

3.4.土砂流出に係る因子の分析

本項においては、前項までに整備されたデータを用いて、森林変化と土砂流出発生の関係性について試行的な分析を行った。

3.4.1. 分析方針

昨年度の調査において、土砂流出発生の有無と林種、齢級、地質、地形等との関係について分析を行った結果、急峻地、横断面形が凹地形、路網周辺等の因子が重なる箇所において、一定程度、流出土砂が発生しやすいことが明らかとなった。本年度の調査では、昨年度とは地質等の条件の異なる地域において同様の分析を行い、これらの要因が地域特有のものではなく一般的なものか否かの分析を行った。また、本年度新たに整備したデータ（谷次数、路網の切土・盛土等）を用いて、これらの因子と土砂流出との関係について分析を行った。

3.4.2. 分析手法

1) 解析対象範囲

本項では、解析対象エリアとなっている芦北町及び球磨村南部（球磨川左岸側）のうち、2020（令和2）年7月発生 of 豪雨災害よりも以前に、伐採等により森林状態が変化していた森林変化地において、当該豪雨により発生した土砂流出と、土砂流出発生に寄与すると考えられる数種の因子について分析を行った（図26）。また、比較検討のために令和4年度の調査対象地である球磨村北部（球磨川右岸側）の分析結果も掲載した。

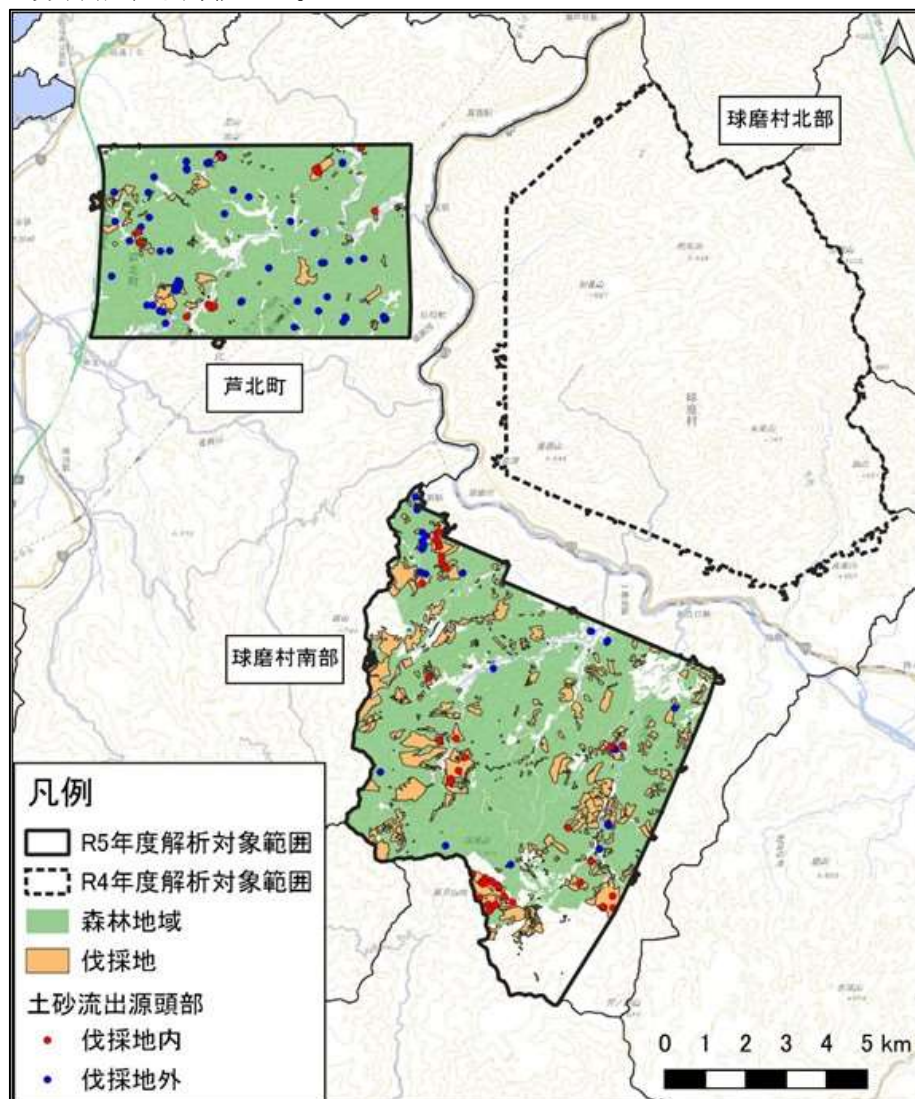


図26 解析対象範囲

2) 分析内容

本年度は、図 27 の通り土砂流出発生要因と考えられる「地形要素（特に傾斜、横断面形状）」、「路網要素（路網からの距離）」、「森林要素」を把握し、さらに、崩壊発生の原因となりうる「地形要素」については0次谷か否か、「路網要素」については盛土の有無、「森林要素」については林種、林齢等の項目を昨年度の分析に追加し、土砂流出に与える影響の要因分析を行った。

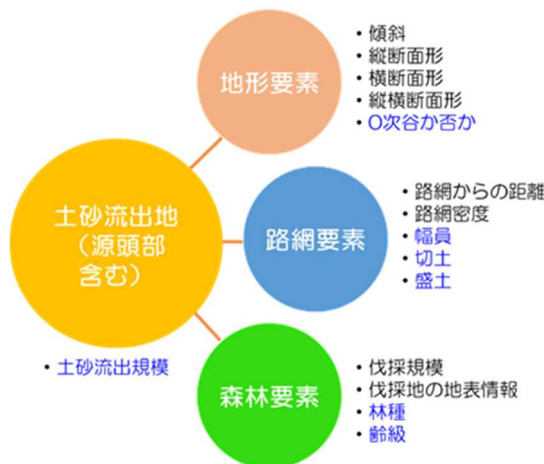


図 27 令和 5 年度の分析項目

3) 使用データ

本年度調査において分析に使用した芦北町、球磨村南部、及び前年度調査箇所の球磨村北部の分析対象範囲、森林変化地の面積データ、及び各地区別の各項目該当箇所等は、表 17、表 18 及び図 28 の通りである。

表 17 分析対象範囲等の面積

項目	面積 (ha)			備考
	芦北	球磨南	R4 球磨北	
分析対象範囲	3,657.73ha	6,336.52ha	8,319.64ha	判読範囲と一部が重複している伐採地、崩壊地も分析対象範囲に含めた。
内 森林地域	3,326.75ha	4,989.72ha	7,201.74ha	上記の分析対象範囲のうち、森林簿データのある民有林（地域森林計画対象民有林）。
森林変化地	184.69ha	1,087.01ha	1,735.53ha	2013-2020年7月災害前の衛星画像判読により抽出した森林変化地。伐採によるものと、2020年7月災害前の崩壊によるものの二種類の森林変化地が含まれている。
内 伐採地	182.27ha	1,085.34ha	1,697.23ha	森林変化地のうち、伐採によるもの。伐採の施業単位ではなく、衛星画像判読単位の箇所数である。

表 18 分析に使用したデータ

項目	データの名称・種類	データ数 (面積)	
		芦北町	球磨村南部
森林地域	10mメッシュ	340,830個	519,795個
森林変化地	10mメッシュ	23,080個	125,884個
	森林変化ポリゴン	130個	460個
内 伐採地	伐採地ポリゴン	113個	450個
	内 源頭部有	8個	23個
土砂流出地	土砂流出ポリゴン	55個	72個
土砂流出源頭部	源頭部ポイント	85個	85個
内 伐採地内		17個	56個

地区	分析対象範囲	森林変化地																		
芦北町	<p>芦北 全体面積</p> <table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Area (ha)</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>森林地域</td><td>3,326.75</td><td>91%</td></tr> <tr><td>その他</td><td>330.98</td><td>9%</td></tr> </table>	Category	Area (ha)	Percentage	森林地域	3,326.75	91%	その他	330.98	9%	<p>芦北 森林変化地面積</p> <table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Area (ha)</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>伐採地</td><td>182.27</td><td>99%</td></tr> <tr><td>土砂流出地</td><td>2.42</td><td>1%</td></tr> </table>	Category	Area (ha)	Percentage	伐採地	182.27	99%	土砂流出地	2.42	1%
Category	Area (ha)	Percentage																		
森林地域	3,326.75	91%																		
その他	330.98	9%																		
Category	Area (ha)	Percentage																		
伐採地	182.27	99%																		
土砂流出地	2.42	1%																		
球磨村南部	<p>球磨南 全体面積</p> <table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Area (ha)</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>森林地域</td><td>4,989.72</td><td>79%</td></tr> <tr><td>その他</td><td>1,346.80</td><td>21%</td></tr> </table>	Category	Area (ha)	Percentage	森林地域	4,989.72	79%	その他	1,346.80	21%	<p>球磨南 森林変化地面積</p> <table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Area (ha)</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>伐採地</td><td>1,085.34</td><td>100%</td></tr> <tr><td>土砂流出地</td><td>1.67</td><td>0%</td></tr> </table>	Category	Area (ha)	Percentage	伐採地	1,085.34	100%	土砂流出地	1.67	0%
Category	Area (ha)	Percentage																		
森林地域	4,989.72	79%																		
その他	1,346.80	21%																		
Category	Area (ha)	Percentage																		
伐採地	1,085.34	100%																		
土砂流出地	1.67	0%																		
球磨村北部	<p>R4 球磨北 全体面積</p> <table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Area (ha)</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>森林地域</td><td>7,201.74</td><td>87%</td></tr> <tr><td>その他</td><td>1,117.90</td><td>13%</td></tr> </table>	Category	Area (ha)	Percentage	森林地域	7,201.74	87%	その他	1,117.90	13%	<p>R4 球磨北 森林変化地面積</p> <table border="1"> <tr><th>Category</th><th>Area (ha)</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>伐採地</td><td>1,697.23</td><td>98%</td></tr> <tr><td>土砂流出地</td><td>38.30</td><td>2%</td></tr> </table>	Category	Area (ha)	Percentage	伐採地	1,697.23	98%	土砂流出地	38.30	2%
Category	Area (ha)	Percentage																		
森林地域	7,201.74	87%																		
その他	1,117.90	13%																		
Category	Area (ha)	Percentage																		
伐採地	1,697.23	98%																		
土砂流出地	38.30	2%																		
備考	<p>森林変化地は、2013年から2020年7月災害前の伐採によるものと土砂流出地を含む（表17備考欄参照）</p>																			

図 28 分析使用データの内訳割合等

3.4.3. 土砂流出発生に係る因子の分析（令和4年度の分析手法）

本項では、本年度調査箇所として選定した芦北町内（芦北町）、及び球磨川の左岸側（球磨村南部）の土砂流出発生箇所において、2022（令和4）年度に得た『急峻地、かつ凹地形（横断面）、かつ路網から10m未満』という条件が重なることで土砂流出の発生原因になる可能性がより高くなると考えられたことから、まずは同様の条件について分析を行った。

このことから、2022（令和4）年度と分析の条件を揃えるために、2020（令和2）年7月発生の豪雨災害よりも以前に、伐採等により林相が変化していた森林変化地において、当該豪雨により発生した土砂流出と、土砂流出発生への寄与度が比較的高いとみられる地形に関する因子のうち①「傾斜区分」と②「斜面形状」、土砂流出発生に寄与すると考えられる森林変化に係る代表的な因子である③「路網」の分類（路網から10m未満）、との関係について分析し、当該区域における基本的な土砂流出の発生傾向（因子との因果関係）について把握した。

1) 傾斜角と土砂流出の関係

森林変化地全体と土砂流出源頭部の傾斜の分布を、森林作業システムや路網整備水準の目安を定める際の基準として用いられている緩傾斜（ $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ）、中傾斜（ $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ）、急傾斜（ $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ）、及び急峻地（ $35^{\circ} \sim$ ）の4つの傾斜区分に基づき分類した結果は、図29の通りである。

（1）芦北町

芦北町の森林変化地全体（10mメッシュ23,080個、以下同様）についての傾斜区分は、中傾斜地が最も高く、次いで急峻地、急傾斜地の順に高くなっているのに対して、土砂流出源頭部（85箇所、以下同様）については、 35° 以上の急峻地が最も高く、次いで急傾斜地となっており、この2種で全体の80%近くを占めている。

土砂流出源頭部に占める急峻地の割合は伐採地全体のそれと比較して高くなっており、急峻地は相対的に高い確率で土砂流出源頭部となっていた。

（2）球磨村南部

球磨村南部の森林変化地全体（10mメッシュ125,884個、以下同様）についての傾斜区分は、芦北町と同様に中傾斜地が最も高くなっているのに対して、土砂流出源頭部（85箇所、以下同様）については、やはり急峻地が最も高く、次いで急傾斜地となっている。

土砂流出源頭部に占める急峻地の割合は芦北町とほとんど同様に、伐採地全体のそれと比較して高くなっており、急峻地は相対的に高い確率で土砂流出源頭部となっていた。

（3）球磨村北部（令和4年度報告書掲載）

2022（令和4）年度の結果の再掲であるが、球磨村北部の森林変化地全体（10mメッシュ166,183個、以下同様）についての傾斜区分は、中傾斜地が最も高いことに変わりないが、球磨村南部よりも急峻地、急傾斜地の割合が高く、この2種で全体の60%近くを占めているのに対し、土砂流出源頭部（209箇所、以下同様）については、さらに急峻地の割合だけでも60%以上を占めている。

土砂流出源頭部に占める急峻地の割合は球磨村南部よりも伐採地全体のそれと比較して高くなっており、急峻地は相対的に高い確率で土砂流出源頭部となっていた。

（4）3地区の比較

森林変化地全体では、3箇所ともに $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 未満の中傾斜地が最も多くなっているが、その次に 35° 以上の急峻地、 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 未満の急傾斜地が高く、この辺りでは急峻な山肌に植栽を行って施業が実施されていることが分かる。

また、土砂流出源頭部に占める前述の中傾斜地、急峻地、急傾斜地の割合をみると、土砂源頭部においては急峻地の占める割合が3箇所とも最も高く、やはり 30° を越える急傾斜地や急峻地は土砂流出源頭部になりやすいという関連がみられた。

地区	森林変化地全体 (10mメッシュ数)	土砂流出源頭部 (ポイント数)
芦北町	森林変化地全体 芦北n=23,080 	源頭部 芦北n=85
球磨村南部	森林変化地全体 球磨南n=125,884 	源頭部 球磨南n=85
球磨村北部	森林変化地全体 球磨北n=166,183 	源頭部 球磨北n=209
備考	凡例 緩傾斜：傾斜 0° ~ 15°、中傾斜地：傾斜 15~30°、 急傾斜地：傾斜 30~35°、急峻地：傾斜 35° ~	

図 29 傾斜角別のメッシュ数と源頭部ポイントの出現割合

2) 縦断面形と土砂流出の関係

森林変化地全体を縦断面形の観点から分類し、割合を算出したものと、土砂流出源頭部のそれとを比較した結果は、図 30 の通りである。

(1) 芦北町

森林変化地全体に占める縦断地形の割合は概ね凹・凸地形が占めており、その割合はわずかであるが凹地形>凸地形となっている。また、土砂流出源頭部に占めるそれらの割合も森林変化地全体と同様に、わずかに凹地形>凸地形となっており、縦断地形の凹・凸地形が土砂流出源流部に影響している傾向はみられなかった。

(2) 球磨村南部

森林変化地全体に占める縦断地形の割合は概ね凹・凸地形が占めており、その割合はわずかであるが凹地形>凸地形となっている。また、土砂流出源頭部に占めるそれらの割合は森林変化地全体とは逆に、凸地形>凹地形となっているが、その違いはわずかであり、縦断地形の凹・凸地形が土砂流出源流部に影響している傾向はみられなかった。

(3) 球磨村北部（令和4年度報告書掲載）

森林変化地全体に占める縦断地形の割合は概ね凸・凹地形が占めており、その割合はわずかであるが凸地形>凹地形となっている。また、土砂流出源頭部に占めるそれらの割合は森林変化地全体とは逆に、凹地形>凸地形となっているが、その違いはわずかであり、縦断地形の凹・凸地形が土砂流出源流部に影響している傾向はみられなかった。

(4) 3地区比較

森林変化地全体と土砂流出源頭部における縦断地形の割合は概ね凹・凸地形からなっており、3地区での差もわずかである。そのために、縦断地形と土砂流出源頭部の関係に明白な傾向はみられなかった。

地区	森林変化地全体 (10m メッシュ数)	土砂流出源頭部 (ポイント数)
芦北町	<p>森林変化地全体 芦北n=23,080</p> <p>平坦 119 <1%</p> <p>凸 46%</p> <p>凹 54%</p>	<p>源頭部 芦北n=85</p> <p>平坦 0%</p> <p>凸 47%</p> <p>凹 53%</p>
球磨村南部	<p>森林変化地全体 球磨南n=125,884</p> <p>平坦 1%</p> <p>凸 49%</p> <p>凹 50%</p>	<p>源頭部 球磨南n=85</p> <p>平坦 0%</p> <p>凸 53%</p> <p>凹 47%</p>
球磨村北部	<p>森林変化地全体 球磨北n=166,183</p> <p>平坦 1%</p> <p>凸 52%</p> <p>凹 47%</p> <p>n=166,183</p>	<p>源頭部 球磨北n=209</p> <p>平坦 1%</p> <p>凸 45%</p> <p>凹 54%</p>
備考		

