

熊本地震によるため池の変状や農地の亀裂の傾向分析

A Trend Analysis on Deformed Portion of Irrigation Ponds
and Crack of Farmlands by the Kumamoto Earthquake山下 正*
(YAMASHITA Tadashi)松 永 健*
(MATSUNAGA Ken)植 田 昌 宏**
(UETA Masahiro)小 倉 武 志**
(OGURA Takeshi)

I. はじめに

平成 28 年 4 月に熊本地震が 2 回（前震：4 月 14 日，マグニチュード 6.5，本震：4 月 16 日，マグニチュード 7.3）¹⁾発生し，布田川断層帯および日奈久断層帯の近辺の多くのため池や農地に変状や亀裂が生じた。このようにマグニチュード 6.5 以上の地震後にさらにそれ以上を観測した内陸活断層型地震はわが国観測史上初めてのことである。これを機会に農地・農業用施設の被害状況を詳しく調査し分析することとした。なお，このような多くのため池の変状や農地の亀裂に関する傾向の定量的な分析は，これまで十分に行われていない。

そのため，熊本地震によるため池の変状や農地の亀裂について，地震直後の状況を把握すべく極力速やかに調査を行い傾向の分析を行った。具体的には，ため池については，熊本県や関係市町村からの聞き取りを踏まえ対象を選定するとともに現地調査を行い，工種別の変状内容や断層帯における活断層からの距離と変状の程度の分析を行った。また，農地については，国土地理院が公表している「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」²⁾を参考に，対象を選定するとともに現地調査を行い，亀裂の延長などの分析や亀裂の形状の分析を行った。

II. ため池の変状

1. 方 法

(1) 対象ため池の選定と現地調査 平成 28 年 5 月 12～25 日に行った熊本県や布田川断層帯および日奈久断層帯が通る市町村などからの聞き取りを踏まえ，変状があったと考えられるものを対象ため池として選定した。また，平成 28 年 5 月 17～26 日に対象ため池の現地調査を行った。具体的には，少しでも変状があったため池について，亀裂，ひび割れなどの箇所数の把握，亀裂の深さや幅などの測量を行った。なお，大切畑ダムは，堤防直下に活断層が横断しており，ほ

かのため池と変状が異なると考え対象外とした。

(2) 工種別の変状内容の分析 現地調査の結果を踏まえ，堤体，洪水吐および取水施設の変状箇所数を整理するとともに，それぞれについて変状内容の割合を整理し分析した。

(3) 活断層からの距離と変状の程度の分析 変状の生じたため池は断層帯に沿ったものが多かったことから，活断層から堤体中心までの距離と，亀裂の幅や深さなどの変状の程度との関係を整理し分析した。

2. 結 果

(1) 対象ため池の選定と現地調査 現地調査を行ったため池 53 カ所の内，46 カ所に変状があった（図-1）。その中で，布田川断層帯および日奈久断層帯に沿ったものが 38 カ所，布田川断層帯の延長上北東部周辺のものが 8 カ所であった（図-2）。

(2) 工種別の変状内容の分析 すべての変状があったため池で堤体の変状が見られた（図-1）。さらに，堤体では堤頂部の亀裂などの箇所数が 5 割以上，洪水吐ではひび割れ・目地開きの箇所数が 7 割程度，取水施設ではひび割れ・目地開きの箇所数が 8 割程度と大きな割合を占めていた（図-3～5）。

(3) 活断層からの距離と変状の程度の分析 活断層からの距離と堤頂亀裂の深さには，ある程度の負の相関が見られた（図-6）。また，活断層からの距離と堤頂亀裂の幅や縦ずれ長には，弱い負の相関が見られ

