

3. 想定する地震と被害

3.1 想定する地震と被害予測

(1) 想定する地震と震度予測

想定する災害の種別は地震災害とする。「長崎県地震等防災アセスメント調査報告書」(平成 18 年 3 月)^[2]において、長崎県内に影響を及ぼすと想定される地震(県内の想定活断層型地震 7 ケース)と、その時の各地区別の震度予測を表 3-1 に示す。この中から、震度 6 強以上が予測され、かつ県内各地区の最大震度を包含する雲仙地溝北縁断層帯(①)、雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動(②)、大村-諫早北西付近断層帯(③)の 3 ケースの地震を本計画の検討対象とする。

対象とする地震①~③の震度分布を図 3-1~図 3-3 に示す。

表 3-1 長崎県内の地区別震度予測(県内の想定活断層)

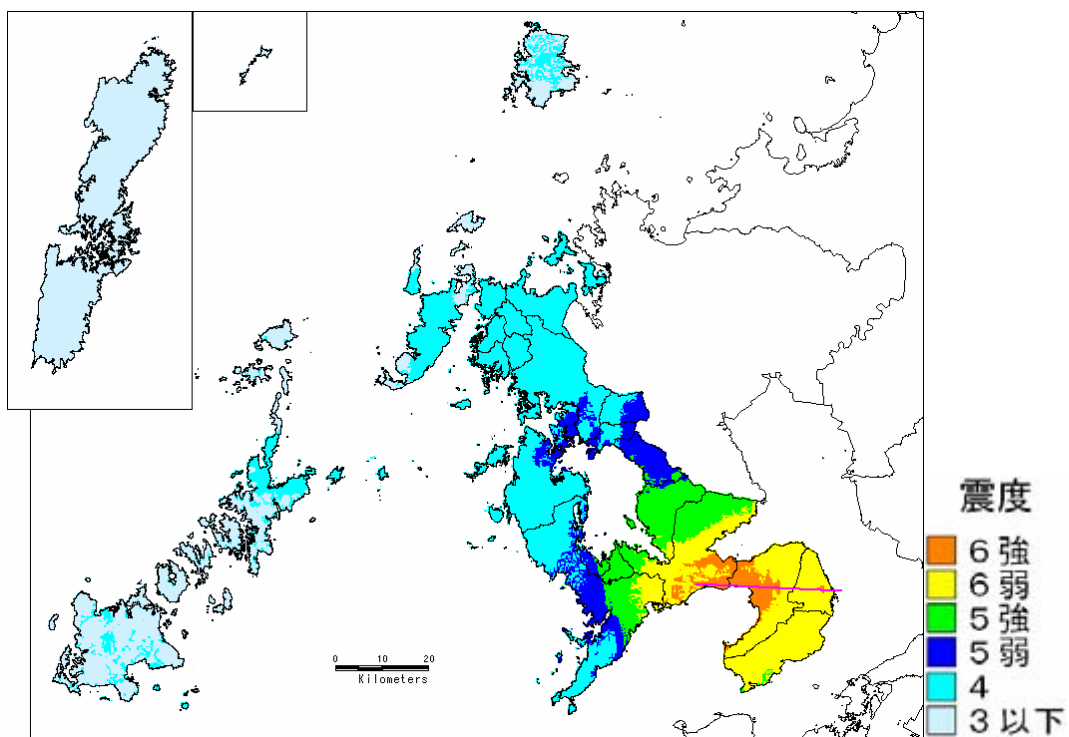
地区名	地区内の市町	長崎県地震発生想定検討委員会の想定活断層(県内)による震度予測						
		雲仙地溝北縁断層帯	雲仙地溝南縁東部断層帯	雲仙地溝南縁西部断層帯	雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動	島原沖断層群	橘湾西部断層帯	大村-諫早北西付近断層帯
		地震規模 M7.3	地震規模 M7.0	地震規模 M7.2	地震規模 M7.7	地震規模 M6.8	地震規模 M6.9	地震規模 M7.1
長崎・西彼杵半島南部	長崎市、長与町、時津町	震度 4 ~ 6 弱	震度 3 ~ 5 弱	震度 4 ~ 6 強	震度 4 ~ 6 強	震度 3 ~ 4	震度 4 ~ 6 弱	震度 4 ~ 6 弱
西彼杵半島北部	西海市(江ノ島、平島を除く)	震度 4 ~ 5 弱	震度 3 ~ 4	震度 4 ~ 5 弱	震度 4 ~ 5 弱	震度 3 ~ 4	震度 4 ~ 5 弱	震度 4 ~ 5 強
諫早・大村	諫早市、大村市	震度 5 弱 ~ 6 強	震度 4 ~ 5 強	震度 5 弱 ~ 6 強	震度 5 強 ~ 6 強	震度 4 ~ 5 弱	震度 4 ~ 5 強	震度 5 強 ~ 6 強
島原半島	島原市、雲仙市、南島原市	震度 5 強 ~ 6 強	震度 5 弱 ~ 6 強	震度 5 強 ~ 6 強	震度 5 強 ~ 6 強	震度 4 ~ 6 弱	震度 4 ~ 5 強	震度 4 ~ 6 弱
佐世保・北松・東彼杵	佐世保市(宇久町を除く)、江迎町、鹿町町、佐々町、東彼杵町、川棚町、波佐見町	震度 4 ~ 5 強	震度 3 ~ 4	震度 4 ~ 5 強	震度 4 ~ 5 強	震度 3 ~ 4	震度 3 ~ 5 弱	震度 4 ~ 6 強
平戸・松浦	平戸市、松浦市	震度 3 ~ 4	震度 3 ~ 4	震度 3 ~ 4	震度 3 ~ 4	震度 3 ~ 4	震度 3 ~ 4	震度 4 ~ 5 弱
下五島	五島市	震度 3 ~ 4	震度 3 以下	震度 3 ~ 4	震度 3 ~ 4	震度 3 以下	震度 3 ~ 4	震度 3 ~ 4
上五島	新上五島市、世保市(宇久町)、小値賀町、西海市(江ノ島、平島)	震度 3 ~ 4	震度 3 以下	震度 3 ~ 4	震度 4	震度 3 以下	震度 3 ~ 4	震度 3 ~ 4
壱岐	壱岐市	震度 3 ~ 4	震度 3 以下	震度 3 ~ 4	震度 3 ~ 4	震度 3 以下	震度 3 以下	震度 3 ~ 4
対馬	対馬市	震度 3 以下	震度 3 以下	震度 3 以下	震度 3 以下	震度 3 以下	震度 3 以下	震度 3 以下

