一般社団法人長野県林業コンサルタント協会公益事業

～台風第 19 号豪雨による山地災害発生の特性に関する研究～

「令和元年東日本台風」

～台風第 19 号豪雨　佐久・上田地域の山地災害～

令和 2 年（2020 年）11 月

一般社団法人　長野県林業コンサルタント協会

佐久穂町 大日向 林道大上線を被災させた土石流発生源（崩壊地）

表紙画像　：佐久穂町高山　　2019 年 10 月16日、14 時 17 分　ドローン空撮

裏表紙画像：上田市鹿教湯　　2019年10月22日、14 時 23 分　撮影

山地災害から身を守る

令和元年 10 月の台風第 19 号豪雨は、長野県内、特に千曲川流域に甚大な被害を発生させました。この台風被害により被災された皆様方に心よりお見舞いを申し上げます。この被害は、未だ復興の途にありますが、県民一丸となって復旧に向けた取組みが必要です。私ども一般社団法人長野県林業コンサルタント協会も、被災した林道施設の復旧を中心に、役職員一丸となって復興に向け取り組んでおります。

さて、日本では古来、梅雨期に雨が続き、秋には台風が来るといった気候ですが、近年は「何十年に一度」という大量の雨が毎年のように降り注いでいます。台風や梅雨前線による豪雨、ゲリラ豪雨と称される局地的な豪雨など、これまでの常識では考えられない雨の降り方が私たちの身近に発生しています。令和 2 年度も梅雨前線豪雨により、長野県内の伊那谷、木曽谷を中心に甚大な被害が発生しております。

昨年の台風第 19 号豪雨では、千曲川流域に記録的な大雨をもたらし、千曲川やそれに注ぐ河川の氾濫などが発生しました。また、大量の雨が降り注ぐと、上流の森林域では山腹崩壊や土石流といった山地災害が発生しますが、台風第 19 号豪雨においても、千曲川上流の佐久・上田地域を中心に甚大な山地災害が発生しました。

そこで、当協会では「台風第 19 号豪雨による山地災害発生の特性に関する研究」を行い、発生した崩壊地の状況を記録として残すとともに、この崩壊特性を把握して、今後の長野県内における山地災害防止に役立つ情報を整理することとし、山地災害等の情報に詳しい研究者の皆様によるご指導をいただき、本書として取りまとめました。

山地災害は身近に起こり得る現象であり、この研究成果により「どこで山地災害が発生しやすいか」、「どのような地形で注意が必要か」、「どのような雨の降り方が危険か」など、当協会の会員である市町村の皆様をはじめ、広く県民の皆様の「豪雨時における避難スイッチ」の参考にしていただければ幸いです。

令和 2 年（2020 年）11 月

一般社団法人 長野県林業コンサルタン協会
理事長　羽田　健一郎

要　約

令和元年（2019 年）10 月の台風第 19 号豪雨に起因する表層崩壊（山腹崩壊）地について、誘因である降雨（①～⑤）及び崩壊の発生（⑥～⑨）には以下の傾向が認められた。

① 台風第 19 号の降雨は、雨の降り始めから約 35 時間で終息したにも係わらず、最大時間雨量、24 時間雨量及び累加雨量が極めて多く、ほぼ 24 時間の範囲で集中的に総雨量をもたらした。

② 降り始めから約 10 時間は弱い雨が続き、徐々に増加しながら 30～50mm といった非常に激しい雨が降った形態で、効果的に崩壊に作用する土層の水分量を高めていった可能性が考えられた。

③ 崩壊が発生した地点では、時間雨量 30mm 以上の激しい雨の増加、減少の繰り返しといった波があった。一方、崩壊が発生していない地点の降雨は、20mm 以上の降雨のピークがほとんど 1 回となっていた。

④ 崩壊や土石流が発生した時間帯は、各観測所で最大時間雨量を記録し始めた 10 月 12 日 13 時以降であり、実行雨量計算で土層水分が多い領域を占めた 10 月 12 日 20 時から 13 日 0 時の間であった可能性が高いと推察された。

⑤ 過去の 2007 年台風第 9 号の山地災害は、崩壊現象に大量の雨の供給だけでなく、強風の影響が大きく関与していたが、台風第 19 号では局所的な強風と風向、風速と風向の乱れが山間地では台風 9 号に比べ小さく、強風が崩壊現象に関与した可能性が小さかったと推察された。

⑥ 台風第 19 号豪雨に起因する表層崩壊は、カラマツ林と広葉樹林で多く、急傾斜である中腹部と集水地形である凹形斜面の下部に崩壊が多く発生していた。

⑦ 崩壊地の周囲の土層は、カラマツ林よりも広葉樹林が浅い（土層が薄い）傾向が認められた。

⑧ 台風第 19 号豪雨によって広葉樹林内で崩壊が発生した場所は、土層が薄く、礫の混入量が多いという特徴を持ち、土の粘着力が低位であったり、根系が発達しないため、その支持力が期待できず、潜在的に安定性が低位で、不安定な状態にあったものと考えられた。

⑨ カラマツ分布が多い佐久・上田地域において広葉樹林と混交林は、造林時期にカラマツ植林不適地（人為的または自然的攪乱の侵食・崩壊等）、またはカラマツ不成績造林地であったものと推察された。

目　次

山地災害から身を守る　一般社団法人長野県林業コンサルタン協会 理事長　羽田　健一郎

要　約　～台風第 19 号豪雨による山地災害発生の特性に関する研究～
本編　第 2 章台風第 19 号豪雨に起因する崩壊特性

はじめに　・・・１

第１章　台風第 19 号の襲来
1-1　令和元年東日本台風（台風第 19 号）の降雨　・・・５
(1) 気象概況　・・・・・・・・・・・５
(2) 長野県内の雨の状況　・・・・・・・・・・・６
(3) 佐久・上田地域の雨量　・・・・・・・・・・・７
1-2　台風第 19 号豪雨災害　・・・１０
(1) 台風第19号災害による被害　・・・・・・・・・・１０
(2) 千曲川の氾濫　・・・・・・・・・・１０
(3) 土砂災害　・・・・・・・・・・１２
1-3　激甚被害となった佐久・上田地域　・・・１６
(1) 佐久・上田地域　・・・・・・・・・・・１６
(2) 気候　・・・・・・・・・・・１６
(3) 地形　・・・・・・・・・・・１６
(4) 地質　・・・・・・・・・・・１９
(5) 土壌　・・・・・・・・・・・２３
(6) 森林　・・・・・・・・・・・２３
(7) 山地災害等に関する規制　・・・・・・・・・・・２６

第２章　台風第 19 号豪雨に起因する崩壊特性
～台風第 19 号豪雨による山地災害発生の特性に関する研究～
2-1　台風第 19 号に起因する表層崩壊の調査　・・・３１
2-2　崩壊を発生させた降雨の特徴　・・・３３
(1) 台風第 19 号の降雨　・・・・・・・・・・３３
(2) 崩壊の発生が多い区域の降雨　・・・・・・・・・・３５
(3) 山地災害発生の時間帯　・・・・・・・・・・３８
2-3　崩壊地の特性　・・・４０
(1) 崩壊地の斜面型区分　・・・・・・・・・・４０
(2) 表層崩壊地の周囲土層深　・・・・・・・・・・４２
(3) 表層崩壊地周囲の主要構成樹種と土層深　・・・・・・・・・・４４
(4) 表層崩壊地の斜面安定性　・・・・・・・・・・４８
2-4　佐久地方の過去の台風山地災害との比較　・・・５２
(1) 過去の台風被害　・・・・・・・・・・５２
(2) 2007 年台風第 9 号の山地災害　・・・・・・・・・・５３
(3) 台風第 19 号の風　・・・・・・・・・・５９
2-5　台風第 19 号豪雨に起因する崩壊特性（まとめ）　・・６０
(1) 誘因　・・・・・・・・・・６０
(2) 表層崩壊が発生した林地　・・・・・・・・・・６０

第３章　山地災害に備えて
3-1　山地災害に備えて　・・・６１
3-2　山地災害の形態を知る　・・・６３
(1) 山崩れ（崩壊）　・・・・・・・・・・６３
(2) 地すべり　・・・・・・・・・・６３

(3) 土石流 ・・・・・・・・・・６３
(4) それらの現象（兆候） ・・・・・・・・・・６３
３−３　立地環境を知る ・・・６６
(1) 山地災害危険地区 ・・・・・・・・・・６６
(2) 土砂災害の危険地区 ・・・・・・・・・・６６
(3) 土砂災害警戒区域・特別警戒区域 ・・・・・・・・・・６７
(4) 市町村ハザードマップ ・・・・・・・・・・６８
(5) 全ての情報を見る ・・・・・・・・・・７１
３-４　CS 立体図でより詳しい地形情報を知る ・・・７２
(1) CS 立体図とは ・・・・・・・・・・７２
(2) CS 立体図による崩壊地の確認 ・・・・・・・・・・７３
(3) CS 立体図の活用 ・・・・・・・・・・７５
(4) 他の立体図法による崩壊地の確認 ・・・・・・・・・・７６
３-５　SHC 図で地形情報を知る ・・・７７
(1) SHC 図とは ・・・・・・・・・・７７
(2) SHC 図と台風第 19 号豪雨災害地 ・・・・・・・・・・７８
(3) SHC 図の活用 ・・・・・・・・・・８２
３-６　地域の歴史・地名から災害を知る ・・・８４
(1) 地域の歴史に記録されている災害 ・・・・・・・・・・８４
(2) 災害に由来する地名 ・・・・・・・・・・８６
３-７　雨の降り方を知る ・・・８８
(1) 雨の強さと降り方 ・・・・・・・・・・８８
(2) 降雨情報の確認 ・・・・・・・・・・８９
(3) 土砂災害危険情報の確認 ・・・・・・・・・・９１
(4) 総合 Web サイト ・・・・・・・・・・９２
３-８　長野県に災害をもたらす雨の降り方 ・・・９５
(1) 災害をもたらす雨の降り方 ・・・・・・・・・・９５
(2) 長雨の降り方を知る（梅雨前線豪雨） ・・・・・・・・・・９５
(3) 短時間の強い雨 ・・・・・・・・・・９８
(4) 台風に伴う豪雨 ・・・・・・・・・・１０１

おわりに ・・・１０５
引用・参考文献 ・・・・・・・・・・１０７

台風第 19 号山地災害検討会議設置要綱　（委員名簿）
台風第 19 号山地災害検討会議　現地検討会

はじめに

「令和元年東日本台風」と命名された令和元年 10 月に襲来した台風第 19 号は、長野県において千曲川流域を中心に大雨をもたらし、上田市から長野市にかけて甚大な洪水被害を発生させました。台風第 19 号豪雨は、特に佐久・上田地域において記録的な降雨となり、千曲川上流域では、河川の氾濫、土地の浸水による住宅被害（写真-1）、耕作地への土砂の流入（写真-2）、道路（写真-3）や林道（写真-4）などの被災、そして山腹崩壊（写真-5）や土石流（写真-6）といった甚大な被害を発生させました。

写真-1　河川の氾濫、土地の浸水による住宅被害
佐久穂町（ドローン空撮 2019 年 10 月 16 日）

写真-2　土石流による耕作地への土砂の流入
佐久穂町（ドローン空撮 2019 年 10 月 16 日）

写真-3　護岸及び道路（県道 108 号下仁田佐久穂線）の決壊
佐久穂町（ドローン空撮 2019 年 10 月 16 日）

写真-4　林道（相木川上線）の被災（パイピング）
川上村（ドローン空撮 2019 年 10 月 20 日）

一般社団法人長野県林業コンサルタント協会（以下：「協会」という）は、令和元年度に佐久・上田地域を対象とした県営調査事業である「令和元年度山地災害危険地区の優先度判定業務」を実施していましたが、その最中に台風第 19 号が襲来しました。

調査を実施していた山地災害危険地区とは、山腹傾斜角、地況・林況、地質特性、災害特性、荒廃現況及び保全対象の有無などを調査し、人家や病院、学校、道路等の公共施設などに直接被害がおよぶおそれがある森林を山地災害危険地区として指定しています。山地災害危険地区は、荒廃状況や災害の予想発生形態

により次の 3 種類に区分されていますが、台風第 19 号による災害は、山地災害危険地区に指定されている箇所以外でも発生しました。

- 山腹崩壊危険地区：山腹崩壊（山崩れ）や落石などにより災害が発生する　おそれがある地区
- 崩壊土砂流出危険地区：山腹崩壊などによって発生した土砂などが土石流となり、災害が発生するおそれがある地区
- 地すべり危険地区：地すべりにより災害が発生するおそれがある地区

写真-5　山腹崩壊

上田市丸子鹿教湯（2019 年 10 月 22 日）

写真-6　土石流による家屋の倒壊

佐久穂町（ドローン空撮 2019 年 10 月 16 日）

台風第 19 号の襲来は、偶然にも山地災害危険地区を調査していた佐久・上田地域を中心に山地災害を発生させたため、台風第 19 号豪雨によって発生した崩壊地について調査を実施することができました。

この結果を記録として残すこと、さらには今後の長野県内の山地災害防止に資するため、協会公益事業として「台風第 19 号豪雨による山地災害発生の特性に関する研究」を実施することとしました。この研究では、台風第 19 号豪雨の特性を科学的に検討するため、有識者による検討会議（参照：台風第 19 号山地災害検討会議設置要綱）を設置して検討を行いました。

本書は以下の構成としています。

- 🕮 はじめに
- 🕮 第 1 章　台風第 19 号の襲来
  台風第 19 号の降雨、被害状況、佐久・上田地域の環境について記載しています。
- 🕮 第 2 章　台風第 19 号豪雨に起因する崩壊特性
  降雨の特性、崩壊地の特性について研究した内容を記載しています。
- 🕮 第 3 章　山地災害に備えて
  今後の山地災害に備えるために活用できる情報等を記載しています。
- 🕮 おわりに
- 🕮 台風第 19 号山地災害検討会議設置要綱（委員名簿）
  台風第 19 号山地災害検討会議の現地検討会の実施状況を記載しています。

――――――――――――――――――――――――

本書は、一般社団法人長野県林業コンサルタント協会の会員（県・市町村等・森林組合）向けとなっています。商用目的ではなく、非売品ですので、インターネットや書物からの引用を多用しています。著作権等に抵触しないよう十分注意し、出典、ホームページアドレス等は正確に記載しています。本書からの複製等は注意をお願いします。

第 1 章　台風第 19 号の襲来

1-1　令和元年東日本台風（台風第 19 号）の降雨

（1）気象概況

長野地方気象台（2019）によると、10 月 6 日に南鳥島近海で発生した令和元年東日本台風（以下：台風第 19 号）は、マリアナ諸島を西に進みながら、7 日 18 時には大型で猛烈な台風（中心気圧 915hPa）となりました。その後、小笠原近海を北北西に進み、12 日には北よりに進路を変え、東海道沖を北北東に進み、12 日 19 時前（中心気圧 955hPa）に大型で強い勢力で伊豆半島に上陸した後、関東地方を通過し、13 日未明に東北地方の東海上に抜けました（図 1-1、図 1-2）。

図 1-1　台風第 19 号の進路

※長野地方気象台（2019）令和元年台風第 19 号に関する長野県気象速報．5～7.

図 1-2　地上天気図及び気象衛星赤外画像
（10 月 11 日 15 時から 10 月 13 日 09 時まで）

※長野地方気象台（2019）令和元年台風第 19 号に関する長野県気象速報．5～7.

（2）長野県内の雨の状況

長野県の降水量の特徴は、海から遠く離れており、周囲を山脈に囲まれているため、台風、低気圧、前線などの影響を比較的受けにくいという内陸気候により、長野県の北部や中部の盆地では東日本の太平洋側、北海道および瀬戸内海と並ぶ年間 1,500mm 以下の雨の少ない地域となっていますが（長野地方気象台）、この台風の接近・通過に伴い、10 月 12 日 00 時から 13 日 24 時までの総降水量は、笠岳で 322.5mm、鹿教湯で 322.5mm、軽井沢で 315.0mm、佐久で 303.5mm、北相木で 395.5mm（10 月 13 日欠測） を観測し、北部と中部を中心に大雨となりました（図 1-3）。県内の 14 の観測地点で、日降水量の統計開始以来の極値を更新しました（表 1-1）。この降雨で、県内 43 市町村に初めて大雨特別警報が発表されました。

10 月 12 日 00 時から 13 日 24 時までに、最大風速は東御で 12 日 21 時 11 分に北の風 18.1m/s、最大瞬間風速は菅平で 12 日 23 時 55 分に西北西の風 22.7m/s、辰野で 12 日 17 時 44 分に北の風 23.3m/s を観測し、統計開始以来の極値を更新しました。

図 1-3　解析雨量積算図(左)と AMeDAS※1-1 総降水量分布図（右：東信地方を加筆）

※長野地方気象台（2019）令和元年台風第 19 号に関する長野県気象速報．8～9.
※令和元年 10 月 12 日 00 時～10 月 13 日 24 時までの 48 時間積算雨量
※解析雨量とは、気象レーダーと AMeDAS 等の地上の雨量計により観測されたデータを組み合わせ、1km 四方ごとに過去 1 時間雨量分布を解析したもの

※1-1AMeDAS（アメダス： Automated Meteorological Data Acquisition System）の略で、「地域気象観測システム」という。 雨、風、雪などの気象状況を時間的、地域的に細かく監視するために、降水量、風向・風速、気温、日照時間の観測を自動的に行う、1974 年 11 月 1 日に運用を開始して、現在、降水量を観測する観測所は全国に約 1,300 箇所（約 17km 間隔）、長野県内は 57 箇所の観測所。

表 1-1　長野県内の主な地点の平年年間降水量と台風第 19 号豪雨 10 月 12 日降水量

地点	年間降水量 mm	12 日日降水量 mm	地点	年間降水量 mm	12 日日降水量 mm	地点	年間降水量 mm	12 日日降水量 mm
長野※1	**932.7**	**132.0**	**白樺湖**※2	**1,765.3**	**228.5**	飯田	1,611.5	48.5
野沢温泉	**1,881.3**	**173.5**	**北相木**※2	**1,149.9**	**395.5**	浪合	2,581.8	121.0
信濃町	**1,262.1**	**164.5**	**高遠**※2	**1,389.3**	**200.0**	南信濃	1,814.0	134.0
笠岳	**1,420.4**	**285.0**	**軽井沢**	**1,241.7**	**314.5**	木曽福島	1,884.9	131.5
信州新町	**1,119.7**	**163.5**	野辺山	1,439.9	171.0	開田	2,065.4	65.0
菅平	**1,219.2**	**270.0**	上田	890.8	143.0	南木曽	2,491.6	49.5
聖高原	**1,156.5**	**242.0**	諏訪	1,281.0	72.0	松本	1,031.0	134.0
東御	**979.6**	**148.5**	辰野	1,420.9	136.5	奈川	1,962.3	127.5
鹿教湯	**1,253.2**	**320.0**	伊那	1,421.9	63.5	小谷	1,995.2	136.0
佐久	**960.9**	**303.5**	杉島	1,506.5	196.5	白馬	1,904.7	92.5
立科	**1,040.8**	**264.0**	飯島	2,007.2	54.0	飯山	1,446.4	98.0

※ **太字** は日降水量の極値更新
※アメダス統計期間 10 年以上の観測所
※平年年間降水量の統計期間は 1981～2010 年、累年の統計は、複数年にわたる期間について行う。累年の統計の主なものとして、西暦年の 1 位が 1 の年から数えて 30 年間の値を平均して求める平年値
※1長野は統計開始以来の極値更新
※2白樺湖、北相木、高遠の平年年間降水量の統計期間は2007～2018年

（3）佐久・上田地域の雨量

長野県河川砂防情報ステーション※1-2 で確認できる佐久・上田地域（東信地方）の雨量観測所は、54 箇所（一部区域外を含む）です（表 1-2）。

雨量は、台風第 19 号による降雨のあった令和元（2019）年 10 月 11 日 15 時から 13 日 7 時までの 41 時間の累加雨量（降り始めからの雨量、積算雨量）※1-3 として観測所ごとの記録を図示すると図 1-4 となります。

表 1-2　佐久・上田管内の雨量観測所

管　　轄	区　分	佐久管内	上田管内	その他※	計
国土交通省	気　象　台	5	4	1	10
	河川事務所	5	3		8
長野県建設部	河　　川	10	5	1	16
	砂　　防	13	6	1	20
計		33	18	3	**54**

※その他：【佐久管内隣接】気象台白樺湖観測所（茅野市）、【上田管内隣接】長野県菅平観測所（須坂市）、長野県長野地蔵峠観測所（長野市）

累加雨量が最も多かったのは佐久穂町の上石堂で 579mm、次いで佐久市の初谷が 568mm、佐久穂町の古谷ダムが 483mm、佐久市の駒込が 433mm、AMeDAS 北相木が 412mm でした。最大時雨量は佐久市の初谷が最大で 57mm、次いで上石堂が 54mm、佐久穂町の大日向が 45mm でした（図 1-4）。上位を占めた観測所はいずれも佐久地域で千曲川右岸の関東山地に位置していました。

――――――――――――
※1-2 長野県河川砂防情報ステーション　https://www.sabo-nagano.jp/res/portal.html.
※1-3 雨が降り始めてからの雨量を合計したもの。無降雨が一定期間（通常 6 時間程度）続くと累加雨量がリセットされ、その後に雨量を検出すると新たな雨（降り始め）とする。

図 1-4　各観測所における累加雨量と最大 24 時間雨量、最大時間雨量
累加雨量の観測時間は令和元年 10 月 11 日 15 時～13 日 7 時
グラフに表示した数字は最大時間雨量と累加雨量
観測点は気象庁 AMeDAS ほか、国・県の河川系観測所、県の砂防系観測所

上田地域で累加雨量が多かったのは上田市の内村ダムで 338mm、次いで上田市の巣栗と鹿教湯及び三才山の 333mm でした。これらの観測所はいずれも美ヶ原の北～東側の斜面でした。千曲川の護岸が削られ、上田電鉄の橋脚が落下した旧上田市内の累加雨量は 150（AMeDAS 上田）～220mm（生田）、最大時雨量は 14～23mm でした（写真 1-1）。

佐久市の降水量でみると、台風第 19 号豪雨の降水量 311.5mm（10 月 11 日 8mm、10 月 12 日 303.5mm）は、ほぼ 1 日で平年年間降水量 960.9mm の約 3 割が降ったことになります（前掲表 1-1）。

写真 1-1　上田交通別所線千曲川橋梁の落下状況
国土交通省千曲川河川事務所（2019）

図 1-5　令和元年 10 月 12 日 18 時のレーダー雨量図
国土交通省千曲川河川事務所（2019）を基に作成

1-2　台風第 19 号豪雨災害

（1）台風第 19 号災害による被害

長野県公表（令和 2 年 9 月 18 日現在、長野県 2020a）の台風第 19 号災害による人的被害は、死者 15 名（うち災害関連死 10 名）、重傷者 14 名、軽傷者 136 名となっています。

