

第2章 ガレキ堆積状況と津波火災との関係の考察

2.1 ガレキ堆積状況の把握

航空写真および航空レーザ測量データなどを用いて、東北地方太平洋沖地震の津波浸水域におけるガレキ堆積状況（範囲、種類、高さ）を把握した。

なお、東北地方太平洋沖地震では津波および地殻変動に伴って大規模な湛水区域が発生した¹⁵⁾が、航空写真や航空レーザ測量データからは水面下のガレキ堆積状況が把握できない。このため、航空写真に水面の写った地点のガレキ堆積状況は把握していない。

2.1.1 ガレキ堆積状況の把握方法

(1) ガレキ堆積範囲の把握（航空写真の画像解析）

1) 用いた航空写真

東北地方太平洋沖地震直後（3月12日～19日）に撮影された国土交通省国土地理院の航空写真（正射画像の高解像度版）のうち、岩手県、宮城県、福島県（相馬市以北）の沿岸部のデータを用いた。なお、国土交通省国土地理院 HP¹⁶⁾において低解像度版が公開されている。

2) 航空写真の画像解析方法

ガレキ堆積範囲をまずは機械判読した。そして、この結果の目視点検を行い、機械判読により誤判定した部分を修正した。

① 機械判読

福岡・越村(2013)¹⁷⁾を参考に行った。

なお、同文献において用いられた航空写真との地上解像度の違いなどに応じてパラメータの調整を行った。Rバンド分類(植生分類)の閾値については、航空写真の中で極端な色の違いが無い限り、航空写真の解像度ごとにほぼ同じ値を設定することができた。また、Bバンド分類(ガレキ分類)の閾値については、自動抽出するプログラムを作成して設定した。

② 目視点検

1/1,000の縮尺で目視点検を行い、機械判読により誤判定した部分を修正した。

(2) ガレキ堆積高さの把握（航空レーザ測量データの解析）

1) 用いた航空レーザ測量データ

東北地方太平洋沖地震のあと 2011 年 3 月～4 月にかけて測量されたオリジナル点群データ（地表物を含む高さ情報）、グラウンド点群データ（地表物を含まない高さ情報）、Digital Surface Model データ（数値表層モデルデータ、以下 DSM データ）、Digital Elevation Model データ（数値標高モデルデータ、以下 DEM データ）のうち、岩手県、宮城県、福島県（相馬市以北）の沿岸部の以下のデータを用いた。

- ・国土交通省国土地理院が管理する航空レーザ測量データ
（オリジナル点群データ、グラウンド点群データ）
- ・宮城県が保有する「宮城県沿岸部航空計測データ」
（オリジナル点群データ）
- ・岩手県が保有する「津波浸水区域航空測量業務委託成果品データ」
（DSM データ、DEM データ）

2) 航空レーザ測量データの解析方法

福岡・越村(2013)¹⁷⁾を参考に、(1)で把握したガレキ堆積範囲における DSM データと DEM データの高さの差を計算することで、ガレキ堆積高さを解析した。宮城県と福島県の沿岸部については、オリジナル点群データとグラウンド点群データのそれぞれのデータを内挿することにより DSM データと DEM データを作成した。福岡・越村(2013)¹⁷⁾は内挿の方法として逆距離加重法 (IDW 法) を採用しているが、本研究では、岩手県のデータに準拠して不整三角形網法 (TIN 法) を採用した。

解析の中で、(1)で把握したガレキ堆積範囲の誤差の影響で建物の高さをガレキ堆積高さとして抽出する場合などがガレキ堆積高さ 5m 以上の地点に集中していることが分かった。そこで、ガレキ堆積高さ 5m 以上の地点については、これを 0m として補正した。

なお、航空写真と航空レーザ測量データには、データ取得日に数週間のズレがある。その間に、道路の啓開等に伴ってガレキの移動が生じており、誤差の要因になっていることに留意が必要である。また、航空写真の取得時点で湛水しており、その時点では水面下にガレキのあった地点については、ガレキ堆積高さの解析対象外となっていることにも留意が必要である。

2.1.2 分析対象地区

分析対象地区を表 2.1.1、図 2.1.1～図 2.1.8 に示す。

分析対象地区は第 3 章と共通のものとして、航空レーザ測量データを借用した岩手県、宮城県、福島県（相馬市以北）の沿岸部の中から、津波火災の発生した地区をすべてと、津波火災の発生しなかった地区をひとつの市区町村から 1 地区を目安に選定した。

さらに、浸水の状況（海岸線と浸水の向き、地表の勾配）の違いを考慮し、石巻市については旧北上川の東西で、仙台市宮城野区については南北で、分析対象地区を 2 区分した。

表 2.1.1 分析対象地区の一覧

県名	市区町村名	地区名	津波火災	県名	市区町村名	地区名	津波火災
岩手	野田村	野田	—	宮城	気仙沼市	鹿折	○
	田野畑村	田野畑	—			本吉	—
	岩泉町	岩泉	—		南三陸町	歌津	—
	宮古市	田老	○			志津川	○
		津軽石	—		女川町	女川	—
	山田町	大沢	○		石巻市	石巻東	—
		北浜町	—			石巻西	○
		山田	○		東松島市	野蒜	—
		織笠	○		松島町	松島	—
	大槌町	田の浜	○		塩釜市	塩釜	—
		吉里吉里	—		七ヶ浜町	七ヶ浜	—
		赤浜	○		仙台市 宮城野区	仙台港北	—
	大槌	○	仙台港南			○	
	釜石市	鶴住居	—		仙台市若林区	荒浜	—
		釜石	—		名取市	閑上	○
	大船渡市	越喜来	—		岩沼市	岩沼	—
		大船渡	—		亘理町	亘理	—
陸前高田市	陸前高田	—	山元町	山元	—		
福島	相馬市	相馬	新地町	新地	—		
			相馬	—			

