

3 下水道管路施設の被災概況

3.1 被災状況整理・被災傾向分析方針

3.1.1 収集資料

国土交通省公表資料（平成 29 年 3 月 14 日現在）¹²⁾、および災害査定資料、被災路線のテレビカメラ調査報告書、被災路線の管路属性が分かる資料（下水道台帳、図面等）、その他分析に必要な地形区分図等を収集し、下水道管路施設の被災状況の整理・分析を行った。

災害査定資料等に基づく被災路線のスパン数と延長は、表-6 に示す通りである。

表-6 被災路線のスパン数と延長

団体名	スパン数		被災延長 (km)	備考
	管きよ被災のみ	人孔被災含		
熊本県流域下水道	12	28	1.1	八代北部流域
熊本市	1,209	1,887	52.7	
宇土市	31	73	1.1	
宇城市	15	19	1.2	
阿蘇市	63	117	2.3	
御船町	45	60	1.3	
嘉島町	119	172	4.4	
益城町	662	1,023	22.4	
合計	2,156	3,379	86.4	

3.1.2 整理・傾向分析方針

被災状況の整理・傾向分析は、災害査定資料やテレビカメラ調査報告書におけるスパン毎の被災状況を下記の項目毎に整理した上で、傾向分析を行った。

- (1) 団体別被災状況
- (2) 管種別被災状況
- (3) 布設年度別被災状況
- (4) 管径別被災状況
- (5) 土被り別被災状況
- (6) 施工方法（開削／推進）別被災状況
- (7) 被災パターン分類
- (8) 地盤特性と被災の関係

3.2 整理・傾向分析結果

3.2.1 団体別被災状況

- 震度 6 弱以上の地域で管路被害が生じた（震度 5 強以下は被害なし）。
- 震源地に近い益城町の被災率が高い
- 全体の被災率は、過去地震と同程度

下水道管路施設被災は、八代北部流域下水道（八代市、宇城市、氷川町）、熊本市、宇土市、宇城市、阿蘇市、御船町、益城町、嘉島町の 1 流域下水道 7 市町で発生した。

下水道管路施設の被災は、表-7 に示す通り、熊本県内の 1 流域下水道 7 市町約 86 kmであった。被災都市全体の管路被災率（被災延長/管路延長）は 2.7 %であり、過去に発生した地震と比較すると同程度であった。

震源地に近い益城町では最も高い約 13 %であり、同規模の震度でも、自治体間で大きな差が生じた。熊本市の被災率は約 2.1 %と低いが、全体の被災延長の 6 割にあたる約 50 kmが被災した。

表-7 下水道管路施設の被災延長と被災率

都市名	被災延長 (km)	管理延長 (km)	被災率※	最大震度	最大応答 加速度
熊本県八代北部流域	1.1	14.9	7.4%	6 弱	246gal
熊本市	52.7	2,543.8	2.1%	6 強	843gal
宇土市	1.1	144.5	0.7%	6 強	882gal
宇城市	1.2	186.9	0.6%	6 強	564gal
阿蘇市	2.3	68.4	3.2%	6 弱	403gal
御船町	1.3	72.4	1.8%	6 弱	499gal [※]
嘉島町	4.4	51.4	8.8%	6 強	622gal [※]
益城町	22.4	169.5	13.2%	7	1,362gal
熊本地震（計）	86.4	3,251.8	2.7	7	1,362gal
東日本大震災	675	65,001	1.0%	7	2,933gal
新潟県中越地震	152	3,293	4.6%	7	2,515gal
能登半島地震	15	652	2.3%	6 強	544gal

※最大震度は気象庁発表。最大加速度は防災科学研究所K-NET⁴⁾より取得。ただし御船町と嘉島町の最大加速度は地方公共団体震度計の波形データ（気象庁HP¹³⁾）より取得。

※被災率（%）＝被災延長÷被災都市の下水道管路管理延長×100

3.2.2 管種別被災状況

- 被災した管種は塩ビ管（被災延長全体の 50 %）とコンクリート管（同 45 %）
- リブ付塩ビ管も一部で被災

管種別被災延長割合を図-4 に示す。被災管路のほとんどがコンクリート管（HP）と塩ビ管（VU）であるが、これは被災都市全布設延長の約 6 割を塩ビ管（リブ付塩ビ管含む）、約 4 割をコンクリート管が占めていることによるものである。また、リブ付塩ビ管（PRP）は、埋め戻し材として透水性の高い砕石を使用している箇所でも被災が確認された。

東日本大震災の被災状況と比較すると（図-5）、コンクリート管の被災率が約 3 倍、塩ビ管（リブ付塩ビ管含む）の被災率は同一となっている。なお、熊本県においては陶管の採用が極めて少ないため、被災延長も僅かである。

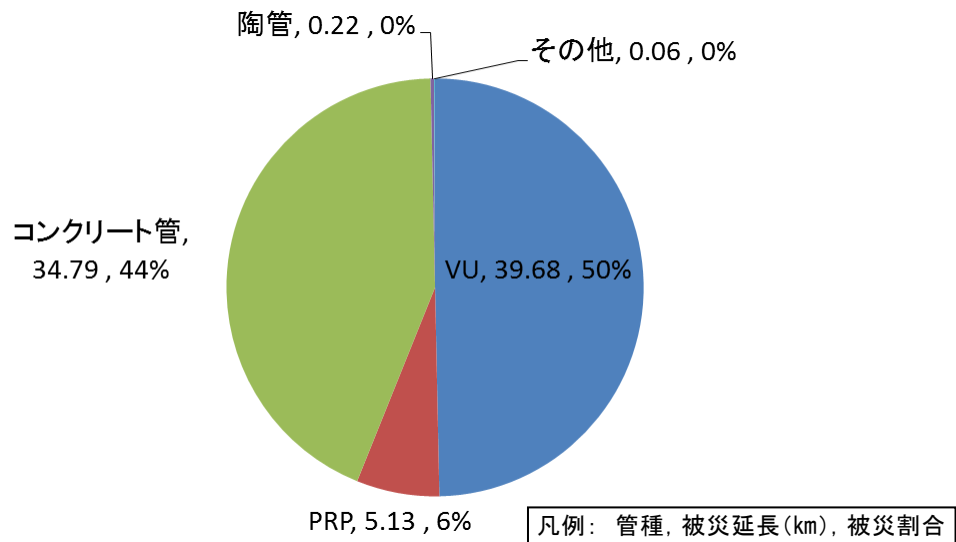


図-4 管種別被災延長割合

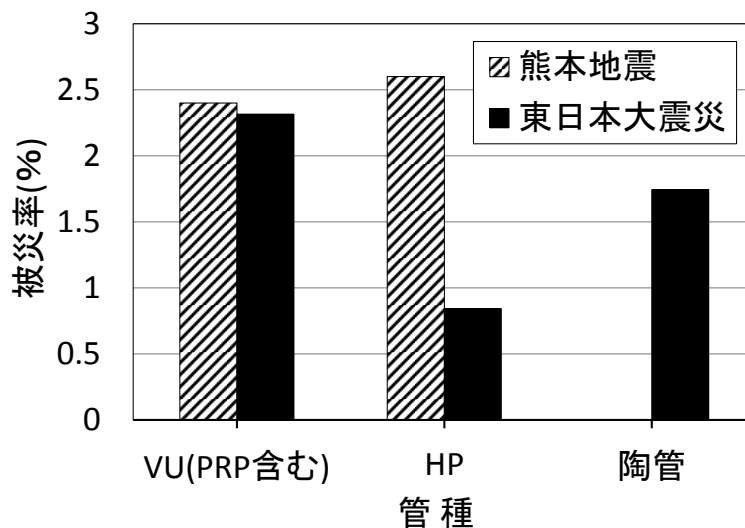


図-5 管種別被災率（熊本地震と東日本大震災）

3.2.3 布設年度別被災状況

- 平成 15 年以前の布設管路の被災延長が長い
- 耐震指針改訂後となる平成 16 年以降の管路にも被害あり

布設年度別被災延長を図-6 に示す。これまでの「下水道施設の耐震対策指針と解説」の改訂履歴としては、平成 9 年改訂の下水道施設の耐震対策指針と解説— 1997 年版—¹⁴⁾（平成 9 年耐震指針）には阪神淡路大震災の液状化被害を踏まえた対策として地盤改良の必要性が記載され、平成 16 年新潟県中越地震時の埋戻し 3 工法の提言¹⁵⁾（平成 16 年緊急提言）を受け平成 18 年に改訂された下水道施設の耐震対策指針と解説—2009 年版—¹⁶⁾に追加された。このため、管路耐震化の設計方法、技術基準等の大きな年代的区切りを、平成 9 年、平成 16 年として以下に整理した。

平成 9 年耐震指針前に布設（平成 9 年以前）された管路の被災率は 2.1 %、平成 16 年緊急提言前に布設（平成 10 年～平成 15 年）された管路の被災率は 2.7 %であった。平成 9 年以前の被災率が低いのは、震度が小さく、被災の少なかった熊本市北部のエリアが多く含まれることや、エイジング効果によるものと推測される。

これに対して、耐震設計のうえ布設されている平成 16 年以降に布設（平成 16 年以降）された管路の被災率は 1.3 %であり、旧指針に比べると低く、耐震効果が現れているものの一部で被災が確認された。

【→ 4. 原因分析にて詳述】

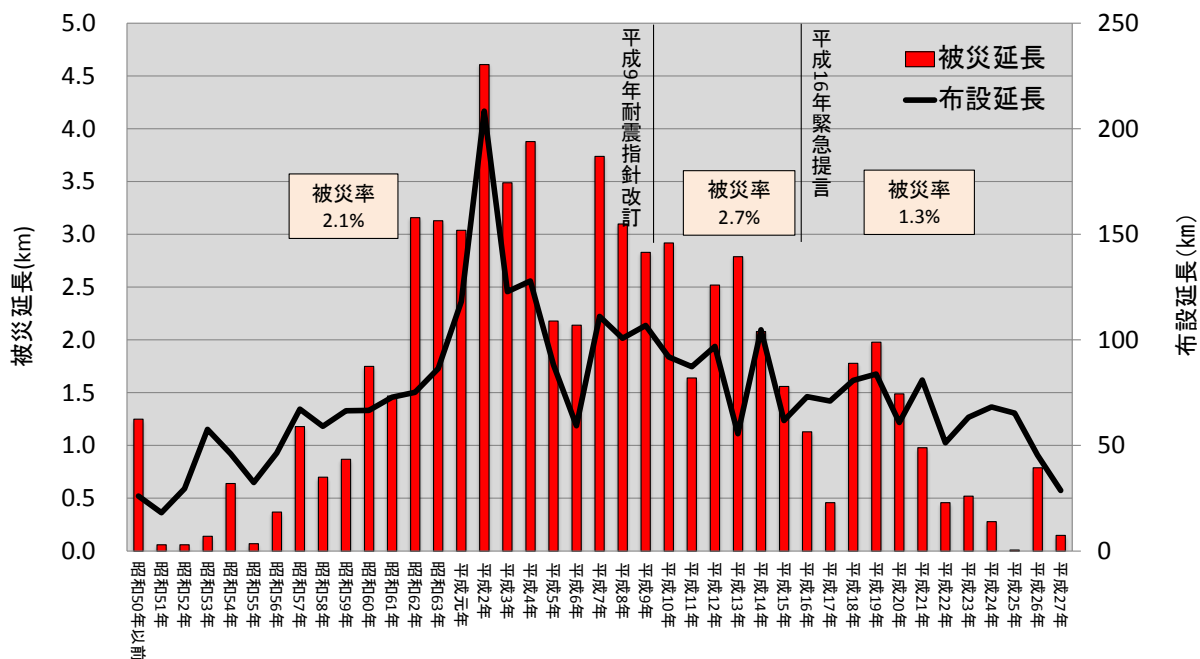


図-6 布設年度別被災延長（被災都市合計）

3.2.4 管径別被災状況

- 被災延長の約 6 割が ϕ 200 mm 以下
- ϕ 800 mm ~ ϕ 1,650 mm の中大口径管も被災

管径別被災延長を図-7 に示す。被災管路のほとんどが小口径管であり、 ϕ 150 mm ~ ϕ 200 mm で全体の約 6 割を占めた。これは、布設総延長に占める小口径管の割合が高いこと、開削工法の布設割合が多いこと、土被りが比較的浅く液状化の影響を受けやすいこと等に起因したものと推察された。

また、旧熊本市と益城町については、 ϕ 800 mm ~ ϕ 1,650 mm の中大口径管も被災していることが確認された。

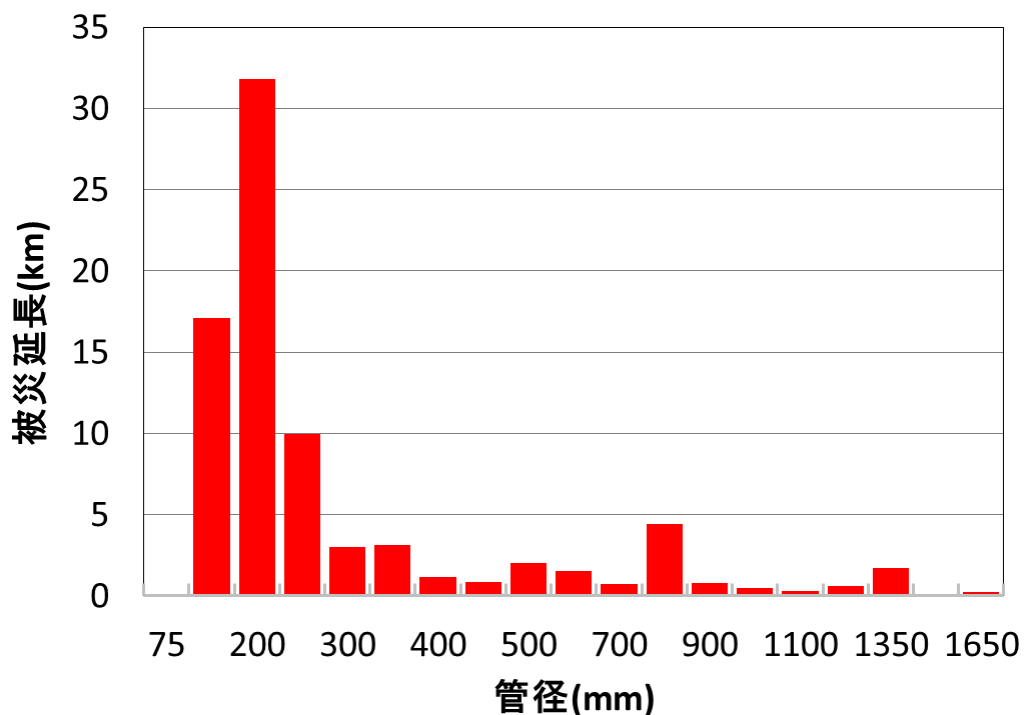


図-7 管径別被災延長

3.2.5 土被り/施工方法別被災状況

- 被災延長の約 8 割が土被り 4 m 以浅
- 推進工法の被災延長が過去地震と比較すると多く、被害全体の 1 / 4 に及ぶ

土被り別被災延長を図-8 に示す。土被り 4 m 以浅の埋設管が全体の約 8 割を占めており、主に開削工法で施工した箇所が被災した。

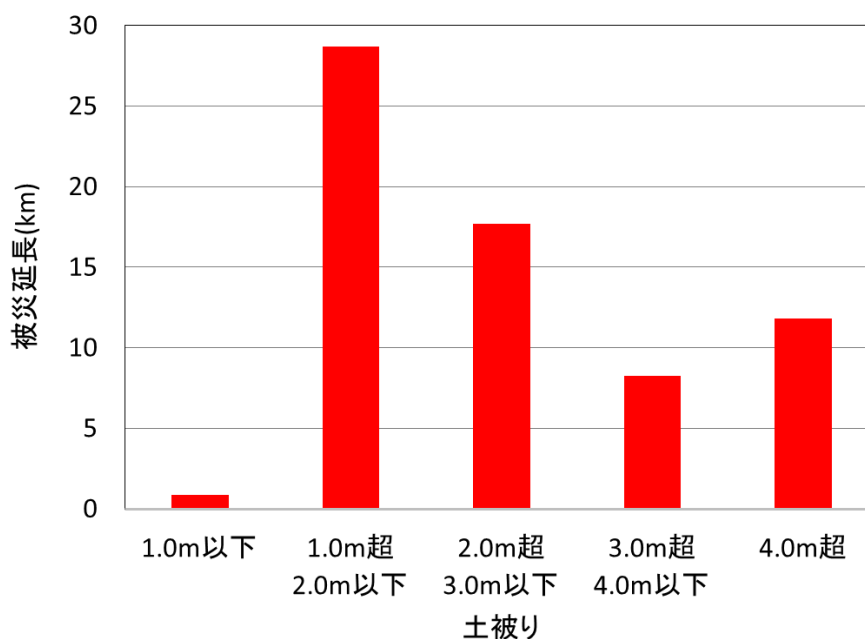


図-8 土被り別被災延長

土被りや当時の施工方法、地震後の復旧方法を参考に、施工方法を開削と推進で整理すると、図-9 に示す通りとなる。開削工法の被災延長が推進工法に比べ大きいのは、一般に総延長に対する開削区間の延長の割合が高いことと、土被りが浅く、埋戻し土の液状化など地盤変状の影響を受けやすいためと考えられた。

