

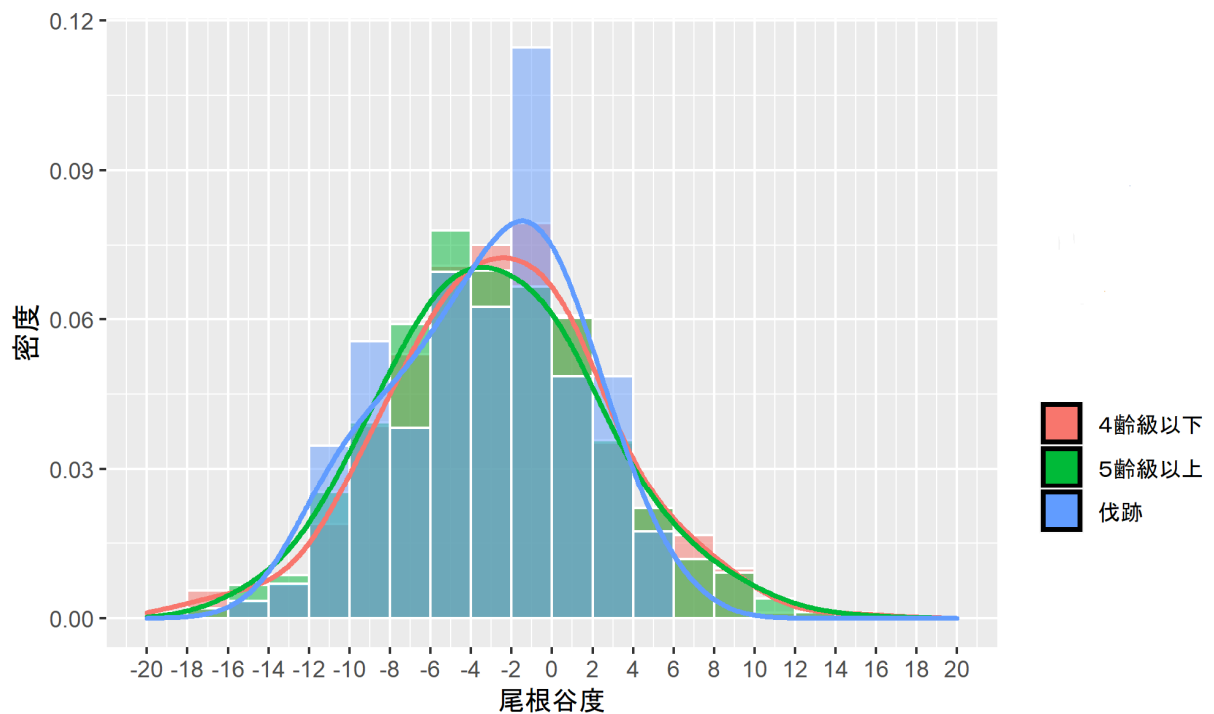


図 2.32 崩壊地における区分別の尾根谷度ヒストグラムと密度分布図

※林野庁提供

表 2.6 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
4 齢級以下	-2.62	-2.64	-6.02	0.812
5 齢級以上	-2.90	-3.04	-6.52	0.433
伐採跡地	-3.26	-2.77	-6.48	-0.173

※林野庁提供

さらに、4 齢級以下を細かく区分して分析したものが表 2.7 である。

尾根谷度の平均が伐採跡地、3 齢級及び 4 齢級で他の区分より小さくなっており、これらの区分の崩壊が相対的に谷側（凹地形）で発生していることを示している。

前節の傾斜度の分析において、伐採跡地と 1 齢級に大きな傾向の違いは見られなかった一方で、尾根谷度の分析においては、大きな違い（伐採跡地での崩壊の方が凹地形に偏っている）が確認された。

後述の現地調査において、凹地形の集材路の崩壊が確認されていることから、伐採跡地については、比較的集水されやすい凹地形の集材路の崩壊が多く発生している可能性がある。

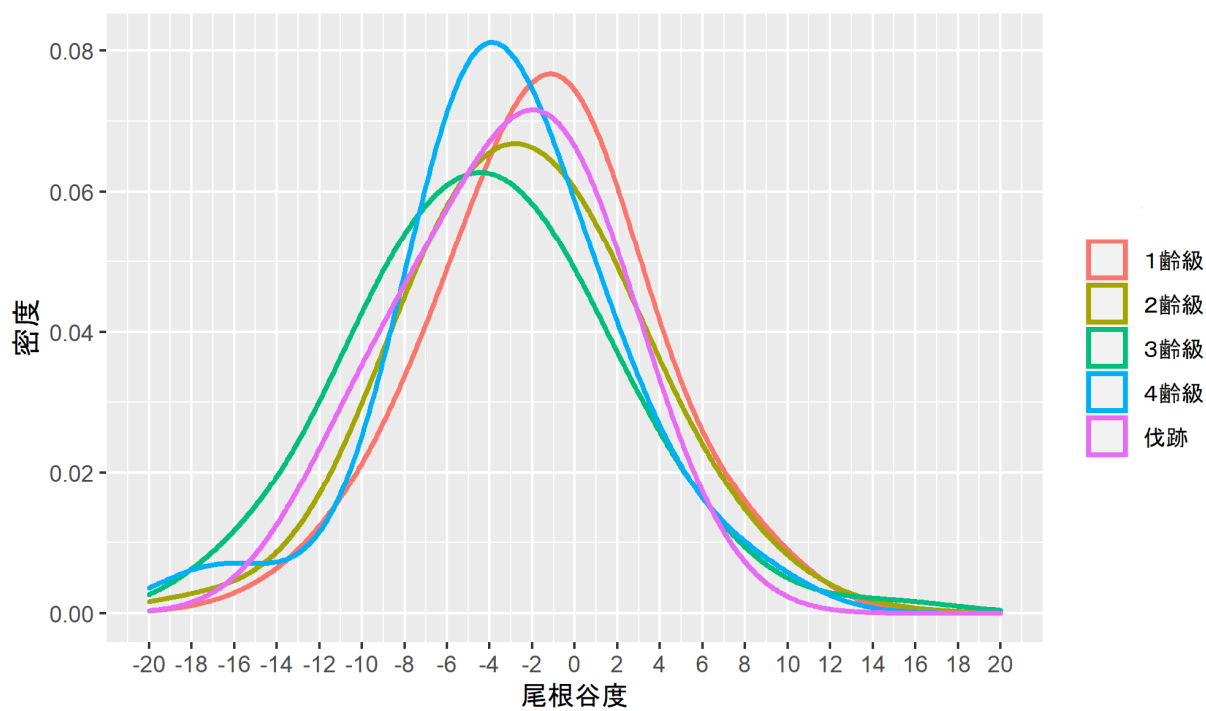


図 2.33 人工林かつ崩壊地における区分別の尾根谷度ヒストグラムと密度分布図
※林野庁提供

表 2.7 人工林かつ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	-3.26	-2.77	-6.48	-0.173
1 齡級	-1.53	-1.02	-4.39	1.15
2 齡級	-2.45	-2.82	-5.91	0.998
3 齡級	-4.15	-4.11	-8.13	-0.271
4 齡級	-3.28	-3.61	-5.82	1.18

