

令和2年度

流域山地災害対策調査
(小規模林地開発行為に係る実態把握)
委託事業報告書

令和3年3月

林野庁

目 次

1. 調査概要	1
1.1. 調査概要	1
1.1.1. 目的	1
1.1.2. 調査内容	1
2. 小規模林地開発行為に係る実態調査及び分析	3
2.1. 調査内容	3
2.2. 小規模林地開発行為に関する実態調査及び分析	4
3. 衛星画像サンプル調査	19
3.1. 調査方法	19
3.1.1. 調査対象	19
3.1.2. 活用する画像	19
3.1.3. 判読方法	19
3.1.4. 現地調査	24
3.2. 調査結果	25
3.2.1. 衛星画像確認結果	25
4. 防災施設の設置状況調査	30
5. 詳細把握・分析結果	32
5.1. 災害等の発生メカニズム	32
5.1.1. 盛土斜面の崩壊による土砂移動	32
5.1.2. 表面侵食対策不足	33
5.1.3. 排水処理の不足	34
5.2. 原因分析	35
5.2.1. 開発行為と災害等の因果関係	35
5.2.2. 小規模林地開発全体からみた発生傾向(発生確率等)	35
5.2.3. 条例等の有無と発生傾向	35
5.2.4. 都道府県が把握している情報と衛星画像による把握情報との差異	36
5.2.5. まとめ	39

1. 調査概要

1.1. 調査概要

1.1.1. 目的

本報告書は、一般社団法人日本森林技術協会が、「令和2年度流域山地災害対策調査(森林保全対策調査)委託事業」を林野庁森林整備部治山課から受託し、本事業により実施した調査結果等を取りまとめたものである。

近年、短期間強雨の発生頻度が増加傾向にあるなど、今後山地災害の発生リスクが一層高まることが懸念されている。このような状況を踏まえ、林地開発許可の対象とならない1ha以下の林地開発行為(以下「小規模林地開発行為」という)に係る災害発生状況の実態把握、分析を行った。

1.1.2. 調査内容

調査内容は以下のとおりである。

(1) 小規模林地開発行為に係る実態調査及び分析

① 調査方法

各都道府県の林務担当者へ電子メールでエクセル様式の調査票を送付し後日回収した。

② 調査内容

全国の小規模林地開発行為のうち、令和元年度に、事業地周辺で土砂流出等の被害が確認された案件の実態調査を行った。また、被害の報告があった箇所の一部で、(2)3)現地調査と併せて、現地踏査を行った。

③ 分析

②の調査結果(今年度調査)と過年度調査結果を合わせて分析を行った。

(2) 衛星画像サンプル調査

① 調査対象

調査対象府県は、伐採届による転用箇所をGIS管理している大阪府、岡山県及び群馬県を選定した。大阪府は大阪森林計画区、岡山県は高梁川下流森林計画区及び群馬県は利根上流森林計画区を対象とした。

② 調査方法

1) 活用する情報

衛星画像の一つであるSPOT6/7は、空間解像度1.5m、時間解像度は2年周期であり、その特性を活かして海外では防衛上の用途の他、農林業の政策策定の参考や地図作製ならびに地球環境・植生などの調査に利用されている。国内では保安林の違法伐採の管理等に活用されている。しかし、小規模林地開発行為地の土砂流出を把握するには解像度が低いため、グーグルアース画像(空間解像度1.5m~25cm、時間解像度は不定期)を併用した。

2) 判読方法

SPOT6/7及びグーグルアースの画像(以下「衛星画像」という)により、土砂流出の有無等の災害履歴を確認した。土砂移動を発生させた災害前後に撮影された衛星画像を活用し

時系列で比較判読した。

3) 現地調査

衛星画像判読の対象地の一部で現地確認を実施した。

(3) 小規模林地開発における防災施設設置状況調査

① 調査方法

各都道府県の林務担当者へ電子メールでエクセル様式の調査票を送付し後日回収した。

② 調査内容

小規模林地開発地における防災施設の設置状況を把握するため、小規模林地開発関連条例に基づく届出等の手続きと、届出等における防災施設等の報告欄の記入の有無及び件数について調査を実施した。

(4) 詳細把握・分析結果

(1)と(2)の結果に基づき、災害等の発生メカニズム、開発行為と災害等の因果関係、面積階層別の発生傾向、小規模林地開発行為全体から見た発生傾向、条例等の有無と発生傾向、都道府県が把握している情報と衛星画像による把握情報との差異等について、整理分析を行った。

2. 小規模林地開発行為に係る実態調査及び分析

2.1. 調査内容

(1) 調査対象

実態調査の対象は、全国の小規模林地開発行為のうち、令和元年度に、事業地周辺に土砂流出等の被害が確認された事例(以下「問題事例」という)を対象とする。具体的には、表 2.1 の条件 A と B を満たす事例で、調査項目は表 2.2 に示すとおりである。

本調査は都道府県が把握した事例を集計しており、小規模林地開発に係る全ての災害発生事例を網羅しているわけではないため、上記数値はあくまでも参考数値として取り扱う必要がある。

(2) 分析対象

(1)の結果に加え、過年度調査結果(令和元年度流域山地災害等対策調査(森林保全対策調査)Ⅲ. 小規模林地開発行為に係る実態把握、分析 1. 簡易調査)を合わせて、平成 25 年度から令和元年度の問題事例 43 件の分析を行った。具体的には、表 2.1 に示す条件 A を満たしつつ、B または C に該当する事例を対象とした。

(3) 調査結果の集計

集計には Excel を使い、割合や頻度を把握するために円グラフ、ヒストグラム等を用いて図示した。円グラフの各割合については、小数点第 2 位を四捨五入して表記しているため、割合の合計値が 100%にならない場合がある。また、過年度調査と今年度調査の報告結果を累積した件数は 43 件(過年度調査 36 件、今年度調査 7 件)であるが、グラフ上の n (母数)の数値が項目により異なる理由については下記のとおりである。

- ・都道府県からの回答が空欄、「不明」等不明瞭であり、n に含めなかったため
- ・1つの回答につき複数の項目が報告され、それぞれの項目を計数したため

表 2.1 実態調査の対象条件

A	森林における開発行為のうち、保安林や林地開発許可制度の対象でなく、伐採届(あるいは小規模林地開発条例等)のみで開発を行った、開発面積 1ha以下の小規模林地開発行為。 ※1 開発時に伐採届等を提出しておらず、行政指導等で後日提出させたもの等を含む。 ※2 開発面積1ha未満と届出しながら、1haを超えるの開発面積となっているものや、隣接または連続する開発行為によって1haを超える開発面積となっているものを含む。	
	B	開発行為に起因して令和元年度(平成31年4月1日～令和2年3月31日)に事業区域内外に被害等が確認された事案。 ※ 過年度調査対象期間(平成 25年4月1日～平成31年3月31日)回答分で、 ①新たに認識された事案 及び ②認識されていたが再び被害等が確認された事案を含む。
	C	過年度調査期間(おおよそ平成25年度～平成30年度)において認識され情報蓄積されている事案。

2.2. 小規模林地開発行為に関する実態調査及び分析

(1) 分析項目

小規模林地開発行為に係る実態調査の分析対象項目は表 2.2 のとおりである。

表 2.2 小規模林地開発行為に係る実態調査の調査項目及び分析対象項目

	回答項目	分析対象	図表名	
1. 小規模林地開発に係る基礎情報	① 都道府県			
	② 開発行為に係る森林の所在場所			
	③ 伐採届(森林法第10条の8)の提出状況			
	④ 小規模林地開発条例等に基づく届出等の状況	届出等の状況		
	⑤ 事業等の概要	事業等の目的	○	図2.1、表2.3
		開発行為等の実施状況(許可条件の遵守状況等)		
		違反行為の有無	○	図2.2
	⑥ 面積	事業区域面積(ha)	○	図2.3、表2.4
		開発行為に係る森林の土地の面積(ha)	○	図2.4、図2.5
	⑦ 工事設計	事業用施設に係る工事設計の有無		
	⑧ 年月日	届出等年月日		
		開発行為着手年月日		
		開発行為完了年月日		
		伐採期間		
		工事期間(伐採後に事業用の建築物や工作物を設置するまでの期間)		
	⑨ 土地の権利関係	所有者名		
伐採事業者名				
開発事業者名				
開発事業者の土地取得方法				
⑩ 他法令の規則への適合状況	砕石法(砕石取得許可の認可)	○	図2.6、表2.5	
	自然公園法(行為許可等)	○	図2.6、表2.5	
	その他の法律(法律名と適合状況)	○	図2.6、表2.5	
	各都道府県、市町村条例(再エネ、残土処理等)	○	図2.6、表2.5	
	条例該当有りの場合、その条例の名称	○	図2.6、表2.5	
⑪ 災害防止対策	災害防止のための施設、設備の有無	○	図2.7	
	災害防止のための施設、設備有りの場合、詳細	○	図2.8、表2.6	
	災害防止のための施設、設備有りの場合、設置のタイミング	○	図2.9、表2.7	
⑫ 森林の配置	残地森林の割合(%)	○	表2.8、表2.9	
	造成森林の割合(%)	○	表2.8、表2.9	
	森林の配置方法(斜面下側、周囲等)	○	表2.8、表2.9	
2. 災害等の概要	① 災害発生等年月日			
	② 災害に関係する気象害名			
	③ 災害発生の開発行為との関係			
	④ 災害発生時の気象条件	連続降水量	○	図2.10-11、表2.10
		連続降雨期間	○	図2.10-11、表2.10
		連続降雨日数	○	図2.10-11、表2.10
⑤ 災害の事象の有無と状況	土砂崩壊、流出等の有無と状況	○	図2.12	
	冠水、溢水等の水害による被災の有無と状況	○	図2.12	
	その他の被災の有無と状況	○	図2.12	
	災害防止施設の被災の有無と状況	○	図2.12	
3. 事業区域内外の被災状況等	① 発災/被災区域	災害事象が発生した区域(事業区域内/外)	○	図2.13
		災害事象による被災区域(事業区域内/外)	○	図2.14
	② 区域及び周辺の現況	法指定・ハザード情報の有無		
		法指定・ハザード情報の詳細		
		当該開発行為と、法指定・ハザード情報との関係		
	③ 災害発生等に係る要因	概要	○	図2.15-16
		防災施設設計の不備・不十分	○	図2.15-16
		防災施設施工前の伐採の実施	○	図2.15-16
		防災施設未完成	○	図2.15-16
		防災施設施工不良	○	図2.15-16
防災施設維持管理不足		○	図2.15-16	
異常気象等の不測の事態	○	図2.15-16		
4. 開発地の自然条件(森林・地質・地形の特徴) ※伐採時	① 伐採対象の条件(伐採届)	伐採樹種		
		伐採齢		
	② 開発地全体の条件(森林簿等)	林種		
		樹種	○	図2.17
		林齢	○	図2.18
		樹冠疎密度		
		平均傾斜	○	図2.19-20
		平均標高		
		土壌型		
		表層地質、地形	○	図2.21
	③ 開発地の地形	年間降水量		
		公益的機能別施業森林等の区分		
		公益的機能別施業森林等の施業方法		
概要(谷、尾根筋等)		○	図2.22	
0次谷の有無				
5. 備考				

(2) 調査結果

① 事業等の目的

1) 調査結果

送付した調査票への回答があった43事例のうち、最も多かった事業目的は図2.1の通り「再生可能エネルギー発電設備(太陽光)」であり、全体の約70%と大部分を占めていた。太陽光発電を目的とした開発は、林地開発許可制度の許可件数(令和元年度)全体の5割以上を占める¹⁾が、1ha以下の小規模開発においても、太陽光発電を目的とした開発件数が多いことが伺える。

2番目の事業目的は「残土処分場の設置」の7%、次いで「土砂の採取」と「建設残土埋立後、資材置場」であるが、再生可能エネルギー発電設備(太陽光)と比較すると大きな差がみられた。

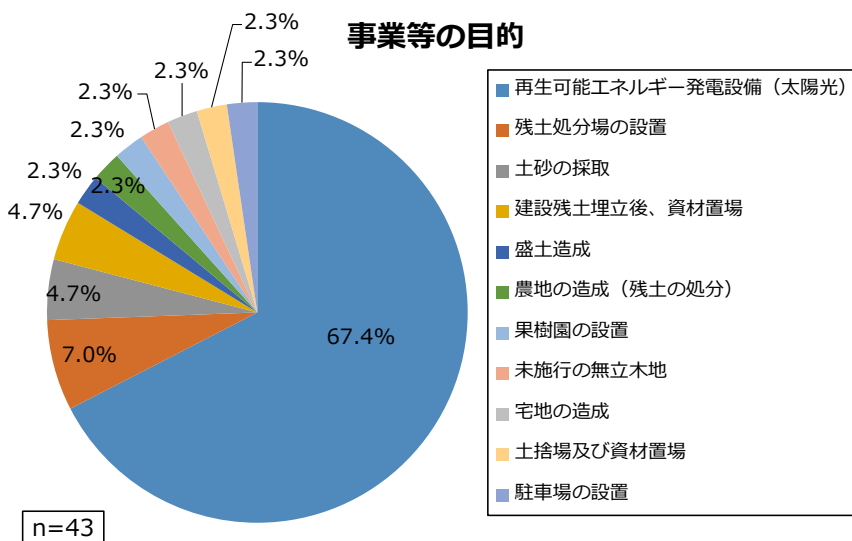


図 2.1 事業目的とその割合

出典等

1) 林地開発許可制度の概要(令和3年3月林野庁)

