

2016 年熊本地震災害調査速報

長谷川修一・山中 稔・野々村敦子（香川大学工学部）

1. 調査の概要

1.1 調査目的

2016 年熊本地震から今後の地震防災・減災対策に対する新たな知見を得るため。

1.2 調査期間：平成 28 年 4 月 29 日（木）～5 月 1 日（日）

1.3 調査者：長谷川修一・山中稔・野々村敦子（工学部）

1.4 調査行程と調査内容

(1) 4 月 28 日（木）

調査工程：工学部 19:00 発⇒松山港 21:20 着 松山港 21:55 発⇒小倉港 5:00 着（車中泊）

(2) 4 月 29 日（金）

調査行程：小倉港⇒九州自動車道経由⇒山鹿市⇒大津町⇒益城町⇒山鹿市

調査内容：

- ① 菊池市：家屋被害の北限の確認
- ② 益城町：益城町木山地区の家屋被害と地盤変動との関係調査，避難所の調査，災害廃棄物受け入れ状況調査，地表地震断層調査
- ③ 西原村：大切畑ダム堤体・送水管の被害状況調査，道路被害状況調査

(3) 4 月 30 日（土）

調査行程：山鹿市⇒西原村⇒南阿蘇村⇒阿蘇市⇒山鹿市

調査内容：

- ① 西原村：農業用ため池の被害調査，災害廃棄物受け入れ状況調査
- ② 南阿蘇村：斜面崩壊，阿蘇大橋被害状況調査，道路被害状況調査
- ③ 阿蘇市：水田・農道の陥没状況調査，災害廃棄物受け入れ状況調査，

(4) 5 月 1 日（日）

調査行程：山鹿市⇒南阿蘇村⇒阿蘇市⇒山なみハイウェイ⇒由布院⇒別府港
別府港 16:45 発⇒八幡浜港 19:30⇒工学部 22:00

調査内容：

- ① 南阿蘇村：地表地震断層と建物被害との関係調査，斜面崩壊分布調査，
- ② 由布市：建物被害状況調査，道路被害状況調査，1596 年豊後地震による崩壊地

注：本報告は速報のため、今後の調査などによって内容が変更される可能性がある。

2. 地震と地震被害の概要

2.1 2016年熊本地震の概要

4月14日21時26分に熊本県熊本地方の深さ11kmでマグニチュードM6.5の地震が発生し、益城町で最大震度7を観測した。その後も、活発な地震活動が継続し、4月16日01時25分に熊本県熊本地方の深さ12kmで(M)7.3(暫定値)の地震が発生した。この地震により益城町と西原村で最大震度7を観測し、被害が拡大した。また、その後地震活動は、北東方向の阿蘇地方(阿蘇市付近)と大分県中部(由布市付近)へも飛び火し、また南西へ八代地方へも拡大している(図1.1, 気象庁報道発表資料)。これらの一連の地震は、気象庁により平成28年(2016年)熊本地震と命名された。4月14日21時26分以降に発生した震度6弱以上を観測した地震は以下のとおりである(4月30日15時現在)。

発生時刻	震央地名	マグニチュード	最大震度
4月14日21時26分	熊本県熊本地方	6.5	7
4月14日22時07分	熊本県熊本地方	5.8	6弱
4月15日00時03分	熊本県熊本地方	6.4	6強
4月16日01時25分	熊本県熊本地方	7.3	7
4月16日01時45分	熊本県熊本地方	5.9	6弱
4月16日03時55分	熊本県阿蘇地方	5.8	6強
4月16日09時48分	熊本県熊本地方	5.4	6弱

これらの地震の発震機構は南北方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で、この地震の余震分布と発震機構から推定される震源断層は、北東-南西方向に延びる右横ずれ断層である。これらの地震活動は布田川断層帯・日奈久断層帯に沿って発生し、地震後に産業総合研究所等によって実施された現地調査では、布田川断層帯と日奈久断層帯の一部区間で右横ずれを示す地表地震断層が確認されており、熊本県熊本地方における一連の地震は布田川断層帯と日奈久断層帯の活動と推定されている(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2016.4.17)。なお、地震調査委員会は布田川断層帯(布田川区間)について、活動時に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ほぼ0%~0.9%(やや高い)と評価し、布田川断層帯を含む九州中部の区域では、M6.8以上の地震の発生確率は18-27%と評価していた(地震調査研究推進本部, 2013)。

布田川断層帯の北東延長に当たる阿蘇地方の地震(M5.9)は阿蘇カルデラを変位させる地下に伏在する震源断層、また由布市付近の地震は、別府-万年山断層帯の地下に伏在する震源断層の活動を誘発させたと推定される。なお、阿蘇付近の余震域と由布市付近の余震域の間には、余震活動がない区間がある。この地震活動のない区間は、活火山の久住山に対応している。

今回地震は、中央構造線(MTL)の西方延長部の一部が動いて発生した可能性が指摘されている。四国におけるMTLのトレンチ調査と古文書のから、1596年に別府湾から四国東部にかけのMTLが連鎖して活動したと推定されるので、今回の地震は1596年に連鎖して地震を発生しなかった区間で地震が発生した可能性がある。

「平成28年（2016年）熊本地震」
 熊本県から大分県にかけての地震活動の状況（4月30日13時30分現在）
 震央分布図

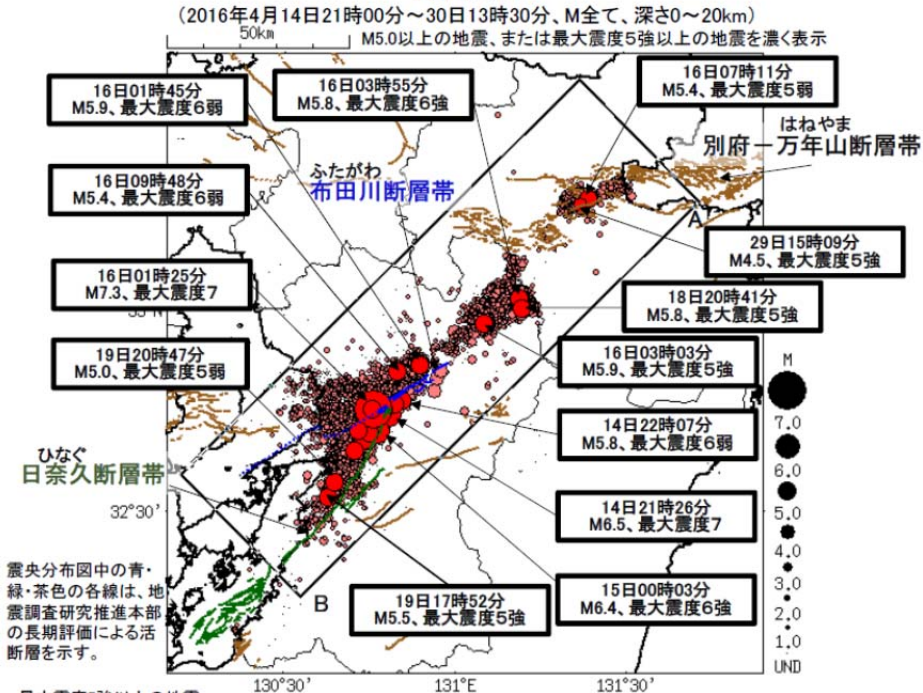


図 2.1 平成 28 年（2016 年）熊本地震の地震活動（気象庁，2016.04.30）¹⁾

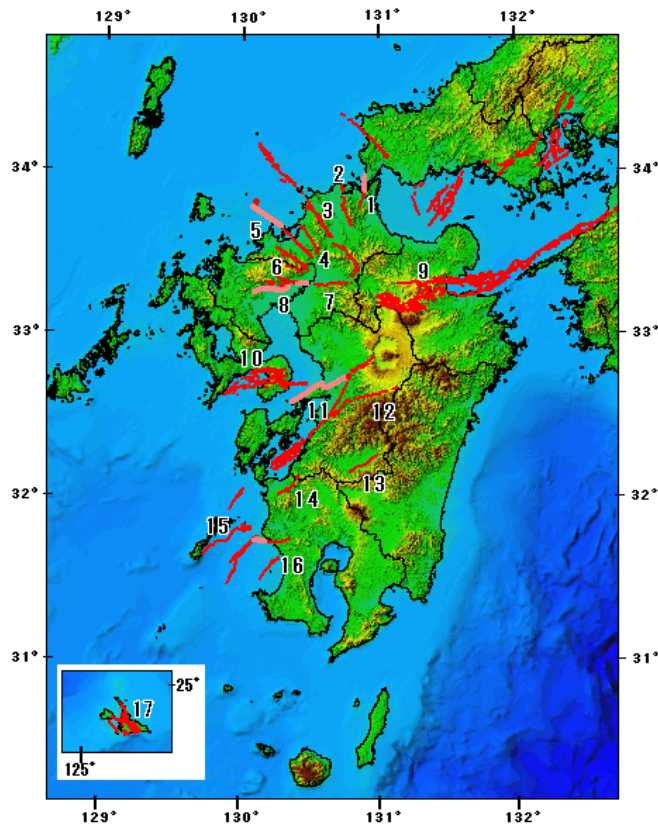


図 2.2 九州における主な活断層（地震調査研究推進本部，2013）²⁾

9：別府-万年山断層帯，11：布田川・日奈久断層帯

2.2 地震動と被害の概要

4月14日21時26分M6.5の地震（前震）では、熊本県益城町で震度7、玉名市、西原村、宇城市、熊本市で震度6弱を観測した（図2.3）。この地震による被害は、内閣府による4月15日18時時点の集計では、死者9名（益城町8名、熊本市1名）である。

