

1. はじめに

岡山市内の 100 m 深井戸で地温の鉛直分布を観測したところ、ある深度で地温が極小値をとり、明らかに温暖化の影響と思われる結果が得られた。4 年間にわたり、ほぼ 1 ヶ月おきに観測したところ、時期とともに地層が表面から温められつつある状況が明らかになった。本研究では、地温の鉛直分布を解析して地殻熱流量と過去の地表温度の履歴を明らかにしたものである。

2. 材料と方法

観測井戸は、塩ビ管で標高 160.4 m の山の麓、標高 11.2 m に位置し、地層は深度 70.0 m 以浅が固結した礫混じりの泥岩または泥岩、以深は花崗岩からなっている。地温鉛直分布は、温度と圧力を記録するデータロガー（JFE アレック電子社製の COMPACT-TD）を 2 から 4 cm/s の速度で降下させて、1 s ごとにデータを記録させた。2007 年 7 月から 2011 年 10 月の期間で計 43 回測定した。気温のデータは、岡山地方気象台のデータを用いた。

3. 結果および考察

2007 年 7 月から 2011 年 10 月までの観測結果を Fig.1 に示す。太い線は毎年 10 月の観測結果を表し、左から右にかけて 2007 年から 2011 年となっている。地温が極小値となる深度が月々深くなっているのが、温暖化の影響が深部に進展中であることが分かる。

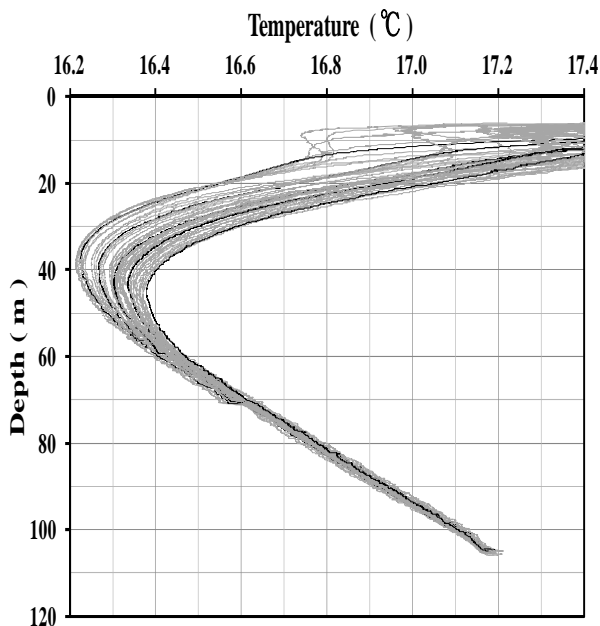


Fig.1 ほぼ毎月の地温鉛直分布の変化
(2007 年 7 月から 2011 年 10 月)

観測結果を用いて過去の地表温度の推定をするため熱伝導の解析を試みる。地下水の流れがない場合、温暖化前の定常地下温度は深さに対して直線分布となる。Fig.2 は、岡山市の年平均気温（J.M.A.）の変化を示したものである。年平均気温は図に示したように指数関数的に上昇してきたと近似できるので、地表面温度も指数関数的に変化してきたと仮定する。半無限媒質で境界温度が指数関数的に変化する場合、媒質内の温度分布の時間変化は Carslaw&Jaeger (1959)の解を参考にすることができる。それを用いて最小二乗法でパラメータを求めると、熱拡散率 $\kappa = 5.0 \times 10^{-7} \text{ (m}^2/\text{s)}$ 、地温勾配 $\alpha = 1.8 \times 10^{-2} \text{ (}^\circ\text{C/m)}$ 、気温上昇率 $\lambda = 2.4 \times 10^{-9} \text{ (/s)}$ 、定常地表温度 $\theta_{so} = 15 \text{ (}^\circ\text{C)}$ 、1980 年までの地表温度の温暖化量 $p = 0.50 \text{ (}^\circ\text{C)}$ が得られた。

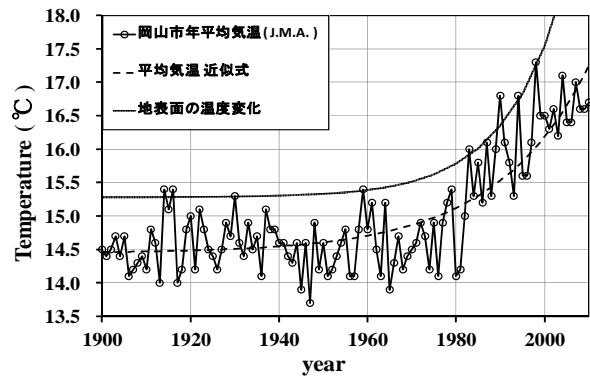


Fig.2 岡山市の温暖化

得られた温暖化パラメータを用いて地表面の温度変化を求めたものを、Fig.2 に示す。気温と地表温度を比較してみると、1900 年ごろは地表温度の方が約 $0.8 \text{ }^\circ\text{C}$ 高い値をとっていることがわかる。これは、日射や長期放射の影響によるものと考えられる。

得られた熱拡散率 $5.0 \times 10^{-7} \text{ (m}^2/\text{s)}$ は花崗岩の文献値 $1.1 \times 10^{-6} \text{ (m}^2/\text{s)}$ に比べて半分程度である。この解析方法では花崗岩より上の堆積層も含まれるため小さい値が得られたと考えられる。文献値の熱伝導率 $2.4 \text{ (W/(m} \cdot \text{ }^\circ\text{C))}$ と今回得られた地温勾配 $1.8 \times 10^{-2} \text{ (}^\circ\text{C/m)}$ を用いると深部からの熱流量の計算値が $43 \text{ (mW/m}^2)$ となる。これはこの地域の地殻熱流量と矛盾しない値である。

以上の解析から、地温の鉛直分布を解析することにより、地殻熱流量と過去の地表温度の履歴を推定することができた。

参考文献

CARSLAW AND JAEGER (1959) : CONDUCTION OF HEAT IN SOLIDS