

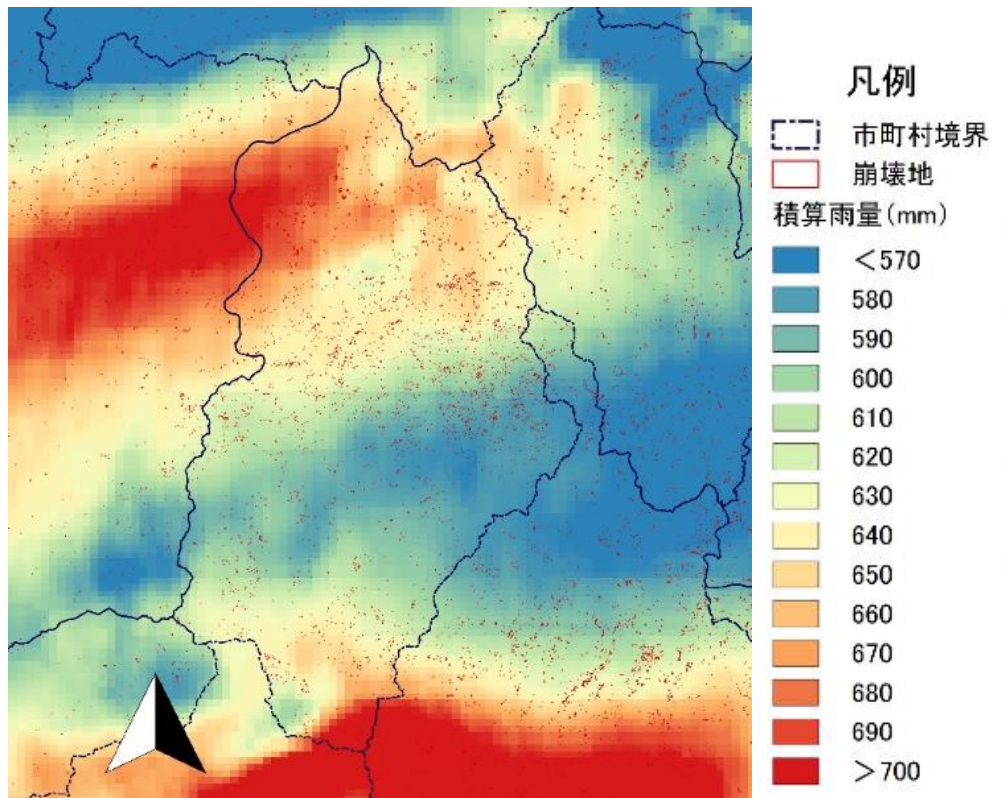


図 2.21 積算雨量の降雨分布状況

積算雨量は、球磨村の北部と南部で比較的多く中部付近で少ない分布を示しており、球磨村の中でも雨の降り方に違いがあったことがわかる。図 2.21 には崩壊位置も示しているが、球磨村中央付近の積算雨量が少ない付近には崩壊地も比較的に少ない傾向がみられる。

### 2.3.2 アメダス

令和2年7月豪雨(7/2～6)期間中のアメダス一勝地観測所で観測された、日降水量と1時間降水量の最大値はそれぞれ357.0mm(7/4)、83.5mm(7/4、4時)であった。

一方、2010年から2020年までの同観測所観測データを表2.1に示す。この期間における日降水量の最大値は238.0mm(2011/7/12)、最大1時間降水量の最大値は67.5mm(2017/7/31)と、何れも令和2年7月豪雨時の観測値を下回っている。このように、令和2年7月豪雨時の降雨が激しかったことがわかる。

表 2.1 アメダスー勝地観測所観測データ一覧表

| 年    | 日最大降水量<br>(mm/day) | 月/日  | 最大 1 時間降水量<br>(mm/h) | 月/日  |
|------|--------------------|------|----------------------|------|
| 2010 | 199.5              | 5/23 | 55.0                 | 6/30 |
| 2011 | 230.5              | 7/6  | 50.0                 | 7/6  |
| 2012 | 238.0              | 7/12 | 62.5                 | 7/12 |
| 2013 | 181.5              | 8/4  | 47.0                 | 8/4  |
| 2014 | 155.0              | 7/6  | 61.5                 | 9/7  |
| 2015 | 153.0              | 8/25 | 46.0                 | 8/29 |
| 2016 | 201.5              | 6/19 | 51.0                 | 10/8 |
| 2017 | 162.5              | 5/12 | 67.5                 | 7/31 |
| 2018 | 155.0              | 7/3  | 39.0                 | 5/7  |
| 2019 | 176.5              | 7/1  | 56.0                 | 7/13 |
| 2020 | 357.0              | 7/4  | 83.5                 | 7/4  |

