

静岡県清水市における地震予知のための 水位および水質観測井の設置について

加藤 完・衣笠 善博・村下 敏夫・垣見 俊弘 (環境地質部) 池田 喜代治 (化学課)

1 はじめに

近年地震予知に関する研究が進歩し 大地震は断層運動によって惹き起され それは蓄積された歪の解消によるものであり 歪蓄積が限界に達した領域では 地殻変動・地震波速度・地磁気・地電流・地下水の異常変化を

示すものと言われている。第1図にショルツらによるダイラタンシーモデルによる地震発生メカニズムとダイラタンシーによる物理量の変化を示した。

これら前兆現象の一つとして地下水の挙動の変化があげられ 大地震の前に地下水位が変わったり 水温の変

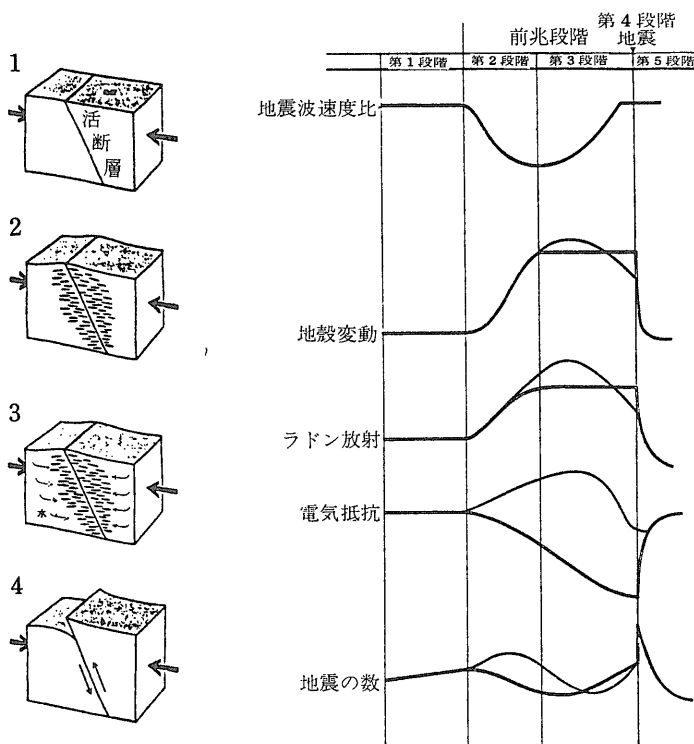
化や水が濁ったりすることが昔から経験的に言われている。近年日本では 1946年の南海地震 (M=8.1) の前に 第2図の示したように紀伊半島・四国南岸の井戸の水位が変化したり 濁ったことが報告されている。また1964年の新潟地震 (M=7.5) の前に 農林省の地盤沈下観測井群 (19本中5本を除く) が地震の約9時間前から特異のマイナスの抜け上がり (0.3~0.4mm/9h) や地震の約1日前からガスを噴出した観測井が1本あったことが報告されている。

外国の例では1966年のソ連タシケント地震 (M=5.5) の前に ラドン濃度・水位・水質・水温が長期および短期にわたって変化したことが知られ 系統的に研究されている。中国でも 1975年の海城地震 (M=7.3) の予知には 他の前兆現象と共に第3図に示したように水位・ラドン濃度の変化が用いられた。

今回いわゆる駿河湾地震の観測体制の一環として地質調査所が静岡県清水市庵原中学校敷地内に 深度50mの水位観測井および深度60mの水質観測井を掘さくしたので報告する。

2 観測井付近の地形および地質

観測井は気象および人工的な変化の多いと思われる第四紀の滞水層を抜けて 第三紀の滞水層が深度50m以浅に当たるような位置を選んだ。

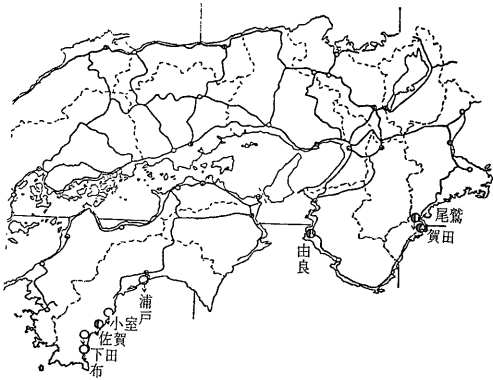


ダイラタンシーによる地震発生 (ショルツらによる)

