

に及んだ。

風水害においては、発災直後には雲の障害により垂直写真撮影に適さない天候となることがあり、条件の良いタイミングを狙い撮影を行う必要がある。今回も浸水等の被害状況が刻々と変化中、一刻も早く状況写真を関係機関に提供する観点から、多少の雲が予測されても安全に飛行できる状況であれば、積極的に撮影を実施した。このため、同じ地区を条件の良い写真が撮れるまで複数回試みた場合もあれば、被害状況の把握に支障がない程度であれば一部雲が写り込んでいる写真があっても、再度の撮影は行っていない地区もある。また、それ以外にも撮影地区への移動中に把握した浸水被害箇所については、手持ちカメラによる斜め写真撮影を実施した。

このように、被災範囲が広域に渡り、対象面積が広い場合の緊急撮影においては、速報性と現地の一帯の把握に要する時間という双方のバランスを勘案し、柔軟に対応する必要があった。

2.3 一眼レフカメラ装置の合理的運用

国土地理院では、災害発生後の緊急撮影の際に測量用デジタル航空カメラ（以下「航空カメラ」という。）による垂直写真撮影を行っているが、航空カメラで撮影された画像は、解像度が高く被災状況を詳細に把握できる反面、画像合成等の撮影後の処理に時間がかかり、撮影当日のうちに関係機関への提供や地理院地図からの一般公開を行うことが困難な場合があったことから速報性に課題があった。

これを解決するため、2018年9月に「くにかぜⅢ」の機体底面に、航空カメラに比べ解像度が低いものの撮影後の処理時間が短いデジタル一眼レフカメラ（以下「一眼レフカメラ」という。）を新たに取り付け（図-2）、航空カメラと同様に垂直写真を撮影し、速報用の画像として提供・公開している。



図-2 2018年度から運用した撮影装置

東日本台風がもたらした災害（以下「本災害」という。）においても災害発生後の一層迅速な被災状況の把握に寄与するため、「くにかぜⅢ」で撮影した7地区のうち5地区において一眼レフカメラによる撮影を行い、一眼レフカメラで撮影した画像は速報用の画像として提供・公開した。

表-1は、「くにかぜⅢ」の撮影地区、撮影面積、コース数、撮影枚数、撮影日等を示したものである。

表-1 「くにかぜⅢ」による撮影地区一覧

	地区名(撮影面積)	コース数	撮影枚数	撮影日
①	千曲川(144km ²)	3コース	航空 256枚 一眼レフ 342枚	10/13・16
②	多摩川(120km ²)	1コース	航空 41枚	10/13
③	都幾川(69km ²)	1コース	航空 20枚	10/13
④	那珂川(136km ²)	2コース	航空 39枚 一眼レフ 269枚	10/17
⑤	久慈川(131km ²)	3コース	航空 50枚 一眼レフ 344枚	10/17
⑥	久慈川(大子) (12km ²)	2コース	航空 22枚 一眼レフ 152枚	10/17
⑦	丸森(318km ²)	12コース	航空 292枚 一眼レフ 822枚	10/20・21
7地区(930km ²)		24コース	航空 720枚 一眼レフ 1,929枚	

（「航空」は航空カメラ、「一眼レフ」は一眼レフカメラ）

2.4 緊急撮影協定による緊急撮影

東日本台風では、上陸前から被災箇所が広範囲に及ぶことが予想されたため、「くにかぜⅢ」に加え協定に基づく緊急撮影実施の可能性を考慮する必要があった。10月9日（水）午後に、基本図情報部から測技協へ緊急撮影の可否と撮影可能会社の駐機情報の調査を依頼し、台風と被災状況の経過を注視した。

10月11日（金）午前、測技協へ国土地理院の非常体制発令の情報共有を行い、10月13日（日）には天候がある程度回復したことから撮影可能と判断し、同日早朝に、災害対策班事務局から測技協へ緊急撮影（斜め撮影）可能会社の調査を依頼した。

