

6. 道路橋の被害と地震動の特性との相関

本章では、本報告書に示した道路橋の被害と地震動の特性との関係について整理を行った。ここで、地震動の特性としては、SI値、震度および最大水平加速度に着目した。

また、道路橋の被害には、地震動の影響だけでなく津波の影響も受けた橋があるが、ここでは地震動の特性との関係を整理する観点から、道路震災対策便覧¹⁾に示される「耐荷力に関する被災度」により区分することとし、表-6.1に示す5段階(As、A、B、C、D)に区分した。なお、耐荷力に関する被災度はあくまでも本調査で確認できた範囲のみで評価している。また、津波の影響により損傷を受けた橋については、津波の影響を受ける前に地震動の影響で既に損傷が生じていたかどうかの判断が明確にできない橋もあるため、そのような橋については、今回は「不明」と区分した。

図-6.1および図-6.2は、SI値のコンター上に2章~4章に示した各橋の被災度区分を重ねて示したものである。ここで、図-6.1は3月11日に発生した本震のコンターであり、図-6.2は4月7日に発生した余震のコンターである。また、図中における被災度の記号(△および○)は、津波により被害が生じた橋と、津波の影響を受けていない橋を区別するためのものである。同様に、図-6.3、図-6.4は、それぞれ本震および余震の震度コンターに各橋の被災度区分を重ねて示したもので、また、図-6.5、図-6.6は、それぞれ本震および余震の最大水平加速度コンターに各橋の被災度区分を重ねて示したものである。なお、SI値、震度および最大水平加速度コンターは、国土交通省地震計ネットワーク205地点、気象庁38地点、(独)防災科学技術研究所598地点の観測点で得られた東北地方太平洋沖地震における強震観測データを用い、国土を250m四方のメッシュに分割して各メッシュの地点での地震動の特性を補完して推定したものである²⁾。また、コンター図中の道路網データについては、一般財団法人日本デジタル道路地図協会のデータベースを使用して作成したものである。

図-6.7、図-6.8および図-6.9は、地震動の特性(SI値、震度、最大水平加速度)と被災度区分の関係を分布図として示したものである。ここで、津波の影響により損傷を受けた橋で、津波の影響を受ける前に地震動の影響で既に損傷が生じていたかどうかの判断が明確にできない橋(被災度区分を不明と区分した橋)については、図中にプロットとして示していない。

耐荷力に関する被災度が「As」に区分される橋(落橋した橋)は3.1.4に示した霞目歩道橋と3.18.3に示した鹿行大橋であるが、霞目歩道橋の位置における3月11日の本震のSI値は99kine、震度は6.19、最大水平加速度は913gal、鹿行大橋の位置における3月11日の本震のSI値は81kine、震度は6.04、最大水平加速度は550galであった(図-6.1(2)(3)、図-6.3(2)(3)、図-6.5(2)(3))。図-6.7、図-6.8より、被災度「As」に区分された橋は3月11日のSI値および震度が比較的大きいエリアにあったことが分かる。一方で、図-6.9より、被災度Asに区分された橋の最大水平加速度はSI値や震度に比べて大きな範囲になく、最大水平加速度は、必ずしも耐荷力に関する被災度との相関が高いというわけではないと言える。

図-6.7より、SI値が30kine程度の橋であっても耐荷力に関する被災度が「A」に区分される橋があることが分かる。例えば、3.20.1に示した小谷木橋の地点でのSI値は35kine

と推定されているが、ケーソン基礎の頂版部が損傷し下部構造に傾斜が生じる被害が生じている。また、2.7.2 に示した大黒JCTの橋の地点ではSI値の推定は 31kineであるが、鋼製支承の上杓が脱落する損傷が生じている。これらの橋のように、橋の構造条件や部材の状態等によっては、SI値が 30kine程度であっても「A」区分に相当する損傷が生じることがある。

図-6.7 より、SI値が 120kine程度と高い値を示しているが、耐荷力に関する被災度は「C」に区分される橋があった。これは 3.1.2 に示した多田川橋であり、調査した範囲においては、橋台部の可動支承ストッパーの変形および橋台のひび割れが確認できたのみであった。

また、3.15.1 に示した藤橋と 4.2.19 に示した川南高架橋のように、3月11日の本震後の点検では損傷が軽微または確認されていないが、4月7日の余震後の点検によって損傷が生じた橋がある。これら2橋の位置における3月11日の本震の地震動特性と4月7日の余震の地震動特性の推定結果を比較すると表-6.2 に示すとおりである。これからわかるように、これら2橋の位置においては、4月7日の余震による地震動のSI値および震度が3月11日の本震による地震動と比較して大きくなっている。一方、川南高架橋の最大水平加速度については4月7日の余震による地震動の方が小さい。実際の被害状況と照らし合わせて考えると、地震による耐荷力に関する被災度は、最大水平加速度ではなく、SI値または震度と相関性があることが確認できる。

表-6.1 地震によって生じた耐荷力に関する被災度区分

| 区分 | 橋の耐荷力レベル | 被害の具体例 |
|----|---|--|
| As | 落橋あるいは倒壊・半倒壊 | 落橋 |
| A | 耐荷力の低下に著しい影響のある損傷が生じており、落橋等の致命的な被害の可能性がある | RC橋脚の鉄筋はらみ出し、ゴム支承本体の破断、支承アンカーの破断、主桁が支承から脱落、基礎本体の損傷、等 |
| B | 耐荷力の低下に影響のある損傷が生じており、余震、活荷重等による被害の進行がなければ、当面の利用が可能である | 主桁の損傷、RC橋脚のかぶりコンクリート剥落、支承セットボルトの破断、支承部（変位制限構造、ダンパー、落橋防止構造）の著しい損傷、基礎の傾斜、等 |
| C | 短期的には耐荷力の低下に影響がない | 上部構造二次部材の損傷、RC橋台および橋脚のひび割れ、支承部の軽微な損傷、等 |
| D | 耐荷力に関しては特に異常がない | 損傷なし |
| 不明 | | 津波の影響を受ける前に地震動の影響で既に損傷が生じていたかどうかの判断が明確にできない橋 |

表-6.2 藤橋および川南高架橋における本震と余震の地震動特性の比較

| | | 3月11日 | 4月7日 |
|-------------------|---------|---------|---------|
| 藤橋 (岩手県奥州市) | SI値 | 38 kine | 44 kine |
| | 震度 | 5.40 | 5.73 |
| | 最大水平加速度 | 371 gal | 529 gal |
| 川南高架橋 (宮城県栗原市) | SI値 | 66 kine | 79 kine |
| | 震度 | 5.81 | 5.99 |
| | 最大水平加速度 | 463 gal | 359 gal |

