

## 2. 熊本地震に伴い発生した亀裂の概要

### 2.1 熊本地震の概要

熊本地震は、平成 28 年 4 月 14 日 (21:26) に前震が、4 月 16 日 (1:25) に本震が発生し、最大震度 7 を記録するなど、熊本市、益城町、南阿蘇地域を中心に甚大な被害が発生した。消防庁の発表 (2018/10/15) によると、熊本県では死者 269 名 (災害関連死含む)、全壊家屋 8,658 棟、半壊家屋 34,492 棟、一部破損 154,157 棟とされており、その他道路をはじめライフラインにも大きな影響を与え、土砂災害も約 200 件近く発生した。

#### 2.1.1 地震の機構

平成 28 年 4 月 14 日 21 時 26 分ごろに発生した前震は、熊本県熊本地方を震源とし、震源の深さ 11km、M6.5 であり、4 月 16 日 1 時 25 分ごろに発生した本震は、前震と同地方を震源とし、震源の深さ 12km、M7.3 であり、前震、本震ともに最大震度 7 を記録した。

熊本地震の特徴としては、短期間に同一地域で震度 7 の地震が 2 回発生したこと (観測史上初)、過去の直下型地震と比較して長期間にわたり数多くの地震 (余震) が発生 (図 2.1 参照) したことなどがあげられる。

熊本地震時の震源分布を図 2.2 に示す。4 月 14 日の M6.5 の地震は、北北西-南南東方向に張力軸をもつ横ずれ断層型で、震源は地殻内の浅い箇所であり、地震調査委員会が報告する日奈久断層帯に対応していると考えられる。報告では、日奈久断層帯は、M6.8 程度の地震が発生する可能性があ

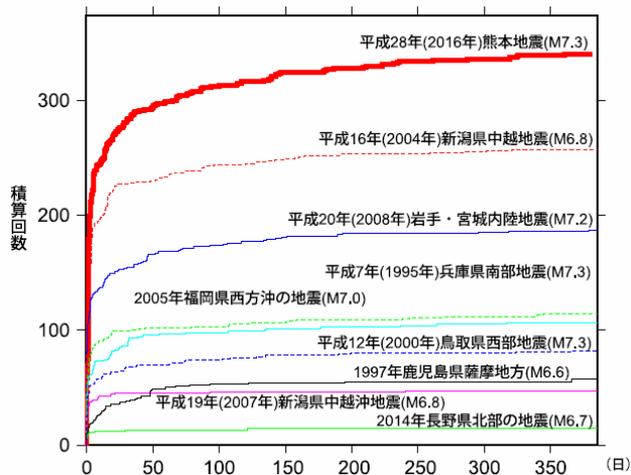


図 2.1 地震活動の回数比較 (M3.5 以上)  
(気象庁技術報告 第 135 号 2018 年)