図 30 縦断面形（凹凸）別のメッシュ数と源頭部ポイントの出現割合

3) 横断面形と土砂流出の関係

森林変化地全体を横断面形の観点から分類し、割合を算出したものと、土砂流出源頭部のそれとを比較した結果は、図 31 の通りである。

(1) 芦北町

森林変化地全体に占める横断面形の割合は概ね凹・凸地形が占めており、その割合はわずかであるが凹型地形>凸型地形となっている。土砂流出源頭部に占める割合も概ね凹・凸地形が占めているが、圧倒的に凹型地形の割合が森林変化地全体のそれと比較して高くなっており、相対的に高い確率で凹型地形が土砂流出源頭部となっている。

(2) 球磨村南部

森林変化地全体に占める横断面形の割合は概ね凹・凸地形が占めており、その割合はわずかであるが凸型地形>凹型地形となっている。土砂流出源頭部に占める割合も概ね凹・凸地形が占めているが、芦北町と同様に圧倒的に凹型地形の割合が森林変化地全体のそれと比較して高くなっており、相対的に高い確率で凹型地形が土砂流出源頭部となっている。

(3) 球磨村北部（令和4年度報告書掲載）

森林変化地全体に占める横断面形の割合は概ね凹・凸地形が占めており、その割合はわずかであるが凸型地形>凹型地形となっている。土砂流出源頭部に占める割合も概ね凹・凸地形が占めているが、凹型地形の割合が森林変化地全体のそれと比較して高くなっており、相対的に高い確率で凹型地形が土砂流出源頭部となっている。

(4) 3地区比較

森林変化地全体と土砂流出源頭部における横断面形の割合は概ね凹・凸地形からなっており、3地区での差も森林変化地全体ではわずかであるが球磨村2地区においては凸型地形の割合が高くなっている。一方、土砂流出源頭部では凹型地形の割合が圧倒的に高くなっており、相対的に高い確率で横断面形の凹型地形が土砂流出源頭部となっている。

地区	森林変化地全体 (10m メッシュ数)	土砂流出源頭部 (ポイント数)
芦北町	<p>森林変化地全体 芦北n=23,080</p> <p>平滑 2% 凸 48% 凹 50%</p>	<p>源頭部 芦北n=85</p> <p>平滑 2% 凸 20% 凹 78%</p>
球磨村南部	<p>森林変化地全体 球磨南n=125,884</p> <p>平滑 3% 凸 50% 凹 47%</p>	<p>源頭部 球磨南n=85</p> <p>平滑 2% 凸 28% 凹 70%</p>
球磨村北部	<p>森林変化地全体 球磨北n=166,183</p> <p>平滑 2% 凸 52% 凹 46%</p>	<p>源頭部 球磨北n=209</p> <p>平滑 3% 凸 29% 凹 68%</p>
備考		

図 31 横断面形（凹凸）別のメッシュ数と源頭部ポイントの出現割合

4) 縦横断面地形と土砂流出の関係

森林変化地全体を縦横断面形（縦断方向・横断方向の順）の観点から分類し、その割合を算出したグラフと、土砂流出源頭部のそれとを比較した結果は図 32 の通りである。

(1) 芦北町

土砂流出源頭部に占める縦凹・横凹型地形の割合は、森林変化地全体のそれと比較して高くなっている（1.4 倍（49%/36%））。森林変化地全体と土砂流出源頭部を比較した凹地形（横断面）の単独での相対的な割合の変化が 1.6 倍（78%/50%）であるのに対し、凹地形（縦断面）の単独の相対的な割合の変化は 1.0 倍（53%/54%）であることから、縦横断の地形要素については、特に横断面（凹地形）が強く影響していると考えられる。

(2) 球磨村北部

土砂流出源頭部に占める縦凹・横凹型地形の割合は、森林変化地全体のそれと比較して高くなっている（1.2 倍（42%/34%））。森林変化地全体と土砂流出源頭部を比較した凹地形（横断面）の単独での相対的な割合の変化が 1.8 倍（70%/40%）であるのに対し、凹地形（縦断面）の単独の相対的な割合の変化は 0.9 倍（47%/50%）であることから、縦横断の地形要素については、特に横断面（凹地形）が強く影響していると考えられる。

(3) 球磨村南部（令和 4 年度報告書掲載）

土砂流出源頭部に占める縦凹・横凹型地形の割合は、森林変化地全体のそれと比較して高くなっている（1.5 倍（47%/32%））。森林変化地全体と土砂流出源頭部を比較した凹地形（横断面）の単独での相対的な割合の変化が 1.5 倍（68%/46%）であるのに対し、凹地形（縦断面）の単独の相対的な割合の変化は 1.1 倍（54%/47%）であることから、縦横断の地形要素については、特に横断面（凹地形）が強く影響していると考えられる。

(4) 3 地区比較

森林変化地全体における縦横断面形の割合は概ね縦凹・横凹型地形、あるいは縦凸・横凸型地形が多くなっており、3 地区での差もわずかである。一方、土砂流出源頭部では縦凹・横凹型地形の割合が圧倒的に高くなっており、相対的に高い確率で横断面（凹地形）の影響を強く受けた縦凹・横凹型地形が土砂流出源頭部となっていると考えられる。

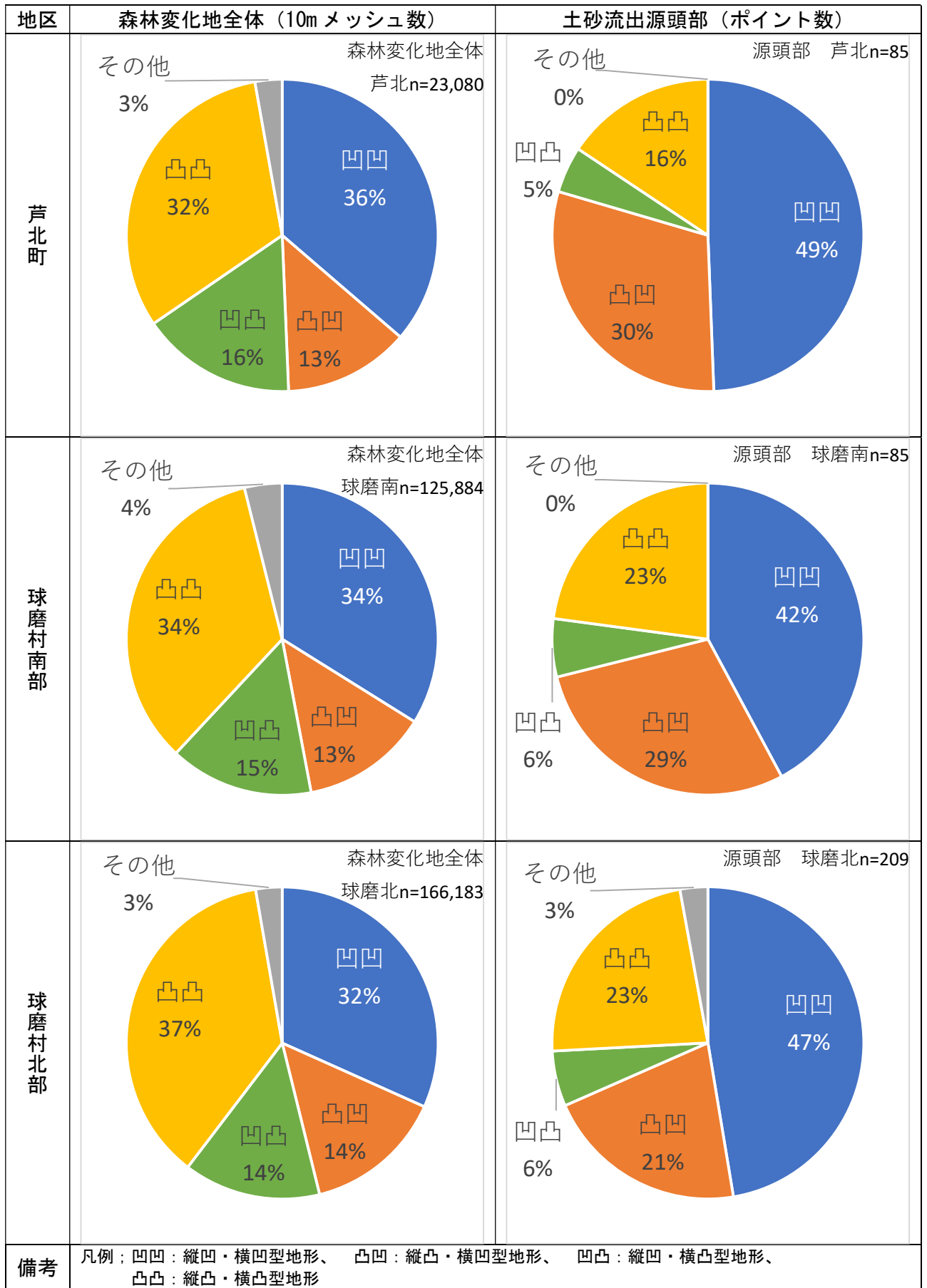


図 32 縦横断面形別のメッシュ数と源頭部ポイントの出現割合

5) 路網と土砂流出の関係

森林変化地全体を集材路等の路網から 10m未満の位置にあるか否かを分類し、森林変化地全体に占める路網から 10m未満の割合と、土砂流出源頭部のそれとを比較した結果は、図 33 の通りである。路網からの距離は、路網の中心線から 10mの区域と重複した場合、10m未満として分類した。

(1) 芦北町

芦北町の森林変化地全体について、路網から 10m未満の位置にある割合が 60%と高く、路網から 10m以上離れた位置にある割合を上回っていた。

土砂流出源頭部に占める路網から 10m未満の位置にある割合は、森林変化地全体のそれと比較して 32%と低くなっており、路網近傍が必ずしも高い確率で土砂流出源頭部とはなっていない。

(2) 球磨村南部

球磨村南部の森林変化地全体について、芦北町とは逆に 10m以上離れた位置にある割合が 56%と高く、路網から 10m未満の位置にある割合を上回っていた。

土砂流出源頭部に占める路網から 10m未満の位置にある割合は 62%を占め、森林変化地全体のそれと比較して高くなっており、路網近傍が相対的に高い確率で土砂流出源頭部となっていた。

(3) 球磨村北部（令和 4 年度報告書掲載）

2022（令和 4）年度の結果の再掲であるが、球磨村北部の森林変化地全体について、球磨村南部と同様に路網から 10m以上離れた位置にある割合が 68%と高く、路網から 10m未満の位置にある割合を上回っていた。

土砂流出源頭部に占める路網から 10m未満の位置にある割合は 56%を占め、森林変化地全体のそれと比較して高くなっており、路網近傍が相対的に高い確率で土砂流出源頭部となっていた。

(4) 3 地区の比較

芦北町は、路網の配置が伐採地に集中しているのに対し、球磨村南部・北部では路網の配置が伐採地に限らず調査地区全域に広く配置されている。このために、球磨村南部・北部では森林変化地全体では路網から遠い 10m以上の箇所が多いが、土砂流出源頭部では逆に路網より近い 10m未満の箇所の割合が多くなっていて、路網が土砂流出と関連していることが考えられた。一方、芦北町ではその逆の傾向がみられ、明白な路網と土砂流出の関連はみられなかった。

地区	森林変化地全体 (10m メッシュ数)	土砂流出源頭部 (ポイント数)
芦北町	森林変化地全体 芦北n=23,080 	源頭部 芦北n=85
球磨村南部	森林変化地全体 球磨南n=125,884 	源頭部 球磨南n=85
球磨村北部	森林変化地全体 球磨北n=166,183 	源頭部 球磨北n=209
備考		

図 33 各地区の路網と土砂流出発生の関係

6) 傾斜区分別、横断面面形形状別、路網からの距離別の土砂流出箇所

前述の土砂流出の関係で行った1) 傾斜角、3) 横断面形状、及び5) 路網から10m未満という条件が重なる10mメッシュ又はポイント（森林変化地全体は10mメッシュ、土砂流出源頭部はポイント、以下同様）の相対的な割合を森林変化地と土砂流出源頭部で同様に比較した結果は、図34の通りである。

(1) 芦北町

急峻地、かつ凹型地形（横断面）、かつ路網から10m未満の10mメッシュ又はポイントは、森林変化地全体に占める割合が5%であるのに対し、土砂流出源頭部では14%となっており、前述の個別の条件である急峻地（2.1倍：51%/24%）、凹型地形（横断面）（1.6倍：78%/50%）、及び路網から10m未満（0.5倍：32%/60%）よりも相対的に高い確率（2.8倍：14%/5%）で土砂流出源頭部となっている。この地区では、条件が重なることでより土砂流出の発生原因になる可能性が高くなると考えられる。

(2) 球磨村南部

急峻地、かつ凹型地形（横断面）、かつ路網から10m未満の10mメッシュ又はポイントは、森林変化地全体に占める割合が3%であるのに対し、土砂流出源頭部では13%となっており、前述の個別の条件である急峻地（2.2倍：43%/19%）、凹型地形（横断面）（1.5倍：70%/47%）、及び路網から10m未満（1.4倍：62%/44%）よりも相対的に高い確率（4.3倍：13%/3%）で土砂流出源頭部となっている。この地区では、芦北町同様に条件が重なることでより土砂流出の発生原因になる可能性が高くなると考えられる。

(3) 球磨村北部（令和4年度報告書掲載）

急峻地、かつ凹型地形（横断面）、かつ路網から10m未満の10mメッシュ又はポイントは、森林変化地全体に占める割合が3%であるのに対し、土砂流出源頭部では24%となっており、前述の個別の条件である急峻地（1.8倍：63%/35%）、凹型地形（横断面）（1.5倍：68%/46%）、及び路網から10m未満（1.8倍：56%/32%）よりも相対的に高い確率（8.0倍：24%/3%）で土砂流出源頭部となっている。この地区でも芦北町、及び球磨村南部と同様に条件が重なることでより土砂流出の発生原因になる可能性が高くなると考えられる。

(4) 3地区の比較

急峻地、かつ凹型地形（横断面）、かつ路網から10m未満の3要素の条件が重なった場合の森林変化地全体と土砂流出源頭部が占める相対的な割合は、芦北町（2.8倍）＜球磨村南部（4.3倍）＜球磨村北部（8.0倍）の順で、差はみられるものの、いずれも高くなる結果が得られた。