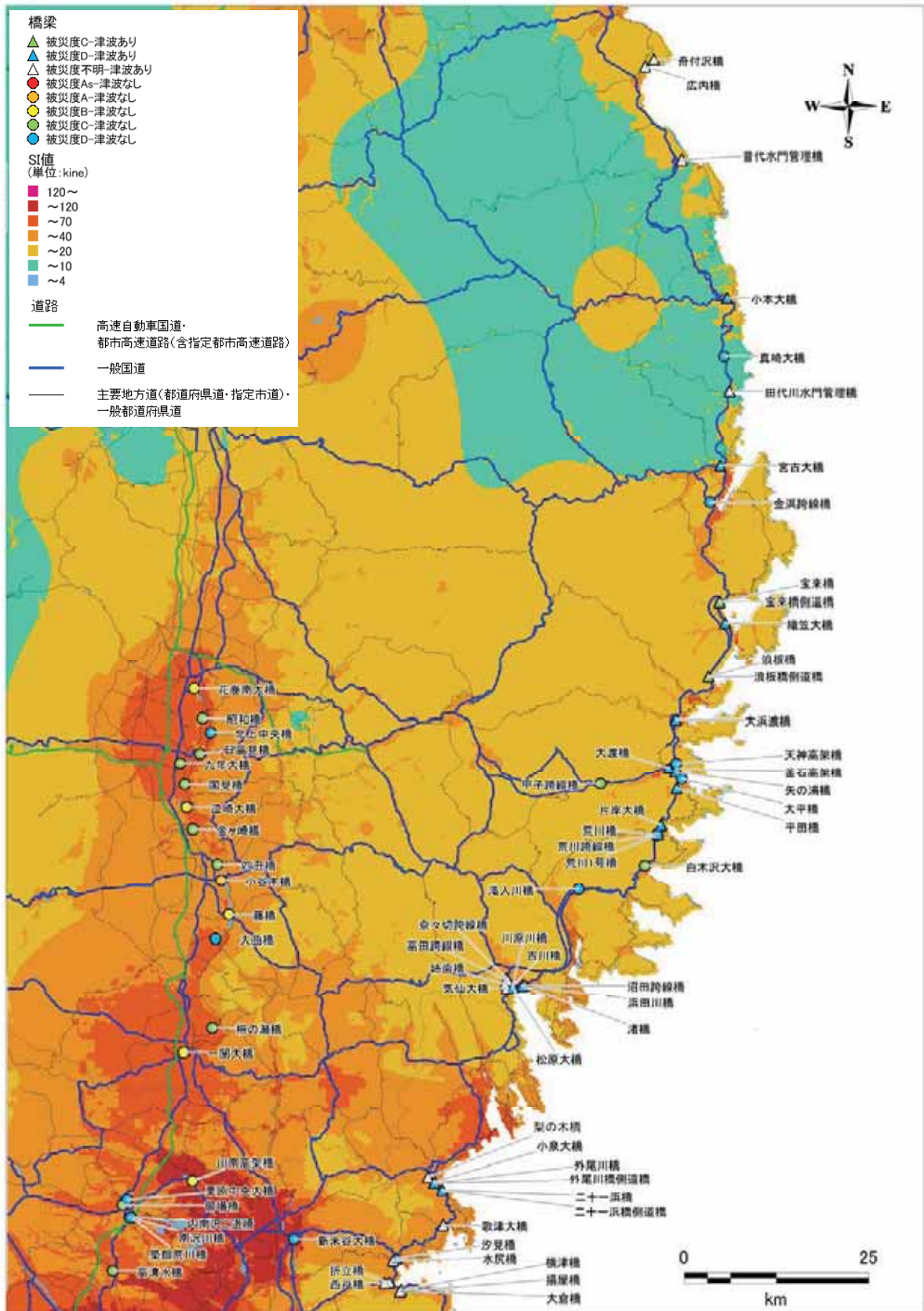


図-6.1(1) 3月11日の本震におけるSI値コンター

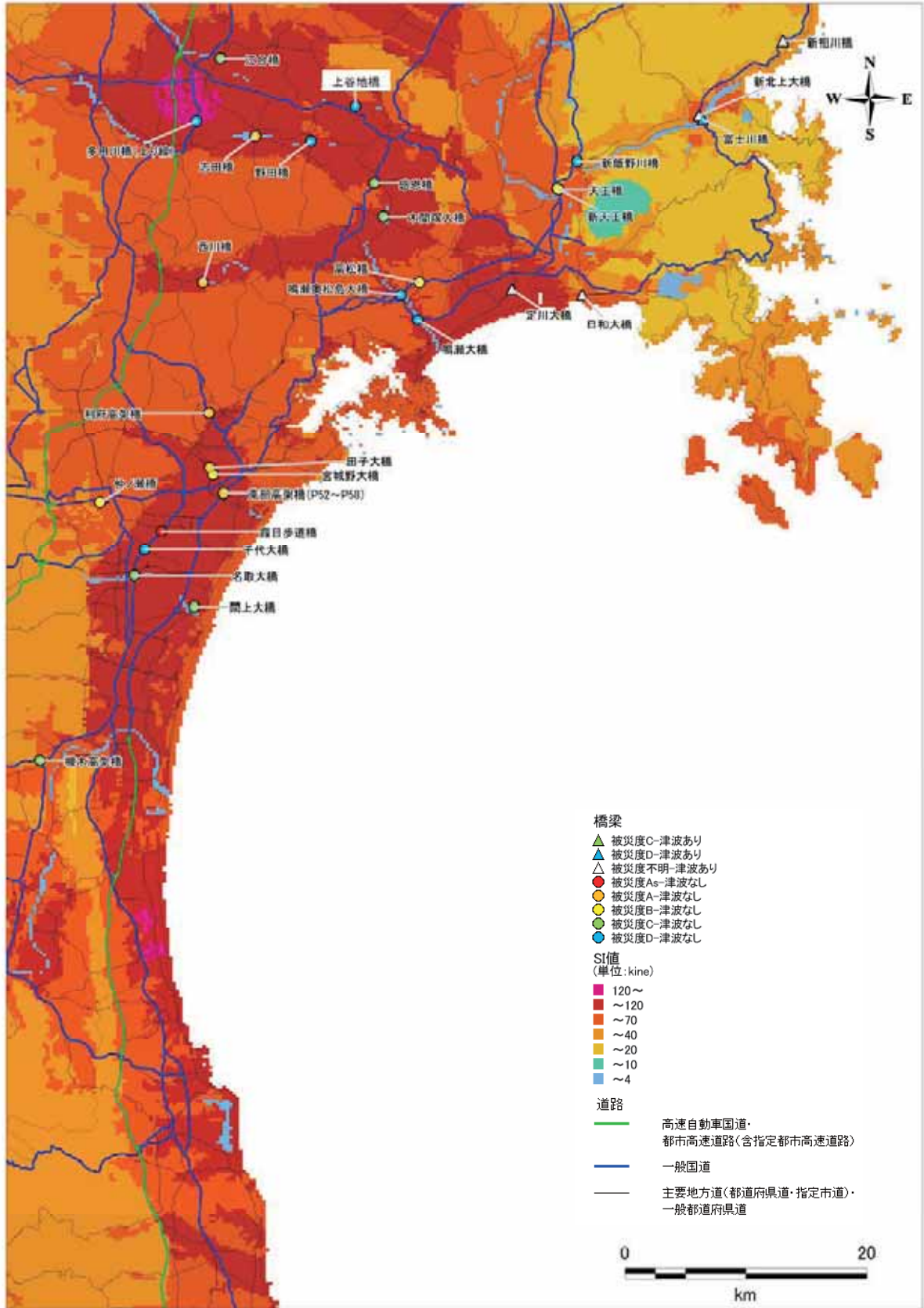


図-6.1(2) 3月11日の本震におけるSI値コンター

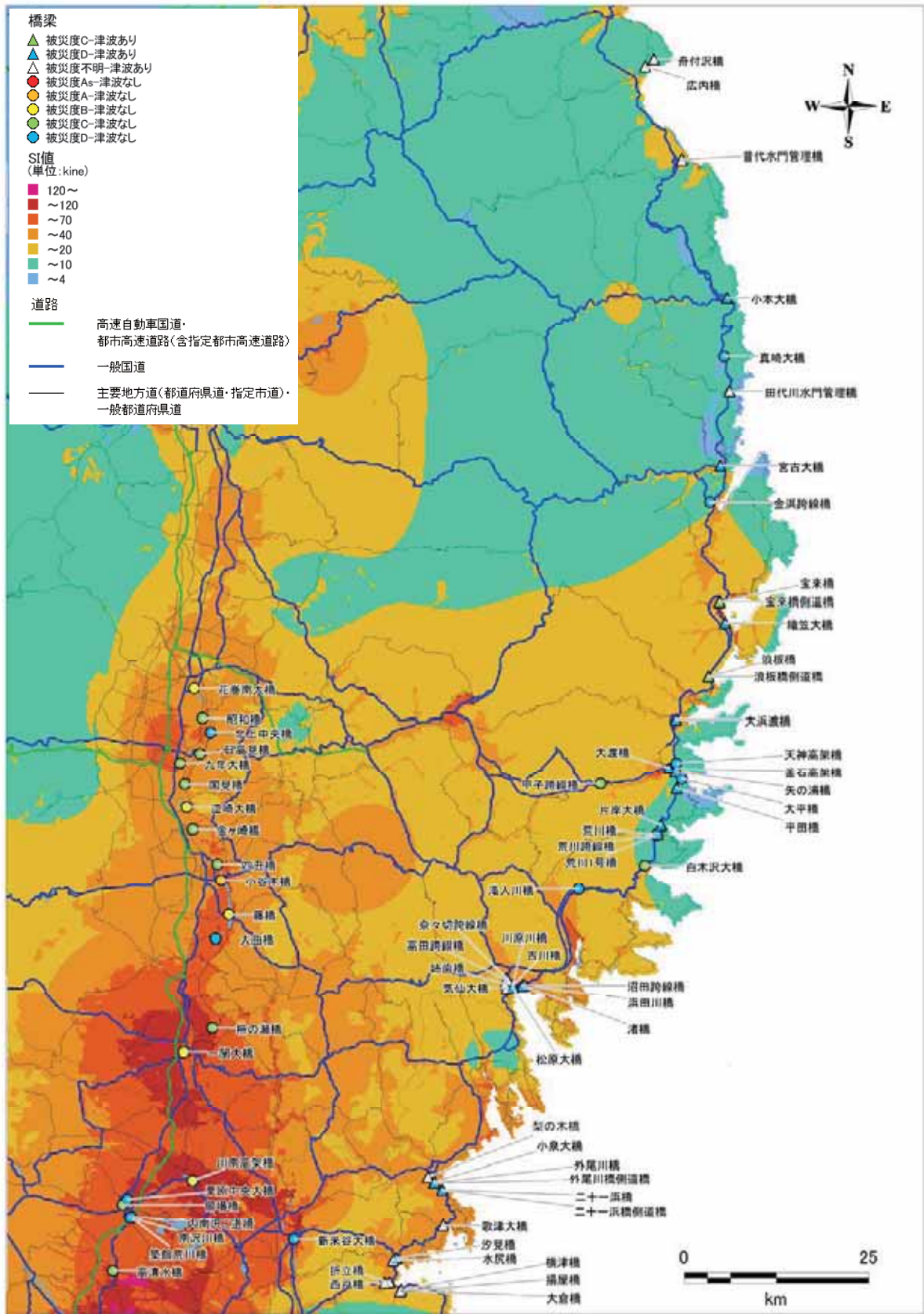


図-6.2(1) 4月7日の余震におけるSI値コンター

