

◆ 特集 土砂災害を防ぐ ◆

平成4年から平成9年にかけて発生した土石流災害の特徴

水野秀明* 南 哲行**

1. はじめに

平成5年から平成9年までの5年間において土石流災害は1年間に平均で180件発生し、1件あたり平均8.2人の方が亡くなるか、もしくは行方不明となっている¹⁾。このように、近年でも土石流によって人命に関わる災害が発生しており、今後とも有効な対策が必要である。

そこで、建設省では土石流の発生と災害の実態を調査して、それらに適合した土石流危険渓流の調査要領を作成し、都道府県とともに全国で抽出調査をしている。

もっとも新しい調査は平成2年から平成4年にかけて「土石流危険渓流及び土石流危険区域調査要領(案)」²⁾に沿って全国一斉に行われた。その結果、79,318渓流³⁾が土石流危険渓流に該当するという結果を得ている。

ここでは平成4年から平成9年までの間に、都道府県の災害報告⁴⁾のうち、場所の特定ができ、かつ、土石流による直接災害が発生した577渓流(直轄砂防区域を除く地域)について、その特徴を整理するとともに、次の全国調査時における調査要領の改訂の項目を検討する。

そこで、まず平成2年から平成4年にかけて実施された土石流危険渓流に関する全国調査の結果を振り返ってみる。次に、平成4年から平成9年の間に発生した土石流災害について、災害報告に記載された項目に基づいて保全人家戸数、流域面積、渓床勾配といった観点から整理し、これらの特徴を把握する。また、それらの災害のうち土石流危険渓流として登録されていた渓流で発生したものに着目して、既往の調査で明らかにされた流域の地形・地質の情報に基づいて、土石流災害の特徴を整理する。

なお、これらの渓流の内、土石流危険渓流に該当するものは約半分であり、残りは土石流危険渓流に準ずる渓流もしくはそれらに該当しない渓流であった。

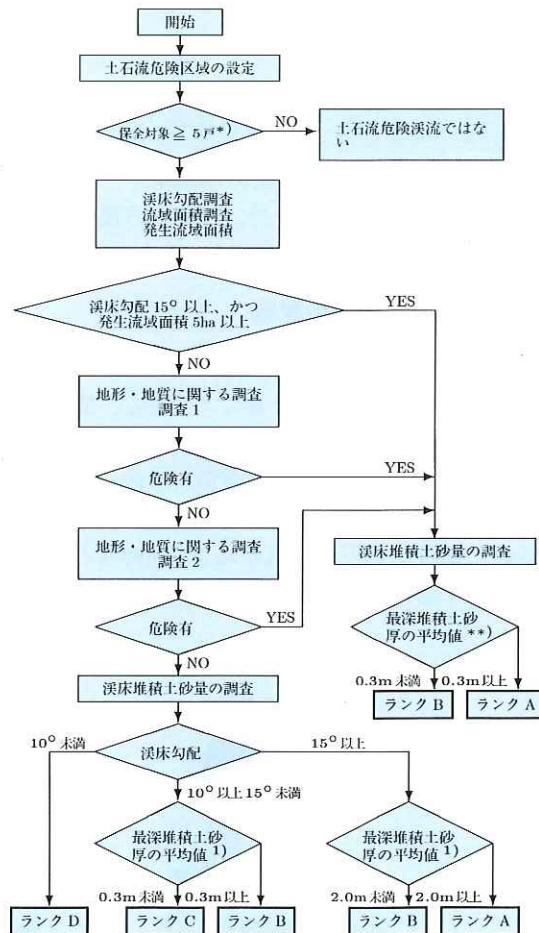
Characteristics of Sediment-related Disasters from 1992 to 1997

2. 土石流危険渓流及び土石流危険区域調査要領(案)²⁾の概要

2.1 調査手法の概要

図-1は、「土石流危険渓流および土石流危険区域調査要領(案)」²⁾での調査の流れを示したものである。なお、この調査でいう渓流は1/25,000地形図上で谷型の地形をしたもので、1次谷を起点とし渓床勾配3°を終点とする。

