球磨川沿いの深層崩壊・地すべりと断層破砕帯の関係性について

RELATION OF OUTBURST, LANDSLIDE AND CRUSH ZONE OF FAULTS ALONG KUMA RIVER

吉村　辰朗[1]・吉川　智彦[2]・小汐　真由美[3]・北園　芳人[4]

TaturoYOSHIMURA, Tomohiko YOSHIKAWA, Mayumi KOSHIO, Yoshito KITAZONO

[1]復建調査設計株式会社（〒812-0013　福岡市博多区博多駅東3-12-24）

E-mail: t-yoshimura@fukken.co.jp

[2]アジア航測株式会社（〒812-0016　福岡市博多区博多駅南3-3-25）

E-mail: tom. yoshikawa@ajiko. co. jp

[3]アジア航測株式会社（〒215-0004　川崎市麻生区万福寺1-1-2）

E-mail: ma. koshio@ajiko. co. jp

[4]熊本大学（〒860-8555　熊本県熊本市中央区黒髪 2-39-1）

E-mail: kitazono@gpo.kumamoto-u.ac.jp

Key Words: *outburst ,landslide, crush zone,faults, Red Relief ImageMap, gamma ray survey,Kuma river*

1. はじめに

宝暦5年(1755年)に球磨川左岸の瀬戸石集落の背後で大雨による深層崩壊が発生した[1]. この瀬戸石崩れの崩壊土砂により球磨川が堰き止められ天然ダムが形成され, その後天然ダムは決壊し, 約20km下流の八代城下に広範囲の氾濫が発生した(図-1).

深層崩壊や地すべりなどの災害地形は, 断層や活断層と関係が深いと指摘されている[2)3)]. このため, 断層や活断層の実態を正しく把握することが, 災害危険度の評価の上でも重要である.

ここでは, 瀬戸石地区周辺の航空レーザ計測データから作成した赤色立体地図による地形判読と, 現地で実施したガンマ線探査の組み合わせによって, 崩壊地及びその周辺の断層の有無や規模について検討を行った結果を報告する.

図-1　瀬戸石崩れの位置図.

2. 「瀬戸石崩れ」周辺の地形判読

(1) レーザ計測データによる赤色立体地図の作成

対象地の球磨川沿いには，国土交通省八代河川国道事務所が，2005年12月から2006年3月にかけて計測したレーザ計測データが存在する．レーザ計測は，4㎡に1点の密度でおこなわれ，5mDEM（Digital Elevation Model）が整備されている．赤色立体地図は，DEMの解析により，傾斜度を赤の濃淡で，地形開度を明暗で与えることで地形を立体的に表現する手法である．レーザ計測データから得られたDEMを用いて赤色立体地図を作成することで，微地形の判読が容易になる[4]．

