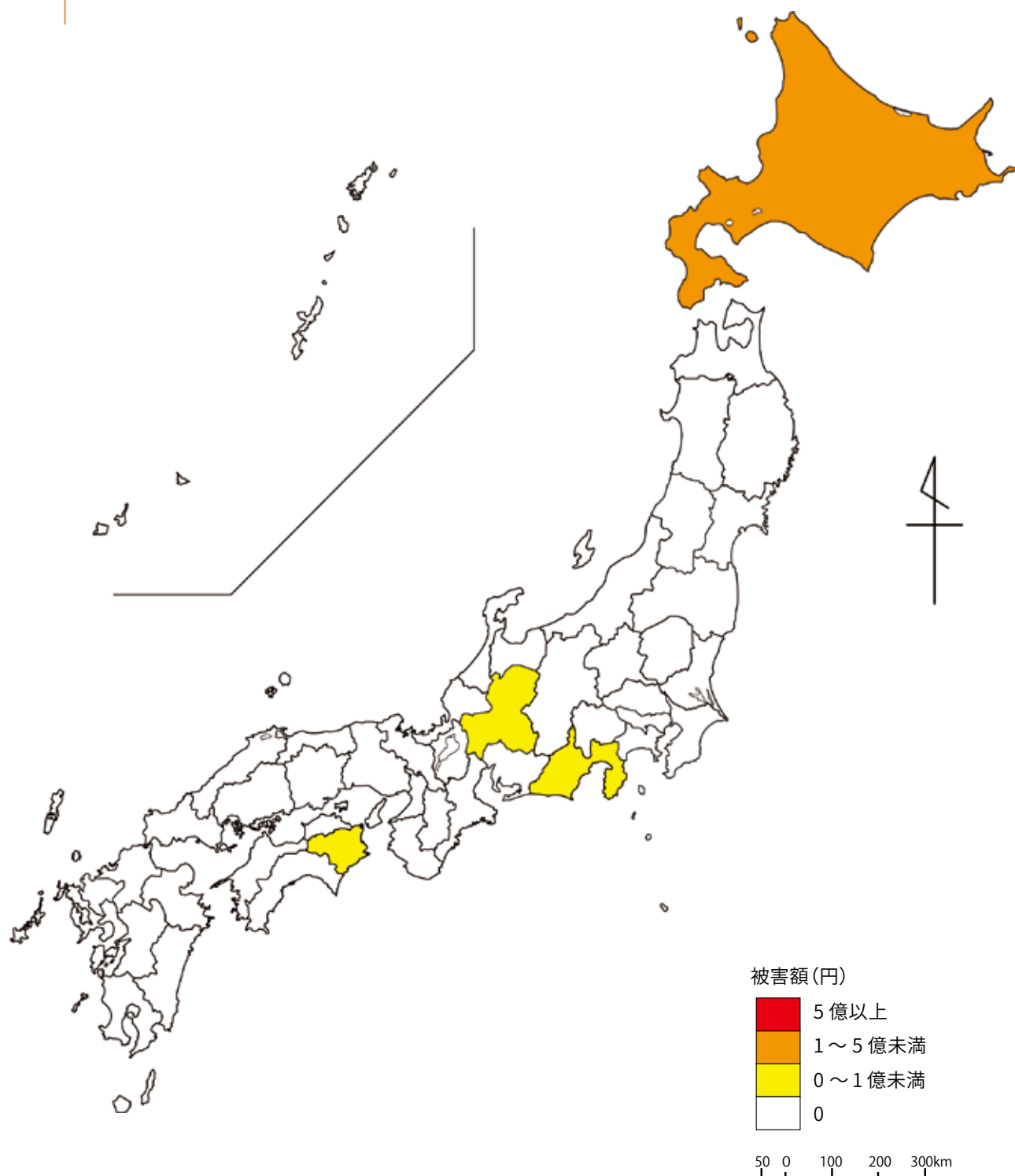


(6) 落石災害

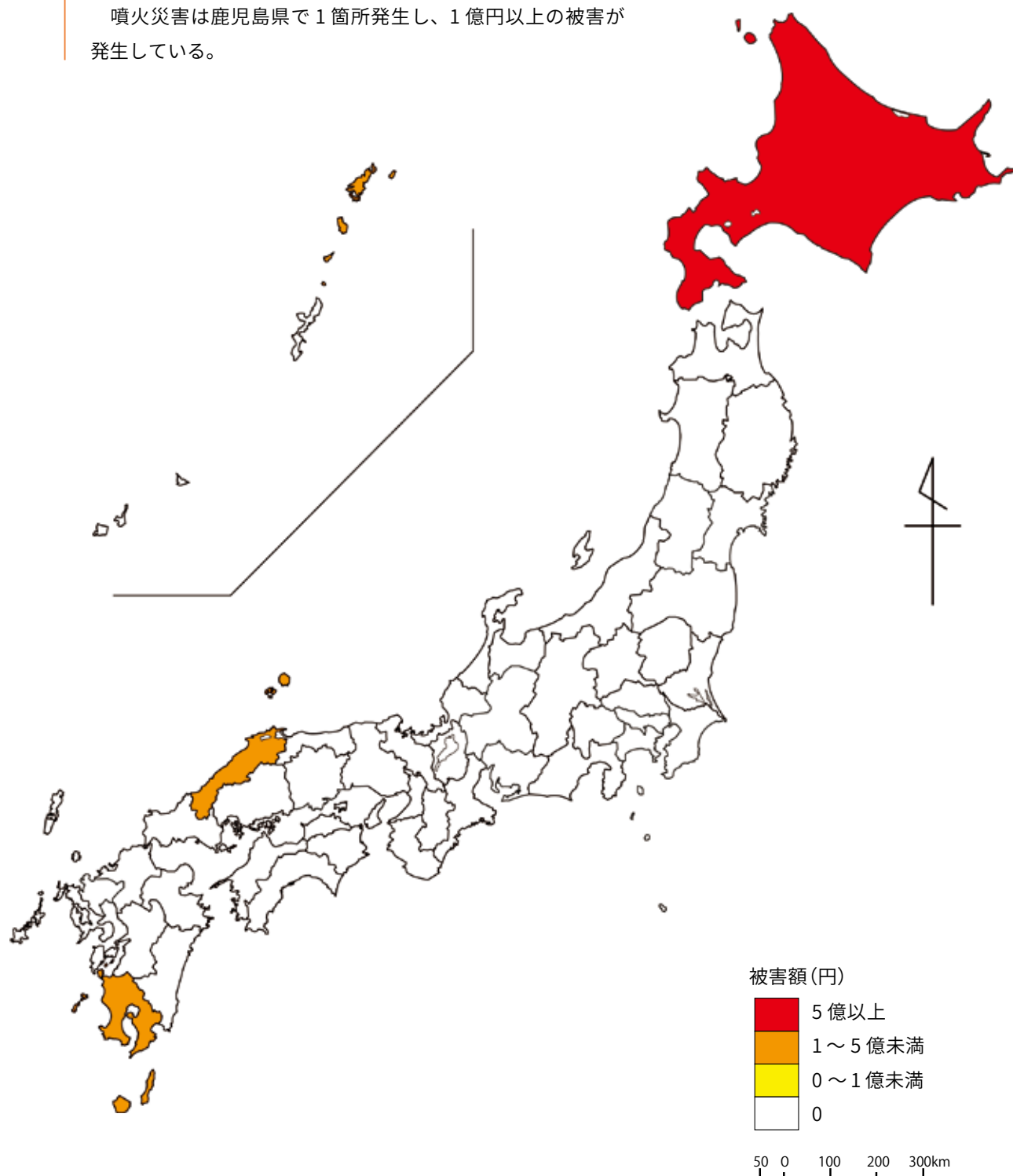
落石災害は全国で7箇所発生しており、北海道では1億以上の被害が発生している。



(7) 地震災害及び噴火災害

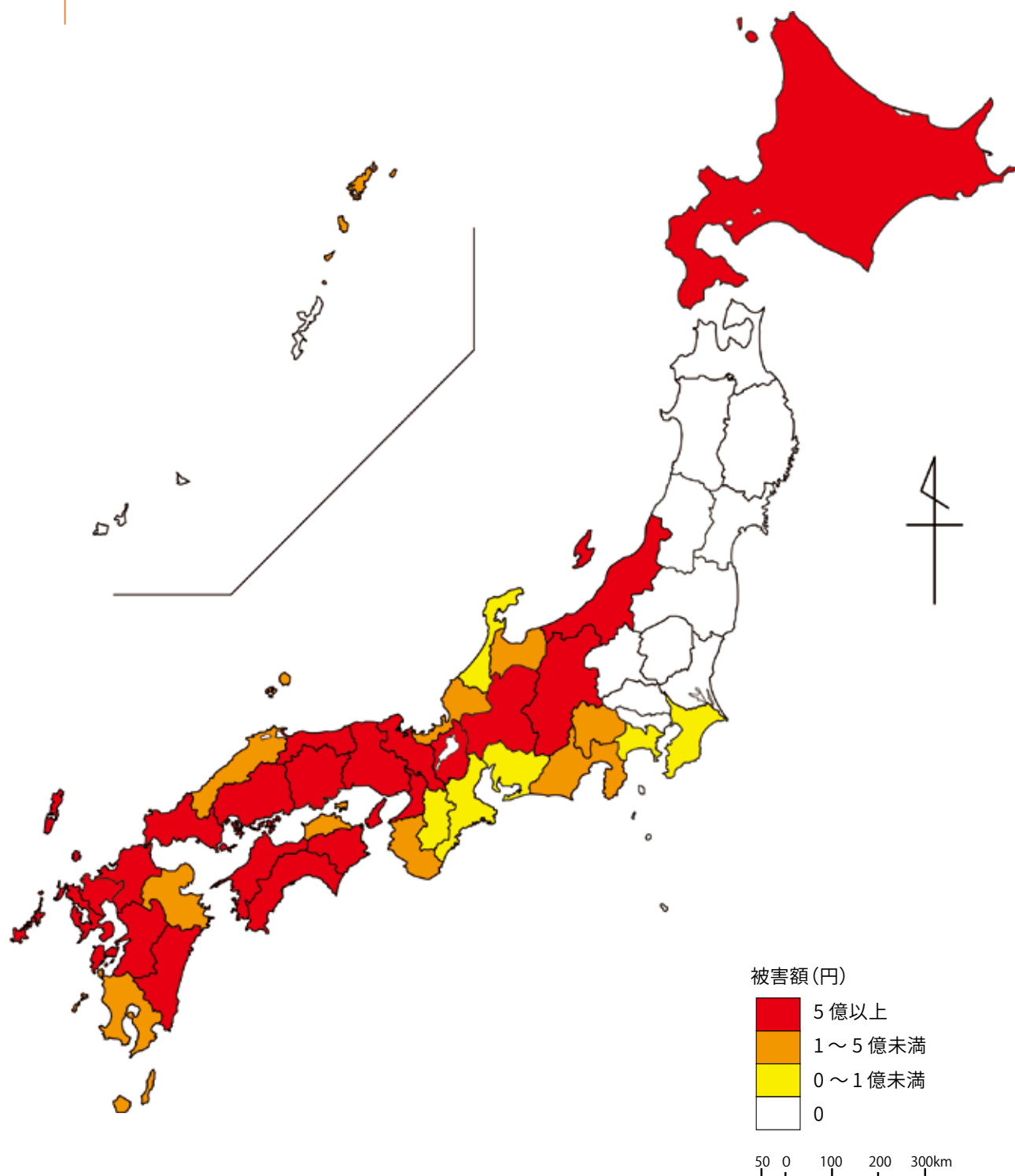
地震災害は全国で 200 箇所発生し、北海道では 5 億円以上、島根県では 1 億以上の被害が発生している。

噴火災害は鹿児島県で 1 箇所発生し、1 億円以上の被害が発生している。



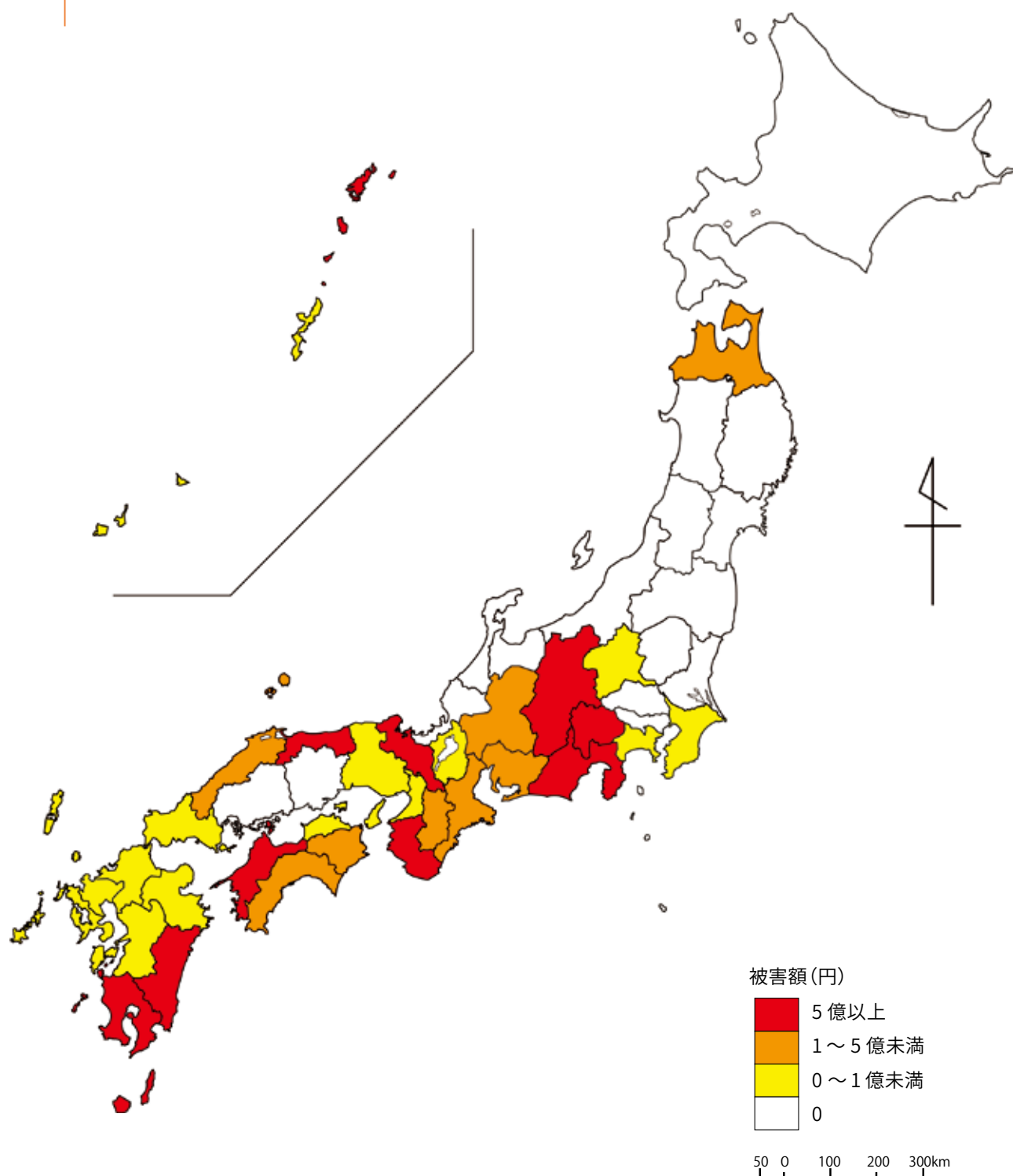
(8) 梅雨災害

梅雨災害は全国で 3,087 箇所発生しており、広島県、高知県、愛媛県など 20 道府県では 5 億円以上の被害が発生している。



(9) 台風災害

台風災害は全国で 482 箇所発生しており、宮崎県、和歌山県、長野県など 9 府県では 5 億円以上の被害が発生している。



3.2 山地災害の特徴

平成 30 年の山地災害の規模をその誘因別に見ると、梅雨災害（3,050 箇所、134,881 百万円）、台風災害（519 箇所、14,994 百万円）、平成 30 年北海道胆振東部地震災害（189 箇所、43,041 百万円）、豪雨災害（255 箇所、6,261 百万円）の順となっている。誘因別・都道府県別に代表的な災害事例を次に示す。