令和4年度の球磨村北部同様に、芦北町及び球磨村南部においても、3要素の条件が重なることでより土砂流出の発生原因になる可能性が高くなると考えられる。

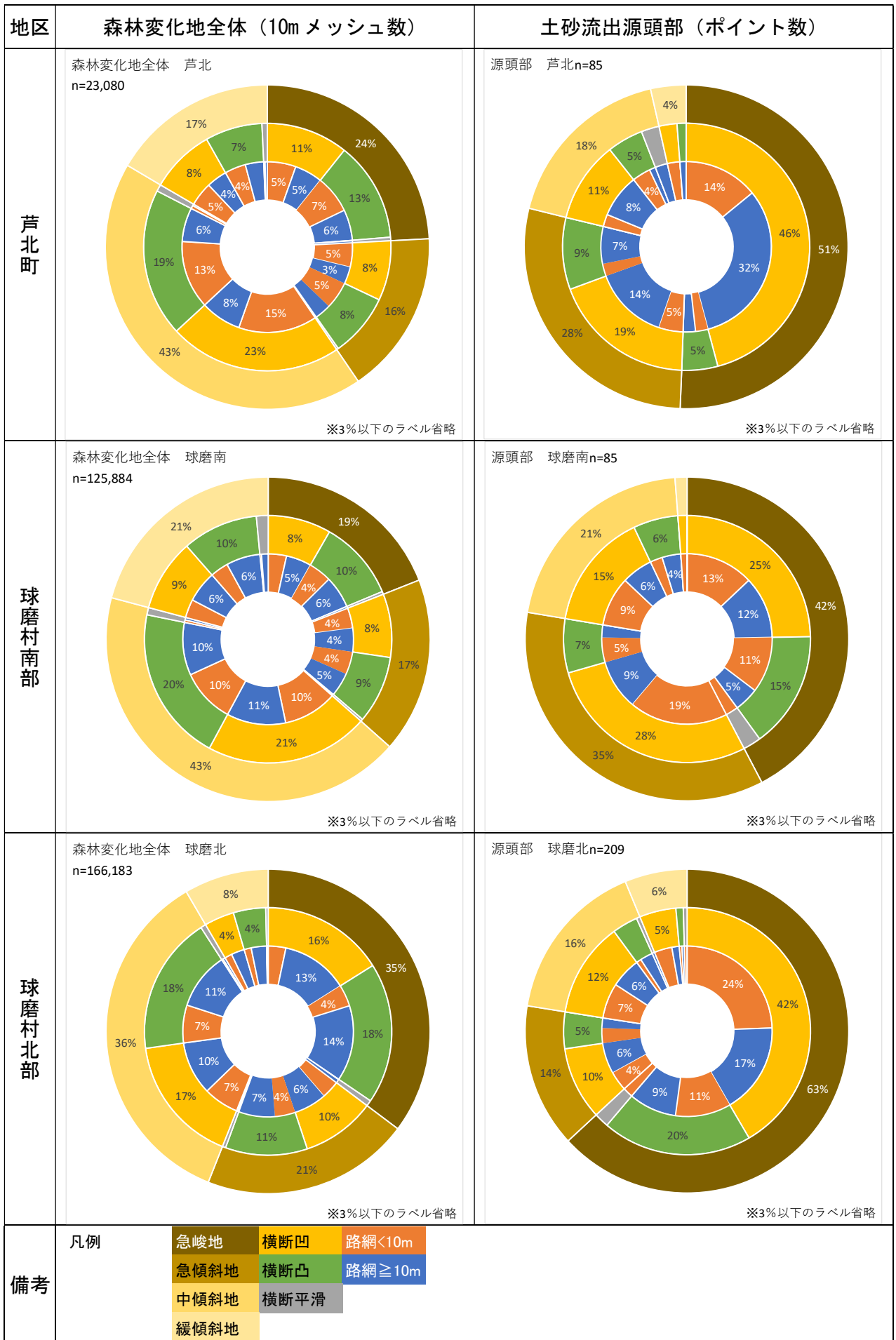


図 34 傾斜角別、横断面形（凹凸）別、路網との距離別のメッシュ数と源頭部ポイントの出現割合

3.4.4. 伐採面積と土砂流出発生・規模の関係

1) 伐採規模別の土砂流出が発生した伐採地の割合

これまでの章では、森林変化地として伐採地と発災前の土砂流出地を併せて分析を行ったが、この章以降では森林変化地のうち、伐採地に焦点を合わせて分析を行った。

2013（平成 25）年から 2020（令和 2）年 7 月伐採以前の伐採箇所を抽出（隣接している場合には統合して 1 箇所とする）し、伐採規模別（5ha 未満、5ha～10ha 未満、及び 10ha 以上の 3 区分）に伐採区域内に 1 箇所でも土砂流出地を含んでいる伐採地の割合を比較した。結果は、図 35 の通りである。5ha～10ha 未満の区分では概ね半数の伐区に（一つ以上の）土砂流出が発生していた。

（1）芦北町

芦北町では、土砂流出が最も多くみられたのは 10ha 以上で 25%、次いで 5ha 未満で 10%となっているが、5～10ha では土砂流出はみられなかった。

（2）球磨村南部

球磨村南部では、土砂流出が最も多くみられたのは芦北町と同様に 10ha 以上で 46%であったが、次は 5～10ha で 15%、5ha 未満が最も少なく 1%であった。

（3）球磨村北部（令和 4 年度報告書掲載）

球磨村北部では、球磨村南部と同様に 10ha 以上で 72%であり、次いで 5～10ha で 47%、5ha 未満が最も少なく 8%であった。

（4）3 地区の比較

一般的に伐採規模が大きくなるほど土砂流出地の発生確率は高まると考えられ、球磨村北部・南部では同様の傾向がみられた。しかし、芦北町では 5～10ha 未満の地区では全く土砂流出地はみられなかった。芦北町での伐採は、5ha を超える箇所が少なかったことから判断は難しいが、できる限り隣接地と接しないように伐採区域が配置されていることも影響していると考えられる。

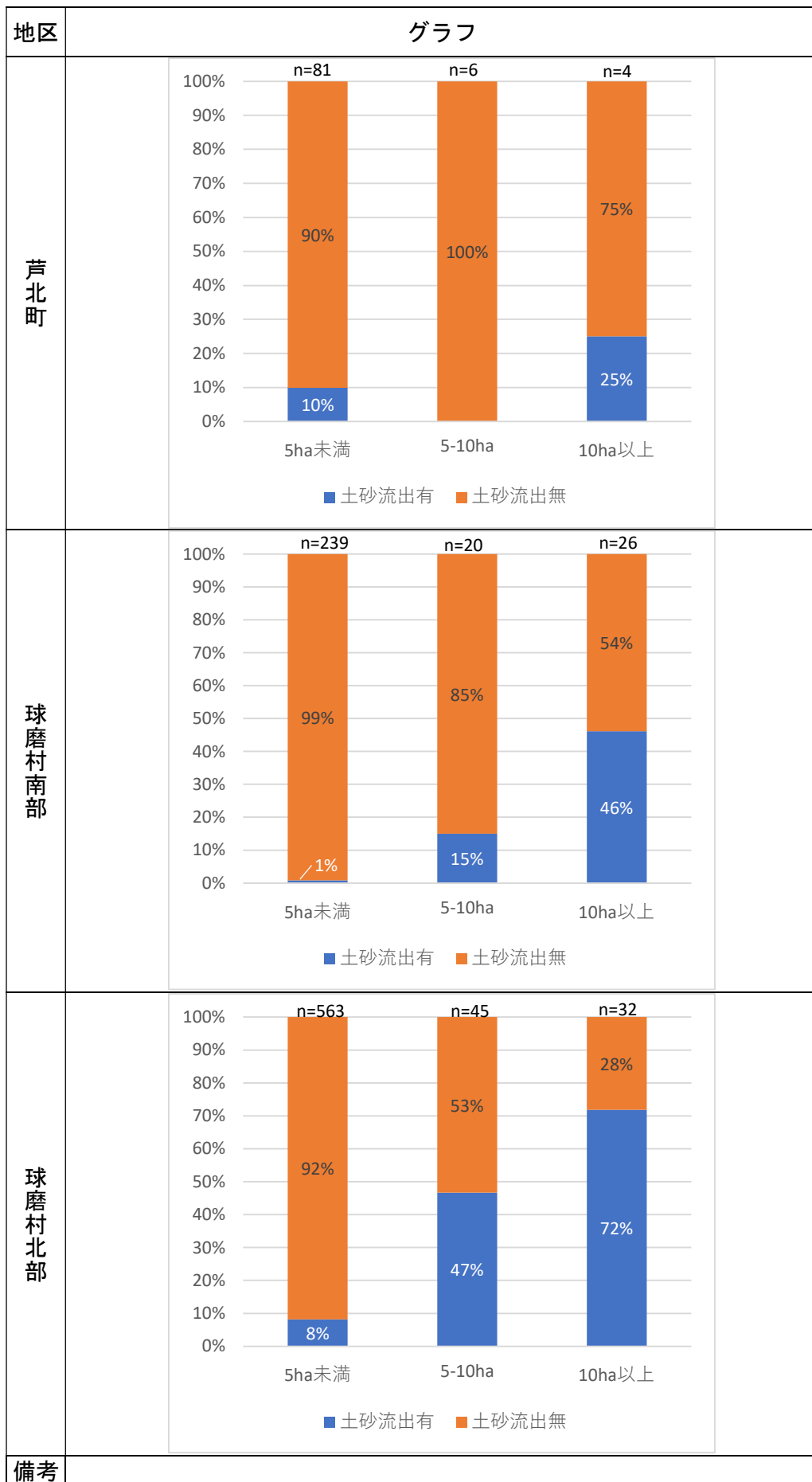


図 35 伐採規模別の土砂流出が発生した伐採地の割合

3.4.5. 伐採面積と土砂流出発生因子との関係

伐採規模別に地形要素（傾斜、縦横断面形）と路網要素がどのように変化するかについて分析を行った。

1) 伐採規模別の傾斜区分の割合

伐採地を伐採規模別に区分し、その区分ごとに傾斜の分布を、森林作業システムや路網整備水準の目安を定める際の基準として用いられている緩傾斜（ 0° ～ 15° ）、中傾斜（ 15° ～ 30° ）、急傾斜（ 30° ～ 35° ）、急峻地（ 35° ～）の4つの傾斜区分に基づき分類した結果は、図36の通りである。

(1) 芦北町

芦北町の伐採地全体（21,763個、以下同様）についての伐採規模別の傾斜区分は、5ha未満、5～10ha未満では中傾斜地が最も高く、次いで緩傾斜地の順となっているが、10ha以上では急峻地が最も高く、次いで中傾斜地となっており、急峻地と急傾斜地の合計が全体の半分以上の55%を占めている。

このことから、比較的傾斜の急峻な標高の高い箇所での伐採を避けて伐採が行われた結果、伐採地のうち中傾斜地が高い割合を占めているものと考えられる。

(2) 球磨村南部

球磨村南部の伐採地全体（125,022個、以下同様）についての伐採規模別の傾斜区分は、全ての面積区分で中傾斜地が最も高く、次いで、5ha未満と10ha以上の箇所では緩傾斜地が高く、5～10ha未満では急傾斜地が高くなっている。

このことから、球磨村南部は、比較的傾斜の急峻な箇所を避けて、中傾斜地を中心に伐採が行われていたと考えられる。

(3) 球磨村北部（令和4年度報告書掲載）

2022（令和4）年度の結果の再掲であるが、球磨村北部の伐採地全体（166,183個、以下同様）についての伐採規模別の傾斜区分は、5ha未満と10ha以上の箇所で中傾斜地、5～10ha未満では急峻地が最も高く、次いで5ha未満と10ha以上の箇所で急峻地、逆に5～10ha未満では中傾斜地が高くなっている。総合的にみると、どの面積区分においても緩傾斜地＋中傾斜地と急傾斜地＋急峻地の割合がほとんど同じとなっている。

このことから、球磨村北部では、伐採規模にかかわらず、緩傾斜～中傾斜及び急傾斜～急峻地それぞれ同様の頻度で伐採が行われているものと考えられる。

(4) 3地区の比較

どの区域においても概ね中傾斜地で伐採地が多くなっていることから、比較的施業が容易な中傾斜地での施業が優先されていると考えられる。



図 36 伐採規模別の傾斜区分の割合

2) 伐採規模別の縦横断面形別割合

伐採地を伐採規模別に区分し、その区分ごとに縦横断面形（縦断方向・横断方向の順）の分布を、縦凹・横凹型地形（凹凹）、縦凹・横凸型地形（凹凸）、縦凸・横凹型地形（凸凹）、及び縦凸・横凸型地形（凸凸）、及びその他の5タイプの縦横断面形に基づき分類した結果は、図37の通りである。

(1) 芦北町

芦北町の伐採地全体についての伐採規模別の縦横断面形区分は、5ha未満では縦凹・横凹型地形（凹凹）が最も高く、次いで縦凸・横凸型地形（凸凸）の順となっており、5～10ha未満では縦凹・横凹型地形（凹凹）と縦凸・横凸型地形（凸凸）が同じ割合で高くなっているが、10ha以上では縦凸・横凸型地形（凸凸）が最も高く、次いで縦凹・横凹型地形（凹凹）の順となっている。

このことから、芦北町では伐採規模と縦横断面形状との間には、明白な関係性はみられないものと考えられる。

(2) 球磨村南部

球磨村南部の伐採地全体についての伐採規模別の縦横断面形区分は、5ha未満では縦凹・横凹型地形（凹凹）が最も高く、次いで縦凸・横凸型地形（凸凸）の順となっているが、5～10ha未満、及び10ha以上では縦凹・横凹型地形（凹凹）と縦凸・横凸型地形（凸凸）が同じ割合で最も高くなっている。

このことから、球磨村南部でも、伐採規模と縦横断面形状との間には、明白な関係性はみられないものと考えられる。

(3) 球磨村北部（令和4年度報告書掲載）

2022（令和4）年度の結果の再掲であるが、球磨村北部の伐採地全体についての伐採規模別の縦横断面形区分は、5ha未満では縦凹・横凹型地形（凹凹）と縦凸・横凸型地形（凸凸）が同じ割合で最も高くなっているが、5～10ha未満、及び10ha以上では縦凸・横凸型地形（凸凸）が最も高く、次いで縦凹・横凹型地形（凹凹）の順に高くなっている。

このことから、球磨村南部同様に球磨村北部でも、伐採規模と縦横断面形状との間には、明白な関係性はみられないものと考えられる。

(4) 3地区の比較

前述の通り、どの地区においても概ね伐採規模と縦横断面形状との間には、明白な関係性はみられないものと考えられる。

地区	グラフ																								
芦北町	<table border="1"> <caption>芦北町 縦横断面型形状区分の割合</caption> <thead> <tr> <th>伐採規模</th> <th>凹凹</th> <th>凹凸</th> <th>凸凹</th> <th>凸凸</th> <th>その他</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5ha未満 (n=9,711)</td> <td>37%</td> <td>17%</td> <td>12%</td> <td>30%</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>5-10ha (n=4,793)</td> <td>34%</td> <td>15%</td> <td>14%</td> <td>34%</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>10ha以上 (n=7,259)</td> <td>34%</td> <td>15%</td> <td>13%</td> <td>35%</td> <td>2%</td> </tr> </tbody> </table>	伐採規模	凹凹	凹凸	凸凹	凸凸	その他	5ha未満 (n=9,711)	37%	17%	12%	30%	3%	5-10ha (n=4,793)	34%	15%	14%	34%	3%	10ha以上 (n=7,259)	34%	15%	13%	35%	2%
伐採規模	凹凹	凹凸	凸凹	凸凸	その他																				
5ha未満 (n=9,711)	37%	17%	12%	30%	3%																				
5-10ha (n=4,793)	34%	15%	14%	34%	3%																				
10ha以上 (n=7,259)	34%	15%	13%	35%	2%																				
球磨村南部	<table border="1"> <caption>球磨村南部 縦横断面型形状区分の割合</caption> <thead> <tr> <th>伐採規模</th> <th>凹凹</th> <th>凹凸</th> <th>凸凹</th> <th>凸凸</th> <th>その他</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5ha未満 (n=28,688)</td> <td>36%</td> <td>15%</td> <td>13%</td> <td>33%</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>5-10ha (n=15,421)</td> <td>33%</td> <td>15%</td> <td>13%</td> <td>36%</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>10ha以上 (n=80,913)</td> <td>33%</td> <td>15%</td> <td>13%</td> <td>35%</td> <td>4%</td> </tr> </tbody> </table>	伐採規模	凹凹	凹凸	凸凹	凸凸	その他	5ha未満 (n=28,688)	36%	15%	13%	33%	3%	5-10ha (n=15,421)	33%	15%	13%	36%	3%	10ha以上 (n=80,913)	33%	15%	13%	35%	4%
伐採規模	凹凹	凹凸	凸凹	凸凸	その他																				
5ha未満 (n=28,688)	36%	15%	13%	33%	3%																				
5-10ha (n=15,421)	33%	15%	13%	36%	3%																				
10ha以上 (n=80,913)	33%	15%	13%	35%	4%																				
球磨村北部	<table border="1"> <caption>球磨村北部 縦横断面型形状区分の割合</caption> <thead> <tr> <th>伐採規模</th> <th>凹凹</th> <th>凹凸</th> <th>凸凹</th> <th>凸凸</th> <th>その他</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5ha未満 (n=39,702)</td> <td>34%</td> <td>14%</td> <td>14%</td> <td>34%</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>5-10ha (n=29,632)</td> <td>31%</td> <td>14%</td> <td>15%</td> <td>37%</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>10ha以上 (n=96,849)</td> <td>31%</td> <td>14%</td> <td>14%</td> <td>38%</td> <td>3%</td> </tr> </tbody> </table>	伐採規模	凹凹	凹凸	凸凹	凸凸	その他	5ha未満 (n=39,702)	34%	14%	14%	34%	3%	5-10ha (n=29,632)	31%	14%	15%	37%	3%	10ha以上 (n=96,849)	31%	14%	14%	38%	3%
伐採規模	凹凹	凹凸	凸凹	凸凸	その他																				
5ha未満 (n=39,702)	34%	14%	14%	34%	3%																				
5-10ha (n=29,632)	31%	14%	15%	37%	3%																				
10ha以上 (n=96,849)	31%	14%	14%	38%	3%																				
備考	<p>凡例 凹凹：縦凹・横凹型地形、 凹凸：縦凹・横凸型地形、 凸凹：縦凸・横凹型地形、 凸凸：縦凸・横凸型地形、その他</p>																								

図 37 伐採規模別の縦横断面型形状区分の割合

3) 伐採規模別の路網密度(m/ha)

地区ごとに伐採規模別の路網密度（集材路等の路網の総延長/合計伐採面積）の比較を行った結果は、図 38 の通りである。なお、合計伐採面積には路網が検出されなかった伐採地の面積も含まれている。

