

巨大貯水ダム周縁における地磁気・地電位差観測（序報）

鳥取大学教養部、地学教室	宮腰潤一郎
”	西田良平
”	塩崎一郎
東京大学地震研究所	笹井洋一
日本大学文理学部応用地学教室	大志万直人

Contineous Observation of the Geomagnetic and Geoelectric Fields on the Edge of the Big Water-dam Reservoir (Preliminary Report)

Inst. of Earth Sciences, Tottori Univ.	J. MIYAKOSI
”	R. NISIDA
”	I. SHIOZAKI
Earthq. Res. Inst., Tokyo Univ.	Y. SASAI
Department of Earth Sci., Collage of Humanities & Sciences, Nihon Univ.	N. OSHIMAN

I. はじめに

顕著な地震発生に先行域は随伴して、震源域に局所的な地磁気変化や地電位差変化があらわれることについてはこれまでに幾つかの報告例がある。しかしながらその発生のメカニズムに関しては、例えば前者は震源域の地殻内に生ずるストレスの増大が生み出すピエゾ磁気効果によるものであるとされているが、むしろそれは破壊過程において震源域に生じた地下水の流動による流動電位現象が作った磁場であるとの考えもある。そしてもしそれがピエゾ磁気効果によるものであるとしても、観測された変化量がピエゾ磁気に関する岩石実験の結果に基づいて予想されるものより数倍大きくそこに変化を強める何等かのメカニズムが存在するものと言われながら詳細は未だ明かでない点が多い。

また地電位差変化を生ずるメカニズムに関しても流動電位、ピエゾ電気の二つの見解が存在する。

これらのことを判断するための一つの材料とするために、年間を通じて約35mの水位変化を定期的に行っている多目ダムである菅沢ダム（鳥取県日野郡日南町）において、水位変化に対応してダム周辺に地磁気変化、地電位差変化があらわれないかをダム周縁部における連続観測によって調べることにした。この種の研究はすでにニュージーランドのDavisたちによって行われているものであるが、彼等の結果を参考すれば、菅沢ダムの場合は少なくとも1 nT程度の磁場変化が予想される。なお観測対象として菅沢ダムを選んだのは、全国のダムの中から、現地観測における保守の便宜を考慮して中国地方内のダムを選び、更にもその中から年間の水位変化の大きなものとしてこれを選んだものである。

現在のところ観測期間は未だ1年に満たず、現地における観測はなお継続中であって結論的なことが得られる段階ではないが、中間報告的なものとしてこれまでの経過を述べることにする。

II. 観測及び観測結果

菅沢ダムの位置とダム周縁に設けた観測点の配置を第1図(a)に示す。地質図によればダム周辺は風化が進んだ花崗岩の露岩地帯である。DM1, DM2, DMRは何れもプロトン磁力計の位置を示している。DMRは外部磁場変動、永年変化磁場等を(DMi-DMR, $i=1, 2, 3$)の操作によって除去するためにダムから約1km離れた点に基準点として設けた地点である。

地電位差はダム堰堤の上流側に2本、下流側に1本の炭素電極を埋設してそれぞれEP1, EP2及びEP0とし、それらの間の電位差を観測した(第1図(b))。全磁力及び地電位差の観測装置の配置の概念図を第2図(a)及び(b)に示し、プロトン磁力計の回路と観測システムのブロックダイアグラムをそれぞれ第3図(a)及び(b)に示した。

プロトン磁力計の電源は24V蓄電池により、DM1, DM2, DM3は太陽電池で、DMRは商用電源でこれをバックアップした。

また地電位差の観測は(EP1~EP0), (EP2~EP0), (EP1~EP2)の各電極組合せについてサンプリング間隔30分で行い、チャート紙にプリントする方式を採用した。

現地における観測は1989年7月下旬から開始し現在も継続中である。第4図にDMRにおける記録例を示す。昼間にややノイズがみられるが東側約2.5kmの電化された伯備線からのものと考えられる。

