

関東平野の新第三系堆積層と基盤の比抵抗構造とその特徴  
高倉伸一（産業技術総合研究所）・小村健太郎（防災科学技術研究所）

**Characteristics of the resistivity structure of thick Neogene sedimentary layers and pre-Neogene basement in the Kanto Plain**

Shinichi Takakura (GSJ, AIST) and Kentaro Omura (NIED)

**Abstract**

The Kanto Plain is the largest plain in our country where many big cities are distributed and a lot of metropolitan functions concentrate. The geological structure of Kanto Plain has the feature that thick Neogene sedimentary layers deposit intricately above the pre- Neogene basements of ups and downs. The earthquake damage occurs easily due to the weak sedimentary layers in this area. Thus, many earthquake researches have been done for prediction and prevention of the earthquake hazard. Until now, some velocity structure and density structure models were built from the results of seismic and gravity surveys. The resistivity structure model of the Kanto Plain, however, has not been obtained yet. This is because the application of the electromagnetic methods is difficult because of a severe electromagnetic noise in this area. Therefore we examined the resistivity structure of the Kanto plain using logging data of the deep observation wells drilled by the National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED).

**1. はじめに**

関東平野は我が国最大の平野であり、そこには多くの大都市が分布し、首都機能が集中している。関東平野の地質構造は、起伏の大きい先新第三系基盤の上に軟弱な新第三系堆積層が厚く堆積しているという特徴を有する。地震被害が起きやすいため、その災害予測と対策のため、多くの地震調査研究が行われてきた。その結果、その地質構造モデルは明らかにされつつある。しかしながら、地震探査や重力探査から求まる速度構造や密度構造のような力学的な構造モデルの構築が中心であった。比抵抗は水や温度に敏感なパラメータであり、弾性波速度や密度とは地下の異なる情報を与える。したがって、地下の比抵抗の情報が得られれば、地質構造をより詳細に解釈できると考えられる。しかし、人口が密集し、社会活動が著しい関東平野では、電磁気的なノイズレベルが高いことから、MT法などによる深部電磁探査はほとんど実施されておらず、広域的な比抵抗構造モデルの構築は進んでいない。そこで、我々は、独立行政法人防災科学技術研究所が首都圏直下型地震の調査研究などを目的として関東平野に掘削した深部観測井の比抵抗検層データを用いて、当該地域の新第三系堆積層や基盤の比抵抗構造について検討した。

## 2. 検層データ

本研究では、以下の4つの報告書で記載されている観測井の物理検層データを用いた。

- (1)鈴木宏芳・池田蜂可・御子柴正・木下繁夫・佐藤春夫・高橋博(1981): 関東・東海地域における孔井検層資料集, 防災科学技術研究資料, 第 65 号.
- (2)鈴木宏芳(1996): 江東深層地殻活動観測井の地質と首都圏地域の地質構造, 防災科学技術研究所研究報告, 第 56 号.
- (3)鈴木宏芳・小村健太郎(1999): 関東地域の孔井データ資料集, 防災科学技術研究所研究資料, 第 191 号.
- (4)Omura, K., Matsuda, T., and Ikeda, R. (2012): Geological and logging data of the NIED hydraulic fracturing boreholes in the Kanto-Tokai region, Japan, Technical Note of the National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, No. 367.

本研究で対象とした観測井は 33 本であり、そのリストを Table 1 に示す。また、観測井の位置を Fig.1 に示す。

実施した物理検層項目は比抵抗のほか、自然電位、弾性波速度 (P 波速度)、密度、間隙率、全ガンマ線、孔径、温度である。ただし、全部の項目が全ての観測井で実施されてはいない。また、それぞれの観測井は掘削深度も異なるが、検層の計測区間も計測間隔も様々である。本報告では、比抵抗、弾性波速度、密度、間隙率および温度の検層データに使用して、比抵抗構造の検討を行った。

Table 1 List of the observation wells and their digging depths.

