

48 計画論からみた集合流動の分類について

働砂防・地すべり技術センター ○鈴木 宏, 宮本邦明

1. はじめに

最近発生した集合流動による災害としては、規模の大きなものでは、1985年ネパデルルイス火山の噴火や、1984年長野県西部地震ならびに、1980年セントヘレンズ火山の例がある。規模の小さな集合流動による災害は、集中豪雨、台風などによりほぼ毎年のように生じている。これら集合流動による災害は、近年とくに関心を持たれており、災害の防止・軽減対策の必要性が認識されつつある。しかしながら、集合流動の現象は、その発生から停止まで実に多種多様なバリエーションがあり、また、その規模も小は 100m^3 から大は 10^8m^3 まで開きがあることなどから、いったい、どのような、どの程度の、どういった原因で生じる集合流動を対象として、どのような対策を講じたらよいかといった問題に対する考え方は、現在のところまだ確立されていない。これは、集合流動に関する調査・研究が精力的に行われその発生から停止までのメカニズムがかなり明らかにされてきたにもかかわらず、まだ、発生の条件と集合流動の規模・メカニズムとの関係を精度よく予測・推定するところまでには至っていないことにもよるが、集合流動をどのように分類・把握すれば上述の問題を解決してゆく糸口となるかについての考察が不十分であることもその一因と思われる。本文では以上のような観点にたつて、集合流動による土砂災害の防止策を講じる際の対象の分類法について、従来の集合流動のメカニズムに関する研究・調査の成果をふまえながら考察を行うものである。

2. 集合流動とその分類法

集合流動に関する調査・研究は、溪床堆積物の流動化により生じる土石流の発生・流動メカニズムの解明をその目的としたものが、おそらく端緒ではないかと思われるが、研究が進むにつれて、集合流動の発生と流動のメカニズムが多種多様であり複雑な現象であることがわかってきた。特に流動のメカニズムについては、流れのマクロな構造とミクロな構造に関する研究が進んだことで流動現象をその機構から分類することが可能になってきている¹⁾。しかしながら、これら流動機構に関する研究は、その一方で、一旦発生した集合流動は停止するまで、同一の流動のメカニズムを持っているとは限らず、条件により変化することがあることを明らかにしてきている。

もし、流動のメカニズムによって集合流動を分類すると、同一の集合流動に対して、時間毎、場所毎に異なったカテゴリーに分類される場合があることとなり、対象を的確に評価することにはならない。対策法に沿った分類をしようとするとき、どのように対策を講じるかについて考察し、その筋に沿って対策を分類することを考える必要がある。では、対策を講じる立場にたつて対策を分類する場合、いったいどのような観点から行う必要があるか。もし、対象とする集合流動が与えられたとして、それに対策を講じるとすると、まず、対象とする集合流動を発生から停止まで追跡し、メカニズムの面から現象を各ステージに分類し、それぞれのステージに対して最適な対策を系統的・機能的にたてることになる。すなわち、以下のように対象を把握する。

1) 集合流動を発生から流下・停止まで変化してゆくメカニズムの総体としてとらえる。

2) 可能な対策法の中から最適な方法の系統的な組合せをソフト・ハード両面から選んでゆく。

以上の考察は、対象とする集合流動が与えられた場合についてであり、それ以前にそのような集合流動が生じるか否かに関する考察が必要である。ところで、このような自然現象は、素因と誘因がそろったときに生じるので、考察の対象とする集合流動が発生するか否か、もし発生するとしたら、いつ、どこで、どのように発生するかについて、素因・誘因の両面からとらえる必要がある。

結局、対策を講じる立場から集合流動を分類する場合、

(1) 発生形態メカニズム、

(2) 集合流動現象を各ステージのメカニズムの総体としてとらえる、

(3) 対策法の系統的な組合せ、といった観点から、総合的に把握していくことが必要であろう。

3. 対策を講じようとする立場から見た集合流動の分類

2. での考察を実際の集合流動にあてはめて分類することを試みる。

集合流動の発生外力としては火山の噴火爆発・地震・降雨が代表的な例として知られているので、こゝでも誘因としてこの3者を考える。火山の噴火爆発に伴い発生する場合は、爆発による山体崩壊、火口湖のBreak、噴火による冠雪、氷河の融解等により集合流動が生じる。これらの原因で生じる集合流動と、地震による山体崩壊から集合流動化するものは、外力の大きさを反映して規模が大きく、総流量、ピーク流量ともに、深床堆積物の流動化により生じる集合流動に比べ1~2オーダー大きい。集合流動の流動機構に関する研究により、深床堆積物が流動化する規模の小さな流れでは、ビンガム流体からダイラント流体としての性質を示すが、これより1~2オーダーも流れの規模が大きくなると、流れは乱流としての性質をもつことがわかっており、集合流動の発生・発達過程と停止過程を除くと、流動のメカニズムがかなり異なっている。それに対し、降雨により生じる集合流動は、流動の規模は小さいが、粒度分布、境界条件によりビンガム流体としての性質を示したり、ダイラント流体としての性質を示したりする。

