３．研究報告

３．１　活断層の活動区間を正確に把握するための詳細位置・形状等の調査

(1) 業務の内容

(a) 業務題目　活断層の活動区間を正確に把握するための詳細位置・形状等の調査

(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	研究チーム長	吉岡　敏和
独立行政法人産業技術総合研究所	研究員	近藤　久雄
国立大学法人京都大学理学研究科	准教授	堤　浩之

(c) 業務の目的

上町断層帯の地表付近での詳細な位置と分布形状および変位量分布を把握するため、詳細な変動地形学的調査を断層帯全域で実施するとともに、これまでに実施された地形・地質学的調査結果、既存反射法地震探査等の成果を整理し、変動地形・活構造の分布、活動区間を明らかにする。

(d) ３ヵ年の年次実施業務の要約

1) 平成 22 年度：

上町断層帯の詳細な断層位置と分布形状、及び変位量分布を把握するため、これまでに実施された地形・地質学的調査結果、既存反射法地震探査等の成果を整理し文献調査を行った。変動地形・活構造の分布を明らかにするため、空中写真の判読及び航空レーザー測量（LiDAR）データに基づく詳細数値標高モデル（DEM）を作成し、変動地形・活構造分布の基図を作成した。

2) 平成 23 年度：

平成 22 年度に作成した DEM を用いた変動地形解析、地表踏査および表層ボーリング掘削調査を実施した。既存の調査結果とこれまでに得られた地形・地質情報を基に、断層帯に沿った変位量分布を明らかする手法を整理した。

3) 平成 24 年度：

DEM を用いた変動地形解析、地表踏査および表層ボーリング掘削調査を引き続き実施し、変動地形・活構造分布図を作成した。既存の調査結果とこれまでに得られた地形・地質情報を基に、陸域の断層帯に沿う変位量分布を明らかにした。さらに、変動地形・活構造の分布形状、活動性等を総合して、断層帯の活動区間を明らかにした。

(2) 平成 22～24 年度の成果

(a) 業務の要約

上町断層帯の詳細な断層位置と分布形状を把握するため、これまでに実施された地形・

地質学的調査結果、既存反射法地震探査等の成果を整理して文献調査をおこなった。２ｍメッシュの詳細な数値標高モデル（DEM）を断層帯のほぼ全域で整備し、これに基づく地形解析、空中写真判読、地表踏査等を実施して、活断層・活構造分布を明らかにした。その結果、従来砂州と考えられてきた上町台地北方に広がる微高地が隆起した沖積面であること、別々の分岐断層とされてきた桜川撓曲と住之江撓曲が一連の前縁断層をなす活構造であること、上町台地上に分布する背斜、台地東縁を延びる東側低下の撓曲崖と背斜、最新活動に伴う微細な撓曲崖などの変動地形・活構造が新たにみいだされた。また、泉大津市大津川付近から沿岸部を延びる推定断層は、海岸線に沿って分布する河成段丘面上に累積的な短波長の逆傾斜およびバルジ状の変形が認められたため、その存在が確認された。この沿岸部を延びる活断層は詳細な位置・形状ともに不明瞭であるが、段丘面上に形成された変動地形の分布から判断して、大津川河口周辺から阪南市箱作周辺まで延びる長さ約26km の逆断層と考えられる。また、みかけの断層傾斜が比較的高角であること、一般走向が N45°E と東西圧縮軸に比べ斜交していることなどから、この断層は右横ずれ成分を伴っている可能性がある。さらに、断層帯全域に沿う後期更新世以降の平均変位速度分布を解明するため、DEM を利用した上下変位量の評価手法を整理した。地形断面図による上下変位量計測、既存資料に基づく変位基準の年代と断層帯低下側層序の検討を行って、陸域の断層帯に沿う平均変位速度分布を明らかにした。活断層・活構造の分布形状、活動履歴等を総合して､神崎川付近の上町断層から久米田池断層にいたる上町断層帯主部の活動区間、大津川付近から沿岸部を南西へ延びる上町断層帯沿岸部の活動区間の２つの活動区間を推定した。

(b) 業務の成果

1) DEM 等による活断層・活構造の再検討

a) はじめに

上町断層帯の位置、分布形状について、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）は、次のようにまとめている。上町断層帯は、大阪平野の西部を大阪府豊中市から大阪市を経て岸和田市に至る長さ約 42km の断層帯で、相対的に東側を隆起させる東傾斜の逆断層帯である。断層帯は、北から上町断層、長居断層、坂本断層、久米田池断層、および上町断層の西側に北東-南西走向で延びる桜川撓曲、住之江撓曲によって構成される。詳細な断層帯の分布や位置については、中田ほか（1996a，b，c，d）および岡田ほか（1996）による「都市圏活断層図」、杉山（1997）、岡田・東郷（2000）、池田ほか（2002）、中田・今泉（2002）などにより図示されている。

これらの活断層図における活断層・活構造の位置は概ね調和的であるが、部分的には異なっている。本業務においては、神崎川付近の上町断層帯から久米田池断層にかけて主として陸域に分布する断層帯、および泉大津市の大津川付近から南西へ延びる沿岸活断層について、詳細な活断層・活構造図を作成した。

なお、従来、上町断層帯の北端を構成すると考えられてきた佛念寺山断層は、千里山丘陵高度の不連続および急斜する大阪層群を根拠として確実度 I の活断層とされてきた（活断層研究会編，1991）。地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）はこれを踏襲し、上町断層帯の北端を構成するとみなしている。しかし、鮮新-更新統の大阪層群を切

る佛念寺山断層を記載した市原ほか（1955）は、信太山層群には佛念寺山断層の影響がみられず、同断層の形成期は大阪層群堆積後、信太山層群堆積前としている。信太山層群は、その後の調査研究によって、高位段丘構成層および中部更新統であると考えられた（藤田・笠間，1982；市原，1993）。また、岡田・東郷編（2000）は、佛念寺山断層に沿うリニアメントは、断層に沿う差別浸食によって生じた断層組織地形として図示している。さらに、サブテーマ１の詳細活断層位置の検討において、佛念寺山断層に沿っては第四紀後期以降の地形面および地層に累積的な変位と変形が確認できなかった。そのため、本業務においては、神崎川付近の上町断層以南を上町断層帯に含めることとし、詳細な活断層・活構造分布図を作成した。

詳細な活断層･活構造分布の検討にあたっては、２ｍメッシュの詳細な DEM を作成して、変動地形の把握に利活用した。大阪市街地周辺では、建物等の人工構造物が地表を覆っており、従来の空中写真等では地表の形態が視認しにくい。そこで、長野県松本市において Kondo et al. (2008)が実施した方法と同様に、航空レーザー計測による標高点データから建物のデータをフィルタリング処理した DEM を作成し、地表形態の詳細な把握と DEM データを用いた地形測量をおこなった。また、DEM で復元できる地表形態は、航空レーザー計測時における現在の地形であり、人工改変が既に行われた後の地形である。そのため、従来の空中写真判読の利点の１つである人工改変の相対的に少ない自然地形を把握するため、1940 年代米軍撮影の１万分の１空中写真や 1942 年大阪市撮影の大縮尺空中写真を DEM と相補的に用いた。さらに、空中写真撮影以前に行われた歴史時代の人工改変については、既往の文献や古地図を基にして可能な限り原地形を確認するように努めた。また、活断層・活構造の分布図は、国土地理院発行の都市圏活断層図と同様の認定基準や凡例を用いて作成した。活背斜については、水野ほか（2002）による活構造図と同様に図示し、既往の反射法地震探査等によって認定された地下に伏在する活背斜については、本調査により活背斜（伏在部）とした。

上述の活断層・活構造の分布図に加えて、サブテーマ４による上町断層帯の断層モデル設定や強震動評価にとって重要である平均変位速度分布について再検討した。従来の平均変位速度分布は、大阪堆積盆に広く分布する大阪層群 Ma-1 および Ma3 を変位基準として、断層帯全域の詳細な分布が明らかにされてきた（例えば、関口ほか，2003）。その一方で、上町断層帯の上盤側には第四紀後期以降に形成された河成段丘面が広く分布し（例えば、太田ほか編，2004；市原，1993；水野ほか，2002）、平均変位速度分布の検討に有益であると考えられる。そこで、本調査では DEM を活用して、段丘面を変位基準とした断層帯に沿うみかけの上下変位量分布を明らかにした。さらに、既存の地下地質層序をもとに、断層帯の低下側を埋積する地層の層厚を把握して、断層帯上盤の地形面が下盤側で相当する層準と深度を求め、可能な限り正確な真の上下変位量を見積もった。これにより、断層帯に沿ってほぼ全域に分布する段丘面に基づいた平均変位速度分布を検討した。

以下では、北から南へ、従来の活断層・活構造分布と特に異なる区間を中心に、本調査の結果、既往の地質情報および反射法地震探査の結果について記述する。図１に概観図を示し、図２～図７に本調査による上町断層帯の詳細分布と地形断面測線の位置、既存反射法地震探査測線の位置を示した。また、図８～図 40 において、DEM をもとにした地形断面図とその解釈、みかけの上下変位量を示した。上下変位量については、後述の平均変位速