①

②

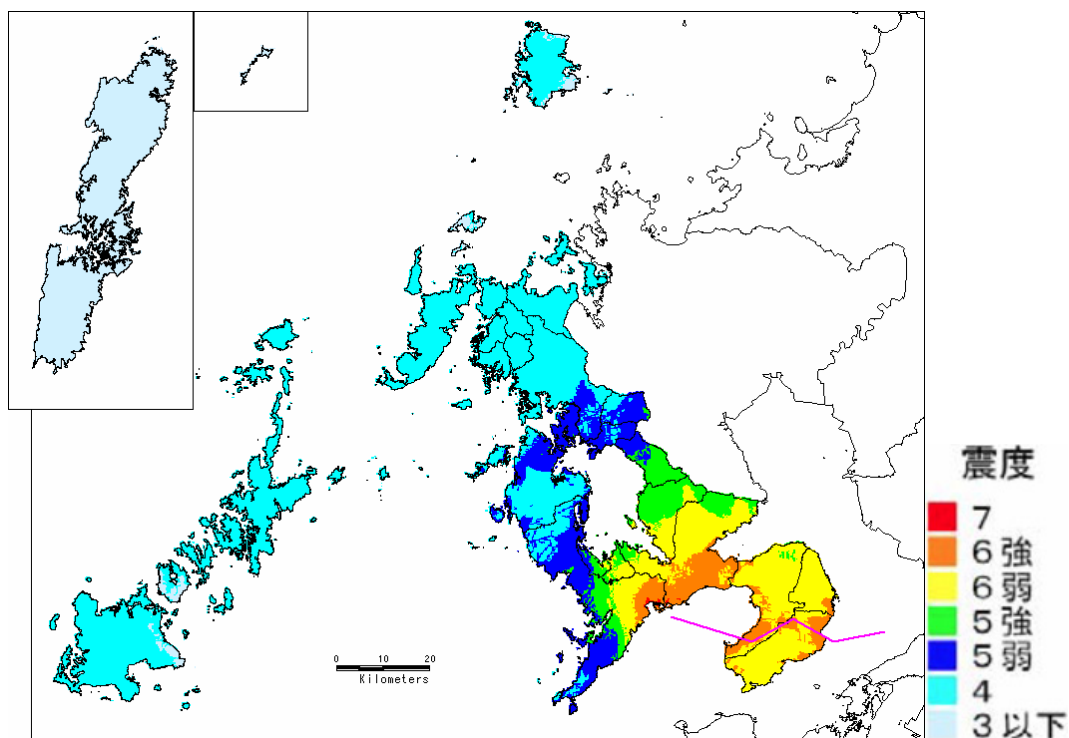
③

出典：長崎県地域防災計画(平成 27 年 6 月、長崎県防災会議)^[9]に加筆



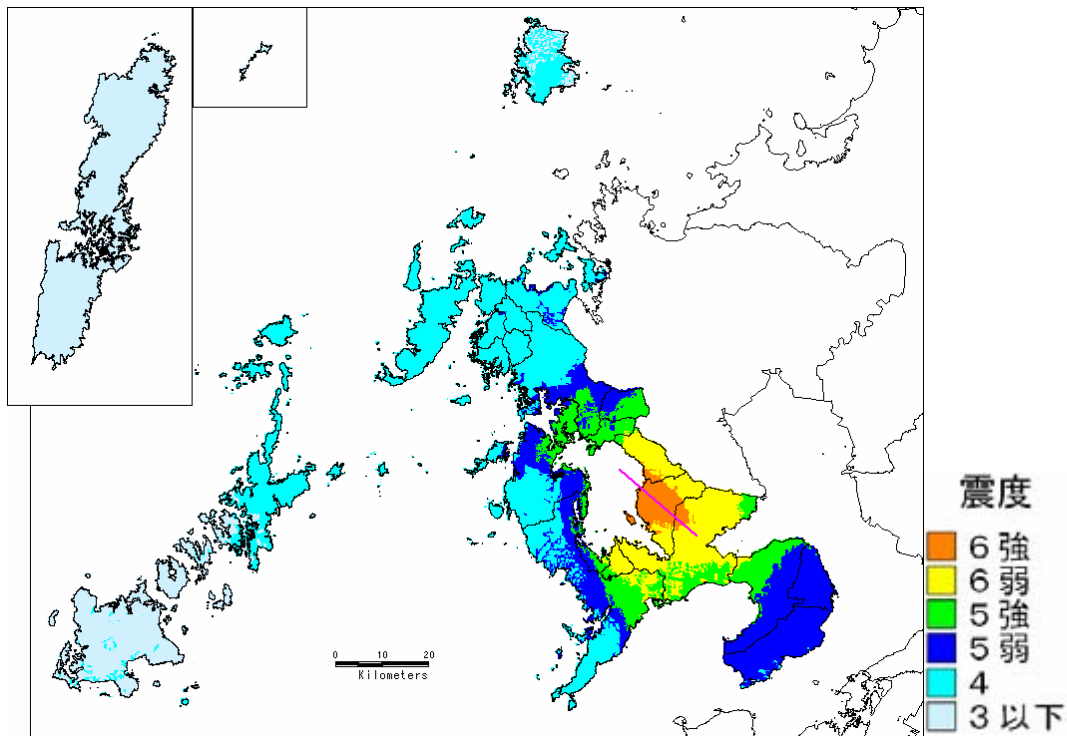
出典：長崎県地震等防災アセスメント調査報告書（平成 18 年 3 月）^[2]

