

「令和3年7月1日からの大雨」及び「令和3年8月の大雨」における国土地理院の対応 GSI's Response Activities to the Heavy Rain Events of July and August 2021

企画部 防災推進室
Disaster Management Office, Planning Department
地理空間情報部 災害対策班
Disaster Response Team, Geospatial Information Department
基本図情報部 災害対策班
Disaster Response Team, National Mapping Department
応用地理部 災害対策班
Disaster Response Team, Geographic Department
中部地方測量部
Chubu Regional Survey Department
中国地方測量部
Chugoku Regional Survey Department
九州地方測量部
Kyushu Regional Survey Department

要 旨

国土地理院は、災害対策基本法に基づく指定行政機関であり、同法に基づく防災基本計画において、航空機等の撮影等による情報収集を行うとともに、画像情報の利用による被害規模の把握を行うものとされている。この責務を果たすために、測量・地図分野の最新技術を活用することで災害時に被害状況の把握を行い、災害対策に必要な地理空間情報を府省庁、地方公共団体等の関係機関及び国民に提供することで救命・救助活動及び復旧・復興に寄与している。

本稿では、「令和3年7月1日からの大雨」及び「令和3年8月の大雨」における国土地理院の主な対応について報告する。

1. 「令和3年7月1日からの大雨」の概要

2021年6月末から7月上旬にかけて、西日本から東日本に停滞した梅雨前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込み、西日本から東北地方の広い範囲で大雨となった。

7月1日には伊豆諸島で線状降水帯が発生し、日降水量が300ミリを超えた。

7月2日から3日にかけては、東海地方から関東地方南部を中心に断続的に雨が降り、静岡県複数の地点で72時間降水量の観測史上1位の値を更新した。熱海市伊豆山地区では土石流が発生し、甚大な被害が発生した。

7月4日以降は、梅雨前線が次第に北上するとともに西日本から東日本の日本海側でも大雨となり、全国の複数の地点で1時間降水量の観測史上1位の値を更新するなど記録的な大雨となった。

1.1 国土地理院の主な対応

国土地理院では、大規模自然災害が発生し、又は発生するおそれがある場合において、国土交通省防災業務計画に基づき国土地理院に設置される緊急災害対策派遣隊（Technical Emergency Control Force. 以下「TEC-FORCE」という。）を地方公共団体等へ派遣し、技術的に支援している。

「令和3年7月1日からの大雨」がもたらした災害に対しては、TEC-FORCE 被災状況調査班を現地へ派遣し、国土地理院で保有する測量用航空機「くにかぜⅢ」（以下単に「くにかぜⅢ」という。）や無人航空機（Unmanned aerial vehicle. 以下「UAV」という。）により空中写真撮影やレーザ計測を実施し、被害状況に関する情報収集を行った。

また、被害状況の把握や災害対応の判断等を支援するための崩壊地等分布図や土砂堆積範囲図等の地理空間情報を整備し、関係機関に迅速に提供した。さらに、これらの情報を国土地理院ホームページや「地理院地図」（<https://maps.gsi.go.jp/>）へ掲載し、広く一般に公開した。

1.2 「くにかぜⅢ」による空中写真撮影

院内関係各部において、7月3日の早朝から被害情報を収集した。国土地理院はこれらの情報を基に、土石流が発生した熱海市伊豆山地区で緊急撮影の実施を決定した。

しかし、天候不良のため定置飛行場である調布飛行場で待機となり、天候が回復した5日から撮影を実施した。5日は被災地上空に雲が発生しており、垂直写真の撮影が不適であったため、雲下から手持ち一眼レフカメラによる斜め写真を撮影した。翌6

日も被災地上空に少量の雲が発生していたが、垂直写真撮影が可能な状況だったことから、測量用航空カメラによる垂直写真（写真-1）及び一眼レフカメラによる垂直写真（速報）を撮影した。

斜め写真及び垂直写真（速報）の電子データ（JPEG形式）は、「くにかぜⅢ」の着陸後直ちに国土地理院本院へ転送し、当日のうちに速やかに関係機関へ提供するとともに国土地理院ホームページや地理院地図から公開した（図-1）。