その後、測技協からの調査報告を受け、緊急撮影会社を決定し、ただちに緊急撮影に係る対応を依頼した。対応機は11時過ぎに各飛行場を離陸し、被災地上空へ向かった。

今回の協定による緊急撮影では、被災地上空が雲に覆われて直下の撮影ができない可能性が高いことを考慮し、手持ちカメラによる斜め写真撮影のみを実施した。実際、被災地上空は雲が点在した状況であったため、低空からの撮影になったが、河川の氾濫等による浸水状況を撮影することができた。撮影した画像は、各撮影会社からFTPクライアントソ

フトウェアを利用して国土地理院本院に伝送し後続処理を行い、当日のうちに速やかに関係機関への提供及び一般公開を行うことができた。

表-2は、協定による緊急撮影の撮影地区、コース数、撮影枚数、撮影日等を示したものである。

表-2 協定による撮影地区一覧

	地区名	コース数	撮影枚数	撮影日
①	阿武隈川	5コース	756枚	10/13
②	阿武隈川(丸森)	3コース	513枚	10/13
③	阿武隈川(伊達)	2コース	101枚	10/13
④	吉田川	4コース	251枚	10/13
	4地区	14コース	1,621枚	

※斜め撮影のためコース数は参考

3. 撮影データの運搬及び伝送の迅速化

緊急撮影した空中写真画像の関係機関等への提供や一般公開までの時間を短縮するためには、撮影したデータの運搬及び伝送にかかる時間を短縮することが不可欠である。撮影した航空カメラ等の撮影データは、処理を行うために空港から茨城県つくば市の国土地理院本院に迅速にデータを受け渡す必要がある。

航空カメラの撮影データをインターネット回線で伝送するには、大容量であることから、数時間～十数時間に及ぶ伝送時間が必要であるため、本院職員又は撮影拠点空港の最寄りの地方測量部職員により国土地理院本院まで撮影データを格納したSSDを運搬している。

データ運搬に際し、公共交通機関を利用する場合においては、被災等による遅延や欠航等の影響を受けることで、撮影画像データの提供・公開までの時間が遅れるといった課題がある。

本災害対応では原則として、撮影データの運搬及び伝送の迅速化のため、高解像度かつ大容量の航空カメラの撮影データを本院まで運搬する担当と、速報版として公開している一眼レフカメラの低容量のJpeg形式の撮影データを現地の公衆無線LANスポットからFTPクライアントソフトウェアを利用してインターネット回線で伝送する担当の2班を編成した。また、撮影拠点空港から国土地理院本院までの距離に応じて編成する班数を減じる等、柔軟な対応を行うことで、より効率的かつ迅速にデータ運搬及び伝送を行うことができた。各撮影日の対応は以下のとおりである。

10月13日(日)、「くにかぜIII」は、拠点である東京都調布市の調布飛行場から千曲川地区ほか2地区の緊急撮影を実施した。撮影後、速やかに調布飛行場内の公衆無線LANスポットから一眼レフカメラ

の画像データの伝送を行った。航空カメラの撮影データは官用車で国土地理院本院に運搬した。

10月16日(水)、17日(木)の撮影では、主に撮影データ運搬の効率性を重視し、「くにかぜIII」の拠点を国土地理院至近の茨城県龍ヶ崎市の竜ヶ崎飛行場へ変更した。10月16日(水)は千曲川地区を撮影し、航空カメラの撮影データは官用車で運搬し、一眼レフカメラの画像データは、竜ヶ崎飛行場至近の公衆無線LANスポットから伝送した。

10月17日(木)は那珂川地区ほか2地区の撮影を行い、前日の運搬と伝送で要したそれぞれの時間が、国土地理院本院までの距離が近いこと大きな差がなかったことから、1班編成で全ての撮影データを官用車で運搬した。