伐採規模別で比較すると 5ha 以下と 5ha～10ha の間で大きく変化し、5ha～10ha と 10ha 以上ではほぼ変わらないという結果になった。

(1) 芦北町

芦北町の伐採規模別の路網密度は、5～10ha 未満が最も高く、次いで 10ha 以上であり、5ha 未満が最も低かった。

(2) 球磨村南部

球磨村南部の伐採規模別の路網密度は、芦北町と同様に 5～10ha 未満が最も高く、5ha 未満及び 10ha 以上では概ね同数であったが、それぞれの路網密度にほとんど差はみられなかった。

(3) 球磨村北部（令和 4 年度報告書掲載）

2022（令和 4）年度の結果の再掲であるが、球磨村北部の伐採規模別の路網密度は、他の 2 地区と同様に 5～10ha 未満が最も高く、次いでわずかな差であるが 5ha 未満、10ha 以上の順となっていたが、それぞれの路網密度にほとんど差はみられなかった。

(4) 3 地区の比較

3 地区で比較すると、球磨村南部と球磨村北部では「球磨村森林整備計画」において効率的な森林施業を推進するための林地の傾斜区分や搬出方法に応じた路網密度の水準によって整備されているためにほとんど同じ路網密度となっているが、芦北町では同様に森林整備計画において路網計画も立てられ、球磨村よりも路網密度が高くなっていると考えられる。

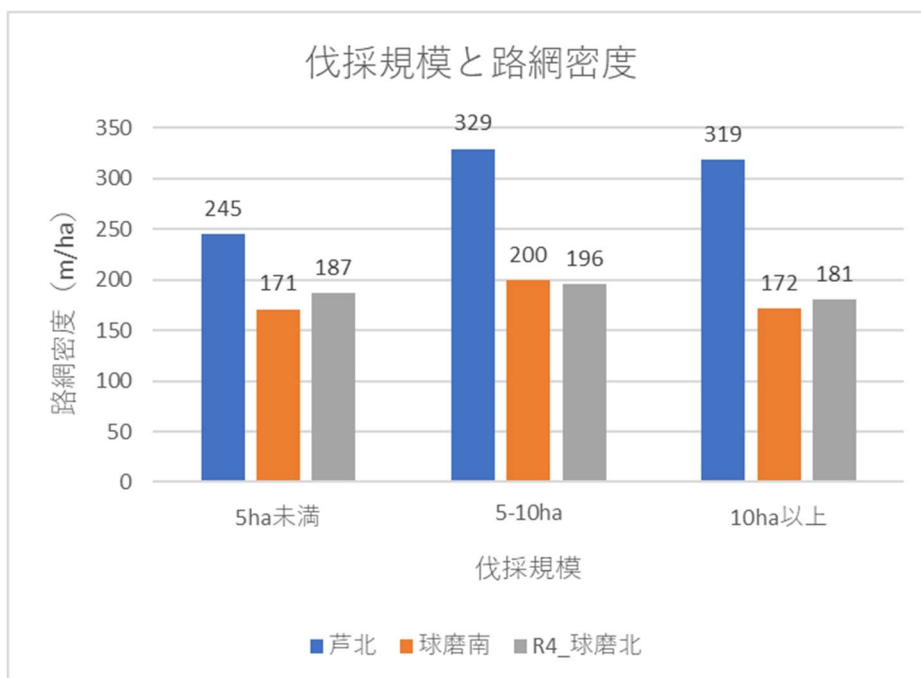


図 38 伐採規模別の路網密度 (m/ha)

4) 伐採規模別の、急峻地かつ路網までの距離が 10m 未満の割合及び含有率

急峻地かつ路網からの距離が 10m 未満という 2 種の因子が重複する 10m メッシュの森林変化地全体に対する割合は、図 39 の通りであり、またその含有率（一つでも含む伐採区の割合）について伐採規模別に整理した結果は、図 40 の通りである。

(1) 芦北町

芦北町において急峻地、かつ路網から 10m 未満の 10m メッシュが森林変化地全体に対して高い割合で分布する伐採規模は、10ha 以上が最も高く 24.2% であり、次いで 2~4ha で 15.1%、2ha 未満で 8.5% の順となっている。伐採規模が 4ha 未満と 10ha 以上と大きく 2 分化しているが、わずかであるもののその間の 6~8ha も 5.9% となっている。また、含有率については、5ha 未満の伐採規模で 63%、その他の伐採規模では 100% である。

(2) 球磨村南部

球磨村南部において急峻地、かつ路網から 10m 未満の 10m メッシュが森林変化地全体に対して高い割合で分布する伐採規模は、2~4ha が 10.0% と最も高く、次いで 10ha 以上が 8.4%、8~10ha が 7.5% の順となっており、概ね規模の差がなく 7% 程度で推移している。また、含有率については、5ha 未満が 53% と最も割合が低く、次いで 5~10ha 未満が 90%、10ha 以上が 96% の順となっており、伐採面積が大きくなるにしたがって含有率が高くなる傾向がみられた。

(3) 球磨村北部（令和 4 年度報告書掲載）

球磨村北部において急峻地、かつ路網から 10m 未満の 10m メッシュが森林変化地全体に対して高い割合で分布する伐採規模は、6~8ha が 10.7% と最も高く、次いで 8~10ha 以上が 10.2%、10ha 以上が 7.6% の順となっており、6ha 以上の伐採規模の大きな箇所に高い傾向がある。また、含有率については、5ha 未満が 54% と最も低く、次いで 5~10ha 未満が 93%、10ha 以上は 100% の順となっており、球磨村南部と同様に、伐採面積が大きくなるにしたがって含有率が高くなる傾向がみられた。

(4) 3 地区の比較

急峻地、かつ路網から 10m 未満の 10m メッシュが森林変化地全体に対して高い割合で分布する伐採規模は、芦北町では大・小に大きく 2 分化しており、球磨村南部は概ね規模の差がなく、また球磨村北部では 6ha 以上の伐採規模の大きな箇所が高い傾向にあり、地域ごとに特色がみられる。なお、含有率については伐採規模別にみても地域ごとに大きな差はみられず、10ha 以上はほとんど 100% であることが分かった。

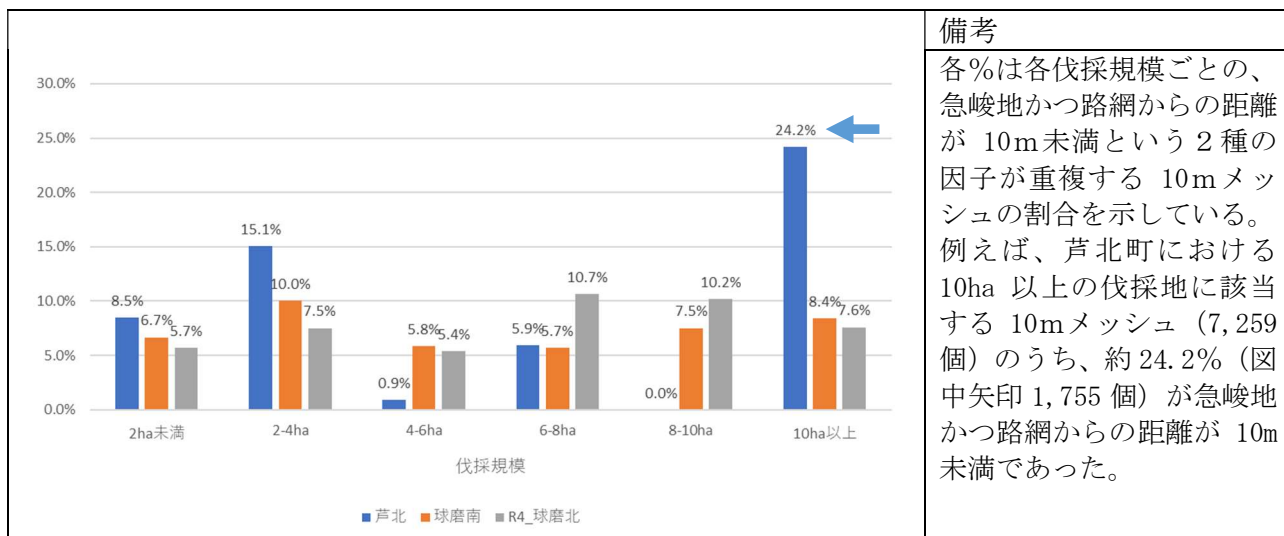


図 39 伐採規模別の急峻地、かつ路網からの距離が 10m 未満の割合

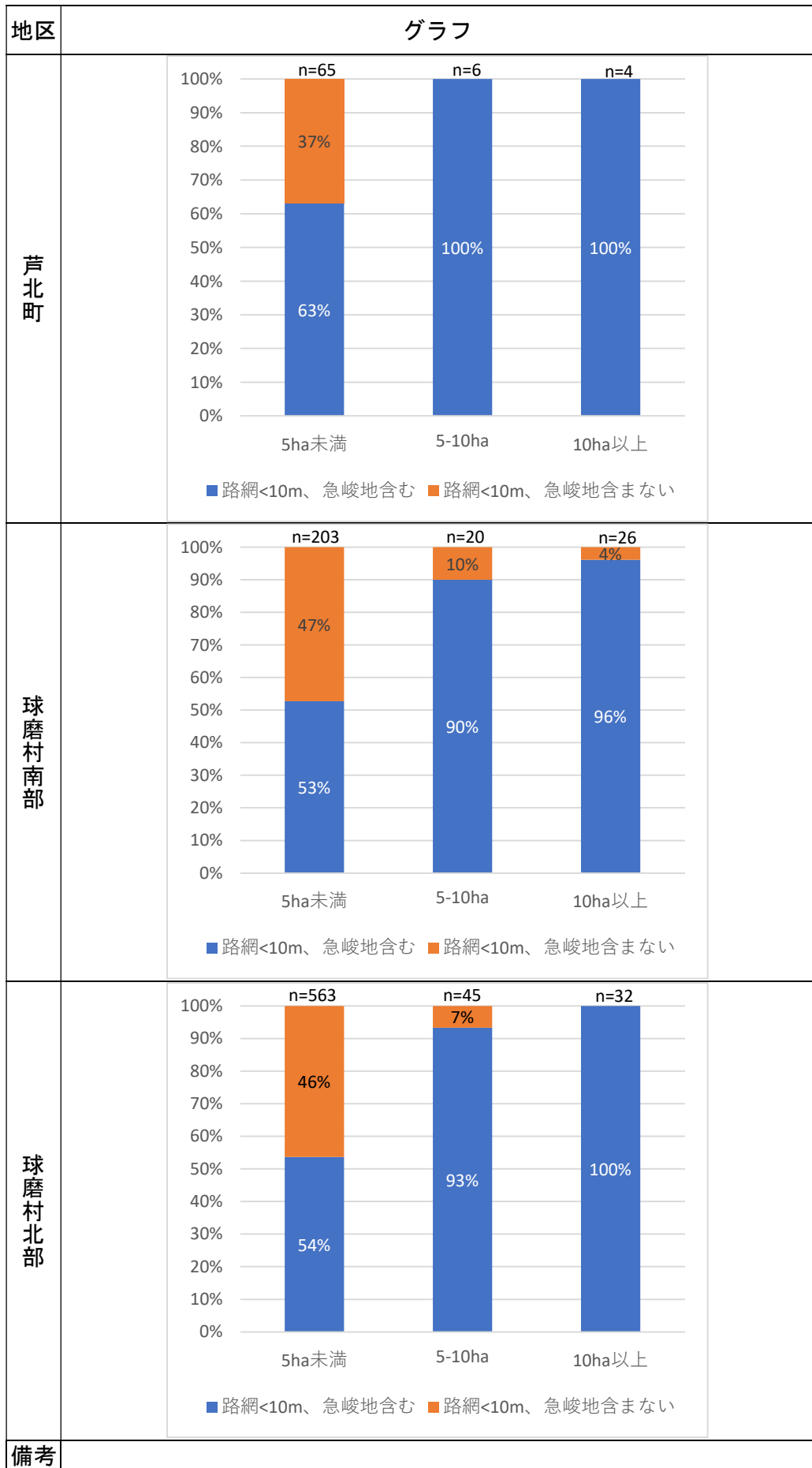


図 40 伐採規模別の急峻地、かつ路網からの距離が 10m未満の含有率

5) 伐採規模別の急峻地、かつ横断面形が凹、かつ路網までの距離が 10m 未満の割合及び含有率

急峻地、かつ横断面形が凹、かつ路網からの距離が 10m 未満という条件が重複する 10m メッシュの森林変化地全体に対する割合を伐採規模別に整理した結果は、図 41 の通りであり、またその含有率（一つでも含む伐採区の割合）について伐採規模別に整理した結果は、図 42 の通りである。

(1) 芦北町

芦北町において急峻地、かつ横断面形が凹、かつ路網から 10m 未満の箇所が森林変化地全体に対して高い割合で分布する伐採規模は、10ha 以上が最も高く 10.6% であり、次いで 2~4ha で 5.5%、2ha 未満で 3.7% の順となっており、伐採規模が 4ha 未満と 10ha 以上に大きく 2 分化している。また、含有率については、全ての伐採規模で 100% となった。

(2) 球磨村南部

球磨村南部において急峻地、かつ横断面形が凹、かつ路網から 10m 未満の 10m メッシュが森林変化地全体に対して高い割合で分布する伐採規模は、2~4ha が 4.3% と最も高く、次いで 10ha 以上が 3.6%、8~10ha が 3.3% の順となっており、概ね規模の差がなく 3% 程度で推移している。また、含有率については、芦北町同様に、全ての伐採規模で 100% となった。

(3) 球磨村北部（令和 4 年度報告書掲載）

球磨村北部において急峻地、かつ横断面形が凹、かつ路網から 10m 未満の 10m メッシュが森林変化地全体に対して高い割合で分布する伐採規模は、6~8ha が 4.9% と最も高く、次いで 8~10ha 以上が 4.8%、10ha 以上が 3.3% の順となっており、6ha 以上の伐採規模の大きな箇所が高い傾向がある。また、含有率については、5ha 未満が 53% と最も低く、次いで 5~10ha 未満が 93%、10ha 以上は 100% の順となっており、伐採面積が大きくなるにしたがって含有率が高くなる傾向がみられた。

(4) 3 地区の比較

急峻地、かつ横断面形が凹、かつ路網から 10m 未満の箇所が森林変化地全体に対して高い割合で分布する伐採規模は、芦北町では大・小の 2 分化しており、球磨村南部は概ね規模の差がなく、また球磨村北部では 6ha 以上の伐採規模の大きな箇所が高い傾向があり、地域ごとに特色がある。また、含有率については芦北町と球磨村南部は全ての伐採規模で 100% であった一方、球磨村北部では 10ha 以上でのみ 100% であった。

