短時間大雨時に発生した崩壊の発生場における地形・森林の関係

RELATIONSHIP BETWEEN TOPOGRAPHY AND FORESTS IN LANDSLIDE AREAS CAUSED BY SHORT-TERM HEAVY RAINFALL

黒川 潮[1]・大丸 裕武[2]
Ushio KUROKAWA and Hiromu DAIMARU

[1]（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所（〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1）
E-mail: kurokawa_ushio340@ffpri.go.jp
[2]石川県立大学生物資源環境学部（〒921-8836　石川県野々市市末松 1 丁目 308 番地）

Key Words: *short-term heavy rain, shallow landslides, tree species, terrain analysis, soil water index*

1. はじめに

近年，地球温暖化や気候変動の影響を受け，記録的短時間大雨情報が発表されることが多くなっている．大雨を背景として災害の激甚化・頻発化が進んでおり，今後もこの傾向が続くと想定されている[1)]．一方で山地の森林域に目を向けると，かつてはハゲ山だったところが戦後の政策により植林が行われ，結果として荒廃地の面積が減少し[2)]，現在では森林飽和と呼ばれるほど森林が成長している[3)]．これまでの研究の成果として山腹斜面においては樹木根系による土壌の緊縛効果によって崩壊が抑止されると考えられている[4), 5)]．日本においてはかつてと比べて豪雨，洪水等の自然災害による死者数は減少傾向にある[6), 7)]．この理由としてこれまでに実施されてきた河川改修や防災施設等のハード対策や警戒避難等のソフト対策による防災対策が進んだことが大きいと考えるが，森林の回復に伴い崩壊地・荒廃地面積が減少したこともあると思われる．

森林の変化に伴って，大雨による災害時には平成 29 年 7 月九州北部豪雨で見られたように，根系の効果が及ばない深さをすべり面とする崩壊事例が報告されるようになってきている[8)]．こういった深い崩壊に対して，災害防止の観点から森林がどのような役割を担っているのかは改めて検討する必要があると考えられる．また，研究成果からの知見を踏まえ，崩壊に強い森づくりへの提言として，スギ，ヒノキ，ナラ類，ケヤキなどが好ましいとされている[5)]．針葉樹，広葉樹といった大まかな分類とはなっていないが，広葉樹が災害に強いという意見は比較的目にするところである．こうした森林域での崩壊に関する状況を踏まえ，本研究では短時間の大雨の際に発生する崩壊地と地形，森林との関係を整理，検討するために，2025 年 8 月 10 日から 11 日にかけて熊本県内で発生した大雨における山腹崩壊事例をもとに（写真-1），結果を取りまとめたので報告する．



写真-1　8 月 10 から 11 日の大雨で発生した山腹崩壊

2. 災害の概要および調査方法

(1) 災害概要

2025 年 8 月 6 日から 11 日にかけて，前線の影響で大気の状態が非常に不安定となり，熊本県では記録的な大雨となった．10 日から 11 日にかけて，熊本地方と天草・芦北地方に線状降水帯が発生し，気象予報でいう猛烈な雨や非常に激しい雨が降った．熊本市，山鹿市，合志市，玉東町，大津町，長洲町，和水町，美里町，宇城市，甲佐町，八代市，山都町，氷川町，上天草市，天草市付近で，約 110 mm から 120 mm 以上の猛烈な雨を解析雨量で記録した．この時記録的短時間大雨情報が発表されている．この大雨での最大 1 時間降水量は，玉名市岱明で 108.0 mm，菊池市菊池で 115.5 mm，上天草市松島で 123.0 mm，天草市本渡で 110.0 mm，八代市八代で 92.5 mm を観測するなど，観測史上 1 位の記録を更新した．また，11 日の日降水量は，山都町山都で 366.5 mm，甲佐町甲佐で 334.0 mm，八代市八代で 377.5 mm を観測するなど，観測史上 1 位の記録を更新した [9]．