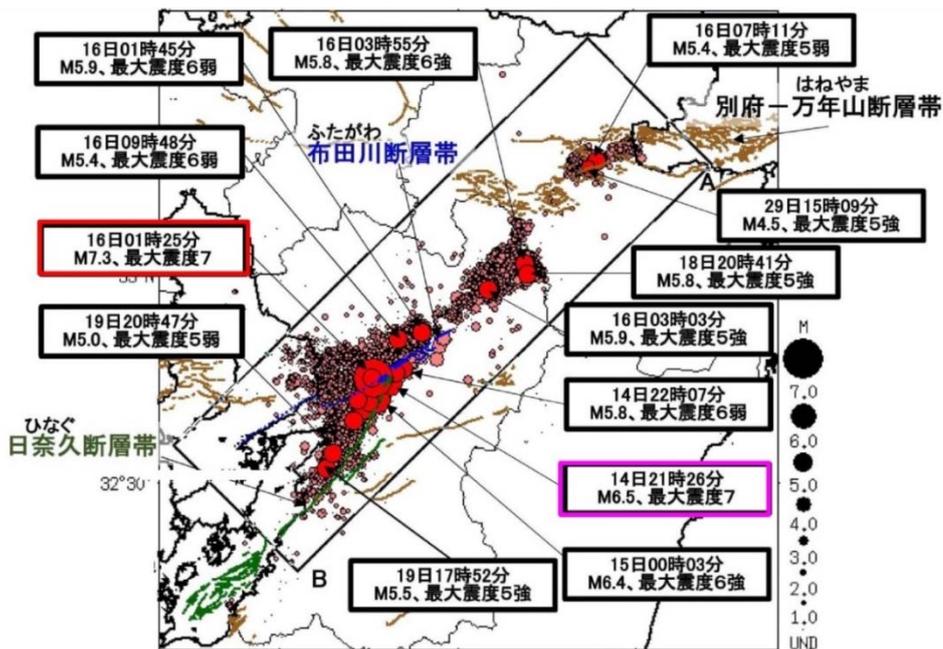


図 2.2 熊本地震時の震源分布  
(気象庁報道発表「平成 28 年熊本地震」について (第 20 報) より引用)

り、30年以内の地震発生確率は不明とされていた。一方、4月16日のM7.3の地震は、南北方向に張力軸をもつ横ずれ断層型で、震源付近に布田川断層帯が存在している。布田川断層帯は、地震調査委員会の方向によるとM7.0程度の地震が発生する可能性があり、30年以内の地震発生確率は0～0.9%（やや高い）と評価されていた。

なお、熊本地震発生当初は、日奈久断層帯や布田川断層帯が白亜紀の付加体やジュラ紀の変成岩からなる丘陵部と熊本平野や八代平野との境界に位置し、中央構造線との関係が指摘されていたが、(国研)産業技術総合研究所の調査により関係ないことが報告されている。

また、本調査地の立野地区では4月16日M7.3の地震時に、**図 2.3**に示すとおり地表の最大加速度が400gal程度、地表最大速度が50cm/s前後と推定されている。

