

高度な画像処理による減災を目指した国土の監視技術の開発（第1年次） －地盤の脆弱性把握のための開発－

実施期間 平成19年度～平成21年度
地理地殻活動研究センター
地理情報解析研究室長 長谷川裕之 小荒井 衛
地理調査部防災地理課 星野 実 木村 幸一
吉武 勝宏

1. はじめに

本研究は、地盤脆弱性を半自動的に評価するシステムの作成を行うことを目的としている。地震時における地盤災害の多くは谷埋め盛土、河川沿いの低地などの人工改変地で生じている。地震時の地盤災害を減少させるには、地形改変箇所を危険度によって分類し、危険度の高い箇所から優先的に対策を行う必要がある。ただし、地形改変箇所はかなりの数に上るため、全ての箇所でボーリングなどの詳細な調査を行うことは不可能である。このため、主として地形改変量を定量的に表した人工改変地形データを用いて、どこでどの程度の人工改変が行われているかを定量的に把握し、それぞれの人工改変地の危険度を簡易的に評価して優先順位を決定したり、安全な改変箇所を詳細な調査の対象から除外したりすることが必要とされているが、この目的に見合った標準的手法が確立されているとはいえない。また、地形改変にはいくつかの種類があるが、種類ごとに地形改変データに要求される精度は異なっており、かつ地域ごとに利用可能なデータは異なる。このため、どのようなデータをどう組み合わせるとどのような手法で人工改変地形データを作成すれば要求精度に見合うデータを作成できるかを明らかにする必要がある。さらに、いわゆる谷埋め盛土に関しては主として地形データを用いて地盤の脆弱性を評価するための標準的手法が提案されているが、河川沿いの低地の埋め立てなどでは、脆弱性を評価する手法が確立されていない。

このため、本研究では、どこでどの程度の人工改変が行われているかを定量的に把握するための標準手法と、人工改変地形データを用いてそれぞれの人工改変地の危険度を簡易的に評価する手法を開発し、これらの手法を盛り込んだシステムを作成することを目標として研究を行うこととした。

2. 研究内容

本年度は、以下の2点について研究を行った。

(1) 人工改変地形データ作成や危険度評価手法の現状に関するヒアリング調査

地盤災害対策を実施している自治体や学識経験者にヒアリング調査を行い、主として地形データを用いた簡易な危険度評価手法に関する研究状況や人工地形改変地形データ作成の現状について調査を実施した。

具体的には、地盤災害対策事業を実施している5つの自治体、および実際に作業を実施した企業に対して、実施済事業の詳細に関するヒアリング調査を行った。ヒアリング調査では、事業の目標や人工改変前後の地形データ作成に使用した資料、地形データ・差分データの具体的な作成手法、盛土地域の抽出方法、危険度評価の方法（実施自治体のみ）に関して対面式による調査を実施した。

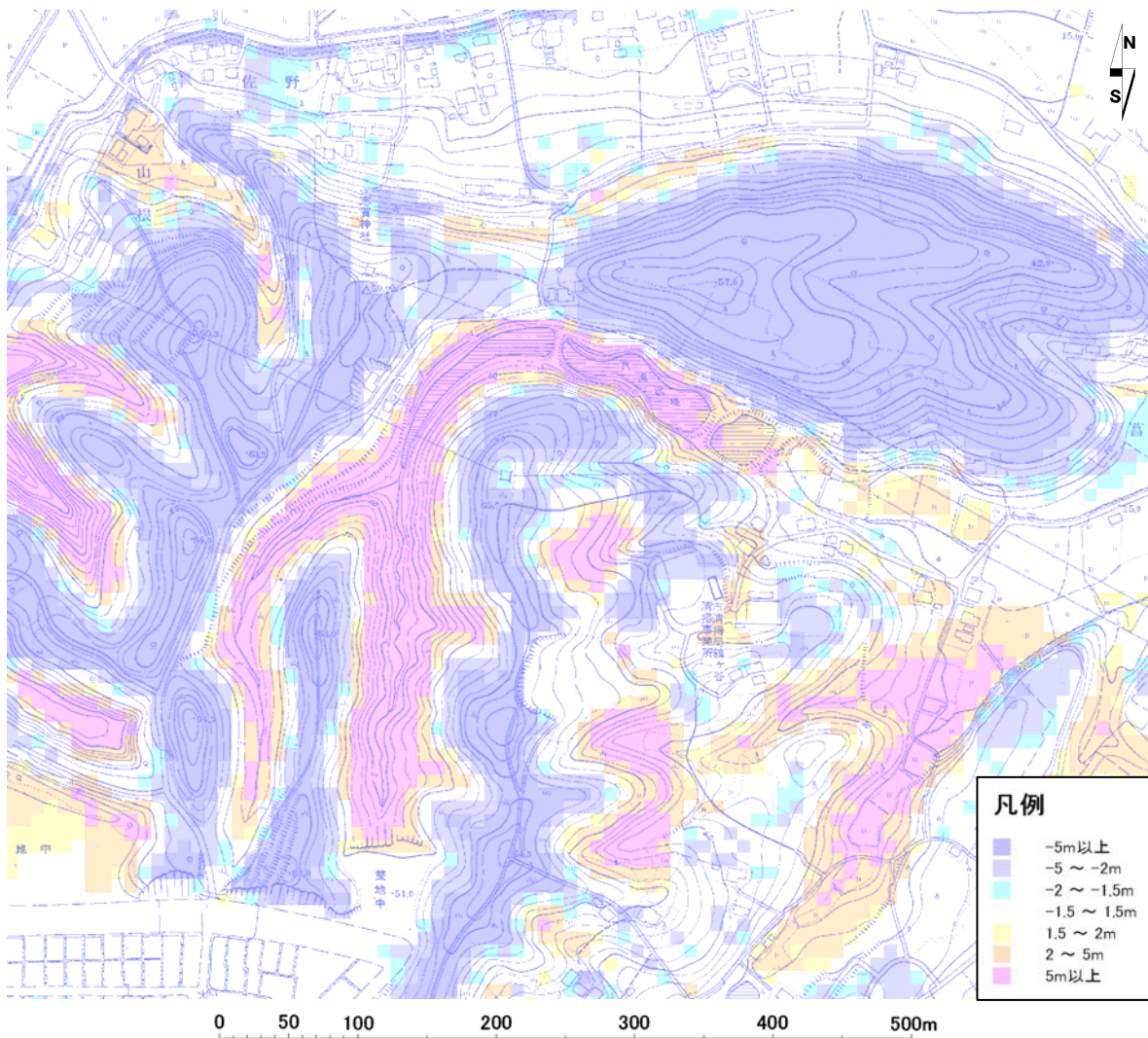
また、地盤脆弱性調査の学識経験者に対して、簡易的な地盤災害危険度評価の考え方、危険度評価