※林野庁提供

(2) 尾根谷度と降雨分布との関係

降雨との関係を整理した。地質の傾向とは異なり、降雨帯による尾根谷度の出現特徴は認められず、どの降雨帯においても尾根谷度の出現割合に特徴は見られなかった。このことから、尾根谷度と崩壊地の特性は降雨の影響は受けていないと考えられる（最大降雨強度との関係を図 2.34、図 2.35 に示す。積算雨量でも同様の傾向が得られた）。

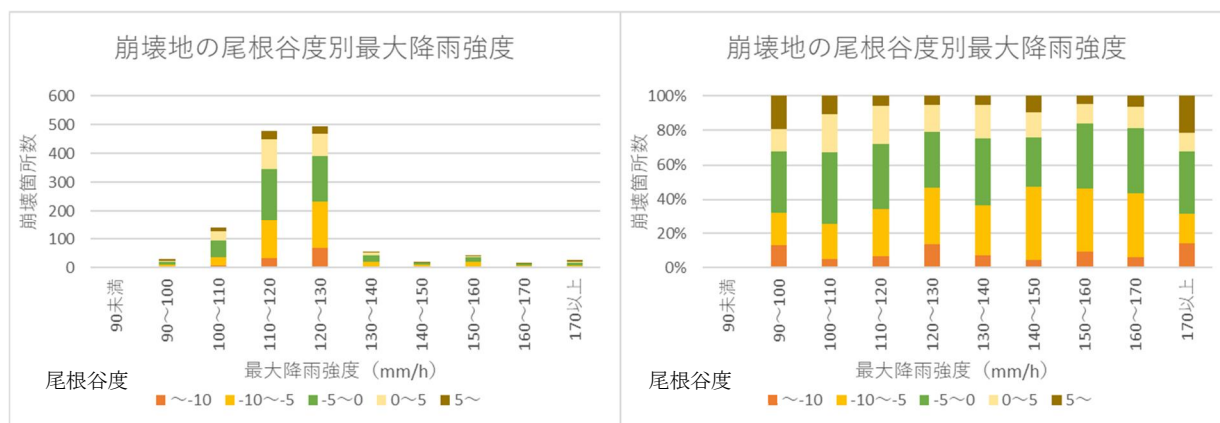


図 2.34 最大降雨強度と尾根谷度による崩壊箇所の分布状況

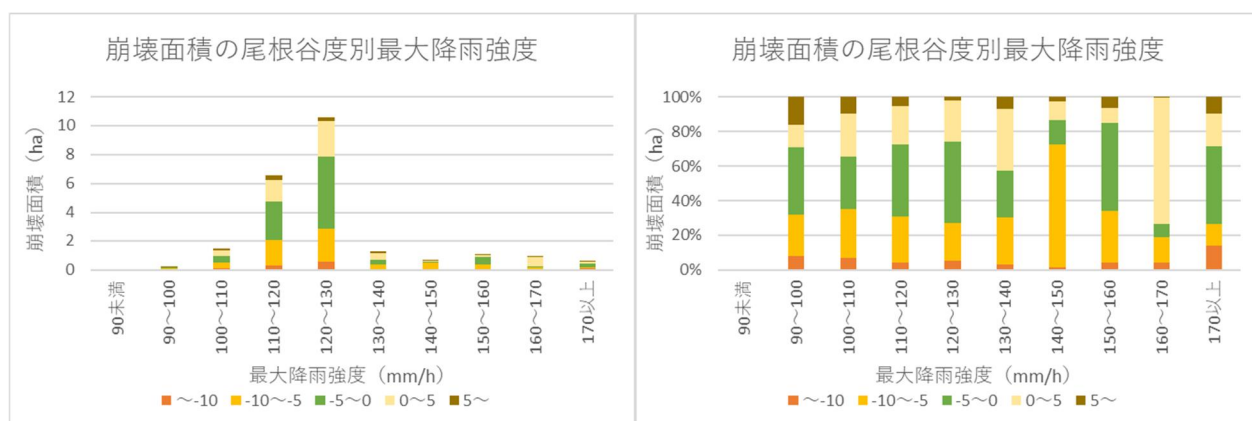


図 2.35 最大降雨強度と尾根谷度による崩壊面積の分布状況

2.6 森林における崩壊発生のとらまとめ

解析項目		結果
崩壊地率	森林全域	・球磨村の「森林総ポイント数 (1,670,777)」に対し、崩壊が発生した「崩壊地ポイント数 (2,995)」の割合は 0.18%。 ・「人工林 (伐採跡地も含む) の総ポイント数 (1,154,783)」に対し、崩壊が発生した「人工林 (伐採跡地も含む) の崩壊地ポイント数 (2,025)」の割合は 0.19%、一方で「天然林の総ポイント数 (453,491)」に対し、「天然林の崩壊地ポイント数 (754)」の割合は 0.17%となっており、林種別で大きな違いはなかった。
	齢級・林種別	・齢級ごとの崩壊地率 (○齢級の崩壊地ポイント数/○齢級の森林ポイント数) について、人工林では 1 齢級から下がっていく一方で、天然林は 4 齢級にかけて高くなるなど林種別で傾向に違いがあった。 ・全体的な傾向としては、当該齢級の面積に応じて崩壊が発生しているが、伐採跡地及び 1～4 齢級において「相対的」に崩壊が起こりやすくなっている傾向が確認された。
雨量の特性	アメダス観測データ	・令和 2 年 7 月豪雨時に球磨村 (アメダス一勝地観測所) において観測された日降水量 357.0mm、1 時間降水量 83.5mm は、ともに過去 10 年間で最も大きな値であった。
地質	地質	・特に明瞭な傾向は得られない。
地形	傾斜度	・森林全域と比較して、崩壊地の傾斜度は高かった。 ・4 齢級の崩壊は比較的緩傾斜で発生しており、一般的に伐採後 20 年生頃を底として根系による斜面補強効果が低減すると言われており、同様の傾向が見られたものと考えられる。
	微地形 (尾根谷度)	・森林全域と比較して、崩壊地は凹地形に分布が偏っている。 ・3・4 齢級の崩壊が比較的凹地形に偏っており、傾斜度の分析と合わせ 4 齢級にかけて崩壊の発生が地形的な影響を受けやすくなることが考えられる。 ・傾斜度の分析では、伐採跡地と 1 齢級に大きな違いは見られなかった一方で、尾根谷度では伐採跡地での崩壊が凹地形に偏っていることが確認されており、雨水が集水されやすい凹地形における集材路の崩壊に関係していることが考えられる。