度分布の検討において詳述する。

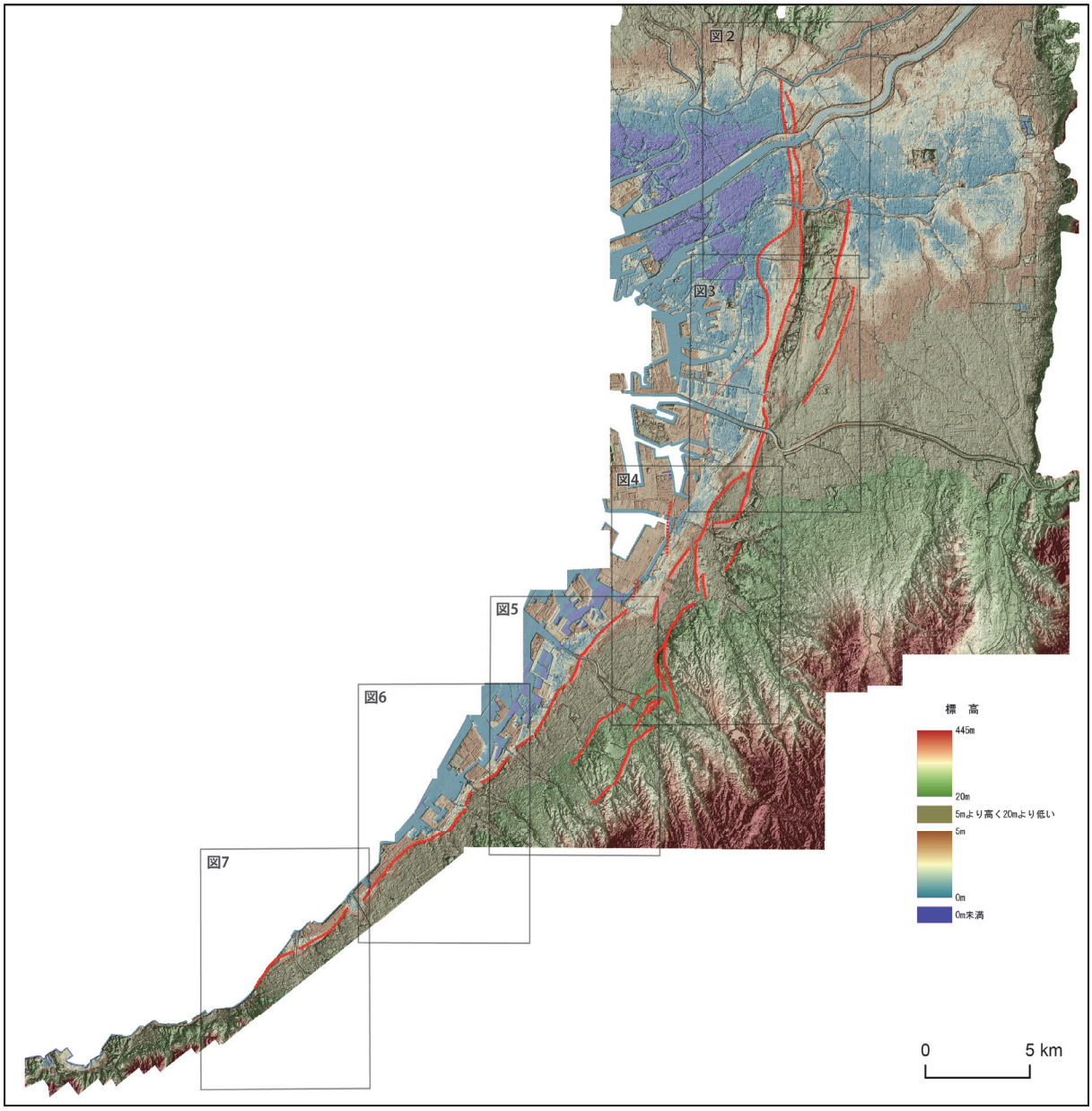

図１　上町断層帯の分布と概観図。基図は２mDEM による地形陰影図。赤線が上町断層帯の位置。

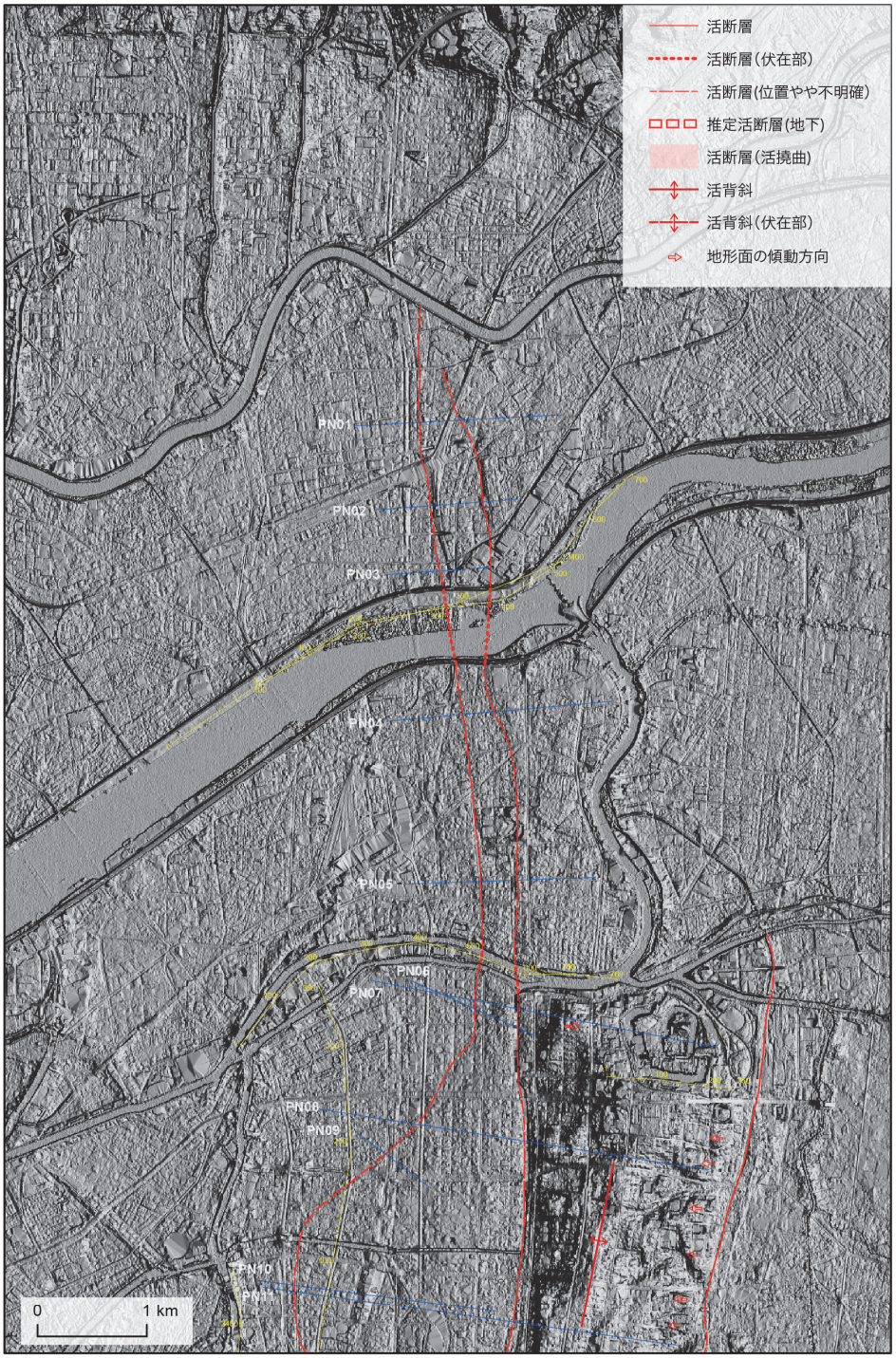

図２　上町断層帯の分布と地形断面測線位置。基図は２mDEM による地形陰影図。青色線が地形断面測線、黄色線は既存反射法地震探査、黄緑色線が音波探査の測線を示す。

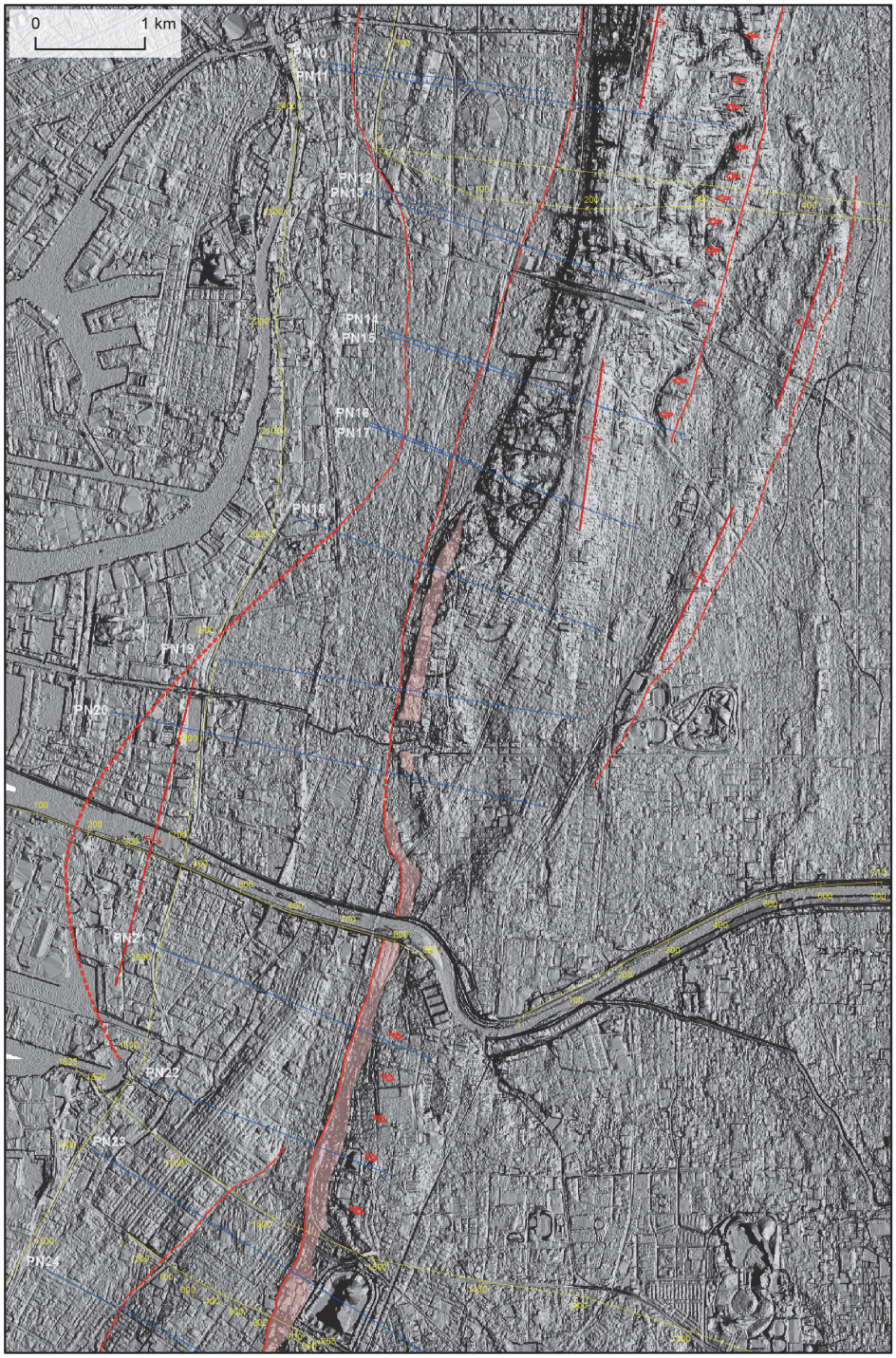

図３　上町断層帯の分布と地形断面測線位置。凡例は図２と同じ。

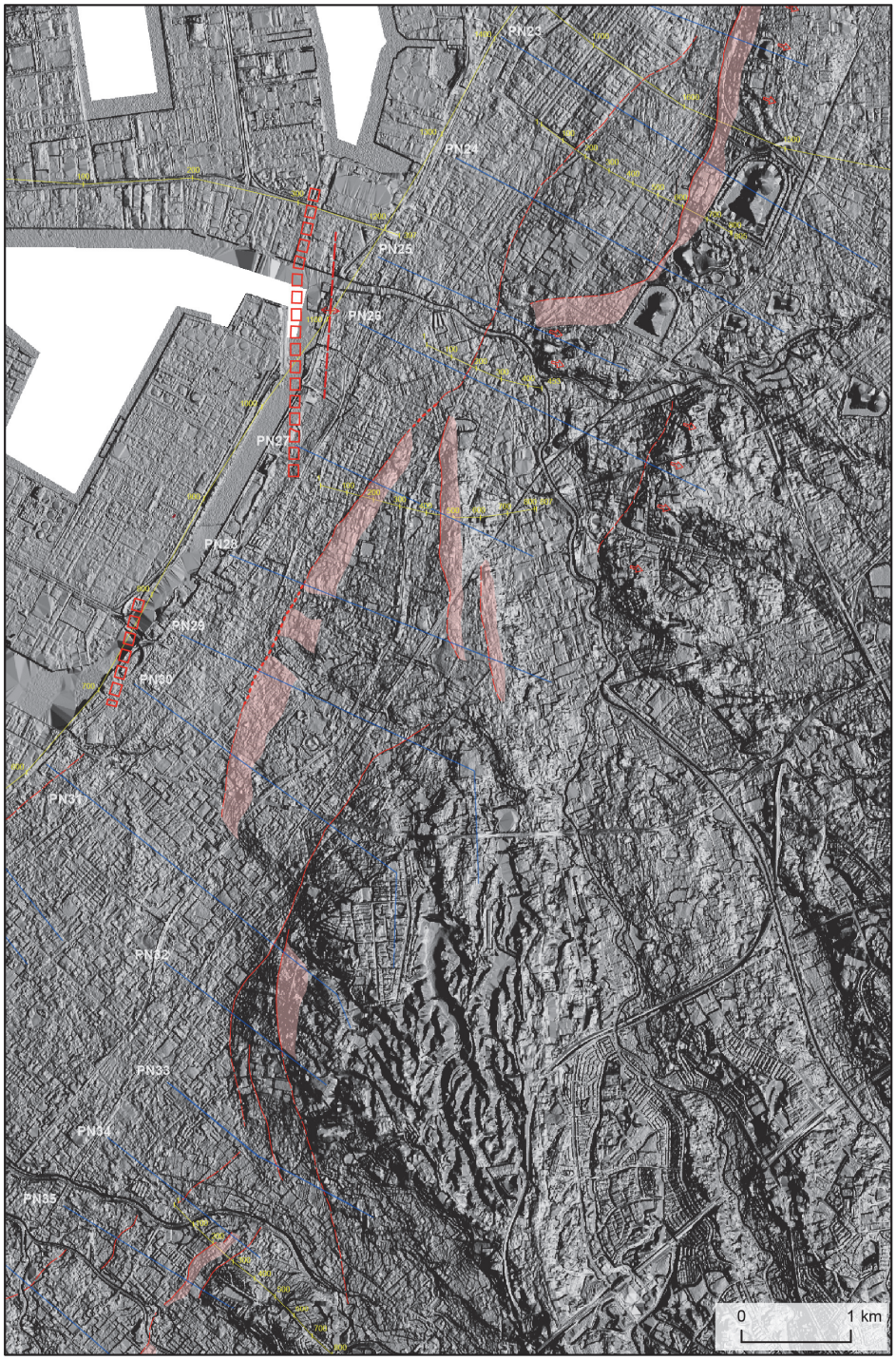

図４　上町断層帯の分布と地形断面測線位置。凡例は図２と同じ。

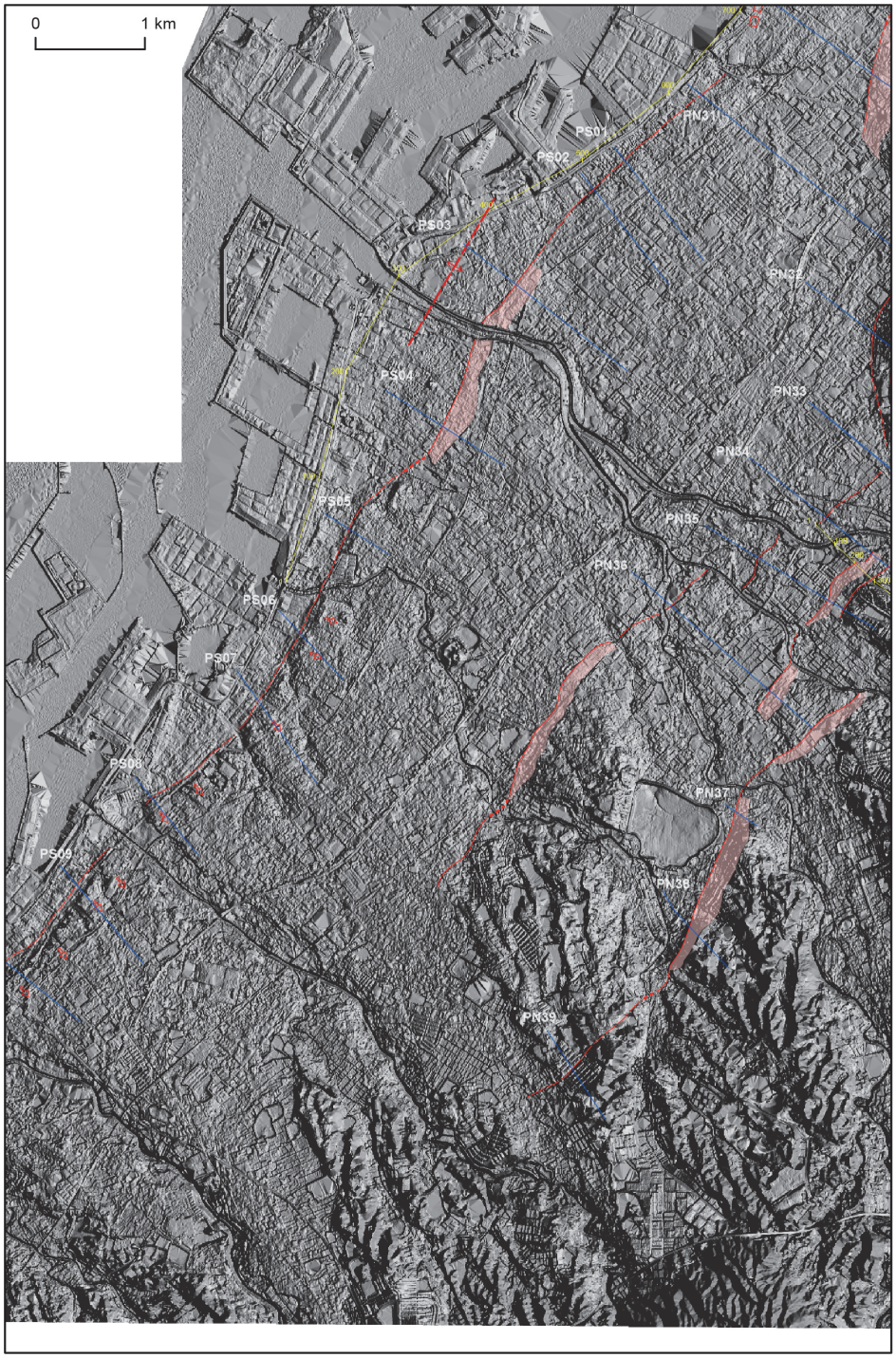

図５　上町断層帯の分布と地形断面測線位置。凡例は図２と同じ。

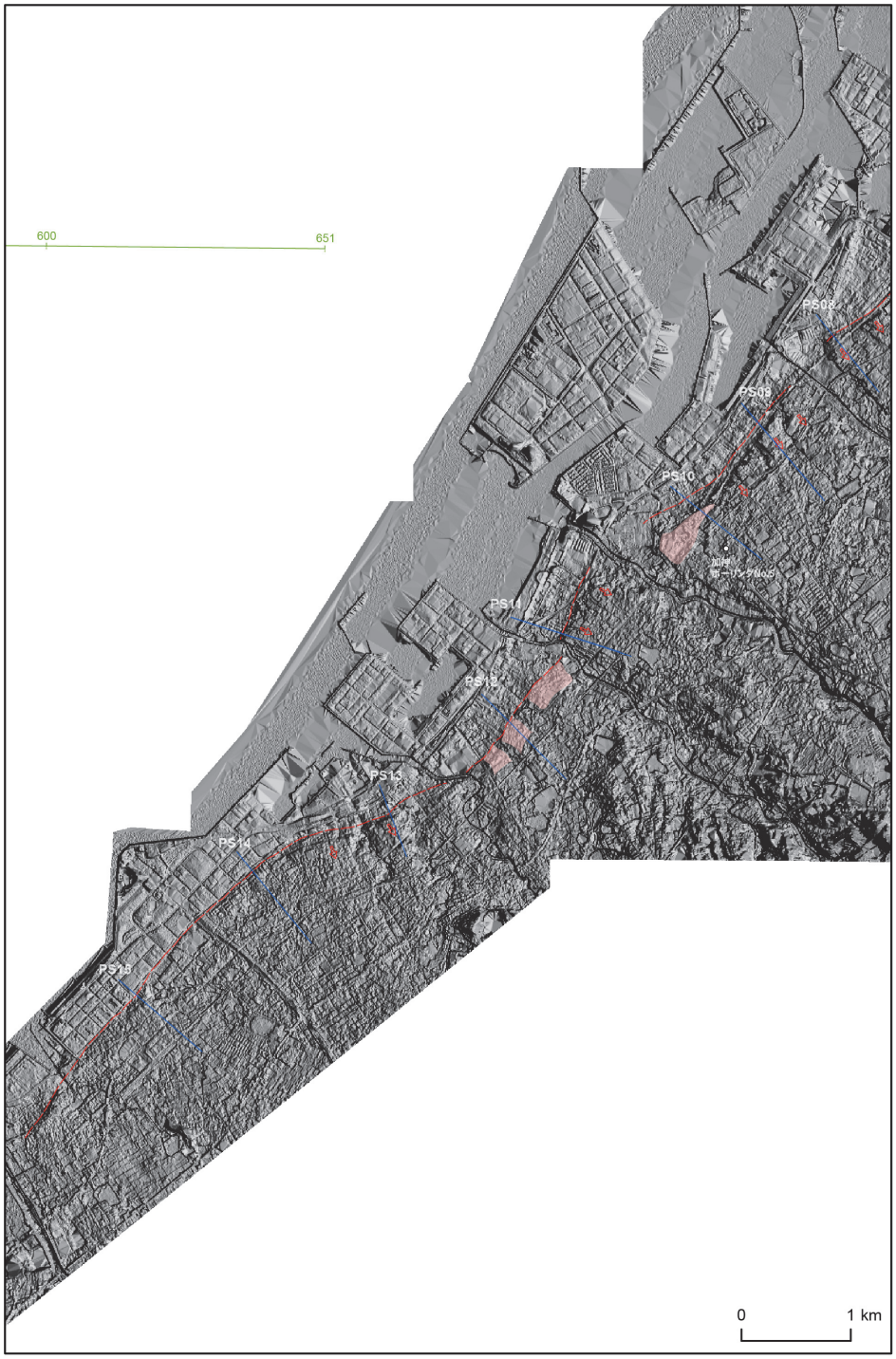

図６　上町断層帯の分布と地形断面測線位置。凡例は図２と同じ。

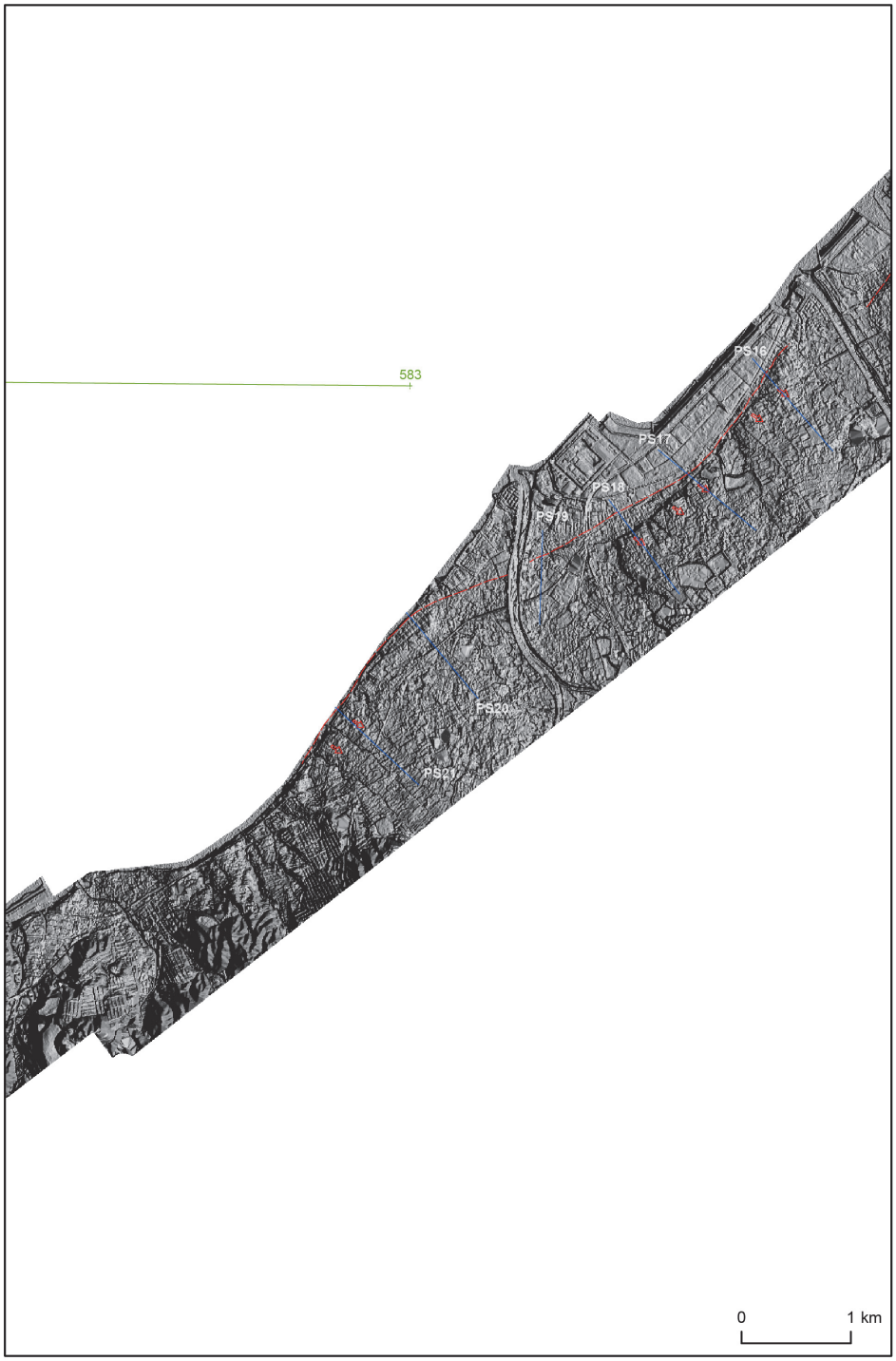

図７　上町断層帯の分布と地形断面測線位置。凡例は図２と同じ。

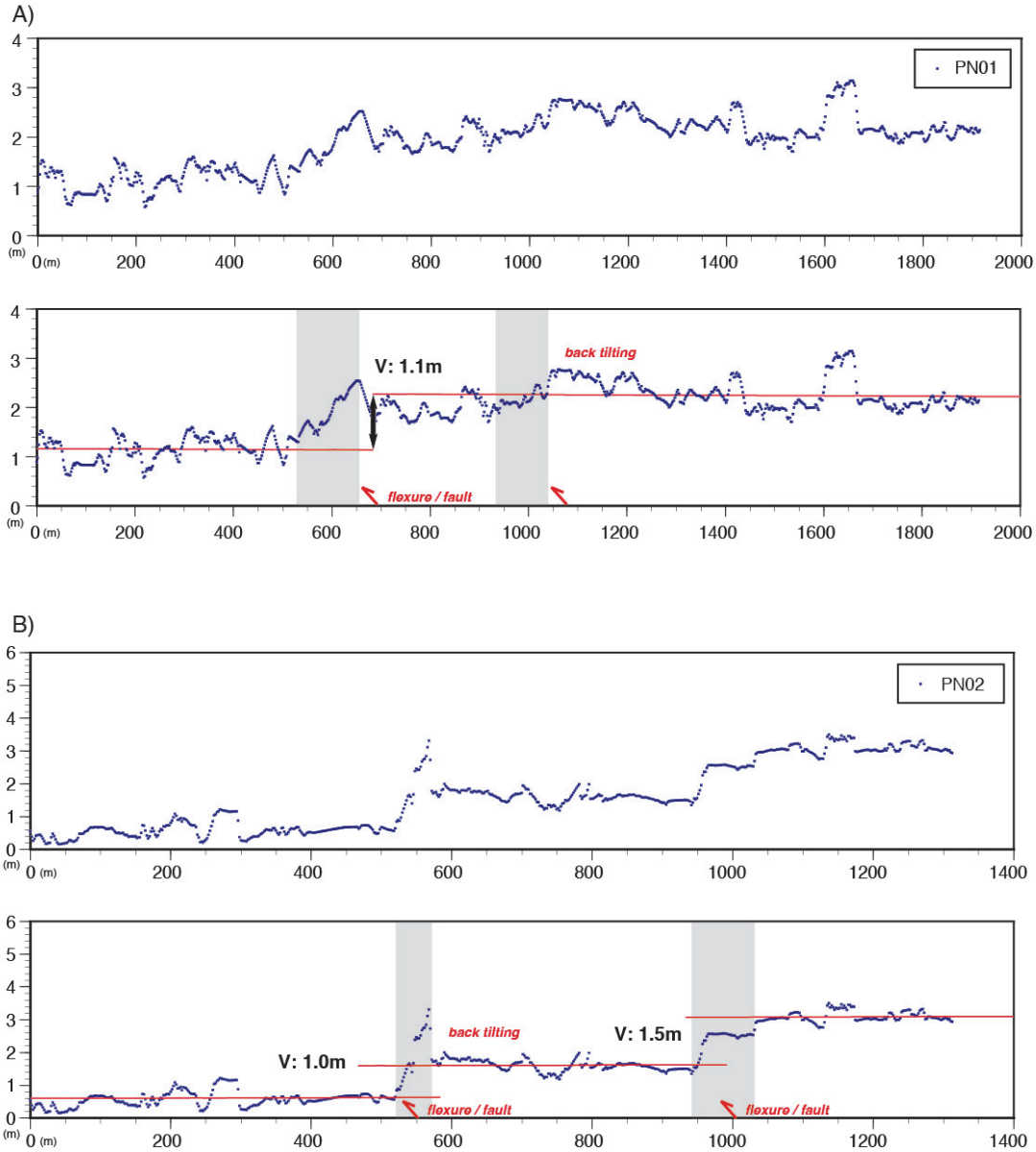

図８　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図２を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

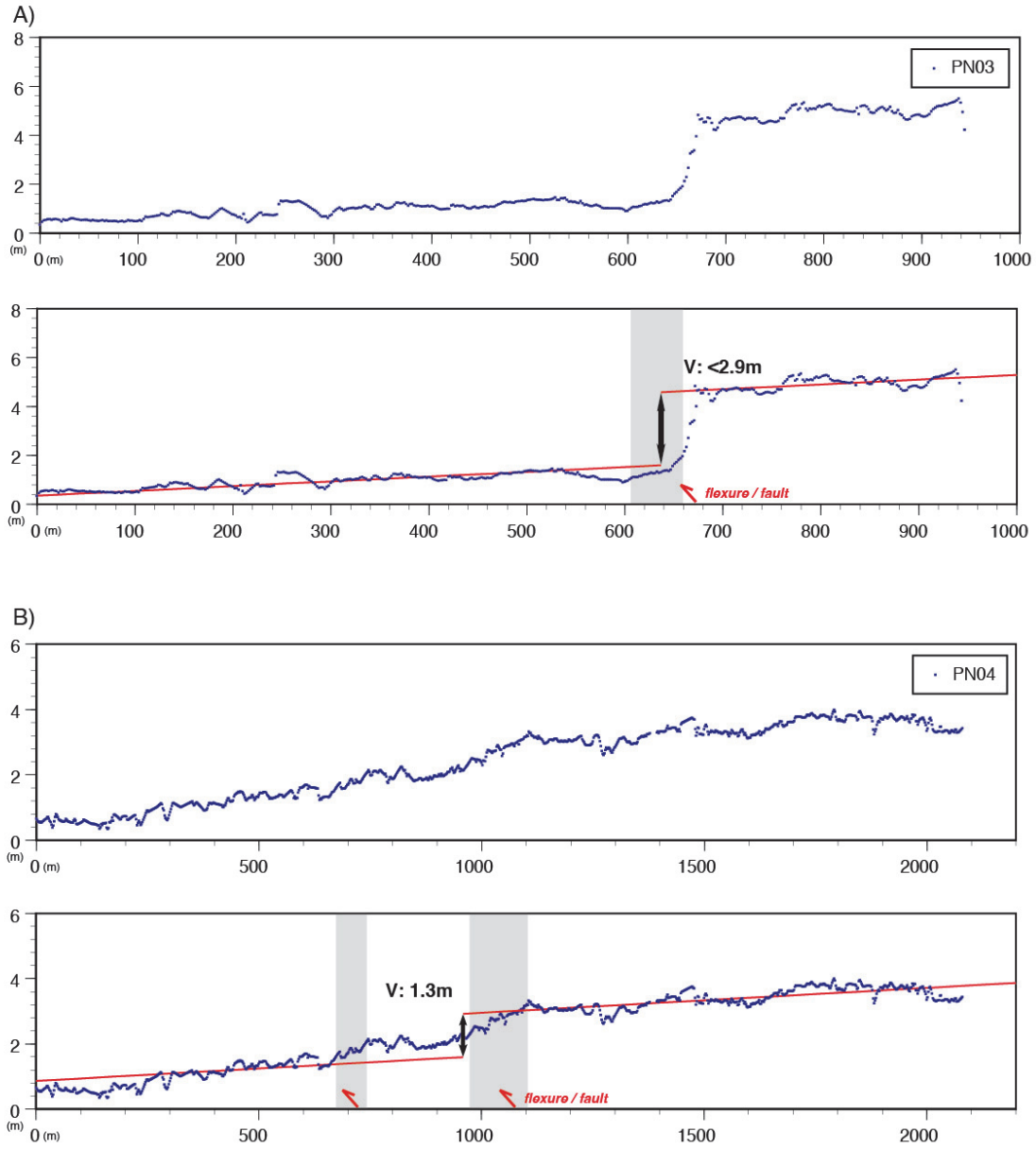

図９　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図２を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

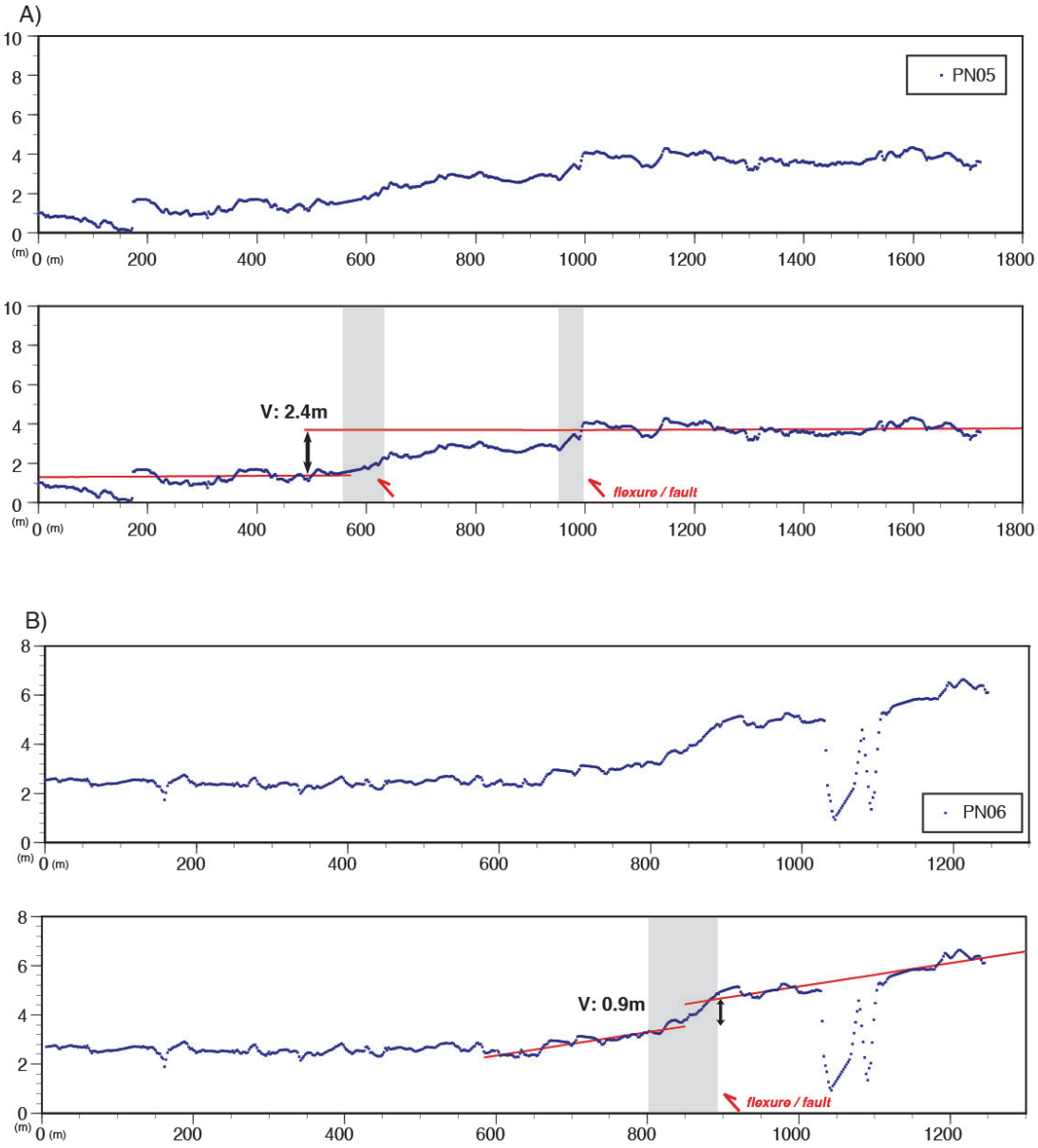

図 10　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 2 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

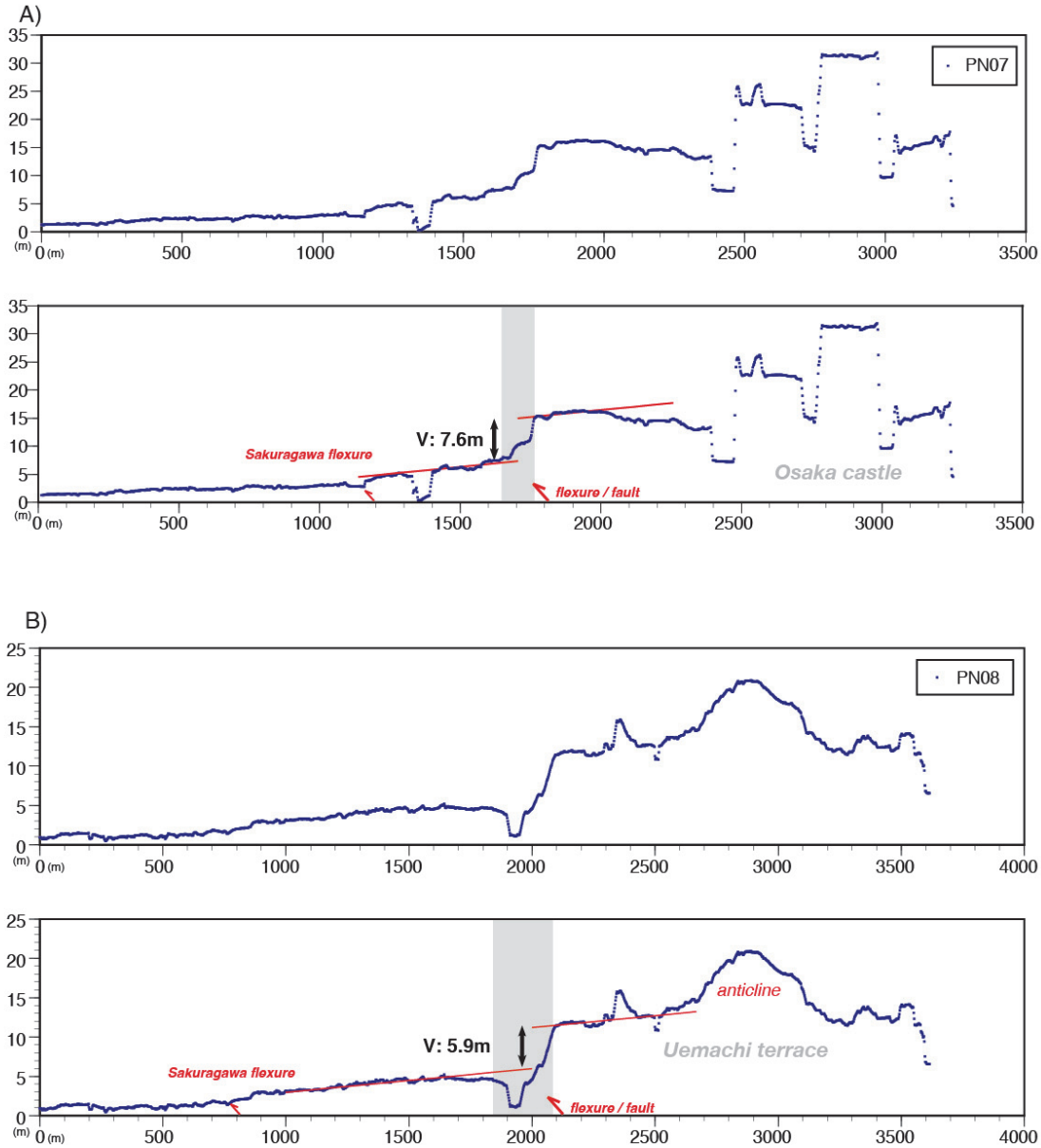

図 11　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 2 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

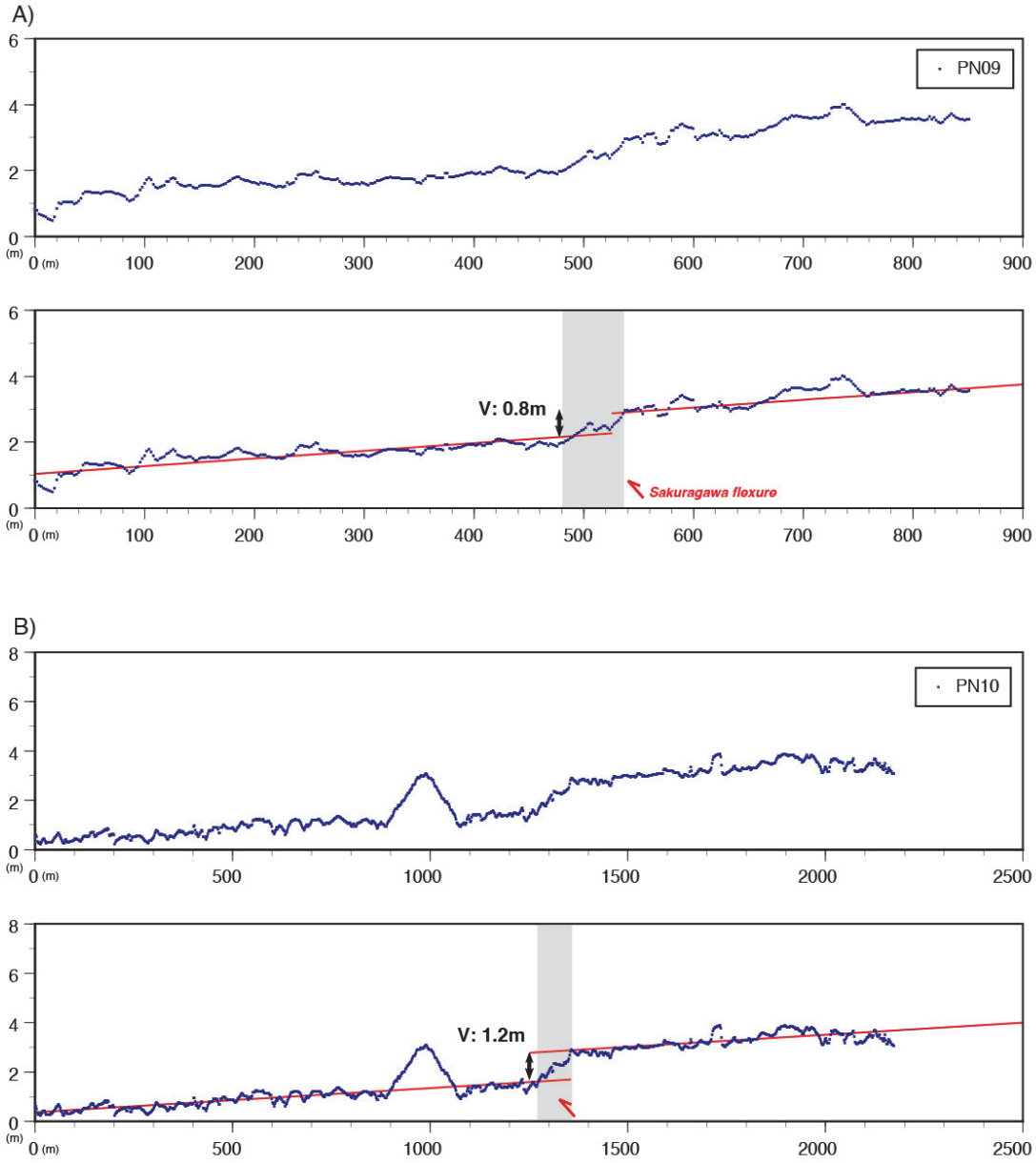

図 12　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 2 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