ダムの水位変化による荷重の変化が作り出すであろうヒエゾ磁気を検出するためにそれぞれの日の全磁力の夜間(0^h~4^h)値の地点差の平均値をプロットしたものが第5図である。ただし地点差のバラツキが10ⁿTを超えるものは除外してある。記録が欠けている部分は太陽電池による電源バックアップ回路の故障のためである。

全磁力の場合と同様に地電位差の夜間値の平均を求めてプロットしたものが第6図である。外部磁場擾乱指標Apと雨量を併せて示した。第7図は降雨時における地電位差の変化例の詳細図である。11月13日0時頃から始まった降雨に対してEP(1~2)は緩やかな変化を生じているが、他の電極間には目だった変化はみられない。

なお第5図、第6図中には観測期間中のダム水位の変化も併せて示した。5月期に最高水位となりその後次第に水位を低下させて9月期に最低水位になるというパターンは例年殆んど変わらない。

III. 考察

これまでの観測結果によれば全磁力の地点差には時間的な変化が存在するようである。例えば第5図(a)に見られるように(DM3-DMR)には明らかに8月と11月以後とではレベルの差が認められるしまた第5図(b)の(DM2-DM3), (DM1-DM3)につ

いても同様である。

地電位差に関しても、第6図によればダムの水位変化に対応して電極間電位差が変化しているように見える。しかしながら観測期間が未だ1年に満たず、また欠測期間があったために現在の時点でこの問題に関する論議を開始することは差し控えたい。

ところが、菅沢ダムが位置する鳥取県西部は従来はさほど地震活動が活発な地域ではなかったが、本研究における現地観測中の1989年10月27日全く偶然にも菅沢ダムの北東約7km、深さ約13kmの地点を震源とする $M=5.3$ の地震が発生し、その余震の中には震源位置が殆ど菅沢ダム直下に求められたものもある。

西田と京都大学防災研究所の協力により決定された震央分布図を第8図に示す。

先に示した第5図、第6図に全磁力値及び地電位を地震発生の時期をダムの水位変化と共に示してある。全磁力の地点差の変化は、ダムの水位変化と関連しているように見えるが、10月27日の地震は欠測期間中に発生しており、むしろこれに関連したpreseismic或は coseismicまたはpostseismicな変化が存在することを示しているのかも知れず、このことの結論は少なくとも1年間のデータの蓄積を待ちたい。

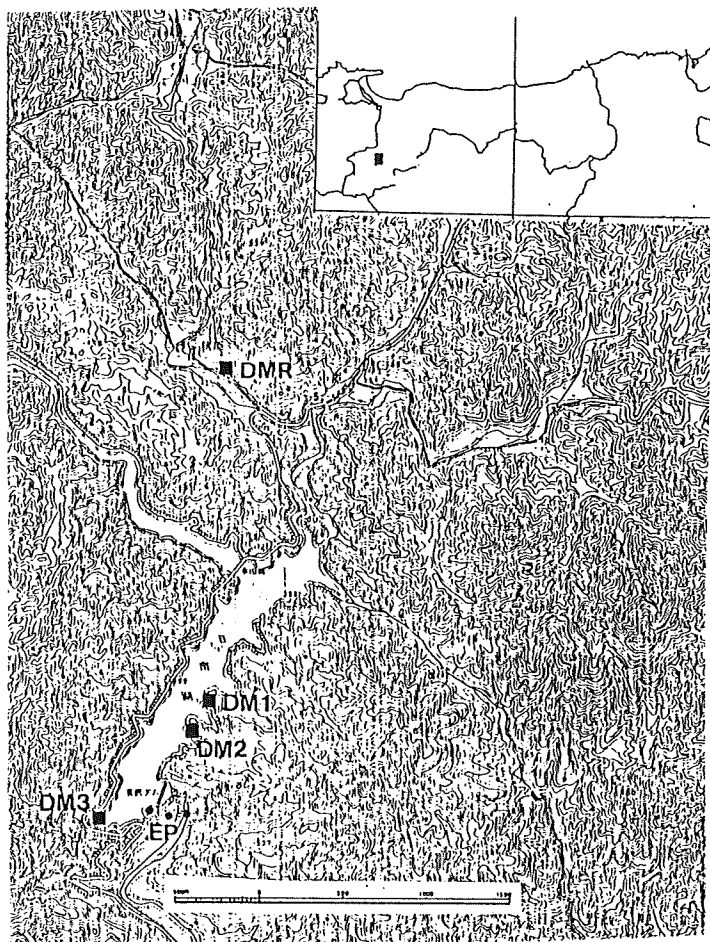
地電位差の変化に関しては、第6図によれば地震発生の前後に有意の変化がみられるようであるが両者の対応は明瞭ではない。そこで $M=5.3$ の地震発生日10月27日前後の時期における30分毎の地電位差をプロットしたものが第9図である。3本の電極は水平或は垂直方向に隔たっておりそれらは直線距離で100m以上ある。しかも電化されたJR伯備線が近いので30分間隔の地電位差はそれからのノイズを避けることはできない。また外部磁場擾乱による誘導磁場の影響も当然混入することが予想される。そこでそれらの影響の程度を知るために、第9図中には1989年10月21日($A_p > 100$)及び10月14日($A_p \approx 1$)の地電位差変化を10月27日($A_p \approx 50$)と同じ時間帯について示した。これらによれば外部磁場擾乱による影響はさほどではなくむしろ電車ノイズによると思われる明け方から夕方へかけての変化が大きい。しかしながら地震発生時の値は明らかに発生に約1時間以上先行して50mV近いレベル変化を生じている。(EP2-EP0)に関しては変化開始時刻がやや遅れているように見えるがおそらくこれはたまたまこの成分のみに混入したノイズによる見かけのことであろう。