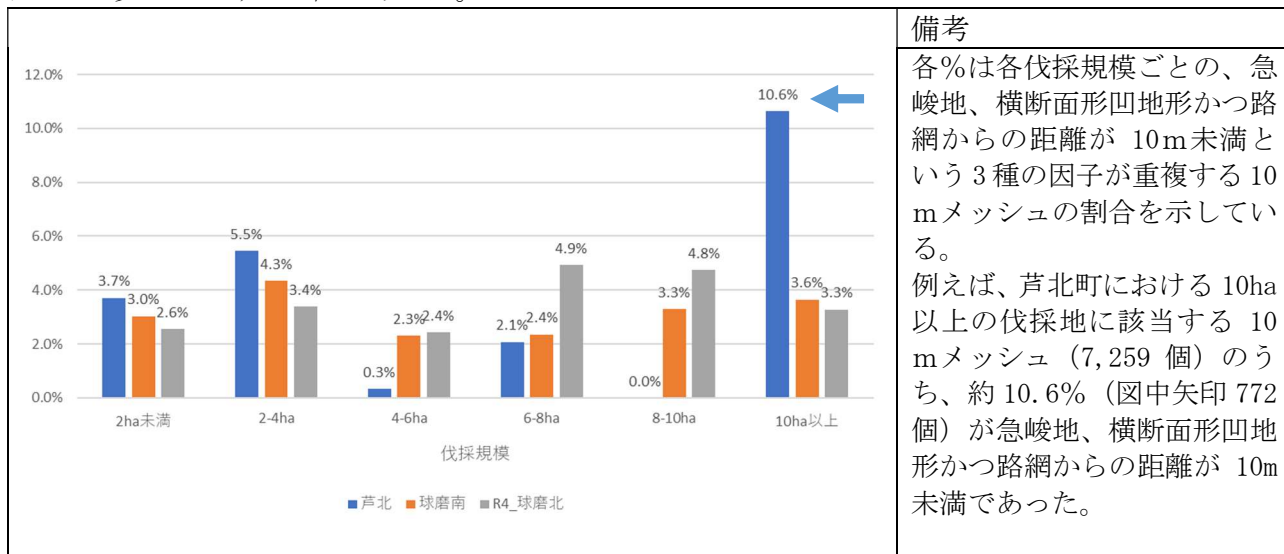


図 41 伐採規模別の急峻地、かつ横断面形が凹、かつ路網からの距離が 10m 未満の割合

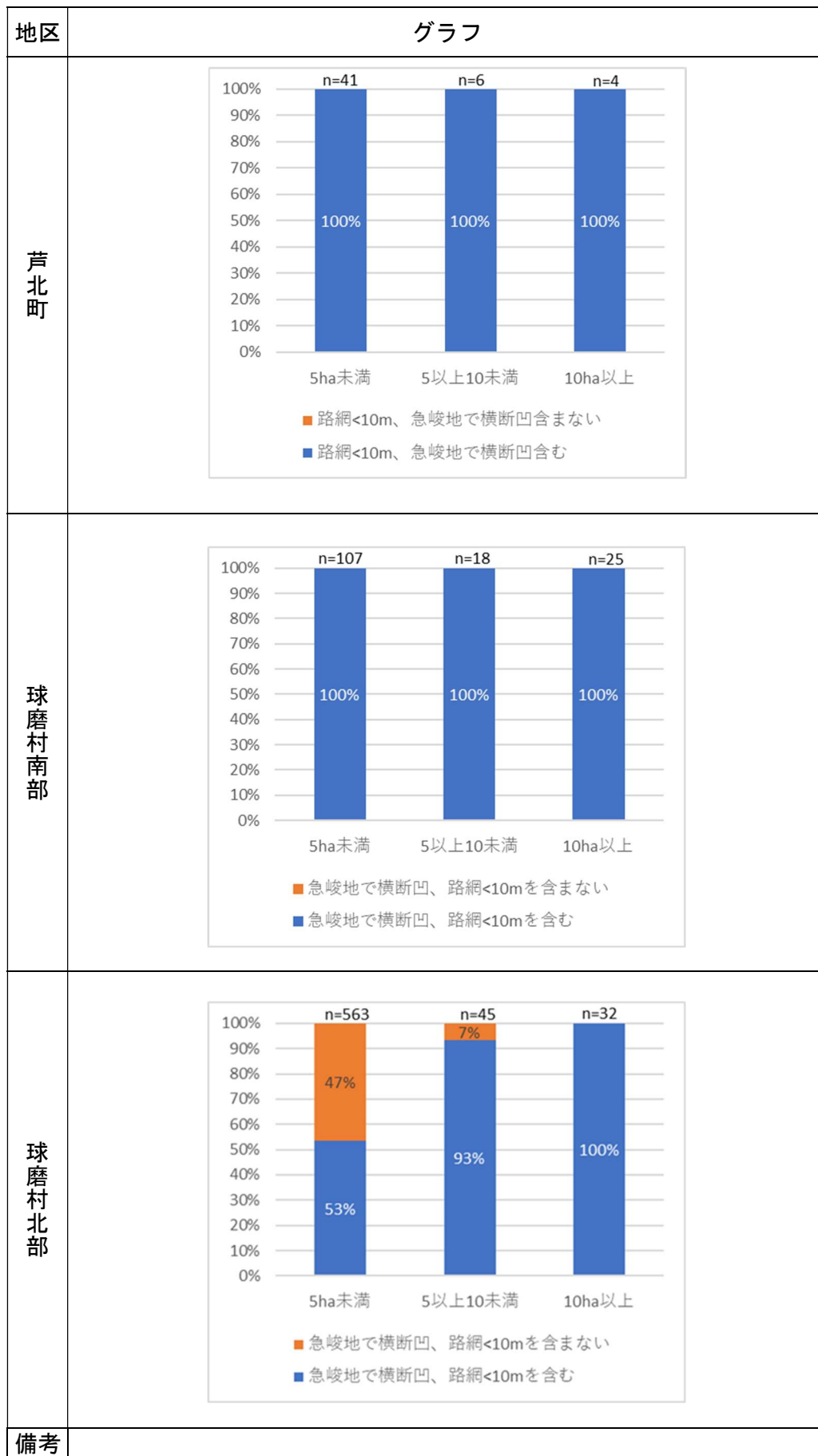


図 42 伐採規模別の急峻地、かつ横断面形が凹、かつ路網からの距離が10m未満の含有率

3.4.6. 土砂流出発生に係る因子の分析（令和5年度の分析手法）

本項では、土砂流出発生に係る因子として、新たに①谷次数、②路網の切土・盛土、及び③幅員について分析し、当該区域における土砂流出の発生傾向（因子との因果関係）について把握した。

谷次数は、山地崩壊が0次谷で多発している昨今の報告によるものである。

路網は、昨年度の分析結果から伐採地内において「路網から10m未満」が「路網から10m以上」に比べ相対的に高い確率で土砂流出源頭部になる可能性が高いという結果が得られたことから、「路網から10m未満」について詳細に分析することとした。また、現地調査の結果から、表流水が集中しやすい凹地などの地形と集材路等の法面や路肩付近から土砂流出が発生している事例がみられたことから、盛土及び切土のほか、林業機械の大型化に伴う搬出路の拡幅の影響も想定し、幅員についても判読及び分析を行った。

1) 谷次数と土砂流出の関係

谷次数区分は、前掲3.3.5の判読基準にしたがって区分すると尾根、0次谷、1次谷、1次谷岸斜面、2次谷、2次谷岸斜面、3次谷、3次谷岸斜面、4次谷岸斜面、5次谷岸斜面のように分類できる。ここでは、崩壊の発生源として考えられる0次谷と、0次谷周辺での崩壊が発生した場合に含まれることが想定される谷頭上部の尾根部や、0次谷直下の1次谷、1次谷岸斜面をそれぞれ区分し、それ以外の2次谷以降をひとつにまとめて区分することとした。

また、各地区における土砂流出源頭部の谷次数区分の分布状況と、源頭部が伐採地内と伐採地外に区分した分布状況を比較することで、谷次数と伐採地の関係について分析を行った。

土砂流出源頭部の谷次数の分布を、『尾根』、『0次谷』、『1次谷』、『1次谷岸斜面』、及び『2-5次谷（岸斜面）』の5区分に基づき分類した結果は、図43の通りである。

(1) 芦北町

土砂流出源頭部に占める谷次数の割合は、0次谷が33%と最も高く、次いで1次谷（25%）となっており、この2種で全体の60%近くを占めていた。伐採地内外別では、伐採地内は0次谷8%、1次谷9%と同程度を占めているのに対し、伐採地外は0次谷が25%と最も高く、次いで1次谷（15%）となっていた。

0次谷の土砂流出源頭部に対する割合は33%であるのに対し、伐採地内では41%となり、1.2倍（41%/33%）であった。他方、1次谷は1.9倍（47%/25%）と0次谷と比べ高い値となっており、伐採地内では、0次谷に加え1次谷も土砂流出の源頭部になりやすい結果であった。

伐採地外では0次谷が最も高いことから、芦北町は0次谷が土砂流出の発生原因になる可能性が高いと考えられる。

(2) 球磨村南部

土砂流出源頭部に占める谷次数の割合は、0次谷が50%近くを占め、次いで1次谷となっており、この2種で全体の60%以上を占めている。伐採地内外別では、いずれも0次谷が最も高く、伐採地内は35%、伐採地外は13%となっている。

0次谷の土砂流出源頭部に対する割合は48%であるのに対し、伐採地内では、54%となり、1.1倍（54%/48%）と同程度であった。0次谷が土砂流出の源頭部になりやすい傾向ではあるが、伐採地内外における大きな差はみられなかった。

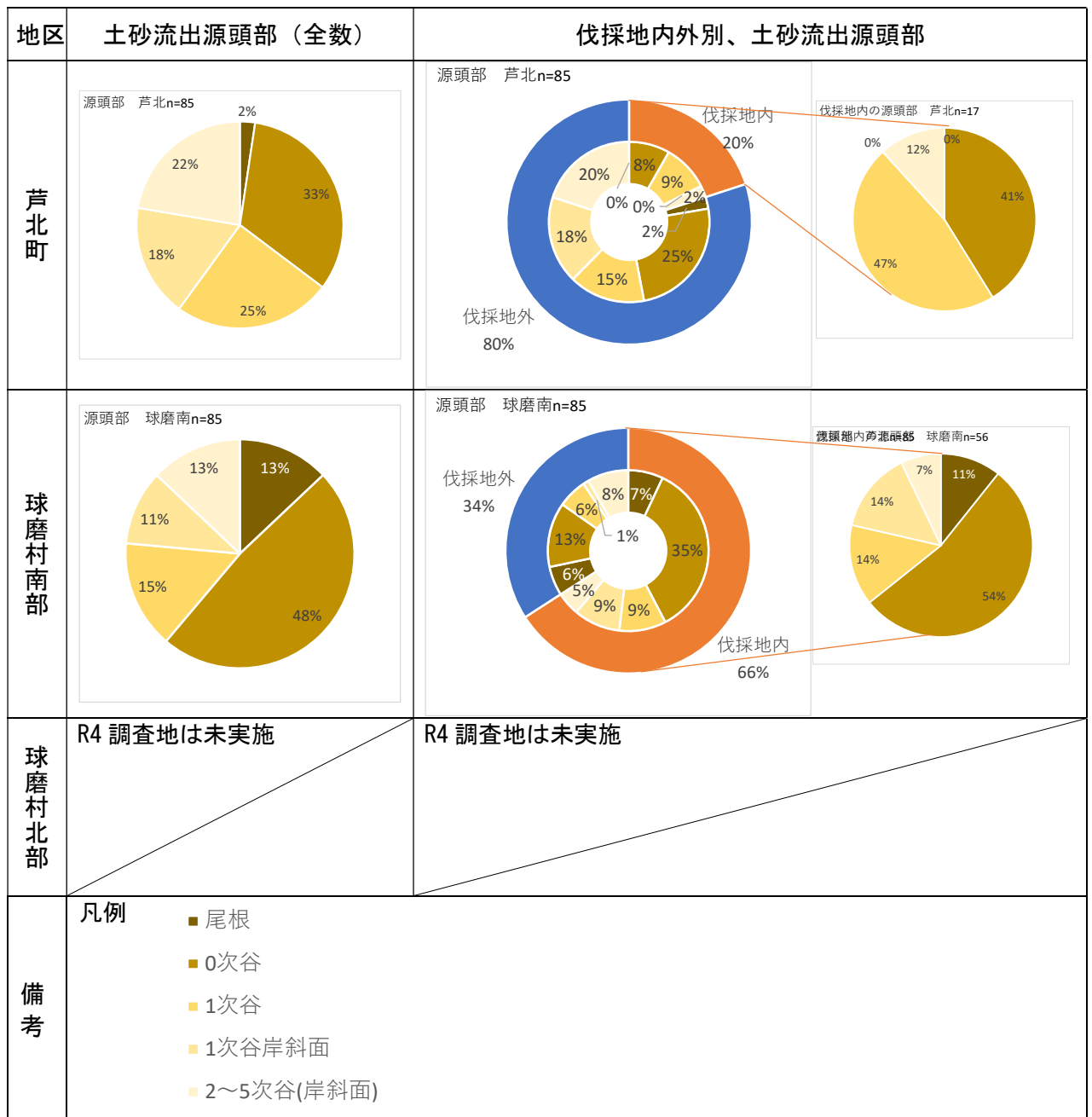


図 43 土砂流出源頭部及び伐採地内外別に占める谷次数の割合

2) 傾斜区分別、横断面地形形状別、谷次数別の土砂流出の関係

「3.4.3.6) 傾斜区分別、横断面地形形状別、路網からの距離別の土砂流出の関係」では、急峻地、かつ凹型地形（横断面）かつ路網から 10m未満という条件が重なる 10mメッシュの相対的な割合を森林変化地全体と土砂流出源頭部で比較し、それら条件が重なることにより土砂流出の発生原因になる可能性が高くなる結果が得られた。

ここでは、前述の 0 次谷を条件として加え、自然条件である 1) 傾斜区分別、2) 横断面地形形状別、及び 3) 0 次谷の条件が重なるポイントの相対的な割合を森林変化地全体と土砂流出源頭部で比較した。

傾斜角別、横断面形（凹凸）別、谷次数別の源頭部ポイントの 3 区分に基づき分類した結果は、図 44 の通りである。

(1) 芦北町

土砂流出源頭部に占める急峻地、かつ凹型地形（横断面）、かつ 0 次谷が占める割合は 19%であり、同じ数値で並ぶ 1 次谷とともに、最も高い割合を占めている。

(2) 球磨村南部

土砂流出源頭部に占める急峻地、かつ凹型地形（横断面）、かつ 0 次谷が占める割合は 16%と最も高い割合を占めており、次いで急傾斜地、かつ凹型地形（横断面）、かつ 0 次谷が 14%を占めている。

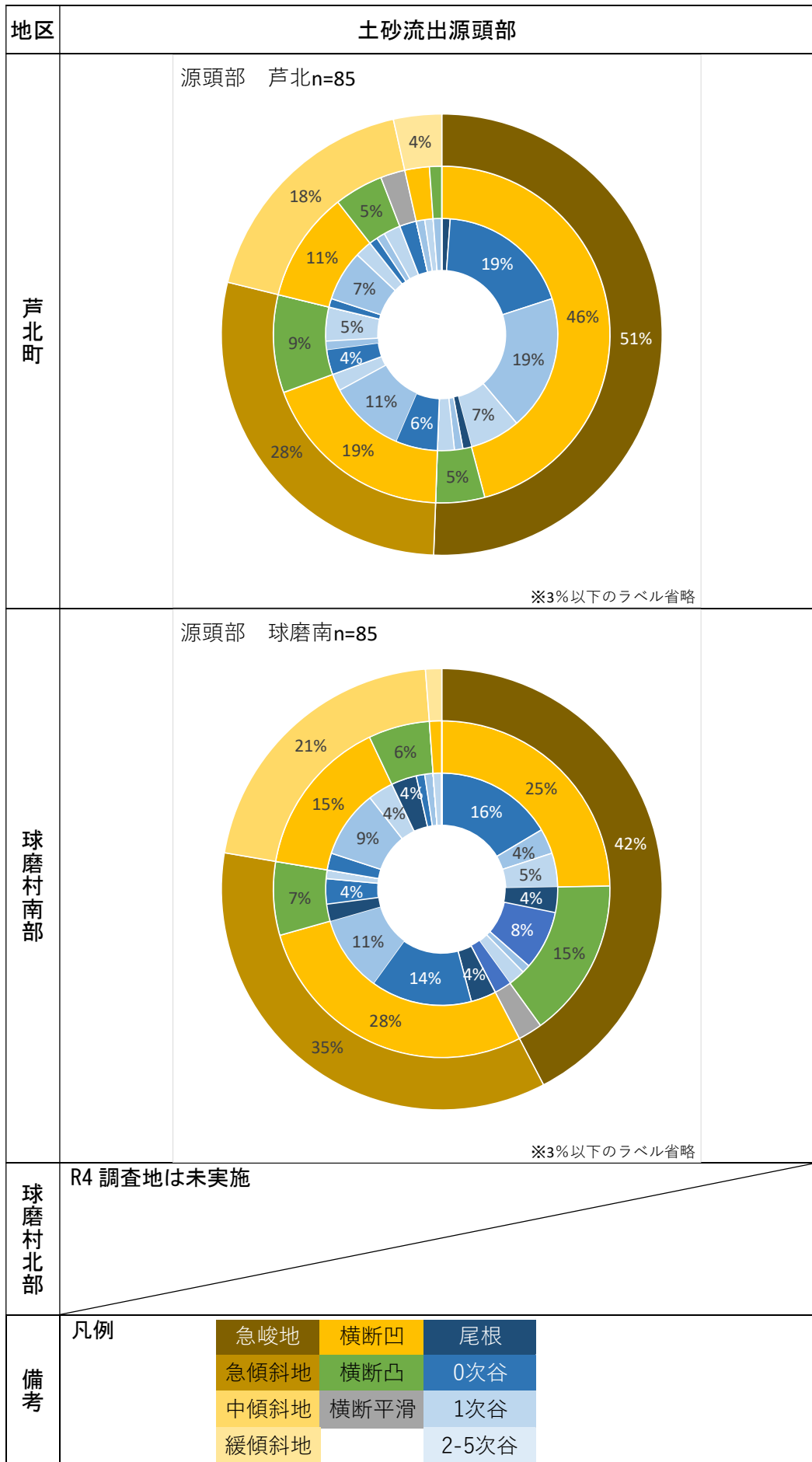


図 44 傾斜角別、横断面形（凹凸）別、谷次数別の源頭部ポイントの出現割合

3) 路網の切土盛土と土砂流出の関係

路網の切土・盛土、それ以外の区分は、土砂流出源頭部の路網からの距離及び路網に対して山側もしくは谷側に位置しているかで判断した。

また、各地区における土砂流出源頭部についての切土・盛土等区分の分布状況と、源頭部が伐採地内と伐採地外に区分した分布状況を比較することで、切土・盛土等及び伐採地との関係について分析を行った。

土砂流出源頭部に占める切土、盛土、それ以外の3区分に基づき分類した結果は、図45の通りである。

盛土の崩壊は、一般的に集材路等の路肩崩壊や路体崩壊から発生している例が多いと考えられ、土質を考慮した締固め、路肩や路体の補強等の施工方法、豪雨時の排水処理や湧水等の影響が関係しているものと考えられる。