(1) 鳥取県の災害

発生日：1 月 26 日

誘因となった気象：風浪

最大風速：28.0m/ 秒 WNW（1 月 23 日 12：25 鳥取市青谷町（海上保安庁））

被災状況：治山施設 2 箇所



(2) 富山県の災害

発生日：3 月 5 日

誘因となった気象：雪崩

総雨量：24 時間降水量 15.0mm、最大 1 時間降水量 4.0mm、積雪量 162.0cm、融雪量 19.8cm（関西電力(株)千束ダム）

被災状況：林地被害 1 箇所



(3) 島根県の災害

発生日：4 月 9 日

誘因となった気象：地震

地震の規模：マグニチュード 6.1、震源 島根県西部、震源の深さ 12km

被災状況：林地被害 5 箇所、治山施設 6 箇所、家屋全壊 1 箇所



(4) 岐阜県の災害（平成 30 年 7 月豪雨）

発生日：6 月 29 日

誘因となった気象：梅雨

総雨量：24 時間降水量 232mm、最大 1 時間降水量 53mm（上呂観測所）

被災状況：林地被害 61 箇所、治山施設 8 箇所、家屋半壊 10 箇所



(5) 高知県の災害（平成 30 年 7 月豪雨）

発生日：6 月 29 日～7 月 9 日

誘因となった気象：梅雨

総雨量：24 時間降水量 815.0mm、最大 1 時間降水量 111.0mm（立川観測所）

被災状況：林地被害 96 箇所、治山施設 2 箇所、家

屋全壊 2 箇所、半壊 5 箇所



(6) 広島県の災害 (平成 30 年 7 月豪雨)

発生日：7 月 5 日～12 日

誘因となった気象：梅雨

総雨量：24 時間降水量 229.0mm、最大 1 時間降水量 49.5mm (広島地方気象台)

被災状況：林地被害 754 箇所、治山施設 5 箇所、死者 17 名、家屋全壊 73 棟、家屋半壊 75 棟



(7) 愛媛県の災害 (平成 30 年 7 月豪雨)

発生日：7 月 7 日

誘因となった気象：梅雨

総雨量：24 時間降水量 206.0mm、最大 1 時間降水量 25.0mm (松山観測所)

被災状況：林地被害 245 箇所、治山施設 1 箇所、死者 6 名、家屋全壊 23 棟、家屋半壊 37 棟



(8) 山形県の災害

発生日：8 月 6 日

誘因となった気象：豪雨

総雨量：24 時間降水量 370.0mm、最大 1 時間降水量 73.0mm (明戸観測所)

被災状況：林地被害 81 箇所、治山施設 1 箇所、家屋半壊 1 棟



(9) 和歌山県の災害

発生日：9 月 4 日

誘因となった気象：台風 21 号

総雨量：24 時間降水量 69.0mm、最大 1 時間降水量 27.0mm (美浜観測所)

被災状況：林地被害 19 箇所



(10) 北海道の災害 (平成 30 年北海道胆振東部地震災害)

発生日：9 月 6 日

誘因となった気象：地震

地震の規模：マグニチュード 6.7、震源 胆振地方中東

部、震源の深さ 37km

被災状況：林地被害 169 箇所、治山施設 18 箇所、死者 26 名、家屋全壊 23 棟、家屋半壊 13 棟



(11) 宮崎県の災害

発生日：9 月 30 日

誘因となった気象：台風 24 号

総雨量：24 時間降水量 274.0mm、最大 1 時間降水量 20.0mm (上畑観測所)

被災状況：林地被害 91 箇所、治山施設 2 箇所、家屋半壊 5 棟



4.1 大分県中津市耶馬溪町の災害

平成30年4月11日午前3時48分頃、大分県中津市耶馬溪町金吉地内の民家の裏山（民有林）が最大幅160m、最大長さ（水平距離）160mの範囲で崩落し、住家全壊4棟、死者6名、被災箇所付近の市道の通行止め、金吉川への土砂流入といった被害が発生した。

大分県が設置した「耶馬溪町金吉地区山地崩壊原因究明等検討委員会（委員長：下川悦郎 鹿児島大学名誉教授）」の報告内容（以下「委員会報告」という。）等を中心に災害の状況と対策等は以下のとおりである。

4.1.1 災害概要

発生場所：中津市耶馬溪町金吉地区

発生日時：平成30年4月11日午前3時48分頃

発生規模：幅約160m、長さ（水平距離：堆積域含む）約220m、最大深度約35m、移動土塊量約13万m³

雨量：災害発生前の2週間の雨量は合計6mm、3月は日雨量50mm超の日が1回、20～30mm程度の降雨は5回発生（3月の降水量179mm：アメダス耶馬溪、当該地域の3月の平均降水量の124%）

被害状況：死者6人、人家全壊4棟

(1) 地質・地形

- ・災害箇所の地質は、約100万年前に噴出した耶馬溪火砕流堆積物（溶結凝灰岩）が、水中堆積層を挟んで約300万年前の新期宇佐火山岩類（熱水変質を受けた凝灰角礫岩）を覆っている。
- ・崩壊地は火砕流台地の縁辺部に位置し、崩壊地を含む斜面の状況は、大きく上部：急崖、中部：緩斜面、下部：急斜面の3つに区分される。このような地形は、周辺に多く認められる。
- ・下部の急斜面は谷地形となっており、常時湧水が観察される。湧水は無降雨時でも枯渇することがなく、豊富な地下水があることを示している。

(2) 崩壊発生状況

- ・崩壊斜面は、移動土塊が残存するAブロックと、Aブロックからの崩土に覆われたBブロック、崩

壊1、崩壊2からなる。

- ・Aブロックは、土塊が下方に30m移動した。それに伴い、Bブロックと崩壊1、崩壊2で崩壊が発生した。

4.1.2 崩壊地の特徴等

(1) 崩壊地の特徴

- ・Aブロックは基岩の変質凝灰角礫岩を、数千年前の大規模崩壊による崩積土等が覆っている。今回はこの崩積土等が移動したものである。
- ・Bブロックは、Aブロックからの崩土で覆われている。

(2) 崩壊後の状況

- ・Aブロック及びBブロックは崩壊直後に、少量の降雨でも活動が確認されており、非常に不安定であった。
- ・Aブロックで応急対策として実施したボーリング暗渠工は、地下水を捕捉し、施工後は150mm程度の連続降雨があっても活動は確認されず、効果を発揮している。
- ・Bブロックは、7月6日の降雨により左側壁部（斜面に向かって右）の一部土塊が崩壊している。

(3) 地形の特徴

- ・崩壊発生前の地形は、溶結凝灰岩の急崖直下に段差地形を伴う凸型緩斜面が存在し、緩斜面の下部に谷を有する急斜面が形成されていた。
- ・今回の崩壊による滑落崖は、溶結凝灰岩の急崖直下の段差地形付近に形成されている。

