

過去 40 年程度の主要流木災害における発生流木量の傾向について

(国研)防災科学技術研究所 秋田寛己○

静岡大学 今泉文寿

(前)国交省国土技術政策総合研究所 中谷洋明

三重大学 堤 大三

1. 背景と目的

近年では気候変動に伴い変化すると想定される雨の降り方・量が問題視され始めており、日降水量 200 mm 以上となる大雨や 1 時間降水量 50 mm 以上となる強雨の年間発生回数が増加することなどが予想されている¹⁾。土砂移動現象を研究対象とする砂防分野では、これら降水量の増加に伴う崩壊生産土砂量の増大、さらには流量の増加による溪岸・溪床侵食や河道内土砂の流送などが一層卓越することで気候変動が土砂動態に対し大きく影響を及ぼすと想像される。それら土砂とほぼ同時に発生する流木についても、上述の雨量や流量の増加により発生・流出流木量の傾向がこれまでと変化する可能性が考えられる。流木量は計画砂防施設の諸元を決める際の重要な設定値の一つであるため、既往災害の流木量の発生・流出傾向を整理し気候変動が寄与する雨量・流量の変化との関連性を押さえることは、砂防基本計画の今後の検討にとって有用である。流木量に関する既往研究はそれぞれの災害地ごとに流木収支が整理された事例が多く^{例え²⁾}、他方で 1990 年代頃までの事例が調査・集約された報告例もあるが³⁾、2000 年代以降の主要な流木災害を加えた報告はほとんどない。そこで本研究は過去 40 年程度まで遡り、主要な流木災害の報告事例の文献を収集して流域面積や発生・流出流木量といったデータを整理し、これら発生・流出流木量に影響を及ぼす可能性のある生産土砂量や降雨量の経年的な変化傾向との関係を調べた。

2. 方法

対象地域は降雨により発生した 1982 年から 2020 年までの全国の流木災害のものとした。表-1 に収集した文献の整理結果を示す。実際には溪流単位で整理しているが、表-1 では市町村ごとに要約した。発生場所と発生流木量が明記されている文献を優先的に収集し、災害発生年別にそれら諸元を整理した。諸元は場所の情報(市町村名、災害発生年月、流域面積など)と、災害発生時の雨量の情報、流木量の情報(林相、発生・堆積・流出量)、土砂量の情報(生産・流出量)である。なお、林相の情報は全体的に記載が少なかった。さらに流域の場所の記載はあるが、流域面積が明記されていなかった事例は地理院地図に流域ポリゴンを描画して図上で計測した。また、雨量情報は収集した文献にほとんど記載がなかったため、発生場所の情報から最寄りの気象庁アメダス雨量観測所を調べて雨量データを整理し、最大 1h・24h 雨量と年平均降水量を計算した。雨量の経年的な比較には、平均値が異なる各地点データを使用するため、最大 1h・24h 雨量を年平均降水量で除して基準化した。

発生流木量は、空中写真から判読された流木発生範囲に対し、コドラート調査などによる単位面積あたりの材積量を乗じて計算するという手法軸に全ての報告事例がほぼ統一されていることを文献から確認できた^{例え⁴⁾}。