住宅被害は、全壊 920 棟、半壊 2,515 棟、一部損壊 3,535 棟、床上浸水 2 棟、床下浸水 1,360 棟と甚大な被害となりました。

ライフラインや産業基盤の被災に対し、公共災害復旧事業国庫負担による災害査定状況（令和 2 年 3 月 31 日現在、長野県 2020b）は公共土木（上下水道含む）、農政、林務関連で査定件数 5,234 件、査定額 96,493,871 千円となっています。

（2）千曲川の氾濫

観測史上最大の降雨を記録した地点は、千曲川流域に位置しています。この降雨によって千曲川では、上田市生田、千曲市杭瀬下、中野市立ヶ花水位観測所で計画高水位を越え、既往最高水位となりました。

国土交通省千曲川河川事務所（2019）の防災情報によると、10 月 12 日 13 時 40 分に千曲川河川事務所及び長野地方気象台の共同発表※1-4 として、上田市生田水位観測所の水位から千曲川氾濫注意情報(警戒レベル 2 相当)が発表されて以降、10 月 12 日 17 時 30 分に氾濫警戒情報（警戒レベル 3 相当）、18 時 00 分に氾濫危険情報（警戒レベル 4 相当）の「氾濫危険水位」に到達し、20 時 35 分に氾濫発生情報（警戒レベル 5 相当）が発表され、上田市国分地先の右岸付近において氾濫（洪水）が発生しました。

写真 1-2　長野県長野市穂保地区の堤防決壊堤防状況（堤防約 70m に渡り決壊）
国土交通省 10 月 13 日撮影　国土交通省千曲川河川事務所（2019）より

※1-4 洪水予報は、洪水予報指定河川の千曲川と犀川下流(長野市区間)を対象に、洪水などの被害から地域を守る水防活動や、一般市民が洪水から身を守る自衛手段をとる場合に必要な情報として、千曲川河川事務所と長野地方気象台が共同で発表し、「レベル 2：氾濫注意情報」、「レベル 3：氾濫警報情報」、「レベル 4：氾濫危険情報」、「レベル 5：氾濫発生情報」を発表。

その後、10 月 12 日 20 時 50 分に長野市篠ノ井横田、22 時 10 分に千曲市雨宮、22 時 40 分に長野市篠ノ井小森、日付が変わり 10 月 13 日 1 時 15 分に長野市穂保（写真 1-2）、2 時 03 分に須坂市北相之島及び小布施町飯田、2 時 58 分に小布施町山王島、3 時 25 分に中野市立ヶ花水位観測所それぞれに氾濫発生情報が発表され、近年類を見ない大氾濫（大洪水）の被害発生となりました。

また、千曲川の上流域の佐久、上田地域の河川も各地で氾濫し、護岸や道路、住宅、農地などに甚大な被害が発生しました（写真 1-3）。

佐久穂町抜井川道路決壊（10月16日撮影）

佐久穂町抜井川自衛隊の復旧（10 月 24 日撮影）

佐久穂町余地川と抜井川合流地点
（ドローン 10月16 日撮影）

佐久穂町の千曲川（ドローン10月16 日撮影）

北相木村相木川の農地被害（10 月 24 日撮影）

長和町本沢の橋梁に溜まった流木（10 月 22 日撮影）

写真 1-3　佐久・上田地域の河川の氾濫

（3）土砂災害

長野県建設部砂防課の集計による土砂災害発生件数は 43 箇所、うち土石流 23 箇所、地すべり 5 箇所、がけ崩れ 15 箇所でした（表 1-3）。

一方、長野県林務部の調べでは治山関係災害発生状況は 88 箇所、荒廃総面積 11.51ha、被災総額 23.09 億円となっています（長野県森林づくり推進課 2020）。

このうち佐久地域は 30 箇所で荒廃面積 4.01ha、上田地域は 18 箇所で 1.93 ha、松本地域は 9 箇所で 1.85ha、長野地域は 16 箇所で 2.37ha、その他地域は 15 箇所で 1.35 ha となっており、佐久と上田地域の東信地方で全体発生箇所数の 54.5%、面積割合で 51.6%を占めました。

表 1-3　長野県内および東信地区で発生した台風第 19 号土砂災害

種類	県内	東信地区	市町村別
土石流	23	17	佐久市 2 箇所、佐久穂町 4 箇所、上田市 9 箇所、長和町 2 箇所
地すべり	5	0	
がけ崩れ	15	12	佐久市 7 箇所、軽井沢町 1 箇所、御代田町 1 箇所、佐久穂町 1 箇所、南牧村 1 箇所、上田市 1 箇所
計	43	29	

※長野県建設部砂防課（2020）
※林務部関連含む

図 1-6　佐久穂町大日向高山の土石流
（ドローン 10 月 16 日撮影、現地写真 10 月 24 日）

図 1-7　佐久穂町古谷の土石流（林道大上線）
（ドローン 10 月 16 日撮影、現地写真 10 月 24 日）

図 1-8　佐久穂町余地野尻地区の山腹崩壊
（ドローン 10 月 16 日撮影、現地写真 10 月 24 日）

図 1-9　上田市丸子鹿教湯の山腹崩壊　　（現地写真 10 月 22 日）

図 1-10　上田市丸子腰越の山腹崩壊
（現地遠景写真 10 月 22 日、現地写真 2020 年 1 月 27 日）

佐久・上田地域における山地災害（図 1-6～図 1-10）は、森林づくり推進課調査 25 箇所・砂防課調査 14 箇所の 39 箇所でした。

被害の区分は、山腹が 10 箇所（25.6%）、渓流が 29 箇所（74.4%）でした。市町村別にみると、上田市が最も多く 18 箇所（46.2%）、佐久市が 5 箇所（12.8%）、佐久穂町が 4 箇所（10.3%）でした（表 1-4）。

表 1-4　佐久・上田地域で発生した山地災害（森林づくり推進課・砂防課調査）

所管	番号	市町村	箇所名	区分	法指定			崩壊発生源の状況				
					保安林	山地災害危険地区	土砂法警戒区域	林況	標高(m)	土質	勾配	表土厚(m)
治山	1	佐久市（臼田）	宮東	山腹	無	無	イエロー	カラマツ	920	礫混じり土	35°	1.50
	2	佐久市（臼田）	蕃松院A	山腹	有	山腹	レッド	広葉樹	820	礫混じり土	35°	2.00
	3	佐久市（臼田）	蕃松院B	山腹	有	山腹	レッド	広葉樹	820	礫混じり土	35°	1.00
	4	佐久市	苦水	渓流	有	無	レッド	アカマツ	950	礫混じり土	13°	1.00
	5	川上村	白床Ａ	渓流	有	崩壊	無	カラマツ	1660	礫混じり土	20°	2.50
	6	川上村	白床Ｂ	渓流	有	崩壊	無	カラマツ	1620	礫混じり土	10°	0.40
	7	川上村	白床Ｃ	渓流	有	崩壊	無	カラマツ	1610	礫混じり土	11°	1.60
	8	南相木村	程久保	渓流	有	無	無	カラマツ	1130	礫混じり土	11°	0.60
	9	南相木村	わぐ	山腹	有	無	イエロー	カラマツ	1010	礫混じり土	34°	0.50
	10	南相木村	上土岩	山腹	無	山腹	レッド	アカマツ	1050	礫混じり土	25°	1.00
	11	北相木村	栗の沢	渓流	無	山腹、崩壊	レッド	カラマツ	1070	礫混じり土	7°	0.60
	12	北相木村	下方	渓流	無	無	無	カラマツ	1200	礫混じり土	10°	5.00
	13	上田市	和子	渓流	有	無	レッド	広葉樹	650	礫混じり土	12°	1.20
	14	上田市	鹿教湯	山腹	有	無	無	カラマツ	740	礫混じり土	37°	2.00
	15	上田市	腰越	山腹	有	無	レッド	広葉樹	650	礫混じり土	34°	1.00
	16	上田市	中の久保	渓流	有	崩壊	レッド	スギ	750	礫混じり土	19°	0.50
	17	上田市	金棒沢	渓流	有	無	レッド	スギ	750	礫混じり土	11°	0.50
	18	上田市	辰ノ口１	山腹	無	無	レッド	広葉樹	600	礫混じり土	45°	1.00
	19	上田市	中洞	渓流	有	崩壊	レッド	広葉樹	790	礫混じり土	7°	0.50
	20	上田市	東原	渓流	有	崩壊	レッド	広葉樹	670	礫混じり土	11°	0.50
	21	上田市	せいぶ沢	渓流	有	無	レッド	広葉樹	600	礫混じり土	10°	0.20
	22	上田市	角間	渓流	無	無	無	広葉樹	980	礫混じり土	21°	1.00
	23	東御市	玉の井	渓流	有	崩壊	レッド	広葉樹	620	礫混じり土	36°	1.50
	24	東御市	切久保	山腹	無	無	無	アカマツ	650	礫混じり土	56°	0.40
	25	東御市	布下	山腹	無	無	無	広葉樹	630	礫混じり土	46°	0.40
砂防	1	佐久市	岩下沢	渓流	無	無	イエロー	広葉樹	910	礫混じり土	34°	2.00
	2	佐久穂町	小久保	渓流	無	無	イエロー	カラマツ	970	礫混じり土	45°	2.00
	3	佐久穂町	漆入沢	渓流	無	無	イエロー	広葉樹	1100	礫混じり土	45°	3.00
	4	佐久穂町	曽原川	渓流	無	無	イエロー	アカマツ	940	礫混じり土	51°	0.50
	5	佐久穂町	高山	渓流	無	無	無し	カラマツ	960	火山灰土	17°	4.00
	6	上田市	梅ノ木沢	渓流	無	無	イエロー	広葉樹	770	礫混じり土	45°	1.00
	7	上田市	和熊川	渓流								
	8	上田市	見切沢	渓流	無	崩壊土砂	レッド	広葉樹	750	礫混じり土	56°	0.50
	9	上田市	大沢	渓流	無	崩壊土砂	イエロー	アカマツ	670	礫混じり土	30°	1.00
	10	上田市	渋沢川	渓流	無	無	無し	広葉樹	1450	礫混じり土	27°	4.00
	11	上田市	栗山沢	渓流	無	崩壊土砂	レッド	広葉樹	670	礫混じり土	45°	1.00
	12	上田市	茂沢	渓流	無	無	イエロー	広葉樹	800	礫混じり土	21°	1.00
	13	上田市	向井沢	渓流	無	無	イエロー	広葉樹	640	礫混じり土	45°	1.00
	14	長和町	山吹沢	渓流	無	無	イエロー	広葉樹	1030	礫混じり土	27°	1.50

※長野県森林づくり推進課・砂防課調査　災害概況調査値
※表土層は、概況調査目視崩壊深

1-3　激甚被害となった佐久・上田地域

（1）佐久・上田地域

佐久・上田地域は、長野県において東信地方と呼ばれ、県の東部に位置し、小諸市、佐久市、小海町、佐久穂町、 川上村、南牧村、南相木村、北相木村、 軽井沢町、御代田町、立科町、上田市、東御市、長和町、青木村の 15 市町村で構成され、地域面積 247,654 ha、県総面積 1,356,156ha の 18%を占めています（図 1-11）。

現在の人口は約 40 万人で、県の約 19%を占めています。産業別就業人口割合は、第一次産業 10%、第二次産業 30%、第三次産業 60%となっています。

図 1-11　佐久・上田地域

（2）気候

長野県は海岸から遠く離れた内陸に位置していることから、全県的に内陸特有の気候が明瞭となっています。

この地域の気候は、内陸性気候の特徴を示し、気象庁の気象統計（1981～2010 の 30 年間）では少雨多照の地域となっています（表 1-5）。

表 1-5　佐久・上田地域の平均気温と年間降水量

観測地	佐久	野辺山	軽井沢	立科	上田	菅平	東御
平均気温（℃）	10.6	6.9	8.2	10.1	11.9	6.4	9.3
年間降水量（mm）	961	1,440	1,242	1,041	891	1,219	980
日照時間（時間）	2060	1924	1969	2090	2175	1895	2075

※気象庁各観測地点気象統計値を四捨五入して整数値で記載

（3）地形

長野県の傾斜は、20 度以上の丘陵山地帯が全体の 61%を占めていますが、佐久地域は 39%、上田地域 53%で、県内において比較的なだらかな地形となっています（経済企画庁 1974）。

浅間山や四阿山などの高山、菅平や湯の丸などの高原で形成されています。南部及び東部では妙義荒船山系、秩父山系、八ヶ岳山麓、野辺山高原や、中央を流れる千曲川沿いに広がる佐久平から形成されています。西部は美ヶ原高原や比較的なだらかな山地地帯から形成されています（図 1-12）。

それぞれの小流域（水系）は、地域中央を流れる千曲川に向かい斜面が形成（開析）されています（図 1-13）。

図 1-12　傾斜分布図と佐久上田地域の傾斜割合（円グラフ）

図 1-13　斜面方位区分図

（4）地質

長野県の地質は複雑ですが、この地域はおおよそ第四系（低地）、第四紀火山地、古～新第三紀（堆積岩類・火砕岩）、付加コンプレックスの地質が分布しています（図 1-14）。

北に浅間山、南に八ヶ岳の火山に囲まれた広大な火山斜面を形成しており、これらの山麓地域は安山岩を中心とする第四紀火山岩類が分布しています。東部の群馬県境に広がる佐久山地（関東山地）は古期岩類（付加コンプレックス）からなり、南の川上村には古期岩類、佐久市の平野部から西部の上田市にかけては新第三紀から第四紀の層が広がり、中央に位置する千曲川沿いの低地は第四紀沖積層となっています（図 1-16）。

確認されている断層は県内でも少なく、佐久市から川上村にかけて千曲川東側に北西―南東の断層、それに直交する断層が分布しています（図 1-16 枠内、図 1-15）。

図 1-14　長野県の地質概略図
（富樫編図 2010）
長野県「災害に強い森林づくり指針」解説，p64

図 1-15　佐久穂町大野沢流域の断層破砕帯に発生した崩壊
（撮影 2019 年 11 月 27 日）

図 1-16　デジタル地質図 2015 と土地分類基本調査地質図の断層（図中）

長野県の北東部と南西部で崩壊地を集計し、比較した結果（北澤 1999）では、崩壊地は圧倒的に県南西部の古期岩層分布域に多く、崩壊の規模も大きいとされています。佐久・上田地域は県内でも崩壊地が少ない地域です（図 1-17）。

長野県は全国でも有数の地すべり地形が分布しますが（図 1-18）、この地域は地すべり地形が少ない地域となっています。地すべり地形は、青木村や上田市に集中しています（図 1-19）。

図 1-17　長野県の地質と崩壊地分布（濃い黒点が崩壊地）
富樫編図（図 1-14）に北澤（1999）の崩壊分布図を画像処理にて合成
長野県「災害に強い森林づくり指針」解説，p65

図 1-18　長野県の地質と地すべり地分布（濃い黒点が地すべり地）
富樫編図（図 1-14）に北澤（1999）の崩壊分布図を画像処理にて合成
長野県「災害に強い森林づくり指針」解説，p65

図 1-19　地すべり地形分布図

（5）土壌

長野県民有林の土壌型別分布面積率は（片倉 2010）、褐色森林土 79%、ポドゾル群 4%、黒ボク土 16%、その他（未熟土・受食土等）1%となっています（図 1-20）。

この地域においては、黒ボク土が多く見られます。浅間山や八ヶ岳の大きな火山に囲まれた火山灰が堆積している地域や、奈良時代から勅旨牧として活用されてきた御牧が原の台地では黒ボク土が分布しています（図 1-22）。

図 1-20　長野県土壌図
（20 万分の 1 土地分類基礎調査）

（6）森林

佐久・上田地域は、森林計画では「千曲川上流森林計画区」となります。この森林面積は 175,070 ha、森林率 71%となっています。県の森林面積の 16%を占め、蓄積量は 3,629 万 m^3 となっています。

民有林と国有林の面積割合は民有林 67%、国有林 33%で（図 1-21）、県全体の民有林 65%、国有林 35%に比べて民有林の割合がやや多くなっています。

民有林に限ってみると、人工林率は 61%で、県平均の 50%を上回っていて、人工林の齢級構成では 11～13 齢級（51～65 年）が全体の 6 割を占めており、森林資源が充実する一方で若齢林が少ない状況にあります。針葉樹と広葉樹の面積割合は 2：1 で、県全体に比べて針葉樹が多く、県下有数のカラマツ資源を有する地域で、民有林の 48%をカラマツが占め、人工林においては 8 割がカラマツとなっています（図 1-23）。

図 1-21　佐久・上田地域の民有林と国有林

図 1-22　土壌図
（20 万分の 1 土地分類基礎調査土曜図）
※注：図 1-20 長野県土壌図と色調が異なる

図 1-23　民有林の樹種分布図

（7）山地災害等に関する規制

佐久・上田地域は、平成 29 年度末時点で 31,174ha が保安林に指定されていますが、民有林面積に占める割合は 27%で、県平均の 33%よりやや低い状況です（図 1-25）。

長野県林務部が所管する山地災害危険地区は、現在長野県全体で 7,253 箇所となっています。このうち佐久・上田地域全体で 871 地区、佐久地域 557 地区で県全体の 7.7%、上田地域は 314 地区で 4.3%となっています（表 1-6、図 1-24）。その分布は図 1-26、図 1-27 となっています。

また、他所管の土砂災害に関わる法的規制状況は図 1-28 となっています。

表 1-6　長野県及び山地災害危険地区数と割合

区分	長野県全域	地区数		割合（地域÷県）	
	地区数	佐久	上田	佐久	上田
山腹崩壊危険地区	3,248	269	143	8.3%	4.4%
地すべり危険地区	386	2	10	0.5%	2.6%
崩壊土砂流出危険地区	3,619	286	161	7.9%	4.4%
合計	7,253	557	314	7.7%	4.3%

※長野県林務部森林づくり推進課

上田地域
山地災害危険地区 314 地区　対県 4.3%

佐久地域
山地災害危険地区 557 地区　対県 7.7%

図 1-24　佐久・上田地域の山地災害危険地区

図 1-25　保安林位置図（佐久・上田地域）

【凡例1】
ライン：崩壊土砂流出危険地区
塗りつぶし：山腹崩壊危険地区
斜線：地すべり危険地区

【凡例2】
赤色：危険A
黄色：危険B
青色：危険C

山地災害危険地区位置図

図 1-26　山地災害危険地区 位置図（佐久・上田地域）

【凡例1】
ライン：崩壊土砂流出危険地区
塗りつぶし：山腹崩壊危険地区
斜線：地すべり危険地区

【凡例2】
赤色：危険A
黄色：危険B
青色：危険C

CS立体図（10mDEM）

G空間情報センターからダウンロードした10mDEMによるCS立体図に、山地災害危険地区を重ね合わせて表示

図 1-27　　CS 立体図：10mDEM（佐久・上田地域振興局管内）

上田地域振興局
佐久地域振興局
群
馬
関
東
野
上田市
佐久市
長和町
青木村
立科町
小海町
北相木村
南相木村
南牧村
川上村
0 5 10 15 20 25 km
凡例
土石流危険渓流
土石流危険区域
砂防指定地(砂防法)
地すべり危険箇所（土木）
地すべり防止区域（土木：地すべり等防止法）
地すべり防止区域（林務：地すべり等防止法）
急傾斜地崩壊危険箇所
急傾斜地崩壊危険区域（急傾斜地法）
急傾斜地の崩壊（警戒区域）
土石流（警戒区域）
地すべり（警戒区域）
急傾斜地の崩壊（特別警戒区域）
土石流（特別警戒区域）
法規制箇所
長野県オープンデータサイト

図 1-28　法規制箇所

第２章 台風第 19 号豪雨に起因する崩壊特性

～台風第 19 号豪雨による山地災害発生の特性に関する研究～

2-1　台風第 19 号に起因する表層崩壊の調査

令和元年度（2019 年）長野県林業コンサルタント協会では長野県営事業による「山地災害危険地区の優先度判定業務」において、台風第 19 号豪雨で発生した佐久、上田地域の表層崩壊地（以下：崩壊地）27 箇所の調査を実施しました（写真 2-1）。

「山地災害危険地区の優先度判定業務」では、崩壊地周囲の土層深調査、崩壊地別に佐久・上田地域区分、方位、地形傾斜、地質、土壌型、土壌堆積様式及び荒廃地周囲の樹種区分を行いました。

さらに、地形の発達（開析）度合いを示す平面曲率の標準偏差（SHC：Standard deviation of Horizontal Curvature）についてその値を確認しました（SHC については第 3 章 p77 で詳しく解説します）。