(4) 地質（土質）の特徴

- ・Aブロックは、移動土塊の溶結凝灰岩の巨礫層等で構成され、その下位の変質凝灰角礫岩の上面※がすべり面となっている（※末端部露頭やコア観察より移動土塊底面に変質凝灰角礫岩をわずかに取り込んでいることから、すべり面は変質凝灰角礫岩の“上面”としている）。
- ・基岩の変質凝灰角礫岩は、熱水変質を受け、崩壊や地すべりを起こしやすい粘土鉱物のスメクタイトの含有量が多い。
- ・地下水が集中しやすく、変質凝灰角礫岩の上面は凹状となっているため、スメクタイトがより生成されやすい環境下にあり、すべり面の土質強度が低下していたと考えられる。

(5) 地下水の特徴

- ・崩壊地内の地下水は、水質分析や年代測定結果等から滞留時間が長い深層地下水の特徴を示しており、火砕流台地から浸透した水が地下水として崩壊地内に供給される水文地質構造があると考えら

れる。

- ・地下水は、無降雨時でも高い水位を維持し、水位低下も極めて遅い特徴があり、末端の湧水は無降雨時も継続的に観察される。

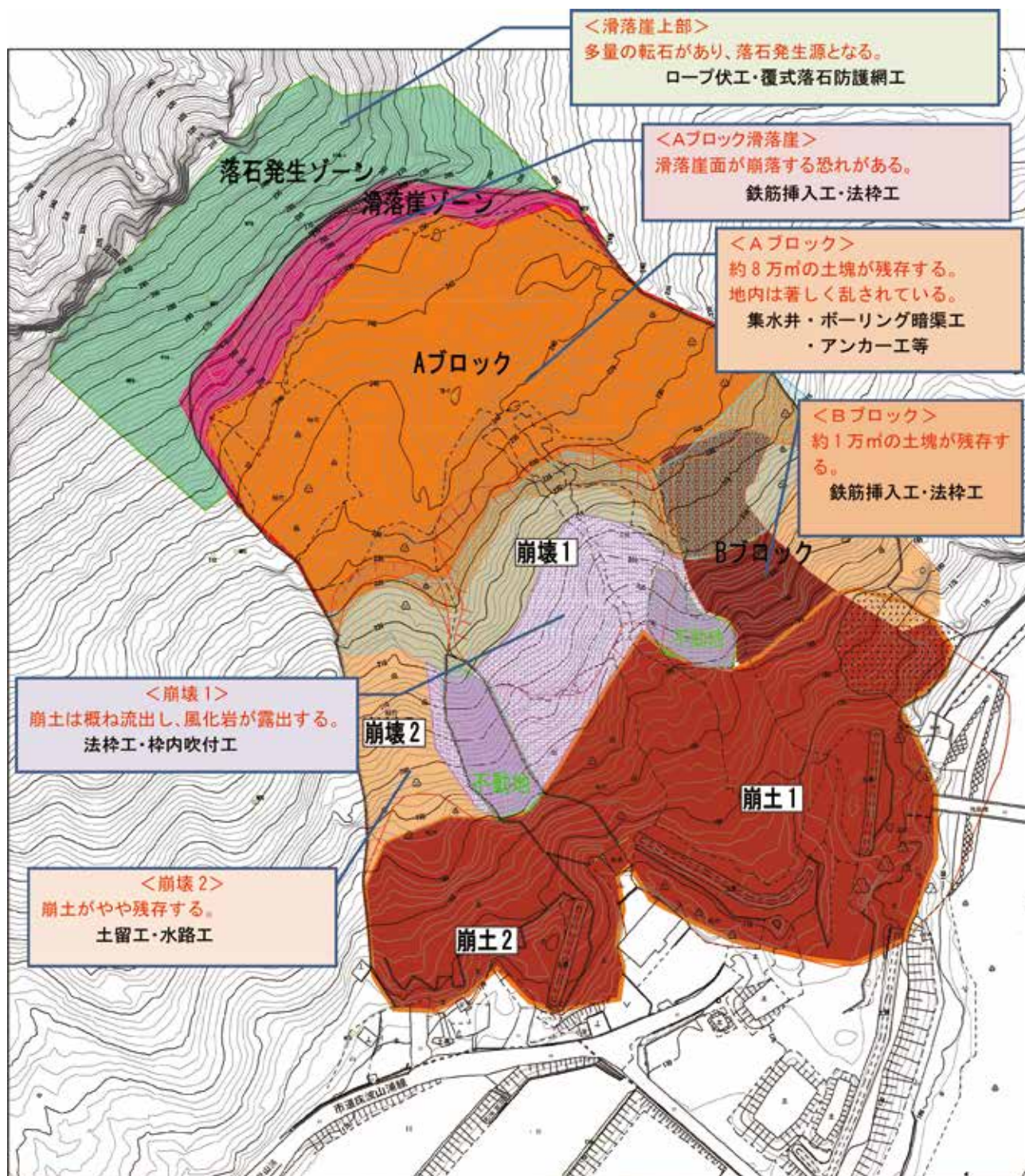


図 4-1 斜面の区分と主な対策工（出典：大分県 HP）

4.1.3 崩壊の原因と機構

委員会報告によれば崩壊の原因と機構は以下のとおりである。

- ・崩壊の原因は、大きくは地下水と土質の影響が考えられる。
- ・地下水については、崩壊地は上方斜面から地下水が集まりやすい箇所であり、斜面内の地下水位が高い状態で推移しているため、斜面は長期にわたり地下水の作用を受けていたと考えられる。
- ・土質については、豊富な地下水により変質凝灰角礫岩の上面で風化が進み、スメクタイト含有量が増加するにつれて土質強度が長期にわたり徐々に低下したことが考えられる。
- ・崩壊の機構は、このような地下水と土質の原因が相互作用し、すべりに対する抵抗が弱まった結果、変質凝灰角礫岩の上面をすべり面とする崩壊（地すべり）に至ったと考えられる。
- ・なお、地下水は複数年かけて上方斜面から供給されている可能性があることや、近年では地表の大きな変動が確認されていないことから、崩壊を事前に予測することは困難であった。

4.1.4 対策工の計画

委員会報告によると、対策工については、応急対策により当面の間の安全を確保しつつ、恒久対策を着実に実施することとし、具体的な対策は次のとおりとする。

(1) 応急対策等（既設）

- ・ A ブロック左右両方からのボーリング暗渠工と B ブロック内のボーリング暗渠工により地下水位を

低下させつつ、Bブロック下部に防護柵や大型土のうを設置し河川等への土砂流出を防ぐ。

- ・崩壊地の活動について監視体制を整え、警戒避難対応を実施する。

(2) 恒久対策

- ・落石発生ゾーンは、広範囲に不安定な転石が点在していることからロープ伏工・覆式落石防護網工により転石の固定を図る。
- ・滑落崖ゾーンは、亀裂の発達した溶結凝灰岩の急崖であり法枠工・鉄筋挿入工により不安定岩塊の崩落及び小崩壊の防止を図る。
- ・Aブロックには多量の地下水があり、安定化を図るため集水井工・ボーリング暗渠工を施工し、地下水位を低下させることで活動を抑制する。加えて、土塊の安定性を高めるためにアンカー工等で土塊を抑止する。
- ・Bブロックは、Aブロックからの崩落土塊の排除を行い、法枠工・鉄筋挿入工により法面保護や浅層崩壊の防止を図る。
- ・崩壊1は、風化した変質凝灰角礫岩が露出していることから法枠工及び枠内吹付工により法面保護を図る。
- ・崩壊2は、土留工により、不安定土塊の移動防止を図るとともに、集水地形であることから、水路工を計画し侵食の防止と迅速な排水を行う。
- ・対策工は、崩壊した斜面の状況や作業の安全性等を考慮しながら実施する。

(出典：大分県 HP「平成 30 年（2018 年）4 月に中津市耶馬溪町で発生した山地崩壊について最終報告概要」)

