

550.837:550.372:550.341(522.7/.8)

えびの・吉松地区深部電気探査報告

小野吉彦

地質調査所

Geoelectrical Survey in the Ebino-Yoshimatsu District

By

Yoshihiko Ono

Geological Survey of Japan, Tokyo

Abstract

Vertical electric soundings were carried out in the Ebino-Yoshimatsu earthquake district to get the information of its underground structure.

In this survey, 72 curves of vertical electric sounding (VES) were obtained, the maximum of half electrode separation being 4 km. From the analysis of these electric data, geoelectric sections along the survey lines are given, and the results of the survey are summarized in the present paper.

1. 緒言

昭和43年2月以来、宮崎県えびの町・鹿児島県吉松町付近は一連の群発地震に見舞われた。

そこで、このえびの・吉松地区地震の背景をなす地質構造を探るべく、地下構造調査班が編成され、地質調査所を主体として一連の総合調査が実施された。地表地質・坑井地質・物理探査・地化学探査等からなるもので、電気探査は特に次の諸点に主眼をおいて実施された。

(1) 震源分布の密な区域と考えられる加久藤盆地およびその南部の台地の地下構造を明らかにする。特に、加久藤層群の底面深度および形状の決定ならびにその下部構造の推定と台地下の加久藤層群の存否および厚さの推定を行なう。

(2) 地温異常分布区域の電気的データへの反映を調べるなど地下の状態に関する資料の収集を行なう。

本探査において、現場測定作業ならびにデータ整理作業は住鉱コンサルタントK.K.の協力を得て実施され、この結果にもとづいて筆者が解析を行なった。現場測定期間は昭和43年9月初旬～同年10月中旬の1月余である。

電気探査がこの種の目的に利用されたのは松代地震以来2度目のことであり^{(1),(2)}、また、探査深度の点その他で検討の余地はあろうかと思われたが、当時まだ地震がおさまっていない時に人工地震を用いる地震探査を実施するわけにもゆかず、地震探査法(屈折法)の代わりに深部電気探査法が採用されることになった。

2. 探査区域と測線 注1)

探査区域は霧島火山北西方に位し、宮崎県西諸県郡えびの町および鹿児島県始良郡吉松町にまたがる。図-1に測線およびVES点位置を示す。同図から明らかなように、SW-NE方向にのびる長さ10kmのA測線とW-E方向の10kmのB測線を主測線とし、これら両測線上に250mおきにVES点を配置させた。VES点とは垂直探査の中心点のことである。その他、2号井試すい予定地点付近にHD測線を、吉都線南側にHC測線を補助測線として設け、また、同図右上隅にHF測線を、国見山北方県境付近にHE測線を設けて参考測線とした。VES点合計は72点にのぼる(表-1参照)。

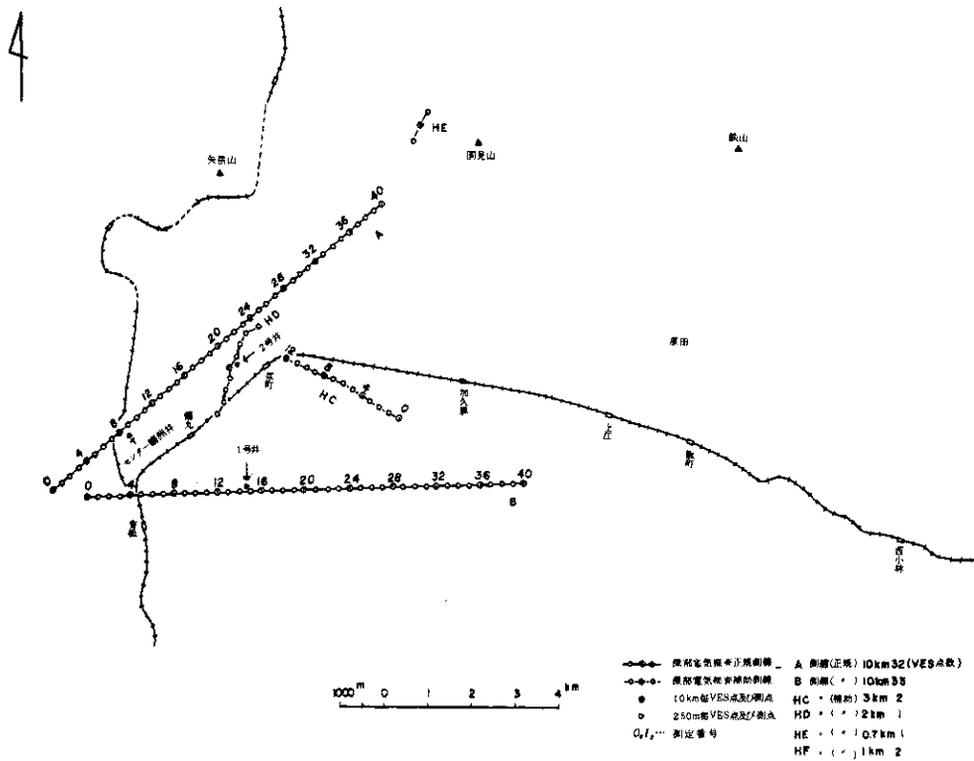


図-1 電気探査測線および測点位図
Fig.1. Surveyed area of electrical Sounding.

表 1.
Table 1.