10月20日(日)、21日(月)の撮影は、宮城県丸森町を中心とする地域のため、「くにかぜIII」の拠点を仙台空港へ移した。丸森地区を撮影後、一眼レフカメラの画像データは、仙台空港内の公衆無線LANスポットを利用して伝送した。航空カメラの撮影データは、二日分をまとめて仙台空港から国土地理院本院まで、本院職員が公共交通機関を利用して運搬した。

4. 提供・公開用データ作成の省力化・迅速化

4.1 垂直写真

撮影後の垂直写真から提供・公開用データを作成する工程については、2018年度の災害対応時から、一連の処理の自動化によるさらなる高速化を実施している。また、本災害対応における地理院地図からの公開において、利用者の利便性を向上させる機能を付与するため、災害時に空中写真を地理院地図へ掲載するための自動データ作成ツール(笹川啓, 2019)(以下「自動処理ツール」という。)の改良を行い、地理院地図に新たに縮小画像を高速で表示する機能及び垂直写真の多段ズーム・スクロール機能を追加した。

4.1.1 縮小画像の高速表示

「くにかぜIII」によって撮影された垂直写真については、図-3に示すとおり、地図と同様に画像上方が北方向となるよう縮小画像が表示され、この縮小画像をクリックすると高解像度画像が表示される。本災害以前には、縮小画像表示はブラウザの表示機能を用いて、高解像度画像を擬似的に縮小画像として表示していた。しかし、これが原因で地理院地図へのアクセス集中時や、スマートフォン等での低速度な通信環境においては、表示に時間がかかる場合があった。そのため、本災害からは自動処理ツールの改良を行い、実際に画素数の少ない縮小画像を使用することで、縮小画像表示における表示速度が向

上した。

図-3の画像の例では、高解像度画像のファイルサイズが5,532kBであったところが、実際の縮小画像では53kBとなったため、通信にかかる時間は（通信速度が両方で同じと仮定）、およそ1/100程度に短縮したことになる。

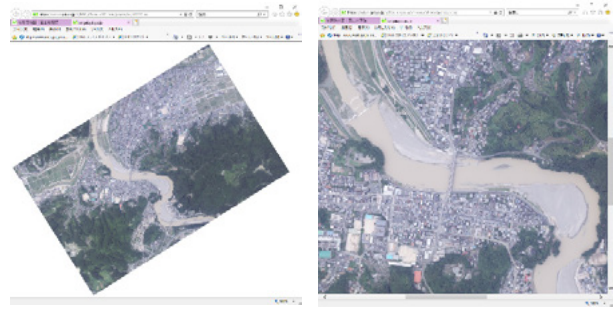


図-3 垂直写真の地理院地図での公開

また、高解像度画像の縮小疑似表示を取りやめたことで、地理院地図と国土交通省統合災害情報システム (DiMAPS) 間の情報連携を行う際に、画像データ自体のDiMAPSサーバへのコピーや空中写真の位置情報を示すGeoJSONファイル中の参照画像URL等の手動変更作業が不要となり、大幅に省力化されるという副次的な効果も得られた。

4.1.2 垂直写真の多段階ズーム・スクロール機能

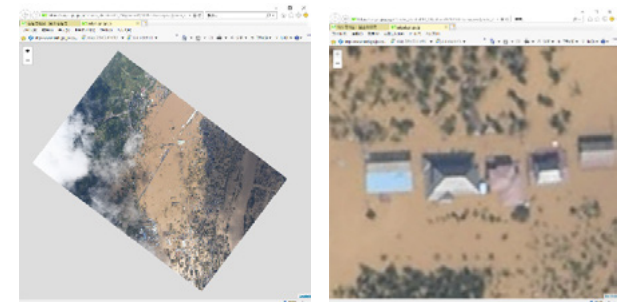
従来までは、前項の縮小画像をクリックするとブラウザの表示機能により、高解像度画像を2段階ズームで表示できるようにしていたが（図-4）、本災害からは、Web地図のためのJavaScriptライブラリであるLeafletの活用及び自動処理ツールの改良を行うことで、10段階でのズーム表示が行えるようになった。これに加えてマウス操作によるスクロール表示を可能とし、より高解像度で見られるようにしたことで（図-5）、閲覧ユーザの利便性向上に配慮した。



