重力異常と亜炭層深度・層厚との相関

中部大学工学部　学生会員　○伊藤 健介
中部大学工学部　正会員　杉井 俊夫
正会員　浅野 憲雄

1. はじめに

亜炭が過去に採掘された地域において、廃坑から 50 年以上が経過した現在でも地表面の陥没や構造物の沈下・傾斜などの被害が発生し問題となっている。2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震においても地下空洞の崩壊に伴い地盤の陥没が多数発生した。南海トラフ巨大地震では、中部の亜炭坑跡が崩壊する可能性があり、さらに大きな被害となることが予想される。亜炭坑の位置の特定は採鉱にあたった業者がすでに廃業しており、情報が不足しているという現状にある。そのため、亜炭層の存在地点を把握することが、今後の崩壊事故を防ぐために必要である。そこで、現在調査され得られている重力異常（ブーゲー異常）[1]により亜炭層の存在位置を推定可能か、岐阜県御嵩町を例に調査した結果を報告する。

2. ブーゲー異常と亜炭

ブーゲー異常とは、重力の補正した理論値との差を示す値である[2]。観測した重力の値に対し、式(1)のように緯度補正、フリーエア補正、ブーゲー補正、地形補正、大気補正を行うことによりブーゲー異常を求めることができる。

$$B.A = g - \gamma + \beta h - B.C(\rho) + T.C(\rho) + A.C \qquad (1)$$

ここに、$B.A$はブーゲー異常（Bouguer Anomaly）、gは絶対重力値(mGal)、γは正規重力値(mGal)で、測定点の緯度の違いによる重力差を取り除くもの、βはフリーエア勾配(mGal/m)で、標高の違いによって生じる地球の引力の違いを同一の基準面上の値（標高 0m）に引き戻すことで取り除くもの、$B.C$はブーゲー補正値(mGal)で、観測点と基準面間の物質の引力の影響を取り除くもの、$T.C$は地形補正値(mGal)で、測定点周辺の地形起伏による引力効果を取り除くもの、$A.C$は大気補正値(mGal)で、大気の質量による引力を取り除くもの、hは標高(m)、ρは補正密度(g/cm^3)である。補正密度に用いられるρには花崗岩の平均的な密度である 2.67g/cm^{3}を使用している。ブーゲー異常は、地下を構成する物質の密度が基準値である 2.67 g/cm3 に比べ大きい場合はブーゲー異常が正の値を、小さい場合は負の値を示す。すなわち、地下に空洞が存在する場合、ブーゲー異常の値は低異常の値を示すことを意味する。御嵩町における重力計測点のデータ数と位置は**図-1** に示した通りである。

図-1　御嵩町における重力測定点

亜炭は、植物が腐食分解する前に地中に埋もれ、低温低圧で炭化したことで生成された炭化度の低い石炭である。古い時代の湖底等に堆積した樹木等が地圧と炭化作用を受けることにより生成され、亜炭の粒子の密度は有機物含有量により異なるが約 1.5～2.2 g/cm^3、乾燥密度は約 1.0～1.3 g/cm^{3}である[2]。御嵩町の亜炭層は、**図-2** に示すように上位より第 2、第 3、第 4 層と呼ばれる。

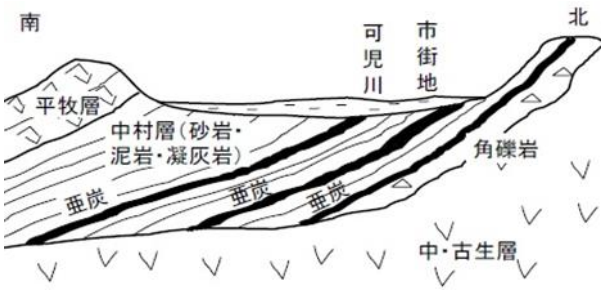

図-2　御嵩町の地層構成図[3]

キーワード　重力異常，亜炭層深度，亜炭層厚
連絡先　〒487-8501　愛知県春日井市松本町 1200　中部大学工学部都市建設工学科　ＴＥＬ0568-51-9562

3. ブーゲー異常と亜炭層分布との相関

前述したブーゲー異常の特性と亜炭の密度より、亜炭層存在地点でのブーゲー異常は周辺地盤と比べ小さい値を示すことが考えられる。この相関を得るため、既存の重力データ内の御嵩町におけるブーゲー異常の観測地点での亜炭層深度・層厚をそれぞれ調査した。**図-3** に示したようなブーゲー異常観測地点近隣のボーリング柱状図[4]から、亜炭層深度・層厚を抽出した。亜炭層は水色で示されている部分である。抽出したデータは約 30 点あり、亜炭層は深度により上層から第 2 層、第 3 層、第 4 層と分類した。**図-4** は抽出した亜炭層深度・層厚との関係を示したグラフである。亜炭層の各層とも深度が深くなるにつれ、層厚が厚くなる傾向にある。亜炭層の層厚とブーゲー異常との相関及び、曲線回帰したものを**図-5** に示した。層厚が厚くなるにつれ、ブーゲー異常は小さい値を示す傾向にある。亜炭層の深度とブーゲー異常との相関及び、曲線回帰したものを**図-6** に示した。深度が深くなるにつれ、ブーゲー異常は小さい値を示す傾向にある。また、グラフ内の式にブーゲー異常を代入することにより、亜炭層深度・層厚の推定値をそれぞれ求めることが可能である。図-6 に示した結果より、御嵩町における亜炭層深度の推定を試みた。**図-7** は御嵩町の空洞深度マップ上に、亜炭層深度のコンター図を反映したものである。空洞深度と推定深度を比較すると、おおよそ一致していることが見てとれる。