ダイラタンシーによる物理量の変化
 ———— 水の移動を考慮に入れた場合
 ———— // 入れぬ場合

	前 兆 段 階				
	第1段階	第2段階	第3段階	第4段階	第5段階
水の移動を考慮に入れたモデル	弾性歪の蓄積	ダイラタンシー	水の流入	地震	応力の突然の降下 それにひきつづいて 余震がおこる
水の移動を考慮に入れないモデル	弾性歪の蓄積	ダイラタンシーおよび割れ目の「なだれたる」発展	断層地帯における不安定変形およびそれとよりまく地域における部分的な応力の解放	地震	応力の突然の降下 それにひきつづいて 余震がおこる

第1図 ダイラタンシーによる地震発生メカニズムと物理量の変化



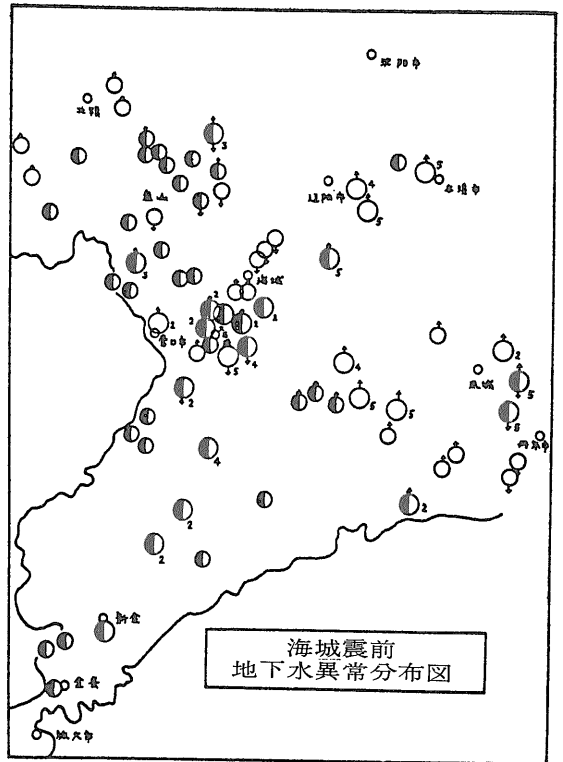
第2図 南海地震前の地下水異常分布図
矢印は地下水の下降を示す。半黒丸は水がにごったことを示す（水路要報による）

選択された庵原中学校は扇状地堆積物上にあり 北方の山地は新第三紀中新世の富士川層群の下部層で 砂岩シルト岩・礫岩の互層からなる。これらの地層は渗透率が小さく地下水系を大きく支配しない。揚水試験の結果 透水係数は $1.09 \times 10^{-4} \sim 2.65 \times 10^{-5}$ と低い値を示している。近くを流れる庵原川は天井川を形成し水量は大きくない。第4図に観測井の位置と観測井付近の地質柱状図を 第1表にそれらの水質を示した。

3 掘さく

3-1 水位観測井

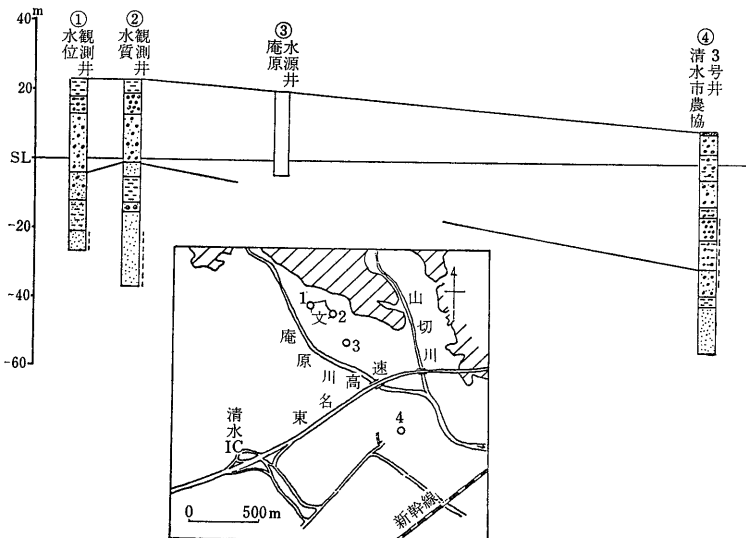
工事は株式会社日さくにより実施され 自動車搭載式101型パーカッション掘さく機を使用して 深度50mまで口径350mmのワンビットで掘さくし カuttingと電気検層の結果より 第三紀の砂層中に スクリーン



