

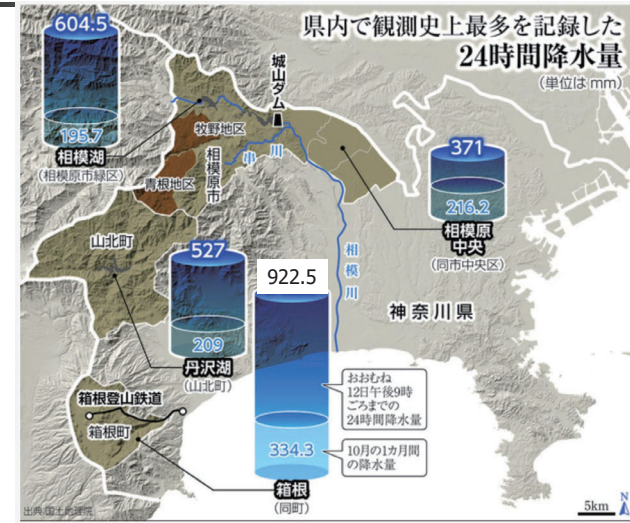
台風19号 神奈川県箱根町と相模原市の土砂災害



名古屋大学 減災連携研究センター
利藤 房男

台風19号による24時間降水量

神奈川県西部(箱根町や相模原市)では4つの観測地点が観測史上最大の降水量を記録。特に、箱根町では24時間降水量が922.5mmと全国最多記録を大幅に更新した。



東京新聞 2019年10月19日に加筆



箱根町の斜面崩壊箇所位置図 (北から撮影)



①大涌谷泉源の斜面崩壊



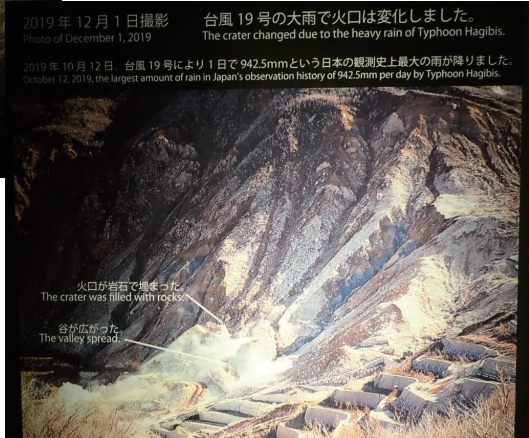
噴煙地の斜面で、約200mにわたり土砂崩れが発生し、配管設備などが流出した。強羅、仙石原地区の宿泊施設約100箇所への温泉の供給が停止している。町内に265箇所ある宿泊施設の約4割が停止している。(日本経済新聞(夕刊)2019年10月31日より)

写真は、神奈川新聞 2019年10月31日 20:58より
<https://www.kanaloco.jp/article/entry-205757.html>





左図:大涌谷で2015年に小規模は水蒸気爆発が起こり、その後に形成された新しい火口の2016年6月3日の状況



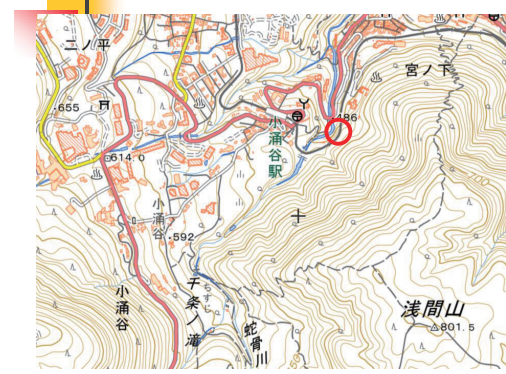
右図:2019年12月1日の状況で、台風19号の大雨で火口の状況が変化している。