第一段階は、渓流が土石流危険渓流に該当するかどうか判断することである。具体的には、保全



*) 人家5戸未満であっても、官公署、学校、病院、駅、旅館、発電所等のある場所は
ドに向かう。

**) 渓床勾配が10°以上で各断面の最深堆積土砂厚の平均値

表-1 土石流危険渓流の分類手順

対象の種類と数量に関する調査である。保全対象とは、土石流が氾濫すると予想される区域(以後、土石流危険区域とよぶ)内の住民、家屋、官公署や学校などの公共施設などである。保全対象としての人家戸数が5戸以上、もしくは、それが5戸未満の場合でも公共施設が存在する場合には、当該渓流を土石流危険渓流とする。

第二段階は、土石流危険渓流の地形、地質等の特徴を調査することである。具体的には、土石流危険渓流に対して渓床勾配、谷の出口や扇状地の扇頂部や勾配の変化点などのような土石流の氾濫が始まると予想される地点(氾濫開始点)より上流の流域面積(以後、流域面積という)、渓床勾配が15°の地点より上流の流域面積(以後、発生流域面積という)、並びに、渓流に堆積している土砂量に関して調査する。それらの結果によっては、さらに地質条件、常時湧水箇所、比較的規模の大きい崩壊履歴、新しい亀裂・滑落崖、積雪地帯(以上、調査1)、地質条件、地被状況、山腹勾配(以上、調査2)といった地形・地質条件について調査する。

第三段階は、第二段階までの調査結果に基づいて、調査を行った渓流を危険度ランク別に分類することである。危険度ランクはランクA(非常に危険な渓流)、ランクB(危険な渓流)、ランクC(やや危険な渓流)、ランクD(危険性のある渓流)の4種類ある。

以上のような過程で土石流危険渓流を抽出し、危険度ランク別に分類する。

2.2 調査結果

図-2は土石流危険渓流の分類結果を示した

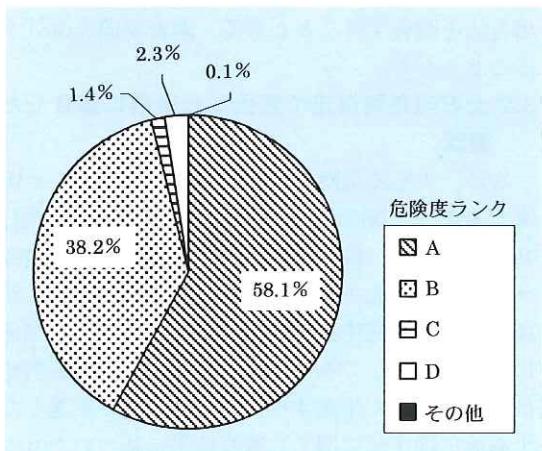


図-2 土石流危険渓流の分類結果

ものである。土石流危険渓流は全国に79,318箇所に存在し、そのうち58.1%がランクA、38.2%がランクB、1.4%がランクC、残りの2.3%がランクDであった。このように土石流危険渓流の9割以上がランクAとBに属していることがわかる。

3. 平成4年から平成9年にかけて発生した土石流災害の特徴

3.1 災害報告に基づく整理

平成4年から平成9年にかけて都道府県から災害報告のあった土石流による災害の総数は、580件(直轄砂防区域で発生したものと除く)である。なお、これらの土石流災害は、1) 土石流危険渓流において、土石流等の土砂流出が発生した場合、2) 土石流危険渓流以外であっても土砂流出によって負傷者以上の人的被害、公共施設及び住宅に一部破損以上の被害を生じた場合及びこれらの被害の恐れが生じた場合に報告される⁴⁾。

災害報告に記載された数値に基づいて、保全人家戸数と土石流災害件数との関係、流域面積と土石流災害件数との関係、渓床勾配と土石流災害件数との関係を整理してみる。

図-3は保全人家戸数別に土石流災害発生件数を示したものである。なお、災害報告に保全人家戸数が記載されていた487事例について整理している。保全人家戸数が5戸未満の渓流であっても発生した土石流災害が101事例で、487事例中の2割程度を占めている。このことから、土石流災害の大部分は保全人家戸数5戸以上の渓流で発生しているといえるが、5戸未満の場合においても土石流災害に対して注意が必要であるといえる。