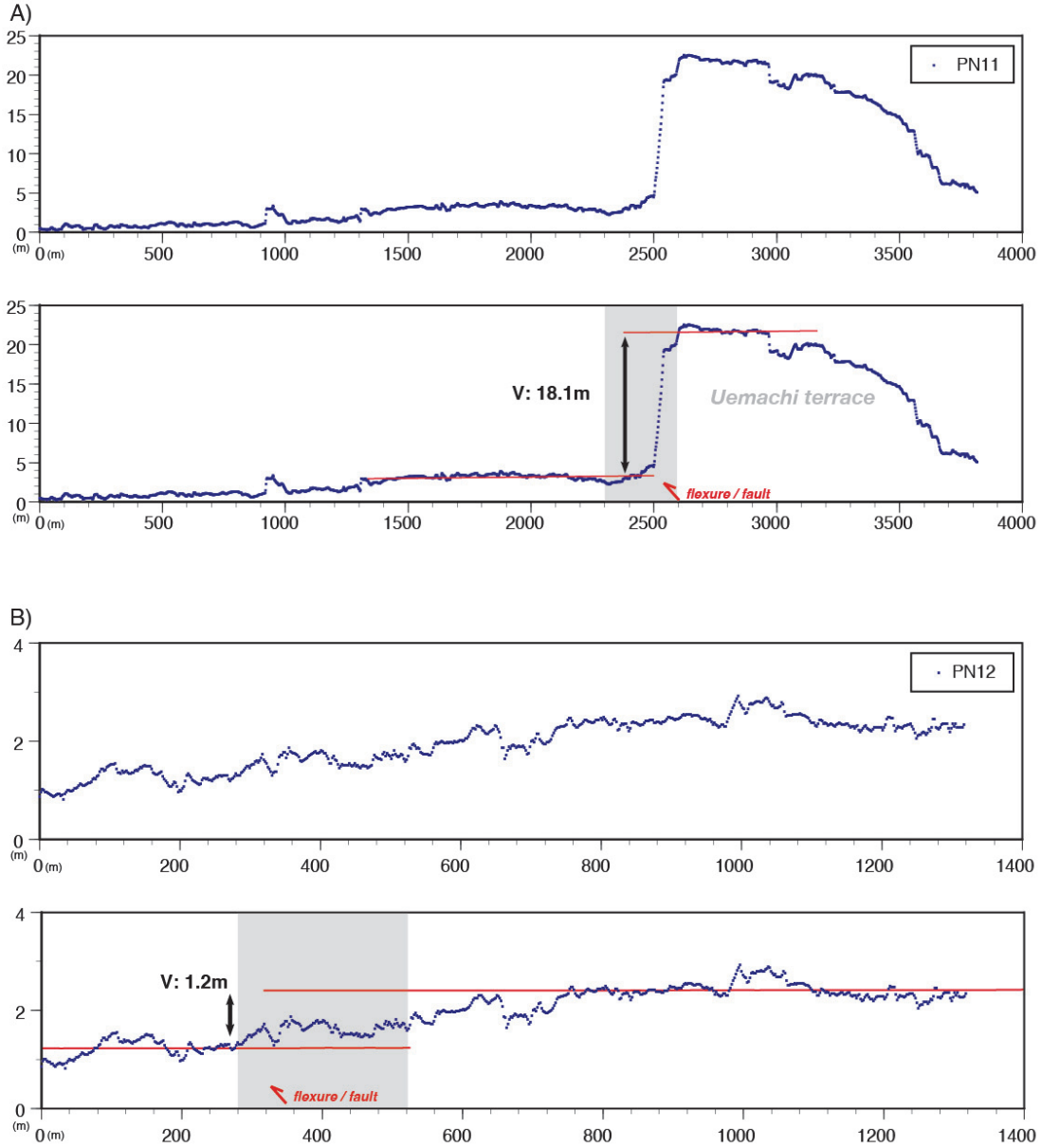

図 13　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 3 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

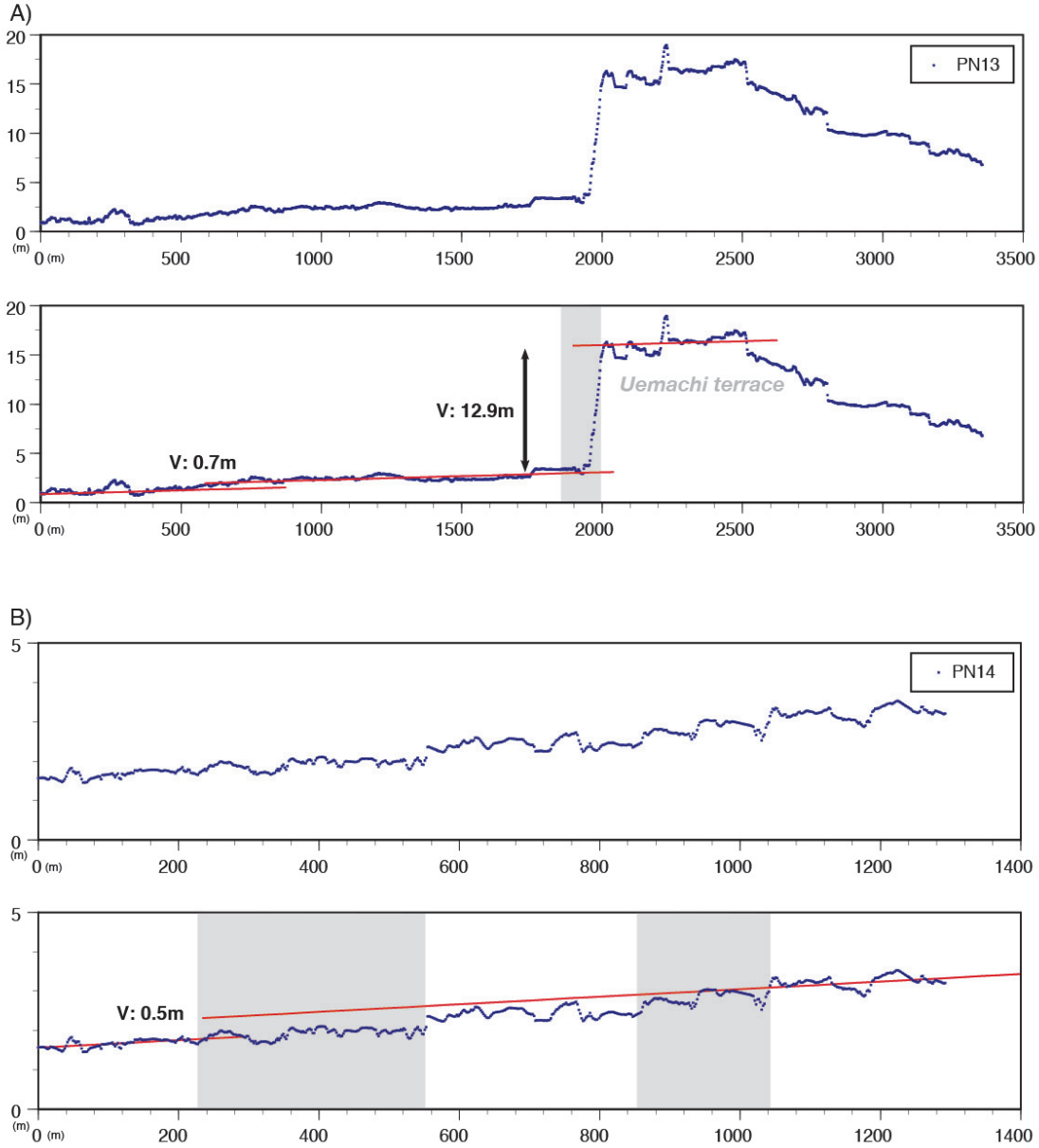

図 14　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 3 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

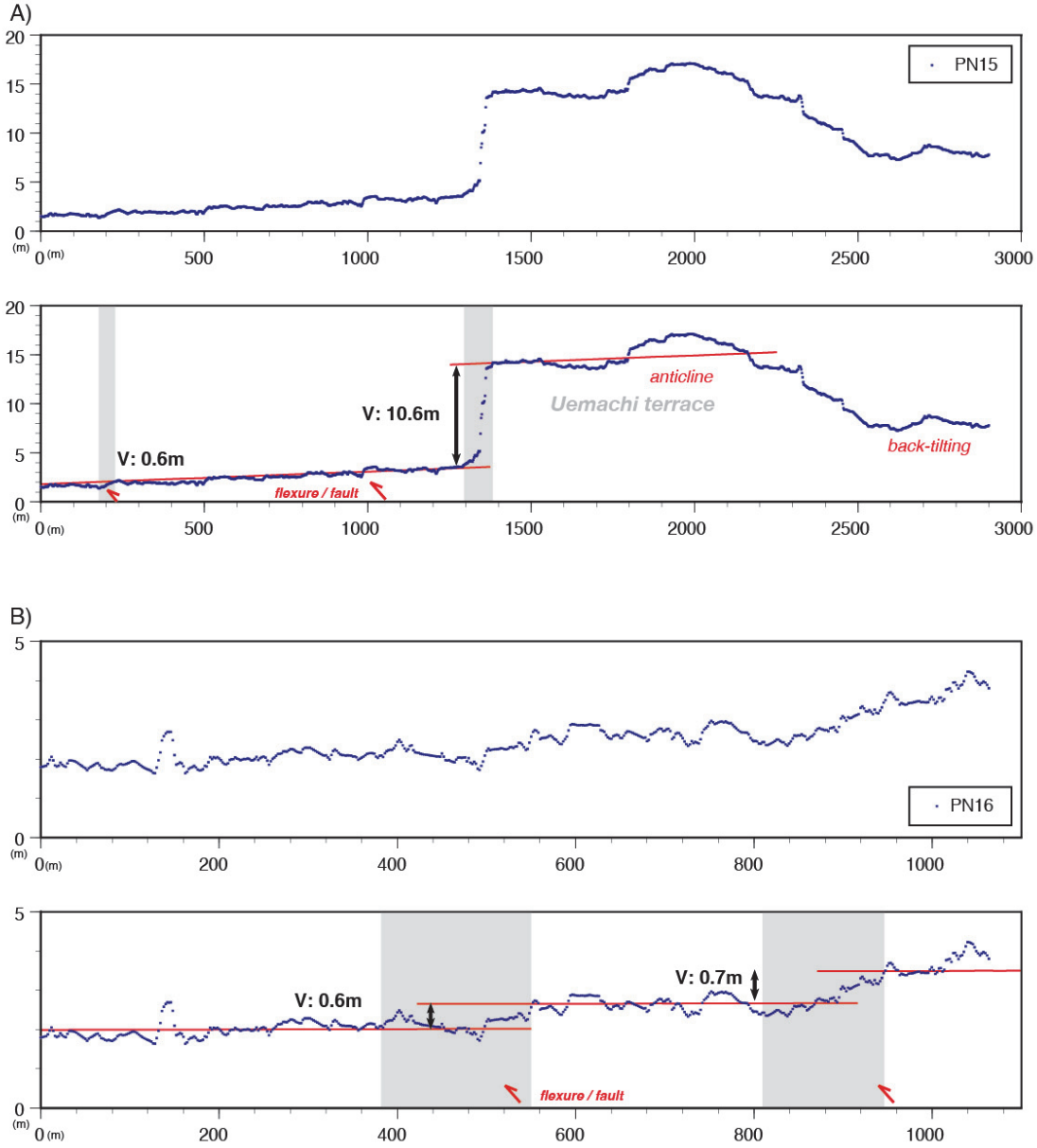

図 15　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 3 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

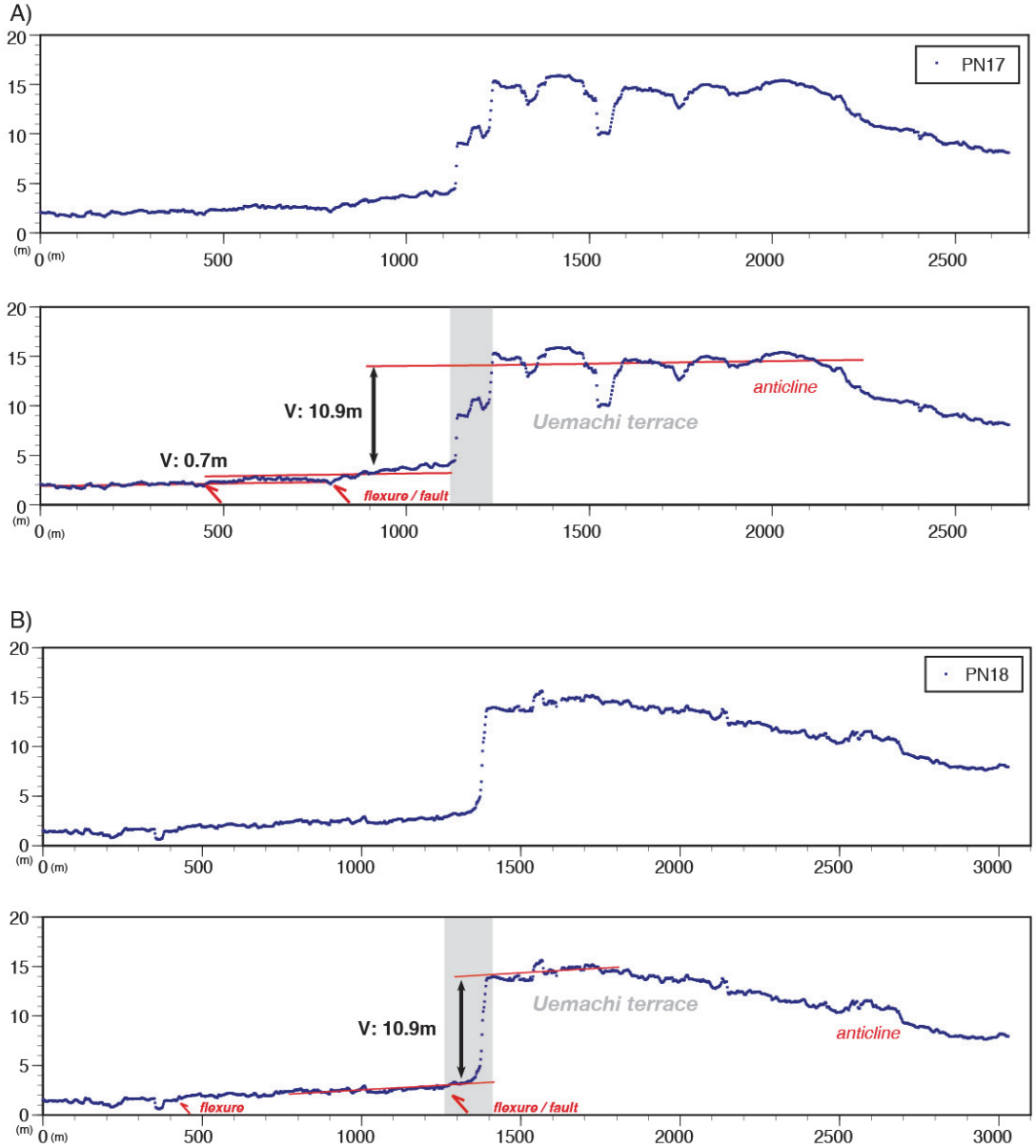

図 16　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 3 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

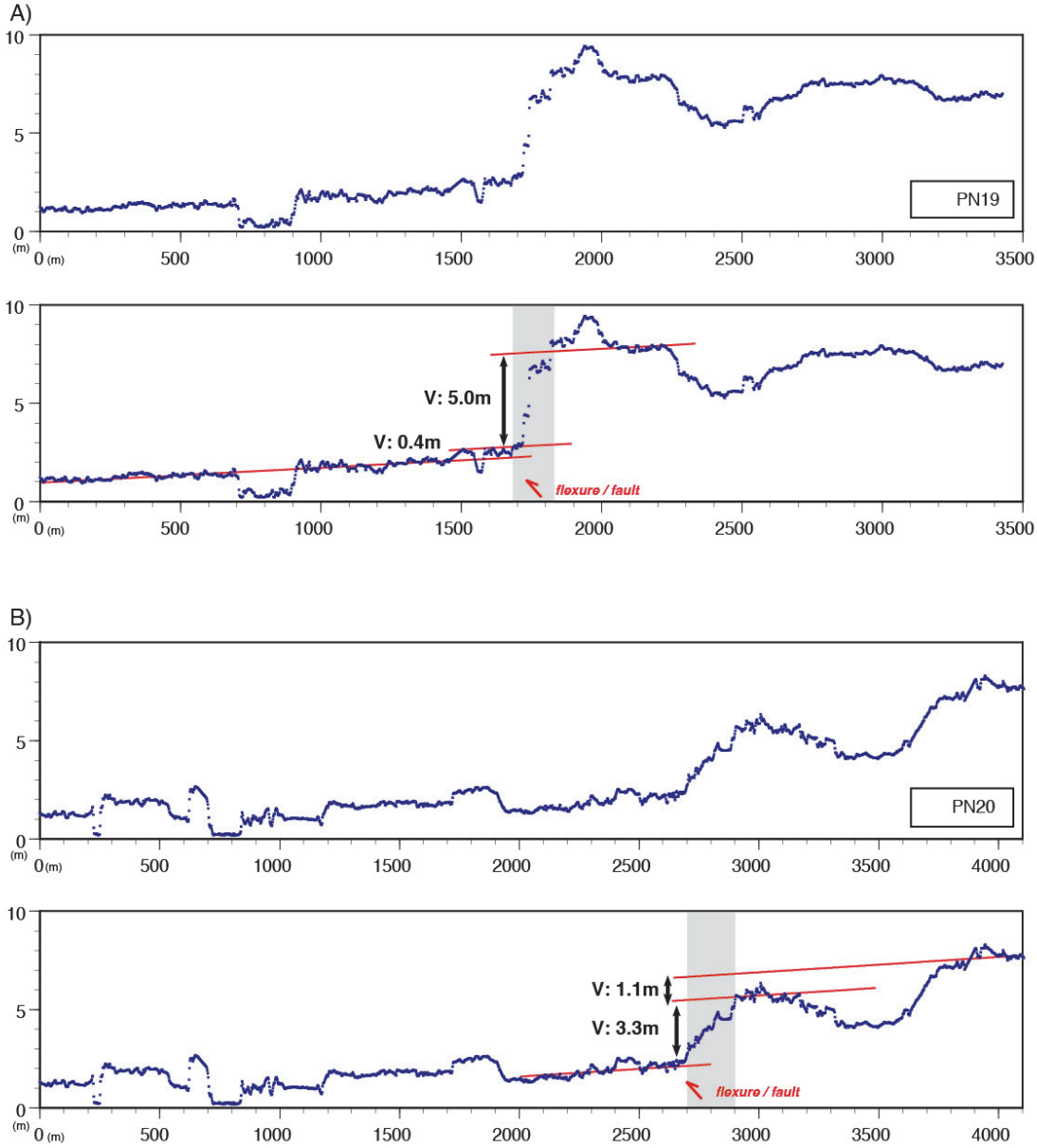

図 17　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 3 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

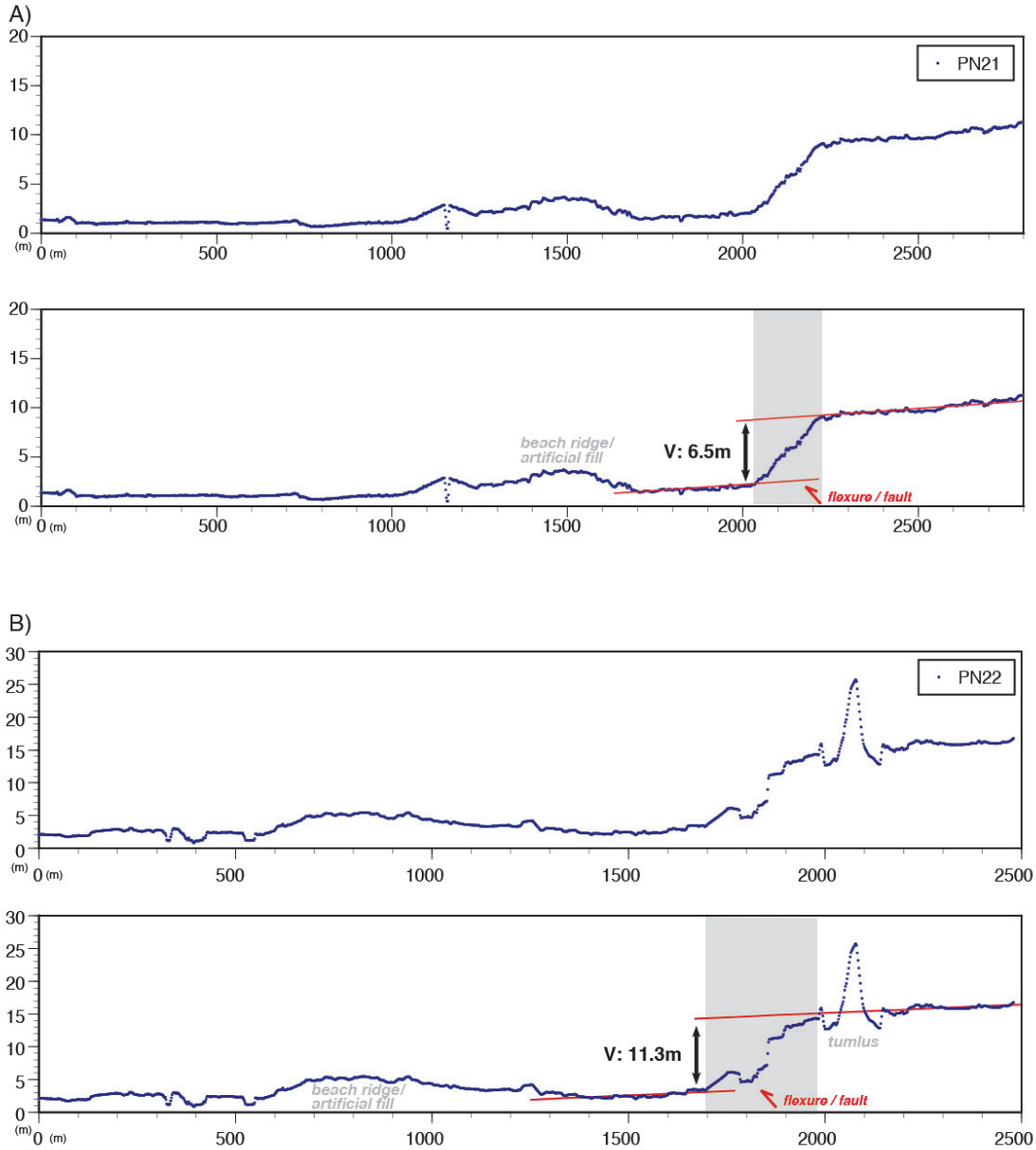

図 18　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 3 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

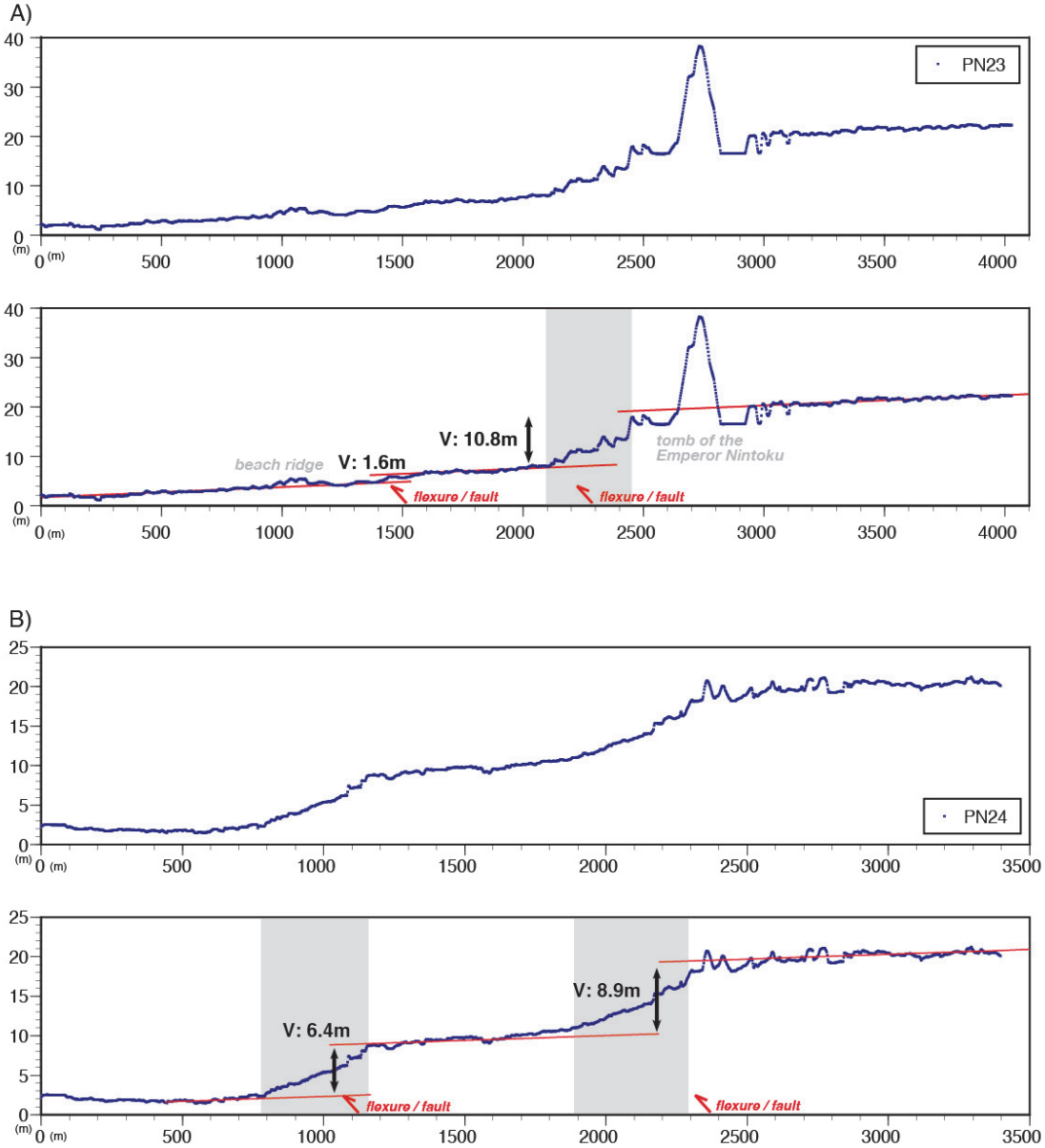

図 19　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 4 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

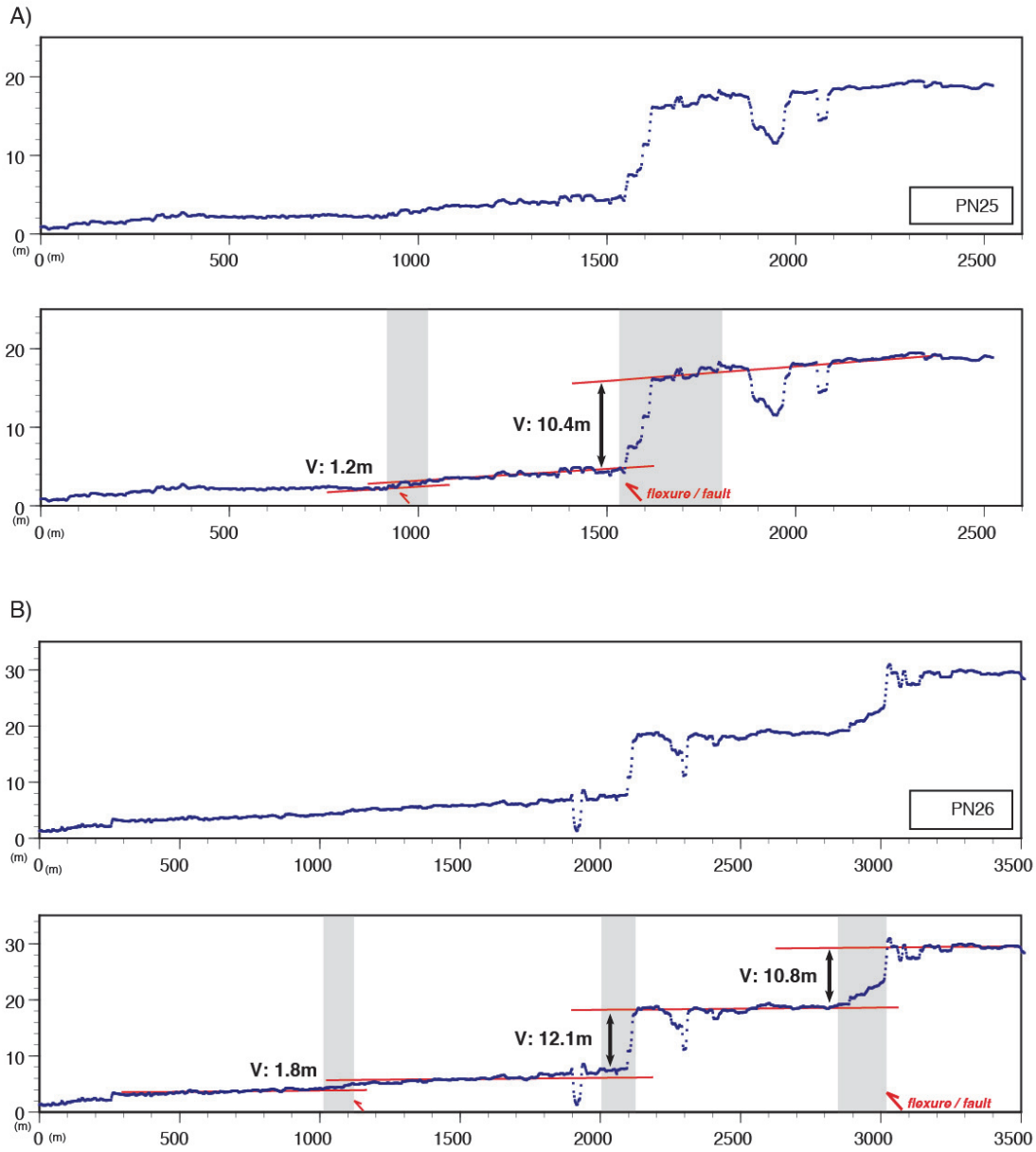

図 20　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 4 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