## 2.4 地質と崩壊発生の傾向分析

### 2.4.1 地質による崩壊特性

#### (1) 球磨村の地質

球磨村の地質分布を図 2.22 に示す。球磨村南部には新第三紀と第四紀の「安山岩・玄武岩質安山岩 溶岩・火砕岩」、北部東～中部は「海成層砂岩前期白亜紀後期—後期白亜紀前期付加体」と「砂岩泥岩互層前期白亜紀後期—後期白亜紀前期付加体」などの地質が広く分布している。北部西～北にはジュラ紀や白亜紀の付加体が複数分布している。解析は、球磨村に分布する地質を「火成岩」、「堆積岩」、「付加体」の3つに区分して実施した。

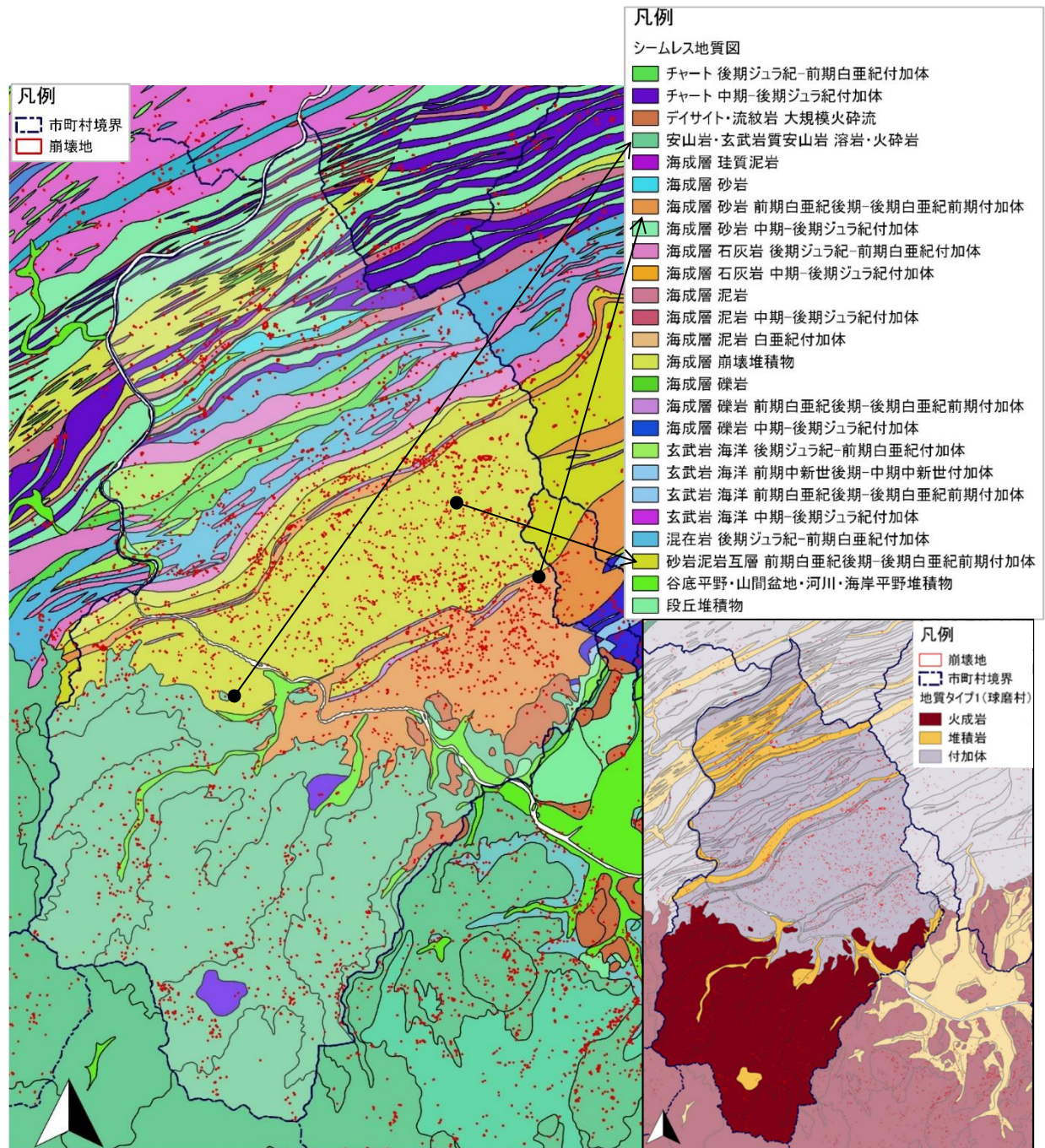


図 2.22 球磨村の地質分布図



## (2) 地質と崩壊発生傾向

崩壊地の地質を大きく 3 区分した場合、付加体と堆積岩で割合が高いことがわかる（図 2.23）。特に堆積岩で高く、中でも「海成層砂岩」で高い値を示した。逆に火成岩は低く、火成岩が多く分布する球磨村の南側で崩壊が少なかったことが分かる。ただし、分布域が大きく異なるため降雨や地形との関係によるものとも考えられる。

