

4. 森林施業と山腹崩壊の検討調査

4.1 広島国有林における森林施業と山腹崩壊発生箇所の関係

4.1.1 森林施業と山腹崩壊箇所の関係

調査範囲は広島県の平成30年7月豪雨災害前後の航空レーザデータを有する図4.1の範囲とする。

調査範囲内の赤枠は広島国有林小班を示し、その合計面積は約2,696.8haである。小班数は同一の林小班名を1つの単位としたとき680箇所となった。また、小班内に発生した崩壊地は179箇所であった。

＜対象データ＞	
●	小班数 680
●	崩壊地数 179

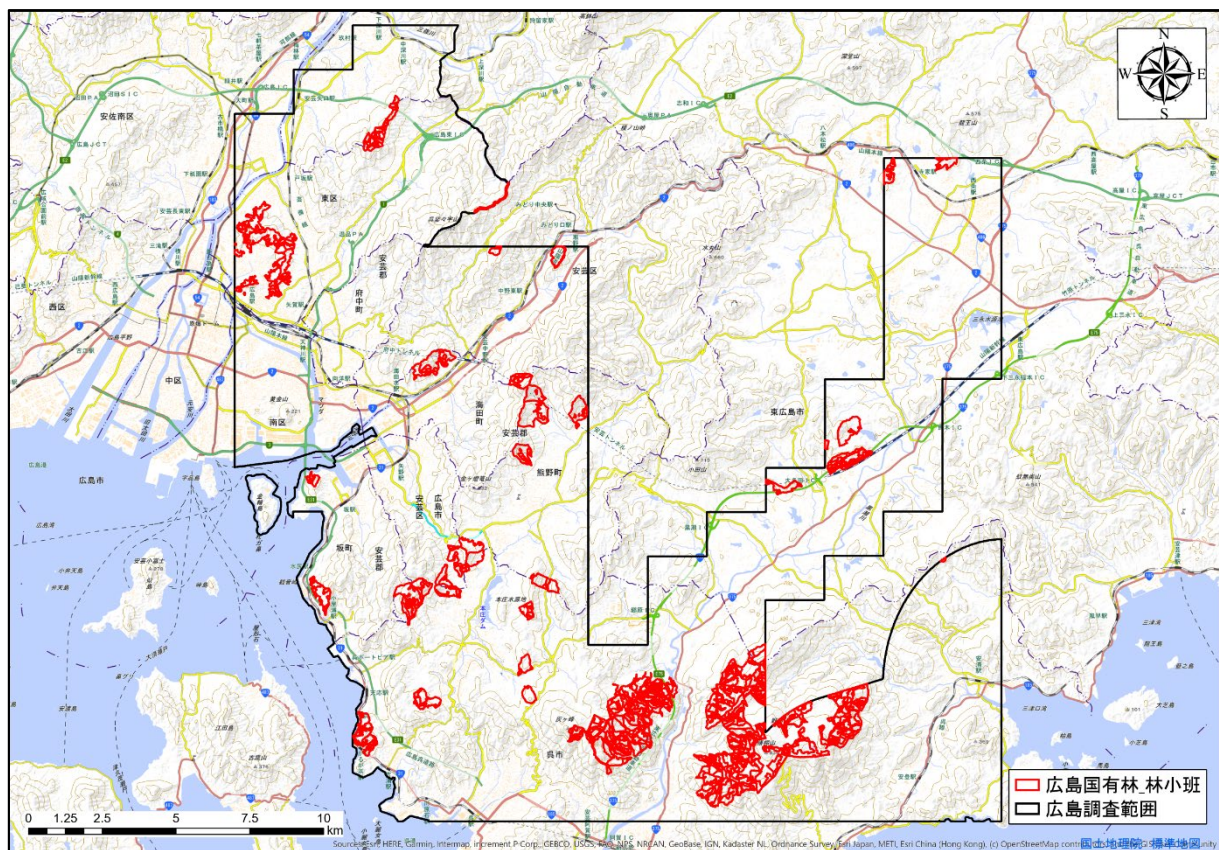


図 4.1 調査範囲及び広島国有林小班（調査範囲内）

広島国有林の森林簿及び、造林簿を基に、施業回数と崩壊地数の関係を図 4.2 及び、図 4.3 に示す。図 4.4 では、施業回数別の小班面積を示す。なお、施業回数は表 4.2 に示す区分のうち、区分①の「皆伐」と区分②の「間伐」を数えたものとし、区分③の「その他間伐」、区分④の「育林」及び、区分⑤の「その他」は除外した。また、造林簿データの施業履歴は、平成 2 年から平成 30 年までの記載であったため、本調査はその範囲内の情報を反映した結果とする。