撮影コース数、撮影枚数、撮影日は表-1のとおりである。



写真-1 測量用航空カメラで撮影した伊豆山逢初川付近の垂直写真（7月6日撮影）



図-1 地理院地図からの公開（イメージ）

表-1 撮影一覧

	コース数	撮影枚数	撮影日
斜め写真	—	753枚	7月5日
垂直写真（速報）	3コース	96枚	7月6日
垂直写真	3コース	39枚	7月6日

撮影した熱海市伊豆山地区の空中写真は、後述する崩壊地等分布図等の作成に活用された。

1.3 UAVによる被害状況調査

熱海市で発生した土石流による被害状況を調査するため、7月5日から7日にかけてUAVによる調査

隊を現地へ派遣し、7月6日に被害地域の状況をUAVで撮影した。撮影した映像は撮影当日に国土地理院ホームページから公開した。

また、同日に土石流の源頭部において、UAVレーザ計測を午前と午後にと計2回実施した。今回のUAVレーザ計測は、発災直後の詳細不明な急斜面と機体との距離を適切に保ちつつ安全に飛行するため、自動飛行ではなく、機体と地表面との位置関係を目視で確認しながら手動飛行で行った。取得した3次元点群データから、自動処理による簡易的な樹木等のフィルタリングを実施して、グラウンドデータ（図-2）及びDEM（数値標高モデル）を生成した。

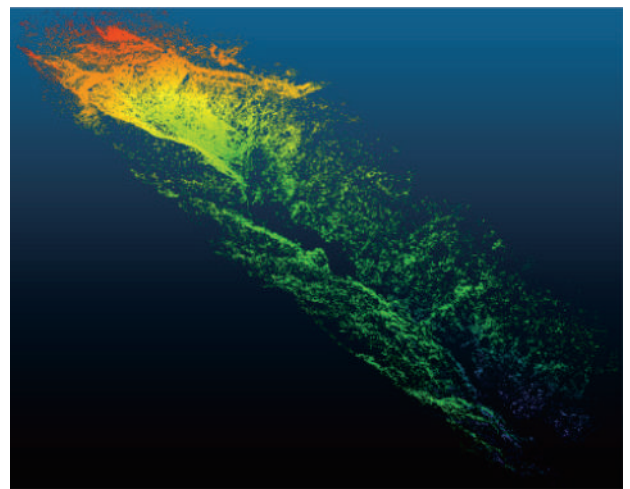


図-2 UAVレーザ計測で取得したグラウンドデータ

同地域では、2009年及び2019年に公共測量による航空レーザ測量が実施されており、これらのデータも組み合わせて、3時期のDEM（図-3）から標高変化量を算出し、結果を国土地理院ホームページや地理院地図から公開した。3時期は、盛土形成前、盛土形成後、盛土崩落後（発災後）の時期に相当し、源頭部において、2009年から2019年にかけて5.6万 m^3 の盛土がなされたこと、また今回の崩落により盛土を含む5.8万 m^3 の土砂が流失したこと等の計測値を得た。

この結果は、異なる時期に計測した標高データの比較が災害時における被害状況把握のみならず、盛土造成等による災害危険箇所の把握・抽出に対しても極めて有効であることを示すものである。

