

流山市地域防災計画修正及び
事業継続計画(BCP)策定業務委託

基礎調査報告書

平成 25 年 3 月

流 山 市

目次

はじめに	1
1. 地震動予測	2
1.1 想定地震	2
1.2 地震動予測手法	2
1.3 地震動予測結果	9
2. 液状化危険度予測	12
2.1 液状化危険度予測手法	12
2.2 液状化危険度予測結果	18
3. 崖地危険性予測	20
3.1 崖地現況データ	20
3.2 崖地危険性予測手法	22
3.3 崖地危険性予測結果	22
4. 建物被害予測	24
4.1 固定資産税データのメッシュへの割振り	24
4.2 建物被害予測手法	31
4.3 建物被害の予測結果	34
5. 火災被害予測	36
5.1 火災被害予測における前提条件	36
5.2 火災被害予測手法	39
5.3 火災被害予測結果	45
6. 上水道被害予測	55
6.1 上水道配水管分布	55
6.2 上水道被害予測手法	59
6.3 上水道被害の予測結果	61
7. 下水道被害予測	63
7.1 下水道被害予測における現況データ	63
7.2 下水道被害予測手法	66
7.3 下水道被害予測結果	67
8. 都市ガス被害予測	69
8.1 都市ガス現況データ	69
8.2 都市ガス被害予測手法	70
8.3 都市ガス被害予測結果	72

9. 電力の被害の試算.....	73
9.1 電力電柱現況データ	73
9.2 電力の被害予測手法.....	76
9.3 電力の被害の予測結果	77
10. 通信施設の被害の試算.....	79
10.1 通信施設電柱現況データ	79
10.2 通信施設の被害予測手法.....	82
10.3 通信施設の被害の予測結果	83
11. 道路被害予測	85
11.1 道路現況データ	85
11.2 道路被害予測手法.....	88
11.3 道路被害予測結果.....	89
12. 鉄道被害予測	91
12.1 鉄道現況データ	91
12.2 鉄道被害予測手法.....	93
12.3 鉄道被害予測結果.....	94
13. 人的被害予測	97
13.1 人口分布、及び、流山市への通勤通学者	97
13.2 人的被害予測手法.....	103
13.3 人的被害の予測結果	108
14. 震災廃棄物予測.....	113
14.1 震災廃棄物の予測手法	113
14.2 震災廃棄物の予測結果	114
15. 複合災害予測	115
15.1 複合災害に関するデータ	115
15.2 複合災害の予測手法	115
15.3 複合災害の予測結果	117
16. 流山市地域防災計画修正に向けて検討すべき要点	119
おわりに	123

はじめに

●実施の目的

- ・流山市では、平成 18 年度に流山市防災対策調査を実施し、平成 19 年度に流山市地域防災計画の全面見直しを行った。
- ・しかし、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）により流山市においても様々な被害や影響が発生したことから、この震災の教訓を踏まえ、また、国や県の動向に配慮しながら、地震対策を見直すことは喫緊の課題と考えられる。
- ・そのため、平成 23 年度及び平成 24 年度の 2 ヶ年をかけ、地震被害想定の見直しや複合災害の想定を行ったうえで、流山市地域防災計画を修正するとともに、新たに流山市事業継続計画（BCP ; Business Continuity Plan）を策定した。
- ・これらの計画の修正・策定により、職員の防災対応力と市の事業継続力を強化し、市民の生命、財産を守り、安心・安全を実現する防災・減災体制の確立を図る。

●実施した事項

（１）基礎調査

平成 18 年度の防災対策調査結果を踏まえながら想定地震の再検討を行い、新たな地震動予測結果のもとに、現状の人口や構造物の地域データに即して、建物やライフライン等の物的被害、死傷者や避難者等の人的被害の予測を行った。また、風水害と地震災害の複合災害についても検討した。

（２）地域防災計画の修正

基礎調査の結果を踏まえ、また、東日本大震災の教訓を活かし、国及び県における防災対策の見直しを反映して、地震災害対策編を中心に地域防災計画の修正を行った。併せて職員初動マニュアルを作成した。

（３）事業継続計画（BCP）の策定

地震災害及び風水害時に、市が優先的に実施すべき「非常時優先業務」を、通常業務及び災害対応業務の中から選定し、その業務を目標時間内に着手するための課題と対応策を整理した事業継続計画（BCP ; Business Continuity Plan）を策定した。

本報告書では（１）基礎調査について報告する。

なお、地域防災計画及び同概要版、職員初動マニュアル、事業継続計画については別途印刷製本している。

1. 地震動予測

1.1 想定地震

『流山市防災対策調査書』（平成 19 年 3 月）（以下、H18 年度調査とする）における 2 つの想定地震（東京湾北部地震及び茨城県南部地震、ともに Mj7.3）、さらに流山市地震ハザードマップで想定した流山市直下の地震（Mj6.9）による地震動分布を勘案し、流山市における今後の地震防災対策推進に際して前提とするのが適切な想定地震として、新たに流山市直下の地震（M7 クラス）の地震を設定した。

想定地震の考え方について、下表に示す。

表 1.1-1 想定地震の考え方について

Mj：気象庁マグニチュード

今回調査	市直下・活断層（仮想）	・流山市直下に仮想的に内陸活断層による地震が発生した場合を想定 ・地震の規模は調査等では特定できていないため、最大規模を想定	
		Mj7.3	・立川断層による地震及び阪神淡路大震災と同程度の地震を想定した場合
前回調査	東京湾北部・プレート境界	Mj7.3	・南関東直下で起こる切迫度の高いプレート境界の地震を想定 ・中央防災会議が南関東直下で起こりうると想定しているいくつかの地震のうち、流山市に与える影響が大きい 2 つの地震 ・立川断層による地震及び阪神淡路大震災と同程度の地震を想定した場合
	茨城県南部・プレート境界	Mj7.3	

1.2 地震動予測手法

本調査で流山市直下に仮定した地震 Mj7.3 の地表地震動は、内閣府防災情報のページで公開されている、「地震防災マップ作成のすすめ」にて公開されている「地震防災マップ作成技術資料¹」による手法に基づいて算定する。

流山市内においては、すべての 50m メッシュ直下に Mj7.3 の震源が有ると仮定し、距離減衰式によって工学的基盤での最大速度を求め、さらに、工学的基盤から地表までの表層地盤の速度増幅率を掛け合わせて、地表における速度を算定する。

○工学的基盤における速度を求める距離減衰式（ $k=0.002$ を採用）

$$\log PGV_{600} = 0.58 \cdot Mw + 0.0038 \cdot Dep - 1.29 + c - \log(X + 0.0028 \cdot 10^{0.50Mw}) - k \cdot X$$

PGV_{600} ：S 波速度 600m/sec の工学的基盤上の最大速度（cm/sec）

Mw ：モーメントマグニチュード（気象庁マグニチュードとの関係式で換算）

Dep ：断層の平均深度（km）

X ：断層最短距離（km）

c ：係数 {地殻内地震（内陸地震）：0.0，プレート境界（海溝型地震）：-0.02}

¹ 地震防災マップ作成技術資料：地震防災マップ作成技術資料，内閣府防災担当，平成 17 年 3 月

k : 粘性減衰を表す項[司・翠川 (1999) ²では $k=0.002$. ただし, 中央防災会議「東南海・南海地震等に関する専門調査会」³では $k=0.0027$.]

○気象庁マグニチュード (M_j) とモーメントマグニチュード (M_w) の関係式

$$M_w = 0.879M_j + 0.536$$

○地表における速度を求める式

$$V = G \cdot \log PGV_{600}$$

PGV_{600} : S 波速度 600m/sec の工学的基盤上の最大速度 (cm/sec)

G : S 波速度 600m/sec 基盤の最大速度に対する表層地盤の速度の増幅率

V : 地表最大速度 (cm/sec)

また, 地表における速度から震度を換算する式については, 地震調査推進本部による地震動予測地図における, 震源断層を特定した地震の強震動予測手法 (「レシピ」)⁴で示されている, 速度と震度の換算式を使用した.

以下に速度と震度の換算式を示す.

○速度から震度を換算する式

$$I = 2.002 + 2.603 \cdot \log(PGV) - 0.213 \cdot \{\log(PGV)\}^2 \quad (4 \leq I)$$

$$I = 2.165 + 2.262 \cdot \log(PGV) \quad (I < 4)$$

表層地盤の速度増幅率 (G) については, 50m メッシュごとの微地形区分 (図 1.2-1), 及び, 50m メッシュごとに設定した地盤モデルに基づく表層 30m までの平均 S 波速度 (AVS30) (図 1.2-2) を考慮し, 図 1.2-3 のように設定した.

² 司宏俊, 翠川三郎 (1999) : 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文集, 第 523 号, pp.63-70, 1999.9.

³ 中央防災会議「東南海・南海地震等に関する専門調査会」,
http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai/index_nankai.html.

⁴ 震源断層を特定した地震の強震動予測手法 (「レシピ」) : 全国地震動予測地図技術報告書 付録 3 震源断層を特定した地震の強震動予測手法 (「レシピ」), 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 平成 21 年 7 月 21 日

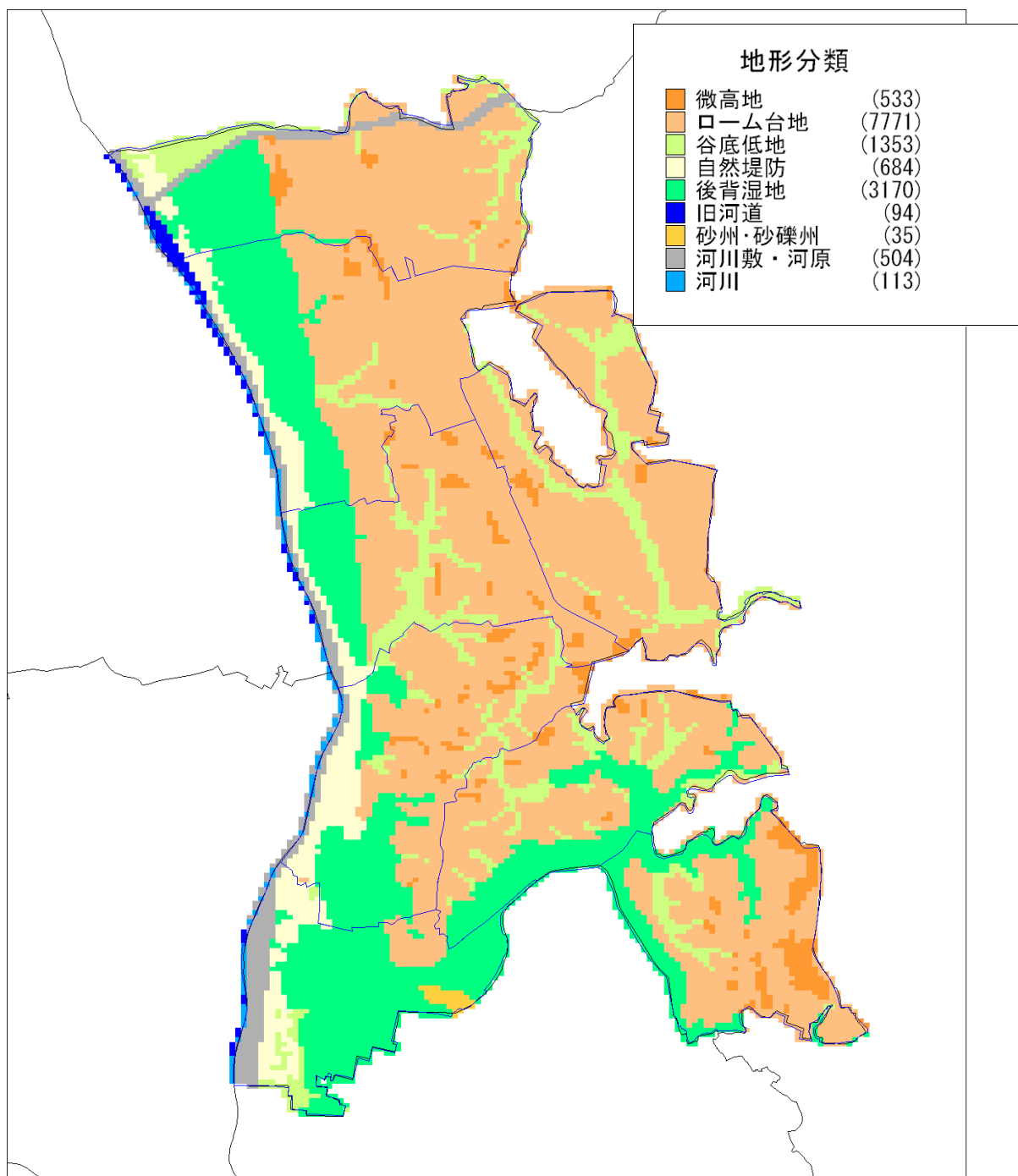


図 1.2-1 流山市の微地形区分（50m メッシュ）

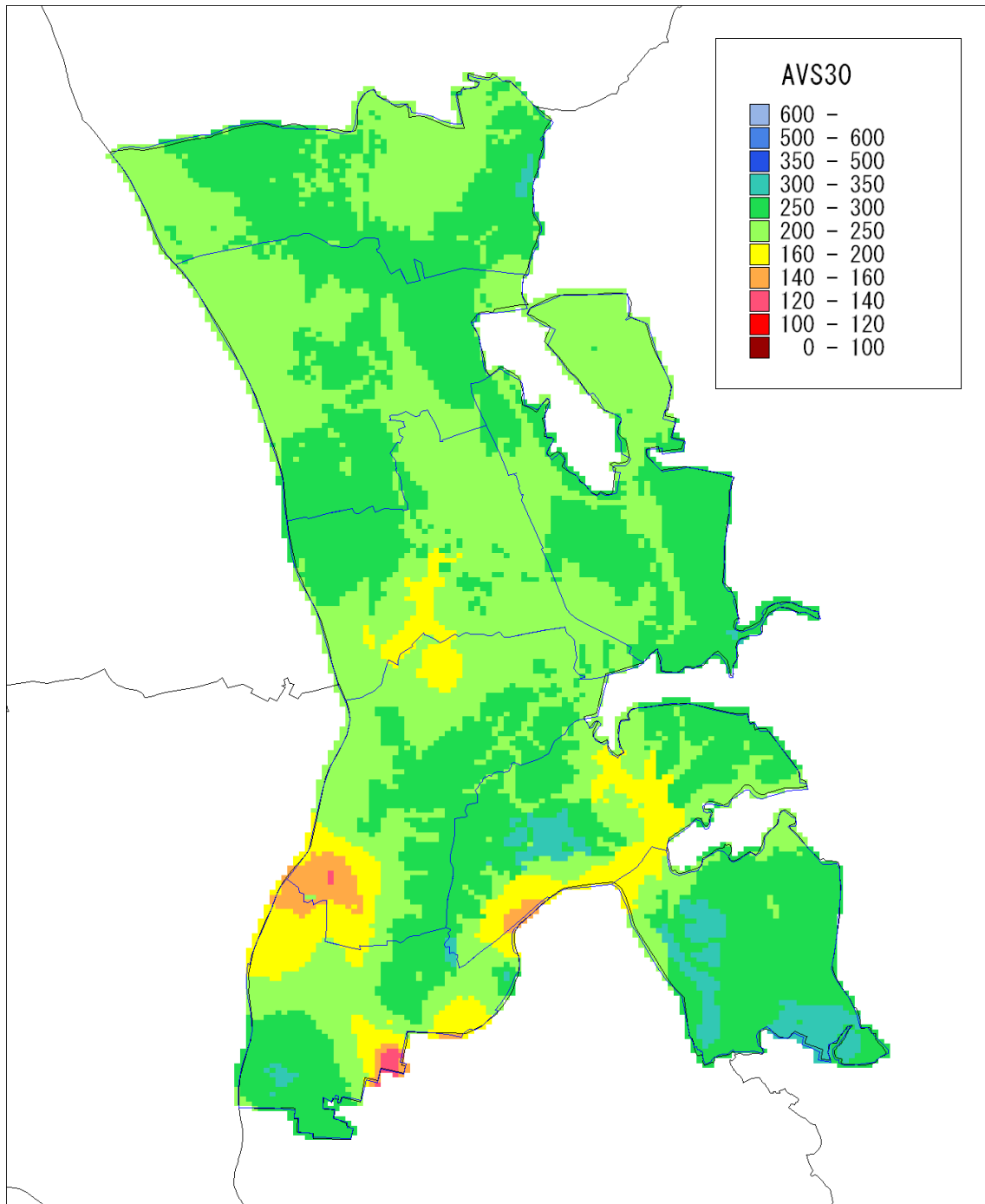


図 1.2-2 流山市の表層 30m の平均 S 波速度 (AVS30) (50m メッシュ)

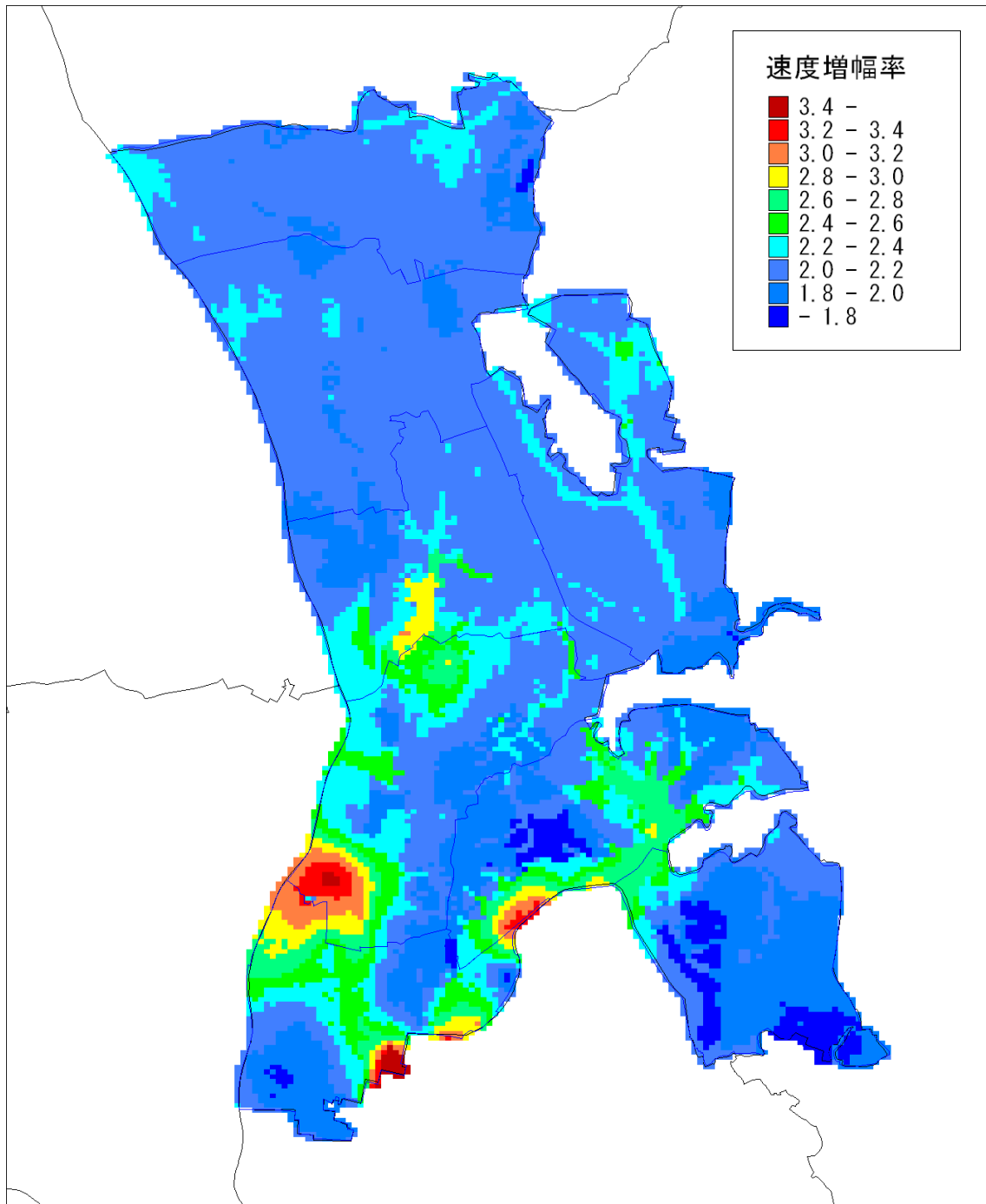


図 1.2-3 流山市の表層地盤の速度増幅率 (50m メッシュ)

工学的基盤面から地表面までの浅い地盤（以下、浅部地盤という）のデジタルデータ化は、大井ら（2006）⁵により提案されている以下の2種法がある。

- ①ボーリングデータにもとづいて、250m メッシュ毎に地質区分と N 値の代表柱状図を設定し、N 値と S 波速度の相関を用いて、各層に S 波速度を与えて層構造を設定する。
- ②ボーリングデータをもとに地質学的・堆積学的に浅部地盤の構成地層を区分し、その水平方向の連続を追跡して層構造を設定し、各層に、①と同様にして N 値から求めた S 波速度を付与する。

本調査では、上記②の地質層序にもとづく手法を採用した。

これは、図 1.2-4 に示すように、ボーリングデータをもとに地質学的・堆積学的に浅部地盤の構成地層を区分し、その水平方向の連続を追跡して層構造を設定し、各層に N 値から求めた S 波速度を付与する手法である。

地盤モデルの作成手順を図 1.2-5 に示す。

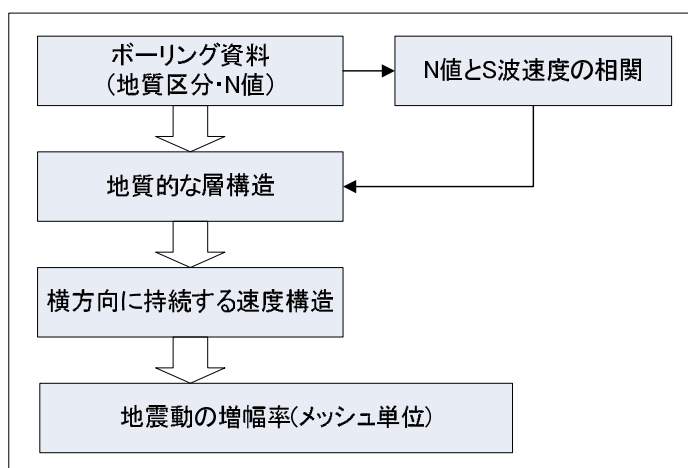
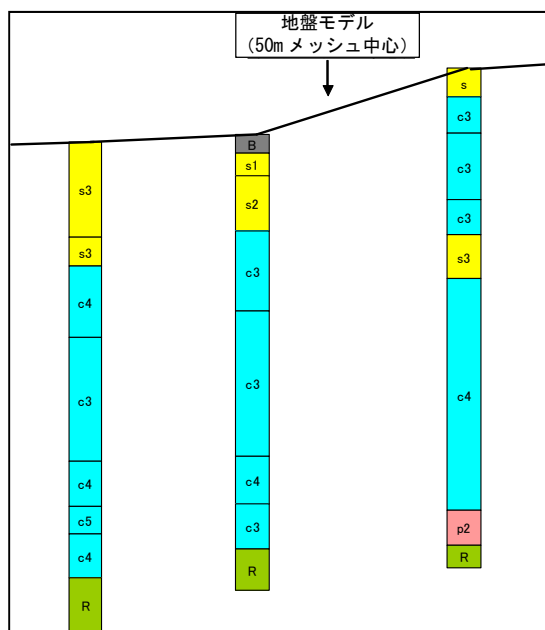


図 1.2-4 浅部地盤モデルの作成フロー

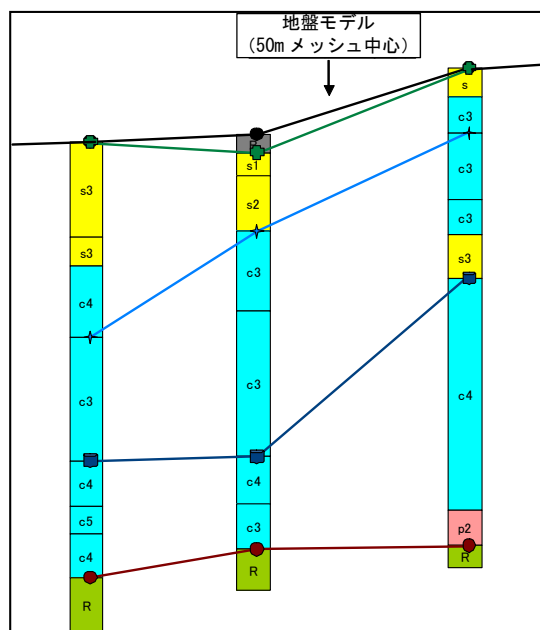
⁵ 大井昌弘・遠山信彦・先名重樹・藤原広行(2006)：南関東地域の浅部地盤初期モデル(D041)(演旨)，日本地震学会講演予稿集秋季大会，2006。

(1) メッシュごとの層構造の作成

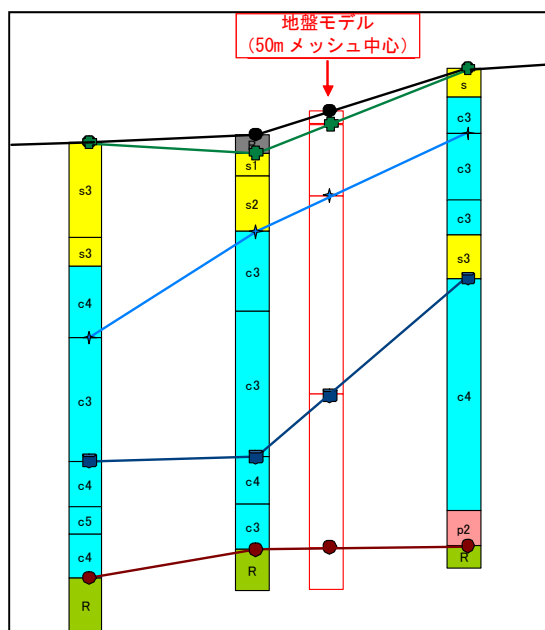
1) 収集した柱状図を空間的に整理する。



2) 全ての柱状図について、地層境界を求め、これをつないで層構造を作成する。



3) 50m メッシュ地盤モデルの中心における地層境界を、2)で作成した柱状図の層境界を補間して求める。



4) 50m メッシュの付近にある柱状図の土質のうち最も大きな割合を占めるものを、最終的な 50m メッシュ地盤モデルの土質構造として採用する。その際、50m メッシュ中心からの距離に応じて重み付けをする。N 値についても、同様にして求める。

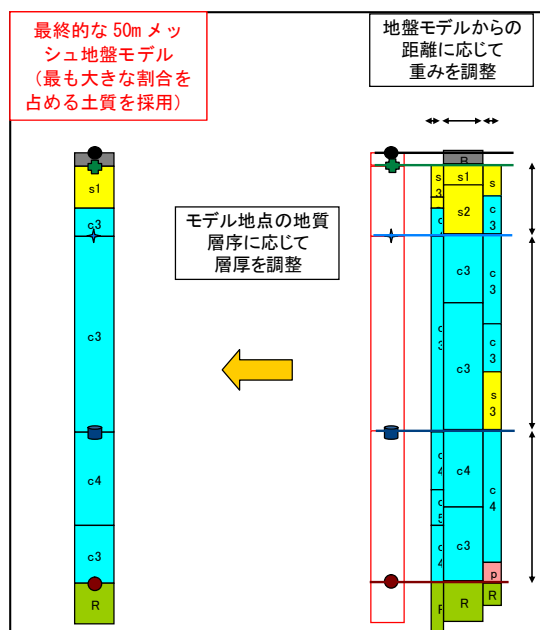


図 1.2-5 地質層序にもとづく浅部地盤モデルの作成手順

1.3 地震動予測結果

距離減衰式によって工学的基盤での最大速度 (PGV_{600}) を求め、表層地盤の速度増幅率 (G) を掛け合わせて、地表における最大速度 (V) を算定し震度 (I) に換算した。地表における最大速度分布を図 1.3-1 に、震度分布図を図 1.3-2 に示す。

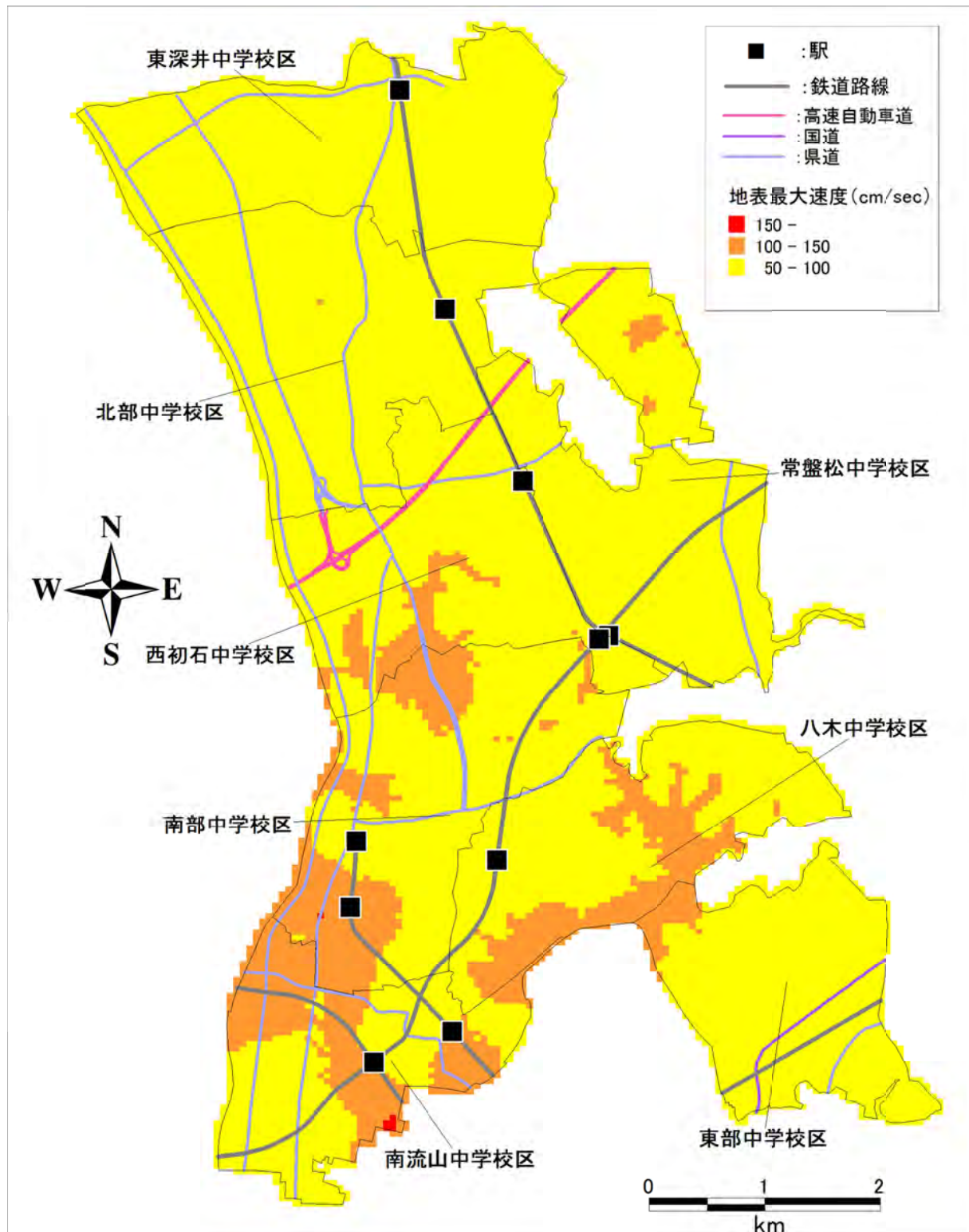


図 1.3-1 地表最大速度分布図（流山市の直下に仮定した地震 (Mj7.3)・50m メッシュ)

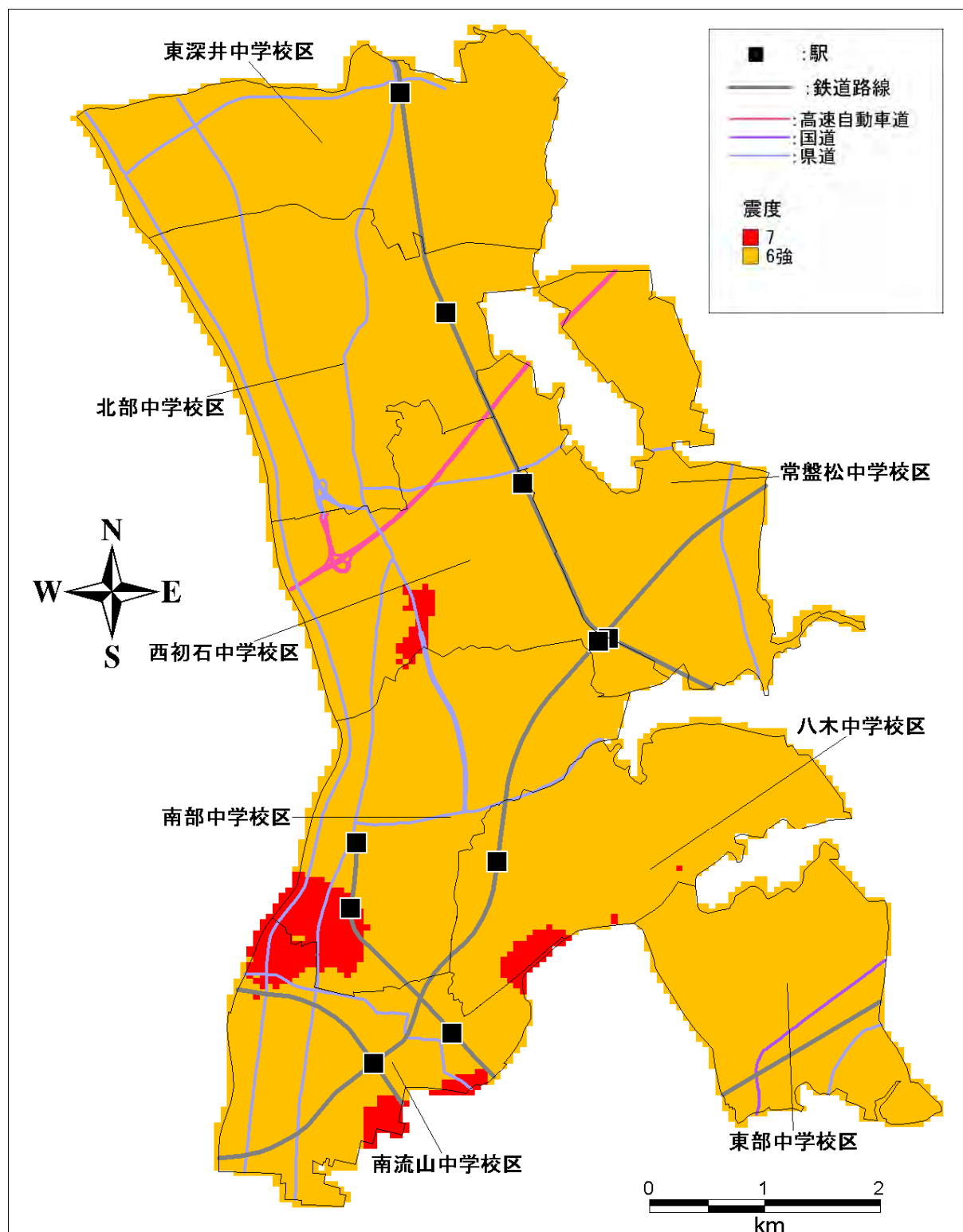


図 1.3-2 震度分布図（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)・50m メッシュ）

本調査では流山市直下の活断層による地震（Mj7.3）という非常に規模の大きな地震を検討している。そのため、地震動の大きさは市全域で震度6強以上となり、市の南西部の一部では震度7となっている。

これらの範囲は、図 1.2-1 に示した微地形区分が「後背湿地」「谷底低地」「自然堤防」「河川敷・河原」と判定される低地部であり、「微高地」「ローム台地」などの台地部よりも軟弱であるとされる。その低地部の中でも、震度7となる範囲は、ボーリングデータから作成した地盤モデルにおいて、周辺の地盤よりも軟弱であると判断されている。

2. 液状化危険度予測

2.1 液状化危険度予測手法

液状化の危険度評価は、(社)日本道路協会(1990, 1996)⁶の F_L 法によって20mまでの F_L 値を求め、次に、岩崎ら(1980)⁷による P_L 法によって評価を行った。

評価の手順は、まず、作成した地盤モデルのうち、砂質土を主体とする土層を抽出して液状化対象層とした。次に、液状化対象層での「地震動の大きさ(動的せん断強度比)」と「液状化に対する抵抗力(地震時せん断応力比)」を比較し、その大小によって当該層の液状化可能性を求めた。最後に、メッシュ内の液状化対象層すべての液状化可能性を足し合わせ、メッシュの液状化可能性を4段階に分けて判定した。

P_L 値による液状化危険度判定区分は、表2.1-1の通りである。

表 2.1-1 P_L 値による液状化危険度判定区分

液状化ランク	極めて低い	低い	高い	極めて高い
P_L 値	$P_L=0$	$0 < P_L \leq 5$	$5 < P_L \leq 15$	$15 < P_L$
調査及び対策の必要性	液状化に関する詳細な調査は不要.	特に重要な構造物に対して、より詳細な調査が必要.	重要な構造物に対しては、より詳細な調査が必要. 液状化対策が一般的に必要.	液状化に関する詳細な調査と液状化対策は不可避.

出典：岩崎ら(1980) による

⁶ 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編(1990, 1996), 社団法人 日本道路協会.

⁷ 岩崎敏男, 龍岡文夫, 常田賢一, 安田 進(1980): 地震時地盤液状化の程度の予測について, 土と基礎, Vol.28, No.4, 23-29.

8.2 耐震設計上ごく軟弱な土層又は橋に影響を与える液状化が生じると判定された砂質土層の土質定数

8.2.1 一般

8.2.2の規定により耐震設計上ごく軟弱な土層と判定された土層、又は、8.2.3の規定により橋に影響を与える液状化が生じると判定された砂質土層については、8.2.4の規定により耐震設計上土質定数を低減させるものとする。

ごく軟弱な粘性土層やシルト質土層、液状化すると判定された土層がある場合には、土の強度及び支持力が低下する可能性がある。このため、8.2.4の規定により耐震設計上土質定数を零あるいは低減させるものと規定した。ただし、設計水平震度を求める際には、6.2.3(1)に規定するように、8.2.4に規定する土質定数の低減は見込まないで固有周期を算出するものとする。

8.2.2 耐震設計上ごく軟弱な土層の判定

現地盤面から3 m以内にある粘性土層及びシルト質土層で、一軸圧縮試験又は原位置試験により推定される一軸圧縮強度が 20 kN/m^2 以下の土層は、耐震設計上ごく軟弱な土層とみなすものとする。

一般に、一軸圧縮強度が 20 kN/m^2 以下の粘性土及びシルト質土は、試験時に供試体を自立させることが困難な程度に軟弱であるため、地震時に基礎を有効に支持する効果は期待できない。このため、このような土層を耐震設計上ごく軟弱な土層とみなすこととした。

図 2.1-1(1) F_L 法の概要その1 (道路橋示方書より抜粋)

8.2.3 砂質土層の液状化の判定

(1) 液状化の判定を行う必要がある砂質土層

沖積層の砂質土層で以下の3つの条件すべてに該当する場合には、地震時に橋に影響を与える液状化が生じる可能性があるため、(2)によって液状化の判定を行わなければならない。

- 1) 地下水位が現地盤面から10m以内にあり、かつ、現地盤面から20m以内の深さに存在する飽和土層
- 2) 細粒分含有率 FC が35%以下の土層、又は、 FC が35%を超えても塑性指数 I_p が15以下の土層
- 3) 平均粒径 D_{50} が10mm以下で、かつ、10%粒径 D_{10} が1mm以下の土層

(2) 液状化の判定

(1)の規定により液状化の判定を行う必要のある土層に対しては、液状化に対する抵抗率 F_L を式(8.2.1)により算出し、この値が1.0以下の土層については液状化するとみなすものとする。

$$F_L = R/L \quad \dots\dots\dots (8.2.1)$$

$$R = c_w R_L \quad \dots\dots\dots (8.2.2)$$

$$L = r_d k_{hg} \sigma_v' / \sigma_v' \quad \dots\dots\dots (8.2.3)$$

$$r_d = 1.0 - 0.015x \quad \dots\dots\dots (8.2.4)$$

$$\sigma_v = \gamma_{t1} h_w + \gamma_{t2} (x - h_w) \quad \dots\dots\dots (8.2.5)$$

$$\sigma_v' = \gamma_{t1}' h_w + \gamma_{t2}' (x - h_w) \quad \dots\dots\dots (8.2.6)$$

(タイプⅠの地震動の場合)

$$c_w = 1.0 \quad \dots\dots\dots (8.2.7)$$

(タイプⅡの地震動の場合)

$$c_w = \begin{cases} 1.0 & (R_L \leq 0.1) \\ 3.3 R_L + 0.67 & (0.1 < R_L \leq 0.4) \\ 2.0 & (0.4 < R_L) \end{cases} \quad \dots\dots\dots (8.2.8)$$

ここに、

F_L : 液状化に対する抵抗率

図 2.1-1(2) F_L 法の概要その2 (道路橋示方書より抜粋)

R : 動的せん断強度比

L : 地震時せん断応力比

c_w : 地震動特性による補正係数

R_L : 繰返し三軸強度比で, (3) の規定により求める。

r_d : 地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数

k_{hg} : 6.4.3 に規定するレベル 2 地震動の地盤面における設計水平震度

σ_v : 全上載圧 (kN/m²)

σ'_v : 有効上載圧 (kN/m²)

x : 地表面からの深さ (m)

γ_1 : 地下水位面より浅い位置での土の単位体積重量 (kN/m³)

γ_2 : 地下水位面より深い位置での土の単位体積重量 (kN/m³)

γ'_2 : 地下水位面より深い位置での土の有効単位体積重量 (kN/m³)

h_w : 地下水位の深さ (m)

(3) 繰返し三軸強度比

繰返し三軸強度比 R_L は式 (8.2.9) により算出するものとする。

$$R_L = \begin{cases} 0.0882\sqrt{N_a/1.7} & (N_a < 14) \\ 0.0882\sqrt{N_a/1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5} & (14 \leq N_a) \end{cases} \quad \dots\dots (8.2.9)$$

ここで,

<砂質土の場合>

$$N_a = c_1 N_1 + c_2 \quad \dots\dots\dots (8.2.10)$$

$$N_1 = 170N / (\sigma'_v + 70) \quad \dots\dots\dots (8.2.11)$$

$$c_1 = \begin{cases} 1 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC + 40)/50 & (10\% \leq FC < 60\%) \\ FC/20 - 1 & (60\% \leq FC) \end{cases} \quad \dots\dots\dots (8.2.12)$$

$$c_2 = \begin{cases} 0 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC - 10)/18 & (10\% \leq FC) \end{cases} \quad \dots\dots\dots (8.2.13)$$

<れき質土の場合>

$$N_a = \{1 - 0.36 \log_{10} (D_{50}/2)\} N_1 \quad \dots\dots\dots (8.2.14)$$

図 2.1-1 (3) F_L 法の概要その 3 (道路橋示方書より抜粋)

ここに、

R_L : 繰返し三軸強度比

N : 標準貫入試験から得られる N 値

N_1 : 有効上載圧 100 kN/m^2 相当に換算した N 値

N_a : 粒度の影響を考慮した補正 N 値

c_1, c_2 : 細粒分含有率による N 値の補正係数

FC : 細粒分含有率 (%) (粒径 $75 \mu\text{m}$ 以下の土粒子の通過質量百分率)

D_{50} : 平均粒径 (mm)

昭和 39 年新潟地震以後進められてきた研究の成果に加え、平成 7 年兵庫県南部地震の事例解析等に基づき、定めたものである。

(1) 従来、地震時に液状化現象が生じるのは、ほとんどの場合沖積砂質土層である。ただし、兵庫県南部地震や近年の地震において沖積砂質土以外の土層が液状化した例も見られることから、液状化の判定を行う必要がある土層の範囲は、1) ~ 3) に示すとおりとした。

- 1) 土層の深さについては、従来の経験及び構造物に与える影響の度合い等を勘案して、現地盤面から 20m までとした。
- 2) 液状化の判定を行う必要がある土層の粒度の下限值としては、近年の研究成果を踏まえ、条文のように規定したものである。既往の事例によれば、液状化が確認された地盤の大部分は FC が 35 % 以下の土層であるが、 FC が 35 % を越えても塑性指数の低い土層、たとえば、低塑性シルト質砂等では液状化が生じた事例もあるので、条文のように規定した。したがって、 FC が 35 % 以下であれば、液性・塑性限界試験は行う必要はない。
- 3) 液状化の判定を行う必要がある土層の粒度の上限値としては、兵庫県南部地震を含む最近の地震において平均粒径が 2 mm を超えるれき質土の液状化が観察されたことを踏まえ、条文のように規定した。ただし、ここに示す粒径は、標準貫入試験により得られる試料を粒度分析して求めた値によるものとする。標準貫入試験の試料は、粒子破碎等の影響により、原位置に比べて粒度が細くなる。この程度は粒子の硬さや粗さにより必ずしも一定の関係があるわけではないが、標準貫入試験の試料の平均粒径 10 mm は概ね原位置の平均粒径 20 mm 程度あるいはそれ以上に相当する。

また、10 % 粒径 D_{10} を 1 mm 以下としたのは、粗粒で均等係数の低いれき質土では透水性が高く液状化しにくいことを考慮したものである。ここで、砂質土は、平均粒径 D_{50} が 2 mm 未満、れき質土は、 D_{50} が 2 mm 以上とそれぞれ区分するものとする。

図 2.1-1 (4) F_L 法の概要その 4 (道路橋示方書より抜粋)

