

# 崖錐斜面における岩屑移動の予測手法に関する研究

建設省土木研究所

蒲原 潤一

大浦 二郎

綱木 亮介

(株) パスコ

下村 博之

## 1. はじめに

渡良瀬川足尾ダム上流域では、荒廃した山腹斜面から多量の岩屑が供給され多くの崖錐が分布している。崖錐上で岩屑移動を制御する場合には、崖錐上の岩屑移動形態・規模・発生時期などの移動特性に応じて山腹基礎工などを計画する必要がある。町田らは、足尾ダム上流域における崖錐斜面上の岩屑堆積物が主に落石、土石流、乾燥岩屑流によって形成されることを指摘し、崖錐上の岩屑堆積物の粒径分布が移動形態毎に分類できることを明らかにしている<sup>1)</sup>。しかしながら、これらの岩屑移動特性については不明な点が多い。本報では、①土石流の発生非発生及び発生量を崖錐及びその周辺の地形から推定する方法について検討し、②乾燥岩屑流の発生場における侵食・堆積量及び植生分布の推移から乾燥岩屑流の発生時期を推定した結果について報告する。調査の対象範囲は足尾ダム上流の松木沢右岸斜面である。

## 2. 湿性岩屑流の発生条件及び発生量の推定方法の検討

1993年7月22日に松木沢流域の崖錐斜面上に斜面上部から下部に向かう舌状の堆積微地形が数多く確認された。この堆積微地形は、図-1に示すように斜面上部でガリー状の侵食地形を形成する部位、その下方で中央に侵食地形を有しながらその両側に堤防状の高まりを形成する部位、下流部で周囲より高まった舌状の堆積地形を形成する部位に区分できる。本報ではそれぞれを発生区、流走区、堆積区と呼ぶこととする。堆積区での岩屑の粒径分布を図-2に示す。町田らは中央粒径が $-4\phi$ から $-2\phi$ で、分級度が $2\phi$ 以上のものを土石流による岩屑堆積物と分類している<sup>1)</sup>。このことから採取した堆積物は土石流による堆積物と考えられる。しかしながら、これらの堆積微地形は発生区の長さが $5.7\text{m} \sim 64.1\text{m}$ 、流走区と堆積区とを合わせた長さが $14.5\text{m} \sim 88.9\text{m}$ 、発生区内の侵食部の規模から推定した発生量が $10^0\text{m}^3 \sim 10^1\text{m}^3$ 程度と小規模であることから、この岩屑堆積物を形成した岩屑移動の形態をここでは湿性岩屑流と呼び土石流とは区別した。筆者らは、湿性岩屑流の発生条件、発生量の推定方法を検討するために松木沢流域の22個の崖錐斜面について地形測量を実

