

1.2 全国の海溝型地震による大規模斜面崩壊の傾向

1.2.1 日本周辺の地震環境

日本周辺は複数のプレート境界に位置することもあり，世界でも有数の地震多発地域である。図1.1は過去約40年間に発生したマグニチュード4以上の地震を示したものであり，その発生数は45,000回以上にもおよび（USGS, 2013），地震を起因とする斜面崩壊も数多く発生している。2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震(M9.0)においても，多数の斜面崩壊による被害が発生したが，地震の規模に比べて斜面災害の発生数は少なく，大規模な斜面災害の発生事例も少なかったが，その原因としては地形・地質の特性が大きく寄与していると推測されている（土志田・内山，2012）。今後起こりうる東海・南海地震などの海溝型地震による土砂災害対策を行うためには，過去の海溝型地震に伴って発生した斜面崩壊の分布・特徴などの傾向を把握することが求められる。

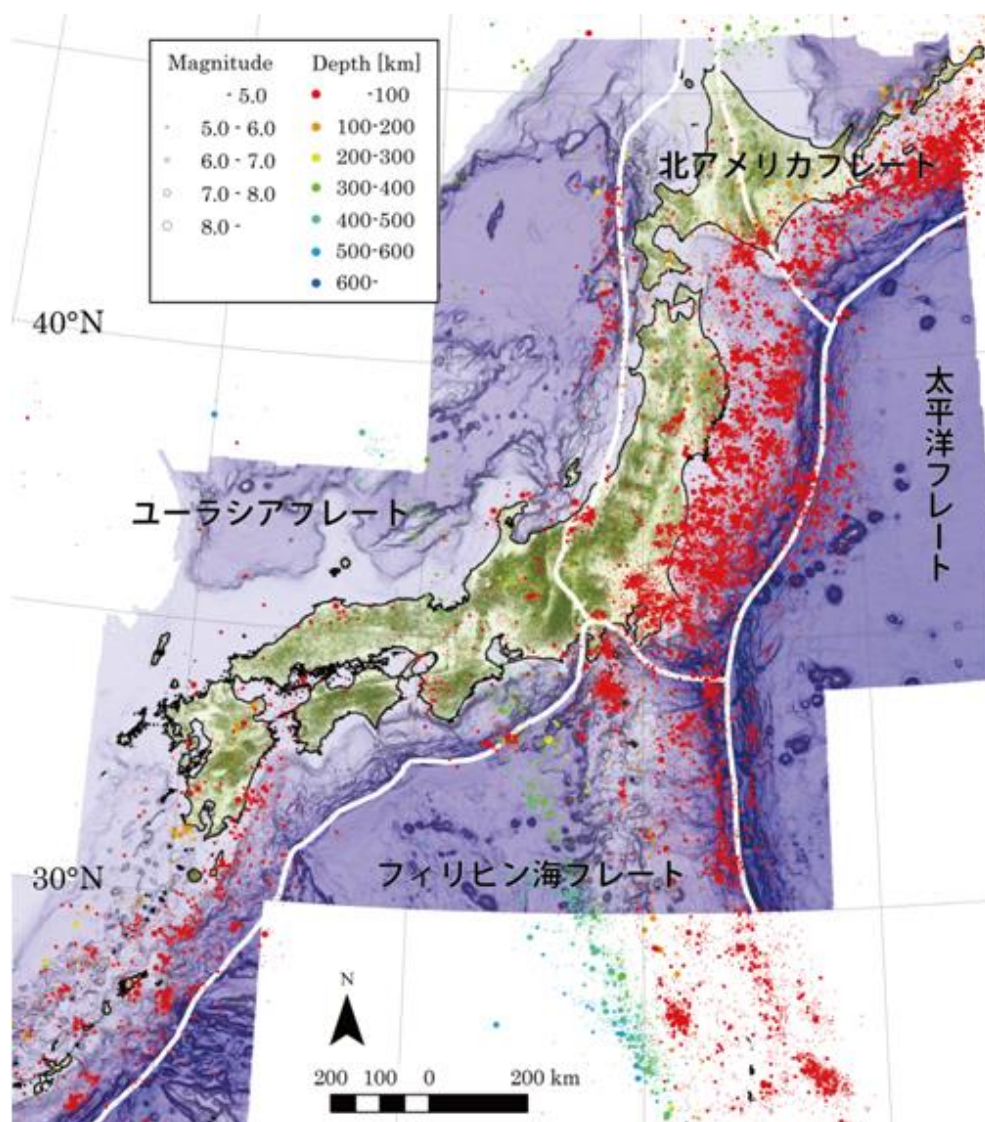


図 1.1 プレートの分布と震源分布 1973 年 1 月 3 日～2013 年 2 月 4 日，マグニチュード 4.0 以上

USGS - Earthquake Search <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/epic/>

1.2.2 過去に発生した海溝型地震による斜面崩壊

過去発生した海溝型地震のうち、特に大規模で多数の斜面崩壊を誘発した 4 つの海溝型地震を対象とし、各地震における斜面崩壊発生地域を収集した（図 1.2）。収集した海溝型地震による斜面崩壊は、1707 年宝永地震における 16 箇所、1854 年安政東海・南海地震における 35 箇所、1923 年大正関東地震における 131 箇所、及び 2011 年東北地方太平洋沖地震における 407 箇所の 589 箇所である。ただし、宝永地震並びに安政東海・南海地震による斜面崩壊は、歴史文献に残るほどの大規模な斜面崩壊（体積 100 万 m^3 規模）でしか収集することができないため、大正関東地震及び東北地方太平洋沖地震による斜面崩壊とは個々のデータの重みは異なる。また東北地方太平洋沖地震の斜面崩壊分布は、人工地盤による斜面崩壊や亀裂などの変状は除外しており、自然地盤による斜面崩壊のみを収集対象としている。なお、2011 年 3 月 12 日に発生した長野県北部地震による斜面崩壊や、2011 年 4 月 11 日のいわき地震による斜面崩壊は除外している。