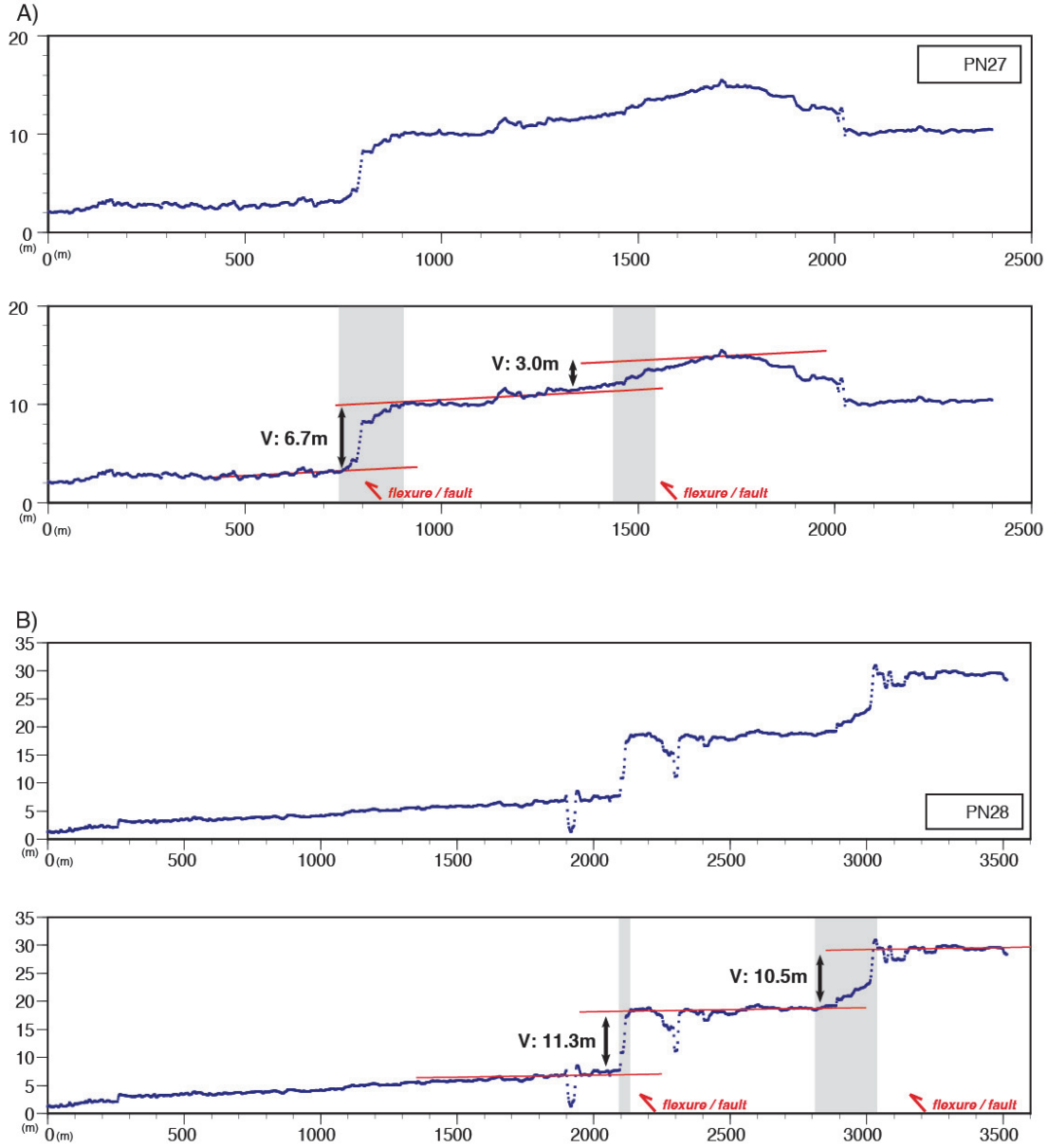

図 21　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 4 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

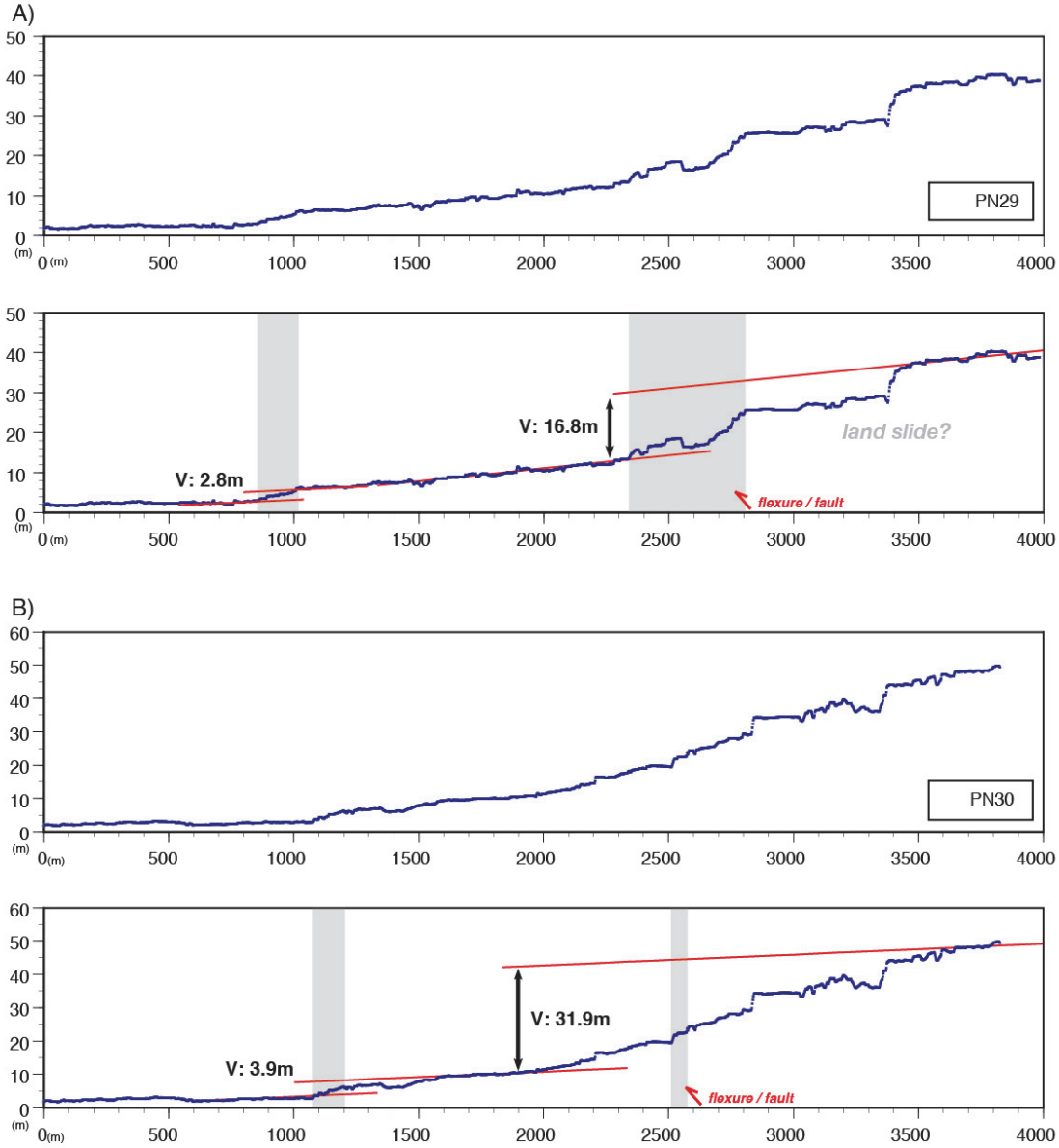

図 22　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 4 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

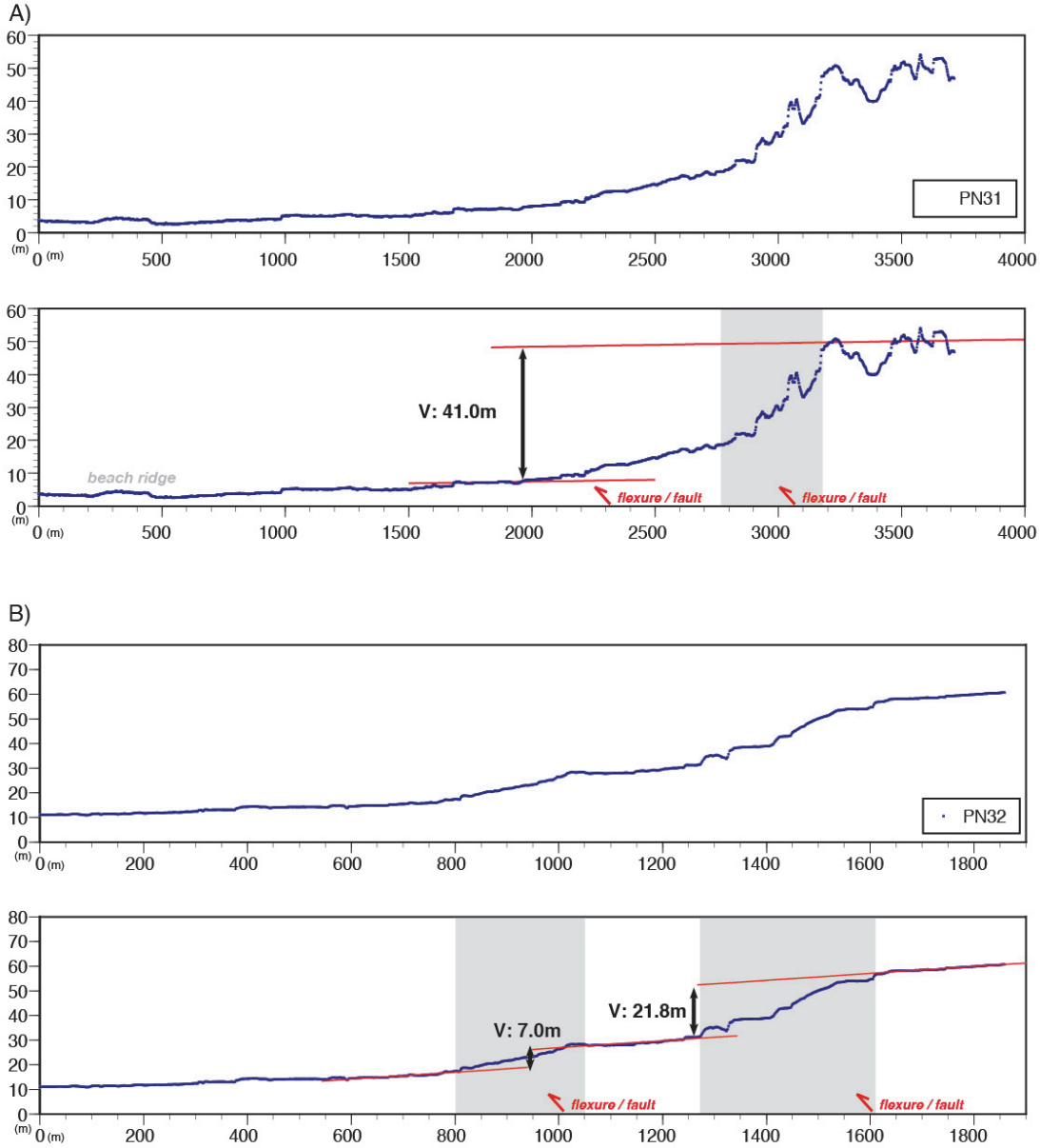

図 23　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 4 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

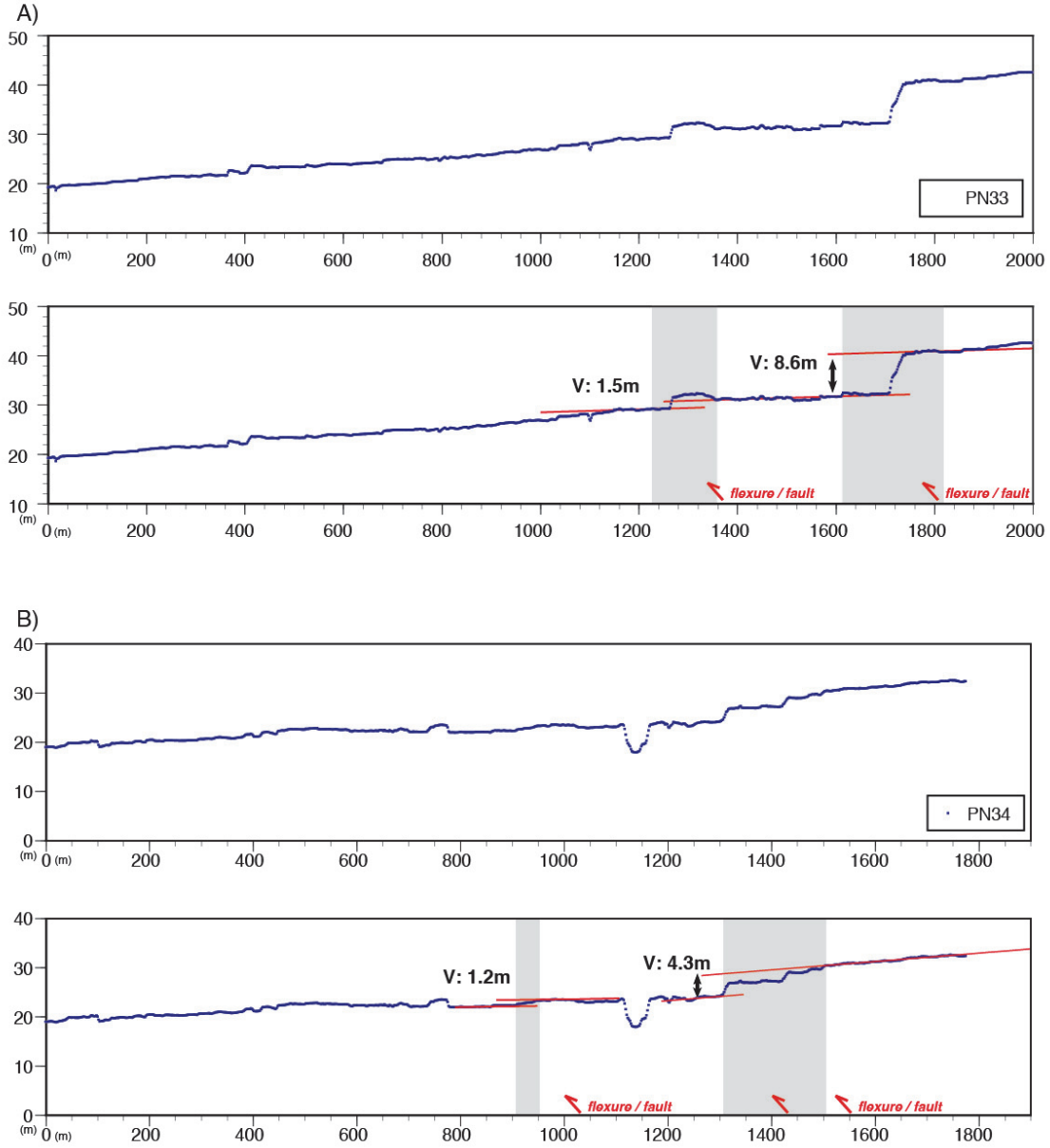

図 24　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 4 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

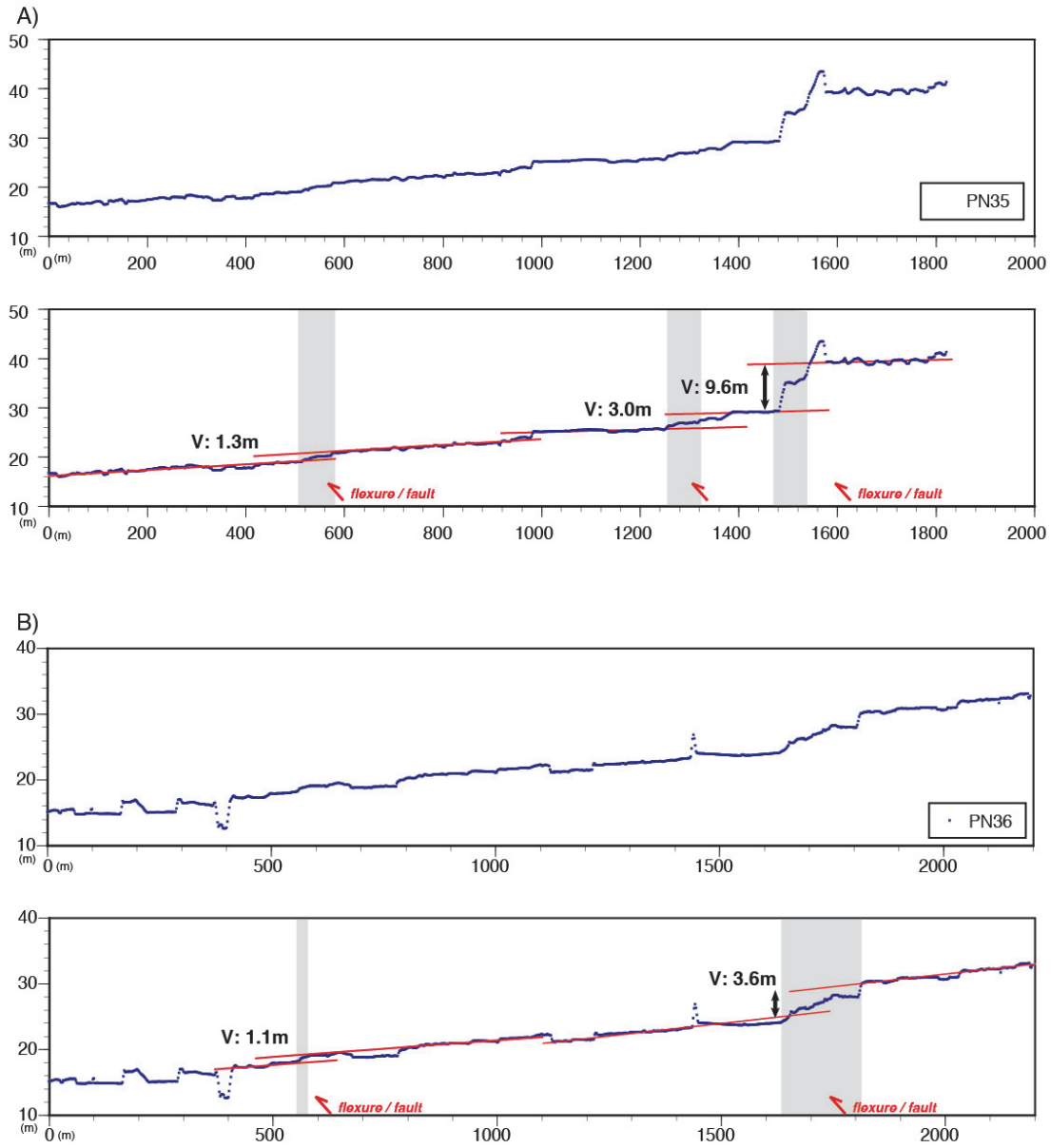

図 25　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 5 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

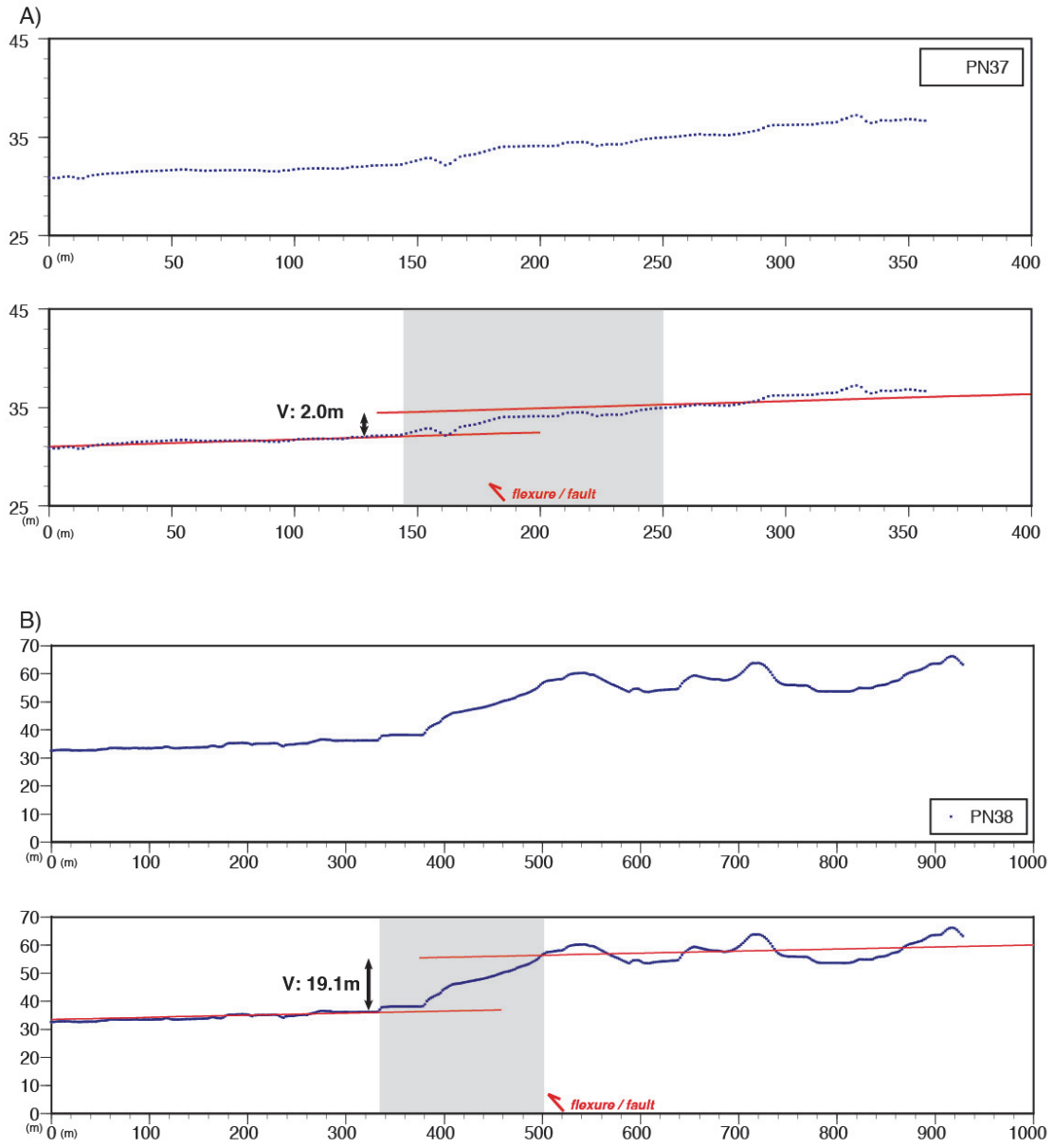

図 26　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 5 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

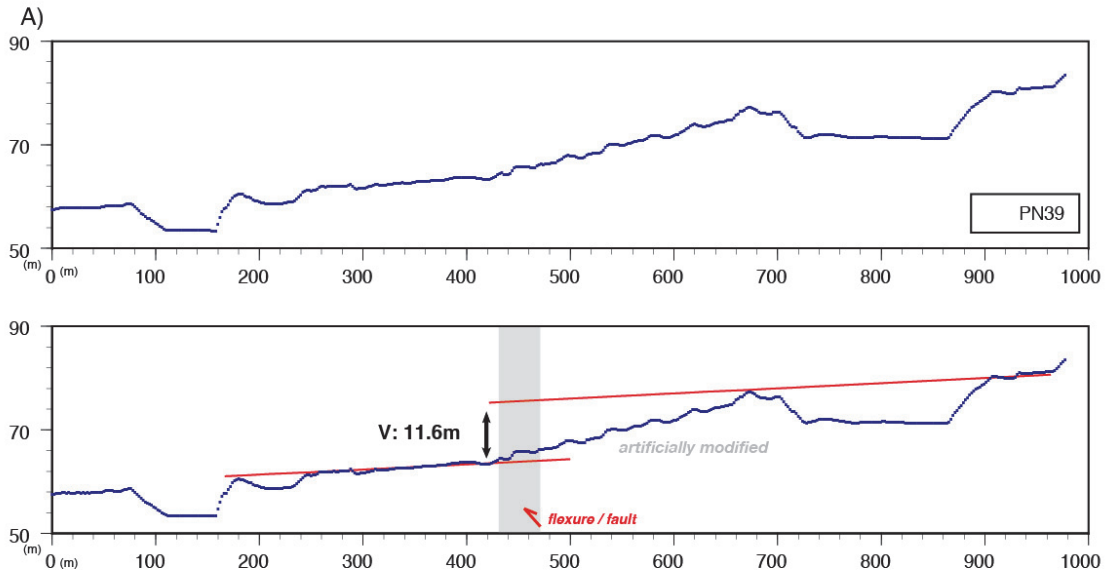

図 27　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 5 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

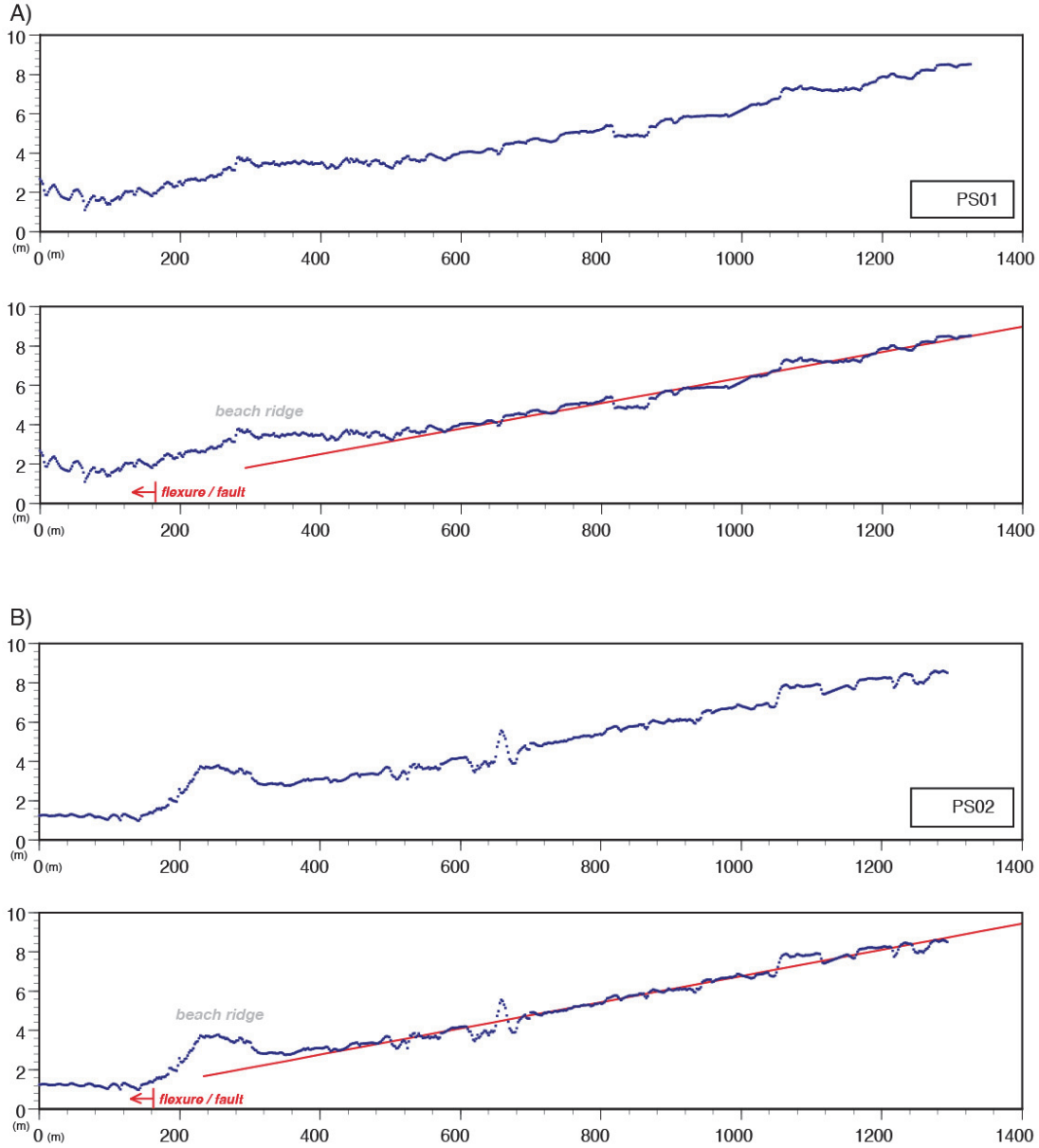

図 28　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 5 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

