

Estimating reservoir sedimentation by gravimetry technique: A case study in Tseng-Wen reservoir

*Yi Chang¹, YuShen Hsiao¹, Wei Chang¹, YaoChun Kuo¹, JungChieh Chang¹

1.National Chung Hsing University

The study proposes a new method for estimating variation in reservoir sediment by gravimetry technique. The study area is located in Tseng-wen reservoir, which is the largest reservoir in Taiwan. Several field gravity surveys with FG-5 gravimeter have been carried out at three gravity stations surrounding the reservoir (shown in figure) during 2014~2016. The observed gravity values caused by the effects of ocean tide, polar motion, atmospheric pressure, and underground water will be well predicted and removed. The variation of Tseng-wen reservoir sedimentation derived from gravimetry technique will be compared to those derived from bathymetric Lidar. The purpose of the research is to develop a more efficient and economic method to measure the sediment variations in reservoirs, and subsequently bring contributions to soil and water conservation.

Keywords: gravimetry, reservoir sediment, FG-5 gravimeter



庄内平野東縁断層下の密度構造

Density Structure beneath the Eastern Boundary Fault Zone of the Shonai Plain

和田 茂樹¹、*本多 亮²、田中 俊行²、岡田 真介³、澤田 明宏⁴、平松 良浩⁴Shigeki Wada¹, *Ryo Honda², Toshiyuki Tanaka², Shinsuke Okada³, Akihiro Sawada⁴, Yoshihiro Hiramatsu⁴

1.金沢大学大学院自然科学研究科、2.公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所、3.東北大学災害科学国際研究所、4.金沢大学理工研究域自然システム学類

1.Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, 2.Tono Research Institute of Earthquake Science, Association for the Development of Earthquake Prediction, 3.International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, 4.Faculty of Natural System, Institute of Science and Engineering, Kanazawa University

庄内平野東縁断層帯 (EBFZSP) は山形県北西部に位置する庄内平野と出羽丘陵との境界部に沿って分布し、全長約38 kmにわたってほぼ南北走向に連続する活断層帯であり、断層帯の東側が西側に対して相対的に隆起している。EBFZSPはその断層分布形態や活動性等の違いから北部と南部に区分されており、そのうち南部を構成する松山断層では加藤・ほか (2006a, b) の反射法地震探査によって地下浅部構造が明らかにされている。本研究では、EBFZSP周辺の地下構造と構造発達史を明らかにすることを目的とした重力探査およびその解析を実施したので報告する。

2014年8月4-12日・2015年3月5-6日の期間で、EBFZSP周辺の重力探査を実施した。使用した重力計はScintrex社製CG-3M相対重力計である。重力測定はEBFZSP南部の松山断層を横断する反射法地震探査測線 (加藤・ほか, 2006a, b) を含む2測線およびEBFZSP周辺にて行い、測定点数は延べ177点となった。それに加えて入手可能な限りの既存測定データも参照した。

重力データには通常の処理・補正手順に加え、10m-DEMを用いた地形補正、スラブ補正を施しブーゲー異常図を作成した (仮定密度 $2,400 \text{ kg/m}^3$)。また地質構造の不連続性を抽出するため、ブーゲー異常の水平・鉛直1次微分によるフィルタリング処理を行った。加えて、重力探査測線に2次元タルワニ法を適用することで2次元密度構造解析を実施したほか、Tilt-Depth法による解析も試みた。

本地域のブーゲー異常変化は大局的には地質構造と良く対応し、庄内平野では全体的に低異常、周囲の山地では相対的に50-60 mGal程高い高異常を示す。本断層帯の東部に発達する出羽丘陵中には4-5 mGal/km以上の高水平勾配帯およびゼロ等値線が存在しており、2次元密度構造解析結果から、これらは出羽丘陵中に発達する青沢断層群を捉えたものであることが確認された。高水平勾配帯およびゼロ等値線と、本断層帯の断層分布形態およびその位置を比較してみると、本断層帯南部では東側近傍に (最大約3.5 km離れて) 位置しているが、一方、断層分布が複数条に分岐する本断層帯北部では東側遠方 (最大約9 km) に位置しているという関係性がうかがえる。