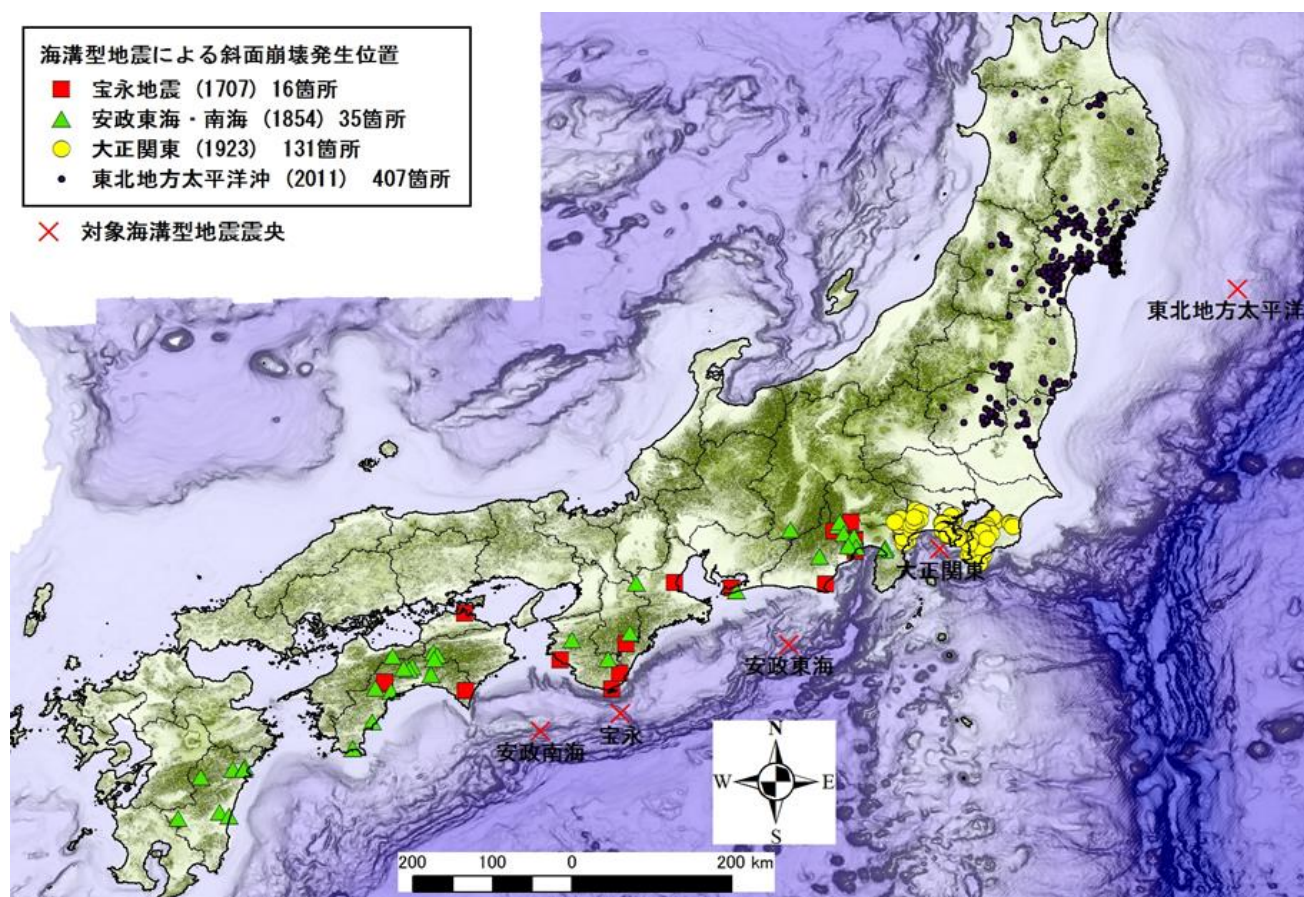


図1.2 宝永地震（1707），安政地震（1854），大正関東地震（1923），東北地方太平洋沖地震（2011）の4つの海溝型地震による土砂災害の分布図

1.2.3 斜面崩壊発生位置と震源断層領域との距離比較

斜面崩壊発生位置と地震震源域との距離を算出する場合、過去の地震における震源（震央）の位置の正確さ、及びその形状が問題となる。様々な文献において震源（震央）位置は経緯度で示された点データとして表されているが、海溝型地震のような広範囲に破壊領域を持つと推測される地震が対象とする場合、点データからの距離を算出する方法は適切ではない。本報告書では、J-SHIS（防災科学技術研究所、2012）における海溝型地震推定発生領域を、過去発生した海溝型地震の震源断層領域として仮定し、その震源断層領域から斜面崩壊発生位置との距離を算出した（図 1.3）。

それぞれの海溝型地震における結果を、図 1.4、図 1.5、図 1.6、図 1.7 に示す。

図 1.4 は、宝永地震(1707, M=8.6) において発生した斜面崩壊と震源断層領域との距離を示したものである。震源領域から水平距離 20km 以内に斜面崩壊の 50%以上が発生し、水平距離 130km 以内で 90%が発生していた。

図 1.5 は、安政東海・南海地震(1854, 東海 M=8.4, 南海 M=8.4, 東海地震の約 32 時間後に南海地震が発生) において発生した斜面崩壊と震源断層領域との距離を示した。震源断層領域から水平距離 30km 以内に斜面崩壊の 50%以上が発生し、水平距離 160km 以内で 90%が発生していた。ただし、震源断層領域から 150 km 以上も離れた宮崎県周辺で発生している斜面崩壊に関しては、安政東海・南海地震の数日後に発生した伊予西部を震源とする地震（伊予海峡地震, M=7.3-7.5）を起因とした斜面崩壊である可能性も考えられる。こ