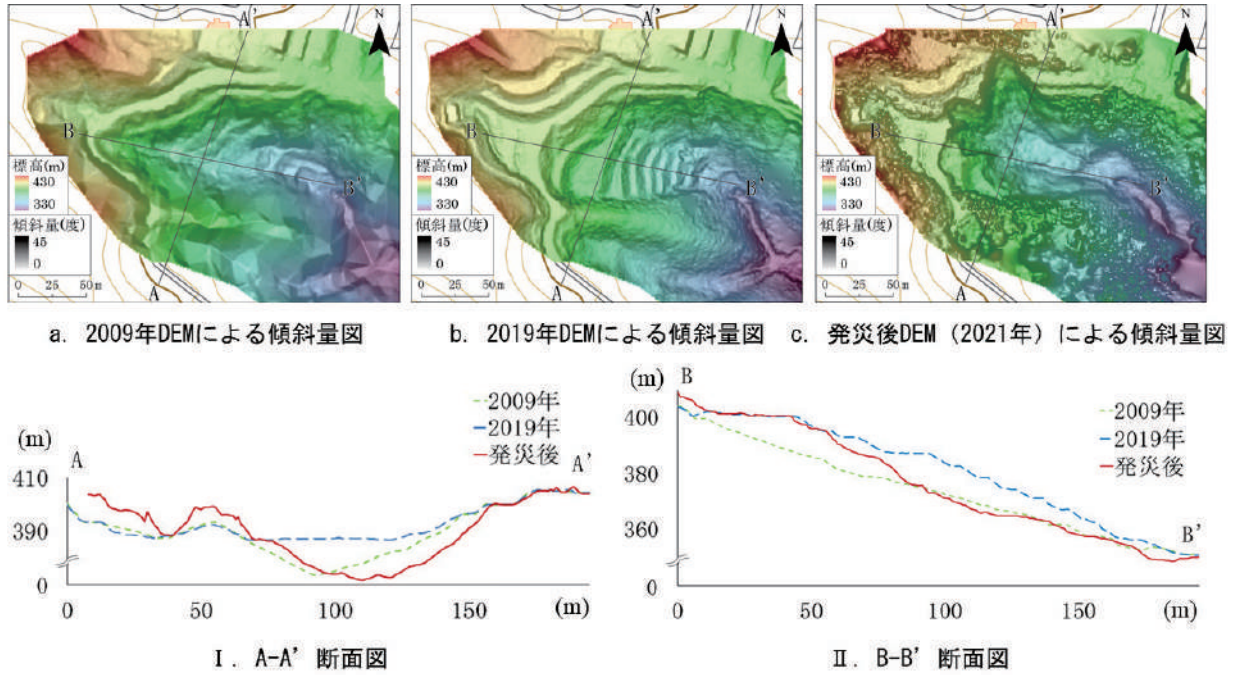


図-3 盛土の形成前後及び崩落後（発災後）の標高変化

1.4 崩壊地等分布図及び土砂堆積範囲図の作成

熱海市の土石流による被害に対して、崩壊地の位置を把握するために地山・土砂が見えている部分の判読を行い、崩壊地等分布図及び土砂堆積範囲図を作成した（表-2、図-4、図-5）。判読には、中部地方整備局及び静岡県が UAV で撮影した映像や、国土地理院が撮影した斜め写真，垂直写真を使用した。

新たに被害箇所が撮影されるごとに更新を行い、被災の映像等を入手した当日中に、第3報までを作成した。また関係機関に対して、これらの電子データ（PDF形式）及びGIS（地理情報システム）データ（GeoJSON形式）を提供した。その後、国土地理院ホームページ及び地理院地図からも公開した。

表-2 崩壊地等分布図及び土砂堆積範囲図一覧

作成日	報番号	使用した映像等
7月4日	速報	中部地方整備局，静岡県が7月3日～4日にUAVで撮影した映像
7月5日	第2報	中部地方整備局，静岡県が7月3日～4日にUAVで撮影した映像，国土地理院が7月5日に撮影した斜め写真
7月6日	第3報	国土地理院が7月6日に撮影した垂直写真

