

43 地形発達史からみた大谷川流域の土砂移動の特性

○日本工営株式会社防災部 井上公夫
国立防災科学技術センター 大石道夫
建設省日光砂防工事事務所所長 内山昭吾

1. はじめに

利根川水系鬼怒川右支大谷川流域（面積125.5 Km²，流路長28 Km）には、北側に女峰・赤嶺・男体山を初めとする日光火山群が存在し、大谷川への土砂流出が活発で、特に、日光・今市間には紡錘形の現成扇状地（長さ7 Km，幅1 Km）が発達している。本流域では1918年（大正7年）から直轄砂防事業が開始され、多くの砂防ダムや流路工が施工されている。日光砂防工事事務所が実施した昭和54・55年度、砂防事業社会経済調査によれば、砂防工事の進捗に伴って、元来、氾濫原や耕地などであった地区に人家や公共施設が建設されるなど、土地利用の高度化が進み、砂防事業の効果が現われている。それだけに、ひとたび氾濫すれば、非常に大きな被害が予想されるので（被害想定結果より）、より安全度の高い合理的な砂防事業を実施する必要がある。このためには、単に、現在の土砂移動現象を確率年次的に引き伸ばして計画生産土砂量を算定し、あるいは、水理学的手法によって流路工を計画するだけでなく、よりマクロな観点から土砂移動の特性を把握し、砂防事業自体を当流域の地形発達史の中で位置づけることが極めて有効であると考えられる。このような観点から、昭和57・58年度に「大谷川流域地形発達史調査」を実施したので、その概要を報告する。

2. 本調査の目的と調査手法

地形発達史を考察するためには、地形・地質学的前後関係の検討とともに、年代の判明している指標が必要であり、本調査ではテフラ（火山灰）と礫層中の埋没土壌を手がかりとした。一般に、地表面にテフラが存在すれば、テフラの降下堆積以後土砂移動がなかったことになり、地形面の安定性を考える上で重要な指標となる。これらのテフラが礫層中に存在（二次堆積物となっている場合が多い）すれば、それより上位の地層は、テフラの年代よりも新しいことになる。テフラが降下堆積したと判断される地域の地形面上に存在しなければ、その地形面は、テフラが流出してしまったか、それ以後の土砂移動によって形成された新しい地形面であると考えられる。埋没土壌についても同様のことが言え、しかも土壌層中の腐植土の¹⁴C年代測定によって形成年代を知ることができる。また、土壌が形成された時期の地形面は、植生が繁茂し、かつ、水の侵食を受けていなかった時期の地形面と考えられる。したがって、上記のような示標テフラや埋没土壌の有無に基づいて地形発達史を検討すれば、マクロな観点からみて、砂防計画に有効な土砂移動の形態の推定が可能となろう。

本調査では、航空写真の判読、地形解析、地表踏査、既往災害調査、テストピットの掘削（5ヶ所）と試料採取、腐植土（埋没土壌）の¹⁴C年代測定やテフラの鉱物分析などを実施して、

- ① 示標テフラ（今市スコリア（JP）、セ本桜軽石（SP）、ニッ岳軽石（FP））の分布状況の把握
- ② 示標テフラの有無に基づく地形面の分類と地形分類図の作成

③ 大谷川流域の1.4万年前以降の地形発達史と土砂移動形態の推定

などの考察を行った。なお、 ^{14}C 年代測定は東北大学地理学教室、鉱物分析は日本大学応用地学科遠藤邦彦助教授に依頼した。また、土砂移動時期の推定と関連づけて検討した気候変化のデータは、吉野（1983）、小野・堀・遠藤・安田（1983）などによった（気象研究ノート、147号）。