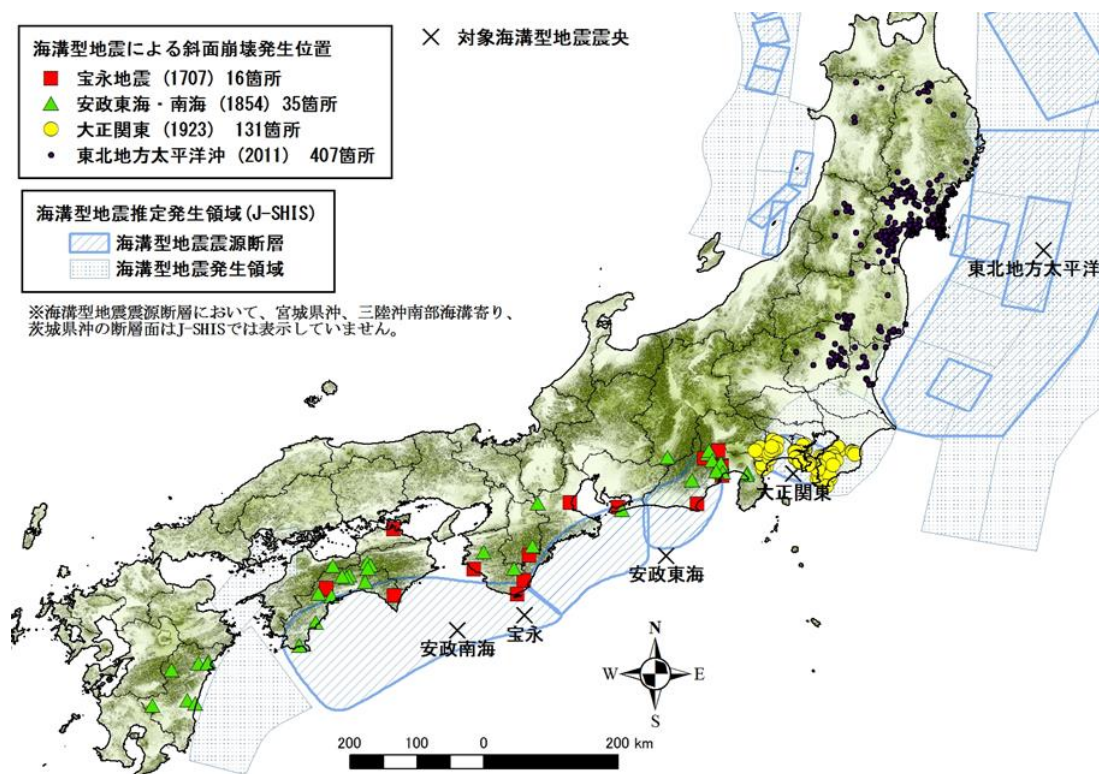


図 1.3 斜面崩壊発生位置と海溝型地震推定発生領域（J-SHIS）

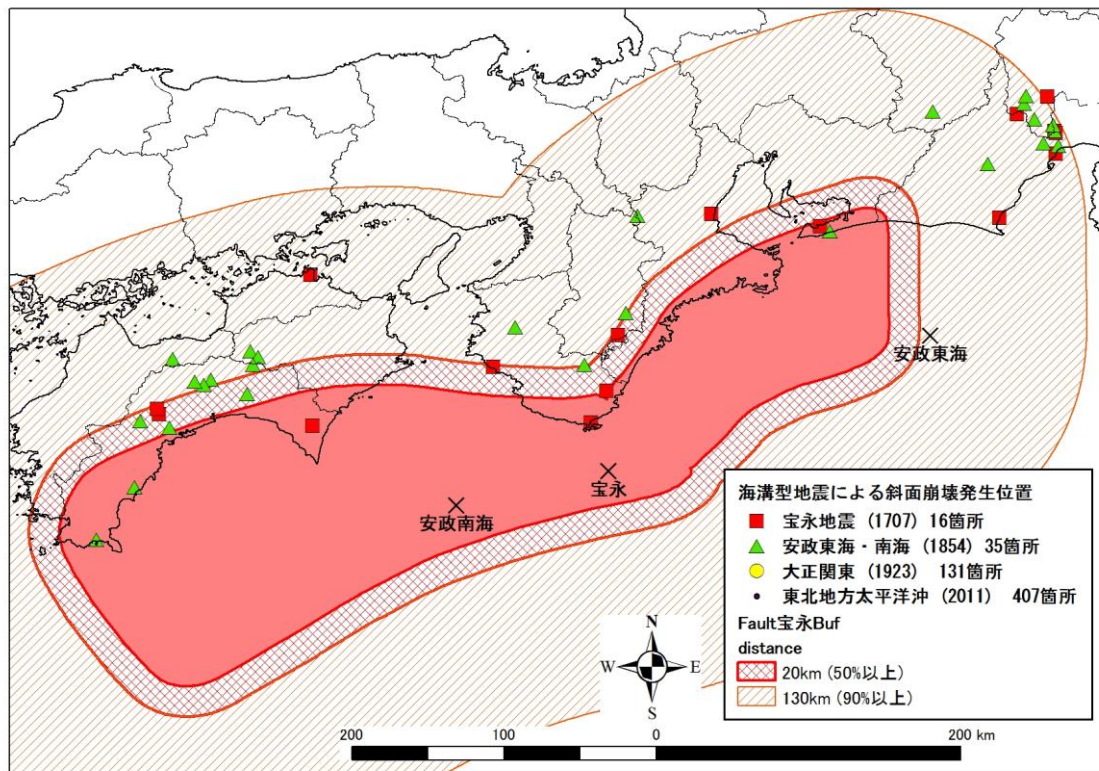


図 1.4 宝永地震 (1707, $M=8.6$) による斜面崩壊発生位置と震源断層領域

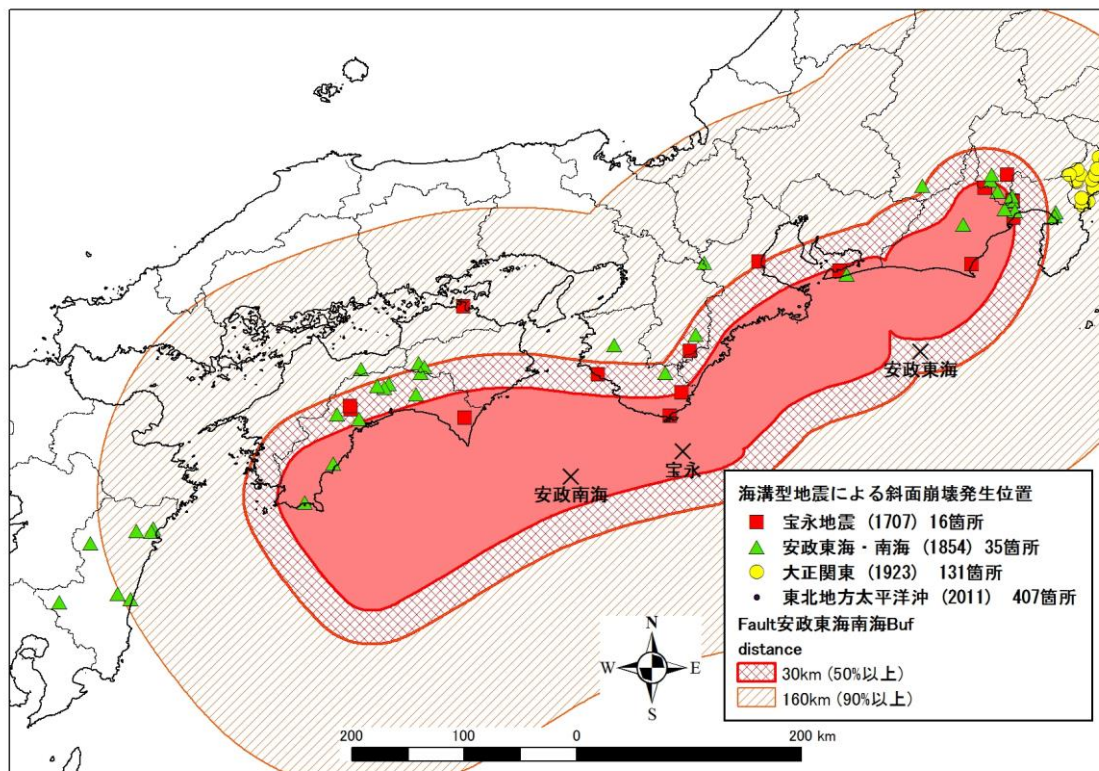


図 1.5 安政東海・南海地震 (1854, 東海 $M=8.4$, 南海 $M=8.4$) による斜面崩壊発生位置と震源断層領域

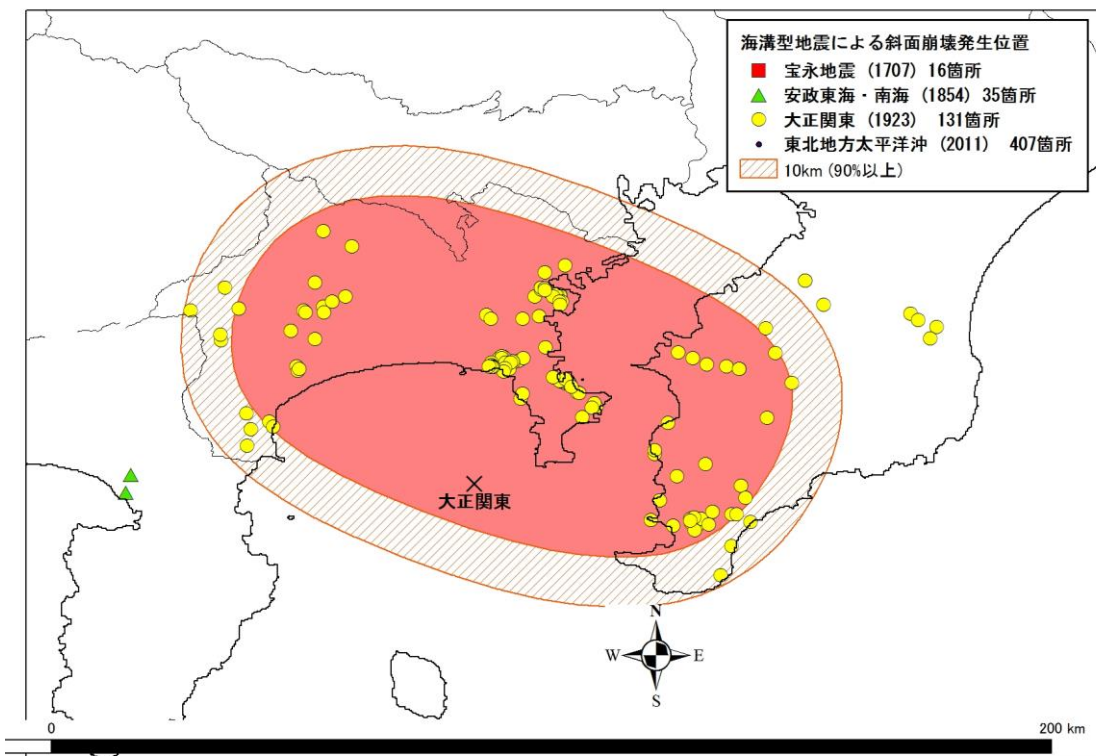


