

## 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

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(宇大農)

要旨：本研究で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と路面浸食を現地調査し、地形の因子や作業道の構造との関係について考察した。法面崩壊は標高700m付近で多く発生していた。標高700m付近には新規開設路線の終点付近が多く、新規開設路線は法面がまだ安定していないこと、路線終点付近は使用頻度が低く、維持管理がしっかりされていないことなどが、この原因として挙げられる。一方、路面浸食に関しては、曲線半径の影響が顕著に表れ、曲線半径が小さいほど路面浸食が大きくなることが分かった。しかし、集水面積や縦断勾配など、水の流れによる影響は明確には認められなかった。この理由として、本調査地では法面崩壊や路面浸食を防ぐ様々な工夫が施されていたためと考えられる。

キーワード：私有林、作業道、法面崩壊、路面浸食、GIS

## I はじめに

近年、私有林林家は、作業コストや人件費の増大などにより経営が困難になりつつある。この状況を改善するためには、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、作業道を開設すると法面崩壊や路面浸食が起こり、維持管理費用が増加する可能性があることから、作業道設計時には十分に注意を払う必要がある。特に集材距離を短くするために作業道を無理に作設すると、急勾配な場所が生じ、路面浸食が多くなる。これを防ぐために横断排水溝を数多く設けると、コストが増大する結果となる。さらに、土砂流出による森林生態系への悪影響にも注意を払わなければならない。よって、厳しい地形条件のもとで、効果的に作業道を開設し、利用するためには、適切な森林基盤整備計画が必要となる(1)。

本研究で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、今後の私有林家の作業道設計に資する基礎情報を捉えることを目的として、地形の因子や作業道の構造との関係について考察した。

## II 調査地および調査方法

調査地は、栃木県鹿沼市上粕尾(旧上都賀郡粟野町)にあり、斎藤正氏及び父親の斎藤尊氏が所有している山林である。斎藤正氏は「有限会社高見林業」を経営しており、自ら所有する山林で林業経営を行っている。林地面積は約230haで、我が国では中規模の山林所有者に位置付けられる。標高は500mから1,000m、年平均降水量は1,600mm、積雪深は数十cm以下、地質は古生層で、森林の生育に恵まれている。

私有林の路網は100m/haの整備を目標に、毎年約2,000mの開設が進められており、現状では団地により異なるが、平均は93m/haとなっている(図-1)。また、本研究で調査した場所は林地面積93ha、路網密度は約119m/haであった(図-2)。

調査方法は、まずGPSを用いて、被害箇所(法面崩壊、路面浸食)のポイントを取り、同時に被害量の測定を行った。法面崩壊については幅・深さ・高さをメジャーで測定した。路面浸食については、路面浸食の始点から終点までの距離を巻き尺で測り、始点・終点の路面浸食幅と深さをポールと巻き尺で測定した。また、始点と終点の間で、路面浸食の規

Kazuhiro ARUGA, Hiroaki FURUSAWA, Mai TOMIZAWA, Yusuke MORI, Masashi SAITO, Ryosuke SHIRATORI, and Toshiaki TASAKA (Fac. of Agric., Utsunomiya Univ., 350 Mine Utsunomiya 321-8505) Investigations on strip road slope failures and road surface erosions in a privately-owned forest, Kanuma City, Tochigi Prefecture.

横に変化が生じたときは、その場所でも測定した。GPSにより測定したポイントは、GISにデータをインポートし、解析に利用した。なお、調査は2006年8月～11月、2007年2月にかけて行い、被害とは路網開設から調査日までの状況を示す。



図-1. 高見林業所有林 (青色: 小班界, 紫色: 国道・市道・林道, 黄色: 作業道, 赤色: 集材路)

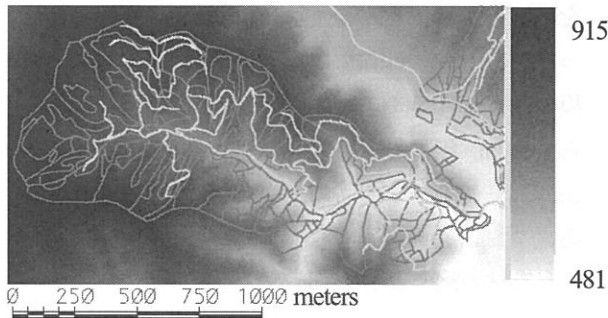


図-2. 標高 (m) と小班界 (黄緑色)・路網 (黄色) との重ね合わせ

### III 解析方法

GPSで取った位置情報や法面崩壊・路面浸食量のデータを元に以下の7項目についてGISを用いて解析した。

(1) 標高データは(2)～(6)を算出するための基礎データとして活用されるもので、本研究では小倉(2)によって1/5,000地形図の等高線から作成された5mメッシュのDEMを用いた(図-2)。(2) 傾斜と(3) 集水面積についてはDEMよりGISを用いて作成した(図-3, 4)。(4) 正規化植生指数については、2001年9月24日のランドサットデータより作成した(図-5)。(5) 林道線形については、内