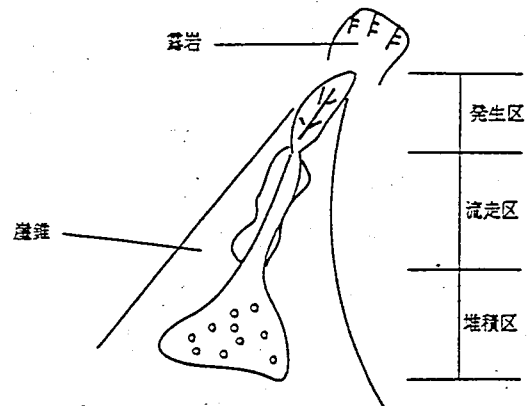


図-1 湿性岩屑流による堆積微地形

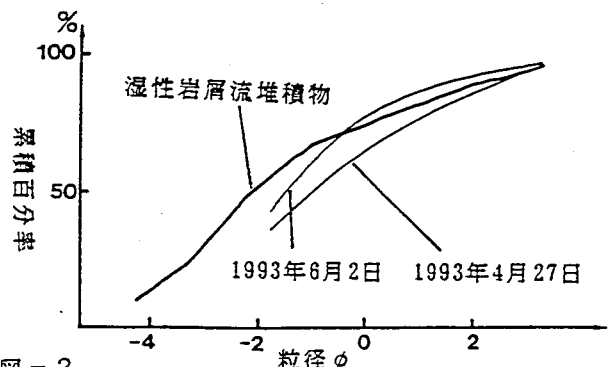


図-2 湿性岩屑流堆積物と細粒岩屑(P点)の粒度分布

施した。調査の対象とした崖錐は、湿性岩屑流による堆積物が認められる崖錐を発生崖錐として17個、それに隣接する崖錐のうち湿性岩屑流による堆積物が認められない崖錐を非発生崖錐としてを5個、計22個とした。調査範囲では湿性岩屑流はM10、M17崖錐を除いてすべて崖錐頂部（崖錐の頂部では岩屑が裸地斜面の凹部に堆積しており、明瞭なTalus coneを形成していないものが多いが、ここではconeから斜面上方に連続する岩屑の堆積範囲を崖錐と区分した）から発生している。従って、崖錐頂部での集水面積及び傾斜度が湿性岩屑流の発生と規模とに影響すると考えられる。図-3は崖錐の集水面積と発生区傾斜度との関係を湿性岩屑流の発生・非発生ごとに示したものである。集水面積は、発生崖錐では発生区の上端部、非発生崖錐では崖錐頂部の集水面積を1/5000地形図から計測した。発生区傾斜度は発生区の平均傾斜度とした。非発生崖錐の発生区は、発生区長と崖錐斜面長との比率が隣接する同規模の発生崖錐での発生区長と崖錐斜面長との比率と等しくなるように崖錐頂部に設定した。結果より湿性岩屑流は集水面積が500m<sup>2</sup>以下では発生しないことがわかる。また、発生要因としては発生区傾斜度よりも集水面積が重要であると考えられる。図-4は集水面積と湿性岩屑流の発生量との関係を示したものである。発生量は発生区での侵食部の体積とした。図より集水面積が大きいほど発生量が大きくなることが明らかとなった。調査の対象とした崖錐上では発生量が大きいほど湿性岩屑流の流走距離（流走区長と堆積区長とを合わせた長さ）が大きくなる傾向が認められた。従って、崖錐頂部の集水面積によって湿性岩屑流の流走距離が推定できると考えられる。以上、集水面積と発生域傾斜度とを指標として湿性岩屑流の発生条件及び規模の推定手法について検討した。本報では、調査対象とした湿性岩屑流を発生させた降雨量や湿性岩屑流の発生機構については不明である。今後は、湿性岩屑流の発生時期を限定

し、集水面積の計測精度を向上したうえで、湿性岩屑流の発生機構について詳細に検討する必要がある。

### 3. 乾燥岩屑流の発生時期の推定手法

#### 3.1 侵食・堆積量の計測結果

町田らによって報告された乾燥岩屑流は、比較的粒径の揃った岩屑が、集団をなして、毎秒数10cm程度の速さで斜面を流下する現象であるとされている<sup>1)</sup>。筆者らも、崖錐斜面上で乾燥岩屑流をしばしば観察することができた。乾燥岩屑流は斜面上の小規模な溝に沿って流下し、流下後の溝の底に砂以下の細粒堆積物からなる薄層を形成する。そこで、この細粒堆積物の分布域を乾燥岩屑流の発生場と考え、そこでの侵