表-1 主要な流木災害事例における各諸元の要約

No.	場所に関わる情報				雨量に関わる情報 ^{※1}				流木量に関わる情報 ^{※2}				土砂量に関わる情報 ^{※3}	
	市町村名	溪流数 N	災害名	災害発生年月	最大 1h 雨量 (mm)	最大 24h 雨量 (mm)	年平均 降水量 (mm)	最寄りアメ ダス雨量 観測所	周辺の林相	総発生 流木量 (m ³)	総堆積 流木量 (m ³)	総流出 流木量 (m ³)	総生産 土砂量 (m ³)	総流出 土砂量 (m ³)
1	長崎県長与町	3	S57年7月豪雨	1982.7.23-24	85	380	1,800	大村	スギ人工林 (林齢10~30年生前 後)	177	86	91	47,000	-
2	山形県温海町	4	S62年8月豪雨	1987.8.29-29	61	306	2,014	鼠ヶ関		51	37	14	11,498	-
3	広島県加計町	20	S63年7月豪雨	1988.7.20-21	55	270	1,856	加計		1,790	407	1,383	161,790	-
4	愛知県豊根村	1	H元9年9月豪雨	1989.9.19-20	34	160	1,664	小原		320	69	251	9,970	-
5	熊本県阿蘇市	4	H2年7月豪雨	1990.6.28-7.3	67	452	2,904	阿蘇乙姫	スギ人工林、常緑広 葉樹	10,018	-	-	811,980	-
6	鹿児島県垂水市	2	H5年台風13号	1993.9.3-4	70	321	2,659	高峠		2,327	1,673	654	-	-
7	栃木県那須町	1	H10年8月末豪雨	1998.8.26-9.1	90	606	1,967	那須高原		8,090	2,370	5,720	-	-
8	福岡県太宰府市	1	H15年7月豪雨	2003.7.17-19	99	353	1,823	太宰府		305	49	256	13,675	-
9	北海道新冠町・門別町	5	H15年台風10号	2003.8.9-10	24	178	958	日高門別	ヤナギ類	65,348	57,377	7,971	-	-
10	新潟県南魚沼市	1	H23年7月新潟・福島豪雨	2011.7.26-30	65	341	2,232	塩沢	広葉樹二次林	6,830	4,300	2,530	-	-
11	和歌山県那智勝浦町	8	H23年台風12号	2011.8.30-9.5	132	607	3,252	新宮	スギ人工林、常緑広 葉樹	11,143	1,626	9,517	390,727	-
12	三重県紀宝町	1	H23年台風12号	2011.9.4	132	607	3,252	新宮	スギ・ヒノキ・広葉樹 (林齢52~62年生)	342	-	-	6,000	-
13	東京都大島町	1	H25年台風26号	2013.10.15-16	119	824	2,934	大島	針葉樹・常緑広葉樹	4,630	-	-	-	-
14	北海道帯広市	1	H28年8月台風10号	2016.8.28-31	11	83	936	帯広	-	85,901	27,999	57,902	4,028,000	2,607,000
15	岩手県岩泉町	2	H28年台風10号	2016.8.30	63	203	1,115	岩泉	スギ・落葉広葉樹	961	-	-	-	-
16	福岡県朝倉市、福岡県 東峰村、大分県日田市	10	H29年7月九州北部豪雨	2017.7.5-7	106	541	1,934	朝倉	スギ・ヒノキ人工林	212,477	6,103	206,374	10,650,000	2,160,000
17	広島県坂町	1	H30年7月豪雨	2018.7.5-8	52	309	1,429	呉	スギ・マツ・クヌギ・ヤ ブツバキなど	1,580	174	1,406	100,500	81,405
18	山形県戸沢村	8	H30年8月豪雨	2018.8.5-6	48	268	1,974	新庄	-	769	256	513	-	-
19	熊本県芦北町	1	R2年7月豪雨	2020.7.3-4	76	475	2,180	水俣	針葉樹	1,197	-	-	-	-

※1: 年平均降水量は最寄りのアメダス雨量観測所の設置当時~2022年までの降水量から計算した。最大 1h 及び 24h 雨量は流木災害発生日の値。

※2, 3: 流木量と土砂量は溪流毎の数値の総計を示した。ハイフンは文献に記載がなかった。

堆積流木量は空中写真や LP 地形データあるいは現地計測値から計算されており、発生量から堆積量を減じることで流出流木量を算出していた。発生量と流木流出率のみが記載された事例もあり、その場合は流木流出率を使用し流木の流出量と堆積量を補完した。なお、流出流木量の記載が無い文献もあった。

生産土砂量は現地測量による溪床横断面図から侵食・堆積断面積が算定され、これに溪流の区間距離を乗じて計算されたケースと、一方では災害前後の LP 地形データを用いた標高値の差分計算によるケースがあった。なお、流域内の砂防施設の有無は災害事例により両方あった。

3. 結果と考察

3. 1 発生・流出流木量の経年的な傾向

図-1 に過去 40 年程度の単位面積あたりの発生・流出流木量と流木流出率、基準化した雨量を示す。1980 年代から 2020 年まで、最大 1h 雨量・24h 雨量はともに漸増傾向にある。発生・流出流木量はそれに応じて全体的に上限値が増加（図-1 下の破線）しているため、雨量の増加傾向との対応が示唆される。このような雨量の傾向は、新規崩壊の発生密度や面積率の増加といった流木発生源に影響を与える可能性があるとともに、水位・流量の増加が溪岸侵食による流木の発生にも影響すると思われる。なお、流木流出率は全期間平均は 0.58 であったが、直近 20 年では 0.63 と増えていた。