地形判読図を図-2に示す．判読項目は，深層崩壊跡地，岩盤クリープ，地すべり地形，リニアメントである．

判読結果は下記の通りである。

① 写真判読では判読が難しかった瀬戸石崩れの崩壊地について，明瞭な崩壊跡地が判読できた．

② 判読範囲では，広範囲の断層・リニアメントは判読できなかった．

③ 図2に示す破線の枠沿いに，深層崩壊跡地・地すべり・岩盤クリープが連続して分布する．

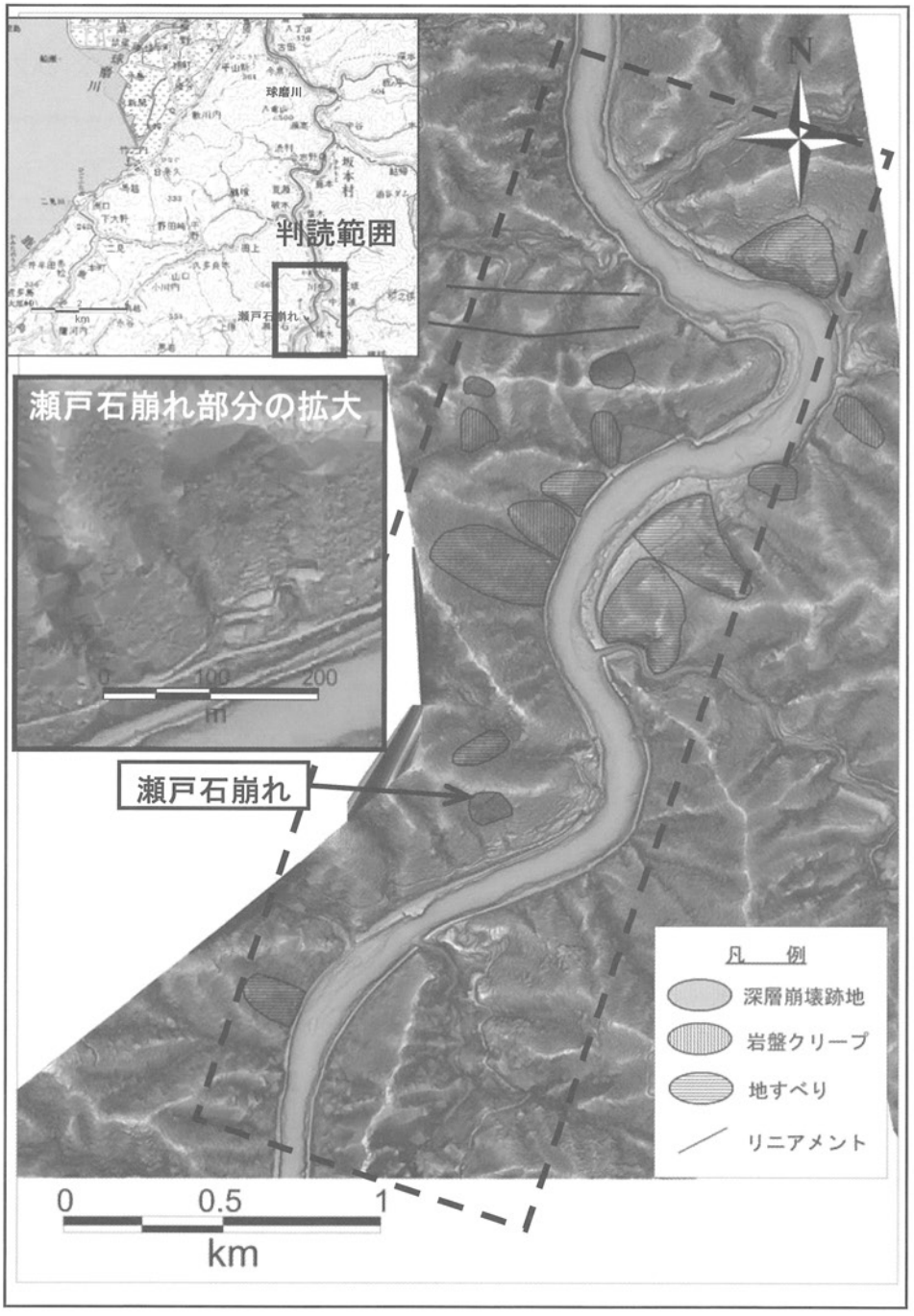


図-2　赤色立体地図による判読結果．

(2) 既往地質図による地質及び断層分布

図-3 は対象地周辺の地質図[5]である. 対象地付近には, 断層が記載されている. この想定される断層は、地形判読で判読された深層崩壊跡地・地すべり・岩盤クリープの連続分布と整合している.