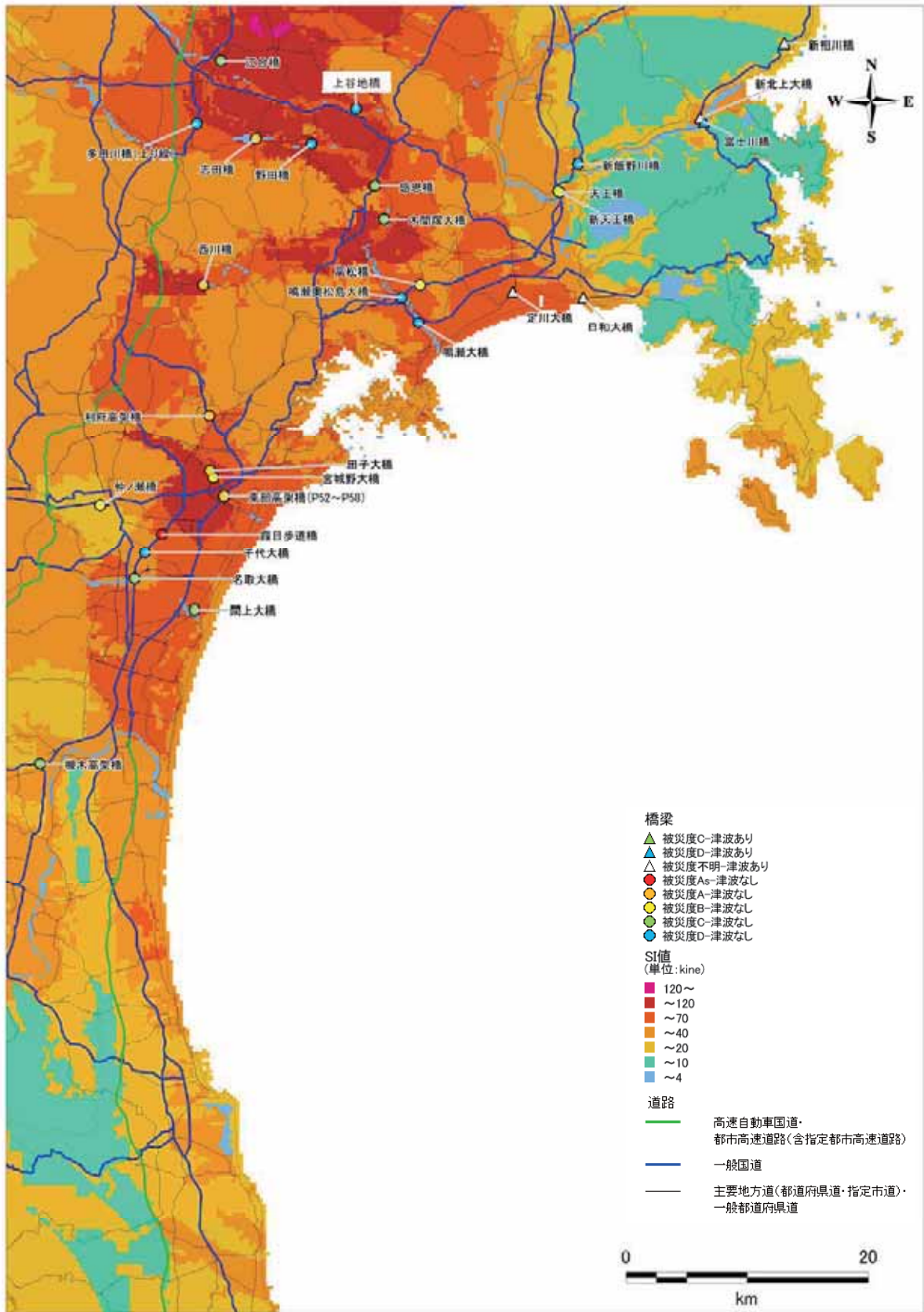


図-6.2(2) 4月7日の余震におけるSI値コンター

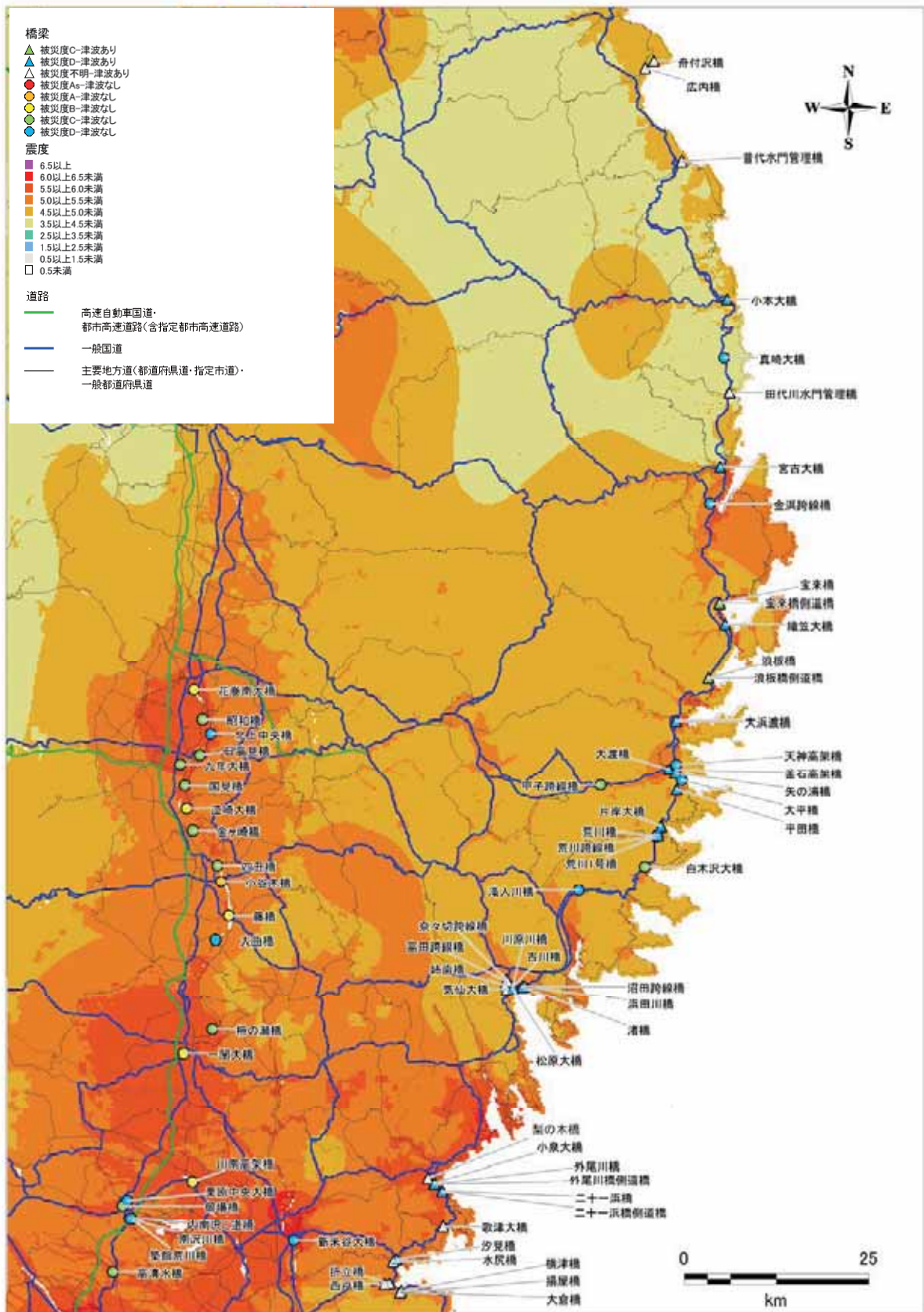


図-6.3(1) 3月11日の本震における震度コンター

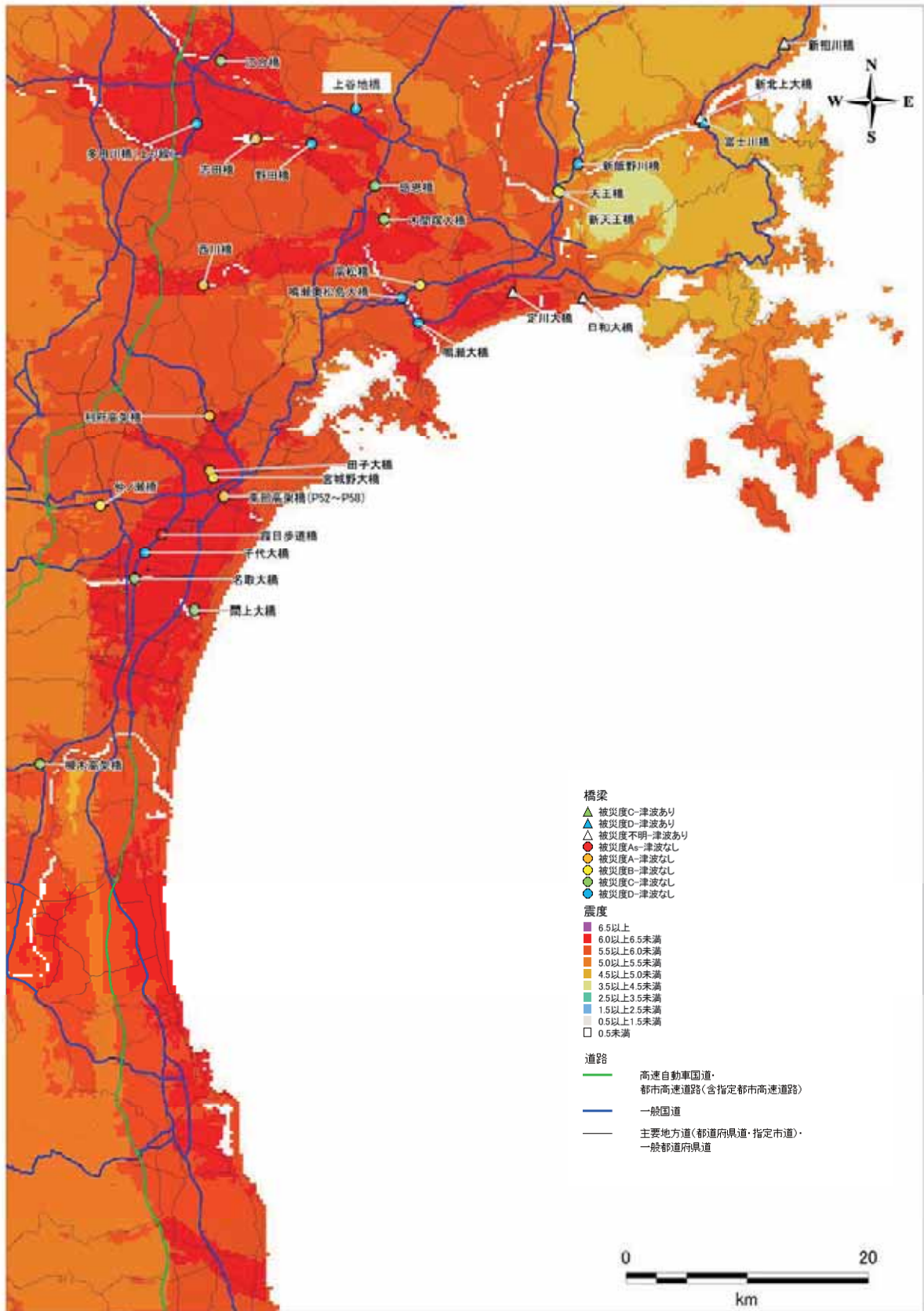


図-6.3(2) 3月11日の本震における震度コンター