2.2 液状化危険度予測結果

2.1 で示した手法により求めた流山市における 50m メッシュごとの液状化危険度分布を図 2.2-1 に示した。

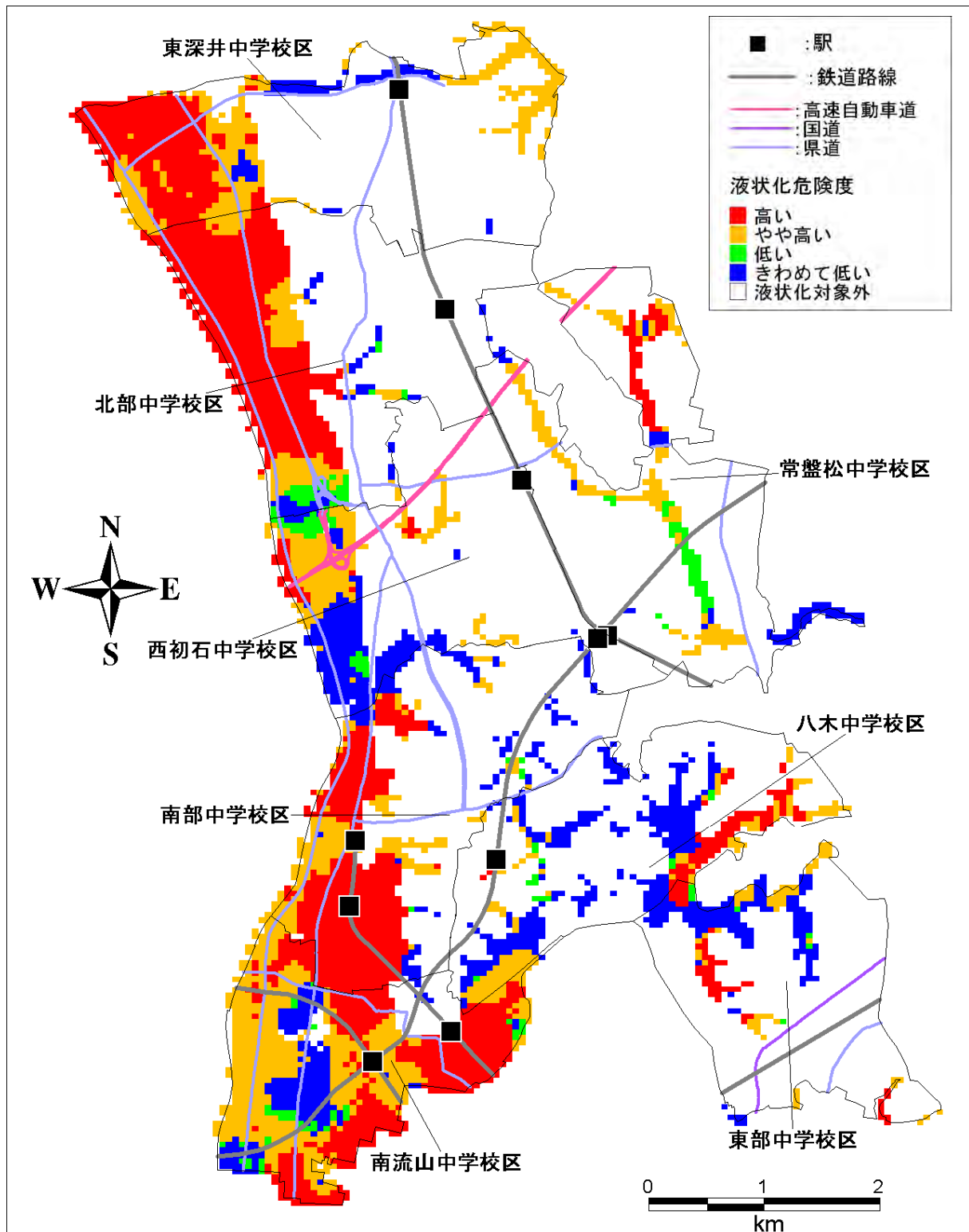


図 2.2-1 液状化危険度分布図（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)・50m メッシュ）

液状化の危険性が高いと想定される範囲は、図 1.2-1 に示した微地形区分が「後背湿地」「谷底低地」「自然堤防」「旧河道」「砂州・砂礫州」「河川敷・河原」と判定される低地部である。

地震動の大きさが非常に大きいため、市の広範囲で液状化危険度が「高い」「やや高い」と判定される。

液状化危険度が「低い」「きわめて低い」と判定された範囲は、「高い」「やや高い」と判定された地域よりも、ボーリングデータから求めた地盤モデルにおいて液状化を起こす砂質土の層厚が相対的に薄いと判断されている。

ただし、液状化危険度の判定については、液状化現象を起こす砂質土層の分布及び土質特性、地下水位の変動などの地域による微妙な違いによる不確実性が極めて大きいため、危険度が低いと判定された地域についても、液状化に対する注意が必要である。

3. 崖地危険性予測

3.1 崖地現況データ

崖地危険性評価については、流山市地域防災計画に記載のある土砂災害危険箇所 15 箇所のうち、区画整理事業により無くなった 1 箇所（II-1024：西平井 1）を除いた 14 箇所を対象とした。

対象となる土砂災害危険箇所の一覧を表 3.1-1 に、位置分布を図 3.1-1 に示した。

表 3.1-1 土砂災害危険箇所一覧

No	箇所番号	場所	危険度	備考
1	II-1020	下花輪1	B	
2	II-1026	思井3	B	
3	II-1022	思井1	B	
4	II-1025	思井2	B	
5	III-1063	芝崎1	B	
6	II-1023	芝崎1	C	平成18年度調査対象
7	I-2064	前ヶ崎	B	平成18年度調査対象
8	II-1029	前ヶ崎4	B	
9	II-1027	前ヶ崎2	B	
10	II-1028	前ヶ崎3	B	
11	II-1021	中1	B	
12	I-0242	鱒ヶ崎	C	平成18年度調査対象
13	I-0243	名都借1	B	平成18年度調査対象
14	I-0244	名都借2	B	平成18年度調査対象

なお、評価基準となる危険度は、H18 年度調査において対象となっている箇所についてはその値を使用し、対象外の崖については危険度 B と仮定した。

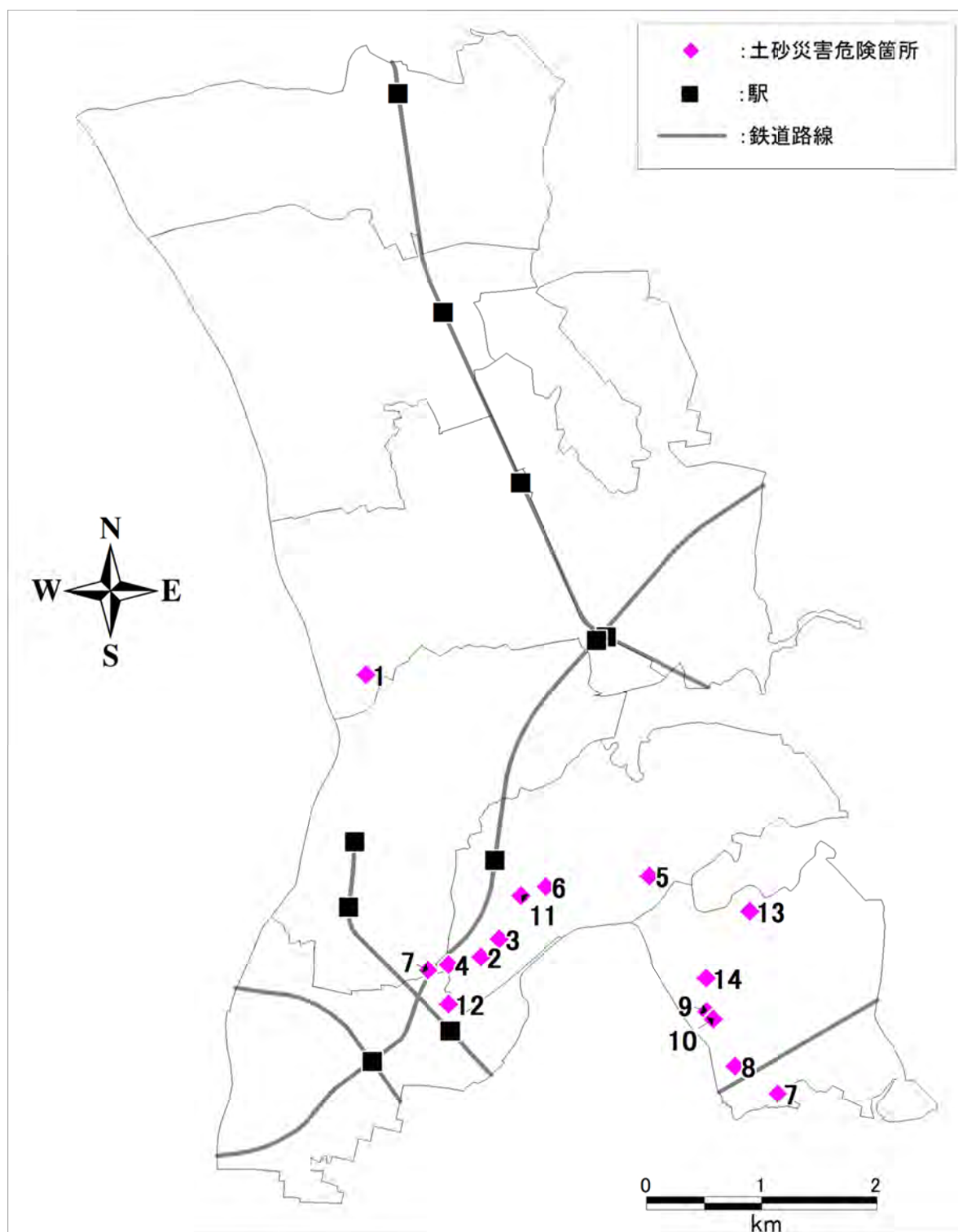


图 3.1-1 土砂災害危険箇所分布图

3.2 崖地危険性予測手法

本調査で用いる予測手法は、H18年度調査で用いられた手法と同じものを使用した。

崖、斜面の現地調査による判定結果に、地震が発生した際の地表加速度を考慮して崖、斜面の危険度を判定した。

判定基準を表 3.2-1 に示した。この判定基準は、昭和 53 年(1978)宮城県沖地震の際の崖の被害を元に作成されたものである。

現地調査結果をもとに、(社)日本道路協会(1988)⁸で提示されている切土のり面・斜面の耐震性判定法を用いて、斜面高、斜面勾配、湧水、地被物の状態、斜面形状等から求めた総合被害危険度 A、B、C について、それぞれの想定地震の崖の地点の加速度値を用いて、さらに重みを掛けるものである。

表 3.2-1 地表加速度による判定ランクの振り分け

地表加速度 (cm/sec ²)	現地調査による判定結果		
	C	B	A
316以上	B	A	A
141以上-316未満	C	B	A
45以上-141未満	C	C	B
45未満	C	C	C

A：危険性が高い

B：危険性がある

C：危険性が低い

3.3 崖地危険性予測結果

表 3.3-1 に崖地危険性予測結果を示す。

図 3.3-1 に崖地危険性評価結果分布図を示す。

表 3.3-1 崖地危険性予測結果一覧表

No	箇所番号	場所	危険度	地震時の危険度		
				M7.0	M7.2	M7.3
1	II-1020	下花輪1	B	A	A	A
2	II-1026	思井3	B	A	A	A
3	II-1022	思井1	B	A	A	A
4	II-1025	思井2	B	A	A	A
5	III-1063	芝崎1	B	A	A	A
6	II-1023	芝崎1	C	B	B	B
7	I-2064	前ヶ崎	B	A	A	A
8	II-1029	前ヶ崎4	B	A	A	A
9	II-1027	前ヶ崎2	B	A	A	A
10	II-1028	前ヶ崎3	B	A	A	A
11	II-1021	中1	B	A	A	A
12	I-0242	鱒ヶ崎	C	B	B	B
13	I-0243	名都借1	B	A	A	A
14	I-0244	名都借2	B	A	A	A

⁸ (社)日本道路協会(1988)：(社)日本道路協会 「道路震災対策便覧（震前対策編）」、1988 年。

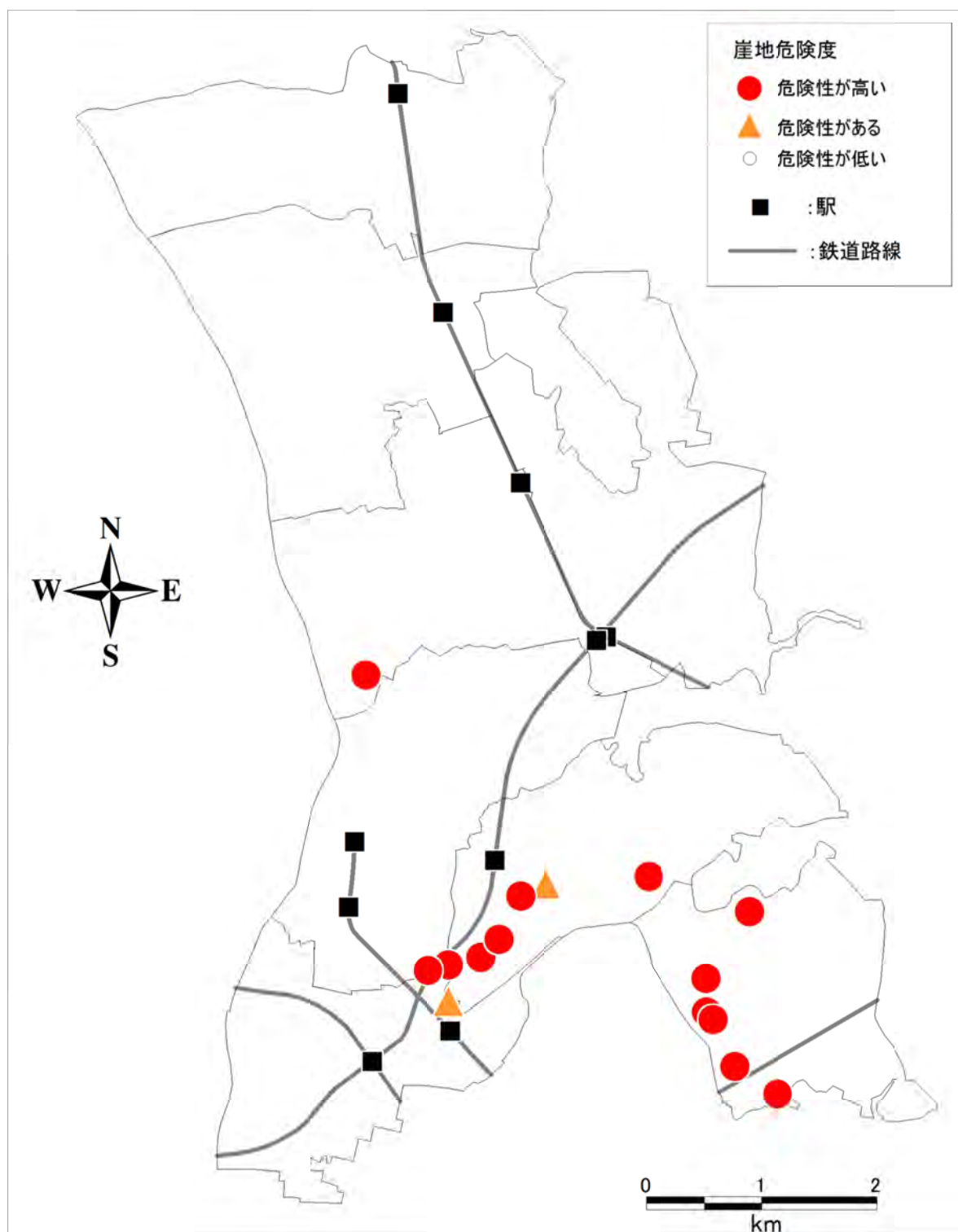


図 3.3-1 崖地危険性評価結果図（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

市全域で地震動が強く、対象の土砂災害危険箇所 14 か所全部で 316gal 以上となる。この値は、危険度 A または B の場合「危険性が高い」危険度 C の場合「危険性がある」となる。

そのため、土砂災害危険箇所のうち、危険度 C である No6：Ⅱ-1023 芝崎 1 と No12：Ⅰ-0242 鱈ヶ崎は「危険性がある」、それ以外は「危険性が高い」という結果となっている。

4. 建物被害予測

本調査において提供頂いた年固定資産税データ、及び、資産税課様より提供頂いた建物ポリゴンデータ（平成 23 年 1 月 1 日現在）を用いて以下の通り 50m メッシュごとの建物分布データを作成し、建物被害予測を行った。

4.1 固定資産税データのメッシュへの割振り

固定資産税データについて、提供頂いた固定資産税データについて、H18 年度調査を参考に以下に示す考え方で構造・年代棟数の集計を行った。

(ア)対象とする建物は床面積 1F が 20m^2 以上ある建物とする。

(イ)構造は木造、非木造の 2 区分とする。固定資産税データによる構造区分との対応関係は以下の表の通りである。なお、ブロック造、土蔵造、れんが造、石造は非木造ではあるが構造的に弱いため、本調査では木造として評価する。

表 4.1-1 被害想定調査の構造区分と固定資産税データによる構造区分との対応

構造区分	構造区分詳細
木造	木造、土蔵造、れんが造、ブロック造、石造
非木造	鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造
	鉄骨造
	軽量鉄骨造

(ウ)固定資産税データで同じ建物であると予想される建物のデータは、以下の方針で 1 棟に集約する。

- ・大字地番が同じ。
- ・建築年月が同じ。
- ・種類が同じ。
- ・構造が同じ。
- ・地上階数が 2 以上。
- ・床面積 1F 以外が 0。

(エ)整備した固定資産税データを町丁目別に年代別構造別棟数を集計する。

(オ)資産税課より提供の建物ポリゴンデータに町丁字ポリゴン及び 50m メッシュを重ねて、町丁目・50m メッシュごとの棟数を算定する。

(カ) (オ)で整備した町丁字別の構造・年代別棟数データを(オ)で作成した棟数分布データを利用して、50m メッシュにごとに振り分ける。

(キ) (カ)の棟数分布データをもとに中学校区別の棟数分布データを作成する。

表 4.1-2 固定資産税データ構造年代別集計結果

木造			非木造			計
S37年 以前	S38年～ S55年	S56年 以降	S46年 以前	S47年～ S55年	S56年 以降	
1,657	11,879	24,341	359	1,715	7,046	46,997

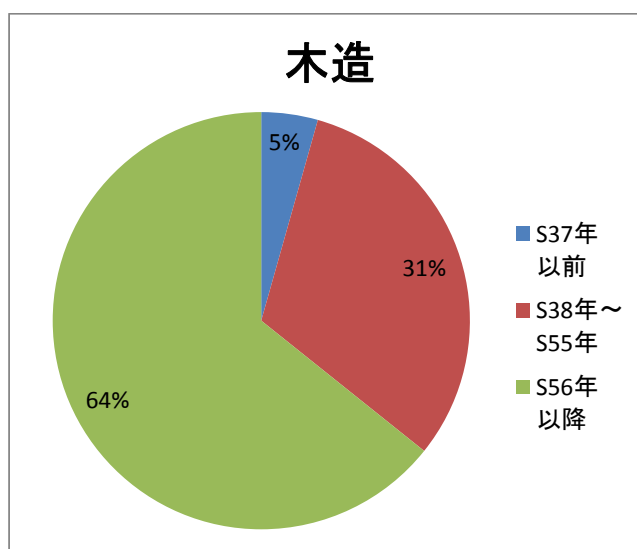


図 4.1-1 木造建物年代別棟数比率

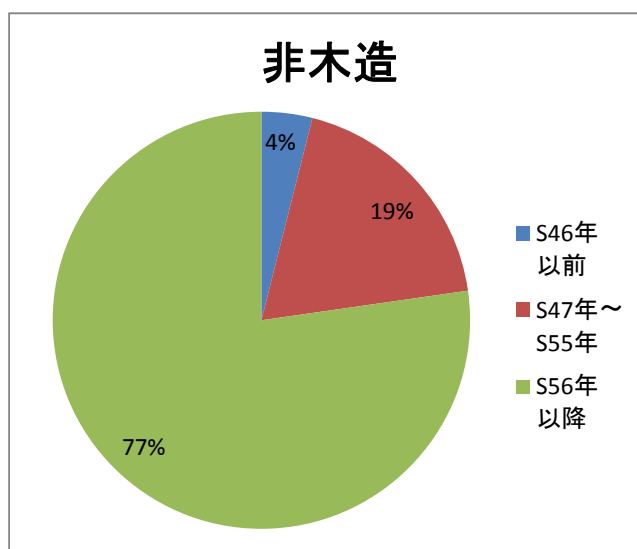


図 4.1-2 非木造建物年代別棟数比率

中学校区別に集計した建物構造別年代別棟数一覧表を表 4.1-3, 中学校区別木造建物年代別棟数比率グラフを図 4.1-4, 中学校区別非木造建物年代別棟数比率グラフを図 4.1-5 にそれぞれ示す。
さらに, 50m メッシュごとの建物構造別棟数分布を図 4.1-6～4.1-8 に示す。

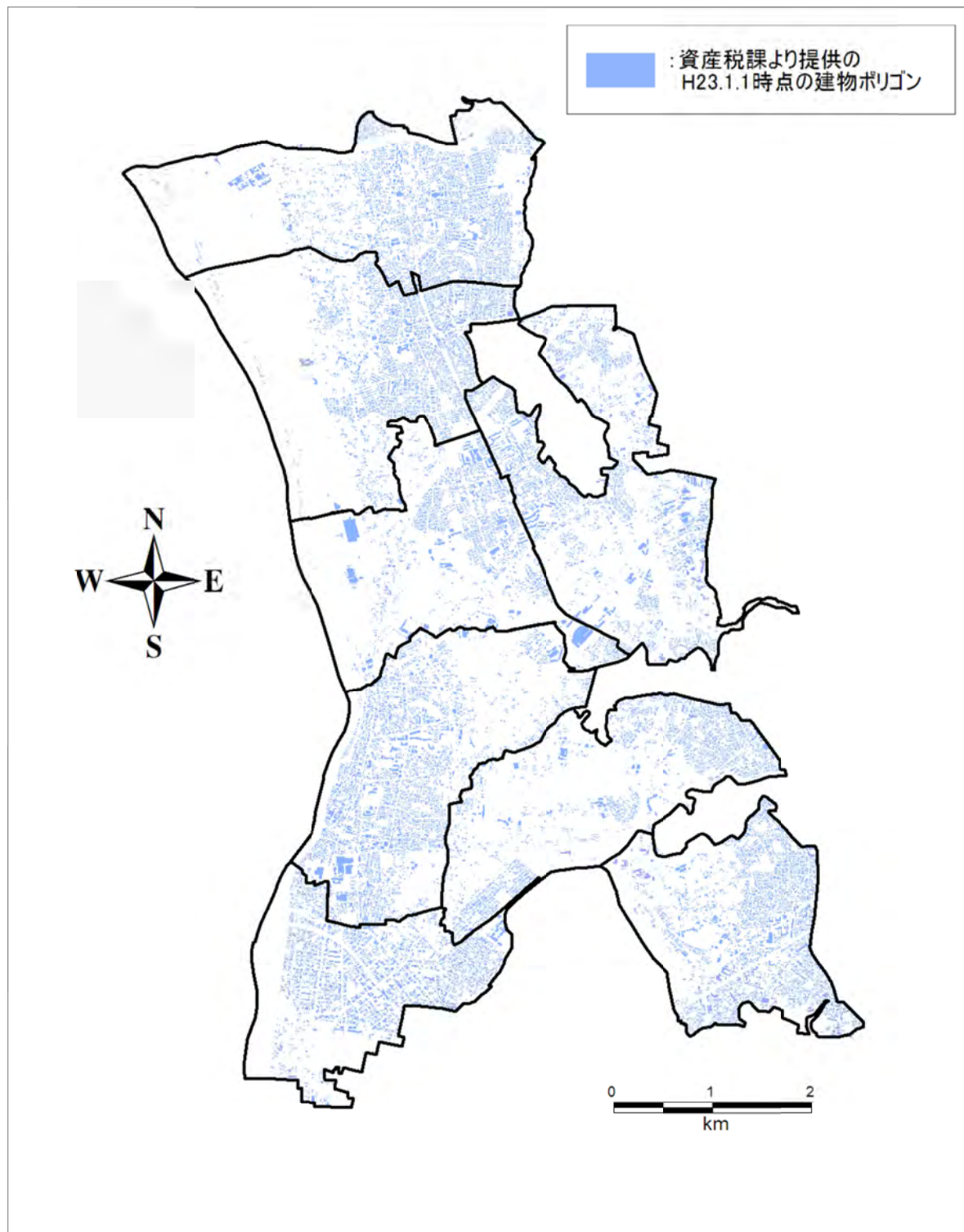


図 4.1-3 資産税課より提供の H23. 1. 1 時点の建物ポリゴン分布

表 4.1-3 中学校区別 構造年代別 建物棟数

中学校区名	木造			非木造			計
	～S37年	S38～S55	S56～	～S46	S47～S55	S56～	
南部中学校区	257	1,816	3,895	64	231	1,079	7,342
常盤松中学校区	136	1,692	2,857	51	271	904	5,911
北部中学校区	443	1,428	3,235	83	219	818	6,226
東部中学校区	263	1,704	3,195	48	228	854	6,292
東深井中学校区	228	1,687	4,441	35	149	822	7,362
八木中学校区	128	1,381	2,346	27	341	690	4,913
南流山中学校区	71	1,265	2,674	20	172	1,192	5,394
西初石中学校区	131	906	1,698	31	104	687	3,557
合計	1,657	11,879	24,341	359	1,715	7,046	46,997

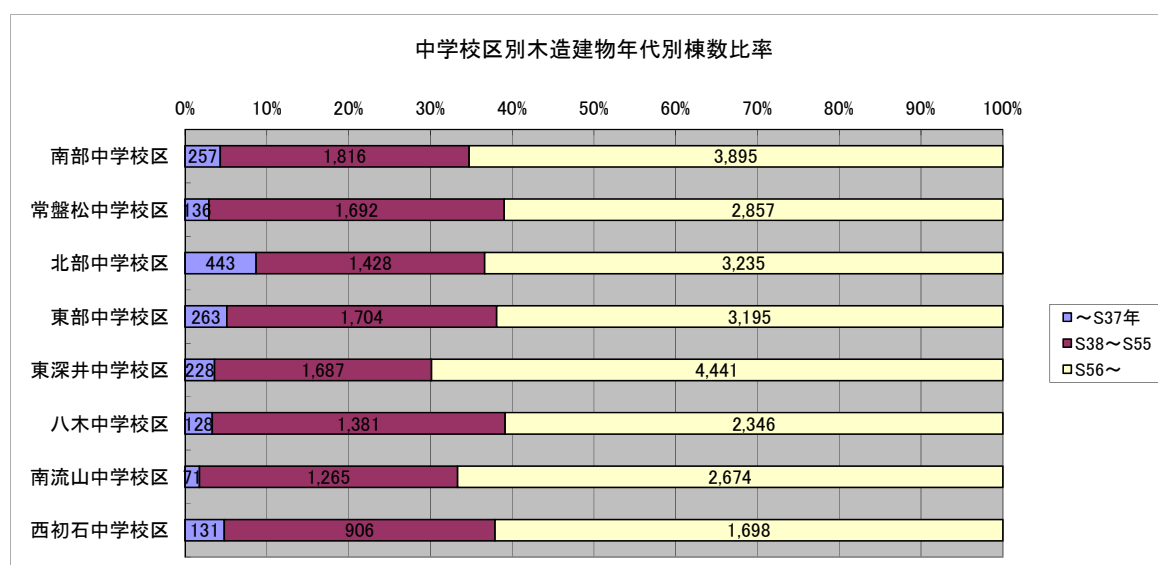


図 4.1-4 中学校区別木造建物年代別棟数比率グラフ

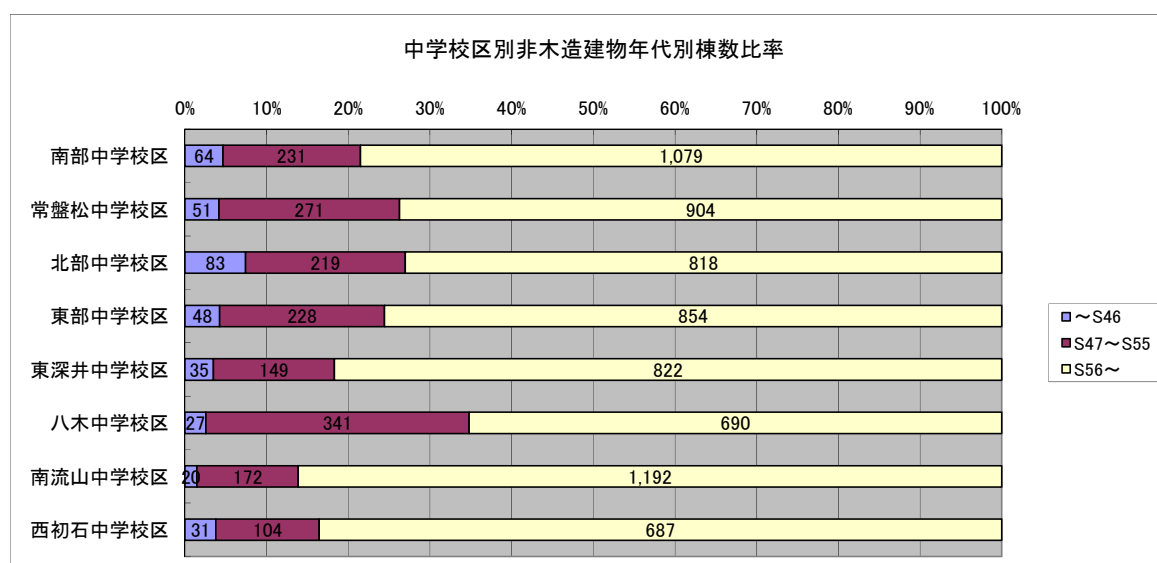


図 4.1-5 中学校区別非木造建物年代別棟数比率グラフ

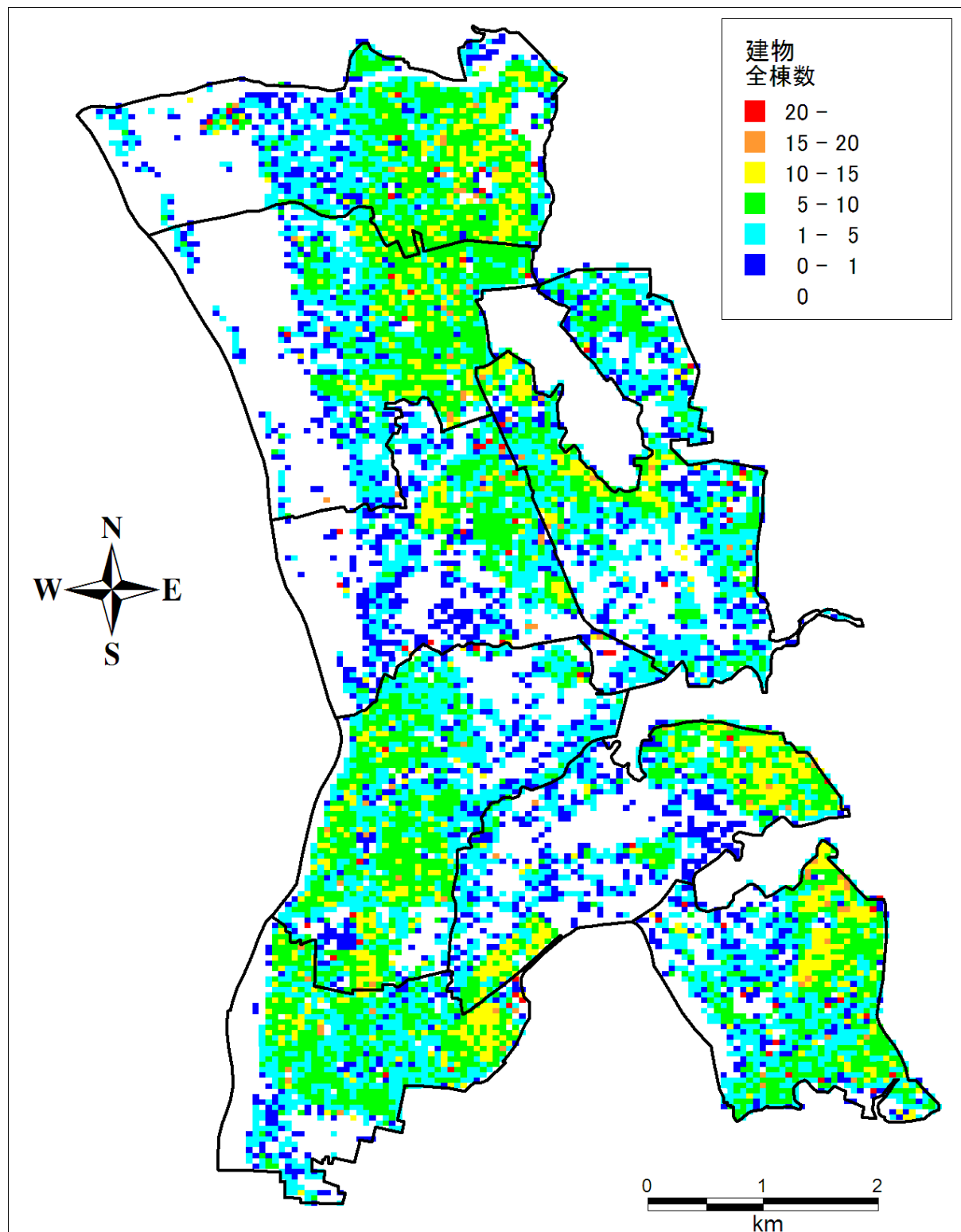


図 4.1-6 50m メッシュごとの建物構造別棟数分布（全建物）

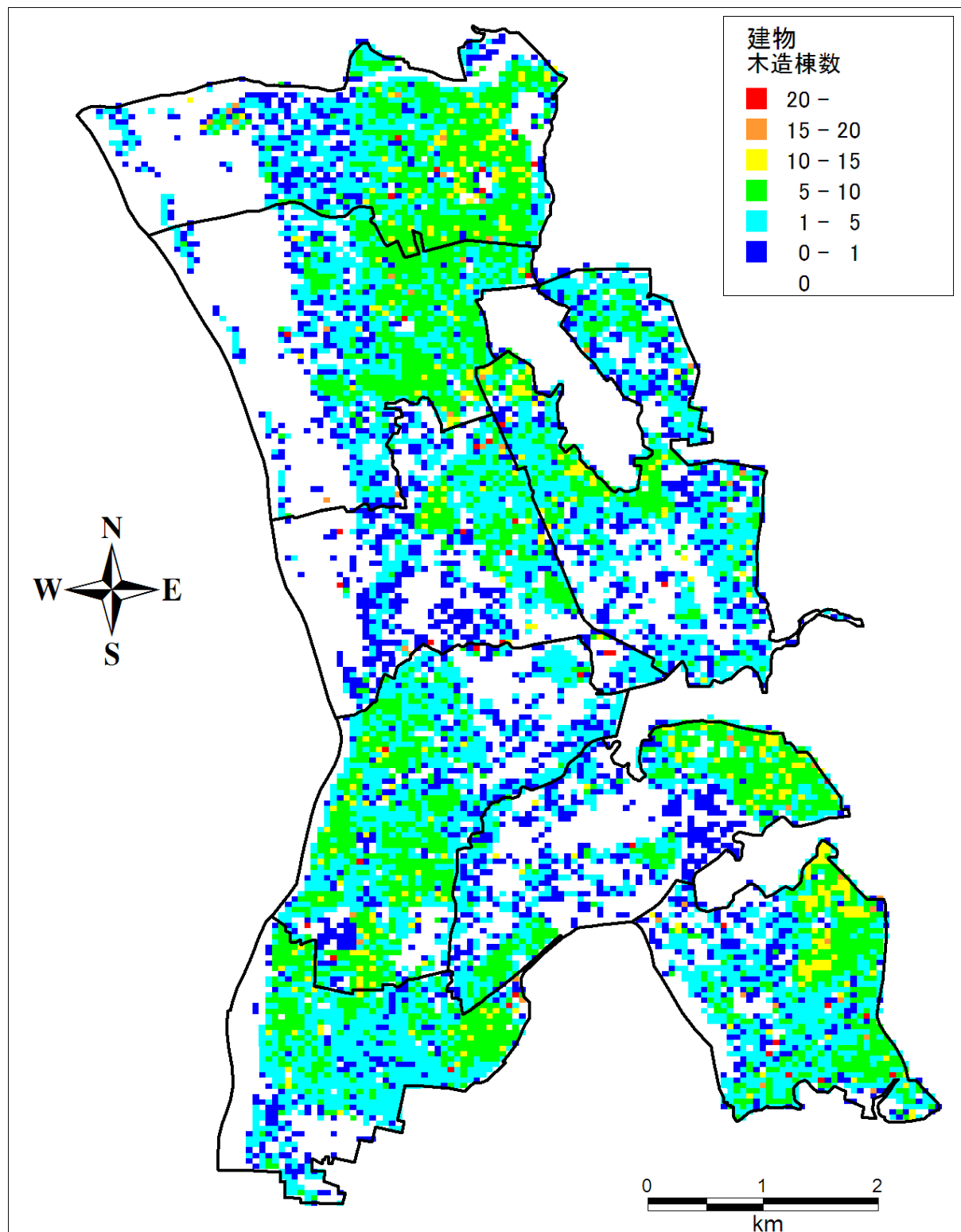


図 4.1-7 50m メッシュごとの建物構造別棟数分布（木造建物）

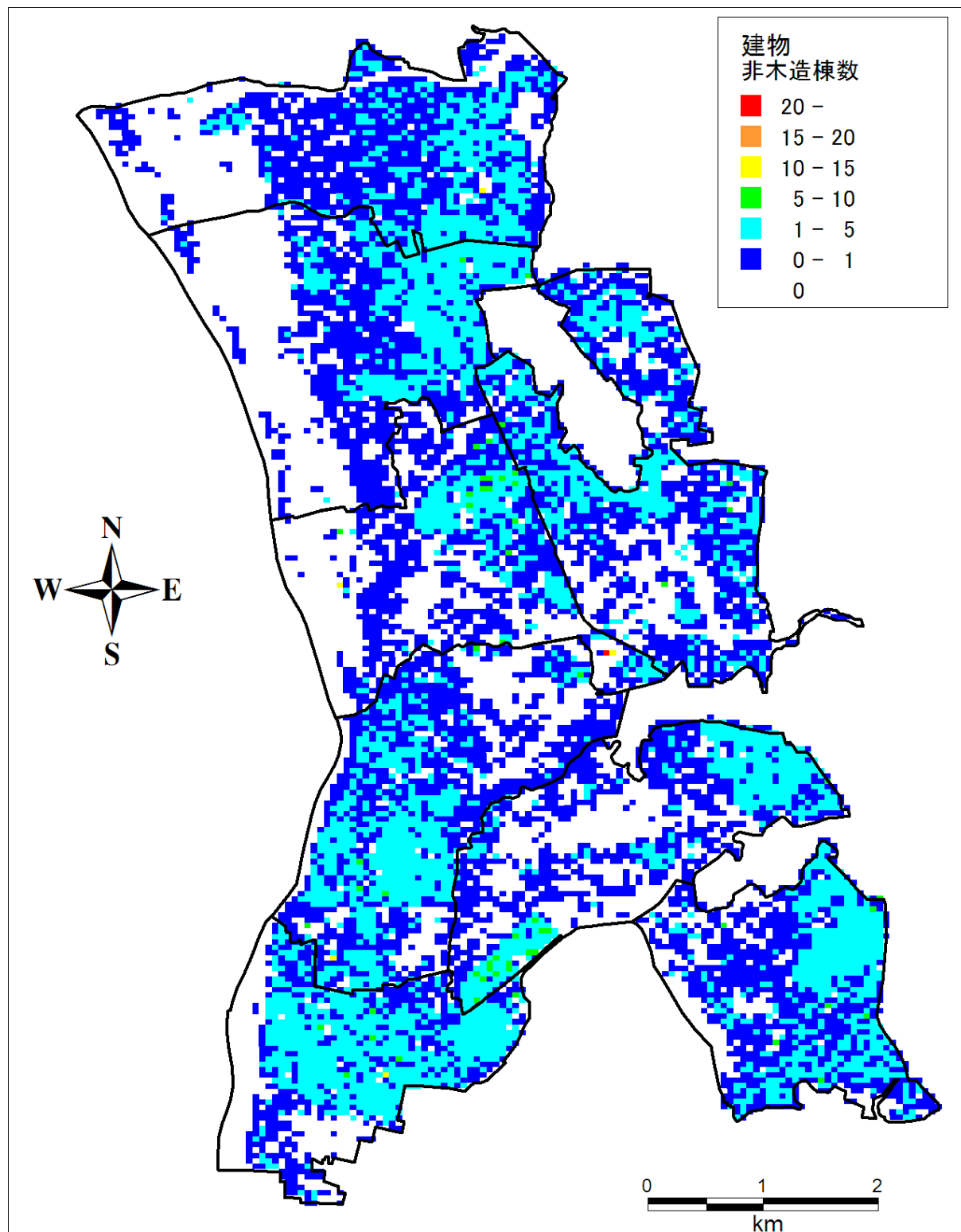


図 4.1-8 50m メッシュごとの建物構造別棟数分布（非木造全建物）

4.2 建物被害予測手法

本調査では建物の被害として、ア.揺れによる被害、イ.液状化による被害 の2つのケースを予測した。以下、それぞれのケースについて説明する。

ア.揺れによる被害

計測震度と建物被害率との関係による全壊率テーブルから全壊棟数を算定する。この全壊率テーブルは、中央防災会議(2004)⁹で提案されている過去の地震による被害のプロットデータをもとに設定されたものである。

木造建物の構造別年代別全壊率テーブルと非木造建物の構造別年代別全壊率テーブルを示す。

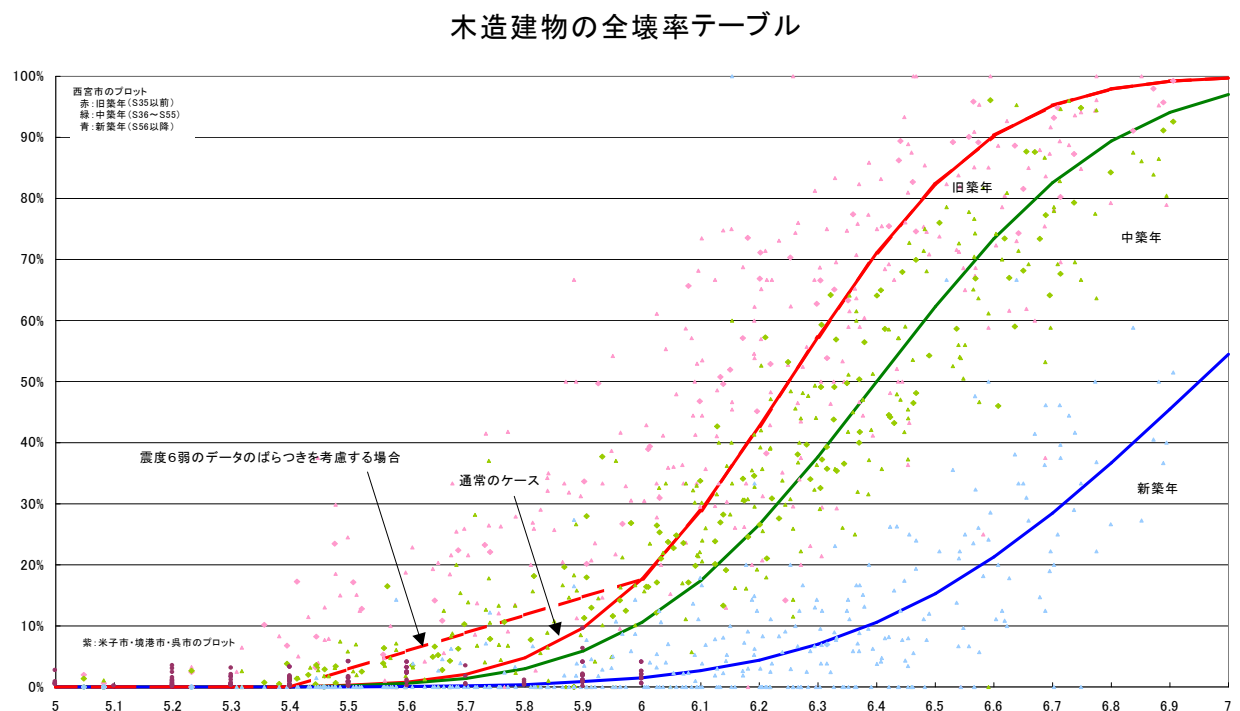


図 4.2-1 木造建物の構造別年代別全壊率テーブル

⁹ 中央防災会議(2004): 中央防災会議 「首都直下地震対策専門調査会」資料, 2004年.
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutochokka/index.html>.