図 3-1 震度分布予測（①雲仙地溝北縁断層帯）



出典：長崎県地震等防災アセスメント調査報告書（平成 18 年 3 月）^[2]

図 3-2 震度分布予測（②雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動）



出典：長崎県地震等防災アセスメント調査報告書（平成 18 年 3 月）^[2]

図 3-3 震度分布予測（③大村－諫早北西付近断層帯）

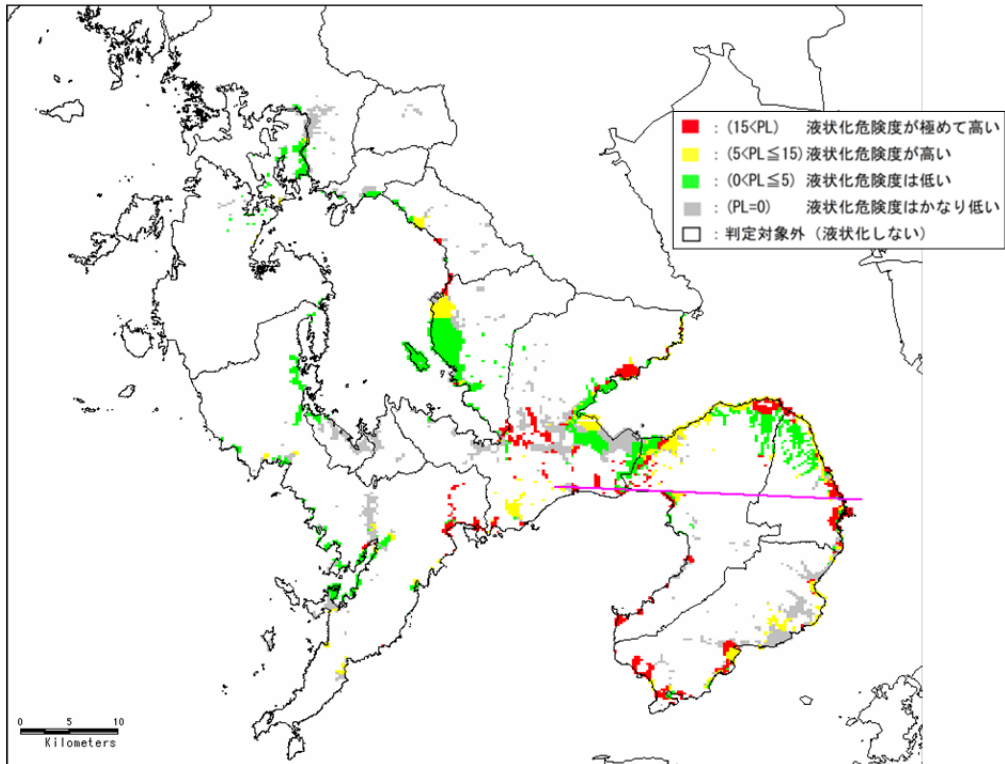
震度が 6 弱以上となるのは、①雲仙地溝北縁断層帯による地震では、雲仙市、諫早市、島原市、南島原市、長崎市と大村市の各市であり、②南縁連動による地震では、雲仙市、諫早市、島原市、南島原市、長崎市と大村市の各市のほか、時津町、長与町であり、地盤の軟弱な場所で一部震度 7 が長崎市と諫早市の境界付近に現れる。また、③大村－諫早北西付近断層帯による地震では、大村市、諫早市、長崎市、雲仙市の各市と時津町、長与町及び東彼杵町に震度 6 弱以上が現れる。

(2) 液状化危険度予測

液状化は、強い地震の揺れで緩い砂地盤が変状して、道路への影響を与える。液状化危険度は、PL 値による判定を行っており、対象とする地震①及び③を想定した場合の液状化危険度分布を図 3-4～図 3-5 に示す。液状化危険度が高い地域は、沿岸の低地及び河川沿いにほぼ限定されている。

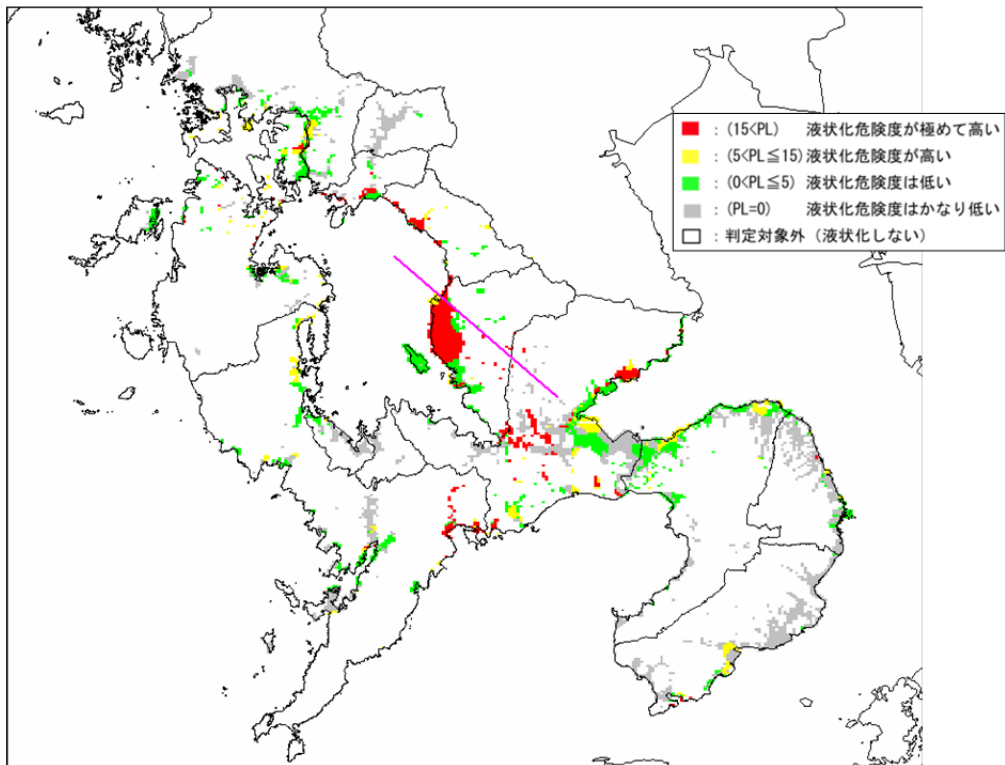
雲仙地溝北縁断層帯による地震では、島原半島の沿岸全般に、大村－諫早北西付近断層帯による地震では、大村市の平野部（扇状地）において液状化危険度が高い。