VES点	(AB/2)max
B 3	750 ^m
A4, A36, B36	1,000
A5, A35, B5, B35	1,250
A6~7, A33~34, B6~7, B33~34	1,500
A8~11, A29~32, B8~11, B29~32	2,000
A12~15, A25~28, B12~15, B25~28	3,000
A16~24, B16~24	4,000
HC4, HC8, HD3	1,000
HE2	350
HF1, HF3	250

VES点 A測線 33点 補助測点 3点
B測線 33点 参考測点 3点

なお、1号井試すい予定点はB14とB15中間点付近にあり、両試すいとも電気探査が終了してから実施された。また、防災センタ観測井は電気探査の実施時にA8~A9付近に掘さくされた。

A測線は両端部を除くと加久藤盆地の周縁部を通過し、地形も平坦となっている。B測線は大部分霧島溶岩台地の上を走っているが、西で加久藤盆地の平地を横切り、西方に向かって次第に高くなっている。両測線とも大略カルデラ内部に存在しているものと考えられる。HE測線は加久藤安山岩類の比抵抗データを得るために、HF測線は四万十層群の比抵抗値のオーダを知るために設けられた。HD測線は試すいデータと電気探査データとの比較から加久藤層群の比抵抗値を決定するためのものである。

3. 探査方法および測定結果

今次探査では、松代地域の場合と同様に

Schlumberger法が採用された。この方法は比抵抗法の一様であり、電流電極間隔に比べて十分小さな電位電極間隔で電位差を測定するもので、電流電極間隔 \overline{AB} の関数として見掛比抵抗 ρ_a を求めて垂直探査曲線 (VES 曲線) を完成し、一連の VES 曲線の解析から地下の電気構造断面を作成してこれらのデータから地下の構造乃至状態を推定しようとする方法である (図-2)。

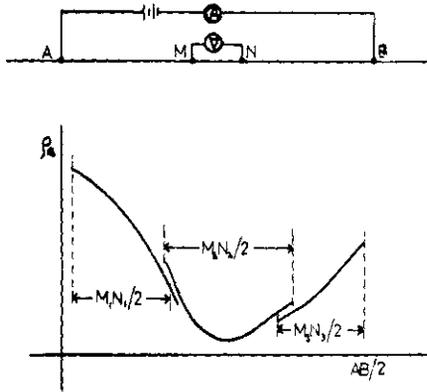


図-2 シュランベルジャー配置と VES 曲線
Fig.2. Schlumberger configuration and VES curve.

電極間隔 $\overline{AB}/2$ として、50, 100, 150, 250, 350, 500, 750, 1,000, 1,250, 1,500, 2,000, 3,000, 4,000m の各種が選ばれた。すなわち、 $(\overline{AB}/2)_{\max} = 4 \text{ km}$ である。一方、電位電極間隔としては、 $\overline{MN}/2 = 15, 75$ および 250 m の 3 種類が用いられ、原則として $\overline{MN}/\overline{AB} \leq 1/5$ となるようにして測定が実施された。

使用された探査装置は流電電源、送信装置および受信装置からなる。流電電源としては通常 AC または DC 発電機が用いられるが、本探査では特殊な蓄電池が使用された。電流は電源から送信装置を経て直流あるいは極低周波矩形波交流として大地に流されるわけであるが、ここで使用された送信装置は電磁開閉器を内蔵し、最大 1,200 V, 10 A の直流を流すことができる。

電流、電位差の測定はともに電子管式自動平衡型多段記録計を利用して実施された。この記録計の最大感度は $10 \mu \text{ V}/\text{div}$ である。電流はシャントを通して生ずる電位降下の形で測定され、

電位差は自然電位分を SP 補償器で打消した後に記録された。こうして、電流および電位記録から電流 I および電位差 ΔV が読み取られ、次式

$$\rho_a = K \cdot \Delta V / I$$

を用いて見掛比抵抗 ρ_a が算出された。ここで、

K は配置係数で Schlumberger 法では

$$K = \pi \cdot \overline{AM} \cdot \overline{AN} / \overline{MN} \\ \approx \pi (\overline{AB}/2)^2 / \overline{MN}$$

である。

電流電極として数多くの棒状鉄製電極を群設置状にしたものが用いられ、接地抵抗の低減がはかられ、電位電極には無成極電極が用いられた。

VES 曲線は両対数方眼紙上に横軸に $\overline{AB}/2$ を、縦軸に ρ_a をとって図示される (図-2 等を参照されたい)。図-2 にみられるように 1 つの VES 曲線は数本の曲線枝から構成されている。各曲線枝は一つの電位電極間隔に対応する。もし大地が均質であるならば、曲線は直線となり、理想的層状構造をなすならば、曲線枝間の食い違いは事実上無くなる。逆に、食い違いが大きい場合は少なくとも電位電極付近における不均質の程度が大きい証拠となる。

本区域で得られた代表的 VES 曲線の例を図-3

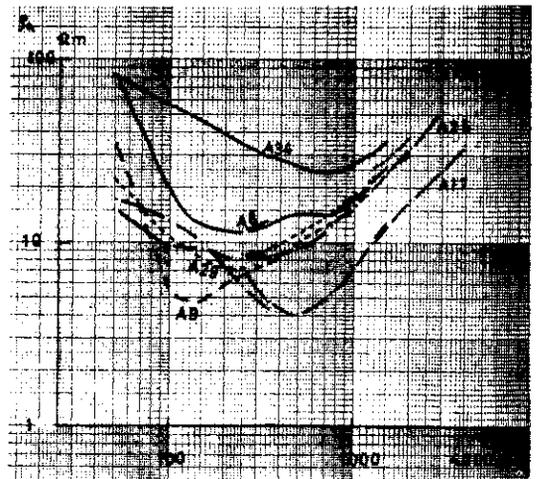


図-3 A 測線代表的 VES 曲線

Fig.3. Examples of typical VES curves along the survey line A.

