

IV 編

「令和 2 年 7 月豪雨に係る熊本県球磨村の被害分析」

目次

1. 業務概要.....	1
1.1 調査目的.....	1
1.2 調査対象地.....	1
1.3 使用データ.....	2
1.4 解析条件.....	2
2. 森林状況と崩壊発生の関係に係る分析.....	4
2.1 球磨村の森林状況.....	4
2.2 齢級別森林の崩壊特性比較.....	6
2.2.1 崩壊地ポイントの特徴.....	6
2.2.2 崩壊規模の特徴.....	9
2.2.3 崩壊地ポイントの出現傾向.....	9
2.2.4 林種別の特徴.....	11
2.3 令和2年7月豪雨の分析.....	15
2.3.1 XRAIN.....	15
2.3.2 アメダス.....	16
2.4 地質と崩壊発生の傾向分析.....	18
2.4.1 地質による崩壊特性.....	18
2.4.2 地質分布と降雨分布の関係.....	19
2.5 地形と崩壊地の特性.....	21
2.5.1 傾斜による崩壊特性.....	21
2.5.2 尾根谷度（微地形）による崩壊特性.....	25
2.6 森林における崩壊発生のとりまとめ.....	29
2.7 森林変化点抽出プログラムによる分析.....	30
2.7.1 変化箇所の抽出条件.....	30
2.7.2 抽出範囲と崩壊地の発生状況.....	31
2.7.3 伐採面積による崩壊特性.....	31
3. 現地確認.....	36
3.1 目的および確認場所.....	36
3.2 確認崩壊地の特徴.....	38
3.3 現地確認のまとめ.....	45
4. 今後の課題.....	47
4.1 森林簿と現地の不整合.....	47
4.2 崩壊地データと現地の不整合.....	48
4.3 使用データの問題.....	49
4.4 土砂流出範囲の影響.....	50

1. 業務概要

1.1 調査目的

令和2年7月豪雨で多数の崩壊が確認された球磨村において、森林簿等の森林データと航空レーザにより抽出された崩壊地データを用いて、近年の伐採箇所とそれ以外の森林における崩壊発生の特徴を解析することで、森林の状況と崩壊発生との関係性を把握する。

なお、「2.4 令和2年7月豪雨の分析」で述べるように令和2年7月豪雨において、球磨村全域で過去10年間と比較して降雨量・降雨強度ともに異常な気象の下での崩壊であることに留意が必要。

1.2 調査対象地

調査対象地は、図1.1に示すとおり球磨村の森林域全域（森林簿データがある範囲）とする。

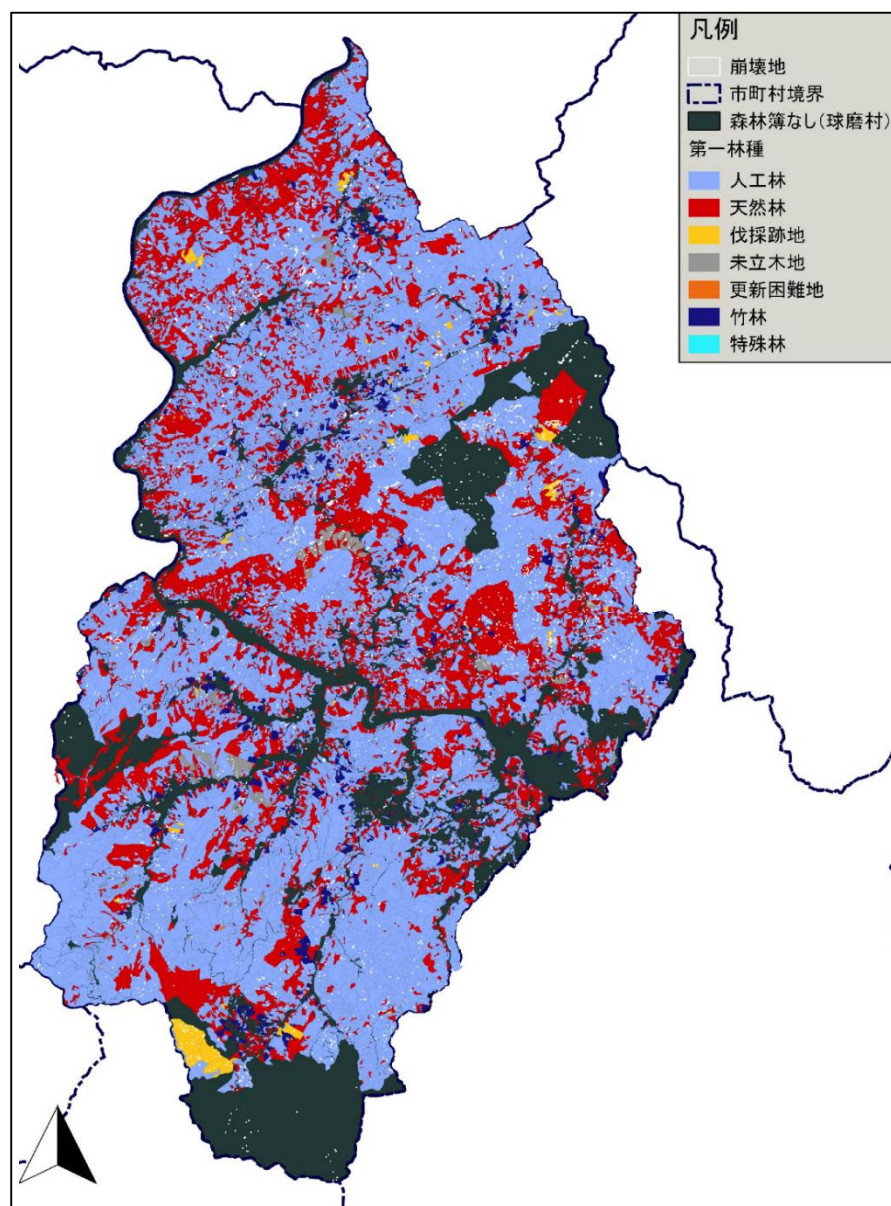


図 1.1 調査範囲図（林種別森林分布図）

1.3 使用データ

解析等に用いたデータは以下のとおりである。

表 1.1 解析使用データ

項目	使用データ（出典、引用先等）
崩壊地	令和2年度 森林域における航空レーザ計測業務（その1）
植生（森林）	森林簿データ（熊本県貸与、R3.4版）
近年の伐採箇所	森林簿データ
地形	国土地理院 DEM データ
雨量	XRAIN（R2 7/2～7/6）

1.4 解析条件

本業務における解析の条件を以下に列記した。本業務では、以下の条件を前提としているため、解析結果の取扱いには注意が必要である。

- ✓ 球磨村の森林全域を 10×10mメッシュに区分し、メッシュの中心に各種データを付与したポイントデータを発生させ、森林総ポイントとした
- ✓ 森林総ポイントのうち、「令和2年度 森林域における航空レーザ計測業務」において検出された崩壊地と重なるポイントデータを崩壊地ポイントとした
- ✓ DEM データ（国土地理院）の継目は異常値を発生しやすいため、継目付近に含まれる崩壊地は地形との特性を確認する解析対象から除外した

解析に用いたポイントデータ数は表 1.2 のとおりとなる。

表 1.2 解析に用いたデータ数

大項目	詳細項目	データ数	備考
ポイントデータ数	森林総ポイント数	1,670,777 個	
	地形データポイント数	1,468,574 個	DEM データ異常値除去
	崩壊地ポイント数	2,995 個	
崩壊地数	球磨村総崩壊地数	3,626 個	
	解析対象崩壊地数	1,469 個	検出された崩壊地のうち、ポイントと重なった崩壊地数
	地形解析対象崩壊地数	1,309 個	
森林面積	森林簿データ	16,502ha	
	メッシュ後データ	16,707ha	10×10m メッシュ後の面積