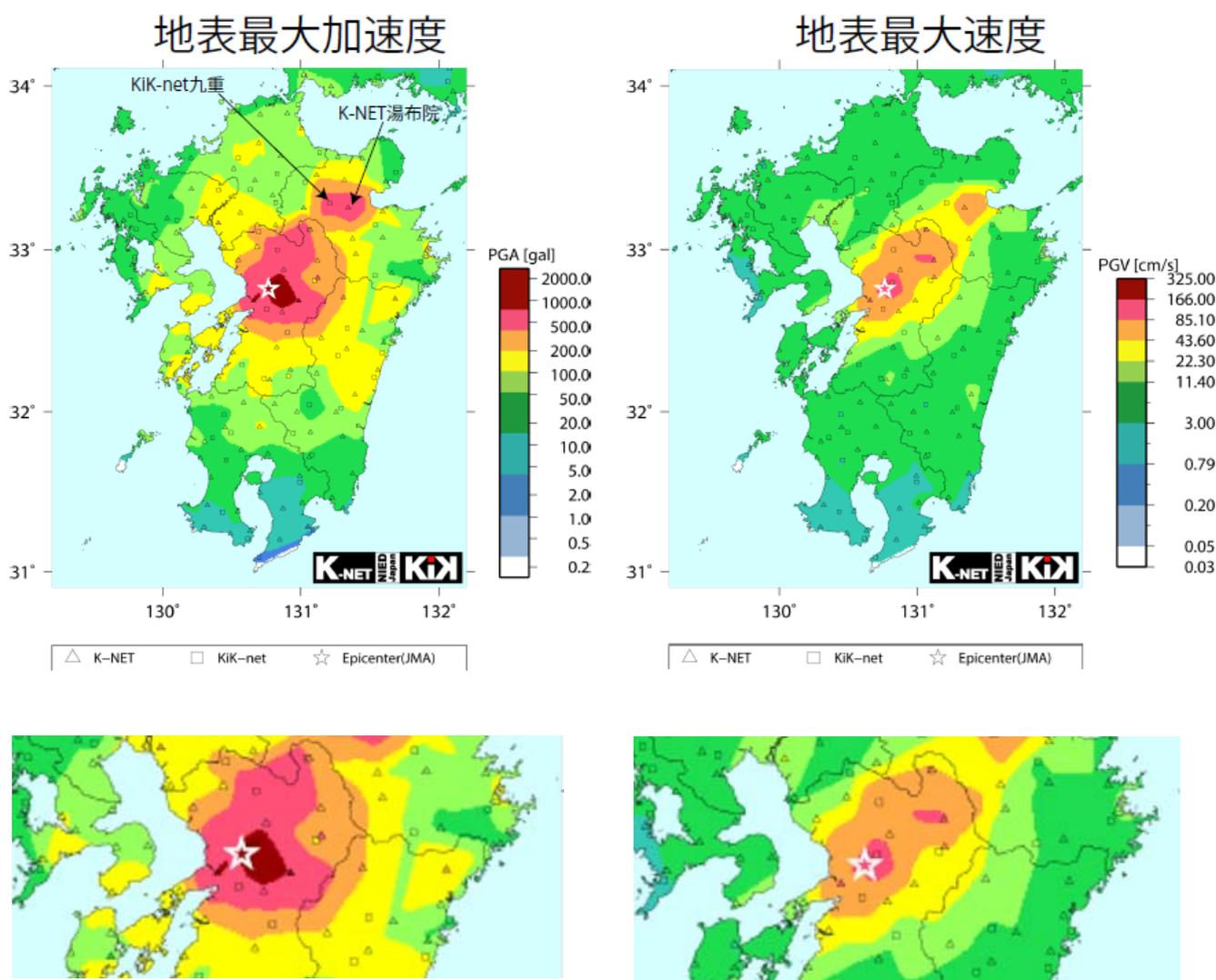


図 2.3 4月16日（M7.3）に観測された地表最大加速度（左）および地表最大速度（右）の分布

## 2.2 熊本地震による土砂災害発生状況

熊本地震においては、阿蘇大橋の落橋に影響した大崩壊をはじめ、多くの崩壊や土砂災害が発生した。崩壊・土砂災害の多くは、主に本震（4月16日）の地震動により発生しており、震央近くとなる益城町や熊本市、南阿蘇村で多発している。熊本市や益城町などの平坦～丘陵地では、建物・道路および橋梁被害が多く、阿蘇山および外輪山が位置する南阿蘇村では、布田川断層帯の東端に位置することもあり土砂災害が多数発生している。

斜面崩壊は、溪流部付近だけでなく尾根部や山腹斜面でも多く発生しており、降下火砕物が堆積する箇所では緩勾配斜面でも地すべりが発生している。崩壊は、カルデラ壁の急斜面で多く確認されており、阿蘇大橋西側の大規模崩壊もこれに属する。一方、地すべりは京都大学火山研究所のある高野台地区に代表されるよう、緩斜面において10m程度の厚さの地層が長距離移動している現象が確認されている。熊本地震における土砂災害の崩壊分類としては、表2.1に示すとおり区分され図2.4に示すとおり広範囲で発生している。

表 2.1 阿蘇地域における土砂災害の崩壊分類図（熊本県 HP より）

崩壊分類タイプ	土砂災害形態	地質分類	崩壊のメカニズム	代表的な箇所
A	土石流	降下火砕物	表層崩壊からの堆積土砂流下	山王谷川
B	大規模斜面崩壊	先阿蘇火山岩類	上部斜面表層と中部崖堆積物の崩壊による複合大規模崩壊	立野阿蘇大橋付近
C-1	斜面崩壊	先阿蘇火山岩類および Aso-1~3火砕流堆積物	落石、トップリング岩盤崩壊	立野火口瀬 北外輪山カルデラ壁
C-2		降下火砕物	表層崩壊	中央火口丘群 烏帽子岳、小烏帽子岳
C-3		降下火砕物	地すべり性崩壊 アースフロー	高野台地区