これに対して、4月16日01時25分のM7.3の地震（本震）では、熊本県益城町及び西原村で震度7を観測し、その周辺の南阿蘇村、菊池市、宇土市、大津町、嘉島町、宇城市、合志市、熊本市で震度6強を観測した（図2.4）。また、防災科学技術研究所に強震動観測によれば、震度6弱～6強の計測震度が記録されている（表2.1）。

内閣府による5月4日11時30分時点の集計では、一連の地震による死者は49人で、全壊2452棟、半壊3247棟、一部損壊18369棟となっている。死者の多くは建物などの倒壊による圧死・窒息死と推定されており、益城町では震度7を2回受けたことによって、前震で損傷を受けた家屋が本震で全壊した可能性が指摘されている。また、4月16日のM7.3の地震（本震）では、南阿蘇村等で大規模な土砂災害が発生し、6名は死亡し、1名が安否不明となっている。

また、5月3日の読売新聞インターネット版によれば、「熊本地震による橋梁や道路、河川など公共土木施設の被害額が、熊本県内で少なくとも約1700億円に上る見通しであることが県と熊本市の中間集計で分かった。被害は約3500か所に及び、（中略）被害が最も大きいのは、橋梁関連で498億円。南阿蘇村にある全長約200メートルの阿蘇大橋が土砂崩れで崩落したほか、橋の土台部分や橋桁がずれるなどの被害が377か所に上った。公園関連は356億円に上った。国指定重要文化財の13建造物全てが損傷した熊本城を管理する熊本市は、330億円を見積もった。道路関連の被害額は354億円で、西原村と南阿蘇村を結ぶ全長約2キロの「俵山トンネル」は出入り口付近で大規模な崩落が起き、内壁も一部はがれ落ちるなどして、通行止めが続いている。」と、土木構造物の被害も甚大である。

さらに、5月3日の読売新聞インターネット版によれば、「熊本地震による農林水産関係の被害額は、1022億円に上ることが1日、熊本県の試算で明らかになった。（中略）農業関係（被害額約767億円）では、ため池の損傷や農道ののり面崩壊といった農地などの被害額が481億円で最も多く、全体の5割弱を占めた。畜舎や栽培ハウスなどの損傷も相次ぎ、農業施設の被害は276億円に上った。（中略）林業では県内全域で山腹崩壊などがみられ、被害額は235億円。（後略）」という。

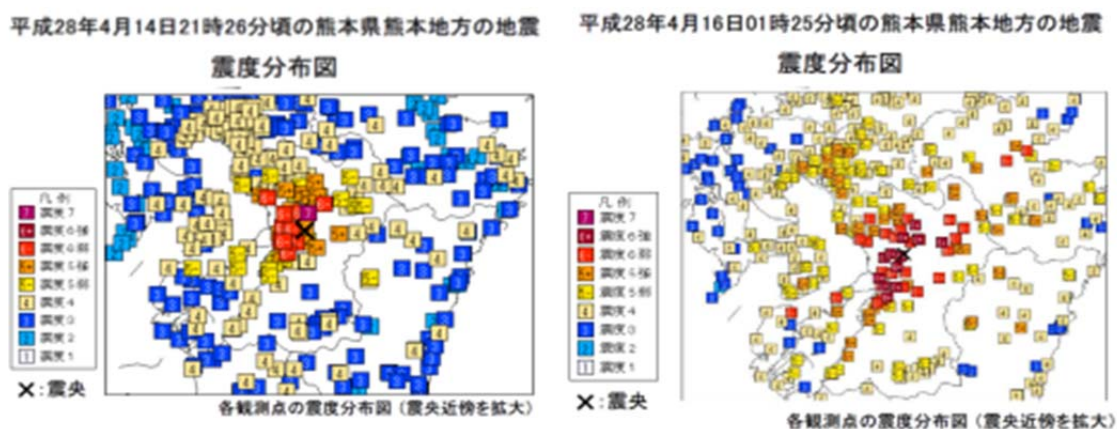


図2.3 平成28年熊本地震による震度分布（左：前震，右：本震）
（気象庁報道発表資料より）¹⁾

表 2.1 防災科学技術研究所の強震動観測による最大加速度と計測震度⁵⁾

最大加速度上位10観測点

	観測点名	最大加速度	計測震度※
1	KiK-net益城(KMMH16)	1362gal	6.4
2	K-NET宇土(KMM008)	882gal	6.2
3	K-NET熊本(KMM006)	843gal	6.0
4	K-NET矢部(KMM009)	831gal	5.6
5	KiK-net菊池(KMMH03)	800gal	6.1
6	K-NET砥用(KMM011)	778gal	5.5
7	K-NET湯布院(OIT009)	723gal	6.0
8	KiK-net小国(KMMH02)	687gal	5.5
9	K-NET大津(KMM005)	669gal	5.7
10	KiK-net豊野(KMMH14)	612gal	5.8

※気象庁告示に基づき計算

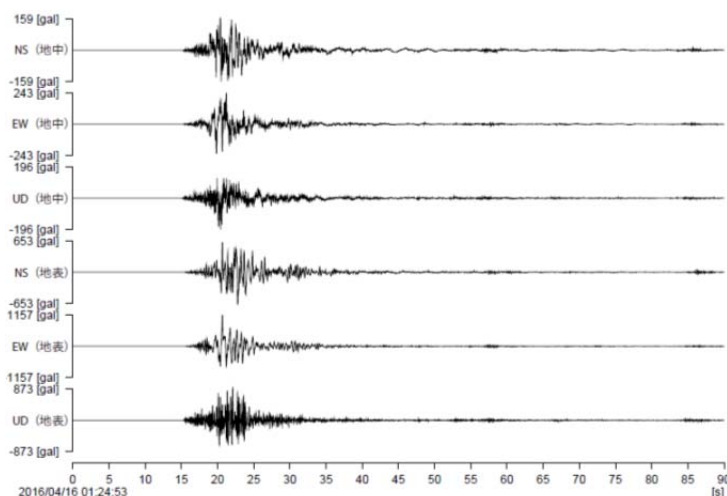


図 2.4 KiK-net 益城観測点の強震波形（防災科学技術研究所ホームページ⁵⁾）

参考文献

- 1) 気象庁：「平成 28 年（2016 年）熊本地震」について（第 1 報～第 37 報），2016 年 4 月 14 日～30 日発表
- 2) 地震調査研究推進本部：平成 28 年 4 月 16 日熊本県熊本地方の地震の評価（平成 28 年 4 月 17 日公表）http://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2016/2016_kumamoto_2.pdf
- 3) 地震調査研究推進本部：九州・沖縄地方の地震活動の特徴
http://www.jishin.go.jp/regional_seismicity/rs_kyushu-okinawa/
- 4) 地震調査研究推進本部：九州地域の活断層の長期評価（第一版），
http://jishin.go.jp/main/chousa/13feb_chi_kyushu/k_honbun.pdf, 2013.2.15
- 5) 防災科学技術研究所：2016 年 4 月 16 日 熊本県熊本地方の地震による強震動
<http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/nw-kumamoto160416/?LANG=ja&m=K-NET>
- 6) 読売新聞：熊本地震，農林水産被害 1 千億円超…阪神上回る
<http://www.yomiuri.co.jp/national/20160501-OYT1T50083.html>
- 7) 読売新聞：橋や道路，熊本被害 1 7 0 0 億円… 3 5 0 0 か所
<http://www.yomiuri.co.jp/national/20160503-OYT1T50090.html>

（長谷川修一）

3. 地表地震断層と建物被害

国土地理院，産業総合研究所等によって実施された地表地震断層調査では，布田川断層帯と日奈久断層帯の一部区間で右横ずれを示す地表地震断層が確認されており，本調査ではそれらを確認すると共に地割れと建物被害との関係を検討した。

3.1 益城町

(1) 下陳地区 (①, ②地点)