この大雨により，熊本県内では直接死 4 名，行方不明者 1 名および全壊 28 棟を含む 8,668 棟の住家被害が発生した [10]．加えて，砂防施設被害 149 箇所 17.2 億円，急傾斜地崩壊防止施設被害 1 箇所 1.5 億円(2025 年 8 月 15 日現在)，林地被害 102 箇所 72.7 億円（2025 年 8 月 19 日現在）等，農林水産業約 151 億円，公共土木約 270 億円の被害が発生した [11]．

(2) 調査方法

調査，解析に使用したデータセットは以下のとおりである．

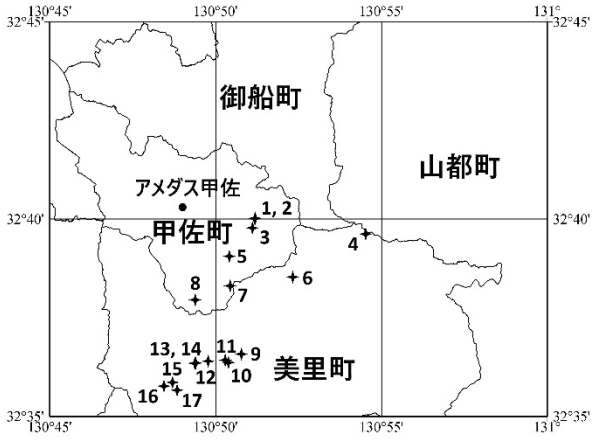


図-1　斜め写真から抽出した崩壊地
（＋印．数字は崩壊地番号）

・崩壊地：2025 年 8 月 13 日から 15 日にかけて，熊本県美里町，甲佐町，山都町上空で撮影された斜め写真をもとに，森林域で発生した 17 箇所の崩壊地を抽出した（図-1）．また国土地理院が公開している斜面崩壊・土石流・堆積分布データ（八代西地区）[12] を使用した．

・土壌雨量指数データ：気象庁が配信する土壌雨量指数実況値（1km メッシュ）を取得し，使用した（図-2）．

・数値標高データ：国土地理院基盤地図情報ダウンロードサービスを利用し [13]，調査対象地域の 10m メッシュ DEM を取得し，使用した（図-3）．

・樹種：崩壊地を抽出した斜め写真を用い，針葉樹，

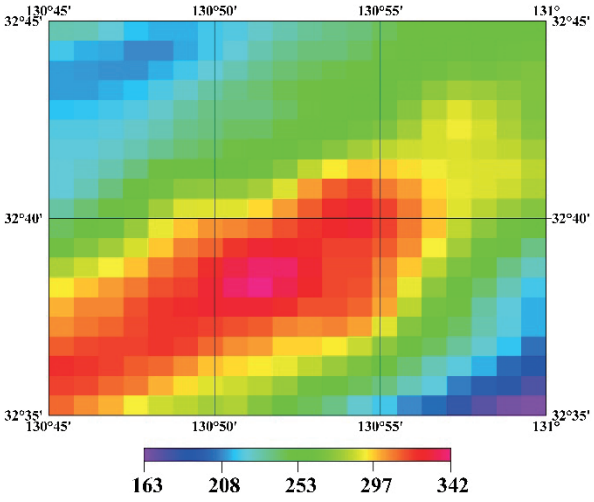


図-2　土壌雨量指数マップ(2025 年 8 月 11 日 4 時)

