

## 兵庫縣西播地域工業用水電気探査報告

—主として姫路市附近—

金子 純\* 本間 一郎\*\*

Résumé

### Electrical Prospecting of Water Supply for Industrial Purposes at Seiban District, Hyōgo Prefecture

by

Jun Kaneko & Ichiro Honma

In order to survey the circumstance of ground water for industrial purposes, the electrical prospecting was carried out by means of resistivity method at Seiban district in Hyōgo pref.

The outline of subsurface structures of the area was cleared up, and the available places for gathering water were pointed out.

#### 要 約

昭和27年3月および5月の2回にわたり、揖保川流域平野および姫路市街南西方、手柄山附近において工業用水を対象とする地下水調査のため、比抵抗法による電気探査を施行した。

その結果、揖保川流域平野において、竜野市島田南東方より太子町福吉・米田附近に至る間に比較的均質の地下構造分布が推定された。またこれ以外の地点には比較的浅く広範囲に砂礫層と推定される高比抵抗部の分布が認められた。結局地下水捕集のためには前者より後者に期待され、またこのなかでも、できうる限り揖保川に近い地帯を選定することが有利と思われる。

姫路市街南西方、手柄山西方附近の平野はその北方に連る姫路市街北西方、蛤山一八丈岩山附近の平野と地下構造はかなり違っており、また姫路南部平野、臨海部玉手—今在家部落中間附近以南において、地下水に含まれる塩分の影響と推定される比抵抗値の減少が認められるが、水源選定に当つて考慮を要することが指摘できる。

#### 1. 緒 言

筆者らは昭和27年3月1日より25日間、および同年5月10日より24日間の2度にわたり、電気探査により工業用水を対象とする地下水調査に従事したので、ここにその結果を報告する。

\* 元 所 員

\*\* 物理探査部

今回の調査に際し、多くの便宜を与えられた姫路市および竜野市当局に対して深く謝意を表する次第である。

#### 2. 位置および交通

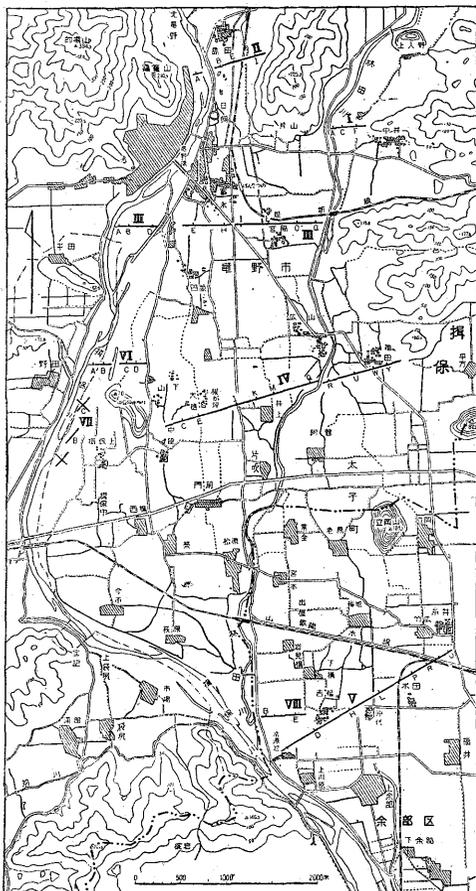
調査地域は竜野市・揖保郡太子町および姫路市にわたる揖保川流域平野、および姫路南西方の平野であつて、便宜上前者を揖保川区域、後者を姫路区域とした。すなわち揖保川区域は北部は竜野市北竜野附近より、南部は姫路市余部区に跨る面積約19 km<sup>2</sup>である。本区域の北方は姫新線が、また南部は山陽本線が走り、本区域のほぼ中央部には山陽国道が通じている。

姫路区域は姫路市街地南西方、手柄山附近およびその南部平野であつて、その北部は山陽本線が、南部には山陽電鉄線が通じ、その間に道路網発達し、いずれも交通は至つて便利である(5万分の1地形図：竜野・姫路)。

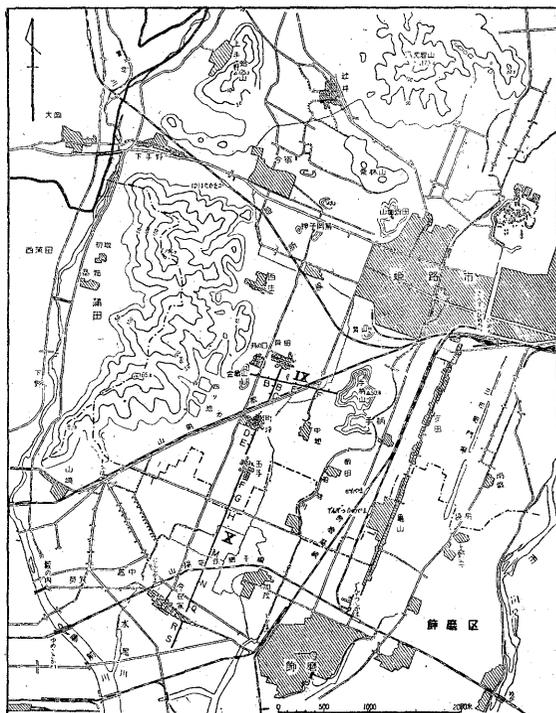
#### 3. 地形および地質

本地域附近は、南北に平行して走る標高100~300 mの山嶺が連なり、これらは南部に移るに従い丘陵性の地形を呈している。またこれらと平行して、揖保川・夢前川・市川等が南下し、その下流流域に平野部を構成している。本調査地域の一部、揖保川流域も竜野市竜野附近より急激に広く平野部を構成し、揖保川はその西部を蛇行南下している。またこの平野部には中臣山・立岡山・檀持山等の標高約100 m内外の孤立した山地が聳立し、一見特徴ある地形を呈している。