(縮小画像)

(拡大画像:2段階ズーム)

図-4 垂直写真の地理院地図での表示（従来法）



(縮小画像)

(拡大画像:10段階ズーム)

図-5 垂直写真の地理院地図での表示（新手法）

4.2 正射画像

正射画像の作成工程では、撮影した複数枚の空中写真から統合した一枚の正射画像(オルソモザイク)を作成することのできる SfM (Structure from Motion) 技術を用いた画像処理ソフトウェアを導入することで、多くの工程を自動化でき、正射画像の作成に係る省力化のほか、地理院地図への掲載や、関係機関等への提供の迅速化に繋がっている。なお、本ソフトウェアでは、航空カメラで撮影した空中写真はもとより、前述の一眼レフカメラで撮影した空中写真についても画像処理が可能である。

今回の緊急撮影地区では、面的に広く撮影枚数が多い千曲川地区及び丸森地区の2地区については、航空カメラで撮影した空中写真の正射画像とは別に、一眼レフカメラで撮影した空中写真からも正射画像を作成した。また、地理院地図に掲載する正射画像タイルは、一眼レフカメラで撮影した空中写真のみを採用し、作業の省力化を図った。現行の地理院地図で最大に拡大したズームレベル 18 における地上画素寸法は 50cm 程度であり、一眼レフカメラで撮影した空中写真の地上画素寸法と同等かそれより大きいためである。なお、航空カメラで撮影した空中写真の正射画像は、関係機関等への提供用として、撮影を行った全ての地区について作成した（表-3）。

正射画像の公開にあたっては、構造物等に歪み、不連続等が発生している可能性や雲の影響により地

上が見えにくい可能性に関する注意点を掲載した。

表-3 正射画像の作成地区

地区名	撮影日	撮影カメラ	正射画像完成日	
			HP 掲載用	送付用
多摩川	10/13	航空	10/23	10/23
都幾川	10/13	航空	10/23	10/23
千曲川	10/16	一眼レフ	10/17◇	10/17◇
		航空	—	10/18
那珂川	10/17	航空	10/23	10/23
久慈川	10/17	航空	10/23	10/23
久慈川 (太子)	10/17	航空	10/21	10/23
丸森	10/20	一眼レフ	10/21◇	10/21◇
	10/21	一眼レフ	10/21◇	10/23◇
	10/20	航空	—	10/24※
	10/21	航空	—	10/24※

(◇正射画像(速報), ※両日の写真をマージして作成)

4.3 空中写真標定図及び正射画像索引図

空中写真及び正射画像の関係機関等への提供にあたり、空中写真の撮影位置や正射画像の作成範囲を容易に特定できるようにするためのインデックスとして、空中写真標定図及び正射画像索引図を作成した。

作成した空中写真標定図は、「くにかぜIII」による空中写真撮影時に取得した位置情報に基づき、地理院地図を背景に撮影位置及び写真番号を重ね合わせ表示している。本災害においては、斜め写真2地区、垂直写真(航空カメラ及び一眼レフカメラ)9地区の空中写真標定図を作成した(図-6)。なお、作成にあたっては、前工程で地理院地図掲載用に作成した位置情報ファイル(GeoJSON)を利用することで、標定図作成の迅速化及び省力化を図ることができた。