(1) 芦北町

土砂流出源頭部に占める切土・盛土等の割合は、それ以外が80%近くを占め、次いで盛土となっている。伐採地内外別では、伐採地内はそれ以外9%、次いで切土8%と同程度を占めているのに対し、伐採地外では、それ以外が68%と最も高く、次いで盛土となっている。

盛土の土砂流出源頭部に対する割合が16%であるのに対し、伐採地内における占めるそれは41%となり、2.6倍(41%/16%)である。他方、切土は2倍(12%/6%)となっており、切土及び盛土は相対的にやや高い確率で土砂流出源頭部になっていた。

(2) 球磨村南部

土砂流出源頭部に占める切土・盛土等の割合は、盛土が50%以上を占め、次いでそれ以外となっており、この2種で全体の90%以上を占めている。伐採地内外別では、いずれも盛土が最も高く、伐採地内は39%、伐採地外は14%となっている。

盛土の土砂流出源頭部に対する盛土の割合は53%であるのに対し、伐採地内に占めるそれは59%と、1.1倍(59%/53%)と同程度であった。

地区	土砂流出源頭部（全数）	伐採地内外別、土砂流出源頭部
芦北町	源頭部 芦北n=85 	源頭部 芦北n=85 伐採地内の源頭部 芦北n=17
球磨村南部	源頭部 球磨南n=85 	源頭部 球磨南n=85 伐採地内の源頭部 球磨南n=56
球磨村北部	R4 調査地は未実施	R4 調査地は未実施
備考		

図 45 土砂流出源頭部及び伐採地内外別に占める切土盛土等の割合

4) 路網からの距離と土砂流出の関係

土砂流出源頭部の路網からの距離の区分は、昨年度の分析結果から土砂流出源頭部になりやすい傾向がみられた「幅員からの距離 10m未満」について、詳しくみることにした。土砂流出源頭部が判読した幅員の中に含まれた場合は「幅員内」、路網の縁（道路縁）からの距離が 10m未満は、2mごとに、「0-2m、2-4m、4-6m、6-8m、8-10m」に区分し、それ以遠は「10m以上」とした。

また、各地区における土砂流出源頭部の路網からの距離の分布状況と、土砂流出源頭部を伐採地内と伐採地外に区分した分布状況を比較することで、路網からの距離及び伐採地との関係を分析した。

土砂流出源頭部に占める路網からの距離について、前述の 7 区分に基づき分類した結果は、図 46 の通りである。

(1) 芦北町

土砂流出源頭部に占める路網からの距離区分の割合は、10m以上が 68%を占め、次いで 2-4mが 11%となっていた。伐採地内外別では、伐採地内は 2-4mが 7%、次いで 10m以上が 6%であるのに対し、伐採地外は 10m以上が 62%と最も高く、0-2mが 5%、2-4m及び 4-6mが 4%となっていた。

土砂流出源頭部に占める路網からの距離区分の割合のうち、10m未満で多くを占める 4m未満は 22%であるのに対し、伐採地内のそれは 59%で 2.7 倍 (59%/22%) であり、伐採地内においては路網からの距離区分が 4m未満の 10mメッシュが相対的にやや高い確率で土砂流出源頭部になっていた。

(2) 球磨村南部

土砂流出源頭部に占める路網からの距離区分の割合は、10m以上が 35%を占め、次いで 2-4mが 25%となっていた。伐採地内外別では、伐採地内は 10m以上が 21%、次いで 2-4mが 20%であるのに対し、伐採地外では 10m以上が 14%と最も高く、次いで 6-8mが 6%、0-2m、2-4mが 5%となっていた。

土砂流出源頭部に占める路網からの距離のうち、10m未満で多くを占める 6m未満は 56%であるのに対し、伐採地内のそれは 66%で 1.2 倍 (66%/56%) と相対的な違いはみられなかったが、路網近傍は 10m以上と比べ、土砂流出源頭部になる傾向であった。

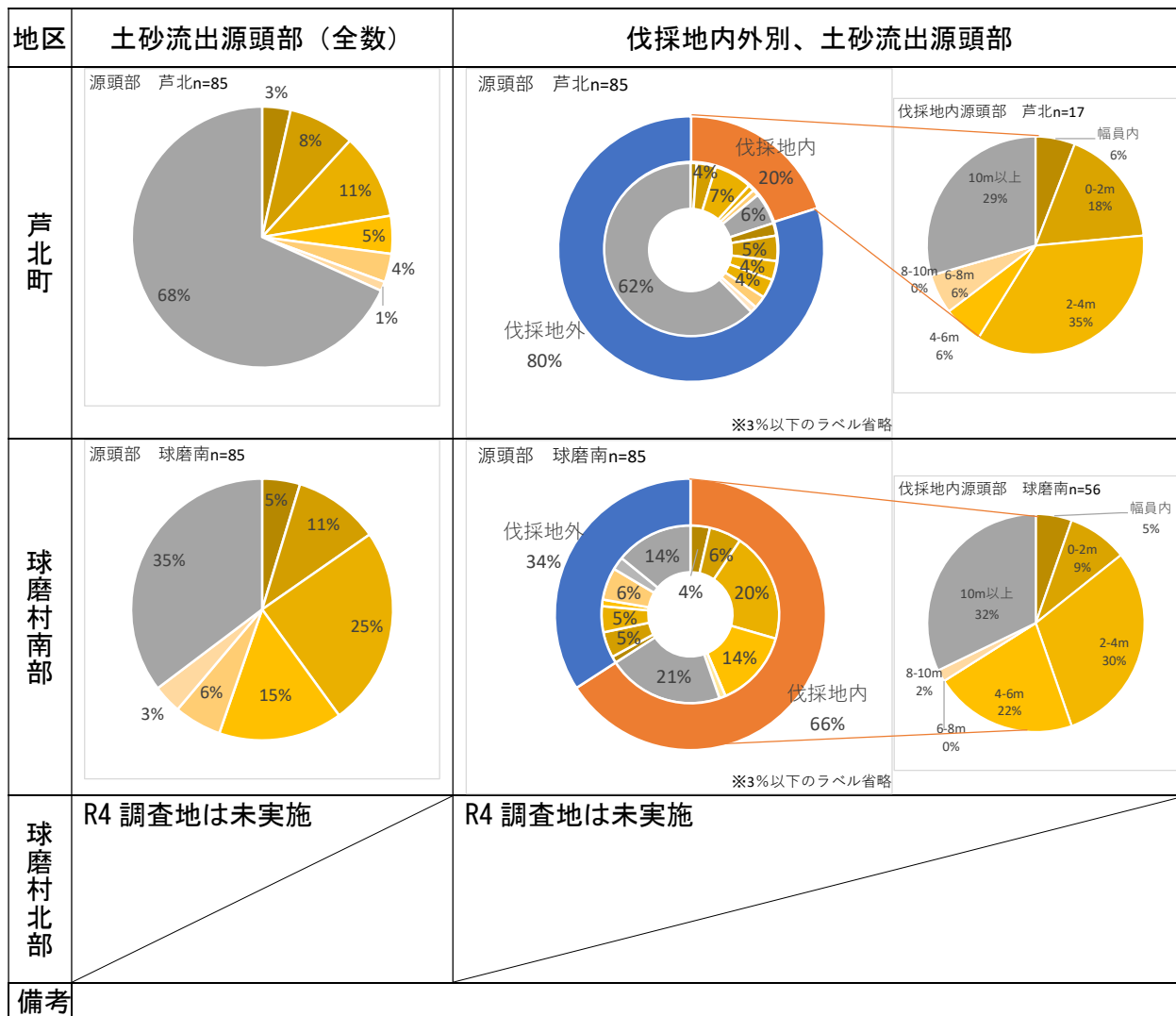


図 46 土砂流出源頭部及び伐採地内外別に占める路網からの距離の割合

5) 幅員と土砂流出の関係

土砂流出源頭部の集材路等の道路縁からの距離、衛星写真の判読から得られた集材路等の路網の幅員の関係について、伐採地内外別に区分した結果は、図 47 の通りである。

今回の対象地では、いわゆる集材路が多いと考えられるが、参考として「森林作業道作設指針」による傾斜に応じた幅員の目安は表 19 に示す通りである。

地形にあわせた作業システムに対応する必要最小限の規格とし、傾斜及び林業機械のクラスに応じて、2.5～3.0mとしている。ただし、林業機械等を用いた伐採、集材、造材等の作業の安全性及び作業性の確保の観点から、当該作業を行う区間に限って、必要最小限の余裕を付加することができ、付加する幅は、9～13 トンクラスの機械（バケット容量 0.45m³クラス）にあつては、0.5m程度としている。

表 19 傾斜別林業機械等別の幅員

傾斜	3～4tクラス (バケット容量 0.2 m ³ クラス以下)	6～8tクラス (バケット容量 0.2 m ³ ～0.25 m ³ クラス)	9～13tクラス (バケット容量 0.45 m ³ クラス)
25° 以下	3.0m	3.0m	3.0m+0.5m程度
25° ～35°	2.5m	3.0m	3.0m+0.5m程度
35° 以上	2.5m		

出典：「森林作業道作設指針」の一部改正について

令和 5 年 3 月 31 日 4 林整整第 923 号林野庁長官通知

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/attach/pdf/romousuisin-2.pdf>

(1) 芦北町

土砂流出源頭部に係る路網の幅員は、最大 4.2m、最小 1.6m、平均 2.7m であった。伐採地内外別の幅員は、伐採地内が最大 3.4m、最小 2.3m、平均 2.6m、伐採地外が最大 4.2m、最小 1.6m、平均 2.8m であり、平均値は同程度であるが、伐採地内が概ね 2～3m 範囲内であるのに対し、伐採地外は最大 4.2m でばらつきがみられ、幅員が土砂流出源頭部に影響している傾向はみられなかった。

道路縁からの距離は、幅員内 (0m) から最大 8.1m、平均 3.1m であった。伐採地内外別の道路縁からの距離は、伐採地内が幅員内 (0m) から最大 7.6m、平均 2.7m、伐採地外が幅員内 (0m) から最大 8.1m、平均 3.4m であった。土砂流出源頭部は、伐採地内が路網近傍の 4m 以内から発生しているのに対し、伐採地外も 4m 以内が比較的多いもののばらつきがみられた。

(2) 球磨村南部

土砂流出源頭部に係る路網の幅員は、最大 3.8m、最小 1.8m、平均 2.4m であった。伐採地内外別の幅員は、伐採地内が最大 3.4m、最小 1.8m、平均 2.2m、伐採地外が最大 3.8m、最小 2.2m、平均 2.8m であり、伐採地内では 2.5m 以内が多くを占めているのに対し、伐採地外の平均は伐採地内比やや大きくばらつきがみられ、幅員が土砂流出源頭部に影響している傾向はみられなかった。

道路縁からの距離は、幅員内 (0m) から最大 9.0m、平均 3.6m である。伐採地内外別の道路縁からの距離は、伐採地内が幅員内 (0m) から最大 9.0m、平均 3.3m、伐採地外は幅員内 (0m) から最大 8.8m、平均 4.4m であり、伐採地内が概ね 6m 以内であるのに対し、伐採地外はばらつきがみられた。

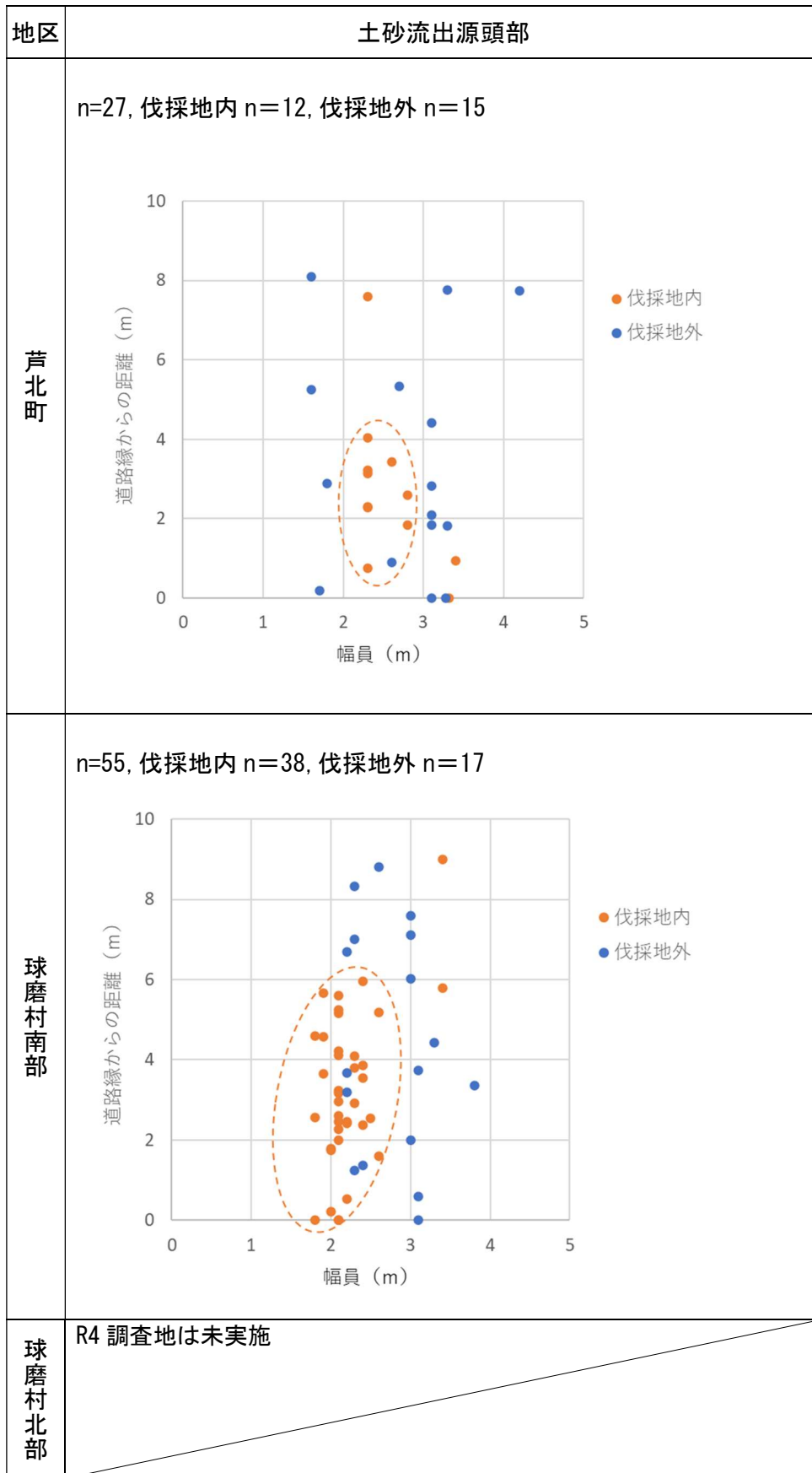


図 47 土砂流出源頭部の道路縁からの距離、路網の幅員、伐採地内外別の関係

3.4.7. 伐採地と土砂流出の関係

前項まで土砂流出源頭部における発生因子と土砂流出の関係について、土砂流出源頭部と伐採地内外について比較、分析を行った。

2013（平成 25）年から 2020（令和 2）年 7 月災害前の衛星画像判読により抽出した森林変化地は、伐採によるものと 2020（令和 2）年 7 月災害前の崩壊地の二種類を含んでいるが、本項では、その中で、前者の伐採による「伐採地」を対象とし土砂流出との関係进行分析した。

伐採地は、衛星画像判読結果による箇所数（ポリゴン数）で整理した。図 48 には地区毎に全伐採地と判読された箇所数と源頭部が伐採地に内包されるかの有無を調査した結果を示す。源頭部が含まれる伐採地は芦北町 7%、球磨村南部 5%、球磨村北部 12%である。

ここでは、土砂流出発生に係る因子として、①伐採地の地表情報、②路網の有無、③伐採規模について、土砂流出の発生傾向（因子との因果関係）について把握した。

各因子の伐採地に占める割合と、土砂流出源頭部が有る場合と無い場合のそれぞれに占める割合について分析を行った。

①伐採地の地表情報は、2020（令和 2）年 7 月災害前の時点の判読により、「裸地」、「草地」、「植林」、「森林（10 年生未満）」、「施工地」、「その他」の 6 種に区分した。

②路網の有無は、伐採地内に路網が一つでも含まれている場合は「路網有り」とし、それ以外を「路網無し」とした。

③伐採規模は、前掲の通り昨年度及び本年度に「5ha 未満」、「5ha-10ha」、「10ha 以上」で区分しているが、ここでは 10ha 未満に着目し、「2ha 未満」、「2ha 以上 4ha 未満」、「4ha 以上 6ha 未満」、「6ha 以上 8ha 未満」、「8ha 以上 10ha 未満」、「10ha 以上」の 6 種に区分した。