益城町下陳地区では布田川断層に沿って，右横ずれを示す地表地震断層が約 500m に渡り確認された (図 3.1)。水田の右横ずれ変位は約 0.5m で，北側が隆起していた (①地区：図 3.2)。ま道路とその延長部の住宅が断層変位による被害を受けていた (①地区：図 3.3)

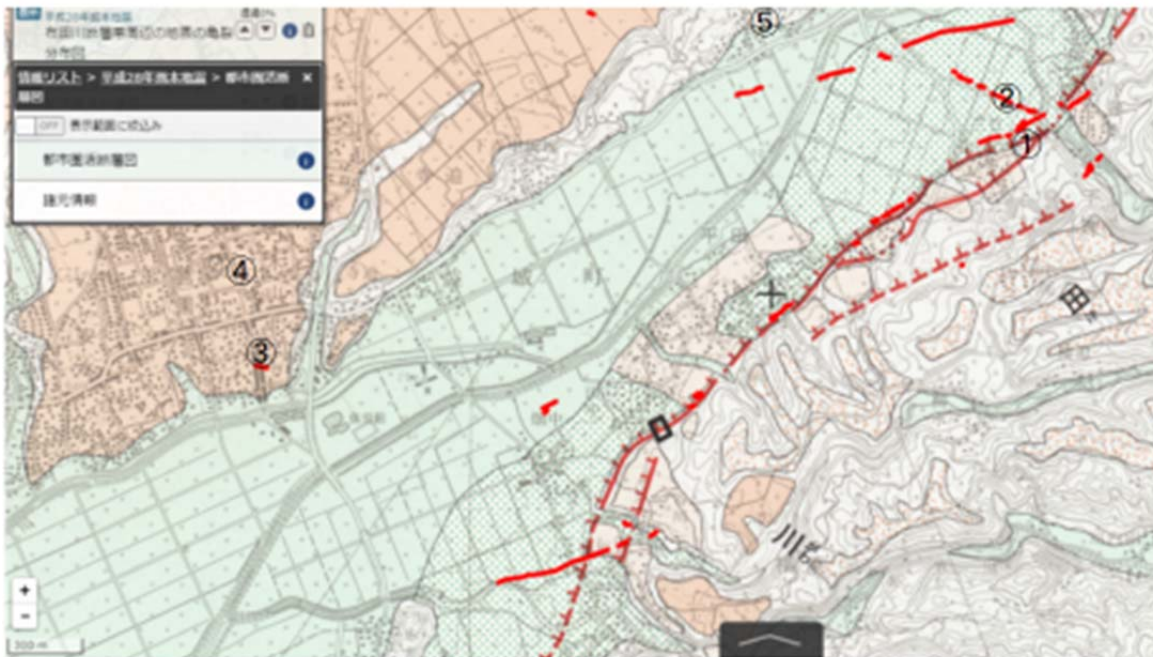


図 3.1 国土知地理院による布田川断層帯周辺の地表亀裂分布図 (益城町付近) に加筆



図 3.2 地表地震断層による水田の右横ずれ変位 (益城町下陳①地点)



図 3.3 地表地震断層による道路と民家の右横ずれ変位（益城町下陳①地点）



図 3.4 地表地震断層による水田の左横ずれ変位（益城町下陳②地点）

（2）木山地区（③、④地点）

木山地区は、阿蘇4火砕流台地の南端部に位置し、益城町役場のある北側の高台（③地点）とその南の緩斜面部（④地点）からなる（図 3.5）。益城町役場は本庁舎に亀裂が入って立ち入りが禁止されていたが、周辺では住宅の全壊は少なかった。

これに対して、県道 28 号より南側の緩斜面では、道路に地割れが発達し、家屋の倒壊、石積み擁壁の崩壊が顕著であった。当地区では、一部に右横ずれを示す地割れがあったが、そのほとんどは斜面下方への移動をしめす重力性の開口地割れで、斜面下方に地盤が滑動したことを示唆している（図 3.6）。また、耐震性の低いとされる古い家屋だけでなく、最近建築されたと思われる建物にも倒壊が認められる（図 3.7）。

今後の詳細調査が必要だが、当地区の住宅被害は震度 7 の地震動を 2 回受けただけでなく、地すべり的な地盤の滑動による影響を強く受けていると推定される。木山より東側では、阿蘇 4 火砕流台地の南縁は木山川によって侵食された段丘崖が残っているが、木山地区周辺では、段丘崖が崩れた崩壊土砂による緩斜面となっている（図 3.5）。住宅被害が顕著な地区は、この崩壊土砂を基礎地盤としており、地震動によって滑動が発生したことが、擁壁と住宅倒壊の一因になった可能性がある。



図 3.5 益城町木山地区の地形（国土地理院色別標高図に加筆）



図 3.6 益城町木山地区南部の道路の地割れ（④地点），右横ずれ 0.5m



図 3.7 益城町木山地区南部の道路の地割れ（④地点），右横ずれ 0.5m

(3) 寺中地区

益城町寺中地区（⑤地点）は、木山川の右岸に当たり、阿蘇4火砕流台地の山麓に位置する。また、上陳の地表地震断層の北約300mのところに位置しているが、建物の被害は木山地区と比較して明らかに小さい。ここでは地盤の滑動を示す重力性の地割れはまれで、地震動だけの被害を受けたと推定される。

図3.7は益城町寺中地区にある津森神社の被害状況である。拝殿等の建物だけでなく、狛犬や石灯籠は倒壊していない。これに対して、益城町木山地区南部におけるの寺院と木山神社では、建物と積造物は激しく倒壊している（図3.8）。



図 3.7 益城町寺中地区津森神社の被害状況。
拝殿等の建物だけでなく、狛犬や石灯籠は倒壊していない。



図 3.8 益城町木山地区南部におけるの寺院と木山神社の被害状況

3.2 西原村

(1) 布田地区

西原村布田地区は、布田川断層帯に近接しているが、明瞭な地震断層は確認できなかった。ただ、西原村役場の南約 300m の県道 8 号の路面には、(⑥地点) 約 0.1m の右横ずれ変位が認められるが、連続性がなく、地表地震断層とは認められない。また、⑦地点においても道路の地割れがあるが、重力性と思われる。布田地区では、家屋の被害は顕著である (図 3.11)。



図 3.9 国土地理院による布田川断層帯周辺の地表亀裂分布図 (西原村付近) に加筆



図 3.10 西原村布田地区におかる道路の亀裂 (左：⑥地点，右：⑦地点)



図 3.11 西原村布田地区における民家の被害 (⑧地点)

(2) 大切畑地区

西原村大切畑地区は、布田川断層帯の延長部に位置するが、㊟地点で水田に地割れが確認されたが、明瞭な地表地震断層は認められなかった(図 3.12)。当地区では、傾斜地に築造された盛土が擁壁と一緒に崩壊し、盛土上に立てられた家屋が倒壊していた(図 3.13)。



図 3.12 西原村大切畑地区における水田の亀裂 (㊟地点)



図 3.13 西原村大切畑地区における盛土の崩壊による家屋の倒 (㊠地点)

3.3 南阿蘇村

(1) 黒川地区

南阿蘇村黒川地区では、国土地理院により地表の亀裂分布図が公開されており、阿蘇大橋左岸付近から長陽西小学校跡地にかけて、 $N60^{\circ} E$ の方向に、右横ずれ地表断層が約 700m にわたり、分布している。地震断層の直上および周辺部では、家屋の倒壊が顕著である。東海大学農学部の学生が犠牲になったアパートは断層から約 200m 北側の盛土上に建てられ、1階が潰れていた。



図 3.14 国土地理院による布田川断層帯周辺の地表亀裂分布図（南阿蘇村付近）に加筆



図 3.15 右横ずれを示す地表地震断層による国道 325 号の路面の変位（左）とその延長にぶにあるアパートの損傷（南阿蘇村黒川付近：⑪地点）



図 3.16 右横ずれを示す地表地震断層による道路の変位（右）とその延長にぶにあるアパートの倒壊（南阿蘇村黒川付近：㊸地点）



図 3.17 盛土地盤に建てられたアパートの倒壊（左：㊹地点）と古い民家の倒壊（右：㊻地点）

3.4 阿蘇市

阿蘇市市ノ川駅西方の水田と道路が陥没しており、地表地震断層の可能性が指摘されているが、旧河道を埋め立てた地盤が陥没した可能性も指摘されている（図 3.18 の⑮地点）。当地点の地下には余震分布がないため、後者の可能性が高いと思われる。



