

栃木県鹿沼市私有林作業道における崩壊被害の調査票を用いた分析

Analyses of collapse damages on strip roads using a questionnaire in a privately-owned forest,
Kanuma city, Tochigi prefecture

有賀一広*1・藤沼紀行*1・山本嵩久*1・斎藤仁志*2・田坂聡明*1

Kazuhiro ARUGA*1, Noriyuki FUJINUMA*1, Takahisa YAMAMOTO*1, Masashi SAITO*2, and Toshiaki TASAKA*1

*1 宇都宮大学農学部

Faculty of Agriculture, Utsunomiya University, Utsunomiya, Tochigi 321-8505

*2 信州大学農学部

Faculty of Agriculture, Shinshu University, Kamiina, Nagano 399-4598

要旨: 本研究では 10 年前に調査を行った栃木県鹿沼市私有林における作業道を対象として、調査票を用いて崩壊被害を調査し、崩壊被害に与える因子について 10 年前の調査や調査票を用いた他の調査地と比較分析した。今回の調査では崩壊被害は 34 か所を数えた。10 年前の調査では崩壊地は 55 か所であった。これは今回の調査は作業道として通行不可能な規模を調査対象としたのに対して、10 年前の調査では全ての崩壊地を対象としたためである。一方、被災地の特徴について、他の調査地と比較すると大規模な崩壊を招く恐れのある地すべり地形や断層地形による大規模な被害が少なかった。本調査では尾根中央における被害が一番多く、次いで地質境界となった。また、10 年前の調査同様、傾斜が急になるにしたがい崩壊箇所は増加した。地層の形態では流盤での崩壊被害発生割合が高かった。切土崩壊は、風化が進行するにしたがい、また、切土高が高くなるにしたがい、発生割合が増加した。盛土崩壊は 0 次谷や V 字谷といった谷地形で発生しやすい傾向にあった。また、他の調査地と比較して、本調査では盛土法尻のスリ付きが悪い場所や排水施設がない場所での盛土崩壊が多かった。

キーワード: 私有林, 作業道, 崩壊被害, 調査票, GIS

Abstract: The present study investigated collapse damages on strip roads using a questionnaire in a privately-owned forest, Kanuma city, Tochigi prefecture which was the same one we investigated ten years ago. Factors affecting collapse damages were analyzed and compared with the ten-year-old investigation and investigations of other sites. The present study investigated 34 collapse damages whereas the ten-year-old study investigated 55 collapse damages because the present study investigated larger collapse damages blocking a passage than the ten-year-old study which investigated all of collapse damages. On the other hand, collapse damages in the present study were smaller than investigations of other sites where larger collapse damages based on landslides and geologic faults occurred. The most collapse damages occurred on the ridge center, followed by geological boundary in the present study. Collapse damages were increased according to the increased slope angles like the ten-year-old study. According to strata, collapse damages were subject to occur on the dip slopes. Collapse damages on cut slopes were subject to occur on weathered rocks and increased according to the increased cut slope heights. Collapse damages on fill slopes were subject to occur on zero-order basin and V-shaped valley. Collapse damages on fill slopes were also subject to occur on bad foots of fill slopes and no drainage facilities.

Key-word: privately-owned forest, strip road, collapse damage, questionnaire, GIS

I はじめに

平成 21 年 12 月に森林・林業再生プランが策定され、木材の安定供給と利用に必要な体制構築のために路網の開設、整備が必要不可欠となっている。特に経営が困難になりつつある私有林林家では、作業コストや人件費の削減などを目的に、車両系機械の導入により少人数で機

動性のある林業を展開することが必要となり、作業道の開設整備が不可欠な状況となっている。

しかしながら、作業道を開設すると法面崩壊や路面浸食が起り、維持管理費用が増加する可能性があることから、10 年前に有賀ら(I)は栃木県鹿沼市私有林における作業道において法面崩壊・路面浸食を調査し、地形の