非木造建物の全壊率テーブル

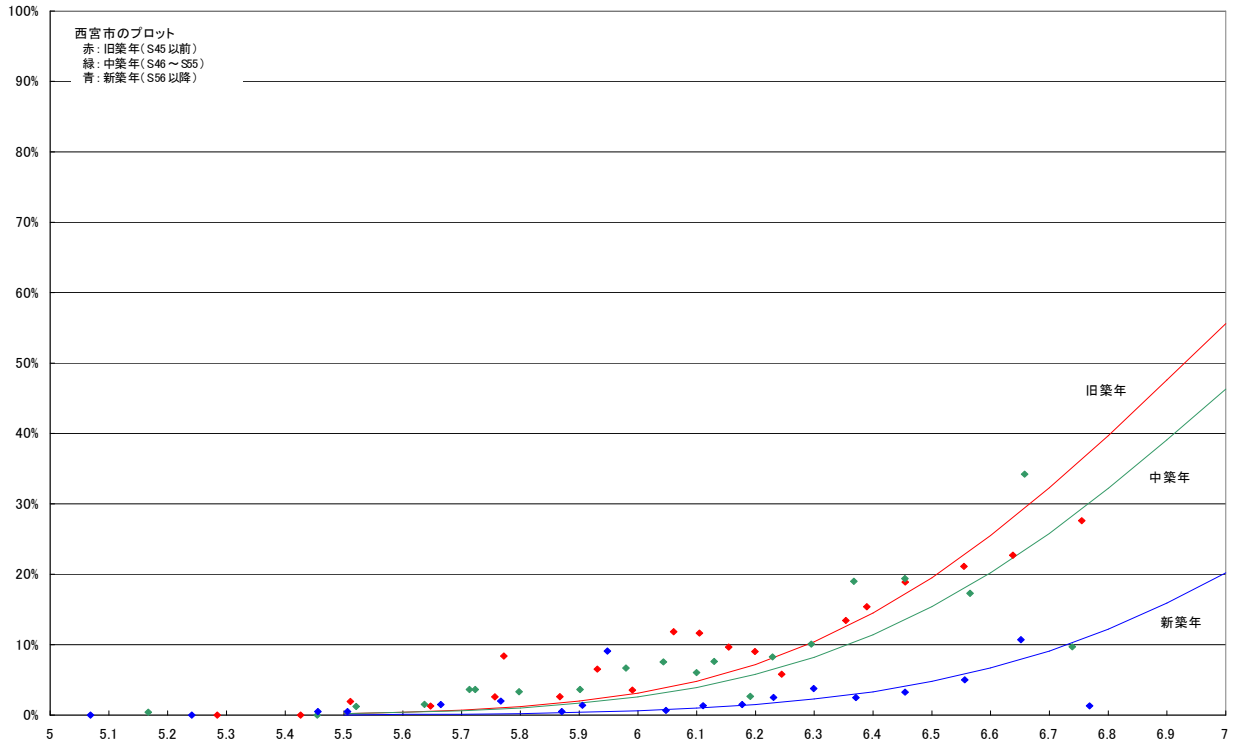


図 4.2-2 非木造建物の構造別年代別全壊率テーブル

イ. 液状化による被害

液状化危険度の大きさに応じて、液状化が発生する地域の面積比率（以下、面積率とする）を設定し、その発生地域内で建物が液状化による被害を受けると考え、液状化発生地域における被害率を設定した。

以下、液状化による被害率の算定方法を示す。

・液状化発生地域の面積率

メッシュごとの液状化発生地域の面積率は、 P_L 値の大きさに応じて、中央防災会議(2004)を参照して以下のように設定した。なお、液状化発生地域については、揺れによる被害はないとして仮定した。

$P_L > 15$	—————	18%
$5 < P_L \leq 15$	—————	5%
$0 < P_L \leq 5$	—————	2%

(ア)木造建物の被害率

関東地震・新潟地震・日本海中部地震での液状化による建物被害発生状況から、液状化地域の全壊率・半壊率を推定し、それぞれの地震の被害率から昭和 29 年以前は関東地震の被害率、昭和 30 年～45 年までは新潟地震、昭和 46 年以降は日本海中部の被害率を適用することとした。

以下に液状化発生地域における木造建物の建築年代ごとに適用した被害率の一覧表を示した。

表 4.2-1 液状化発生地域における木造建物の建築年代の被害率（愛知県(2003)¹⁰より）

建築年代	全壊率 (%)	全半壊率 (%)
-1954	13.0	26.0
1955-1970	11.0	26.0
1971-	9.0	30.0

(イ)非木造建物の被害率

関東地震・新潟地震・日本海中部地震での液状化による建物被害発生状況から、非木造建物の液状化発生地域における被害率は、建築年代・杭打ち状況をもとに設定した被害率を表 4.2-2 のように設定した。

なお、杭ありの建物は、4F 以上のすべての建物、及び、昭和 55 年以降の 1～3 階の建物とした。

表 4.2-2 非木造建物の液状化発生地域における被害率（愛知県(2003)より）

建築年代	全壊率 (%)	全半壊率 (%)
-1984	23.0	53.0
1985-	杭あり建物：0% 杭なし建物：23%	杭あり建物：0% 杭なし建物：53%

¹⁰ 愛知県(2003)：愛知県東海地震・東南海地震等被害予測調査報告書，2003 年。

4.3 建物被害の予測結果

4.2 で示した手法を基に、ア.揺れによる被害、イ.液状化による被害の予測を行った。

表 4.3-1 に流山市全体における構造別建物被害予測結果を示す。

表 4.3-2 に中学校区別に集計した建物被害予測結果を示す。

図 4.3-1 に 50m メッシュ別全建物全壊数分布図（揺れ+液状化）を示す。

表 4.3-1 流山市全体における構造別建物被害予測結果一覧表

地震	建物構造	現況棟数	揺れによる被害				液状化による被害				揺れ+液状化による被害			
			全壊数 (棟)	全壊率 (%)	半壊数 (棟)	半壊率 (%)	全壊数 (棟)	全壊率 (%)	半壊数 (棟)	半壊率 (%)	全壊数 (棟)	全壊率 (%)	半壊数 (棟)	半壊率 (%)
流山市直下 Mj7.3	木造	37,877	6,451	17.03	8,676	22.91	98	0.26	222	0.58	6,549	17.29	8,898	23.49
	非木造	9,120	752	8.24	949	10.41	11	0.12	14	0.15	763	8.36	964	10.56
	全建物	46,997	7,202	15.32	9,626	20.48	109	0.23	236	0.50	7,311	15.56	9,861	20.98

※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある。

表 4.3-1 構造別建物被害予測結果一覧表（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

中学校区名	現況棟数	揺れによる被害				液状化による被害				揺れ+液状化による被害			
		全壊数 (棟)	全壊率 (%)	半壊数 (棟)	半壊率 (%)	全壊数 (棟)	全壊率 (%)	半壊数 (棟)	半壊率 (%)	全壊数 (棟)	全壊率 (%)	半壊数 (棟)	半壊率 (%)
南部中学校区	7,342	1,262	17.19	1,439	19.60	46	0.62	98	1.33	1,308	17.82	1,537	20.94
常盤松中学校区	5,911	913	15.44	1,267	21.43	6	0.10	13	0.21	919	15.54	1,279	21.64
北部中学校区	6,226	962	15.45	1,303	20.92	4	0.07	9	0.15	966	15.52	1,312	21.07
東部中学校区	6,292	802	12.74	1,288	20.47	3	0.05	7	0.10	805	12.79	1,295	20.58
東深井中学校区	7,362	1,012	13.74	1,523	20.69	3	0.05	7	0.10	1,015	13.79	1,530	20.79
八木中学校区	4,913	794	16.17	1,032	21.01	7	0.13	14	0.28	801	16.30	1,046	21.29
南流山中学校区	5,394	885	16.42	1,019	18.89	39	0.72	86	1.59	924	17.13	1,105	20.48
西初石中学校区	3,557	572	16.09	754	21.20	1	0.04	3	0.07	574	16.12	757	21.28
合計	46,997	7,202	15.32	9,626	20.48	109	0.23	236	0.50	7,311	15.56	9,861	20.98

※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある。

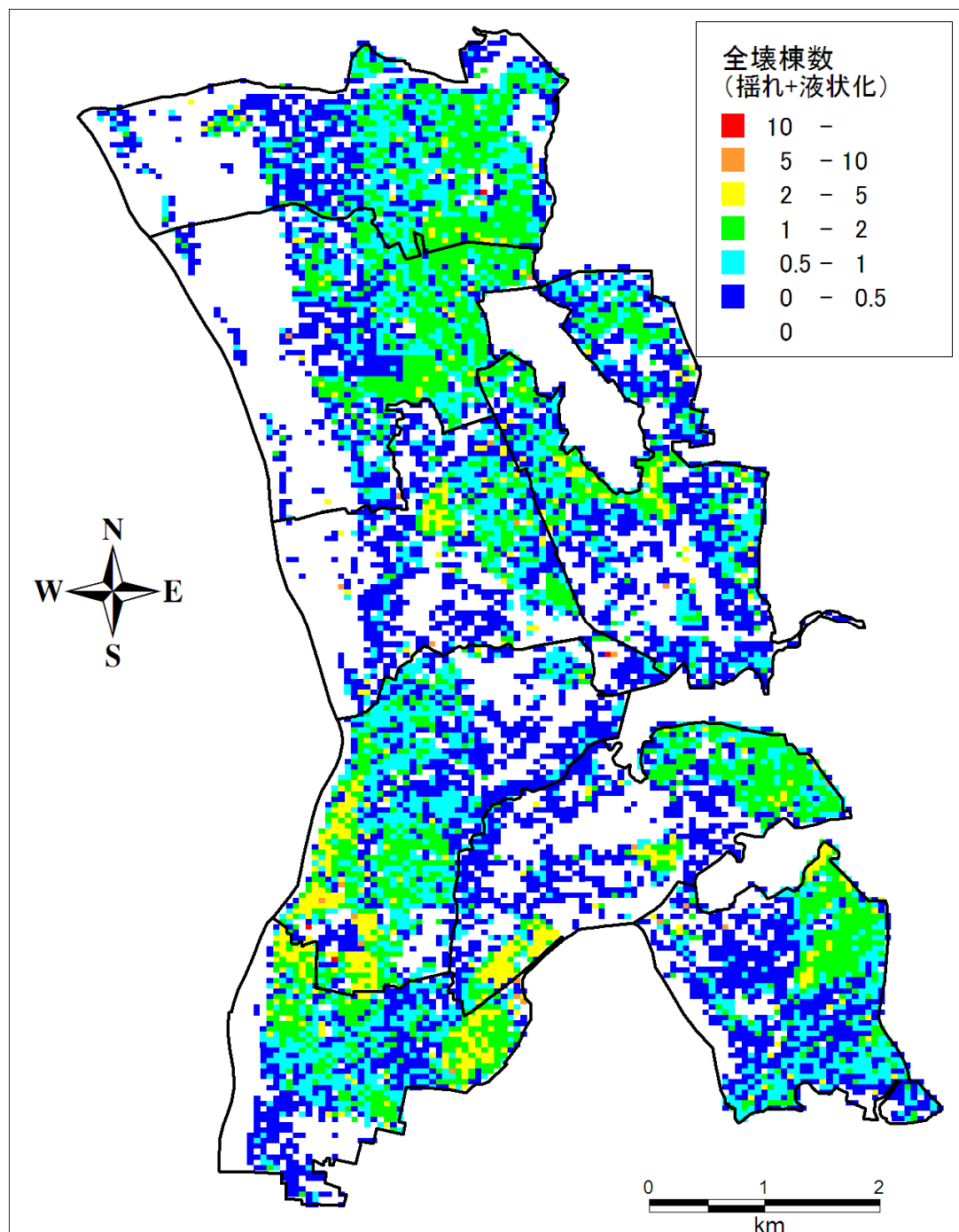


図 4.2-1 50m メッシュ別全建物全壊数分布図 (揺れ+液状化)
(流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)・50m メッシュ)

流山中学校区から南部中学校区にかけての市街地で建物被害が多く発生しており、震度7の分布が見られる流鉄平和台駅周辺から流鉄流山駅周辺にかけて顕著である。

また、流鉄鰯ヶ崎駅周辺でも震度7の分布が見られ、その地域でも多くの建物被害が発生している。

南流山中学校区と八木中学校区の境界付近においても震度7が分布している地域で建物被害が顕著である。

5. 火災被害予測

地震火災は地震の二次災害で最も大きい災害である。地震火災の対策の重要性は、1923 年関東地震(M=7.9)の延焼火災の甚大さ（東京都：約 40 万棟，神奈川県：約 7 万棟焼失）によって認識されるようになり，その後防火対策として，都市の不燃化・防火水槽の設置等の対策が進められるようになってきた。

近年においても，1995 年兵庫県南部地震(M=7.3)では早朝という時間にもかかわらず，多くの地点で出火し，大規模な延焼火災が発生して約 7 千棟の建物が焼失した。

2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震においても，津波に起因する火災，また，内陸部においても火災が発生するなど地震と火災は密接な関係があると言える。

なお，火災は気象条件や社会条件によって，被害が大きく変わるという特性を持つため，本調査では兵庫県南部地震が発生した状況と同等なケース（冬 5 時），最悪に近い状況のケース（冬 18 時），日中の平均的なケース（夏 12 時）を想定した。

ケース 1：冬 5 時	1995 年兵庫県南部地震と同等の条件で，ほとんど住民が就眠中で，自宅に存在するケース
ケース 2：冬 18 時	一年のうちで出火率が最も高い時期であり，火災の被害が大きくなると想定されるケース
ケース 3：夏 12 時	通学・通勤者のほとんどが学校・会社等に存在し，日中において平均的なケース

5.1 火災被害予測における前提条件

H18 年度調査と同様に，火災被害予測における気象の前提条件を表 5.1-1 に示す。

また，図 5.1-1 に消防機関分布図，表 5.1-2 に消防機関別所属ポンプ車数一覧，図 5.1-2 に防火水槽分布図を示す。

表 5.1-1 火災における気象の前提条件（H18 年度報告書より）

項目	夏	冬
風速 (m/s)	6	6
風向	南	北北西
湿度 (%)	60	40

※流山市統計書（平成 21 年度及び平成 22 年度）で同傾向を確認

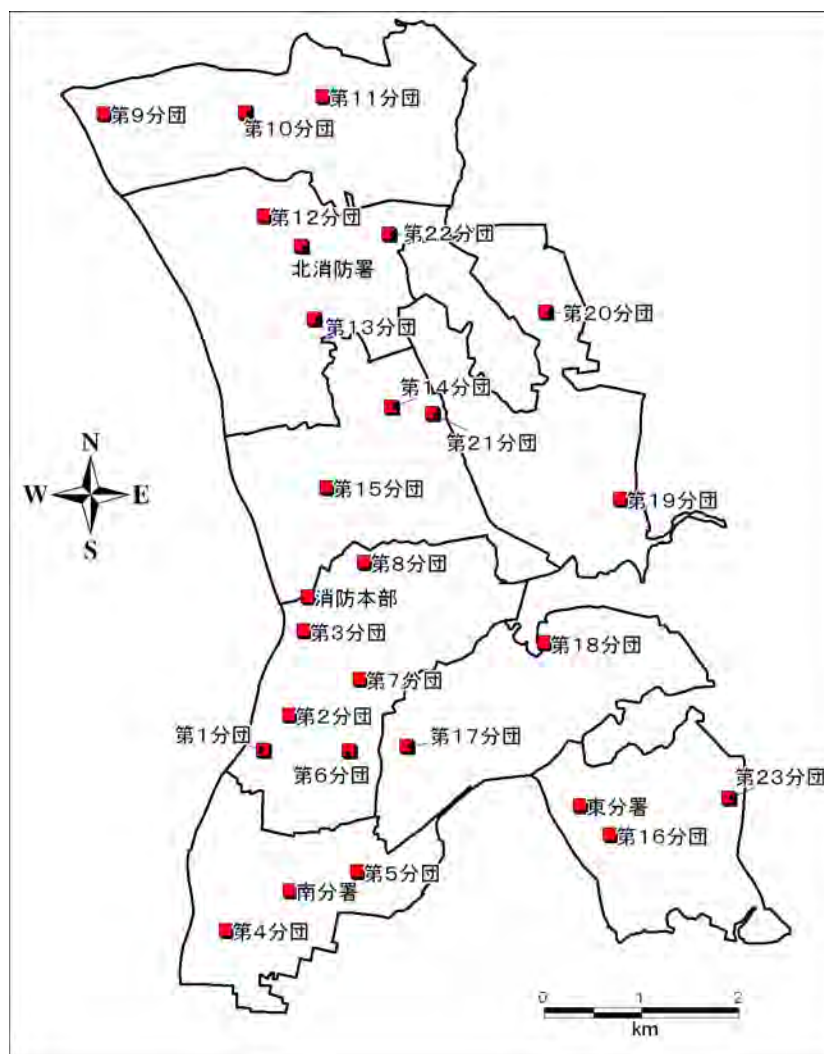


図 5.1-1 消防機関（消防署，消防団）分布図

表 5.1-2 消防機関別所属ポンプ車数一覧

	水槽付ポンプ車	普通ポンプ車	化学車	梯子車	B級ポンプ積載車	計
中央署	1	1	1	1	0	4
東署	1	1	0	0	0	2
南署	1	1	0	0	0	2
北署	1	1	0	0	0	2
消防団	0	8	0	0	16	24
合計	4	12	1	1	16	34

※消防団についてはA級ポンプ搭載車を普通ポンプ車とした

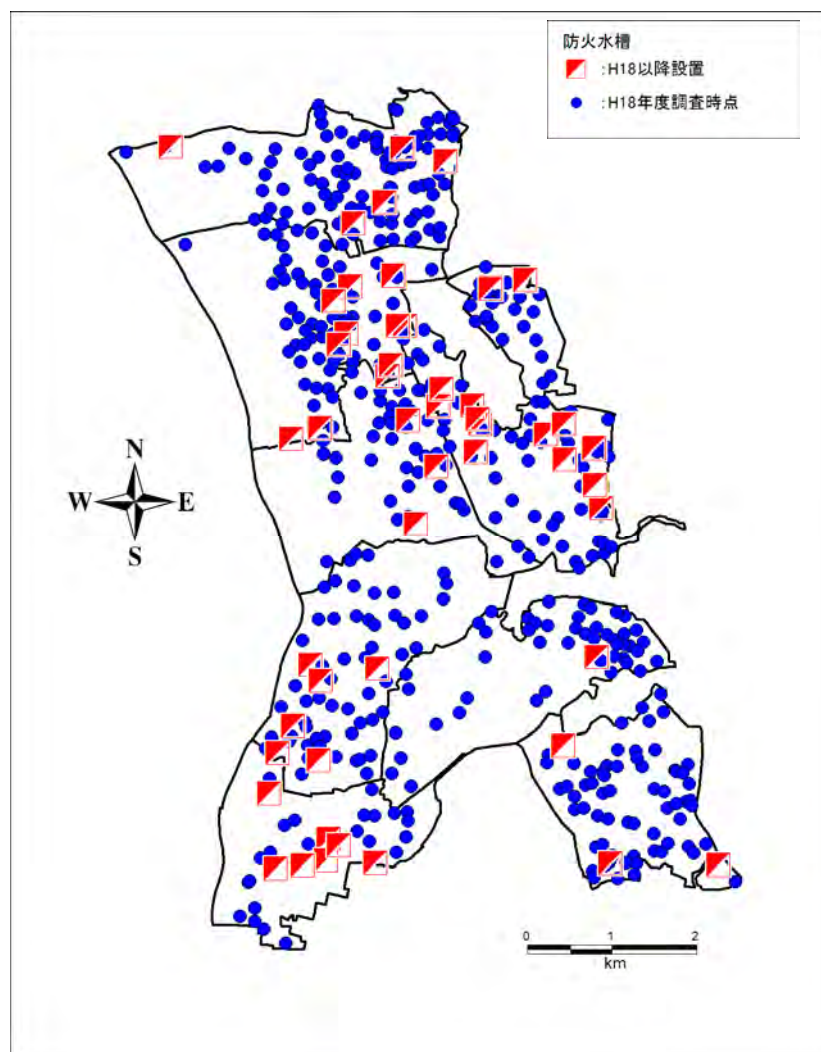


図 5. 1-2 防火水槽分布図

5.2 火災被害予測手法

本調査では、以下に示す方針で火災の被害予測を行った。

- (ア) 主要な出火源を一般火気器具、電熱器具、電気機器・配線、化学薬品とし、全壊率－出火率の関係により、全市の全出火件数を予測する。ただし、漏洩ガスのような時間遅れの出火については想定の対象としない。
- (イ) 全市の全出火件数から、住民の初期消火活動で消しきれない炎上出火件数を求める。初期消火率は、市内の平均的な地震動の大きさにより設定する。
- (ウ) 出火・延焼の設定は50mメッシュ単位で行う。そのため、全市の炎上出火件数を出火危険度の高いメッシュに振り分け、出火点メッシュを設定する。
- (エ) 消防力を考慮し、消火可能な出火点メッシュを算定する。
- (オ) 出火点メッシュのうち、自然鎮火するものや消火可能なものを除いたものを延焼出火点メッシュとし、延焼シミュレーションを行う。延焼シミュレーションにより延焼範囲を予測し、焼失数を算定する。なお、焼失棟数の予測については、流山市で整備されている建物ポリゴンデータの活用し、消防庁消防大学校 消防研究センターによる建物1棟単位のシミュレーションが可能な消防力最適運用支援情報システム¹¹（以下、消防システムと呼ぶ）を用いて行う。

ア.全出火件数の想定

全出火件数は、中央防災会議(2004)を参照して、兵庫県南部地震による全壊率（全建物）－全出火率の関係から出火件数を想定した。

中央防災会議(2004)では、兵庫県南部地震時の建物全壊と出火の関係に基づき、標準出火率を設定し、これに時間帯別火気使用状況調査結果等による時間帯別出火率に補正し、各ケースの出火要因別の算定式を表5.2-1のように導出している。なお、中央防災会議(2004)では、秋の12時としているところを本調査では、概ね同等として夏の12時として設定した。

表 5.2-1 出火要因・時間別の出火率

出火要因	時間帯	算定式
一般火気器具	冬 5 時	全出火率＝0.00018×揺れによる全壊率 ^{0.73}
	冬 18 時	全出火率＝0.0022 ×揺れによる全壊率 ^{0.73}
	夏 12 時	全出火率＝0.00041×揺れによる全壊率 ^{0.73}
電熱器具	冬 5 時	全出火率＝0.00036×揺れによる全壊率 ^{0.73}
	冬 18 時	全出火率＝0.0043 ×揺れによる全壊率 ^{0.73}
	夏 12 時	全出火率＝0.00082×揺れによる全壊率 ^{0.73}
電気機器・配線	季節・時刻によらない	全出火率＝0.00036×揺れによる全壊率 ^{0.73}
化学薬品	季節・時刻によらない	全出火率＝0.000066×揺れによる全壊率 ^{0.73}

¹¹ 関沢・他（2001）：リアルタイム延焼予測に基づく消防活動支援情報の出力システム，地域安全学会梗概集，117-120，2001.

イ.炎上出火件数の想定

炎上出火件数は、中央防災会議(2004)を参照し、全出火件数に住民の初期消火率を考慮して、次式により算定を行った。

$$\text{炎上出火件数} = \text{全出火件数} \times (1 - \text{初期消火率})$$

住民の初期消火率は、市の平均的な震度の大きさ（建物分布を考慮し算定を行った）を算定し、以下に示す震度と初期消火率の関係（中央防災会議(2004)）から推定を行った。なお、この関係は、人口集中地区とその他郊外地区とで、設定値が異なっているが、市においてはすべて、人口集中地区として予測を行った。

表 5.2-2 初期消火率（％）と震度階

震度階	人口集中地区	その他郊外地区
震度 5	68.4	78.6
震度 6	45.9	51.8
震度 7	23.8	43.9

ウ.炎上出火点メッシュの設定

全市の炎上出火件数を出火危険度の高いメッシュに振り分け、出火点メッシュを設定した。

エ.消防の一次運用

中央防災会議(2004)で提示されている以下の方針で消防力の運用を行い、炎上出火点を鎮圧可能か判定した。

- ・ 出火後、消防車が現場に到着するまでの駆けつけ時間を算定。
- ・ それまでに燃え広がる広さ（火面周長）を求め、消防車 1 台あたり消火可能な火面周長から、消火が可能か否かを判定。
- ・ ただし、市内の各出火点に駆けつけることが出来る消防車の合計数は、市が所有する消防車台数（消防団所有台数を含む）を上限とする。

$$\text{火面周長} = \pi \sqrt{\frac{1}{2}(r_1^2 + r_3^2)} + \pi \sqrt{\frac{1}{2}(r_2^2 + r_3^2)}$$

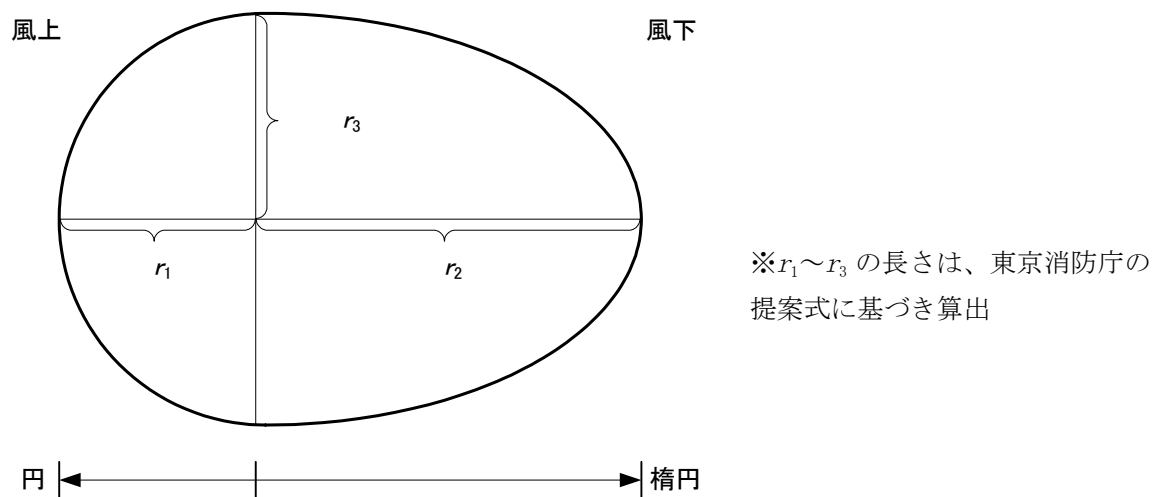


図 5.2-1 火面周長のイメージ図

オ. 延焼シミュレーション

消防活動で消し止められなかった出火点からの延焼状況予測にあたって、H18 年度報告書ではメッシュの不燃領域率から延焼判定を行い焼失棟数の算定を行っていた。

しかし、メッシュ内を均一に設定するこれまでの手法は、メッシュ内の建物分布を正確には表現出来ないというデメリットが存在する。

そこで、流山市で整備されている建物ポリゴンデータの活用を考慮して、消防庁消防大学校 消防研究センターによる建物 1 棟単位のシミュレーションが可能な消防システムを用いて建物分布を反映した延焼拡大の想定を行った。

この消防システムは、出火点と風向・風速を設定することにより、延焼シミュレーションを行い時系列の延焼範囲を予測することが可能である。

●延焼シミュレーションによる延焼拡大の想定

消防システムで延焼シミュレーションを行うにあたって以下のような仮定を設定する。

- ①延焼の単位は建物1棟単位とし、出火点は50mメッシュの中心に最も近い木造建物に設定する。
- ②風向・風速は延焼シミュレーション時間内で一定の条件とする。
- ③建物間の燃え移りは、建物の中心(ポリゴンの幾何重心)を結ぶ直線に沿って、出火建物の重心から外壁、隣接建物の外壁、隣接建物の重心へと燃え進み、さらに同様に次の隣接建物に燃え進んで行く。ある建物から隣接建物に延焼するまでの時間 t は式のとおりである。

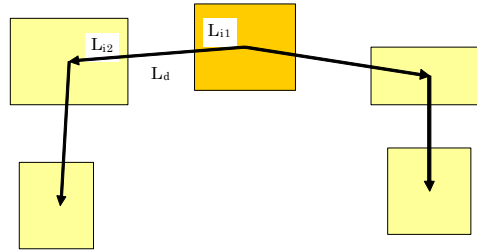


図 5. 2-2 延焼経路のイメージ

$$t = \frac{L_{i1} + L_{i2}}{V_i} + \frac{L_d}{V_d}$$

ただし、

L_{i1} : 延焼元建物の重心から外壁までの延焼距離

L_{i2} : 延焼先建物の重心から外壁までの延焼距離

L_d : 延焼元・延焼先建物の外壁間の延焼距離

V_i : 建物内の延焼速度

V_d : 建物間の延焼速度

④焼失棟数を算定する延焼時間は12時間とする。兵庫県南部地震において、5,000m²以上の大規模延焼が22件あり、発生から鎮圧までの平均的な時間は約20時間である。しかしながら、実際に鎮圧するまでには、他県からの応援を含めて、かなりの消防力が投入されていると推測される。一方、本調査による手法が消防力の2次運用や他県からの応援を想定していないことから、本調査において20時間で予測すると、焼失棟数はかなり過大評価となる。そこで、20時間の半分程度である12時間で焼失棟数を想定することとする。

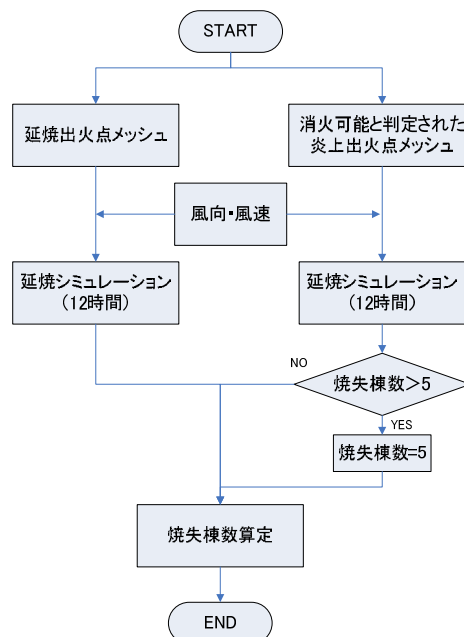


図 5. 2-3 延焼拡大の想定の流れ

●焼失棟数の想定

焼失棟数は、延焼シミュレーションにおいて地震発生後12時間以内に焼失する建物数とする。

なお、延焼出火点の想定の際に消火可能とされた地点の焼失棟数は最大5棟とする。この際、消火可能とされた地点においても延焼シミュレーションを行い、得られた結果が5棟を下回る場合はそちらを採用し、最小でも火元の建物は1棟焼失するものとする。

カ. 不燃領域率について

不燃領域率と火災被害は密接な関係をもち、火災の様相を検討するに当たっては、メッシュごとの不燃領域率が重要な情報となる。本調査では、以下のような手順で50mメッシュごとの不燃領域率の推定を行い、火災被害の様相の検討の参考とした。

①建物ごとの敷地面積のデータがないことから、流山市において敷地面積 $=\alpha \times$ 建築面積（＝1階床面積）となる最適な α を以下の手順で推定した。

a.住宅・土地統計調査(2003)¹²のデータを利用して、流山市の全住宅の敷地面積階級別の存在比率を算定する。

b.流山市の都市計画図の建物外形のデジタルデータを利用して、1棟ごとの建築面積を算定する。

c. b.で算定した1棟ごとの建築面積データに適当な α を掛けて敷地面積を算定して敷地面積別の比率を算出して、a.での実際の比率と比較し、残差が最小となるまで繰り返し計算（イタレーション）を行って、最適な α を推定する。

繰り返し計算の結果、流山市においては、 $\alpha=1.90$ が得られた。

② ①の結果を利用して、都市計画図の建物外形のデジタルデータにより50mメッシュごとの建物敷地面積を推定する。

③ 固定資産課税データから推定した50mメッシュごとの構造別の1階床面積の集計値の比率を用いて、②のデータにより建物構造別の敷地面積を推定する。

④ 木造及び低層非木造の建物の敷地面積合計は、固定資産課税データにおける木造、軽量鉄骨造、軽量鉄骨プレハブ造の建物の敷地面積を合計したものと定義し、不燃領域率を算定する。

以上の手順で、推定した全市における不燃領域率別建物棟数の分布図を図5.2-4に示した。

¹² 総務省統計局：「平成15年 住宅・土地統計調査」，2003年<http://www.stat.go.jp/data/jyutaku/index.html>.

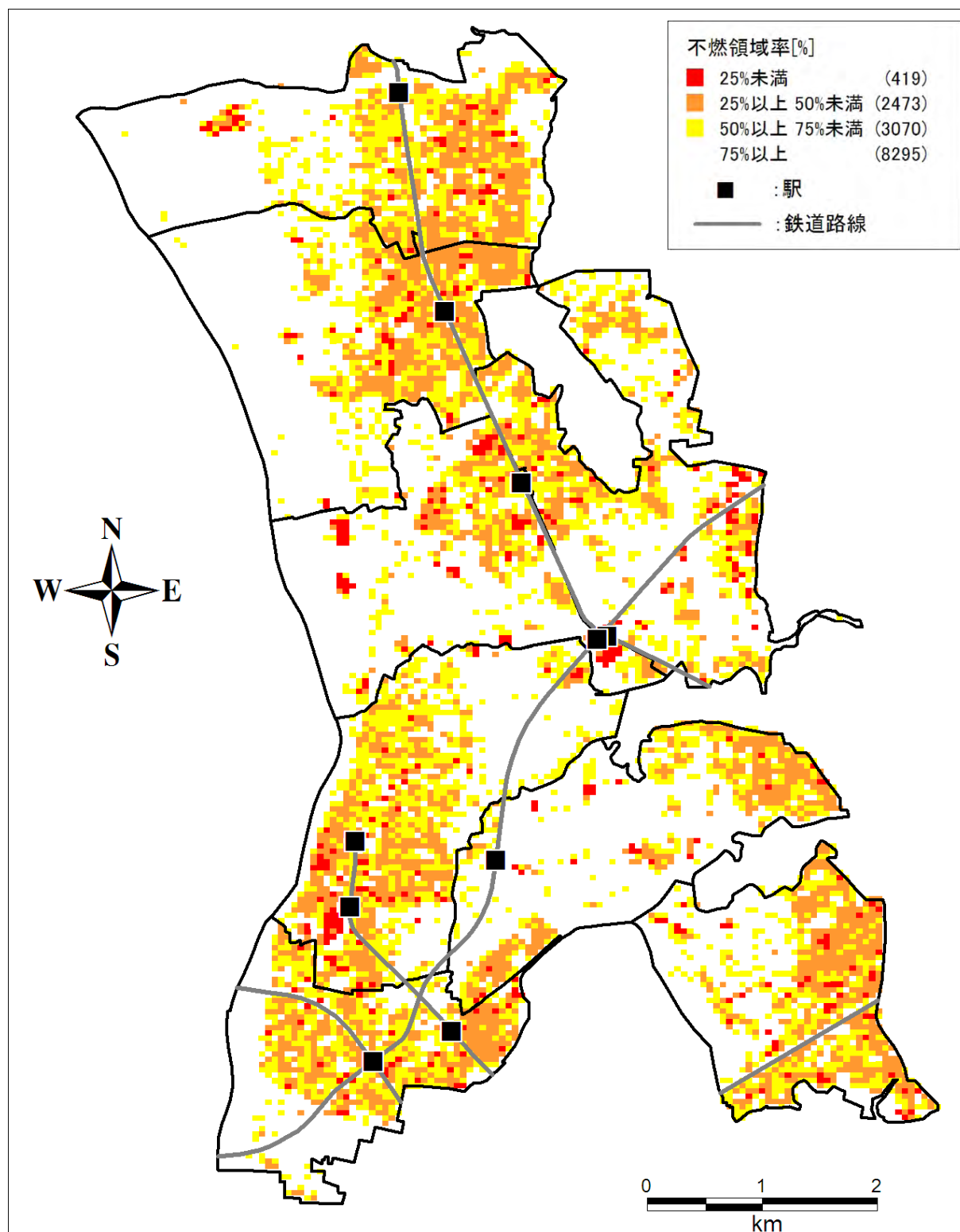


図 5.2-4 流山市の不燃領域率分布図 (50m メッシュ)

5.3 火災被害予測結果

5.2 で示した手法を基に，ア.全出火件数，イ.炎上出火件数，ウ.焼失棟数の予測を行った．

表 5.3-1 に流山市全体における季節・時間帯別火災被害予測結果を示す．

表 5.3-2 に中学校区別火災被害予測結果を示す．

図 5.3-1 に冬 18 時における出火危険度の分布図を示す．

図 5.3-2 に冬 18 時における炎上出火メッシュと延焼に至る出火点分布図を示す．

図 5.3-3 に冬 18 時における延焼エリア分布図を示す．

表 5.3-1 季節・時間帯別出火件数予測結果

想定地震	ケース	全出火 件数(件)	炎上出火 件数(件)	延焼出火 件数(件)	焼失棟数 (棟)	焼失率 (%)
流山市直下の地震 Mj7.3	ケース1:冬5時	11	6	3	1,150	1.5
	ケース2:冬18時	82	45	40	6,975	9.3
	ケース3:夏12時	20	11	8	3,025	4.0

※全市における建物ポリゴン数：75,245

表 5.3-4 (1) 火災被害予測結果一覧表：冬 5 時

(流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3))

中学校区名	全出火 件数(件)	炎上出火 件数(件)	延焼出火 件数(件)	焼失棟数 (棟)	焼失率 (%)
南部中学校区	2	2	0	38	0.3
常盤松中学校区	1	0	0	0	0.0
北部中学校区	2	1	1	108	1.1
東部中学校区	1	0	0	0	0.0
東深井中学校区	2	0	0	1	0.0
八木中学校区	1	0	0	0	0.0
南流山中学校区	1	2	2	998	12.4
西初石中学校区	1	1	0	5	0.1
合計	11	6	3	1,150	1.5

※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある。

表 5.3-4 (2) 火災被害予測結果一覧表：冬 18 時

(流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3))

中学校区名	全出火 件数(件)	炎上出火 件数(件)	延焼出火 件数(件)	焼失棟数 (棟)	焼失率 (%)
南部中学校区	14	13	10	1,874	16.3
常盤松中学校区	10	0	0	0	0.0
北部中学校区	11	2	2	1,127	11.2
東部中学校区	10	3	2	1,280	13.0
東深井中学校区	12	0	0	41	0.3
八木中学校区	9	11	11	1,191	15.0
南流山中学校区	10	15	14	1,195	14.8
西初石中学校区	6	1	1	265	4.6
合計	82	45	40	6,974	9.3

※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある。

表 5.3-4 (3) 火災被害予測結果一覧表：夏 12 時

(流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3))

中学校区名	全出火 件数(件)	炎上出火 件数(件)	延焼出火 件数(件)	焼失棟数 (棟)	焼失率 (%)
南部中学校区	3	5	3	905	7.9
常盤松中学校区	2	0	0	0	0.0
北部中学校区	3	1	1	108	1.1
東部中学校区	2	0	0	0	0.0
東深井中学校区	3	0	0	1	0.0
八木中学校区	2	2	2	1,046	13.2
南流山中学校区	2	2	2	959	11.9
西初石中学校区	2	1	0	5	0.1
合計	20	11	8	3,025	4.0

※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある。

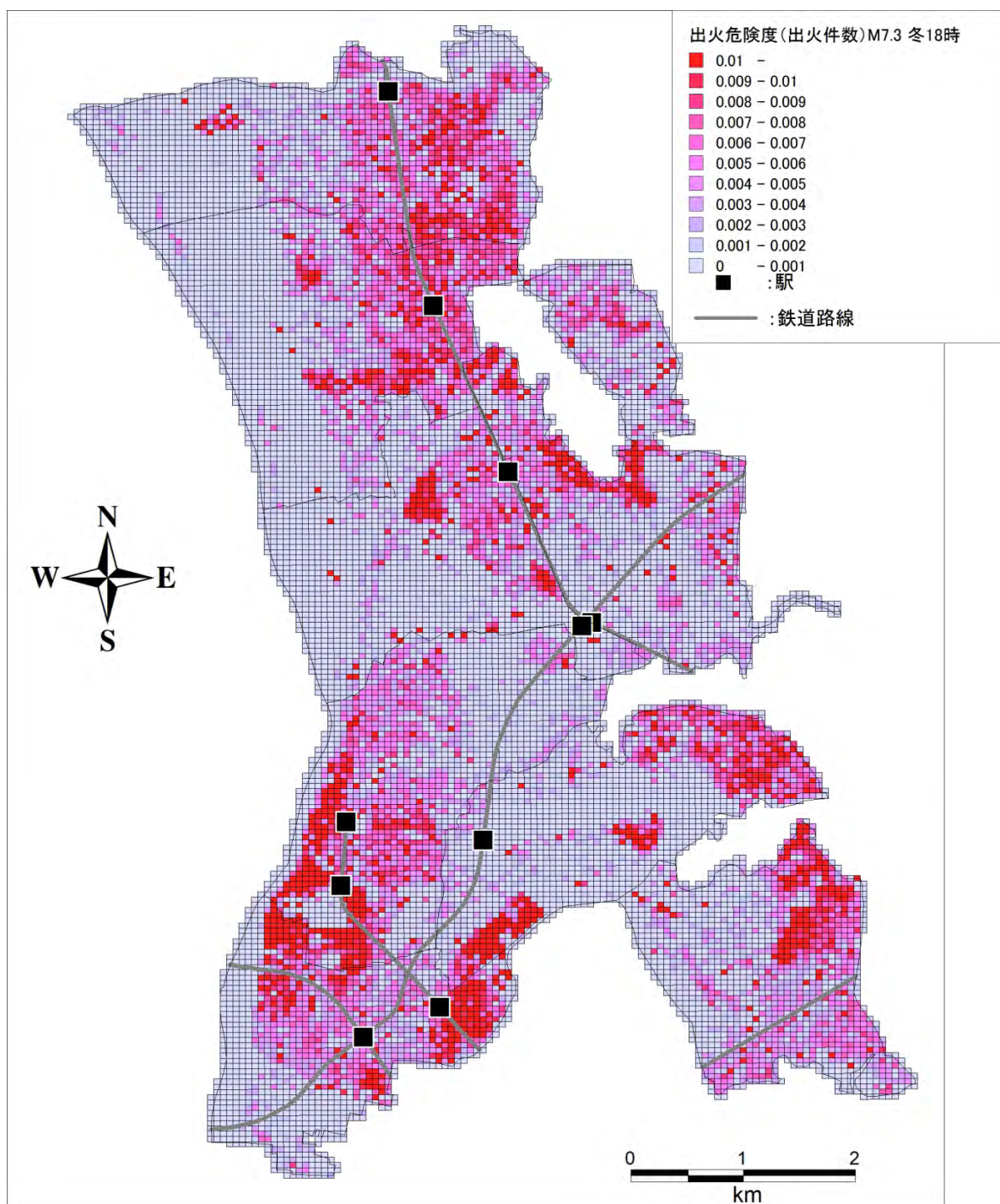


図 5.3-1 流山市直下の地震 Mj7.3 冬 18 時における出火危険度分布
(流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3))

※出火危険度であって、延焼危険度ではない。

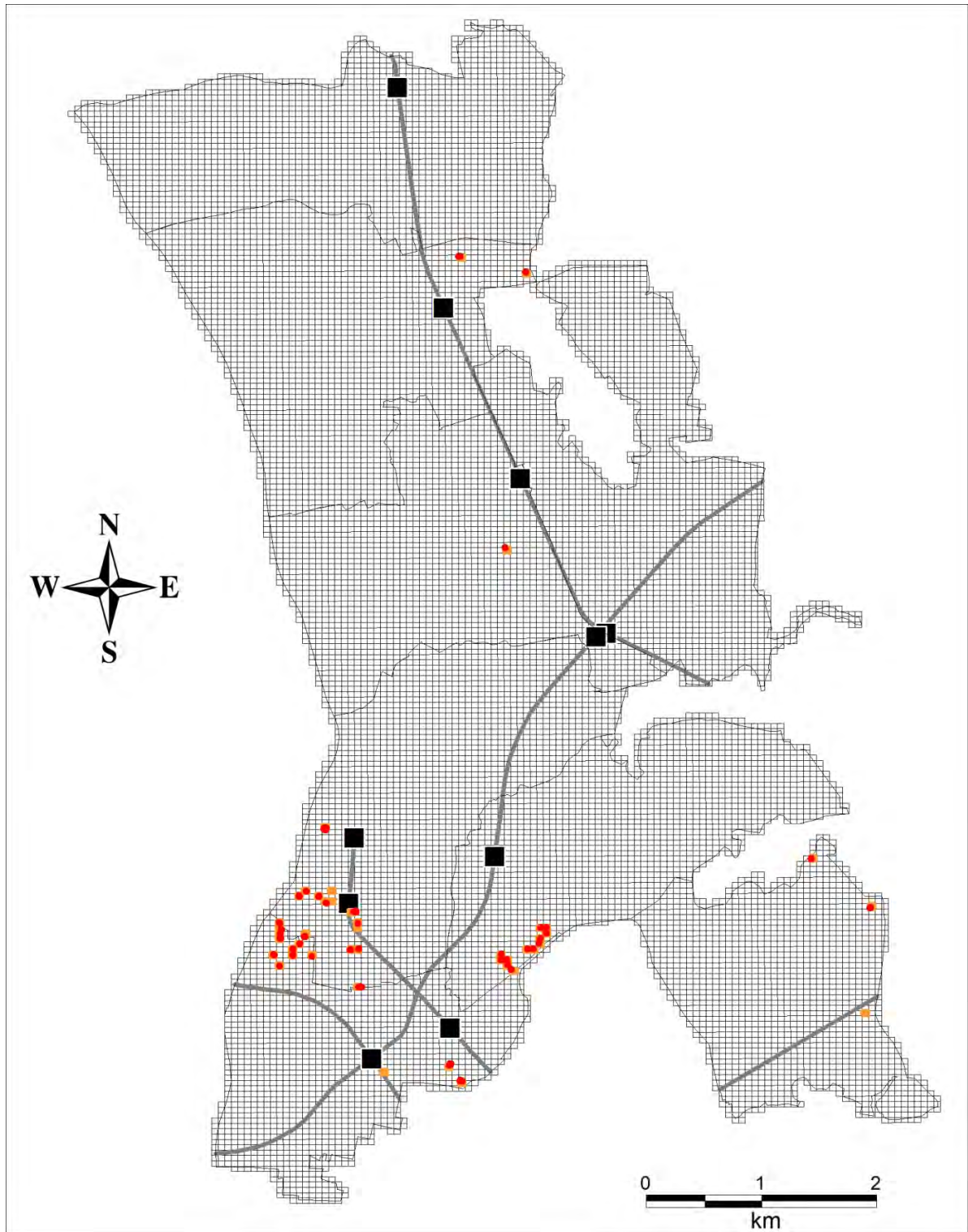


図 5.3-2 冬 18 時における炎上出火メッシュと延焼に至る出火点分布
(流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3))

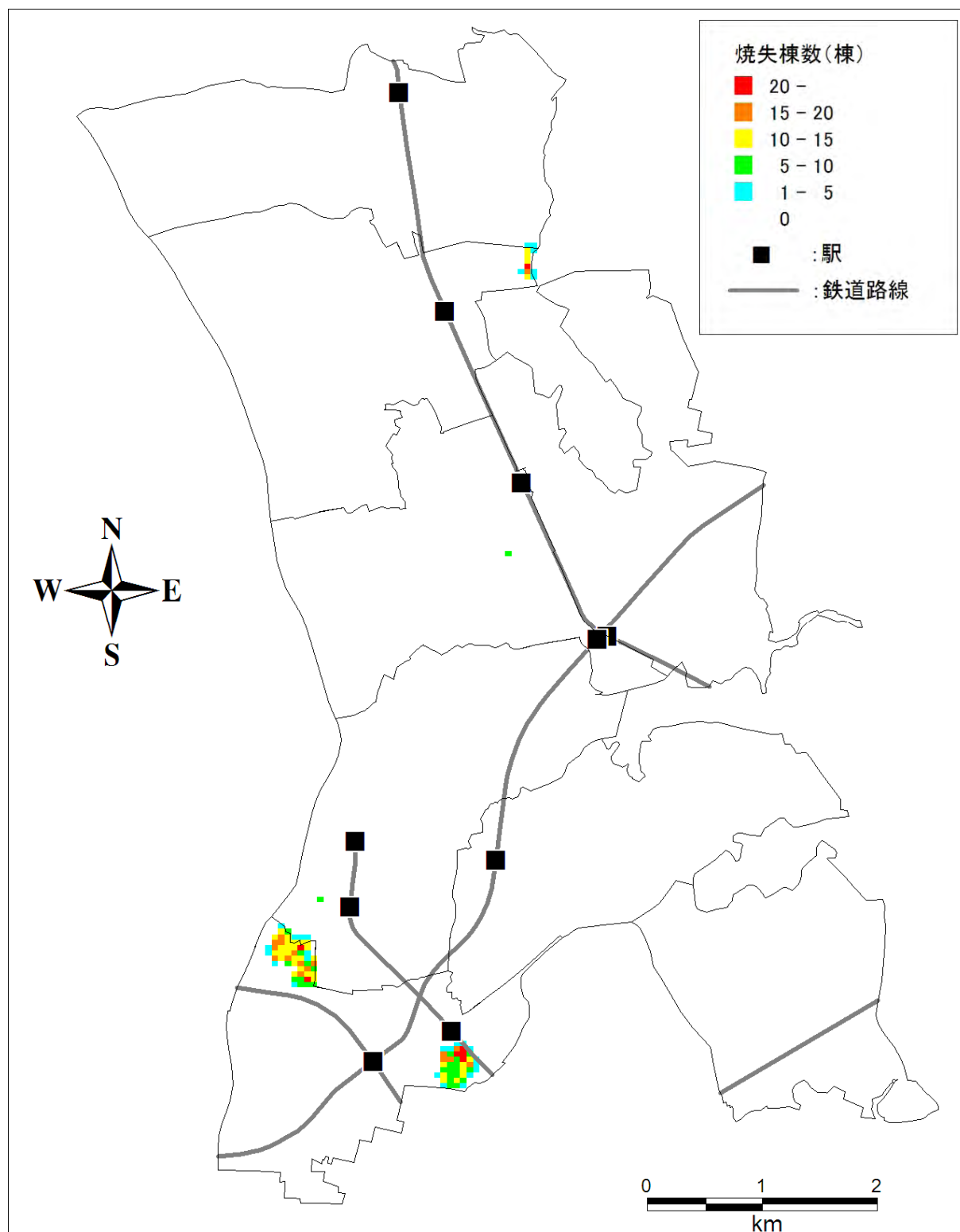


図 5.3-3 (1) 時間別延焼エリア分布図：冬 5 時（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

