

Title	熊本地震に関する現地視察およびインフラ被害と避難者数の推移について
Author	中條 壮大, 重松 孝昌
Citation	都市防災研究論文集. 3 巻, p.53-63.
Issue Date	2016-11
ISSN	2189-0536
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher
Publisher	大阪市立大学都市防災教育研究センター
Description	
DOI	10.24544/ocu.20191220-002

Placed on: Osaka City University

熊本地震に関する現地視察および インフラ被害と避難者数の推移について

中條 壮大¹⁾・重松 孝昌²⁾

1) 大阪市立大学 大学院工学研究科 e-mail: nakajo@eng.osaka-cu.ac.jp

2) 大阪市立大学 大学院工学研究科 e-mail: shige@eng.osaka-cu.ac.jp

2016年4月14日、16日の2度にわたり震度7を記録した熊本地震による現地視察を、同年5月3日～4日で行った。本報では、その視察結果を、主に写真を通して報告する。加えて、インフラ被害と避難者数の推移について熊本地震災害対策本部の資料より分析した結果を示す。

Key words : 地震, 建物被害, 液状化, インフラ被害, 避難

1. はじめに

本稿は2016年5月3日から4日にかけて熊本市街から阿蘇カルデラの入口である立野付近、西原～益城、宇土半島および熊本港にいたる広範囲の現地視察を実施した結果の報告と、震災直後から熊本地震災害対策本部に報告されているインフラ被害と避難者数の推移について集計とその分析を実施した結果をまとめたものである。

2. 現地視察（2016年5月3日～4日）

5月3日には新幹線で現地入りをし、熊本駅前レンタカーを調達して熊本市街に入った。九州新幹線の被害は夜間の回送列車が4/14の前震で脱線したことが大きく報道されたが、それ以外にも同前震によって新八代駅のホーム桁がせん断破壊する、沿線の煙突倒壊により新玉名～熊本間の防音壁が損傷するなどの被害がJR九州より報告されている¹⁾。4月27日午後には九州新幹線は全線運転再開を果たし、発災から13日を経て回復した。このため、我々は再開した新幹線を利用して現地入りすることができた。2016年熊本地震は14日の震度7の前震の後に16日に再び震度7の本震が発生したという点でこれまでの経験を超える災害であった。それに加えて余震の回数の多さも非常に特徴的である。その余震回数の多さから、Yahoo!防災速報では県外の利用者に余震の通知を一部制限して通知する対策が取られていた。我々が新幹線にて熊本県に入った時点で、それまで制限されていた余震の通知が一斉に届いたことが印象的であった。

(1) 熊本市

写真1は熊本市中心市街地から阿蘇へと向かう国道57号線沿いの熊本市東区内の倒壊建造物を示している。1階部分は事業所であったが押しつぶされている。この建物の倒壊を懸念して一車線分に交通規制が実施されていた。熊本市内における同様の被害は幾つか見られたが、類似の建造物が全てというわけではなく圧潰にまで至っているものは限定的であった。**写真2～写真4**は熊本市東区保田窪のマンション11階から周囲の様子を撮影したものである。写真には破損した屋根部分に応急措置としてブルーシートをかけている住宅が多くみられる。以下は現地にて住宅販売業の方にヒアリングした内容である。

- ・熊本県内では地震後に同様の屋根被害が非常に多く発生したために、こうした応急処置の業者が県外からも多く参入されている
- ・ただ、その中には法外な費用を請求される場合やブルーシートを設置したものの、すぐに風で飛ばされるなど施工技術が十分でない業者も見られる
- ・**写真2**の中央付近に見られる比較的高層のマンションは建物全体が地震により歪み、各戸の玄関ドアが開かなくなるという被害が出ている



写真1 国道57号線（通称東バイパス）沿いの建物被害



写真2 屋根部の被災状況を示すブルーシートの分布
（熊本市東区より東側を望む）



写真3 屋根部の被災状況を示すブルーシートの分布
（熊本市東区より南側を望む）



写真4 屋根部の被災状況を示すブルーシートの分布
（熊本市東区より南側を望む）

写真2の左下には道路にまとめられた震災ゴミが置かれている様子が写っている。我々が現地入りした頃には幾分収まったようであったが、上記のヒアリングによれば熊本地震直後には大量の震災ゴミが公園や道路に出され、また震災とは直接関係のない古い家電など通常は処分料金が発生する廃棄物が便乗して捨てられるなどの問題が発生していたそうである。また、写真4の中央付近にはおそらく地震により倒壊したと思われる住宅が1棟見られる。