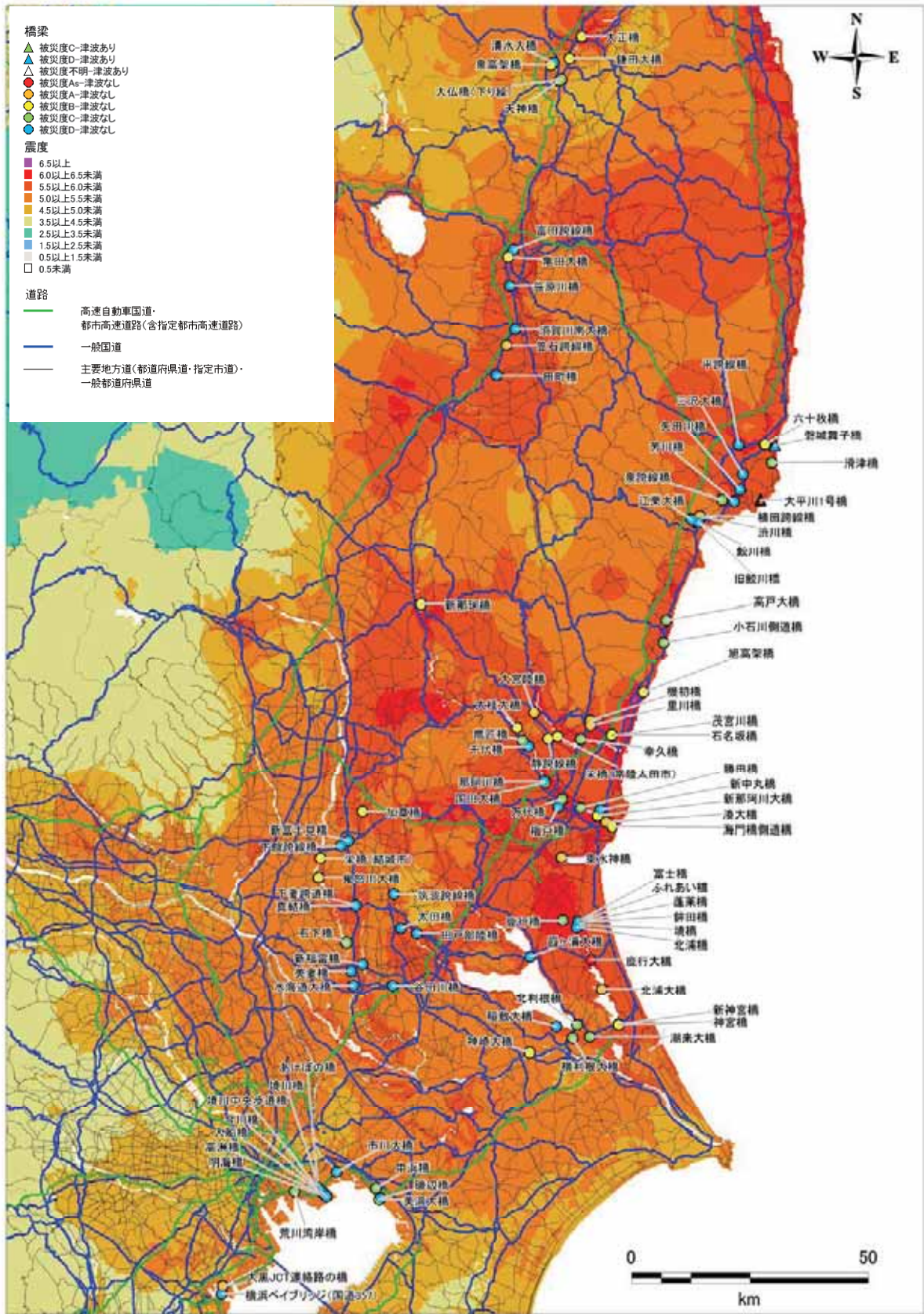


図-6.3(3) 3月11日の本震における震度コンター

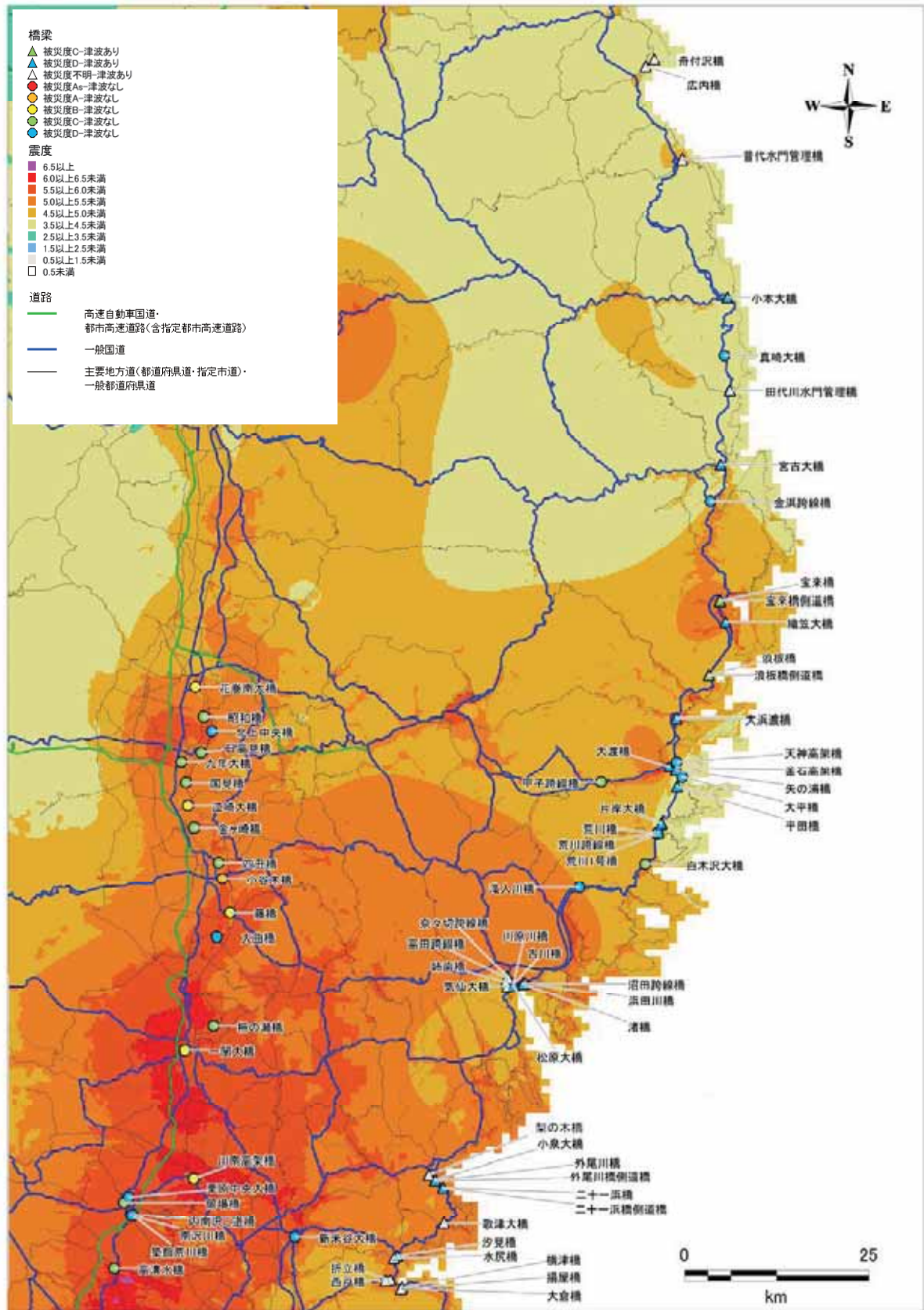


図-6.4(1) 4月7日の余震における震度コンター

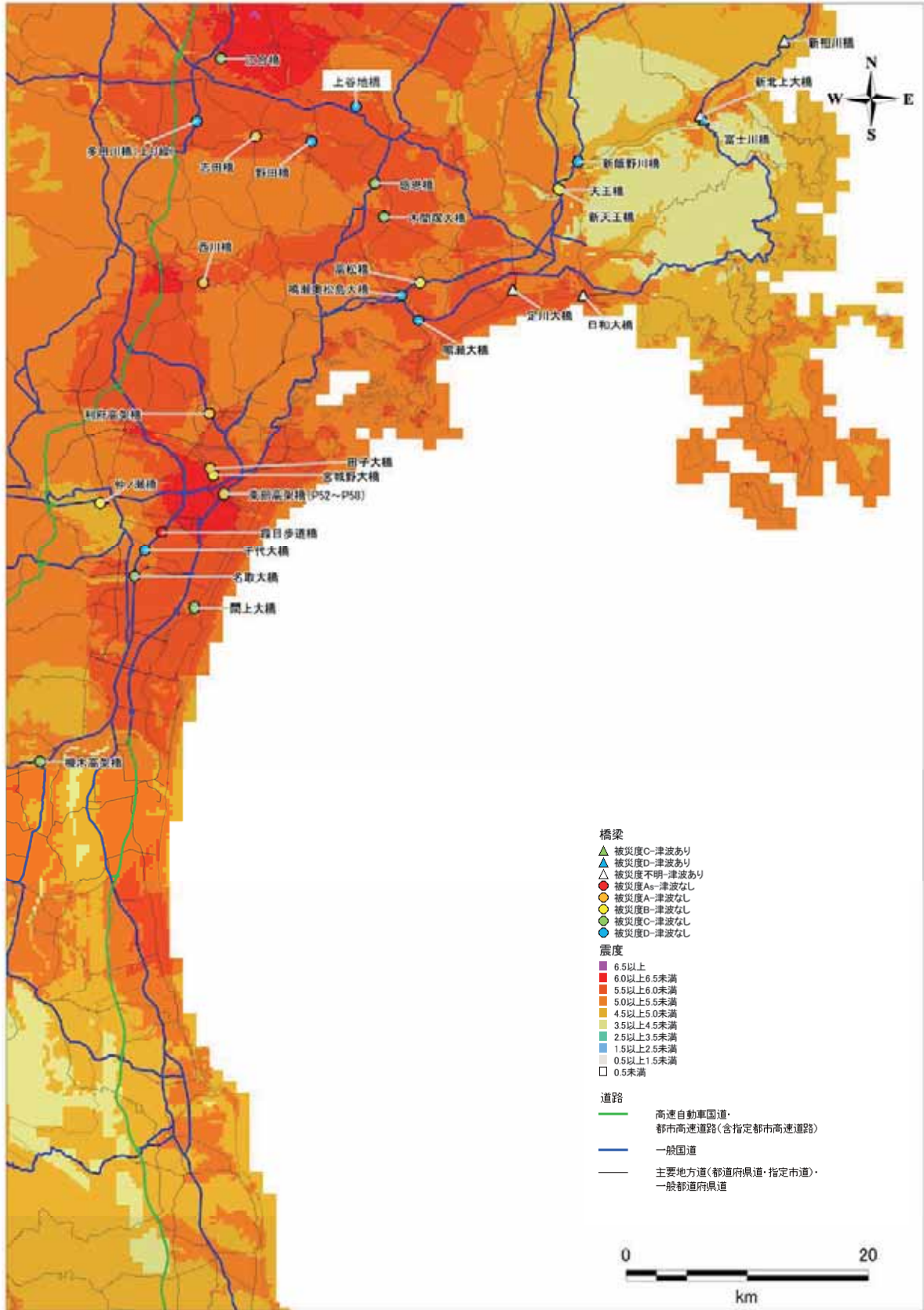


図-6.4(2) 4月7日の余震における震度コンター