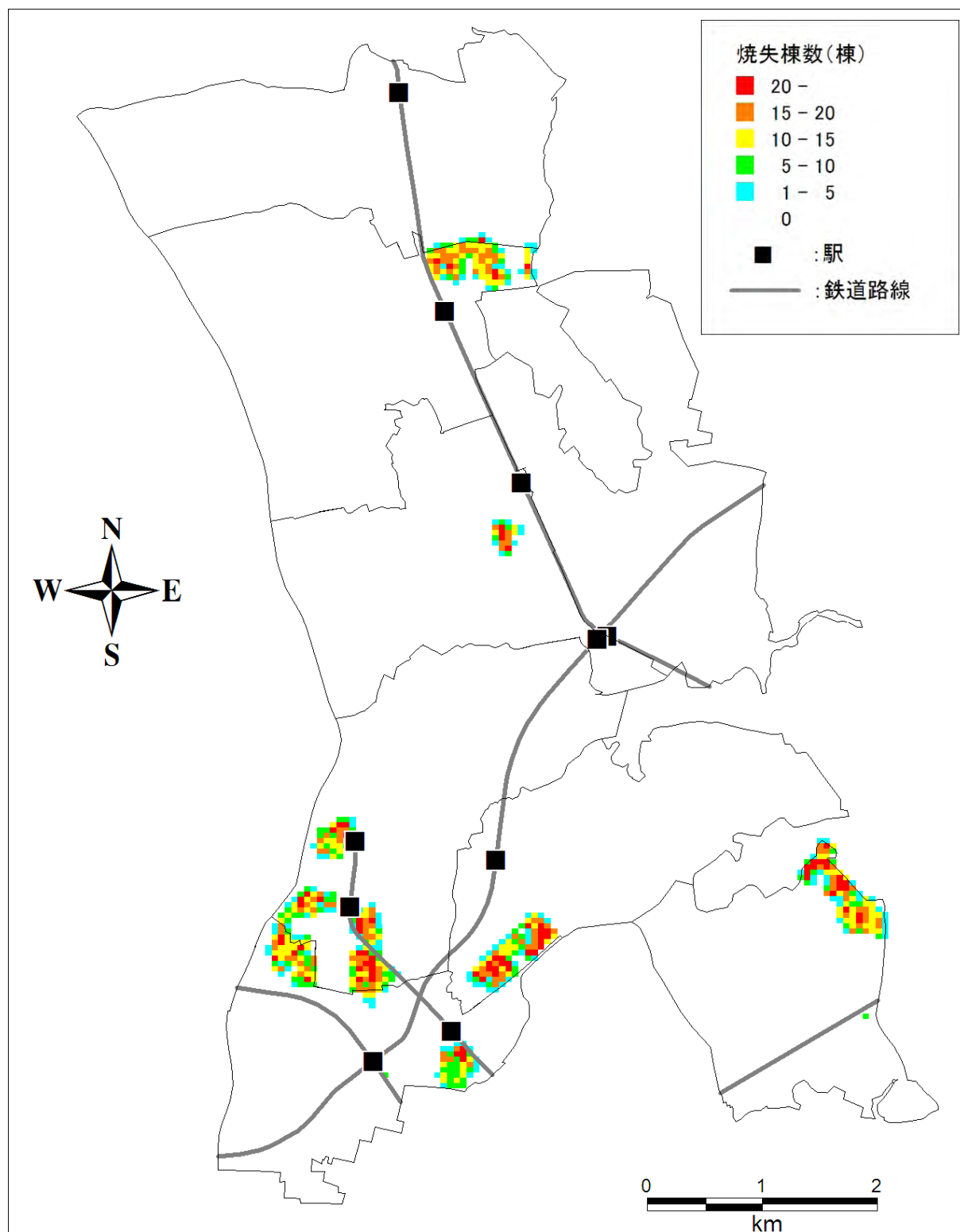


図 5.3-3 (2) 時間別延焼エリア分布図：冬 18 時（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

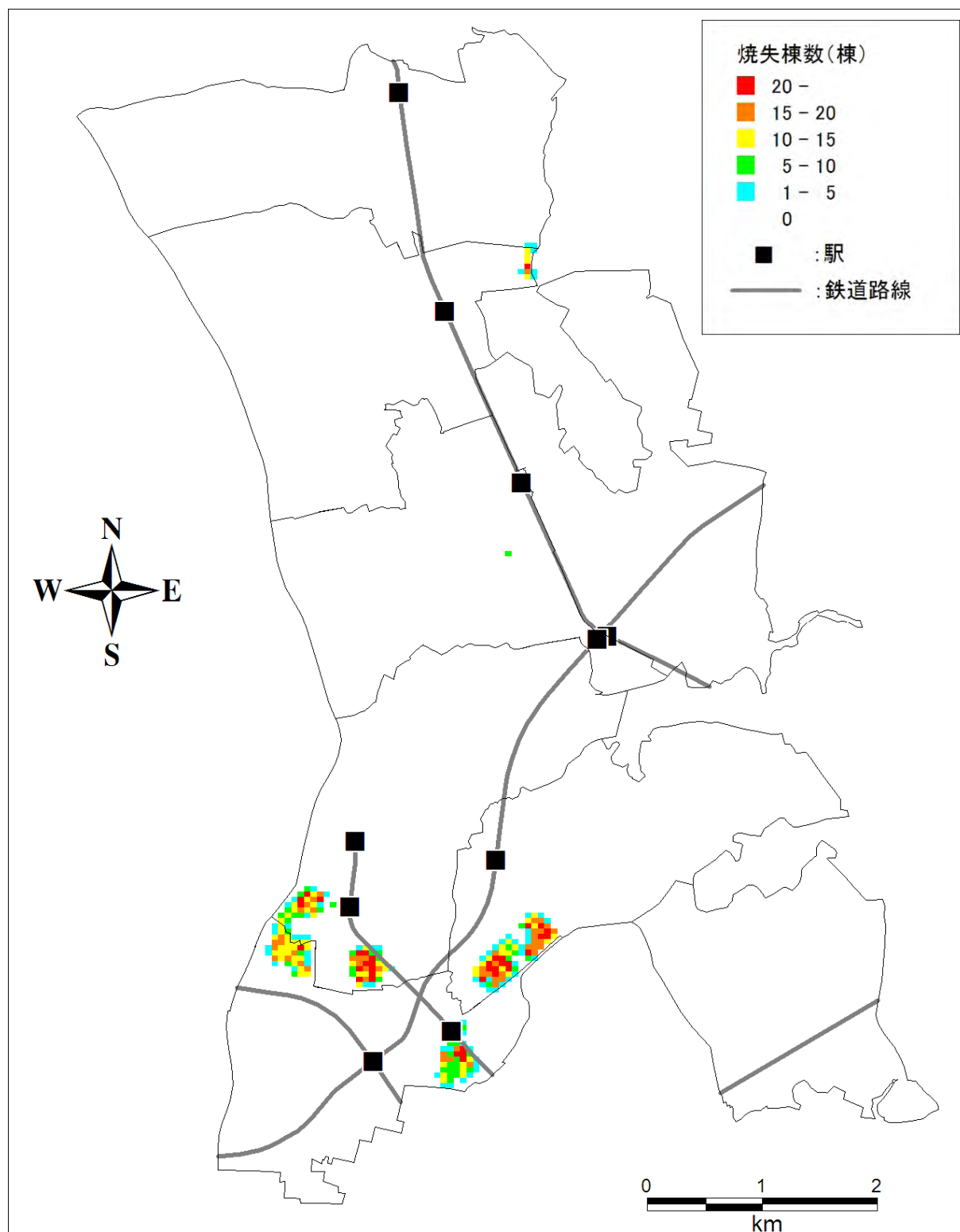


図 5.3-3 (3) 時間別延焼エリア分布図：夏 12 時（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

●火災延焼状況について

ここでは、図 5.3-4 における 1～9 の地域について、火災延焼状況の解説を行う。

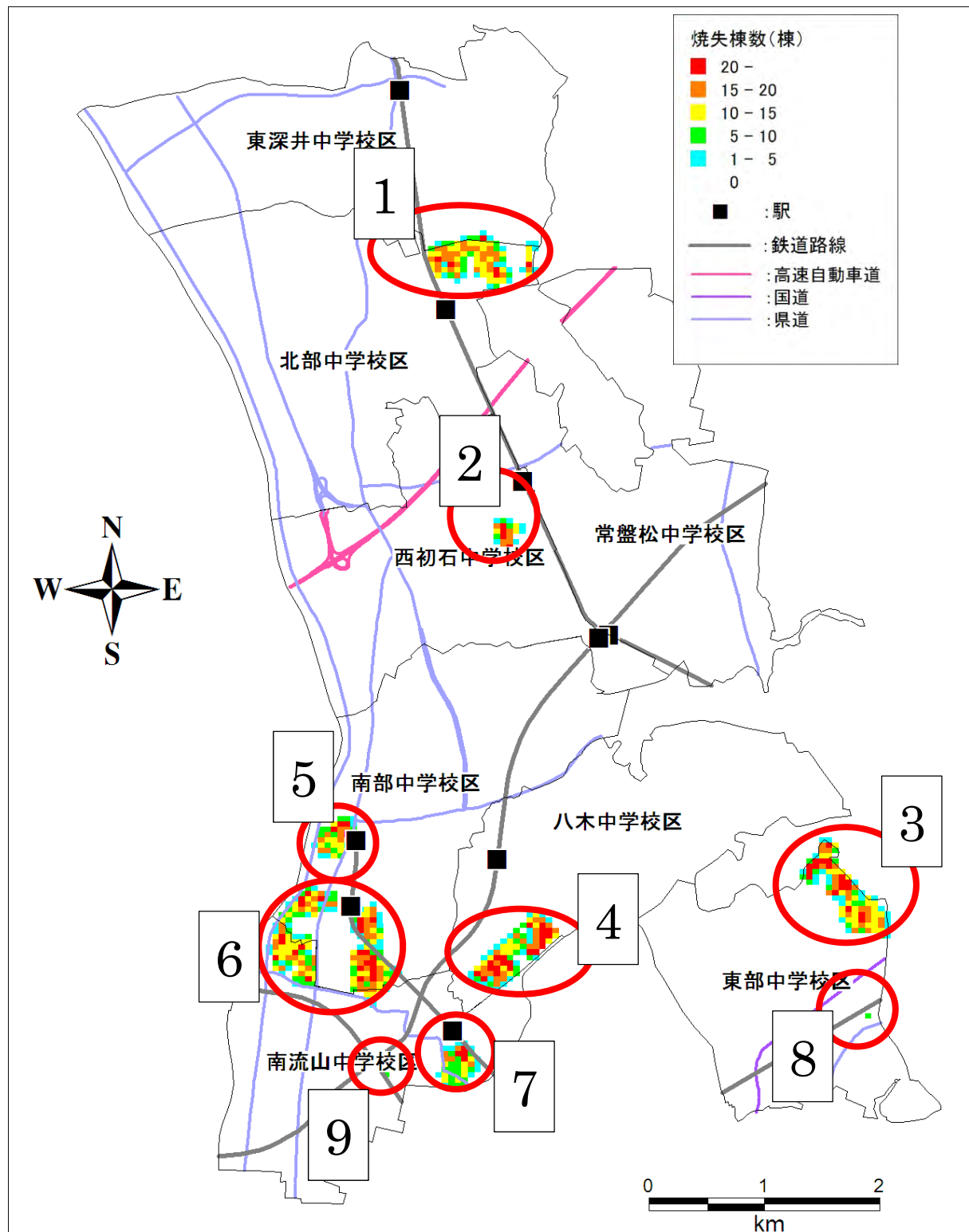


図 5.3-4 時間別延焼エリア分布図：冬 18 時（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

1

- ・江戸川台小学校西側から出火し、延焼が拡大する。延焼は北側に進み、そこから東西に分かれ小学校を回り込むように南北へ延焼が拡大する。
- ・12 時間後においても延焼は鎮火には至らないが、そのころには近隣からの応援部隊も到着し鎮火に向かうと考えられる。
- ・もう一か所、さらに東側の市境界付近でも火災が発生し、北側へ延焼が拡大していく。12 時間後にも鎮火には至らないが、近隣からの応援部隊を加えた活動で鎮火に向かうと考えられる。

2

- ・流山郵便局北側付近から出火し、延焼が拡大する。
- ・北側の住宅地、及び、東側の中央図書館分館方面へ延焼が拡大する。
- ・北側への延焼拡大は 12 時間後でも鎮火には至らないが、近隣からの応援部隊を加えた活動により鎮火に向かうと考えられる。

3

- ・松ケ丘 6 丁目と松ケ丘 2 丁目（双日櫛柏寮付近）から出火し、延焼が拡大する。住宅が密集している地域のため、東西と南北両方に延焼が拡大し、最終的には 2 方向からの延焼が合流し大きな延焼域となる。
- ・松ケ丘 6 丁目の方の火災は西側の東武浄水場付近で延焼が止まるが、松ケ丘 2 丁目の方は 12 時間後も鎮火には至っていない。
- ・住宅密集地のため、12 時間後以降も延焼が拡大する危険性があり、近隣からの応援部隊を加えた活動による鎮火が期待される。

4

- ・東洋学園大流山キャンパスの北側（宮園 2 丁目）や宮園 3 丁目で複数の出火点から延焼が拡大する。
- ・宮園 2 丁目、3 丁目はほぼ全域が延焼域となっているが、周囲は区画が整備されているため、丁目を超えての延焼拡大は無く、12 時間以内には延焼が止まる。

5

- ・流鉄流山駅の西側で出火し、延焼が拡大する。
- ・南側はキッコーマン、東側は流山街道が延焼拡大を阻止しているが、北側は 12 時間後も鎮火には至っていない。
- ・北側には建物が続いており延焼拡大の危険性があるため、近隣からの応援部隊を加えた活動による鎮火が期待される。

6

- ・流山南高校を中心とした4地域で、複数の出火点から延焼が拡大する。
- ・流山街道や流鉄、県道280号～5号が延焼の拡大を阻止しており、北側も幅員の広い道路が延焼拡大を阻止していることから、12時間以内には延焼が止まっている。
- ・短時間で一気に延焼が広がるため、住民の避難等には留意する必要がある。

7

- ・千葉愛友会病院北側と流鉄鰯ヶ崎駅西側から出火し、延焼が拡大する。
- ・流鉄が延焼を阻止しているため東側への延焼拡大はない。
- ・西側は広い道路が延焼拡大を阻止しているため、また、北側は建物分布から延焼が拡大しないため、12時間以内には延焼が止まる。

8

- ・向小金地区で1件火災が発生するが、消防の活動により延焼が拡大する前に鎮火する。

9

- ・南流山駅周辺で1件火災が発生するが、消防の活動により延焼が拡大する前に鎮火する。

6. 上水道被害予測

本調査では H18 年度調査と同様に、中央防災会議(2004)による、上水道施設における耐震性現況を踏まえた機能支障の可能性評価（下記参照）を基に、拠点施設は対象外とし、断水に直接結びつく埋設管路の被害を予測し、阪神・淡路大震災において特に被害が顕著であった配水管の被害を予測した。

6.1 上水道配水管分布

上水道の配水管のデータは、平成 22 年度流山市水道事業年報による配水管の管路の布設状況に対し、50m メッシュごとの建物ポリゴン棟数（資産税課提供）比率を用いて、管種管径別の延長を算定した。

表 6.1-1 配水管布設状況

管種 口径	ダクタイル鋳鉄管 (D I P)			硬質塩化ビニール管 (V P)			石綿セメント管 (A C P)			硬質塩化ビニール管 (S P)			ステンレス鋼管 (S U S)			水道配水用ポリエチレン管 (H P P E)			計		
	布設延長	対前年度 増 減	対総延長 比率(%)	布設延長	対前年度 増 減	対総延長 比率(%)	布設延長	対前年度 増 減	対総延長 比率(%)	布設延長	対前年度 増 減	対総延長 比率(%)	布設延長	対前年度 増 減	対総延長 比率(%)	布設延長	対前年度 増 減	対総延長 比率(%)	布設延長	対前年度 増 減	対総延長 比率(%)
	40mm	0.00	0.00	0.00	5,692.90	△ 38.60	2.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,692.90	△ 38.60	0.96
50mm	0.00	0.00	0.00	32,415.01	△ 1,105.49	14.30	1,210.40	0.00	10.34	17.30	0.00	1.15	0.00	0.00	0.00	1,468.30	449.00	1.38	35,114.51	△ 656.40	5.94
65mm	0.00	0.00	0.00	316.90	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	25.00	0.00	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	341.90	0.00	0.00
75mm	55,089.79	△ 18.30	23.70	118,843.04	△ 2,950.70	52.64	6,090.60	△ 203.20	52.07	30.32	0.00	2.02	6.60	0.00	1.00	57,030.50	9,076.80	53.46	240,093.85	6,804.60	40.60
100mm	45,975.18	△ 53.70	18.76	64,640.34	△ 803.70	28.64	2,182.50	△ 236.50	18.65	1,431.80	0.00	95.17	4.40	0.00	0.67	29,676.30	5,727.70	27.82	143,910.82	4,603.80	24.33
125mm	0.00	0.00	0.00	381.20	0.00	0.17	1,939.70	△ 501.20	16.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,320.90	△ 501.20	0.39
150mm	60,581.94	△ 184.90	24.71	3,461.68	0.00	1.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	307.60	0.00	46.85	15,477.30	3,658.10	17.32	82,828.52	3,473.20	14.00
200mm	40,522.49	-859.90	16.53	0.00	0.00	0.00	276.10	△ 41.10	2.36	0.00	0.00	0.00	111.50	0.00	16.98	19.50	0.00	0.02	40,929.69	-818.80	6.92
250mm	5,153.84	103.90	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,153.84	103.90	0.47
300mm	15,876.30	82.90	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.00	0.00	3.20	0.00	0.00	0.00	15,897.30	82.90	2.69
350mm	1,774.00	5.40	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,774.00	5.40	0.50
400mm	14,621.70	197.80	5.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	205.50	0.00	31.30	0.00	0.00	0.00	14,827.20	197.80	2.51
450mm	747.20	0.80	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	747.20	0.80	0.13
500mm	9.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.10	0.00	0.00
600mm	1,019.20	638.60	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,019.20	638.60	0.17
800mm	693.70	△ 42.90	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	693.70	△ 42.90	0.12
900mm	72.40	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.40	0.00	0.01
合 計	245,136.34	1,559.50	100.00	225,754.07	△ 3,998.49	100.00	11,702.30	△ 982.00	100.00	1,504.42	0.00	100.00	656.60	0.00	100.00	106,672.30	15,911.60	100.00	591,427.03	15,490.70	100.00

平成 22 年度 流山市水道事業年報より

50m メッシュ別延長分布を図 6.1-1 に示す。

また、全市で集計した管種管径別延長の一覧表を表 6.1-2、そのグラフを図 6.1-2、全市の管種別延長比率の円グラフを図 6.1-3、管径別延長比率の円グラフを図 6.1-4 に示す。

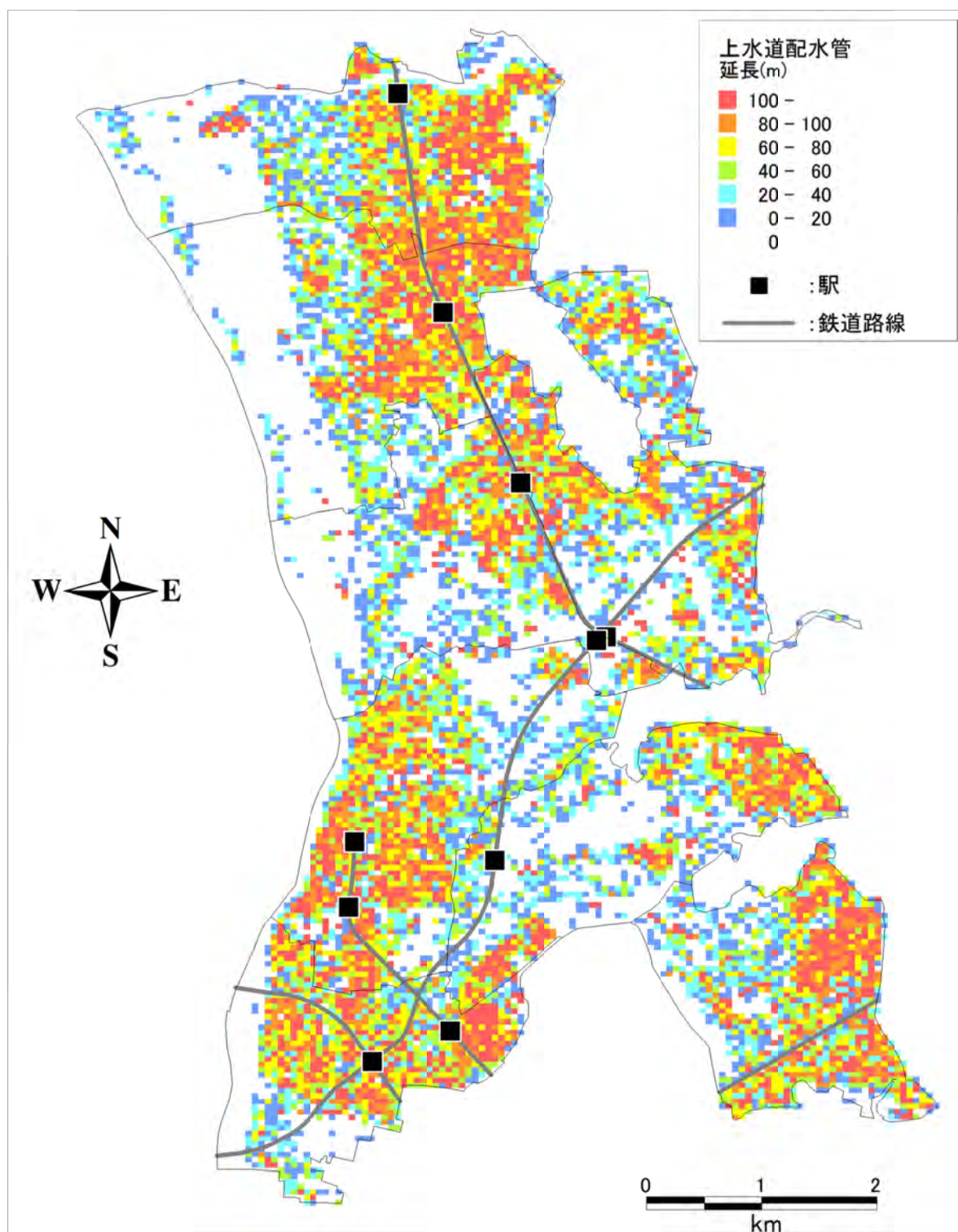


図 6.1-1 50m メッシュ別の配水管延長分布図

表 6.1-2 流山市全体における管種管径別延長 (km)

管種比率	75mm 以下	100mm ～250mm	300mm ～450mm	500mm ～900mm	1000mm 以上	計
ダクタイル鋳鉄管	58.1	152.2	33.0	1.8	0.0	245.1
鋳鉄管	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
鋼管	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.7
塩化ビニール管	215.8	118.1	0.0	0.0	0.0	333.9
石綿セメント管	7.3	4.4	0.0	0.0	0.0	11.7
合計	281.2	275.1	33.2	1.8	0.0	591.4

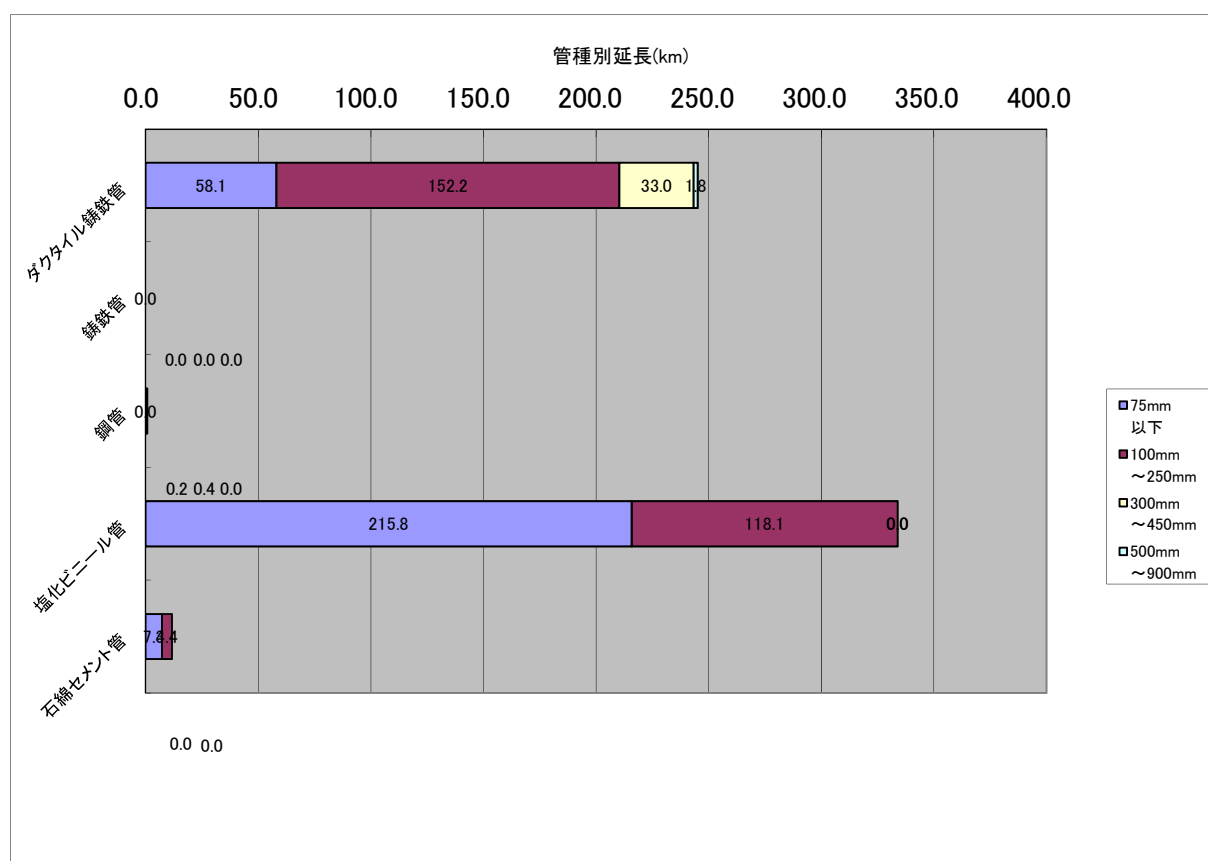


図 6.1-2 流山市全体における管種管径別延長

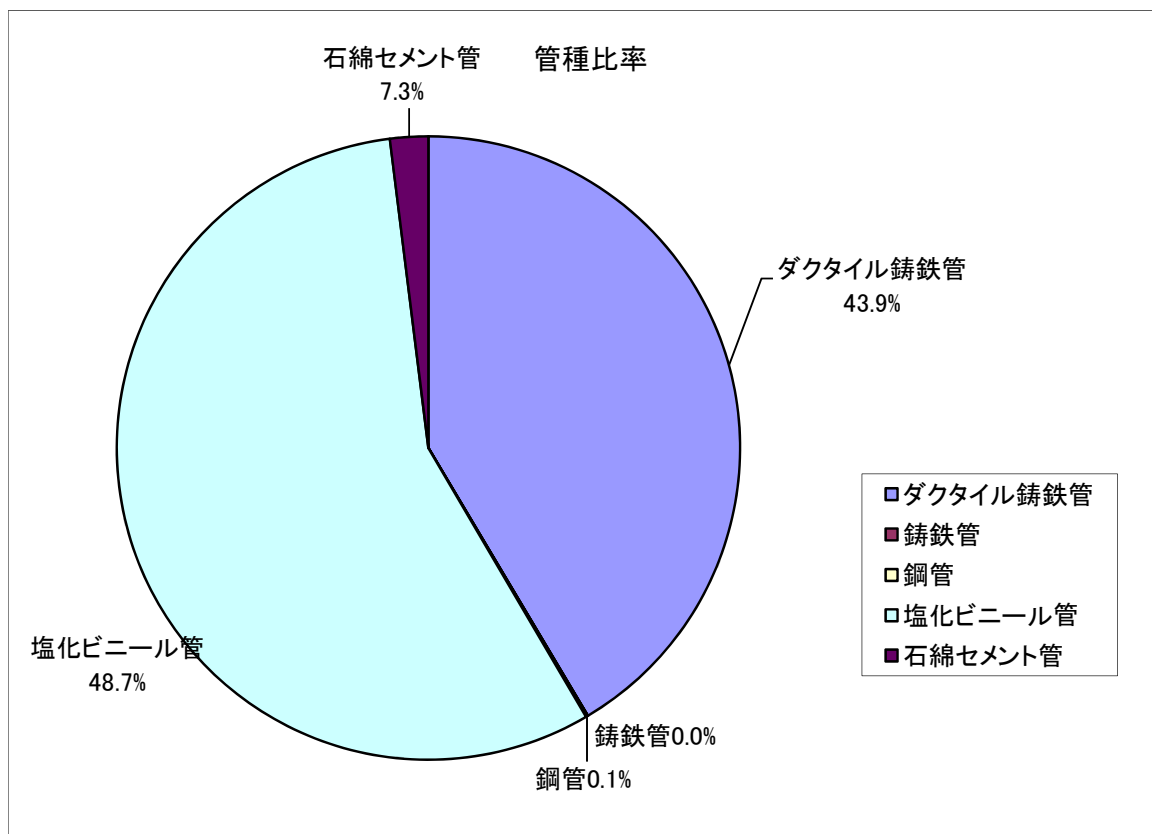


図 6.1-3 流山市全体における管種別延長比率

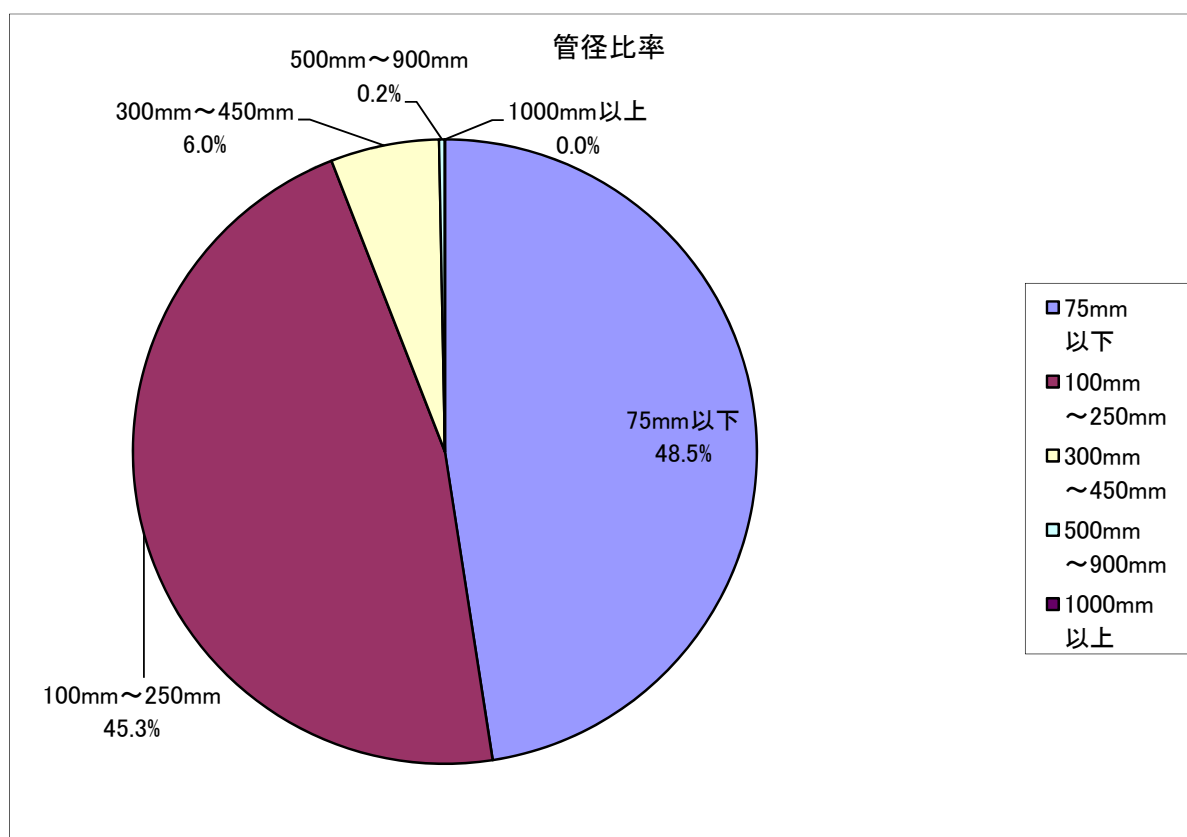


図 6.1-4 流山市全体における管径別延長比率

6.2 上水道被害予測手法

中央防災会議(2004)では、上水道施設における耐震性現況を踏まえた機能支障の可能性評価については、

- ・上水道の拠点施設は、耐震強化が実施されてきているが、これらの施設の一部が被災した場合、水供給の停止が広域に及ぶ可能性がある。しかし、阪神・淡路大震災時には拠点施設被災要因による断水は、施設の停電によるもの以外は生じておらず、防災性が高いと評価できる。

としており、拠点施設被災については想定を行っていない。

したがって、本調査では、中央防災会議(2004)の評価に沿って、拠点施設は対象外とし、断水に直接結びつく埋設管路の被害を予測し、阪神・淡路大震災において特に被害が顕著であった配水管の被害を予測した。

①基本的な考え方

- ・発災直後は、変電所被災による広域的な停電から拠点施設の給水機能の停止が生じることで、一時的な断水が発生する。しかし系統切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、拠点施設被害については本検討の想定対象外とする。
- ・水道管の物的被害率から断水率を算出する。
- ・断水率については、阪神・淡路大震災を含む過去の地震時の被害事例をもとに配水管の被害率と水道供給支障率(断水率)の関係を設定した、川上の手法(1996)¹³を用いる。

②予測手法

水道管の標準被害率については、中央防災会議(2004)で提示されている以下の式を用いて算出する。

$$R \text{ (箇所/km)} = 2.24 \times 10^{-3} \times \{ \text{地表速度(cm/秒)} - 20 \}^{1.51}$$

求めた標準被害率に中央防災会議(2004)で提示されている管種管径別の標準被害率補正係数(表 6.2-1)を乗じて被害率を算出する。

表 6.2-1 管種管径別標準被害率補正係数

	75mm 以下	100mm ～250mm	300mm ～450mm	500mm ～900mm	1000mm 以上
ダクタイル鋳鉄管 (耐震継手あり)	0.00				
ダクタイル鋳鉄管 (耐震継手なし)	0.60	0.30		0.09	0.05
鋳鉄管	1.70	1.20	0.40		0.15
鋼管	0.84	0.42	0.24		
塩化ビニール管	1.50	1.20			
石綿セメント管	6.90	2.70	1.20		

引用：中央防災会議(2004)より

¹³ 川上英二(1996)：10km に 1 カ所以上の被害が上水道の機能を左右する，土木学会誌，81，pp.42-43.

水道管の被害による断水率は、以下に示した被害率と断水率の関係式を用いて算出する。

$$\text{地震直後断水率} = 1 / \{1 + 0.0473 \times (\text{被害率})^{-1.61}\}$$

$$1 \text{ 日後断水率} = 1 / \{1 + 0.307 \times (\text{被害率})^{-1.17}\}$$

$$2 \text{ 日後断水率} = 1 / \{1 + 0.319 \times (\text{被害率})^{-1.18}\}$$

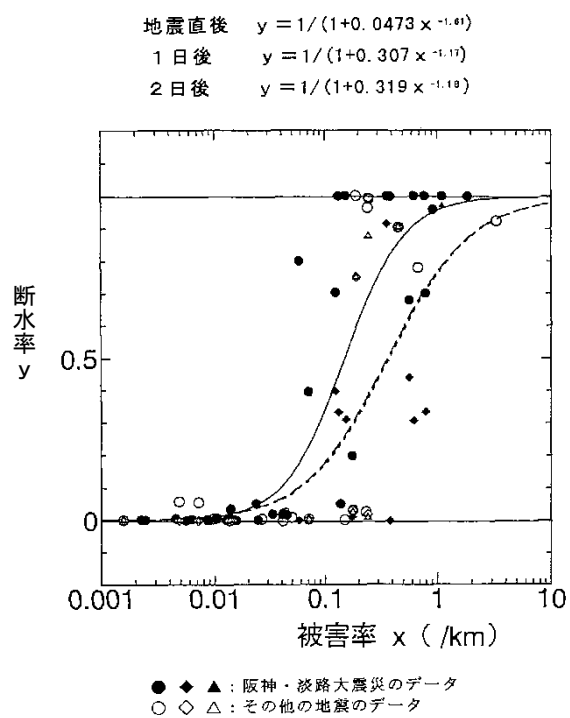


図 6.2-1 断水率と配水管被害率の関係（川上（1996）より引用）

6.3 上水道被害の予測結果

6.2 で示した手法を基に被害の予測を行った。

表 6.3-1 に流山市全体における上水道被害予測結果を示す。

表 6.3-2 中学校区別予測結果を示す。

図 6.3-1 に 50m メッシュ別上水道被害分布図を示す。

表 6.3-1 流山市全体における上水道被害予測結果一覧表

想定地震	被害箇所 (箇所)	被害率 (箇所/km)	断水率(%)		
			発災直後	発災1日後	発災2日後
流山市直下 Mj7.3	1,256	2.12	98.6	88.7	88.4

※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある。

表 6.3-2 構上水道被害予測結果一覧表（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

中学校区名	総延長 (km)	被害箇所 (箇所)	被害率 (箇所/km)	断水率(%)		
				発災直後	発災1日後	発災2日後
南部中学校区	97.7	355	3.63	99.5	93.6	93.5
常盤松中学校区	80.8	128	1.58	98.0	84.8	84.3
北部中学校区	76.0	114	1.50	97.8	83.9	83.5
東部中学校区	76.3	98	1.28	97.2	81.3	80.8
東深井中学校区	82.9	122	1.47	97.7	83.6	83.2
八木中学校区	55.7	103	1.85	98.4	87.0	86.6
南流山中学校区	67.4	254	3.76	99.5	93.9	93.7
西初石中学校区	54.6	83	1.52	97.8	84.1	83.7
合計	591.4	1,256	2.12	98.6	88.7	88.4

※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある。

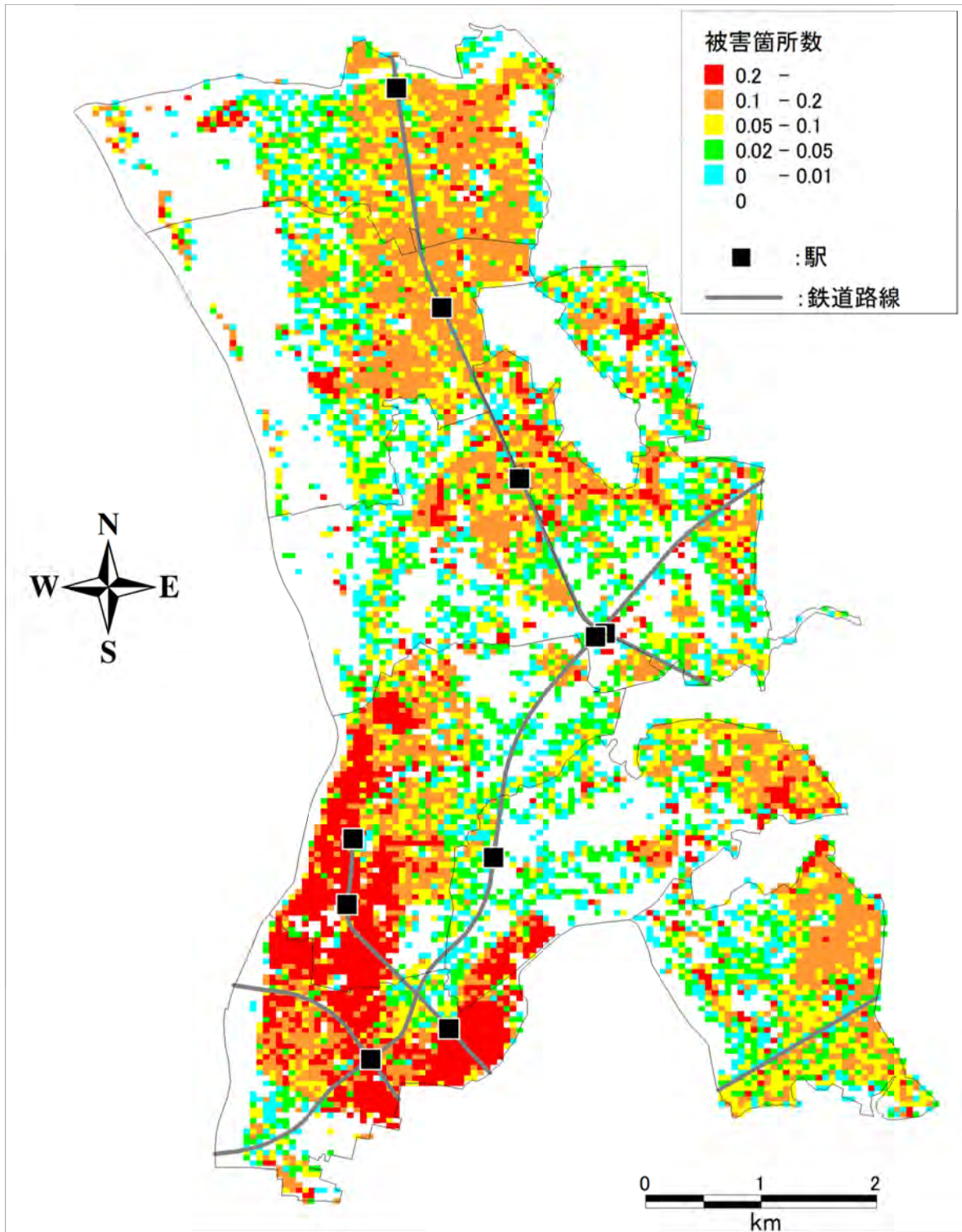


図 6.3-1 50m メッシュ別上水道被害分布図（流山市の直下に仮定した地震 (Mj7.3)）

7. 下水道被害予測

本調査では H18 年度報告書と同様に、中央防災会議(2004)による、下水道施設における耐震性現況を踏まえた機能支障の可能性評価を基に、重要な幹線以外の管渠を被害予測の対象とした。

7.1 下水道被害予測における現況データ

下水道の管渠のデータは、平成 22 年度污水管渠延長データと、縮尺 1/15,000 の「千葉県流山市公共下水道（污水）」の事業計画の処理区分を読み取ってデジタル化を行い下水処理区分範囲の 50m メッシュごとの建物ポリゴン棟数（資産税課提供）比率を用いて平成 22 年度末施工済みの污水管渠データを作成した。

流山市全市では、平成 22 年度末施工済みの污水管渠の総延長は、約 376km であった。

表 7.1-1 平成 22 年度污水管渠延長データ

管径別延長		管種別延長	
管径(mm)	延長(m)	管種	延長(m)
φ 75	137	不明	3822
φ 80	14	BI	91
φ 100	162	DIP	164
φ 150	53,613	FRPN	656
φ 200	159,218	H	243
φ 250	136,563	HP	72274
φ 300	7,059	PC	8
φ 350	6,206	PJ	393
φ 400	2,722	SUS	14
φ 450	2,436	VM	1594
φ 500	2,738	VP	5223
φ 600	1,577	VU	291435
φ 700	2,600	計	375917
φ 800	106		
不明	766		
計	375,917		



図 7.1-1 「千葉県流山市公共下水道（污水）」の事業計画の処理区分

作成した污水管渠データより、50m メッシュごとの延長を算定した結果を図 7.1-2 に示した。さらに、作成したデータより中学校区別で集計した污水管渠延長の一覧表を表 7.1-2、グラフを図 7.1-3 にそれぞれ示した。

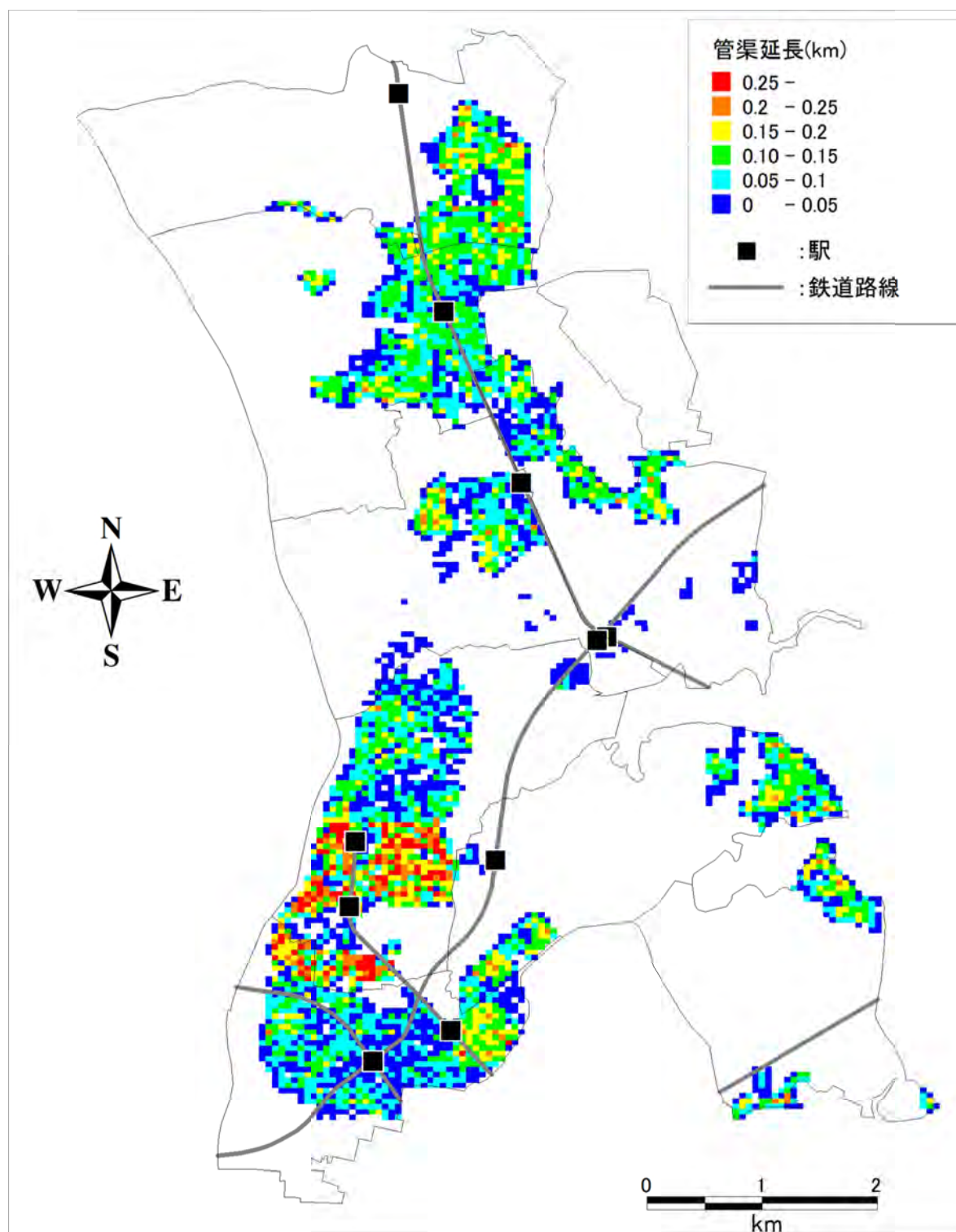
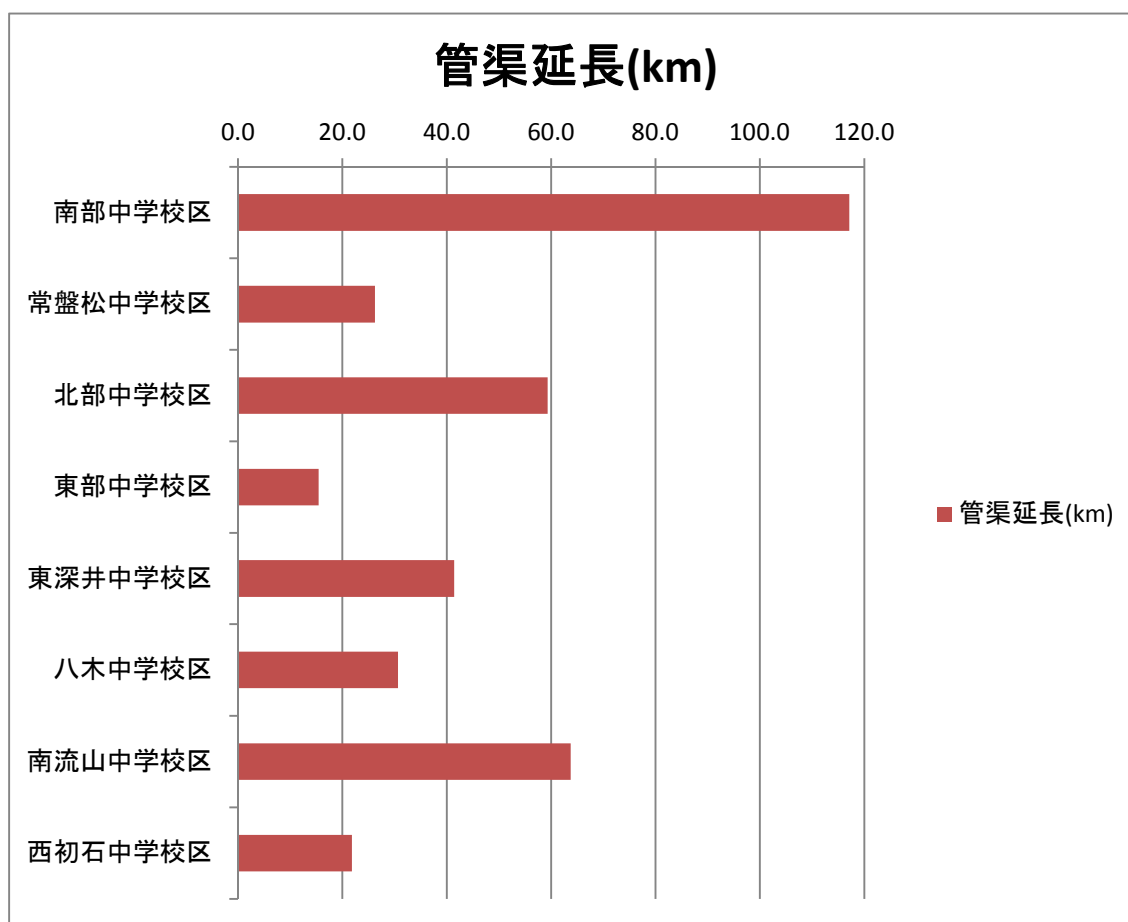