また、被災延長全体の約 25 %が推進工法区間であり、東日本大震災における同割合 2.5% (図-10) と比べて非常に高い値を示した。特にコンクリート管については、推進工法と開削工法が同程度の割合で被災しており、地域的には八代北部流域下水道(八代市、宇城市、氷川町)、宇土市、宇城市、嘉島町で推進工法の被災割合が大きい。

図-11、図-12 に推進工法区間の管種・布設年度別被災延長を示す。コンクリート管(図-11)については、平成 16 年緊急提言前に施工された管路の被災延長が大きい。また、塩ビ管(図-12)については、平成 16 年以降の新しい管路も一部被災していた。

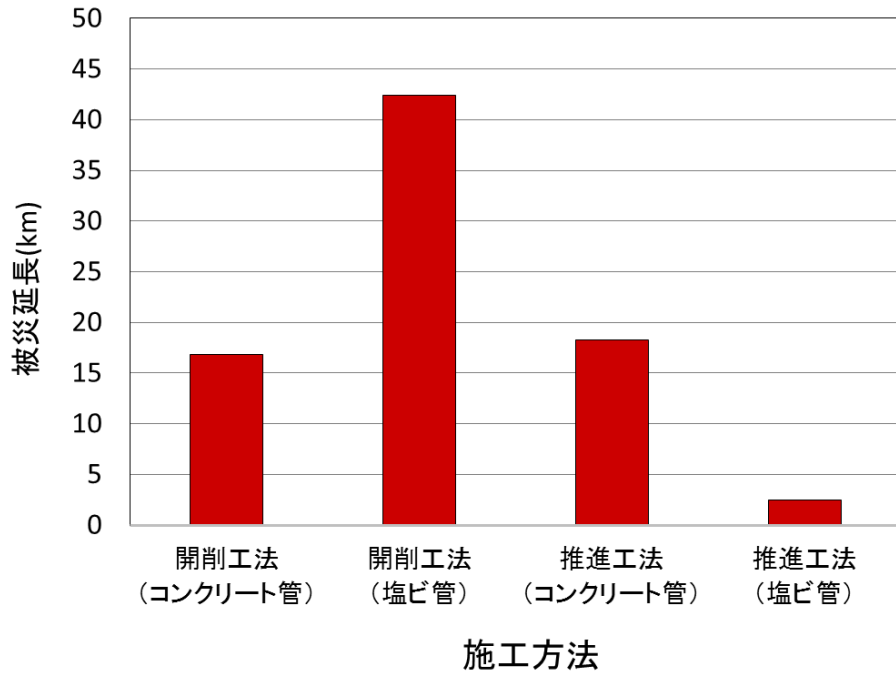
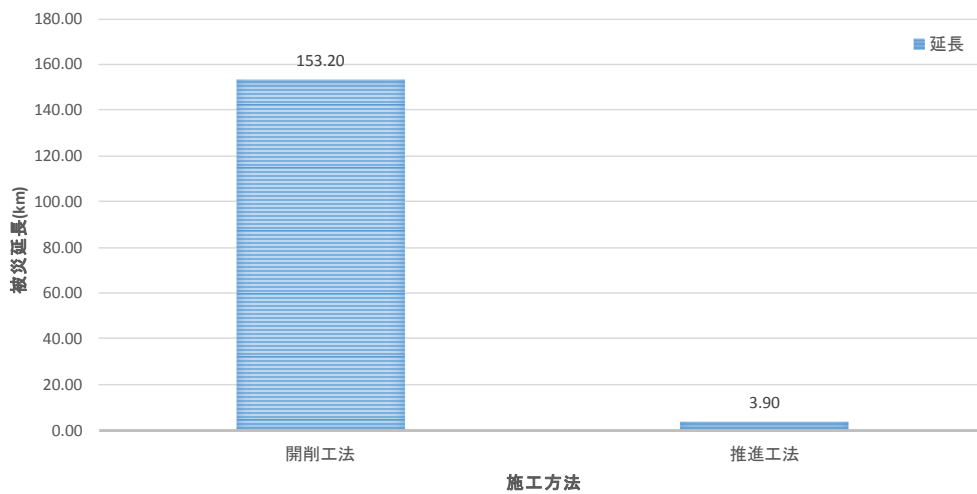


図-9 施工方法別管種別被災延長



※調査対象：施工方法が明確に区分された約 160 km（4000 スパン）の内訳

図-10 東日本大震災施工方法別被災延長

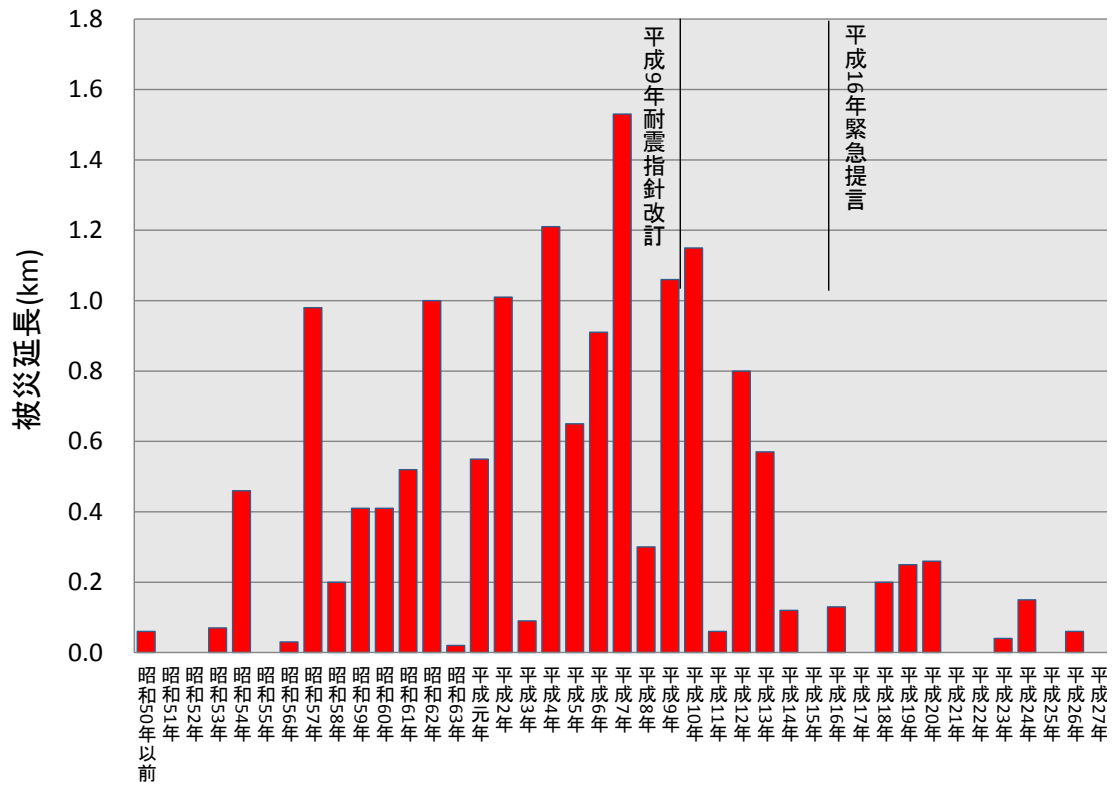


図-11 推進工法区間布設年度別被災延長（コンクリート管）

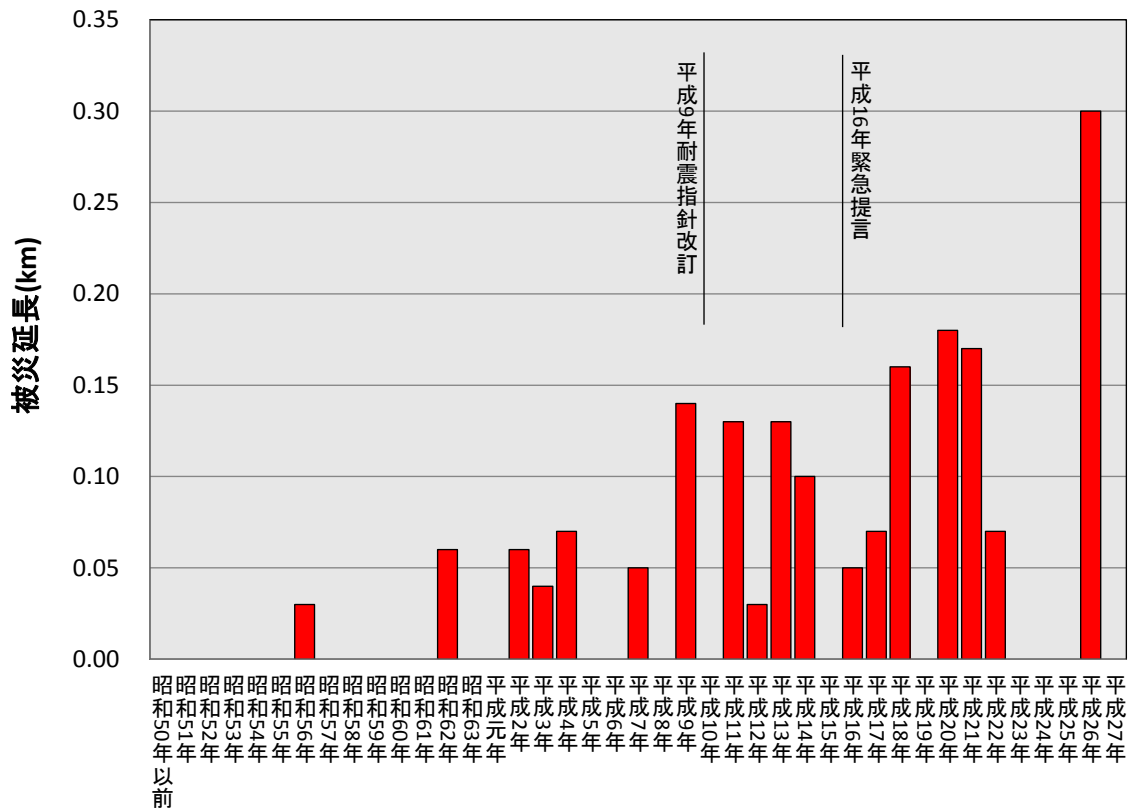


図-12 推進工法区間年度別被災延長（塩ビ管）

次に、推進工法区間の管種・管径別被災延長を図-13、図-14に示す。コンクリート管（図-13）については、口径が小さいほど被災延長が大きい傾向にあるが、過去の大地震では被害が比較的少なかった中大口径管（φ 800 以上）が推進工法被害全体の約 20 %を占めた。【→4. 原因分析にて詳述】

一方、塩ビ管（図-14）は布設延長の多い φ 200 mm が多く被災した。

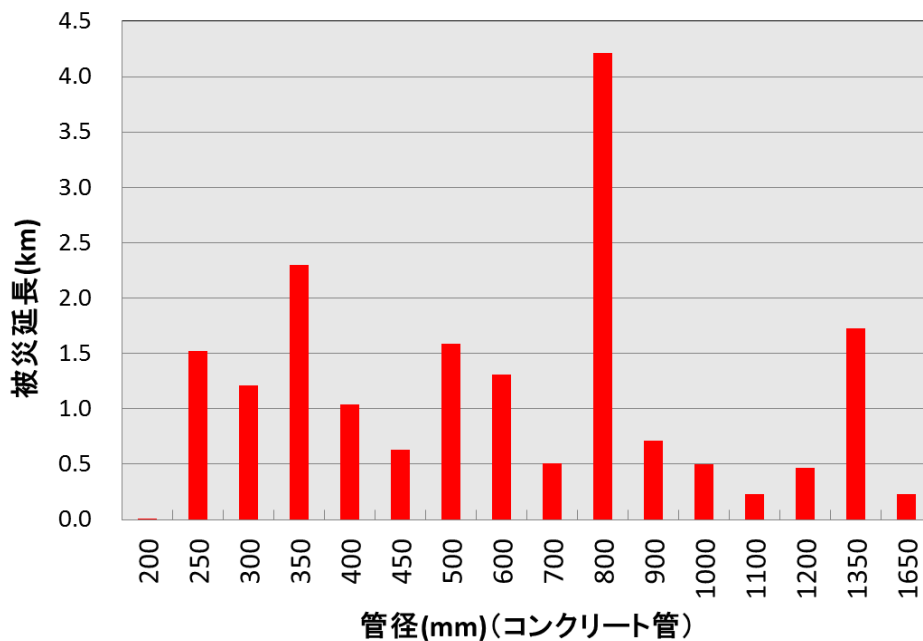


図-13 推進工法区間管種・管径別被災延長（コンクリート管）

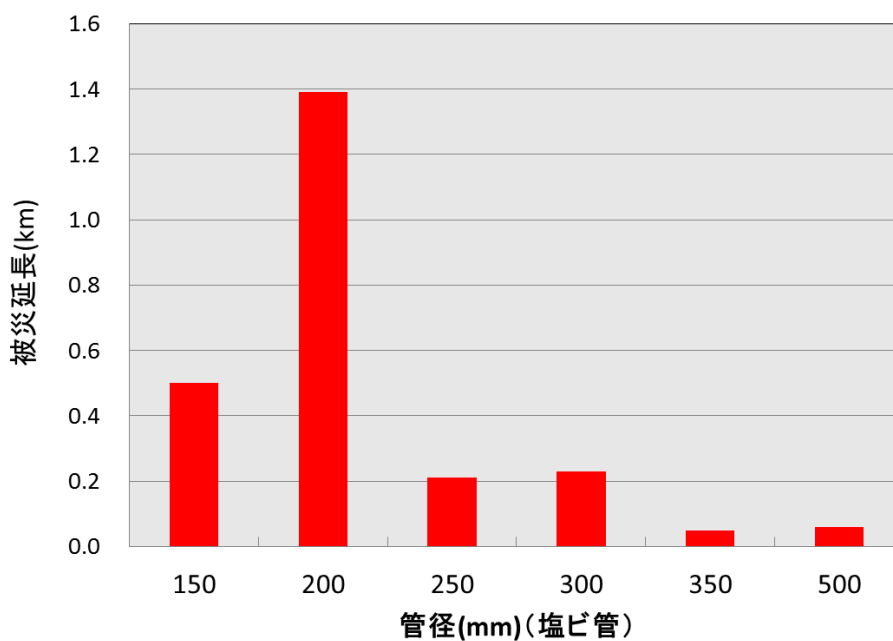


図-14 推進工法区間管種・管径別被災延長（塩ビ管）

3.2.6 被災パターン

- コンクリート管では、破損・クラックが全延長の 約 60 %で発生
- 塩ビ管は、液状化に起因するたるみ・蛇行が多く（約 60 %）、破損例もある推進工法の被害が過去地震と比較すると多く、被害全体の 25 %に及ぶ

コンクリート管の被災パターン割合を図-15、塩ビ管を図-16 に示す。

熊本地震においては、コンクリート管の被災要因としては継手の破損、管軸方向や継手部のクラックが多く、その割合はコンクリート管の全被災延長の約 60 %に及んだ。実際の被災事例を、写真-1～写真-4 に示す。

