

3. 4. 2 動的断層モデル構築と強震動シミュレーションの実施

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 動的断層モデル構築と強震動シミュレーションの実施

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
独立行政法人産業技術総合研究所	研究員	吉見 雅行
独立行政法人産業技術総合研究所	チーム長	堀川 晴央
独立行政法人産業技術総合研究所	特別研究員	木村 治夫
国立大学法人京都大学防災研究所	准教授	関口 春子
国立大学法人京都大学防災研究所	教授	岩田 知孝
国立大学法人京都大学防災研究所	助教	浅野 公之

(c) 業務の目的

上町断層帯の断層形状、最新の各種探査結果、断層動的破壊計算手法、高度化された大阪堆積盆地三次元構造モデルを組み合わせ、上町断層帯の強震動評価を高度化することを業務の目的とする。

(d) 3 ヶ年の年次実施業務の要約

1) 平成 22 年度：

上町断層帯固有の地震シナリオ作成のために、大阪平野周辺の大坂層群の鍵層分布の収集・デジタイズ、既往震源モデル作成に用いられた断層帯に沿った断層変位分布の資料収集・整理、および、上町断層南部での地中レーダー探査を実施した。

2) 平成 23 年度：

上町断層帯固有の地震シナリオを作成する。平成 22 年度の収集データを基にした上町断層の断層面三次元形状および断層走向方向の平均変位速度分布を用いて断層モデルを作成し、動的断層破壊計算により地震シナリオを複数作成する。さらに、地震シナリオから広帯域の地震動が計算されるかを評価する。

3) 平成 24 年度：

調査観測のまとめを行う。

(2) 平成 22 年度の成果

(a) 業務の要約

1) 地震シナリオ推定のための断層変位データの整理

地震シナリオ推定に用いる断層固有のすべり不均質分布を想定するため、上町断層帯に沿った断層変位に関するデータを整理した。

2) 地質構造モデル構築用基礎データのデジタル化

三次元地質構造モデル構築のための基礎データとして、千里丘陵・枚方丘陵・泉北丘陵・泉南丘陵など、大阪層群の地表露出地域での地層の分布・形状データの収集・整備・三次元デジタルデータ化を行った。デジタル化した地質情報は、大阪層群の走向・傾斜及び、大阪層群に含まれる主な火山灰層・海成粘土層分布である。走向・傾斜は、産業技術総合研究所発行の5万分の1地質図幅をデジタル化したデータを収集し、三次元位置情報を加えた。また、火山灰層・海成粘土層分布は既存文献をコンパイルしてデジタル化した。

3) 上町断層における地中レーダー探査

上町断層帯の地表トレース近傍の浅層地盤構造を得ることを目的とし、同断層帯南部の坂本断層及び久米田池断層で地中レーダー探査を行った。探査測線は和泉市黒鳥地区で坂本断層とほぼ直交する約270 mの区間、和泉市寺門地区で久米田池断層とほぼ直交する約650 mの区間、和泉市阪本地区で坂本断層とほぼ直交する約100 mの区間、の合計3測線である。データ取得は200MHz送受信アンテナを用いてプロファイル測定法によって行った。サンプリング間隔は0.25 nsec、記録長は256 nsecである。また、データ処理はGSSI社製の地中レーダー探査データ処理システムRADAN6.6を使用して行った。その結果、浅部地盤構造をあらわすと考えられる時間断面を得た。断面では活断層の地表トレースに対応する位置で、断層による変位・変形を示唆する反射面のパターンが認められた。

(b) 業務の成果

1) 地震シナリオ推定のための断層変位データの整理

本業務では、地震シナリオの推定の際、断層変位の空間分布をベースに断層破壊の不均質分布を想定する計画である。そのため、上町断層帯に沿った断層変位に関するデータを整理した。

上町断層帯に沿った断層の変位に関するデータは、本研究と基本的に同じ地震シナリオ作成方針をとった関口ほか(2003)にて、コンパイルされている。関口ほか(2003)には、断層トレース両側の物理探査データ(ボーリング調査、反射法地震探査など)を比較して得られた堆積層の食い違い量、および、大阪堆積層三次元構造の産総研2003モデル(堀川ほか, 2003)に表現された堆積層の食い違い量がコンパイルされている。これらを平均変位速度(=食い違い量/堆積後経過時間)としてまとめたものを示す(図1)。上町断層帯の平均上下変位速度は場所によって変化しており、0.1~0.4 m/千年と推定される。上町断層帯のセグメンテーションについては不明な点が多く、本研究でもその解明が一つの目的となっているが、図1では、佛念寺山断層~上町断層北部~桜川撓曲~住之江撓曲と繋がる北セグメントと、上町断層南部~泉北丘陵西縁断層群の南セグメントの2セグメントモデルと、上町断層系の中央部で断層がステップして見えるのは浅層部のみの構造と考えた単一セグメントモデルの2つの場合を考えて、平均変位速度を整理している。

今回、これ以後の新しいデータを探索した。物理探査データとしては、大阪府が実施したP波反射法地震探査の大和川南測線が、上町断層を横切っており、従前より断層線が引かれていた位置で、反射面の落差が得られている(大阪府, 2004a)。反射断面上で解釈されたMa-1層、Ma3層、Ma6層の断層による落差を読みとり、関口ほか(2003)で採用したの

と同じ堆積年代を用いて平均変位速度に変換し、図1中に青枠の図形で加筆した。近傍の別の物理探査によるデータと同様の値になっている。堆積層三次元構造モデルについては、大阪府2004モデル（大阪府，2003；大阪府，2004b；大阪府，2005）が産総研2003モデルをベースに改良したより新しいモデルであるが、産総研2003モデルからの修正点は基盤深度分布のみで、堆積層中の地層境界の深度分布には変更がなく、よって、断層変位量分布に関しては、新たな情報は含まれていないことがわかった。産総研2003モデルに基づく、上町断層帯沿いの平均変位量分布、および、堆積層の段差構造を図1、図2に示す。

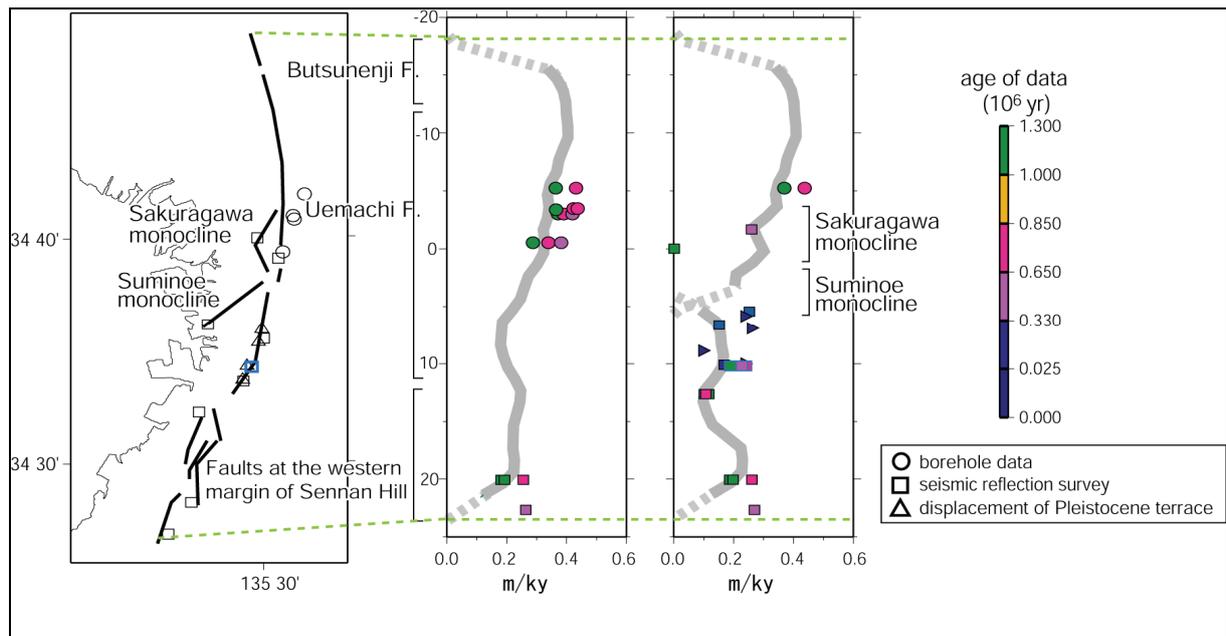


図1 (左) 上町断層系の地表トレース（水野ほか，2002）と、上町断層系の累積変位に関するデータが得られたボーリング地点（○）、反射法地震探査測線と上町断層系との交点（□）、段丘面（△）。（中）左図に示した調査地点における平均上下変位速度（記号は左図と同様。その色が累積変位の計算に用いた鍵層や段丘面の年代を示す）と大阪堆積盆地3次元地下構造モデルの堆積層中のMa3層下限の深度差（図2）から求めた平均変位速度の分布（灰色線）。後者の見積もりには、単一セグメントの場合を仮定して、断層系に沿う変形域全体のMa3層の深度差を取っている。（右）中図と同様。ただし、断層面が2つのセグメントに分かれていると考えて、それぞれのセグメントの地表トレースに沿って、平均上下変位速度を見積もった場合。2つのセグメントが重複している部分以外でも、中図の値と異なっている部分がある（例えば、南北軸の10～17 km付近など）が、これは、断層の地表トレースから離れた部分の地層の変位の中に、中図の見積もりには含まれていて、右図の見積もりには含まれていないものがあるためである。なお、青枠の□は、大阪府(2004a)による大和川南P波反射法探査によるデータである。本図は、関口ほか(2003)に青枠□のデータを加筆したもの。