なお、地震②を想定した液状化危険度分布については、長崎県地震等防災アセスメント調査報告書（平成 18 年 3 月）^[2]に掲載されていないが、液状化危険度の面積は地震①と近似しており、被害の想定にあたっては、地震①の液状化危険度分布を用いることとする。



出典：長崎県地震等防災アセスメント調査報告書（平成 18 年 3 月）^[2]

図 3-4 液状化危険度分布（①雲仙地溝北縁断層帯）

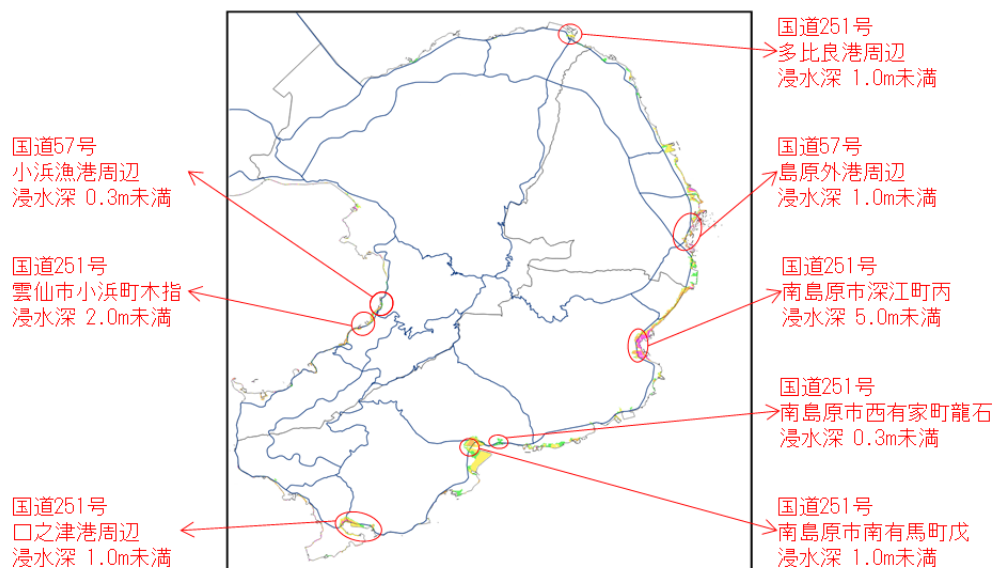


出典：長崎県地震等防災アセスメント調査報告書（平成 18 年 3 月）^[2]

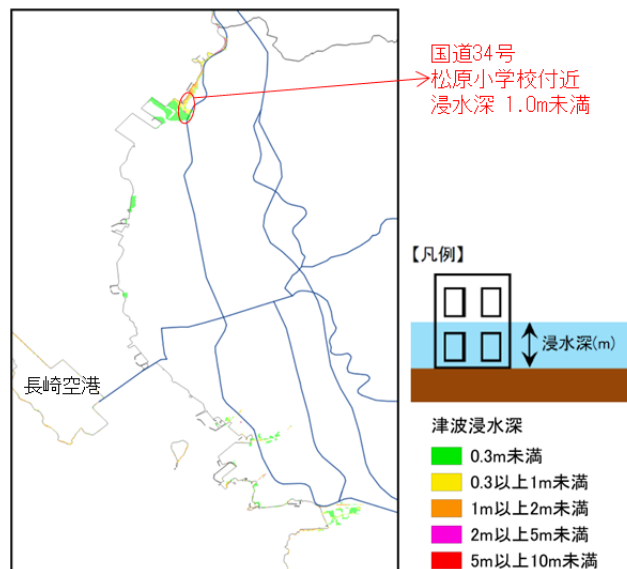
図 3-5 液状化危険度分布（③大村－諫早北西付近断層帯）

(3) 津波浸水予測

津波防災地域づくりに関する法律（平成 23 年法律第 123 号）第 8 条第 1 項に基づいて設定された「津波浸水想定」による津波浸水想定図を図 3-6 に示す。②雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動による地震では、橘湾沿岸及び有明海沿岸の数カ所で道路の浸水被害（最大津波到達時間 4～10 分）が予測されている。また、③大村ー諫早北西付近断層帯による地震では、大村湾沿岸の数カ所で道路の浸水被害（最大津波到達時間：東彼杵町 18 分、大村市 21 分）が予測されている。