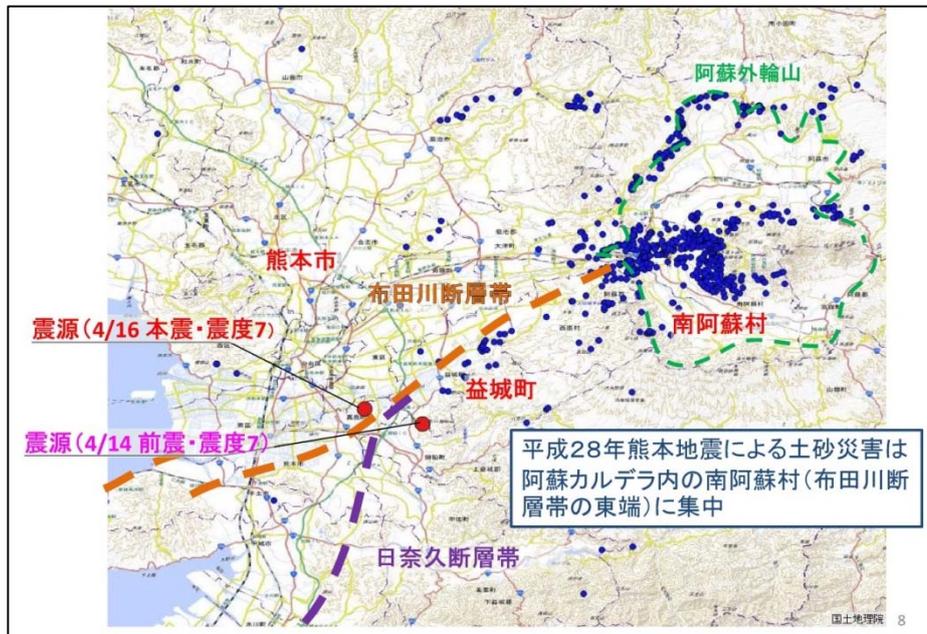


図 2.4 平成 28 年熊本地震による土砂災害分布図

(国土地理院「平成 28 年熊本地震 空からみた土砂崩壊地分布図」に文字及び断層線を記入。青●は崩壊地)

また、熊本地震発生後の4月から7月には、比較的まとまった降雨がみられ、調査地の立野地区においても、これらの降雨で崩壊・土砂災害が多数発生している。特に平成28年6月20日の降雨で多くの崩壊・土砂災害が発生した。地震後の崩壊およびそれ以降の降雨で崩壊した箇所を図2.5に示した（JR九州提供資料）。