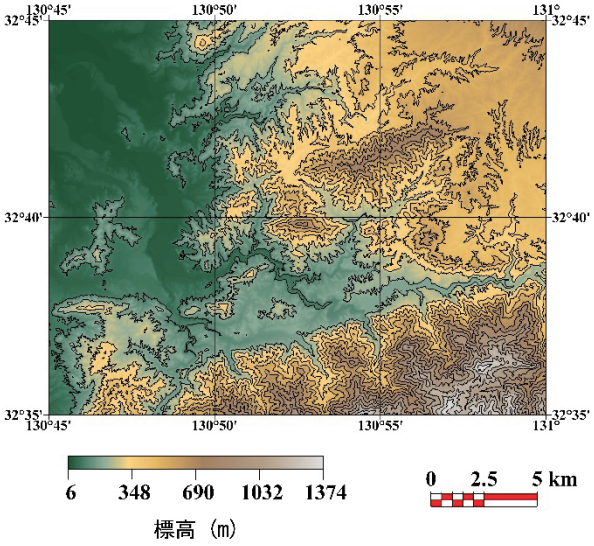


図-3　崩壊地周辺の数値標高データ

広葉樹，針広混交林に分類した．

・森林における変化の履歴：Hansen *et. al.* (2013) が提供している，森林変化に関するマップを使用した(図-4) [14]．本マップは 2000 年以降の地球規模の森林変化を 30 メートルの解像度で表したものである．森林伐採や崩壊等による状態変化がいつ発生したかをメッシュ単位で確認することが可能である．

これらのデータを GIS ソフトウェア MicroImages TNTmips (Datum ワークステーション) で統合し，解析データから崩壊地の特徴について検討を行った．

3. 調査結果

(1) 土壌雨量指数との関係

表-1 に示した崩壊地を含むメッシュにおける 8 月 10 日から 11 日にかけての代表的な土壌雨量指数の変化の状況を図-5 にまとめた．なお，図に抽出した土壌雨量指数の箇所については図-1 における崩壊地の分布状況において，偏りがないよう考慮した．値の違いはあるものの，図-1 で抽出した崩壊地が図-2 に示した土壌指数マップにおいて大きな値を示した箇所にあったため，概ね同じような挙動を示していた．最大値は 11 日 4 時であった．またアメダス甲佐における 1 時間降水量の観測値を図-6 に示す．最大値は土壌雨量指数と同じ 11 日の 4 時に観測されている．この結果より，抽出した崩壊地において，今回の大雨に対する土壌雨量指数の影響に関して特段の地域差はなかったと考えられる．

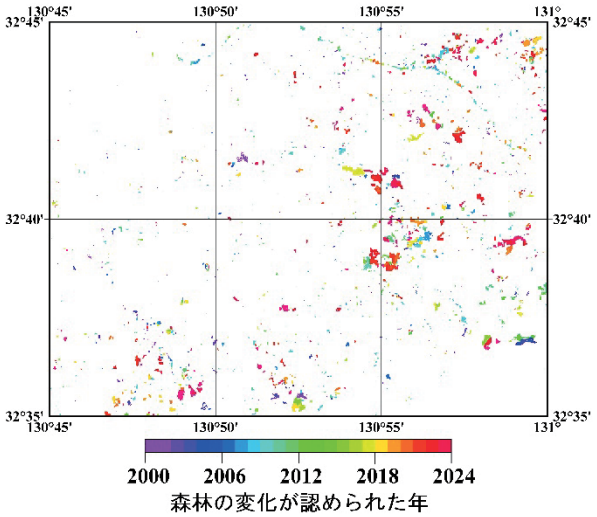


図-4　森林変化に関するマップ

(2) 地形との関係

抽出した崩壊地と地形との関係について検討を行った．地形特性は GIS ソフトウェアの地形解析を用いて算出した．崩壊地ごとの解析結果については表-1 の通りである．勾配については最大 42 度，最小 16 度で，平均は 31.2 度であった．勾配が急となる 30 度以上の崩壊が多かったが，30 度以下の勾配でも崩壊が発生していることが確認できた．斜面方位は北 1 箇所，北東 4 箇所，東 3 箇所，南東 2 箇所，南 1 箇所，南西 2 箇所，西 2 箇所，北西 2 箇所であった．北東から南東斜面に崩壊が多い傾向がみられた．地形特性は鈴木 [15]の分類をもとに整理したところ，横断面形は谷型 8 箇所，直線 2 箇所，尾根型 7 箇所で，谷型と尾根型が同じような割合となった．縦断面形は凹形 9 箇所，等斉 2 箇所，凸形 6 箇所で，凹型が多かった． 縦断面形，横断面形を合わせた斜面型は凸形谷型斜面 6 箇所，等斉直線斜面 2 箇所，凹形尾根型斜面 7 箇所，凹形谷型斜面 2 箇所で，凸形谷型斜面と凹形尾根型斜面が多かった．

