

報告書

■研究テーマ：農地石垣の強度・崩壊要因解明と生態系保全機能計測

■申請者氏名：岡島賢治

三重大学大学院 講師

■研究期間：平成 23 年 9 月～平成 23 年 8 月

研究概要

<研究目的>

石積みの棚田や段畑は西日本の農地を中心に広く分布している。この農地石垣は、良好な景観を形成する要素の一つであり、日本の棚田百選においては選定地域の半数以上の地域が石積棚田地域となっている。このような農地石垣を有する農村地域においては、農地石垣の作る大小の間隙が希少生物であるトカゲ類、ヘビなどの爬虫類の貴重な生息地となっており、生態系に寄与する機能も有していると考えられている。このような農地石垣が、豪雨などで大規模に被災した場合、国の災害復旧制度などが用意されているが、石積みによる復旧工法は、設計基準がなく、主にコンクリートやコンクリートブロックによる擁壁で修復されている。これは、農地石垣の強度発現メカニズムや被災メカニズムが明らかになっていないことに起因している。

これまでの研究で、申請者は農地石垣の被災要因として、局所的な豪雨が最大の要因であることを明らかにしている。本研究では、豪雨による農地石垣の被災メカニズムの解明、および農地石垣が生態系に提供しうる基本的な物理環境情報の蓄積を目的とした。

<方法>

平成 24 年 1 月熊本県河内町のみかん畑の農地石垣に土壌水分計を設置した。また、局所的な気象に対する法面からの土砂の流亡量の関係も明らかにするため、測定地に雨量計と、石垣法面下部に土砂受けを設置した。これらの観測により、農地石垣に作用する地下水および土砂流出量を計測できるようになった。さらに、熊本市西区河内町総合支所におけるヒアリング調査を行い、対象地域における農地石垣災害の被災数・面積・場所などに関するデータを入手した。これらのデータを解析することにより、対象地域における被災の規模、頻度、及び被災傾向などを明らかにすることができる。

<成果>

みかん畑の農地石垣における土壌水分計の計測により、農地石垣に作用すると思われる地下水は、小規模な降雨の時には地下水面を持つ地下水として存在することはなく、豪雨時にのみ短時間作用することが明らかとなった。この地下水は、さらに高い場所にある農地から流入していることが考えられる。また、熊本市の被災データから、農地石垣の被災規模が、国庫の災害復旧制度の対象として行われている被災規模より小さな規模であることが明らかとなった。また、被災の規模が斜面の傾斜度や農地石垣の法面高さと同様に低いことが明らかとなった。

<成果発表>

1) 番一晴, 岡島賢治: 熊本市小災害復旧事業データを用いた農地石垣の被災状況の分析, 農業農村工学会研究発表会, 2012 年 9 月 19 日, 札幌

2) 番一晴, 岡島賢治: 果樹園の農地石垣における降雨と土壌水分の関係, 農業農村工学会京都支部研究発表会, 2012 年 11 月 21 日, 新潟

熊本市小災害復旧事業データを用いた農地石垣の被災状況の分析

Analysis of the Disaster Date of Stone Walls in Farmland in Disaster Reconstruction Project in Kumamoto City

1. はじめに

農地石垣は西日本に多く分布し、美しい農村景観に貢献しているものも少なくない。しかし、農地石垣の保全を考えるうえで、その被災状況は正確に把握されておらず、岡島・鎗木ら(2010)による既往の研究からも農地石垣の被災状況を解明することは課題となっている。そこで本研究では、平成18年に行われた熊本市単独による小災害復旧事業（以下、平成18年事業とする）のデータを整理することで被災状況の傾向を分析するとともに、石垣の崩壊と斜面破壊について比較を行った。

2. 対象地と小災害復旧事業について

本研究の対象地は、熊本県熊本市河内町(第25,26農区)とした(図-1)。対象地を選定したのは、熊野市小災害事業の対象地域であり、大規模な農地石垣を有する事から、石垣の被災状況を把握するのに適していたからである。対象地の総面積は3440haであり、そのほとんどが傾斜度15~30度前後の山地になっている。農地の内訳は2010年農業センサス報告書によると、総経営耕地面積が1340.7haのうち、水田は34.4ha、畑地は12.0ha、果樹園は1294.2haとなっている。

今回扱う熊本市単独による小災害復旧事業は、異常な天然現象が発生した際に市長の判断によって実施される。また、農家に対する補助条件は1ヶ所の被災面積が3m²以上且つ工事費が40万円以下の被災地を補助対象に、1農家の総工事費が6~80万円のうち半額が補助される。この条件から暫定法に基づく国庫補助よりも小さな被災地を対象にできることが特徴といえる。