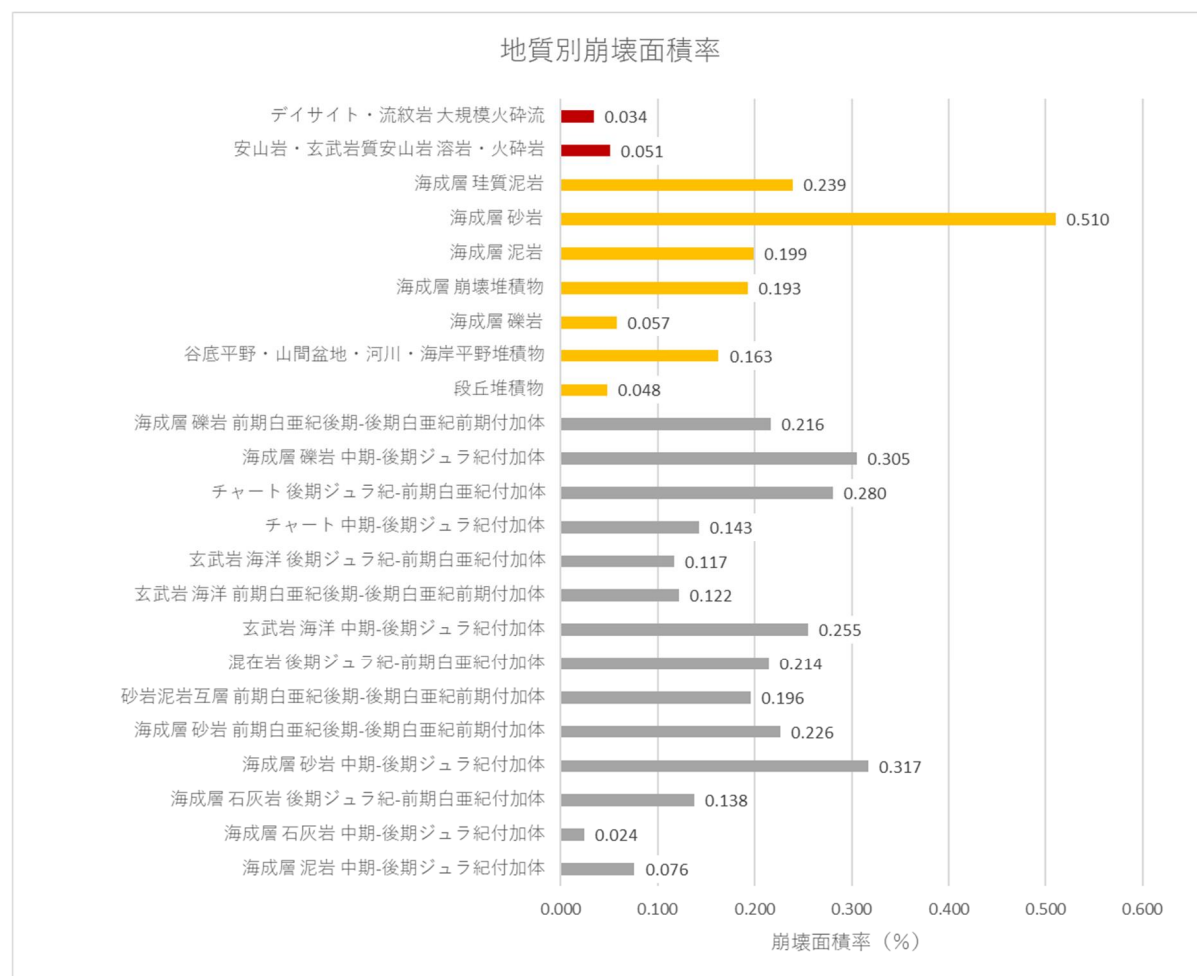


図 2.23 地質別の崩壊面積率

### 2.4.2 地質分布と降雨分布の関係

地質と崩壊発生傾向が他の要因の影響を受けている可能性が考えられたため、地質と降雨との関係について整理した。地質の分布域と強い降雨の分布域は、図 2.24 に示すとおり火成岩が分布する球磨村南部で比較的降雨強度、積算雨量とも低く（小さく）、付加体、堆積岩が分布する球磨村北部で高い（多い）ことがわかる。