2.7 森林変化点抽出プログラムによる分析

2.7.1 変化箇所の抽出条件

伐採地における崩壊特性を把握するため、貸与いただいた森林変化点抽出プログラム（林野庁開発）において、以下に示す条件で令和2年7月豪雨以前の約5年間の伐採箇所抽出をおこなった。

表 2.8 森林変化特定プログラムの抽出条件

項 目	抽出条件
対象範囲	熊本県球磨村
使用衛星	センチネル 2
期首データの範囲	2016/4/1～2016/7/31
期末データの範囲	2020/4/1～2020/7/20
最小検出面積	0.5ha

抽出結果を図 2.36 に示す。同様の期間を示すと考えられる森林簿の1 齢級の範囲も図 2.36 に示している。森林簿の1 齢級の範囲よりは多くの範囲が抽出されていることが分かる。抽出範囲は、球磨村北部にやや多い傾向が見られるものの、ほぼ全域にわたり抽出されている（南西部は少ない）。なお、プログラムで抽出された伐採箇所については、現地確認や衛星画像の目視確認等も行っていないことから、誤抽出や抽出漏れがあり得ることに留意が必要である。

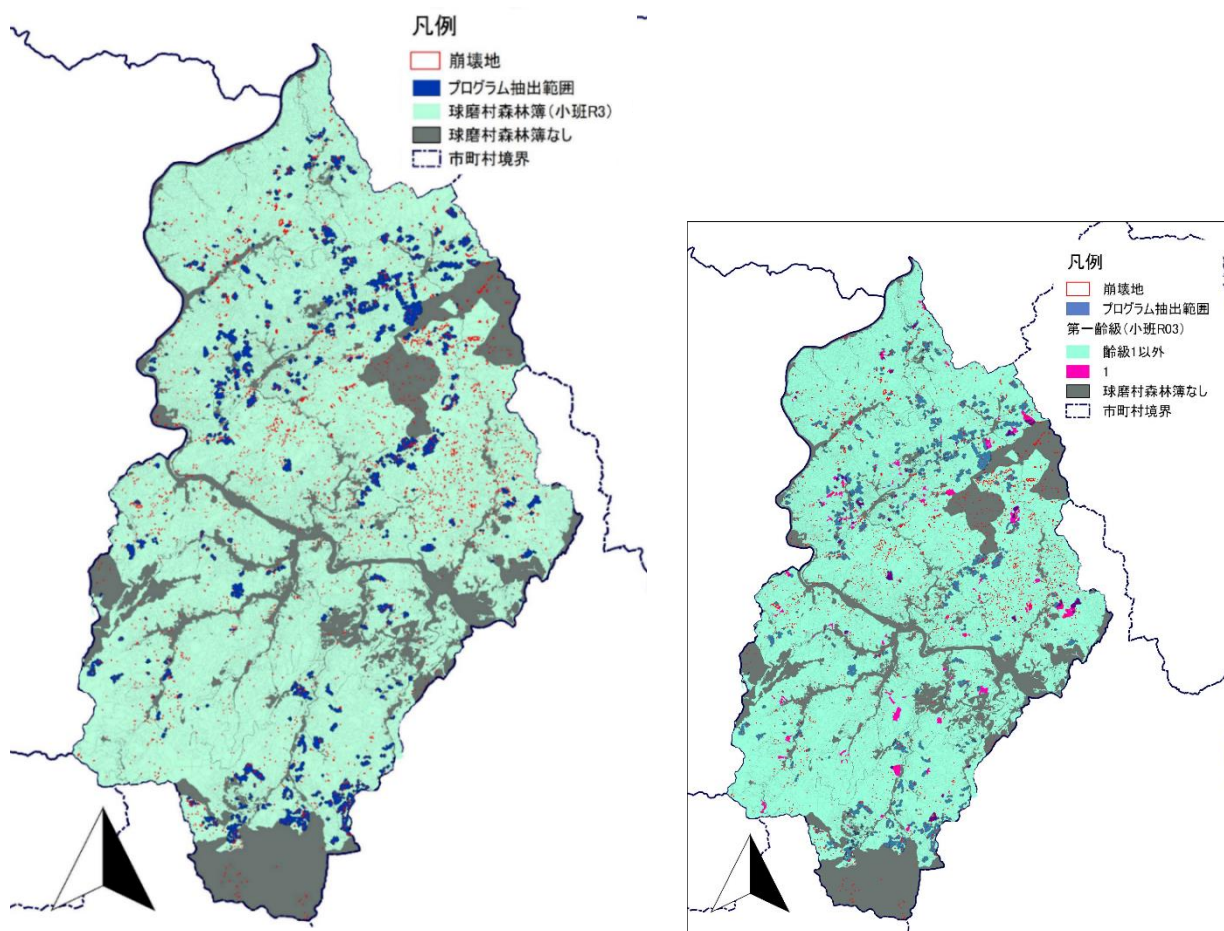


図 2.36 森林変化特定プログラムによる抽出結果

2.7.2 抽出範囲と崩壊地の発生状況

抽出した結果、全部で 333 箇所の変化範囲（伐採箇所）が抽出され、内崩壊地が含まれている抽出範囲は 109 箇所となる（図 2.37 参照：崩壊が発生した伐採箇所を面積の小さい方から番号を振り表記）。抽出面積が伐採面積と同義となるが、崩壊地が含まれる抽出範囲の伐採面積は最小で 0.5ha、最大で 31.9ha、平均 4.6ha となる。