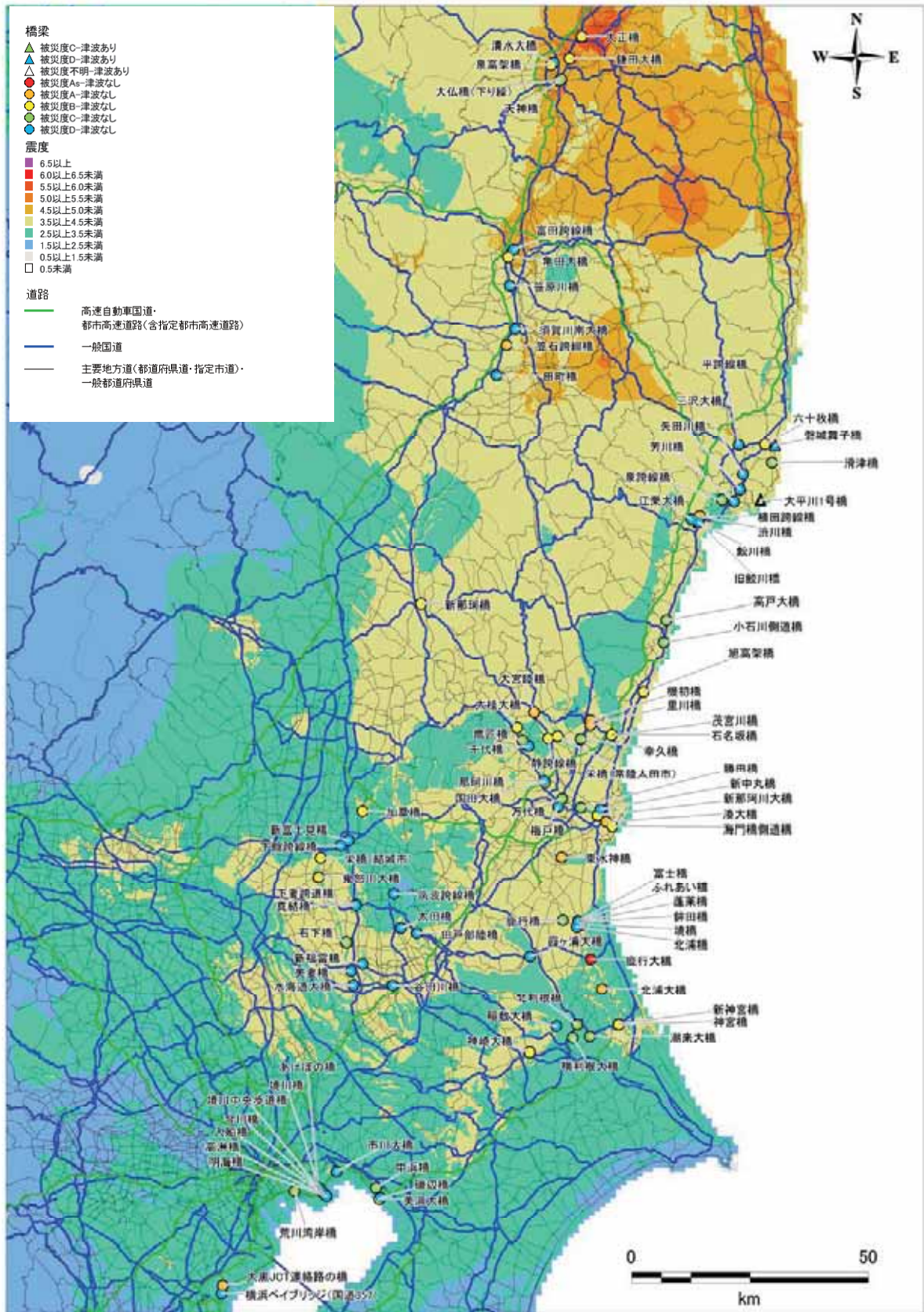


図-6.4(3) 4月7日の余震における震度コンター

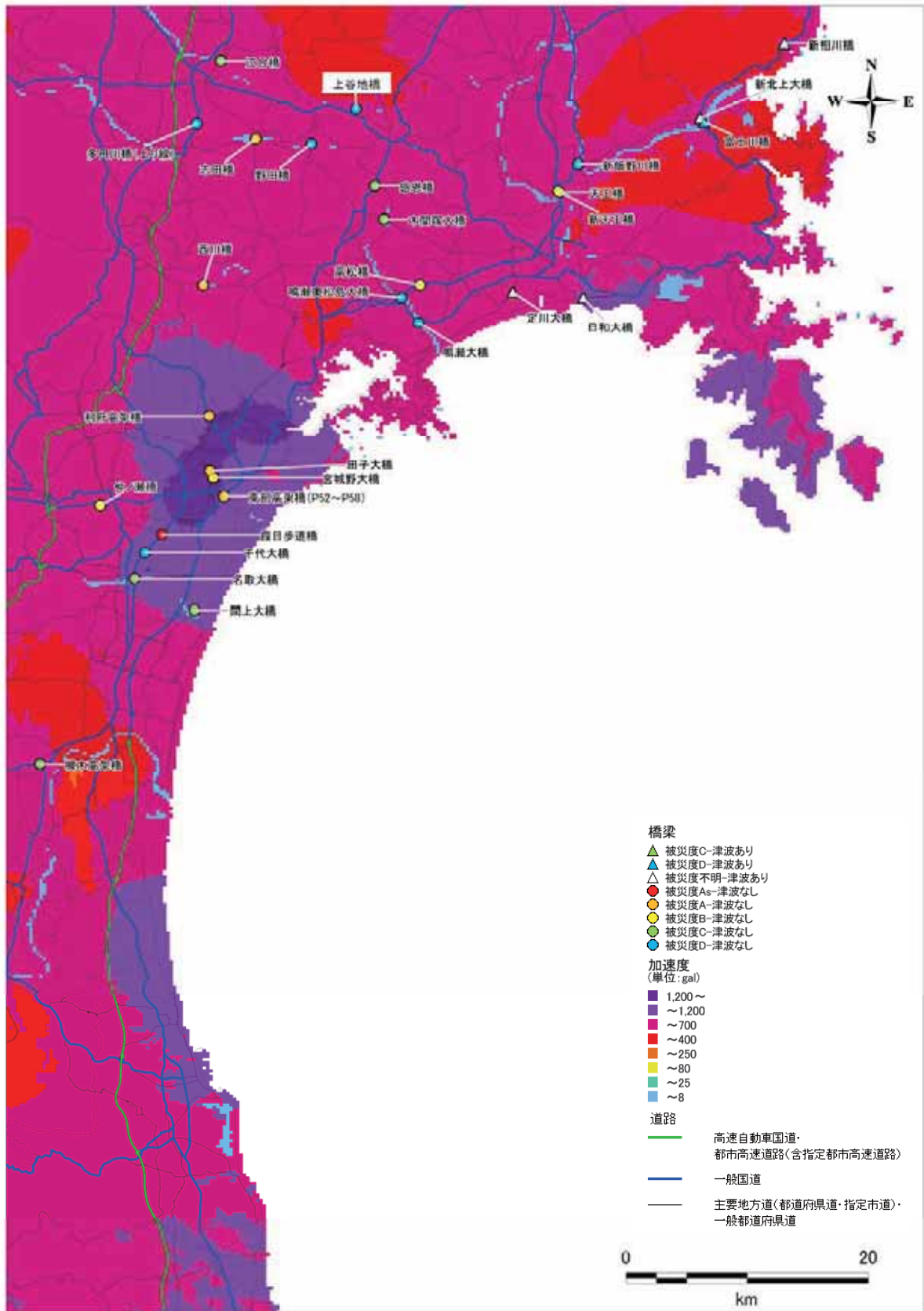


図-6.5(2) 3月11日の本震における最大水平加速度コンター

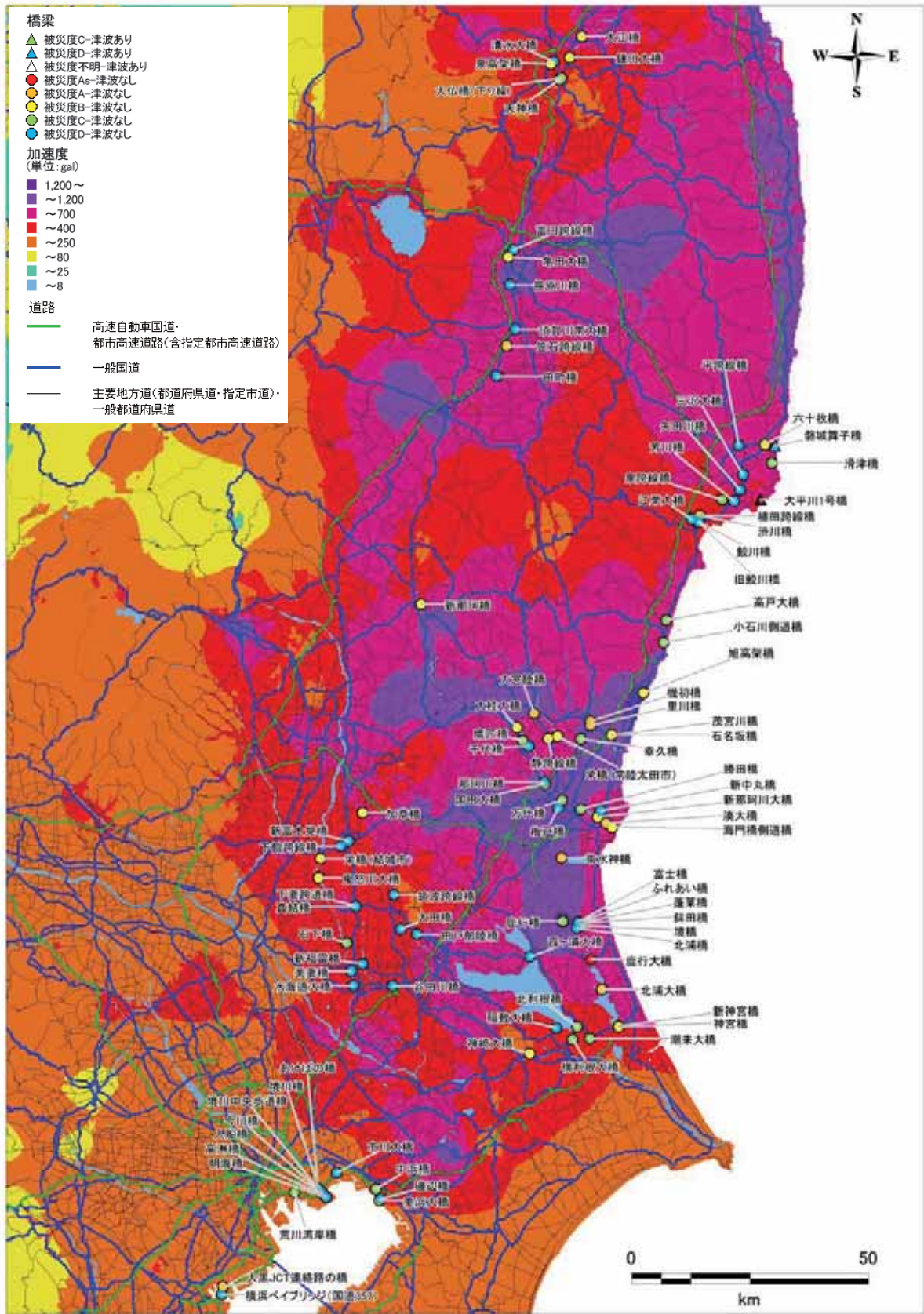


図-6.5(3) 3月11日の本震における最大水平加速度コンター

