

## 2. 実施方針

### 2.1 業務背景

令和2年7月豪雨では、熊本県をはじめとして山地災害が多数発生し、多くの人命・財産が失われる甚大な被害が発生した。

業務対象範囲の一部は、日本三大急流の一つである球磨川を抱える有数な急峻山岳地帯であり、原生林や人工林により自然が豊富な地域である。また、脆弱な地質構造で崩壊等の危険度が特に高く、対象地域の森林域においても土砂災害の危険が高まっている箇所が存在すると考えられる。

山腹斜面において崩壊が多発した地域では、通常規模の表層崩壊だけでなく規模の大きな崩壊が複数発生していることから、これらの範囲や規模を詳細に把握し、崩壊を起源とする土石流によって生じた下流域の地形変化や影響範囲を明らかにする必要がある。



図 2.1.1 業務対象範囲内の森林域（国土数値情報の森林域を重畳表示）

### 2.2 実施方針

本業務は、高密度（4点/㎡）な航空レーザ計測を実施し、計測結果を判読・分析することにより、不安定土砂が溪流内・周辺林地に堆積している箇所や今回の豪雨により新規に崩壊が発生した箇所を把握し、今後の治山対策の基礎資料を作成することを目的とする。

地域の地形特性により、地形変化は主に地形の確認が難しい急峻な地形の谷底部で生じていることから、航空レーザ計測の解析結果とデジタルオルソ画像の双方を活用することにより、不安定土砂の分布域を把握する。

業務実施にあたり、以下の方針をもとに各種作業を行った。

- (1) 効率的かつ迅速な業務対応
- (2) 共同事業体としての規模と連携の強みを活かした航空レーザ計測
- (3) 効率的かつ的確な手法による崩壊箇所の把握

### 2.2.1 効率的かつ迅速な業務対応

業務対象範囲内の森林域は概ね 2,788k m<sup>2</sup>と推定される。図 2.1.1 に示すように、八代市街地と人吉市から湯前町の国道 219 号線沿道を除いて、市町村域のほぼ全域を森林域が占めている。

限られた期間で計測と判読を進めていくためには、山腹斜面等に多くの小崩壊等が発生するなど、地盤が脆弱になっている恐れのある箇所から優先的に作業を進める必要がある。

このため、本業務では以下の資料等から計測優先対象範囲を立案し、被災箇所が集中する地区の計測から優先的に実施する方針とした。

- ① 林野庁及び熊本県が把握している被害状況
- ② 他機関による計測計画及び計測状況
- ③ 国土数値情報による森林域の分布状況と土地利用や斜面の分布状況
- ④ 被災前後の衛星写真（下図 2.2.1 参照）
- ⑤ 国土数値情報 特殊土地地帯データ



図のような大きな崩壊箇所や地域の傾向については、1.5m 解像度の衛星画像で概略の把握は可能である。

図 2.2.1 被災前後の衛星写真

### 2.2.2 共同事業体としての規模と連携の強みを活かした航空レーザ計測

熊本県南部の天草地区と八代・人吉地区（1,771.9 ㎥）を、11 月末までの 2 か月半という決められた計測期間内で計測するためには、多くの計測機材を投入し、1 日当りの計測延べ面積をより広域にすることが必要であった。

そのため、本業務では、以下の 3 社にて共同事業体を組成し、（図 2.2.2 参照）共同事業体としてより多くの計測機体を導入することで、効率的な計測を実施した。

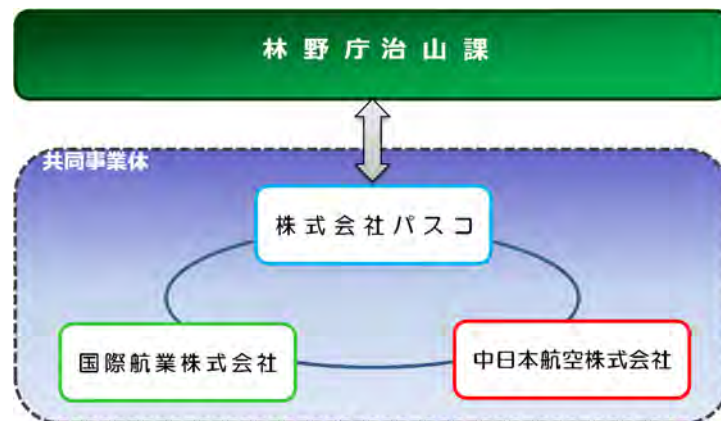


図 2.2.2 共同事業体のイメージ

山岳地での航空レーザ計測は、安全管理の観点から計測域に入圏できる機体数には限界があるため、飛行高度や計測コースを十分に事前調整するなどの安全管理を強化する必要があった。

そのため、対象区域を 3 地区に分け、飛行高度が異なる航空機（固定翼と回転翼）をバランスよく配備するなど、効率的かつ安全な運航を行った。

### 2.2.3 効率的かつ的確な手法による崩壊箇所の把握

限られた期間で広大な面積における崩壊箇所を把握するためには、効率的かつ的確な手法にて解析・判読の作業を実施する必要があった。

そこで、計測前に被災前後の衛星写真等を活用することで優先順位を付けてデータ計測を実施することで、より効率的に崩壊箇所を把握するよう努めた。

また、地形変化は主に詳細な地形の確認が難しい急峻な地形の谷底部で生じていることから、航空レーザ計測の解析結果だけではなく、デジタルオルソ画像のデータも併用して不安定土砂の分布域を明らかにするなど、よりの確な判読作業を実施した。