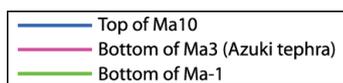
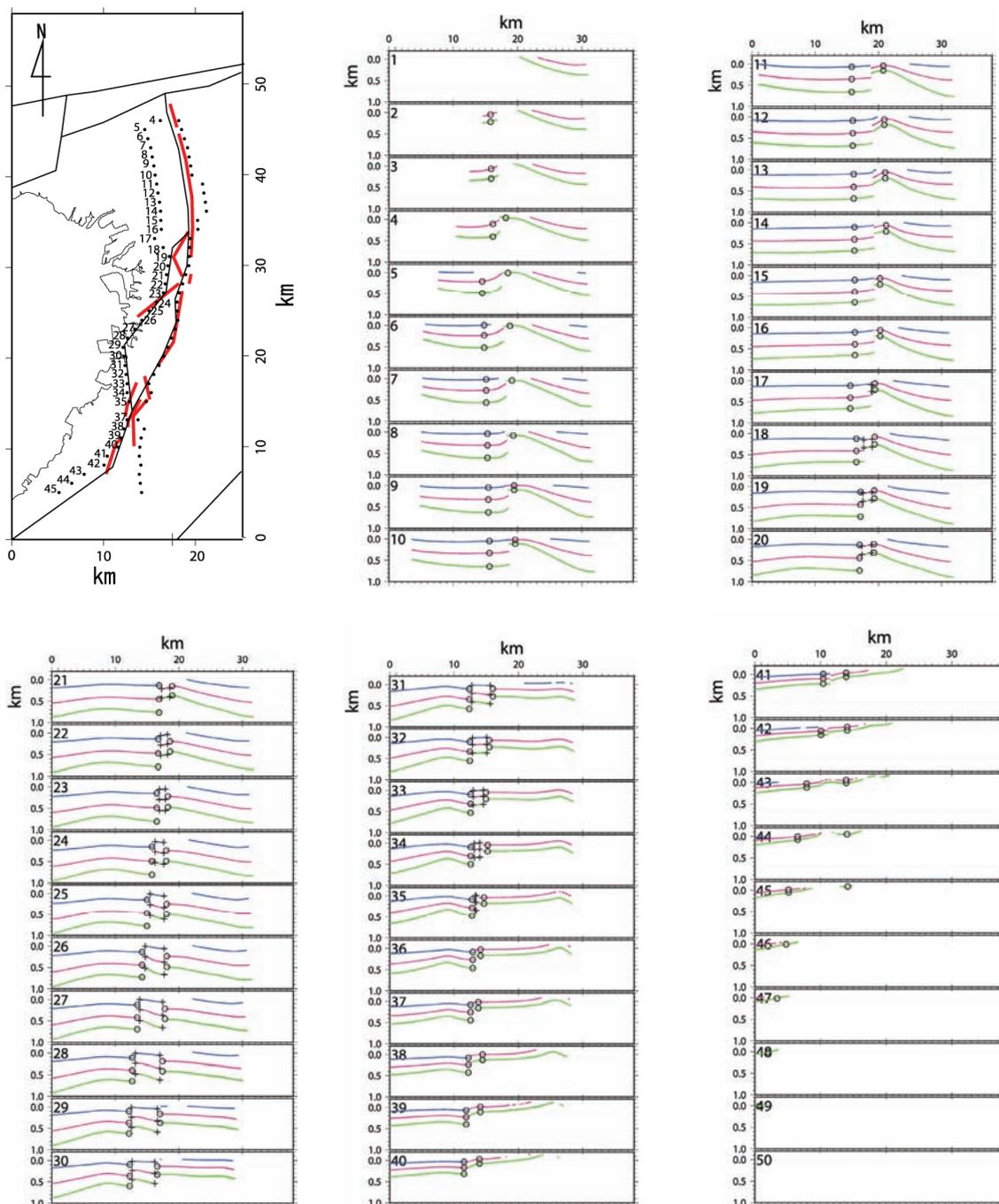


図2 上町断層系を横切る東西断面における、大阪堆積盆地三次元地下構造モデルの堆積層中の鍵層の深さ分布。各フレーム左端の番号が左上の位置図上に示した断面位置の番号に対応する。各断面線上の小さな○は、累積上下変位を計算するのに用いた、断層両側の各層の深度を取った地点を示す。それらの位置は左上の位置図上に黒点で示す。左上の位置図中の赤線は水野ほか（2002）による上町断層系の地表トレース。細線は三次元地下構造モデル内のブロック境界。本図は、関口ほか（2003）の再掲。

2) 地質構造モデル構築用基礎データのデジタル化

a) 三次元地質モデル構築のための既存資料の収集整備・三次元デジタルデータ化

上町断層帯の地下深部の三次元形状を推定するためには、断層によって変形を受けた堆積層の形状を明らかにしなければならない。そこで、大阪層群の三次元地質構造モデリングを行うための各種基礎データの整備が必要となる。また、三次元地質構造モデルの構築及び、上町断層の三次元形状推定のための地層変形解析は計算機によって行うので、これらの各種基礎データはデジタルデータとして準備しなければならない。他のサブテーマでは平野部で大阪層群の地下地質情報が取得されているが、本業務ではとくに大阪層群が地表に露出する丘陵部での情報に着目した。丘陵部の表層地質については既に多くの文献・地質図が公表されており、地層の分布・形状は地質図上に地層境界や走向・傾斜などであらわされている。また、火山灰層や海成粘土層の分布も地質構造の把握に有効な情報である。本業務では千里丘陵・枚方丘陵・泉北丘陵・泉南丘陵などでの大阪層群の走向・傾斜と火山灰層・海成粘土層の分布データの収集・整備を行った。さらに、これらの地質情報に地形・標高データを加えて三次元デジタルデータを作成した。

b) 地層の走向・傾斜データ

産業技術総合研究所では、同所発行の5万分の1地質図幅のデジタル化作業が進められており、一部地域で、地質境界や走向・傾斜をはじめとした地質情報がデジタル化されている。これらのデジタルデータを収集し、三次元地質構造モデル構築のための基礎データとして利用するために、位置情報の三次元化を行った。元々備えられている緯度経度の二次元座標に加えて、国土地理院発行の50mメッシュ標高データを対応させて、三次元データを作成した。本業務での走向・傾斜デジタルデータについて、その収集・三次元化の範囲を図3に示す。この範囲は産業技術総合研究所発行の5万分の1地質図幅の「大阪西北部」、「大阪東北部」、「大阪西南部」、「大阪東南部」、「岸和田」の範囲に相当する。この範囲の南東側で欠けている部分は国土地理院5万分の1地形図「五條」に相当するが、「五條」地域の5万分の1地質図幅は刊行されておらず、今回のデータ収集・三次元化では取り扱っていない。

作成した走向・傾斜の三次元デジタルデータは、ID番号、XY座標(UTM第53帯)、Z座標(標高値)、傾斜方向、傾斜量、地質等の分類によって構成される。収集・三次元化した走向・傾斜データを、Midland Valley社製の三次元地質構造解析ソフトウェア「Move」に取り込み、国土地理院の50mメッシュ標高データによる地形と共に表示したものを図4に示す。本稿の図では二次元的な表現しかできないが、「Move」では三次元空間内で取り扱うことができる。色の付いた円盤の傾斜方向・傾斜量が地層の傾斜方向・傾斜量をあらわしている。円盤の標高は地形の標高と同じなので、そのまま表示すると円盤の一部が地形に埋まってしまい見にくいため、図中では少々円盤の高度を上げて表示している。ここでは、大阪層群に加えて、和泉層群や領家深成岩類などの基盤岩の構造も一部表示してある。図の右手前や中央奥の山地(和泉山脈や生駒山地・二上山地)に分布する走向・傾斜データはこれら基盤岩の地層や流理・葉状・片状構造等を示すものである。図中の円盤の色は傾斜量をあらわし、青いほど傾斜は小さく、赤いほど傾斜が大きい。基盤岩などのデ

ータに比べると大阪層群の走向・傾斜データは非常に少なく、傾斜量も小さい。しかし、三次元地質構造モデリングを進める際、他のデータを補完するための基礎データとして有用である。

