

はじめに

現在の砂防計画は、1洪水流出土砂量を基本土砂量として算定されていることから、流出土砂量をいかに適確に推定するかにより、計画規模が左右される場合が多い。流出土砂量の推定方法は、主に降雨量を用いてなされている。しかし、降雨量と流出土砂量とが一対一の関係をしていないことから降雨確率に基づいて流出土砂量を推定することは難しいと考えられる。流出土砂量の推定方法には過去に発生した土砂移動の実績より、対象とする流出土砂量を推定する方法があり、本報告では、流域内に残された過去の土砂移動の履歴により、土砂流出規模を推定する方法について若干の検討を行なったものである。

1. 土砂移動の履歴

土砂移動現象の根本的特徴は「堆積現象」にある。土砂は移動開始後、ある時間・距離を経て停止し、その結果河床内には堆積地が形成される。堆積地には階段状堆積地や凸型堆積地があり流域内には種々雑多な規模の堆積地が分布している。また、各堆積地表面上には本木群落が形成されており、これらの多くは天然生同齢林分の形態を呈している。ところで、土砂移動後堆積地形成時には裸地が形成されることより逆に天然生同齢林分の樹齢から堆積地形年代を推定することができる。したがって流域内に形成されている堆積地の分布位置・平面形、横断形および堆積地表面上の木本の樹齢を調査することによりその堆積地が形成された時の土砂移動の規模および移動時期の推定が可能となる。

2. 土砂移動規模の表現方法

流域内に残されている土砂移動の履歴は、過去から現在までに発生した土砂移動の結果が集積されているとみることができる。すなわち、堆積地は形成後その後の土砂移動の規模・頻度および堆積空間により影響されて変形してゆく。したがって現在の堆積地が形成された時の土砂移動より規模の大きな土砂移動が発生した場合には、既存の堆積地は消滅すると考えられ、現在の堆積地はその時形成された土砂移動の規模のた

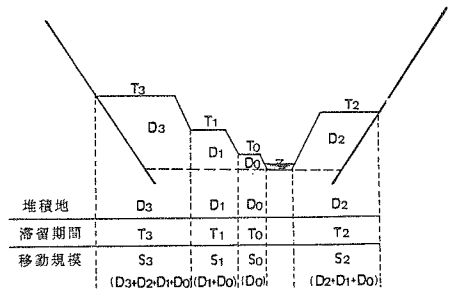


図-1 堆積地の規模

きい順に残存しているとみることができる。この堆積地形成から変形・消滅の期間が土砂の滞留期間と考えられ、図-1において各堆積地の滞留期間は $T_3 > T_2 > T_1 > T_0$ の関係にあり、移動規模は $D_3 > D_2 > D_1 > D_0$ となる。各堆積地は形成後非定常的な変形過程にあることから現在の堆積地の土砂量(Q_T)を持ってその時の堆積土砂量(Q_{dep})とは考え難く、また堆積地 D_3 の再流出時には堆積地 $D_0 \sim 2$ も再流出すると考えられることから、堆積地 D_3 の堆積土砂量(Q_{s3})を、 $Q_{s3} = Q_0 + Q_1 + Q_2$ と表現し、これを土砂移動規模とする。ところで、各堆積地は、便宜的に最低河床を基準面として算出してあり、各堆積土砂量は相対的な土砂量を意味する。

3. 土砂移動(履歴)と確率流量量との関係

調査対象河は、北海道内の代表的河川流域である。火山性流域のヌツカツツラノ川・富良野川、三紀層流域の白井川、古生層～三紀層流域の沙流川をまた、山梨県内の白田川～三紀層流域の春木川、花崗岩流域の小武川を抽出した。また降雨量は隣接の降雨資料を用いている。

3.1 最大日雨量との対比

木本を指標とした土砂移動年代の推定は1年を単位とした推定方法であり、この時の土砂移動規模と年最大日雨量との対比を図-2に示す。ここでは、土砂移動規模を最大日雨量で代表させて対比し