(1) 島原半島



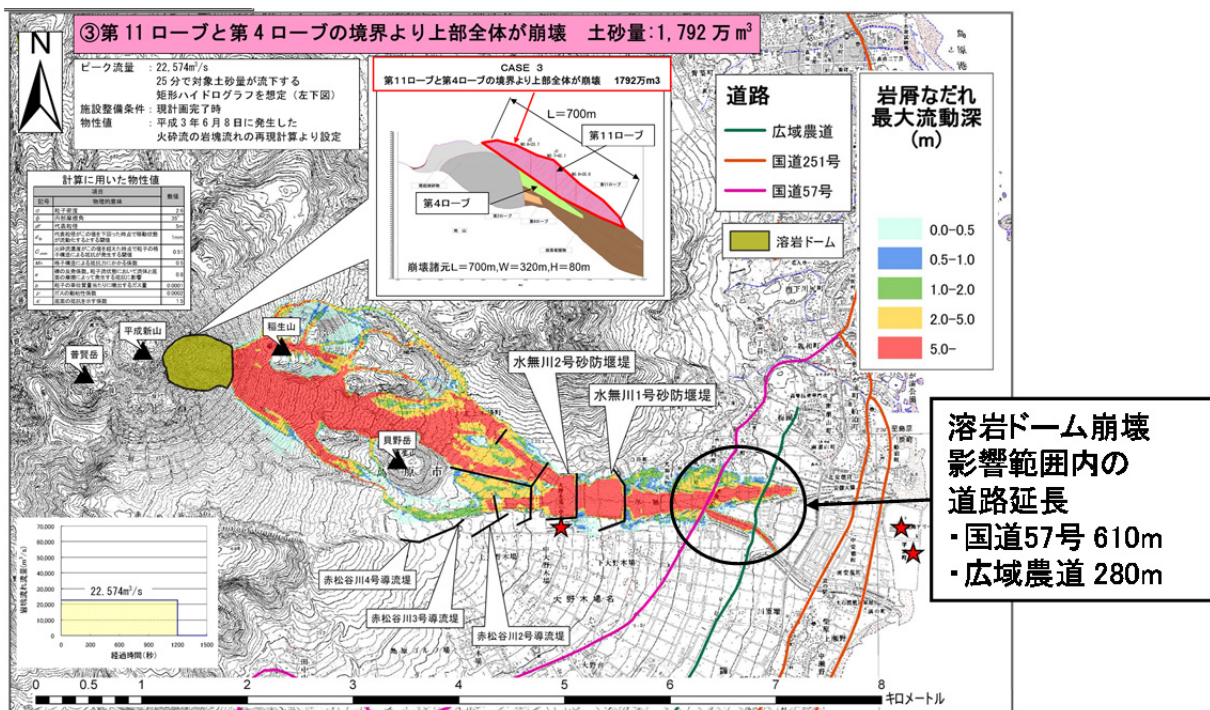
(2) 大村湾沿岸

出典：長崎県の津波浸水想定（第2版）（平成 28 年 10 月、長崎県港湾課）^[11]より作成

図 3-6 津波浸水想定図

(4) 普賢岳溶岩ドーム崩壊の影響予測

「雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊に関する調査・観測及び対策検討委員会」において、溶岩ドーム崩壊に関する調査・観測が行われている。地震などにより岩塊が崩壊し、破壊されながら流下する岩屑なだれが想定されており、現時点で最も起こりやすい溶岩ドームの崩壊ケースが報告されている（図 3-7）。この崩壊ケースでは、水無川砂防堰堤で越流し、人家等や農地、国道 57 号・広域農道に影響があると予測されている。



出典：雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊に関する調査・観測及び対策検討委員会資料^[12]に加筆

図 3-7 溶岩ドーム崩壊影響範囲図

3.2 道路の被害想定

3.2.1 啓開難易度の評価方法

道路啓開候補ルートを検討素材とするため、対象地震に対する道路の被害想定を行う。道路の被害想定は、主要交差点間（以下、「区間」と呼ぶ）における啓開難易度のランク判定の形で表現する。区間の啓開難易度の評価方法のイメージを図 3-8 に示す。区間の啓開難易度は、区間内に存在する道路施設の被災度から啓開日数を算出する。道路啓開に 3 日以上を要するのであれば、その区間は人命救助には活用できないことになるが、迂回路や並行作業等の方策によっては短縮できる可能性がある。

ここでは、通行阻害要因の評価対象となる橋梁、斜面、沿道建物等を便宜上「道路施設」と呼ぶ。施設の被災度は、震度と適用基準等に基づく簡易的な評価として、大・中・小の区分とする。施設の被災度から啓開日数への換算は、表 3-2 に従うものとする。啓開難易度ランクは、区間の啓開日数に応じて、表 3-3 の区分で評価する。

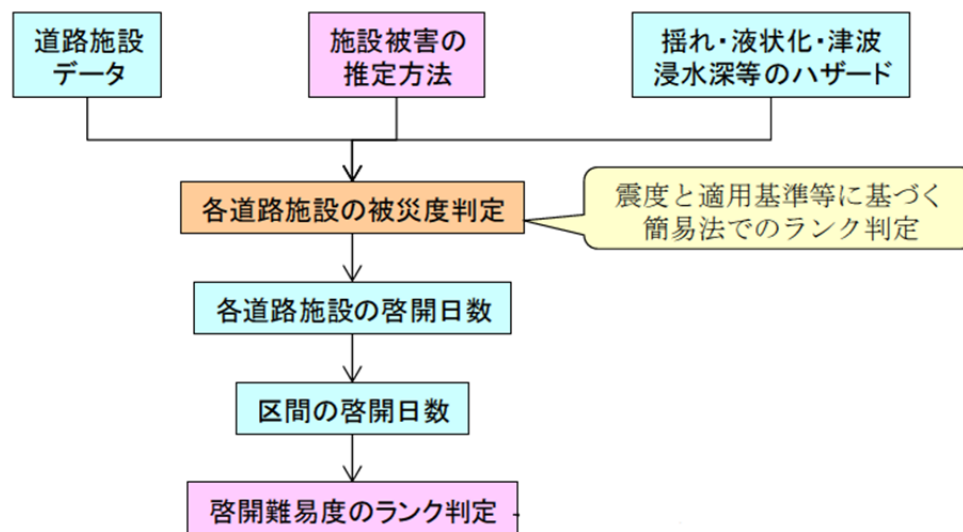


図 3-8 啓開難易度の評価

表 3-2 施設の被災度に応じて啓開に要する日数

施設の被災度	橋梁	(防災点検) 要対策箇所		瓦礫堆積 ^{注)} (8 時間体制)
		斜面	盛土	
大	7 日	7 日	7 日	250m/日
中	3 日	3 日	1 日	500m/日
小	1/3 日			1,000m/日

注) 瓦礫撤去は夜間作業は困難として 8 時間体制を前提とした。その他は 24 時間体制を想定している。瓦礫については、バックホウ 2 台を 1 班として、片押しでの速度であり、被災度は比例する設定とした。小被害の場合、並行作業も容易となるので、実際の啓開は早い。