(3) 森林との関係

崩壊地と土壌雨量指数，地形との検討結果を受け，

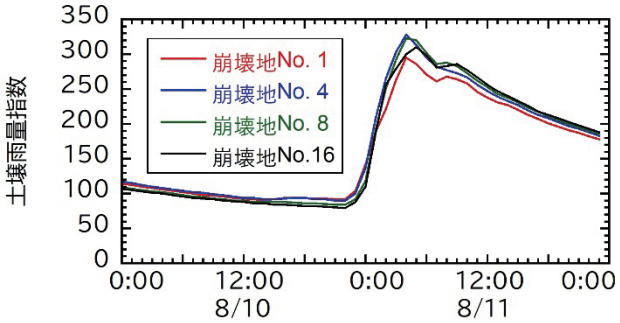


図-5　各崩壊地における土壌雨量指数の変化

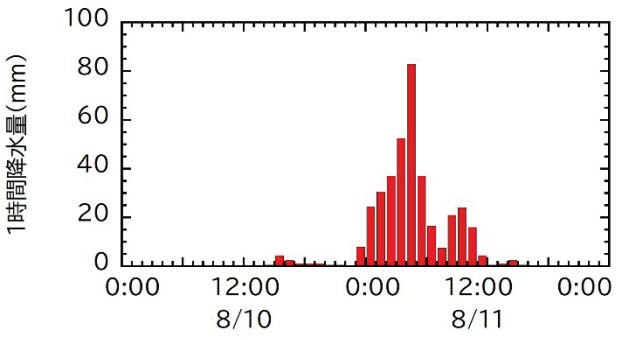


図-6　1 時間降水量（アメダス甲佐）

表-1　斜め写真より抽出した崩壊地と樹種，地形の関係

No.	樹種	標高(m)	斜面勾配(度)	斜面方位	縦断面形	横断面形
1	針葉樹	380	28	SW	凹形	谷型
2	針葉樹	106	16	SW	凸形	谷型
3	針葉樹	103	42	E	凸形	谷型
4	針葉樹	168	41	W	凹形	尾根型
5	針葉樹	283	34	N	凹形	谷型
6	針葉樹	216	26	NE	等斉	直線
7	針葉樹	283	32	NE	凸形	谷型
8	針葉樹	200	29	NW	凹形	尾根型
9	針葉樹	154	40	NE	凸形	谷型
10	針葉樹	141	28	W	凹形	尾根型
11	針葉樹	196	26	E	凸形	谷型
12	針葉樹	341	27	NE	凹形	尾根型
13	広葉樹	200	24	SE	凹形	尾根型
14	広葉樹	187	26	S	凸形	谷型
15	広葉樹	195	42	SE	等斉	直線
16	広葉樹	195	41	E	凹形	尾根型
17	針広混交林	98	28	NW	凹形	尾根型