さらに、微地形表現地図（立体地図）をエリア毎に作成し、共同事業体の豊富な経験と数多くの実績を保有した熟練技術者により、短期間で的確に判読作業を実施した。



## 2.3 独自提案

広範囲のレーザ計測並びに崩壊地等判読には相当な時間を要する事が想定された。そこで、業務の初期段階で崩壊地等の概略位置を把握し、崩壊が集中する範囲を優先的に作業着手することで作業の効率化を図る方針とした。

発災前後の二時期の衛星画像を活用した作業の効率化

### 2.3.1 発災前後の二時期の衛星画像を活用した作業の効率化

広域なエリアのレーザ計測と判読を実施する上で、判読すべきエリアを早期に判断し、そのエリアを優先的にレーザ計測する計画を立案することが、作業全体の効率化に繋がる。

そのため、業務の初期段階で把握すべき八代・人吉地区の崩壊地については、災害直後に撮影された光学衛星画像を活用し、崩壊可能性箇所の概略位置を抽出した。

共同事業体では、業務対象範囲における発災前の衛星画像をアーカイブとして保有しており、発災前後の二時期の画像データを比較することで今回の災害で発生した森林域の崩壊箇所を事前抽出した。

発災前(R1 年度撮影)



発災後(R2.7.18 撮影)



図 2.3.1 崩壊地分布図を活用した判読

## 2.4 業務実施フロー

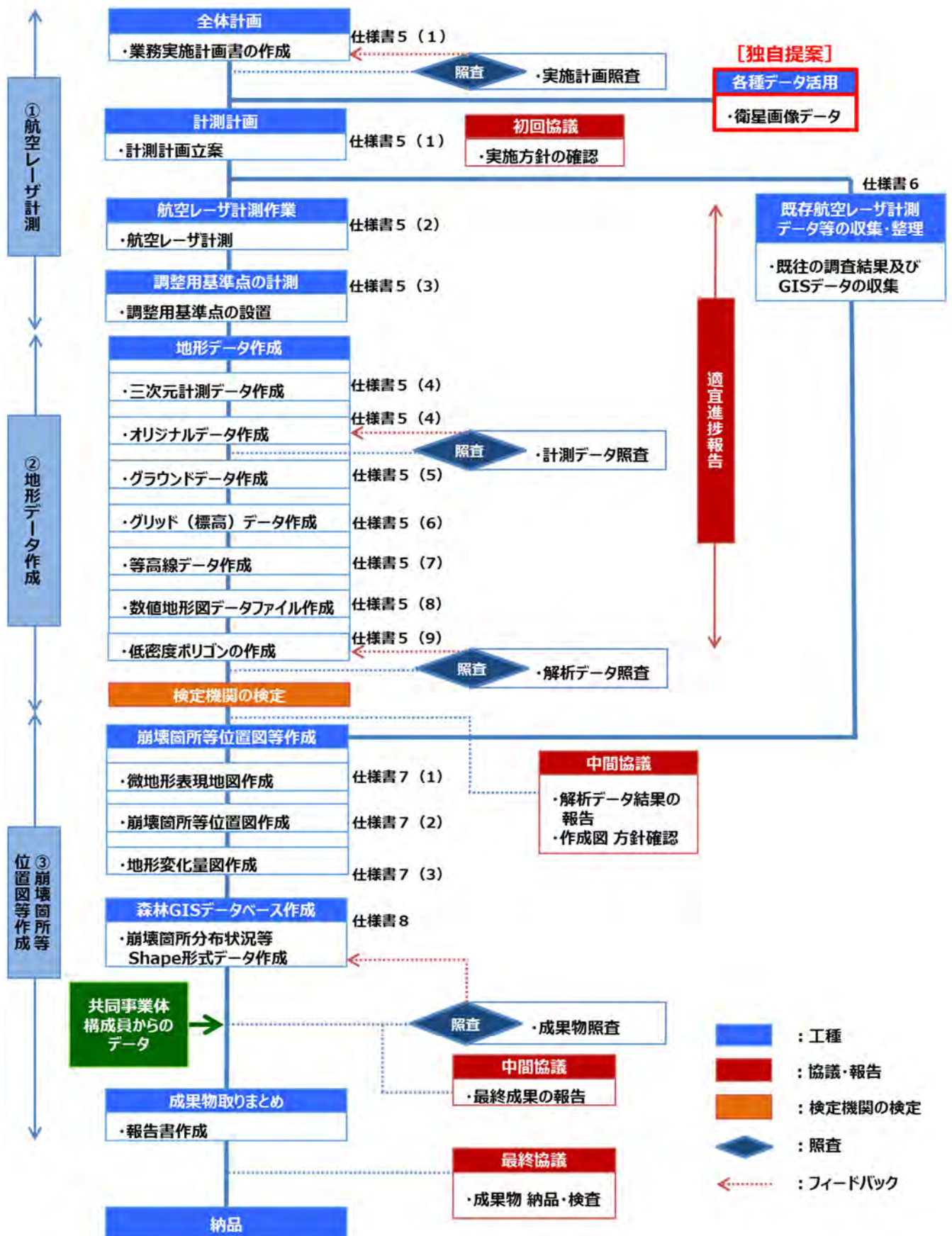


図 2.4.1 業務実施フロー

## 2.5 業務対象範囲の設定

### 2.5.1 データ規格

データ規格は公共測量作業規程および林野庁測定規程に準拠させた。

データファイル単位は国土基本図郭 2500 レベル（東西 2km×南北 1.5km）を 4 分割した図郭（東西 1km×南北 0.75km）を採用した。（以下、国土基本図郭の 1/4 単位と記す。）