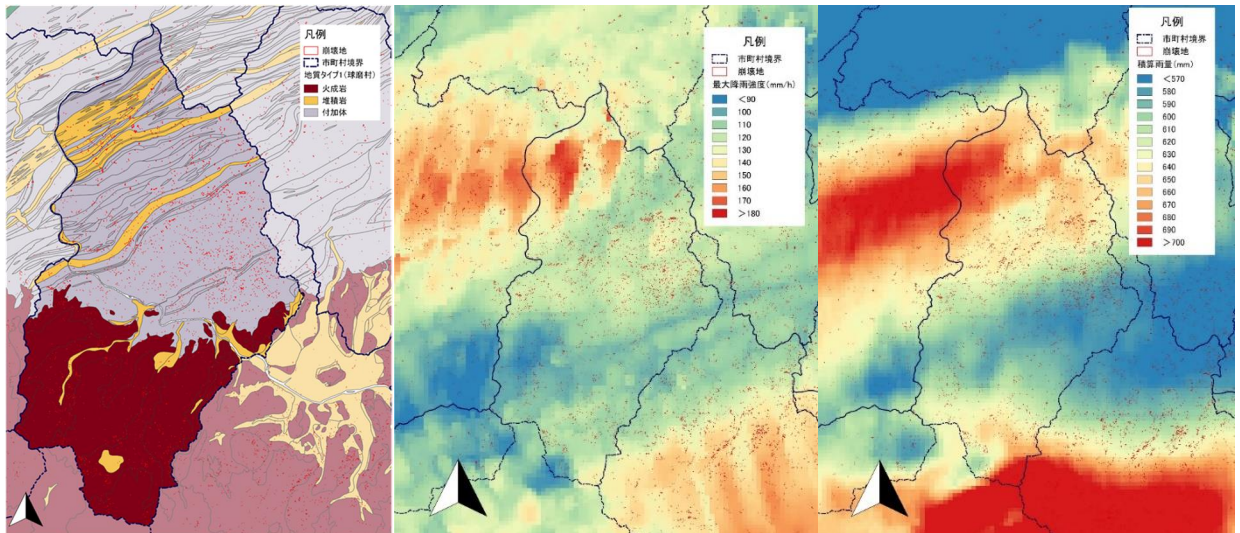


図 2.24 地質分布と降雨分布との関係（左図：地質、中図：最大降雨強度、右図：積算雨量）

降雨強度別と地質との崩壊発生状況を図 2.25 に示すが、崩壊発生は最大降雨強度 110～130mm/h の間に約 70%が含まれており、地質の分布状況を反映し、火成岩域の崩壊がより小さな降雨強度で発生していることが確認される。逆に、堆積岩は降雨強度が高い範囲で崩壊が発生しているが、降雨強度の低い範囲に堆積岩の分布域が少ないため地質による影響として整理することは不適と考える。

積算雨量と地質との崩壊発生状況においても傾向は同様で、火成岩での崩壊は積算雨量の小さな範囲に、堆積岩は積算雨量の大きい範囲に集中しており、付加体は全降雨帯でみられる。これについても最大降雨強度同様、地質の分布域と降雨の発生域との関係による結果と考えられることから、本結果により地質と崩壊特性の関係性を検討することは困難と考えられる。

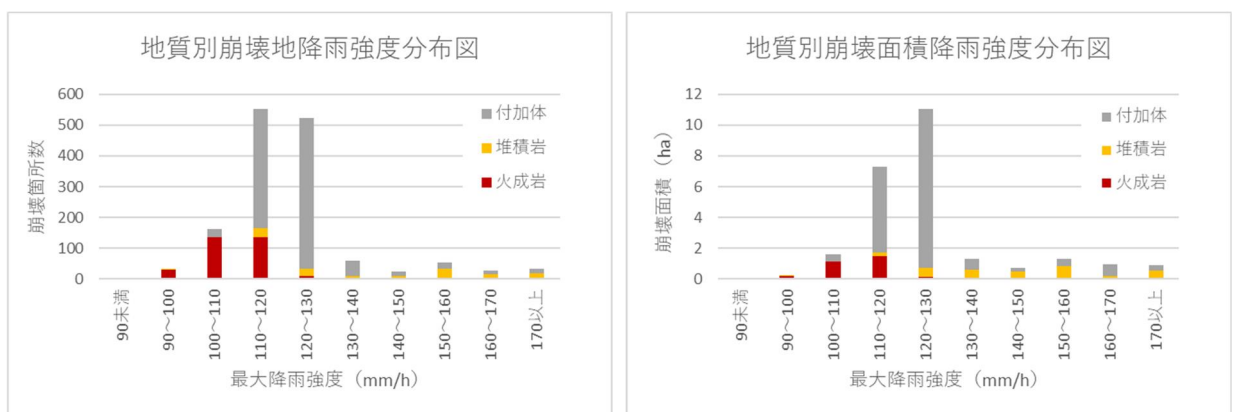


図 2.25 最大降雨強度と地質毎の崩壊発生状況（左：箇所数、右：面積）

## 2.5 地形と崩壊地の特性

地形と崩壊地の傾向については、傾斜度と尾根谷度（微地形）と崩壊地の関係について分析した。

### 2.5.1 傾斜による崩壊特性

#### (1) 傾斜と崩壊発生傾向

森林総ポイントと崩壊地ポイントの傾斜度ヒストグラムと密度分布図を重ねたものを図 2.26 に示す。傾斜度と崩壊の発生が特段何も関係がなければ、両者の密度分布図はおおよそ重なるはずであるが、崩壊地の方がより高い傾斜度に偏っており、これは傾斜度が高い地形で崩壊の頻度が高くなっていることを示しており、一般的に言われている崩壊の特性と一致している。

