

地図情報の新たな整備技術の開発 —一眼レフカメラ画像やハイビジョンカメラ動画を活用した 災害後迅速な簡易正射画像の作成—

実施期間	平成 30 年度
基本図情報部地図情報技術開発室	阪上 雅之 菅井 秀翔 澤 可那子 新藤 昭彦 野口 真弓 笹川 啓

1. はじめに

国土地理院では災害対策基本法に基づき被災状況の把握を目的とした空中写真の撮影及び正射画像の作成を行い、関係機関に情報提供を行っている。従来測量用航空カメラを用いる場合、取得した画像データの運搬や後処理等に1～2日程度時間を要していた。さらに、災害後天候不良がしばらく続く場合には航空機による画像取得は難しく、平成29年度九州北部豪雨時には画像取得まで1週間程度の時間を要した（基本図情報部災害対策班，2017）。そのため、測量用航空機を用いたより迅速な正射画像の作成・提供や測量用航空機で画像を取得できない場合に備えて、航空機以外で取得された現地の画像を活用した正射画像の作成についても検討する必要がある。本研究では新たに航空機に搭載したデジタル一眼レフカメラで撮影した画像（以下「一眼レフ画像」という。）や国土交通省地方整備局が保有する災害対策用ヘリコプター（以下「災対ヘリ」という。）で撮影されたハイビジョンカメラ動画（以下「ヘリサット動画」という。）を活用した簡易正射画像の作成及びその精度について検討した。

2. 研究方法

2.1 使用した画像データ

2.1.1 一眼レフ画像

国土地理院が保有する測量用航空機（くにかぜⅢ）へ新たに一眼レフカメラを用いて垂直写真を撮影する装置を設置し、画像を取得した。本研究に使用したカメラ仕様及び画像の概要を表-1及び表-2に示す。

表-1 本研究で使用した一眼レフカメラの仕様及び画像の概要

使用したカメラ	ニコン D850（有効画素数 4,575 万画素，焦点距離 28mm）	
撮影画像サイズ	8,256pix×5,504pix	
撮影地区	安平・厚真西部	小美玉地区
撮影日	2018年9月6日	2018年10月22日
撮影高度（地上画素寸法）	約 2,900m（約 46cm）	約 3,200m（約 51cm）
撮影枚数（撮影範囲）	339 枚（269km ² ）	188 枚（178km ² ）
標定点（検証点） ※点の配置については図-2を参照	5 点：No.1,2,3,4,5（6 点） 4 点：No.1,2,3,4（6 点） 3 点：No.3,4,6（6 点）	5 点：No.1,2,3,4,5（6 点） 4 点：No.1,2,3,4（6 点） 3 点：No.2,3,6（6 点）
撮影間隔	4 秒	4 秒

2.1.2 ヘリサット動画

災対ヘリではヘリサットシステムを導入しており、ヘリと地上受信局を衛星回線をつなぎ、撮影した空撮映像を日本全国どこからでもリアルタイムに伝送することができる。本研究ではリアルタイムに災対ヘリから衛星回線で伝送された映像をヘリサットシステム（宮地・大野，2015）上で1秒毎に切り出し、画像を収集した。なお、映像はインターレース方式を採用しているため、切り出した画像に歪みやノイズ等がみられた。特徴点の抽出に影響が予想される明らかなエラー画像（例：乱れた画像、著しく低解像度の画像、端部に歪みある画像）は目視で除外した。本研究に使用した画像の概要を表-2に示す。

表-2 本研究で使用したヘリサットカメラ仕様及び画像の概要

映像素子	2/3型 3CCD（焦点距離：13.5-1,140mm）	
撮影画像サイズ	1,920（水平）×1,080（垂直）	
撮影地区	福岡県朝倉市	大阪府高槻市
災対ヘリ	はるかぜ号（九州地方整備局）	愛らんど号（四国地方整備局）
撮影日	2017年8月1日	2018年6月26日
撮影高度	約930-1,020m	約1,140-1,150m
撮影枚数（撮影範囲）	309枚（4.34km ² ）	262枚（6.73km ² ）
標定点（検証点） ※点の配置については図-3を参照	5点：No.1,2,3,4,5（6点） 4点：No.1,2,3,4（6点） 3点：No.1,4,6（6点）	5点：No.1,2,3,4,5（6点） 4点：No.1,2,3,4（6点） 3点：No.1,2,6（6点）
画像切り出し間隔	1秒	1秒