森林との関係について検討を行った．各崩壊地における森林の状況については表-1 に示す．抽出した崩壊地の森林の状況は，針葉樹林 12 箇所，広葉樹林 4 箇所，針広混交林 1 箇所であり，針葉樹林地での崩壊が多かった．しかし，調査対象とした熊本県美里町の森林面積はスギ・ヒノキ等主として針葉樹人工林 6,241.26ha，広葉樹等の天然林 1,918.35ha，甲佐町は人工林 1,506.63ha，天然林 887.15ha，山都町は人工林 17,472.26ha，天然林 8,013.50ha である [16]．各町の森林面積において人工林の割合が 63～76%であることから，特に針葉樹林で多くの崩壊が発生したとはいえない．斜面勾配との関係では針葉樹が 16～42 度の範囲で平均 30.8 度，広葉樹が 24～42 度の範囲で平均 33.3 度であった．結果として同じような傾向を示していると考える．斜面方位に関しては広葉樹が南～東方向の斜面でのみ崩壊が発生しており，北側で比較的崩壊が発生している針葉樹と比べて特徴的な傾向がみられた．現時点での調査ではこのような結果となった原因は不明であるが，この地域における広葉樹の立地特性についてさらなる検討を加えることで，解明されると考えている．縦断面形，横断面形に関しては針葉樹においては縦断面形について凹形 6 箇所，凸形 5 箇所，等斉 1 箇所，横断面形について谷型 7 箇所，尾根型 4 箇所，直線 1 箇所であった．広葉樹においては縦断面形について凹形 2 箇所，凸形 1 箇所，等斉 1 箇所，横断面形について谷型 1 箇所，尾根型 2 箇所，直線 1 箇所であった．また縦断面形と横断面形を組み合わせた分類においては凸形谷型斜面が針葉樹 6 箇所，広葉樹 1 箇所，凹形尾根型斜面が針葉樹 4 箇所，広葉樹 2 箇所，凹形谷型斜面が針葉樹 2 箇所，等斉直線斜面が針葉樹 1 箇所，広葉樹 1 箇所であった．横断面形について針葉樹と広葉樹で傾向の違いは見られるが，広葉樹の抽出数を考慮すると現段階では両者の間で特徴的な違いとまでは言えないと考えている．

森林の変化との関係においては，抽出した全ての崩壊地において，災害前には森林の伐採行為や崩壊による裸地化等の森林の変化が認められなかった．斜め写真による判読では，撮影範囲の特性上，災害直前まで健全な成林であった箇所ばかりが抽出されてしまったためと考えられる．そのため崩壊地の分布に関してはマクロな傾向を追うために国土地理院データを用い，森林の変化に関する Hansen *et. al.* (2013) [14]のマップに重ね合わせることで検討を行った．その結果を図-7 に示す．2014 年以降から森林の変化が認められたメッシュで崩壊が多発していることがわかった．特に 2021 年以降の崩壊においてその傾向が強い．森林の変化が発生したことで土壌が

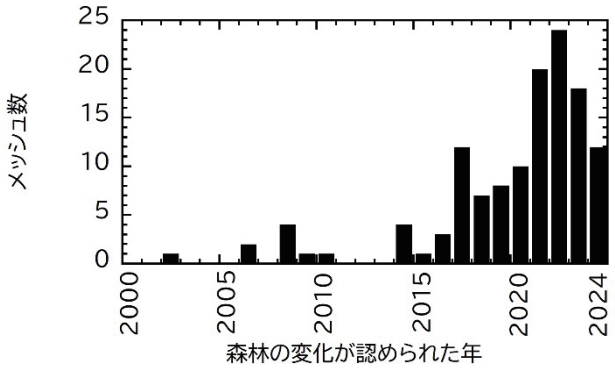


図-7　崩壊地と森林の変化が認められた年との関係

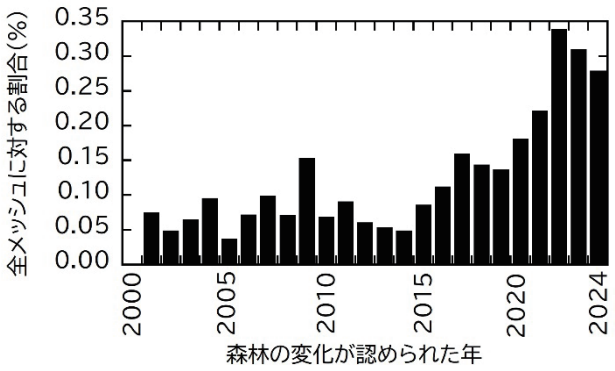


図-8　全メッシュに対する森林が
変化したメッシュの割合

裸地化した後，十分に被覆が回復していないことが一因と考えられ，短時間大雨時における森林の効果を示したものと考えられる．その一方で図-8 に示すように全メッシュに対する森林の変化した割合も同じような傾向を示している．2020 年以降に森林の変化が増加した要因として，2020 年に発生した球磨川豪雨によって崩壊が発生した場所や，それに伴う森林被害を処理するために伐採を行った箇所があると考えられることから，結果の解釈に当たってはさらなる調査，検討が必要と考えられる．

