

財団法人砂防フロンティア整備推進機構：高梨 和行 ○臼杵 伸浩 田中 義成
京都大学大学院農学研究科：水山 高久

1. はじめに

これまで地滑り土塊の到達距離に関する研究が数多く行われているが、流動性が高く、移動距離の長い地滑りの実態や運動形態に関しては、依然として未解明の課題が多く残されている。地滑り土塊が流動化すると、土石流のような土砂移動形態へと移行し、被災範囲が広範囲に及ぶ可能性があり、これらの運動形態等を解明することは、土砂災害防止といった観点からも重要である。本研究は、これら移動距離の長い地滑りの運動形態やその発生メカニズムについて考察し、それらの結果をもとに、地滑り土塊の到達範囲の簡易的な予測方法を整理することを目的としており、今回はその初期段階として、移動距離の長い地滑りの実態について報告するものである。

2. 地滑り土塊の移動距離の実態

全国で発生した主な地滑り災害(昭和22年～平成12年：376箇所)のうち、地震や人為的なものを除外し、地滑り土量や地滑り土塊の移動距離のデータが揃っている109箇所のデータを対象とした。地滑り土塊の移動距離等の計測方法を図-1に示す。

地滑り土塊の移動距離に関しては、超過移動距離($L_e = L - H / \mu_e$ ：動摩擦係数 $\mu_e = 0.62$)をもとに、移動距離の長短を評価する方法等がある。しかし、地滑り下端から下方に土塊が移動する際の現象(運動形態)と、地滑り内部(地滑り長さの区間)での現象は基本的に異なり、移動距離と地滑り長さの比(L_2/L_1)が大きい場合は、移動距離は地滑り下端より下方の運動形態に依存すると考え、今回は、地滑り土塊の移動距離の指標として、移動距離(L_2)と地滑り長さ(L_1)の比を移動係数(L_2/L_1)として位置づけ、これを用いるものとした。

移動係数のヒストグラムを図-2に示す。地滑り長さ(L_1)よりも移動距離(L_2)が長いもの(移動係数： $L_2/L_1 \geq 1.0$)が22件あり、それらの移動距離の平均値は約350m、最大値は約2,000mとなっている。

3. 移動距離の長い地滑りの特徴

地滑りの土塊の状態は、運動形態を反映したものであると考え、移動係数との関係について整理するものとした。地滑り土塊の状態については、空中写真や現地写真をもとに、以下の3パターンに分類した。この分類をもとに移動距離と地滑り土量、等価摩擦係数等の特徴を整理した。

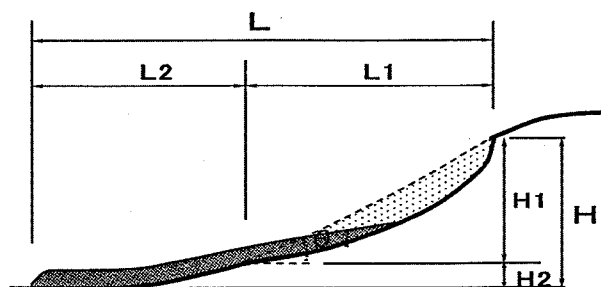


図-1 地滑り土塊の移動距離等の計測方法

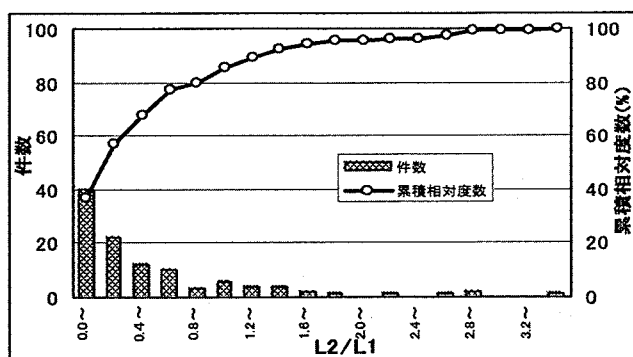


図-2 移動係数 (L_2/L_1) のヒストグラム

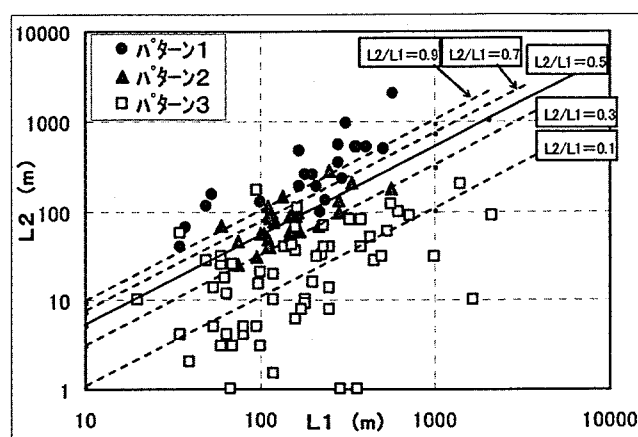


図-3 移動距離と地滑り長さ(移動係数)の関係

パターン1：地滑り土塊全体が著しく攪乱され元地形の原形をほとんど留めていないもの(22件)

パターン2：地滑り土塊が攪乱され土塊の表面が大きく乱されているもの(28件)

パターン3：地滑り土塊があまり攪乱されていないもの(59件)

