

## 新宮川流域における比抵抗ウェッジとその抽出手法の提案

国土交通省 近畿地方整備局 大規模土砂災害対策技術センター 桜井 亘<sup>※1</sup>, 酒井 良<sup>※2</sup>, 奥山悠木  
 大日本コンサルタント株式会社 ○奥村 稔, 河戸克志  
 国土防災技術株式会社 小川内良人, 眞弓孝之, 横山 修  
 (現所属 ※1: 国土交通省 国土技術政策総合研究所, ※2: 国土交通省 関東地方整備局)

### 1. はじめに

平成 23 年台風 12 号による紀伊半島大水害では、奈良県と和歌山県で多数の深層崩壊が発生し、大規模な土石流や河道閉塞を形成するなど流域に甚大な被害を与えた。このような深層崩壊による被害を軽減するためには、深層崩壊の発生の恐れのある斜面の抽出精度の向上が重要な課題の一つである。現在、高精度地形情報等に基づいて深層崩壊の発生の恐れのある斜面が抽出されているが、斜面内部の地質・地下水特性を考慮することで、その斜面抽出の精度向上が期待できる。

広域斜面の地質・地下水特性の概略調査手法として空中電磁探査がある。木下ら (2013) は、紀伊半島大水害で深層崩壊が発生した赤谷地区、長殿地区、栗平地区、北股地区、熊野地区、坪内地区、清水地区、三越地区 (以下、深層崩壊 8 地区と呼ぶ) における空中電磁探査の比抵抗パターン分析を行い、タイプ区分を報告した。桜井ら (2014) は、紀伊半島大水害と明治の十津川災害で発生した深層崩壊斜面の実績を増やし、併せて非崩壊斜面の比抵抗パターン分析と深度情報である比抵抗パターンの平面的な表現方法を試行した。さらに、桜井ら (2015) は、深層崩壊 8 地区を対象として、既往の地形・地質・地下水情報と検討された深層崩壊発生メカニズムから空中電磁探査の比抵抗パターンを検証し、紀伊半島大水害と明治の十津川災害で発生した深層崩壊地周辺斜面に共通して比抵抗ウェッジと呼ばれる比抵抗パターンを新たに報告した。

本稿では、空中電磁探査の観点から比抵抗ウェッジと呼ばれる比抵抗パターンの特徴と、鉛直方向の地盤情報である比抵抗ウェッジの平面的な分布を可視化するための自動抽出手法を報告する。

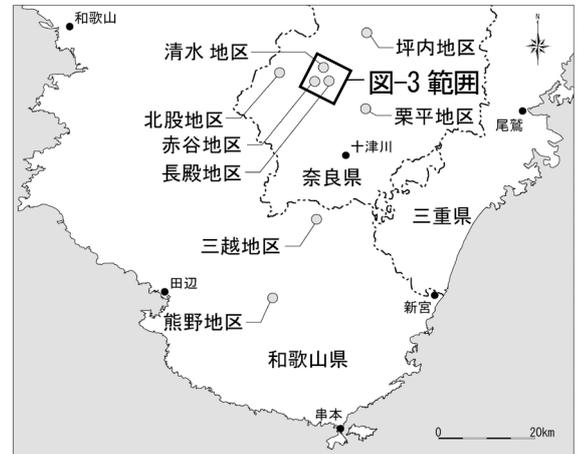


図-1 検討対象地区の位置図

### 2. 比抵抗ウェッジについて

#### 2.1 比抵抗ウェッジと比抵抗表示区分

比抵抗ウェッジは、相対的に高比抵抗を示す領域に低比抵抗部がクサビ状に分布する鉛直方向の比抵抗パターンである (図-2)。比抵抗パターンは比抵抗の相対的な高低とその分布形態を指すが、比抵抗コンターの区分と着色を規定する比抵抗表示区分が重要である。紀伊山地での比抵抗表示区分は、深層崩壊 8 地区の比抵抗出現特性を基準にした相対評価である。具体的には深層崩壊 8 地区における 140kHz の比抵抗頻度範囲から低比抵抗側および高比抵抗側の外れ値を除いた 99% のデータ範囲 (12.9~1164.1Ω・m) に対し、低比抵抗を寒色、中央を黄色、高比抵抗を暖色とした 32 区分である。

#### 2.2 比抵抗ウェッジの可視化の条件

比抵抗ウェッジは、表層が高比抵抗、中層が低比抵抗、深層が高比抵抗となる 3 層構造として表現される。紀伊山地の空中電磁探査データでは、表層は 140kHz、中層が 31kHz、深層が 6.9kHz のセンサーの比抵抗値が該当する。この関係に着目すれば、中層が最も低比抵抗となる箇所を連ねた比抵抗ウェッジ軸が計算できる。

