

令和 2 年 5 月 20 日現在

機関番号：14101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K08000

研究課題名（和文）豪雨・地震による傾斜農地の小規模災害の被災調査に基づく分析と発災リスク指標の提案

研究課題名（英文）Analysis of small-scale disasters in sloping farmland due to heavy rains and earthquakes based on surveys and proposal of disaster risk index

研究代表者

岡島 賢治（OKAJIMA, Kenji）

三重大学・生物資源学研究科・准教授

研究者番号：90466805

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、数や規模などの実態も十分研究されていない中山間地の傾斜農地の小規模災害に着目して研究を行った。豪雨災害（平成23年紀伊半島水害）と地震災害（平成28年熊本地震）における中山間地の傾斜農地の小規模災害の被災状況の調査から、その被災要因を地形・地質及び土質力学的な分析を行った。この結果、熊本地震の農地石垣の崩壊集中地域が表層地質境界部に集中していることを明らかにした。紀伊半島南部においては紀伊半島の西側を通る台風進路により南向き斜面に有意に多い降水量をもたらすことを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、中山間地の農地災害に関して、豪雨災害と地震災害を対象にその被災形態の分析や発災メカニズムの解明を目的として研究を行った。地震災害については、傾斜農地の被災集中箇所の特定を行うことで今後の地震災害における注意箇所を示すことができた。豪雨災害に関しては、気象ステーションを高密度に設置することで狭い地域内での風向などの気象条件や地形条件により降水量に差が出ることを示し、地域の防災情報の高度化に資する結果が得られた。

研究成果の概要（英文）：We focused on small-scale disasters on sloping farmland in the middle or mountainous regions where the number and scale of small-scale disasters have not been well studied. In this study, we analyzed the topography, geology of small-scale disasters on sloping farmland in the middle or mountainous area during the 2011 Kii peninsula flood disaster and the 2016 Kumamoto earthquake disaster. The results indicated that the area where the collapse of the agricultural stone wall during the Kumamoto earthquake was concentrated at the surface geological boundary. In the southern part of the Kii Peninsula, the typhoon path through the western part of the Kii Peninsula brings significantly more precipitation to the south-facing slope.

研究分野：農業農村工学

キーワード：傾斜農地 豪雨災害 地震災害 気象観測 農地石垣

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

近年、地球規模の気候変動に伴い、台風の異常進路や局地的な豪雨が毎年のように発生している。平成 28 年の台風 10 号は観測史上初めて東北地方の太平洋側に上陸し、農地・農村地域に甚大な被害を及ぼした。また、1995 年の阪神淡路大震災以来、我が国では大規模地震が頻発する傾向にあり、平成 28 年には地震の地域係数が低い熊本において観測史上初めて震度 7 を記録する地震が 2 回連続する地震が発生した。豪雨や地震に対するリスクは全国で高まりつつある。その中で、中山間地域の傾斜農地の法面といった小規模な土砂崩壊も数多く発生している。

このような傾斜農地の小規模崩壊は、農地が農家の所有財産であることから本来なら農家が自身の資金で復旧する必要がある。しかし、中山間地における営農の厳しさから農家自身による崩壊箇所の復旧が難しくなり、崩壊を機に耕作を放棄する事例も報告されている。中山間地の傾斜農地の多面的機能や生態系サービスが評価され始めた昨今、適切な行政支援により傾斜農地の崩壊も復旧できる可能性がある。これまで農家自身が修復してきたことから傾斜農地の小規模崩壊実態とその数や規模はデータがほとんどないが、今後中山間地の傾斜農地に対する行政支援の推進のためにもその発生予測や危険度判定指標は必要であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、数や規模などの実態も十分研究されていない中山間地の傾斜農地の小規模災害に着目する。豪雨災害（平成 23 年紀伊半島水害）と地震災害（平成 28 年熊本地震）における中山間地の傾斜農地の小規模災害の被災状況の調査から、その被災要因を地形・地質及び土質力学的な分析を行った。それらの分析結果をもとに、地域性が強い豪雨災害に対しては紀伊半島南部を対象地として気象ステーションを設置し、研究期間内にデータを収集することで分析結果の検証を行い、対象地に対して傾斜農地の小規模な崩壊に関する発生予測の指標を検討した。また、地震災害に対しては、現地調査結果をもとに被害の集中地域などの特性を分析した。

