

## 11. ライフライン施設の被害予測

### 11.1 上水道の被害予測

#### 11.1.1 概要

上水道被害は、地表速度分布及び液状化分布（ $P_L$ 値）から算定する配水管（管種・管径別）の物的被害率（1kmあたりの被害箇所数）により、断水率（給水世帯数あたりの断水世帯数）を予測する。予測単位は250mメッシュ単位で行うものとし、計算結果はメッシュ単位及び市町村単位として整理する。

#### 11.1.2 被害予測手法

##### ○前提条件

本被害予測では、過去の被害予測の考え方を踏襲し、埋設の配水管を対象に被害予測を実施する。

なお、上水道施設の被害予測手法の取りまとめに際して、東京都(2006)などの最新の地震被害予測調査を参考にして、以下の前提条件を設定した。

- ①貯水施設、取水施設、導水施設の被害程度は小規模に留まると考えられることから、これらは評価対象外とする。また、浄水施設は、十分な耐震性能を保有しているものと考え、被害想定の対象外とする。
- ②配水管の被害率は、阪神・淡路大震災を含む過去の地震時の被害実態に基づき設定した標準被害率を、液状化危険度ランク別及び管種・管径別に補正する。
- ③地震発生直後（2日目まで）の断水率は、地表速度分布と液状化分布により算定した配水管の物的被害率により求める。
- ④変電所被災による広域的な停電が生じた場合、拠点施設の給水機能の停止により一時的な断水が発生する。しかし、系統切り替えによる電力の回復が即時的に進み、それとともに断水も回復することから、拠点施設の被災による機能停止は対象としない。

##### ○配水管被害予測手法

日本水道協会(1998)が阪神・淡路大震災における水道管路の被害分析に基づいて提案した被害予測方法を用いる。そのフローを図 11.1.2-1 に示す。被害予測は、地表の最大速度から推定される標準被害関数（普通铸铁管による地表速度-被害率の関係式）に、管種、管径、地形・地盤、液状化による補正係数を乗ずることにより、対象とする埋設管の単位長さ当たりの被害件数（被害率、箇所/km）を予測する。

これに、管路の延長を乗ずることにより被害件数を予測する。

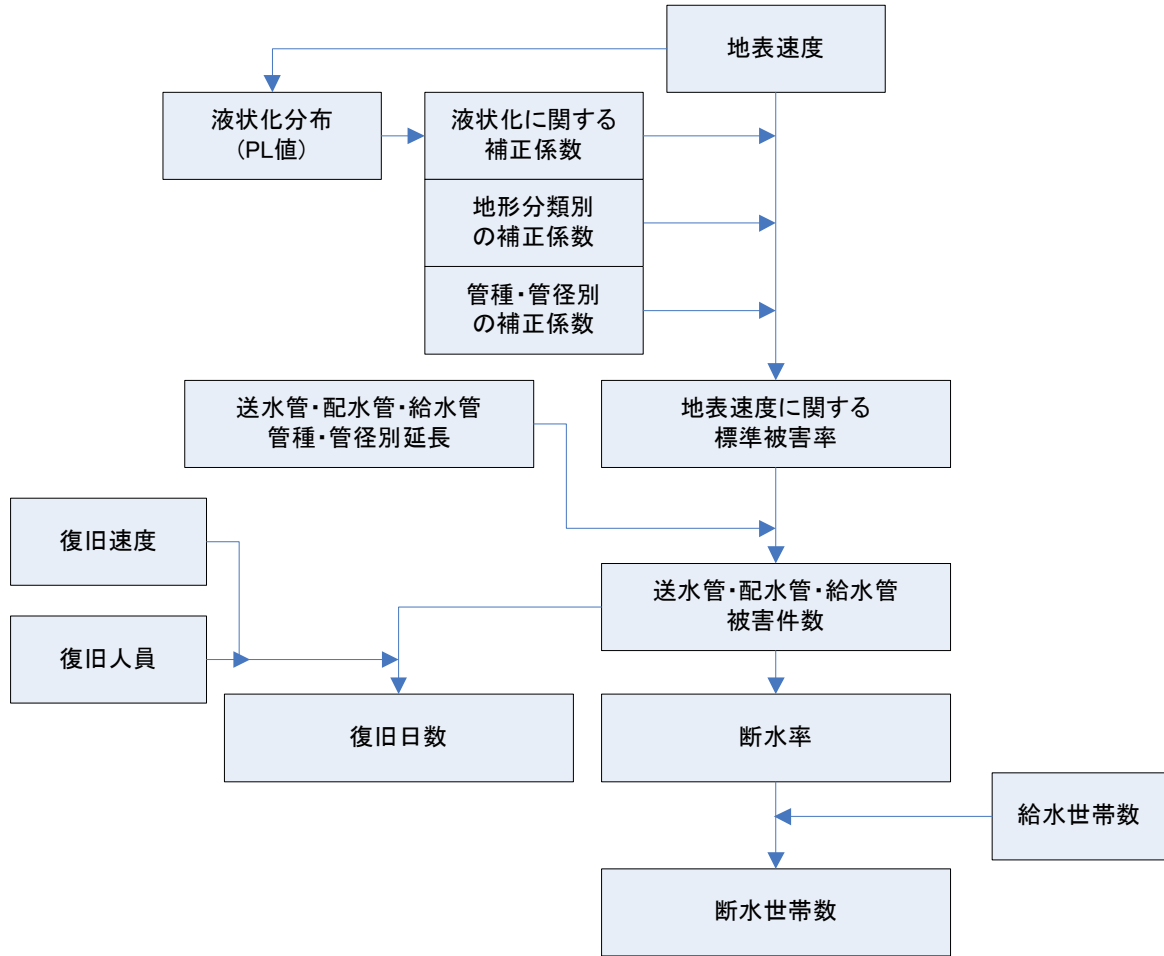


図 11.1.2-1 上水道施設の被害予測フロー

配水管の被害は日本水道協会(1998)による式 11.1.2-1～11.1.2-3 を用いて 250m メッシュ単位で予測する。図 11.1.2-2 には標準的な配水管の管種別被害関数を示す。

$$D_1 = \sum_i \sum_j L_{ij} \cdot R_{ij} \dots\dots\dots \text{(式 11.1.2-1)}$$

$$R_{ij} = C_{gij} \cdot C_{lij} \cdot C_{pij} \cdot C_{dij} \cdot R_s \dots\dots\dots \text{(式 11.1.2-2)}$$

$$R_s = \begin{cases} 0 & (V_{\max} < 15\text{cm/秒}) \\ 3.11 \times 10^{-3} (V_{\max} - 15)^{1.30} & (V_{\max} \geq 15\text{cm/秒}) \end{cases} \dots\dots\dots \text{(式 11.1.2-3)}$$

ここで、 $D_1$ ：総被害件数(件)、 $L_{ij}$ ：管路延長(km)、 $R_{ij}$ ：被害率(件/km)、 $R_s$ ：標準被害率評価式(普通鋳鉄管を基準にしている)、 $C_{pij}$ ：管種補正係数(表 11.1.2-1)、 $C_{dij}$ ：管径補正係数(表 11.1.2-2)、 $C_{gij}$ ：地盤補正係数(表 11.1.2-3)、 $C_{lij}$ ：液状化補正係数(表 11.1.2-4)、 $V_{\max}$ ：地表最大速度(cm/秒)、添え字  $ij$  は、管種、管径を表す。

表 11. 1. 2-1 管種補正係数

管種	管種補正係数 Cp
石綿セメント管	1.2
鑄鉄管	1.0
硬質塩化ビニル管	1.0
ダクタイル鑄鉄管	0.3
ネジ付き鋼管	2.0
その他	0.3
ポリエチレン管(PE管)	0.1

表 11. 1. 2-2 管径補正係数

管径	管径補正係数 Cd
~Φ75	1.6
Φ100~150	1.0
Φ200~450	0.8
Φ500~	0.5

表 11. 1. 2-3(1) 地盤補正整数

地盤・地形	地盤補正係数 Cg
改変山地	1.1
段丘	1.5
谷・旧水部	3.2
沖積平野	1.0
良質地盤	0.4

表 11. 1. 2-3(2) 地形区分のグルーピング

グループ名	改変山地	段丘	谷・旧水部	沖積平地	良質地盤
内容	切土斜面 土石流堆	下位段丘面 中位段丘面 上位段丘面	谷底平野 旧水部 旧溜池	扇状地、緩扇状地、 自然堤防、砂堆・砂 州、天井川沿い微高 地、海岸平野、後背 地、旧河道、浅い谷	人工改変の殆ど無い 洪積地盤、人工改変 の殆ど無い平坦でよ く締った沖積平地

250mメッシュ微地形区分のあてはめ

		9. ローム台地	10. 谷底低地	11. 扇状地	1. 山地
			23. 河川・水路	12. 自然堤防	2. 山麓地
			24. 湖沼	13. 後背湿地	3. 丘陵
				14. 旧河道	4. 火山地
				15. 三角州・海岸低地	5. 火山山麓地
				16. 砂州・砂礫州	6. 火山性丘陵
				17. 砂丘	7. 岩石台地
				18. 砂州・砂丘間低地	8. 砂礫質台地
				19. 干拓地	21. 岩礁・磯
				20. 埋立地	22. 河川敷・河原

表 11. 1. 2-4 液状化補正係数

危険度	液状化補正係数 CI
液状化なし	1.0
液状化危険度小	1.0
液状化危険度中	2.0
液状化危険度大	2.4

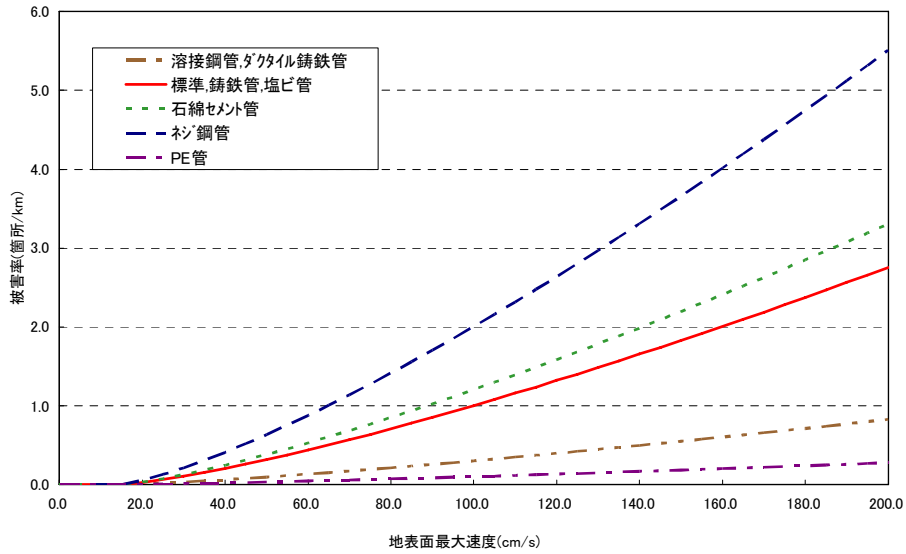


図 11.1.2-2 標準的な配水管の管種別被害関数

断水率、および、断水世帯数は川上(1996)の方法による式 11.1.2-4 を用いて予測する。図 11.1.2-3 には、断水率の予測関数を示す。

$$\text{断水率} = \begin{cases} \frac{1}{1 + 0.0473 \times x^{-1.61}} & \text{(直後)} \\ \frac{1}{1 + 0.307 \times x^{-1.17}} & \text{(1日後)} \dots \dots \dots \text{(式 11.1.2-4)} \\ \frac{1}{1 + 0.319 \times x^{-1.18}} & \text{(2日後)} \end{cases}$$