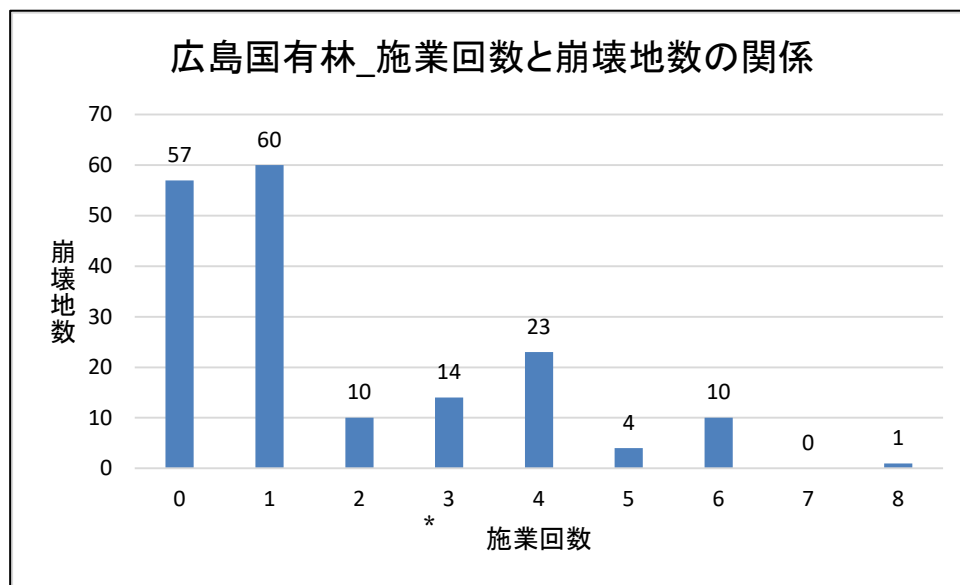


図 4.2 広島国有林における施業回数と崩壊地数の関係

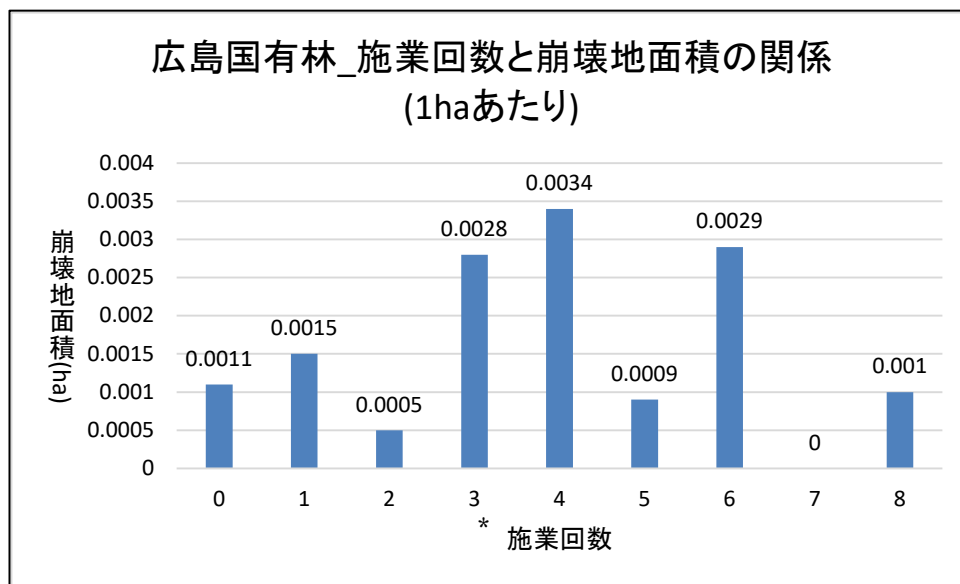


図 4.3 広島国有林における施業回数と崩壊地面積の関係（1ha あたり）

*施業とは表 4.2 の 1～7 を指す。（その他の施業を実施したが、1～7 を実施していない場合は施業なしとする。
また、H2 以前の施業履歴については反映していない。）

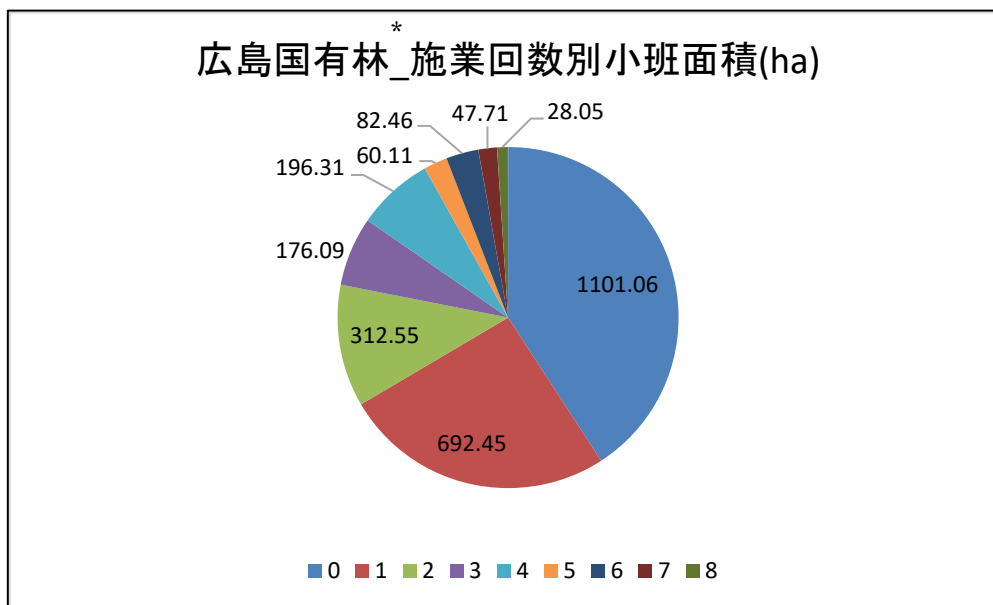


図 4.4 広島国有林における施業回数別小班面積（単位 ha）

施業回数については、調査範囲内の国有林に広葉樹等の天然林を多く含むため、施業が行われていない施業回数 0 回の箇所が約 40%を占め、最も多い。

1ha あたりの施業回数と崩壊地面積の関係では、施業回数 3 回、4 回及び 6 回で崩壊地面積が大きくなった。その理由として、施業 3 回で崩壊ありの 7 小班のうち 1 小班内で 7 箇所の崩壊地を含み、施業 4 回で崩壊ありの 3 小班のうち 1 小班内で 14 箇所の崩壊地を含むものがあつたことが挙げられる。その他にも 5 箇所以上の崩壊地を含む小班が 6 箇所存在するが、うち 5 箇所は施業回数 0 回及び 1 回の小班であり、分母となる小班の総面積が大きいため 1ha あたりの崩壊地面積は大きくならなかった。残りの 1 箇所は施業回数 6 回の小班で、施業回数 4 回に次ぎ崩壊地面積が大きくなっている。また 5 箇所以上の崩壊地を含む 8 小班の樹種は広葉樹及び、アカマツであり、スギ・ヒノキは含まれていない。また、これら小班の崩壊は、そのほとんどが 0 次谷もしくは谷地形で発生しており（表 4.3 参照）、単に当該小班にそのような地形が多く存在していたという地形的要因による影響が拭えない。そのため、施業回数が多いほど崩壊地面積が増えると結論づけることは適当ではない。微地形表現図による判読結果等を含む詳細一覧を表 4.3 に示す。

表 4.1 広島国有林における施業回数と崩壊地数の関係（内訳）

No	施業回数	小班数	面積(ha)	崩壊地数	崩壊地数 (1ha あたり)
1	0	387	1,101.06	57	0.05
2	1	161	692.45	60	0.09
3	2	86	312.55	10	0.03
4	3	18	176.09	14	0.08
5	4	16	196.31	23	0.12
6	5	5	60.11	4	0.07
7	6	3	82.46	10	0.12
8	7	3	47.71	0	0
9	8	1	28.05	1	0.04
10	全体	680	2,696.79	179	0.07

表 4.2 広島国有林における施業の種類及び区分

No	施業の種類	区分 No	区分	No	施業の種類	区分 No	区分
1	皆伐*	①	皆伐	12	つる切り	④	育林
2	主伐(5割以上)			13	下刈		
3	択伐*	②	間伐	14	枝打ち		
4	間伐			15	植付け		
5	主伐(5割未満)			16	地拵		
6	本数調整伐			17	倒木起こし		
7	保育間伐			18	刈出し		
8	除伐	③	その他 間伐	19	植栽	⑤	その他
9	更新伐			20	雪起こし		
10	衛生伐			21	作業道		
11	受光伐			22	路網整備等		
				23	その他保育		
				24	その他		
				25	被害木等整理		
				26	害虫獣害防除		
				27	根踏み		

*本調査範囲内の広島国有林の造林簿上では、「皆伐」及び、「択伐」の記載はない。

＜皆伐について＞

本調査範囲内の小班については、造林簿上に皆伐の記載はない。しかし、造林簿上では、植付・地拵等の更新が行われたと考えられる施業の記載のある小班及び、主伐の記載のある小班が存在した。そのため、新旧のオルソ写真を比較し、施業状態の確認を目視で行った。その結果、小班内の5割以上の面積が主伐、更新されたと考えられる小班が21箇所存在した。それらの小班を区分①とし、森林施業と崩壊地数の関係にまとめた。ただし、造林簿データに存在する施業の情報は平成2年以降のものであるため、それ以前については調査範囲外とした。

*施業とは表4.2の1～7を指す。(その他の施業を実施したが、1～7を実施していない場合は施業なしとする。また、H2以前の施業履歴については反映していない。)

表 4.3 5箇所以上の崩壊地を含む8小班の詳細

No	林小班	施業回数	崩壊地数	平均勾配	樹種1	林齢	主な崩壊の地形的要因
1	24_林班_ほ	0	5	35.9	広葉樹	36	0次谷もしくは谷地形で発生
2	541_林班_ほ	0	6	28.0	アカマツ	46	0次谷もしくは谷地形で発生
3	12_林班_い_2	1	5	31.9	アカマツ	119	谷地形もしくは沢沿いで発生
4	541_林班_い	1	24	27.0	広葉樹	123	0次谷・谷地形・沢沿いで発生 尾根からの崩壊もあり
5	557_林班_い	1	12	23.9	アカマツ	114	0次谷もしくは谷地形で発生
6	11_林班_い	3	7	30.8	広葉樹	119	0次谷もしくは谷地形で発生
7	12_林班_い_1	4	14	30.6	広葉樹	119	0次谷もしくは谷地形で発生
8	16_林班_い_1	6	9	30.9	広葉樹	129	谷地形もしくは沢沿いで発生