表 3-3 道路啓開難易度

区間のランク	道路啓開に必要な延べ日数
D	延べ 7 日以上
C	延べ 3 日～7 日
B	延べ 1 日～3 日
A	～1 日

注) 各種の被害要因を集計した「延べ日数」であり、必要作業量に相当する。増員・並行作業が可能であれば、実際の日数は短縮可能である。

3.2.2 施設被害の推定方法

本検討では、道路啓開を念頭に置いて被災度を区分する。目安とする典型事例を、通行阻害要因ごとに表 3-4～表 3-7 に示す。

表 3-4 「橋梁」の被害事例と被災度

大被害	小被害
<p>・向かって右奥の下り線に対し、仮支保工により上部工を支持し、<u>2週間</u>で啓開した。上り線は被害が大きく、復旧には6か月程度要した。</p>  <p>名神高速 守部高架橋(尼崎市)</p>	<p>・橋台背面盛土が沈下したため、段差解消盛土を行い、<u>10時間</u>で啓開した。</p>  <p>国道8号 比角跨線橋 (柏崎市)</p>
中被害	軽微な被害
<p>・被りコンクリートが剥落したため、モルタルによる断面修復と炭素繊維シートを巻き立て、<u>4日程度</u>で啓開した。</p>  <p>国道8号 新組跨線橋(長岡市)</p>	<p>・10cm程度の取り付け盛土の沈下</p>  <p>国道4号 新荒瀬橋 (華原市)</p>

表 3-5 「斜面」の被害事例と被災度

大被害	小被害
<p>・大規模な斜面崩落に道路全体が巻き込まれ、崩土の排土および路肩の盛土工により、<u>7日</u>で啓開した。</p>  <p>国道8号 長岡市大碓</p>	<p>・斜面崩壊により2車線が閉塞した。防護ネットの敷設、大型土嚢による仮押えにより、<u>1～2日</u>で啓開した。</p>  <p>国道8号 上越市長浜</p>
中被害	軽微な被害
<p>・斜面が120mにわたって崩落し2車線が閉塞した。土砂の搬出及び山側の土留擁壁の構築、隣接する宅地盛土区間の復旧も含め、<u>5～6日</u>で啓開した。</p>  <p>国道4号 福島市伏拝</p>	<p>・斜面崩落により、片側1車線が完全に閉塞した。6日後に片側交互通行の一般開放を行ったが、緊急車両は恐らく通行可能であったと思われる。</p>  <p>国道17号 川口町牛ヶ島</p>

表 3-6 「盛土」の被害事例と被災度

大被害	小被害
<p>・盛土崩壊により2車線が欠壊し、直近の民地を借地し迂回路確保により2日で啓開した。</p>  <p>国道17号 川口町天納</p>	<p>・段差解消盛土により1日で啓開した。</p>  <p>国道116号 柏崎市西山町</p>
中被害	軽微な被害
<p>・液状化により橋台背面盛土が流動・沈下した。沈下量は1～1.5m程度。</p>  <p>五明光橋 (男鹿市)</p>	<p>・路面亀裂10cm程度、段差数cm</p>  <p>国道45号 東松島市川下</p>

表 3-7 「瓦礫堆積」の被害事例と被災度

大被害	小被害
<p>・市街地における浸水深5m以上の典型的な漂流物の堆積状況である。</p> <p>津波浸水深：約10m</p>  <p>国道45号 陸前高田市</p>	<p>・市街地における浸水深30cm～2mの典型的な漂流物の堆積状況である。</p> <p>津波浸水深：約2m</p>  <p>国道45号 仙台市宮城野区～多賀城市</p>
中被害	軽微な被害
<p>・郊外における浸水深2m～5mの典型的な漂流物の堆積状況である。</p> <p>津波浸水深：約5m</p>  <p>国道45号 東松島市矢本</p>	<p>・津波浸水域の末端部の状況</p>  <p>多賀城市</p>

(1) 橋梁被害及び橋梁背面段差

橋梁諸元データを用いて、表 3-8 より耐震性、被災度を判定する。橋梁背後の盛土沈下等については、「盛土被害」の項目で別途判断する。踏掛版設置の情報を取得できた箇所については、対策済みとして反映する。

表 3-8 橋梁の被災度判定チャート

震度階	S55 道示より前	S55 道示～H8 道示	H8 道示以降
震度 7	大	中	小
震度 6 強	大	小	(軽微)
震度 6 弱	中	(軽微)	(軽微)
震度 5 強	小	(軽微)	(軽微)
備考	<ul style="list-style-type: none"> 宮城県沖地震で橋脚の被害多発。 3ヶ年プログラムによる耐震補強の未対策橋梁。 	<ul style="list-style-type: none"> 橋脚主筋の段落し部が強化された。 S55 道示より前で3ヶ年プログラムによる耐震補強済橋梁も含む。 	<ul style="list-style-type: none"> 横拘束筋が強化され塑性変形性能が大幅に改善。 フルスペック対応による耐震補強済橋梁も含む。

(2) 斜面崩壊等

防災点検データでは、法面・盛土・擁壁・落石等について、対策箇所がリストアップされている。点検では、被災要因を評価した上で、要対策か否かを判定しているため、危険箇所を抽出した結果として要対策箇所を対象とするのが、現実的で信頼性も高いと考えられる。

既に危険箇所を抽出しているため、表 3-9 に示すように、揺れの大きさのみに応じた被災度判定チャートとする。既往地震での震度と斜面の被害状況で、震度 6 弱以上になると被害が生じる可能性が高くなることを考慮している。

表 3-9 防災点検による要対策箇所の被災度判定チャート

震度階	H8 防災点検結果	
	対策不要	要対策
震度 7	(軽微)	大
震度 6 強	(軽微)	中
震度 6 弱	(軽微)	小
震度 5 強	(軽微)	(軽微)
備考	自治体で用いられる手法の一部を取り出した簡易判定※1	

※1 自治体では、急傾斜地崩壊危険個所の潜在危険度ランクと震度から崩壊危険度ランクを判定する手法がよく用いられる。上記の表は、「要対策」を潜在危険度ランク「a」と見立て、道路啓開としての被害程度を考えた場合の判定目安である。