ここで、x : (配水管) 被害率 (箇所/km)。

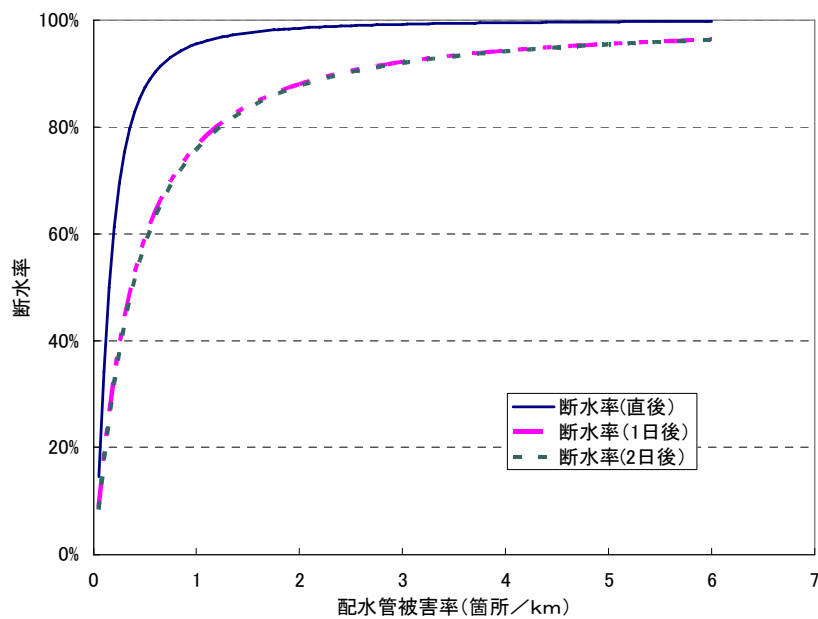


図 11.1.2-3 断水率の予測関数

○応急復旧日数の予測手法

配水管と給水管の被害箇所数、復旧速度、復旧人員から以下の式により応急復旧日数を予測する。

$$\text{復旧日数} = \text{配水管総被害件数} / (\text{1日あたり作業人数} \times \text{1日あたりの処理能力})$$

———— (式 11.1.2-5)

ここで、

- ・復旧日数：復旧日数とは、復旧作業が開始してから完了するまでの日数とする。  
(地震発生直後の被害状況の調査日数は含めないものとする。)
- ・1日あたりの作業人数：表 11.1.2-1 より、2,000 人とする。
- ・1日あたりの処理能力：表 11.1.2-2 より、配水本管と配水小管の割合が等しいと仮定すると、1日あたり人員 28 人で 1.59 件の復旧をすることが可能である。よって、1日あたりの処理能力は  $1.59 \div 28 = 0.0568$  件/人日と仮定する。

さらに、

- ・表 11.1.2-1 より、4 日後に1日目の断水人口の7割が回復するものとする。
- ・復旧作業の完了をもって、断水世帯数が 0 になるものとする。

表 11.1.2-1 上水道の復旧の仮定 (中央防災会議, 2004)

※上水道復旧に関する算定	
①復旧目標日数 (首都地域における政策目標)	30 日 (阪神・淡路大震災の実態: 42 日)
②復旧曲線	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震発生直後は被害状況の調査を行い、1 日後からの復旧スタートとする (被災直後の変電所被災による一時的な広範囲の断水は想定しない)。ただし、人口の集中する一部地域については 4 日後までには制水弁閉止とバックアップルートの確保による断水範囲縮小作業を行い、その後、修理作業を行うこととする。</li> <li>・制水弁閉止とバックアップルートの確保による断水範囲の縮小による効果は、地震発生後 4 日後に東京都では、1 日目の断水人口の 8 割が回復すると想定。それ以外の県については、上記のしくみがある地域とない地域があることを勘案し、県全体で断水人口の 7 割が回復すると想定。</li> </ul>
③復旧作業に投入する人員数	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東京都被害想定手法 (H9) を参考に、復旧に必要な人員数等を右記のように設定。</li> <li>・本検討では、送水管及び配水管被害箇所数の予測結果から、必要となる班数は下式より求まる。  (送水管・配水本管復旧必要班数) = (送水管・配水本管被害箇所数) / (0.5 × 26 日)、  (配水小管復旧必要班数) = (配水小管被害箇所数) / (1.09 × 26 日)、  これより上記の表から必要となる人員数は下式より求まる。  (必要人員数) = (送水管・配水本管復旧必要班数) × 20 (人) + (配水小管復旧必要班数) × 10 (人)  &lt;参考&gt; (応援班数) = (必要班数) - (首都地域内で編成可能な班数 (※))</li> <li>※東京都: 約 2,300 人/日 (東京都被害想定 H9)、埼玉県: 約 2,000 人/日 (埼玉県被害想定 H10) 等より、各都県概ね 2,000 人/日程度は確保可能と設定。</li> </ul>

表 11.1.2-2 上水道の復旧に必要な人員 (中央防災会議, 2004)

	1班あたりの必要人員	応急復旧作業効率
送水管・配水本管	職員2人、作業員16人	0.5件/班・日
配水小管	職員2人、作業員8人	1.09件/班・日

### 11.1.3 現況データ

市町村ごとの配水管の管種・管径別延長を上水道施設、簡易水道施設別に収集し、整理した。また、施設別の給水範囲および給水世帯数・人口も併せて、収集した。ただし、一部の市町村においてはデータの関係で下記に示す仮定を設定し、データを整備した。

- ・一部の市町村で配水管延長の比率が高い铸铁管において、単に「铸铁管」という区分のみで耐震性の高いダクタイル铸铁管との区別が行われていないことが推察された。現在、水道管は耐震化が進み、かなりの割合でダクタイル铸铁管となっていると考えられる。そこで、以下の点から、铸铁管の区分のみでダクタイル铸铁管との区別が行われていない市町村については、铸铁管のうちダクタイル铸铁管の比率を90%と仮定した。
  - 県内で铸铁管とダクタイル铸铁管の区別が行われて管路延長が集計されている自治体において、全铸铁管延長のうち、ダクタイル铸铁管の占める割合は約97%であった。
  - 铸铁管とダクタイル铸铁管の区別が不明な自治体では、铸铁管の比率が高くなることも想定されるため、安全側をみて全铸铁管延長のうちダクタイル铸铁管の比率を90%と設定した。

市町村ごとの施設別配水管延長、給水世帯数・人口の一覧を表 11.1.3-1 に示す。全県では、配水管の総延長は約 15,000km である。また、全県における給水人口、給水世帯数はそれぞれ約 75 万世帯、約 199 万人で普及率は約 99%である。

上記の集計データから 250m メッシュのデータを推定した。その方法は下記の通りである。

- ①市町村内の上水道施設別の給水区域内の 250m メッシュ別の建物数をカウントする。
- ②市町村ごとの上水道施設別配水管総延長を給水区域内の 250m メッシュ別の建物数の重みで按分して振り分け、250m メッシュ別配水管延長を推定する。

このようにして作成した 250m メッシュ別配水管延長の分布を図 11.1.3-1 に示す。

表 11.1.3-1 市町村別配水管延長、給水人口・世帯数一覧

市町村名	配水管延長 (km)	給水人口 (人)	給水世帯数 (世帯)	給水率 (%)
前橋市	2384.3	339,712	133,095	99.8
高崎市	2348.7	369,274	146,312	99.5
桐生市	633.8	121,151	46,476	99.5
伊勢崎市	1278.7	205,964	76,063	99.4
太田市	1364.3	214,288	80,618	99.0
沼田市	493.2	51,044	19,066	99.6
館林市	527.1	78,473	29,530	99.8
渋川市	726.9	83,061	29,195	99.7
藤岡市	357.3	66,300	23,699	97.5
富岡市	440.6	52,070	18,297	100.0
安中市	515.8	60,818	22,090	99.6
みどり市	315.2	51,602	18,231	99.4
榛東村	113.7	14,355	4,629	99.9
吉岡町	232.2	19,777	6,522	99.9
上野村	13.2	860	403	65.8
神流町	22.9	2,138	943	90.9
下仁田町	85.4	8,843	3,291	99.2
南牧村	58.3	2,420	1,087	99.9
甘楽町	114.1	13,400	4,376	98.4
中之条町	169.9	17,922	6,501	98.4
長野原町	222.6	6,003	2,290	99.8
嬭恋村	223.1	9,844	3,529	96.7
草津町	66.4	7,160	3,474	100.0
高山村	16.1	3,809	1,148	97.4
東吾妻町	216.9	15,064	5,322	96.4
片品村	32.2	4,866	1,664	99.2
川場村	47.5	3,476	869	89.2
昭和村	105.7	7,570	2,413	99.3
みなかみ町	402.5	21,164	7,797	99.2
玉村町	258.6	37,536	13,857	100.0
板倉町	157.0	15,648	5,110	99.6
明和町	78.2	11,179	3,686	99.7
千代田町	138.3	11,231	3,640	97.9
大泉町	176.9	39,813	16,417	98.9
邑楽町	170.1	26,589	9,048	98.4
合計	14,507.9	1,994,425	750,691	99.3

※ 配水管延長は、各市町村より収集した値を用いた。給水率は、第 57 回群馬県統計年鑑(平成 23 年刊行)の市町村別普及率(平成 21 年度末)の値を用いることとし、給水人口・世帯数算定のための母数は平成 22 年国勢調査の各市町村の値とした。