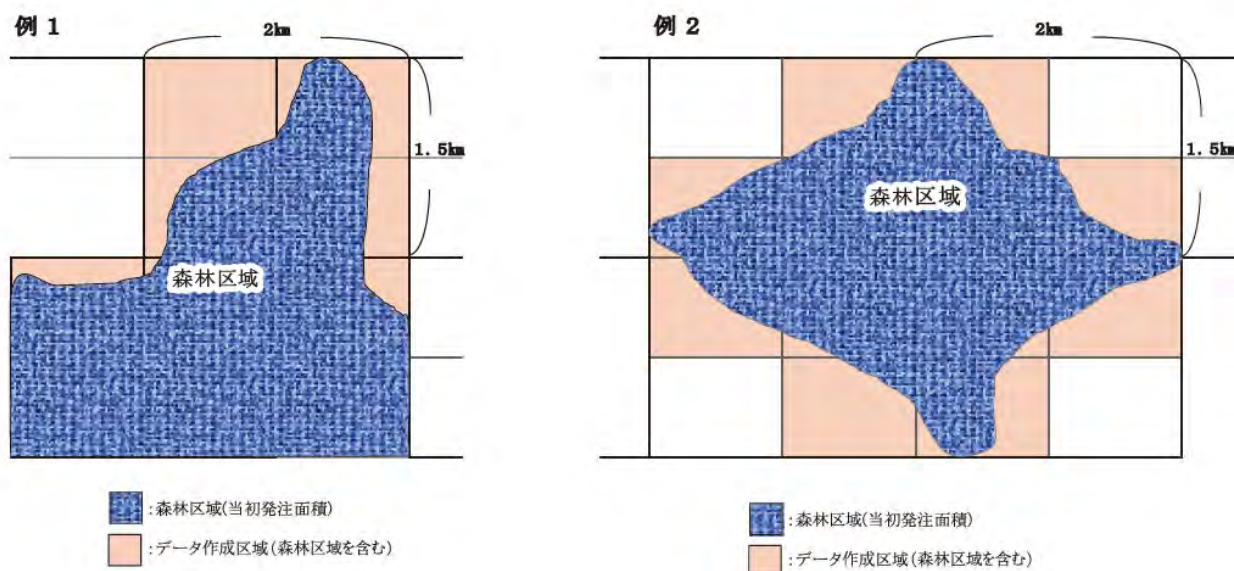


図 2.5.1 データファイル単位

出典：「森林・林業分野における航空レーザ計測 積算ハンドブック 平成 26 年 9 月 日本林野測量協会発行」

表 2.5.1 データ規格

|          |                                                                                                 |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 水平原子     | 世界測地系の平面直角座標第Ⅱ系（JGD2011/XY2）                                                                    |
| 垂直原子     | 東京湾平均海面を基準とする海拔標高                                                                               |
| ファイル単位   | 国土基本図郭 2500 レベル（東西 2km×南北 1.5km）を 4 分割した図郭（東西 1km×南北 0.75km）とし、北西が 1、北東が 2、南西が 3、南東が 4 と番号をつける。 |
| ファイル名    | ファイル名は、国土基本図郭名（例：02MD7622）が入る                                                                   |
| x, y 座標軸 | 測地座標軸ではなく数学（幾何）座標軸                                                                              |



## 2.5.2 データ作成範囲

森林域のデータを確実に網羅するため、データ作成範囲は以下の方針にもとづき設定を行った。

### (1) 航空レーザ計測範囲

熊本県（八代市, 人吉市, 水俣市, 天草市, 美里町, 芦北町, 津奈木町, 錦町, 多良木町, 湯前町, 水上村, 相良村, 五木村, 山江村, 球磨村, あさぎり町, 苓北町）の森林域面積 2788.1k m<sup>2</sup>から計測除外エリア内の森林域面積 1016.2k m<sup>2</sup>を除いた範囲 1771.9 k m<sup>2</sup>を対象とした。