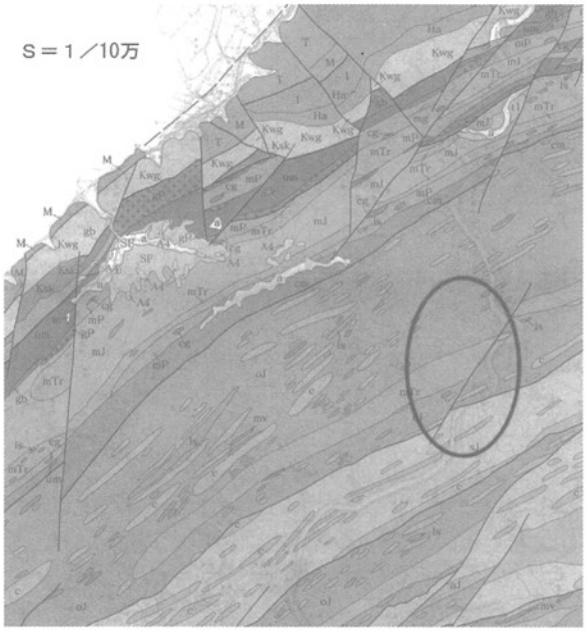


図-3　対象地周辺の地質図.

3. ガンマ線探査による断層破砕帯の確認

(1) ガンマ線探査の原理と探査方法

ガンマ線探査に用いた測定機器と用具を図-4 に示す. ガンマ線の強度を計測する装置は, シンチレーションサーベイメータ(アロカ社製 TCS-151 型)を用いて行った.

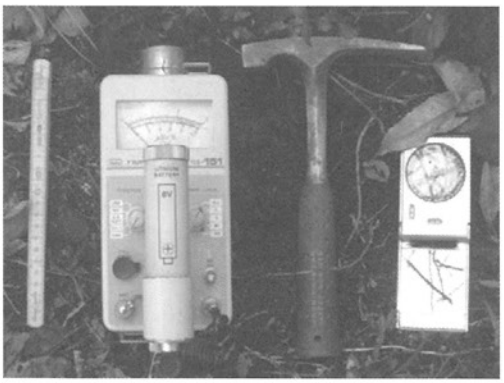


図 - 4　ガンマ線探査に用いた測定機器と用具.

測線は推定される断層伸長方向にほぼ直交するように設定し, 尾根において測定した. 測点間隔は 3m で, γ線強度異常値が出現した地点では10cm 間隔で測定しγ線強度異常値区間を詳細に求めた. この測定法で異常値区間境界点(α 点)を求め, 測線より 50cm～1m シフトさせて同様に境界点(β 点)を 10cm オーダーで求め, α 点と β 点を結んだ方向を破砕帯の走向とした. 走向に直交するするγ線強度異常値区間を断層場幅(破砕幅)と定義した(図-5).

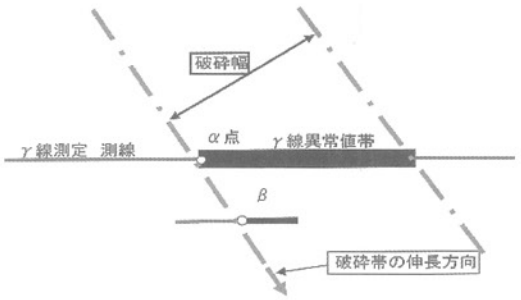


図-5　γ線探査で検出した断層場幅（破砕幅).

(2) 瀬戸石崩れ周辺のガンマ線探査

a)測線設定と測定状況

瀬戸石崩れ周辺の深層崩壊跡地・地すべり・岩盤クリープの連続分布方向と直交する測線を設定して, ガンマ線探査を実施した. 測定実施個所は, 図-6 に示す尾根上である. 測定状況を, 写真-1 に示す.