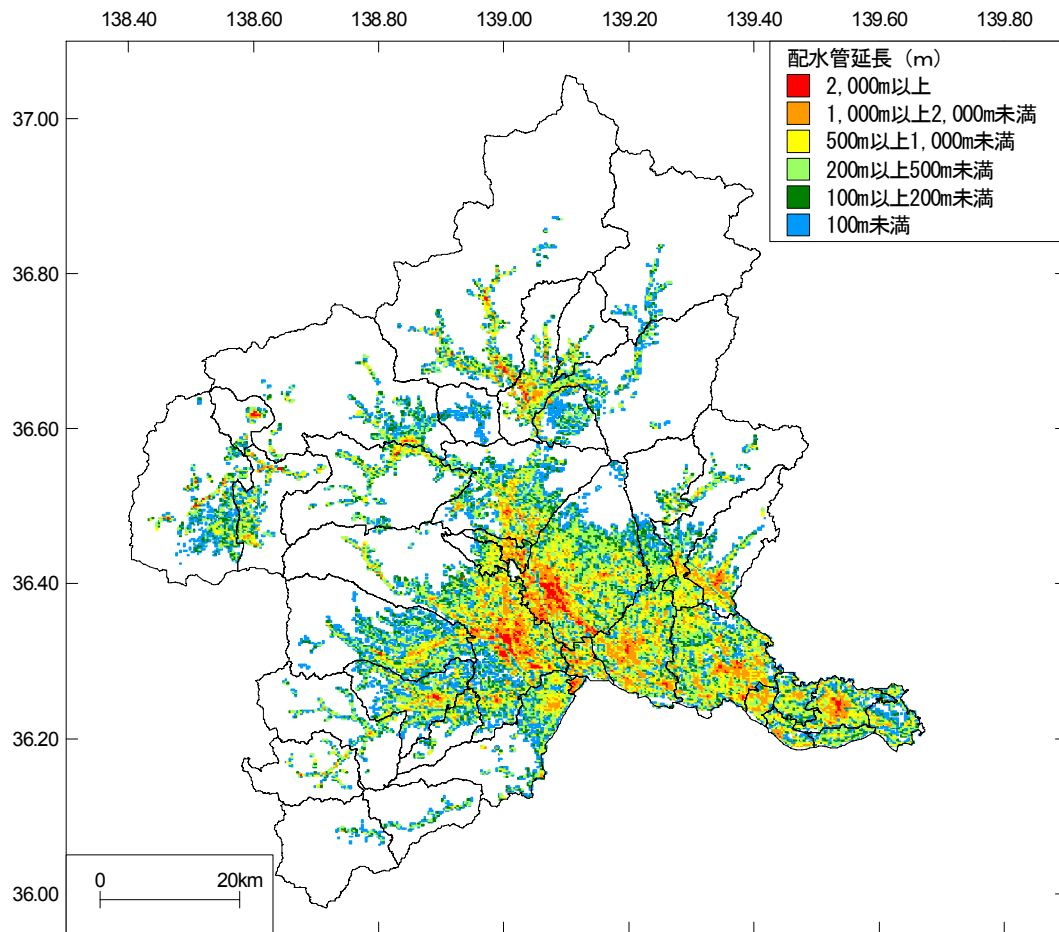


図11.1.3-1 群馬県内の250mメッシュ別配水管延長分布



## 11.2 工業用水道の被害予測

### 11.2.1 概要

群馬県内の工業用水道としては、渋川市－吉岡町－高崎市にまたがる渋川工業用水道と、伊勢崎市から東毛地区に広がる東毛工業用水道を対象とした。図11.2-1に渋川工業用水道給水区域図を、図11.2-2に東毛工業用水道給水区域図を示した。両者とも利根川から取水して、大口径の管路で各工場に給水している。

### 11.2.2 被害予測手法

工業用水道のシステムとしては、取水、浄水場、配水のシステムとなるが、配水の管路を被害予測することにしても、大口径の管路であるため、上水道と同じ手法で検討することはできないと考えられる。

このため、渋川工業用水道と東毛工業用水道の管路の位置を各想定地震の震度分布図と液化化危険度分布図を重ね合わせ、それについて定性的にコメントした。

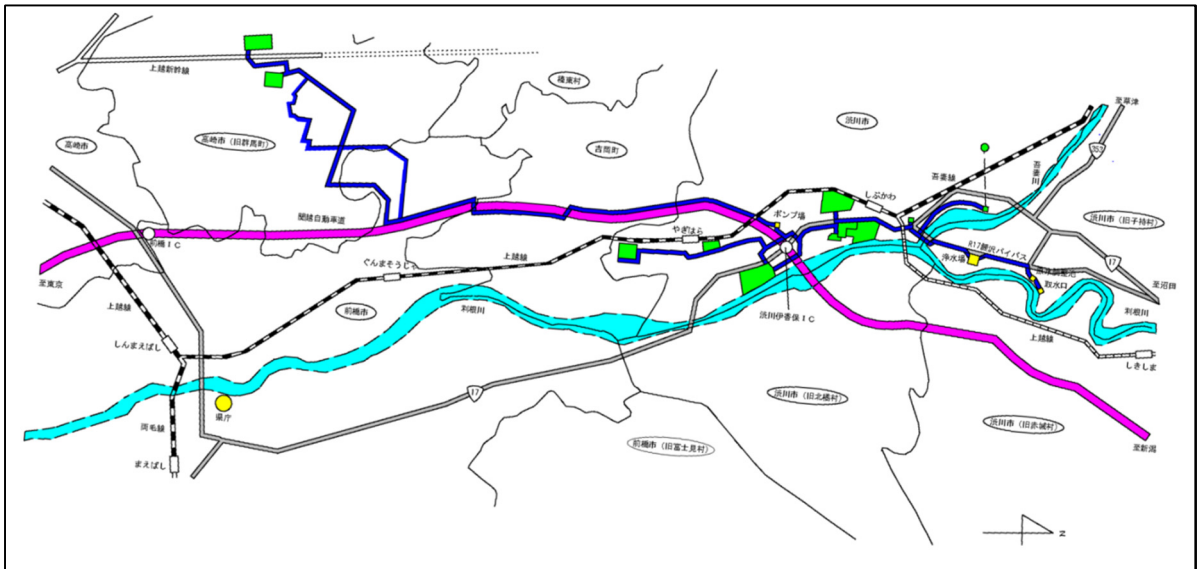


図 11.2-1 渋川工業用水道給水区域図

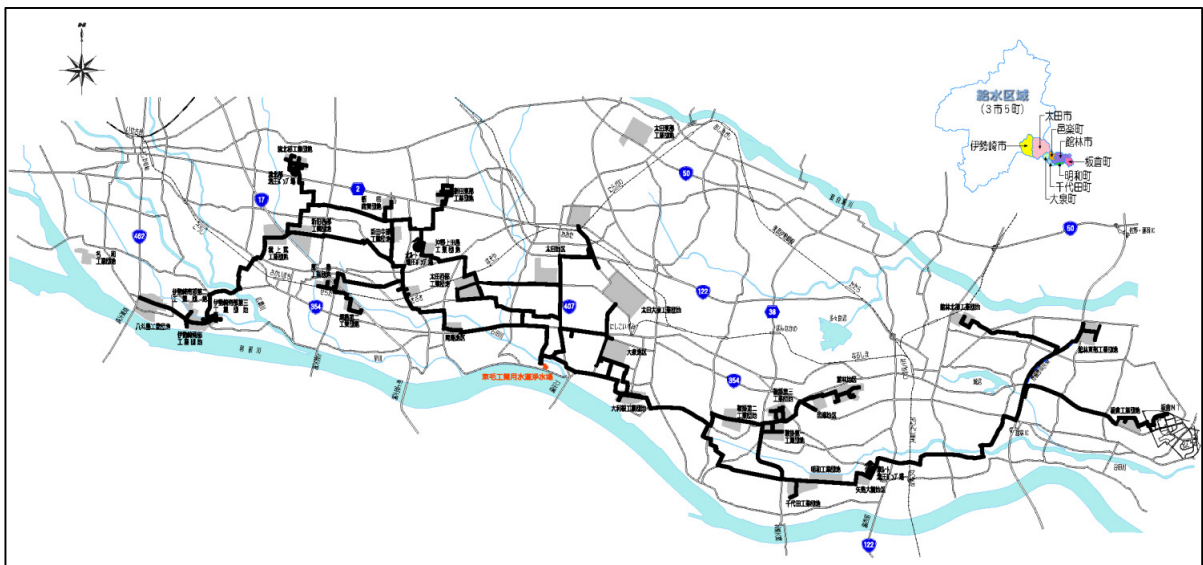


図 11.2-2 東毛工業用水道給水区域図

## 11.3 下水道の被害予測

### 11.3.1 概要

下水道被害は、震度分布及び液状化分布（ $P_L$ 値）と管種別被害率から管きよの物的被害延長を算定し、物的被害延長と管きよ総延長により、管きよ被害率を予測する。予測単位は250mメッシュ単位で行うものとし、計算結果はメッシュ単位及び市町村単位として整理する。

### 11.3.2 被害予測手法

#### ○前提条件

本被害予測では、国土交通省「大規模地震による下水道被害想定検討委員会（第1回）参考資料」で取りまとめられた被害予測手法を用いて、埋設管を対象に被害予測を実施する。

なお、下水道施設の被害予測手法の取りまとめに際して、以下の前提条件を設定した。

- ① 下水処理施設の被害程度は小規模に留まると考えられることから評価対象外とした。
- ② 変電所被災による広域的な停電が生じた場合、拠点施設の中継ポンプ所の停止により一時的な排水機能停止が発生する。しかし、系統切り替えによる電力の回復が即時的に進み、それとともに中継ポンプ所等の機能も回復することから、拠点施設の被災による機能停止は対象としていない。
- ③ 主要幹線管きよの被害は限定的であり、復旧は短期に終了するものとする。従って、流域下水道は検討対象外とした。

#### ○管きよの被害予測手法

管きよに関しては被害率、被害延長を250mメッシュ単位で予測する。管きよの被害率関数から予測した管種別の管きよ被害率に各メッシュの管種別の延長を乗じて被害延長、さらに管種別の被害延長から各メッシュの総被害延長を予測する。予測フローを図11.3.2-1に示す。

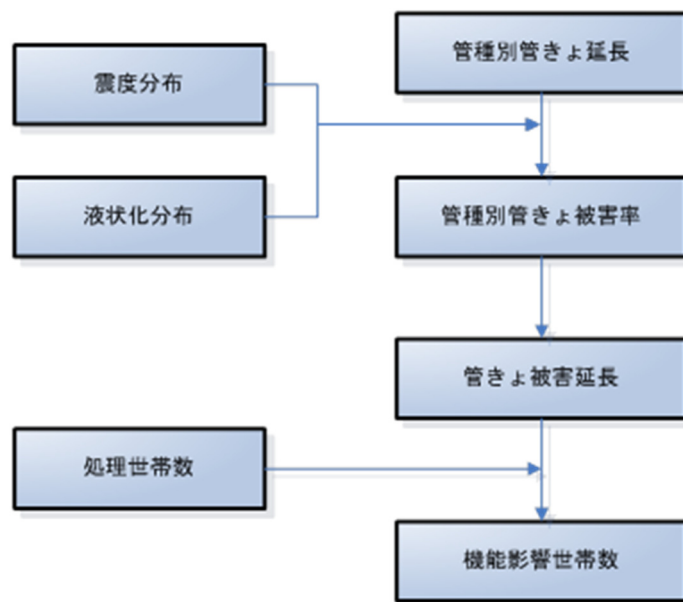


図 11.3.2-1 下水道施設の被害予測方法

国土交通省(2005)が提案した被害予測関数を用いて 250m メッシュ単位で管種別被害率を予測し、それぞれの管種延長を乗じることによって被害延長を算定する。

$$D_1 = \sum_i \sum_j L_{ij} \cdot R_{ij} \quad \text{----- (式 11.3.2-1)}$$

ここで、 $D_1$ ：総被害件数(km)、 $L_{ij}$ ：管路延長(km)、  
 $R_{ij}$ ：表 11.3.2-1、図 11.3.2-2 に示した平均被害率(%)、  
添え字  $ij$  は、管種、関係を表す。

表 11.3.2-1 下水道管きよの平均被害率関数 (%)

管種	計測震度				
	4.75	5.25	5.75	6.25	6.75
塩ビ管・陶管	1.0%	2.3%	5.0%	11.3%	24.8%
その他(15<PL)	0.6%	1.3%	3.0%	6.5%	14.5%
その他(5<PL≤15)	0.5%	1.0%	2.2%	4.8%	10.7%
その他(0<PL≤5)	0.4%	0.9%	2.0%	4.5%	9.8%
その他(PL=0)	0.4%	0.9%	1.9%	4.2%	9.2%