図 7.1-2 50m メッシュ別公共下水道污水管渠延長分布図

表 7.1-2 中学校区別公共下水道污水管渠延長一覧表

中学校区名	管渠延長(km)
南部中学校区	117.1
常盤松中学校区	26.3
北部中学校区	59.3
東部中学校区	15.5
東深井中学校区	41.4
八木中学校区	30.7
南流山中学校区	63.7
西初石中学校区	21.9
合計	375.9

図 7.1-3 下水道污水管渠地区別延長グラフ



7.2 下水道被害予測手法

中央防災会議(2004)では、下水道施設における耐震性現況を踏まえた機能支障の可能性評価については、以下のようにしている。

- ・幹線管渠については、管渠断面、掃流力が大きいため、損傷部から流入した土砂は、掃流力によって押し流される可能性の高さから被害想定条件として流下機能支障を想定しないこととする。
- ・下水道の拠点施設は、一般的な地震に関しては十分な耐震性があるが、大規模な地震に対する耐震化については優先順位の高いものから対策を進めているところであり、今回の検討では、被害想定条件として想定対象外とする。

したがって、本調査では、中央防災会議(2004)の評価に沿って、重要な幹線以外の管渠を被害予測の対象とした。

1964年の新潟地震や1978年の宮城県沖地震、1983年の日本海中部地震などで下水道施設は大きな被害を受けている。一般的には液状化の起こった地域に被害が集中しており、下水道管渠の被害として管渠の破損、目地ずれ、管渠内の土砂堆積などがある。

1983年日本海中部地震の際の能代市では、管渠の破損、目地ずれ被害については大きな被害を除き、下水道の流下機能に大きな影響を与えなかった。これに対して、管渠内の土砂堆積は流下機能の支障となり高圧洗浄浚渫による応急復旧が行われた。中央防災会議(2004)では、このことから下水道管渠の物的被害として、液状化地域を対象に管渠内の土砂堆積被害について想定を行っている。

そこで、本調査では中央防災会議(2004)で提示されている、 P_L 値ランクと土砂堆積被害率の関係によって被害を予測した。

土砂堆積被害延長(km)=

$$50\text{mメッシュ内の下水道（污水管）管渠延長(km)} \times \text{土砂堆積被害率(\%)} \quad (7.2-1)$$

液状化危険度ランク毎の被害率は、表7.2-1に示した。

表 7.2-1 P_L 値ランク毎の土砂堆積被害率

P_L 値ランク	土砂堆積被害率(%)
P_L 値=0	0
$0 < P_L \text{ 値} \leq 5$	0.8
$5 < P_L \text{ 値} \leq 15$	1.9
$15 < P_L \text{ 値}$	6.8

中央防災会議 (2004)

7.3 下水道被害予測結果

7.2 で示した手法を基に、PL 値ランクと土砂堆積被害率の関係によって被害を予測した。

表 7.3-1 に流山市全体における下水道被害予測結果を示す。

表 7.3-2 中学校区別下水道被害予測結果を示す。

図 7.3-1 下水道被害分布図を示す。

表 7.3-1 流山市全体における下水道被害予測結果一覧表

想定地震	被害延長 (km)	被害率 (%)
流山市直下Mj7.3	7.2	1.92

※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある。

表 7.3-2 中学校区別下水道管渠被害予測結果一覧表（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

中学校区名	管渠延長(km)	被害延長(km)	被害率(%)
南部中学校区	117.1	3.9	3.33
常盤松中学校区	26.3	0.2	0.65
北部中学校区	59.3	0.2	0.30
東部中学校区	15.5	0.0	0.21
東深井中学校区	41.4	0.0	0.06
八木中学校区	30.7	0.4	1.25
南流山中学校区	63.7	2.5	3.88
西初石中学校区	21.9	0.1	0.27
合計	375.9	7.2	1.92

※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある。

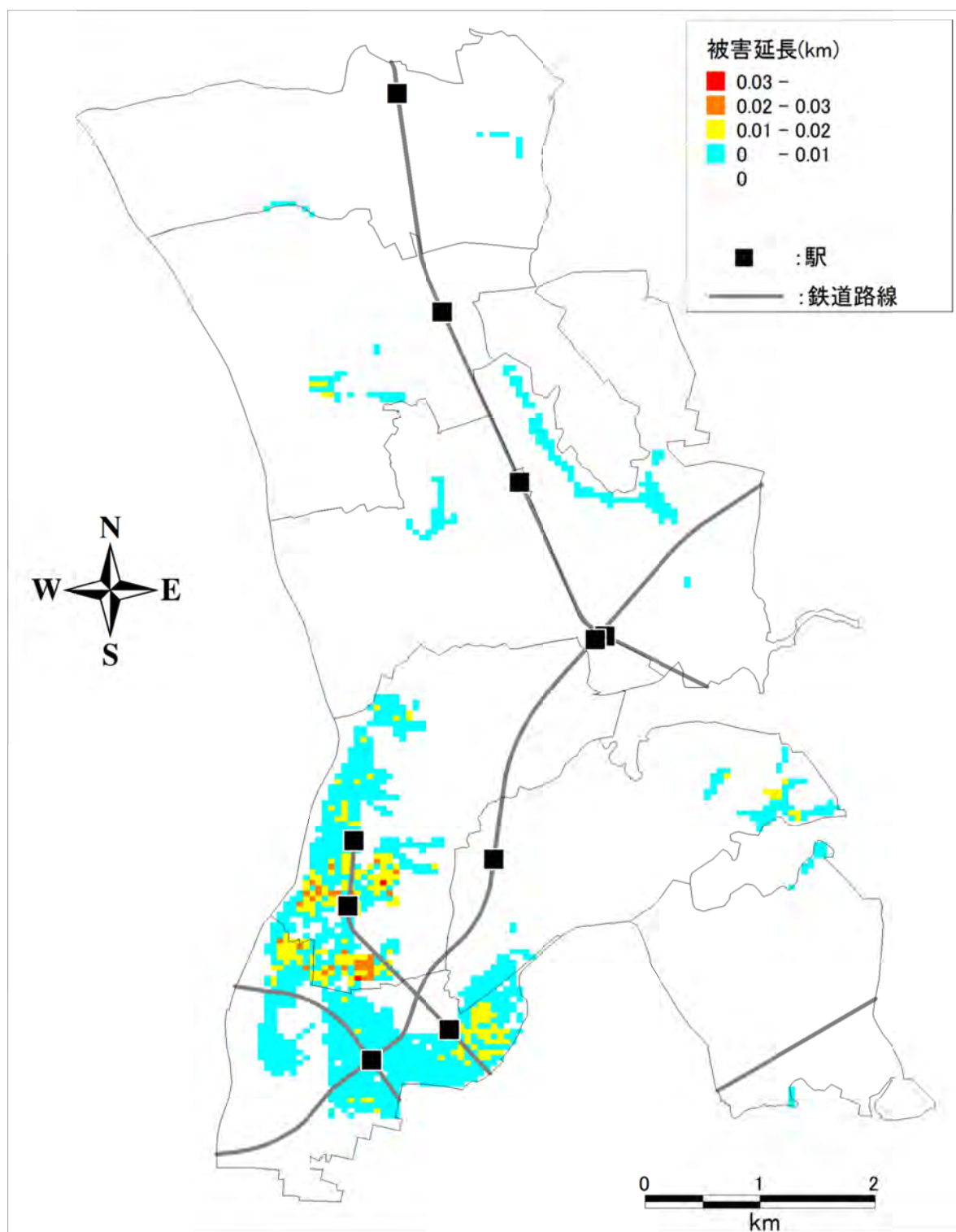


図 7.3-1 50m メッシュ別下水道被害分布図（流山市の直下に仮定した地震 (Mj7.3)）

8. 都市ガス被害予測

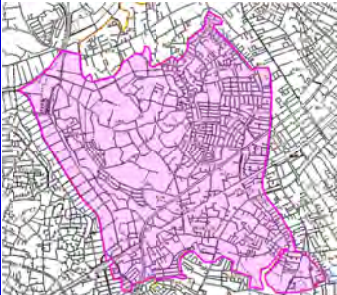
本調査では H18 年度調査と同様に、中央防災会議(2004)による以下の評価を基に低圧導管供給エリアの供給停止判定を予測の対象とした。

8.1 都市ガス現況データ

流山市において、都市ガスを供給する主たる事業者は、京葉ガス、京和ガスであり、一部に野田ガスの供給が存在する。

表 8.1-1 京葉ガス供給エリア

地 域		
名 称	町 字	備考
松ヶ丘	1～6丁目	
西松ヶ丘	1丁目	
向小金	1～4丁目	
大字前ヶ崎		
大字名都借		
大字駒木	字新請	
	字西新請	
	字一番割	
	字二番割	
	字諏訪腰	
	字大下境	
	字上駒木	市道38020号線及び市道38023号線以東、417番地-1～6、447番地-1～4
	字中溜上	県道豊四季停車場高田原線以東
	字堂台	県道豊四季停車場高田原線以東
	字中橋上	以下の地番を除く； 1-1-2、2、3、6～10、11-1-2、12-1-2、13～24、25-1-2、26～37、38-1-2、39～43、44-1-2、45～47、48-1-2、49-1-2、50-1-2、51-1-2、52、53、54-1-2、55～58、59-1-2-3、60～67
		以下の地番を除く； 148～151、153-2-5、161-2、162-1-3、163-1-2-3-4、164-3
	字駒木橋上	



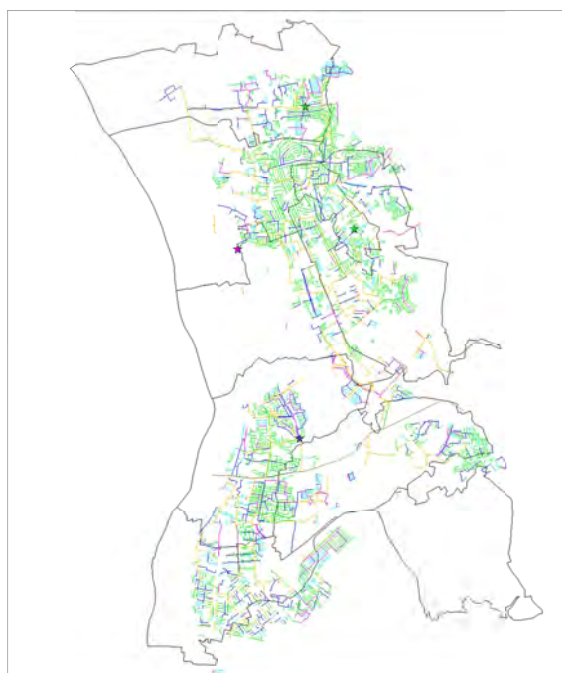
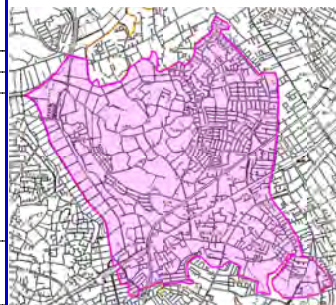
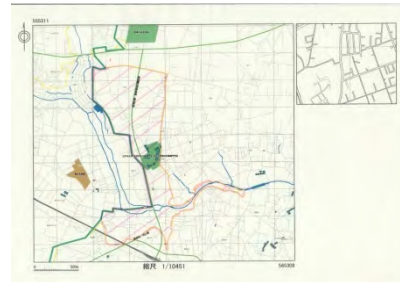


図 8.1-1 京和ガス供給エリア（配管データ）



図 8.2-2 野田ガス供給エリア（配管データ）

8.2 都市ガス被害予測手法

中央防災会議(2004)では、都市ガス拠点施設における耐震性現況を踏まえた被災による供給支障の可能性については、以下のように評価している。

- ・ガス製造所、高圧・地区ガバナ施設等の拠点的施設は、法令基準に基づく十分な耐震設計で整備されており、供給支障に至る重大被害は生じない。阪神・淡路大震災においても、大きな被害はなかった。
- ・中圧導管については高耐震性を有し、阪神・淡路大震災クラスの高レベル地震動に対し、被害軽微であった。

したがって、本調査では、中央防災会議(2004)の評価を参考にして、低圧導管供給エリアの供給停止判定を予測の対象とし、SI 値が 60cm/sec を超えた地域で供給停止するとした。

8.1 で示した都市ガスの供給エリアの図面を基に、その範囲と 50m メッシュを比較することにより、都市ガスの供給停止判定対象メッシュを抽出した。

流山市における都市ガスの供給停止判定対象メッシュ分布を図 8.2-1 に示した。

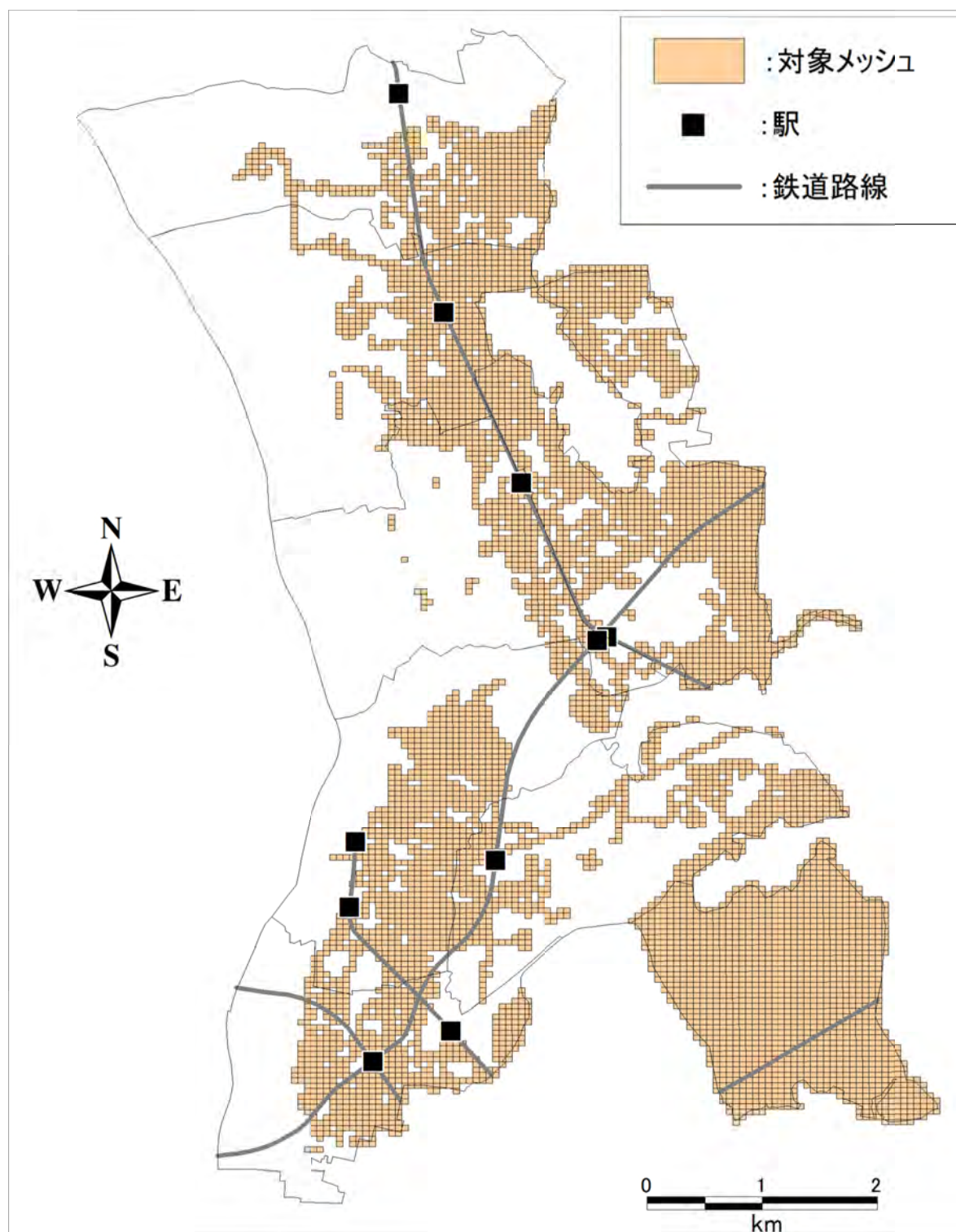


図 8.2-1 都市ガスの供給停止判定対象メッシュ分布図

8.3 都市ガス被害予測結果

8.2 で示した手法を基に被害の予測を行った。

図 8.2-1 に都市ガス低圧導管供給エリアの供給停止対象メッシュ分布図を示す。

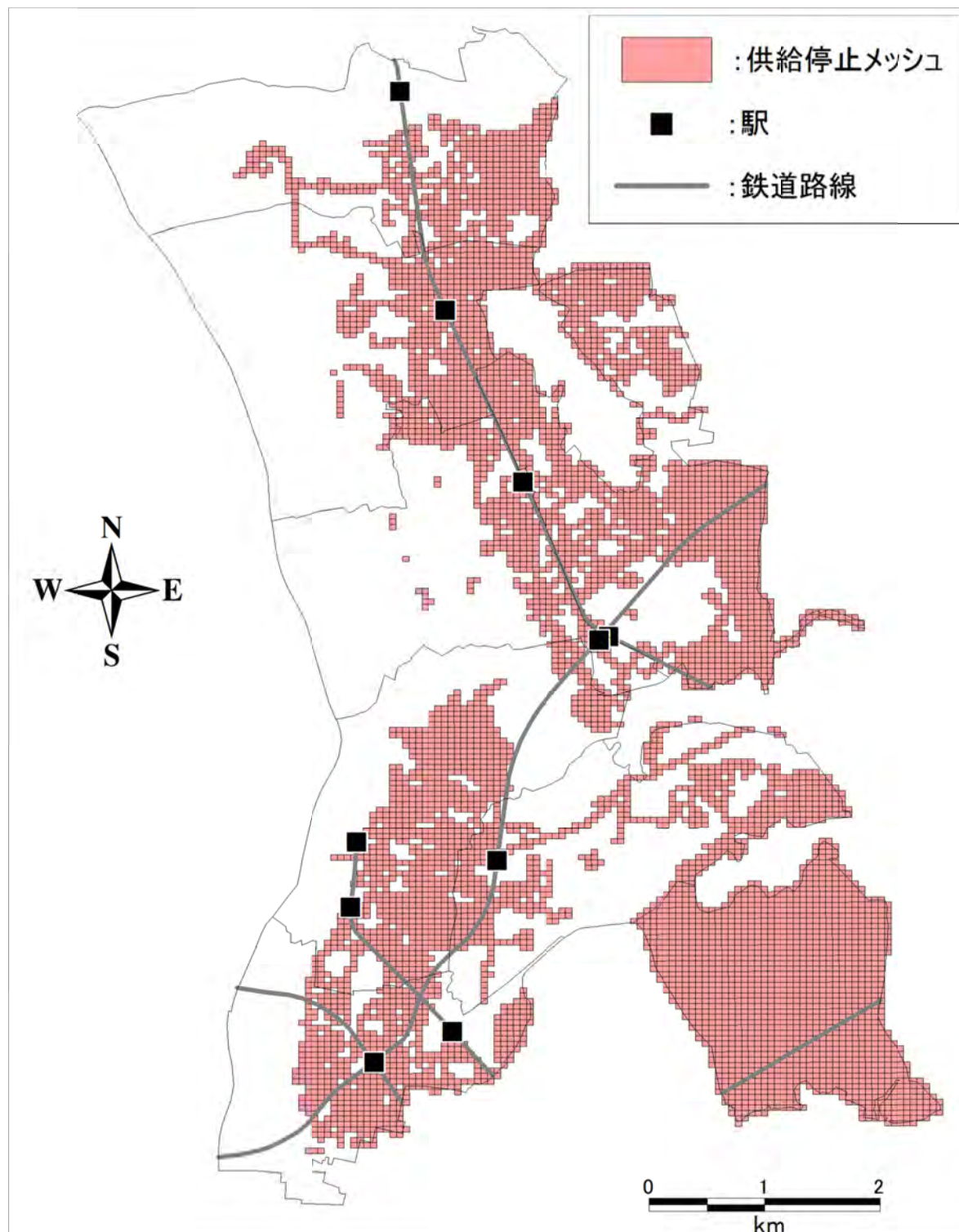


図 8.3-1 都市ガス低圧導管供給エリアの供給停止対象メッシュ分布図
(流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3))

9. 電力の被害の試算

本調査では H18 年度調査と同様に、中央防災会議(2004)による、電力施設における耐震性現況を踏まえた機能支障の可能性評価を基に、被害を受けやすい配電設備を対象とし、配電設備の中でも最も地震の被害を受けやすい電柱を対象とした。

9.1 電力電柱現況データ

電力の電柱データは、流山市内の配電ブロック別の電柱本数をもとに、50m メッシュごとの建物ポリゴン棟数（資産税課提供）比率に比例させることで、50m メッシュ別電柱本数分布を推定した。

表 9.1-1 流山市における電柱基数

●電柱(支持物)基数

東葛支社本部受持エリア			東葛支社本部受持エリア			平成23年12月15日現在 野田別館受持エリア		
標識番号	標識名	集計(基)	標識番号	標識名	集計(基)	標識番号	標識名	集計(基)
3108	十倉二	326	4409	平和台	292	4001	深井	77
3109	細神	468	4410	流山	218	4002	蓮河	310
3412	笹原	384	4411	加	148	4003	東深井	490
3413	新宿	222	4501	赤城	221	4004	緑地	112
4201	青田新田	146	4502	古間木	212	4005	新田	88
4202	東青田	183	4503	前平井	130	4006	西深井	218
4203	駒木新田	201	4504	恩井	598	4007	東宿	247
4204	法榮寺	228	4505	西平井	344	4008	東急	499
4205	本駒木	115	4506	三寒	214	4009	湯果	253
4206	八木北	302	4507	鎌ヶ崎	354	4010	蔵ノ台	301
4207	東初石	490	4508	南流山	538	4011	東2	284
4208	流山高	237	4509	木村	178	4012	東3	208
4209	初石	533	4510	堀口	338	4101	平方新田	73
4210	上新宿	210	4511	東福寺	367	4102	平方	233
4301	成願寺	312	4601	長崎	195	4103	原新田	324
4302	駒下	283	4602	野々下	364	4104	新川小	242
4303	諏訪	185	4603	さつき	455	4105	新川	390
4304	十太夫	327	4604	北松ヶ丘	236	4106	西1	197
4305	一里塚	113	4605	八木	95	4107	西3	197
4306	大峠	147	4606	北名都	240	4108	土手	73
4307	上貝塚	106	4607	松ヶ丘	527	4109	北小屋	116
4308	谷津	229	4608	丸定	225	4110	琴平	319
4401	三輪	579	4609	名都借	260	計		5251
4402	市野谷	585	4610	柏崎	172			
4403	北市	352	4611	向小金	342			
4404	野々西	98	計		15731			
4405	八木農	77						
4406	後平井	240						
4407	下花輪	475						
4408	宮本	315						

東葛本部	15731
野田別館	5251
総計(基)	20982

このようにして推定した 50m メッシュ別電力電柱本数分布を図 9.1-1、そのデータにより地区別に集計した電力電柱本数を表 9.1-1、グラフを図 9.1-2 にそれぞれ示した。

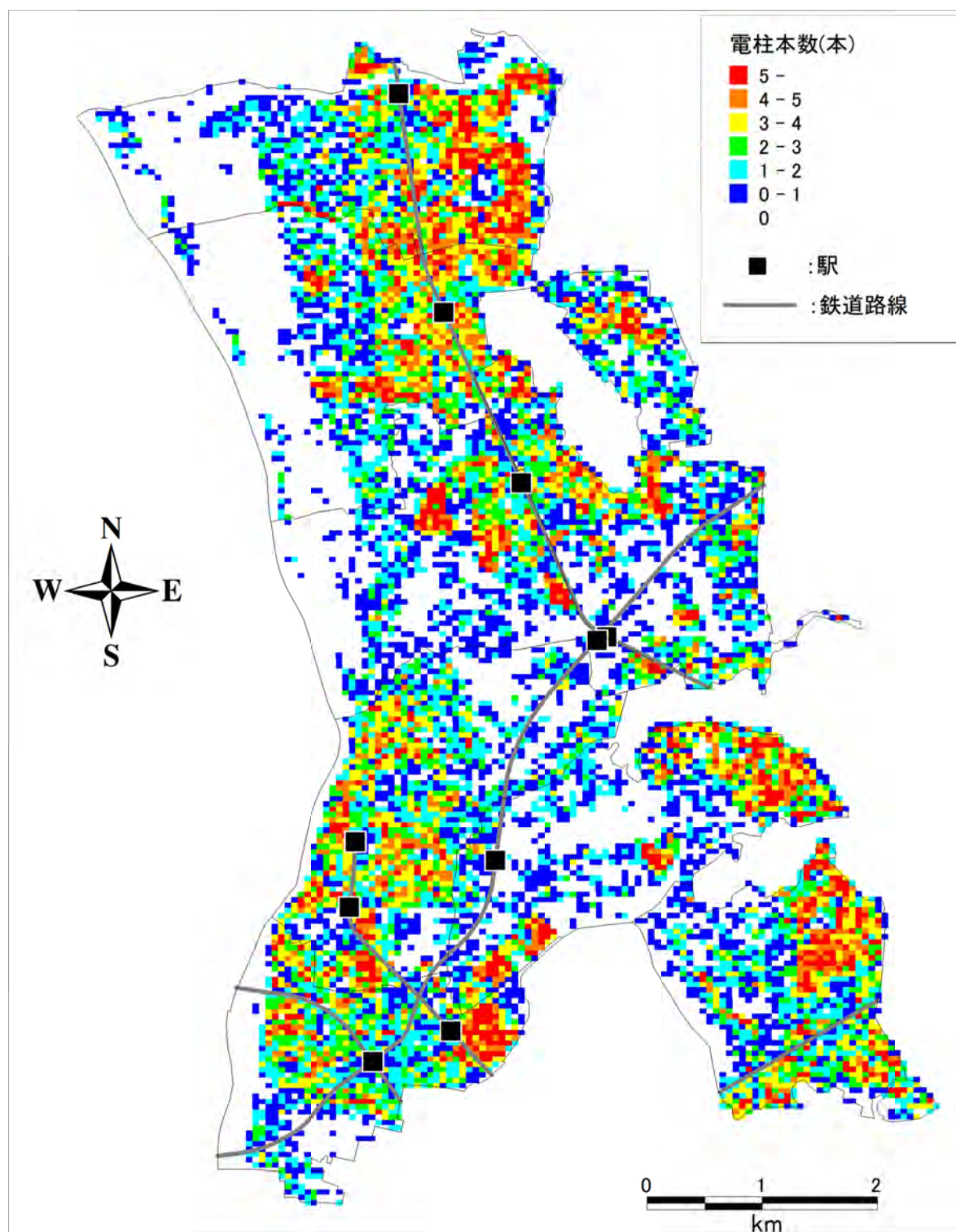
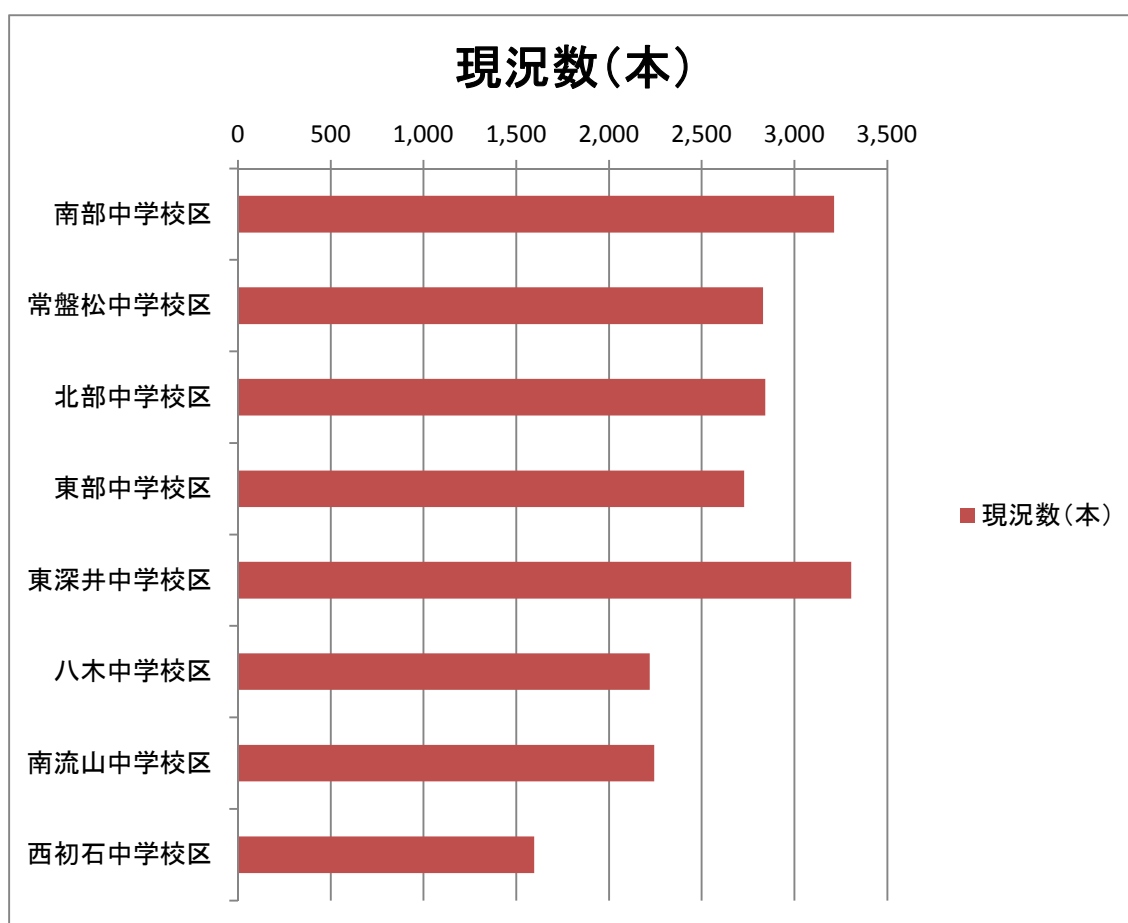


図 9.1-1 50m メッシュ別電力電柱本数分布図分布図

表 9.1-1 中学校区別電力電柱本数一覧表

中学校区名	現況数(本)
南部中学校区	3,214
常盤松中学校区	2,831
北部中学校区	2,843
東部中学校区	2,728
東深井中学校区	3,306
八木中学校区	2,220
南流山中学校区	2,245
西初石中学校区	1,596
合計	20,982

図 9.1-2 地区別電力電柱本数グラフ



9.2 電力の被害予測手法

中央防災会議(2004)によると、電力施設における耐震性現況を踏まえた機能支障の可能性評価について以下のように設定している。

- ・発・送変電設備の耐震対策は多岐にわたるが、過去の想定した地震動に対し計画した必要な耐震対策は100%完了している。
- ・発電所、送電線、重要変電所の主要設備は十分な耐震設計あるいは耐震対策、多重化がされており、停電に結びつくような被害は発生しない。
- ・一次変電所や配電用変電所の設備に関しては、一般的な地震動に対しては被害が発生しないような耐震設計（標準設計）をしているが、設計を上回るような地震動の発生を厳しめに想定すると、一部の設備で停電に結びつくような被害が発生する可能性がある。
- ・配電設備については、揺れのほか、近接する建物倒壊、火災の影響により設備被害が発生し、停電する。

したがって、本調査では、中央防災会議(2004)の評価に沿って、想定される地震動の大きさが、一部の地域で震度6強となる以外は、震度6弱以下となることから、被害を受けやすい配電設備を対象とし、配電設備の中でも最も地震の被害を受けやすい電柱を対象に被害予測を実施した。

電柱の物的被害については、以下に示す3つのケースを想定して、被害の予測を行った。

- ①地震の揺れそのもので折損するケース
- ②建物倒壊により折損するケース
- ③延焼により焼失するケース

①地震の揺れそのもので折損するケース

阪神・淡路大震災の震度別データをもとに設定した被害率（表 9.2-1 参照）を用いて算定した。

$$(\text{被害本数}) = (\text{揺れによる電柱折損率}) \times (\text{総本数})$$

表 9.2-1 揺れによる電柱の被害率

震度階	折損率
震度 7	0.8%
震度 6 強, 6 弱	0.056%
震度 5 強, 5 弱	0.00005%

中央防災会議(2004)より

②建物倒壊により折損するケース

阪神・淡路大震災の実態から、次式の木造建物全壊率との関係式（中央防災会議(2004)）により推定した。

$$(\text{被害本数}) = 0.17155 \times (\text{木造建物全壊率}) \times (\text{総本数})$$

③延焼により焼失するケース

地上施設である電柱の火災における物的被害量については、その被害率は焼失率に一致するものとして、予測を行った。

$$(\text{被害本数}) = (\text{焼失率}) \times (\text{総本数})$$

以上により、①～③すべてのケースの被害本数を合計して、最終的な電柱の被害数とした。その際、ダブルカウントしている部分は、その分を差し引くようにしている。

9.3 電力の被害の予測結果

9.2 で示した手法を基に、電力の電柱被害の予測を行った。

表 9.3-1 に流山市全体における電力電柱害予測結果を示す。

表 9.3-2 に中学校区別予測結果を示す。

図 9.3-1 に 50m メッシュ別電力電柱被害分布図を示す。

表 9.3-1 流山市全体における電力電柱被害予測結果一覧表

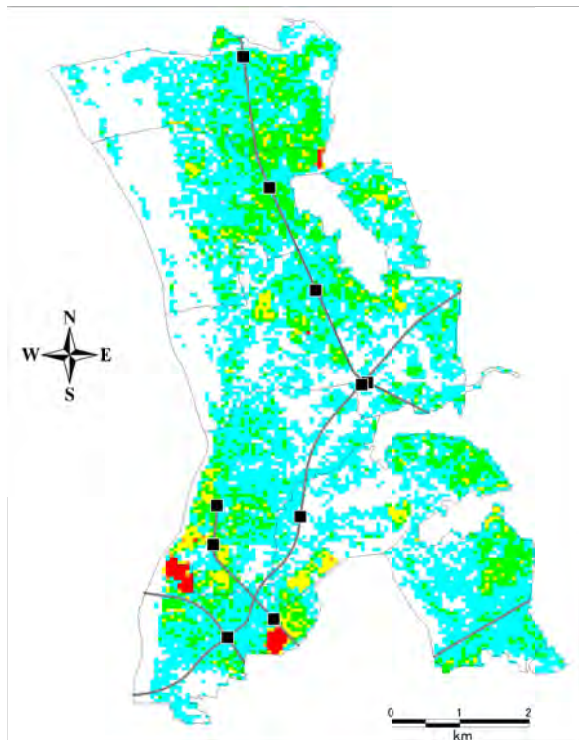
想定地震	冬5時		冬18時		夏12時	
	被害数(本)	被害率(%)	被害数(本)	被害率(%)	被害数(本)	被害率(%)
流山市直下Mj7.3	955	4.55	2,175	10.36	1,309	6.24

※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある。

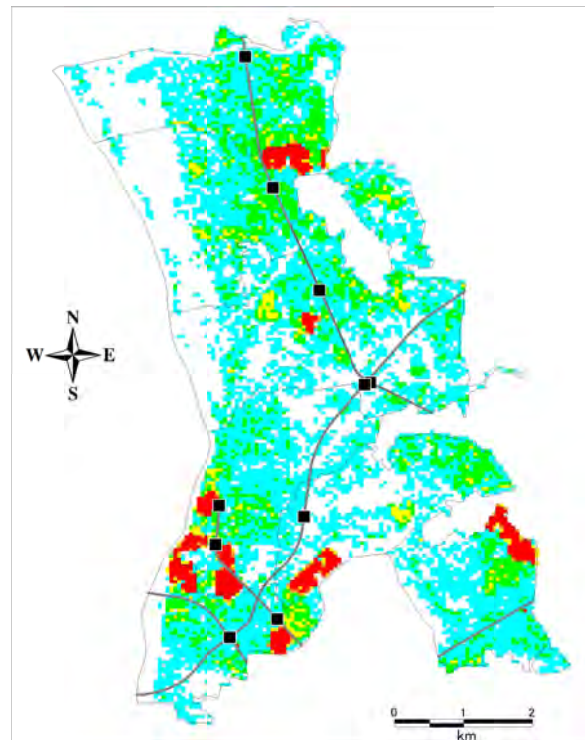
表 9.3-2 電力電柱被害予測結果一覧表（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

中学校区名	現況数(本)	冬5時		冬18時		夏12時	
		被害数(本)	被害率(%)	被害数(本)	被害率(%)	被害数(本)	被害率(%)
南部中学校区	3,214	128	3.97	494	15.37	296	9.21
常盤松中学校区	2,831	98	3.45	98	3.45	98	3.45
北部中学校区	2,843	123	4.32	355	12.47	123	4.32
東部中学校区	2,728	78	2.85	369	13.51	78	2.85
東深井中学校区	3,306	101	3.05	110	3.33	101	3.05
八木中学校区	2,220	85	3.84	306	13.77	278	12.54
南流山中学校区	2,245	282	12.56	323	14.37	275	12.25
西初石中学校区	1,596	61	3.83	122	7.62	61	3.83
合計	20,982	955	4.55	2,175	10.36	1,309	6.24

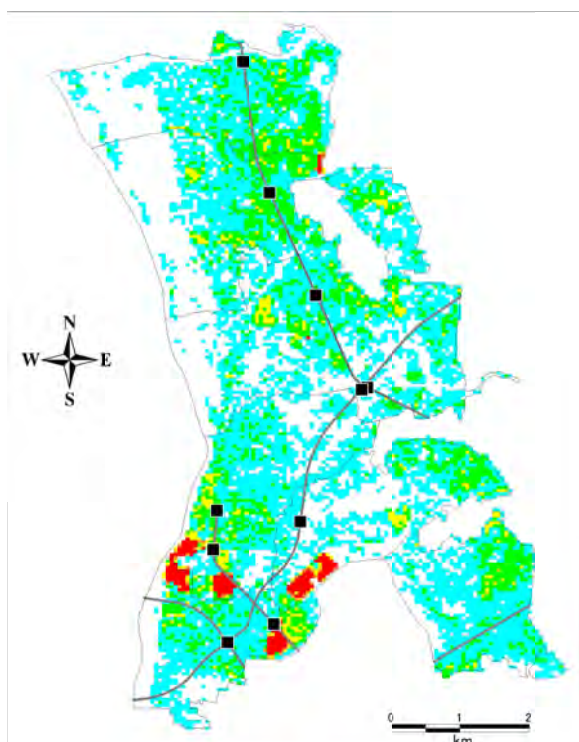
※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある。



<冬 5 時>



<冬 18 時>



<夏 12 時>

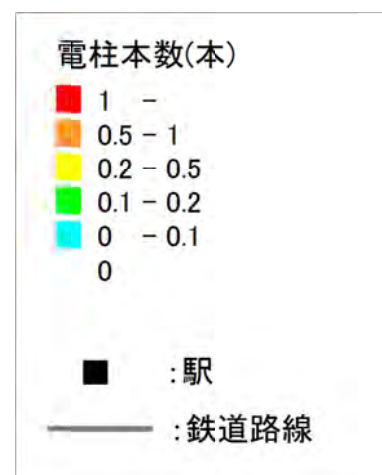


図 9. 3-1 50m メッシュ別電力電柱被害分布図（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

10. 通信施設の被害の試算

本調査では H18 年度調査と同様に、中央防災会議(2004)による、通信施設における耐震性現況を踏まえた機能支障の可能性評価を基に、電力施設と同様に地震による被害を最も受けやすい地上施設の電柱を被害予測の対象とした。

10.1 通信施設電柱現況データ

電話の電柱データは、NTT 提供の管轄エリアごとの電柱本数から、0m メッシュごとの建物ポリゴン棟数（資産税課提供）比率に比例させることで、50m メッシュ別通信施設電柱本数分布を推定した。

表 10.1-1 流山市における電柱基数（平成 23 年 11 月末日時点）

地域	電柱基数
流山通信ビル	3,787
南流山通信ビル	3,808
合計	7,595



図 10.1-1 流山市電話供給エリア

このようにして推定した 50m メッシュ別通信施設電柱本数分布を図 10.1-2，そのデータにより地区別に集計した通信施設電柱本数を表 10.1-2，グラフを図 10.1-3 にそれぞれ示した。

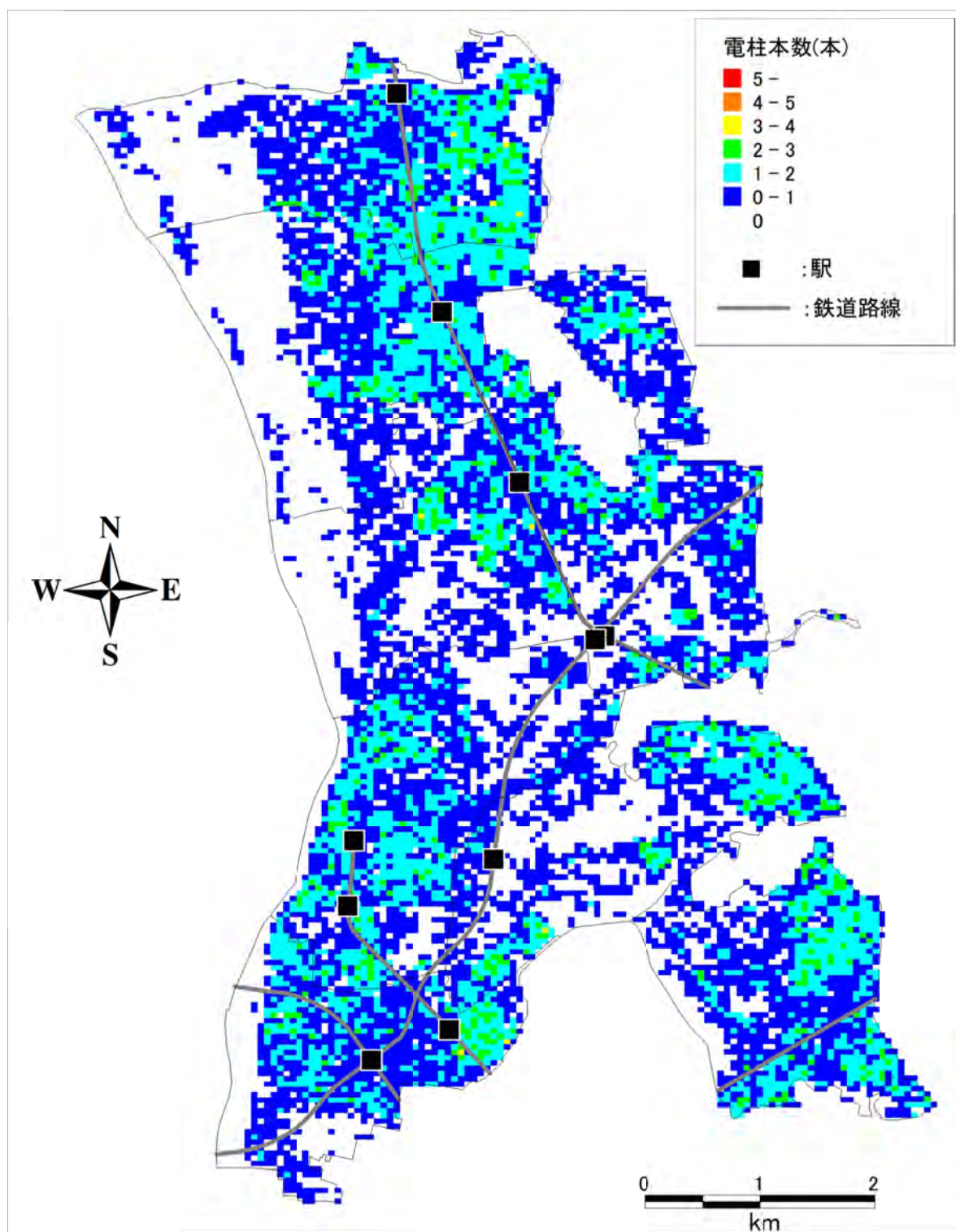
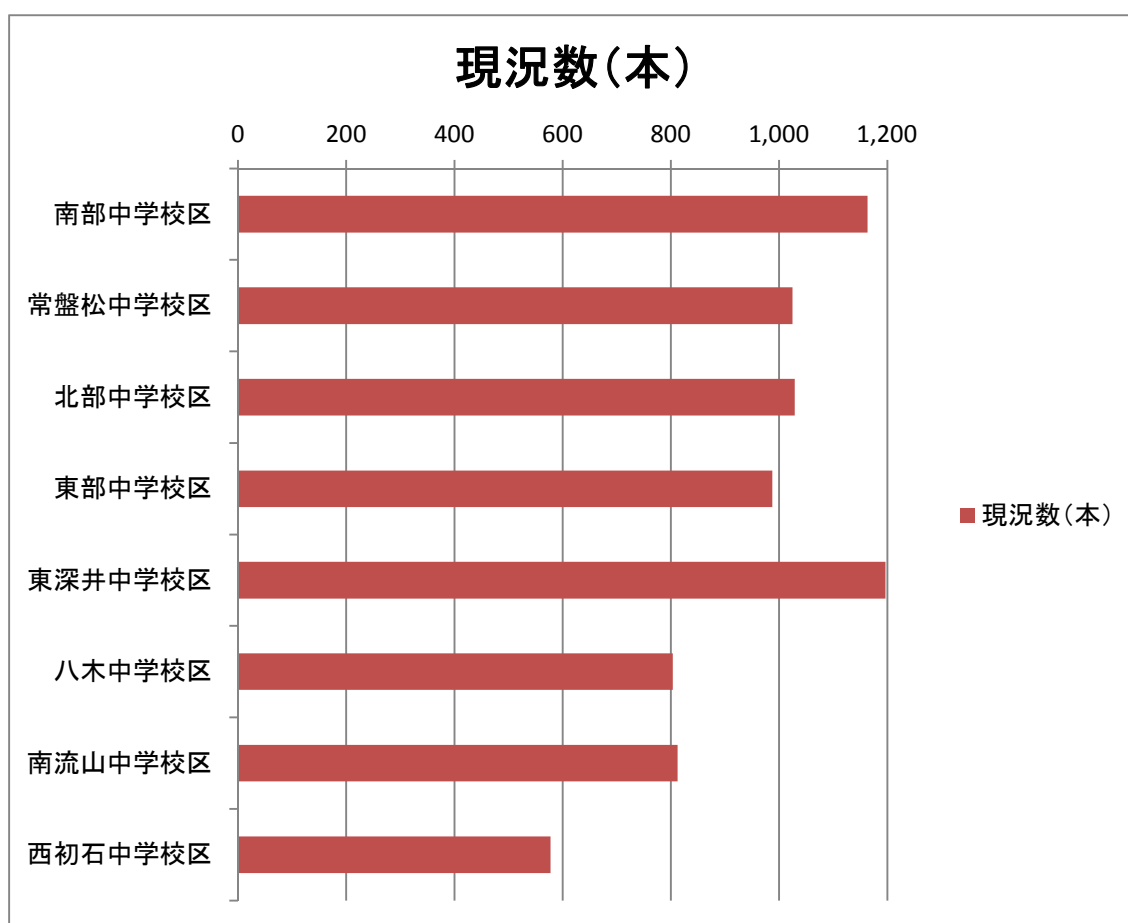


