HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道北部，サロベツ原野における浅部地下構造
Author(s)	田村，慎；大津，直；岡，孝雄 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告，72，51-77
Issue Date	2009-03-15
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.72.51
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/38145
Type	departmental bulletin paper
File Information	05_Tamura.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北海道大学地球物理学研究報告
Geophysical Bulletin of Hokkaido University, Sapporo, Japan.
No.72, March 2009, pp.51-77

北海道北部，サロベツ原野における浅部地下構造

田村　慎・大津　直・岡　孝雄・秋田　藤夫
北海道立地質研究所
若浜　洋
財団法人地球環境産業技術研究機構
酒井　利彰・石島　洋二
幌延地圏環境研究所

(2008 年 12 月 26 日受理)

Estimation of shallow subsurface structure in the Sarobetsu marshland, Northern Hokkaido

Makoto Tamura, Sunao Ohtsu, Takao Oka, Fujio Akita
Geological Survey of Hokkaido
Hiroshi Wakahama
Research Institute of Innovative Technology for the Earth
Toshiaki Sakai and Yoji Ishijima
Horonobe Research Institute for the Subsurface Environment
(Received December 26, 2008)

The Sarobetsu marshland, it is one of the vast marsh in Hokkaido, is constructed by the Teshio River and the Saribetsu River. Because of the maximum scale high moor of Japan, various vegetation and waterfowls breeding at the Penke and the Panke swamps, Sarobetsu marshland is registered in Ramsar Convention in 2005. But recently, drawing up the underground water by farmers, drain work at surrounding area to make farmland and invasion of Sasa (a kind of bamboo) make the marshland dry. Therefore, it is an urgent problem for the preservation of marshland environments.

Geological Survey of Hokkaido (GSH) and Horonobe Research Institute for the Subsurface Environment (Horonobe-RISE) had started electrical and geological surveys to clarify the underground water structure in this area to maintain a balance of marshland and farmland.

In the results, resistivity layer in this area is divided into five layers and the third layer is further subdivided into two layers. And also we can make four lines of two-dimensional resistivity model. Comparing with the resistivity model and geological data, we conclude that the layers I, II and III, are correspond to the alluvium, the layer IV corresponds to the basement, and the layer V corresponds to the Koetoi layer.

From the depth contour map of the base of the layer III (or the top of the layer IV), the alluvium layer get sharply thinner as closer to the eastern hills. This area is meandering zone of Sarobetsu River and mostly corresponds to the Sarobetsu fault zone.

Ⅰ．はじめに

北海道北西部，天塩川下流部の北側に広がるサロベツ原野は，天塩川およびその支流であるサロベツ川の作る南北約 20km，東西約 10km，面積約 14,600ha の広大な湿原である．利尻礼文サロベツ国立公園に属するこの湿原は，平地の高層湿原としてはわが国で最大規模であり，多様な湿原植生があるほか，原野内のペンケ沼・パンケ沼が水鳥の繁殖地として重要であることから，2005 年にラムサール条約にも登録されている．

しかし近年，一般水道および酪農業用の地下水のくみ上げや湿原周辺の農地化に伴う排水事業，およびササ類の侵入により，湿原の乾燥化が指摘されるようになった．このため，湿原環境保全対策に関する研究，とりわけ地下水環境を把握するうえで重要な地下地質構造についての研究が急務となっている．

これまで，サロベツ原野周辺での地下構造調査は，石油・天然ガス探鉱のための反射法探査を中心とした深度 1km オーダーの探査（伊藤，1999；小椋・掃部，1992 など）や，農業開拓のための電気探査を中心とした浅部地下水調査（北海道開発局農業水産部，1966 など）が行われてきた．また，岡ほか（2006）ではボーリングデータ等を用いて天塩平野の沖積層構造について取りまとめている．しかし，深さ 100m 付近の構造推定を目的とした物理探査はこれまで行われていない．

我々は，サロベツ原野および周辺地域の広域地下水流動を把握するための研究の一環として，沖積層～更新統層をターゲットとした地下構造調査を実施した．調査は主にシュランベルジャー法電気探査からなり，さらに既存のボーリング資料とあわせ地質解析を行い，当該地域の広域的な地質構造を評価した．

探査は 2005 年および 2006 年に実施し，2005 年の探査については田村ほか（2007）によって報告されている．本報告では両年の探査結果および比抵抗構造解析から得られた二次元比抵抗断面および沖積層基底礫層深度分布について示す．さらに，地質，地下水等の既存資料との対比の結果得られた総合的な地下構造推定結果について述べる．

II．調査領域の地形・地質

本研究の対象領域および探査地点図を Fig.1 に，20 万分の一地質図幅「天塩」(秦ほか，1969) を参考に作成した地質概略図を Fig.2 に示す．20 万分の一地質図幅および岡ほか (2006) をもとにサロベツ原野周辺の地形，地質についてまとめると，原野の東側には新第三系中新統・鮮新統および第四系更新統からなる山地，丘陵があり，地下水の主たる涵養域になっていると考えられている．一方で，湿原地域には沖積層，おもに泥炭層が分布し，西側の日本海沿岸部では浜提列が発達している．

秦ほか (1969) によると，サロベツ原野周辺の地質は下位より稚内層，声問層，勇知層，更別層，恵北層 (段丘堆積物)，沖積層からなっている．

稚内層は中期中新世の硬質頁岩層で，主に東部の豊富背斜，大曲背斜周辺に分布するため，本研究の対象領域からはやや外れている．

声問層は新第三紀後期中新世～前期鮮新世に堆積した堆積岩類からなり，おもに珪藻質シルト

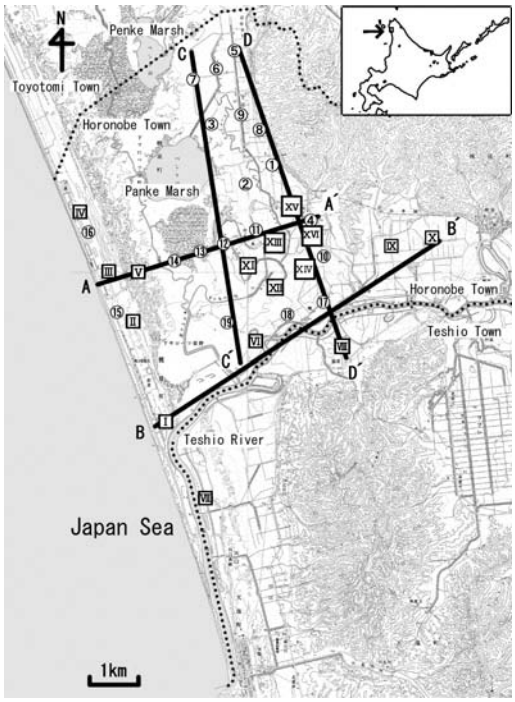


Fig. 1. Map of study area, survey points and cross section. Topographic map is part of ▮Teshio▮, ▮Wakasakanai▮, ▮Toyotomi▮ and ▮Onoppunai▮ (1:50,000) of GSI. Arabic figures are survey points in 2005, and Roman numerals are survey points in 2006, respectively. Resistivity profiles along A-A′, B-B′, C-C′ and D-D′ will be shown in Figs.3, 4, 5 and 6, respectively.

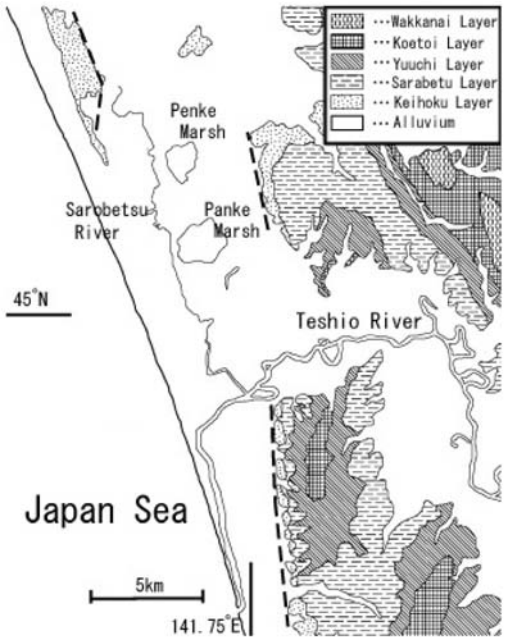


Fig. 2. Geologic map of Sarobetsu Marshland and surrounding area. This is simplified from Hata et al. (1969). Dash lines denote Sarobetsu active fault zone (Ikeda et al., 2002).

岩である．サロベツ原野東部丘陵地のサロベツ背斜および幌延背斜構造の主軸部に分布している．

勇知層は新第三紀鮮新世を示す滝川－本別動物群の貝化石を含む堆積岩類からなり，下位の声問層より遷移する地層である．サロベツ原野東部の幌延背斜構造の東西両翼に分布し，おもに細粒砂岩からなる．

更別層は新第三紀鮮新世末期～中期更新世初期に堆積した堆積岩類からなり，上部と下部に細分される．下部は砂礫層と中～粗粒砂の互層からなり，上部は礫層，火山灰質砂とシルトの互層からなり，最上部に亜炭層をはさむ．原野東部丘陵地，勇知層のさらに両翼にみられる．

恵北層は主にサロベツ原野の周辺に分布する台地を構成する地層に対して名付けられたもので，段丘堆積物からなる．ただし，恵北層は異なる段丘面を一括した段丘堆積物の総称となる可能性も指摘されている（幌延地圏環境研究所，2006）．Fig.2 では 20 万分の 1 地質図の表記に従っている．

沖積層は沖積低地とそれに続く周辺の河谷に分布し，泥炭層，砂丘・砂州堆積物からなる．また，段丘堆積物の一部について，年代的には沖積層に含まれるものもあるが，ここでは区分している．

また，サロベツ原野では低地に向かって段丘面が撓み下がり，沖積面下に埋没するような分布形態をしていて，近年ではここに活断層（サロベツ断層帯）が分布すると推定している（池田ほか，2002 など）．対象領域周辺では豊徳台地東縁，幌延丘陵および北川口丘陵西縁部にそれぞれ活断層が推定している（Fig.2 内点線）．

産業技術総合研究所（2006）では，サロベツ断層帯の活動性および活動履歴について調査を実施している．その結果，約 5100 年前以降，4500 年前以前に活動があった可能性があるが，これが最新活動であるか不明であること，平均活動間隔が約 4000～8000 年であった可能性があること，断層帯全体が 1 つの区間として活動する可能性があり，その場合にはマグニチュード 7.6 程度の地震が発生する可能性があることなどと結論づけている．また，幌延丘陵西縁と北川口丘陵西縁の間は約 8.2km 離れているが，幌延背斜は天塩川が形成した沖積平野の地下に伏在し，北川口丘陵西半部まで連なっていて，地下では両者がほぼ連続すると推定している．

III．探査概要

探査は 2005 年 11 月に幌延町内の 19 箇所で，2006 年 11 月に幌延町および天塩町内の 16 箇所で実施した（Fig.1）．探査測線一覧を Table 1 と Table 2 に示す．探査地点の決定に際し，得られた結果から比抵抗層の二次元深度断面および三次元深度分布を求めるため，ほぼ格子状に測定点を配置した．ただし，サロベツ湿原内部については立ち入りが規制されているため，原野を横断する道路（道道浜里下沼線）沿いでの探査が中心となった．

探査は垂直比抵抗探査法（シュランベルジャー法）を採用し，IRIS INSTRUMENT 社製 SYSCAL-R2 を用いて見掛け比抵抗値を測定し，リニアフィルター法（村上，1985 など）を用いて，探査地点ごとの一次元比抵抗構造解析を行った．本調査は沖積層を中心とした新第三紀声

問層までの深さ数百 m までを主なターゲットとしたため，測線長は 600～2000m の範囲（主に 1000m）で行った．なお，二次元比抵抗断面および沖積層基底礫層の深度コンターの作成にあたっては，当該地域で昭和 38～40 年度に行われたサロベツ地区営農用水対策調査（北海道開発局農業水産部，1966）による電気探査結果（以降営農調査と呼ぶ）を利用した．

Ⅳ．探査結果

2005 年の探査結果を Table 3-1～19 に，2006 年の探査結果を Table 4-1～16 に示す．また，探査地点ごとに実施した一次元比抵抗構造解析の結果を Af.1-1～3 および Af.2-1～2 に示す．各探査地点で得られた比抵抗構造は，比抵抗値および深度の特徴から，地表部からⅠ層，Ⅱ層，Ⅲ層，Ⅳ層，Ⅴ層の 5 つに区分され，さらにⅢ層はⅢa，Ⅲb の 2 つに細分することができた．以下に比抵抗区分および各層の比抵抗値を示す．