※計測震度 4.5 未満では、いずれの管種においても被害率 0 と仮定した。

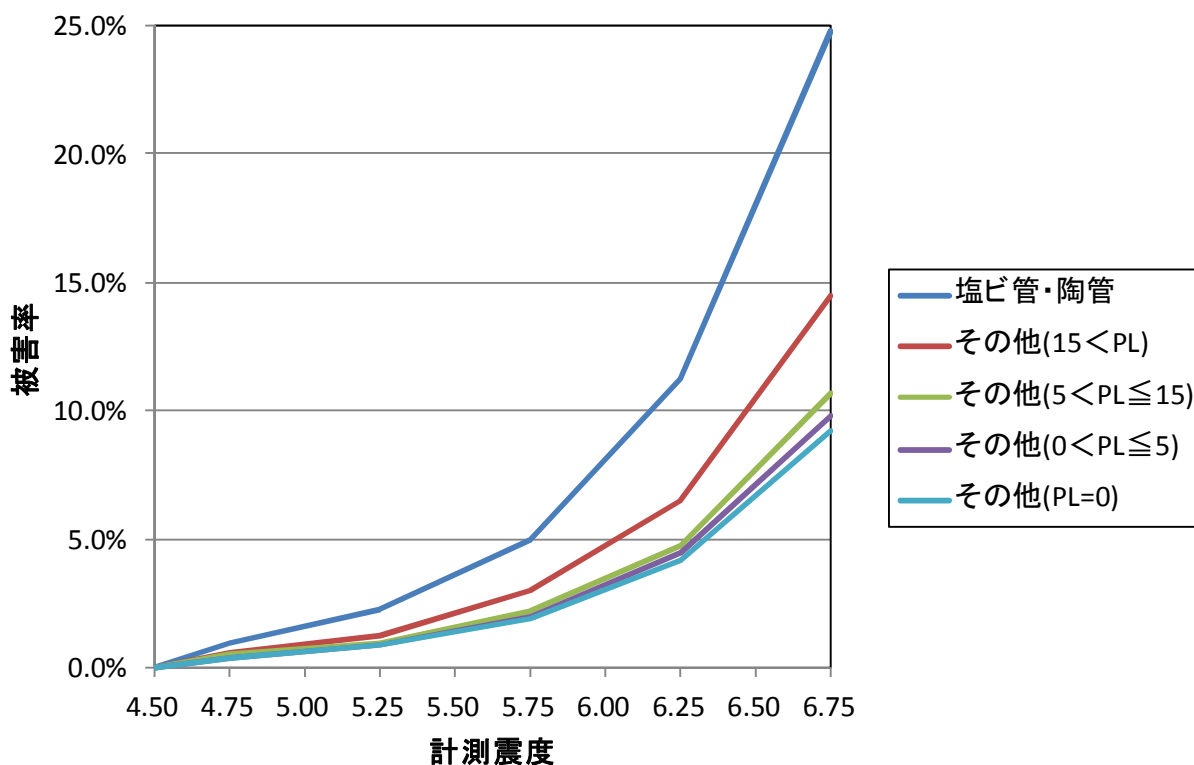


図 11.3.2-2 管きよの平均被害率関数

### ○ 応急復旧日数の予測

下水道の復旧は、上水道や都市ガスと異なり、被害位置を特定することが困難であるため、実際の管きよを目視あるいはTVカメラにより調査し、被害箇所を特定した上で復旧工事を実施するため、かなりの時間を要する。過去の下水道の被害事例として、表 11.3.2-2 に平成 7 年 1 月 17 日に発生した阪神・淡路大震災における神戸市の被害状況と応急復旧件数を示す。神戸市では約 1,300km を調査し、調査が完全に完了したのは平成 7 年 11 月 30 日で地震発生後約 10 カ月以上を要している。ただし、応急復旧としては流路の流れが明らかに悪い箇所を浚渫、あるいは臨時の管路を設置したり、建物との取付管を修理したりして対処を行った。

そこで、本被害予測では応急復旧の日数として、応急復旧件数のうち最も件数が多い取付管の修理が完了する日数を想定し、神戸市の被害・復旧状況から以下の条件で応急復旧日数を予測することとした。

- ・ 神戸市では、取付管の応急修理が完了するのに概ね 130 日（平成 7 年 5 月末）を要している。
- ・ 神戸市における被災人口は、当時の処理区域人口 1,426,200 人より被災率 1.9%を用いて、約 27,000 人と推定した。
- ・ 群馬県内における下水道の応急復旧日数は、被災人口に比例すると仮定して次式で予測する。

$$\text{応急復旧日数} = 130 \text{ 日} / 27,000 \text{ 人} \times \text{群馬県内の被災人口(人)} \quad (\text{式 11.3.2-2})$$

表 11.3.2-1 阪神・淡路大震災における神戸市での下水道の被害状況一覧

(阪神・淡路大震災調査報告編集委員会, 1997)

項目	被害量	
調査延長 (m)	1,278,241	
被災延長 (m)	63,481	
管きよ被災率 (%)	1.9	
応急復旧件数 (件)	管きよ	307
	マンホール	1,595
	取付管	5,720
	閉塞	1,933
	その他	296
	合計	9,851

### 11.3.3 現況データ

本被害想定では管きょ被害については、県内の処理人口比率が高く、管きょ延長、処理人口、処理区域範囲が概ね全地域で把握されている公共下水道を対象に被害予測を実施することとした。

表 11.3.3-1 には市町村別公共下水道の管きょ延長距離、処理人口、普及率を示す。県全体で公共下水道の管きょ延長は約 5,900km、処理人口は約 99 万人、普及率は約 49%である。

上記の集計データから 250m メッシュのデータを推定した。その方法は下記の通りである。

① 市町内の公共下水道の処理区域内の 250m メッシュ別の建物数をカウントする。

② 市町ごとの公共下水道の管きょ総延長を処理区域内の 250m メッシュ別の建物数の重みで按分して振り分け、250m メッシュ別管きょ延長を推定する。

このようにして推定した 250m メッシュ別の公共下水道の管きょ延長の分布を図 11.3.3-1 に示す。

表 11.3.3-1 市町村別公共下水道の管きょ延長距離、処理人口、普及率一覧

市町村名	公共下水道 管きょ延長 (km)	公共下水道処理区域	
		人口 (人)	普及率 (%)
前橋市	1353.0	232,759.0	68.4
高崎市	1367.4	262,139.2	70.6
桐生市	537.0	95,294.2	78.3
伊勢崎市	320.8	57,400.2	27.7
太田市	478.0	79,875.6	36.9
沼田市	183.3	29,836.2	58.2
館林市	238.8	36,552.7	46.5
渋川市	277.9	31,332.1	37.6
藤岡市	87.3	17,197.7	25.3
富岡市	68.7	13,382.0	25.7
安中市	95.0	16,185.4	26.5
みどり市	68.6	8,719.0	16.8
榛東村	47.2	5,201.9	36.2
吉岡町	88.3	11,425.2	57.7
上野村	0.0	0.0	0.0
神流町	0.0	0.0	0.0
下仁田町	0.0	0.0	0.0
南牧村	0.0	0.0	0.0
甘楽町	65.4	7,203.9	52.9
中之条町	108.4	9,016.9	49.5
長野原町	89.4	2,575.3	42.8
嬭恋村	48.0	4,419.4	43.4
草津町	33.2	5,126.6	71.6
高山村	0.0	0.0	0.0
東吾妻町	64.4	2,483.9	15.9
片品村	25.3	1,382.9	28.2
川場村	43.3	3,301.6	84.7
昭和村	0.0	0.0	0.0
みなかみ町	113.3	9,562.6	44.8
玉村町	153.1	23,797.8	63.4
板倉町	15.0	2,151.7	13.7
明和町	45.3	4,999.2	44.6
千代田町	19.4	2,237.2	19.5
大泉町	70.1	8,454.0	21.0
邑楽町	32.8	4,620.9	17.1
合計	6137.7	988,634.3	49.2

※ 公共下水道の管きょ延長は、各市町村より収集した値を用いた。公共下水道の普及率は、県土整備部下水道環境課による市町村別普及率（平成 22 年度末）の値を用いることとし、給水人口・世帯数算定のための母数は平成 22 年国勢調査の各市町村の値とした。

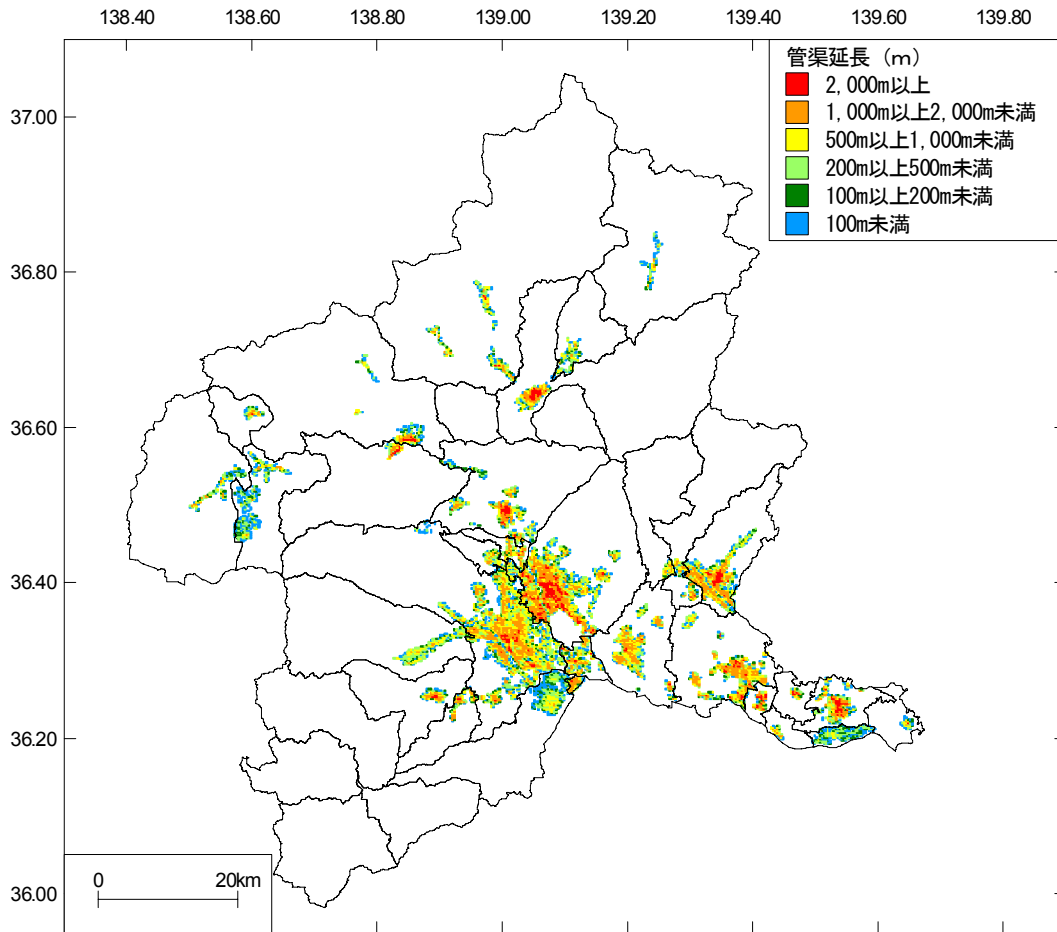


図 11.3.3-1 250m メッシュ別公共下水道管きょ延長分布

## 11.4 ガスの被害予測

### 11.4.1 低圧ガス供給停止件数の予測

#### ○前提

都市ガスの供給を支える高圧ガス導管、中圧ガス導管等の重要設備については、阪神・淡路大震災クラスの地震に耐えられるよう設計・建設されていることから、今回の地震想定に対しても、供給に支障を与える被害は受けず、高圧ガス、中圧ガスについては供給継続が可能と想定している。