*令和2年度森林域における航空レーザ計測業務において検出された 3,626 崩壊地のうち、約 40% のデータを使用しており、約 60%のデータが本解析には反映されていない。ポイントデータの密度から比較的小規模な崩壊は反映されておらず、結果の解釈についてはそのようなバイアスがかかっていることに留意が必要



図 1.2 崩壊地ポイントデータ例（左：崩壊地内にポイントが 1 つの例、右：複数の例）

2. 森林状況と崩壊発生の関係に係る分析

2.1 球磨村の森林状況

球磨村の齢級別森林面積を図 2.1 に示す。9 齢級から 15 齢級までの壮齢林となる森林面積が多くを占め、13 齢級がピークで約 3000ha を占めている。また、1 齢級は少ないものの 4 齢級の 20 年生までの森林も各齢級で 500ha を超える面積を占めている。

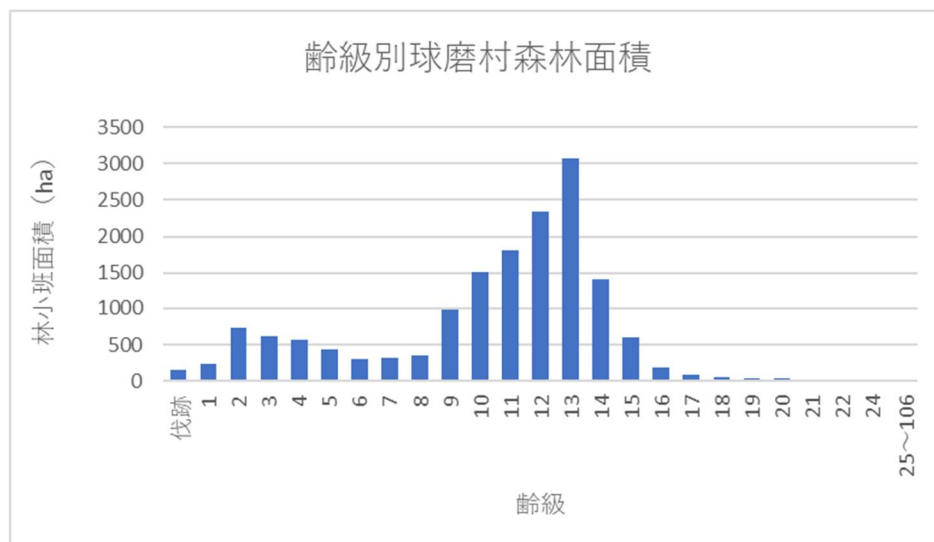


図 2.1 球磨村齢級別森林面積

各齢級を林種（針葉樹＝人工林、広葉樹＝天然林）で区分した面積を図 2.2 に示す。齢級分布は、人工林も天然林も同様の傾向を示しているが、高齢級で天然林が人工林を上回ることが分かる。ただし、11 齢級までは圧倒的に人工林が多く分布している。

