

益城町市街地における重力探査に基づく重力基盤構造の推定

A Density Structure Model Estimated from Gravity Survey around Mashiki, Kumamoto, Japan

盛川仁・野口竜也・駒澤正夫・有村翔也・田村充宏・中山圭・荒木俊・
宮本崇・飯山かほり・秦吉弥・吉見雅行・香川敬生・後藤浩之

Hitoshi MORIKAWA, Tatsuya NOGUCHI, Masao KOMAZAWA, Shoya ARIMURA,
Mitsuhiro TAMURA, Kei NAKAYAMA, Shun ARAKI, Takashi MIYAMOITO,
Kahori IYAMA, Yoshiya HATA, Masayuki YOSHIMI, Takao KAGAWA, Hiroyuki GOTO

Gravity survey has been carried out around downtown of Mashiki, Kumamoto, Japan, where is severely damaged by 2016 Kumamoto earthquake. More than 300 observation sites are located around the central part of Mashiki with about 50-meter intervals. And, more than 150 sites surround the central part with 250- to 500-meter intervals. The observation sites satisfy enough density to discuss density structure shallower than 500-meter depth around central part of Mashiki. After applying some corrections to the observed data, the Bouguer anomaly is calculated with assumed density of 2.4 g/cm³. Furthermore, gravity basement is estimated under an assumption of two layered medium with density difference of 0.5 g/cm³. As a result, a graben runs parallel to the Akitsu river and some isolated small basins are found inside of the graben. The central part of Mashiki is located immediately above of the one of the small basins. This may suggest that the focusing phenomena of seismic rays.

1. はじめに

2016年熊本地震によって熊本県を中心として大きな被害が発生した。特に、益城町では28時間の間隔をおいて引続いて発生した前震および本震によって二度にわたって震度7を記録し、木造住宅をはじめとして大きな被害が発生した。益城町における大きな被害については種々の要因が考えられるが、その要因を明らかにするためにも益城町周辺での地盤構造の詳細な推定は不可欠である。

既に、微動探査やボーリング調査などが多くの機関、研究者らによって行われているが、それらの多くは工学的基盤より浅いごく表層部分の地盤構造を対象としている。工学的基盤より深い層については、益城町中心部においては地表面から200m前後の深さに見られる安山岩を地震基盤に相当する基盤岩と見做してよいと考えられる(以降、この層を地震基盤と呼ぶこととする)。工学的基盤の深さだけでなく、地震基盤上面の3次元形状が地震動の空間分布に影響を及ぼしたであろうことは容易に想像される。そこで、益城町の被害がもっとも大きかったエリアを中心に重力探査を実施し、益城町周辺の地震基盤上面の3次元形状を推定することを試みる。

2. 観測方法

重力観測は2016年11月28日～12月2日に実施

した。観測には4台の相対重力計(LaCoste 重力計 G型 G911, G1034, G1047 および Schintrex CG-3M 型 S/N258)を用いた。観測にあたっては、益城町総合体育館の北西に位置する秋津川河川公園内の駐車場に重力基準点を設置し(以降、AKCと呼ぶ)、この基準点を用いて閉塞観測を行った。重力計のドリフトにともなう誤差をできるだけ小さくするために、観測の最初(朝)と最後(夕方)だけでなく、正午頃にもAKCでの測定をおこなって重力値を閉塞させた。

観測は被害が特に大きかった益城町の中心部において約50m間隔でおおよそ300地点で観測し、その周囲を約250m間隔、さらにその周囲を約500m間隔でおおよそ150地点で観測をおこない、合計で463地点の重力値を得た。各観測地点の位置は、ネットワークRTKによるラピッドスタティック測量および後処理を前提としたディファレンシャル測量によって決定した。後者は基準点として益城町に近い2つの電子基準点(熊本および城南)を用いた。いずれに方法についても位置の精度は標高値についてもサブセンチメートル程度の精度が得られており、重力値の解析に十分な精度であった。

AKCの絶対重力値は、従来の重力基準点の重力値が地震にともなう地殻変動の影響で変化している可能性があるため、熊本地震後に絶対重力値が決定されたことがわかっている近隣の地点とAKC

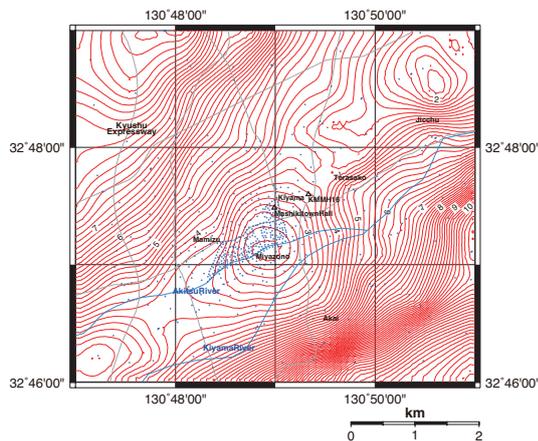


図 1 : ブーゲー異常 (仮定密度 : 2.4 g/cm^3 , コンター間隔 : 0.2 mGal , 青色ドット : 観測点)