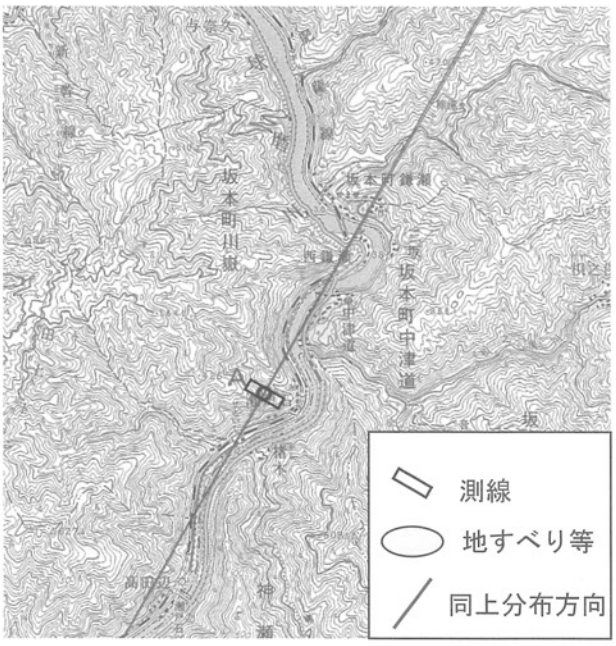
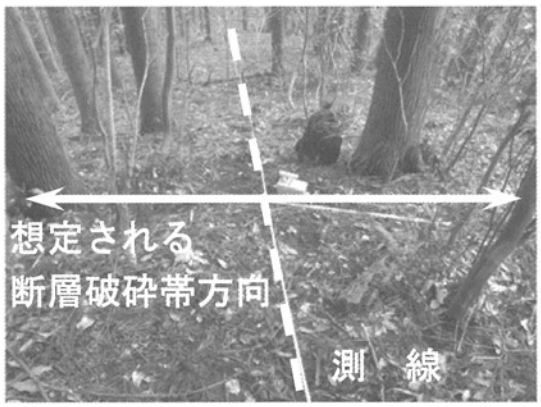


図 - 6　ガンマ線探査の測線設定.



破砕帯Aの分布方向（N30° E）A-55.4m付近

写真 - 1　測線の設定と測定状況.

b) 測定結果

本測線での測定結果を図-7, 表-1 に示す. 本測線では, 測点 33.9m～63.7mの間の 22.3m区間においてガンマ線強度が周囲より高くなっている. この高ガンマ線箇所は, 地質図に示された断層位置である. 吉村らは, 断層破砕帯が存在する場合に, 断層物質の磁性特性が周辺の非破砕部と異なることにより, 断層破砕帯部が, 非破砕部に比較して高ガンマ線や低ガンマ線となることを報告している[6]. 本地区の断層は高ガンマ線を呈し, 幅 22.3m の断層破砕帯の存在が想定される.

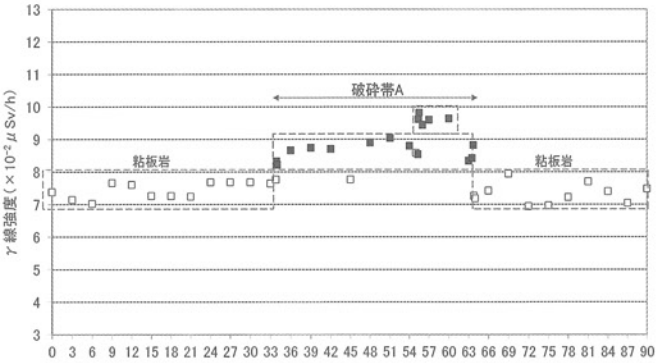


図 - 7　ガンマ線強度測定結果.

瀬戸石地区に分布する地質のγ線強度（×10⁻²μSv/h）

測線名	分布地質	測線区間	平均値	標準偏差
A 測線	粘板岩	0.0m～33.8m	7.40	0.28
		63.8m～90.0m		
	破砕帯（赤）	33.9m～55.3m	8.62	0.25
		63m～63.7m		

瀬戸石地区のγ線異常値区間と破砕帯の規模・方向

破砕帯名	異常値区間	断層場幅	方向（走向）	断層長
破砕帯 A	33.9m～63.7m	22.3m	N30° E	8.6km

表 - 1　ガンマ線強度測定結果.