一部耐震性の低い材料が残存している低圧ガス導管については、地震時に被害を受けることが想定されるため、安全のため、低圧ガスの供給停止を行う。

#### ○低圧ガスの供給停止判断基準

阪神・淡路大震災後、資源エネルギー庁により発行された「ガス地震対策検討会報告書(1996年)」によれば、地震発生時にはSI値が60kineを超えた場合に速やかに低圧ブロック\*のガス供給を停止する即時供給停止判断基準(第1次緊急停止判断基準)の導入が提言され、全国の都市ガス事業者の供給停止判断基準として採用されている。

※低圧ブロック：低圧ガス導管は事業者によっていくつかのブロックに分割されており、被害が大きい地域だけを分離してガスの供給を停止させることができる。

#### ○供給停止の予測手法

##### ① 給停止件数(件)

供給停止については、各低圧ブロックに設置しているSIセンサーが60kineを超えた場合に当該ブロック全域で供給停止と設定した。給停止件数は、即時供給停止判断基準に基づき停止したブロック内の供給件数とする。

##### ② ガス供給停止率(%)

供給停止件数/供給件数×100

#### 11.4.2 現況データ

都市ガスについて、市町村別の供給件数一覧と供給範囲（ブロック）の分布を、表 11.4.2-1 と図 11.4.2-1 に示す。都市ガスの供給件数は約 148,000 件である。

表 11.4.2-1 市町村別供給件数一覧

市町村名	供給件数（件）
前橋市	36,958
高崎市	38,451
桐生市	23,437
伊勢崎市	10,628
太田市	10,518
沼田市	1,888
館林市	7,436
渋川市	2,534
藤岡市	6,296
富岡市	7,604
安中市	0
みどり市	685
榛東村	0
吉岡町	0
上野村	0
神流町	0
下仁田町	1,430
南牧村	0
甘楽町	0
中之条町	0
長野原町	0
嬭恋村	0
草津町	0
高山村	0
東吾妻町	0
片品村	0
川場村	0
昭和村	0
みなかみ町	0
玉村町	0
板倉町	0
明和町	0
千代田町	0
大泉町	261
邑楽町	0
合計	148,126



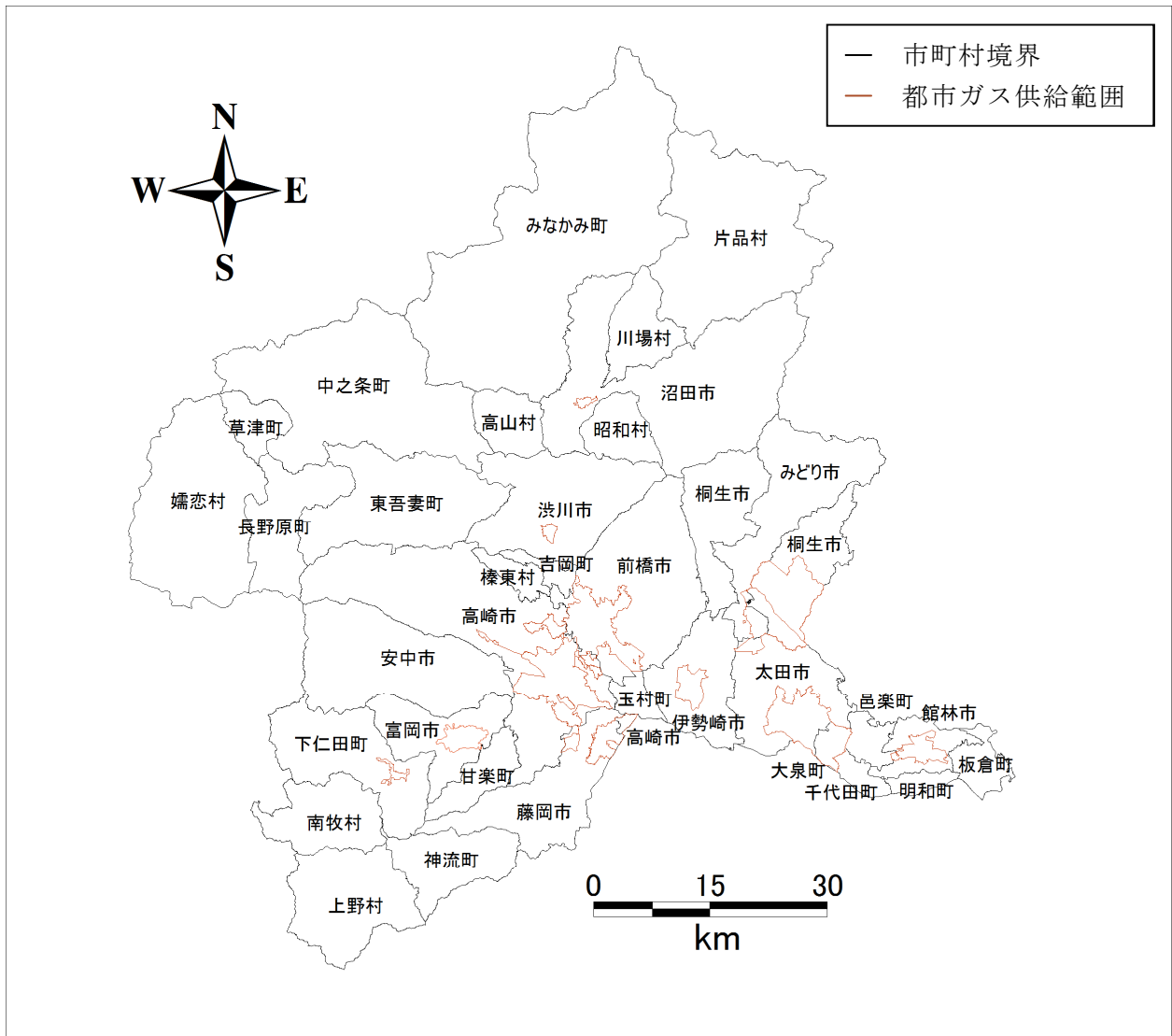


図 11. 4. 2-1 都市ガス供給ブロックの分布

### 12. 4. 3 低圧ガス管の復旧予測

復旧対象件数、復旧速度、復旧人員から復旧日数を予測する。火災の影響も考慮する。

復旧日数 = 復旧対象件数 / 復旧歩掛 / 投入班数

復旧対象件数 = (供給停止件数 - 焼失件数) × 0.8

焼失件数：火災で焼失した件数

0.8：阪神・淡路大震災時の供給停止件数に対する復旧対象件数の割合

復旧歩掛 = 1 班数・1 日当りの復旧件数

ガス地震対策検討報告書(1996)より

復旧隊の「復旧歩掛」のデータを元に、差水の影響が少ない地域が多いことから 41.6 とした。

投入班数 = 1 日当たりの復旧班数 (自社班数 + 他ガス事業者の復旧応援班数)  
過去の実績から 110 班とした。

## 11.4.4 LPガスの被害予測について

### 11.4.4.1 被害想定手法

#### ○前提条件

地震時におけるLPガスの復旧は比較的早いと言われており、阪神・淡路大震災では、LPガス消費世帯23万5千8百世帯のうち危険箇所からのLPガス容器の撤収や安全点検の必要のある16万2千7百世帯の復旧を発災から12日後までに完了している。

関沢ほか(2003)の方法に従って供給地域の計測震度からガスボンベ重量別漏洩率を求め、これにガスボンベ重量別の消費者数を乗ずることによって被害件数(=供給支障数)を求める。

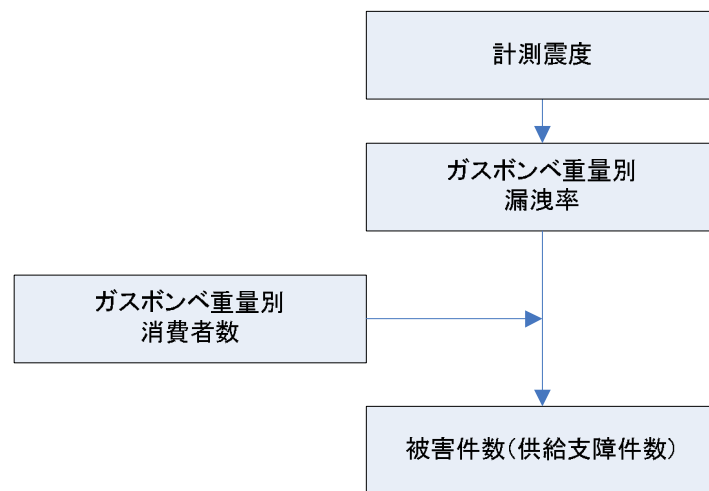


図 11.4.4.1-1 LPガスの地震被害予測方法

関沢ほか(2003)による漏洩率関数は表 11.4.4-1、図 11.4.4-2 の通りである。

表 11.4.4-1 LPガスボンベの漏洩率関数

ガスボンベ重量	計測震度			
	~5.5未満	5.5~6.0	6.0~6.5	6.5以上~
10キロ	0.000	0.000	0.356	0.356
20キロ	0.000	0.048	0.096	0.321
50キロ	0.000	0.010	0.013	0.021

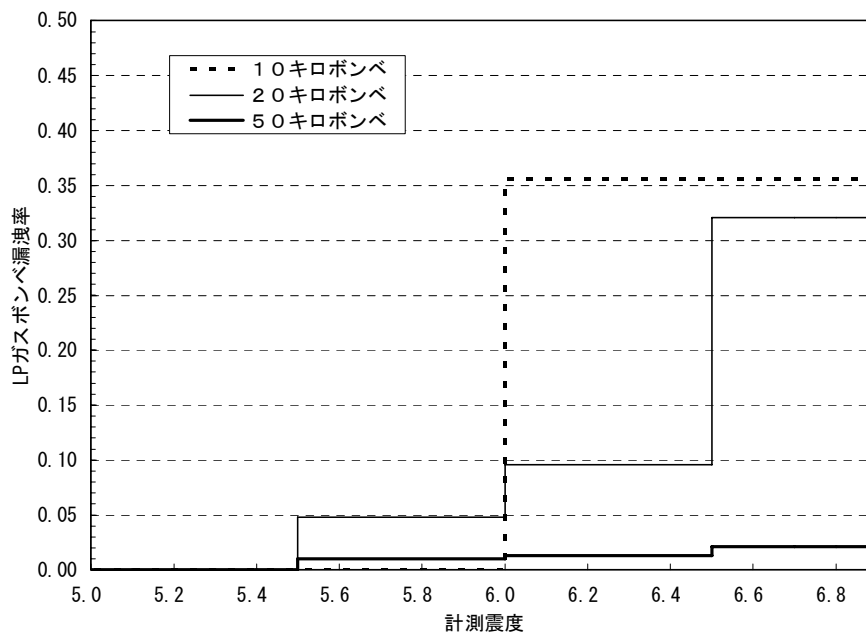


図 11.4.4-2 LP ガスボンベ漏洩率関数

#### ○復旧日数の予測

阪神・淡路大震災において 16 万 2 千七百世帯の復旧を発災から 12 日後までに完了していることから、復旧速度を 1 万件／日と仮定して応急復旧日数を予測する。