Suzuki et al. (1981)		Suzuki et al. (1996)		Suzuki and Omura (1999)		Omura et al. (2002)	
Well	Depth (m)	Well	Depth (m)	Well	Depth (m)	Well	Depth (m)
Kohto	3030.0	Shimohsa	2330.0	Taiyo	1231.5	Ashigawa	203
		Fuchu	2783.0	Tatebayashi	1234.0	Awano	803
		Iwatsuki	3510.5	Edosaki	1234.0	Chikura	803
		Kawasaki	609.0	Nishinohara	1245.0	Enzan	201
		Nishiizu	450.0	Narita	1336.0	Hamaoka	253
		Choushi	450.0	Mooka	1738.0	Hanno	801
		Futtsu	450.0	Hidaka	1832.0	Hasaki	805.1
		Nakaminato	453.0	Atsugi	1837.0	Ishige	903.5
				Tokorozawa	2034.0	Iwai	166
				Yohro	2034.0	Kakegawa	203
				Iseaki	2040.0	Tsukuba	603
				Futtsu	2040.0		
				Chiba	2040.5		
				Yokohama	2045.0		

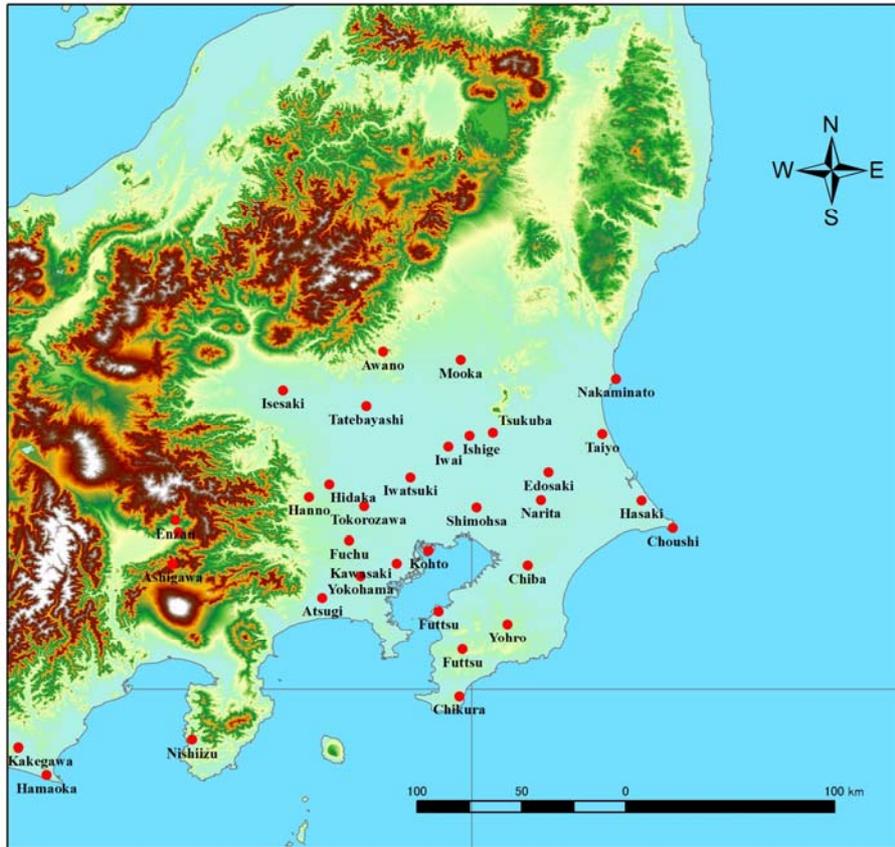


Fig.1 Location map of the observation wells.

### 3. 各物性の深度平面図

それぞれの物性の 3 次元的な分布を把握するため、検層データからいくつかの深度における平面図を作成した。この際、それぞれの観測井の検層項目ごとに深度プロファイル図を作成し、目視によりケーシングの影響などで異常と考えられるデータを削除した。また、観測井によって計測間隔が異なり、局所的に大きな変化を示すデータであることから、本研究では計測点の上下 50m の値を平均した値、すなわち 100m の移動平均で求めた値を各深度の代表値とした。そして、スプライン補間を用いて平面図を作成した。深度 500m、1000m、1500m、2000m の比抵抗、間隙率、密度、弾性波速度の平面図をそれぞれ Fig.2、Fig.3、Fig.4、Fig.5 に示す。

基盤まで達している坑井は少なく、2000m 以深の構造把握は難しいが、東京湾から関東平野北西部にかけての地域では、低比抵抗層が厚く堆積しているおり、高間隙率、低密度、低速度であることがわかる。この層は新第三系層に対応すると考えられる。データは少ないものの、深部ほど高比抵抗、低間隙率、高密度、高速度となる傾向がある。細かく見ると、比抵抗に分布のパターンと密度や弾性波速度の分布のパターンとは異なる部分が多く、浅部ではそれが明瞭となる。おそらく、密度や弾性波速度に反映されない堆積層中の含まれる水の塩分濃度、含有される粘土鉱物の種類や量が比抵抗に