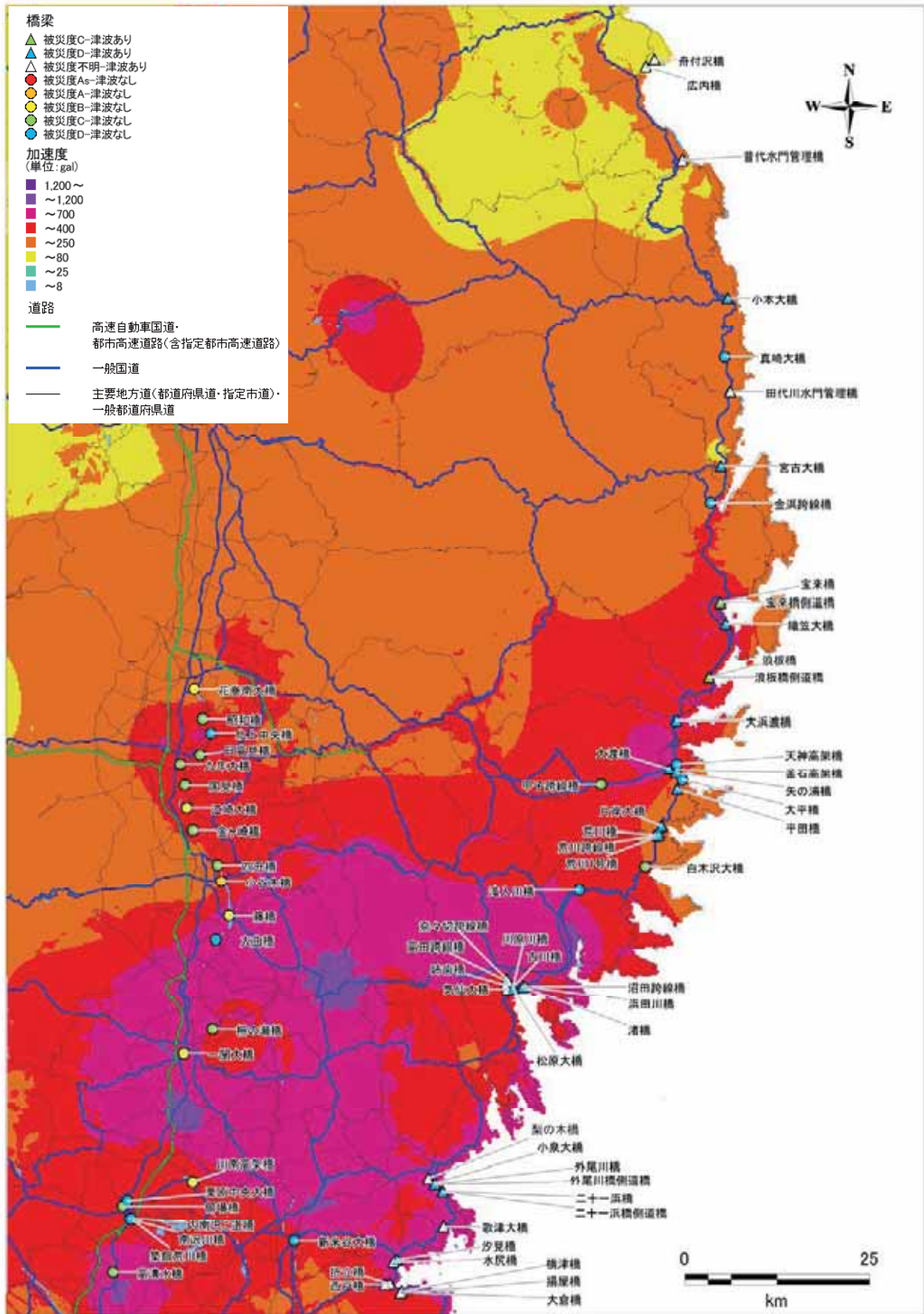


図-6.6(1) 4月7日の余震における最大水平加速度コンター

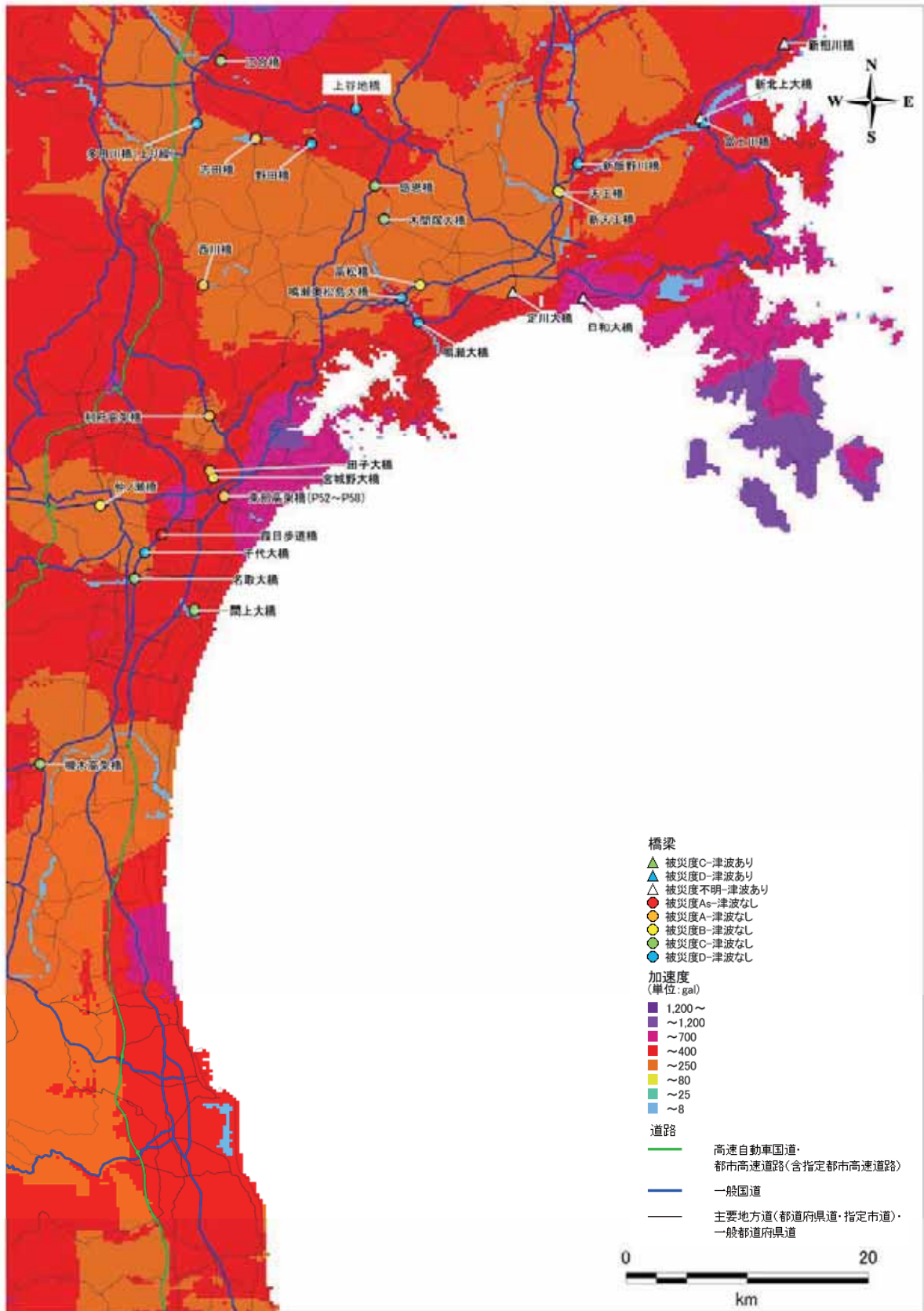


図-6.6(2) 4月7日の余震における最大水平加速度コンター

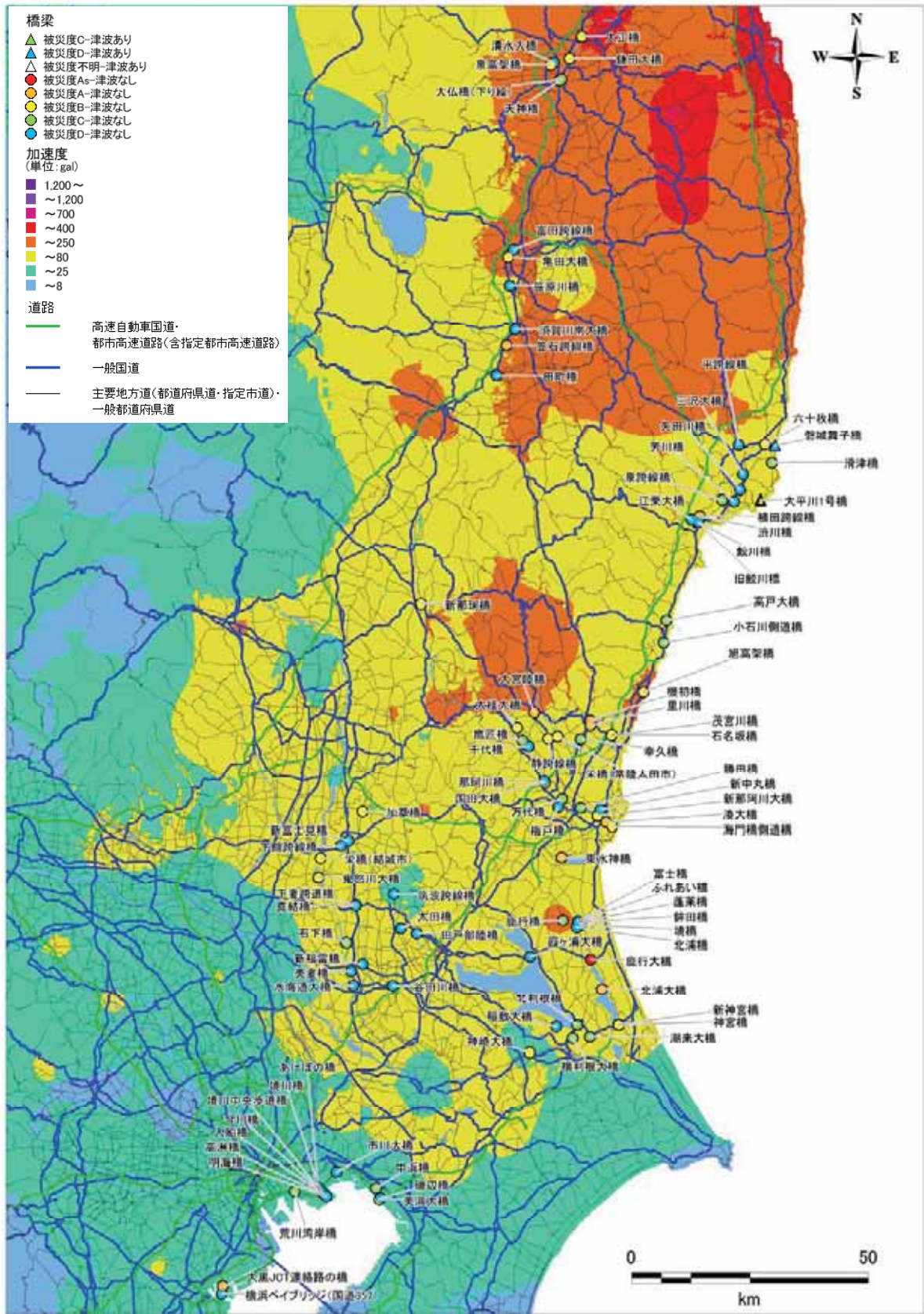


図-6.6(3) 4月7日の余震における最大水平加速度コンター