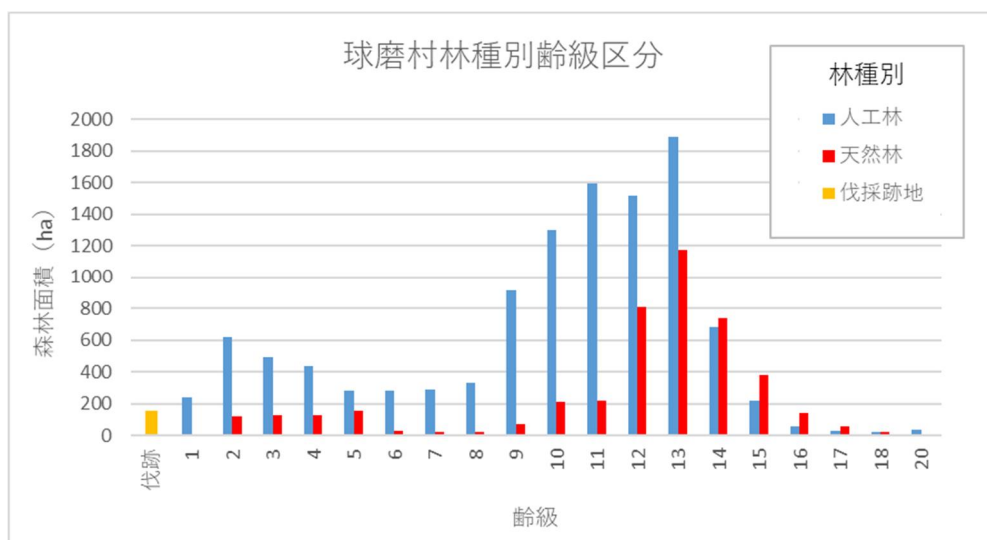


図 2.2 齢級別林種区分

林種別の分布図は図 1.1 に示したが、図 2.3 に齢級別の分布図を示す。多くの箇所で緑色系の 9～15 齢級で占められていることが確認できる。

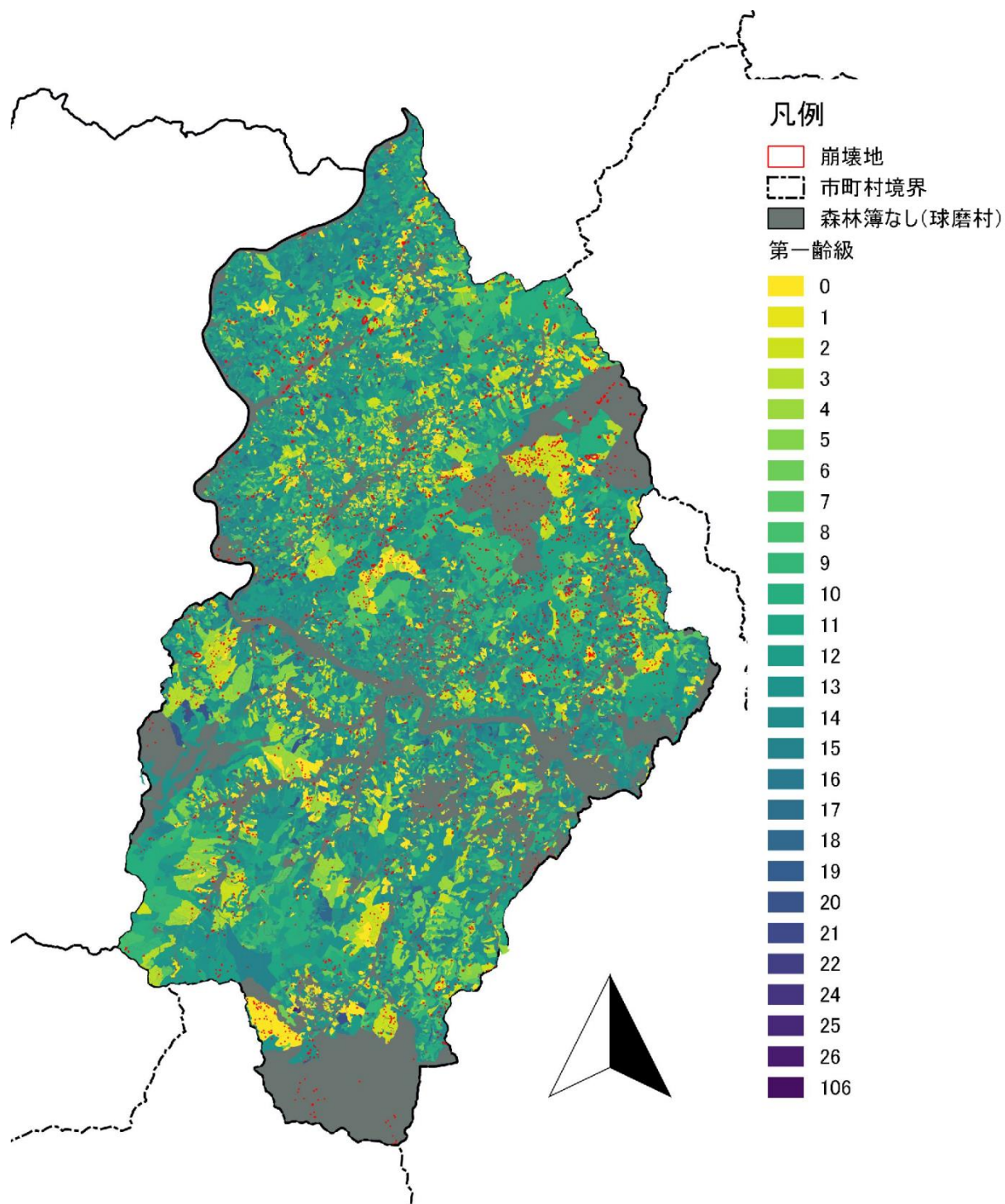


図 2.3 球磨村の齢級分布図

2.2 齢級別森林の崩壊特性比較

2.2.1 崩壊地ポイントの特徴

令和2年7月豪雨で球磨村において発生した崩壊地の分布図を図2.4に示す。

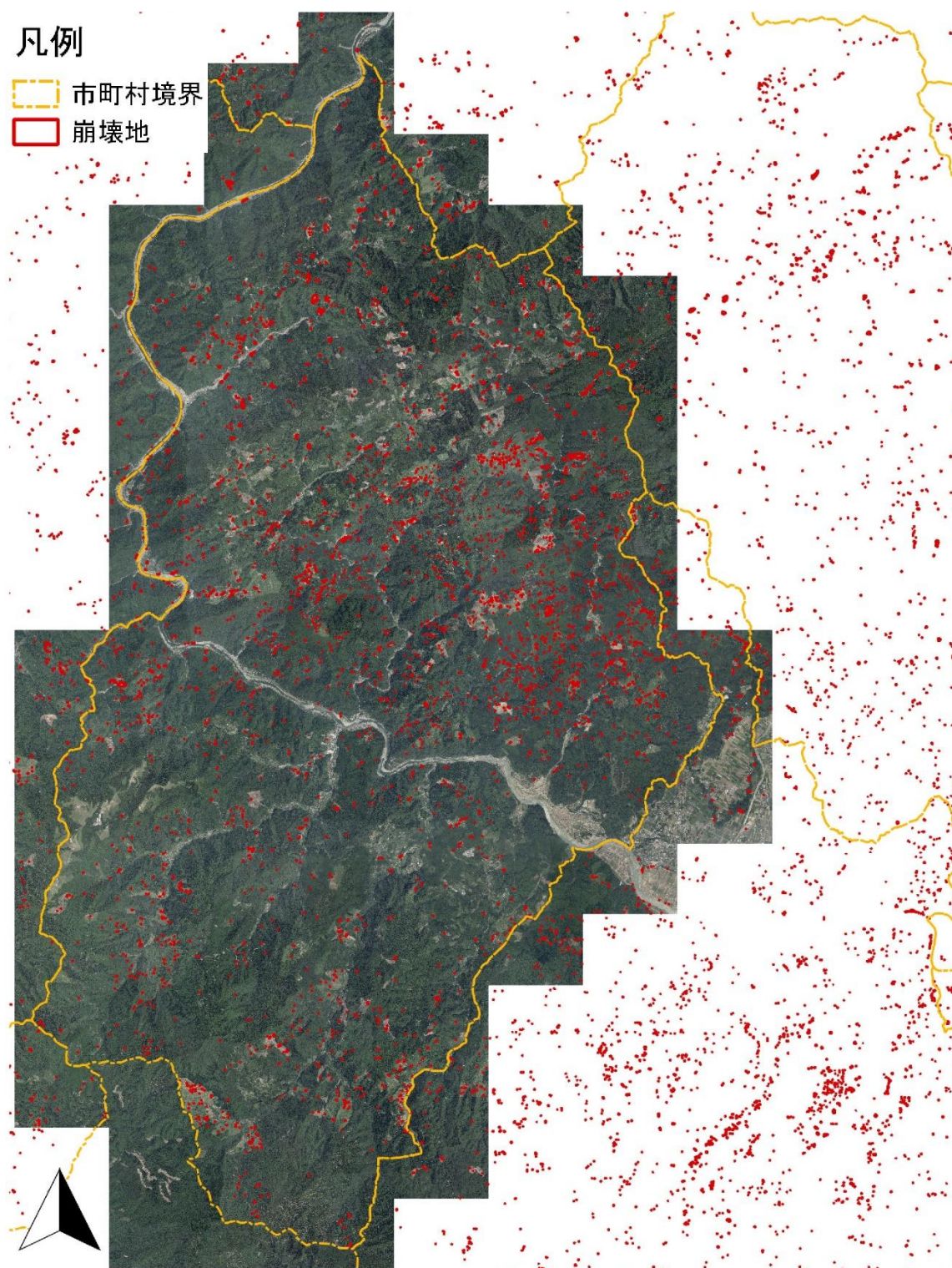


図 2.4 球磨村崩壊地分布図

森林総ポイント（1,670,777 個）及び崩壊地ポイント（2,995 個）を齢級別に整理した（図 2.5 及び図 2.6）。なお、森林総ポイント数に対する崩壊地ポイント数の割合は、0.18%となっており、その

傾向を見てみると、13 齢級付近で森林総ポイント及び崩壊地ポイントのいずれも多くなっており、ポイント数が多い林齢（＝森林面積に占める割合が大きい）に崩壊地ポイントが集中していることが分かる。なお、未立木地、竹林及びその他（更新困難地、特殊林）を便宜的に竹林等としている。