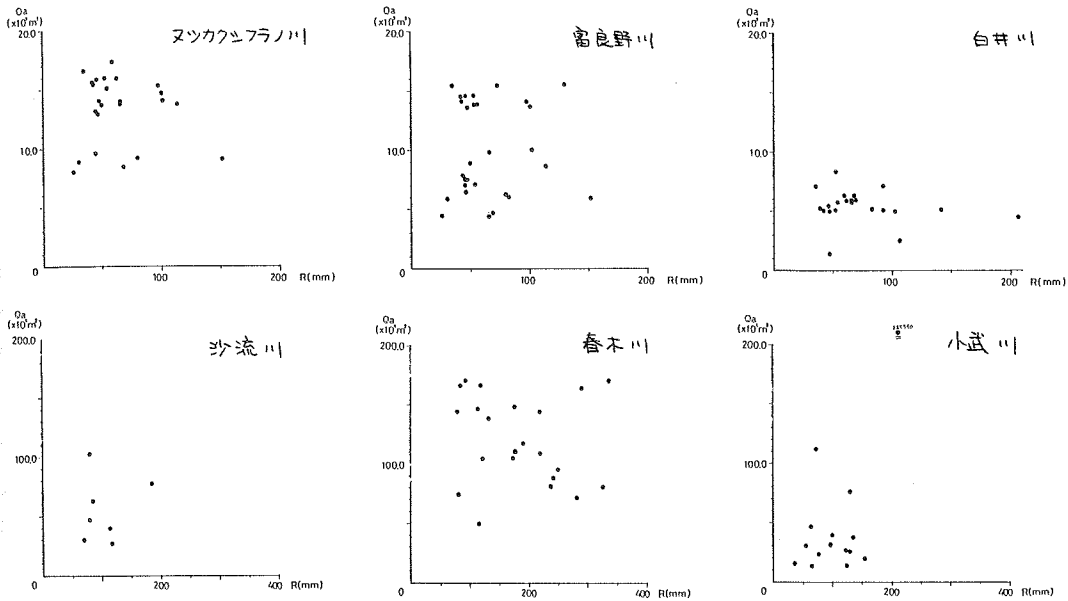


図-2 土砂移動規模(Q_s)と最大日雨量(R) (流域別)

ている。同図より各流域とも土砂移動規模と最大日雨量との間には明瞭な相関はみられず、同量の降雨に対しては種々の規模の土砂移動現象が生起し、少量の降雨(相対的に)でも比較的規模の大きな土砂移動現象が生起している。各流域別に対比すると、同量の降雨に対して春木川で土砂移動規模が大きく、次いで小武川・沙流川、ヌツカツツラノ川、富良野川、白井川の順となる。以上のことより、土砂移動規模を降雨量(最大日雨量)で代表することは難しく、かつ各流域毎に土砂の流出に難易性があることを示唆している。

3.2 確率日雨量との対比

滞留期間(T)と堆積土砂量(Q_{aT})の関係(ポテンシャル曲線)を図-3に示し、かつ T に対応する累積最大日雨量および確率日雨量も併記して対比している。確率日雨量は岩井法により算出している。滞留期間(T)は、土砂移動の難易を示し確率的な意味を持ち、堆積土砂量は相対的な土砂移動規模を表し、この分布は各流域の土砂移動の規模と頻度を歴史的に表現している。同図より、各流域とも最大日雨量と土砂移動規模との間には明瞭な関係は認められない。ポテンシャル曲線と確率日雨量とを曲線形態で対比すると各流域の確率日雨量の曲線形は同一であるが、ポテンシャル曲線は流域毎で相違している。両曲線形が比較的類似している流域は、ヌツカツツラノ川・富良野川・春木川・小