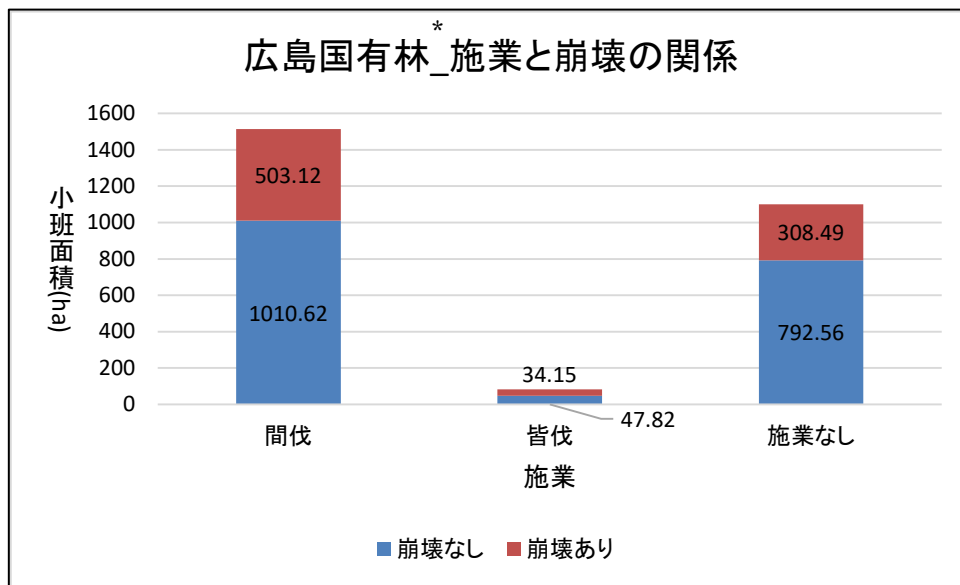


図 4.5 広島国有林における森林施業と崩壊地数の関係 (単位 ha)

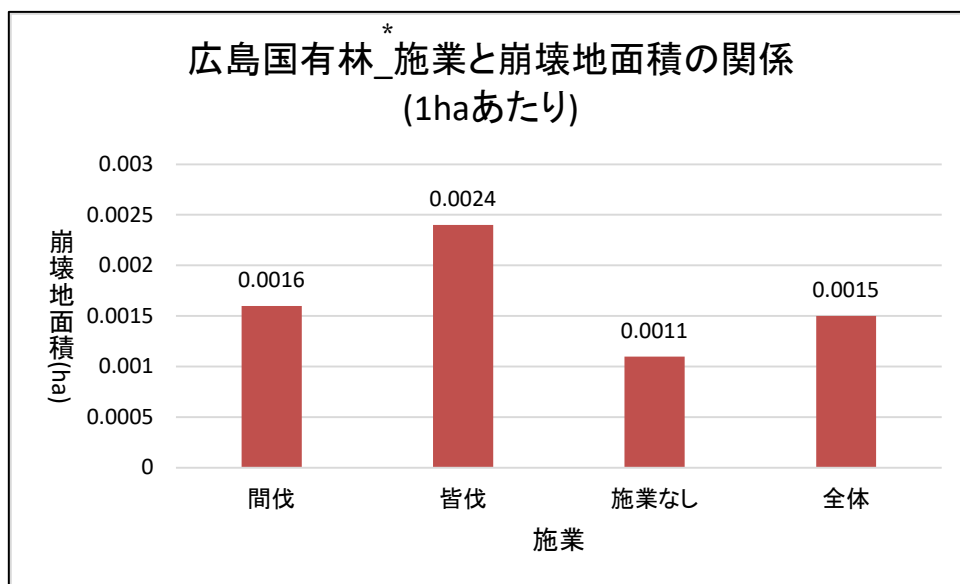


図 4.6 広島国有林における森林施業と崩壊地面積の関係 (1ha あたり)

図 4.6 に示すグラフでは、施業面積が少ない皆伐施業地での 1ha あたりの崩壊地面積が最も大きくなった。間伐施業地での 1ha あたりの崩壊地面積は、施業なしの面積より大きくなった。

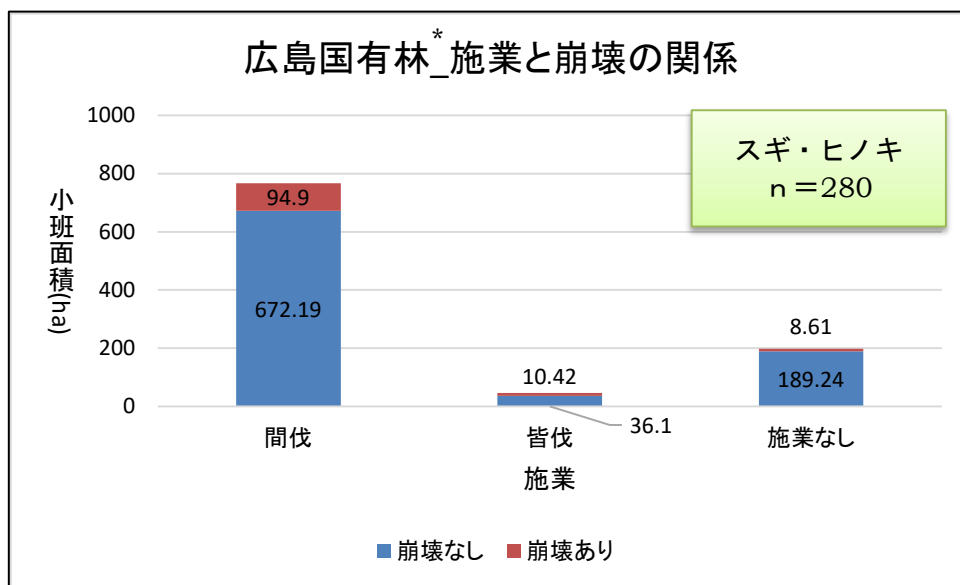


図 4.7 広島国有林における森林施業と崩壊地数の関係_スギ・ヒノキ (単位 ha)

