

糸魚川 - 静岡構造線断層帯における重点的な調査観測 文部科学省の委託事業として名古屋大学と進めている調査研究の紹介

佐野 滋樹*

1. はじめに

本発表は、地震調査研究推進本部において策定した重点的な調査観測の方針に従った、文部科学省からの委託業務である「糸魚川-静岡構造線活断層帯を対象とした重点的な調査観測」の内、平成15年度から平成17年度まで名古屋大学、岡山大学、東洋大学、東京大学、鶴岡高専・愛知工業大学の研究機関と実施している“地震時断層挙動（活動区間・変位量分布）の予測精度向上に向けた変動地形調査”の概要について紹介する。

“重点的な調査観測”の方針は、下記の～である。

長期的な地震発生時期及び地震規模の

予測精度を向上させる。

地殻活動の現状把握を高度化等地震発生前・後の状況把握。

強震動の予測精度を向上する。

本調査研究は、その（および）に貢献するとの位置付けで、航測システム（航測図化・LIDAR）を用いた変動地形の高解像度DEM作成を通じて、断層線の位置情報や変位量情報を高密度・高精度で取得し、活動規模や変位量分布の推定精度を向上させることを目標としている。

2. 糸魚川-静岡構造線の概要

・図.1の糸静構造線の概観図に示すとおり、

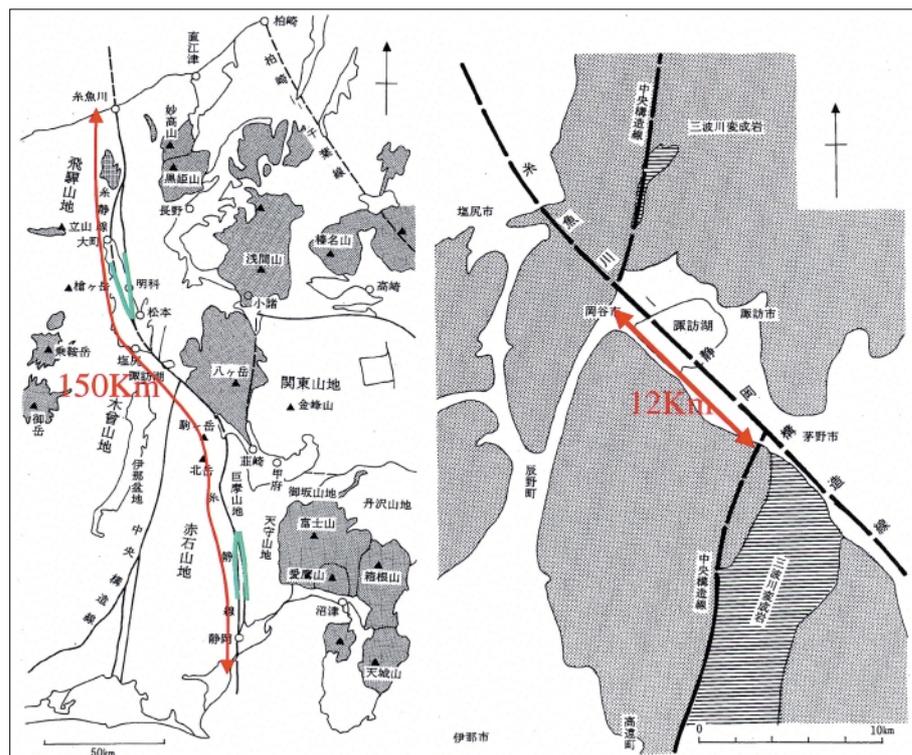


図.1 糸魚川 - 静岡構造線の概観図

図.2 糸静線による中央構造線の水平変位

* 玉野総合コンサルタント株式会社

糸魚川 - 静岡構造線（糸 - 静線と省略）系は、日本列島のほぼ中央部に位置する、全長140～150kmの活断層系であり、北部では東側が隆起する逆断層成分、南部では西側が隆起する逆断層成分、中部では左横ずれ成分が卓越している。

- ・これほど大規模な構造線にしては、著しく曲がりくねっているのが重要な特徴の一つである。北部では2つに分かれて、その間に大峰帯を挟み、南部でも2本に分かれて竜爪山地帯を挟んでいる。
- ・牛伏寺断層を含む区間では、現在を含めた今後数百年以内に、M8程度（M7.5～8.5）の規模の地震が発生する可能性（30年以内の発生確率は14%）が高い。しかし、地震を発生させる断層区間（場所）がどこまでかは判断できない。
- ・諏訪湖地域で中央構造線とその東に接する三波川帯が、糸静線を挟んで12kmほどずれている。（図.2）¹⁾