図 1.6 大正関東地震 (1923, M=7.9) による斜面崩壊発生位置と震源断層領

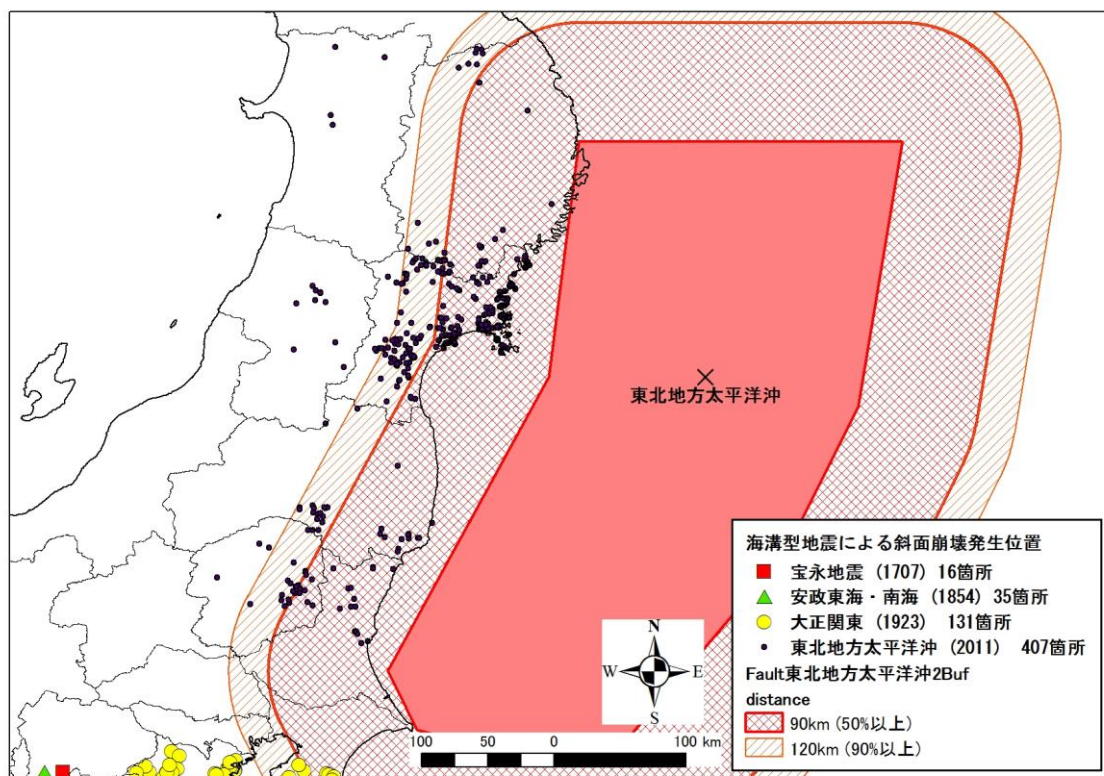


図 1.7 東北地方太平洋沖地震 (2011, M=9.0) による斜面崩壊発生位置と震源断層領域

の場合に、上記の震源断層領域からの距離はより小さい値となる。

図 1.6 は、大正関東地震(1923, M7.9)において発生した斜面崩壊と震源断層領域との距離を示した図である。震源断層領域内において斜面崩壊の 50%以上が発生し、震源領域から水平距離 10km 以内において 90%以上が発生しており、斜面崩壊は狭い範囲に集中して発生していたことがわかる。