2) 過年度調査結果と今年度調査結果との違い等

今年度調査の結果について、事業目的は「再生可能エネルギー発電設備(太陽光)」の割合が最も多い(7件中4件)のは、過年度調査と変わらない。今年度は新たな目的として「駐車場の設置」という回答が得られた(表2.3参照)。

表 2.3 今年度回答を得た箇所と内容

No.	都道府県	事業の目的
1	A県	再生可能エネルギー発電設備(太陽光)
2	A県	再生可能エネルギー発電設備(太陽光)
3	B県	再生可能エネルギー発電設備(太陽光)
4	C県	残土処分場の設置
5	D県	建設残土埋立後、資材置場
6	E県	駐車場の設置
7	E県	再生可能エネルギー発電設備(太陽光)

② 違反行為

1) 調査結果

小規模林地開発条例等に基づく届出等に対する違反行為とその内容は図 2.2 のとおりである。違反行為があったのは 20 事例(47.6%)で、無かったのは 19 事例(45.2%)であった。半数近くの事例で違反行為が見受けられ、最も多かった違反行為は「届出面積以上の伐採」で 38.1%を占めていた。次いで「無届で伐採」(23.8%)、「届出と実施場所の不一致」(14.3%)が確認された。

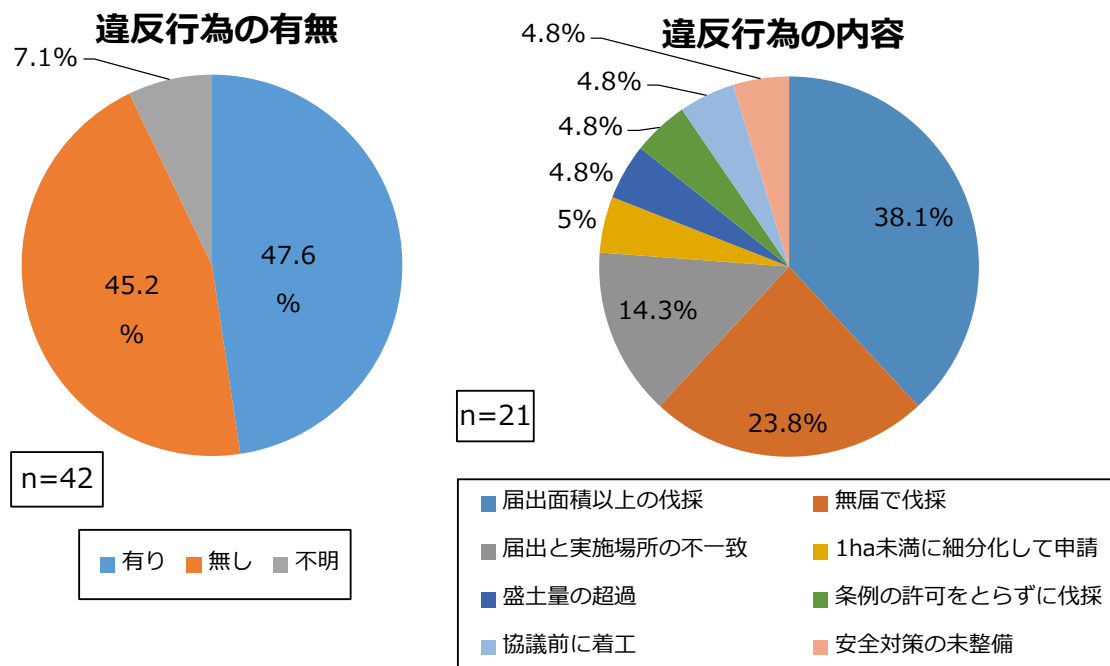


図 2.2 違反行為の有無(左)と内容(右)

2) 過年度調査結果と今年度調査結果との違い等

今年度調査で回答があった 7 件中、違反行為「有り」が 3 件、「無し」が 3 件、不明が 1 件であった。違反行為の内容は、届出面積以上の伐採が 2 件、無届で伐採が 1 件であった。

過年度結果では、違反行為「無し」の件数(回答のあった 32 件中 16 件)が「有り」の件数(同 14 件)より多かったが、今年度の結果を累積すると「有り」の件数が「無し」を上回る結果となった。

③ 事業面積

1) 調査結果

最も多かった事業区域面積は 0.81~1.0ha であり、全体の 26.2%を占めていた(図 2.3 参照)。また、開発行為に係る森林面積は 0.81~1.0ha が 39.0%と最も多く、次いで 0.6~0.8ha の 22.0%であった(図 2.4 参照)。林地開発許可制度対象外の上限面積(1ha)内付近に大部分の事業区域が収まる結果となっている。

一方、同グラフからは伐採届の範疇である 1ha を超える開発が確認できる。これらの案件は図 2.2 において最も多かった「届出面積以上の伐採」に該当する事例であると考えられる。なお、事業面積に対する開発森林面積の割合をみると、0.8~1.0 が全体の 68.3%を占めた(図 2.5 参照)。

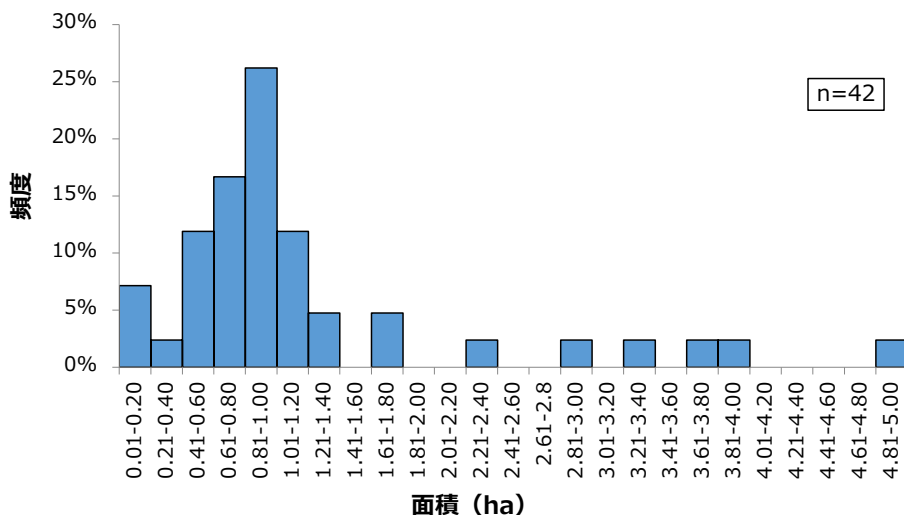


図 2.3 事業区域面積の頻度分布

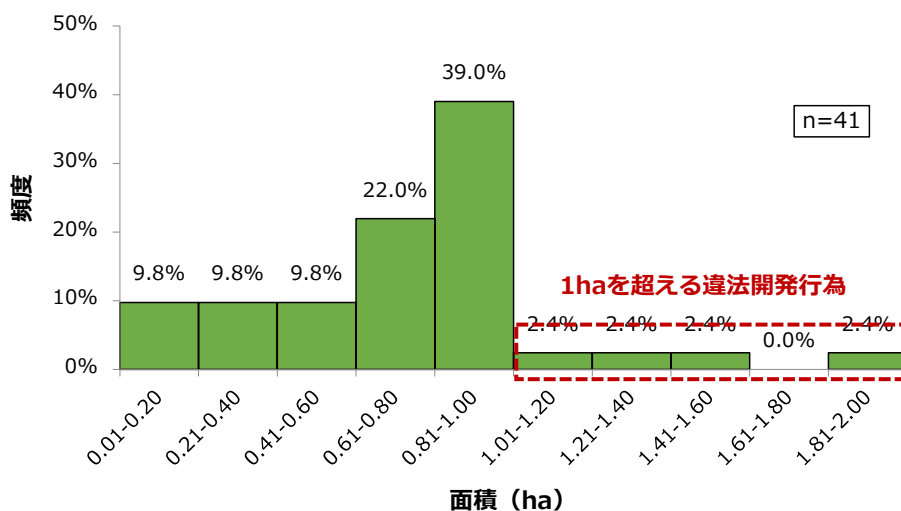


図 2.4 開発行為に係る森林面積の頻度分布

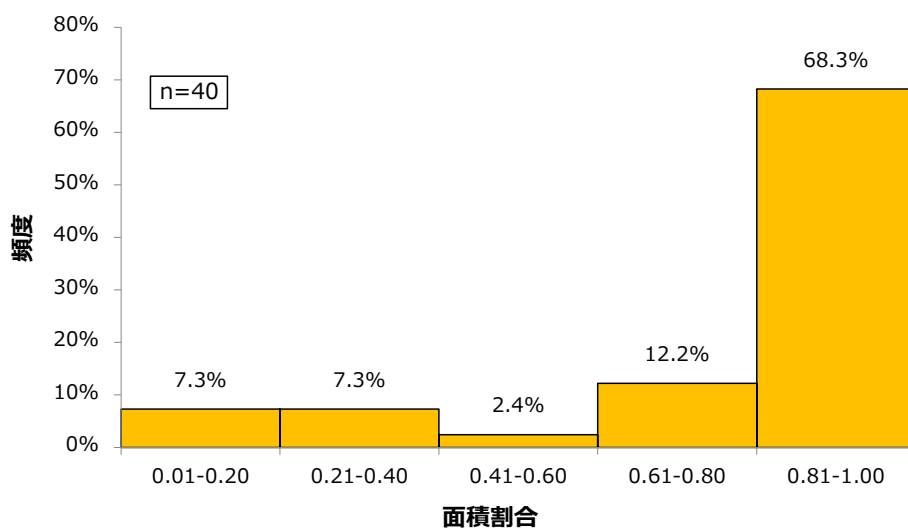


図 2.5 事業面積に対する開発森林面積割合

2) 過年度調査結果と今年度調査結果との違い等

今年度回答があった7件中、開発行為に係る森林面積が0.21～0.4haと0.81～1.0haの件数はそれぞれ2件ずつ報告があり、最も多い区域面積であった(表2.4参照)。また、1.21～1.4haの事業区域面積も1件報告されているが、これについては違反行為が確認されており、「伐採届に記載していた面積以上の開発行為を行っていた」ことが報告されている。過年度調査結果においても最も多くを占めたのは0.81～1.0haであり、傾向に大きな変化は見られない。

表 2.4 今年度回答を得た箇所と内容

No.	都道府県	事業区域面積(ha)	開発行為に係る森林の土地の面積(ha)
1	A県	0.47	0.30
2	A県	0.56	0.56
3	B県	1.03	0.99
4	C県	0.90	0.90
5	D県	1.25	1.25
6	E県	0.09	0.09
7	E県	1.13	0.25

④ 法令への適合状況

1) 調査結果

法令への適合状況は、図2.6に示すとおり「不明」もしくは「空欄」の事例がほぼ半数を占めていた。回答のあった法令の種類のうち、「各都道府県、市町村条例(再エネ、残土処理等)」に適合している事例が26%(11か所)と最も多く、次いで「砕石法(岩石採取許可の認可)」と「自然公園法(行為許可等)」がともに9%(4か所)であった。なお、「適合」に比べ、「違反」は少ない結果となった。

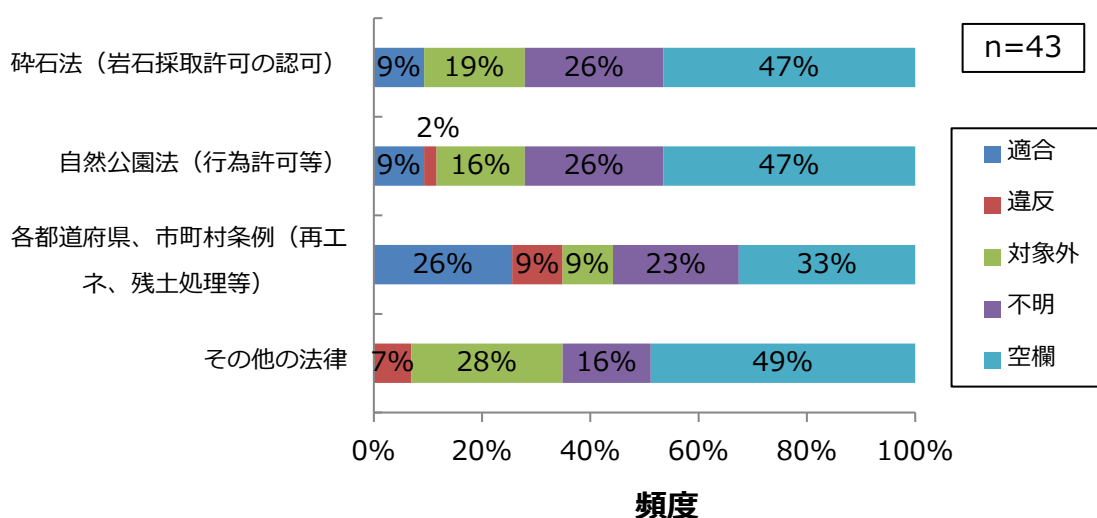


図 2.6 法令への適合状況

2) 過年度調査結果と今年度調査結果との違い等

今年度調査で回答があった7件中、各都道府県、市町村条例については「違反」が2件報告されている。過年度調査において「違反」は、各都道府県、市町村条例2件、自然公園法1件、その他の法律において3件報告されている。今年度結果も過年度結果と同様に都道府県、市町村条例の「違反」が複数件確認されている傾向は変わらない(表 2.5 参照)。