Ⅰ層…100Ω・m 以上の高比抵抗値を示す．一部地域では 500Ω・m 以上である．
Ⅱ層…40～200Ω・m の中比抵抗値を示す．Ⅰ層とⅢ層の中間の値である．
Ⅲ層…数Ω・m～30Ω・m の低比抵抗値を示す．数Ω・m 程度のⅢa 層および 10～30Ω・m のⅢb 層に細分される．
Ⅳ層…20～80Ω・m の中比抵抗値を示す．Ⅲ層と比較して高比抵抗値である．
Ⅴ層…数Ω・m の低比抵抗値を示す．

以上のように，本調査地域では，概ね浅部から第Ⅲ層にかけて比抵抗値が低下し，その後比抵抗値は一旦上昇し（Ⅳ層），また低下する（Ⅴ層）．これらの比抵抗区分に対し，原野を東西，南北に横断する 4 本の断面測線を設定し，二次元比抵抗断面図を作成した（Fig.3～Fig.6）．断面測線は Fig.1 に示される A-A′ から D-D′ までの線であり，図中で ▮HOR▮ で示される点は 2005 年探査時の観測点を，▮L▮ で示される点は 2006 年探査時の観測点を示す．以下，各比抵抗断面の概要を述べる．

1．A-A′ 断面（Fig.3）

サロベツ原野内を東西に横断する道路に沿ったものであり，海岸付近の音類地区から丘陵地に近い南下沼地区までの延長 7.1km の断面である．

Ⅴ層は深さ 160～600m と深部で検出されていて，東に向かって上昇傾向がみられる．

Ⅳ層は，サロベツ原野内から海岸線にかけ

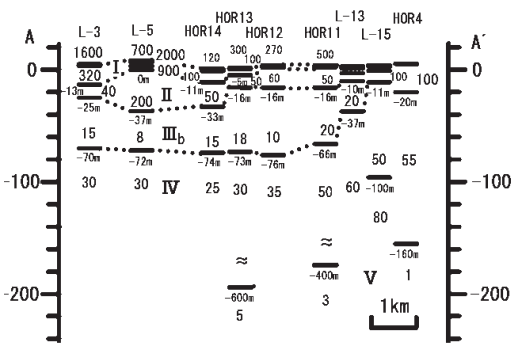


Fig. 3. Two-dimensional resistivity model along the line A-A′ in Fig.1. Numbers with " HOR " (ex. HOR4) are survey points in 2005 (Table 1). And numbers with " L " (ex. L-3) are survey points in 2006 (Table 2).

て上面が 70m 付近でほぼ一定の深度で分布している．一方，原野の東側では HOR11 で 66m，L-13 で 37m と急激に浅くなっている．

このエリアのⅢ層はいずれもⅢb 層であり，Ⅲa 層は存在しない．Ⅲb 層の層厚は原野中央部では 60m ほどであるが東に向かうにつれて徐々に薄くなり，丘陵地近辺では検出されない．また，原野西側においても層厚　が 20m 以上薄くなっている．これはⅡ層の層厚が増したためである．

Ⅰ・Ⅱ層は原野西部の L-5 および HOR14 で深さ 35m 前後までの厚さで解析され，海岸沿いの L-3 でも深さ 25m の厚さで解析された．いずれも比抵抗値が 1000Ω・m を超える高い値を示している．これらは，地盤ボーリング資料（岡ほか，2006 など）より海岸の砂丘堆積物に対比される．

2．B-B´ 断面（Fig.4）

A-A´ 断面の南側に設定したもので，天塩川の北岸沿いにサロベツ原野を西南西－東北東に横切る断面である．延長 10.6km で，幌延町浜里地区から曙・追分地区を経由して幌延町市街へ至る．

Ⅴ層は原野内の HOR18 では深さ 350m であるのに対し，HOR17 では深さ約 30m と最も浅く解析され，深度が急激に変化していると推定される．さらに HOR17 より東側では深さ 50～60m と若干深い場所に解析されている．これは HOR17 周辺の丘陵地に幌延背斜の背斜軸が存在し，声問，勇知各層の露頭があること調和的である．

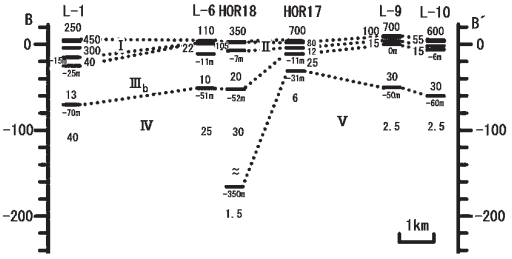


Fig. 4. Two-dimensional resistivity model along the line B-B´ in Fig.1.

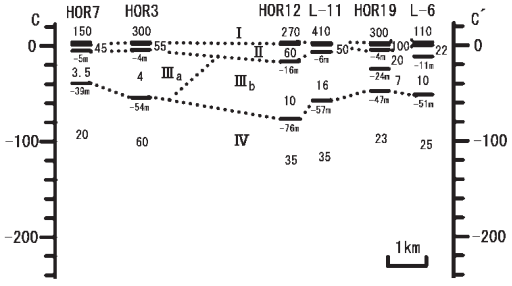


Fig. 5. Two-dimensional resistivity model along the line C-C´ in Fig.1.

Ⅳ層の上面深度は海岸線から原野にかけて 70m～50m へと緩やかに上昇し，さらに丘陵地に入って急激に上昇し L-9 では地表下数 m まで達していた．これはⅤ層と同様に背斜構造を反映したものと考えられる．

Ⅲ層はいずれもⅢb 層のみが分布している．また，その形状も A-A´ 断面と同様に海岸線～原野部で 50m 以上の層厚となるのに対し丘陵地では数 m 程度まで薄くなっている．

Ⅰ・Ⅱ層については，海岸付近の L-1 において 25m と厚く解析されているのが特徴的である．

3．C-C´ 断面（Fig.5）

サロベツ原野の東部をほぼ南北に横切る断面である．延長 8.9km で，ペンケ沼の東側からパンケ沼・長沼を経て天塩川とサロベツ川の合流点に至る．この断面内ではⅤ層は検出されていない．

Ⅳ層の上面は探査領域の中央部にあたる HOR12 で深さ 76m と一番深く，その南側では深さ

50m 前後へ，北側では深さ 40m 前後へと浅くなる盆地状の構造を示している．

Ⅲ層は北側の HOR3，HOR7 でいずれも数Ω・m 程度と低いことからⅢa 層に分類し，中央部の HOR12 および L-11 では 10Ω・m 以上と高いことからⅢb 層とした．一方，南部では HOR19 で 20Ω・m と 7Ω・m，L-6 で 22Ω・m と 10Ω・m の 2 層が解析されている．しかし，近傍の L-6，L-11 の比抵抗解析値や B-B′ 断面（Fig.4）における比抵抗層の水平的な拡がりを考慮した結果，Ⅲb 層にまとめることとした．

Ⅰ・Ⅱ層については HOR12 で若干厚く解析されたものの全般的に数 m 程度と薄く，高比抵抗層がほとんどみられないことがわかる．

4．D-D′ 断面（Fig.6）

C-C′ 断面から 2km ほど東に移動したものである．サロベツ原野と東側の丘陵地の境界を北北東－南南西方向に横切り，最南部で天塩川を横断する断面である．延長 10.7km で，幌延町下沼地区から南下沼，曙地区を経て天塩町の振老地区に至る．

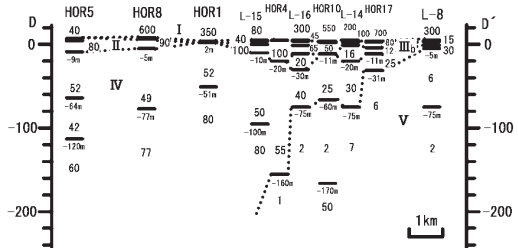


Fig. 6. Two-dimensional resistivity model along the line D-D′ in Fig.1.

C-C′ 断面と異なり，HOR4 から南側でⅤ層が検出され，南に向かって急激に浅くなる構造が解析された．

Ⅳ層の上面深度は地表下数 m～30m と浅く，L-15 より北側の観測点では，Ⅱ層の下に 40～80Ω・m の中比抵抗層が 2，3 層解析された．これらを区分し，対応する地質を推定することは困難であったため，全てⅣ層と解釈した．

Ⅲ層は L-16 から南側でⅢb 層が検出されているものの，その厚さは 20m に達しない程度である．

Ⅰ・Ⅱ層については C-C′ 断面と同様に顕著なものはみられない．

Ⅴ．考　　察

今回得られた各比抵抗層について，地盤ボーリング資料（岡ほか，2006 など）を参考に地層対比を行った．以下に各層の全体的な特徴と対比結果を示す．

Ⅰ層…地表面付近に薄く存在する高比抵抗層であるが，沿岸域では層厚が 10m 程度と厚く解析され，比抵抗値も高く解析されている．主に道路盛土に対比されるが，沿岸域では砂丘堆積物が含まれる．

Ⅱ層…Ⅰ層とⅢ層の中間層である．層厚は 0～40m で，沿岸域で特に厚く分布する．主に砂層～シルト質砂層に対比され，沿岸域では砂丘，浜提列を構成する砂層に対応する．

Ⅲ層…地表付近から深さ 70m 付近まで存在する低比抵抗層である．探査範囲東側に向かって急

激に層厚を減らすことから，低地下にのみ分布する地層であることは明らかである．主に沖積層中部～下部の砂質・泥質層に対比される．比抵抗値の違いからIIIa およびIIIb 層に分類されるが，ボーリング資料など（三橋ほか，2005；Sakaguchi，1985）に地質年代の違いは見られず，堆積システムの違いを反映していると考えられる．

IV層…探査範囲東側では比較的浅く，原野内部では深さ 50m 以深に分布している．比抵抗値はIII層より相対的に高比抵抗値を示し，比較的粗粒な堆積物からなると考えられる．この層は勇知層，更別層，埋没段丘堆積物，沖積層基底礫層など様々な地層に対比されるが，これらを細分することは困難である．

V層…上面深度が大きく変化しており，探査範囲南東部では地表付近に，原野内部では深さ数百 m に分布する．5 万分の 1 地質図「豊富」（長尾，1960）などによると，探査範囲南東部に背斜構造（幌延背斜）の存在が指摘され，周辺の丘陵地では声問層が露出している．V層は珪藻質シルト岩を主体とした声問層に対比される．

ここで，沖積層中部～下部の砂質・泥質層構造を把握するためにIII層基底深度分布図を作成した（Fig.7）．作成にあたり，III層が検出されなかった地点ではIV層上面深度を用い，また原野北

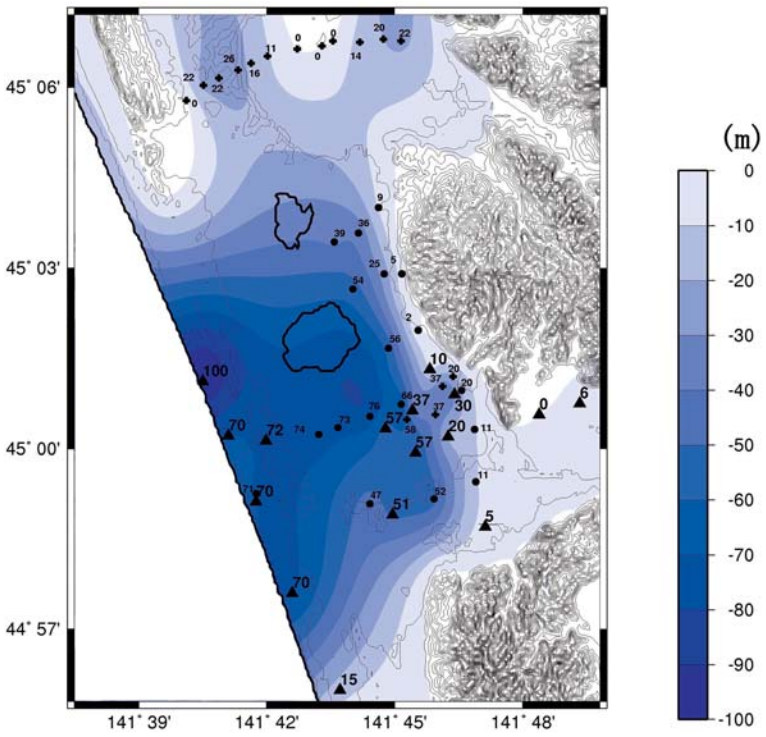


Fig. 7. Contour map of the depth distribution of the layer III. Circles and triangles denote locations of our survey in 2005 and 2006, respectively. Crosses denote survey points by Hokkaido development (1966). Number indicates are the depth of the layer III at each point.