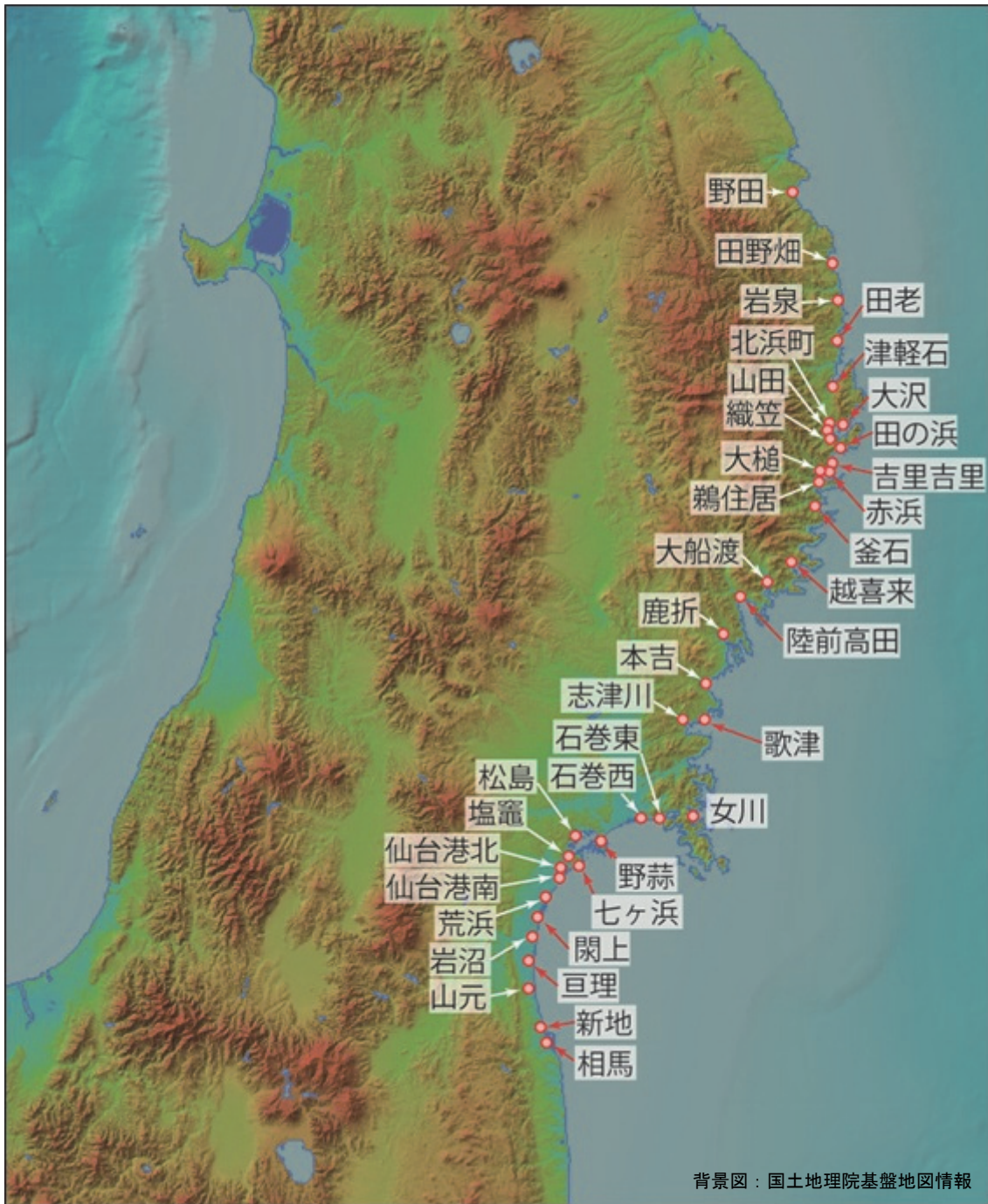


図 2.1.1 分析対象地区のおおよその場所¹⁸⁾をもとに作成

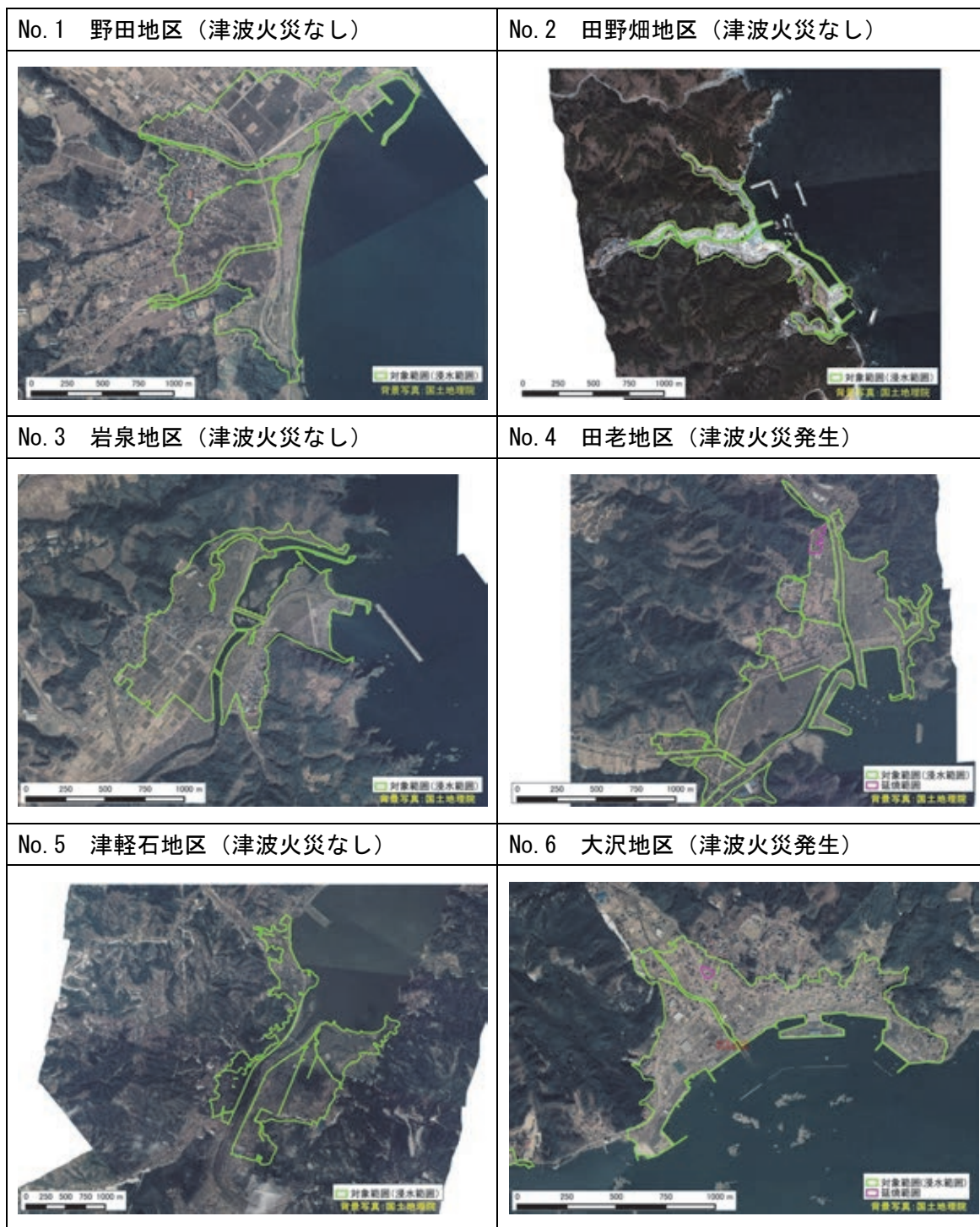


図 2.1.2 分析対象地区の範囲 (その1) 1.16)をもとに作成

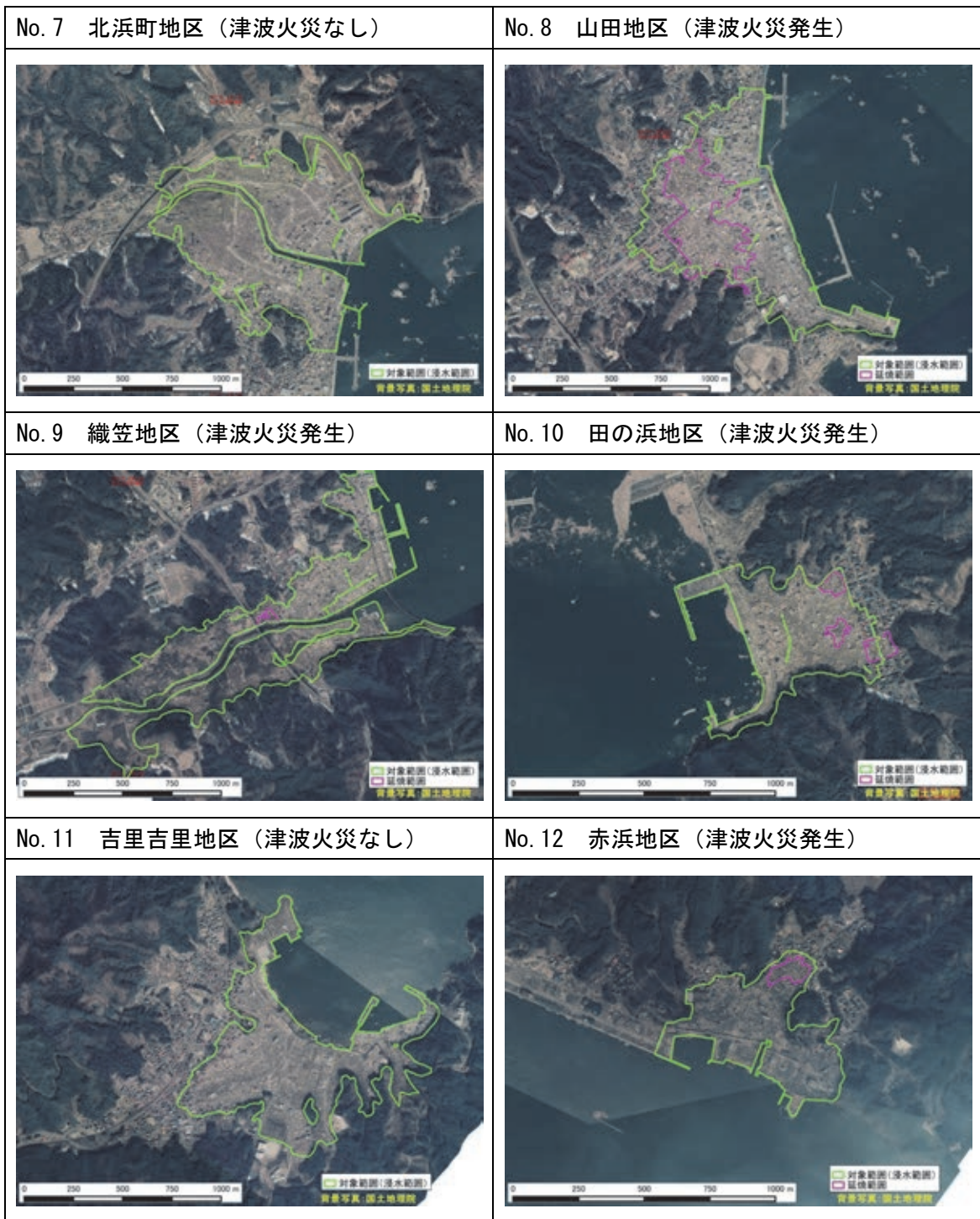


図 2.1.3 分析対象地区の範囲 (その2) 1.16)をもとに作成

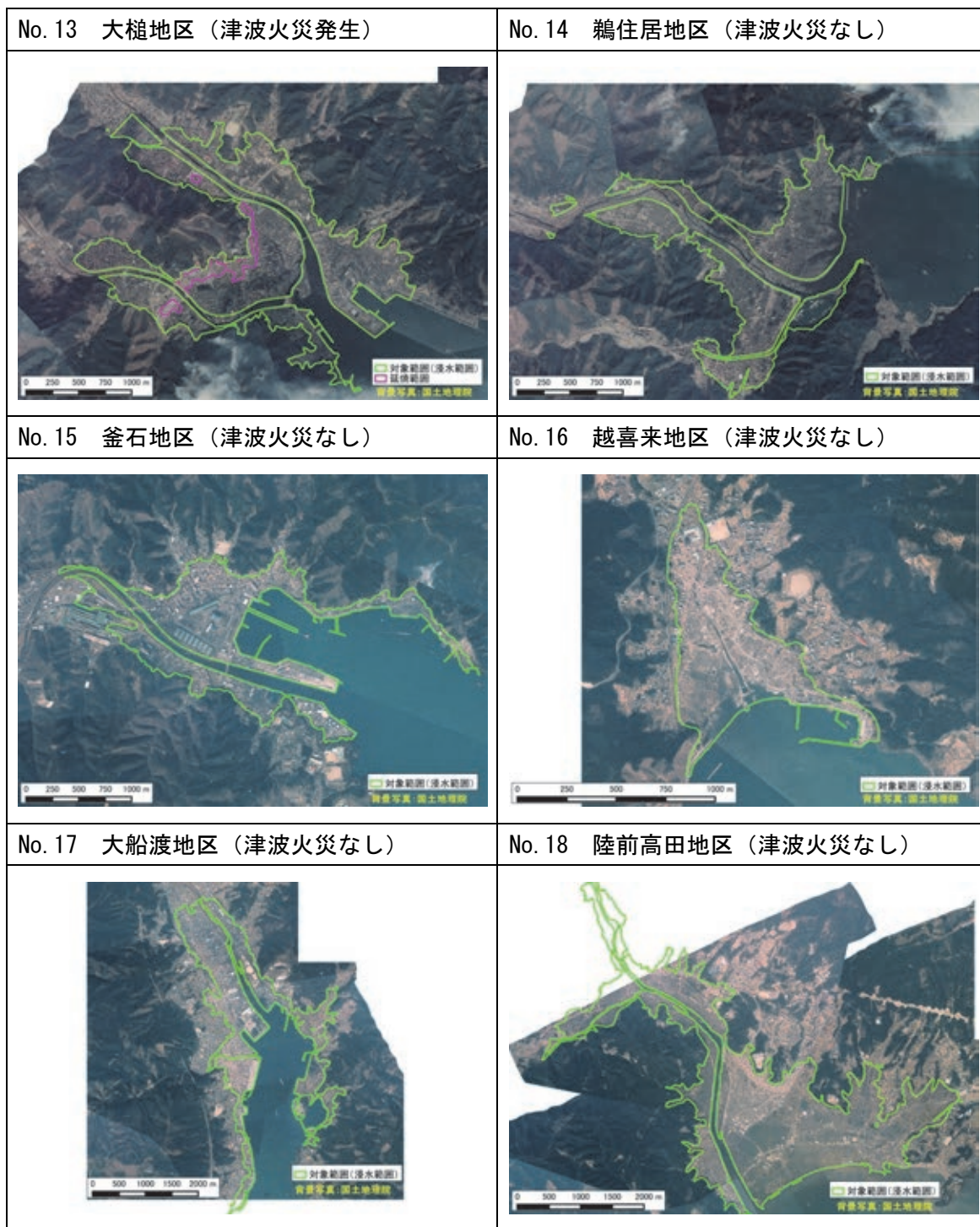


図 2.1.4 分析対象地区の範囲 (その3) 1.16) をもとに作成