図 10.1-2 50m メッシュ別通信施設電柱本数分布図分布図

表 10.1-2 中学校区別通信施設電柱本数一覧表

中学校区名	現況数(本)
南部中学校区	1,163
常盤松中学校区	1,025
北部中学校区	1,029
東部中学校区	988
東深井中学校区	1,197
八木中学校区	803
南流山中学校区	812
西初石中学校区	578
合計	7,595

図 10.1-3 地区別通信施設電柱本数グラフ



10.2 通信施設の被害予測手法

中央防災会議(2004)によると、通信施設における耐震性現況を踏まえた機能支障の可能性評価については、

- ・通信設備の重要拠点は、耐震化及びバックアップ設置や多重化が施され、阪神・淡路大震災時にも電力供給停止に伴う交換機能の停止以外では、機能支障に至る被害は出ていないため、拠点施設の被災による機能停止は想定し得ない。
- ・また、NTT グループでは、拠点施設内の設備に関して耐震対策を実施している。

したがって、本調査では、中央防災会議(2004)の評価に沿って、電力施設と同様に地震による被害を最も受けやすい地上施設の電柱を被害予測の対象とした。

電柱の物的被害については、電力設備と同様に以下に示す3つのケースを想定して、被害の予測を行った。

- ①地震の揺れそのもので折損するケース
- ②建物倒壊により折損するケース
- ③延焼により焼失するケース

それぞれのケースの手法は、電力設備と同様の手法を用いた。

10.3 通信施設の被害の予測結果

10.2 で示した手法を基に，通信施設の電柱被害の予測を行った．

表 10.3-1 に流山市全体における電力電柱害予測結果を示す．

表 10.3-2 中学校区別予測結果を示す．

図 10.3-1 に 50m メッシュ別通信施設電柱被害分布図を示す．

表 10.3-1 流山市全体における通信施設電柱被害予測結果一覧表

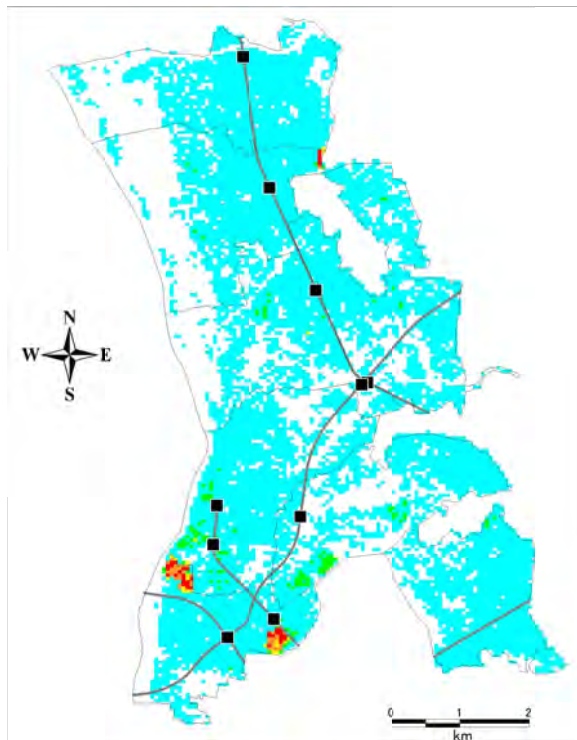
想定地震	冬5時		冬18時		夏12時	
	被害数(本)	被害率(%)	被害数(本)	被害率(%)	被害数(本)	被害率(%)
流山市直下Mj7.3	346	4.55	787	10.36	474	6.24

※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある．

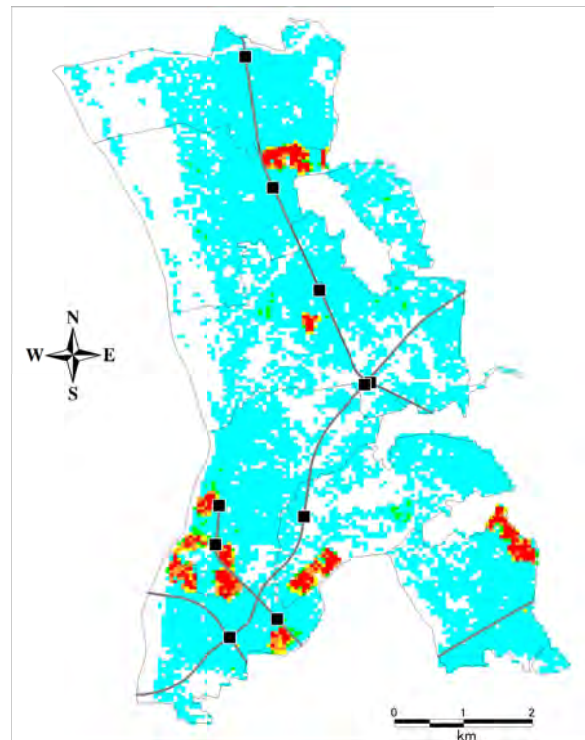
表 10.3-2 通信施設電柱被害予測結果一覧表（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

中学校区名	現況数(本)	冬5時		冬18時		夏12時	
		被害数(本)	被害率(%)	被害数(本)	被害率(%)	被害数(本)	被害率(%)
南部中学校区	1,163	46	3.97	179	15.37	107	9.21
常盤松中学校区	1,025	35	3.45	35	3.45	35	3.45
北部中学校区	1,029	44	4.32	128	12.47	44	4.32
東部中学校区	988	28	2.85	133	13.51	28	2.85
東深井中学校区	1,197	36	3.05	40	3.33	36	3.05
八木中学校区	803	31	3.84	111	13.77	101	12.54
南流山中学校区	812	102	12.56	117	14.37	100	12.25
西初石中学校区	578	22	3.83	44	7.62	22	3.83
合計	7,595	346	4.55	787	10.36	474	6.24

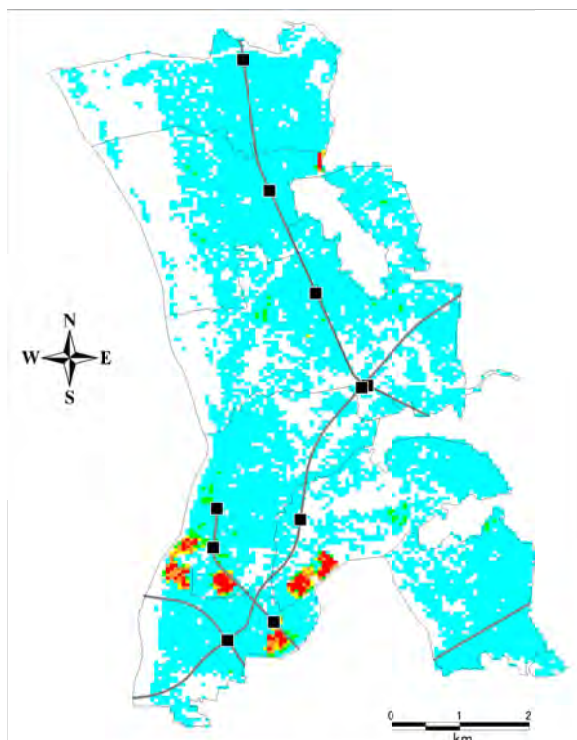
※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある．



<冬 5 時>



<冬 18 時>



<夏 12 時>

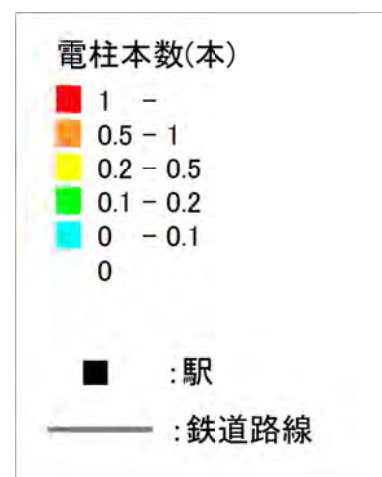


図 10.3-1 50m メッシュ別通信施設電柱被害分布図（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

11.1. 道路被害予測

本調査では H18 年度調査と同様に、市管理の主要な区間を対象に道路そのものの被害と、交通の障害となりうる非木造建物の倒壊件数、及び、電柱の折損件数を予測した。

また、橋梁については、震度と液状化危険度の定性的な評価を行った。

11.1 道路現況データ

本調査で予測対象とするのは道路、及び、道路橋梁は、H18 年度報告書と同様のものを採用する。



※千葉県地域防災計画より

図 11.1-1 千葉県緊急輸送ネットワーク図（一部抜粋）

対象となる道路を表 11.1-1 に、道路橋梁を表 11.1-2 示した。

また、道路、及び、道路橋梁の分布を図 11.1-2 に示した。

表 11.1-1 対象道路区間別延長内訳一覧表

区間番号	区間名称	総延長(m)	延長内訳(m)		
			平面区間	盛土区間	切土区間
1	常磐自動車道	3,728	3,728	0	0
2	水戸街道	2,023	2,023	0	0
3	流山道路	3,439	3,439	0	0
4	松戸野田道路	4,153	4,153	0	0
5	流山街道	6,264	6,092	171	0
6	県道29号線	707	465	241	0
7	県道280号線	1,585	1,585	0	0
合計		21,899	21,486	412	0

表 11.1-2 対象道路橋梁一覧表（昭和55年以前の橋梁を対象）

No.	橋梁名称	道路	橋長(m)	建設年
1	蔵下橋	松戸野田線	18.2	S53
2	流山橋	草加流山線	411.1	S38
3	流山橋歩道橋	草加流山線	411.1	S50

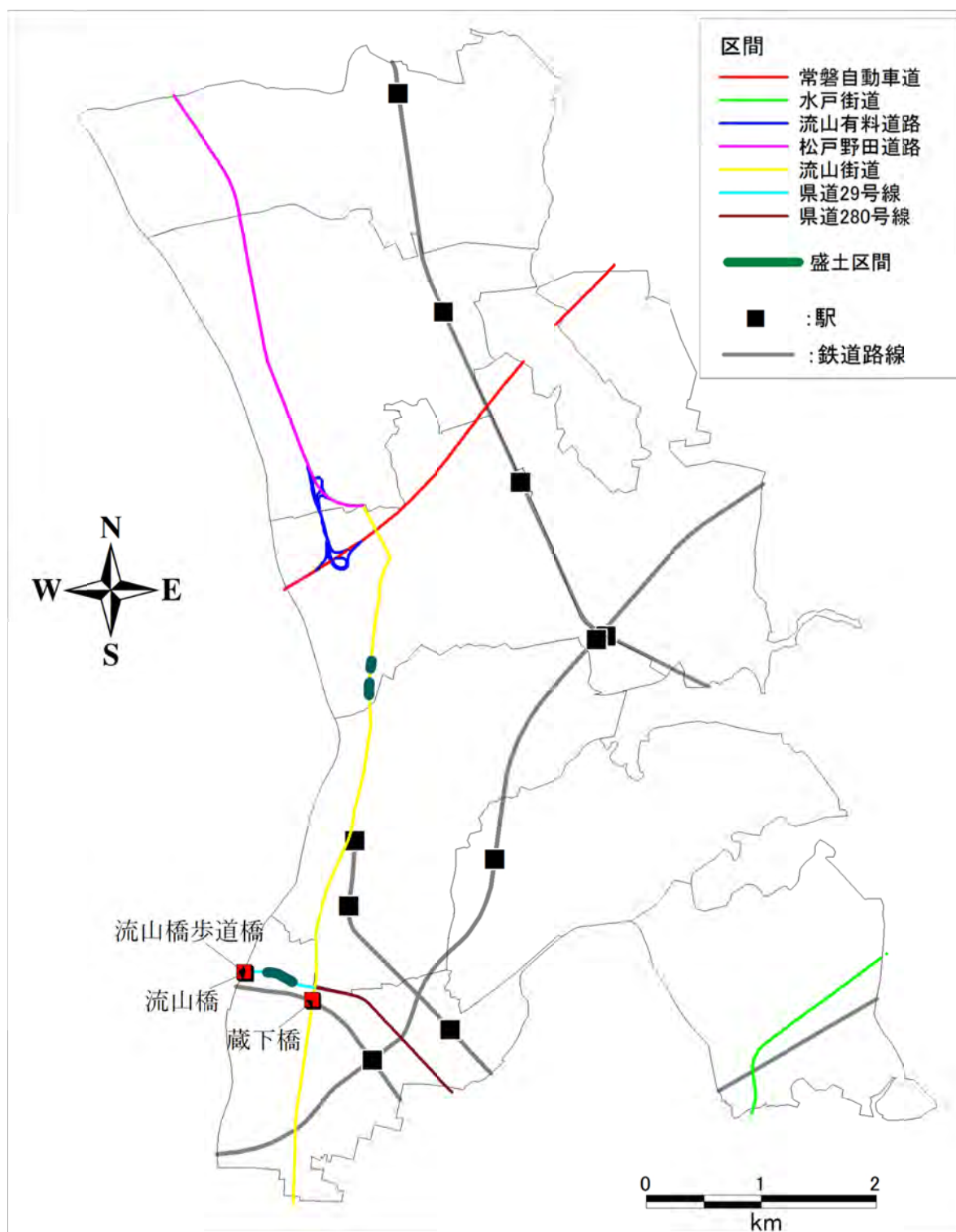


図 11.1-2 対象道路，及び，道路橋梁分布図

11.2 道路被害予測手法

道路の被害，道路沿いの非木造建物の倒壊件数及び電柱の折損件数の予測方法について説明する。

①道路の被害

道路については，盛土の区間ごとに分類して，それぞれに被害率を設定して震度，液状化の大ききから被害か所数を推定する方法を用いた。

a.盛土

震度と液状化によって被害確率（か所/km）を求める。

表 11.2-1 盛土の被害確率

(か所/km)

P _L 値	震度					
	4	5弱	5強	6弱	6強	7
15以上	0.16	0.51	0.89	1.59	2.84	5.04
15未満	0.06	0.18	0.32	0.57	1.02	1.81

引用：秋田県(1997)¹⁴

b.平面道路

盛土，切土，片切・片盛，トンネル，橋梁を除いた道路を平面道路と考える。

平面道路では液状化が発生した時に道路が波を打つとか，陥没するといった被害が出ると仮定した。このような道路では通行はできるものの速度を落として通行せざるを得ず，通行に支障を来す。ただし，全面通行止めになることはないと考える。

②非木造建物全壊か所数

道路が通る 50m メッシュごとの非木造全壊建物数予測結果を利用した。その際，メッシュ内の道路延長に応じて，以下に示す考え方で集計を行った。

メッシュ内の延長 50m 以上：道路沿いの全壊数＝メッシュ内全壊数

メッシュ内の延長 50m 未満：道路沿いの全壊数＝メッシュ内全壊数×

メッシュ内道路延長／50

③電柱折損か所数

道路が通る 50m メッシュごとの電柱折損予測結果を利用した。その際，メッシュ内の道路延長に応じて，以下に示す考え方で集計を行った。

メッシュ内の延長 50m 以上：道路沿いの折損数＝メッシュ内折損数

メッシュ内の延長 50m 未満：道路沿いの折損数＝メッシュ内折損数×

メッシュ内道路延長／50

¹⁴ 秋田県(1997)：秋田県地震被害想定調査報告書，1997 年。

11.3 道路被害予測結果

11.2 で示した手法を基に、ア.道路の被害、イ.非木造建物全壊か所数、ウ.電柱折損か所数の予測を行った。また、橋梁に関しては震度と液状化危険度の評価を行った。

表 11.3-1 に道路区間別の被害予測結果一覧表を示す。

図 11.3-1 に道路区間別被害分布図を示す。

表 11.3-1 道路区間別の被害予測結果一覧表

区間番号	区間名称	流山市直下の地震 (Mj7.3)			
		道路被害 (か所)	非木造 全壊建物 (か所)	電柱 折損 (か所)	合計 (か所)
1	常磐自動車道	0.0	0.0	0.1	0.077
2	水戸街道	0.0	0.5	0.2	0.729
3	流山道路	0.0	0.0	0.0	0.067
4	松戸野田道路	0.0	0.0	0.0	0.063
5	流山街道	0.2	0.6	5.8	6.546
6	県道29号線	0.7	0.1	1.6	2.392
7	県道280号線	0.0	1.3	2.3	3.616
合計		0.9	2.6	10.0	13.5

表 11.3-2 に対象橋梁の震度階別、液状化危険度別個数一覧を示す。

表 11.3-3 に対象橋梁別の震度階、液状化危険度一覧表を示す。

表 11.3-2 対象橋梁の震度階別、液状化危険度別個数一覧表

地震	震度階				液状化危険度				
	5弱	5強	6弱	6強	無し	きわめて低い	低い	やや高い	高い
流山市直下の地震 (Mj7.3)	0	0	0	3	2	1	0	0	0

表 11.3-3 対象橋梁別の震度階、液状化危険度一覧表

No.	橋梁名称	道路	流山市直下の地震 (Mj7.3)	
			震度	液状化 危険度
1	蔵下橋	松戸野田線	6強	きわめて低い
2	流山橋	草加流山線	6強	無し
3	流山橋歩道橋	草加流山線	6強	無し

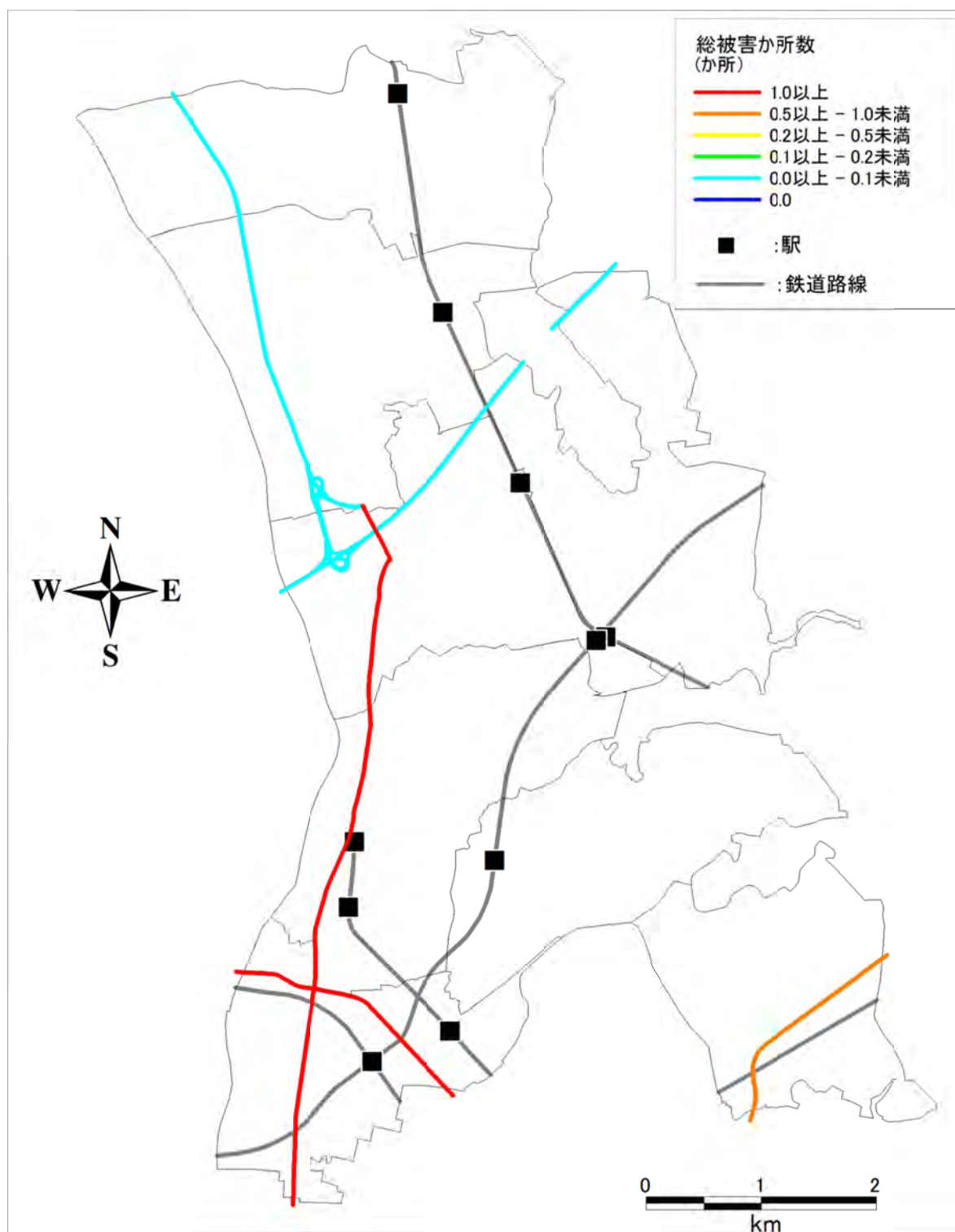


図 11.3-1 道路区間被害分布図（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

12. 鉄道被害予測

本調査ではH18年度調査と同様に、流山市を通過する鉄道路線について被害箇所数を予測した。
また、鉄道橋梁については、震度と液状化危険度の定性的な評価を行った。

12.1 鉄道現況データ

本調査で予測対象とする鉄道、及び、鉄道橋梁はH18年度報告書と同様に「東武野田線」及び「流鉄流山線」、「JR武蔵野線」、「JR常磐線」の4路線における昭和55年以前に建設された橋梁とし、「つくばエクスプレス線」はすべて高架区間であり、昭和56年以降に建設されているため対象外とした。

対象となる鉄道路線を表12.1-1に、鉄道橋梁を表12.1-2示した。

また、鉄道路線、及び、鉄道橋梁の分布を図12.1-1に示した。

表 12.1-1 対象鉄道路線の延長内訳一覧表

区間番号	区間名称	総延長(m)
1	東武野田線	6,422
2	流鉄流山線	2,523
3	JR武蔵野線	1,848
4	JR常磐線	1,587
合計		12,381

表 12.1-2 対象鉄道橋梁一覧表（昭和55年以前の橋梁を対象）

No.	橋梁名称	鉄道	橋長(m)
1	坂川橋	流鉄流山線	47
2	利根運河橋梁	東武野田線	74

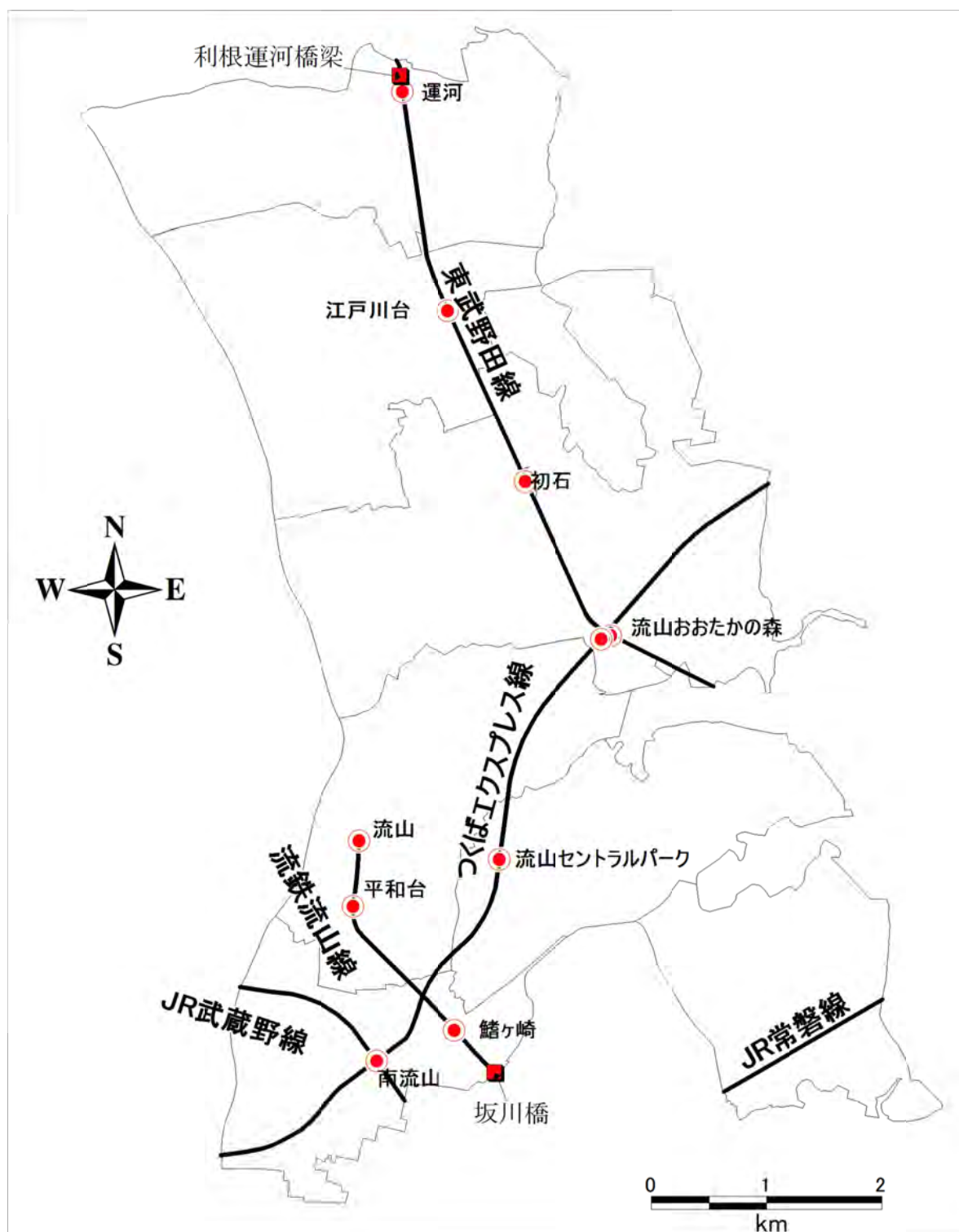


図 12. 1-1 対象鉄道路線，及び，鉄道橋梁分布図

12.2 鉄道被害予測手法

鉄道の場合、軌道の多くが地震によって被害を受けやすい盛土上に敷設されている点や、軌道のわずかなずれでも使えなくなるなど、道路に比べて被害率が高くなる。

橋梁については、建設年代が古く危険性が高いと考えられる橋梁を抽出し、その地点の震度、液化化危険度の大きさから定性的に危険性を判断した。

本調査では、市内の鉄道を対象に通行不能となるような軌道狂い・路盤の沈下等による被害を予測した。

軌道狂い・路盤の沈下による被害は、1978年宮城県沖地震の被害データをもとに宮城県(1997)¹⁵が設定した地盤種及び震度と被害率の関係（表 12.2-1 参照）により被害数を算定した。

この中で、地盤種別の分類基準については、下記に示した考え方に基づいて 50m メッシュごとに設定した。

表 12.2-1 鉄道の被害率（か所／km）

震度	地盤種別		
	1・2種	3種	4種
6強～7	0.89	1.48	2.51
6弱	0.62	1.00	1.71
5弱～5強	0.41	0.66	1.13
4以下	0.01	0.02	0.04

宮城県（1997）より

地盤種は、（社）日本道路協会（1980）¹⁶による卓越周期（ T_g ）によって求める。

$$T_g = 4 \sum H_i / V_{si}$$

ここで、

T_g ：地盤の特性値(s)

H_i ： i 番目の地層の厚さ(m)

V_{si} ： i 番目の地層の V_s (m/sec)

基盤は、 $V_s \geq 300$ m/sec とする

地盤種、

1 種 $T_g < 0.2_{(s)}$

2 種 $0.2 \leq T_g < 0.4$

3 種 $0.4 \leq T_g < 0.6$

4 種 $0.6 \leq T_g$

¹⁵ 宮城県(1997)：平成 8 年度宮城県地震被害想定調査業務報告書，1997.

¹⁶ 日本道路協会(1980)：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，1980.

12.3 鉄道被害予測結果

12.2 で示した手法を基に鉄道被害の予測を行った。また、橋梁に関しては震度と液状化危険度の評価を行った。

表 12.3-1 に鉄道路線別の被害予測結果一覧表を示す。

表 12.3-2 に鉄道路線駅間別の被害予測結果一覧表を示す。

図 12.3-1 鉄道駅間別被害分布図を示す。

表 12.3-1 鉄道路線別の被害予測結果一覧表

鉄道路線	流山市直下の地震 Mj7.3（か所）
東武野田線	9.4
流鉄流山線	5.0
JR武蔵野線	4.6
JR常磐線	1.4
合計	20.5

表 12.3-2 鉄道路線駅間別の被害予測結果一覧表

鉄道路線	区間名	流山市直下の地震 Mj7.3（か所）
東武野田線	市外(野田市)～運河	0.4
	運河～江戸川台	2.9
	江戸川台～初石	2.4
	初石～流山おおたかの森	2.3
	流山おおたかの森～市外(柏市)	1.3
流鉄流山線	流山～平和台	1.1
	平和台～鰯ヶ崎	2.6
	鰯ヶ崎～市外(松戸市)	1.3
JR武蔵野線	市外(三郷市)～南流山	3.6
	南流山～市外(松戸市)	1.1
JR常磐線	市内同一区間	1.4
合計		20.5

表 12.3-3 に対象橋梁の震度階別、液状化危険度別個数一覧を示す。

表 12.3-4 に対象橋梁別の震度階、液状化危険度一覧表を示す。

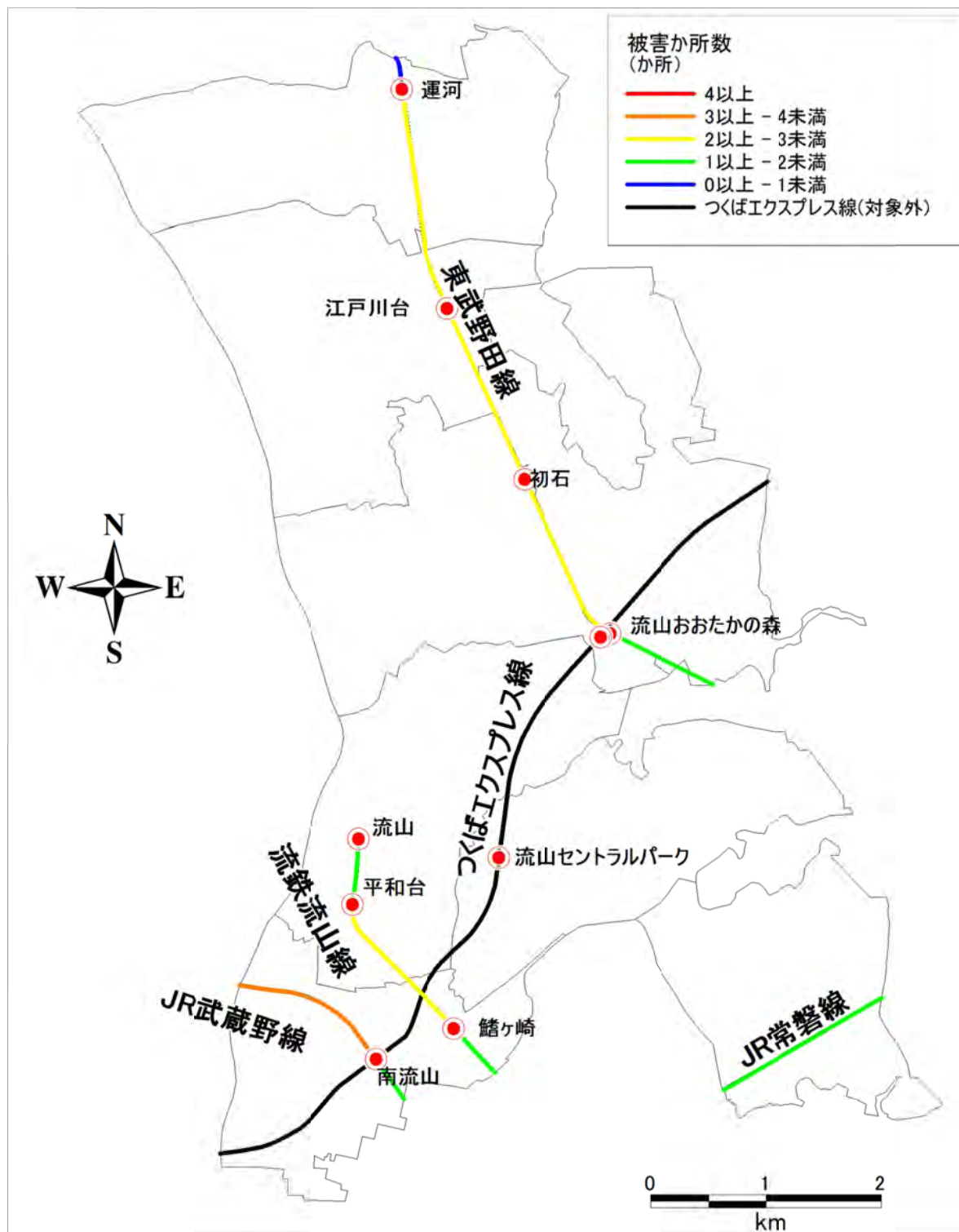


図 12.3-1 鉄道駅間別被害分布図（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

表 12.3-3 対象橋梁の震度階別，液状化危険度別個数一覧表

地震	震度階				液状化危険度				
	5弱	5強	6弱	6強	無し	きわめて低い	低い	やや高い	高い
流山市直下の地震 (Mj7.3)	0	0	0	2	0	1	0	0	1

表 12.3-4 対象橋梁別の震度階，液状化危険度一覧表

No.	橋梁名称	鉄道路線	流山市直下の地震 (Mj7.3)	
			震度	液状化危険度
1	坂川橋	流鉄流山線	6強	高い
2	利根運河橋梁	東武野田線	6強	きわめて低い

13. 人的被害予測

1995 年兵庫県南部地震では、約 6,400 名が震災で亡くなっている。また、2011 年東北地方太平洋沖地震では、津波による死者も含め、約 2 万名が亡くなっている。

一方で、2001 年芸予地震では 2 名、2004 年新潟県中越地震では震災関連死を含めて 46 名、2005 年福岡県西方沖地震では 1 名と規模の違いはあるが死者が発生する地震は多い。このうち、2004 年新潟県中越地震では大きな余震が多く発生したため、兵庫県南部地震と比較して震度が大きいエリアの人口がかなり少なかったにもかかわらず、ピーク時で避難者が 10 万人を超えたのが特徴的である。

このように、震災による人的被害は、地震発生時期や社会条件や火災の発生状況等により、数が大きく変化することが挙げられる。

本調査では、こうした要因をできるだけ考慮し、地震発生後の対策に資するために火災の 3 つのケース（冬 5 時、冬 18 時、夏 12 時）に対応して、人的被害の予測を行った。

13.1 人口分布、及び、流山市への通勤通学者

流山市住民基本台帳による平成 23 年 10 月 1 日現在の人口をもとに、以下の手順で 50m メッシュごとの人口分布を作成した。

- ①資産税課より提供の H23.1.1 建物ポリゴンデータに町丁字ポリゴン及び 50m メッシュを重ねて、町丁目・50m メッシュごとの棟数を算定した。
- ②住民基本台帳の町丁字別人口データと、①で作成した棟数分布データを利用して 50m メッシュごとに振り分けた。
- ③なお、冬 5 時、冬 18 時、夏 12 時の 3 つのケースに対応した屋内・屋外人口等を考慮する際には、H18 年度報告書で示されている通り、中央防災会議(2004)による柏市における時刻別人口移動モデル（図 13.1-1）を使用する。

表 13.1-1 流山市住民基本台帳による平成 23 年 10 月 1 日現在の字別人口

字名	世帯	男	女	計
総数	67,914	81,970	82,757	164,727
大字流山	234	287	266	553
流山 1 丁目	147	174	190	364
流山 2 丁目	294	353	336	689
流山 3 丁目	131	137	152	289
流山 4 丁目	184	215	218	433
流山 5 丁目	140	182	191	373
流山 6 丁目	125	164	145	309
流山 7 丁目	132	172	205	377
流山 8 丁目	374	499	490	989
流山 9 丁目	179	190	251	441
大字加	49	66	57	123
加一丁目	745	1,048	1,013	2,061
加二丁目	386	456	497	953
加三丁目	719	954	970	1,924
加四丁目	478	649	624	1,273
加五丁目	167	216	204	420
加六丁目	330	386	374	760
大字三輪野山	19	26	26	52
三輪野山一丁目	448	568	586	1,154
三輪野山二丁目	482	698	737	1,435
三輪野山三丁目	195	310	283	593
三輪野山四丁目	241	371	360	731
三輪野山五丁目	130	187	188	375
大字西平井	1,628	2,025	1,998	4,023
大字鯉ヶ崎	2,630	3,093	3,144	6,237
鯉ヶ崎	349	378	380	758
大字木	243	344	330	674
南流山 1 丁目	1,058	1,082	1,011	2,093
南流山 2 丁目	1,225	1,309	1,162	2,471
南流山 3 丁目	818	886	815	1,701
南流山 4 丁目	590	615	567	1,182
南流山 5 丁目	461	521	467	988
南流山 6 丁目	1,291	1,526	1,503	3,029
南流山 7 丁目	959	1,187	1,164	2,351
南流山 8 丁目	1,003	1,313	1,208	2,521
平和台 1 丁目	207	255	269	524
平和台 2 丁目	451	571	578	1,149
平和台 3 丁目	159	177	181	358
平和台 4 丁目	741	929	1,020	1,949
平和台 5 丁目	578	652	704	1,356
宮園 1 丁目	155	199	199	398
宮園 2 丁目	390	455	482	937
宮園 3 丁目	442	558	579	1,137
大字深井新田	31	43	46	89
大字平方村新田	7	7	12	19
大字西深井	1,217	1,334	1,361	2,695
大字東深井	5,470	6,896	6,838	13,734
大字平方	561	672	711	1,383
美原 1 丁目	389	483	478	961
美原 2 丁目	95	129	137	266
美原 3 丁目	286	349	330	679
美原 4 丁目	439	510	479	989
大字中野久木	463	603	641	1,244
大字北	184	234	252	486
大字小屋	61	90	86	176
大字上新宿	70	96	101	197
大字上新宿新田	9	14	10	24
大字南	95	110	126	236
大字桐ヶ谷	28	29	43	72
大字谷	18	23	25	48

字名	世帯	男	女	計
大字上貝塚	34	48	51	99
大字下花輪	102	148	143	291
大字大群	50	59	60	119
若葉台	529	628	683	1,311
こうのす台	904	1,104	1,133	2,237
富士見台	60	79	88	167
富士見台 1 丁目	383	460	506	966
富士見台 2 丁目	747	883	916	1,799
江戸川台東 1 丁目	464	535	591	1,126
江戸川台東 2 丁目	435	470	495	965
江戸川台東 3 丁目	895	1,014	1,075	2,089
江戸川台東 4 丁目	614	636	743	1,379
江戸川台西 1 丁目	349	376	406	782
江戸川台西 2 丁目	437	430	500	930
江戸川台西 3 丁目	444	531	555	1,086
江戸川台西 4 丁目	426	476	532	1,008
東初石 1 丁目	635	769	767	1,536
東初石 2 丁目	1,030	1,196	1,193	2,389
東初石 3 丁目	1,591	1,913	2,029	3,942
東初石 4 丁目	663	736	714	1,450
東初石 5 丁目	253	280	300	580
東初石 6 丁目	315	372	389	761
西初石 1 丁目	438	596	629	1,225
西初石 2 丁目	1,180	1,478	1,513	2,991
西初石 3 丁目	915	1,027	1,101	2,128
西初石 4 丁目	1,260	1,526	1,550	3,076
西初石 5 丁目	587	710	702	1,412
西初石 6 丁目	433	543	534	1,077
思井	67	111	83	194
中	42	61	59	120
芝崎	52	68	56	124
古間木	362	460	461	921
前平井	250	230	187	417
後平井	157	197	190	387
市野谷	1,184	1,533	1,602	3,135
野々下 1 丁目	82	103	116	219
野々下 2 丁目	138	18	121	139
野々下 3 丁目	1,074	1,239	1,247	2,486
野々下 4 丁目	485	670	643	1,313
野々下 5 丁目	794	998	983	1,981
野々下 6 丁目	720	897	956	1,853
長崎 1 丁目	470	597	592	1,189
長崎 2 丁目	164	214	211	425
駒木	1,990	2,348	2,340	4,688
駒木台	1,039	1,297	1,282	2,579
青田	350	402	433	835
十太夫	900	1,129	1,140	2,269
美田	717	875	872	1,747
前ヶ崎	1,679	2,073	2,071	4,144
向小金 1 丁目	1,116	1,208	1,277	2,485
向小金 2 丁目	1,124	1,400	1,396	2,796
向小金 3 丁目	1,272	1,473	1,462	2,935
向小金 4 丁目	313	419	402	821
名都借	912	1,229	1,178	2,407
松ヶ丘 1 丁目	458	469	363	832
松ヶ丘 2 丁目	565	588	630	1,218
松ヶ丘 3 丁目	332	434	389	823
松ヶ丘 4 丁目	397	445	502	947
松ヶ丘 5 丁目	953	1,235	1,264	2,499
松ヶ丘 6 丁目	176	210	234	444
西松ヶ丘 1 丁目	277	312	317	629

また、帰宅困難者の算定のため、平成 17 年国勢調査¹⁷を基に、流山市への通勤・通学者市町村一覧、流山市からの通勤・通学者市町村一覧を作成した。

¹⁷ 平成 17 年国勢調査：平成 17 年 国勢調査，総務省統計局，2005 年。
<http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2005/index.htm>

表 13.1-2 中学校区別世帯数及び人口分布（平成 23 年 10 月 1 日現在）

中学校区名	世帯数	人口
南部中学校区	10,774	27,797
常盤松中学校区	9,475	22,757
北部中学校区	7,666	18,604
東部中学校区	9,574	22,980
東深井中学校区	8,236	20,131
八木中学校区	5,850	14,260
南流山中学校区	11,122	25,349
西初石中学校区	5,217	12,850
合計	67,914	164,727

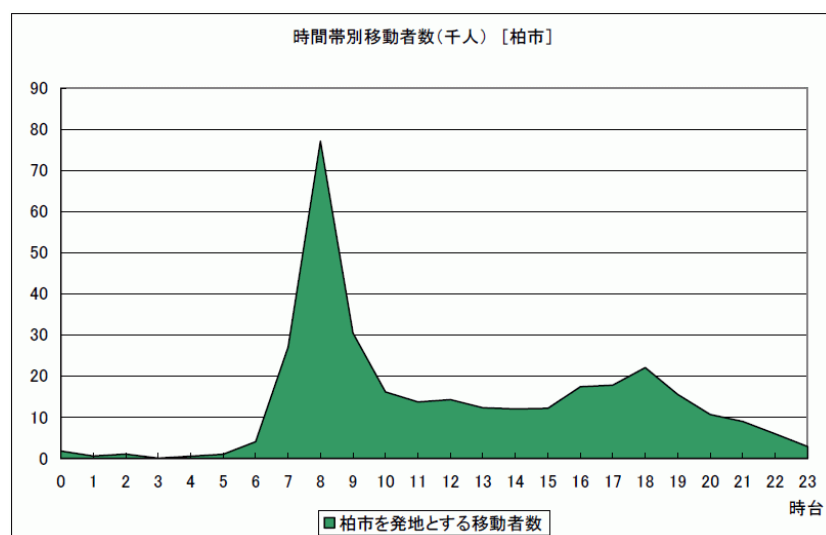
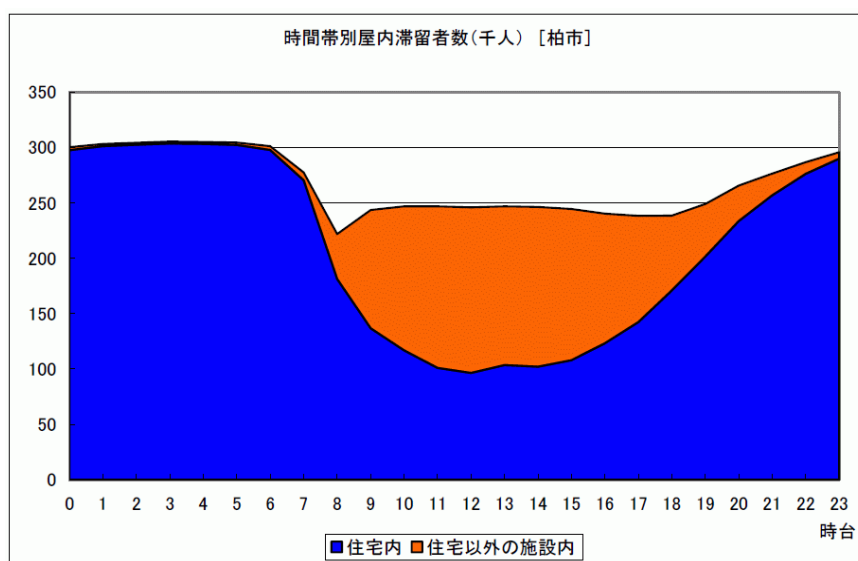


図 13.1-1 柏市における時刻別人口移動モデル(中央防災会議(2004))