箱根ジオミュージアムの資料より



②箱根登山鉄道の斜面崩壊（小涌谷駅近傍）

2019年10月26日調査

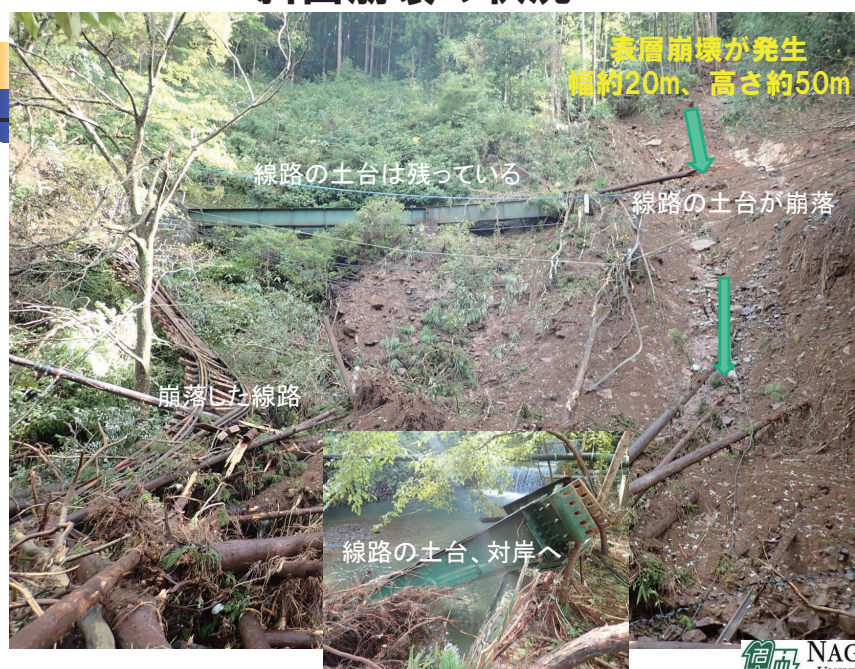


斜面崩壊地は、浅間山(標高801.5m)の北西側山麓で蛇骨川の右岸側斜面。

表層崩壊によるものと思われる。崩壊高さは50m、幅は20m程度で線路は崩落。



斜面崩壊の状況



表層崩壊の状況



- ・表層の風化部が、降雨により崩落したものと考えられる。崩壊部には風化軟岩や角礫が認められる。
- ・崩壊中心部には、湧水が認められる。
- ・下記の露頭写真は対岸のもの。このような風化部が崩壊したものと考えられる。



線路上からの崩壊状況

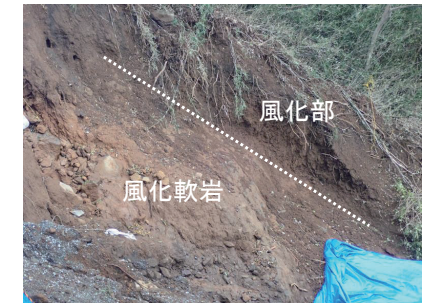


線路の川への崩落状況

③大沢別荘地の斜面崩壊 2019年10月26日調査



表層崩壊と思われる。別荘地の芦ノ湖側斜面が崩壊。崩壊規模は幅20~30m、高さ50m以上。滑った後の斜面には風化軟岩が露頭していることから、その上部の風化部(粘性土化)が滑落したものと考えられる。



相模原市緑区牧野の斜面崩壊箇所位置図

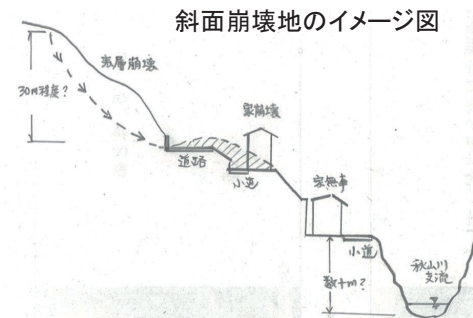


相模原市内では土砂崩れが相次ぎ、10月18日午後5時現在で96か所に上ることが市のまとめで分かった。特に緑区の山間部に集中し - 牧野地区では16か所で崩落した(首都圏NEWSWEB: 10/19では、少なくとも市内120か所で土砂崩れが起きている)。