第6図及び第9図にみられる変化を参考にして判断すると、EP(1~0)には殆ど変化がみられず、EP(1~2)には電位差の増大、EP(2~0)には減少がみられることからこの変化は地震発生前にEP2電極の電位降下が生じたためと判断される。しかし3本の炭素電極中、なぜEP2のみに電極降下が生じたのかはよく解らない。考えられる1つの理由としては、EP2の位置がダム堰堤傍の崖の端にあることから、或は流動電位係数の場所的な違いなどが影響しているのかもしれない。

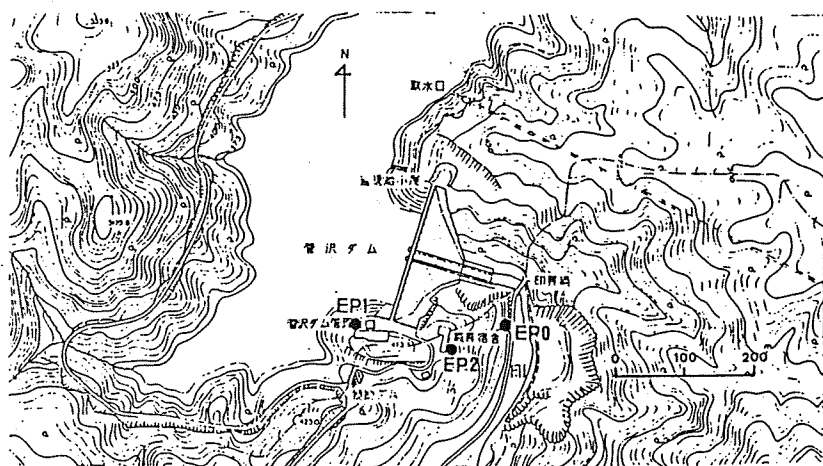
12月におけるEP(1~2)とEP(1~0)の欠測はEP1電極端子に生じた断線事故のためである。また12月14日から15日にかけてEP(2~0)に急激な上昇が現れているがその原因は不明である。なおこの附近一帯における微小地震活動はその後も間欠的に続き、1990年4月1日には $M=4.2, 3.2, 3.3$ の地震の発生をみている。