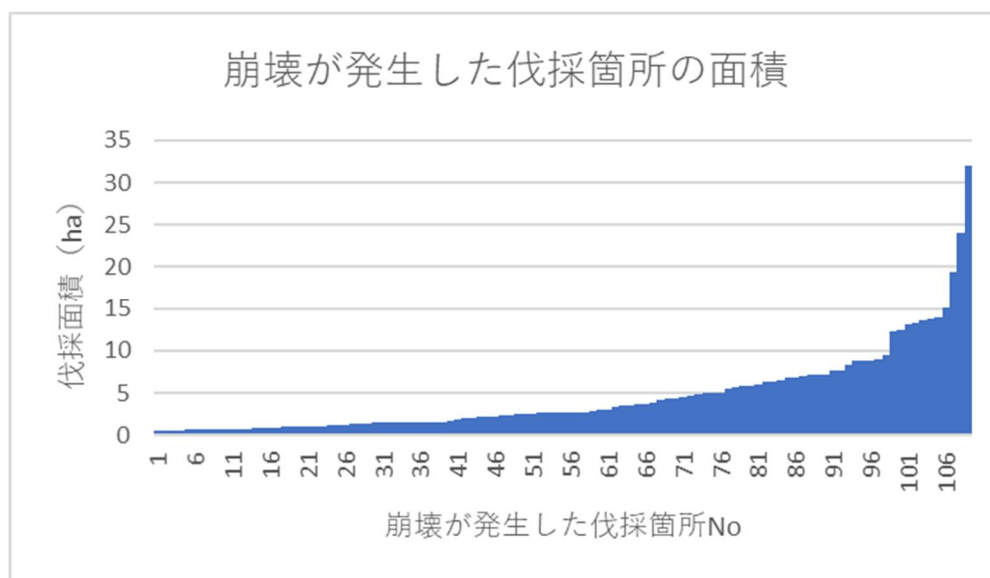


図 2.37 抽出箇所の面積（伐採面積と同義）

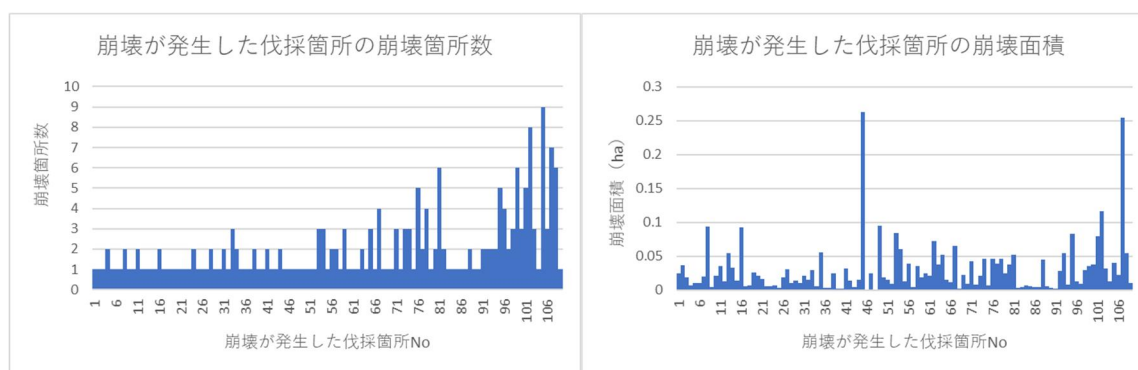


図 2.38 抽出箇所の崩壊発生状況

2.7.3 伐採面積による崩壊特性

(1) 伐採面積階級ごとの崩壊特性

伐採面積による崩壊発生特性を確認するため、伐採面積階級毎の崩壊特性について整理した。伐採面積階級は 5ha までは 0.25ha 区分、それ以上は 0.5ha 区分として整理した。

プログラムで抽出された伐採箇所の面積階級別の箇所数を図 2.39 に示すが、抽出された伐採箇所は小面積が多いが、崩壊地を含む伐採箇所は面積に大きな偏りはなく、やや小面積が多いものの大面積まで万遍なく出現している。

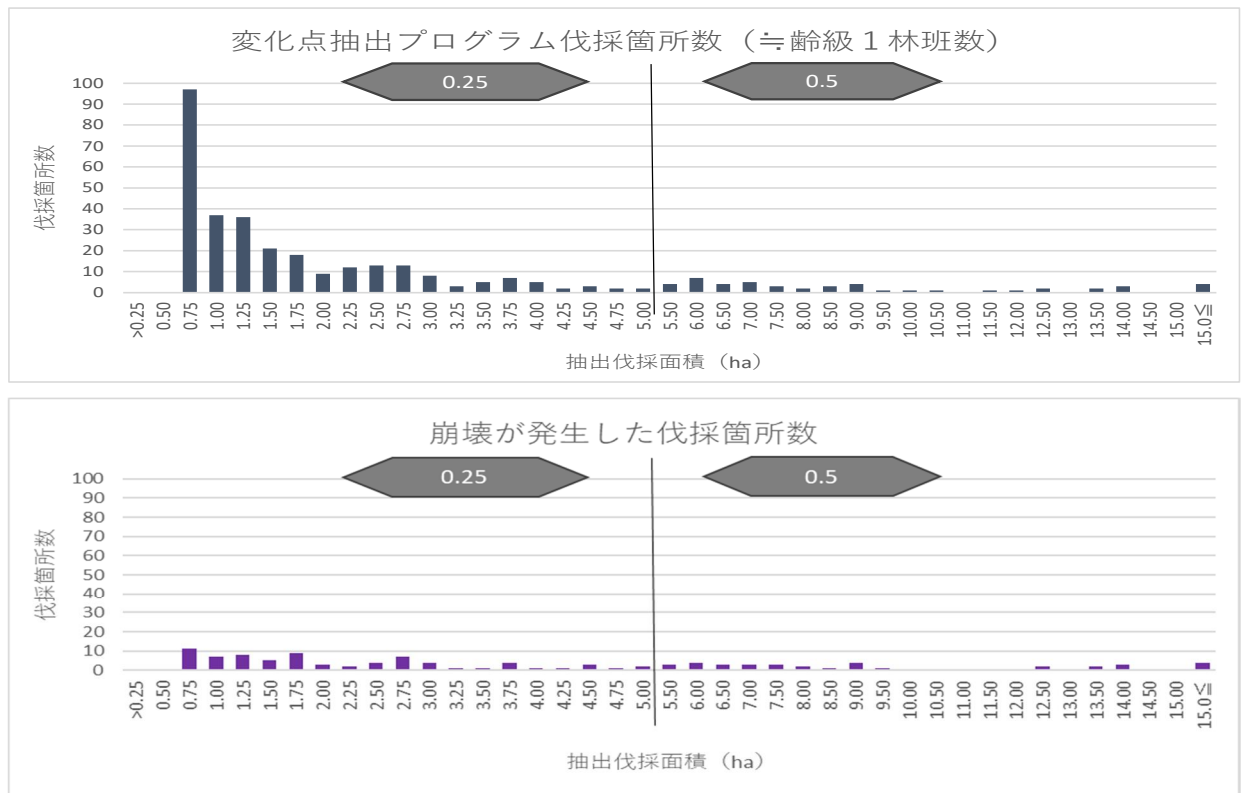


図 2.39 解析プログラム抽出箇所に含まれる崩壊地有の出現状況 (上：全抽出数、下：崩壊地有数)