$$2788.1\text{k m}^2 - 1016.2\text{k m}^2 = 1771.9\text{k m}^2$$

現時点で具体的に熊本県の森林域の範囲を示す図形データは存在せず、また、業務対象範囲全体に森林域が広がっているため、平地部も含めた市町村全体を計測対象とした。

ただし、以下の範囲については明らかに森林域が含まれないため、計測対象外とした。

- ・八代市の国道3号線以西の平地部
- ・八代市、芦北町の島嶼部で森林域が含まれないもの

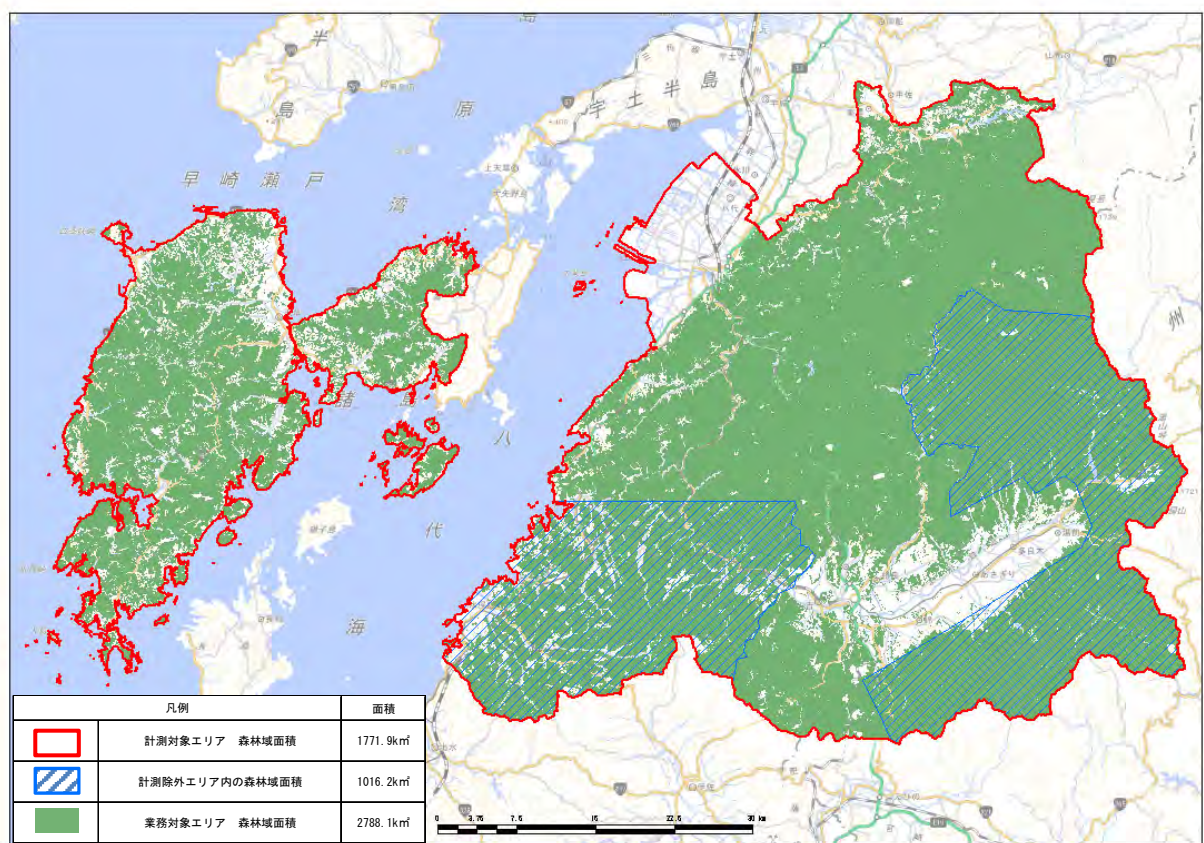


図 2.5.2 航空レーザ計測の範囲

## (2) オリジナルデータ、航空レーザ用写真地図データ作成範囲

オリジナルデータ、航空レーザ用写真地図データは航空レーザ計測範囲のうち、森林域がかかる範囲を国土基本図郭の 1/4 単位 (1km×0.75km) で整備した。対象は 2176.7k m<sup>2</sup>である。

$$130.3\text{k m}^2 + 744.3\text{k m}^2 + 1302.1\text{k m}^2 = 2176.7\text{k m}^2$$

なお、オリジナルデータ・航空レーザ用写真地図データについては計測除外エリアとの接合処理を行う必要があるため、航空レーザ計測範囲を満たす図郭まではデータ作成をしている。