その結果は表 2-1 となりました。

写真 2-1　佐久穂町 余地野尻地区　（ドローン撮影 2019年10月16日）

表 2-1　台風第 19 号豪雨で発生した佐久、上田地域の表層崩壊地 27 箇所の調査結果

調査No.	市町村	箇所名	左岸(cm) 0.5	左岸(cm) 1.0	左岸(cm) 2.0	右岸(cm) 0.5	右岸(cm) 1.0	右岸(cm) 2.0	崩壊頭部(cm) 0.5	崩壊頭部(cm) 1.0	崩壊頭部(cm) 2.0	崩壊頭部(cm) 最浅	崩壊頭部(cm) 最深	全平均(cm)	雨量 最大時	雨量 24時間	雨量 累加	発生地 分布	発生地 斜面型	発生地 位置	立地環境 標高	立地環境 傾斜5den	立地環境 方位5den	立地環境 地質図(2015)	立地環境 土壌(国土調査)	立地環境 堆積様式	立地環境 周囲樹種	SHC値
1	佐久穂町	余地ダム右岸A	106	82	50	47	48	50	336	230	62	62	336	112	43	421	433	400～450	Rs	下部	979.0	20.7	244.9	付加コンプレックス	湿性褐色森林土壌	匍行	カラマツ	0.230
2	佐久穂町	余地ダム右岸B	11	31	83	109	140	140	8	13	16	8	16	61	43	421	433	400～450	Vv	下部	1,012.4	37.7	194.9	付加コンプレックス	湿性褐色森林土壌	崩積	カラマツ	0.261
3	佐久穂町	余地ダム右岸B'							92	70	66	66	92	76	43	421	433	400～450	Vv	下部	1,005.5	24.3	181.8	付加コンプレックス	湿性褐色森林土壌	崩積	カラマツ	0.256
4	御代田町	木の久保A							162	150	130	130	162	147	27	272	280	250～300	Rs	上部	819.9	36.9	229.6	火山岩類	褐色森林土壌	残積	広葉樹	0.390
5	御代田町	木の久保B	45	48	37	75	77	93	57	34	98	34	98	63	27	272	280	250～300	Vs	上部	822.2	32.8	207.7	火山岩類	褐色森林土壌	匍行	広葉樹	0.388
						28	28	58						38	27	272	280	250～300	Vs	上部								0.388
6	御代田町	木の久保C	62	59	40	37	34	25	72	40	95	40	95	52	27	272	280	250～300	Vs	上部	821.1	22.0	172.5	火山岩類	褐色森林土壌	匍行	カラマツ	0.407
7	御代田町	木の久保D	78	81	58	32	33	80	33	31	40	31	40	52	27	272	280	250～300	Xs	下部	791.6	35.4	199.0	火山岩類	褐色森林土壌	匍行	広葉樹	0.410
8	佐久穂町	小久保	38	90	55	22	10	30	20	10	40	10	40	35	45	391	400	400～450	Vv	中腹	1,013.1	40.2	120.5	火山岩類	褐色低地土壌	匍行	混交	0.721
9	佐久穂町	高山A	134	105	140	122	98	79	45	30	45	30	45	89	43	468	483	450～500	Vv	下部	999.7	43.3	217.5	堆積岩類	褐色森林土壌	崩積	カラマツ	0.502
10	佐久穂町	高山B	21	10	49	119	59	122	42	78	72	42	78	64	43	468	483	450～500	Vv	下部	1,000.9	6.4	189.3	堆積岩類	褐色森林土壌	崩積	カラマツ	0.481
11	佐久穂町	高山C	32	36	45	46	39	35	47	56	60	47	60	44	43	468	483	450～500	Vv	下部	982.5	32.8	196.0	堆積岩類	褐色森林土壌	匍行	スギ	0.515
12	佐久穂町	高山D	81	50	47	28	26	33	55	55	65	55	65	49	43	468	483	450～500	Vv	下部	980.0	30.9	222.8	堆積岩類	褐色森林土壌	匍行	カラマツ	0.481
13	川上村	白床A-1	43	20	34	40	37	42	16	10	5	5	16	27	23	238	250	200～250	Rv	中腹	1,694.3	29.1	228.5	付加コンプレックス	褐色森林土壌	匍行	広葉樹	0.391
14	川上村	白床A-2	31	11	29	67	41	35	47	41	35	35	47	37	23	238	250	200～250	Rv	中腹	1,683.3	29.9	299.1	付加コンプレックス	褐色森林土壌	匍行	広葉樹	0.334
15	川上村	白床C	77	82	94	25	27	52	96	84	69	69	96	67	23	238	250	200～250	Rv	中腹	1,640.6	26.1	93.6	付加コンプレックス	湿性褐色森林土壌	匍行	カラマツ	0.202
			132	117	119	25	27	52						79	23	238	250	200～250	Rv	中腹								0.202
16	南相木村	わぐ	54	110	51	48	51	68	95	125	118	95	125	80	22	225	232	200～250	Rs	中腹	1,017.7	25.0	251.3	岩屑なだれ堆積物	褐色森林土壌	匍行	カラマツ	0.360
17	南相木村	上土石	86	90	75	43	37	43	114	177	120	114	177	87	22	225	232	200～250	Vv	下部	1,065.1	27.3	115.2	付加コンプレックス	褐色森林土壌	崩積	カラマツ	0.550
18	佐久市	宮東	50	38	62	39	36	39	41	69	40	40	69	46	45	391	400	350～400	Xs	中腹	934.6	27.5	227.8	堆積岩類	乾性褐色森林土壌	匍行	カラマツ	0.420
19	佐久市	藩松院A	18	28	22	10	49	15	19	27	30	19	30	24	45	391	400	350～400	Rs	中腹	830.1	22.8	181.9	堆積岩類	岩石地	匍行	広葉樹	0.290
									40	30	40	30	40	37	45	391	400	350～400	Rs	中腹								0.451
20	佐久市	藩松院B	63	59	41	30	13	61	5	12	21	5	21	34	45	391	400	350～400	Rv	中腹	817.9	33.2	209.5	堆積岩類	岩石地	匍行	広葉樹	0.276
21	佐久市	藩松院A'	55	51	110	29	45	92	38	19	16	16	38	51	45	391	400	350～400	Xs	上部	888.5	21.0	178.5	堆積岩類	岩石地	残積	混交	0.406
22	上田市	鹿教湯	80	91	80	51	70	47	103	48	74	48	103	72	37	326	333	300～350	Xs	中腹	758.6	38.0	341.6	堆積岩類	灰色低地土壌	匍行	スギ	0.406
									45	43	47	43	47	45	37	326	333	300～350	Xs	中腹	766.9	28.1	262.4	堆積岩類	褐色森林土壌	匍行	スギ	0.412
									43	64	66	43	66	58	37	326	333	300～350	Xs	中腹	765.9	33.9	81.7	堆積岩類	灰色低地土壌	匍行	スギ	0.380
23	上田市	腰越	35	16	135	47	44	29						51	25	239	243	200～250	Vs	下流	627.9	28.6	236.8	火山岩類	褐色森林土壌	匍行	広葉樹	0.802
24	上田市	辰の口	30	30	62	66	61	42	33	32	52	32	52	45	25	239	243	200～250	Xs	中腹	620.7	33.5	169.0	火山岩類	褐色森林土壌	匍行	広葉樹	0.475
25	東御市	切久保	49	39	41	21	66	26	52	61	40	40	61	44	23	213	217	200～250	Vv	中腹	636.2	38.0	341.6	岩屑なだれ堆積物	残積性未熟土壌	匍行	広葉樹	0.423
			55	37	48	7	9	35						32	23	213	217	200～250	Vv	中腹								0.461
26	東御市	布下	100	13	22	71	13	11	40	55	53	40	55	42	23	213	217	200～250	Xs	中腹	633.2	32.5	349.9	岩屑なだれ堆積物	黄色土壌	匍行	広葉樹	0.670
27	長和町	山吹沢	16	19	59	19	73	123	84	80	50	50	84	58	30	270	275	200～250	Vv	中腹	1,050.3	37.9	10.7	火山岩類	黒ボク土壌	崩積	混交	0.965
			17	64	41	107	125	120	150	140	163	140	163	103	30	270	275	200～250	Vv	中腹	1,109.0	47.9	5.2	火山岩類	黒ボク土壌	崩積	混交	0.965

2-2　崩壊を発生させた降雨の特徴

（1）台風第 19 号の降雨

佐久・上田地域の台風第 19 号による降雨情報を整理し、続いて崩壊発生地の位置情報と崩壊発生の誘因である雨量との関係を整理しました。雨量は佐久・上田地域の 53 観測地点の記録により、佐久・上田地域の 9 基及び両地域に隣接する茅野市白樺湖 1 基の 10 基の AMeDAS、国土交通省河川事務所 8 観測所、長野県建設部の 36 観測所の計 54 観測所データにより、最大時間雨量と最大 24 時間雨量を求め、2019 年 10 月 11 日 15 時から 13 日 7 時までの 41 時間の累加雨量として雨量分布図（50mm 単位）を作成しました（図 2-1）。

この雨量分布図に GPS により測位した崩壊地の位置情報を結合し、崩壊地の近傍の雨量観測データから推定最大時間雨量と最大 24 時間雨量を求めました。

図 2-1　雨量分布図と土層調査崩壊地

佐久・上田地域に限定した雨量観測点 53 観測所の記録による降り始めからの降雨時間は、佐久地域 33 観測所では最短 28 時間、最長 37 時間、平均 32.6 時間の降雨期間でした。上田地域 20 観測所で最短 26 時間、最長 37 時間、平均 31.1 時間の降雨期間でした（図 2-2）。

さらに、最大時間雨量は最大 24 時間雨量のおおよそ 1 割を占め（図 2-4）、累加雨量と最大 24 時間雨量の関係（図 2-5）から総降雨量はほぼ 24 時間に集中していました（図 2-6）。

降り始めから約 10 時間は弱い雨が続き、徐々に増加しながら 30～50mm といった非常に激しい雨が降った形態となっています（図 2-3）。非常に効果的に崩壊に作用する土層の水分量を高めていった可能性が考えられました。

図 2-2　降り始めからの降雨時間と累加雨量

図 2-3　佐久・上田地域の降雨形態（累加雨量地域別上位 3 地点）

図 2-4　最大 24 時間雨量と最大時雨量

図 2-5　累加雨量と最大時間雨量

（2）崩壊の発生が多い区域の降雨

台風第 19 号豪雨による崩壊の発生が多い区域は、佐久市の初谷、佐久穂町の上石堂、古谷ダム、大日向の各観測地の近傍でした。一方、崩壊が発生しなかった区域の観測地は、上田市の AMeDAS 上田、長野地蔵峠、上田市武石巣栗、川上村秋山、佐久市望月春日などです（前掲図 2-1）。

図 2-6　累加雨量と最大 24 時間雨量

崩壊現象は、土層の水分量に大きく影響を受け、降雨の浸透、地下水の上昇によって斜面の安定性を低下させて崩壊が発生します。そこで、これまでに降った雨や現在の雨が地中にどの程度残存しているのかを便宜的に示す“実効雨量”を用いて崩壊が発生した地点を比較しました。実効雨量は、多ければ多い程、地中に残っている雨が多いということになります。

実効雨量は（1）式によって計算されます。先行する累加雨量の影響を効率的に示すため、先行雨量に低減係数 α を乗じることで求められます。ここで、R_w ：実効雨量(mm)、R_t ：最新時刻 t の時間雨量、$\alpha_i = 0.5^{1/T}$：i 時間前の低減係数、R_i ：i 時間前の時間雨量、T：半減時間です。

$$R_W = R_t + \sum_{i=1}^{x} \alpha_i \cdot R_i \qquad (1)$$

半減時間は、寺田ら（2001）の半減期 T =1.5 時間と 72 時間を用いました。半減期 1.5 時間実効雨量は地表付近の水の量、半減期 72 時間実効雨量はさらに下層

の水の量を表します。実効雨量を図示する場合は、縦軸に 1.5 時間半減の実効雨量、横軸に 72 時間半減の実効雨量とします。

台風第 19 号の降雨は 53 観測地点で 10 月 11 日以前には降雨が観測されていないため、先行降雨期間は 10 月 11 日 00 時からと設定しました。

崩壊地近傍の降雨は、崩壊発生がない地点と比較して、実効降雨曲線（スネークライン）が大きく、土層内の水分量が多いことがわかります（図 2-7）。また、崩壊地近傍の降雨は、波打つような曲線となっていますが、崩壊発生がない地点の実効降雨曲線は緩やかな丸みを帯びた曲線となっています（図 2-8）。

図 2-7　崩壊発生及び土石流発生地近傍の実効雨量

図 2-8　崩壊発生が認められない観測所の実効雨量

現在、気象庁では気象レーダとアメダスなどの雨量を組み合わせてつくった 1km^2 の解析雨量を用いて、大雨などの監視や、降水短時間予報、土壌雨量指数、流域雨量指数の計算などをしています。解析雨量は毎日 30 分ごとに 1 時間雨量

として作成、発表され、気象庁のウェブサイトでも随時みることができます。台風第 19 号の解析雨量を用いて実効雨量を作成すると、10 月 12 日の 21 時が最も土壌水分が高い領域が多くなっていました（図 2-9）。

図 2-9　解析雨量による実効雨量　2019 年 10 月 12 日 21 時　　図中△は崩壊地
（作成：国立研究開発法人森林研究・整備機構 白澤紘明博士）

崩壊地近傍の降雨と崩壊が認められない観測所の降り始めから降雨終息までの時間雨量（mm/h）を推移図として示すと、気象庁（2017）の予報用語による「強い雨」の 20mm 以上 30mm 未満から「激しい雨」の 30mm 以上 50mm 未満に達する時間雨量が複数回認められます（図 2-10）。

一方、崩壊の発生が認められない地域の降雨は、20mm 以上の降雨のピークがほとんど 1 回で、30mm 以上に達する降雨が認められませんでした（図 2-11）。

崩壊を発生させた降雨は、降雨量が多く、また複数回の 30mm/時間以上の激しい雨が降った形態であったと言えます。

図 2-10　崩壊発生及び土石流発生地近傍の時間雨量推移図
連続降雨期間の時間雨量（mm/h）

図 2-11　崩壊発生が認められない観測所の時間雨量推移図
連続降雨期間の時間雨量（mm/h）

（3）山地災害発生の時間帯

解析雨量を用いた実効雨量の土層水分は、10 月 12 日 21 時が佐久・上田地域で最大でした（前掲図 2-9）。また、崩壊発生近傍の雨量では、佐久市初谷が最大時間雨量を 10 月 12 日 16 時に記録しました。佐久穂町の上石堂、大日向、古谷ダムは共に 10 月 12 日 20 時に最大時間雨量を記録していました（図 2-12）。

崩壊や土石流の発生は、時間雨量だけでなく、それまでの積算雨量に影響を受けますが、積算雨量が 300mm 以上に達した時点で最大時間雨量を記録している区域に崩壊が発生していることから、最大時間雨量がトリガー（引が金）となった可能性が想定されます（図 2-13）。

図 2-12　最大時間雨量を記録した時間

図 2-13　最大時間雨量を記録した時間までの積算雨量

※●は図 2-10 に示す崩壊発生近傍の雨量観測値、灰色のマーカーは図 2-11 に示す崩壊が発生していない区域の雨量観測値
※積算雨量：ここでは降り始めから最大時間雨量を記録した期間に降った雨の量

佐久穂町の抜井川流域の崩壊や土石流が発生した時間帯は、降雨ピークの 10 月 12 日の 20 時頃といわれています（写真 2-2）。

台風第 19 号豪雨による崩壊や土石流が発生した時間帯は、10 月 12 日の 20 時以降から降雨がほぼ終息した 13 日 0 時※2-1 までであった可能性が想定されます（写真 2-2）。

写真 2-2　佐久穂町高山土石流発生地
土石流により倒壊した住宅の住人は避難して無事であった。
土石流は 10 月 12 日 20 時前後の発生といわれている。

※2-1 川上村の住民によると、土砂流で電柱が被災し、停電となった時間が 10 月 12 日 23 時から 13 日 0 時との情報もあった。

2-3　崩壊地の特性

（1）崩壊地の斜面型区分

土層深調査を実施した 27 箇所の崩壊地を調査者の視点、記録写真、地形図及び CS 立体図により、鈴木（2000a）の垂直断面形、水平断面及び三次元的斜面型 9 種の類型化に基づき分類しました（表 2-2、図 2-14）。

さらに、崩壊発生位置を縦断形斜面の上部、中腹、下部の 3 区分に分類し、崩壊発生地の斜面型区分における特徴を整理しました。

表 2-2　三次元的斜面型 9 種区分

分類		水平断面形 直線斜面 （ s ）	尾根型斜面 （ r ）	谷型斜面 （ v ）
垂直断面形	等斉斜面 （R）	等斉直線斜面 （Rs）	等斉尾根型斜面 （Rr）	等斉谷型斜面 （Rv）
	凸形斜面 （X）	凸形直線斜面 （Xs）	凸形尾根型斜面 （Xr）	凸形谷型斜面 （Xv）
	凹形斜面 （V）	凹形直線斜面 （Vs）	凹形尾根型斜面 （Vr）	凹形谷型斜面 （Vv）

図 2-14　斜面型 9 種区分図

その結果は、表 2-3、図 2-15～19 のとおり、垂直断面形では凹形斜面（V）、水平断面では直線斜面（ s ）と谷型斜面（ v ）、三次元的斜面型では凹形谷型斜面（Vv）に最も多く崩壊が発生していました。

斜面縦断形では中腹に最も多くの崩壊が発生していました。鈴木（2000b）は、斜面縦断形について「中部直線部がどの斜面よりも常に最も急傾斜である」としています。27 崩壊地の平均傾斜を求めると上部 29.1 度、中腹 29.5 度、下部 28.3 度とやはり中腹の斜面が最も急峻でした。

台風第 19 号豪雨に起因する崩壊地は、急傾斜である中腹部（図 2-18）と集水地形である凹形斜面（図 2-15）に崩壊が多く発生していました。

表 2-3　三次元的斜面型区分の 27 崩壊地の出現数

分類		水平断面形 直線斜面（ s ）	尾根型斜面（ r ）	谷型斜面（ v ）
垂直断面形	等斉斜面（R）	等斉直線斜面（Rs） 4	等斉尾根型斜面（Rr） ―	等斉谷型斜面（Rv） 4
	凸形斜面（X）	凸形直線斜面（Xs） 6	凸形尾根型斜面（Xr） ―	凸形谷型斜面（Xv） ―
	凹形斜面（V）	凹形直線斜面（Vs） 3	凹形尾根型斜面（Vr） ―	凹形谷型斜面（Vv） 10

※表中の数字が該当崩壊地数

図 2-15　垂直断面形区分の割合

図 2-16　水平断面形区分の割合

図 2-17　三次元区分の割合

図 2-18　斜面縦断形区分の割合

図 2-19　27 崩壊地の斜面型 9 種区分出現数

（2）表層崩壊地の周囲土層深

土層深調査は、土検棒貫入試験とし、人力による貫入限界方式としました。簡易方式における貫入速度は任意であるため、検査者が任意の速度（ゆっくりと）で貫入していき、停止した時の深さを土層深としました。停止の判断は、体重をかけ過ぎない程度に 2～3 回強く突いても貫入しない場合とし、停止時の感触が石や根と思われる場合には、その周辺で再度貫入を行いました。

なお、測定者は同一人物を基本とし、個人差による誤差が生じないようにしました（図 2-20、写真 2-3）。

図 2-20　土層深計測の方法

写真 2-3　土層深調査状況　（左：佐久穂町高山　右：御代田町木の久保）

図 2-21　崩壊地の土層深調査位置

貫入位置は、崩壊地の左右両側の側方崖と上部崩壊滑落崖の上（以下：崩壊頭部）の崩壊によって土層が攪乱されていない不動域において、それぞれ 0.5 m、1.0 m、2.0 m の貫入位置としました（図 2-21）。

なお、27 箇所の崩壊地のうち、崩壊形状が上部で 2 箇所に分かれている崩壊地は、それぞれの崩壊頭部で調査を実施し、崩壊頭部の土層深調査箇所は 30 箇所となりました（前掲表 2-1）

調査地点は、崩壊頭部の貫入位置において GPS（Garmin GPSMAP 64scJ）測位により位置を記録しました。

土層深計測結果から、それぞれの崩壊地について、土層深に規則性があるかを Spearman 順位相関係数※2-2 により確認したところ、崩壊地の周辺土層は、崩壊地から離れるごとに深くなる傾向を示しました（図 2-22）。

崩壊地は、堆積様式※2-3 が匍行である地点に多く発生していました（図 2-23）。

――――――――――――――――
※2-2 統計学における相関係数の一つで、 2 つの順位の関連の強さを表わす概念。スピアマンの順位相関係数（Spearman correlation coefficient)は、順位をあえて通常の意味での数量と考え、相関係数を求めるもの。
※2-3 土壌母材は、そのままの位置で土壌化する場合と、水、風、重力（崩壊）などによって他の場所へ運搬堆積して土壌化する場合があるが、運搬堆積する様式により土壌の性質が異なってくる。「匍行土」は、斜面中部で上方からの供給と流出が均衡し、流れ動いているけれども経年的には変化の少ない状態の土壌。

図 2-22　相関係数の正負の貫入箇所別出現割合

貫入位置 0.5 m、1.0 m、2.0 m と計測した土層深を変数とした場合、値の大小とは無関係に、崩壊地から離れるごとに土層深が深くなるときに Spearman 順位相関係数 Sr は正となり、土層深が浅くなるときに負となる。

図 2-23　堆積様式区分の割合

（3）表層崩壊地周囲の主要構成樹種と土層深

崩壊地周囲の主要構成樹種を「カラマツ」、「スギ」、「広葉樹」及び「混交（針葉樹と広葉樹が生育している林分）」に分類し、この分類を基準として調査情報を区分しました。

崩壊頭部 30 箇所の主要構成樹種は、カラマツ 11 箇所（写真 2-4）、スギ 4 箇所（写真 2-5）、広葉樹 11 箇所（写真 2-6）、混交 4 箇所（写真 2-7）でした。広葉樹の主要構成樹種は、全てナラ類（コナラ、ミズナラ）でした。混交はカラマツとナラ類が 3 箇所、ナラ類とカラマツ及びアカマツが 1 箇所でした。

写真 2-4　カラマツ林に発生した崩壊地
（川上村白床 C）

写真 2-5　スギ林に発生した崩壊地
（上田市鹿教湯）

写真 2-6　広葉樹林に発生した崩壊地
（川上村白床 A-2）

写真 2-7　混交林に発生した崩壊地
（佐久穂町小久保）

崩壊頭部の平均傾斜は、スギ（33.2°）＞ 広葉樹（32.1°）＞ 混交（28.0 °）＞ カラマツ（26.5°）でした。それぞれの傾斜を変動係数（CV%：標準偏差÷平均×100）で見ると、カラマツ（CV=35.7%）と混交（CV=67.1%）は傾斜に大きなばらつきがあり、スギ（CV=12.3%）と広葉樹（CV=13.4%）は比較的ばらつきが少ない傾向を示しました（図 2-24）。

斜面方位は、カラマツが東～西、広葉樹が南～北、スギが北東～北、混交が北～南向き斜面に出現しました（図 2-25）。

三次元的斜面型区分（前掲表 2-3）は表 2-4、その割合は図 2-26 となりました。斜面位置は図 2-27、地質区分は図 2-28、土壌型は図 2-29、土壌堆積様式は図 2-30 となりました。

図 2-24　樹種別標高と傾斜

図 2-25 樹種別斜面方位の出現数

表 2-4　主用構成樹種別の三次元的斜面型区分出現数（上段）と平均土層深（下段）

三次元的斜面型区分	カラマツ林	スギ林	広葉樹林	混交林
等斉直線斜面 （Rs）	2		3	
	96.0cm		69.3cm	
等斉谷型斜面 （Rv）	1		3	
	73.0cm		21.3cm	
凸形直線斜面 (Xs)	1	3	3	1
	46.0cm	58.3cm	46.3cm	51.0cm
凹形直線斜面 （Vs）	1		1	
	52.0cm		57.5cm	
凹形谷型斜面 (Vv)	6	1	1	3
	71.0cm	44.0cm	44.0cm	65.3cm
総計	11	4	11	4

※土層深は左右、崩壊頭部全平均値

カラマツ林内の崩壊地は、急～緩傾斜の斜面下部の凹形谷型斜面に多く出現しました（図 2-27）。スギ林は、斜面中腹及び下部（図 2-27）の凸形直線斜面に出現しました。広葉樹林は、斜面上部及び中腹（図 2-27）の急な斜面で、等斉直線斜面、等斉谷型斜面、凸形直線斜面に多く出現していました。混交林は、斜面上部～中腹（図 2-27）の凹形谷型斜面にあり、火山岩類（図 2-28）の岩石地（図 2-29）などに出現しているなど、広葉樹林と混交林は、カラマツ分布が多い佐久・上田地域において、造林時期にカラマツ植林不適地、またはカラマツ不成績造林地であったものと推察されます。