吉村によれば, 断層場幅と断層長には, 図-8 の関係があるとされている[7]. この関係を本地区の断層破砕帯に適用すると、本断層の長さは 8.6kmと算出される.

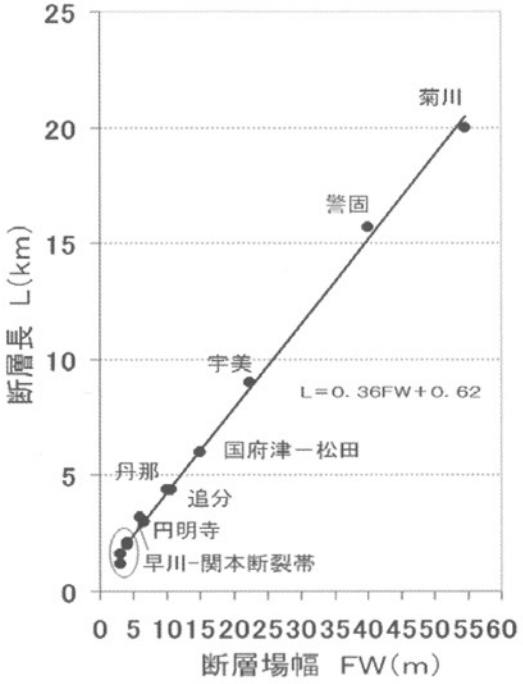


図 - 8　断層場幅と断層長の関係.

ガンマ線探査で確認された断層位置から, 断層方向（N30° E）に断層長 8.6km を地形図上に展開した場合, 断層地形である鞍部が連続的に認められる. この断層線が尾根により連続性が途絶える点を起点とし, 終点を 8.6km 地点とした（図-9）.

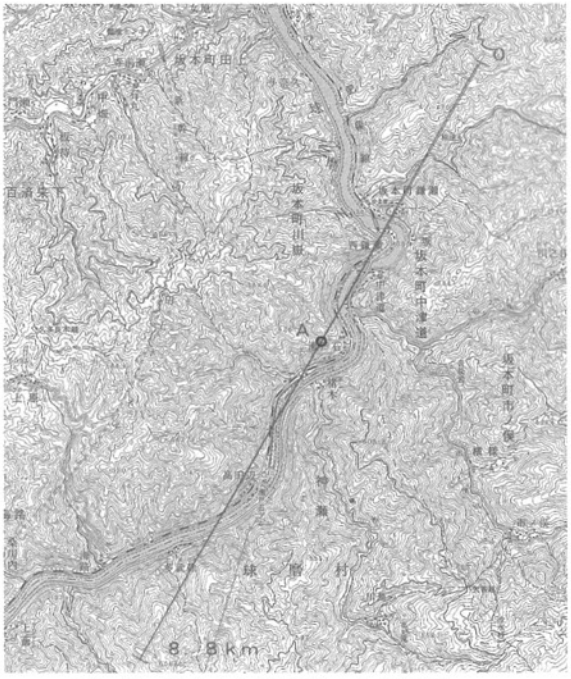


図 - 9　想定される断層の存在位置.

図-9 に示された断層の存在の考えられる位置は，赤色立体地図で判読した深層崩壊跡，地すべり，岩盤クリープの分布の位置と方向にほぼ整合する結果となっている．

本地域では，国土交通省による深層崩壊危険渓流調査が行われ、結果が公表されている[8]．図-10，図-11に公表されている深層崩壊危険度調査の結果と，本調査で推定された断層長の結果を重ねて表示する．

