面形成時の穂荷川の河谷は、8000万m³(平均堆積厚60m)の土砂で埋積されていた。その後、この堆積土砂は次第に侵食され、4700万m³の土砂(プラス穂荷川源頭部の侵食土砂量)が流出し、その大部分が紡錘形扇状地部分に堆積した。仮に、上記の土砂の全々が扇状地内に堆積したとすると、平均堆積厚が8.3m(面積5.65km²)となる。FP降下堆積以降、低位面を形成した堆積土砂は553万m³(平均深10m、上記9回の災害の積算値)であるが、災害規模から判断して、その大部分が寛文2年の堆積土砂(10⁶m³のオーダー)と考えられる。

4. 今後の問題点及び調査手法

以上述べたように、今までの調査で多くの点が明らかとなったが、初めに述べたような地形発達史的な見方を砂防計画に反映させるためには、さらに以下のような問題点を調査、検討する必要がある。すなわち、①日光、今市間の紡錘形扇状地の堆積構造(特に埋没しているM₁面と二次的に堆積しているIP, SPの確認)②低位面の堆積構造 ③穂荷川、田母沢、荒沢、深沢などの支溪流別の土砂収支 ④寛文2年災の位置づけ、及び⑤一洪水毎の堆積層厚の確認などを行う必要がある。このためには、調査ボーリングで確認することは不可能であるので、深度15m程度のテストピットを必要な地点に掘削する必要がある。こうした調査を実施して初めて現行の砂防施設配置計画で策定している土砂処理計画の妥当性が検討できるものとする。