写真5～8は熊本城の被災状況である。写真5や写真8よりわかるように石垣は巨石を手前に積み、内部には小さな石や土を充填して形成されている。そのため、構造としては積み重ねた巨石の自重による摩擦力が水平方向への膨らみを防いでいる。地震動により生じた巨石間の噛み合わせのずれが摩擦力の低下を生じ崩壊に至っている。写真7は熊本城敷地内にある加藤神社前の石垣であるが、道路側に向かって張り出している様子がわかる。これは内部に詰められた土砂が巨石を外側へ押し出している状態を示しており、崩壊の恐れがある状況である。こうした危険個所の復旧にはもう一度巨石の積み直しをする必要があるが、対策が間に合わずに地震から一か月が経過した後でも、崩壊に至る事例が確認されている。写真6は熊本城の天守と小天守の様子である。地震直後に熊本城の瓦はかなり被害を受けていたが、天守と比較すると高さの低い小天守の方が軽微な瓦被害であった。

写真9は熊本城近くにある熊本ホテルキャッスルの被災状況である。外壁に多くせん断クラックが発生してお



写真5 熊本城二の丸付近 御客方櫓跡近くの石垣崩壊



写真6 熊本城天守および小天守を加藤神社より望む



写真7 加藤神社前の石垣



写真8 西出丸長塀と戌亥櫓

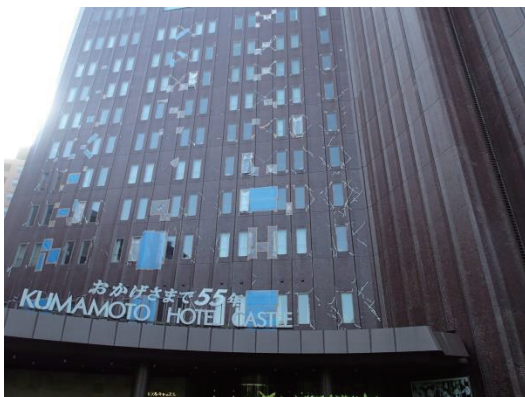


写真9 熊本ホテルキャスルの被災状況



写真10 熊本市中央区城東町の被災建物

り，窓ガラスにも被災が見られる。震災後は営業を停止していたが8月より一部再開されたようである。写真10は城東町で確認された応急危険度判定が「危険」と判定された建物の様子である。壁面のタイルが剥がれ落ちており，パイロンによる注意喚起がなされている。写真11は南坪井町のコンビニエンスストアの被災状況であり，応急危険度判定が「要注意」と掲示されている。中央に写っている柱には大きなせん断クラックが確認される。写真12は熊本電鉄藤崎宮駅の駅舎の柱に多数確認されたクラックの様子である。藤崎宮駅は上部に大きな有料駐車



写真 11 熊本市中央区南坪井町コンビニエンスストアの被災



写真 12 熊本電鉄藤崎宮駅 駅舎の柱に見られるクラック

スペースを有しており、一階の部分に電車が乗り入れる構造になっている。クラックは比較的床面に近い所に多く確認できた。

(2) 南阿蘇村

南阿蘇村立野付近から北側には土砂災害により崩落した阿蘇大橋が存在する。今回の現地視察の段階では立ち入り規制が実施されていたため、徒歩で斜面崩壊地区を見学した。写真 13 は南阿蘇村立野の阿蘇立野病院付近で