図 2.5 地震時および地震後の崩壊発生状況（JR九州提供資料に一部加筆）

### 2.3 亀裂の発生状況

熊本地震では、図2.6に示すとおり平地や山腹斜面などの地形に関わらず、断層に沿って多くの亀裂が発生している。

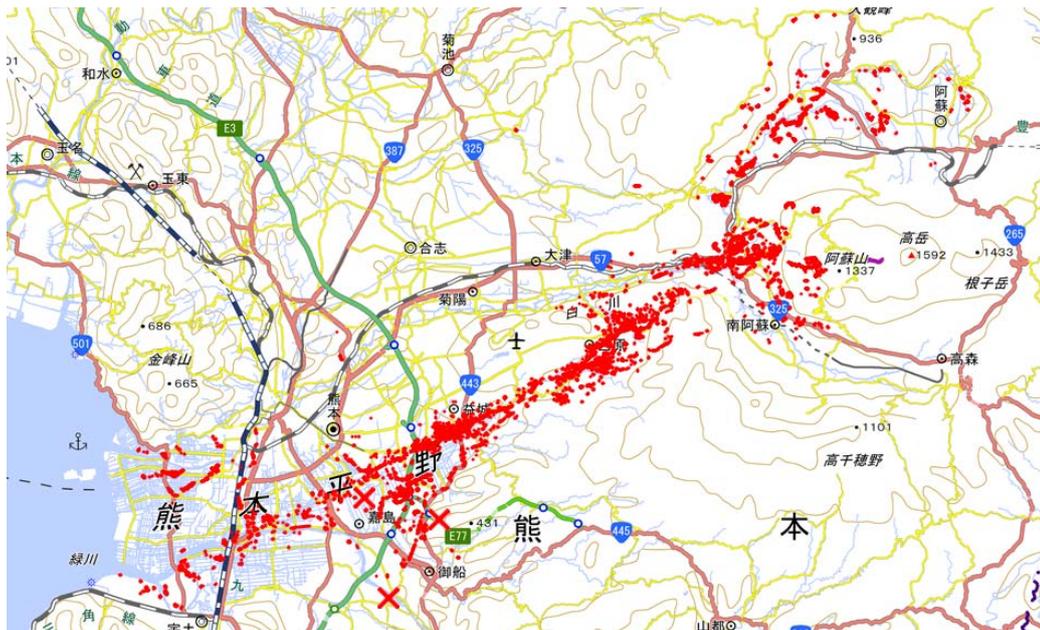


図 2.6 熊本地震で発生した亀裂分布（地理院地図：布田川断層帯周辺の地表の亀裂分布）

調査地の立野地区においても、山頂緩斜面をはじめ地震動が集中する尾根部で亀裂が多く発生しており、林野庁で実施された地震直後の地形判読および現地調査報告（図 2.7）によると、図 2.8 に示すとおり山落ち亀裂が集中する範囲や谷落ち亀裂が分布する範囲、陥没帯が形成されている範囲など、亀裂タイプにより発生している場所が異なることが指摘されている。