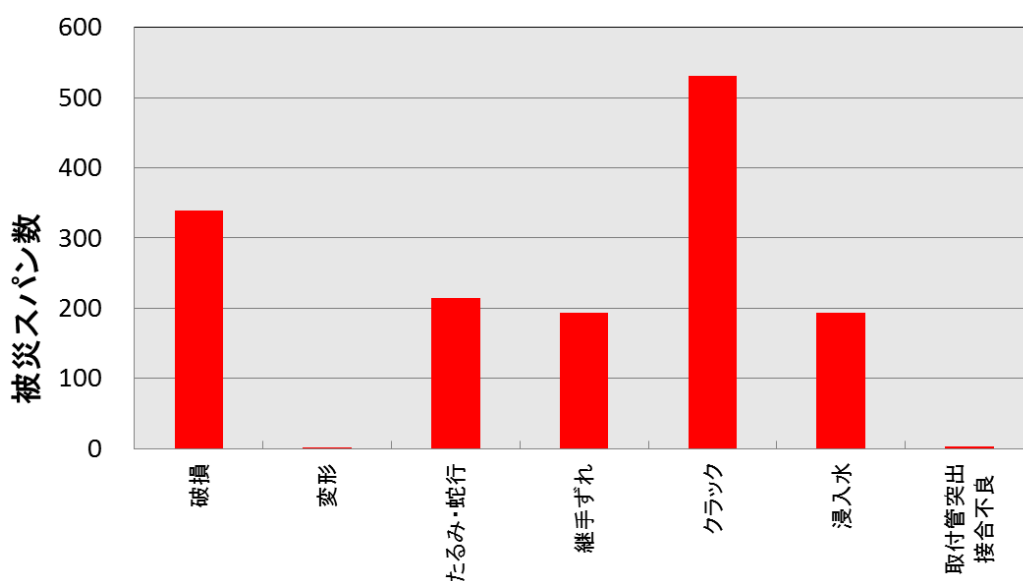


図-15 被災パターン（コンクリート管）



写真-1 コンクリート管の破損（宇土市）



写真-2 コンクリート管の円周方向クラック（益城町）



写真-3 コンクリート管のたるみ（熊本市）

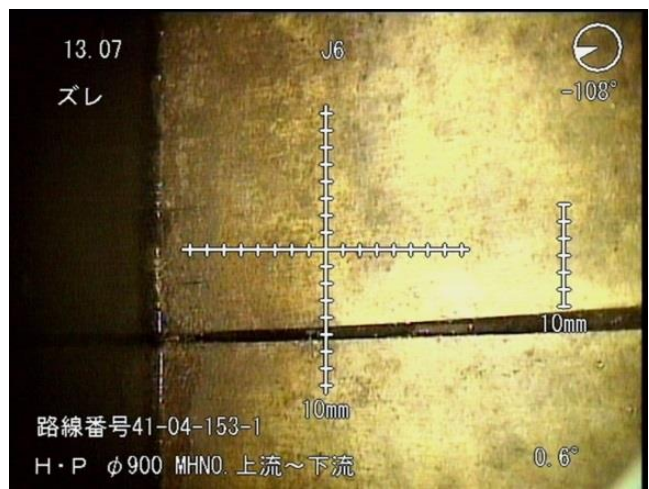


写真-4 コンクリート管の管軸方向の継ぎ手ズレ（熊本市）

塩ビ管については、液状化が原因と考えられる、たるみ・蛇行が被災延長の約 60 %で発生した。また、益城町では、過去に事例の少ない破損が多く発生した（図-16）。【→ 3.2.7 地盤特性と被災の関係 に関連する記述あり】

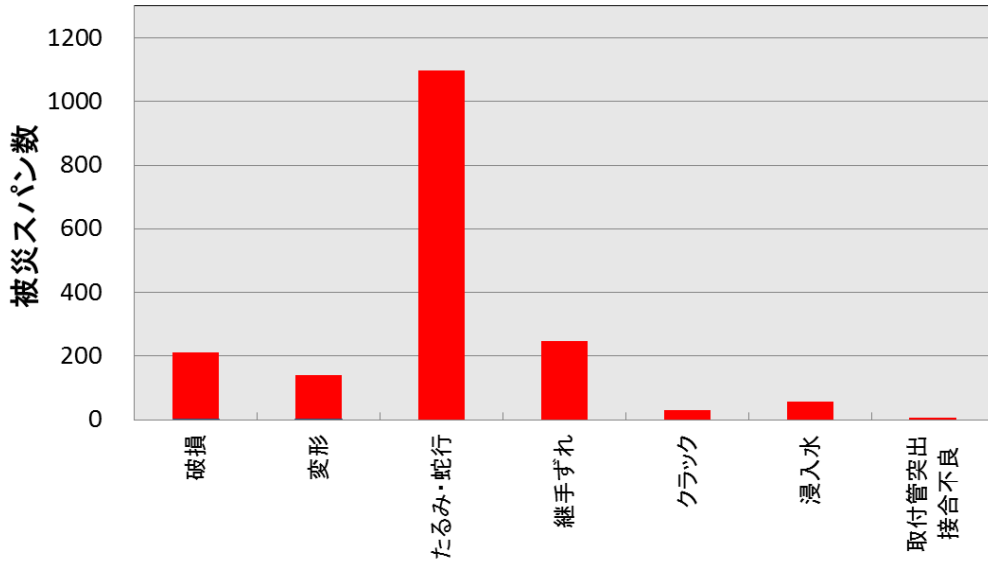


図-16 被災パターン（塩ビ管）

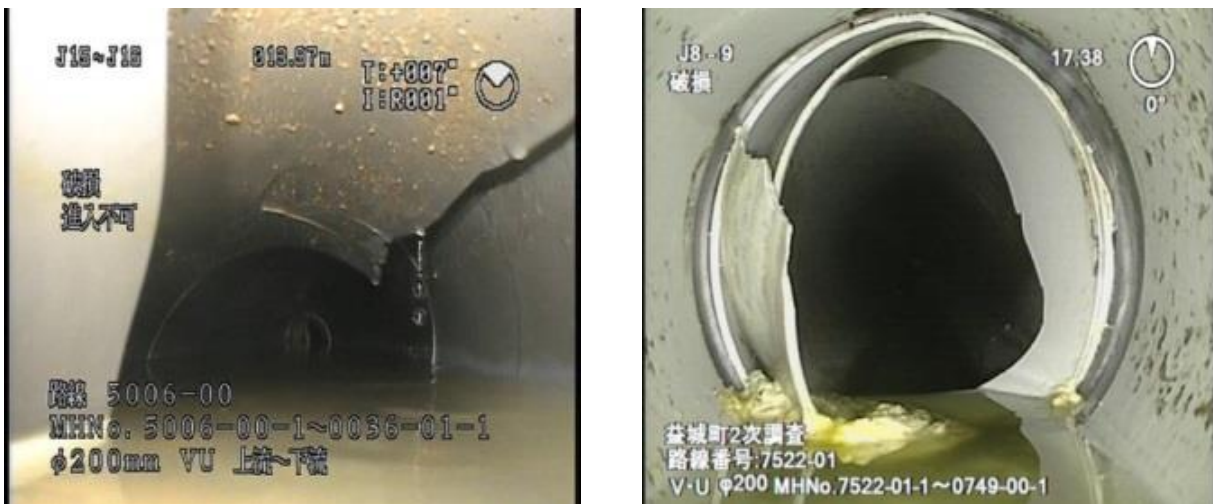
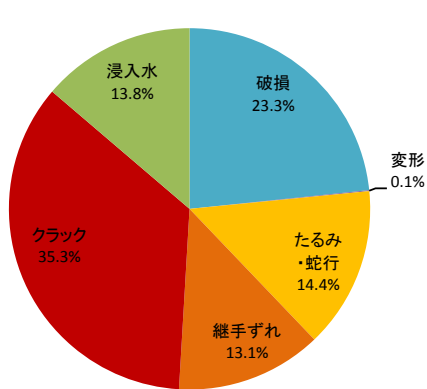
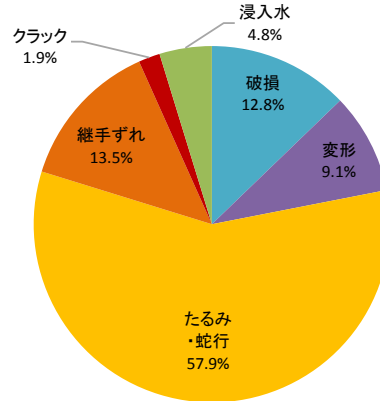


写真-5 塩ビ管の破損（益城町）

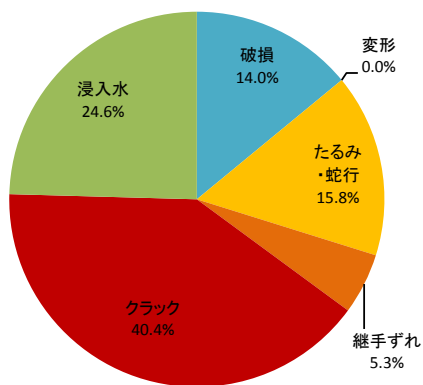
コンクリート管と塩ビ管の耐震指針改訂等の時期別被災パターン別被災割合を図-17に示す。塩ビ管は、被災パターンは時期に関わらず、液状化に起因するたるみ・蛇行が最も多い。コンクリート管の主たる被災パターンはクラックであるが、時期が新しくなるほど破損が減りクラックが増加しており、耐震効果が現れている可能性がある。



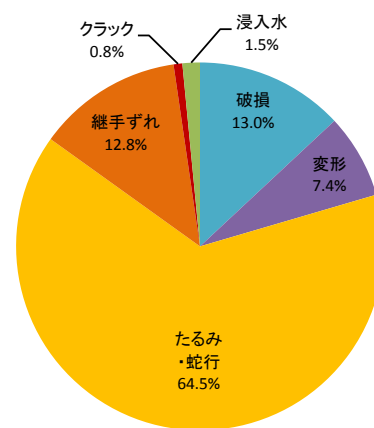
管種別被災パターン別被災スパン数
(平成9年以前)(コンクリート管)



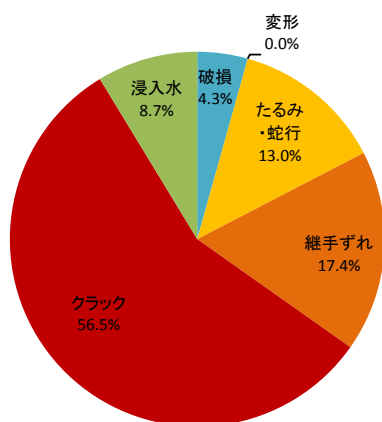
管種別被災パターン別被災スパン数
(平成9年以前)(塩ビ管)



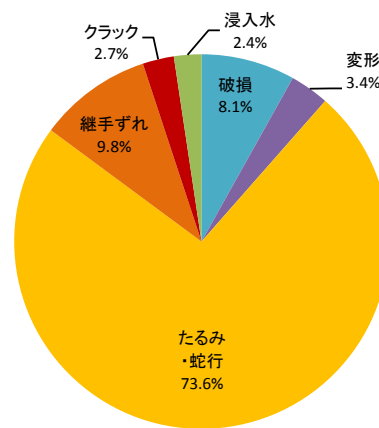
管種別被災パターン別被災スパン数
(平成10年～平成15年)(コンクリート管)



管種別被災パターン別被災スパン数
(平成10年～平成15年)(塩ビ管)



管種別被災パターン別被災スパン数
(平成16年以降)(コンクリート管)



管種別被災パターン別被災スパン数
(平成16年以降)(塩ビ管)

図-17 管種別被災パターン別被災延長割合

3.2.7 地盤特性と被災の関係

- 後背湿地に被災管路が集中（全体の 50 %）
- 後背湿地で埋め戻し部の液状化が発生した可能性

下水道管路の被災箇所と地形に関する各種資料を整理し、被災しやすい地盤特性を確認する。ここでは、地盤特性として下記 4 つの視点で整理した。

- ・ 標高
- ・ 地下水状況（地下水の見える化調査）
- ・ 微地形分類
- ・ 治水地形分類

（1） 標高

標高と被災箇所の重ね合せ図を、図-18、図-19 に示す。全体的に低地盤高地域の管路が被災していた。低地盤高地域では一般的に地下水位が高い軟弱な地盤の箇所が多いためと考えられた。

（2） 地下水の状況

国土調査（国土交通省国土情報課）発行の地下水見える化調査図（熊本地区—地質水理図面）¹⁸⁾（図-20）によると、熊本県東側の阿蘇カルデラから西側の白川河口まで流下する大きな水脈（太い青色実線）があり、熊本平野部に小さな水脈（細い青色実線）が数多く存在している状況が分かる。

熊本平野および阿蘇市の被災箇所は地質的にも新しく堆積された地質で、豊富な地下水がある地域となっていることから、地下水位が高く、埋戻し土の液状化が発生する可能性の高い位置に管路が布設されていると考えられた。