図 3.18 阿蘇カルデラ内の陥没地形（国土地理院地理院地図に加筆）



図 3.19 阿蘇カルデラ内の沖積平野に形成された陥没帯（阿蘇市市ノ川駅西方：⑬地点）

3.5 強震域の範囲

屋根を覆うブルーシートは、菊池市赤星以南で確認された。菊池市赤星は地表地震断層から約17km 離れている。これに対して、地表地震断層の延長部の大分県由布市でもブルーシートが確認された。防災科学技術研究所の強震動観測によると、湯布院観測点における本震の最大加速度は723gal、計測震度は6.0を記録している（表2.1）。これは、横ずれ断層の破壊方向に強い地震動が伝播したことを示している。



図 3.20 屋根を覆うブルーシートの北限（菊池市赤星）



図 3.21 屋根を覆うブルーシート（由布市）

3.6 活断層による直下型地震にいかにかに備えるか

新聞報道などによると熊本県民の多くは、熊本県は大きな地震が起きにくい地域と考えていたことが指摘されている。この理由として、□地震保険の等区分と□建設省告示第 1783 号（昭和 55 年 11 月 27 日）の地域別地震係数が影響しているかもしれない。

①地震保険の等区分は、政府の地震調査研究推進本部のが作成する「確率論的地震動予測地図」に基づき建物が所在する地域を都道府県ごとに地震の危険度を分類している。等地については、2013 年 3 月に 4 区分から 3 区分に変更され、2015 年 11 月にも再区分されたが、熊本県は当初から最も地震危険度の低い 1 等地と評価されている（損害保険料率算出機構、2015）。これは、1 つの活断層による直下型地震の発生確率は数千年に一度程度なので、南海トラフ地震のようなプレート境界地震と比較して、非常に低い確率として評価されてしまうためである。ちなみに熊本県内の地震保険加入率は 2014 年度で 28.5%と香川県の 29.0%と同程度（ほぼ全国平均）である。

②地域別地震係数でも、熊本県は 0.8~0.9 と小さめに評価されている。この地域別地震係数は鉄筋コンクリート造に適用されるが、一般の住民は熊本県は大きな地震が来ない地域との誤解を与えかねない。香川県の地域別地震係数も 0.8~0.9 と小さめに評価されている。地域別地震係数は 40 年以上前の研究成果に基づく地震危険度の地域区分のため、見直しが必要であろう。

益城町木山地区では、比較的新しい木造家屋も倒壊した区域があった。ここでは、地割れがと擁壁盛土の崩壊が顕著で、地盤が地すべりのように滑動した可能性がある。また、西原村大切畑地区、南阿蘇村黒川においても盛土地盤あるいは盛土擁壁の崩壊による家屋の倒壊が顕著であった。今後詳細な調査が必要ではあるが、建物の立地地盤の良否が、隣接地域の被害の差になっている可能性が高いと思われる。建物の倒壊防止には、耐震性と共に、地盤条件も重要である。

住民としては、国土地理院の都市圏活断層図などで地域の活断層の有無と位置関係を確認し、直下型地震の強い揺れへの備えが必要であろう。また、活断層があろうとなかろうと M6.5 程度の直下型地震は日本中どこでも起こりうる。その場合には、震央付近は震度 6 強以上の揺れによって、局所的に甚大ば被害が出る。南海トラフ地震前後には、同様な内陸直下型のどこで発生してもおかしくないの、直下型地震へ備え（耐震化、家具の固定等）を、南海トラフ地震への備え結びつける努力が必要と思われる。

参考文献

- 1) 池田安隆・千田昇・中田高・金田平太郎・田力正好・高沢信司：都市圏活断層図 [熊本]，国土地理院技術資料 D.1-No.368，（2001）
- 2) 国土地理院：航空写真判読による布田川断層帯周辺の地表の亀裂分布図
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27-kumamoto-earthquake-index.html#dd>
- 3) 白濱吉起・森宏・丸山正・吉見雅行：「第三報」緊急現地調査報告 [2016 年 4 月 18 日]，産業総合研究所地質調査総合センターホームページ，
<https://www.gsj.jp/hazards/earthquake/kumamoto2016/kumamoto20160419.html>
- 4) 地震保険基準料率の届出について：損害保険料率算出機構ニュースリリース No.2015-0018
www.giroj.or.jp/news/2015/150930_2.pdf

（長谷川修一）

4. 土木建造物の被害

4.1 道路の被害

熊本県内では、地震によって国道 57 号など重要な道路が通行止めになっている。今回、調査した道路の被害を紹介する。

国道 57 号阿蘇大橋は、地震による斜面崩壊によって崩落した（図 4.1, 4.2）。また阿蘇大橋付近では、白川の河岸斜面の崩壊によって道路と鉄道が寸断されている（図 4.3）。

県道 28 号では西原村の大切畑大橋（平成 13 年 3 月竣工）が大規模地すべりによって沈下、移動しているが、落橋は免れていた（図 4.4）。また、県道 28 号の風当では谷生め盛土が沈下していた（図 4.5）。なお、県道 28 号では俵山トンネルが通行止めになっており、阿蘇へは阿蘇グリーンロードが迂回路になっていた。

南阿蘇村の地表地震断層付近等の道路擁壁の転倒崩壊が見られ、阿蘇パノラマラインは斜面崩壊によって通行止めになっていた（図 4.6）。また、路肩盛土の沈下や崩壊は至るところで発生していた（図 4.7）。地表地震断層による道路の段差や橋梁構造物と盛土との段差とマンホールの浮き上がりも道路の通行障害となっていた（図 4.8, 4.9）。



図 4.1 国道 57 号阿蘇大橋は、地震による斜面崩壊によって崩落している。



図 4.2 国道 57 号阿蘇大橋は、地震による斜面崩壊によって崩落している。



図 4.3 白川を横断する阿蘇長陽大橋はアバット斜面が崩壊している（左）。
旧道も斜面崩壊によって寸断されている（右）。



図 4.4 県道 28 号の西原村の大切畑大橋（平成 13 年 3 月竣工）が大規模地すべりにって沈下，移動しているが，落橋は免れていた。



図 4.5 県道 28 号の風当では谷埋め盛土が沈下していた。



図 4.6 道路擁壁の崩壊（左：南阿蘇村黒川，右：阿蘇パノラマライン南阿蘇村）。



図 4.7 路肩盛土の崩壊（左：国道 298 号南阿蘇村沢津野，右：県道 28 号西原村風当）。



図 4.8 地表地震断層による道路の被害（南阿蘇阿蘇村）。



図 4.9 橋梁構造物と盛土との段差（左）とマンホールの浮き上がり（右：益城町総合体育館）。

4.2 河川堤防の被害

河川堤防の被害は、緑川と白川の中流及び下流部を中心に発生している（国土交通省九州地方整備局報道発表資料）。今回の調査は、白川と木山川の中流域より上流域であったため、河川堤防の被害は軽微であった。調査範囲では、益城町上陳の木山川左岸の堤防にクラック（沈下は未確認）が発生したため、ブルーシートで保護されていた、また、一箇所はすでに復旧工事中であった（図 4.10）。

なお、堤防の被害の要因として基礎地盤の液状化の影響も考えられる。木山川が形成した沖積低地にある益城町町民グラウンドでは、開口下地割れから水が吹き出た跡があり、噴砂は発生しなかった程度の液状化が発生した可能性がある（図 4.11）。堤防の被害に基礎地盤の液状化が関与したかは今後の課題である。



図 4.10 木山川左岸堤防のクラックを覆うブルーシートと復旧工事（益城町上陳）



図 4.11 木山川沖積低地における液状化の痕跡（益城町町民グラウンド）

4.3 考察

大規模な崩壊によって国道 57 号，阿蘇大橋，JR 豊肥本線が流され，また隣接する崩壊によって阿蘇南鉄道と阿蘇長陽大橋が通行不能になったため，熊本市から阿蘇カルデラへのメインルートが絶たれてしまった。また，阿蘇南村へのバイパスとしての県道 28 号も俵山トンネル等が被災し，通行止めになっていた。いずれも早期復旧は困難と思われる。

調査時点で迂回路として早期に復旧されていたのは，県道 23 号（ミルクロード）と阿蘇グリーンロード道である。二重峠の東側の県道 23 号はカルデラ壁に沿う急斜面を通過しているが，崩落しやすい溶岩層がロープネット工などによって落石防止工事が施工されたいたため，国道 57 号の迂回路として機能していたことは不幸中の幸いであった（図 4.12）。

地震によって長期間通行止めになるような斜面崩壊危険箇所は事前に把握して，迂回路を確保することが望ましい。また，道路の早期普及のためには，地域の建設業の存続と大規模災害時の事業継続計画が重要である。



図 4.12 道路上方斜面の落石対策（県道 23 号阿蘇村市二重峠）。

参考文献

- 1) 国土交通省九州地方整備局報道発表資料：平成 28 年熊本地震緑川・白川等の被災・復旧状況をまとめました，http://www.qsr.mlit.go.jp/n-kisyahappyou/h28/data_file/1461478503.pdf