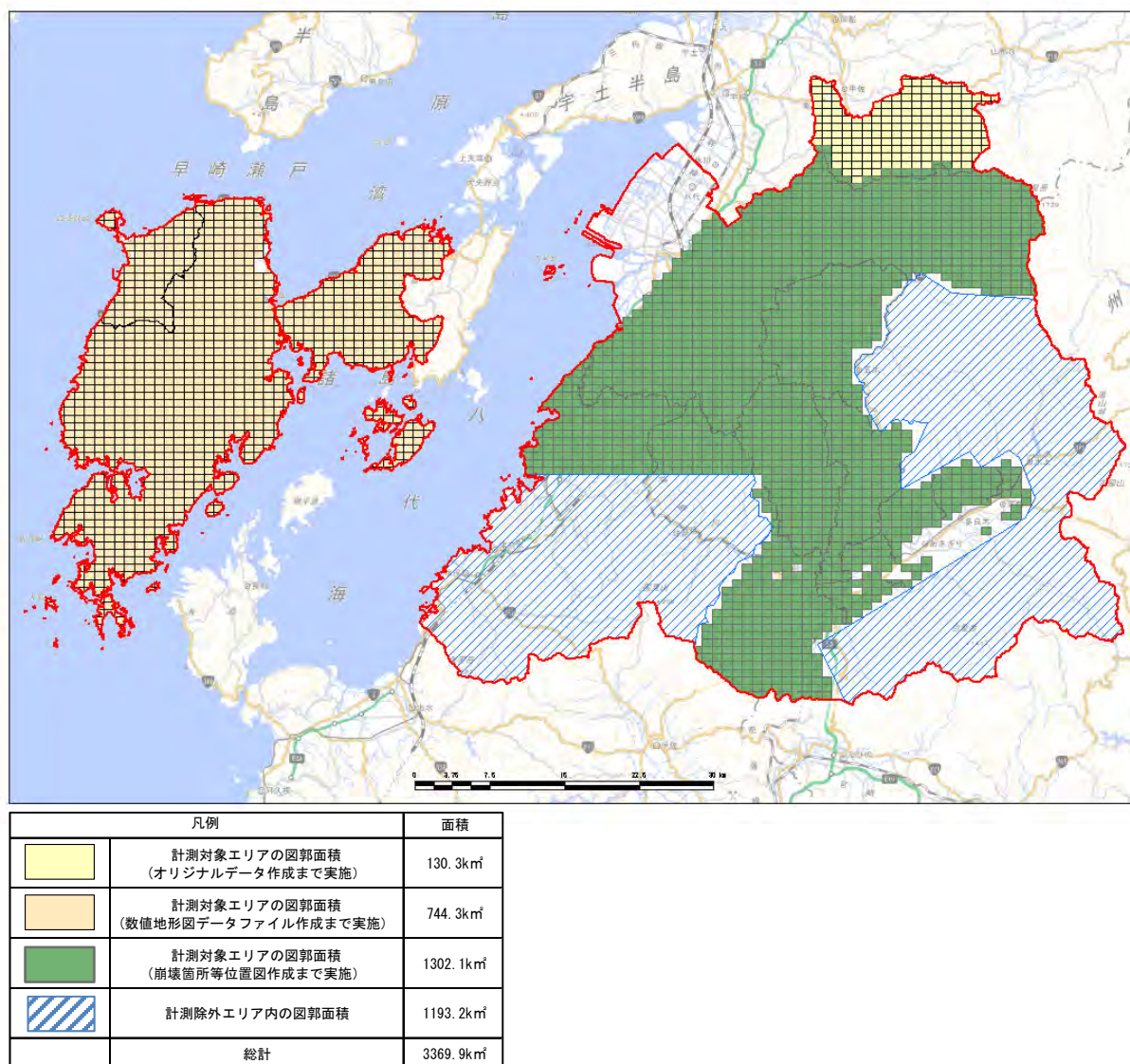


図 2.5.3 オリジナルデータ、航空レーザ用写真地図データの範囲



### (3) グラウンドデータ作成範囲

オリジナルデータ作成範囲から美里町を除いた範囲 2046.4k m<sup>2</sup>を対象とした。

$$744.3\text{k m}^2 + 1302.1\text{k m}^2 = 2046.4\text{k m}^2$$

グラウンドデータ作成のためのフィルタリング処理は、計測範囲外の平地部を除き、原則として国土基本図郭の 1/4 図郭内が満図となるように作業を行った。

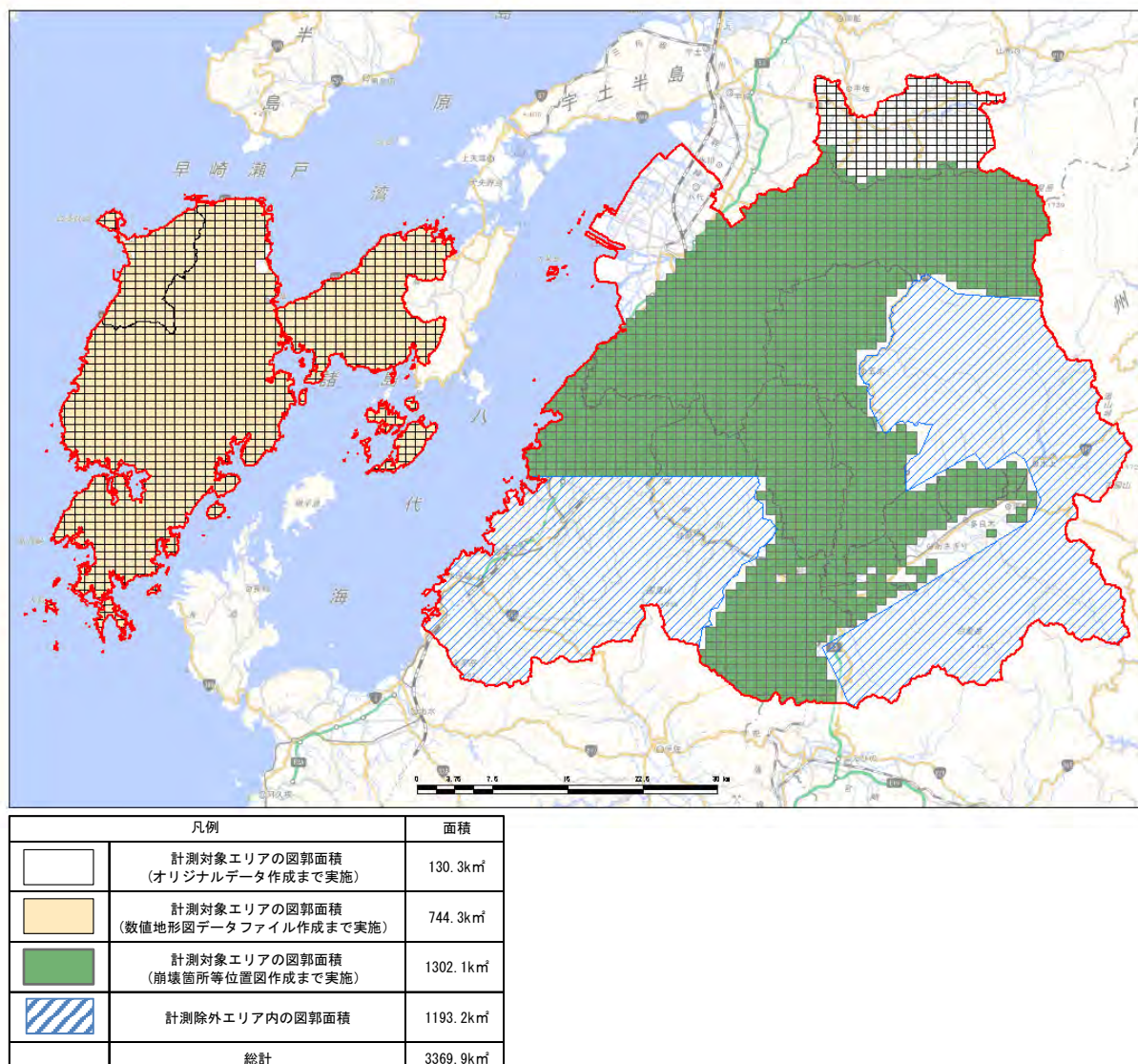