カーブ中心・内カーブ変曲点・外カーブ中心・外カーブ変曲点・カーブなしに分類した(3)。(6) 縦断勾配はGISで高低差と水平距離を求め、推定した。(7) 曲線半径についてはGIS上で測定した。

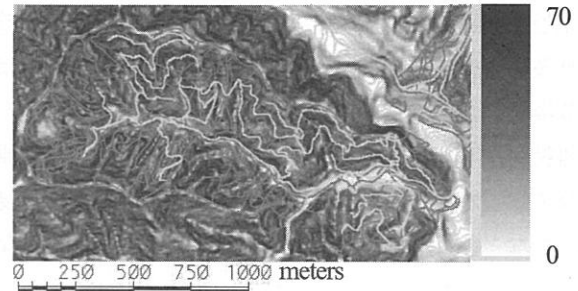


図-3. 傾斜 (度) と小班界 (黄緑色)・路網 (黄色) との重ね合わせ

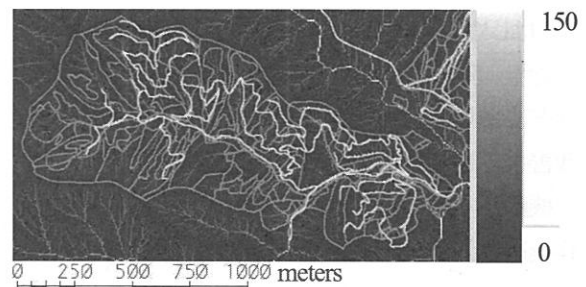


図-4. 集水面積 (ha) と小班界 (黄緑色)・路網 (黄色) との重ね合わせ

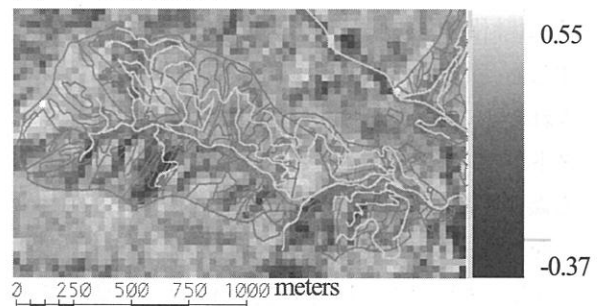


図-5. 正規化植生指数と小班界 (黄緑色)・路網 (黄色) との重ね合わせ

### IV 調査結果

法面崩壊を受けた箇所は55箇所を数えた(図-6)。法面崩壊の幅、深さ、高さの最大値はそれぞれ28.0m, 2.0m, 30.0mにもおよび、最小値は0.7m, 0.3m, 1.0mで、平均は6.7m, 0.7m, 6.8mであった。法面崩壊量の最大値は275.4m<sup>3</sup>, 最小値は0.3m<sup>3</sup>, 平均値は22.2m<sup>3</sup>であった。

路面浸食を受けた箇所は51箇所を数えた(図-7)。

特に路面浸食被害が多かったのが、作業道の轍である。路面浸食を受けている箇所的大部分で轍に一番大きな浸食が見られた。逆に轍に挟まれた作業道の中央部は浸食を受けずに残っていることが多く、路面流水が轍に集中していたことが分かる。一番被害の多いところでは、幅 1.2m、深さ 0.3m にわたって浸食されていた。路面浸食量の最大値は 17.7m<sup>3</sup>であった。平均長は 63.0m で平均浸食量は 4.12m<sup>3</sup>であったので、平均断面積は 0.07m<sup>2</sup>となる。