写真 13 阿蘇郡南阿蘇村立野付近にある破断した鉄塔



写真 14 阿蘇長陽大橋の橋台部分の崩落（右端）



写真 15 南阿蘇村立野側より阿蘇大橋陥落部に続く大斜面崩壊を望む（北側）



写真 16 南阿蘇村立野側より阿蘇大橋陥落部に続く大斜面崩壊を望む（東側）

撮影したものである。送電線鉄塔の先端部分が地震動により破損している。付近の電柱も大規模斜面崩壊の発生した溪谷部分に近づくにつれて斜めに倒れかかり、電線が地面に垂れ下がるなど危険な状況にあった。写真14は白川の溪谷を挟んで対岸の阿蘇長陽大橋を撮影したものである。右側に写っている橋台周辺で大きな斜面崩壊が発生し危険な状況になっていることがわかる。写真15および写真16は立野側に生じた斜面崩壊の肩部分から対岸の村営碧流キャンプ場付近を撮影したものである。撮影場所ではその先に農道が続いていたと見られるが、崩落により途切れている。当該地区には治水を目的とした立野ダムが建設途中であった（震災後、2017年度より本体着工を予定している）が、その工事現場を飲みこむように大規模土砂崩壊が生じたといえる。少し下流側の写真16にはその工事用施設と見られる建物が一部見られる。

(3) 西原村，益城町

当初は阿蘇カルデラ内の視察も検討していたが、震災被害による立ち入り規制や交通規制のため、カルデラ内に入るためには県道339号線（通称ミルクロード）を使って大きく北回りに迂回する必要があるがあった。県道339号線は非常に渋滞していたため、後の行程も考慮して見送ることとし、震源地に近い西原村，益城町に向かった。西原村，益城町に入ると突然に被災建物の比率が多くなった印象を受けた。写真17は益城町県道28号線沿いの住宅であり、二階建ての在来木造であったと推測されるが一階部分が圧潰し、瓦礫が道路にあふれだしている。写真18は写真17と道路を隔てて対面にあるお寺の写真であるが、地盤の隆起によって左側の墓石が傾斜していることがわかる。手前に写っている墓地に続く階段は斜面崩壊により破壊されている。そのさらに延長線上に位置するのが写真19の河川護岸崩壊である。こうした線状の被害は概ね阿蘇立野と益城町を結ぶ北東方向に沿って見られた。写真20は益城町下陳石川付近で見られた田んぼに生じた線上の亀裂の写真である。亀裂の方向はほぼ東西方向を向いている。2016年9月現在、こうした震災後に地盤に残された地震の履歴はGoogle Street Viewでも見ることができる。



写真17 益城町県道28号線沿いの建物被害



写真18 益城町日蓮宗日眞寺で確認された地盤のズレ



写真19 益城町木山川にそそぐ支川の護岸崩壊の様子



写真20 益城町下陳石川付近で見られた田んぼに生じた亀裂



写真 21 益城町木山スーパー敷地内に生じた舗装の亀裂
（南北方向）



写真 22 益城町木山の交差点付近の被害
（南北方向）



写真 23 益城町宮園地区の被害



写真 24 益城町木山専寿寺の被害

写真 21 は益城町木山スーパー敷地内で確認された舗装の亀裂である。この亀裂はちょうど南北方向に走っており、鉛直方向のずれはほとんど見られなかった。写真 22 は益城町木山の交差点付近を示している。県道 28 号線は阿蘇カルデラ内から俵山トンネルを抜け、西原村、益城町を抜けて熊本市内へと向かう。もう一つの県道 235 号線は阿蘇カルデラから熊本市内に抜けるもう一つのルート東バイパスへと南北方向につながっている。このように木山交差点は益城町の交通の要所である。益城町役場を中心としたこの近辺では、元の街並みがわからないほどに多くの倒壊家屋が見られた。同行した熊本大学教員の話では、14 日の前震後に現地調査に入った際には、ここまで倒壊家屋は多く見られず、その時には阪神淡路の震災と比べると被害は少ないと印象を受けたということである。しかしその後の 16 日の本震によって多くの建物が倒壊した。写真 22 に写っている建物では屋根も含めて全て倒壊しているが、2 階建てと見られる在来工法の建物の多くは写真 23、写真 25、写真 28 のように 1 階部分が圧潰して 2 階と屋根部分は残されているものが多い。また、同じ地区においてもほとんど被害が出ていないように見える建物と全壊、半壊の建物がパッチ状に分布しているように思われた。写真 24 は益城町木山地区のお寺の被害であるが、重たい瓦屋根を有する構造のためか、屋根の骨組みのみを残して倒壊している。写真 26 は県道 235 号線に見られた液状化に伴うマンホールの隆起である。同様に益城町においては電柱類も液状化によって沈下している様子が確認できた。このことから、倒壊に至っていないくとも液状化にともなう不等沈下で傾くなどして継続使用が困難な建物は多く存在したと推測される。写真 27 は益城町文化会館南側の擁壁被害である。撮影時には擁壁は崩壊寸前で留まっていたが、亀裂と手前方向への張り出し方を見ると、崩壊の危険性が高いのは明らかである。