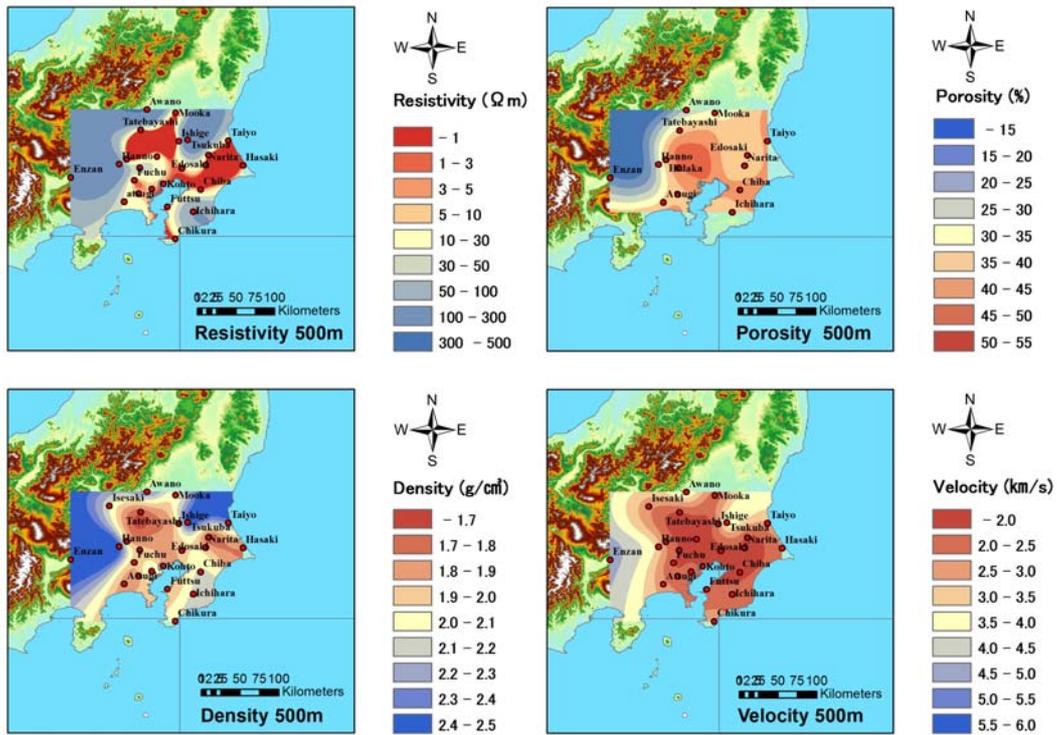


Fig.2 Contour maps of resistivity, porosity, density, and velocity at a depth of 500m.