伐採面積毎の崩壊箇所数を図 2.40 に、崩壊面積を図 2.41 に示した。
伐採面積毎の崩壊発生箇所数、崩壊面積に明らかな傾向は認められない。

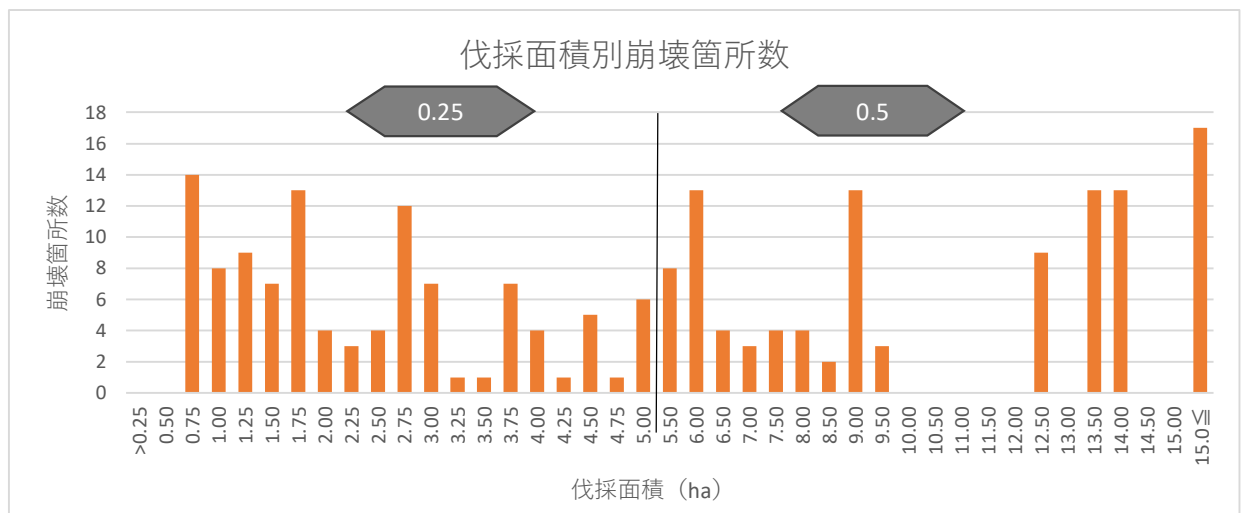


図 2.40 伐採面積毎の崩壊箇所数

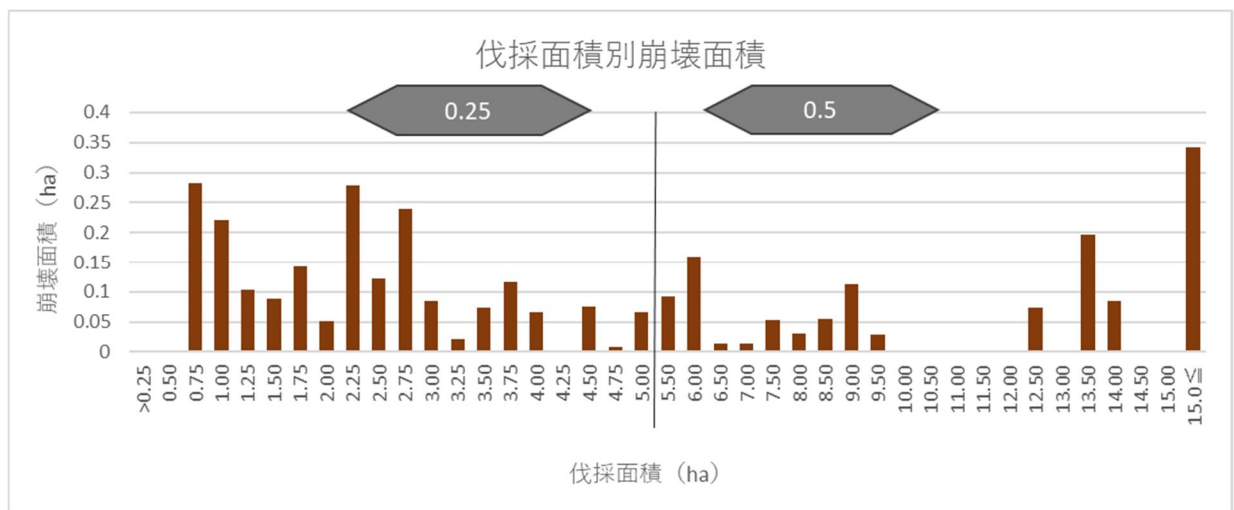


図 2.41 伐採面積毎の崩壊面積

各伐採面積階級での 1 か所当たりの崩壊面積を図 2.47 に示す。特に傾向は見られないものの、概ね 100m²程度の崩壊地が多く、伐採面積が小規模な箇所では比較的大きな崩壊地（約 200m²）が発生している。