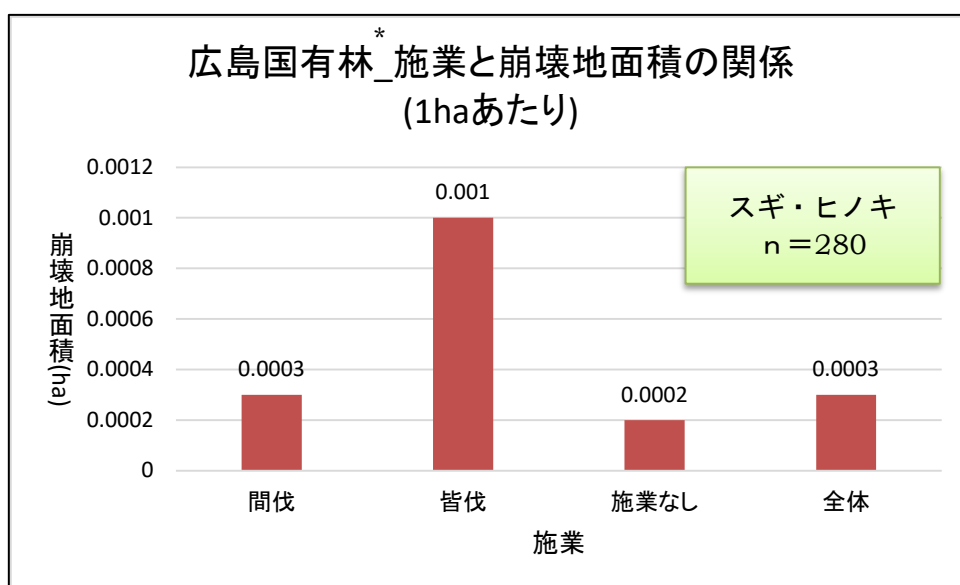


図 4.8 広島国有林における森林施業と崩壊地面積の関係_スギ・ヒノキ (1ha あたり)

図 4.7 及び、図 4.8 に示すグラフでは、スギ・ヒノキを対象とし、それ以外の樹種を除外した。その結果、図 4.8 の 1ha あたりの崩壊地面積で、間伐施業地の崩壊面積が施業なしと同等の値となった。しかし、皆伐施業地については、広葉樹等を含む全樹種を対象としたグラフ図 4.6 と同様に最も面積が大きくなった。

*施業とは表 4.2 の 1～7 を指す。(その他の施業を実施したが、1～7 を実施していない場合は施業なしとする。また、H2 以前の施業履歴については反映していない。)

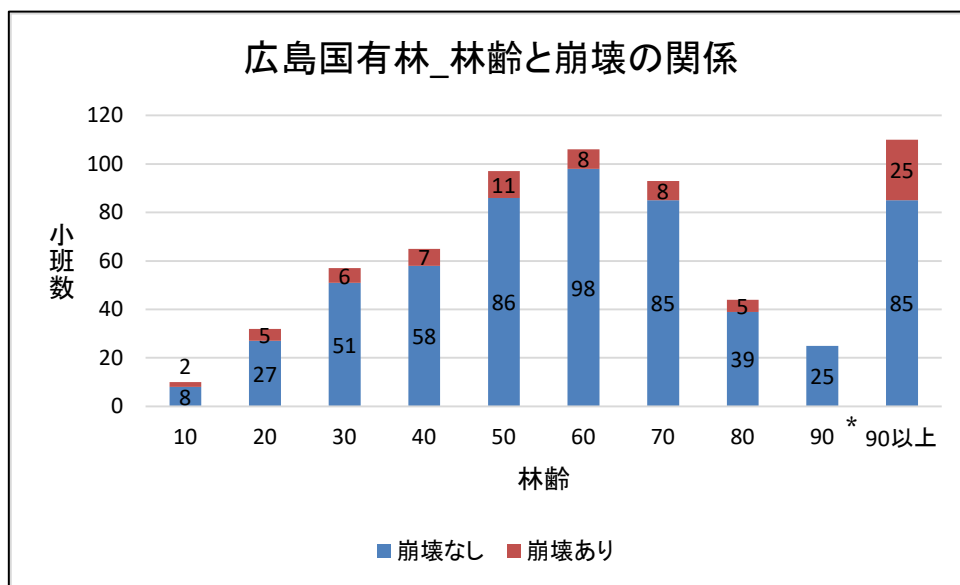


図 4.9 広島国有林における林齢と崩壊の有無 (単位小班)

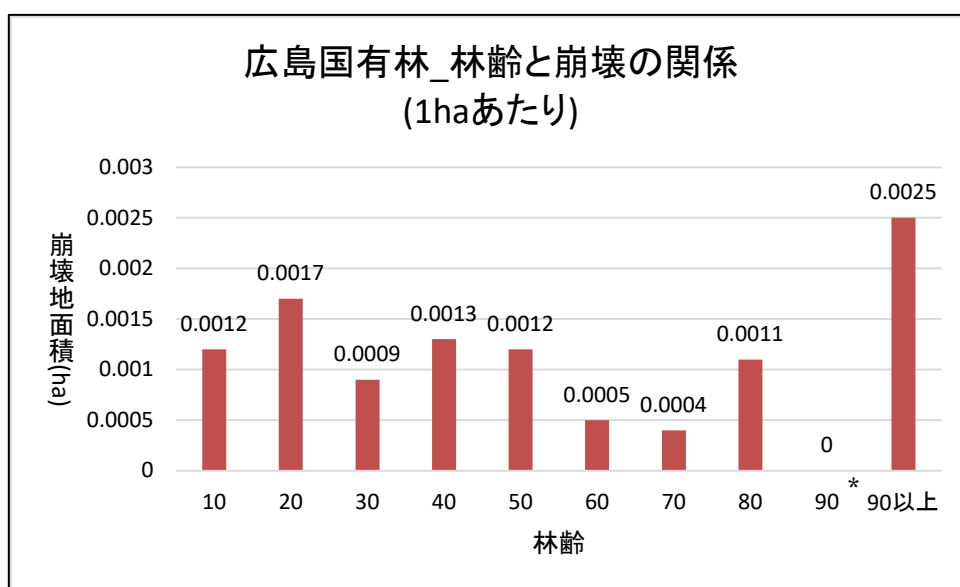


図 4.10 広島国有林における林齢と崩壊地面積の関係 (1ha あたり)

*90 年生以上の小班の樹種は主にアカマツ等

図 4.9 では、林齢 90 年生以上で崩壊ありの小班数が多い。しかし 25 小班のうち、スギ・ヒノキであったのは 2 小班のみであり、その他の小班は広葉樹及び、アカマツであった。図 4.10 に示す 1ha あたりの崩壊地面積では、林齢 90 年生以上を除くと、林齢が 50 年生以下での崩壊地面積がやや多い傾向となった。

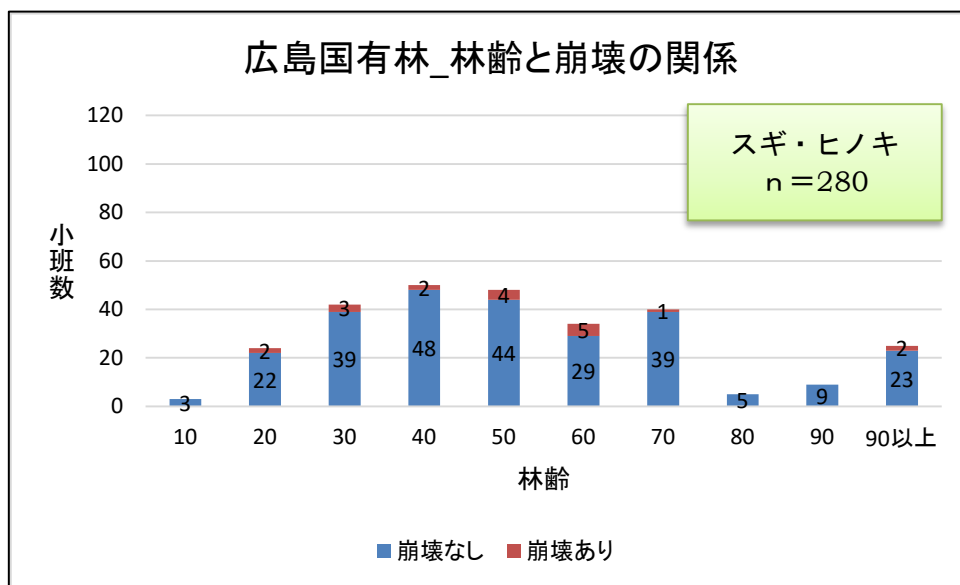


図 4.11 広島国有林における林齢と崩壊の有無_スギ・ヒノキ (単位小班)