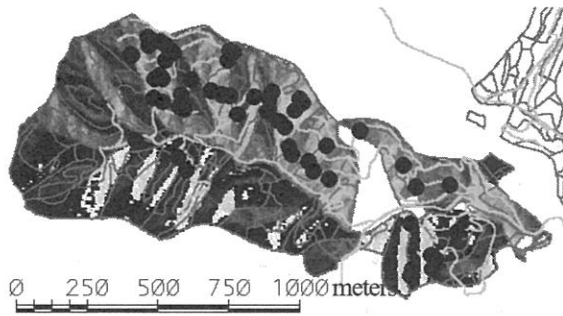


図-6. 崩壊被害 (黒丸) 発生状況図

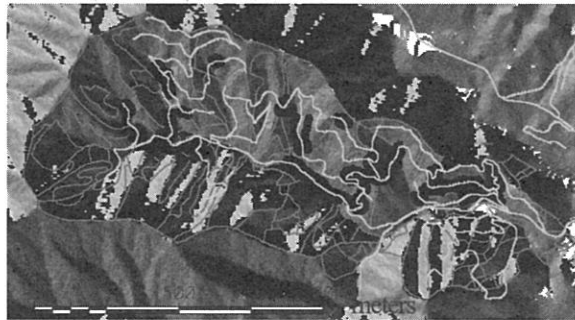


図-7. 路面浸食被害 (黒線) 発生状況図

## V 解析結果および考察

今回、法面崩壊において解析した要因からは標高が法面崩壊発生確率との間に強い関係が見られた (図-8)。標高 700m 付近において法面崩壊発生確率が大きくなった。作業道の整備は沢沿いの標高が低いところから行われ、標高 700m 付近には新規開設路線の終点付近が多く、新規開設路線は法面がまだ安定していないこと、路線終点付近は使用頻度が低く、維持管理がしっかりされていないことなどが、この原因として挙げられる。

傾斜 (図-9) においては 40 度付近で、正規化植生指数 (図-11) においては 0.3 付近で法面崩壊発

生確率が大きくなっているが、全域の確率密度と比べてはっきりとした違いは見られなかった。集水面積が大きくなると法面崩壊発生確率が大きくなると予想していたが、今回の調査地では法面崩壊発生確率は集水面積が小さいところにおいて大きくなっていた (図-10)。また、林道線形との関係でも、吉村の研究 (3) では沢の交差点となる内カーブ中心点が法面崩壊の危険度が著しく高いとされていたが、本研究では内カーブ変曲点での法面崩壊が 55 箇所中 14 箇所と最も多く、次に外カーブ変曲点での法面崩壊が 55 箇所中 10 箇所と多かった。これらの理由として、暗渠などにより流水処理が適切に行なわれていたことが考えられる。

路面浸食に関しては、本調査地における平均断面積の上限値は 0.1m<sup>2</sup> 程度であった (図-12)。また、曲線半径が小さなおとほほど路面浸食量が多くなると推測された (図-13)。路面浸食の平均断面積が 0.1m<sup>2</sup> 程度に抑えられた理由として、路面浸食されや