地質については本調査地域およびその近傍にわたり、



第1圖 A 姫路市附近地下水電気探査測線配置圖 揖保川區域



B 姫路市附近地下水電気探査測線配置圖 姫路區域

本所蔵田延男技官等および姫路工業大学岸田孝三教授等により調査が行われたが、主として揖保川区域についてその概略を記すと、秩父古生層と推定される粘板岩が本地域北西部の場山南麓およびその西方に、第三紀層と推定される凝灰岩・角礫凝灰岩等は北部および東部に広く分布し、また的場山・鶏籠山・片山等に広く石英粗面岩の分布が認められる。本地域はこれらを基盤として第四紀層が堆積し平野を構成している。

#### 4. 調査目的および測線

##### 4.1 揖保川区域

蔵田技官等の調査によれば、竜野市南部平野、すなわち本区域およびその南部の平野には揖保川の流況よりして、かなりの水量が地下水として供給されていると推定されており、有力な工業用水源と期待されているので、これに対して電気探査により帯水層の状態を明らかにする目的をもって行つた。

このため測線は次の如く設けた。

第I測線 林田川流域より竜野市中井の北方に至る線

(NW 82°)。

第II測線 揖保川原より竜野市日飼の北方を経て片山に至る線(NE 80°)。

第III測線 竜野橋下流、揖保川河原より同市四個市北方、宮脇北方を経て林田川に至る線)NW 85°)。

第IV測線 中臣山北東麓より井上部落北方を経て福田附近に至る線(NE 80°)。

第V測線 揖保川富士製鉄貯水池附近より太子町沖代の北方を経て、糸井附近に至る線(NE 65°)。

第VI測線 中臣山北方、揖保川河原より竜野市下山附近に至る線(NW 85°)。

第VII測線 中臣山の西方、揖保川河原(NE 46°)。

第VIII測線 富士製鉄貯水池北方より太子町福吉附近に至る線(NE 82°)。

##### 4.2 姫路区域

蔵田技官による水理地質調査、および姫路市役所により行われた電気探査等の結果より、姫路市街地北西方、蛤山一八丈岩山間および辻山部落附近の平野部における地下水に期待される点が多い。これに対して、この南方、金亀山一手柄山間の地下構造を明らかにし、辻井附近の地下構造との関連性を得る目的で第IX測線を選定した。

また姫路南部平野において、海岸附近の地下水に含まれる塩分の分布、およびこれと見掛比抵抗との関係を

知る目的を以つて第X測線を設けた。このため測線は、第IX測線を金龜山—手柄山間に、第X測線を岡田部落より町坪・玉手を経て今在家南方に至る間に設けた。

以上の測線は姫路市において作成された25,000分の1地形図に挿入し、第1図として示した。

### 5. 調査方法

測定は比抵抗法4極法によつた。測線は第II測線A・B・C・F・Iおよび第VII測線A・C点は測線を直交させ測定を行つたが、その他の点についてはほぼ東西方向

に測線を設け、(第X線はほぼ南北方向に測線を設けた)一点を中心として電極を測線上を移動して測定した。電極間隔(a)は最初1mより20mまでは各点とも1m宛移動し、それ以上は2m宛移動を行い $a=40\sim 100$ mまで測定を行つた。これより片対数方眼上に深度—比抵抗曲線を作成した。

### 6. 調査結果

#### 6.1 揖保川区域

第2図より第9図にI~VIII測線の深度・比抵抗曲線図を示した。このうち第II測線A, III—A・B・C・D, VI—A・B, VII—A・B・C, 等の各点は揖保川河原に設けたので、測定条件が悪いためか、比抵抗値は非常に不規則である。この他の測点は調査当時そのほとんどが麦畑であり、比較的測定条件は良好であつた。

これらの各測線における各点の比抵抗曲線を総体的にみると、その傾向にかなりの差異が認められる。すなわちこれを大別すると

1) IV—L, V—F 等の如く10~20m 附近まで緩かに比抵抗が高くなり、これより深度(a)を増しても、その比抵抗値はほぼ一定となる曲線。

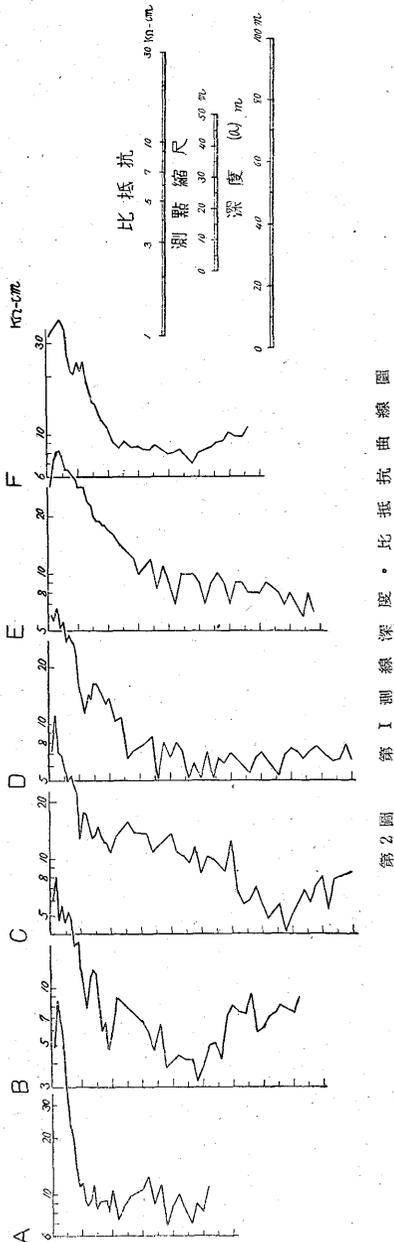
2) IV—D・E 等に示される曲線、すなわち数m~10m 附近までに急激に比抵抗増大し、これより深度を増すもその比抵抗は若干減少する程度で、ほぼ一定する曲線。