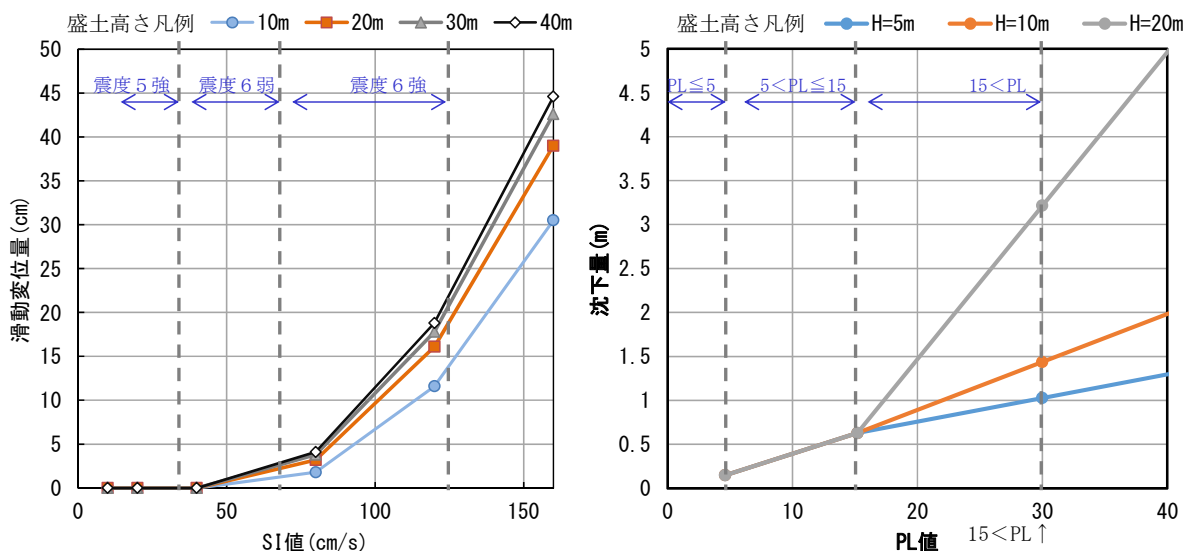
(3) 盛土被害

国土地理院の地形図や附図等で「盛土」となっている箇所を確認する。震度と液状化危険度により**表 3-10**のように都市部・沿岸部と山間部を分けて判定する。なお、2016年熊本地震による盛土被害が、概ね盛土延長2.5kmに1箇所であったことから、被災度に応じた啓開に要する日数に区間の盛土延長(m)/2500(m)の値を乗じて計上している。

表 3-10 揺れと液状化危険度に応じた被災度判定チャート

(都市部・沿岸部)			(山間部)		
震度階	液状化危険度が高い (PL \geq 15)	その他	震度階	高盛土あり (高さ \geq 15m)	その他
震度7	中	小	震度7	大	中
震度6強	中	小	震度6強	大	中
震度6弱	小	(軽微)	震度6弱	中	小
備考	地盤が液状化すると盛土に縦割れが起きて大きく沈下しやすい。		備考	設計震度を超えると大被害を起す危険あり。	山間部は腹付け盛土が多く、平地より滑りやすい。

橋梁背後盛土や水路を跨ぐ盛土の場合は、段差の発生が問題となる。盛土の高さから、震動による沈下量(図 3-9a)、液状化による沈下量(図 3-9b)を予測し、砂利等による段差の摺り付けにかかる土量推定に基づき、各段差の解消に必要な啓開時間を算出する。



(a) 振動による沈下

(b) 液状化による沈下

図 3-9 沈下量の推定

[参考] 盛土被害の被災度判定ランクの設定について

都市部・沿岸部については、液状化地盤の PL 値と残留沈下量 δ の関係を実被害及び解析から求め（図 3-10）、これに基づいて設定した。山間部については、盛土高と SI 値の関係を実被害及び解析から求め（図 3-11）、これに基づいて設定した。