図-4は流域面積別の土石流災害発生件数を示

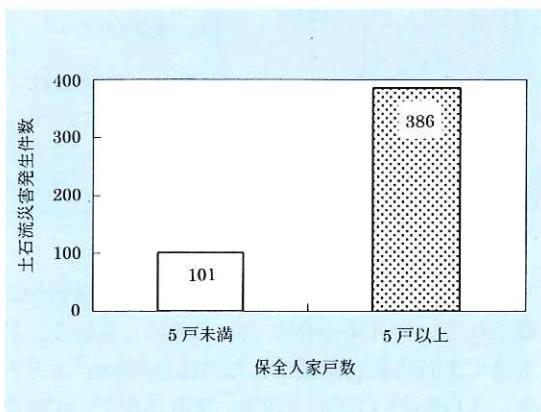


図-3 保全人家戸数と土石流災害発生件数

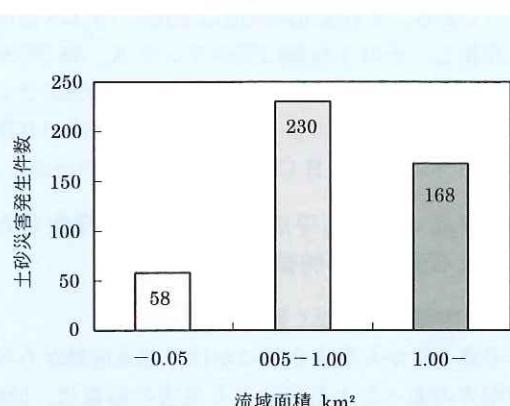
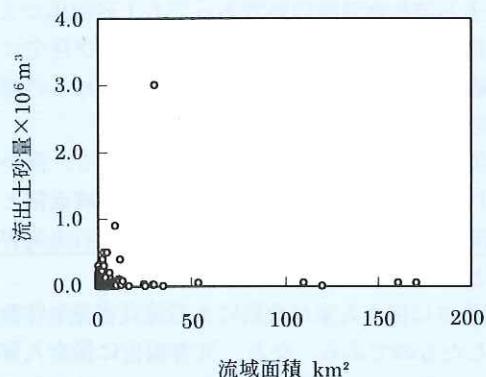


図-4 流域面積別の土石流災害発生件数



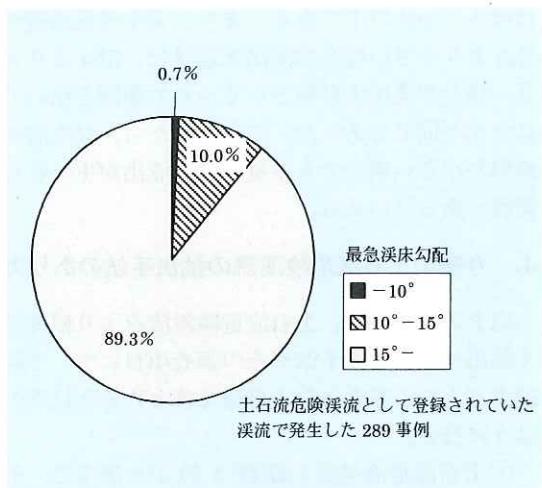
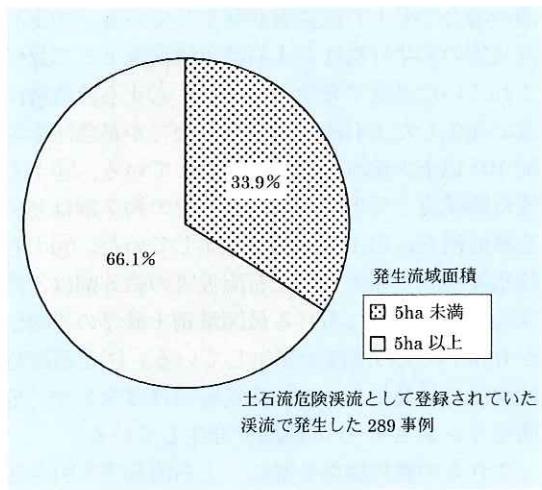
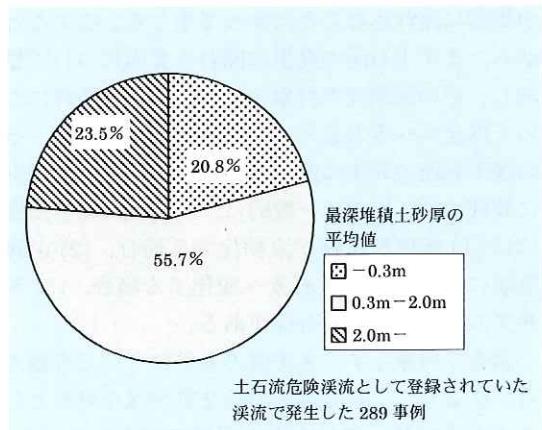
図-7 最急渓床勾配別の土石流災害発生割合
(土石流危険渓流)図-8 発生流域面積別の土石流災害発生件数
(土石流危険渓流)