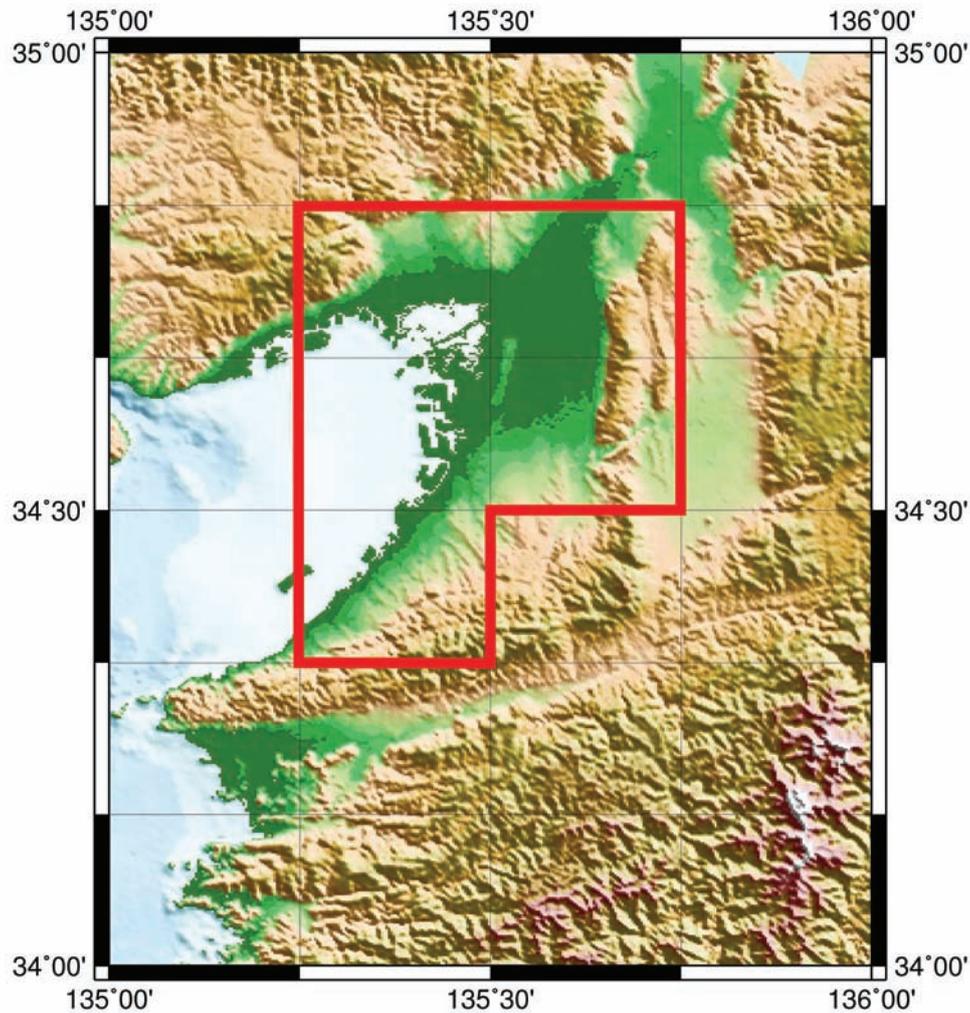


図3 走向・傾斜データの収集・整備・三次元デジタル化範囲。産業技術総合研究所発行の5万分の1地質図幅の「大阪西北部」、「大阪東北部」、「大阪西南部」、「大阪東南部」、「岸和田」の範囲に相当する。段彩陰影図には岸本(2000)の250 mメッシュ標高データを使用した。

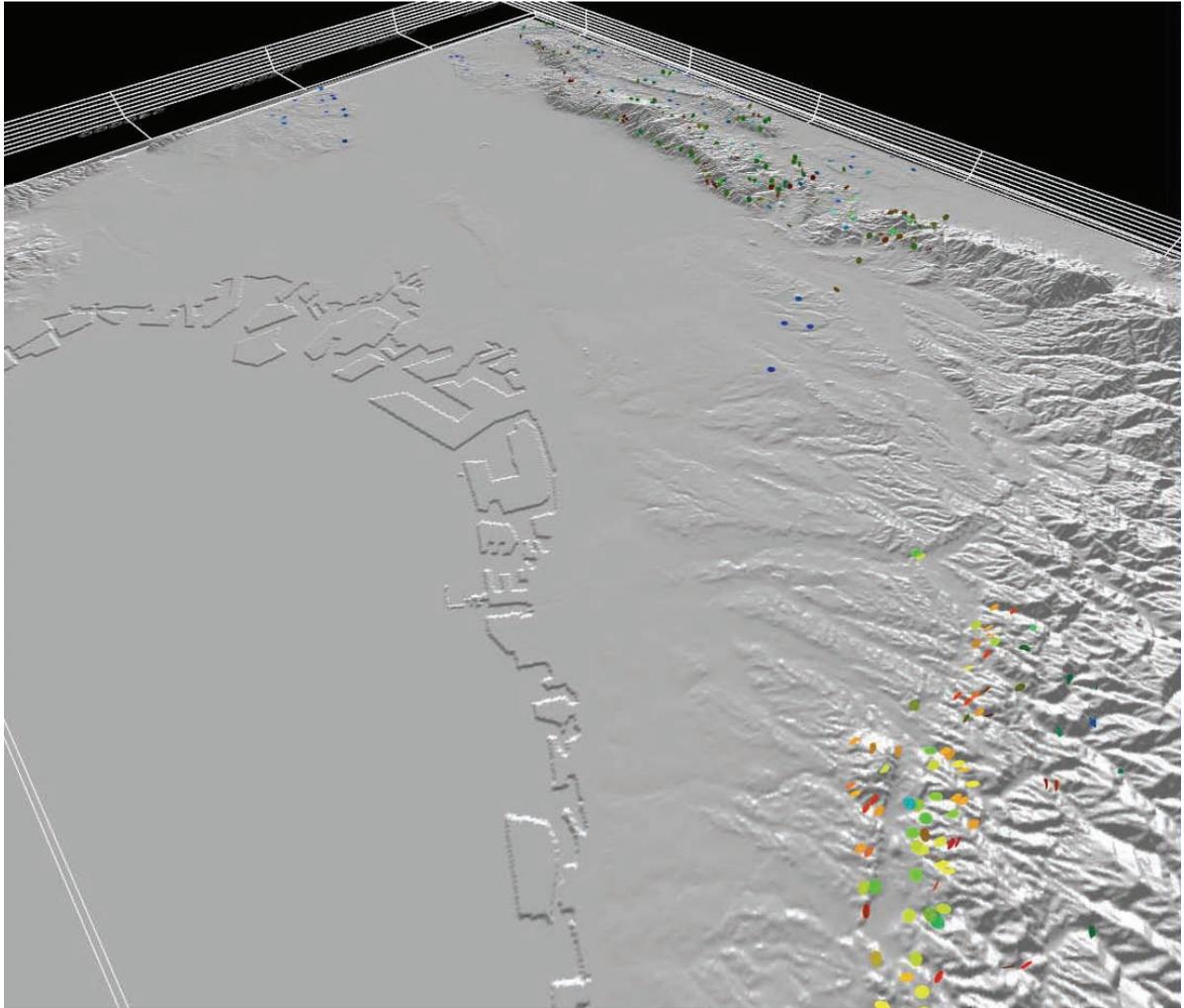


図4 地層の走向・傾斜データの分布。色の付いた円盤の傾斜方向・傾斜量によって地層の傾斜方向・傾斜量が示される。図中の円盤の色は傾斜量をあらわし、青いほど傾斜は小さく、赤いほど傾斜は大きい。ここでは、大阪層群に加えて、和泉層群や領家深成岩類の構造も一部図示してある。地形データには国土地理院発行の50 mメッシュ標高データを用いた。

c) 大阪層群海成粘土層・火山灰層の分布データ

既存文献・地質図を収集・コンパイルし、地表露出部での大阪層群海成粘土層・火山灰層分布を三次元デジタルデータ化した。その作業範囲を図5に示す。対象とした海成粘土層・火山灰層は、Ma-1～Ma9までの各海成粘土層と福田火山灰層（例えば、市原，1993）及びそれに対比される普賢寺火山灰層（染川・吉川，1983）、前開火山灰層（居川，1986）、久留麻火山灰層（水野ほか，1990）である。丘陵部の海成粘土層や火山灰層の分布は多くの既存文献で詳細にまとめられており、主なものとしては、千里丘陵では市原（1991）、枚方丘陵ではNakagawa（1969）、泉北・泉南丘陵では関西地質調査業協会（1998）などによる報告がある。より広域での分布も市原ほか（1991）などにまとめられている。これらに示されている海成粘土層・火山灰層の分布と他の既存研究の成果をコンパイルし、その

分布をデジタル化して三次元データを作成した。

作成した海成粘土層・火山灰層分布の三次元デジタルデータは、XY座標 (UTM 第 53 帯)、Z 座標 (標高値)、海成粘土層・火山灰層名を含むポイントデータとその接続関係で構成されている。作成したデータを「Move」に取り込み、三次元分布のポイントデータを国土地理院の 50 m メッシュ標高データによる地形と共に表示したものを図 6 に示す。ここでは、作成した全データのうち、福田火山灰層及びその相当層と、海成粘土層 Ma-1、Ma0、Ma3、Ma6、Ma9 について表示した。図中の青色の点群は福田火山灰層及びその相当層を、水色の点群は Ma-1 を、茶色の点群は Ma0 を、赤色の点群は Ma3 を、緑色の点群は Ma6 を、黄色の点群は Ma9 をそれぞれ示す。これらの海成粘土層・火山灰層は作業範囲の丘陵部に広く分布するが、1つの海成粘土層・火山灰層が作業範囲全域に分布しているわけではない。しかし、各層ともにある程度の範囲にわたって分布しており、これらの三次元的な分布情報を他のデータと組み合わせることで、三次元地質構造モデリングのための基礎データとして有効利用できる。