3) III—E 等の如く、10~20m に高比抵抗が認められ、それより次第に比抵抗は低くなり、ある程度( $a=30\sim 50$ m)の深度以上は比抵抗ほぼ一定となる曲線。

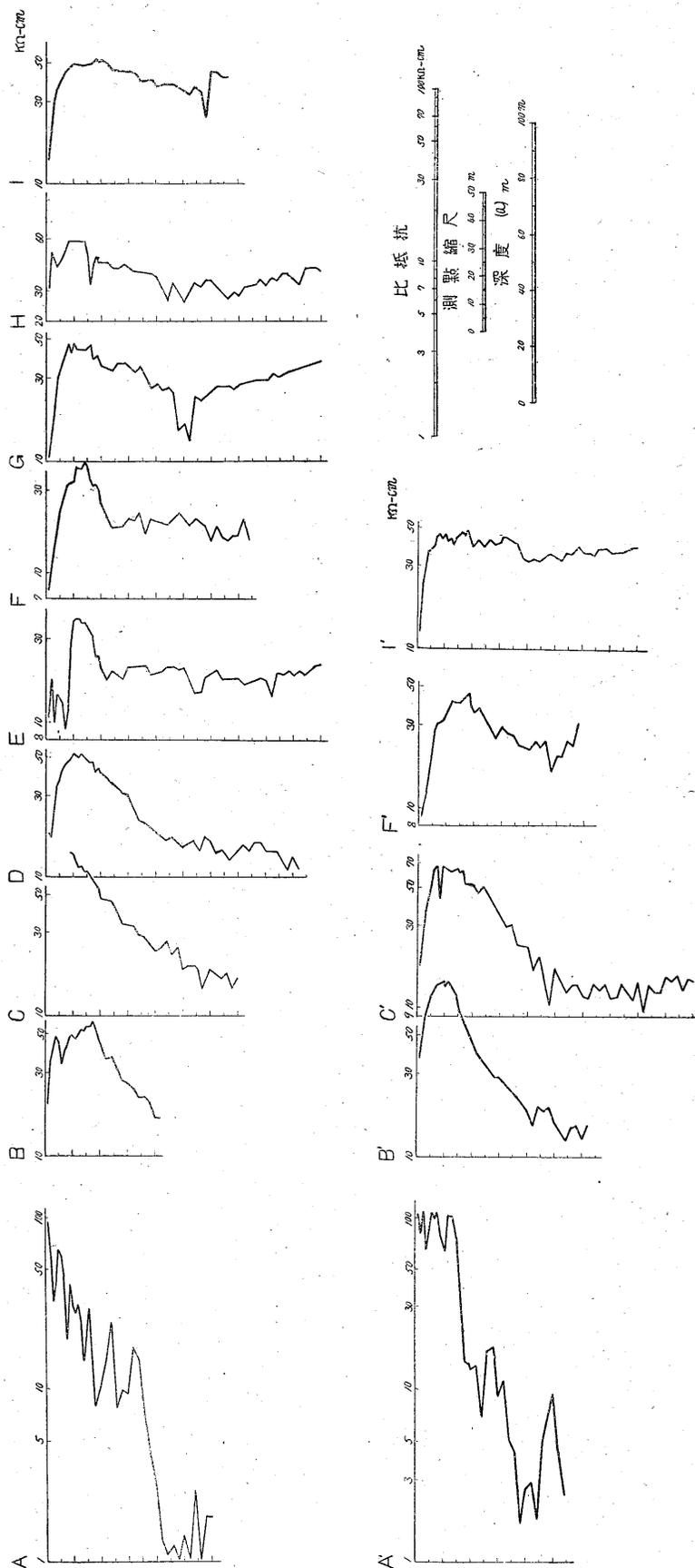
に大別される。しかして以上の曲線を示す各点は、互いに隣接するか、もしくは上に述べた曲線と若干傾向を異にする点、II—E・F または IV—I・M 等をはさんで隣接する。

以上に類別された曲線のおおのの分布をみると1)に示した曲線と同傾向にあるものが、II—I, IV—K・L, V—E・F, および V—N に分布しており、これらの比抵抗値は IV—K・L, V—E・F・N 等では $a=1$ m で $3\sim 5$ k $\Omega$ -cm の低比抵抗を示し、また $a=10\sim 20$ m 附近より約20k $\Omega$ -cm のほぼ一定した値を示しており、他の点より比較するとやゝ低い比抵抗値を示している。ことに $a=1$ m 附近の比抵抗値は他に比較し、一般に低比抵抗となつているのが認められる。しかし、II—I 点はこれらと若干その値は異り $a=1$ m で14k $\Omega$ -cm,  $a=10$ m 附近より約50k $\Omega$ -cm を示しているが、第1図からも明らかのようにII—I 点はIV, V 線における前記の諸点とは同一の条件でないためとも考えられる。