3. 調査の内容

糸静線重点調査研究に至るまでの経緯は、パイロット事業として平成14年度に航測図化とLIDARの精度・効率比較、平成15年度は牛伏寺地区のLIDAR（延長約5km）計測、平成16年度には全域をGPS/IMUによるの撮影（写真縮尺：1/10,000）と10mメッシュのDSM及びオルソフォト画像を作成した。そこで平成17年度は高精度DEMの作成に基づく活断層変位地形DEMの完成を目標に以下の調査作業を実施している。

植生が密な地域のLIDAR計測（地面出し作業）

航測図化システム上での地表面DEMの作成（既成図の修正：地表面形状の把握）

地形改変が著しい場所の米軍写真によ

る断層線位置・変位地形形状の分析
地形面分類図作成（写真判読・現地調査・年代測定）

WebGISによる情報配信準備

3.1 活断層変位地形DEM作成の目的

高精度DEMの作成に基づく、活断層変位地形DEM作成の目的と効果は以下のとおりである。

- 活断層線位置情報の高度化および連続性の再検討
- 平均変位速度（slip rate）分布の高密度取得
- 活動区間の再検討
- 強振動予測のための基礎情報取得
- 断層のdislocation（断層が動いて位置を変えること）modelの検討
- 平均変位速度データ充実による強振動試算

3.2 活断層変位地形の高精度DEMの作成

LIDAR計測

植生が密な地域や自然地形のDEM作成はLIDAR計測による高密度（50cm間隔）な地形計測が有効であることから、LIDAR計測する地域を選定しながらDEMの整備を進めている。図.3は牛伏寺断層周辺のオルソフォト画像と50cmメッシュDEMによる陰影図である。活断層変位地形があ分かりやすく表現され、連続した地形の変位量の分析に効果があった。しかしながら、LIDAR計測の問題点は、ランダムな点群情報（不連続情報）であることから地物の特定が出来ず、位置の検証が困難なことにある。これは航空写真を活用することにより改善を図っていく。²⁾