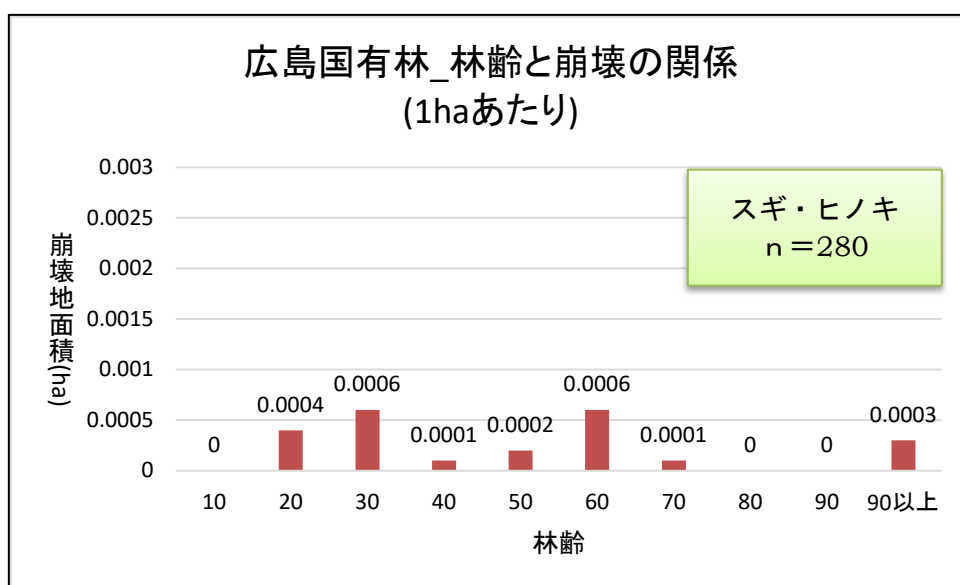


図 4.12 広島国有林における林齢と崩壊地面積の関係_スギ・ヒノキ (1ha あたり)

図 4.11 及び、図 4.12 に示すグラフでは、スギ・ヒノキを対象とし、それ以外の樹種を除外した。その結果、図 4.12 に示すとおり、全体的に 1ha あたりの崩壊地面積は小さくなり、大きな傾向はみられない。

4. 1. 2 森林施業と山腹崩壊箇所の関係（樹種別）

4. 1. 1 の調査結果を基に、樹種別の施業回数と崩壊地の関係を検証した。樹種については、森林簿にある樹種のうち、主である「樹種 1」を採用した。

広島国有林内における樹種別の小班面積を図 4.13 に示す。

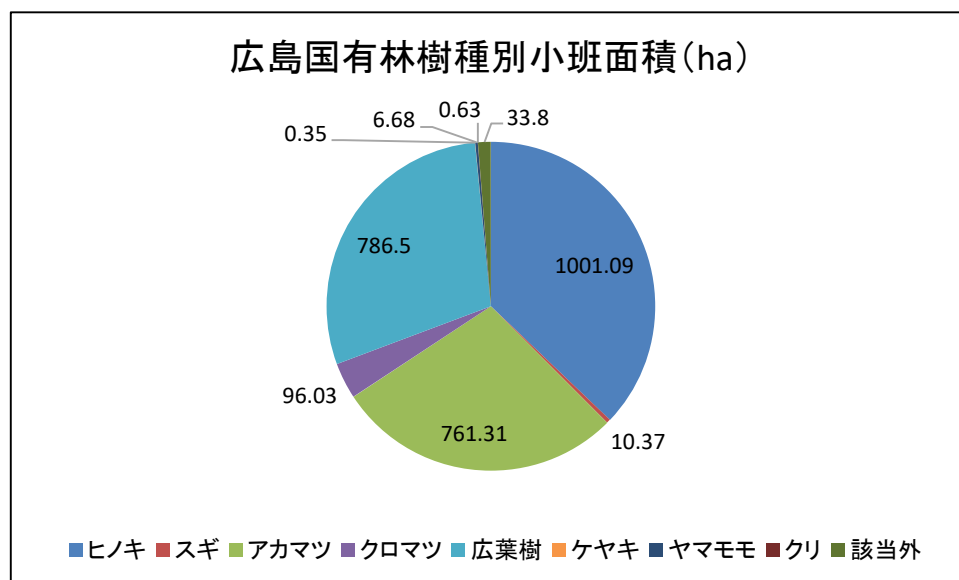


図 4.13 広島国有林における樹種別小班面積（単位 ha）

全体の 3 分の 1 以上をヒノキが占めており、続いて広葉樹、アカマツが多い。調査対象とする針葉樹（人工林）の小班は、ヒノキ以外にスギがある。しかし 10.37ha と少ないため、調査対象の多くはヒノキを主とする小班となる。

次に、樹種別の施業が実施された小班の占める割合を図 4.14 に示す。

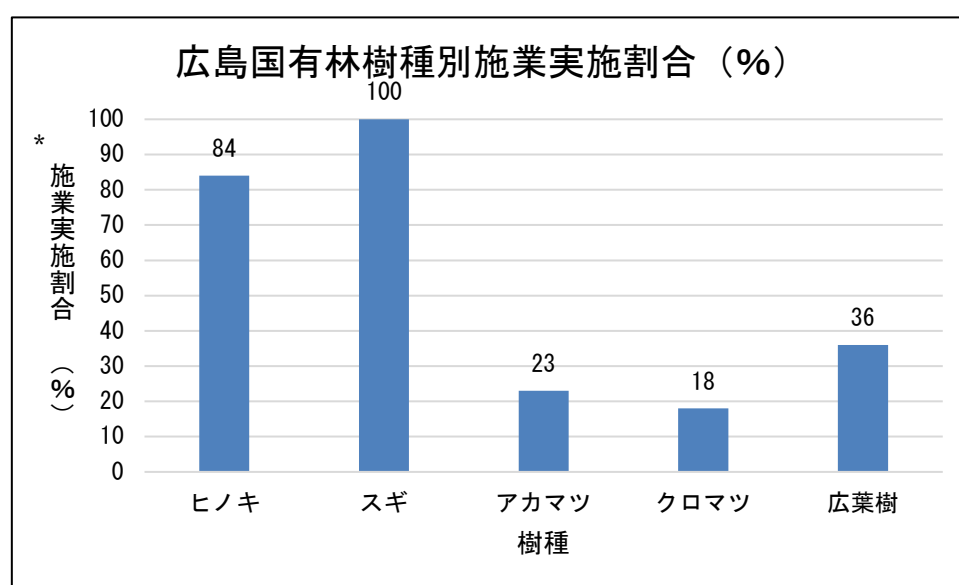


図 4.14 広島国有林における樹種別施業実施箇所の占める割合（単位%）

ヒノキでは 84%の小班で施業が実施され、スギでは全小班で施業が実施された。アカマツ及び、クロマツでは約 20%、広葉樹では 36%の小班で施業が実施された。大半が人工林である針葉樹については、施業実施箇所の占める割合は多く、大半が天然林であるマツ及び、広葉樹は施業実施箇所の占める割合は少ない。