部については営農調査の結果を参考にした．図中丸印が 2005 年の観測点，三角印が 2006 年の観測点，十字が営農調査の結果をそれぞれ示す．また，数字は各点における深度を示す．これによると，Ⅲ層基底は海岸線から原野中央部にかけて平坦であるが，原野東部で急激に浅くなる盆状構造を示している．また，Ⅲ層基底深度コンターに周辺河川を加えた図を Fig.8 に示す．これによると，Ⅲ層基底は海岸線から原野中央部にかけて平坦であるが，原野東部で急激に浅くなる盆状構造を示している．また，盆状構造の東側にあたる幌延町南下沼地区では局所的な谷状構造が得られた．点在する水井戸（Fig.8 内▼印）での水質分析の結果（幌延地圏環境研究所，2006），水温は周辺の井戸水と比較して比較的高いことが把握されている．また化学分析の結果から，ある程度滞留した地下水が採水されていると推定されている．これらの結果から，南下沼地区には埋没谷が存在していると考えられる．

阪口（1974）によると，サロベツ原野の泥炭層基底高度はパンケ沼付近で最も低くなること，パンケ沼付近の泥炭層基底高度は海抜-3m であるが，ミズゴケ泥炭からなる沼沢型泥炭であることから泥炭の形成が始まったときには既に陸地であったことを指摘している．海抜 -3m の基底高度を説明するためには，パンケ沼南部を中心とする沈降運動が最近まで行われていると考える必要がある．盆状構造の中心はパンケ沼南部に位置しており，阪口（1974）の主張を支持する．

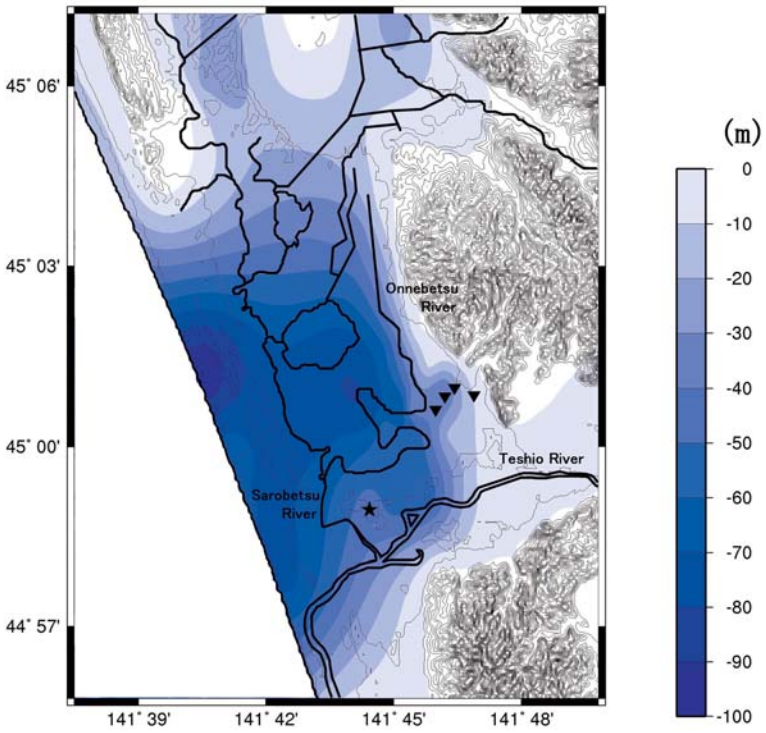


Fig. 8. Fig.7. with main river lines. Star denotes blind hills in Sarobetsu marshland. Inverse triangles denote water wells in Minami-Horonobe area.

サロベツ原野周辺の河川は農地開発に伴う改修工事などにより直線化されている部分が多いが，一部で異常蛇行していることがわかる．特にサロベツ川支流のオンネベツ川では，盆状構造の中心であるパンケ沼南部に向かって異常蛇行している．さらに，サロベツ原野南部の天塩川との合流点付近にはⅢ層基底の高まり（Fig.8 内星印）が見られる．天塩川を挟んで南側には北川口丘陵西縁部の撓曲帯が存在するが，この高まりは撓曲帯の隠れた北端を示している可能性がある．そしてオンネベツ川はこの基底の高まりを迂回してサロベツ川に合流しているように見える．これらから，サロベツ断層帯（北川口丘陵西縁部の撓曲帯）の活動やサロベツ原野を中心とした沈降運動などがサロベツ原野内の河川流路の形成に影響している可能性がある．

Ⅵ．ま と め

下サロベツ地区における地下地質構造を明らかにするために，シュランベルジャー法による電気探査を実施し，あわせて既存資料（地質，地下水，構造探査等）を収集し，総合的な解析を行った．電気探査は 2005 年から 2 年度にわたって実施され，測線長 1,000m（探査深度 500m）を基本として合計 35 測線で行った．得られたデータに対しリニアフィルター法により比抵抗曲線を作成した．調査地域における比抵抗曲線のパターンはおおよそ 5 つに分類でき，それぞれ地形・地質的特徴をあらわしていることがわかった．得られた比抵抗曲線から各探査点での比抵抗構造を推定した．比抵抗層は浅部からⅠ層，Ⅱ層，Ⅲ層，Ⅳ層，Ⅴ層の 5 つに区分され，さらにⅢ層はⅢa，Ⅲb の 2 つに細分した．また，探査領域内に 4 本の測線を設定し，二次元比抵抗断面構造を推定した．その結果，海岸線付近の砂丘列や南東部の背斜構造延長部などを検出することができた．これらはボーリング資料（岡ほか，2006 など）からも裏付けられた．

細分した比抵抗層について，ボーリング資料等を用いた地層対比を行った．その結果，Ⅰ層が道路盛土および砂丘堆積物，Ⅱ層が砂質・シルト質砂層，Ⅲ層が沖積層下部～中部の砂質・泥質層，Ⅳ層が勇知層，更別層，中期更新統，沖積層基底礫層など，Ⅴ層が声問層に対比された．また，Ⅲa 層とⅢb 層の違いは堆積システムの違いを反映していると考えられる．沖積層下部～中部層に対比されたⅢ層について，基底深度のコンターマップを作成した．その結果，サロベツ原野下では海岸線から中央部にかけてほぼ同じ基底深度で分布し，東部で深度が急激に上昇する盆状構造をしていることがわかった．

また，南下沼地区ではⅢ層基底コンターが局所的に谷状構造を示し，周辺井戸水の水質分析結果などとあわせ，埋没谷が存在していることが推定された．得られた盆状構造の中心は泥炭層基底高度が低い地域とほぼ一致することから，泥炭層形成以降の沈降運動がパンケ沼を中心に最近まで行われていると推定される．サロベツ川支流のオンネベツ川は盆状構造の中心に向かって異常蛇行し，また盆状構造南部に見られる基底の高まりを避け，基底深度の低い地域を蛇行して流れていることがわかった．このことは，基底の高まりが撓曲帯の延長部を示し，サロベツ断層帯の活動やサロベツ原野での沈降運動などがオンネベツ川の流路形成に影響を及ぼしている可能性を示している．

謝辞　本研究は幌延地圏環境研究所からの受託研究により，北海道立地質研究所が実施したものである．北海道立地質研究所の石丸聡防災地質科長，廣瀬亘研究職員，川上源太郎研究職員および幌延地圏環境研究所の平井祐次郎主任研究員（現 北電総合設計株式会社）には実際の調査に協力していただいた．記して感謝申し上げます．

また，本調査にご協力いただいた幌延町，天塩町両役場および町民のみなさま，その他関係各位に心より感謝の意を表します．

文　献

秦　光男・植田芳郎・松田武雄・杉山友紀，1969．20 万分の一地質図幅「天塩」，地質調査所．

北海道開発局農業水産部，1966．営農用水対策調査，サロベツ地区調査報告書（昭和 38，39，40 年度調査），北海道開発局農業水産部，193pp．

幌延地圏環境研究所，2006．平成 17 年度地圏環境研究事業研究成果報告書，幌延地圏環境研究所，258pp.

池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編，2002．第四紀逆断層アトラス，東京大学出版会，254pp.

伊藤谷生，1999．北海道におけるアクティブテクトニクスの現フェーズはいつ始まったのか？，月刊地球，**21**，No.9，32-44.

三橋　順・若浜　洋・五十嵐敏文・石島洋二，2005．下サロベツ原野周辺の珪藻・花粉化石群集に基づく湿原形成過程と陸域古気候変遷，ライズ研究紀要，**1**，47-51．

村上　裕，1985．物理探査法－技術と応用－，電気探査法，地球，号外 1，60-66．

長尾捨一，1960．5 万分の 1 地質図幅「豊富」および同説明書，北海道開発庁，36pp.

小椋伸幸・掃部　満，1992．天北・羽幌地域の石油地質－深部構造特性と炭化水素ポテンシャル－，石油技術協会誌，**57**，No.1，32-44．

岡　孝雄・五十嵐八重子・林　正彦，2006．ボーリングデータ解析および花粉分析による天塩平野の沖積層の研究．北海道立地質研究所報告，**77**，17-76.

阪口　豊，1974．泥炭地の地学－環境の変化を探る－，東京大学出版会，329pp.

Sakaguchi,Y., 1985. Holocene Marine Deposits in Hokkaido and their Sedimentary Environments, *Bull. Dept. Geogr. Univ. Tokyo*, **17**, 1-17.

田村　慎・大津　直・秋田藤夫・岡　孝雄・酒井利彰・若浜　洋・平井祐次郎・石島洋二，2007．北海道北部，サロベツ原野における浅部比抵抗構造，北海道立地質研究所報告，**78**，83-94．

Table 1. Survey lines in 2005.

Line No.	Latitude	Lingitude	Height	Survey Line (m)	Date
HOR-1	45 ° 02 ′ 04 ″ N	141 ° 45 ′ 19 ″ E	4m	1,000	2005.11.01
HOR-2	45 ° 01 ′ 46 ″ N	141 ° 44 ′ 38 ″ E	4m	1,000	2005.11.01
HOR-3	45 ° 02 ′ 48 ″ N	141 ° 43 ′ 46 ″ E	4m	1,000	2005.11.01
HOR-4	45 ° 01 ′ 06 ″ N	141 ° 46 ′ 19 ″ E	5m	800	2005.11.01
HOR-5	45 ° 04 ′ 07 ″ N	141 ° 44 ′ 21 ″ E	7m	1,000	2005.11.02
HOR-6	45 ° 03 ′ 45 ″ N	141 ° 43 ′ 54 ″ E	4m	1,000	2005.11.02
HOR-7	45 ° 03 ′ 35 ″ N	141 ° 43 ′ 20 ″ E	4m	1,000	2005.11.02
HOR-8	45 ° 03 ′ 01 ″ N	141 ° 44 ′ 54 ″ E	8m	1,000	2005.11.02
HOR-9	45 ° 03 ′ 01 ″ N	141 ° 44 ′ 31 ″ E	5m	2,000	2005.11.02
HOR-10	45 ° 00 ′ 21 ″ N	141 ° 46 ′ 39 ″ E	4m	1,000	2005.11.03
HOR-11	45 ° 00 ′ 53 ″ N	141 ° 44 ′ 55 ″ E	4m	1,000	2005.11.03
HOR-12	45 ° 00 ′ 39 ″ N	141 ° 44 ′ 09 ″ E	4m	1,000	2005.11.03
HOR-13	45 ° 00 ′ 29 ″ N	141 ° 43 ′ 27 ″ E	2m	2,000	2005.11.03
HOR-14	45 ° 00 ′ 23 ″ N	141 ° 43 ′ 03 ″ E	1m	1,000	2005.11.03
HOR-15	44 ° 59 ′ 20 ″ N	141 ° 41 ′ 26 ″ E	4m	1,000	2005.11.04
HOR-16	45 ° 01 ′ 19 ″ N	141 ° 40 ′ 23 ″ E	7m	1,000	2005.11.04
HOR-17	44 ° 59 ′ 34 ″ N	141 ° 46 ′ 38 ″ E	4m	600	2005.11.04
HOR-18	44 ° 59 ′ 14 ″ N	141 ° 45 ′ 27 ″ E	3m	1,000	2005.11.04
HOR-19	44 ° 59 ′ 14 ″ N	141 ° 44 ′ 11 ″ E	3m	1,000	2005.11.04
Total	19Lines 16,900m				

Table 2. Survey lines in 2006.