図 2.5.4 グラウンドデータ 作成範囲

#### (4) グリッドデータ、等高線データ作成範囲

上記グラウンドデータ作成範囲に計測除外エリア（国土交通省業務でグラウンドデータを作成範囲）を加えた範囲 3239.6k m<sup>2</sup>を対象とした。

林野庁と国土交通省の発注業務ではグリッドデータの規格が異なるため、計測除外エリアについては、国土交通省から貸与されたグラウンドデータから 0.5m グリッドデータ、等高線データを新たに生成した。

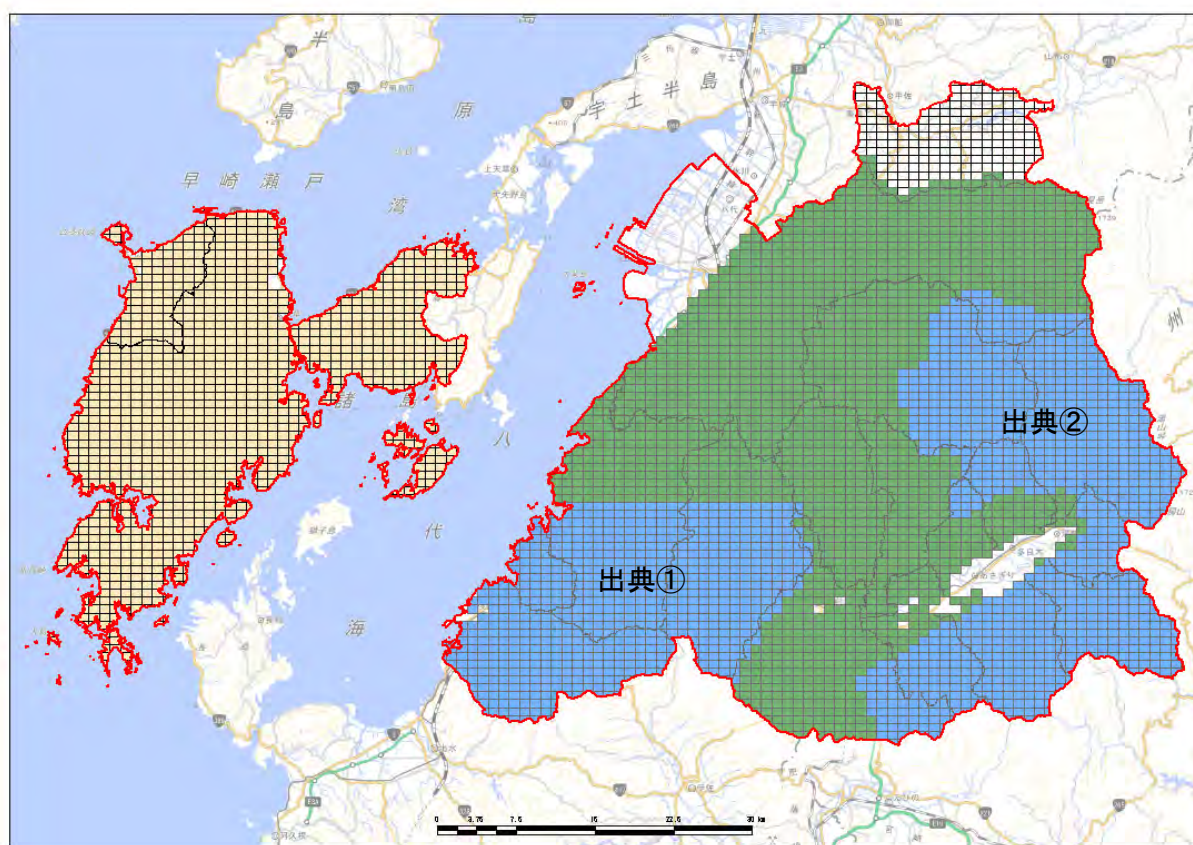
$$744.3\text{k m}^2 + 1302.1\text{k m}^2 + 1193.2\text{k m}^2 = 3239.6\text{k m}^2$$