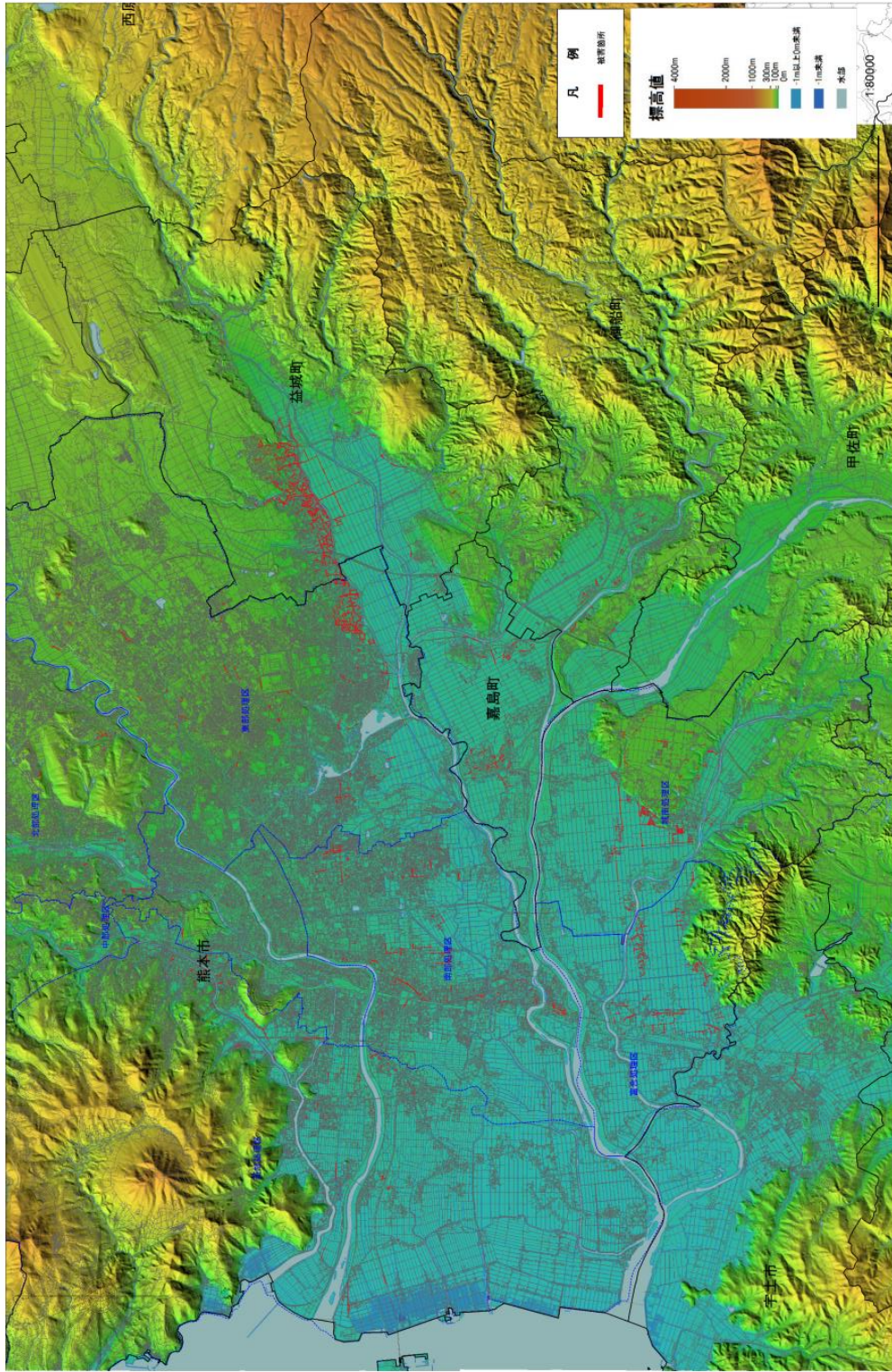


図-18 標高と被災箇所の重ね合せ図（熊本地方）¹⁷⁾

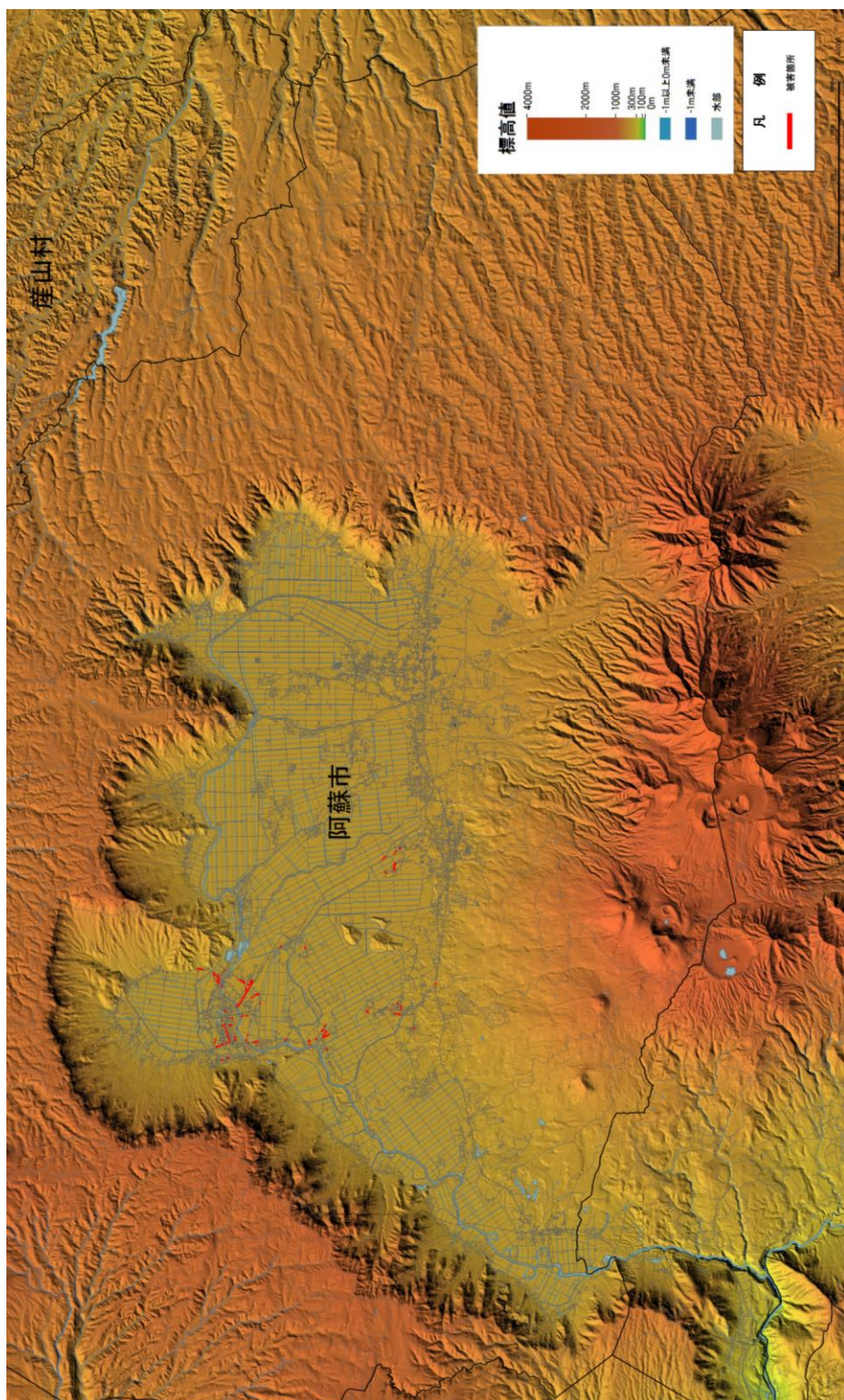


図-19 標高と被災箇所の重ね合せ図（阿蘇地方）¹⁷⁾

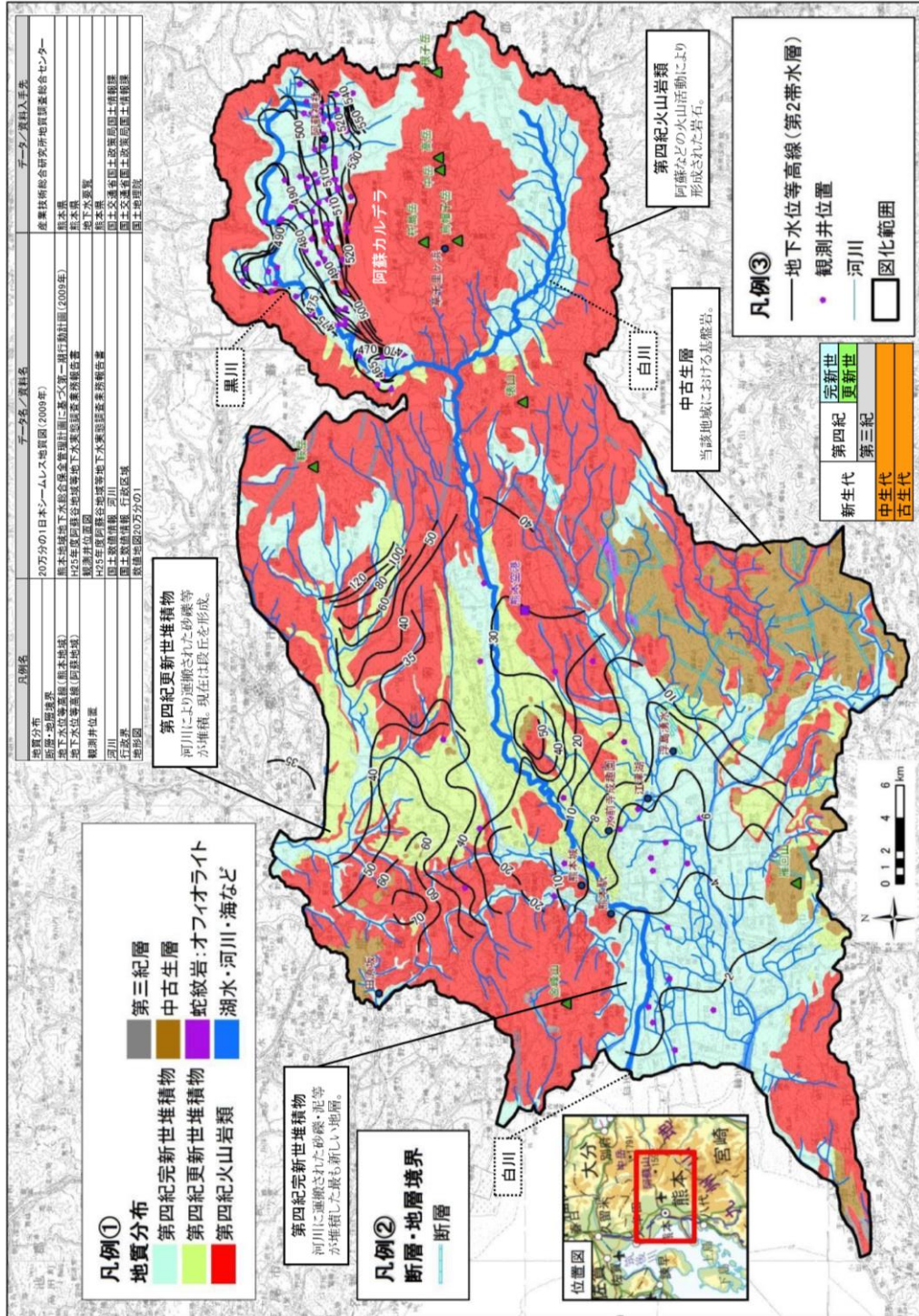


図-20 熊本市の水理地質¹⁸⁾

(3) 微地形分類

微地形分類別被災延長の集計結果を表-8 および図-21 に示す。熊本地震では、後背湿地での被災が全体の約 50 %に及んでいる。本来後背湿地は、液状化被害が起きにくい地盤（表層地盤の液状化の発生可能性が中程度：表-9）とされている。しかしながら、下水道管路の開削工事によって、埋め戻し部の土質が変わると、埋め戻し部のみが液状化する可能性が高い（表-10）ことが知られており、土被りの浅い管路を中心に液状化が発生したと推測される。

表-8 団体別微地形分類別被災延長集計表

団体名	微地形分類別被災延長(km)							合計
	干拓地	後背湿地	三角州・海岸低地	火山山麓地	砂礫質台地	扇状地	ローム台地	
八代北部流域	0.00	0.00	1.09	0.00	0.00	0.00	0.00	1.09
熊本市	旧熊本市	0.00	14.90	0.00	0.00	0.74	0.00	16.61
	旧富合町	0.00	5.28	0.00	0.00	0.00	0.00	5.28
	旧城南町	0.00	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50
	新熊本市	0.00	2.35	0.00	0.00	0.17	0.00	2.58
	計	0.00	29.03	0.00	0.00	0.91	0.00	16.67
宇土市	0.00	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02
宇城市	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23
阿蘇市	0.00	1.47	0.00	0.21	0.00	0.56	0.00	2.24
御船町	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.27
嘉島町	0.00	4.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.48
益城町	0.00	0.00	0.00	21.94	0.00	0.00	0.00	21.94
合計	1.23	37.27	1.09	22.15	0.91	0.56	16.67	79.88

※ 〇は被災延長がゼロを示す。

※ 被災延長 86.4 kmのうち、詳細な被災情報が得られた 79.88 kmを対象に整理。

※ 新熊本市は、旧富合町及び旧城南町の合併後に整備されたエリア。

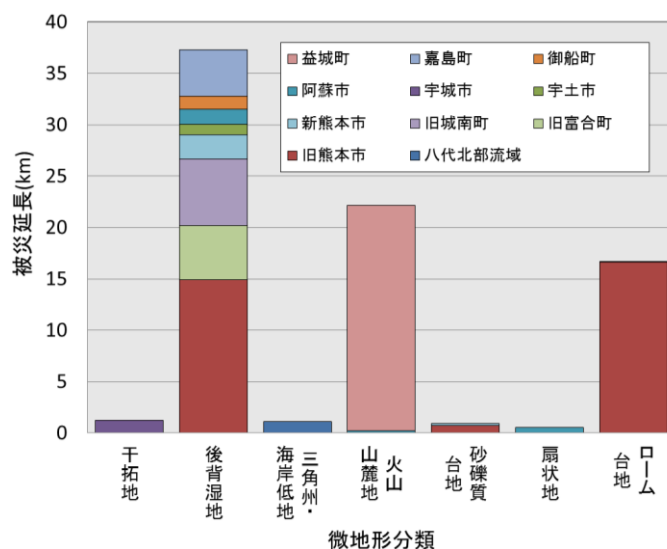


図-21 液状化発生の可能性別被災延長

表-9 液状化の起こりやすい地形区分

微地形分類		判読の際の分類基準		
分類	細分類	地形的位置、特徴	形態	主な土地利用
谷底平野	扇状地型谷底平野	古期岩盤の山地、砂礫層の丘陵地	縦断勾配のやや急な谷底	畑、水田
	デルタ型谷底平野	未固結岩石の丘陵地、台地	縦断勾配の緩やかな谷底	水田
扇状地	扇状地(沖積錘を含む)	河川の谷底、山麓部	扇状～円錐状、平均縦断勾配1/100(0.57°)程度以上	果樹園、桑畑、畑
	緩扇状地	同上、または扇状地の末端部	扇状～円錐状、平均縦断勾配1/100(0.57°)程度以下	畑、水田
自然堤防	自然堤防	現・旧河川の流路沿い	帯状またはハッチ状の微高地	畑、桑畑、集落
	自然堤防堰堤部	低地一般面と自然堤防の境界部	同上、微高地のうち比高1m以下の部分	畑
	比高の小さい自然堤防 蛇行州(ポイントバー)	蛇行河道の凸岸側にできる堆積地形	河道に沿って湾曲した帯状または半円状の微高地	水田
後背低地		自然堤防・砂州・砂丘の背後	沼沢性起源の低地	水田
旧河道	新しい(明瞭な)旧河道	低地域の全般、過去河川流路の跡	带状凹地、一般面より比高0.5～1.0m	水田、荒地
	古い(不明瞭な)旧河道	同上	带状凹地、比高0.5m以内で不明瞭	水田
旧池沼		過去の池沼の跡	凹地または平坦地	水田、荒地
湿地		低地域のうち排水不良地、湧水地点付近、旧河道	同上	同上
河原	砂礫質の河原	扇状地型平野・扇状地における現河道の流動沿い	平坦、流水に覆われることのある複地中流部	荒地、果樹園
	砂泥質の河原	デルタ型谷底平野・低地一般面における現河川の流動沿い	同上、下流部	荒地、畑、水田
三角州(デルタ)		河川の河口部	起伏に乏しい	水田
砂州(浜堤砂礫含む)	砂州	海岸、湖岸沿い	汀線に平行な微高地	針葉樹林、畑、荒地、集落
	砂礫州	同上	同上	同上
砂丘	砂丘	海岸、河岸	小丘の集合体、一般面との比高3m～4m以上	針葉樹林
	砂丘末端緩斜面	同上、砂丘の縁辺部	比高3m～4m以下	畑、集落
海浜	海浜	海岸地域の堤外地	海岸の波打ち際の砂地	海浜
	人工海浜	同上	同上、人工的なもの	同上
砂丘間低地・堤間低地		砂丘間、砂州間	比較的平坦	畑、水田
干拓地		沿岸地域、湖水地形や水面を干して陸地化した土地	平坦地、規則正しい地割	水田
埋立地		海域などの水面を一般面と同じ高さまで埋め立てたもの	平坦地	工場地、宅地
湧水地点(帯)		扇状地末端部、砂丘縁辺部、断崖部、旧河道、湿地、天井川に沿った堤内地		湿地、水田
盛土地			低地において1m以上の盛土	宅地

砂州、砂礫州 : 空中写真だけでは判定困難。

盛土地 : ここでいう盛土地とは、崖・斜面に隣接した盛土地、低湿地・干拓地・谷底平野上の盛土地を指す(すなわち、地下水位が高いと推定されるもの)。これ以上の盛土地は、盛土前の地形の区分と同等に扱う。

段丘 : 本表は沖積地の微地形分類のため、段丘層は記載していないが、斜面に隣接し地下水位が高いと想定される段丘については液状化の可能性があるため、段丘も分類するものとする。

出典 : 「液状化地域ゾーニングマニュアル 平成10年度版」¹⁹⁾

表-10 微地形分類に基づく埋戻し土の液状化の可能性

微地形		液状化被害 の可能性
区分	細区分	
谷底平野	扇状地型谷底平野	小
	デルタ型谷底平野	中
扇状地	急勾配扇状地・沖積錘	小
	緩勾配扇状地*	中～大
自然堤防	自然堤防	中
	比高の小さい自然堤防・自然堤防周辺部	大
ポイントバー(蛇行州)	—	大
後背湿地*	—	大
旧河道	新しい(明瞭な)旧河道	大
	古い(不明瞭な)旧河道	中～大
旧池沼	—	大
湿地*	—	大
河原	砂礫質の河原	小
	砂泥質の河原	大
デルタ(三角州)	—	中
砂州	砂州	中
	砂礫州	小
砂丘	砂丘	小
	砂丘末端緩斜面	大
海浜	海浜	小
	人工海浜	大
砂丘間低地・堤間低地	—	大
干拓地	—	中
埋立地	—	大
湧水地点(帯)	—	大
盛土地	砂丘と低地の境界付近の盛土地	大
	崖・急斜面に隣接した盛土地	大
	谷底平野上の盛土地	大
	低湿地上の盛土地	大
	干拓地上の盛土地	大
	その他の盛土地	元の地形に準ずる
台地・段丘	上位面	小
	中位面	小
	下位面	小
	低位面*	中～大

注) 「微地形から見た液状化可能性の判定基準」⁷⁾に埋戻し土の液状化による被害が想定される地形を加筆。

*印は、周辺地盤の液状化の可能性は小～中であるが、埋戻し土の液状化による被害の可能性が大きい地形である。

出典：「下水道の地震対策マニュアル 2014年版」(公益社団法人 日本下水道協会)²⁰⁾

微地形分類と被災箇所を重ね合せ図を、図-22、図-23 に示す。微地形データは、防災科学技術研究所の地震ハザードステーション（表層地盤－微地形区分）（<http://www.j-shis.bosai.go.jp/download>）²¹より、shp ファイルをダウンロードし、GIS で被災箇所と重ねあわせた。

前述の通り、後背湿地、三角洲・海岸低地、干拓地などに被災した管路が集中している。

なお、地震被害の大きかった益城町については、代表的な微地形区分は火山山麓地であるが、後背湿地と火山山麓地の境界沿いに位置しており、250m メッシュの微地形区分だけでは判断が難しい。