#### 11.4.4.2 現況データ

LP ガスのデータとしては、市町村ごとに LP ガスボンベ数、消費者件数を収集し、整理した。市町村別の LP ガスボンベ数と消費者戸数の一覧を表 11.4.4.2-1 に示す。県内で LP ガスボンベ数は約 105 万本、消費者件数は約 58 万件である。なお、被害想定に必要な LP ガスボンベの重量別の値の統計が無かったため、本想定ではすべての LP ガスボンベを比率が最も高いとされる 50 キログラスボンベと仮定した。

上記の集計データから 250m メッシュのデータを推定した。その方法は下記の通りである。

- ①市町村内の 250m メッシュ別の建物数をカウントする。
- ②市町村ごとの消費者戸数及び LP ガスボンベの総数を 250m メッシュ別の建物数の重みで按分して振り分け、250m メッシュ別 LP ガスボンベ数、消費者戸数を推定する。ただし、都市ガスが供給されている区域内については、都市ガスの供給件数と実際の建物数の関係から建物数を 50%にした重みで按分して振り分け推定することとする。

このようにして推定した 250m メッシュ別の LP ガスボンベ数の分布を図 11.4.4.2-1、消費者戸数の分布を図 11.4.4.2-2 にそれぞれ示す。

表 11.4.4.2-1 市町村別消費者件数、LP ガスボンベ数一覧

市町村名	消費者件数	ガスボンベ数
前橋市	80,000	144,000
高崎市	95,000	171,000
桐生市	26,000	46,800
伊勢崎市	68,000	122,400
太田市	70,000	126,000
沼田市	17,000	37,400
館林市	23,000	41,400
渋川市	25,000	45,000
藤岡市	16,000	28,800
富岡市	10,000	18,000
安中市	21,500	38,700
みどり市	18,000	38,700
榛東村	5,000	9,000
吉岡町	6,400	11,520
上野村	600	1,080
神流町	1,050	1,890
下仁田町	1,900	3,420
南牧村	1,100	1,980
甘楽町	4,500	8,100
中之条町	6,750	12,150
長野原町	2,250	4,050
嬭恋村	3,550	6,390
草津町	3,400	6,120
高山村	1,250	2,250
東吾妻町	5,700	10,260
片品村	1,680	3,024
川場村	1,050	1,890
昭和村	2,150	3,870
みなかみ町	8,100	14,580
玉村町	12,000	21,600
板倉町	5,200	9,360
明和町	3,750	7,200
千代田町	4,000	7,200
大泉町	17,000	30,600
邑楽町	9,500	17,100
合計	577,380	1,052,834

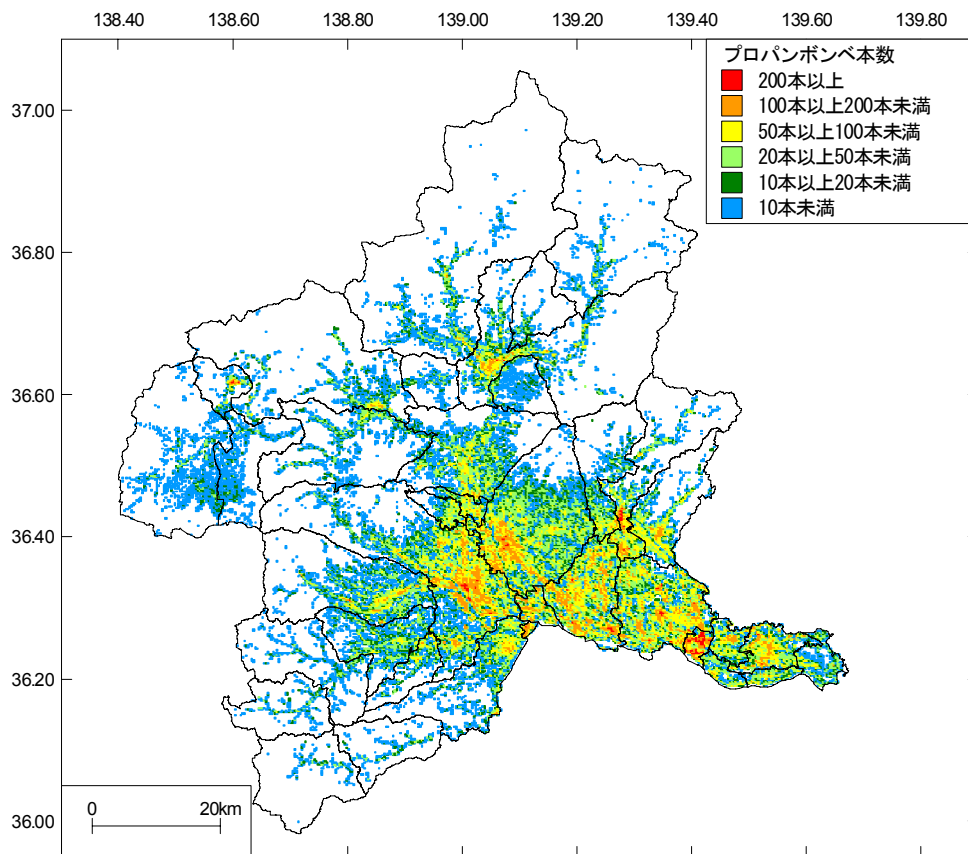


図 11. 4. 4. 2-1 250m メッシュ別プロパンボンベ数分布

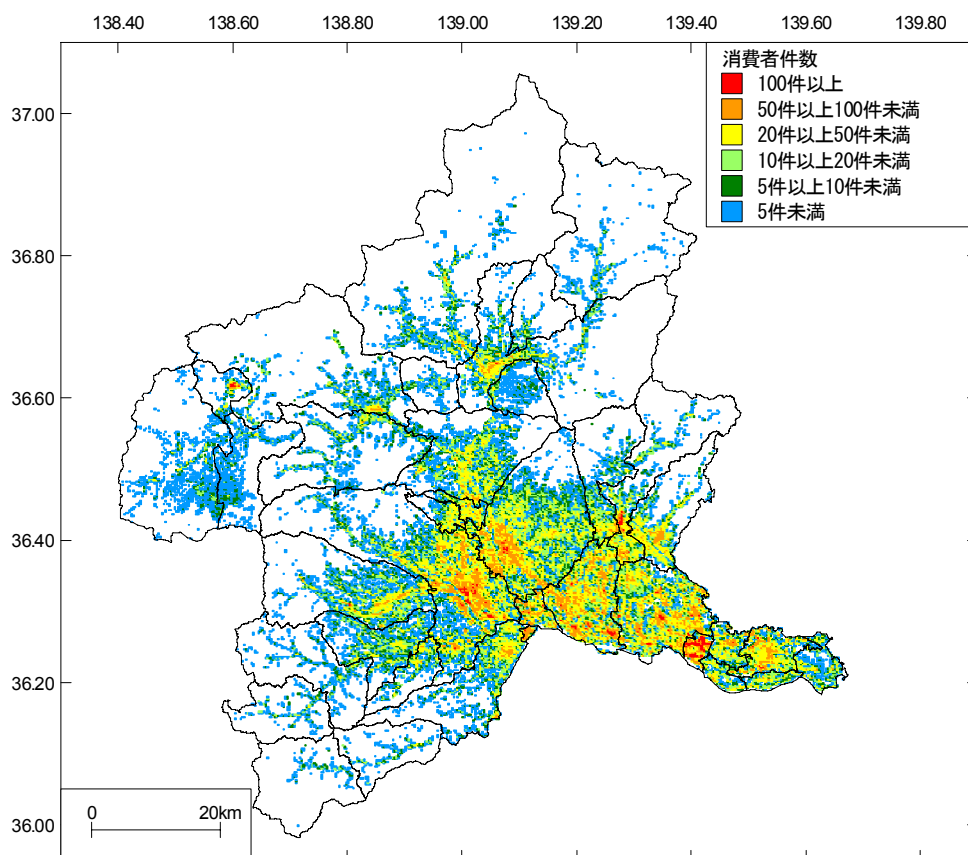


図 11. 4. 4. 2-2 250m メッシュ別消費者件数分布

## 11.5 電力施設の被害予測

### 11.5.1 被害想定手法

#### ○前提条件

- ・本被害予測では電柱、架空線、地下ケーブルを対象に電柱被害率・停電率予測を実施する。
- ・電柱本数、電灯軒数（電力の供給を受けている軒数）等のデータについては、電力事業者の提供資料を用いて検討する。
- ・発電設備については、複数の発電所で被害があったとしても、地震発生直後に相当量の負荷脱落量があるために電源量不足にはならないとする。
- ・変電設備については、一部の変電所で被害が発生する可能性があるが、系統切り替えを行うため、系統切り替え後の停電軒数を復旧対象とする。
- ・停電率は、焼失面積率（焼失建物棟数率）及び電柱被害数より算定した停電軒数と電灯軒数（地中供給電灯軒数含む）より求める。
- ・火災延焼のあるエリアは、全面的に停電が生じると想定する。
- ・非延焼エリアは、電柱被害から停電が生じると想定する。電柱被害の発生要因は、「ゆれ」及び「建物被害の巻き込まれ」と想定する。

#### ○予測手法

被害予測は、延焼エリアと非延焼エリアに分けて実施する。

##### ①停電率（延焼エリア）

- ・延焼エリアでは、火災による焼失建物棟数から停電率を予測する。

停電軒数＝電灯軒数×焼失建物棟数率

ここで、焼失棟数率＝焼失建物棟数／（木造建物棟数＋非木造建物棟数）

##### ②停電率（非延焼エリア）

- ・非延焼エリアでは、架空線と地中線に分けて停電率を予測する。
- ・架空線被害による停電軒数は、震動による電柱被害と全壊建物の巻き込まれによる電柱被害から停電軒数を予測する。

停電軒数＝電柱被害本数×電柱被害一本当たりの停電軒数

「電柱被害一本当たりの停電軒数」

阪神・淡路大震災時の電柱被害1本当たりの停電軒数実態に基づき以下のように設定した。

「対象地域における電柱被害に関する停電比」

＝停電回線比×配電係数×電灯軒数／配電線数

＝0.143×（（配電線数／電柱本数）／1.303×100）×電灯軒数／配電線数

＝0.143×電灯軒数／電柱本数／1.303×100

＝電灯軒数／電柱本数×10.975

- ・ゆれによる電柱被害本数

電柱被害本数＝電柱本数×ゆれによる電柱折損率

ゆれによる電柱折損率は、阪神・淡路大震災被害調査結果をもとにした中央防災会議（2004）で設定している以下の値を用いる。

震度7                    0.8%

震度 6 以上	0.056%
震度 5 以上	0.00005%

- ・建物被害の巻き込まれによる電柱被害

$$\text{電柱被害本数} = \text{電柱本数} \times \text{建物全壊による電柱折損率}$$

ここで、

$$\text{建物全壊による電柱折損率} = 0.17155 \times \text{建物全壊率}$$

(阪神・淡路大震災時の被害実態に基づく)

$$\text{建物全壊率} = \text{木造建物全壊棟数} / \text{木造建物棟数}$$

- ・地中線被害による停電軒数は全壊建物の巻き込まれによる路上設置機器の被害から停電軒数を予測する。

$$\text{停電軒数} = \text{地中供給電灯軒数} \times \text{路上設置機器損壊率}$$

ここで、

$$\text{路上設置機器損壊率} = \text{建物全壊率} \times \text{損壊係数 (0.005)}$$

$$\text{建物全壊率} = \text{木造建物全壊棟数} / \text{木造建物棟数}$$

### ③ 停電復旧日数

- ・想定地震の中で被害が大きい関東平野北西縁断層帯主部による地震については、中央防災会議(2004)で設定している復旧目標日数 6 日をそのまま停電復旧日数として仮定した。
- ・全国から復旧目標日数を達成する人員を動員できると仮定して予測を行う。
- ・火災延焼エリアの早期復旧は不可能として除外する。
- ・太田断層、片品川左岸断層による地震時における停電復旧日数は、関東平野東縁断層帯主部による地震時において、復旧に必要な人員と同じ人数が動員されるとして予測を行う。
- ・被害発生直後は、被害状況の調査や停電復旧要員の動員にあてられる。
- ・配電設備の復旧作業は、1 日後から開始されるとする。ただし、実際のオペレーションとしては、復旧が即時可能な地域については、直後からの復旧作業を開始する。
- ・停電復旧の作業効率は、東京都(1997)を参考に表 11.5-1 のように設定した。