図-9 最深堆積土砂厚の平均値別の土石流災害発生割合

図-7は、最急渓床勾配別に土石流災害発生件数を示したものである。最も発生頻度が高いのは、最急渓床勾配15°以上の場合で、289事例中の89.3%を占めている。次に発生頻度が高いのが、最急渓床勾配が10°より大きく15°以下の場合で、289事例中の10.0%を占めている。最急渓床勾配が10°より低い土石流危険渓流には、ほとんど土石流災害が発生していない。また、土石流危険渓流の全体のうち、10°未満のものは2.8%、10°以上15°未満のものは8.1%、15°以上のものは89.1%を占める。これらのデータから、有意水準0.05として有意性の検定をすると、10°未満の場合は統計学的に有意な結果であり、災害が少ないと言える。しかし、ほかの場合は、有意な結果を得られなかった。

図-8は、発生流域面積別に土石流災害発生割合を示したものである。5ha以上の発生流域面積を有する渓流で発生した土石流災害は、289事例中の66.1%を占めている。一方、5ha未満の場合では、289事例中の33.9%を占めている。また、土石流危険渓流の全体のうち5ha以上のものと5ha未満のものは、それぞれ50.0%づつ占める。これらのデータから、有意水準0.05として有意性の検定を行なうと、5ha以上と5ha未満の場合とともに有意な結果であり、前者は災害が多く、また、後者は災害が少ないといえる。但し、5ha未満の場合であっても土石流災害が発生していることから、災害の発生に注意しなければならない。

図-9は、渓床勾配10°以上の最深堆積土砂厚の平均値別に土石流発生割合を示したものである。最も発生割合が高かったのは、0.3m以上2.0m未満の場合で、289事例中の55.7%を占めている。次に発生割合が高かったのは、2.0m以上の場合で、289事例中の23.5%を占めている。最も発生割合が低かったのは、0.3m未満の場合で、289事例中の20.8%を占めている。また土石流危険渓流の全体のうち、0.3m未満のものは27.8%、0.3m以上2.0m未満のものは55.2%、2.0m以上のものは17.0%を占める。これらのデータを基に、有意水準0.05として有意性を検定すると、0.3m未満の場合と2.0m以上の場合は統計学的に有意な結果であり、前者は災害が少なく、後者は災害が多いといえる。しかし、0.3m以上2.0m未満の場合には有意な結果を得られなかった。但し、最深堆積