表 2.5 今年度回答を得た箇所と内容

No.	都道府県	砕石法(岩石採取許可の認可)	自然公園法(行為許可等)	その他の法律	各都道府県、市町村条例(再エネ、残土処理等)	条例該当有りの場合、その条例の名称
1	A県	-	-	-	-	-
2	A県	-	-	-	適合	-
3	B県	該当なし	該当なし	-	該当なし	-
4	C県	該当なし	該当なし	-	違反	土地の埋立てに関する条例
5	D県	該当なし	該当なし	-	該当なし	-
6	E県	該当なし	該当なし	-	該当なし	-
7	E県	該当なし	不明	-	違反	景観に関する条例

⑤ 災害防止対策

1) 調査結果

災害防止対策の実施状況として「排水施設や調整池、沈砂池の設置」を実施している事例が最も多く、全体の43%を占めていた。次いで多かったのが対策「無し」で17%を占めていた。「その他」の具体的な内容は、「安全対策工事を実施」「法面緑化」「落石防護柵の設置」の3件の回答を得た(図 2.7 参照)。

また、防災施設種類別の有無の状況については、空欄、不明の事例を除いた事例について集計した結果、何らかの防災施設を設置している事例が88%であった。これは、後述する表 4.2 のとおり、関連条例等が制定されている場合だと100%の事例で設置予定であるのに対して、低めの結果となった(図 2.8 参照)。

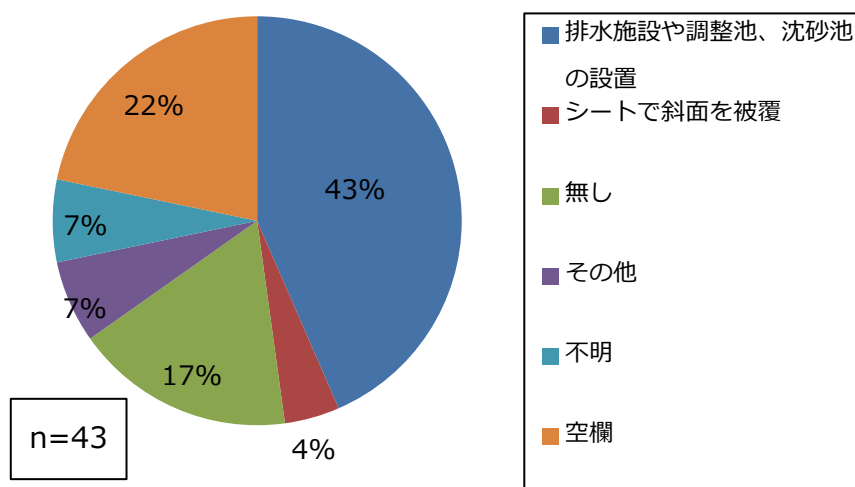


図 2.7 防災対策の実施状況

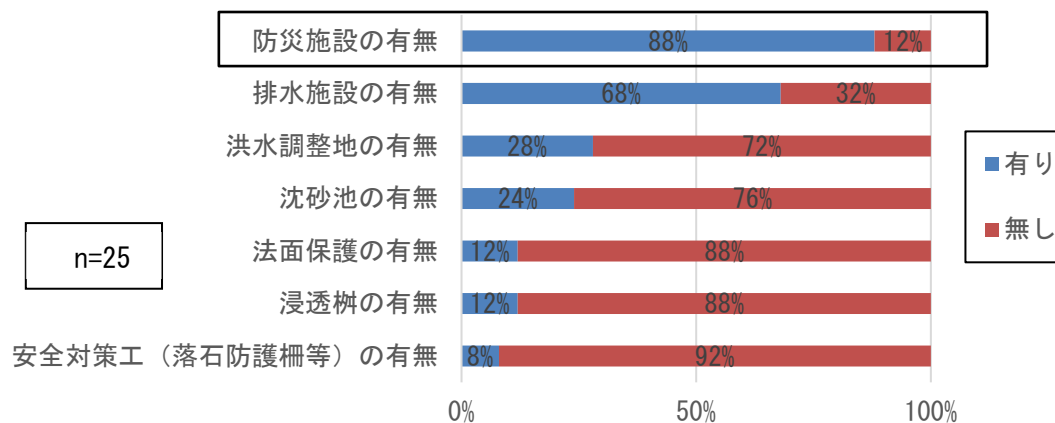


図 2.8 防災施設種類別の有無の状況

2) 過年度調査結果と今年度調査結果との違い等

過年度調査の回答は「排水施設や調整池、沈砂池の設置」の件数が最も多く(36 件中 17 件)、今年度調査の回答についても 7 件中 3 件を占めた。また、今年度の「その他」の項目については、表 2.6 に示すとおり「法面緑化」や「落石防護柵の設置」の 2 件の回答を得た。

表 2.6 今年度回答を得た箇所と内容

No.	都道府県	災害防止のための施設、設備の有無	災害防止のための設備、施設有りの場合、詳細
1	A県	－	－
2	A県	有り	排水施設、調整池を設けている。
3	B県	有り	調整池、集排水施設を設置。法面緑化を計画
4	C県	無し	－
5	D県	不明	－
6	E県	有り	仮沈砂池、落石防護柵等を設置している。
7	E県	不明	不明

⑥ 災害発生と施工進捗の関係

1) 調査結果

施工中に災害が発生した事例が図 2.9 のとおり、全体の 72%と大部分を占めていた。次いで施工完了後に災害が発生したの事例は 21%であった。一方、施工前に災害が発生した事例は 5%であった。

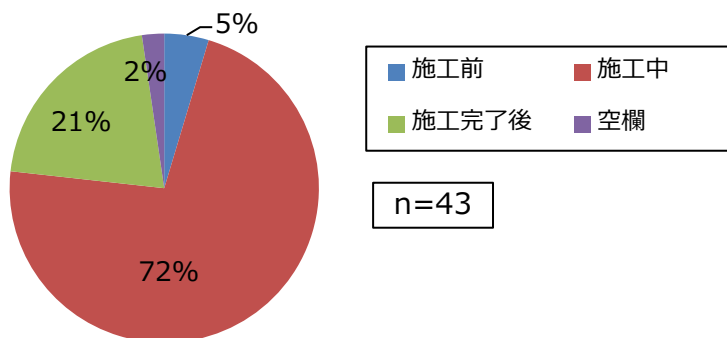


図 2.9 災害発生と施工進捗の関係

2) 過年度調査結果と今年度調査結果との違い等

今年度調査において「災害防止のための施設、設備の有無」と、開発行為の進捗状況との関連を確認したところ、表 2.7 の結果となった。

災害発生が「施工中」と回答のあった 5 件のうち、2 件で災害防止のための施設を設置予定であったがそれらの設置前に災害が発生した。5 件中 1 件では災害防止のための施設の設置は予定されておらず、2 件で「状況不明」と回答を得た。また、災害防止のための施設を設置したが、施工完了後に災害が発生した事例が 1 件あった。

表 2.7 今年度調査の回答内容

No.	都道府県	災害防止のための施設の有無	災害発生の開発行為との関係
1	A県	不明	着手前
2	A県	有り	施工完了後
3	B県	有り	施工中(災害防止対策未完了)
4	C県	無し	施工中(災害防止対策無し)
5	D県	不明	施工中(状況不明)
6	E県	有り	施工中(災害防止対策未完了)
7	E県	不明	施工中(状況不明)

⑦ 森林率

1) 調査結果

開発後に森林が確実に存在するのは表 2.8 のとおり 5 件で、全くないという回答が 14 件であった。

表 2.8 残地森林及び造成森林の割合と配置方法

残置森林の割合(%)	造成森林の割合(%)	開発後の森林の割合(%)	配置方法	件数
70.5	0	70.5	周囲	1
43.0	10	53.0	周囲	1
15.0	0	15.0	周囲	1
0.0	100	100.0	-	1
22.0	0	22.0	周囲	1
0.0	0	0.0	-	14
不明	不明	-	-	5
不明	0	-	斜面下部	1
空欄	空欄	-	-	18

2) 過年度調査結果と今年度調査結果との違い等

今年度調査の回答内容は表 2.9 のとおりである。残置森林の割合及び造成森林の割合は、「空欄」または「不明」が 7 件中 5 件で、把握されていない状況であった。回答を得た 2 件については、残置森林及び造成森林の割合は 0%であった。うち 1 件で「造成緑地を 25% 配置」との回答を得た。なお、過年度調査の回答については 36 件中 12 件で 0%と回答、「空欄」が 16 件と多く、森林の割合について把握されていない事例が多い。

表 2.9 今年度調査の回答内容

No.	都道府県	残置森林の割合	造成森林の割合	森林の配置方法 (斜面下側、周囲等)
1	A県	空欄	空欄	－
2	A県	空欄	空欄	－
3	B県	0.0	0.0	造成緑地を25%配置
4	C県	0.0	0.0	－
5	D県	不明	不明	不明
6	E県	不明	不明	不明
7	E県	不明	不明	不明

⑧ 連続降水量

1) 調査結果

降水量に関して、数値で回答のあった18事例のうち、発生事例数と連続降水日数の関係を見ると、図 2.10 のとおり連続降水日数が1日の事例数が最も多く、次いで4日が多い傾向にある。また、連続降水量と連続降水日数の関係について、「災害の発生要因」のうち「不測の事態(異常気象等)」が選択された事例との関連を図 2.11 に示す。過年度調査及び今年度調査の回答項目「災害の発生要因」において、「不足の事態(異常気象等)」に該当すると答えた6事例のうち、連続降雨日数の回答があったものは3件で、1日間と4日間と5日間が1事例ずつ見受けられた(図中赤丸)。

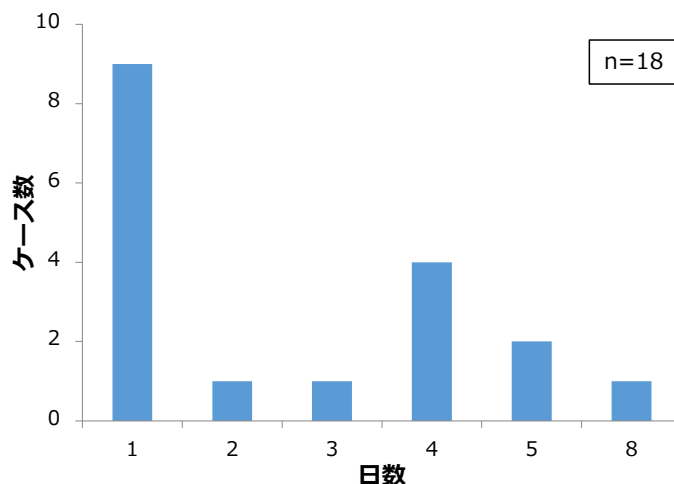


図 2.10 連続降雨日数と事例数の関係

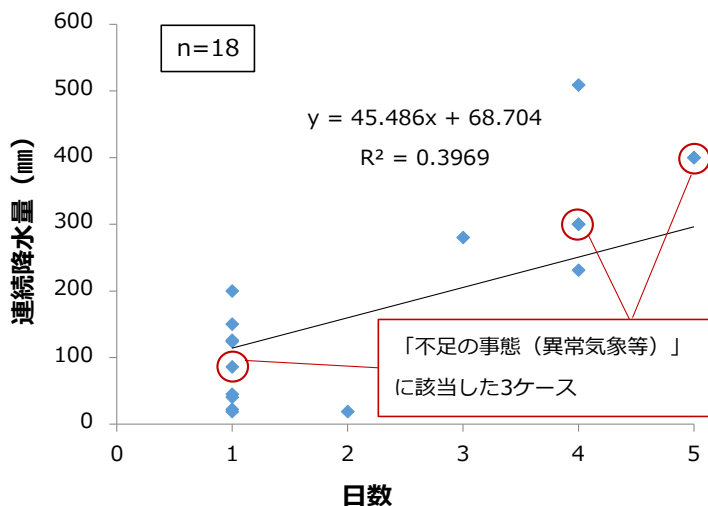


図 2.11 連続降水量と連続降雨日数の関係

2) 過年度調査結果と今年度調査結果との違い等

今年度調査の結果は表 2.10 のとおりである。

表 2.10 今年度調査の回答内容

No.	都道府県	連続降水量	連続降雨期間	異常気象等の不測の事態
1	A県	-	-	-
2	A県	-	R1.10.12~R.1.10.13	該当
3	B県	126mm	R1.10.25	該当
4	C県	168mm	R1.7.11~R1.7.18	-
5	D県	不明	不明	-
6	E県	不明	不明	不明
7	E県	不明	不明	不明

⑨ 災害の事象

1) 調査結果

災害の事象の種類を「土砂崩壊、流出等」、「冠水、溢水等の水害による被災」、「許可等に係る防災施設の被災」の3種類に分類したところ、図 2.12(A)に示すとおり「土砂崩壊、流出等」が全体の71%を占めた。なお、1事例に複数種類の災害が起こっていることから、事例毎の災害の事象を整理するため図 2.12(B)の様式に整理した。

災害が発生した区域では、事業区域内で法面や盛土、残置森林、太陽光パネルの崩壊・崩落が確認された他、区域から土砂や雨水が流出する事例が見られた(図 2.13 参照)。

被災した区域では、事業区域内で土砂が堆積したり、事業区域外に土砂や濁水が流出したり、それにより施設が被災する例、落石、事業区域外に太陽光パネルが流出・崩落してくる例が見られた(図 2.14 参照)。