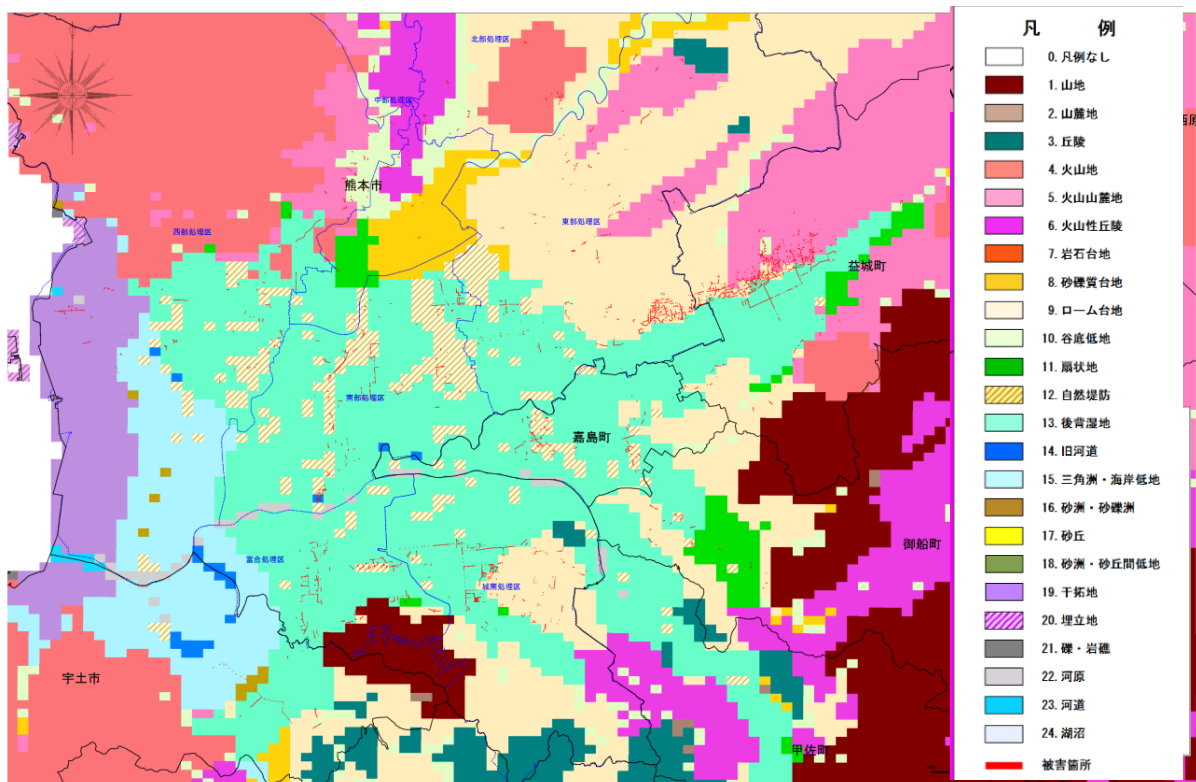


図-22 微地形分類と被災箇所（熊本地方）

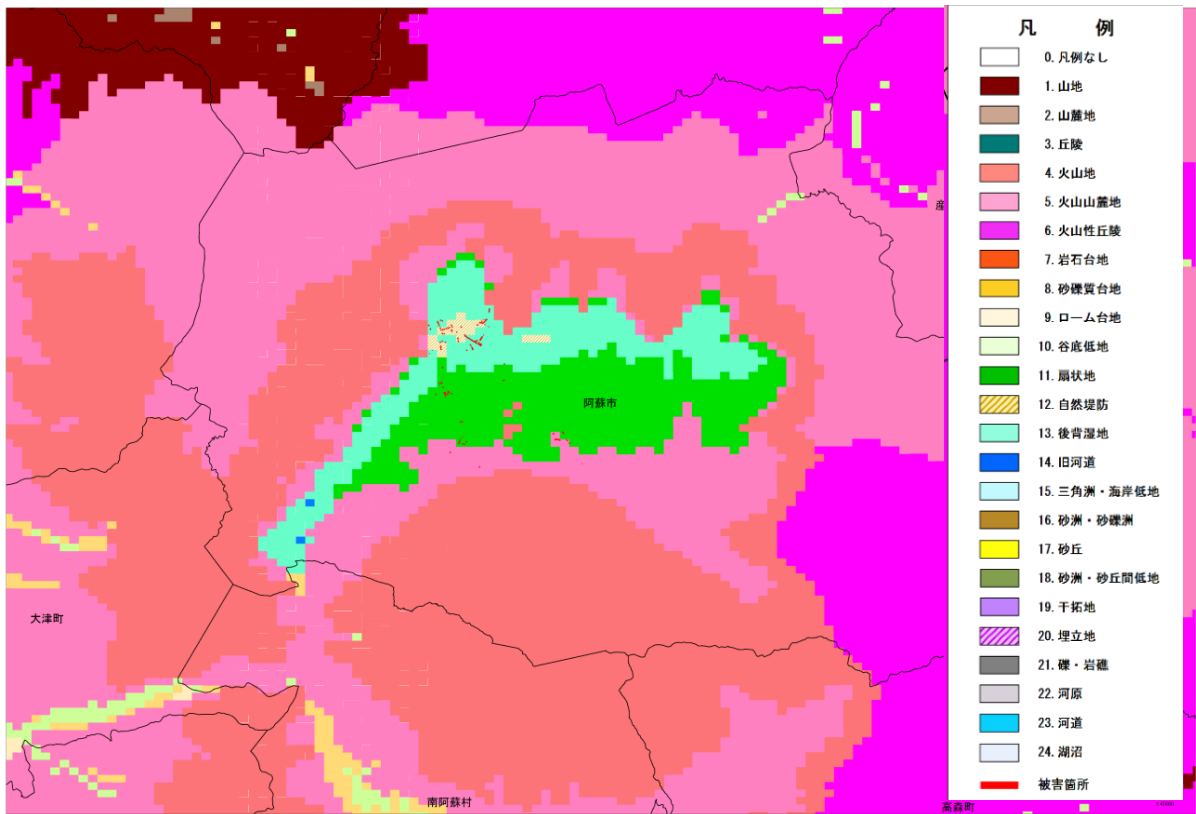


図-23 微地形分類と被災箇所（阿蘇地方）

（4）治水地形分類

治水地形分類図²²⁾²³⁾は、治水対策を進めることを目的に、国が管理する河川の流域のうち主に平野部を対象として、扇状地、自然堤防、旧河道、後背湿地などの詳細な地形分類および河川工作物等が盛り込まれた地図（昭和 51 年度～昭和 53 年度作成）である。

この地形分類図に基づく、治水地形分類別の被災延長と各自治体の治水地形分類別面積占有割合を表-11 及び図-24 に、熊本平野における治水地形分類と被災管路の重ね合わせ図を図-25、各自治体の同図を図-26～29 に示す。ここで治水地形分類別面積占有割合とは、各自治体の下水道処理区域を治水地形分類で区分し、区分別面積を処理区面積で除した値である。

治水地形分類別の被災延長割合（表-11 の中段値）と各自治体の治水地形分類別面積占有割合（表-11 の下段値）を比較し、面積占有割合よりも被災延長割合が大きければ、被災が集中していると判断され、この結果、山麓堆積地形及び後背湿地、微高地、旧河道、盛土地・埋立地での被災が大きいことが分かった。

なお、用いた治水地形分類図は、国土調査による 1 / 50,000 土地分類基本調査（地形分類図）「熊本県」を使用し国総研下水道研究室が作成（複製）したものである。

表-11 治水地形分類別の被災延長と面積割合

団体名		治水地形分類別被災延長(m)と地形分類別占有割合(%)									
		台地・段丘面		低地						人工改変地形	
		山地	段丘面	浅い谷	山麓堆積地形	扇状地	後背湿地	微高地 (自然堤防)	旧河道	干拓地	盛土地・埋立地
熊本市	富合処理区	0	55	0	41	0	3,481	1,693	436	0	205
		0%	1%	0%	1%	0%	59%	29%	7%	0%	3%
		11%	1%	0%	3%	0%	58%	7%	7%	0%	3%
	城南処理区	0	803	0	260	0	5,448	178	52	0	22
		0%	12%	0%	4%	0%	81%	3%	1%	0%	0%
		4%	21%	0%	1%	0%	48%	8%	5%	0%	1%
嘉島町	0	0	0	0	0	859	1,357	666	0	1,602	
	0%	0%	0%	0%	0%	19%	30%	15%	0%	36%	
	0%	6%	0%	3%	0%	54%	10%	10%	0%	4%	
益城町	586	7,024	87	796	0	7,871	2,594	2,832	0	104	
	3%	32%	0%	4%	0%	36%	12%	13%	0%	0%	
	4%	62%	2%	2%	0%	12%	5%	5%	0%	6%	

※表上段：被災延長、中段：治水地形分類別の被災延長割合、下段：各自治体の治水地形分類占有面積割合
 ※嘉島町の治水地形分類占有面積には、田畑が多く含まれており、占有面積割合が高くなっている。
 ※詳細な被災情報が得られた路線を対象に整理しているため、国土交通省公表値（表-2）と一致しないことがある。

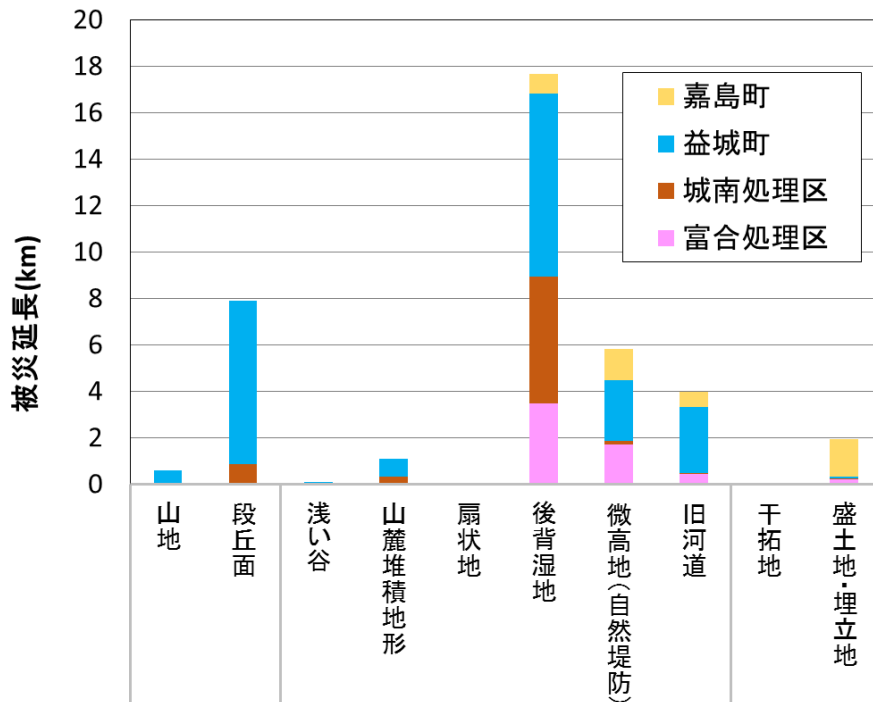
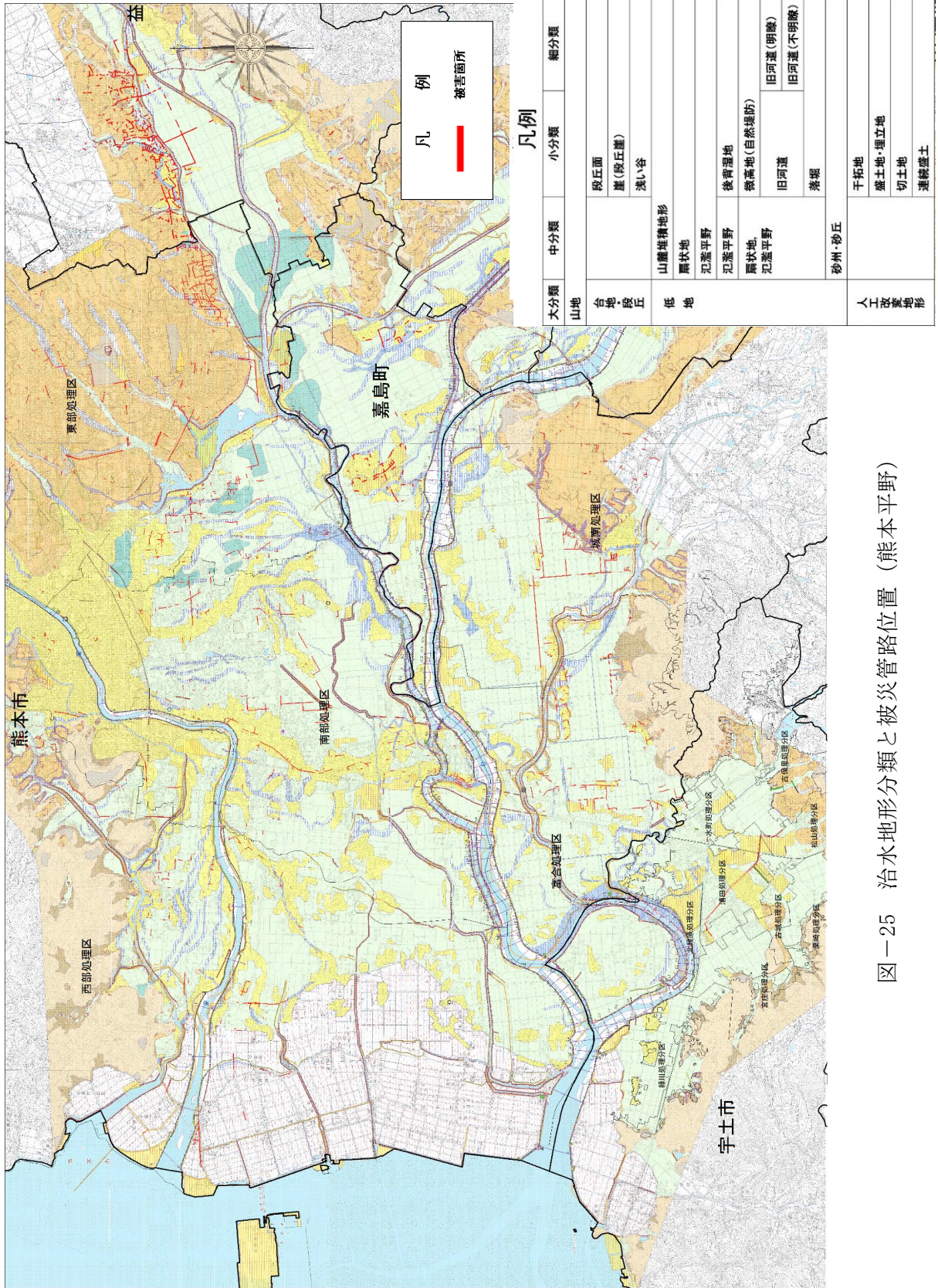
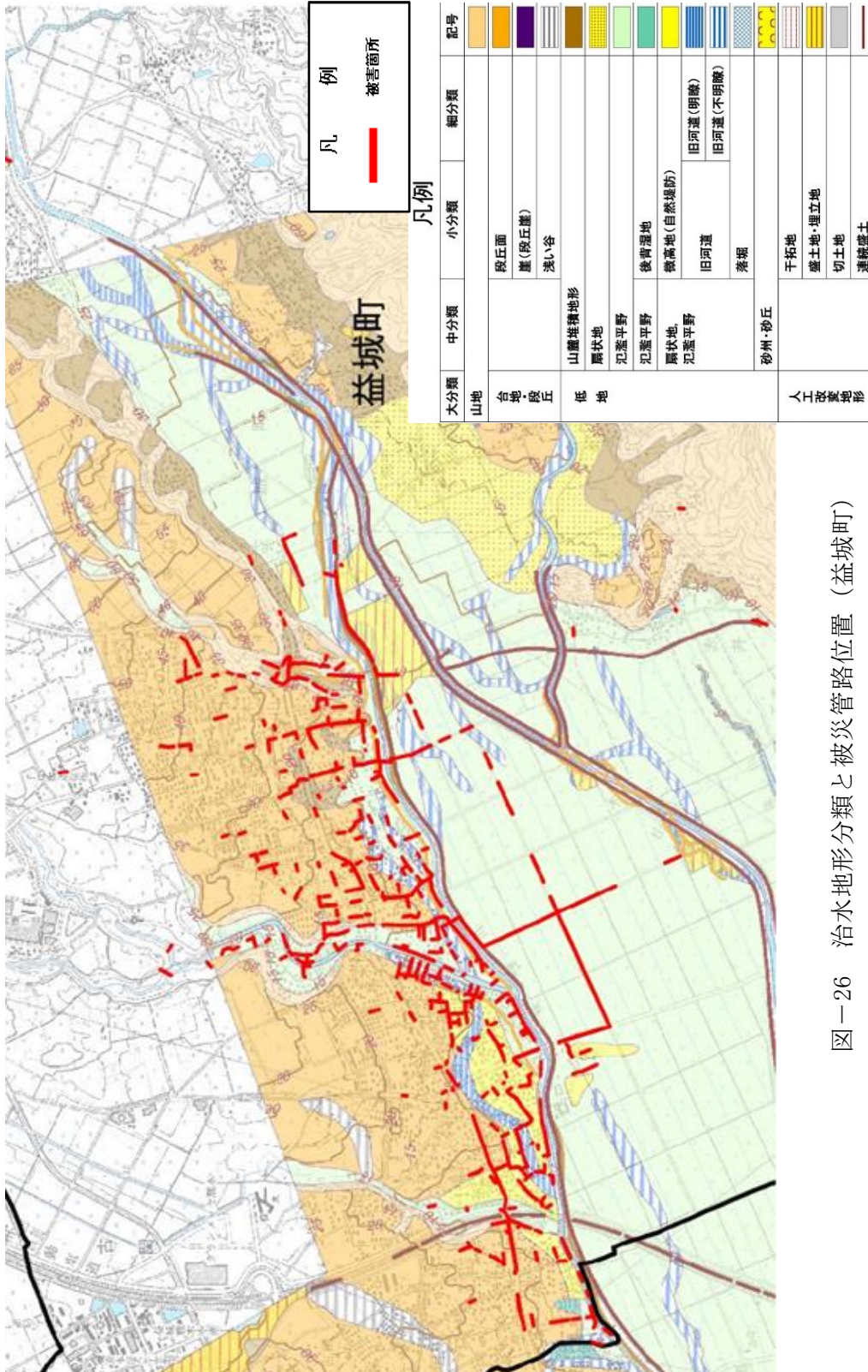