2.2 簡易正射画像の作成手法

従来の測量用カメラを用いる場合と異なり、本研究で取り扱う画像には高精度なレンズ歪み情報や外部標定要素を有しないため、正射画像の生成には SfM（多視点ステレオ写真測量）及び標定点を用いる手法を採用した。簡易正射画像の生成フローを図-1に示す。SfM ソフトは PhotoScan Professional（ver.1.4.5）を使用し、迅速性を重視するため、標定点は地理院地図上で座標（X,Y,Z）を抽出し、ジオリファレンス及びバンドル調整に使用した。対象地域によっては、山間部であることや災害に伴い既存の道路等の地物が失われ、標定点を十分に置けないことも考えられる。そのため、本研究では標定点を5点、4点、3点と異なる数を設置した条件での精度についても検討した。

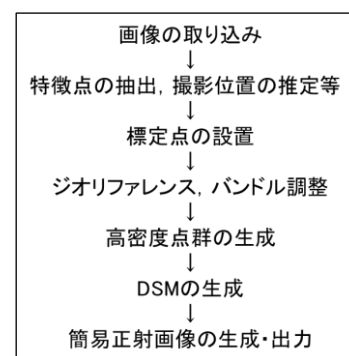


図-1 簡易正射画像の生成フロー

2.3 簡易正射画像の精度検証の方法

検証点の座標には、一眼レフ画像の正射画像に対して 2011～2018 年の間に国土地理院が実施したネットワーク型 RTK 法（VRS 方式）（以下「VRS」という。）による計測値を使用し、ヘリサット動画画像については新たに現地で VRS 計測を実施して得られた計測値を使用した。精度検証は GIS ソフト（QGIS：ver.2.18.23）を用いて SfM ソフトから出力した 50cm 解像度簡易正射画像上の検証点の座

標値と VRS 計測で得られた計測値との差を比較する方法で行った。

3. 結果及び考察

3.1 一眼レフ画像を用いた正射画像の精度

精度検証の結果、安平・厚真西部地区での XY 方向の誤差は標定点の数によらず、2m 以内におさまった (図-2)。一方、小美玉地区では検証点毎での精度のばらつきは大きく、最も精度が高い検証点は 0.3m であったのに対し、精度の低い点では 3.7m であった。特徴として簡易正射画像の西端部にかけて XY 誤差が大きくなる傾向がみられた。1つの可能性として、西側の標定点 1, 4, 6 における地形改変が地理院地図の時点から進み、基盤地図情報 5m メッシュ標高データと一眼レフ画像撮影時点で座標値が異なる可能性が考えられる。特に山間部や丘陵地では現地形と基盤地図情報 5m メッシュ標高データに差がある場合が考えられ、今後地理院地図の座標値を使って標定点を設置する場合にはなるべく低地でかつ地形改変による影響が低い地域を選ぶよう注意が必要である。

3.2 ヘリサット動画を用いた正射画像の精度

精度検証の結果、福岡県朝倉市での XY 誤差は 0.3~1.4m、大阪府高槻市での XY 誤差は 0.5~1.4m の範囲にあり、地域や標定点の数によらず XY 誤差は 2m 以内であった (図-3)。また、いずれの地区でも、標定点 5 点を使用した場合に比較的 XY 方向の精度は良くなる傾向であった。