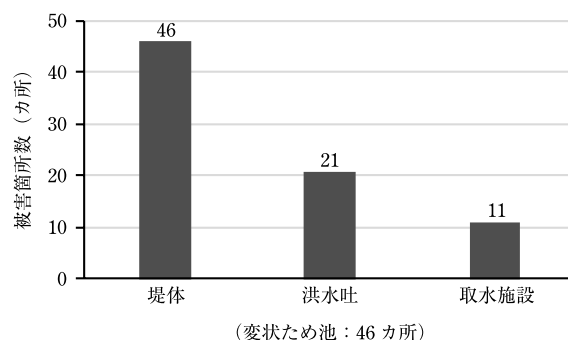


図-1 工種別変状ため池の箇所数



熊本地震，ため池の変状，農地の亀裂，断層帯，活断層からの距離，亀裂の形状

* (一財) 日本水土総合研究所

** (株) チェリーコンサルタント

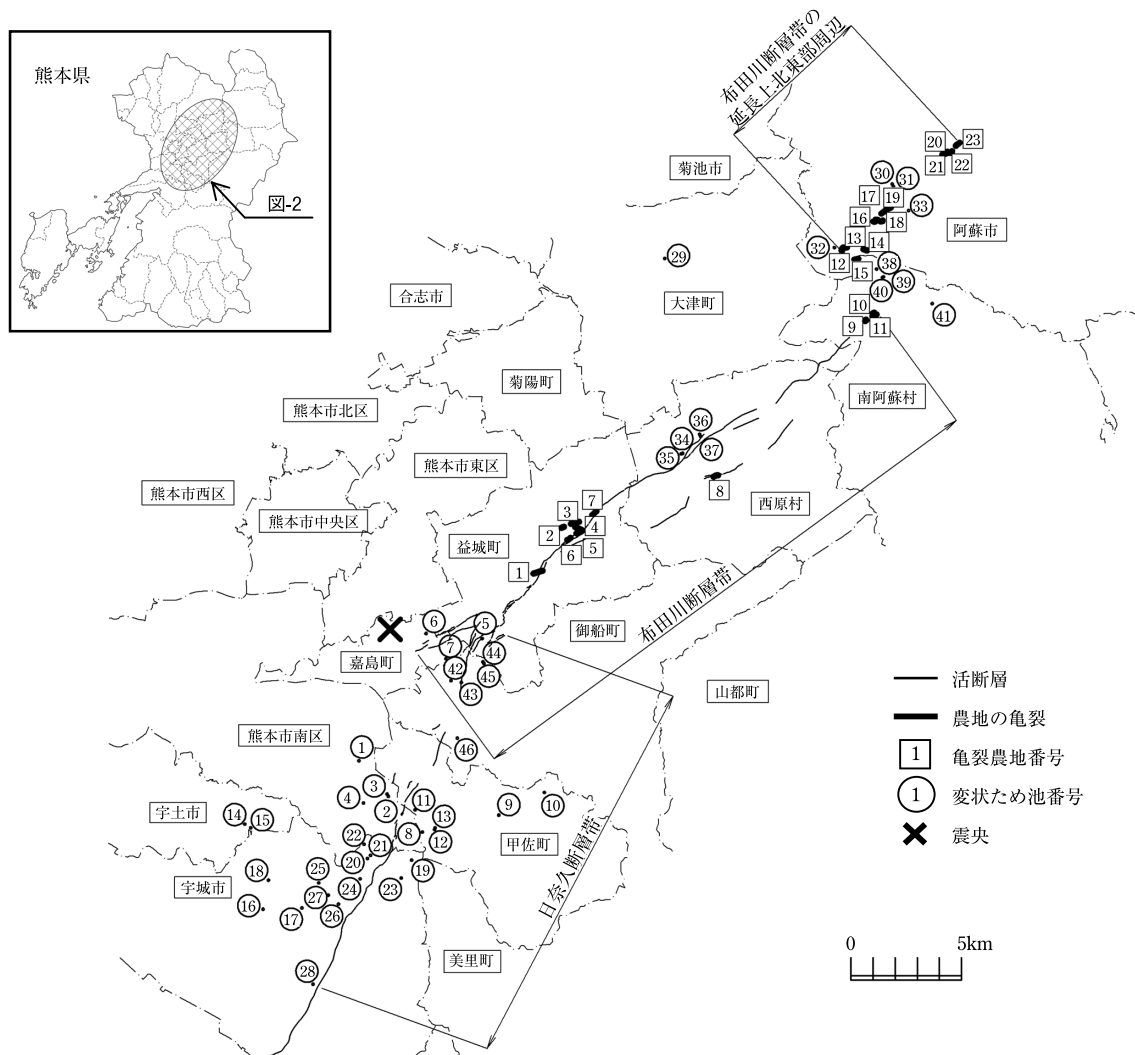


図-2 変状ため池と亀裂農地の位置図

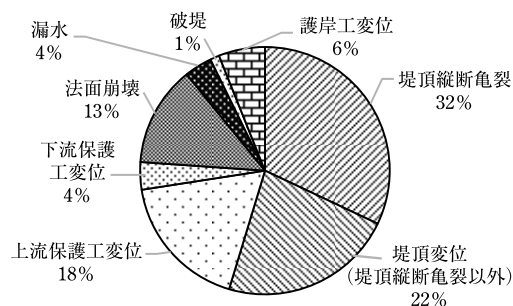


図-3 堤体の変状内容の割合

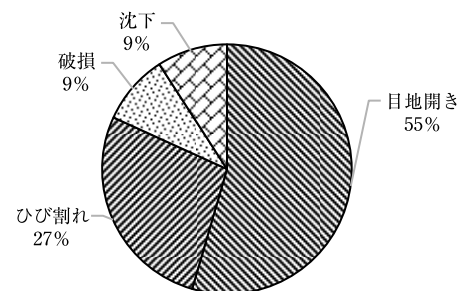


図-5 取水施設の変状内容の割合

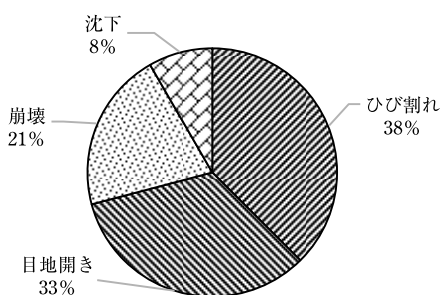


図-4 洪水吐の変状内容の割合

た (図-7, 8)。なお、深さの平均は 38 cm で最大は 75 cm, 幅の平均は 24 cm で最大は 60 cm, 縦ずれ長の平均は 17 cm で最大は 30 cm であった。

また、これらの活断層からの距離の平均は 1.8 km, 最長は 8.0 km であった。さらに、堤頂部に亀裂が生じたため池の数は活断層からの距離とともに減衰しており、活断層から 1 km 以内が 5 割程度、2 km 以内が 8 割程度を占めていた (図-9)。