因子や作業道の構造との関係について考察した。

森林総合研究所では「安全な路網計画のための崩壊危険地ピンポイント抽出技術」というプロジェクトが2014年から2016年にかけて行われている(2)。その一環で、崩壊被害の発生した箇所を調査する際の項目を整理し、被害因子の類型化が行えるように崩壊被害調査票が作成された(7)。

本研究では10年前に有賀ら(1)が調査を行った同じ私有林における作業道を対象として、調査票を用いて崩壊被害を調査し、崩壊被害に与える因子について有賀ら(1)や、全国220箇所(林業専用道98箇所、森林作業道122箇所)の斎藤ら(7)と比較分析した。

II 調査概要

調査地とした有限会社高見林業は栃木県鹿沼市上粕尾にあり、社長の齋藤正氏及び父親の齋藤尊氏が自ら所有する山林230haと、近隣の森林所有者の委託を受けた森林合わせて430haを運営している。

本研究の調査対象地とした西団地の林地面積は約97ha、路網密度は約140m/haで、路網の発達が著しく、循環路網が形成されている(図-1)。

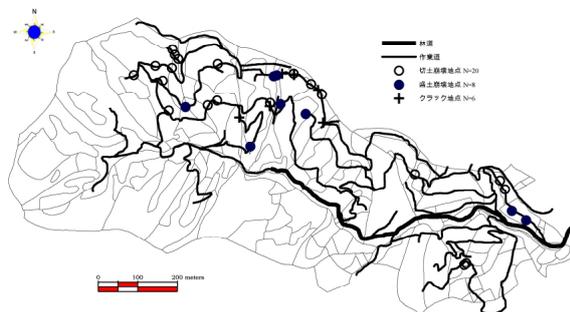


図-1. 調査地と崩壊被害

Fig. 1 Study site with collapse damages

本調査地についてはアジア航測(株)により“H20 渡良瀬川流域及び鬼怒川流域航空レーザ計測業務”で測量された1mメッシュのDEMを国土交通省関東地方整備局(4)より入手し、GISを用いてCS立体図(6)を作成した(図-2)。

現地調査では、作業道における崩壊被害をGPSとCS立体図を用いて位置特定しながら調査票に記入した。調査票は1)崩壊の状況・規模に関連する項目、2)地形・地質・土質に関する項目、3)幾何構造・施工に関する項目から構成されている。

崩壊の大きさはポールとメジャーを用いて、勾配はハンドレベルを用いて、法高と法勾配はポールを用いて測

定した。また、調査票を元に崩壊と標高、傾斜、被災地の特徴、地層の形態、切土崩壊と岩石の風化、切土高、盛土崩壊と排水・土工との関係について分析した。

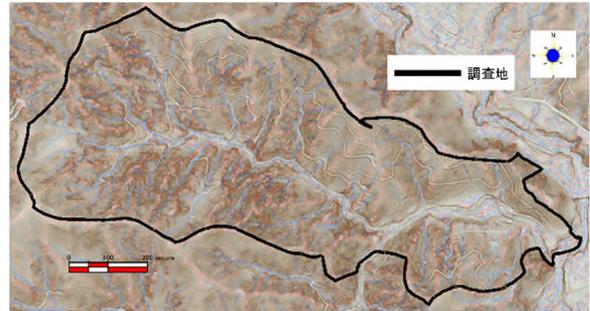


図-2. CS立体図

Fig. 2 CS stereogram

III 結果と考察

1. 被害全体 今回の調査地において、崩壊被害調査票を記載した箇所は34か所を数えた(図-1, 3)。内訳は切土崩壊20件、盛土崩壊8件、クラック6件であった。有賀ら(1)では崩壊地は55か所であった。これは今回は作業道として通行不可能な規模を調査対象としたが、有賀ら(1)では全ての崩壊を対象としたためである。