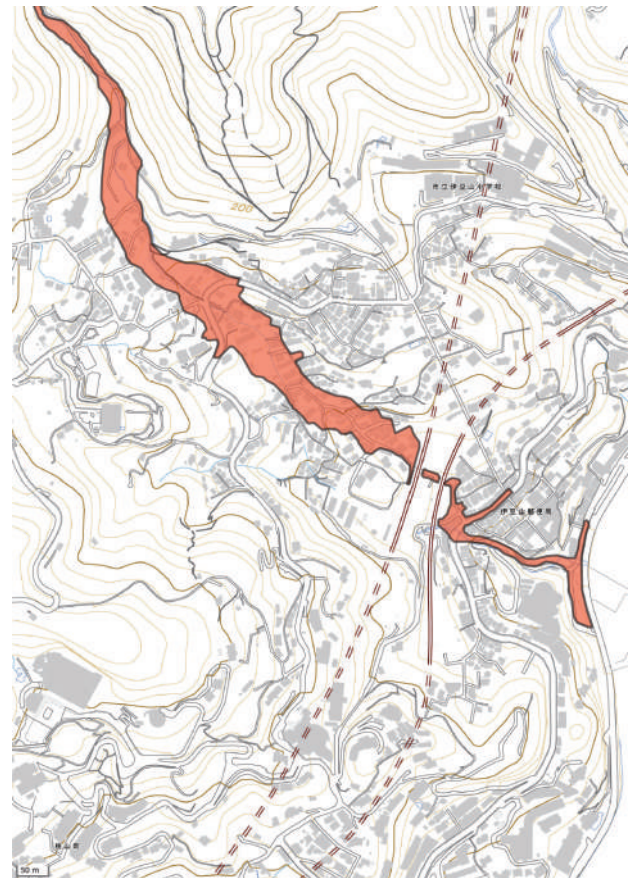


図-4 土砂堆積範囲図（第3報）



図-5 崩壊地等分布図（第3報）

1.5 地理院地図等から公開した地理空間情報

災害発生後に撮影した垂直写真（速報）、正射画像（速報）（図-6）、斜め写真、標高変化量、崩壊地等分布図等について、地理院地図から、7月5日から順次公開した。公開した地理空間情報の公開日及びデータ種別は表-3のとおりである。地理院地図から情報を公開した旨は、Twitterを利用して広く一般に周知した。

また、地理院地図における地図の比較機能（重ねて比較、並べて比較）を利用して被災前後の空中写真を容易に比較できるよう、7月7日に国土地理院ホームページからも公開（図-7、図-8）するなど、関連する取組も行った。

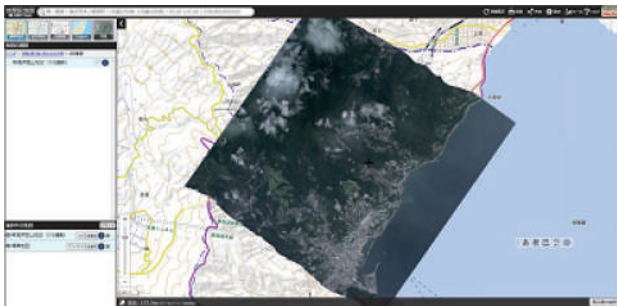


図-6 正射画像の表示例（熱海伊豆山地区（7月6日撮影））

表-3 地理院地図から公開した地理空間情報一覧

公開日	データ種別
7月5日	崩壊地等分布図（速報）（熱海地区） 7月4日作成
〃	斜め写真（熱海伊豆山地区） 7月5日撮影①②
7月6日	崩壊地等分布図（第2報）（熱海地区） 7月5日作成
〃	垂直写真（速報）（熱海伊豆山地区） 7月6日撮影
〃	正射画像（速報）（熱海伊豆山地区） 7月6日撮影
〃	崩壊地等分布図（第3報）（熱海地区） 7月6日作成
〃	垂直写真（熱海伊豆山地区） 7月6日撮影
〃	正射画像（熱海伊豆山地区） 7月6日撮影
7月7日	標高変化量（熱海伊豆山地区）

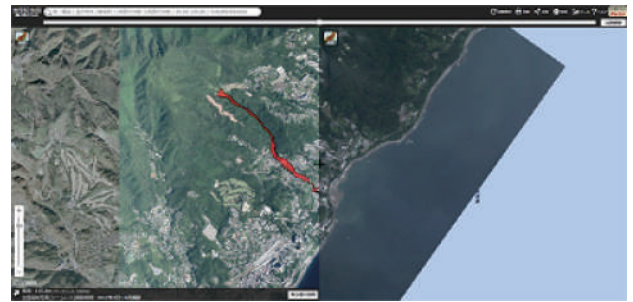


図-7 重ねて比較した表示例（静岡県熱海市伊豆山地区（2017年と2021年7月6日））

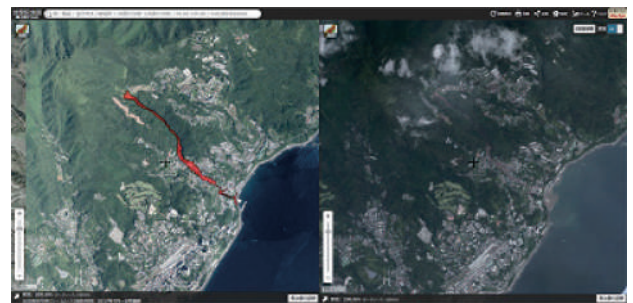


図-8 並べて比較した表示例（静岡県熱海市伊豆山地区（2017年と2021年7月6日））

1.6 地理空間情報の提供及び活用

7月4日に関係機関に対して、崩壊地等分布図及び土砂堆積範囲図の速報をプッシュ型で提供した。また、6日までに崩壊地等分布図及び土砂堆積範囲図の第3報や、「くにかぜⅢ」による撮影成果も提供した。要望があった機関に対しても別途、これらの地理空間情報を提供した。