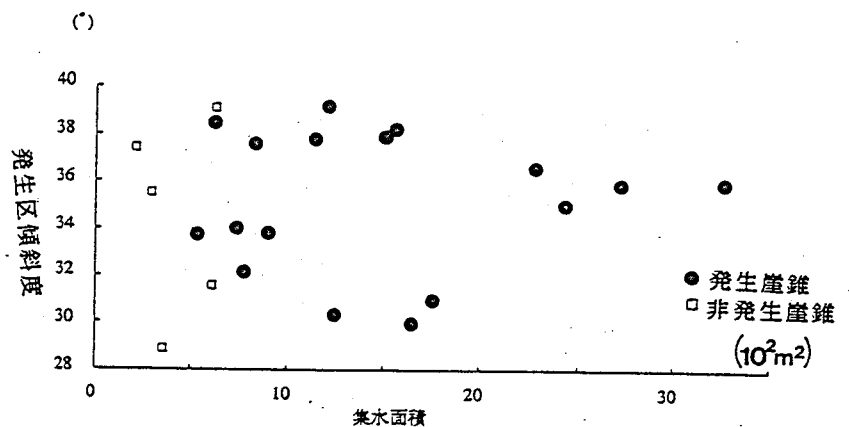


図-3 集水面積と発生区傾斜度との関係

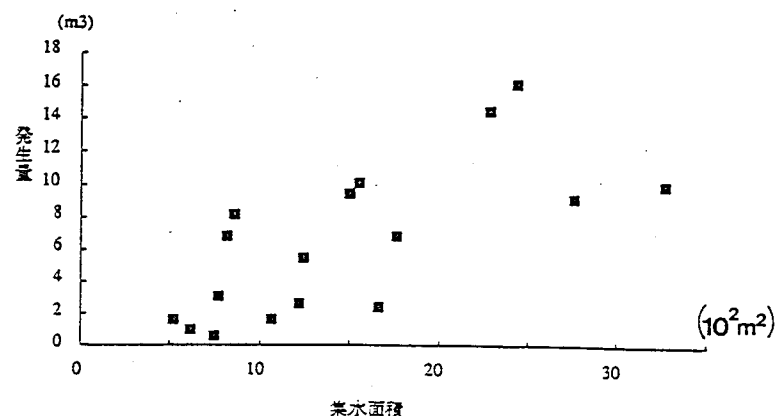


図-4 集水面積と湿性岩屑流の発生量との関係

食・堆積量を調査することによって乾燥岩屑流の発生時期を検討することにした。調査方法は松木沢流域内の崖錐斜面において細粒堆積物の分布域に長さ60cmの鉄筋製の杭を設置し、杭の地上部長を定期的に計測することとした。図-5に調査対象とした崖錐の地形及び杭の設置場所、図-6に細粒堆積物の分布を示す。杭の設置箇所は横4m、縦16mの範囲内でM崖錐の中腹部のみを対象としていることから、杭長の計測結果から乾燥岩屑流によるM崖錐全域の地表変動は検討できない。ここでは図-6の結果から計測期間内では乾燥岩屑流の発生場が大きく変動しないこと、乾燥岩屑流による岩屑移動の厚さが流下長に比較して十分に小さいことから、少なくとも杭の設定範囲内では乾燥岩屑流による地表変動が計測できると考えた。図-7は杭長の計測結果である。結果から、対象斜面では1992年10月から93年1月の間は全体的に侵食傾向にあり、1992年9月までと93年2月からは場所ごとに侵食あるいは堆積が発生していることがわかる。また、杭ごとの侵食・堆積量の変化はNO.1, NO.6, NO.7などの細粒堆積物の分布域、つまり乾燥岩屑流の発生場で大きいことがわかる。さらに、NO.3, NO.8地点では1992年2月から9月の間で堆積傾向であることがわかる。これらの地点は細粒堆積物分布域の下方に位置し、乾燥岩屑流による移動岩屑の堆積場と考えられることから、調査範囲での乾燥岩屑流の頻発時期は2月から9月の間であると推定できる。この理由として、一般に斜面の凍結・融解による岩屑供給量は春先に多いため、供給岩屑の二次移動現象である乾燥岩屑流も春先から夏場に多く発生すると考えられることや、降雨によって乾燥岩屑流の発生場における細粒堆積物<sup>2)</sup>が流出し、その結果、夏期以降には岩屑が流下しにくくなるプロセスが考えられる。図-6中P点で1993年4月27日と6月2日に表層の細粒堆積物を採取し、粒径分析を行った。その結果を図-2に示す。約1ヶ月の間に細粒分が流出していることがわかる。