第3図 海城地震直前の地下水異常の分布。丸印右下の数字は井戸の敷 矢印は地下水の上昇又は下降を示す。半黒丸は水がにごったり 泡が出るなどの異常を示す（中国地震考察団講演論文集による）

(44.5~50m) をセットし 口径 200mm のケーシングで仕上げた。

第5図に地質柱状図と電気検層図を示した。揚水試



第4図 観測井付近の位置図 地質柱状図

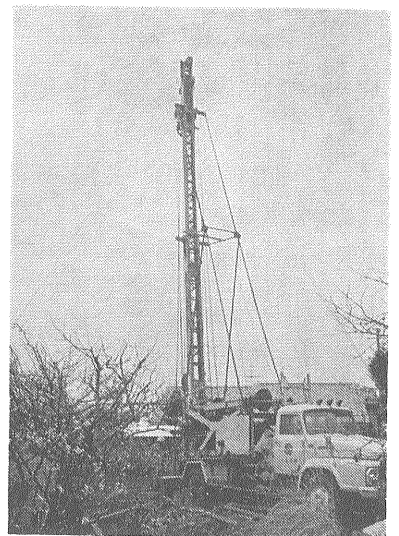
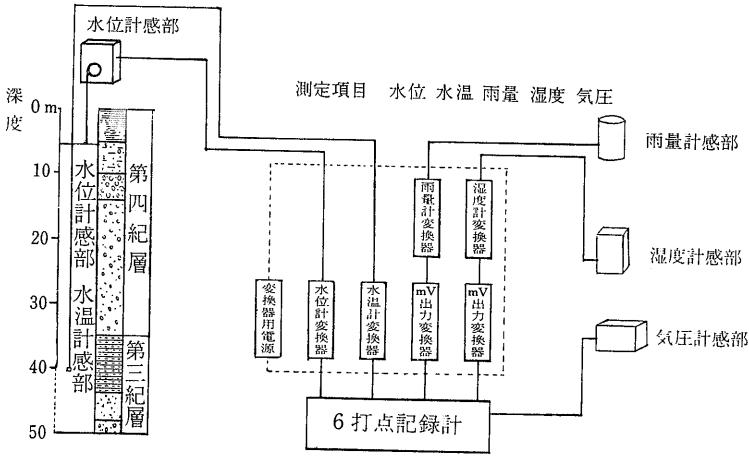


写真1 自動車搭載式101型パーカッション掘さく機



第7図 水位観測井用観測機器

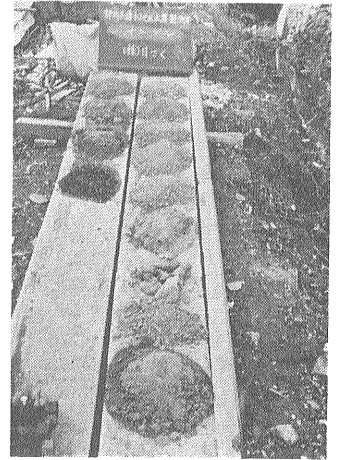
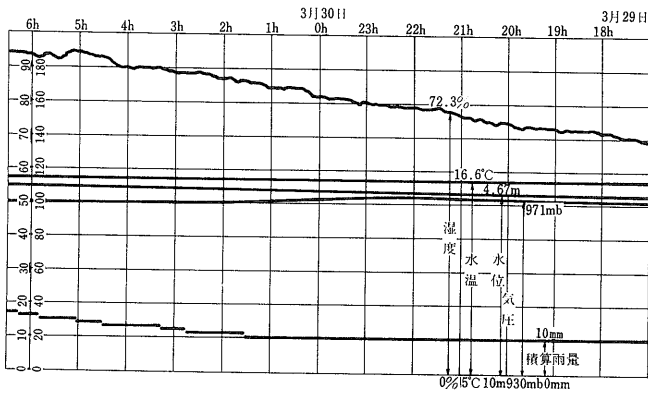