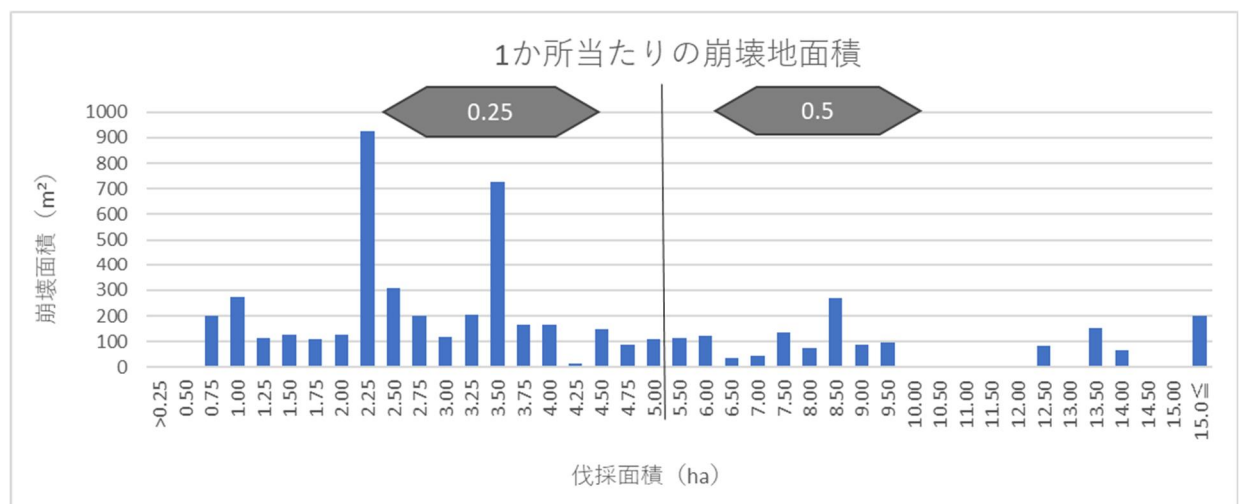


図 2.42 伐採面積毎の 1 か所当たりの崩壊面積

(2) 伐採面積と崩壊発生との関係

(1) では、伐採面積階級ごとに整理したが崩壊地が含まれている 109 箇所について、伐採面積と崩壊発生の状況を図 2.48、図 2.49 に整理した。

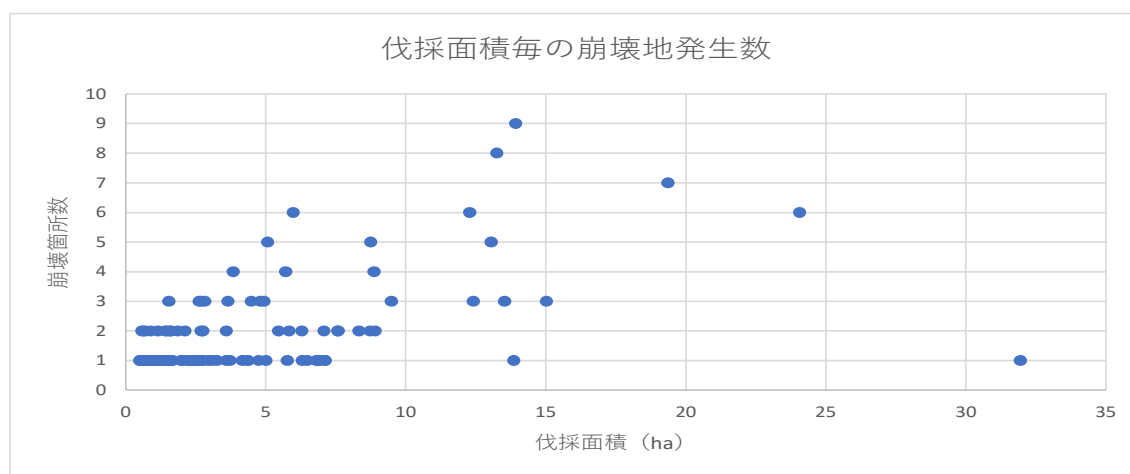
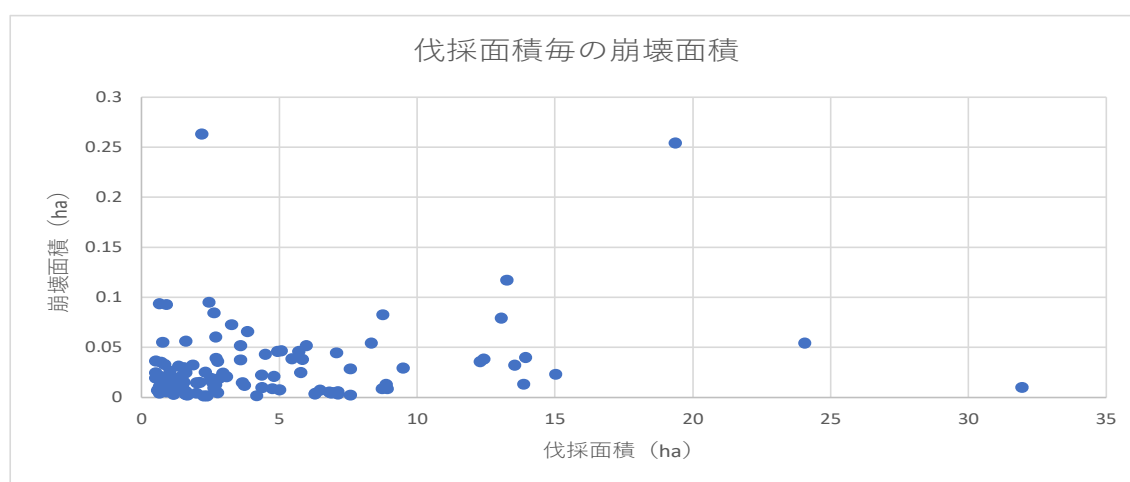


図 2.43 伐採面積と崩壊箇所数の関係



崩壊地 1 か所あたりの崩壊面積は、伐採面積による違いはほとんどみられなかった（図 2.45）。

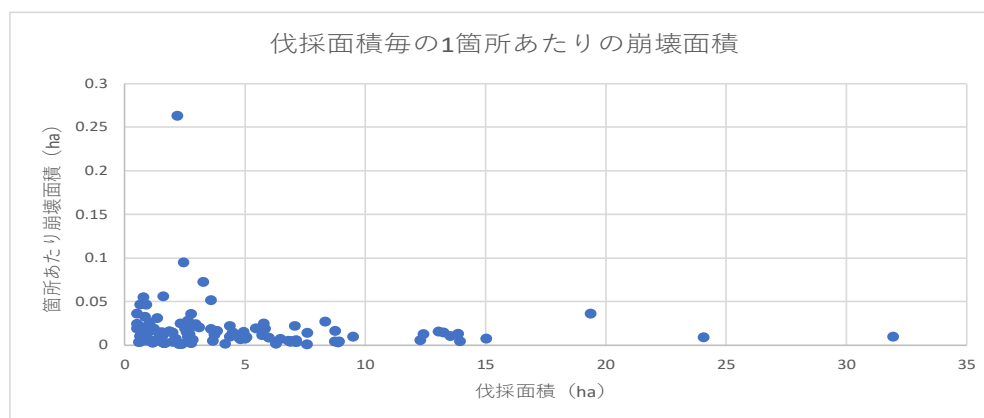


図 2.45 伐採面積による 1 か所あたりの崩壊面積

以上より、森林変化点抽出プログラムにより抽出された伐採範囲での崩壊地の特性としては、伐採面積が大きいほど崩壊が 1 箇所でも発生した伐採箇所の割合は高くなった。これは、確率的に当然の結果である。一方で、伐採面積あたりの崩壊発生率や崩壊面積率については、明瞭な傾向が見られなかった。ただし、規模の大きい伐採地がそもそも少ないことから、今後伐採面積毎の崩壊特性を把握するためにはより多くのデータから解析する必要がある。