表 11.5-1 単位被害当たりの停電復旧人員・日数

区分	作業効率	条件等
電柱	3.6 (人日/基)	・標準仕様のコンクリート柱(14~15m)を架設する。 ・変圧器、開閉器類を平均して加算する。

・復旧専用車両を使用した場合の作業効率である。

・電柱の物的被害については、折損・倒壊といった供給支障につながる被害を対象としている。そこで、物的被害全量に対し架設電柱を設置するものとした。

### 11.5.2 現況データ

電力施設のデータとしては、250m メッシュ単位の電柱本数、電灯軒数の値を収集し、整理した。250m メッシュ別の電柱本数の分布を図 11.5.2-1 に示す。

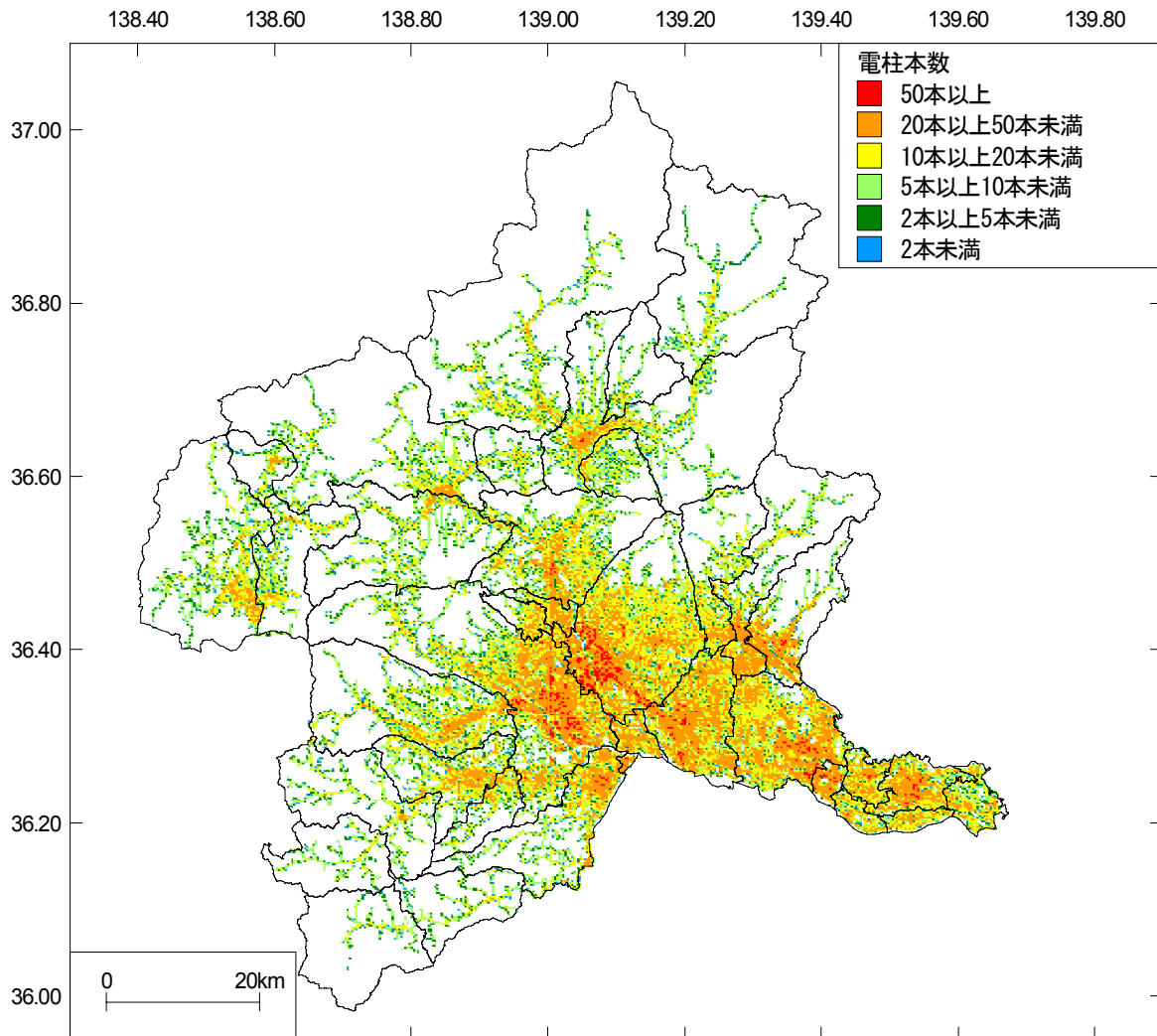


図 11.5.2-1 250m メッシュ別電柱本数分布



## 11.6 通信（電話）施設の被害予測

### 11.6.1 被害想定手法

#### ○前提条件

本被害予測では、電話電柱の被害とそれに伴う不通回線数を定量的に予測する。また、阪神・淡路大震災以降の通信媒体の多様化と通信施設の復旧特性を踏まえて、被害状況から輻輳時間（電話が集中してかかりにくい状況となっている時間の長さ）と回線復旧日数の定性的な評価を行う。

#### ○予測手法

##### ① 電話電柱被害

通信の電柱被害は、「11.5 電力施設の被害予測について」における電力の電柱被害と同じ手法で予測を行った。

##### ② 不通回線

通信の不通回線数の予測手法は以下の通りとする。

###### 1) 延焼エリア

延焼エリアの不通回線数は、以下の式で求める。

不通回線数 = 需要家回線数 × 焼失建物棟数率

※ 焼失建物棟数率 = 焼失建物棟数 / (木造建物棟数 + 非木造建物棟数)

###### 2) 非延焼エリア

非延焼エリアの不通回線数は、以下の式で求める。

不通回線数 = 電柱被害本数 × 電柱被害一本当たりの不通回線数

ここで、

電柱被害一本当たりの不通回線数

= 電柱被害一本当たりの不通配電線数 × 配電線一本当たりの契約回線数

電柱被害一本当たりの不通配電線数は、東京都(1997)による

「電柱被害一本当たりの不通に係る配電線数 (0.396)」を採用

配電線一本当たりの契約回線数

= 地上部の需要家回線数 / {電柱本数 × 電柱一本当たりの配電線数 (1 と仮定)}

地上部の需要家回線数 = 需要家回線数 × 架空ケーブル延長距離

/ (架空ケーブル延長距離 + 地下ケーブル延長距離)

##### ④ 通信障害と復旧日数

千葉県(2008)でとりまとめた、最近の被害地震による電話の輻輳時間と機能被害の状況（表 11.6.1-1）を踏まえ、群馬県における輻輳時間と回線復旧日数を定量的に評価する。

表 11.6.1-1 最近の被害地震による電話の輻輳時間と機能被害（千葉県, 2008）

	発生日時	震源	地震規模	最大震度	概要	NTTの被災状況	輻輳	ピークトラヒック	停電等による機能被害(回線)	停電等による機能被害復旧(日)	屋外設備等による機能被害(回線)	屋外設備等による機能被害復旧(日)
新潟県中越沖地震	2007年7月16日 午前10時13分	新潟県上 中越沖	6.8	震度6強	柏崎市、刈羽村周辺で特に大きな被害があり、11人が死亡、約2,000人が重軽傷を負った。	地下設備の被害が大きく、通信管路・地下ケーブルの一部損傷、とう道の一部破損が発生。 商用電源の停電により、通信ビルの6ビル、加入者回線収容装置(RSBM)の8箇所(10ユニット)が停電。停電により、加入者回線収容装置(RSBM)の3箇所(3ユニット)約830加入で、一時サービス中断となる。 電話輻輳が約3時間30分にわたって発生。 全国から新潟県に向けた通信: 平常時の約16倍 新潟県内の通信: 平常時の約4倍	3.5	16	830	0.7	不明	不明
宮城県南部地震	2005年8月16日 11:46頃	宮城県沖	7.2	震度6弱	最大震度は6弱(宮城県川崎町)。100名が重軽傷を負った。死者は出ていない。志津川町(現南三陸町)で40cmの津波を観測した。仙台市営地下鉄、東北・秋田・山形新幹線が全線で運行停止。仙台市のスポーツ施設「スポパーク松森」の屋内プールで天井が9割方崩落、20人以上が負傷。	地震直後から通信規制を実施していた固定電話事業者各社及び携帯電話事業者各社は、それぞれ16日14時20分及び同日17時まで解除。	2.75	不明	不明	不明	不明	不明
福岡県西方沖地震	2005年3月20日 10:53頃	福岡県西 方沖	7.0	震度6弱	福岡県およびその隣接県を含めた人的被害は、死者が1名(福岡県)、負傷者が771名	・九州地方への通信に輻輳が発生していたため、固定電話、携帯電話とも通信規制を実施していたが、固定電話については20日15時43分までにすべて解除、携帯電話についても同日23時14分までにすべて解除。 ・設備に被害なし。 ・NTT西日本では、3月20日11時30分から災害用伝言ダイヤルを稼働(31日12時までの運用状況(録音・再生件数):約85,200件)。	4	不明	0	不明	0	不明
新潟県中越地震	2004年10月23日 午後5時56分	新潟県中 越地方	6.8	震度7	小千谷市、十日町市周辺で特に大きな被害があり、51人が死亡、約4,800人が重軽傷を負った。	59ビル停電(新潟県内:57ビル、長野県内:2ビル) 伝送路の被災等により、(旧)山古志村等3地区が通信孤立となる。また、固定電話が約4,500回線不通。 電話輻輳が約6時間にわたって断続的に発生。(ピークトラヒックは平常時の50倍)	6	50	不明	不明	4500	60
三陸南地震	2003年5月26日 18:24頃		7.1	震度6弱	死亡者なし。負傷者は重傷11人を含む104人。仙台市内で火災あり。	被害詳細不明	8	不明	0	0	0	0
芸予地震	2001年3月24日 15時27分頃	安芸灘深 さ46km	6.7	震度6弱	広島・愛媛両県を中心とした中国・四国地方で以下の被害が発生した。 死者2名、重傷者43名、軽傷者245名、住家全壊70棟、住家半壊774棟、住家一部損壊49,223棟	通信サービスへの影響は、専用回線4回線のみが発生し、伝送装置のコネクタゆるみによる不通(3回線)、とお客様への引込みケーブル断による不通(1回線)であった。 電話の集中による輻輳は、地震直後より発生し、同日午後11時に解消した。	7	13	0	0	5	0
鳥取県西部地震	2000年10月6日 13時30分	鳥取県西 部	7.3	震度6強	負傷者182名、	通信ケーブル:震源地の鳥取県日野郡内4ヶ所で崖崩れにより通信ケーブルが被災計125回線が不通となったが、8日正午までにすべて復旧 故障修理:家屋損傷等により、利用者宅への電話引込み線、宅内配線などの故障が約600件発生。8日夕刻までに復旧	10	10	600	2	125	2
兵庫県南部地震 (阪神・淡路大震災)	1995年1月17日 午前5時46分	淡路島北 部	7.3	震度7	神戸市を中心に特に大きな被害があり、6,434人が死亡、約43,800人が重軽傷を負った。	神戸市内の交換機停止により、固定電話が約285,000回線不通。 火災により、固定電話が約193,000回線不通。 5日間にわたり電話輻輳が継続。(ピークトラヒックは平常時の50倍)	120	50	285000	1	193000	14
北海道南西沖地震	1993年7月12日 午後10時17分	北海道南 西沖	7.8	震度5	奥尻島を中心に特に大きな被害があり、201人が死亡、約330人が重軽傷を負った。 また、この地震では30mに及ぶ津波も発生している。	奥尻島を中心に、固定電話が約1,450回線不通。	不明	不明	不明	不明	1450	不明
宮城県沖地震	1978年6月12日 午後5時14分	宮城県東 方沖	7.4	震度5	仙台市を中心に特に大きな被害があり、28人が死亡、約10,000人が重軽傷を負った。	仙台市を中心に、固定電話が約4,000回線不通。	48	不明	1429	1	不明	不明
十勝沖地震	1968年5月16日 午前9時48分	三陸沖	7.9	震度5	北海道から東北北部で揺れや津波の被害があり、52人が死亡、330人が重軽傷を負った。	本州と北海道を結ぶ海底通信ケーブル及び無線区間が切断され、北海道が一時通信孤立。 青森県を中心に固定電話が約4,500回線不通。	0	不明	不明	不明	4500	不明