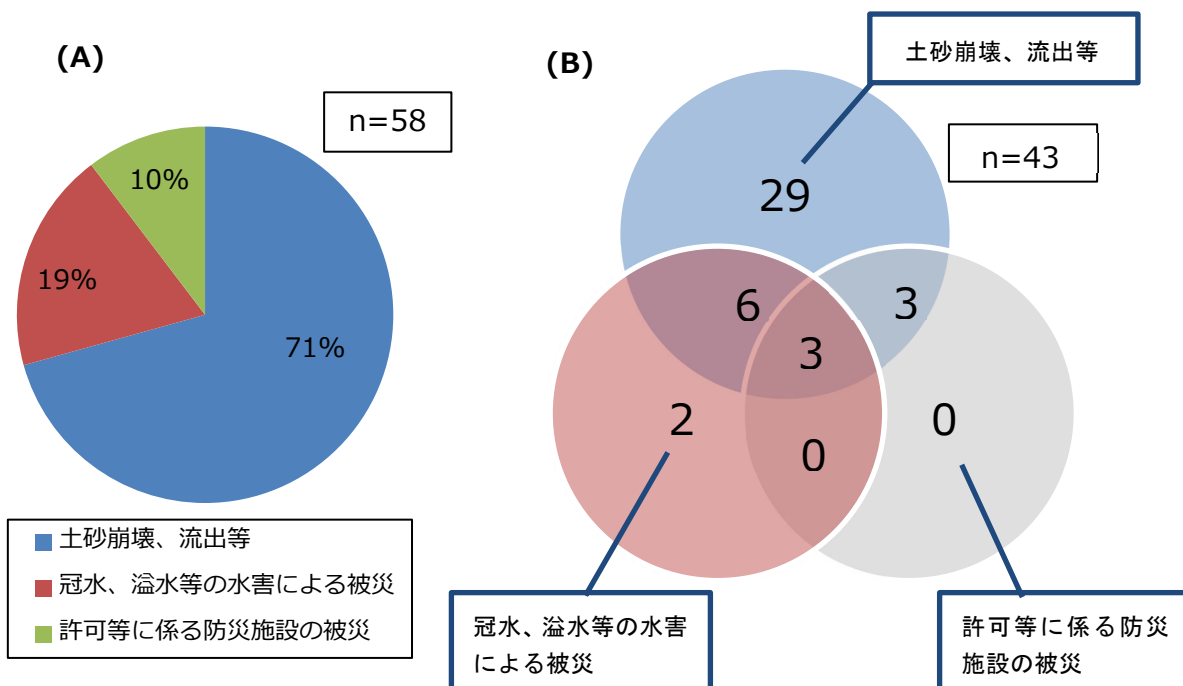


図 2.12 災害の種類と発生割合(A)、災害の種類の重複発生状況(件数)(B)

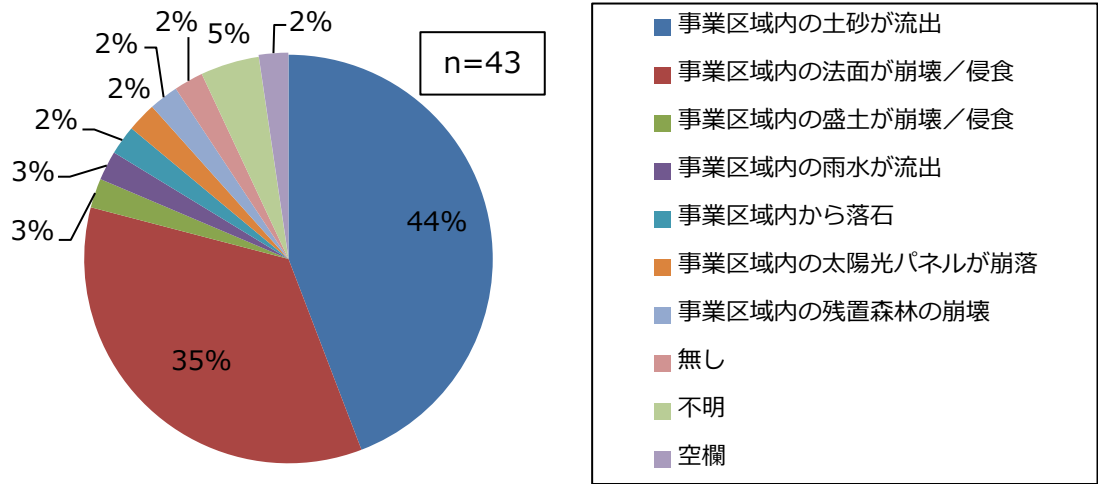


図 2.13 災害現象が発生した区域

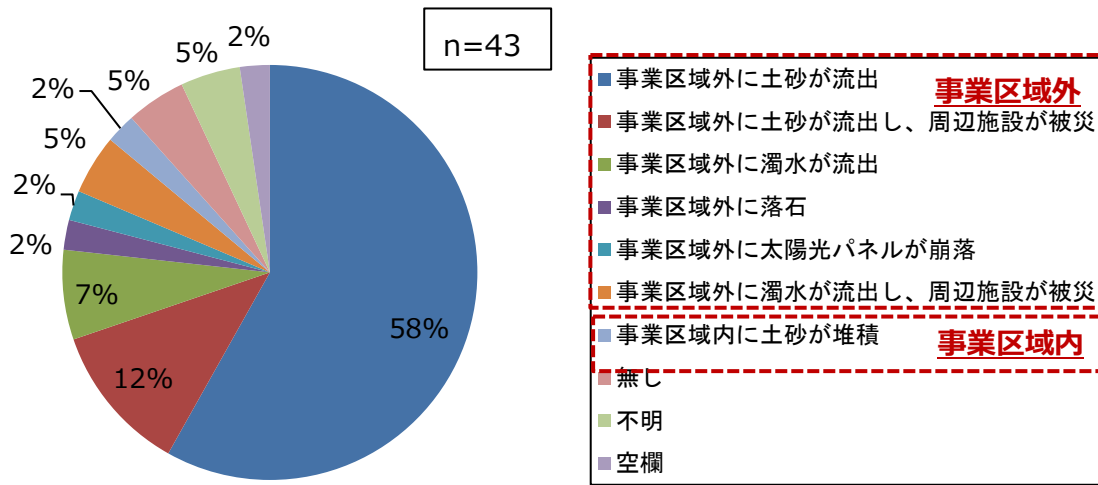


図 2.14 災害現象による被災区域

2) 過年度調査結果と今年度調査結果の違い等

過年度調査の結果で被災が事業区域内でとどまった事例が1件あったが、今年度調査結果では全て事業区域外が被災している。過年度及び今年度調査で、被災地域の回答があった事例全体のうち、97%が事業区域周辺に影響があった災害となっている。

⑩ 災害の発生要因

1) 調査結果

災害の発生要因とその傾向を図 2.15 にまとめた。災害の発生要因として該当する割合が最も高かったのは「施工不良」であった。次いで、設計の不備、維持管理不足、不測の事態(異常気象等)は同程度該当した。

各災害の発生要因で、該当と回答があった事例において、施工時のどの段階で災害が発生したかを示したのが図 2.16 であり、どの項目においても「施行中」に災害が発生する事例が多い。豪雨や台風などの不測の事態(異常気象等)では、施工完了後の災害発生も多く発生している傾向があると考えられる。

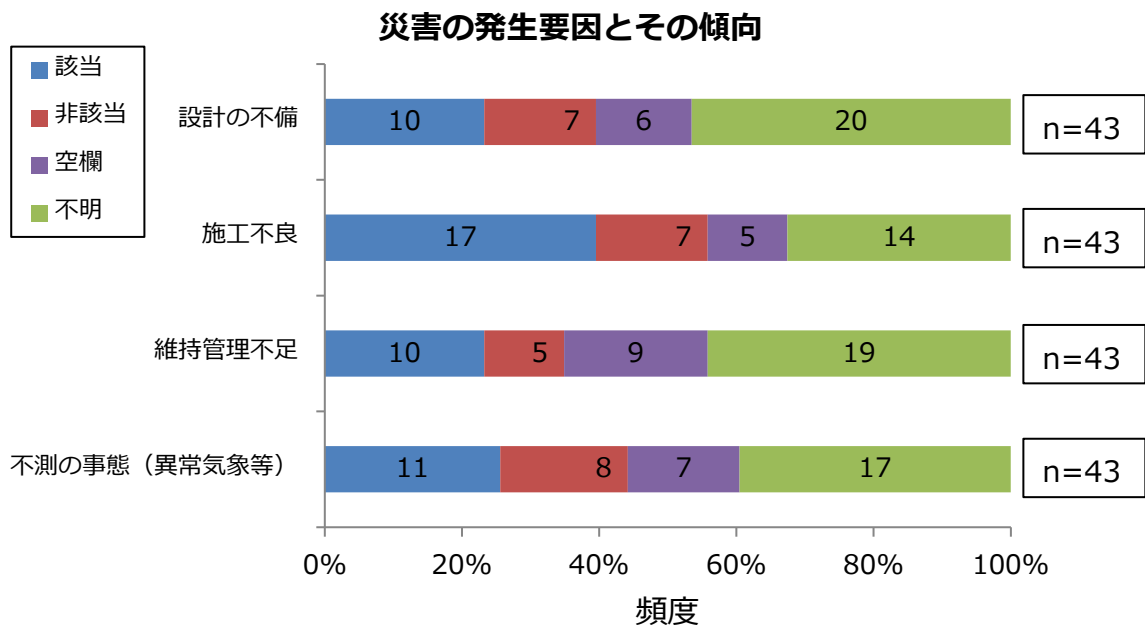


図 2.15 災害の発生要因とその傾向

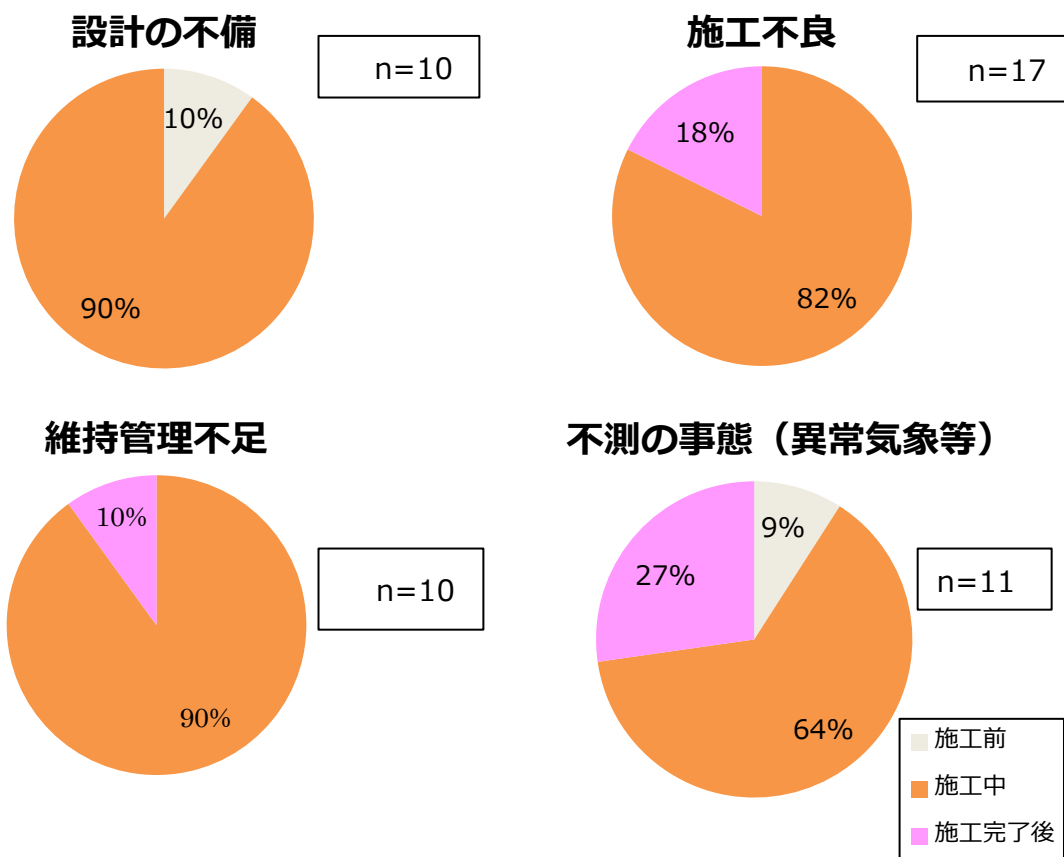


図 2.16 災害発生要因毎の施工進捗状況

2)過年度調査結果と今年度調査結果の違い等

今年度調査において、「設計の不備」の内容の詳細を調査した結果、うち2件で「防災施設施工前の伐採の実施」が災害発生要因であるとの結果であった。防災施設の適時・適切な設置が重要であることが伺える。また、今年度調査結果のうち施工完了後の事例については、防災施設等に不備は無く、台風による記録的な降水量が直接の原因であると回答があった。

⑪ 樹種・林齢

1) 調査結果

開発区域の林相については、図 2.17 のとおり広葉樹である場合が最も多く約半数を占めた。次点として針広混交林が 14%を占めた。針広混交林の実態としては、スギやヒノキの人工林に広葉樹が混交しているような状態が多い報告であった。一方、人工林は日本の森林の約4割を占めるが、開発区域の林相がスギやヒノキである事例は、7%に留まった。

図 2.18 に示す樹種別の林齢構成割合を見ると、広葉樹はひろく分布しているが、スギやヒノキの人工林や、それらに広葉樹が混交したような事例は、標準伐期齢(一般的には40年生前後)以上に分布する傾向が見られる。