3 および図-4 に示す。各曲線の右部は $\overline{AB}/2$ の増加に伴って増大し、横軸と 45° の角度をなす直線に漸近することが判る。このように 45° 漸近

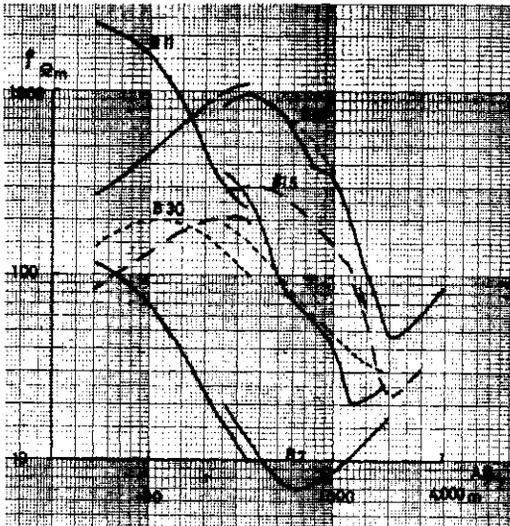


図-4 B測線代表的VES曲線
Fig.4. Examples of typical VES curves along the survey line B.

線を有するVES曲線は調査区域の下部に極めて高い比抵抗層が存在する証拠となるが、反面、その下部の構造についての情報を与えてはくれない。そこで、このような高比抵抗層を電気的絶縁性基盤あるいは簡単に電気的基盤と呼び、一種の鍵層とみなしてその形状・深度から地下構造を論ずるのに用いることが多い。

幸にも、45°漸近線をもつVES曲線の場合、この漸近線と横軸との交点の横座標は全縦電導度Sを表わす。全縦電導度とは基盤を被覆する各層の縦電導度の和であり、一種の構造の指標となるものである。ここに、縦電導度とは比抵抗層の厚さと導電率の積であり、各層が等方性であるならば、全縦電導度Sは(図-5参照)。

$$S = \sum_{i=1}^n S_i = \sum_{i=1}^n h_i / \rho_i$$

となる。ここに、 S_i は各層の縦電導度、 h_i はその厚さ、 ρ_i はその比抵抗である。SはVES曲線から決定されるので、等価比抵抗 $\rho_e = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{\sum_{i=1}^n h_i / \rho_i}$ が何らかの方法で求められれば、基盤深度 $H = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{\rho_e}$ が求められることになり、 ρ_e の変動がいちじるしくないときには、SはHには比例するとみてよいので、しばしばSの分

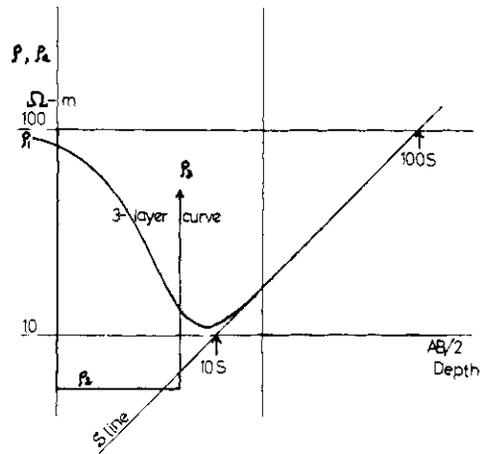


図-5 3層曲線とS線
Fig.5. Three-layer curve and the line S.

布図または断面図は基盤深度図の代用となる。

また、極小比抵抗 ρ_{min} 、極大比抵抗 ρ_{max} あるいは基盤極大深度 $H_{max} = S \cdot \rho_{min}$ 等、図式的に求められる特性値を定性解析に役立たせることも可能である。

更に、 $AB/2$ を一定としたときの見掛比抵抗データから水平探索曲線も作成され、地域の電気構造の水平変化特性を調べるのに利用された。

図-6および図-7にAおよびB測線水平探索曲線($AB/2 = 100, 500, 2000$ m)を示す、その他の特性値曲線を図-8および図-9に示す。

A測線沿いVES曲線の一般特性は中間層比抵抗が低い凹型比抵抗構造(H型構造^{注2)})を反映し、特にA13~A21区間では互に類似したVES曲線が得られた。また、A12以西、A23~A29、A30~A36区間ではそれぞれ各グループを形成しているとみなされる。

B測線の水平探索曲線は極めて変化に富み、VES曲線もA測線に比べて複雑な様相を呈することから、B測線沿いに、比抵抗は水平的にも、垂直的にもいさよしく変化し、それだけ構造的に複雑であることを示している。

そのために、VES曲線には深度方向の比抵抗の反映のみならず、水平方向の不均質効果(横断効果と側方効果)が重畳していて、解析をいさよしく困難にした。横断不均質効果の例はVES