Line No.	Latitude	Longitude	Height	Survey line (m)	Date
L-1	44 ° 57 ′ 36 ″ N	141 ° 42 ′ 36 ″ E	5m	1,000	2006.11.09
L-2	44 ° 59 ′ 07 ″ N	141 ° 41 ′ 45 ″ E	5m	2,000	2006.11.10
L-3	45 ° 00 ′ 13 ″ N	141 ° 41 ′ 06 ″ E	5m	1,000	2006.11.09
L-4	45 ° 01 ′ 07 ″ N	141 ° 40 ′ 30 ″ E	5m	2,000	2006.11.09
L-5	45 ° 00 ′ 08 ″ N	141 ° 41 ′ 59 ″ E	8m	600	2006.11.10
L-6	44 ° 58 ′ 54 ″ N	141 ° 44 ′ 57 ″ E	4m	1,000	2006.11.10
L-7	44 ° 55 ′ 59 ″ N	141 ° 43 ′ 43 ″ E	5m	2,000	2006.11.10
L-8	44 ° 58 ′ 42 ″ N	141 ° 47 ′ 07 ″ E	5m	1,000	2006.11.08
L-9	45 ° 00 ′ 34 ″ N	141 ° 48 ′ 23 ″ E	10m	1,000	2006.11.08
L-10	45 ° 00 ′ 45 ″ N	141 ° 49 ′ 20 ″ E	5m	1,000	2006.11.07
L-11	45 ° 00 ′ 20 ″ N	141 ° 44 ′ 47 ″ E	3m	800	2006.11.08
L-12	44 ° 59 ′ 56 ″ N	141 ° 45 ′ 29 ″ E	3m	800	2006.11.08
L-13	45 ° 00 ′ 38 ″ N	141 ° 45 ′ 25 ″ E	3m	500	2006.11.11
L-14	45 ° 00 ′ 12 ″ N	141 ° 46 ′ 15 ″ E	5m	1,000	2006.11.08
L-15	45 ° 01 ′ 19 ″ N	141 ° 45 ′ 49 ″ E	5m	800	2006.11.11
L-16	45 ° 00 ′ 54 ″ N	141 ° 46 ′ 26 ″ E	5m	400	2006.11.10
Total	16 Lines 16,900m				

Table 3-1. Survey results of HOR-1.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	777.571	36.05	271
4	1	341.791	39	206.5
5	1	152.065	38.22	150
6	1	75.499	35.48	117
8	1	26.902	35.16	75.7
10	1	12.248	30.97	61.5
10	3	44.823	31.1	68.7
15	3	15.564	31.25	56.3
15	1	4.842	30.95	55.1
20	3	8.707	32.38	55
25	3	5.856	37.99	49.7
30	3	6.38	56.71	52.5
40	3	53.39	3.433	53.6
50	3	73.36	3.028	53.5
50	10	9.473	74.8	47.7
60	10	3.939	46.05	47
60	3	1.221	46.02	49.9
80	10	5.261	100.37	51.9
100	10	2.174	60.24	56.1
100	25	5.598	59.97	55
150	25	4.044	84.89	65.5
150	10	1.577	83.86	66.2
200	25	2.518	89.24	69.8
250	25	1.736	93.32	72.3
300	25	1.036	81.08	71.8
300	50	2.035	79.13	70.7
400	50	1.275	107.65	58.6
400	25	0.257	105.51	38.2
500	25	0.175	56.9	48.1
500	50	0.401	58.41	53.3

Table 3-2. Survey results of HOR-2.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	468.827	15.38	383
4	1	188.548	16.62	267.3
5	1	74.644	14.91	188.7
6	1	38.138	15.79	132.8
8	1	14.941	16.18	91.4
10	1	7.881	16.76	73.1
10	3	28.823	16.68	82.3
15	3	7.537	15.85	53.8
15	1	2.244	15.8	50
20	3	2.031	11.27	36.9
25	3	2.12	26.38	25.9
30	3	1.141	25.85	20.6
40	3	0.429	19.81	18
50	3	0.229	18.29	16.3
50	10	0.861	18.88	17.2
60	10	0.537	17.58	16.8
60	3	0.143	17.05	15.8
80	10	0.267	14.56	18.1
100	10	0.299	21.46	21.7
100	25	0.731	20.1	21.4
150	25	0.356	18.35	26.7
150	10	0.315	41.8	26.5
200	25	0.566	47.59	29.4
250	25	0.445	51.81	33.4
300	25	0.261	43.8	33.4
300	50	0.493	40	33.9
400	50	0.331	44.68	36.6
400	25	0.604	180.93	33.4
500	25	0.464	176.12	41.3
500	50	1.148	227.14	39.3

Table 3-3. Survey results of HOR-3.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	409.785	30.74	167.5
4	1	66.436	12.82	122.1
5	1	42.623	16.07	100
6	1	23.076	15.75	80.6
8	1	11.441	19.16	59.1
10	1	3.936	14.28	42.9
10	3	14.693	14.45	48.5
15	3	3.099	14.89	23.5
15	1	0.935	14.91	22.1
20	3	0.998	15.04	13.6
25	3	0.572	20.86	8.8
30	3	0.477	31.19	7.1
40	3	0.34	46.24	6.1
50	3	0.134	46.56	3.7
50	10	0.677	52.16	4.9
60	10	0.515	59.15	4.8
60	3	0.134	70.83	3.5
80	10	0.385	62.56	6.1
100	10	0.477	88.08	8.4
100	25	1.135	51.97	8.2
150	25	0.54	65.3	11.4
150	10	0.48	144.63	11.7
200	25	0.54	92.44	14.5
250	25	0.505	119.54	16.4
300	25	0.343	109.77	17.6
300	50	0.706	105.65	18.4
400	50	0.83	187.76	21.9
400	25	0.547	256.28	21.4
500	25	0.286	218.81	20.5
500	50	0.785	267.07	22.9

Table 3-4. Survey results of HOR-4.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	156.225	22.03	89.1
4	1	100.826	24.53	96.9
5	1	19.366	7.9	92.4
6	1	45.598	27.47	91.3
8	1	39.202	42.85	90.5
10	1	21.375	37.41	88.8
10	3	71.081	37.41	90.5
15	3	31.214	37.63	92
15	1	9.842	37.63	92
20	3	10.119	21.34	97.1
25	3	10.697	30.58	94.3
30	3	5.48	27.87	91.7
40	3	2.559	25.87	82.4
50	3	2.044	34.99	76.2
50	10	6.781	35.08	72.9
60	10	5.395	41.44	71.6
60	3	1.847	47.45	73.2
80	10	2.26	34.12	65.6
100	10	2.441	62.05	61.2
100	25	6.005	57.65	61.4
150	25	2.2	58.13	52
150	10	0.807	55.28	51.4
200	25	0.747	46.7	39.6
250	25	0.312	37.64	32.2
300	25	0.273	62.74	24.5
300	50	0.423	45.89	25.3
400	50	0.334	127.57	12.9
400	25	0.321	251.54	12.8

Table 3-5. Survey results of HOR-5.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	81.059	23.79	42.8
4	1	39.155	19.9	46.5
5	1	27.854	21.07	49.8
6	1	21.226	22.67	51.5
8	1	11.485	20.63	55.1
10	1	9.855	26.53	57.8
10	3	34.202	26.77	60.9
15	3	14.995	25.35	66.9
15	1	4.606	25.6	63.3
20	3	7.827	22.82	70.2
25	3	5.932	27.67	69.1
30	3	3.897	27.2	66.8
40	3	3.786	49.32	64
50	3	1.345	30.76	57
50	10	5.213	31.38	62.6
60	10	6.52	58.6	61.2
60	3	1.729	59.49	54.7
80	10	5.096	88.59	56.9
100	10	2.966	86.9	53.1
100	25	8.659	87.01	58.6
150	25	5.992	149.99	54.9
150	10	2.273	150.58	53.1
200	25	1.192	57.59	51.2
250	25	0.89	67.49	51.3
300	25	1.745	179.78	54.5
300	50	3.621	179.98	55.3
400	50	1.221	107.23	56.3
400	25	0.842	167.24	50.4
500	25	0.35	160.18	34.2
500	50	0.865	121.86	55.2

Table 3-6. Survey results of HOR-6.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	646.713	81.08	100.2
4	1	381.003	87.48	102.6
5	1	130.472	53.12	92.6
6	1	45.172	30.28	82
8	1	24.15	34.49	69.3
10	1	27.466	75.8	56.3
10	3	90.04	76.48	56.1
15	3	9.794	40.73	27.2
15	1	3.242	41.86	27.3
20	3	3.144	46.66	13.8
25	3	1.214	46.88	8.4
30	3	0.693	49.85	6.5
40	3	0.725	101.59	5.9
50	3	0.445	98.57	5.9
50	10	1.529	100.33	5.7
60	10	0.973	87.64	6.1
60	3	0.68	195.06	6.6
80	10	1.078	155.38	6.9
100	10	1.322	259.91	7.9
100	25	3.837	271.72	8.3
150	25	2.931	348.98	11.5
150	10	1.246	383.14	11.4
200	25	2.387	416.48	14.2
250	25	2.035	468.86	16.9
300	25	1.914	565.06	19
300	50	3.99	571.16	19.2
400	50	2.594	540.78	23.7
400	25	1.259	542.04	23.3
500	25	1.024	612.75	26.2
500	50	2.12	612.96	26.9

Table 3-7. Survey results of HOR-7.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	251.275	27.48	114.9
4	1	115.209	26.52	102.3
5	1	49.439	20.15	92.5
6	1	29.297	19.84	81.2
8	1	13.881	22.52	61
10	1	13.623	44.16	48
10	3	47.336	44.26	51
15	3	7.525	32.21	26.4
15	1	2.437	33.08	25.9
20	3	1.535	19.96	15.7
25	3	4.01	114.02	11.3
30	3	0.472	29.97	7.3
40	3	0.334	57.65	4.8
50	3	0.658	144.85	5.9
50	10	2.346	145.59	6.1
60	10	1.092	99.44	6
60	3	0.505	171.23	5.6
80	10	0.472	71.55	6.5
100	10	0.939	205.66	7.1
100	25	2.475	208.3	7
150	25	1.268	203.92	8.5
150	10	0.563	240.72	8.2
200	25	0.796	199.81	9.9
250	25	0.439	142.99	11.9
300	25	0.577	268.87	12.1
300	50	1.292	270.98	13.1
400	50	0.696	215.55	16
400	25	0.534	345.2	15.5
500	25	0.086	167.14	8
500	50	0.343	168.27	15.9

Table 3-8. Survey results of HOR-8.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	880.191	29.18	379
4	1	314.88	34.11	217.5
5	1	128.064	30.57	157.9
6	1	75.684	31.7	131.3
8	1	32.965	29.72	109.8
10	1	18.277	28.35	100.3
10	3	60.768	28.53	101.5
15	3	23.208	31.21	84.1
15	1	7.577	31.26	85
20	3	12.274	32.64	77
25	3	7.52	34.8	69.7
30	3	4.606	31.95	67.3
40	3	1.774	23.73	62.3
50	3	2.303	50.45	59.5
50	10	9.686	51.48	70.9
60	10	5.417	52.14	57.1
60	3	1.683	52.54	60.2
80	10	4.396	78.05	55.7
100	10	3.371	98.22	53.4
100	25	8.726	98.29	52.3
150	25	5.279	126.72	57.4
150	10	2.112	126.91	58.6
200	25	3.357	129.72	64
250	25	2.265	127.52	69.1
300	25	1.297	104.61	69.6
300	50	2.537	104.74	66.6
400	50	1.779	127.85	68.8
400	25	0.954	128.25	74.5
500	25	1.259	288.3	68.4
500	50	2.441	288.33	65.8

Table 3-9. Survey results of HOR-9.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	616.118	46.12	167.9
4	1	96.069	15.04	150.5
5	1	30.236	8.62	132.3
6	1	16.084	7.44	118.8
8	1	9.298	8.6	107
10	1	3.605	5.97	93.9
10	3	11.643	6.07	90
15	3	0.758	1.24	69.4
15	1	0.477	2.02	83
20	3	16.522	74.83	45.2
25	3	7.024	65.84	34.4
30	3	3.829	56.82	31.4
40	3	2.341	67.24	29
50	3	1.731	76.36	29.6
50	10	8.111	76.96	39.7
60	10	5.496	87.92	34.4
60	3	0.963	55.73	32.5
80	10	3.901	98.65	39.1
100	10	6.08	246.4	38.4
100	25	15.567	246.77	37.2
150	25	6.774	218.78	42.6
150	10	2.842	219.88	45.5
200	25	3.78	211.21	44.3
250	25	2.686	219.19	47.6
300	25	2.505	282.75	49.8
300	50	4.981	283.14	48.4
400	50	2.527	244.41	51.2
400	25	1.307	245.57	53.3
500	25	1.176	369.72	49.8
500	50	2.362	369.35	49.7
600	25	0.795	326.85	54.9
700	25	0.579	344.38	51.7
800	25	0.308	239.63	51.7
900	25	0.296	263.96	57
1000	25	0.308	333.57	58
600	50	1.545	327.66	53
700	50	1.17	347.8	51.5
800	50	0.648	255.72	50.8
900	50	0.601	293.14	52
1000	50	0.515	307.52	52.5