図 1.7 は、東北地方太平洋沖地震(2011, M=9.0)において発生した斜面崩壊と震源断層領域との距離を示している。東北地方太平洋沖地震に関しては、より詳細な震源断層領域の推定がなされているが、本報告書では他の海溝型地震の震源断層領域との位置精度と合わせるため、他の地震同様に J-SHIS による海溝型地震推定発生領域データを用いて解析を行っている。その結果、震源断層領域から水平距離 90km 以内に 50%以上の斜面崩壊が発生しており、水平距離 120km 以内に 90%以上の斜面崩壊が発生していることが示された。

各地震の震源断層領域と斜面崩壊発生位置との距離を表したグラフ、及び斜面崩壊数を各地震で正規化して統合した結果を図 1.8 に示す。4 つの地震を統合した結果では、斜面崩壊は震源領域から水平距離で、30km 以内で 50%以上、水平距離 130km 以内で 90%以上発生することが明らかになった。

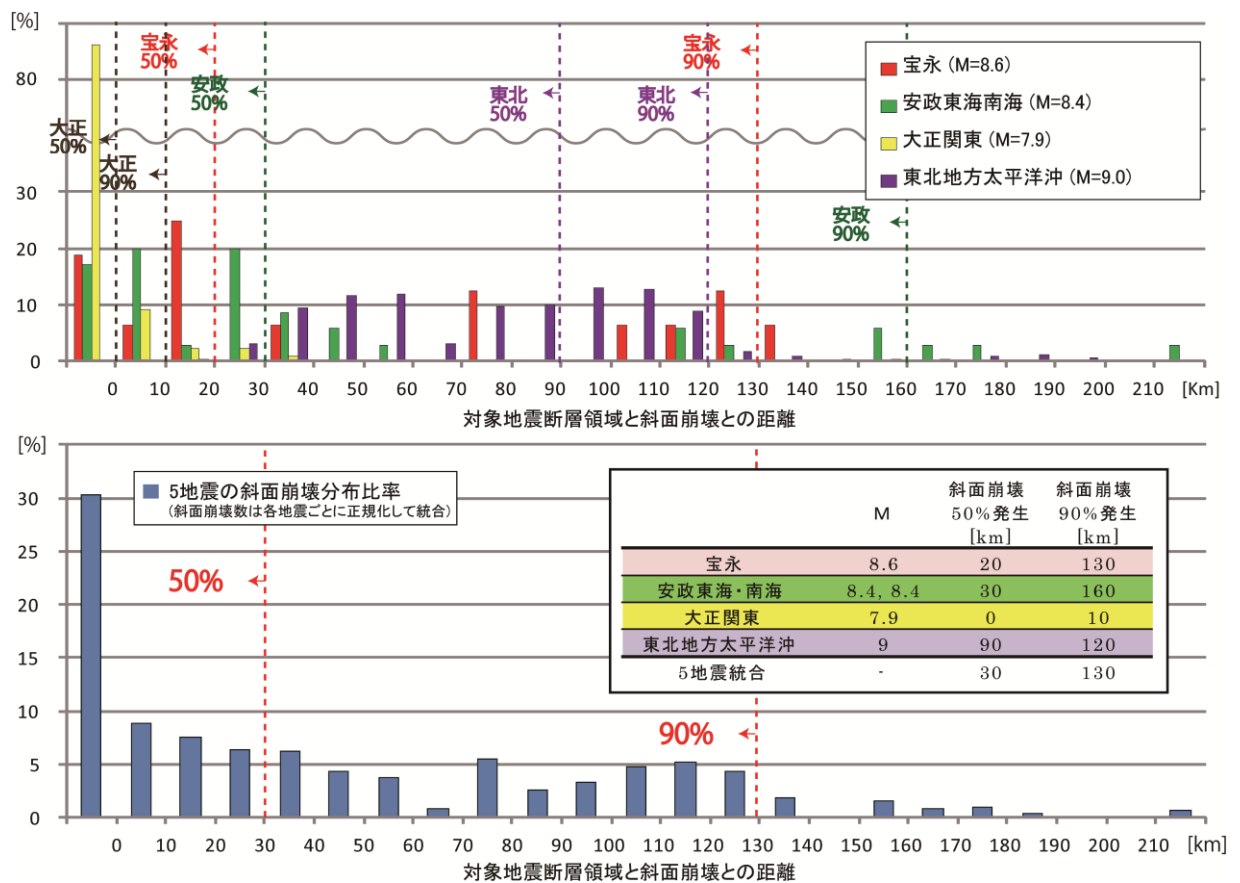


図 1.8 各地震の震源断層領域と斜面崩壊との距離

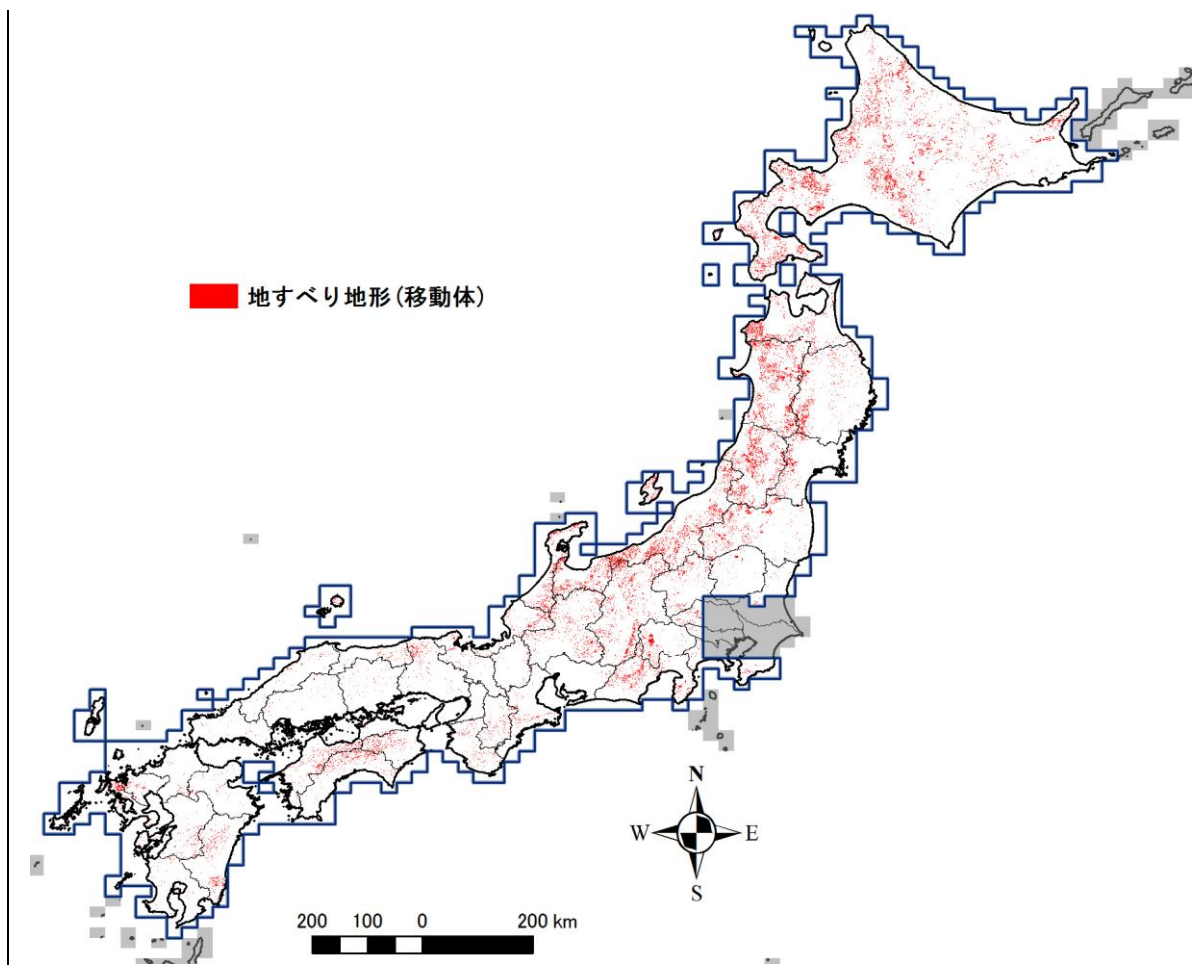


図 1.9 地すべり地形分布図 (防災科学技術研究所, 2013)

1.2.4 斜面崩壊発生位置における地形・地質的特徴