（計測除外エリアのデータ出典）

計画機関：国土交通省 九州地方整備局 川辺川ダム砂防事務所

出典① 業務名：熊本県中部航空レーザ計測業務 （令和2年度）

出典② 業務名：球磨川上流域航空レーザ計測業務 （令和2年度）



| 凡例 |                                      | 面積                    |
|----|--------------------------------------|-----------------------|
|    | 計測対象エリアの図郭面積<br>(オリジナルデータ作成まで実施)     | 130.3km <sup>2</sup>  |
|    | 計測対象エリアの図郭面積<br>(数値地形図データファイル作成まで実施) | 744.3km <sup>2</sup>  |
|    | 計測対象エリアの図郭面積<br>(崩壊箇所等位置図作成まで実施)     | 1302.1km <sup>2</sup> |
|    | 計測除外エリア内の図郭面積                        | 1193.2km <sup>2</sup> |
| 総計 |                                      | 3369.9km <sup>2</sup> |

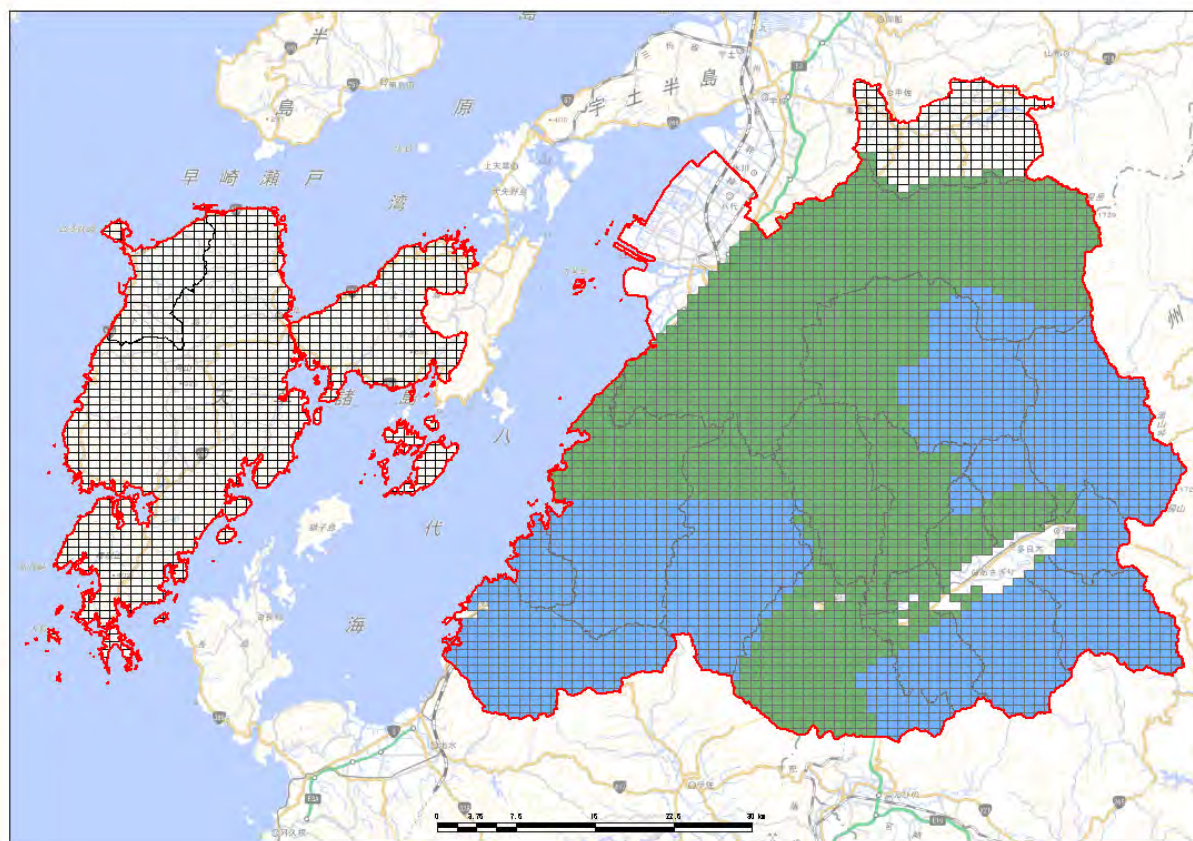
図 2.5.5 グリッドデータ、等高線データ 作成範囲



(5) 微地形表現地図作成、崩壊箇所等位置図（GIS データ）、

グリッドデータ作成範囲のうち天草市、苓北町を除いた範囲（八代市, 人吉市, 水俣市, 芦北町, 津奈木町, 錦町, 多良木町, 湯前町, 水上村, 相良村, 五木村, 山江村, 球磨村, あさぎり町）2495.3k m<sup>2</sup>を対象とした。

$$1302.1\text{k m}^2 + 1193.2\text{k m}^2 = 2495.3\text{k m}^2$$



| 凡例 | 面積                                   |
|----|--------------------------------------|
|    | 計測対象エリアの図郭面積<br>(オリジナルデータ作成まで実施)     |
|    | 計測対象エリアの図郭面積<br>(数値地形図データファイル作成まで実施) |
|    | 計測対象エリアの図郭面積<br>(崩壊箇所等位置図作成まで実施)     |
|    | 計測除外エリア内の図郭面積                        |
| 総計 | 3369.9km <sup>2</sup>                |