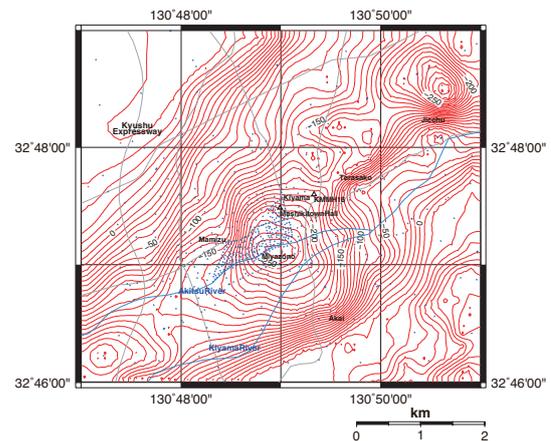


図 3 : 重力基盤標高 (密度差 : 0.5 g/cm^3 , コンター間隔 : 10 m , 青色ドット : 観測点)

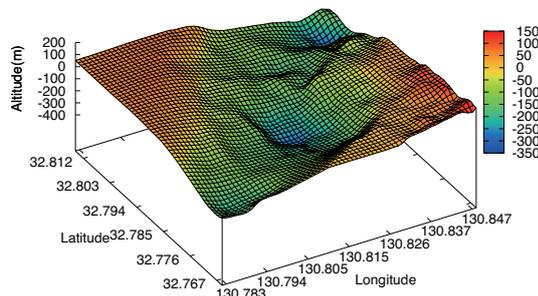


図 2 : 重力基盤標高 (密度差 : 0.5 g/cm^3)

との間で往復閉塞観測によって決定することとした。東海大学宇宙情報センターで 2016 年 7 月～8 月ころに絶対重力値が測定されている。さらに、相対重力計を用いた往復閉塞観測によって電子基準点「熊本」(局番号 : 950465, 以降 KSG とする)の附属金属標上において、宇宙情報センターの絶対重力値からの相対値が求められている。そこで、KSG の絶対重力値を用いて AKC の絶対重力値を求めることとした。11 月 28 日に CG-3M を用いて AKC と KSG の間を 4 往復してそれぞれの地点での相対重力値を決定した。

3. 解析結果

まず、AKC の絶対重力値を決定した。ドリフトおよび地球潮汐の影響を取り除いたうえで 2 地点でのそれぞれの測定値の平均から重力差を求めたところ、 6.2829 mGal であった。KSG での絶対重力値は 979553.3896 mGal なので AKC での絶対重力値は 979547.1067 mGal と決定した。

測定値の解析にあたっては、地球潮汐、ドリフト、器械高さ、地形、フリーエアの各補正をおこなったうえで、仮定密度を 2.4 g/cm^3 としてブーゲー異常を求めた。その際、日本重力 CD-ROM 第 2 版 [1] のデータから解析対象範囲にある 114 地点

のデータを加えて 577 地点での重力値を用いた。得られたブーゲー異常図を図 1 に示す。

ブーゲー異常から深部構造の影響を取り除くために上方接続法により $50 \sim 3000 \text{ m}$ のバンドパスフィルタをかけて地表に近い部分の構造の影響を抽出した。そのうえで、この重力異常を満足するような 3 次元 2 層構造モデルを作成した。堆積層部分の多くは既存のボーリングデータより、砂または砂礫層であることがわかっているため、密度差を 0.5 g/cm^3 とした。また、KiK-net 益城 (KMMH16) のボーリング地点でのせん断波速度が 2 km/s 以上となる基盤岩深さ 235 m および益城町中尾地内で着岩していると考えられるボーリングから基盤岩深さ 8.5 m をそれぞれコントロールポイントとして用いた。これらの条件のもとで、得られた基盤上面の 3 次元形状を図 2, 図 3 に示す。

秋津川に沿って北西から南東にむかって溝状の窪地が連なり、そのなかに孤立した盆地状のくぼみが存在することがわかる。それらの窪みは寺中の北、益城町中心部、九州自動車道の直下に位置している。寺中の北は人家がないため被害の有無を議論することは難しいが、後 2 者の窪みの上では大きな被害が見られており、被害と基盤の 3 次元形状が無関係ではないことを示唆している。

今後は、得られた基盤モデルを用いて地震動の空間分布を検討する予定である。

謝辞 本研究の一部は、京都大学防災研究所平成 28 年度特別緊急共同研究「益城町内の街地における震災の帯の再現を目的とした地盤調査の超高密度実施に基づく 2016 年熊本地震の強震動評価」(代表 : 秦吉弥, 課題番号 : 28U-07) および「2016 年熊本地震における地表地震断層ごく近傍における強震動の実体把握」(代表 : 香川敬生, 課題番号 : 28U-05) の助成を受けた。

参考文献

- [1] 地質調査総合センター : 日本重力 CD-ROM 第 2 版, 2004.