（長谷川修一）

5. 斜面崩壊

熊本地震では斜面崩壊が多く、多くの地点で発生し、道路および鉄道の寸断、橋の崩落など交通障害が多数発生した。

5.1 阿蘇大橋の崩落と周辺斜面の崩壊

南阿蘇村および黒川沿い立野地区では、地表に現れた断層のずれの末端部周辺で特に斜面崩壊が多発している（図 5-1）（国土地理院 web サイト¹⁾）。

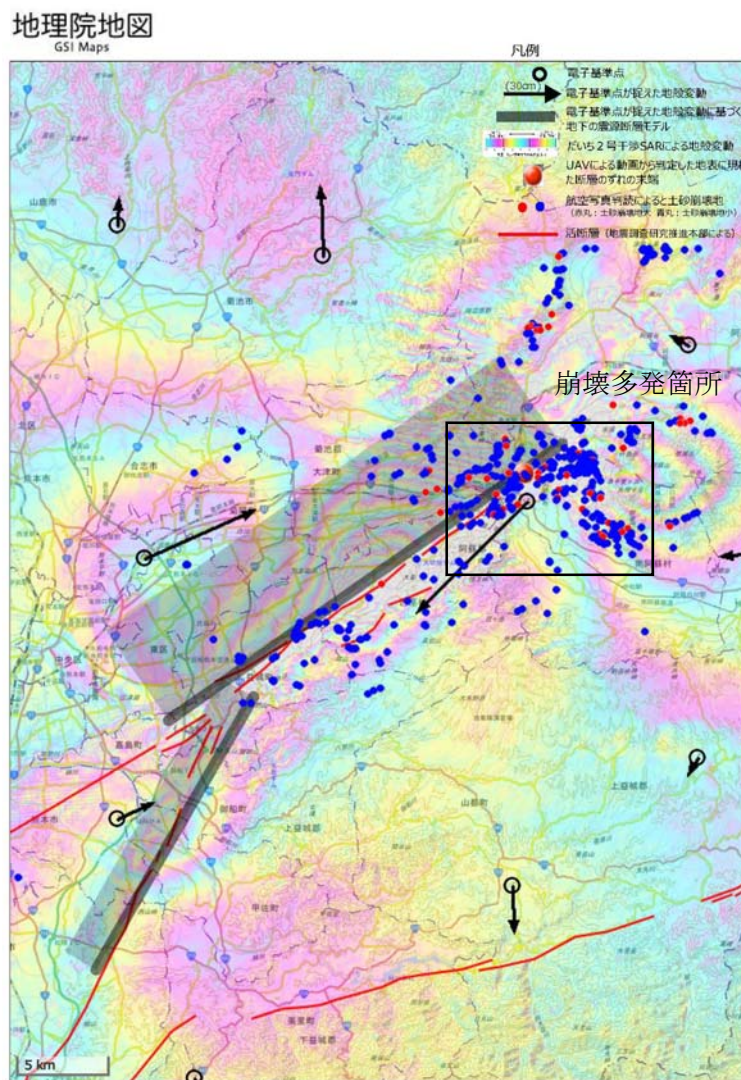


図 5-1 斜面崩壊箇所と地殻変動との関係 (国土地理院 web サイト)

この地域の地質は、阿蘇火山の地質図によると、輝石安山岩のブロック溶岩を主体とする先阿蘇火山岩類 (P_A)、赤瀬溶岩 (As)、立野溶岩 (Tt)、礫・砂・シルトから成る崖錐である (t) (図 5-2)。



図 5-2 阿蘇火山の地質 (産業技術総合研究所²⁾)

地理院地図
GSI Maps

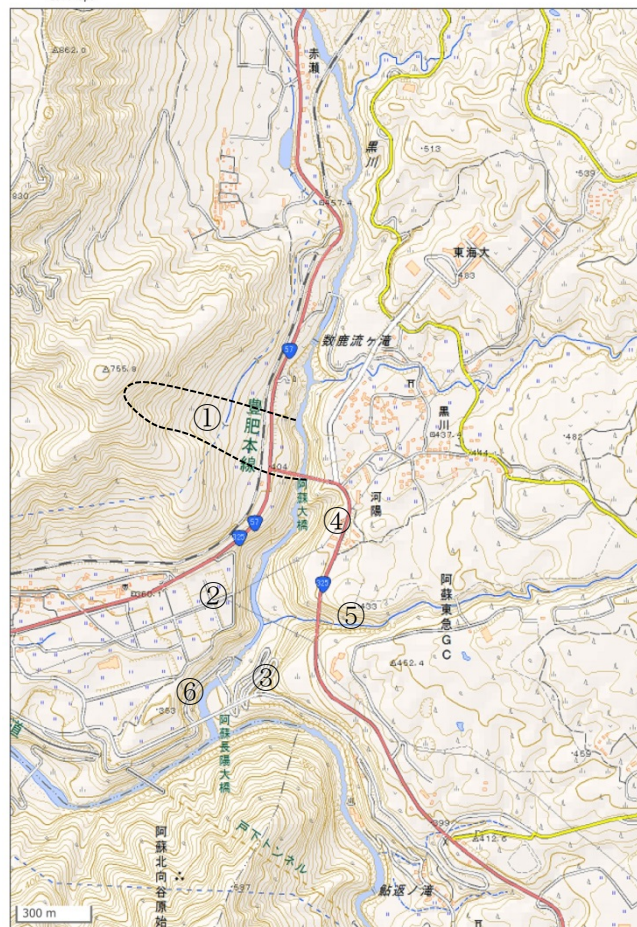


図 5-3 立野地区における調査地点³⁾



図 5-4 阿蘇大橋付近の大規模崩壊（地点①）。左岸上流側から（左上）、左岸正面から（右上）、左岸下流側（左中）から撮影した崩壊斜面と左岸側橋台と崩落した道路（右中）。河岸段丘上での崩壊斜面側への落ち込み（左下）と道路と接合していない橋台（右下）

立野地区の黒川沿い右岸斜面では大規模崩壊が発生し、阿蘇大橋が崩落した。崩落した橋はアーチ橋であったが、橋を構成していた橋台以外の部材は見つからない。

阿蘇大橋付近の崩壊斜面（図 5-3 ①）を左岸側からみたところ、次に示す特徴があることが分かった（図 5-4）。崩壊斜面で発生した現象の推察には、災害後に取得された航空レーザ測量データ可視化結果も用いた（図 5-5）。

- ・ 地すべりの上部滑落崖付近より、斜面中腹部の方が、崩壊深度が深い（図 5-4（左上））。

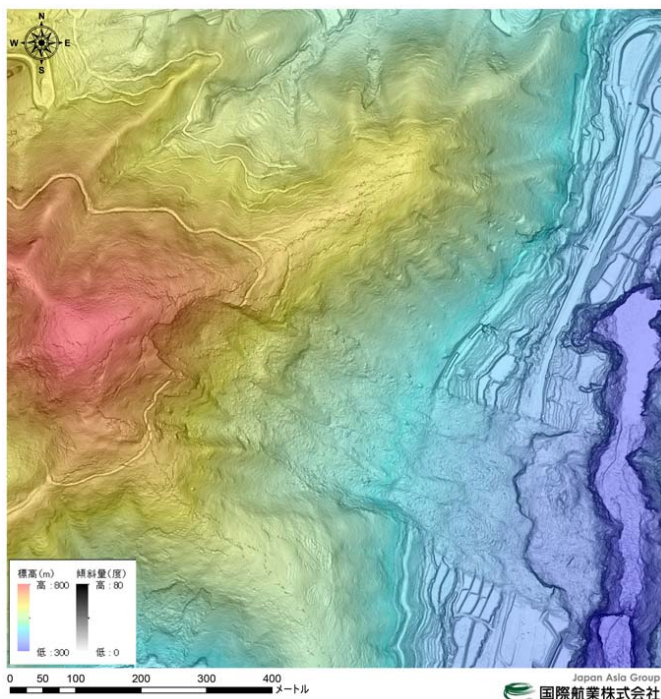


図 5-5 ELSAMAP 阿蘇大橋（国際航業株式会社 web サイト，取得日 2016 年 4 月 17 日）⁴⁾



図 5-6 Google earth 画像（取得日 2014 年 12 月 19 日）⁵⁾

- ・ 崩壊直後に取得された航空レーザ測量データの可視化マップから，斜面上部で崩壊し，斜面中腹，斜面末端部付近と数度にわたり崩壊を繰り返したことが読み取れる（図 5-5）。
- ・ 堆積域付近に明瞭な滑落崖が見える（図 5-4（右上，左下），図 5-5）。この崖は崩落した橋台背後の崖と連続している（図 5-4（右上））。
- ・ 右岸側橋台の周辺は，もと水田であった（Google Earth 2014 年 12 月 19 日の画像参照，図 5-6）。
- ・ 橋台よりも下流側が橋側に落ち込んでいることから（図 5-4 左下），橋台周辺の斜面が崩落したことが推察される。
- ・ 左岸側上流から見ると，橋台は道路とは接合していないことが確認された（図 5-4 右下）。