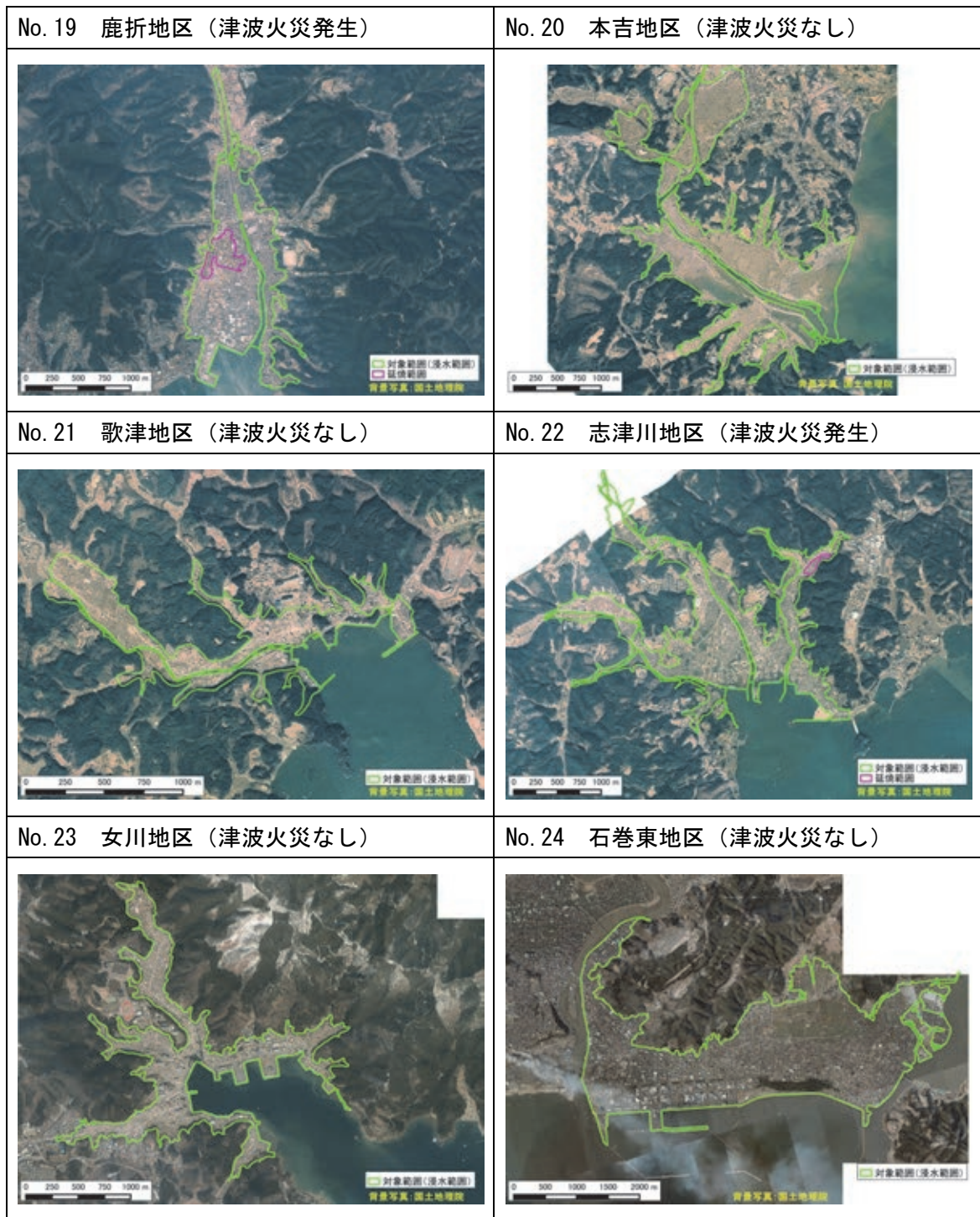


図 2.1.5 分析対象地区の範囲 (その4) ^{1.16)}をもとに作成

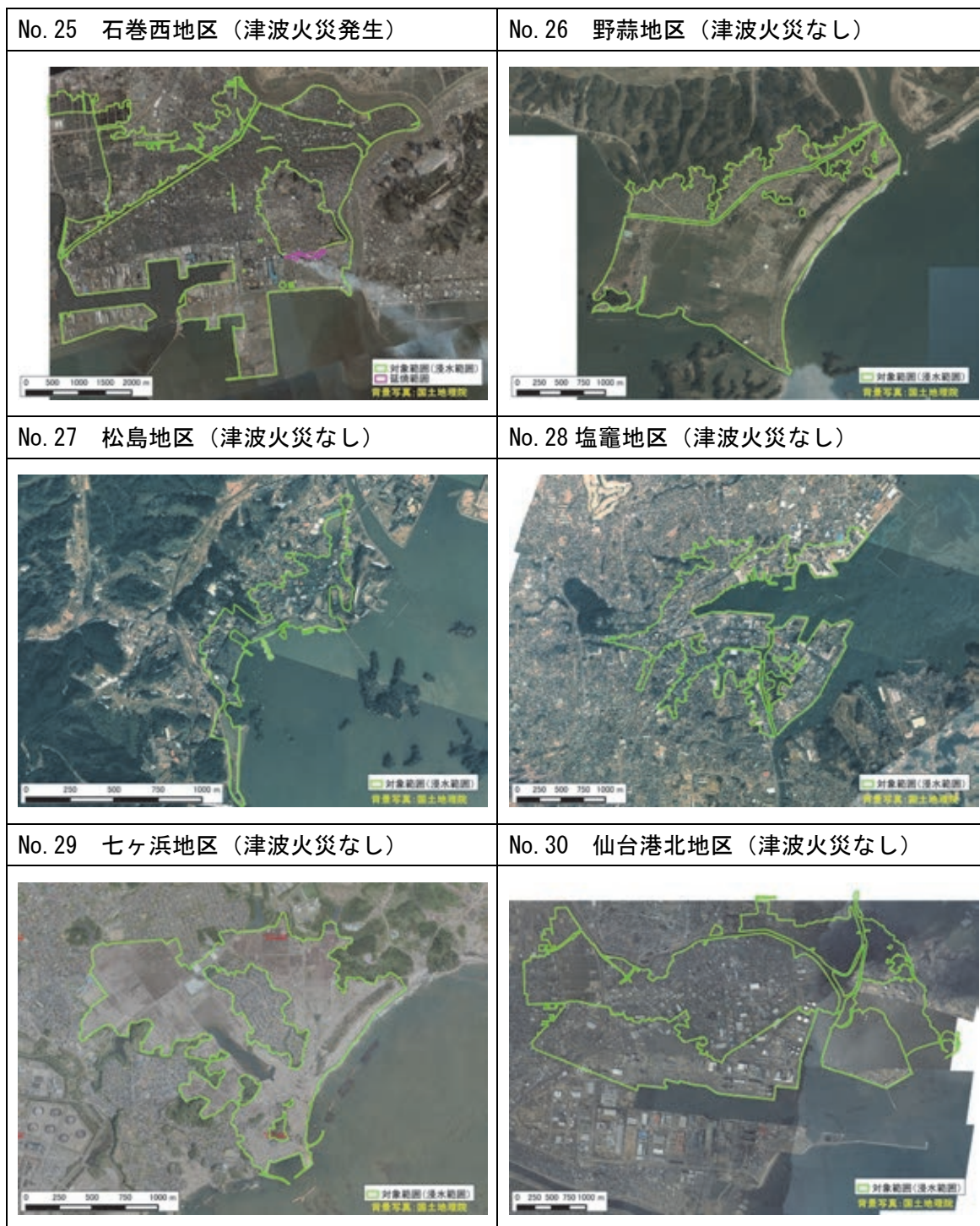


図 2.1.6 分析対象地区の範囲（その5）^{1.16)}をもとに作成

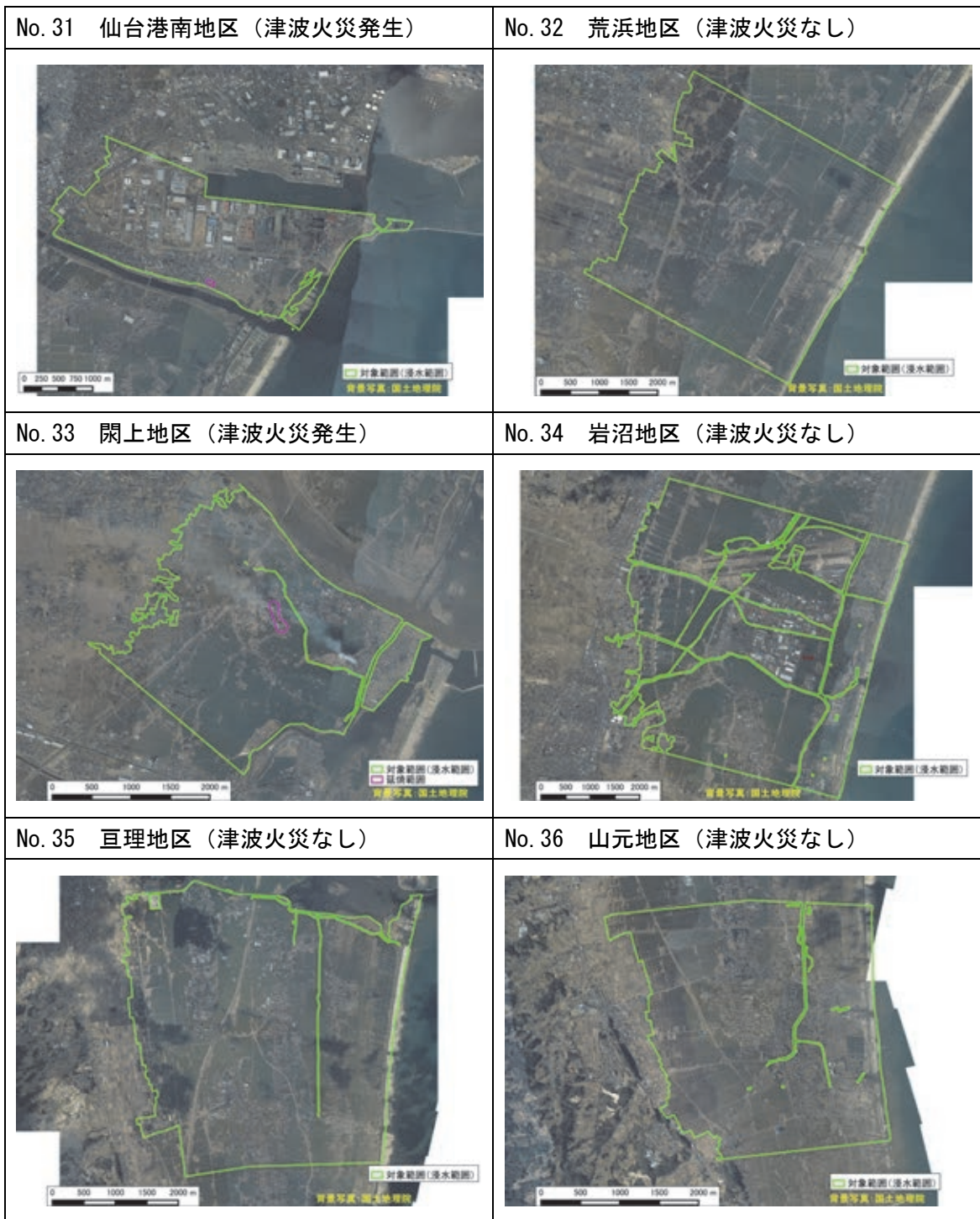


図 2.1.7 分析対象地区の範囲 (その6) 1.16)をもとに作成

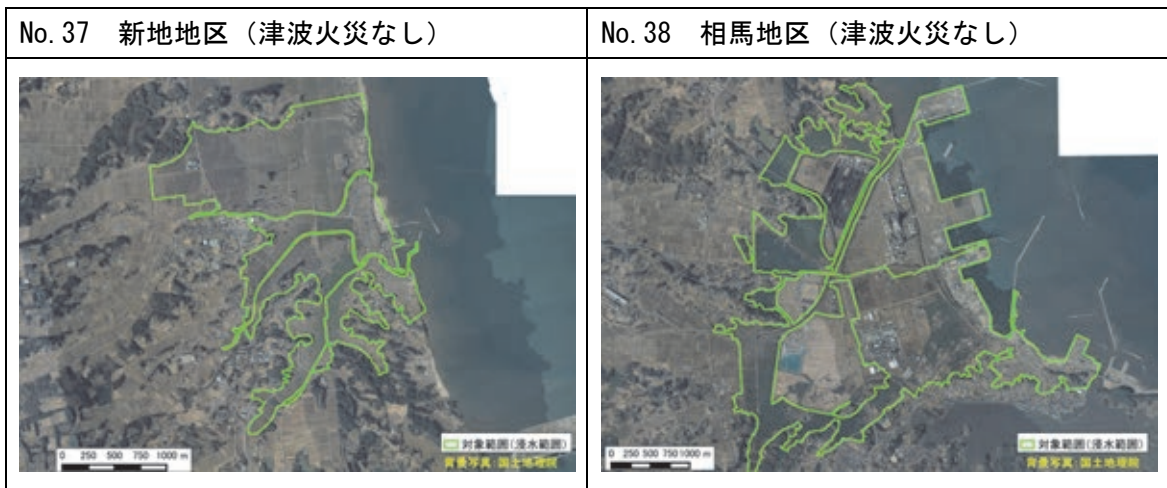