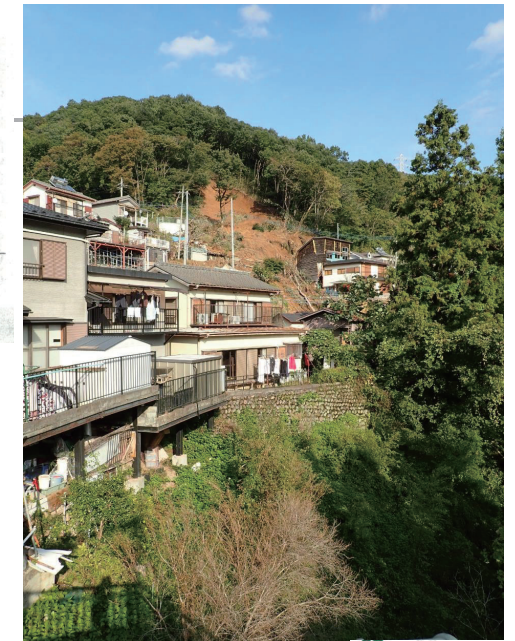
箱根に比べ、格段に箇所数が多い!



相模原市緑区牧野の斜面崩壊① 2019年10月27日調査



表層崩壊(幅20m程度、高さ30m程度?)が発生し、斜面下の家屋を巻き込む崩壊が生じた(1人死亡、1人重傷の現場)



斜面崩壊の状況①

崩壊地の全景(拡大)



滑落崖の状況

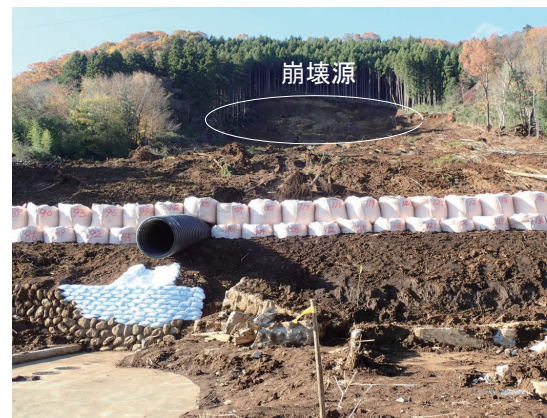


NAGOYA UNIVERSITY

相模原市緑区牧野の斜面崩壊②

2019年11月29日調査

行方不明者の捜索が長く続いた現場



湧水が引き金となって、表層の火山灰土が崩壊した。ただし、崩壊源は上部斜面に限定されている。その崩壊土砂が斜面中～下部の表層土壌や樹木を巻き込み崩壊したと推定される。

NAGOYA UNIVERSITY

今回の豪雨による神奈川県西部の被害の特徴は？

①箱根町では、社会的・経済的な被害が大きいが、斜面災害の箇所数は降雨量の割に少ない。

- 大涌谷の源泉部の斜面崩壊で、約100箇所への温泉供給が停止した。11月5日より順次供給を再開。
- 箱根登山鉄道の斜面崩壊で、箱根湯本～強羅間が運休。バスの代替輸送を行うが、復旧めど立たず。
- 報道のされ方が、やや大げさに感じるものがある。