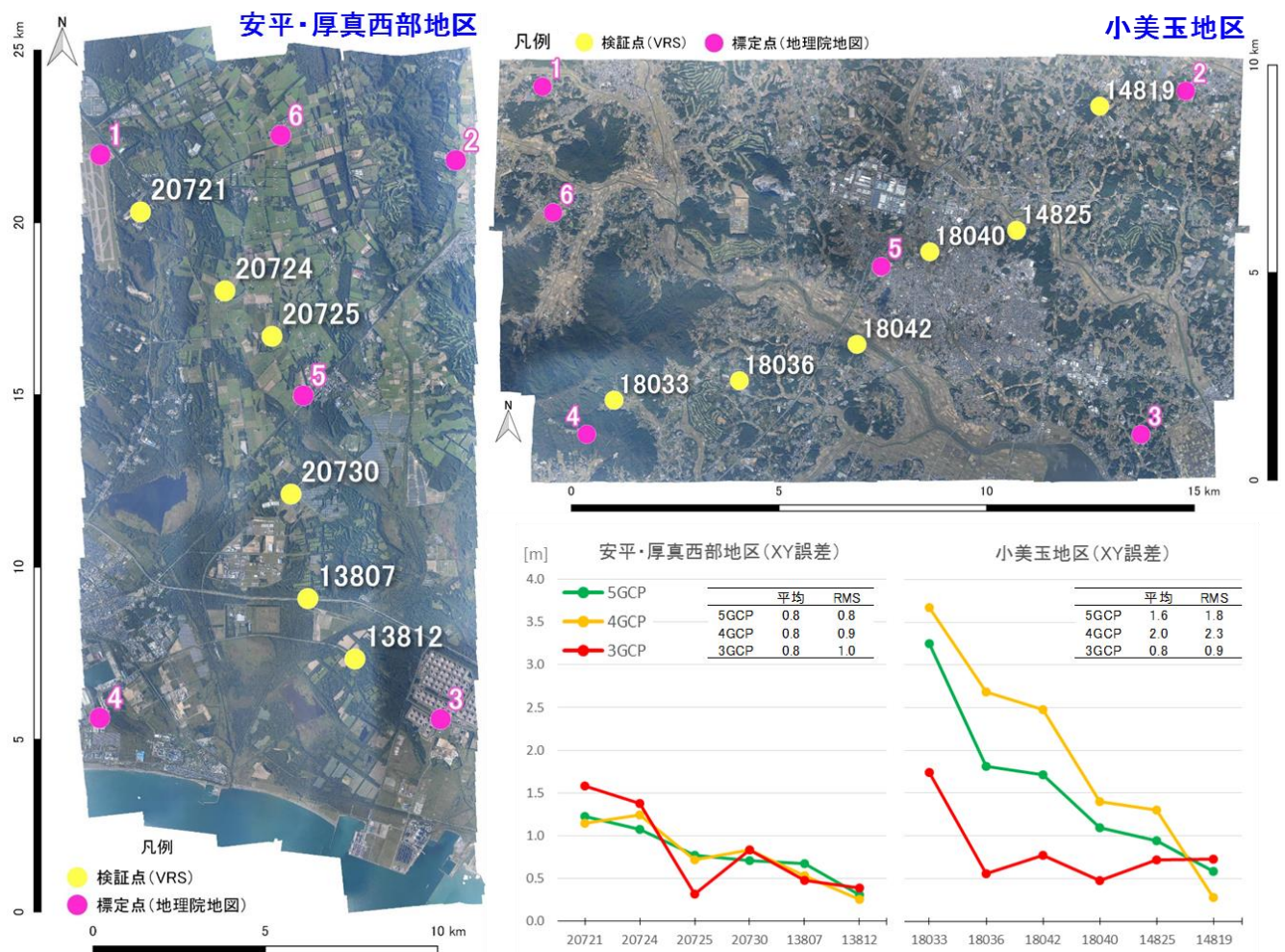


図-2 一眼レフ画像から生成した簡易正射画像及び XY 方向の精度

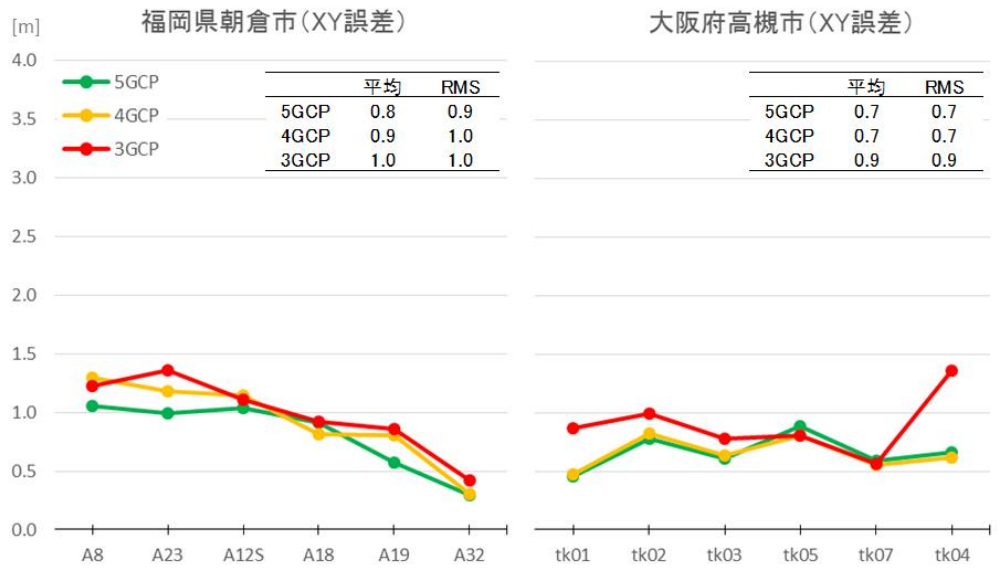
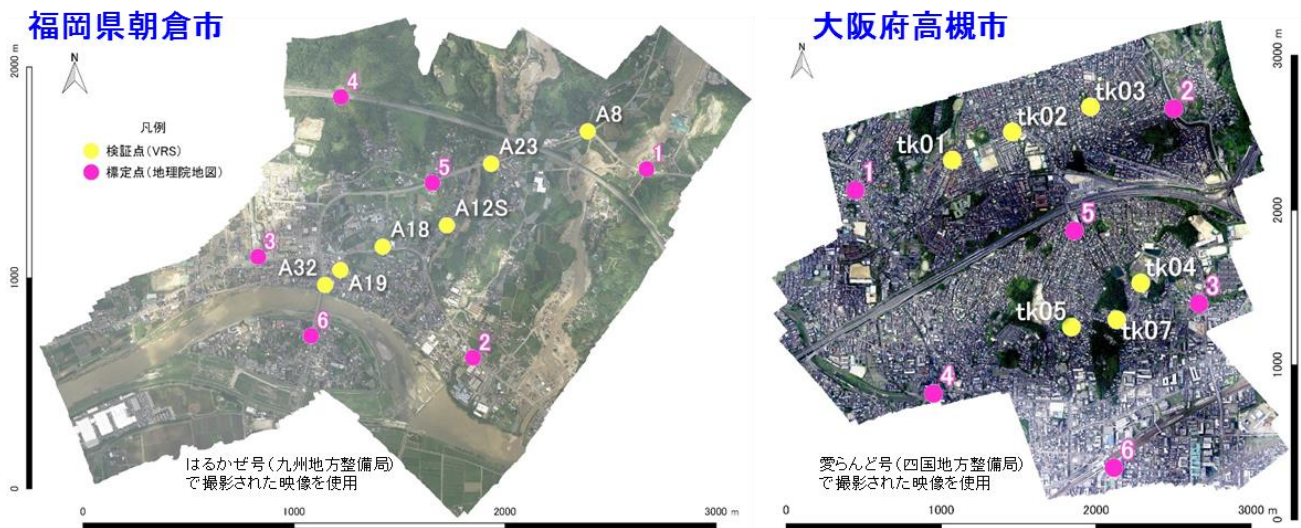


図-3 ヘリサット動画画像から生成した簡易正射画像及び XY 方向の精度

4. 結論

本研究から災害時の迅速な情報提供に向けて、従来の航空カメラから撮影された画像ではなく、一眼レフで撮影した画像や災対ヘリで取得した映像を使った場合でも概ね地図情報レベル 5000 程度に近い精度で簡易正射画像を作成できることが明らかになった。今後は災害規模がさらに広域になった場合に備えて、データ伝送スピードの向上や処理速度の向上等について引き続き検討が必要と考える。

参考文献

- 基本図情報部災害対策班 (2017) : 平成 29 年 7 月九州北部豪雨災害の緊急撮影活動, 国土地理院時報, 129, 211-217.
- 宮地邦英, 大野裕幸 (2015) : ヘリ画像処理システムの開発, 国土地理院時報, 127, 171-180.