図 2.1.8 分析対象地区の範囲（その7）^{1,16)}をもとに作成

2.1.3 ガレキ堆積状況の把握結果

結果を図 2.1.9 に示す。地区によって分析対象地区の大きさが異なるため、ガレキの堆積高さを分析対象地区の全体の面積で除した平均堆積高さとして示す。

結果を見ると、女川地区から北側の三陸海岸では、石巻東地区から南側の大規模な平野部よりもガレキの平均堆積高さが高く、両者で様相が異なる。実際に津波火災の発生した地区も前者に偏っており、津波火災のリスクの大きさが前者と後者と異なっていたと考えられる。分析対象地区に占める水田や田畑の割合の違いや津波の高さの違いが関係しているものと推察される。この結果に基づいて、第3章では、前者と後者で分析対象地区を区別し、それぞれの分類ごとにリスクモデルの構築を目指すこととする。

なお、実際に津波火災の発生した地区については、津波火災の発生しなかった周辺の地区よりもガレキの平均堆積高さが高いように見える。また、津波火災の延焼範囲の大きかった地区についてはガレキの焼失の影響を含むこと、特に石巻東地区から南側については航空写真に水面の写った地点のガレキ堆積状況を把握しなかった影響を含むこと、ガレキだけでなくヘドロなども含んだ高さであることに留意が必要である。

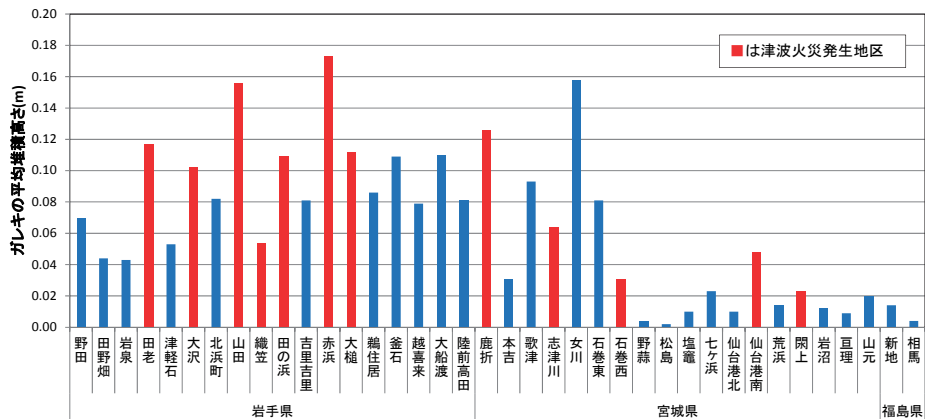


図 2.1.9 ガレキの平均堆積高さ

2.2 ガレキ堆積状況の分類と定性的な考察

ガレキ堆積状況を観察して分類し、分類ごとに津波火災との関係を定性的に考察した。

(1) 浸水深の大きい市街地のすぐ背後の浸水深の小さい市街地

1) 浸水深の大きい市街地に含まれる住宅の割合が高い場合（例：図 2.2.1）

建物の多くが流失を免れた最大浸水深 2m 以下の範囲と、ガレキの多く堆積する最大浸水深 2~4m の範囲が、ガレキで連続的に広がる。山田地区や鹿折地区など同様の複数の場所で津波火災が発生したと考えられるため、このような場所の津波火災のリスクは大きいと考えられる。