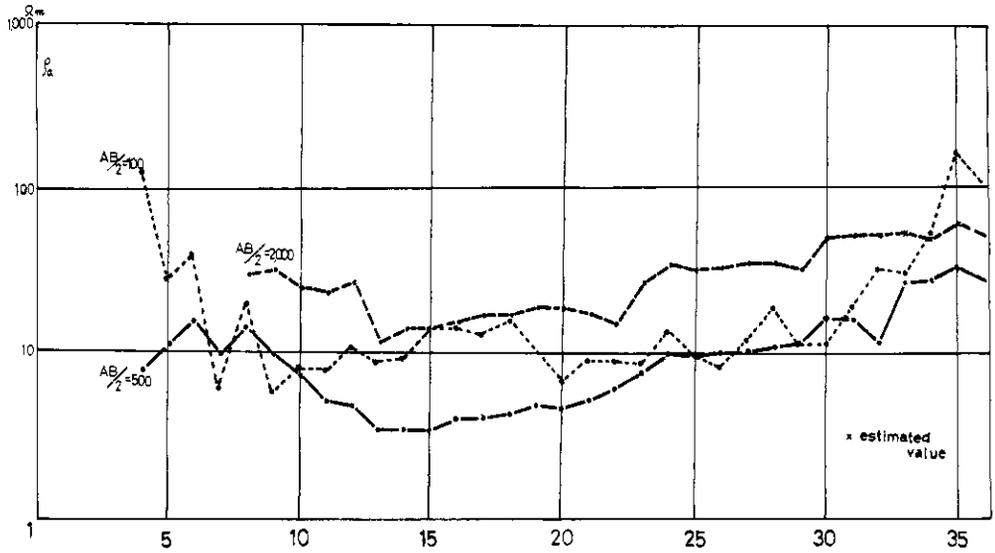


図-6 A測線水平探査曲線

Fig.6. Horizontal profile curves of the line A.

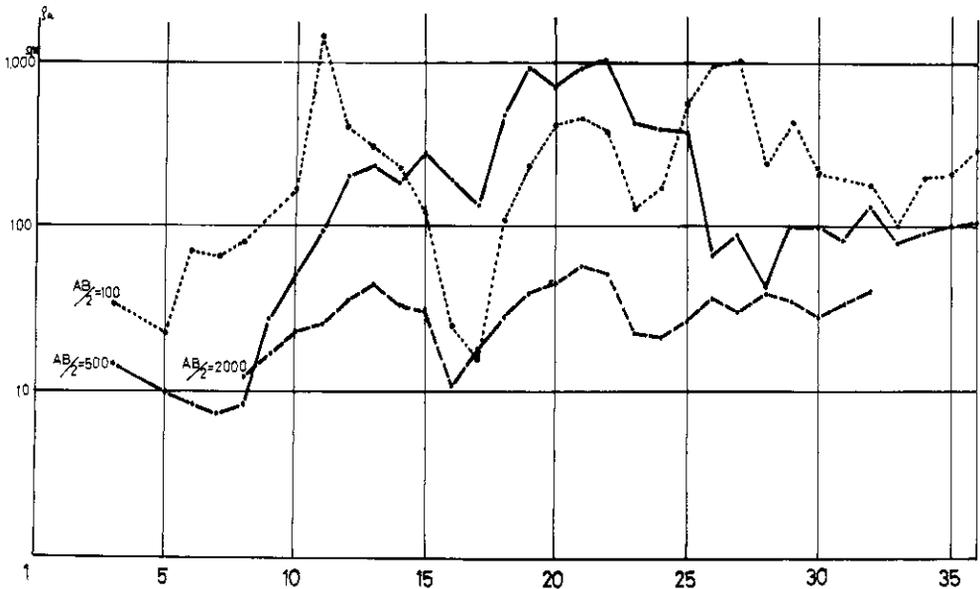


図-7 B測線水平探査曲線

Fig.7. Horizontal profile curves of the line B.

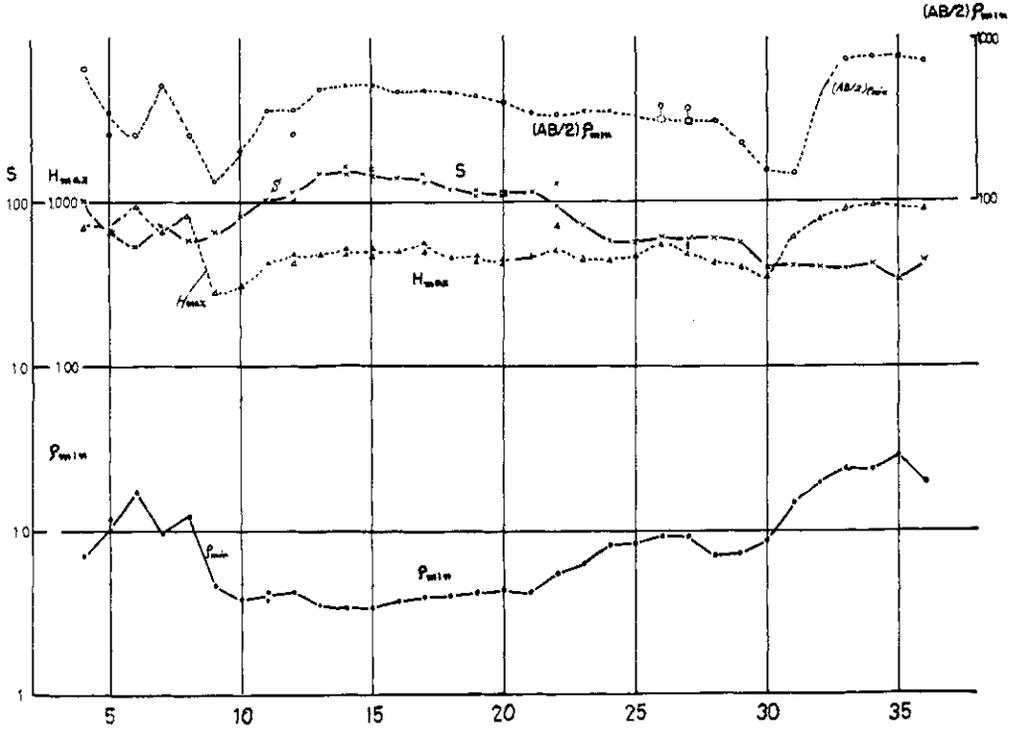


図-8 A測線特性値曲線

Fig.8. Curves of characteristic values along the line A.