しかして上に述べた1)に類するこれらのおおのの分



第2図 測線深度—比抵抗曲線図

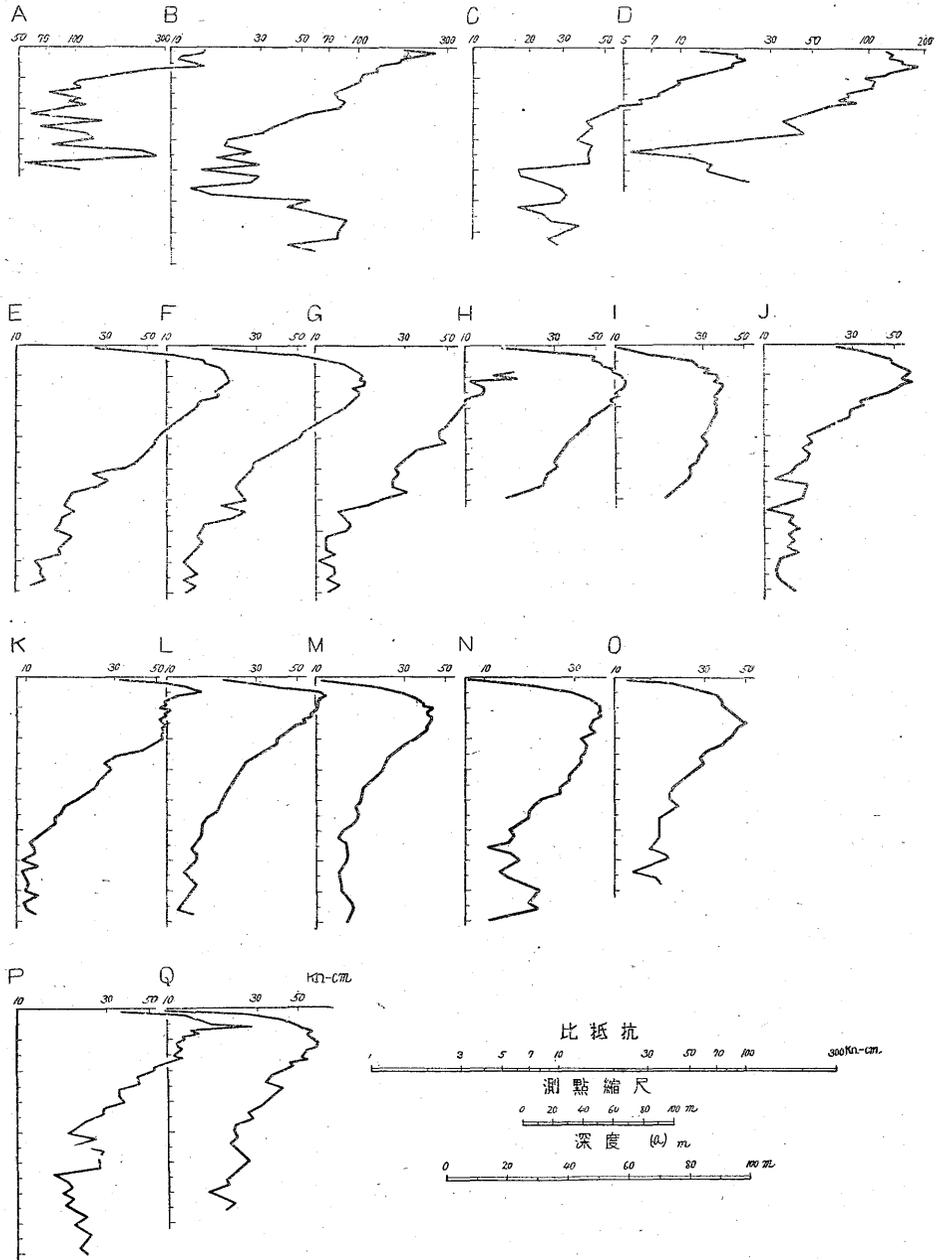


第3圖 第II測線深度・比抵抗曲線圖

布を第1図よりみると、片山西北部および井上附近を経て福吉または米田等の諸部落に至る一連の分布が考えられる。

次に2)に記した深度、比抵抗曲線の傾向を示す点としてII-G・H, IV-A~I等の諸点があげられるが、IV-A~Iの高比抵抗部(約5~10m)は約20~50 kΩ-cm, II-G・Hでは(約10~15m)約40~55 kΩ-cmであり、その比抵抗値には若干その差は認められる。この分布としては1)に記したII, IV線の分布に隣接して、島田南方および桜が坪・大樋等の部落附近に分布しているが、その分布はこの地域の一部にすぎない。

3)の曲線傾向、すなわち高比抵抗部—比抵抗漸減部—低比抵抗部をもつ曲線と同傾向にあるものとして、前に述べた諸点を除く測点に広く分布している。この比抵抗値をみると、高比抵抗部は約25~100 kΩ-cmで、その値にはかなり異つた値を示しているが、揖保川川敷に設けた測点を除いては、一般に第III測線は他の線に比較して比抵抗値は高くなっている。またこれを測線別についてみると揖保川・林田川等に近接した点の比抵抗は一般に高くなる傾向が認められる。しかし低比抵抗部は約13~20 kΩ-cmを示し、比較的大きな変化は認められない。この分布としては第I測線より第V測線に至る間にかなり広い範囲に分布している。またこの3)に属する点における曲線を対比してみると、層の傾斜が若干認められるが、全般的には水平に



第4図 第III測線深度・比抵抗曲線図

近い分布が認められる。

この地域の地質については、調査地域臨海岸地帯にある深井戸によって明らかにされている以外資料はないが、この高比抵抗部については、II-A 点上流に行われたボーリング、あるいは IV-U の南約 300 m を距てた地点の浅井戸等の状況からしても、砂礫層と考えてさしつかえない。また低比抵抗部は各測線ともその値には大きな変化は認められないが、従来の調査例等からみて