参考文献

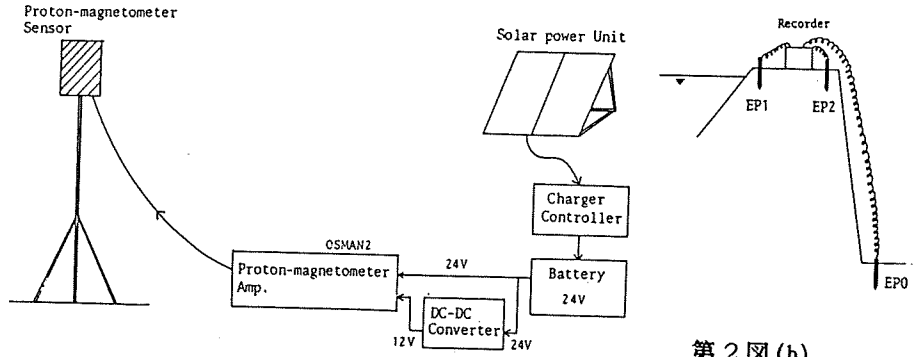
- ABDULLABEKOV, K. N., Y. E. BERDALIYEV, and A. N. PUSHKOV and V. A. SHAPIRO, Local variations of the geomagnetic field during the filling of a reservoir, *Geomagnetism and Aeronomy*, 19, No. 2. 204-206, 1979.
- BRENNAN, B. J. and L. M. HASTIE, Piezomagnetic effect of ground loading by Lake Gordon, Tasmania, *Tectonophysics*, 56, T9-T16, 1979.
- DAVIS, P. M. and F. D. STACEY, Geomagnetic anomalies caused by a man-made lake, *Nature*, 240, 348-349, 1972.
- DAVIS, P. M., The piezomagnetic computation of magnetic anomalies due to ground loading by a man-made lake, *Pageoph*, 112, 811-818, 1974.
- OSHIMAN, N., Enhancement of tectonomagnetic change due to non-uniform magnetization in the Earth's crust—Two-dimensional case studies, *J. Geomag. Geoelectv.*, 42, 607-619, 1990.
- JOHNSTON, M. J. S., Local magnetic fields, uplift and dilational strain changes in southern California, *J. Geomag. Geoelectr.*, 38, 933-947, 1986.
- SASAI, Y., The piezomagnetic field associated with the Mogi model, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, 54, 1-29, 1979.
- SASAI, Y., Application of the elasticity theory of dislocations to tectonomagnetic modelling, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, 55, 387-447, 1980.
- SASAI, Y., A surface integral representation of the tectonomagnetic field based on the linear piezomagnetic effect, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, 58, 763-785, 1983.
- STACEY, F. D., The seismomagnetic effect, *Pageoph*, 58, 5-22, 1964.