対策法から見た場合、流動のメカニズムもさることながら、それ以前に対象とする集合流動の規模が問題となる。このように見てくると、対策を講じる立場から見ると、発生の外力と規模を表現するような集合流動の分類が良いであろうと思われる。

外力と発生形態について分類すると図-1のようになる。それぞれのケースに対して例をあげて集合流動の規模を比較すると、表-1に示すように、噴火、地震により生じる集合流動が1~2オーダー大きくなっている。こういう点から火山の噴火、地震により生じる集合流動を巨大集合流動、降雨・雪解けにより生じる集合流動を単に集合流動と呼ぶことにする。巨大集合流動、集合流動の分類を発生誘因別に行い、従来のこれらの集合流動の呼び方を参考に名付け、それぞれ火山泥流、地震泥流、土石流と呼ぶことにする。さらに、それぞれの誘因ごとの分類を発生形態ごとに分類して、図-2を得る。

図-2の分類 特に発生形態の分類については議論が残される部分があると思われるが、実際の現象そのものは、これらの項目のいずれかに分類することが可能であると考えている。なお、表-1、図-1、図-2中のA、B、C、a~gの記号はそれぞれ対応している。

4. まとめ

集合流動の分類を対策を講じる立場から分類するときの考え方について考察し、得られた方法にした

がって実際に集合流動現象を分類することを試みた。その結果、対策を講じる立場から集合流動を分類する場合、以下のような観点から集合流動を分類する必要があることを述べた。

- (1) 集合流動の発生外力、形態とメカニズムの点から把握する
- (2) 集合流動の発生から流下、停止、堆積のメカニズムの変化の総体として、集合流動をとらえる
- (3) 集合流動に対する対策法を系統的な組合せとしてとらえ、対策法から集合流動を分類する

また、そのような観点から現在の集合流動に関する知識をもとに分類を試みると、図-2に示すようである。

参考文献：

- 1) 芦田和男、山野(宮本)邦明、神田昌幸：高濃度流れに関する研究(1)、京都大学防災研究所年報 28号B-2 1985, pp.367-377
- 2) 宮本邦明：土石流と泥流の領域区分、昭和61年度砂防学会研究発表会概要集 1986, pp.146-147
- 3) 村野義郎：十勝岳の土石流について、新砂防、No.59, 1965, pp.14-23
- 4) 勝井義雄、他：南米コロンビア国ネバド・デル・ルイス火山の1985年噴火と災害に関する調査研究、文部省自然災害特別研究、突発災害研究成果 No.B-60-7, 1986
- 5) R. J. Blong: Volcanic hazards, Academic Press, 1984, pp.42-54
- 6) 高橋 保：セント・ヘレンズ火山の噴火に伴う災害現象と対応、京都大学防災研究所年報 24号 A, 1981, pp.538-557
- 7) 芦田和男、江頭進治：長野県西部地震による御岳くずれの挙動、京都大学防災研究所年報 28号 B-2 1985, pp.263-281
- 8) 建設省九州地方建設局大隅工事事務所：昭和60年度桜島砂防基本計画検討業務報告書 1986

表-1 各発生形態ごとの集合流動の規模の比較

	総流量(*10 ³ m ³)	ピーク流量(m ³ /sec)	備考
a. 十勝岳	約 13,300		・フラノ川、ピリカフラスイ川と合流点 ³⁾
a. ネバドデルルイス	約 43,300	約 29,000	・アルメロ ⁴⁾
b. ルアベフ	約 1,900	約 1,000	⁵⁾
c. セントヘレンズ	約 76,000	約 3,300	・キャッスルロック ⁶⁾
d. 御岳	約 30,000		⁷⁾
g. 桜島	約 100-300	約 100-500	・野尻川 ⁸⁾

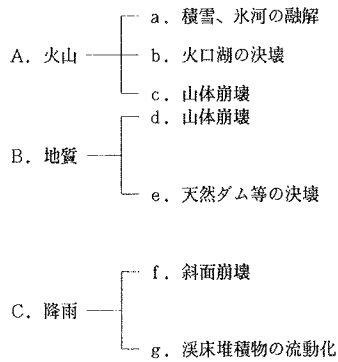


図-1 集合流動の発生外力と発生の形態

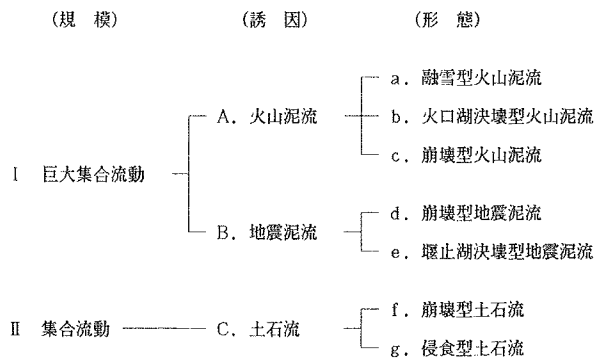


図-2 集合流動の分類