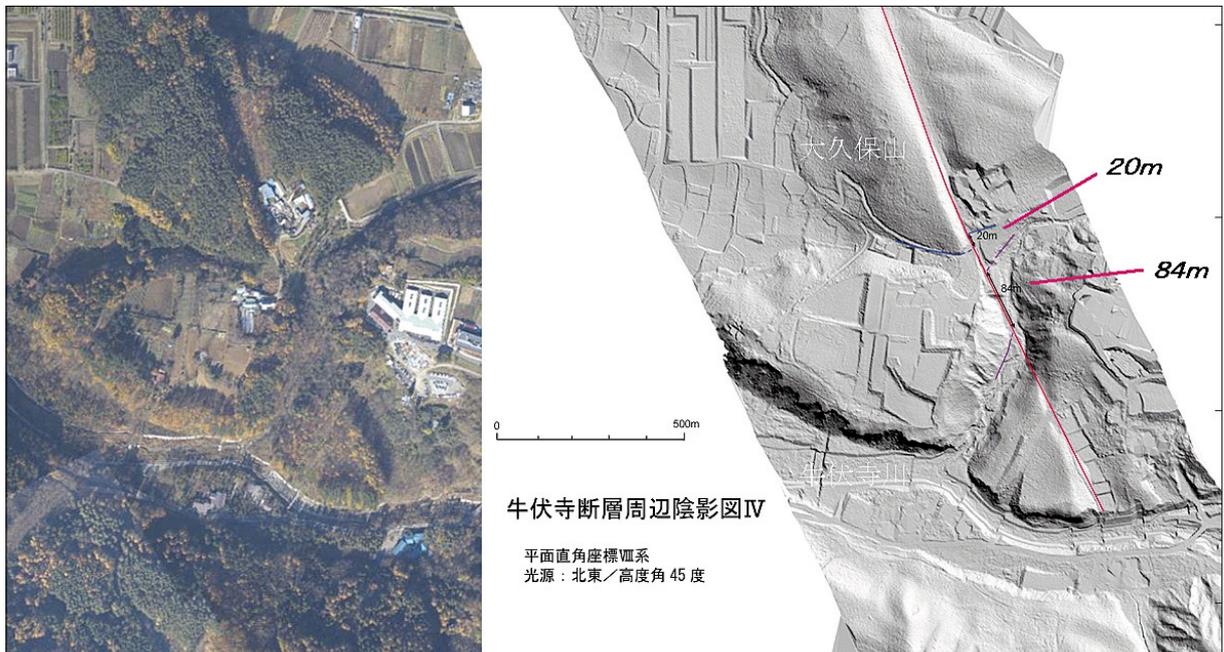


図.3 牛伏寺断層沿い大久保山付近のオルソ画像とLIDAR陰影図³⁾

航測図化システム（航空写真測量）

画像メディアとしてネガフィルムから精密に転写したポジフィルム（ハードコピー）を用いた従来の写真測量は、高価な器械式の測定機器が必要となり、複数人で同時に判読と計測することは困難であった。それに替わって今日のデジタル写真測量（画像データ：ソフトコピー）では、測定機器は基本的にコンピュータのモニター上で、実体観測による数値図化を行うため、複数の専門家が同時に協議しながらの計測作業が可能になった。本調査では、活断層の専門家のアドバイスを受けながら、写真測量の計測者が活断層の位置を地表面に沿って3次元データを取得しており、表層の判読レベルとしては最も確からしい位置精度を有している成果が作成できたと考える。

米軍撮影の航空写真を用いた変異地形の解析と判読

平成16年に撮影された航空写真では、地形変化が進み活断層変位地形の判読が困難な地域が存在する。従来から、活断層等の判読に

は、地形変化前の資料として米軍撮影の航空写真による実体判読が専門家により行われ、図.4断層系ストリップマップ（1/10万）、図.5首都圏活断層図（1/2.5万）のような活断層図が作成されていた。

しかしながら、都市域における土地変化は大規模であり、判読結果を正確に移写するには困難であった。また、1/10,000～1/2,500の大縮尺での表記は社会的な影響を勘案すると、位置正確度は重要な品質要件となる。

桑名断層調査の事例では、都市計画基本図（1/2,500）の地物をGCPとし、米軍撮影航空写真（1/10,000）による写真測量を有効性について報告している。⁴⁾

図.6に示すとおり、地形変化前の変位地形をデジタルマッピング（以下：DM）手法で計測でき、そのDMデータから陰影図（図.7）を作成することで、変位地形の判読が専門家以外にも分かりやすく表現できたことである。

また、通常の場合、この米軍撮影の航空写真は、解像度が低く、写真測量で重要な内部

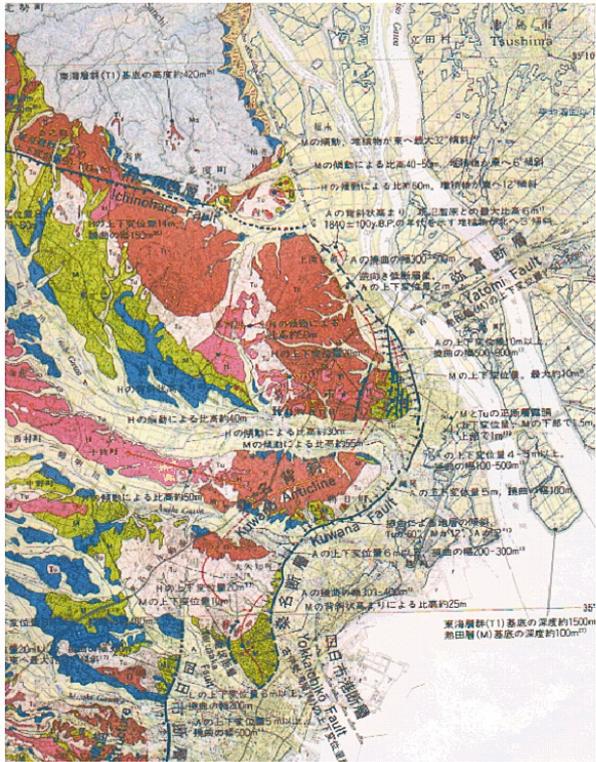


図.4 断層系ストリップマップ (1/10万)



図.5 都市圏活断層図 (1/2万5千)

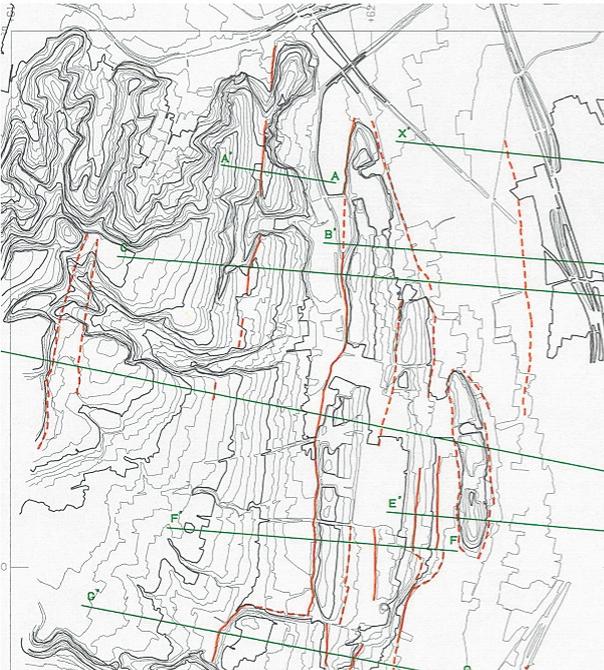


図.6 米軍写真によるデジタル図化 (1/2,500レベル)