第1図(a) 菅沢ダムと観測点配置



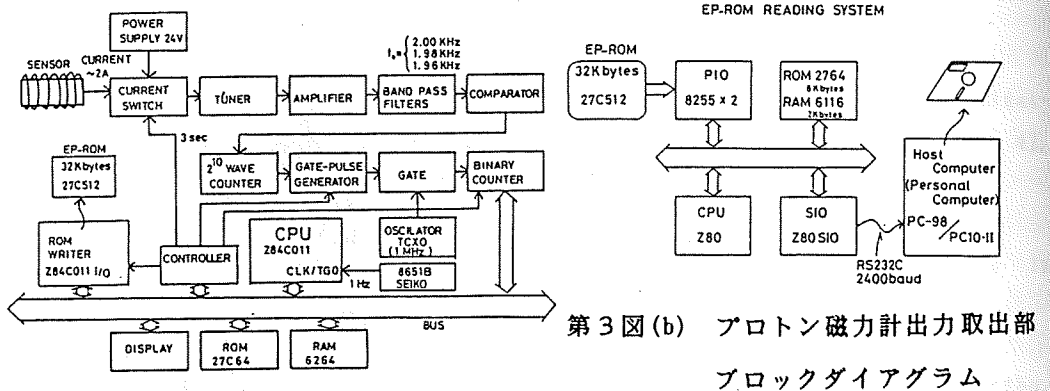
第1図(b) 地電位差電極位置



第2図(a) プロトン磁力計観測システム

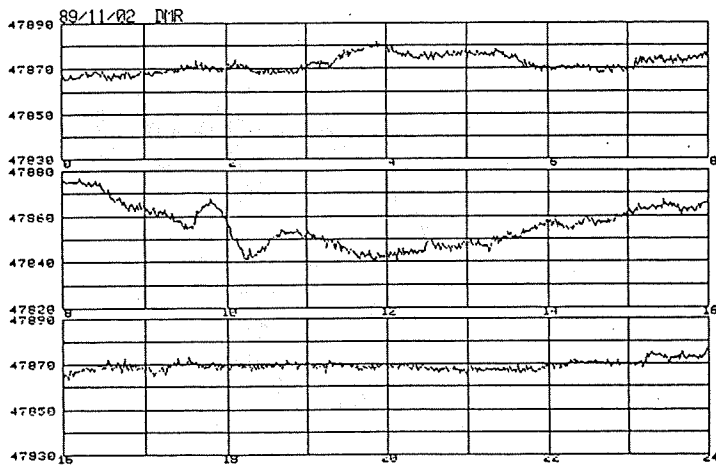
第2図(b)