本断層帯は青沢断層群から平野側に派生した低角東傾斜の衝上断層構造を有し断層前進現象が生じていることから (今泉・東郷, 2007)、本断層帯北部においては、青沢断層群から地下で複雑に分岐派生している断層群が雁行状の活断層として地表に分布し、平野側まで断層前進現象がより進行していると考えられている。一方、本断層帯南部では、青沢断層群から直接的に派生した断層がそのまま活断層として平野側へ衝上しているため、断層地表トレースおよびその地下構造は北部に比べ単純である (加藤・ほか, 2006a, b)。従って、本断層帯北部と南部における断層前進現象における差が、これら高水平勾配帯およびゼロ等値線と、断層分布形態とその位置関係の違いを表していると考えられる。

加藤直子・ほか, 2006a, 庄内平野東縁活断層系松山断層における反射法地震探査, *活断層研究*, 26, 87-93.加藤直子・ほか, 2006b, 石油探査データの再解析による庄内平野東縁断層帯の地下形状, *地震研究所彙報*, 81, 149-156.

今泉俊文・東郷正美, 2007, 1:25,000 都市圏活断層図 庄内平野東縁断層帯とその周辺「庄内北部」「庄内南部」解説書, 国土地理院技術資料D1-No.496.

キーワード：重力異常、密度構造、活断層

Keywords: Gravity Anomaly, Density Structure, Active Fault

金沢大学測定重力データおよび他機関公開データとを合わせた重力異常データセットの作成

The gravity anomaly data-set include the gravity data measured by Kanazawa university and published by many institutes

*澤田 明宏¹、本多 亮²、平松 良浩¹

*Akihiro Sawada¹, Ryo Honda², Yoshihiro Hiramatsu¹

1.金沢大学理工研究域自然システム学類、2.東濃地震科学研究所

1.School of Natural System, College of Science and Engineering, Kanazawa University, 2.Tono Research Institute of Earthquake Science

我々は金沢大学によりこれまでに測定を行った重力測定情報からデータベースを作成し、インターネット上で公開している(Honda et al., 2012, J. Geod. Soc.

Japan : http://earth.s.kanazawa-u.ac.jp/gravity_database.html). このデータベースは可視化に重点を置き、GoogleEarth™などでの閲覧が可能になっている。また、日本各地域の地震発生ポテンシャルを解明することなどを目的として、測定した重力データを他機関から公開されている重力測定データと合わせることで、日本の陸域について高精度重力異常データセットの作成を行ってきた(Honda et al., 2015, JpGU meeting). 我々は、これまでの対象範囲に日本沿岸域で測定されている船上重力測定データを追加することにより、海域を含むより広範囲の重力異常データセットへの改良を試みた。船上重力データとして日本海洋データセンターにより公開されているMGD77データセットを使用し、大きなクロスオーバーエラーなどを除去したものをを用いる(澤田・他, 2009, 海洋情報部技報)。これにより、沿岸域まで延長するような活構造の解析などに活用できることが期待される。

この研究は科学研究費補助金(C) No. 26400450 により行われた。

キーワード：重力異常、データベース

Keywords: Gravity Anomaly, Database

昭和基地超伝導重力計で観測された東南極の積雪増加とチャンドラー極運動の減衰

Heavy snowfall in East Antarctica and recent weakening of the Chandler wobble observed with the superconducting gravimeter at Syowa Station.

*青山 雄一¹、土井 浩一郎¹、渋谷 和雄¹、池田 博²、早河 秀章¹

*Yuichi Aoyama¹, Koichiro Doi¹, Kazuo Shibuya¹, Hiroshi Ikeda², Hideaki Hayakawa¹

1.国立極地研究所、2.筑波大学研究基盤総合センター低温部門

1.National Institute of Polar Research, 2.Research Facility Center for Science and Technology, Cryogenics Division, University of Tsukuba, Tsukuba

Continuous gravimetric observations have been made with three successive generations of superconducting gravimeter (SG) over 20 years at Syowa Station (39.6E, 69.0S), Dronning Maud Land (DML), East Antarctica. The third-generation SG, OSG#058, was installed in January 2010. Five years of OSG#058 data from January 2010 to January 2015 were of high quality, with no missing data and with no step-like noise. So we could examine the long-period gravity variation precisely. Non-tidal gravity variations derived from the OSG#058 data showed significant correlation with the accumulated snow depth observed at Syowa Station. We inferred the gravitational effect of the accumulated snow mass (ASME) detected by OSG#058. Moreover, the accumulated snow depth at Syowa Station was found to represent heavy snowfall (the snow accumulation) in a broad region in DML, which was estimated from the Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) satellite gravity data. Such snow accumulation around Syowa Station was detectable by OSG#058. A gravitational response to the Chandler wobble (CW) was deduced from the OSG#058 non-tidal gravity variations after correcting the ASME. The observed response agreed roughly with the predicted response in both amplitude and phase. We also found that recent CW weakened and its period gradually decreased. We will discuss the relation between the heavy snowfall in DML and the weakening of CW, which were observed with OSG#058.