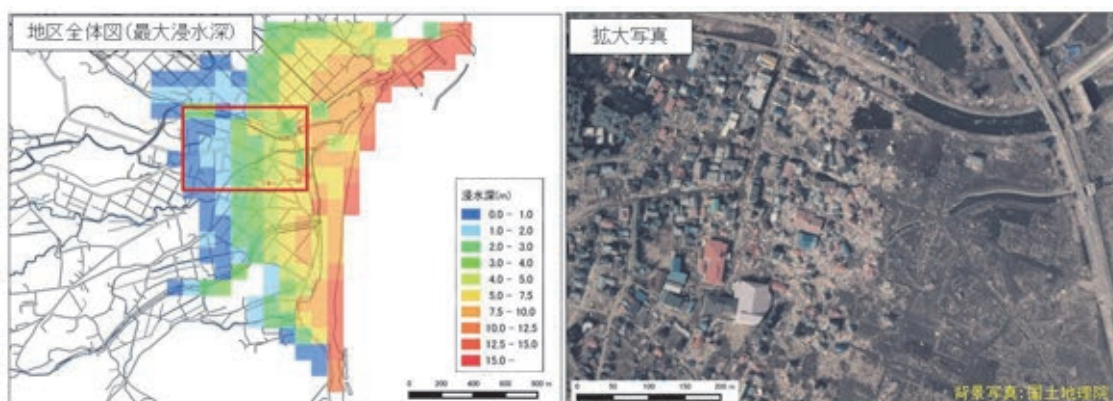


図 2.2.1 野田地区 16, 18, 19) をもとに作成

2) 浸水深の大きい市街地に含まれる住宅の割合が低い場合（例：図 2.2.2）

1) と比べて、ガレキが少なく、建物とガレキの連続性が弱く、1) よりは津波火災のリスクは小さいと考えられる。

なお、例示した場所については、元々の市街地が比較的密集した住宅地で、火災が発生した場合に広く延焼するリスクの考えられる場所なので、仮に津波火災が発生する確率は低くても、発生した場合のリスクは大きいと考えられる。

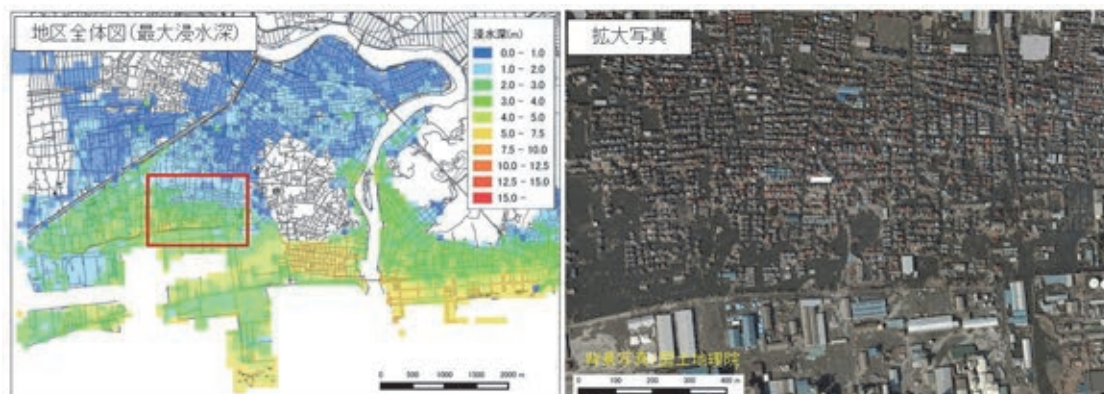


図 2.2.2 石巻西地区（南西部） 16, 18, 19) をもとに作成

(2) 浸水深の大きい市街地のすぐ背後の山際（例：図 2.2.3）

ガレキ、流失を免れた建物が山際に混在している。石巻西地区や大槌地区など同様の複数の場所で津波火災が発生したと考えられるため、このような場所の津波火災のリスクは大きいと考えられる。