写真 25 益城町上町の住宅被害



写真 26 益城町木山で見られたマンホールの隆起



写真 27 益城町文化会館南側の擁壁被害



写真 28 益城町寺迫の住宅被害

(4) 沿岸部

今回の視察では最後に熊本沿岸の被害を調査した。初めに世界産業遺産に指定された宇土半島先端に位置する三角港まで移動したが、幸いなことにほとんど被害らしきものは見当たらなかった。ただし、途中の沿道からは古い家屋の幾つかは半壊状態にあるものも見られた。その後、宇城市内を通過したが、屋根の被害が幾つか見られた以外は被害が集中している様子も見られなかった。写真 29~写真 32 は熊本市西区の沿岸に埋め立て地として作られた熊本港の様子である。熊本港の位置する白川河口はガタと呼ばれる阿蘇山の火山灰土が流出してくる影響で砂泥質の干潟が広がる。そこに作られた埋め立て地は地盤が緩いため液状化の影響を非常に受けやすい。写真 29 は液状化によって沈下した道路標識の様子である。おおよそ 1m が沈下量と推測される。写真 30 は熊本港内のバス停付近で観察された不等沈下とその応急措置の様子である。乗客が利用する箇所には応急措置として黒いアスファルトが敷かれているが、パイロンで囲われたところは沈下の状況を示している。写真 31 と 32 は熊本港の駐車場で見られた水平方向の変位痕跡である。写真 31 の駐車スペースを示す白線からは 10cm 程度の水平移動があったと推測される。また写真 32 に示すように、この水平変位は熊本港の隅角部から発生し、30m ほどにわたり続いていた。

3. 余震およびインフラ被害と避難者の推移に関する考察

熊本地震は 2016 年 4 月 14 日 21 時 26 分に発生した最大震度 7 の前震と 4 月 16 日 1 時 25 分に発生した同じく最大震度 7 の本震に代表される一連の地震である。この地震の特徴は短期間の間に生じた震度 7 という非常に強い揺れと、その後も長く続いた余震にある。震度 7 の揺れによって倒壊した住居に住んでいた住民は勿論のこと、住居被害は比較的軽微であっても長引く余震に不安を感じた非常に多くの住民が避難所に避難した。また正確に



写真 29 熊本港内の標識の沈下



写真 30 熊本港内の不等沈下と応急措置の様子



写真 31 熊本港内における水平変位



写真 32 熊本港内における水平変位

は集計されていないと思われるが車中泊で何日も夜を過ごした住民も多いと報道されていた。本震の後にも長期間避難を続けるのは住宅が全壊するなどの深刻な被災者か、高齢者が多い。震災直後に避難所に滞在した人たちも余震が収まるにつれて、あるいは水道や電気などのインフラが回復するにつれて自宅での生活を再開する。避難所に滞在する避難者が多い状態が続けば、物資の不足のみならず、各人の感じる精神的なストレスも大きくなり、感染症など衛生面での被害も増大する。また避難者が多い状況を避けて身体的に負担の大きな車中泊を繰り返す避難者も多い。このような状況を鑑みると、余震およびインフラ被害と避難者数の推移について整理しておくことは今後の避難計画を考えるにあたり学ぶことが多い。以上の視点から、熊本地震災害対策本部会議資料²⁾に基づいて、避難者数と震度3以上の余震回数、断水個数、停電率との関係について集計を行い考察した。