樹種別の崩壊地面積を図 4.15 及び、図 4.16 に示す。

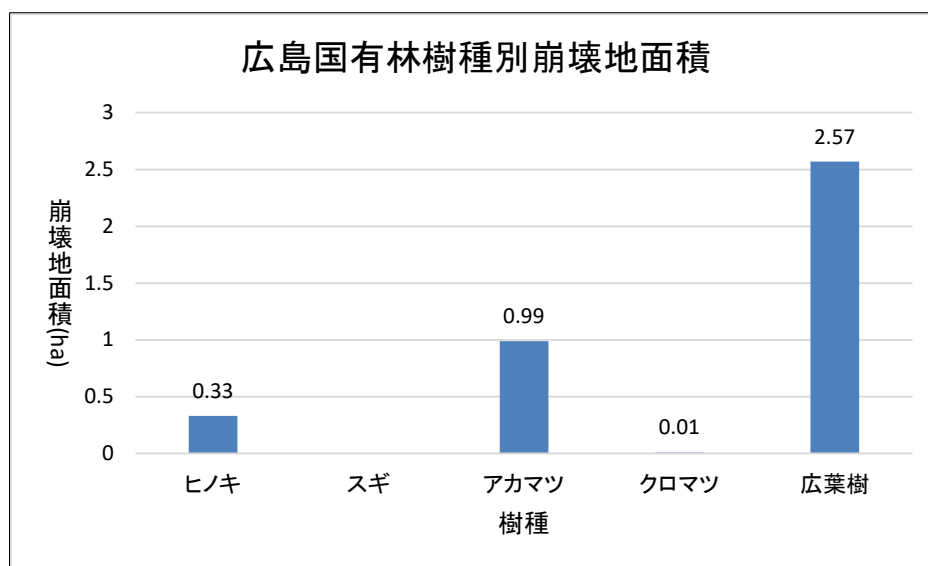


図 4.15 広島国有林における樹種別崩壊地面積（単位 ha）

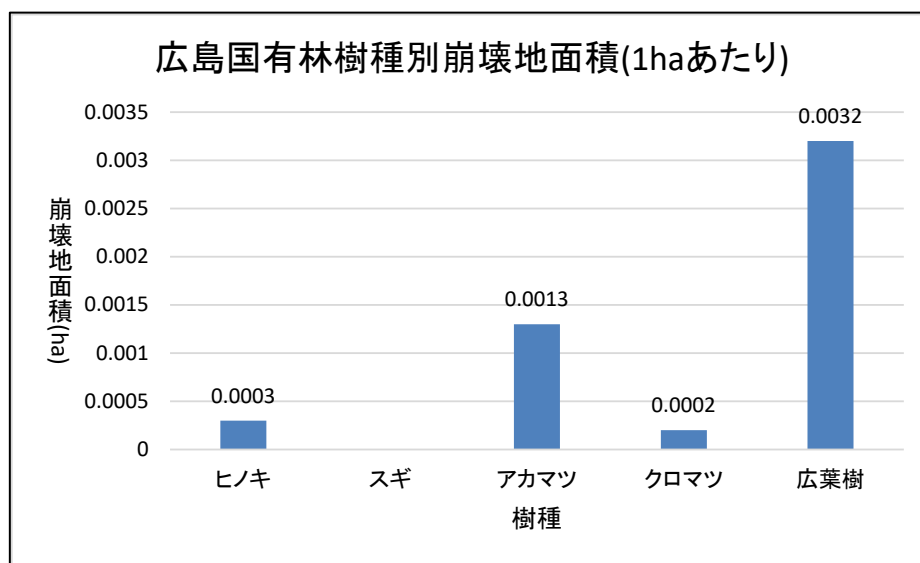


図 4.16 広島国有林における樹種別崩壊地面積（1ha あたり）

最も崩壊地が多い樹種は広葉樹であり、最も少ない樹種は、崩壊地が発生しなかったスギである。分母となる小班面積が極端に小さいスギ及び、クロマツを除外した場合には、広葉樹、アカマツ、ヒノキの順で崩壊地数が少なくなる。施業実施割合の多いヒノキは、全体を占める割合が多いが、施業実施割合の少ない広葉樹及び、アカマツと比較し、崩壊地数が少ない。

*施業とは表 4.2 の 1～7 を指す。（その他の施業を実施したが、1～7 を実施していない場合は施業なしとする。また、H2 以前の施業履歴については反映していない。）