Table 3-10. Survey results of HOR-10.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	611.998	32.16	239.1
4	1	217.739	34.54	148.5
5	1	86.217	31.58	102.9
6	1	43.149	30.34	78.2
8	1	14.648	24.61	58.9
10	1	12.67	37.33	52.8
10	3	64.035	55.39	55.1
15	3	10.595	25.42	47.1
15	1	3.448	25.47	47.4
20	3	6.537	30.81	43.4
25	3	5.393	43.23	40.2
30	3	2.613	33.38	36.5
40	3	1.154	29.37	32.7
50	3	0.715	30.95	30.1
50	10	2.422	31.1	29.4
60	10	1.488	31.09	26.3
60	3	0.677	46.81	27.2
80	10	1.049	46.2	22.5
100	10	0.877	76	18
100	25	2.357	75.55	18.4
150	25	0.572	79.31	9.9
150	10	0.229	79	10.2
200	25	0.381	155.28	6.1
250	25	0.181	127.45	5.5
300	25	0.134	127.08	5.9
300	50	0.296	128.23	6.3
400	50	0.315	240.17	6.5
400	25	0.153	241.11	6.3
500	25	0.134	252.08	8.3
500	50	0.286	249.39	8.9

Table 3-11. Survey results of HOR-11.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	435.072	21.39	255.6
4	1	200.882	30.52	155.1
5	1	98.691	33.57	110.8
6	1	51.999	32.41	88.2
8	1	21.319	31.95	66
10	1	11.53	31.19	57.5
10	3	37.441	31.41	56.8
15	3	14.381	34.01	47.8
15	1	4.663	34.07	48.2
20	3	6.461	28.82	45.9
25	3	13.879	130.28	34.4
30	3	2.324	30.74	35.3
40	3	3.662	83.26	36.6
50	3	2.317	91.22	33.1
50	10	8.233	91.73	33.8
60	10	4.854	87.27	30.6
60	3	1.37	87.79	29.3
80	10	1.618	56.28	30.7
100	10	2.925	156.25	29.1
100	25	7.854	157.9	29.3
150	25	3.343	136.63	33.6
150	10	1.321	136.22	34.1
200	25	2.333	163.28	35.4
250	25	0.591	98.59	23.3
300	25	1.478	214.28	38.7
300	50	2.928	215.82	37.3
400	50	1.3	166.18	38.7
400	25	0.677	166.71	40.7
500	25	0.668	413.57	25.3
500	50	1.74	409.08	33.1

Table 3-12. Survey results of HOR-12.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	277.196	16.9	206.5
4	1	215.318	30.44	166.7
5	1	113.435	33.17	128.9
6	1	55.881	28.93	106.2
8	1	23.508	30.43	76.4
10	1	13.866	30.42	70.9
10	3	45.667	30.82	70.6
15	3	11.082	20.46	61.3
15	1	3.829	20.66	65.2
20	3	9.352	32.34	59.2
25	3	11.94	74.27	51.8
30	3	2.985	30.78	45.2
40	3	1.052	26.17	33.5
50	3	1.939	106.38	23.8
50	10	7.245	106.52	25.6
60	10	2.931	75.6	21.3
60	3	0.973	76.18	24
80	10	0.728	44.52	16.2
100	10	0.96	112.19	13.3
100	25	2.702	112.17	14.2
150	25	0.652	48.22	18.6
150	10	0.483	99.06	17.2
200	25	1.392	150.8	22.8
250	25	0.919	181.24	19.7
300	25	0.391	141.87	15.5
300	50	1.119	142.27	21.6
400	50	1.005	202.58	24.5
400	25	0.426	200.78	10.5
500	25	0.41	212.5	30.2
500	50	0.788	213.19	28.8

Table 3-13. Survey results of HOR-13.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	481.831	28.62	211.6
4	1	260.034	37.68	162.6
5	1	95.697	25.95	139
6	1	134.406	59.43	124.3
8	1	41.165	38.53	105.7
10	1	21.825	34.76	97.6
10	3	69.099	35.01	94
15	3	13.223	20.22	74
15	1	4.501	20.41	77.6
20	3	7.753	26.68	59.5
25	3	6.561	43.92	48.2
30	3	2.413	27.94	40.3
40	3	0.76	20.15	31.4
50	3	0.629	31.09	26.4
50	10	2.069	31.29	24.9
60	10	1.354	34.34	21.7
60	3	0.648	51.64	23.6
80	10	1.043	52.49	19.7
100	10	1.237	99.01	19.4
100	25	3.284	98.72	19.6
150	25	1.721	108.93	21.7
150	10	0.703	110.56	22.4
200	25	1.014	115.01	21.8
250	25	0.83	134.24	24
300	25	0.922	217.66	23.8
300	50	1.945	220.73	24.2
400	50	0.61	111.22	27.2
400	25	0.413	155.57	26.6
500	25	0.601	393.04	24
500	50	1.211	383.28	24.6
600	25	0.375	295.8	28.6
700	25	0.512	555.89	28.3
800	25	0.219	379.18	23.2
900	25	0.329	639.95	26.1
1000	25	0.162	555.59	18.3
600	50	0.763	300.76	28.5
700	50	1.027	566.35	27.8
800	50	0.458	380	24.1
900	50	0.594	553.96	27.2
1000	50	0.343	520.08	20.7

Table 3-14. Survey results of HOR-14.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	266.899	29.99	111.9
4	1	226.323	46.82	113.9
5	1	81.263	27.87	109.9
6	1	50.297	26.39	104.8
8	1	55.947	53.19	104.1
10	1	13.995	21.32	102.1
10	3	47.522	21.42	105.7
15	3	29.605	35.72	93.7
15	1	9.222	35.93	90.3
20	3	8.097	20.42	81.2
25	3	6.917	31.31	71.3
30	3	6.876	48.43	66.2
40	3	1.812	26.61	56.7
50	3	2.632	130.28	26.4
50	10	16.553	129.41	48.2
60	10	3.236	45.07	39.5
60	3	0.973	45.28	40.4
80	10	1.167	39.55	29.2
100	10	1.173	82.35	22.2
100	25	3.335	82.82	23.7
150	25	1.72	108.97	21.7
150	10	0.648	109.52	20.8
200	25	0.868	101.5	21.2
250	25	0.706	103.48	26.5
300	25	1.179	216.06	30.7
300	50	1.799	214.97	23
400	50	0.898	197.01	22.6
400	25	0.719	194.04	37.1
500	25	0.553	363.42	23.8
500	50	1.062	364.86	22.6

Table 3-15. Survey results of HOR-15.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	2129.659	51.67	518
4	1	1214.863	49.62	576.9
5	1	844.064	55.6	572.3
6	1	598.883	55.43	594
8	1	312.59	48.15	642.4
10	1	179.549	41.74	668.9
10	3	618.094	42.09	699.7
15	3	305.447	51.99	664
15	1	96.652	53.16	639.7
20	3	136.977	45.84	611.8
25	3	83.04	57.22	468.1
30	3	63.658	78.53	378.2
40	3	23.197	82.41	234.5
50	3	5.236	40.86	167.1
50	10	17.077	41.2	156.3
60	10	5.124	30.37	92.8
60	3	1.653	30.59	101.6
80	10	3.166	71.11	44.1
100	10	3.541	184.59	29.8
100	25	9.937	184.78	31.7
150	25	1.688	103.14	22.5
150	10	0.674	102.97	23
200	25	1.326	144.9	22.6
250	25	0.769	120.14	24.9
300	25	0.553	130.92	23.7
300	50	1.109	131.66	23.2
400	50	0.747	165.74	22.3
400	25	0.563	253.22	22.3
500	25	0.242	199.04	19.1
500	50	0.531	203.03	20.3

Table 3-16. Survey results of HOR-16.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	1848.754	28.02	829
4	1	319.552	10.81	696.6
5	1	410.138	29.07	531.9
6	1	378.323	50.51	411.8
8	1	176.602	62.34	280.3
10	1	52.195	37.5	216.4
10	3	178.004	37.59	225.6
15	3	76.337	61.49	140.4
15	1	26.026	61.32	149.3
20	3	9.465	14.95	129.6
25	3	3.314	8.17	130.9
30	3	1.559	5.34	136.2
40	3	3.448	23.87	120.3
50	3	1.774	22.07	104.8
50	10	6.089	22.29	103
60	10	5.45	35.9	83.5
60	3	1.574	35.56	83.2
80	10	1.345	24.88	53.5
100	10	0.931	40.91	35.4
100	25	3.309	41.04	47.5
150	25	2.732	128.11	29.3
150	10	0.858	127.82	23.6
200	25	1.976	307.74	15.9
250	25	2.611	224.24	45.3
300	25	2.499	244.08	57.5
300	50	2.606	244.14	29.3
400	50	0.854	41.56	101.6
400	25	1.617	41.4	391.3
500	25	1.063	107.22	155.4
500	50	0.71	107.14	51.6

Table 3-17. Survey results of HOR-17.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	1058.786	33.5	397.2
4	1	338.555	31.34	254.6
5	1	164.935	35.02	177.5
6	1	84.725	36.31	128.3
8	1	29.378	35.2	82.6
10	1	14.262	34.41	64.5
10	3	52.242	34.48	72.2
15	3	12.989	34.29	42.8
15	1	4.034	34.38	41.3
20	3	5.035	31.93	32.3
25	3	2.79	33.84	26.6
30	3	1.483	31.45	22
40	3	0.61	28.43	17.9
50	3	0.153	17.01	11.7
50	10	0.674	17.21	14.8
60	10	1.001	38.48	14.3
60	3	0.505	66.19	14.4
80	10	0.75	58.32	12.7
100	10	0.785	117.94	10.4
100	25	2.124	117.76	10.6
150	25	0.844	146.71	7.9
150	10	0.355	151.94	8.2
200	25	0.648	264.71	6.1
250	25	0.427	278.63	6
300	25	0.244	280.86	4.9
300	50	0.481	284	4.7

Table 3-18. Survey results of HOR-18.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	570.384	43.04	166.5
4	1	196.454	34.79	133
5	1	109.744	34.89	118.6
6	1	68.331	32.35	116.8
8	1	47.096	40.98	113.7
10	1	21.118	30.63	107.2
10	3	66.29	30.74	102.7
15	3	24.519	36.27	76.5
15	1	8.24	36.41	79.6
20	3	12.131	42.96	57.8
25	3	6.17	45.96	43.3
30	3	3.176	42.69	34.7
40	3	1.345	40.44	27.7
50	3	1.529	80.53	24.8
50	10	5.267	80.76	24.6
60	10	2.054	45.75	24.7
60	3	2.05	152.05	25.4
80	10	3.284	138.6	36.8
100	10	3.732	239.15	24.3
100	25	10.284	243.8	24.8
150	25	4.145	224.08	25.4
150	10	1.602	225.03	25.1
200	25	1.704	175.22	24.1
250	25	1.37	207.92	25.6
300	25	1.027	241.9	23.8
300	50	2.114	244.09	23.8
400	50	0.954	208.83	22.6
400	25	0.486	211.06	23.1
500	25	0.181	222.08	12.8
500	50	0.47	222	16.5

Table 3-19. Survey results of HOR-19.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	368.415	23.7	204.9
4	1	232.401	34.82	157.2
5	1	101.247	30.39	125.6
6	1	75.05	35.87	115
8	1	28.439	30.32	92.8
10	1	19.097	39.74	74.7
10	3	69.447	38.87	85.1
15	3	16.26	32.64	56.3
15	1	5.013	32.53	54.2
20	3	7.229	38.74	38.2
25	3	3.087	35.9	27.7
30	3	2.035	44.17	21.5
40	3	0.556	27.85	16.6
50	3	0.41	38.29	14
50	10	1.586	38.39	15.6
60	10	1.148	43.43	14.5
60	3	0.305	42.81	13.4
80	10	0.699	48.98	14.1
100	10	0.82	85.14	15
100	25	3.634	149.27	14.3
150	25	1.888	159.51	16.3
150	10	0.766	160.95	16.7
200	25	1.119	156.09	17.7
250	25	0.772	156.76	19.2
300	25	0.486	140.04	19.5
300	50	0.976	139.31	19.3
400	50	0.887	210.33	20.9
400	25	0.436	208.24	20.9
500	25	0.2	159.96	19.6
500	50	0.416	157.69	20.5