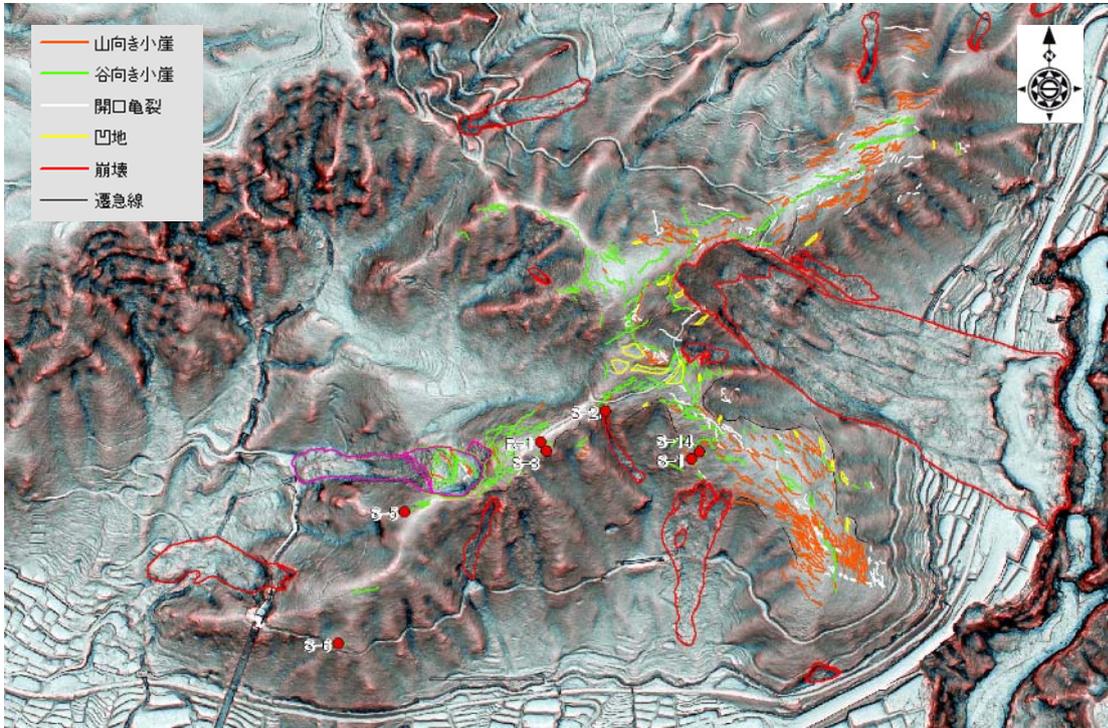


図 2.7 立野地区の微地形判読図における亀裂判読結果（林野庁）

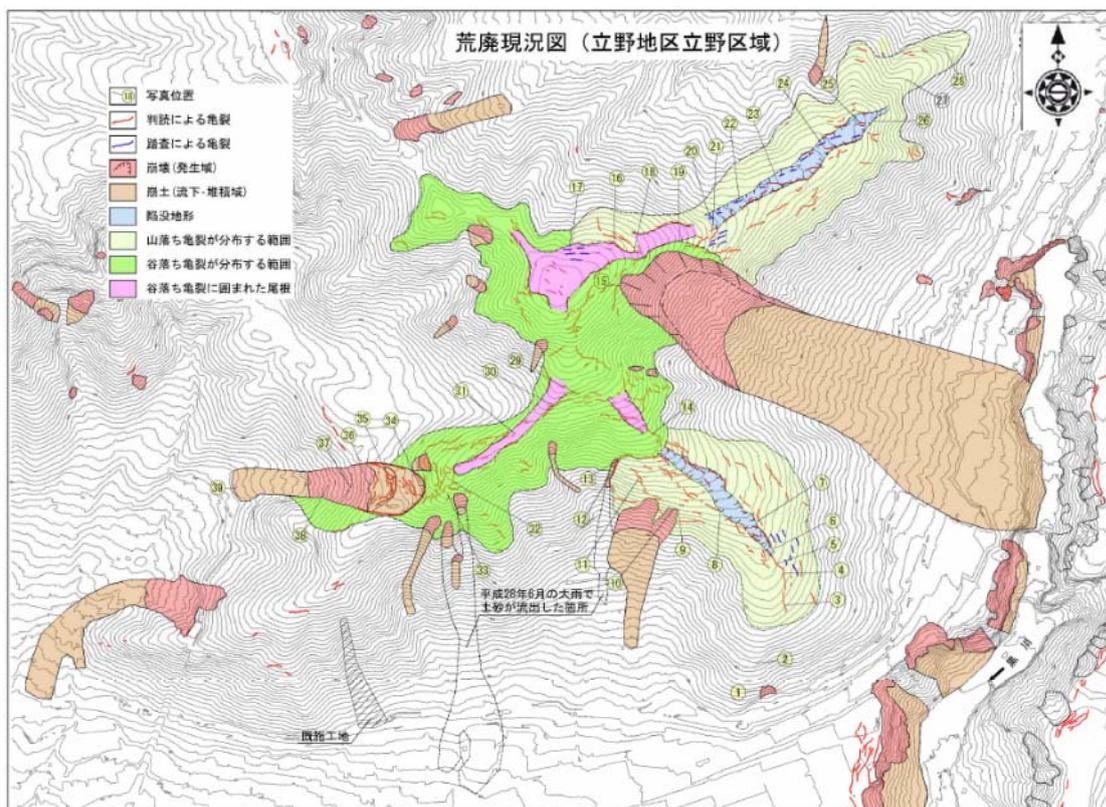


図 2.8 立野地区における亀裂タイプごとのゾーニング（林野庁 H28 報告書引用）

立野地区においては、図 2.9 に示すとおり尾根の形状が大きく異なり、山頂から南東と北東に伸びる尾根は幅広、南西（一部北東）に伸びる尾根はやせ尾根となり、これら尾根の形状により亀裂発達  
の仕方に変化がみられる。