地電位差電極配置

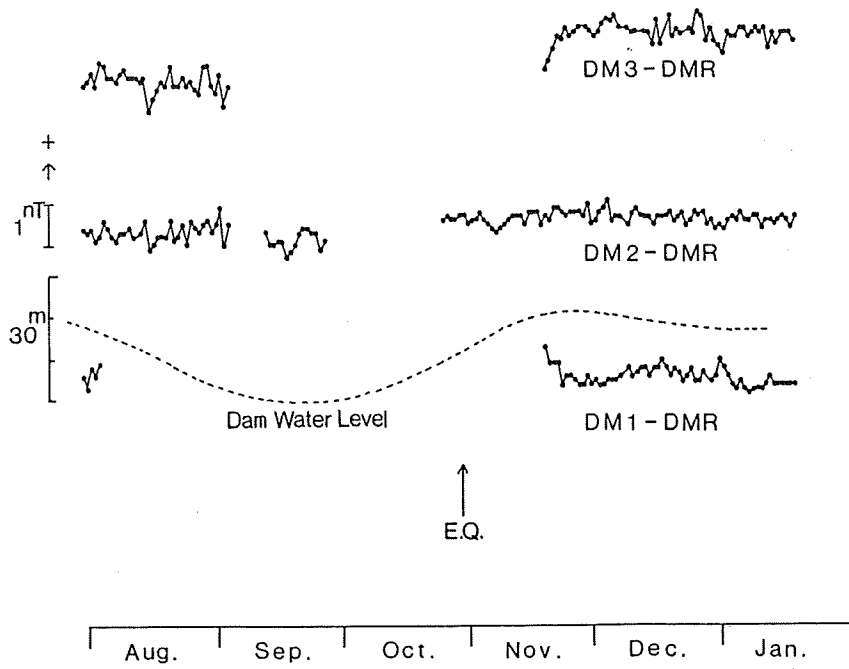


第3図(a) プロトン磁力計回路ブロックダイアグラム

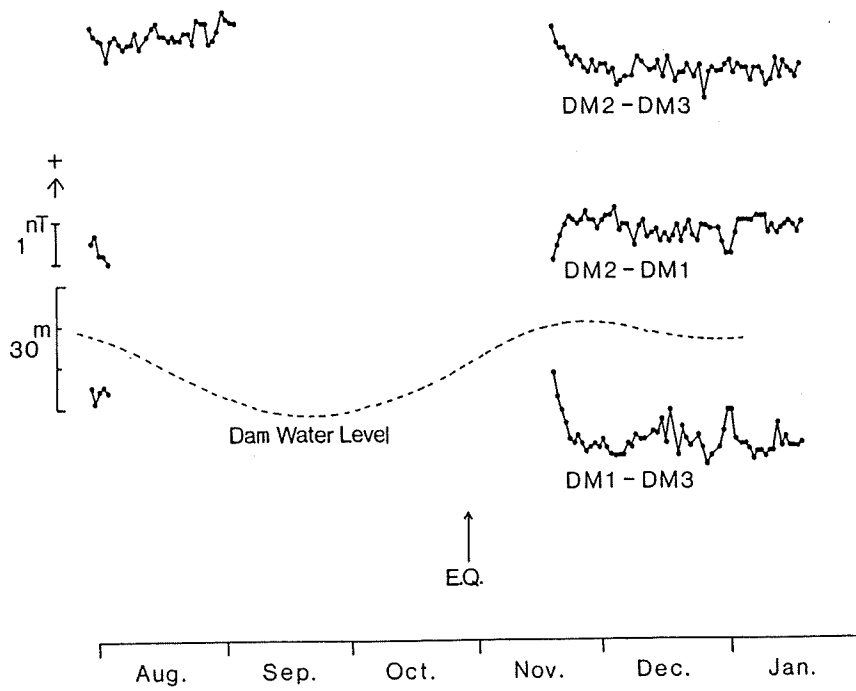
第3図(b) プロトン磁力計出力取出部
ブロックダイアグラム



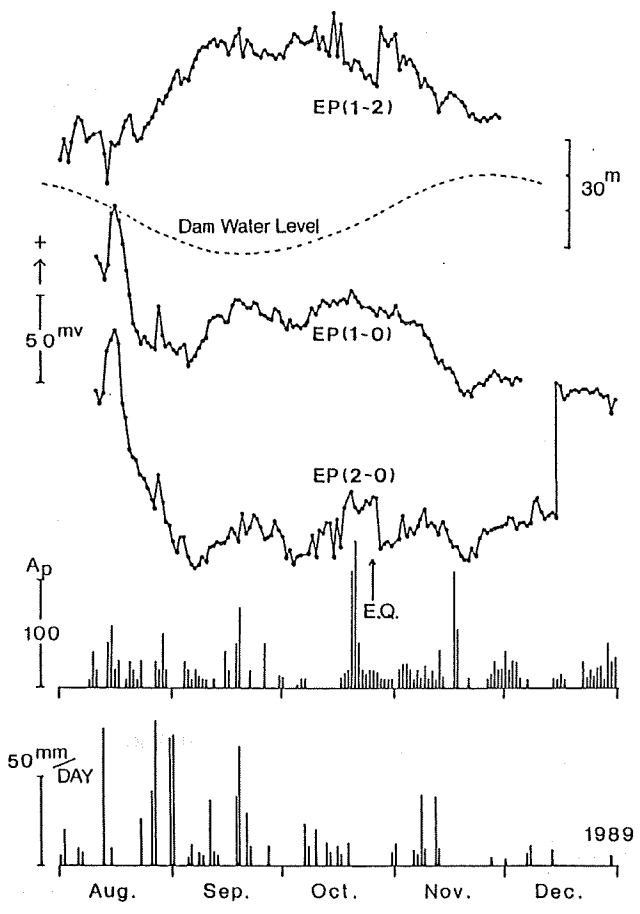
第4図 プロトン磁力計記録例



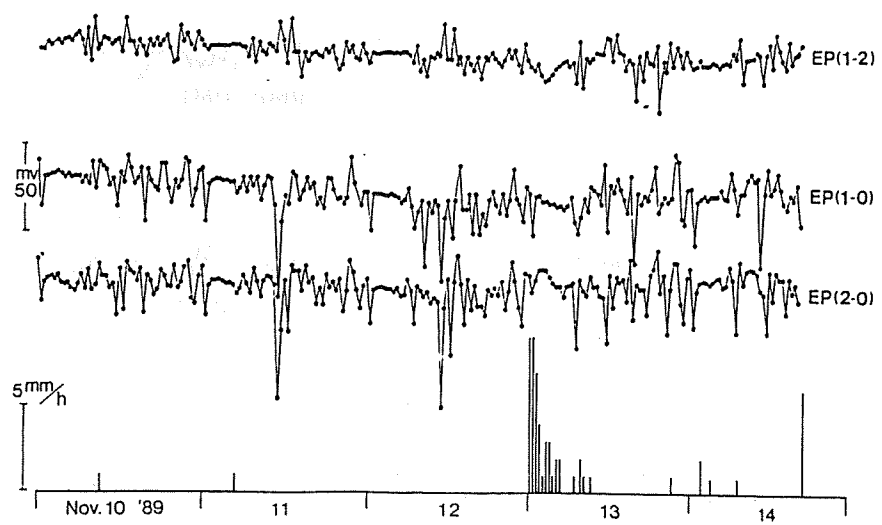