小災害事業の実施に基づく異常な天然現象を過去5度の実施例から表-1に整理した。平成11年を除く4度の実施には24時間雨量が200mm以上、もしくは時間雨量が80mm以上の降雨が共通点になっている。

本研究では、実施期間の関係で扱うことができなかった平成23年実施を除いて、最新且つ調査件数の最も多い平成18年事業のデータを扱うことにした。尚、平成18年事業の調査地831件はすべて石垣の崩壊である。平成18年事業のデータには被災面積、工種、被災地の位置情報が記されている。

3. 被災状況の分析

(1)被災面積被災の規模を表すために被災地における被災面積を整理した。被災面積の平均は9.5m²



図-1 河内町の位置

表-1 事業実施に起因した異常気象例

時期	平成9年 7月10日	平成11年 9月24日	平成15年 7月12日	平成18年 6月26日	平成23年 6月12日
要因	梅雨前線 集中豪雨	台風18号 強風	梅雨前線 集中豪雨	梅雨前線 集中豪雨	梅雨前線 集中豪雨
	24時間 雨量 243.5mm	10分間 平均風速 24.9m/s	24時間 雨量 288mm	24時間 雨量 195mm	24時間 雨量 212mm
	時間雨量 49.5mm		時間雨量 80.5mm	時間雨量 86.5mm	時間雨量 62mm
調査件数	436件	494件	519件	831件	

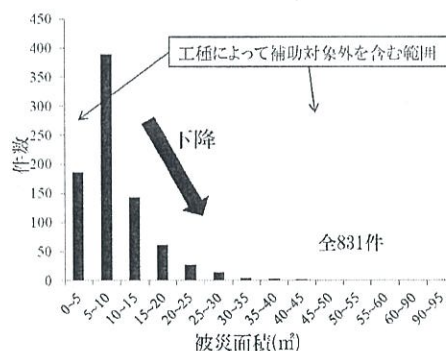


図-2 被災面積のヒストグラム

となった。被災地の被災面積全体を 5m^2 刻みにヒストグラムで表すと(図-2), $5\sim 10\text{m}^2$ が最も多く全体の 46.8% を占めている。また, 被災面積が $5\sim 10\text{m}^2$ より大きくなると被災数は減少傾向にあると言える。

(2)傾斜度 斜面の傾斜度と崩壊の関係を表すために, 傾斜度あたりの被災件数を整理した。傾斜度は地形図を使い, 被災地点上を通る複数の等高線の間隔から求めた。被災地の傾斜度は平均で 20.1 度となった。被災地全体の傾斜度を 5 度刻みでヒストグラムに表すと 15~20 度が一番多く, 全体の 29% を占めている(図-3)。また, 川口(1983)は傾斜度 15 度以下では斜面崩壊がほとんど起きていないと報告している。図-3 では傾斜度 15 度以下が全体の 27.7% を占めていることから, 石垣の崩壊と斜面の傾斜度の関係は斜面崩壊と異なる可能性がある。

(3)被災面積と傾斜度の関係 (1), (2) の関連性を比較するために被災面積と傾斜度の関係を求めた。図-4 より被災地の傾斜度と被災面積の間に関係がほとんど無いことがわかった。

(4)石垣復旧時に不足する石材の供給量崩壊した石垣を復旧するにあたって, 足りない石材を外部から持ってくる必要がある。熊本市の小災害事業では復旧に必要なすべての石材が現地で調達できる場合と外部から石材を 30%, 50%, 100% 調達する場合の 4 種類に分ける工種が選択できる。石垣復旧に必要な石材の供給量の割合を整理した(図-5)。グラフより現地にある石のみで復旧できる割合は 27% となり 7 割以上は外部から石材の調達が必要となることがわかった。

4.まとめ

本研究では, 平成 18 年事業のデータを被災面積, 傾斜度, 被災面積と傾斜度の関係, 復旧時に不足する石材の供給量の 4 つの観点からまとめた。

被災面積では, 被災地の規模が平均 9.5m^2 となった事, 図-2 のヒストグラムから被災地は $5\sim 10\text{m}^2$ 前後の規模に集中している事, 被災面積が $5\sim 10\text{m}^2$ より大きくなると被災件数が減少傾向にある事を示すことができた。傾斜度では, 被災地における傾斜度が平均で 20.1 度となった事, 石垣の崩壊と傾斜度の関係は斜面崩壊と異なる可能性がある事を示すことができた。被災面積と傾斜度の関係では, 双方にほとんど関係が無い事を示すことができた。復旧時に不足する石材の供給量では, 復旧時に 7 割以上の被災地で外部から石材の供給が必要なことを示すことができた。

