

水位が変化する貯水ダム周縁における地電位差の観測

宮腰潤一郎, 塩崎一郎, 西田良平 (鳥取大学教養部)
笹井洋一 (東京大学地震研究所) 大志万直人 (京都大学防災研究所)

Geoelectric Variation Observed at the Man-made Water-dam Site Changing the Water-level Seasonally

J.Miyakoshi, I.Shiozaki, R.Nishida (Inst.Earth Sci., Tottori Univ.)
Y.Sasai (E.R.I., Univ.Tokyo) N.Oshiman (Disaster.Prev.Res.Inst., Kyoto Univ.)

I. はじめに

1989年の夏以来, 我々は鳥取県日野郡日南町の建設省菅沢ダムの周縁において地磁気, 地電位差の観測を行ってきた. その目的とするところは, 同ダムにおいて季節的に行われる最大およそ30mの水位操作による湖底の水圧変化が 1. ダム周縁に生ずるであろうピエゾ磁気による磁場変化を検出すること, 2. ダム周縁の地下水の流動を生じ発生するであろう流動電位を検出することであった.

これらのうちの磁場変化についてはダム周縁の観測点とこれから離れた基準点における磁場変化を比較することによりダムの水位変化に対応する磁場変化を見いだすことに成功しピエゾ磁気の圧力係数を得ることができた. 1) 2)

一方, 電場変化に関しては, 観測開始後の1989年10月27日たまたま観測点のごく近傍 (震央距離約7Km) にM=5.3の地震が発生しその前兆変化とみられる特異な電場変化が我々の電極間で観測された. ダム周辺における地震活動は休止期間を挟みつつその後も継続し我々はダム周縁以外に地電位差観測点を増設して地震発生に先行する電場変化の検出に集中した 3), そのために本来の観測目的であったダムの水位変化に伴う電場変化の問題はこれまでややなおざりにしてきた感がある.

流動電位現象に基づく地電位差変化の問題は, 今やダム堰堤における漏水箇所, 液体廃棄物の地下浸透, 等の検出, 地すべり斜面崩壊の予知・予測, 火山地熱地帯における熱水の循環, 地震予知等における有力な観測手法として工学, 理学両面における大きな関心事となっている. 4)5)6) この度我々はこれまでに得られている地電位差変化データをダム水位変化との対応に留意して解析を行った.

II. 観測, 観測結果

3本の電極 EP(0), EP(1), EP(2)は何れも炭素棒電極でこれらを約0.5mの深さに埋設して使用した. EP(0)はダム堰堤下の下流側の谷に, EP(1), EP(2)はダム堰堤上流側に設置した. EP(1), EP(2)はダム水面上約5mのほぼ同じレベルにあり両者間の水平距離は約200mである. EP(2)のほぼ直下にEP(0)があり両者間の垂直距離は約70mである. EP(0), EP(1), EP(2)の3本の電極をつないで3チャンネルとし, それらの電位差を横河電機製ポータブルプリンター2543を用いて30分間隔でプリントした. プリンターの時計はあまり良くないので ± 5 Min程度のばらつきが各チャンネル毎に生ずる可能性がある. 第1図に電極位置を示した.

観測点から約2.5KmのJR伯備線は電化されており昼間の電場にはノイズが混入するので列車運行がほぼ停止する夜間0~3hの間の電位差値の平均を各チャンネル毎に求めてこれを解析に用いることとし, それぞれEP(1~0), EP(2~0), EP(1~2)とした.

第2図 (a), (b), (c)はそれぞれ, 1990年, 1991年, 1992年におけるダムの水位と各チャンネルの電位変化を示す. EP(1~2)には目だった年変化は認められない. ダムの水位操作は毎年ほぼ一定しており, 7月から次第に水位を下げて9月に最低水位とし, その後は次第に水位を上昇させて11月にはもとの水位に戻るというパターンであり顕著な水位

変化は8～10月の間に集中している。EP(1 0),EP(2 0)は水位変化と良く似た変化をしており特に1992年の変化はよい対応を示している。しかし1992年11月末からEP(1 0),EP(2 0)にみられる急激な増大は、EP(0)の電位低下が原因していると考えられるがその原因はよく判らない。地電位差の年変化にはケーブルの絶縁劣化によると思われるスパイク状変化がしばしば現れており特に1990年は著しい。そこで1990年のものは解析には用いないこととし、また水位変化が顕著な6月～11月の間の変化に着目することとした。

第3図は第2図の結果に5日毎の移動平均操作を施し平滑化したものである。なお第2図中1991年7月から8月の間にEP(1 2)とEP(2 0)に見られるステップ状変化は明らかに電極EP0のみに生じた電位変化であるからこれを補正して用いた。図から明らかのようにEP(1 0),EP(2 0)の電位はダム水位と対応して変化しており、この変化がダムの水位、従って水圧に対応して生じた流動電位によるものであると考えることができる。