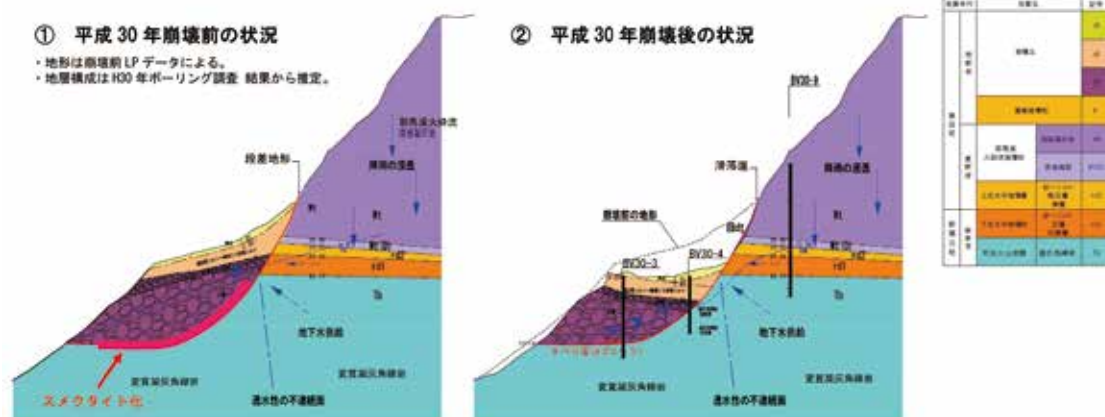


図 4-2 崩壊斜面の変化（イメージ）（出典：大分県 HP）

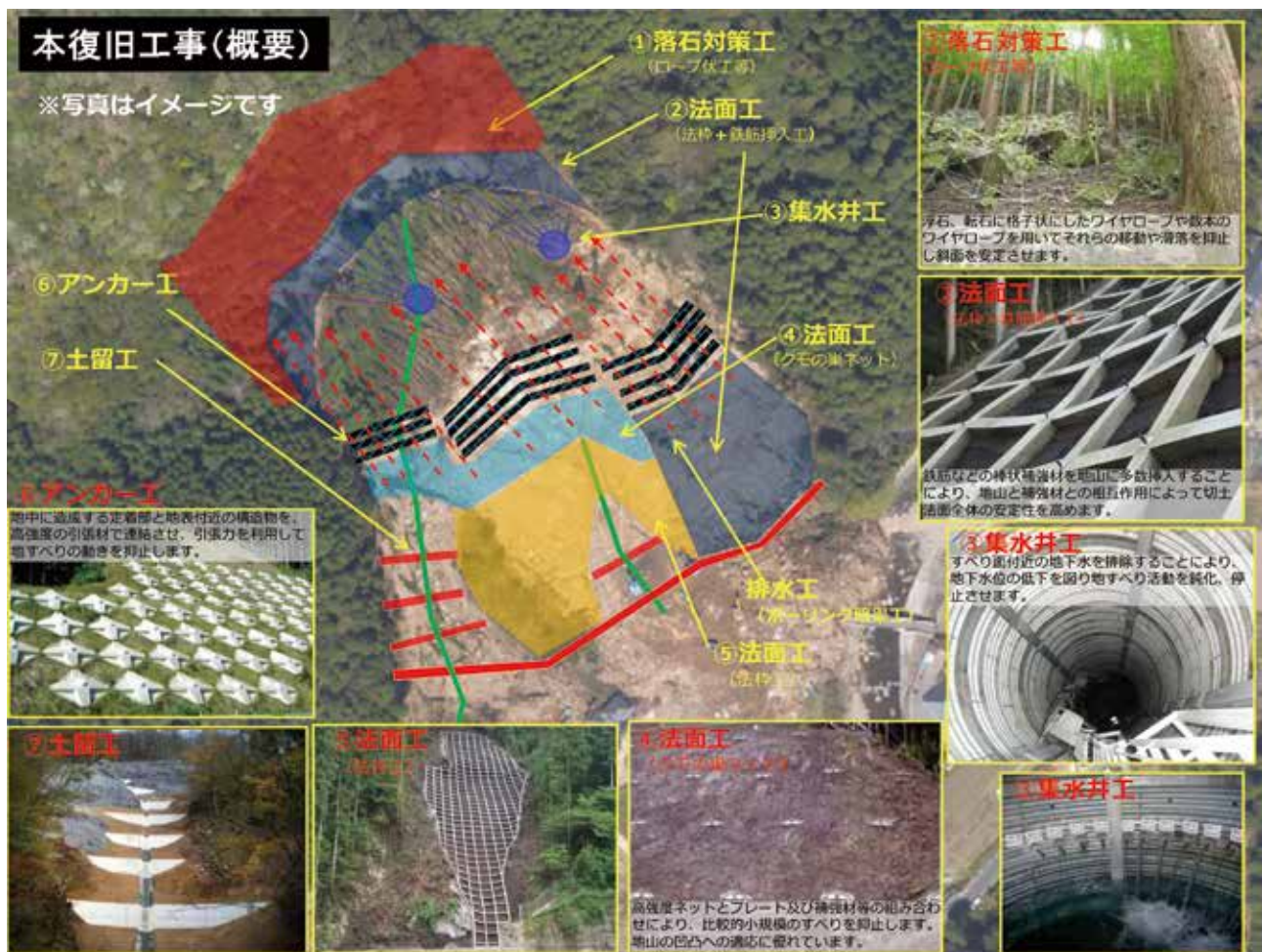


図 4-3 本復旧工事（概要）（出典：大分県 HP）

4.1.5 林野庁の対応状況

林野庁では、地すべりの緊急的な復旧整備のため緊急調査や、災害復旧事業の大分県への支援を行った。

表 4-1 林野庁の対応

日付	具体的な対応内容
4月11日	中津市にリエゾンとして九州森林管理局大分西部署職員を派遣。 大分県に林野庁災害対策担当職員を派遣。
4月12日	(国研) 森林研究・整備機構森林総合研究所等から山地災害専門家を派遣。
4月15日	磯崎陽輔農林水産副大臣による現地調査を実施。
4月17日	災害関連緊急地すべり防止事業（第1回目）を採択。 (事業費；約2億円 事業内容；応急工事、調査設計、警戒避難観測)
4月27～29日	林野庁、大分県及び（公社）日本地すべり学会との合同調査を実施。
6月18日	災害関連緊急地すべり防止事業（第2回目）を採択。 (事業費；約3億円 事業内容；ロープ伏工・覆式落石防護網工ほか)
8月20日	治山施設災害復旧事業を採択。 (事業費；約8百万円 事業内容；落石防止柵工)
9月26日	災害関連緊急地すべり防止事業（第3回目）を採択。 (事業費；約15億円 事業内容；法面工、集水井工、土留工、アンカー工ほか)

4.2 平成 30 年 7 月豪雨の災害

梅雨前線により 6 月 28 日頃から日本各地で降り続いていた雨は、台風第 7 号の影響による暖かく湿った空気の流入により 7 月 5 日頃から活発化し、さらに、湿った南東風と南風が西日本付近で合流し極めて大量の水蒸気をもたらされた。このため、西日本から東日本にかけての広域で記録的な大雨となり、梅雨前線が北上して活動を弱めた 9 日までの間、計 11 府県で大雨特別警報が発表された。6 月 28 日から 7 月 8 日までの総降水量は、ところにより四国地方で 1,800mm、中部地方で 1,200mm、九州地方で 900mm、近畿地方で 600mm、中国地方で 500mm を超えた。山地災害発生までの雨の降り方を見ると、広い範囲で 2 日間あるいは 3 日間という比較的長い間強い雨が継続したことが特徴的で、24、48、72 時間雨量の観測史上最大値を多くの地点で更新した。

この豪雨により、西日本を中心に河川の氾濫や洪水、土砂災害などが発生し、死者 263 名、行方不明者 8 名、住家の全壊 6,783 棟、半壊 131,346 棟（2019 年 8 月 20 日 13 時消防庁）など甚大な被害が発生し、豪雨災害としては平成になって最大の被害となった。