どちらの密度分布もほぼ正規分布のかたちに近いことから、平均傾斜度＝ピークとすると、表 2.2 のとおり、森林全域の傾斜度のピークは  $31.7^{\circ}$  であり、崩壊地のそれは  $36.9^{\circ}$  であることから、両者に約  $5^{\circ}$  程度の差が見られる。

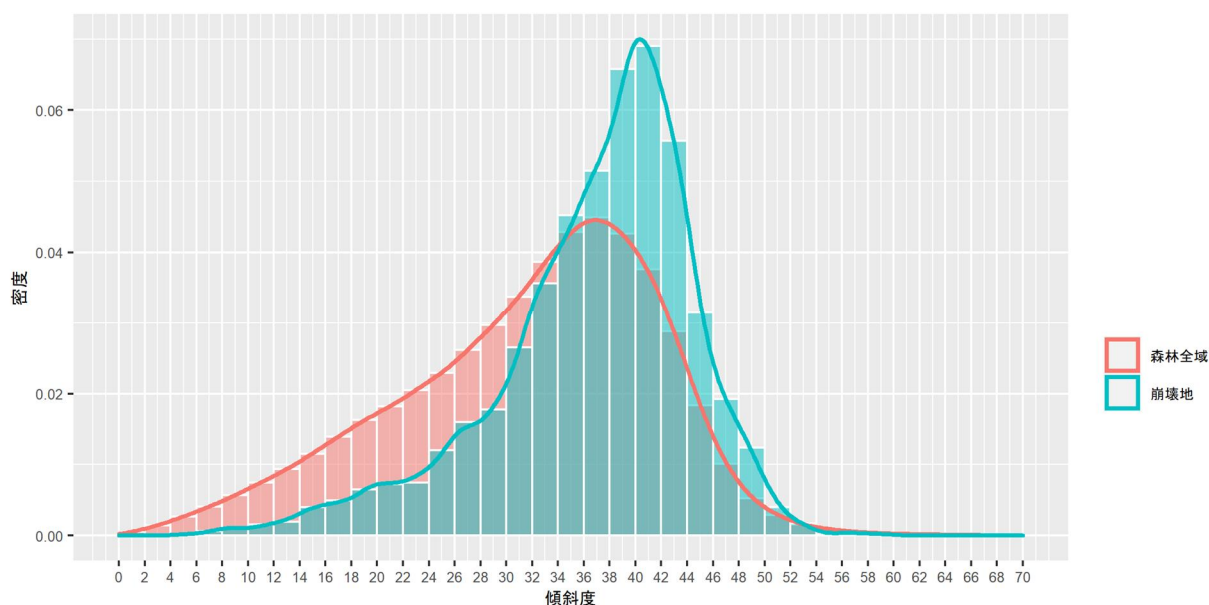


図 2.26 森林総ポイントと崩壊地ポイントの傾斜度ヒストグラムと密度分布図

※林野庁提供

表 2.2 森林総ポイントと崩壊地ポイントの密度分布

|      | 平均   | 中央値  | 第一四分位数 | 第三四分位数 |
|------|------|------|--------|--------|
| 森林全域 | 31.7 | 33.4 | 25.2   | 39.1   |
| 崩壊地  | 36.9 | 38.4 | 33.0   | 42.0   |

※林野庁提供

次に、伐採の影響を分析するため、前節と同様に伐採跡地、4 齢級以下及び 5 齢級以上に区分し、崩壊地にデータを限定した上で、それぞれ区分の傾斜度ヒストグラムと密度分布図を重ねたものが、図 2.27 となる。

4 齢級以下において、ピークが比較的小さく（緩傾斜）になっている他、第一～第三四分位範囲（データの数値上位・下位 25%の間）が広がっており、これは 4 齢級以下の方がより広い範囲の傾斜度

で崩壊が発生していることを示している（表 2.3）。密度分布図においても 4 齢級以下の尖度（曲線の凸部分の幅）が低く（平べったく）なっていることから確認できる。