3. 日光火山群の地形特性

日光火山群の中では、女峰・赤薙火山の活動がもっとも古く、その後、大真名子・小真名子・大郎男体山が噴出し、2～3万年前には現在とほぼ同じ火山体が形成された（河田1955、山崎1957）。男体山は、主活動期の最後に含満淵溶岩と華嚴溶岩を流出し、後者は、大谷川を堰き止めて中禅寺湖を形成した。その後、男体山も休止期に入り、山体の侵食（放射状水系の形成）が始まったが、女峰・赤薙火山では、早くから侵食が続いていたため、谷地形もかなり大きくなっている。特に、稲荷川は、女峰・赤薙火山の南東に開いたカルデラの中心部にまで達しており、接峰面図（500m谷埋め法）でも、当流域の支流でただ一つ谷地形が認められる。これらの火山から流出した多量の土砂によって、大谷川の中・下流部に扇状地や段丘面（本調査での高位面、阿久津（1955, 57）の田原面より古い、後述のIP, SPを乗せる）が形成された。

男体山は、1万年位の休止期の後、14,000年前頃に500年位の短い間隔をおいて、2回の火山碎屑物を噴出した。すなわち、今市降下スコリア（IP）と火砕流、七本桜降下軽石（SP）と火砕流である。後者の火砕流は、男体山の北に開いたカルデラから、荒沢火砕流と竜頭滝火砕流に分かれて流下した。荒沢火砕流は、荒沢の河谷を広く埋積しながら流下して、火砕流堆積面を形成し、大谷川を堰き止めて（白崖の堆積物）、“古清滝湖”（面積2.2 Km²）を形成した。竜頭滝火砕流は、南面に流下して中禅寺湖に流入し、上流側に戦場ヶ原の原湖を形成した。IPとSPは、大谷川流域のほぼ全域に1m以上の層厚（オレンジと黄色の二枚の明瞭なテフラ）で堆積したため、日光火山群の表面を覆っていた植生が死滅し、土砂の生産・流出が活発化したと考えられる。また当時は、ヴェルム氷期末期でかなり寒冷な時期であったことも重なって、谷壁斜面から多量の土砂が支溪流に流入したが、その大部分は、支溪流の河谷に残り、河床が上昇して広い埋積谷（稲荷川では幅400～600m）が形成された。しかし、荒沢では、荒沢火砕流の埋積により、谷地形が平滑化されたため、土砂移動そのものが減少した。