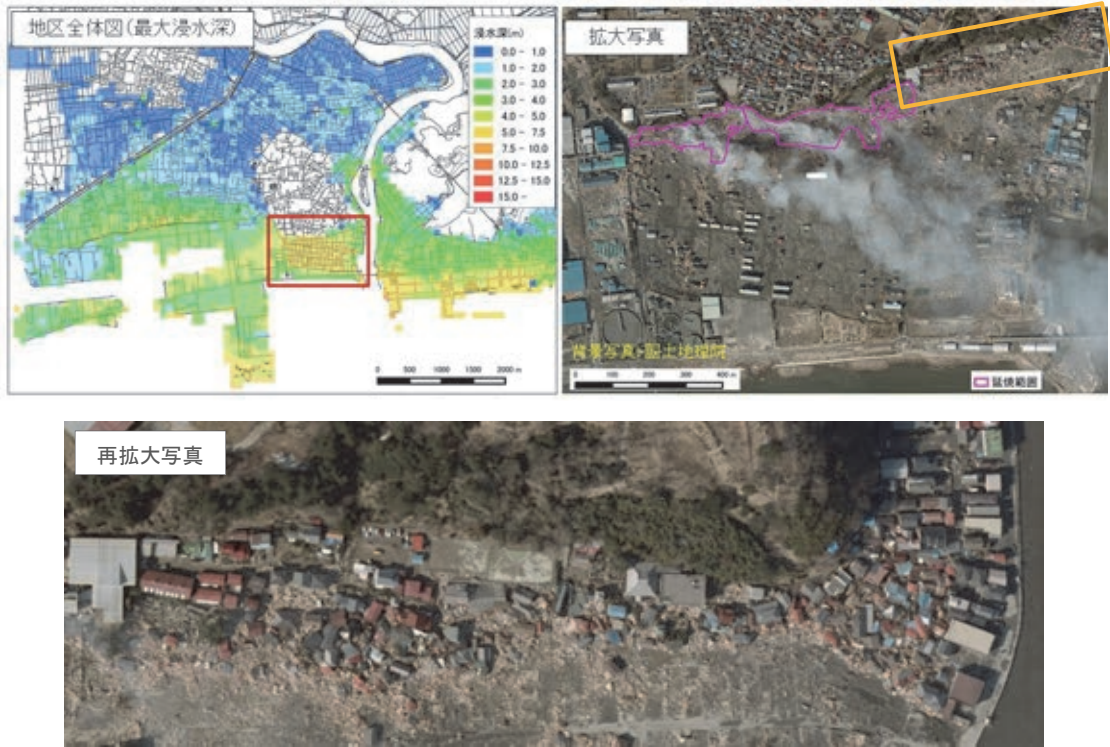


図 2.2.3 石巻西地区（南東部） 16, 18, 19)をもとに作成

(3) 浸水深の大きい市街地の背後の開けた場所（例：図 2.2.4）

ガレキが広い範囲に低く堆積している。閉上地区では同様の場所で津波火災が発生したと考えられるが、荒浜地区から南側の同様な場所の広がり比べて津波火災の事例は少なく、(1)や(2)より津波火災のリスクは小さいと考えられる。

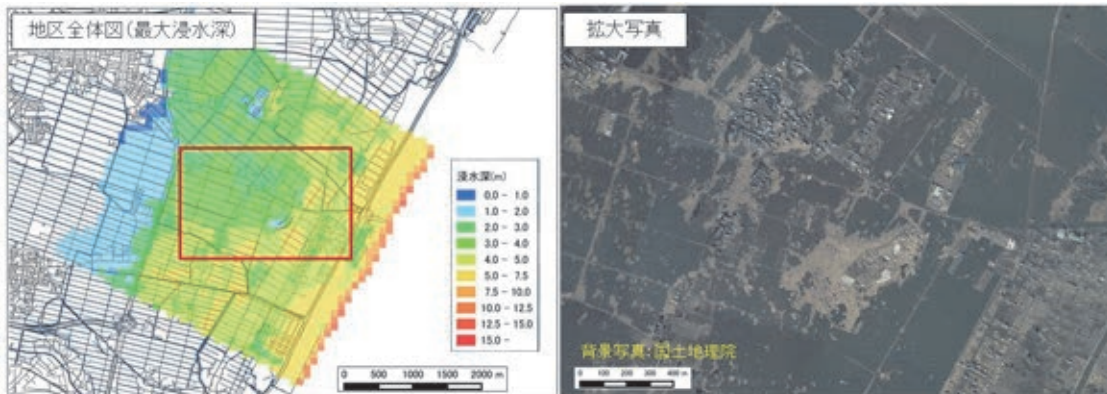


図 2.2.4 荒浜地区 16, 18, 19)をもとに作成

(4) 全域の浸水深が大きい場所（例：図 2.2.5）

山沿いにガレキが高く堆積する場所が広がる。その中には、流失を免れた建物はあまり見られない。同様の場所は複数見られるが、津波火災が発生したと考えられる事例はなく、(1)や(2)より津波火災のリスクは小さいと考えられる。

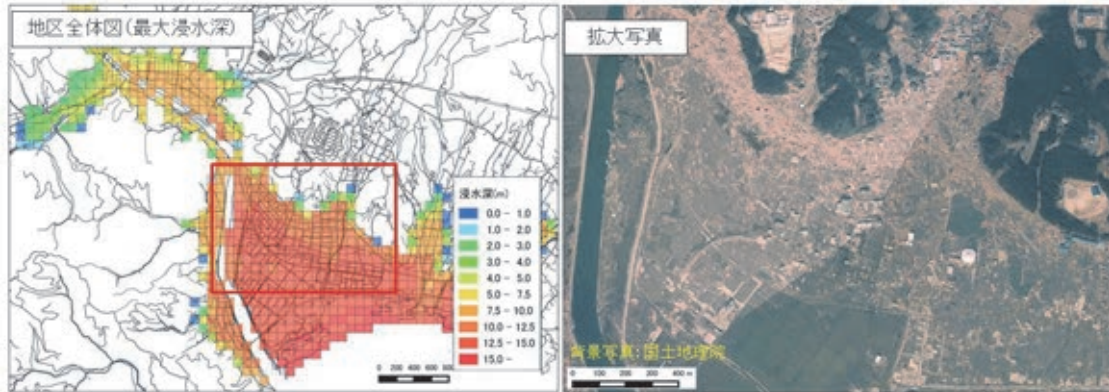


図 2.2.5 陸前高田地区 16, 18, 19)をもとに作成

(5) 浸水深の大きい市街地から離れた市街地（例：図 2.2.6）

ガレキは見られず、ガレキと関係した津波火災のリスクは相応に小さいと考えられる。

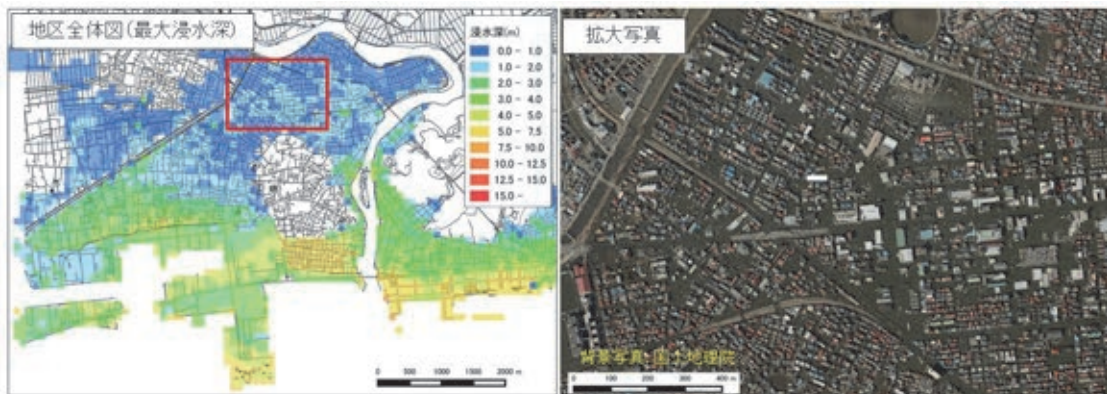


図 2.2.6 石巻西地区（北東部） 16, 18, 19)をもとに作成