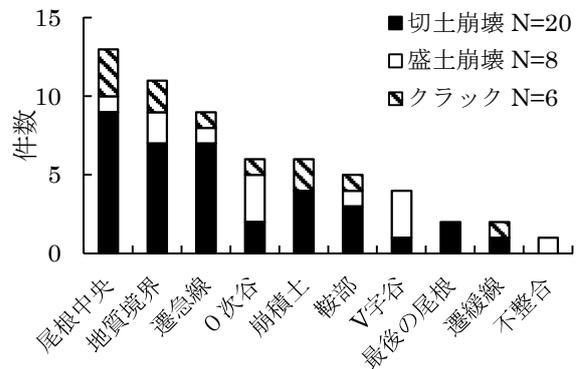


図-3. 崩壊件数

Fig. 3 Collapse numbers

まず、崩壊被害において解析した要因からは有賀ら(1)と同様、標高、傾斜との間に関係が見られた(図-4, 5)。沢沿いの林道から尾根に向かう作業道が多い本調査地では、標高の高い作業道の終点付近は使用頻度が林道に比べて極端に低い低規格の作業道が多くなることから、標高の高い位置に被害が集中していた。標高に関しては、有賀ら(1)と同様に標高650mを超えると崩壊地が多くなり、750m付近に多く発生していた(図-4)。一方、有賀ら(1)では700m付近に多く発生していたが、この10年間で新設された標高の高い路線での崩壊も多く発生していたため、今回は有賀ら(1)の崩壊地の標高に比べて

やや高いところで崩壊が多く発生していたと推測される。

また、傾斜 40 度以上が連続する急傾斜地は、林業専用道・森林作業道では配置を回避すべきであるが(5)、有賀ら(1)では 25 度を超えると、本調査では 30 度を超えると崩壊の発生率が高くなっていった(図-5)。本調査で崩壊地の傾斜が急となったのは、有賀ら(1)と異なり大きな崩壊のみ調査対象としたためと考えられる。

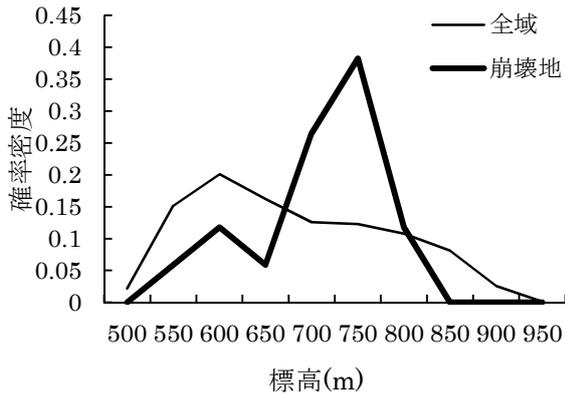


図-4. 標高の確率密度

Fig. 4 Probability density of elevation

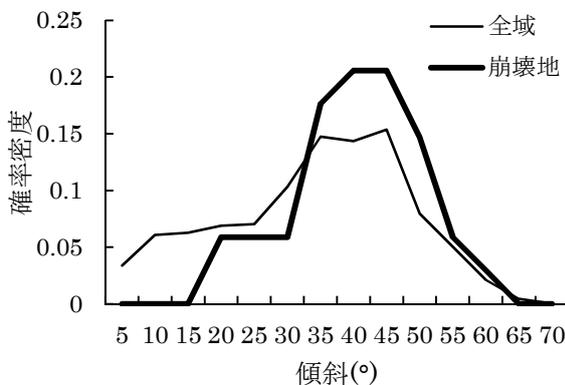


図-5. 傾斜の確率密度

Fig. 5 Probability density of slope

被災地の特徴について、林業専用道を含む斎藤ら(7)と比較すると大規模な崩壊を招く恐れのある地すべり地形や断層地形による大規模な被害が少なかった(図-3)。したがって、本調査の平均崩壊面積は 57m² と、斎藤ら(7)の 150m² と比較して小さかった。

本調査では尾根中央における被害が一番多く、次いで地質境界となった。尾根に対して垂直に道を通すような路線の時は切土高が高くなりやすい。高い切土は安定せず崩れやすいため、尾根中央で被害が多かった。