の具体的手法，評価の際に重視すべき項目について対面式による調査を実施した。

(2) 大縮尺レベルの人工改変地形データ作成手法に関する検討，およびデータ試作

千葉市西部，仙台市北部，柏崎市のニュータウンにおいて大縮尺レベルの人工改変地形データの試作を行い（図－1），丘陵地，低地，海岸部といった異なる地形条件において盛土地形を的確に把握するためのデータ作成法についてとりまとめを行った。

具体的には，人工改変の種類ごとに地形改変の特徴について整理・検討を行い，地形データ作成時に注意すべき点について考察を行った。また，複数の地形データ計測手法を選定し，それぞれの手法で達成可能な計測精度や，作業に必要な工数について整理を行い，標準的な作業手順の策定に関する基礎的な検討を行った。さらに，同一地域において各計測手法で地形データの作成を行い，実際の地形データ作成精度について検証を行った。また，様々な場面で利用することを想定して，人工改変地形データをどのように地図に表現し，それ以外にどのような内容を盛り込むべきかについて基礎的な検討を行った。



図－1 盛土・切土分布図（10mメッシュによる）

3. 得られた成果

1) 実施済事業に関するヒアリング

実施済事業に関するヒアリングでは，1つの自治体が旧版地形図から人工改変前後の平面的な地形

変化を取得している。残りの4つの自治体は改変前地形データの作成にS30-40年代の航空写真や米軍写真を用いていた。改変後の地形データ作成には、1自治体が航空写真測量を利用し、4自治体がDMデータからの地形データ抽出を行っていた。しかし、データ取得精度の検証を実施しているのは1自治体のみであり、標準的な検証方法の必要性が指摘された。また、実際の盛土地域の判定では、全自治体が現地踏査を実施していたが、危険度評価の具体的な方法が必ずしも確立しておらず、有効な評価が実施できる調査項目や点数基準の必要性が指摘された。

2) 簡易的な危険度評価手法に関するヒアリング

簡易的な危険度評価手法に関するヒアリング調査では、基本的な考え方として地形データのみを用いた評価では精度不足であり、現地調査は必須であるという指摘がされた。また、具体的な評価方法としては、いくつかの項目での評価による点数法が適当であるという指摘がされた。また、評価項目としては、現地調査による評価に重点を置き、地下水位や施工時の水抜き状況、盛土の材料や施工方法が重要であるという指摘がされた。ただし、どのような評価法を実施する場合でも、実際の被災事例による評価方法や配点に関する妥当性の検証が必要であるという指摘がされた。