図1は熊本県内の総避難所数と避難者数の推移である。4月14日の前震後には3万人程度であったが、16日の本震後には急激に増加し、11万人を超えていることがわかる。熊本県内の人口は約180万人、熊本市の人口は約74万人であるため、人口比で県内の約6%、市内の約15%もの避難者が避難所に集まったことになる。避難者数の増加に合わせて避難所数も増えているが、17日の9:30の855カ所をピークに21日頃まで650カ所で留まっている。避難者数もそれと合わせるように減少しているため、地域によっては早期に帰宅することが可能であったとも解釈できる。しかし、熊本市北区の龍田西小学校が21日には土砂崩れの危険性があるということで閉鎖されたように、一時的に避難者を受け入れたものの避難所の要件を満たせなくなったことで閉鎖された場所もあったと思われる。避難者数のグラフに細かな変動が見られるのは、元の資料が朝9:00と昼の13:00に集計されており、避難者の日中の活動によって出入りがあるためである。この変動を考慮すると、概ね21日頃には避難者数は減少

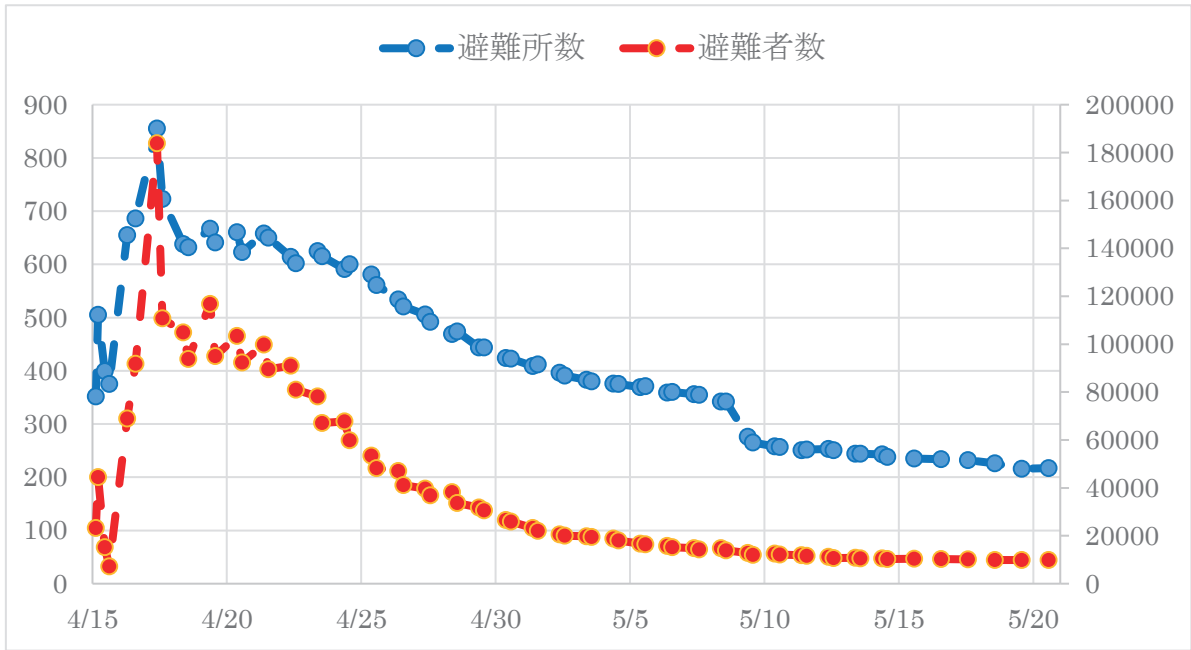


図1 避難所数と避難者数の推移（熊本県内総計）

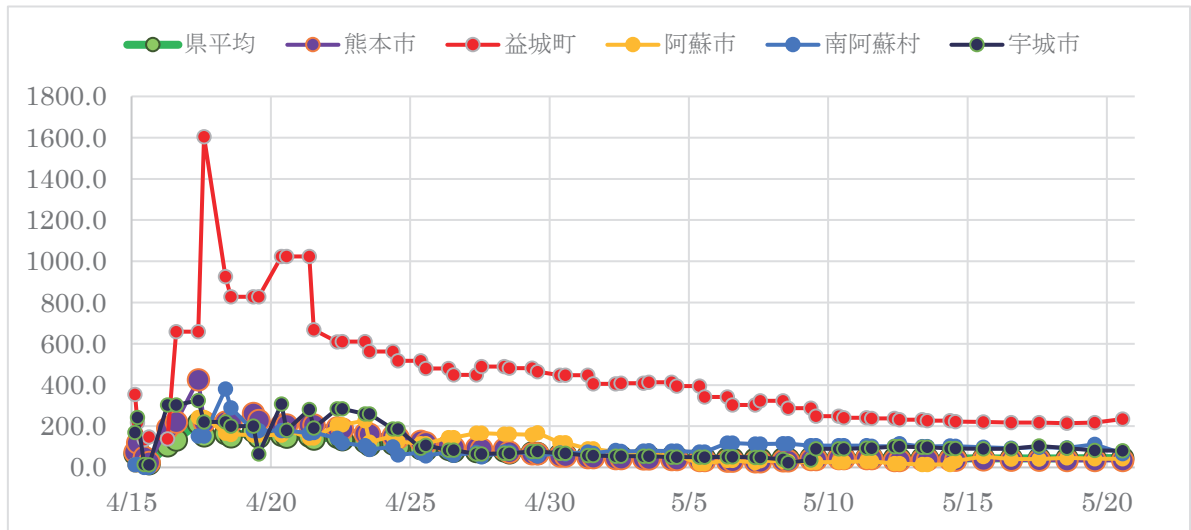


図2 一避難所あたりの平均避難者数