樹種別の崩壊地面積を施業実施別に表示したグラフを図 4.17 及び、図 4.18 に示す。

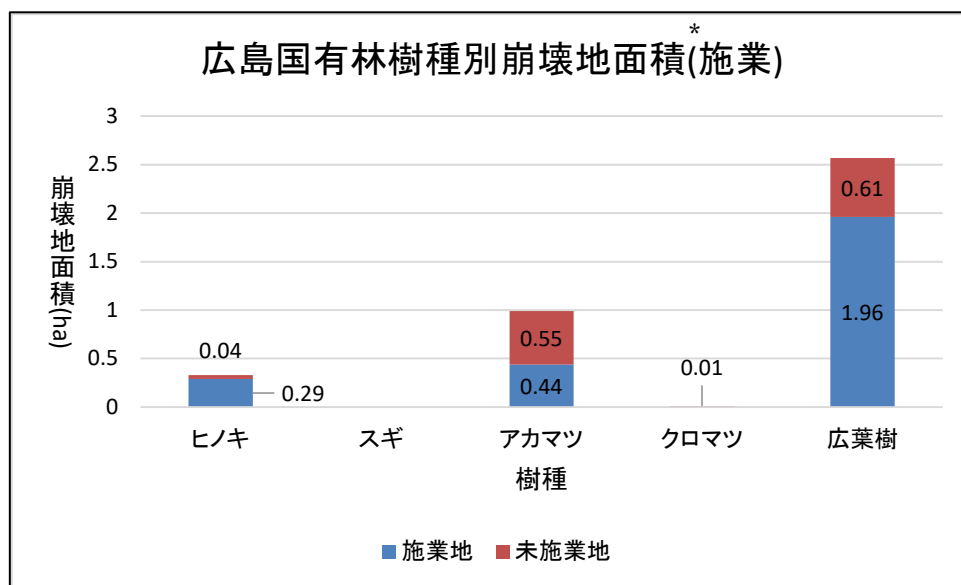


図 4.17 広島国有林における施業実施別崩壊地面積（単位 ha）

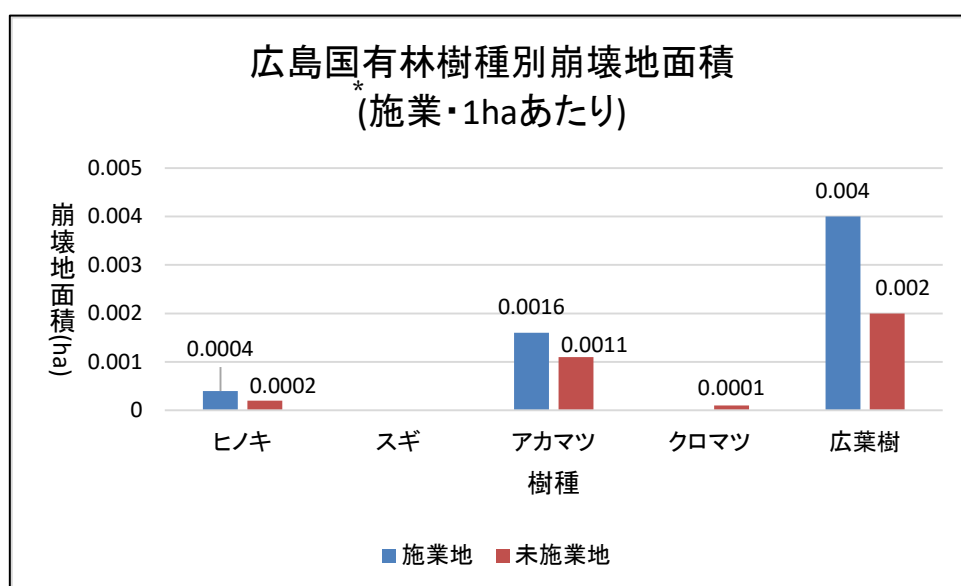


図 4.18 広島国有林における施業実施別崩壊地面積（1ha あたり）

図 4.18 では、施業あり及び、施業なしの崩壊地面積は全体的に施業ありの方で崩壊地面積が多い傾向となった。

樹種別の崩壊地面積を施業回数ごとに表したグラフを図 4.19、図 4.20 及び、図 4.21 に示す。

ヒノキ小班において、崩壊地面積は少なく、施業回数 4 回以上の小班では崩壊地は大変少ない。アカマツ小班では、崩壊のあった小班は、施業なし及び、1 回の箇所が大半を占める。広葉樹小班では、ヒノキ、アカマツと比較して崩壊面積が広く、また、その半分以上が施業回数 3 回以上の小班であった。

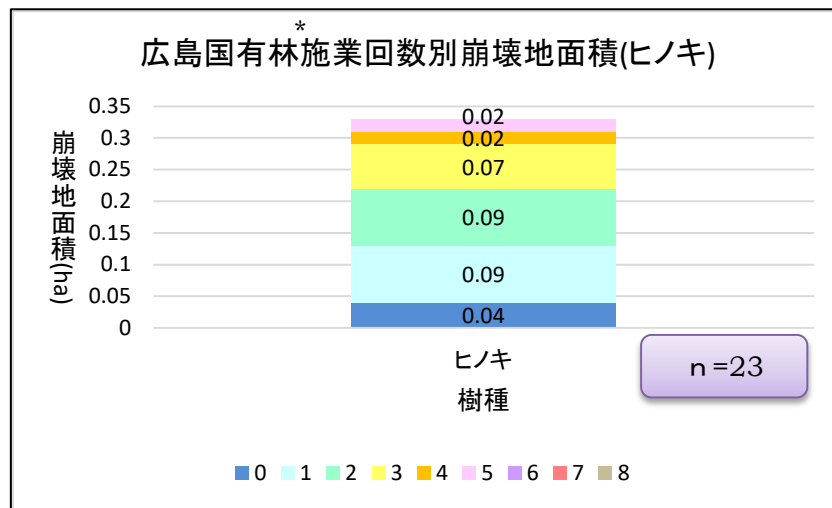


図 4.19 広島国有林における施業回数別崩壊地面積_ヒノキ (単位 ha)

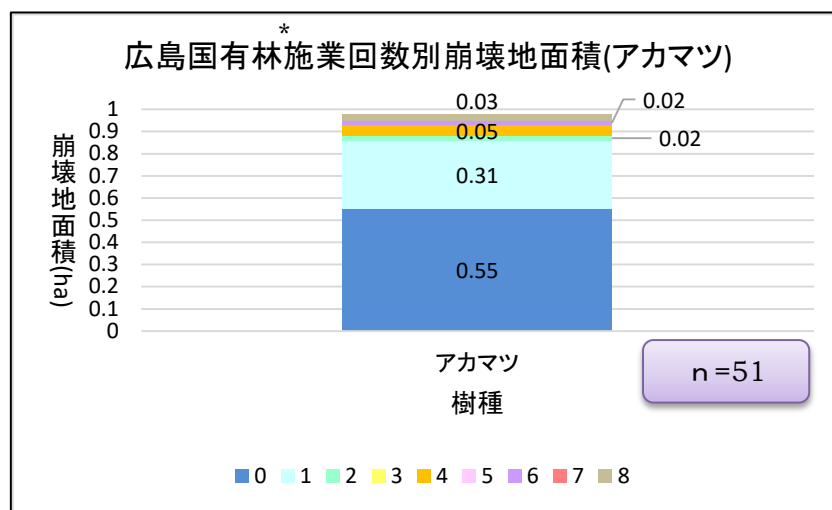


図 4.20 広島国有林における施業回数別崩壊地面積_アカマツ (単位 ha)

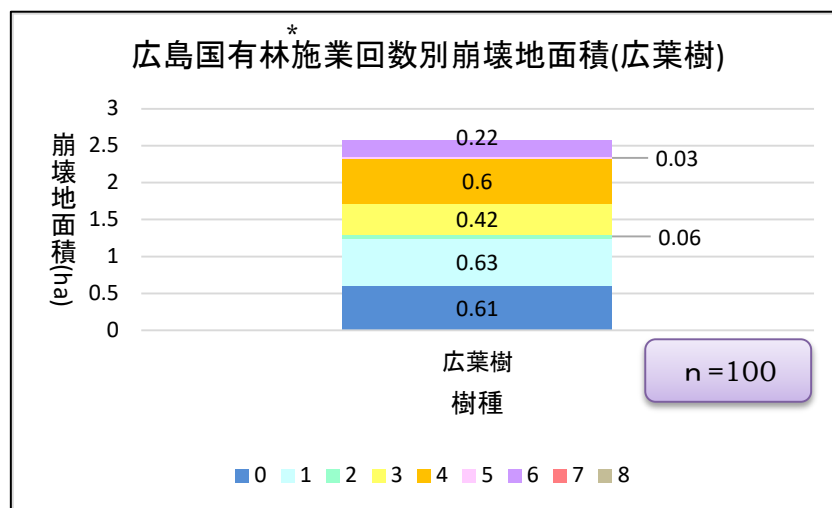


図 4.21 広島国有林における施業回数別崩壊地面積_広葉樹 (単位 ha)

*施業とは表 4.2 の 1～7 を指す。(その他の施業を実施したが、1～7 を実施していない場合は施業なしとする。
また、H2 以前の施業履歴については反映していない。)

4.2 広島国有林における崩壊地と非崩壊地の比較

広島国有林内の崩壊が発生したヒノキ小班から、地形的要因が崩壊に大きく影響していると考えられる箇所を微地形詳細図及び、災害後オルソを使用した目視判読により除外し、比較を実施する崩壊が発生した小班の選定を行った。表 4.3 は広島国有林のヒノキ小班における崩壊地の内訳である。

表 4.4 広島国有林のヒノキ小班における崩壊地の内訳

樹種	崩壊地数	崩壊地数 /1ha	施業地 崩壊地数	未施業地 崩壊地数	施業地 崩壊地数/1ha	未施業地 崩壊地数/1ha
ヒノキ	23	0.03	19	4	0.02	0.05