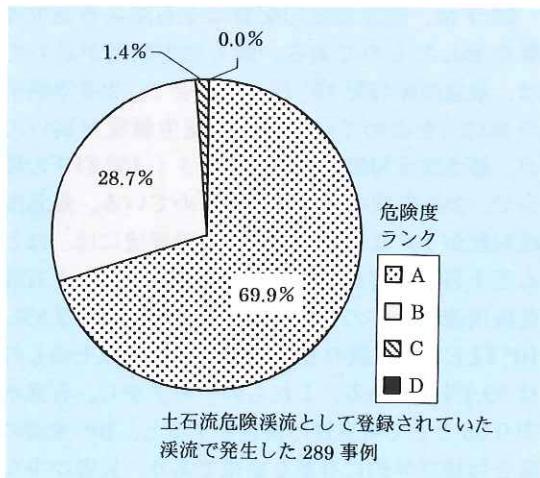


図-10 危険度ランク別の土石流災害発生割合

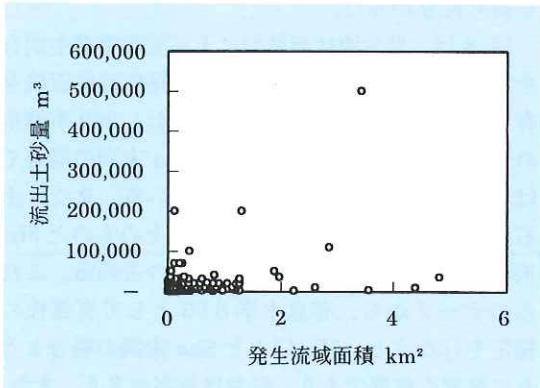


図-11 発生流域面積と流出土砂量との関係

土砂厚の平均値が 0.3m 以下の場合であっても 289 事例中の 2 割程度を占めていることから、渓床に土砂が余り堆積していない場合でも土石流災害が発生することに注意しなければならない。

図-10 は、危険度ランク別に土石流災害発生割合を示したものである。最も発生割合が高かったのは、ランク A の場合で、289 事例中の 69.9% を占めている。2 番目に発生割合が高かったのは、ランク B の場合で、289 事例中の 28.7% を占めている。3 番目に発生割合が高かったのは、ランク C の場合で、289 事例中の 1.4% である。これらのデータと図-2 から、有意水準 0.05 として有意性の検定を行なうと、ランク A と B の場合は統計学的に有意な結果であり、前者は災害が多く、また、後者は災害が少ないといえる。しかし、ランク C については有意な結果を得られなかった。

図-11 は、発生流域面積と流出土砂量の関係を示したものである。大部分における流出土砂量は、

ほぼ 5 万 m³ 以下である。また、発生流域面積が 5ha より小さい場合の流出土砂量は、5ha より大きい場合の流出土砂量といくつかの事例を除いてほとんど同じであった。このことから、発生流域面積が小さい場合でも多量の土砂流出が生じる可能性があるといえる。

4. 今後の土石流危険渓流の抽出手法のあり方

以上の結果から、土石流危険渓流をより精度高く抽出するための手法やその調査項目について検討する上で、参考となる事項をまとめると以下のようになる。

① 土石流危険渓流の総数は 79,318 渓流で、そのうちランク A と B に属するものが 9 割強を占めている。② 保全対象としての人家戸数が 5 戸未満の場合でも土石流災害が発生している。③ 土石流災害の約半分程度が土石流危険渓流として登録されていた渓流で発生している。④ 土石流危険渓流で発生した土石流災害のほぼ全てが最急渓床勾配 10° 以上の渓流において発生している。⑤ 土石流危険渓流で発生した土石流災害の約 7 割は発生流域面積 5ha 以上の渓流で発生していた。⑥ 土石流危険渓流で発生した土石流災害の約 8 割は、渓床勾配 10° 以上における最深堆積土砂厚の平均値が 0.3m 以上の渓流で発生している。⑦ 土石流危険渓流では発生した土石流災害のほぼ全てが、危険度ランク A と B の渓流で発生している。