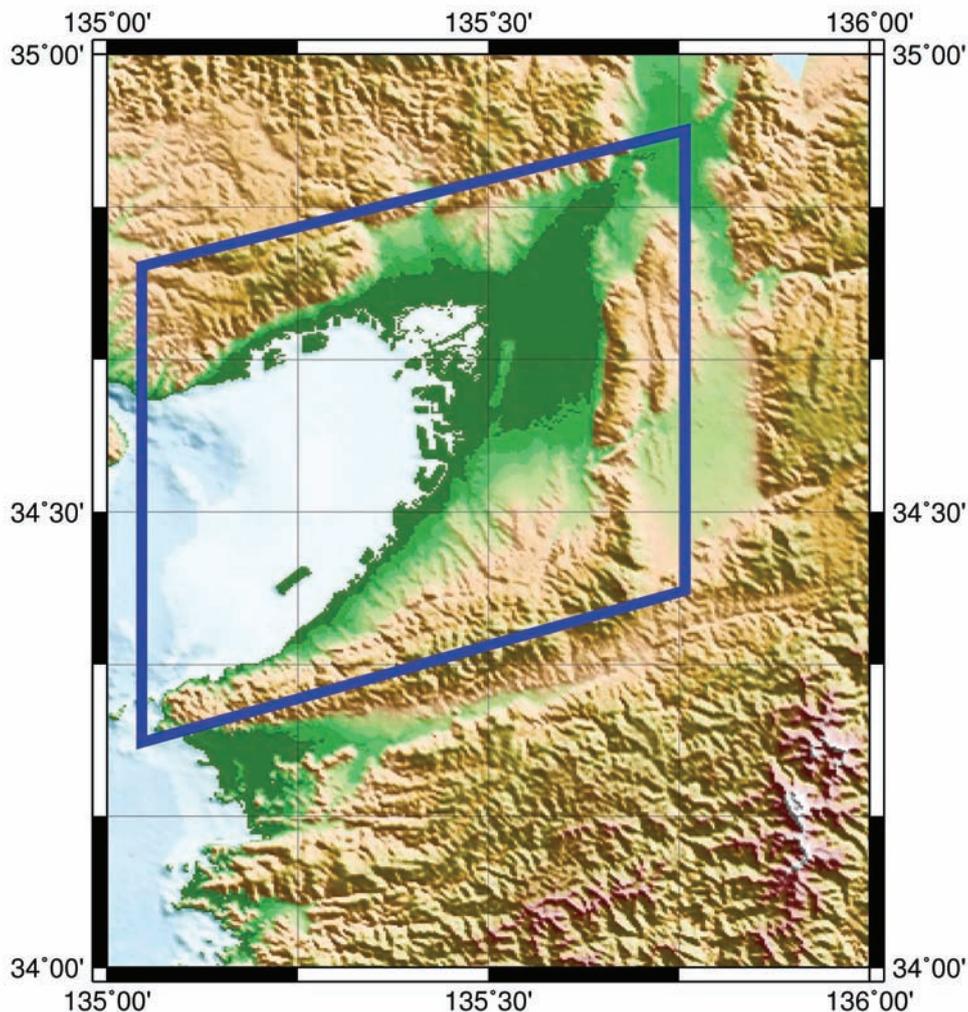


図 5 火山灰層・海成粘土層分布データのデジタル化作業範囲。段彩陰影図には岸本(2000)の 250 m メッシュ標高データを使用した。

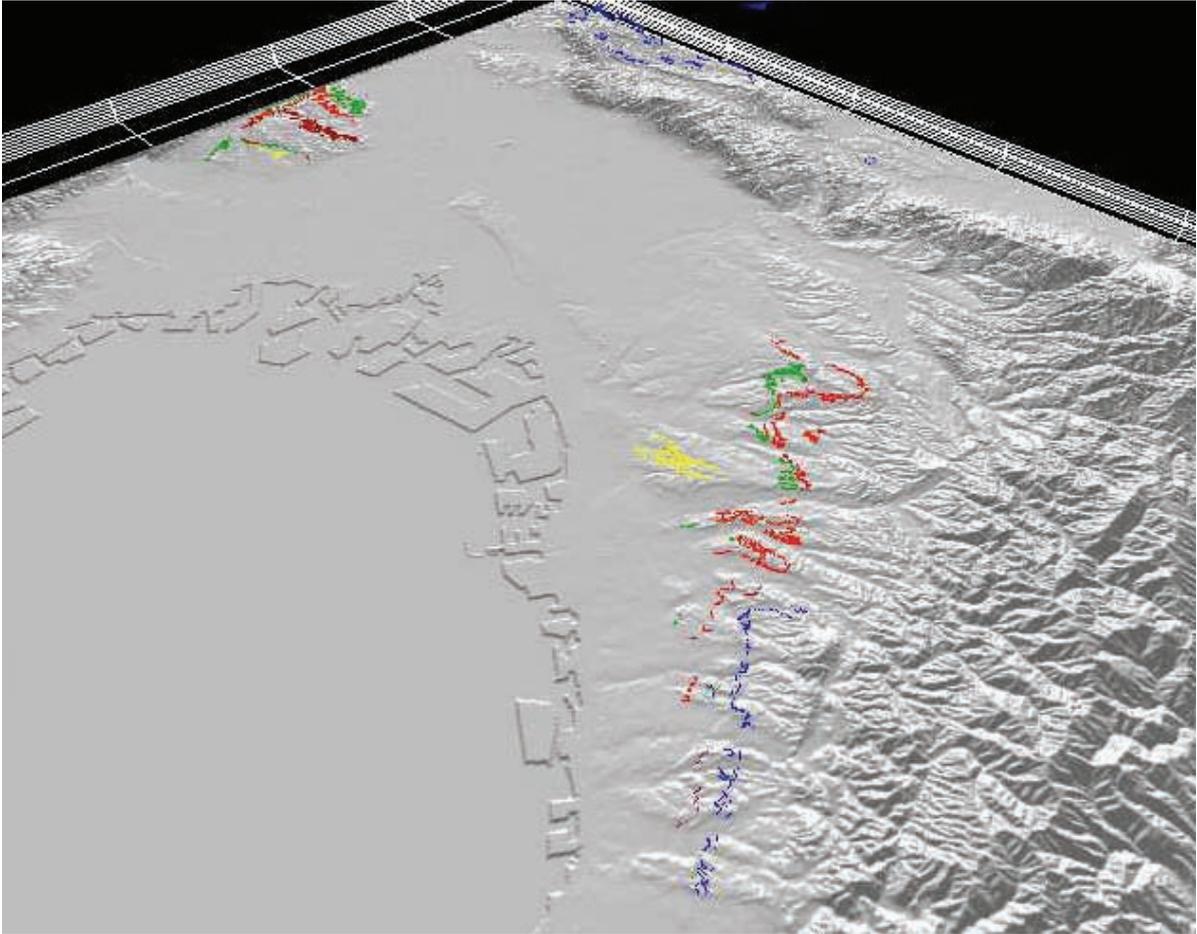


図6 火山灰層・海成粘土層分布データ。デジタル化したもののうちの一部を示す。図ではポイント表示であるが、データそのものにはポイント間の接続関係も含まれている。青色の点群は福田火山灰層及びその相当層を、水色の点群は Ma-1 を、茶色の点群は Ma0 を、赤色の点群は Ma3 を、緑色の点群は Ma6 を、黄色の点群は Ma9 をそれぞれ示す。地形データには国土地理院発行の 50 m メッシュ標高データを用いた。

3) 上町断層における地中レーダー探査

a) 調査地域

本探査は大阪平野南部の大阪府和泉市で行った（図7）。調査地域では上町断層帯は主に北北西－南南東走向で東側隆起の坂本断層（岡，1972）と、北北東－南南西走向で東側隆起の久米田池断層（大阪府，1997）で構成される（岡田ほか，1996）。また、坂本断層・久米田池断層は共に東側へ傾斜する逆断層だと考えられている（例えば、地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004）。探査測線にはこの坂本断層を横切る A 測線・C 測線、及び久米田池断層を横切る B 測線を設定した（図8）。また、調査地域では JR 阪和線 和泉府中駅を中心とした広い範囲で府中面と呼ばれる低位段丘面が分布し（岡，1972）、A 測線と C 測線の全区間と B 測線の西側およそ 3 分の 2 の区間はこの段丘面上に位置する（図8）。市原ほか（1986）によれば、この低位段丘を構成する府中層は大阪層群や基盤岩類を不整合

に覆っていて、層厚数 m 以下、主として中礫～大礫を含む砂礫層から構成される河成層である。また、和泉府中駅付近で実施されたボーリング調査の結果、府中層には AT 火山灰層（26-29 ka：町田・新井，2003）が挟まれていることがわかった（市原ほか，1986）。ただし、この低位段丘面は更に細分化される可能性があり、探査測線周辺について今後、詳細な地形区分と年代決定を行う必要も考えられる。