斜面崩壊発生位置における地形・地質的特徴について考察するため、図 1.9 地すべり地形分布図(防災科学技術研究所, 2013)と 20 万分の 1 日本シームレス地質図(脇田ほか, 2009)を基にして作成された図 1.10 地すべり移動体面積率図 (Doshida and Uchiyama, 2013)と比較を行った。地すべり移動体面積率図 (以後、地すべり面積率図とする) は、20 万分の 1 日本シームレス地質図詳細版において約 400 種類に分類された地質ごとに、地すべり地形分布図で判読されている約 37 万箇所にあぶ地すべり移動体の面積の占める割合を算出したものである。地すべり現象は過去に地すべりが発生した場所やその周辺地域で発生することが多いことから (土志田, 2012)、地すべり面積率図は、その面積率が高い地質体ほど地すべり現象が起こり易い地質であると推定することができる。2013 年現在、地すべり地形分布図において地すべり地形が判読されている範囲における地すべり面積率の平均値は 5.2 %であり、その値を軸として相対的に地すべり面積率の高低を評価している。

また、図 1.10 では、地すべり面積率に加え、海溝型地震による斜面崩壊発生位置を追記している。図 1.11 は各地震における斜面崩壊が分布する地質を地すべり面積率別に分類し

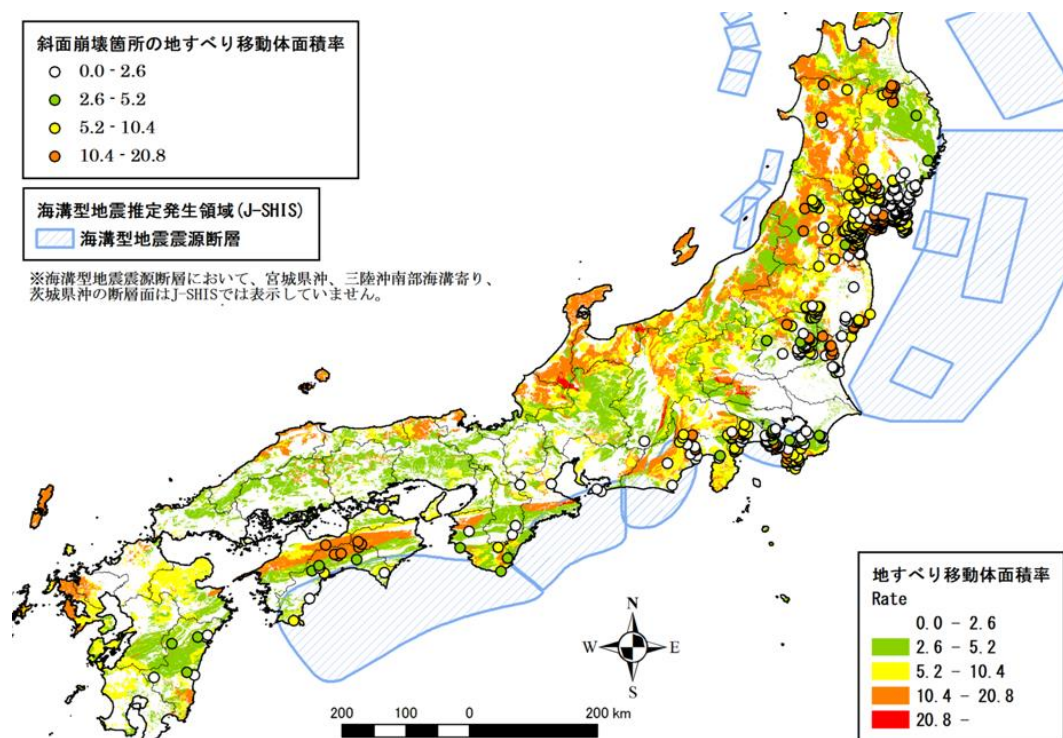


図 1.10 海溝型地震で発生した斜面崩壊発生位置と地すべり移動体面積率との比較

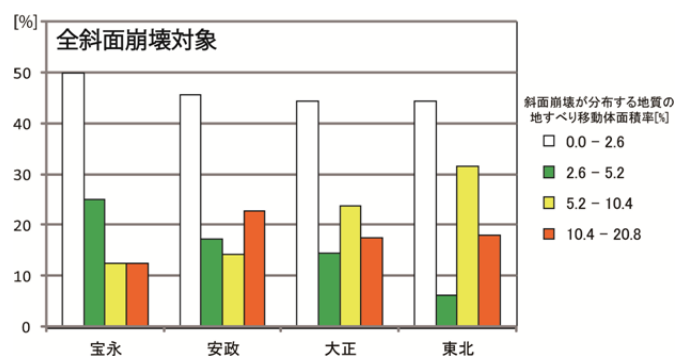


図 1.11 海溝型地震で発生した斜面崩壊の地すべり移動体面積率 (全斜面崩壊対象)