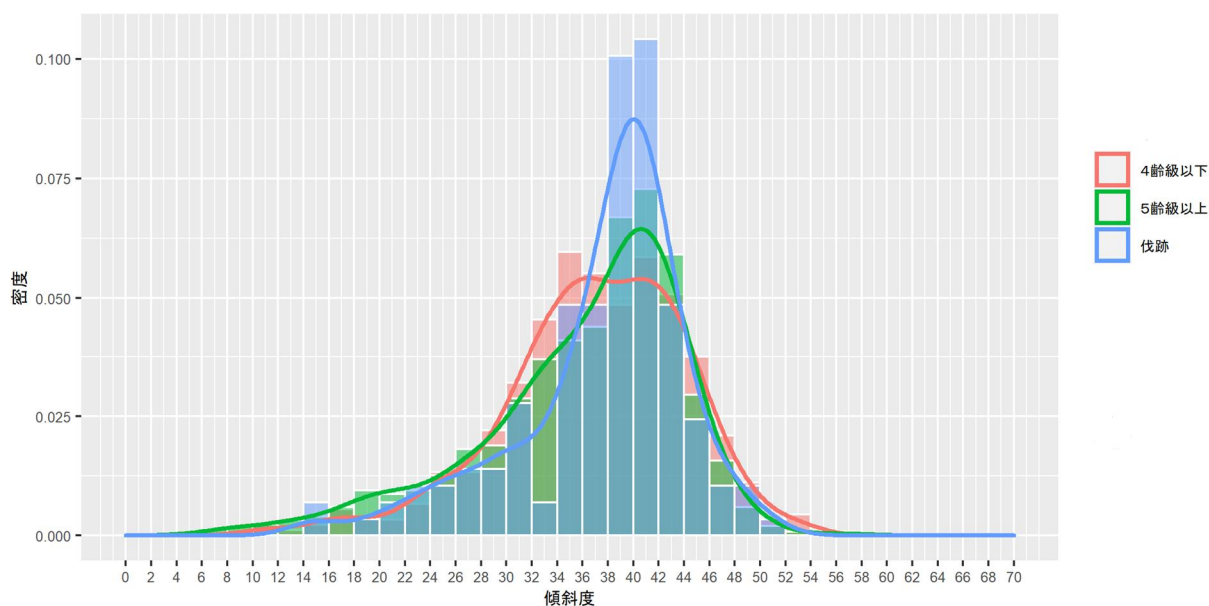


図 2.27 崩壊地における傾斜度ヒストグラムと密度分布図

※林野庁提供

表 2.3 崩壊地における区分毎ポイントの密度分布

|        | 平均   | 中央値  | 第一四分位数 | 第三四分位数 |
|--------|------|------|--------|--------|
| 伐採跡地   | 37.6 | 39.3 | 35.3   | 41.4   |
| 4 齢級以下 | 36.1 | 38.1 | 32.0   | 41.6   |
| 5 齢級以上 | 36.9 | 37.4 | 32.9   | 42.1   |

※林野庁提供

人工林にポイントを限定し、さらに 1～4 齢級で分け、齢級で傾斜度の分布傾向に違いがないか確認したのが、図 2.28 である。表 2.4 のとおり伐採跡地、1～3 齢級と順にピーク（傾斜度平均）が少しずつ下がっていき、4 齢級において急激にピークが小さくなり、5 齢級で再び大きくなっている。これは 4 齢級の崩壊が他の齢級より緩い傾斜度でも発生していることを示している。

一般的に斜面補強効果の経時変化として、根の腐朽による補強効果の低減と根系の成長による補強効果の増大による差し引きの結果として、伐採後、20 年生頃を底として補強効果が低減すると言われており、球磨村の崩壊においても同様の傾向が見られたものと考えられる。