選定結果及び、その詳細を表 4.4 に示す。

表 4.5 広島国有林の崩壊地（ヒノキ小班内）における比較対象地の選定

No	林小班	枝番	選定	除外要因	備考
1	39_林班_よ	1	○		比較地として選定
2	529_林班_と	1	×	道路	崩壊発生源道路のため除外
3	529_林班_へ	1	×	道路	崩壊発生源道路のため除外
4	533_林班_い_2	1	×	道路	道路沿いの小規模崩壊のため除外
5		2	×	道路	道路沿いの小規模崩壊のため除外
6	533_林班_は	1	×	道路	崩壊発生源道路のため除外
7		2	×	道路	崩壊発生源道路のため除外
8	540_林班_そ_2	1	×	沢	沢沿いの崩壊のため除外
9	540_林班_た	1	×	0次谷	0次谷のため除外
10	540_林班_つ	1	×	0次谷	0次谷のため除外
11	540_林班_に_2	1	×	作業道	作業道沿いの崩壊のため除外
12	540_林班_は_1	1	×	作業道	作業道が原因の可能性があるので除外
13	541_林班_そ	1	×	0次谷	0次谷のため除外
14	541_林班_ね	1	○		比較地として選定
15		2	○		比較地として選定
16		3	×	0次谷	0次谷のため除外
17	541_林班_へ	1	○		比較地として選定
18		2	○		比較地として選定
19		3	×	道路	崩壊発生源道路のため除外
20	541_林班_り	1	×	道路	崩壊発生源道路のため除外
21	541_林班_る	1	×	道路	崩壊発生源道路のため除外
22	545_林班_ぬ	1	×	道路	崩壊発生源道路のため除外
23	546_林班_は	1	○		比較地として選定

選定した崩壊の発生した小班の詳細を表 4.5 に示す。同一小班内でエリアが複数に分割されている小班は崩壊地を含むエリアを調査対象とし、その他のエリアは除外した。立木密度は点群解析ソフトの航空レーザ解析フローにより、災害後に取得した航空レーザデータを使用し、樹頂点を抽出した。その際、崩壊地及び、裸地を目視判読により除外し、密度を算出した。崩壊後データを使用する理由としては、崩壊前データでは点密度が疎であり、樹頂点の抽出結果が不十分になると判断したためである。

表 4.6 広島国有林内の選定した崩壊が発生した小班

No	林小班	市町名	林齢	施業 (H2～H30)	面積(ha)	勾配 (災害前 地形)	立木密度 (本/ha)	樹高 (m)	根量 (kg/100 m ²)
1	39_林班_よ	広島市	26	間伐 3 回	26133.8	32.8	1101	12.9	28.17
2	541_林班_ね	呉市	14	間伐 0 回	57049.9	27.0	1300	5.8	5.92
3	541_林班_へ	呉市	46	間伐 2 回	11813.9	28.3	790	15.0	41.45
4	546_林班_は	呉市	60	間伐 2 回	67861.6	31.0	734	17.5	53.79

次に、比較対象となる崩壊が発生しなかった小班を選定した。選定する際に対象とした小班は広島国有林内の崩壊地を含まない小班 257 箇所である。小班が複数エリアに分割されている場合で、属性値が同じときは同一小班として扱った。

比較対象とする小班 257 箇所から、選定した崩壊が発生した小班と林齢及び、平均勾配が近い小班を選定した。その詳細を表 4.6 に示す。

表 4.7 広島国有林内の選定した崩壊が発生しなかった小班

No	林小班	市町名	林齢	施業 (H2～H30)	面積(ha)	勾配 (災害前 地形)	立木密度 (本/ha)	樹高 (m)	根量 (kg/100 m ²)
1	576_林班_わ	呉市	26	間伐 2 回	44228.3	28.2	1300	11.6	22.12
2	532_林班_ぬ -1	呉市	14	間伐 0 回	21845.1	23.8	1276	9.0	14.50
3	529_林班_に	呉市	46	間伐 1 回	132418.9	29.1	1091	13.9	31.49
4	545_林班_ろ	呉市	60	間伐 2 回	41754.3	32.7	1147	16.7	39.11

各小班の微地形表現図を図 4.22 及び、図 4.23 に示す。

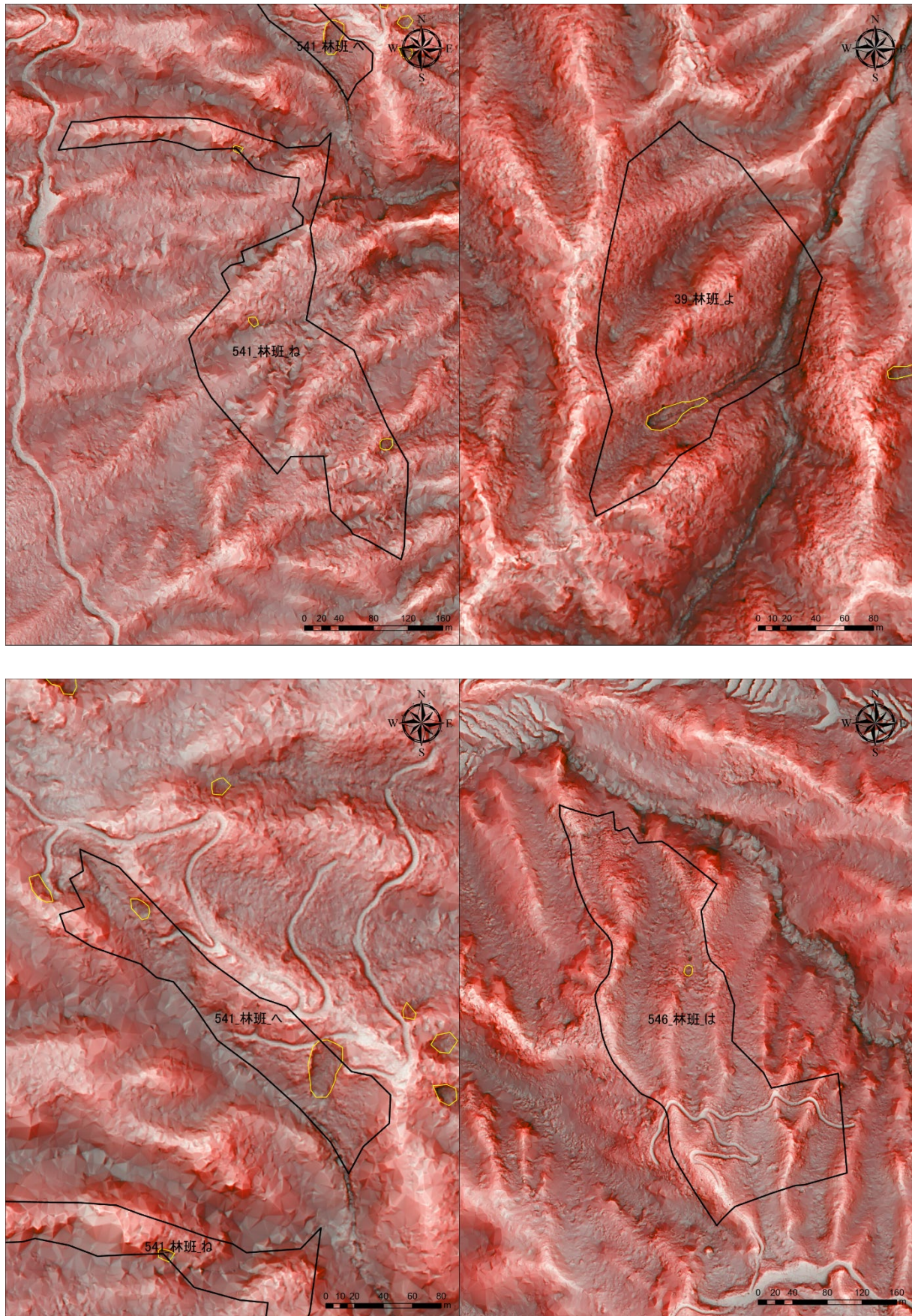


図 4.22 広島国有林内の選定した崩壊が発生した小班（微地形表現図）