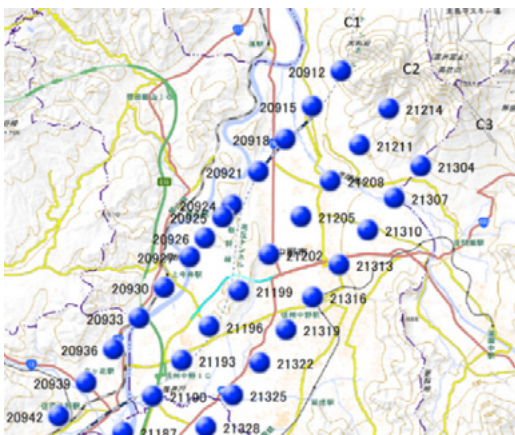


図-6 垂直写真の標定図の例(千曲川地区一部拡大)

作成した正射画像索引図は、「くにかぜIII」撮影による空中写真から作成した正射画像の作成範囲と国土基本図区画を地理院地図上で重ね合わせ表示している。

本災害では、航空カメラ撮影による7地区、一眼レフカメラ撮影による3地区の正射画像索引図を作成した(図-7)。

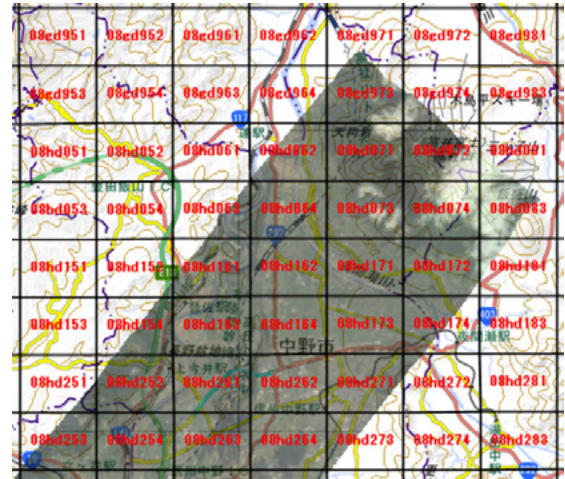


図-7 正射画像の索引図の例(千曲川地区一部拡大)

5. 今後の課題

本災害への対応は、これまでの災害対応で得られたノウハウを活かしつつ、作業の迅速化に努め、広域の被災状況の把握のために必要な空中写真等を利用者に可能な限り早く提供を行い、また一般に公開すべく災害対策班の総力を挙げて取り組んできた。

迅速化の観点では、特に一眼レフカメラを「くにかぜIII」の機体底面に設置し、航空カメラと同時に撮影する運用を2018年度から開始した(図-2)ことにより、早ければ撮影当日に速報用の空中写真として提供・公開が可能になったことが挙げられる。

一方、「くにかぜIII」に搭載する撮影装置が増えたことで提供・公開するプロダクトが多種多様化している。「くにかぜIII」に搭載している3種類の撮影装置(航空カメラ、一眼レフカメラ、斜め写真撮影用の手持ちカメラ)を用いて同時に撮影することを基本としており、提供・公開するプロダクトは、撮影1地区あたり5種類12プロダクトに及ぶ。

提供・公開するプロダクトの作成においては、災害の種別や被災範囲の規模など災害ごとに異なるため、各災害における情報の利活用目的に応じた緊急性を考慮しつつ、提供・公開する各情報の優先度を決めて作成する必要がある。選択と集中の考えの下、各情報の必要性や統合廃止などの検討が急務である。

6. おわりに

本稿は、令和元年東日本台風災害での基本図情報部における緊急撮影に関する災害対応についてまとめたものである。

今回の災害対応における課題・問題点を振り返り、改善を行なえるものは改善を行い、今後の災害対応活動のさらなる迅速化を図っていきたい。

最後となるが、これまでに整備・提供した情報が、現地を始め、関係機関の災害対応業務における利活用及び被災地の復旧・復興支援に少しでも役立つことを切に願う。

(公開日：令和2年10月2日)

参考文献

- 基本図情報部災害対策班（2019）：平成30年北海道胆振東部地震における緊急撮影活動，国土地理院時報，132，55-57.
- 笹川啓（2019）：災害時に空中写真を地理院地図へ掲載するための自動データ作成ツールの開発，国土地理院時報，132，109-113.