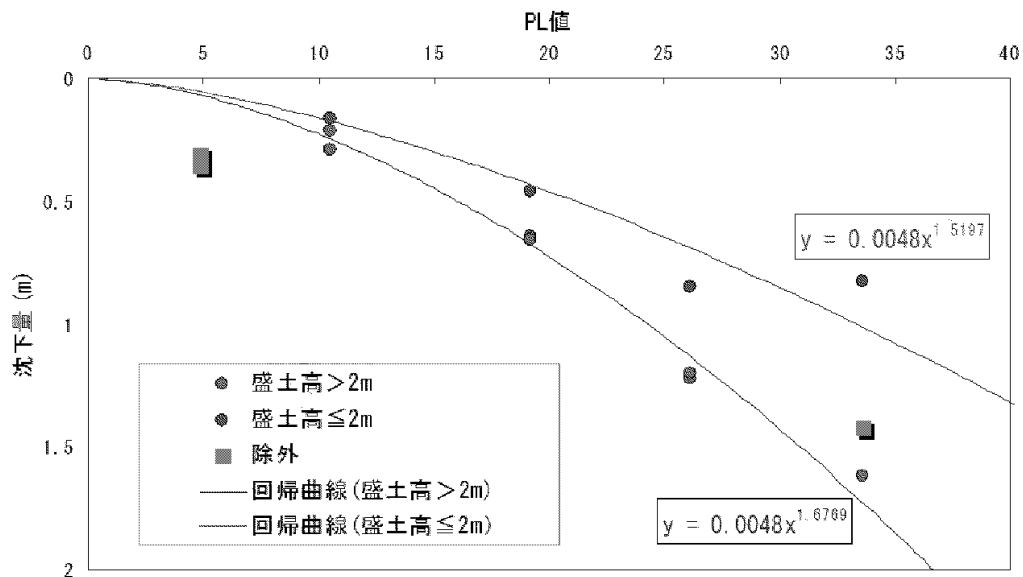


図 3-10 液状化指数 PL 値と残留沈下量 δ の関係図

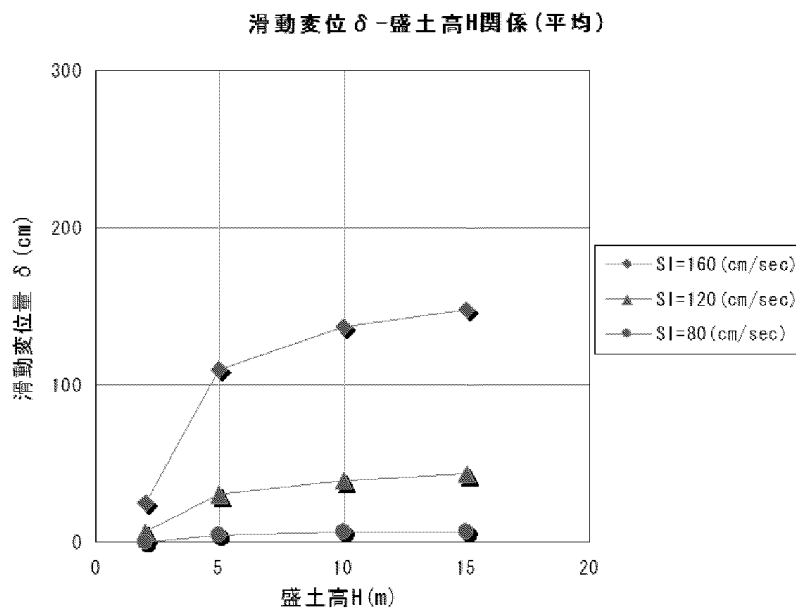


図 3-11 SI 値・盛土高と残留沈下量（3 波平均）の関係図

(4) 災害廃棄物

大規模災害廃棄物対策九州ブロック協議会^[16]の算定手法を参考に、対象道路上に堆積する災害廃棄物等の瓦礫量を算定する。

算定方法としては、まず、「長崎県地震等防災アセスメント調査報告書」^[2]に掲載されている市町単位の建物被害数(棟)を基に、災害廃棄物発生原単位(t/棟)^[17]を用いて、市町単位の瓦礫量(t)を可燃物と不燃物(=可燃物以外)に分けて算出する。これを見かけの比重(可燃物 0.4t/m³、不燃物 1.1t/m³)^[18]で除して、市町単位の瓦礫体積(m³)(合算値)を算出する。

市町単位の瓦礫体積(m³)に対し、500mメッシュ世帯数データ^[19]を活用して出来るだけ細かく按分し、さらに、各按分領域に係る道路延長(m)と早期啓開幅員 3(m)から、按分領域内での面積を求め、この面積比から道路上の瓦礫体積(m³)を算出する。

算出した道路上の瓦礫体積(m³)に対して、1日当たりの施工量を 320(m³/日)(九州道路啓開計画^[6]の表 2-2 脚注より)として、啓開日数を算出する。

参考までに、大規模災害廃棄物対策九州ブロック協議会の瓦礫発生量算定結果(長崎県の全体合計値)を表 3-11 に示す。

表 3-11 長崎県災害廃棄物発生量推計結果(単位:万トン)^[16]

	災害廃棄物					
	可燃物	不燃物	コンクリートがら	金属	柱角材	合計
雲仙地溝北縁断層帯	56.3	74	192	22.6	16.9	361.8
雲仙地溝南縁東部断層帯と西部断層帯の連動	96.6	116.5	311.9	37.6	29	591.6
島原冲断層群	5.1	6.4	16.7	2	1.5	31.7
橋湾西部断層帯	2	5.8	12.1	1.1	0.6	21.6
大村一諫早北西付近断層帯	17.5	21.7	57.6	6.9	5.2	108.9
東海地震・東南海地震・南海地震・日向灘地震(4連動)最大	6.1	6.1	17.7	2.2	1.8	33.9

(5) 津波堆積物

県が公表している津波浸水想定範囲内^[11]の対象道路を抽出し、早期啓開幅員 3.0m(1車線当たり)に堆積物が堆積するとして算定する。堆積高さは、2011年東日本大震災における津波堆積物の堆積高 2.5cm~4cm と設定されている^[20]ことから、2.5cm を用いることとする。

(6) 路上車両

被災地内ルートの上路上車両は、九州道路啓開計画^[6]の手法を適用し、以下のように想定する。

- ・ 発災時の路上車両数は、ピーク時の交通量とする。平成 22 年度センサスデータ^[21]のピーク時交通量と混雑時の速度から交通密度を算出し、区間延長を掛け合わせることで算出する。
- ・ 発災後の車両の割合は、首都直下地震道路啓開計画^[8]の想定割合より下記とする。なお、「その他」は、被災して移動不能となった車両などを指す。
 - 1) 立ち往生車両 (6割)
 - 2) 放置車両 (3割)
 - 3) その他 (1割)
- ・ 発災時の車両台数は、道路交通センサスデータ^[21]を活用し、式(3.1)を用いて算出する。

$$\text{路上車両台数(台)} = \frac{\text{ピーク時間交通量(台/h)}}{\text{混雑時平均旅行速度(km/h)}} \times \text{区間延長(km)} \quad (3.1)$$

- ・ 対象とする区間延長は、津波浸水区間及び自然法面の崩壊等で挟まれた迂回路が存在しない区間とする。
- ・ 路上車両 1 台当たりの啓開時間は、**表 3-12** に従う。

表 3-12 路上車両 1 台当たりの啓開時間

路上車両		車種 区分	啓開 時間 ^{※3}	排除方法
対象	割合 ^{※2}			
立ち往生車両	6割	—	1分/台	誘導等(運転者乗車・自走可)
放置車両	3割	大型	20分/台	レッカー等
		小型	3分/台	フォーク付ホイールローダ等
その他 ^{※1}	1割	大型	30分/台	レッカー等
		小型	6分/台	フォーク付ホイールローダ等

※1 被災して移動不能となった車両など

※2 関東地方整備局想定

※3 出典：第2回道路啓開時における路上車両移動技術研究会資料(平成26年8月開催)
 実動訓練などで習熟を重ねることにより、啓開作業時間がやや改善されるものもある

出典：首都直下地震道路啓開計画^[8]

3.2.3 被害推定結果 (省略)