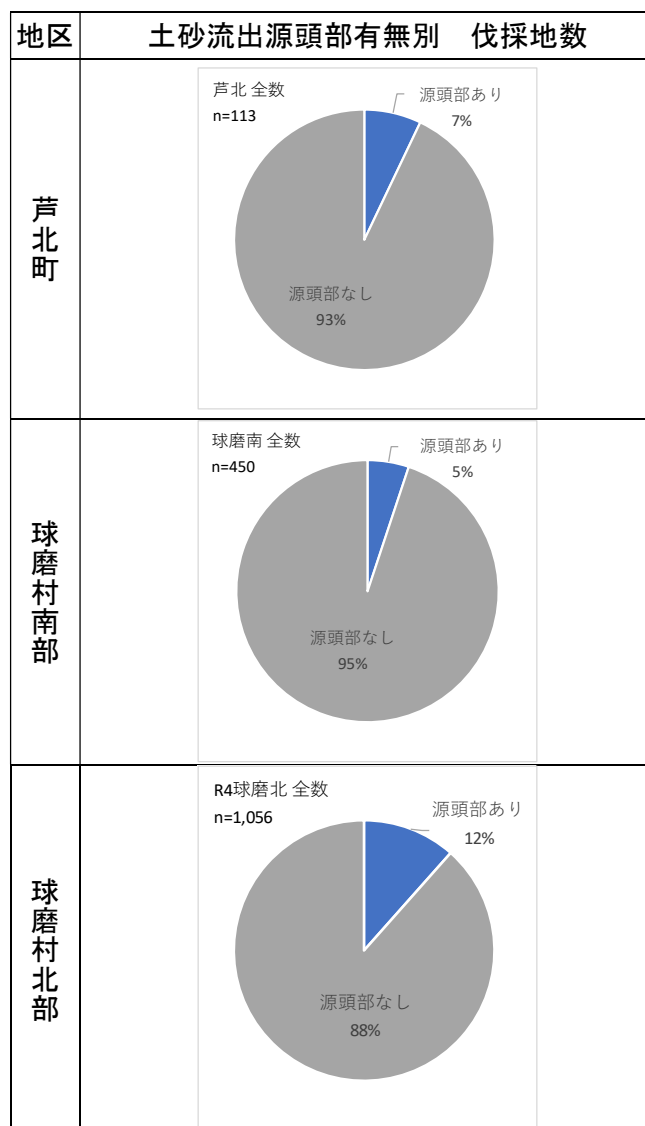


図 48 伐採地の土砂流出源頭部有無別の割合

1) 伐採地の地表情報と土砂流出の関係

伐採地の地表情報の6区分と、土砂流出源頭部有無別に占める割合の結果は、図49の通りである。

(1) 芦北町

伐採地に占める地表情報の割合は、草地在42%と最も高く、次いで裸地在26%、森林在25%となっていた。土砂流出源頭部有無別では、土砂流出源頭部有は8箇所と少ない事例であるが、森林在50%を占め、次いで裸地在25%であり、土砂流出源頭部無は草地在44%、次いで裸地在25%であった。

土砂流出源頭部に占める森林の割合が、伐採地のそれと比較して2.0倍(50%/25%)であり、相対的に高い確率で森林が土砂流出源頭部になっていた。また、植林地に着目すると土砂流出源頭部に占める植林の割合が伐採地のそれと比較して4.3倍(13%/3%)であった。

(2) 球磨村南部

伐採地に占める地表情報の割合は、植林在42%と最も高く、次いで草地在39%となっていた。土砂流出源頭部有無別では、土砂流出源頭部有は23箇所と少ない事例であるが、植林在48%を占め、次いで草地在39%であり、土砂流出源頭部無は植林在42%、次いで草地在34%で、同様の傾向がみられた。

(3) 球磨村北部

伐採地に占める地表情報の割合は、草地在38%と最も高く、次いで植林在34%となっていた。土砂流出源頭部有無別では、土砂流出源頭部有は、草地在59%を占め、次いで植林在25%であり、土砂流出源頭部無は草及植林在35%であった。

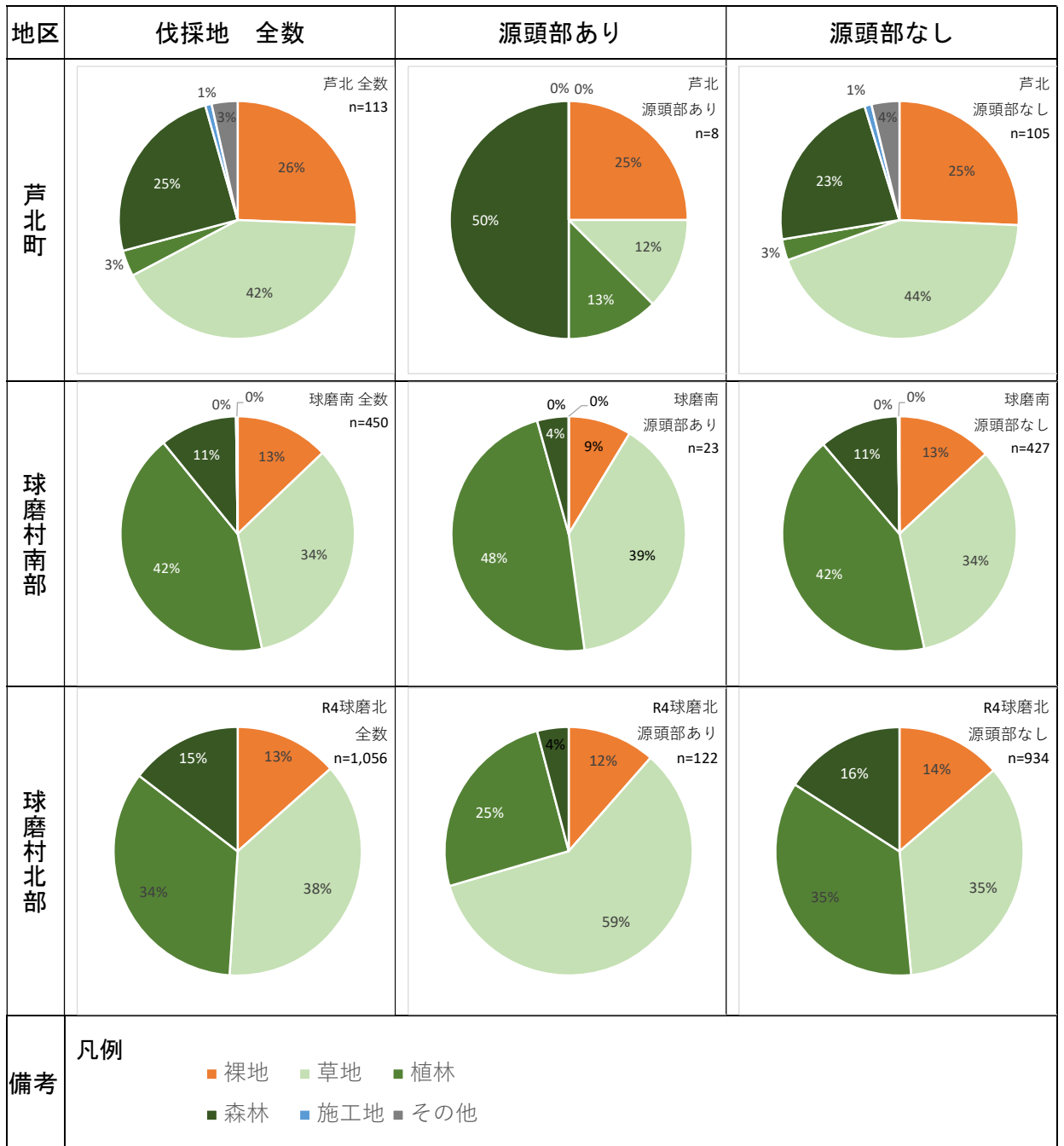


図 49 伐採地の地表情報と源頭部有無別の占める割合

2) 伐採地の路網の有無と土砂流出の関係

伐採地に集材路等の路網の有無の2区分と、土砂流出源頭部有無別に占める割合の結果は、図 50 の通りである。

(1) 芦北町

伐採地に占める路網の有無の割合は、路網有が69%と高い値となっていた。土砂流出源頭部有無別では、土砂流出源頭部有は8箇所と少ない事例であるが、路網有が75%であり、土砂流出源頭部無は源頭部有が69%であった。

土砂流出源頭部に占める路網有の割合が、伐採地全体のそれと比較して、1.1倍(75%/69%)と同程度であり、路網の有無が土砂流出源頭部に影響している傾向はみられなかった。

(2) 球磨村南部

伐採地に占める路網の有無の割合は、路網有が74%と高い値となっていた。土砂流出源頭部有無別では、土砂流出源頭部有は23箇所と少ない事例であるが、路網有が100%であり、土砂流出源頭部無は源頭部有が73%であった。

土砂流出源頭部に占める路網有の割合が、伐採地全体のそれと比較して、1.4倍(100%/74%)であり、路網有が相対的に高い確率で土砂流出源頭部となっていた。

(3) 球磨村北部

伐採地に占める路網の有無の割合は、路網有が60%と高い値となっていた。土砂流出源頭部有無別では、土砂流出源頭部有は路網有が89%であり、土砂流出源頭部無は源頭部有が56%であった。

土砂流出源頭部に占める路網有の割合が、伐採地全体のそれと比較して、1.5倍(89%/60%)であり、路網有が相対的に高い確率で土砂流出源頭部になっていた。

地区	伐採地 全数	源頭部あり	源頭部なし
芦北町	<p>芦北 全数 n=113</p> <p>路網有 69% 路網無 31%</p>	<p>芦北 源頭部あり n=8</p> <p>路網有 75% 路網無 25%</p>	<p>芦北 源頭部なし n=105</p> <p>路網有 69% 路網無 31%</p>
球磨村南部	<p>球磨南 全数 n=450</p> <p>路網有 74% 路網無 26%</p>	<p>球磨南 源頭部あり n=23</p> <p>路網有 100% 路網無 0%</p>	<p>球磨南 源頭部なし n=427</p> <p>路網有 73% 路網無 27%</p>
球磨村北部	<p>R4球磨北 全数 n=1,056</p> <p>路網あり 60% 路網なし 40%</p>	<p>R4球磨北 源頭部あり n=122</p> <p>路網あり 89% 路網なし 11%</p>	<p>R4球磨北 源頭部なし n=934</p> <p>路網あり 56% 路網なし 44%</p>
備考			

図 50 伐採地の路網の有無と源頭部有無別の占める割合

3) 伐採地の面積規模と土砂流出の関係

伐採地の面積規模（伐採規模）の6区分と、土砂流出源頭部有無別に占める割合の結果は、図 51 の通りである。

(1) 芦北町

伐採地に占める伐採地の面積規模別の割合は、2ha 未満が 81%と最も高い値となっていた。土砂流出源頭部有無別では、土砂流出源頭部有は 8 箇所と少ない事例であるが、2ha 未満が 50%、次いで 2ha 以上 4ha 未満が 37%で、以上の 2 種で 90%近くを占めた。土砂流出源頭部無は 2ha 未満が 84%と高い値となっていた。

(2) 球磨村南部

伐採地に占める伐採地の面積規模別の割合は、2ha 未満が 76%と最も高い値となっていた。土砂流出源頭部有無別では、土砂流出源頭部有は 23 箇所と少ない事例であるが、10ha 以上が 35%、次いで 2ha 未満と 6ha 以上 8ha 未満が 17%となっており、6ha 以上で 61%を占めた。土砂流出源頭部無は 2ha 未満が 79%と高く、2ha 以上 4ha 未満を加えると 89%を占めた。

(3) 球磨村北部

伐採地に占める伐採地の面積規模別の割合は、2ha 未満が 80%と最も高い値となっていた。土砂流出源頭部有無別では、土砂流出源頭部有は、2ha 未満が 42%、次いで 2ha 以上 4ha 未満が 23%となっており、4ha 未満で 65%を占めた。土砂流出源頭部無は 2ha 未満が 85%と最も高い値となっていた。