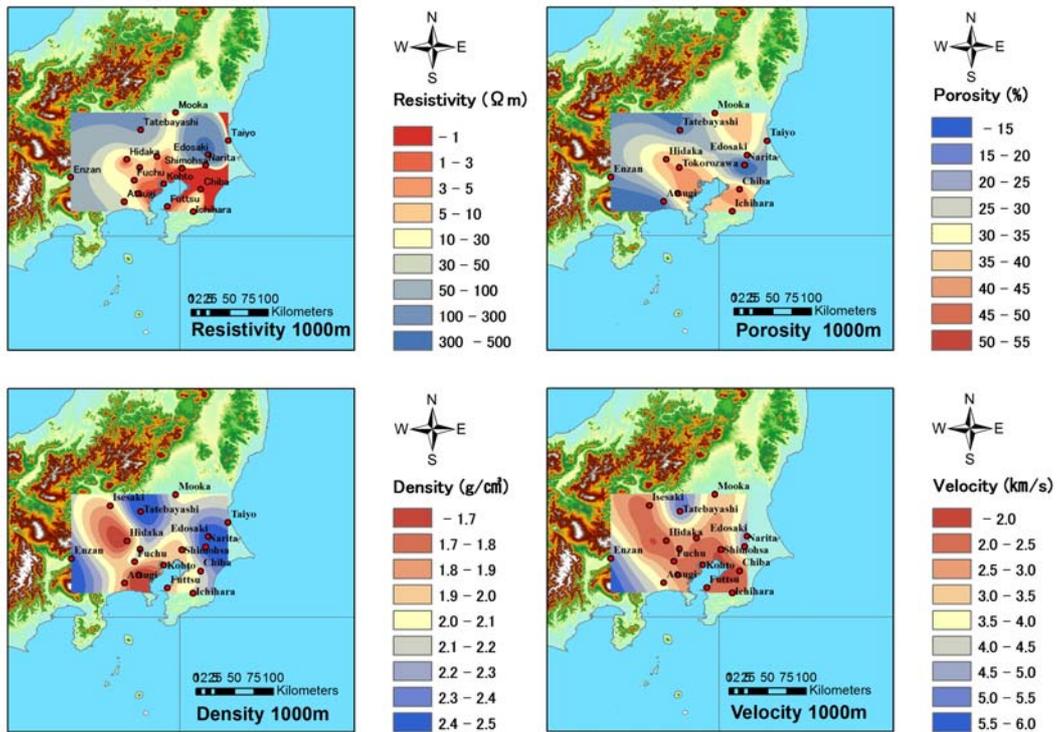


Fig.3 Contour maps of resistivity, porosity, density, and velocity at a depth of 1000 m.

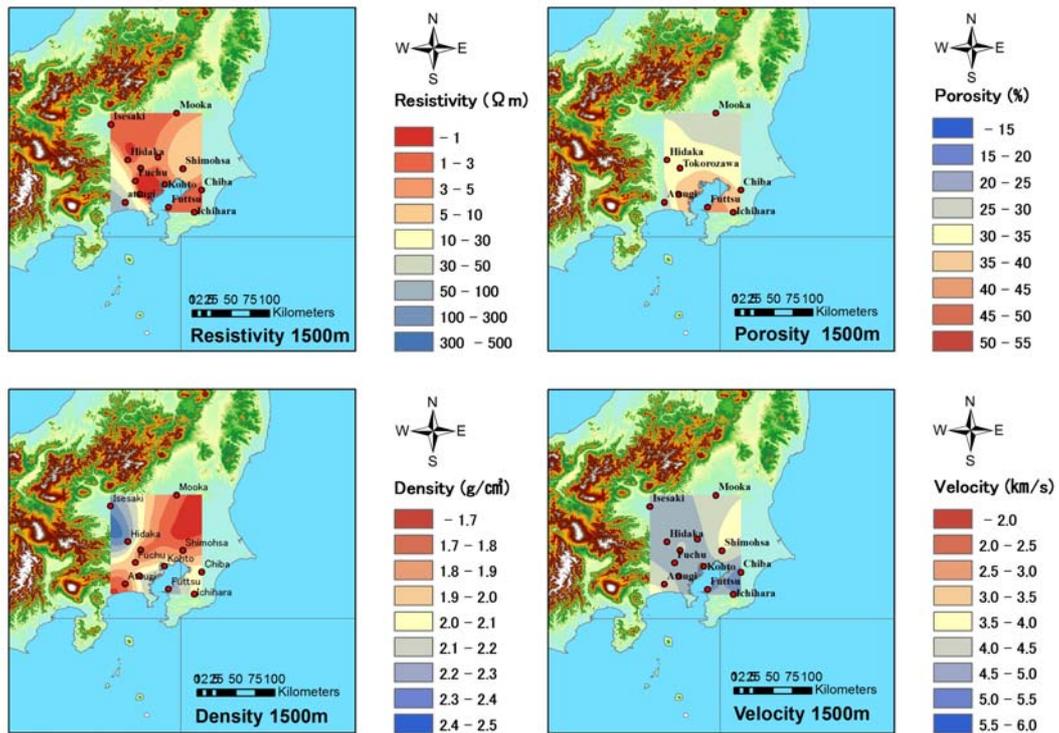


Fig.4 Contour maps of resistivity, porosity, density, and velocity at a depth of 1500 m.