②相模原市でも降水量は多かったが箱根程ではない。崩壊箇所数は圧倒的に多い。

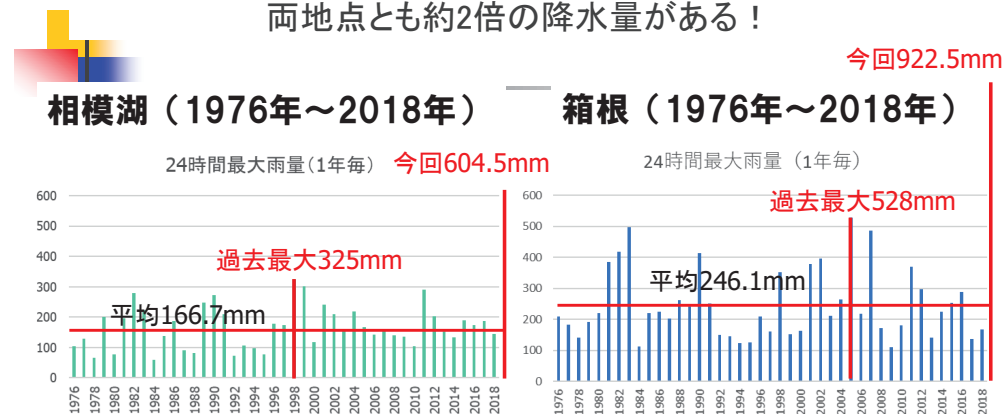
③両地区とも崩壊は地表部のロームなどの表層崩壊。

- 過去の降水履歴との関係
- 地質との関係
- 関東大震災(1923年9月1日)での斜面崩壊との関係

NAGOYA UNIVERSITY

過去の降水量

1976年以降、1年毎の最大24時間雨量と今回を比較すると、両地点とも約2倍の降水量がある！



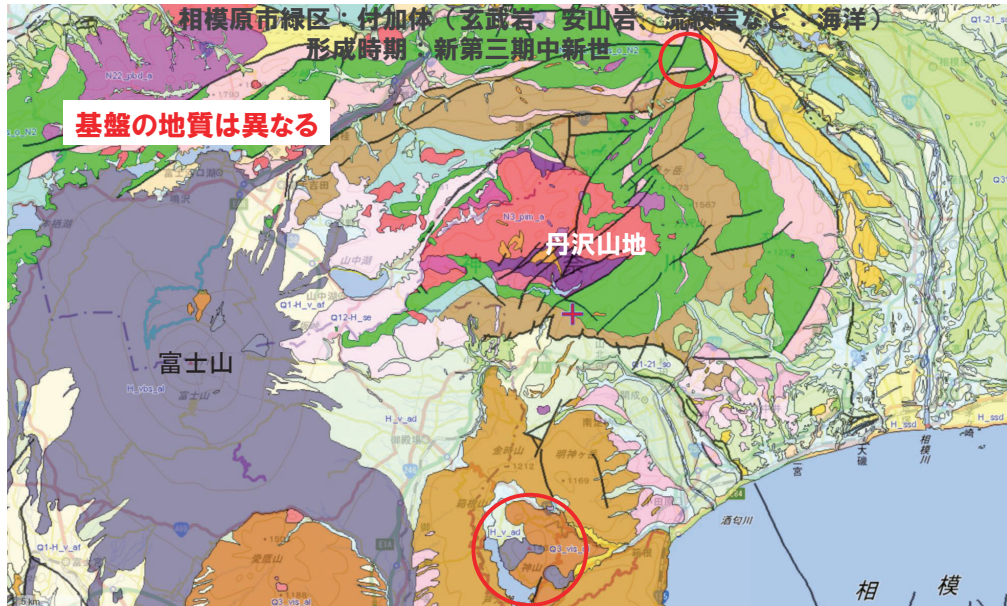
過去最大325mm(1998年)の約1.86倍
過去平均166.7mmの約3.63倍