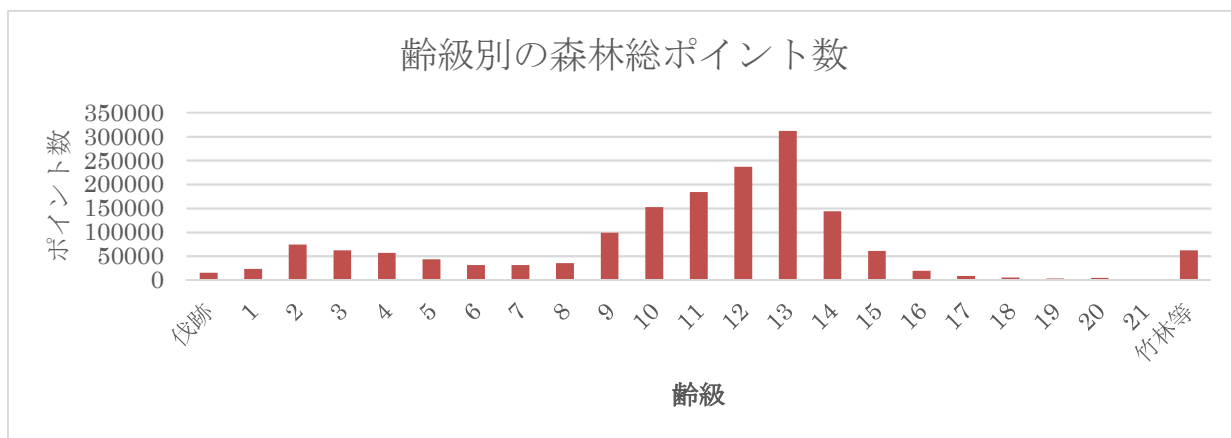


図 2.5 齢級別の森林総ポイント数

※林野庁提供

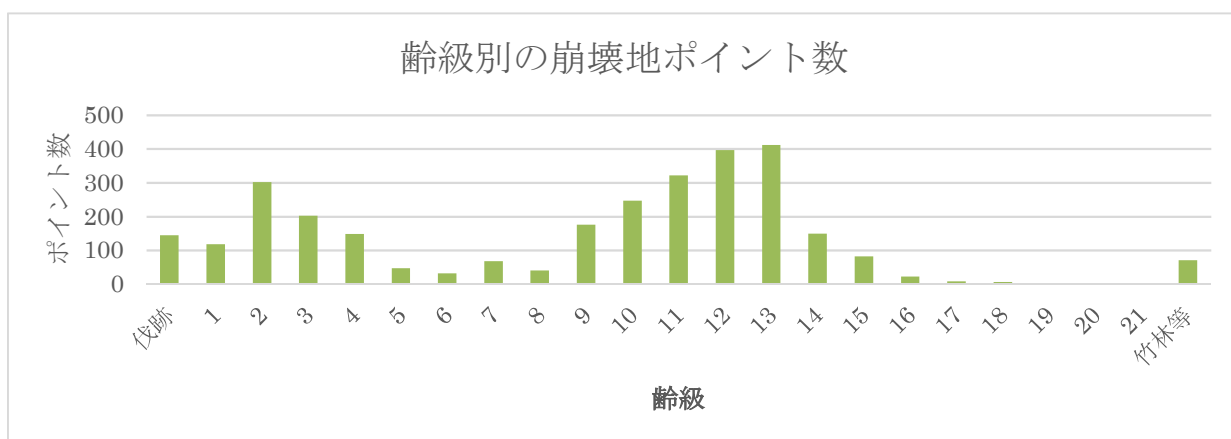


図 2.6 齢級別の崩壊地ポイント数

※林野庁提供

齢級ごとの崩壊発生の特徴を確認するため、齢級別の崩壊地ポイント数を全崩壊地ポイント数で除した値を＊「全崩壊地に占める齢級別割合」、齢級別の崩壊地ポイント数を齢級別の森林総ポイント数で除した値を＊「齢級ごとの崩壊地率」として整理した。前者を図 2.7 に、後者を図 2.8 に示す。

「崩壊地に占める齢級別割合」は、13 齢級の 13.8%が最も高く、次いで 12 齢級の 13.3%、11 齢級の 10.8%となっており、これは図 2.1 の球磨村齢級別森林面積とおおよそ同じグラフのかたちとなっている。つまり、当該齢級の森林面積が大きければそれに応じて崩壊地点数も多くなっていることを示しており、今回の分析では特定の齢級で集中して崩壊が発生しているという事実は確認できなかった。

「齢級ごとの崩壊地率」は伐採跡地が最も高く、次いで 1 齢級と、4 齢級まで減少が進み、5 齢級以上ではほぼ同程度に推移している。

全体の割合である 0.18%（全崩壊地ポイント／森林総ポイント）を赤点線で示しており、伐採跡地～4 齢級は全体の割合を越えており、5 齢級以上では 7 齢級が若干越えているのみである。

上述したとおり、崩壊地に占める齢級別割合から全体的な傾向としては、崩壊は当該齢級の面積に応じて発生しているが、齢級ごとの崩壊地率が4 齢級までで全体の割合を上回っていることから若齢級で一定程度相対的に崩壊が起こりやすくなっていることが考えられる。

なお、後述する現地調査では、1～4 齢級の森林における崩壊地の多くは集材路周辺で確認されたところである。

【注釈】

* 全崩壊地に占める齢級別割合

齢級〇の崩壊地ポイント数／全崩壊地ポイント数（2,995）

* 齢級ごとの崩壊地率

齢級〇別の崩壊地ポイント数／齢級〇別の森林ポイント数

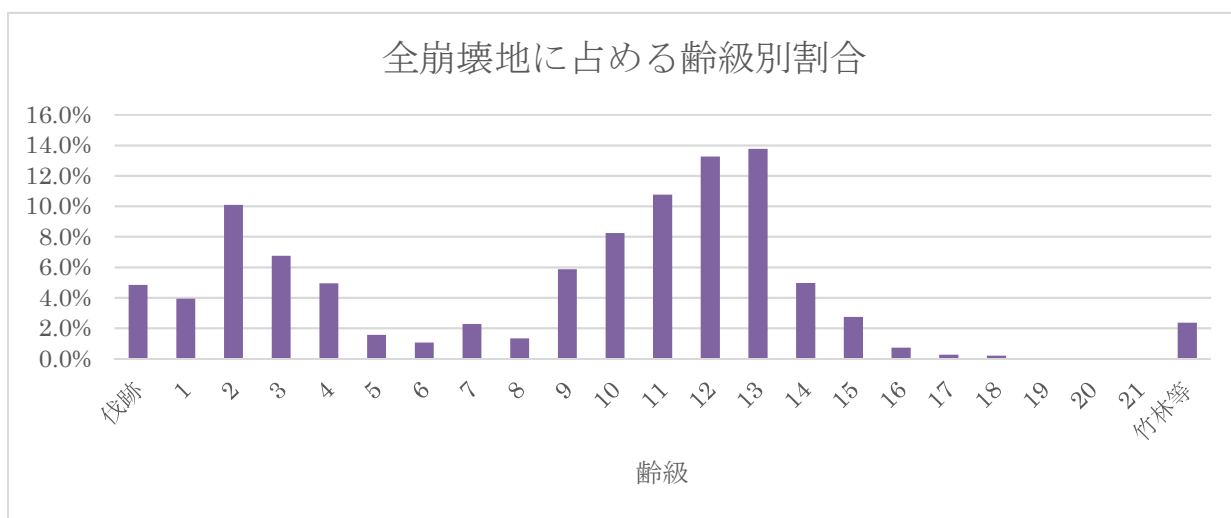


図 2.7 崩壊地ポイントの齢級別割合

※林野庁提供

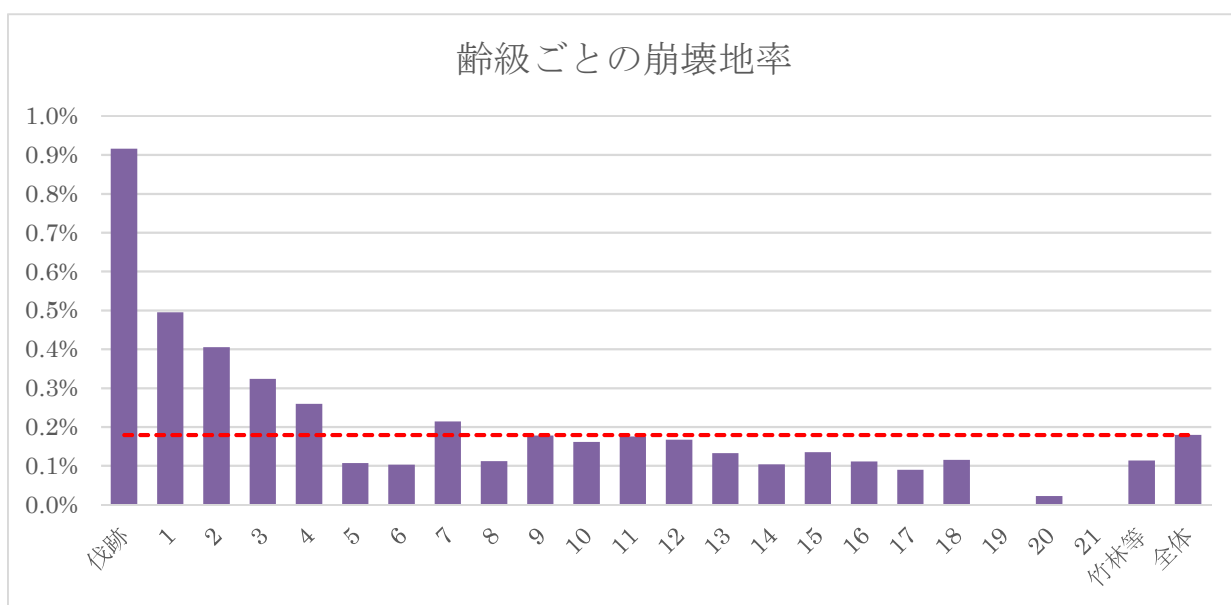


図 2.8 齢級ごとの崩壊地率

※林野庁提供

2.2.2 崩壊規模の特徴

球磨村で発生した崩壊の規模（面積）は、すべての齢級で 100m^2 以下の小規模な崩壊地が多い。ただし、各齢級に出現する崩壊規模の割合は、それほど変化は見られない。