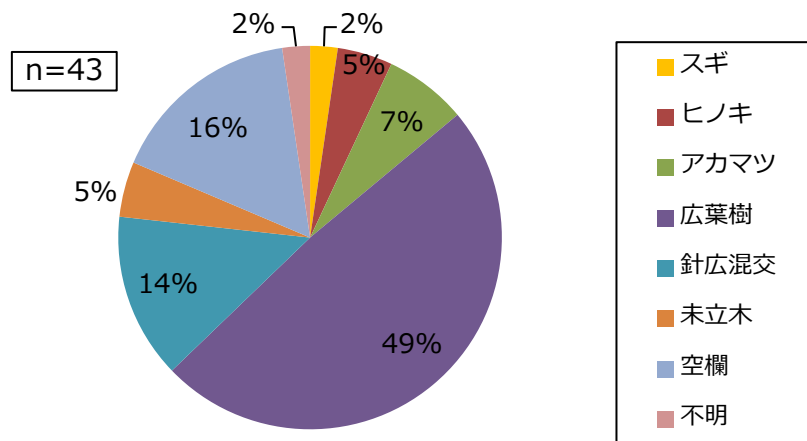


図 2.17 伐採樹種とその割合

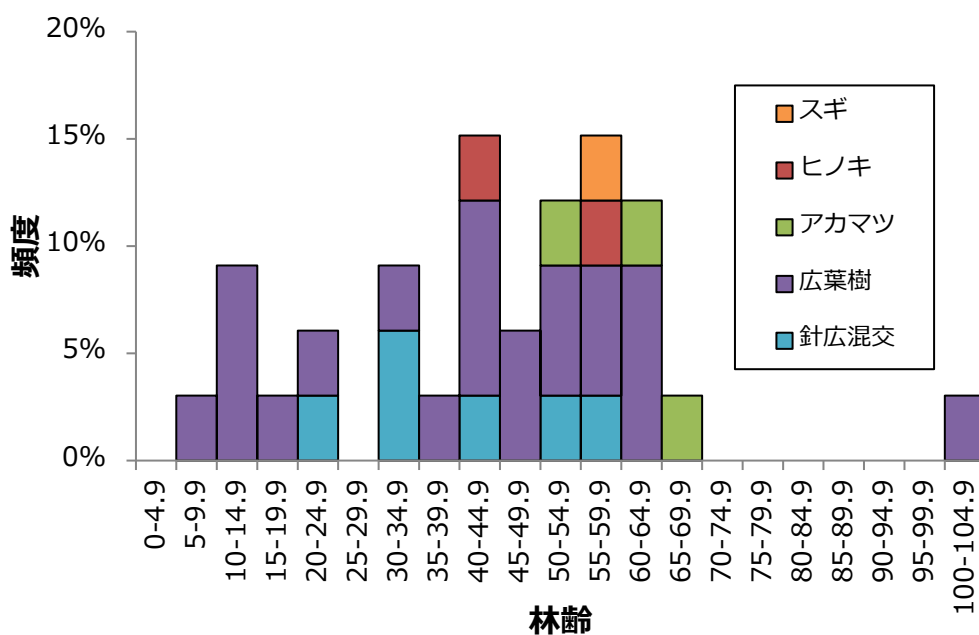


図 2.18 樹種別の林齢構成割合

2) 過年度調査結果と今年度調査結果の違い等

今年度調査結果によると、不明1件を除いて、6件中1件で20年生であったが、それ以外は40年生以上の林齢であった。

⑫ 自然条件

1) 平均傾斜

回答のあった30件のうち、20-24.9°が最も多く37%を占めていた。「急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律」において、急傾斜地と定義されている30°以上の斜面は約27%を占めており、事業等の目的は図2.19のとおりであった。

事業等の目的を再生可能エネルギー発電設備(太陽光)に限って分布を見た場合、図2.20のとおり20-24.9°が42%を占め、30°以上の斜面は16%であった。

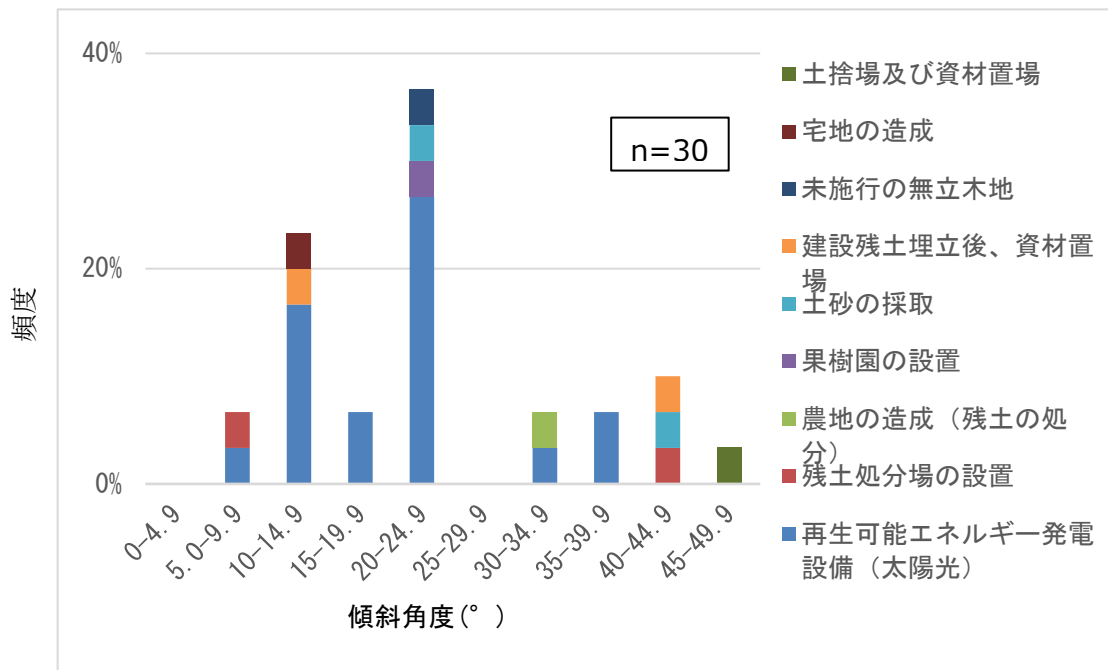


図 2.19 平均傾斜の分布

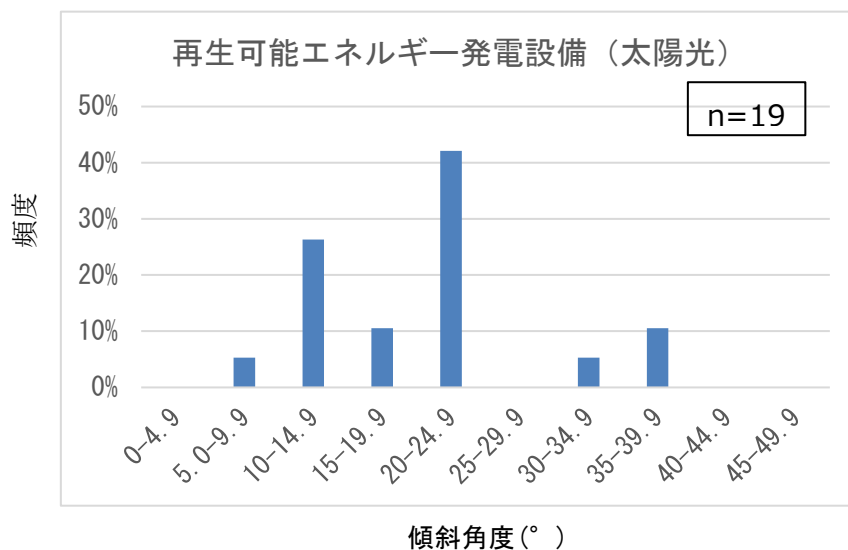


図 2.20 太陽光発電事業に係る平均傾斜の分布

2) 表層地質

表層地質の分布について、回答のあった27件の内訳を図2.21に示す。これによると、花崗岩の出現頻度が最も多く26%を占めていた。次いで流紋岩が19%を占めていた。

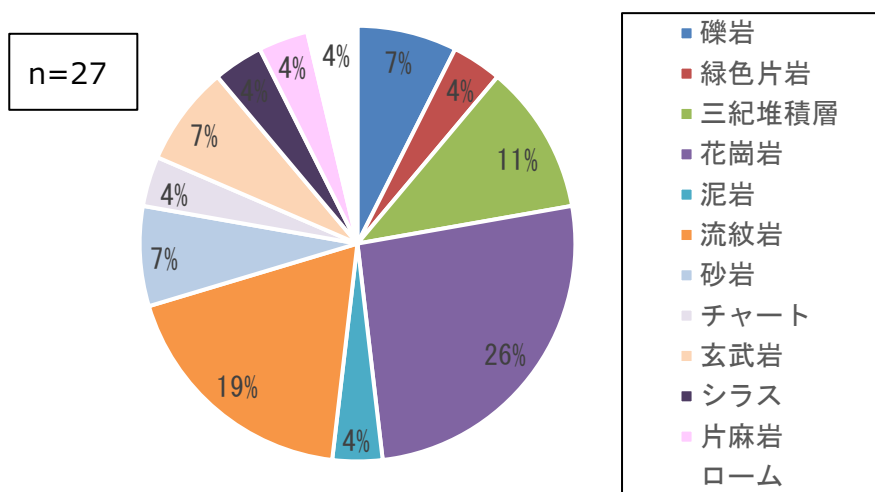


図 2.21 表層地質の分布

3) 開発地の地形

開発地の地形分布について回答のあった32件の内訳を図2.22に示す。これによると、斜面の出現頻度が最も多く41%を占めており、尾根部及び谷部はそれぞれ25%であった。このうち0字谷は3件あった。

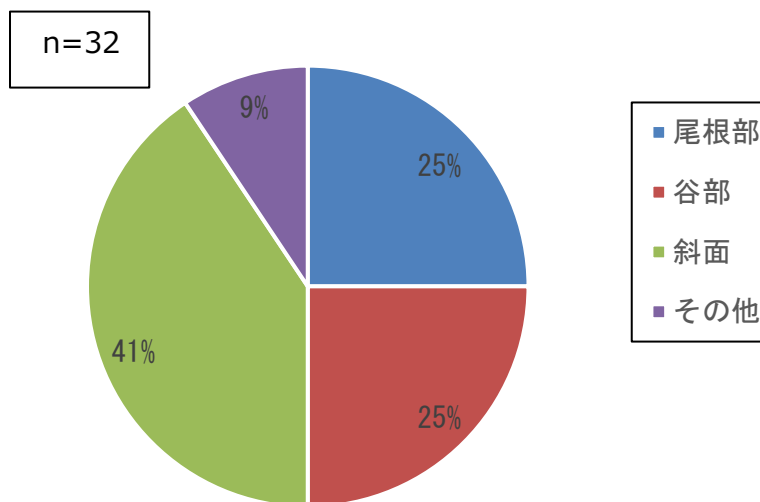


図 2.22 開発地の地形の分布

3. 衛星画像サンプル調査

3.1. 調査方法

小規模林地開発行為に係る実態調査により災害発生した事例が所在する地域森林計画区において、伐採届により開発が行われた箇所について、災害等の発生状況を開発前後の衛星画像を用いて確認した。

3.1.1. 調査対象

前述した2. 小規模林地開発行為に係る実態調査結果から得られた情報において、土砂流出事例が見られ、かつ、伐採届により1ha以下の開発面積で転用され、都道府県において地域森林計画の樹立・変更作業時に森林から除外された箇所の位置情報が一覧化されている以下の3森林計画区域を選定した。下記①～③の78件の、伐採届に係る内容及び位置情報を都道府県担当者から提供を受け、分析に用いた。

- ①群馬県 利根上流森林計画区 22件(平成27～31年度届出)
- ②大阪府 大阪森林計画区 30件(平成25～30年度届出)
- ③岡山県 高梁川下流森林計画区 26件(平成28年～31年度届出)

3.1.2. 活用する画像

保安林の違法伐採等の管理等に活用されている、衛星写真画像データ(SPOT6/7)(以下「スポット画像」という)を用いた確認を試みたが、スポット画像は、空間解像度は1.5m、時間解像度は2年から4年周期であり、小規模林地開発行為地の土砂流出を把握するには解像度が低いことが判明した。

一方で、グーグルアース画像(以下「グーグル画像」という)は、広範囲を様々な空間解像度(1.5m～25cm及び航空写真)で確認できる上、不規則ながらも時系列変化を把握できる。特に都市近郊の森林域は、比較的解像度の高い情報を得ることができることから、スポット画像と併用して確認を行った。

3.1.3. 判読方法

3.1.1で示した78件について、グーグル画像及びスポット画像(以下「衛星画像」という)上で特定し、開発前後及び直近の衛星画像により、災害の発生状況を確認した。土砂流出を発生させるような事象が見られた場合は、発生時期と発生範囲を確認するため、土砂移動を発生させた災害発生前後に撮影された衛星画像を活用し、時系列で比較判読した。スポット画像は広域的な調査に、グーグル画像は小面積における比較判読に活用した。

また、衛星画像において、各調査地の平均傾斜や最大傾斜、防災施設の有無について確認を行った。

(1) 判読事例①

(大阪府)

2018年2月には太陽光発電施設の開発が完了している。2019年5月には、斜面下部にブルーシートが被覆され、土砂流出があったことが想定できる。その後2020年5月にはブルーシートが無くなっており、復旧したことが確認される。



2012年4月 グーグル画像



2018年2月 グーグル画像



2018年6月 スポット画像



2019年5月 グーグル画像



2020年5月 グーグル画像

(2) 判読事例②(参考)

(大阪府)