以上のことから，この斜面では，地震による斜面崩壊が複数箇所が発生，橋台付近の水田の崩落，背後の長大斜面から発生した大量の土砂による橋台の押し出しが阿蘇大橋の崩落と関連している可能性があると考えられる。

黒川沿いの河岸段丘では広範囲にわたり段丘崖で斜面崩壊発生していた。地点②（図 5-3）では鉄橋の脚部付近まで崩落した（図 5-7 右）。川沿いの道路は変状し，段丘崖の植生は川側に傾斜していることから，緩んだブロックが崩れずに残っていることが推察される。また，河岸段丘面上の水田には円弧状のクラックが形成された（図 5-7 右）。クラックが形成されている斜面も緩んでいると考えられることから，崩壊にまでは至っていない斜面でも，今後の地震および集中豪雨の際に崩壊する危険性がある。

このように，崩壊には至っていないがクラックがあり緩んでいると考えられる箇所は他にも多数見られる（図 5-3③，④）。地点③では川に沿った崖が崩壊し，九十九折の道路が流失した（図 5-8）。崖周辺の Google earth 画像（2016 年 4 月 16 日撮影）を確認したところ，滑落崖上部の緩



図 5-7 地点②の段丘崖の崩壊（左）と段丘面の変状と水田に出来たクラック（右）



図 5-8 地点③の段丘崖の崩壊（左）と滑落崖付近のクラック（右）



図 5-9 地点④のコンビニエンスストア背後の段丘崖の崩壊（左）と駐車場のクラック（右）

斜面にクラックが確認される。地点④（図 5-3）では、コンビニエンスストア背後の崖が崩壊した。コンビニエンスストアの駐車場にも多数のクラックが確認された（図 5-9）。このように、崩壊地の近くでクラックが入っている箇所では、今後の地震や大雨で崩壊する可能性があることを考慮して、今後の復旧を計画する必要がある。



図 5-10 支流の両岸斜面が崩壊（左）緩んだ岩盤と崖錐（右）（地点⑤）



図 5-11 阿蘇長陽大橋橋台付近の崩壊（図 5-3 地点⑥）

黒川沿いの段丘および黒川に東部から流入する支流に沿った斜面（図 5-3 ⑤）でも広い範囲で大規模な斜面崩壊が多発していた（図 5-10）。

阿蘇長陽大橋は（図 5-3 ⑥）、落橋は免れたが、橋台まで段丘が崩壊し、また段丘上で橋が沈下していた（図 5-11）。

5. 2 西原村大切畑ダム周辺の斜面崩壊

西原村は家屋倒壊の被害が大きかった地域の一つである。大切畑ダム西部の大峯山北斜面（図 5-12 地点⑦）でも大規模な崩壊が発生していた（図 5-13 の上段写真）。ここは山側の旧道の崩壊地を迂回するように大切畑大橋（県道 28 号）が建設されていた（図 5-13 の左下）。山地斜面に建設された旧道は崩壊によって寸断したが（図 5-13 の右上）、高架橋は、一部橋台付近で沈下した箇所はあったが（図 5-13 の右下）、崩壊の影響の直撃をさげ、落橋を免れていた。

崩壊土砂によって道路が寸断したり、落橋したりすると復旧の目途が立たないが、土砂の直撃を避けることができると、地震動で橋が損傷しても、短期間での仮復旧が可能となるため、通行



図 5-12 西原村調査地点 (Google Map) ⑥)



図 5-13 地点⑦の大峯山北斜面の大規模崩壊。崩壊斜面 (左上), 崩壊土砂によって寸断した旧道 (右上), 崩壊土砂が直撃せず落橋を免れた大切畑大橋 (左下と右下)



図 5-14 地点⑧の棚田堤体の変状（左）と水の流出（右）

止め期間が短くなり、2次災害の程度が緩和される。

地点⑧では、棚田の堤体が崩れていた。その原因は、大切畑ダムからの送水管から漏れた水が絶えず流れている影響で、堤体が洗掘されているであった。地震によってため池が被害を受ける可能性がある。その場合、水の管理を適切に行われなければ、地点⑧のような被害が発生する可能性がある。地震発生時のため池の管理方法を具体的に考えることで、このような2次被害の拡大を抑える必要がある。

5.3 その他の地震による斜面崩壊

斜面崩壊は、これらの他にも多数発生していた。図 5-15 の崩壊については、遠望し崩壊箇所の地形を観察した。長陽村と阿蘇市の境界付近の斜面、阿蘇市車帰牧野の採石場付近の斜面、南阿蘇村夜峰山南斜面、狩尾牧場付近の斜面崩壊は、尾根部もしくは遷急線付近から大きく崩れる崩壊が多発していた。急勾配の凸型斜面で地震動が増幅しやすいことから、このような崩壊が発生したと考えられる。

5.4. 考察

今回の熊本地震による斜面崩壊は、多くの地点で道路の寸断を引き起こした。これは橋の崩落に寄与していた可能性も考えられる。滑落崖周辺にはクラックが多数形成されるなど、今後の地震や大雨で崩壊する危険性が高い箇所がみられた。今後、復旧を計画していく際には、現状および余震や大雨の際の地盤の安定性に配慮する必要がある。

また、今後の地震で被害を最小限に抑えるためには、斜面崩壊の危険性がある地域では、可能であれば、トンネルや橋梁等によって斜面崩壊による道路への直撃を免れることや複数の迂回路を整備しておくことが不可欠である。

参考文献

- 1) 国土地理院 web サイト, 重ね合わせ地図,
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27-kumamoto-earthquake-index.html#a>



図 5-15 地震による大規模斜面崩壊遠望。長陽村と阿蘇市の境界付近の斜面崩壊（左上），阿蘇市車帰牧野の採石場付近の斜面崩壊（右上），南阿蘇村夜峰山南斜面の崩壊（左下），狩尾牧場付近の崩壊（右下）

- 2) 産業技術総合研究所，阿蘇火山地質図，
https://gbank.gsj.jp/volcano/Act_Vol/aso/map/volcmap04-1.html
- 3) 国土地理院，地理院地図，<http://maps.gsi.go.jp/>
- 4) 国際航業株式会社，ELSAMAP 阿蘇大橋，
http://www.kkc.co.jp/service/bousai/csr/disaster/201604_kumamoto/index.html
- 5) Google Earth
- 6) Google Map

(野々村敦子)

6. 農業用ため池の被害

1) 被害の概要

地震により熊本県内のため池 122 箇所のうち、108 箇所は異常なし、13 箇所はクラック等の変状が生じている。

表 6.1 に、熊本県内の農業用ため池の被害を一覧する。震源域から比較的離れた宇城市においても 3 箇所のため池に、堤体へのクラックの発生が生じている。西原村の大切畑ダムは、4 月 14 日の地震で、堤体からの大量の漏水で決壊の恐れがあるとして、下流域の 300 世帯に避難指示が出されたダムである（その後の調査で、堤体からの漏水ではなく、農地への送水管の破断によるものと確認された）。

今回の現地調査では、西原村内にある大切畑ダムと下小森ため池の 2 か所を調査した。

表 6.1 熊本県内の農業用ため池の被害²⁾

市町村	ため池名	被害概要
宇城市	鎧ヶ下池、萩尾ため池、八ツ枝ため池	堤体にクラックが発生。応急対策工事を実施予定
西原村	大切畑ダム	全量放流済み。必要に応じて応急対策工事を実施するとともに、早期復旧に向けた工法等について検討開始
	下小森ため池	堤防の一部が決壊し農地に流入（1.0ha 程度）。人的被害なし
熊本市	鬼ため池	堤体が沈下し、破堤の恐れがあるため、全量放流済み