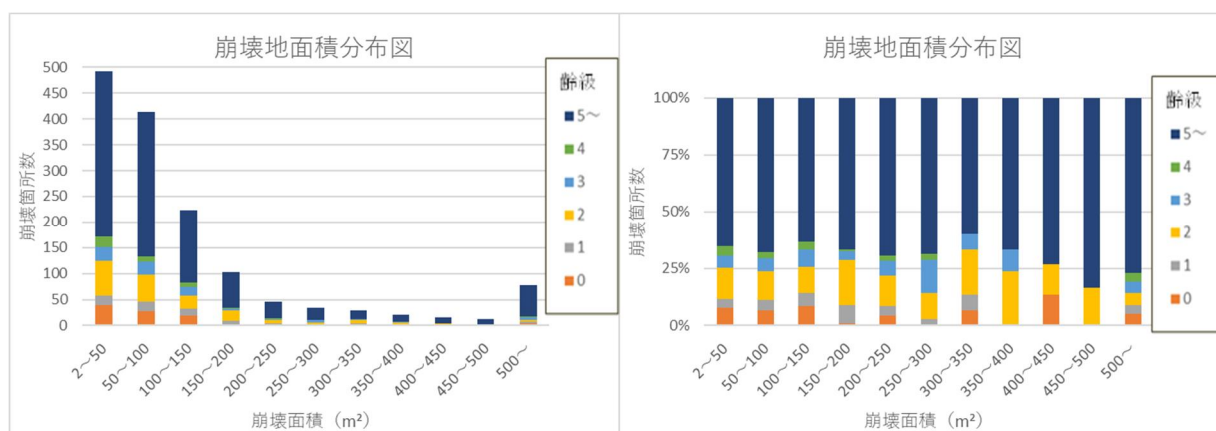


図 2.9 球磨村で発生した崩壊規模状況

齢級毎に発生した崩壊地の平均面積を図 2.10 に示す。0、3、4、7 齢級等ところどころで大きな値を示す齢級も見られるが、齢級による平均崩壊面積規模に傾向は見られない。

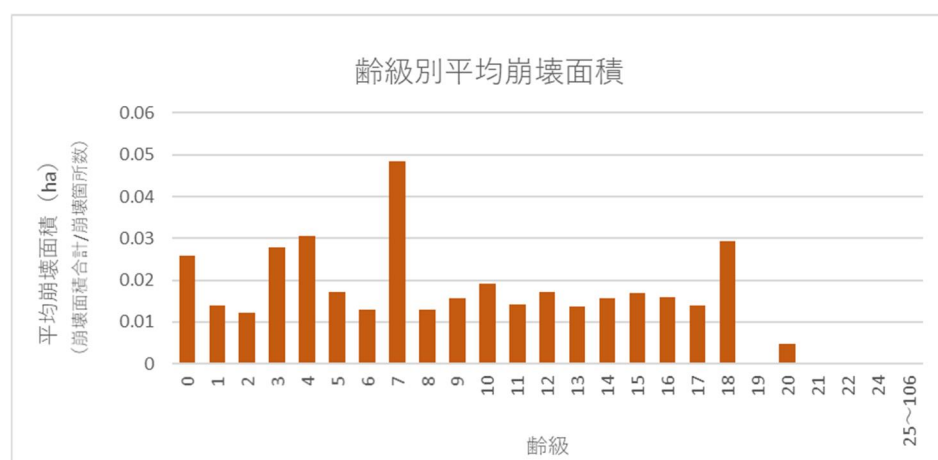


図 2.10 齢級毎の平均崩壊面積

2.2.3 崩壊地ポイントの出現傾向

先の分析において、4 齢級以下で崩壊地率が全体よりも高かったため、4 齢級以下と 5 齢級以上で区分し、かつ天然林及び人工林で分類した上で、崩壊地ポイントの区分別の出現数をツリーマップで整理したものが図 2.11 のとおりとなる。

ツリーマップの長方形の大きさはポイントデータ数の多さを表現している。崩壊地において、人工林（5 齢級以上）の区分のポイント数が最も多く、次いで人工林（4 齢級以下）、天然林（5 齢級以上）となっている。なお、「%」は崩壊地ポイントに占めるそれぞれの区分のポイント数を示す。

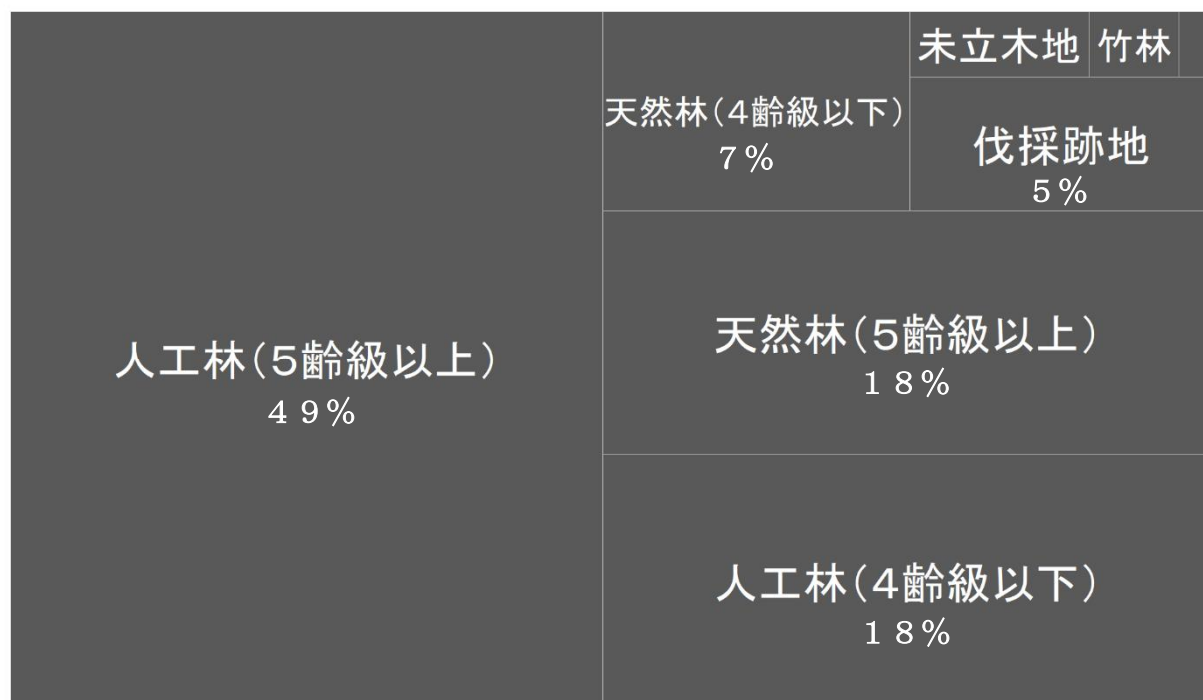


図 2.11 崩壊地ポイントのツリーマップ

※林野庁提供

2.2.4 林種別の特徴

図 2.5～2.6 で行った森林総ポイント数と崩壊地ポイント数の年齢別の集計を人工林及び天然林別で整理した（図 2.12～2.15）。

人工林に限定した森林総ポイント数（1,138,955）に対する崩壊地ポイント数（2,025）の割合が 0.19%である一方で、天然林では、総ポイント数（453,491）に対する崩壊地ポイント数（754）の割合が 0.17%であり、林種別で大きな違いはみられなかった。若年齢の崩壊地ポイント数について、人工林では2 年齢が多くなっている（図 2.14）一方で、天然林では4 年齢が多くなっている（図 2.15）等、傾向に違いが見られる。