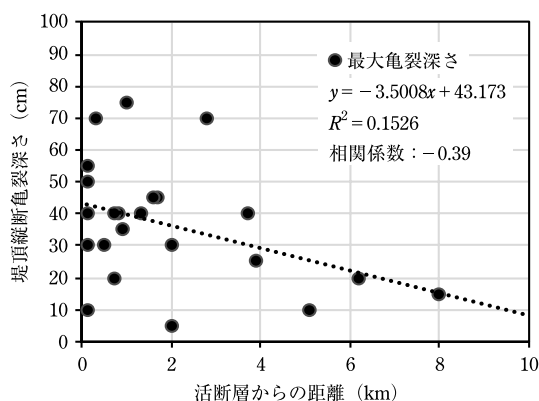


図-6 活断層からの距離と堤頂亀裂の深さ

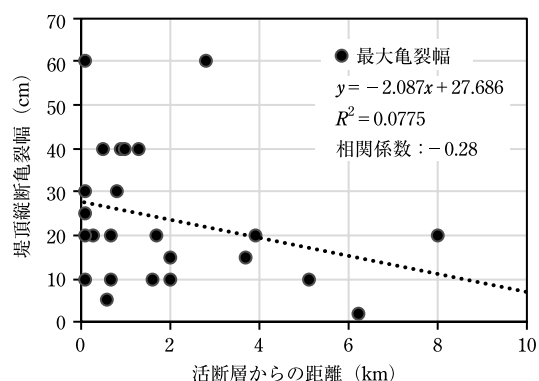


図-7 活断層からの距離と堤頂亀裂幅

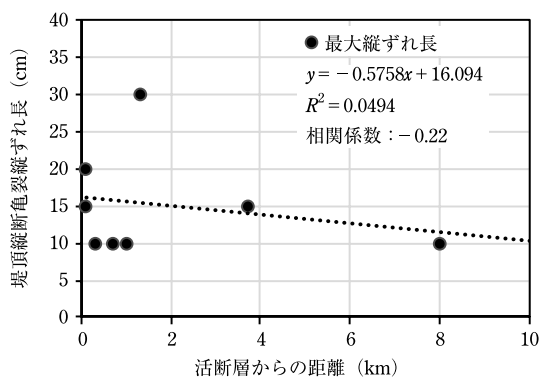


図-8 活断層からの距離と堤頂亀裂縦ずれ長

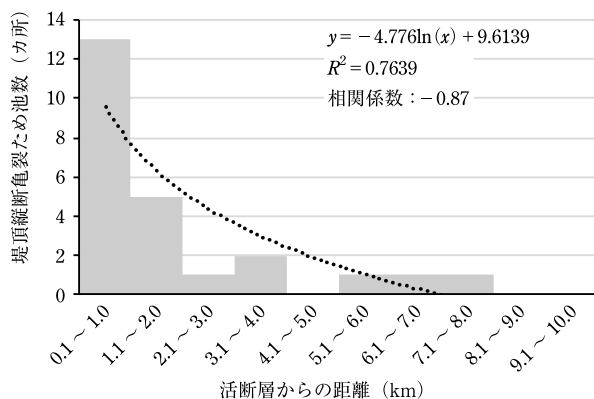


図-9 活断層からの距離と堤頂亀裂ため池数

3. 考 察

これらのことから、活断層近辺のため池については、地震時に堤体の亀裂や洪水吐・取水施設のひび割れ・目地開きが多く発生する可能性や、活断層に近いほど大きな変状が生じる可能性が高いことに留意する必要があると考えられる。

III. 農地の亀裂

1. 方 法

(1) 対象亀裂の選定と現地調査 亀裂の形状などを分析するため、国土地理院が公表している「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」を参考に、延長が100 m以上のものを対象亀裂として、平成28年5月12日～6月2日に現地調査を行った。具体的には、亀裂の延長、亀裂の幅、亀裂の深さ、亀裂の横ずれ長、亀裂の縦ずれ長の測量を行った。

(2) 亀裂の延長などの分析 現地調査の結果を踏まえ、亀裂の延長が変状の程度を示す代表的な指標と考えられたため、亀裂の延長と、最大亀裂幅、最大亀裂深さ、最大横ずれ長、最大縦ずれ長の間関係を整理し分析した。

(3) 亀裂の形状の分析 亀裂に沿って、亀裂幅、亀裂深さ、横ずれ長、縦ずれ長の平均値を表示したグラフを作成し、亀裂の形状の分析を行った。

2. 結 果

(1) 対象亀裂の選定と現地調査 現地調査を行った対象亀裂は23カ所であり、布田川断層帯に沿ったものが11カ所、布田川断層帯の延長上北東部周辺のものが12カ所であった(図-2)。

(2) 亀裂の延長などの分析 亀裂の延長と最大縦ずれ長には、ある程度の正の相関があることが分かった(図-10)。また、亀裂の延長と最大亀裂深さには、弱い正の相関があることが分かった(図-11)。さらに、亀裂の延長と最大亀裂幅、亀裂の延長と最大横ずれ長には、ほとんど相関はないものの近似式は右肩上がりであった(図-12, 13)。

なお、亀裂の延長の平均は252 m、最大縦ずれ長の平均は0.68 m、最大亀裂深さの平均は1.17 m、最大亀裂幅の平均は1.29 m、最大横ずれ長の平均は0.41 mであった。

(3) 亀裂の形状の分析 亀裂に沿って、亀裂幅、亀裂深さ、横ずれ長、縦ずれ長の平均値を表示したグラフを、現地調査を行ったすべてのもの、布田川断層帯に沿ったもの、布田川断層帯の延長上北東部周辺のものについて作成した(図-14～16)。