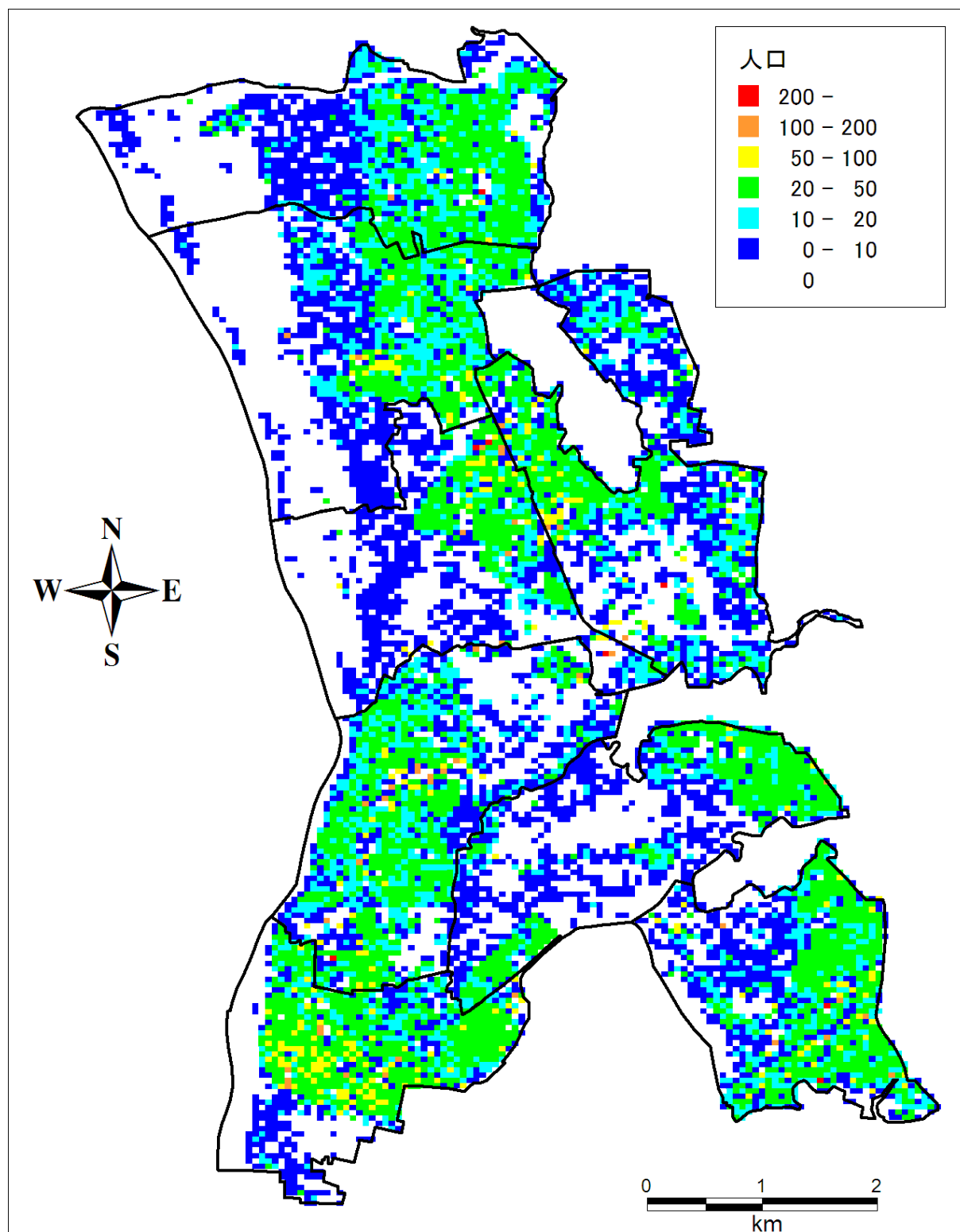


図 13.1-2 50m メッシュ人口分布（流山市住民基本台帳による平成 23 年 10 月 1 日現在データ）

表 13.1-3 流山市からの通勤・通学者の市町村別人数一覧表（平成 17 年当時の市町村名）

県名	市区町村	通学・通勤者数	役所間距離(km)	県名	市区町村	通学・通勤者数	役所間距離(km)
千葉県	流山市	24,394	0	埼玉県	富士見市	11	32
千葉県	中央区	328	34	埼玉県	三郷市	687	4
千葉県	花見川区	59	26	埼玉県	蓮田市	13	27
千葉県	稲毛区	128	31	埼玉県	坂戸市	17	47
千葉県	若葉区	41	34	埼玉県	幸手市	26	29
千葉県	緑区	12	41	埼玉県	吉川市	183	7
千葉県	美浜区	380	28	埼玉県	ふじみ野市	13	35
千葉県	市川市	715	15	埼玉県	宮代町	12	25
千葉県	船橋市	896	19	埼玉県	杉戸町	21	24
千葉県	松戸市	5,584	13	埼玉県	松伏町	43	11
千葉県	野田市	3,728	11	埼玉県	その他の市町村	106	-
千葉県	成田市	128	39	東京都	千代田区	4,874	23
千葉県	佐倉市	26	33	東京都	中央区	3,409	24
千葉県	東金市	15	53	東京都	港区	3,521	26
千葉県	習志野市	229	23	東京都	新宿区	1,818	26
千葉県	柏市	11,592	7	東京都	文京区	1,177	21
千葉県	市原市	34	44	東京都	台東区	1,727	19
千葉県	八千代市	110	23	東京都	墨田区	651	20
千葉県	我孫子市	855	11	東京都	江東区	1,341	22
千葉県	鎌ヶ谷市	230	12	東京都	品川区	833	32
千葉県	浦安市	563	22	東京都	目黒区	223	31
千葉県	四街道市	17	32	東京都	大田区	364	35
千葉県	印西市	131	22	東京都	世田谷区	308	32
千葉県	白井市	178	16	東京都	渋谷区	1,028	28
千葉県	印旛村	11	29	東京都	中野区	137	27
千葉県	栄町	16	20	東京都	杉並区	146	30
千葉県	その他の市町村	63	-	東京都	豊島区	767	22
宮城県	仙台市	11	283	東京都	北区	362	19
宮城県	その他の市町村	2	2	東京都	荒川区	612	17
福島県	福島市	17	218	東京都	板橋区	252	21
茨城県	水戸市	42	76	東京都	練馬区	121	26
茨城県	日立市	11	106	東京都	足立区	1,202	15
茨城県	土浦市	168	36	東京都	葛飾区	975	14
茨城県	古河市	22	38	東京都	江戸川区	493	17
茨城県	結城市	11	50	東京都	八王子市	93	57
茨城県	龍ヶ崎市	68	26	東京都	立川市	38	47
茨城県	水海道市	53	20	東京都	武蔵野市	79	34
茨城県	取手市	253	15	東京都	三鷹市	39	37
茨城県	牛久市	81	26	東京都	府中市	56	44
茨城県	つくば市	278	25	東京都	昭島市	38	51
茨城県	守谷市	112	12	東京都	調布市	30	40
茨城県	坂東市	67	21	東京都	町田市	29	54
茨城県	稲敷市	13	39	東京都	小金井市	31	40
茨城県	阿見町	14	34	東京都	小平市	31	41
茨城県	谷和原村	23	18	東京都	日野市	20	50
茨城県	境町	12	30	東京都	国分寺市	28	43
茨城県	その他の市町村	123	-	東京都	国立市	22	46
栃木県	宇都宮市	20	78	東京都	清瀬市	19	35
栃木県	その他の市町村	43	-	東京都	多摩市	25	48
群馬県	高崎市	11	96	東京都	西東京市	17	34
群馬県	板倉町	11	48	東京都	その他の市町村	48	-
群馬県	その他の市町村	33	-	神奈川県	鶴見区	35	43
埼玉県	川越市	62	38	神奈川県	神奈川区	27	49
埼玉県	熊谷市	12	56	神奈川県	西区	35	52
埼玉県	川口市	198	17	神奈川県	中区	47	51
埼玉県	西区	24	30	神奈川県	磯子区	10	57
埼玉県	北区	51	28	神奈川県	港北区	50	45
埼玉県	大宮区	222	25	神奈川県	戸塚区	15	61
埼玉県	見沼区	37	23	神奈川県	緑区	10	50
埼玉県	中央区	77	25	神奈川県	青葉区	11	47
埼玉県	桜区	25	27	神奈川県	都築区	17	46
埼玉県	浦和区	140	23	神奈川県	横浜市の他の区	24	-
埼玉県	南区	55	22	神奈川県	川崎区	67	40
埼玉県	緑区	34	19	神奈川県	幸区	39	40
埼玉県	岩槻区	73	21	神奈川県	中原区	48	38
埼玉県	所沢市	48	40	神奈川県	高津区	21	39
埼玉県	東松山市	18	50	神奈川県	多摩区	32	40
埼玉県	春日部市	185	19	神奈川県	川崎市その他の区	12	-
埼玉県	狭山市	10	44	神奈川県	横須賀市	10	67
埼玉県	上尾市	25	31	神奈川県	藤沢市	12	69
埼玉県	草加市	281	9	神奈川県	相模原市	25	58
埼玉県	越谷市	416	11	神奈川県	厚木市	13	67
埼玉県	蕨市	32	20	神奈川県	その他の市町村	40	-
埼玉県	戸田市	55	21	静岡県	静岡市	19	170
埼玉県	入間市	17	46	愛知県	名古屋市の他の市町村	11	282
埼玉県	朝霞市	26	29	愛知県	その他の市町村	6	-
埼玉県	志木市	14	29	大阪府	大阪市	27	422
埼玉県	和光市	36	28	その他の都道府県		82	-
埼玉県	新座市	51	31				
埼玉県	久喜市	14	31				
埼玉県	八潮市	228	7	合計	83,289	-	

※平成 17 年国勢調査より

表 13.1-4 流山市への通勤・通学者の市町村別人数一覧表（平成 17 年当時の市町村名）

県名	市区町村	通学・通勤者数	役所間距離 (km)	県名	市区町村	通学・通勤者数	役所間距離 (km)
千葉県	流山市	24,394	0	埼玉県	岩槻区	24	21
千葉県	中央区	33	34	埼玉県	さいたま市その他の区	9	-
千葉県	花見川区	44	26	埼玉県	所沢市	28	40
千葉県	稲毛区	38	31	埼玉県	加須市	10	41
千葉県	若葉区	28	34	埼玉県	春日部市	185	19
千葉県	緑区	23	41	埼玉県	狭山市	13	44
千葉県	美浜区	39	28	埼玉県	上尾市	24	31
千葉県	市川市	235	15	埼玉県	草加市	105	9
千葉県	船橋市	334	19	埼玉県	越谷市	178	11
千葉県	松戸市	3,050	13	埼玉県	戸田市	13	21
千葉県	野田市	2,612	11	埼玉県	和光市	11	28
千葉県	成田市	45	39	埼玉県	新座市	13	31
千葉県	佐倉市	74	33	埼玉県	久喜市	12	31
千葉県	習志野市	74	23	埼玉県	八潮市	55	7
千葉県	柏市	4,457	7	埼玉県	三郷市	364	4
千葉県	市原市	24	44	埼玉県	幸手市	16	29
千葉県	八千代市	68	23	埼玉県	吉川市	173	7
千葉県	我孫子市	674	11	埼玉県	宮代町	13	25
千葉県	鎌ヶ谷市	191	12	埼玉県	杉戸町	24	24
千葉県	浦安市	37	22	埼玉県	松伏町	48	11
千葉県	四街道市	23	32	埼玉県	その他の市町村	129	-
千葉県	八街市	20	43	東京都	中央区	11	24
千葉県	印西市	128	22	東京都	港区	14	26
千葉県	白井市	85	16	東京都	新宿区	23	26
千葉県	酒々井町	11	36	東京都	文京区	27	21
千葉県	印旛村	18	29	東京都	台東区	34	19
千葉県	本埜村	13	27	東京都	墨田区	40	20
千葉県	栄町	31	20	東京都	江東区	61	22
千葉県	その他市町村	98	-	東京都	品川区	25	32
茨城県	土浦市	48	36	東京都	目黒区	12	31
茨城県	古河市	15	38	東京都	大田区	27	35
茨城県	石岡市	12	51	東京都	世田谷区	36	32
茨城県	龍ヶ崎市	85	26	東京都	中野区	17	27
茨城県	水海道市	39	20	東京都	杉並区	16	30
茨城県	取手市	215	15	東京都	豊島区	16	22
茨城県	牛久市	67	26	東京都	北区	42	19
茨城県	つくば市	62	25	東京都	荒川区	43	17
茨城県	守谷市	109	12	東京都	板橋区	34	21
茨城県	坂東市	84	21	東京都	練馬区	30	26
茨城県	稲敷市	18	39	東京都	足立区	229	15
茨城県	阿見町	23	34	東京都	葛飾区	193	14
茨城県	伊奈町	48	17	東京都	江戸川区	136	17
茨城県	谷和原村	24	18	東京都	その他の区	15	-
茨城県	石下町	10	30	東京都	八王子市	11	57
茨城県	境町	10	30	東京都	町田市	10	54
茨城県	利根町	32	21	東京都	小金井市	10	40
茨城県	その他市町村	82	-	東京都	小平市	16	41
栃木県	その他市町村	21	78	東京都	東村山市	16	41
群馬県	その他市町村	32	96	東京都	西東京市	14	34
埼玉県	川越市	16	38	東京都	その他の市町村	79	-
埼玉県	川口市	93	17	神奈川県	鶴見区	10	43
埼玉県	西区	12	30	神奈川県	港北区	12	45
埼玉県	北区	14	28	神奈川県	横浜市その他の区	71	-
埼玉県	大宮区	17	25	神奈川県	川崎市その他の区	28	-
埼玉県	見沼区	22	23	神奈川県	横須賀市	11	67
埼玉県	桜区	14	27	神奈川県	その他の市町村	35	-
埼玉県	浦和区	18	23	その他の都道府県		47	-
埼玉県	南区	35	22				
埼玉県	緑区	19	19	合計		41,095	-

※平成 17 年国勢調査より

13.2 人的被害予測手法

予測手法は H18 年度調査と同様に、以下の①～⑩について中央防災会議(2004)で提示されている手法を用いた。

①死者

木造死者数 = $0.0676 \times \text{木造全壊棟数} \times (\text{木造建物内滞留人口} / \text{夜間人口})$

非木造死者数 = $0.0240 \times \text{非木造全壊棟数} \times (\text{非木造建物内滞留人口} / \text{夜間人口})$

②負傷者

建物被害率 $X = \text{全壊率} + 1/2 \times \text{半壊率}$

負傷者数 = $0.01 \times \text{屋内人口}$ ($X \geq 37.5\%$)

負傷者数 = $(7 - 0.16X) \times \text{屋内人口}$ ($25\% \leq X < 37.5\%$)

負傷者数 = $0.12X \times \text{屋内人口}$ ($0\% \leq X < 25\%$)

③重傷者

重傷者 = $0.0309 \times \text{建物全壊率} \times \text{屋内人口}$

④炎上出火家屋からの逃げ遅れによる死者

死者数 = $0.078 \times \text{出火件数} \times (\text{発災時の屋内滞留人口} / \text{AM 5 時屋内滞留人口})$

⑤倒壊後に焼失した家屋内の死者

死者数 = (生存救出率 0.387) $\times$ 全壊かつ焼失家屋内の救出困難な人

⑥延焼中の逃げまどいによる死者

死者数 = $(0.0173 \times \text{単位時間当たりの焼失棟数}) \times (\text{発災時屋内滞留人口} / \text{AM 5 時屋内滞留人口})$

⑦炎上出火家屋からの逃げ遅れによる負傷者

重傷者数 = $0.238 \times \text{出火件数} \times (\text{発災時の屋内滞留人口} / \text{AM 5 時屋内滞留人口})$

軽傷者数 = $0.596 \times \text{出火件数} \times (\text{発災時の屋内滞留人口} / \text{AM 5 時屋内滞留人口})$

⑧延焼中の逃げまどいによる負傷者

重傷者数 = $\{0.053 \times (0.1308 \times \text{焼失棟数})\} \times (\text{発災時の屋内滞留人口} / \text{AM 5 時屋内滞留人口})$

軽傷者数 = $\{0.137 \times (0.1308 \times \text{焼失棟数})\} \times (\text{発災時の屋内滞留人口} / \text{AM 5 時屋内滞留人口})$

⑨要救出者数

要救出者数 = $0.117 \times \text{全壊率} \times \text{屋内滞留人口}$

⑩帰宅困難者

帰宅困難者は、流山市へ通勤・通学して来た人のうち、地震により交通が遮断し、帰宅できなくなる者を想定した。このほか、ビジネス、買物、観光等により、流山市へ一時滞在する人々が想定されるが、これらの人数は状況によりかなり流動的であるため、帰宅困難者の予測には含めなかった。

帰宅困難者は、一般的には、通勤・通学の距離が長くなるほど発生しやすいが、どの程度の距離から帰宅困難となるかは個人の運動能力に依存する。

そこで、以下のようにして帰宅困難者を推定した。

採用した推定式の元になった前提条件

- ・流山市へ通勤・通学して来た人を対象とする。
- ・震度5弱以上の地震において、交通機関は点検等により停止するものとする。そのため、流山市内で最大震度5弱以上の地震が発生した場合に、交通が遮断し、帰宅困難者が発生するものとする。
- ・想定する時刻での通学・通勤者数は、図13.1-1の昼夜間人口の人口推移パターンに応じて推定する。
- ・朝5時については、住宅以外の人口比率は1%，夕18時は29%，昼12時は60%として通勤・通学者数を算定する。
- ・なお、朝5時については0%としているが、厳密には若干名の帰宅困難者が発生すると考えられる。
- ・東京都(1997)¹⁸を参照して、10kmまでは全員が帰宅可能、20km以上は全員が帰宅困難とし、その間は図13.2-1に示したように距離に比例して、帰宅困難となる割合が増えるものとする。

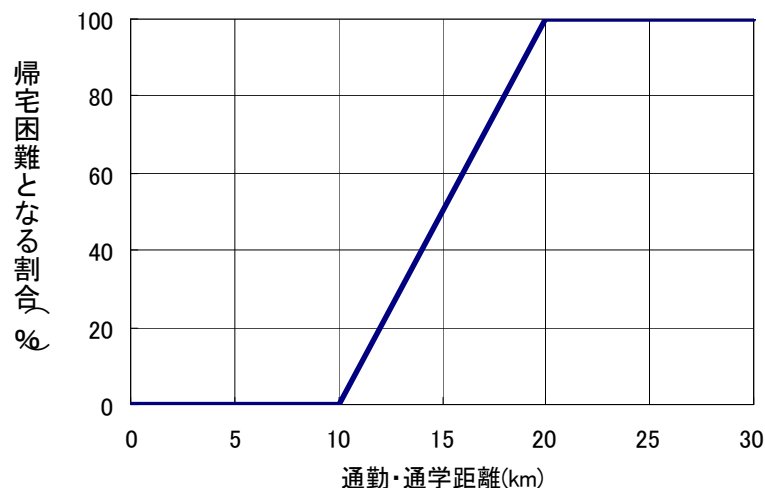


図 13.2-1 通勤・通学距離と帰宅困難となる割合の関係

推定式

流山市内で最大震度5弱以上を予測した地震を対象に、以下の式で推定を行うものとする。

○通勤・通学距離<10km

帰宅困難者=0

○10km≤通勤・通学距離<20km

帰宅困難者=（想定する時刻の通勤・通学者数）×（通勤・通学距離(km)-10）／10

○20km≤通勤・通学距離

帰宅困難者=（想定する時刻の通勤・通学者数）

流山市から他市町村への通勤・通学者数のデータ、及び、他市町村から流山市への通勤・通学者数のデータ、は、平成17年国勢調査（従業地・通学地集計 その1）による流山市からの通勤・

¹⁸ 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，1997年。

通学する市町村別の人数，流山市への通勤・通学する市町村別の人数を利用し，その通勤・通学距離は流山市と各市町村の役所間の距離で代表させた．表 13.2-1 に流山市からの通勤・通学する市町村別設定した通勤・通学距離の一覧表を，表 13.2-2 に流山市へ通勤・通学する市町村別設定した通勤・通学距離の一覧表を示した．

⑪避難者

1 日後

$$\text{避難者数} = (\text{全壊} \cdot \text{焼失人口} + 0.503 \times \text{半壊人口} + 0.362 \times \text{断水率} \times \text{被害なし人口}) \times 0.65$$

4 日後

$$\text{避難者数} = \{ \text{全壊} \cdot \text{焼失人口} + 0.503 \times \text{半壊人口} + 0.362 \times \text{断水率} \times \text{被害なし人口} + 0.91 \times (1 - 0.362) \times \text{断水率} \times \text{被害なし人口} \} \times 0.65$$

1 ヶ月後

$$\text{避難者数} = (\text{全壊} \cdot \text{焼失人口} + 0.503 \times \text{半壊人口}) \times 0.65$$

表 13.2-1 流山市からの通勤・通学者の市町村別人数一覧表（平成 17 年当時の市町村名）

県名	市区町村	通学・通勤者数	役所間距離(km)	県名	市区町村	通学・通勤者数	役所間距離(km)
千葉県	流山市	24,394	0	埼玉県	富士見市	11	32
千葉県	中央区	328	34	埼玉県	三郷市	687	4
千葉県	花見川区	59	26	埼玉県	蓮田市	13	27
千葉県	稲毛区	128	31	埼玉県	坂戸市	17	47
千葉県	若葉区	41	34	埼玉県	幸手市	26	29
千葉県	緑区	12	41	埼玉県	吉川市	183	7
千葉県	美浜区	380	28	埼玉県	ふじみ野市	13	35
千葉県	市川市	715	15	埼玉県	宮代町	12	25
千葉県	船橋市	896	19	埼玉県	杉戸町	21	24
千葉県	松戸市	5,584	13	埼玉県	松伏町	43	11
千葉県	野田市	3,728	11	埼玉県	その他の市町村	106	-
千葉県	成田市	128	39	東京都	千代田区	4,874	23
千葉県	佐倉市	26	33	東京都	中央区	3,409	24
千葉県	東金市	15	53	東京都	港区	3,521	26
千葉県	習志野市	229	23	東京都	新宿区	1,818	26
千葉県	柏市	11,592	7	東京都	文京区	1,177	21
千葉県	市原市	34	44	東京都	台東区	1,727	19
千葉県	八千代市	110	23	東京都	墨田区	651	20
千葉県	我孫子市	855	11	東京都	江東区	1,341	22
千葉県	鎌ヶ谷市	230	12	東京都	品川区	833	32
千葉県	浦安市	563	22	東京都	目黒区	223	31
千葉県	四街道市	17	32	東京都	大田区	364	35
千葉県	印西市	131	22	東京都	世田谷区	308	32
千葉県	白井市	178	16	東京都	渋谷区	1,028	28
千葉県	印旛村	11	29	東京都	中野区	137	27
千葉県	栄町	16	20	東京都	杉並区	146	30
千葉県	その他の市町村	63	-	東京都	豊島区	767	22
宮城県	仙台市	11	283	東京都	北区	362	19
宮城県	その他の市町村	2	2	東京都	荒川区	612	17
福島県	福島市	17	218	東京都	板橋区	252	21
茨城県	水戸市	42	76	東京都	練馬区	121	26
茨城県	日立市	11	106	東京都	足立区	1,202	15
茨城県	土浦市	168	36	東京都	葛飾区	975	14
茨城県	古河市	22	38	東京都	江戸川区	493	17
茨城県	結城市	11	50	東京都	八王子市	93	57
茨城県	龍ヶ崎市	68	26	東京都	立川市	38	47
茨城県	水海道市	53	20	東京都	武蔵野市	79	34
茨城県	取手市	253	15	東京都	三鷹市	39	37
茨城県	牛久市	81	26	東京都	府中市	56	44
茨城県	つくば市	278	25	東京都	昭島市	38	51
茨城県	守谷市	112	12	東京都	調布市	30	40
茨城県	坂東市	67	21	東京都	町田市	29	54
茨城県	稲敷市	13	39	東京都	小金井市	31	40
茨城県	阿見町	14	34	東京都	小平市	31	41
茨城県	谷和原村	23	18	東京都	日野市	20	50
茨城県	境町	12	30	東京都	国分寺市	28	43
茨城県	その他の市町村	123	-	東京都	国立市	22	46
栃木県	宇都宮市	20	78	東京都	清瀬市	19	35
栃木県	その他の市町村	43	-	東京都	多摩市	25	48
群馬県	高崎市	11	96	東京都	西東京市	17	34
群馬県	板倉町	11	48	東京都	その他の市町村	48	-
群馬県	その他の市町村	33	-	神奈川県	鶴見区	35	43
埼玉県	川越市	62	38	神奈川県	神奈川区	27	49
埼玉県	熊谷市	12	56	神奈川県	西区	35	52
埼玉県	川口市	198	17	神奈川県	中区	47	51
埼玉県	西区	24	30	神奈川県	磯子区	10	57
埼玉県	北区	51	28	神奈川県	港北区	50	45
埼玉県	大宮区	222	25	神奈川県	戸塚区	15	61
埼玉県	見沼区	37	23	神奈川県	緑区	10	50
埼玉県	中央区	77	25	神奈川県	青葉区	11	47
埼玉県	桜区	25	27	神奈川県	都築区	17	46
埼玉県	浦和区	140	23	神奈川県	横浜市の他の区	24	-
埼玉県	南区	55	22	神奈川県	川崎区	67	40
埼玉県	緑区	34	19	神奈川県	幸区	39	40
埼玉県	岩槻区	73	21	神奈川県	中原区	48	38
埼玉県	所沢市	48	40	神奈川県	高津区	21	39
埼玉県	東松山市	18	50	神奈川県	多摩区	32	40
埼玉県	春日部市	185	19	神奈川県	川崎市その他の区	12	-
埼玉県	狭山市	10	44	神奈川県	横須賀市	10	67
埼玉県	上尾市	25	31	神奈川県	藤沢市	12	69
埼玉県	草加市	281	9	神奈川県	相模原市	25	58
埼玉県	越谷市	416	11	神奈川県	厚木市	13	67
埼玉県	蕨市	32	20	神奈川県	その他の市町村	40	-
埼玉県	戸田市	55	21	静岡県	静岡市	19	170
埼玉県	入間市	17	46	愛知県	名古屋市の他の市町村	11	282
埼玉県	朝霞市	26	29	愛知県	その他の市町村	6	-
埼玉県	志木市	14	29	大阪府	大阪市	27	422
埼玉県	和光市	36	28	その他の都道府県		82	-
埼玉県	新座市	51	31				
埼玉県	久喜市	14	31				
埼玉県	八潮市	228	7	合計	83,289	-	

※平成 17 年国勢調査より

表 13. 2-2 流山市への通勤・通学者の市町村別人数一覧表（平成 17 年当時の市町村名）

県名	市区町村	通学・通勤者数	役所間距離 (km)	県名	市区町村	通学・通勤者数	役所間距離 (km)
千葉県	流山市	24,394	0	埼玉県	岩槻区	24	21
千葉県	中央区	33	34	埼玉県	さいたま市その他の区	9	-
千葉県	花見川区	44	26	埼玉県	所沢市	28	40
千葉県	稲毛区	38	31	埼玉県	加須市	10	41
千葉県	若葉区	28	34	埼玉県	春日部市	185	19
千葉県	緑区	23	41	埼玉県	狭山市	13	44
千葉県	美浜区	39	28	埼玉県	上尾市	24	31
千葉県	市川市	235	15	埼玉県	草加市	105	9
千葉県	船橋市	334	19	埼玉県	越谷市	178	11
千葉県	松戸市	3,050	13	埼玉県	戸田市	13	21
千葉県	野田市	2,612	11	埼玉県	和光市	11	28
千葉県	成田市	45	39	埼玉県	新座市	13	31
千葉県	佐倉市	74	33	埼玉県	久喜市	12	31
千葉県	習志野市	74	23	埼玉県	八潮市	55	7
千葉県	柏市	4,457	7	埼玉県	三郷市	364	4
千葉県	市原市	24	44	埼玉県	幸手市	16	29
千葉県	八千代市	68	23	埼玉県	吉川市	173	7
千葉県	我孫子市	674	11	埼玉県	宮代町	13	25
千葉県	鎌ヶ谷市	191	12	埼玉県	杉戸町	24	24
千葉県	浦安市	37	22	埼玉県	松伏町	48	11
千葉県	四街道市	23	32	埼玉県	その他の市町村	129	-
千葉県	八街市	20	43	東京都	中央区	11	24
千葉県	印西市	128	22	東京都	港区	14	26
千葉県	白井市	85	16	東京都	新宿区	23	26
千葉県	酒々井町	11	36	東京都	文京区	27	21
千葉県	印旛村	18	29	東京都	台東区	34	19
千葉県	本埜村	13	27	東京都	墨田区	40	20
千葉県	栄町	31	20	東京都	江東区	61	22
千葉県	その他市町村	98	-	東京都	品川区	25	32
茨城県	土浦市	48	36	東京都	目黒区	12	31
茨城県	古河市	15	38	東京都	大田区	27	35
茨城県	石岡市	12	51	東京都	世田谷区	36	32
茨城県	龍ヶ崎市	85	26	東京都	中野区	17	27
茨城県	水海道市	39	20	東京都	杉並区	16	30
茨城県	取手市	215	15	東京都	豊島区	16	22
茨城県	牛久市	67	26	東京都	北区	42	19
茨城県	つくば市	62	25	東京都	荒川区	43	17
茨城県	守谷市	109	12	東京都	板橋区	34	21
茨城県	坂東市	84	21	東京都	練馬区	30	26
茨城県	稲敷市	18	39	東京都	足立区	229	15
茨城県	阿見町	23	34	東京都	葛飾区	193	14
茨城県	伊奈町	48	17	東京都	江戸川区	136	17
茨城県	谷和原村	24	18	東京都	その他の区	15	-
茨城県	石下町	10	30	東京都	八王子市	11	57
茨城県	境町	10	30	東京都	町田市	10	54
茨城県	利根町	32	21	東京都	小金井市	10	40
茨城県	その他市町村	82	-	東京都	小平市	16	41
栃木県	その他市町村	21	78	東京都	東村山市	16	41
群馬県	その他市町村	32	96	東京都	西東京市	14	34
埼玉県	川越市	16	38	東京都	その他の市町村	79	-
埼玉県	川口市	93	17	神奈川県	鶴見区	10	43
埼玉県	西区	12	30	神奈川県	港北区	12	45
埼玉県	北区	14	28	神奈川県	横浜市その他の区	71	-
埼玉県	大宮区	17	25	神奈川県	川崎市その他の区	28	-
埼玉県	見沼区	22	23	神奈川県	横須賀市	11	67
埼玉県	桜区	14	27	神奈川県	その他の市町村	35	-
埼玉県	浦和区	18	23	その他の都道府県		47	-
埼玉県	南区	35	22				
埼玉県	緑区	19	19	合計		41,095	-

※平成 17 年国勢調査より

13.3 人的被害の予測結果

13.2 で示した手法を基に、死者、負傷者、重傷者、要救出者、避難者、帰宅困難者の予測を行った。

表 13.3-1 に流山市全体における人的被害予測結果を示す。

表 13.3-2 に H17 年国勢調査をもとに算定した帰宅困難者の予測結果を示す。

参考までに表 13.3-3 に H18 年度調査時点における帰宅困難者の予測結果を示す。

表 13.3-4 に中学校区別人的被害予測結果を示す。

図 13.3-1 に 50m メッシュ別全死者数分布図を示す。

表 13.3-1 流山市全体における人的被害予測結果一覧表

想定地震		流山市直下の地震 Mj7.3		
ケース		冬5時	冬18時	夏12時
死者(人)	計	366	519	310
	建物	274	167	113
	火災	92	352	197
負傷者(人)	計	3,383	2,626	2,471
	建物	3,359	2,507	2,422
	火災	24	119	49
重傷者(人)	計	757	633	624
	建物	748	587	605
	火災	9	46	19
要救出者(人)		2,831	2,222	2,290
避難者(人)	発災1日後	48,670	52,232	49,691
	発災4日後	44,047	47,909	45,161
	発災1ヵ月後	27,548	32,481	28,994
帰宅困難者(人)	流山市からの通勤・通学	342	9,906	20,496
	流山市への通勤・通学	47	1,365	2,824

※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある。

表 13.3-2 流山市における帰宅困難者予測結果一覧表

想定地震		通勤・通学者 現況	流山市直下の地震 Mj7.3		
ケース			冬5時	冬18時	夏12時
帰宅 困難者(人)	流山市からの 通勤・通学	83,289	342	9,906	20,496
	流山市への 通勤・通学	41,095	47	1,365	2,824

表 13.3-3 参考：H18 年度調査時点における帰宅困難者予測結果一覧表

想定地震		通勤・通学者 現況	東京湾北部地震			茨城県南部地震		
ケース			冬5時	冬18時	夏12時	冬5時	冬18時	夏12時
帰宅 困難者(人)	流山市からの 通勤・通学	83,289	342	9,906	20,496	342	9,906	20,496
	流山市への 通勤・通学	41,095	47	1,365	2,824	47	1,365	2,824

表 13.3-4 (1) 人的被害予測結果一覧表：冬 5 時（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

中学校区名	現況人口	死者数(人)			負傷者数(人)			重傷者数(人)			要救 出者数 (人)	避難者(人)		
		建物	火災	合計	建物	火災	合計	建物	火災	合計		発災 1日後	発災 4日後	発災 1ヵ月後
南部中学校区	27,797	48.4	5.0	53.3	553.0	1.9	554.9	138.7	0.7	139.5	525.3	8,408	7,598	4,708
常盤松中学校区	22,757	34.7	0.0	34.7	457.1	0.0	457.1	106.4	0.0	106.4	402.9	6,670	6,047	3,823
北部中学校区	18,604	36.8	5.0	41.8	362.9	2.5	365.5	83.0	1.0	83.9	314.1	5,415	4,903	3,076
東部中学校区	22,980	30.6	0.0	30.6	472.7	0.0	472.7	86.9	0.0	86.9	329.1	6,259	5,622	3,347
東深井中学校区	20,131	39.1	0.0	39.1	444.9	0.0	444.9	84.1	0.0	84.2	318.6	5,714	5,148	3,130
八木中学校区	14,260	30.2	0.0	30.2	278.4	0.0	278.4	68.3	0.0	68.3	258.5	4,204	3,810	2,401
南流山中学校区	25,349	32.7	81.7	114.4	518.9	19.0	537.9	121.0	7.4	128.4	458.1	8,246	7,521	4,934
西初石中学校区	12,850	21.3	0.8	22.1	271.4	0.7	272.1	59.2	0.3	59.4	224.0	3,753	3,397	2,129
合計	164,727	273.9	92.4	366.3	3,359.3	24.1	3,383.4	747.6	9.4	757.0	2,830.6	48,670	44,047	27,548

※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある。

表 13.3-4 (2) 人的被害予測結果一覧表：冬 18 時（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

中学校区名	現況人口	死者数(人)			負傷者数(人)			重傷者数(人)			要救 出者数 (人)	避難者(人)		
		建物	火災	合計	建物	火災	合計	建物	火災	合計		発災 1日後	発災 4日後	発災 1ヵ月後
南部中学校区	27,797	29.5	129.0	158.5	419.7	32.5	452.3	108.9	12.7	121.6	412.3	9,486	8,776	6,242
常盤松中学校区	22,757	21.2	0.0	21.2	339.4	0.0	339.4	83.5	0.0	83.5	316.2	6,670	6,047	3,823
北部中学校区	18,604	22.4	26.0	48.4	275.0	16.8	291.7	65.1	6.5	71.6	246.5	6,005	5,538	3,874
東部中学校区	22,980	18.7	41.3	60.0	340.4	19.4	359.7	68.2	7.5	75.7	258.4	7,164	6,596	4,569
東深井中学校区	20,131	23.8	1.4	25.2	327.9	0.6	328.5	66.1	0.2	66.3	250.1	5,747	5,184	3,175
八木中学校区	14,260	18.5	68.0	86.5	208.1	22.0	230.1	53.6	8.6	62.1	202.9	4,834	4,494	3,280
南流山中学校区	25,349	20.1	78.7	98.8	393.3	23.6	416.8	95.0	9.2	104.2	359.6	8,376	7,663	5,121
西初石中学校区	12,850	13.1	7.6	20.7	203.4	4.2	207.6	46.4	1.6	48.1	175.8	3,950	3,610	2,397
合計	164,727	167.2	351.9	519.2	2,507.2	119.0	2,626.1	586.8	46.3	633.1	2,221.9	52,232	47,909	32,481

※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある。

表 13.3-4 (3) 人的被害予測結果一覧表：夏 12 時（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

中学校区名	現況人口	死者数(人)			負傷者数(人)			重傷者数(人)			要救 出者数 (人)	避難者(人)		
		建物	火災	合計	建物	火災	合計	建物	火災	合計		発災 1日後	発災 4日後	発災 1ヵ月後
南部中学校区	27,797	19.8	68.7	88.4	414.7	15.5	430.2	112.2	6.0	118.3	424.9	8,873	8,108	5,375
常盤松中学校区	22,757	14.3	0.0	14.3	325.5	0.0	325.5	86.1	0.0	86.1	325.9	6,670	6,047	3,823
北部中学校区	18,604	15.1	4.0	19.1	271.0	2.0	273.0	67.1	0.8	67.9	254.1	5,415	4,903	3,076
東部中学校区	22,980	12.6	0.0	12.6	312.4	0.0	312.4	70.3	0.0	70.3	266.3	6,259	5,622	3,347
東深井中学校区	20,131	15.9	0.0	15.9	311.3	0.0	311.3	68.1	0.0	68.1	257.8	5,714	5,148	3,130
八木中学校区	14,260	12.4	61.3	73.8	201.5	16.1	217.7	55.2	6.2	61.5	209.1	4,777	4,433	3,203
南流山中学校区	25,349	13.8	62.6	76.4	387.8	14.8	402.6	97.9	5.8	103.6	370.6	8,229	7,503	4,911
西初石中学校区	12,850	8.9	0.6	9.6	197.6	0.6	198.2	47.9	0.2	48.1	181.2	3,753	3,397	2,129
合計	164,727	112.7	197.3	310.0	2,421.8	49.1	2,470.9	604.8	19.1	623.8	2,290.0	49,691	45,161	28,994

※四捨五入の関係で合計が合わない箇所がある。

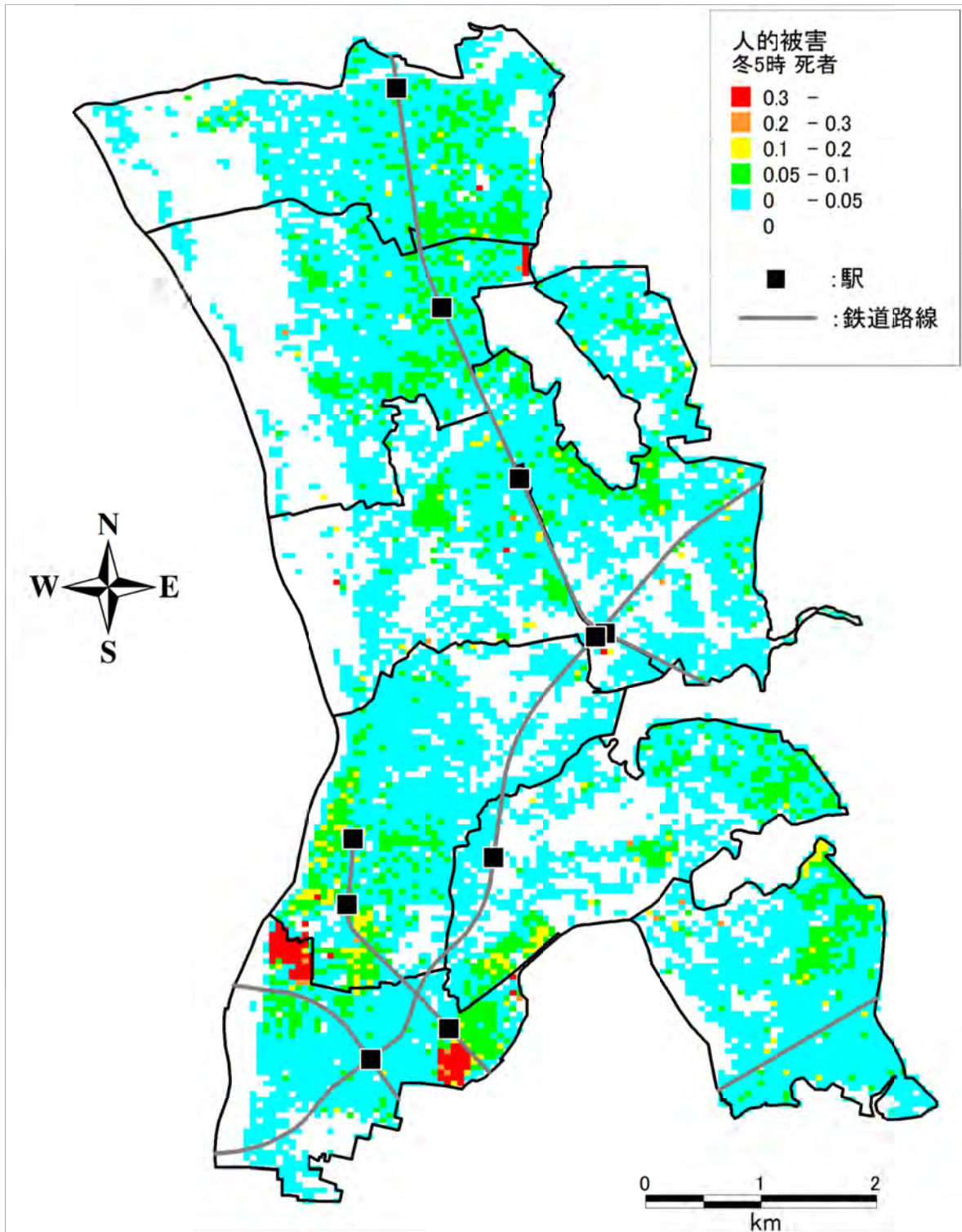


図 13.3-1 (1) 50m メッシュ別死者数分布図：冬 5 時（流山市の直下に仮定した地震(Mj7.3)）

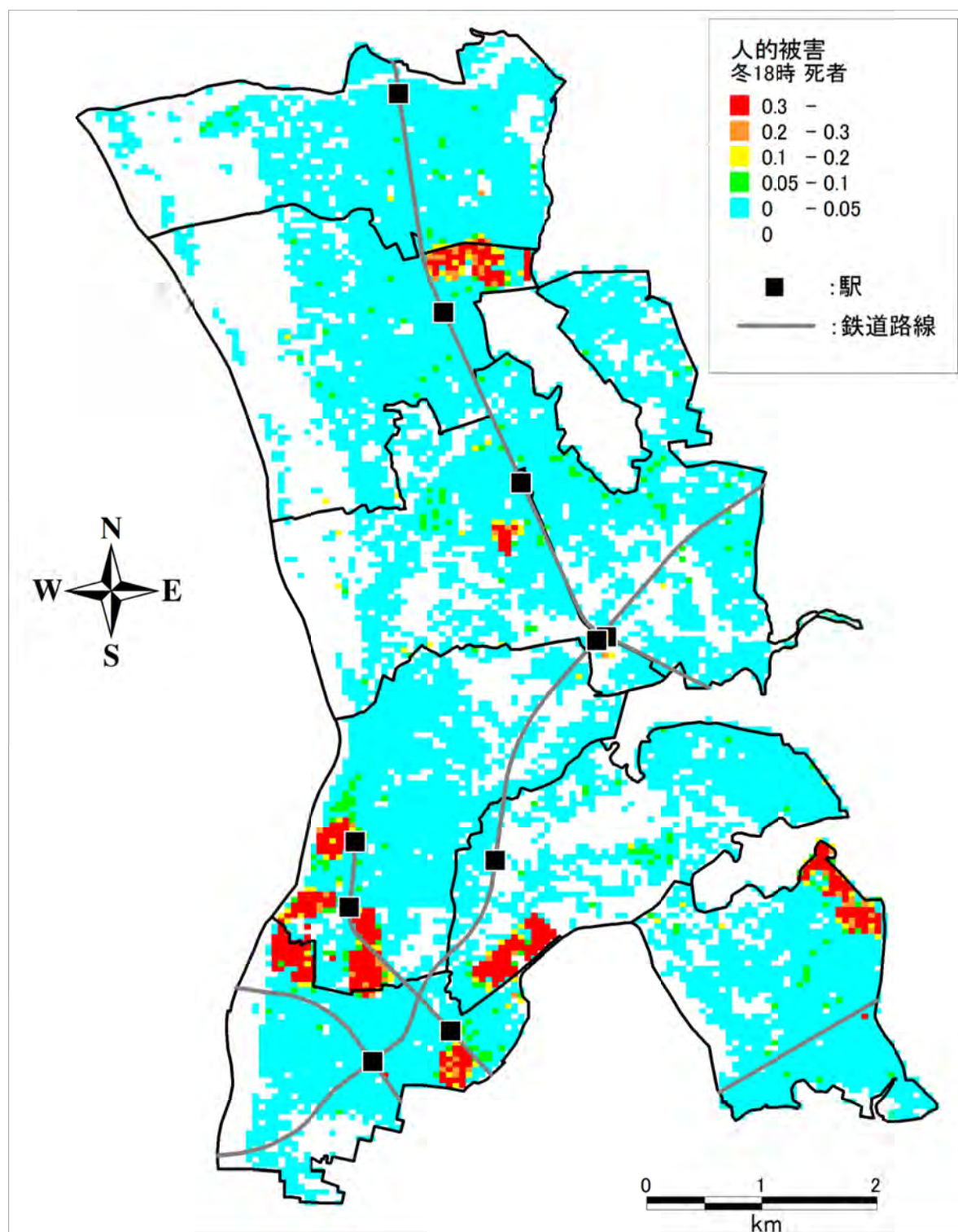


図 13.3-1 (2) 50m メッシュ別死者数分布図：冬 18 時（流山市の直下に仮定した地震 (Mj7.3)）

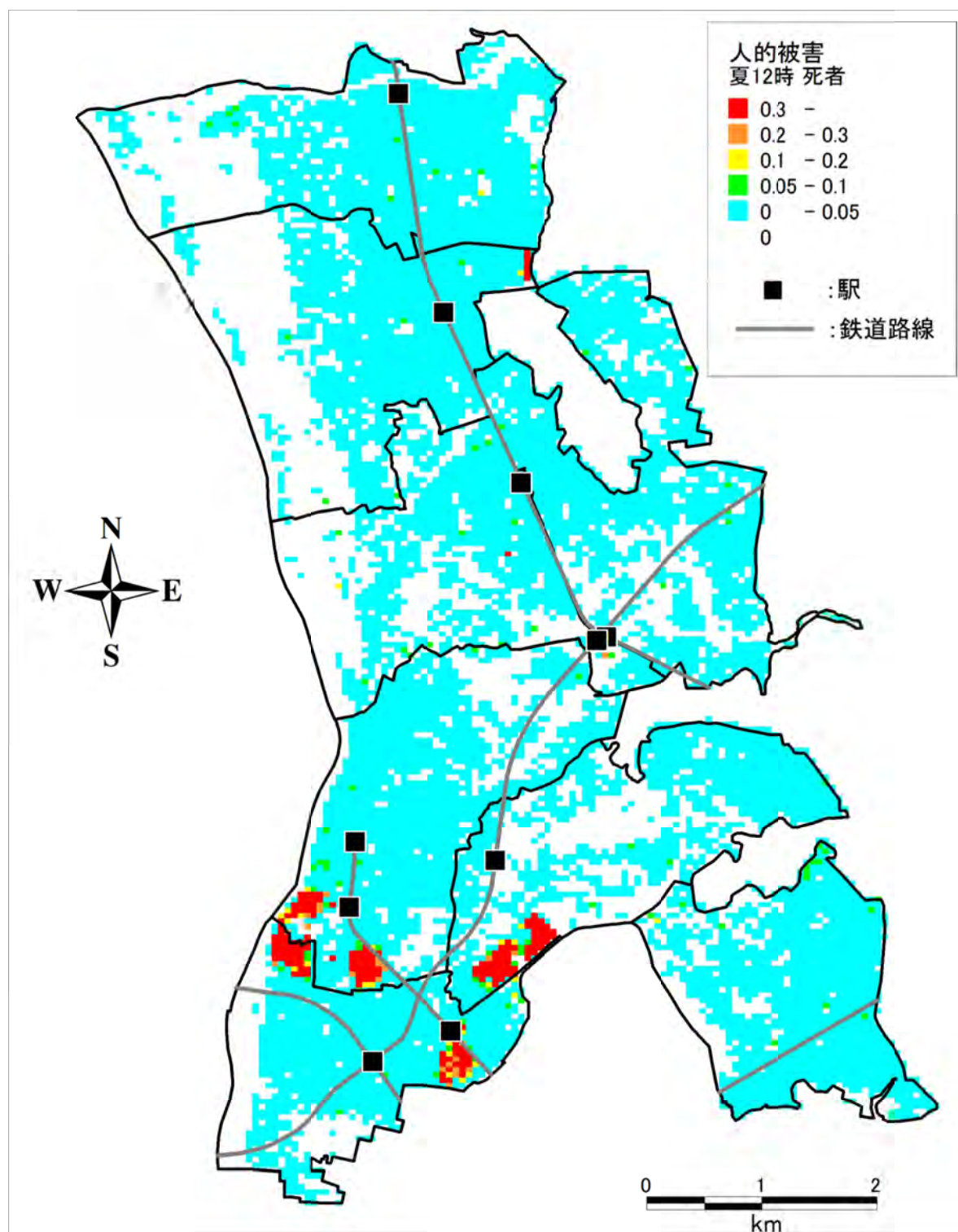


図 13.3-1 (3) 50m メッシュ別死者数分布図：夏 12 時（流山市の直下に仮定した地震 (Mj7.3)）

14. 震災廃棄物予測

震災による建物の全半壊・焼失によって発生するがれき等を震災廃棄物として想定し発生量を算出した。

14.1 震災廃棄物の予測手法

震災廃棄物の予測にあたっては中央防災会議（2004）による以下の手法で行った。

- ・主に建物の全壊・焼失による躯体残骸物を対象とする。
- ・震災廃棄物発生量＝被害を受けた建物の総床面積×面積あたり瓦礫重量

$$= (\text{全壊・焼失棟数} + \text{半壊棟数}/2) \times 1 \text{ 棟あたり床面積} \times \text{面積あたり瓦礫重量}$$
- ・平均床面積（固定資産税データより）
 木造 106.2 (m²/棟)
 非木造 378.5(m²/棟)
- ・重量から体積への換算は、木造：1.9m³/トン，非木造 0.64m³/トンを用いる。