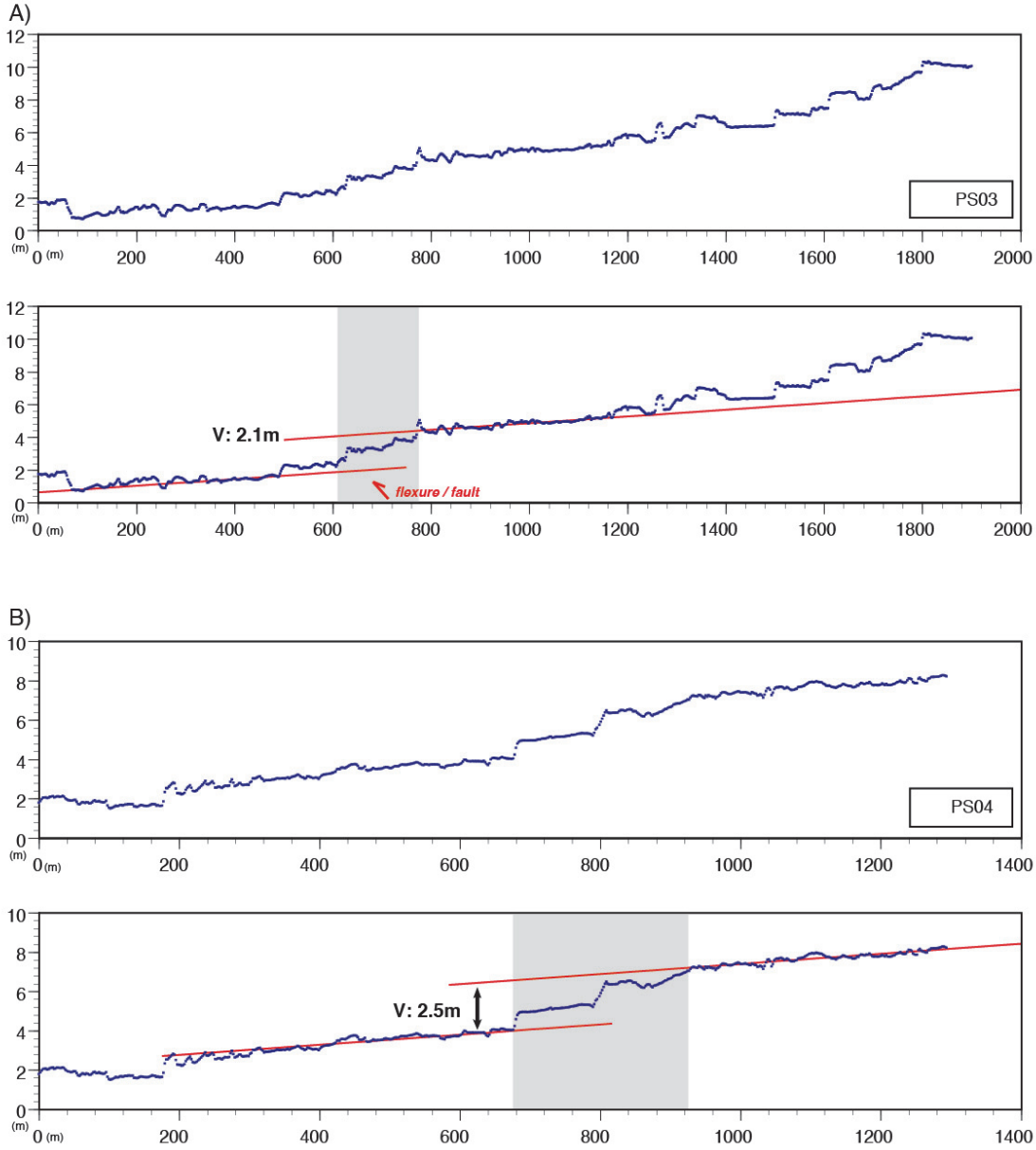

図 29　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 5 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

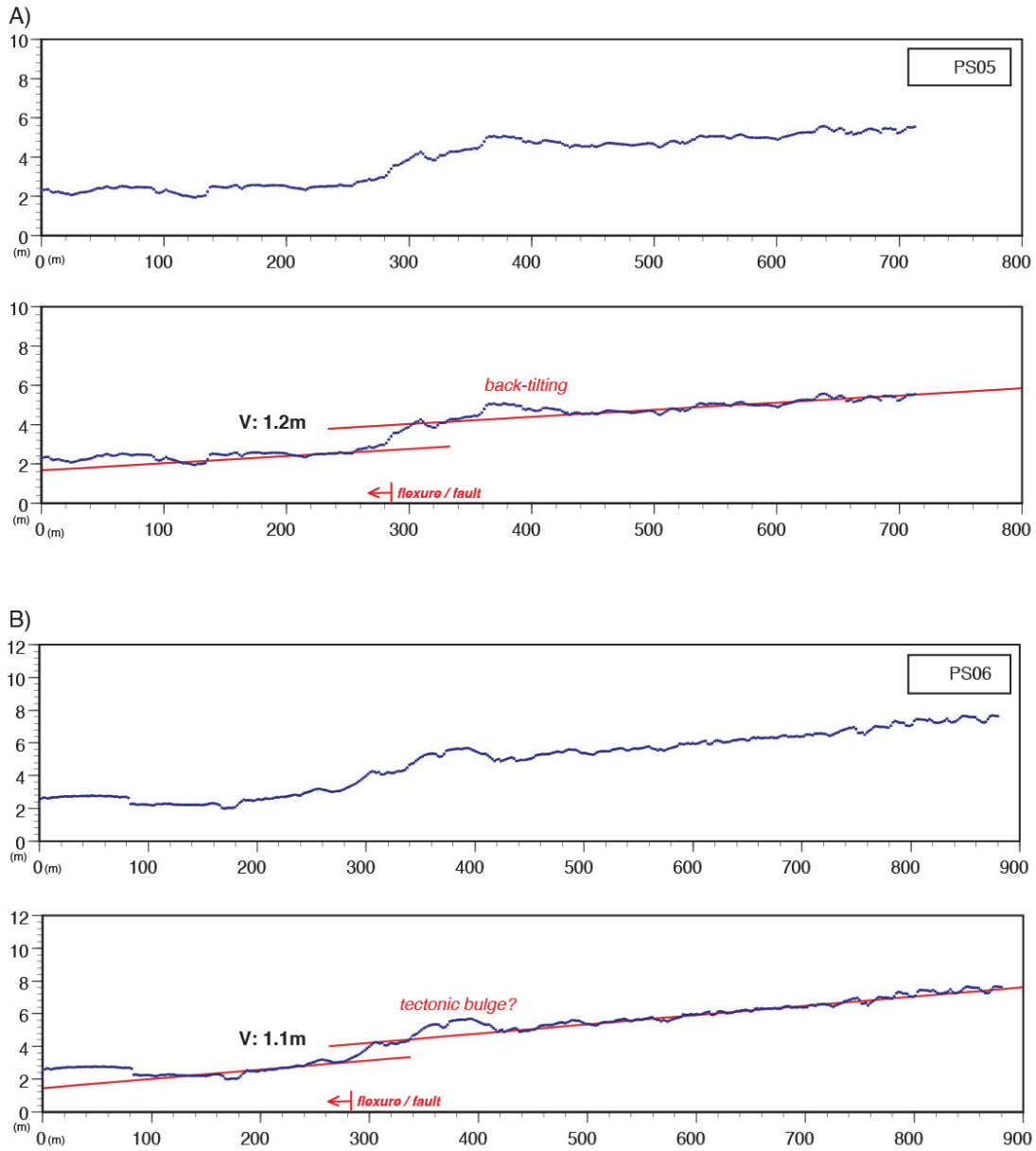

図 30　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 5 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

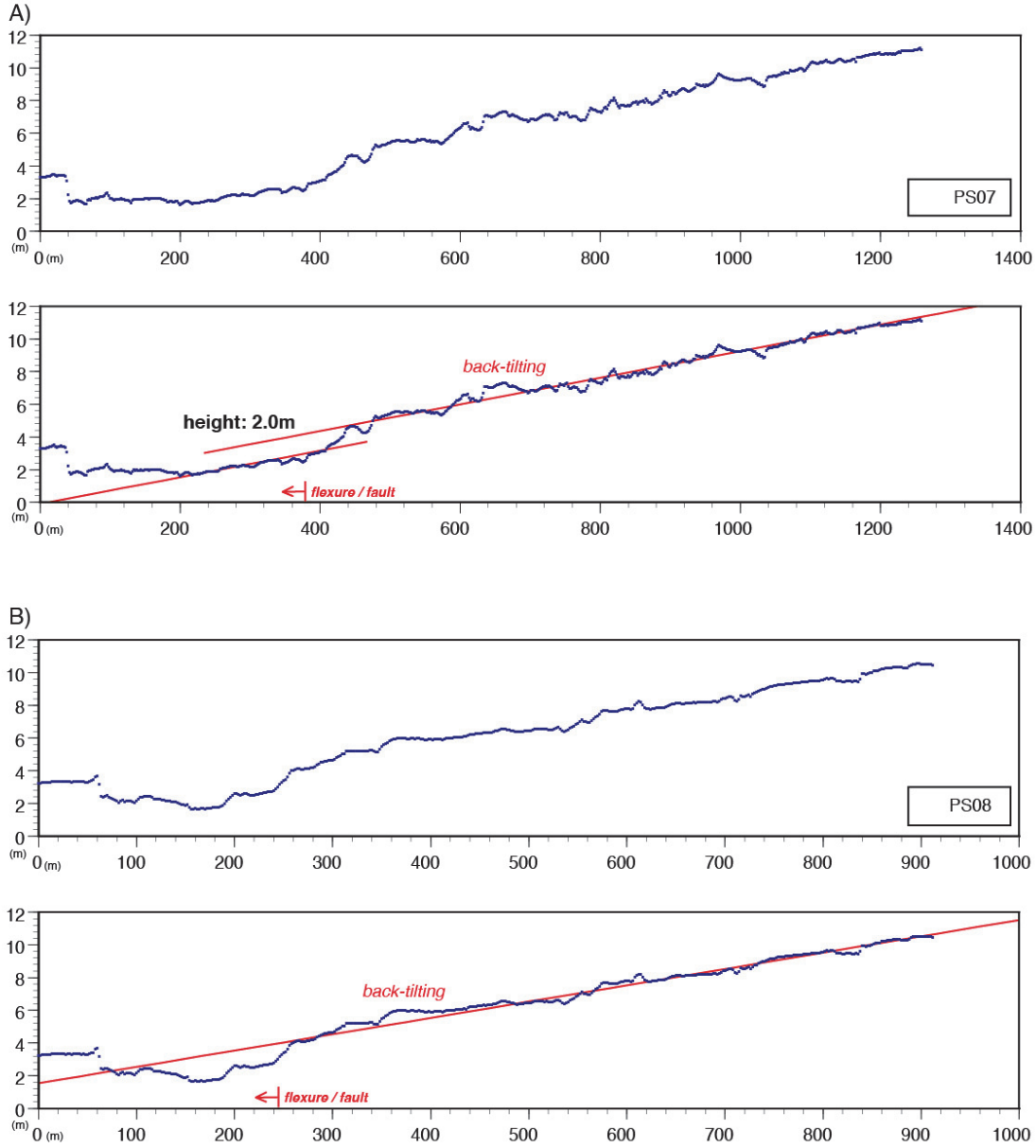

図 31　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 5 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

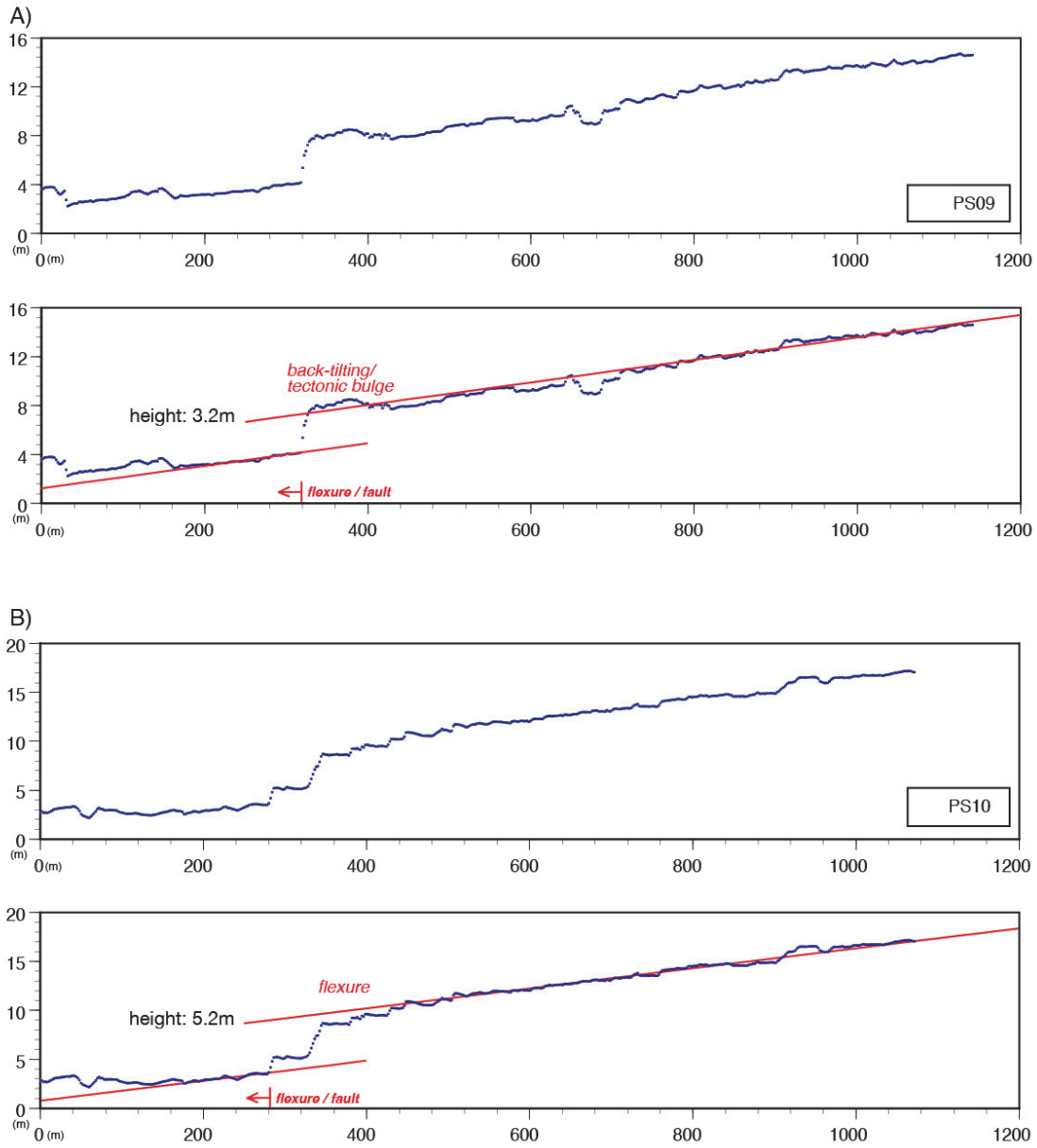

図 32　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 6 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

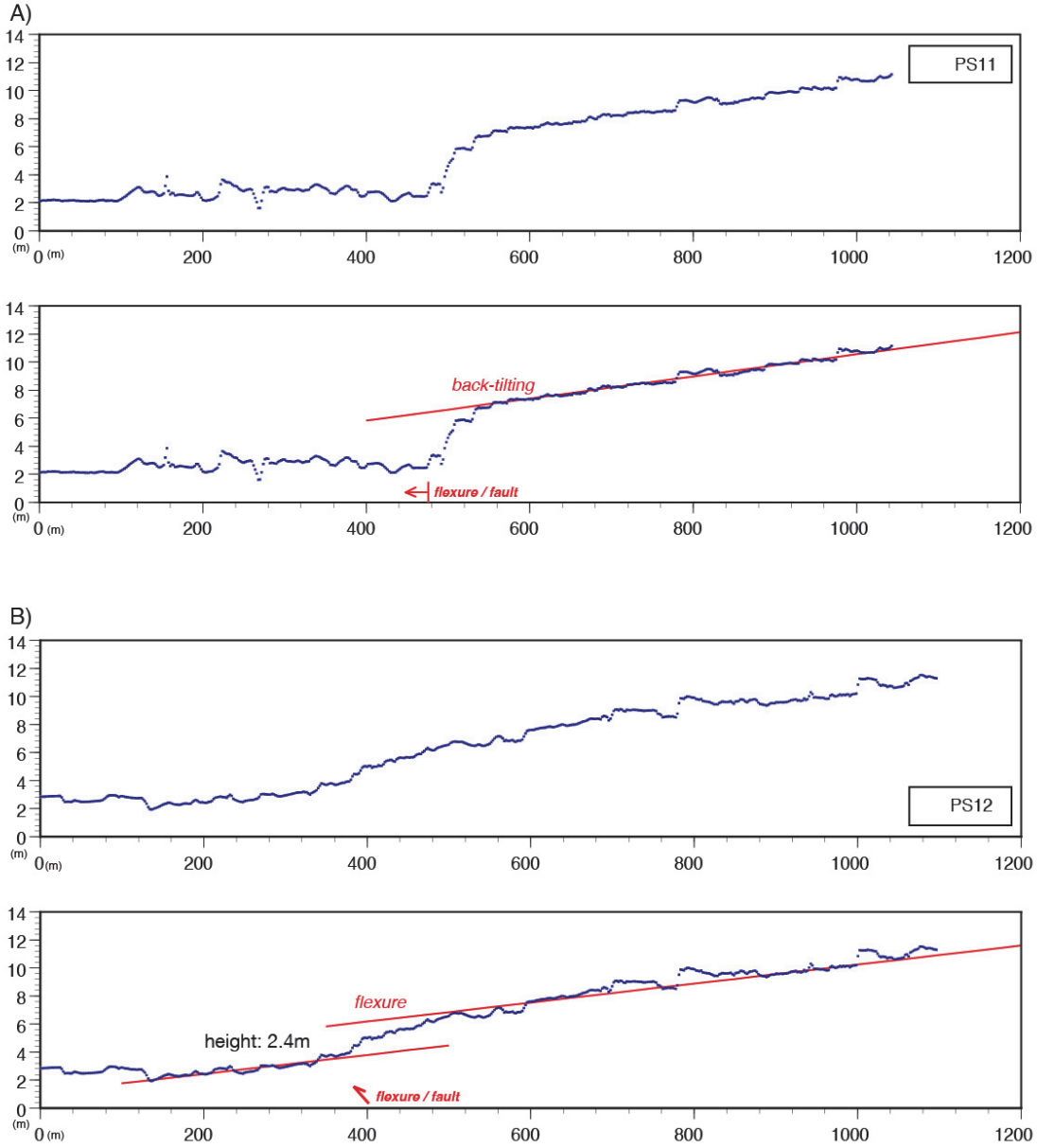

図 33　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 6 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

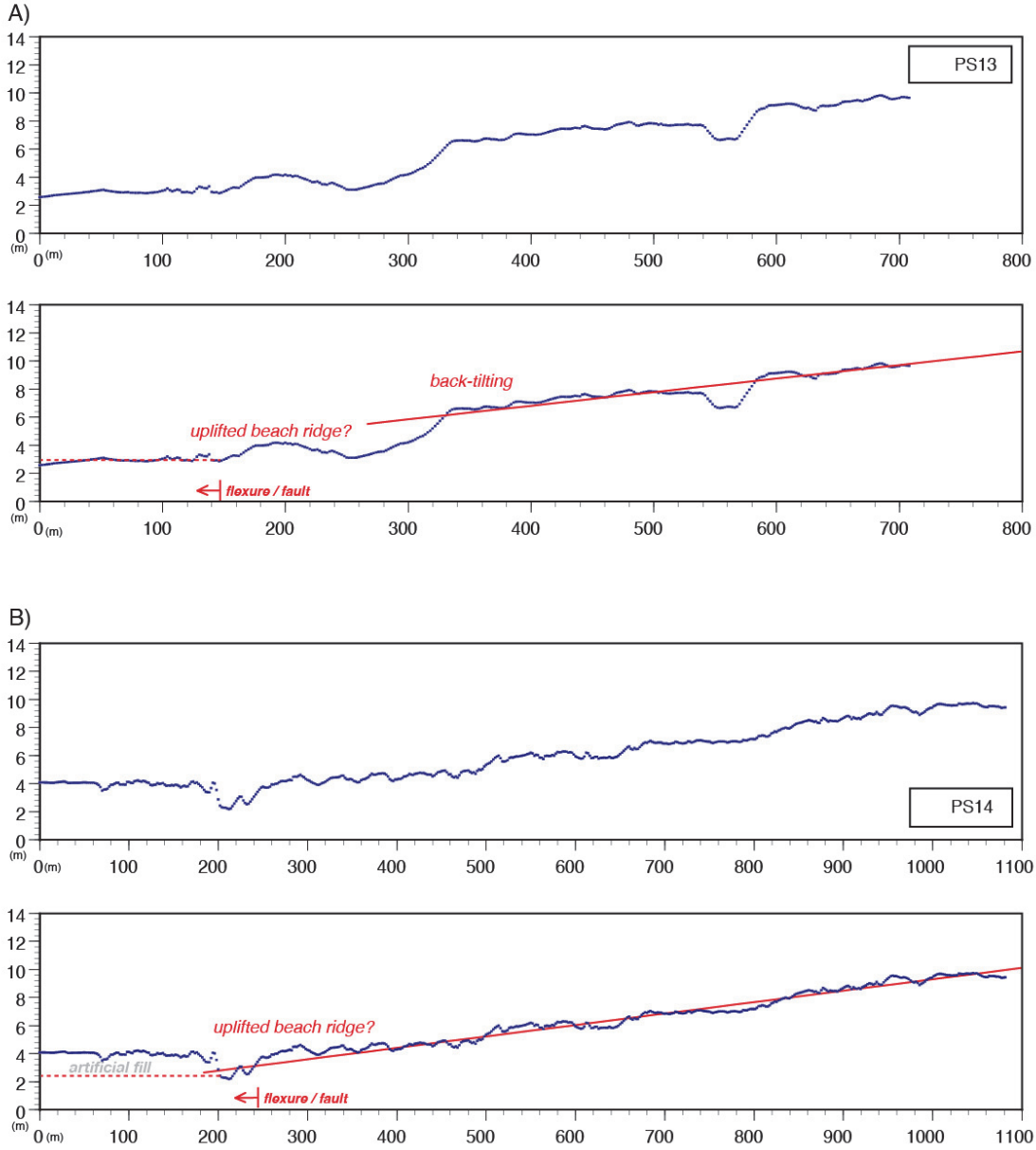

図 34　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 6 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

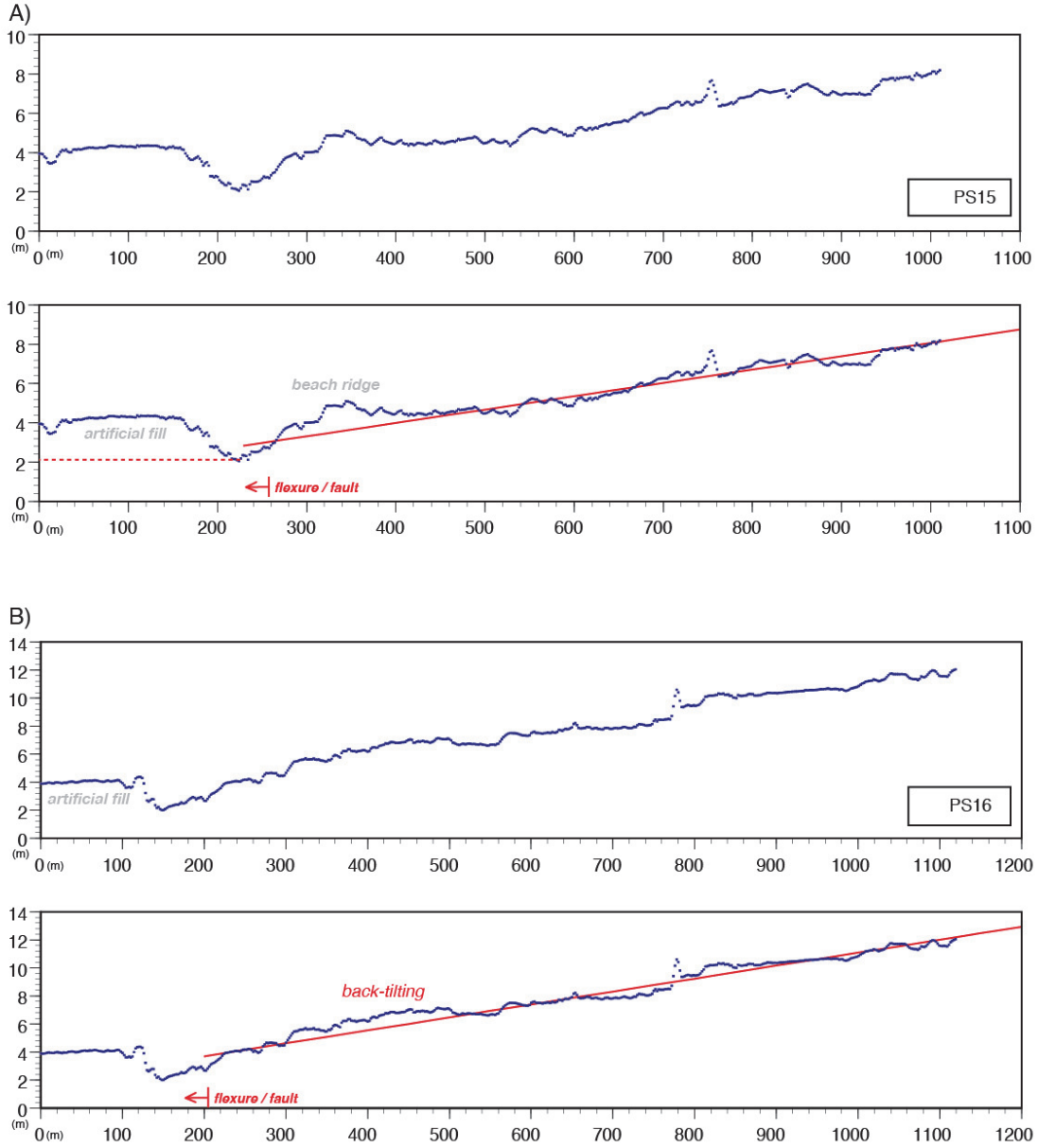

図 35　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図６、７を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