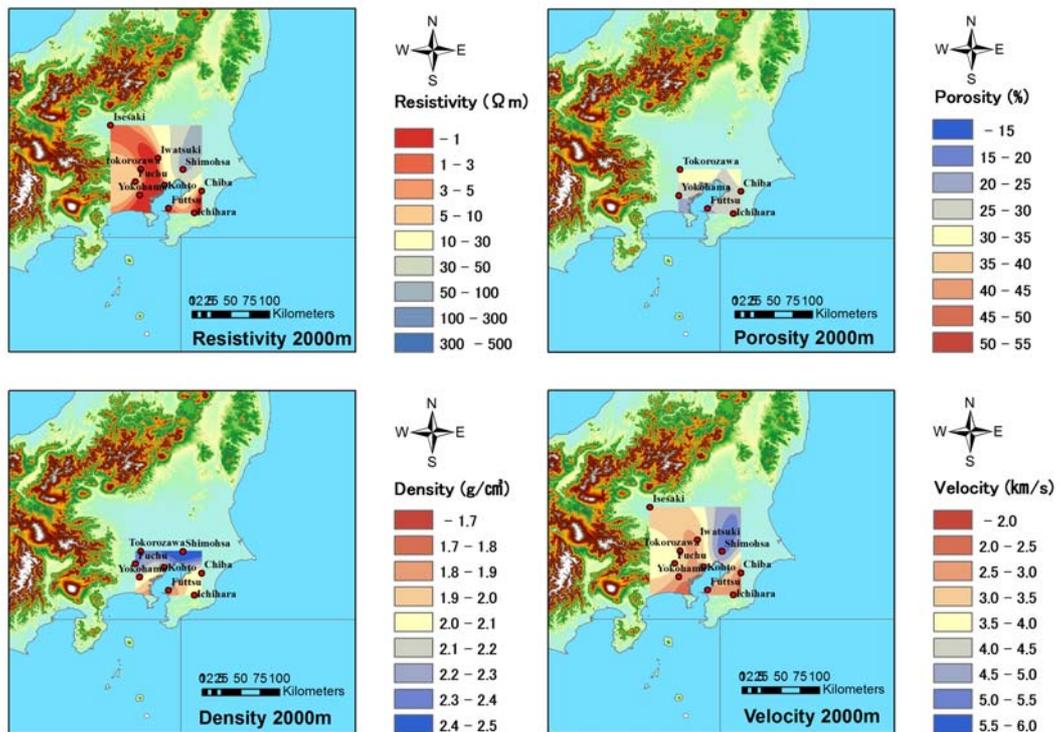


Fig.5 Contour maps of resistivity, porosity, density, and velocity at a depth of 2000 m.

大きな影響を及ぼしていると推測される。比抵抗は温度の影響が大きいと考えられるので、地温の深度ごと平面図を Fig.6 に示す。これより、温度は関東平野の中央部ほど低く、周辺は高いという特徴を有することがわかる。浅部から深部まで分布のパターンは似ていることから、温度勾配に地域的な差は少なく、比抵抗分布の複雑さへの関与は小さいと考えられる。