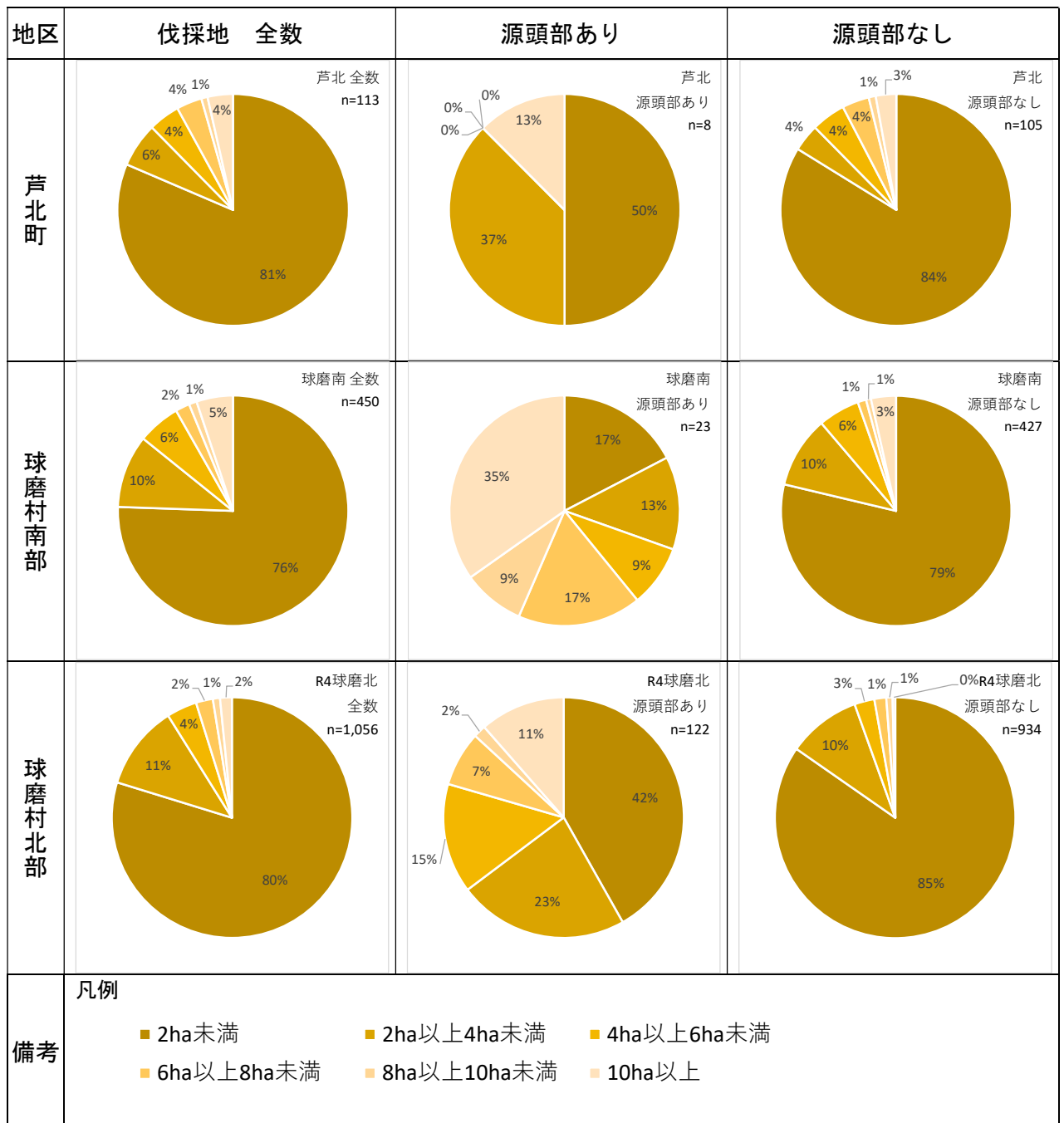
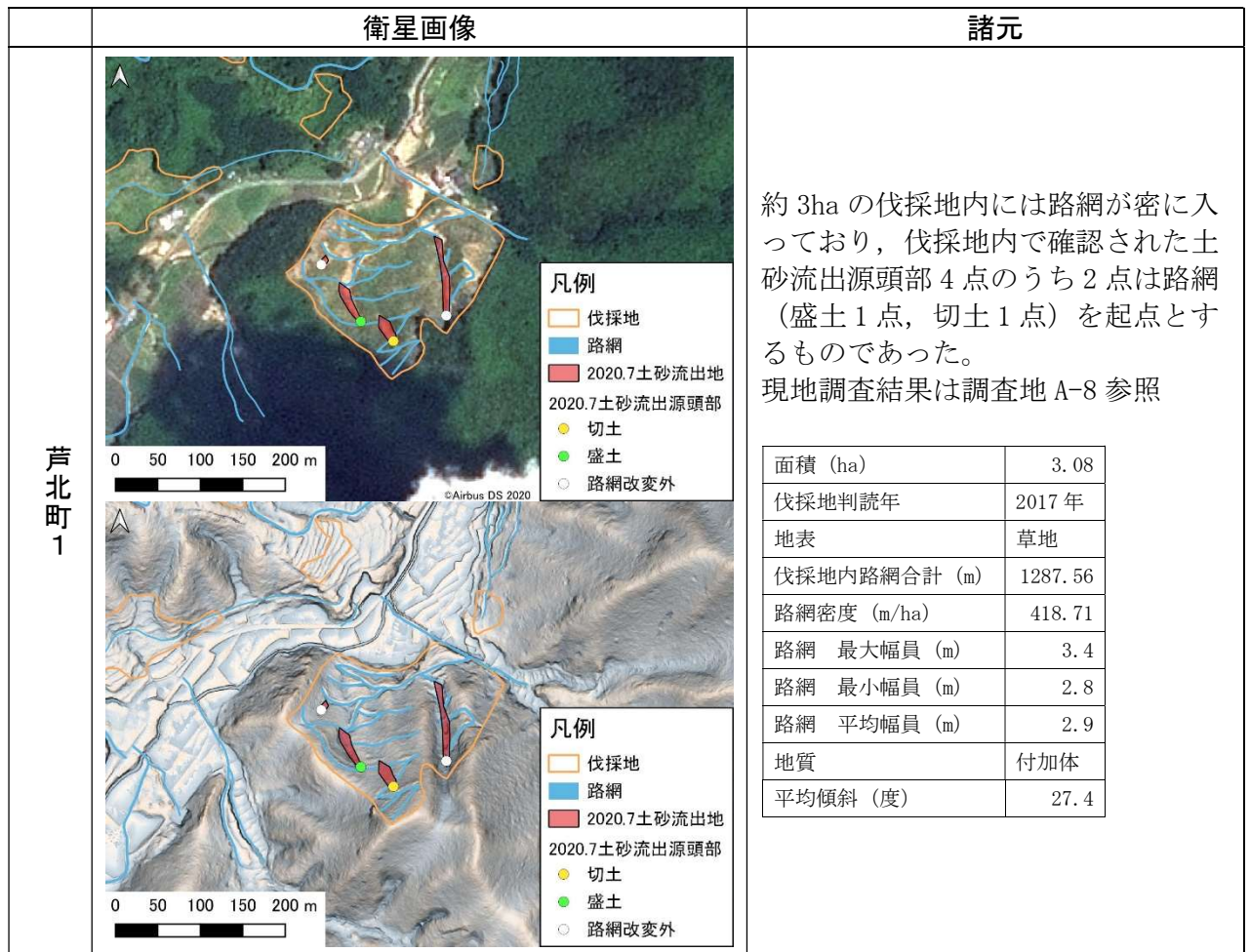
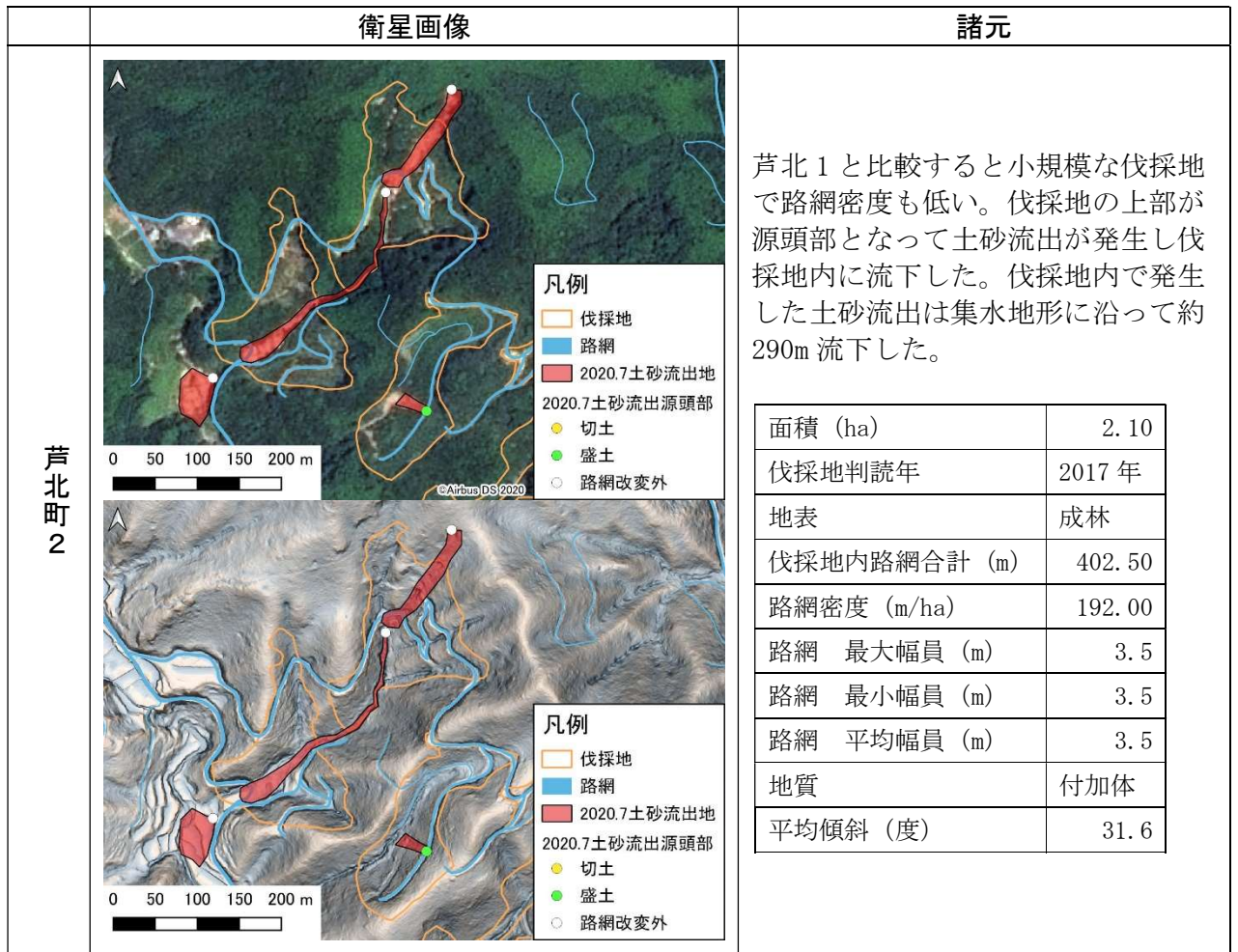


図 51 伐採地の面積規模と、土砂流出源頭部の有無別に占める割合

3.4.8. 特徴的（代表的）な土砂崩壊発生事例について

本調査対象地内で特徴的な土砂崩壊発生事例を以下に示す。





	衛星画像	諸元																				
芦北町 3		<p>14.1ha の伐採地内は平均傾斜が 35 度を超え、路網が密に入っている。伐採地内で発生した土砂流出地では源頭部が多数確認され、そのほとんどが路網の盛土において確認されたものであった。 現地調査結果は調査地 A-1 参照</p> <table border="1"> <tr> <td>面積 (ha)</td> <td>14.10</td> </tr> <tr> <td>伐採地判読年</td> <td>2013 年</td> </tr> <tr> <td>地表</td> <td>植林</td> </tr> <tr> <td>伐採地内路網合計 (m)</td> <td>5996.05</td> </tr> <tr> <td>路網密度 (m/ha)</td> <td>425.28</td> </tr> <tr> <td>路網 最大幅員 (m)</td> <td>3.1</td> </tr> <tr> <td>路網 最小幅員 (m)</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td>路網 平均幅員 (m)</td> <td>2.3</td> </tr> <tr> <td>地質</td> <td>付加体</td> </tr> <tr> <td>平均傾斜 (度)</td> <td>35.1</td> </tr> </table>	面積 (ha)	14.10	伐採地判読年	2013 年	地表	植林	伐採地内路網合計 (m)	5996.05	路網密度 (m/ha)	425.28	路網 最大幅員 (m)	3.1	路網 最小幅員 (m)	2.0	路網 平均幅員 (m)	2.3	地質	付加体	平均傾斜 (度)	35.1
	面積 (ha)	14.10																				
伐採地判読年	2013 年																					
地表	植林																					
伐採地内路網合計 (m)	5996.05																					
路網密度 (m/ha)	425.28																					
路網 最大幅員 (m)	3.1																					
路網 最小幅員 (m)	2.0																					
路網 平均幅員 (m)	2.3																					
地質	付加体																					
平均傾斜 (度)	35.1																					
芦北町 4		<p>伐採規模や平均傾斜、路網の入り方など、芦北 3 と条件が似た伐採地であるが、伐採地内及び近傍において土砂流出は確認されなかった。</p> <table border="1"> <tr> <td>面積 (ha)</td> <td>15.79</td> </tr> <tr> <td>伐採地判読年</td> <td>2013 年</td> </tr> <tr> <td>地表</td> <td>植林</td> </tr> <tr> <td>伐採地内路網合計 (m)</td> <td>5222.76</td> </tr> <tr> <td>路網密度 (m/ha)</td> <td>330.73</td> </tr> <tr> <td>路網 最大幅員 (m)</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>路網 最小幅員 (m)</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>路網 平均幅員 (m)</td> <td>2.8</td> </tr> <tr> <td>地質</td> <td>付加体</td> </tr> <tr> <td>平均傾斜 (度)</td> <td>32.5</td> </tr> </table>	面積 (ha)	15.79	伐採地判読年	2013 年	地表	植林	伐採地内路網合計 (m)	5222.76	路網密度 (m/ha)	330.73	路網 最大幅員 (m)	3.0	路網 最小幅員 (m)	2.5	路網 平均幅員 (m)	2.8	地質	付加体	平均傾斜 (度)	32.5
面積 (ha)	15.79																					
伐採地判読年	2013 年																					
地表	植林																					
伐採地内路網合計 (m)	5222.76																					
路網密度 (m/ha)	330.73																					
路網 最大幅員 (m)	3.0																					
路網 最小幅員 (m)	2.5																					
路網 平均幅員 (m)	2.8																					
地質	付加体																					
平均傾斜 (度)	32.5																					

	衛星画像	諸元				
芦北町5	<p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none"> 伐採地 路網 2020.7土砂流出地 2020.7土砂流出源頭部 切土 盛土 路網改変外 <p>0 100 200 300 400 m</p>	<p>伐採地外で発生した土砂流出地で、多数の源頭部が確認された例である。源頭部の一部は路網起点のものであった。土砂流出地周辺の平均傾斜は37.2度と急峻地であった。現地調査結果は調査地A-7参照</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>地質</th> <th>付加体</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平均傾斜 (度)</td> <td>37.2</td> </tr> </tbody> </table>	地質	付加体	平均傾斜 (度)	37.2
	地質		付加体			
平均傾斜 (度)	37.2					
芦北町6	<p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none"> 伐採地 路網 2020.7土砂流出地 2020.7土砂流出源頭部 切土 盛土 路網改変外 <p>0 100 200 300 400 m</p>	<p>伐採地外かつ路網のない箇所で土砂流出が発生した事例である。芦北町の分析対象範囲では、このような伐採地外かつ路網のない箇所で発生した土砂流出が多数確認された。左図に示した土砂流出地周辺は平均傾斜40度とかなり急峻な地形で、土砂流出の流下距離が長かった。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>地質</th> <th>付加体</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平均傾斜 (度)</td> <td>40.0</td> </tr> </tbody> </table>	地質	付加体	平均傾斜 (度)	40.0
	地質		付加体			
平均傾斜 (度)	40.0					

	衛星画像	諸元																																																							
球磨村南部 1		<p>球磨村南部の北東エリアにおいて、伐採地内外に関わらず多数の土砂流出が確認された。路網の盛土において確認された源頭部が多い。なお、球磨村南部の地質は大半が火成岩であるが、左図に示した北東エリアは付加体であり、地質による土砂流出への影響が考えられる。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>伐採地</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>面積 (ha)</td> <td>9.72</td> <td>7.26</td> <td>7.62</td> <td>11.45</td> </tr> <tr> <td>伐採地判読年</td> <td>2017年</td> <td>2017年</td> <td>2013年</td> <td>2013年</td> </tr> <tr> <td>地表</td> <td>植林</td> <td>植林</td> <td>草地</td> <td>成林</td> </tr> <tr> <td>伐採地内路網合計 (m)</td> <td>2136.27</td> <td>2837.68</td> <td>68.46</td> <td>1664.22</td> </tr> <tr> <td>路網密度 (m/ha)</td> <td>219.78</td> <td>390.87</td> <td>8.98</td> <td>145.35</td> </tr> <tr> <td>路網 最大幅員 (m)</td> <td>2.9</td> <td>2.4</td> <td>1.7</td> <td>2.4</td> </tr> <tr> <td>路網 最小幅員 (m)</td> <td>1.6</td> <td>1.7</td> <td>1.6</td> <td>1.7</td> </tr> <tr> <td>路網 平均幅員 (m)</td> <td>2.2</td> <td>1.8</td> <td>1.7</td> <td>2.2</td> </tr> <tr> <td>地質</td> <td colspan="4">付加体, 火成岩</td> </tr> <tr> <td>平均傾斜 (度)</td> <td colspan="4">32.3</td> </tr> </tbody> </table>	伐採地	1	2	3	4	面積 (ha)	9.72	7.26	7.62	11.45	伐採地判読年	2017年	2017年	2013年	2013年	地表	植林	植林	草地	成林	伐採地内路網合計 (m)	2136.27	2837.68	68.46	1664.22	路網密度 (m/ha)	219.78	390.87	8.98	145.35	路網 最大幅員 (m)	2.9	2.4	1.7	2.4	路網 最小幅員 (m)	1.6	1.7	1.6	1.7	路網 平均幅員 (m)	2.2	1.8	1.7	2.2	地質	付加体, 火成岩				平均傾斜 (度)	32.3			
	伐採地	1	2	3	4																																																				
面積 (ha)	9.72	7.26	7.62	11.45																																																					
伐採地判読年	2017年	2017年	2013年	2013年																																																					
地表	植林	植林	草地	成林																																																					
伐採地内路網合計 (m)	2136.27	2837.68	68.46	1664.22																																																					
路網密度 (m/ha)	219.78	390.87	8.98	145.35																																																					
路網 最大幅員 (m)	2.9	2.4	1.7	2.4																																																					
路網 最小幅員 (m)	1.6	1.7	1.6	1.7																																																					
路網 平均幅員 (m)	2.2	1.8	1.7	2.2																																																					
地質	付加体, 火成岩																																																								
平均傾斜 (度)	32.3																																																								
球磨村南部 2		<p>10ha 以上の大きな伐採地が分布するエリアであり、いずれの伐採地も路網密度が高く、中傾斜地であるが土砂流出が多数確認された。源頭部の多くは路網の盛土を起点とするものであった。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>伐採地</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>面積 (ha)</td> <td>13.70</td> <td>18.23</td> <td>21.97</td> </tr> <tr> <td>伐採地判読年</td> <td>2017年</td> <td>2017年</td> <td>2013年</td> </tr> <tr> <td>地表</td> <td>草地</td> <td>草地</td> <td>植林</td> </tr> <tr> <td>伐採地内路網合計 (m)</td> <td>4433.62</td> <td>6197.69</td> <td>7993.91</td> </tr> <tr> <td>路網密度 (m/ha)</td> <td>323.62</td> <td>339.97</td> <td>363.86</td> </tr> <tr> <td>路網 最大幅員 (m)</td> <td>2.1</td> <td>2.5</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>路網 最小幅員 (m)</td> <td>1.9</td> <td>1.9</td> <td>1.8</td> </tr> <tr> <td>路網 平均幅員 (m)</td> <td>2.1</td> <td>2.1</td> <td>2.1</td> </tr> <tr> <td>地質</td> <td colspan="3">火成岩</td> </tr> <tr> <td>平均傾斜 (度)</td> <td colspan="3">25.8</td> </tr> </tbody> </table>	伐採地	1	2	3	面積 (ha)	13.70	18.23	21.97	伐採地判読年	2017年	2017年	2013年	地表	草地	草地	植林	伐採地内路網合計 (m)	4433.62	6197.69	7993.91	路網密度 (m/ha)	323.62	339.97	363.86	路網 最大幅員 (m)	2.1	2.5	2.5	路網 最小幅員 (m)	1.9	1.9	1.8	路網 平均幅員 (m)	2.1	2.1	2.1	地質	火成岩			平均傾斜 (度)	25.8													
伐採地	1	2	3																																																						
面積 (ha)	13.70	18.23	21.97																																																						
伐採地判読年	2017年	2017年	2013年																																																						
地表	草地	草地	植林																																																						
伐採地内路網合計 (m)	4433.62	6197.69	7993.91																																																						
路網密度 (m/ha)	323.62	339.97	363.86																																																						
路網 最大幅員 (m)	2.1	2.5	2.5																																																						
路網 最小幅員 (m)	1.9	1.9	1.8																																																						
路網 平均幅員 (m)	2.1	2.1	2.1																																																						
地質	火成岩																																																								
平均傾斜 (度)	25.8																																																								