3. 研究の方法

豪雨災害については、三重県東紀州地域の御浜町は、気象庁の測候所（雨量のみ）が 1 か所あるのみで、国土交通省・農林水産省・三重県の観測所も少ない気象観測の空白地帯であった。そこで、本研究を通じて新たに 4 箇所の気象ステーションを設置して高密度な気象観測から、気象条件と地形条件による降水量の違いを検討した。また、熊本県熊本市の農地石垣地域にも気象ステーションを設置し、観測地として設定した農地石垣背面に土壌水分計と地下水観測井戸を設置し、豪雨が農地石垣背面土に与える影響を計測した。

また、地震災害については、熊本地震で被災した農地石垣の現地調査、熊本市西区における農地石垣の小災害復旧データを用いて被災傾向を豪雨災害と比較した。さらに、表層地質と比較することで地質条件と被災実態の関連を分析した。

4. 研究成果

(1) 東紀州地域の降水特性について

平成 23 年台風 12 号の豪雨により、紀伊半島を中心に土砂災害が多数発生した。この豪雨において、三重県熊野市清水谷では斜面崩壊が南向き斜面でのみ見られた。現地の地質構造について現地踏査を実施した結果、南北斜面で明瞭な差は見られなかった。このため崩壊を南北斜面の降水量に着目して検討を行うため、南北斜面の同一標高付近に気象観測装置を設置し観測を行った。その結果、三重県の西側を北進する台風の場合、南北斜面で降水量差が生じ、南向き斜面で降水量が多くなる傾向が見られた。そこで、清水谷を対象に南北斜面で生じる降水量差の原因を対流圏下層の風に着目して検討した。図 1 は、南北どちらかの斜面で 40mm 以上の降水が観測されたイベントについて、気象庁のメソ客観解析データにおける上空 900hPa の南北方向の風速と各イベント中の南北斜面の 3 時間降水量の差をその平均で除した pdr との関係を表したものである。上空 900hPa の南北方向の風速が大きくなるほど南北斜面の降水量差が大きくなることが分かった。また、両者を単回帰分析すると、決定係数 0.53 の相関がみられた。

この結果をうけ、東紀州地域の独立峰となる長尾山（782.4m）の山頂に気象観測装置を設置して上空の気象状況の連続観測を開始した。

(2) 熊本地震による農地石垣災害について

平成 28 年（2016 年）4 月 14 日 21 時 26 分、熊本県熊本地方を震源とする深さ 11 km で M6.5 の地震が発生し、震源に近い益城町では最大震度 7 の大きな地震動が観測された。また、2 日後の 4 月 16 日 1 時 25 分、同地方を震源とする深さ 12 km で M7.3 の地震が発生し、益城町と西原村で最大震度 7 の地震動が観測された。気象庁（2016）は、この地震を「平成 28 年（2016 年）熊本地震」（以下、熊本地震）と命名し、14 日の地震を前震、16 日の地震を本震と判断した。筆者らは、この熊本地震を受けて平成 28 年 5 月 25 日～28 日と 12

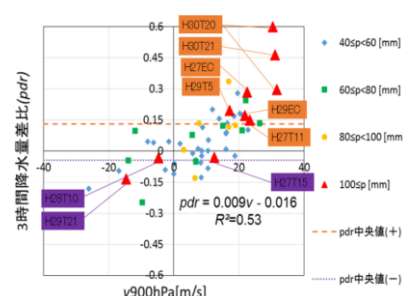


図 1. 降水量階級別上空 900hPa と pdr の関係

月8日～9日に、熊本市西区の金峰山西麓部の石積棚田と石積段畑の農地石垣崩壊状況を調査した。この地域は、熊本市西区の農地において、河内町面木（おものぎ）地区と松尾町平山地区から上松尾町にかけては熊本地震による被害が集中した地区である。また、熊本市において唯一、石積棚田が分布する地区でもある。農地石垣の被災状況に関する研究例は少なく、石垣被災報告の多くは宅地盛土や史跡石垣に留まっている。本研究では、現地踏査で得られた熊本地震による農地石垣の被災位置、規模、形態からこれまで詳細な検討がなされていない農地石垣の地震被災の特徴を明らかにすることを目的とした。このとき、農地石垣崩壊の形態や規模については、同地域の過去の豪雨による崩壊データと比較した。また、被災位置については、QGISを用いて調査対象地域全体の地形の傾斜角度や傾斜方位と農地石垣被災位置の地形の傾斜角度や石垣の崩壊方位などを比較した。さらに、現地調査で得られた農地石垣被災位置と明治22年（1889年）に同地域を襲った明治熊本地震の被災集中地域と比較し、過去の地震記録の価値を検討した。