Table 4-1. Survey results of Line-1.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	238.114	7.42	403.2
4	1	99.23	6.98	335.1
5	1	67.759	7.52	339.7
6	1	64.035	9.49	370.8
8	1	29.278	7.53	384.9
10	1	21.486	8.86	379.6
10	3	56.429	8.8	305.6
15	3	24.653	8.65	322.4
15	1	9.379	8.64	382.1
20	3	11.859	8.13	298.7
25	3	8.159	9.67	272.3
30	3	3.719	7.12	243.7
40	3	0.93	5.16	150
50	3	0.801	7.21	144.9
50	10	2.122	7.21	110.9
60	10	1.388	10.09	75.6
80	10	2.255	63.9	34.9
100	10	0.73	42.68	26.6
100	25	1.898	43.56	25.7
150	25	1.755	102.35	23.6
150	10	0.753	104.31	25.4
200	25	0.834	84.8	24.3
250	25	0.863	118.36	28.3
300	25	0.763	131.8	32.5
300	50	1.469	131.2	30.8
400	50	0.72	116.66	30.5
400	25	0.496	164.65	30.2
500	25	0.443	198.91	34.9
500	50	0.825	196.53	32.6

Table 4-2. Survey results of Line-2.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	558.788	14.7	477.6
4	1	195.146	11.66	394.2
5	1	135.842	13.6	376.5
6	1	83.289	13.44	340.7
8	1	46.697	14.9	310.2
10	1	25.63	13.54	294.3
10	3	76.218	13.59	267.2
15	3	29.254	14.56	233.7
15	1	10.371	14.12	258.4
20	3	12.617	12.6	205
25	3	5.937	10.82	176.9
30	3	3.648	11.11	153.1
40	3	1.435	11.27	106.1
50	3	0.577	10.26	73.4
50	10	2.599	10.19	96.2
60	10	0.844	7.47	62.1
60	3	0.439	17.21	47.9
80	10	0.858	24.93	34.1
100	10	1.769	113.81	24.2
100	25	5.202	112.2	27.3
150	25	0.588	37.07	20.7
150	10	0.176	38.41	16.2
200	25	0.277	42.96	15.9
250	25	0.181	47.26	14.9
300	25	0.2	49.88	22.5
300	50	0.443	50.05	24.4
400	50	1.311	238.88	27.2
400	25	0.634	229.04	27.7
500	25	0.062	89.27	10.9
500	50	0.267	102.89	20.2
600	25	0.181	72.34	28.1
700	25	0.277	193.54	21.9
800	25	0.21	224.14	18.7
600	50	0.091	72.98	28
700	50	0.081	197.07	12.6
800	50	0.052	221.42	9.5
900	50	0.31	333.86	23.6
1000	50	0.277	384.47	22.5

Table 4-3. Survey results of Line-3.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	455.352	6.34	902.6
4	1	267.702	9.3	678.4
5	1	115.466	7.72	564
6	1	63.062	7.22	480.2
8	1	24.49	6.29	385.5
10	1	15.85	7.23	340.9
10	3	50.945	7.21	336.8
15	3	24.738	9.91	282.2
15	1	8.259	9.82	295.8
20	3	14.024	11.63	246.9
25	3	6.118	9.49	207.9
30	3	4.659	12.66	171.7
40	3	2.069	14.62	118
50	3	0.834	12.98	83.8
50	10			93
60	10	1.516	13.35	66.6
60	3	0.405	13.2	57.7
80	10	1.45	37.43	38.3
100	10	0.558	35.72	24.7
100	25	1.75	35.05	29.4
150	25	1.354	80.35	23.2
150	10	0.529	78.66	23.7
200	25	0.677	56.94	29.4
250	25	0.601	146.82	15.9
300	25	0.305	66.62	25.7
300	50	0.587	66.2	24.4
400	50	1.025	193.97	26.2
400	25	0.434	192.39	22.6
500	25	0.219	191.41	18
500	50	0.61	188.65	25.2

Table 4-5. Survey results of Line-5.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	847.251	12.66	840.7
4	1	572.516	12.25	1101
5	1	421.077	12.56	1264.1
6	1	275.86	11.48	1321.7
8	1	150.895	11.3	1321.6
10	1	93.045	11.75	1231.3
10	3	298.963	11.71	1216.8
15	3	98.329	11.23	990.5
15	1	30.985	11.03	988.3
20	3	31.219	10.91	585.9
25	3	14.296	10.61	434.6
30	3	9.217	12.56	342.4
40	3	3.185	11.36	233.5
50	3	1.95	13.71	185.5
50	10	6.857	12.6	205.2
60	10	3.829	11.36	185.3
60	3	0.931	10.75	162.9
80	10	2.003	13.05	151.9
100	10	1.893	63.37	46.5
100	25	7.629	63.41	70.9
150	25	2.122	118.68	24.6
150	10	0.696	117.62	20.8
200	25	1.512	145.78	25.7
200	10	0.544	147.74	23.1
250	25	0.663	110.99	23.2
300	25	0.366	91.24	22.5

Table 4-4. Survey results of Line-4.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	1229.627	8.13	2007.6
4	1	879.928	11.62	1784.9
5	1	490.318	11.5	1607.2
6	1	275.145	10.98	1337.2
8	1	121.823	11.48	1049.7
10	1	55.628	10.92	792.2
10	3	199.333	10.95	867.1
15	3	37.632	9.91	429.4
15	1	11.706	9.8	420.2
20	3	13.862	9.53	297.7
25	3	5.236	7.3	231.4
30	3	2.875	7.37	182
40	3	1.845	12.28	125.2
50	3	0.672	9.56	91.8
50	10	2.26	9.55	89.2
60	10	1.144	11.12	56.6
60	3	0.358	10.92	61.6
80	10			55.2
100	10	0.181	11.61	24.3
100	25	0.529	11.48	27.1
150	25	0.753	48.59	21.3
150	10	0.296	48.62	21.4
200	25	0.706	124.68	14
250	25	0.2	75.27	10.3
300	25	0.339	131.09	14.5
300	50	0.858	130.67	18.1
400	50	1.13	241.71	23.1
400	25	0.591	233.21	25.4
500	25	0.358	169.33	33.1
500	50	0.548	164.03	26
600	25	0.658	270.56	27.3
700	25	0.162	209.24	11.9
800	25	0.286	303.33	18.9
900	25	0.11	238.33	23.4
1000	25	0.076	243.57	19.7
600	50	0.41	258.18	35.9
700	50	0.029	215.41	4.1
800	50	0.148	295.32	20.1
900	50	0.029	244.03	3
1000	50	0.043	251.03	5.4

Table 4-6. Survey results of Line-6.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	60.954	7.69	99.6
4	1	26.522	7.14	87.5
5	1	15.44	8	72.7
6	1	7.954	7.21	60.7
8	1	3.39	6.91	48.5
10	1	1.688	6.9	38
10	3	5.093	6.29	38.6
15	3	1.445	6.04	27.1
15	1	0.467	5.99	27.5
20	3	1.078	10.24	21.5
25	3	0.606	10.55	18.5
30	3	0.396	10.99	16.8
40	3	0.181	9.99	15.1
50	3	0.691	62.21	14.5
50	10	2.279	62.39	13.8
60	10	1.564	64.18	13.4
60	3	0.486	64.46	14.2
80	10	0.663	48.68	13.5
100	10	0.486	52.29	14.5
100	25	1.245	52.62	13.9
150	25	0.877	74.17	16.3
150	10	0.362	74.47	17.1
200	25	0.744	96.16	19.1
250	25	0.544	100.65	21
300	25	0.41	104	22.1
300	50	1.254	157.84	21.8
400	50	0.806	176.14	22.6
400	25	0.548	237.87	23.1
500	25	0.348	230.85	23.6
500	50	0.682	227.6	23.3

Table 4-7. Survey results of Line-7.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	77.934	6.98	140.2
4	1	45.319	6.72	158.9
5	1	29.683	6.57	170.3
6	1	20.061	6.21	177.5
8	1	8.736	4.91	175.9
10	1	6.194	5.99	160.8
10	3	20.185	6.09	158
15	3	6.323	6.2	115.3
15	1	2.05	6.28	115
20	3	1.826	5.25	71.2
25	3	1.373	9.25	47.9
30	3	0.429	5.49	36.4
40	3	0.248	6.39	32.3
50	3	0.315	11.17	36.8
50	10	0.973	10.92	33.6
60	10	0.639	9.52	36.9
60	3	0.196	9.5	38.7
80	10	0.443	10.51	41.7
100	10	0.219	7.72	44.2
100	25	0.572	7.66	44
150	25	1.111	45.38	33.6
150	10	0.41	45.79	31.5
200	25	3.667	285.68	31.8
250	25	2.036	246.31	32.1
300	25	1.33	245.13	30.5
300	50	2.551	237.57	29.5
400	50	1.636	256.11	31.6
400	25	0.796	247.21	32.3
500	25	0.501	255.75	30.7
500	50	0.939	246.92	29.6
600	25	0.978	357.7	30.7
700	25	0.52	298.56	26.7
800	25	0.477	327.23	29.2
900	25	0.482	446.66	27.4
1000	25	0.377	473.76	24.9
600	50	0.463	331.48	31.5
700	50	0.3	312.95	29.5
800	50	0.238	325.52	29.4
900	50	0.205	367.68	28.4
1000	50	0.2	454.23	27.7

Table 4-8. Survey results of Line-8.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	487.052	47.43	129
4	1	198.679	56.64	83.8
5	1	67.73	48.21	53
6	1	44.866	65.62	37.6
8	1	17.924	72.08	24.6
10	1	9.847	75.41	20.3
10	3	37.508	75.87	23.6
15	3	12.321	86.21	16.2
15	1	3.614	86.27	14.7
20	3	6.537	107.55	12.4
25	3	2.36	70.9	10.7
30	3	1.769	87.43	9.4
40	3	0.887	90.58	8.2
50	3	0.381	68.2	7.3
50	10	1.354	68.49	7.5
60	10	0.722	59.13	7.1
60	3	0.21	55.96	7
80	10	0.491	74.73	6.5
100	10	0.315	83.55	5.9
100	25	0.901	83.95	6.3
150	25	0.296	68.16	6
150	10	0.076	66.42	4
200	25	0.358	244.99	3.6
250	25	0.181	227.43	3.1
300	25	0.105	228.23	2.6
400	50	0.086	168.4	2.5
400	25	0.01	74.53	1.3
500	25	0.033	285.55	1.8
500	50	0.095	374.12	2

Table 4-9. Survey results of Line-9.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	445.701	13.15	426
4	1	163.389	11.84	325.2
5	1	68.14	10.96	234.4
6	1	34.45	12.83	147.6
8	1	11.363	13.81	81.4
10	1	6.027	15.3	61.3
10	3	22.459	15.23	70.3
15	3	5.703	15.43	41.8
15	1	1.812	15.37	41.5
20	3	2.308	13.48	35.1
25	3	1.426	14.5	31.7
30	3	0.93	14.63	29.6
40	3	0.501	15.39	27.1
50	3	0.272	14.79	24
50	10	0.916	14.64	23.6
60	10	0.572	14.48	21.7
60	3	0.172	14.3	22.6
80	10	0.286	15.16	18.7
100	10	0.162	16.15	15.6
100	25	2.875	101.01	16.8
150	25	1.225	136.17	12.4
150	10	0.458	133.65	12.1
200	25	0.472	142.47	8.2
250	25	0.143	124.82	4.5
300	25	0.105	187.54	3.1
300	50	0.248	184.71	3.7
400	50	0.167	286.95	2.9
400	25	0.072	273.45	2.6
500	25	0.062	351.93	2.8
500	50	0.105	351.63	2.3