参考として小規模林地開発地ではなく、林地開発許可地における事例を示す。2018年3月グーグル画像および2018年6月スポット画像において斜面の一部にブルーシートによる被覆が把握でき、土砂流出があったことが想定される。なお、2014年6月のスポット画像は白黒画像で判読が困難であった。



2009年5月 グーグル画像



2014年3月 グーグル画像



2015年11月 グーグル画像



2018年3月 グーグル画像



2018年6月 スポット画像

(3) 判読事例③

(大阪府)

2018年8月グーグル画像において斜面崩壊に伴う土砂流出があり、斜面下部の立木が消失していることが確認できる。



2009年5月 グーグル画像



2015年11月 グーグル画像



2018年3月 グーグル画像



2018年6月 スポット画像



2018年8月 グーグル画像

(4) 判読事例④(参考)

(岡山県)※調査対象区外

2016年6月と2018年10月がスポット画像である。2018年2月グーグル画像において太陽光パネル外縁に土砂崩壊したような痕跡がみられるが鮮明ではない。2018年10月のスポット画像にも同様の傾向が見られる。



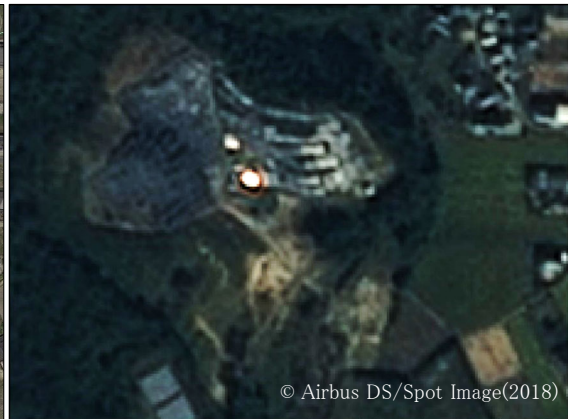
2016年6月 スポット画像



2017年2月 グーグル画像



2018年2月 グーグル画像



2018年10月 スポット画像

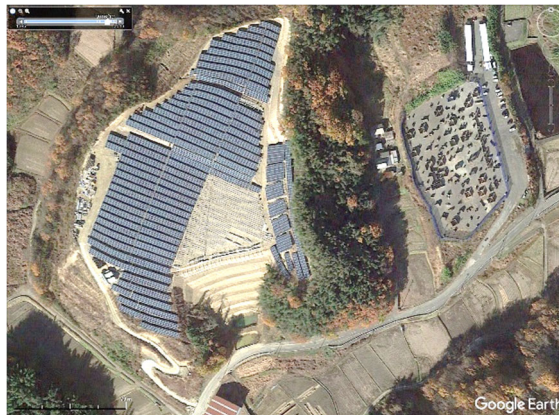
(5) 判読事例⑤(参考)

(群馬県)※調査対象区外

2016年6月と2018年10月がスポット画像である。2018年4月グーグル画像において太陽光パネル外縁に土砂崩壊したような痕跡がみられるが鮮明ではない。2018年10月のスポット画像にも同様の傾向が見られる。



2016年6月 スポット画像



2016年12月 グーグル画像



2018年4月 グーグル画像



2018年10月 スポット画像

3.1.4.現地調査

3.1.3により確認した結果、災害が発生している、または、災害が発生しているおそれがあると判断した箇所及び小規模林地開発行為に係る実態調査結果を元に、災害発生箇所を中心に現地調査を行った。

3.2. 調査結果

3.2.1. 衛星画像確認結果

(1) 調査の方法について

衛星画像の判読では、開発の進行状況等、林況が大きく変化する過程は確認出来るものの、林相の変化がない限り、1ha 以下の開発地における土砂の移動状況を把握することはかなり困難であった。特に、太陽光発電施設の場合、パネル下の侵食状況の確認が重要であるが、衛星画像では確認出来なかった。

災害発生時の応急措置であるブルーシートの設置が確認できる事例や、災害により立木が消失し林相が変化する事例であれば、災害が発生したと判断できた。加えて、周辺地の被災状況をもとに、開発地の地形等から発生の可能性が高い事例であることが想定できる事例もあった。

結果として、スポット画像では、災害の発生状況の把握はほぼ不可能で、グーグル画像により災害の発生を判断できた案件は1件、発生の疑いが強い状況であると判断できた事例は5件であった(以下「災害発生事例」という)。

これらより、グーグル画像を用いて災害発生状況を確認することは、発生状況や発生の疑いを確認するには有効であると考えられる。ただし、グーグルアースの撮影は1～数年おきで不規則であり、発生時期を特定することは困難であることに加え、具体の発生状況を把握することはできないため、例えば、グーグル画像により発生の疑いを確認し、現地調査を行うことで、災害発生状況が確認できる場合がある。

一方、現地調査においては、土砂移動の発生直後や、土砂移動の規模が比較的大きく、被災した施設の復旧痕跡が明瞭な場合は、土砂移動が発生したことを確認できるが、土砂移動規模が小さく、かつ時間経過によって、復旧痕跡等が確認できない、あるいは簡易構造物で対応し、いつ施工されたか不明な場合は、土砂移動の確認が困難であった。

(2) 結果概要

画像調査対象地は、表 3.1～3 のとおり 78 事例あり、そのうち 6 件で、土砂流出発生または災害発生の疑いがあると判断された。現地調査を行ったところ、そのうち 1 事例は、開発行為を起因とした災害では無く、近接地からの土砂流出が原因である災害と判断された。

表 3.1 衛星画像確認結果一覧

都道府県	森林計画区	調査数 (件)(A)	平均面積(ha)	衛星画像判 断による災 害発生事例 ※(件)(B)	災害発生 率(B/A)	現地調 査数(件)
群馬県	利根上流	22	0.42	1	5%	2
大阪府	大阪	30	0.27	2	7%	5
岡山県	高梁川下流	26	0.33	3	12%	14
合計		78	0.33	6	8%	21

※発生の疑いも含む。

表 3.2 災害発生箇所概要

全体 No.	計画区	開発面積 (ha)	伐採届出年月日	開発目的	衛星画像分析結果					現地調査	小規模林地開発行為に関する実態調査該当	
					開発地の地形			災害発生有無	防災施設の有無			
					地形概要	平均傾斜(°)	最大傾斜(°)					0字谷有無
16	利根上流	0.79	2016	太陽光発電施設	山腹凹凸斜面	20	35	有り	発生の疑い	無し	実施	該当
23	大阪	0.10	2016	太陽光発電施設	山腹凹凸斜面	12	20	無し	発生の疑い	有り(外溝)	実施	非該当
51	大阪	0.93	2016	太陽光発電施設	谷地形	24	63	有り	有り	無し	実施	該当
53	高梁川下流	0.99	2016	太陽光発電施設	尾根緩斜面	13	18	無し	発生の疑い	有り	実施	非該当
58	高梁川下流	0.25	2016	太陽光発電施設	谷出口緩斜面	11	-	有り(域外)	発生の疑い	有り(侵食防止シート)	実施	非該当
62	高梁川下流	0.20	2017	太陽光発電施設	谷部	23	25	無し	発生の疑い	不明	実施	非該当

表 3.3 災害発生状況一覧

全体 No.	計画区	衛星画像による判断結果		現地調査等による結果						
		災害発生有無	状況	災害発生年月	発生区域	被災区域	土砂崩壊、流出等の状況	構造物、防災施設等の被災状況	災害発生の原因	備考
16	利根上流	発生の疑い	太陽光パネル周辺部に裸地があり、表面侵食の発生可能性がある。	2020.9	区域外	区域外	隣接する谷部崩壊地から土砂流出	国道への土砂流入	災害発生しているが、開発行為とは無関係	太陽光パネル周辺における侵食防止シート未施工地からの土砂流出を想定したが、現地調査の結果は、西部に隣接する凹地形(0字谷)の表層崩壊による土砂流出であった。今回は、太陽光発電施設からの土砂流出は確認されなかったが、設置空間の傾斜が大きく、侵食防止シートが設置されていないため、表面侵食による土砂流出は今後懸念される。
23	大阪	発生の疑い	太陽光パネル周辺部に裸地があり、表面侵食の発生可能性がある。	-	区域内	区域内	小規模の土砂移動	-	災害発生していないが、小規模の土砂移動を確認。	パネル下や周辺部に侵食防止シートが設置されておらず、土砂集出を想定した。微地形の凹地形に集水し、地表面が侵食され外溝に流入していたが、それ以外に顕著な土砂流出は確認されていなかった。伐採した立木の根系が残存している。根系腐朽後の斜面崩壊が懸念される。
51	大阪	有り	急斜面にパネルが配置され、侵食防止シートの設置がない。作業道が2018年に消失している。	2017.8 2018.7	区域内	区域外	作業道を経て一般道へ流出	一般道への土砂流出	一般道に土砂流出したと報告があるが、未踏査。表面侵食防止策や排水処理が不適当だったことが誘因と想定される。	南部に位置する展望台から遠望する限り、急斜面にパネルが設置されているものの、侵食防止シートは全く配置されていない。岩石地とそうていされるが、表面侵食は今後も発生すると想定される。域外への排水施設も、開発面積に応じた規模として不適切。
53	高梁川下流	発生の疑い	太陽光パネル周辺部に裸地があり、表面侵食の発生可能性がある。	-	区域内外	区域内外	ガリ侵食	外溝フェンスの倒伏	災害発生していないが、顕著な表面侵食を確認。表面侵食対策が不十分。	表層地質が古い時代に生成したもので風化が顕著で赤土化している。素掘りの沈砂池を配置しているが、周囲が崩落し、外周柵が倒伏している。
58	高梁川下流	発生の疑い	域外からの土石流災害に注意が必要(花崗岩地帯)。区域内の太陽光パネル周辺に一部、裸地があり、表面侵食の発生可能性がある。	-	区域内	区域内	表層土砂移動	侵食防止マットの破損	災害発生していないが、侵食防止シートがめくれ表面侵食を確認。表面侵食対策が不十分。	イノシシ等の攪乱により侵食防止シートがめくれている。排水途中に素掘りの沈砂池が配置されているが、豪雨の際に機能を発揮するかは不明。
62	高梁川下流	発生の疑い	パネル設置区域に近接する区域の伐採地が表層崩壊を発生している。開発区域内でも表面侵食の発生可能性がある。	2018.7	区域内外	区域内外	土砂移動	-	顕著な豪雨だったことと、侵食防止対策と排水処理が不十分だったことにより土砂流出した可能性が高い。	パネル下部でも表面侵食発生。災害発生後に断続的に拡張しているパネル設置空間は、しっかりとした侵食防止シートが施工されている。しかし排水施設の整備が確認できず、流出係数の値が大きくなることによって、流出量が増加する対策が適用されていない可能性がある。

(3) 災害発生の傾向

① 開発目的(伐採届情報より)

画像調査対象事例の開発目的は図 3.1 のとおりである。災害発生事例については、前述の表 3.2 のとおり全て太陽光発電施設であった。

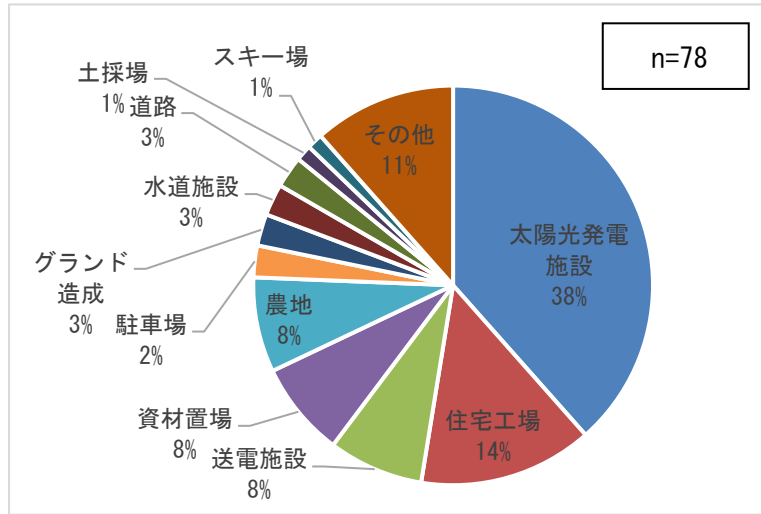


図 3.1 開発目的の分布(画像調査対象事例)

② 面積の傾向(ha)(伐採届情報より)