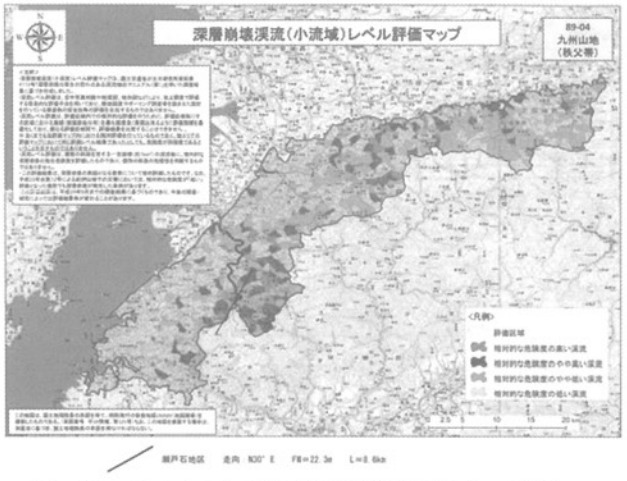


図 - 10　推定された断層と深層崩壊危険度の関係．

図 - 11 推定された断層と深層崩壊危険度の関係（拡大）．

本調査で推定された断層は、深層崩壊危険度調査の危険度が高い小流域とよく整合していることが確認される．

深層崩壊危険度調査は，対象地を 1km^2 程度の小流域に区分して，深層崩壊崩壊履歴，微地形要素，地形量の 3 項目について検討を行って，流域としての評価を行うものである．このため，流域内の具体的な深層崩壊の危険性を有する斜面の抽出までは困難である．今後は小流域のどの斜面が，より危険であるかを判定することがハード・ソフト対策上必要になると考えられる．

深層崩壊の危険度が高いとされた流域において，赤色立体地図判読とガンマ線探査を組み合わせた簡易な手法で，断層の位置や規模を推定できると，具体的な危険斜面検討に有効であると考えられる．

4．まとめと課題

本地区においては，レーザ計測結果から作成した赤色立体地図の判読では断層の存在を示すリニアメントは判読できなかった．

一方，ガンマ線探査の結果により，瀬戸石崩れの発生地付近に，断層場幅 22.3m，断層長 8.6kmの断層が存在することが推定された．

推定された断層沿いの渓流では，国土交通省が公表した深層崩壊危険度が高いことが確認された．

抽出された断層が，深層崩壊跡地，地すべり，岩盤クリープ等の深層崩壊危険度評価のために使用される指標と関係が深いことが考えられる．

今回の検討では，赤色立体地地図の判読とガンマ線探査の連続した調査によって断層や活断層を抽出することはできなかった．しかしながら，ガンマ線探査の結果を，赤色立体地図の判読結果によって評価することはできた．

災害地形に関連の深い断層や活断層の評価手法として，レーザ計測データから作成した赤色立体地図の判読によるリニアメントの抽出と，ガンマ線探査による断層破砕帯の幅や向きの推定を組み合わせた手法の事例を増やして，簡易な抽出・評価手法として検討を進めたい．

参考文献

1)小汐真由美・吉川智彦：宝暦 5 年(1755 年)に球磨川中流域で発生した深層崩壊と天然ダムの形成，第 6 回土砂災害に関するシンポジウム論文集，2012

2)今村遼平：設計上考慮すべき地下水に絡む諸問題，建設コンサルタンツ協会講演会資料，2000.

3)独立行政法人土木研究所：深層崩壊の発生の恐れのある渓流抽出マニュアル(案)，2008

4)千葉達朗・鈴木雄介・平松孝晋：地形表現手法の諸問題と赤色立体地図，地図，Vol.45，No.1，2007

5)九州地方土木地質図編纂委員会：九州地方土木地質図解説書，1986

6) 吉村辰朗・大野正夫：断層破砕帯における帯磁率以上に伴うγ線量の変化，物理探査，Vol.65,No.3,2012

7)吉村辰朗：破砕幅を尺度とした活断層の活動度評価－破砕幅と断層長の関係式－，活断層研究，Vol.33，2010

8) 国土交通省九州地方整備局川辺川ダム砂防事務所：九州地方整備局管内深層崩壊渓流（小流域）レベル評価区域図，http://www.qsr.mlit.go.jp/kawabe/，2013. 5.1

（2014. 5. 9 受付）