Table 4-10. Survey results of Line-10.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	1400.203	57.87	304.1
4	1	442.811	49.84	209.3
5	1	210.171	60.05	131.9
6	1	86.26	56.07	84.9
8	1	29.151	54.66	52.8
10	1	16.521	60.5	42.5
10	3	60.603	60.69	47.6
15	3	17.284	52.79	37
15	1	5.336	52.97	35.6
20	3	10.016	62.51	32.8
25	3	5.465	58.1	30.3
30	3	4.19	68.39	28.6
40	3	2.549	78.82	26.9
50	3	0.82	42.25	25.3
50	10	2.829	42.61	25
60	10	2.915	64.3	24.9
60	3	0.868	64.4	25.3
80	10	1.558	70.54	21.9
100	10	0.757	60.87	19.3
100	25	2.076	61.22	20
150	25	1.087	115.28	13
150	10	0.594	168.1	12.4
200	25	0.442	139.73	7.8
250	25	0.21	160.63	5.1
300	25	0.076	142.43	3
400	50	0.025	57.49	2.2
400	25	0.01	62.26	1.5

Table 4-11. Survey results of Line-11.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	294.015	13.26	278.6
4	1	107.107	14.33	176.1
5	1	42.482	13.97	114.6
6	1	20.919	13.48	85.3
8	1	8.421	13.63	61.1
10	1	4.749	14.09	52.4
10	3	14.348	13.75	49.7
15	3	4.487	13.18	38.5
15	1	1.545	12.93	42
20	3	1.998	12.89	31.7
25	3	1.121	14.28	25.3
30	3	0.672	14.26	22
40	3	1.208	53.17	18.9
50	3	1.473	110.83	17.3
50	10	5.314	110.25	18.4
60	10	2.584	80.75	17.6
60	3	0.715	80.72	16.7
80	10	1.774	95.08	18.5
100	10	2.027	155.04	20.3
100	25	7.129	209.95	20
150	25	4.625	264.11	24.1
150	10	1.779	257.15	24.3
200	25	2.818	267.23	26.1
250	25	2.337	324.3	28
300	25	1.359	272.74	28
300	50	2.699	263.73	28.1
400	50	2.079	348.6	29.5
400	25	0.982	338.75	29

Table 4-12. Survey results of Line-12.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	365.334	13.99	328.2
4	1	147.248	14.15	245.2
5	1	67.83	12.63	202.5
6	1	37.365	11.8	174.1
8	1	17.529	12.64	137.2
10	1	9.875	12.72	120.8
10	3	33.908	12.63	128
15	3	11.549	14.59	89.5
15	1	3.505	14.38	85.7
20	3	4.106	13.64	61.6
25	3	1.879	14.26	42.5
30	3	0.939	13.7	32
40	3	0.353	13.6	21.6
50	3	0.806	56.73	18.5
50	10	2.766	57.06	18.3
60	10	1.607	51.16	17.3
60	3	0.467	51.41	17.1
80	10	1.221	64.29	18.8
100	10	0.811	63.1	20
150	25	2.298	137.21	23
150	10	0.882	135.61	22.9
200	25	2.022	202.55	24.7
250	25	1.054	159.35	25.7
300	25	0.916	194.98	26.4
300	50	1.826	191.02	26.3
400	50	1.931	356.36	26.8
400	25	0.906	337.38	26.9

Table 4-13. Survey results of Line-13.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	1118.638	130.59	107.6
4	1	395.504	114.71	81.2
5	1	271.969	146.37	70
6	1	185.519	162.39	62.8
8	1	89.598	155.67	57
10	1	42.405	112.11	58.8
10	3	149.066	112.39	63.2
15	3	71.983	122.51	66.5
15	1	22.035	122.76	63.2
20	3	33.708	120.62	64
25	3	16.866	93.52	58.2
30	3	8.764	79.89	51.2
40	3	5.574	112.48	41.3
50	3	4.635	168.27	35.9
50	10	15.667	165.88	35.5
60	10	4.773	79.63	33
60	3	1.431	79.83	33.7
80	10	3.796	108.25	34.7
100	10	2.813	123.38	35.5
100	25	7.806	122.97	37.4
150	25	5.355	140.79	52.3
150	10	1.926	138.25	49
200	10	1.74	237.12	46
200	25	4.582	231.17	49
250	25	2.78	225.94	47.8
250	10	0.992	218.49	44.5

Table 4-14. Survey results of Line-14.

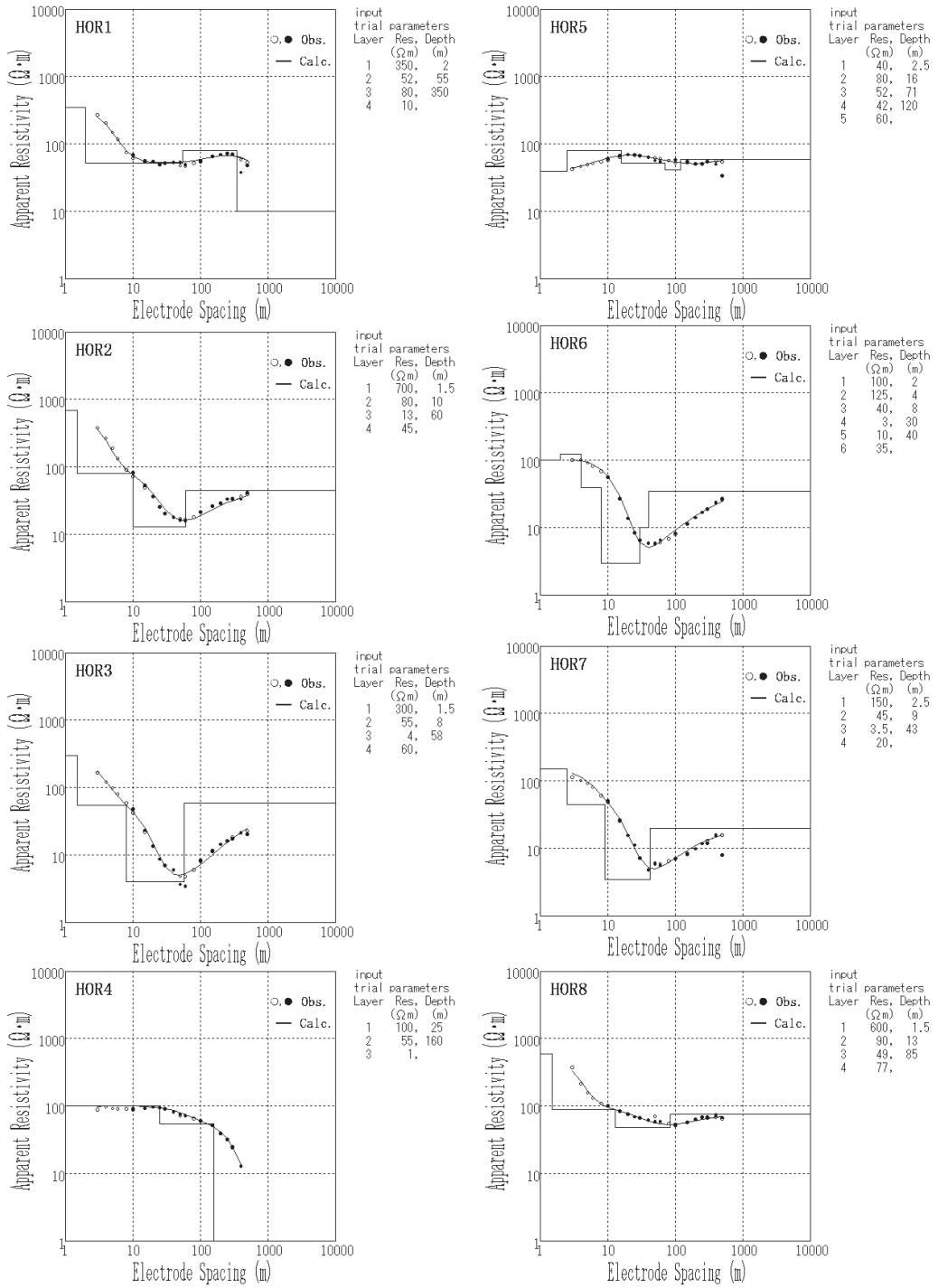
AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	229.559	16.81	171.6
4	1	120.254	17.62	160.8
5	1	67.506	17.4	146.2
6	1	41.27	17.15	132.3
8	1	17.505	17.57	98.6
10	1	8.688	17.48	77.3
10	3	30.78	17.5	83.8
15	3	6.776	16.26	47.1
15	1	2.065	16	45.4
20	3	2.551	15.89	32.9
25	3	1.44	16.61	28
30	3	0.863	16.02	25.1
40	3	0.467	17.21	22.6
50	3	0.3	17.41	22.5
50	10	1.011	16.93	22.5
60	10	0.706	17.97	21.6
60	3	0.186	16.84	20.8
80	10	2.742	129.58	20.9
100	10	2.265	173.73	20.3
100	25	5.856	170.09	20.3
150	25	3.505	265.52	18.1
150	10	1.265	248.55	17.9
200	25	1.378	226.93	15
250	25	0.825	253.78	12.6
300	25	0.52	279.77	10.4
300	50	1.063	267.57	10.9
400	50	0.653	383.88	8.4
400	25	0.3	367.57	8.2
500	25	0.188	426.41	6.9
500	50	0.381	424.78	7

Table 4-15. Survey results of Line-15.

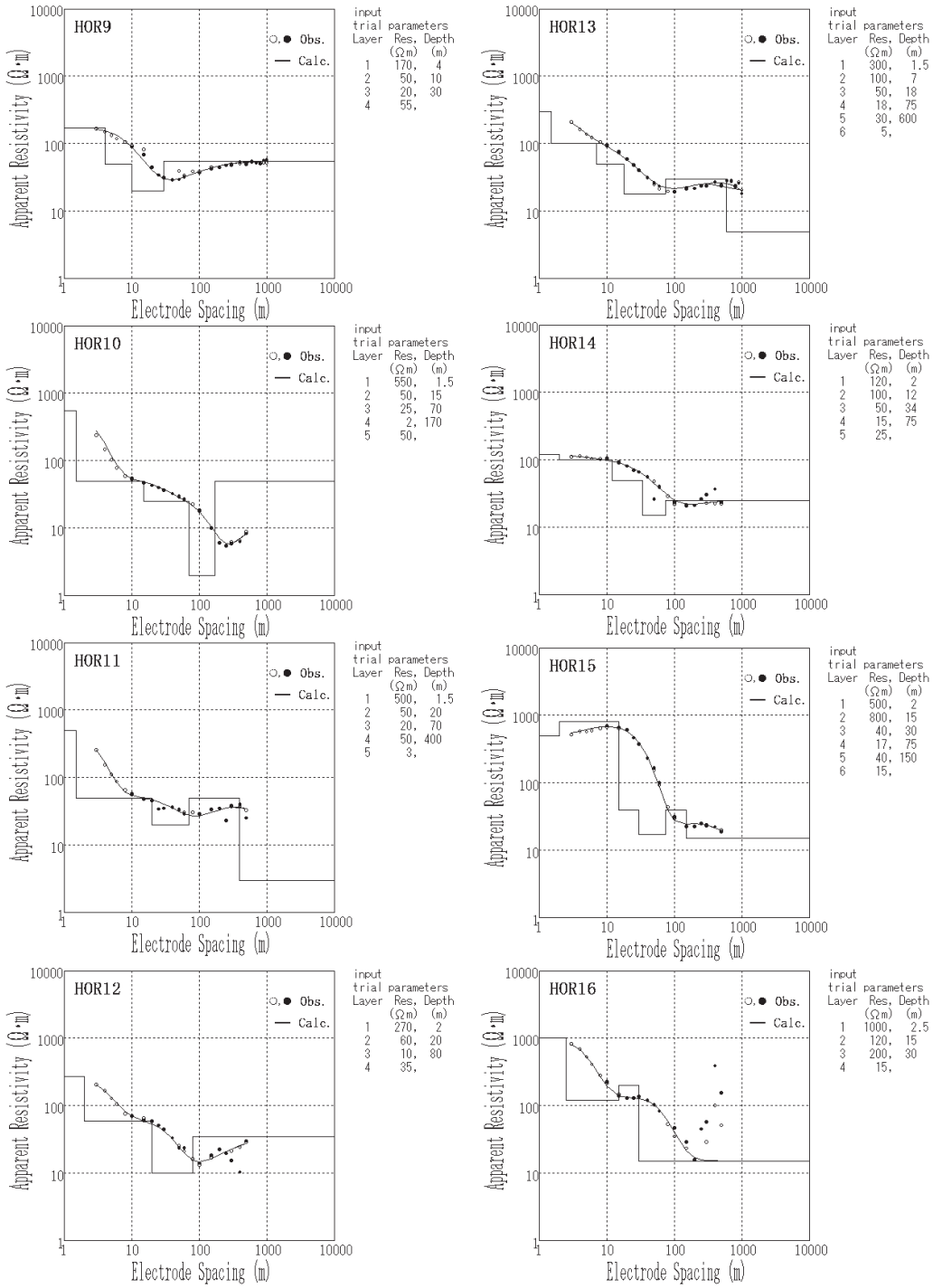
AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	47.102	9.15	64.7
4	1	19.593	8.55	54
5	1	11.253	8.55	49.6
6	1	7.558	8.46	49.1
8	1	5.012	9.19	54
10	1	3.242	8.48	59.4
10	3	10.099	8.4	57.3
15	3	5.288	9.01	66.4
15	1	1.726	8.98	67.6
20	3	2.909	8.68	68.6
25	3	14.868	67.03	71.5
30	3	8.369	58.08	67.2
40	3	6.142	80.35	63.7
50	3	8.407	186.01	58.9
50	10	28.091	181.96	58.2
60	10	14.234	133.94	58.4
60	3	4.21	133.58	59.3
80	10	7.124	120.02	58.7
100	10	3.281	94.43	54
100	25	8.426	95.11	52.2
150	25	3.967	99.86	54.6
150	10	1.621	99.96	57.1
200	25	2.88	106.82	66.7
200	10	1.173	107.68	68.3
250	25	1.802	113.25	61.9
300	25	1.683	183.13	51.6
300	50	3.457	182.2	52.2
400	50	1.898	154.54	60.8
400	25	0.911	153.14	59.6

Table 4-16. Survey results of Line-16.