キーワード：超伝導重力計、東南極の積雪増加

Keywords: Superconducting gravimeter, Increase of snow accumulation in East Antarctica

大分県くじゅう地域における重力および重力偏差計データから推定される密度構造

Density structures estimated from gravity and airborne gravity gradiometry data in Kuju area, Oita prefecture

*西島 潤¹、野内 大介²

*Jun Nishijima¹, Daisuke Yanai²

1.九州大学大学院 工学研究院 地球資源システム工学部門、2.九州大学 工学部 地球環境工学科

1.Department of Earth Resources Engineering, Graduate School of Engineering, Kyushu University,

2.Department of Earth Resources, Marine and Civil Engineering, School of Engineering, Kyushu University

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）は「地熱資源ポテンシャル調査のための空中物理探査」を平成24年度より開始し、大分県くじゅう地域、鹿児島県霧島地域において空中重力偏差法探査、時間領域空中電磁探査および空中磁気探査を実施してきた（JOGMEC, 2014）。本研究では、大分県くじゅう地域を対象として行われた空中重力偏差法探査データと地上重力測定データを用いて地下の3次元密度構造を推定し、得られた密度構造と過去に行われた地熱・火山調査結果との比較を行った。

地表重力探査データは、九州大学測定28点と日本重力データベース（AIST, 2013）および西南日本重力データベース（Shichi and Yamamoto, 2001）から850点の測定データを使用して重力異常図を作成した。ブーゲー補正や地形補正で用いる補正密度については、CVUR法（Komazawa, 1995）を用いて推定を行い2310kg/m³とした。

空中重力偏差法探査では、CGG Aviation社HelifALCONTM重力偏差計をヘリコプターに搭載し、測線間隔

250m、対地高度120mで地形に沿って飛行して調査を行った。HelifALCONTM重力偏差計で計測されたデータ

は、飛行中の機体の加速度変化、タイライン補正、マイクロベリング補正、地形補正などの各種補正が行われ重力偏差の水平曲率成分（ G_{NE} , G_{UV} ）が得られる。地形補正で用いる地形データは測線沿いについてはヘリコプターに搭載されたレーザースキャナーとGPSデータから20mメッシュの地形データを作成し、測線間や調査範囲から15kmまでの領域についてはShuttle Rader Topography Mission (SRTM) v2の標高データを用いた。重力偏差データは、地形補正無し、補正密度2300kg/m³、補正密度2670kg/m³の3種類が提供されているが、本研究では地上測定重力データから推定された補正密度に一番近い2300kg/m³のデータを用いた。

密度構造モデリングに対応した解析プログラムは、カナダGEOSOFT社VOXI Earth modelingを使用した。本手法は、同社ポテンシャルデータの総合解析ソフトであるOasis Montaj上で入力データを作成し、Geosoft社のクラウドコンピュータで計算を行う計算サービスである。このため、ユーザー側のコンピュータスペックに依存せず、大規模な3次元モデルを高速に計算することが可能である。本解析では、地下をvoxel（直方体セル）に分割し、観測された重力偏差を説明する最適な密度の組合せを探索する。入力データは重力偏差データ6成分（ G_{xx} , G_{yy} , G_{zz} , G_{xy} , G_{xz} , G_{yz} ）を使用した。

空中重力偏差法データから得られた密度分布では、猪牟田カルデラ内や涌蓋山北西山麓にはカルデラ構造を充填していると考えられる岩砕なだれ堆積物の低密度域（2100~2200 kg/m³）が見られた。一方、高密度域

（2400~2550 kg/m³）は更新世中期の涌蓋火山や更新世後期の獺師山、合頭山の南東部および九重火山などの直下に見られた。これらの傾向は、地表重力探査から推定される密度構造と概ね良い対応が見られたが、浅部においては密度構造が異なっている部分が多く見られた。これは主に重力と重力偏差の違いや空間分解の違いに起因するものと考えられる。

キーワード：重力探査、空中重力偏差法探査、密度構造、九重火山

Keywords: Gravity survey, Airborne gravity gradiometry survey, Density structure, Kuju volcano