の兆しを見せ始め、23日頃にはその傾向が明らかとなる。しかし27日頃には現象の速度が緩やかとなり、5月7日頃からはほぼ停滞し、長期避難の体制となった。避難所数は避難者数の減少を追いかける形で減少し停滞しているが、5月8日には半日に80カ所ほどの避難所が減少するなど非常事態のフェーズを切り替えたと思われる時期がデータからも読み取れる。図2は県下の代表的な市町村別に一避難所あたりの避難者数（以下、避難者数密度とする）のグラフを作成したものである。ただしここでは避難所毎に異なると思われる収容数の違いを考慮していない点には注意して頂きたい。最も避難者数密度が大きいのは、やはり震源のある益城町であり、最大で1600人が滞在していることになる。熊本市は最大400人のため、そのおよそ4倍である。細かく見ていくと、益城町の避難者数密度が大きくなったのは熊本市のそれより遅れており、図1より避難所数が減った直後であることがわかる。このことは避難所の一部閉鎖に伴って残りの避難所に移らざるを得なかった状況を表していると思われる。また19日から20日にかけても益城町では2日間ほど避難者数密度が増加している。同様に県平均の避

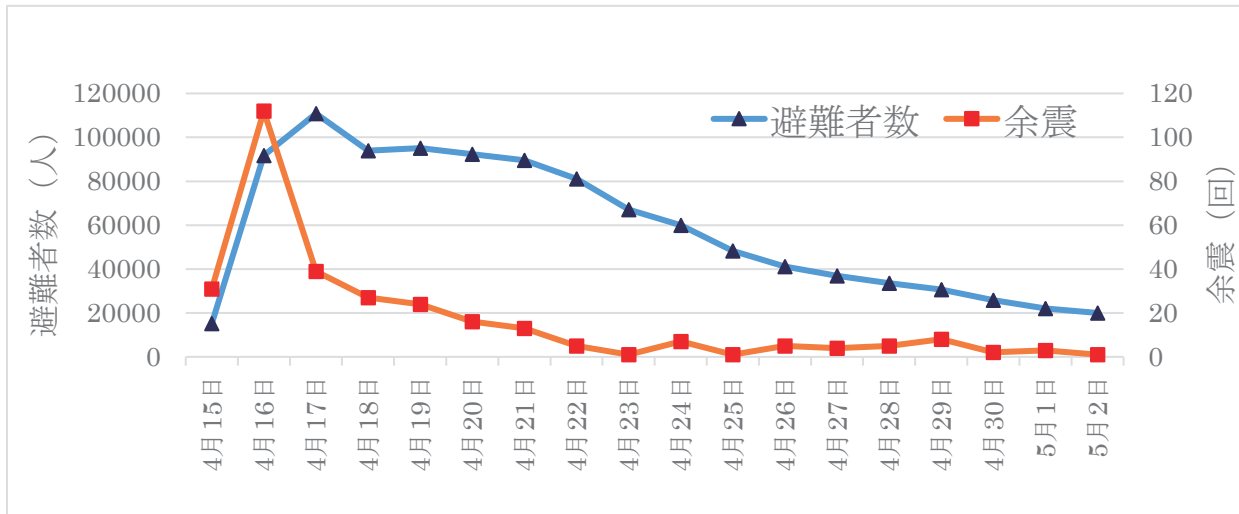


図3 避難者数と震度3以上の余震回数の推移

避難者数が減り始めた頃に遅れて18日頃に避難者数密度が増加しているのは益城町同様に被害の大きかった南阿蘇村である。また、22日頃に宇城市において避難者数密度が増加しているのは、震度4程度の余震が発生したことが影響していると考えられる。