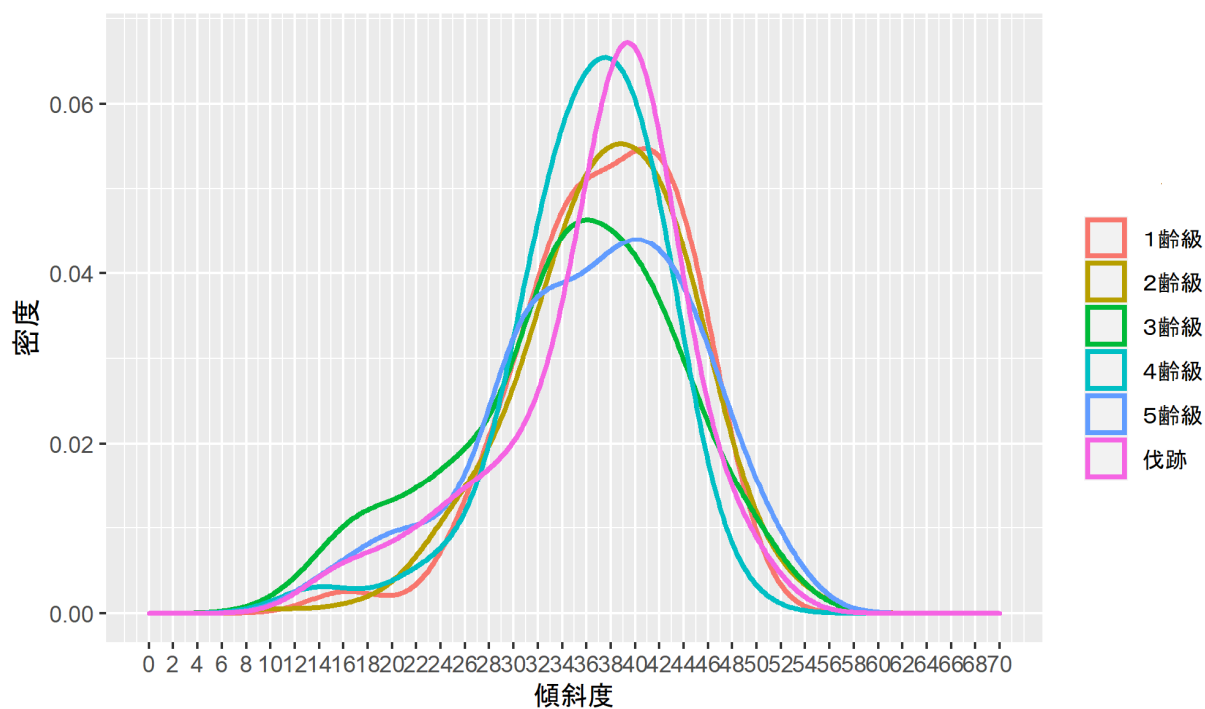


図 2.28 人工林かつ崩壊地における区分別の傾斜度ヒストグラムと密度分布図  
※林野庁提供

表 2.4 崩壊地における人工林齢級毎ポイントの密度分布

|      | 平均   | 中央値  | 第一四分位数 | 第三四分位数 |
|------|------|------|--------|--------|
| 伐採跡地 | 37.6 | 39.3 | 35.3   | 41.4   |
| 1 齢級 | 37.5 | 38.4 | 33.9   | 42.2   |
| 2 齢級 | 37.3 | 37.7 | 33.3   | 42.1   |
| 3 齢級 | 36.0 | 36.3 | 32.2   | 41.7   |
| 4 齢級 | 33.6 | 35.9 | 30.2   | 38.8   |
| 5 齢級 | 36.4 | 37.0 | 31.0   | 42.6   |

※林野庁提供



## (2) 傾斜と降雨分布との関係

地質と同様に、傾斜についても降雨との関係を整理した。地質の傾向とは異なり、降雨帯による傾斜の出現特徴は認められず、どの降雨帯においても傾斜の出現割合に特徴は見られなかった。このことから、傾斜と崩壊地の特性は降雨の影響は受けておらず傾斜と崩壊との傾向を示していると考えられる（最大降雨強度との関係を図 2.29、図 2.30 に示す。積算雨量でも同様の傾向が得られた）。