このことから、亀裂幅、亀裂深さ、横ずれ長、縦ずれ長の平均値は、おおむね亀裂に沿った台形状に分布

することが分かった。また、布田川断層帯に沿ったものは、横ずれ長が比較的大きく、布田川断層帯の延長上北東部周辺のもの、縦ずれ長、亀裂深さ、亀裂幅

が比較的大きいことが分かった。

3. 考 察

以上の結果から、亀裂の延長の大きなものは最大縦ずれ長や最大亀裂深さなども大きい傾向があること、また、亀裂の平均値はおおむね亀裂に沿った台形状に分布すること、さらに、亀裂は断層帯の延長上周辺でも生じ、縦ずれ長、亀裂深さ、亀裂幅が比較的大きいことに留意する必要があると考えられる。

IV. おわりに

熊本地震により、多くのため池や農地に変状や亀裂が生じたことを踏まえ、ため池の変状や農地の亀裂に

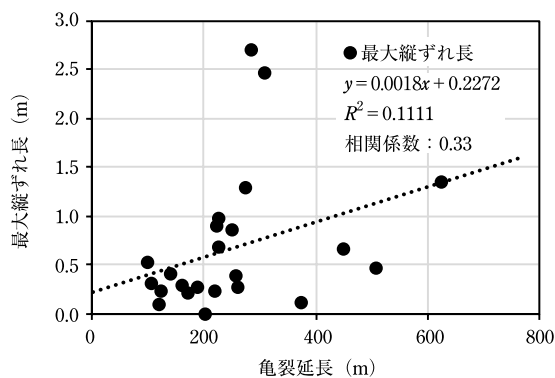


図-10 亀裂の延長と最大縦ずれ長

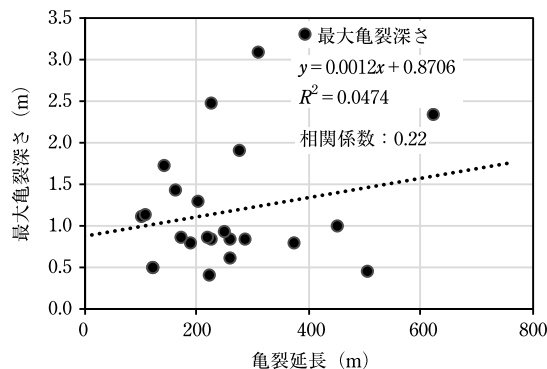


図-11 亀裂の延長と最大亀裂深さ

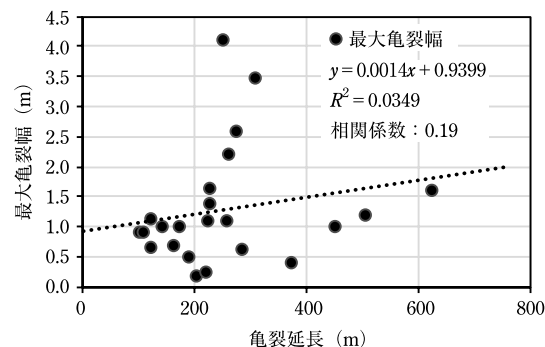


図-12 亀裂の延長と最大亀裂幅

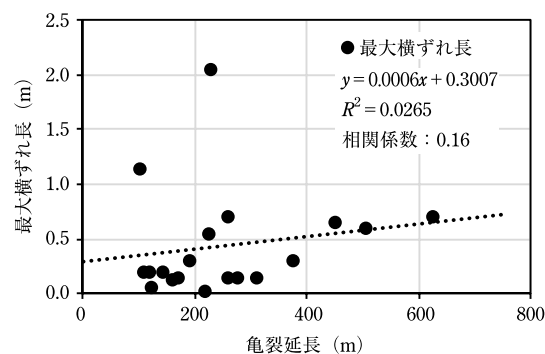


図-13 亀裂の延長と最大横ずれ長

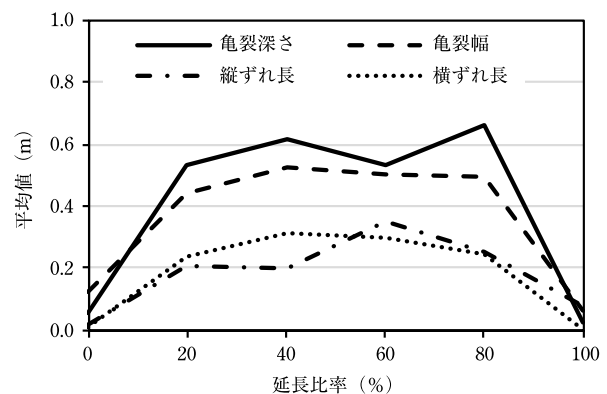


図-14 すべての亀裂平均値の形状

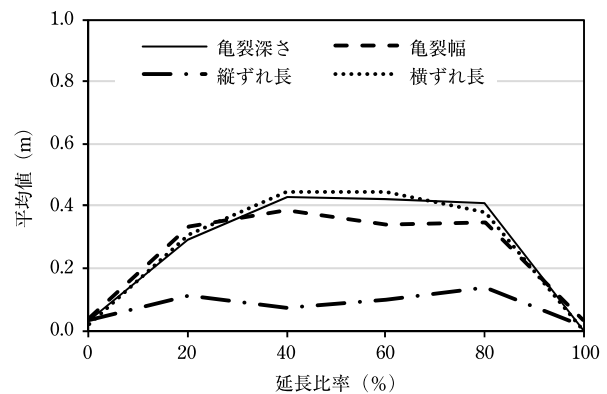


図-15 布田川断層帯沿いの亀裂平均値の形状

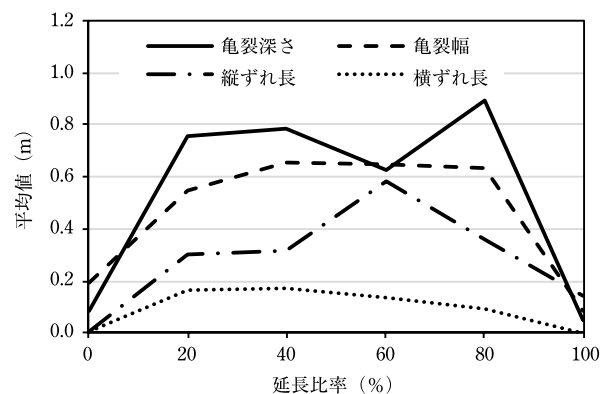