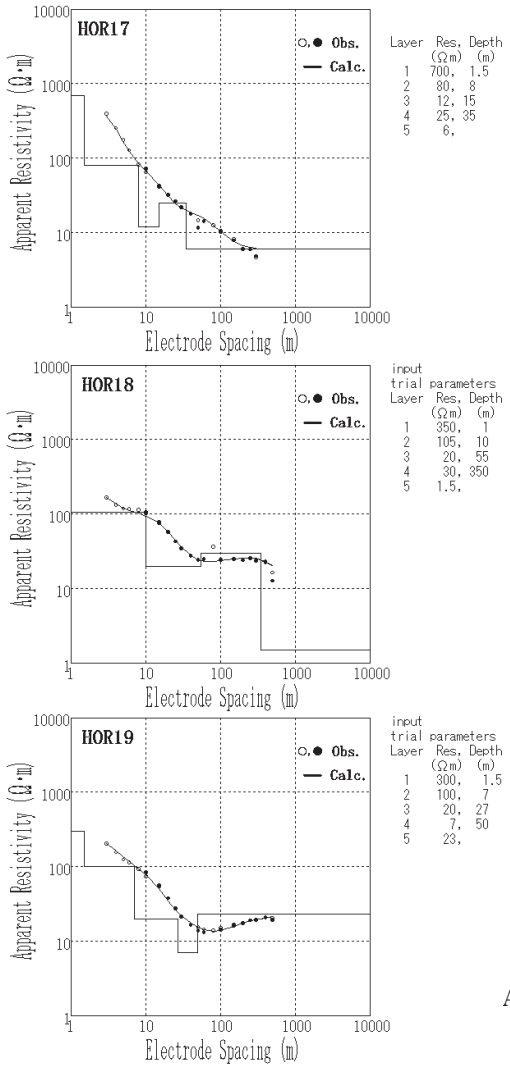
AB/2 (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	Apparent Resistivity (Ohm-m)
3	1	135.293	13.92	122.1
4	1	39.506	12.66	73.5
5	1	19.102	12.61	57.1
6	1	12.067	12.77	52
8	1	7.186	13.86	51.3
10	1	4.339	12.49	54
10	3	13.104	11.89	52.5
15	3	5.393	11.67	52.3
15	1	1.74	11.38	53.8
20	3	2.885	11.92	49.5
25	3	2.05	14.43	45.8
30	3	1.078	11.9	42.3
40	3	0.515	11.03	38.9
50	3	0.334	12.68	34.3
50	10	1.106	11.73	35.6
60	10	8.235	131.62	34.4
60	3	2.351	129.86	34
80	10	2.122	72.78	28.9
100	10	2.031	145.67	21.7
100	25	7.005	144.84	28.5
150	25	1.502	126.27	16.4
150	10	0.095	126.32	2.7
200	10	0.653	287.77	14.2
200	25	2.041	282.14	17.9



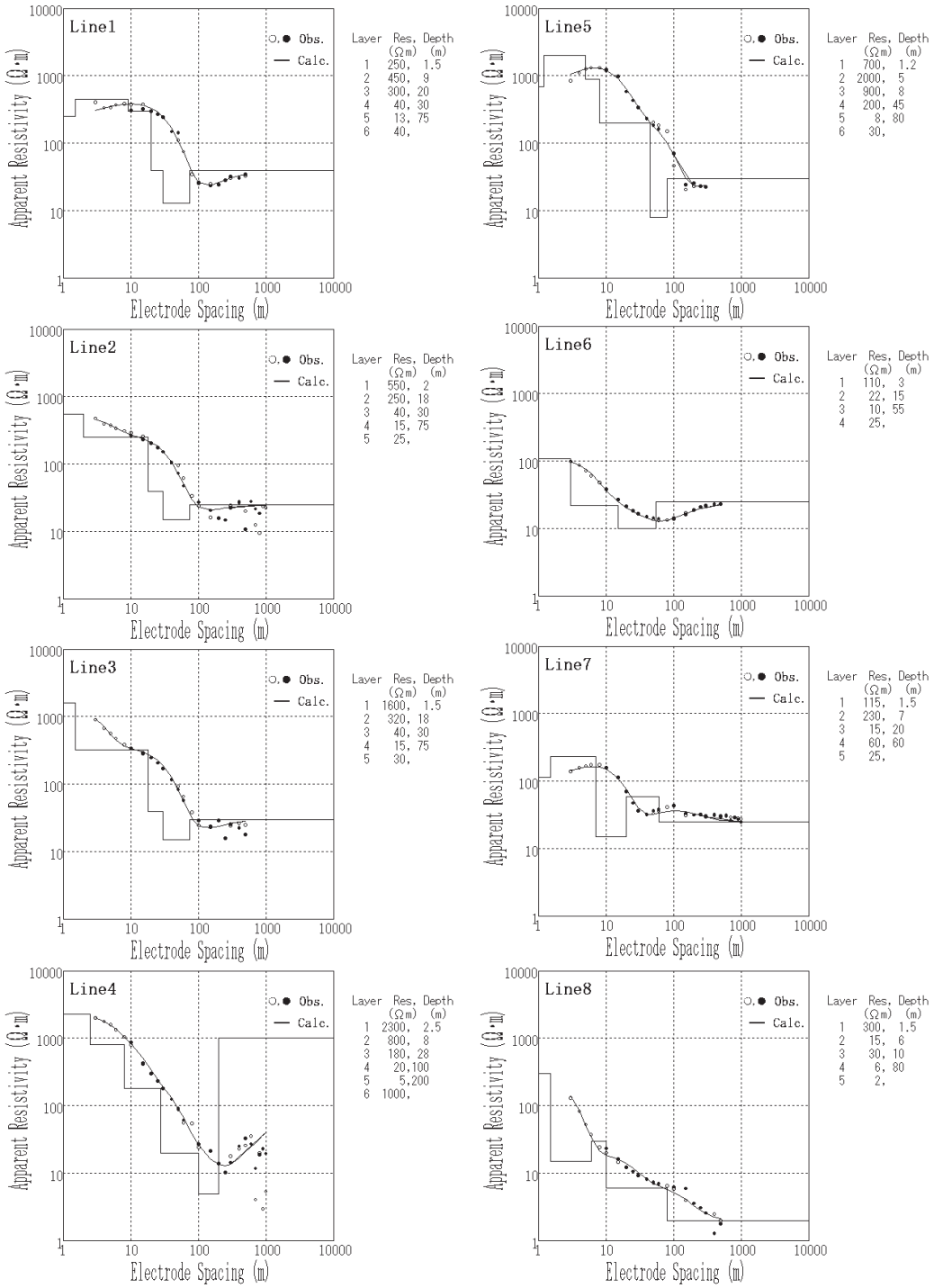
Af. 1-1. Survey results in 2005 and the fit for the Schlumberger sounding curve. And the resistivity structure from the analysis (No.1).



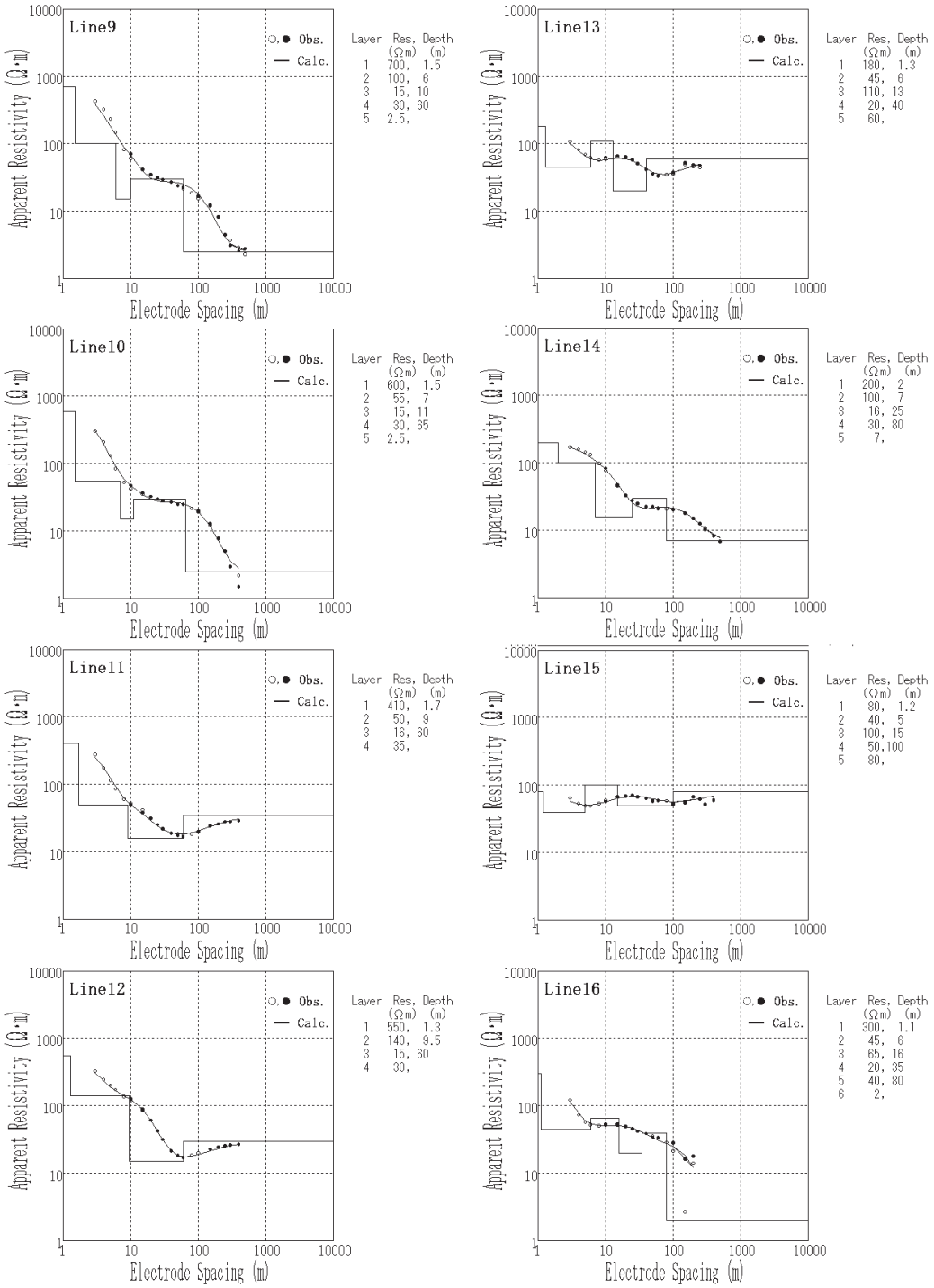
Af. 1-2. Survey results in 2005 and the fit for the Schlumberger sounding curve. And the resistivity structure from the analysis (No.2).



Af. 1-3. Survey results in 2005 and the fit for the Schlumberger sounding curve. And the resistivity structure from the analysis (No.3).



Af. 2-1. Survey results in 2006 and the fit for the Schlumberger sounding curve. And the resistivity structure from the analysis (No.1).



Af. 2-2. Survey results in 2006 and the fit for the Schlumberger sounding curve. And the resistivity structure from the analysis (No.2).