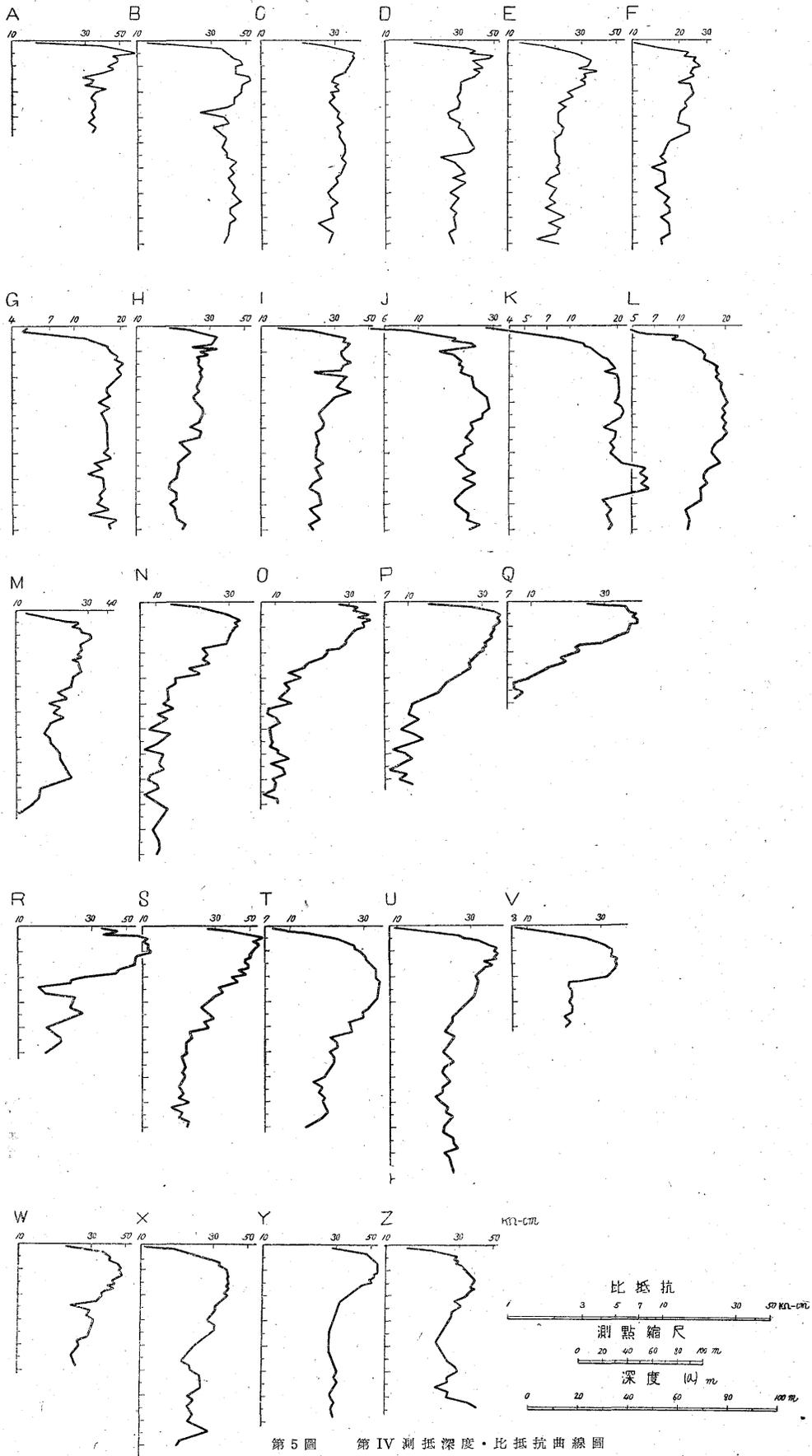
も基盤と推定される。

次に1), 2)の分布については、3)に示したような砂礫層に相当する明瞭な高比抵抗部は認められず、一応均一質な地下構造分布が考えられる。

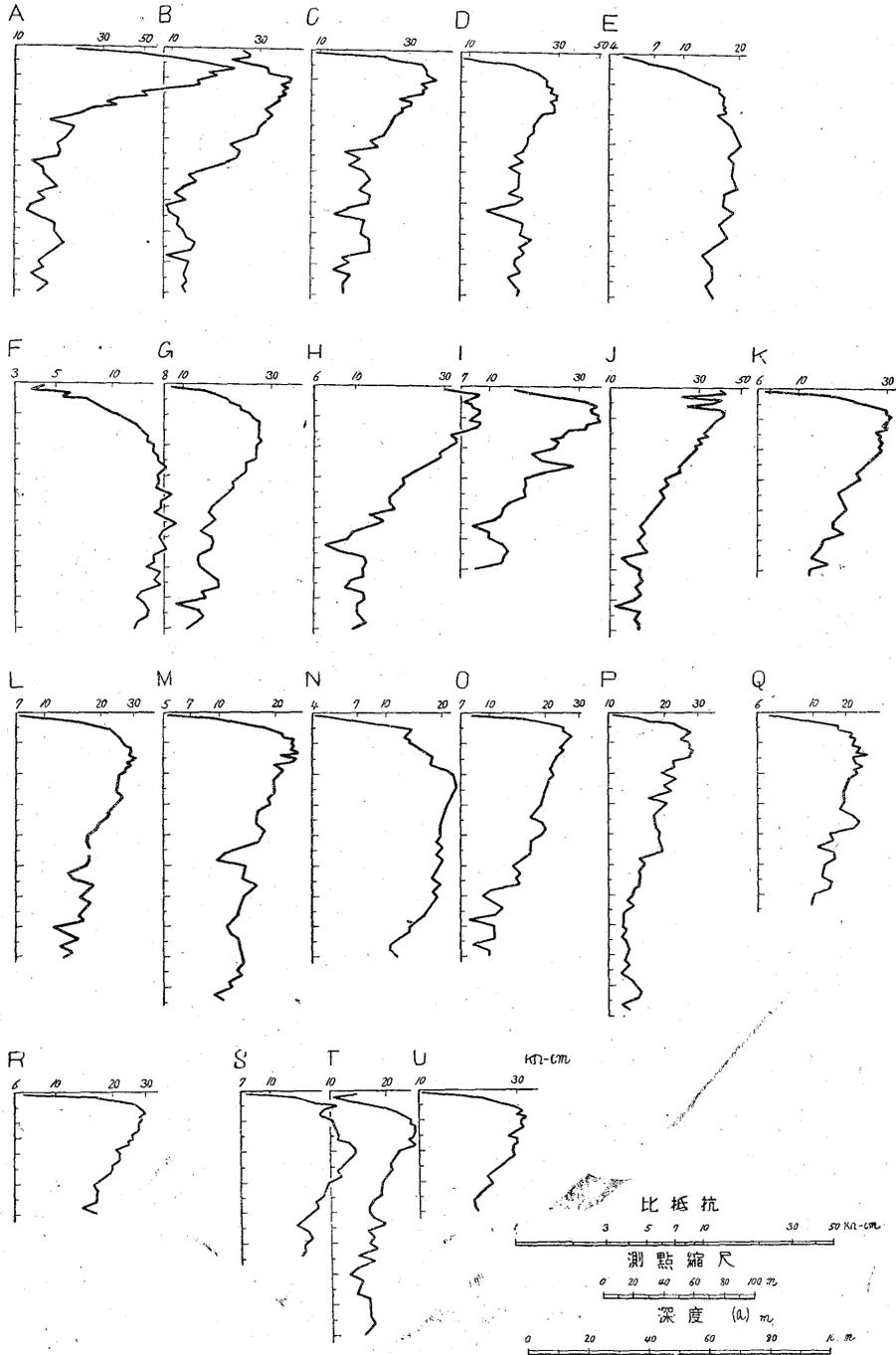
### 6.2 姫路区域

第 IX 線の結果を第 10 図に示した。

この測線における各点の比抵抗曲線は、若干不規則な変化をしているが、A~D 点の比抵抗曲線は、その傾向



第5圖 第IV測抵深度・比抵抗曲線圖