図3は避難者数と震度3以上の余震回数の推移である。余震回数は本震の16日をピークに低下する傾向にある。しかしながらピーク時の回数は100回を超え、本震後3日たっても20回程度は深度3以上の余震が生じており、この余震による精神的な負担は相当であったと推測される。余震回数が概ね10回程度となった21日頃は避難者数が減少の兆しを見せ始める時期と重なっている。図4は避難者数と断水戸数の推移を示している。4月15日の段階ではほとんど断水は報告されていないが、16日の本震後に約37万戸の断水が生じている。その後、一定のペースで復旧作業は続けられて19日には断水戸数が10万戸まで回復している。その後は回復の速度がやや緩やかになり、重度の被害が約5万戸程度存在していたことが読み取れる。避難者数との対応を見ると、断水戸数が大きく減った19日においても避難者数はそれほど減少していないことがわかる。熊本県の世帯当たりの平均人員は約2.5人であり、概算すると重度の断水家庭の人口は約12万5千人となり、概ね避難者数のオーダーと一致する。ここから、避難の長期化の一因に断水の影響も無視できないことが示唆される。図5は避難者数と停電率の推移である。停電についても16日の本震後に大きく増加し、最大約16%となっている。その後、17日の昼頃には6%程度にまで回復する。その後も電気については順調に回復を続け、20日にはほぼ全域において電気の供給が回復した。以上の状況から考えると電気供給については避難の長期化にそれほど影響を及ぼしていないであろうことが推測される。

4. まとめ

本稿では熊本地震から約半月後に行った現地視察の報告とインフラ被害と避難者数との関係について分析した結果を示した。要点を下記にまとめる。

- 熊本市内の建物被害については外見から全壊・半壊と見られる被害は限定的であった。ただし、瓦屋根の被害が多く見られた。
- 熊本市内でも柱にせん断クラックが見られる建物が幾つか見受けられた。
- 熊本城とその周囲の石垣の被害は大きく、崩壊の恐れのある石垣も多く見られた。
- 南阿蘇村においては鉄塔の被害、斜面崩壊による橋台部の被災、白川の溪谷部における大規模崩壊の様子が見られた。
- 西原村、益城町においては全壊・半壊家屋、液状化による被害が多く見られた。前震では倒壊しなかったものの、本震において倒壊した家屋が多く見られた。