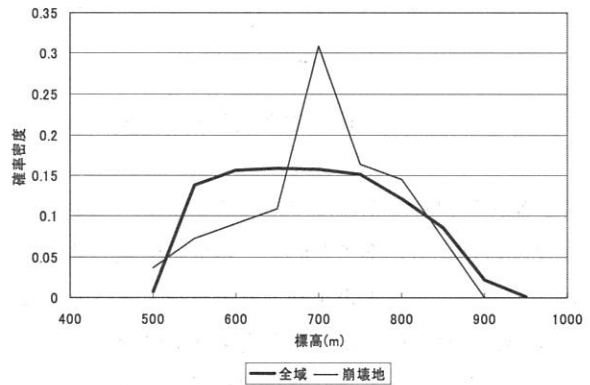


図-8. 標高の確率密度

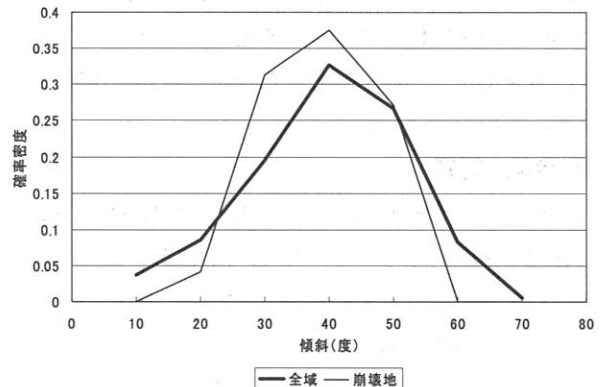


図-9. 傾斜の確率密度

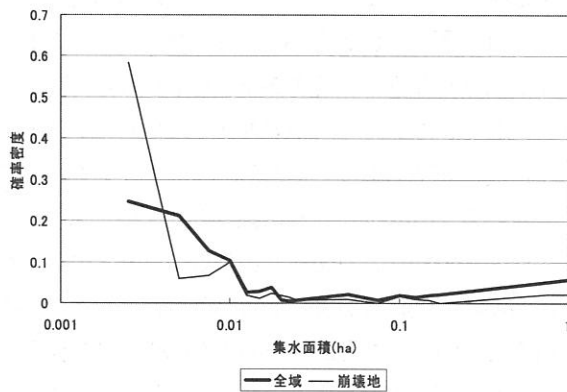


図-10. 集水面積の確率密度

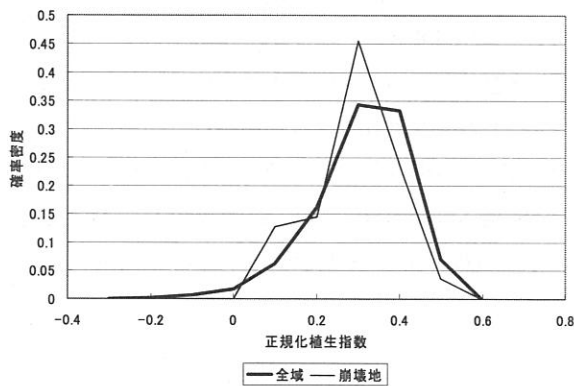


図-11. 正規化植生指数の確率密度

すい場所には作業道路面に岩石を敷く、作業道であまり使用頻度が多くないところでは植生の繁茂を促す、大雨により被害が起こりそうなときは所有者自身が素掘り側溝を造り、開渠を適切に設けるなどの努力がなされていたことなどが挙げられる。なお、平均断面積  $0.1\text{m}^2$  とは幅  $0.3\text{m}$ 、深さ  $0.3\text{m}$  程度の路面浸食であり、決して小さいものではなく、作業道使用時には再整備が必要となると考えられるが、路面浸食をある一定値に抑えることは、路体の維持に資するものと考えられる。

## VI 今後の課題

私有林は所有者の経営方針によって路網配置や維持管理手法が異なるので、今後、より多くの事例を調べる必要がある。また、地山、路体、路床、路面の土質によっても法面崩壊・路面浸食量は異なるため、今後、土質の測定、またはGISなどを用いた推定手法を確立し、土質の影響についても検討する必

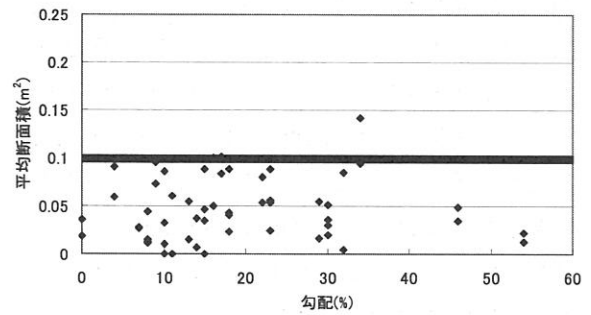


図-12. 縦断勾配と路面浸食の関係

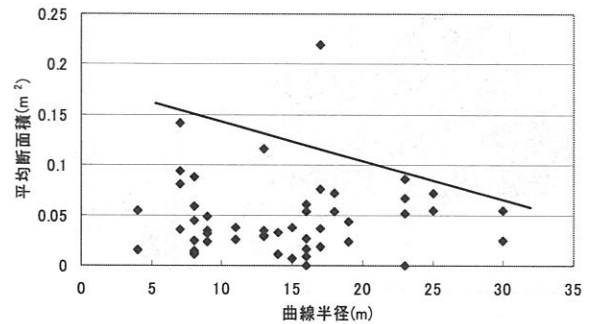


図-13. 曲線半径と路面浸食の関係

要がある。

## 謝辞

本調査地を使用させていただいた「有限会社高見林業」齊藤正氏に感謝申し上げます。

## 引用文献

- (1) 小林洋司 (1997) 森林基盤整備計画論—林道網計画の実際—205pp., 日本林道協会, 東京.
- (2) 小倉拓馬 (2006) 私有林 GIS の開発. 宇都宮大学平成 17 年度卒業論文.
- (3) 吉村哲彦・赤羽元・神崎康一 (1995) ファジィ理論を用いた林道のり面の崩壊危険度判定度. 森利研誌 10:195~204.