図 2.5.6 微地形表現地図作成、崩壊箇所等位置図 作成範囲

#### (6) 地形変化量図作成

グリッドデータ作成範囲のうち、被災規模が大きく、過年度成果が入手可能となる範囲（芦北町, 津奈木町, 球磨村）423.2k m<sup>2</sup>を対象とした。

ただし、球磨村で過年度成果が整備されていない一部の範囲を除く。

（過年度成果のデータ出典）

計画機関：国土交通省 九州地方整備局 川辺川ダム砂防事務所

出典① 業務名：球磨川上流域航空レーザ計測業務（平成 21 年度）

出典② 業務名：肥薩山地航空レーザ計測業務（平成 24 年度）

出典③ 業務名：熊本県南部航空レーザ計測業務（平成 25 年度）

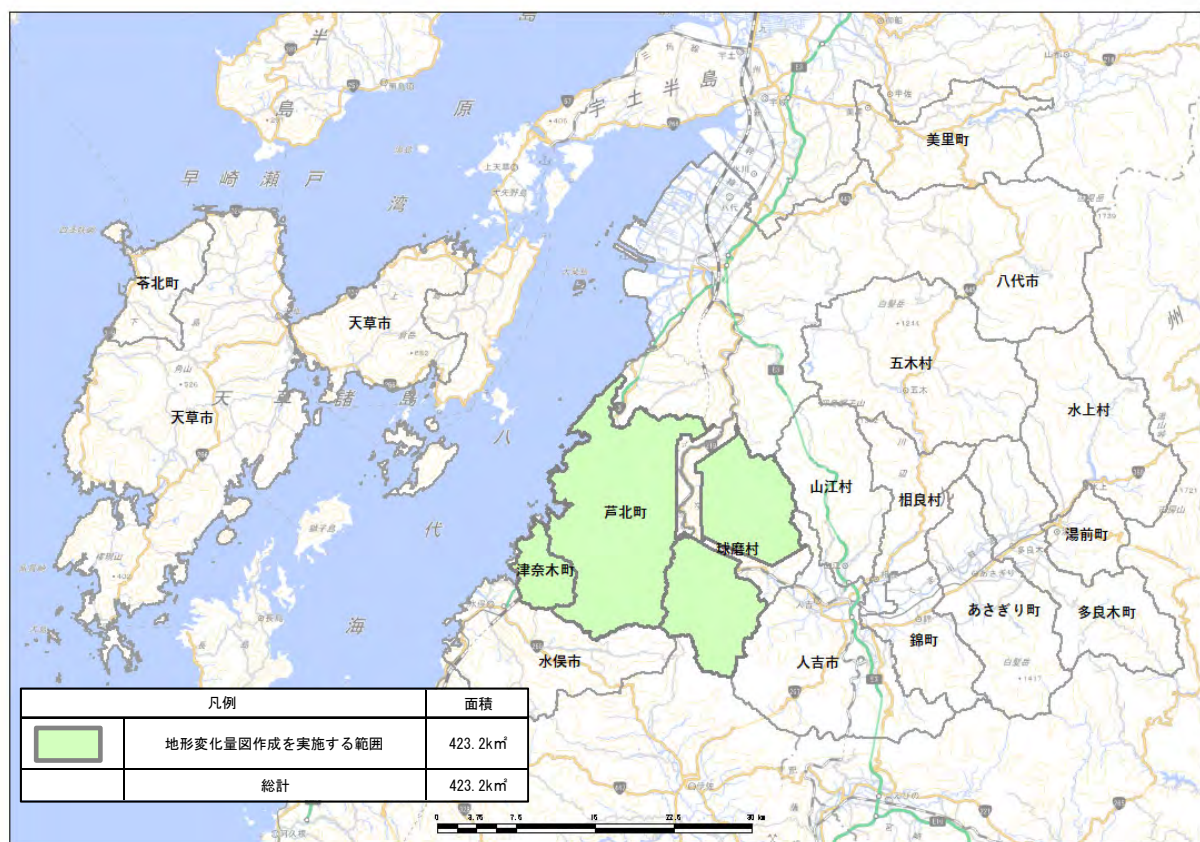


図 2.5.7 地形変化量図 作成範囲



これらをまとめると本業務でのデータ整備範囲は下表のとおりである。

表 2.5.2 データ整備範囲

| 成果データ                           | 対象面積                   | 備考                                                                                       |
|---------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) 航空レーザ計測範囲                   | 1771.9k m <sup>2</sup> | 業務対象エリア森林域面積 2788.1k m <sup>2</sup><br>のうち計測除外エリア内の森林面積<br>1016.2k m <sup>2</sup> を除いた範囲 |
| (2) オリジナルデータ作成<br>航空レーザ用写真地図データ | 2176.7k m <sup>2</sup> |                                                                                          |
| (3) グラウンドデータ作成                  | 2046.4k m <sup>2</sup> |                                                                                          |
| (4) グリッドデータ<br>等高線データ           | 3239.6k m <sup>2</sup> |                                                                                          |
| (5) 微地形表現地図<br>崩壊箇所等位置図         | 2495.3k m <sup>2</sup> |                                                                                          |
| (6) 地形変化量図                      | 423.2k m <sup>2</sup>  |                                                                                          |