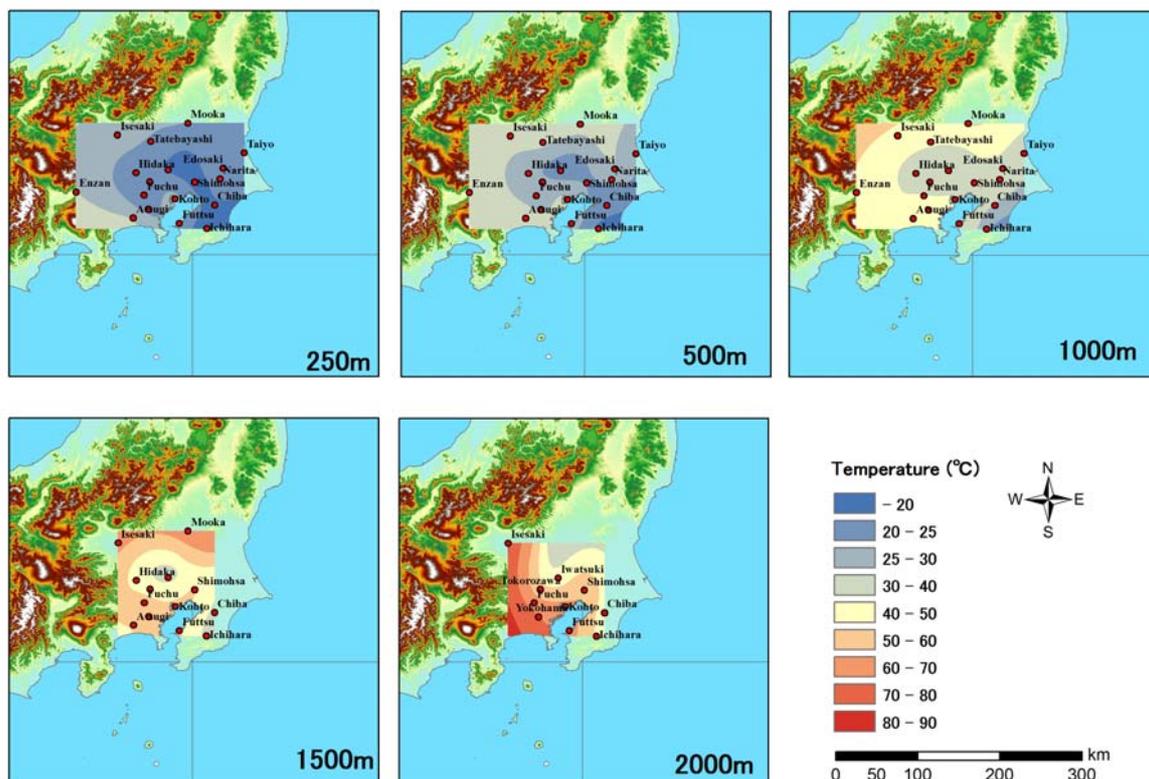


Fig.6 Contour maps of temperature at depths of 250, 500, 1000, 1500, and 2000 m.

#### 4. 比抵抗と密度および弾性波速度との相関

比抵抗構造モデルの構築に密度構造や速度構造モデルを利用することを考え、検層データから比抵抗と密度、比抵抗と弾性波速度の相関図を作成した。ここでは、掘削深度が大きく、先新第三系基板まで達している江東（鈴木, 1996）、下総（鈴木ほか, 1996）および岩槻（鈴木ほか, 1996）について、検層図とともに比抵抗と密度の相関図および比抵抗と弾性波速度の相関図を、それぞれ Fig.7、Fig.8、Fig.9 に示す。ここで、相関図における赤のプロットは新第三系および第四系の地層のデータであり、青のプロットは先新第三系基盤のデータである。これらの図より、先新第三系基盤では比抵抗と密度、あるいは比抵抗と弾性波速度の間には強い相関が認められることがわかった。すなわち、密度構造や速度構造モデルを参考にすれば、高比抵抗の基盤と低比抵抗の新第三系堆積層の境界が推定できると考えられる。しかし、新第三系および第四系の地層中では両者の相関は複雑であり、密度構造や速度

構造モデルから比抵抗構造モデルを構築することは難しいと判断される。

#### 4. おわりに

本報告では、独立行政法人防災科学技術研究所の深部観測井の検層データを用いて、関東平野における深度ごとの比抵抗の平面図を作成するとともに、間隙率、密度、弾性波速度の平面図を作成した。また、比抵抗と密度、比抵抗と弾性波速度の相関を検討した。その結果、新第三系堆積層の比抵抗は非常に低く、高間隙率、低密度、低速度であること、深部ほど比抵抗は高くなり、低間隙率、高密度、高速度となる傾向があることが確認された。また、基盤岩では、比抵抗と密度、比抵抗と弾性波速度との間には強い相関があり、密度構造や速度構造モデルを参考にすれば、高比抵抗の基盤と低比抵抗の新第三系堆積層の境界が推定できることが示唆された。

比抵抗構造モデルを正確に構築でき、地盤・岩盤の強度に影響を与える堆積層中の水や粘土鉱物の存在を正しく解釈できれば、地震災害の予測に貢献できると考える。また、低比抵抗の堆積層中では誘導電流が複雑に流れると推測されるので、比抵抗構造モデルの構築は GIC による災害の予測にも役立つ可能性がある。今後、他の検層項目との検討を進めるとともに、地質層序との詳細な対比を行い、比抵抗構造モデルの構築とその解釈を行う予定である。