※熊本県全体では 13 箇所のため池で堤体のクラック等の被害が発生（熊本市、宇城市、菊池市、阿蘇市）

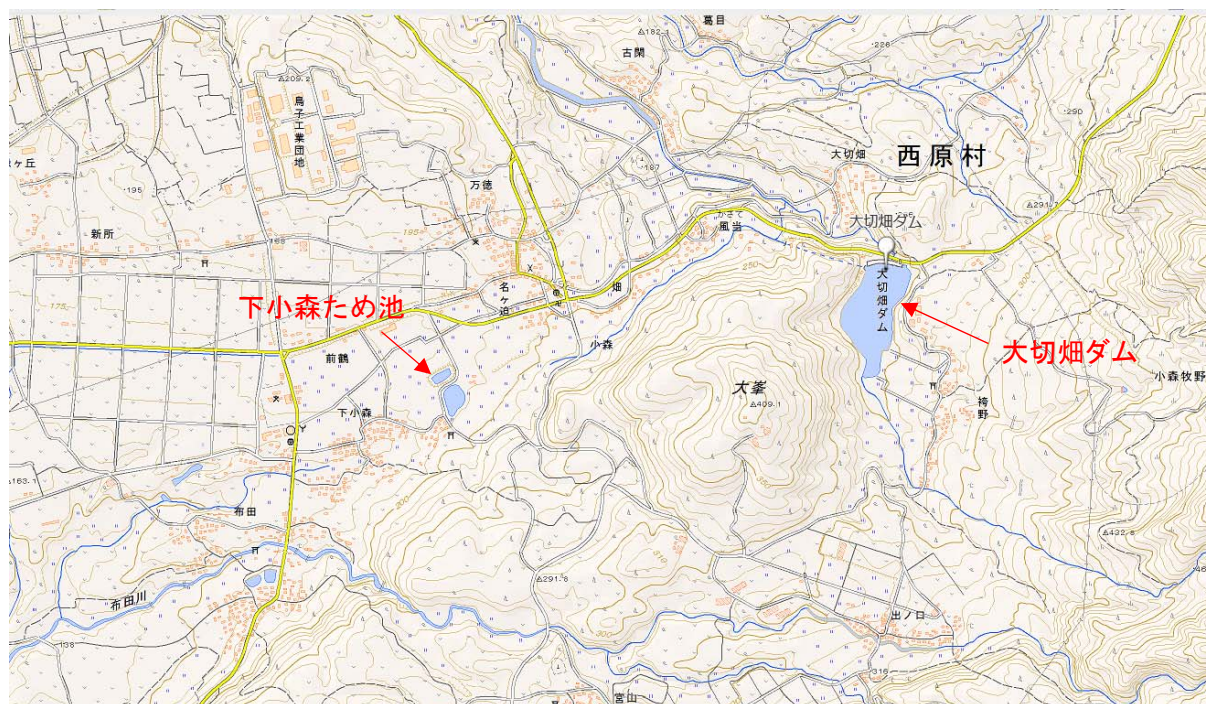


図 6.1 調査対象ため池の位置図（熊本県阿蘇郡西原村内）

2) 大切畑ダムの被災

大切畑ダムは、表 6.2 に示すように、かんがい用のアース式ダムであり、堤高 23m、総貯水量 851 千 m³ と大きな規模のため池（ダム）である。

図 6.2 に、大切畑ダムの被災状況を示す。大切畑ダムの水位は、緊急放水により低下していた。表のり面の堤体の状況は、遠景では大きな被害は生じていないものの、近くによ

表-6.2 大切畑ダムの諸元³⁾

目的／形式	かんがい用／アース式
堤高／堤頂長／堤体積	23m／125m／74 千 m ³
総貯水容量／有効貯水量	851 千 m ³ ／720 千 m ³
流域面積／湛水面積	11.6km ² ／9ha
着工／竣工	1970 年／1975 年

ると、コンクリート枠が圧縮力によって圧潰していたり、洪水吐が傾くなどの被害が生じていた。堤体天端はブルーシートがかけられ、堤体に生じているであろうクラックの状態は調査することができなかった。ただし、堤体天端に生じた段差や道路部との境界に生じたクラックの大きさから判断すると、大きなクラックが堤体に生じたであろうことは類推できた。



(a) 堤体（表のり面）の状況



(b) コンクリート枠の圧縮破壊



(c) 洪水吐の被害



(d) 堤体天端に生じた段差



(e) 堤体クラックを覆うシート



(f) 道路との境に生じたクラック

図 6.2 大切畑ダムの被災

吉見による被害調査では、図 6.3 に示すように、大切畑ダム堤体を横断するように断層が走っていると報告されている。我々が調査した日（4 月 29 日）には既に堤体被害箇所ブルーシートがかぶさっており、クラックの状態や変位量を得ることができなかった。

大切畑ダムは、断層の近傍に位置することから、地震発生時には極めて大きな震動が堤体に作用したものと考えられる。

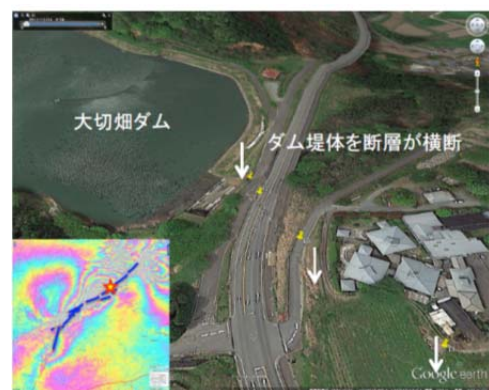


図 6.3 堤体と断層との関係

2) 下小森ため池の被災

西原村役場近くの下小森ため池（貯水量 2 万 m³）は、4 月 16 日未明に村内で震度 7 を観測した本震により、堤防が幅約 1m、高さ約 3m にわたり崩れ、大量の水が流出。人的被害はなかったものの、約 1ha の農地が 2 日間水浸しになった⁵⁾。

図 6.4 に、決壊した下小森ため池の被災状況を示す。決壊部は V 字型に大きくクラックが生じ、下流農地には水が流入していた。堤体には決壊部の付近にも堤体を横断するクラックが多く入っていた。堤体決壊部の土質を観察したところ、火山灰質土で築造されており、スコップが簡単に入るほど緩い状態であった。このことから、密度および強度が低いことが予想できた。決壊のメカニズムとしては、地表地震活断層に近いことから大きな地震動で堤体が揺らされた結果、堤体土の強度が低いことから堤体を横断するクラックが生じ、そのクラックから漏水し始め、堤体を下部から水流により浸食が生じて、決壊に至ったものと考えられる。



図 6.4 下小森ため池の被災状況

参考文献

- 1) 平成 28 年熊本地震に関する農林水産省緊急自然災害対策本部第 5 回会合資料，2016 年 4 月 26 日
- 2) 政府現地対策本部会議・熊本県災害対策本部会議、2016 年 4 月 24 日会議資料
- 3) ダム便覧： <http://damnet.or.jp/cgi-bin/binranA/All.cgi?db4=2669>
- 4) 吉見雅行：平成 28 年熊本地震で出現した（地表）地震断層調査概報、配布資料、土木学会地震被害調査結果速報会，4 月 27 日
- 5) 西日本新聞，2016 年 5 月 1 日付記事

(山中 稔)

7. 災害廃棄物の発生状況

1) 益城町（福原）災害廃棄物仮置き場（旧中央小学校グラウンド）

今回の地震で、最も家屋被害の大きかった益城町の災害廃棄物を集積する仮置き場（旧中央小学校グラウンド）を調査した（図 7.1 参照）

この仮置き場では、分別が行われ、分別の種類としては、①木（家具）、②木（柱）、③畳・布団類、④家電4品目（TV、冷蔵庫、洗濯機、エアコン）・その他家電（電子レンジなど）、⑤コンクリートくず、⑥瓦類、⑦金属ごみ、⑧ガラス・陶磁器類の、8分類としている²⁾。

現状では、家庭から出る可燃系の混合ごみが多く積まれており、その高さは火事の発生を抑えるとされる5m以下に概ねされていた。

益城町では、全壊家屋1,026棟、半壊家屋および一部損壊家屋4,374棟もの被害が生じている¹⁾。これらの被害家屋から大量の災害廃棄物が今後、仮置き場に搬入されるものと思われる。益城町では災害廃棄物処理計画を定めていないが、熊本県内で唯一定めている菊池市の災害廃棄物処理計画²⁾によると、全壊木造建物からは可燃系廃棄物が21.1t/棟、不燃系廃棄物が54.7t/棟もの廃棄物が排出されるとしている。調査時点では、家屋解体による木質系の廃棄物はまだ量が少なかったが、今後、被災家屋の罹災証明が完了するにしたいが、急激に木質系の廃棄物が増加し、現在の仮置き場だけでは不足することが容易に予想できた。