その結果、熊本地震による農地石垣の崩壊箇所数は、過去の豪雨による崩壊箇所数よりも多く、被災規模が大きな災害であったことが分かった。農地石垣の崩壊形態・規模は、過去の豪雨災害と同程度であることが分かった。また、熊本地震における農地石垣の崩壊では、崩壊幅と崩壊高さにごく弱い正の相関がみられた。熊本地震による農地石垣の被災位置に関する検討では、農地石垣の被災位置は、調査対象地域全体の傾斜角度の分布よりも傾斜角度が大きな地点に分布していることが分かった。地形の傾斜角度が高くなると農地石垣の高さも高くなることから、高い石垣の被災頻度が高く、崩壊幅も広がっていた可能性を示唆している。また、崩壊した農地石垣は、調査対象地域の地形の傾斜方位と比較して、北向きの法面を持つ農地石垣に卓越していることが分かった。これは、熊本地震本震における最大加速度が北向きに作用していたためであると考えられる。さらに、尾根・谷の指標から、熊本地震による農地石垣の被災位置は調査対象地域全体と同じ尾根・谷の分布で被災しており、尾根部や谷部にやや集中する傾向にあるものの極端に集中することはなかった。最後に、熊本地震による農地石垣の被災位置と、明治熊本地震において報告された被災の集中域を比較検討した。図2に示すように、明治熊本地震で地割れ線が報告されていた付近や、被災の集中線が交差する付近で、熊本地震でも多くの農地石垣の崩壊を確認することができた。調査対象地域が被災の集中線に対して限定的であるため、確定的なことは言えないものの、このような過去の精度の高い震災記録は将来起こりうる地震の被災集中地域を予測する重要な情報になることを示唆できた。

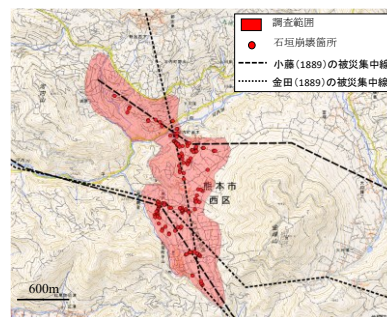


図2. 熊本地震農地石垣被災箇所と明治熊本地震の被害集中線

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 岡島賢治, 加納奈樹	4. 巻 19
2. 論文標題 平成28年熊本地震による金峰山西麓部棚田地帯の農地石垣の被災傾向	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 棚田学会誌	6. 最初と最後の頁 72-82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kenji Okajima, Shoko Nishiwaki	4. 巻 1
2. 論文標題 The tendency of damage of stone walls in terrace fields in the northwestern Kumamoto City by the 2016 Kumamoto Earthquake and heavy rain in 2016 and 2006	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Paddy and Water Environment	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI:10.1007/s10333-019-00715-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 酒井俊典・岡島賢治・西井和晃・上村恭平・中谷仁・古根川竜夫・由井恒彦・阪口和之・石川昌幹・片岡泰・長谷川謙二・後誠介・石田優子
2. 発表標題 台風進路が三重県の降水特性に及ぼす影響について
3. 学会等名 第57回地すべり学会研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kenji Okajima, Shoko Nishiwaki
2. 発表標題 The tendency of damage of stone walls in terrace fields in the northwestern Kumamoto City by the 2016 Kumamoto Earthquake and heavy rain in 2016 and 2006,
3. 学会等名 PAWEES-INWEPF International Conference Nara 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加納奈樹, 岡島賢治
2. 発表標題 熊本地震による熊本市の石垣棚田における法面の被災傾向について
3. 学会等名 平成29年度農業農村工学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加納奈樹, 岡島賢治
2. 発表標題 明治及び平成の熊本地震による熊本市西区の棚田・段畑の被災状況の比較
3. 学会等名 2017年冬季棚田学会若手研究者発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 石川昌幹・酒井俊典・西井和晃・岡島賢治・玉置康大・後誠介・石田優子・古根川竜夫・由井恒彦
2. 発表標題 下層風が微地形の降雨特性に及ぼす影響-三重県熊野市清水谷において-
3. 学会等名 第58回地すべり学会研究発表会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----