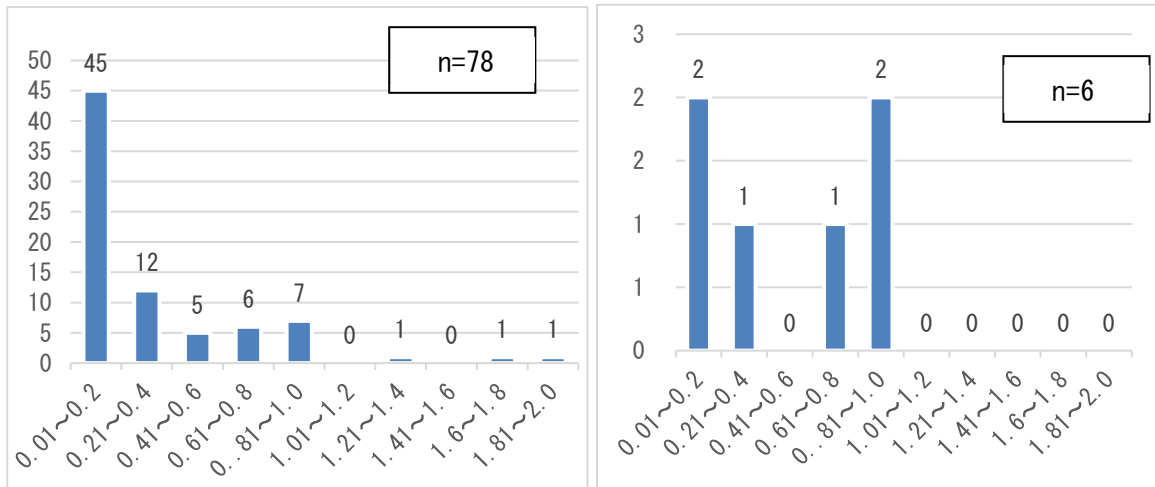


図 3.2 開発面積の頻度分布 左:画像調査対象事例 右:災害発生事例

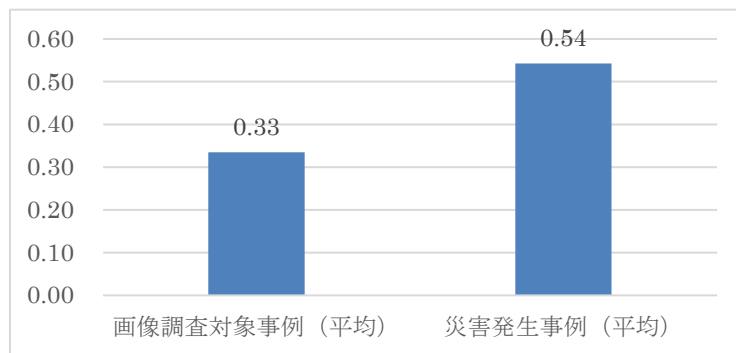


図 3.3 開発面積(平均)の比較

③ 平均傾斜(°)(衛星画像より)

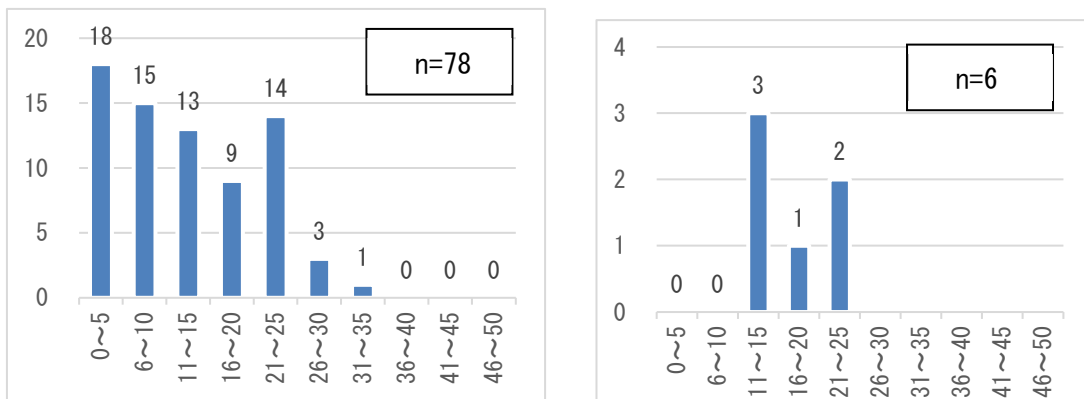


図 3.4 平均傾斜の頻度分布 左:画像調査対象事例 右:災害発生事例

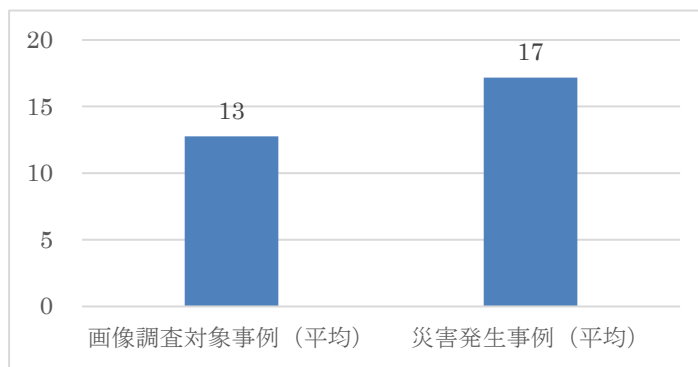


図 3.5 平均傾斜の比較

④ 最大傾斜(°)(衛星画像より)

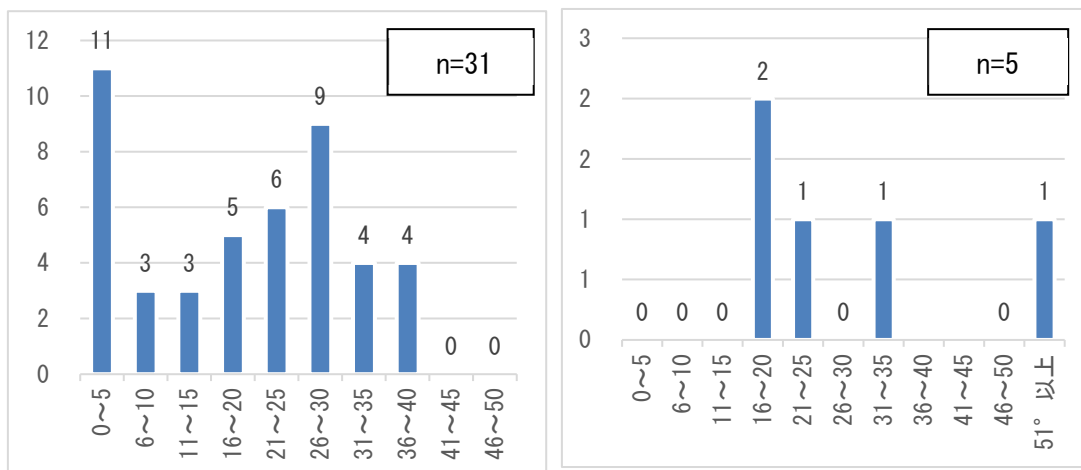


図 3.6 最大傾斜の頻度分布 左:画像調査対象事例 右:災害発生事例

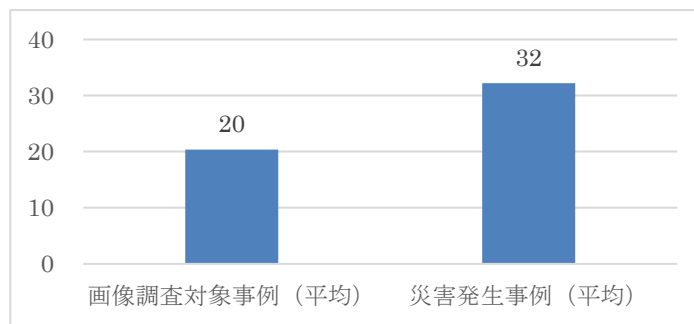


図 3.7 最大傾斜(平均)の比較

⑤ 防災施設の設置状況(衛星画像より)

調査対象事例全体では、防災施設有りは38%、無しは62%。このうち、太陽光発電施設については、防災施設有りは10件、無しは8件、不明は12件であり、図3.8左図の事例全体の傾向と同等であった。一方、災害発生事例において、防災施設有りは60%、無しは40%であった。

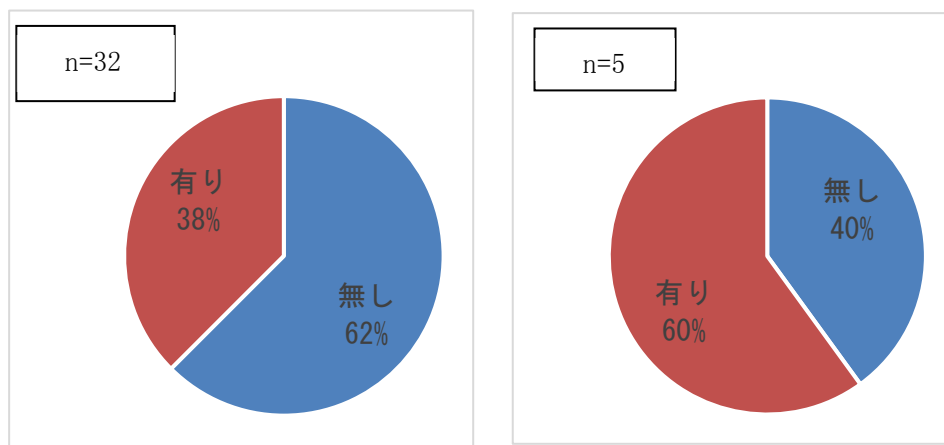


図 3.8 防災施設の有無 左:画像調査対象事例 右:災害発生事例

(4) 分析

- 衛星画像では、林相の変化があるような災害発生は把握できたが、太陽光発電施設の場合は表面侵食の状況がパネルで把握できず、周辺の状況を踏まえて災害発生の疑いがある箇所を把握した。
- 小規模林地開発行為に係る実態調査から、都道府県が把握している事例は、区域外への土砂流出や、道路や防災施設が被災するなど、比較的影響が大きい事例であった。衛星画像で新たに災害発生の疑いがあるとされた事例は、区域内外で被害が見られた事例の他、区域内で地表面侵食により土砂移動があった事例や、沈砂池の側面侵食により外構フェンスが倒伏して被災した事例があった。
- 衛星画像を調査した78事例のうち、災害発生があったのは6事例であり、全て太陽光発電施設の設置が目的であった。なお、うち1事例は開発が災害発生原因になっていないことが現地調査で把握できた(写真5.8～5.12)。
- 災害発生事例では、調査事例全体と比較した場合に、面積や平均傾斜の分布に偏りは見られなかったが、最大傾斜はおおむね全体平均より大きい傾向があった。
- 災害発生事例では防災施設が設置されている割合が全体より高い傾向であった。

4. 防災施設の設置状況調査

各都道府県の林務担当者へ調査票を令和2年6月28日に送付し、令和2年9月4日に回収した。小規模林地開発行為についての防災施設の設置状況を把握するため、令和元年度を対象に、小規模林地開発関連条例に基づく届出等の手続きと、届出等における防災施設等の報告欄の記入の有無及び各件数について調査を実施した。調査項目は表4.1のとおりである。

表 4.1 小規模林地開発関連条例等に基づく届出件数調査の項目

回答項目	
①	都道府県名
②	小規模林地開発関連条例等の有無
③	小規模林地開発関連条例等に基づく届出等の手続きの有無
	令和元年度における届出等の件数
④	届出等における、防災施設等の報告欄の有無
	令和元年度において、届出等で防災施設等の内容にかかる報告があった件数
⑤	備考

(1) 調査結果

本調査の結果、報告を受けたのは千葉県・京都府・兵庫県・香川県の4県であった。すべての県において、届出件数と防災施設の報告件数が一致していたことから、今年度報告を受けた4県については、小規模林地開発関連条例に基づく届出等があった開発では全て、防災施設が施行されている状況を確認できた。各都道府県から回収した調査結果は表4.2のとおりである。

表 4.2 小規模林地開発条例または規制等に基づく届出件数調査結果(令和元年度)

項目				
(1)都道府県名	千葉県	京都府	兵庫県	香川県
(2)小規模林地開発関連条例等の有無(表2.4参照)	有り	有り	有り	有り
(3)小規模林地開発関連条例等に基づく届出等の手続きの有無	有り	有り	有り	有り
	令和元年度における届出等の件数(件)	33件	3件	9件
(4)届出等における、防災施設等※の報告欄の有無	有り	有り	有り	有り
	令和元年度において、届出等で防災施設等の内容に係る報告があった件数(件)	15件	3件	9件
備考	・他法令に係る開発のため防災施設等の報告を省略している件数:18件			

※排水施設、調整池、法面をシートで覆う、緑化など

(2) 回答を受けた都道府県の関連条例等について

前述の回答を受けた都道府県について、小規模林地開発に関連する条例等の概要は表 4.3 のとおりである。

表 4.3 回答を受けた都道府県の関連条例について

都道府県名	関連条例における防災施設に関する概要
千葉県	<p>「千葉県林地開発行為等の適正化に関する条例」(平成24年4月1日施行)</p> <p>https://www.pref.chiba.lg.jp/shinrin/rinchikaihatsu/documents/jorei</p> <ul style="list-style-type: none"> ・0.3ha以上1.0ha未満の開発行為が届出の対象。 ・届出書に防災施設の項目を含む計画概要説明書を添付。
京都府	<p>「京都府豊かな緑を守る条例」(平成18年4月1日施行)</p> <p>https://www.pref.kyoto.jp/shinrinhozen/14100019.html</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1,000m²(土石の採掘又は土砂の搬入以外による開発行為にあたっては3,000m²)を超える開発行為は知事への協議の対象。 ・計画書には防災施設の整備計画等の記載と計画に係る図面の添付を求める。
兵庫県	<p>「小規模林地開発取扱要領」(平成28年4月1日施行)</p> <p>https://web.pref.hyogo.lg.jp/nk22/af17_000000006.html</p> <ul style="list-style-type: none"> ・0.8ha以上の開発は計画書の提出 ・計画書において、防災施設の措置等について記載。
香川県	<p>「みどり豊かでうるおいのある県土づくり条例」(平成14年4月1日施行)</p> <p>https://www.pref.kagawa.lg.jp/content/etc/subsite/shizen/hozen/index.shtml</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域森林計画対象民有林を0.1ha以上開発を行う場合、土地開発事業者はあらかじめ知事に協議書を提出する必要がある。 ・協議書に防災施設の概要を記載。