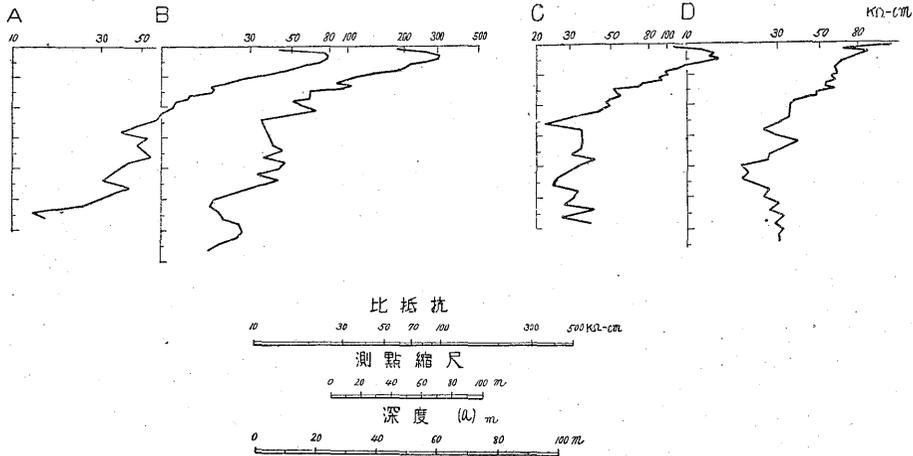


第6図 第V測線深度・比抵抗曲線図

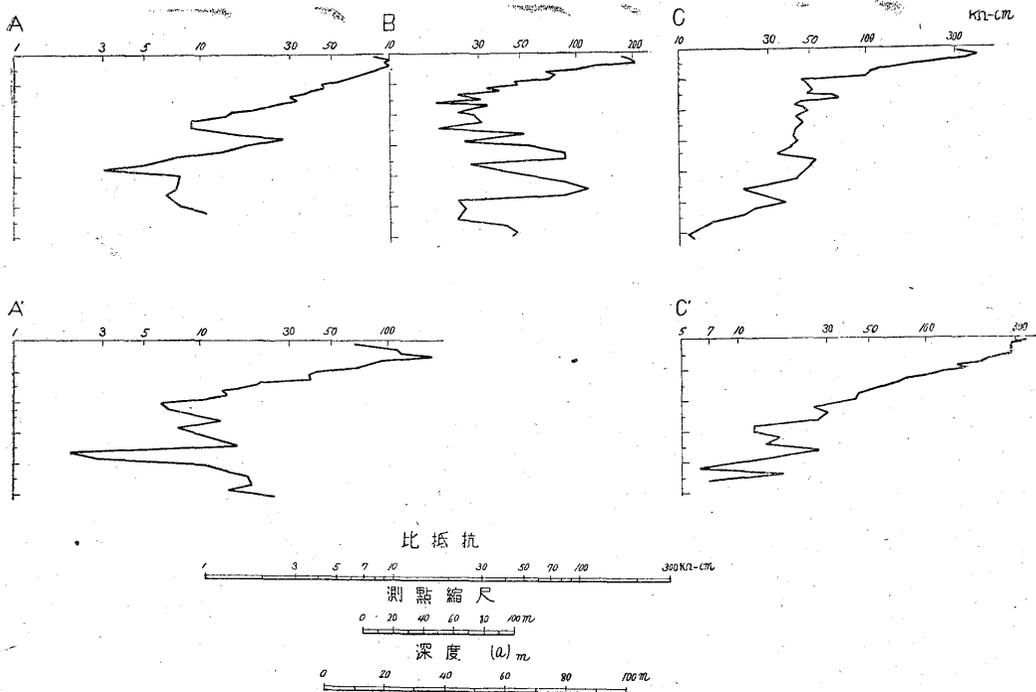
からみると前に記した1)の傾向に類似している。またE～Gは3)に記した傾向にやゝ類似し、その高比抵抗部の値は約15～24 kΩ-cm程度であり、低比抵抗部は12～20 kΩ-cm程度で、高比抵抗部と低比抵抗部のその差は大きくない。次にこの測線における砂礫層と推定されるものはE附近より東に分布し、やゝ東に傾斜しているもの