図 2-26　三次元的斜面型区分出現割合

図 2-27　斜面位置区分出現割合

図 2-28　地質区分出現割合

図 2-29　土壌型区分出現割合

図 2-30　土壌堆積様式区分出現割合

図 2-31　三次元的斜面型区分ごとの樹種別平均土層深

主要構成樹種の平均土層深は、カラマツ林（82.9 cm）＞ 混交林（67.5 cm）＞ スギ林（58.0 cm）＞ 広葉樹林（46.4 cm）でした。また、三次元的斜面型区分ごとの樹種別土層深は図 2-31 となりました（表 2-4）。

カラマツ林と広葉樹林に限って見ると、凹形直線斜面と凹形谷型斜面は広葉樹林の平均土層深が深くなっていましたが、他の斜面型ではカラマツ林の方が広葉樹林よりも土層深が深い結果でした。

崩壊頭部のカラマツ林と広葉樹林の土層深は、統計処理※2-4 によって滑落崖より 0.5 m 地点、1.0 m 地点、0.5 m ～ 2.0 m の最小深、最大深、平均深においてカ

ラマツ林が広葉樹林よりも大きい値を示しました。崩壊頭部全平均では 82.9 cm と 46.4 cm で、カラマツ林の土層深は広葉樹林よりも約 2 倍深い結果でした（表 2-5）。

したがって、カラマツ林よりも広葉樹林は土層が浅い（土層が薄い）傾向が認められました。

表 2-5　崩壊頭部の平均土層深と左右側方崖を含むカラマツ林と広葉樹林の平均土層深及び平均傾斜

構成樹種区分	崩壊頭部（cm）						左右+頭部全平均（cm）	平均傾斜角 θ（度）
	0.5m	1.0m	2.0m	平均	最浅	最深		
カラマツ（A） n=11	90.5	88.3	69.8	82.9	56.5	108.5	71.8	26.4
広葉樹（B） n=11	45.8	43.9	49.5	46.4	36.5	56.5	48.1	31.9
A/B	1.98	2.01	1.41	1.79	1.55	1.92	1.49	0.83

※2-4 カラマツ林内と広葉樹林内で発生した崩壊地周囲の土層深にどちらかが深い、浅いといった仮説を立てて検定。ここではマン・ホイットニーの U 検定（Mann-Whitney U test）を採用。Mann-Whitney-U 検定は、特定の母集団がもう一方よりも大きな値を持つ傾向にある時に、2 つの母集団が同じであるとする帰無仮説に基づいて検定。

（4）表層崩壊地の斜面安定性

崩壊地について、斜面安定解析法を用いて、斜面の安定性について検討しました。

検討に際し、崩壊地土層深調査以外の崩壊地形状計測や崩壊地内の土質試験及び崩壊地周囲の林分調査は実施していないため、崩壊地周囲で実施した土層深調査で得られた土層深を崩壊深と仮定し（図 2-32）、既知の情報等を用いて検討しました。

斜面安定解析モデルは、せん断抵抗力に樹木根系による補強強度（粘着力）ΔC を加えた（2）式を用いました。

図 2-32　斜面解析の模式図

$$Fs = \frac{\tau_r}{\tau_d} = \frac{\Delta C + C + (\gamma - m \cdot \gamma_W) \cdot Z \cdot \cos^2\theta \cdot \tan\varphi}{\gamma \cdot Z \cdot \cos\theta \cdot \sin\theta} \qquad (2)$$

ここで、 Fs は斜面の安全率、τ_d は崩壊面上に発生するせん断力、 τ_r はせん断抵抗力、θ は斜面傾斜角、 Z は平均崩壊土層深ですべり面までの鉛直深、 C は土の粘着力、 φ は土の内部摩擦角（せん断抵抗角）、 γ は土の単位体積重量、γw は水の単位体積重量、m は土層中の相対的な浸透水位（すべり面からの高さ=水頭）です。土には粘着力（土粒子を互いに結合している力）C がありますが、これは土質によって異なり、土の含水比によってその挙動も不確定となる因子（土質定数）です。また、樹木の根系には土を繋ぎとめる作用（土壌緊縛力）があり、土の粘着力 C とともに斜面の安定性に補強強度として働きます。そこで、$C+\Delta C$ として粘着力 C_A としました。(2) 式を用いた解析では、崩壊地それぞれの土層調査結果の崩壊頭部平均深を Z としました。Fs が 1 に達する臨界時（Critical point）の臨界水位 M_C（m）を求め、完全飽和（水頭 100%）で崩壊が発生したと仮定し、土の粘着力 $C=0$、樹木根系による補強 $\Delta C=0$ として、$Z=M_C$ のときの粘着力 C_A（kN/m^2）を求めました。

表 2-6　崩壊地の斜面安定解析結果

区分	調査No.	市町村	箇所名	緒量				$C_A=0$					$M_A=Z$　$F_S=1$		
				γ (kN/m^3)	Z (m)	θ (度)	φ	τ_d	τ_r	F_S	M_A (%)	M_A (m)	τ_r	F_S	C_A
カラマツ林	1	佐久穂町	余地ダム右岸A	16.67	2.093	20.7	25	11.54	14.23	1.233	16.4	0.343	29.08	2.520	14.85
	2	佐久穂町	余地ダム右岸B	18.63	0.123	37.7	35	1.11	1.01	0.907			1.17	1.059	0.17
	3	佐久穂町	余地ダム右岸B'	18.63	0.760	24.3	35	5.32	8.23	1.548	94.5	0.718	8.61	1.620	0.38
	6	御代田町	木の久保C	16.67	0.690	22.0	25	4.00	4.61	1.152	34.9	0.241	5.87	1.467	1.26
	9	佐久穂町	高山A	18.63	0.400	43.3	40	3.72	3.31	0.890			4.42	1.187	1.11
	10	佐久穂町	高山B	17.65			30	1.26	6.44	5.111			6.44	5.111	
	12	佐久穂町	高山D	18.63	0.583	30.9	35	4.79	5.59	1.168	50.0	0.292	6.51	1.359	0.92
	15	川上村	白床C	17.65	0.830	26.1	30	5.78	6.82	1.180	35.2	0.292	8.93	1.544	2.11
	16	南相木村	わぐ	17.65	1.127	25.0	30	7.62	9.43	1.237	30.6	0.345	13.53	1.775	4.10
	17	南相木村	上土石	17.65	1.370	27.3	30	9.84	11.03	1.121	15.1	0.207	18.24	1.853	7.21
	18	佐久市	宮東	17.65	0.500	27.5	30	3.61	4.01	1.111	36.0	0.180	4.72	1.308	0.71
スギ林	11	佐久穂町	高山C	18.63	0.600	38.0	40	5.42	5.82	1.07	23.8	0.14	7.27	1.34	1.45
	22a	上田市	鹿教湯a	17.65	1.030	28.1	30	7.55	8.17	1.08	18.0	0.19	12.23	1.62	4.06
	22b	上田市	鹿教湯b	18.63	0.470	33.9	35	4.05	4.22	1.04	17.0	0.08	5.10	1.26	0.88
	22c	上田市	鹿教湯c	18.63	0.660	32.8	35	5.60	6.08	1.08	25.7	0.17	7.71	1.38	1.64
混交林	8	佐久穂町	小久保	18.63	0.233	40.2	40	2.14	2.12	0.99			2.40	1.12	0.28
	21	佐久市	藩松院A'	15.69	0.380	21.0	20	1.99	2.42	1.22			2.57	1.29	0.15
	27A	長和町	山吹沢A	18.63	0.840	37.9	40	7.58	8.18	1.08			11.20	1.48	3.02
	27B	長和町	山吹沢B	18.63	1.630	47.9	40	15.11	11.47	0.76			24.96	1.65	13.49
広葉樹林	4	御代田町	木の久保A	17.65	1.473	36.9	30	12.48	9.60	0.769			20.34	1.630	10.74
	5	御代田町	木の久保B	17.65	0.630	32.8	30	5.07	4.53	0.894			6.66	1.314	2.12
	7	御代田町	木の久保D	17.65	0.347	35.4	30	2.89	2.35	0.811			3.34	1.156	1.00
	13	川上村	白床A-1	17.65	0.103	29.1	30	0.77	0.80	1.036	65.0	0.067	0.82	1.059	0.02
	14	川上村	白床A-2	17.65	0.410	29.9	30	3.13	3.14	1.004	1.5	0.006	3.84	1.228	0.70
	19	佐久市	藩松院A	16.67	0.253	22.8	25	1.51	1.67	1.111	71.5	0.181	1.75	1.165	0.08
	19'	佐久市	藩松院A	16.67	0.367	22.8	25	2.18	2.43	1.111	49.5	0.182	2.71	1.240	0.28
	20	佐久市	藩松院B	16.67	0.127	33.2	25	0.97	0.69	0.713			1.02	1.054	0.33
	24	上田市	辰の口	18.63	0.390	33.5	35	3.34	3.54	1.060	29.3	0.114	4.07	1.218	0.53
	25	東御市	切久保	18.63	0.510	38.0	40	4.61	4.95	1.073	27.0	0.138	5.94	1.288	0.99
	26	東御市	布下	18.63	0.493	32.5	35	4.16	4.58	1.10	35.1	0.173	5.35	1.286	0.77

※カラマツの高山 B は表層崩壊型でなく、地表流等の下刻侵食が発達したものと考えられたため斜面安定計算から棄却

解析結果は表 2-6 となりました。それぞれの土層深 Z と粘着力 C_A の関係は、曲線回帰式の指数関数で有意な関係性が認められました（図 2-33）。

図 2-33 土層深 Z と M_C=Z としたときに求まる C_A の関係

ここで、表 2-6 の斜面傾斜角 θ と土層深 Z の関係をそれぞれ見ると、カラマツ林とスギ林には傾斜が急になるにつれ土層深が小さくなる関係が見れますが、混交林と広葉樹林にはバラバラとしたデータとなっています（図 2-34）。

カラマツ林とスギ林の崩壊地は、規則的な線上に乗っていて、空間的に均一な物性を持った土層で構成されていると考えられます。その一方で、混交林や広葉樹林では、バラバラとしたデータとなっているのは、場所によって土層の特性に違いがあるもので構成されていると考えられます。カラマツ林とスギ林は、根系の補強効果を含めて、ある程度画一的な力学的状態になっているのに対して、混交林と広葉樹林は多様であると考えられます。広葉樹林とカラマツ林を比べると、広葉樹林で根系補強効果が大きいという明確な結果は見られず、広葉樹林の補強効果が高いとは言えない結果でした。

天然性林の広葉樹は人為的攪乱（伐採）によって支配されますが、二次林の広葉樹林は人為的または自然的攪乱（侵食・崩壊等）によって成立します（藤森 2001）。カラマツの人工造林が多い佐久・上田地域において広葉樹林や混交林として成立している森林の土壌の特徴は、基岩が露出する、土壌型が未熟土に分類される、A 層の厚さが薄い、礫量が多いなど、拡大造林期において土壌の発達が悪い、または崩壊地や侵食地の造林不適地や不成績造林地であったものと推察されます。

一般的に森林の崩壊防止機能について、広葉樹が高く、針葉樹、特にカラマツ人工林が低いと思われがちですが、台風第 19 号豪雨の崩壊地のうち、人為的または自然的攪乱によってカラマツ造林不適地に成立した混交林や広葉樹林は、土層は薄層で礫の混入量が多く（写真 2-8）、土の粘着力が低位であったり、根系が発達しないため、その支持力が期待できないなど、潜在的に安定性が低位で、不安定な状態にあったものと考えられました。

図 2-34　斜面傾斜と土層深の関係

写真 2-8　広葉樹林内の崩壊地（上田市辰ノ口）

2-4　佐久地方の過去の台風山地災害との比較

（1）過去の台風被害

西暦 2000 年以降に佐久・上田地域に豪雨をもたらした台風は、2001（平成 13）年 9 月 8 日から 12 日の台風第 15 号と、2007（平成 19）年 9 月 5 日から 7 日の台風第 9 号です。

図 2-35　2001 年台風第 15 号（左）、2007 年台風第 9 号の経路（中）と 2019 年台風第 19 号の経路（右）　（気象庁：台風経路図より）

2001 年台風第 15 号、2007 年台風第 9 号は共に関東平野に上陸し（図 2-35）、県内の通過はありませんでしたが、軽井沢（特別地域気象観測所、以下：軽井沢観測所）では 2001 年台風第 15 号の豪雨は日降水量 176.5mm（9 月 10 日）で観測史上 6 位、月最大 24 時間降水量 230.5mm（9 月 10 日）で観測史上 3 位を記録しました。2007 年台風第 9 号は月最大 24 時間降水量 328.0mm（9 月 6 日）で観測史上 1 位を記録しました。

2001 年台風第 15 号の上陸経路は、2019 年台風第 19 号と似た経路となっています。2001 年台風第 15 号は、雨の降り始めから終息まで 63 時間、2007 年台風第 9 号は 53 時間で、2019 年台風第 19 号の 35 時間よりも長時間の降雨でした（図 2-36、図 2-37）。

図 2-36　軽井沢観測所の降雨推移図

図 2-37　軽井沢観測所の実効雨量

（2）2007 年台風第 9 号の山地災害

2001 年台風第 15 号の山地災害の調査記録はありませんが、2007 年台風第 9 号（以下：台風第 9 号）は、「平成 19 年台風 9 号災害に関する現地調査報告（調査団長：信大農学部北原曜教授）」が残っています（長野県 2007）。

台風第 9 号は、2007 年 9 月 5 日昼過ぎから台風の外側の雨雲がかかりはじめ、県の東側で雨が降り出し、最接近した 6 日夜から 7 日明け方にかけては、台風の暴風域が県内の一部にかかり、所々で強い風が吹き、軽井沢では最大瞬間風速 27.7m/sec を観測しました。雨は 6 日夜から 7 日明け方にかけて、佐久地域を中心に 1 時間に 30～40mm の激しい雨が降り（図 2-38）、軽井沢では 5 日から 7 日までの 3 日間の降水量が 321mm に達しました。また、佐久市内山滑津川流域に位置する初谷雨量データ（長野県建設部所管）では、3 日間の総降水量は 647mm、期間最大 1 時間降水量は 57.0mm（6 日 19：00）を記録しました。

図 2-38　2007 年台風第 9 号（左）と 2019 年台風第 19 号（右）の降水量分布図
（長野地方気象台を基に作成）

この豪雨による山地災害（治山関係）の被害は 3 市 4 町 3 村 54 箇所、崩壊面積 6.28ha でした（写真 2-9、写真 2-10）。

写真 2-9　2007 年台風第 9 号豪雨で佐久市内山に発生した崩壊地周辺のカラマツの樹形偏倚（左）と水田跡地のカラマツ倒伏状況（右）

2007 年 9 月 17 日撮影

写真左：偏倚方向（梢方向）は N30W 写真：右倒木方向（梢方向）は N60W（2007.9）

写真 2-10　2007 年台風第 9 号豪雨で軽井沢町赤名木に発生した崩壊地

2007 年 9 月 17 日撮影

崩壊土砂到達距離は約 60m（L/H=60/20）崩壊高の約 3 倍

台風第 19 号と異なり、被災地域は比較的狭く、山腹崩壊が集中したのは、佐久市内山滑津川流域、軽井沢町と御代田町付近（湯川左岸）で、山腹崩壊とともに立木倒伏が頻発しました（図 2-39）。

台風第 9 号の山腹崩壊は、大きく 4 タイプに区分されましたが（写真 2-11）、これらは豪雨による大量の雨の供給（土層水分の上昇）だけでなく、強風の影響が大きく関与していたと推察されていました。

タイプ 1：微地形として凹地形の谷頭が崩壊源（山腹傾斜 30 度前後）

タイプ 2：河岸段丘斜面（山腹傾斜 45 度以上）

タイプ 3：渓岸の急傾斜地（山腹傾斜 40 度以上）

タイプ 4：谷間の旧耕作（水田）地

図 2-39　2007 年台風第 9 号山地災害位置図

長野県森林づくり推進課治山係 2007.9.18 現在資料

● 災害関連緊急治山事業対応　● 公共治山事業対応　● 県単対応

図中の No は箇所番号

タイプ 1：佐久市神房
（佐久地方事務所 2007.9.11）

タイプ 2：御代田町城ノ腰（2007.9.17）
下部に固結度の低い地層（多孔質）
が不整合として露頭

タイプ 3：佐久市内山細萱（2007.9.17）

タイプ 4 佐久市内山鍋割（2007.9.17）

写真 2-11　2007 年台風第 9 号による山腹崩壊タイプ

平成 19 年台風 9 号災害に関する現地調査報告.p4-5

台風第 9 号による佐久市内山滑津川流域で発生した崩壊は、400mm 近い降雨により土層中の土粒子の空隙を満たした水圧が上昇し、土の応力状態が破壊の限界に達しかけている段階で、時間雨量 57mm の降雨（6 日 19 時）があり、その後も波状的に時間雨量 30mm を超す降雨が続いたことがトリガーとなって崩壊したものと考えらました（図 2-40、図 2-41）。

図 2-40　佐久市初谷雨量観測所の 2007 年台風第 9 号と 2019 年台風第 19 号の降雨推移図

2007 年台風第 9 号は連続降雨 53 時間、2019 年台風第 19 号は 35 時間

図 2-41　佐久市初谷雨量観測所の 2007 年台風第 9 号と 2019 年台風第 19 号の実効雨量

2007 年台風第 9 号と 2019 年台風第 19 号の実効雨量は近似する曲線を描いている

図 2-42　佐久市における風倒木被害の発生位置と風倒方向または立木梢の偏倚方向

2007 年 9 号台風風倒被害状況調査（2007/10/15-16 林業総合センター）

立木倒伏は山腹斜面にモザイク的に発生し、崩壊地周辺に倒伏が見られ、崩壊地縁のカラマツ立木がほぼ同一方向に樹形を偏倚させていました（写真 2-12）。これは滑津川の開析方向にほぼ平行となっていました（図 2-42）。カラマツの倒伏は、いたるところで認められましたが、倒伏木は根返り（Tree throw）がそのほとんどを占めていました。さらに、大面積の被害は少なく、局所的な被害が多い状態でした。

立木倒伏はおおよそ風速 25m/s 以上で発生するため、軽井沢観測所の記録からしても局所的に 30m/s 以上の強風が吹いて倒伏したものと考えられました。浅間南麓（小諸市、軽井沢町、御代田町：湯川右岸）では、立木倒伏は方位 SW の一様な方向を示しました（長野県林業総合センター）。一方、崩壊が多く発生した佐久市内山滑津川流域、軽井沢町と御代田町付近（湯川左岸）では、立木の倒伏方向が様々な方向を示したことは、局所的な強風と風向、または風速と風向の乱れが発生したものと考えられました。

写真 2-12　2007 年台風第 9 号
崩壊地側面の風倒木
佐久市内山神房（図 2-42○の範囲）

軽井沢観測所における期間最大風速は北東の風 8.1m/s（6 日 23：00）、期間内最大瞬間風速は東の風 27.7m/s（6 日 22：21）、翌 7 日にも瞬間風速 23.5m/s を記録しました。9 月 5～7 日までの 3 日間（72 時間）の期間内風向は北東の風が 27 時間、北北東の風が 17 時間と全体の 6 割となっていました。台風が軽井沢の同緯度に接近し始める 7 日 4：00 を過ぎて風向は南西へと変化しました。

軽井沢観測所の降雨特性（図 2-43）は、期間内 1 時間雨量に 3 回のピークが認められ、すでに 300mm を越す先行降雨量（累加雨量）に、26mm の時間雨量が加わった時点で、強風が出現したため、立木根系の支持力が低下し、幹の折損、根元の折損といった被災形態をとらず、根返りとなったと考えられました。

このことは、山腹斜面における根系補強強度を低下させ、崩壊現象に影響を与えた可能性が考えられました。

図 2-43　2007 年台風第 9 号軽井沢測候所の時間雨量と風速の推移
平成 19 年台風 9 号災害に関する現地調査報告.p3

（3）台風第 19 号の風

台風第 19 号の風は、気象庁軽井沢観測所では平均風速 4.7m/s、最大風速は東北東の風 12.3m/s（12 日 15：09）、最大瞬間風速は東の風 27.1m/s を記録しています（図 2-44、図 2-45）。

2007 年の台風第 9 号とあまり差はないように考えられますが、台風第 19 号は台風第 9 号と連続降雨時間や降雨形態に違いがあり、局所的な強風と風向、または風速と風向の乱れが山間地では台風第 9 号に比べ小さかった可能性が考えられ、強風が崩壊現象に関与した可能性が小さかったと推察されました。

図 2-44　台風第 19 号の時間雨量と時間風速

図 2-45　台風第 19 号の期間 10 分雨量と最大瞬間風速

2-5　台風第 19 号豪雨に起因する崩壊特性（まとめ）

（1）誘因

台風第 19 号豪雨は、千曲川流域において甚大な水害（洪水被害）をもたらしました。千曲川上流域の佐久・上田地域は記録的な降雨を記録しましたが、表層崩壊やそれに起因する土石流は比較的少ない傾向にありました。

台風第 19 号の降雨は、雨の降り始めから約 35 時間で終息したにも係わらず、最大時間雨量、24 時間雨量及び累加雨量が極めて多く、ほぼ 24 時間の範囲で集中的に総雨量をもたらしました。

降り始めから約 10 時間は弱い雨が続き、徐々に増加しながら 30～50mm といった非常に激しい雨が降った形態で、効果的に崩壊に作用する土層の水分量を高めていった可能性が考えられました。

崩壊が発生した地点では、時間雨量 30mm 以上の激しい雨の増加、減少の繰り返しといった波があました。一方、崩壊が発生していない地点の降雨は、20mm 以上の降雨のピークがほとんど 1 回となっていました。

崩壊や土石流が発生した時間帯は、各観測所で最大時間雨量を記録し始めた 10 月 12 日 13 時以降であり、実行雨量計算で土層水分が多い領域を占めた 10 月 12 日 20 時から 13 日 0 時の間であった可能性が高いと推察されました。

過去の 2007 年台風第 9 号の山地災害は、崩壊現象に大量の雨の供給だけでなく、強風の影響が大きく関与していましたが、台風第 19 号では局所的な強風と風向、風速と風向の乱れが山間地では台風第 9 号に比べ小さく、強風が崩壊現象に関与した可能性が小さかったと推察されました。

（2）表層崩壊が発生した林地

台風第 19 号豪雨に起因する表層崩壊は、カラマツ林と広葉樹林で多く、急傾斜である中腹部と集水地形である凹型斜面の下部で多く発生していました。

崩壊地の周囲の土層は、カラマツ林よりも広葉樹林が浅い（土層が薄い）傾向が認められました。

台風第 19 号豪雨によって広葉樹林内で崩壊が発生した場所は、土層が薄く、礫の混入量が多いという特徴を持ち、斜面安定解析から潜在的に安定性が低位で、不安定な状態にあったものと考えられました。