3) 地形データ計測手法の検討

地形データ計測手法の検討では、使用する地形図や空中写真などの作成時期も考慮して、①マップデジタイズ、②空中写真測量（点群データ取得）、③空中写真測量（ブレイクライン取得）、④空中写真測量（ステレオマッチング）の4手法を選定し、実際にデータを作成することにより、計測精度やデータ取得の効率性、取得されたデータの均質性（操作者による差異）について検討を行い、次の結果が得られた（表-1）。計測精度については、実際の計測結果を比較した結果、手法③、手法②、手法④、手法⑤の順に評価が高かった。マップデジタイズでは谷埋盛土は概ね正確に計測できたが、腹付け盛土では等高線のみしか情報がなく、切盛境界を正確に捉えることは難しかった。また、平坦地では、内部に等高線が存在しないため周辺の等高線の分布に標高値が大きく影響され、正確な値の取得は難しかった。空中写真測量（ステレオマッチング）では、谷埋盛土は概ね正確に計測できたが、腹付け盛土を正確に計測することは難しかった。また、住宅が建っている地点（その多くは平坦地）では、建物の高さを計測してしまい、地表面の正確なデータを取得するのは難しかった。空中写真測量（点群データ取得）では、谷埋盛土は概ね正確に計測できたが、連続した地形形状の情報を取得するのが困難なため、擁壁などの正確な位置をデータ化するのが難しかった。空中写真測量（ブレイクライン取得）では、谷埋盛土は概ね正確に計測できたほか、斜面の上下端や擁壁位置を連続的に取得できるため、腹付け盛土も概ね正確に計測できた。ただし、データ取得の効率性の観点からみると、総合的な評価が高いほど効率性で劣るという結果が得られた。

本研究では、詳細な現地調査を行う際の優先順位決定や安全と考えられる盛土の判定を行う簡易評価を目的としているため、計測精度の優劣の方が効率性・均質性よりも重視されると考えられる。このため、総合評価順位は、地形の計測精度の順位と一致するという結論が得られた。

4) 表示内容の検討について

盛土地形変化量図の表示の検討を行い、盛土を暖色系、切土を寒色系の配色とした。濃度については背景図が読図できるよう配慮した。また、大規模盛土造成地の変動予測調査の基準を考慮して腹付け盛土5m以上を把握できるようにした。

また、柏崎市における盛土・切土地形データ作成、および人工改変箇所と中越沖地震による被災状況の関係について考察を行った。その結果、中越沖地震による地形変状と盛土・切土との比較による

検討結果として切土ではほとんど地形の変状は見られないが、盛土地域では地割れや道路の亀裂が見られた。

表 1 盛土地形の計測手法ごとの比較検討結果一覧

計測手法 観点		空中写真測量 点群データ取得	空中写真測量 ブレイクライン取得	空中写真測量 ステレオマッチング	マップデジタイズ
計測 精度	盛土地形 の 特徴				
	旧 地形	○ 地形の連続性を考慮 しにくい	◎ 地形の連続性を考慮 しながら取得	× ・樹木の上の標高を取得 ・画質により標高が変わる	○ 等高線と標高点のみの データ取得
	新 地形	○ 擁壁をピンポイントで計測 できない	◎ 擁壁をブレイクラインとして 連続的に取得	× ・建物が建った範囲も取得 ・画質により標高が変わる	△ 等高線と標高点のみの データ取得
	盛土の緒元 (盛土地形 範囲)	○～△ 連続的な地形の特徴が ある盛土の正確性が やや低い	◎ 盛土地形範囲の正確性が 比較的高い	× 盛土地形の範囲を正確に 把握できない	△ 微地形を捉えにくく、盛土 地形範囲の正確性が 低い
	均質性	○ 平面位置が決まっており 差異が出にくい	△ ブレイクラインかどうかの判断 にやや差異が生じる傾向	◎ 機械による作業	○ 決まった情報を取得
	効率性	△ モデル作成にやや時間を 要する	△ モデル作成にやや時間を 要する	○ モデル作成にやや時間を要 するが、データ取得は自動	○ 作業準備の時間が少ない
	総合評価	○	◎	×	△

4. 結論

地盤災害対策を実施している自治体や専門家にヒアリング調査を行い、危険度評価に必要な地形データを主として用いた危険度評価手法に関する研究状況や人工地形改変地形データ作成の現状について調査を実施した。また、大縮尺レベルの人工改変地形データ作成手法に関する検討、およびデータ試作を行った。

ヒアリング調査の結果、本研究の成果活用が見込まれる地方自治体において、地形データの標準的な検証方法の必要性や、危険度評価の調査項目や点数基準が必要であることが明らかになった。また、主として改変地形データを用いた簡易的な危険度評価については、点数法を採用すべきであることが明らかとなった。

人工改変地形データ作成手法に関する検討、データ試作およびデータの精度検証の結果、使用する地形図や空中写真などの時期、データ作成手順やデータ計測上の留意点など、人工改変地形データ作成に関するマニュアル作成、効率的な手順の策定に向けた基礎的資料が得られた。

来年度は、今年度の研究で得られた成果を基として、人工改変地形データ作成マニュアルの作成、危険度評価手法の具体的な評価項目や評価基準の決定・検証や、システムに盛り込むべき仕様の検討・決定を行い、システムの試作を行う予定である。