図 7.1 益城町災害廃棄物仮置き場の位置図



(a) 混合ごみ



(b) コンクリートくず類



(c) 冷蔵庫類



(d) 瓦類



(e) 石膏ボード・スレート類



(f) 自転車類

図 7.2 益城町仮置き場での災害廃棄物の分類状況

2) 西原村（災害廃棄物仮置場）村民グラウンド

西原村では、村民グラウンドを災害廃棄物の仮置場としており（図 7.3）、仮置場入り口には見取図を設置して、搬入作業がスムーズにできるようにしているとともに、分別の種類も細かく設定されていた（図 7.4）。分別種類としては、①ガラス・茶わん・陶器、②蛍光灯、③可燃物（生ごみは除く）、④畳、⑤瓦（セメント）、⑥瓦（焼き・化粧）、⑦コンクリート・セメント・ブロック、⑧スレート、⑨石膏ボード、⑩サイディング、⑪金属、⑫小家電（リサイクル家電や金属に含まない家電等）、⑬廃タイヤ、⑭木くず、⑮生木、⑯ばっ根、⑰家電（テレビ・冷蔵庫・洗濯機・エアコン・パソコン）である³⁾。



図 7.3 西原村災害廃棄物仮置場

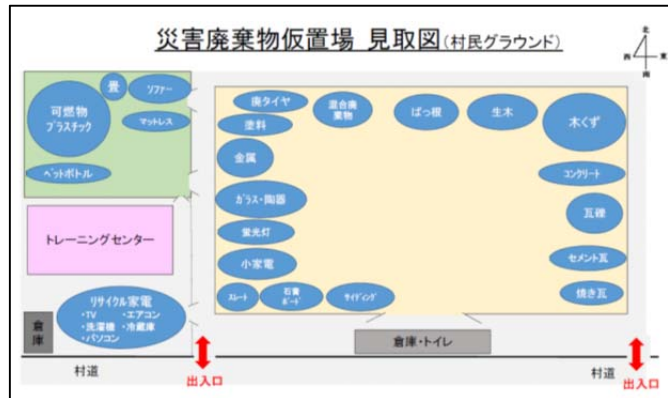


図 7.4 災害廃棄物仮置場の分別見取り図³⁾



(a) 仮置場の見取り図



(b) 木くずの搬入



(c) ボランティアによる搬入作業の補助



(d) 可燃物



(e) 金属



(f) 廃タイヤ

図 7.5 西原村の災害廃棄物仮置場の状況

参考文献：

- 1) 政府現地対策本部会議・熊本県災害対策本部会議、2016年5月2日会議資料
- 2) 熊本県菊池市：菊池市災害廃棄物処理計画、2011年10月
- 3) 西原村 HP：災害廃棄物仮置き場への搬入について

http://www.vill.nishihara.kumamoto.jp/emergency/_2068.html

(山中 稔)

8. 避難所の開設状況

益城町において被災された方々が避難所として利用しておられる施設を3カ所視察した。益城町立総合体育館（図 8-1a）は町の防災計画では2000人の収容を見込んでいたが（産経ニュース 2016年5月3日）、メインの施設が被災して使えないことから、ロビーや階段、駐車場などで避難生活を送っておられた。陸上競技場には多数のテントが設置されていた（図 8-1b）。敷地内では応急的な送水管で配水が行われており（図 8-1c）、平常通りの水の使用が出来ない状況であった。隣接する益城町中央小学校跡地が災害ごみの仮置き場になっている（図 8-1d）。今後、本格的に災害ゴミが搬入されると避難所の環境が悪化することが懸念される。

益城町庁舎は被災し、敷地内には立ち入り禁止になっていた（図 8-2a）。生活関連情報などは駐車場に設置された掲示板に掲載されていた（図 8-2b）。掲示板には、断水状況のお知らせ、町立保育所及び幼稚園の開園予定、などが掲載されていた。また、駐車場で炊き出しおよび食糧の配布が行われていた。駐車場にはその他にも、シャワーのサービスや石巻と書かれた避難者用の車両があった。



図 8-1 益城町立総合体育館(a)入口，(b)陸上競技場に設置されたテント (c)仮設の送水管 (d)隣接する益城町立中央小学校跡地の災害ゴミ仮置き場



図 8-2 益城町役場(a)庁舎, (b)掲示板, (c)災害時炊き出し支援のテント, (d)避難者用車両

益城町内では避難所のスペースが不足していたため、指定避難所以外の場所も避難所として利用された。熊本空港付近は地震による被害がほとんど見受けられなかった。空港付近のテクノロジーパークは、避難所として利用されており、避難用のテントや多くの車両が駐車されていた。

一連の熊本地震による避難者は、熊本県の集計によれば、4月15日15:00時点で44,449名であった。これは、被災をした多くの住民が4月16日未明の本震の際に、被災をした多くの住民が家屋内にいなかったことを示している。建物全壊2452棟（暫定値）に比べて死者49名・安否不明者1名と人的被害を軽減できたのは、前震による被災と避難が影響していると思われる。また、本震後の4月17日9:00時点の避難者数は183,882名と、避難所の容量を大きく超過したため、車中避難者の増加に至ったと思われる。南海トラフ地震の際にも、大量の車中避難者が出るのが想定されるので、駐車スペースの確保と車中避難者の自助・共助・公助の仕組み作りが必要と考えられる。

(野々村敦子)

9. 調査結果のまとめ

今回の調査結果に基づき、今後の地震対策への課題を以下のようにまとめた。

(1) 横ずれ活断層による強震域の特徴

一連の熊本地震は、布田川断層帯と日奈久断層帯の交差部で発生した右横ずれ活断層のよる地震で、地震は九州中央部北東―南西方向に分断する活断層帯で連鎖的に発生した。右横ずれ断層運動による地震のため、断層の延長方向に強い地震動が伝わった。これに対して、断層と直交する方向では、距離減衰のため断層から離れるに従い、揺れは小さくなっていた。

(2) 活断層による直下型地震への対応

震度7を記録した益城町から西原村にかけて、右横ずれを示す地表地震断層を確認した。また、地表地震断層は南阿蘇村黒川まで追跡できた。この地表地震断層は、既存の活断層図による布田川断層帯の活断層トレースと位置した区間と一致しない区間があった。また、地表地震断層の近傍では、極めて強い地震動（益城町では1362gal）によって、家屋の倒壊や斜面崩壊が多発した。住民としては、国土地理院の都市圏活断層図などで地域の活断層の有無と位置関係を確認し、断層の近くや延長部では、確率は非常に低い震度7の強い揺れが来る可能性があると思定する必要がある。

(3) 活断層から予測できない直下型地震への対応

活断層があろうとなかろうとM6.5程度の直下型地震は日本中どこでも起こりうる。この場合には、震央付近は震度6強以上の揺れによって、局所的に甚大ば被害が出る。南海トラフ地震前後には、同様な内陸直下型のどこで発生してもおかしくないため、直下型地震へ備え（耐震化、家具の固定等）を、南海トラフ地震への備え結びつける努力が必要と思われる。

(4) 盛土等の地盤の滑動崩壊への対応

益城町木山地区では、比較的新しい木造家屋も倒壊した区域があった。ここでは、地割れがと擁壁盛土の崩壊が顕著で、地盤が地すべりに滑動した可能性がある。また、西原村大切畑地区、南阿蘇村黒川においても盛土地盤あるいは盛土擁壁の崩壊による家屋の倒壊が顕著であった。建物の倒壊防止には、耐震性だけでなく、地盤条件も重要である。

(5) 大量の車中避難者への対応

避難所の容量を大きく超過したため、車中避難者の増加した。南海トラフ地震の際にも、大量の車中避難者が出ることが想定されるので、駐車スペースの確保と車中避難者の自助・共助・公助の仕組み作りが必要と思われる。

(6) 大規模な斜面崩壊や地すべりへの対応

地表地震断層周辺の斜面では、大規模な斜面崩壊や地すべりによって、国道、鉄道等が完全に破壊され、長期間の通行止めが発生している。地震によって長期間通行止めになるような斜面崩壊危険箇所は事前に把握して、迂回路を確保することが望ましい。また、道路の早期普及のためには、地域の建設業の存続と大規模災害時の事業継続計画が重要である。

(7) ため池決壊への対応

活断層近傍のため池が決壊していた。堤体で使用された火山灰質土の土質特性が決壊の原因である可能性があるが、活断層近傍の激しい地震動の影響も大きいと思われる。香川県においても、丘陵と平野の境界に活断層があり、その山側に多くの谷池が築造されている。また平野では、液状化しやすい地盤に築造されたため池堰堤も想定される。今後は、直下型地震によるため池決壊も想定して、地域で災害図上訓練や避難訓練など行う必要がある。

(8) 災害廃棄物への対応

調査時点では、室内からの災害廃棄物が主体で、仮置場に分別して集積されていたが、今後家屋解体に伴う大量の災害廃棄物が出ると予想される。南海トラフ地震では、地震動に加えて、津波によって膨大な災害廃棄物が発生し、仮置場の確保が困難になり、復旧・復興を妨げることが予想される。復旧復興を早めるためには、耐震化の促進、津波浸水想定区域からの移転などを推進して、被災家屋をできるだけ少なくし、災害廃棄物の発生量を少なくさせる努力が必要と思われる。