

四国における地震による深層崩壊と大規模地すべり

香川大学 長谷川修一

1. はじめに

来るべき南海トラフの巨大地震の際には、甚大な斜面災害が発生することが想定される。本発表では、過去の南海トラフの巨大地震によって発生した深層崩壊と中央構造線沿いに形成された大規模地すべりを比較し、四国における地震による深層崩壊と大規模地すべりについて考察する。

2. 四国における斜面災害の発生環境

四国地方は、東西に延びる 1500m 級の山々が連なる急峻な四国山地によって、北側の瀬戸内、中央の四国山地と南側の太平洋沿岸に大きく区分される。また、四国は帯状に東西に延びる地質帯に分かれているため、瀬戸内、四国山地、太平洋沿岸でまったく異なる地盤と災害環境が形成されている。また、四国沖には巨大地震源の南海トラフが、また四国山地の北縁には国内でも最大級の活断層である中央構造線が走っている。

瀬戸内沿岸は、白亜紀後期の花崗岩類が基盤岩を構成している。花崗岩類が風化したマサ土は、斜面に 1m 程度残存しており、粘着力が小さいため、豪雨による表層崩壊が発生しやすい地盤となっている。しかし、古第三紀の土庄層群や新第三紀の讃岐層群凝灰岩分布域では、大規模なキャップロック型地すべり地形が形成されている。

四国山地では、急峻な山地を流れる吉野川などの河川に沿って、大歩危・小歩危のような峡谷があると思えば、地すべりによって形成されたなだらかな緩斜面が斜面の中腹に形成されている。四国山地では約 100 間隔で南海トラフの巨大地震、約 1000 年に一度の割合で中央構造線による直下型地震の洗礼を受ける地域である。また、台風の進路によっては 1 日で 1000mm を超える豪雨を記録し、大規模崩壊が発生することがある。

太平洋沿岸は、約 100 年に一度の間隔で発生する南海地震の強い地震動、大津波と地殻変動が繰り返し襲われる地域である。また、四万十帯の山地斜面ではトップリングが進行しており、地震時に深層崩壊しやすい岩盤状況となっている。

3. 南海トラフの巨大地震による深層崩壊

1946 年昭和南海地震では、新聞記事などから斜面崩壊が多数は発生したようであるが、大規模な斜面崩壊の記録はないようである。1854 年安政南海地震では、高知県では有間の大崩壊等が、徳島県では善徳で地すべりがあったと伝えられているが、記録に乏しくの詳細は分かっていない。1707 年宝永地震では五剣山の岩盤崩壊や加奈木の崩えのような大規模なトップリング崩壊が発生している。

3.1 宝永地震による五剣山の崩壊

高松市東部にある五剣山は、1707 年の宝永地震によって、岩峰の一部が崩落し、四国八十八箇所の八十五番札所の八栗寺に大きな被害を与えた。崩れた岩峰は、凝灰角礫岩が屏風岩のようにせせり立っており、水平の分離面から墓石が転倒するように崩落したと推定される¹⁾。また、宝永地震時の高松の水平加速度は、およそ 300gal 以上と推定されている。崩落した峰は、砕けて岩塊となって斜面を転げ落ちた。崩落岩塊の移動距離から、みかけの摩擦角は、大部分の岩塊が 32 度以上であるが、13 度を記録した岩塊もある。

3.2 加奈木の崩え

加奈木の崩えは、室戸市の佐喜浜川源頭部に位置し、1707 年の宝永地震時に岩屑流を引き起こし、その後 1746 年に土石流が発生したと推定されている²⁾。崩壊地の荒廃は長期にわたったが、大正 6 年から昭和 39 年に至る 47 年間にわたる治山工事によって、斜面は小康状態を保っている。

加奈木の崩えは、山向き小崖や線状凹地の発達する緩斜面の縁辺部の急斜面に当り、トップリングによる緩みの著しい斜面から深層崩壊が発生したと推定されている²⁾。野々村ら³⁾は、空中電磁法による加奈木の崩え周辺の地表約 5~30m の比抵抗データから比抵抗凹凸分布図を作成し、基盤岩の種類によらず、周辺と比較してトップリングによって緩みの発達した斜面を抽出することを提案している。また、比抵抗凹凸図と内田ら⁴⁾の F 値を重ね合わせ、地震による深層崩壊危険度を提案している(図 1)。図 1 から千木良ほか²⁾の加奈木の崩えの南半分には宝永地震時に崩壊を免れた緩み岩盤が残っていることがわかる。