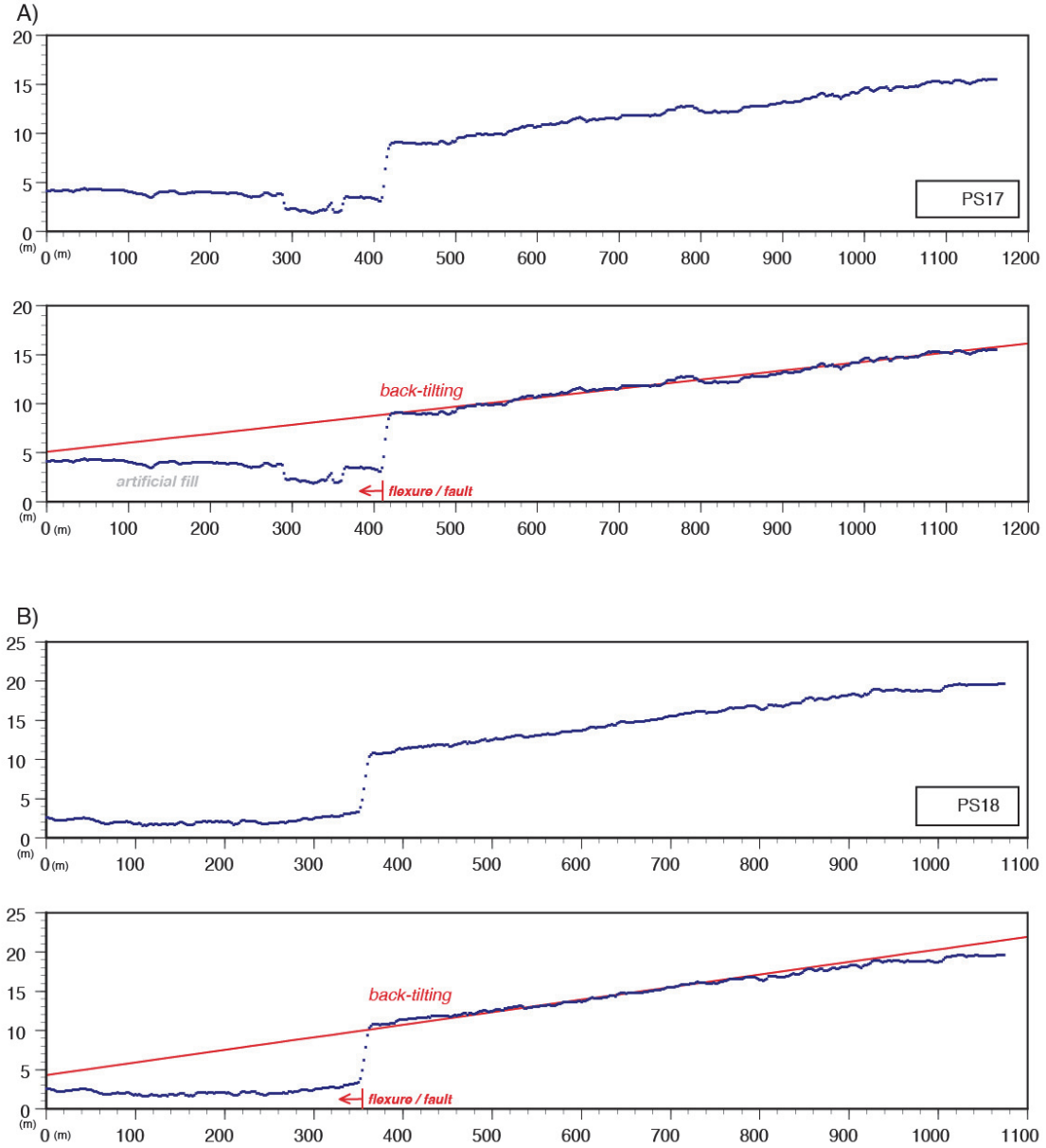

図 36　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 7 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

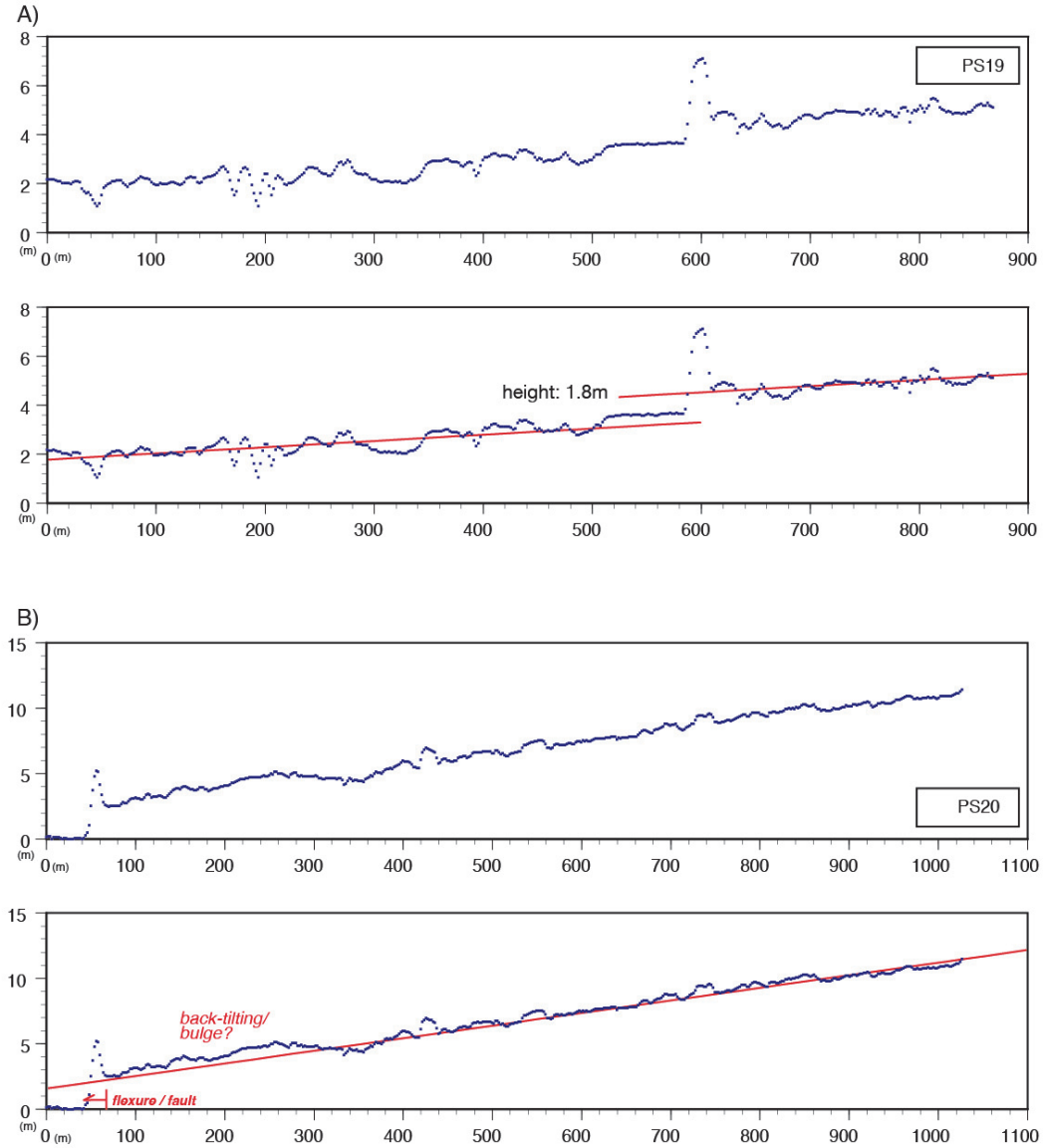

図 37　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 7 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

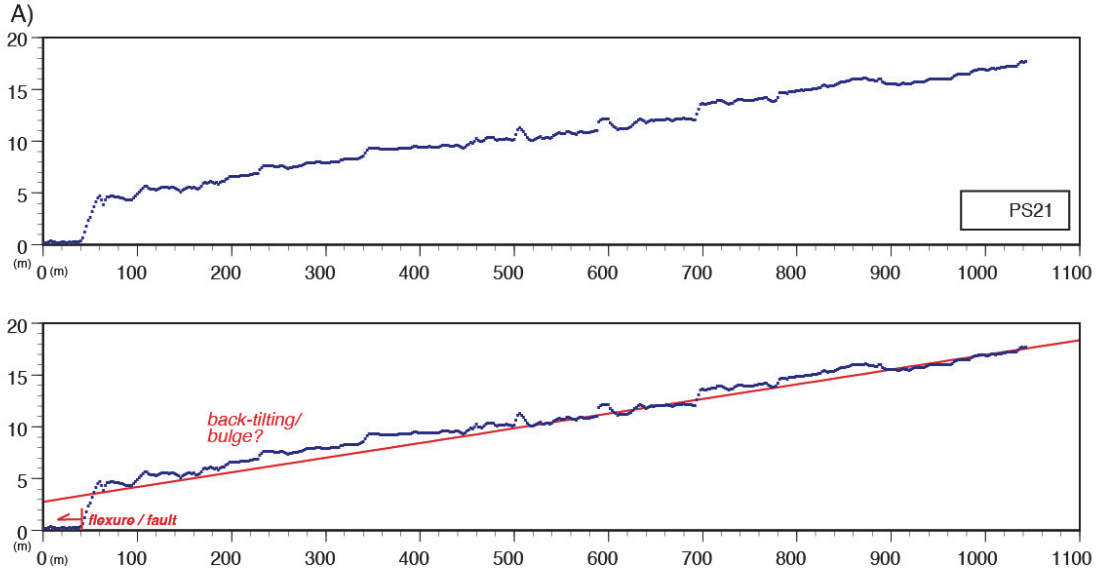

図 38　詳細 DEM を利用した地形断面図、みかけの上下変位量計測。上段は地形断面図、下段はその解釈。測線の位置は図 7 を参照。灰色の領域は変位量計測から除外したデータ区間。横軸は測線の距離、縦軸は標高を示す。

b）調査結果

i）神崎川～堂島川区間

本調査で対象とした上町断層帯の北縁は、神崎川の北岸に設定した。杉山ほか（1997）は、神崎川において音波探査を実施し、十八条大橋から東海道本線にかけて幅 500m 程度の撓曲構造をみいだした。この撓曲の位置は、土質工学会関西支部（1992）による上町断層の北方延長と同じであることを指摘している。本調査においては、神崎川北岸では明瞭な変動地形は見られなかったが、神崎川から土佐堀川に至る区間において、西側が相対的に低下する２条の撓曲崖を確認した。DEM を利用した地形断面図では、沖積面上に形成された撓曲崖を横断して約１ｍの比高が計測できる（図８；PN01～PN02）。また、東側の撓曲崖では、沖積面に上流側へ向かう逆傾斜が認められ、この逆傾斜は現地においても確認できる（図 39）。

図 39　大阪市東中島の撓曲崖と沖積面の逆傾斜。位置は図２の PN02。

さらに南方では、２条の活断層トレースの東側に位置する撓曲崖が新淀川北岸の柴島を通る。大阪市水道局の敷地内を横断する地形断面（PN03）では比高 2.3m の低崖が認められたが、周辺との比高から判断して人工的な盛り土が DEM 上に残っており、2.3m は盛り土を含めたものと判断した。新淀川北岸においては、杉山ほか（2001）による S 波反射法地震探査、三浦ほか（2002）および杉山ほか（2003b）による、群列ボーリング調査が実施され、上町断層帯の西側トレースの変形フロントにおいて、西側低下の撓曲構造が詳細に明らかにされた。

神崎川付近から土佐堀川以南にかけて標高２～４ｍ に分布する微高地は、従来は上町台地から北方に延びる砂州と考えられてきた（例えば、梶山・市原、1986；Mitamura et al., 1994）。この長柄砂州と呼ばれる微高地は、縄文海進期に沿岸流によって運ばれた海浜砂によるものであり、長柄砂州がバリヤーとなって、微高地東側の河内平野が潟湖化し、汽

水性のラグーンが形成されたと考えられている（例えば、安田，1978；梶山・市原，1986；増田ほか，2000）。しかし、本調査による DEM を用いた詳細な変動地形の検討では、上町断層帯の活動と関連した異なる見解が提示できる。すなわち、長柄砂州と呼ばれた微高地は、上町断層帯の最新活動に伴って東側が隆起した沖積面とみることができる。

この考えと調和的に、三浦ほか（2002）および杉山ほか（2003b）による新淀川の群列ボーリング結果では、最も新しい自然堆積層が河川性の砂礫からなるデルタ頂置層であることが示されている。本業務のサブテーマ３−１による新淀川の音波探査・ボーリング調査では、東西２条のトレースのうち、少なくとも西側トレースにおいて川底まで変形する撓曲構造が認められた。さらに、長柄砂州と呼ばれた微高地面上における Mitamura et al.(1994)によるボーリング調査においても、最も新しい自然堆積層は河川性の砂礫層からなることが示されている。本業務のサブテーマ３−１による大阪市長柄八幡宮のボーリング調査においても、微高地を形成する堆積物が河川性の砂礫層であることが確認された。

したがって、上町台地北方から広がる従来砂州と考えられた微高地は、上町断層帯の活動によって形成された変動地形であることが確認された。その形成時期については、サブテーマ３−１によって検討され、上町断層帯の最新活動に伴って隆起したと考えられたため、そちらを参照頂きたい。

なお、新淀川から堂島川にかけて延びる２条の活断層トレースのうち、東側の撓曲崖は上述の微高地上に形成されている。南森町駅周辺の群列ボーリング調査では、南森町駅交差点の東約 130m に上町断層が通過することが知られており（例えば、西田・大西，1993）、本調査による東側トレースの撓曲崖と対応するとみられる。

ii）桜川撓曲～住之江撓曲

神崎川から南へ延びる一連の２条の活断層トレースは、堂島川および土佐堀川で枝分かれし、西側のトレースは、既述の微高地の西縁を限る撓曲崖として南西へ向かって連続する。東側のトレースは、上町台地西端の基部付近を南へ向かってほぼ直線的に延びる。

土佐堀川から道頓堀川にかけて南西へ延びる撓曲崖では、比高約１m のみかけの上下変位量が計測される（図 10～12：PN06～PN09）。吉川ほか（1987）による中之島測線における先駆的な反射法地震探査では、上町断層帯による明瞭な西側低下の撓曲構造が認められている。吉川ほか（1987）では、本調査による地表付近の二条のトレースが明記されていないものの、反射断面と本調査の活断層トレース位置に矛盾がないことが確認できる（図 40）。

堂島川および土佐堀川から南西へ延びる撓曲構造は、中之島測線および大阪市第二測線において大阪層群の累積的な撓曲変形に基づき認識され、汐見橋撓曲ないし桜川撓曲と呼ばれる。本調査では、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）に従い、以下では桜川撓曲と呼称する。DEM によって抽出された同区間の北西側低下の撓曲崖は、従来地下で認められた桜川撓曲とほぼ同じ位置、走向を示す。よって、地表で認められる西側低下の撓曲崖は、地下の桜川撓曲による変形が地表にまで出現したものと判断できる。

桜川撓曲の地表表現である比高１m 程度の撓曲崖は、道頓堀川以南では走向が南北へ転じ、さらに南に向かって、概ね南北走向で延びる。撓曲崖の連続性は、南へ向かうにつれ撓曲崖の比高が減じて不明瞭になる。これは、上町断層帯の最新活動に伴う上下変位量が

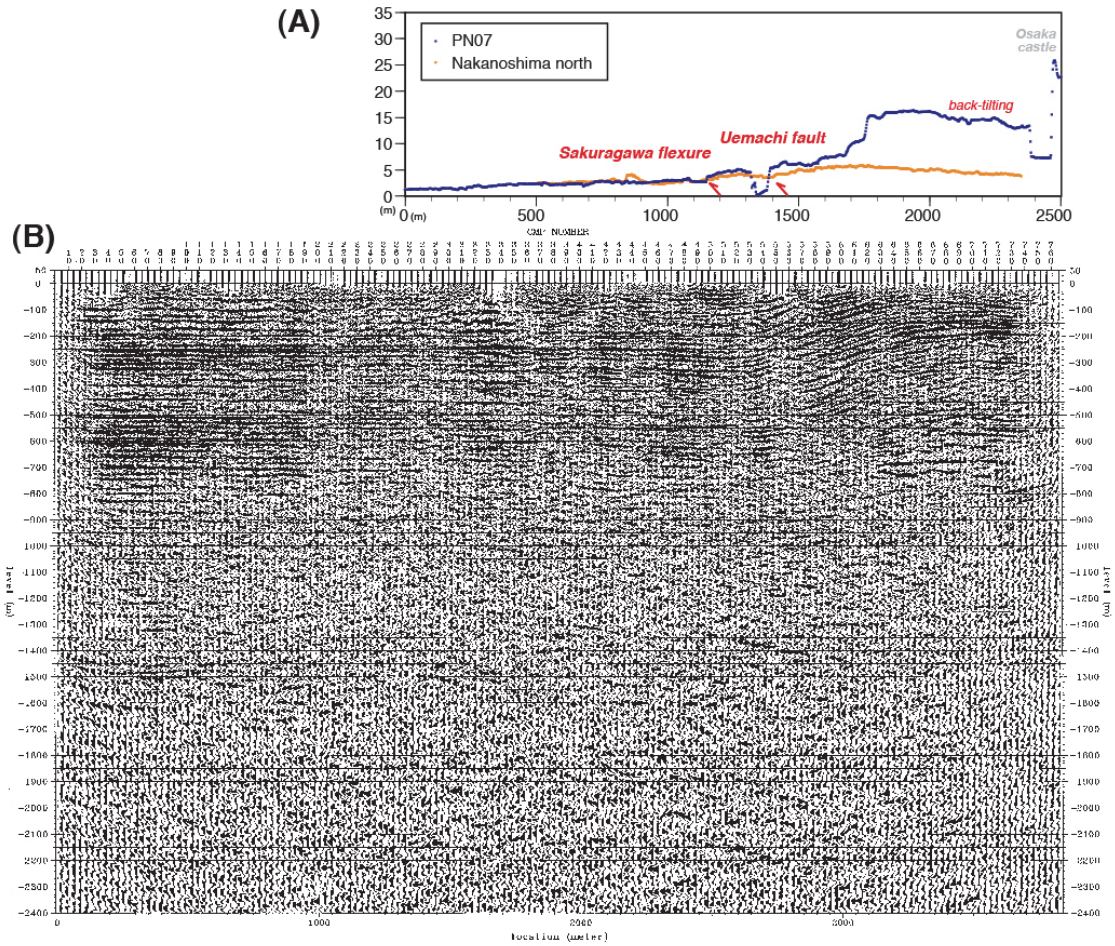

図 40　大阪市中之島測線における反射法地震探査の深度断面。吉川ほか（1987）に加筆。赤矢印が本調査による地表撓曲崖の位置。

南へ減じるためと推定され、また一部は歴史時代以降の人工改変によって不明瞭になっているものと考えられる。

桜川撓曲は、従来、上町断層帯の主断層から分岐した北東−南西走向で延びる撓曲構造とみなされていた（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004）。さらに南方の大和川北岸に位置する住之江撓曲も北東−南西方向で延び、桜川撓曲と住之江撓曲は、それぞれ独立した分岐断層であると考えられてきた。しかし、本調査による検討の結果、桜川撓曲が地表においても撓曲崖を形成し、住之江撓曲へ向かって南へほぼ連続することが明らかとなった。桜川−住之江撓曲の東側と上町台地との間には、最新活動によって隆起したと見られる沖積面が標高３ｍ前後に分布する（図 14〜16：PN14〜PN18）。

この桜川撓曲から住之江撓曲へかけての連続性は、ボーリング資料に基づく古谷（1978）の地質断面図に既に明示されている（図 41）。この地質断面のうち、南北方向の断面では桜川撓曲の南側には Ma12 を含む堆積層に、E2 を頂部とする背斜が認められる。すなわち、桜川撓曲はこの背斜の北翼を担っており、南翼が住之江撓曲に向かって連続するトレースであると考えられる。また、既存のボーリング資料を検討した推定断層（水野ほか，2002）の位置・分布形状とも調和的である。

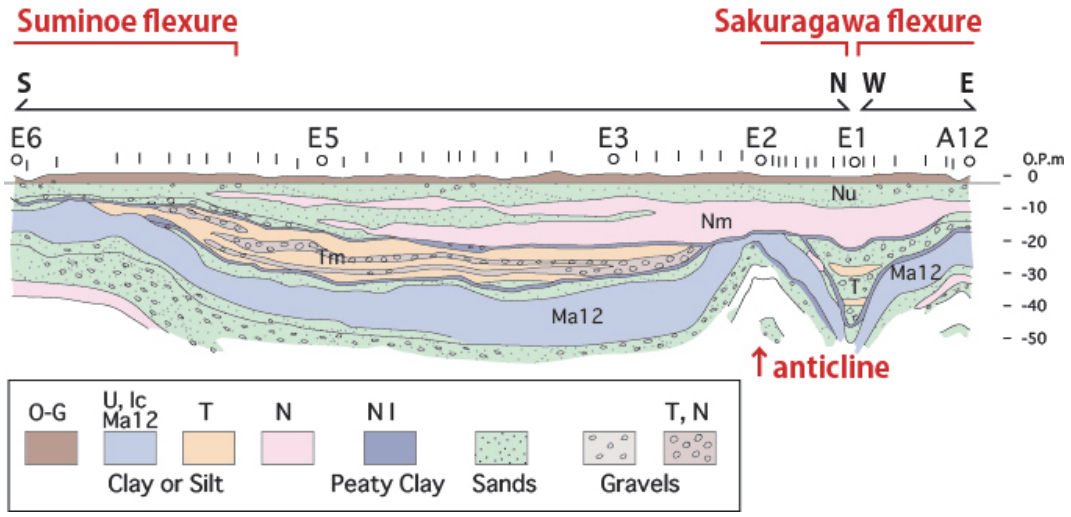

図 41　桜川撓曲を横断する東西（A12-E1）および南北（E1-E6）地質断面。古谷（1978）に加筆。

既往の大阪市第一測線、第二測線における反射法地震探査では、桜川撓曲と住之江撓曲を連続させるという解釈は明示されていない。しかし、本調査によって地表付近の撓曲崖、地質断面を含めて再検討した結果、大阪市第一測線の東西断面における西端付近、第二測線の南北断面における南端付近に撓曲構造が推定でき、桜川撓曲と住之江撓曲が地下においても連続するという解釈と矛盾しない（図 42）。第一測線においては、上町台地西縁基部の直下からやや西方には、東へ緩やかに傾斜する基盤岩上面に約 200m の上下変位を生じる東傾斜の逆断層が指摘できる（図 42A）。上位の堆積層中では、不明瞭ながら西側低下の撓曲変形が認められる。また、反射断面の西端付近では、基盤岩上面が西へ不連続となっており、これが桜川撓曲と住之江撓曲を繋ぐ東傾斜の断層とみて矛盾がない。さらに、南北方向に設定された第二測線断面においては、従来指摘されてきた桜川撓曲を形成する南傾斜の断層に加えて、測線南端の深度-1000m からみかけ上約 60°で北へ傾斜する断層を想定できることを確認した（図 42B）。これらの基盤上面を切断する断層は、深度-1600m 付近で収斂し、南北断面ではくさび状を呈する基盤ブロックを形成する。この場合、桜川撓曲-住之江撓曲間は逆三角錘状の基盤ブロックが西側へ張り出していることが推定される（図 42C）。

このように、桜川撓曲は従来考えられていたように南西へ分岐する形状ではなく、西へ凸の湾曲ないし屈曲した形状をもって住之江撓曲と地下では連続すると判断できる。桜川撓曲から住之江撓曲にかけての撓曲構造は、上町断層帯から派生した分岐断層ではなく、地表付近の分布形状から判断して前縁断層と位置づけられる。以上をまとめ、既往の反射法地震探査の結果等も含めて、桜川-住之江撓曲は、基盤上部に存在するくさび状のブロックが前縁断層として西側へ張り出して形成されたことを推定した。

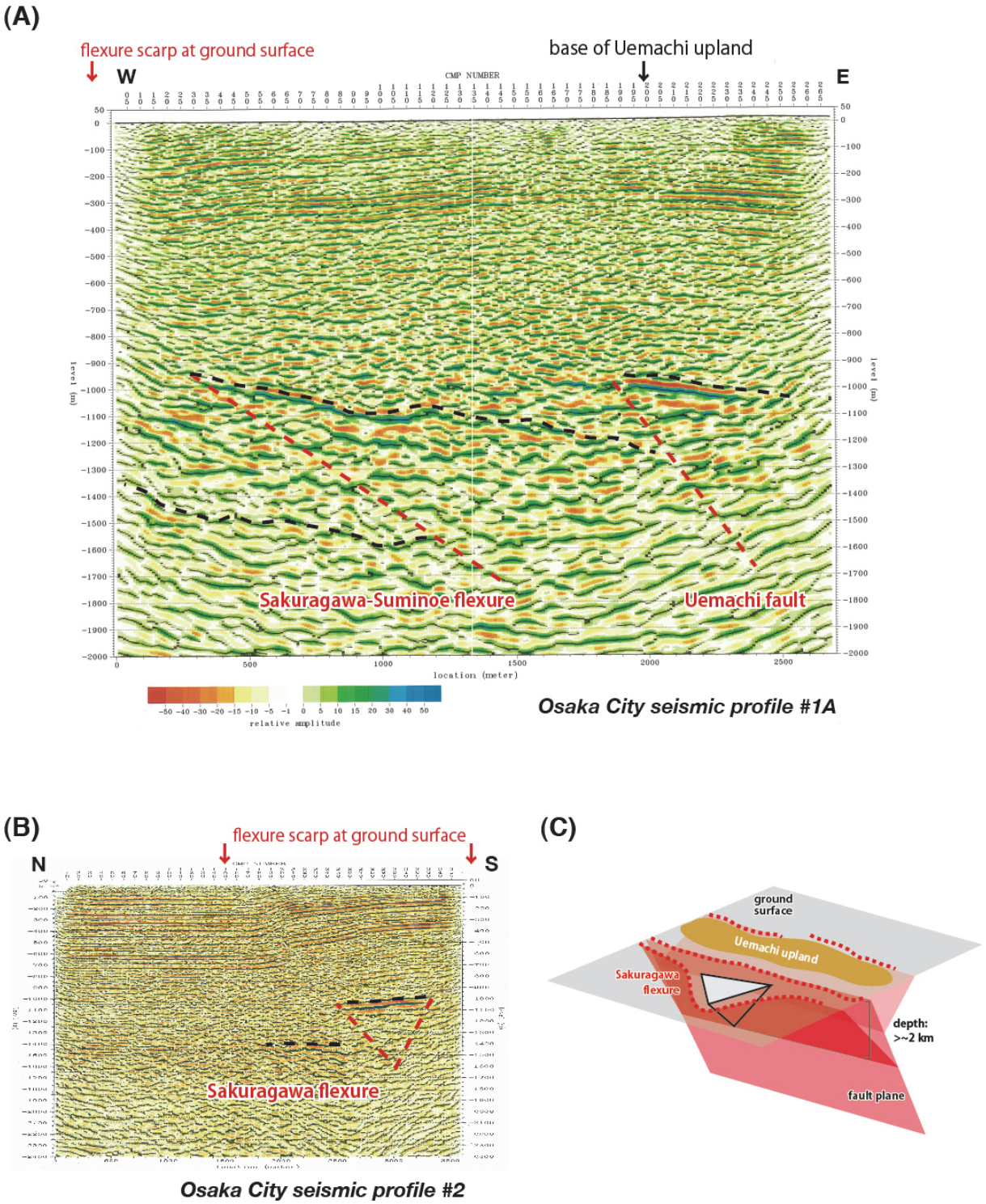

図 42　上町台地を横断する既往反射法地震探査（大阪市，1996）の深度断面とその解釈（A）大阪市第一測線 A、（B）大阪市第二測線、（C）桜川−住之江撓曲の地表トレースと浅部地下構造の模式図。

iii）上町台地周辺の活断層・活構造分布

上町台地周辺の活断層分布については、既存の活断層図等において、大局的には台地西側に東側低下の桜川撓曲および住之江撓曲といった伏在断層が図示されている（中田ほか，1996；池田ほか，2002）。また、台地上には、概ね南北走向の背斜軸が存在することが知られている（池田ほか，2002）。台地の東側には、台地東縁に沿って南北から北北東−南南西走向で延びる東側低下の推定断層（池田ほか，2002）や、長居公園の西側を北北東−南南西走向で延びる西側低下の撓曲崖が図示されている。本調査によって、建物等をフィルタリングした２mDEM および米軍空中写真の判読、地表踏査を実施した結果、以下の新たな変動学的知見を得た。本研究による上町台地周辺の活断層・活構造分布とその解釈を図 43 に示す。