武川であり、ポテンシャル曲線が連続型を示している流域である。

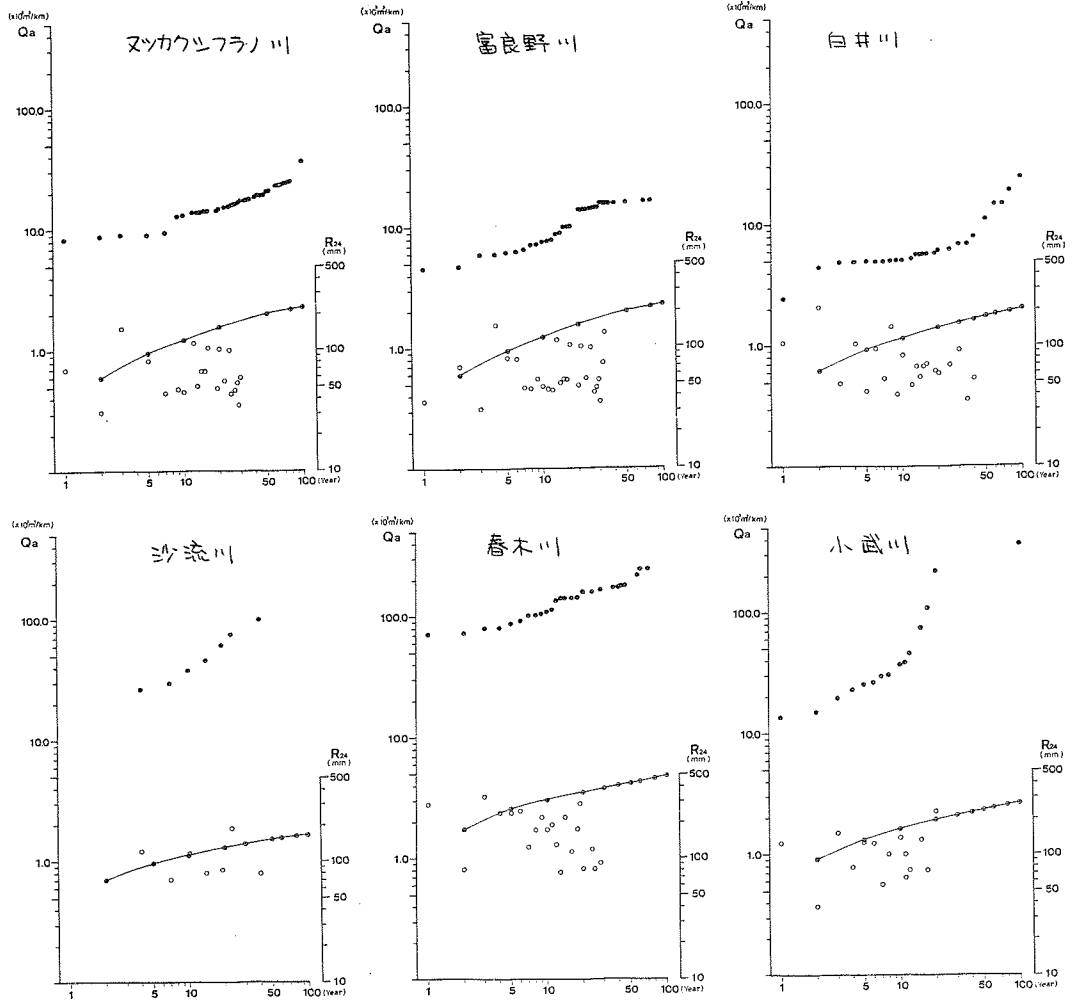


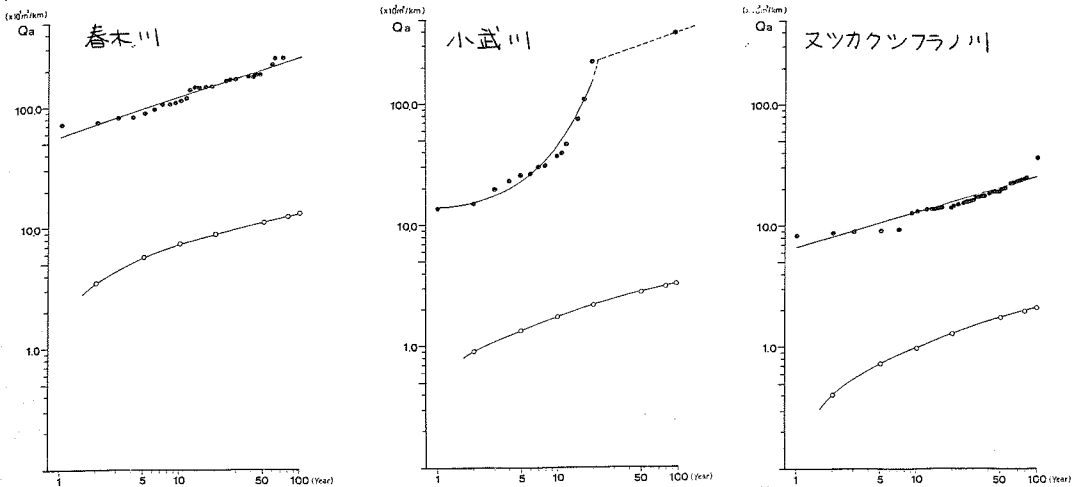
図-3 ポテンシャル曲線と確率日雨量(流域別)