地質境界はどのような場所であれ相対的に片側に負荷

がかかりやすくなるため危険であるといえる。中-後期ジュラ紀の付加コンプレックスのチャートブロックと基質が交じり合っている本調査地は、斎藤ら(7)に比べ地質境界による崩壊を誘発しやすかったと考えられる。

また、崩壊の種類別に見ると、0 次谷やV字谷といった谷地形で盛土崩壊が発生しやすい傾向にある。多くは水の集まりやすいこのような地形で排水が上手く処理されず盛土が崩壊しているというものであった。

地層の形態は、一般的に岩石の剥げる方向と山腹斜面の傾斜方向と同じ場合(流盤)の地層は、地形の傾斜に沿って崩落等が生じやすく、一旦崩落等がはじまると再安定化には多大な経費を要するため、道づくりにはあまり適していないといわれている(3)。本調査地においても流盤での崩壊被害発生割合が、特に切土崩壊、クラックで高かった(図-6)。

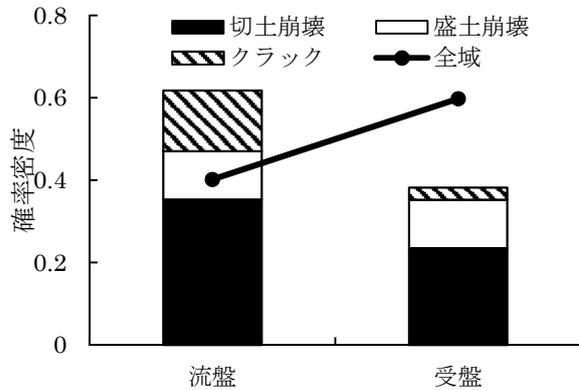


図-6. 地層の確率密度

Fig. 6 Probability density of strata

2. 切土崩壊 岩石の強度に関して、掘削用のハンマーを用いて切土崩壊地と全域で風化度について調べたところ、本調査地全域では堅さに偏りがあまりないものの(図-7)、切土崩壊地は特に風化の最も進んだ手で壊せる程度の堅さが多くの割合を占めた。斎藤ら(7)においても同様に崩壊地の風化度合が進行するにつれ、崩壊の危険性が大きくなるのがわかる。

切土崩壊地と全域の切土高を比較すると、切土崩壊は切土高が 2m を超えると発生しやすいことが分かる(図-8)。2~3m を境に崩壊割合は減少しているが、本調査地における全域の切土高の割合も少なくなっているため、3m を超えても高い発生率であるといえる。林業専用道を含む斎藤ら(7)では崩壊の規模が大きいので、切土高 5m で最も多く、10m を超えるような高い切土高でも崩壊が発生している。切土高を高くすると土工量が多くなるだけでなく地下水の流路を切断してしまうため道が壊