引用文献

川口(1983):57年長崎・熊本豪雨災害の被害の事例と要因、農士誌 51-8, pp. 19~24

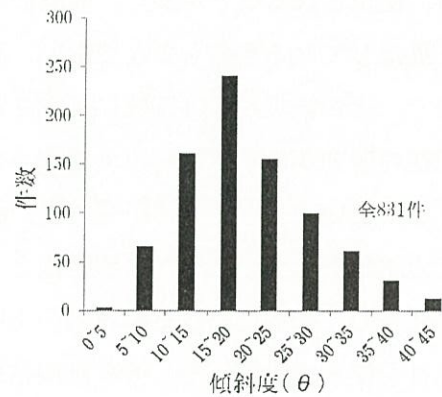


図-3 傾斜度のヒストグラム

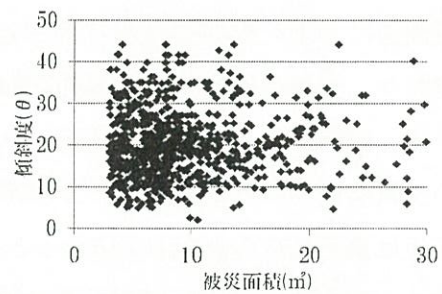


図-4 被災面積と傾斜度の関係

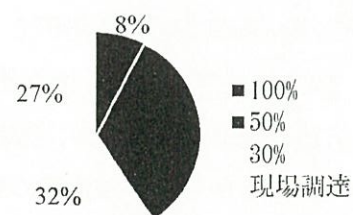


図-5 石材の外部供給量の割合

果樹園の農地石垣における降雨と土壌水分の関係

Relationship between Rainfall and Soil Water at the Stone Wall back in Orchards

1. はじめに

畑地における農地石垣は農地造成の形態の一つである階段畑工法の法面に使用されることが多く、急斜面の農地において営農上重要な役割を果たしているものも少なくない。しかし、農地石垣の保全を考える上で、その被災状況は正確に把握されておらず、鎗木ら(2010)による既往の研究からも農地石垣の崩壊メカニズムの解明をすることは課題となっている。そこで本研究では、鎗木ら(2010)によるヒアリング調査の結果から農地石垣の崩壊誘因としてもっとも多く挙げられた降雨に注目し、畑地における石垣内の土中水分量の増減を雨量計と土壌水分計を使って計測した。その計測結果から降雨が石垣に与える影響について考察した。

2. 計測地について

計測地は、熊本県熊本市河内町(図-1)東部にある河内山(標高363m)のおよそ中腹(標高200m)に位置する(図-2)。計測機の設置位置周辺はおよそ20度の傾斜に高さ2m前後の石垣が等高線上に並んでおり、土地利用は柑橘系果樹の農地である。表層地質は主に安山岩で、表層から1.7m地点が不透水の岩盤になっている。土壌の性質は河内町町史より粘性土(埴質壤土)である。また、農地石垣は農地造成の山成畑工法などと比べ法面からの排水性が良く、石垣法面直下に岩盤(不透水層)が位置していることから地下水が溜まりにくい構造となっていることも特徴である。

3. 使用機器の説明と設置位置

本研究では、転倒ます型雨量計とアイネクス株式会社 ECH2O プローブ EC-5 土壌水分計 3 機を使用した。土壌中の水分を計測する方法は多岐にわたるが、現地の土壌内に地下水を確認できなかったことから不飽和状態の計測が中心となることを想定して土壌水分計を選択した。また、土壌水分計は土壌の種類によって抽出されるデータ(電気伝導度)が異なるため、現地の土を使って検量を行った(図-4)。

現地の土壌内の特徴を図-3の通りに示す。表層から0.15mまでは比較的密度の低い作土になっている。0.35~0.6m付近には石垣法面方向に向かって直径3~5cm程の水みちが確認された。