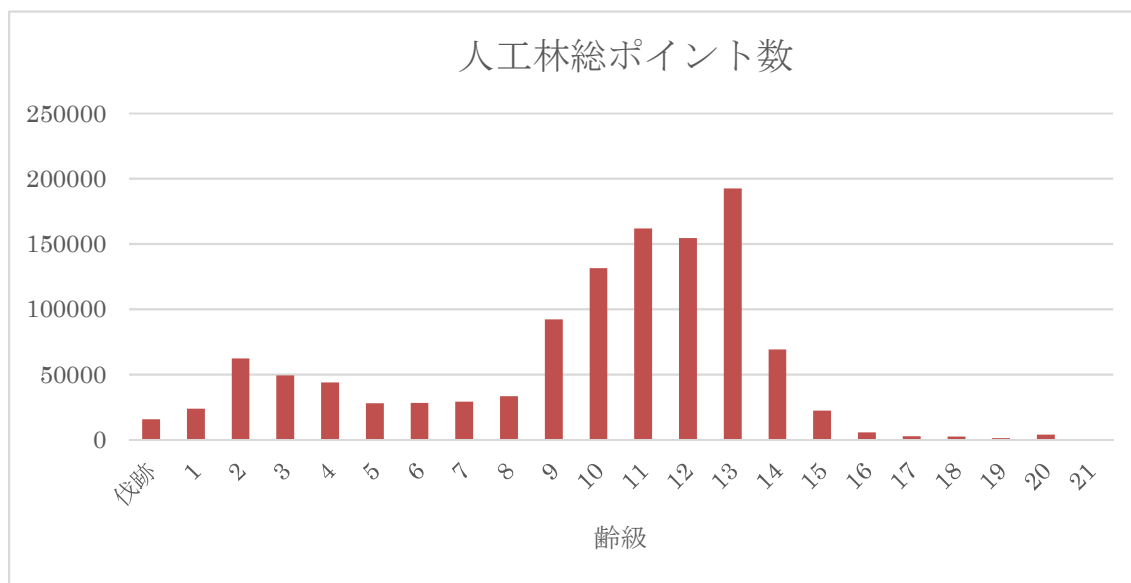


図 2.12 森林総ポイント数（人工林限定）

※林野庁提供

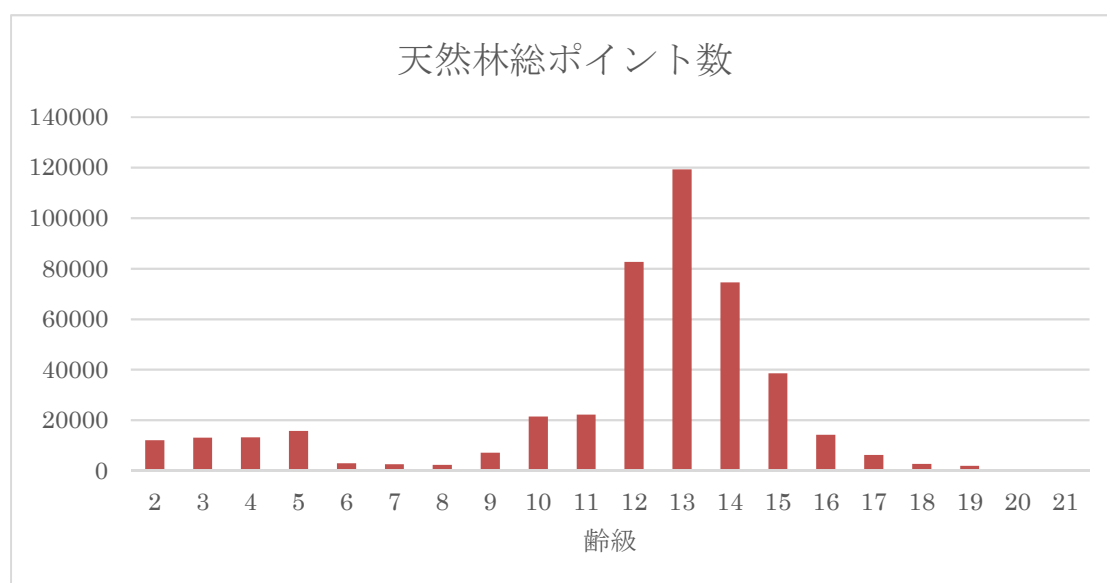


図 2.13 森林総ポイント数（天然林限定）

※林野庁提供

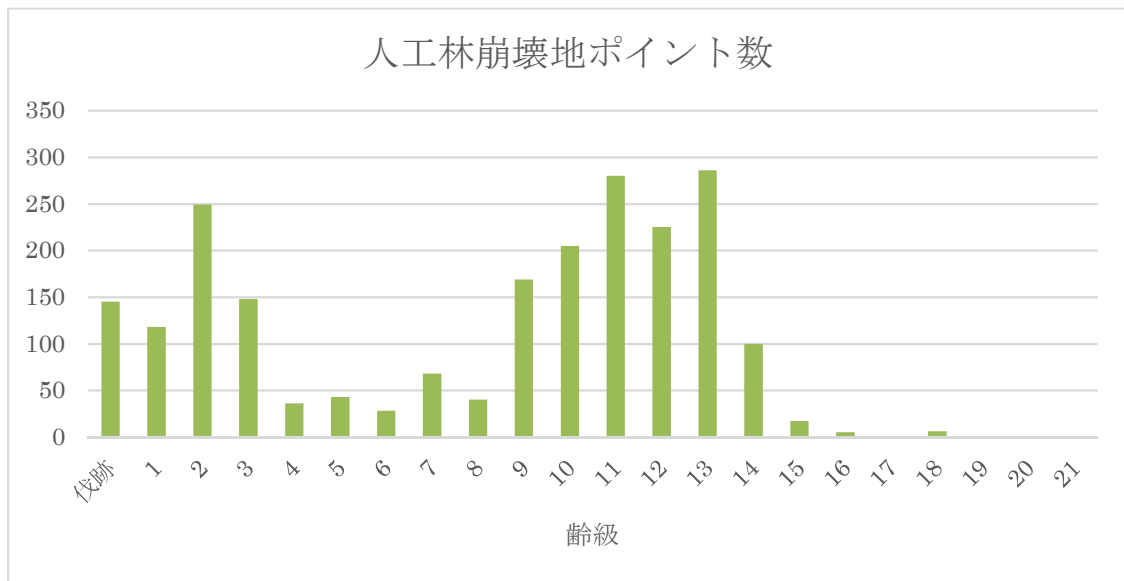


図 2.14 人工林崩壊地ポイント数

※林野庁提供

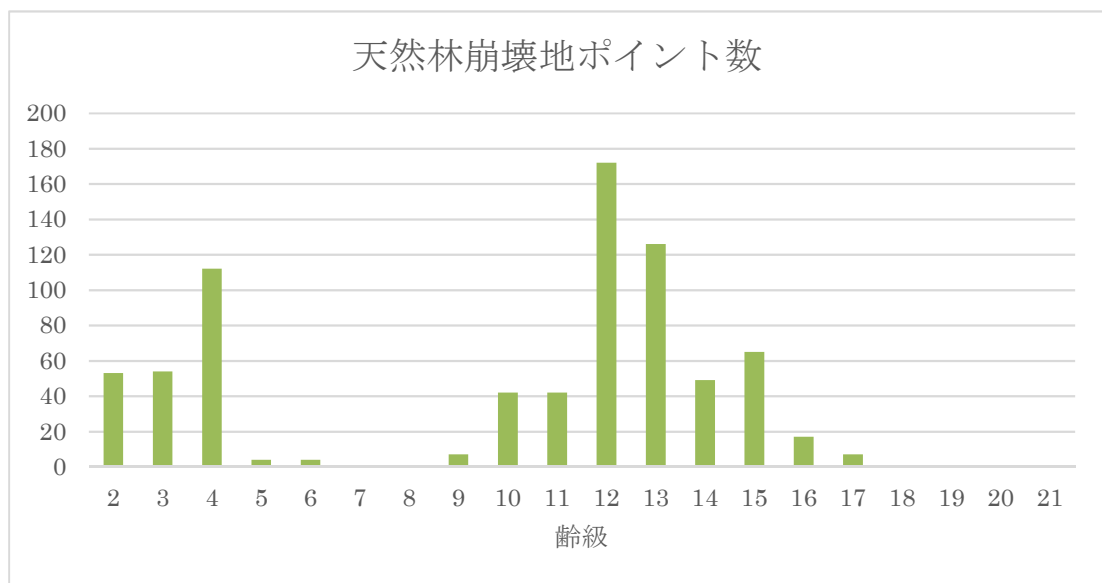


図 2.15 天然林崩壊地ポイント数

※林野庁提供

次に、林種別の齢級ごとの崩壊発生の特徴を確認するため、図 2.7 及び図 2.8 と同様に人工林及び天然林それぞれについて「崩壊地に占める齢級別割合」、「齢級ごとの崩壊地率」を整理した(図 2.16～2.19)。

人工林及び天然林ともに、全体的な傾向として崩壊が当該齢級の面積に応じて発生していることや齢級ごとの崩壊地率が若齢級で相対的に高くなっているという結果は、全体的な分析と同様であった。

「齢級ごとの崩壊地率」では、人工林では、1 齢級の 0.5%から下がっており全体的な分析と同様の傾向であるが、天然林では、2 齢級から 4 齢級にかけて高くなるなど林種で傾向に違いが見られた。