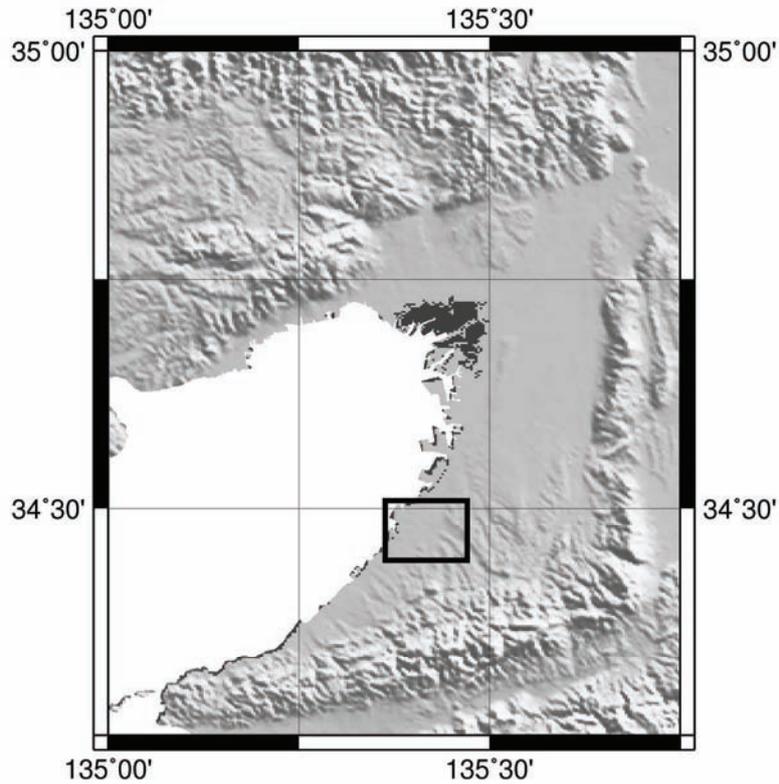


図7 調査地域。図中の黒枠は図8の範囲を示す。陰影図の陸域には岸本（2000）の標高データを使用した。陰影図での光線は北東から南西への向きである。

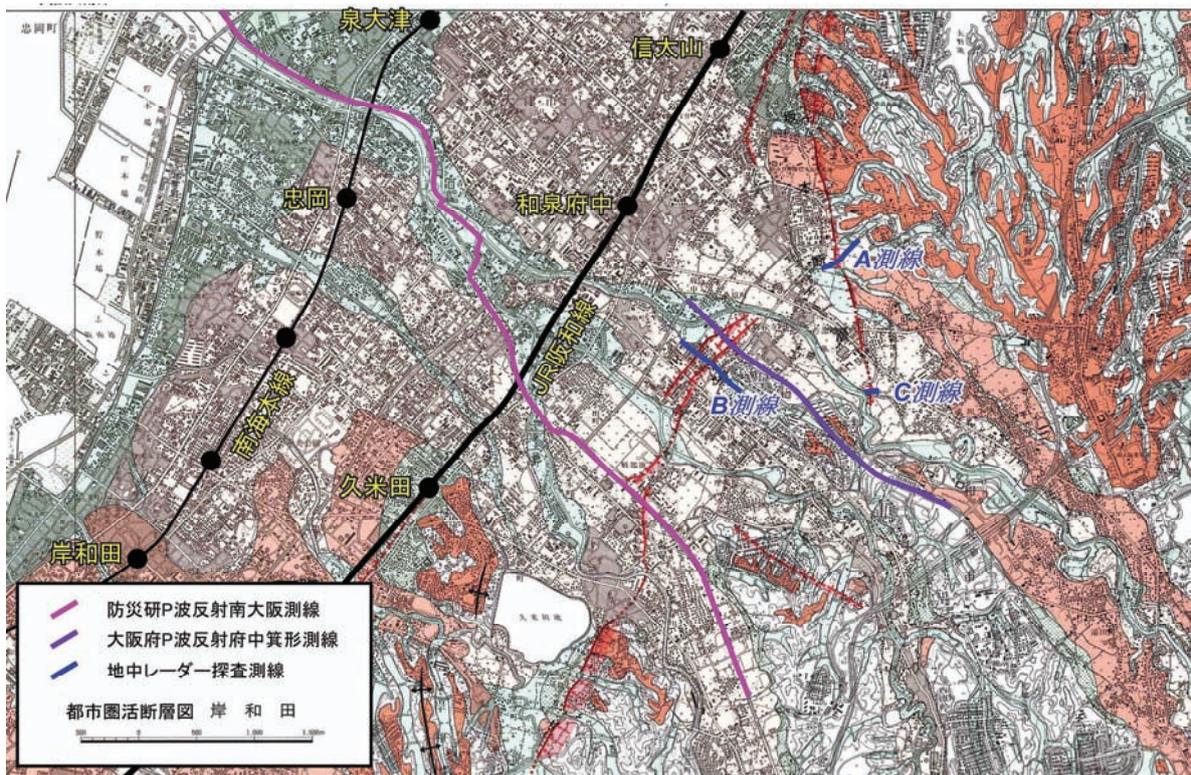


図8 探査測線の位置。図中に薄橙色で示された、和泉府中を中心とした広い範囲に分布する段丘面が府中面（岡，1972）である。岡田ほか（1996）に加筆。

b) 探査測線

地中レーダー探査測線の詳細位置を図9、10、11に示す。A測線（図9）は、和泉市一条院町の和泉市消防本部付近から同市黒鳥町の城の池東方に至る約270mの区間である。A測線周辺では坂本断層は北-南から北北西-南南東走向であり、探査測線とほぼ直交する。B測線（図10）は、和泉市寺門町二丁目のてらかど保育園付近から同市和気町四丁目の槇尾川公園付近に至る約650mの区間である。B測線周辺では久米田池断層は地表部では100-150m離れて並行する北東-南西走向の2条の断層に分岐している。B測線はこれら2断層のどちらともほぼ直交する。なお、データ取得の際の制限のために、B測線のほぼ中央で測線を分割し、西側をB-W測線、東側をB-E測線とした。C測線（図11）は、槇尾川右岸に位置する和泉市阪本町内の約100mの区間であり、東西にのびる。C測線周辺では坂本断層は南北走向であり、探査測線とほぼ直交する。C測線の位置は坂本断層の南方末端部に近く、本地点の南方約150m以遠では明瞭な断層変位地形は報告されていない（岡田ほか，1996）。