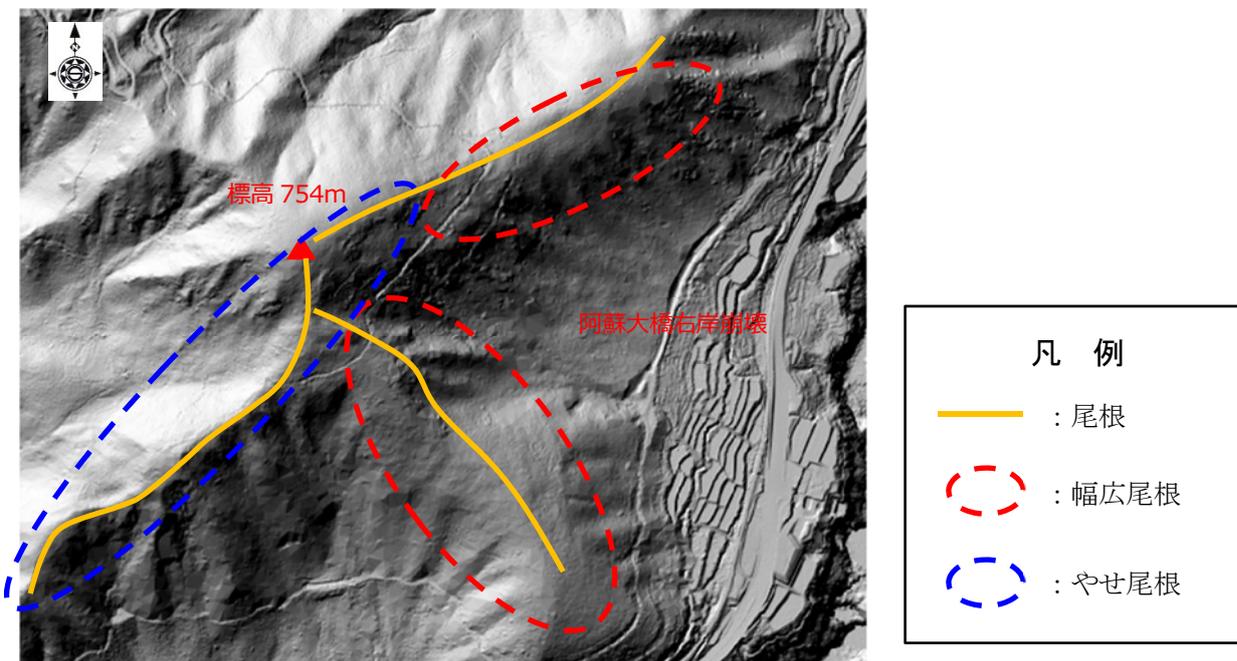


図 2.9 地震前（2012 年）の地形（陰影図、解像度 1m）

### (1) 幅広尾根の亀裂

幅広尾根は、尾根付近の傾斜が比較的緩傾斜となっており、写真 2.1 に示すとおり尾根に沿って陥没帯が形成され、尾根を挟んだ両側の斜面に明瞭な山落ち亀裂（転倒亀裂）が幾重にも重なり遷急線付近まで形成している。遷急線付近より下部では、谷落ち亀裂が形成され、一部で遷急線を頭部とする崩壊が発生している。ただし、亀裂の深度については、阿蘇大橋地区の大規模崩壊箇所でのトレンチ調査（国土交通省）の結果、深部まで到達していないことが確認されており、先阿蘇火山岩類の上部に堆積した黒ボク土や岩屑堆積物、崖錐堆積物等の比較的脆弱な地質内で発生していると考えられる。



写真 2.1 幅広尾根の亀裂（左：尾根部陥没帯、中：緩斜面部山落ち亀裂、右：遷急線下部谷落ち亀裂）

## (2) やせ尾根での亀裂

やせ尾根では、図 2.7 に示すとおり尾根頂部から陥没帯（谷落ち亀裂で囲まれた範囲）や明瞭な谷落ち亀裂が形成されており、山落ち亀裂はほとんど確認されず、遷急線付近を頭部とする崩壊や地すべりが発生している。現地においても谷落ち亀裂や崩壊の発生がみられる（写真 2.2）。



写真 2.2 やせ尾根の様子（やせ尾根両側急傾斜地に発達した谷落ち亀裂）