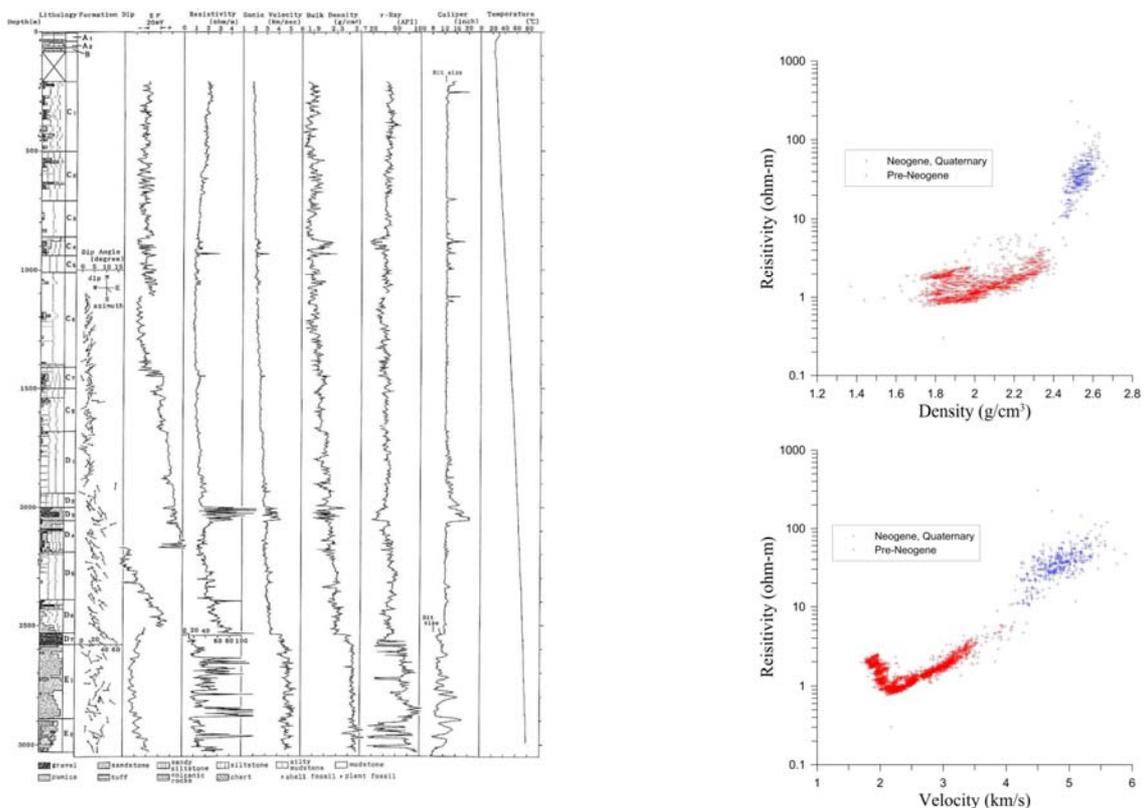


Fig.7 Logging data and relationships of resistivities to densities and velocities of the Koto observation well.