林野関係では、林地荒廃 2,954 箇所、治山施設 114 箇所、林道施設等 9,595 箇所、木材加工・流通施設 42 箇所、特用林産施設等 29 箇所などが被災し、計 1,368 億円の被害額となった。

なお、気象庁は 7 月 9 日に、6 月 28 日以降の台風第 7 号や梅雨前線の影響による記録的な大雨の名称を「平成 30 年 7 月豪雨」と定めたほか、政府は、平成 30 年 7 月豪雨を含めた 5 月 20 日から 7 月 10 日までの間の梅雨前線及び台風による豪雨等による災害を平成 30 年 7 月 24 日に激甚災害に指定した。

4.2.1 災害概要

山地災害による被害は全国に及び、33 道府県の 2,954 箇所において新たな林地荒廃や荒廃の拡大が確認され、22 道府県の 114 箇所において治山施設に係る被害が確認された。被害総額は 1,356 億円に上っている。特に甚大な被害を受けた広島県及び愛媛県の森林地域内の山腹崩壊発生箇所は、それぞれ

7,610 箇所、876 箇所の合計 8,486 箇所であった。これに伴い被害を受けた立木の量は、最も崩壊箇所の多かった広島県でも崩壊地の単位面積当たりで見ると九州北部豪雨に比べて半分程度であり、土石流により河川まで運搬された流木の一部が土砂流や洪水流で浮遊して流下した九州北部豪雨より流木による被害は顕著とはならなかったと考えられる。

林野庁は、災害対策の具体的な検討に当たり、平成 30 年 7 月 12 日に「平成 30 年 7 月豪雨を踏まえた治山対策検討チーム」を設置した。

検討チームでは、広島県、愛媛県及び学識経験者とともに被災地の現地調査を行うとともに、有識者の意見を伺いながら、豪雨による山地災害の実態把握や山腹崩壊の発生メカニズムの分析・検討等を行った上で、今後の事前防災・減災に向けた効果的な治山対策の在り方について検討した。

被災地の現地調査箇所の概要は次のとおりである。

【学識経験者】

阿部和時（日本大学生物資源科学部森林資源科学科 教授）

石川芳治（東京農工大学 名誉教授）

岡田康彦（森林総合研究所 山地災害研究室長）

笹原克夫（高知大学教育研究部自然科学系理工学部門山地保全学分野 教授）

地頭蘭隆（鹿児島大学学術研究院農水産獣医学域農学系 教授）

(1) 広島県広島市安芸区矢野東

広島市安芸区矢野東の梅河団地において、東側の斜面の3つの溪流から土砂・土石が団地に流入したことにより、複数の人家が損壊、住民5名が死亡した。溪流の一つには平成30年2月に完成した治山ダムが設置され、計画した土砂量は捕捉したと見込まれる。しかし、それを上回る量の土砂・土石が発生・流下して団地に流入し、被害が発生した。

谷出口から荒廃溪流源頭部までは、最大長さ（水平距離）約600m、比高差約250m、崩壊深度（源頭部）は約2m、荒廃溪流幅は最大約20mである。



民家脇まで流出した巨礫（コアストーン）



溪流内のコアストーン

(2) 広島県呉市安浦町市原

呉市安浦町市原地区において、複数の溪流（少なくとも5溪流）から、土砂・土石が集落に流入したことにより、複数の人家が損壊、住民2名が死亡した。調査した溪流には治山ダム2基が整備されており、想定した溪床勾配の緩和や、土石流の流下能力の減衰、規模拡大の抑制といった効果は発揮していたと考えられる。しかし、多量の土砂・土石が発生・流下して集落に流入し、被害が発生したものと推定される。

市原地区の被害箇所から荒廃溪流源頭部まで、最大長さ（水平距離）約800m、比高差約250m、荒廃溪流幅は約20m前後であると推定される。



土砂氾濫堆積状況（遠景）



土砂氾濫堆積状況（近景）

(3) 広島県東広島市黒瀬

東広島市黒瀬の広島国際大学東広島キャンパス周辺地域において、南側の斜面の少なくとも3つの溪流から土砂・土石が大学キャンパス、県道34号線をはじめ、複数の人家に流入した。調査した溪流には、治山ダム6基が整備され、想定した溪床勾配の緩和や、土石流の流下能力の減衰、規模拡大の抑制といった効果は発揮していたと考えられる。しかし、多量の土砂・土石が発生・流下して集落に流入し、被害が発生し、うち2基の堤体が損壊、4基の袖部が損壊し、被害が発生したと推定される。

県道34号線の被害箇所から荒廃溪流源頭部まで、最大長さ（水平距離）約800m、比高差約280m、荒廃溪流幅は約20m以上と推定される。



溪床洗掘とコアストーン



土砂氾濫堆積状況

(4) 愛媛県西予市宇和町明間

西予市宇和町明間地区において、斜面が崩壊し、市道、人家に土砂が流出し、人家3戸が損壊した。崩壊直前に住民が異常な出水を確認し、避難したことにより人的被害には至らなかった。

明間地区の被害箇所から崩壊斜面源頭部まで、最大長さ（水平距離）約350m、最大幅約50m、比高差約180mである。崩壊源頭部における崩壊規模は、幅約25m、長さ約30m、最大深さ約10mと推定される。



崩壊末端の流木



崩壊土砂流出状況

(5) 愛媛県宇和島市三間町音地

宇和島市三間町音地地区において土石流が発生し、人家、市道等に土砂が流出した。なお、多量の流木が流下しており、溪流下流部に堆積していた。多量の流木が堆積した場所は溪床勾配が緩く、直下流が狭窄部であったことから、流木の堆積が促進されたと推察される。

音地地区の被害箇所から土石流発生源頭部までは、最大長さ（水平距離）約 1,400m、最大幅約 80m、比高差約 300m である。



溪流内を閉塞する流木



溪床土砂の洗掘と流木堆積状況

4.2.2 災害の特徴

検討チームの現地調査による成果のほか、行政機関、研究機関及び学術団体による山腹崩壊等に関する現地調査で報告されている結果を参考にすれば、災害の特徴は以下のとおりである。

- ・流出土砂は、広島県の調査箇所ではマサ土で構成されるものが主体、愛媛県の調査箇所では強風化したチャートを含む砂岩、細粒分を含む赤色の砂質土、砂岩及び泥岩が風化したものなど基岩に応じて様々であった。
- ・崩壊土砂の一部は、斜面中・下部や溪床内に堆積し、その下流では溪床・溪岸が激しく侵食されていた。また、大きさ約2～3m程度の未風化の花崗岩の巨石（コアストーン）や未風化の流紋岩の巨石が、溪流内やその周辺林地、流出土砂堆積地、下流被災地（住宅団地等）に散見された（安芸区矢野東、呉市安浦町市原、東広島市黒瀬）。
- ・災害周辺箇所の植生は、広島県の調査箇所ではコナラ、シイ・カシ類が主体、愛媛県の調査箇所ではスギ、ヒノキの人工林が主体であり、荒廃溪流地における根が露出している立木の根系をサンプル的に計測したところいずれの深さも最大2m程度と推定され、立木の根系が及ぶ範囲より深い部分で崩壊が発生していた。
- ・崩壊が0次谷上流の遷急線（斜面の勾配変換点である遷急点を連ねた線）上部の緩やかな斜面（以下「尾根部付近」という。）から発生しているものが数多くあり、被害箇所までの流下距離の長いものも複数見られた（安芸区矢野東、呉市安浦町市原、東広島市黒瀬）。なお、合同現地調査地の近隣で行われた学術団体の調査では、尾根部付近の崩壊地滑落崖付近において地下水の噴出によるとみられる「パイプ」の痕跡が確認されていることが報告されている（東広島市黒瀬）。
- ・崩壊源頭部の滑落崖は、遷急点付近に位置していることが確認された（安芸区矢野東、西予市宇和町明間）。
- ・スギ、ヒノキの人工林が主体の崩壊箇所では、堆積区域の狭窄部に流木が堆積している状況が確認された（宇和島市三間町音地）。
- ・荒廃溪流に設置されていた治山ダムの中には堤体や袖部が破損しているものも確認されたが、いず