図-1 河内町の位置

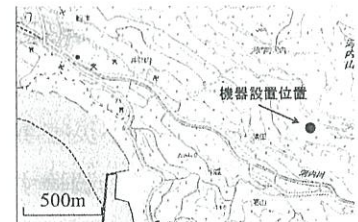


図-2 計測機器設置位置

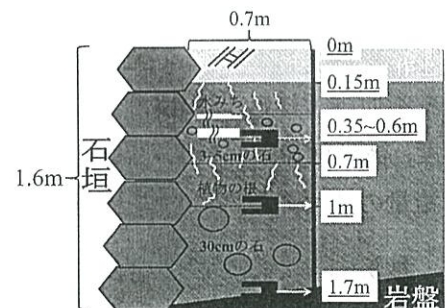


図-3 土壌水分計設置位置

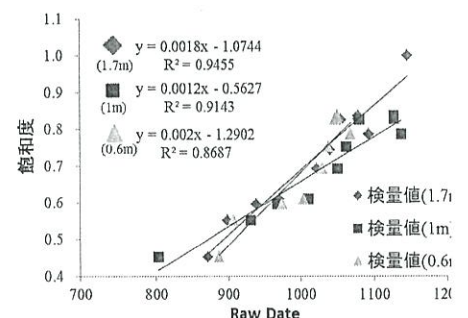


図-4 土壌水分計の検量線

また同地点付近から 5cm 四方の石が出始めた。0.7m 付近からは 30cm 四方の石が出土し始め、1m 付近から植物の根が一切見られなくなった。1.7m 地点に岩盤を確認した。また、地下水は確認することができなかった。

これらの土壌内の様子を踏まえて土壌水分計の設置を行った。まず、地下水の存在を確認するために 1.7m 地点に 1 機設置した。0.35~0.6m 地点の水みちまでは降雨が浸透しているものと推測し、その確認のため 1 機設置した。0.35~0.6m 地点から 1.7m 地点への降雨の浸透を調べるため 1m 地点に 1 機設置した。また、表層から 0.5m, 1.2m 地点における透水係数は $2.3 \times 10^{-2}, 3.3 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 、単位体積重量は $1.05 \text{ g/cm}^3, 1.23 \text{ g/cm}^3$ であった。土壌水分計は 5 分、雨量計は 10 分毎に計測を行った。

4. 計測結果と考察

1 月 29 日から 5 月 19 日までの降水量と土壌水分の計測結果を図-5 に示した。このグラフから特徴を 3 つ示した。1 つ目は 1 箇所の特異イベントを除き、1m, 1.7m 地点の土壌水分計は数値の変化に乏しいことが分かった。このことからある一定の降水量以下では上層部にのみ変化を与え、石垣法面に対しても土壌水分の上昇に伴って土壌の単位体積重量が上昇するため石垣法面への土圧が繰り返し変化する影響が推測できる。2 つ目は特異イベント(図-6)について、1.7m 地点の測定値がある期間一定の値で高止まりしていることから飽和状態であることが推測される。また、同地点では他の降雨時と異なる急激な土壌水分の上昇から計測値以外からの地下水の流入が推測される。3 つ目は 0.6m 地点の雨量と土壌水分の変化について、各降雨イベントに対して不規則な反応を示しているところがある。原因については、畑面における植生の変化や降雨前の気候によって畑面の表層土の乾燥具合が異なることが影響していると考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、農地石垣内において特異イベントを除き 1m, 1.7m 地点では土壌水分がほとんど変化しない事、ある一定以上の降雨イベントで地下水が発生する事、0.6m 地点の土壌水分は表土の状況によって一定の雨量でも変化が異なる可能性がある事を示した。また、石垣に対する影響として 0.6m 地点の土壌水分が各降雨イベントに対して大きく反応していることから石垣上層部へ作用する土圧が繰り返し変化する影響があることを示した。

今後の課題として、地下水の発生についてその規模や発生降雨条件を明確にしていく必要がある。

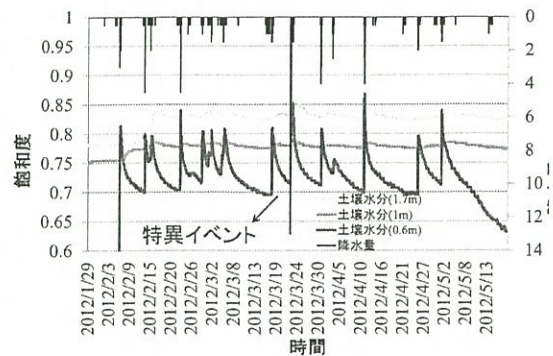


図-5 土壌水分と降水量の関係

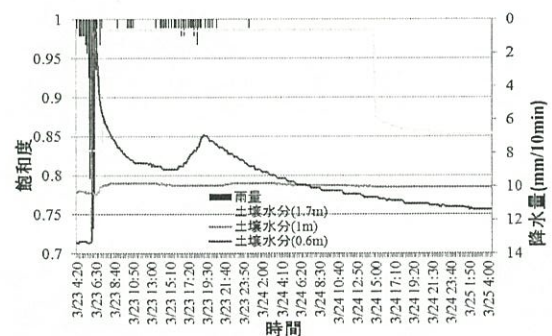


図-6 特異降雨イベントと土壌水分