図-16 布田川断層帯の延長上北東部周辺の亀裂平均値の形状

ついて、現地調査を行い傾向の分析を行った。その結果、ため池は活断層に近いほど大きな変状が生じ活断層から8 km 以上離れると損傷がないこと、また、農地の亀裂の平均値はおおむね亀裂に沿った台形状に分布することなどが分かった。

本分析が、ため池や農地における活断層からの距離などを踏まえた今後の地震対策の一助となれば幸いである。

引用文献

- 1) 気象庁：地震観測所別震度分布図（2016/4/14 21：26，2016/4/16 01：25）
- 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>
〔2017.4.27.受理〕

略 歴

山下 正（正会員・CPD 個人登録者）



1953年 兵庫県に生まれる
1980年 東京大学大学院農業工学専門課程修士課程修了
農林水産省入省
2010年 農村振興局整備部水資源課政策情報分析官
2014年 （一財）日本水土総合研究所主席研究員
現在に至る

松永 健（CPD 個人登録者）



1979年 山口県に生まれる
2005年 京都大学大学院工学部社会基盤工学専攻修了
西松建設（株）入社
2015年 （一財）日本水土総合研究所主任研究員
現在に至る

植田 昌宏（正会員・CPD 個人登録者）



1953年 香川県に生まれる
1976年 関西大学工学部土木工学科卒業
（株）チェリーコンサルタント入社
（株）テキスト出向を経て
2015年 （株）チェリーコンサルタント技術監
現在に至る

小倉 武志（正会員・CPD 個人登録者）



1970年 香川県に生まれる
1993年 高知大学農学部卒業
（株）チェリーコンサルタント入社
2016年 同技術部
現在に至る