写真2 カッティングサンプル



第8図 水位観測井データ

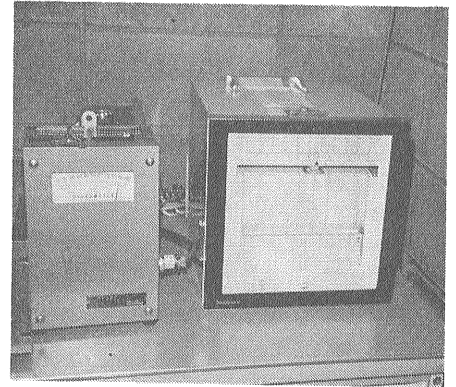


写真6 水位観測小屋内の温度計(左)と6打点記録計(右)

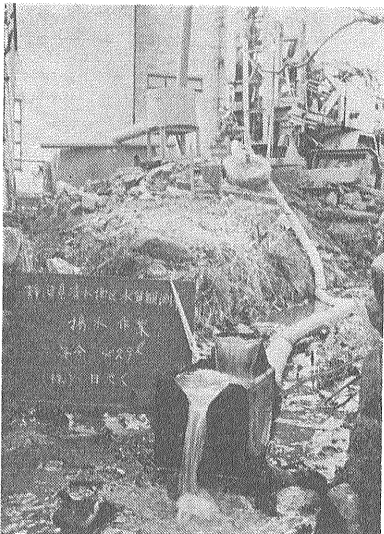


写真3 揚水試験中



写真4 ケーシング熔接中

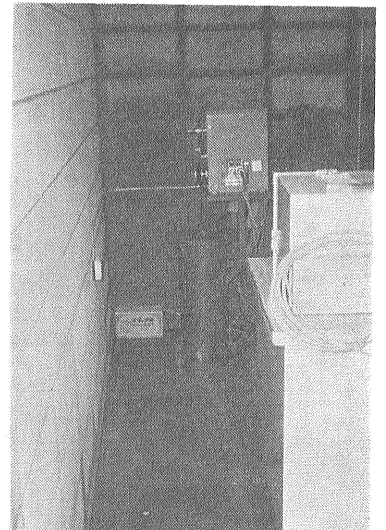
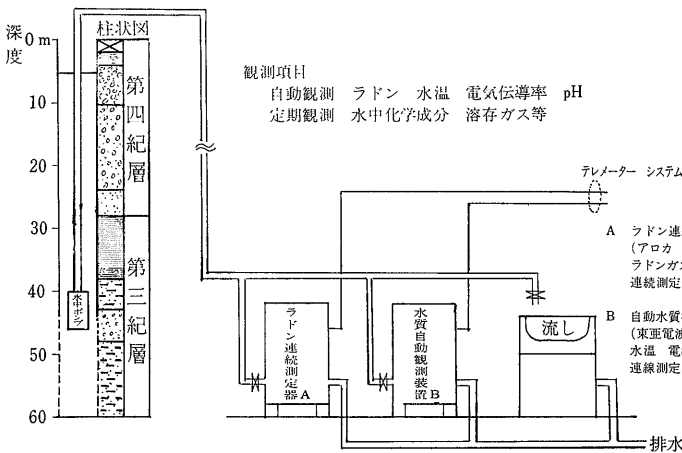
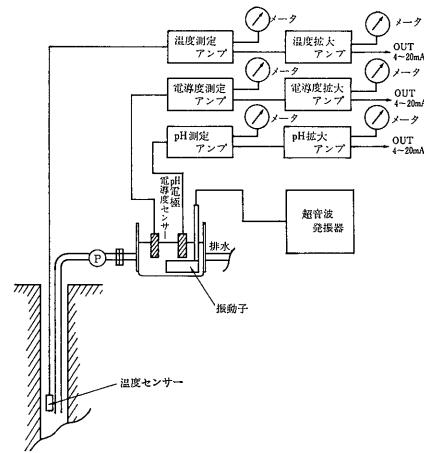