4. まとめ

本研究の結果，土壌雨量指数や地形要因といったものに特段の地域特性は見られなかった．それを踏まえ，崩壊と森林との関係において，針葉樹，広葉樹といった分類では特段違いがみられなかった．斜面方位については特徴がみられたが，広葉樹の立地しやすい環境等，別の要因もあったと考えている．森林の変化に関しては 2021 年以降に崩壊した箇所が多いことがわかったが，全体の変化傾向を考えると特徴的な現象ではないともいえる．黒川・岡田[17]の結果においては林齢が 5 年以内の森林で顕著な崩壊が認められており，森林の状態の変化に伴う災害状況についてはさらなる検討が必要と考える．あわせて，樹種との関係についてもさらなる調査を進めていくことが重要と考えている．

参考文献

1）内閣府：令和 5 年度防災白書，日経印刷，287p.，2023.
2）治山事業百年写真集編集委員会：よみがえる国土－写真で見る治山事業 100 年の歩み－，日本治山治水協会，213p.，2012.
3）太田猛彦：森林飽和－国土の変貌を考える，NHK 出版，254p.，2012
4）阿部和時：樹木根系が持つ斜面崩壊防止機能の評価方法に関する研究，森林総合研究所研究報告，373 号，pp. 105-181.，1997.
5）北原曜：森林根系の崩壊防止機能，水利科学，53 巻 6 号，pp. 11-37，2010.
6）内閣府：令和 4 年度防災白書，昭和情報プロセス，365p.，2022.
7）沼本晋也，鈴木雅一，太田猛彦：日本における最近 50 年間の土砂災害被災者数の減少傾向，砂防学会誌，56 巻 6 号，pp. 3-12，1999
8）芦田真亜：平成 29 年 7 月九州北部豪雨による流木災害を踏まえた治山対策について，水利科学，62 巻 6 号，pp. 23-35，2019.
9）熊本地方気象台：災害時気象資料－令和 7 年 8 月 6 日から 8 月 11 日にかけての熊本県の大雨について－，https://www.jma-net.go.jp/fukuoka/chosa/saigai/20250806-0811_kumamoto.pdf，2026.5.25.
10）熊本県防災推進課：令和 7 年 8 月豪雨に関する被害状況について （令和 8 年 5 月 8 日 10:00 現在），https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/life/268415_829280_misc.pdf，2026.5.25.
11）熊本県：8 月 10 日からの大雨に関する被害状況と本県の対応について（令和 7 年 8 月 19 日現在），https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/life/247816_734647_misc.pdf，2026.5.25.
12）国土地理院：令和 7 年(2025 年)8 月 6 日からの大雨に関する情報， https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/R7_0806_heavyrain_00001.html，2026.5.25.
13）国土地理院：基盤地図ダウンロードサービス，https://service.gsi.go.jp/kiban/，2026.5.25.
14）Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S. V.,

Goetz, S. J., Loveland, T. R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C. O., Townshend, J. R. G.: High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change, Science, Vol. 342, Issue 6160, pp. 850-853, 2013.

15）鈴木隆介：建設技術者のための地形図読図入門，第 1 巻，古今書院，200p.，1997.

16）熊本県農林水産部：熊本県林業統計要覧（令和 5 年度（2023 年度）版），218p.，2025.

17） 黒川潮，岡田康彦：2010 年広島県庄原市豪雨災害で発生した斜面崩壊と地形・森林の関係，砂防学会誌， 67 巻 3 号，pp. 14-21，2014.

（2026.5.29　受付）