逆に両曲線形態が相違している流域は、白井川、小武川であり、ポテンシャル曲線が不連続型を示している流域である。その中間型の流域に沙流川が位置する。

3.3 確率流砂量との対比

前節までの土砂移動規模と降雨量との対比は、両者間で次元が異なるため曲線形態での比較しかできない。そこで同次元で対比するために、一方法として流砂量計算を各確率日雨量毎に試算した。流砂量計算は、限界流速力として水山の固定床式を流砂量式としてBrown式を採用し、前節までの対比で特徴的な流域、又ツカクツフラノ川、白井川、春木川、小武川で行なった。その結果を図-4に示す。同図より確率流砂量の分布形態は各流域とも同形態を呈し、対数曲線形態を示す。一方、ポテンシャル曲線では前述したように流域間でもその形態に相違がみられ、春木川、又ツカクツフラノ川では両対数グラフ上で直線形を示し、連続的に土砂移動が生起している流域であり、逆に小武川、白井川ではそれぞれ、20年前、100年前の土砂移動以降指数関数的に土砂移動現象の規模が減少し、安定状態

に移行している曲線形態を呈している。すなわち、確率流砂量ではすべての流域が同質の土砂移動規模の現象として表現されてしまうことになる。各流域にはそれぞれ独自の個性があり、大規模な土砂



移動現象が生じた後、質的に異なり、下変化を示しており、確率降雨だけを指標とするのでは流域の歴史的な特性は表現できない。

4. 土砂流出規模の考え方

前章で述べたように降雨と土砂量との間には明瞭な相関は認められず、すべての流域で降雨規模と土砂流出規模とを同列に扱うことは難しい。春木川やヌツカクツフラノ川のように連続的な土砂流出が生起している流域においては、確率流砂量の曲線形態が対数曲線形を呈していることから、確率流砂量の変化と土砂流出規模の変化を比較的同等なものとして扱うことが可能であるが、小武川や白井川のような不連続な土砂流出が生起している流域においては、確率流砂量すなわち降雨確率の変化と土砂流出規模との対応が質的に不可能となる。したがって確率流砂量曲線をポテンシャル曲線に修正する必要が生じ、そのためには、図-5に示すような修正係数を決めておき、対象とする土砂移動規模の流出規模を決定する必要があると考えている。ところで、本報告で示した確率流砂量の規模はポテンシャル曲線と同次元とするために示したものであり、それを流出規模とみるには種々の問題を含み、今後の重要な課題であり、したがって図-5で示した修正係数は1手法として示したものである。また、ポテンシャル曲線が実際の流出規模を表現しているかの検証も重要な課題であると考えている。

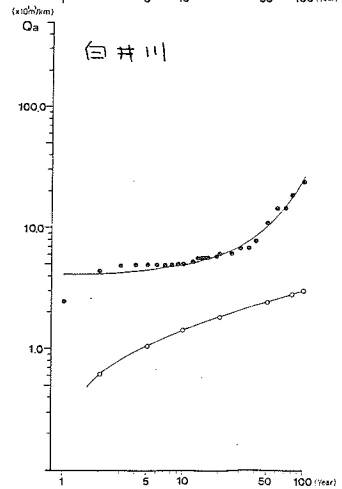


図-4 ポテンシャル曲線と確率流砂量

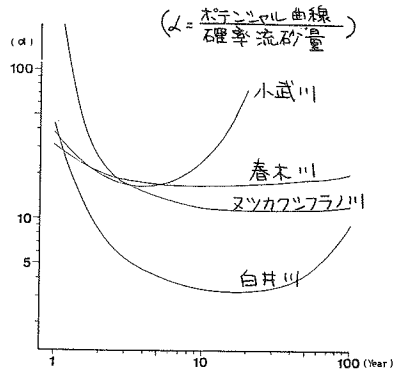


図-5 修正係数(α)