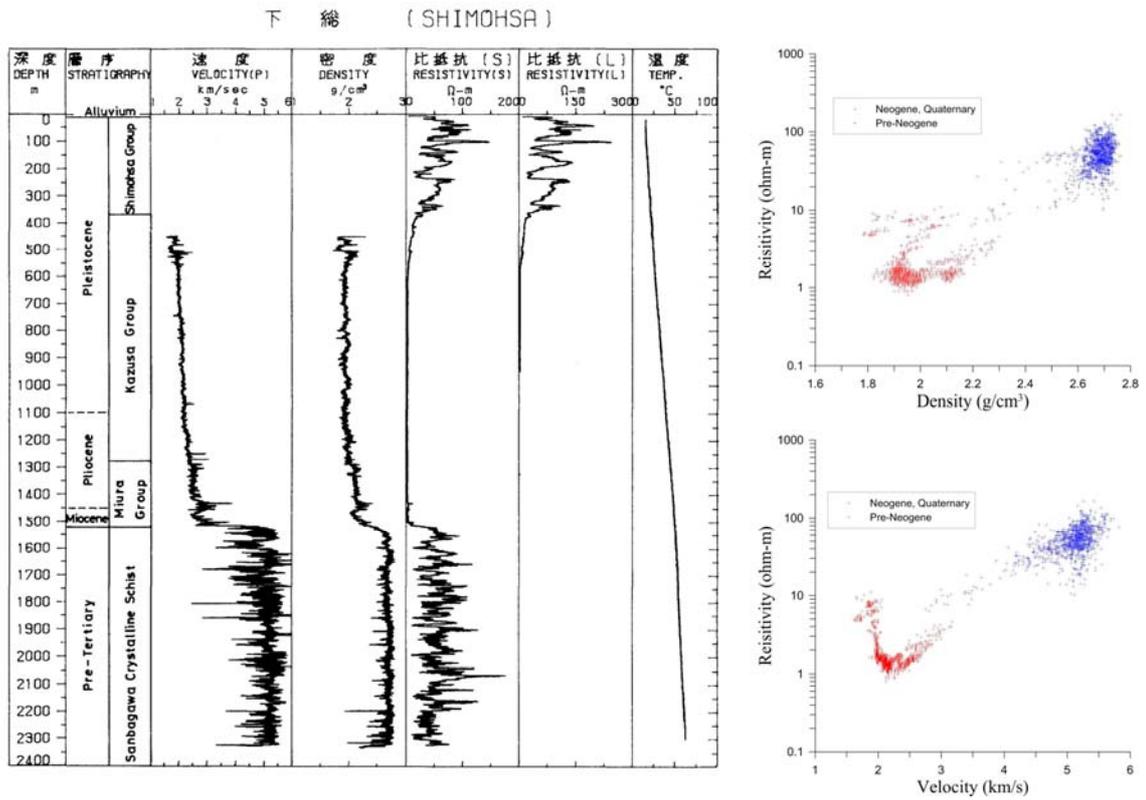


Fig.8 Logging data and relationships of resistivities to densities and velocities of the Shimohsa observation well.

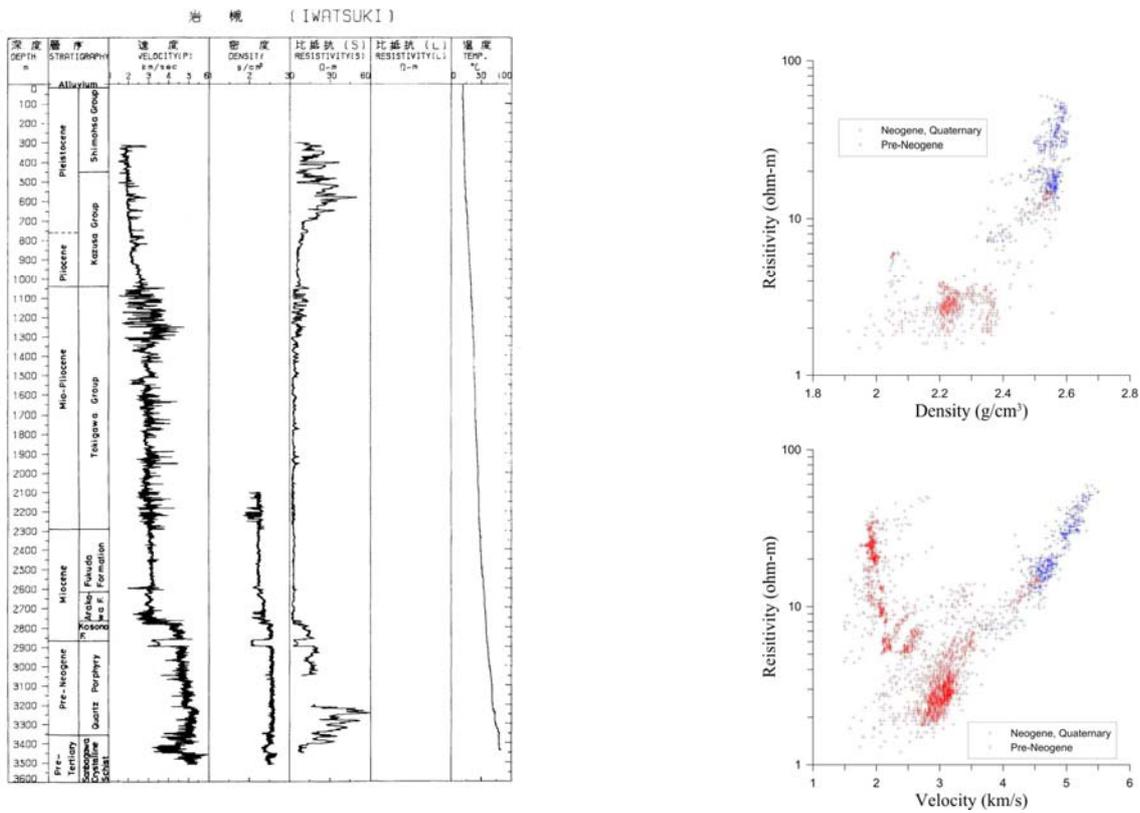


Fig.9 Logging data and relationships of resistivities to densities and velocities of the Iwatsuki observation well.