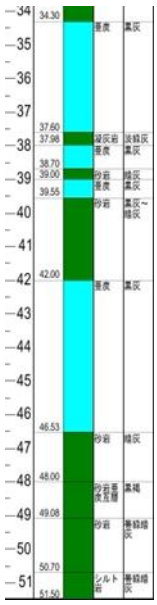

図-3 ボーリング柱状図例

4. おわりに

本研究で得られた結果を以下にまとめる。

(1)亜炭層の層厚が厚くなるにつれ、ブーゲー異常の値は小さくなる傾向にある。

(2) 亜炭層の深度が深くなるにつれ、ブーゲー異常の値は小さくなる傾向にある。

(3)グラフ内に示した近似式にブーゲー異常のコンター・グリッド値を代入することで、広域での亜炭層地点を推定することが可能であり、深度の推定においては、実際の空洞深度と一致している傾向にある。

(4)本結果を用いることで亜炭層の位置・深度を推定できることから、空洞調査等の絞り込みが期待できる。

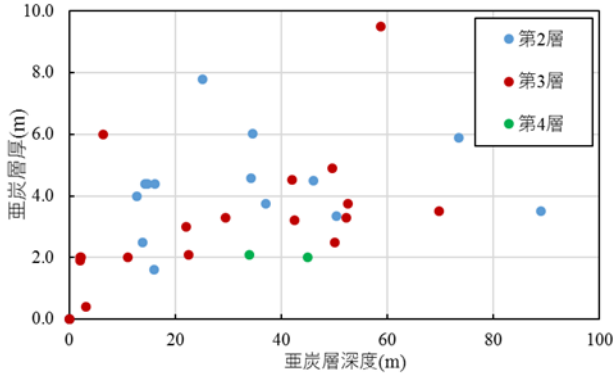

図-4 亜炭層深度と層厚

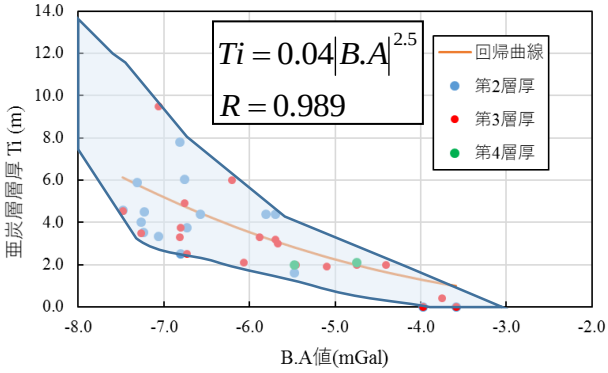

図-5 ブーゲー異常と亜炭層厚

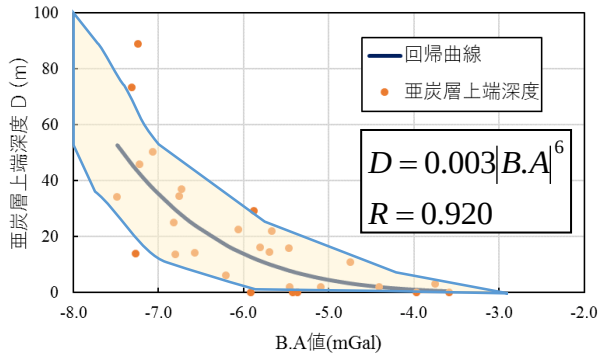

図-6 ブーゲー異常と亜炭層深度

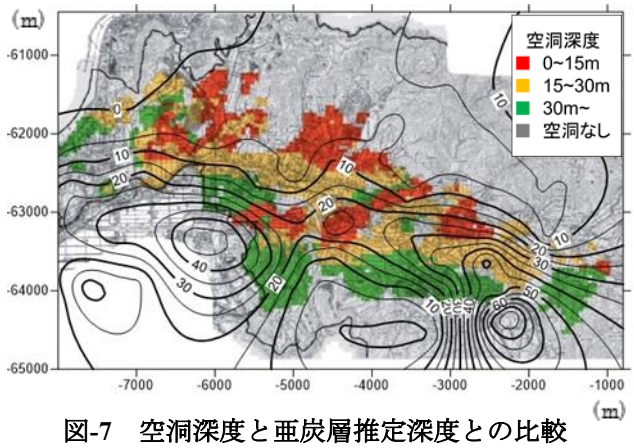

図-7 空洞深度と亜炭層推定深度との比較

【参考文献】

1) 志知龍一・山本明彦：Bulletin of the Nagoya university museum special report No.9,Gravity Database of Southwest Japan, Dec. 2001. 2）牧村拓哉：亜炭の風化特性に関する研究, 2014 年度中部大学卒業論文, pp14-17, 2015. 3）御嵩町：御嵩町史 4）国土交通省他：国土地盤情報検索サイト「KuniJiban」http://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/index.html