第5図(a) プロトン磁力計地点差の時間変化



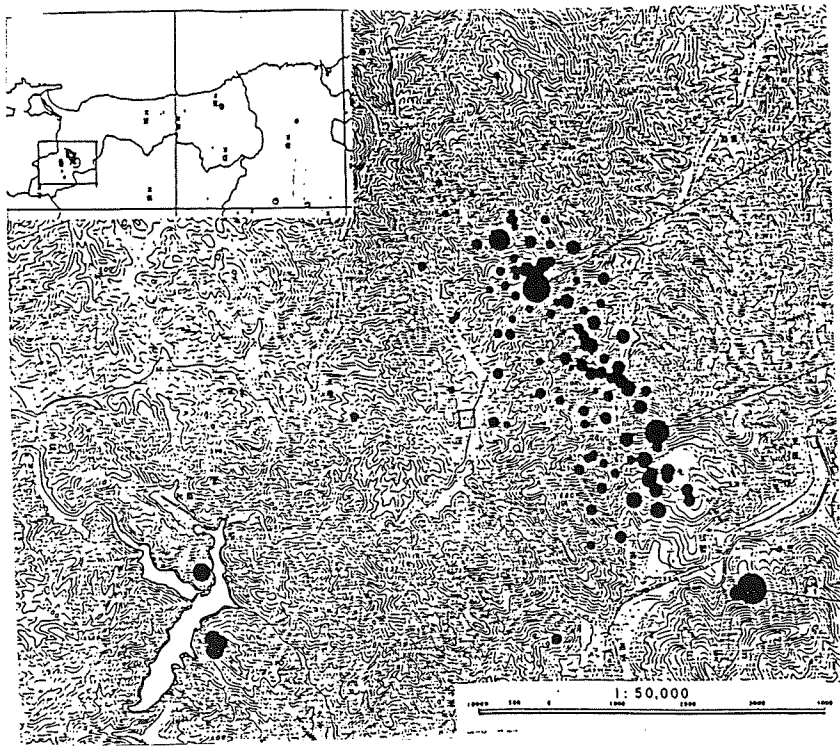
第5図(b) 同上



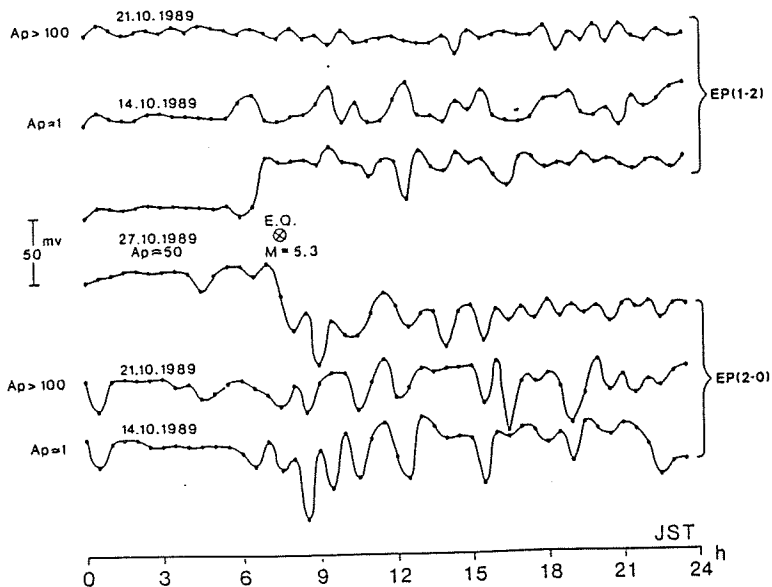
第 6 図 地電位差夜間値の時間変化



第 7 図 降雨時の地電位差変化例



第8図 震央分布図(1989年)



第9図

地磁気擾乱時(1989, 10, 21)地磁気静穏時(1989, 10, 14)
及び地震発生時(1989, 10, 27)の地電位差変化