過去最大528mm(2005年)の約1.75倍
過去平均246.1mmの約3.75倍

今回の雨量は、両地点とも過去にない異常な雨量！

NAGOYA UNIVERSITY

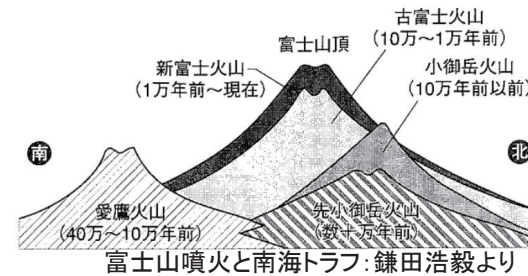
神奈川県西部の地質図（産総研シームレス地質図）



箱根町：火成岩（安山岩、玄武岩質安山岩溶岩、火砕岩）
形成時期：第四期後期更新世



富士山起源のローム層の形成時期など



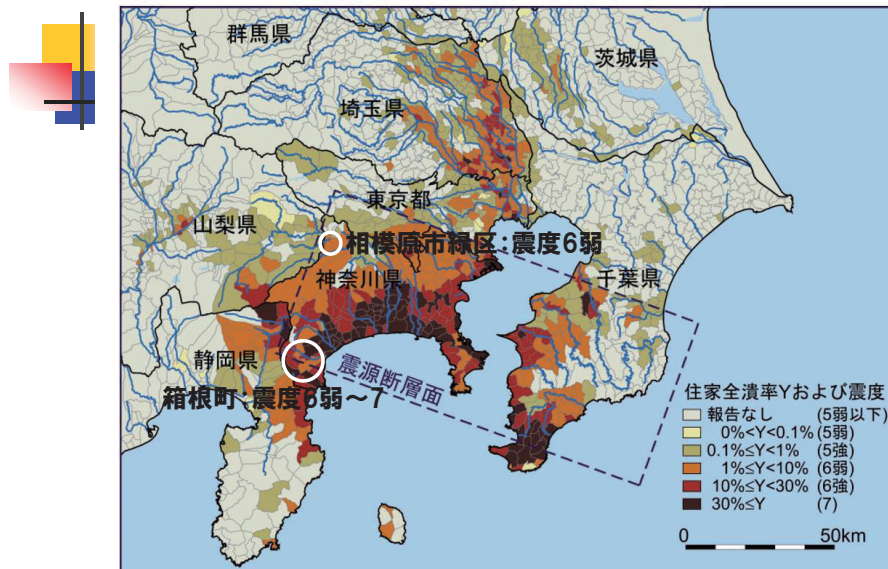
浅層崩壊は、主に10万年万年くらい前から断続的に堆積したローム層の脆弱部や風化が進んでいったところから順に発生か。
→両地区とも共通して存在

富士山の本体を作った活発な活動（古富士火山：10万～1万年前の活動）

- ・最初に小御嵩火山の南側斜面で噴火が始まり、1万年前まで大量のスコリア（黒い軽石）や火山灰を降り積もらせた。それ以前のおだやかな活動に対し非常に爆発的な活動に変化。
- ・古富士火山から噴出した降下テフラ（スコリアと火山灰）は、偏西風に乗って南関東の広い範囲に厚く積もった。これらのテフラは場所によっては10m以上も堆積し、関東ロームと呼ばれる地層を形成した（赤土と呼ばれる褐色の土壌）。
- ・その後の新富士火山の活動は、降下テフラだけでなく、溶岩を大量に流し、更に噴石や軽石も飛ばした（この時のテフラは富士黒土層と呼ばれる）。



関東大震災の住家全壊率と震度分布



住家全壊率と震度分布

(注) 破線は推定された震源断層の地表への投影を表す。
出典：武村雅之著『関東大震災—大東京圏の揺れを知る』鹿島出版会（2003）



関東大震災による箱根登山鉄道の被害

箱根湯本～強羅間の開通から4年余りたった1923（大正12）年9月1日午前11時58分。相模湾北部を震源地とするマグニチュード7・9の巨大地震が箱根地区を襲った。

「第一震未（いま）ダ止（や）マザルニ、更に猛烈ナル第二震起リ、（中略）山腹崩レ地割レ光景壯絶ヲ極ム」「交通途絶。大平台及（および）小涌谷ノ消息ヲ知ル由ナシ」。旧温泉村役場（箱根町宮ノ下）の宿直日誌は揺れの激しさを物語る。

県震災誌によると、関東大震災で現箱根町エリアの建物は7割近い1051戸が全壊し、死者・不明者は132人に上った。

復旧に1年以上



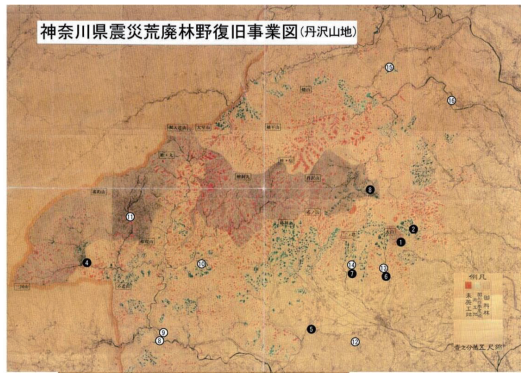
山岳地帯を縫うように走る登山鉄道も被害は甚大だった。広範囲にわたる山崩れの影響で線路は大部分が崩壊または埋没。トンネルや橋もほとんど原形をとどめず、全線にわたって寸断された。箱根湯本駅は、裏山の崖が崩壊して駅舎が大破した。