写真5 水位観測小屋内の水位計



第9図 水質観測井用観測機器



第10図 水質自動観測装置

雨量計・湿度計・気圧計をセットし 6打点記録計にて自動記録している。それぞれの記録は第8図に示したように40日巻きのチャートに打ち出される。

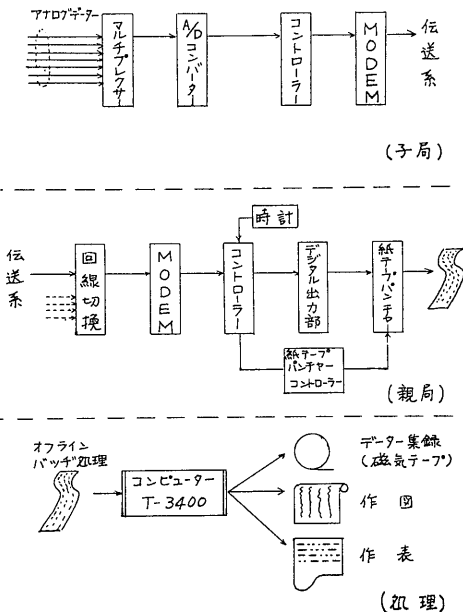
検出し 同時に水温・流量をも計測する。水質自動観測装置は第10図に示したように水温・電気伝導度・pHを計測している。

4-2 水質観測井

掘さく完了後プレハブ製の観測小屋を建て 内部に第9図のように深度40mにセットした水中ポンプにより毎分5ℓ揚水し アロカ製水中ラドン連続測定器 EQM-101と東亜電波工業製水質自動観測装置 WQ-52Tに送水している。ラドン連続測定器は地下水中のラドングスのα線量を ZnS (Ag) シンチレーション検出器で

5 テレメーターシステム

第11図のように各種水質観測機器より得られたデータを 安立電気製の H-300型テレメーター子局装置と H-100A型テレメーター親局装置を使用して 清水市より川崎市の地質調査所まで伝送するものである。伝送系は日本電信電話公社D-1・2W方式の専用回線を使用し 伝送速度は 200 bit/sec であり 周波数分割によ



第11図 テレメーターシステム

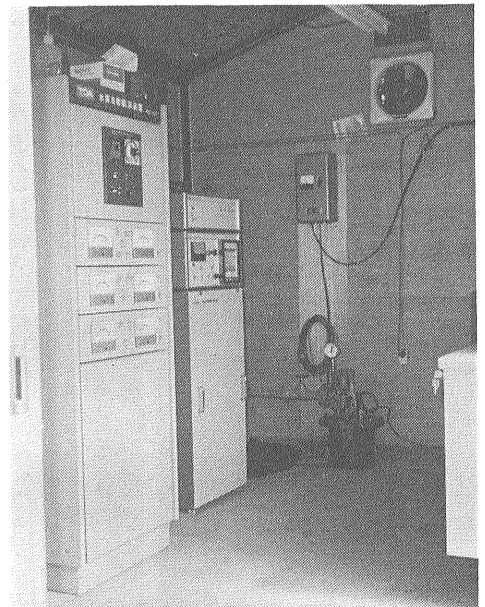


写真7 水質観測小屋内のラドン連続測定器(右)と水質自動観測装置(左)