III. 考察

第3図からダムの水位低下30mに対応して約30mVの電位差変化がダム堰堤の上流側と下流がわとの間に生じたと判断される。この変化量は、自然電位分布の地形効果として用いられている -1 mV/m の値と調和的である。第3図のダムの水位変化と地電位差変化の間には位相差がみられるようであり、これには電極周囲の地下温度差の季節変化が電極間電位差に与える影響などもあるかもしれない。しかしEP(1 2)の年変化が小さいことから判断してそのことは無視することにした。

流動電位に関しては、Helmholtz-Smoluchowski の関係式

$$\zeta = \frac{4\pi\gamma\alpha E}{EP}$$

がよく知られているが、それぞれの値に

$$\begin{array}{lll} \epsilon : & \text{水の電媒定数,} & 0.7 \times 10^{-9} \text{ F/m} \\ \gamma : & \text{水の粘性係数,} & 1 \times 10^{-4} \text{ Pascal.Sec.} \\ \alpha : & \text{水の電気伝導度,} & 1 \times 10^{-2} \text{ S/m} \end{array}$$

と、この度の観測によってえられた値

$$\begin{array}{l} P=30 \text{ m water depth} = 3 \times 10^5 \text{ Pascal} \\ E=30 \text{ mV} = 3 \times 10^{-2} \text{ V} \end{array}$$

を用い、 $\zeta = 180 \text{ mV}$ が得られる。これは ζ 電位としてほぼ妥当な値と言えよう。この様にダムの水位変化に伴う地電位差変化が存在することはダムを構成する岩体中に地下水の流れが存在するということであり、この地域が花こう岩の露岩地帯であることと考えあわせまことに興味深いものがある。

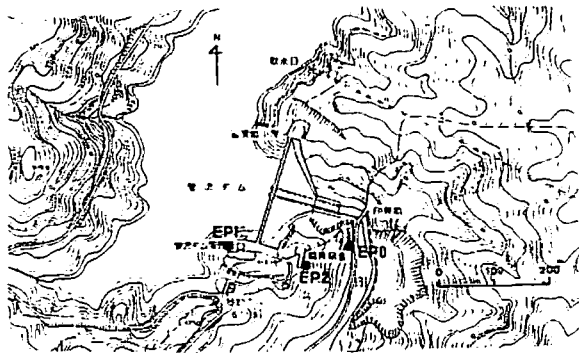
IV. まとめと謝辞

水位が人為的に季節変化させられている菅沢ダム周縁において地電位差観測を行うことにより、水位変化に対応する電場変化がダムの上流側と下流側との間に生ずることを確かめた。その変化量はおよそ -1 mV/m である。

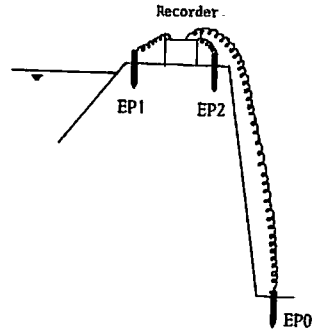
終りに、この観測を実施するにあたり多くの便宜を与えてくださった建設省菅沢ダム工事事務所の各位に厚く御礼申し上げます。

参考文献

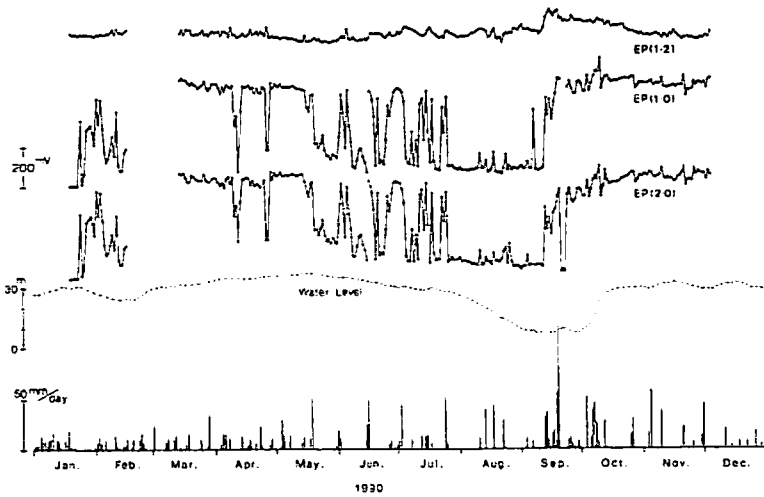
- 1) 宮腰潤一郎, 西田良平, 塩崎一郎 (鳥取大教養) 笹井洋一 (東大震研) 大志万直人 (日大文理) 巨大貯水ダム周辺における地磁気 地電流観測 (序報) Conductivity Anomaly 研究会 1990年論文集, 195~204, 1990.
- 2) 大志万直人 (日大文理) 笹井洋一 (東大震研) 宮腰潤一郎, 西田良平, 塩崎一郎 (鳥取大教養) ダム地磁気効果の観測結果とモデルの比較—鳥取県日南湖 (菅沢ダム) Conductivity Anomaly 研究会 1991年論文集, 137 148, 1991.
- 3) 宮腰潤一郎, 塩崎一郎, 西田良平 (鳥取大教養) 地電位差変化にみられる定常的ノイズとその異常—1991年8月鳥取, 島根県境の地震に関連して—, 地磁気観測所技術報告第32巻特別号, 60~68, 1992年10月.
- 4) Detection of Subsurface Flow Phenomena, J.Braun ed.Springer-Verlag.
- 5) 歌田久司, ギリシャの地震予知の物理, Conductivity Anomaly 研究会 1993年論文集, 85 94, 1993.
- 6) 石戸経士, 自然電位から推定される火山地域の地下流体流動, Conductivity Anomaly 研究会 1991年論文集, 86~93, 1991.