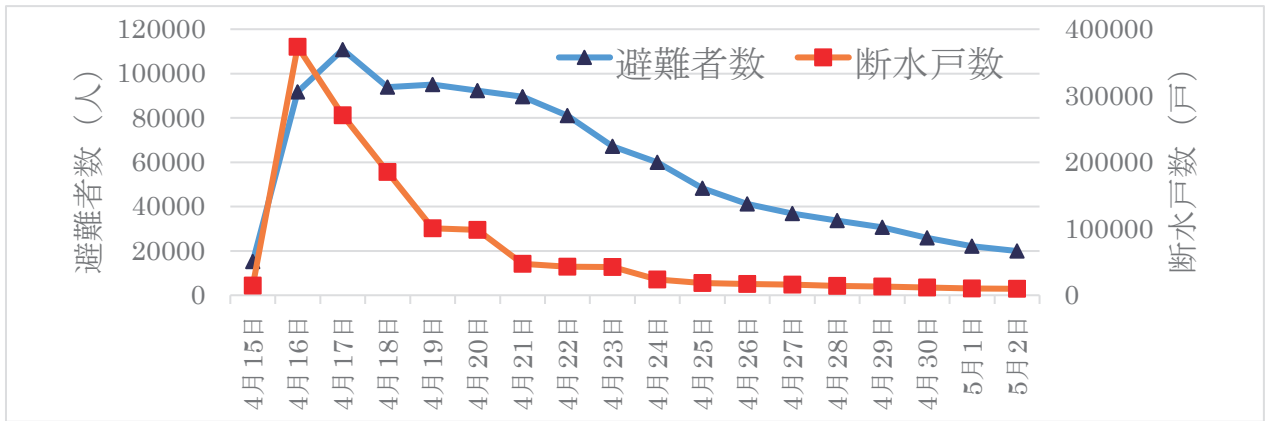


図4 避難者数と断水戸数の推移

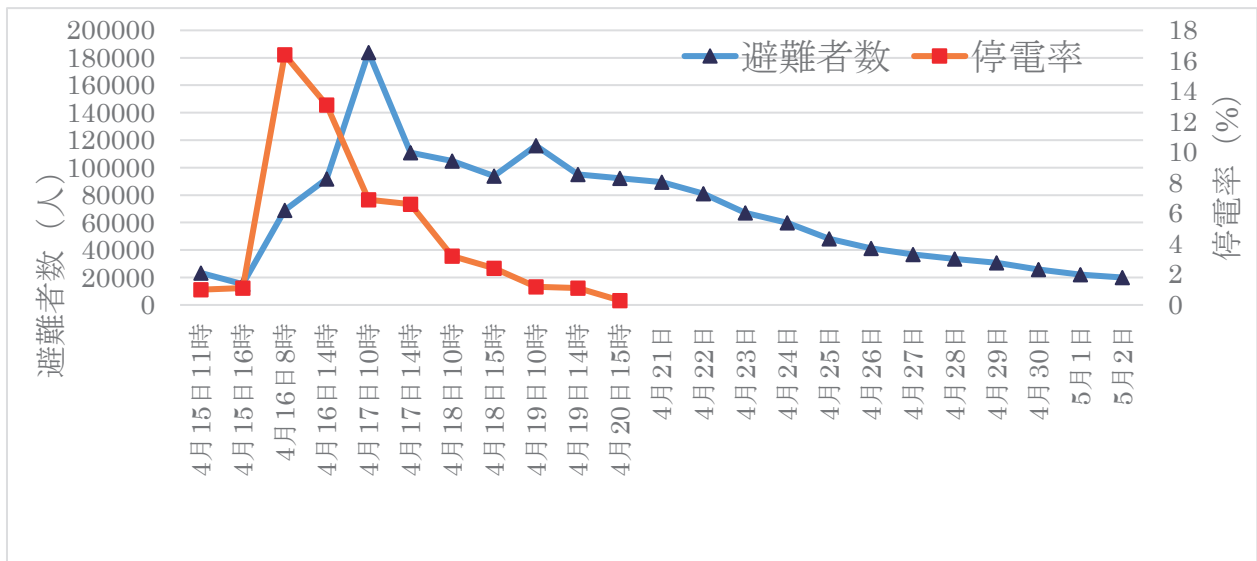


図5 避難者数と停電率の推移

- 熊本港においては液状化による沈下，不等沈下にともなう不陸などの被害が見られた。
- 4月16日の本震後に急増した避難者は21日頃から減少の兆しが見られ，23日には減少傾向が明らかとなる。しかし，27日頃には現象の速度が緩やかとなり，5月7日頃からはほぼ変化は見られなくなった。
- 益城町の一避難所あたりの避難者数は避難所の減少直後に増加しており，避難所の閉鎖との関係が示唆される。
- 避難者数の減少が見られる21日頃は震度3以上の余震回数が概ね10回程度となった時期と対応している。
- 震災後数日の間に復旧しない重度の断水被害は避難の長期化に影響していることが示唆された。一方で停電被害については早期に解消されており，避難の長期化への影響は相対的に低いと思われる。

参考文献

- 1) 熊本地震による九州新幹線の被害状況について，九州旅客鉄道株式会社，国土交通省，<http://www.mlit.go.jp/common/001132955.pdf>，2016/9/20 閲覧。
- 2) 平成28年熊本地震に関する災害対策本部会議資料，熊本県，http://www.pref.kumamoto.jp/kiji_15459.html，2016/6/21 閲覧。