#### 2.3 深層崩壊 8 地区と比抵抗ウェッジ

紀伊山地の比抵抗区分では、高比抵抗が優勢となる赤谷地区や長殿地区などでは比抵抗ウェッジの判読は容易で、木下ら (2013) や岡本ら (2013) が「分離構造」と記載している (図-2: 上段)。一方、低比抵抗となるとコントラストが不明瞭となり、坪内地区や三越地区などで比抵抗ウェ

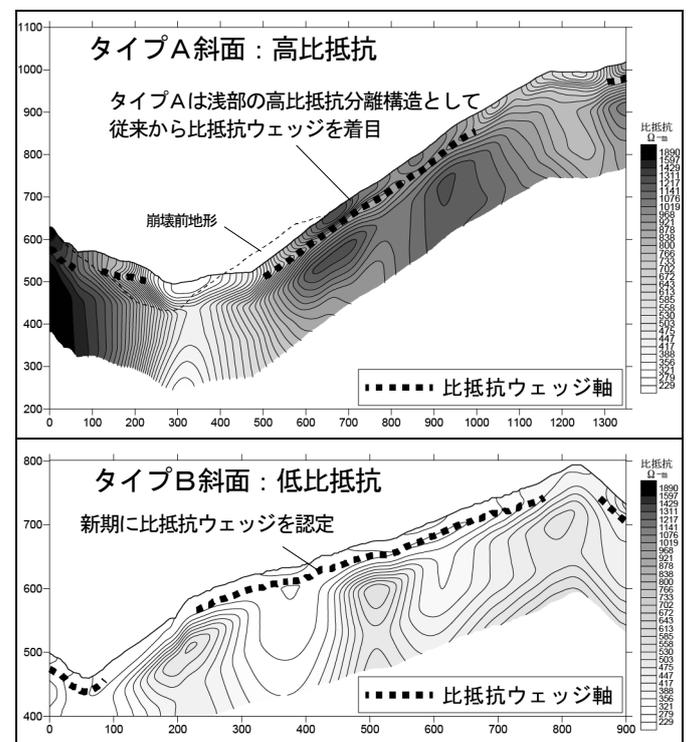


図-2 比抵抗ウェッジの事例

ッジの存在は未確認であった。本研究では間隔 100m の格子状に作成した比抵抗断面で比抵抗パターンを検討した結果、低比抵抗が優勢となる深層崩壊地区でも比抵抗ウェッジの存在が確認できた (図-2 : 下段)。

### 3. 比抵抗ウェッジの平面可視化手法の提案

#### 3.1 深層崩壊発生斜面を特徴づける深度方向の比抵抗構造特性

深層崩壊の発生機構を踏まえた深層崩壊発生斜面を特徴づける比抵抗構造特性を表-1 に示す。比抵抗ウェッジは、深層崩壊 8 地区に共通して確認された比抵抗パターンであり、さらに明治の十津川災害や紀伊半島大水害で発生した 8 地区以外の深層崩壊地周辺斜面にも共通して確認されたことから、深層崩壊と関連性が高い比抵抗パターンと考えられる。

表-1 H23 深層崩壊 8 地区の比抵抗特性

	タイプA	タイプB
斜面浅部	高比抵抗	低比抵抗
斜面中層	比抵抗ウェッジ	
斜面深部	高角度の比抵抗ギャップ	
該当地区	赤谷・長殿・清水 栗平・熊野	坪内・北股・三越

#### 3.2 比抵抗ウェッジの平面可視化手法の提案

桜井ら (2014) は、深度情報である比抵抗パターンの平面的な表現方法を試行したが、多様なパターンを表現したため、複雑で、比抵抗断面との整合性にやや劣っていた。しかしながら、桜井ら (2015) や本研究によって、平面可視化する比抵抗パターンは比抵抗ウェッジのみであり、抽出条件も明確である。鉛直方向の地盤情報である比抵抗ウェッジの平面的な分布を可視化するための自動抽出手法を図-3 に示す。自動抽出手法で可視化した比抵抗ウェッジは、格子状に作成した比抵抗断面の比抵抗パターンから判読した比抵抗ウェッジの位置を捉えており、比抵抗表示区分によって判読しづらい低比抵抗側や高比抵抗側でも抽出している。