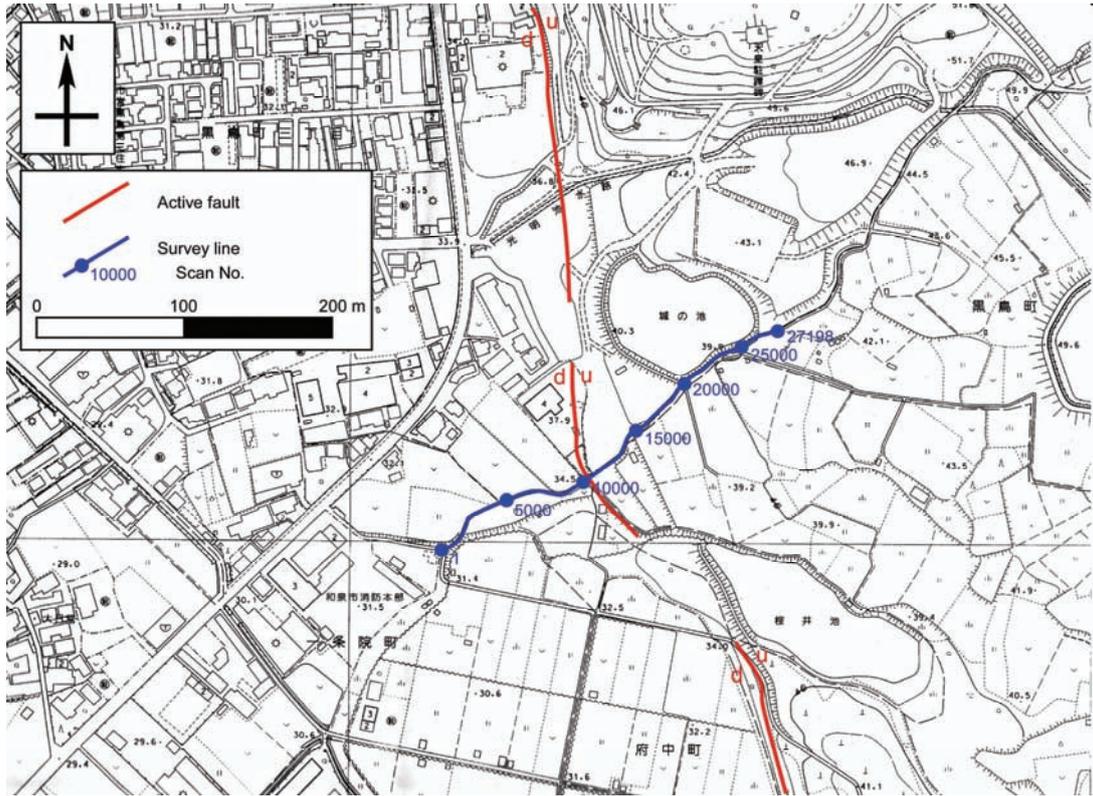


図9 A測線の詳細位置図。活断層の地表位置は岡田ほか（1996）に基づく。基図には和泉市発行の2500分の1地形図を用いた。

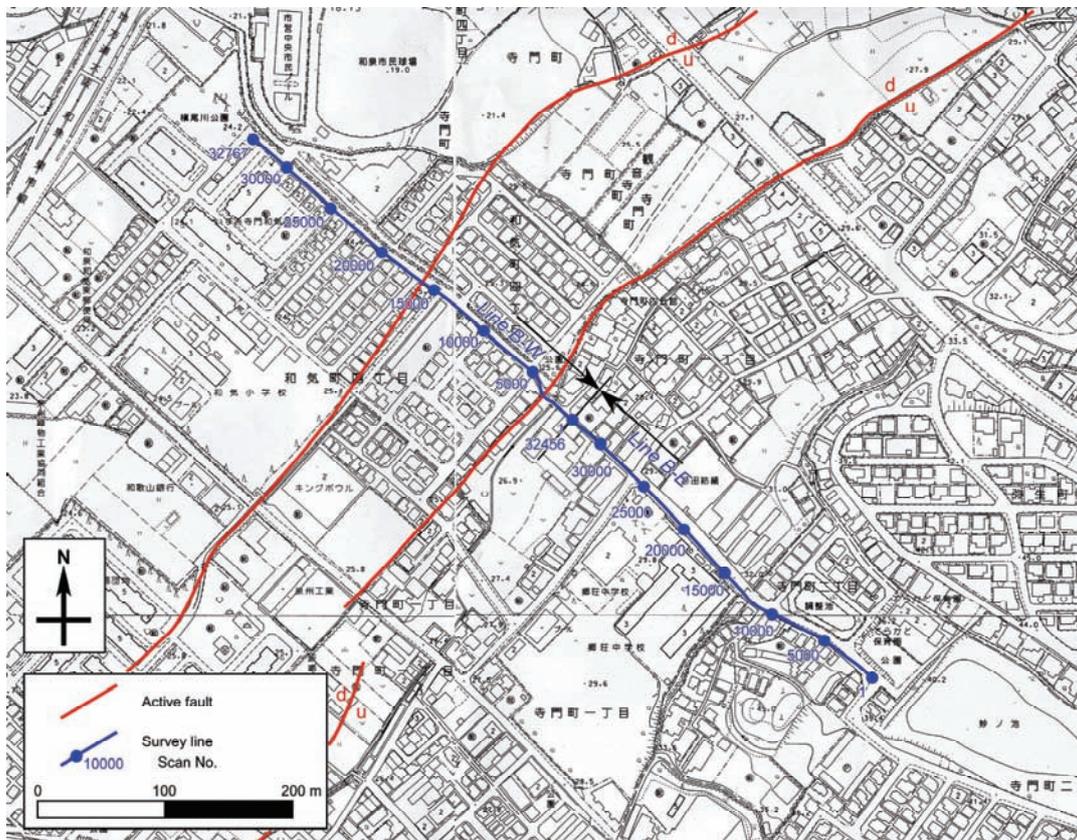


図10 B測線の詳細位置図。活断層の地表位置は岡田ほか（1996）に基づく。基図には和泉市発行の2500分の1地形図を用いた。

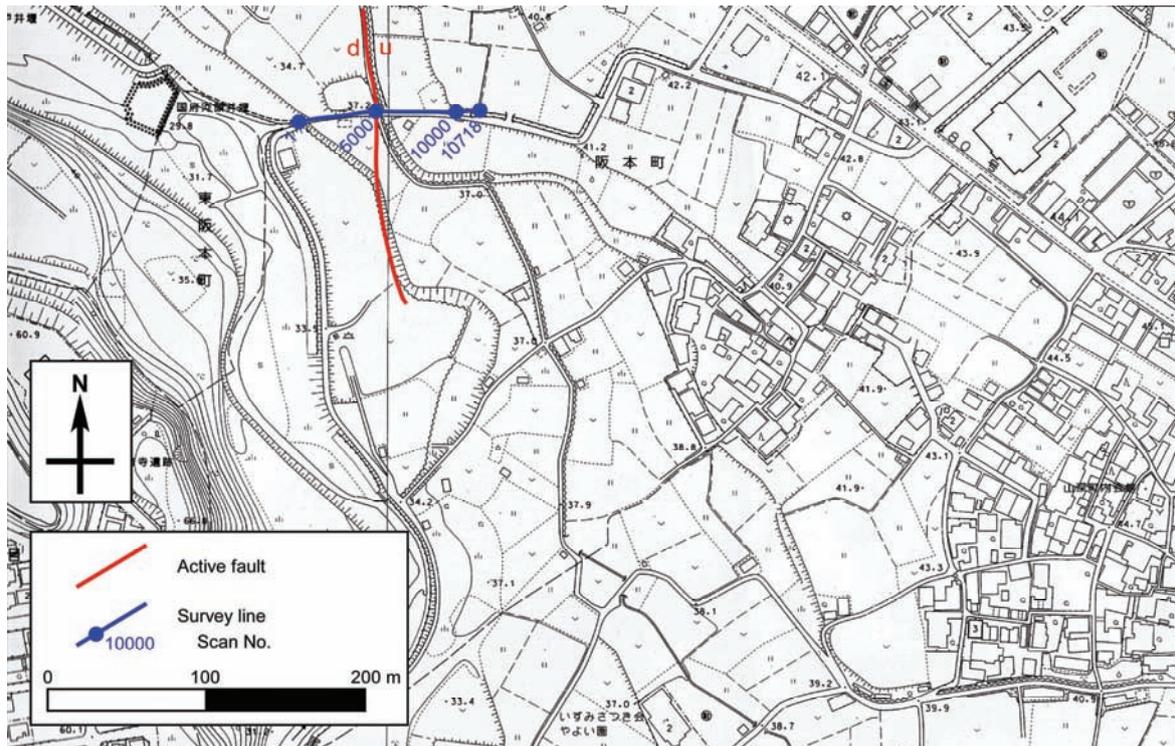


図 11 C 測線の詳細位置図。活断層の地表位置は岡田ほか（1996）に基づく。基図には和泉市発行の 2500 分の 1 地形図を用いた。

c) データ取得

地中レーダー探査で用いた測定システムは GSSI 社の SIR-3000 であり、送受信アンテナには GSSI 社製の電磁シールド付き 200 MHz アンテナ Model-5106 を使用した（写真 1）。データ取得はプロファイル測定法（例えば、物理探査学会，1998）により行った。探査期間は 2011 年 1 月 14 日～18 日で、電磁波送受信作業は 15 日～17 日の日中に行った。その作業風景を写真 2 に示す。測定ではサーベイホイールによってアンテナの移動と電磁波の送受信を同期させ、1 cm 間隔のスキャンを行った。再現性の確認のために各測線を往復して 2 回の測定を行った。取得データのサンプリング間隔は 0.25 nsec、記録長は 256 nsec（1024 サンプル）、記録データビット長は 16 bit、記録ファイルフォーマットは DZT 形式である。探査測線の水平位置・標高座標の決定のために、測線に沿って 2 m 間隔での Real-Time Kinematic GPS 測量（写真 3）及び 2 m メッシュ DEM データ（サブテーマ 1 で収集・整備したデータ）の利用を行った。



写真1 地中レーダー探査機器。中央のオレンジ色の箱が送受信アンテナ（GSSI 社製 Model-5106）。アンテナ上の液晶画面の付いた白色の箱が制御・記録装置（GSSI 社製 SIR-3000）。



写真2 地中レーダー探査データ取得の作業風景。アンテナ前方の人間（茶色の服）が送受信アンテナを牽引して移動させ、アンテナ後方の人間（紺色の服）が送受信制御・データ収録を行う。また、図のように探査中は交通警戒を行う（アンテナ斜め後方の赤白の棒を持った人間）。



写真3 Real-Time Kinematic GPSによる測量風景。図の左側が基地局、図の右奥で立っているポールが移動局である。

d) データ処理

探査のデータ処理は、GSSI社製の地中レーダー探査データ処理システムRADAN 6.6を用いて行った。データ処理の流れを表1に示す。各種のフィルター処理や振幅回復・調整処理を行い、各測線について往復走時200 nsecまでの地中レーダー探査時間断面を得た。

表1 データ処理の流れ

Time-zero correction
Dewow filter
Bandpass filter
Background removal
Gain recovery
Deconvolution filter
Automatic gain control
Bandpass filter

e) 地中レーダー探査断面

地中レーダー探査の結果得られた時間断面を、A測線について図12に、B-W測線について図13に、B-E測線について図14に、C測線について図15にそれぞれ示す。これらの図のすべての時間断面は相対振幅カラー表示である。データ取得作業時の現場でのパラメータ調整の際、往復走時150 nsec強まで十分な信号を確認できたが、データ処理の結果、A測線の断面では150 nsecより、B及びC測線の断面では80 nsecより深い領域では電磁波

の反射は非常に乏しくなった。

A 測線 (図 12) では、Scan No. 7000~13000 でおおよそ 110~150 nsec の領域で相対的にやや強い反射が見られるが、Scan No. 14000~27000 ではおおよそ 100~140 nsec の領域がやや強い。また、東傾斜の逆断層である (例えば、地震調査研究推進本部・地震調査委員会, 2004) 坂本断層の A 測線での地表位置は岡田ほか(1996)に基づけば Scan No. 10000 付近である (図 9)。よって図 12(b)のように、上記の両領域の間に坂本断層を推定した。

B 測線はデータ収録装置の記録容量の制限により、測線中央で分割している。西側の B-W 測線 (図 13) では、断面西端で 50 nsec 前後、断面東端に近い Scan No. 3000 付近で 70 nsec 前後に位置し、断面全体にわたって連続性の良い明瞭な反射面が見られる。この反射面は Scan No. 15000 付近を境とし、その境界の西側近傍では 60~70 nsec、東側近傍では 50~60 nsec に位置する。さらに、Scan No. 2000 付近を境とし、その西側近傍では 70 nsec 前後、東側近傍では 50 nsec 前後に位置する。B-W 測線周辺の地表では久米田池断層は 2 条にわかれて 100~150 m 離れて並行し (岡田ほか, 1996)、その地表位置は Scan No. 16500 及び 3500 付近である (図 10)。また、久米田池断層も他の上町断層帯を構成する断層群と同じく東傾斜の逆断層と考えられる (例えば、地震調査研究推進本部・地震調査委員会, 2004)。よって図 10(b)の断面内の 2 条の断層のように、久米田池断層の浅部地盤内での位置を推定した。次に、東側の B-E 測線 (図 14) では、Scan No. 19000 付近より西側では反射が非常に乏しく、東側では 80 nsec 前後まで比較的強い反射が見られる。この違いは、測線西端から Scan No. 19000 までは低位段丘堆積層である府中層が分布し、Scan No. 19000 付近から測線東端までは大阪層群が分布するという違いに起因すると考えられる。

C 測線 (図 15) では、断面西端から Scan No. 5500 付近までは東傾斜の反射面が見られるが、Scan No. 5500 付近から 8000 付近までは西傾斜となり、Scan No. 8000 付近から断面東端までは緩やかな東傾斜となる。この断面は時間断面なので、傾斜量等を厳密に議論できないが、とくに断面中央の大きな西傾斜は、撓曲変形を示唆するものと考えられる。したがって、Scan No. 5500 付近の撓曲前縁から Scan No. 8000 付近まで、少なくとも 25 m 以上の幅の撓曲帯が存在すると考えられる。また、東傾斜の逆断層である坂本断層の C 測線での地表位置は岡田ほか (1996) によれば Scan No. 5000 付近である (図 11)。よって図 15(b)のように、本断面内での坂本断層の位置を推定した。C 測線は断層下盤側では西へ傾斜する道路わきに位置し、断層付近では低崖を横切り、断層上盤側では緩やかに西傾斜する畑のあぜ道上に位置する。その地表面の断面の概念図は図 15(c)の青線で示される。本稿では時間断面の作成までを行ったが、このような測線の高度分布を考慮して図 15(a)の時間断面に対して深度変換と地表面補正を施せば、図 15(c)の概念図で示される浅部地盤構造が得られると想定される。