と考えられる。またその基盤と推定される層はG点より、やゝ西に傾斜し分布しているものと推定されるが、A～D附近ではこの分布は認め難い。

この第IX測線の北方、姫路市街地北西方、蛤山一八丈岩山間の平野部において、さきに姫路市当局により行われた電気探査の結果をみると、前記揖保川区域にお



第7圖 第VI測線深度・比抵抗曲線圖

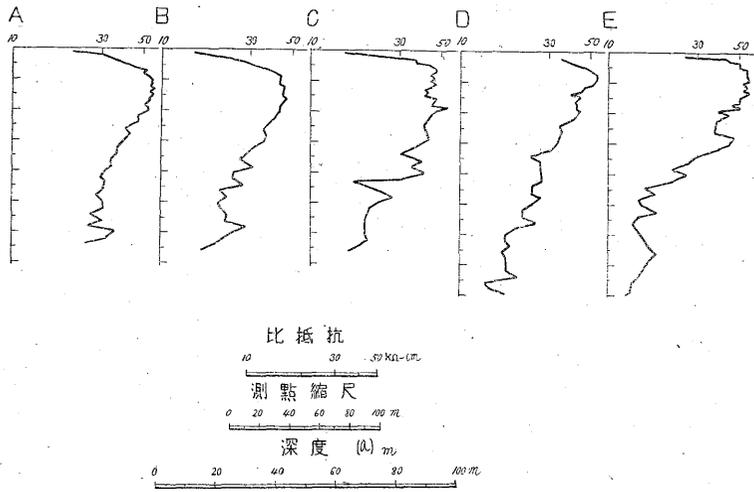


第8圖 第VII測線深度・比抵抗曲線圖

る場合の3)に相当する曲線の傾向と類似している。しかし、その比抵抗値は高比抵抗部で約40~60 kΩ-cmを低比抵抗部で約15~20 kΩ-cmを示しており、第IX測線に比較し高比抵抗部の比抵抗値はかなりの差が認められる。また姫路市街地西南方、井の口部落北方附近より青山北方附近における電気探査の結果は、ほぼ第IX測線の結果と類似しており、その比抵抗値も15~30 kΩ-cm程度でほぼ同様の傾向が認められる。結局これらの結果より明らかな通り、姫路市街北西部と南西部においては

その傾向に類似性を認めることはできなかった。

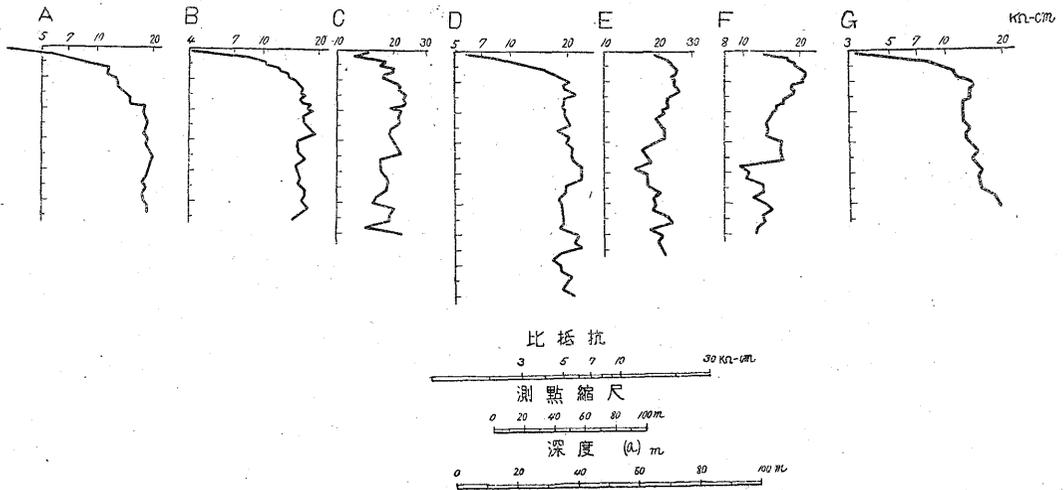
第X線の結果は第11図に示した。全般的にみてA・B・C点を除く各点の比抵抗曲線はほぼ同傾向にあるが、その比抵抗値を各点についてみると、a=1~2mの場合、この測線全般にわたり3~10 kΩ-cm程度を示し、若干南部に移るに従い比抵抗値が減少する傾向は認められるが、これ以上の深度(a)については、かなりの変化が認められる。例えば各点における高比抵抗部を比較すると、A~J附近までは約20~30 kΩ-cmであるが、K



第9圖 第VIII測線深度・比抵抗曲線圖

び米田等の附近に至る間に、比較的均一質の地下構造分布が推定された。

またこれ以外の点においては10~20 m 附近に砂礫層と推定される高比抵抗が広く分布しているが、その比抵抗値には比較的大きな差異があり、ことに第 III 測線附近はその比抵抗は他の測線に比較し一般に高い値を示している。これを総体的にみると、一般に揖保川・林田川等に近接した点の砂礫層と推定される比抵抗値は高くなる傾向が認められるが、この下層は一般にやや低比抵抗を示す傾