図-24 治水地形分類別被災延長



図一25 治水地形分類と被災管路位置(熊本平野)



図一26 治水地形分類と被災管路位置(益城市)

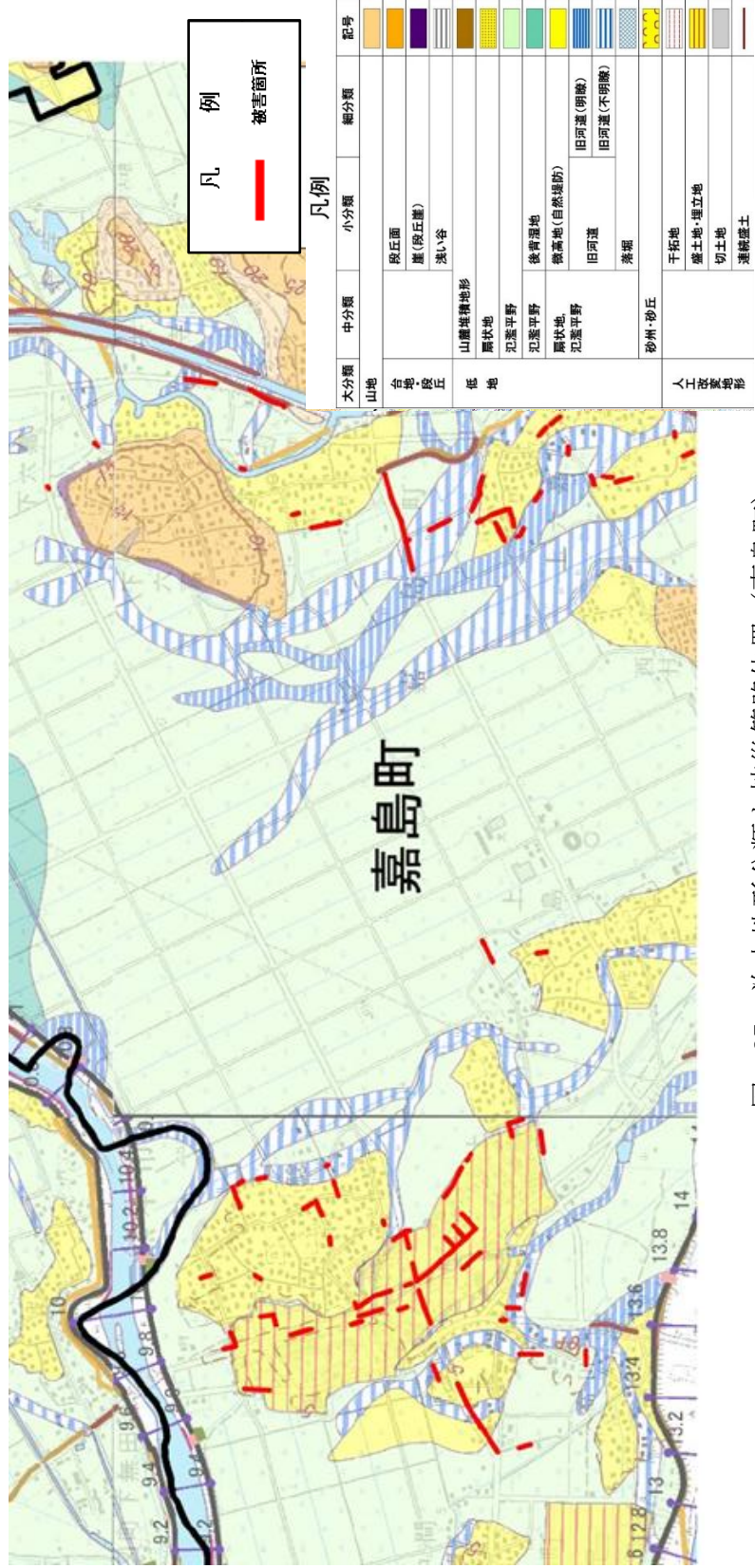


図-27 治水地形分類と被災管路位置 (嘉島町)

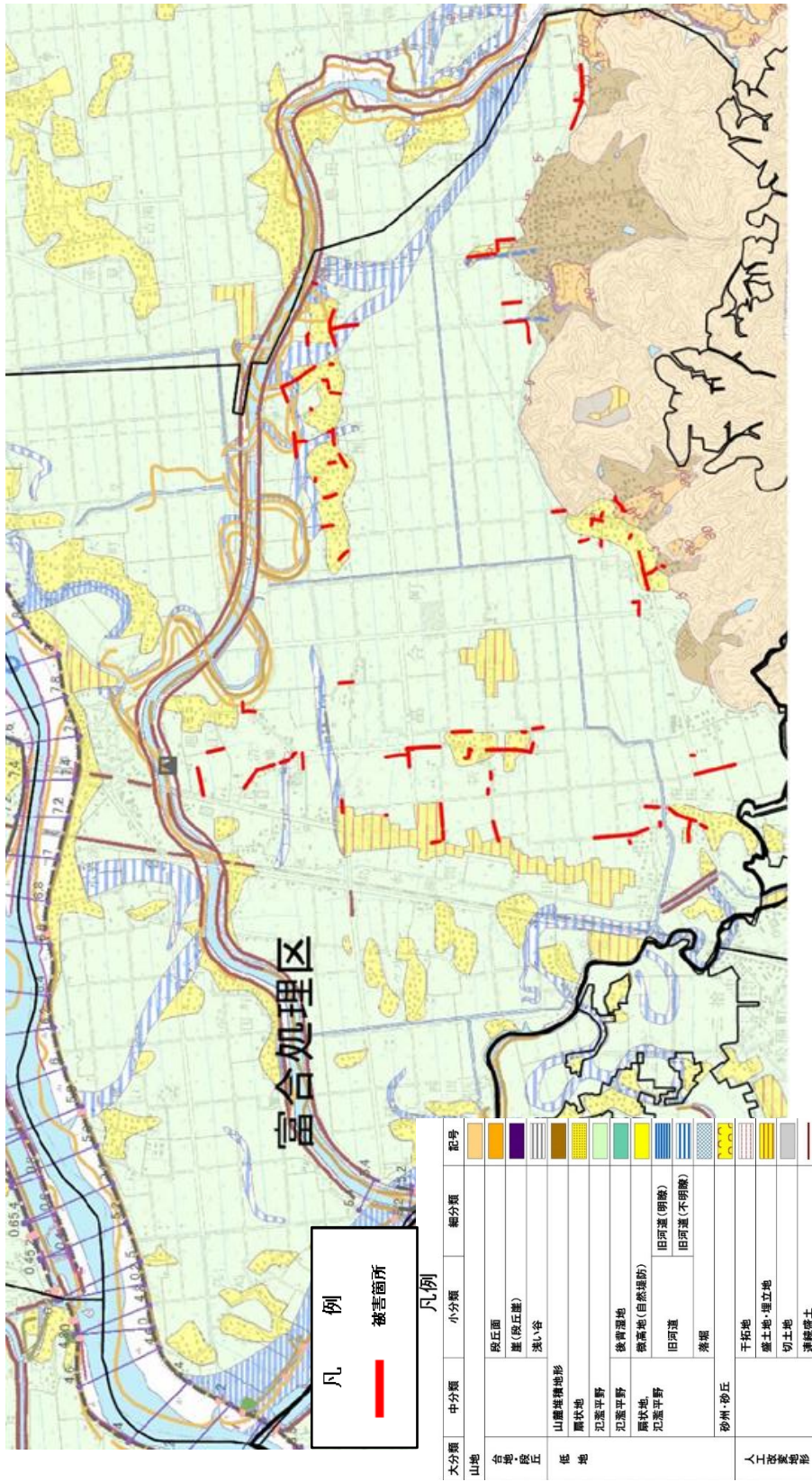


図-28 治水地形分類と被災管路位置(旧富合町)

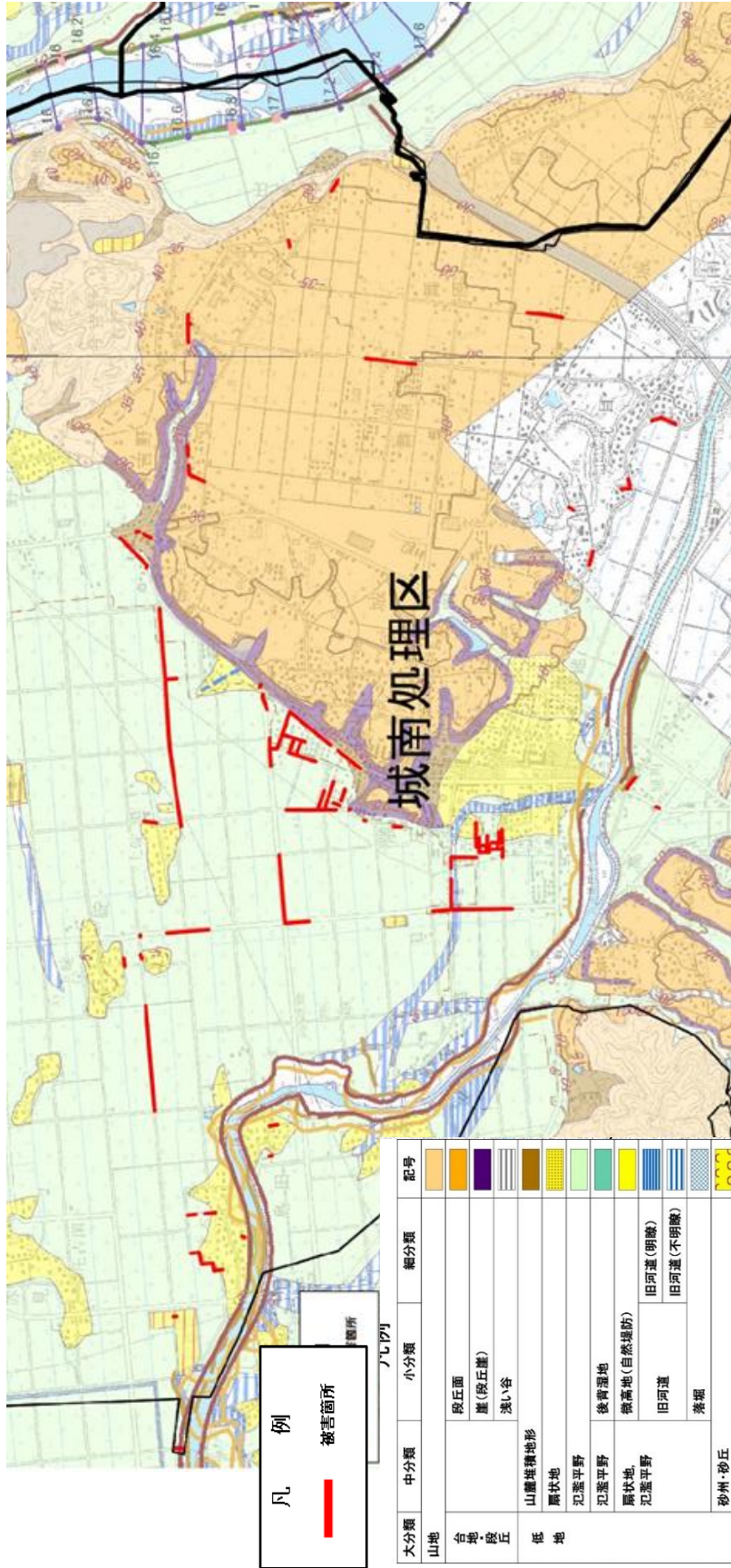
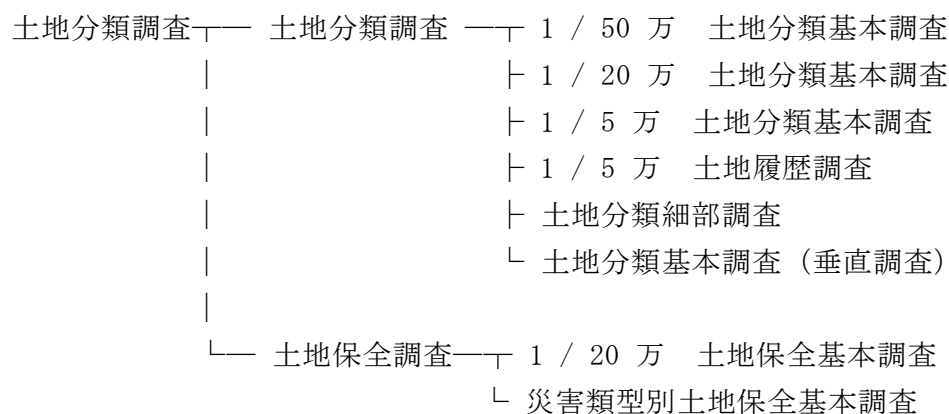


図-29 治水地形分類と被災管路位置（旧城南町）

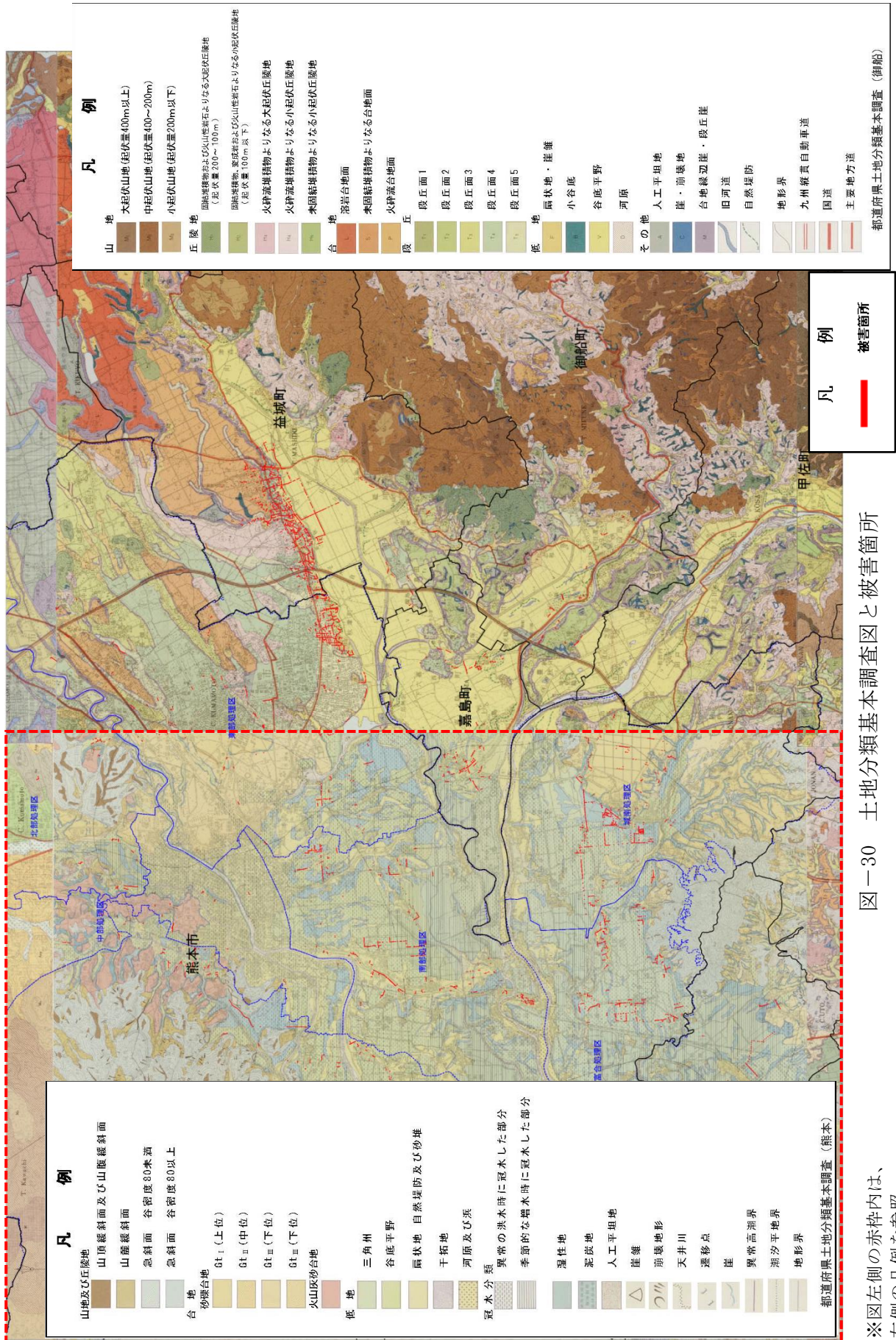
大分類	中分類	小分類	細分類	記号	
山地	台地・段丘	段丘面		[Orange box]	
		崖(段丘崖)		[Purple box]	
		浅い谷		[White box with black border]	
	低地	山麓堆積地形	扇状地		[Brown box]
			氾濫平野		[Green box]
		後背湿地	微高地(自然堤防)		[Light green box]
			扇状地		[Yellow box]
			氾濫平野		[Blue box]
		砂州・砂丘	旧河道(明瞭)		[Blue box with diagonal lines]
			旧河道(不明瞭)		[Blue box with horizontal lines]
人工造成地形	干拓地	盛土地・埋立地		[Yellow box with vertical lines]	
		切土地		[White box with black border]	
	運搬盛土			[Grey box]	
				[White box with black border]	