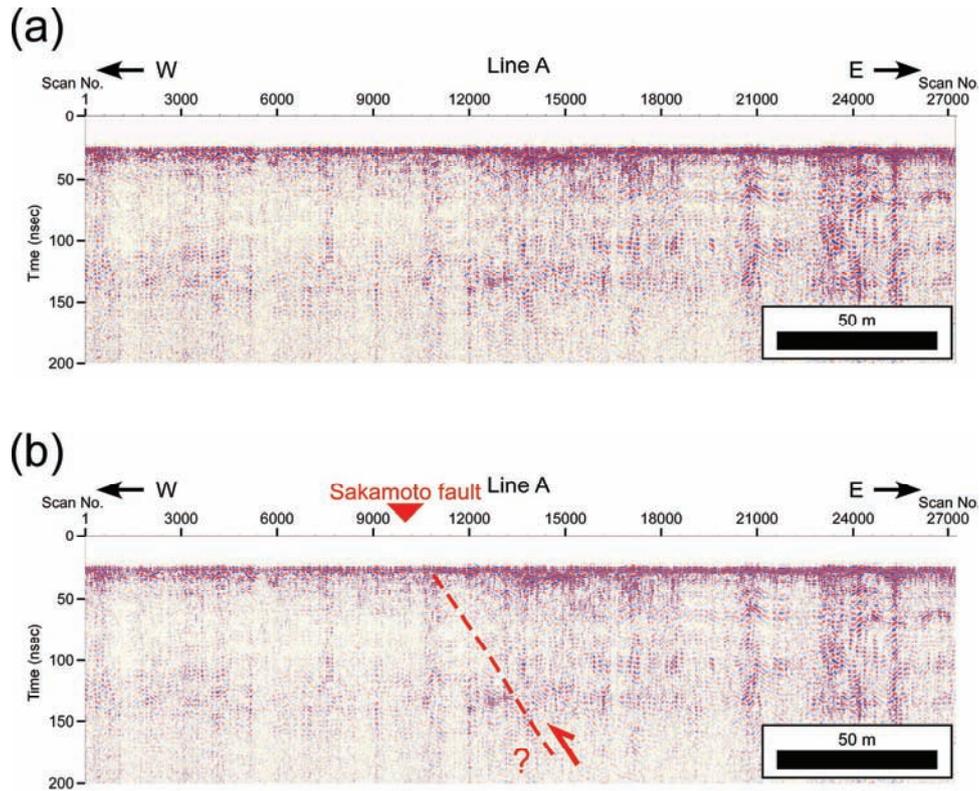


図 12 A 測線の地中レーダー探査断面。(a) 時間断面。(b) 断面内での坂本断層の位置の推定。地表での断層位置は岡田ほか（1996）に基づく。

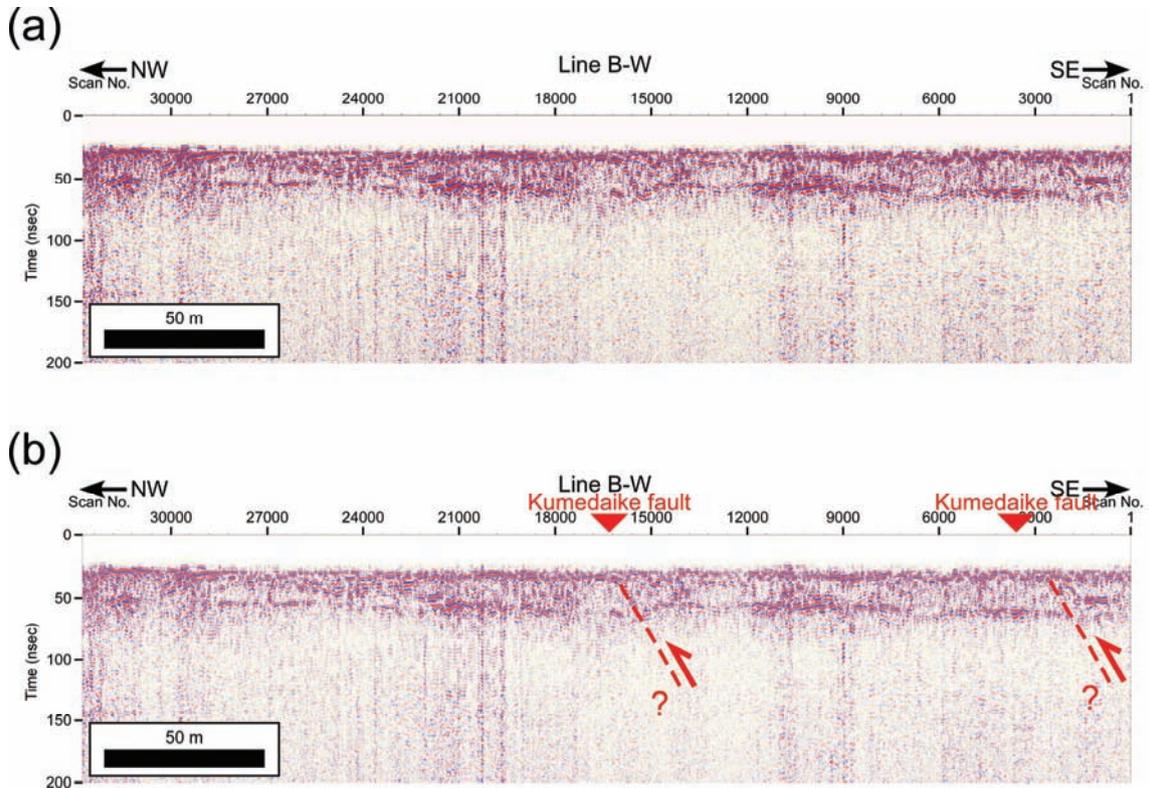


図 13 B-W 測線の地中レーダー探査断面。(a) 時間断面。(b) 断面内での久米田池断層の位置の推定、地表での断層位置は岡田・他（1996）に基づく。

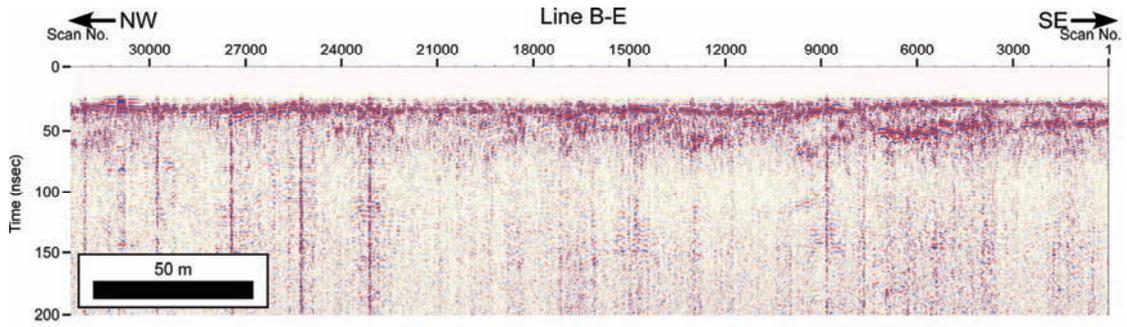


図 14 B-E 測線の地中レーダー探査断面。時間断面。

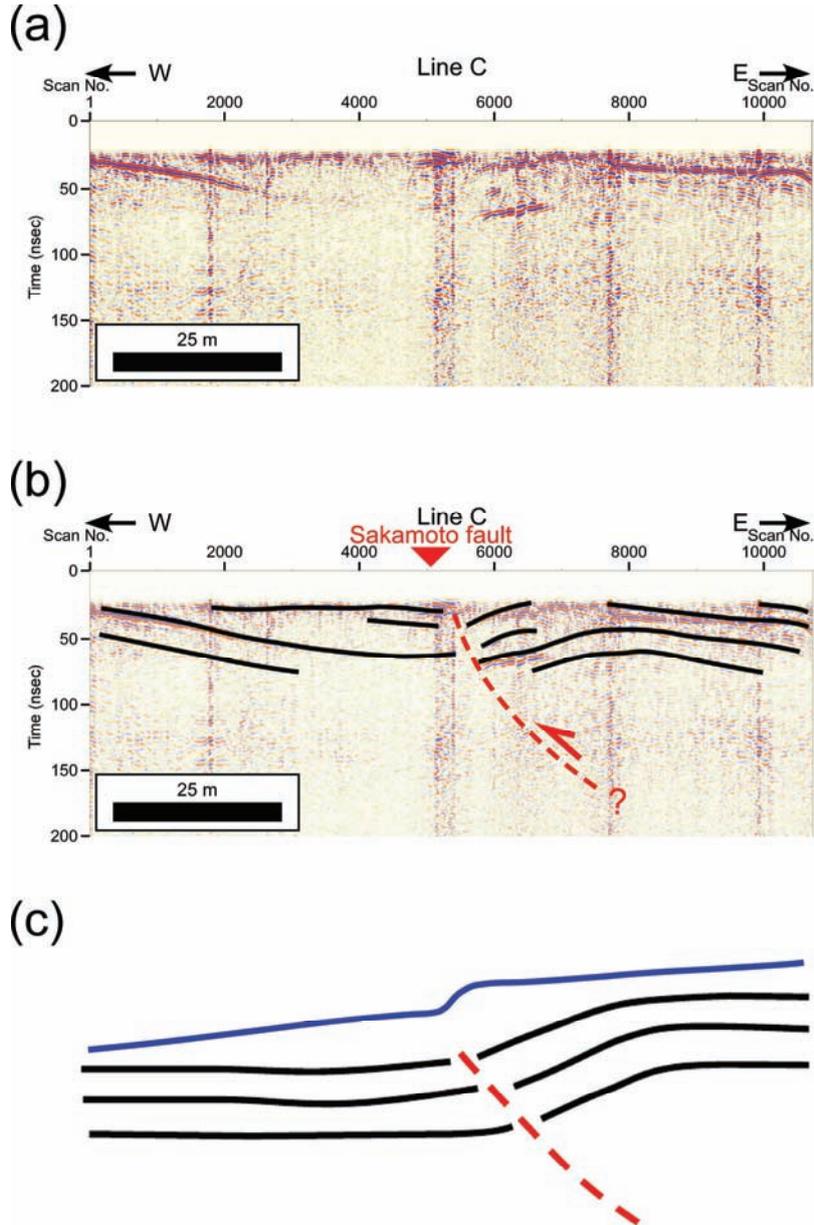


図 15 C 測線の地中レーダー探査断面。(a) 時間断面。(b) 主な反射面の形状と断面内での坂本断層の位置の推定。地表での断層位置は岡田・他(1996)に基づく。(c) 上記断面について地表面補正を施した場合に想定される浅部地盤構造概念図。青線は地表面を、黒線は地層面を、赤破線は断層面をそれぞれ示す。

(c) 結論ならびに今後の課題

1) 地震シナリオ推定のための断層変位データの整理

地震シナリオの推定に用いる、上町断層帯の断層変位に関するデータを整理した。関口ほか(2003)のコンパイル以降の関連するデータとしては、大阪府が実施したP波反射法地震探査の大和川南測線(大阪府, 2004a)と三次元堆積層構造の大阪府2004モデル(大阪府, 2003; 大阪府, 2004b; 大阪府, 2005)がある。前者のデータから平均変位速度を計算し、関口ほか(2003)に追加する形で整理した。後者については、新たな情報は含まれていないことがわかった。

2) 地質構造モデル構築用基礎データのデジタル化

三次元地質構造モデル構築のための基礎データとして、主に丘陵部など大阪層群の地表露出地域で、走向・傾斜や火山灰層・海成粘土層分布などの地質情報の収集・整備・三次元デジタルデータ化を行った。その結果、走向・傾斜データは、データ数は少ないものの、三次元デジタルデータとして整備されたことにより、今後の三次元地質構造モデル構築の際の基礎データのひとつとして利用できる。また、火山灰層・海成粘土層分布データは大阪平野の丘陵部の広い範囲で三次元デジタルデータ化できたので、これらも同様に有効利用できる。

ただし、上記のデータだけから大阪層群の三次元構造モデルを構築することは難しく、あくまで、必要とされる多くの基礎データの内のいくつかを準備した段階である。そのため、本業務で得た大阪層群地表露出地域での三次元デジタル化地質情報にくわえて、反射法地震探査結果やボーリング調査結果などの地下地質情報を準備することが必要である。こうした地下地質情報に関して、既存研究で多くの知見が報告されており、また、他サブテーマでも今年度の業務でデータが取得されている。これらのデータを総合することにより、大阪平野全域での三次元地質構造モデルを構築することが今後の課題である。そのような三次元地質構造モデルで堆積層の変形が明らかになれば、三次元バランス法解析などの地質構造変形解析により、上町断層の地下深部の三次元形状が推定できると期待される。

3) 上町断層における地中レーダー探査

大阪平野南部に位置する大阪府和泉市内において、上町断層帯坂本断層を横切る2本の測線及び同断層帯久米田池断層を横切る1本の測線で地中レーダー探査を実施した。プロファイル測定法によって取得したデータについて処理を行い、往復走時200 nsecまでの時間断面を作成した。各測線の時間断面で、断層による変位・変形を示すと考えられる反射面のパターンが認められた。これに各測線での断層の地表位置等を考慮し、それぞれの時間断面での坂本断層・久米田池断層のおおよその位置・形状を推定した。また、C測線では坂本断層による撓曲変形を示す断面を得た。その結果、C測線での撓曲帯の幅は少なくとも25 m以上に及ぶことがわかった。

断層によって変位・変形した地層の位置・形状をより正確に求めるためには深度変換断面を作成する必要がある。ただし、時間断面を深度変換するには、各測線下の浅部地盤内での電磁波伝播速度を求めなければならない。具体的には、プロファイル測定で取得したデータ