第10圖 第IX測線深度・比抵抗曲線圖

~P 附近では12~15 kΩ-cm, Q~S 附近は10 kΩ-cm 以下の低比抵抗を示している。また J~S 点附近は深度(a)を増すに従い、急激に比抵抗は低下し数 kΩ-cm を示している。これはまた特に P~S 点附近にはなほだしく、S 点においては1 kΩ-cm 以下となる。結局玉手一今在家部落の中間附近より、その南方において、その比抵抗値は次第に低下している。この低比抵抗の起因については、種々の条件も考えられるが、たとえば、その1つとして地下水中に含まれる塩分による影響が多分にあるものと思われる。

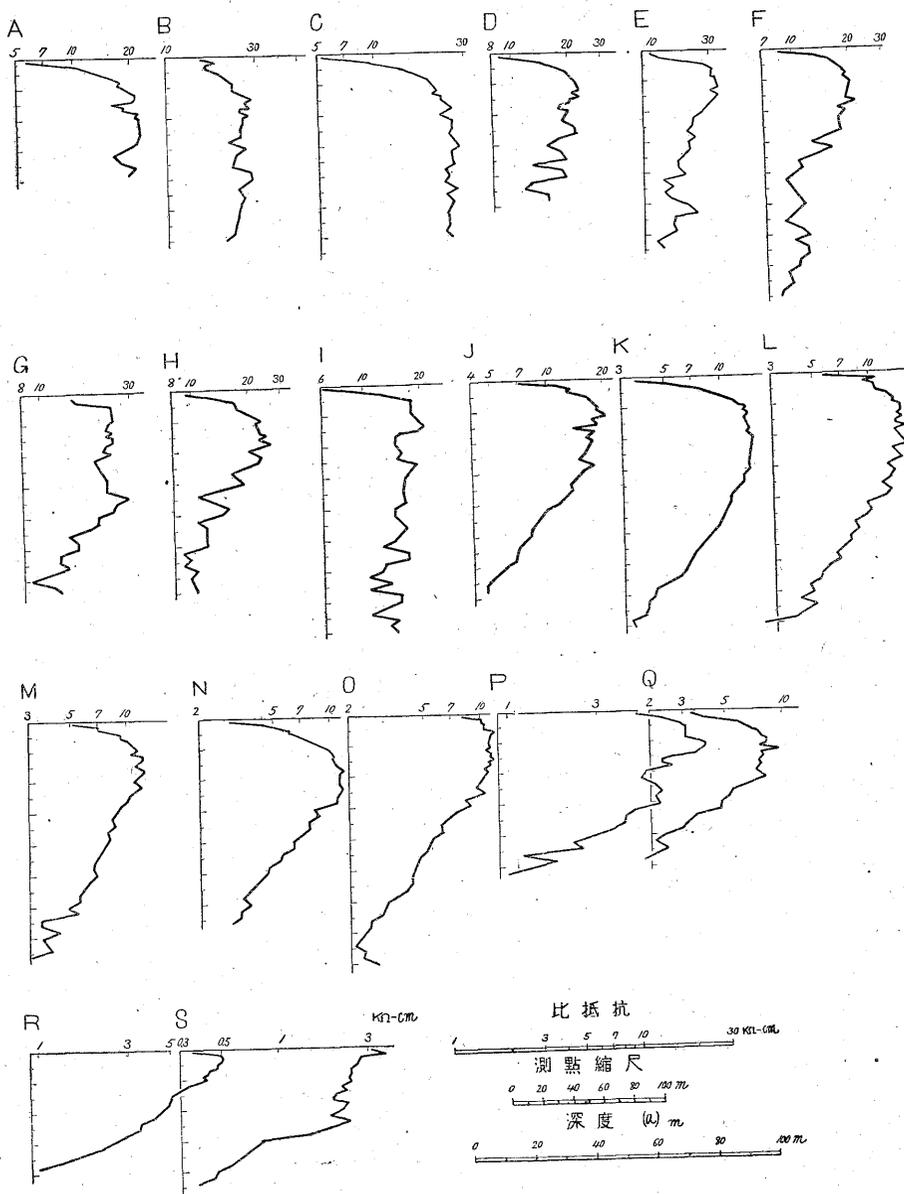
### 7. 結論

揖保川流域において調査の結果、片山北西方、島田南東方附近および井上・桜が坪・大樋附近を経て福吉およ

向が認められる。これらの比抵抗値は種々の条件により異なるものとは考えられるが、一般に川に近接した点には他に比較してその透水性は高いものと思われ、以上のことと比抵抗値とは何らかの関連性も考えられる。

要するにこの地域においては砂礫層が有力な帯水層と考えられるので、前述した比較的均一質の地下構造分布と推定される地点より、前記の砂礫層が発達すると推定される地点の方が、少なくとも有利な地下水捕集地点として期待できる。またこのなかでも前記の比抵抗値等の傾向から考え、できうる限り揖保川本流に近い点を選定することがのぞましい。

姫路区域については、さきに行われた姫路市街北西方、夢前川東方の蛤山一八丈岩山間の平野部における電気探査の結果より、比較的広範囲に砂礫層と推定される



第11圖 第X測線深度・比抵抗曲線圖

層の分布が認められたが、南方姫路市街南西の井の口・岡田部落附近にまで同様の層の分布を示す結果は得られなかつた。

また南部平野、ことに臨海部においては、第X線に明らかな通り玉手一今在家部落中間附近以南において、地

下水中に含まれる塩分の影響によるものと考えられる比抵抗値の減少が認められた。今後地下水捕集地点を選定するに当つて考慮すべき点であろう。

(昭和27年3月および同5月調査)