カラマツ分布が多い佐久･上田地域において広葉樹林と混交林は、造林時期にカラマツ植林不適地（人為的または自然的攪乱の侵食・崩壊等）、またはカラマツ不成績造林地であったものと推察されました（図 2-46）。

図 2-46　広葉樹林内の崩壊　御代田町木の久保
（ドローン撮影：2019 年 12 月 4 日）

第３章 山地災害に備えて

3-1　山地災害に備えて

林野庁では山地災害への備えとして“危険箇所を知ろう！”と呼びかけています。

> あなたの町の山地災害のおそれのある地区がどこにあるのかを知っておくことは、日頃から災害に備えるためにとても大切です。このため、全国の都道府県や森林管理局では山地災害のおそれのある地区を調査し、「山地災害危険地区」として市町村などを通じて地域の皆さんにお知らせしています。身近に危険な箇所がないかどうか、あらかじめ防災マップなどで確認しておきましょう。
>
> 林野庁：https://www.rinya.maff.go.jp/j/saigai/saigai/con_1.html より

山地災害に備えるためには、以下が重要です（図 3-2）。

① 山地災害の形態を知ること
② 立地環境（どこで発生する）を知ること
③ 誘因となる雨の降り方を知ること
④ 警戒レベルを知ること

なお、山地災害と土砂災害との呼び方が存在します。山地災害とは山崩れ、土石流、地すべりなど<u>山地に起因する災害</u>です。一方、土砂災害とは土石流、地すべり、がけ崩れによる災害で、山地のみに限定していません。

ここでは山地に起因する災害として林野庁所管の山地災害を主体に記載しますが（図 3-1）、国土交通省所管の土砂災害（土石流、地すべり、がけ崩れ）危険地区も含めて記載します。

図 3-1　山地災害の種類（林野庁：https://www.rinya.maff.go.jp/j/saigai/saigai/con_1.html）

図 3-2　山地災害に備えるための情報収集

3-2　山地災害の形態を知る

（1）山崩れ（崩壊）

山崩れ（山腹崩壊）は、雨水が地中にしみ込むことにより、しみ込んだ水分で土の抵抗力が弱くなり、弱くなった斜面が突然崩れ落ちる現象で、急な斜面（約 30 度以上）で発生します。地震などによっても発生します。速いスピードと強い破壊力があります。山腹崩壊の他、落石も含まれます。

岩石が脆く、崩れやすい地質や、軟弱な地盤で急斜面、湧水があったり、水が集まりやすい地形、過去に山崩れがあった場所などが危険とされています。これらの危険地は、山腹崩壊危険地区に指定されます。

土砂災害では“がけ崩れ”や急傾斜地崩壊と表現したりします。

（2）地すべり

地すべりは、地下水などの影響によって、粘土質の土や岩盤をすべり面として山の斜面がゆっくり移動する現象です。山の斜面に亀裂や段差があり、地下水やわき水が豊富で、断層や崩れやすい岩石、過去に地すべりが起こった所などが危険とされています。

地すべりは、第三紀地すべり、破砕帯地すべり、温泉地すべりに区分されます。長野県は国内有数の地すべり地帯で、地すべりは、地すべり等防止法によって管理されます。管轄も長野県では建設部、農政部、林務部がそれぞれ所管する地すべり区域があります。

（3）土石流

土石流は、山や谷の土砂が大雨などで崩れ、水と混じって流れていく現象です。地方によって、「山津波」、「鉄砲水」、「蛇抜け」などと呼ぶこともあります。

土石流は大雨が原因で起こることが多いのですが、雪国では雪どけの融水が原因で起こることもあります。また、地震や地すべりでくずれた土砂がダムのように川を塞ぎ、そのダムが急に崩れることで起きる土石流もあります。

土石流が起きやすいのは、急な勾配の渓流で、上流に崩れやすい土砂が多くあるところです。ふだんは水が流れていない谷でも、大雨が降ると急に流れが激しくなり、土石流が流下することがあります。谷の出口（扇状地を含む）に大きな石が多数見られるところは、以前に数回土石流が起こっていることが考えられるので、注意が必要です。

（4）それらの現象（兆候）

林野庁では、山地災害が起こる前の以下の 8 つの変化（現象）について特に注意を呼び掛けています（図 3-3）

図 3-3　山地災害の兆候・前兆現象（関東森林管理局）

さらに、内閣府大臣官房政府広報室や国土交通省は、土砂災害予兆・前兆現象を以下に分類し、注意を呼び掛けています。図 3-3 と同じで内容ですが、以下に記載します。　※以下のイラストは NPO 法人土砂災害防止広報センター

① **がけ崩れ**

・特徴

斜面の地表に近い部分が、雨水の浸透や地震等でゆるみ、突然、崩れ落ちる現象。崩れ落ちるまでの時間がごく短いため、人家の近くでは逃げ遅れも発生し、人命を奪うことが多い。

・主な前兆現象

がけにひび割れができる
小石がパラパラと落ちてくる
がけから水が湧き出る
湧き水が止まる・濁る
地鳴りがする

小石が落ちてくる

水が湧き出る

②　地すべり

・特徴

斜面の一部あるいは全部が地下水の影響と重力によってゆっくりと斜面下方に移動する現象。土塊の移動量が大きいため甚大な被害が発生。

・主な前兆現象

地面がひび割れ・陥没
がけや斜面から水が噴き出す
井戸や沢の水が濁る
地鳴り・山鳴りがする
樹木が傾く
亀裂や段差が発生

水が噴き出す

井戸の水が濁る

③　土石流

・特徴

山腹や川底の石、土砂が長雨や集中豪雨などによって一気に下流へと押し流される現象。時速 20～40km という速度で一瞬のうちに人家や畑などを壊滅させてしまうことも。

・主な前兆現象

山鳴りがする
急に川の水が濁り、流木が混ざり始める
腐った土の匂いがする
降雨が続くのに川の水位が下がる
立木が裂ける音や石がぶつかり合う音が聞こえる

山鳴りがする

川の水が濁る

3-3　立地環境を知る

（1）山地災害危険地区

山地災害危険地区は、山腹傾斜角、地況・林況、地質特性、災害特性、荒廃現況及び保全対象の有無などを調査し、人家や病院、学校、道路等の公共施設などに直接被害がおよぶおそれがある森林を山地災害危険地区として指定しています。山地災害危険地区は、「山腹崩壊危険地区」、「地すべり危険地区」及び「崩壊土砂流出危険地区」になります。

現在、長野県の民有林（長野県林務部所管）では「山腹崩壊危険地区」は 3,248 箇所、「地すべり危険地区」は 386 箇所、「崩壊土砂流出危険地区」は 3,619 箇所、合計 7,253 が指定されています（前述 p26）。

一方、長野県内の国有林（中部森林管理局）が所管する国有林直轄事業区域では、「山腹崩壊危険地区」が 425 箇所、「地すべり危険地区」が 10 箇所、「崩壊土砂流出危険地区」が 882 箇所、合計 1,317 箇所存在します。さらに、国有林が民有林内で所管する民有林直轄事業区域では「山腹崩壊危険地区」は 43 箇所、「地すべり危険地区」は 18 箇所、「崩壊土砂流出危険地区」は 112 箇所、合計 173 箇所です。民有林と国有林合計で 8,743 箇所が山地災害危険地区に指定されており、長野県には全国でも有数の山地災害危険地区が存在します。

なお、山地災害危険地区は、法律に基づく指定ではなく、法的な規制はありません。山腹崩壊、地すべり、崩壊土砂流出による災害が発生するおそれがある地区を知っていただき、警戒避難等の早期対応をすることで、災害の発生を未然に防止するために設定しています。山地災害危険地区で対策工事を行う場合は、保安林に未指定の場合は、必要な範囲を原則として保安林に指定して対策を進めています。

（2）土砂災害の危険地区

長野県建設部砂防課所管の土砂災害危険箇所は、「土石流危険渓流」が 5,912 箇所、「地すべり危険箇所」が 1,241 箇所、「急傾斜地崩壊危険箇所」が 8,868 箇所指定されています（表 3-1、図 3-4）。

表 3-1　長野県の土砂災害危険箇所

分類	土石流危険渓流（H15調査）	地すべり危険箇所（H9調査）	急傾斜地崩壊危険箇所（H15調査）
人家5戸以上の箇所	4,027		3,197
人家1～4戸の箇所	1,093		3,784
人家はないが今後新規の住宅立地が見込まれる箇所	792		1,887
合　計	5,912	1,241	8,868

※地すべり防止区域にはI～IIIの分類はなし
※長野県建設部砂防課
※平成26年8月15日現在

図 3-4　長野県の土砂法指定区域
長野県建設部砂防課 https://www.pref.nagano.lg.jp/sabo/infra/sabo/dosha/documents/kikenkasyo.pdf

（3）土砂災害警戒区域・特別警戒区域

一般的に“土砂法”と呼ばれている法律は「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」です。この法律の目的は「土砂災害から国民の生命及び身体を保護するため、土砂災害が発生するおそれがある土地の区域を明らかにし、当該区域における警戒避難体制の整備を図るとともに、著しい土砂災害が発生するおそれがある土地の区域において一定の開発行為を制限し、建築物の構造の規制に関する所要の措置を定めるほか、土砂災害の急迫した危険がある場合において避難に資する情報を提供すること等により、土砂災害の防止のための対策の推進を図り、もって公共の福祉の確保に資することを目的とする」とされています。

土砂法では、基礎調査を行い、土砂災害の土石流、がけ崩れ、地すべりの種類に応じた「土砂災害警戒区域」と「土砂災害特別警戒区域」の指定が行われます。「土砂災害警戒区域」は土砂災害のおそれがある区域、「土砂災害特別警戒区域」は建物が破壊され、人命に大きな被害が生ずるおそれがある区域です。

令和 2 年 6 月 25 日現在の長野県の土砂災害警戒区域等の指定状況は、県内 77 市町村全てに指定されており、表 3-2 となっています。

表 3-2　長野県の土砂災害警戒区域・特別警戒区域

土石流		地滑り		急傾斜地の崩壊	
警戒区域	特別警戒区域	警戒区域	特別警戒区域	警戒区域	特別警戒区域
6,701 箇所	5,502 箇所	1,518 箇所		18,795 箇所	15,847 箇所

長野県合計	土砂災害警戒区域	土砂災害特別警戒区域	市町村
	27,014 箇所	21,349 箇所	77 市町村

長野県建設部砂防課 https://www.pref.nagano.lg.jp/sabo/infra/sabo/dosha/documents/keikaikuiki0625.pdf

（4）市町村ハザードマップ

土砂法の情報は、ハザードマップ（別名：防災マップ）として整理されています。ハザードマップとは、自然災害による被害を予測し、その被害範囲を地図化し、予測される災害の発生地点、被害の拡大範囲および被害程度、さらには避難経路、避難場所などの情報が既存の地図上に図示されているもので、被害予測地図のことを言います。これにより、災害発生時に住民の皆さんはどこに避難したらよいか的確にまた迅速に避難を行うことができます。また、二次災害発生予想箇所を避けることができるため、災害による被害の低減に非常に有効です。

ハザードマップは、市町村によって洪水災害や火山災害時の情報が記載されているものもあります。台風第 19 号による千曲川の氾濫区域がハザードマップの浸水被害の範囲に示されていたことから、一層重要視されてきています。

長野県内でも多くの市町村がハザードマップを公開しています（後述 p69）。一例として佐久市全域のハザードマップ（図 3-5）と佐久市東地区のハザードマップ（図 3-6）を掲載します。

図 3-5　佐久市防災マップ全域
https://www.city.saku.nagano.jp/kurashi/iza/bosai_bohan/tikibousai/bosaimap.files/201803_bousaimappusakusizenniki.pdf

図 3-6　佐久市防災マップ　東地区
https://www.city.saku.nagano.jp/kurashi/iza/bosai_bohan/tikibousai/bosaimap.files/201803_bousaimappuhigasitiku.pdf

2020 年 7 月 14 日現在、長野県内 77 市町村のうち、ハザードマップを公表している市町村は 73 市町村で、このうちインターネットで公表している市町村は 70 市町村です。この公開情報は、国土地理院応用地理部の「わがまちハザードマップ（https://disaportal.gsi.go.jp/hazardmap/publicate/index.html?code=1）」で確認することができます（図 3-7）。

図 3-7　国土地理院応用地理部の「わがまちハザードマップ」
国土交通省 国土地理院 応用地理部　軽井沢町を表示

ハザードマップに示されている「土砂災害ハザードマップ」について、国土交通省（2005）が示す定義は以下となっています。

> 「土砂災害ハザードマップ」とは、土砂災害警戒区域及び土砂災害特別警戒区域（以下、 土砂災害警戒区域等という。）並びにこれらの区域における土砂災害の発生原因となる自然現象の種類（急傾斜地の崩壊、土石流、地すべり）を表示した図面に、土砂災害防止法第 7 条第 3 項に規定する事項（①土砂災害に関する情報の伝達方法②急傾斜地の崩壊等のおそれがある場合の避難地に関する事項③その他警戒区域における円滑な警戒避難を確保する上で必要な事項）を記載したものをいう。
>
> 「土砂災害ハザードマップ作成のための指針と解説（案）」p3 より

この定義は、以下の解説がされています。

- 土砂災害の発生原因となる自然現象とは、急傾斜地の崩壊、土石流、地すべりの三現象である。
- 土砂災害に関する情報の伝達方法とは、行政、住民等が相互に土砂災害に関する情報を共有するために必要な伝達手段、伝達経路等を指し、以下に示すものが例として挙げられる。
  - ・ ホームページでの土砂災害警戒区域等の公開（平常時）
  - ・ 防災行政無線、サイレン、広報車、電話、FAX 等による避難勧告等の周知（警戒避難時）
- 急傾斜地の崩壊等のおそれがある場合の避難地に関する事項とは、避難場所に関する情報（所在地、連絡先等）や避難路等である。
- その他警戒区域における円滑な警戒避難を確保する上で必要な事項とは、上記 3 項目以外で警戒区域における円滑な警戒避難を確保する上で必要な事項を指し、以下に示すものが例として挙げられる。
  - ・ 雨量情報
  - ・ 土砂災害警戒情報
  - ・ 警戒避難基準雨量（降雨指標値）
  - ・ 避難準備情報、避難勧告・避難指示
  - ・ 土砂災害危険区域の位置
  - ・ 災害時要援護者関連施設の位置及びその施設への土砂災害に関する情報、予警報等の伝達方法
  - ・ 土砂災害の特徴
  - ・ 土砂災害の前兆現象 など

ハザードマップを公開している市町村では、該当市町村のホームページから確認できます。また、国土地理院の「わがまちハザードマップ」からも市町村ホームページに進むことができます。是非、ホームページを確認してください。

なお、山地災害危険地区は市町村ハザードマップに記載されていません。

（5）全ての情報を見る

長野県の危険地区や制限を確認するには「長野県統合型地理情報システム 信州くらしのマップ」があります。このサイトの“防災”を選択すると（図 3-8）、すべての防災情報が確認できます。山地災害危険地区も確認することができます。このサイトは、台風第 19 号土砂災害の情報（土石流、地すべり、がけ崩れ）も 2019 年 10 月 23 日から掲載されています。

ホームページアドレスは http://wwwgis.pref.nagano.lg.jp/pref-nagano/Portal です。

図 3-8　「長野県統合型地理情報システム 信州くらしのマップ」トップページ

山地災害危険地区（北相木村）

台風第 19 号災害発生位置（佐久穂町）

図 3-9　「長野県統合型地理情報システム 信州くらしのマップ」防災

3-4　CS 立体図でより詳しい地形情報を知る

（1）CS 立体図とは

「CS 立体図」は、長野県林業総合センター（戸田堅一郎研究員）が考案した地形表現図です。CS 立体地図は、曲率（Curvature）と傾斜（Slope）との組み合わせにより、視覚的・直感的な地形判読を可能にします。

CS 立体図は、地形図から判読できる 3 つの地形量「①標高」、「②傾斜」、「③凹凸（曲率）」を異なる色調で彩色し、複数枚を重ねて透過処理することで立体表現した図法です。このため、地形種の判読に必要な要素を視覚から直感的に読み取ることができ、「地形種」の判読が容易になりました。

また、曲率計算の前処理として、判読したい地形規模に応じて平滑化処理を行います。これにより、大地形（断層や地質等の地質構造の違いによる大規模な地形）や小地形（表層崩壊、湧水や人工改変等などの小規模な地形）を強調して表現することができ、地すべり地形や深層崩壊跡地形などの判読が容易になります（図 3-10）。

図 3-10　第三紀地すべり地形（青木村）

図中のほぼ全域が地すべり地形で、中央部の平滑色（白～銀色）が地すべり移動体。副次滑落崖直下の凹状地が明瞭に残る。河道に向かい 2 次侵食が進行し、末端肥厚部は開析されている。

CS 立体図の作成には、数値標高モデル（DEM：Digital Elevation Model、以下「DEM」）を使用しています。国土地理院が発行する 10mメッシュ DEM から作成した CS 立体図は大地形の判読に適し、航空レーザ測量成果から作成した細密な DEM から作成した CS 立体図は小地形の判読に適します。現在長野県では航空レーザ測量成果から作成した 0.5m メッシュ DEM 使用の CS 立体図が整備されています。

CS 立体図はオープンな図法で、出典を記載すれば誰でも自由に利用することができます。長野県の民有林区域は、市町村別に整理されていて“G 空間情報センター（https://www.geospatial.jp/gp_front/csmap）”からダウンロードすることができます。

（2）CS 立体図による崩壊地の確認

台風第 19 号豪雨によって崩壊、土石流が発生した箇所を CS 立体図で確認します。

図 3-11 は上田市丸子鹿教湯の崩壊地の CS 立体図です。CS 立体図を見ると、崩壊地は古い地すべり地形の末端部に位置し、内村川によって開析された急斜面に位置していることがわかります。また、青い筋の侵食地形が等間隔となっており、100 年オーダーで見ると侵食が進行している地形と考えられます。

図 3-11　上田市丸子鹿教湯の崩壊地と CS 立体図（崩壊前の地形情報）

図 3-12 は、佐久穂町大日向古谷高山の土石流発生地の CS 立体図です。住宅を倒壊させた土石流は、写真の最も左側の青い色となっている凹地形を流下しました。また、その隣の凹地形からも土石流が発生しています。この一帯は、抜井川に向かい谷が発達しており、沢上部の凹地形の侵食が顕著に認められる地形です。さらに、谷の発達とともに土砂が移動したような地形が認められます。

図 3-13 は、佐久穂町大日向小久保の土石流発生地の CS 立体図です。大量の土砂と流木を下流に運んだ土石流は、上部斜面の崩壊が源頭部となっています。この一帯は、今回の土石流を発生させた渓流以外にも多くの渓流が発達しており、現在は土石流の堆積区間が農地として人工改変されていますが、度々土石流が発

生していた区域と考えられます。台風第 19 号豪雨のような降雨がある場合、土石流発生に注意が必要な区域といえます。

図 3-12　佐久穂町大日向古谷高山の土石流発生地の CS 立体図（崩壊前の地形情報）

図 3-13　佐久穂町大日向小久保の土石流発生地の CS 立体図（崩壊前の地形情報）

（3）CS 立体図の活用

前掲の図 3-11～図 3-13 の崩壊や土石流が発生している箇所の CS 立体図に共通するのが、青色で表現された凹地形が存在することです。ここは、過去に崩壊が発生した箇所であったり、河道の最上流部であったり、縦侵食が発達した河道であったりします。

図 3-15 は川上村白床崩壊地の CS 立体図です。この崩壊は青色の凹地形は 0 次谷※3-1 と呼ばれる侵食前線で、最も土砂生産が盛んな箇所となります（図 3-14）。山地の内で表層崩壊や土石流の発生源になりやすい箇所といえます。

1：頂部平坦面　2：頂部斜面　3：上部谷壁斜面
4：下部谷壁斜面　5：谷頭凹地　6：麓部斜面
7：谷底面　7'：谷底面（段丘化）　8：水路

図 3-14　山地谷頭部を構成する微地形単位模式図

図中番号 5 谷頭凹地が 0 次谷。図中番号 3 上部谷斜面が 0 次谷頭部。

※3-1 山地域は一般に河道と斜面に区分され、河道は概ね常時表流水がある箇所を指すのに対し、斜面は豪雨時を除き、表流水は見られない箇所を指す。1 次河道の上部（1 次河道の延長線上）斜面には集水地形が見られることが多い。この斜面上の集水地形のことを 1970 年代に塚本良則が 1 次谷流域より 1 オーダー小さい流域として「0 次谷流域」と定義した。0 次谷は、洪水流出の形成場や斜面崩壊・土石流の発生源として重要であると考えられている。

図 3-15　川上村白床の崩壊地の CS 立体図（崩壊前の地形情報）

山地災害による土石流は、①源頭部の崩壊によってもたらされるものと、②土石流が河道堆積物を侵食することによってもたらされるものがあります。0 次谷と呼ばれる凹地があって、その箇所の下に筋状の青色の凹地（河道）がある箇所は土石流の危険性があるといえます。

地域の CS 立体図から、どのような色合いの山地が多いか、どのように渓流や河川が流下しているかを確認することは、山地災害に備えることとして有効です。

（4）他の立体図法による崩壊地の確認

CS 立体図の他に詳細な地形を確認する方法として“赤色立体図”があります（図 3-16）。赤色立体地図も DEM によって 3 次元的に表現している地形表現技法で作成された地図です。

赤色立体図はアジア航測株式会社の特許（第 3670274 号等）ですが、インターネットの地理院地図で、だれでも閲覧可能です。

また“G 空間情報センター（https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/red20）”からダウンロードすることができます。

図 3-16　赤色立体図（佐久穂町大日向小久保）

地理院地図 https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/release_thematic_maps

赤色立体図は NHK のブラタモリで度々登場。2015 年 8 月 16 回の軽井沢でも赤色立体図が登場

3-5　SHC 図で地形情報を知る

（1）SHC とは

SHC とは斜面の形態を表す新たな指標として、長野県林業総合センターの戸田堅一郎研究員が考案した指標です。斜面の平面曲率の標準偏差を求めた指標であることから SHC：Standard deviation of Horizontal Curvature と命名されました（図 3-17、図 3-18：戸田 2019a）。

SHC は一定面積の円内（100m² など）における平面曲率の標準偏差を計算することで求められ、地形の入り組み具合を表現することができます。例えば、同じ傾斜でも、谷が多く入り組んだ地形では SHC の値が高く計算されます。

斜面形状	谷型斜面	直線斜面	尾根型斜面	波型斜面
模式図				
傾斜	同 じ			
平面曲率	－	0	＋	－＋－＋－
SHC（平面曲率の標準偏差）	小	小	小	大