後日、各機関に対して提供した地理空間情報の利用事例について、聞き取り調査を行った。空中写真（正射画像，斜め写真）等が各機関の公表資料の一部として掲載された。

1.7 中部地方測量部における取組

1.7.1 TEC-FORCE リエゾン派遣

中部地方測量部では、熱海市伊豆山地区において土石流が発生した7月3日に非常体制に移行し、被害状況の把握及び関係機関への地理空間情報の提供を実施した。

また、静岡県庁及び熱海市役所に中部地方測量部から緊急に TEC-FORCE リエゾンを派遣した。本院からの応援を含めた派遣期間及び人日数は、7月4日から9日まで総勢7名（のべ17人日）である。静岡県現地対策本部においては、被害状況や支援ニーズの把握、災害対策図や写真地図等の地理空間情報の提供、GISを用いた情報収集の技術支援など、災害対応支援を実施した。

なお災害対策図は、関係機関が災害対策活動において紙地図で利用することを想定して作成したベース地図であり、高速道路、国道、県道や、鉄道、空港など主要インフラのほか県庁、市町村役場、道の駅、ヘリポートなどが記載されている。

1.7.2 提供した地理空間情報

TEC-FORCE リエゾン派遣のほか、土石流の発生直後から、中部地方整備局、静岡県及び熱海市等の各機関に対して、地理空間情報をプッシュ型で提供した。具体には、被災箇所周辺の拡大地図のほか、「くにかぜⅢ」で撮影した空中写真データ、UAV レーザの計測データ、崩壊地等分布図及び土砂堆積範囲図の地図データ等を提供するとともにその内容や活用方法を説明した（写真-2）。



写真-2 静岡県現地対策本部におけるリエゾン活動。大判印刷した熱海市伊豆山地区の地形図を静岡県副知事に説明している様子。

さらに中部地方測量部では、関係機関において被

害状況を判読しやすいよう、正射画像に等高線や地物を重ね合わせた写真地図（図-9）や、被災地の地形図に1.4で作成した崩壊地等分布図のポリゴンを重ね合わせた拡大地図などを独自に作成し、提供した。



図-9 正射画像（熱海伊豆山地区・7月6日撮影）に等高線や地物を重ね合わせた写真地図

1.7.3 提供した地理空間情報の活用例

中部地方整備局では、中部地方測量部から提供された各種地理空間情報のうち、特に被災地の地形図や崩壊地等分布図及び土砂堆積範囲図が、現地に派遣された中部地方整備局 TEC-FORCE 隊員による復旧作業に活用された。

また、中部地方測量部から静岡県現地対策本部へ派遣した TEC-FORCE リエゾンが、静岡県が収集した行方不明者の状況を地理院地図上に可視化する技術支援を行い、静岡県により検索マップが作成された（図-10）。国土地理院により作成したデータや提供した崩壊地等分布図は、静岡県知事が内閣総理大臣へ被害状況を説明する際の各種資料として用いられた。

さらに、1.3で報告した標高変化量の抽出結果は、中部地方整備局、静岡県、熱海市など多数の機関において復旧作業で活用された。

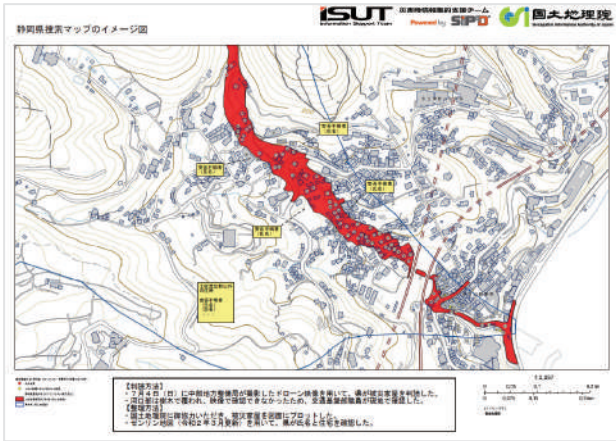


図-10 検索マップイメージ

2. 「令和3年8月の大雨」の概要

8月11日以降、日本付近に停滞していた前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込んだことで、西日本から東日本の広い範囲で大雨となった。特に8月12日から14日には九州北部地方と中国地方で線状降水帯が発生した影響もあり、11日からの総降水量は多いところで1,400ミリを超える記録的な大雨となった。