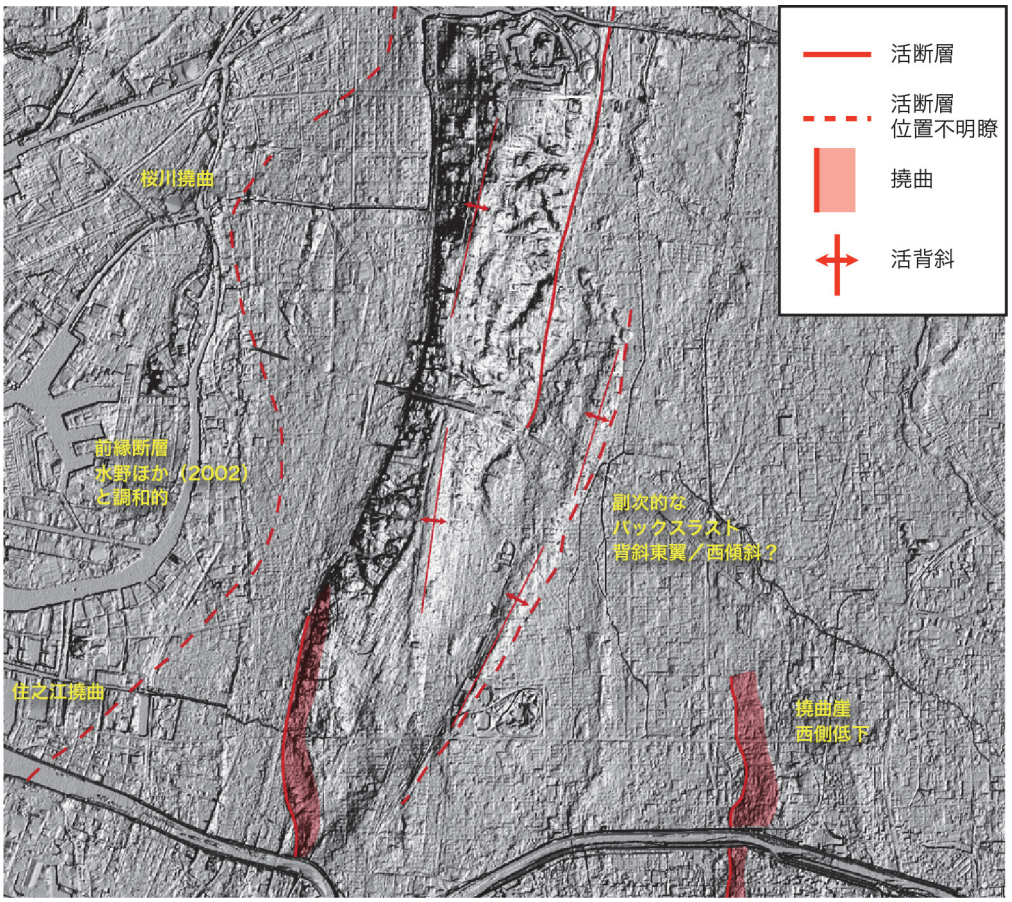

図 43　上町台地周辺の上町断層帯の分布と活構造の解釈

台地東縁を限る活断層・活構造の詳細については従来知られていなかったが、本調査で再検討した結果、ほぼ南北に延びる東側低下の低断層崖および撓曲崖、その西側にみられる地形面の逆傾斜、北北東−南南西に軸を持つ短波長の複背斜が認められた。また、台地中央部付近においてもほぼ南北に軸を持つ背斜がみいだされる。これらの活構造は、桜川撓曲から住之江撓曲に至る上町断層帯前縁断層と上町台地西縁付近を延びる上町断層いずれに対しても上盤側にあたり、上町台地の隆起に伴って形成された副次的な活構造と考えら

れる。

また、台地の北部に向かうにつれて高度が増加する傾向にあり（図 11～15;PN08～PN16）、台地西縁に生じる開析谷の密度も高くなる。よって、台地北部ほど上町断層帯による隆起量が大きいことため、地下深部におけるすべり量も台地北部をピークとする可能性を示唆する。

iv）大和川～石津川区間の活断層・活構造分布

住之江撓曲は、大和川の河口付近において実施されたＳ波反射法地震探査において、指摘された（七山ほか, 1998；2001a）。さらに、詳細な群列ボーリングの解析によって、住之江撓曲に沿って生じた最新の変形イベントは、約１万年前であることが指摘されている（七山ほか, 2001b）。これは、上町台地北方の新淀川測線や地表付近の桜川撓曲等において本調査およびサブテーマ３－１によって明らかにされた、沖積面を変形させる時期とは異なっている。すなわち、撓曲崖が形成された地形面の年代は少なくとも約 2800 年前以降であり、住之江撓曲ではこれに直接対応する変動地形も認められない。しかし、七山ほか（2001b）では、埋立土 Sm-1 層と下位のデルタ頂置層の境界に約 1.9ｍの標高差を認めている。また、七山ほか（2001a）による地質断面では、約 7300 年前の鬼界-アカホヤ火山灰（K-Ah；町田・新井, 2003）層準が海成の中部泥層中にみいだされ、住之江撓曲を境として約２ｍの比高を示すことが図示されている。K-Ah は海底に平行な層理面をもって成層構造をなして堆積した可能性が高いものの、海底の泥層および砂層は概ね水平もしくは極緩傾斜であったと考えられる。K-Ah 以降に生じた約２ｍの比高は、地表付近の桜川撓曲やその南方で計測される上下変位量と同程度であり、上町台地北方の微高地を形成する最新活動に伴って、住之江撓曲においても約２ｍ の上下変位を伴う活動が生じたと考えても矛盾がない。

住之江撓曲の南方延長は、大阪府による堺築港東西測線（大阪府, 2005）までの区間では確認されていない。ただし、大阪湾岸測線上において、CMP1500 を境に北側が相対的に隆起する撓曲構造が認められている。さらに、大和川南岸測線においては、住之江撓曲の上盤側で CMP300-400 付近を軸とする背斜が確認されている。これらの構造から判断して、住之江撓曲は従来のように南西走向で延びるのではなく、陸側の南東方向へ走向を転じ、その上盤側で南北から北北東-南南西方向に軸を持つ背斜を形成すると判断した。

また、上述のように、住之江撓曲付近では最新活動に伴う地表付近の変動地形は認められないが、上盤の隆起側にあたる堺市街地では北東-南西走向に延びるバルジ状の高まりが標高２～４ｍ付近で認められる。これは、西暦 1532 年の大火と焦土層を含み、歴史時代に度々くり返された人工改変層を含むものである（梶山, 1986）。サブテーマ３－１によるボーリング掘削調査では、この地形的な高まり上の No.2 地点（孔口標高 2.9m）において、層厚 2.1m の人工改変層直下で標高 0.8～-1.1m 付近に浜堤堆積物とみられる砂層が分布する。この堆積物は年代が不明であるものの住之江撓曲上盤側で現存していることから、上町台地北方の最新活動で隆起した沖積面と同様に、最新活動によって隆起した浜堤である可能性が指摘できる。さらに浜堤を覆って歴史時代に盛り土が重ねられ、現在の標高にバルジ状の高まりが形成されたと考えられる。

堺築港東西測線における西側低下の撓曲構造は、サブテーマ３－１で実施された石津川

河口付近の音波探査・ボーリング調査においても認められ、その走向がほぼ南北であることが確認された。周辺で実施された大阪府（2004）の湾岸第２測線では石津川付近（湾岸測線 CMP1170）に軸を持つ背斜が認められている。これらの位置関係から、堺築港から石津川周辺では南北走向で延びる撓曲構造が西側に張り出しており、その頂部付近に南北の軸を持つ背斜が形成されていると考えられる。南北走向で延びる撓曲の北延長には上述の住之江撓曲が位置することから、これらは一連の変形フロントをなしている可能性がある。

さらに、石津川の南岸では、上町断層帯の陸域主部が通過する区間を横断して、杉山ほか（2003a）がＰ波反射法地震探査を実施し、西側低下の撓曲構造を明らかにしている。この地震探査測線南方における地形断面では、杉山ほか（2003a）の撓曲構造と概ね調和的な位置に、約100ｍの区間で西に向かって撓み下がる比高1.8ｍの撓曲崖が認められる（図44A）。変形している地形面は沖積低地とみられることから、上町台地北方と同様に、最新活動に伴って約 1.8m の撓曲崖が生じた可能性がある。

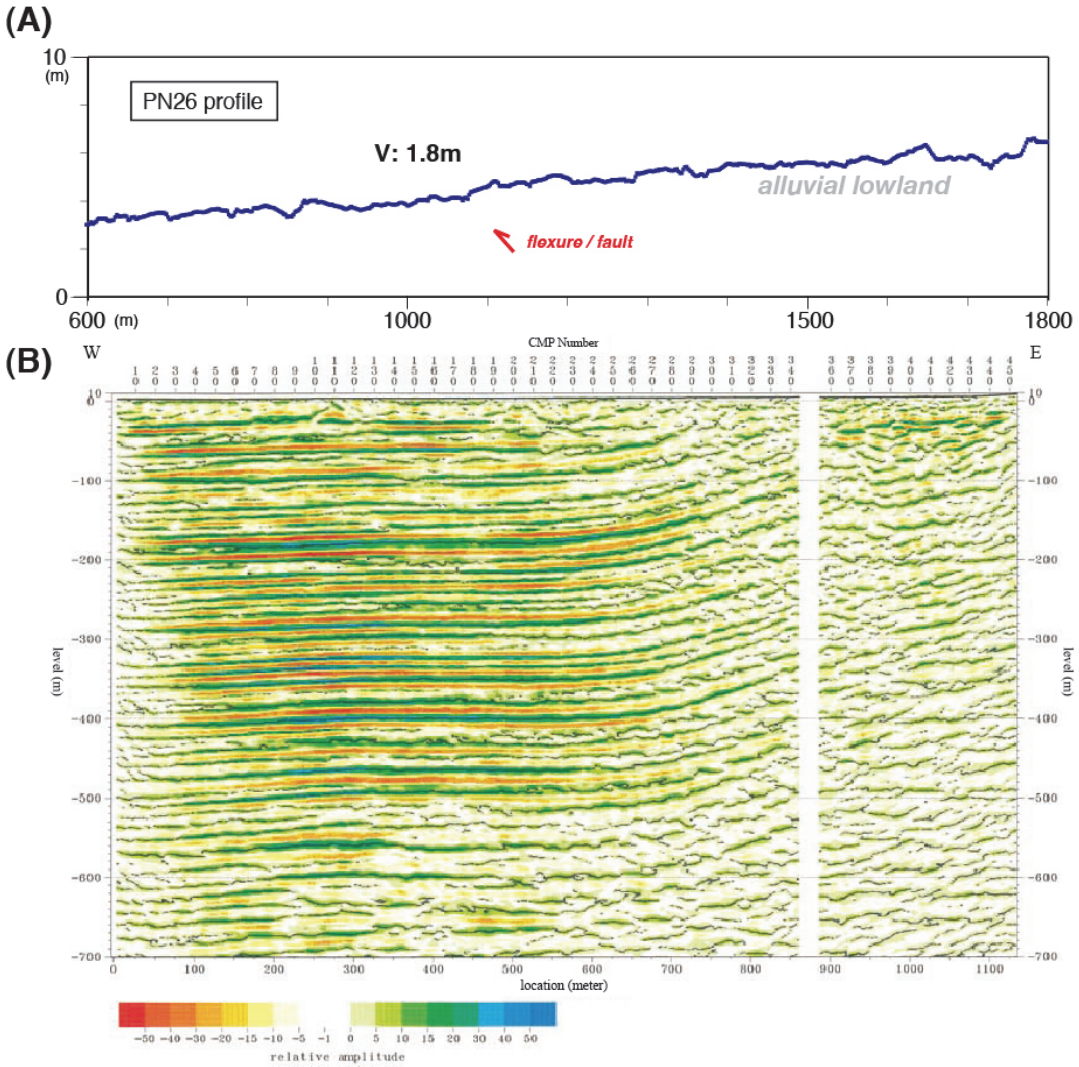

図 44　石津川南岸における地形断面 PN26 測線（A）とＰ波反射法地震探査（杉山ほか，2003a）による撓曲構造（B）

v）大津川河口周辺～阪南市箱作の活断層・活構造分布

大津川河口付近では、池田ほか（2002）によって位置不明瞭の推定活断層およびＬ2面相当の扇状地面を切る撓曲崖が図示されている。池田ほか（2002）の推定活断層は、泉大津から樫井川以南に至る少なくとも約10km以上の区間を北東-南西走向に延びる。その推定根拠は､推定活断層の上盤側には最終氷期の河成段丘面が現在の海岸線近くまで発達し、異常な海岸地形発達史が読み解けるためである。すなわち、氷期の低海面期に生じた河成面が現海岸線付近に段丘地形として残存する理由を、断層運動による隆起が累積した結果と考えた。また、大津川の扇状地面を切る撓曲崖は、北西低下２～３ｍとされている。

本調査による検討においても、大津川河口付近では西側低下の撓曲崖が扇状地面上に形成されていることが確認された（図 28：PS01～02）。大津川南岸におけるサブテーマ３-１によるピット調査の結果では、撓曲崖低下側の地形面は隆起側と同じ扇状地礫層で構成され、撓曲崖と判断した崖地形が海食崖ではないことが確認された。年代測定の結果、約2200年前以降に撓曲崖が形成されたと推定される。サブテーマ２による大津川測線の反射法地震探査結果では、撓曲崖直下から南東付近を頂部とする背斜が認められた。また、大阪府（2004）により海岸線にほぼ沿って設定された、大阪湾岸第２測線の反射法地震探査結果では、Ma-1～Ma10に対比される大阪層群に、大津川河口付近のCMP400付近を軸とする背斜状の変形がみられる。また､サブテーマ２による大津川測線の反射法地震探査では、CMP700前後を軸とする背斜が認められており、これらは一連の活背斜を形成すると考えられる。この背斜は、地表の活断層トレースの下盤側で形成されており、通常の逆断層運動のみでは形成しにくい。これは、後述するように、大津川河口付近から南西へ沿岸部を延びる活断層が右横ずれ成分を伴っており、この背斜付近が北東末端で形成された副次的な構造である可能性が示唆される。

また、市原（1993）による湾岸部の海岸線にほぼ平行な地質断面図では、泉佐野付近を頂部とする泉佐野背斜の存在が指摘されている（図 45）。この背斜の北東翼には、少なくともMa６より上位に累積的な変形と成長層が認められる。背斜の軸や走向は現段階では不明であるものの、沿岸部の活断層が泉佐野付近で西側に張り出すことによって形成された活背斜である可能性が高い。

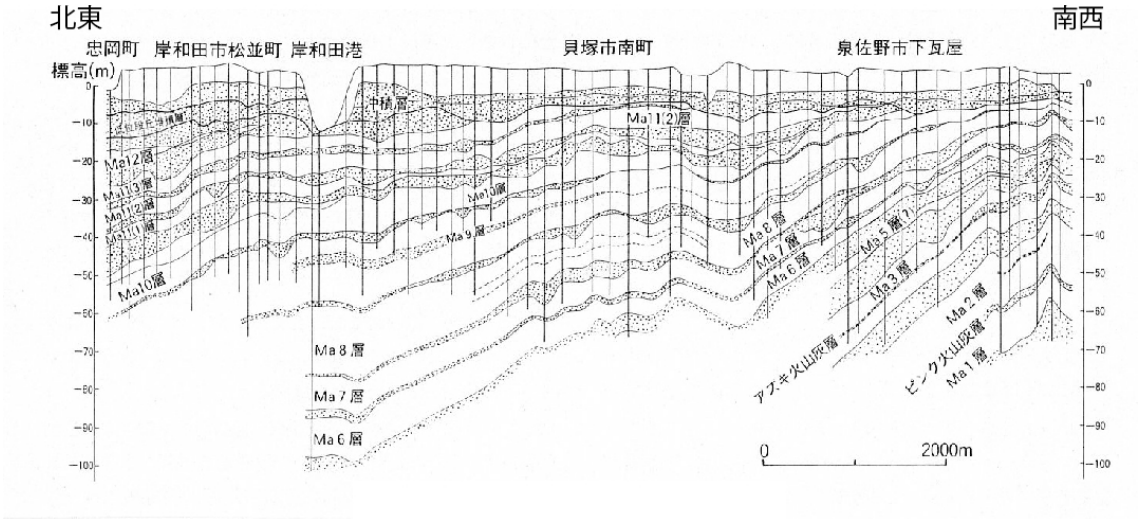

図 45　泉佐野付近を頂部とする泉佐野背斜（市原，1993に加筆）

さらに、大津川以南の段丘面には山側へ傾斜する逆傾斜およびバルジ状の変形が認められた（図 30：PS05～06）。この逆傾斜の存在は、さらに海側に逆断層が存在しており、その上盤側で段丘面形成以降の変形が累積してきたことを示す。逆傾斜あるいは一部ではバルジ状の変形や撓曲が認められるため、本来は変形フロント近傍で形成されたバルジ状の変形が海食によって後退し、局所的に変形パターンが異なるようにみえているものと推定される。例えば、岸和田周辺の PS10（図 32）および PS12（図 33）では、逆傾斜やバルジ状の変形はみられず、海に向かって撓み下がる撓曲変形が認められる。

これらの沿岸部の河成段丘面の変形は、阪南市箱作周辺の段丘面まで追跡できる（図７；図 38）。(独)防災科学技術研究所によって阪南市街地付近で行われた反射法地震探査では、海岸線にほぼ直交する南北方向の K96-2 測線の北端付近で第四紀断層として明示されている（図 46；笠原ほか, 2004）。この断層の上下変位は、基盤上面深度を基準として少なくとも約 300m とみられ、上位の堆積層にも変位・変形を与えている可能性が高い。また、みかけの断層傾斜は約 70° と比較的高角である。これに加えて、一般走向が N45°E と東西圧縮に比べて斜交していること､岸和田周辺でみられるバルジ状の変形などからみて、この断層は右横ずれ成分を伴っている可能性がある。

以上から、泉大津市の大津川付近から南西へ向かって沿岸部を延びる活断層は、阪南市箱作周辺まで約 26km の区間を延びる逆断層であると考えられる。今後、沿岸部を延びる活断層の正確な位置、形状、変位様式等を精査する必要がある。

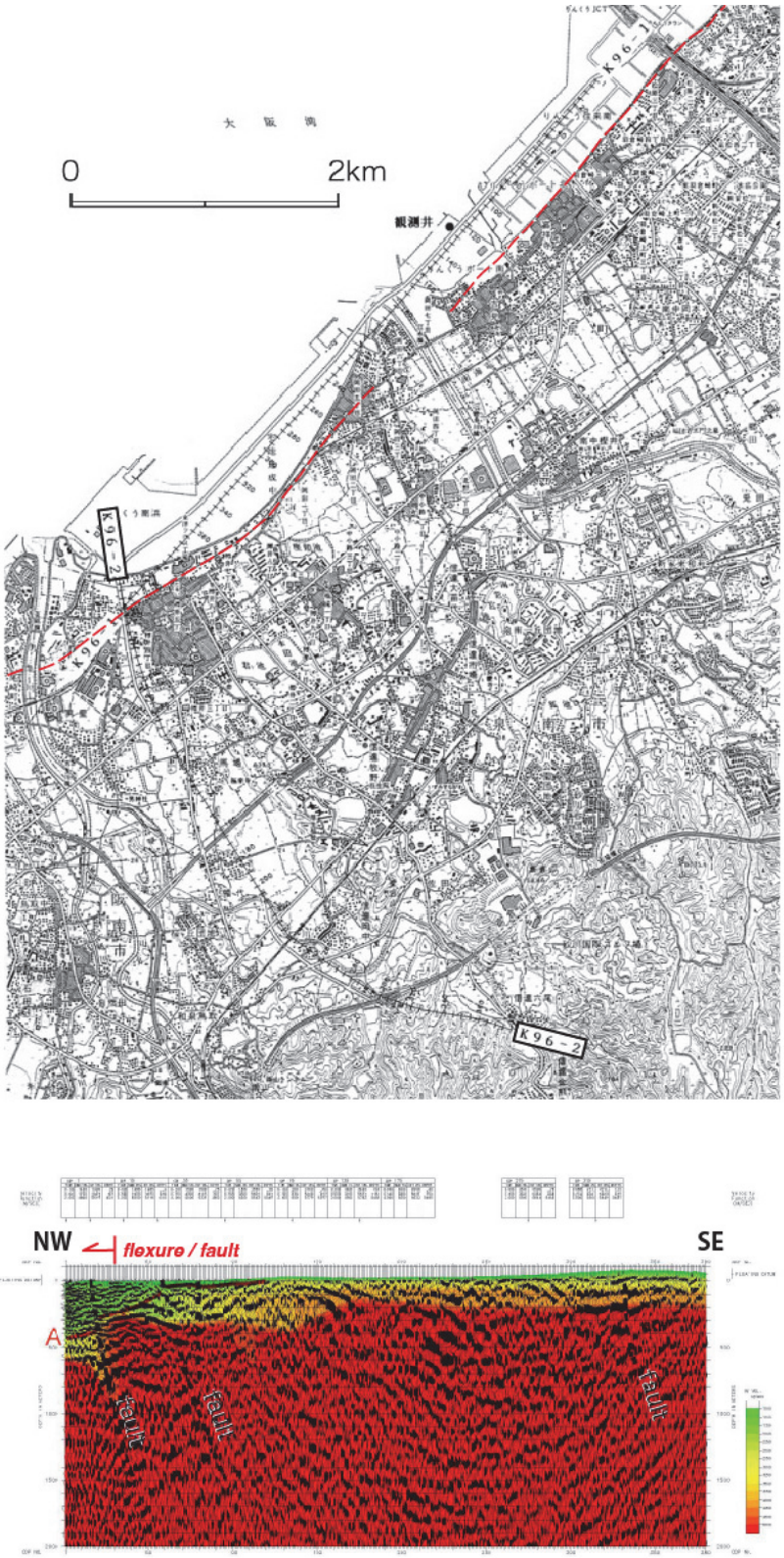

図 46　泉南市における既往の反射法地震探査の結果（笠原ほか，2004 に加筆）

2) 上町断層帯に沿う変位量分布の検討

a) 変位量評価手法の整理

LiDAR により取得された２m メッシュ DEM を利用することによって、任意の位置で地形断面図を作成し、活断層によって形成された撓曲崖や低断層崖の変位量を稠密に計測することができる。逆断層帯の真の上下変位量を計測するためには、地形面の食い違い量や崖地形の比高だけではなく、低下側を侵食・埋積する地層の存在や断層地下形状を考慮する必要がある。現状ではいずれの情報も完全には整備されていないため、ここでは、地形断面に基づく地形計測の手順について Kondo et al. (2008) の方法を詳述する。図 47 に変位量計測の模式図を示す。

① ArcGIS を用いて地形断面の測線を最適な原地形表現となるように地形学的な知見をもとに設定し、測線距離データと２mDEM の点群標高データを書き出した。市販のグラフソフト Delta Graph を用いて、測線距離をＸ、標高データをＹとする地形断面図を作成した。次の地形断面の補助線設定で不要となる、変動地形学的に判断される変形帯、原地形を示さない侵食・堆積面、DEM 作成時のフィルタリングで除去できていない構造物を示すデータを設定・除外した。

② 一般に、断層帯隆起側の地形面が原地形をよく残していると考えられる。そのため、隆起側のみの標高データに対して最小二乗近似をおこない、地形断面の補助線を設定した。ただし、隆起側の浸食が著しく、さらに低下側地形面の埋積が少ないと判断される場合は、低下側の地形面に断面の補助線を設定した。

③ 上下変位量を計測するためには、隆起側と低下側の地形面が初生的に一連の同一地形面であり、同じ勾配を持つことが前提となる。よって、隆起側の傾き a を用いて、低下側のみの点群標高データに対して残差が最小となるように最小二乗フィッティングをおこなった。フィッティングの繰り返し演算は 30 回とした。

④ 以上で求められた２つの回帰直線のＹ切片 b および b’の差は、隆起側および低下側の地形面が同一である場合、断層の上下変位量を示している。ただし、既述の通り、低下側に残存する地形面が隆起側と異なる地形面の場合、すなわち、低下側が埋積されている場合や局地的な侵食を受けている場合には、低下側の地形面構成層上限をより厳密に求めるため、ボーリングデータ等の層序情報を用いて地形面構成層の上限標高を求めた。その際には、断面測線付近に分布するボーリング等の層序情報の点群データに対して、上述の傾き a を用いて最小二乗フィッティングをおこなうことで上下変位量を求めることが可能である。

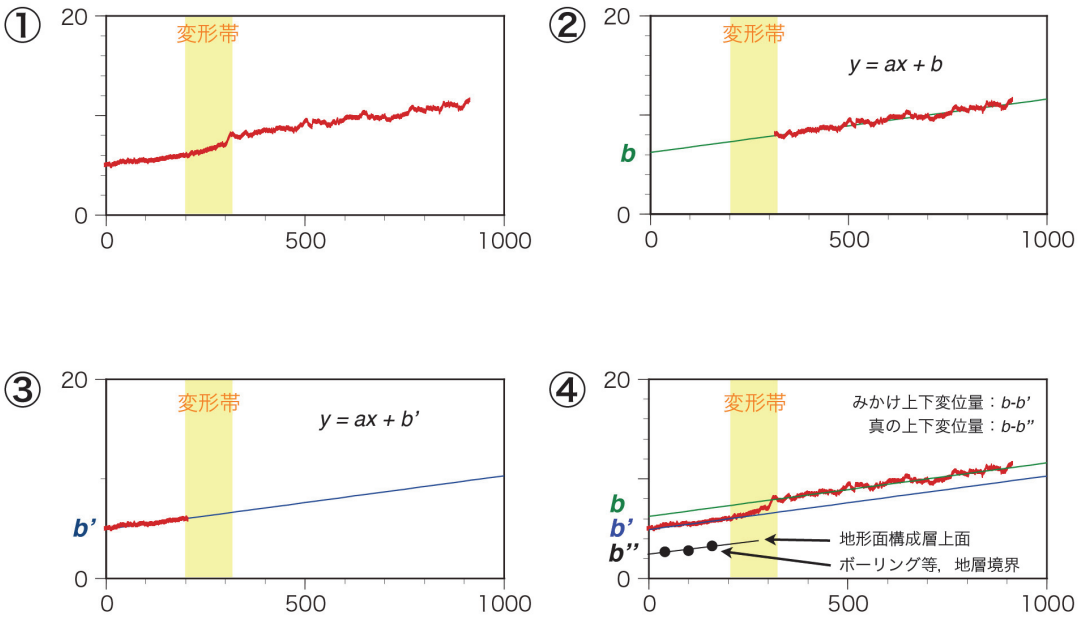

図 47　DEM データおよび層序情報を利用した上下変位量の計測手順

b）上下変位量分布および平均変位速度分布の検討

断層帯を横断する地形断面図をもとに、上述の方法で計測できるみかけの上下変位量を最良推定値として、まず予察的な変位量分布について検討した。なお、検討対象は断層帯北部の神崎川付近の上町断層から南部の坂本断層の南端とし、南部の沿岸部を延びる活断層については今後の検討領域とする。また、今回の検討では、サブテーマ４−２による強震動評価のための震源モデル作成に平均変位速度分布が利用される。そのため、震源断層上でのすべり分布再現に現状で適当な概ね１km 間隔で地形断面の測線を設定し、上町断層から久米田池断層に至る陸域区間の 39 測線について、みかけの累積上下変位量分布を作成した。大津川付近から阪南市箱作まで延びる沿岸部の活断層については、低下側を埋積する地層に関する情報が乏しいため、今後の検討課題とした。また、累積変位量は、複数の活断層トレースが併走する区間では、断層帯の走向に概ね直交する方向で合算した。