れも溪床勾配の緩和により溪岸・溪床の侵食量が低減されており、流下土砂量の抑制といった効果は発揮していた（呉市安浦町市原、東広島市黒瀬）。

4.2.3 降雨状況

レーダ雨量観測データによる期間総降雨量（6/28～7/8）の分布を確認すると総雨量の多い地域と崩壊発生地域とは必ずしも一致していない。そこで、72時間の最多降雨量の雨量階級別に単位面積当たり崩壊発生箇所数をみると、雨量が増加する（雨量階級が上がる）につれて崩壊箇所数が増加していることが分かる。このことから、72時間雨量と崩壊発生箇所数には関係性がみられた。

次に、気象庁アメダス観測所における1時間降水量は、広島県では7月6日に三原市本郷で56.5mm（既往最大値55mmを更新）、呉市倉橋で59.5mm（既往最大値46mmを更新）を記録したが、愛媛県では史上1位の更新は記録されなかった。

一方で、多くの観測点で24、48、72時間降水量の値が観測史上1位となり、このうち72時間降水量をみると、広島県では三原市本郷の471mmをはじめとし34観測地点中21の観測地点で、愛媛県では北宇和郡鬼北町近永の543.5mmをはじめとし23観測地点中11観測地点で観測史上1位を更新した。

このように、今回の山地災害の発生には、2～3日間の比較的長時間の記録的な豪雨が崩壊発生に大きく影響したものと考えられる。

4.2.4 地形・地質

森林地域全体での地質の分布割合は、広島県では深成岩（花崗岩類）が56%と最も多く、次いで火山岩（流紋岩等）が26%、付加コンプレックスが7%となっている。愛媛県では付加コンプレックスが79%と最も多く、次いで変成岩類が17%となっている。

一方で、森林地域に発生した崩壊地を地質別にみると、広島県では深成岩（花崗岩類）が4,483箇所（59%）と最も多く、次いで火山岩（流紋岩等）で2,722箇所（36%）となっており、この二種類の地質に全体の95%の崩壊発生箇所が分布している。愛媛県では付加コンプレックスが761箇所（87%）を占め、次いで変成岩類が100箇所（12%）となっている。

花崗岩、流紋岩及び変成岩の地質別の単位面積崩壊発生箇所数については、それぞれ 11 箇所 /km²、4 箇所 /km²、7 箇所 /km² との既往報告があるが、今回の災害実績では花崗岩 5 箇所、流紋岩 7 箇所、変成岩 0.8 箇所 /km² となっており、既往報告よりも流紋岩の山腹崩壊発生箇所が多くなっている。

次に、広島県において主要な地質である深成岩（花崗岩類）及び火山岩（流紋岩等）ごとに雨量階級別の単位面積崩壊発生箇所数についてみると、雨量階級 200 ～ 300mm、300 ～ 400mm では花崗岩で発生箇所が多いが、400mm を超えると火山岩（流紋岩等）が多くなっている。

また、愛媛県において主要な地質地帯である付加コンプレックス及び変成岩類ごとに雨量階級別の単位面積崩壊発生箇所数についてみると、雨量階級が大きくなるに従い発生箇所数が多く、地質別では付加コンプレックスが多くなっている。

このことから、広島県の山腹崩壊では、花崗岩に加え流紋岩での崩壊が、愛媛県の山腹崩壊では、付加コンプレックスでの崩壊が多いことが特徴として挙げられる。

森林地域全体での斜面傾斜角の最頻値は、広島県では 24 ～ 26°、愛媛県では 26 ～ 28°の範囲となっている。また、山腹崩壊発生地点での最頻値は、広島県では 24 ～ 26°と森林地域全体と同じ値であるのに対し、愛媛県では 28 ～ 30°と若干急勾配となっている。

このことから、山腹崩壊の発生には、広島県では傾斜との関係は判別されないが、愛媛県では比較的傾斜の急な地形が影響したものと考えられる。

尾根谷度の分布は、広島県では森林地域全体については尾根部に偏っており（谷：尾根＝35：65）、山腹崩壊発生地点については尾根部（凸地形）に偏る傾向が顕著（谷：尾根＝29：71）となった。一方で、愛媛県では森林地域全体については尾根部に偏っており（谷：尾根＝39：61）、山腹崩壊発生地点については尾根部への偏りが小さく（谷：尾根＝44：56）、谷部（凹地形）の割合が増えている。

一般的に、降雨による山腹崩壊は、谷地形で起こりやすいとされているが、今回の山腹崩壊は、特に広島県では尾根地形に偏って発生した傾向がみられた。これは、通常崩壊発生源とならない尾根部付近が発生源となったことを示唆している。

4.2.5 樹種・林齢

尾根谷度の結果を踏まえて樹種との関係性をみると、広島県における樹種と尾根谷度との関係は、代表エリアにおいて、森林地域全体ではスギ、ヒノキ、その他針葉樹及び広葉樹の各樹種とも尾根部に偏って分布しており（スギ：56%、ヒノキ：63%、その他針葉樹：63%、広葉樹：63%）、山腹崩壊発生地点では各樹種ともさらに尾根部（凸地形）に著しく偏る傾向が見られた（スギ：73%、ヒノキ：76%、その他針葉樹：73%、広葉樹：74%）。

一方で、愛媛県ではスギ、ヒノキ、その他針葉樹及び広葉樹は各樹種とも尾根部に偏って分布しているが（スギ：51%、ヒノキ：63%、その他針葉樹：70%、広葉樹：63%）、山腹崩壊発生地点では、スギの尾根部での崩壊発生は小さくなっているものの、森林全体でみれば依然として尾根部への偏りがあり、その影響は限定的である（森林全体：56%、スギ：42%、ヒノキ：63%、その他針葉樹：66%、広葉樹：62%）。

このことから特に広島県ではいずれの樹種も尾根地形に偏って発生した傾向がより顕著にみられ、山腹崩壊の発生には、樹種に関わらず、地形条件等の違いによる影響がより大きいと考えられる。

森林地域全体における人工林齢級別面積の割合は、広島県では 10 ～ 13 齢級の壮齢林が全体の 52%と約半分を占めている。山腹崩壊発生地点における人工林齢級別発生箇所の割合は、10 ～ 13 齢級が全体の 55%と過半数を占めている。愛媛県では 10 ～ 13 齢級の壮齢林が全体の 60%を占めている。山腹崩壊発生地点における人工林齢級別発生箇所の割合は、10 ～ 13 齢級が全体の 65%と過半数を占めている。

このことから、概ね齢級別森林地域の面積割合に応じて崩壊発生箇所の割合も増減しているものの、全体に占める崩壊箇所の多くは、面積割合の大きい齢級である壮齢林（10 ～ 13 齢級）となっていることが分かる。

一方、人工林齢級別の単位面積当たりの崩壊発生箇所数をみると、広島県では 1 齢級等で 8 箇所 /100ha、2 齢級で 26 箇所 /100ha、3 齢級以上では 19 齢級を除き概ね 10 箇所 /100ha 以下となっている。このことから、2 齢級の幼齢林の林分で山腹崩

壊が生じやすい結果が得られた。愛媛県では1 齢級等で2 箇所 /100ha、2 齢級 18 箇所 /100ha であるのに対し、3 齢級以上は概ね5 箇所 /100ha 以下となっている。このことから、2 齢級で山腹崩壊が生じやすい結果が得られた。

以上の結果から、既往調査結果でも言われているとおり2～3 齢級で崩壊が多く発生し、立木の成長に伴う根系の発達等により、山腹崩壊が一定程度抑制されたものと考えられる。(出典：「平成30年7月豪雨を踏まえた治山対策検討チーム中間取りまとめ(本文)」)

