

東洋大学 正員 田中 修三
東洋大学 正員 萩原 国宏

1. はじめに

最近、表流水を井戸あるいは貯水池より地下の帯水層に注入する地下ダムが、水資源開発の一手法として検討されてきている。表流水の温度は気温の昇降にすみやかに追隨して変動するので、夏期には高い水温の水を冬期には低い水温の水を人工的に注入することになり、地下水の水温、地層の温度の変化は自然界のバランスを崩す危険性があり、実施以前にどの様に変動するかを検討しておく必要がある。また逆に、省エネルギー対策の一つとして地下水の水温特性を利用することが考えられるが、その場合蓄えられた水の温度変化はどの様になるかも検討しておく必要がある。本研究は上記事項を目的として、その第一歩として気温、地層の温度、地下水の水温の季節変動を観測し、その特性を調べ考察を行なったものである。

2. 観測方法および結果

本学敷地内に図-1に示す様にサーミスタ温度計を6本配置し、気温、地層の温度、地下水の水温を連続的に記録した。No.1(気温)、No.2(0.15m)、No.3(0.82m)、No.4(1.72m)、No.5(2.65m)、No.6(3.40m)、No.6は地下水の水温を測定している。図-2は8月1日～6日の、12月1日から6日までの各温度変化を示している。8月期のNo.1(気温)は30℃以上であり、いわゆる真夏日となっている。No.2(0.15m)も30℃を越えており、8月6日ではNo.1より高くなっている。No.3(22.2℃)、No.4(17.7℃)、No.5(14.3℃)、No.6(14.3℃)となっている。12月ではNo.3(13.3℃)と低くなり、No.4(17.1℃)、No.5、No.6(18℃)と高くなつて来ている。この後、12月中旬よりNo.5、No.6は分離し、No.6の方が高くなつてくる。図-3に季節による温度の深さ方向の変化を示している。No.1(気温)、No.2(0.15m)は日周期を有し、No.2がNo.1に対し遅れていることは図-1より解るが、それらをより一層明確にするために相関係数を求め図-4に示した。明確な24時間周期を示しており、時間遅れは3時間程度であることが解る。

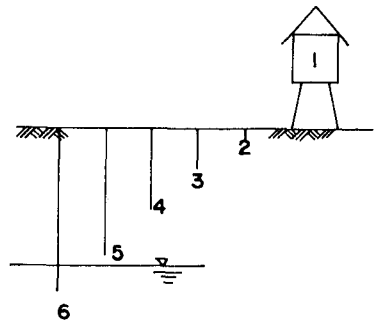


図-1

3. 理論

地表で $T_0 + T_a e^{i\omega t}$ の温度変化があるとする、一次元熱伝導方程式の解は次式で与えられる。

$$T = T_0 + T_a \text{Exp}\left(-\sqrt{\frac{\omega}{2k}} z\right) \cdot \text{Exp}\left[i\left(\omega t - \sqrt{\frac{\omega}{2k}} z\right)\right]$$

深くなるにつれて指数関数的に減衰し、zが大きくなるほど振幅の減衰は強くなる。温度伝導率kは得られた解に種々の値を与えて曲線群を描いておき、実際に合う値として、 $k = 1.8 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sec}$ の値を得た。年周期、日周期に対する位相遅れ、振幅の減衰について検討を加えると、年周期に対しては、深さ4.22mの所で位相遅れはπであり、振幅の減衰は1/8になる。このことは表面が夏の時、深さ4.22mの所では冬となり、振幅は表面の浅い部分となっている。日周期では、深さ0.22mの所でπ遅れになっており、わずか数十cmの所までしか目立つ強度で侵入できないことが理解できる。

4. おわりに

以上の事より、省エネルギー対策の一つとしての地層、地下水の効用が結論づけられるが、今後は、注入した後の水の温度が、約6ヶ月後の様に変化するか、あるいは注入水の水温による地層、地下水の水温の変化を観測、模型実験により明らかにしてゆきたいと考えている。

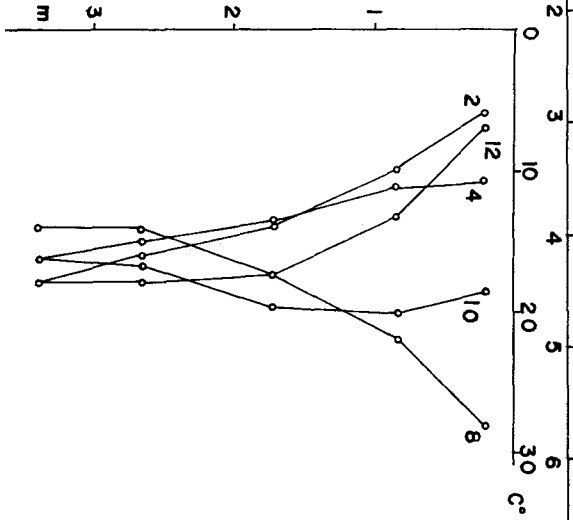


図-3

本研究には
 本学卒業生
 池内広一、吉
 原勉、両君の
 協力を得た。
 記して感謝の
 意を表する可
 。計算、グラフ
 整理には、
 東洋大学電算
 センター、三
 菱MELCOM
 COSMO 700
 -IIIを使用した。

図-2

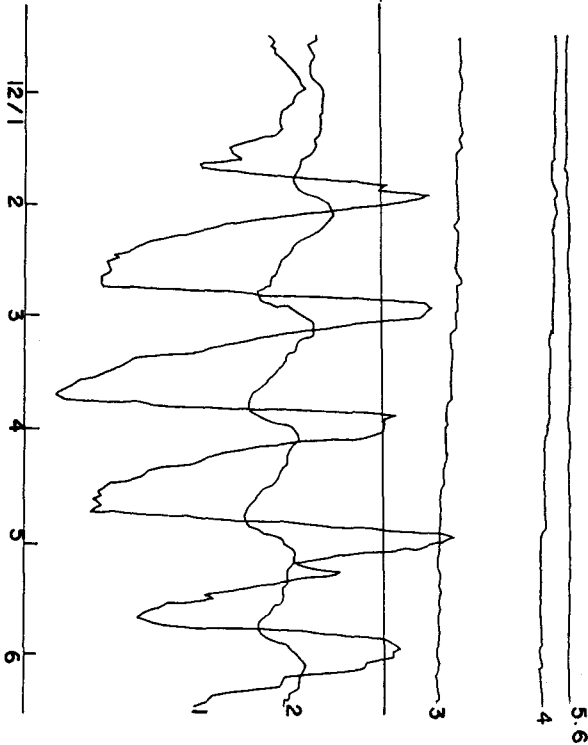


図-4