について点反射体利用による電磁波速度推定（パターンマッチング法）を行うか、あるいはワイドアングル測定（例えば、物理探査学会，1998）で取得したデータについて電磁波速度解析を行う。今回の取得データセットは点反射体利用による電磁波速度推定には不十分であり、地中電磁波速度を得るためにはワイドアングル探査が必要と思われる。また、地中レーダー探査断面の地質学的解釈を進めるためには、反射面と地層の対比を正確に行うためのボーリングデータ等が必要である。以上のように本探査についての課題は多いが、逆に言えば上町断層帯の他の地点で、ワイドアングル測定法による地中レーダー探査やボーリング調査を行える環境ならば、浅部地盤構造をより正確にあらわす地中レーダー探査断面が得ることができる。そうすれば、断層の地表付近での位置・形状や断層変位量や撓曲変形帯の幅・変形量などについて多くの情報を得ることができる。したがって今後、地中レーダー探査と群列ボーリング・ジオスライサー調査やトレンチ調査を組み合わせることはお互いの調査をより有意義にするものと考えられる。

(d) 引用文献

- 物理探査学会，物理探査ハンドブック，物理探査学会，1336pp，1998.
- 堀川晴央・水野清秀・石山達也・佐竹健治・関口春子・加瀬祐子・杉山雄一・横田裕・末廣匡基・横倉隆伸・岩淵洋・北田 奈緒子・Arben Pitarka，断層による不連続構造を考慮した大阪堆積盆地の 3 次元地盤構造モデル，活断層・古地震研究報告，3，225-259，2003.
- 市原 実，2 万 5 千分の 1「千里丘陵とその周辺の地質図」，アーバンクボタ，30，1991.
- 市原 実（編著），大阪層群，創元社，340pp，1993.
- 市原 実・市川浩一郎・山田直利，岸和田地域の地質，地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅），地質調査所，148pp，1986.
- 市原 実・吉川周作・三田村宗樹・水野清秀・林 隆夫，12 万 5 千分の 1「大阪とその周辺地域の第四紀地質図」，アーバンクボタ，30，1991.
- 居川信之，西神地域の大阪層群，日本地質学会関西支部報，100，60-61，1986.
- 地震調査研究推進本部・地震調査委員会，上町断層帯の評価，19pp，<http://www.jishin.go.jp/main/index.html>，2004.
- 関西地質調査業協会，大阪府南部 泉南・泉北地域地質図（1/25,000）及び同説明書，地質図 2 枚，説明書 28pp，1998.
- 岸本清行，海陸をあわせた日本周辺のメッシュ地形データの作成:Japan250m.grd，地質調査所研究資料集，353，5pp CD-ROM 2 枚，2000.
- 町田 洋・新井房夫，新編火山灰アトラスー日本列島とその周辺ー，東京大学出版会，336pp，2003.
- 水野清秀・服部 仁・寒川 旭・高橋 浩，明石地域の地質，地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅），地質調査所，90pp，1990.
- 水野清秀・寒川旭・関口春子・駒澤正夫・杉山雄一・吉岡敏和・佐竹健治・荻谷愛彦・栗本史雄・吾妻崇・須貝俊彦・栗田泰夫・大井田徹・片尾浩・中村正夫・森尻理恵・広島俊男・村田泰章・牧野雅彦・名和一成，50 万分の 1 活構造図「京都」（第 2 版），地質調

- 査総合センター，2002.
- Nakagawa, Y., The Osaka Group in the Northern Piedmont Hills of the Ikoma Range, 京都大学理学部地質学鉱物学教室修士論文，1969.
- 岡 義紀，槇尾川流域の地形発達史，船越謙策教授記念論文集，159-166，広島大学，1972.
- 岡田篤正・千田 昇・中田 高，1:25,000 都市圏活断層図「岸和田」，国土地理院技術資料 D・1-No. 333，国土地理院，1996.
- 大阪府，平成 8 年度地震調査研究交付金 上町断層に関する調査成果報告書，<http://www.jishin.go.jp/main/index.html>，1997.
- 大阪府，平成 14 年度大阪平野の地下構造調査に関する調査成果報告書，2003.
- 大阪府，平成 15 年度地震関係基礎調査交付金「大阪平野の地下構造調査」成果報告書 [概要版]、2004a.
- 大阪府，平成 15 年度大阪平野の地下構造調査に関する調査成果報告書，2004b.
- 大阪府，平成 16 年度大阪平野の地下構造調査に関する調査成果報告書，2005.
- 1972.
- 関口春子・加瀬祐子・堀川晴央・石山達也・佐竹健治・杉山雄一，活断層情報を用いた想定地震の不均質すべり・応力分布の推定，活断層・古地震研究報告，**3**，273-284，2003.
- 染川治実・吉川周作，京都府南部，田辺丘陵の大阪層群，地球科学，**37**，98-109，1983.