図.7 DEMデータによる陰影図

定位が不確定であり、相互標定における交差残差は、公共測量の許容誤差内には収まらない。ただし、桑名断層の変位地形の解析に用いた米軍撮影の航空写真では、都市計画図GCPとの対地標定結果として、単一モデル内

の基準点残差は、平面位置で標準偏差 ± 2 m程度を得ることができた。⁴⁾

GCPの精度を除き米軍撮影写真による写真測量の技術的な課題は、次のとおりである。

- ・カメラディストーションの補正値が不明
- ・指標の計測が困難なので、写真主点が不明確
- ・指標間距離が不明なので、焦点距離の調整が困難
- ・複製フィルムに実体計測が困難な歪みがある場合がある。

3.3 地形面分類図 (1/25,000) の作成 (写真判読・現地調査・年代測定)

地形面分類図とは、地形が出来た時期ごとに地形面を分類したものである。

地形面は海水準の変動などの様々な要因によって作られ、出来た時期によって面の分布高度や傾斜角度、浸食の進み具合などが異なるという特徴がある。本調査では、詳細な空中写真判読及び現地調査結果を踏まえて地形面分類図を作成するとともに、地形面を構成する堆積物中に含まれる火山灰の種類や、C¹⁴年代測定結果などにより、地形面が出来た年代を特定した。

また、写真測量により多数の地形面横断測量を行い、それぞれの断面について変位量を求めた。この変位量と地形面の年代から、活断層の平均変位速度を高密度で求めることができ、従来よりも高精度な強震動予測モデルの構築に役立てられるものと期待される。

3.4 WebGISによる情報配信準備

変動地形の真の理解を促進すると共に、誰もがデータ検証・データ追加・数値解析可能な「変動地形情報3D管理システム」を構築し、活断層付近の地域は、任意測線上で断面測量を可能にする。ただし、重要な箇所は写真測量システム上での変位量計測の必要性について、適宜検討する。併せて、WebGISによる3Dグラフィクスを利用した活断層・変動地形に関する住民啓発を目的にしている。図。