図 3-17　SHC のイメージ（戸田 2019a）

図 3-18　SHC による解析事例（戸田 2019a）

近年の崩壊履歴（赤囲）と踏査時の湧水箇所をマッピング。急傾斜地には崩壊履歴や湧水が少なく（傾斜区分図）、SHC が高い場所に崩壊履歴や湧水が集中していた（京都市清水：堆積岩での事例）

曲率とは、面の曲がり具合を示す量で、そのうちの水平方向の成分を平面曲率といいます。地形面には様々な方向の凹凸が存在し、その成因により特定の形状を呈しますが、水と重力の作用によりできた崩壊地形は、等高線に直角方向に発達します。このため、崩壊地における平面曲率の絶対値は周辺に比べて大きくなり、崩壊発生密度が高い場所では、平面曲率のバラツキが大きくなります。SHC は一定範囲内の平面曲率の標準偏差により算出しているため、崩壊発生頻度の高い場所ではその値が高くなることが予想できます（戸田 2020a）。

この SHC は、長野県林務部森林づくり推進課治山係が所有する航空レーザ測量成果の 0.5m数値地形モデル（DEM）を用いて SHC 図として整備され、長野県民有林の全域が市町村ごとに分割図化されています。

SHC 図はカラー表示で、SHC 値が高い場所は赤、中程度の場所は黄、低い場所は青となるようにグラデーションで表示されています（図 3-19）。また GIS で操作する場合、シンボル設定で 0.0～1.0 の範囲表示になるように調整されています（戸田 2020b）。

図 3-19　南相木村 SHC 図　（戸田 2020b）

（2）SHC 図と台風第 19 号豪雨災害地

台風第 19 号豪雨に起因する崩壊地のうち、土層調査を実施した 27 箇所の SHC 値をグラフ化したものが図 3-20 となります。

SHC 図の色付けの閾値を参考に、各調査箇所で 0～0.35、0.35～0.65、0.65～の 3 区分で色分けした結果、SHC が 0.65 以上の崩壊地は 3 箇所（11.1%；赤）、0.35～0.65 の範囲内の崩壊地は 17 箇所（63.0%；黄）、0.35 未満の崩壊地は 7 箇所（25.9%；青）となり（表 3-3、図 3-20、図 3-21）、台風第 19 号豪雨に起因する崩壊地では、SHC がやや高い 0.35～0.65 の範囲が多い結果となりました（写真 3-1）。

図 3-20　土層深調査計測ポイント別の SHC 値

SHC 図の色付けの閾値を参考に、各調査箇所で SHC 図色調 3 区分の 0～0.35（青）、0.35～0.65（黄）、0.65～（赤）で色分

図 3-21　崩壊地における SHC 値の頻度分布（右）

SHC 値の頻度分布（右）は、SHC 値を 0.05 刻みでヒストグラムを作成

表 3-3　調査地点と SHC 値の範囲

SHC 区分	崩壊地数	割合（%）
0.35 未満	7	25.9
0.35～0.65	17	63.0
0.65 以上	3	11.1
計	27	100

写真 3-1　崩壊頭部地点の SHC 値が 0.35～0.65 の範囲だった箇所
（左：川上村白床 A・SHC=0.39、右：南相木村上土石・SHC=0.55）

実際に崩壊と土石流が発生した箇所の SHC 図を図 3-22～図 3-24 として掲載します。

図 3-22 は、上田市丸子鹿教湯の崩壊地の SHC 図です。図中の赤点は土層深調査を実施した崩壊源頭部（滑落崖上部）の地点です。この崩壊地は中庸の SHC 値（0.38～0.41）を示していました。

図 3-22　上田市丸子鹿教湯の崩壊地の SHC 図
図面の平坦面の赤色はデータの接続（境目）で SHC 値の区分色とは異なる。

図 3-23 は、佐久穂町大日向古谷高山の土石流発生地の SHC 図です。土石流の発生要因となった源頭部の崩壊地は中庸～高い SHC 値（0.48～0.51）となっています。

図 3-24 は、佐久穂町大日向小久保の土石流発生地の SHC 図です。土石流の発生要因となった源頭部の崩壊地は高い SHC 値（0.72）となっています。

図 3-23　佐久穂町大日向古谷高山の土石流発生地の SHC 図

図 3-24　佐久穂町大日向小久保の土石流発生地の SHC 図

（3）SHC 図の活用

図 3-25～図 3-27 は、SHC 図と CS 立体図を GIS によって重ねて表現した図面です。

図 3-25　上田市丸子鹿教湯の崩壊地の SHC 図と CS 立体図の合成図

図 3-26　佐久穂町大日向小久保の土石流発生地の SHC 図と CS 立体図の合成図

SHC 図を前述の CS 立体図と重ねることで、CS 立体図では地形の凹凸を解釈することができ、SHC 図では黄色～赤色の区域が地形の入り組み具合が大きいと読み取ることができます。

今後、長野県内の多くの崩壊地などを調べることで（図 3-28）、より詳細に山地災害危険区域を推測できるようになると考えられます。

図 3-27　佐久穂町大日向古谷高山の土石流発生地の SHC 図と CS 立体図の合成図

図 3-28　南相木村渓床堆積土砂の流出　（撮影：戸田堅一郎、2019 年 10 月 24 日）

3-6　地域の歴史・地名から災害を知る

（1）地域の歴史に記録されている災害

千曲川流域（千曲川と犀川）では、寛保 2 年 （1742）8 月に千曲川大洪水が発生した記録が残っています。この災害は「戌の満水（いぬのまんすい）」と呼ばれる台風豪雨・洪水災害であったようです（図 3-29）。

図 3-29　寛保二年小諸大洪水変地絵図

NPO 長野県図書館等協働機構／信州地域史料アーカイブ．1.震災・火災・水害等災害の記録．　（https://trc-adeac.trc.co.jp/WJ11E0/WJJS06U/2000515100/2000515100100010/ht105001）

千曲川流域において、一地域単位で「戌の満水」による最も大きな被害を受けたのは、小諸藩の城下町であり、北国街道の宿場でもあった小諸町（現小諸市）とされる。「寛保二年　小諸大洪水変地絵図（小山隆司家所蔵）」は、土石流被害を描いたとされ、小諸本町と市町との間に存在した鍋曲輪（なべくるわ）と呼ばれる台地が、本町を襲った土石流を止め、土石流がそこで二つに分かれた。二つに分かれた一方の土石流は、足柄門・三の門など城の施設を破壊した（小諸市古文書調査室　斉藤洋一、一部加筆）。

町田（2014）の研究では「台風は、房総半島南方海上で何らかの原因によって北北西に進路を大きく変え、8 月 1 日から埼玉県・群馬県・長野県に影響を与えた。関東山地に近い地域では暖湿流が京都や大阪と比べ、関東山地周辺では少し長い時間、暖湿流の侵入によって大気が不安定となり、降雨域が形成されたことと、台風がそのあと直撃したことで、局所的に大雨になったと考えられる。その経路の西側や東側にある利根川や荒川、千曲川などでは過去最高水位となり、山間部では崩壊も発生するなど大災害となった。」と考察されています。

この台風の進路は千曲川の東を通過し、新潟県上越方面に日本海に進んだことになります（図 3-30）。この洪水の流量について山田（1989）は、千曲川上流では

13,000m³/s～15,000m³/s、犀川では 4,000m³/s 、千曲川下流では 17,000m³/s と解析し、1959 年 8 月に襲来した昭和 34 年台風第 7 号の洪水流量の 3 倍であったと考察しています。この昭和 34 年台風第 7 号も“戌の満水”の台風と同じく長野県を縦断する進路を取り、山間部で 800mm に達する大雨が降り、長野県など甲信地方の各地で、住家の倒壊や果樹の落下、河川の氾濫や土石流等の被害が甚大であったとされています（災害カレンダー）。

佐久・上田地域は、雨も少なく、災害が少ない地域と思いがちですが、過去には今回の台風第 19 号豪雨のような大災害が発生していました。長野県では昭和 34 年、昭和 36 年、昭和 57 年、昭和 58 年、平成 7 年、平成 11 年、平成 18 年など多くの災害が発生しています。過去の地域の災害履歴を知ることも山地災害に備えることに有効です。

図 3-30　寛保 2 年災害をもたらした台風の位置の時系列的変化
（町田 2014，図 8 より）

「戌の満水」は以下で確認することができます。

・信州地域史料アーカイブの「災害関係　戌の満水」
（https://trc-adeac.trc.co.jp/Html/Home/2000515100/topg/saigai.html）

・『戌の満水』の史実を歩く
（https://trc-adeac.trc.co.jp/Html/Home/2000515100/topg/eizou_inu/inu-mansui.html）

・佐久広域連合 -Saku Wide Area Union-「戌の満水ーその時、佐久ではー」第 1～6 講（図 3-31　https://www.youtube.com/channel/UCrIaDQsLlqnOx4KQitRlmug）

図 3-31　「戌の満水ーその時、佐久ではー」第 5 講
Youtube：佐久広域連合 -Saku Wide Area Union-

（2）災害に由来する地名

地名には、その土地で起きた災害の歴史や特徴を現在に伝えるメッセージが隠されていることがあります（政府オンライン 2019）。

例えば、「蛇」、「竜」、「龍」などが使われている地名には、過去に大規模な土砂災害が発生しているケースが多く「蛇抜（じゃぬき・じゃぬけ）」、「蛇崩（じゃくずれ）」などの地名は土砂が流れていく様を表しているとされています。また増水時に川が蛇行して荒れていく様を、空想上の「龍」に見立てて地名としている場所は全国に見られます（図 3-32）。他にも、「鷹」は「滝」の意味を持ち、急傾斜地・崩壊危険区域を示すといった例もあります。

宅地開発などで、新しい地名になっているところもありますが、地名の由来に関心を持ち、調べることは、地域の歴史、過去の災害に向き合い、災害対策の優先順位を考える大きなヒントになります（政府オンライン 2019、一部加筆）。

図 3-32　地名があらわす災害の歴史
政府オンライン．Facebook

長野県では建設部砂防課のホームページで、災害に関わる地名をまとめています（表 3-4）。最近では、市町村の合併や住居表示の整理によって古い地名が消えつつありますが、災害の起こりやすい土地の特性が示されていることもありますので、古い地名を調べてみるのもいいかもしれません。

過去の災害、伝承、地名等に関する資料は、長野県建設部砂防課のホームページ（https://www.pref.nagano.lg.jp/sabo/manabu/kako-saigai.html）で一覧として掲載されています。

表 3-4　災害に関わる地名

地形特性	意味・読みなど	関連漢字	意味	備考
谷	谷関連	谷津、谷地、谷戸、峡、入、江	谷	
	シシ	獅子、宍、鹿、猪	水気の多い所、地崩れが多い。	
	窪地、谷	洞	洪水、沢	中・南信に多い。
		窪、久保	窪地	地すべり地にも多い。
台地	タイ、たいら	田井、台、平、堆	河川周辺で段丘上の平地	山間部の地すべりによって形成された緩斜面の土地にも「平」のつく地名が多い。
斜面（崖地）	がけ、斜面	坂、崖、垂、欠、岸、傾、崩、刈、峡、柿	崩壊地	
	崖関連	日向、日陰、裏、腰	中腹	
崩壊地形	クラ	倉、蔵、鞍、暗	がけ、深い谷、絶壁	
	アズ、アツ	小豆、厚、熱、篤、安土	土砂流出のある場所	
島	囲まれた場所	島	囲まれた場所	
埋立て地	ウメ、ウマ	梅、埋、宇目、馬	埋め立てた所、地すべりで埋まった場所	
災害地名	ごうろ	郷露、砓、高呂、香炉、鴻臚	石がごろごろしている所	
	じゃぬけ	蛇抜、蛇退	土石流（鉄砲水）災害地	野沢温泉村～旧清内路村まで 26 箇所確認
	おしだし	押出、おったし、牛出（うしで）	同上	
	そり	反、剃、返、橇、曽利	崩壊地、土砂の流出による傾斜地	
	ぞうれ、そうれ、ぞれ	草連	崩壊地、土砂の流出による傾斜地	
	はば	幅、羽場、破々、婆	河岸段丘	
	まま	坿、儘、真々、まま	崖地、傾斜地、河岸段丘	
	さけ、さく	裂、佐久	窪地	
	くわ	桑、鍬	崖地	

※長野県建設部砂防課　https://www.pref.nagano.lg.jp/sabo/manabu/chizu-yomitoku-2.html

3-7　雨の降り方を知る

（1）雨の強さと降り方

雨の降り方を知るには、雨の強さに関する用語を知る必要があります。表 3-5 に気象庁の「天気予報等で用いる用語」を記載します。

表 3-5　雨の強さに関する用語（天気予報等で用いる用語）

用語	説明
暴風雨	暴風に雨を伴うもの。
豪雨	著しい災害が発生した顕著な大雨現象。 ※「〇〇豪雨に匹敵する大雨」等著しい災害が発生し命名された大雨災害の名称か、もしくは地域的に定着している災害の通称の名称を引用する形で用いる。一般に発表する予報や警報、気象情報等では、「豪雨」単独では用いない。
集中豪雨	同じような場所で数時間にわたり強く降り、100mm から数百 mm の雨量をもたらす雨。 ※ 積乱雲が同じ場所で次々と発生・発達を繰り返すことにより起き、重大な土砂災害や家屋浸水等の災害を引き起こす。
局地的大雨	急に強く降り、数十分の短時間に狭い範囲に数十 mm 程度の雨量をもたらす雨。「局地的な大雨」とも言う。 ※ 単独の積乱雲が発達することによって起き、大雨や洪水の注意報・警報が発表される気象状態でなくても、急な強い雨のため河川や水路等が短時間に増水する等、急激な状況変化により重大な事故を引き起こすことがある。
ゲリラ豪雨	局地的大雨、集中豪雨など（気象用語ではない）。
雨の強さ	予報用語でいう「雨の強さ」は、解説表（次ページの表 3-6）に従って決めており、地上気象観測指針でいう「降雨強度」とは必ずしも対応しない。
弱い雨	1 時間雨量が 3mm 未満の強さの雨。 ※「弱い雨」は「小雨」を含む。
やや強い雨	1 時間に 10mm 以上 20mm 未満の雨。
強い雨	1 時間に 20mm 以上 30mm 未満の雨。
激しい雨	1 時間に 30mm 以上 50mm 未満の雨。
非常に激しい雨	1 時間に 50mm 以上 80mm 未満の雨。
猛烈な雨	1 時間に 80mm 以上の雨。
大雨	災害が発生するおそれのある雨。 気象庁 HP の過去の気象データ検索の天気概況については、該当期間に 30mm以上の雨の場合に記述される。
小雨	数時間続いても雨量が 1mm に達しないくらいの雨。

※気象庁：https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/yougo_hp/kousui.html
※雨の強さに関する用語を一部加筆

表 3-6 は予報用語でいう「雨の強さ」の解説表です。この解説表では雨の強さ（1 時間雨量）で「人の受けるイメージ」、「人への影響」、「屋内（木造住宅を想定）」、「屋外の様子」、「車に乗っていて」といった、私たちが感じ取れる情報が記載されています。降雨時の参考にしてください。

表 3-6　雨の強さと降り方（解説表）

<table>
<tr><th>1 時間雨量
(mm)</th><th>予報用語</th><th>人の受ける
イメージ</th><th>人への影響</th><th>屋内
木造住宅
を想定</th><th>屋外の様子</th><th>車に
乗っていて</th></tr>
<tr><td>10 以上～
20 未満</td><td>やや
強い雨</td><td>ザーザー
と降る</td><td>地面からの跳ね返りで足元がぬれる</td><td>雨の音で話し声が良く聞き取れない</td><td rowspan="2">地面一面に水たまりができる</td><td></td></tr>
<tr><td>20 以上～
30 未満</td><td>強い雨</td><td>どしゃ降り</td><td rowspan="2">傘をさしていてもぬれる</td><td rowspan="4">寝ている人の半数くらいが雨に気がつく</td><td>ワイパーを速くしても見づらい</td></tr>
<tr><td>30 以上～
50 未満</td><td>激しい雨</td><td>バケツをひっくり返したように降る</td><td>道路が川のようになる</td><td>高速走行時、車輪と路面の間に水膜が生じブレーキが効かなくなる（ハイドロプレーニング現象）</td></tr>
<tr><td>50 以上～
80 未満</td><td>非常に
激しい雨</td><td>滝のように降る（ゴーゴーと降り続く）</td><td rowspan="2">傘は全く役に立たなくなる</td><td rowspan="2">水しぶきであたり一面が白っぽくなり、視界が悪くなる</td><td rowspan="2">車の運転は危険</td></tr>
<tr><td>80 以上～</td><td>猛烈な雨</td><td>息苦しくなるような圧迫感がある。恐怖を感ずる</td></tr>
</table>

気象庁：平成 12 年 8 月作成、平成 14 年 1 月一部改正、平成 29 年 3 月一部改正、平成 29 年 9 月一部改正
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/yougo_hp/amehyo.html

（2）降雨情報の確認

長野県内の降雨情報を知るには、長野県が運用する「長野県河川砂防情報ステーション」が有効です。ホームページアドレスは https://www.sabo-nagano.jp/res/portal.html です（図 3-33）。

長野県河川砂防情報ステーションには、気象情報、洪水予報、防災メッシュ、雨量、水位、ダム、カメラのコンテンツがあり、「雨量」は降雨現況図として現在の降雨状況を確認することができます。今後の降雨情報は「防災メッシュ」で確認します（図 3-34）。地域単位、市町村単位、1km メッシュ単位で確認することができます。

また、長野県河川砂防情報ステーションからは気象庁のホームページの防災情報にアクセスでき、全国の降水短時間予測を確認することができます（図 3-35）。長野県の範囲を拡大して確認することができます。

図 3-33　長野県河川砂防情報ステーション　ホーム画面

降雨現況図　　降雨予測メッシュ

図 3-34　長野県河川砂防情報ステーションの降雨状況、降雨予測メッシュ

図 3-35　気象庁（https://www.jma.go.jp/jp/kaikotan/）の降雨状況、降雨予測メッシュ

（3）土砂災害危険情報の確認

長野県河川砂防情報ステーションの「防災メッシュ」から「土砂災害危険度メッシュ」を選択し、土砂災害危険情報を確認します（図 3-36）。地域単位、市町村単位、1km メッシュ単位で確認することができます。特に土砂災害の危険度を 3 時間先予測グラフ（スネークライン）で確認すると土砂災害の危険度が示されています（図 3-37）。

この情報も気象庁のホームページの防災情報、危険度分布土砂災害を選択すると全国の大雨警報による危険度分布（土砂災害警戒判定メッシュ情報）を確認することができます（図 3-38）。長野県の範囲を拡大して確認することができます。

山地災害に備えるためには、必ずこれらを確認することが重要です。

土砂災害危険度メッシュ（全県）　　土砂災害危険度メッシュ（地域指定）

図 3-36　長野県河川砂防情報ステーションの土砂災害危険情報

土砂災害危険度メッシュ（市町村指定）　　3 時間先予測グラフ(スネークライン)

図 3-37　長野県河川砂防情報ステーションの土砂災害危険度メッシュ

図 3-38　気象庁（https://www.jma.go.jp/jp/kaikotan/）の土砂災害警戒判定メッシュ情報

（4）総合 Web サイト

降雨情報をリアルタイムに確認できる Web サイトとして、国土交通省の「川の防災情報」があります。「川の防災情報」は、大雨時に川の氾濫のおそれがある場合などにおいて、雨や川の水位の状況などを、インターネットを通じてリアルタイムで配信しています。気象と水害・土砂災害の情報マルチモニターです（図 3-39）。

国土交通省では、住民の方々自らが避難に必要な情報をいち早く入手し、水害のリスクを察知して主体的に避難して頂けるようと開設している Web サイトです。

【アクセス URL】

PC 版	http://www.river.go.jp/
スマートフォン版	http://www.river.go.jp/s/
携帯版	http://i.river.go.jp/

「川の防災情報」は、全国の情報が確認でき、気象庁のホームページにもアクセスできます。また、国土交通省が運用する高性能気象レーダ XRAIN（eXtended RAdar Information Network：高性能レーダ雨量計ネットワーク）によるリアルタイム雨量を確認できます（図 3-40）。さらに、ダムの放流情報、河川水位情報（リアルタイムカメラ）を確認することができます（図 3-41）。

図 3-39　国土交通省川の防災情報トップページ（https://www.river.go.jp/portal/#80）

図 3-40　XRAIN 雨量ページ（左：長野県全域を表示、右：佐久地域を拡大表示）

長野県内には国土交通省の C バンドレーダ 2 基（長野市聖高原，下伊那郡阿智村蛇峠）が設置されているが，X バンド MP レーダは設置されていない。最大観測範囲半径 300km の C バンドレーダ雨量計と最大観測範囲半径 80km の X バンド MP レーダによる XRAIN は 250m メッシュの雨量情報を取得できる（国土交通省 2020）

図 3-41　河川カメラページ（左：千曲川水系を表示、右：長野市長沼の設置カメラ画像）

その他、国立研究開発法人防災科学技術研究所 水・土砂防災研究部門が運用する「リアルタイム洪水・土砂災害リスク情報マップβ版」では、浸水発生危険度(1.5 時間実効雨量)、 内水リスク、 外水リスク、土砂災害危険度(72 時間実効雨量)、 人口集中地区(DID)、土砂災害警戒区域、リアルタイム洪水・土砂災害リスクについて、浸水発生危険度（1.5 時間実効雨量）が GIS 表示としてリアルタイムで確認できます（図 3-42）。

【アクセス URL】https://sip4dkit-web.bosai.go.jp/riskmap/index.html

図 3-42　リアルタイム洪水・土砂災害リスク情報マップβ版（トップページ）

3-8　長野県に災害をもたらす雨の降り方

（1）災害をもたらす雨の降り方

大雨にも様々な降り方があり、以下の 3 つの降り方に分けることができます。

1. 短時間(1～2 時間)に集中するが、雨そのものは長続きしない
2. 長時間降り続く
3. 長時間に降り続く中、短時間の強い雨を含む

過去の大災害のほとんどは、3 の「長時間に降り続く中、短時間の強い雨を含む」降り方で起きています。

何らかの災害が起こるひとつの目安として、その地域の平年の年間降水量の 15～ 20 分の 1 に相当する雨が 1 日に降った場合と言われています。また、数 10 年に一度という大雨が降れば、たいていの地域で山崩れ・がけ崩れや洪水が発生します。ここしばらく記録的な大雨のない地域、雨の少ない地域でも決して安全というわけではありません。

「長野県の大雨」は、6～7 月の梅雨期の雨、7～8 月の雷雨等による短時間の強い雨、9～10 月の台風襲来期の雨で発生しており、南部ほどその回数が多くなっています（長野地方気象台）。