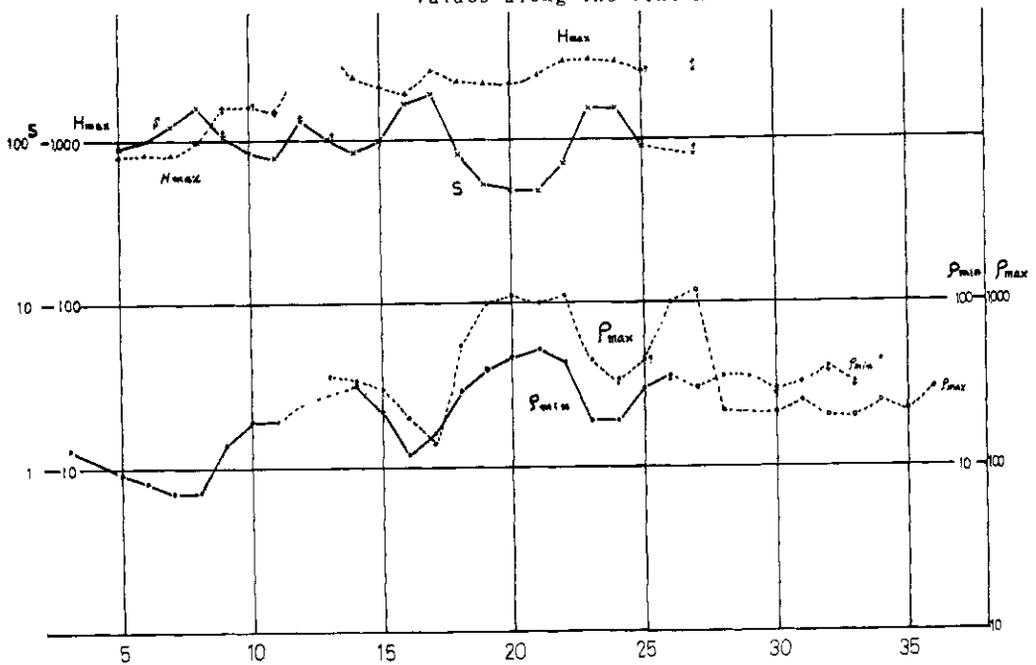


図-9 B測線特性値曲線

Fig.9. Curves of characteristic values along the line B.

曲線B19(図-4)にみられるが、この効果は測線上随所にみられる。側方不均質効果はなかなか検出し難いが、VES曲線A17(図-3)右方上昇枝にこの効果があらわれているものと考えられる。こうした効果はS値の決定精度を低下するのみならず、時として、全く異なる構造のように誤って解釈する原因となる。

4. 解析結果とその考察

(1) A測線

A13~A21 VES曲線は互によく似た特性を示し、図-10の両限界曲線a, b内にはさまれて分布している。これらVES点下の電気的構造は極めて類似していることが予想される。そこで、この区間を標準にして解析を実施する。低比抵抗中間層の真比抵抗値のひょう量は境界面深度決定に大きな影響を与えるので、この場合、次のようにして実施した。

解析時点では電気検層データは皆無であり、また有ったとしても精度の悪いことがむしろ多いので、上記諸VES曲線から ρ_{min} 値を読み取り(図-8参照)、 ρ_{min} 値が $4.4 \geq \rho_{min} > 3.4 \Omega m$ と比較的狭い範囲内に収まっていることを確認する。このことは前記の低い真比抵抗値が比較的安定し

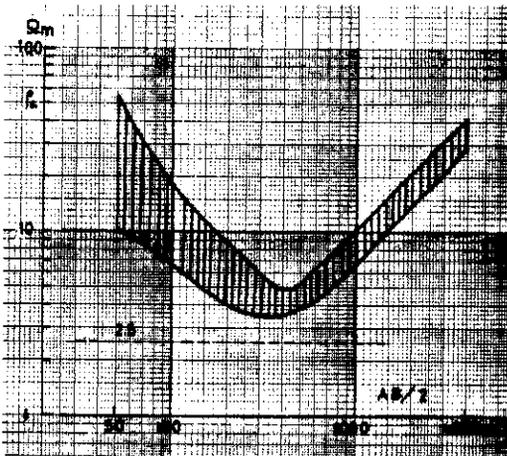


図-10 A12~A21間のVES曲線の範囲

Fig.10. Limited portions of VES curves between A12-A21.