年 月 日	時分	計測機器テレメの状況	ラドン Kc/m	ラドン計へ の流量 ℓ/m	ラドン計測部 での水温℃	pH	電気伝導度 Mμ/cm	水温℃
77 5 26	2 40	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.228	1.563	17.500	9.275	296.688	17.193
77 5 26	2 50	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.245	1.556	17.506	9.280	296.688	17.248
77 5 26	3 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.243	1.550	17.494	9.278	296.688	17.185
77 5 26	3 10	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.253	1.581	17.513	9.280	296.875	17.245
77 5 26	3 20	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.232	1.572	17.500	9.283	296.838	17.220
77 5 26	3 30	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.273	1.563	17.488	9.285	296.913	17.255
77 5 26	3 40	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.264	1.581	17.494	9.283	296.725	17.258
77 5 26	3 50	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.249	1.566	17.494	9.285	296.950	17.253
77 5 26	4 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.223	1.569	17.494	9.280	296.838	17.215
77 5 26	4 10	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.253	1.563	17.513	9.280	296.763	17.193
77 5 26	4 20	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.258	1.581	17.513	9.283	296.763	17.195
77 5 26	4 30	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.258	1.566	17.494	9.278	296.913	17.255
77 5 26	4 40	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.245	1.550	17.500	9.280	296.838	17.208
77 5 26	4 50	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.232	1.575	17.506	9.285	296.950	17.263
77 5 26	5 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.260	1.559	17.500	9.280	296.725	17.243
77 5 26	5 10	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.245	1.578	17.513	9.293	296.913	17.265
77 5 26	5 20	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.245	1.566	17.506	9.288	296.838	17.190
77 5 26	5 30	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.268	1.563	17.481	9.283	296.913	17.250
77 5 26	5 40	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.243	1.566	17.506	9.285	296.763	17.193
77 5 26	5 50	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.254	1.578	17.488	9.283	296.875	17.215
77 5 26	6 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.238	1.584	17.513	9.285	296.875	17.248
77 5 26	6 10	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.253	1.581	17.513	9.288	296.988	17.255
77 5 26	6 20	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.256	1.588	17.513	9.288	296.838	17.250
77 5 26	6 30	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.268	1.575	17.513	9.285	296.838	17.248
77 5 26	6 40	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.249	1.578	17.513	9.280	296.725	17.218
77 5 26	6 50	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.234	1.575	17.525	9.280	296.800	17.250
77 5 26	7 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.247	1.556	17.506	9.278	296.575	17.190
77 5 26	7 10	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.249	1.563	17.519	9.280	296.838	17.198
77 5 26	7 20	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.211	1.581	17.538	9.280	296.875	17.253
77 5 26	7 30	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.273	1.581	17.544	9.278	296.950	17.260
77 5 26	7 40	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.236	1.569	17.538	9.283	296.875	17.238
77 5 26	7 50	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.251	1.575	17.563	9.283	296.913	17.260
77 5 26	8 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.232	1.575	17.575	9.285	296.763	17.260
77 5 26	8 10	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.264	1.547	17.569	9.283	296.800	17.195
77 5 26	8 20	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.247	1.575	17.594	9.290	296.913	17.268
77 5 26	8 30	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.228	1.550	17.581	9.288	296.725	17.190
77 5 26	8 40	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.238	1.550	17.594	9.288	296.763	17.233
77 5 26	8 50	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.230	1.575	17.619	9.293	296.875	17.268
77 5 26	9 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.286	1.547	17.606	9.295	296.763	17.223
77 5 26	9 10	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.271	1.550	17.619	9.295	296.763	17.220
77 5 26	9 20	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.232	1.572	17.625	9.298	296.875	17.225
77 5 26	9 30	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.224	1.578	17.675	9.298	296.838	17.265
77 5 26	9 40	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.251	1.556	17.656	9.298	296.763	17.238
77 5 26	9 50	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.217	1.572	17.694	9.300	296.725	17.240
77 5 26	10 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1.232	1.556	17.700	9.298	296.725	17.248

第12図 水質観測井におけるラドン濃度・水温・pH・電気伝導度の変化

る保守用通話も可能である。

第12図は紙テープにパンチされたデータを 東芝製コンピュータ TOSBAC—340 にて作製したものである。

6 おわりに

これらの工事は1977年3月末に完成し 現在データの集録解析が行なわれている段階である。地下水の挙動を地震予知に利用する試みは 日本では未だはじめられたばかりであり 当分の間は試行錯誤をくり返しつつ手法を開発していく段階にあるといわなければならない。しかしそれまで「大地震」が待ってくれるという保証もない以上は 開発段階から観測網の機能を果していく必要があろう。このためには 今後比較的短期間に観測井を東海地域に広域的に配置することが必要である。

また今回のテレメーター観測は 水質観測井のみについて実施されたが 総合観測のためには水位観測井をもテレメーター化する必要があり さらにそのデータを短期予知に役立てるためには 現在のオフライン・バッジ

処理方式を オンライン・自動処理化することが必要なことは言をまたない。私達は経験も浅く 微力であるが 大方の御援助を得て 上記のような目標に近づくよう努力したい。

おわりに観測井設置のため敷地を提供して頂いた庵原中学校・清水市・静岡県の関係者各位に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 水路局 (1948) : 昭和21年南海大地震調査報告 水路要報増刊号
- 2) 農林省 (1964) : 新潟地盤沈下調査報告書 [7]
- 3) 朱鳳鳴 (1976) : 海城に発生した M=7.3 の地震に関する予知・予報と防災の概況 中国地震考察団講演論文集 地震学会
- 4) 本島公司他 (1955) : 静岡県庵原郡高部村附近天然ガス調査報告 地質調査所報告 166号
- 5) 広川治他 (1976) : 20万分の1地質図幅 静岡・御前崎地質調査所