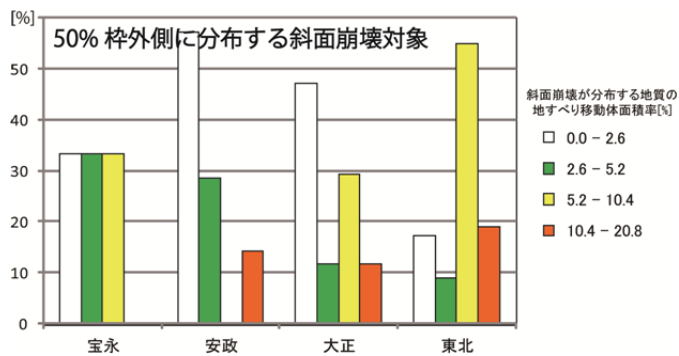


図 1.12 海溝型地震で発生した斜面崩壊の地すべり移動体面積率
(50%枠外側に分布する斜面崩壊対象)

たものである。図 1.11 では、地すべり面積率の低い地域（0.0 - 2.6%）で発生した斜面崩壊も多く見られるため、海溝型地震で発生した斜面崩壊は、地すべり面積率との相関があまり無いように見える。しかし、図 1.10 では、震源断層領域から離れるにつれ、地すべり面積率の高い地域での斜面崩壊の発生が目立つようになっている。図 1.12 は、震源断層領域からの距離比較において、50%以上の斜面崩壊が発生した領域より外側の斜面崩壊における地すべり面積率を示したグラフである。図 1.11 と図 1.12 を比較すると、宝永地震、東北地方太平洋沖地震においては震源断層領域から距離が離れるほど、地すべり面積率の高い地域（地すべりが発生しやすい地質）で斜面崩壊が発生する確率が高くなっていることが見られる。安政地震においては宮崎県で発生した斜面崩壊データの影響を強く受けていることから、震源断層領域からの距離が離れても地すべり面積率はほとんど変化が無いように見える。この結果からも宮崎県で発生した斜面崩壊は、東海・南海地震の数日後に発生した豊予海峡地震によるものの疑いが強くなった。また、大正関東地震においては、元々震源断層領域からの 10km 以内と近距離内において 9 割以上の斜面崩壊が発生しているため、震源距離と地すべり移動体面積率との比較は困難である。

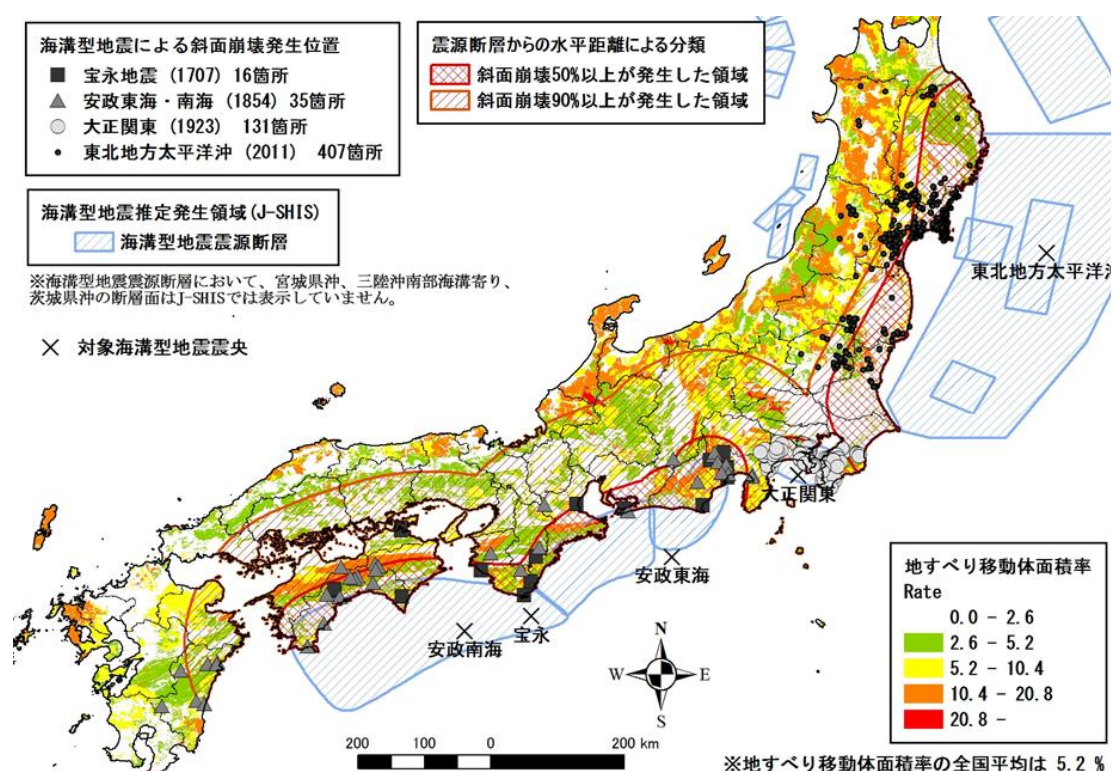


図 1.13 海溝型地震における斜面崩壊発生地域の特徴

1.2.5 海溝型地震における斜面崩壊発生地域の特徴と今後の海溝型地震における斜面崩壊発生危険地域の推定

対象とした 4 つの海溝型地震による斜面崩壊発生位置，地震震源域からの水平距離による分類（斜面崩壊が 50%以上発生した領域と，斜面崩壊が 90%以上発生した領域），及び地すべり面積率図を重ね合わせて図化した（図 1.13）。これらのデータを比較検討した結果，海溝型地震における斜面崩壊の特徴として，斜面崩壊発生数は震源域からの距離に依存すること，震源域からの距離が離れるほど地すべり移動体面積率が高い地域（地すべりが発生しやすい地質）で発生する確率が高くなることが明らかになった。