関東大震災で崩壊した登山鉄道の線路（箱根町提供）

話題 神奈川新聞 2019年06月13日 21:50

<https://www.kanaloco.jp/article/entry-174153.html>



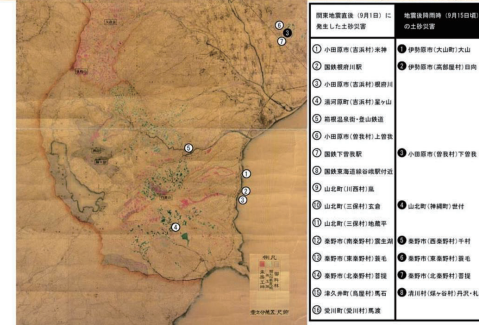


関東地震による神奈川県西部の土砂災害 (1923年[大正12年]9月1日)

神奈川県西部の箱根や丹沢山地では、無数の崩壊や地滑りが発生し、多量の土砂が土石流となって流出した。(1923関東大震災報告書-第1編-中央防災会議より)

赤点は1930年(昭和4年度)の崩壊地
青点は昭和4年度までの施工地
(神奈川県では、荒廃地復旧砂防計画を樹立し1927年(昭和2)年から「震災復旧工事」を実施)

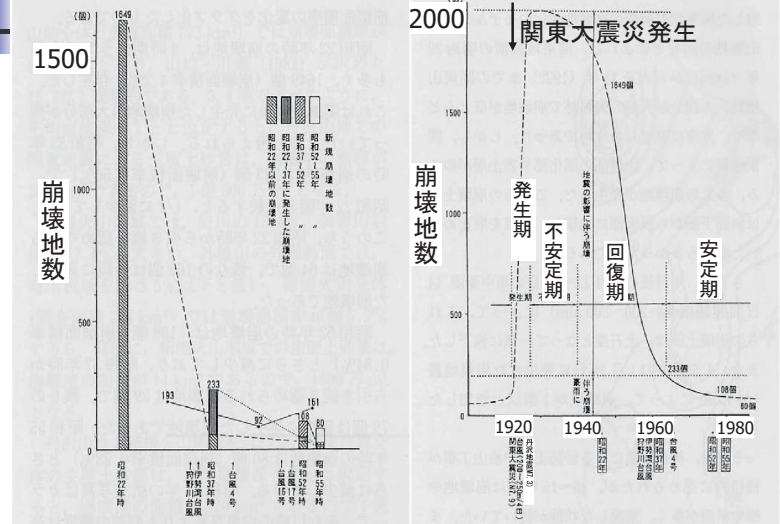
- ①・・・は地震直後に発生した土砂災害
- ②・・・は地震後降雨時(9月15日ごろ)の土砂災害



図録3 関東地震による神奈川県西部の土砂災害(神奈川県環境建設部森林課編、1930に追記)
(赤は1930年(昭和4年度)の崩壊地、青は昭和4年度迄の施工地、黒は埋砂地、
①は地震直後に発生した土砂災害、②は地震後降雨時(9月15日頃)の土砂災害) <本文53ページ参照>

関東地震前後の崩壊地変化のモデル

震災後10~15年は崩壊地や裸地斜面が多く荒廃した状態が続く。その後、砂防工事や治山工事の進捗により植生回復し、崩壊地は急速に減少。その後伊勢湾台風などで崩壊地は増えたが、その影響は関東大震災の1/10以下にとどまっている。