## 11.6.2 現況データ

通信施設のデータとしては、東日本電信電話会社より支社単位の架空ケーブル延長距離、地下ケーブル延長距離、電話電柱本数及び需要家回線数の値を収集し、整理した。市町村別に集計しなおした架空ケーブル延長距離、地下ケーブル延長距離、電話電柱本数、需要家回線数の一覧を表 11.6.2-1 に示す。県内で架空ケーブル延長距離は約 38,000km、ケーブルの地下化率は約 13%、電柱本数は約 230,000 本、需要家回線数は約 740,000 回線である。

上記の集計データから 250m メッシュのデータを推定した。その方法は下記の通りである。

- ①支社内の 250m メッシュ別の建物数をカウントする。
- ②支社ごとの架空ケーブル延長距離、地下ケーブル延長距離、電話電柱本数、需要家回線数の総数を 250m メッシュ別の建物数の重みで按分して振り分け、250m メッシュ別架空ケーブル延長距離、地下ケーブル延長距離、電話電柱本数、需要家回線数を推定する。

このようにして推定した 250m メッシュ別の電柱本数の分布を図 11.6.2-1 に示す。

表 11.6.2-1 市町村別架空ケーブル延長距離、地中化率、電柱本数、需要家回線数一覧

市町村名	架空ケーブル 延長距離(km)	地中化率	電柱本数			需要家 回線数
			単独柱	共架柱	合計	
前橋市	5661.7	14.57%	23,399	10,787	34,186	121,878
高崎市	5713.5	15.33%	25,128	7,103	32,231	127,578
桐生市	1963.1	16.36%	10,548	2,986	13,534	45,936
伊勢崎市	3661.3	10.40%	13,665	3,943	17,607	73,191
太田市	3546.4	12.17%	13,412	7,208	20,620	76,230
沼田市	1183.7	12.34%	6,821	1,578	8,399	21,458
館林市	1260.3	14.69%	5,670	1,969	7,638	28,005
渋川市	1826.0	13.57%	8,785	2,899	11,684	31,571
藤岡市	1595.9	11.23%	7,690	2,346	10,036	27,394
富岡市	1074.2	12.13%	4,541	1,704	6,245	18,846
安中市	1524.3	10.69%	7,335	1,969	9,305	23,234
みどり市	1066.1	8.87%	4,477	1,570	6,047	18,554
榛東村	320.8	10.35%	1,094	351	1,445	5,633
吉岡町	401.8	10.95%	1,309	498	1,807	7,184
上野村	77.5	18.51%	703	126	829	704
神流町	134.6	9.94%	1,364	485	1,849	1,349
下仁田町	423.9	4.97%	1,990	379	2,370	3,848
南牧村	121.1	11.22%	1,040	236	1,275	1,279
甘楽町	310.9	8.25%	1,596	256	1,852	5,031
中之条町	693.1	9.25%	4,142	1,836	5,978	7,774
長野原町	370.4	13.14%	2,257	1,013	3,270	4,958
嬭恋村	496.4	8.09%	2,474	960	3,434	5,719
草津町	176.7	13.12%	653	237	891	4,666
高山村	109.9	15.01%	1,030	258	1,288	1,460
東吾妻町	555.8	10.03%	2,931	1,458	4,389	6,419
片品村	318.3	6.12%	1,381	428	1,809	2,336
川場村	91.5	5.37%	794	151	945	1,318
昭和村	115.5	3.17%	1,221	338	1,559	1,689
みなかみ町	849.3	12.40%	4,818	1,187	6,004	9,669
玉村町	582.0	10.31%	2,148	649	2,797	13,360
板倉町	323.8	16.19%	1,630	696	2,326	4,520
明和町	216.1	7.60%	1,042	278	1,321	3,679
千代田町	262.4	10.64%	1,272	343	1,615	4,297
大泉町	710.5	8.90%	2,710	1,373	4,083	16,115
邑楽町	592.0	8.35%	2,210	919	3,129	9,982
合計	38330.7	12.59%	173,279	60,517	233,796	736,864

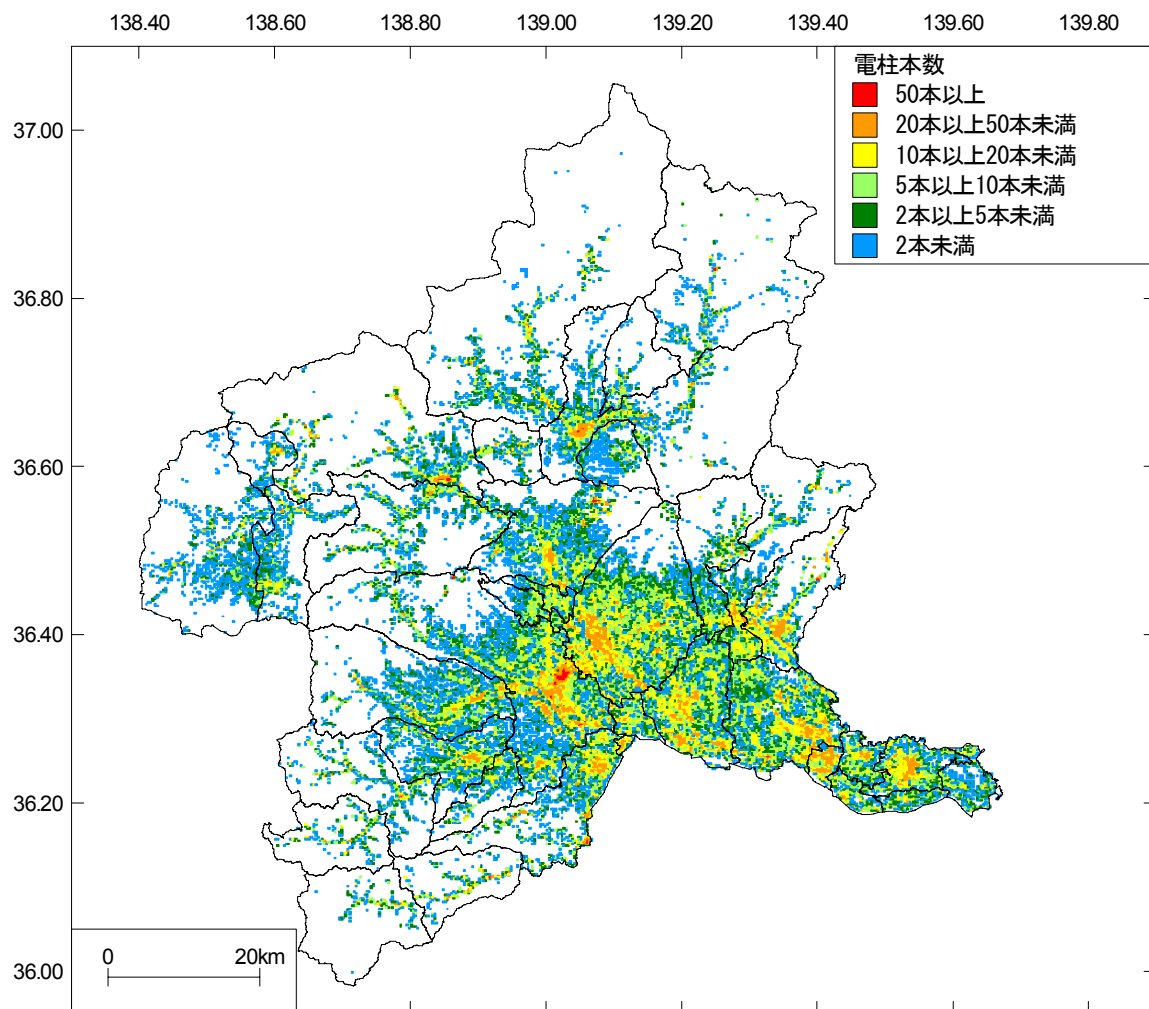


図 11.6.2-1 250mメッシュ別電話電柱本数

## 11. における参考文献

- 1) 東京都(2006)：首都直下地震による東京の被害想定（最終報告），東京都総務局，平成 18 年 3 月.
- 2) 日本水道協会(1998)：地震による水道管路の被害予測，社団法人日本水道協会.
- 3) 川上英二(1996)：道路交通システムの形状と連結確率との関係，第 1 回都市直下地震災害総合シンポジウム，169-172.
- 4) 中央防災会議(2004)：「首都直下地震に係る被害想定手法について」，  
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutochokka/index.html>.
- 5) 群馬県(2011)：第 57 回群馬県統計年鑑（平成 23 年刊行），  
<http://toukei.pref.gunma.jp/nenkan/h23/index.html#14>.
- 6) 国土交通省(2005)：大規模地震による下水道被害想定検討委員会（第 1 回）資料，国土交通省.
- 7) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会(1997)：阪神・淡路大震災調査報告 ライフライン施設の被害と復旧.
- 8) 群馬県県土整備部下水環境課(2012)：汚水処理人口普及状況調査（平成 22 年度末），  
<http://www.pref.gunma.jp/06/h6610008.html>.
- 9) 関沢 愛・座間信作・細川直史・畑山 健・新井場公德・久保田勝明・鄭 炳表・遠藤 真・胡 哲(2003)：地方自治体の災害対策本部における応急対応支援システムの開発、新大都市大震災軽減化特別プロジェクト H14 年度成果報告書Ⅳ耐震研究の地震防災への反映.
- 10) 東京都(1997)：東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書（被害想定手法編），東京都.
- 11) 千葉県(2008)：平成 19 年度千葉県地震被害想定調査報告書，2008 年 3 月.