これらの特徴を基に，今後の海溝型地震における斜面崩壊発生危険地域の推定を行った。図 1.14 は，東南海地震（東海地震，南海地震，東南海地震全て含む）における斜面崩壊発生危険地域を図化したものである（震源域からの距離については，対象 4 地震の中で最大のマグニチュードであった東北地方太平洋沖地震のデータを参照している）。これを見ると，四国全域，紀伊半島，東海道などの幅広い地域で斜面崩壊が発生する可能性が高いことがわかる。

また，日本全域における海溝型地震における斜面崩壊発生危険地域を図化したものを図 1.15 に示す（震源域からの距離は 5 地震における最大距離を用いている）。これを見ると，北海道北部や中国地方北部，九州西部を除き，ほぼ全域で斜面崩壊の発生する危険性があることがわかる。以上のことから，海溝型地震における斜面崩壊は，日本全域でどこでも起こりうる可能性があることを認識する必要があることが示された。

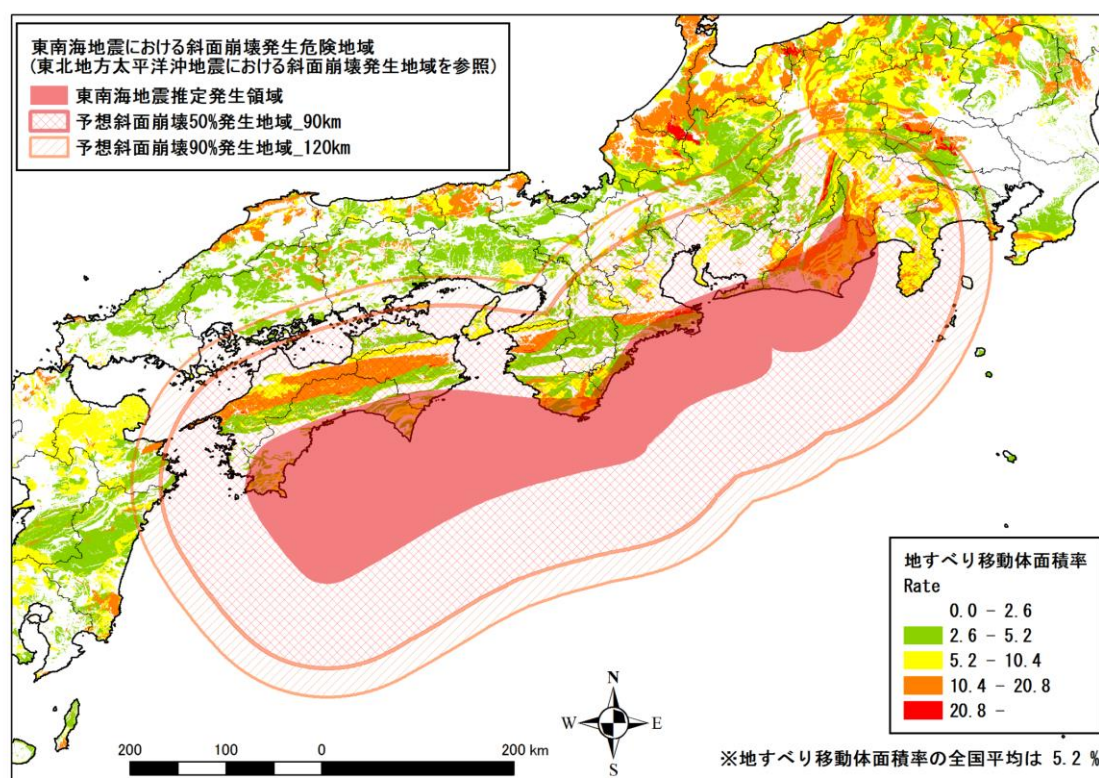


図 1.14 東南海地震による斜面崩壊発生危険地域

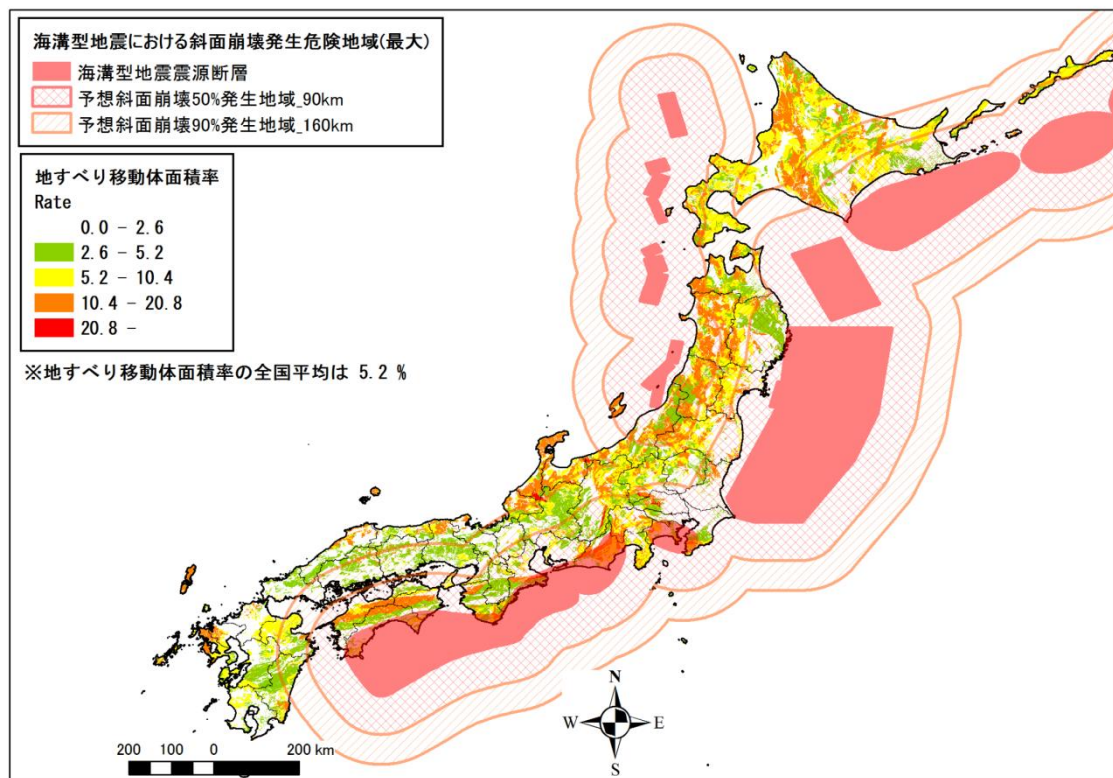


図 1.15. 海溝型地震による斜面崩壊発生危険地域 (4 地震最大距離)