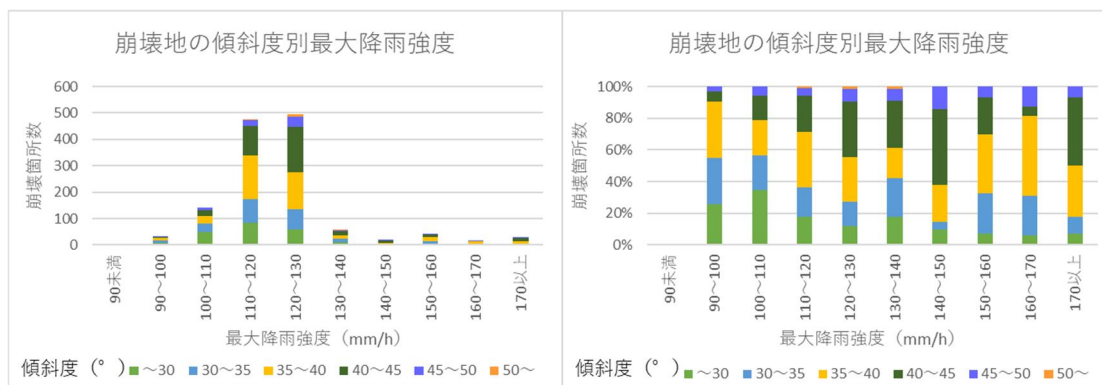


図 2.29 最大降雨強度と傾斜度による崩壊箇所の分布状況

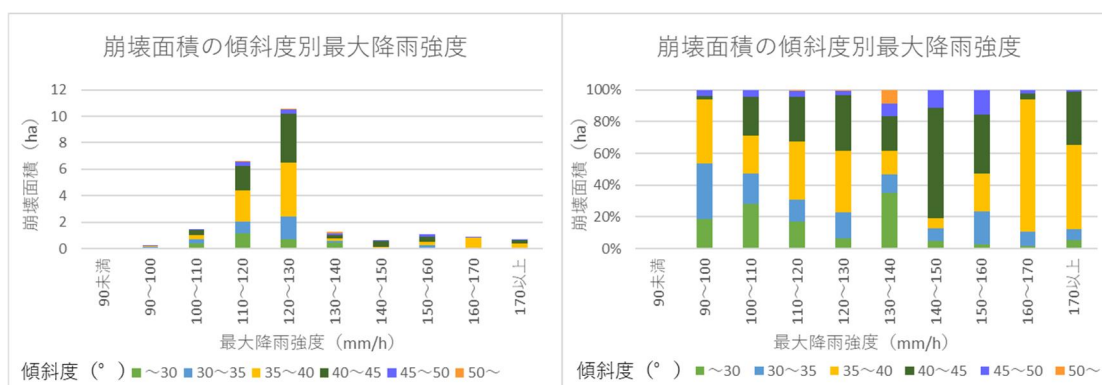


図 2.30 最大降雨強度と傾斜度による崩壊面積の分布状況

## 2.5.2 尾根谷度（微地形）による崩壊特性

### (1) 尾根谷度と崩壊発生傾向

尾根谷度は、0（平坦）を中心としてマイナスを示すほど谷（凹）地形となりプラスほど尾根（凸）地形を示すものである。森林全域と崩壊地の尾根谷度ヒストグラムと密度分布図を重ねたものが図 2.31 のとおり。表 2.5 より、森林全域の尾根谷度の平均が 0.639 とほぼ 0（平坦）を中心に正規分布しているが、崩壊地の尾根谷度の平均は、-3.04 となっており、これは崩壊地の尾根谷度の分布が谷側に偏っており、谷（凹）地形で崩壊が多く発生していることを示している。

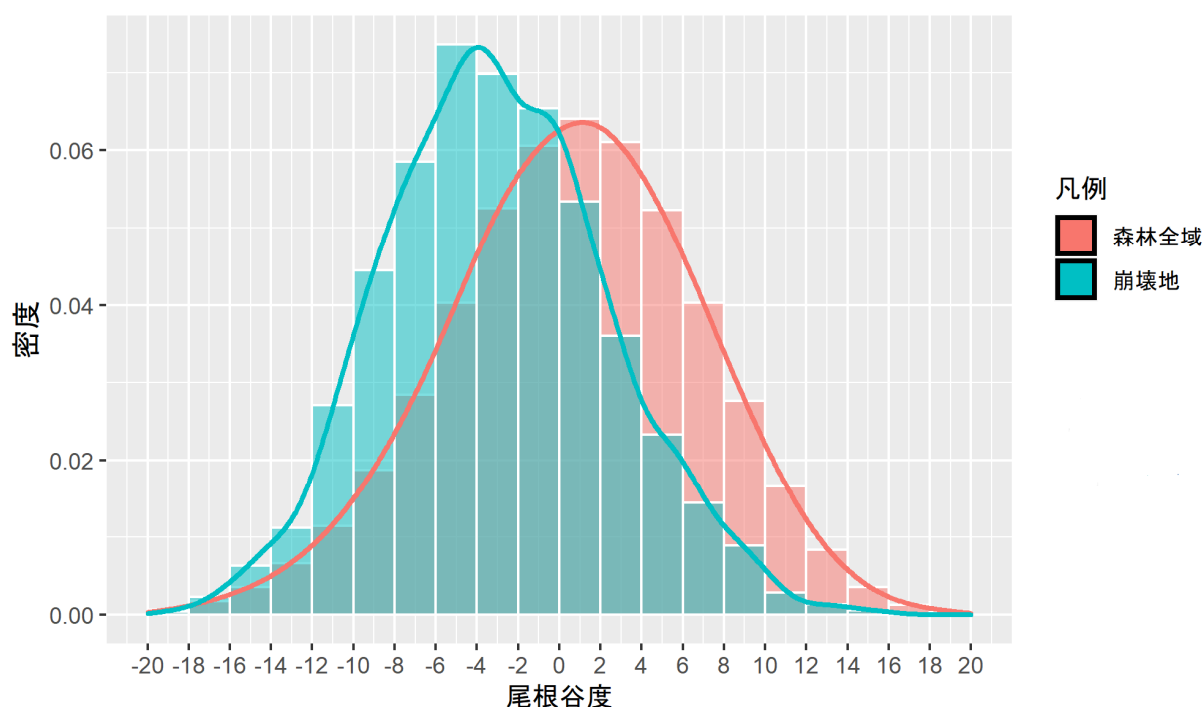


図 2.31 森林全域と崩壊地の尾根谷度ヒストグラムと密度分布図

※林野庁提供

表 2.5 森林総ポイントと崩壊地ポイントの密度分布

|      | 平均    | 中央値   | 第一四分位数 | 第三四分位数 |
|------|-------|-------|--------|--------|
| 森林全域 | 0.639 | 0.082 | 4.93   | -3.45  |
| 崩壊地  | -3.04 | -3.25 | 0.467  | -6.84  |

※林野庁提供

次に、前節と同様に伐採跡地、4 齢級以下及び 5 齢級以上に区分し、人工林かつ崩壊地ポイントにデータを限定した上で、それぞれ区分の尾根谷度ヒストグラムと密度分布を重ねたものが図 2.32 となる。表 2.6 のとおり、伐採跡地の尾根谷度の平均が他の区分より小さくなっており、これは伐採跡地の方が比較的谷（凹）度が強い地形で崩壊が発生していることを示している。