5. 詳細把握・分析結果

衛星画像サンプル調査及び現地調査(衛星画像サンプル調査対象地外も含む)、また小規模林地開発行為に係る実態調査結果を用いて分析した。

5.1. 災害等の発生メカニズム

5.1.1. 盛土斜面の崩壊による土砂移動

斜面域における開発地、あるいは斜面に隣接する開発地において、斜面崩壊により開発地の区域内外に土砂移動が発生する場合がある。特に、斜面直下に家屋などの保全対象がある場合、問題となることが多い。

斜面崩壊の発生メカニズムの特定は困難な場合が多い。原因の特定には、開発当初の計画等を確認するとともに、被災当時の状況を詳細に確認して分析する必要がある。定められた条例に従った施工や、開発地の状況に応じ適切な安定計算を適用した防災施設を施工していても、想定外の規模の降雨等によって斜面崩壊する場合がある。本項では、時系列の衛星画像と現地踏査によって得られた情報をもとに、斜面崩壊により土砂移動が発生した立地において、想定される土砂移動メカニズムの一例を示す。

緩傾斜地を確保するために土地を造成する場合、尾根を削り、隣接する谷を埋める場合が多い。その際、もとの地形(原地形)に合わせて表流水や浸透水が移動・流下し、造成斜面が崩壊する場合があり、原地形に合わせた適切な排水対策を適用すると、谷出口付近での斜面崩壊のリスク軽減が図られると考えられる(写真 5.1～5.2 参照)。



写真 5.1 岡山県谷埋め造成地の例。



写真 5.2 盛土面の侵食(対応としてコンクリート水路施工)と沈砂池の埋没

5.1.2.表面侵食対策不足

各地で、表面侵食対策として侵食防止シート・マット等が施工されていない箇所や、植生による緑化が図られていない箇所では、表面侵食が進行し斜面が不安定化している(写真5.3参照)。敷設したとしても、急斜面において立木を伐採し、太陽光発電施設を設置した箇所では、その後の立木の根系の腐植によって斜面が不安定化する可能性が高い。



写真 5.3 岡山県の事例

左: 侵食防止シートが剥離され地表が露出し土壌流亡している。シート表面にイノシシ足跡あり。
右: 風化侵食しやすい赤色土地帯において開発地は侵食防止シートによって表面侵食が抑制されているが、区域外周縁部の裸地において侵食を受けている。



写真 5.4 地表面処理

左: 岡山県における侵食防止シートを設置した、急斜面立地のパネル施工の事例。
右(参考事例): 群馬県の事例。ゴルフ場の跡地は芝生が養生され表面侵食が抑止されている。



写真 5.5 大阪府の事例

造成斜面を裸地化させておくと表面侵食が発生し、設置した太陽光パネルや造成斜面が不安定になる。

5.1.3.排水処理の不足

群馬県の事例として、森林伐採したところ、平坦地にもかかわらず、微地形で凹斜面に表流水が集水し、直下の保全対象へ悪影響を与えた事例がある。



写真 5.6 群馬県の事例

左:緩斜面であっても流末処理を考慮しておく必要がある事例

右(参考事例):開発区域内で落差がある場合、上部斜面で排水すると被害をうける可能性は小さい。

参考) 事業地外からの土砂流入



写真 5.7 域外からの土砂入流によって被災した事例

大阪府では、太陽光発電施設の後背斜面谷部が崩壊し、土砂が流入して被災した事例がある。施設計画時には、被災しやすい立地を回避する、あるいは防災対策を計画・施工する必要がある。

5.2. 原因分析

5.2.1. 開発行為と災害等の因果関係

開発計画書を確認できないため、防災施設が適切であるか判断できないが、現地の状況を踏まえて可能な範囲で開発行為と災害等の因果関係の分析を行った。

衛星画像サンプル調査において、土砂流出等のおそれがあると判断された事例の現地調査を実施したところ、6事例中1事例では、開発行為と関連しない災害であることが判明した。また、3件で地表面が保護されていないか、施設が適切に維持管理されていないことから地表面侵食を受け、土砂が移動または流出していた。2件では、表面が適切に保護されていないことに加え、排水処理が不十分で、豪雨時に適切に排水がされず土砂の流出につながったと分析された。

5.2.2. 小規模林地開発全体からみた発生傾向(発生確率等)

全国に158地域森林計画区があるところ、小規模林地開発に係る実態調査により27地域森林計画区から災害発生の報告があった。このうち3つの地域森林計画区を選択し、78の小規模林地開発地の災害発生状況を確認したところ、衛星画像及び現地調査結果により災害発生が確認できた事例件数は6件であり、78事例の調査事例を分母にすると、災害発生確率は8%であった。

ただ、本調査では災害が発生した事例がある地域森林計画区域を意図的に選択したこと、また、衛星画像による小規模林地開発地の確認件数が78件と少ないことを踏まえ、今後、全体の災害発生傾向を把握するためには、任意サンプリングなどにより、多くの事例を調査する必要がある。

5.2.3. 条例等の有無と発生傾向

今回調査した3地域森林計画区に係る条例等の制定状況は、表5.1のとおりである。ただし、78件の各事例が条例等の適用対象であったかは確認できないため、伐採届の開発目的や届出年度を参照し、条例等が適用される可能性があったかを確認した。

その結果、78事例のうち条例等の適用の可能性があったのは24事例(全体の31%)であった。太陽光発電施設に限った場合は、30事例中10事例(太陽光発電施設関連の33%)であった。

一方、災害発生事例6件のうち、条例等の適用される可能性があるものは1件(17%)であった。

これについては、事例数が少ない中での調査結果であり、全体の傾向を把握するためにはさらに多くの事例を調査する必要がある。

表 5.1 利根川上流、大阪、高梁川下流森林計画区の林地開発に係る条例等の制定状況

都道府県・市町村	条例等の名称	許可・届出の概要	施行年月	URL
群馬県	群馬県土砂等による埋立て等の規制に関する条例	0.3ha以上の土砂埋立ては要許可	2017.1	https://www.pref.gunma.jp/contents/100188977.pdf
群馬県	群馬県景観条例	指定区域での行為は届出	2019.7	https://www.pref.gunma.jp/04/h5810166.html
群馬県みなかみ町	みなかみ町土砂等による埋立て等の規制に関する条例	0.05-0.3ha市長の許可	2016.4	https://www.town.minakami.gunma.jp/industry/04kougai/2016-1014-1935-16.html
群馬県みなかみ町	みなかみ町太陽光発電施設の設置に関するガイドライン	事業構想の協議	2020.4	https://www.town.minakami.gunma.jp/politics/04machikeikaku/toshikeikaku/2018-0201-1123-58.html
群馬県沼田市	沼田市再生可能エネルギー発電設備の設置に関する指導要綱	1000-3000m ² の事業は市長に事前協議等	2017.1	https://www1.g-reiki.net/numata/reiki_honbun/e207RG00000966.html
大阪府	大阪府域における太陽光発電施設の地域との共生を推進する体制	50kW以上太陽光で、県・関係省庁部局、市町村と情報共有。市町村条例のひな型を示す。	2017.11	http://www.pref.osaka.lg.jp/eneseisaku/sec/pv_osakamodel.html
大阪府枚方市	枚方市土砂埋立て等の規制に関する条例	0.05-0.3ha市長の許可	2018.6	https://www1.g-reiki.net/hirakata/reiki_honbun/o600RG00001270.html
大阪府熊取町	太陽光発電事業と地域との共生に関する条例	10kW以上届出	2019.1	https://www.town.kumatori.lg.jp/kakuka/juumin/kankyuu/oshirase/1569478649934.html
岡山県	岡山県太陽光発電施設の安全な導入を促進する条例	禁止区域では許可制、適さない区域は届出制	2019.1	https://www.pref.okayama.jp/page/619095.html

5.2.4.都道府県が把握している情報と衛星画像による把握情報との差異

衛星画像と現地調査により災害発生事例と把握された 6 事例のうち、小規模林地開発に係る実態調査で報告があったのは 2 件であった。

都道府県が把握している事例は、区域外への土砂流出があり、道路や防災施設が被災したような比較的影響が大きい事例であった。一方、衛星画像で新たに災害発生の疑いがあるとされた事例は、区域内で土砂移動があった事例や、表面侵食により外構フェンスが被災したものも含まれた。

単純に把握件数を数値比較した場合、災害発生の規模・状況は様々であるが、都道府県においては、災害発生事例の半数以下程度を把握していると想定される。

なお、6 事例のうち小規模林地開発行為に係る実態調査において報告のあった 1 事例において、現地調査の結果、発生源が開発区域内ではなく、近接する区域からの土砂流出であると判断された。この他にも、小規模林地開発行為に係る実態調査で開発区域内から土砂流出があったとされた事例のうち、衛星画像サンプル調査の対象地では無かった事例も含めると、3 件において、現地踏査により開発区域が災害発生源では無かったとの判断がされた。

これらより、都道府県において、区域外が被災するなど比較的影響の大きい事例については災害発生の情報を得ていると思われるものの、把握していないものも存在する可能性も考えられる。また、開発行為が災害発生原因になっていない案件も、開発区域に係る災害として判断されている可能性があると言える。

いずれも調査数が少ないことから、本調査をもって全国的な傾向と判断するには適当ではなく、今後追加調査により正確な傾向を把握していくことが必要である。



写真 5.8 太陽光発電施設以外からの土砂流出を、施設由来と報告された事例(1)



写真 5.9 太陽光発電施設以外からの土砂流出を、施設由来と報告された事例(2)



写真 5.10 事例(2)詳細:パネル群間の谷から土砂が発生し下部の道路に流出
太陽光発電施設間の谷から土砂が流出し、下流の保全対象に悪影響を与えた事例。太陽光発電施設区域に土砂流出等の傾向は全くない。



写真 5.11 太陽光発電施設以外からの土砂流出を、施設由来と報告された事例(3)



写真 5.12 事例(3)詳細:墓地に配置された土嚢と土砂崩壊発生源
群馬県の事例として墓地に土砂が流入した。斜面上部の太陽光発電施設の発生土砂とされていたが、実際は、墓地から50m程度離れた梅林斜面が崩壊し、土砂を流出させていた。

5.2.5.まとめ

小規模林地開発においては、都道府県が把握する事例以外に災害が発生している可能性があり、中には、開発区域内における小規模な被災や、保全対象の被災がない災害が発生しているものがある可能性がある。

衛星画像を用いると、現地状況等から災害発生疑いを想定することは出来るが、構造物の被災による形状変化や、林相に変化がない災害の場合、画像のみで状況把握することは困難であり、災害発生疑われる場所の現地調査を行うことで事例の把握が可能となる。

衛星画像の使用方法として、例えば、不法あるいは意図的に不法行為を実施していると思われる箇所では、度重なる行政指導にも関わらず改善措置が実行されず、大雨の際に甚大な被害が発生させる可能性が高いが、この場合は、林相変化も大きいと考えられる。そのため、小規模林地開発であってもリモートセンシング技術を活用し、問題事例を検出できると考えられる。

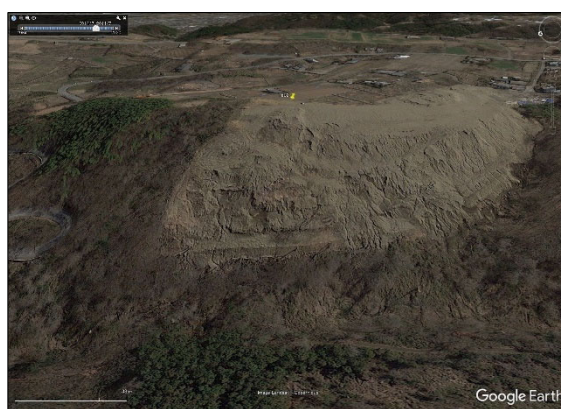


写真 5.13 群馬県の残土処理場。適切な盛土処理がなされず、地表面が不安定化している。

次に、小規模林地開発の被災特性についてまとめる。

衛星画像サンプル調査における災害発生事例は、全て太陽光発電施設であり、施設の施工中の不良や設計の不備、維持管理不足であるところに、豪雨等があったことが災害発生原因とみられた。現地調査では、元々侵食防止シートが設置されていない、あるいは獣害によりシートがめくられて機能していなかった箇所において地表面から土砂の移動が発生、また、排水施設や沈砂池の仕様が適切でなく、機能しない疑いがある事例が見られた。

また、災害が発生した事例では最大傾斜が大きい傾向がある。つまり局所的に斜度がある箇所では災害が発生している可能性がある。現地踏査の結果、傾斜が一定程度ある立地において太陽光発電施設を設置する場合において、不安定土砂が発生する可能性が高い状況が確認できる。擁壁などの十分な防災施設設置されている場合などを除き、急斜面における太陽光発電施設の開発は回避することが望ましいと考える。ただし急斜面でない立地でも、太陽光パネルの遮蔽部に植生が定着することは難しく、表面侵食が発生している事例が多く見られた。したがって、排水施設や侵食防止シート・マットなど地表面を保護する対策を図るとともに、これらの適切な維持管理を行う必要がある。

最後に、今回調査結果について、衛星画像を用いた災害発生状況調査で対象とした3地域の森林計画区は、近年において大規模な土砂災害の発生が確認された箇所を選択したところである。結果として、調査箇所は78件に対し災害発生事例は6件であったが、小規模林地開発地における全体的な被災傾向として評価するには事例数は十分ではないと考える。

今後は、任意の地域森林計画区を抽出し、より多くのサンプル数を確認する必要がある。その

際、複数の衛星画像の活用を図るとともにそのみでは具体の災害の発生状況を確認することは困難であるため、災害履歴情報や地元市町村の聞き取り調査などを参考に、衛星画像による発生疑いを含めて調査候補地を選定した上で、現地調査により詳細に状況把握する必要があると考える。