れやすくなる。

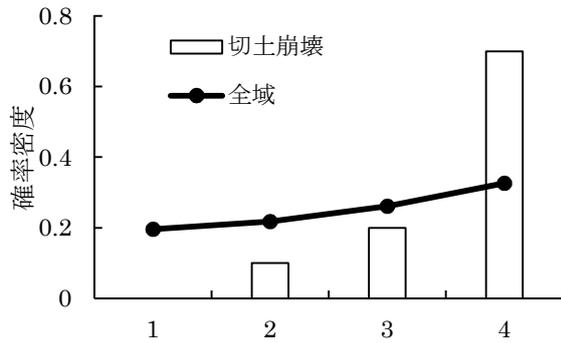


図-7. 風化の確率密度

Fig. 7 Probability density of weathering

1：堅い，2：ハンマーで2つに割れる，3：ハンマーで砕ける，4：手で砕ける

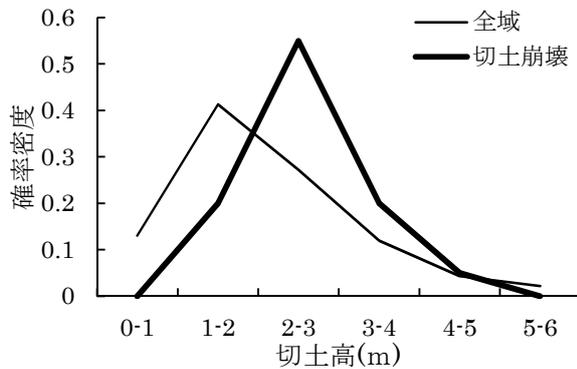


図-8. 切土高の確率密度

Fig. 8 Probability density of cut slope height

3. 盛土崩壊・クラック 施工，転圧の面から分析する(表-1)。被害地の全体の状況として転圧状況は悪くないといえる場所が幾つかあったが，排水施設はほぼなく，盛土法尻のスリ付きの状況も悪いものがほとんどであった。本調査地ではスリ付きが悪い場所での盛土崩壊93%，排水施設がない場所での盛土崩壊86%と，斎藤ら(7)のそれぞれ80%，65%と比較して，本調査ではスリ付きが悪い場所や排水施設がない場所での盛土崩壊が多かった。

IV おわりに

本研究では，有賀ら(1)が調査を行った同じ私有林を対象として崩壊被害の解析を行った。その結果，被害全体としては被災地の地形や地質が大きく影響を与えることが分かった。危険地形を避けて土工量が極力小さくなるような路線選定，やむを得ず通すような場合は的確な構造物の設置が壊れにくい道づくりの鍵となる。ただ

し，今回は地質や施工法があまり調査地内で変わらないため，これらについては比較考察ができなかった。今後はより多くの調査地で調査及び解析する必要がある。

謝辞：本研究は公益財団法人八洲環境技術振興財団研究開発・調査助成を受けて実施した。

表-1. 盛土崩壊地の排水と土工

Table. 1 Drainage and earthwork on fill slope

		排水施設機能	排水			小計
			あり良好	あり不良	なし不良	
土工	スリ付き	転圧	総合	○	△	×
	良好	良好	○	0	0	1
	良好	不良	△	0	0	0
	不良	良好	×	0	1	3
	不良	不良	×	0	1	8
	小計			0	2	12

引用文献

- (1) 有賀一広・古澤宏章・富澤舞・森勇佑・斎藤仁志・白鳥亮介・田坂聡明 (2008) 栃木県鹿沼市私有林における作業道法面崩壊と路面浸食の検討. 日本森林学会関東支部大会論文集 **59** : 273~276
- (2) 大丸裕武 (2014) 安全な路網計画のための崩壊危険地ピンポイント抽出技術. オンライン http://www.affrc.maff.go.jp/docs/gaiyou/pdf/26079c_gaiyou.pdf. (2017年4月20日参照)
- (3) フォレスト・サーベイ (2011) 森林作業道づくり. 105, フォレスト・サーベイ, 東京
- (4) 国土交通省関東地方整備局. オンライン <http://www.ktr.mlit.go.jp/river/index.html> (2017年4月20日参照)
- (5) 長野県 (2012) 長野県林内路網整備指針. オンライン <http://www.pref.nagano.lg.jp/ringyo/sangyo/ringyo/shisaku/rinairomo.html> (2017年4月20日参照)
- (6) 長野県森林整備加速化・林業再生協議会路網部会 (2014) 「長野県型立体地形図=CS立体図」を用いた林内路網の路網配置検討手順. オンライン <http://www.rincon.or.jp/sinrinseibikasokukaringyosaiseikyogikai/>. (2017年4月20日参照)
- (7) 斎藤仁志・白澤紘明・戸田堅一郎・白田寿生・和多田友宏・矢部浩・多田泰之・鈴木秀典・村上亘・大丸裕武 (2016) 森林内路網の崩壊被害調査票作成について. 第127回日本森林学会大会 P2-034