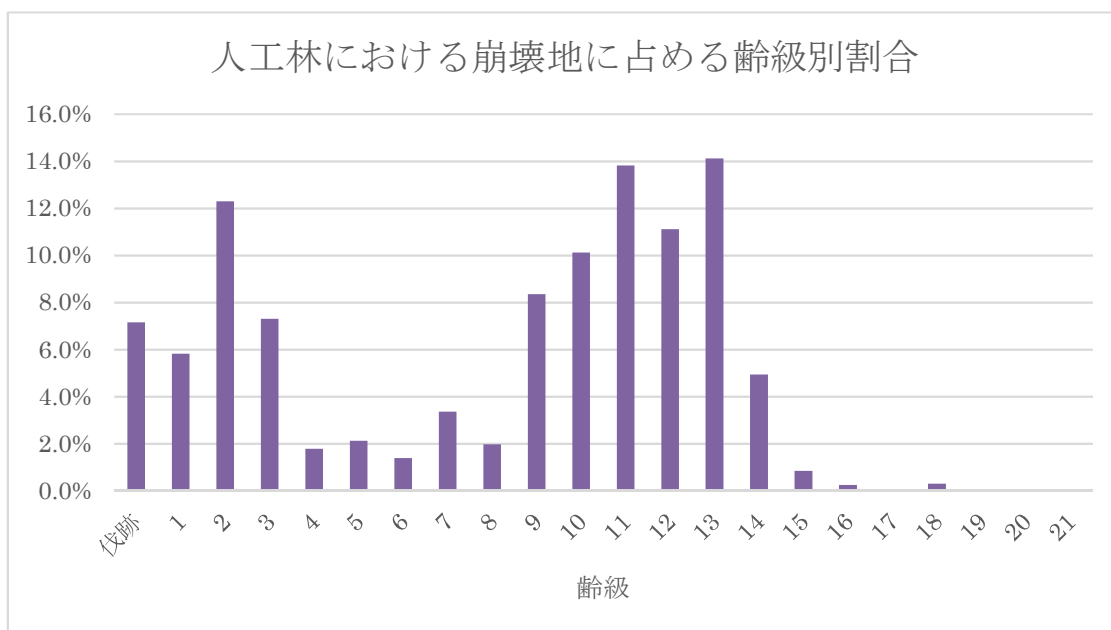


図 2.16 人工林における崩壊地に占める齢級別割合

※林野庁提供

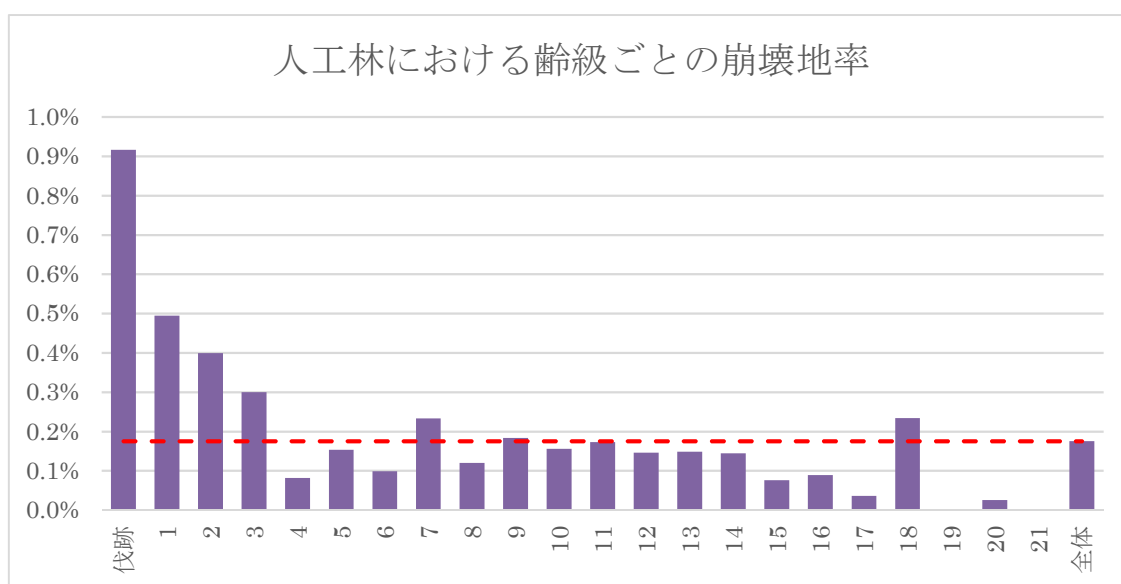


図 2.17 人工林における齢級ごとの崩壊地率

※林野庁提供

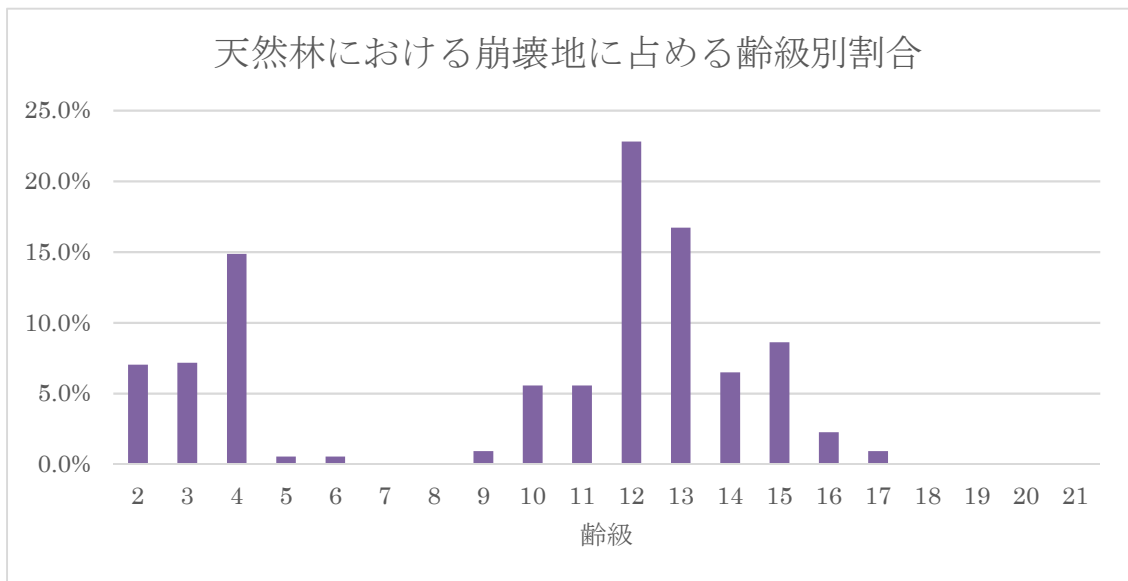


図 2.18 天然林における崩壊地に占める齢級別割合

※林野庁提供

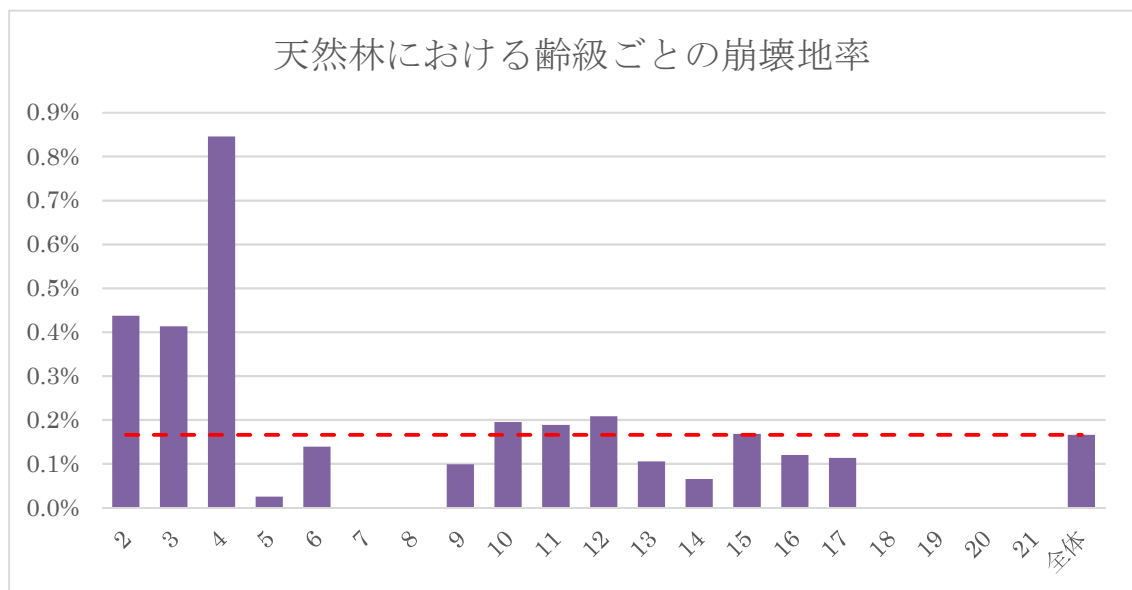


図 2.19 天然林における齢級ごとの崩壊地率

※林野庁提供

2.3 令和2年7月豪雨の分析

令和2年7月豪雨時の降雨状況について、XRAIN データ（R2.7/2～7/6）および気象庁アメダスデータを使用し、分析した。