表 14.1-1 面積当たりがれき重量（トン/m²）

木造	非木造	火災による焼失
0.6	1.0	0.23

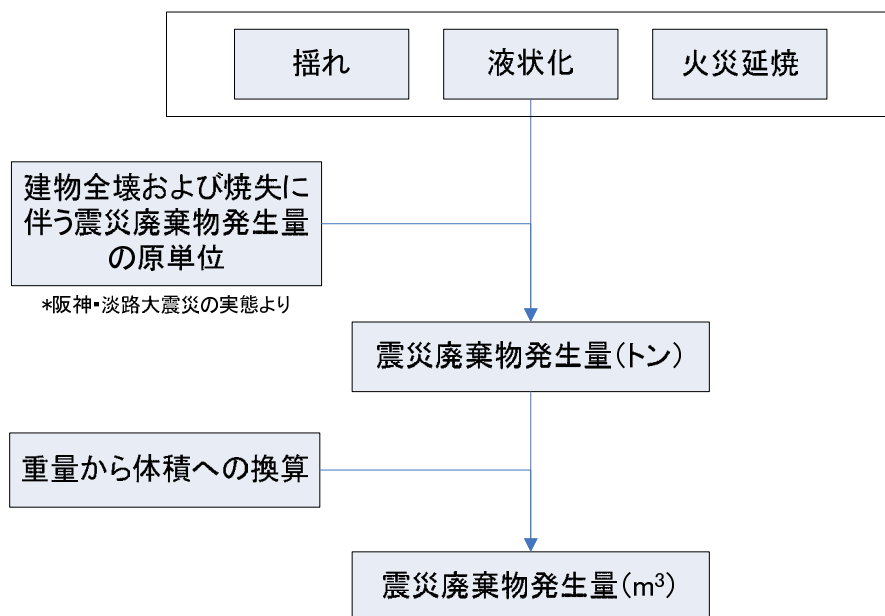


図 14.1-1 震災廃棄物の予測流れ

14.2 震災廃棄物の予測結果

14.1 で示した手法を基に震災廃棄物の予測を行った。

表 14.2-1 に震災廃棄物予測結果を示す。

表 14.2-2 に中学校区別予測結果を示す。

表 14.2-1 震災廃棄物予測結果

想定地震	冬5時		冬18時		夏12時	
	震災廃棄物量 (万トン)	震災廃棄物量 (万m ³)	震災廃棄物量 (万トン)	震災廃棄物量 (万m ³)	震災廃棄物量 (万トン)	震災廃棄物量 (万m ³)
流山市直下Mj7.3	119.4	167.6	131.1	189.8	123.1	174.6

表 14.2-2 中学校区別震災廃棄物予測結果

中学校区名	震災廃棄物量(万トン)			震災廃棄物量(万m ³)		
	冬5時	冬18時	夏12時	冬5時	冬18時	夏12時
南部中学校区	19.7	23.3	21.4	27.7	34.6	31.0
常盤松中学校区	14.9	14.9	14.9	20.8	20.8	20.8
北部中学校区	15.3	17.4	15.3	21.9	25.8	21.9
東部中学校区	13.3	16.0	13.3	19.1	24.2	19.1
東深井中学校区	15.7	15.8	15.7	23.2	23.4	23.2
八木中学校区	12.9	15.2	15.0	17.7	22.2	21.7
南流山中学校区	17.8	18.2	17.8	24.1	24.8	23.9
西初石中学校区	9.8	10.3	9.8	13.0	14.0	13.0
合計	119.4	131.1	123.1	167.6	189.8	174.6

15. 複合災害予測

地震が発生と同時に、台風などの他の災害が同時に発生している状況は、確率は低いが無いとは言いきれない。

本調査では、台風などによって堤防が決壊し洪水が発生すると同時に地震による被害が発生したと想定して複合災害の予測を行った。

15.1 複合災害に関するデータ

流山市洪水ハザード MAP から、浸水域のデータをデジタル化し、50m メッシュごとの浸水域分布を作成した。

作成した 50m メッシュごとの浸水域分布図を図 15.1-1 に示した。

15.2 複合災害の予測手法

被害予測にあたって、以下の条件で算定を行った。

①豪雨により江戸川の水位が上昇。

②流山市直下の地震 Mj7.3 が発生。

- ・地震発生と同時に江戸川堤防の決壊
- ・火災発生
- ・急傾斜地の崩壊
- ・ブロック塀の崩壊
- ・住宅の倒壊 等

③浸水

- ・浸水域の建物は浸水の影響を受ける
- ・浸水域の住民は避難困難となり孤立する可能性がある
- ・浸水域の火災は消火扱いとし、火災による被害は発生しない
- ・浸水域における要救出者は救出活動が困難であり、また、浸水の影響で死者として計上する

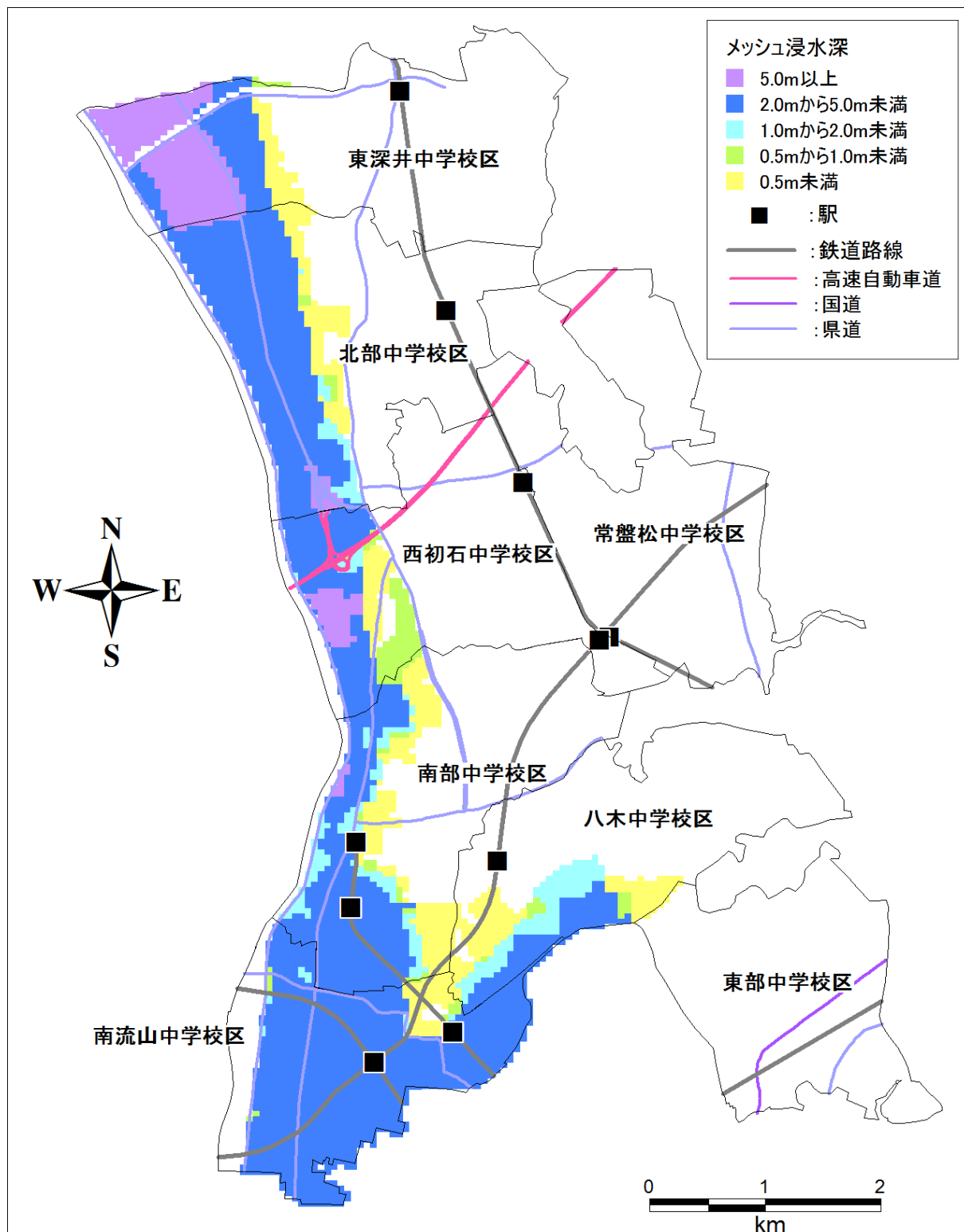


図 15.1-1 浸水域分布図

15.3 複合災害の予測結果

15.2 に示した条件で複合災害の被害予測を行った。

表 15.3-1 に浸水域において影響を受ける建物、人口等の集計結果を示す。

表 15.3-2 に地震と浸水の影響を加味した人的被害予測結果を示す。

図 15.3-1 に建物被害分布と浸水域を重ね合わせた図を示す。

表 15.3-1 浸水域において影響を受ける要素集計結果一覧表

浸水深	浸水域の建物数(棟)		浸水域の 影響人口	浸水域の要救出者		
	木造	非木造		朝5時	冬18時	夏12時
0.5m未満の区域	1,447	305	5,625	94	74	76
0.5mから1.0m未満の区域	287	58	1,078	19	15	16
1.0mから2.0m未満の区域	929	320	3,767	86	67	69
2.0mから5.0m未満の区域	6,722	2,097	35,673	718	564	581
5.0m以上の区域	125	24	272	6	5	5
合計	9,509	2,803	46,414	924	725	748

表 15.3-2 地震 (Mj7.3) と浸水の影響を加味した人的被害予測結果一覧表

想定地震		流山市直下の地震 Mj7.3		
ケース		冬5時	冬18時	夏12時
死者(人)	計	1,204	969	865
	建物	274	167	113
	火災	6	76	5
	浸水	924	725	748
負傷者(人)	計	3,362	2,548	2,424
	建物	3,359	2,507	2,422
	火災	3	41	3
重傷者(人)	計	749	603	606
	建物	748	587	605
	火災	1	16	1
要救出者(人)		1,907	1,497	1,542

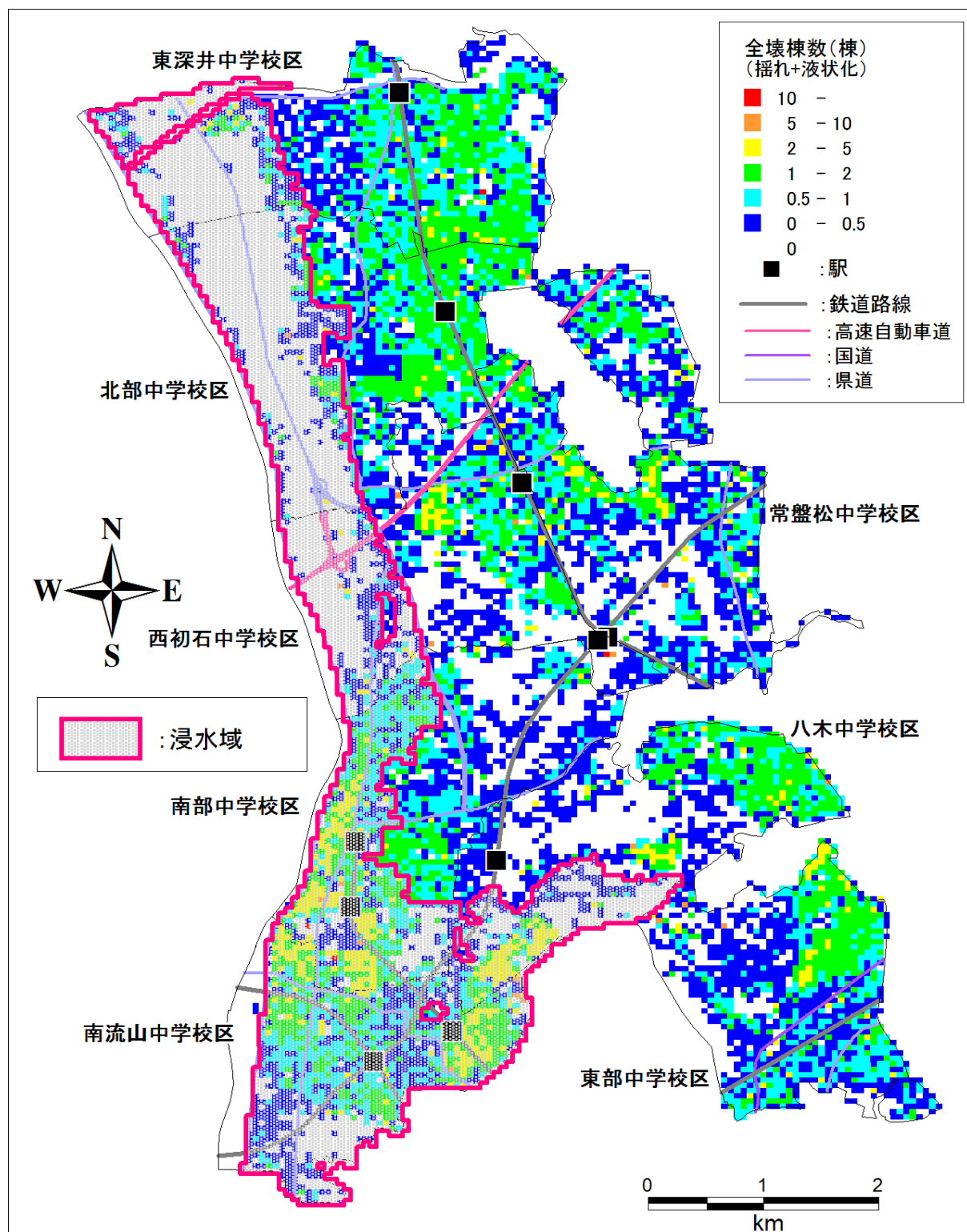


図 15. 3-1 建物被害分布と浸水域の重ね合わせ図

16. 流山市地域防災計画修正に向けて検討すべき要点

今回調査の結果及び東日本大震災を踏まえ国や千葉県等において検討された防災対策に関する資料、流山市職員を対象に行われた「東日本大震災にかかる各課アンケート」の結果等を参考に、地域防災計画修正に向けて検討すべき要点を整理した。

1. 地域防災計画修正の趣旨

- 東日本大震災の被害・対応・教訓を踏まえ、より実効性の高い計画への見直し
- 流山市直下 M7クラスの地震を前提とした防災対策の見直し
- 国や県における地震・津波対策や被害想定の見直しに応じた、計画全般における必要な見直し
- 減災や多重防御の視点に重きを置き、ハード対策とソフト対策を組み合わせた防災対策の推進

2. 見直しの視点

- 危機管理体制の充実、わかりやすい組織体制の構築
- 被害情報の一元管理・共有体制の強化
- 自助・共助・公助それぞれが災害対応力を高め、連携した減災・防災への取り組み
- 災害時要援護者や男女共同参画の視点に立った配慮
- 複合災害の想定（地震、津波、洪水）
- 住民・職員等の災害認識・防災意識の改革，周知徹底



3. 東日本大震災等の教訓に基づく検討課題

- | | |
|---------------------------|---------|
| (1) 行政機能の確保 | 【予防・応急】 |
| (2) 情報収集・整理・分析・伝達 | 【応急】 |
| (3) 災害に強い都市づくり | 【予防】 |
| (4) 物資の備蓄・調達・輸送 | 【予防・応急】 |
| (5) 避難対策，避難所の運営 | 【予防・応急】 |
| (6) 災害時要援護者対策 | 【応急】 |
| (7) 帰宅困難者への対策 | 【応急】 |
| (8) 地域防災力の向上，防災教育 | 【予防】 |
| (9) 被災区域内の財産保全・治安維持 | 【応急】 |
| (10) 遺体の埋葬等 | 【応急】 |
| (11) 廃棄物の処理 | 【応急】 |
| (12) 放射性物質対策 | 【事故】 |
| (13) 被災者生活支援 | 【応急】 |
| (14) 他の地域への応援体制，避難者の受入れ対策 | 【応急】 |
| (15) 複合災害対策 | 【予防・応急】 |

4. 主な見直し項目及び新規・強化対策

4. 主な見直し項目及び新規・強化対策

(1) 行政機能の確保

- ① 危機管理体制の見直し，指揮・命令系統の徹底
- ② 災害対策本部組織・参集体制の見直し
- ③ 事務分掌の見直し検討
- ④ 市業務継続計画（BCP）の策定
- ⑤ 緊急時対応マニュアルの作成
- ⑥ 指揮所の確保及び災害対策本部の代替設置場所の確保
- ⑦ 公共施設の代替場所の確保
- ⑧ 防災拠点施設における自家発電用設備の整備
- ⑨ 庁舎内のキャビネット等の転倒防止対策
- ⑩ 業務経験のあるOBの活用や非正規職員等への応援要請
- ⑪ 多種多様な団体との災害時の応援協定の締結の推進
- ⑫ 全庁的な災害対応の事前訓練

(2) 情報収集・整理・分析・伝達

- ① 多様な連絡手段の確保
- ② 災害時優先携帯電話やMCA無線，トランシーバー等の拡充
- ③ 被害情報の一元管理・共有体制の整備
- ④ 被害情報の分析による指揮機能の強化
- ⑤ 災害対策本部で収集した被害情報等の速やかな関係部署への提供

(3) 災害に強い都市づくり

- ① 都市の不燃化，耐震化の更なる推進
- ② 防災拠点施設の整備，強化
- ③ 液状化に強いライフラインの計画的整備の推進
- ④ 液状化に関する知識の普及
- ⑤ 水害時における通行禁止道路の表示体制

(4) 物資の備蓄・調達・輸送

- ① 備蓄物資の品目，数量，保管場所の見直し
- ② 物資等の輸送体制の構築
- ③ 燃料の確保
- ④ 支援物資の受入れ体制の見直し
- ⑤ 災害時要援護者や女性に配慮した物資の備蓄，調達

(5) 避難対策, 避難所の運営

- ① 避難の判断基準, 指示内容の作成
- ② 避難所の見直し, 避難所マニュアルの作成等
- ③ 地域別の避難計画の作成
- ④ 児童生徒等の避難誘導計画の見直し
- ⑤ 安否確認方法の検討
- ⑥ 外国人の避難対策
- ⑦ 避難所における女性への配慮
- ⑧ ペットの保護対策
- ⑨ 中・長期間にわたる避難所生活への対応
- ⑩ 避難所外避難者, 市外へ避難した住民の安否確認, 情報受伝達

(6) 災害時要援護者対策

- ① 災害時要援護者に配慮した避難誘導や避難運営を実施する体制の整備
- ② 在宅難病患者等の所在把握, 機器の電源の確保
- ③ 外国人対策 (多言語化等)

(7) 帰宅困難者への対策

- ① 一斉帰宅者の発生の抑制
- ② 帰宅困難者に対する支援体制の構築
- ③ 関係機関 (鉄道, バス, 学校, 警察, 消防, 病院, 大規模商業施設等) と連携した情報連絡体制の構築
- ④ 一時滞在施設の増加による帰宅困難者等の安全の確保
- ⑤ 徒歩で帰宅する帰宅困難者等への支援
- ⑥ 小学校, 保育所や放課後児童クラブの滞留児童に対する対策

(8) 地域防災力の向上, 防災教育

- ① 小中学校における防災教育, 訓練の充実
- ② 地域における防災教育, 訓練の充実
- ③ 事業所における防災教育, 訓練の充実
- ④ ボランティアの防災訓練の充実
- ⑤ 平時における避難所運営組織の結成, 訓練の実施
- ⑥ 提携都市との防災訓練

(9) 被災区域内の財産保全・治安維持

- ① 警察等によるパトロール体制の強化
- ② 地域住民による防犯活動

(1 0) 遺体の埋葬等

- ① 遺体の一時保管場所の確保
- ② 広域的な対応（遠隔地の火葬場へ遺体搬送・火葬等）

(1 1) 廃棄物の処理

- ① 震災廃棄物の保管場所の選定及び最終処分方法の規定
- ② 有害廃棄物（アスベスト、PCB）に対する対策
- ③ 関係団体との連携による処理体制（災害支援協定の締結等）

(1 2) 放射性物質対策

- ① 福島第一原子力発電所事故への対応を踏まえた応急体制の構築
- ② 放射線量の測定等の担当部署の設置
- ③ モニタリング及びその結果の公表体制の整備
- ④ 総合相談窓口の設置，対応
- ⑤ 放射性物質の健康への影響等の広報
- ⑥ 安定ヨウ素剤の備蓄の検討
- ⑦ 放射性物質の除染対策

(1 3) 被災者生活支援

- ① こころのケア
- ② 電話対応マニュアルの作成
- ③ 災害復旧・復興時に必要な文書，様式手続（り災証明等）の明確化
- ④ 文書の多言語版の用意
- ⑤ 仮設住宅，借り上げ応急住宅の計画の作成
- ⑥ 建築物の被害認定調査における点検項目リスト等の確認

(1 4) 他の地域への応援体制，避難者の受入れ対策

- ① 他の自治体への応援体制の構築
- ② 他の自治体からの避難者の受入れ

(1 5) 複合災害対策

- ① 複合災害（地震＋洪水）の被害想定および対応検討
- ② 津波の河川遡上対策

おわりに

本調査では流山市の直下に気象庁マグニチュード (Mj) 7.3 の地震を仮定し被害想定を行った。直下において Mj7.3 もの地震が発生した場合、市域で甚大な被害を蒙ることが分かる。この結果を有効に利用し、地域防災計画の修正、及び、事業継続計画 (BCP) へ役立てることが重要である。

卷 末 資 料

用 語 集

索引

あ	報告書で最初に出現する頁
液状化危険度	12
液状化	12
S I 値	用語集
F _L 法／P _L 法	12
N 値	用語集
炎上出火／延焼出火	39

か	
海溝型地震／内陸地震	2
加速度／速度／変位	2
活断層	2
ガバナ	70
気象庁マグニチュード (M _j)	2
計測震度	31
工学的基盤	2
洪積層	用語集

さ	
地震基盤 (面)	用語集
地震時せん断強度	用語集
地震動	1
実体波 (P 波, S 波)	2
地盤種別	93
周期	93
初期消火率	39
震源	2
震度	3
震度階	40
震度 7	11
全壊／半壊	31

た	
卓越周期	用語集
建物ポリゴン	24
地殻／マントル	2
地下水位	19
地表地震動	2
沖積層	用語集
直下 (型) 地震	2

は	
微地形区分	3
表層地盤／深部地盤	2
不燃領域率	41
プレート境界地震	2

ま	
マグニチュード	2
メッシュ／メッシュコード	2
木造／非木造	24
モーメントマグニチュード (M _w)	2

液状化危険度

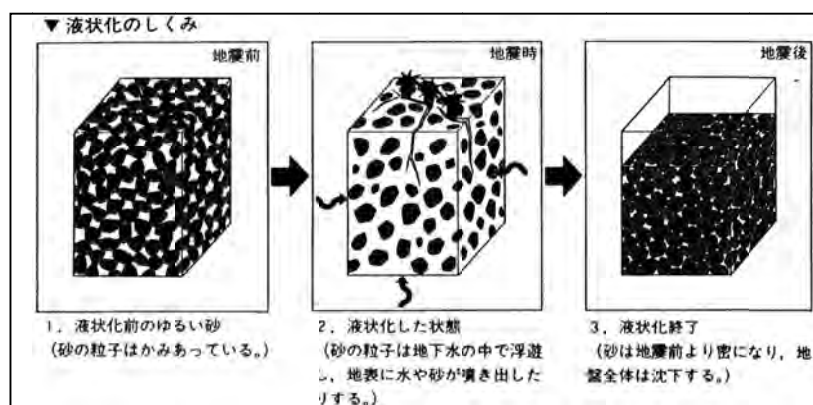
ある地震動に対し、地盤が液状化する可能性が高いかどうかを示したもの。通常、 P_L 値により判定される。

(判定方法の例)

判定基準	内容
$15 < P_L$	液状化の発生の可能性が極めて高い
$5 < P_L \leq 15$	液状化の発生の可能性が高い
$0 < P_L \leq 5$	液状化の発生の可能性が低い
$P_L = 0$	液状化の発生の可能性が極めて低い

液状化

地下水位の高く、緩い砂の地盤が大地震で大きくゆすられた場合、地中の水圧が上がり、ついには砂が水の中を浮いた状態になり、地盤が液体状になる。その時、高い水圧のために泥状と化した土が地表に吹き出し（噴砂現象）、地盤が沈下することがある。



この一連の現象を液状化現象と呼ぶ。液状化現象が起こると地盤が建物を支えきれなくなり、建物は傾いて沈下し、ライフラインにも変形が生じて大きな被害を与えることになる。

F_L 法/ P_L 法

どちらも地盤の液状化の予測を行う際によく使われる手法のことである。このうち、 F_L 法は、地盤内の深さごとに液状化の可能性を判定するものである。この方法は各深さにおいて、その深度の液状化強度(R)と地震時せん断強度(L)との比(R/L)をとって、液状化に対する安全率(F_L)を求めるもので、 $F_L \leq 1$ なら液状化の可能性があり、 $F_L > 1$ なら可能性が少ないと判断する。一方、 P_L 法は、ある地点での液状化の可能性を総合的に評価しようとするものである。この方法は上記の F_L 値を深さ方向に重みをつけて足し合わせた値（液状化指数： P_L 値）によって評価を行う。

N値

ボーリング調査時に実施される標準貫入試験により得られるもので、重量 63.5kg のハンマーを 75cm 自由落下させ、標準貫入試験用サンプラーを 30cm 打ち込むのに要する打撃回数をN値と呼ぶ。

N値は軟らかい地盤ほど小さく、硬い地盤ほど大きくなる。標準貫入試験は、地盤調査の中で最も広く行われているもので、地盤特性の量的判断はほとんどN値を基礎にしており、N値から

地盤物性を表わす諸定数（例えば**S波**速度など）を推定することもできる． また、N値は**液状化**判定にも用いられている．

炎上出火／延焼出火

住民の初期消火で消火しきれなかった出火のことを炎上出火と言う．したがって、炎上出火は消防車の駆けつけ対象になります．そして、炎上出火のうち、消防車が駆けつけて消防活動を行っても鎮火することができないものを延焼出火と言う．この延焼出火点から周辺に延焼が広がっていくことになる．

海溝型地震／内陸地震

日本付近で発生する地震を分類する場合、一つの方法として海溝付近で発生する海溝地震と内陸部で発生する内陸地震に分けることがある．

このうち海溝地震は、日本列島に沿う海溝付近で発生する地震(**プレート境界地震**)で、地震の規模が大きく、数十から数百年の周期で発生している．これに対して内陸地震はそのほとんどが、**活断層**の運動によって発生する．地震の規模は、海溝地震より小さい傾向にあるが、**震源**が浅いことが多く、大きな被害をもたらすことがある．

加速度／速度／変位

地震動の強さは震度以外に、加速度、速度、変位などの、測定器で直接測定できる量で表現される場合もある．地震の際にある1点に着目して、非常に遠い（地震時に揺れない）別の地点から見た場合、実際に動く幅を変位と言い、cm あるいは mm で表される．この点が動く速さが速度で、自動車の速度と同じ意味である．ただし、単位は kine（カインと読む）=cm/sec が使われる．また、速度が時間を追って大きくなる（または小さくなる）度合いが加速度で、gal（ガルと読む）=cm/sec²を単位として使う．人間が感じることができるのは加速度で、例としてはアクセルを踏んだ自動車で感じる感覚があげられる．被害の大きさは加速度だけではなく、速度や地震動が続く長さなどとも関係する．

S I 値

SI 値（Spectral Intensity：スペクトル強度）とは、アメリカのハウスナー（G.W.Housner）によって提唱された地震動の強さの指標である．単位は kine=cm/sec．構造物被害との関係が深く、地震動の強さを表現する有効な指標の一つと考えられている．

[SI 値を求めるための式]

$$SI = \frac{1}{2.4} \int_{0.1}^{2.5} S_v(h, T) dT$$

S_v : 速度応答スペクトル (cm/sec), T : 固有周期 (s), h : 減衰定数 (=20%)

SI 値が 30 (cm/sec) を超えると、地震による被害がかなりの確率で発生することが確認されており、SI 値の検知センサーが都市ガス等の地震防災に活用されている。

200 万年前頃から現在までに活動した形跡の残っている断層を活断層と言う。活火山の「活」と違い、現在活動している断層という意味ではない。活断層の活動周期は、数百年から数千年にわたるため、活動の記録が残っていないものがほとんどである。

ガス圧力の変圧装置のことである。

地震の規模を表す数値で、数字が大きいほど地震の規模も大きくなる。地震計の記録から得られる「最大振幅」と「震央距離」から算定される。

マグニチュードの数字が 0.2 大きくなると、エネルギーは 2 倍に、1.0 大きくなるとエネルギーは 30 倍になる。

断層運動の大きさを表す量として、「地震モーメント (M0)」というものがある。この地震モーメントから決定されたマグニチュードが、「モーメントマグニチュード (Mw)」である。

震度は、約 100 年前に観測が始まって以来、人体感覚や被害の状況などに基づいて決定されてきた。この震度は地震動の強さの尺度として優れたものだが、感覚で判断するものであるため、個人差がどうしても残り、また観測点の増加の障害となっていた。しかし最近では震度の機械観測も可能になり、1993 年頃から計測震度計の配備が始まり、現在ではすべての気象官署に配備されている。その原理は、基本的には加速度計で記録した地震波形に処理を施し、処理後の最大加速度から計算している。処理の方法は、過去の記録をもとに、これまでの方法による震度との間にギャップが生じないように配慮されている。当初は**震度 7**が観測された例がなかったため、**震度 7**だけは被害の状況から決定されていたが、現在では震度はすべて計測震度計で測定されている。

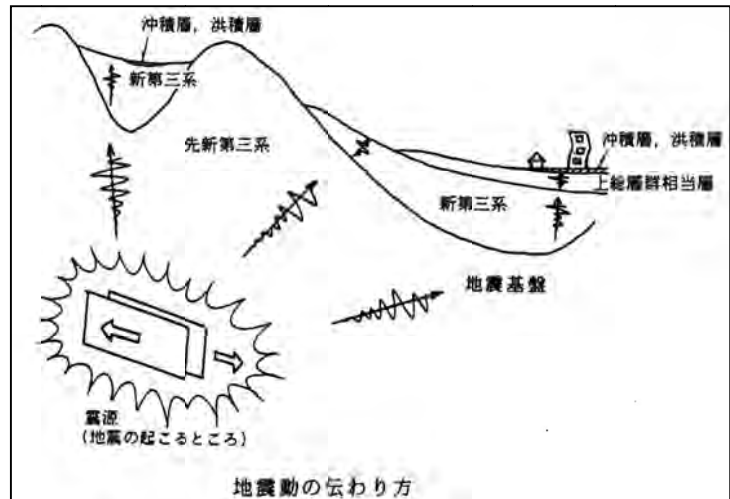


工学的基盤

表層地盤（地表から深度 50～100m 程度）と**深部地盤**（表層地盤以深から**地震基盤**まで）との境界面のことを指す。建築物基礎の支持層となる固い地盤で、一般的に標準貫入試験による **N 値** は 50 以上、**S 波速度**で 300～700m/sec 程度以上の地盤のことを定義している。これまでは一般的に、表層地盤は構造物基礎の検討などの工学分野で、深部地盤は地震波伝播の検討など地震学の分野で扱われることが多かったため、“工学的”基盤という名称で呼ばれている。

洪積層

第四紀洪積世（更新世とも言う。約 200 万年前～約 1 万年前）の時代に堆積した地層のことを洪積層と言います。段丘堆積物などによって特徴づけられる。この堆積物は、氷河の拡大・縮小の繰り返しの伴って、海水面が数 10～100m 以上の幅で昇降を繰り返す過程で形成されたもので、海成段丘（海岸段丘）や河成段丘（河岸段丘）がこの洪積層にあたる。一般に、**沖積層**より締まった地層で、やや固結している。



日本の洪積層としては、関東地方の上総層群中・上部と下総層群、近畿地方の大坂層群（最下部を除く）と呼ばれている地層、及び各地域に分布する段丘堆積物などが代表的である。

地震基盤（面）

地震動を考える時には、地震動が**震源**からの距離だけで表すことができるような、一様でかつ広域の地域に設定できる、ある境界面を想定する。この境界面のことを、**地震基盤**あるいは**地震基盤面**と呼ぶ。

地震時せん断強度

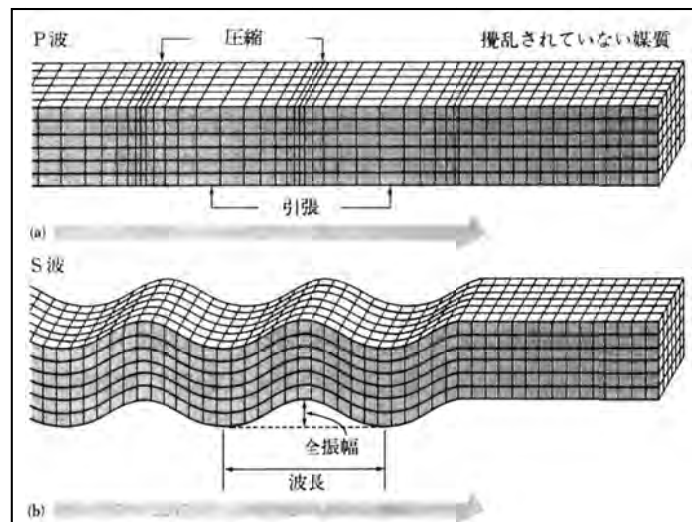
地震が起こった際、生じるせん断力の強さのことを言う。地震時せん断強度が土のもつ液状化に対する強度を上回ればその土は液状化を起こす。地震時せん断強度は通常地表近くでは、深度方向に減少する。

地震動

ある地点で感じる地震の揺れの大小には、いろいろな条件が影響する。まず、地震そのものの大きさ（これをマグニチュードといいます）が大きいほど揺れは大きくなる。また、地震の起こった場所からの距離、実際には地震はある1点でおきるのではなく、地震断層面（地面の中でずれがおきた場所、たとえば野島断層などもその1例です。）全体から地震波が出てくるので、地震断層面からの距離が近い程強く揺れる。地表付近の地盤の堅さは大きな影響がある。一般的には軟らかい地盤程強く揺れる。また、地下数 km 位の地盤の構造も影響する場合がある（震災の帯の原因の一つといわれている）。

実体波（P波、S波）

地震波にはいくつかの種類がある。その中で地盤の中を実際に伝わる波を実体波と言う。実体波には、二種類の波がある。このうち振幅が小さく、先に伝わっていく波をP波と言う。このP波は、液体の中でも伝わっていく縦波である。もう一つの波は、P波より遅れて伝わり、振幅の大きいS波である。この波は横波で、液体中では伝わらないが振幅が大きいため、建物の耐震設計などを考えるときには重要になる。



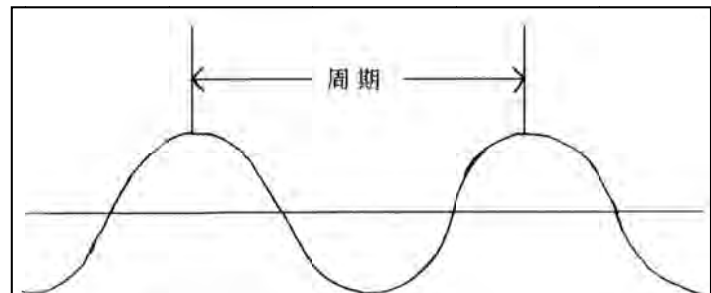
地盤種別

地震時における地盤の振動特性によって、工学的に地盤を分類したものを地盤種別と言う。土木の分野では、I種～IV種の4分類が用いられてきた。

一般的には卓越周期より求めるが、概略の目安として、I種地盤は岩盤、IV種地盤は沖積地盤のうち軟弱地盤、II種及びIII種地盤はI種地盤及びIV種地盤のいずれにも属さない洪積地盤及び沖積地盤とされている。なお、現在では、以前のII種及びIII種をまとめてII種地盤、以前のIV種地盤をIII種地盤とし、I～III種の3分類とするのが一般的である。

周期

波の山から山まで、あるいは谷から谷までの時間を周期と言い、単位は秒である。地震の場合を考えると、水平動の場合、右へ揺れて左へ揺れてまた右へ揺れるまでの時間にあたる。周波数は周期の逆数($1/\text{周期}$)のことで、単位はHz（ヘルツ）である。つまり、



1秒間に何回揺れるかを表している。周期は数字が大きいほどゆったりとした揺れになり、逆に周波数の場合は数字が大きいほど小刻みな揺れになる。

初期消火率

火元から出火しても、住民の消火活動により消し止められる確率のことを初期消火率と言う。地震動が大きくなるほど、消し止められなくなるので初期消火率は低下する。

震源

地震は断層の破壊によって発生する。この破壊は断層全体で同時に起こるのではなく、ある1地点から始まった破壊が周辺に広がって行く。この破壊が始まった地点を震源と言い、震源直上の地表の点を震央と言う。また破壊の起こった領域全体を震源域と言う。



震度

マグニチュードが地震の規模を表す数値であるのに対して、震度は地表での揺れの激しさを表す数値である。そのためマグニチュードは一つの地震に対して一つしかないが、震度は場所が異なると違った数値になる。震度は体感や被害の状況によって決められる。日本では気象庁がその基準を定め、震度を発表しています。現在では計測震度計を使って決められている。



震度階

震度は、ある場所の地震動の強さをいくつかの階級に分けて表現したもので、日本では気象庁が定めた0から7までの10段階（震度5、震度6は強・弱の二段階に分かれる）の震度階が使われている。各震度の説明文は、震度4まではおもに人体感覚、震度5以上は被害状況によって表現されている。このように地震動の強さを階級で表現することは万国共通に行われているが用いられる震度階は国によって異なり、アメリカなどでは、12段階からなるMM震度階が用いられている。

震度 7

気象庁では、戦前の中央気象台の時代から、一貫して震度 0 ～ 4 までは体感や家具などの揺れの様子から、震度 5 以上については被害の様子から判断してきた。1948 年（昭和 23 年）の福井地震が発生するまで震度階級は 0 ～ 6 までであったが、福井地震での被害が、一部の村落で家屋の全壊率が 98～100%にも達したことから、さらに大きな震度階級を定義することになってできたものである。

全壊／半壊

全壊／半壊については、災害救助法による被害状況認定基準で以下のように定義されている。

全壊：住家が滅失したもので、具体的には住家の損壊した部分の床面積がその住家の延床面積の 70%以上に達した程度のも、または住家の主要構造部の被害額がその住家の時価の 50%以上に達した程度のもとする。

半壊：住家の損壊がはなはだしいが、補修すれば元通り再使用できる程度のもの、具体的には、損壊部分がその住家の延べ床面積の 20%以上 70%未満のもの、又は住家の時価の 20%以上 50%未満のものとする。

卓越周期

地盤を仮にいろいろな周期で揺らしたとすると、非常に揺れやすい周期というものが存在する。一般に軟弱な地盤ほど卓越周期は長く、また同じ軟弱層でも層厚が厚くなるほど卓越周期は長くなる。地震波にはさまざまな周期の成分が含まれているが、地盤を伝わる場合、伝わって行く地盤の卓越周期と同じ成分は、特に大きく増幅される。

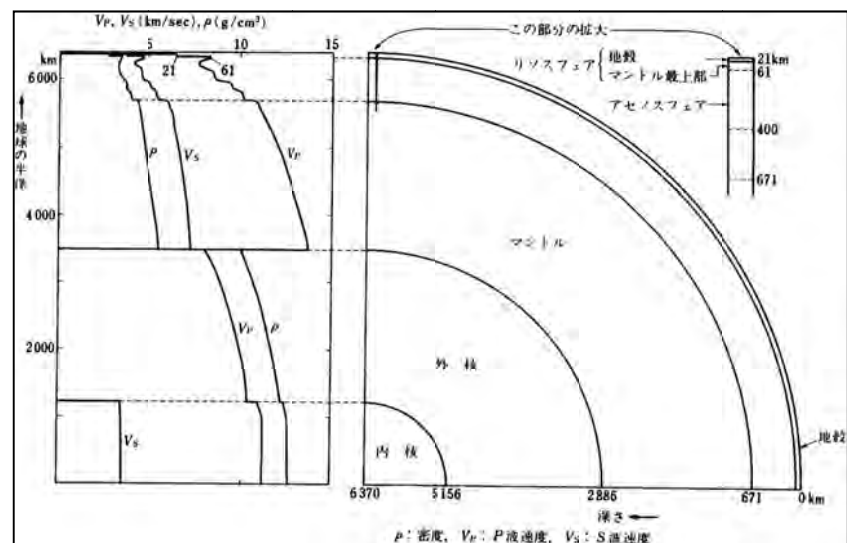
建物ポリゴン

建物を真上から見た場合の形を、航空写真などをもとにデジタルデータ化したものである。

地殻／マントル

地球内部の構造は、構成する物質や温度、圧力の状態などから大きく三つに分けられる。この三つは外側から、地殻、マントル、核と呼ばれている。

このうち地殻は、厚さが十数 km から数十 km の薄い構造である。これに対してマントルは 2900km もの厚さを持っている。



地下水位

ある基準面から測った地下水面の高さのことで、一般には地表面から測った深さや標高で表している。地下水位は井戸やボーリング孔において、孔内の水面の位置から測定することができる。地下水位が高いと、砂を多く含んだ地盤では**液状化現象**が起きやすく、斜面では地すべりが発生しやすくなる。

地表地震動

工学的基盤における地震動に対して、地表で感じる地震動のことを地表地震動と言う。これは工学的基盤における地震動に表層での増幅率をかけることによって計算される。

表層が軟らかいところでは、地震の波が硬い岩盤から入ってくると、地表と岩盤との間で捕まったような状態になって、何度も行ったり来たりして表層の外へ抜け出せなくなるため、地表では大きな地震動を感じることになる。

沖積層

第四紀沖積世（完新世とも言う。約1万年前～現在）になってから形成された地層、及び現在形成されつつある地層のことを沖積層と言い、海水面の変動や河川的作用などで形成される。現在の海岸平野、河川に沿った地域に見られる扇状地・氾濫原・湿原・自然堤防などや海岸部の砂州や砂丘等が沖積層にあたる。沖積層は、礫・砂・泥・泥炭などの未固結な（まだ固まっていない）地層を主体としており、特に軟らかい地盤は軟弱地盤とも呼ばれている。

沖積層が分布する地域は、一般に地震時における振動の増幅が大きくなりやすく、また日常においても地盤沈下などの問題がある。現在の東京周辺などのように、沖積層に広く覆われている沖積平野は、人口・都市機能が集中しており、防災上も問題が多い地域となっている。

直下（型）地震

都市の直下で地震が起こると、地震の規模と比較して大きな被害がでることがある。防災上、このような地震を直下地震と呼んで注目している。この呼び方は、地震学上のものではないため、**活断層**による地震でも、プレート境界で起こる地震でも都市直下で発生した地震はすべて含まれる。

微地形区分

土地条件図をもとにした地形区分で、国土数値情報に含まれる地形区分よりも細分類されたものをいう。

表層地盤／深部地盤

表層地盤とは、地表から深度 50～100m 程度までを指し、深部地盤とは**地震基盤**としている堅固な岩盤（S波速度 3000m/sec 層）の上面から、表層地盤（深度 50～100m 程度）の下までを指す。表層地盤は、主に第四紀の新しい地層によって構成されている。

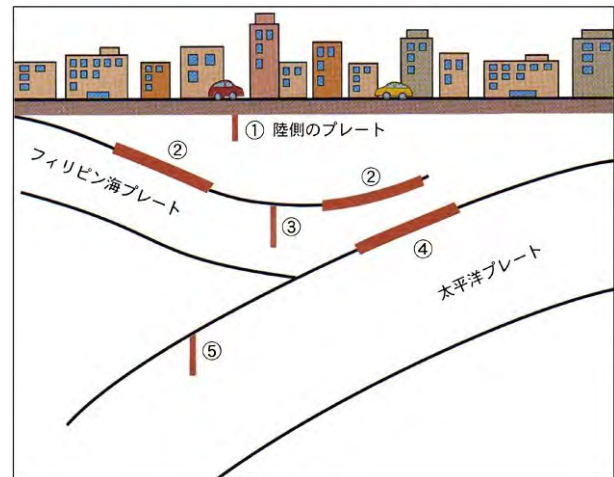
不燃領域率

ある範囲（例えば、メッシュ単位）に空地や耐火造建物の敷地面積が占める割合を示したものである。不燃領域率が大きいほど、延焼しにくい市街地であることを表す。

プレート境界地震

異なるプレートの接する境界付近では、プレートが互いに押し合い、変形を起こす。しかし、ある程度まで変形が進むと、プレートが変形に耐えられなくなり破壊を起こす。こうして起こる地震をプレート境界地震と呼ぶ。

このようなプレートの境界で起こる地震に対して、プレートの内部で破壊が起こることもある。プレート境界地震に対して、プレートの内部で起こる地震をプレート内地震と呼ぶ。



マグニチュード

マグニチュードは地震の規模を表す数値で、数字が大きいほど地震の規模も大きくなる。このマグニチュードについては、**表面波**を用いて求めるもの、**実体波**を用いて求めるものなど、様々な定義が存在する。日本付近で起こる地震については、気象庁がマグニチュードを決定して発表している。マグニチュードの数字が 0.2 大きくなると エネルギーは約 2 倍に、1.0 大きくなると エネルギーは約 30 倍になる。

なお、**表面波**とは、地盤の中を実際に伝わる**実体波**に対して、表面の部分を伝わっているように見える波のことを指す。表面波も発生する原因や揺れの方向によってレイリー波、ラブ波に分けることができる。この表面波の振幅は地下の構造によって大きく変わり、関東平野のように堆積層が厚いところでは大きくなることが知られている。

メッシュ／メッシュコード

正式には、「標準地域メッシュ」及び「標準地域メッシュコード」と言う。昭和 48 年 7 月 12 日行政管理庁告示第 143 号によって定められたもので、J I S 化（JIS X0410:1976）されている。本調査で用いている 50m メッシュは、3 次メッシュ（正式には標準地域メッシュ、約 1km×約 1km）を 20×20 等分したものである。また、これらのメッシュを識別するために振られた数字を、メッシュコードと呼ぶ。メッシュコードはメッシュの位置する経緯度と直結しているため、位置参照情報として用いられる。

木造／非木造

建物は構造別に大きく分けると木造，非木造の２つに分けられ，中でも非木造はＲＣ造，Ｓ造（軽量Ｓ造）の２つに分けられる．

木造：木を主体とした構造で一般住宅に多い．

ＲＣ(Reinforced Concrete)造：鉄筋コンクリート造のことで鉄筋の枠組みにコンクリートを流し込んだものを主体構造とし，中低層の建物に多い．

Ｓ(Steel)造：鉄骨造のことで鋼柱や鋼管を組み立てたものを主体構造とし，工場や体育館等の大スパンの建物や高層建物に多い．

建物の被害を予測する際には一般的に構造ごとに被害率を変えて予測している．