ていることを示すものである。今の場合、II型曲線であるため、 $\rho_2 \leq \rho_{min}$ (ρ_2 は中間層比抵抗を示す)、あるいは $\rho_e < \rho_{min}$ (第一層と第二層からなる等価層の比抵抗、前出)となる。一方、実

測曲線と理論曲線との比較から、極端な場合を考えても、 ρ_2 値が ρ_{min} の値よりもいちじるしく低いとは考え難い。多分、 $\rho_2 \geq 1.5 \sim 2.0 \Omega m$ であろう。結局、 $3.4 > \rho_2 > 1.5$ となる。一方、2層および3層理論曲線との重ね合せより求めた擬似比抵抗 ρ_2 値の分布状態を考慮して、 $\rho_2 = 2.5 \Omega m$ を選んだ。

また、 ρ_3 、すなわち、絶縁性基盤の比抵抗値はVES曲線右部の上昇性から考えて $100 \Omega m$ 以上であることは明らかであろう。

上記区間で側方効果が現れているのは、側方で急に基盤が浅くなっているためと考えられ、Sの決定はこれに関して適当な補正を施して実施された。こうして、同区間の各曲線の解析から電気構造断面が求められた(図-11中央部参照)。

次に、VES曲線A25を検討する。この曲線はA25点付近のVES曲線の代表的なものとみなされる。その極小部は前の場合に比べてはるかに巾広く、且つ、 ρ_{min} 値は大きい。したがって、 ρ_2 値は $\rho_{min} = 8 \Omega m$ とあまり変わらない値であると考えられる。またA34曲線も比較的巾広い極小部を有し、 $\rho_{min} = 2.4 \Omega m$ から、上と同様な手法で $\rho_2 \approx 2.0 \Omega m$ とひょう量された。

このように、中間層比抵抗を予め求めておいて解析を実施し、図-11のような電気構造断面を得た。

同断面で、A25~A30区間では、上述の ρ_2 層は6~9 Ωm と変動しているものとして取扱われている。その東側にみられる約20 Ωm 層はA29曲線等にも見られるので、6~9 Ωm 層の下部に来るものと考えられる。

一方、A25点西側(A22~A25)では、2.5 Ωm 層が存在すると解析されるが、あるいは西から東へ向って、2.5 Ωm から9 Ωm まで増加する漸移地帯とも解析される。前者の場合、2.5 Ωm 層は東に向って尖滅し、その下部に9 Ωm 層が横たわることになり、その底面は西方の2.5 Ωm 層の底面に連なっているものと考えられる。もし漸移帯とみなすならば、図-11の断面内の境界線Aは消え、境界線Bのみ残る(つまり下部境界面は両者ともほとんど一致する)。

A32点以东の20 Ωm 層下部高比抵抗層と断面中央部の2.5 Ωm 層下部の高比抵抗層とは同質であるか否か問題となる。この高比抵抗層は下部は100 Ωm 以上あることが明らかであるが、上

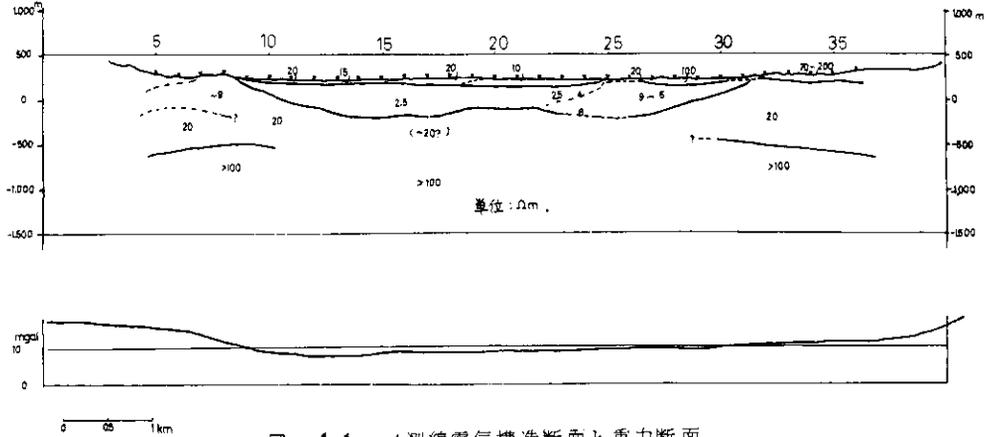


図-11 A測線電気構造断面と重力断面

Fig.11. Geoelectrical section and gravity profile along the line A.

部低比抵抗層とこの高比抵抗層の間に数10Ωm層があったとしても曲線上ではその層を検出することは困難である。もし、この層が存在すると仮定して理論曲線と比較して極限厚を求めると1000m以内となる。^{注4)}

A9~A12区間では西方に向って、2.5Ωm層は次第に薄くなる。この層の西側または下部に10Ωm以下あるいは20Ωm層が存在すると考えられる。

さて、2.5Ωm層を加久藤層群に対比せしめるならば、加久藤層群の厚さは300m前後とみなされる。A23点以東の数Ωm層との差異は同層群内の状態の差異、例えば含有水の塩分あるいは温度差等によるものと考えられる。このように解すれば、その底面は多少の起伏を伴いながらも、ほぼ平坦になっているといえる。

2.5Ωm層は高塩分層もしくは高温層を形成し

ているものと考えられる。この主体が加久藤層群であるならば、既存井戸柱状図等から明らかなように、加久藤層群の下部に存在する加久藤安山岩類を20Ωm層に対置せしめることができ、電気構造断面では明確な境界を引くことができないけれども、断面中央部で2.5Ωm層の下部に20Ωm層が存在すると考えた方が自然であり、その厚さは1000m以内(実際には数100m以内と考えられる)ということになる。更に、その下部に四十万層群に当る100Ωmまたはそれ以上の比抵抗をもつ比抵抗層が存在することになる。西側に10Ωm層が存在するが、これは20Ωm層の主体をなす安山岩類の状態の差(変質等)を反映するものと考えてよい。