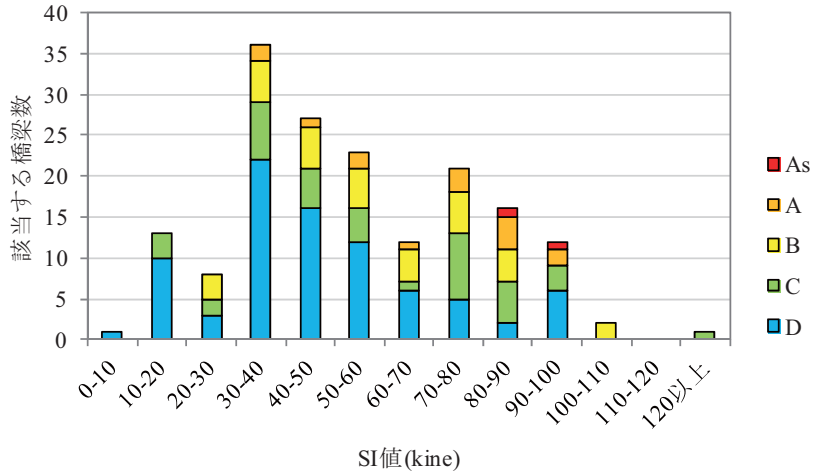


図-6.7 3月11日の本震におけるSI値と被災度の関係

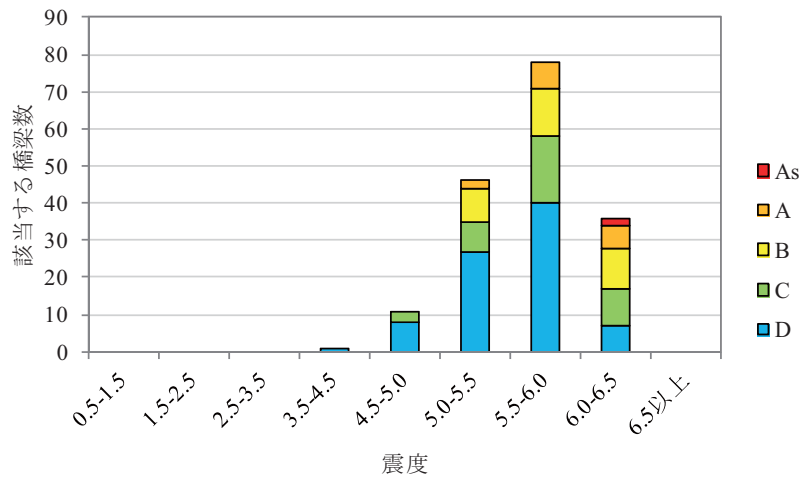


図-6.8 3月11日の本震における震度と被災度の関係

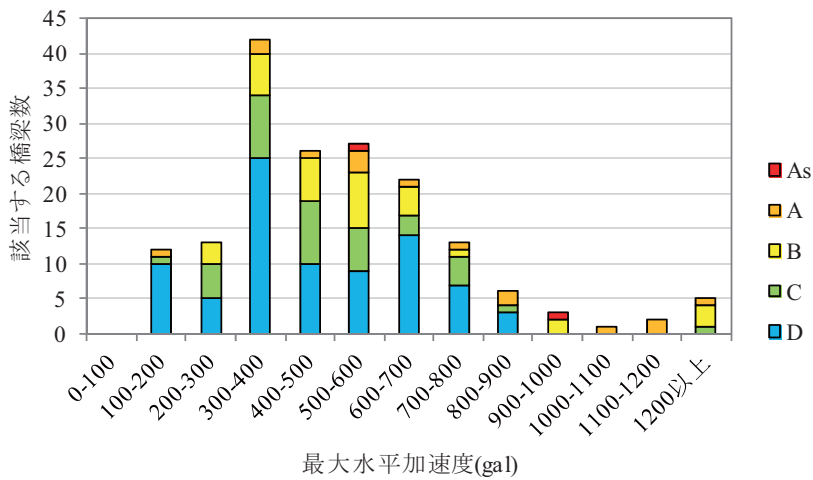


図-6.9 3月11日の本震における最大水平加速度と被災度の関係

参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会：道路震災対策便覧（震災復旧編），平成19年3月
- 2) 国土技術政策総合研究所国土防災研究室webサイト：
<http://www.nilim.go.jp/lab/rdg/earthquake/2011ej.htm>，地震動分布デジタル値ダウンロード(2012.12.03 Version 2.0)