8月13日は、中国地方において線状降水帯が発生し、複数の地点で日降水量が8月の値の1位を更新した。この大雨に対して、気象庁は広島県広島市に大雨特別警報を発表した。

8月14日は、西日本から東日本の広い範囲で大雨となった。特に九州北部地方で線状降水帯による猛烈な雨や非常に激しい雨が降り続いた。佐賀県嬉野市では24時間降水量が555.5ミリを観測し、観測史上1位の値を更新した。この大雨に対して、気象庁は佐賀県、長崎県、福岡県、広島県に大雨特別警報を発表した。

2.1 国土地理院の主な対応

「令和3年8月の大雨」がもたらした災害（以下2.において「本災害」という。）に対して国土地理院は、測量用航空機による空中写真の撮影、浸水推定図の作成を行い、これらの地理空間情報を関係機関に迅速に提供するとともに、国土地理院ホームページや地理院地図へ掲載し、広く一般に公開した。

2.2 測量用航空機による空中写真撮影

院内関係各部において、8月14日の早朝から被害情報の収集を行った。国土地理院はこれらの情報を基に、氾濫が発生した佐賀県武雄市付近を流れる六角川地区（六角川流域：約300km²）を緊急撮影地区として決定した。

今回の緊急撮影では、「くにかぜⅢ」は、天候不良により、駐機場所の調布飛行場から九州までの経路

上の飛行が不可能であった。このため、(公財)日本測量調査技術協会との「災害時における緊急撮影に関する協定」に基づき、民間測量会社に緊急撮影を委託することとした。天候回復により委託した測量用航空機が飛行可能となった8月15日に六角川地区の緊急撮影が実施された。

撮影された空中写真の電子データ(JPEG形式)は、撮影後、速やかに国土地理院本院へデータ転送され、当日のうちに関係機関に提供するとともに国土地理院ホームページや地理院地図から公開した(図-11、写真-3)。撮影枚数、撮影日は表-4のとおりである。

撮影した空中写真は、浸水状況の詳細な把握に用いられるとともに、後述する浸水推定図の更新に活用された。



図-11 地理院地図からの公開(イメージ)



写真-3 測量用航空機で撮影した佐賀県武雄市北方町大字大崎付近の斜め写真(8月15日撮影)

表-4 撮影一覧

	撮影枚数	撮影日
斜め写真	307枚	8月15日

2.3 浸水推定図の作成

浸水の範囲等を早急に把握することは、関係機関が初動時に救助活動や浸水域の排水作業等を実施する上で大変重要である。そこで国土地理院は、発災時において非常に早期に被害情報が得られる SNS 等の画像、空中写真、5m メッシュの DEM などから、浸水範囲と浸水深を表現した浸水推定図を作成している。浸水深は、深いほど濃い青色となるように青色の濃淡で表現している。

本災害では、浸水被害が発生した佐賀県武雄市付近の六角川において、8月14日には浸水推定図の電子データ（PDF形式）、8月15日には浸水推定図の電子データ（PDF形式）及び浸水範囲の輪郭線データ（GeoJSON形式）を作成し、関係機関に提供するとともに、国土地理院ホームページから公開した（図-12、図-13、図-14）。8月15日15時作成のデータは地理院地図からも公開した。