3. 2 発生源からの流木量の変化傾向

図-2 に単位面積あたりの生産土砂量と発生流木量の関係を示す。ここでは流木災害事例を中間 20 年となる 2000 年を境界に比較した。 $y=ax^b$ の累乗式で近似するといずれのケースでも、生産土砂量と発生流木量に正の相関があり、2003～2020 年のケースでは b 値が大きく、生産土砂量と発生流木量がいずれも大きい範囲に分布している。例として 1 万 m^3 及び 10 万 m^3 の生産土砂量に対する発生流木量を見ると、130～1,700 m^3/km^2 程度がおよそ 20 年前の災害事例よりも増加傾向にある。この傾向には従前よりも発生源からの生産土砂量の増加に加え、山地の森林蓄積量そのものの増加（樹木の成長）も要因の 1 つとして反映されている可能性を今後検討する必要がある。

謝辞

本研究は、砂防学会の気候変動により激甚化する土砂災害に関する研究小委員会（統計部会）の活動の一部で実施したものです。過去の流木データを整理するにあたり、土木研究所の土砂管理研究グループ火山・土石流チームの石田孝司上席研究員と山田拓主任研究員からは流木災害事例の追加情報をご教示頂くとともに、流木の諸元についても精査して下さいました。ここに記し深く謝意を申し上げます。

参考文献

1) 気象庁 (2017) 地球温暖化予測情報第 9 巻, <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/GWP/Vol9/pdf/all.pdf>. 2) 工藤拓也・他 7 名 (2021) 平成 28 年 8 月豪雨による北海道戸蔭別流域の流木実態と流木量の推定, 砂防学会誌, 73(6), p.3-11. 3) 石川芳治・水山高久・福澤誠 (1989) 土石流に伴う流木の発生及び流下機構, 新砂防, 42(3), p.4-10. 4) 建設省土木研究所砂防部砂防研究室 (1991) 平成二年 7 月熊本県一の宮町泥流・流木災害調査報告書, 土木研究所資料, 3026, 120pp. 5) 染谷哲久・藤村直樹・石井靖雄・西井洋史 (2019) 平成 29 年 7 月九州北部豪雨における流木の発生および流出の特徴, 水利科学, 365, p.37-55. 6) 小柳賢太・山田拓・石田孝司 (2022) UAV-SfM の山地溪流における発生・堆積流木量調査への適用性と課題, 土木技術資料, 64(8), p.8-11. 7) 板野友和・他 10 名 (2019) 水系砂防における流木流出率に関する事例整理, 2019 年度砂防学会研究発表会概要集, p.467-468.

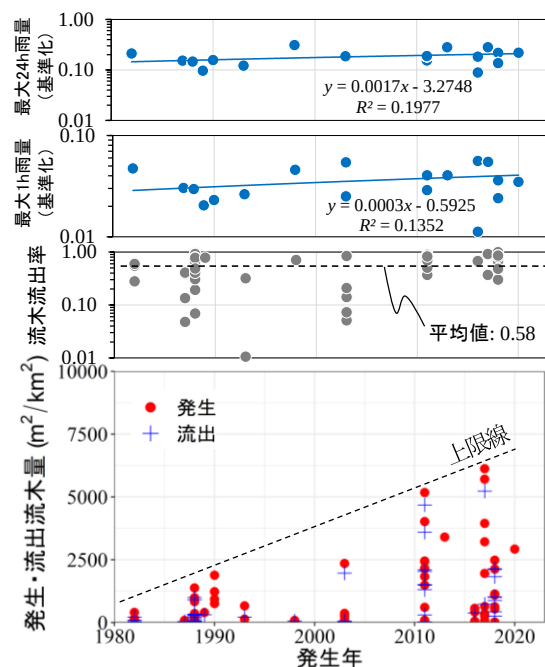


図-1 単位面積あたりの発生・流出流木量と流木流出率、基準化した雨量の経年的な比較

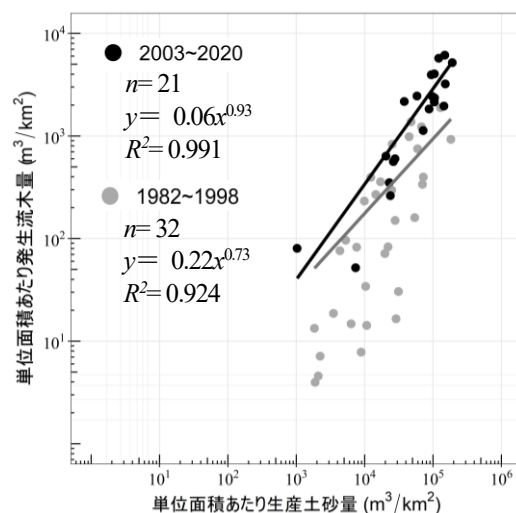


図-2 単位面積あたりの生産土砂量と発生流木量の関係