①地滑り土塊の状態と移動係数

上記のパターン1～3の分類に対し、移動係数との関係を図-3に整理した。各パターンを比較すると、パターン1～3の順で移動距離が長くなる傾向がある。また、パターン1に該当する地滑りの移動係数は、概ね $L2/L1 \geq 0.5$ となっている。

②地滑り土量と移動係数

地滑り土量と移動距離($L2$)を整理した結果を図-4に示す。地滑り土量が大きくなると移動距離は長くなる傾向があるが、各パターンを比較すると、同じ地滑り土量に対して、パターン1～3の順で地滑りの移動距離($L2$)は長くなる傾向がある。また、パターン1に該当する地滑りの規模に着目すると、その多くは地滑り土量が約 $1.0 \times 10^6 \text{ m}^3$ 以上、地滑り長さは約 100m 以上となっている。

③等価摩擦係数

パターン1、パターン2に該当する地滑りを対象に、等価摩擦係数と地滑り土量の関係を整理した結果を図-5に示す。等価摩擦係数は、 $\mu = 0.1 \sim 0.7$ の範囲にあるが、地滑り土量の規模が $1.0 \times 10^6 \text{ m}^3$ を越える大規模な地滑りの等価摩擦係数は、 $\mu = 0.4$ 以下と小さい。また、パターン1に該当する地滑りの等価摩擦係数は、その規模に関係なく概ね $\mu = 0.4$ 以下となっている。

④地質状況

パターン1及びパターン2に該当する地滑りは、新第三紀層地帯及び変成岩地帯のそれぞれに分布しており、新第三紀層地帯に多く分布している。

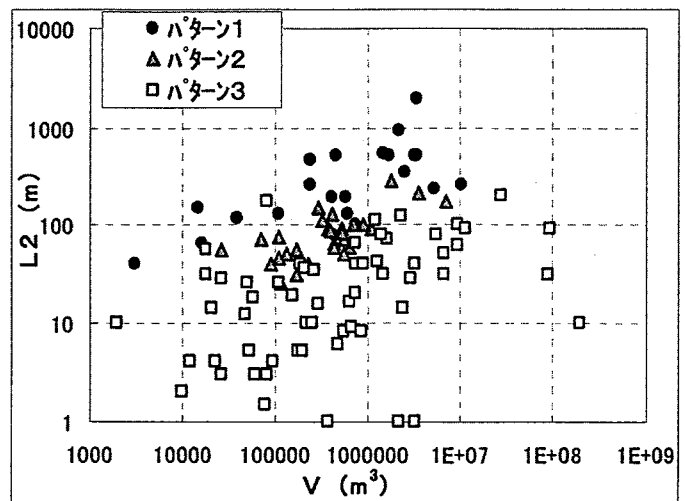


図-4 地滑り土量と移動距離の関係

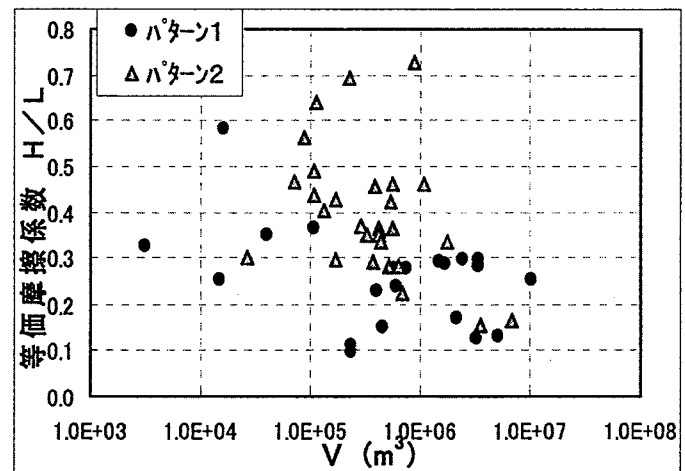


図-5 等価摩擦係数と地滑り土量の関係

4. 考察

移動係数 ($L2/L1$) と地滑り土塊の状態には関係があり、これは地滑り土塊の移動速度等の運動形態を反映しているものと考えられる。パターン1については、等価摩擦係数等から流動性が高く、移動速度も大きかったものと考えられる。地滑り土塊が著しく攪乱され元地形の原形をほとんど留めていない状態であること等を考慮すると、地滑り土塊の破壊が広範囲に及び、その結果、土塊が流動化し、土石流もしくは泥流状態で移動したものと考えられる。また、パターン2の中には、パターン1ほど地滑り土塊は攪乱を受けてはいないが、移動係数が $L2/L1 \geq 0.5$ となっているものがある。これらは、パターン1とは異なったメカニズムで流動化したと考えられ、新第三紀層の粘性土等の土質力学的な特性を反映している可能性がある。

5. 今後の課題

地滑り土塊等の到達距離の予測手法としては、物理的手法による運動モデルと統計的手法がある。物理的な手法による運動モデルについては、数多くの提案がなされているが、抵抗則の考え方やパラメータの設定等に関する課題も多い。今後は、地滑りの土質力学的特性を整理し、地滑り土塊の破壊及び流動化といったメカニズムについて検討する予定である。

■参考文献：藤田 宗，2002，地すべりと地質学．古今書院，78-95