なお、解析にあたり伐採面積階級を細かく整理したが、大まかに整理すると以下のとおりとなる。

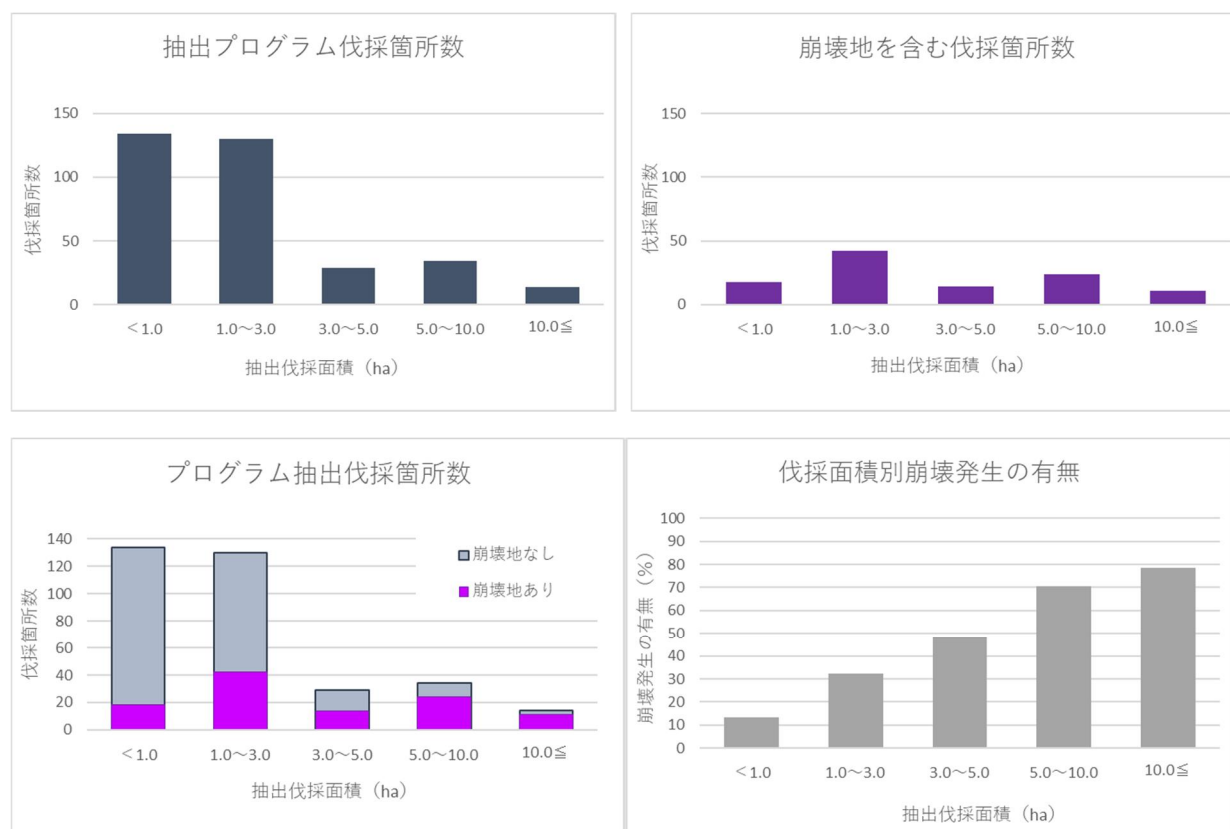


図 2.46 崩壊が発生した伐採箇所の割合

3. 現地確認

3.1 目的および確認場所

現地確認は、代表的な崩壊・土砂流出箇所に対し崩壊地の土質や植生、近接する路網の状況（影響）等を確認するために実施した。

調査箇所は、伐採面積や時期、再生林の有無などの条件に応じ複数選定する予定としていたが、立入の関係から公有林に絞り選定し図 3.1 に示す箇所を対象とした。

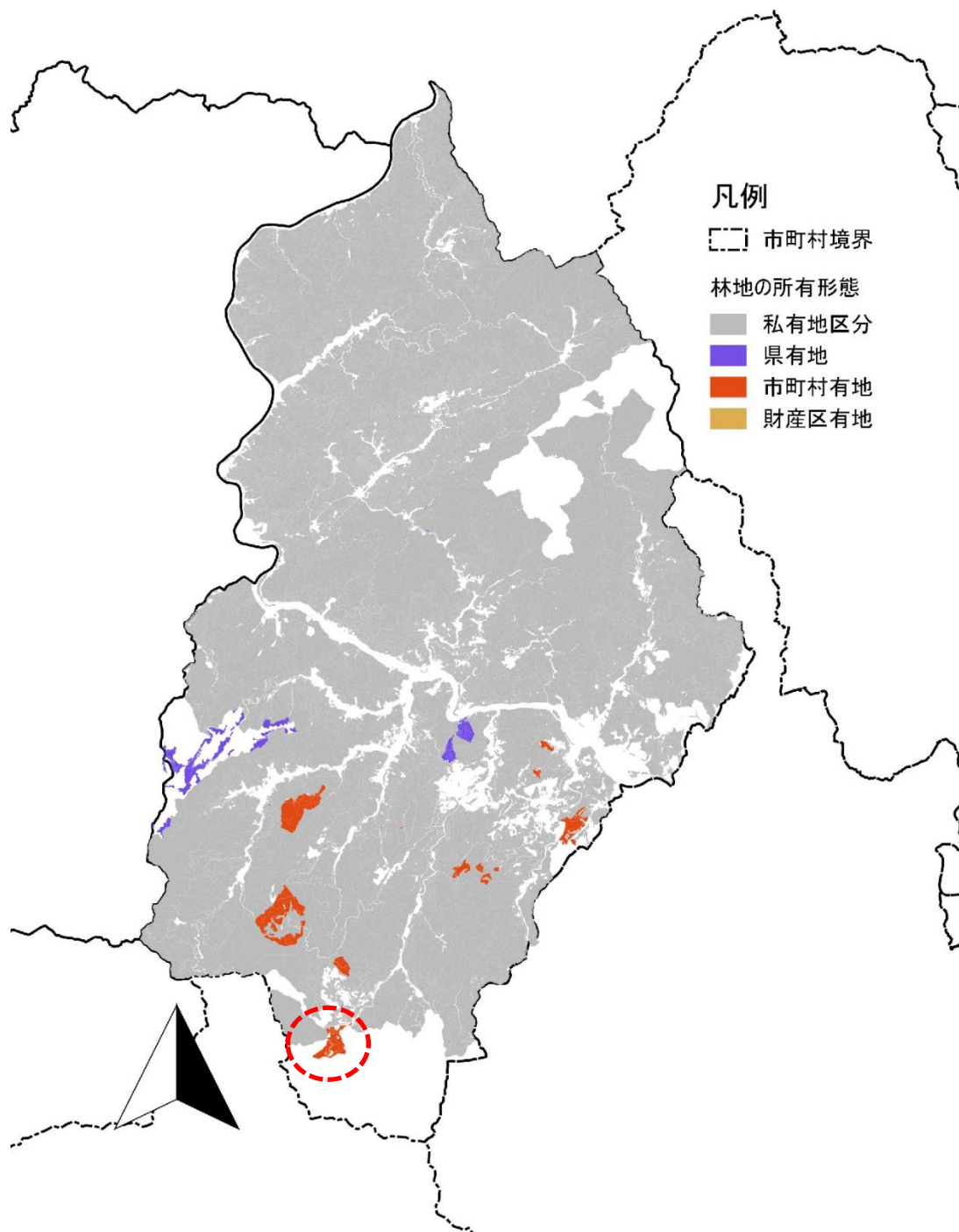


図 3.1 現地確認位置図（図中赤丸箇所）

当該箇所は、図 3.2 に示すとおり森林簿では主に 13 齢級の森林となっているが、森林変化点抽出プログラムにおいては過去 5 年間の間に変化があった箇所として抽出されており、実際熊本県によって H27、H29 に伐採（皆伐）が実施されている（令和 5 年度に土地所有者である球磨村により人工造林を予定）。