なお、A12~A13間、A30~A31間に弱い断層が期待され得る。

(ii) B測線(図-12参照)

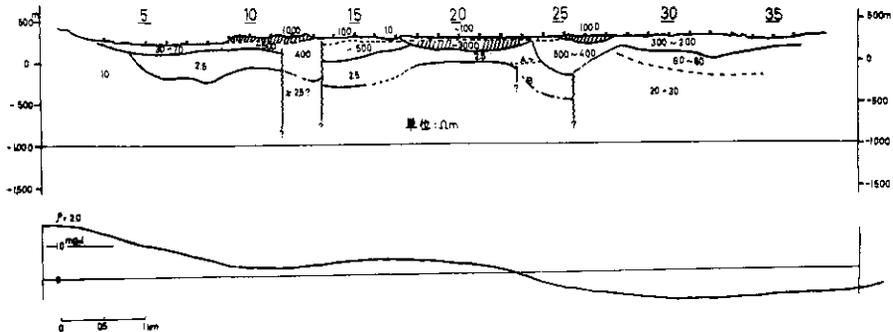


図-12 B測線電気構造断面と重力断面

Fig.12. Geoelectrical section and gravity profile along the line B.

B測線の測定データの解析はA測線の場合に比べてはるかに厄介である。横断不均質効果の検討を行ない、理論曲線(不均質の)等を参考にして、曲線を修正し、その上で、通常の層状構造解析を実施した。したがって、A測線に比べて解析精度は低下しているのは止むを得ない。

西側低地でのVES曲線はA測線中央部で得られたものとなり類似しており、この区間でも2.5Ωm層の存在が認められる。この層は台地をなす霧島火山溶岩下部にも連続して存在し、その東部に続くものと推測される。しかし、B12~B13では、この層の存在は測定曲線上では確認し得ず、ために、B12~13区間は疑問区間となっている。この区間ではVES曲線の極小部は顕著ではなく、その両側で得られたVES曲線と比べて著るしい相違を示している。この原因は主として電気的構造の非対称性によるものと考えられるが、それ以外にも、この区間の構造(比抵抗分布)にも関係しているものと解釈される。

低比抵抗層が上記区間の東側にも存在していることは、B15VES曲線の様相、B16における低い ρ_{\min} 値(約10Ωm)等から判断され得る。しかしながら、この層の比抵抗値の絶対値を直接、VES曲線の解析から決定することは不可能であるので、^(注5)その比抵抗値を仮定する。もしその値を2.5Ωmであると仮定するならば、B18~22区間でいちじるしく薄くなり、その下底面はむしろ浅くなる。^(注6)この低比抵抗層を加久藤層群に対比するならば、その下底面の様相から、B8およびB15付近で谷部を形成することになる。B18~22区間で上記低比抵抗層を5Ωm層であると仮定しても、この層の厚みは倍となるが、基盤形状に不自然な変化をもたらさないで、このような解釈も成立つ。何れにせよ、この区間には3.000Ωmという高比抵抗層が浅部に存在しているため、垂直的に500:1程度のはげしい比抵抗コントラストがみられ、加うるに、水平的比抵抗コントラストが認められるので、深部比抵抗の絶対値を推測することは困難である。

B23~25では、図-12のAあるいはBの両様に解析される。境界面Bを2.5Ωm層の下底面とするならば、その東側に比抵抗の不連続を考えなければならない。これは不自然に感ぜられるので、これを無理のない形で考えるべく、比較的安定構造を示すと考えられる東部から追跡すると

2.5Ωm層底面をAとみなすことができる。この解析の許容差は測定データが十分下部まで反映していない(ABが十分の長さとなっていない)ことによるものである。

一方、東部の20~30Ωm層はA測線東部の20Ωm層に対応させることが可能である。たゞ、A測線に比べて、もっと厚いと判断される。測線の端に近いために、電極間隔の制約により厚さの確認がされていないが、種々の観点から理論的考察を行なって、それ以外の区間での厚さは、最高に見積って1,000~1,500mである。この層はいちじるしく不連続を作ることなく、中央部に向っても存在すると考える方が自然であろう。

B3にみられる10Ωm層も上記20~30Ωm層の状態の差異によるものと解釈しておく。

なお、2.5Ωm層等の上部にある高比抵抗層は比較的新らしい溶岩類を主体とし、その他の火山性たい積物を含むものと考えられる。特に、1000Ωmをこえる高比抵抗帯域が3箇所みられる(B10~13, B18~23, B25~27)この他にも数100Ωm層がみられるが、これらは、たい積性分の相違あるいは含水率等の状態の差異を示すものであろう。もちろん、加久藤層群の上部を形成することも考えられる。

電気構造断面の低比抵抗層下底面の形状から判断すれば、B12~13付近、B16~18付近、B23~24等には断層の存在が期待される。また、各比抵抗層の境界面は必ずしも地層との対比を示すものではなく、状態の差異をも反映するものであるため、地質的に解釈を行なうにはこの点に留意せねばならない。

例えば、台地下の数100Ωm層下半部、B27~32にみられる60~80Ωm層の一部あるいは全部等を加久藤層群に包含されるならば、全体として、加久藤層群下底面はB10あるいはB20付近で隆起構造を示しながらも、谷部を形成するものと解釈される。その際、いちじるしく相違する比抵抗値は岩質の相違、水分の差異等によってもたらされたものとするのがよい。