これらの整理結果を基に、土石流災害を引き起こす可能性のある渓流を抽出する方法について考えてみる。土石流災害は、土石流が発生し、それが集落に流れ込むことによって生じる。このことから、まず土石流の発生に関わる要因について整理し、その後調査の対象とすべき渓流の条件について保全すべき人家といった観点から整理し、その後土石流の発生に関わる要因をその発生形態別に整理する。なお、一般的に、土石流の発生形態には(1) 渓床堆積物が流動化する場合、(2) 山腹崩壊に伴う崩土が土石流へ変化する場合、(3) 天然ダムが決壊する場合等がある。

調査で対象とすべき渓流の条件について考察する。②より、土石流災害の約 2 割が保全対象としての人家戸数が 5 戸未満の渓流で発生している。土石流災害は、集落や道路、鉄道などに流入することによって、発生する。このことを考慮すれば、

今後保全対象としての人家戸数が1戸の場合でも、土石流危険渓流としての調査対象渓流とする必要があるだろう。

次に、土石流の発生に関わる要因の調査について考察する。発生形態(1)の土石流には、表面流の存在と渓床勾配などの渓流の状態が大きな要因となる。(4)、(5)、(6)より、土石流災害の発生した土石流危険渓流は、1) 最急渓床勾配が 10° 以上、2) 発生流域面積が5ha以上、3) 渓床勾配が 10° 以上における最深堆積土砂厚の平均値が0.3m以上等の特徴を有する。これら3つの条件を全て満たす渓流で土石流災害が発生した事例は、土石流危険渓流で発生した災害の48.1%(138事例)を占めている。このような渓流では、発生流域面積が大きいことから降雨の流出量も多く、また、土石流の発生・流下区間(渓床勾配 10° 以上)での河床に堆積している土砂(不安土砂)も多いことから、発生形態(1)の土石流が発生しやすい状態にある。従って、そのような渓流では、調査項目は発生形態(1)の土石流を考慮する必要がある。また、渓床堆積物といった渓流の状況は流水などによって常に変化することが予想されるため、継続的に調査を行い、その状況を把握しておく必要があるであろう。

また、発生形態(2)には表層崩壊に起因したものや深層崩壊に起因したものとがある。後者は現在研究段階でもあり、その発生場を特定できる手法はまだ開発されていない。そこで、表層崩壊を対象として地質や地形が大きく影響を与える調査を行う必要がある。また、(5)より、発生流域面積が5haより小さい場合でも土石流が発生している。このことから、この発生形態については、発生流域面積や渓床勾配などに関係なく、調査対象の全渓流に対して行う必要がある。

さらに、発生形態(3)は、大規模な天然ダムや小規模な天然ダムが決壊することによって生じる。大規模な天然ダムは、地すべりや深層崩壊の崩土が渓流をせき止めることによって形成される。現在の技術では、これらの崩壊現象が発生する個所を的確に予測できない。将来の技術開発に期待する。一方、小規模な天然ダムは表層崩壊などによって形成されるものである。従って、発生形態(2)の調査でこれをカバーすることができると考えられる。

5. おわりに

以上のように、過去6ヵ年発生した土石流災害に基づいて、土石流危険渓流の抽出手法について考察してきた。土石流危険渓流に該当してなかつた渓流においても、土石流による災害が発生している。今回の災害事例の整理結果が今後の土石流危険渓流の抽出方法を改善し、土石流による悲惨な災害が減少することと考えている。

また、今回の貴重な報告を記録し、保管された関係各位の方々には感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 土砂災害年報編集委員会：土砂災害の実態 平成9年、財団法人砂防・地すべり技術センター、平成10年5月
- 2) 建設省河川局砂防部砂防課：土石流危険渓流及び土石流危険区域調査要領(案)、平成元年10月
- 3) 社団法人全国治水砂防協会：砂防便覧平成9年版、建設省河川局砂防部編集、平成10年3月
- 4) 社団法人全国治水砂防協会：砂防関係法令規集8年度版、建設省河川局砂防部監修、平成8年9月

水野秀明*



建設省土木研究所砂防部
砂防研究室研究員
Hideaki MIZUNO

南 哲行**



同 砂防研究室長
Noriyuki MINAMI