

(5) ポテンシャル曲線と砂防計画の考え方について

国土防災技術株式会社 清水 宏

1. はじめに

現在砂防計画は土砂收支の考え方により量的に表現されているものの、流域の特徴に応じた客観的な方法といわれるまでは至っていない。一般的に砂防計画は100年に1回発生する規模の土石移動現象を対象として樹立され、対象となる土石移動現象は、歴史的に継続する現象の中で最大規模として位置付けられる。したがって、客観的な砂防計画樹立のためには、過去における土石移動現象すなわち移動規模との発生頻度を歴史的な時間軸上で解析してゆき、当該流域の土石移動特性に即して計画されなければならない。

2. 滞留期間と土石量

渓床では土石の流出過程で渓床堆積地が形成され、その後の土石移動によって堆積地は変形していくが、この変形様式は土石移動規模・移動頻度・堆積空間によって異なる。これを土石の滞留現象ということができ、堆積してから再移動してゆくまでの時間と滞留期間とする。滞留期間の長短は移動規模の大小に対応し、滞留期間は土石の再移動の難易を表わしている。(図-1, 2)。累積土石量 Q_a は滞留期間 T に対応する土石量を意味し、土石移動規模を表わす(図-3)。

3. ポテンシャル曲線(図-4)

滞留期間 T と比累積土石量 Q_a/T の関係をポテンシャル曲線と呼び、滞留期間 T は土石移動の難易を示すことから逆数 $1/T$ は確率指標となる。すなわち、ポテンシャル曲線は移動規模と頻度との関係を示し、同時に移動規模の歴史的分布を示している。したがって、曲線の形態(図-5)、曲線の傾き、基準土石量 Q_a^1 、累積土石量比 Q_a^{100}/Q_a^1 により流域の特徴を歴史的に知ることができる。流域の特徴は大きく「移動規模連続型」と「移動規模不連続型」に区分され、流域間はもちろんのこと同一流域の支流、区间毎に土石移動が異っていることが、同一規準で判別される。

4. ポテンシャル曲線と砂防計画

従来、土石移動現象はその頻度・規模ともに降雨現象と対応するものとされ計画規模が決定されてきたが、堆積土石の再移動の難易度(滞留期間)によって計画規模を決定することができる。ポテンシャル曲線の特徴すなわち移動規模の連続性により砂防計画の基本的考え方が異なり、連続型の場合、従来の計画洪水流量は最大規模として位置付けられ、これより小規模な現象も同時に扱わなければならない(図-6左)。不連続型の場合、突然的な現象が一般に対象となるが、基準土石量 Q_a^1 が多量であり土石移動量が多ければ、これも含めて計画対象規模とすることができる(図-6右)。計画の目的は、ポテンシャル曲線上の P_1 から P_2 までの各点(図-7)を最小規模 Q_a^* 未満にすること(調節)であり、この発生頻度を計画頻度以下にすること(杆止)である。したがって、砂防施設は、図-1に対する積極的な働きかけであり図-8の空間的利用であると考えられ、流域特性の判別→計画規模の決定→計画位置(区间)の決定→施設配置の決定→優先順位の決定の各段階をふまえて、移動土石をコントロールするという技術的可能性をもつて樹立しなければならない。