### 3.2 侵入植生の分布特性

乾燥岩屑流は植生侵入を妨げる重要な要因であると考えられる。従って、崖錐上の侵入植生の分布から乾燥岩屑流の発生頻度を斜面上の場所ごとに予測できる可能性がある。そこで、1992年6月からM崖錐において植生分布を調査し、先述の細粒堆積物の分布と比較した。調査結果を図-6に示す。植生分布調査は目測によって実施したので詳細な考察はできないが、細粒堆積物の分布域では植生侵入が妨げられていることがわかる。また、細粒堆積物の分布域及びその周辺部では主にヨモギが分布し、それ以外の場所ではイタドリが優占していることがわかる。イタドリの優占するNO.4, NO.9, NO.10地点は、先述の侵食・堆積量の計測結果から比較的地表変動の小さい場所（礫径約5cm以上の大径の岩屑分布域と一致することが現地での観察によって確認できる）であることが判明している。この他、M崖錐では乾燥岩屑流の影響が及びにくい側方及び下方部でススキが優占していること、木本類は侵入していないことが観察されている。以上の結果から、ヨモギ、イタドリ、ススキ、木本類の順序で斜面表層の不安定性に対する抵抗性が大きいと推定できる。最後に、ヨモギ、イタドリの侵入過程について若干の考察を加える。1993年の春先にM崖錐上に出芽したヨモギ、イタドリはそのほとんどが前年度から地下に残存する地下茎からの出芽であることが観察された。このことから地下茎からの出芽は乾燥岩屑流の強度に抵抗しうる草本の生長・活着形態として理解できる。また、図-6の結果から1992年10月に草丈の小さい草本が細粒堆積物の分布域にも侵入していることが認められる。1992年10月は図-7から斜面表層の安定期と判断できるので、斜面表層の安定期には地下茎からの出芽

によらない植生分布の拡大プロセスが推測できる。しかしながら、植生分布の拡大プロセスについては、冬期の斜面侵食や地表面の凍結が侵入植生の活着に及ぼす影響について検討し、その結果から詳細に考察する必要がある。以上、侵食・堆積量及び植生分布の推移から調査範囲での乾燥岩屑流の発生時期を推定した。しかしながら、降雨時には雨水による斜面の侵食・堆積も考えられるので、こうした現象について確認する必要がある。また、今後は調査範囲を崖錐全域に拡張し、より詳細に乾燥岩屑流の発生時期や乾燥岩屑流による地表変動の伝播様式について検討する必要がある。