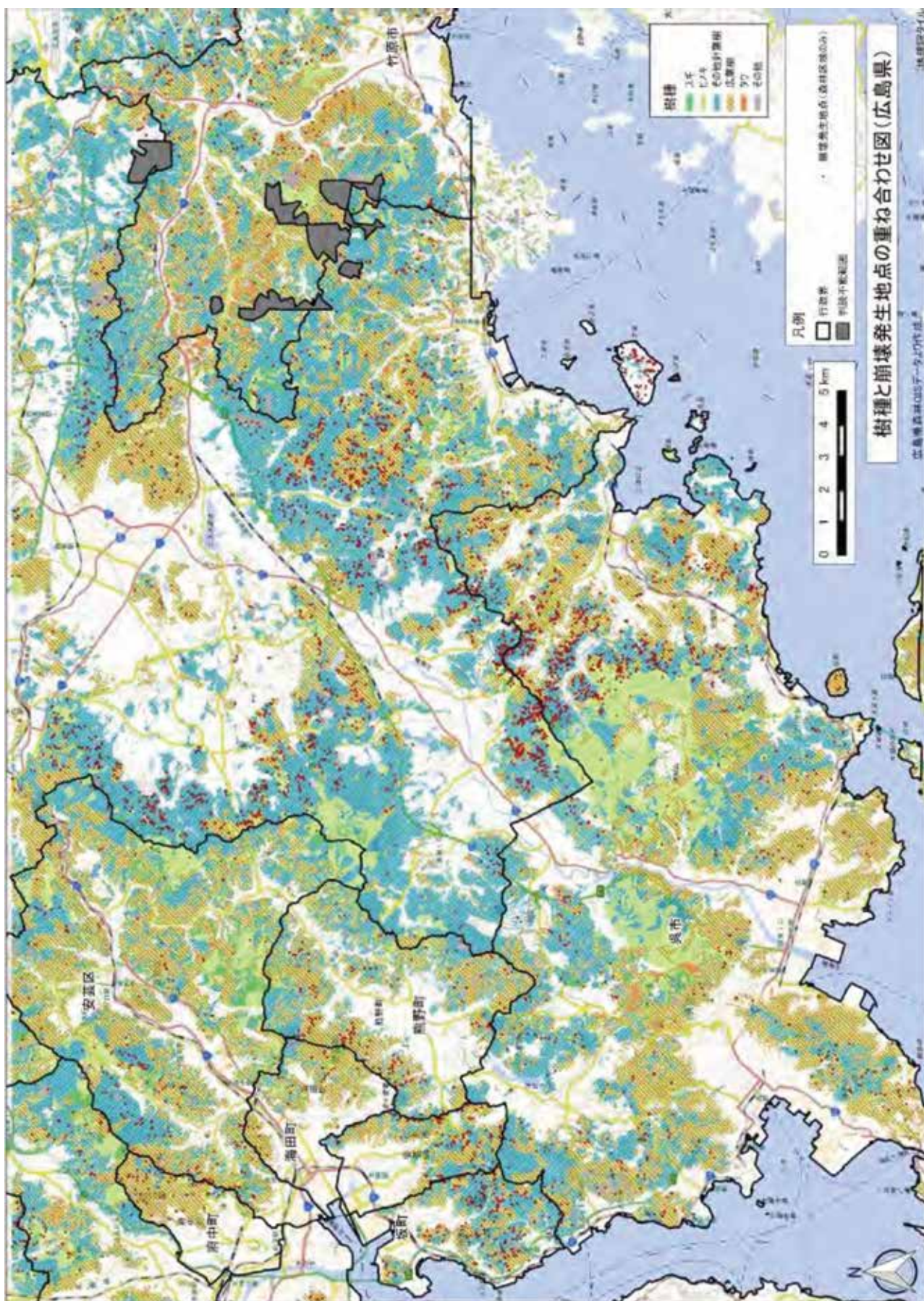


図 4-4 樹種と崩壊発生地点の重ね合わせ図 (広島県)

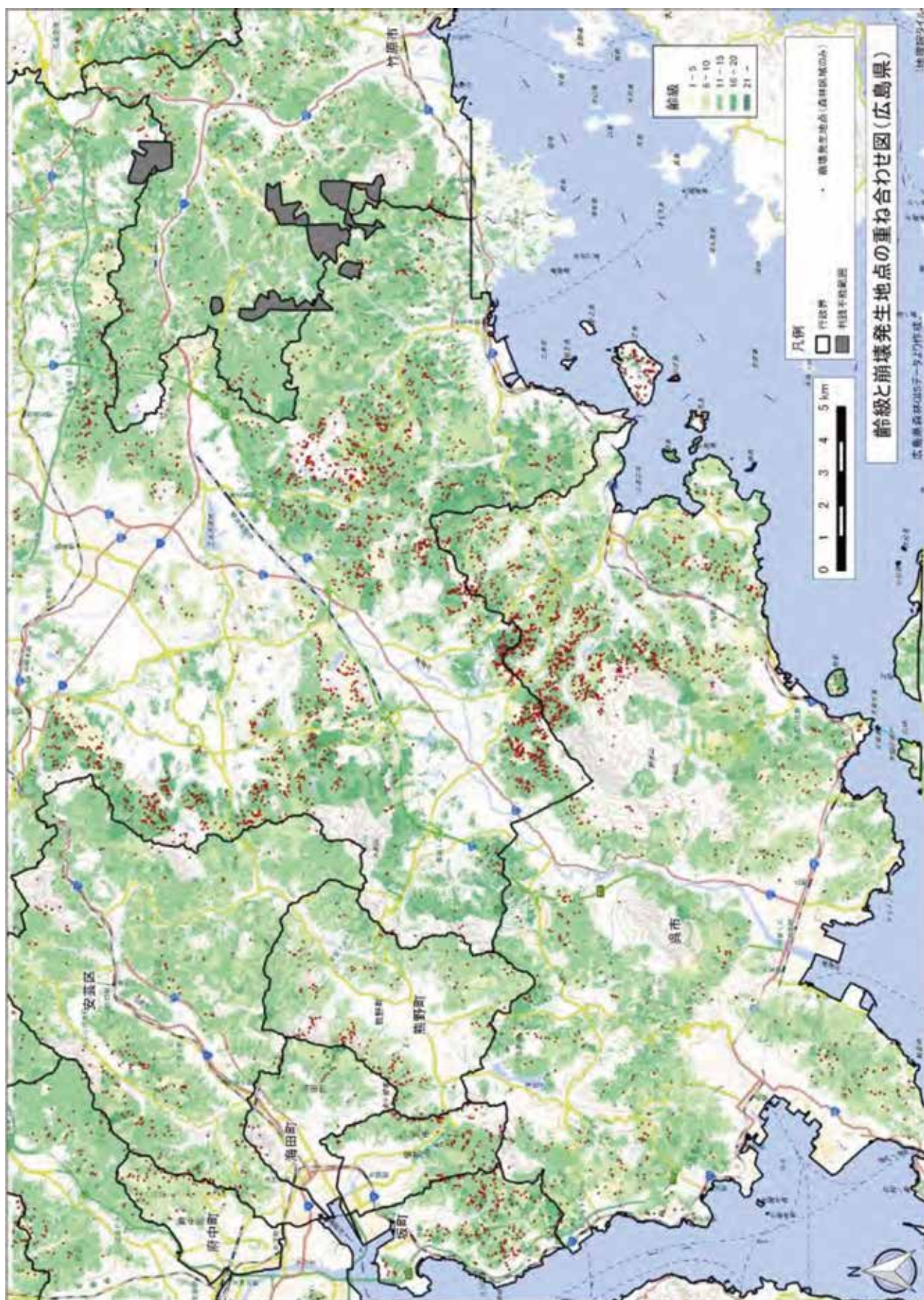


図 4-5 年齢と崩壊発生地点の重ね合わせ図 (広島県)