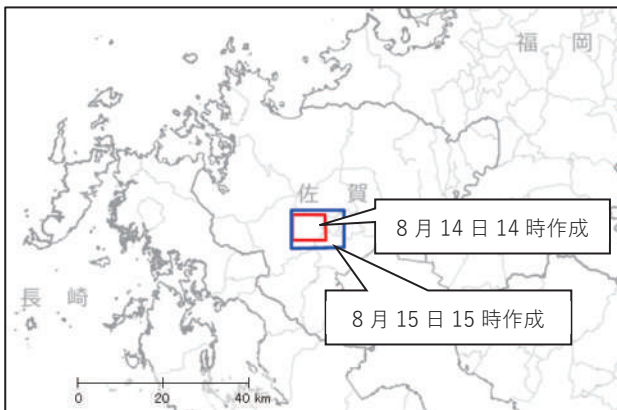


図-12 浸水推定図（六角川）作成範囲

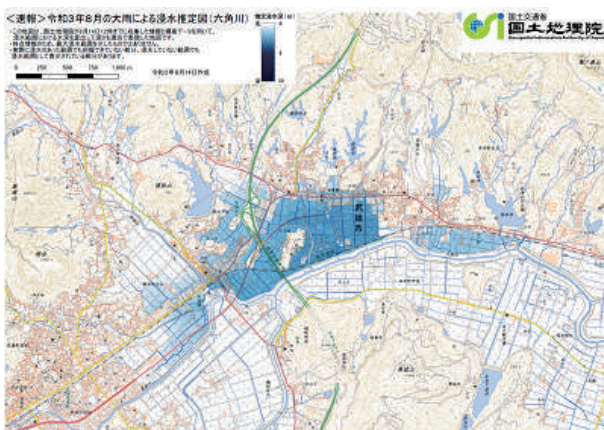


図-13 浸水推定図 六角川（8月14日14時作成）

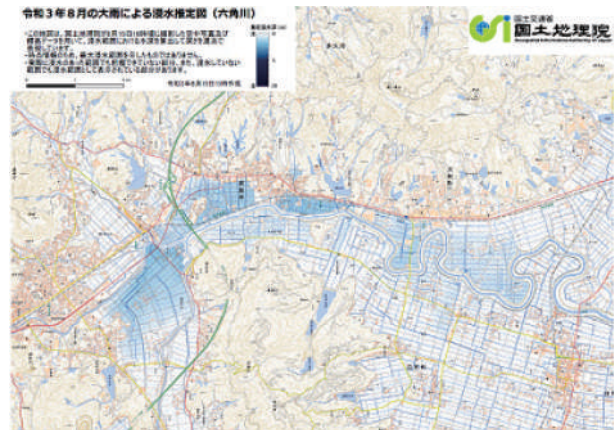


図-14 浸水推定図 六角川（8月15日15時作成）

2.4 地理院地図から公開した地理空間情報

地理院地図において、8月15日撮影の斜め写真（六角川地区）（図-15）を同日に、8月15日作成の浸水推定図（六角川）（図-16）を翌日に掲載し、併せて Twitter で一般に周知した。



図-15 斜め写真の表示例（六角川地区）



図-16 浸水推定図の表示例（六角川）

2.5 地理空間情報の提供

8月14日から16日にかけて六角川地区の斜め写真や浸水推定図等を、内閣府や内閣官房を含む各関係機関等に対してプッシュ型で提供した。

2.6 中国地方測量部における取組

2.6.1 TEC-FORCE リエゾン派遣

中国地方測量部では、江の川において氾濫危険水位を超え更に水位上昇が見込まれるため、8月13日に非常体制に移行した。また、気象庁が大雨特別警

報を発表した8月13日から中国地方で記録的な大雨が続いた17日まで、広島県庁での情報連絡員として、TEC-FORCE リエゾンを派遣し、支援ニーズの把握、被害状況の情報収集等を実施した。

2.6.2 提供した地理空間情報

8月6日時点で、台風が数日後には西日本にも接近して大雨をもたらす等の予報が気象庁から発表された。中国地方測量部では、管内での豪雨災害の危険性が高まることが予想されたため、県別災害対策図と中国・四国・近畿地方を包含する広域災害対策図の2種類を管内5県及び中国地方整備局に事前提供した。