(iii) 重力データとの比較

比重を2.0とした場合の等重力線図より読み取った値をプロファイルとして示す(AおよびB測線沿いの)と、A測線では H_{\max} の小さい区間で逆に低部となり、B測線では H_{\max} が大きくなるにしたがって低域に向う傾向となっている。

A測線では加久藤層群の低比抵抗の影響が鋭く H_{\max} 曲線に現われているため、重力との比較ではS断面の方が H_{\max} 断面より基盤構造を反映しているように思われる。また、B測線電気構造断面の東側部分の見掛比抵抗値の安定性から推測しても、東部の安山岩下部の基盤面は深くなっているものと考えられ、重力低部と一致している。

(iv) その他

京町付近の補助VES HDによれば、 $S = 142 \text{ mho}$ であり、曲線重合法によって、 ρ_1 層の厚さ 85 m と判定された。 ρ_2 を $2.5 \Omega \text{ m}$ と仮定することにより、 ρ_2 層の厚さは 340 m 、したがって、その底面深度として 425 m が得られる。この測度を $A18 \sim A20$ の深度と比較すれば $20 \sim 90 \text{ m}$ 深くなる。また、GS2号#の試すい結果と比較すると、約 50 m 深く出ている ($1/9$ の誤差)。柱状図を参考にして、VES曲線の解析結果を検討すると、 ρ_2 層の比抵抗は $2.1 \sim 2.2 \Omega \text{ m}$ となる。なお、電気検層データは精度が十分でないため、VES解析には利用し得なかった。

なお、参考データとして、四万十層群に関する比抵抗データを得るためにVESを実施したが、その結果では、 $100 \Omega \text{ m}$ あるいはそれ以上の値であることが期待されている。

HC測線のVES曲線は $AB/2 \approx 50 \text{ m}$ で $100 \Omega \text{ m}$ から $AB/2 = 1,000 \text{ m}$ で $1.5 \Omega \text{ m}$ まで下降する型であり、まだ上昇部は現れていない。A測線でみられる鋭敏な凹部も明確でないし、低比抵抗層の下底面はもっと深くなると予想される。

5. おわりに

えびの・吉松地区地震ひん発地域地下構造調査の一環として深部電気探査が実施され、A、B2測線沿いの垂直探査曲線の解析にもとづいて電気構造断面が作成された。

加久藤層群内の低比抵抗部を $2.5 \Omega \text{ m}$ の値の層とみなしてその下底面深度・形状が追跡され、その下部の第三紀安山岩類の厚さ等がひょう量された。こうして、加久藤層群の厚さは 300 m あるいはそれ以上であると推定されるが、部分的にはそれ以下の場合もあり得る。B測線の探査から溶岩台地下にも加久藤層群が存在することが判明し

第三紀安山岩類の厚さはA測線で過大に見積って 900 m 以下であり、B測線ではこれよりやや厚めであるが、特に東側の部分で厚いものと考え

られる。

より深部の構造に関しては階段型比抵抗分布のために不確実な点もあるが、A測線東部の電気的基盤は四万十層群または深成岩類を反映しているものと考えられる。B測線の絶縁性基盤も上の両者の反映と考えられるが、東部ではかなり深いものと思われる。

また、四万十層群分布地域での深部電気探査の実績に乏しく、必ずしも満足すべき結果には達しておらず、特に温度等の影響についての情報は不十分であったにも拘わらず、この種の問題に対する経験の積み重ねによって、地震発生地域の背景を探るのに貢献することになり得るであろう。

最後に、本調査の実施に際して、宮崎・鹿児島県庁、えびの・吉松両町役場、えびの・加治木両営林署等関係各機関より種々便宜を賜わり、地質調査所木野・花岡両技官には実施ならびに解釈に関する助言あるいは協力を頂いた。住鉦コンサルタントK.K.勝部照雄氏(現在退社、在カナダ)には現場責任者としてのほか、関連資料の収集に努力して頂いた。以上関係機関ならびに関係者各位に対して、紙面を借りて深じんなる謝意を表する次第である。

注1) 本探査区域の地質調査については同時期に実施された報告を参照されたい。

2) $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$ なる3層構造をさす。

3) 等価の原理によって中間層比抵抗は中間層の厚さが十分大きいとき以外には一義的には決定されないのが普通である。等価の原理を考慮に入れないで求められた比抵抗を擬似比抵抗と呼んで真比抵抗と区別する。

4) $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$ となる層状構造をA型構造といい、 ρ_2 層が十分厚くないと検出が困難になり、時として2層構造とみなされてしまう。この性質を層の削減性という。

5) 一般に垂直探査曲線の解析において、比抵抗と厚さとを同時に決定することは困難である。同時決定が可能であるためには一定の条件が必要である。

6) この場合、 $B18 \sim 22$ 区間は加久藤層群の南限に近いと考えられる。

7) $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$ なるA型構造では、時として ρ_2 層の存在が不明であることがある。特に ρ_2 層が上層に比べて、十分な厚さをもっていないときそうである(前出)。

参 考 文 献

- (1) 小野吉彦：松代地域の電気探査(I)，防災科学
技術総合研究速報№5（1967年3月）
p p 23～27.
- (2) 小野吉彦：松代地域の電気探査(II)，防災科学
技術総合研究報告№18（1969年3月）
p p 23～28.