XRAIN データについては、災害時の降雨状況として最大降雨強度、積算雨量、最大1時間、3時間、6時間、12時間、24時間、48時間、72時間雨量を整理したが、本節では最大降雨強度および積算雨量強度について示し、令和2年7月豪雨時の降雨の特徴について分析した。

アメダスデータについては、一勝地観測所（熊本県球磨郡球磨村大字一勝地）の2010年から2020年（令和2年）の観測データ（日降水量、1時間降水量）をもとに、近年の降雨と令和2年7月豪雨を比較、分析した。

2.3.1 XRAIN

(1) 最大降雨強度

最大降雨強度の分布状況を図2.20に示す。球磨村では、災害時に北部で降雨強度の強い雨が降り、南部ほど降雨強度が小さかったことがわかる。

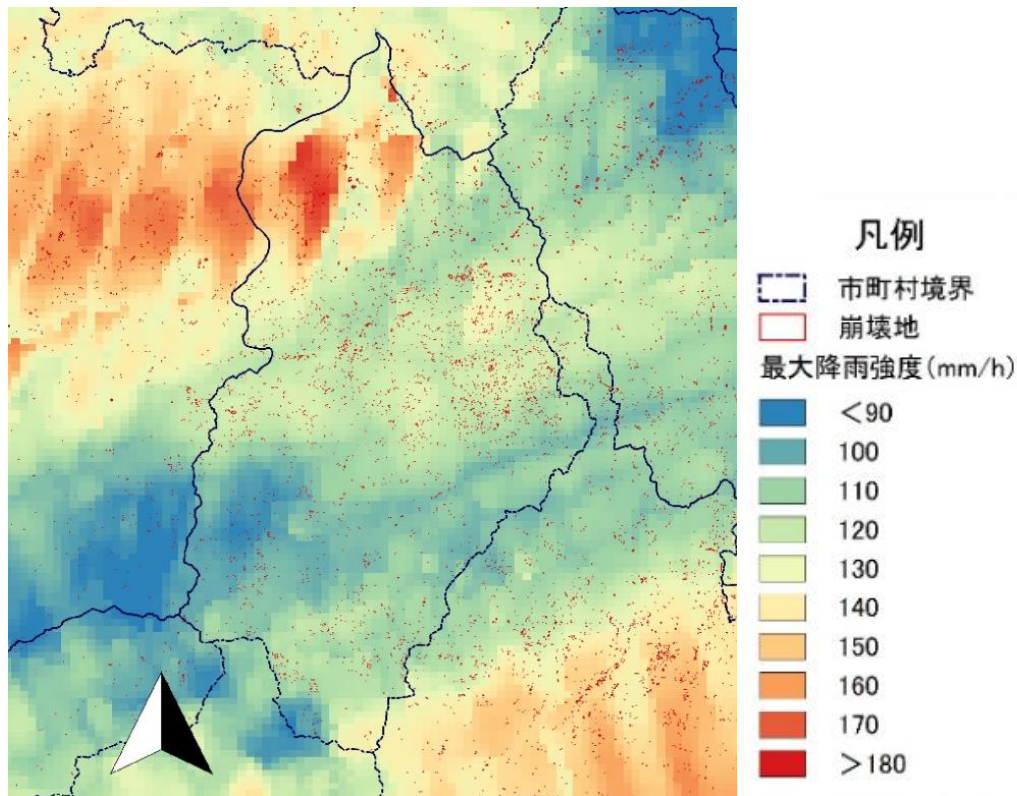


図 2.20 球磨村における災害時の最大降雨強度の分布状況

(2) 積算雨量

積算雨量の降雨分布状況を図2.21に示す。