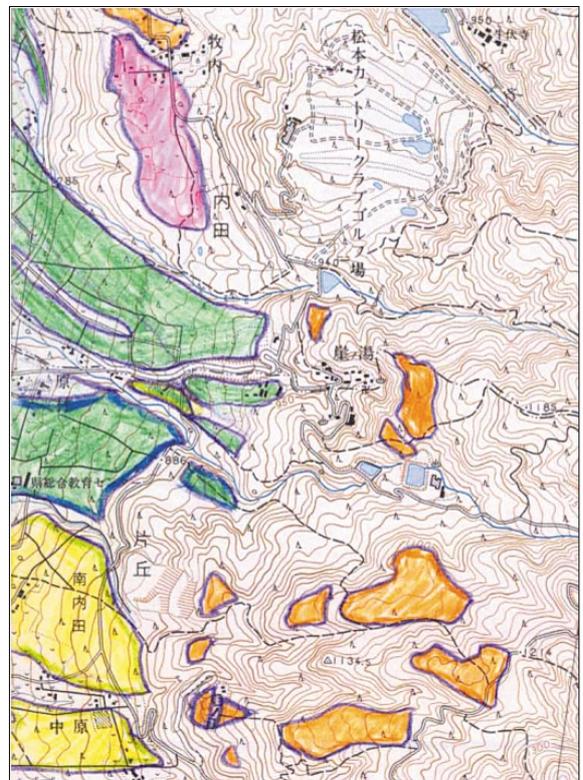


図. 8 地形面分類図イメージ

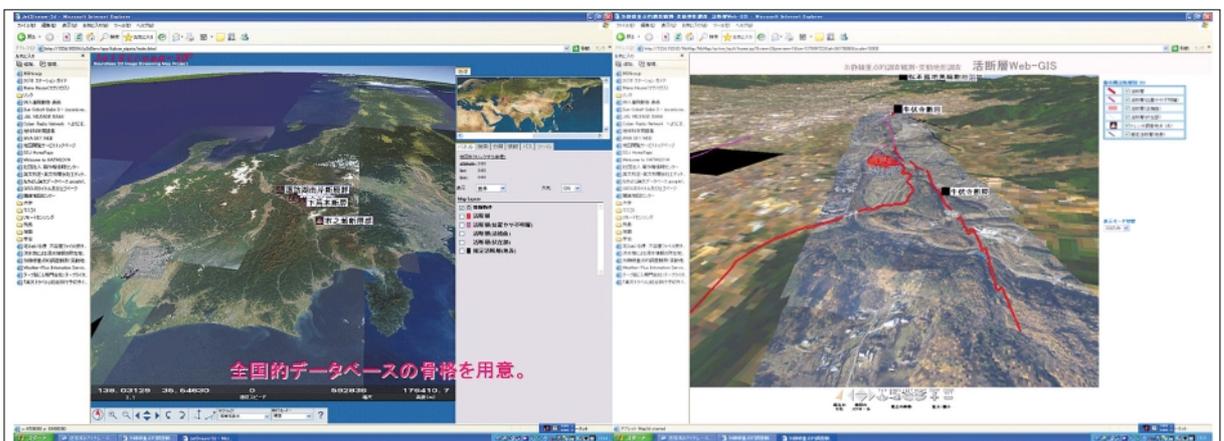


図. 9 WebGISの画面イメージ

9は全国的な骨格から当該地区の詳細図に導くWebGISの画面イメージを示す。

4. 今後の課題

4.1 写真測量によるDEM作成の課題と精度

DEMの精度は、その解像度への要求が高ければ高いほど、位置精度及びその標高の正確性も同等以上に高いものが要求される。例えば、「標定誤差が1.0mある航空写真で、1m間隔のDEMを作成するのは果たして適切か?」という課題である。

公共測量作業規定では、対地標定における水平位置及び標高の誤差を航空写真の撮影縮尺や地図の縮尺から許容誤差を定めている。同様に、航空写真からDEMを取得する場合の精度的な限界を評価して、地形の状況や作成目的及び使用する航空写真の縮尺などからその解像度(メッシュ間隔)と精度の品質基準の検討を進める。

変位地形を計測する場合、自然地形を先入観無しに計測することは困難である。従って、人的な判断が必要なデータ作成には、同一な観測者が計測を行わない場合、判読基準を統一しなければ、人為的な誤差が多く含まれる可能性が高くなる。DEMデータを効率的且つ高精度にデジタル化する技術への要望は、今後も増大するものと考えられ、DEMの要求品質を精度や工程ごとの基準を定量化していくことが必要であると考えている。

4.2 WebGISの役割

住民周知の方法は、ハザードマップを「見せる」や「配る」程度の情報提供だけでは、浸透しない。また、住民の防災意識の啓蒙活動に必要なツールとしての機能は、興味を高める面白さと信憑性のある分かりやすさが示され、継続的に情報が提供されるものでな

れば陳腐化してしまう。事実を見せることに主眼を置く防災関連のGISは、「だからどうなり、どうしなければいけないのか」を中々うまく示すことが出来ない。今後は、WebGISを用いた住民の防災意識の啓発方法について、GISの機能も含め検討を進める。

5. まとめ

昨今のGISに用いる地形図データは、見栄えと新鮮さが優先され、精度に対する要求は高くない。本研究で作成されるデジタルオルソ画像や高解像度DEMは、地震災害を予測し備えると共に、地震災害後の断層運動の解析に大きく貢献するものと期待されている。要求されている空間計測技術は、広域における高精度な現況(主に自然地形)の再現(再製)技術である。要求品質の検討及び調査方法とその精度検証について、空間計測技術者の観点から研究活動に協力していきたい。

(発表日:2006年1月26日)

参考文献

- 1) 山下昇:フォッサマグナ、東海大学出版、pp.6-7、1995
- 2) 鈴木康弘:「糸静線パイロット重点調査」の成果、文部科学省、2004
- 3) 鈴木康弘:累積変位量・地震時変位量・平均変位速度分布調査の意義と課題、地理科学投稿論文、2005
- 4) 鈴木康弘・佐野滋樹・野澤竜二郎:航空写真測量に基づく桑名断層の変位地形の解析、活断層研究、pp.22、76-82、2002

発表者紹介

佐野 滋樹(さの しげき)

所属:玉野総合コンサルタント株式会社
地理情報部

E-mail:sano_shigeki@tamano.co.jp