本報をまとめるにあたり関東地方建設局渡良瀬川工事事務所の皆様には多大なご協力を頂いた付して感謝します。

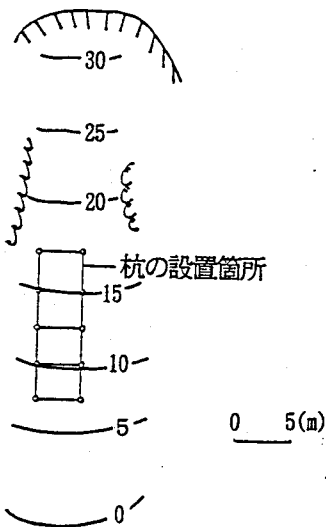


図-5 M崖錐の地形と計測箇所

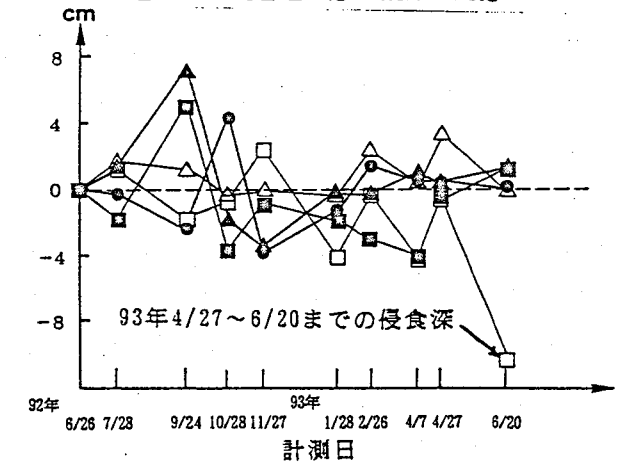
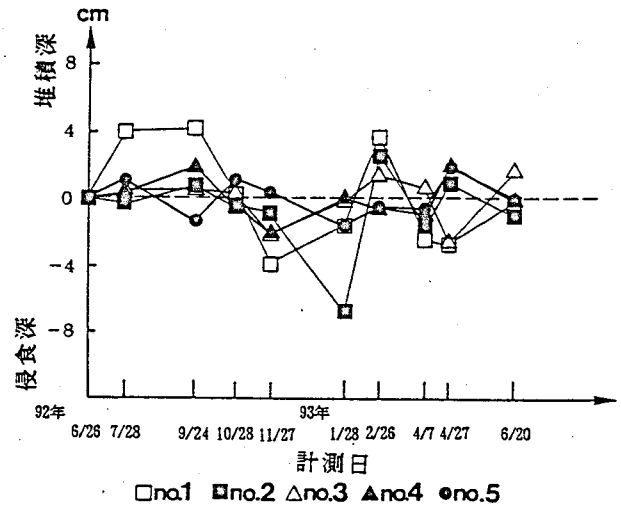


図-7 M崖錐の侵食・堆積深の推移

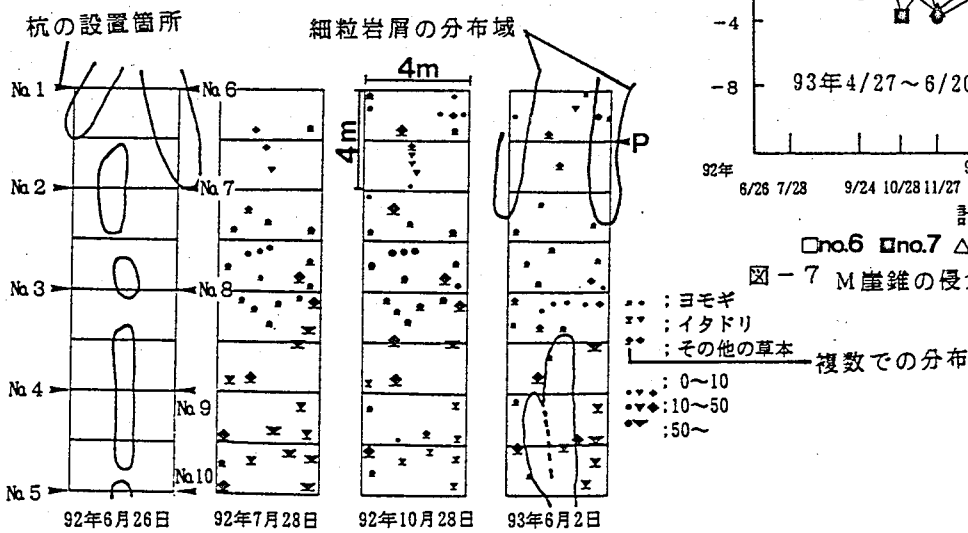


図-8 M崖錐上の植生分布と細粒岩屑の分布

参考文献

- 1) 町田貞他 (1975): 足尾荒廃地における崖錐の形成プロセス、地理評48-11, pp768-783
- 2) 宮縁育夫他 (1991): 樽前火山・覚生唐沢源頭部における斜面侵食の季節変化、地形12-4, pp367-377