（2）長雨の降り方を知る（梅雨前線豪雨）

①　県内の梅雨前線に伴う豪雨の特徴

6～7 月に太平洋高気圧に代表される南の暖かい空気と、オホーツク海高気圧に代表される北の冷たい空気の間に前線が形成されます。そして、日本付近に停滞するようになり、曇りや雨の日が多くなります。この前線を「梅雨前線」と呼び、前線の近くでは雨の日が続いたり、局地的な大雨が起きやすくなります。

梅雨時期に長野県で大雨となる条件は、

1. 梅雨前線が長野県にかかっているか、すぐ近くに停滞している時
2. その梅雨前線上に低気圧が発生し、西日本から接近してくる時
3. 梅雨前線が停滞し、南海上から台風や熱帯低気圧（台風に達しない低気圧）が北上してくる時

このような時の上層の風は、南～西南西の風が吹いているので、特に南西向きの斜面（木曽谷や伊那谷）では、地形による上昇流で雨雲が非常に発達して雨量が多くなるという特徴があります。

②　県内の梅雨前線豪雨災害

長野県も数多くの梅雨前線豪雨災害が発生しています。以下に代表的な梅雨前線豪雨災害の概要を記載します。長雨の降り方の参考にしてください。

【昭和 36 年梅雨前線豪雨】

長野県で語り継がれている梅雨前線豪雨は「昭和 36 年梅雨前線豪雨」、通称「36 災」です。気象庁は 1961 年 6 月 24 日から 7 月 10 日の雨を「昭和 36 年梅雨前線豪雨」と命名しました。この年は 6 月中旬までは雨の少ない地方が多く、水不足でしたが、23 日に熱帯低気圧が北上すると共に南海上にあった梅雨前線も活動が

図 3-43　昭和 36 年梅雨前線豪雨の期間降水量（上）と飯田市降水量時系列図（下）
気象庁：災害をもたらした気象事例

図 3-44　平成 7 年梅雨前豪雨小谷村降水量時系列図　気象庁：災害をもたらした気象事例

図 3-45　平成 18 年豪雨諏訪（上）及び辰野（下）観測所降水量時系列図
諏訪特別地域気象観測所は浸水による機器障害のため 7 月 19 日 14 時から欠測
長野地方気象台：平成 18 年 7 月 15 日から 19 日にかけての長野県内の大雨に関する気象速報．p7

活発化しながら北上、24 日から本州南岸に停滞、また 26 日には四国に接近した台風第 6 号の影響もあり、四国、近畿、東海、関東甲信、北陸の各地方で大雨となり、中部地方を中心に 400～600mm に達しました（図 3-43）。長野県では天竜川が氾濫したほか、伊那谷地域を中心に多数の土砂崩れが発生し、100 名を超える死者が出ました。6 月 29 日午前 9 時 10 分頃、下伊那郡大鹿村の大西山（1741m）が、小渋川に向かって山体崩壊（トップリング）しました。崩落範囲は高さ 450m、幅 280m、崩壊土砂量推定 280 万～350 万 m^3 と言われています。

【平成 7 年梅雨前線豪雨】

1995（平成 7）年 7 月 8 日から 12 日にかけて、梅雨前線は日本海から北陸地方にかけて停滞し、活動が特に活発となり、北陸から東北の日本海側を中心に大雨となりました。長野県北部、北陸、東北の日本海側で 400mm を超へ、この大雨により長野県北部では、姫川の氾濫、鉄橋流失、土砂崩れなどにより鉄道の不通、家屋の浸水などの被害が発生しました（図 3-44）。

【平成 18 年 7 月豪雨】

2006（平成 18）年 7 月 15 日から 24 日に発生した豪雨について、気象庁は「平成 18 年 7 月豪雨」と命名しました。7 月中旬後半から梅雨前線が本州付近に停滞し、活動が非常に活発となりました。長野県内で特に 7 月 15 日から 19 日にかけて 1 時間

に 20mm から 30mm の雨が断続的に降り続き、総降水量は中部、南部の所々で 400mm を越え、記録的な大雨となりました（図 3-45、図 3-46）。平成 18 年 7 月豪雨では岡谷市周辺で土石流が多発しました（写真 3-2）。

図 3-46　2006 年 7 月豪雨災害岡谷釜口水門観測所降雨推移図

写真 3-2　2006 年 7 月豪雨災害志平沢川土石流発生

撮影：2006.7.20 岡谷市役所

【令和 2 年 7 月豪雨】

本年（2020 年）7 月 3 日から 14 日にかけて発生した豪雨について、気象庁は「令和 2 年 7 月豪雨」と命名しました。6 月下旬から梅雨前線が本州付近に停滞し、前線上に低気圧が次々と発生して東に進み、前線に向かって暖かく湿った空気が継続して流れ込み、大気の状態が非常に不安定となって前線の活動が活発となりました。梅雨前線は、3 日から次第に北上し 5 日にかけて本州の太平洋沿岸に停滞しました。6 日から 7 日にかけて日本海沿岸に北上した後、8 日は再び南下し、上空に寒気を伴った気圧の谷の影響もあり大雨となりました。8 日 6 時 43 分に県内 14 市町村に大

雨特別警報（土砂災害）が発表されました。梅雨前線は 9 日から 10 日に日本海へ北上、12 日には伊豆諸島付近へ南下、13 日から 14 日にかけて東日本を北上しました。前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込み、大気の状態が不安定となって、9 日から 14 日にかけても大雨となって激しく降った所がありました。7 月 3 日から 14 日までのアメダスによる総降水量は、王滝村御嶽山で 1,453.0mm、阿智村浪合で 767.5mm を観測するなど、南部を中心に 7 月の月降水量を大きく上回る大雨となりました（図 3-47）。

図 3-47　アメダス総降水量分布図
（令和 2 年 7 月 3 日 00 時～7 月 14 日 24 時）
長野地方気象台（2020）令和 2 年 7 月 3 日から 7 月 14 日の大雨に関する長野県気象速報．P6.

③　長雨と山地災害

梅雨前線豪雨は数日間雨が降り続き、強い雨や激しい雨が繰返し降る場合があります。特に長時間に降り続く中、短時間の強い雨を含む形態が、最も山地災害を発生させやすいといえます。前述の災害事例でも 短時間の強い雨を含む形態となっています。

（3）短時間の強い雨

①　短時間の強い雨の特徴

長野県内の短い時間の激しい雨については、地域差はありません。長野県で積乱雲（雷雲）が発生しやすいのは、山沿いの南斜面です。そして、その積乱雲の移動は、上層の風に流されますが、谷や河川に沿って平地に向かう傾向もあります。

夏に雷が集中するのは、夏の日差しが強いため、まず地面の温度が高くなり、それに接する下層が暖められた結果、上昇気流が発生して積雲（垂直に発達する雲）ができ、雷雲にまで発達するためです。また、上空に冷たい空気（寒気）が入ってくると、午後には大気（上層では冷たくて重たい空気、下層では暖かくて軽い空気）が不安定な状態となり、この不安定を解消するため上下の空気が混じり合います。この時も強い上昇気流が発生して積乱雲にまで発達し、局地的に激しい雨を降らせます。このようにして発生する雷を「熱雷」といい、時には「ひょう」や「突風（瞬間的な強い風）」を伴います。気温が上がることによって生じる雷雨は、日没によって日射がなくなれば次第に弱まります。しかし、上層に入る寒気の程度いかんでは、夜遅くまで雷雨が続きます。

【2012 年 7 月茅野市豪雨】

2012（平成 24）年 7 月 28 日の夜間、茅野市北山地区で 20～24 時の 5 時間降水量 83.5mm の集中豪雨が発生し（図 3-48）、わずか半径 2km の範囲内で山地災害 43 箇所、被災面積 14ha、土砂流出により集落内や県道等が通行止になる等の被害が発生しました（写真 3-3）。

図 3-48　2012 年 7 月 28 日豪雨（AMeDAS 白樺湖：7 月 27～29 日降雨）

写真 3-3　2012 年 7 月 28 日豪雨で発生した崩壊地
（長野県林務部 2012 年撮影）

【2014 年南木曽豪雨】

2014（平成 26）年 7 月 9 日午後、九州西方を北上する台風第 8 号の影響で、朝鮮半島から東北地方に停滞する梅雨前線に南からの湿った空気が入り、長野県内の所々で激しい雨が降りました。特に南木曽町では 9 日 24 時間降水量 101.5mm、17～19 時の 2 時間降水量 88.0mm の降雨となりました（図 3-49）。この豪雨により 17:40 頃、長野県南木曽町読書の梨子沢で土石流が発生し、死者 1 人、全壊 10 棟、一部損壊 3 棟、床上浸水 3 棟などの被害が発生しました（写真 3-4）。

図 3-49　2014 年 7 月 9 日豪雨（AMeDAS 南木曽：7 月 8～11 日降雨）

写真 3-4　2014 年南木曽梨子沢土石流被害
国土交通省中部地方整備局 2014 年 7 月 10 日ドローン空撮
長野県南木曽町梨子沢土石流速報：表紙より

②　短時間の強い雨と山地災害

短時間の強い雨による山地災害は、豪雨が急速に発達するため予測が難しく、また、夜間などに発生することもあり、危険性を知らせる情報を早期に出せない可能性があります。被害軽減が難しい災害となる可能性があります。

（4）台風に伴う豪雨

台風は、強い風とともに大雨を伴います。台風は積乱雲が集まったもので、雨を広い範囲に長時間にわたって降らせます。台風は、垂直に発達した積乱雲が眼の周りを壁のように取り巻いており、そこでは猛烈な暴風雨となっています。この眼の壁のすぐ外は濃密な積乱雲が占めており、激しい雨が連続的に降ります。さらに外側の 200～600km のところには帯状の降雨帯があり、断続的に激しい雨が降ったり、ときには竜巻が発生することもあります。これらの降雨帯は図 3-50 のように台風の周りに渦を巻くように存在しています。

また、日本付近に前線が停滞していると、台風から流れ込む暖かく湿った空気が前線の活動を活発化させ、大雨となることがあります。雨による大きな被害をもたらした台風の多くは、この前線の影響が加わっています。台風が南の海上にあった時から日本に停滞していた前線の活動を活発化させ、台風がゆっくりと北上すると、数日間雨を降らせます。このように大量の雨を数日のうちに降らせるため甚大な被害が発生します。台風がもたらす雨は、台風自身の雨のほかに、このように前線の活動を活発化して降る雨もあります。

図 3-50　台風第の降雨帯
気象庁：台風第に伴う雨の特性
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/typhoon/3-1.html

長野県では、日本付近に前線が停滞しているところに台風が接近すると、台風からの湿った空気が前線に流れ込み前線の活動が活発化します。そして、その前線付近では、局地的に激しい雨が降ります。長野県の代表的な地点の日降水量の最大値は台風の降雨によって記録されています（表 3-7）。

表 3-7　長野県内の観測開始以来の日降水量の第 1 位

観測所名	長　野	松　本	飯　田	軽井沢	諏　訪
雨量	132.0mm	155.9mm	325.3mm	318.8mm	161.5mm
年月日	2019/10/12	1911/8/4	1961/6/27	1949/8/31	1983/9/28
発生原因	台風第 19 号	台風	梅雨前線と台風第 6 号	キティ台風	台風第 10 号
統計開始年月	1889/1～	1898/1～	1897/11～	1925/1/～	1945/1～

※長野地方気象台

長野県の台風災害の最も多い月は、8 月～9 月に集中しています。台風の通過するコースにより、大雨の降る地域が地形の影響を受けて変わります。台風の通過コースを把握することも重要です。

県の西側を北上して通過するコースでの被害が最も多くなっています。その中でも四国付近に上陸して、若狭湾から富山湾付近に進むコースで被害が大きく、次いで長野県に近い東海地方に上陸したコースとなっています（図 3-51）。

図 3-51　長野県に災害を及ぼす台風コース
①中央部縦断コース、　②西側北上コース、
③東側北上コース、　④南側東進コース、
⑤対馬海峡から日本海中部を北東進コース
長野地方気象台
https://www.jma-net.go.jp/nagano/kikou_tokucyou/nagano_aki_tokucyou.html

①　中央部縦断コース

県内を南北に縦断する最悪のコースで、全県的に大雨と強風の被害が発生します。特に千曲川水系では厳重な警戒が必要となります。

1959（昭和 34）年 8 月 12～14 日の台風第 7 号は、県の東部・北部を縦断したため風、雨ともに非常に強く、死傷者 453 人、住宅への被害が 2 万戸に達する空前の被害となり、44 市町村に災害救助法が適用されました（図 3-52）。

図 3-52　1959 年台風第 7 号の進路
気象庁：台風経路図

②　西側北上コース

長野県に接近して西側を北上するコースで、全県が暴風・大雨域に入り、風水害が発生します。特に木曽川、天竜川水系では厳重な警戒が必要となります。

1959（昭和 34）年 9 月 25～27 日の伊勢湾台風（台風第 15 号）では、強風による住家の全半壊が約 10,400 戸に達し、全体の 70%が南部に集中しました（図 3-53）。死傷者は約 272 人に及びました。

1998（平成 10）年 9 月 21～22 日の台風第 7 号は、和歌山県に上陸し強い勢力を保ったまま西側を北上したため、全域で南よりの強い風が吹き、松本の最大瞬間風速は 37.6m/s と、伊勢湾台風の時の最大瞬間風速 35.3m/s を上回りました（図 3-54）。

図 3-53　1959 年台風第 15 号（伊勢湾台風）の進路

図 3-54　1998 年台風第 7 号の進路

気象庁：台風経路図

③　東側北上コース

県の東側を北上するコースで、台風の吹き返しによる強風の被害が大きくなります。特に台風に近い佐久地方の山沿いでは雨、風が強まります。また、東部や北部では大雨に対する厳重な警戒が必要となります。

1958（昭和 33）年 9 月 17～18 日の台風第 21 号では、県の北東部と東部周辺で総雨量が 140～200mm 以上となり、千曲川水系の中小河川が氾濫・決壊して、死傷者約 150 名の大災害となりました（図 3-55）。

1982（昭和 57）年 9 月 10～13 日の台風第 18 号では、佐久から北部で総雨量が 140～200mm 以上、南部では 200～300mm となり、千曲川水系の中小河川が氾濫し、飯山市の樽川が決壊しました（図 3-56）。死者 2 名、負傷者 33 名となっています。

図 3-55　1958 年台風第 21 号の進路

図 3-56　1982 年台風第 18 号の進路

気象庁：台風経路図

2007（平成 19）年 9 月 5～9 日の台風第 9 号（図 3-57）、2019 年の台風第 19 号もこの東側北上コースです（図 3-58）。

図 3-57　2007 年台風第 9 号の進路

図 3-58　2019 年台風第 19 号の進路

気象庁：台風第路図

④　南側東進コース

太平洋側を東に進むコースで、典型的な雨台風です。伊那谷や木曽谷、佐久地方などを中心に一様な大雨となります。

1983（昭和 58）年 9 月 28～29 日の台風第 10 号により中部・南部では、総雨量が 200mm を超え、各地で土砂崩れが発生しました（図 3-59）。また、諏訪湖が増水し約 1,083ha が浸水しました（床上・床下浸水家屋は約 6,600 戸）。また、飯山市常磐地区では千曲川が決壊しました。

⑤　対馬海峡から日本海中部を北東進コース

全般に雨量は少ない傾向ですが、北部の山沿いで強風となり、北アルプス一帯では強い風、雨となるので注意が必要となります。

1991（平成 3）年 9 月 27～28 日の台風第 19 号では、全県で強風となり特に北部の千曲川沿いで、最大瞬間風速が 30～40m/s に達しました（図 3-60）。

図 3-59　1983 年台風第 10 号の進路

図 3-60　1991 年台風第 19 号の進路

気象庁：台風経路図

おわりに

「台風第 19 号豪雨による山地災害発生の特性に関する研究」として、令和元年 10 月の台風第 19 号豪雨によって発生した佐久・上田地域の災害の状況を記録として残すとともに、この災害で発生した崩壊特性を検討しました。

その結果、以下の傾向が認められました。

① 台風第 19 号の降雨は、雨の降り始めから約 35 時間で終息したにも係わらず、最大時間雨量、24 時間雨量及び累加雨量が極めて多く、ほぼ 24 時間の範囲で集中的に総雨量をもたらしました。

② 降り始めから約 10 時間は弱い雨が続き、徐々に増加しながら 30～50mm といった非常に激しい雨が降った形態で、効果的に崩壊に作用する土層の水分量を高めていった可能性が考えられました。

③ 崩壊が発生した地点では、時間雨量 30mm 以上の激しい雨の増加、減少の繰り返しといった波がありました。一方、崩壊が発生していない地点の降雨は、20mm 以上の降雨のピークがほとんど 1 回となっていました。

④ 崩壊や土石流が発生した時間帯は、各観測所で最大時間雨量を記録し始めた 10 月 12 日 13 時以降であり、実行雨量計算で土層水分が多い領域を占めた 10 月 12 日 20 時から 13 日 0 時の間であった可能性が高いと推察されました。

⑤ 過去の 2007 年台風第 9 号の山地災害は、崩壊現象に大量の雨の供給だけでなく、強風の影響が大きく関与していましたが、台風第 19 号では局所的な強風と風向、風速と風向の乱れが山間地では台風第 9 号に比べ小さく、強風が崩壊現象に関与した可能性が小さかったと推察されました。

⑥ 台風第 19 号豪雨に起因する表層崩壊は、カラマツ林と広葉樹林で多く、急傾斜である中腹部と集水地形である凹形斜面の下部に崩壊が多く発生していました。

⑦ 崩壊地の周囲の土層は、カラマツ林よりも広葉樹林が浅い（土層が薄い）傾向が認められました。

⑧ 台風第 19 号豪雨によって広葉樹林内で崩壊が発生した場所は、土層が薄く、礫の混入量が多いという特徴を持ち、土の粘着力が低位であったり、根系が発達しないため、その支持力が期待できず、潜在的に安定性が低位で、不安定な状態にあったものと考えられました。

⑨ カラマツ分布が多い佐久・上田地域において広葉樹林と混交林は、造林時期にカラマツ植林不適地（人為的または自然的攪乱の侵食・崩壊等）、またはカラマツ不成績造林地であったものと推察されました。

今後の長野県内における山地災害防止に役立つ「山地災害の形態」、「災害が発生しやすい場所」、「誘因となる雨の降り方」といった情報を整理しました。

現在私たちは、インターネットを通じて様々な情報を確認・取得することができますが、本書では長野県内に密着した最も有効と考えられる山地災害情報を取りまとめました。これらの情報は、“山地災害は身近に起こりうる現象である”こと、“どこで山地災害が発生しやすいか”、“どのような地形で注意が必要か”、“どのような雨の降り方が危険か”など、山地災害が想定される地域の住民の皆さんの大雨の際の“避難スイッチ”の参考にしていただける情報と考えています。

令和 2 年も梅雨前線豪雨災害が発生しました。梅雨前線豪雨が続く中の 7 月 7 日の信濃毎日新聞社朝刊【斜面】に「古来、梅雨に雨が続き、秋は台風が来る。だが“何十年に一度”という大量の雨が毎年のように日本のどこかに降り注ぐのはなぜか。」との解説が掲載されています。

予期できない豪雨が頻繁に発生するならば、予期せぬ山地災害も発生することになります。住民の皆さんが、自ら山地災害への対策を講じなければならない時代と考えます。その第一歩として、山地災害危険地を知っていただくことが必要と考えます。

土石流による林道の被災（佐久穂町林道大上線）

引用・参考文献

【第 1 章】

G 空間情報センター．長野県 _CS 立体図．https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/nagano-csmap．

一般社団法人長野県林業コンサルタント協会（2020）令和元年度山地災害危険地区の優先度判定業務報告書．2020 年 3 月．

片倉正行（2010）長野県民有林の土壌．長野県林業総合センター研究報告．（24）．55～68．

経済企画庁（1974）土地分類基本調査．縮尺 20 万分の 1 土地分類図付属資料（長野県）．経済企画庁総合開発局．

気象庁．過去の気象データ検索．https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php.