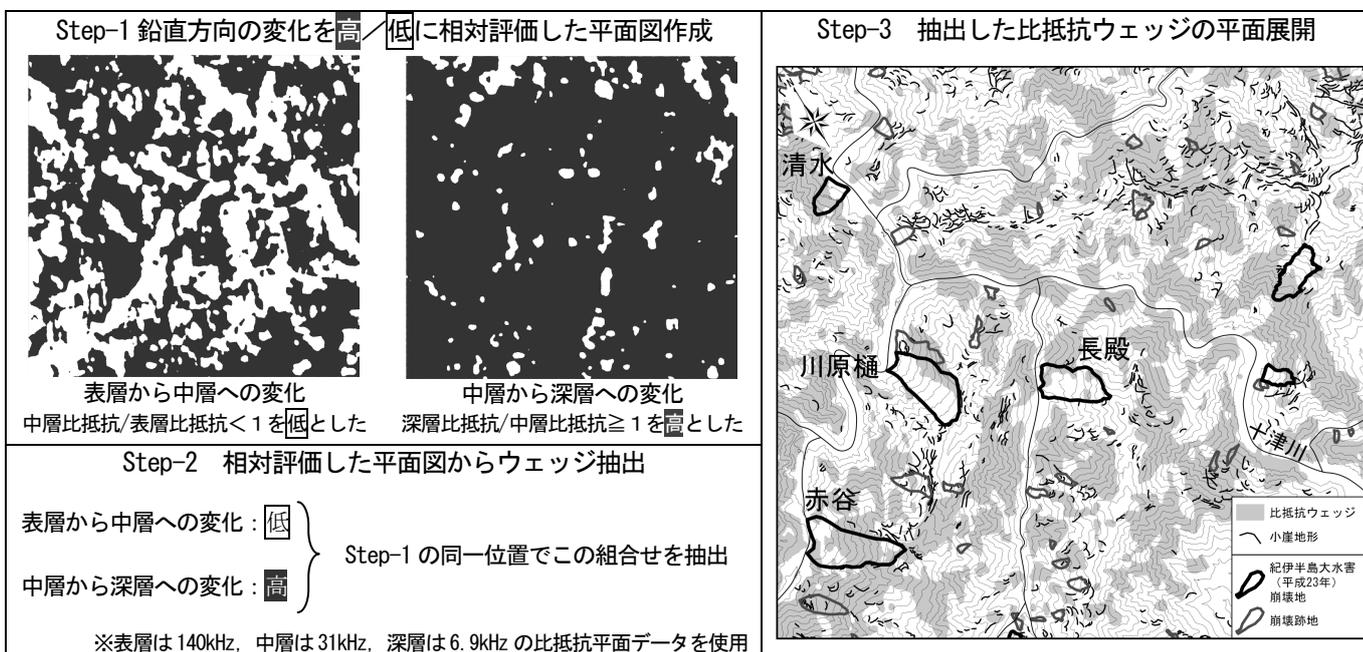


図-3 比抵抗ウェッジの抽出手法

### 5. まとめ

比抵抗ウェッジと呼ばれる比抵抗パターンの特徴と、鉛直方向の地盤情報である比抵抗ウェッジの平面的な分布を可視化するための自動抽出手法を報告した。桜井ら (2015) の研究に示される通り、比抵抗ウェッジは岩盤の緩み域や地下水との関連性が高いことから、深層崩壊の発生の恐れのある斜面の抽出指標の 1 つとなる可能性がある。客観的で迅速な比抵抗ウェッジの平面可視化手法は、深層崩壊の発生の恐れのある斜面の抽出手法として空中電磁探査の適用性を広げられるものと考えられる。今後、比抵抗ウェッジの程度 (比抵抗の変化の差) 等を考慮し、他の地形・地質・地下水条件下での適用性を検討していく予定である。

#### 引用文献

木下篤彦・北川眞一・大山 誠・内田太郎・河戸克志・阿部征輝・奥村 稔 (2013) : 平成 23 年台風 12 号により紀伊半島で発生した深層崩壊周辺の広域比抵抗構造特性, 平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集 B, p. 356-357  
 岡本 敦・内田太郎・林眞一郎・山越隆雄・森田耕司・奥村 稔・河戸克志 (2013) : 奈良県五條市大塔町赤谷地区における深層崩壊発生斜面の三次元比抵抗パターン, 平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集 B, p. 352-353  
 桜井 亘・酒井 良・岩田孝治・奥村 稔・細川亮介・阿部征輝・松下博昭・内田浩一・河戸克志 (2014) : 明治十津川災害と紀伊半島大水害により発生した深層崩壊周辺の比抵抗構造特性, 平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集 B, p. 280-281  
 桜井 亘・酒井 良・小川内良人・眞弓孝之・横山 修・河戸克志・奥村 稔 (2015) : 平成 23 年台風 12 号で発生した深層崩壊の地質・地下水特性と空中電磁探査との関連性について, 平成 27 年度砂防学会研究発表会概要集