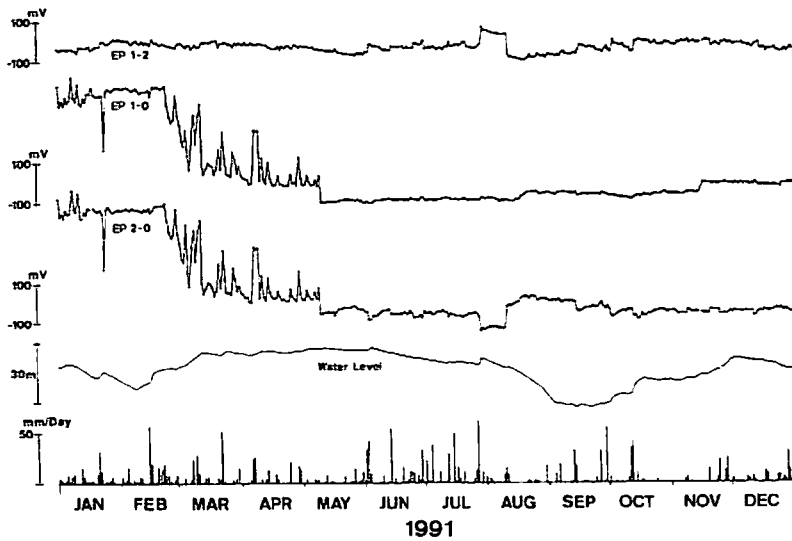
第1図 (a) 電極配置



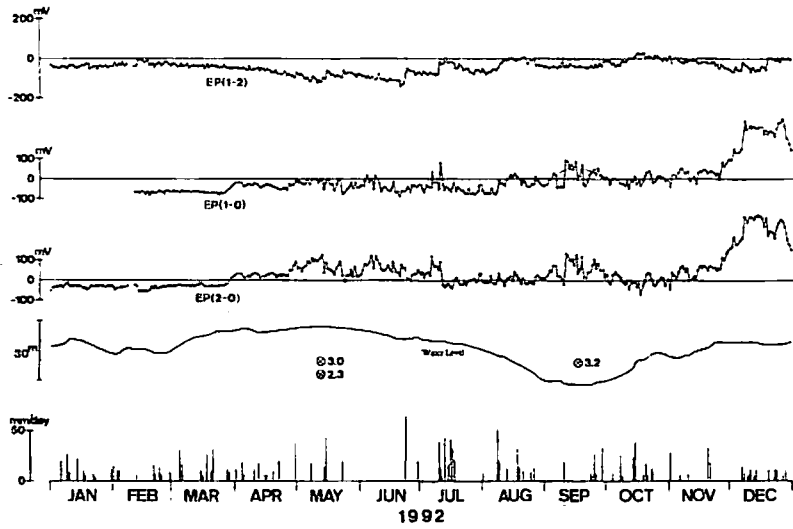
第1図 (b) 電極配置の概念図



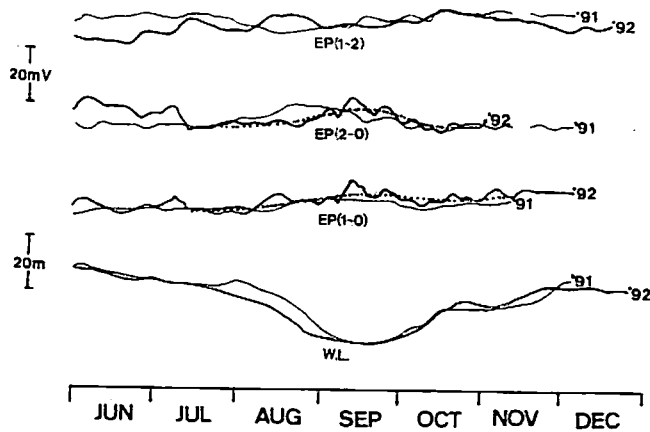
第2図 (a) 地電位差変化 (1990年)



第2図 (b) (1991年)



第2図(c) 地電位差変化(1992年)



第3図 地電位差変化(平滑化したもの)