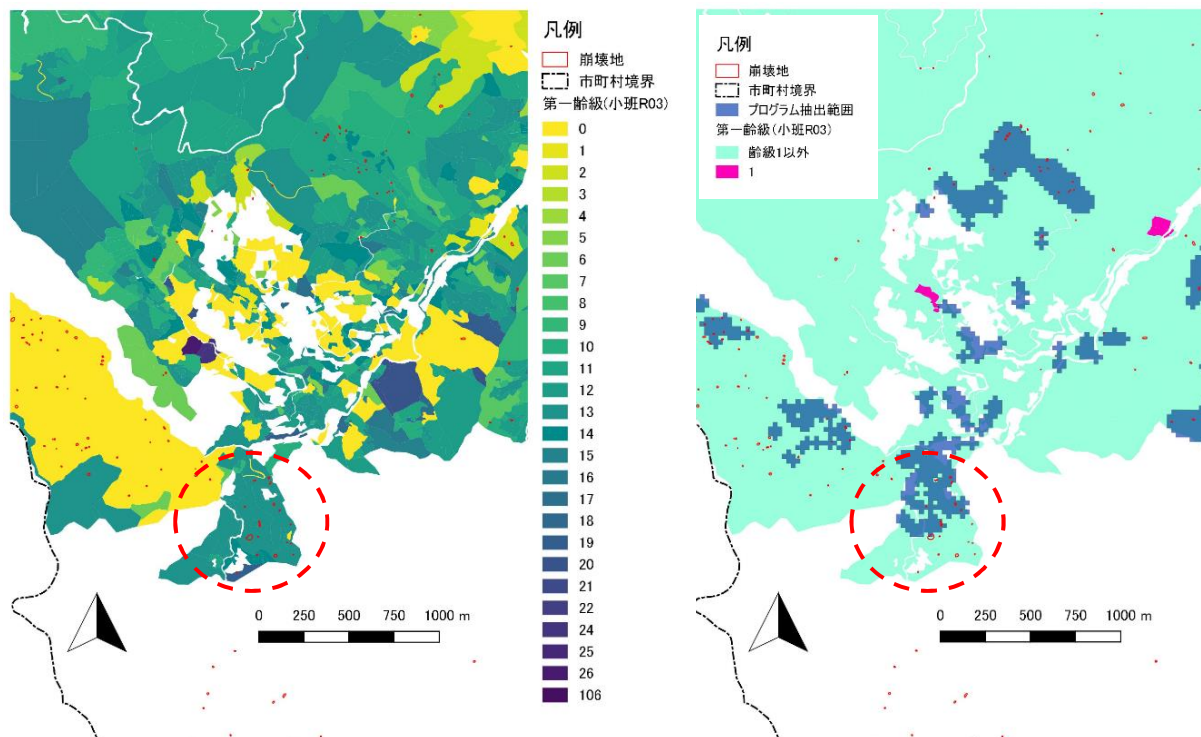


図 3.2 齢級別林小班（左図）と抽出プログラム位置図（右図）

対象箇所は、一部権利関係等により伐採されていない箇所が確認されるが、崩壊地の多くは伐採跡地となっている。当該地区に含まれる崩壊地は 20 箇所、そのうち 12 箇所の崩壊地（図 3.3 参照）について以下の工程で現地確認を行った。

日時：2022 年 3 月 3 日

目的：崩壊地の目視確認（周辺地形、地質、崩壊起因の想定等）

現地調査者：萩原、後藤、小林、佐藤、井上、（山方）



写真 3.1 現地調査状況

3.2 確認崩壊地の特徴

現地で目視確認（ドローンによる確認含む）を行った崩壊地を図 3.3 に示し、その特徴を以下に整理した。なお、図 3.3 に示す作業道線形については林野庁貸与資料（熊本県提供）より転記した。



図 3.3 現地確認崩壊地位置図（図中赤線が判読された崩壊位置）