北澤秋司（1999）脆弱地帯の地質特性と対策 天竜川流域の花崗岩類地帯．山地環境防災研究所．

国土地理院基盤地図情報．https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php．

国土交通省北陸地方整備局千曲川河川事務所（2019）令和元年東日本台風（台風第 19 号）による千曲川・犀川出水状況．30pp．（参照：http://www.hrr.mlit.go.jp/chikuma/bousai/index.html）．

国土交通省国土政策局国土情報課国土調査 20 万分 1 土地基本分類調査長野 GIS データ．オンライン，（.http://nrb-www.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/download/index.html）．

国立研究開発法人 防災科学技術研究所．地すべり地形 GIS データ（20 万分の 1 単位）．地すべり地形分布デジタルアーカイブ．https://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/gis.html．

長野県河川砂防情報ステーション．https://www.sabo-nagano.jp/res/portal.html．

長野県（2019）第 14 期千曲川上流地域森林計画書（千曲川上流森林計画区）．pp121、第 1 千曲川上流森林計画区の概況．1～9．

長野県（2020a）人的被害・住家被害の状況（令和 2 年 9 月 18 日現在）．

長野県（2020b）第 4 回暮らし・生業再建本部会議．令和 2 年 4 月 14 日．長野県庁 3 階特別会議室．

長野県．信州暮らしのマップ．防災．長野県統合型地霊情報システム．オープンデータ．http://wwwgis.pref.nagano.lg.jp/pref-nagano/Portal．

長野県砂防課．https://www.pref.nagano.lg.jp/sabo/siryou/taihu19.html．

長野県森林づくり推進課（2020）台風第 19 号に伴う主な被災状況について，治山関係災害発生状況（令和 2 年 1 月 20 日 17 時現在）．オンライン，https://www.pref.nagano.lg.jp/shinrin/kensei/soshiki/soshiki/kencho/shinrinzukuri/．2020 年 4 月 18 日参照．

長野県森林づくり推進課．台風第 19 号に伴う主な被災状況について【治山】．https://www.pref.nagano.lg.jp/shinrin/kensei/soshiki/soshiki/kencho/shinrinzukuri/documents/20200410r011019gouchisan.pdf．

長野県林務部（2008）長野県「災害に強い森林づくり指針」解説．平成 20 年 1 月．

長野県林務部（2019）森林資源データ．千曲川上流森林計画区．CSV．

長野地方気象台（2019）令和元年台風第 19 号に関する長野県気象速報．pp 45、令和元年 10 月 18 日．

長野地方気象台（2020）長野県の気候．気候の要素別特徴，2 降水量．https://www.jma-net.go.jp/nagano/kikou_tokucyou/nagano_kikou_tokucyou.html．

【第 2 章】

阿部和時（1997）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．森林総研研報 No. 373．105～181．

青木旭・阿部廣史・松澤義明（2007）降雨特性から見た平成 18 年 7 月岡谷土砂災害について．2007 年 6 月．長野高専紀要題 41 号．

伴博史・北原曜・小野裕（2009）間伐がカラマツ根系の崩壊防止機能に及ぼす影響．中部森林研究、57．179～182．

藤森隆郎（2001）天然性林．森林・林業百科事典．1263pp、丸善株式会社．東京．715．

深見悠矢・北原曜・小野裕・宮崎隆幸・山内仁人・片倉正行・松澤義明 （2009）立木の引き倒し抵抗力の樹種間比較．日本森林学会大会学術講演集 120．208．

平松晋也・福山泰治郎、・山田孝・逢坂興宏・中谷加奈・松本直樹・藤村直樹・加藤誠章・島田徹・久保毅・松尾新二朗・西尾陽介・吉野弘祐（2014）災害報告平成 26 年 7 月 9 日長野県南木曽町で発生した土石流災害．砂防学会誌 67（4）．38～48．

本田尚正,・加藤尚,・笠井麻依子（2014）降雨起因の表層崩壊と地質との関係ー宮崎県下の 2007 年台風 4 号，5 号による土砂災害を事例としてー．66（6）． 25～30．

市川岳志・松倉公憲（2001）弱固結砂岩からなる斜面における土層構造と表層崩壊．応用地質 42 巻 1 号．30～37．

石塚真記子・大木基裕・小島謙一・舘山勝（2008）粘着力に及ぼす飽和度の影響について．土木学会第 59 回年次学術講演会集．559～560．

一般社団法人長野県林業コンサルタント協会（2013）平成 25 年度 復旧治山事業第 7 号工事調査業務委託全体計画調査報告書．長野県茅野市字北山 1．205pp、2013 年 12 月．諏訪地方事務所林務課．108～111．

一般社団法人長野県林業コンサルタント協会（2017）鬼無里村土石流発生現場の危険率速報．7pp、2017 年 5 月．長野地方事務所林務課．3．
一般社団法人長野県林業コンサルタント協会（2020）令和元年度山地災害危険地区の優先度判定業務報告書．2020 年 3 月．45～59．
苅住昇（1987）新装版樹木根系図説．1121pp、誠文堂新光社．東京．554～557．
気象庁．過去の気象データ検索．https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php．
気象庁（2020）予報用語．雨の強さと降り方．平成 29 年 9 月一部改正．https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/yougo_hp/kazehyo.html．
気象庁（2020）予報用語．降水．2020 年 3 月現在．https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/ yougo_hp/kousui.html．
気象庁．台風経路図．https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/route_map/index.html．
気象庁．災害をもたらした気象事例．平成元年～本年，昭和 20～63 年．https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/index.html
北原曜（2010）森林根系の崩壊防止機能．水利科学 No.311．53（6 ）．11～37．
黒川潮・阿部和時・大丸裕武・松浦純生（2007）物理則モデルによる表層崩壊危険度評価．日本地すべり学会誌 43（6）．351～355．
長野地方気象台（2019）令和元年台風第 19 号に関する長野県気象速報．令和元年 10 月 18 日．
長野県砂防課（2020）令和元年東日本台風による土砂災害発生箇所．オンライン、https://www.pref.nagano.lg.jp/sabo/siryou/taihu19.html#hasseikasyo．2020 年 4 月 18 日参照．
長野県森林づくり推進課（2020）台風第 19 号に伴う主な被災状況について、治山関係災害発生状況．オンライン、https://www.pref.nagano.lg.jp/shinrin/kensei/soshiki/soshiki/kencho/shinrinzukuri/．2020 年 4 月 18 日参照．
長野県林業総合センター（2007）2007 年 9 号台風風倒被害状況調査．2007/10/15-16．
長野県林務部（2007）災害に強い森林づくり森林の土砂災害防止機能に関する検討委員会の検討報告．7pp、2007 年 3 月．2．
長野県林務部（2007）平成 19 年台風 9 号災害に関する現地調査報告．森林の土砂災害防止機能に関する検討委員会．18pp、平成 19 年 9 月．2-3．
長野県林務部（2012）STEP-2-1 長野県の地形・地質特徴、長野県の標高と傾斜．長野県林内路網整備指針．128pp、長野県林務部．22～23．
長野県林務部（2019）長野県民有林の現況．195pp、令和元年 9 月．6～7．
布川修・杉山友康・太田直之（2015）土の粘着力の飽和度依存性を考慮した広域斜面の降雨時安定性解析．鉄道総研報告、Vol.29．23～28．
中井真司・海堀 正博・佐々木康・森脇武夫（2007）最近の土砂災害への新しい雨量指標 R′の適用と警戒避難のための表現方法．砂防学会誌．60（1）．37～42．
Simons, D. B. et al.（1978）Mapping of Potential Landslide Areas in terms of Slope Stability. 75pp，USDA Forest Service Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 15-19.
Skempton，A . W . and DeLory，F. A.（1957）Stabili toyf natural slopes in London Clay： Proc．4th Internal Conference on Soil Mechanics and Foundation Engng，London ，2 ，378−381．
鈴木隆介（2000a）地形の区分、1～200．建設技術者のための地形図読図入門．第 1 巻 図読の基礎．古今書店、東京．122～124．
鈴木隆介（2000b）斜面の分類、556～942．建設技術者のための地形図読図入門．第 3 巻 段丘・丘陵・山地．古今書店、東京．754～757．
田中耕平・大倉博（1989）土砂災害危険度予測手法に関する研究．国立防災科学技術センター研究速報．5～41．
寺田秀樹・中谷洋明（2001）土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法．58pp、国土技術政策総合研究所資料（5）．

【第 3 章】

G 空間情報センター．長野県 _CS 立体図．インターネット，https://www.geospatial.jp/gp_front/csmap ．2020 年 8 月 2 日取得．
G 空間情報センター．赤色立体地図_20_長野県．アジア航測株式会社．インターネット，https://www.geospatial.jp/gp_front/csmap ．2020 年 8 月 2 日取得．
一般社団法人長野県林業コンサルタント協会（2013）平成 25 年度 復旧治山事業第 7 号工事調査業務委託全体計画調査報告書．長野県茅野市字北山 1．205pp、2013 年 12 月．諏訪地方事務所林務課．108～111．
一般社団法人長野県林業コンサルタント協会（2017）鬼無里村土石流発生現場の危険率速報．7pp、2017 年 5 月．長野地方事務所林務課．3．
一般社団法人長野県林業コンサルタント協会（2020）令和元年度山地災害危険地区の優先度判定業務報告書．2020 年 3 月．45～59．
国土地理院．地理院地図．インターネット，https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/release_thematic_maps．2020 年 8 月 3 日取得．

国土地理院．わがまちハザードマップ．国土交通省国土地理院応用地理部．インターネット，https://disaportal.gsi.go.jp/hazardmap/publicate/index.html?code=1．2020 年 7 月 12 日取得．
中部森林管理局．山地災害危険地区について．県別山地災害危険地区数，長野県．インターネット，https://www.rinya.maff.go.jp/chubu/tisan/kikentiku/140328.html．2020 年 7 月 12 日取得．
関東森林管理局．山地災害の起こる前の危険な信号．山地災害危険地区について．インターネット，https://www.rinya.maff.go.jp/kanto/policy/business/santi-saigai/sansai/．2020 年 7 月 12 日取得．
気象庁．過去の気象データ検索．https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php．
気象庁．降雨状況・降雨予測メッシュ、土砂災害警戒判定メッシュ情報．インターネット，https://www.jma.go.jp/jp/kaikotan/．2020 年 7 月 14 日、7 月 24 日取得．
気象庁：台風に伴う雨の特性．https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/typhoon/3-1.html．
気象庁．台風経路図．https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/route_map/index.html．
気象庁．災害をもたらした気象事例．平成元年～本年，昭和 20～63 年．https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/index.html
気象庁（2020）予報用語．雨の強さと降り方．解説表．平成 29 年 9 月一部改正．https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/yougo_hp/kazehyo.html．https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/yougo_hp/a mehyo .html
国土交通省河川局砂防部砂防計画課（2005）土砂災害ハザードマップ作成のための指針と解説（案）．24pp．国土交通省国土技術政策総合研究所，危機管理技術研究センター，平成 17 年 7 月．
国土交通省．川の防災情報．国土交通省水管理・国土保全局河川計画課河川情報企画室．インターネット，https://www.river.go.jp/．2020 年 9 月 22 日取得．
国土交通省中部地方整備局（2014）長野県南木曽町梨子沢土石流速報．2014 年 7 月 10 日．
国立研究開発法人防災科学技術研究所．リアルタイム洪水・土砂災害リスク情報マップβ版．インターネット，https://sip4dkit-web.bosai.go.jp/riskmap/index.html．2020 年 9 月 22 日取得．
内閣府大臣官房政府広報室．暮らしに役立つ情報．あなたも危険な場所にお住まいかもしれません！土砂災害から身を守る 3 つのポイント，3．土砂災害の前兆現象にも注意，土砂災害の種類と主な前兆現象．インターネット，https://www.gov-online.go.jp/useful/article/201106/2.html．2020 年 7 月 12 日取得．
NHK（2015）ブラタモリ，16 軽井沢～軽井沢はなぜ日本一の避暑地になった!?～．2015 年 8 月 29 日（土）放送．
長野地方気象台．長野県の気候．長野県の春の特徴，長野県の夏の特徴，長野県の秋の特徴．https://www.jma-net.go.jp/nagano/kikou_tokucyou/nagano_kikou_tokucyou.html
長野地方気象台（2020）令和 2 年 7 月 3 日から 7 月 14 日の大雨に関する長野県気象速報．P6．
長野県．長野県統合型地理情報システム 信州くらしのマップ，防災．インターネット，http://wwwgis.pref.nagano.lg.jp/pref-nagano/Portal．2020 年 7 月 12 日取得
長野県．長野県河川砂防情報ステーション．長野県建設部砂防課・河川課．インターネット，https://www.sabo-nagano.jp/res/portal.html．2020 年 7 月 14 日、7 月 24 日取得．
長野県砂防課．長野県の土砂災害警戒区域・特別警戒区域．https://www.pref.nagano.lg.jp/sabo/ infra/sabo/dosha/documents/keikaikuiki0625.pdf
長野県砂防課（2018）災害にかかわる地名（全般）．災害に関わる地名．2018 年 3 月 6 日．インターネット，https://www.pref.nagano.lg.jp/sabo/manabu/chizu-yomitoku-2.html．2020 年 8 月 2 日取得．
長野県砂防課（2020）土砂災害のおそれのある場所．長野県内の土砂災害危険箇所数． インターネット，https://www.pref.nagano.lg.jp/sabo/infra/sabo/dosha/documents/kikenkasyo.pdf．2020 年 8 月 2 日取得．
長野県砂防課（2020）過去の災害、伝承、地名等に関する資料．インターネットで見られるもの．2020 年 3 月 13 日．インターネット，https://www.pref.nagano.lg.jp/sabo/manabu/kako-saigai.html g．2020 年 8 月 2 日取得．
長野県林務部（2008）長野県「災害に強い森林づくり指針」解説．平成 20 年 1 月．
町田尚久（2014）寛保 2 年災害をもたらした台風の進路と天候の復元．地学雑誌 123（3）．363～377．
林野庁．日本に山地災害が多いわけ．－日本特有の自然条件－，災害の起こりやすい地形，危険箇所を知ろう！ インターネット，https://www.rinya.maff.go.jp/j/saigai/saigai/con_1.html．2020 年 7 月 12 日取得．
斉藤洋一．寛保二年 小諸大洪水変地絵図[解説]．災害関係，1.震災・火災・水害等災害の記録，戌の満水．NPO 長野県図書館等協働機構信州地域史料アーカイブ．インターネット，https://trc-adeac.trc.co.jp/WJ11E0/WJJS06U/2000515100/2000515100100010/ht105001．2020 年 8 月 2 日取得．
佐久広域連合 -Saku Wide Area Union-．「戌の満水－その時、佐久では－」第 1～6 講．インターネット，https://www.youtube.com/channel/UCrIaDQsLlqnOx4KQitRlmug．2020 年 8 月 2 日取得．
佐久市．佐久市防災マップ全域．インターネット，https://www.city.saku.nagano.jp/kurashi/iza/bosai_bohan/tikibousai/bosaimap.files/201803_bousaimappusakusizenniki.pdf．2020 年 7 月 12 日取得．
佐久市．佐久市防災マップ東地区．インターネット，https://www.city.saku.nagano.jp/kurashi/iza/bosai_bohan/tikibousai/bosaimap.files/201803_bousaimappuhigasitiku.pdf．2020 年 7 月 12 日取得．
政府広報オンライン（2019）地名があらわす災害の歴史．2019 年 7 月 15 日．Facebook．

信州地域史料アーカイブ．『戌の満水』の史実を歩く．インターネット，https://trc-adeac.trc.co.jp/Html/Home/2000515100/topg/eizou_inu/inu-mansui.html．2020 年 8 月 2 日取得．
信州地域史料アーカイブ．災害関係，戌の満水．NPO 長野県図書館等協働機構．インターネット，https://trc-adeac.trc.co.jp/Html/Home/2000515100/topg/saigai.html．2020 年 8 月 2 日取得．
戸田堅一郎（2019a）地形解析による崩壊見地の抽出．第 1 回　山地災害危険地区の優先度判定検討委員会資料．2019 年 9 月 17 日．
戸田堅一郎（2020a）地域に応じた森林管理に向けた多面的機能の総合評価手法の確立．令和元年度長野県林業総合センター業務報告（2020.6）．60～61．
戸田堅一郎（2020b）山地災害リスクを低減する技術の開発．令和元年度長野県林業総合センター業務報告（2020.6）．58～59．
Yahoo!天気・災害．昭和 34 年台風 7 号（1959 年 8 月 14 日）．災害カレンダー．インターネット，https://typhoon.yahoo.co.jp/weather/calendar/245/．2020 年 8 月 2 日取得．
山田啓一（1989）千曲川における寛保 2 年 (1742 年) 洪水の規模推定について．日本土木史研究発表会論文集．1989（9）．131～134．

【おわりに】

信濃毎日新聞社（2020）朝刊【斜面】．2020 年 7 月 7 日．

一般社団法人長野県林業コンサルタント協会公益事業

―台風第 19 号豪雨による山地災害発生の特性に関する研究―

台風第 19 号山地災害検討会議設置要綱

令和２年（2020 年）６月１日

（設　置）

第１条　令和元年 10 月の台風第 19 号は，長野県において千曲川流域を中心に大雨をもたらし、特に佐久・上田地域において甚大な被害を発生させた。台風第 19 号豪雨によって発生した崩壊地、土石流等について一般社団法人長野県林業コンサルタント協会（以下：「協会」という）で実施した「令和元年度山地災害危険地区の優先度判定業務」の調査結果をより詳細に検討し、長野県内の山地災害防止に資するため、台風第 19 号豪雨の特性を検討するための検討会議を設置する。

（検討事項）

第２条　検討会議は、下記の事項について検討する。

①　佐久・上田地域の山地災害発生地の現地検討を行い「令和元年度山地災害危険地区の優先度判定業務」で実施した調査結果をより詳細に再検討を行う。

②　検討結果を協会の会員（県、市町村、森林組合）に配付するための情報誌（案）の検討

（組　織）

第３条　検討会議の構成員は、別表１のとおりとする。

２　検討会議には、座長を置く。

３　座長は、協会専務理事が就任する。

４　座長は、会務を総括し、検討会議を代表する。

５　座長に事故あるときは、協会事務局が職務を代理する。

（会　議）

第４条　検討会議は、座長が招集し、議事を進行する。

（オブザーバー）

第５条　検討会議には、長野県林務部森林づくり推進課治山係の職員がオブザーバーとして参加し、検討会議に対し意見を述べることができる。

２　必要に応じ第１項以外の長野県林務部職員が参加することができる。

（事務局）

第６条　事務局は、別表３のとおりとし、庶務は、協会調査研究課が務める。

（補　則）

第７条　この要綱に定めるもののほか必要な事項は、座長が検討会議に諮って定める。

(別表 1)

検 討 委 員

敬称略

所　　属	役　　職	氏　　名	備考
森林総合研究所 国土保全・水資源研究担当	研究 ディレクター	大丸　裕武	
森林総合研究所 立地環境研究領域	領域長	平井　敬三	
森林総合研究所 森林防災研究領域山地災害研究室	主任研究員	村上　亘	
森林総合研究所 立地環境研究領域土壌資源研究室	主任研究員	山下　尚之	
森林総合研究所　関西支所 森林環境研究グループ	グループ長	岡本　透	
森林総合研究所 林業工学研究領域森林路網研究室	研究員	白澤　紘明	
京都大学防災研究所 地盤災害研究部門山地災害環境研究分野	准教授	松四　雄騎	
関東学院大学 経済学部	准教授	齋藤　仁	
長野県佐久地域振興局林務課	課長	工藤和彦	
長野県林業総合センター 育林部	主任研究員	戸田堅一郎	
一般社団法人 長野県林業コンサルタント協会	専務理事	塩原　豊	座長

(別表 2)

オブザーバー

敬称略

所　　属	役　　職	氏　　名	備考
森林づくり推進課治山係	課長補佐兼係長	丸山　基久	
森林づくり推進課治山係	担当係長	吉山　芳幸	
森林づくり推進課治山係	技師	服田　習作	
森林づくり推進課治山係	技師	小平　亮	

(別表 3)

所　　属	役　　職	氏　　名	備　　考
(一社) 長野県林業コンサルタント協会	技監	松澤義明	統括
業務課	業務課長	菅沼勝良	
調査研究課	調査研究課長	仙石幸男	
北信事務所長	技術参事兼所長	前島啓伸	元県林務部森林づくり推進課長
南信事務所兼調査研究課	主任技師	遠山哲治	ドローンチームリーダー
調査研究課	主査技師	宮崎大吾	令和元年担当
業務課	技師	渡部　優	
調査研究課	技師	堀内加菜	
調査研究課	技術専門員	菅谷行博	元県林総センター所長

※事務局は、(一社) 長野県林業コンサルタント協会調査研究課が務める。

※事務局住所：長野県長野市大字中御所字岡田 30-16
一般社団法人長野県林業コンサルタント協会内
TEL：026-228-7221　　FAX：026-228-7222
E-mail:honbu@rincon.or.jp（本部）　E-mail:ck536@rincon.or.jp（調査研究課）

一般社団法人長野県林業コンサルタント協会公益事業

―台風第 19 号豪雨による山地災害発生の特性に関する研究―
台風第 19 号山地災害検討会議　現地検討会

日　時：令和２（2020）年９月７日（月）
場　所：上田地域～佐久地域
佐久合同庁舎４階 401 会議室

1　集　　合　「上田市鹿教湯崩壊地」　9：10

2　あいさつ

3　現地検討会・・・・・行程表
(1) 上田市 鹿教湯崩壊地
(2) 上田市 腰越崩壊地
(3) 佐久穂町 土石流発生現場（林道大上線起点）
(4) 佐久穂町 高山 土石流発生現場（住宅被災）砂防所管
(5) 佐久穂町 大日向 小久保 土石流　砂防所管

4　検討会議　佐久合同庁舎４階 401 会議室　15：00
長野県佐久市跡部 65-1
(1) 現地検討の結果について
(2) 報告書（市町村配付）原案について
(3) その他

検　討　委　員

敬称略

所　属	役　職	氏　名	備考
森林総合研究所 国土保全・水資源研究担当	研究ディレクター	大丸　裕武	
森林総合研究所 立地環境研究領域	領域長	平井　敬三	
森林総合研究所 森林防災研究領域山地災害研究室	主任研究員	村上　亘	欠席
森林総合研究所 立地環境研究領域土壌資源研究室	主任研究員	山下　尚之	
森林総合研究所　関西支所 森林環境研究グループ	グループ長	岡本　透	
森林総合研究所 林業工学研究領域森林路網研究室	研究員	白澤　紘明	
京都大学防災研究所 地盤災害研究部門山地災害環境研究分野	准教授	松四　雄騎	
関東学院大学 経済学部	准教授	齋藤　仁	
長野県林業総合センター 育林部	主任研究員	戸田　堅一郎	
長野県佐久地域振興局林務課	課長	工藤　和彦	
一般社団法人 長野県林業コンサルタント協会	専務理事	塩原　豊	

外部オブザーバー

敬称略

所　属	役　職	氏　名	備考
佐久地域振興局林務課	副参事兼課長補佐兼治山係長	菊池一浩	
佐久地域振興局林務課	課長補佐兼治山林道係長	萩原淳	
上田地域振興局林務課	専門幹兼担当係長	岩松万寿夫	
佐久建設事務所整備課	担当係長	高見沢新司	
佐久建設事務所災害復旧課	技師	和田卓磨	

【現地検討】上田市 鹿教湯崩壊地

(9/7　9：10～9：50)

【現地検討】上田市 腰越崩壊地

(9/7　10：10～10：30)

【現地検討】佐久穂町 土石流発生現場（林道大上線起点）

＜ドローンによる撮影画像＞

(9/7　12：40～13：10)

【現地検討】佐久穂町 高山 土石流発生現場（住宅被災）；砂防所管

(9/7　13：20～13：50)

【現地検討】佐久穂町 大日向小久保 土石流；砂防所管

＜ドローンによる撮影画像＞

(9/7　14：00～14：20)

検討会議（佐久合同庁舎 4 階 401 号会議室）

【開会】事務局松澤技監

【あいさつ】塩原専務理事

工藤委員（佐久地域振興局）

松四委員（京大防災研究所）

齋藤委員（関東学院大学）

戸田委員（長野県林業総合センター）

白澤委員（森林総研）

山下委員（森林総研）

岡本委員（森林総研 関西支所）

平井委員（森林総研）

大丸委員（森林総研）

岩松専門幹（外部オブザーバー：上田地域振興局林務課）

菊池副参事（外部オブザーバー：佐久地域振興局林務課）

萩原課長補佐（外部オブザーバー：佐久地域振興局林務課）

高見沢担当係長（外部オブザーバー：佐久建設事務所整備課）

和田技師（外部オブザーバー：佐久建設事務所災害復旧課）

佐久穂町 大日向小久保 土石流発生源（崩壊地）

一般社団法人長野県林業コンサルタント協会公益事業
～台風第 19 号豪雨による山地災害発生の特性に関する研究～

「令和元年東日本台風」
～台風第 19 号豪雨　佐久・上田地域の山地災害～

令和 2 年（2020 年） 11 月

企画施行：一般社団法人長野県林業コンサルタント協会
長野市大字中御所字岡田 30-16
電話：026-228-7221
FAX：026-228-7222
E-mail：honbu@rincon.or.jp
URL: http://www.rincon.or.jp/

「令和元年東日本台風」
～台風第 19 号豪雨　佐久・上田地域の山地災害～

一般社団法人長野県林業コンサルタント協会公益事業
～台風第 19 号豪雨による山地災害発生の特性に関する研究～