(5) 土地分類基本調査図

土地分類調査は、土地の自然条件に関する最も基礎的な情報を整備するものであり、地形・表層地質・土壌などの自然的要素、土地の利用現況、災害の履歴、土地の生産力等を調査し、地図や説明書としてまとめており、国土交通省国土政策局国土情報課のホームページ (<http://nrb-www.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/5-1/4301.html>) で公表されている。土地分類調査図には以下の種類があり、土地分類基本調査図の中に、地形分類図がある。



本検討においては土地分類基本調査（地形分類図）と被害箇所を重ね合せた図を作成し、傾向を確認した。土地分類基本調査図と被害箇所の重ねあわせ図を、図-30 に示す。全体的には谷底平野などの低地で被害が発生している。



図一30 土地分類基本調査図と被書箇所

※図左側の赤枠内は、左側の凡例を参照

(6) 地盤特性と被害箇所の傾向

(1)～(5)の各地盤特性による全般的な傾向を整理すると下記の通りとなる。

➤ 標高

標高としては地下水位が高い低地盤地域で多く被災した。

➤ 微地形分類

微地形分類では軟弱地盤が存在する三角州・海岸低地、後背湿地などで多く被災し、ローム台地でも被災があった。

➤ 治水地形分類

特に大きく被災した益城町、嘉島町、熊本市（旧富合町、旧城南町）を対象に、被災路線の中でも被災程度の大きかった路線を表-12、表-13を参考に抽出し、治水地形分類で確認すると表-14、図-31となり、後背湿地、自然堤防、盛土地で大きく被災する傾向となった。

➤ 土地分類基本調査図（地形分類）

谷底平野、扇状地などの低地で多く被災する傾向となった。

表-12 被害程度の分類（道路・周辺施設の状況）²⁰⁾

	施設	調査項目	被害程度		
			小	中	大
他施設に与える影響の程度（下水道の被害が原因となるもの）	道路	路面とマンホールとの段差	車の走行に支障なし（段差1cm以下）	車の走行で衝撃を感じる（1～3cm）	車の走行に支障あり（3cm以上）
		路面の沈下・隆起（路面高のなだらかな上下変動）	車の走行に支障なし	車の走行で衝撃を感じる	車の走行に支障あり
		路面の陥没、段差	車の走行に支障なし（段差、陥没1cm以下）	車の走行で衝撃を感じる（1～3cm）	車の走行に支障あり（3cm以上）
		路面の亀裂	二輪車の走行に支障なし（亀裂幅1cm以下）	二輪車の走行に支障あり（1～3cm）	二輪車の走行に支障あり（3cm以上）
		マンホールの蓋及び蓋受枠の被害	蓋の破損なし 蓋受枠のずれ量小（蓋の受枠のフランジ幅の1/3以下）	蓋受枠のずれ量中（蓋受枠のフランジ幅の1/3～2/3）	蓋の破損あり 蓋受枠のずれ量大（蓋の受枠のフランジ幅の2/3以上）
	周辺施設	下水の流出による汚染	下水の流出なし 住民からの苦情なし	下水の少量の流出あり 住民からの苦情あり	下水の大量流出あり 住民からの苦情あり
		下水道内への危険物（ガス、石油等）の流入	危険物の流入なし		危険物の流入あり

表-13 被害程度の分類（管路施設の状況）²⁰⁾

	施設	調査項目	被害程度			
			小	中	大	
下水道の構造的な被害程度	管きよ	目地はなれ 目地ずれ	受け口の深さ 1/3 未満 管厚の 1/3 以上	受け口の深さ 1/3~2/3 管厚の 1/3~2/3	受け口の深さ 2/3 以上 管厚の 2/3 以上	
		継ぎ手部破損	継ぎ手部のかえ程度 漏水なし	若干の漏水あり 土砂の流出なし	継ぎ手部破壊 大幅な漏水あり 土砂の流入あり	
		管体亀裂、破損	亀裂跡程度 漏水なし	若干の漏水あり 土砂の流出なし	管体の破壊 大幅な漏水あり 土砂の流入あり	
		取付管の異状	取付管の突出し (本管径の 1/4 以下)	(本管径の 1/4~ 1/2)	(本管径の 1/2 以上)	
		管体の浮上	浮上後の土被り 厚 0.8m 以上		浮上後の土被り 厚 0.8m 未満	
	マンホール	斜壁・直壁のずれ	壁厚の 1/3 以下	壁厚の 1/3~2/3	壁厚の 2/3 以上	
		斜壁・直壁の亀裂、破損	亀裂跡程度 漏水なし	若干の漏水あり 土砂の流入なし	破壊 大幅な漏水あり 土砂の流入あり	
		壁立上がり部、底版の亀裂、破損	亀裂跡程度 漏水なし	若干の漏水あり 土砂の流入なし	破壊 大幅な漏水あり 土砂の流入あり	
下水道の機能的な被害程度	管路施設	管汚泥深あるいは（管内の堆砂、下水の排除能力のたるみ）	円形管 φ 600 以下	内径の 25% 以下	内径の 25~50%	内径の 50% 以上
			円形管 φ 600~φ 1400	内径の 15% 以下	内径の 15~30%	内径の 30% 以上
			円形管 φ 1400 以上	内径の 10% 以下	内径の 10~20%	内径の 20% 以上
		の堆砂、汚泥深（マンホール内）	インハート直径 φ 600 以下	直径の 25% 以下	直径の 25~50%	直径の 50% 以上
			インハート直径 φ 600~φ 1400	直径の 15% 以下	直径の 15~30%	直径の 30% 以上
			インハート直径 φ 1400 以上	直径の 10% 以下	直径の 10~20%	直径の 20% 以上
	管路施設	悪臭の発生	悪臭の発生なし 住民からの苦情なし		悪臭の発生あり 住民からの苦情あり	
	下水道のシステムとしての重要度	下水道システムの機能回復に際して、さほど重要な施設ではない。		下水道システムの機能回復に際して重要な施設である。		

(1)～(5)で整理した微地形分類、治水地形分類、土地分類基本調査図の各図について、自治体毎の被災箇所との関係を整理する。ここでは、被害の大きかった益城町、嘉島町、熊本市（旧富合町、旧城南町エリア）を対象として整理したものを、図-32～図-35に示す。

表-14 被害が大きい管路の治水地形分類別被災延長

団体名		被害大-治水地形分類別被災延長(m)と地形分類別占有割合(%)									
		台地・段丘面		低地						人工改変地形	
		山地	段丘面	浅い谷	山麓堆積地形	扇状地	後背湿地	微高地(自然堤防)	旧河道	干拓地	盛土地・埋立地
熊本市	富合処理区	0	55	0	41	0	2,851	1,536	436	0	205
		0%	1%	0%	1%	0%	48%	26%	7%	0%	3%
		11%	1%	0%	3%	0%	58%	7%	7%	0%	3%
	城南処理区	0	511	0	260	0	4,170	178	52	0	0
		0%	8%	0%	4%	0%	62%	3%	1%	0%	0%
		4%	21%	0%	1%	0%	48%	8%	5%	0%	1%
嘉島町	0	0	0	0	0	409	532	444	0	1,324	
	0%	0%	0%	0%	0%	9%	12%	10%	0%	30%	
	0%	6%	0%	3%	0%	54%	10%	10%	0%	4%	
益城町	320	4,507	87	652	0	5,116	1,584	1,831	0	104	
	1%	21%	0%	3%	0%	23%	7%	8%	0%	0%	
	4%	62%	2%	2%	0%	12%	5%	5%	0%	6%	

※表上段：被災延長、中段：治水地形分類別の被災延長割合、下段：各自治体の治水地形分類占有面積割合

※嘉島町の治水地形分類占有面積には、田畑が多く含まれており、占有面積割合が高くなっている。

※詳細な被災情報が得られた路線を対象に整理しているため、国土交通省公表値（表-2）と一致しないことがある。

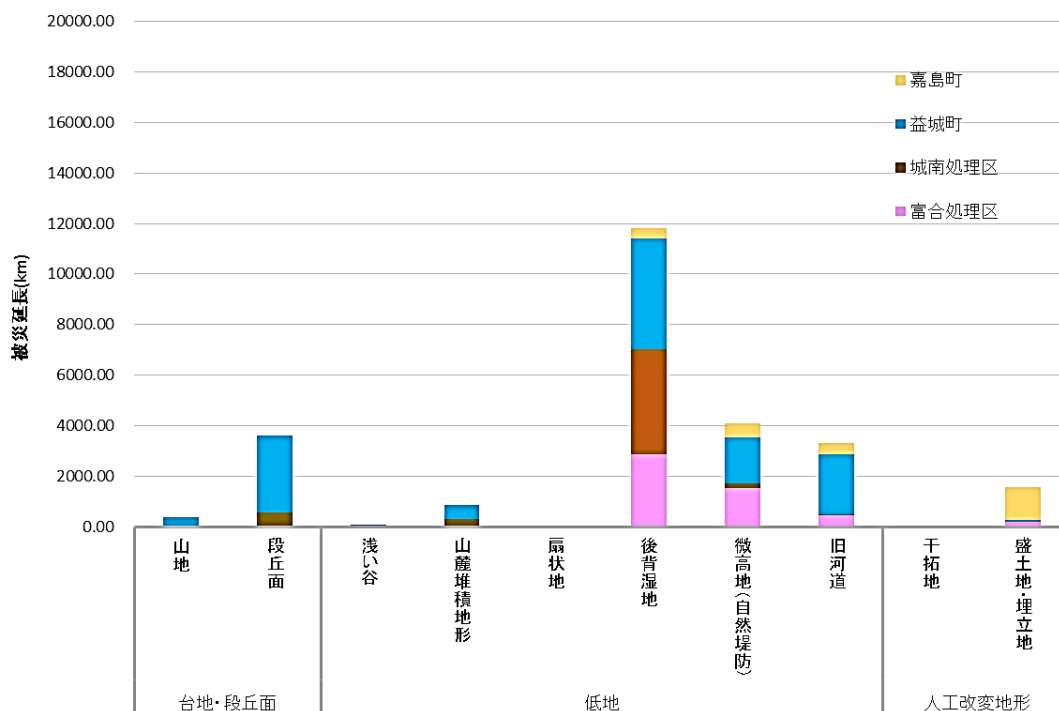
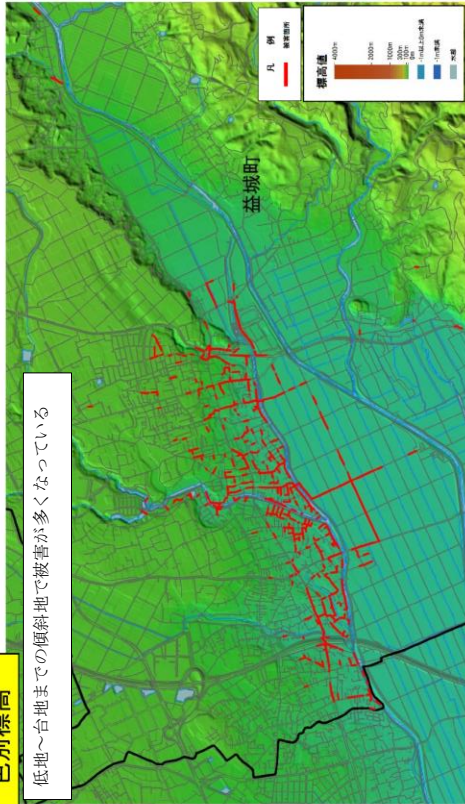