4. 大谷川流域の土砂移動特性

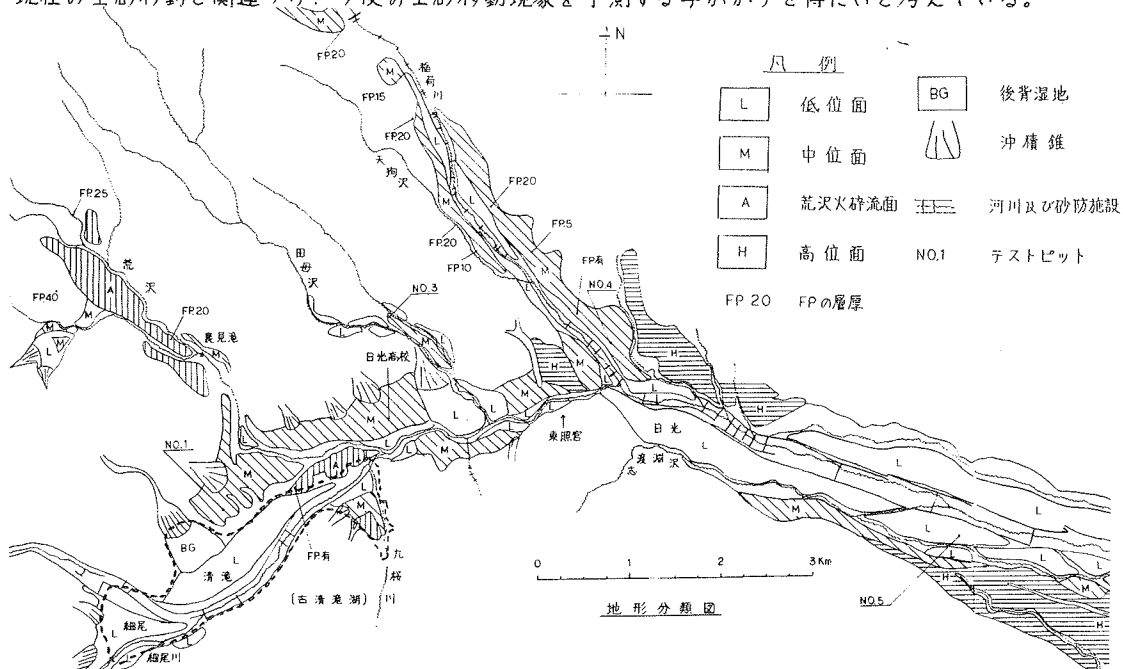
^{14}C 年代測定の結果などから判断すると、稲荷川では1万年前頃から下刻が開始されて、河床は低下し始め、埋積していた砂礫層の一部は下流に流下したが、大部分は原位置に残り、中位の段丘面を形成した。これは、1万年前頃から汎地球的に気候が温暖化したため、谷壁斜面からの土砂供給が減少し、河川の土砂運搬力が土砂供給量を上回るようになったためと考えられる。特に、7000～5000年前は、気候最適期であったため、中位の段丘面の上には厚い土壌層が形成された（NO. 4ピットの礫層直上の腐植土で 7170 ± 180 年 B.P. (TH-959)）。稲荷川から流出した多量の土砂の大部分は、前記の紡錘形の扇状地部分に堆積した。一方、荒沢では、5000年前頃から多量の土砂が流出するようになり、大谷川との合流点付近の丹勢原（NO. 1ピット 3050 ± 120 年 B.P. (TH-958)）や清滝安良沢町（日光高校切土露頭 3200 ± 120 年 B.P. (N-386-1)）などの緩斜面上に堆積した。

その後、1400年前に榛名山からニッ岳軽石（FP、新井1962, 79）が噴出し、大谷川の中・上流部に5～30cmの層厚（地表面から20～50cmの土壌層中に存在）で堆積した。この時期の大谷川流域は、もっとも下刻が進んだ時期であり、稲荷川は、現在よりも深い谷となっていたと考えられる。また、荒沢と大谷川との合流点付近でも次第に下刻が進み、荒沢下流では含満淵溶岩が露出するようになり、裏見滝が形成された。しかし、それより上流部の火砕流堆積面は、含満淵溶岩の存在によって保護され、現在でもかなり良く残っている。大谷川を堰き止めた白崖の堆積物も次第に侵食されて、大谷川の河床が低下したため、“古清滝湖”も消滅して、細尾の段丘面や清滝の後背湿地（泥炭が堆積している）が形成された。

大谷川流域では、1532～54年間に発生した白髭水洪水や1662年（寛文2年）の大鹿落し災害、1683年（天和3年）の日光大地震を始めとして、1723年頃まで土砂流出や洪水氾濫が多発した。特に、大鹿落し災害は、東照宮造営（1617年）直後の大災害で、赤羅山の大崩壊による土砂流出で、稲荷川と大谷川との合流点付近の人家や目付屋敷等、300余戸を押し流し、140余名が死亡したと言われている。紡錘形扇状地内のNO. 5ピットでは、深度160～170cmの埋没土壌の年代が330±90年B.P.（TH-960）となっているので、それより浅の堆積物は、大鹿落し災害以後の堆積物と考えられる。このような災害時の堆積物によって、下位面（この面にはFPが存在しない）が形成された。

それ以後、大谷川流域ではしばらく大きな災害はなかったが、明治時代末になって災害が多発し、特に、1902年（明治35年）には神橋が流出するなど、大きな災害が発生した。このため、前述のように、大谷川流域での砂防事業が開始され、工事の進捗に伴って氾濫原区域での危険度が減少したため、現在では土地利用が高度化している。