地形断面図から計測できるみかけの上下変位量は、約１m から 30m までにわたり、最新活動に伴う変位量や累積変位量が混在する（図 48）。これらを分離して詳細な変位量の評価や平均変位速度分布を検討するためには、地形面の分布と年代、上述の低下側の地形面構成層上限の把握や断層活動時期のデータが必要である。

地形面の分布は本調査および市原（1993）を参考におこなった。貝塚市加神において実施した段丘面編年のための表層ボーリングの結果を図 49 に示す。大津川周辺は段丘面の発

達が最も良いため、ここを模式地として地形面の編年を検討した。段丘面の年代については、太田ほか編著（2004）が主に既存の文献に基づきまとめている。また、長橋ほか（2004）は、大阪層群と広域テフラの層序、絶対年代および海洋酸素同位体ステージとの関係を明らかにしており、この情報を参考にして低下側を埋積する層序と段丘面構成層との対比に活用した。本調査では、Ｌ面、Ｍ面、Ｈ面いずれについても地形面としては細分されるが、年代資料の制約がある。そのため、直接の年代資料が存在しない段丘面については、細分せずにＬ面、Ｍ面、Ｈ面それぞれを一括して年代推定幅を広くとり平均変位速度を算出した。活動時期に関する情報は、本業務のサブテーマ３－１および既存文献を参考にした。低下側を埋積する層序および深度情報については、関西地盤情報活用協議会（2007）をはじめ、既存文献に図示された地質断面図から読み取り、上下変位量の算出に加算した。本調査による段丘面の編年を図 50 に、平均変位速度の算出に用いた年代を図 51 にまとめた。なお、段丘面が分布しない、神崎川から上町台地北縁に至る区間は、最新活動に伴う一回変位量を活動間隔で除して求める方法（例えば、松田，1969）をもとに算出した。

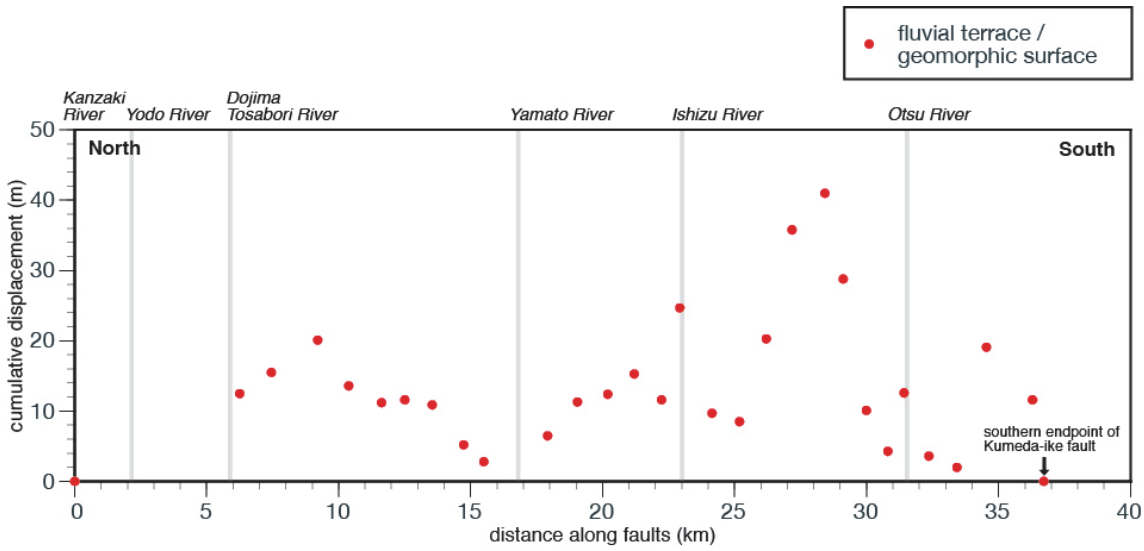

図 48　DEM データによるみかけの累積変位量分布

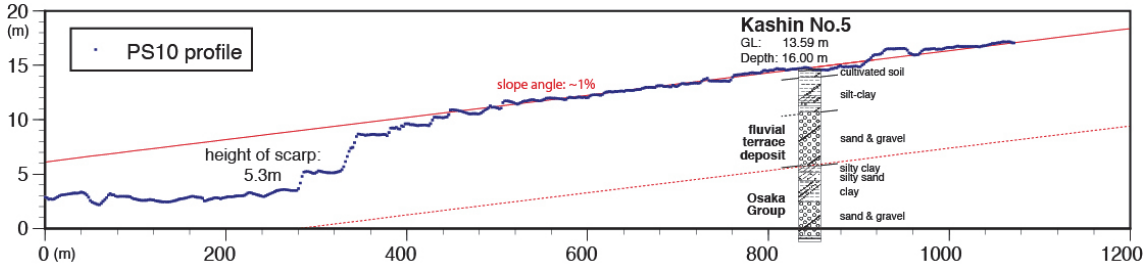

図 49　貝塚市加神の表層ボーリング。掘削位置は、図 6 に示す。

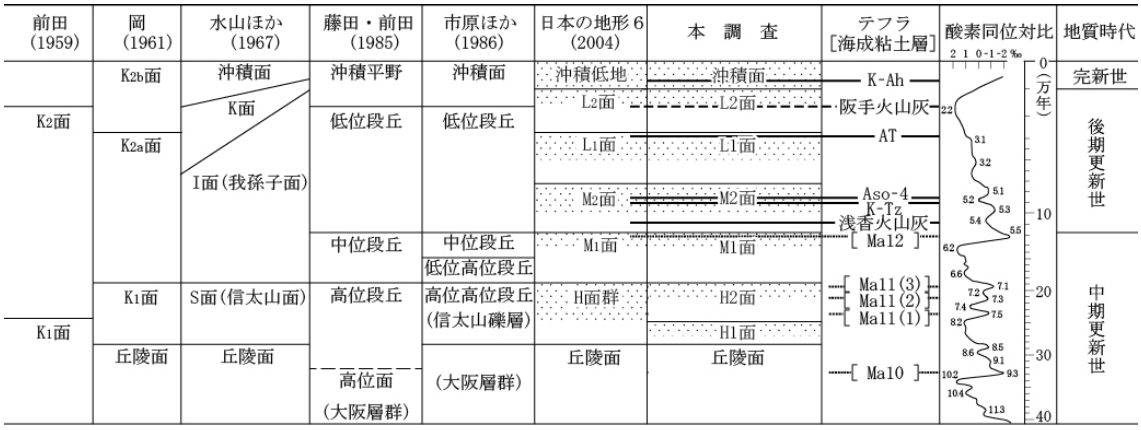

図 50　本調査における段丘面編年と既往研究との対比。太田ほか編（2004）に加筆。

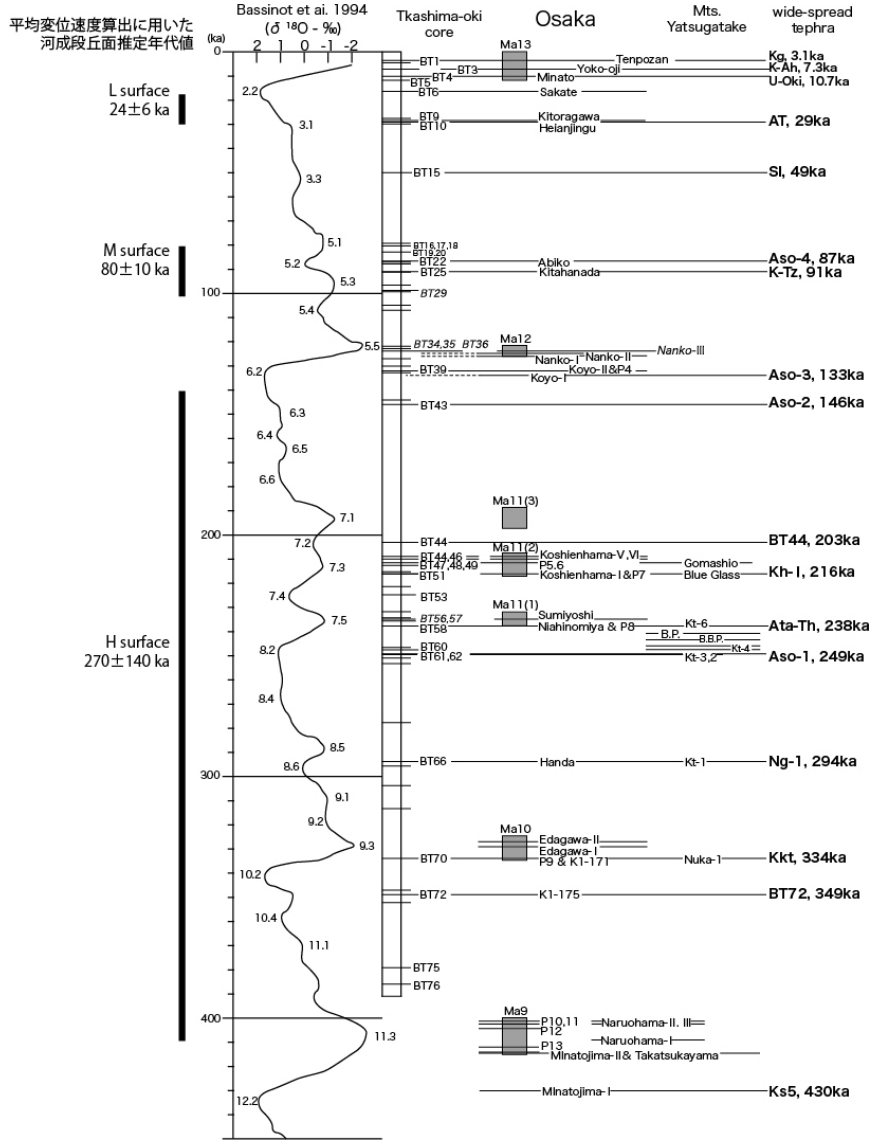

図 51　本調査で推定した河成段丘面の推定年代。長橋ほか（2004）に加筆。

以上の検討から、上町断層～久米田池断層区間におけるみかけの上下変位量を段丘面の年代で除したものをみかけの平均上下変位速度とした。さらに、断層帯低下側の層序情報を加え、真の上下平均変位速度分布を求めた（図 52）。両者の比較から、みかけの上下変位量から算出される平均変位速度分布は、真の平均変位速度分布に比べて明らかに過小評価となっていることがわかる。段丘面を基準とした上下平均変位速度は、最良推定値をもとにすると約 0.6mm/yr に達することが明らかになった。

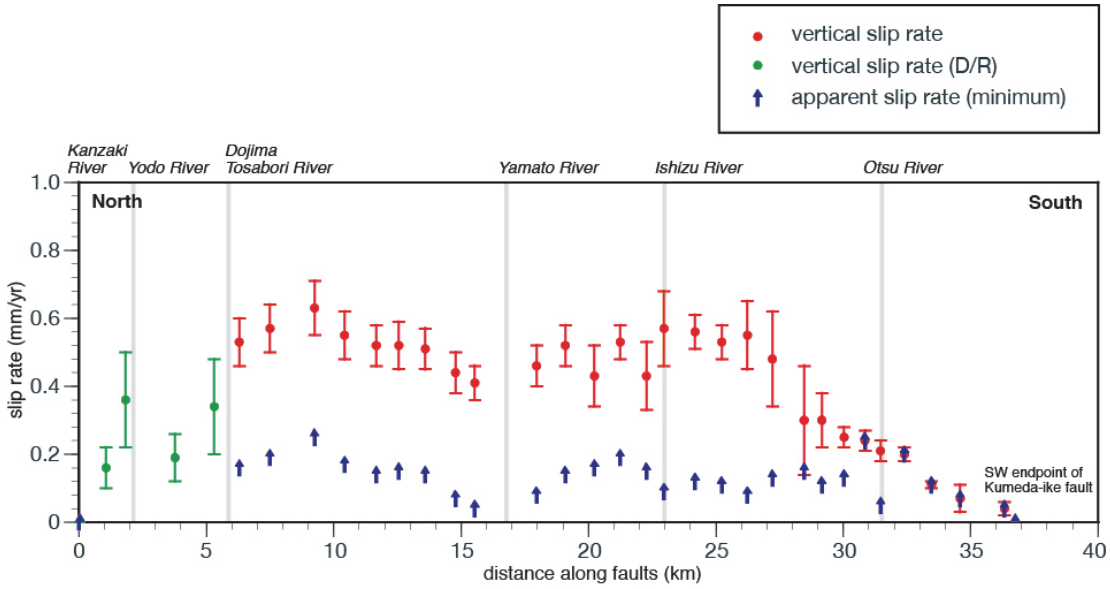

図 52　DEM データと層序情報による平均変位速度分布

ここで推定された上下平均変位速度分布は、関口ほか（2003）が推定した Ma-１および Ma３を変位基準とした平均変位速度分布と大きく異なっている。すなわち、関口ほか(2003)が前期更新統を基準として明らかにした分布は、佛念寺山断層周辺にすべりの極大を持ち、0.3～0.4mm/yr であるとされている。一方、本調査による主として後期更新世の河成段丘面を基準とした変位速度分布は、全体的には一様な分布を示しており、上町台地北部および石津川周辺に値の大きなピークが位置する。両者の差異は、Ma４～６を境として、上町断層帯の平均変位速度が変化したとする藤田・笠間（1982）の指摘と調和的である。Ma４-６は、古地磁気層序において松山・ブリュンヌ境界に相当する。この時期を境として、上町断層帯の活動性は空間的にも変化した可能性が高い。今後、大津川河口付近から南へ延びる沿岸部の活断層区間を含めて、さらに詳細な段丘面編年等をおこなって平均変位速度分布をより詳細に明らかにする必要がある。

3）上町断層帯の活動区間の推定

本調査によって、新たなに確認された変動地形・活構造と既往の上町断層帯の分布、本業務による活動時期等を総合して、上町断層帯に２つの活動区間を設定した（図 53）。これらは、神崎川付近の上町断層から久米田池断層まで、長さ約 37km の上町断層帯主部の活動区間、および大津川河口周辺から南西へ延びる、長さ約 26km の上町断層帯沿岸部の区間

である。両断層区間の離間距離は松田（1990）による基準の５kmよりも小さく、同じ起震断層とみなせるため、両区間を併せた上町断層帯全体の長さは約51kmとなる。上町断層帯主部の活動区間はN14°E、沿岸部の区間はN45°Eであり、一般走向の変化は31°である。ただし、活動時期の検討からは、両区間を別々の活動区間に分ける活動履歴情報は得られていない。今後、両区間における複数回の活動履歴情報を複数の地点で明らかにし、さらに検討をおこなう必要がある。

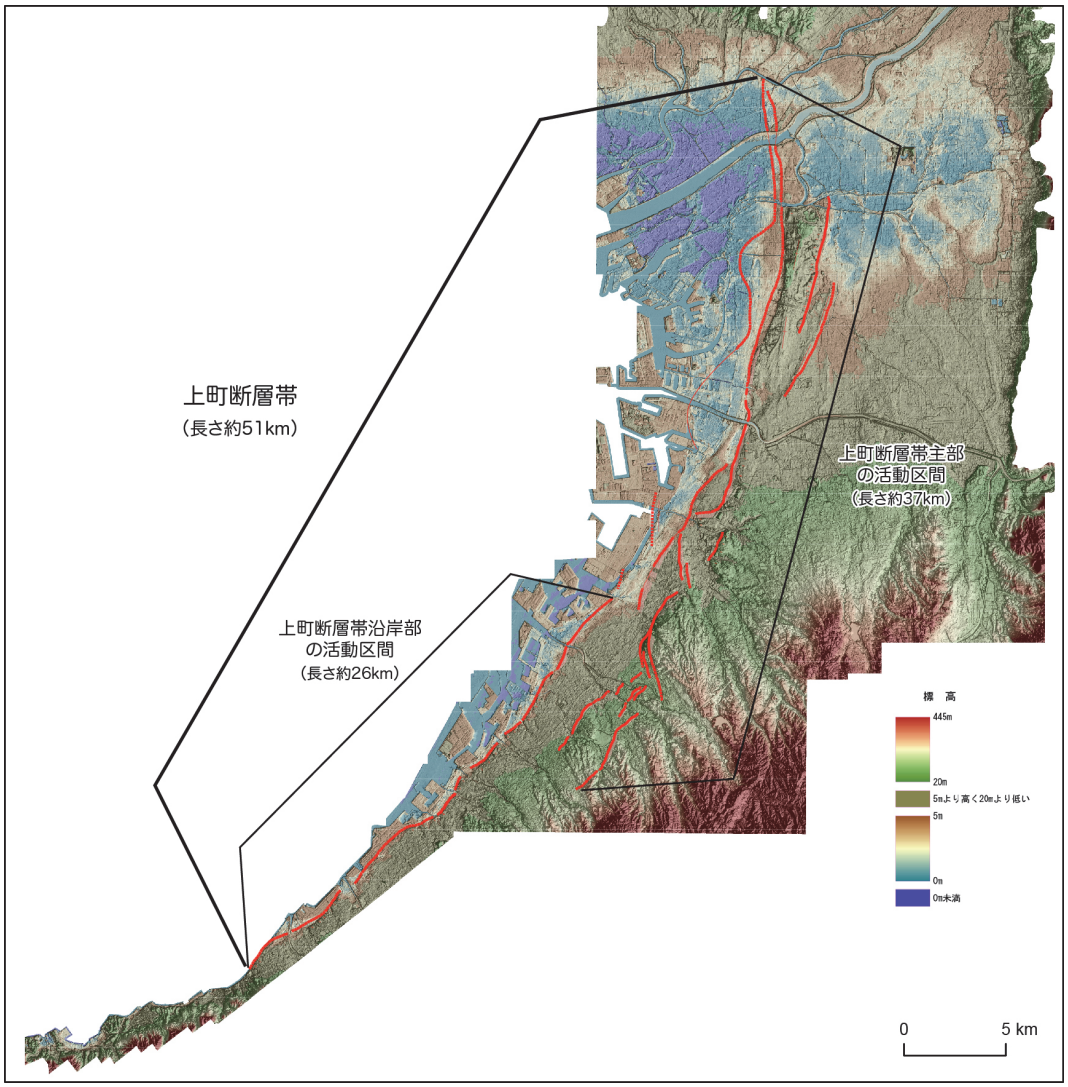

図 53　上町断層帯の活動区間

（c）結論ならびに今後の課題

上町断層帯の詳細な断層位置と分布形状を把握するため、これまでに実施された地形・地質学的調査結果に関する文献調査を行い、また既存の反射法地震探査等の成果を整理した。２ｍメッシュの詳細な数値標高モデル（DEM）を断層帯のほぼ全域で整備し、これに基づく地形解析、空中写真判読、地表踏査等を実施して、活断層・活構造分布を明らかにした。

その結果、従来砂州と考えられてきた上町台地北方に広がる微高地が隆起した沖積面であること、別々の分岐断層とされた桜川撓曲と住之江撓曲が一連の前縁断層をなす活構造であること、上町台地上に分布する背斜、台地東縁を延びる東側低下の撓曲崖と背斜、最新活動に伴う微細な撓曲崖などの変動地形・活構造が新たにみいだされた。

また、泉大津市大津川付近から沿岸部を南西へ延びる推定断層は、扇状地面に撓曲崖を形成し、沿岸付近に沿って分布する河成段丘面上に累積的な短波長の逆傾斜、バルジ状の変形および撓曲が認められたため、その存在が確認された。沿岸部の活断層は詳細位置・形状ともに不明瞭であるが、段丘面上に形成された変動地形の分布から判断して、大津川河口周辺から阪南市箱作周辺まで延びる長さ約 26km の逆断層と考えられる。また、みかけの断層傾斜が約 70° と比較的高角であること、一般走向が N45°E と東西圧縮軸に比べて斜交していることなどから、この断層は右横ずれ成分を伴っている可能性がある。今後、陸域および海域における沿岸部の調査をおこなって、沿岸部を延びる逆断層の詳細位置、形状、変位様式等を明らかにする必要がある。

さらに、断層帯全域に沿う後期更新世以降の平均変位速度分布を解明するため、DEM を利用した上下変位量の評価手法を整理した。地形断面図による上下変位量計測から累積変位量分布を明らかにし、既存資料に基づく変位基準の年代と断層帯低下側層序の検討をおこなって、陸域の上町断層帯に沿う平均変位速度分布が最大で約 0.6mm/yr に達することを明らかにした。

活断層・活構造の分布形状、活動履歴等を総合して、神崎川付近の上町断層から久米田池断層に至る約 37km の上町断層帯主部の活動区間、大津川河口周辺から沿岸部を南西へ約 26km 延びる沿岸部の活動区間の２つの活動区間を推定した。両区間を合わせた上町断層帯全体の長さは約 51km であることが明らかとなった。

（謝辞）国土交通省近畿地方整備局から上町断層帯北部の DEM データをご提供頂きました。高知大学岡村眞教授、広島大学中田高名誉教授には、新淀川、堂島川、土佐堀川における音波探査記録の未公表資料をご提供頂きました。産業技術総合研究所杉山雄一氏には上町断層帯全般について、堺市教育委員会文化財課の方々には堺市の遺跡分布や年代等についてご教示頂きました。ここに記して御礼申し上げます。

(d) 引用文献

土質工学会関西支部，「関西地盤」，105-113，1992.

藤田和夫・笠間太郎，大阪西北地域の地質，地域地質研究報告（５万分の１図幅），地質調査所，112pp，1982.

古谷正和，大阪平野西部の上部更新統，地質学雑誌，84，341-358，1978.

市原　実・藤田和夫・森下　晶・中世古幸次郎，千里山丘陵−大阪層群の研究（その１）−，地質学雑誌，61，433-441，1955.

市原　実，「大阪層群」，創元社，340pp，1993.

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，「第四紀逆断層アトラス」，東京大学出版会，253pp，2002.

地震調査研究推進本部地震調査委員会，「上町断層帯の長期評価について」，20pp，2004.

梶山彦太郎，少林寺西遺跡の貝層（SKT57），森村健一編，「堺環濠都市遺跡発掘調査報告－ホテルサンルート SKT57－」，研究 1，堺市文化財調査報告，第 30 集，堺市教育委員会，1986.

梶山彦太郎・市原　実，「大阪平野のおいたち」，青木書店，138pp，1986.

笠原敬司・関口渉次・小原一成・藤原広行・山水史生・青井 真・山田隆二・木村尚紀・汐見勝彦・関根秀太郎・松原 誠・林 広樹・森川信之，大深度ボーリング掘削，検層および孔井内速度構造調査，文部科学省「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」平成 16 年度成果報告書，266-307，2004.

関西地盤情報活用協議会，「新関西地盤」，354pp，2007.

活断層研究会編，「新編日本の活断層－分布図と資料」，東京大学出版会，437pp，1991.

Kondo, H., Toda, S., Okumura, K., Chiba, T., A fault scarp in an urban area identified by LIDAR survey: A case study on the Itoigawa-Shizuoka tectonic line, central Japan. Geomorphology **101**, 731-739, 2008.

町田　洋・新井房夫，「新編火山灰アトラス」，東京大学出版会，360pp，2003.

増田富士雄・宮原伐折羅・広津淳司・入月俊明・岩淵　洋・吉川周作，神戸沖海底コアから推定した完新世の大阪湾の海況変動，地質学雑誌，**106**，482-488，2000.

松田時彦，活断層と大地震-地震現象解明のために-，科学，**39**，398-407，1969.

松田時彦，最大地震規模による日本列島の地震分帯図，東京大学地震研究所彙報，**65**，289-319，1990.

Mitamura, M., Matsuyama, N., Nakagawa, K., Yamamoto, K. and Suwa, S., Stratigraphy and subsurface structure of Holocene deposits around Uemachi upland in the central Osaka plain. Jour. Gesci. Osaka City Univ., **37**, 183-212, 1994.

三浦健一郎・七山 太・内海 実・杉山雄一・安原盛明・横山芳春・北田奈緒子・竹村恵二，新淀川群列ボーリングコアの高精度解析に基づく上町断層の完新世活動性評価．活断層・古地震研究報告，**2**，109-123，2002.

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・苅谷愛彦・栗本史雄・吾妻　崇・須貝俊彦・粟田泰夫・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），産業技術総合研究所地質調査総合センター，2002.

長橋良隆・吉川周作・宮川ちひろ・内山　高・井内美郎，近畿地方および八ヶ岳山麓における過去 43 万年間の広域テフラの層序と編年-EDS 分析による火山ガラス片の主要成分化学組成，第四紀研究，**43**，15-35，2004.

中田 高・今泉俊文編，「活断層詳細デジタルマップ」，東京大学出版会，DVD-ROM2 枚・付図１葉・60pp，2002.

中田 高・岡田篤正・鈴木康弘・渡辺満久・池田安隆，1:25,000 都市圏活断層図「大阪東北部」，国土地理院技術資料，D.1-No.333，1996a.

中田 高・岡田篤正・鈴木康弘・渡辺満久・池田安隆，1:25,000 都市圏活断層図「大阪東南部」，国土地理院技術資料，D.1-No.333，1996b.

中田 高・岡田篤正・鈴木康弘・渡辺満久・池田安隆，1:25,000 都市圏活断層図「大阪西北部」，国土地理院技術資料，D.1-No.333，1996c.

中田 高・岡田篤正・鈴木康弘・渡辺満久・池田安隆，1:25,000 都市圏活断層図「大阪西南部」，国土地理院技術資料，D.1-No.333，1996d.
七山 太・北田奈緒子・竹村恵二・杉山雄一，群列ボーリング及びＳ波反射法地震探査による上町断層系住之江撓曲の活動履歴調査，地質調査所速報，no.EQ/98/1（平成９年度活断層・古地震研究調査概要報告書），137-149，1998.
七山 太・土井康裕・北田奈緒子・竹村恵二・杉山雄一，過去 13 万年間にわたる大阪湾東部沿岸地域の層序、堆積シークェンスと堆積環境，地質学雑誌，107，179-197，2001a.
七山 太・土井康裕・北田奈緒子・竹村恵二・杉山雄一，大阪平野西部、上町断層住之江撓曲の活動度評価とこれに基づく過去１万年間の海水準変動，地質学雑誌，107，215-221，2001b.
西田允俊・大西　誠，片福連絡線南森町工区における地下水対策，地下水地盤環境に関するシンポジウム，19-34，1993.
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.333，1996.
岡田篤正・東郷正美編，「近畿の活断層」，東京大学出版会，395pp，2000.
大阪市，「平成 7 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」，大阪市，1-27・2-86・3-112，1996.
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」，大阪府，1-116，2004.
大阪府，「平成 16 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」，大阪府，1-55，2005.
太田陽子・成瀬敏郎・田中眞吾・岡田篤正編，「日本の地形６　近畿・中国・四国」，東京大学出版会，402pp，2004.
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.
杉山雄一，上町断層系の反射法弾性波探査，地質調査所研究資料集，No.303（平成８年度活断層研究調査概要報告書），105-113，1997.
杉山雄一・七山 太・北田奈緒子・横田 裕，大阪市内における上町断層のＳ波反射法地震探査．活断層・古地震研究報告，1，143-151，2001.
杉山雄一・七山 太・北田奈緒子・竹村恵二・横田 裕・末廣匡基，上町断層系の補足調査(その１）- 石津川沿い沖積低地における P 波及び S 波反射法地震探査 - ，活断層・古地震研究報告，3，103-115，2003a.
杉山雄一・七山 太・三浦健一郎・吉川 猛・横田 裕・末広匡基・古屋正和・栃本泰浩・廣瀬孝太郎・横山芳春・北田奈緒子・竹村恵二，上町断層系の補足調査（その２）-新淀川北岸における追加ボーリングとＳ波反射法地震探査データの再解釈に基づく上町断層帯の活動性評価-．活断層・古地震研究報告，3，117-144，2003b.
安田喜憲，大阪府河内平野における過去一万三千年間の植生変遷と古地理，第四紀研究，16，211-229，1978.
吉川宗治・町田義之・寺本光雄・横田 裕・長尾英孝・梶原正章，大阪市内における反射法地震探査，物理探査学会第 77 回学術講演会講演論文集，114-117，1987.