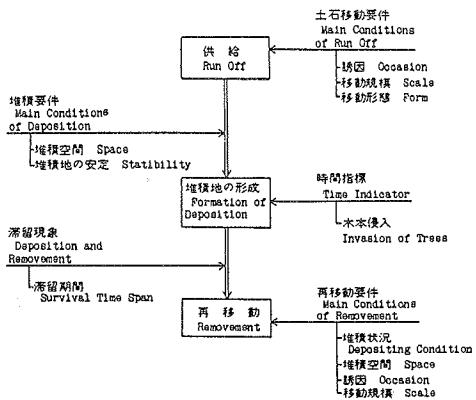


図-1 堆積地の形成過程

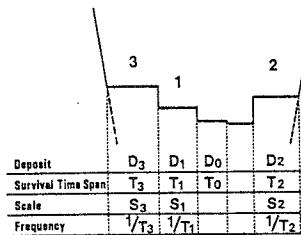


図-2 移動規模と堆積地との関係

$$\text{累積土石量 } Q_a^T = \sum_{S=0}^T Q_S^t$$

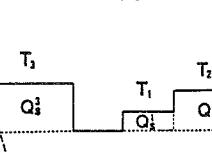


図-3 滞留期間と土石量

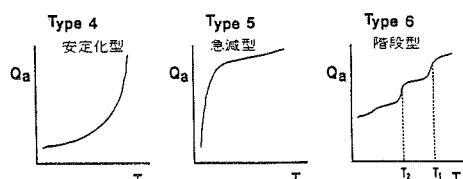
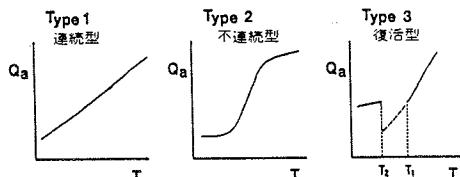


図-5 ポテンシャル曲線の形態

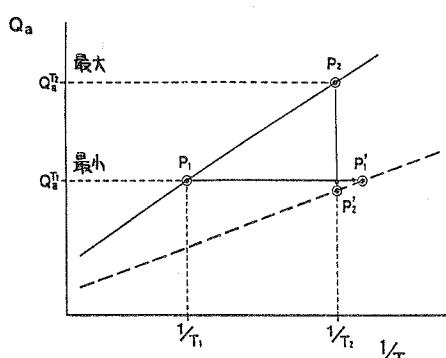


図-7 ポテンシャル曲線と砂防計画の考え方

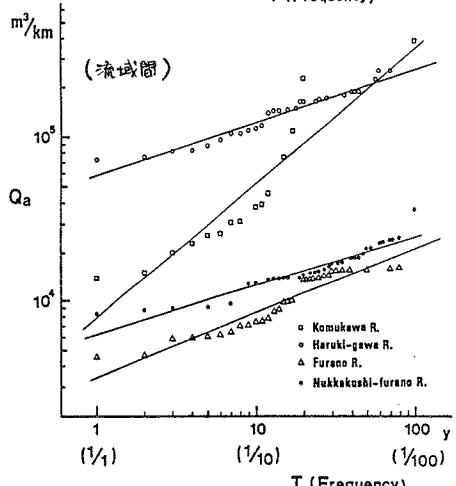
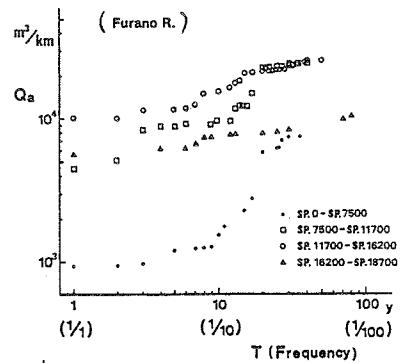


図-4 ポテンシャル曲線

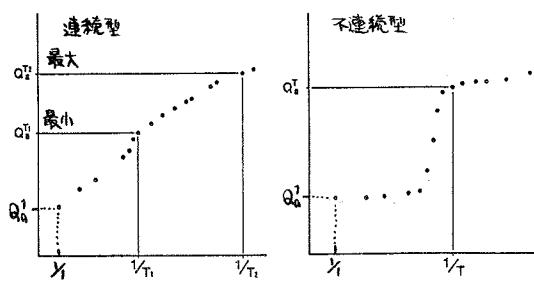


図-6 ポテンシャル曲線と計画対象規模

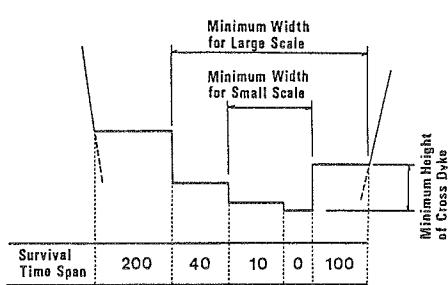


図-8 滞留期間と計画幅、計画高