しかしながら、将来、“大鹿落し災害”のような大規模な土砂流出が発生することもあると考えられるので、上述してきた定性的な地形発達史をもとに、土砂移動にあずかってきた古環境を量的に復元して、現在の土砂移動と関連づけ、今後の土砂移動現象を予測する手がかりを得たいと考えている。



大谷川流域地形発達史年表

年 前	時代区分	気候変動	海水準	元標マリア	日光の歴史	大谷川上流域	荒沢流域	稻荷川流域	大谷川中下流域
100					198 大正7年 砂防事業着手 1912 明治45年 神橋流出	近隣原地域の土地利用進む			近隣原地域の土地利用進む
320	江戸時代	小氷期			1723 災害多し 1683 天明3年 日光大地震 1662 寛文2年 大庭家上炎雲 1617 元和3年 東照宮完成	男体山南面斜面 大庭などの 崩壊後 〔下位面の形成〕	〔下位面の形成〕	や峰・赤蓮火山の侵食激化 上流からの土砂流出増加 中下流部に下位面の形成	洪水・土砂氾濫の激化 〔下位面の形成〕 NO.5セット 深さ180~170cmの埋没土塊 330±90年B.P.
550	室町時代	寒冷期			1532~54 天文11年 白砂水洪水				
800	鎌倉時代								
1000	平安時代	温暖期		式部B	1108 天仁元年?		荒沢上流からの土砂流出激化 〔裏見・滝形成〕 それより下流の河床低下	深い谷の形成	日光・今市間 〔扇形・扇状地の形成〕
1400					782 天武2年 二荒山神社建立 7世紀初頭	〔古清蓮湖消滅〕			NO.6セット 深さ65~110cmの埋没土塊 1250±70年B.P.
2400	古墳時代			ニッ岳磐石 (FP)			〔中位面上に土砂堆積〕 NO.1セット 深さ110~111cmの埋没土塊 2640±110年B.P.	中位段丘残雪の侵食	日光・今市間 〔扇形・扇状地の形成〕
2900	弥生時代	寒冷期	海面16m低下				同上 深さ196~226cmの埋没土塊 3050±120年B.P.	稲荷川の河床低下	
5000		ヒマラヤ・マール 気候最盛期					荒沢上流からの土砂流出激化 〔中位面の形成〕		NO.6セット 深さ180~170cmの埋没土塊 3520±120年B.P.
6500 7000	縄文時代	縄文海進のピーク		Aカボヤ(Ah)			荒沢・裏見道・上流の埋没土塊 4830±140年B.P. 埋没土塊の形成 谷地形の平坦化による 土砂流出の伏止 〔荒沢火砕流堆積面〕 荒沢火砕流による谷の埋積	河谷斜面の安定化 土壌の形成 〔中位面の形成〕 NO.4セット 深さ80~95cmの埋没土塊 7170±198年B.P. や峰・赤蓮山の侵食激化 中下流部の土砂堆積 河床上昇	〔中位面の形成〕 今市工部橋頭 深さ180~190cm 3800±200年B.P.
10000		気候温暖化	海進始まる						
13500 14000				(SP) 七本杉磐石 今市スゴリア (IP)					
2~3万年前 3.2万年前	旧石器時代	ワイルド氷期	海面130m低下	AT (KP) 鹿沼磐石	白崖下面の炭化木 14000±230年B.P. 阿久保・大石より 14200±70年B.P. 〔男体山伏上期〕 男体山活動期 男体山伏上 → 中樺寺湖形成 合溝湖消滅	〔荒沢の刻列〕 合溝湖消滅の流下		〔高位面の形成〕 〔高位面 田原面の形成〕 工に層の堆積	東照宮の乗る高位面付近を古大谷川が流れていたが、稲荷川 からの土砂流出により、今の現在位置に移動