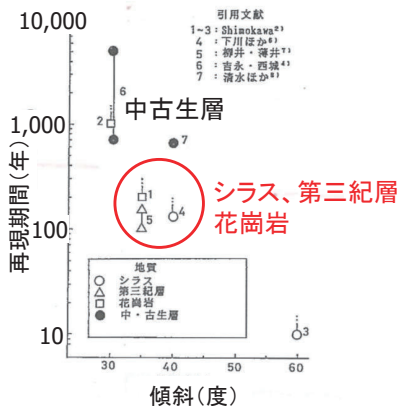


写真判読による丹沢山地での崩壊地個数の変化[井上、1995より引用]

関東地震前後の崩壊地変化のモデル[井上、1995より引用]

降雨による表層崩壊の周期性

- 表層崩壊は特別の斜面での特別の現象ではなく、普通の斜面で見られるありふれた現象である。
- 過去1万年(地形と気候が現在とそれほど変わらず、その延長上に現在がある期間)の発生傾向では、一般的には崩壊はこの期間を通じて一様で、現在もその傾向が続いていると推定される。

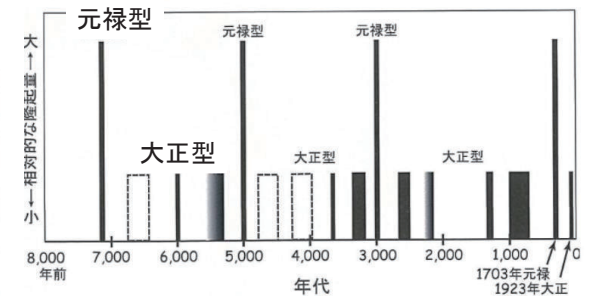


地質ごとの傾斜と崩壊再現期間の関係(飯田、1996)

- 降雨により崩壊が多発した所では同じような降雨に見舞われても崩壊しにくくなることを**斜面の免疫性**という。それには有効期間があり、時間の経過とともに風化などにより斜面が不安定化し免疫期間が終了する。
- 関東ロームは、シラスと同程度に見なすと、**周期は100年~数百年か?**

関東地震(1923年)クラスの海溝型巨大地震

地震活動のサイクルは約400年
~斜面の免疫性100年~数百年に近い!



【房総半島に発達する河岸段丘】
河岸段丘は大きく見て4段に区分でき、元禄地震と同規模の地震で隆起したと考えられる。

【各段丘の年代をまとめた年表】
相模トラフ沿いを震源とする地震は過去7千200年間に15回発生しており、再来間隔は平均すると約400年と推定される。

まとめ

- ①台風19号の豪雨による神奈川県西部で発生した斜面崩壊は、南西部の箱根町に比べて北西部の相模原市の方が圧倒的に箇所数が多い。
- ②24時間降水量は、相模原市の604.5mmに比べて箱根町では922.5mmと多い。過去43年間の最大24時間降水量と比較すると両地区とも約2倍となっており、豪雨のインパクトはほぼ同じ。
- ③今回の斜面崩壊は地表部のロームなどの表層崩壊。両地区とも富士山等起源の降下テフラが、主に10万年くらい前から断続的に厚く堆積しており、この脆弱部や風化が進んでいったところから順に表層崩壊が発生していると推定される。

- ④関東地震では、箱根町や丹沢山地で甚大な斜面崩壊が生じた。丹沢山地の崩壊地変化のモデルによると、不安定な表層土砂の多くは震災で崩落し(免疫性が回復)、その後の復旧工事の効果もあり、今回豪雨による被害が少なかったと推察される。
- ⑤ローム層が主体の両地区では、降雨による表層崩壊の周期は100年～数百年程度と推定される(免疫性の発揮される期間)。関東地震クラスの地震活動のサイクルは約400年とこの周期に近い。
- ⑥このため、関東地震の震源に近い箱根町では地震による表層崩壊が繰り返されていた可能性があり、地震による免疫性の効果で降雨による崩壊が少なく抑えられた可能性が考えられる。相模原市は関東地震の震源よりやや離れており、地震による免疫性が小さかった可能性がある。

Thank you for your kind attention



箱根大涌谷から富士山を望む 2019年12月16日