図-31 治水地形分類別被災延長（被害大のみ）

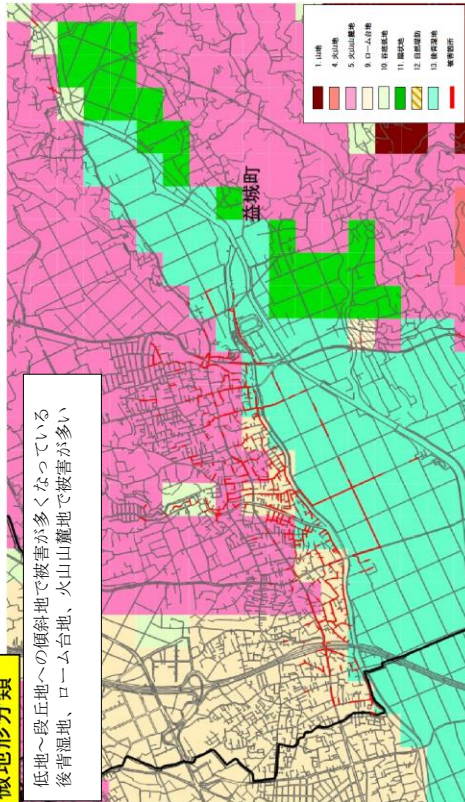
色別標高

低地～台地までの傾斜地で被害が多くなっている



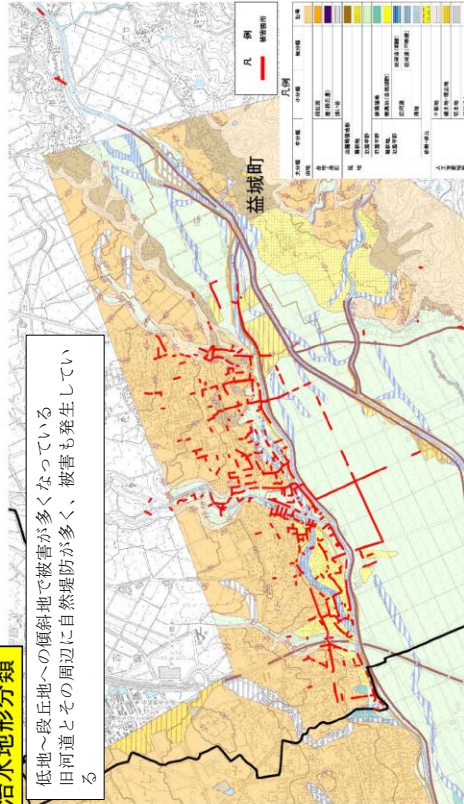
微地形分類

低地～段丘地への傾斜地で被害が多くなっている
後背湿地地、ローム台地、火山山麓地で被害が多い



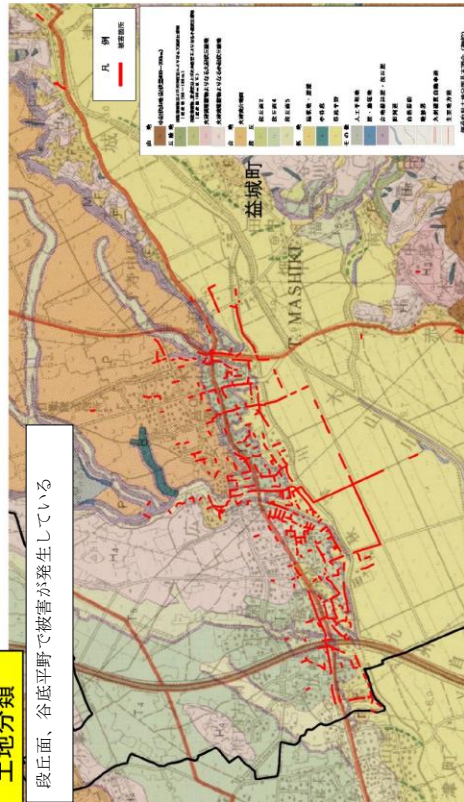
治水地形分類

低地～段丘地への傾斜地で被害が多くなっている
旧河道とその周辺に自然堤防が多く、被害も発生している



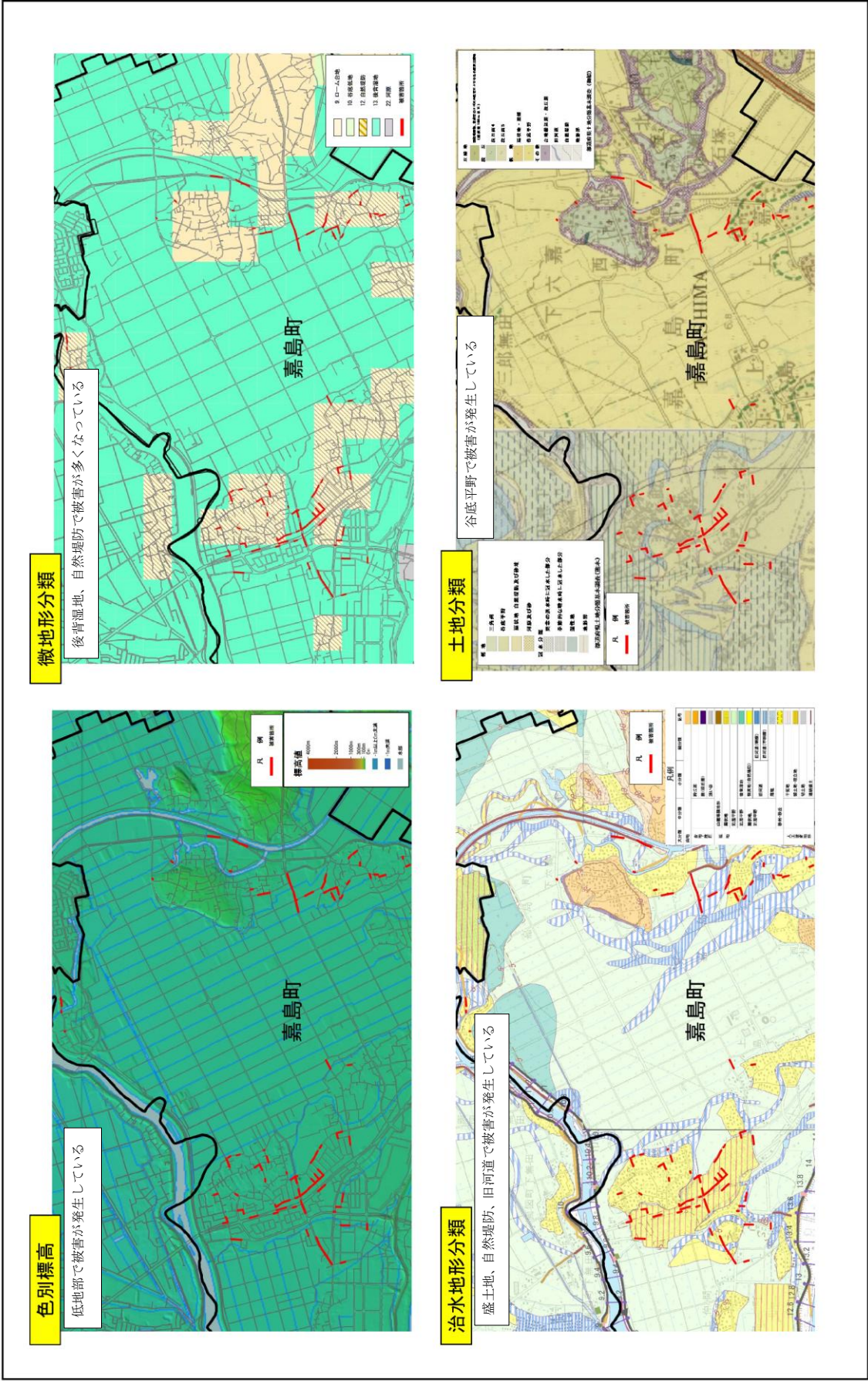
土地分類

段丘面、谷底平野で被害が発生している



※凡例は、図-18～30を参照。

図-32 益城町の地盤特性図一覧



※凡例は、図-18～30を参照。

図-33 嘉島町の地盤特性図一覧

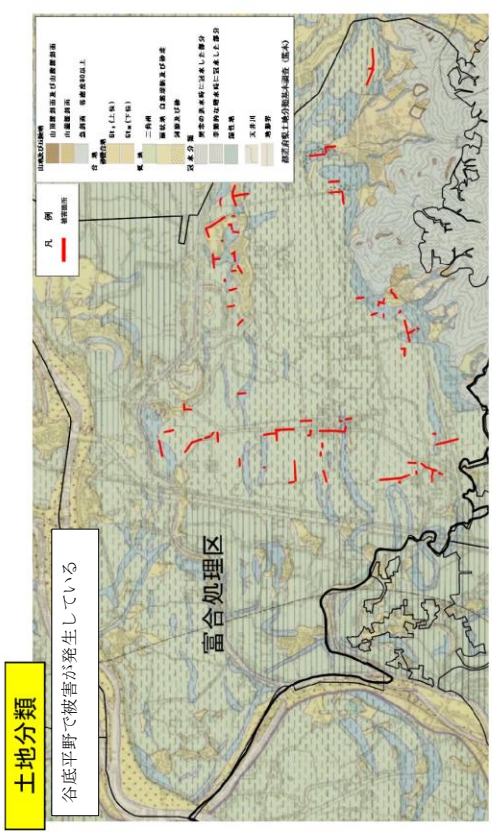
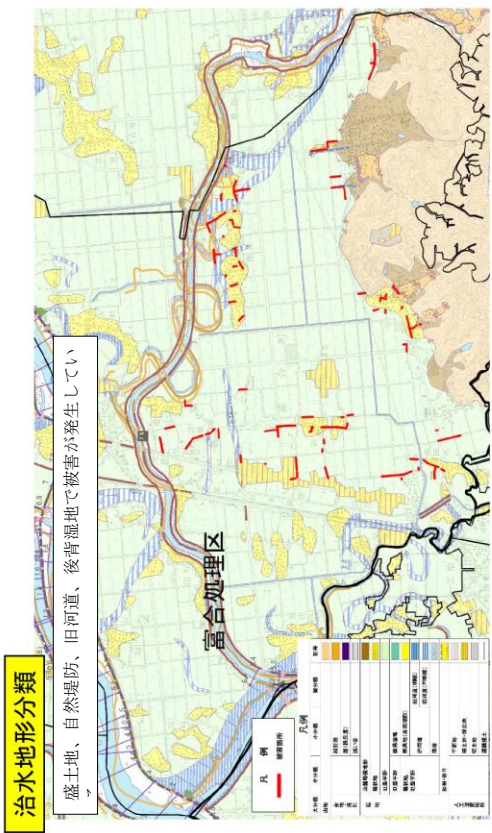
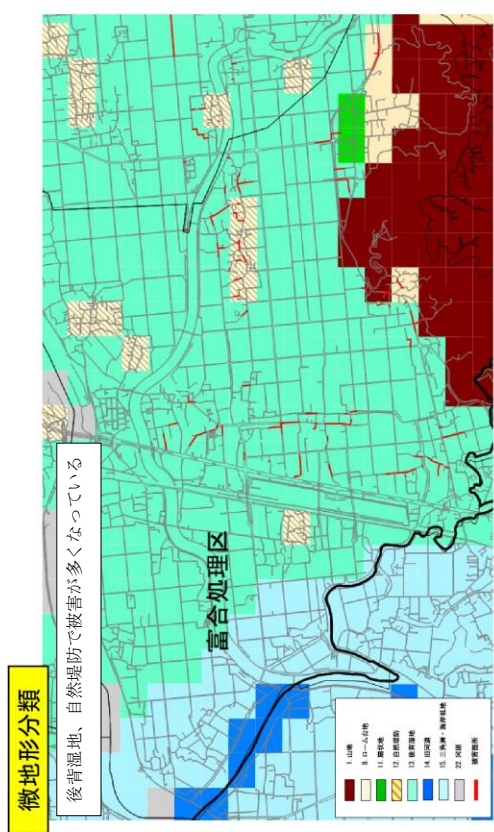
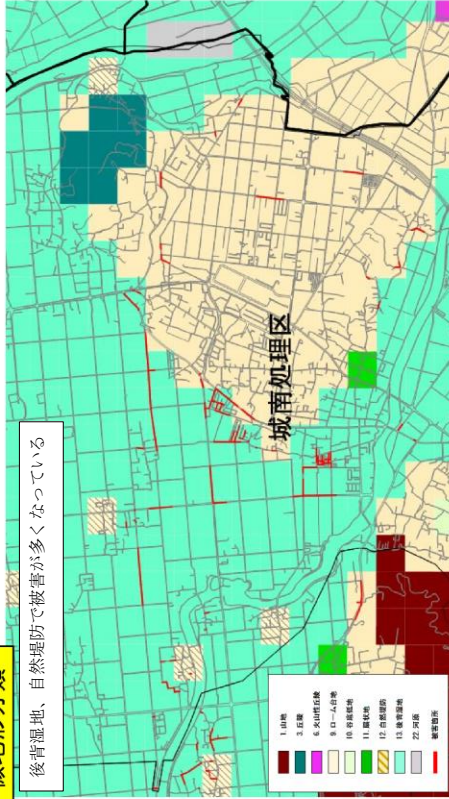


図-34 熊本市（旧富合町）の地盤特性図一覧 ※凡例は、図-18～30を参照。

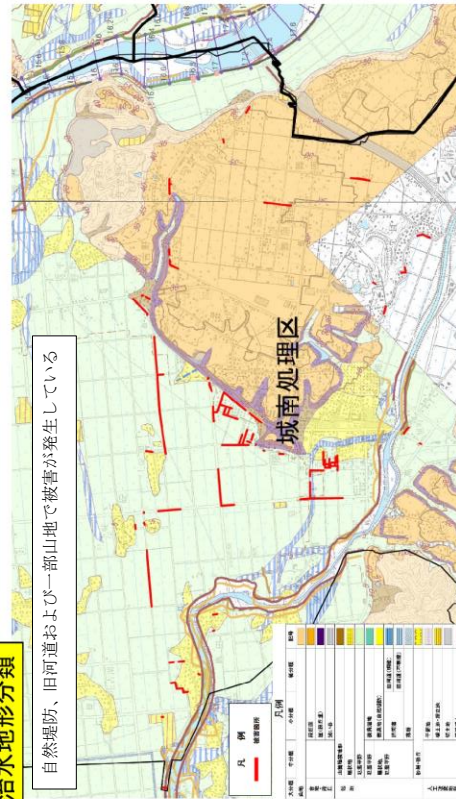
色別標高



微地形分類



治水地形分類



土地分類

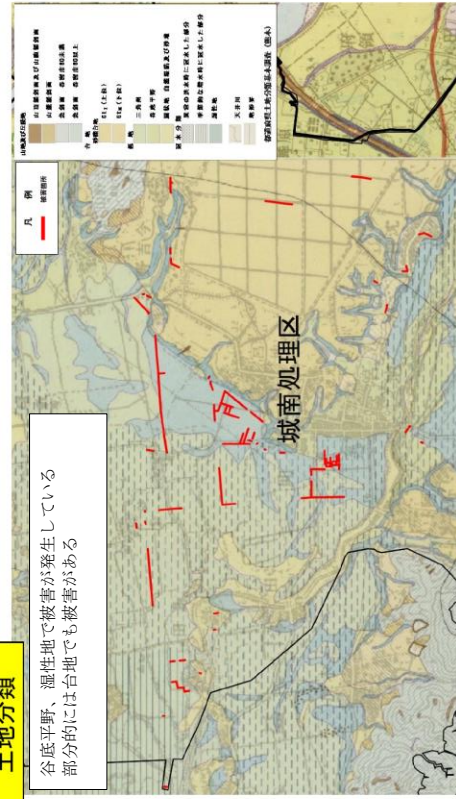


図-35 熊本市（旧城南町）の地盤特性図一覧 ※凡例は、図-18～30を参照。

(7) 益城町塩ビ管破損箇所と治水地形分類の関係

益城町では、写真-6～写真-9に示す塩ビ管の破損被害(約1.6km)が全被災延長21.8kmの7%程度発生したことから、治水地形との関連性を確認する。

図-36に、塩ビ管の被災箇所と治水地形の重ね合わせ図を示す。益城町の被災箇所は、後背湿地から段丘地へ続く傾斜地に多くの家屋が存在している上、その中に旧河道が多く存在している場所となっている。地形分類が複雑に入り混じっており、地形の急変部周辺で破損被害が発生している。



写真-6 塩ビ管の破損①(益城町)

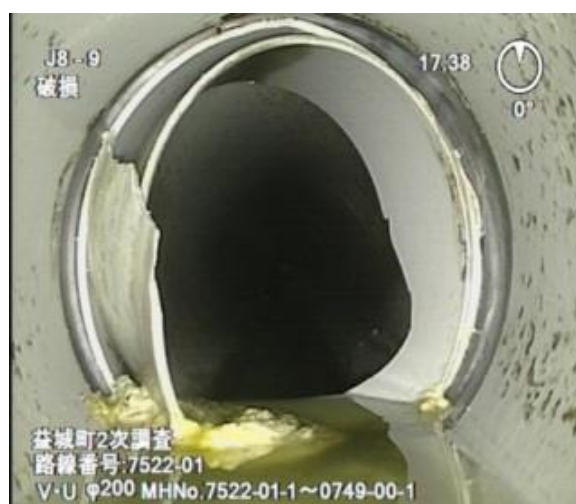


写真-7 塩ビ管の破損②(益城町)



写真-8 塩ビ管の破損③(益城町)

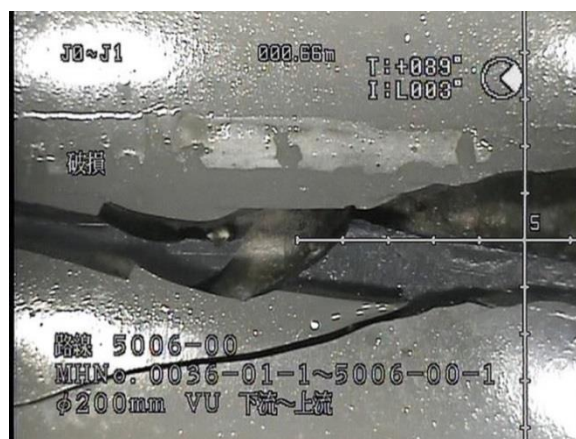
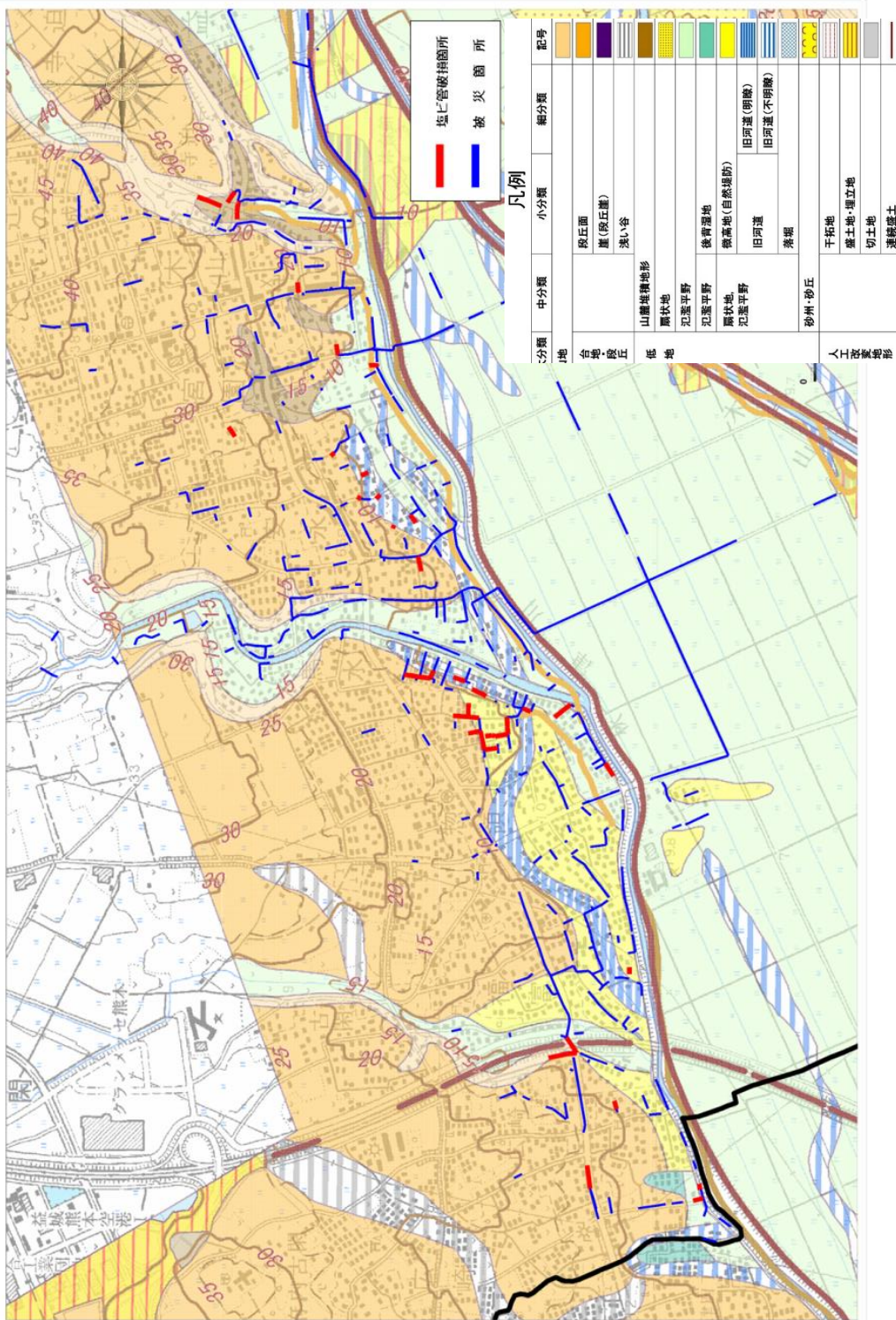


写真-9 塩ビ管の破損④(益城町)



図一36 治水地形分類と塩ビ管被災箇所と塩ビ管被災箇所位置 (益城町)