2.6.3 提供した地理空間情報の活用例

島根県では、大判印刷した地理院地図に被害情報を書き込み、災害対応職員に情報共有するとともに、災害対策図は災害対策本部で地域全体の情報共有としても活用された。

2.7 九州地方測量部における取組

2.7.1 TEC-FORCE リエゾン派遣

九州地方測量部では、六角川地区で氾濫が発生した8月14日に非常体制に移行し、被害状況の把握及び地理空間情報の提供を実施した。

8月14日及び15日に、九州地方整備局の災害対策本部において、情報収集を行うとともに、前述した浸水推定図等の地理空間情報を提供した。さらに、九州地方整備局を経由して、陸上自衛隊第4師団(以下「陸上自衛隊」という。)にも地理空間情報を提供した。

また、本災害では、九州北部の各県でも被害が発生したが、中でも、特に大きな被害が発生した佐賀県の災害対策本部へ8月15日に2名のTEC-FORCE リエゾンを派遣した。隊員は、国土地理院への要望等の情報収集を行うとともに、大判印刷した浸水推定図や、空中写真と浸水推定図の電子データを電子媒体(DVD)で災害対策本部職員へ手交し、それらの説明を行った(写真-4)。



写真-4 佐賀県災害対策本部におけるリエゾン活動。大判印刷した浸水推定図を説明している様子。

2.7.2 提供した地理空間情報

九州地方整備局や佐賀県等の関係機関に提供した地理空間情報の詳細な内容は以下のとおりである。

1) 災害対策図

佐賀県災害対策本部へのリエゾン派遣の際、県別災害対策図(佐賀県)の大判印刷図を提供した。また後日、要望に応じて、電子データ(PDF形式)を提供した。

2) 空中写真(2.2参照)

緊急撮影後速やかに、九州地方整備局(陸上自衛隊含む)及び佐賀県に、大判印刷図及び電子データ(JPEG形式)を提供した。また後日、要望に応じて、福岡管区気象台にも、電子データ(JPEG形式)を提供した。

3) 浸水推定図(2.3参照)

作成後速やかに、九州地方整備局(陸上自衛隊含む)及び佐賀県に、大判印刷図及び電子データ(PDF形式)を提供した。

2.7.3 提供した地理空間情報の活用例

各関係機関に提供した地理空間情報のうち、特に浸水推定図と災害対策図が活用された。

浸水推定図については、発災後速やかに提供したので、九州地方整備局では、浸水箇所の特定、浸水域を避けた道路迂回路の設定や浸水域内で故障した自動車の移転場所の選定に利用され、また、陸上自衛隊では、浸水域内の住民救助に際して、部隊等の配置の検討に利用された。

加えて、災害対策図は、佐賀県の復旧・復興推進本部会議において、災害概況を表示する際のベース地図として用いられた。

3. まとめ

本稿では、「令和3年7月1日からの大雨」及び「令和3年8月の大雨」における国土地理院の対応

について報告した。

空中写真測量や航空レーザ測量等の技術を利用して空中写真や3次元点群データを取得した。また、過去に蓄積した高精度の標高データを活用することで、熱海市伊豆山地区の崩壊前後の標高変化量を抽出した。さらに、これらの情報やUAVの映像等をもとに崩壊地等分布図、土砂堆積範囲図を作成し、SNS等の画像を用いて浸水推定図を作成した。これらの地理空間情報を関係機関へ速やかに提供したのに加えて、国土地理院ホームページや地理院地図へ掲載し、広く一般に公開した。

国土地理院は、今後も災害対策基本法に基づく指定行政機関としての責務を果たすべく、平時においては地理空間情報の整備・更新を着実に進め、災害発生時には最新の測量技術を活用した迅速な情報収集を行うとともに、関係機関の災害対応を支援するために地理空間情報の提供に取り組んでいく。

最後に、甚大な災害によって犠牲になられた方々の御冥福を謹んでお祈りするとともに、被災された皆様方に心よりお見舞い申し上げます。

(公開日：令和4年8月5日)

参 考 文 献

内閣府(2021)：令和3年7月1日からの大雨による被害状況等について(令和3年12月3日13:00現在)，
https://www.bousai.go.jp/updates/r3_07ooame/pdf/r3_07ooame_17.pdf (accessed 22 Jul. 2022).

内閣府(2021)：令和3年8月の大雨による被害状況等について(令和3年12月14日13:00現在)，
https://www.bousai.go.jp/updates/r3_08ooame/pdf/r3_08ooame_16.pdf (accessed 22 Jul. 2022).