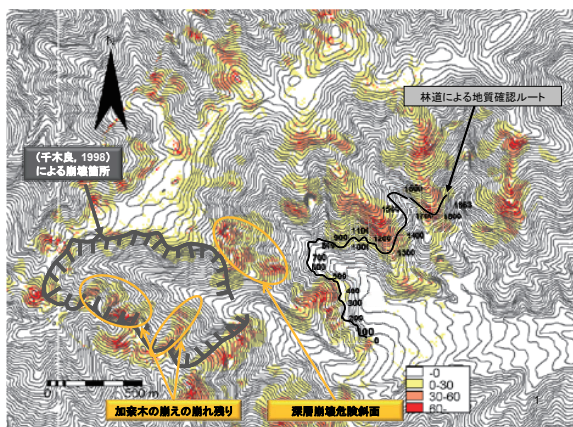


図1 加奈木の崩え周辺における地震による深層崩壊危険度⁹⁾

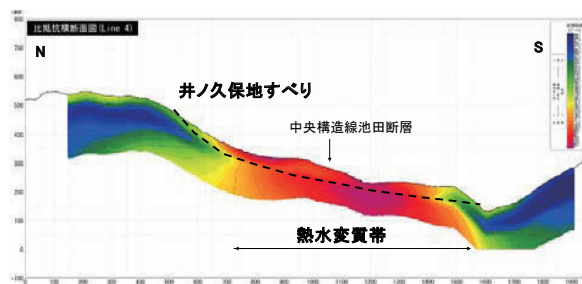


図2 中央構造線沿いの大規模地すべりの比抵抗断面

4. 中央構造線の直下型地震による地すべり

四国における大規模地すべり地形は、三波川帯および秩父帯からなる四国山地と和泉層群からなる讃岐山脈に集中し、領家花崗岩分布域と四万十帯には少ない⁵⁾。このような地すべり地形の分布は、地質の影響もあるが、基本的には中央構造線活断層系からの距離減衰に支配されているようにみえる。地すべり地形の分布は、過去の南海トラフの巨大地震の震度分布や台風などによる集中豪雨の分布形態と明らかに異なっている。また、日雨量1000mmを超える集中豪雨によっても、大規模地すべり地形が形成された事例は報告されていない。四国における大規模地すべり地形は中央構造線活断層系による巨大地震によって形成された可能性が高いと推定される。これは中央構造線近傍に大規模な地すべり地塊が集中していることから推定できる^{6) 7)}。また、四国山地に分布するほとんどの地すべり地形が、活動していないことも、大地震を誘因として形成されたことを支持している。

四国の中央構造線沿いには中期中新世の流紋岩等の貫入に伴う熱水変質帯が形成されており、地すべりの素因となっている⁸⁾。熱水変質による地すべりの特徴は、キャップロック型の大規模地すべりを発生させることである。長谷川ら⁹⁾は、空中電磁探査によって熱水変質帯が低比抵抗帯として把握できることを利用して、中央構造線沿いにおいて、大規模地すべりが初生する可能性のある斜面の抽出を試みている(図2)。

5. おわりに

来るべき南海トラフの巨大地震の際には、甚大な斜面災害によって、四国の道路網が壊滅的な被害を受けることが想定される。このため、今後は主要道路について地震による斜面崩壊に関する被害想定を行い、危機管理体制を整備する必要がある。そのためには、地震による深層崩壊や地すべりの予測手法の開発が必要である。

参考文献

- 1) Hasegawa S., Kanbara D.: Collapse of Mt. Gokenzan due to 1707 Hoei Earthquake, Proc. of Proc. 11th ICSDEE & 3rd ICEGE, 1, pp.336-343, 2004.
- 2) 千木良雅弘・長谷川修一・村田明広：四国の四万十帯にある加奈木の崩れの地質・地形特性. 日本応用地質学会平成10年度研究発表会講演論文集, pp61-64, 1998.
- 3) 野々村敦子・長谷川修一・佐々木良：南海地震を想定した深層崩壊危険箇所抽出方法の開発, 土木学会四国支部平成23年自然災害フォーラム論文集, 43-50, 2011.
- 4) 内田太郎・片山正次郎・岩男忠明・松尾修・寺田秀樹・中野泰雄・杉浦信男・小山内信智：地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究, 国土技術政策総合研究所資料, 204, p. 91. 2004.
- 5) 防災科学技術研究所：地すべり地形分布図GISデータ, <http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/gis-data/index.html>, 2011年12月15日閲覧.
- 6) 長谷川修一：中央構造線沿いの大規模地すべり—その特徴と地盤工学上の問題点—, 地盤工学会誌, 47-2, pp. 21-24, 1999.
- 7) 稲垣秀樹・小坂英輝・大久保拓郎：四国, 中央構造線沿いの地すべりの発生と安定化, 地すべり, Vol. 44, No. 4, pp.37-43, 2007.
- 8) 田村栄治・長谷川修一・渡辺弘樹・宮田和幸・矢田部龍一・内田純二：中央構造線沿いの熱水変質に起因する地すべり, 地すべり, Vol. 44, No. 4, pp. 222-236, 2007.
- 9) 長谷川修一・三谷浩二・大寺正宏・河戸克志：中央構造線沿いにおける大規模地すべりの素因となる比抵抗構造, 地盤工学会四国支部平成22年度技術研究発表会講演概要集, pp69-70, 2010.